环境工程实例丛书

HUANJING GONGCHENG SHILI CONGSHU

基于AutoCAD2000平台

水处理工程CAD技术应用及实例

杨松林　主编

化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

环境工程实例丛书

水处理工程 CAD 技术应用及实例

杨松林　主　编
罗　晓　韩同义　贺星国　杨　健　副主编

化 学 工 业 出 版 社
环境科学与工程出版中心
·北　京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

水处理工程 CAD 技术应用及实例/杨松林主编. —北京：化学工业出版社，2002.5
（环境工程实例丛书）
ISBN 7-5025-3764-3

Ⅰ.水… Ⅱ.杨… Ⅲ.水处理-市政工程 计算机辅助设计 Ⅳ.TU991.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2002）第 017420 号

环境工程实例丛书

水处理工程 CAD 技术应用及实例

杨松林 主编

罗 晓 韩同义 贺星国 杨 健 副主编

责任编辑：徐 蔓 王秀鸾

责任校对：郑 捷

封面设计：郑小红

*

化学工业出版社
环境科学与工程出版中心 出版发行
（北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029）
发行电话：（010）64982530
http://www.cip.com.cn

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 24 字数 671 千字

2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-3764-3/X・171

定 价：50.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者，本社发行部负责退换

出 版 者 的 话

环境保护是我国的基本国策之一，近年来呈蓬勃发展之势。尤其水污染控制工程、大气污染控制工程、固体废物处理处置工程、生态保护工程更是我国环保工作的重点。政府部门、科研院所及环境工程企业单位均投入了大量人力、物力从事这方面的研究与开发工作。对于环境工程设计人员、技术人员及大专院校学生来说，如何将环境工程专业技术理论合理地运用到具体的工程实践中去，是一个既现实又迫切的问题。为此，化学工业出版社环境科学与工程出版中心组织国内一批有丰富实践经验的专家、学者和工程技术人员精心编写了这套“环境工程实例”丛书，共计14册。

本套丛书具有以下特点。

（1）系统性　本丛书既有《城市污水处理技术及工程实例》、《燃煤烟气脱硫脱硝技术及工程实例》、《垃圾处理处置技术及工程实例》等按专业划分的分册，又有《膜法水处理技术及工程实例》、《间歇式活性污泥法污水处理技术及工程实例》、《曝气生物滤池污水处理新技术及工程实例》等按方法划分的分册。全面性、系统性强，读者可按需选择。

（2）实用性　本丛书是国内第一套将环境工程技术理论与具体的工程实例结合在一起的图书。理论部分系统、全面、先进、精炼；实例部分典型、实用、可操作性强，读者在阅读时可将理论部分与实例部分互相验证。

（3）权威性　本丛书作者大多为本专业内的一线专家、学者和工程技术人员，很多实例均是作者亲自主持或参与设计的，从而使丛书具有较强的先进性与权威性。

多年来，化学工业出版社一直把环保图书作为主要出书方向之一。2000年6月、2001年6月我社成功地在全国各大、中城市举办了两届化工版环保图书展，2002年6月我社将在全国各大、中城市新华书店举办为期一个月的第三届化工版环保图书展。本套丛书在众多专家、学者的支持下将如期出版参展，希望能得到广大读者的认可，也希望广大读者对我社环保图书出版多提宝贵建议与意见。

化学工业出版社

环境科学与工程出版中心

2002．3

前　言

水是人类赖以生存的基本条件之一，也是国民经济的生命线，随着人口和经济的快速增长，人类对水的需求量越来越大，需求品质越来越高，与此同时，水污染的问题也日益突出，水污染的程度及范围也越来越大。

解决水资源短缺和水污染的一个主要途径是水处理，水处理工程涉及到水处理技术研究与开发、工程设计、相关的设备设计制造、施工、安装、操作管理等内容。我国在环境及其污染治理方面，尤其是水处理方面每年投入了大量的人力、物力，水处理工程设计、施工、安装、运行、管理所需要的工程技术人员越来越多，所涉及的技术越来越复杂，其工程设计的质量及速度及要求不断提高，显然沿用传统的工程设计方法已经不能适应当前水处理工程设计的发展要求。

工程计算机辅助设计（简称工程 CAD）是工程技术人员将计算机的软件、硬件系统作为工具，将设计人员的思维和计算机的最佳特性结合起来，进行工业产品及工业设计的绘图、计算、分析、编写技术文件的技术活动的总称，工程 CAD 技术在近 30 年得到了飞速的发展，它已经成为提高产品与工程设计水平，降低消耗、缩短产品开发周期，提高劳动生产率的重要手段。其中它的重要内容之一是研究将 CAD 技术运用于各个专业领域的技巧、方法。本书作者在近几年尝试了将 AutoCAD2000 软件的绘图、二次开发技术运用于水处理工程设计教学和科研工作，在此基础上取得了一些经验，在此将其写出来，目的是：①促进 CAD 技术在水处理方面的推广应用；②与国内同行进行技术交流；③在水处理 CAD 技术应用方面起到抛砖引玉的作用。

本书尽可能地体现 CAD 技术的先进性、实用性、通用性，尽量做到理论联系实际。它既可以作为水处理工程及相关行业技术人员的参考资料，也可以作为国内相关的本专科专业学生的教学参考书。书中的所有图形实例都是编者在 CAD 软件中亲自绘制出来的。书中的源程序均已通过上机调试。

本书共分为 11 章，各章的作者分别是：第 1 章　杨松林，韩同义，罗晓；第 2 章　杨松林，高慧琴；第 3 章　杨松林，韩同义，王蓉；第 4 章　杨松林，杨健，王卓，滑千里，张磊，高明哲；第 5 章　韩同义，曹玉轩，彭国良，杨健；第 6 章　杨松林，曹玉轩，王卓，滑千里；第 7 章 杨松林，贺星国；第 8 章　贺星国，陈曹维，杨健；第 9 章 罗晓，赵文霞，秦乐乐；第 10 章　贺星国，王艳茹，韩同义；第 11 章　贺星国，王蓉，杨健。

全书由杨松林同志统稿，由于作者水平有限，本书难免存在各种缺点和错误，殷切希望广大读者批评指正。

编　者

2002 年 3 月 5 日于石家庄

目　　录

第 1 章　绪论 ……1
1.1　工程 CAD 技术概论 ……1
1.2　CAD 的工作过程及特点 ……5
1.3　CAD 硬件系统 ……7
1.4　CAD 软件系统 ……13
1.5　水处理工程设计 CAD 技术应用概论 ……17
第 2 章　AutoCAD 2000 二维图形设计基础 ……20
2.1　AutoCAD 2000 软件简介 ……20
2.2　CAD 文件基本操作 ……22
2.3　常用绘图命令 ……31
2.4　二维编辑命令 ……40
2.5　辅助命令及功能 ……50
2.6　图块的应用 ……53
2.7　文本标注与编辑 ……58
2.8　尺寸标注 ……61
2.9　图形输出 ……66
第 3 章　有关的 CAD 工程制图国家标准介绍 ……69
3.1　概述 ……69
3.2　CAD 工程制图术语及图样的种类 ……69
3.3　CAD 工程制图的基本要求 ……70
3.4　CAD 工程图的基本画法 ……76
3.5　CAD 工程图的尺寸标注 ……76
3.6　CAD 工程图管理 ……77
3.7　设置符合工程制图国家标准的绘图模板 ……77
3.8　图形符号的绘制 ……79
3.9　投影法 ……80
3.10　给水排水制图标准 ……81
第 4 章　水处理工程图的绘制方法与实例 ……89
4.1　水处理 CAD 工程制图概述 ……89
4.2　某污水处理厂总平面图 ……95
4.3　污水处理高程图 ……101
4.4　曝气池工艺图 ……104
4.5　二次沉淀池工艺图 ……109
4.6　二次沉淀池平面图 ……114
4.7　二次沉淀池详图及构件表 ……116
4.8　二次沉淀池 1-1 剖面图 ……118
4.9　二次沉淀池 2-2 剖面图 ……120
4.10　城市污水处理典型流程图 ……122
4.11　FS 污水处理流程图 ……123
4.12　两种刚性防水套管安装图 ……125

4.13 肉联厂废水处理流程图 …… 127
4.14 制革废水处理流程图 …… 130
4.15 味精工业废水处理流程图 …… 132
4.16 印染废水处理流程图 …… 133
4.17 毛纺染色废水处理流程图 …… 135
4.18 医院污水处理流程图 …… 136
4.19 沉淀池配筋剖面图 …… 137
4.20 反应器进水管线图 …… 139
第 5 章 室内给水排水工程图的绘制方法与实例 …… 142
5.1 给水排水 CAD 工程制图概述 …… 142
5.2 室内给水系统图 …… 154
5.3 室内排水系统图 …… 155
5.4 室内给水排水平面图 …… 157
5.5 建筑物给水排水总平面图 …… 160
5.6 室内给水管道系统图 …… 162
5.7 室内排水管道系统图 …… 164
第 6 章 室外给水排水工程图的绘制方法与实例 …… 167
6.1 室外给水排水 CAD 工程制图概述 …… 167
6.2 管道纵剖面流程示意图 …… 169
6.3 室外给水排水管道流程示意图 …… 171
6.4 给水管道节点图 …… 172
6.5 给水管道纵断面图 …… 173
6.6 某厂某车间生活区厕所给水排水平面图 …… 175
第 7 章 AutoCAD 2000 软件的编程基础 …… 178
7.1 Visual LISP 语言简介 …… 178
7.2 Visual LISP 环境使用 …… 178
7.3 一个简单的 AutoLISP 程序 …… 180
7.4 AutoLISP 的数据类型 …… 182
7.5 AutoLISP 常用函数 …… 183
7.6 对话框的设计与制作 …… 191
7.7 幻灯片 …… 198
第 8 章 水处理常用图形符号库的建立与使用实例 …… 201
8.1 图形符号库的建立方法 …… 201
8.2 图标菜单制作 …… 202
8.3 符号库的安装 …… 205
8.4 有关 AutoCAD 搜索路径的问题 …… 207
8.5 管道及附件、管道连接、阀门、卫生器具及水池、设备及仪表图例 …… 208
8.6 水处理常用图形符号库实例 …… 211
第 9 章 水处理常用工艺计算及编程实例 …… 216
9.1 概述 …… 216
9.2 管网计算概述 …… 217

9.3 管段流量、管径和水头损失计算……219
9.4 管网水力计算……219
9.5 给水管网造价计算……238
9.6 沉淀池计算概述……242
9.7 平流式沉淀池设计计算……243
9.8 竖流式沉淀池设计计算……251
9.9 普通辐流式沉淀池设计计算……255
9.10 溶气气浮设计计算……257
第 10 章 水处理工程常用图形的参数化编程应用实例……262
10.1 承插直管图形编程实例……262
10.2 普通排水管存水弯图形编程实例……270
10.3 双承直管图形编程实例……273
10.4 扫除口图形编程实例……275
10.5 三通管图形编程实例……279
10.6 通气帽图形编程实例……284
10.7 排水管件 90° 曲管图形编程实例……286
10.8 排水管件 45° 曲管图形编程实例……289
10.9 弯曲形污水管图形编程实例……292
10.10 管子箍图形编程实例……295
10.11 高度符号图形编程实例……298
10.12 建筑轴线图形编程实例……302
10.13 构件表格图形编程实例……303
10.14 排水 Y 形四通管图形编程实例……308
10.15 T 形瓶子管图形编程实例……313
第 11 章 给水排水工程设计参考资料网页目录的建立与使用……318
11.1 认识 Microsoft FrontPage 2000……318
11.2 制作文本 Web 网页……319
11.3 FrontPage 中表格的使用……323
11.4 超级链接……329
11.5 网页的综合设置……338
11.6 给水排水设计参考资料网页实例……339
附录 1 AutoCAD 2000 命令简表……353
附录 2 AutoCAD 2000 系统变量表……360
参考文献……373

第1章 绪 论

1.1 工程CAD技术概论

1.1.1 概述

工程计算机辅助设计（Engineering Computer Aided Design，简称工程CAD）是用计算机硬件、软件系统辅助工程技术人员进行产品或工程设计、修改、显示、输出的一门多学科的综合性应用新技术。它是随着计算机、外围设备及其软件的发展而逐步形成的高技术产业。经过最近30多年的发展，CAD技术在国内外已被广泛应用于机械、电子、航空、建筑、轻工、纺织、化工、环保及工程建设等各个领域。

从20世纪80年代开始，CAD技术应用工作在我国逐步得到开展，经过“七五”的努力，取得了明显的经济效益。采用CAD技术后，工程设计行业提高工效3～10倍，航空、航天部门的科研试制周期缩短了1～3倍，机械行业的科研和产品设计周期缩短了1/3～1/2，提高工效5倍以上。特别是近些年，我国在CAD应用和开发方面，取得了相当大的进展，二维CAD技术已经趋于成熟，三维CAD技术正处于蓬勃发展时期。当然，从总体水平上讲，我国CAD技术水平与国外工业发达国家的相比还有很大的差距；各地、各行业在CAD技术的应用、发展不尽一致，特别是在CAD技术应用的广度和深度以及对CAD普及发展作用的认识上，仍然存在着需要解决的问题。

众所周知，人才培训是开展CAD应用工程的重要环节之一，只有广大工程技术人员掌握了CAD技术，才有可能使之转化为生产力、促进CAD技术向纵深方向发展。20世纪90年代初期，国家科委、国家教委等八部委开始联合推广“CAD应用工程”，先后建立了八大CAD培训基地、400多个培训网点，开展CAD技术的普及推广工作。推广CAD技术的重要意义在于：它是加快经济发展和现代化的一项关键性技术，是提高产品和工程设计的技术水平、降低消耗、缩短科研和新产品开发以及工程建设周期、大幅度提高劳动生产率的重要手段，是科研单位提高自主研究开发能力、企业提高应变能力和管理水平、参与国际合作和竞争的重要条件，也是进一步向计算机辅助制造（CAM）、计算机集成制造系统（CIMS）发展的重要基础。CAD技术及其应用水平已成为衡量一个国家的科技现代化和工业现代化水平的重要标志之一。了解CAD的发展历史，有助于我们更好、更有效地应用这门新兴技术。

1.1.2 CAD的基本概念

（1）CAD的定义

1973年，当CAD处于发展初期的时候，国际信息联合会就给CAD一个广义的定义：“CAD是将人和计算机混编在解题专业组中的一种技术，从而将人和计算机的最佳特性结合起来”。人具有图形识别的能力，具有学习、联想、思维、决策和创造能力，而计算机具有巨大的信息存储和记忆能力，有丰富灵活的图形和文字处理功能和高速精确的运算能力，上述人和计算机最佳特性的结合是CAD的目的。

（2）CAD的内涵

CAD有广义和狭义之分，广义CAD是指国际信息联合会给CAD定义的一切设计活动；而狭义的CAD是指工程CAD，指在工业领域内的产品及工程设计过程中应用计算机软件、硬件系统，协助工程技术人员完成产品及工程设计的整个过程。

（3）CAD技术应用

在方案设计及技术设计阶段，CAD应用尤为广泛。计算机辅助设计系统则是指进行CAD

作业时所需的硬件及软件两大部分集合。一个完整 CAD 系统的硬件部分应包括主机、图形输入设备、图形显示器及自动绘图机。它区别于一般事务处理计算机系统之处主要在于 CAD 系统具有较强的图形处理能力。在计算机辅助设计工作中，计算机的任务实质上是进行大量的信息加工、管理和交换，也就是在设计人员初步构思、判断、决策的基础上，由计算机对数据库中大量设计资料进行检索，根据设计要求进行计算、分析及优化，将初步设计结果显示在图形显示器上，以人机交互方式反复加以修改。经设计人员确认后，在自动绘图机及打印机上输出设计结果。

1.1.3 CAD 技术发展历程

研究 CAD 技术应该首先从 CAD 技术发展历史说起。在科学研究工作中运用计算机进行大量计算，以及在管理工作中应用计算机进行数据处理，在 20 世纪 50 年代已早见成效。相比之下，在工程技术中，特别是在具体设计工作中运用计算机则显得较晚。这主要是由于在设计工作中，传统的信息传递方式是工程图纸，而在计算机上需用大量数据才能描述各种几何图形，并要求能将图形输入计算机中，以及输出到图纸上。如果没有相应的硬件及软件，这些是难于实现的。

关于 CAD 的历史要追溯到 20 世纪 50 年代。值得一提的是，美国麻省理工学院（MIT）在这方面已做了开拓性的研究工作。1950 年第一台图形显示器作为美国麻省理工学院旋风 I 号（Whirlwind Ⅰ）计算机的附件诞生了。该显示器用一个类似于示波器的 CRT 来显示一些简单的图形。1958 年美国 Calcomp 公司由联机的数字记录仪发展成滚筒式绘图仪，GerBer 公司把数控机床发展成为平板式绘图仪。1963 年，MIT 在美国计算机联合会的年会上，集中发表了 5 篇有关 CAD 的论文。当时他们是这样来描述 CAD：设计师坐在荧光屏的控制台前，用光笔操作；从概念设计到生产设计，都可以实现人机交互；设计师可随心所欲地对计算机所显示的图形进行增、删、改；利用这种计算机系统，人们可以在十几分钟内完成通常需要几个星期才能完成的设计工作。这在当时看来，多少带有一些神奇色彩，然而却极大地震动了讲求实效的工程技术界。不久，美国通用汽车公司和 IBM 公司率先设计了 DAC-1（Design Augmented by Computer）系统，利用计算机来设计汽车外形与结构，这可以说是 CAD 技术用于工程设计的最早示例。这一阶段 CAD 技术处于被动式的图形处理阶段，我们称其为准备和酝酿时期。

60 年代，计算机硬件从晶体管计算机发展到集成电路计算机。计算机运行速度及内存容量有了很大提高，为在更广阔的范围内应用计算机创造了条件。以大型计算机为基础的 CAD 技术，开始在少数大型企业，特别是在汽车与飞机制造业中得到发展。美国洛克希德（Lockheed）飞机制造公司与 IBM 通用机器制造公司联合开发了基于大型计算机的 CAD/CAM 计算机辅助设计与制造系统 CADAM，即“计算机图形增强设计与制造软件包”，它用于设计及绘图，并具有三维结构分析能力。此时有关 CAD 的理论研究也有了较大进展，提出了计算机图形学、交互技术、分层存储符号的数据结构等新思想，从而为后来的 CAD 技术发展奠定了理论基础。60 年代中期出现了许多商品化的 CAD 设备。60 年代末期，美国安装的 CAD 工作站达到 200 多台，可供几百人使用，此时 CAD 技术处于蓬勃发展和进入应用时期。

70 年代，CAD 技术进入广泛使用时期。计算机硬件从集成电路发展到大规模集成电路，使小型计算机性能价格比有了大幅度提高。开始出现了基于小型机的 CAD 成套系统（Turnkey System），即交钥匙系统。1970 年美国 Applicon 公司第一个推出完整的 CAD 系统，出现了面向中、小型企业的 CAD/CAM 商品化系统。它包括图形输入及输出设备和相应的应用软件，软、硬件配套使用。70 年代末，美国 CAD 工作站安装数量超过 12000 台，使用人数超过 2.5 万，此时中、小型企业也开始关注并采用 CAD 技术。

80 年代是 CAD 技术进入突飞猛进的时期，特别是小型机及微型机的性能不断提高，价格不断下跌。计算机外围设备如彩色高分辨率图形显示器、大型数字化仪、自动绘图机等品

种齐全的图形处理装置已逐步形成质量可靠的系列产品，并已成为 CAD 的一般配置，为推动 CAD 技术向更高水平发展提供了必要条件。在这个时期，图形系统和 CAD/CAM 工作站的销售数量与日俱增，美国实际安装的 CAD 系统达到 63000 套，CAD/CAM 技术从大、中型企业向中、小型企业扩展，从产品设计发展到用于工程设计和工艺设计。

在此期间，适用于小型机及微型机的软件技术也迅速提高，发展了数据库技术，开发了大量图形软件，以及与现代设计方法相适应的各种应用软件（如有限元结构分析软件、优化设计软件等）。大量成熟的商品化软件不断涌现，又促进了 CAD 技术的应用与发展。由于国际上商品市场竞争日益加剧，要求加快产品更新换代。产品由原来单一品种、大批量生产模式转向多品种、高质量、小批量生产模式。因而，传统的人工设计方法已不能适应这种市场变化的要求，广大中、小型企业纷纷求助于 CAD 技术。广泛的社会需求及应用，又促使 CAD 技术进一步发展与提高。

开放式、标准化、集成化和智能化成为 90 年代 CAD 技术发展的鲜明特色。由于微机加 Windows 95/98/2000/NT 操作系统和工作站加 UNIX 操作系统在 Internet 环境下构成了 CAD 系统的主流工作平台，因此现在的 CAD 技术及其系统都具有良好的开放性，图形接口、图形功能日趋标准化。在 CAD 系统中综合应用正文、图形、图像、语音等多媒体技术和人工智能、专家系统等技术大大提高了自动化设计程度，出现了智能 CAD 学科。智能 CAD 技术把工程数据库及其管理系统、知识库及其专家系统、拟人化的用户管理系统集于一体，为 CAD 技术发展提供了更广阔的空间。

1.1.4 CAD 技术的发展现状

CAD 技术经历了二维绘图、三维线框、曲面造型、实体建模、变量化设计、参数化造型、特征建模、复合建模、装配级参数化、智能化设计等阶段。随着计算机硬件的不断发展，目前 CAD 软件技术的发展具有如下几方面特点。

（1）易用性

① 硬件平台　微机性能大大提高，价格大幅度下降，使得原来只能在 UNIX 操作系统上运行的高档 CAD 软件纷纷转移到微机平台上，从而大大降低了 CAD 系统的总投资。

② 软件环境　大量的计算机用户非常熟悉微机的窗口系统，它几乎成为无需培训便可使用的软件环境。因此大量的 CAD 软件采用窗口系统，提高了 CAD 系统的易用性。

③ 网络环境　并行工程和协同工作已经成为 CAD 行业无可争议的发展方向，因此 CAD 软件还需要解决不同人员、不同地点之间的数据共享问题。Web 技术是解决这个问题的理想手段，是 CAD 软件广泛采用的重要技术。

（2）成熟性

经过 30 多年的发展，CAD 的核心技术——几何拓扑学已经趋于成熟，并且逐步形成公认的图形标准。目前使用最为广泛的有 Parasolid 和 ACIS 等图形核心软件。CAD 软件供应商把主要精力集中在如何给用户提供更加方便、有效、快速的设计与分析的使用工具。

软件的成熟性还表现在通用 CAD 系统的功能几乎大同小异，用户无需在软件功能的比较和选型方面下很大的功夫，而应该把更多的精力放在该软件的发展策略和技术服务能力的考察上面。

（3）智能性

随着 CAD 技术不断发展，设计知识从一个零件的关键尺寸参数化逐渐发展到零件特征的参数化和装配件关键尺寸的参数化等几何知识。近几年设计知识进一步扩充到整体几何设计知识，如零件的体积、表面积、转动惯量等参数控制，甚至扩充到控制非几何的设计知识，如规定装配件中零件的联接方式、运动部分的活动范围，从而大大提高了设计水平和设计效率。

（4）集成性

为了实现并行工程和协同工作，作为设计的龙头，CAD 软件必须尽早与下游的各项工作

进行快速有效地通信，因此CAD和CAE、CAPP、CAM的集成一直是CAD供应商追求的目标。随着产品数据管理要求的日益高涨，CAD集成到PDM系统也成为当前的重要课题之一。人们普遍认识到各个软件孤岛将会给整个企业的管理带来没完没了的麻烦。

在实际应用中用户经常采用混合型，一般高档的CAD软件负责复杂的零件设计、分析与加工编程；中档软件负责对一般零件的设计；低档软件负责绘制工程图纸，最后在高档或中档CAD软件中实现装配、虚拟样机和干涉检查。这种混合型的应用是比较经济的，但是必须解决好这三档CAD软件之间的数据交换，最好选用同一个供应商推出的无缝联接的CAD系列软件。

1.1.5 CAD技术的未来发展简介

根据当今计算机硬件及软件发展状况，预计CAD技术今后将在以下方面进行重点研究，并将取得进展。

（1）CAD系统的智能化

用于设计的CAD系统近十多年，有了迅速地发展，很多著名的CAD系统软件，在产品设计、分析、计算与绘图等方面发挥了重要的作用。但设计工作并不仅限于此，在设计过程中，尤其是方案设计阶段，还必须根据专家们丰富的经验与知识，做出合理的判断与决策，才能获得优良的设计成果。

将领域专家们的知识与经验，运用人工智能技术，归纳成一些规则，形成知识库；再利用推理机制，进行推理及判断，最终应用计算机处理后，获得具有专家水平的设计结果。这种将人工智能技术与CAD技术相结合，使CAD系统智能化的计算机程序，又称为专家系统。90年代初，应用于工程设计的专家系统已取得令人瞩目的成绩，预计在未来发展过程中它将充分展示应用潜力和广泛的应用前景。

（2）实体造型与仿真

三维几何造型是近年来为适应CAD发展而不断完善的一种绘制三维形体的软件系统。表达一个三维形体的建模方法基本上有三种：线框建模、表面建模和实体造型。前两种建模方法的缺点是不能惟一地表达空间三维物体，而且无法对物体进行剖切以表达物体的内部结构，因而近年来又发展了实体造型（Solid Modeling）。实体造型是用基本体素的组合，并通过集合运算和变形操作来建立三维形体的建模方法。它不仅可静态造型，还可进行动态造型；不仅能准确地表达三维物体的形状，还可以通过彩色、光照、浓淡处理来增强被显示物体的真实感；不仅能对所建立的模型提供几何信息，还能提供物体的体积、质量、加工要求等非几何信息。目前市场上已推出有多种实体造型功能的商品化软件。整个90年代，实体造型发展近乎成熟，它将会有很大发展，并达到高水平实用化程度。

计算机仿真就是在计算机上建立一个工程设计的实际系统（如机构、机器、机械手、机器人等）的计算机模型，并通过运行仿真软件代替实际系统的运行，以便对设计结果进行试验和考核。仿真的内容十分广泛，设计阶段的仿真有应力分析，振动分析，机构、动态分析等；制造阶段的仿真有数控仿真、机器人仿真、搬运仿真、测试仿真、加工刀具轨迹仿真等。仿真与三维实体造型关系十分密切，它的发展将依赖于实体造型与计算机图形学的发展。

（3）CAD系统的集成化

CAD系统的集成化是当前CAD技术发展的另一个重要方面。集成化形式之一，是将CAD与CAM集成为一个CAD/CAM系统。在这样的系统中，设计师可利用计算机，经过运动分析、动力分析、应力分析，确定零、部件的合理结构形状，自动生成工程图纸文件，存放在数据库中；再由CAD/CAM系统对数据库中的图纸数据文件转换后记录在磁带上，直接用它控制计算机数控机床（CNC）去加工制造，形成所谓的“无图纸生产”。CAD/CAM的优点是技术先进、降低成本、提高产品竞争力。目前在印刷电路板和集成电路设计制造中已取得明显的经济效益。

CAD/CAM 进一步集成是将 CAD/CAM（计算机辅助设计与制造）、CAPP（计算机辅助工艺规程）、CAT（计算机辅助试验）、PDM（产品数据管理）集成为计算机辅助工程系统（Computer Aided Engineering，简称 CAE），使设计、制造、工艺、数据管理、测试工作一体化。

设计与制造更高层次的集成，即当今所谓的计算机集成生产系统（Computer Integrated Manufacturing System，简称 CIMS）。CIMS 是把产品规划、设计、制造、检验、包装、运输、销售等各个生产环节均包含在内的计算机优化和控制系统，以期实现产品生产的高度自动化。为提高产品在国际市场的竞争力，目前不少大型跨国公司都在致力于 CIMS 系统的开发与研究。我国在这方面的研究也取得了令人可喜的成就。

随着 CAD 技术的发展和日趋完善，以及 CAD 系统的普及应用，可以预料，计算机辅助设计系统必将成为设计工作中不可缺少的手段，计算机辅助设计方法也将成为从事设计工作的工程技术人员必须掌握的基本技能。因此，对一位新世纪的工程技术人员来说，尽早掌握 CAD 技术是十分必要的。

1.1.6 CAD 技术的内容

CAD 是一种用计算机硬、软件系统辅助人们对产品或工程进行设计的方法与技术，包括设计、绘图、工程分析与文档制作等设计活动。它是一种新的设计方法，也是一门多学科综合应用的新技术。

基础的 CAD 工作涉及以下一些技术：

① 图形处理技术　如自动绘图、几何建模、图形仿真及其他图形输入、输出技术；

② 工程分析技术　如有限元分析、优化设计及面向各种专业的工程分析等；

③ 数据管理与数据交换技术　如数据库管理、产品数据管理、产品数据交换规范及接口技术等；

④ 文档处理技术　如文档制作、编辑及文字处理等；

⑤ 软件设计技术　如窗口界面设计、软件工具、软件工程规范等。

近十多年来，由于先进制造技术的快速发展，带动了先进设计技术的同步发展，使传统 CAD 技术有了很大的扩展，我们将这些扩展的 CAD 技术总称为“现代 CAD 技术”。

任何设计都表现为一种过程，每个过程都由一系列设计活动组成，这些活动既有串行的设计活动，也有并行的设计活动。目前，设计中的大多数活动都可以用 CAD 技术来实现，但也有一些活动尚难用 CAD 技术来实现，如设计的需求分析、设计的可行性研究等。将设计过程中能用 CAD 技术实现的活动集合在一起就构成了 CAD 过程，随着“现代 CAD 技术”的发展，设计过程中越来越多的活动都能用 CAD 技术加以实现，因此 CAD 技术的覆盖面将越来越宽，以至整个设计过程就是 CAD 过程。值得指出的是设计过程与 CAD 过程的关系：不应该将 CAD 与计算机绘图、计算机图形学混淆起来。

计算机绘图是计算机图形学（Computer Graphics，CG）中涉及工程图形绘制的一个分支，可将它看成一门工程技术，它为人们以软件操作方式绘制图样提供服务；计算机绘图不是 CAD 的全部内涵，但它是 CAD 技术的重要基础之一；CG 是一门独立的学科，有自己丰富的技术内涵，它与 CAD 有明显区别，但它的有关图形处理的理论与方法构成了 CAD 技术的重要基础。

1.2 CAD 的工作过程及特点

1.2.1 传统产品的设计过程

讨论 CAD 的工作过程之前应对传统产品设计过程有所了解。该设计过程可概括为以下几个阶段。

① 提出设计任务　通常，人们是根据市场或社会需求提出任务的。产品设计的目的就

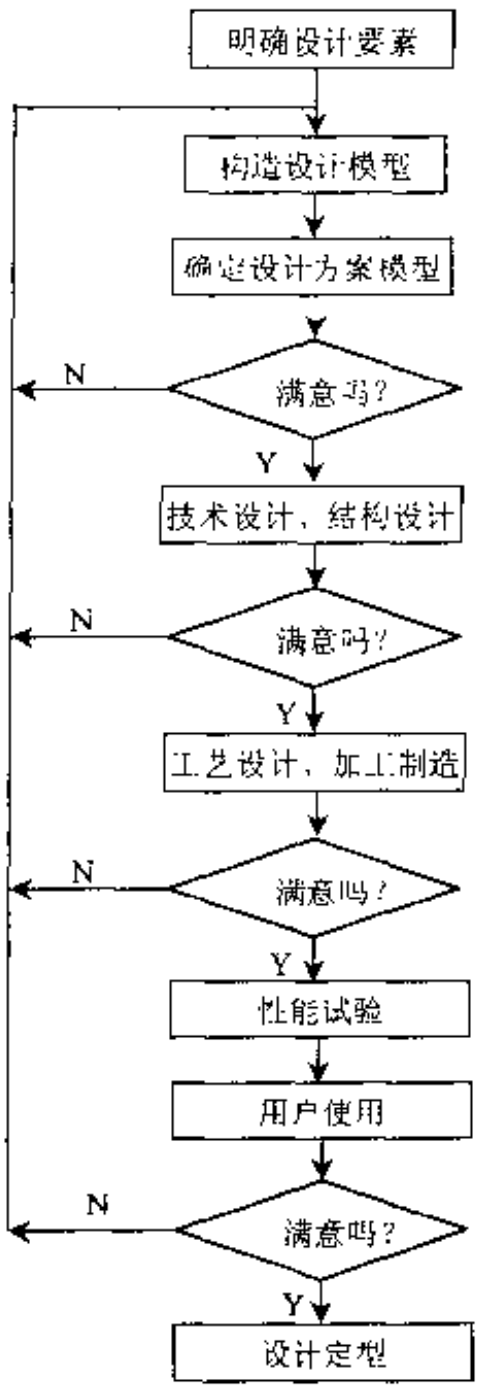


图 1-1　产品设计流程图

是将提供的资料（如原材料、能源等）设法转化为具有某种功能的技术装置，以满足社会客观的需求。因而，产品设计任务的提出应以社会需求为前提和目标。

② 明确设计要求　根据设计任务，通过对现有同类产品资料的检索及调查研究，对所设计产品的功能、生产率、可靠性、使用寿命、生产成本等方面，提出明确而详细的量化指标，形成具体的设计任务书。

③ 方案设计　在满足设计要求的条件下，由设计人员构思多种可行性方案，并用方案图和原理图表达出来。经过对各方案的比较和筛选，从几个可行方案中优选出一个功能满足要求、工作原理可靠、结构设计可行、成本低廉的方案。

④ 技术设计　在既定设计方案的基础上，完成产品的总体设计、部件设计、零件设计。将设计结果以工程图纸及计算说明形式确定下来。

⑤ 制造加工及试验　经过加工制造、样机试验或生产现场，将加工、试验过程中发现的问题反馈给设计人员作为进一步修改的依据。

上述设计过程可以图 1-1 表示。由图中产品设计工作流程可见，产品设计是多次“设计-评价-再设计（修改）”的反复过程，它是以满足社会客观需要及提高社会生产力为目标的一种创造性劳动。设计工作是新产品研制的第一道工序，设计工作的质量和水平，直接关系到产品质量、性能、研制周期和技术经济效益。因而，在商品竞争激烈的市场经济条件下，使设计方法及手段科学化、系统化、现代化是十分必要的。应用计算机辅助设计就是实现设计现代化的重要途径之一。

1.2.2　CAD 工作过程

CAD 工作过程可以图 1-2 表示。CAD 工作内容主要有以下 3 个方面。

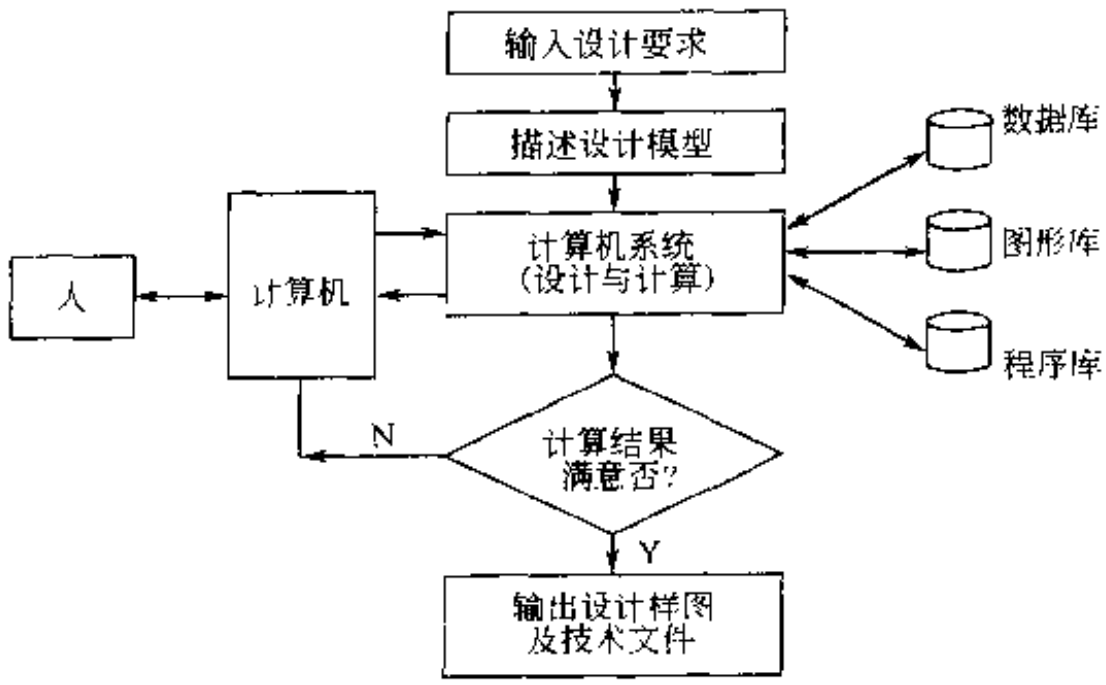


图 1-2　CAD 工作过程

（1）建立产品设计数据库

产品设计数据库是用来存储设计某类产品时所需的各种信息，如有关标准、线图、表格、计算公式等。数据库可供 CAD 作业时检索或调用，也便于数据的管理及数据共享。将有关

行业设计手册中的数据录入光盘供各有关行业设计工作者使用，是推广 CAD 技术的一个主要内容。

（2）建立多功能交互式图形程序库

利用图形程序库可以进行二维及三维图形的信息处理，能在此基础上绘制工程设计图样，建立标准零、部件图形库等处理工作。

（3）建立应用程序库

就是汇集解决某一类工作设计问题的通用及专用设计程序，如通用数学方法计算程序、常规设计程序、优化设计程序、有限元方法计算程序等。在建立了产品设计数据库、图形程序库、应用程序库基础上，就能开展以下 CAD 工作：

① 向 CAD 系统输入设计要求，以及根据设计要求建立产品模型，包括几何模型和诸如材料处理、制造精度等非几何模型，并存于数据库中；

② 利用应用程序库中已编制的各种应用程序，进行设计计算及优化设计，确定设计方案及产品零、部件的主要参数；

③ 运用交互式图形程序库，以人机交互作业方式对初步设计的图形进行适宜修改，最后由设计人员确认设计结果；

④ 利用图形处理和动画技术，对产品模型进行图形仿真，为评估设计方案提供逼真和直接的依据；

⑤ 输出设计结果，其中包括设计计算数据、图样及文档等，甚至还能提供 CAPP 和 CAM 所需的信息。从广义讲，CAD 为 CIMS 提供生产制造和管理的一切必须信息。

1.2.3 CAD 与传统设计的比较

CAD 包含了从产品或工程设计的方案决策、结构设计、性能分析、功能仿真一直到工艺设计的全过程。

① 传统设计时，人工处理信息不要求形式化的表示方法，设计人员可以在非形式化的情况下工作，而计算机却需要处理那些以某种形式提供的信息，只有在概念设计、综合分析中所使用的信息全部实现信息化，才能应用于 CAD 设计过程。这个要求随着 CAD 的软、硬件技术的发展，将会不断的改进，并最终可以实现。

② 传统设计与 CAD 的支撑环境不同。传统设计的支撑环境是文具、图纸、设计手册等资料；而 CAD 系统却使用计算机的硬、软件系统全部或部分地替代了文具、设计手册及人工的大量重复、烦琐的劳动。

1.2.4 CAD 技术的优点

通过以上对 CAD 的描述，不难理解应用 CAD 技术具有如下优点。

① 提高设计工作效率　缩短设计周期，设计工作效率可提高 3～10 倍。

② 提高设计质量　在数据库、程序库、图形库支持下，应用人机交互方法可以在短时间内得到优化的设计结果。同时在产品结构、能耗、材料等方面取得最佳效果，使产品设计的一次性成功率可达 80%以上。

③ 使设计人员从烦琐、重复的设计工作中解放出来，将聪明才智及精力投入到新技术开发研究和现代设计理论与方法研究之中，进行计算机所不能替代的创造性设计工作。

④ 有利于产品标准化、系列化、通用化　应用 CAD 方法，只需改变输入参数，就能方便地实现产品系列设计，有力地促进产品的标准化、系列化。

⑤ 有利于计算机辅助制造（CAM）的发展　通过 CAD/CAM 集成化，实现产品设计与制造一体化。

1.3 CAD 硬件系统

1.3.1 CAD 系统的构成

CAD 技术集中体现在 CAD 系统上，CAD 系统是最终用户用来实现设计思想、加速产品

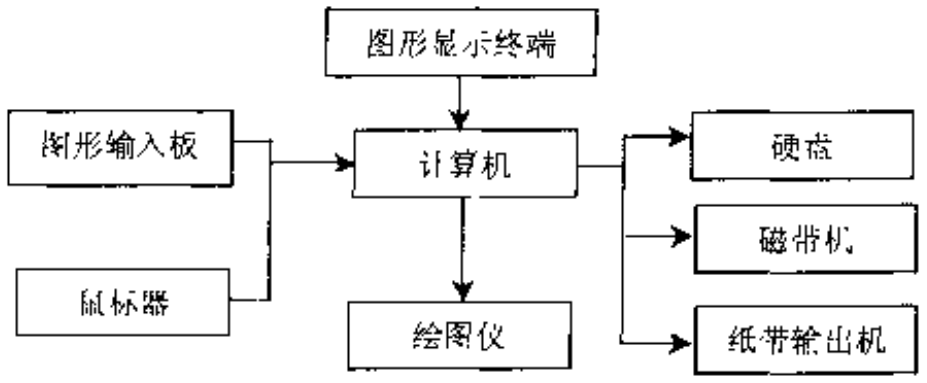


图 1-3 CAD 系统的硬件基本组成

和工程设计的信息化工具。通常，将用户可进行 CAD 作业的独立硬件环境称作 CAD 系统，它除了有主机外，还配备图形显示器、数字化仪、自动绘图机、打印机等交互式输入、输出设备。其基本构成如图 1-3 所示。从其体系结构讲可以分为三个层次，如图 1-3 所示。基础层由计算机、外围设备、系统软件组成。系统软件在工作站上流行 UNIX 加 MOTIF 操作系统，在微机上常用 Windows 95/98/2000/NT 操作系统。系统软件还包括支撑软件、系统开发和维护的工具软件。支撑层包含了图 1-3 所示内容，随着网络的广泛使用，异地协同虚拟 CAD 系统将是 CAD 支撑层的重要发展趋势。应用层针对不同应用领域的需求有各自的 CAD 专用软件来支持相应的 CAD 工作。

1.3.2 CAD 系统分类

计算机技术及通讯技术的发展，为构成多种形式的 CAD 系统创造了条件。目前国内外为了适应各个层次和不同规模 CAD 作业的要求，组成了形式众多、各具特色的 CAD 系统。按其采用的计算机形式、外围设备，以及它们之间的联系方式，CAD 硬件系统大致可以分为以下几种类型。

（1）集中式大（中）型机 CAD 系统

这类系统是以一台大（中）型机为中心，用分时操作系统集中支持十几个，甚至几十个 CAD 终端运行。集中式 CAD 系统主要优点是：①具有高速、大容量的内存和外存，可配置高精度、高速度、大幅面的图形输入和输出设备；②它是一个多用户的系统，共用一个集中的大型数据库，全部由一个数据库系统统一管理；③可运行规模较大的应用软件，有功能强的图形支撑软件，可以将设计、分析、计算、图形处理等项工作结合起来，进行复杂的 CAD 工作。它的主要缺点是：①一旦主机出现故障，将影响所有用户；②随着同时使用终端的增加或计算工作量加大时，系统响应将变得很慢，这种情况在曲面模型处理、消除隐藏线、大型有限元分析时尤为显著；③原始投资较大。因而，这类 CAD 系统适用于大型厂矿企业。目前此类 CAD 系统已经逐渐被分布式、网络型的 CAD 硬件系统取代。

（2）独立型成套 CAD 系统

这类系统是从事 CAD/CAM 技术开发的公司专门为用户配置的计算机软、硬件配套系统。系统配有专用应用软件及硬件（如高性能图形处理机），两者紧密结合配套使用。这类 CAD 系统所采用的主机一般为小型机，作业的水平主要取决于所配置的软件功能。这类 CAD 系统适于中等规模工厂、企业的应用要求。缺点是这类 CAD 系统针对性很强，用户在此基础上难于进一步开发，应用范围受到限制；它的发展思路与现代计算机软、硬件技术的发展不能吻合，因此逐渐趋于淘汰。

（3）CAD 工作站系统

随着 CAD 在工业、军事、建筑等领域的应用，原有大型计算机和小型计算机由于系统庞大已不能适应 CAD 的要求，于是人们专门为 CAD 研制了专用计算机，这就是早期的工作站，目前工作站通常为单用户。相对于微机，工作站有着更鲜明的特点，主要表现在：①先进的操作系统，如 UNIX 操作系统，它具有可移植、可伸缩、可链接、兼容性好、有优越的多用户、多任务功能；②极高的运算速度，主频通常在 1GHz 以上，有时其运算峰值可达更高的水平；③巨大的内存，内存有时可达 512MB 至 1GB 甚至更高，为三维图形显示及其有限元分析计算提供了物质基础；④强有力的联网能力，通过联网能够很方便地提供分布处理环境，进行网络计算，充分利用其他工作站资源；⑤强大的图形处理功能。

工作站可以明显地提高产品设计的质量、缩短设计周期、节省原材料和加工时间，并可

以给出详细的工艺要求，从而可以及时地设计出适销对路的产品。特别对于那些小批量、多品种的产品，工作站更能大显身手，在激烈的竞争中取胜。工作站对于许多企业来说，是技术改造的一个重要手段；对产品设计、质量、成本、时间、管理、市场有着十分重要的意义。当前工作站在科学计算、图形图像处理、网络工程、软件工程、CAD/CAM、事物处理、信息管理等各个领域大显身手，形成了与微机平分秋色的局面。随着计算机硬件技术的飞速发展，工作站的价格也在大幅度下降，某些品牌机型的价格甚至比同档次微机的价格高不了多少，预计在3～5年后，其价格将会有更大的下调。目前在我国市场上的国外工作站产品有HP、SGI、SUN、IBM、DEC、三星等型号，国内常见的品牌有华胜、大同、海信、仙童等。

（4）微机CAD系统

以32位超级微机作为主机，配置有高分辨率图形显示系统、数字化仪、大幅面自动绘图机、10～30GB硬磁盘等CAD必备的硬件，保证CAD作业的顺利进行。在微机CAD系统上有丰富的商品化支撑软件及应用软件，不少过去只能在大中型机上运行的著名支撑软件如SAPV、CADAM、CADKEY、Pro/E、I-deas、Catia、UG等，目前均有移植到超级微型机上的版本，支持微机CAD工作，使微机CAD系统不仅具有较强的分析计算能力，还可以满足处理三维图形的要求。

微机CAD系统类型很多。目前，微机CAD系统的发展已经呈现出非常迅速的趋势，大有与工作站相媲美的趋势，二者的差异正在日益缩小，甚至已经没有多少区别了。这些微机及工作站大多已引进国内并投入运行。国内较著名的是长城、联想、实达、TCL、海信等系列微机，以长城、联想系列微机为主机，配置各种图形输入、输出设备，配上国内自行研制的GHCAD、PICAD、InteCAD、开目CAD等交互式图形支撑软件，具有较好的二维图形处理功能；如果速度、内存、硬盘能够满足要求，可以运行三维图形设计软件。微机CAD系统的优点是：①原始投资少，见效快；②支撑软件及应用软件十分丰富；③具有良好的可扩充性。这类系统受到中、小型企业普遍欢迎，已成为21世纪国内中、小型企业开展CAD工作的主要形式。

（5）网络型分布式CAD系统

微机CAD系统虽能独立进行CAD工作，但毕竟由于其硬件资源有限而受到限制。为了增强微机CAD系统的功能，并使分散于同一工厂、企业不同部门的微机及工作站能共享软、硬件资源，这就要求在微机及工作站的基础上，发展一种新的CAD系统形式。这种迫切的社会需求，促使网络型工作站CAD系统在近几年得到迅速地发展。

网络型分布式CAD系统是应用计算机技术和通讯技术，将分布于各处和多台各类计算机以网络型式联接起来。目前应用较多的是近距离的联网型式，距离一般在2km以内。如在一座大楼、整个工厂、一所学校范围联网，常用同轴电缆作为传输媒体可以在各个联接点之间传输数据、图像、声音。这种在小范围内松散联接的联网型式，称为“局域网”（Local Area Network，简称LAN）。它按联网方式又分为通道式、星式、环式等分布型式。

1.3.3 CAD系统硬件

CAD系统的硬件配置与通用计算机系统有所不同，其主要差异在于CAD系统硬件配置中，应具有较强的人机交互设备及图形输入、输出装置，即CAD系统有专门的输入及输出设备来处理图形的显示和输出，为产品的CAD过程提供一个良好的硬件环境。下面扼要介绍CAD系统的主要硬件设备。

（1）主机

主机由中央处理机（CPU）及内存储器（内存）两部分组成。

中央处理机包括运算器和控制器两部分。运算器负责执行指令所规定的算术和逻辑运算。控制器负责解释指令等操作，并控制指令的执行顺序、访问（查找）存储器等操作。内存储器是存放指令和数据的部件。

主机是整个CAD系统的核心，衡量主机指标主要有以下3项。

① 运算速度　以中央处理机每秒可执行指令数目或可进行的浮点运算次数表示。常以MIPS为单位，即每秒执行一百万条指令，或以取决芯片类型的时钟频率表示运算速度，时钟频率越高速度越快。

② 字长　中央处理机在一个指令周期内能从内存提取并进行处理的数据位数称为字长。字长越多计算速度越快，计算精度越高。字长取决于微处理器芯片类型，目前超级微机均为32位，大中型机则在64位机以上。

③ 内存容量　内存单位为字节（Byte），或KB（1千字节）、MB（1兆字节）。内存容量越大，主机能容纳和处理的信息量也越大。现在一般微机内存容量为16～32MB，超级微机为64～128MB，工作站通常在256MB以上。CAD系统选用哪种机型，要视所设计产品的生产规模、复杂程度、设计工作量大小等情况而定。微型机由于体积小、价格便宜、性能可靠，可用于开发中、小型CAD项目，已成为当前国内中、小型企业采用的主要机型。

（2）外存储器（外存）

计算机中的内存可以直接和运算器、控制器交换信息，存取速度很快。但是CAD作业中包含了科学计算及绘制图形，信息量很大，要求有较大的内存。若为此而扩大内存，势必造成计算机系统价格过高，因此目前计算机系统均以外存作为内存的后援。将暂时不用的部分程序及数据“赶到”外存中，待需用时再调入内存，这样就能实现以较小的内存，完成信息量较大的题目。不过，由于程序及数据在内、外存之间交换，会影响CAD系统的工作速度和效率，因此人们又研究了如何合理地进行内、外存之间信息交换的方法，以期对此缺陷有所弥补。经过计算机工作者长期的努力，目前已有不少成熟的调度算法可供使用。外存分为以下几种。

① 磁带　磁带存储容量一般在20～200MB，工作可靠、价格低廉，高速磁带机带速已达5m/s，数据传输速度可达1.25MB/s。在磁带上记录的信息只能顺序存放，因而存取某些信息时往往要卷带及倒带，影响存取速度。它适用于使用不频繁的数据。

② 磁盘　磁盘分硬磁盘、软磁盘、光盘三种。a. 硬磁盘，存储容量大，目前在微机上配备的硬磁盘通常在10GB以上的存储单元，有时高达600GB。硬磁盘采用磁盘和磁头一体化的密封结构，可靠性很高。硬磁盘存取方式为直接存取，存取速度比磁带快得多，可以作为随机存取装置，已成为CAD系统中不可缺少的设备。b. 软盘，以其使用方便、价格低廉吸引了广大用户。目前常用的是3.5in（1in=2.54cm），其容量为1.2～1.44MB，应用非常广泛。软盘的容量及存取速度虽不如硬盘，但携带方便，价格便宜，用户可用它保存个人的软件及计算结果。随着多媒体技术的广泛应用，以及计算机处理大量数据、图形、文字、声像等多种信息的能力的增强，磁盘存储器存储容量不足的矛盾日益突出，在这种情况下，人们研制了几种新型磁盘驱动器，例如ZIP（软盘容量为100MB）、LS-120(软盘容量为20MB)、JAZ(软盘容量为1～2GB)等，其盘片可以像软盘那样自由取出和插入，当然其价格也比较昂贵；c. 光盘它是利用激光进行读写，比软磁盘具有更大的存储容量，被誉为“海量存储器”，又由于激光头与介质无接触，没有退磁问题，所以信息保存时间长，但其读写速度不如硬盘快，且价格昂贵。预计随着光盘技术的不断发展，它肯定会在存储信息和数据方面将占有越来越重要地位。

1.3.4　图形输入设备

在CAD作业过程中，常需输入产品设计初始方案的结构与图形，以及建立常用零、部件标准图形库。用户不仅要求能快速输入图形，而且还要求将输入的图形以人机交互方式进行修改，以及对输入的图形进行图形变换（如缩放、平移、旋转）。因此，图形的输入设备占有重要的地位，目前，CAD系统的输入设备常用的有以下几种。

（1）键盘

键盘属于输入设备，其上设有字符键、功能键及控制键等，因此它可以用来输入数据和程序；输入命令或执行命令；或者对屏幕、图形、程序进行特殊的处理。当然键盘方式输入图形还不能满足CAD作业快速图形输入要求，理想的交互式图形系统中还应包含使用方便、质量可靠的其他图形输入设备。近年来人们已研制出种类繁多、性能良好的图形输入装置投放市场。

（2）鼠标器

鼠标器主要用来控制屏幕上光标位置。当鼠标器在平面上移动时，显示屏上的光标也随之移动。光标的位移与鼠标器在平面上的相对移动有关而与鼠标器的绝对位置无关。它一般用于显示屏幕上指示图形输入位置和点“菜单”。鼠标器分为有线和无线两大类，常见的有线鼠标器有两种，机械式和光电式；无线式鼠标器也有两种，红外线型和无线电波型，目前常用的是有线鼠标器。

① 机械式鼠标器　在其底部装有一个小球，当它在桌面上移动时，小球和桌面发生摩擦而滚动，与小球相啮合的机械装置（滚子）同时发生转动，滚子探测出移动后的 X、Y 方向和距离，将该信息输入计算机后，就可控制屏幕上光标的位置。

② 光电式鼠标器　近年来研制的一种新产品，在底座上有两只光电管。当光电式鼠标器在一块特制的栅格形铅板上滑动时，光电管接受的亮度变化，决定了它相对移动的距离和方向，以此控制光标的移动。

鼠标器结构简单，价格便宜，是CAD作业中经常使用的设备。它的品种很多，如Microsoft鼠标器、Mouse system鼠标器都是国内常用的型式。使用时注意它与计算机的联接方式，有时需要用专用的接口卡，有时则利用RS-232C串行输入、输出通道。

（3）数字化仪

也称图形输入板，是由一块输入板和一个游标定位器组成。游标也可由感电笔代替，游标定位器背面的十字准线相当于电笔的笔尖。数字化仪按其工作原理可分成电感应式、静电耦合式、超声式等类型。目前常用的是电磁感式数字化仪。

数字化仪基本功能是：①“指点操作”，在显示屏上指示作图点的位置，或指定欲修改图形的对象；②“点菜单”，在显示屏上点菜单，或在数字化仪上专门设立的子图区上点菜单；③“徒手作图”，当游标在台面上数字移动时，其移动轨迹经数字化仪转换为数字信号，输入到交互式图形系统中可在显示屏上或自动绘图机上输出。“徒手作图”功能为快速输入图形创造了良好的条件。只要将数字化仪的图纸固定在台面上，然后用电笔（或游标的十字线）对图形描绘一遍，就可将图形输入。其工作方式几乎就像描图一样，输入图形快速而方便。

数字化仪分辨率高，一般在0.025～0.25mm之间，作图精度也高；传输速度快，一般为每秒几十到几百个坐标点。它使用方便、功能强，通常是大、中型CAD系统中必不可少的图形输入设备之一。

（4）工程图纸自动扫描输入系统

扫描仪是将各种图形、图像或文字输入计算机的重要工具，人们经常把扫描仪用于对照片、图纸、图片、文件、胶片、和各种文稿进行扫描，并把扫描的结果传送至计算机中，再对该结果进行特殊的处理，达到识别、存储、输出的目的。现在扫描仪已经作为计算机标准的输入设备为广大工程技术人员所接受。在工程设计过程中，通常使用的是大幅面工程图纸扫描系统，80年代末推出了一种大幅面图纸自动扫描输入机，如美国IMAG公司的SK-1000系列大幅面图纸自动输入扫描系统、H.I（休斯顿仪器公司）大型滚筒扫描仪LDS4000等。这类图纸输入设备利用光学扫描原理，能将大幅面图纸自动进行高精度扫描并形成点阵图像信息，经过专用的矢量化软件进行处理后，输入到计算机系统或存于磁盘或光盘中。经过矢量化处理的图纸信息，可应用交互式图形软件，在显示屏幕上进行修改和编辑。见图1-4。

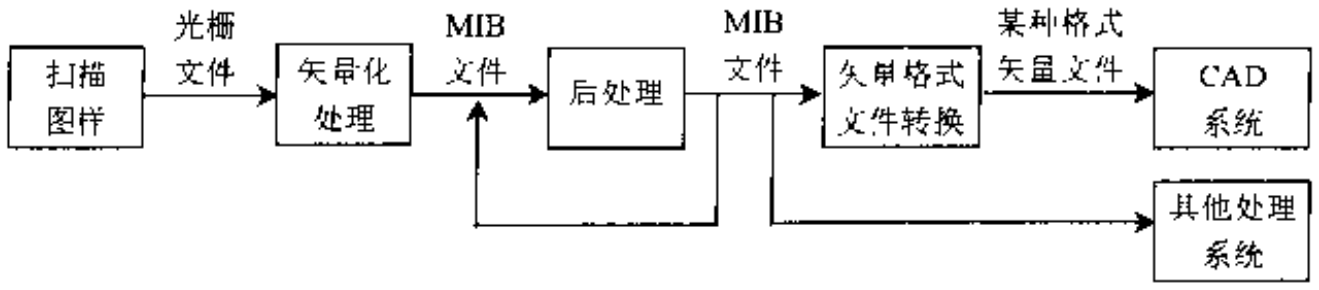


图 1-4　采用扫描仪的图形输入系统

大幅面工程图纸自动扫描输入系统可高速完成图纸输入任务，约 1min 就可输入一张 A0 图纸，并能对蓝图进行消蓝、去污以及平滑处理。利用光盘存储，每张光盘可存储 4000 张 A1 图纸。用数字化仪输入图纸需要几个月的工作量，用自动扫描输入几个小时便可完成。这种设备国内已开始使用，随着扫描硬件和软件的发展，这是一种建立大型图库理想的 CAD 设备。购置扫描系统时，应注意其扫描的分辨率及其相应的光栅矢量化软件的配套使用问题，图形识别率，尤其是对旧图纸的识别是很费时、费事的，有时甚至还不如重新制图来得快，因此选购扫描系统时要考虑你的目的、要求及代价。

其他图形输入设备，如光笔、操纵杆、跟踪球等，一般均与专用 CAD 系统一起配置，目前应用不多，不再一一介绍。

1.3.5　图形输出设备

（1）图形显示器

图形显示器的主要器件是阴极射线管（CRT），它有 3 种类型：①直接存储管式显示器；②射线刷新式显示器；③光栅扫描式显示器。目前交互式图形系统中广泛应用的是光栅扫描式显示器，它的工作原理与电视机相似。不同之处在于电视机是使用摄像机产生的模拟信号构成屏幕上的图像，而光栅扫描计算机图形显示器则是用计算机产生的数字信号来构成屏幕上的图像。衡量图形显示清晰程度的重要指标是分辨率。同样尺寸的屏幕，在屏幕水平方向分辨线的数目与每条分辨线上的扫描点数目的多少，决定了图形显示器分辨率的高低。一般按屏幕在水平方向分辨线的线数，将分辨率大致分为三等：400 线以下为低分辨率；400～800 线为中等分辨率；800 线以上为高分辨率。分辨率愈高，则存储每个象素的图形信息需要的随机存储器（RAM）容量也随之增大。例如分辨为 1024×1024，以一个字节表示一个象素的状态，就需 1MB 存储容量。在计算机图形显示系统中，均以图形卡（图形控制芯片）来支持图形显示工作，以免过多占用计算机内存。

图形显示系统分辨率高低取决于硬件环境，即配套的计算机、图形卡、图形显示器（监视器）。近年来，国内外市场上商品化的图形显示系统规格众多，常用的有：IBM PC、AT 上的 CGA 卡，分辨率为 640×200；EGA 卡，分辨率为 640×400；长城 GW286 上的 CEGA 卡，分辨率为 640×480；386 及 486 系列微机上采用的 TVGA 卡，分辨率为 1024×768；美国 Imagraph 的 AGC 高分辨率图形卡，分辨率可达 1280×1024。

（2）图形显示卡

对于做 CAD 设计的工程技术人员来说，显卡在 CAD 设计工作的重要性日益显得重要。有一块高级的显卡，在建立三维模型的时候，渲染、布尔运算、场景模拟、动画显示、游戏制作是十分重要的事情。专业三维设计的要求精准模型，其浮点运算量非常大，是普通显卡所不及的。中高档专业显卡显存一般都在 64MB 以上，而且绝大部分专业三维软件的图形接口都采用 OpenGL 标准。专业显卡对该标准显卡的所有函数提供了良好的支持，普通显卡则不支持或部分支持。一块好的显卡应具备的条件如下：好做工、好用料、好外观；超性能、超稳定、超兼容；高品质服务、高附加值。目前比较著名的专业显卡制造商主要有：ELSA、3Dlabs、ATI 等，他们提供的显卡主要有 ELSA Synergy、ELSA Gloria、FireGL、3Dlabs 等系列产品。

选择 CAD 图形显示系统时，分辨率高，显示结果也愈好，但价格也随之升高。由于显

示器分辨率并不影响图形输出到自动绘图机上的绘图精度，而且一般图形显示系统的支撑软件大多具有能在显示图形中截取部分图形，进行缩小或放大（如同“变焦距”），以及使图形在显示器上平移（如同“摇镜头”）的功能，用以改善显示效果。因而不必盲目追求图形显示系统的高分辨率，以致设备成本提高。

（3）绘图机

绘图机是一种高速、高精度的图形输出装置，它可将已输入到 CAD 系统中的工程图纸，或将在图形显示屏上已完成的结构设计图形绘制到图纸上，进行硬拷贝。自动绘图机按其工作方式分成两大类。

① 平台式自动绘图机　它由绘图平台、导轨、驱动机构、笔架等几部分组成。最大的绘图机可绘制 1800mm×5400mm 幅面图纸，市场上提供的绘图机绘制图纸幅面随机型而异，一般在 A3～A0 之间。平台式绘图机具有 X 向及 Y 向两组导轨，横梁可沿 X 向导轨移动，笔架则沿固定在横梁上的 Y 向导轨移动，它均由步进电动机驱动。横梁与笔架同时动作，画笔可沿 45° 斜向运动。因而画笔有 8 个运动方向，加上抬笔与落笔两个动作。如果欲画一条任意方向的斜线 AB，这时画笔只能以许多微小折线来逼近斜线，这种方法称为插补，其中每段折线也就是画笔的一个步距。一般绘图机的步距为 0.1～0.02mm/步，而画笔绘出的线条粗细在 0.2mm 以上，这就掩盖了折线的锯齿形，看起来似一根光滑直线，完全能满足工程制图要求。用插补方法还能绘出各种圆弧及曲线。步距愈小，绘制的图线愈光滑，精度也愈高。目前，高精度绘图线步距已达到 0.01mm/步。

自动绘图机的性能指标主要有：绘图面积、绘图速度、重复精度、步距、笔型（单色、多色）等。平台式绘图机绘图速度一般为 16～60m/min，重复精度可达 0.02mm。它的主要优点：绘图速度高、精度高；在绘图时可在台面上看到整个作图过程，便于监视。

② 滚筒式绘图机　其主要特点是将横梁沿 X 方向的运动，由滚筒带动纸运动实现。因而具有结构简单、地位紧凑、图纸长度不受限制、价格便宜等优点，但绘图精度比平台式低，占工作室面积比平台式小得多。滚筒式绘图机工作时图纸由里向外单向运动，类似打印机的打印过程，目前已经比较广泛采用。

近年来，绘图机的性能不断提高，价格不断下降，新型绘图机不断面市，为开展 CAD 工作创造了良好的硬件环境。各种型号绘图机由生产厂家提供驱动程序，用户只须安装到机器上即可。用户的图形通常采用交互式图形软件来实现，在图形显示器上显示设计的图形，经修改确认后再输出到自动绘图机上硬拷贝，较少应用绘图指令编程绘图。

（4）打印机

打印机是廉价的产生图纸硬拷贝的设备，从机械动作上常分为撞击式和非撞击式两种。撞击式打印机是通过色带、针头将字符或图形印在纸上，如行式打印机、点阵式打印机等。这类打印机以输出字符为主，有时也利用它输出一些精度不高的图形。常用的是 24 针点阵打印机，打印速度为 100～300 字符/s。非撞击式打印机常用的有喷墨打印机、激光打印机等，这类打印设备打印速度快、噪声小，既可以打印字符，也有良好的图形输出效果，有逐渐代替撞击式打印机的趋势。选择打印机时应注意其工作的可靠性、打印速度、工作寿命、汉字功能、图形效果及性能价格比。

1.4　CAD 软件系统

1.4.1　概述

计算机软件是指控制计算机运行，并使计算机发挥最大功效的各种程序、数据及各种文档。这里所指的文档是关于程序的各种规格说明书，如系统设计说明书、使用说明书等。文档是程序设计的依据，它的设计和编制的水平在很大程度上决定了软件的质量。只有具备了合格、齐全的文档，软件才能商品化。

具备了 CAD 硬件之后，软件配置水平决定了整个 CAD 系统性能的优劣，因而，硬件是 CAD 系统的物质基础，而软件则是 CAD 系统的核心。从 CAD 系统发展趋势看来，软件占据着愈来愈重要的地位，软件的成本目前已超过了硬件，从事 CAD 的工作的工程技术人员应十分重视软件工作。

CAD 系统的软件可分成三个层次：系统软件（一级软件）、支撑软件（二级软件）、应用软件（三级软件）。见图 1-5。系统软件是与计算机硬件直接并联的软件，一般由软件专业人员研制。它起着扩充计算机的功能和合理调度与运用计算机的作用。系统软件有两个特点：一是公用性，无论哪个应用领域都要用到它；二是基础性，各种支撑软件及应用软件都需要在系统软件支撑下运行。支撑软件是在系统软件基础上研制的，它包括进行 CAD 作业时所需的各种通用软件。应用软件则是在基础软件及支撑软件支持下，为实现某个应用领域内特定任务而编制的软件。下面分别介绍这 3 类软件。

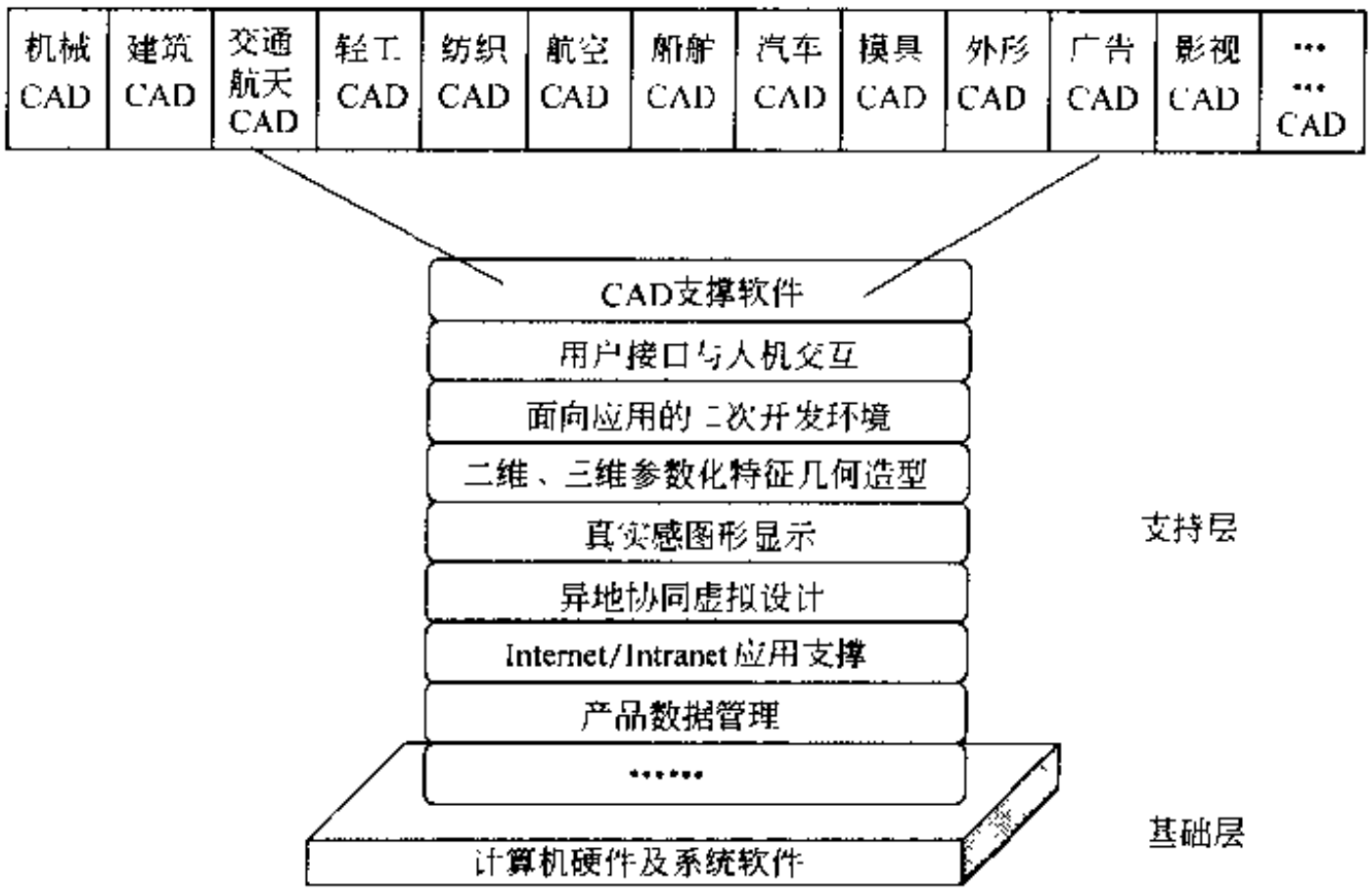


图 1-5　CAD 系统的三层结构

1.4.2　系统软件

系统软件主要用于计算机的管理、维护、控制及运行，以及计算机程序的翻译、装入和运行，它有以下几类。

（1）操作系统　操作系统种类很多，目前常用的有 WINDOWS、UNIX、XENIX 等。且操作系统的版本也在不断更新，它的主要功能有：①文件管理，也即在磁盘上建立、存储、删除、检索文件；②设备管理，即管理计算机输入、输出等硬件设备。在 32 位超级微机上，也可使用 UNIX、XENIX 操作系统，并可多用户、多任务同时作业，用操作系统协调各用户之间分时运行。

（2）编译系统　编译系统的作业是将用高级语言编写的程序，翻译成计算机能够直接执行的机器指令。有了编译系统，用户就可应用接近于人类自然语言和数学语言的方式来编写程序。翻译成机器指令的工作交由编译系统去完成，这样就可以使非计算机专业的各类工程技术人员很容易地应用计算机来实现其目的。

目前，国内外广为应用的高级语言有：FORTRAN、ALGOL、PASCAL、COBOL、C、LISP 及其可视化语言等，均有相应编译系统。在 CAD 作业中 FORTRAN 语言应用最广；由于 C 语言的较强图形功能，应用也日益增多。LISP 是一种人工智能语言，研制专家系统经常用到。

1.4.3 CAD 支撑软件

支撑软件是 CAD 软件系统中的核心，它是为满足 CAD 工作中一些用户共同需要而开发的通用软件。近 30 多年来，由于计算机应用领域迅速扩大，支撑软件的开发研制有了很大的进展，推出种类繁多的商品化支撑软件。其中比较通用的有以下几类。

（1）计算机分析软件

这类软件主要用来解决工程设计中各种数值计算问题，主要有以下几种。

① 常用数学方法程序库　它提供了诸如解微分方程、线性代数方程、数值积分、有限差分，以及曲线曲面拟合等数学问题的计算机程序。

② 有限元法结构分析软件　目前，有限元法在理论与方法上均已比较成熟，而且求解的范围也日益扩大，除了固体及流体力学问题外，还应用于金属及塑料成形、电磁场分析、无损伤等领域，在工程设计上应用十分广泛。商品化有限元分析软件很多，其中国内外流行的有 SAPV、ADINA、NASTRAN、ANSYS 等，它们均具有较强的前后处理功能。随着微机的发展和普及，有限元软件也陆续移植到微机上，上述几种大型有限元结构分析软件都有了 32 位微机版本。

③ 优化设计软件　优化设计是在最优化数学理论和现代计算技术基础上，运用计算机寻求设计的最佳方案。随着优化技术的发展，国内外已有许多成熟的算法和相应的计算机程序。

（2）图形处理软件

可分为图形处理语言及交互式绘图软件两种类型。

① 图形处理语言　它通常以子程序或指令形式提供一整套绘图语句，供用户在以高级程序设计语言（如 FORTRAN、BASIC 等）编程时调用。如美国 Tektronix 公司研制的 PLOT10 图形程序库，可以用 FORTRAN 语言中的 CALL 语句来调用。此外，还有绘图机指令 RD/GL、DM/PL、HP/GL 等均属此类。应用图形处理语言及高级语言编制的程序，既有较强的计算能力，又具有图形显示或绘图功能。遗憾的是这类图形处理语言往往由硬件生产厂家提供，因而受到硬件设备型号的制约，不像程序设计中的高级语言那样有良好的通用性，使编制的程序也只能在规定的硬件环境下才能执行，为推广应用造成一定困难。

② 交互式绘图软件　它可用人机交互式（如菜单方式、问答式）生成图形，进行图形编辑（对图形增删、缩放、平移等）。标注尺寸、拼装图形等图形处理工作，省却了编程的麻烦。在微机上可执行的著名交互式绘图软件有 AutoCAD、CADKEY、CADPlan、MicroCAD 等，这些软件均具有二维及三维绘图功能，只是在三维图形功能强弱上有所差别。此外，国内外流行的三维实体建模软件有 CATIA、ICEM、EUCLD、IDEAS、Solidedge、Solidworks 等，它们的可执行语句在 10～50 万句之间。软件规模很大，并具有较强的三维几何建模、消除隐藏线及生成阴阳图像能力。

（3）数据库管理系统　为了适应数量庞大的数据处理和信息交换的需要，近年来发展了数据库管理系统（Data Base Management System，缩写 DBMS）。它是在操作系统基础上建立的操纵和管理数据库的软件。数据库管理系统除了保证数据资源共享、信息保密、数据安全之外，还能尽量减少数据库内数据的重复。用户使用数据库都是通过数据库管理系统，因而它也是用户与数据之间的接口。

在数据库管理系统中使用的数据库模型主要有三种，即层次模型、网状模型和关系型模型。当前国内流行的商品化数据库管理系统有 dBASEIII、FOXBASE、FOXPRO、ORACLE 等，它们均属于关系型数据库管理系统，适用于商业及事务管理，用以管理非图形数据。

适用于 CAD、CAM 工程数据库管理系统，要求能管理极大的数据量，数据类型及数据关系也十分复杂，而且信息模式是动态的。一般通用的数据库管理系统在工程设计中并不适用。近年来正在开发的产品数据管理系统软件 PDM（Product Data Management）正在产品及工程设计领域的数据管理方面发挥着愈来愈大的作用。根据国外资料的统计，PDM 的应用能使产品设计过程缩短 25%，减少工程设计修改 4%，加快产品投放市场进度 50%～80%，总成

本削减25%以上。实施了PDM系统以后，大大提高了企业的经济效益。

（4）计算机网络工程软件　网络型CAD系统将成为90年代微机及工作站CAD主要使用环境之一。在微机网络工程中，网络系统软件是必不可少的。如NETWARE就是NOVELL公司专门为该公司微机局域网产品设计的网络系统软件，它包括服务器操作系统、文件服务器软件、通信软件等。应用这些软件可进行网络文件系统管理、存储器管理、任务调度、用户间通讯、软硬件共享等项工作。计算机网络工程软件随微机局域网产品一起提供。

1.4.4　CAD应用软件

应用软件是在系统软件、支撑软件基础上，针对某一专门应用领域而研制的软件。这类软件通常由用户结合当前设计工作需要自行研究开发，故此项工作又称为“二次开发”，如模具设计软件、电器设计软件、机械零件设计软件、机床设计软件，以及汽车、船舶、飞机设计制造专用软件均属应用软件。能否充分发挥已有CAD硬件的效益，应用软件的技术开发工作是关键，也是CAD工作者的主要任务。

专家系统也可以认为是一种应用软件。在设计过程中有相当一部分工作不是计算及绘图，而是依靠领域专家丰富实践经验和专门知识，经过专家进行思维、推理与判断才获得解决。使计算机工作竭力模拟专家解决问题的工作过程，为达到这个目的而编制的智能型计算机程序称为专家系统。在人工智能技术发展的基础上，近年来专家系统技术有了迅速地发展。80年代末，国内也蓬勃地开展了研制产品设计专家系统的工作，如工业汽轮机总体方案设计专家系统、圆柱齿轮减速器设计专家系统等，均已投入工业设计应用。CAD应用软件将运用专家系统的概念和方法，使CAD进一步向智能化、自动化方向发展。

1.4.5　典型CAD软件介绍

① UG14软件　由美国UGS公司研制开发。该软件运行环境为Windows NT/UNIX操作系统，其主要特点是以Parasolid为平台，有IMAN数据管理软件，可与多种设计、造型、分析、制造软件集成，且可以和新一代低成本的Solidedge软件集成，适用于中、小型企业，并有完善的维护支持系统。

② Cimatron软件　制造商为以色列Cimatron有限公司。该软件运行环境为Windows NT/UNIX操作系统，它包括2D绘图、3D建模，是一个集成的CAD/CAM/PDM系统，可以为用户提供从数据到产品的解决方案；用户可以完成从数据接口到面向制造的设计、再到NC加工整个过程。它支持所有主要的文件格式，其曲面和实体造型设计工具可以满足任何复杂而详细的处理要求，可以为实际零件产生精确的加工轨迹。价位不高，适合中、小型企业。

③ MDT软件　美国Autodesk公司的产品。是2D/3D一体化设计系统，具有实体、曲面造型功能，常用工程分析及装配功能、三维模型与二维视图自动关联能力，适合AutoCAD软件的升级，普及性好，国内的支持能力较强。

④ Solidworks软件　生信实维公司产品。该软件运行环境为Windows NT/UNIX操作系统，它将2D出图、3D设计融为一体，以Parasolid做平台，具有高级曲面造型、大型装配能力，内置产品数据管理。基于Internet的设计交流工具，动态干涉检查、实时间隙检测，适合机械设计、装配设计、钣金设计，可以和有限元、运动分析、NC加工集成为机械产品设计系统；设计完成后还可以进行实时的仿真，是新一代非常受欢迎的CAD/CAM系统。

⑤ GRADE/CUBE-NC软件　日立造船软件公司生产。是以加工为目的的CAD/CAM系统，在日本被广泛应用于家电、汽车、产业机械制造、模具行业等。它具有卓越的三维造型技术，充分考虑加工工艺的高速性、高效率、高精度加工能力，可以为机械制造业发展提供有利的技术支持。

⑥ CAXA软件　北航海尔软件有限公司产品。引入先进的参数化特征造型技术，可以生成3D复杂曲面及NURBS造型，支持模具设计2—3轴、4—5轴数控加工；可以完成刀具路径仿真、测量数据造型、多种NC加工的后置处理。提供二维图纸自动创建工具，一次生

成各向视图，可以满足编写各种零件说明及工艺文件的要求，是国产的优秀 3D 设计软件。

⑦ 金银花系列软件　广州红地技术有限公司生产。采用世界最先进的产品造型技术，能够处理大型复杂的零部件装配、设计，自动生成符合国标的二维工程图纸，具备零件设计、装配设计、工程图纸设计、高级曲面设计、高级渲染、三维标准件库六大模块，具有广泛的数据接口，可与多种 CAD/CAM/CAE/PDM 系统交换产品数据。该系统性价比高于国外同类产品。

⑧ Solidedge 软件　美国 UG 公司产品。采用 Stream 技术，基于特征的参数化造型、装配设计与管理功能，有模型和钣金模块，可以利用二维图形作为实体造型的特征草图，使得通过二维图形快速产生三维模型，适用于一般的机械行业企业用户。由于其价格适中，是我国目前首推的三维 CAD 软件。

1.4.6　CAD 系统的选型原则

在市场上类型众多的 CAD 系统中，如何选择一套理想而实用的 CAD 系统是十分重要的。下面介绍选用 CAD 系统时应掌握的一些原则，供配置 CAD 系统时参考。

① 要根据既定的目标和确定的任务进行选择　目前从使用 CAD 系统的目的来看，主要有：应用计算机使绘图过程自动化；使设计与制造一体化；缩短产品开发周期；提高产品质量等。不同的任务与目标应选择不同的 CAD 系统。就当前国情看，90 年代超级微机 CAD 工作站，由于其投资少、见效快，将占主导地位。经济实力强、技术力量雄厚的工厂企业，可考虑选择网络型工作站分布式 CAD 系统，以增强整个系统的工作能力，并有扩充的余地。

② 要选择性能价格比优越的 CAD 系统　应根据企业拥有的资金、人员的技术水平、产品的系列化程度及复杂程度、要求产品更新换代速度等情况，选择性能价格比优越的硬件。其中关键的设备是主机及图形输入、输出设备。还要注意硬件设备的维修及技术服务。

③ 要善于选择与硬件配套的软件包　只有在大量支撑软件、应用软件支持下，才能充分发挥硬件的作用，有效地进行 CAD 工作。选择软件时应注意：①根据本单位开展 CAD 工作任务，采用在功能上能满足要求的成熟软件；②软件应与高级语言应有接口，便于二次开发；③宜采用运行速度快及便于移植的高级语言编写的软件。目前用 C 语言编写的软件，由于 C 语言兼有汇编语言的高速度和一般高级语言的可移植性及具有较强的图形功能等优点，日益受到用户欢迎。

1.5　水处理工程设计 CAD 技术应用概论

工程 CAD 技术在国外早就应用于环境工程的水处理技术设计中。由于我国“CAD 应用工程”普及、推广较晚，加之水处理行业涉及面广、流程复杂、非标设备多、传统观念旧等诸多原因，使得 CAD 技术在水处理行业的应用与其他行业相比，发展相对较慢。在此期间，环境工程及其水处理工程设计基本上采用的是传统手工设计方法，只有少数大专院校和有关设计院所开展了 CAD 技术应用工作，这远远不能适应当前环境工程及水处理工程设计的需要。目前我国的环境问题日益突出，为治理环境污染，每年我国在环境工程建设的资金投入在 10 亿元人民币左右；随着计算机软硬件技术的飞速发展，工程 CAD 技术在二维设计方面已经成熟；无论是在工程设计还是在 CAD 技术方面国家均发布了许多标准，因此将工程 CAD 技术应用于环境工程及水处理行业的时机已经成熟。值此之际，我们编写水处理工程 CAD 技术及应用实例一书，目的是将我们在该领域运用 CAD 技术的情况介绍给读者，并希望在环境工程及水处理行业工程 CAD 应用技术打开一个新的局面，促进水处理工程 CAD 技术的发展，为环境工程及水处理行业的企事业单位、科研院所的设计人员“甩掉绘图板”做出积极的贡献。

水处理工程是环境工程的一个重要分支，目前水处理工程设计问题在其中所占的比例要在 60%以上。它包括给水处理工程和污水处理工程，其工程对象在原水性质、浓度、水质的处理要求上有较大的差异，因此在给水和污水处理工程的工艺和设备、管渠设置都有较大不

同。水处理工程设计可分为工艺流程的确定、工程平面布置、设备选型、非标设备设计、管道布置等工作内容。过去在水处理工程领域用计算机处理的主要是计算问题，在某些高等院校及科研所开发过一些计算方面的程序，这些程序只能解决固定的、有规律的计算，而对于各种不同的工艺、流程、系统，必须将所开发的程序加以改进。最近我们也注意到了我国环保总局所发布的有关环保工程及水处理方面的计算软件包，该软件包主要解决了一些常用的工程、工艺计算问题，而并非图形设计软件。对于图形处理方面技术，大多数设计人员仍然采用传统的手工绘图，依然需要查阅大量的表格、数据、计算公式，这样势必对计算机在该领域的运用带来影响。在工程 CAD 技术已经发展比较成熟的今天，将 CAD 二维图形处理及计算技术运用于水处理工程设计领域，研究该领域的 CAD 设计过程中的特殊问题，对我国环境工程设计将具有重要的意义。在近几年，笔者在教学及科研中运用 AutoCAD 2000 软件处理了大量的水处理工程设计图形；同时运用 VB 语言开发了许多有关的计算程序，与 CAD 软件相联，并利用 AutoCAD 内部的 Autolisp 语言开发了一些参数化绘图程序、表格处理和线图处理程序。这些应用大大提高了 CAD 技术在环境工程及水处理设计中的技术水平，在此我们将这些应用技术介绍给读者，目的是起到抛砖引玉、相互研究、共同进步的作用，并希望得到国内同行指教。

水处理工程所涉及到的图形主要有：①水处理工程图　它主要包括水处理工程总平面图、水处理高程图、水处理构筑物工艺图及其详图等内容；②建筑给水排水工程图　它包括室内给水排水平面图、系统图，建筑物给水排水总平面图、安装详图、管道连接图等内容；③室外给水排水工程图　它包括室外给水排水平面图、给水排水管道纵断面图等内容。这些图形的处理方法通常采用以下几种方法：a. 交互式绘图技术，这是最常用的方法；b. 图块插入技术，将一些常用的、大小尺寸固定的图形及其符号，制作成图块，存入硬盘，利用 AutoCAD 中的插入命令 Insert 即可随时插入到用户所需的图纸中，或者利用 AutoCAD 的外部参考命令，XBIND 将用户图纸中的内容与所需插入的图形符号链接在一起；c. 模板图制作技术，在绘制环境工程及水处理图形时，首先要绘制图框、设置线型、颜色、层，设置字体，设置符合国标的尺寸标注样式，这些重复性的工作显然应该用 AutoCAD 2000 软件为用户提供的模板图技术解决，具体方法请参考有关章节；d. 参数化绘图技术，这需要涉及到 AutoCAD 软件为用户提供的 Visual lisp 语言，这种语言嵌入在 AutoCAD 2000 内部高级语言，它可以调用几乎所有的 AutoCAD 命令，如果用户的常用图形可以用几个或多个固定的参数表达，即可采用编程技术，它为环境工程及水处理设计的智能化及快捷方便地设计将起到重要作用。

水处理工程所涉及的计算可以采用现在流行的任何一种高级语言编程即可。它所涉及的表格、数据文件、复杂计算也可以采用类似的方法处理，但最好采用 Visual lisp 语言处理。该语言除了可以进行参数化绘图之外，还可以完成计算功能、表格处理、线图处理等内容，而且不用退出 AutoCAD 环境即可完成。如果用其他高级语言，需要在 AutoCAD 软件内部预先开辟空间，将所开发程序挂上并编译才可以运行，其实这些程序用 Visual lisp 语言照样可以处理的比较方便。

关于在水处理工程设计过程中采用工程数据库技术的问题，AutoCAD 2000 软件内部有与数据库连接的语句；如果希望更改数据库文件，可以在 AutoCAD 内部运用命令直接操作该数据库文件，并将更改后的结果存储到指定的位置，以便其他人员或程序的使用。

目前在工程 CAD 领域，图形电子化、网络化、集成化、智能化方面已经成为 CAD 技术发展和应用方面相当重要的内容，AutoCAD 2000 软件也为我们提供了非常良好的功能。如果用户希望将所设计的环境工程或水处理方面的图形网络化，只需应用 DWFOUT 命令即可输出可以在网络上查看的 DWF 电子图形格式，并可发送上网，运用 Autodesk 公司所开发的 WHIP 浏览图形插件，即可在 IE4.0 以上网络浏览器上浏览、移动、任意缩放、下载、打印图形。在该图形中，您还可以采用超级链接技术，将图形及其符号的详细信息制作成网页格式，并在 DWF 文件中将相关的图形及其符号进行超级链接，此后在浏览器中浏览时，

将光标移动到超级文本链接处时，光标变为小手状，在浏览器下方的状态条会显示 URL 内容，单击超文本链接即可访问链接点的信息（或网页）。如果您还希望将所有图形分类制作成一个系统，可以运用网页制作技术，如网页制作软件 Frontpage。运用该软件可制作各种目录，并将所制作的目录与 DWF 网页格式图形相链接，从而实现基于网络的、动态的图形查询信息系统。如果用户希望再进一步，可以采用网络编程语言 Java、网页动态图形制作工具 Flash，实现图形的动态的、智能化管理，如按照图形名称实现智能搜索，或按图号、按某种规则搜索用户所需要的图形，从而实现 CAD 技术在水处理工程设计过程中的集成化、网络化、智能化。

第 2 章　AutoCAD 2000 二维图形设计基础

2.1　AutoCAD 2000 软件简介

2.1.1　AutoCAD 2000 及其特点

AutoCAD 是美国 Autodesk 公司于 1982 年首先推出的通用计算机辅助绘图和设计的软件包。版本从 1.0 版、2.0 版、2.5 版、……14.0 版、98 版（15 版）等不断改进，目前它的最新版本为 AutoCAD 2002。从 AutoCAD 2000 版起，增加了多文档设计环境；AutoCAD 设计中心；动态设计；对象特性管理器；一体化的打印输出；增强的文本编辑；因特网；外部数据库连接；强大的、多样化的二次开发功能等，深受工程技术人员的喜爱。由于 AutoCAD 软件的丰富的功能及相对便宜的价格，使得它已经在机械、电子、建筑、化工、纺织、轻工、环境工程、商业等行业得到广泛地应用。到目前为止，它依然占据着主要的世界微机 CAD 市场。本章以 AutoCAD 2000 为平台，介绍其常用且重要的命令。

2.1.2　AutoCAD 2000 的运行环境

软件环境：操作系统要求 Windows 95、Windows98、Windows2000 或者 Windows NT 系列均可。

硬件环境：计算机工作主频应在奔腾 233 以上；至少应有 32 MB 内存；显示器分辨率至少为 800×600 以上；至少有 150 MB 的剩余硬盘；鼠标；键盘等。如果再配上绘图仪、激光打印机、刻录光驱、调制解调器或 ADSL 宽带网卡等硬件，即可组成小型的 CAD 应用工作环境。投资不多，非常适合中、小单位和个人的设计工作。

2.1.3　AutoCAD 2000 工作界面

启动 AutoCAD 2000 并设置绘图环境后，进入图 2-1 所示的工作界面。它主要由标题栏、下拉菜单栏、工具栏、作图窗口、十字光标、坐标系图标、命令提示窗口、状态行等组成。

（1）标题栏

它处于 AutoCAD 2000 软件界面的第一行，左侧显示 AutoCAD 2000 的图标和当前图形文件名（缺省文件名为："Drawing N"，"N"为数字）；右侧有窗口的最小化、最大化、关闭三个按钮。

（2）下拉菜单

它处于 AutoCAD 2000 软件界面的第二行，下拉菜单与 Windows 界面相似。将鼠标指针移至菜单名上，并单击左键，即可打开该菜单，如图 2-2 所示。通过下拉菜单左键命令名称，可执行 AutoCAD 2000 的大部分命令。下拉菜单具有如下性质。

① 有效菜单　以黑色字符显示，可选择、执行其命令功能。

② 无效菜单　以灰色字符显示，不可选取、也不能执行该命令功能。

③ 带"▶"的菜单项　该菜单项还有下一级子菜单。

④ 带"…"的菜单项　选择该菜单项后将显示一个对话框。如图 2-3 所示为插入时的对话框。

（3）工具栏、工具条

在 AutoCAD 2000 软件界面的第三、第四行及作图区，AutoCAD 2000 提供了标准工具栏及很多工具条，利用它们的按钮可以方便地实现各种常用的命令操作。将鼠标箭头放在其上，单击左键可以启动该命令，单击右键或者利用下拉菜单 View/Toolbars 可对其进行管理。这是快速操作 AutoCAD 2000 软件的重要区域之一，也是熟练掌握 AutoCAD 2000 作图的必要途径，希望用户给以足够的重视。

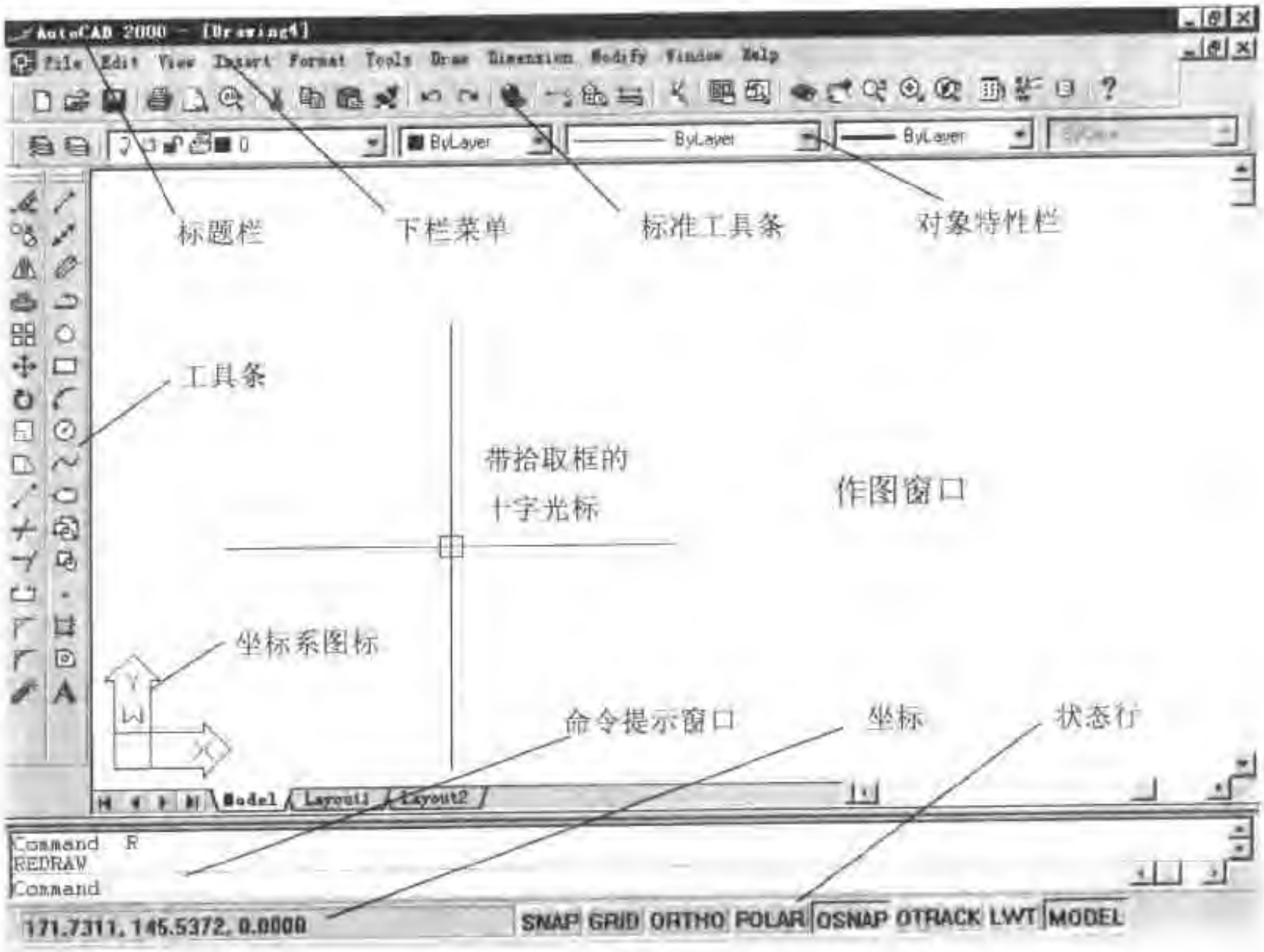


图 2-1　AutoCAD 2000 的工作界面

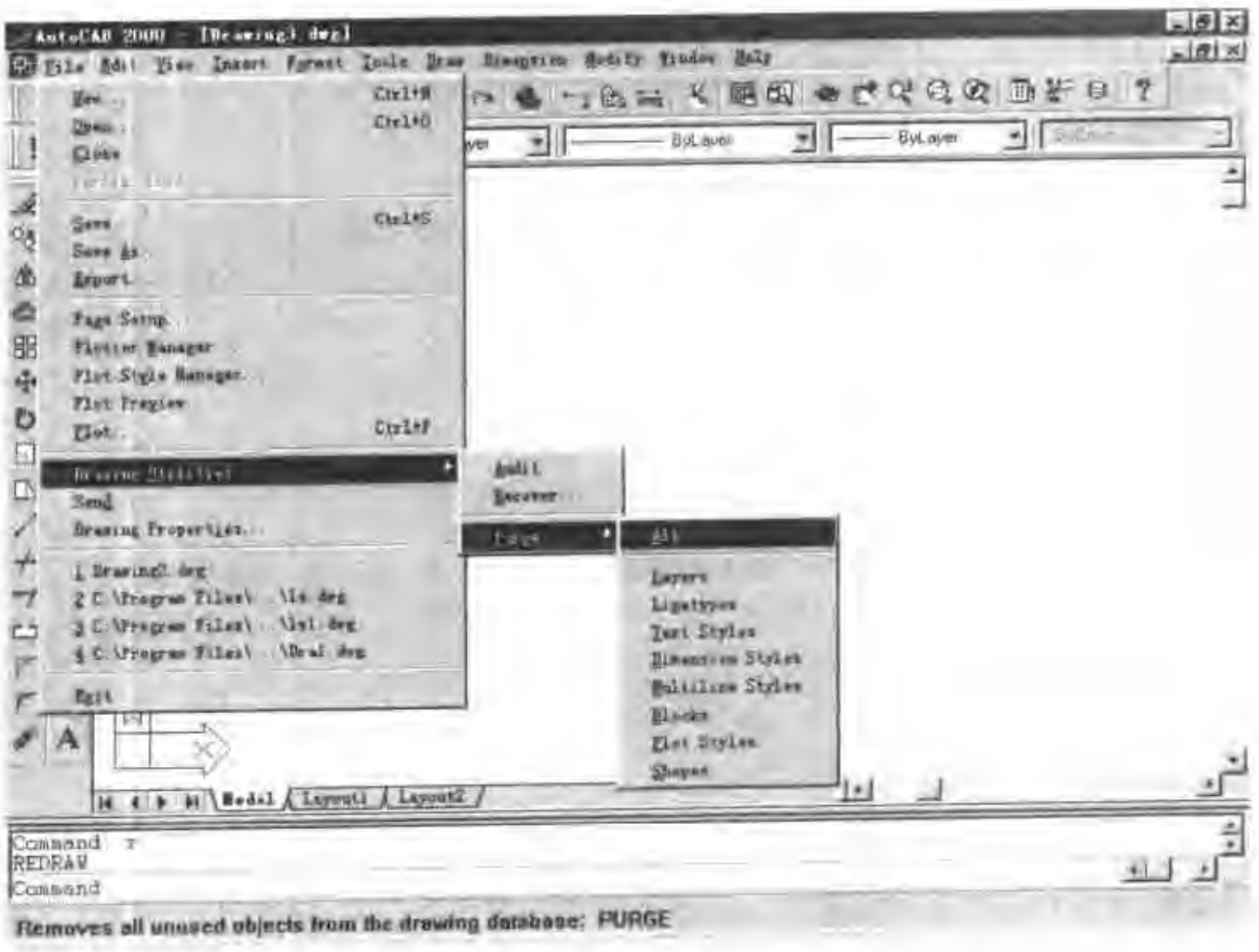


图 2-2　下拉菜单

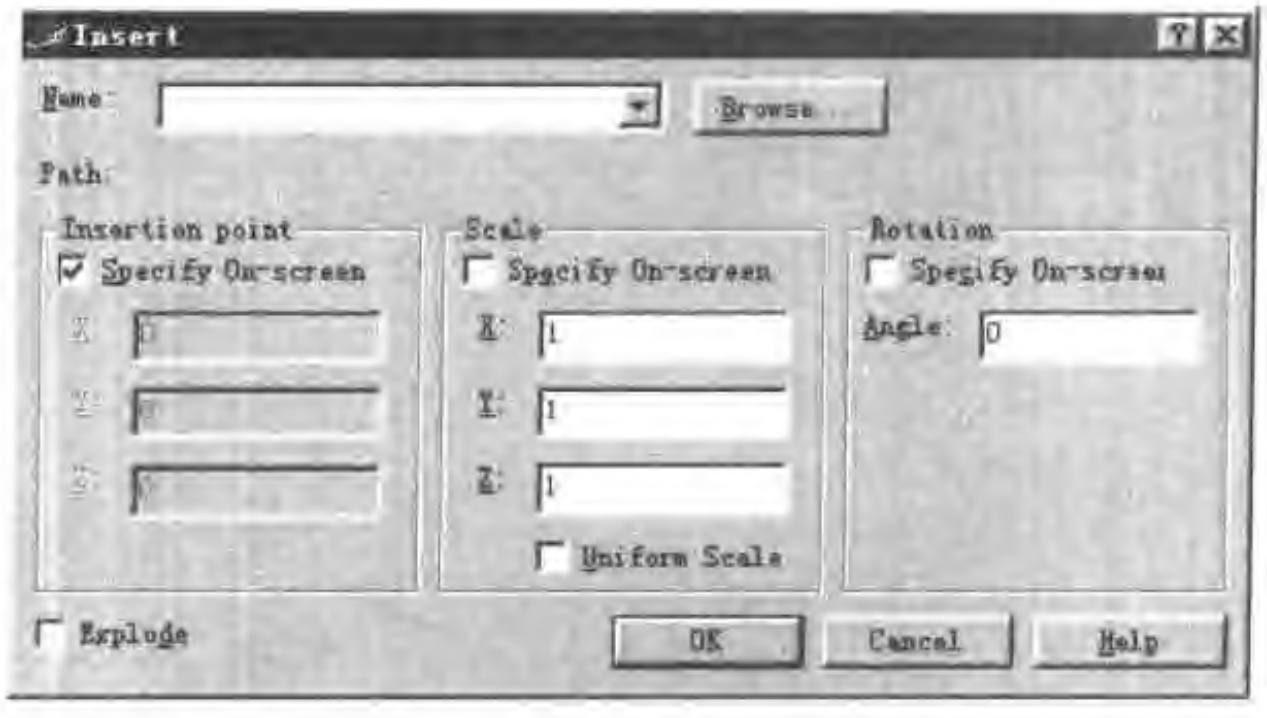


图 2-3　对话框

（4）作图窗口

进行绘图操作的区域。用户可以从该区域表达设计意图及显示图形，注意该区域通常颜色为黑色。另外需要读者注意的是该区域实际上是三维空间的 Z 坐标为 0 的坐标平面，它的周围布置了各种工具栏，可以根据需要关闭各工具栏，以加大作图区域。该区域还包括光标和坐标系图标。

（5）十字光标

当光标位于作图窗口时，为十字形状，称为“十字光标”。十字线的交点为光标的当前位置。随着鼠标的移动，可以清楚地看见状态栏上坐标的跟随变化，该光标可以设置其大小，这在后面将有所介绍。AutoCAD 的光标用于绘图、选择对象等操作。

（6）坐标系图标

注意该坐标系图标的含义：①表示当前坐标系为世界坐标系；②从左向右为 X 轴正方向，从下至上为 Y 轴正方向；③沿着逆时针方向转动，所得到的角度为正，反之为负。坐标系图标可以用 UCSICON 命令将其关闭。

（7）命令提示窗口

在作图区下方通常有三行空白区域，该区域用于显示键盘输入的命令和提示信息。缺省设置命令行窗口为 3 行，显示最后 3 次所执行的命令和提示信息。可以根据需要改变命令行窗口的大小，使其显示多于或小于 3 行。该区域是 AutoCAD 软件与用户交流的重要地点，对于初学者来说，它是最容易被忽视的、也是最不容易掌握的内容之一。

（8）对象特性栏

用于显示当前图形对象及环境的特性，如层、颜色、线型、线宽等信息。

（9）状态行

显示当前的作图状态。分别为当前光标的坐标位置，绘图时是否使用栅格捕捉、栅格显示功能、正交、极坐标跟踪、目标捕捉、目标跟踪、线宽显示功能以及当前的作图空间等。

2.2　CAD 文件基本操作

2.2.1　AutoCAD 2000 的命令启动

（1）鼠标的功能

鼠标用于控制 AutoCAD 2000 的光标和屏幕指针。在绘图窗口，AutoCAD 2000 光标通常为十字线型式。当光标移至下拉菜单、工具框或对话框内时，它会变成一个箭头，此时单击鼠标左键，则会执行相应的命令和动作。

鼠标按钮的定义（以两键鼠标为例）：

左键　一般定义为拾取键，用于单击对象．AutoCAD 表示选取该选项、该图形实体或执行该命令；

右键　相当于回车或弹出快捷菜单；

〖说明〗　有些用户对 AutoCAD 2000 提供的鼠标右键的功能不太习惯，可通过下拉菜单“Tools”中“Options”对话框的“User Preferences”选项卡中的“Right-click Customization…”按钮进行重新设置，使之适合 AutoCAD R14 以前的用户习惯。

（2）键盘的功能

大部分的 AutoCAD 功能都可以通过键盘输入完成，而且它是输入文本对象以及在“command：”提示符下输入命令或在对话框中输入参数的惟一途径。如果用户希望实现快速、盲打作图，熟练地记忆命令及其简称是相当重要的。键盘操作的好处是一步到位，不用翻菜单和移动鼠标点击，当然还需要进行大量作图的练习，所以我们提倡经常作图的设计人员应该尽量地采用键盘操作。

2.2.2　图形文件操作

（1）建立新图形文件

〖功能〗　建立一个绘图文件，开始新的绘图作业。

〖命令启动〗　下拉菜单：File\New…

工具栏：　Standard →

Command：　New ↙

〖操作提示〗　执行命令后，弹出如图 2-4 所示的 Create New Drawing 对话框，用于设置绘图环境。设置后，用鼠标左键单击 OK 按钮，进入图 2-4 所示的工作界面。

图 2-4　Create New Drawing 对话框

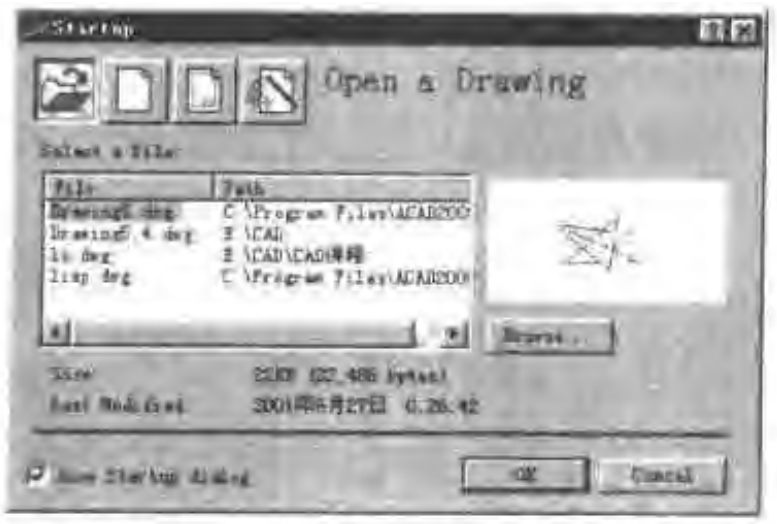


图 2-5　Open a Drawing 对话框

图 2-4 的左上角有四个按钮，在其中任意按钮上停留片刻，都会在其右边出现一段提示，说明该按钮的作用。

① 按下 New 按钮，即缺省状态，为开始一张新图，用户可以利用 AutoCAD2000 的缺省设置来建立新图纸。此时需要注意选择英制单位或公制单位。

② 按下 Open 按钮，改变为如图 2-5 所示的 Open a Drawing 对话框。其含义为打开一个已经存在的图形，在 Select a File 区从当前地址中选择一个已经存在的图形文件进行编辑。或单击 Browse...按钮，弹出 2-8 所示的对话框，从其他的地址位置中选择要编辑的图形文件。

③ 按下 Use a Template 按钮，即使用模板方式，改变为如图 2-6 所示的对话框。用预定义的模板文件开始新的绘图工作。模板文件中包含各种配置，如层、线型、颜色、尺寸标注、文字字体设置等内容，甚至还包括一些图形（如图幅、标题栏等）的文件，后缀为 DWT。AutoCAD 2000 内部提供了 70 多种模板文件供选择，当然，用户也可以自定义模板文件；也可以通过单击 Browse...按钮来选择别的模板文件，这是应用 AutoCAD 软件非常熟练的高级用户搞设计的重要途径。

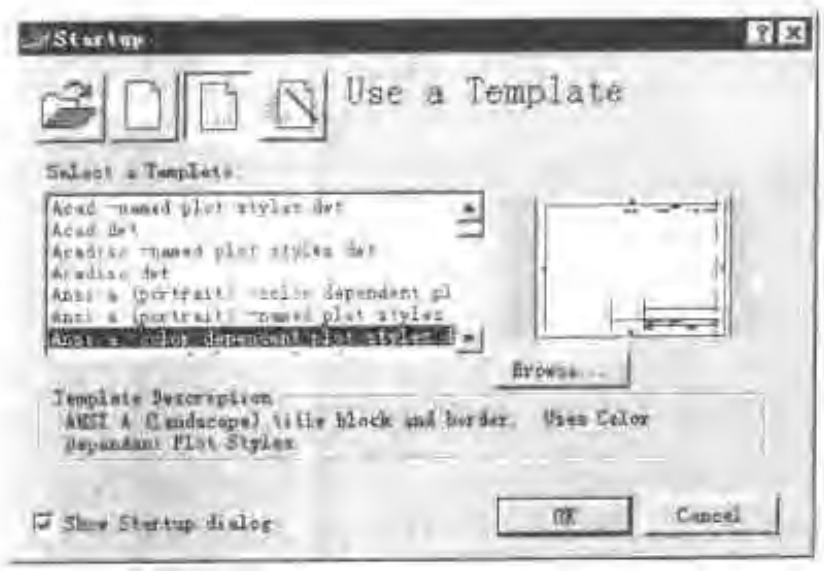


图 2-6　Use a Template 对话框

图 2-7　Use a Wizard 对话框

④ 按下 Use a Wizard 按钮，意味着跟踪向导。先进行图形基本环境设置，此时改变为如图 2-7 所示的对话框，可以选择快速设置（Quick Setup）和高级设置（Advanced Setup）两种方式。

快速设置只允许用户设置绘图单位和图纸的大小，而高级设置则可以设置绘图文件的长度单位、角度单位、角度起始方位、角度正方向和图纸大小。

（2）打开已有的图形文件

〖功能〗　打开已经存在的图形文件。

〖命令启动〗　下拉菜单：File\open…

工具栏：　Standard →

Command：open ✓

〖操作提示〗　执行命令后，弹出如图 2-8 所示 Select File 对话框，通过该对话框选取要打开的图形文件。

图 2-8　Select File 对话框

在 Select File 对话框中，可以通过选择文件所在的目录或在文件名的文本框中输入图形文件的全路径名称确定被打开的文件。

（3）保存图形文件

① 快速存盘

〖功能〗　将当前的绘图文件存盘。

〖命令启动〗　下拉菜单：File\Save

工具栏：　Standard →

Command：Qsave ✓

〖操作提示〗　执行命令后，AutoCAD 把当前编辑的已命名的图形直接以原文件名存入

磁盘。若当前的绘图文件没有命名，则自动弹出如图 2-9 所示的 Save Drawing As 对话框。利用该对话框，可以选择绘图文件的存储磁盘、目录、文件名，将当前的图形文件以指定的文件名存入指定的位置。注意它的三要素，即名称、格式、地址，将其用熟、用好。

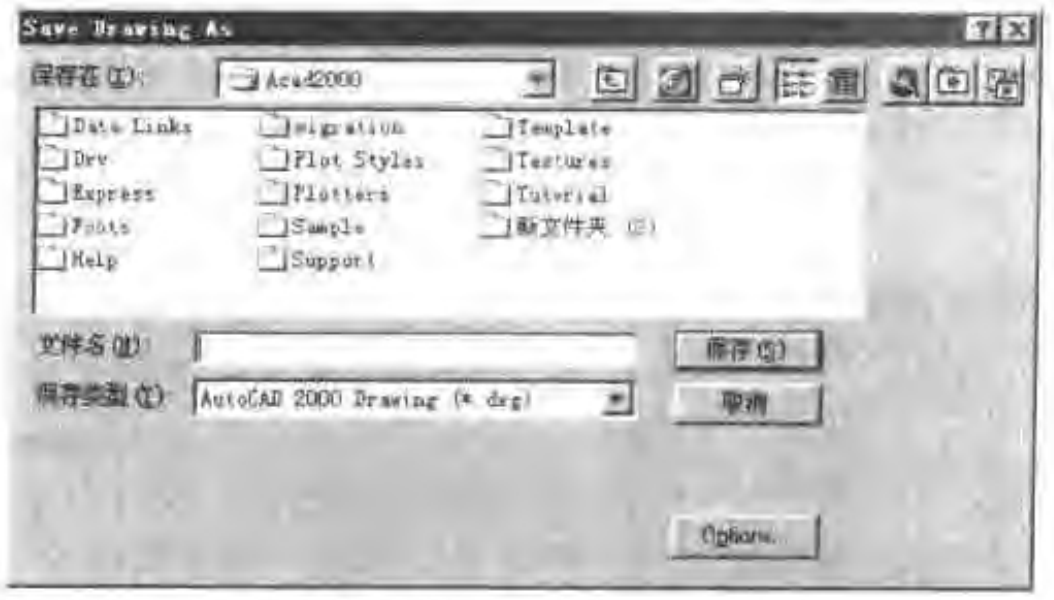


图 2-9　Save Drawing As 对话框

② 赋名存盘

〖功能〗　将当前编辑的图形用新的名字存盘。

〖命令启动〗　下拉菜单：File\Save As …

Command：Save (As) ↙

〖操作提示〗　执行命令后，AutoCAD 弹出如图 2-9 所示的 Save Drawing As 对话框，利用它将当前的图形文件以新的文件名存入指定的位置。

图 2-10　提示图形文件没有存盘

（4）退出 AutoCAD 2000

〖功能〗　退出 AutoCAD 绘图环境。

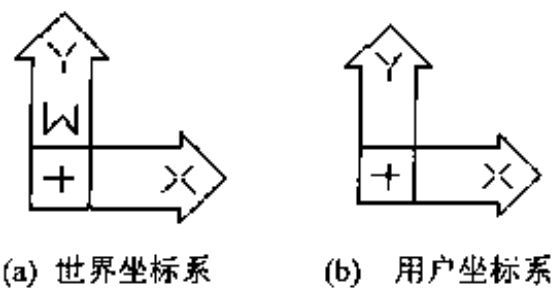
〖命令启动〗　下拉菜单：File\Exit

Command：Exit (或 Quit) ↙

〖操作提示〗　执行该命令后，退出 AutoCAD 环境。如果退出时当前图形没有存盘，则会弹出如图 2-10 所示的对话框，提示用户是否存盘或取消退出命令。

（5）AutoCAD 2000 的坐标系统

① 世界坐标系　世界坐标系统（World Coordinate System，缩写为 WCS）是 AutoCAD 2000 的基本坐标系统。它由 3 个相互垂直并相交的坐标轴 X、Y 和 Z 组成。注意 X 轴沿水平方向由左向右、Y 轴沿垂直方向由下向上、Z 轴是垂直于当前的计算机屏幕并指向操作用户，坐标原点在绘图区的左下角。在绘图和编辑图形的过程中，WCS 的坐标原点和坐标轴方向都不会改变。如图 2-11(a)所示为世界坐标系统的图标。



(a) 世界坐标系　　(b)　用户坐标系

图 2-11　坐标系图标

② 用户坐标系　AutoCAD 2000 提供了可变的用户坐标系统（Use Coordinate System，缩写为 UCS）以方便用户绘图。在默认情况下，UCS 与 WCS 重合。用户可以根据自己的需要来重新定义 UCS 的 X、Y 和 Z 轴的方向及坐标的原点。如图 2-11(b)所示为用户坐标系统的图标。（注意：与 WCS 的区别在于图中少了“W”）。

a. 在绘图时，AutoCAD 2000 根据某点的坐标确定其位置。坐标主要分为绝对直角坐标、绝对极坐标和相对直角坐标、相对极坐标。用户在输入点的位置时，采用这 4 种坐标均可。具体情况如下：

绝对直角坐标，其输入点的形式为“X、Y”，注意用逗号分隔 X、Y 坐标；

相对直角坐标，“相对”指相对于前一点的直角坐标值，即后一点与前一点的同名坐标

值的差。相对直角坐标的表达方式为在坐标值前加一个符号“@”，其形式为“@△X，△Y”，如相对 1，1 点坐标差值为 3，4 点的表达方式为“@△3，△4”；

绝对极坐标，输入点距原点的距离、该点与原点所连线段和 X 轴正方向之间的夹角，用“＜”分隔，如距离原点 30，角度为 45° 的线段应表达为“30＜45”；

相对极坐标，“相对”指相对于前一点的极坐标值，相对极坐标的表达方式也是在坐标值前加一个符号“@”，如距离原点 30，角度为 45° 的线段的表达形式为“@30＜45”。

b. 在默认情况，AutoCAD 2000 的图形单位为十进制。根据需要，用户可以设置单位类型和数据精度。

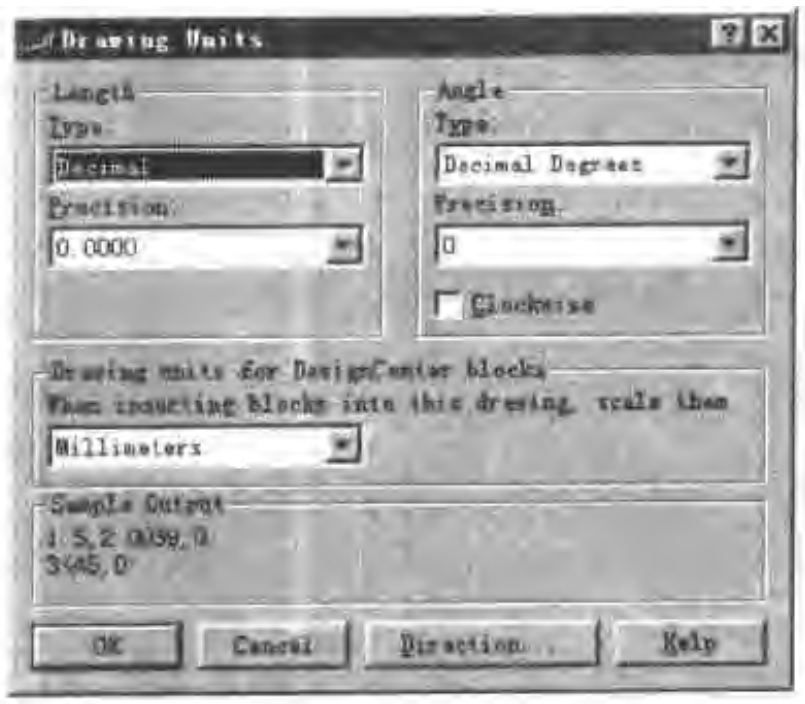


图 2-12　Drawing Units 对话框

〖功能〗　设置绘图单位。

〖命令启动〗　下拉菜单：Format\Unit…

Command：DDUnits 或 Units ✓

〖操作提示〗　执行命令后，AutoCAD 弹出如图 2-12 所示的对话框。

⇨ Length 区：设置长度单位和精度。

单击 Type 下拉箭头，弹出五种类型的长度单位供选择：Architectural（建筑单位）、Decimal（十进制，系统默认单位）、Engineering（工程单位）、Fractional（分数单位）和 Scientific（科学计数法）。

单位选定后，可从该区域下面的“Precision”下拉列表框中选择精度。

⇨ Angle 区：设置角度单位和精度。

单击 Type 下拉箭头，弹出角度单位下拉列表供选择：Decimal Degrees（十进制角度，默认单位）、Deg/Min/sec（度/分/秒，按照 60 进制划分）、Grads（梯度角度）、Radians（弧度）、Surveyor's Units（勘测单位）。

同样可以从 Precision 下拉列表框中选择各种精度。

⇨ Clockwise 复选框：选中此复选框，表示顺时针方向为角度正方向；不选中此复选框，表示顺时针方向为角度负方向（系统默认为这种情况）。

③ 绘图界限设置

〖功能〗　设置绘图界限。

〖命令启动〗　下拉菜单：Format\Drawing Limits

Command：Limits ✓

〖操作提示〗　执行命令后，在命令行提示：

Reset Model space limits：

Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.000,0.000>：输入绘图界限左下角点坐标

Specify upper right corner <420.000,297.000>：输入绘图界限右上角点坐标，或直接回车确认

Command：ZOOM ✓

Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or[All/Center/Dynamic/Extents/ Previous/Scale/ Window] <real time>：A ✓（将所设置的绘图界限整个地显示在屏幕上）

〖说明〗

① 当 AutoCAD 2000 提示“Specify lower left corner or [ON/OFF] ＜缺省值＞”时，回应“ON”，打开界限检查开关。此时，如果输入的点超过了绘图界限，则系统会提示“**Outside limits”；且不能在图形界限之外作图；若将其关闭，及输入“OFF”，表示关闭界限检查开关。此时，如果输入的点超过了绘图界限，则系统不会提示，且允许超出图形界限绘图。

② 绘图单位和绘图界限还可以在新建图形文件时，使用“use a wizard”进行设置。

（6）线型的设置

〖功能〗　加载、建立及设置线型。

〖命令启动〗　下拉菜单：Format\Linetype…

Command：Linetype ✓

〖操作提示〗　执行命令后，弹出如图 2-13 所示 Linetype Manager 对话框。

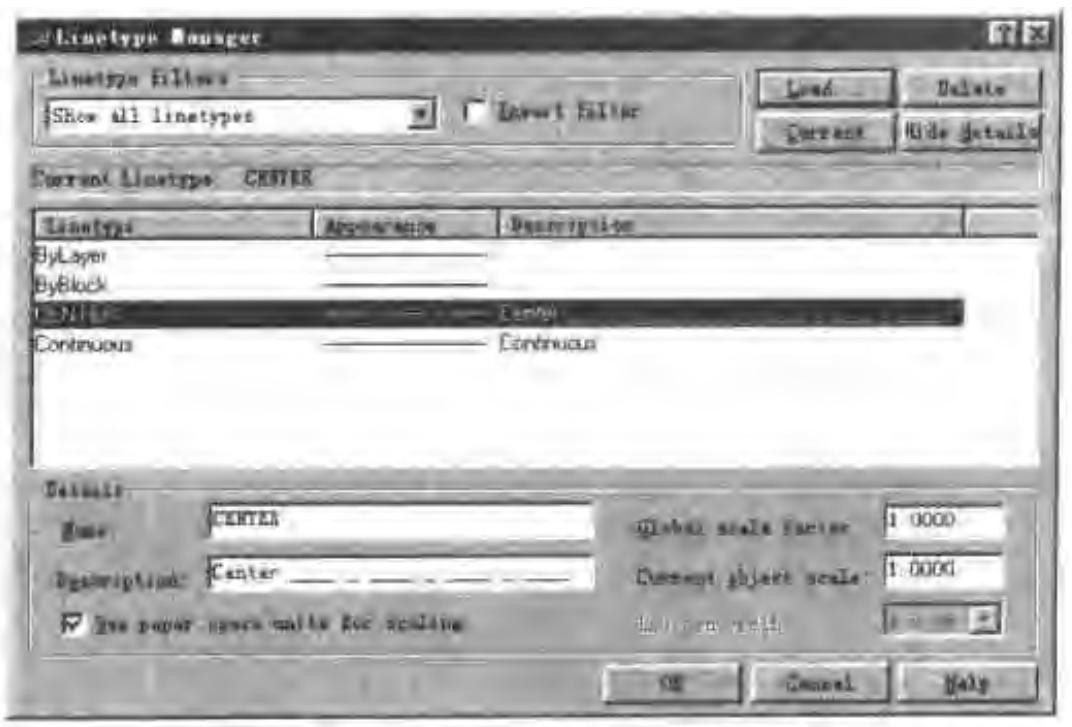


图 2-13　Linetype Manager 对话框

⇨ Linetype filter 文本框：设置过滤条件，列表框中仅列出符合条件的线型。

选中 Inver filter 复选框，列出除符合过滤条件以外的线型。

⇨ Load… 按钮：加载线型。单击该按钮，弹出如图 2-14 所示的 Load or Reload Linetypes 对话框，可从中选择所需线型。

⇨ Delete 按钮：删除大列表框中选中的线型。

⇨ Current 按钮：将大列表框中选中的线型设置为当前线型。

⇨ Hide details 按钮：隐藏线型的详细信息 Details 区。此时，该按钮变为 Show details，再单击它，则显示这些信息。

⇨ Current Linetype：显示当前线型设置。

线型列表框：列出符合条件的已加载的所有线型名称（Linetype）、显示形式（Appearance）、描述（Description）

图 2-14　Load or Reload Linetypes 对话框

（7）线型比例的设置

在使用各种线型绘图时，除 Continuous 线型外，每一种线型都是由已定义了的实线段、空白段、点或文本、形等组成。显示在屏幕上或绘制在图纸上的长度为其定义长度与线型比例的乘积。若显示或绘制图形时线型显示不符合要求，可以对线型比例重新设置。

〖功能〗　设置线型的比例系数。

〖命令启动〗　Command：LTscale （或 CELTscale）✓

〖操作提示〗　执行命令后，AutoCAD 在命令行提示：

Enter new linetype scale factor <当前线型比例系数>：输入新的线型比例系数。

AutoCAD2000 会按此线型比例系数重新生成图形并显示：Regenerating model

〖说明〗

① 使用 LTscale 命令设置的线型比例系数对所有已存在的和新绘制的图形都起作用，且

持续到下一次重新设置为止，通常称此为全局比例系数。

② 通过设置系统变量 CELTscale（新线型的比例），可以使以后所绘图形的线型采用新比例而保留已存在图形的以前所用的线型比例。

③ 注意线型比例系数与所设置的绘图界限有关。

（8）线宽设置

〖功能〗 设置实体线宽。

〖命令启动〗 下拉菜单：Format\Lineweight…

Command：LWeight↙

〖操作提示〗 执行命令后， 弹出如图 2-15 所示的 Lineweight Settings 对话框。

图 2-15 Lineweight Settings 对话框

⇨ Lineweights 列表框：列出各种线宽供选择。为了使所绘对象与图层设置一致，建议在此处的线宽设置成逻辑线宽 ByLayer。

⇨ Units for Listing 区：设置线宽单位。该区有两个单选框，Millimeters（mm）为毫米；Inches（in）为英寸。

⇨ Display Lineweight 复选框：控制是否显示线宽，选中该框与在绘图界面的状态栏中按下 LWT 按钮的效果一样，即显示线宽。

⇨ Defaul 下拉文本框：设置 AutoCAD 的缺省线宽，即关闭 Display Lineweight 后，显示的线宽。

⇨ Adjust Display Scale 区：调整线宽的显示比例。

（9）图层的建立与应用

① 图层及其特性 AutoCAD 使用图层管理和控制图形的显示。我们通常把具有相同特性的图形实体绘制在同一图层中，将各个图层组合起来，形成一个完整的图形。用户可以把图层想像成为没有厚度的透明薄膜，各层之间完全对齐，具有相同特性（颜色、线型、线宽和打印样式）的实体被绘制在同一层上。这样，确定每个实体时，只需要确定该实体几何形状的数据和图层特性即可，这种做法可以节约存储空间和绘图工作量，也为计算机管理图形带来方便。此外，使用图层便于对实体进行分类和管理。适当地应用图层技术，可以方便操作、节省时间、减少存储空间、提高绘图效率。图层具有以下一些特性。

a. 用户可以在一幅图中规定任意数量的图层，每一层上可以有任意数量的实体。

b. 每一层都具有一个层名，建立一幅新图时 AutoCAD 会自动生成层名为“0”的图层，即 0 层为 AutoCAD 的缺省图层。图层名最长可达 31 个字符，可以是数字、字母（不分大小写）、中文和 $（美元符号）、－（连字符）和_（下划线），但不允许出现空格和逗号。

c. 一般情况下，同一图层上的实体最好是一种线型、一种颜色、一种线宽。用户可以改变各图层的线型、颜色、线宽和状态。其实用户可以在同一层上设置不同的颜色、线型、线宽等，但通常为方便工程需要，我们不提倡这种做法。

d. 所有图层中必须有且只能有一个图层为当前层。所有的绘图操作都是在当前层上进行的。当前层可以通过图标或对话框设置。

e. 各层具有相同的坐标系、绘图界限、显示时的缩放倍数。用户可以对位于不同图层上的实体同时进行编辑操作。

f. 用户可以对每一层进行打开（ON）与关闭（OFF）、冻结（Freeze）与解冻（Thaw）、锁定（Lock）与解锁（Unlock）、打印与否等操作。它们的含义如下：

⇨ 打开层、解冻层与解锁层 这种状态图层上的实体是可见的，可以进行编辑、绘制图

形，并可用在绘图机或打印机上输出。

⇨ 关闭层与冻结层　这种状态图层上的图形不显示，也不能在绘图机或打印机上绘制；采用重新显示方法来生成图形时，关闭图层上的图形参与运算，而冻结层上的图形不参与运算，当前层不能被冻结。冻结层与关闭层的区别就在于冻结层可节约上述运算时间，对冻结层做解冻操作时，系统还需对该层上的实体进行上述运算。

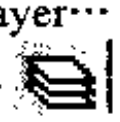
⇨ 锁定不影响图层上的图形的显示，但用户不能修改、编辑锁定层的图形。如果锁定的是当前层，用户可在该层绘图。用户可以在锁定层改变实体的颜色和线型，也可以在锁定层使用查询命令和目标捕捉功能。

⇨ 图层打印与否，是指该图层上的图形是否参与打印。

② 图层设置

〖功能〗　建立新图层，删除不用图层、设置和生成当前层；改变指定层的颜色和线型、状态；列出一些或全部图层的名字、线型、颜色和状态。

〖命令启动〗　下拉菜单：Format\Layer…

工具栏：　Standard→ 

Command：Layer ↙

〖操作提示〗　执行命令后，AutoCAD 弹出如图 2-16 所示的 Properties Manager 对话框。

⇨ Named Layer filters ：设置大文本框中显示图层的过滤条件，单击下拉箭头，有三个选项：

☞ Show all layers 显示图中所有层；

☞ Show all used layers 显示正在使用的层；

☞ Show all XREF dependent layers 显示外部参照图形中的所有层。

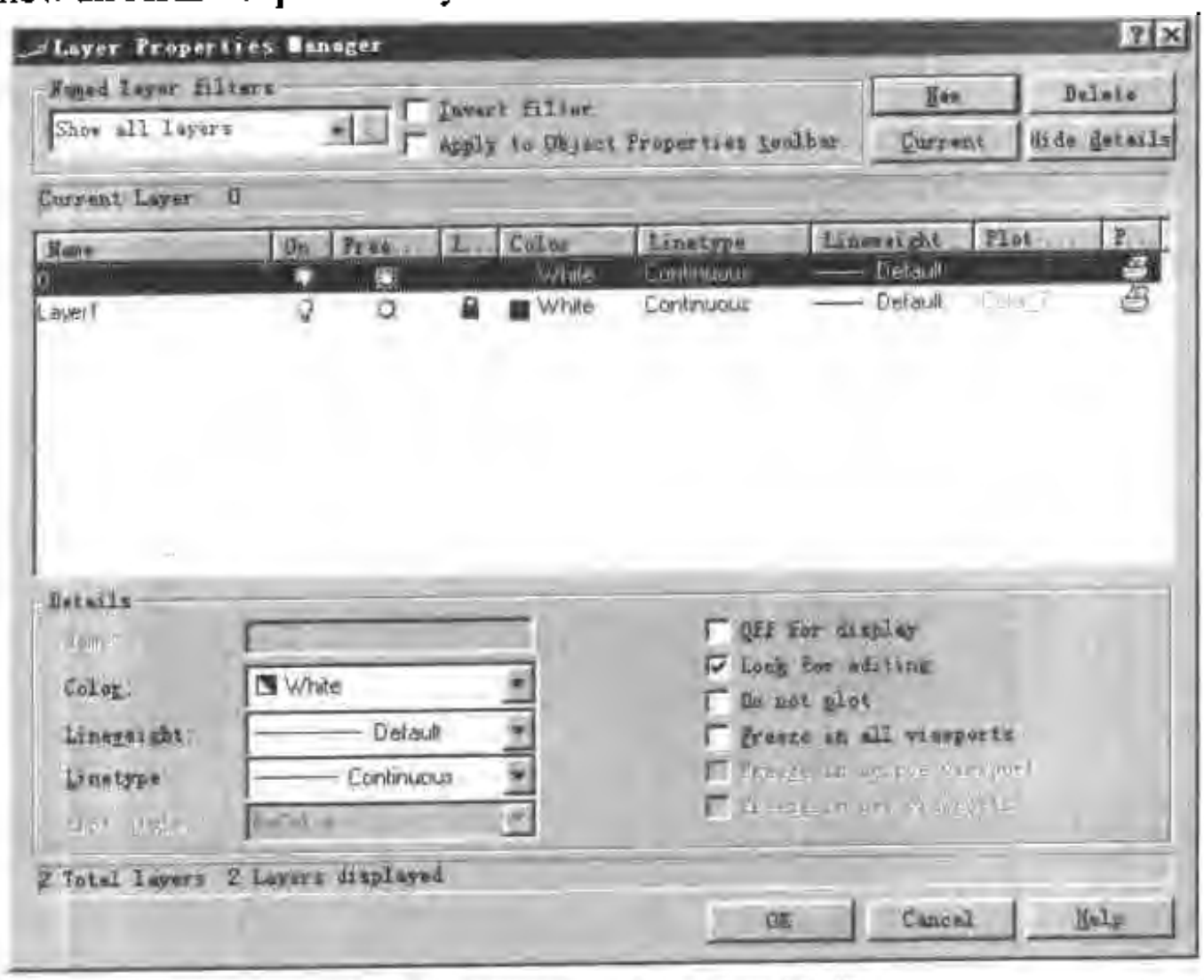


图 2-16　Properties Manager 对话框

⇨ 选中 Invert filter 复选框，显示除符合图层过滤条件以外的图层。

⇨ 选中 Aply to Object Properties toolbar 复选框，将图层显示过滤条件应用到 Object Properties 工具栏中。

⇨ 单击 New 按钮，创建新图层并显示在大文本框中，新建层名缺省名为 Layer n（n 为

图层编号），颜色、线型、状态等特性与当前层相同，用户可以对图层名、颜色、线型、线宽等进行修改。

⇨ Delete 按钮：删除所选择图层。

注意：下列图层不能删除 0 层、当前图层、已有图素的图层及依赖外部参照所建立的层。

⇨ Current 按钮：将所选图层转换为当前图层。

⇨ Show details 按钮：详细显示当前图层的各特性的详细信息。

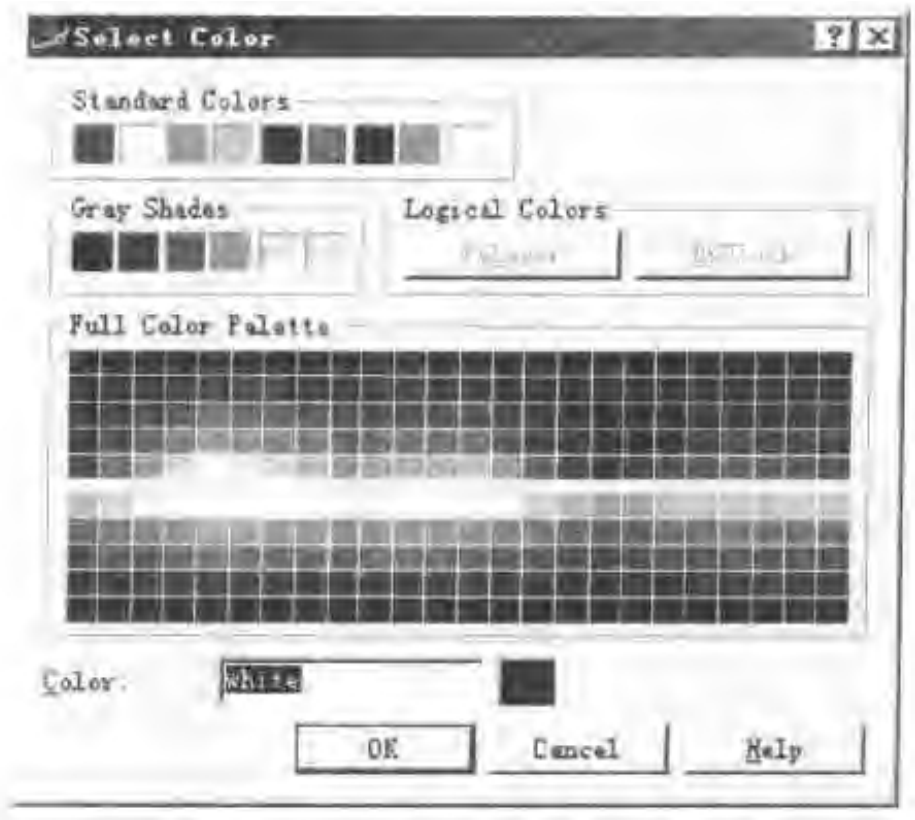


图 2-17　Select Color 对话框

☞ 图层的特性设置：开/关，冻结/解冻，锁定/解锁，打印与否的图标均为二位开关，设置时直接点击即可。

颜色（Color）：控制图层的颜色，单击选定图层的颜色框，则弹出如图 2-17 所示的 Select Color 对话框，用户可从中选择所需颜色。

⇨ 线型（Linetype）：控制图层所用的线型。单击选定图层的线型，则弹出如图 2-18 所示的 Select Linetype 对话框。

⇨ 在该对话框中有一个大列表框，其中列出已从线型库文件中调入的各种线型供选择。若列表框中没有所需要的线型，则单击 Load…按钮，弹出如图 2-14 所示的 Load or Reload Linetypes 对话框，从线型库文件中先装载线型。

⇨ 线宽（Lineweight）：单击选定图层的线宽，则弹出如图 2-15 所示的 Lineweight Settings 对话框。可从中选择所需线宽。

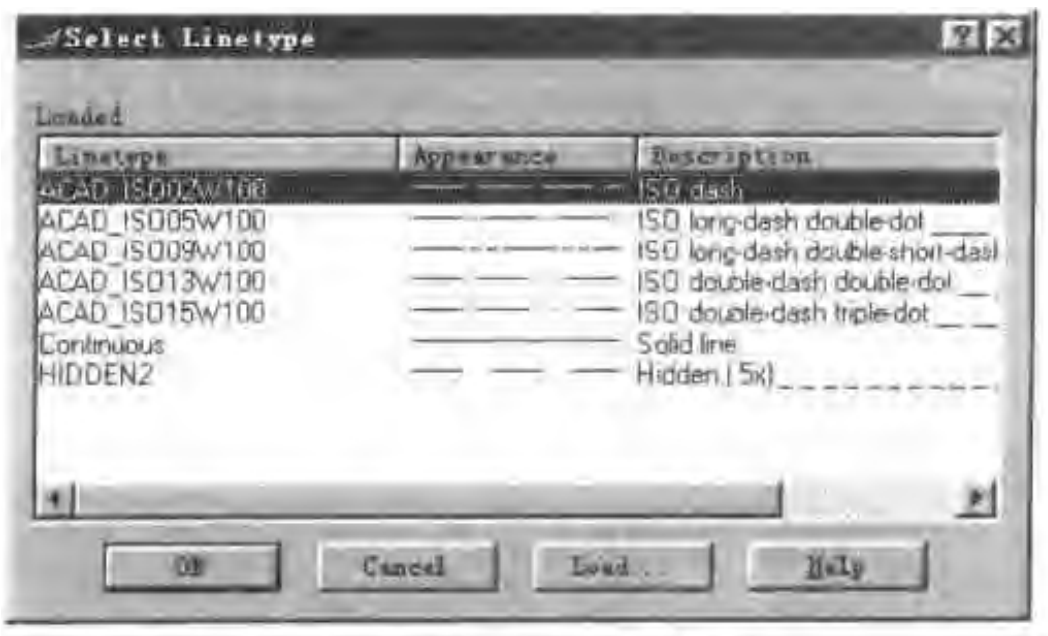


图 2-18　Select Linetype 对话框

⇨ 打印（Plot）：单击选定图层的打印机，图标上出现禁止符号，表示该图层不打印。否则为打印。

（10）Property 对象特性栏的使用

在 AutoCAD2000 的(Standard Toolbar)标准工具栏中，有如图 2-19 所示的 Object Property 对象特性栏，利用它可以方便地对图层、颜色、线型和线宽的操作。

⇨ Makes Object's Layer Current 按钮：使所选实体所在的层成为当前层。用鼠标左键单击此按钮后，选择某个图形实体，则将该图形实体所在的图层设置为当前层。

⇨ Layers 按钮：图层操作。单击该按钮，弹出如图 2-16 所示的对话框。可对图层进行各种操作。

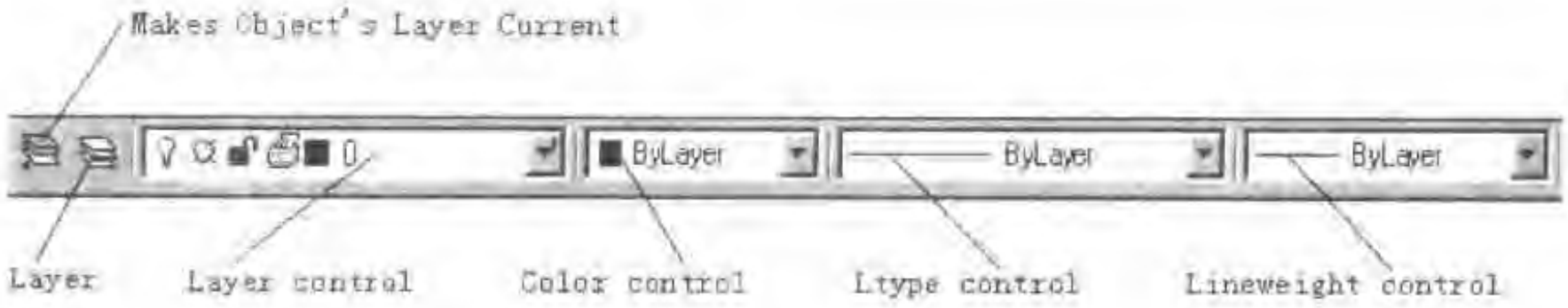


图 2-19　Object Property 工具栏

⇨ Layer Control 下拉列表框：图层设置。单击下拉箭头，弹出下拉列表，表中显示出当前图形中所具有的图层及状态（打开、冻结、锁定），用户可通过单击列表中相应图标的方法设置图层的打开、冻结、锁定等状态；并可设置当前层。

⇨ Color Control：实体颜色控制。单击下拉箭头，弹出下拉列表，列出 9 种常用颜色及 2 种逻辑颜色，也可以单击 Other…选项 ，弹出如图 2-17 所示的 Select Color 对话框，选择所需颜色，此颜色改变为当前绘制实体的颜色。为了使所绘实体的颜色与所在的图层颜色一致，一般情况下，该处将颜色设置成逻辑颜色 ByLayer。

⇨ Ltype control：实体线型控制。单击下拉箭头，弹出下拉列表，列出已从线型库中调出的线型，也可以单击 Other…选项 ，弹出如图 2-13 所示的 Linetype Manager 对话框，加载其他线型。缺省有 3 种线型：Continuous、ByLayer、ByBlock。所选线型将改变为当前绘制实体的线型。为了使所给实体的线型与所在的图层线型一致，一般情况下，该处将线型设置成逻辑线型 ByLayer。

⇨ Lineweight control：实体线宽控制。单击下拉箭头，弹出下拉列表，列出 27 种线宽供选择。所选线宽将改变为当前绘制实体的线宽。同样为了使所给实体的线宽与所在的图层线宽一致，一般情况下，该处将线宽设置 ByLayer。

2.3　常用绘图命令

2.3.1　绘制点

〖功能〗　在指定的位置给点。

〖命令启动〗　下拉菜单：Draw\Point\Single Point（绘制单个点）

Draw\Point\Multiple Point（绘制多个点）

工具栏：Draw →

Command：　Point ↙

〖操作提示〗　执行命令后，提示：

Specify point：输入点的位置。

〖说明〗

① AutoCAD 提供了多种形式的点，可根据需要进行设置：单击下拉菜单项“Format\point style”，弹出如图 2-20 所示的点的样式对话框，从中可以选择自己需要的点形式。利用其中的“Point Size”编辑框可调整点的大小。单选项“Set Size Relative to Screen”及“Set Size in Absolute Units”分别表示以相对尺寸和绝对尺寸设置点的大小。

② 所绘制的点可以用点的捕捉方式捕捉。

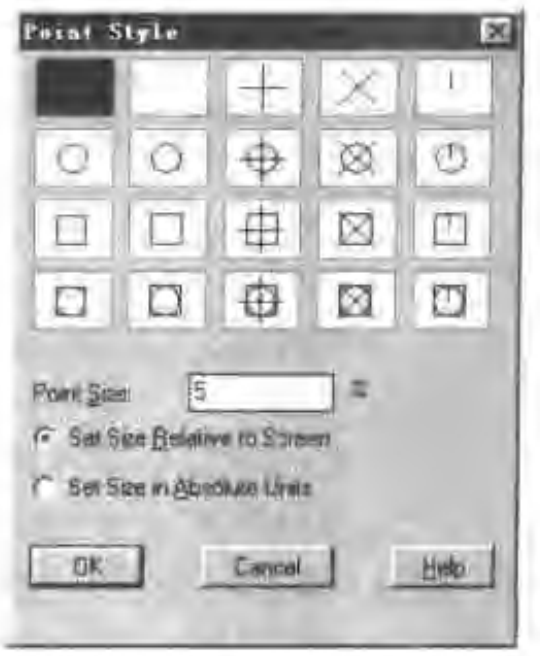


图 2-20　点的样式对话框

2.3.2　绘制直线

〖功能〗　绘制直线。

〖命令启动〗　下拉菜单：Draw\Line

工具栏：Draw →

Command：Line（或 L）↙

〖操作提示〗　执行命令后，提示：

Specify first point：输入直线的起点

Specify next point or [Undo]：输入直线下一点，或者输入“U”取消前一点

Specify next point or [Undo]：输入直线下一点，或者输入“U”取消前一直线

Specify next point or [Close/Undo]：输入直线另一点；或者输入“U”取消前一直线；或者回车结束画线命令；或者输入“C”连接目前光标点与起点之间的连线，并退出画直线命令

〖说明〗

① 在“Specify next point or [Undo]：”和“Specify next point or [Close/Undo]：”下直接回车，退出画直线命令。

② 在“Specify first point：”提示下直接回车，表示以上一次的 Line 或 Arc 命令的终点作为本次直线段的起点。如果上一次用的是 Arc 命令，则绘制以上一次圆弧的端点为起点绘制圆弧的切线，此时只能输入直线的长度，而不能控制直线的方向。

③ 在画直线过程中，如果给出方向，如打开正交 F8 或“<角度”，则此时只需在键盘上键入长度即可。

2.3.3　绘制圆

〖功能〗　绘制指定要求的圆。

〖命令启动〗　下拉菜单：Draw\Circle\…

工具栏：Draw →

Command：Circle （或 C）↙

〖操作提示〗 执行下拉菜单命令后，会弹出下一级的下拉菜单，如图 2-21 所示。各项的含义如下所述。

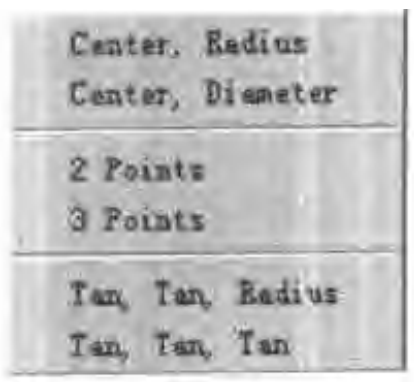


图 2-21　Circle 下拉菜单

⇨ Center，Radius：圆心、半径绘制圆。

⇨ Center，Diameter：圆心、直径绘制圆。

⇨ 2 Points：2 点绘制圆，该 2 点的连线为圆的直径。

⇨ 3 Points：不在一条直线上的 3 点绘制圆。

⇨ Tan，Tan，Radius：绘制与两个实体相切，并给定半径的圆。

⇨ Tan，Tan，Tan ：绘制与三个实体相切的圆。

执行各种绘圆命令，系统都会给出相应的提示。

用键盘输入命令后，AutoCAD 提示：

CIRCLE Specify center point for circle or [3P/2P/Ttr (tan tan radius)]：（输入圆心点）

Specify radius of circle or [Diameter]：<缺省值>：输入圆的半径或直接回车确认或者输入“D”继续提示如下：

Specify diameter of circle <缺省值>：输入圆的直径或直接回车确认

其他选项的意义为：

☛ 2P　2 点绘制圆。

☛ 3P　3 点绘制圆。

☛ Ttr (tan tan radius)　绘制与两个实体相切，并给定半径的圆。

〖说明〗

① 直径的大小可直接输入数据或用鼠标在屏幕上点取两点的距离。

② 当使用与实体相切方式绘圆时，用目标捕捉方式选切点。

③ 当使用 Ttr 方式绘制圆时，若在“Specify radius of circle ：”提示下输入的半径太大或太小，则会提示“Circle does not exist”并退出该命令的执行。这说明与两个具体实体相切的具体圆只有一个。

2.3.4 绘制圆弧

〖功能〗 绘制指定要求的圆弧。

〖命令启动〗 下拉菜单：Draw\Arc\…

工具栏：Draw →

Command：Arc（或 A）↙

〖操作提示〗 执行下拉菜单命令后，会弹出下一级的下拉菜单，如图 2-22 所示。

图 2-22 Circle 下拉菜单

① 3 Points：三点绘圆弧（3P）。

② Start，Center，End：起始点、圆心及终止点绘圆弧（SCE）。

③ Start，Center，Angle：起始点、圆心以及圆弧的圆心角绘圆弧（SCA）。

④ Start，Center，Length：起始点、圆心以及圆弧的弦长绘制圆弧（SCL）。

⑤ Start，End ，Angle：起始点、终止点及圆弧的圆心角绘制圆弧（SEA）。

⑥ Start，End，Direction：起始点、终止点及圆弧在起始点处切线方向绘制圆弧（SED）。

⑦ Start，End，Radius：起始点、终止点及圆弧半径绘制圆弧（SER）。

⑧ Center，Start，End：圆心、圆弧的起始点及终止点绘制圆弧（CSE）。

⑨ Center，Start，Angle：圆心、圆弧的起始点及圆弧的圆心角绘制圆弧（CSA）。

⑩ Center，Start，Length：圆心、圆弧的起始点及圆弧的弦长绘制圆弧（CSL）。

⑪ Continue：连续绘制圆弧。以最后一次所绘图形（直线或圆弧）的方向或切线方向为起始点处的切线方向，并提示“Specify end point of arc：”输入圆弧的终止点，绘出圆弧。

〖说明〗

圆弧命令在作图过程中基本上采用的比较少，已经由圆命令取而代之。

2.3.5 绘制多义线

〖功能〗 连续绘制不同线宽的直线和圆弧组成的图形。

〖命令启动〗 下拉菜单：Draw\Polyline

工具栏：Draw →

Command：Polyline（或 PL）↙

〖操作提示〗 命令启动后，系统提示：

Specify start point：输入多义线的起点

Current line－width is 0.000（当前的多义线的宽度为 0.000）

Specify next point or [Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width]：输入多义线的下一个点或输入其他选项

⇨ C：将目前的多义线的端点与起点直线连接。

⇨ H：设定多义线的半宽度。执行该项，继续提示：

Specify starting half-width <缺省值>：输入起始点的多义线半宽或回车确定

Specify ending half-width <缺省值>：输入终点的多义线半宽回车确定

☞ L：以指定长度方式绘制多义线，执行该项，继续提示：

Specify length of line：输入多义线的长度

AutoCAD 则按照上一段的绘图方向（直线或圆弧切线方向）和指定的长度绘制一段多义线

⇨ U：取消刚绘制一段多义线。

⇨ W：设置多义线的宽度。执行该项，继续提示：

Specify starting width <缺省值>：输入多义线的起始宽度或回车确认

Specify ending width <缺省值>：输入多义线的终点宽度或回车确定

⇨ A：改为绘制圆弧方，输入“A”， 继续提示：

Specify endpoint of arc or [Angle/CEnter/CLose/Direction/Halfwidth/Line/Radius/Second pt/ Undo/Width]：

输入圆弧的端点或选择其他选项

☞ L：返回绘制直线多义线状态。

其他各选项的含义可参考绘制多义线直线部分和 2.3.4 绘制圆弧部分的内容。

2.3.6 绘制圆环

〖功能〗 绘制指定内外径的圆环及填充圆。

〖命令启动〗 下拉菜单：Draw\Donut

Command：Donut ↙

〖操作提示〗 命令启动后，提示：

Specify inside diameter of donut <缺省值>：输入圆环的内径

Specify outside diameter of donut <缺省值>：输入圆环的外径

Specify center of donut or <exit>：输入圆环的中心位置或直接回车结束命令

〖说明〗

① 若圆环的内径定义为 0，则绘出的为填充圆。

② 圆环线是否填充，由 AutoCAD 的系统变量 FILLMODE 控制。若 FILLMODE＝1，绘出的圆环线填充；FILLMODE＝0，绘出的圆环线不填充。

③ 初学者特别容易将圆的内径和外经误输为圆的半径，注意应是直径。

2.3.7 绘制矩形

〖功能〗 绘制指定要求的矩形。

〖命令启动〗 下拉菜单：Draw\Rectangle

工具栏：Draw →

Command：Rectangle↙

〖操作提示〗 输入命令后，提示：

Specify first corner point or [Chamfer/Elevation/Fillet/Thickness/Width]：输入矩形第一个顶点，或选其他项

Specify other corner point：输入矩形第二顶点，绘出矩形

⇨ C：绘制带倒角的矩形。输入“C”，继续提示：

Specify first chamfer distance for rectangles <缺省值>：输入第一倒角距离

Specify second chamfer distance for rectangles <缺省值>：输入第二倒角距离

输入倒角距离后，返回到第一提示状态。以下各选项与此相同。

⇨ E 、T：确定矩形的高度和厚度，用于绘制三维图形。

⇨ F：绘制带圆角的矩形。输入“F”，继续提示：

Specify fillet radius for rectangles<缺省值>：输入矩形的倒圆角半径

⇨ W：确定矩形的线宽。输入“W”，继续提示：

Specify line width for rectangles<缺省值>：输入矩形的线宽

2.3.8 绘制多边形

〖功能〗 绘制指定要求的正多边形。

〖命令启动〗 下拉菜单：Draw\Polygon

工具栏：Draw →

Command：Polygon ↙

〖操作提示〗 输入命令后，提示：

Enter number of sides <缺省值>：输入多边形的边数

Specify center of polygon or [Edge]：指定多边形的中心或选择 Edge 项

指定中心后提示：

Enter an option [Inscribed in circle/Circumscribed about circle] <缺省值（I 或 C）>：

⇨ 以多边形的外接圆圆心到多边形角顶点的距离确定多边形，输入“I”，继续提示：

Specify radius of circle：确定外接圆的半径

AutoCAD 则根据多边形的外接圆、指定的边数绘出多边形

⇨ 以多边形内切圆圆心到多边形边距确定多边形，输入“C”，继续提示：

Specify radius of circle：输入内切圆的半径

AutoCAD 则根据多边形的内切圆、指定的边数绘出多边形

⇨ 根据多边形的边长确定多边形，输入“E”，继续提示：

Specify firs: endpoint of edge：输入多边形上某一条边第一个端点

Specify second endpoint of edge：输入该边上的第二个端点

AutoCAD 则根据多边形的一边的两个端点及指定的边数绘出多边形。

2.3.9 绘制样条曲线

〖功能〗 绘制样条曲线。

〖命令启动〗 下拉菜单：Draw\Spline

工具栏：Draw →

Command：Spline ↙

〖操作提示〗 输入命令后，提示：

Specify first point or [Object]：指定第一个点

Specify next point：指定另一点

Specify next point or [Close/Fit tolerance] <start tangent>：指定另一点或选其他项

<start tangent>：直接回车，继续提示：

Specify start tangent：确定起始点处的切线方向

Specify end tangent：确定终点处的切线方向

Close ：绘制与起始点封闭的样条曲线，输入“C”，继续提示：

Specify tangent：确定封闭点处的切线方向

Fit tolerance：按给定拟合公差绘制样条曲线，输入“F”，继续提示：

Specify fit tolerance <缺省值>：确定拟合公差

Object：用来转换由 AutoCAD 12.0 及其以前的版本绘制的样条曲线。

2.3.10 绘制椭圆

〖功能〗 按要求绘制椭圆。

〖命令启动〗 下拉菜单：Draw\Ellipse

工具栏：Draw →

Command：Ellipse ↙

〖操作提示〗 输入命令后，提示：

Specify axis endpoint of ellipse or [Arc/Center]：输入椭圆某轴上的端点

Specify other endpoint of axis：输入该轴上的另一端点

Specify instance to other axis or [Rotation]：输入椭圆另一轴的半长

R：以转角方式绘制椭圆，输入“R”，继续提示：

Specify rotation around major axis：输入转角值（0～89.4℃）

则 AutoCAD 绘出一个以指定的两点之间的距离为直径的圆绕该直径旋转指定角度后的投影的椭圆。

Center：确定椭圆的中心，输入“C”，继续提示：

Specify center of ellipse：输入椭圆的中心

Specify endpoint of axis：输入椭圆某一轴的端点

Specify distance to other axis or [Rotation]：输入椭圆另一轴的半长，该项操作与上述相同

⇨ Arc：绘制椭圆弧。详细内容可参考有关 AutoCAD 资料。

2.3.11 绘等分点

〖功能〗 在指定对象上绘等分点。

〖命令启动〗 下拉菜单：Draw\Point\Divide

Command：Divide ↙

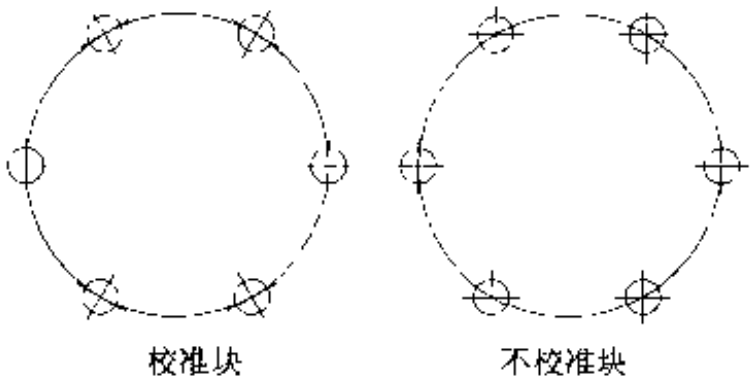


图 2-23　等分点插入块时是否校准

〖操作提示〗　输入命令后，提示：

Select object to divide：选择要等分的对象

Enter the number of segments or [Block]：输入要等分的份数

Block：在等分点出插入块，输入“B”，继续提示：

Enter name of block to insert：输入插入的块名。

Align block with object? [Yes/No] <Y>：确定插入块时是否校准，输入“Y”表示校准；　输入“N”表示不校准，如图 2-23 所示。

Enter the number of segment：输入对象的等分份数。

〖说明〗

① 执行完以上操作后，AutoCAD 在每一个等分点处插入一个点，该点可以用目标捕捉功能进行捕捉。

② 执行完以上操作后，可能会发现所操作的对象未发生任何变化。这是因为当前点的形式为一点，与所操作对象重复。重新设置点的形式，再执行 Regen 命令，则显示出等分点。

2.3.12　绘制等距点

〖功能〗　在指定的对象上按给定的长度绘制测量点或插入块。

〖命令启动〗　下拉菜单：Draw\Point\Measure

Command：Measure ↙

〖操作提示〗　输入命令后，提示：

Select object to measure：（选择要测量的对象。）

Specify length of segment or [Block]：（输入分段的长度值或选 Block 项）

输入长度之后，AutoCAD 则按指定的长度测量选定的对象，并在每个分点处插入一点，该点同样可用目标捕捉功能捕捉。

⇨ Block ：在每个分点处插入块，输入“B”，继续提示：

Enter name of block to insert：（输入要插入的块名）

Align block with object? [Yes/No] <Y>：要插入块是否校准，输入“Y”或“N”

Specify length of segment：（输入分段长度）

2.3.13　图案填充

〖功能〗　在指定的区域填充选定的图案。

〖命令启动〗　下拉菜单：Draw\Hatch

工具栏：Draw →

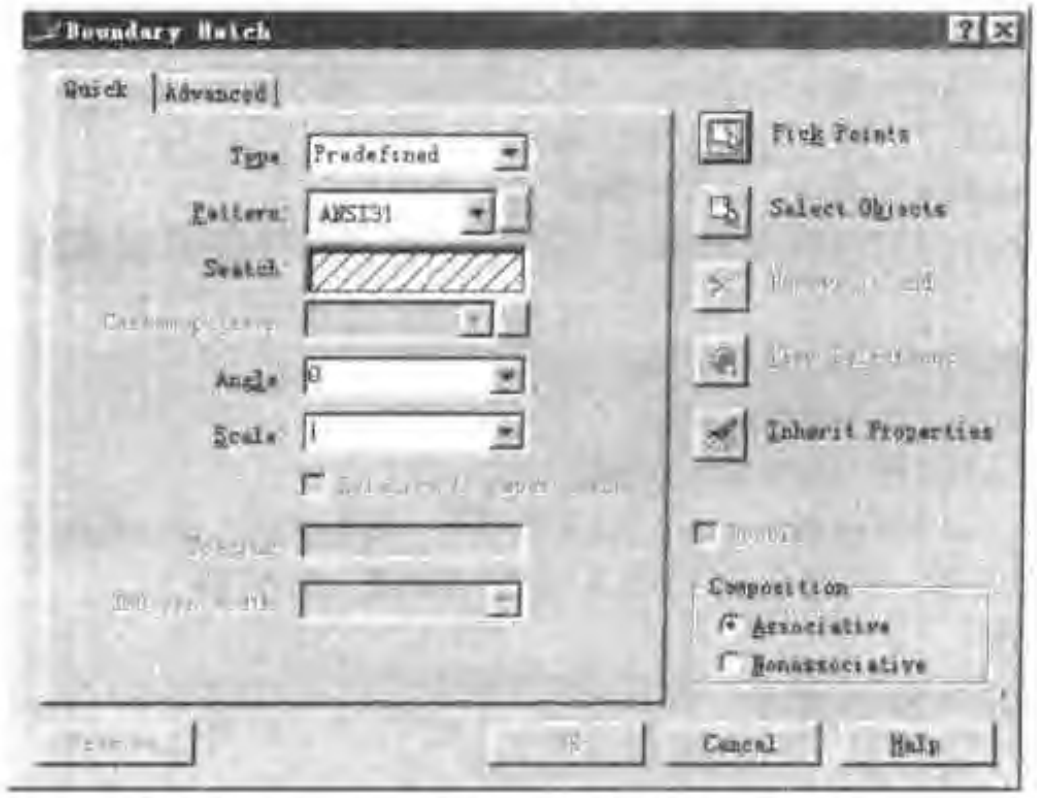


图 2-24　Boundary Hatch 对话框的 Quick 选项卡

Command: Hatch（或 h）↙

〖操作提示〗 执行命令后，AutoCAD 弹出如图 2-24 所示的 Boundary Hatch 对话框。

（1）Quick 选项卡　定义填充图案的外观。

Type 下拉列表框：设定填充图案的类型。下拉列表有 3 种类型供选择，缺省值 Predefined 为常用类型。

⇨ Predefined（预定义）：用 AutoCAD 标准图案文件中的图案填充。

⇨ User Defined（用户定义）：用户临时定义简单填充图案。

⇨ Custom（定制）：表示使用定制的图案文件中的图案填充。

⇨ Pattern 下拉列表框：Predefined 类型的填充图案名称。单击其右边的按钮，可弹出如图 2-25 所示的 Hatch Pattern Palette 对话框，列出了预定义的填充图案可供用户预览选择。

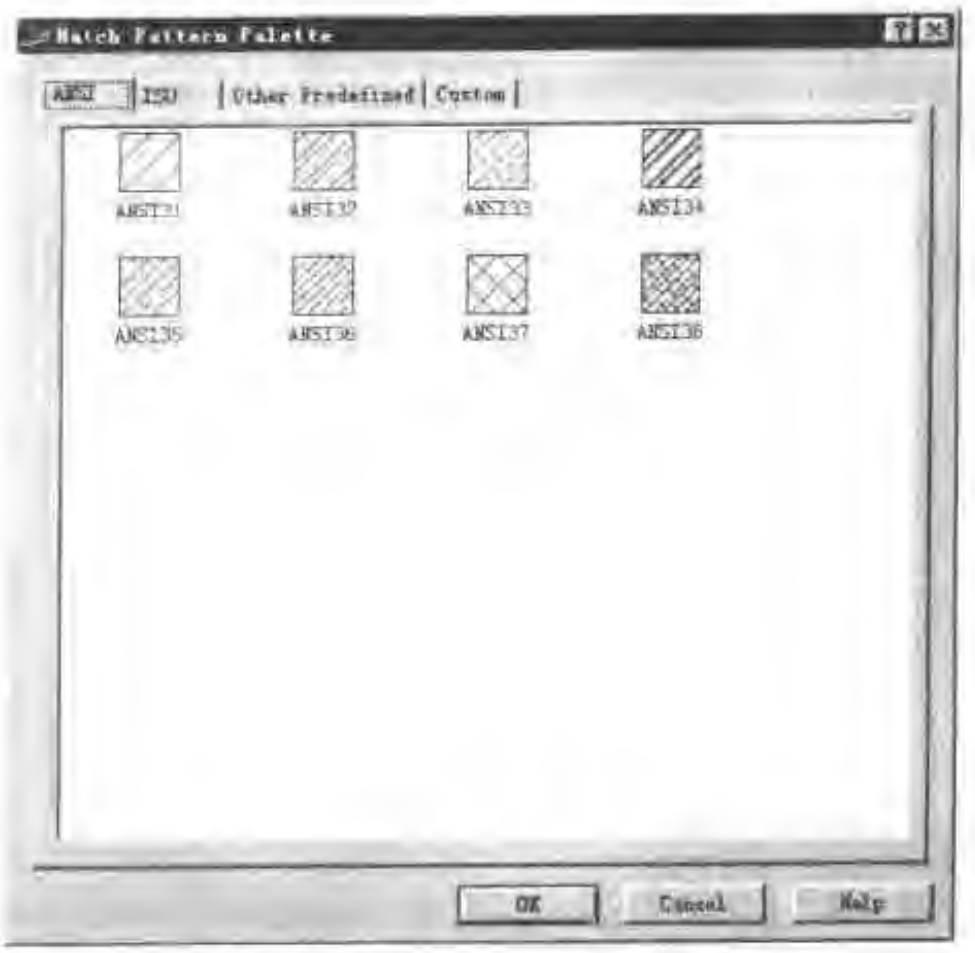


图 2-25　Hatch Pattern Palette 对话框

⇨ Swatch 图案框：显示选中图案。单击该框也可以弹出如图 2-25 所示的对话框。

⇨ Angle 下拉列表框：设定填充图案的转角，初始值为 0。

⇨ Scale 下拉列表框：设定填充图案时的缩放比例系数，初始值为 1。

（2）Advanced 选项卡　用于设定填充边界和填充方式。如图 2-26 所示。

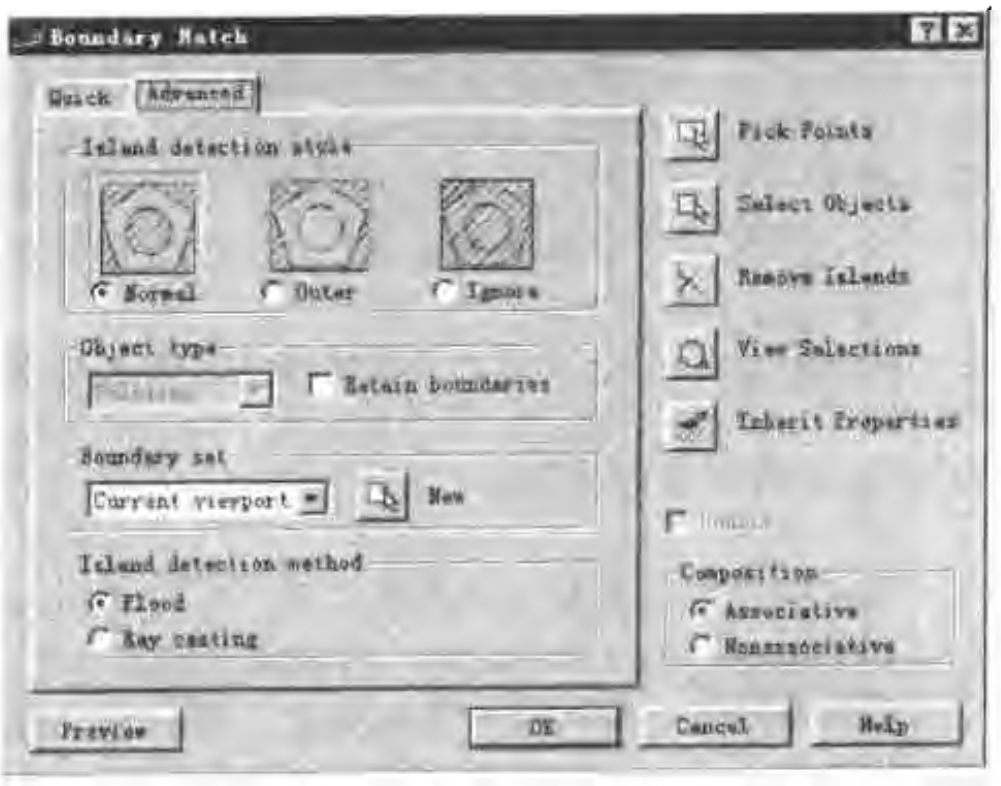


图 2-26　Boundary Hatch 对话框的 Advanced 选项卡

⇨ Island detection style 区：孤岛探测方式，用来定义填充方式。三个单选框的意义如下所述。

⇨ Normal：一般填充方式。每隔一个边界，图案填充转换一次。

⇨ Outer：外围填充方式。只会对最外面的封闭区间填充图案。

⇨ Ignore：忽略填充方式。以最外围的封闭区间为边界，忽略里面所有的区间填充图案。

⇨ Pick Points 按钮：用选取点方式定义填充边界。单击该按钮，对话框暂时消失，返回作图屏幕，并在命令行提示“Select internal point：”，在屏幕上点取要填充图案的区域。

AutoCAD 自动按“Advanced”选项卡中的孤岛探测方式确定填充边界，并以高亮度显示，且继续提示“Select internal point: ”，此时可按回车键返回到对话框或输入“U”撤消上次的选取。如果不能形成一个封闭的填充边界，AutoCAD 会给出如图 2-27 所示的提示信息。

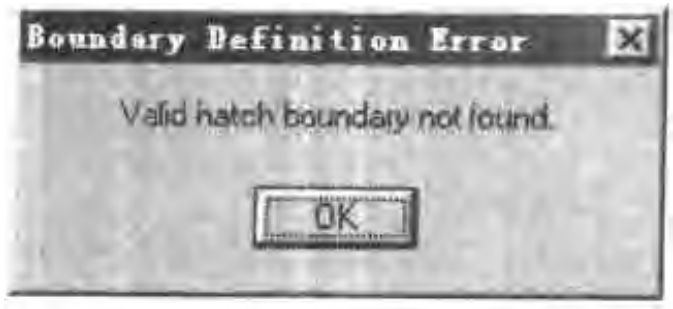


图 2-27 提示不能形成封闭的填充边界

在选取过程中，随时可以单击鼠标右键弹出快捷菜单。在快捷菜单中，可执行撤消上次选取，改变选取方式、填充方式、预览填充效果等操作。

⇨ Select Objects 按钮：用选取对象的方式定义填充边界。单击该按钮，返回作图屏幕，并在命令行提示“Select Objects: ”，可根据需要选取构成填充区域的边界，同样被选择的边界也以高亮度显示。注意所选取的对象必须首尾相连形成一个封闭图形，否则会出现意想不到的填充效果。

⇨ Remove Islands 按钮：取消填充边界中的孤岛。这些孤岛是在选点确定填充边界时自动探测出的。选中后，这些孤岛将不再以高亮度显示。

⇨ View Selections 按钮：显示当前的填充边界。单击此按钮，切换到作图屏幕，高亮度显示填充边界。

⇨ Inherit Properties 按钮：继承特性，即选中图中已有的填充图案作为当前的填充图案。单击此按钮，切换到作图屏幕，并在命令行提示“Select associative hatch object: ”，选取某一填充图案，AutoCAD 又返回“Boundary Hatch”对话框，并在该对话框内显示出刚才所选取的填充图案、图案名称以及相应的特性参数。

⇨ Object type 区：定义所选边界是否保存以及保存类型。

⇨ Retain boundaries 复选框：选中此复选框表示将填充边界保存，此时左边的下拉列表框有效，可从中选取所要保存的类型；AutoCAD 规定有两种保存类型：Polyline（多义线）和 Region（面域）。

⇨ Boundary set 区：用于定义边界集。用选点方式定义边界时，在缺省状态下，边界集为 Current Viewport（当前视图），AutoCAD 在分析边界时涉及当前视图所有可见或部分可见的对象，但这要花费较多的时间。若用户要排除当前视图中与填充无关的图案对象，可以使用自定义边界集。方法是单击 New 按钮 ，对话框消失，返回作图屏幕，并在命令行提示“Select object: ”。在新的边界集里，只保留可以进行填充的被选对象，然后在下拉列表中选 Existing Set 。

⇨ Island detection method：定义用选点方式确定填充边界时最外层边界内部的岛是否分析。有 Flood（分析）和 Ray Casting（不分析）两个单选框。Flood 方式只在 Normal 和 Outer 填充模式起作用，而在 Ignore 填充模式和 Ray Casting 方式下的所有模式都以 Normal 模式填充。

⇨ Composition 区：用于确定填充图案与边界的关系。选中 Associative 单选框，表示填充图案与边界相关联；选中 Nonassociative 单选框，表示填充图案与边界非关联。

⇨ Preview 按钮：预览填充结果。若对填充效果满意，可单击“OK”按钮。

2.3.14 绘制双向构造线

〖功能〗 绘制在两个相对方向上无限延长的直线。

〖命令启动〗 下拉菜单：Draw\Construction Line

工具栏：Draw →

Command：Xline（或 XL）↙

〖操作提示〗 输入命令后，提示：

Specify a point or [Hor/Ver/Ang/Bisect/Offset]：指定构造线上第一点或选其他项

Specify through point：指定构造线的通过点或直接回车结束该命令

⇨ H：绘制通过指定点的水平构造线。

⇨ V：绘制通过指定点的垂直构造线。

⇨ A：执行该选项，继续提示：

Enter angle of xline (0) or [Reference]：绘制与 X 轴正方向或（输入 R，与指定直线）成指定角度的构造线。

⇨ B：绘制平分已知角的构造线。执行该选项，继续提示：

Specify angle vertex point：指定角的顶点

Specify angle start point：指定角的起始边上的一点

Specify angle end point：指定角的终止边上的一点

⇨ O：绘制与指定一直线平行的构造线。

2.3.15 绘制单向构造线

〖功能〗 绘制在单一方向上无限延长的直线。

〖命令启动〗 下拉菜单：Draw\Ray

Command：Ray ↙

〖操作提示〗 输入命令后，提示：

Specify start point：输入起始点

Specify through point：输入通过点或直接回车结束该命令

2.3.16 绘制复合线

〖功能〗 同时绘制多条相互平行的直线，这些直线的线型可以相同，也可以不同。

〖命令启动〗 下拉菜单：Draw\Multiline

工具栏：Draw →

Command：Mline（或 ML）↙

〖操作提示〗 命令启动后，系统提示：

Current settings: Justification = Top, Scale = 20.00, Style = STANDARD，当前复合线采用的绘图对齐方式、线型比例、线型样式；

Specify start point or [Justification/Scale/STyle]：指定复合线的起始点或选其他项

Specify next point：输入复合线的下一点或直接回车结束该命令

Specify next point or [Close/Undo]：与绘制线操作雷同

⇨ J：确定绘制复合线的对齐方式，选取该项，继续提示：

Enter justification type [Top/Zero/Bottom] <top>:

⇨ T：从左向右绘制复合线时，以复合线的左上顶端对齐，即为复合线的起始点。

⇨ Z：以复合线的中心线对齐；

⇨ B：从左向右绘制复合线时，以复合线的左下底端对齐。

⇨ S：确定绘制复合线时的线型比例系数。

⇨ ST：确定绘制复合线时所用的线型式样。

2.3.17 定义复合线的线型样式

〖功能〗 定义复合线的线型样式

〖命令启动〗 下拉菜单：Formart\Multiline

Command：Mlstyle ↙

〖操作提示〗 命令启动后，弹出如图 2-28 所示的 Multiline Styles 对话框。

图 2-28 Multiline Styles 对话框

（1）Multiline Style 区

⇨ Current 文本框：显示当前的复合线线型样式名。单击下拉箭头，列出已定义的复合线，供选择。

⇨ Name 文本框：给当前定义的复合线样式命名。

⇨ Description 文本框：对所定义的复合线进行

说明。

⇨ Load...按钮：从复合线库文件中下载已定义的复合线。

⇨ Save...按钮：将当前的复合线型样式以 Name 文本框中的名字存入复合线型文件中。

⇨ Add 按钮：将 Name 文本框中的复合线型样式加到 Current 列表中，并变为当前线型。

⇨ Rename 按钮：对当前复合线型样式更名为 Name 文本框中的名字。

（2）图形框

显示当前复合线的线型。

⇨ Element Properties 按钮：增加或删除复合线型样式中的线条，定义每根线相对于复合线零线的偏移量、颜色、线型等。单击该按钮，会弹出相应的对话框。

⇨ Multiline Properties 按钮：设置复合线的起始点、终止点和转折处绘制方式。单击该按钮，也会弹出相应的对话。

2.4 二维编辑命令

2.4.1 实体选择

当输入编辑命令或进行某些其他操作时，AutoCAD 通常会提示“Select Objects：”，要求用户选取要操作的实体；并且此时十字光标框变成了一个小方框（称为选择框）。AutoCAD 提供了多种实体选择方式，下面介绍一些主要的方式。

（1）直接点选方式

这是一种默认的选择实体方式，选择方法是：用鼠标移动选择框，使之套住所选对象，然后单击左键，该对象将以高亮度（变为需线）的方式显示，表示已被选中。

选择框的大小可以调整，方法是通过下拉菜单“Tools\Options…”，打开“Options”对话框的“Selection”选项卡，在 Pickbox size 栏中，拖动滚动条，可以调整选择框的大小。

（2）W 窗口方式

操作提示为：

Select objects：W ✓

Specify first corner：指定窗口第一顶点的位置；

Specify opposite corner：指定窗口另一顶点的位置。

所有窗口内的对象都被选中。

（3）C 窗口方式

操作提示为：

Select Objects：C ✓

Specify first corner：指定窗口第一顶点的位置；

Specify opposite corner：指定窗口另一顶点的位置。

所有窗口内的对象及与窗口边界相交的对象都被选中 。

（4）默认窗口方式

当出现“Select objects：”提示时，如果将选择框移动到图中空白处单击鼠标左键，AutoCAD 会接着提示“Specify opposite corner：”，此时将光标移动另一位置后再单击左键，AutoCAD 会自动以这两个点取点作为矩形的对角顶点，确定一默认的矩形窗口。若矩形窗口定义时移动光标是从左向右，则矩形窗口为实线，相当于窗口（Window）方式；若矩形窗口定义时移动光标是从右向左，则矩形窗口为虚线，相当于交叉窗口（Crossing Window）方式。

（5）扣除（Remove）模式与加入（Add）模式

AutoCAD 的构造选择集操作有以下两种模式。

⇨ 加入模式：即选中的对象均加到选择集中。

⇨ 扣除模式：该模式将选中的对象移出选择集。

正常情况下，构造选择集的模式为加入模式，此时 AutoCAD 提示“Select objects：”，

若要转到扣除模式，则在“Select objects：”提示下键入“R”，并回车，此时 AutoCAD 会提示“Remove Objects：”；若返回加入模式，在“Remove Objects：”提示下键入“A”并回车。

（6）前一选择集（Previous）方式

在“Select objects：”提示下，键入“P”并回车，则将最近一次的对象选择集作为当前选择集。

（7）全部（All）方式

在“Select objects：”提示下，键入“All”并回车，AutoCAD 则自动选取图上的所有对象。

2.4.2 删除图形

〖功能〗 删除一些不需要或画错的图形。

〖命令启动〗 下拉菜单：Modify\Erase

工具栏：Modify →

Command：Erase（或 E）↙

〖操作提示〗 输入命令后，AutoCAD 提示：

Select Objects：选择要删除的实体；

Select objects：继续选实体或直接回车结束该命令。

2.4.3 复制图形

〖功能〗 将选定实体一次或多次重复绘制。

〖命令启动〗 下拉菜单：Modify\Copy

工具栏：Modify →

Command：Copy ↙

〖操作提示〗 输入命令后，AutoCAD 提示：

Select Objects：选择要复制的图形实体；

Select objects：继续选实体或直接回车结束选取；

Specify base point or displacement, or [Multiple]：指定基点或给出一个距离坐标值。

若给出一个距离坐标如（Δx，Δy），则 AutoCAD 会将所选图形在相对（Δx，Δy）的位置复制一次；如指定基点，则继续提示：

Specify second point of displacement or <use first point as displacement>：输入目标点，所选实体复制一次，复制操作的基准点与终点位置重合；如果直接回车，则 AutoCAD 会将基点坐标当作距离值复制图形一次。

⇨ Multiple：复制多个图形，输入“M”，继续提示：

Specify second point of displacement or <use first point as displacement>：提示同上，直接回车结束该命令。

2.4.4 移动图形

〖功能〗 将图形实体移动到新的位置。

〖命令启动〗 下拉菜单：Modify\Move

工具栏：Modify →

Command：Move（或 H）↙

〖操作提示〗 输入命令后，AutoCAD 提示：

Select Objects：选择要移动的实体。

Select objects：继续选择实体或直接回车结束选取。

Specify base point or displacement：指定移动的基点给出一个距离坐标值。

Specify second point of displacement or <use first point as displacement>：指定移动的终点或直接回车将基点坐标当作距离值移动图形。

2.4.5 图形旋转

〖功能〗 使指定的实体图形旋转一指定的角度。

〖命令启动〗　下拉菜单：Modify\Rotate

工具栏：Modify →

Command：Rotate （或 RO）↙

〖操作提示〗　输入命令后，提示：

Select Objects：选择要旋转的实体。

Select objects：继续选择实体或直接回车结束选取。

Specify base point：确定旋转基点

Specify rotation angle or [Reference]：输入旋转角度。

⇨ Reference：选择相对转角方式，输入“R”，继续提示：

Specify the reference angle <0>：确定原图形的参考角度。

Specify the new angle：确定旋转后的新角度值。

〖说明〗

① 输入的角度逆时针为正，顺时针为负。

② 图形的旋转角度可用鼠标拖动的方法确定。

③ 在 R 方式，可输入具体的角度数值，也可以两点确定一个角度。

2.4.6　图形缩放

〖功能〗　实体图形按指定的比例缩小、放大。

〖命令启动〗　下拉菜单：Modify\Scale

工具栏：Modify →

Command：Scale（或 SC）↙

〖操作提示〗　输入命令后，AutoCAD 提示：

Select objects：选择要缩放的图形实体。

Select objects：继续选择实体或回车结束选取。

Specify base point：指定缩放基点。

Specify scale factor or [Reference]：输入缩放的比例系数。

⇨ Reference：参考方式，输入“R”继续提示：

Specify reference length<1>：输入原参考长度。

Specify new length：输入新的参考长度。

则 AutoCAD 按新的参考长度和原参考长度的比例作为缩放比例系数，缩放所选择的图形实体。

〖说明〗

① 在输入参考长度和新的长度时，既可以直接输入一个长度值，也可以指定两个点确定长度；在实际使用时，通常将实体的实际长度或实体上某两个特殊点之间的长度定义为参考长度；

② 比例系数大于 1，图形放大；小于 1，图形缩小；等于 0，则无效。

2.4.7　实体剪切

〖功能〗　对图形实体利用边界进行修剪。

〖命令启动〗　下拉菜单：Modify\Trim

工具栏：Modify →

Command：Trim （或 TR）↙

〖操作提示〗　输入命令后，AutoCAD 提示：

Current settings：Projection=UCS　Edge=None

该行提示指当前投影方式是“UCS(用户坐标系)”，边界模式未开。

Select cutting edges… （提示用户选取用作剪切边的实体）。

Select objects：选取用作剪切边的实体。

Select objects：继续选择实体或直接回车结束选取。

Select object to trim or [Project/Edge/Undo]：选取要剪切实体的被剪部分，或直接回车则结束该命令；

⇨ Project：改变剪切投影方式，输入“P”，系统继续提示：

Enter a projection option [None/Ucs/View] <缺省选项>：（输入投影方式）。

⇨ N：不进行投影，系统只剪切在三维空间相交的对象。

⇨ U：指定当前 Ucs 的 XOY 平面为投影面，剪切边界和被剪切对象投影到该平面之后，再进行修剪。

⇨ V：在当前视图平面上进行修剪。

⇨ Edge：设置剪切边界的属性，输入“E”，继续提示：

Enter an implied edge extension mode [Extend/No extend] <No extend><缺省值>：

☞ E：按延伸方式进行剪切，如果剪切边界太短，没有与被剪实体相交，边界与被剪切实体不必相交；AutoCAD 会假想将剪切边界延长，然后进项剪切。

☞ N：按实际相交情况剪切，即剪切边界不能假想被延长。

☞ U：取消前一次的修剪。

2.4.8 图形镜射

〖功能〗 对一些对称图形进行镜射复制。

〖命令启动〗 下拉菜单：Modify\Mirror

工具栏：Modify →

Command：Mirror（或 MI）↙

〖操作提示〗 输入命令后，AutoCAD 提示：

Select objects：选择要镜射复制的图形实体。

Select objects：继续选实体或直接回车结束选择。

Specify first point of mirror line：确定镜射线上的一点。

Specify second point of mirror line：确定镜射线上的另一点。

Delete source objects? [Yes/No]<缺省值>：是否删除原来的图形实体（Y/N）。

2.4.9 平行复制

〖功能〗 对指定的线、圆及圆弧等做平行复制。

〖命令启动〗 下拉菜单：Modify\Offset

工具栏：Modify →

Command：Offset （或 O）↙

〖操作提示〗 输入命令后，AutoCAD 提示：

Specify offset distance or [Through] <缺省值>：设置偏移距离。

Select object to offset or <exit>：选择要复制的实体或直接回车退出该命令。

Specify point on side to offset：指定一点作为复制的方向。

Through ：用指定平行复制图形的通过点进行复制，输入“T”，继续提示：

Select object to offset or <exit> ：选择要复制的图形或直接回车退出该命令。

Specify through point：指定实体图形的通过点。

〖说明〗

① 输入 Offset 命令时，只能以点选方式选择实体，并且只能选择一次。

② 当提示“Specify offset distance or [Through] <缺省值>：”时，可以通过输入两点来确定偏移距离。

2.4.10 图形阵列

〖功能〗 复制呈现规则分布的图形实体。

〖命令启动〗 下拉菜单：Modify\Array

工具栏：Modify →

Command：Array（或 AR） ↙

〖操作提示〗 输入命令后，AutoCAD 提示：

Select objects：选择要阵列的图形实体。

Select objects：继续选实体或直接回车结束选择。

Enter the type of array [Rectangular/Polar] <缺省值>：选择阵列模式“R”或“P”。

① 矩形阵列输入“R”，继续提示：

Enter the number of rows (---) <1>：确定矩形阵列的行数。

Enter the number of columns (|||) <1>：确定矩形阵列的列数。

Enter the distance between rows or specify unit cell (---)：确定矩形阵列的行间距或确定一个单位网格。

输入行间距后继续提示：

Specify the distance between columns(|||)：确定矩形阵列的列间距。

AutoCAD 按规定的行数，行间距，列数、列间距进行阵列复制，所选择的实体图形为该阵列中的第一个图形。

若在“Enter the distance between rows or specify unit cell (---)：”提示下，输入一个点的位置，则系统继续提示：“Specify opposite corner：”；输入单位网格另一个角点的位置，那么 AutoCAD 将会以单位网格的高和宽分别作为行间距和列间距进行阵列复制。

② 环形阵列输入“P”，继续提示：

Specify center point of array：指定环形阵列的中心位置。

Enter the number of items in the array：输入阵列的个数。

Specify the angle to fill (+=ccw, -=cw) <360>：输入环形阵列的圆心角（正值表示沿逆时针方向阵列，负值表示沿顺时针方向阵列，缺省值为 360°）

Rotate arrayed objects? [Yes/No] <Y>：阵列时图形是否旋转？

若直接回车或键入“Y”回车，表示在环形阵列时，图形要相对于阵列中心旋转；若键入“N”回车,则表示图形不作旋转，只需平移。

〖说明〗

在输入矩形阵列行间距、列间距时，可正可负。正值表示沿 X、Y 轴正向复制，负值表示沿 X、Y 轴负向复制。

2.4.11 图形拉伸

〖功能〗 使图形实体的选取部分与非选取部分的连接图形发生拉伸或压缩。

〖命令启动〗 下拉菜单：Modify\Stretch

工具栏：Modify →

Command：Stretch（或 S）↙

〖操作提示〗 输入命令后，AutoCAD 提示：

Select objects to stretch by crossing-window or crossing-polygon…（提示用 C 窗口选择实体）。

Select objects：用交叉窗口方式选择要拉伸的实体。

Select objects：继续选择实体或直接回车结束选择。

Specify base point or displacement：指定拉伸基点。

Specify second point of displacement：指定拉伸终点。

〖说明〗

① Stretch 命令只能用交叉窗口方式选取对象。若使用 W 窗口或点取形式选取对象，则不能拉伸。

② 在选择对象时，若某些图形（直线、圆弧）的整体都在选择窗口内，则该图形是平移而不是拉伸；只有一端在窗口内，一端在窗口外，才能被拉伸。

③ 对于圆、椭圆、块、文本等没有端点的图形元素将不能拉伸，根据其特征点是否在选取框内而决定是否进行移动。

④ 拉伸圆弧时，弦高保持不变，而改变圆心和半径。

⑤ 拉伸宽度渐变的多义线时，多义线的端点宽度保持不变。

3.4.12 实体延伸

〖功能〗 延长指定实体，使其到达指定的边界。

〖命令启动〗　下拉菜单：Modify\Extend

工具栏：Modify →

Command：Extend（或 EX）↙

〖操作提示〗　输入命令后，AutoCAD 提示：

Current settings: Projection=UCS　Edge=None（该行提示与剪切命令的含义相同）：

Select boundary edges…（提示用户现在选择的是边界）。

Select objects：选取延伸边界。

Select objects：继续选择延伸边界或直接回车结束选取。

Select object to extend or [Project/Edge/Undo]：选取要延伸实体或回车结束该命令。

⇨ Project：用来确定延伸的不同投影方式，与剪切命令中该选项含义类同。

⇨ Edge：设置延伸边界的属性。输入“E”，继续提示：

Enter an implied edge extension mode [Extend/No extend] <No extend>：

⇨ E：若边界太短，不能与延伸对象相交，则 AutoCAD 会假想将边界延长，使延长对象伸长到与其相交的位置。

⇨ N：按实际相交情况进行延伸。此时若边界太短，则不能进行延伸，并做出提示“Object does not intersect an edge”。

⇨ U：取消上次操作。

〖说明〗

① AutoCAD 2000 允许用线（Line）、圆弧（ARC）、圆（Circle）、椭圆和椭圆弧（Ellipse）、样条曲线（Spline）及文本（Text）等作为边界。用宽度线作为边界时，其中心线为实际的边界边。

② 封闭的多义线不可延长。

③ 当延长一条变宽度的直线或圆弧时，按原倾斜度延长，如果延长后，其末端的宽度出现负值，则 AutoCAD 2000 会将其在该端点的宽度变为 0。

2.4.13　改变实体长度

〖功能〗　改变直线或圆弧的长度。

〖命令启动〗　下拉菜单：Modify\Lengthen

工具栏：Modify →

Command：Lengthen（或 LEN）↙

〖操作提示〗　输入命令后，AutoCAD 提示：

Select an object or [DElta/Percent/Total/DYnamic]：选择要改变长度的图形。

选择后，AutoCAD 显示选中图形的当前参数：直线显示长度（Current length：），圆弧显示弧长和圆心角（Current length：included angle：）。

⇨ DElta（差值）：设置直线或圆弧的长度增量，输入“DE”，继续提示：

Enter delta length or ［Angel］<缺省值>：输入长度增量或键入“A”后输入圆弧的角度增量。

Select an object to change or [Undo]：选取要改变长度的实体。

⇨ Percent：以总长的百分比的形式改变圆弧或直线的长度，输入“P”，继续提示：

Enter percentage length<缺省值>：输入百分比值。

⇨ Total：输入直线或圆弧新的总长度。输入“T”，继续提示：

Specify total length or [Angle] <缺省值>：输入新的总长度或者键入“A”后输入圆弧新的圆心角。

⇨ DYnamic：以动态方式改变圆弧或直线的长度。输入“D”，继续提示：

Select an object to change or [Undo]：选择要改变长度的图形。

Specify new end point：指定新的端点。

通过拖动鼠标可以动态地改变圆弧或直线的端点位置，达到改变实体长度的目的。

〖说明〗

① 当应用“Delta”选项时，输入长度或角度增量时，其增量值可正可负，为正时改变长度变长，为负时改变长度减少。

② 当应用“Percent”选项，输入长度百分比值时，其长度百分比值大于100时长度变长；小于100时长度变短；等于100时长度不变。

2.4.14 实体断开

〖功能〗 把选定的对象按要求断开。

〖命令启动〗 下拉菜单：Modify\Break

工具栏：Modify →

Command：Break （或BR）↙

〖操作提示〗 输入命令后，AutoCAD提示：

Select object：点取要断开的对象。

Specify second break point or [First point]：有以下4种截断方式：

① 模糊截断 直接点取所选对象上的另一点，则AutoCAD自动将点取点作为第一点，该输入点作为第二点，删除这两点之间的连线。

② 一分为二 输入“@”后直接回车，则AutoCAD将选取对象在点取点处断开，即原对象一分为二。

③ 删除功能 在点取对象的一端外任取一点，则AutoCAD删除从点取点开始的该端线段。

④ 精确截断 输入“F”，重新定义第一点，继续提示：

Specify first break point：点取断开的第一点。

Specify second break point：按前3种方法回应。

〖说明〗

① 若断开对象为圆，则AutoCAD删除第一点与第二点之间沿逆时针方向的圆弧。

② 若输入的第二点不在直线上，则AutoCAD由该点向直线作垂线，删除第一点和垂足之间的线段；若输入的第二点不在圆弧上，则AutoCAD连接该点与圆心，与圆弧有一个交点，删除第一点和交点之间的圆弧。

2.4.15 倒斜角

〖功能〗 对两条不平行的直线作倒斜角。

〖命令启动〗 下拉菜单：Modify\Chamfer

工具栏：Modify →

Command：Chamfer ↙

〖操作提示〗 输入命令后，AutoCAD提示：

(TRIM mode) Current chamfer Dist1=当前值，Dist2=当前值（给出修剪方式，给出两个倒角距离）。

Select first line or [Polyline/Distance/Angle/Trim/Method]：点取要倒角的第一条线。

Select second line：点取要倒角的第二条线。

⇨ Polyline：对整条多义线倒角。输入“P”，继续提示：

Select 2D polyline：选取要倒角的多义线。

AutoCAD则在多义线的各顶点倒角。

⇨ Distance：定义倒角距离。输入“D”，继续提示：

Specify first chamfer distance <缺省值>：输入第一条边的倒角距离值。

Specify second chamfer distance <缺省值>：输入第二条边的倒角距离值。

执行该选项后，退出该命令。要倒角，必须再次执行“Chamfer”命令。

⇨ Angle：根据一倒角距离和一角度的形式进行倒角，输入“A”，继续提示：

Specify chamfer length on the first line <缺省值>：输入第一条边的倒角距离。

Specify chamfer angle from the first line <缺省值>：输入倒角与该条边之间的夹角。

⇨ Trim：确定倒角时是否对相应的倒角边进行修剪。输入“T”，继续提示：

Enter Trim mode option [Trim/No trim] <缺省值>:

⇨ T: 倒角时修剪倒角边。

⇨ N: 倒角时不对倒角边进行修剪。

⇨ Method: 确定倒角方式。输入“M”，继续提示:

Enter trim method [Distance/Angle] <Angle>:<缺省项>:

⇨ D: 按已确定的两条边的倒角距离进行倒角。

⇨ A: 按已确定的一条边的倒角距离以及倒角与这条边的角度进行倒角。

〖说明〗

① 当设置的倒角距离太大或倒角角度无效时，AutoCAD 会提示：“Distance is too large（距离太大）”。

② 若选择的两倒角边平行等不能做出倒角时，AutoCAD 会提示：“Lines are parallel（直线平行）”。

③ 倒角命令不但能对相交的两条边进行倒角，还可对不相交的两条边进行倒角。如果把倒角距离设置为 0 后对两条不相交的边进行倒角，则相当于将两条边延长至一点；利用倒角命令的这个功能，可以使两条并不相连的线段连接起来。

④ 在对封闭多义线进行倒角时，采用不同方法画出的封闭多义线，倒角的结果不同。若画多义线时用 “Close”封闭，AutoCAD 在每一个顶点处倒角；若使用点的目标捕捉功能画封闭多义线时，AutoCAD 则认为该处多义线为断点，不进行倒角操作。

2.4.16 倒圆角

〖功能〗 用指定的圆角半径给两个木胶的实体倒圆角。

〖命令启动〗 下拉菜单：Modify\Fillet

工具栏：Modify →

Command: Fillet ✓

〖操作提示〗 输入命令后，AutoCAD 提示:

Current settings: Mode = TRIM, Radius = 10.000（倒角设置：修剪方式，倒角半径为 10.000）。

Select first object or [Polyline/Radius/Trim]: 点取要倒圆角的第一条线。

Select second Object: 点取要倒圆角的第二条线。

⇨ P: 对多义线倒圆角。

⇨ R: 确定圆角半径（执行该项后退出命令，要倒圆角，必须再次执行“Fillet”命令）。

⇨ Trim: 确定圆角的方式。输入“T”，继续提示:

Enter Trim mode option [Trim/No trim]<缺省项>: （键入“T”或“N”）

⇨ Trim: 倒圆角时进行修剪，选取该项，输入“T”。

⇨ No Trim: 倒圆角时不进行修剪，选取该项，输入“N”。

执行完该选项后，AutoCAD 退出该命令，回到“Command”状态。

〖说明〗

① 要倒圆角的对象可以是直线、圆弧，也可以是圆，但倒圆角的结果与点取的位置有关，AutoCAD 总是使靠近点取点近的地方用圆弧光滑地连接起来。

② 若圆角的半径太大，AutoCAD 则提示“Radius is too large”。

③ AutoCAD R14 以后的版本允许对两条平行线倒圆角，此时，AutoCAD 自动将圆角半径定为两条平行线之间距离的一半。

④ 在对封闭多义线进行倒圆角时，采用不同方法画出的封闭多义线，倒圆角的结果会有所不同，具体情况与倒角相似。

2.4.17 图形分解（爆炸）

当进行图案填充、标注尺寸、画多义线以及进行块插入时，这些图形都是作为一个整体

而存在的。有时为了编辑这些整体图形，必须将其进行分解。

〖功能〗　把整体图形分解为各组成元素。

〖命令启动〗　下拉菜单：Modify\Explode

工具栏：Modify →

Command：Explode ↙

〖操作提示〗　输入命令后，AutoCAD 提示：

Select objects：选取分解的对象。

Select objects：继续选取对象或直接回车结束该命令。

AutoCAD 则将所选对象分解。

〖说明〗

① 多义线分解后，相关的宽度信息将消失，所有的直线和弧线都沿中心放置。

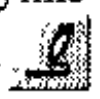
② 带有属性的图块分解后，其属性值将被还原成为属性定义的标志。

③ Minsert（阵列插入）插入的带有不同 X、Y 插入比例的图块不能分解。

2.4.18　编辑多义线

〖功能〗　对由 Polyline 命令绘制出的多义线进行编辑。

〖命令启动〗　下拉菜单：Modify\Polyline

工具栏：Modify II → 

Command：pedit ↙

〖操作提示〗　输入命令后，AutoCAD 提示：

Select Polyline：选取要编辑的多义线。

若选择的不是多义线，则 AutoCAD 提示“Object selected is not a polyline　Do you want to turn it into one? <Y>”（所选的不是多义线，是否将它转化为多义线？<是>），直接回车，即将所选对象转化为多义线。继续提示：

Enter an option [Close/Join/Width/Edit vertex/Fit/Spline/Decurve/Ltype gen/Undo]：输入选项。

⇨ C：则将选取的多义线首尾相连，之后的提示中“Close”换成了“Open”。选取它可以打开多义线。

⇨ J：将多个相连的线段、圆弧和多义线实体转换并连接到当前多义线上。要实现与多义线的连接，原多义线不能封闭，并且连接实体中必须有共同端点。

⇨ W：改变所编辑多义线的宽度。输入“W”，继续提示：

Specify new width for all segments：输入新的宽度。

⇨ F：对所编辑多义线进行拟合。所谓拟合，就是通过多义线的每一个顶点建立一些连续的圆弧，这些圆弧彼此在连接点相切。

⇨ S：对所选多义线用样条曲线进行拟合。

⇨ D：取消所有曲线（包括用 Pline 命令中 Arc 方式绘制的圆弧及用 Pedit 命令中的 Fit 和 Spline 选项拟合出的光滑曲线），并用多义线直线线段连接各顶点。

⇨ L：规定非连续性多义线（中心线及虚线）在各顶点处的绘线方式。输入“ L”，继续提示：

Enter polyline linetype generation option [ON/OFF] <缺省值>：

⇨ OFF：在各顶点处均为折线；ON：在各顶点处的绘线方式由原线型控制。

⇨ U：取消上一次操作，并可重复使用。

Edit vertex：编辑多义线的顶点。输入“E”，继续提示：

Enter a vertex editing option。

Next/Previous/Break/Insert/Move/Regen/Straighten/Tangent/Width/eXit] <N>:

当对多义线进行顶点编辑时，AutoCAD 自动在屏幕上用一个“×”号标记出多义线的第一个顶点，并作为当前的编辑顶点。

⇨ N：将编辑顶点移至下一个顶点。

⇨ P：将编辑顶点移至上一个顶点。

⇨ B：删除指定两顶点之间的多义线。键入“B”后，AutoCAD 把当前的编辑点作为第一断点，并继续提示：

Enter an option [Next/Previous/Go/eXit] <缺省项>：

⇨ X：退出 Break 操作；

⇨ N、P：用来选择第二断点；

⇨ G：执行删除两断点间的多义线，返回前一提示。

Insert：插入一个新顶点。输入“I”，继续提示：

Specify location for new vertex：输入新顶点的位置。

⇨ M：移动顶点的位置。输入“M”，继续提示：

Specify new location for marked vertex：输入新的位置。

⇨ R：重新生成多义线。

⇨ S：拉直多义线中的部分线段。输入“S”，AutoCAD 把当前的编辑点作为第一点，并继续提示：

Enter an option [Next/Previous/Go/eXit] <缺省项>：

⇨ G：执行两端点之间的多义线。其余选项同上。

⇨ T：指定编辑顶点的切线方向。输入“T”，继续提示：

Specify direction of vertex tangent：指定切线的方向。

⇨ W：改变当前的编辑顶点之后的那一段多义线的起始宽度和终止宽度。

⇨ X：退出顶点编辑状态，返回到前一提示。

2.4.19 属性拷贝

〖功能〗 把原实体的属性（如颜色、线型、图层、标注样式等）拷贝给目的实体。

〖命令启动〗 下拉菜单：Modify \ Match Properties

工具栏：Standard →

Command：Match Proper（或 Painter）↙

〖操作提示〗 命令启动后，提示：

Select source Object：选择源实体。

Current active settings：Color Layer Ltype Ltscale Lineweight Thickness PlotStyle Text Dim Hatch（提示可拷贝的属性项）。

Select destination object(s) or [Settings]：选择目的实体。

Settings：设置属性拷贝项。输入“S”，弹出如图 2-29 所示的 Property Settings 对话框。

图 2-29 Property Settings 对话框

2.4.20 编辑填充图案

〖功能〗 编辑已填充的图案。

〖命令启动〗 下拉菜单：Modify \ Hatch…

Command：Hatchedit(或 HE)↙

〖操作提示〗 命令启动后，提示：

Select associative hatch object：选择要编辑的填充图案，弹出如图 2-30 所示的 Hatch Edit 对话框。

也可以利用属性窗口修改填充图案。

2.4.21 利用属性窗口修改对象

〖功能〗 修改所选择对象（可以是图形实体、文本、图块、尺寸标注、填充图案等）的属性。

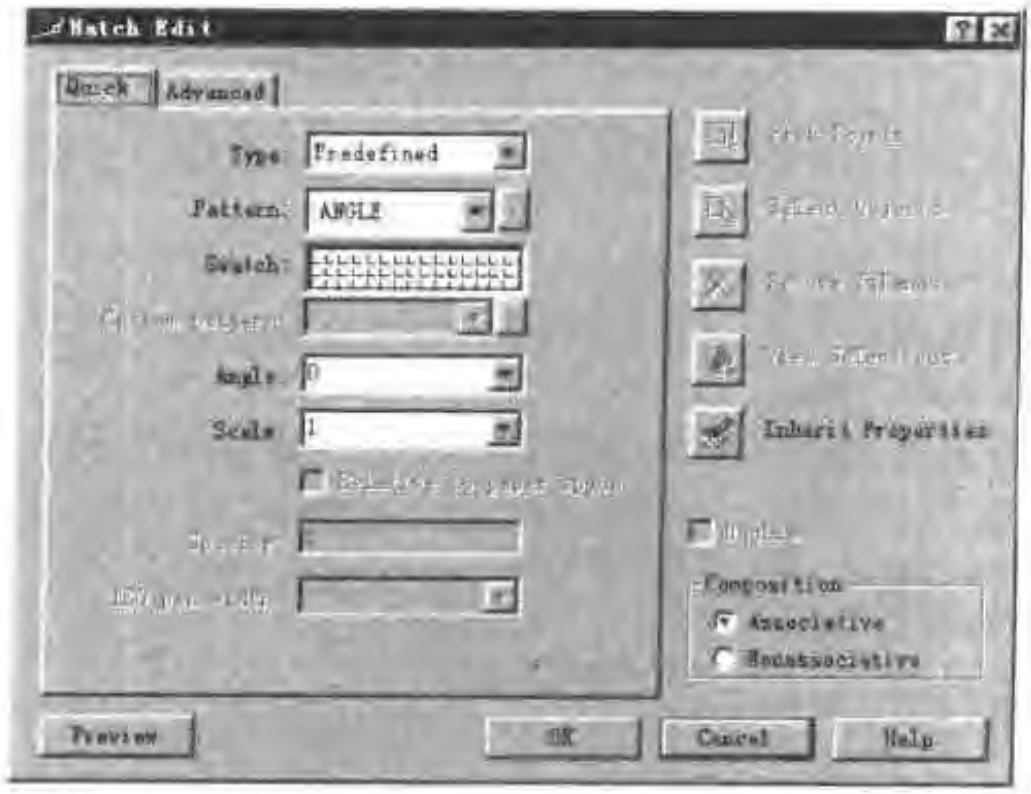


图 2-30　Hatch Edit 对话框

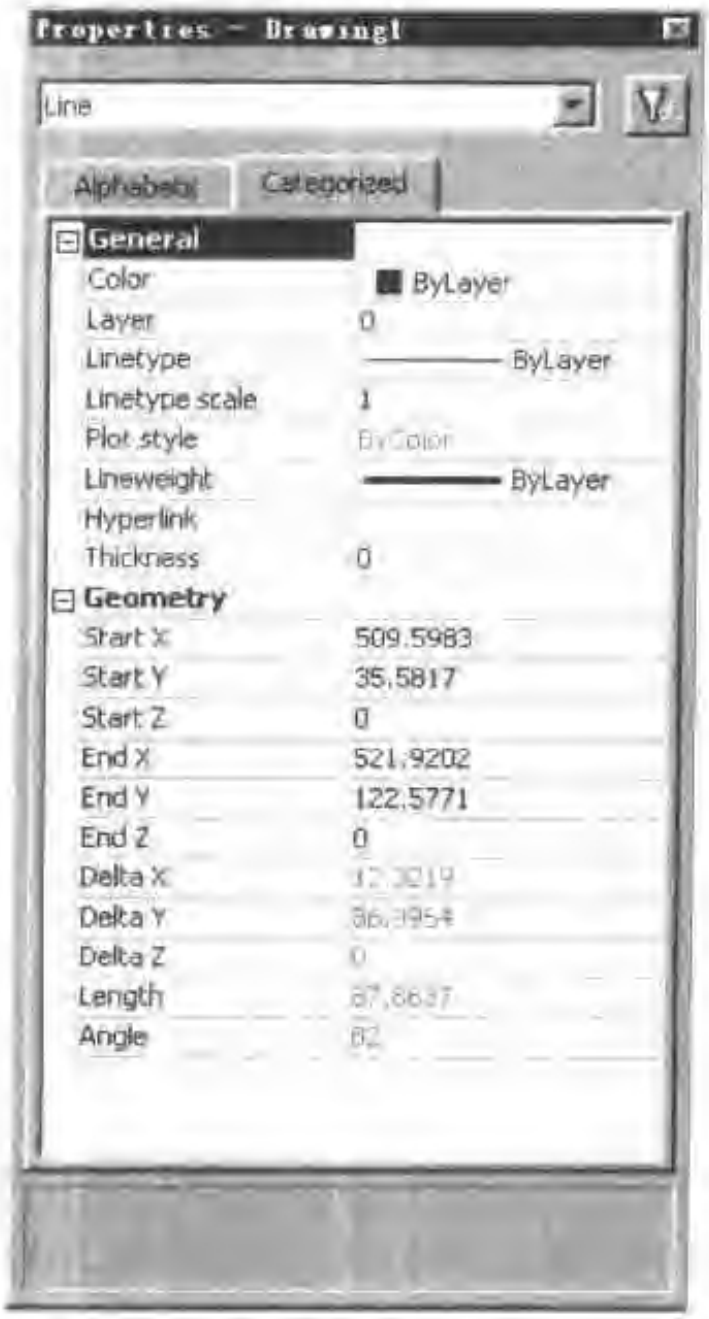


图 2-31　Properties 窗口

〖命令启动〗　下拉菜单：Modify\Properties

Tools\Properties

工具栏：Standard →

Command：Properties ↙

〖操作提示〗　命令启动后，弹出如图 2-31 所示的 Properties 窗口，显示选中对象的属性供修改。

〖说明〗

① 选中的对象不同，在 Properties 窗口中显示的属性也不同；若在打开窗口时没有选中任何对象，则在窗口中显示当前状态（如绘图设置、UCS 等）；当选中了多个对象时，只显示这些对象共有的属性，供修改，对于那些具有不同值的属性，将不显示。

② 当在窗口内对图形对象修改时，实时、动态地反映在绘图区内。可以实时地观察到修改效果。

③ 各个属性的修改方法是把鼠标光标移动到要修改的属性框，单击左键，光标会变为“I”形，此时可对属性进行修改，修改后，按回车键修改生效，双击 ESC 键，退出选择集；单击窗口右上角的“×”按钮则关闭 Properties 窗口。

④ 如果在属性前面有一个“+”，表示该属性还没有打开。单击该“+”，则可以打开该项属性，使其变为“–”。

2.5　辅助命令及功能

2.5.1　视图缩放

〖功能〗　将屏幕上图形实体尺寸在视觉放大或缩小，但实际尺寸不变。

〖命令启动〗　下拉菜单：View\Zoom

Command：z ↙

〖操作提示〗　执行命令后，提示：

Specify corner of window, enter a scale factor (nX or nXP), or [All/Center/Dynamic/Extents/Previous/Scale/Window] <real time>: 直接输入窗口的一个角点，相当于 Window 选项；直接输入缩放系数，相当于 Scale 选项。

⇨ A：将图形全部显示在屏幕上。如果图形没有超出绘图范围（即用“Limits”命令设置的范围），则按图形的边界显示；否则显示范围被扩大，以便显示超出边界的图形。

⇨ C：重设图形的显示中心和放大倍数，执行该选项，AutoCAD 提示：

Specify center point：输入新的显示中心。

Enter magnification or height（缺省值）：输入屏幕在纵向表示的高度。

⇨ D：动态缩放。屏幕切换到虚拟显示屏状态，蓝色的虚线方框表示图纸范围；绿色的虚线框表示当前显示区域。实线框表示下一显示区域的视图框：右侧有一个笔头的实线框为缩放视图框，大小可以调节，但不能移动；中心有一个×的实线框是平移视图框，大小不能改变，只可以任意移动，两种视图框之间用单击鼠标左键切换。回车确认。

⇨ E：尽可能大地显示整个图形。

⇨ P：恢复上一次显示的图形 P。

⇨ S：输入一数值作为缩放系数的方式缩放图形，执行该选项，继续提示：

Enter a Scale factor（nX or nXP）：n 为缩放系数。直接输入 n，相对于图形实际尺寸的缩放；输入 nX，相对于当前可见视图的缩放；输入 nXP，相对于图纸空间缩放。

⇨ W：以输入一矩形窗口的两个顶点的方式确定屏幕显示区域，执行该项，继续提示：

Specify first comer：输入矩形窗口的第一个顶点。

Specify opposite comer：输入窗口的另一对顶点。

<real time>：缺省选项，直接回车，实时缩放。

AutoCAD 2000 为用户在 Standard 工具栏中安排了视窗缩放按钮，如图 2-32 所示。

图 2-32　适于缩放工具按钮

2.5.2　视图的平移

〖功能〗　移动视窗停留在指定位置，显示图形的合适区域。

〖命令启动〗　下拉菜单：View\Pan\…

标准工具条 →

Command：p ✓

2.5.3　重画功能

〖功能〗　刷新屏幕或当前区域，擦出残留的光标点。

〖命令启动〗　下拉菜单：View\Redraw

Command：r ✓

2.5.4　图形的重新生成

〖功能〗　重新计算所有图形，并在屏幕上显示出来，比重画图形要慢一些。

〖命令启动〗　Command：regen ✓

2.5.5　正交模式

〖功能〗　用于控制是否以正交方式绘图。在正交方式下，可以方便地绘出与当前 X 轴或 Y 轴平行的线段（水平线或垂直线）。

〖命令启动〗　Command：ortho ✓

〖操作提示〗　执行该命令后，提示：Enter mode［ON/OFFI<缺省值>：

ON：打开正交模式；OFF：关闭正交模式。

按“F8”功能键或单击状态条上的 ORTHO 按钮，可以在打开和关闭正交模式之间切换。

2.5.6　栅格显示与栅格捕捉

栅格是一种可见的位置参考图标，由一系列规则排列的点组成，类似于作图时的方格纸，

以帮助定位。尤其是与捕捉功能相配合使用，可以提高作图精度和速度。

〖功能〗　控制是否显示和捕捉栅格，并进行相关参数设置。

〖命令启动〗　下拉菜单 Tools\Drafting Setting…

工具条：Object Snap →

Command：ddmodes ✓

〖操作提示〗　执行命令后，弹出 Drafting Setting 对话框，打开 Snan and Grid 选项卡，如图 2-33 所示。

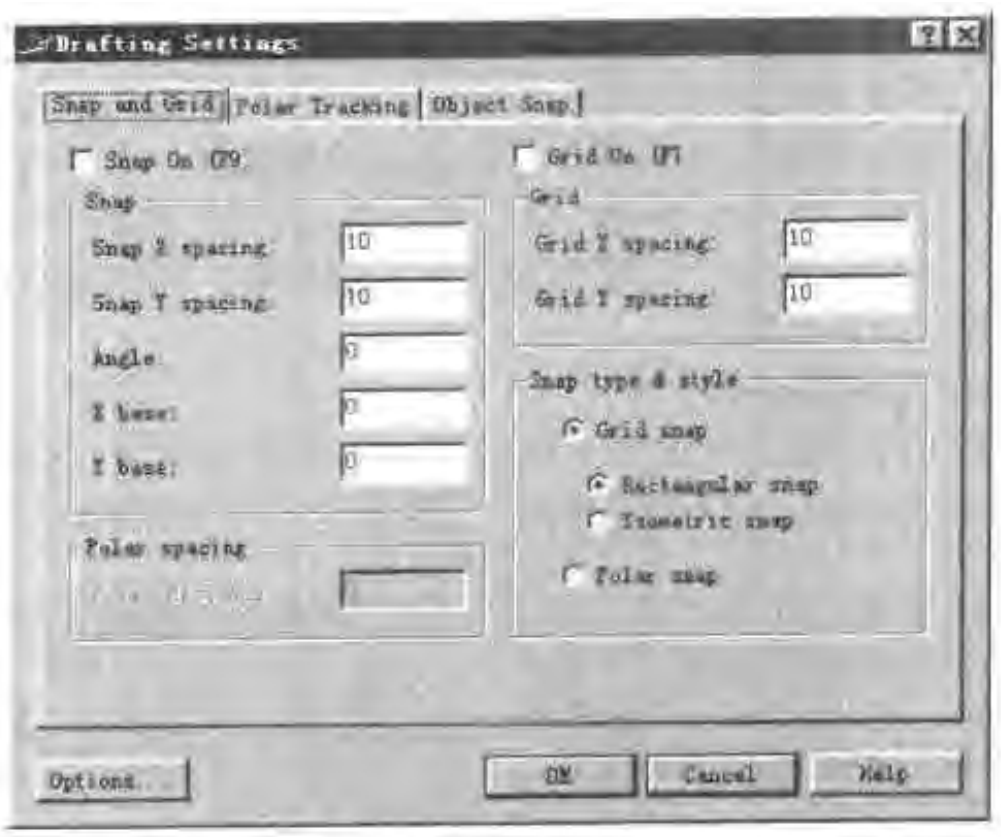


图 2-33　Drafting Setting 对话框

在该对话框中可以设置是否显示栅格，栅格点的间距；是否捕捉栅格，捕捉点的间距以及栅格的旋转角度和基点。

按“F7”功能键或单击状态条上的 GRID 按钮，可以在打开和关闭显示栅格之间切换。按 SNAP 按钮，可以在打开和关闭捕捉栅格之间切换。

2.5.7　点的目标捕捉

在绘图过程中，希望选取某些特殊点（如圆心、切点、线或圆弧的端点、中点等）时，可以利用目标捕捉功能，准确地得到这些点。

（1）临时捕捉方式

临时捕捉方式每使用一次必须重新启动。

单击标准工具栏上的按钮或打开 Object Snanp 工具栏，如图 2-34 所示。

图 2-34　Object Snanp 工具栏

也可以输入捕捉类型的前三个字母，与上述工具栏的对应功能是：

① TT（Temporary Tracking Point）　设置临时跟踪功能；

② FROm　捕捉相对位置点；

③ ENDpoint　捕捉端点；

④ MIDpoint　捕捉中点；

⑤ INTersection　捕捉交点；

⑥ APParent intersect　捕捉视线交点；

⑦ EXTension　捕捉延伸点；

⑧ CENter　捕捉圆心；

⑨ QUAdrant　捕捉象限点；

⑩ TANgent　捕捉切点；

⑪ PERpendicular　捕捉垂足；

⑫ PARallel　捕捉平行点；

⑬ INSert　捕捉插入点；

⑭ NODe　捕捉节点；

⑮ NEArest　捕捉最近点；

⑯ NONe　不捕捉点；

⑰ OS（Object Snap Settings）　设置隐含捕捉功能。

图 2-35　Drafting Setting 对话框

（2）隐含捕捉方式

设置隐含捕捉后，在选择点的提示下执行捕捉目标功能时，系统会自动在捕捉的点处给出一个标志，不同的捕捉类别有不同的标志，如图 2-35 所示。

〖功能〗　控制是否打开隐含捕捉并设置捕捉模式。

〖命令启动〗　下拉菜单 Tools\Drafting Setting…

工具条：Object Snap →

Command：ddosnap ✔

〖操作提示〗　执行命令后，弹出 Drafting Setting 对话框，打开 Object Snan 选项卡，如图 2-35 所示。

按“F3”功能键或单击状态条上的 **OSNAP** 按钮，可以在打开和关闭隐含捕捉功能之间切换。

2.5.8　其他辅助命令

（1）计算器功能

〖命令启动〗　Command：Cal ✔

或在执行其他命令过程中输入“'Cal”作为透明命令。

〖操作提示〗　执行命令后，提示：

>> Expression：输入计算公式。

（2）测量两点之间的距离

〖命令启动〗　Command：Dist（或 DI）✔

〖操作提示〗　执行命令后，提示：

Specify first point：输入第一点位置：

Specify second point：输入第二点位置。

（3）测量点的坐标

〖命令启动〗　Command：ID ✔

〖操作提示〗　执行命令后，提示：

Specify point：输入点的位置。

2.6　图块的应用

2.6.1　图块的基本概念和特点

图块是组成复杂图形的一组实体，定义后可根据需要插到图形的指定位置，而且还可以指定不同的比例系数和旋转角度。

图块的主要功能有如下所述。

（1）建立图形库

把绘图过程中经常使用的某些图形定义为图块，保存在磁盘上，就建立了图形库。使用时，调出、插入即可，避免重复工作，提高绘图效率。

（2）节省磁盘空间

图块在每个图形文件中只存储一次，多次插入时，计算机只保存插入信息（即图块名、插入点、缩放比例、旋转角度等），而不需把整个图块重复存储，这样，节省了存储空间。

（3）便于图形修改

当改变了图块定义后，所有原插入该图块的地方全部根据新图块进行自动修改，修改方便、效率高。

（4）可以加入属性

在设计时，有些图形要求带有文字信息。使用带属性的图块，每次插入时还可对属性值进行修改，非常方便。

2.6.2 本图块的定义

〖功能〗 将选定的实体定义为图块，只能由当前图使用。

〖命令启动〗 下拉菜单：Draw\Block \Make…

工具条：Draw →

Command：b ↙

图 2-36 Block Definition 对话框

〖操作提示〗 执行命令后，弹出如图 2-36 所示的 Block Definition 对话框。

⇨ Name 文本框：输入所定义的图块名。

⇨ Base Point 区：确定图块的插入点。

⇨ Pick 按钮：用点取方式确定插入点。单击该按钮，返回作图屏幕选取插入点（可以使用点的捕捉功能）。

⇨ X、Y、Z 文本框：确定插入点的坐标。用点取方式确定的插入点，此处显示该点的坐标。

⇨ Objects 区：确定图块的组成实体。

⇨ Select 按钮：单击该按钮，返回作图屏幕，选取组成图块的实体，回车或单击右键，返回对话框。

⇨ Retain 单选框：保留原图形。

⇨ Convert to block 单选框：把原图形转为块，插入到原来的位置上。

⇨ Delete 单选框：删除原图形。

⇨ Preview icon 区：确定是否保存图块的预览图标。

Do not include an icon 单选框：不保存图块的预览图标。

Create icon from block geometry 单选框：保存图块的预览图标。

⇨ Insert 文本框：确定从 AutoCAD 设计中心（Design Center）拖曳块插入图形时的比例单位。Millimeters（毫米）、Centimeters（厘米）、Meters（米）、Kilometers（千米）。

⇨ Description 文本框：输入所定义图块的描述文字。

单击 OK 按钮，图块定义完毕。

2.6.3 图块的插入

〖功能〗 将选定图块插入到指定位置。

〖命令启动〗　下拉菜单：Insert\Block…

工具条：Draw →

Command：　I ✓

〖操作提示〗　执行命令后，弹出如图 2-37 所示的 Insert 对话框。

图 2-37　Insert 对话框

⇨ Name 文本框：从下拉列表中选取要插入的图块或单击 Browse...按钮选择要插入的图形文件。

⇨ Insertion Point 区：确定图块的插入点。

选中 Specify On-Screen 复选框，则直接在屏幕上点取插入点；不选中该复选框，可以在 X、Y、Z 文本框中直接输入插入点的坐标。

⇨ Scale 区：设置图块插入时的缩放比例系数。

选中 Specify On-screen 复选框，则在作图屏幕命令行进行设置；不选中该复选框，可以在 X、Y、Z 文本框中直接输入比例系数。

若选中 Uniform Scale 复选框，则 X、Y、Z 方向的缩放比例系数相等，只需指定一个缩放比例系数（X 轴方向）。缩放比例系数可正可负，若选取负的缩放比例系数，则插入的图形为原图块的镜像图形。

⇨ Rotation 区：设置图块插入时的旋转角度。

选中 Specify On-screen 复选框，则在作图屏幕命令行设置；不选中该复选框，可以在 Angle 文本框中直接输入角度值。

⇨ Explode 复选框：控制在图块插入时，是否将其分解为各自独立的实体对象。

使用 Explode 命令或 Explode 复选框分解的图块必须是用相同的 X、Y、Z 缩放比例系数插入的，否则分解后可能会产生意想不到的结果。

单击 OK 按钮，图块插入结束或返回屏幕进行设置，并在命令行提示：

Specify insertion point or [Scale/X/Y/Z/Rotate/PScale/PX/PY/PZ/PRotate]: 输入插入点获选其他项。

⇨ S：设置 X、Y、Z 方向统一的缩放比例系数。

⇨ X：设置 X 轴方向的缩放比例系数。

⇨ Y：设置 Y 轴方向的缩放比例系数。

⇨ Z：设置 Z 轴方向的缩放比例系数。

⇨ R：设置插入图块的旋转角度。

⇨ PS、PX、PY、PZ、PR：分别设置在拖放块到指定位置的过程中，图块的显示比例系数、X、Y、Z 方向的比例系数、旋转角度。

〖说明〗

① 图块与图层的关系　图块可以由绘制在不同图层中的实体组成，图层的信息被保留在

图块中，插入后，非 0 层的实体仍绘制在原层上，继承原来层的设置，如颜色、线型、线宽等；而 0 层是一个特殊层，绘制在 0 层上的实体将绘制在当前层上，并按当前层的设置，有时可能产生意想不到的效果，所以建议插入图块时，定义 0 层为当前层。若图块中图层与插入的图形文件中图层同名，则实体绘制在同名层上；若插入块的图形文件中不包含块的图层，则插入图块时会增加相应的图层。

② 图块与冻结层的关系　如果图块由多个不同图层上的图形对象组成，那么冻结某一图形对象所在图层后，此图层上属于块上的图形对象就会变得不可见；而当冻结插入块时的当前层时，不管图块中各图形对象处于哪一层，整个块都变得不可见。

2.6.4　图块的阵列插入

〖功能〗　将选定的图块以矩形阵列方式插入。

〖命令启动〗　Command：Minsert ↙

〖操作提示〗　执行命令后，提示：

Enter block name or [?] <缺省图块名>：输入块名或“？”查询已定义的图块。

其他选项可参考 Insert 命令和 Array 命令。

2.6.5　带属性的图块

属性是图块中的非图形信息，即包含在块中的文本信息。

属性不同于一般的文本，它具有如下特点：

⇨ 属性包括属性标志（Attribute tag）和属性值（Attribute value）；

⇨ 定义块前，先定义属性的标志、提示、缺省值、显示格式、插入点等；

⇨ 属性可用 Attext 命令进行数据提取。

（1）属性的定义

〖命令启动〗　下拉菜单：Draw\Block\Define Attributes

Command：ATT↙

〖操作提示〗　执行命令后，弹出 Attribute Definition 对话框，如图 2-38 所示。

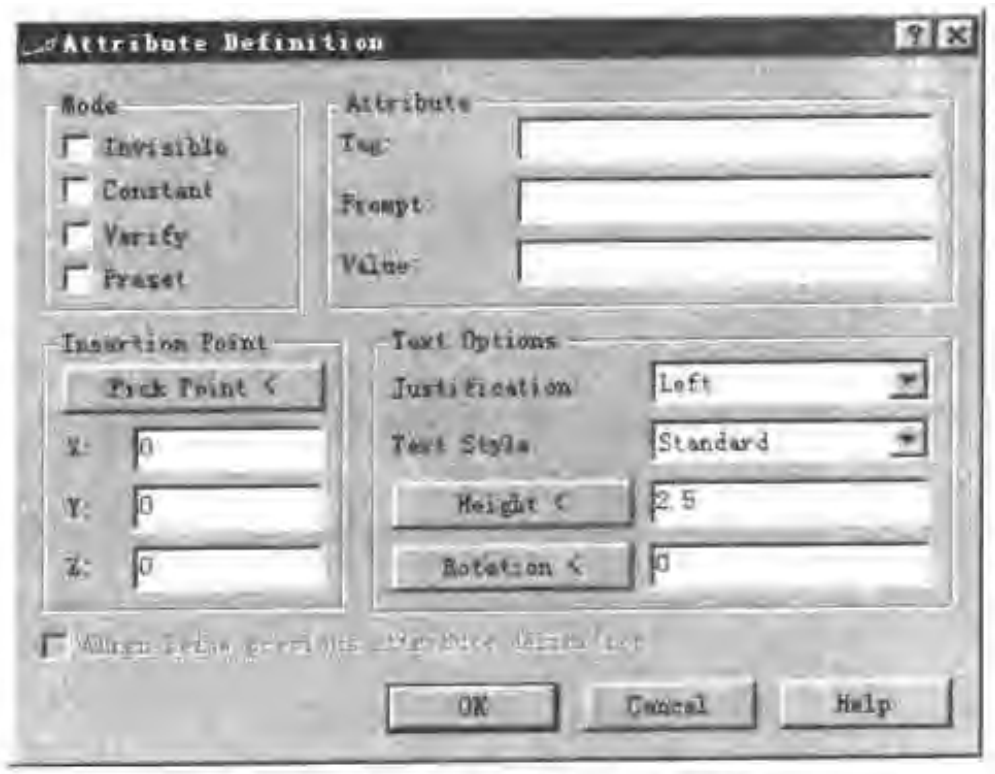


图 2-38　Attribute Definition 对话框

① Mode 区　设置属性的特性。

⇨ Invisible（不可见）复选框：控制属性是否为不可见。

⇨ Constant（常数）复选框：控制属性值是否为一固定的文本。

⇨ Verify（验证）复选框：控制是否验证可变属性的值。

⇨ Preset（预置）复选框：控制是否自动接受属性的缺省值。与常数复选框选中的区别是选中该复选框，属性插入后可编辑。

② Insertion Point　定义属性的插入点。单击 Pick Point <按钮，返回作图屏幕，选取属性的插入点（注意：该插入点是与块的相对位置点）。也可以在 X、Y、Z 文本框直接输入插入点的坐标。

③ Attribute 区　定义属性标志，提示及缺省值。

⇨ Tag 文本框：输入属性标志。

⇨ Prompt 文本框：定义插入带属性的块时，AutoCAD 显示属性提示。

⇨ Value 文本框：定义属性文本的缺省值。

④ Text Option 区　定义属性文本的对齐方式、样式、字高、旋转角度等。

⇨ Justification 下拉列表框：定义属性文本的对齐方式。

⇨ Text Style 下拉列表框：定义属性的文本样式。

⇨ Height 文本框：确定属性文本显示字高。

⇨ Rotation 文本框：确定属性文本的旋转角度。

⑤ Align Below previews Attribute Definition 复选框：该复选框只有在已定义了一个属性后才有效，表示将目前定义的属性放置在前一个属性定义的正下方。

单击 OK 按钮，属性定义结束。

（2）定义带属性的块

属性定义无误后，使用建块命令，将图形对象及定义的属性文本对象一并选中，则建立了一个带有属性的块。

（3）插入带属性的块

与插入一般图块的方法基本相同，插入带属性的块时，AutoCAD 会在命令行提示：

Enter attribute values

属性名＜缺省值＞：输入该属性的值。

若定义属性时选中了 Verify 复选框，则继续提示：

Verify attribute values（验证属性值）。

属性名＜属性值＞：回车确认。

2.6.6　磁盘块(W 图块)

前述所定义的图块只能被当前图形文件所应用，若要使该图块能被其他文件插入，则必须再把所定义的块保存为单独的图形文件（后缀为 dwg）。任何一个图形文件也可作为图块插入到其他图形中。

〖功能〗　将图块存储为独立的图形文件。

〖命令启动〗　Command：wblock ✓

〖操作提示〗　执行命令后，弹出 Write Block 对话框，如图 2-39 所示。

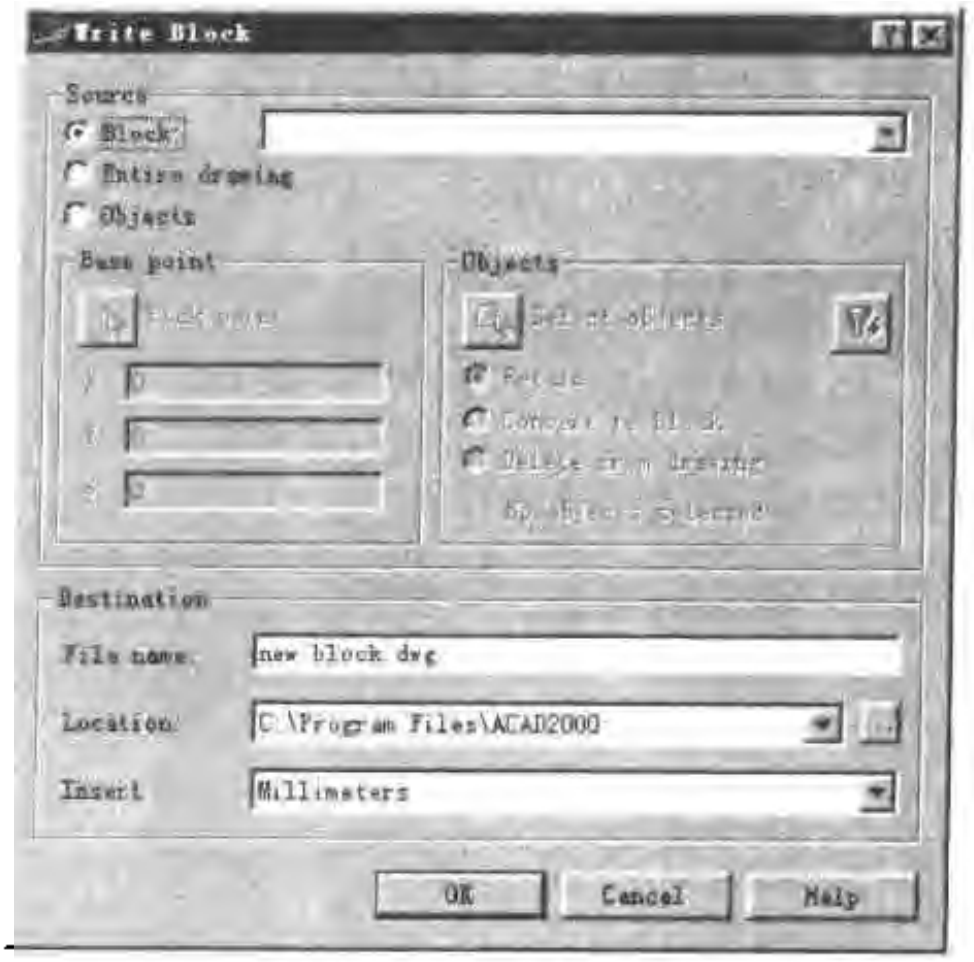


图 2-39　Write Block 对话框

⇨ Source 区：定义要写入图形文件的对象的信息。

⇨ Block 单选框：选中该单选框，要写入图形文件的对象为图块，此时激活下拉列表框，从中选取要写入图形文件的图块名。

⇨ Entire drawing 单选框：选中该单选框，表示把整个图形作为一个图块写入图形文件。

⇨ Objects 单选框：选中该单选框，

表示将重新选择对象定义为 W 块。只有选中该单选框，下面的 Base Point 区和 Objects 区才有效，操作方法与 Block Definition 中相同。

⇨ Destination 区：定义存储的文件名、路径和单位。

⇨ File name 文本框：输入存储文件的文件名。

⇨ Location 下拉列表框：确定存储文件的路径。

⇨ Insert 下拉列表框：确定该文件作为块被插入时的单位。

2.7 文本标注与编辑

2.7.1 用 TEXT 命令标注文本

〖功能〗 在图形中输入单行文字，也可以输入多行文字，用于简短的注释和说明。

〖命令启动〗 下拉菜单：Draw\Text \Single Line Text

Command: Text ↙

〖操作提示〗 执行命令后，提示：

Current text style: "Standard" Text height: 2.50 当前文本样式为"Standard"，文本高度为 2.5。

Specify start point of text or [Justify/Style]:指定文本的起始点，继续提示：

Specify height <缺省值>: 指定文本高度。

Specify rotation angle of text <缺省值>: 指定文本倾斜角度。

Enter text: 输入文本内容。

按回车键，换行，在"Enter text: "提示下，再次按回车键，结束该命令。

⇨ Justify：确定文本的对齐方式，键入"J"，继续提示：

Enter an option [Align/Fit/Center/Middle/Right/TL/TC/TR/ML/MC/MR/BL/BC/BR]:

确定文本纵向的位置有四条线，分别是顶线、中线、基线和底线，如图 2-40 所示。

图 2-40 文本标注的位置

⇨ A：基线的起点与终点位置对齐，宽度系数为设定值，字高系统自定。

⇨ F：基线的起点和终点位置对齐，字高为设定值，宽度系数自定。

⇨ C：基线上中点对齐。

⇨ M：中线中点对齐。

⇨ R：基线的终点对齐。

⇨ TL/TC/TR：顶线的左中右对齐。

⇨ ML/MC/MR：中线的左中右对齐。

⇨ BL/BC/BR：低线的左中右对齐。

⇨ Style：指定文本样式，输入"S"，继续提示：

Enter style name or [?] <style1>：输入文本样式名或"？"显示已定义的文本样式。

2.7.2 特殊字符

实际绘图中，常需要输入一些特殊字符，AutoCAD 提供了控制码输入方式：

%%O：打开或关闭上划线功能。

%%U：打开或关闭下划线功能

%%D：标注符号"°"。

%%P：标注符号"±"。

%%C：标注符号"ϕ"。

使用控制码时，文本样式要定义为非 True Type 字体，否则会出现乱码。

2.7.3 用 MTEXT 命令标注文本

〖功能〗 在图形中创建多行文字，可使其布满指定宽度，用于较复杂或含有特殊字符的注释和说明。

〖命令启动〗 下拉菜单：Draw\Text \Multiline Text

工具条：Draw →

Command：mt ↙

〖操作提示〗 执行命令后，提示：

MTEXT Current text style："style4" Text height: 2.5 当前文本样式和字高。

Specify first corner：点取文本标注区域第一点。

Specify opposite corner or [Height/Justify/Line spacing/Rotation/Style/Width]：

直接点取**文本**标注区域的对角点。该二点形成矩形区域的宽度即标注的**文**本行宽度，且以第一点作为文本行顶线的起始点。执行该选项后，弹出如图 2-41 所示的 Multiline Text Editor 对话框，用户可通过 Character、Properties、Line Spacing、Find /Replace 4 个选项卡，对文本进行设置、编辑。

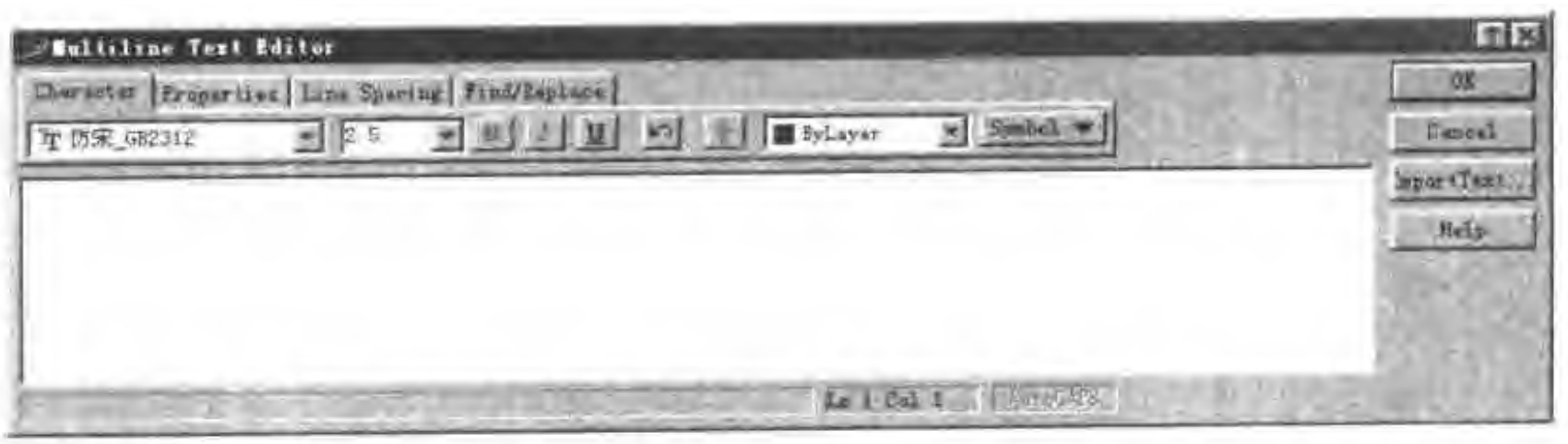


图 2-41 Multiline Text Editor 对话框

其他选项为

⇨ H：设置文字的高度。

⇨ J：指定文本的对种形式。

⇨ L：设置行间距。

⇨ R：确定文本的倾斜角度。

⇨ S：确定文本的样式。

⇨ W：确定**文**本行的宽度。

2.7.4 文本样式的定义

〖命令启动〗 下拉菜单：Fomat\Text Style…

Command：st ↙

〖操作提示〗 执行命令后，弹出 Text Style 对话框，如图 2-42 所示。

① Style Name 区 打开下拉列表，可列出已定义过的样式名；选择其一，单击 **Apply** 按钮，可将其定义为当前**文**本样式。

单击 New 按钮，创建新的文本样式，打开如图 2-43 所示的 New Text Style 对话框。在**文**本框中输入新的文本样式名。

单击 Rename…按钮，更改选定文本样式的名称。

⇨ Delete 按钮：删除所选择的文本样式 (Standard 样式不可删除和更改名字)。

② Font 区 文本字体设置区。字体文件分为两种，一种是普通字体**文**件，即 Windows 系列应用软件所提供的字体文件，为 True type 类型的字体；另一种是 AutoCAD 特有的字体文件，被称为大字体文件（Big font）。这两种字体文件 AutoCAD2000 都可使用。

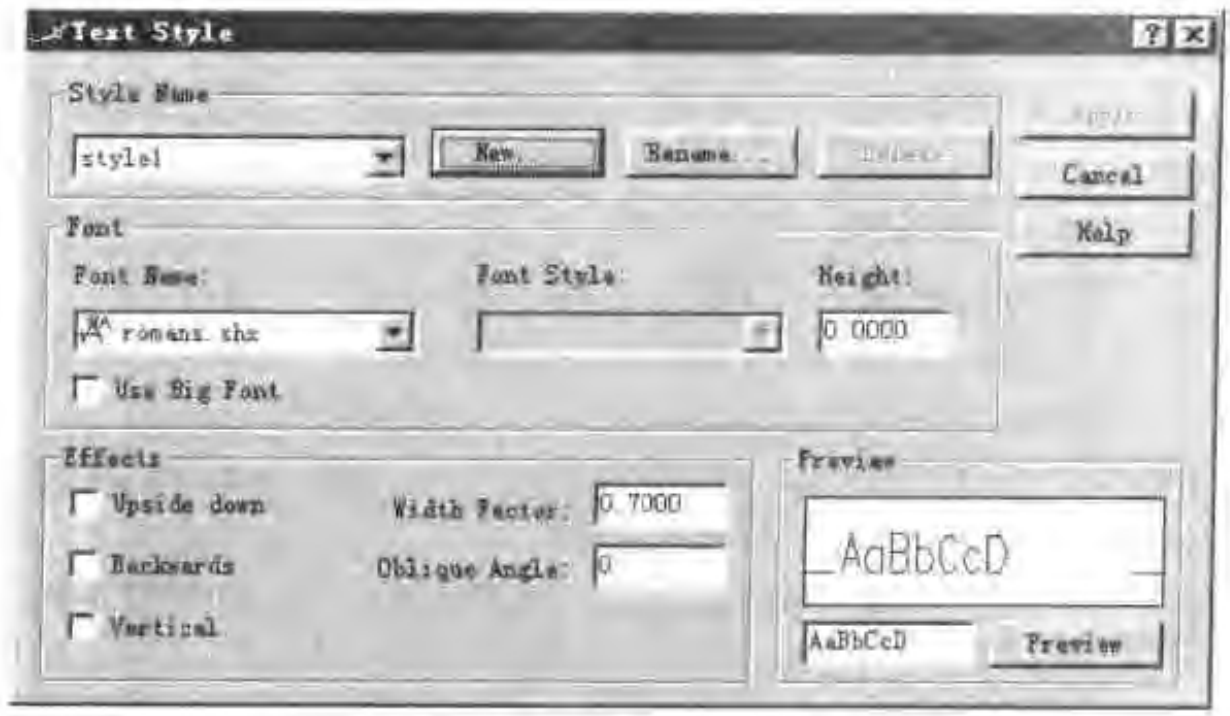


图 2-42　Text Style 对话框

图 2-43　New Text Style 对话框

⇨ Font Name 文本框：单击下拉箭头。列出包含用户 Windows 系统中所有的字体文件。

⇨ Use Big Font 复选框：控制是否选择 Big Font 字体。选中该复选框，激活 Font Style 文本框，单击下拉箭头，列表显示 Big Font 所有字体文件名供用户选择设置。

⇨ Height 文本框：设置字体高度，默认值为 0。

③ Effects　用于设定字体特征。

⇨ Upside Down 复选框：控制是否将文本文字旋转 180°。

⇨ Backward 复选框：控制是否将文本以镜像方式标注。

⇨ Vertical 复选框：控制是垂直标注还是水平标注。

⇨ Width Factor 文本框：设置文字宽度系数。

⇨ Oblique Angle 文本框：设置文字的倾斜角度。

④ Preview 区　预显示区，预览所设置的文本样式效果 。

2.7.5　文本编辑

〖功能〗　编辑已标注的文本内容。

〖命令启动〗　工具条：Modify II →

Command：ddedit↙

〖操作提示〗　行命令后，提示：

Select an annotation object or [Undo]：选择要编辑的文本

若选择的文本是用 TEXT 命令标注的，则弹出如图 2-44 所示的 Edit Text 对话框。在其中的 Text 文本框编辑文本内容，编辑完毕，单击 OK 按钮即可。

图 2-44　Edit Text 对话框

若选择的文本是用 MTEXT 命令标注的，则弹出如图 2-41 所示的 Multiline Text Editor 对话框，可对文本内容、属性等方面进行编辑。

另外，文本的内容、属性、各种设置都可以通过 Properties 功能来修改。

2.8 尺 寸 标 注

2.8.1 尺寸标注的组成和类型

一个完整的尺寸标注由尺寸线、尺寸界线、尺寸箭头、尺寸文本四部分组成，如图 2-45 所示。

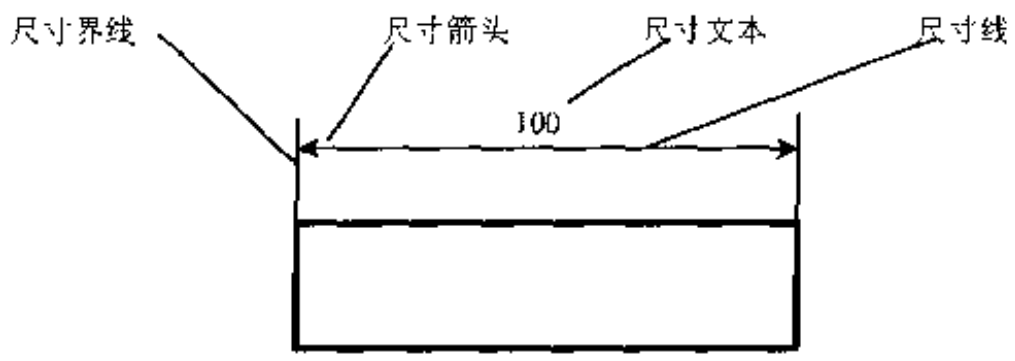


图 2-45 尺寸标注的组成

尺寸标注时，尺寸线、尺寸界线、尺寸箭头、尺寸文本作为一个单一实体，成为关联性尺寸标注。关联性尺寸标注可以整体编辑，此时系统变量 DIMASO=1；若设定系统变量 DIMASO=0 或用 Explode 命令将其分解，将变成非关联性尺寸标注。

尺寸标注的类型有：长度型标注、径向标注、坐标标注、角度标注和引线标注等。

2.8.2 长度型尺寸标注

长度型尺寸标注包括水平标注、垂直标注、平行标注、连续标注和基线标注。

（1）水平尺寸和垂直尺寸标注

〖命令启动〗 下拉菜单：Dimension\Linear

工具条：Dimension → [illegible]

Command: dimlin ↙

〖操作提示〗 输入命令后，提示：

Specify first extension line origin or <select object>：指定第一条尺寸界线的起点；

Specify second extension line origin: 指定第二条尺寸界线的起点。

Specify dimension line location or[Mtext/Text/Angle/Horizontal/ Vertical/Rotated]: 确定尺寸线的位置或选其他项。

Dimension text = 测量值

⇨ M：通过 Mtext 对话框输入尺寸文本。

⇨ T：通过命令行输入尺寸文本。

⇨ A：指定尺寸文本的旋转角度。

⇨ H：标注水平尺寸。

⇨ V：标注垂直尺寸。

⇨ R：指定尺寸线的旋转角度。

在“Specify first extension line origin or <select object>：”提示下直接回车，继续提示：

Select Object to dimension：选择要标注尺寸的线性实体，AutoCAD 自动把该线的两个端点作为尺寸界线的起点。

（2）平行尺寸标注（Ahgned Dimension）

〖功能〗 标注与两尺寸界线起点平行的尺寸。

〖命令启动〗 下拉菜单：Dimension\Aligned

工具条：Dimension → [illegible]

Command: dimali ↙

〖操作提示〗 输入命令后，提示：

Specify first extension line origin or <select object>:
Specify second extension line origin:
Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]:
Dimension text　测量值
各提示及选项意义同上。

（3）基线标注

〖功能〗　标注与前一尺寸标注第一根尺寸界线相重合的尺寸。

〖命令启动〗　下拉菜单：Dimension\Baseline

工具条：Dimension →

Command: dimbase ↙

〖操作提示〗　输入命令后，提示：

Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>:

直接指定第二尺寸界线的起始点，即可标注尺寸。此后，系统将反复出现该提示，用户可进行多次基线标注。

⇨ U：取消前一次的基线标注。

⇨ S：直接回车，继续提示：

Select base dimension：选择标注的基线。

（4）连续标注

〖功能〗　标注第一根尺寸界线与前一尺寸标注第二根尺寸界线相重合的尺寸。

〖命令启动〗　下拉菜单：Dimension\Continue

工具条：Dimension →

Command: dimcont ↙

〖操作提示〗　输入命令后，提示：

Specify a second extension line origin or [Undo/Select] <Select>:

⇨ S：直接回车，继续提示：

Select continued dimension：选择作为连续标注的第一根尺寸界线。

其他各提示及选项意义同上。

2.8.3　径向尺寸标注

（1）半径尺寸标注

〖功能〗　标注圆或圆弧的半径尺寸。

〖命令启动〗　下拉菜单：Dimension\Radius

工具条：Dimension →

Command: dimrad ↙

〖操作提示〗　输入命令后，提示：

Select arc or circle: 选择要标注半径的圆或圆弧。

Dimension text = 测量值

Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]:

其他各提示及选项意义同上。

（2）标注直径尺寸

〖功能〗　标注圆或圆弧的直径尺寸。

〖命令启动〗　下拉菜单：Dimension\Diameter

工具条：Dimension →

Command: dimdia ↙

〖操作提示〗　输入命令后，提示：

Select arc or circle: 选择要标注直径的圆或圆弧。

Dimension text = 测量值

Specify dimension line location or [Mtext/Text/Angle]:

其他各提示及选项意义同上。

2.8.4 角度标注

〖功能〗 标注圆弧或圆上指定圆弧的圆心角、两直线间的角度和由三点确定的角度。

〖命令启动〗 下拉菜单：Dimension\Angular

工具条：Dimension →

Command: dimang ↙

〖操作提示〗 输入命令后，提示：

Select arc, circle, line, or <specify vertex>:选择圆弧、圆、直线或回车

选择圆弧，标注该圆弧的圆心角。继续提示：

Specify dimension arc line location or [Mtext/Text/Angle]:

提示及各选项意义同上

选择圆，用点取的方法选择圆，系统将该点取点作为要标注角度的圆弧的起始点，并继续提示：

Specify second angle endpoint:选取要标注角度的圆弧的终止点

Specify dimension arc line location or [Mtext/Text/Angle]: 同前

选择一直线，继续提示：

Select second line: 选择构成标注角度的另一直线。

Specify dimension arc line location or [Mtext/Text/Angle]: 同前

直接回车选择三点标注角度，提示：

Specify angle vertex: 选择角度顶点。

Specify first angle endpoint: 选择第一条边上的点。

Specify second angle endpoint: 选择第二条边上的点。

Specify dimension arc line location or [Mtext/Text/Angle]: 同前

2.8.5 坐标标注

〖功能〗 标注指定点的坐标。

〖命令启动〗 下拉菜单：Dimension\Ordinate

工具条：Dimension →

Command: dimord ↙

〖操作提示〗 输入命令后，提示：

Specify feature location: 选择标注点。

Specify leader endpoint or [Xdatum/Ydatum/Mtext/Text/Angle]: 确定指引线的终点，系统将根据该两点之间位置关系标注坐标。若两点的 X 坐标差大于 Y 坐标差，则标注该点的 Y 坐标；否则标注该点的 X 坐标。

Dimension text = 测量值。

⇨ X：标注 X 坐标。继续提示：

⇨ Y：标注 Y 坐标。

⇨ M、T、A：意义同前。

2.8.6 引线标注

（1）用 Leader 命令标注引线注释

〖命令启动〗 Command: lead ↙

〖操作提示〗 输入命令后，提示：

Specify leader start point: 输入指引线的起点。

Specify next point: 输入指引线的转折点。

Specify next point or [Annotation/Format/Undo] <Annotation>:继续输入指引线的转折点或选择其他项。

⇨ F：确定指引线的样式。执行选该选项，继续提示：

Enter leader format option [Spline/STraight/Arrow/None] <Exit>:

⇨ S：将指引线改为样条曲线。

⇨ ST：将指引线改为直线。

⇨ A：指引线起点处有箭头。

⇨ N：指引线起点处没有箭头。

<Exit>：直接回车，退出 Format，返回前一提示。

A：标注注释，直接回车，继续提示：

Enter first line of annotation text or <options>: 输入注释文本的第一行。

Enter next line of annotation text: 输入注释文本的下一行。或回车退出。

<options>: 直接回车，继续提示：

Enter an annotation option [Tolerance/Copy/Block/None/Mtext] <Mtext>:

⇨ C：拷贝某引线标注的注释，作为当前标注的注释。

⇨ B：插入一个块，作为该指引线的注释。

⇨ N：该指引线不标注注释，结束命令。

⇨ M：打开 MTEXT 文本编辑器，输入注释文本。

⇨ T：将形位公差作为指引线的注释。执行该项，弹出如图 2-46 所示的 Geometric Tolerance 对话框。

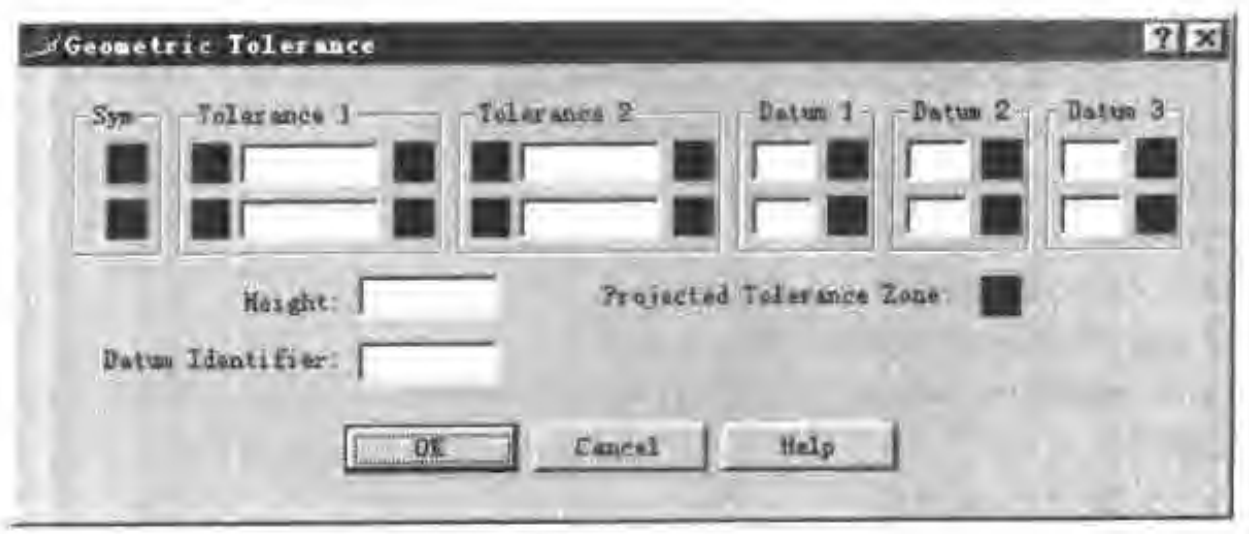


图 2-46　Geometric Tolerance 对话框

Sym：选取型为公差项目。

Tolerance：前端设置直径符号“ϕ”，中间设置形位公差值，后端设置形位公差的材料条件。

Datum：设置形位公差的基准。左端输入基准的字母，右端设置基准的材料条件。

（2）快速引线标注

〖命令启动〗　下拉菜单：Dimension\Leader

工具条：Dimension →

Command: le ↙

〖操作提示〗　输入命令后，提示：

Specify first leader point, or [Settings]<Settings>:输入引出标注的起始点或直接回车。

Specify next point: 输入指引线的另一点。

Specify text width <0>:输入注释文本的宽度。

Enter first line of annotation text <Mtext>:输入第一行注释文本或直接回车，打开 MTEXT 文本编辑器，输入注释文本采用。

Enter next line of annotation text:输入下一行文本或直接回车结束该命令。

⇨ Settings：输入“S”或直接回车。弹出如图 2-47 所示的 Leader Settings 对话框。

该对话框中有 annotation、Leader Line & Arrow 和 Attachment 三个标签，分别用于设置引线标注的注释、引线和箭头的类型、注释的标注位置。

图 2-47　Leader Settings 对话框

2.8.7　标注中心符号或中心线

〖命令启动〗　下拉菜单：Dimension\QDIM

工具条：Dimension →

Command: dimcenter ↙

〖操作提示〗　输入命令后，提示：

Select arc or circle：选择圆或圆弧。

标出的是中心符号还是中心线，由尺寸标注样式中设定。

2.8.8　快速尺寸标注

〖命令启动〗　下拉菜单：Dimension\QDIM

工具条：Dimension →

Command: qdim↙

〖操作提示〗　输入命令后，提示：

Select geometry to dimension：选取要标注的图形。

Select geometry to dimension：继续选取或直接回车表示结束选取。

Specify dimension line position, or [Continuous/Staggered /Baseline/ Ordinate/Radius/Diameter/datumPoint/Edit] <Continuous>：确定尺寸线的位置或选其他项。

⇨ C：连续标注。

⇨ S：分段尺寸标注，如图 2-48 所示。

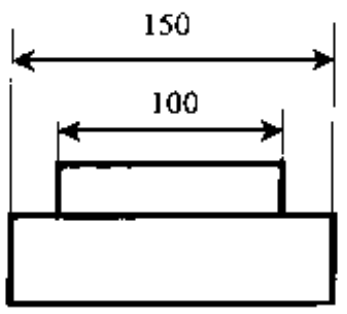


图 2-48　分段尺寸标注

⇨ B：基线标注。

⇨ O：坐标标注。

⇨ R：半径标注。

⇨ D：直径标注。

⇨ P：设置连续标注或基线标注的新基准点。

⇨ E：编辑一系列尺寸。选取该选项，继续提示：

Indicate dimension point to remove，or［Add / eXitl＜eXit＞：删除或增加标注点。若直接回车，则返回原提示。

2.8.9　尺寸标注样式的设置

〖功能〗　用对话框创建新的尺寸标注样式定义标注样式。

〖命令启动〗　下拉菜单：Dimension\Style…

工具条：Dimension →

Command: dimstyle ↙

〖操作提示〗　输入命令后，弹出如图 2-49 所示的 Dimension Style Manager 对话框。

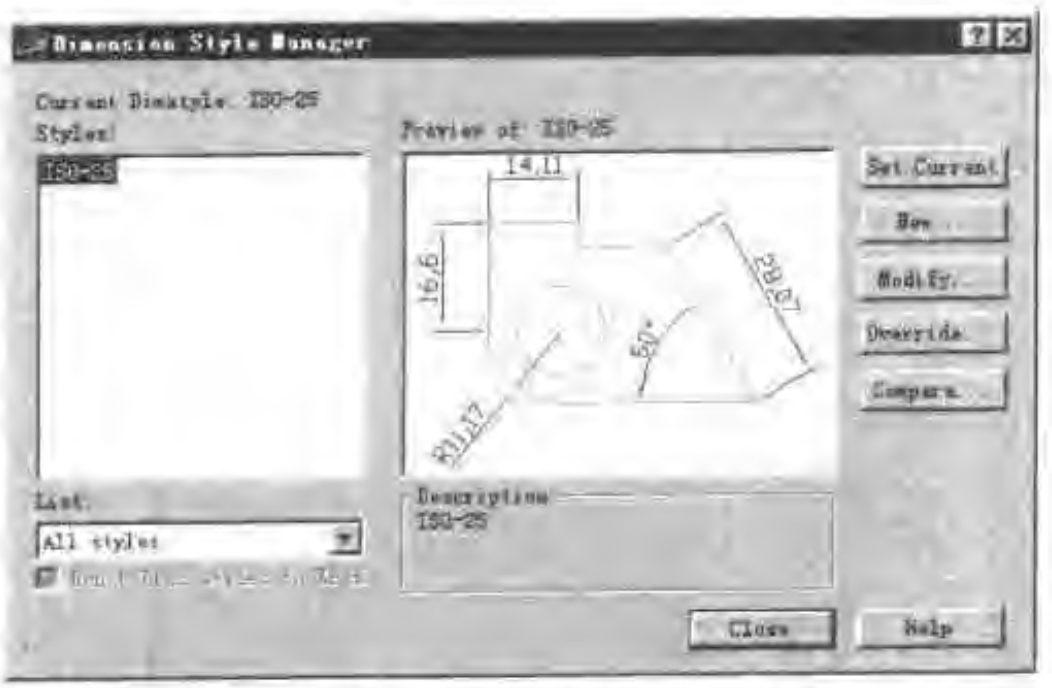


图 2-49　Dimension Style Manager 对话框

利用该对话框，用户可以形象、直观地设置尺寸变量，建立尺寸标注式样，但设置起来比较烦琐。

采用尺寸变量的方法设置相对比较简单，以下简要介绍尺寸变量的设置方法。

尺寸变量是用来确定组成尺寸的尺寸线、尺寸界线、尺寸值和尺寸箭头式样、大小、位置以及它们之间关系的变量。

AutoCAD 系统为用户提供了众多的尺寸变量，在“DIM：”的状态下，利用 STATUS 命令可以查阅所有尺寸变量及其当前值。

用户可以采用两种方法修改尺寸变量值。

① 在“Command:”状态下，键入尺寸变量名，回车，根据提示即可操作。

例如，用户如果希望修改 DIMASZ 的值，可以按下面的方式操作。

Command:DIMASZ✓

New value for DIMASZ<0.1800>: 0.25✓(键入修改值 0.25)

② 在“DIM：”状态下，键入尺寸变量名，回车操作同①。

以下介绍一些常用的尺寸变量及其含义。希望详细了解的读者，请参考其他资料。

a. DIMTAD　控制尺寸值的设置，当该变量值为 OFF 时，尺寸值写在尺寸线中间；其值为 ON 时，尺寸值写在尺寸线上方。

b. DIMTIH　控制尺寸值的排列方向，其值为 ON 时，尺寸值总是沿水平方向排列；其值为 OFF 时，排列方向与尺寸线方向相同。

c. DIMTOL　控制是否标注尺寸公差，有 ON、OFF 两值，为 ON 时，标注尺寸公差。

d. DIMTF　设置尺寸上偏差，初始值为零。

e. DIMTP　设置尺寸下偏差，初始值为零。

f. DIMASZ　设置尺寸箭头大小。

g. DIMTXT　设置尺寸文字字高。

h. DIMASO　控制是否为关联性尺寸标注，＝ON,关联；＝OFF,非关联。

i. DIMCLRD 设置尺寸线颜色。

j. DIMCLRT　设置尺寸界线颜色。

尺寸变量大约有 70 个左右，其余请参考附录的系统变量表。

2.9　图 形 输 出

〖功能〗　将绘制好的图形通过打印机、绘图仪等设备打印输出。

〖命令启动〗　下拉菜单：File\Plot…

标准工具条：　→

Command：plot ↙

〖操作提示〗　执行命令后，弹出如图 2-50 所示的 Plot 对话框的 Plot Settings 选项卡。

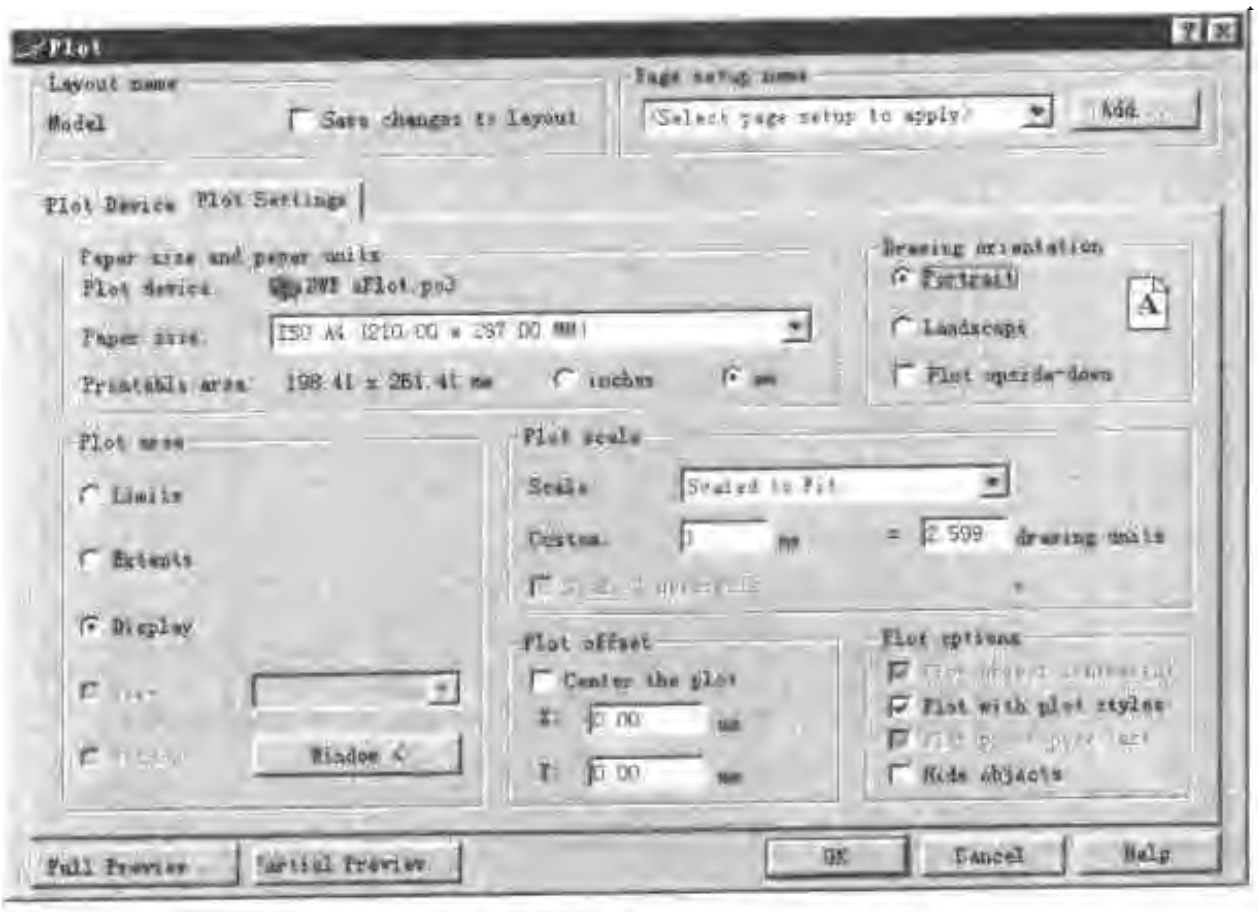


图 2-50　Plot 对话框的 Plot Settings 选项卡

① Paper size and paper units 区：设置纸张大小及单位。

⇨ Paper size 下拉文本框：列出各种图纸尺寸供选择。

⇨ inches、mm 单选框，分别表示设置为英寸、毫米单位。

② Drawing Orientation 区：设置图形方向。

⇨ Portrait 单选框：将图形纵向打印输出。

⇨ Landscape 单选框：将图形横向打印输出。

⇨ Plot upside-down 复选框：选中该框，将图形倒置后再打印输出。

③ Plot area 区：设置打印输出的区域。

⇨ Limits：利用绘图界限确定图形的打印输出区域。

⇨ Extents：将整个图形以最大尺寸输出。

⇨ Display：输出当前视窗内所显示的全部图形。

⇨ View 单选框及下拉文本框：打印输出以前曾用 View 命令定义过的视图。

⇨ Window：输出用 Window <按钮所确定的矩形窗口中的图形。

④ Plot scale 区：设置绘图比例。

⇨ Scale 下拉文本框：图形输出比例供选择。若选取“Scaled to Fit”，表示根据图纸的尺寸及图形的大小系统自动确定比例；若选取“Custom”，表示由用户通过下面的 Custom 文本框自定义比例。

⇨ Custom 文本框：自定义绘图输出比例。

选中 Scale lineweights 复选框：在图形打印输出时线宽按图形输出比例变化。

⑤ Plot offset 区：设置图形输出时的图形在图纸上的位置。

选中 Center the plot 复选框：图形居中打印。

⇨ X、Y 文本框：图形原点相对于绘图仪原点的位置坐标，用来调整图形在图纸上的位置。

⑥ Plot Options 区：设置绘图选项。

⇨ 选中 Plot object lineweight 复选框：按绘图时设置的实体线宽打印图形。该选项与下一个复选框只能选其一。

⇨ 选中 Plot with plot styles 复选框：通过打印样式来控制打印输出的效果。

⇨ 选中 Plot paperspace last 复选框：最后打印图纸空间。
⇨ Hide objects 复选框：用于三维图形输出，确定在图形输出时是否输出隐藏线。
Full Preview...按钮：完全预览。
Partial Preview...按钮：粗略预览。
如果配置了多个绘图仪或打印机，单击“Plot Device”选项卡，选择输出设备。

第 3 章　有关的 CAD 工程制图国家标准介绍

3.1　概　　述

CAD 工程制图是整个 CAD 技术中不可缺少的重要部分，是社会进步与科学技术不断发展的必然趋势，也是从繁重的手工制图劳动中解放劳动力、提高绘图速度和质量的卓有成效的必然途径。CAD 工程制图是长期科技发展的重要任务和关键技术，它已经引起社会各界的重视和各行业的应用。目前，随着 CAD 制图应用的深入，CAD 工程制图也不断向前发展，不断地趋向完整化、规格化，并逐步实现标准化。

（1）CAD 制图软件分类

CAD 制图软件大致可以分为三类。

① 国外引进的通用 CAD 辅助设计绘图软件，如 AutoCAD、CADKEY 等，以及在工作站或 32 位超级微机上运行的 IDEAS、CATIA、UGII 等 CAD 软件，这些软件均能生成机械、建筑、电气等方面的一般性图样。

② 引进国外大、中、小型计算机随机带来的专用绘图软件，这些软件通常是在一定的条件下使用来绘图的。

③ 国内开发的软件：通常是国内某些高校、公司参照国外相应 CAD 制图软件模式而开发的设计的软件。

这三类软件各有特点，其中前两类必须经过 CAD 二次开发，使其符合我国的 CAD 制图标准，加上自己所需要的内容，这两类软件可靠性强，实用起来也比较方便；对于第三类软件，由于我国 CAD 开发技术与国外相比的滞后，以及在设计与制作上所花费的工作量大，其可靠性不如前两类，但其在某些特定的领域实用性比前两类强，且同类 CAD 软件较前两类便宜。目前国内 CAD 软件在二维图形方面已经赶上或超过国外同类产品。但是在三维 CAD 软件开发方面与国外相比仍然存在较大差距。

（2）CAD 工程制图的方向与任务

① 积极采用有关的国际标准和国外先进的标准，使我国的 CAD 工程制图向着正确的方向发展，是我国的 CAD 工程制图标准化工作的工作重点。

② 扩大图形量，分别建立专业图形库：随着 CAD 工程制图的不断深入，扩大图形数量，分别建立通用和各专业的图形库，是 CAD 工程制图增加信息量、提高 CAD 工程制图质量和水平的一个重要环节，当然这需要国家比较权威的部门或各行业主管部门的大量深入细致的工作。

③ 提高图形库与 CAD 工程制图软件的接口技术，满足各种类型的 CAD 工程制图的需要。目前上述各专业的图形库自成一类，独立存在；应将各专业图库制作成统一的格式，它将可以和当前流行的 CAD 软件相接，使图形库充分发挥作用，以满足各种 CAD 专业制图的需要，它也是今后工作中较为关键的技术。

④ 充分发挥 CAD 工程制图的作用，使 CAD/CAM 与 CAD 工作一体化。

3.2　CAD 工程制图术语及图样的种类

① 工程图样　根据投影原理、标准或有关规定，表示工程对象的形状、大小和结构，并有技术说明的图。

② CAD 工程图样　在工程上用计算机辅助设计后所绘制的图样。

③ 图形符号　由图形或图形与数字、文字组成的表示事物或概念的特定符号。

④ 产品技术文件用图形符号　由几何线条图形或它们和字符组成的一种视觉符号，用来表达对象的功能或表明制造、施工、检验和安装的特点表示。

⑤ 草图　以目测估计图形与实物的比例、按一定画法要求徒手（或部分使用绘图仪器）绘制的图。

⑥ 原图　经审核、认可后，可以作为原稿的图。

⑦ 底图　根据原图制成的可供复制的图。

⑧ 复制图　由底图或原图复制成的图。

⑨ 方案图　概要表示工程项目或产品的设计意图的图样。

⑩ 设计图　在工程项目或产品进行构形和计算过程中所绘制的图样。

⑪ 工作图　在产品生产过程中使用的图样。

⑫ 施工图　表示施工对象的全部尺寸、用料、结构、构造及施工要求，用于指导施工的图样。

⑬ 总布置图　表示特定区域的地形和所有建(构)筑物等布局以及邻近情况的平面图样。

⑭ 总图　表示产品总体结构和基本性能的图样。

⑮ 外形图　表示产品外形轮廓的图样。

⑯ 安装图　表示设备、构件等安装要求的图样。

⑰ 零件图　表示零件结构、大小及技术要求的图样。

⑱ 表格图　用图形和表格表示结构相同而参数、尺寸、技术要求不尽相同的产品的图样。

⑲ 施工总平面图　在初步设计总平面图的基础上，根据各工种的管线布置、道路设计、各管线的平面布置和竖向设计而绘出的图样。主要表达建筑物以及情况，外部形状以及装修、构造、施工要求等的图样。

⑳ 结构施工图　主要表示结构的布置情况、构件类型、大小以及构造等的图样。

㉑ 框图　用线框、连线和字符，表示系统中各组成部分的基本作用及相互关系的简图。

㉒ 逻辑图　主要用二进制逻辑单元图形符号所绘制的简图。

㉓ 电路图　又称电原理图，它是用图形符号并按工作顺序排列，详细地表示电路、设备或成套装置的全部基本组成和连接关系，而不考虑其位置的一种简图。

㉔ 流程图　表示生产工程事物各个环节进行顺序的简图。

㉕ 表图　用点、线、图形和必要的变量数值，表示事物状态或过程的图。

3.3　CAD 工程制图的基本要求

CAD 工程制图的基本要求主要是图纸的选用、比例的选用、字体的选用、图线的选用等内容。它们都是需要在绘制工程图之前需要确定的。

（1）图纸幅面

用计算机绘制 CAD 图形时，应该配置相应的图纸幅面、标题栏、代号栏、附加栏等内容，装配图或安装图上一般还应配合明细表内容。图纸幅面与格式在 GB/T 14689—1993《技术制图　图纸幅面和格式》中有较为详细的规定。

① 图纸幅面形式如图 3-1，基本尺寸见表 3-1。

② CAD 工程图可以根据实际情况和需要，设置以下内容。

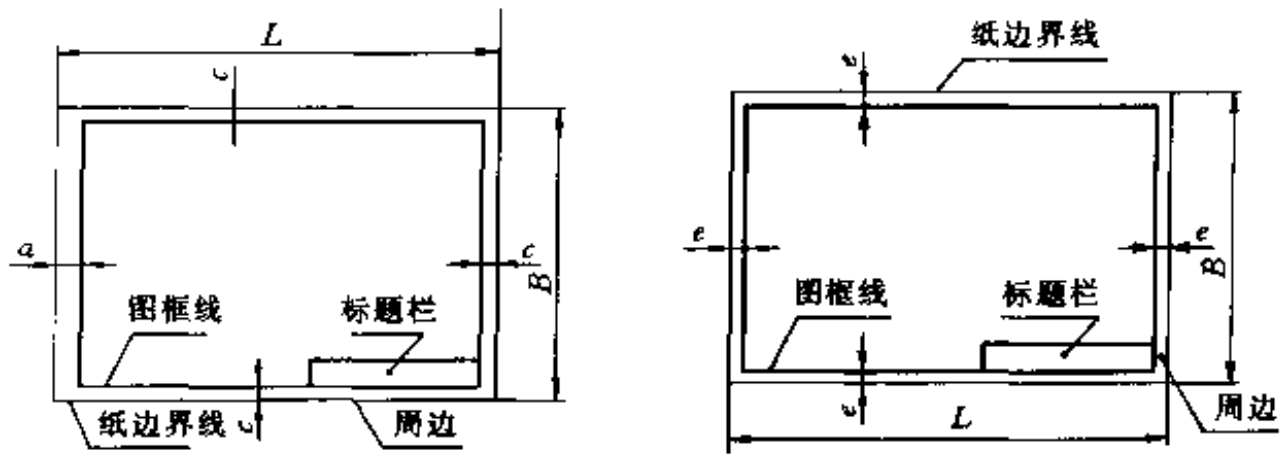
a. 方向符号，用来确定 CAD 工程图视读方向，如图 3-2 所示。

b. 剪切符号，用于对 CAD 工程图的裁剪定位，如图 3-3 所示。

c. 米制参考分度，用于对图纸比例尺寸提供参考，如图 3-4 所示。

d. 对中符号，用于对 CAD 图纸的方位起到对中作用，如图 3-5 所示。

③ 标准中要求对复杂图形的 CAD 装配图一般应设置图符分区，其分区形式如图 3-5 所示。图符分区主要用于对图纸上存放的图形、尺寸、结构、说明等内容起到查找准确、定位方便的作用。



(a) 带有装订边的图纸幅面　　(b) 不带装订边的图纸幅面

图 3-1

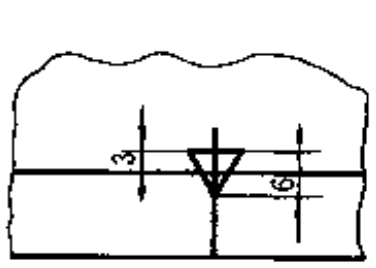
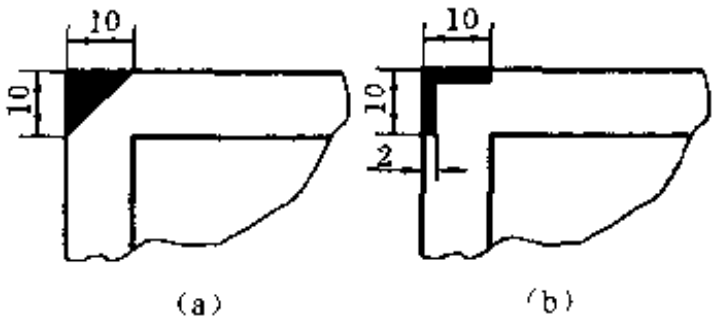


图 3-2



(a)　　(b)

图 3-3

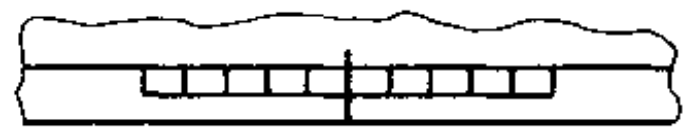
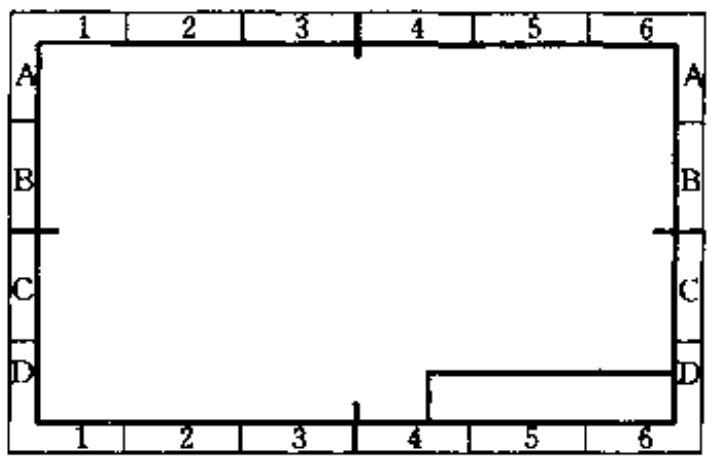


图 3-4



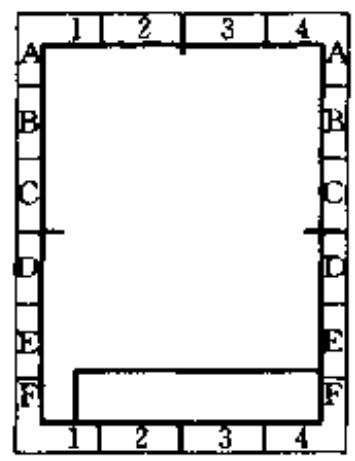


图 3-5

表 3-1

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B\times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

注：在CAD绘图中对图纸有加长加宽的要求时，应按基本幅面的短边（B）成整数倍增加。

（2）比例

CAD图中所采用的比例应符合GB/T 14690—1993的有关规定，具体见表3-2，必要的时候也可以选择表3-3中的比例。

表 3-2

种　　类	比　　例		
原值比例	1∶1		
放大比例	5∶1 5×10^n∶1	2∶1 2×10^n∶1	1×10^n∶1
缩小比例	1∶2 1∶2×10^n	1∶5 1∶5×10^n	1∶10 1∶1×10^n

注：n为整数。

表 3-3

种　类	比　例				
放大比例	4∶1 4×10^n∶1	2.5∶1 2.5×10^n∶1			
缩小比例	1∶1.5 1∶2.5×10^n	1∶2.5 1∶2.5×10^n	1∶3 1∶3×10^n	1∶4 1∶4×10^n	1∶6 1∶6×10^n

（3）字体

CAD 图中的字体应按 GB/T 13362.4—1992 的有关规定，做到字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀，并要求采用长仿宋体矢量字体。代号、符号要符合有关标准规定。

① 字　一般要以斜体输出。

② 小数点　输出时，应占一个字位，并位于中间靠下处。

③ 字母　一般也以斜体输出。

④ 汉字　输出时一般采用正体，并采用国家正式公布的简化汉字方案。

⑤ 标点符号　应按其含义正确使用，除省略号、破折号为两个字位外，其余均为一个字位。

⑥ 字体与图纸幅面间的关系　请参照表 3-4 选取。

表 3-4　　单位：mm

图幅 / 字体 h	A0	A1	A2	A3	A4
汉字	7	7	5	5	5
字母与数字	5	5	3.5	3.5	3.5

注：h=汉字、字母和数字的高度。

⑦ 字体的最小字（词）距、行距，间隔线、基准线与书写字体间的最小距离　参照表 3-5 所示规定。

表 3-5　　单位：mm

字　体	最小距离	
汉字	字距	1.5
	行距	2
	间隔线或基准线与汉字的间距	1
拉丁字母、阿拉伯数字、希腊字母、罗马数字	字符	0.5
	词距	1.5
	行距	1
	间隔线或基准线与字母、数字的间距	1

注：当汉字与字母、数字混合使用时，字体的最小字距、行距等应根据汉字的规定使用。

⑧ CAD 工程图中所用的字体　一般是长仿宋体。但技术文件中的标题、封面等内容也可以采用其他字体，其具体选用请参照表 3-6 规定。

表 3-6

汉字字型	国家标准号	形文件名	应用范围
长仿宋体	GB/T 13362.4～13362.5—1992	HZCF.*	图中标注及说明的汉字、标题栏、明细栏等
单线宋体	GB/T 13844—1992	HZDX.*	大标题、小标题、图册封面、目录清单、标题栏中设计单位名称、图样名称、工程名称、地形图等
宋体	GB/T 13845—1992	HZST.*	
仿宋体	GB/T 13846—1992	HZFS.*	
楷体	GB/T 13847—1992	HZKT.*	
黑体	GB/T 13848—1992	HZHT.*	

（4）图线

图线包括图线的基本线型和基本线型的变形。在 GB/T 17450 · 1998《技术制图　图线》的新标准中有详细的规定，它在原有的旧标准基础上增加了一些新的线型。

① 图线的基本线型　如表 3-7 所示。

表 3-7

代　码	基　本　线　型	名　　称
01		实线
02		虚线
03		间隔画线
04		单点长画线
05		双点长画线
06		三点长画线
07		点线
08		长画短画线
09		长画双点画线
10		点画线
11		单点双画线
12		双点画线
13		双点双画线
14		三点画线
15		三点双画线

② 基本图线的变形　如表 3-8 所示。

表 3-8

基本线型的变形	名　　称	基本线型的变形	名　　称
	规则波浪连续线		规则锯齿连续线
	规则螺旋连续线		波浪线

注：本表仅包括表 5-7 中 No 01 基本线型的变形，No 02～15 可用同样方法的变形表示。

③ 基本图线的颜色　CAD 工程图在计算机上的图线一般应该按照表 3-9 中提供的颜色显示。相同类型的图线应采用同样的颜色。

表 3-9

图线类型		屏幕上的颜色	图线类型		屏幕上的颜色
粗实线		绿色	虚线		黄色
细实线		白色	细点画线		红色
波浪线			粗点细线		棕色
双折线			双点画线		粉红色

（5）剖面符号

在绘制工程图时，各种剖面符号的类型比较多，CAD 工程制图中的剖面符号的基本形式如表 3-10 所示。各个行业还应该特制定各自行业的剖面图案。

（6）标题栏

标题栏在 GB/T 10609.1—1989《技术制图　标题栏》中有详细的规定，标题栏在 CAD 图中的方位及其形式可以参考推荐使用的图 3-6 式样。《CAD 工程制图规则》中只提供了基本样式。每张 CAD 工程图均应配置标题栏，且标题栏应配置在图框的右下角。

表 3-10

剖面区域的式样	名　　称	剖面区域的式样	名　　称
	金属材料/普通砖		非金属材料（除普通砖外）
	固体材料		混凝土
	液体材料		木质件
	气体材料		透明材料

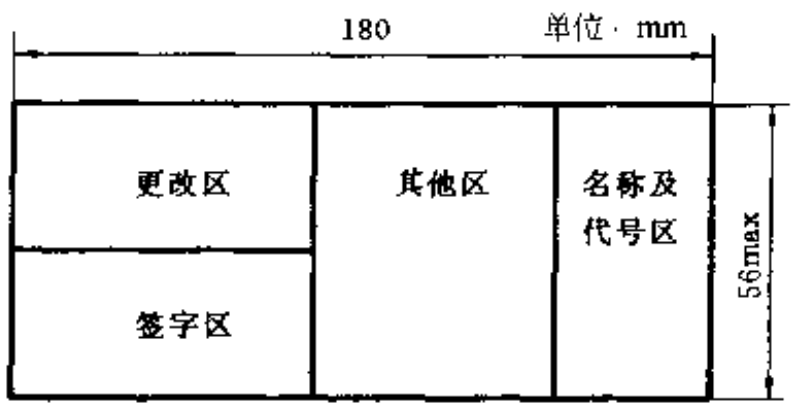


图 3-6

CAD 图形中的标题栏格式，如名称及代号区、标记区、更改区、签字区等形式与尺寸如图 3-7，格式中的内容可以根据具体情况允许做出适当的修改。

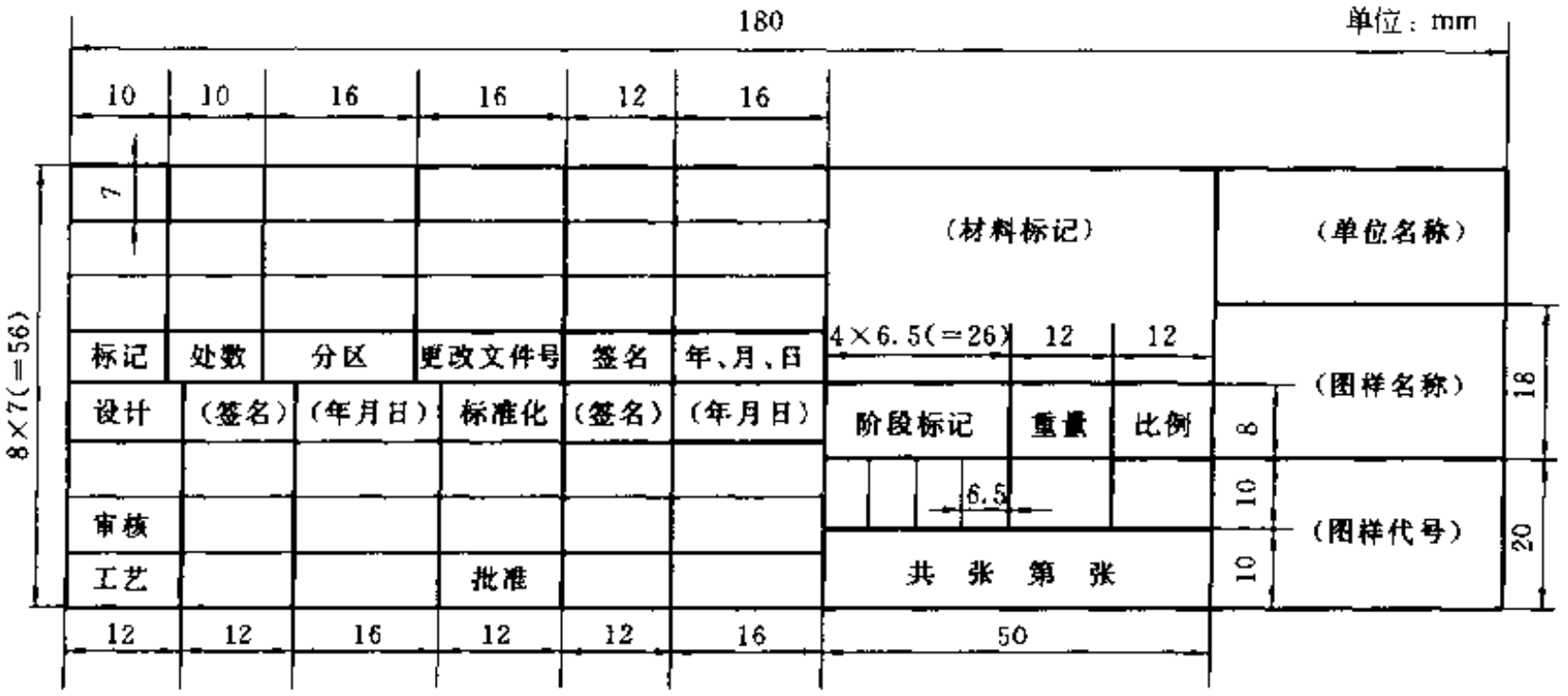


图 3-7

（7）明细栏

CAD 的装配图或工程设计施工图中一般应该配置明细栏，栏中的项目及内容可以根据具体情况适当调整，明细栏一般配置在 CAD 的装配图或工程设计图中标题栏的上方，如图 3-8 所示。而 CAD 的装配图或工程设计图中明细栏的形式及尺寸如图 3-9 所示。如果在装配图或工程设计图中不能配置明细栏时，明细栏可以作为其续页，用 A 4 幅面图纸给出。

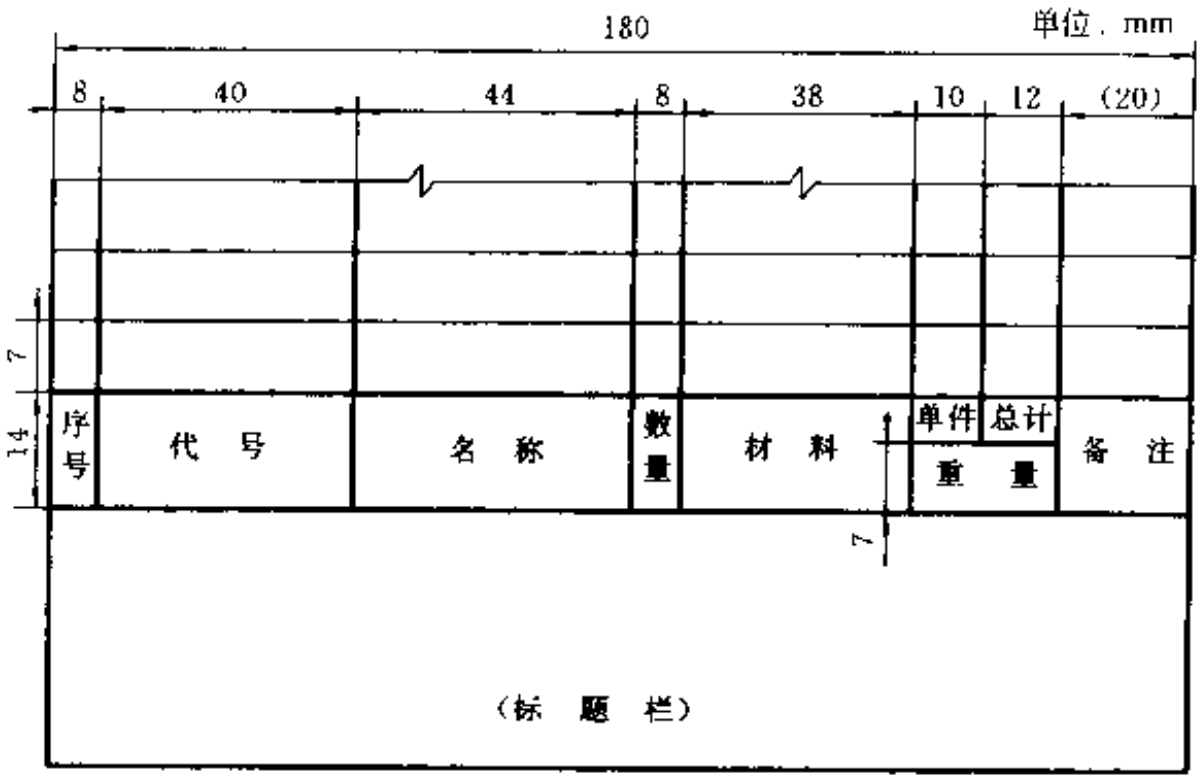


图 3-8

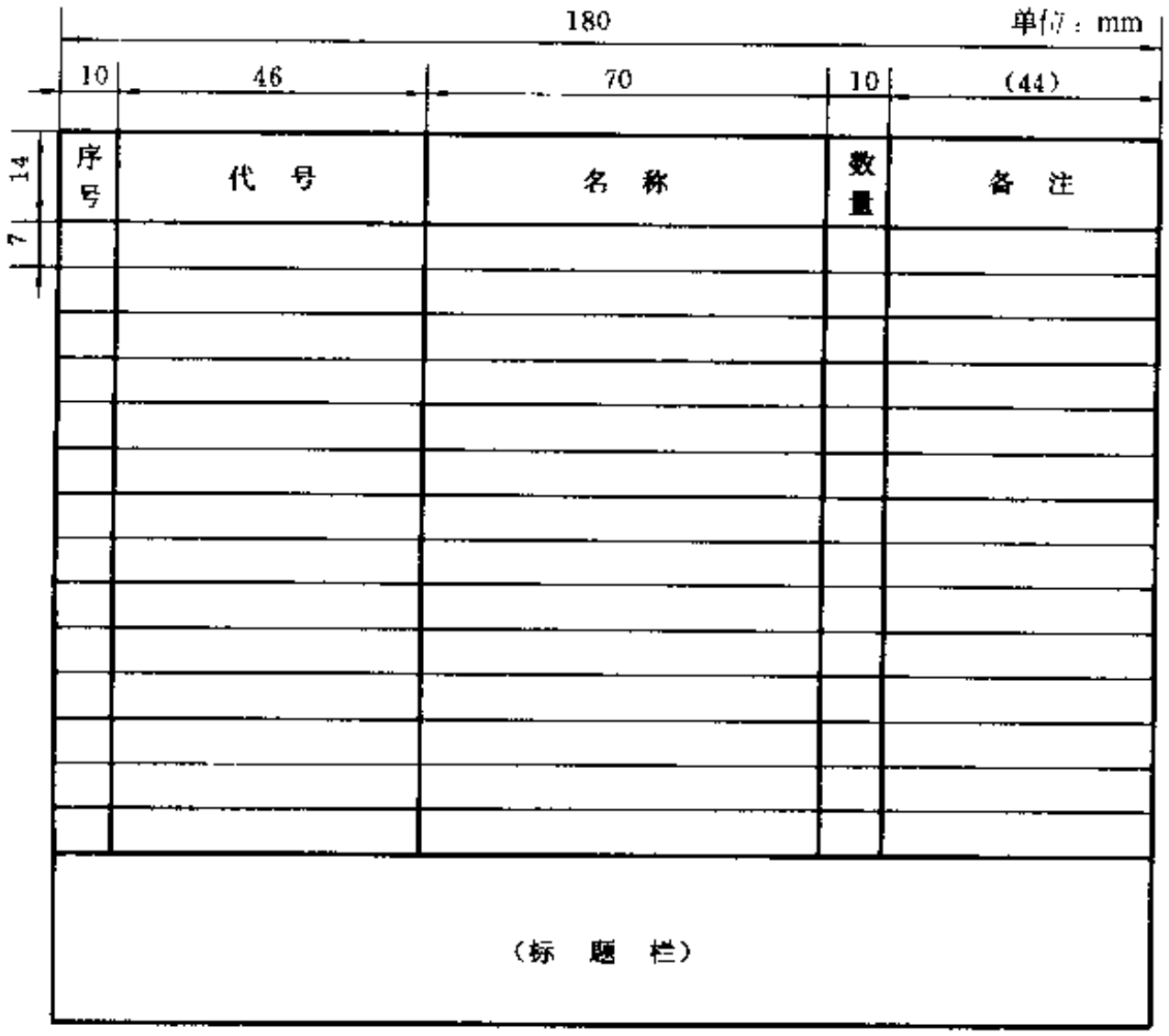


图 3-9

（8）代号栏

代号栏一般配置在图样的左上角。代号栏中的图样代号和存储代号要与标题栏中的图样代号和存储代号相一致。代号栏中的文字要与 CAD 图中的标题栏中的文字成 180 度。

（9）附加栏

附加栏通常设置在图框外、剪裁线内，通常由“借（通）用件登记、旧底图总号、底图总号、签字、日期”等项目组成。

（10）存储代号

存储代号的编制有一定的规则，该规则在【CAD 通用技术规范】或【CAD 文件管理和

CAD 光盘存档】书中有详细的介绍。它在 CAD 图的标题栏中应该配置在名称及代号区中代号的下方，而在 CAD 产品装配图或工程设计施工图等的明细栏中应配置在代号栏中代号的后面或下面。

3.4 CAD 工程图的基本画法

绘制 CAD 工程图的基本画法在 GB/T 17451—1998《技术制图　图样画法　视图》、GB/T 17452—1998《技术制图　图样画法　剖视图和断面图》的图样画法中有详细的规定，在制图时应该遵循以下原则：

① 在绘制 CAD 图时，首先应考虑看图的方便，根据产品结构特点选用适当的表达方法，在完整、清晰地表达产品各部分形状尺寸的前提下，力求制图简便。

② CAD 图的视图、剖视、剖面（截面）局部放大图以及简化画法应按照各行业有关规定配置或绘制。

③ 视图的选择，按照一般规律，表示物体信息量最多的那个视图应该作为主视图，通常是物体的工作、加工、安装位置，当需要其他视图时，应该按照下述基本原则选取：(a)在明确表示物体的前提下，使数量为最小；(b)尽量避免使用虚线表达物体的轮廓及棱线；(c)避免不必要的细节重复。

3.5 CAD 工程图的尺寸标注

在对 CAD 图进行尺寸标注时应遵守以下原则。

① 在 CAD 图中尺寸大小应以图上所标注的尺寸数值为依据，与图形大小及绘图的准确程度无关。

② CAD 图中，包括技术要求及其他说明的尺寸，以（mm）毫米为单位时，不需要标注计量单位的代号或名称。

③ CAD 图中所标注的尺寸，为该图所示产品的最后完工尺寸或位工程设计某阶段完成后的尺寸，否则应该辅以另外的说明。

④ CAD 图中的每一尺寸，一般只标注一次，并应标注在反应该结构最清晰的图形上。

⑤ CAD 图中的数字，尺寸线和尺寸界线应按照各行业规定有关标准或规定绘制。

⑥ CAD 图中的标注尺寸的符号，如Φ、R、S 等也应按照各行业规定有关标准或规定绘制。

⑦ CAD 图中的尺寸的简化标注方法应按照各行业规定有关标准或规定绘制。

⑧ 箭头

CAD 图中的箭头绘制应该按照具体要求，并根据图 3-10 所示规定绘制。同一张图样中一般只采用一种尺寸线终端形式，当采用箭头位置不够时，可以采用圆点、短斜线代替箭头。如图 3-11 所示。

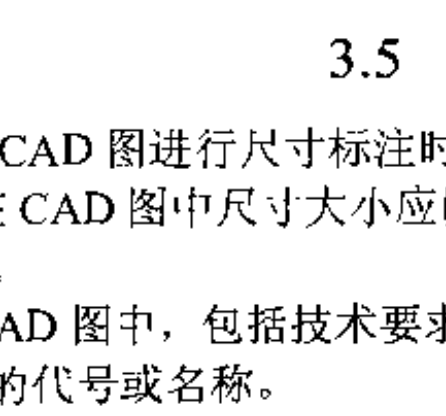


图 3-10

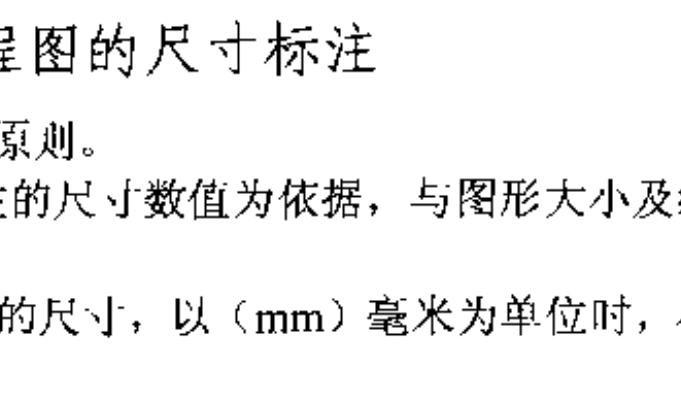


图 3-11

⑨ CAD 工程图中的尺寸数字、尺寸线、尺寸界线应按照有关标准进行标注。在不引起误解的前提下，CAD 工程制图也允许采用简化标注形式，这在 GB/T 16675.2—1996《技术制图　简化表示法第 2 部分：尺寸注法》中有详细的规定，可以参考执行。

3.6 CAD 工程图管理

（1）CAD 工程图管理的一般要求

采用计算机辅助设计技术编制设计文件一般应注意以下要求：

① 在编制 CAD 文件时，应该正确地反映该产品或工程项目的有关要求，使得加工或施工人员能够比较清楚、详细地了解 CAD 文件所表达的意图。

② 在编制 CAD 文件时，应该正确贯彻国家、行业的有关标准，并将最新的标准反映到 CAD 文件当中，确保标准在贯彻实施中的正确性、统一性、协调性。

③ 在 CAD 文件中的计量单位，应符合 GB 3100—1993 等有关标准的规定，正确使用量与单位的有关代号、符号。

④ 提供 CAD 设计文件所使用的各种工程数据库、图形符号库、标准件库等应该符合现行标准的相关规定。这样 CAD 文件中所管理的各种工程数据、图形、文字才具有现实意义。

⑤ 同一代号的 CAD 文件所使用的字型与字体应该协调一致，以保证其 CAD 文件的外观美观、和谐。

⑥ 必要时允许 CAD 文件与常规设计的图样和设计文件同时存在，特别是刚刚开展 CAD 文件管理的单位，由于技术人员的 CAD 软件操作水平、设备、管理上的条件所限，往往需要两种方式并存的办法解决 CAD 文件的丢失及感染病毒或其他不可预计的情况。

（2）图层管理

CAD 工程图图层的管理方法可以参考表 3-11 的要求。

表 3-11

层 号	描　　述	图　　例	线型（按 GB/T 4457.4）
01	粗实线 剖切面的粗剖切线		A
02	细实线 细波浪线 细折断线		B C D
03	粗虚线		E
04	细虚线		F
05	细点画线 剖切面的剖切线		G

（3）文件管理

CAD 文件方面的管理可以参考 GB/T 17825—1999 系列标准中的有关规定，该国家标准对 CAD 图及其相关文件的形成过程、中间的相关管理都给出了规定，可以参考使用。

3.7 设置符合工程制图国家标准的绘图模板

（1）建立模板的重要意义

随着工程 CAD 技术的飞速发展，掌握了基本绘图命令后的工程技术人员不满足于现状，而是不断设法提高绘图效率。AutoCAD2000 软件是通用、实用的计算机辅助制图及设计的软件，它为工程技术人员提供了无比的优越性，可以对软件本身进行多种二次开发功能，其中制作符合专业要求的模板图就是其中的一项内容。当用户有许多常用的、固定的格式需要在 CAD 图中体现，在 AutoCAD2000 软件中并不用每次都从头到尾做一遍，而是通过模板图的设置，将这些常用格式固化在模板图中，以后每次开始一张新图时，只需花费几秒钟时间将模板图复制一份到其中，即可完成相应的重复设置工作。大大提高了设计效率。

（2）创建模板图的步骤

下面以 AutoCAD2000 软件为例来说明创建模板图的方法和步骤：

① 选择初始模板　我国的国家制图标准有很多方面与国际制图标准接近，但并不完全相同，在 AutoCAD 2000 软件中提供的现成模板图中，Acadiso.dwt 国际标准公制模板最接近我国的制图标准的规定。在其基础上，进行适当的修改后存盘，就可以作为我国的工程制图标准模板图。以下叙述其步骤。

a. 启动 AutoCAD 2000 软件。

b. 在启动对话框中左键使用模板 Template 按钮，选择 Acadiso.dwt 名称，即打开了该模板图。

② 图层设置　系统缺省设置只有一个 0 层，只有一种连续线型，需要根据国标要求设置新的图层和线型。其设置原则是每一层具有不同的颜色、线型，选择不同的图层时，即可完成不同线型、颜色的切换，可使图样清晰、美观，符合标准。图层、线型、颜色可按国标规定对应图幅选取。新建的常用图层是中心线层、细实线层、粗实线层、虚线层、尺寸线层、文字层、图框和标题栏层等。颜色设置可以设置为红、黄、蓝、天蓝、绿、白、粉等。在粗实线层设置线宽为 0.7mm 绘制粗实线，打开 LWT 线宽显示按钮即可显示粗细不同的对比效果，便于校对。图框和标题栏可以在 0 层绘制，国标规定的其他线型，如果不常用可以不设置，如果需要时，可以临时设置，并选择合适的层名、线型、颜色即可。

图框、标题栏绘制，在 0 层上按照国标尺寸绘制某种图幅，绘制标题栏，由于标题栏对所有图幅来说，可能是一致的，因此可以将其制作成图块，在以后的模板图制作中可以随时插入、调用。

③ 文字式样设定　在 Acadiso.dwt 模板图中，缺省的字体名称为 txt.shx，它不符合我国的国标要求，此时应采用文字字体设置命令 style 进行设置，键入该命令后，出现对话框，在对话框中 Style Name 框中可以设置有意义的指针名称，如汉字仿宋 HZFS、汉字宋体 HZST 等，在字体 Font Name 下拉框中应该选择仿宋体、宋体等国标推荐的字体，注意宽高比例系数应设置为 0.75 左右，其余选项视具体情况设置；对于西文字体的设置，可以选择 gdt.shx 字体文件，但是需要注意的是西文字体在同样的字高时，写出来要比汉字字高小，大约小 17% 左右，所以如果需要二者字高统一，则写字时应该注意选择不同的字高值。国家标准规定根据不同的图幅所设置的字高不同，A0、A1 幅面图纸取 5 号字，A2、A3、A4 幅面取 3.5 号字。字体设置完毕后，将标题栏的标题文字填写清楚。

④ 尺寸标注样式设定　键入 ddim 或 dimstyle 命令即可进入尺寸标注设置对话框，当前的标注式样为 ISO-25，其中的大部分项目并不适合我国的标注情况。左键 New...钮，进入设置新尺寸标注对话框，再左键 Continue 按钮，此时出现了尺寸设置主对话框，在此对话框中有 6 个选项卡，在直线与箭头选项卡中，将随块改为随层，尺寸界线超出尺寸线的距离设定为 3mm，轮廓线与尺寸线的距离根据具体情况设定，如果绘制的是零件图，该举例应该为 0，否则应视具体情况决定。在文字选项卡中，文字颜色也设为随层，文字对齐方式改为 ISO 标准。在主单位选项卡中，精度设置为 0.000，小数分割符号改为“.”；在公差选项卡中，视具体情况，设置为“极限偏差”或“无”状态。6 个选项卡分别设置完毕，OK 钮返回，此时角度、直径、半径等设置还不能符合要求，需在此基础上继续设置，这时左键 New...钮，将出现的对话框中面对所有尺寸改为面对角度尺寸，再左键 Continue 按钮，又出现了主对话框，再对 6 个选项卡的角度分别进行设置，如此重复下去，按照国标要求分别设置直径、半径等内容后，最后建立了副本 ISO-25 尺寸标注样式，左键最初对话框的 OK 按钮完成尺寸标注设置。这种设置相对国内 CAD 软件来说麻烦了一些，但是如果工程技术人员希望标注各种不同的尺寸，这种设置是相当有必要的，它的好处是灵活多变。

⑤ 打印样式的设定　在绘制的图纸完成以后，往往需要将其使用打印机、绘图机绘制出来，国标规定，A0、A1 幅面图纸的粗实线线宽应为 1mm，细实线线宽应为 0.35mm，A2、A3、A4 幅面图纸粗实线线宽为 0.7mm，细实线线宽应为 0.25mm，由于给图层设置了各种颜色，而打印时需要按黑色出图，所以需要建立打印样式表，并设置在模板图中，首先键入 plot 命令，屏幕上出现打印样式对话框，左键 Plot Device 选项卡，在 Plot style table 下拉框中选

择 monochrome.ctb 选项，即为单色打印，设置完成后保存并返回，激活打印对话框，将用户出图样式表设为当前，其出图样式即被保存到当前模板图中。以后只要用此模板，就不用再次设置打印样式，直接出图即可。

⑥ 保存模板　模板做好后，即可在 AutoCAD2000 软件中存盘，注意一定要以 DWT 格式存盘，保存后的模板图它放置的位置应该在 Template 子目录下，它的上面应该只有图框和标题栏，而没有其他任何图形，在它的上面有满足国标设置的图层、线型、尺寸标注式样、文字字体式样等初始设置环境。

⑦ 模板图的应用　绘制新的工程图时，在启动和创建新图形对话框中，应该选择应用模板按钮，此时左键合适的模板图名称，左键 OK 钮，即进入带有模板图的新图之中，细心的读者可能发现，此时新图的名称是类似 Drawing 1 的名称，而不是模板图的名称。这样每个模板图都可以反复使用。

3.8　图形符号的绘制

在绘制 CAD 工程图的图形符号时，应该按照 GB/T 16900~16903—1997《图形符号表示规则》中的规定绘制。其中技术文件用图形符号的绘制模型如图 3-12 所示；设备用图形符号绘制模型图如图 3-13 和表 3-12 所示。

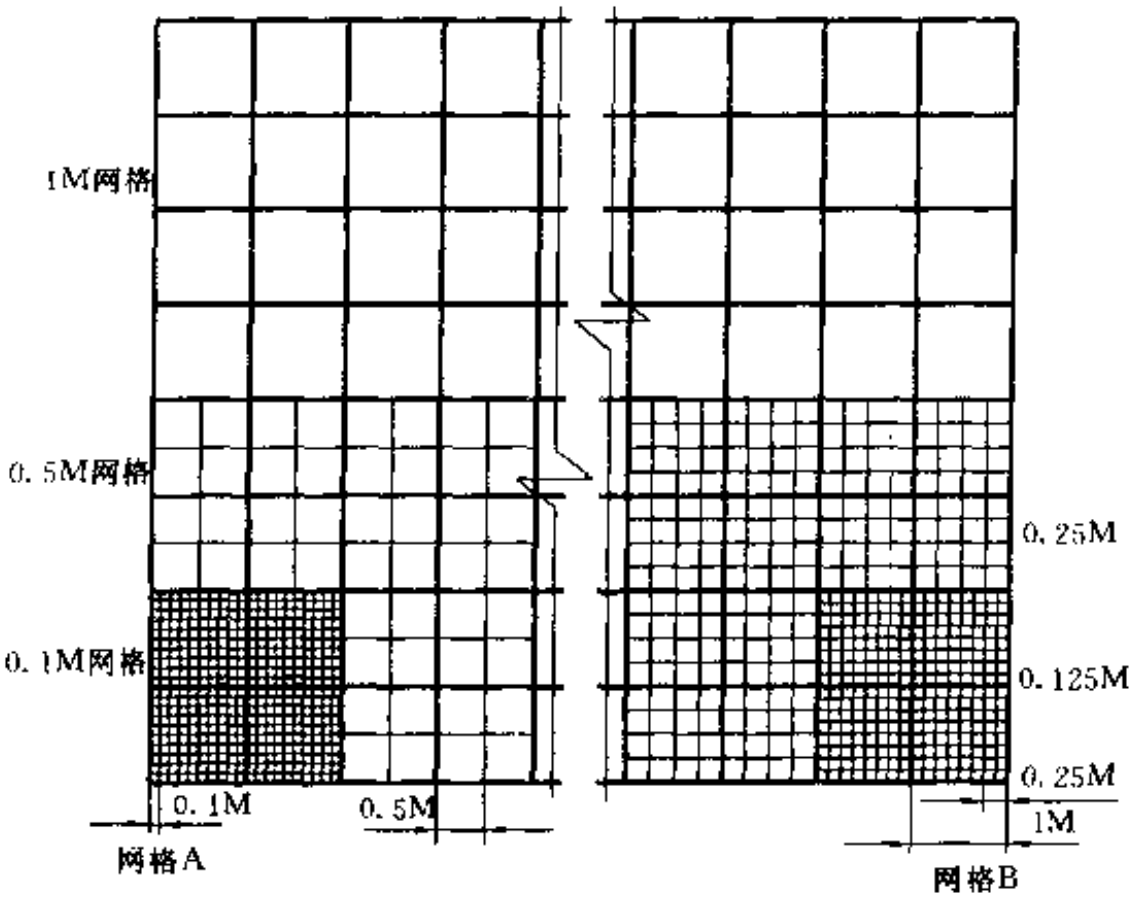


图 3-12

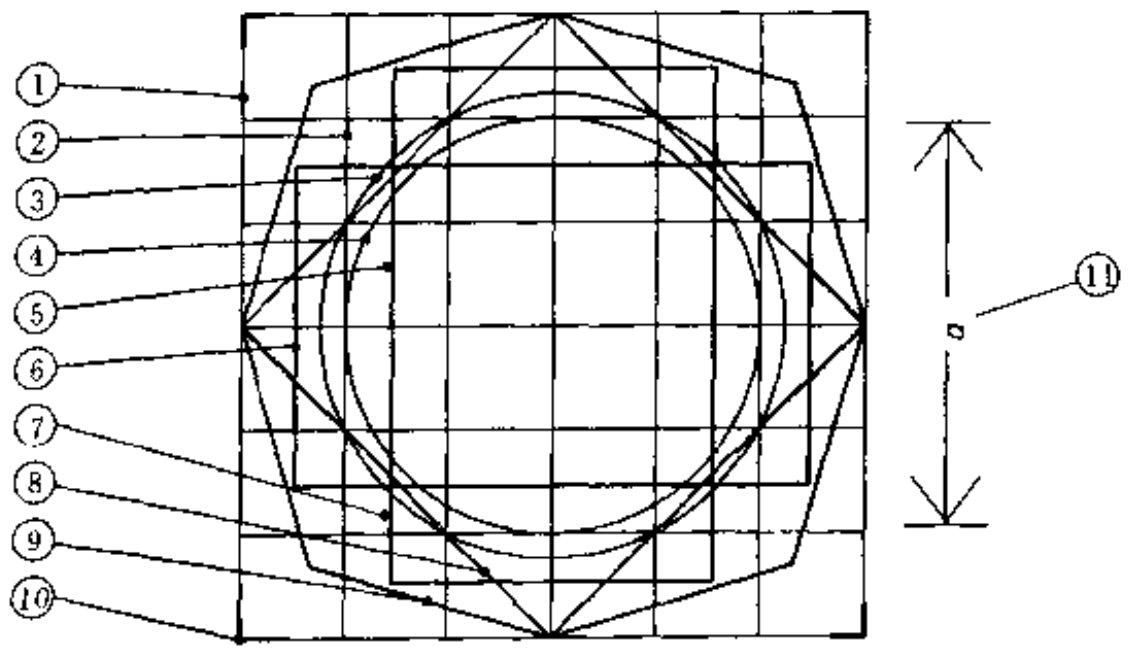


图 3-13

表 3-12

标号	说　　明
1	边长 75mm 的正方形坐标网格，网格线间距为 12.5mm
2	边长 50mm 的基本正方形，该尺寸等于符号原图的名义尺寸
3	直径 56.6mm 的基本圆，与基本正方形 2 具有近似的面积
4	直径 50mm 的圆，是基本正方形 2 的内接圆
5	边长 40mm 的正方形，它内接于基本圆 3
6,7	两个与基本正方形 2 具有相同表面积，宽为 40mm 的矩形。它们相互垂直，每一个矩形穿过基本正方形 2 的对边，且与其对称
8	正方形 1 各边中点的连线所形成的正方形，它构成基本图形最大水平和垂直尺寸
9	由与正方形 8 的边线成 30° 角的线段形成的不规则八边形
10	位于基本图形四角的角标（见 GB/T 16902.1—1997　6.3 条）
11	名义尺寸 a=50mm（见 GB/T 16902.1—1997　6.3 条）

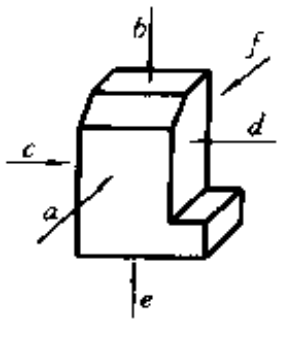
3.9 投　影　法

投影法中一般有正投影、轴测投影、透视投影三种，一般工程制图中采用正投影。

（1）正投影法

CAD 工程图中，表示一个物体有 6 个基本方向，相应的 6 个基本投影平面分别垂直于 6 个基本投影方向。通过投影所得到的视图及其名称如表 3-13 所示。物体在基本面上的投影称为基本视图。

表 3-13

	透影方向		视图名称
	方向代号	方向	
	A	自前方投影	主视图或正立面图
	B	自上方投影	俯视图或平面图
	C	自左方投影	左视图或左侧立面图
	D	自右方投影	右视图或右侧立面图
	E	自下方投影	仰视图或底面图
	F	自后方投影	后视图或背立面图

（2）第一角画法

将物体置于第一分角内，即物体处于观察者与投影面之间进行投影的方法称为第一角投影。将其按规定展开投影面，如图 3-14 所示，各视图之间的配置关系如图 3-15 所示。

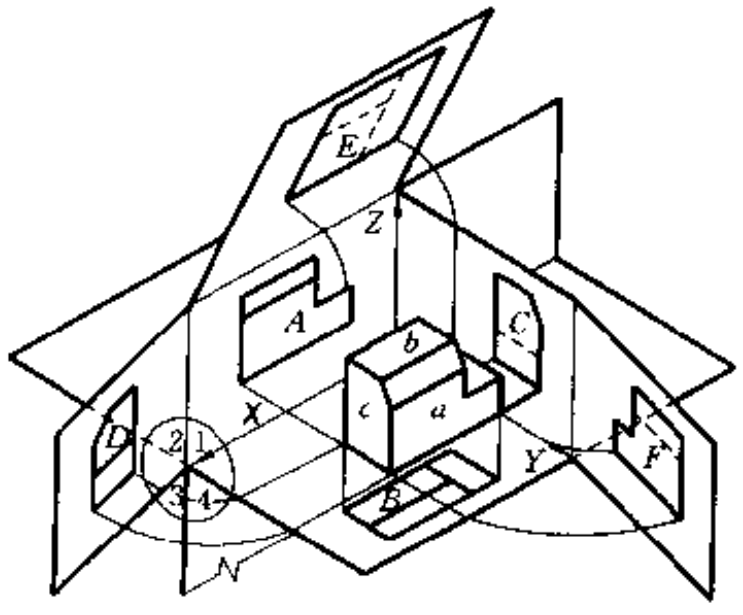


图 3-14

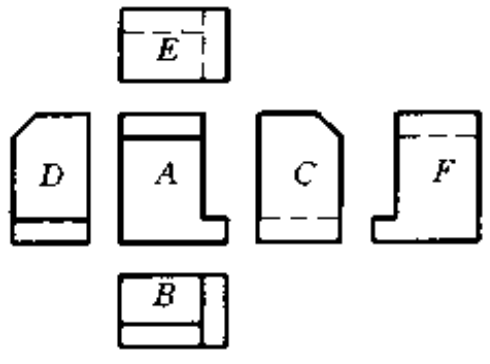
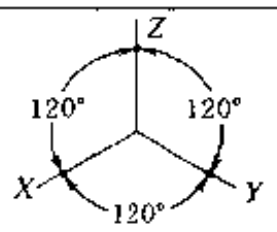
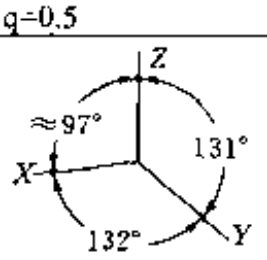
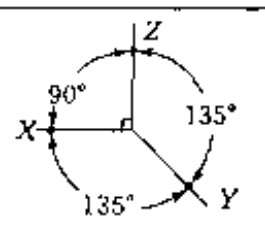
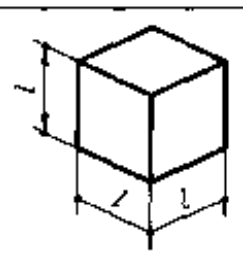
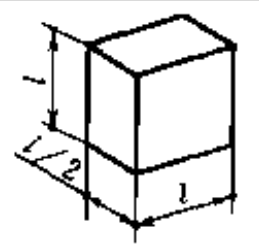
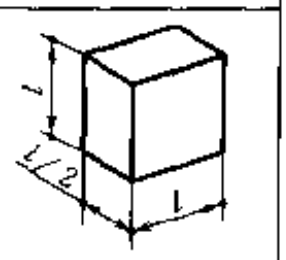


图 3-15

（3）轴测投影

轴测投影是将物体连同其参考直角坐标系，沿着不平行于任一坐标面的方向，用平行投影法将其投影到单一投影面上所得到的具有立体感的图形，常用的轴测投影见表 3-14 所示。

表 3-14

		正轴测投影			斜轴测投影		
特性		投影线与轴测投影面垂直			投影线与轴测投影面倾斜		
轴测类型		等测投影	二测投影	三测投影	等测投影	二测投影	三测投影
简称		正等测	正二测	正三测	斜等测	斜二测	斜三测
应用举例	伸缩系数	$p_1=q_1=r_1=0.82$	$p_1=r_1=0.94$ $q_1=\frac{p_1}{2}=0.47$	视具体要求选用	视具体要求选用	$p_1=r_1=1$ $q_1=0.5$	视具体要求选用
	简化系数	$p=q=r=1$	$p=r=1$ $q=0.5$			无	
	轴间角						
	例图						

注：轴向伸缩系数之比值，即 $p:q:r$ 应采用简单的数值以便于作图。

（4）透视投影

透视投影是用中心投影法将物体透射到单一投影面上所得到的具有立体感的图形。根据画面对物体的长宽高三组主方向棱线的相对关系（平行、垂直、倾斜），透视图分为一点、二点、三点透视，具体选用应根据不同的要求。

3.10 给水排水制图标准

（1）一般规定

给水排水专业制图，通常采用的线型应该符合表 3-15 所示。

表 3-15 线型

名称	线型	线宽	一般用途
粗实线		b	新建各种给水排水管道线
中实线		0.5b	给水排水设备、构件的可见轮廓线；厂区（小区）给水排水管道图中新建建筑物、构筑物的可见轮廓线；原有给水排水的管道线
细实线		0.35b	平、剖面图中被剖切的建筑构造（包括构配件）的可见轮廓线；厂区（小区）给水排水管道图中原有建筑物、构筑物的可见轮廓线；尺寸线、尺寸界线、局部放大部分的范围线、引出线、标高符号线、较小图形的中心线
粗虚线		b	新建各种给水排水管道线
中虚线		0.5b	给水排水设备、构件的不可见轮廓线；厂区（小区）给水排水管道图中新建建筑物、构筑物的不可见轮廓线，原有给水排水管道线
细虚线		0.35b	平、剖面图中被剖切的建筑构造（包括构配件）的不可见轮廓线厂区（小区）给水排水管道图中原有建筑物、构筑物的可见轮廓线
细点划线		0.35b	中心线、定位轴线
折断线		0.35b	断开界线
波浪线		0.35b	断开界线

① 线宽 b 应根据图样的比例和类别选用不同的值，$b=0.4\sim1.2$mm。

（2）比例

给水排水专业制图所选用的比例应该与表 3-16 相符。

表 3-16　比例

名　称	比　　例	名　称	比　　例
区域规划图	1∶50000、1∶10000、1∶5000、1∶2000	泵房平剖面图	1∶100、1∶60、1∶50、1∶40、1∶30
区域位置图	1∶10000、1∶5000、1∶2000、1∶1000	室内给水排水平面图	1∶300、1∶200、1∶100、1∶50
厂区(小区)平面图	1∶2000、1∶1000、1∶500、1∶200	给水排水系统图	1∶200、1∶100、1∶50
管道纵断面图	横向 1∶1000、1∶500、纵向 1∶200、1∶100		或不按比例
水处理厂(站)平面图	1∶1000、1∶500、1∶200、1∶100	设备加工图	1∶100、1∶50、1∶40、1∶30
水处理流程图	无比例		1∶20、1∶10、1∶2、1∶1
水处理高程图	无比例	部件、零件详图	1∶50、1∶40、1∶30、1∶20、1∶10
水处理构筑物平剖面图	1∶60、1∶50、1∶40、1∶30、1∶10		1∶5、1∶3、1∶2、1∶1、2∶1

（3）标高

标高应该以 m 为单位，应注写到小数点后三位，在总平面图及相应的厂区、小区给水排水图中可以注写到小数点后两位。

沟道、管道应注明起止点、转角点、连接点、变坡点、交叉点的标高，沟道应该标注沟内底标高；压力管道宜标注管中心标高，室内外重力管道宜标注管内底标高；必要时，室内架空重力管道可以标注管中心高，但图中应加以说明。

室内管道应注明相对标高；室外管道应注明绝对标高，当没有绝对标高资料时，可标注相对标高，但应与总图保持一致。

标高的标注方法应符合下列规定：平面图、系统图中，管道标高应该按照图 3-16 的方式标注，剖面图中，管道标高应该按照图 3-17 的方式标注；平面图中，沟道标高应按图 3-18 的形式标注。

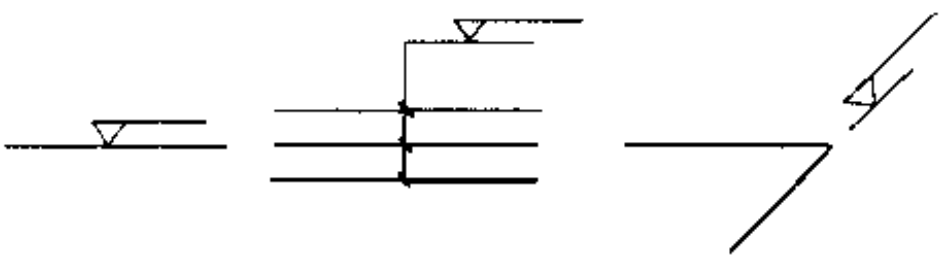


图 3-16　平面图、系统图中，管道标高标注法

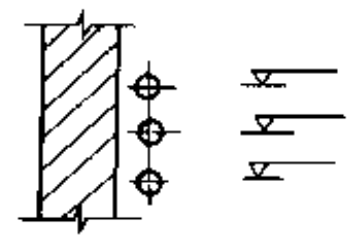


图 3-17　剖面图中管道标高标注法

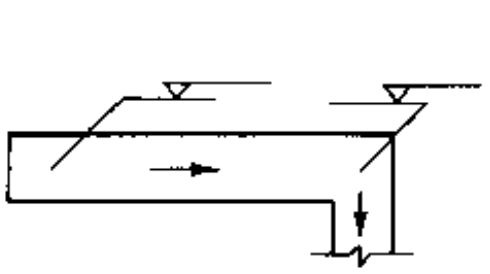
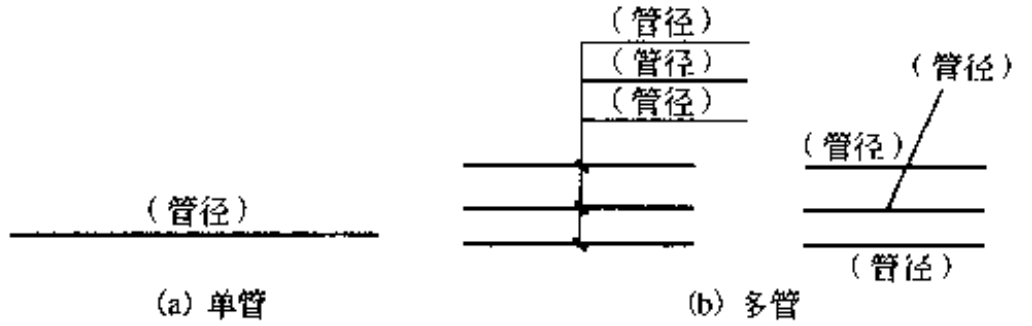


图 3-18　平面图中沟道标高标注法



(a) 单管　　(b) 多管

图 3-19　管径标注法

（4）管径

管径尺寸应以 mm 为单位，按图 3-19 方式标注低压流体输送用镀锌焊接钢管、不镀锌焊接钢管、铸铁管、硬聚氯乙烯管、聚丙烯管等，管径应以公称直径 DN 表示，如 DN50。耐酸陶瓷管、混凝土管、钢筋混凝土管、陶土管（瓦缸管）等，管径应该以内径表示，如 d400。焊接钢管、无缝钢管等，管径应以外经×壁厚表示，如 D120×4。

（5）编号

当建筑物的给水排水进出口数量多于一个时，宜用阿拉伯数字编号，如图 3-20 所示。

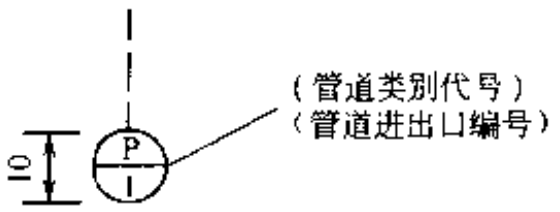


图 3-20　给水排水进出口编号表示法

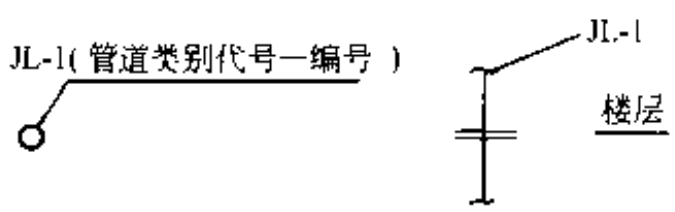


图 3-21　立管编号表示法

建筑物内穿过一层及多于一层的立管，其数量多于一个时，也应该用阿拉伯数字编号，并按照图 3-21 的形式标注。

给水排水附属构筑物，包括阀门井、检查井、水表井、化粪池等多于一个时，也应编号，宜用构筑物代号后加阿拉伯数字表示，构筑物代号应采用汉语拼音字头。给水阀门井、排水检查井的编号顺序，应采取从水源到用户、从上游到下游、先干管后支管的形式表达。

（6）图例

包括管道及附件图例、管道连接图例、阀门图例、卫生器具及水池图例、设备及仪表图例等 5 种，其图例表达形式如表 3-17、表 3-18、表 3-19、表 3-20、表 3-21 所示。

表 3-17　管道及附件图例

序号	名　称	图　例	说　明	序号	名　称	图　例	说　明
1	管道		用于一张图内只有一种管道	18	拆除管		
		J P	用汉语拼音字头表示管道类别	19	地沟管		
			用图例表示管道类别	20	防护套管		
2	交叉管		指管道交叉不连接，在下方和后面的管道应断开	21	管道立管	XL　XL	X 为管道类别代号
3	三通连接			22	排水明沟		
4	四通连接			23	排水暗沟		
5	流向			24	弯折管		表示管道向后弯 90°
6	坡向			25	弯折管		表示管道向前弯 90°
7	套管伸缩器			26	存水弯		
8	菱形伸缩器			27	检查口		
9	弧形伸缩器			28	清扫口		
10	方形伸缩器			29	通气帽		
11	防水套管			30	雨水斗	YD	
12	软管			31	排水漏斗		
13	可挠曲橡胶接头			32	圆形地漏		
14	管道固定支架			33	方形地漏		
15	管道滑动支架			34	自动冲洗水箱		
16	保温管		也适用于防结露管	35	阀门套筒		
17	多孔管			36	挡墩		

表 3-18　管道连接图例

序号	名　称	图　　例	序号	名　称	图　　例
1	法兰连接		10	喇叭口	
2	承插连接		11	转动接头	
3	螺纹连接		12	管接头	
4	活接头		13	弯管	
5	管堵		14	正三通	
6	法兰堵盖		15	斜三通	
7	偏心异径管		16	正四通	
8	异径管		17	斜四通	
9	乙字管				

表 3-19　阀门图例

序号	名　称	图　　例	说　明	序号	名　称	图　　例	说　明
1	阀门		用于一张图内只有一种阀门	21	消声止回阀		
2	角阀			22	蝶阀		
3	三通阀			23	弹簧安全阀		
4	四通阀			24	平衡锤安全阀		
5	闸阀			25	自动排气阀		
6	截止阀			26	浮球阀		
7	电动阀	M		27	延时自闭冲洗阀		
8	液动阀			28	放水龙头		
9	气动阀			29	皮带龙头		
10	减压阀			30	洒水龙头		
11	旋塞阀			31	化验龙头		
12	底阀			32	肘式开关		
13	球阀			33	脚踏开关		
14	隔膜阀			34	室外消火栓		
15	气开隔膜阀			35	室内消火栓(单口)		
16	气闭隔膜阀			36	室内消火栓(双口)		
17	温度调节阀			37	水泵接合器		
18	压力调节阀			38	消防喷头(开式)		
19	电磁阀	M		39	消防喷头(闭式)		
20	止回阀			40	消防报警阀		

表 3-20　卫生器具及水池图例

序号	名　称	图　例	说　明	序号	名　称	图　例	说　明
1	水盆水池		用一张图内只有一种水盆或水池	16	淋浴喷头		
2	洗脸盆			17	矩形化粪池	HC	HC 为化粪池代号
3	立式洗脸盆			18	圆形化粪池	HC	
4	浴盆			19	除油池	YC	YC 为除油池代号
5	化验盆、洗涤盆			20	沉淀池	CC	CC 为沉淀池代号
6	带篦洗涤盆			21	降温池	JC	JC 为降温池代号
7	盥洗槽			22	中和池	ZC	ZC 为中和池代号
8	污水池			23	雨水口		
9	妇女卫生盆			24	阀门井、检查井		
10	立式小便器			25	放气井		
11	挂式小便器			26	泄水井		
12	蹲式大便器			27	水封井		
13	坐式大便器			28	跌水井		
14	小便槽			29	水表井		本图例与流量计相同
15	饮水器						

表 3-21　设备及仪表图例

序号	名　称	图　例	说　明	序号	名　称	图　例	说　明
1	泵		用于一张图内只有一种泵	13	水锤消除器		
2	离心水泵			14	浮球液位器		
3	真空泵			15	搅拌器	M	
4	手摇泵			16	温度计		
5	定量泵			17	水流指示器		
6	管道泵			18	压力表		
7	热交换器			19	自动记录压力表		
8	水-水热交换器			20	电接点压力表		
9	开水器			21	流量计		
10	喷射器			22	自动记录流量计		
11	磁水器			23	转子流量计		
12	过滤器			24	减压孔板		

（7）图样画法

① 厂区或小区给水排水平面图的画法应该符合下列规定：建筑物、构筑物及各种管道的位置总图专业的总平面图、管线综合图一致；图上应注明管道类别、坐标、控制尺寸、节点编号及建筑物、构筑物的管道进出口位置，如图 3-22 所示；当不绘制给水排水管道纵断面图时，图上应将各种管道的管径、坡度、管道长度、标高等标注清楚。

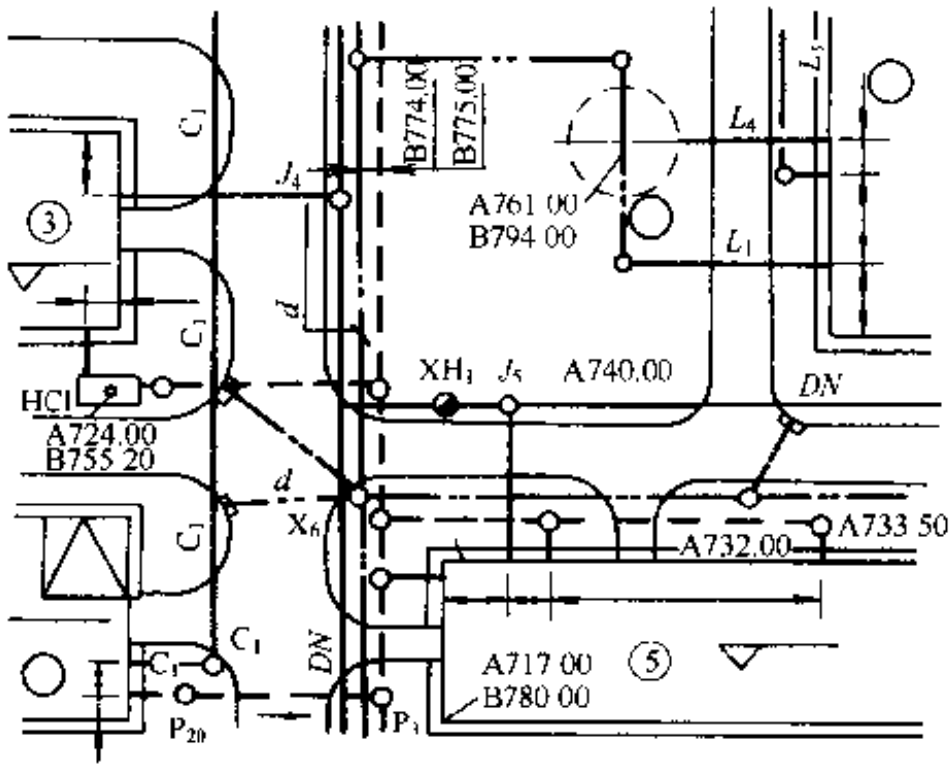


图 3-22　厂区给水排水平面图画法示例

② 高程图应表示给水排水系统内各构筑物之间的联系，并标注其控制标高，如图 3-23 所示。

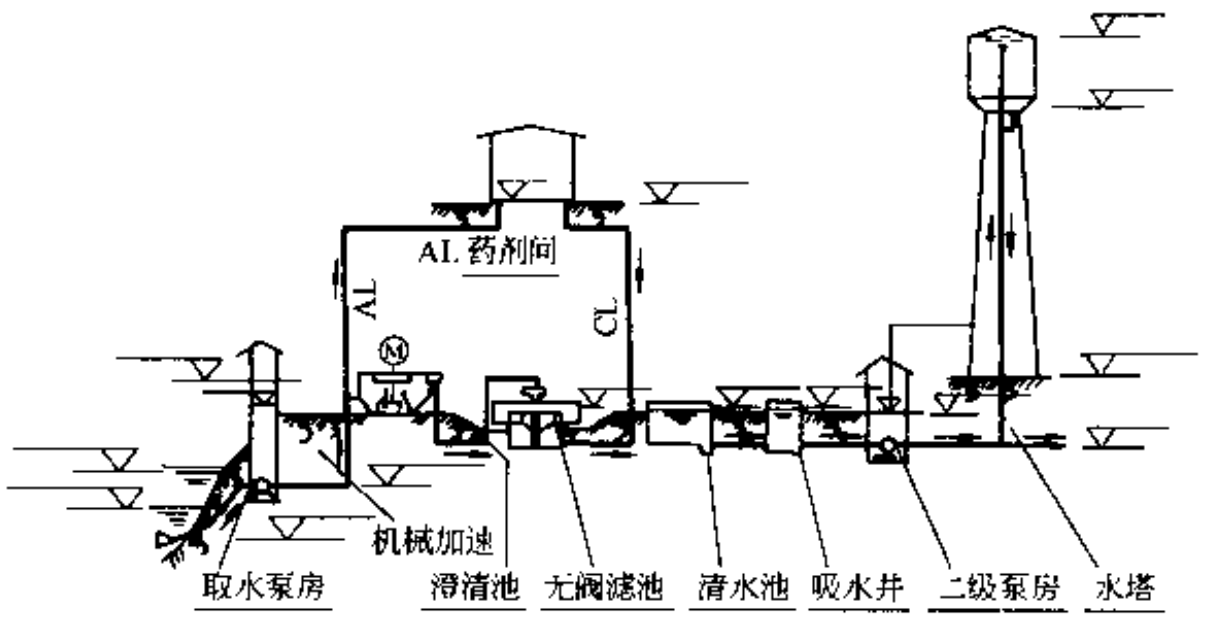
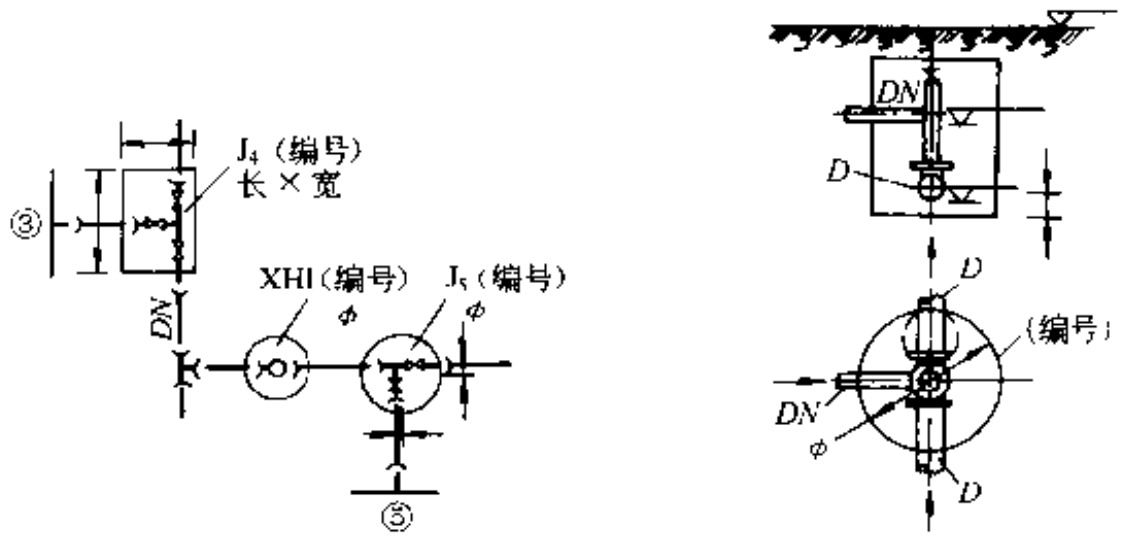


图 3-23　取水、净水高程图画法示例



(a) 给水管道　　(b) 软化水回水管道

图 3-24　管道节点图画法示例

③ 管道节点图可不按比例绘制，但节点的平面位置与厂区或小区管道平面图应一致，如图 3-24(a)所示。在封闭循环回水管道节点图中，检查井宜用半、剖面图表示，当管道连接高差比较大时，宜用双线表示，如图 3-24(b)所示。

④ 给水排水管道纵断面图中，应标注地面线、道路、铁路、排水沟、河谷、建筑物、构筑物的编号及与管道相关的各种地下管道、地沟、电缆沟等的相对距离和各自的标高。一般压力管道宜用单粗实线绘制，如图 3-25 所示。重力管道宜用双粗实线绘制，如图 3-26 所示。

⑤ 室内给水排水平面图应按直接正投影法绘制，建筑物轮廓线应与建筑专业一致。必要时可将安装于下层空间而为本层使用的管道绘制在本层平面图上。如图 3-27 所示。

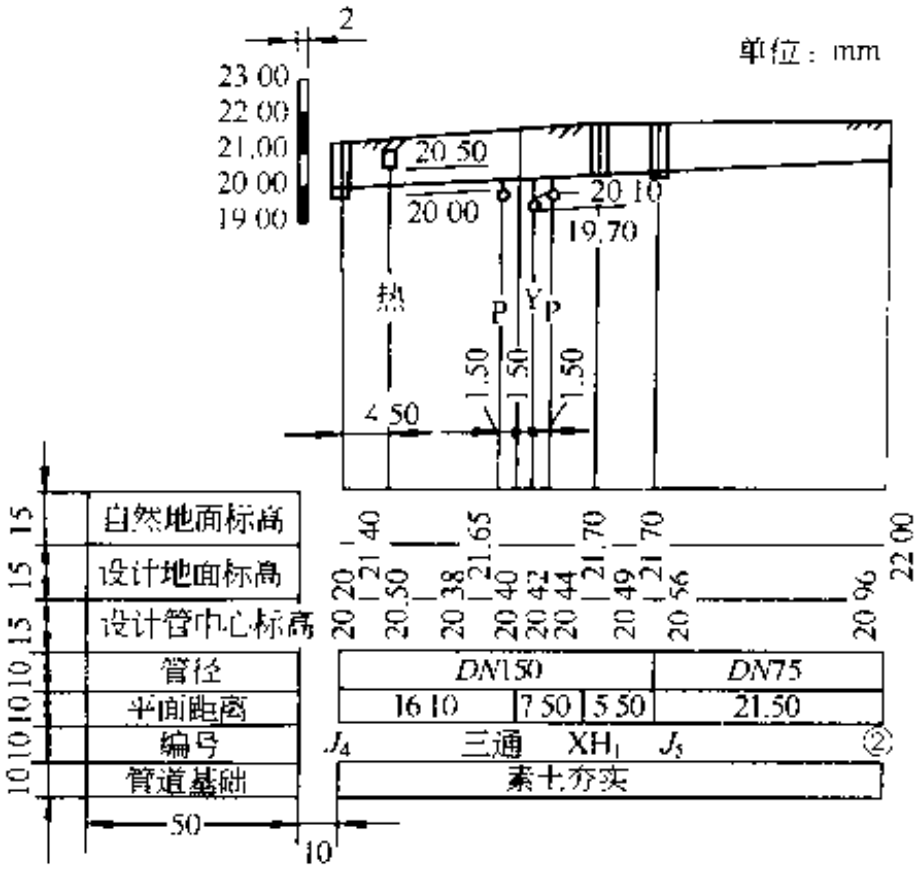


图 3-25　给水管道纵断面图画法示例

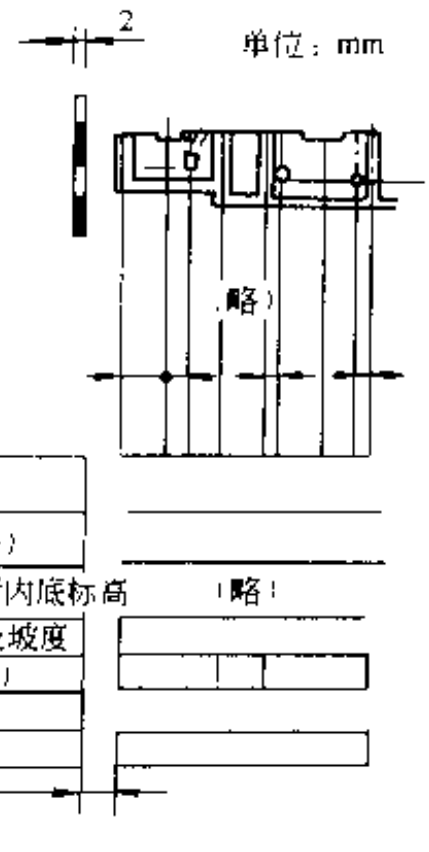


图 3-26　排水管道纵断面图画法示例

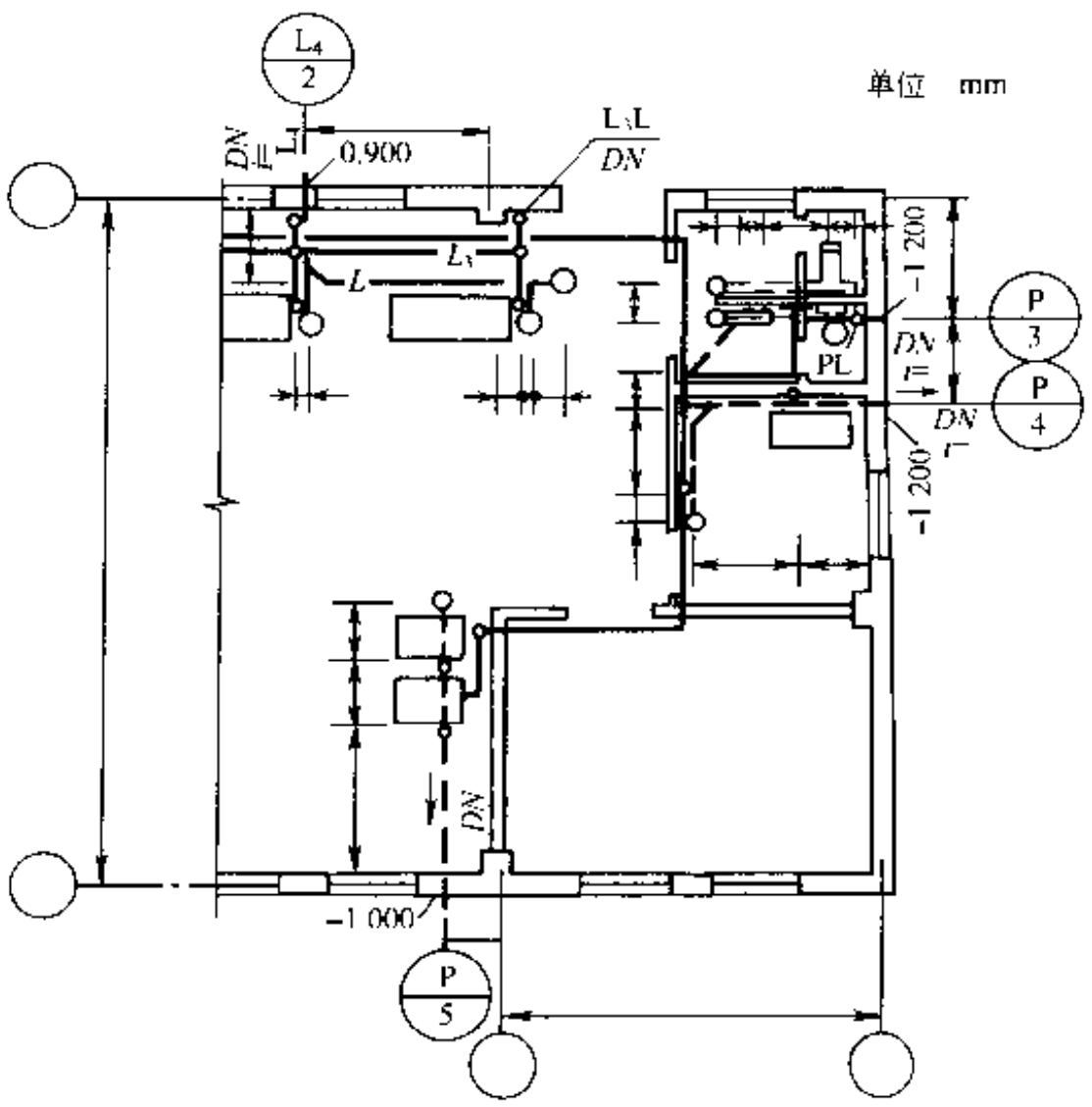


图 3-27　室内给水排水平面图画法示例

⑥ 屋面雨水平面图应标明雨水斗位置和每个雨水斗的集水面积。如图 3-28 所示。

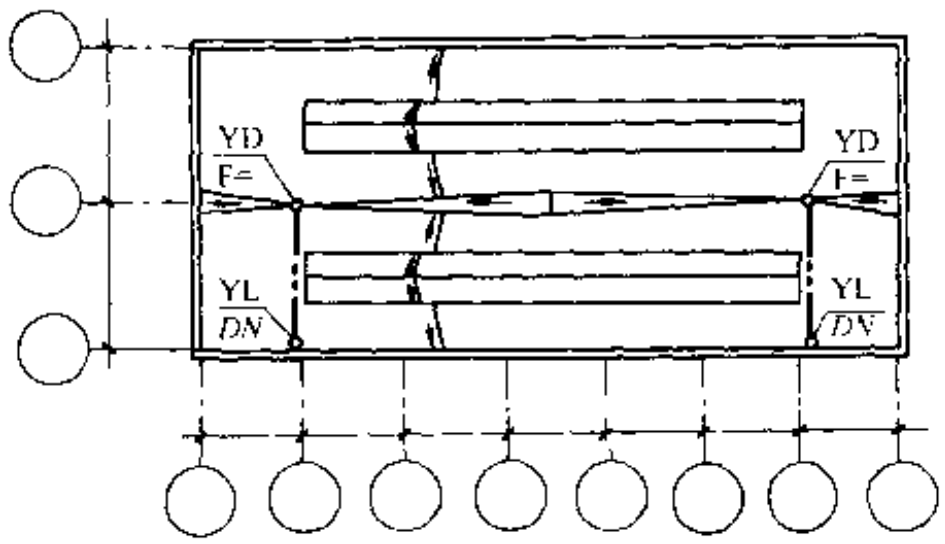


图 3-28　屋面雨水平面图画法示例

⑦ 给水排水系统图应按 45 度正面斜轴测方法绘制，管道系统图的布置方向应与平面图一致，并按比例绘制，当局部管道按比例不易表达时，也可不按比例，如图 3-29、图 3-30 所示。

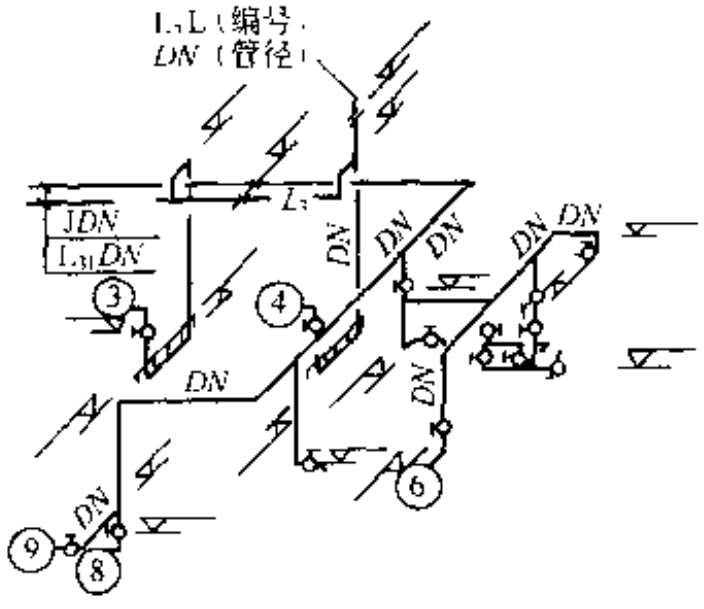


图 3-29　给水系统图画法示例

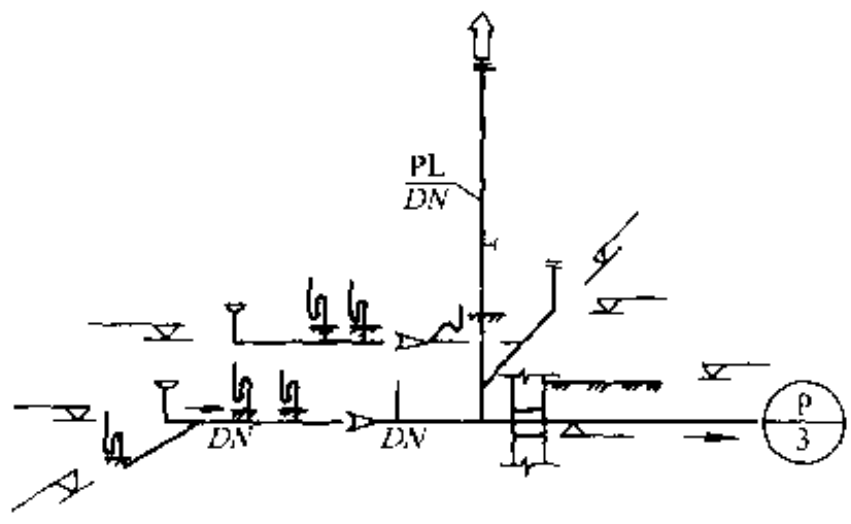


图 3-30　排水系统图画法示例

⑧ 当管道、设备布置比较复杂，系统图不易表示清楚时，可以辅以剖面图。剖面图应按剖切面处直接正投影绘制。如图 3-31 所示。

⑨ 工艺流程图可不按比例绘制，如图 3-32 所示。

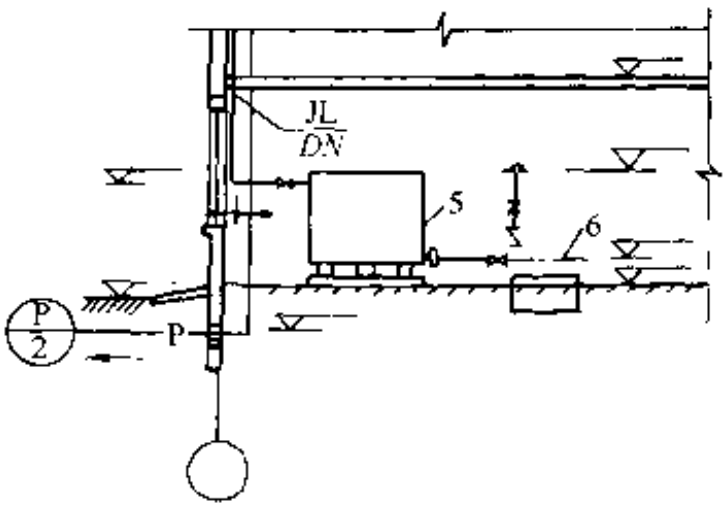


图 3-31　剖面图画法示例

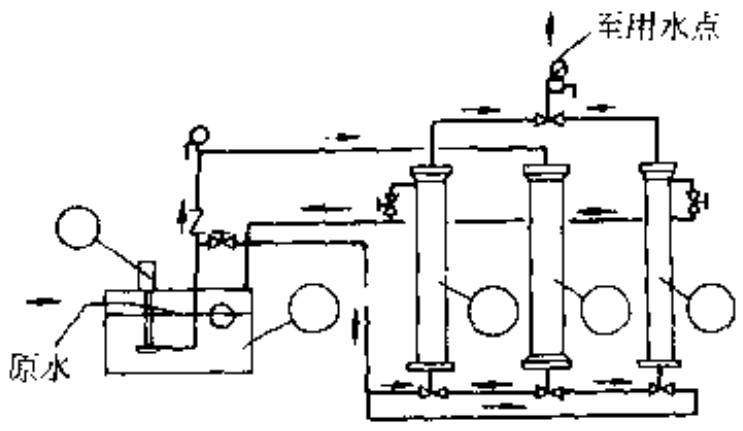


图 3-32　纯水后处理流程图画法示例

第 4 章　水处理工程图的绘制方法与实例

4.1　水处理 CAD 工程制图概述

4.1.1　水处理工程概述

水处理工程设计可分为工艺流程的确定，工程平面布置，设备选型，非标设备设计，管路布置等阶段，CAD 技术在设计的各阶段的应用越深入全面，对于提高设计效率和质量的作用就越大。

水处理工程包括给水处理工程和污水处理工程。其工程对象在原水性质、浓度以及对处理后水质的要求上有较大差异，致使给水处理和污水处理在处理工艺及其设备、管渠设置等方面各有其特点。

（1）给水处理

给水处理的任务是通过必要的处理方法改善水质，使之符合生活饮用或工业使用所要求的水质标准。常用的处理方法有混凝、沉淀、过滤及消毒等。处理的方法要根据水源水质和用户对水质的要求来确定。各种处理方法可单独使用，也可几种方法结合使用，以形成不同的给水处理系统。

城市给水处理以水中悬浮物和胶体杂质为主要对象，以满足生活饮用水标准为目的。而工业给水处理则根据工业生产工艺、产品质量、设备材料以及对水质的要求来决定处理工艺。对于水质要求不高于生活饮用水时，则采用城市给水处理方法；而当生活饮用水水质不能满足生产工艺要求时，则需要对水作进一步的处理，如软化、除盐和制取纯水以及工业生产或空调系统所采用的循环冷却水、水质稳定等处理方法。

（2）污水处理

污水处理的任务是采用各种方法将污水中所含有的污染物分离出来，或将其转化为无害和稳定的物质，从而使污水得以净化，符合国家排放标准。常用的处理方法按其作用原理可分为物理处理、物化处理、生化处理等处理方法。由于生活污水和工业废水中的污染物是多种多样的，故对一种污水也往往需要通过几种处理方法组成的处理系统，才能达到处理要求。若按处理程度划分，污水处理可分为一级、二级和三级。一级处理的内容是去除污水中呈悬浮状态的固体污染物质，常以物理法实施；二级处理的主要任务是大幅度地去除污水中呈胶体和溶解状态的可生物降解的有机物(BOD)，常采用生化法来处理。一、二级处理是城市污水处理常采用的，故又称常规处理。三级处理的目的在于进一步去除二级处理所未能去除的污染物质，如微生物未能降解的有机物及能导致水体富营养化(是地表水体污染的一种自然现象)的可溶性氮、磷化合物等。三级处理所使用的处理方法常有：生化处理中的生物脱氮法，物化处理中的活性炭过滤、混凝沉淀以及电渗析等。污水处理的典型流程如图 4-1 所示。因为城市生活污水一般是以 BOD 物质为其主要去除对象的、因而处理系统的核心是生物处理构筑物及其设备（包括二次沉淀池）。

至于工业废水的处理流程，必须根据水量、水质及去除的主要对象等因素，经过试验和调查研究加以确定。图 4-1 是某厂部分污水处理流程图。其主要构筑物是调节池、厌氧反应器、生物滤池及污泥浓缩池。

图 4-1 的 CAD 制图方法通常是：a.首先用细线按一定的比例和位置绘制出各种单元，如格栅井、调节池、加压泵、厌氧反应器、生物滤池、污泥浓缩池、污泥干化池等。对于常用的设备或建筑单元，可以编制程序绘制，也可以制作常用图形库以备随时插入、调用；

b. 通常采用多义线命令 pline 绘制粗线将各个单元连接起来，注意捕捉命令的熟练运用；c. 各种方向箭头处理，先用多义线命令绘制一个标准的箭头，并制作为图块，然后用插入命令 insert 插入各种方向箭头图块。如果能够编制插入箭头的 lisp 程序，将会极大地提高作图效率；d. 文字标注，通常设置仿宋体、以适当的字高，宽高比为 0.75 左右，再用 text、mtext 命令写入即可。

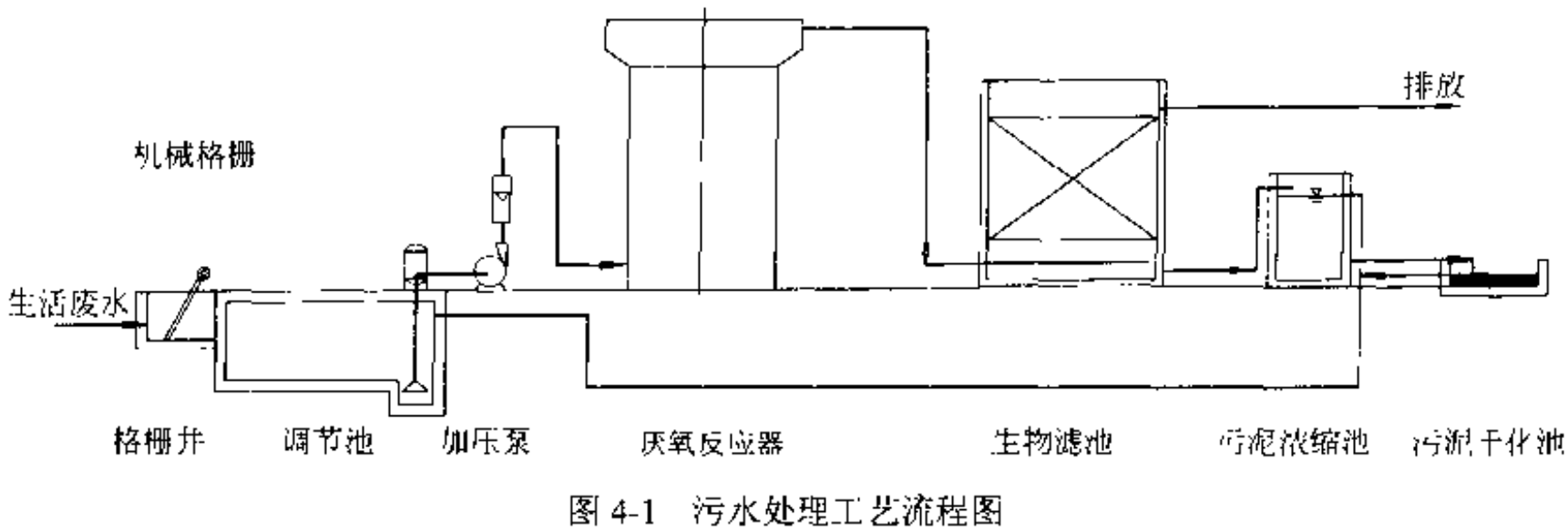


图 4-1　污水处理工艺流程图

4.1.2　水处理工程总图

水处理工程总体布置应包括平面布置和高程布置两方面内容。为确切表达水处理工程的空间布局，必要时不但要绘制工程的平面图和高程图，还要增绘相应剖面图，此外应有设计和施工要求等说明文字。图 4-2 为水处理工程平面图。

水处理工程总平面图的比例及布图方向均按工程规模确定，以能够清晰地表达工程总体平面布置为原则，常用设计比例可参考设计手册。其制图要求和建筑总平面图一致，应包括坐标系统、构筑物、建筑物、主要辅助建筑物平面轮廓、风玫瑰、指北针等，必要时还应包括工程地形登高线和地表水体和主要公路、铁路等内容；该工程的主要管（渠）布置及相应的图例。总平面图标注应包括各个构筑物、建筑物名称、位置坐标、管道类别代号、编号、所有室内设计地面标高。水处理工程总平面图的 CAD 制图方法通常如下。

① 制作并选择适当的模板图。

② 拷贝或绘制水处理工程所在区域的地形图。以清楚图示水处理工程全局为原则，缩放至合适的比例。

③ 画水处理构筑物和主要辅助建筑物的平面轮廓，先绘制标注基准部分，再偏移（offset）出其壁厚、挑檐等。

④ 布置各种管渠。

⑤ 画道路、围墙等次要部分。

⑥ 画图例，构筑物、建筑物编号、列表。

⑦ 布置应标注的坐标、尺寸及说明文字。

⑧ 确定纸面布局、打印输出。

水处理高程图无严格的比例要求，为阅读的方便，通常采用纵横不同的比例，横向按平面图的比例，纵向比例为(1∶50)～(1∶100)设置，若局部无法按比例绘制，也可采用更自由的方法。高程图采用最主要、最长流程上的水处理构筑物、设备用建筑的正剖面简图和单线管道图共同表达流程及沿程高程变化，必要时流程支路需要增加局部剖面图加以说明。

高程图管路均用 0.7～1 线宽的多义线绘制，在管线中插入阀门及控制点等符号时，最好先将这些图形制作成图块，插入后用修建命令将多余线条剪掉。也可以开发合适的 autolisp 程序或线型完成，具体方法请读者参照 AutoCAD2000 软件二次开发内容。高程图标高为绝

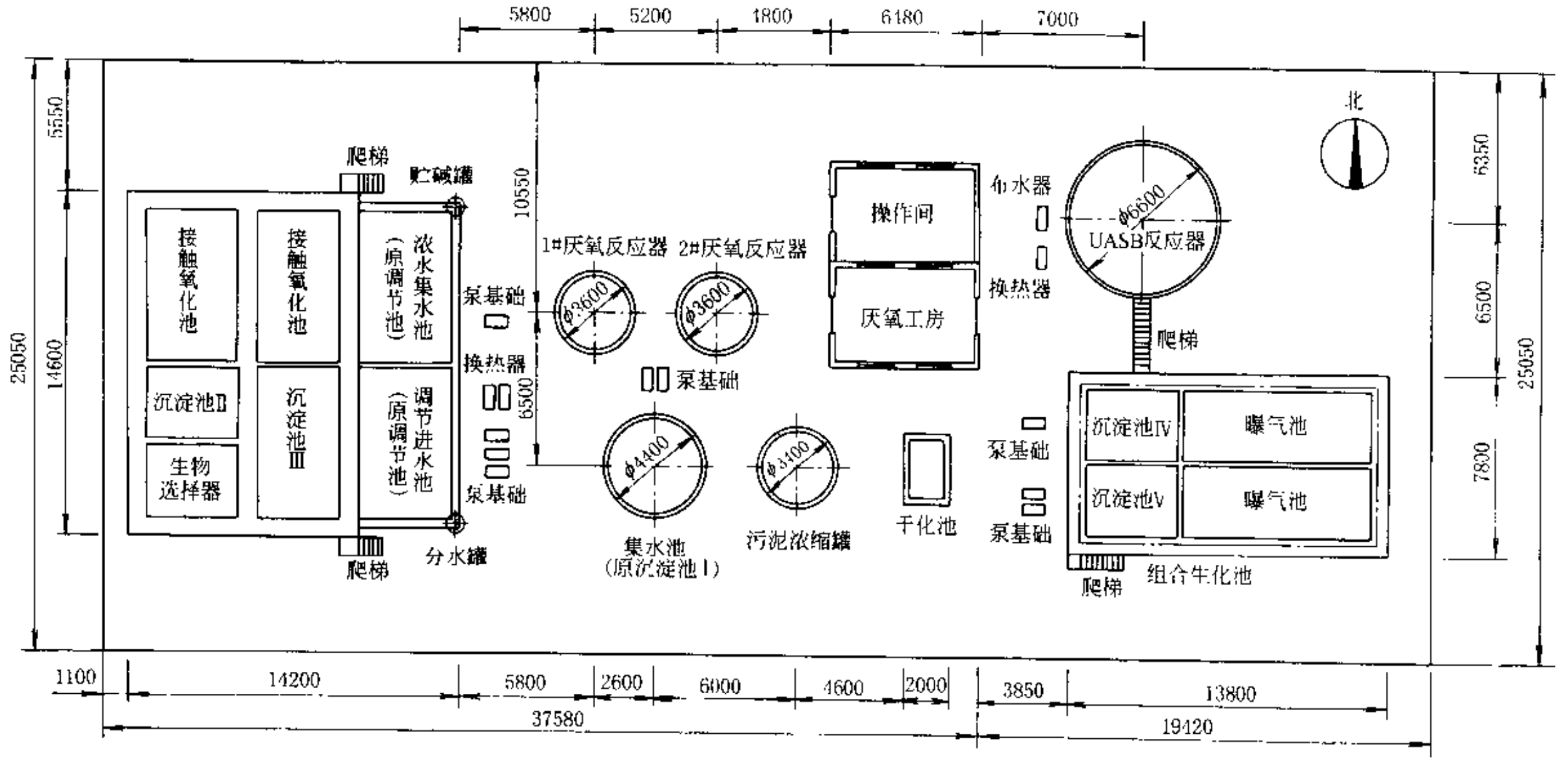


图 4-2　水处理工程平面图

对标高，主要标注管、渠、水体、构筑物、建筑物内的水面标高；通常用管路高程图代替高程总图能够满足施工的需要。该图中还应包含管道类别代号、编号、必要的文字说明，图 4-3 为水处理管路高程图。

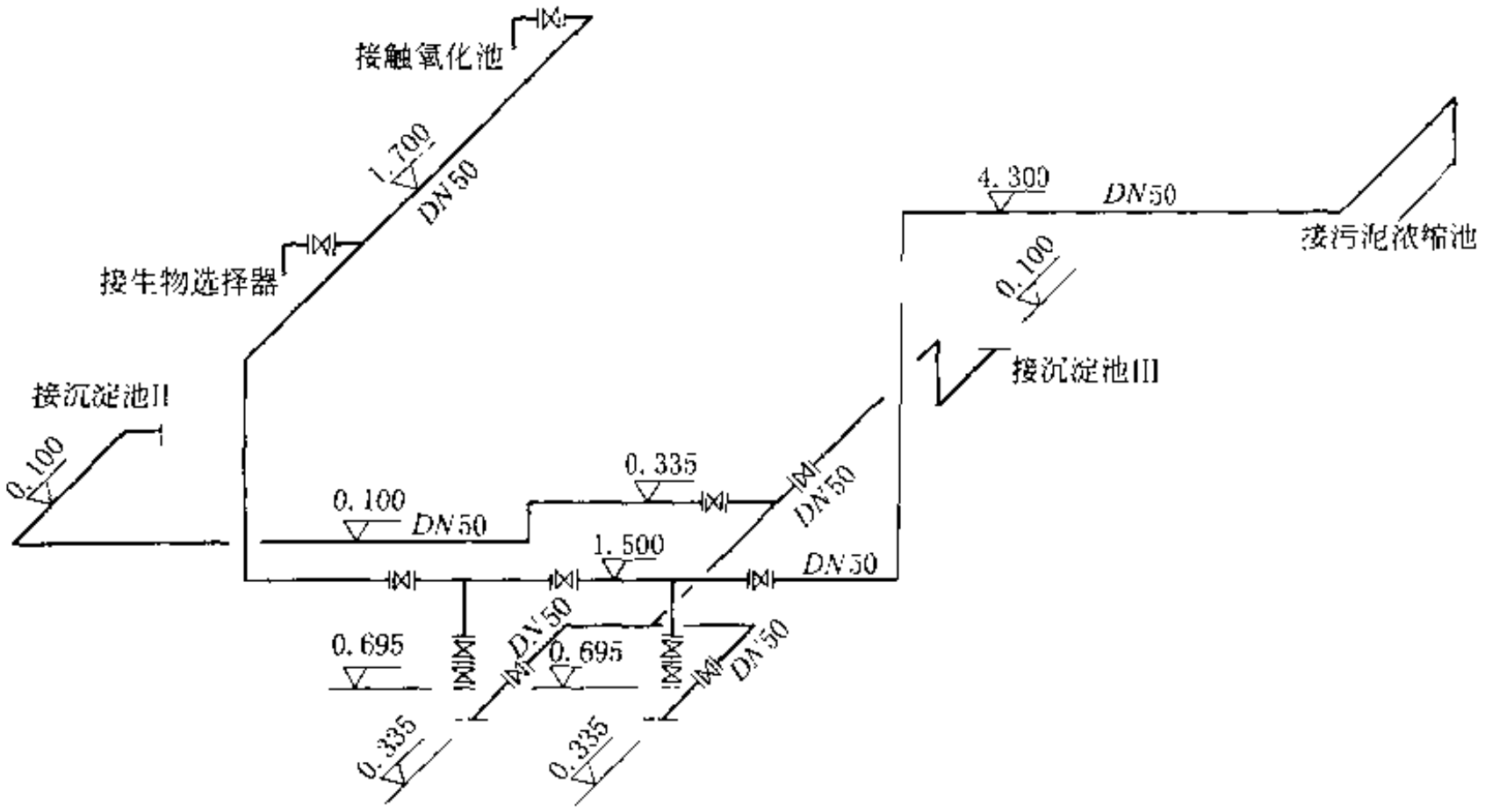


图 4-3　水处理管路高程图

水处理高程图制图步骤如下。

① 选比例，按前述图面要求布置图面。

② 绘水处理构筑物、设备用房的正剖面简图及设备图例。

③ 画连接管渠及水体。

④ 画水面线、设计地面线等。

⑤ 布置应标注的标高和说明文字。

⑥ 确定纸面布局。

4.1.3　水处理构筑物及设备工艺图

水处理设施种类繁多，而且其中很大一部分是构筑物和非标设备，如图 4-4，而这些构筑物和非标设备多采用经验设计，难以实现参数化绘图，这无疑增加了绘图工作量。

对于这种情况，可以依靠平时工作中的积累，将以往绘制的各种常用非标设备的图集保存好，今后再用到相似设备时，将其调入，稍加修改就能使用。如果没有现成的图可以参考，那只好通过熟练掌握 CAD 软件制图方法与技巧了。

水处理构筑物以各种水池居多，水池通常形状规则，通常采用 mline 多线命令绘制，其中的钢筋混凝土采用合适的剖面线图案填充，用 1∶1 比例，设好各图层、线型比例 LTSCALE、文字大小、尺寸标注的总体比例，制作成合适的模板图，加之 CAD 制图的娴熟技巧，很快就能绘制完成，最后确定出图缩放比例，预览无误后即可出图。如图 4-4 为竖流式二沉池剖面图。

水处理构筑物及设备工艺图的制图步骤。

制图的步骤一般是先画构筑物平面图（或位于 H 投影位置的剖面图），然后画相应的剖面图，最后根据需要画出必要的详图。画构筑物平、剖面图及其详图时，一般先画构筑物，然后再画管道、渠道，如图 4-5。

① 选用具有适当文字样式、标注总体比例、线型比例等的模板图。

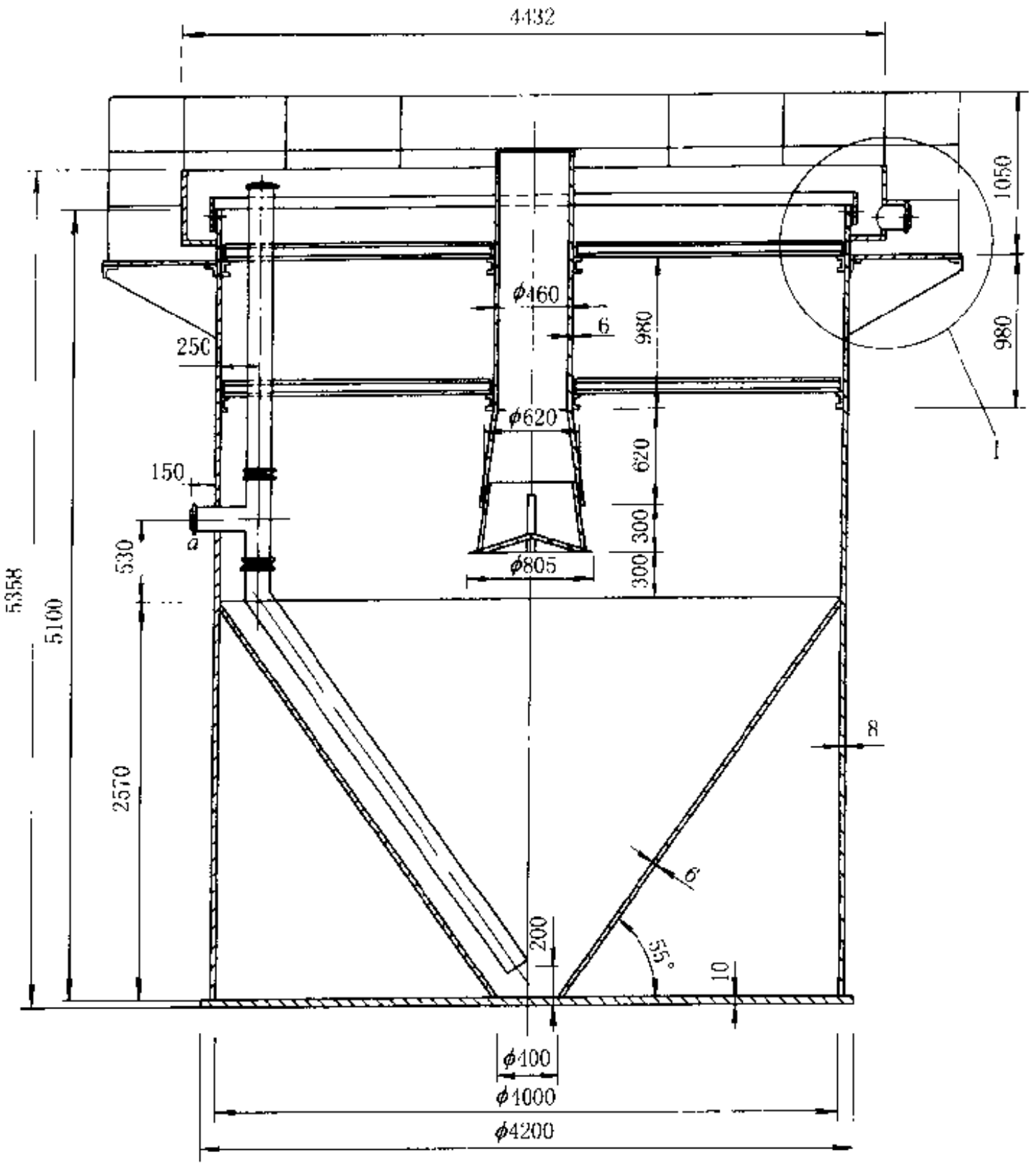


图 4-4　竖流式二沉池剖面图

② 根据构筑物工艺流程及其形体特征，决定布图方向，选择剖切位置，初步确定剖面图数量。

③ 视所绘构筑物的复杂程度，选平、剖面图适当的比例。

④ 按照所选比例及构筑物特点，估计自绘非标准详图的数量。

⑤ 根据图形数量及其大小，确定图幅，布置图面。

⑥ 检查，布置标注。

⑦ 编号、列表、标注、书写文字。

⑧ 根据比例确定图纸布局，观察预览图并修改不恰当的填充比例、文字样式等。

从下一节开始，将以 CAD 实际制图实例的方式，具体介绍常用各种水处理图形的绘制方法，请读者注意的是，这些图形的绘制方法往往不只一种，在此只是给出了其中的一种或几种方法的实例供读者参考而已，且需要读者细心的揣摩、仔细的思考，兴许您的方法比我们的更高明。无论多么复杂的二维图形，都需要工程设计人员的 CAD 软件熟练应用、工程图形透彻的分析，加上耐心和细致。

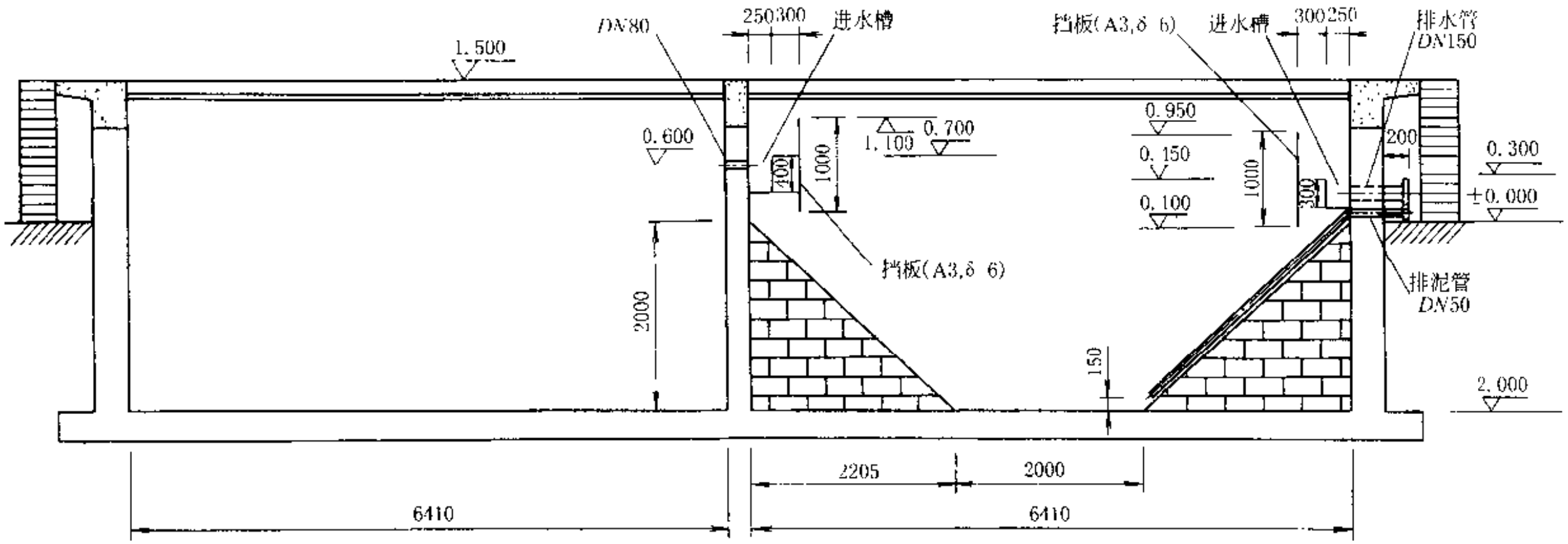


图 4-5　生化曝气池剖面图

4.2 某污水处理厂总平面图

【某污水处理厂总平面图说明】

图 4-6 是某污水处理厂总平面图。此例比较复杂，可分为 4 个部分绘制，分别为左上部图 4-6-1、左下部图 4-6-2、右部图 4-6-3、一览表图 4-6-4。用到了 Array、Rectangle、Fillet、Polygon 等命令，并采用了 Trim、Offset、Pedit、Rotate、Mirror、Extend 等命令作为编辑命令，在一些部分还运用了 AutoLisp 程序来实现快捷的作图。

【实例绘制步骤】

（1）前期准备工作

① 设置图层（用 Layer 命令） a. 粗轮廓线层，白色，线宽 0.5；b.细线层，白色，线宽 0.2；c. 虚线层,黄色,线宽视图需要而定；d. 中心线层，红色，线宽为 0；e.标注和文字各设一层，分别为天蓝色和粉色。

② 从 Toolbar 中调出标注（Dimension）和捕捉（Obsnap）工具栏。

③ 设置字体：单击下拉菜单 Format\TextStyle，在 TextStyle 对话框的 StyleName 中建立两种字体样式，命名为宋体 ST 和仿宋 FS。ST 为宋体；FS 为仿宋字体，将其 TextStyle 中的 ObliqueAngle 倾斜角设为 8 度，使字体倾斜。

（2）左上图的绘制（如图 4-6-1）

① 用 pline 线画出轮廓线以及图中所示的细线，对应各自的线宽，对需要倒出圆角的部位用 Fillet 命令倒出圆角；用 Rectangle 命令做出图中矩形，用 Polygon 命令做出图中正方形，然后再用 Pedit 命令中的 Width 编辑矩形和正方形的线宽，是其线宽为 0.5。

② 用 pline 线画出管道，线宽为 0.5。对于 20 个小粗圆，可用 AutoLisp 语言编写程序画出，程序源代码见“注意与技巧”。然后用 Array 命令,对所画粗圆进行阵列。

③ 图中有很多小圆接头,应用步骤②中的 AutoLisp 程序,只需将线宽设置为 0,即可一次性连续做出所有小圆。

④ 用 Ltscale 命令调节虚线和中心线的线型比例,用动态延伸 Lengthen 命令中的 Dynamic 将虚线和中心线的长短调节合适。

⑤ 用 Trim 命令将连接管道的小细圆中多余线条全部剪去。

* 注意和技巧如下。

a. 用 AutoLisp 程序绘制粗圆,其程序源代码为：

```
(defun c:cy ()                                  ;在 Cad 中的输入命令
        (setq d (getreal "圆的直径:"))          ;圆的直径
        (setq w (getreal "线的宽度:"))          ;圆的线宽
        (setq dn (- d w))                       ;圆内径
        (sctq dw (+ d w))                       ;圆外径
        (setq dn (rtos dn 2 2))
        (setq dw (rtos dw 2 2))
        (setq dn (atof dn))
        (setq dw (atof dw))
(command "donut" dn dw)                 ;调用作圆环 Donut 命令
)
```

b. 可以看到图中粗圆以及和其相连的细线部分可分为对称的四个部分,因此再用 array 阵列粗圆时，只阵列出左上角的 5 个圆,然后画出与之相连的细线,再连用两次 mirror 命令做出其他部分。

c. 在画 pline 线和矩形时，要熟练的运用相对坐标和极坐标。用 obsanp 捕捉命令辅助，可以精确的定位。

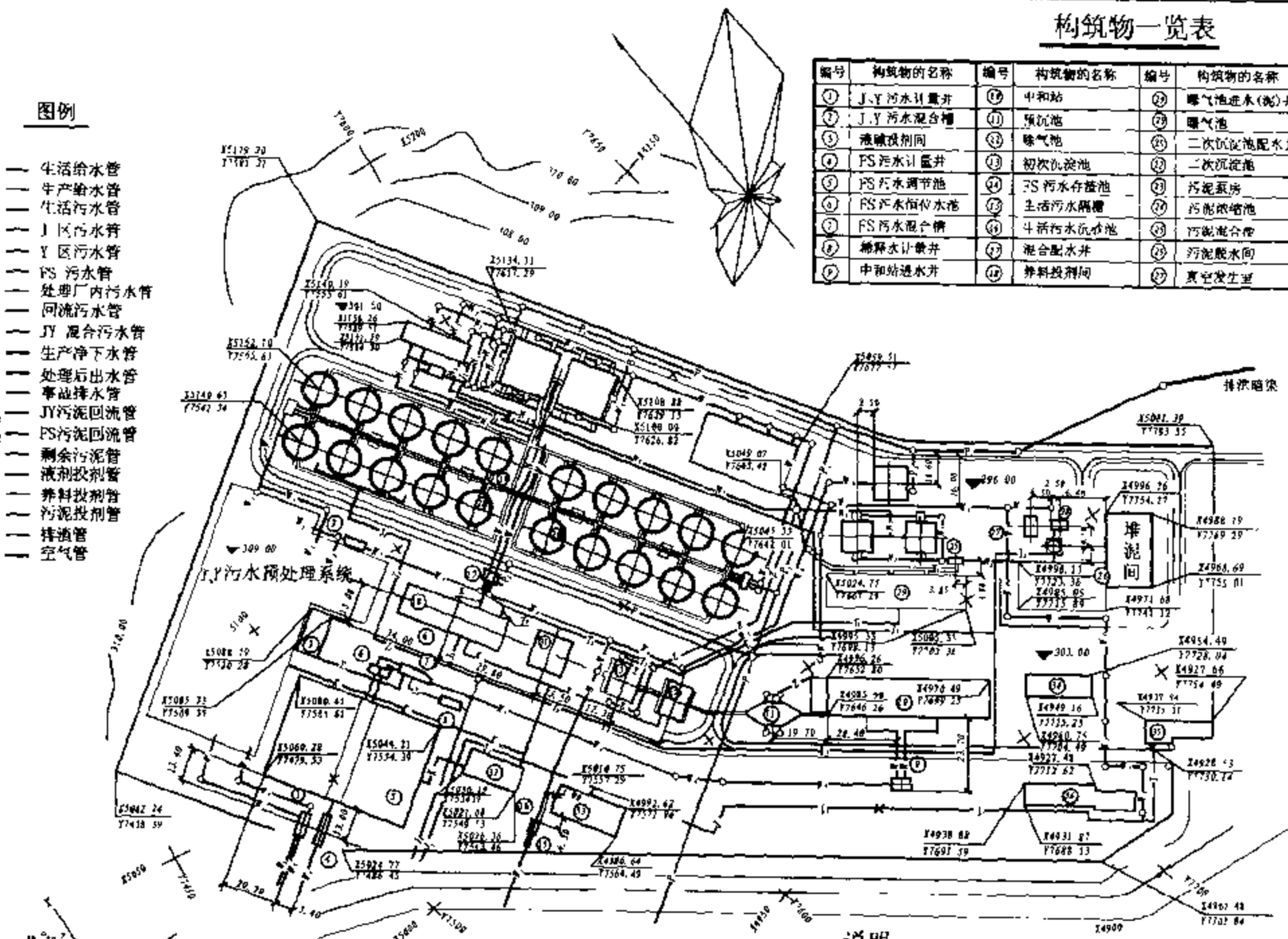
d. 从图 4-6 中可以看到，该部分应是与水平面 20 度角倾斜，而在图 4-6-1 中画成了水平

构筑物一览表

编号	构筑物的名称	编号	构筑物的名称	编号	构筑物的名称	编号	构筑物的名称
①	J、Y 污水计量井	⑩	中和站	㉙	曝气池进水(泥)井	㊽	循环水池、水射器支架塔
②	J、Y 污水混合槽	⑪	预沉池	㉚	曝气池	㊾	污泥脱水间
③	液碱投剂间	⑫	曝气池	㉛	二次沉淀池配水井	㊿	污水泵房
④	PS 污水计量井	⑬	初次沉淀池	㉜	二次沉淀池	(51)	变电所
⑤	PS 污水调节池	⑭	PS 污水存储池	㉝	污泥泵房	(52)	鼓风机房
⑥	PS 污水恒位水池	⑮	生活污水隔栅	㉞	污泥浓缩池	(53)	化验室
⑦	PS 污水混合槽	⑯	生活污水沉砂池	㉟	污泥混合槽	(54)	机修间
⑧	稀释水计量井	⑰	混合配水井	㊱	污泥脱水间	(55)	传达室、锅炉房
⑨	中和站进水井	⑱	絮料投剂间	㊲	真空发生室	(56)	办公楼

图例

- J_1 生活给水管
- J_2 生产给水管
- W_1 生活污水管
- W_2 J 区污水管
- W_3 Y 区污水管
- W_4 PS 污水管
- W_5 处理厂内污水管
- W_6 回流污水管
- W_7 JY 混合污水管
- P_1 生产净下水管
- P_2 处理后出水管
- P_3 事故排水管
- N_2 JY污泥回流管
- N_2 PS污泥回流管
- N_3 剩余污泥管
- T_1 液剂投剂管
- J_2 絮料投剂管
- J_3 污泥投剂管
- Z 排渍管
- K 空气管



说明

1. 尺寸单位为米。
2. 工艺管道、给水以及雨水系统的施工尺寸详见综合管道图。

总平面图 1:500

××设计院	××污水处理厂	图号	
审核	总平面图	图别	水施
设计		比例	1:500
制图		日期	

图 4-6 某污水处理厂平面总图

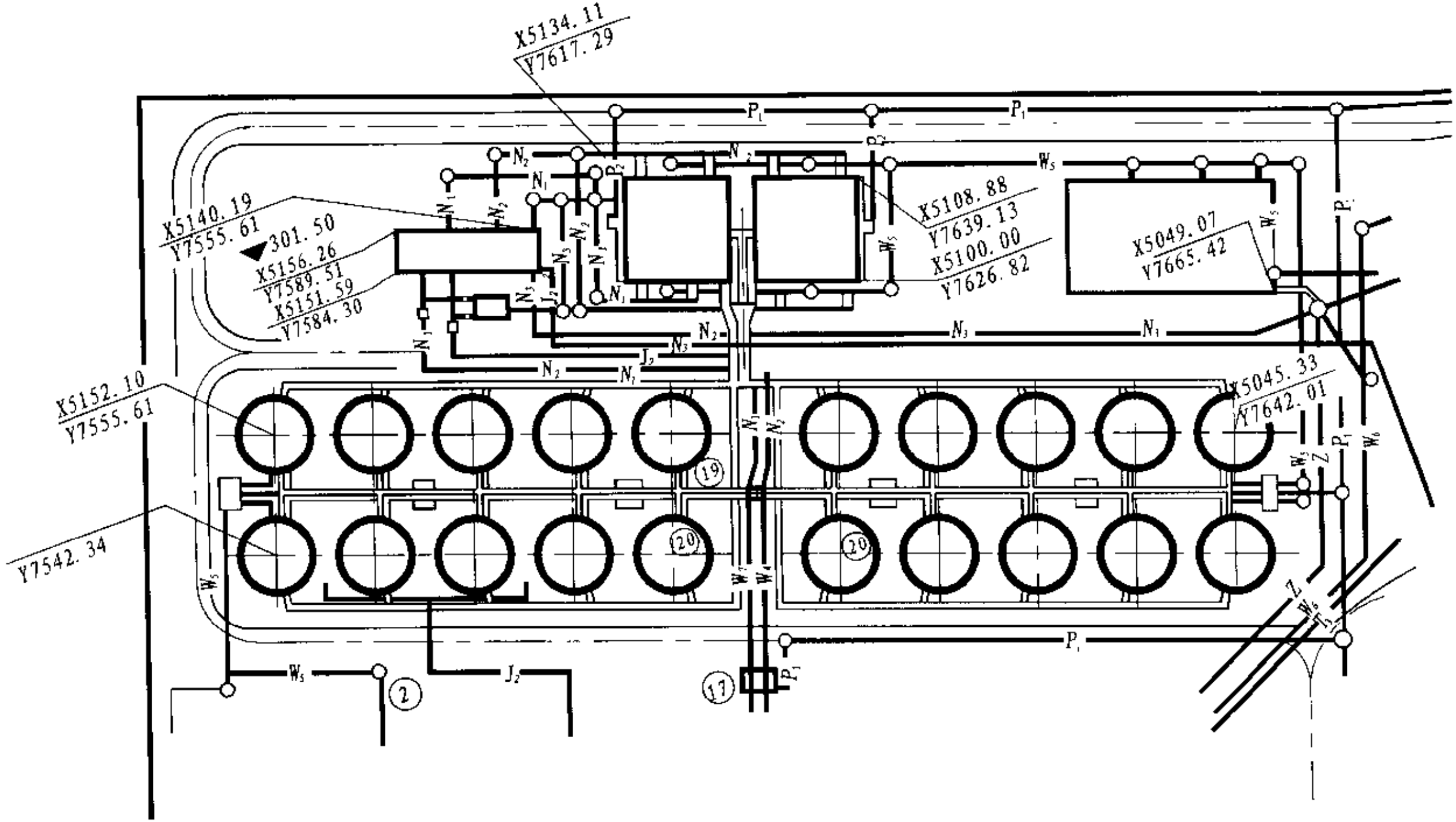

X5134.11
Y7617.29
X5140.19
Y7555.61
301.50
X5156.26
Y7589.51
X5151.59
Y7584.30
X5108.88
Y7639.13
X5100.00
Y7626.82
X5049.07
Y7665.42
X5045.33
Y7642.01
X5152.10
Y7555.61
Y7542.34
19
20
20
17
2

图 4-6-1　左上部图

放置，这样就可以不必输入大量的极坐标参数成。待作图全部画完，再用 rotate 命令将图顺时针旋转 20 度角即可。

（3）绘制左下图（如图 4-6-2）

① 用 rectangle 命令做出 J、Y 污水预处理系统和其他矩形，然后再用 pedit 命令中的 Width 编辑矩形和正方形的线宽，是其线宽为 0.5。

② 用 pline 线画出管道，线宽为 0.5，再连接图中的矩形。

③ 画出小圆接头，用 trim 命令去掉圆中多余的线条。

（4）绘制右部图（如图 4-6-3）

① 用 rectangle 命令做出堆泥间和其他矩形，用 polygon 命令做出正方形。

② 用 pline 线画出管道，线宽为 0.5，再连接图中的矩形和正方形。

③ 画出小圆接头，用 trim 命令去掉圆中多余的线条。

（5）绘制一览表(如图 4-6-4)

① 绘制表格：先用 rectangle 命令做出框架，在用 pedit 命令设置其线宽为 0.5。用 array 命令做出所有的横格，用 offset 做出竖格。

② 文字的输入：画出小圆。输入 text 命令，出现 specify start point of text or [justify/style] 提示，输入 S 回车，选择前面已经设好的字体类型，用 St（宋体）输入汉字，用 Fs（仿宋字体）输入英文和数字。

* 注意和技巧：

写出小圆正中的字仍旧可利用绘制图 4-3“曝气池工艺图”中的 AutoLisp 程序完成，读者可参阅。

（6）标注

① 标注设置：单击 Format 菜单的 Dimension Style 出现一个对话框，单击 New 新建一个标注类型命名为“某污水处理厂总平面图的标注”。在新建的主尺寸标注下新建尺寸、角度两个副标注项，在所建的三个标注按图设置各个选项卡，进行调试（具体请参照第 2 章）。

② 进行标注：用调出的 Dimension 工具栏进行标注，本例主要用到了 Linear Dimension 和 Continue Dimension 对图进行标注。

③ 十字线的作法：对图中的大量十字线可以用 line 命令配合 Rotate 命令做出，在下文中给出了简便方法。

④ 绘制 ▼ 形状的高度符号：可以先用 pline 做出三角形，再输入 Hatch 命令出现一个对话框，单击 Quick 选项卡里的 swatch，在出现的填充图案类型中选择 Other Predefined 中的 Solid，对三角形进行填充，最后将其用 wblock 命令作成块，保存为.dwg 文件，即可作为高度符号用 insert 命令反复插入所需位置。

⑤ 用 trim 或 break 命令将与标注重合的线条去掉。

* 注意和技巧：

a. 对于图中的十字线，每一个做出十分麻烦，这里给出两个不同的 AutoLisp 程序予以解决，程序代码如下：

```
(defun c:szx1 ( )                                    ;定义十字线
    (setq p0 (getpoint  "十字线交点:" ))             ;由用户给出点
    (setq ld (getdist  "\n 十字线长度:" ))           ;给出十字线长度
    (setq ld (* 0.5 ld))                             ;十字线长度减半
    (setq p1 (polar p0 pi ld))                       ;求 p1
    (setq p2 (polar p0 0 ld))                        ;求 p2
    (setq p3 (polar p0 (* 0.5 pi) ld))               ;求 p3
    (setq p4 (polar p0 (* -0.5 pi) ld))              ;求 p4
    (command "line" p1 p2 "" "line" p3 p4 "")        ;连接 p1p2,p3p4
    )
```

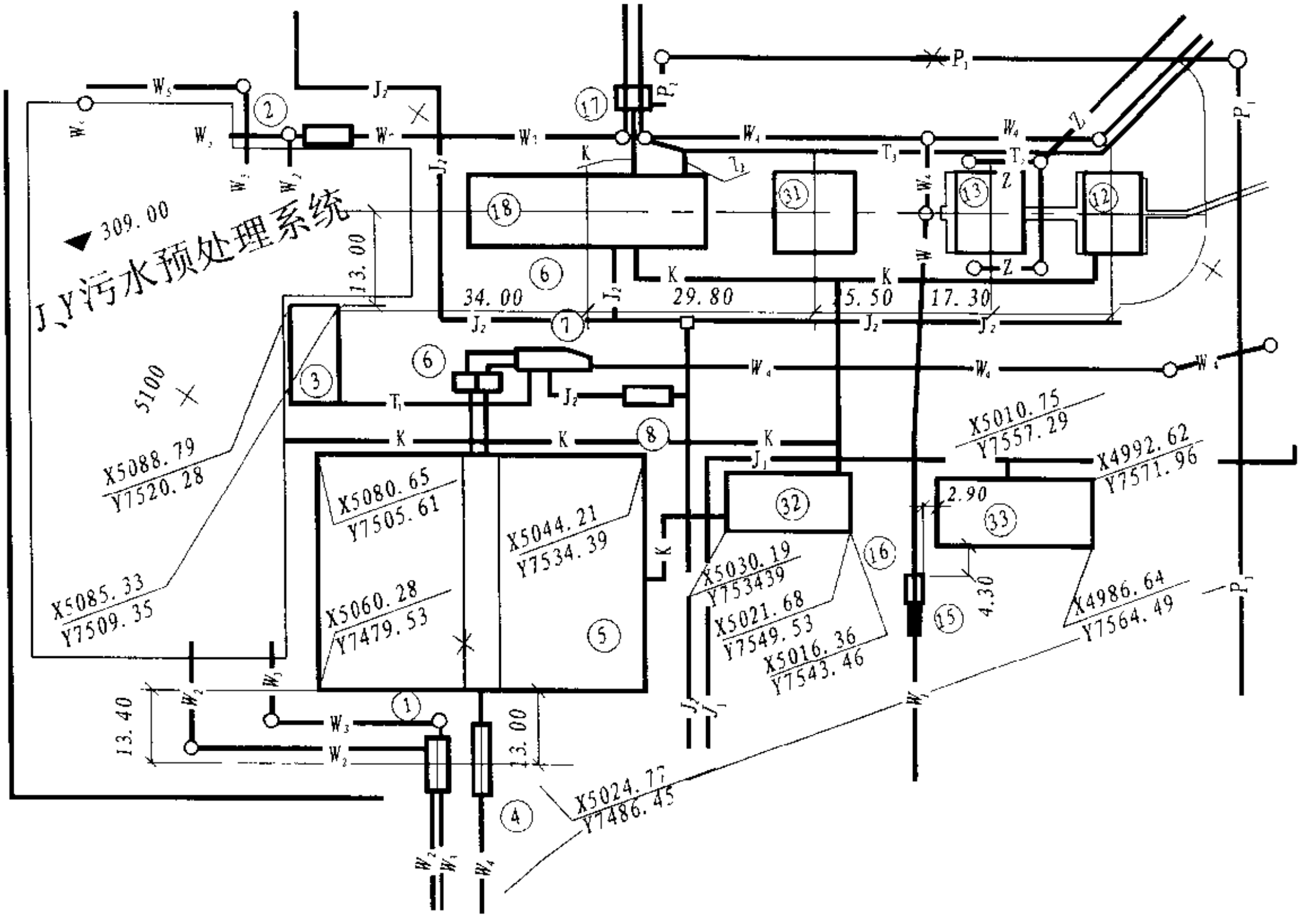

J、Y污水预处理系统
309.00
5100
X5088.79
Y7520.28
X5085.33
Y7509.35
X5080.65
Y7505.61
X5060.28
Y7479.53
X5044.21
Y7534.39
X5030.19
Y7534.39
X5021.68
Y7549.53
X5016.36
Y7543.46
X5024.77
Y7486.45
X5010.75
Y7557.29
X4992.62
Y7571.96
X4986.64
Y7564.49
34.00
29.80
5.50
17.30
13.00
13.40
13.00
2.90
4.30
K
Z
L

图 4-6-2　左下部图

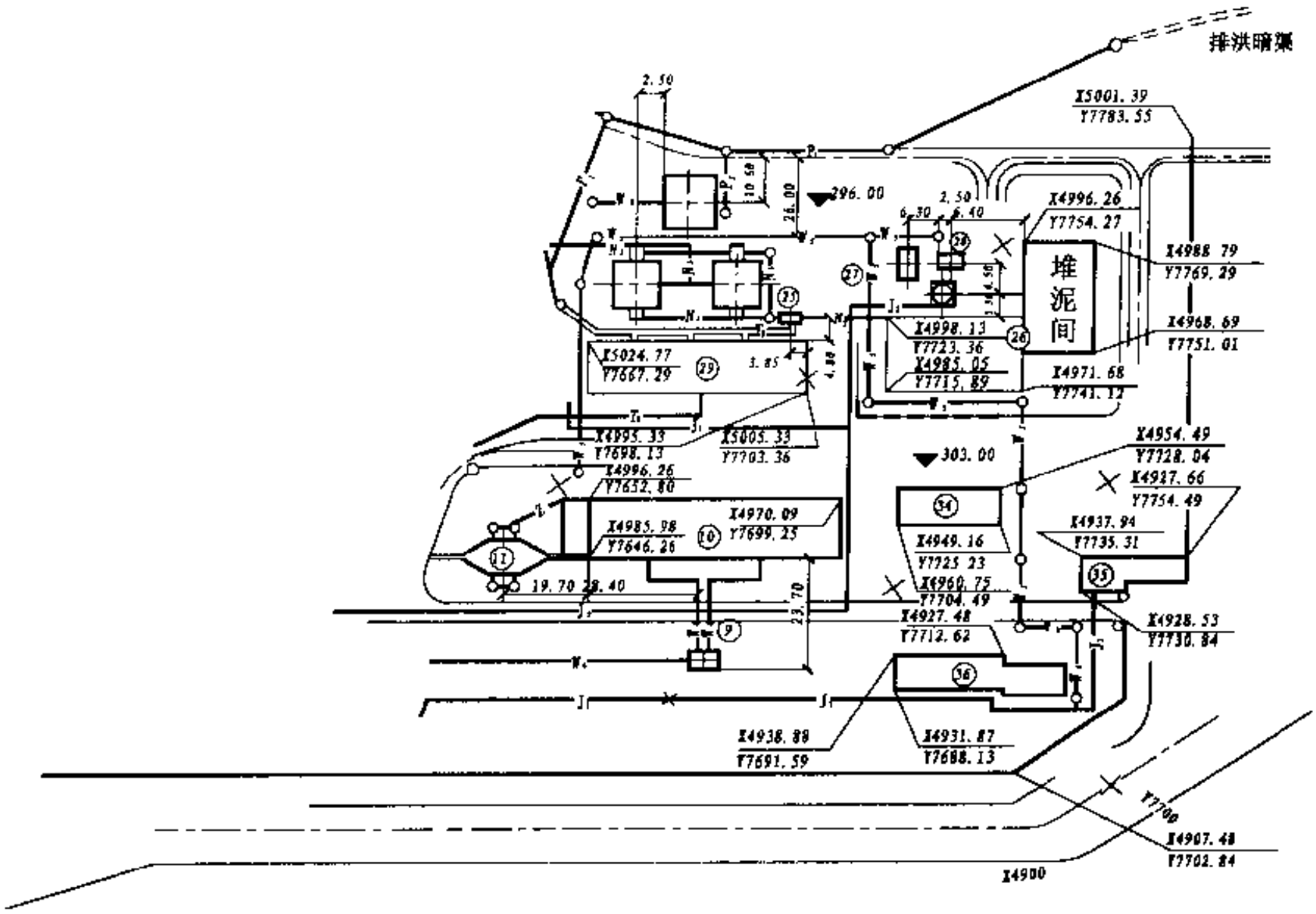


图 4-6-3　右部图

构筑物一览表

编号	构筑物的名称	编号	构筑物的名称	编号	构筑物的名称	编号	构筑物的名称
①	J、Y 污水计量井	⑩	中和站	⑲	曝气池进水(泥)井	㉘	循环水池、水射器支撑塔
②	J、Y 污水混合槽	⑪	预沉池	⑳	曝气池	㉙	污泥挤剂间
③	液碱投剂间	⑫	除气池	㉑	二次沉淀池配水井	㉚	污水泵房
④	FS 污水计量井	⑬	初次沉淀池	㉒	二次沉淀池	㉛	变电所
⑤	FS 污水调节池	⑭	FS 污水存渣池	㉓	污泥泵房	㉜	鼓风机房
⑥	FS 污水恒位水池	⑮	生活污水隔栅	㉔	污泥浓缩池	㉝	化验室
⑦	FS 污水混合槽	⑯	生活污水沉砂池	㉕	污泥混合池	㉞	机修间
⑧	稀释水计量井	⑰	混合配水井	㉖	污泥脱水间	㉟	传达室、锅炉房
⑨	中和站进水井	⑱	絮料投剂间	㉗	真空发生室	㊱	办公楼

图 4-6-4　构筑物一览表

此程序适合制作水平的十字线，

```
(defun c:szx2 ()
        (setq p0 (getpoint "十字线第一点:"))
        (setq p1 (getpoint p0 "\n十字线第二点:"))
        (setq ld (* 0.5 (distance p0 p1)))
        (setq ang (angle p0 p1)
        (setq p2 (polar p0 (+ pi ang) ld))
        (setq p3 (polar p0 ang ld))
        (setq p4 (polar p0 (- (* -0.5 pi) ang) ld))
        (setq p5 (polar p0 (- (* 0.5 pi) ang) ld))
        (command "line" p2 p3 "" "line" p4 p5 "")
)
```

此程序适合制作任意角度的多义线。

读者可根据具体情况选择合适的一种，以上程序使用方法请参考第 7 章。

b. 由于左半图呈水平倾斜 20 度角，对于做出其中的文字和标注带来很大的麻烦，因此建议在图 4-6-1 和 4-6-2 绘制完成后就进行书写。绘制完成的总图如 4-6 所示。

4.3 污水处理高程图

【污水处理高程图实例说明】

图 4-7 是污水处理高程总图。绘制该图用到的主要命令有 pline、dtext、Polygon、arc、block、offset、bhatch 等。将总图 4-7 分割为 4 部分，分别见左图 4-7-1，中图 4-7-2，右图 4-7-3，标注图 4-7-4。

【实例绘制步骤】

（1）创建图层，线型，颜色

打开图层对话框，点击新建 new 钮。分别建立层、颜色、线型。

具体要求如下：(a)字层，粉色；(b)轮廓线层，白色；(c)细线层，白色；(d)虚线层，黄色；(e)尺寸层，天蓝；(f)中心线层，红色。

（2）创建图框，标题栏。绘制采用 pline、line 命令，尺寸根据国标要求

① （打开正交 ortho）输入 line，依据尺寸画细边框线。

② （换到轮廓线层）输入 pline，用相对坐标（@X,Y），依据尺寸画粗边框线，线宽 0.5。标题栏内部线用 line 和 offset 命令绘制。

③ 用 trim 命令修剪多余的线条。

④ 文字使用 dtext 命令录入。

（3）关于污水处理高程图左部绘制方法（如图 4-7-1）

① 画矩形：(换至粗轮廓线层)用 pline 命令画，指定起点，输入长度，注意封口，多次绘制即可。或采用 rectangle 命令绘制。

* 注：凡画斜线部分，先确定起点，再指定角度，例如 45 度输入<45 以便确定方向，再输入长度值。

② FS 污水混合槽画法：输入 pline，用相对坐标（@X,Y）指定起点，输入长度画矩形。再次用相对坐标（@X,Y）画其中的一条直线，输入 offset 命令，指定偏移距离以及方向完成设备的绘制。

③ 石灰石部分的画法：用 pline 命令，arc 命令绘制一封闭区域，采用 bhatch 命令，指定封闭区域，选定剖面线图案 ar-sand，比例 0.4，角度 0，填充至如图所示。

④ 管道绘制：采用 pline 命令，设置线宽为 0.5，依图顺次连接上述设备，在连接过程中多余的线条采用 break、trim 去掉。

（4）关于污水处理高程图中部绘制方法（如图 4-7-2）

该图绝大部分的绘制方法同图 4-7-1 基本相似，在此仅对初次沉淀池的绘制方法说明如下：

① （观察此设备左右两部分对称）采用 line 线命令，画出左部分的外轮廓线，其中斜线部分的绘制方法已说过，这里不再赘述。

② 使用 mirror 镜像命令绘制右半部分。

（5）关于污水处理高程图

高程图右部绘制方法与图 4-7-1，图 4-7-2 基本相同，这里仅对污泥脱水间的绘制方法说明（如图 4-7-3）。

① 使用 line 命令绘制外轮廓线。

② 污泥脱水间内设备的绘制：用 pline、donut 圆环命令绘制。

③ 其他部分与上述部分的绘制基本相同。

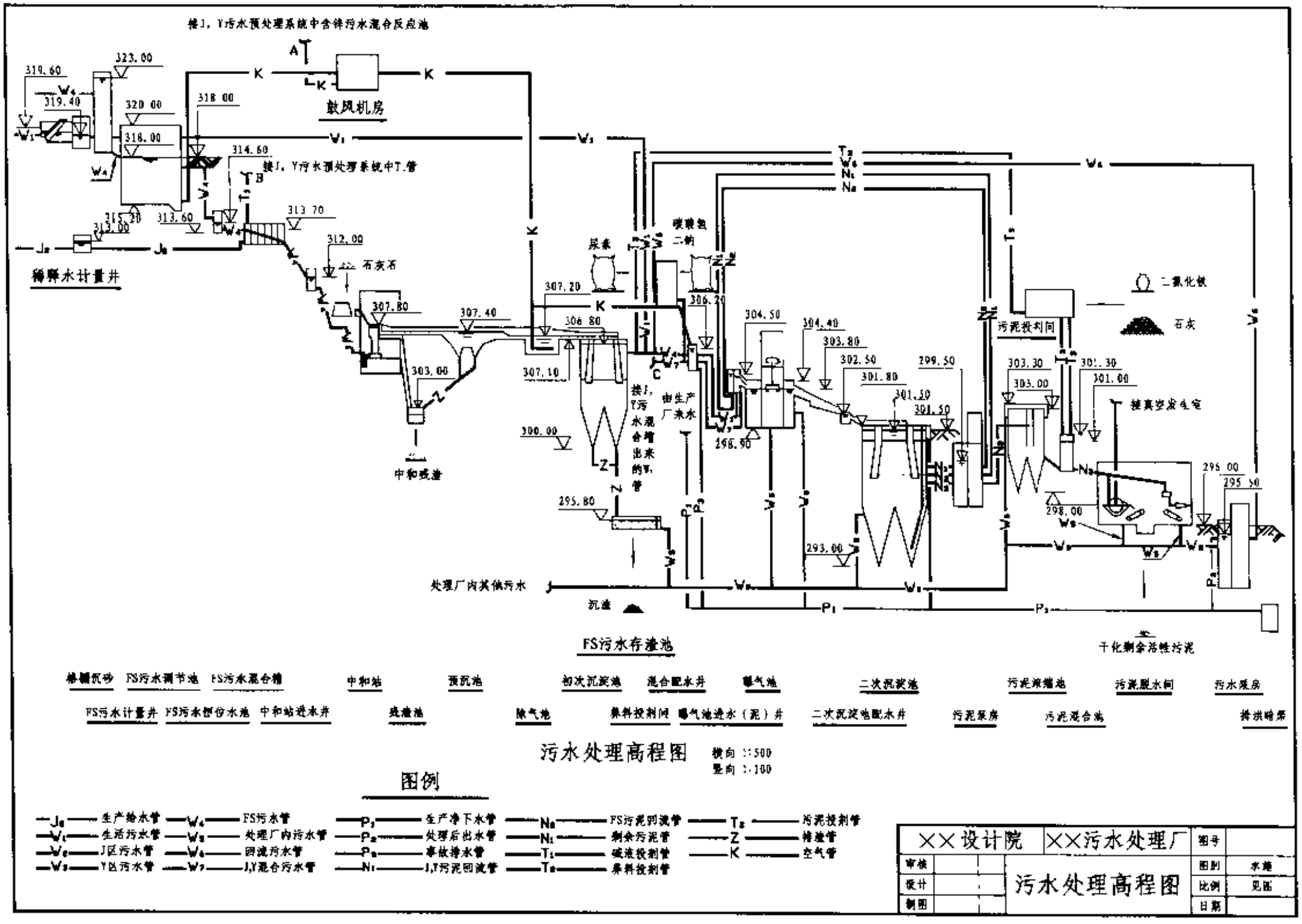


图 4-7　污水处理高程总图

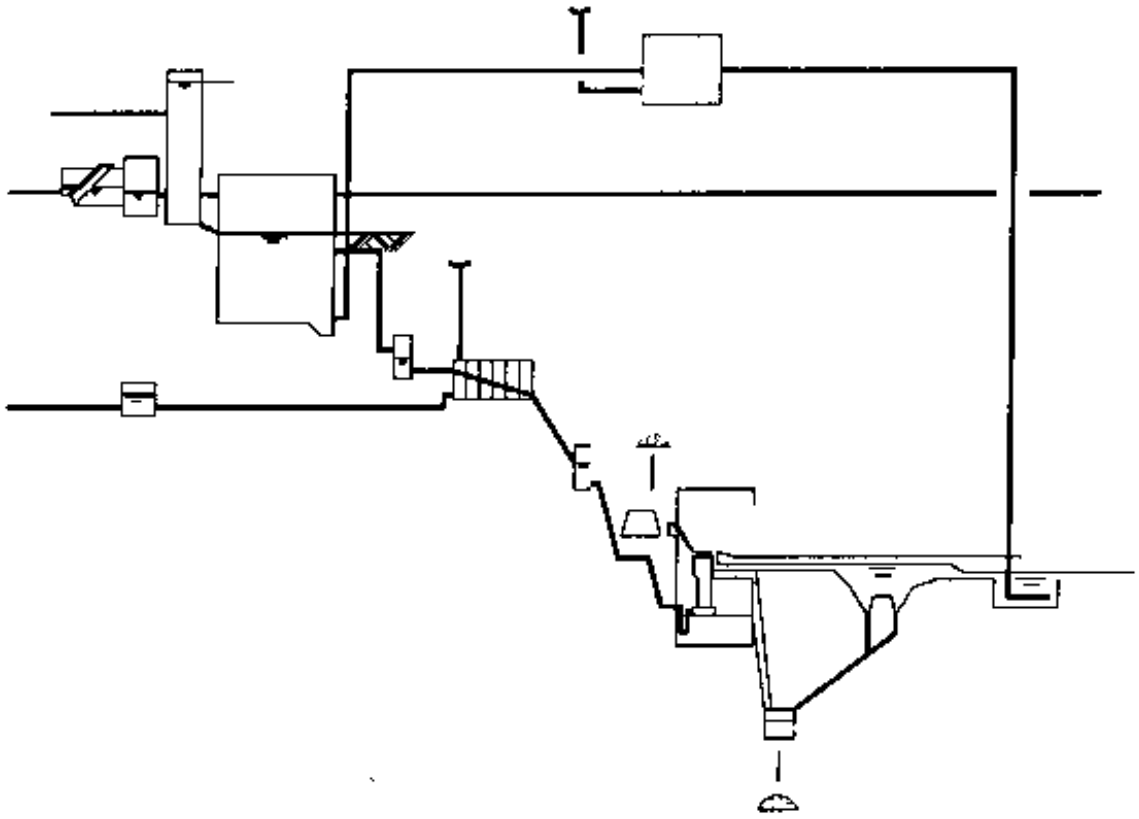


图 4-7-1　污水处理高程图左图

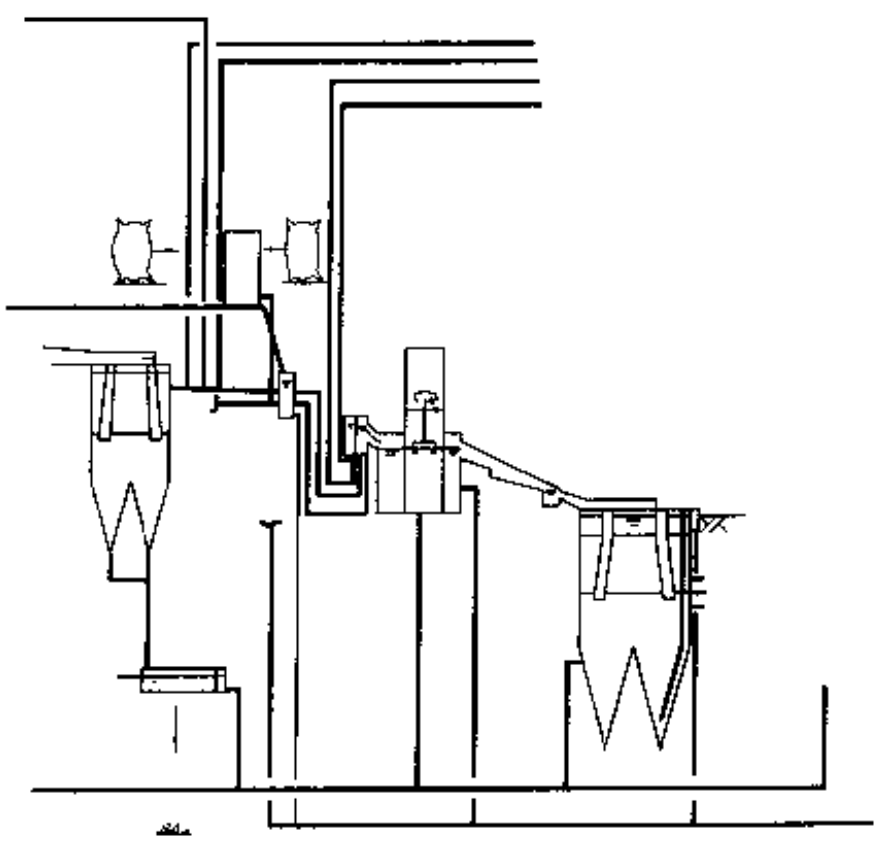


图 4-7-2　污水处理高程图中图

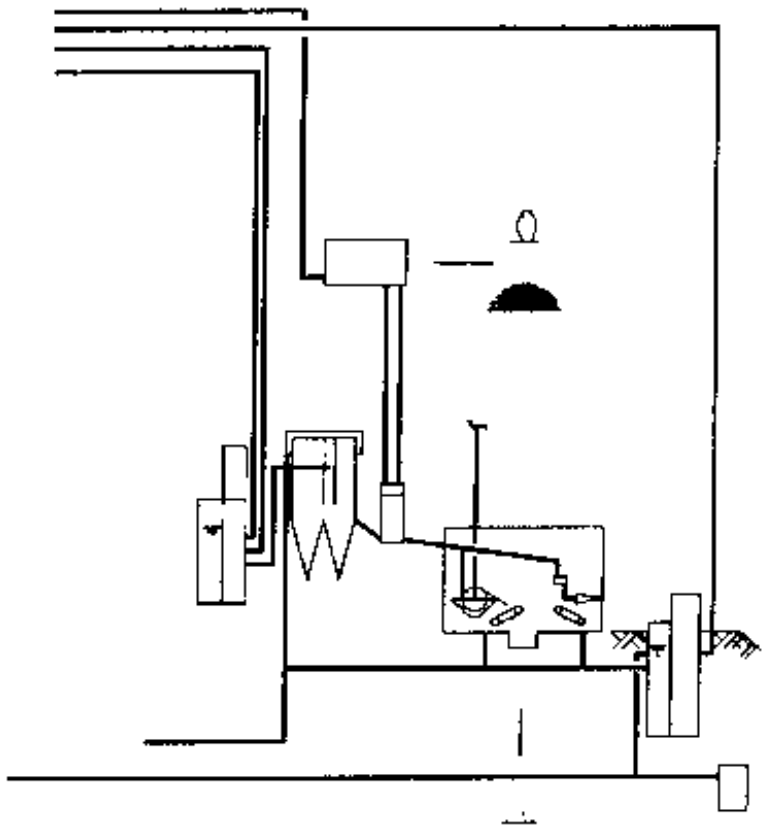


图 4-7-3　污水处理高程图右图

④ 绘制完所有设备后，使用 pline 命令连接各设备。

⑤ 用 break 或 trim 修剪多余线条。

（6）关于图中的高度符号的绘制方法（如图 4-7-4）

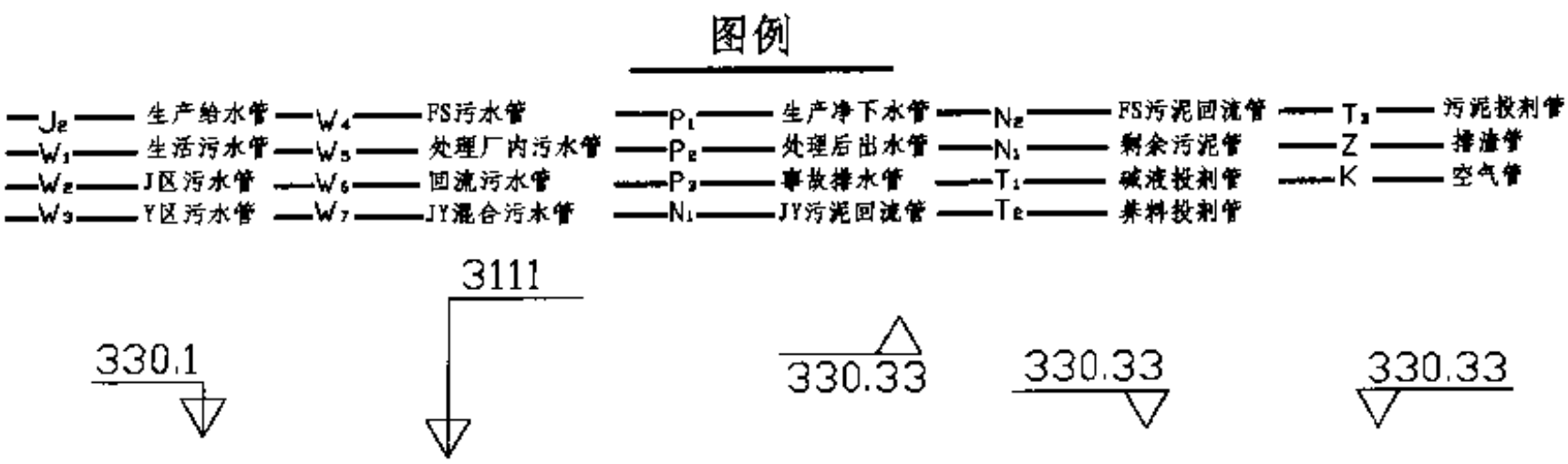


图 4-7-4　图例及标高符号

采用带属性块的方法，定义属性块的方法如下。

① 首先用 line 命令依据图示尺寸做出高度符号。

② 定义属性文字的方法，具体步骤如下：

点击下拉菜单中的 drawing\block\attribute definition，出现 attribute definition 对话框。

a. 在文本框 tag 中输入标签属性 RA。

b. 在文本框 prompt 中输入提示属性“输入高度 RA 的值”。

c. 在文本框 value 中输入值属性 X。

d. 在 text option （文本选项）区设置文字大小，方向。

e. 在 justification 下拉表中选择对齐方式。

f. 单击按钮 pick point，系统暂时隐去 attribute definition 对话框，在画好的高度符号中选择插入点，出现 attribute definition 对话框单击 ok 退出对话框，完成属性定义。

③ 定义块。

a. 单击定义图块命令按钮或 block 命令，显示 block definition 对话框。

b. 在块名文本框中输入块名“高度符号”。

c. 点击选择点 pick 按钮，block definition 对话框消失，在图中选择图块的基点。

d. 点击 select 按钮，block definition 对话框消失，在图中选择整个高度符号以及定义的属性文字，回到 block definition 对话框点击 ok 即定义完毕。

④ 插入块的方法

a. 输入 insert 命令，出现 insert 对话框。

b. 从 name 下拉表中选择要插入的图块名称。根据属性提示，输入相应的高度数值。

c. 确定插入块的比例，角度。

d. 单击 OK 按钮，退出 insert 对话框。

e. 给出插入点。

f. 插入完后依据具体情况适当调整线的长度以适应图的要求（通常采用 explode 爆炸，lengthen 延长等命令）

g. 反复使用图块插入命令，完成所有高度符号的绘制。

（7）文字标注

① （换至文字层）输入 dtext，依次指定字的起点，字高，旋转角度，键入文字的内容。

② 实现不同字体的方法：本图中汉字采用了仿宋体、宋体，西文采用了长仿宋体 gdt.shx 字体，首先用 style 命令设置这三种字型分别为 FS、ST、CFS，在出现 specify start point of text or[justify/style]：时输入 S 调整临时需要使用的字体，其余提示与上述（1）相同。

* 注意：图中带下划线的注释文字要与图中设备一一对齐。文字也需要在下划线上居中。

③ 文字标注也可以采用 Autolisp 程序完成。

（8）图例部分的绘制（如图 4-7-4）

① （换至粗线层）使用 pline 命令，依据图示尺寸绘制直线。

② 用 break 命令，打断直线。

③ 使用 array 阵列命令绘制其余直线。

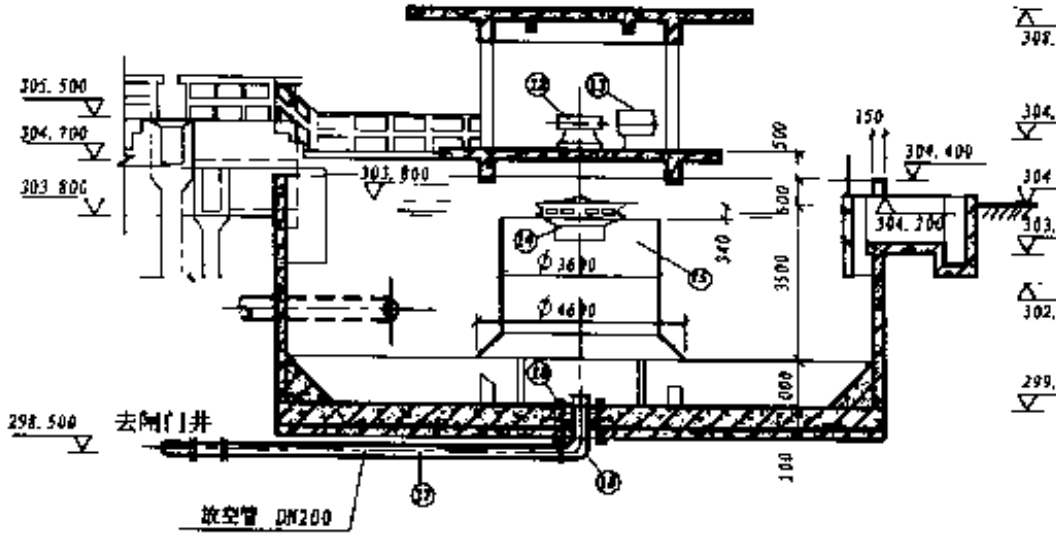
④ 使用上述（7）中介绍的方法录入文字。

绘制完成的总图如 4-7 所示。

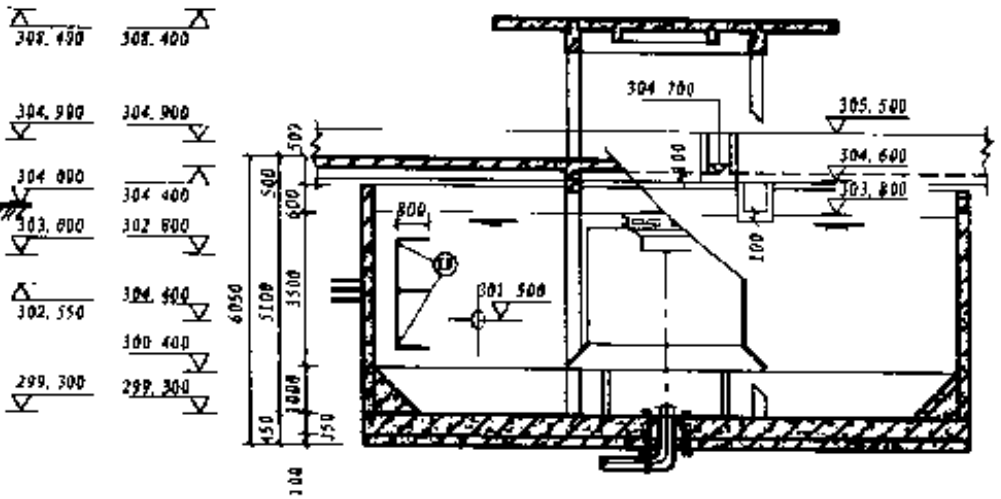
4.4 曝气池工艺图

【曝气池工艺图说明】

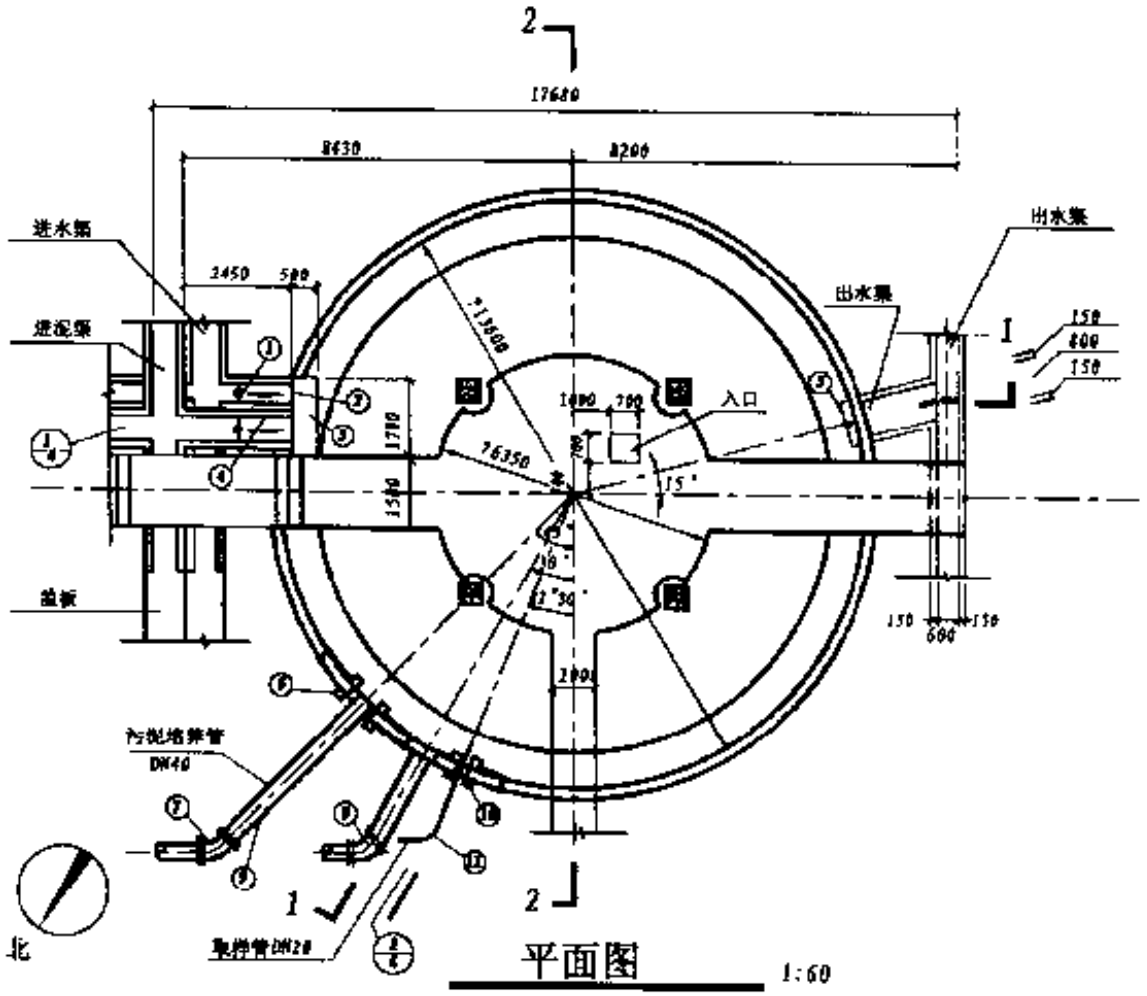
图 4-8 是曝气池工艺图的总图，总图可分为 4 个部分。图 4-8-1 是其主视图“1-1 剖面展开图”，图 4-8-2 是“2-2 剖面图”，图 4-8-3 是其俯视图“平面图”，图 4-8-4 是“管件及主要设备一览表”。本例用到了很多绘图命令，如 Array、Mirror、Offset、Rectangle、Trim、



1-1 剖面图展开 1:60



2-2 剖面图 1:60



平面图 1:60

说明

1. 尺寸以毫米为单位，标高以米为单位。
2. 钢制管件，管支架等均先刷红丹防锈漆二道，再刷色漆二道。
3. 本图各种管道的平面布置，可按实际情况适当调整。

管件及主要设备一览表

编号	名称	规格	材料	单位	数量	备注
①	闸板	500×600		套	2	详见图20-水-16
②	最水堰		钢	套	2	详见图20-水-10
③	挡水罩		钢	套	1	详见图20-水-10
④	水位尺	800×800		套	2	
⑤	盖板	DN400		套	1	详见图20-水-13
⑥	穿墙套管	DN400	钢	个	1	S312-2-IV
⑦	45°弯管	DN400	钢	个	1	
⑧	60°弯管	DN200	钢	个	1	
⑨	单盘短管	DN400δ20	钢	根	1	
⑩	穿墙套管	DN100	钢	个	1	详见图20-水-12
⑪	镀锌钢管	DN20		米		
⑫	蜗轮蜗杆减速器	RHC-420-20-IV		台	1	
⑬	电磁调速异步电动机	JZT-82-4	钢	台	1	
⑭	表Ⅱ型曝气叶轮	Φ1860	钢	个	1	
⑮	导流筒	Φ3600	钢	套	1	详见图20-水-8、9
⑯	穿墙套管	DN200	钢	个	1	S312-2-IV
⑰	钢管	DN210	钢	米	7.2	
⑱	90°弯管	DN200	钢	个	1	
⑲	管支架	DN20	钢	套	3	S161-48-1

××设计院	××污水处理厂		图号	
审核	曝气池工艺图		图别	水施
设计			比例	见图
制图			日期	

图 4-8 曝气池工艺总图

Xline 等，对于轮廓线的编辑应用了 Pedit 命令，其中还用到了一些实用的 AutoLisp 程序来实现绘图。

【实例绘制步骤】

（1）前期准备工作

① 设置图层（用 Layer 命令）：(a)轮廓线层，白色，线宽 0.5；(b)细线层，白色，线宽 0.2；(c)虚线层，黄色，线宽视图需要而定；(d)中心线层，红色，线宽为 0；(e)标注和文字各设一层，分别为天蓝色和粉色。

② 单击下拉菜单 View，调出 Toolbar 对话框调出标注和捕捉工具栏。

③ 设置字体：单击下拉菜单 Format\TextStyle，在 TextStyle 对话框的 StyleName 中建立两种字体样式，命名为宋体 St 和仿宋 Fs。St 为宋体；Fs 为仿宋字体，并将其 TextStyle 中的 ObliqueAngle 倾斜角设为 8 度，使字体倾斜。

（2）绘制“1-1 剖面图展开”（如图 4-8-1）

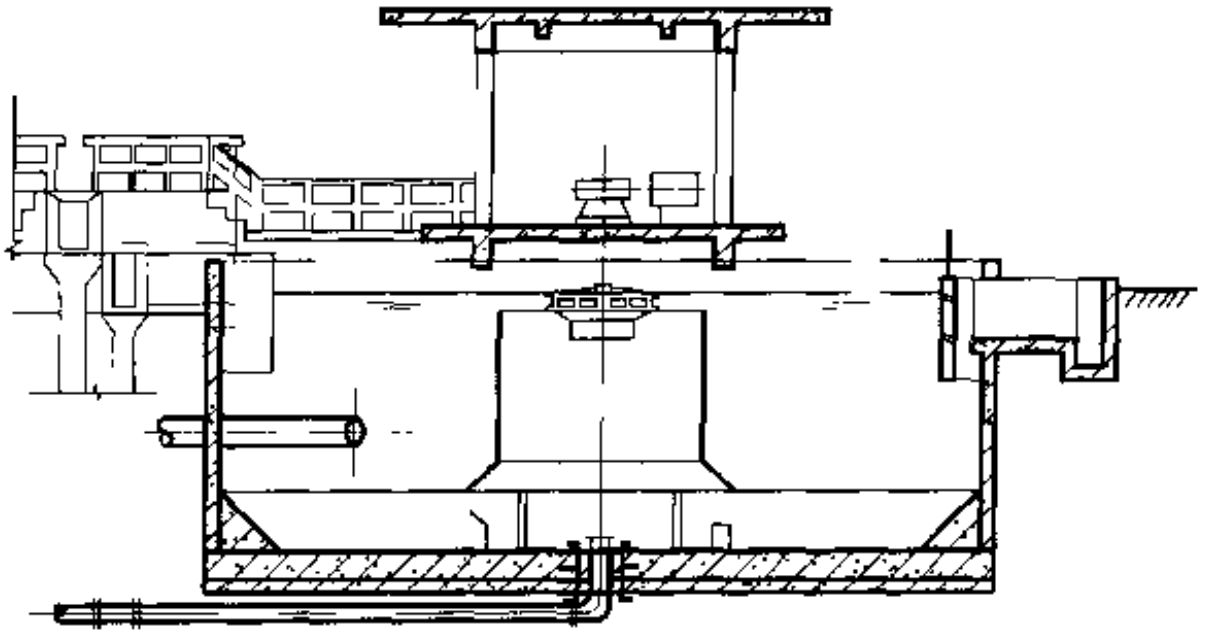


图 4-8-1　1-1 剖面展开图

① 用 pline 多义线勾勒出曝气池的外轮廓线，线宽为 0.5；图中的细轮廓线都是线宽为 0.2 的 pline 线。

② 该图左上部的几个连续矩形可以用 Array 命令实现，具体做法是：用 Rectangle 命令画出 1 个矩形，用 Pedit 将其线宽编辑为 0.2（或用 0.2 的 Pline 线做出矩形），再输入 Array 命令，选择 R（矩形方式）进行矩形阵列，输入阵列行数、列数，行间距、列间距。对于图 4-8-1 左上角中的平行四边形，可用 Stretch 命令将矩形拉伸成平行四边形，注意执行该命令必须用 Cross 窗口选择物体（或者用 Pline 线大概描出平行四边形）。

③ 填充图案：单击 Draw 菜单中的 Hatch 命令，出现一个对话框，单击 Quick 选项卡里的 Swatch，在出现的填充图案类型中选择 ANSI 中的 ANSI31（金属线）和 Other Predefined 中的 AR-CONC（混凝土），对图中所需填充部位先后进行填充。

④ 对于部件 18（直角弯管）用 Fillet 命令进行倒角，先对倒角的半径进行设定，然后再倒角。在这里所倒的弯管是多义线，因此在 Autocad 出现“Select first object or[Polyline/Radirs/Trim]:”的提示时，选择“Polyline”可将多义线一次倒完。

* 注意和技巧：

a. 在定位 Pline 线的端点时，应用 Obsnap（用 F3 切换）工具栏里的端点捕捉、交点捕捉以及相对坐标捕捉命令。

b. 填充图案要选择合适的比例，小于 1 的是使图案加密，大于 1 的是使图案变疏。在填充时，可将不必要的线型在 Layer 层中暂时关闭，以免使填充边界复杂。

c. 可以观察到图中很多地方是对称的，因此灵活运用 Mirror 命令可以使作图事半功倍。

d. 用 Ltscale 命令调节虚线和点划线的线型比例，用动态延伸 Lengthen 命令中的 Dynamic 将虚线和点划线的长短调节合适。

（3）绘制“2-2 剖面图”（如图 4-8-2）

主要画法同主视图并无什么不同，仔细的读者可以发现两幅图有许多相似，填充图案也相同，因此可用 Copy 命令在正交(用 F8 切换)打开的情况下将“1-1 剖面图”复制，然后用 Erase 和 Trim 命令修饰，再用 Pline 线将剖断线画出，最后补全不同之处即能将该图较为简单的画出。

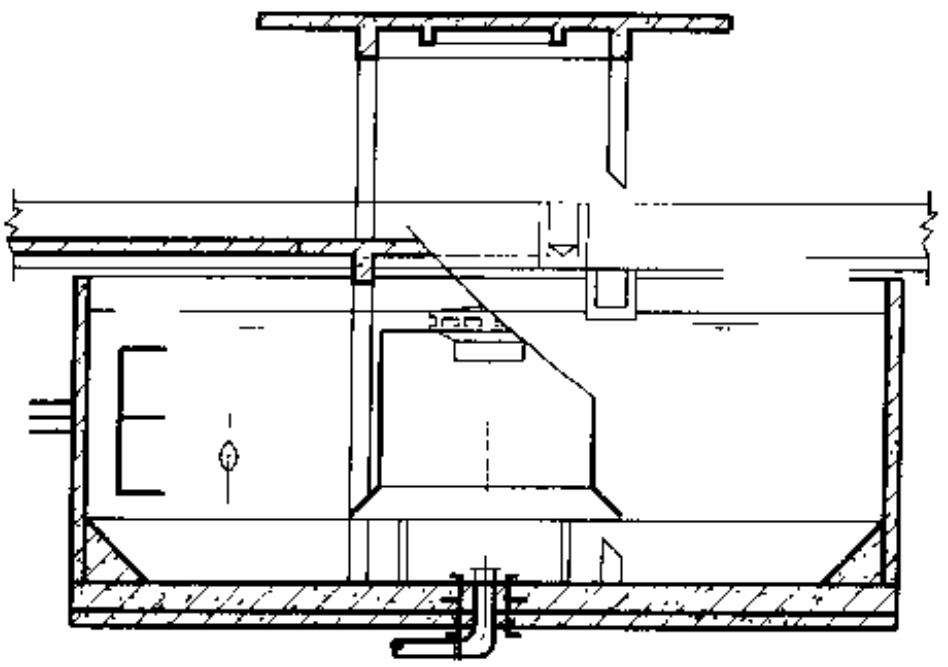


图 4-8-2　2-2 剖面图

（4）绘制“平面图”（如图 4-8-3）

① 再建立新图层，命名为构造线层，绿色，线宽为 0。

② 用构造线 Xline 命令从“1-1 剖面图”做出构造线，如图 4-8-3 所示。这样就可以方便的确定图中圆的半径和许多部位的长及宽。

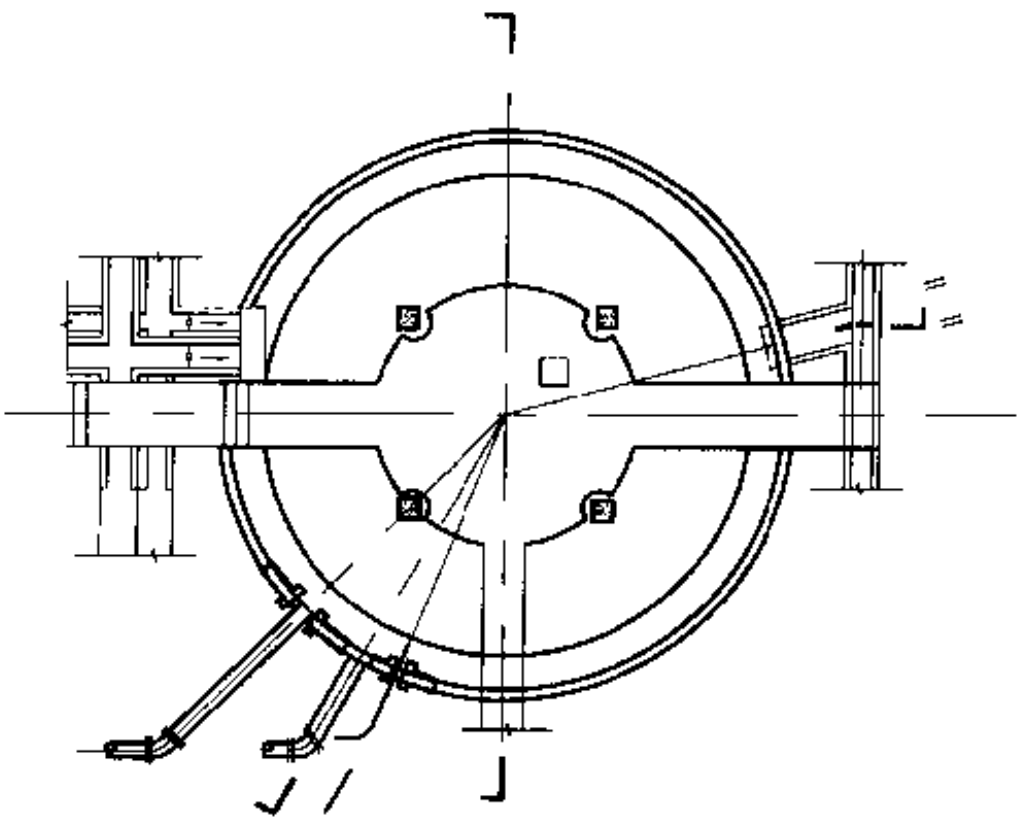


图 4-8-3　平面图

③ 在构造线段的辅助下画出图形中的圆及轮廓线；用 Polygon 画出正方形“人孔”后，再用 Pedit 命令编辑其线宽。

④ 对于部件图 4-8-4 中⑦、⑧、⑨处的倒角用 Fillet 命令设定半径，倒出圆角。

⑤ 用 Rectangle 命令做出填充矩形，填充图案同图 4-8-1，再用 Mirror 镜像出其余三个矩形。

* 注意和技巧：

a. 用 Trim 和 Extend 命令修饰图形。

b. 灵活运用捕捉辅助命令。

c. 可以将图中法兰和箭头用 Wblock 做成块以.dwg 格式保存，这样可以反复用 Insert 命令插入到所需地方。

（5）绘制图 4-8-4“管件及主要设备一览表”

① 表格的绘制：先用 Rectangle 命令做出框架，再用 Pedit 命令设置其线宽为 0.5。用 Array 命令做出所有的横格，用 Offset 做出所有竖格。

② 文字的输入：输入 Text 命令，出现 specify start point of text or [justify/style]提示，输入 S，选择已经设好的字体类型，用 St（宋体）输入汉字，用 Fs（仿宋字体）输入英文和数字。

* 注意和技巧：

用 Circle 命令做出小圆，在小圆正中书写数字，而把字写在圆正中是很麻烦的，可以利用 AutoLisp 程序解决，以下是在圆正中写字程序源代码：

```
(defun c:xz ()                                          ;命令名称设为 xz
    (setvar "osmode" 512)                               ;设置捕捉方式
    (setq pn (getpoint "\nPlease select a circle:"))    ;捕捉圆上一点
```

```
(setq pc (osnap pn "cen"))                          ;捕捉圆心
(setq d (distance pc pn))                           ;求半径的长度
(setq st (getstring "\nPlease input a string:"))    ;输入要标注的文字
(command "text" "j" "mc" pc d 0 st)                 ;把文字标在圆心处
)
```

管件及主要设备一览表

编号	名　称	规　格	材料	单位	数量	备　注
①	闸板	500×600		套	2	详见图 20-水-16
②	量水堰		钢	套	2	详见图 20-水-10
③	挡水罩		钢	套	1	详见图 20-水-10
④	水位尺	800×700		套	2	
⑤	堰板	*DN*400		套	1	详见图 20-水-13
⑥	穿墙套管	*DN*400	钢	个	1	S312-2-Ⅳ
⑦	45° 弯管	*DN*400	钢	个	1	
⑧	60° 弯管	*DN*200	钢	个	1	
⑨	单盘短管	*DN*400*U*820	钢	根	1	
⑩	穿墙套管	*DN*100	钢	个	1	详见图 20-水-12
⑪	镀锌钢管	*DN*20		米		
⑫	蜗轮蜗杆减速器	NHC-420-20-Ⅱ		台	1	
⑬	电磁调速异步电动机	JZT-82-4	钢	台	1	
⑭	泵 E 型曝气叶轮	ϕ1800	钢	个	1	
⑮	导流筒	ϕ3600	钢	套	1	详见图 20-水-8、9
⑯	穿墙套管	*DN*200	钢	个	1	S312-2-Ⅳ
⑰	钢管	*DN*200	钢	米	7.2	
⑱	90° 弯管	*DN*200	钢	个	1	
⑲	管支架	*DN*20	钢	套	3	S161-48-Ⅰ

图 4-8-4　管件及主要设备一览表

在 Autolisp 程序中每一句后面的分号起控制作用，将后面的解释语句隔离。这个程序效果很好，读者不妨试试。

（6）标注

① 标注设置：单击 Format 菜单的 Dimension Style 出现一个对话框，单击 New 新建一个标注类型，命名为“曝气池尺寸标注”。在新建的主标注下新建尺寸、角度、半径、直径四个标注项，在所建的五个标注按图设置各个选项卡（具体设置方法请参考第 2 章内容）。

② 标注方法：用 Dimension 标注工具栏对图形进行标注。

③ 绘制标高符号：用 pline 线做出图中三角标高图案,在标高符号上书写数字，最后用 Wblock 命令作成块，再反复用 Insert 命令插入图中所示位置（选中 explode 复选框将标高分解），用 Dedeit 命令改写标高上的数字。

④ 画出指北方向标：

用 Circle 命令做出圆，用 pline 命令从圆上一点向另一端做线，用 Width 命令设置线宽，起点线宽为 0，端点线宽为 1。

* 注意和技巧：

a. 进行线性标注时,按 F8 将正交模式打开,可以使标注保持垂直或水平。

b. CAD 软件标注的数字可能与实际数字不同，此时输入 Ddedit 命令，即出现一个可以改写标注文字的对话框，在对话框中将原来的字删掉，写出实际数字，点击 OK 即可。还有一种方法，就是用 Explode 命令将标注炸开，使数字和箭头分离，然后用 Erase 命令擦除数字，再用 Text 命令重新书写。

c. 三角形标高有四种类型,分别作成块,再反复用 Insert 命令插入,适当编辑即可。绘制完成的总图如 4-8 所示。

4.5 二次沉淀池工艺图

【二次沉淀池工艺图实例说明】

总图 4-9 是二次沉淀池工艺图，用到的主要命令 pline、dtext、polygon、arc、block、offset、bhatch、mirror 等。图中 览表如图 4-9-1，总图 4-9 分为图 4-9-2（平面图），图 4-9-3（1-1 剖面图），图 4-9-4（2-2 剖面图）三部分绘制,标注如图 4-9-5。

【实例绘制步骤】

（1）创建图层，线型，颜色

打开图层对话框，点击 new 按钮。分别建立层、颜色、线型。

具体要求如下：

(a)文字层 粉色；(b)轮廓线层 白色；(c)细线层 白色；(d)虚线层 黄色；(e)尺寸层 天蓝；(f)中心线层 红色。

（2）创建图框，标题栏。绘制采用 pline、line 命令，尺寸根据国标要求

① （打开正交 ortho）用 line 命令，依据尺寸画细边框线。

② （换到轮廓线层）用 pline，用相对坐标（@X,Y），依据尺寸画粗边框线，线宽 0.5。标题栏内部线用 line 和 offset 命令绘制。

③ 用 trim 命令修剪多余的线条。

④ 文字使用 dtext 命令录入。

（3）创建图中表格（如图 4-9-1）

①（打开正交 ortho）用 pline 命令，依据尺寸输入长度画粗边框线。

②（换至细线层）用 line 命令，指定起点，依据尺寸输入长度画竖线。

③ 输入 offset 指定偏移距离以及偏离方向，做出图中竖线。

④ 同理,画出图中横线。

⑤ 表格中的文字将在本实例说明⑨中予以介绍。

（4）平面图的绘制方法（如图 4-9-2）

① 先对此图进行分析，此图上下左右基本对称，并有许多相似之处，因此应多使用 array 阵列，mirror 镜像，copy 拷贝命令绘制，以便简化绘图过程。

② 污泥斗的绘制方法

a. 用 pline 命令绘制外轮廓线，线宽 0.5。

b. 用 pline 命令，绘制图中竖直线以及各水平线。

c. 用 offset 命令指定偏移距离以及偏离方向，做出图中其余竖线。

d. 用 trim 修剪命令，左键选择剪刀，修剪多余线条。

③ 图中矩形设备的绘制：可用 pline 绘制一个，再使用 copy 拷贝命令复制即可（矩形设备可采用 rectangle 命令绘制）。

若角度不同可使用 rotate 旋转命令将其旋转。

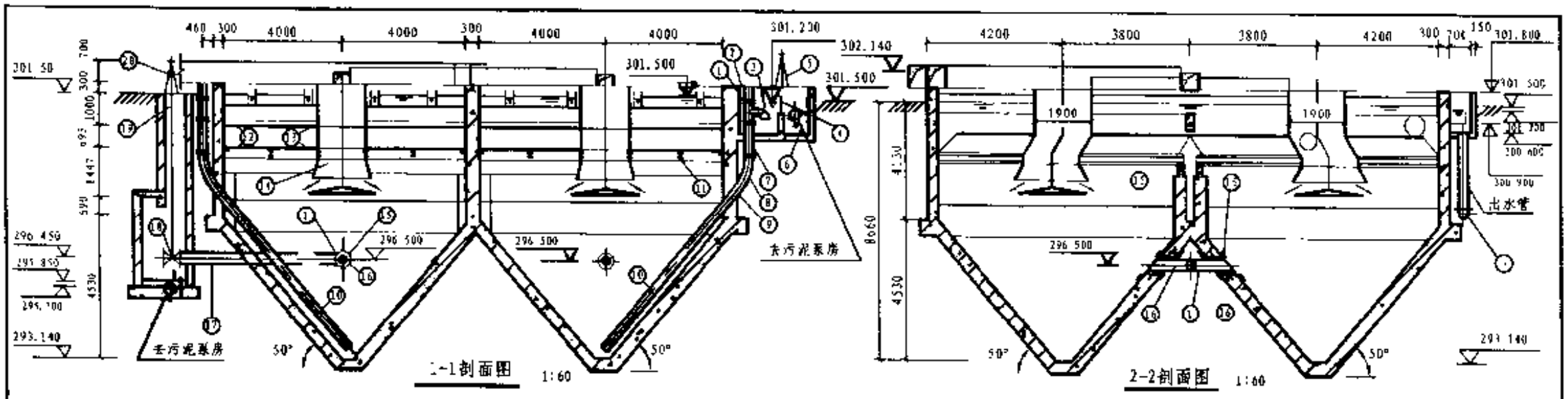
④ 图中圆形设备的绘制：用 donut 圆环命令绘制其中一个，而后使用 mirror 镜像命令绘制另外一个。

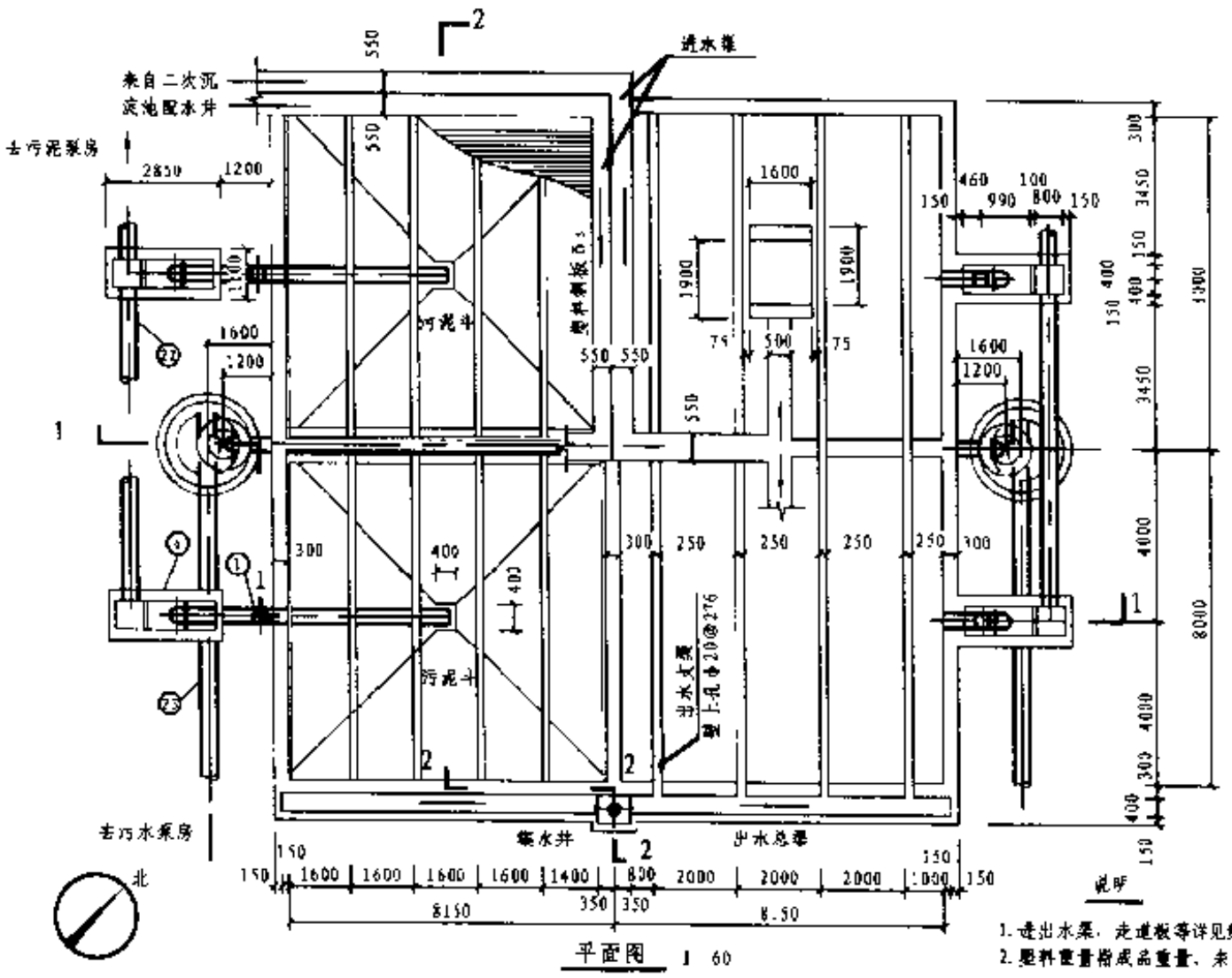
⑤ 图中管道的绘制：（换至中心线层）用中心线定位后，使用 pline（注意换至粗轮廓线层）绘制连接。

⑥ 图中局剖图的画法：

a. 用 pline，绘制一曲线，构成一封闭区域。

b. 采用 bhatch 命令，指定封闭区域，选定剖面线图案 ANSI31（金属线），角度为 45 度，填充至如图效果。





管件、材料、构筑物一览表

编号	名称	规格	材料	单位	数量	备注
①	正三通	DN250	钢	个	5	S311-6
②	短管	DN250 1620	钢	根	4	
③	90°弯头	DN250	钢	个	5	S311-1
④	木闸板	8×8 855×800		块	4	详图22-水-9
⑤	木闸升降器			套	4	详图22-机-1~8
⑥	排泥井		砼	个	4	详图22-水-11
⑦	短管	DN250 L1137	钢	根	4	
⑧	38°弯头	DN250	钢	个	4	详图22-水-6
⑨	TV型刚性防水斜套管	DN250 α=38°	钢	个	4	详图22-水-7
⑩	短管	DN250 L1400	钢	根	4	
⑪	工字钢		钢			详结构图
⑫	硬聚氯乙烯斜板	3×[illegible]1594×840×3	塑料	块	2712	详图22-水-5; 1>6+
⑬	硬聚氯乙烯蜂格条	3×5×A 81+600+E	塑料	条	13n60	详图22-水-5; 5+
⑭	中心进水渠					详结构图
⑮	TV型刚性防水斜套管	DN250 α=38°	钢	个	4	详图22-水-6
⑯	短管	DN250 1800	钢	根	4	
⑰	单盘直管	DN250 1160	钢	根	2	法兰详S311-16
⑱	放空闸门	DN250		个	2	详图22-机-10
⑲	放空井		砼	个	2	
⑳	放空闸门操作杆	L3191		套	2	S314
㉑	护板固定架		钢	套	24	详图22-水-5
㉒	回流污泥管	DN350	钢	米	24	
㉓	放空管	DN300	铸铁	米	16	

××设计院	××污水处理厂	图号	
审核	二次沉淀池工艺图	图别	水施
设计		比例	1:60
制图		日期	

图 4-9 二次沉淀池工艺总图

管件，材料，构筑物一览表

编号	名　称	规　格	材料	单位	数量	备　注
①	正三通	*DN*250	钢	个	5	S311-6
②	短管	*DN*250 1620	钢	根	4	
③	90° 弯头	*DN*250	钢	个	5	S311-1
④	木闸板	B×H855×800		块	4	详图 22-水-9
⑤	木闸升降器			套	4	详图 22-机-1 ~8
⑥	排泥井		混凝土	个	4	详图 22-水-11
⑦	短管	*DN*250 11137	钢	根	4	
⑧	38° 弯头	*DN*250	钢	个	4	详图 22-水-6
⑨	Ⅳ型刚性防水斜套管	*DN*250 α=38°	钢	个	4	详图 22-水-7
⑩	短管	*DN*250 17400	钢	根	4	
⑪	工字钢		钢			详结构图
⑫	硬聚氯乙烯斜板	B×H×δ1594×800×3	塑料	块	2732	详图 22-水-5：15.6+
⑬	硬聚氯乙烯横格条	B×H×δ50×800×6	塑料	条	13660	详图 22-水-5：5+
⑭	中心进水池					详结构图
⑮	Ⅳ型刚性防水斜套管	*DN*250 α=38°	钢	个	4	详图 22-水-6
⑯	短管	*DN*250 1800	钢	根	4	
⑰	单盘直管	*DN*250 1160	钢	根	2	法兰详 S311-16
⑱	放空闸门	*DN*250		个	2	详图 22-机-10
⑲	放空井		混凝土	个	2	
⑳	放空闸门操作杆	13191		套	2	S314
㉑	斜板固定架		钢	套	24	详图 22-水-5
㉒	回流污泥管	*DN*350	钢	米	24	
㉓	放空管	*DN*300	铸铁	米	16	

图 4-9-1　管件材料构筑物一览表

（5）1-1 剖面图的绘制方法（如图 4-9-3）

污泥斗的绘制：

a.（换至轮廓线层）用 pline 绘制 w 形轮廓线。

b. 用 line 和 pline 命令绘制图中水平的直线,而后用 trim 修剪命令，修剪多余线条。

c. 用 offset 偏移命令，指定偏移距离以及方向，做出图中其余水平线。

d. 用 pline 命令绘制管道等其他轮廓线。

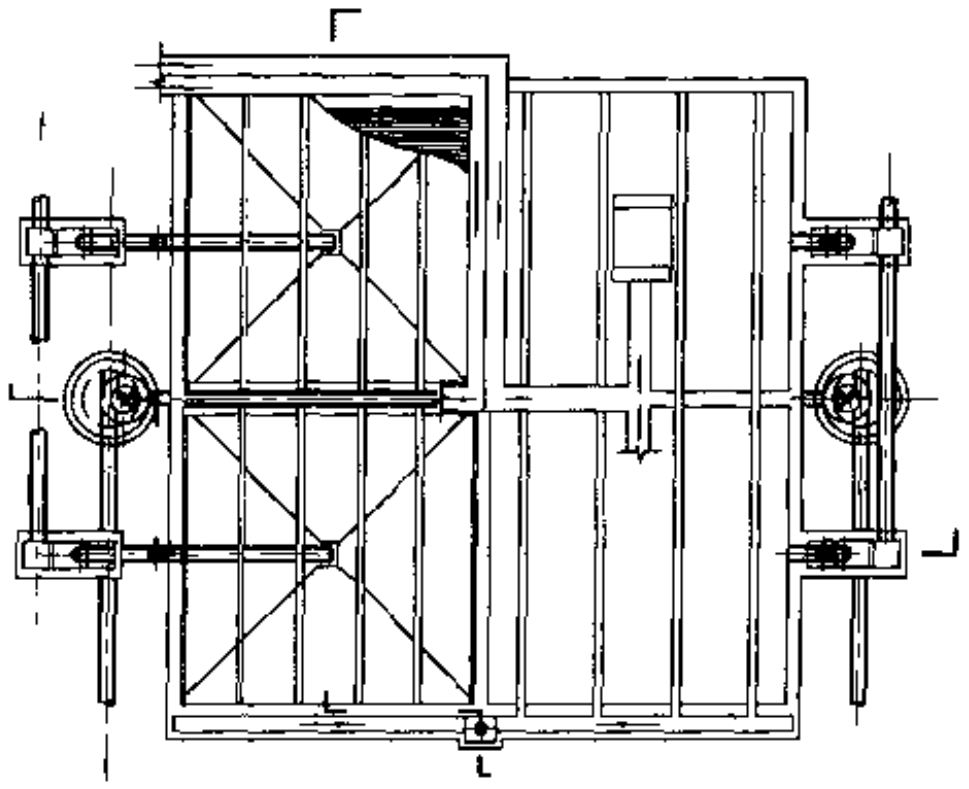


图 4-9-2　平面图

* 注：(a)凡画斜线部分，先确定起点，再指定角度例如 45 度输入＜45 以便确定方向，再输入长度值。(b)关于图中重复或对称的部分要注意使用 array 阵列，mirror 镜像命令编辑，以便简化绘图过程。(c)关于图中沉淀物的画法：用 pline 命令，arc 命令绘制一封闭区域，采用 bhatch 命令，指定封闭区域，选定剖面线沙子图案 ar-sand，比例 0.4，角度 0，填充至如图所示。(d)图中箭头的画法:用 pline 命令绘制,在设置线宽时注

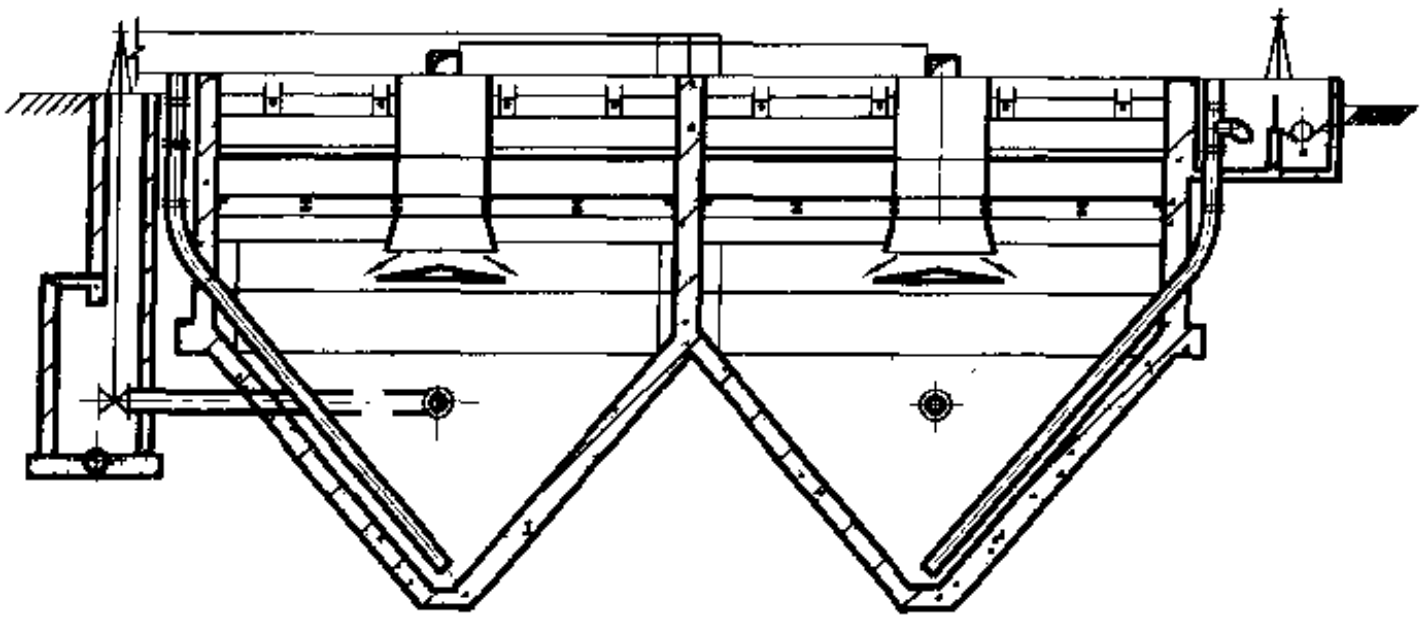


图 4-9-3　1-1 剖面图

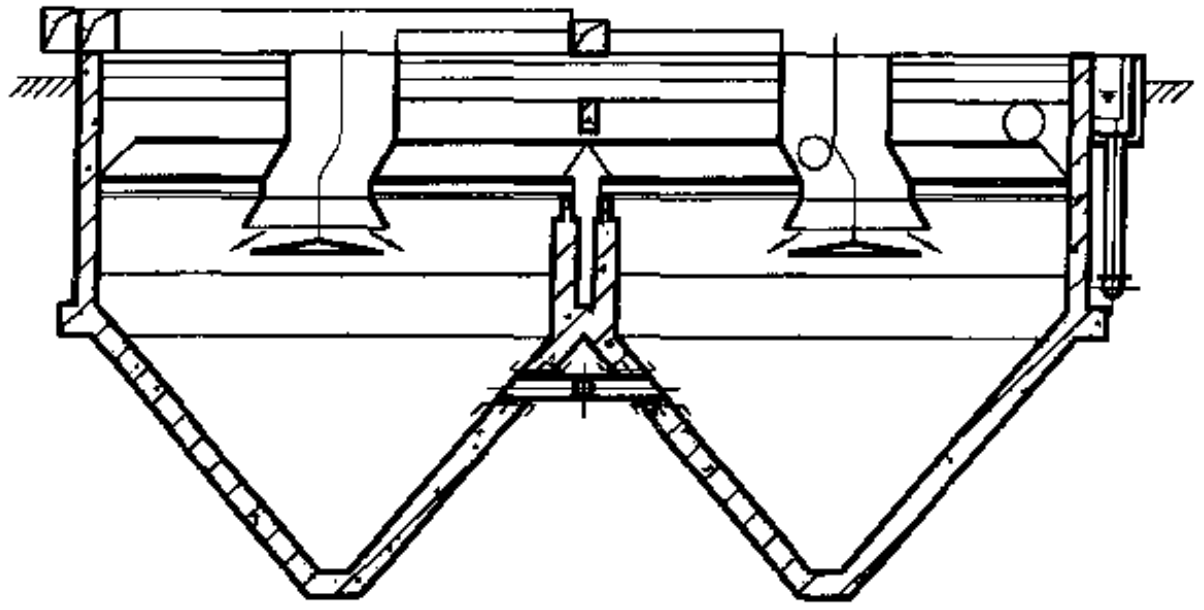


图 4-9-4　2-2 剖面图

意起终点不同即可,绘制完毕后制成块以备随时插入图中。(e)图中圆环的画法：输入 donut 画圆环命令或 circle 命令绘制，也可采用 Autolisp 程序绘制，具体如下：

```
(defun c:cy ()                          ;定义命令名称为粗园 CY
    (setq d (getreal "圆的直径:"))      ;圆的直径
    (setq w (getreal "线的宽度:"))      ;圆的线宽
    (setq dn (- d w))                   ;圆内径
    (setq dw (+ d w))                   ;圆外径
    (setq dn (rtos dn 2 2))
    (setq dw (rtos dw 2 2))
    (setq dn (atof dn))
    (setq dw (atof dw))
    (command "donut" dn dw)             ;调用作圆环 Donut 命令
)
```

（6）2-2 剖面图的绘制方法（如图 4-9-4）

① 污泥斗的绘制：

a.（换至轮廓线层）用 pline 绘制 w 形轮廓线。

b. 用 line 和 pline 命令绘制图中水平的直线,而后用 trim 修剪命令，修剪多余线条。

c. 用 offset 偏移命令，指定偏移距离以及方向，做出图中其余水平线。

d. 用 pline 命令绘制管道等其他轮廓线。

② 其余部分的绘制方法均在 1-1 剖面图的绘制中已叙述,这里不再赘述。

（7）关于图中的高度符号的绘制方法（如图 4-9-5）

采用带属性块的方法，定义属性块的方法如下。

① 首先用 line 命令依据图示尺寸做出高度符号。

② 定义属性文字的方法，具体步骤如下：

点击下拉菜单中 drawing\block\attribute definition，出现 attribute definition 对话框。

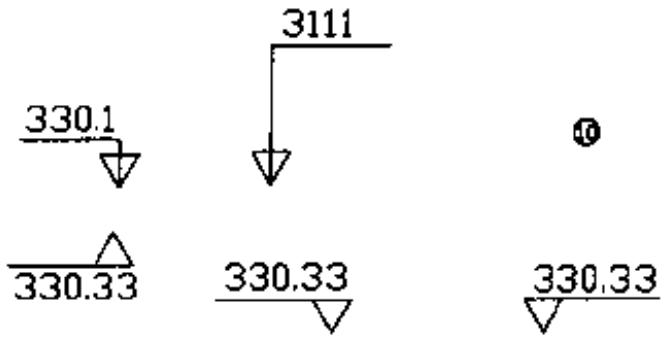


图 4-9-5　各种符号图

a. 在文本框 tag 中输入标签属性 RA。

b. 在文本框 prompt 中输入提示属性“输入高度 RA 的值”。

c. 在文本框 value 中输入值属性 X。

d. 在 text option （文本选项）区设置文字的大小，方向。

e. 在 justification 下拉表中选择对齐方式。

f. 单击按钮 pick point，系统暂时隐去 attribute definition 对话框，在画好的高度符号中选择插入点，出现 attribute definition 对话框 单击 OK 退出对话框，完成属性定义。

③ 定义块

a. 单击定义图块命令按钮或 block 命令，显示 block definition 对话框。

b. 在块名文本框中输入块名“高度符号”。

c. 点击选择点 pick 按钮，block definition 对话框消失，在图中选择图块的基点。

d. 点击 select 按钮，block definition 对话框消失，在图中选择整个高度符号以及定义的属性文字，回到 block definition 对话框点击 ok 即定义完毕。

④ 插入块的方法

a. 输入 insert 命令，出现 insert 对话框。

b. 从 name 下拉表中选择要插入的图块名称。根据属性提示，输入相应的高度数值。

c. 确定插入块的比例，角度。

d. 单击 OK 按钮，退出 insert 对话框。

e. 给出插入点。

f. 插入完后依据具体情况适当调整线的长度以适应图的要求（通常采用 explode 爆炸，lengthen 延长等命令）。

g. 反复使用图块插入命令，完成所有高度符号的绘制。

（8）关于图中的圆形标号的绘制方法（如图 4-9-5）

① 首先用 circle 命令画圆。

② 其次是属性的定义以及块的定义，因为与定义高度符号完全相同,这里不再赘述。

③ 圆形标号中文字的填充方法也可以采用 Autolisp 程序完成，以下给出其源程序代码：

```
(defun c:xz()                                          ;定义命令名称为 xz
    (setvar "osmode" 512)                              ;设置捕捉方式
    (setq pn (getpoint "\nPlease select a circle:"))   ;捕捉圆上一点
    (setq pc (osnap pn "cen"))                         ;捕捉圆心
    (setq d (distance pc pn))                          ;求半径的长度
    (setq st (getstring "\nPlease input a string:"))   ;输入要标注的文字
    (command "text" "j" "mc" pc d 0 st)                ;把文字标在圆心处
)
```

（9）文字标注（如图 4-9-5）

①（换至文字层）输入 dtext，依次指定字的起点，字高，旋转角度，键入文字的内容。

② 实现不同字体的方法：

本图中汉字采用了仿宋体、宋体，西文采用了长仿宋体 gdt.shx 字体，首先用 style 命令设置这三种字型分别为 FS、ST、CFS，在出现 specify start point of text or[justify/style]: 时输

入 s 调整临时需要使用的字体，其余提示与上述（1）相同。

（10）尺寸标注

① 标注前的设置：单击 Format 菜单的 Dimension Style 出现一个对话框，单击 New 新建一个标注类型，命名为“尺寸标注”。在新建的主标注下新建尺寸、角度、半径、直径四个标注项，在所建的五个标注按图设置各个选项卡（具体设置方法请参考第 2 章内容）。

② 调出尺寸标注工具条进行标注，标注方法见第 2 章。绘制完成的总图如 4-9 所示。

4.6 二次沉淀池平面图

【二次沉淀池平面图说明】

图 4-10 是二次沉淀池平面图，用到的主要命令是 layer、limits、line、pline、 trim、copy、style、dtext、pedit、stretch、arc、wblock、insert、donut 等。

【实例绘制步骤】

（1）创建图层，线型，颜色

打开图层对话框，点击新建 new 钮。分别建立层、颜色、线型。具体要求如下：

(a) L1 层　红色　Center　(b) L2 层　黄色　Dashed　(c) L3 层　白色 Continue

（2）创建图框

a.（打开正交 ortho，切换至 L3 层）输入 line，依据尺寸画细边框。

b. 输入 pline，用相对坐标(@X，Y)，依据尺寸画粗边框。

（3）画直管、弯管

① 画直管。键入 pline 命令，依据图示尺寸画出管道的两条粗实线，切换至 L2 层，画出中心线。键入 arc 命令，画出管端的圆弧。

② 画弯管。键入 circle 命令，依据图示尺寸，做 3 个同心圆，键入 trim 命令，修剪至如图所示。键入 pedit 命令，对两边的弧线进行编辑，使其线宽与直管相同。键入 pline 命令，做出弯管两端的粗实线。键入 wblock 命令，将其定义成一个块。

（4）画沉淀池的俯视图

键入 line 命令，依据图示尺寸画出沉淀池的俯视图。可先将所有的线画出，再用 trim 命令进行修剪。斜线的端点可由相对坐标（@X，Y）来辅助确定。俯视图中心的圆用 circle 命令画出。四个倾斜的进水支渠可只做出一个，再用 array 命令圆形阵列，最后用 trim 对右下角的一个进行修剪。圆环可用 donut 命令做出，再用 trim 进行修剪。

（5）画沉淀池的管道

键入 line 命令，依据图示尺寸画出左右两侧的方框，键入 insert 命令，将先前画出的弯管插入进来。将先前画好的直管用 copy 命令复制过来，用 stretch 命令拉伸至图示尺寸，用 trim 命令进行修剪。

（6）画图 4-10 中 1-1，2-2 剖视线

键入 pline 命令，设置线宽，做出剖视线。

（7）设置字体，进行标注。

① 输入 style 进行字体设置。新建两种字体，具体要求如下：

汉字字形名 fs 字体 仿宋 GB_2312 宽高比 0.8 角度 0

西文字形名 xw 字体 simplex.shx 宽高比 0.8 角度 10

② 标注。

③ 对圆内有文字的可以直接标注，注意文字的大小、位置，交互式绘图比较费事，为了精确，快速，采用 Visual Lisp 程序来实现更为妥当，程序源代码如下。

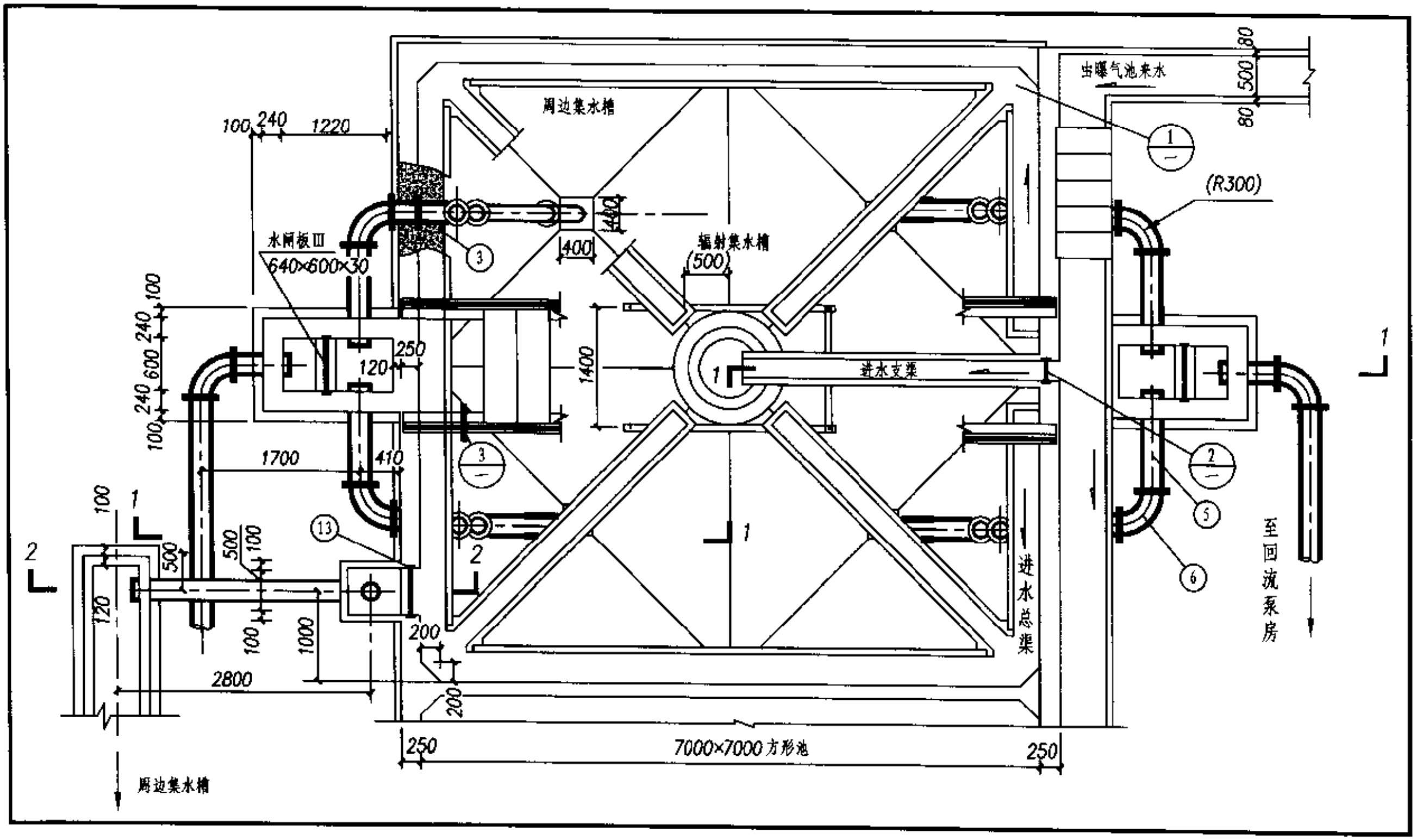


图 4-10　二次沉淀池平面图

a. 对圆内一个字的标注，程序如下：

```
(defun c:tl()
 (setvar "osmode" 512)                                  ;设置捕捉方式
 (setq pn (getpoint "\nPlease select a circle:"))       ;捕捉圆上一点
 (setq pc (osnap pn "cen"))                             ;捕捉圆心
 (setq d (distance pc pn))                              ;求半径的长度
 (setq st (getstring "\nPlease input a string:"))       ;输入要标注的文字
 (command "text" "j" "mc" pc d 0 st)                    ;把文字标在圆心处
)
```

b. 对圆内中间一条线，上下各一个字的标注，程序如下：

```
(defun c:tl2()
  (setvar "osmode" 512)                                 ;设置捕捉方式
  (setq pn (getpoint "\nPlease select a circle:"))      ;捕捉圆上一点
  (setq pc (osnap pn "cen"))                            ;捕捉圆心
  (setq d0 (* 2 (distance pn pc)))                      ;求直径的长度
  (setq hd (* 0.32 d0))                                 ;设置字高
  (setq p1 (polar pc (* 0.5 pi) (* 0.22 d0)))           ;计算第一行文字的中心
  (setq p2 (polar pc (* -0.5 pi) (* 0.22 d0)))          ;计算第二行文字的中心
  (setq p3 (polar pc 0 (* 0.5 d0)))                     ;计算圆的第一象限点
  (setq p4 (polar pc pi (* 0.5 d0)))                    ;计算圆的第二象限点
  (setq str1 (getstring "\nPlease input the first string:"))    ;输入文字
  (setq str2 (getstring "\nPlease input the second string:"))   ;输入文字
  (command "line" p3 p4 "")                             ;画出圆上直线
  (command "text" "j" "mc" p1 hd 0 str1)                ;标注文字
  (command "text" "j" "mc" p2 hd 0 str2)                ;标注文字
)
```

经过以上 7 步的工作过程，完成的“二次沉淀池平面图”如图 4-10 所示。

4.7 二次沉淀池详图及构件表

【二次沉淀池详图及构件表说明】

图 4-11 是二次沉淀池详图及构件表，用到的主要命令是 layer、limits、line、 pline、trim、copy、style、dtext、pedit、bhatch 等。

【实例绘制步骤】

（1）创建图层，线型，颜色

打开图层对话框，点击新建 new 钮。分别建立层、颜色、线型。具体要求如下：

(a) L1 层　红色　Center　(b) L2 层　黄色　Dashed　(c) L3 层　白色 Continue

（2）创建图框

①（打开正交 ortho，切换至 L3 层）输入 line，依据尺寸画细边框。

② 输入 pline，用相对坐标（@X，Y），依据尺寸画粗边框。

（3）画（12）紧固件及上面的双线

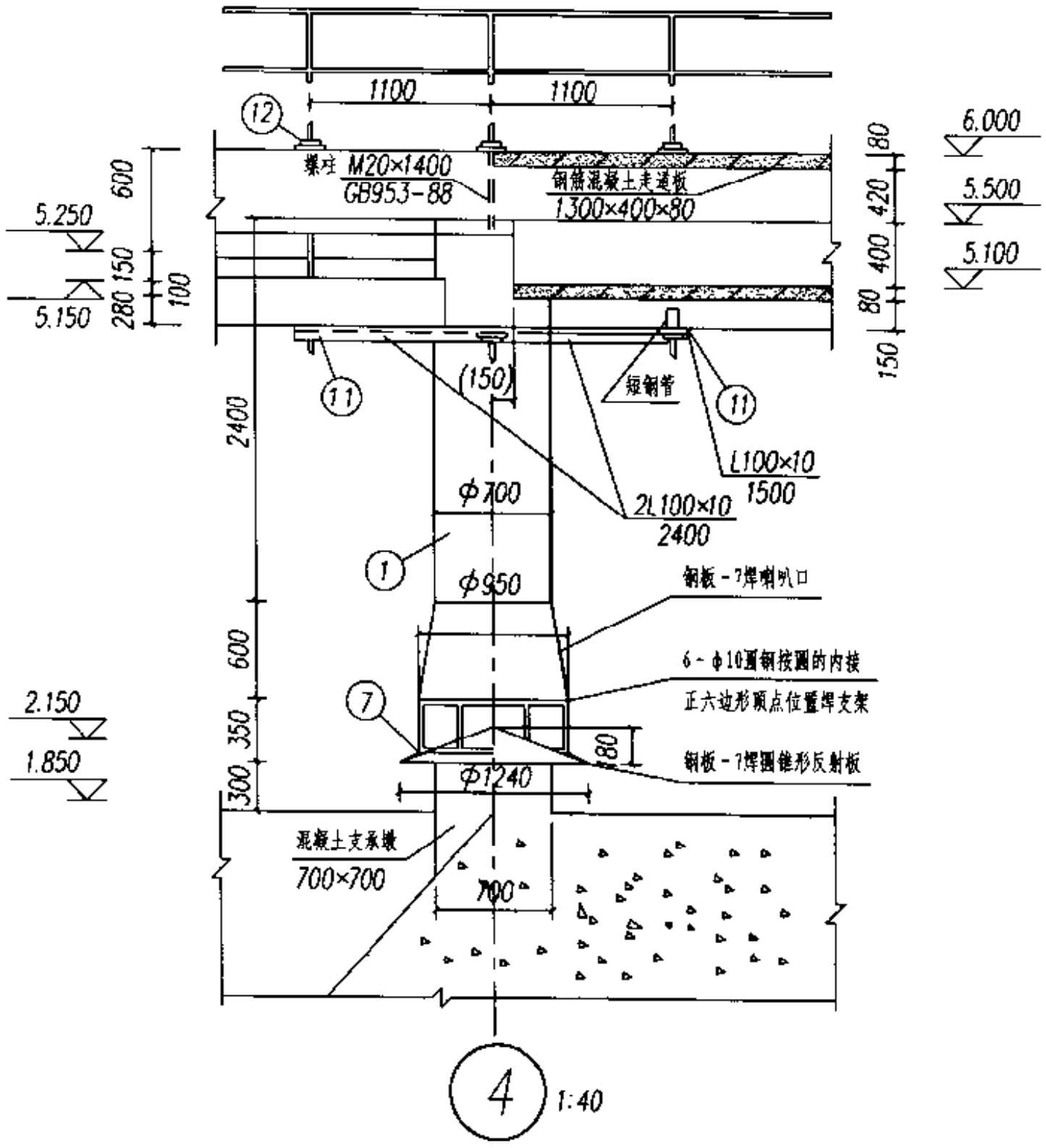
键入 line 命令，依据图示尺寸画出紧固件。可以只画出一个，其余的用 copy 命令复制完成。键入 line 命令，依据图示尺寸画出紧固件上面的双线部分，用 trim 命令对不恰当的部分进行修剪。

（4）画钢筋混凝土走道板

键入 line 命令，用细线画出钢筋混凝土部分的边框，键入 bhatch 命令进行填充。键入 line 命令，画出钢筋混凝土部分左边的细实线，用 trim 命令进行修剪至如图 4-11 所示。

（5）画中心管部分

键入 line 命令，画中心管左边的细实线，键入 pline 命令，画中心管右边的粗实线，其中



编号	名称	规格	单位	重量	备注
①	中心管	规格	m^2	5.3	2400×2198
②	三盘丁字管	DN200	根	4	
③	双盘直管	DN200	根	4	
④	40°双盘弯管	DN200	根	4	
⑤	单盘直管	DN200	根	11	
⑥	90°双盘弯管	DN200	根	7	
⑦	反射板	钢板-7	m^2	2.5	
⑧	盘堵	DN200	个	4	
⑨	穿墙套管	DN200	个	11	
⑩	管子支架		套	8	S161-48-1
⑪	角钢	L100×10	m	6.3	
⑫	紧固件	螺柱 M20×1400	套	6	GB953-88
⑬	槽钢滑槽	[50	m	4.9	
⑭	混凝土垫块	300×300×100	块	4	

注. 为方便画图.
1. 本作业全部法兰盘直径φ300，厚度δ（若DN200，则φ320，δ=4）.
2. 图中带括号的尺寸仅供画图参考，不要标注
3. 有坡度的渠、槽底均按没坡度的平底画图.

图 4-11　二次沉淀池详图及构件表

斜线的端点可用相对坐标（@X，Y）辅助确定。中心管下端的反射板可以只画出一个，用 copy 命令复制完成其余的三个，再用 trim 命令进行修剪使如图所示。

（6）画下部的混凝土支承墩部分

键入 line 命令，画出支承墩部分的外边框，用 bhatch 命令进行填充。

（7）设置字体，进行标注。

① 键入 style 命令进行字体设置。新建两种字体：具体要求如下：

汉字字形名： fs；字体：仿宋_GB2312；宽高比：0.8；角度：0；

西文字形名： xw；字体：simplex.shx；宽高比：0.8；角度：10。

② 相同的标高符号可以先各做出一个，用 dtext 标好文字，然后用 wblock 将其定义成一个块，用 insert 插入到图示位置，用 explore 把它们爆炸开，再用 ddedit 对文字进行修改。

③ 键入 dtext 命令，进行标注。

④ 对圆内有文字的可以直接标注，注意文字的大小、位置，交互式绘图比较费事，为了精确、快速，采用 Visual Lisp 程序来实现更为妥当，程序源代码如下：

对圆内一个字的标注，程序如下。

```
(defun c:t1()
    (setvar "osmode" 512)                          ;设置捕捉方式
    (setq pn (getpoint "\nPlease select a circle:"))  ;捕捉圆上一点
    (setq pc (osnap pn "cen"))                     ;捕捉圆心
    (setq d (distance pc pn))                      ;求半径的长度
    (setq st (getstring "\nPlease input a string:"))  ;输入要标注的文字
    (command "text" "j" "mc" pc d 0 st)            ;把文字标在圆心处
)
```

（8）画右边的构件表及标注文字

键入 line 命令，依据图示尺寸画出的表格，键入 pline 命令，用粗实线加粗表格的边框。键入 dtext 命令，对表格进行标注，注意采用中点对齐的方式，即先用 line 命令画出要标注文字的矩形框的对角线，然后键入 dtext 命令，在选汉字起点之前键入“j”,再键入“mc”,选对角线的交点为中心点，下面与用 dtext 命令标注字符相同，不再叙述。可以只标注出第一行内的文字，用 array 命令进行矩形阵列，再用 ddedit 进行修改。用 dtext 命令标注出表格下面的文字。

经过以上 8 步的操作，完成的“二次沉淀池详图及构件表”如图 4-11 所示。

4.8 二次沉淀池 1-1 剖面图

【二次沉淀池剖面图】

图 4-12 是二次沉淀池剖面图，本图用到的主要命令有 layer、pline、line、trim、circle、donut、hatch、wblock、text、等。以下将总图 4-12 及分解图 4-12-1、4-12-2 的绘制方法分别叙述如下：

【二次沉淀池剖面图绘制步骤】

（1）创建图层、颜色、线型

选择 object properties 工具条中的 layers 命令，或在命令行输入 layer 命令，创建图层；单击“new”按钮，创建新图层并显示在大文本框中。新建图层名分别为“槽池”、“管道”、“中心线”、“标注”；颜色分别为白色、绿色、红色、水蓝色；线型分别为“continuous”、“continuous”、“center”、“continuous”。

（2）设置捕捉功能

选择 tool 菜单中的 Drfting Setting 命令，或把鼠标置于 Snap 按钮上右击鼠标选择 Setting 命令，在弹出的对话框中设置端点、中点、交点、最近点的捕捉功能。

（3）绘制槽池剖面

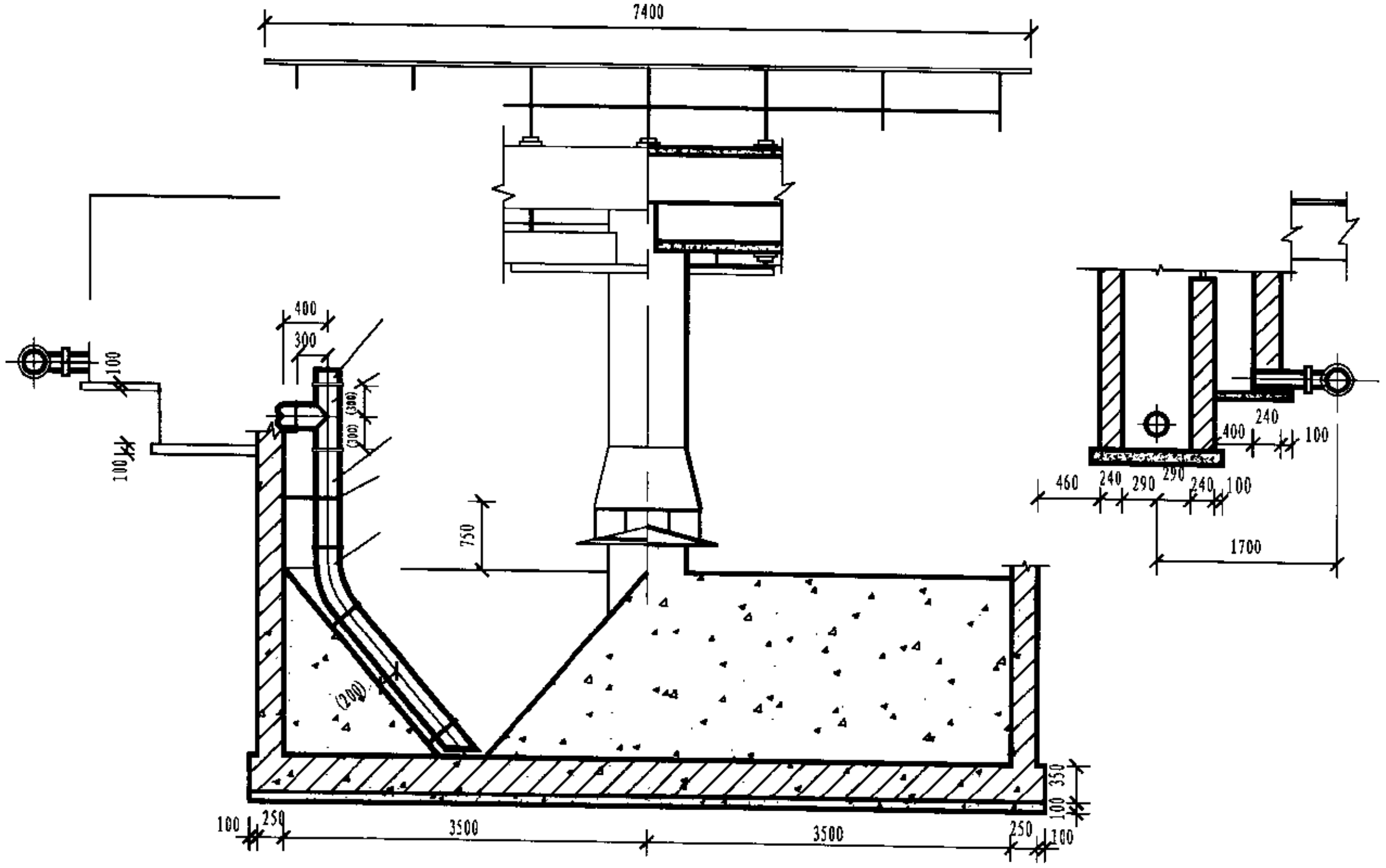


图 4-12　二次沉淀池 1-1 剖面图（部分）

打开图层名为“槽池”的图层，颜色、线型随层。

① 选择 pline 命令，绘制槽池轮廓；并用 trim 命令进行修剪；

② 选择 hatch 命令，在出现的对话框中，单击 pattern 的下拉菜单，确定填充图案为金属线图案 ansi31、混凝土图案 ar—conc 两种，注意选择合适的比例和角度，再单击“ok”按钮，即完成图案填充任务。重复操作，完成不同的填充。

（4）绘制所有管道中心线

打开图层名为“中心线”的图层，颜色、线型随层。

选择 pline 命令(此处采用 pline 命令可以方便地调整带圆弧中心线线型比例)。

线宽为“0”，绘制中心线；用 LTS 命令调整线型比例。

（5）绘制水管图

打开图层名为“管道”的图层，颜色、线型随层。

① 选择 pline 命令，注意线宽，绘制一侧的管道线，再使用 offset 命令绘制另一侧管道线，将法兰用 pline 命令绘出，并制作成块，依次插入、并修剪完成；如图 4-12-1 所示；

② 在命令提示行输入 donut 命令及 circle 命令，绘制管道口；

（6）绘制中心管及栏杆

继续在图层名为“管道”的图层。

① 选择 line 命令，绘制中心管左侧及栏杆的轮廓图；

② 选择 pline 命令，注意线宽，绘制中心管右侧轮廓图；并用 hatch 命令（图案为混凝土图案 ar—conc）进行管壁填充。如图 4-12-2 所示。

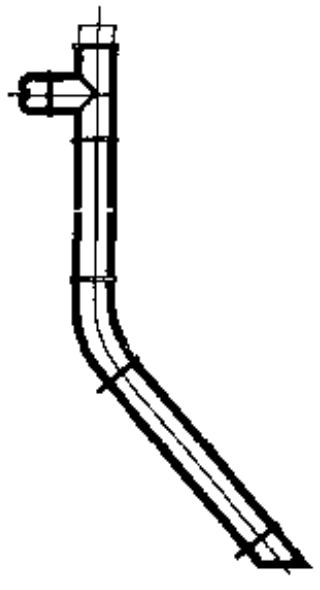


图 4-12-1　水管示意图

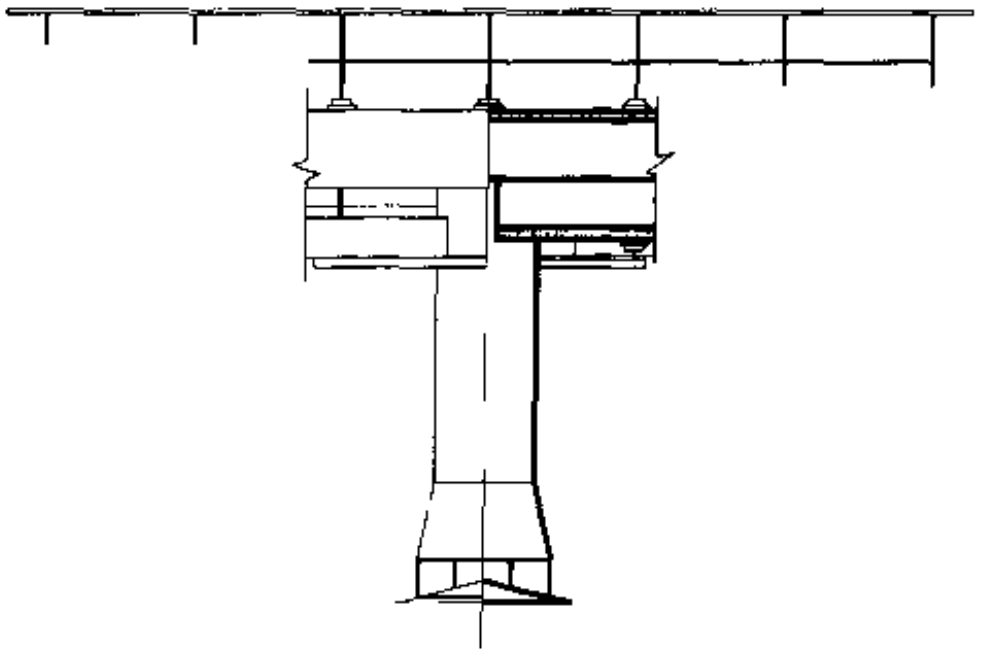


图 4-12-2　中心管示意图

（7）标注

打开图层名为“标注”的图层，颜色、线型随层。

① 选择 line 命令及 circle 命令绘制标注线；并作成块，依次插入（注意插入时块的旋转角度）；

② 选择 format 菜单中的 text style 命令，在弹出的对话框中，确定字体及字的横宽比例；在命令行输入 text 命令依次输入所需文本；可以用 move 命令调整文本的位置。

经过以上 7 步的绘制过程，完成的二次沉淀池 1-1 剖面图如图 4-12 所示。

4.9　二次沉淀池 2-2 剖面图

【二次沉淀池 2-2 剖面图说明】

图 4-13 是二次沉淀池 2-2 剖面图及钢筋支架示意图，本图用到的主要命令有 layer、pline、line、spline、circle、hatch、dimension、wblock、ellipse、text 等。以下来说明绘制步骤。

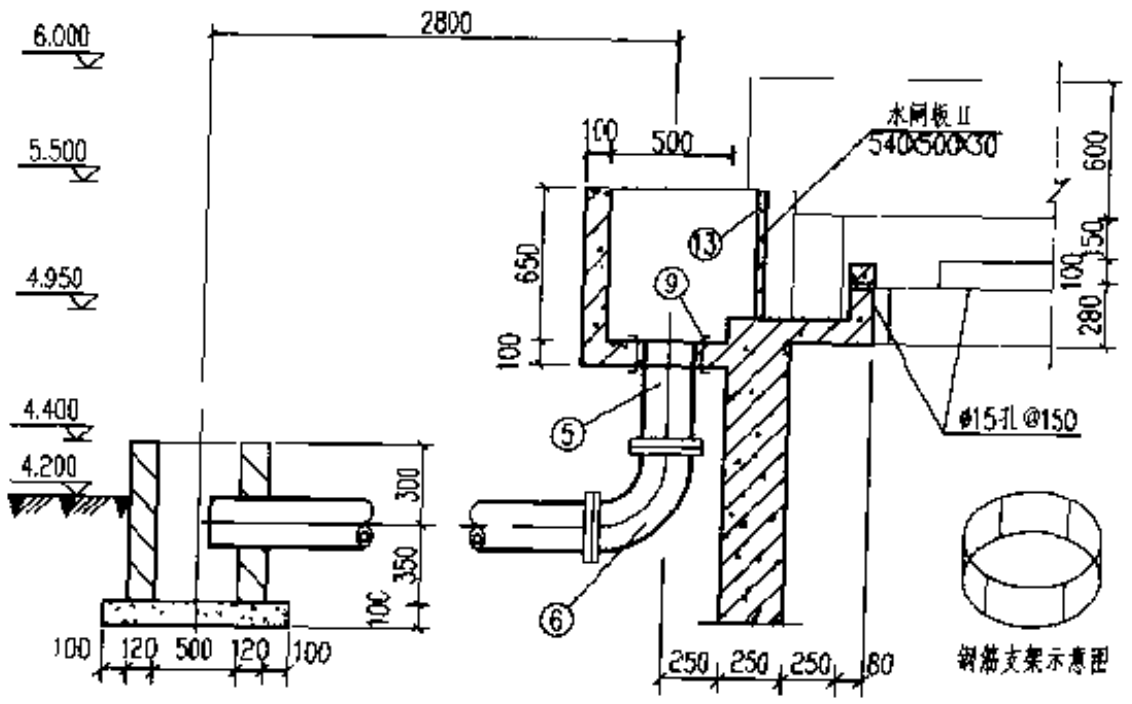


图 4-13　二次沉淀池 2-2 剖面图

【实例绘制步骤】

（1）创建图层、颜色、线型

选择 object properties 工具条中的 layers 命令，或在命令行输入 layer 命令，创建图层；单击“NEW”按钮，创建新图层并显示在大文本框中。新建图层名分别为“槽池”、“管道中心线”、“管道”、“标注”；颜色分别为白色、红色、绿色、水蓝色；线型分别为“continuous”、“continuous”、“center”、“continuous”、“continuous”。

（2）设置捕捉功能

选择 tool 菜单中的 Drfting Setting 命令，或把鼠标置于 Snap 按钮上右击鼠标选择 Setting 命令，在弹出的对话框中设置端点、中点、交点、最近点的捕捉功能。

（3）绘制槽池示意图

打开图层名为“槽池”的图层，颜色、线型随层。

① 选择 pline 命令，确定线宽，绘制槽池轮廓；并用 trim 命令进行修剪。

② 选择 hatch 命令，在出现的对话框中，单击 pattern 的下拉菜单，确定填充图案为金属线图案 ansi31、混凝土图案 ar—conc 两种，注意选择合适的比例和角度，再单击“ok”按钮，即完成图案填充任务。

（4）绘制管道中心线

打开图层名为“管道中心线”的图层，颜色、线型随层。

选择 pline 命令，线宽为“0”，绘制管道中心线；并用 LTS 命令调整线型比例。

（5）绘制管道示意图

打开图层名为“管道”的图层，颜色、线型随层。

① 选择 pline 命令，注意线宽，绘制管道轮廓；

② 选择 line 命令，绘制法兰连接口；

③ 选择 spline 命令，绘制管道断面处；并用 trim 命令作合适的修改。

（6）标注

打开图层名为“标注”的图层，颜色、线型随层。

① dimension 标注

a.选择 dimension style 命令，在弹出的对话框中单击“modify”按钮，设置箭头为 Architectural tick 形式、文本形式及文本与标注线的关系等功能；

b. 选择 dimension 工具条中的各标注命令，依次进行所需标注。

② 高度标注

a. 选择 line 绘制高度标注线；并作成块，依次插入；

b. 选择 format 下拉菜单中的 Text Style 命令，设置字体及字的横宽比例；在命令提示行中输入 text 命令，依次输入所需标注文本。

③ 其余标注。选择 line 及 circle 命令，进行绘制标注线；并用 text 命令进行文本标注。

④ 绘制钢筋支架示意图。选择 ellipse 及 line 命令绘制该示意图；并用 text 命令进行文本标注。

经过以上 6 步的绘制过程，完成的二次沉淀池 2-2 剖面图如图 4-13 所示。

4.10 城市污水处理典型流程图

【城市污水处理典型流程图说明】

图 4-14 是城市污水处理典型流程图，本图用到的主要命令有 layer、pline、rectangle、circle、copy object、move、mirror、text 等。以下来说明绘制步骤。

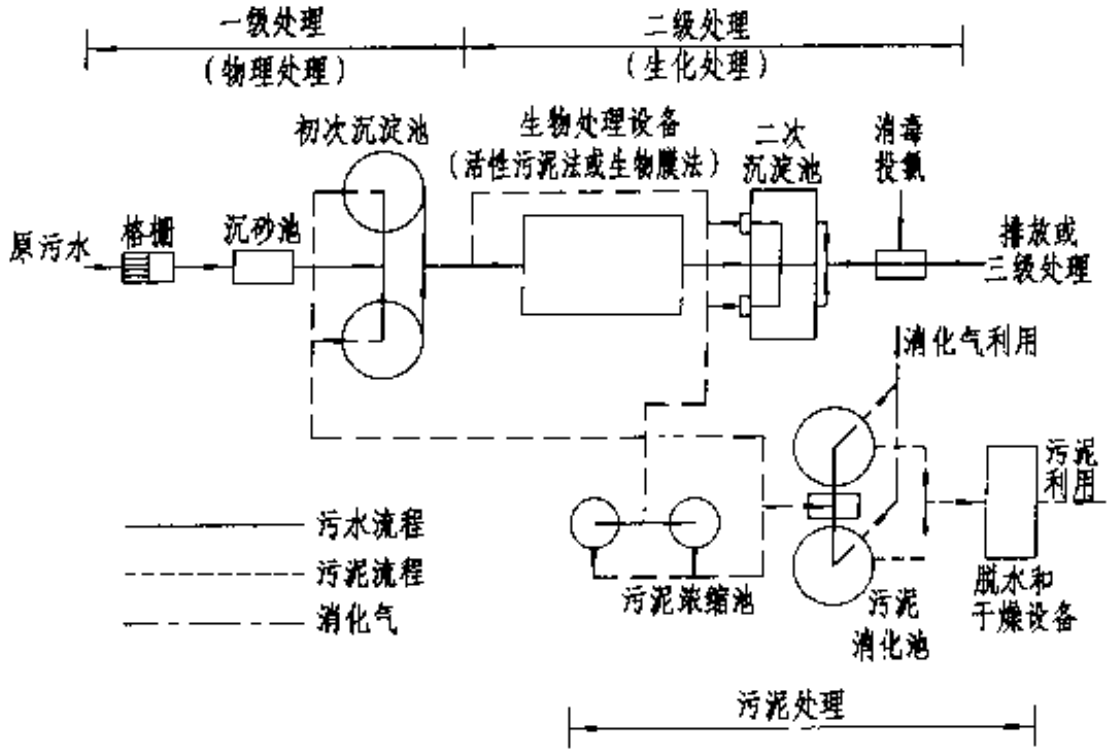


图 4-14 城市污水处理典型流程

【实例的绘制步骤】

（1）创建图层、颜色、线型

选择 layers 命令，或在命令行输入 layer 命令，创建图层；在弹出的对话框中单击“NEW”按钮，创建新图层并显示在大文本框中。新建图层名分别为“污水流程”、“污泥流程”、“消化气”“设备”“界限标注”及“文本标注”，颜色分别为绿色、黄色、红色、白色、橙红色，线型依次为“continuous”、“hidden”、“center”、“continuous”、“continuous”、“continuous”。

（2）绘制设备示意图

打开图层名为“设备”的图层，颜色、线型随层。

① 确定设备的相对位置。

② 绘制“格栅”。

a. 选择 rectangle 命令，确定矩形第一顶点及第二顶点的位置，绘制矩形。

b. 选择 pline 命令，或在命令行输入“pl”，捕捉到矩形的上中点，连接到下中点。

c. 选择 pline 命令，继而单击“Snap From”图标，在“_from Base point:”的提示下输入“@x,y”相对坐标，捕捉到垂直点，点左键确定。

d. 选择 offset 命令，确定偏移距离，选择要复制的实体，确定偏移方向。重复此操作两次。

③ 绘制“沉砂池”。

选择 draw 工具条中的 rectangle 命令，确定矩形第一顶点及第二顶点的位置，绘制矩形。

④ 绘制“初次沉淀池”。

a. 选择 circle 命令，或在命令行输入“c”，确定圆心位置及沉淀池半径；

b. 选择 copy object 命令，选取要复制的对象，在命令行输入需复制移动的距离。

c. 选择 pline 命令，捕捉其中一个圆的圆心，连线到另一圆心。重复 pline 命令，捕捉其中一圆的第一、四象限点，画直线，在合适位置，作箭头。

⑤ 绘制生物处理设备　选择 rectangle 命令，确定矩形第一顶点及第二顶点的位置，绘制生物处理设备。

⑥ 绘制二次沉淀池　选择 rectangle 命令，用作矩形的方法，分别绘制一个大矩形及两个小矩形。并用 move 命令调整它们之间的位置。

⑦ 绘制消毒投氯器　选择 rectangle 命令，用作矩形的方法来绘制。

⑧ 绘制污泥浓缩池　选择 circle 命令，确定圆心、半径作圆；同样的方法作另一圆，并确定相对位置。

⑨ 绘制污泥消化池　选择 circle 命令，确定圆心、半径作圆；重复操作，即得两圆；选择 rectangle 命令，绘制小矩形；用 move 命令，调整实体的相对位置，使两圆关于小矩形的中心线对称。

⑩ 绘制脱水和干燥设备　选择 rectangle 命令，用作矩形的方法来绘制。

（3）绘制污水流程路线

打开图层名为“污水流程”的图层，颜色、线型随层。

选择 pline 命令，注意线宽，作直线及箭头，连接各设备。并作图示标注。

（4）绘制污泥流程路线

打开图层名为“污水流程”的图层，颜色、线型随层。

选择 pline 命令，注意线宽，作直线及箭头，连接各设备。并作图示标注。

（5）绘制消化气流程路线

打开图层名为“消化气”的图层，颜色、线型随层。

选择 pline 命令，注意线宽，用相对坐标的格式作直线及箭头。并作图示标注。

（6）绘制界限标注

打开图层名为“界限标注”的图层，颜色、线型随层。

选择 pline 命令，作直线及箭头。

（7）文本标注

打开图层名为“文本标注”的图层，颜色、线型随层。

选择 format 下拉菜单中的 Text Style 命令，设置字体及字的横宽比例；在命令提示行中输入 text 命令，依次输入所需文本。

经过以上 7 步的绘制过程，完成的城市污水处理典型流程图如图 4-14 所示。

4.11　FS 污水处理流程图

【FS 污水处理流程图说明】

图 4-15 是 FS 污水处理流程图，本图用到的主要命令有 polyilne、line、rectangle、ddedit、stretch、make block、insert block、text 等。以下来说明绘制步骤。

【实例的绘制步骤】

（1）创建图层、颜色、线型

选择 layers 命令，或在命令行输入 layer 命令，创建图层；单击“NEW”按钮，创建新图层并显示在大文本框中。新建图层名分别为“给水路线”、“设备”、“文本标注”；图层的颜色分别为“绿色”、“白色”、“橙红色”；线型均为“continuous”。

（2）设置捕捉功能

选择 tool 菜单中的 Drfting Setting 命令，或把鼠标置于 Snap 按钮上右击鼠标选择 Setting 命令，在弹出的对话框中设置端点、中点、交点、最近点的捕捉功能。

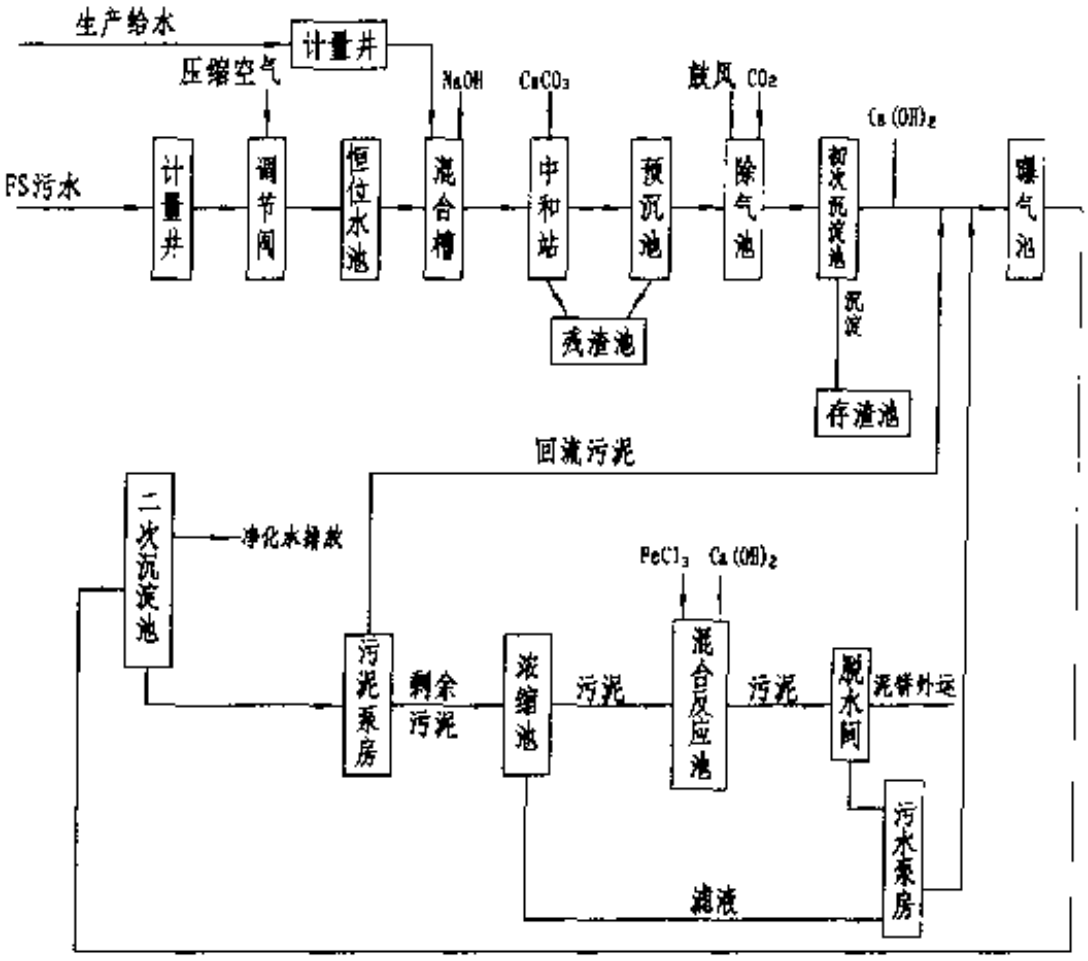


图 4-15　FS 污水处理流程

（3）绘制设备示意图

打开图层名为“设备”的图层，颜色、线型随层。

① 确定设备的相对位置。

② 绘制计量井

a. 选择 draw 工具条中的 rectangle 命令，确定矩形第一顶点及第二顶点的位置，绘制计量井示意图。

b. 打开图层名为“设备”的图层，颜色、线型随层。

选择 format 下拉菜单中的 Text Style 命令，设置字体及字的横宽比例；在命令提示行中输入 text 命令，依次输入“计”、“量”、“井”。

③ 绘制其他设备示意图

方法一

a. 选择 modify 工具条中的 copy object 命令，选取要复制的对象，在命令行输入需复制移动的距离，进行实体的多个复制。

b. 选择 modify 工具条中的 stretch 命令修改矩形的大小。

c. 在命令提示行输入 ddedit 命令，进行文字的修改。

方法二

a. 选择 make block 命令及 insert block 命令，进行作块及块的插入步骤。

b. 选择 modify 工具条中的 stretch 命令修改矩形的大小。

c. 在命令提示行输入 ddedit 命令，进行文字的修改。

（4）绘制给水流程路线

打开图层名为“给水路线”的图层，颜色、线型随层。

① 选择 line 命令，或在命令提示行输入“pl”,改变线宽，绘制给水路线；

② 选择 pline 命令，改变线宽，绘制箭头，并作成块，依次插入。可以用程序插入块。程序如下：

```
(defun c:cr()
  (setq km (getstring "\nName of block:"))
  (setq ang (getreal "\nAngle of insert block:"))
```

```
    (setq dd t)
    (while dd
      (setq p0 (getpoint "\nof insert"))
      (command "insert" km p0 1 1 ang)
      (if (= p0 nil) (setq dd nil) (setq dd t)))
    (princ)
)
```

（5）文本标注

打开图层名为“文本标注”的图层，颜色、线型随层。

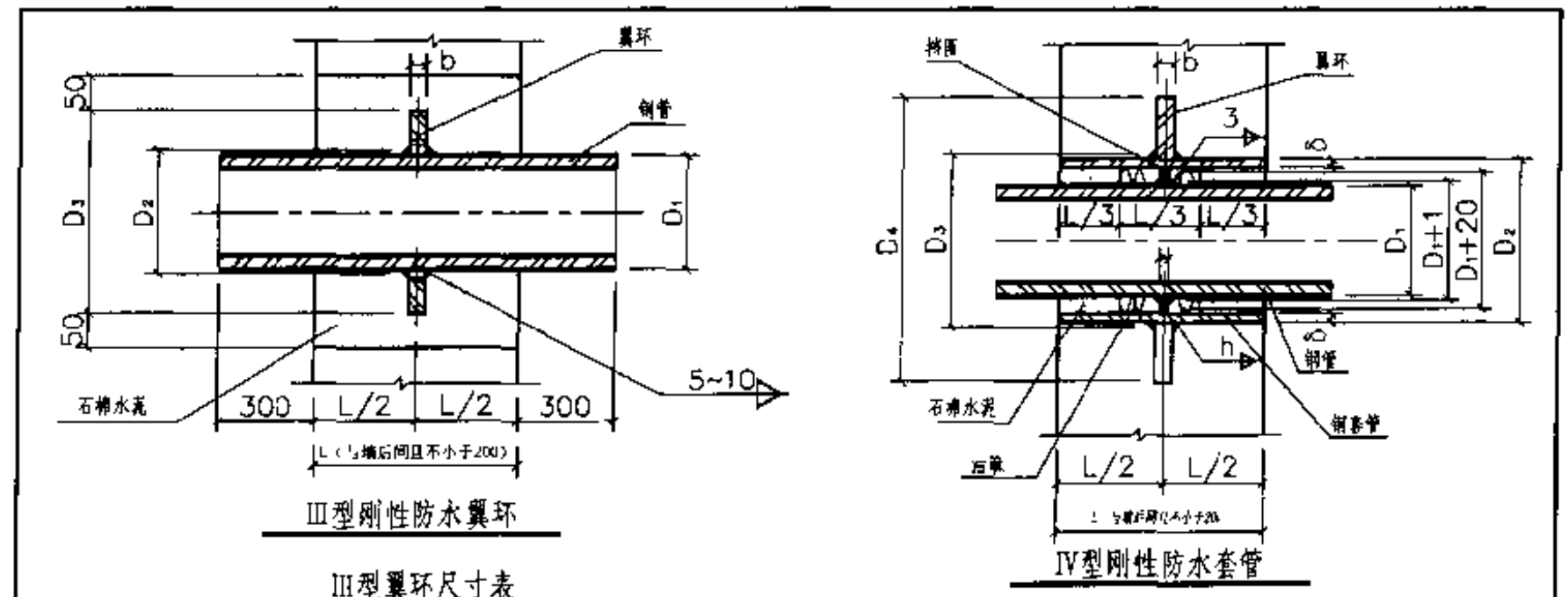
选择 format 下拉菜单中的 Text Style 命令，设置字体及字的横宽比例；在命令提示行中输入 text 命令，依次输入给水路线标注所需文本。

经过以上 5 步的绘制过程，完成的 FS 污水处理流程图如图 4-15 所示。

4.12 两种刚性防水套管安装图

【两种刚性防水套管安装图说明】

图 4-16 是III、IV型刚性防水套管安装图，本图用到的命令主要有 layer、pline、line、spline、hatch、dimension、trim、text 等，以下来说明绘制步骤。



III型翼环尺寸表

DN	25	32	40	50	70	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900
D1	33.5	38	50	60	73	89	108	133	159	219	273	325	377	426	480	530	630	720	820	920
D2	35	39	51	61	74	90	109	134	160	220	274	326	378	427	481	531	631	721	821	921
D3	95	99	111	121	134	150	209	234	260	320	374	476	528	577	631	681	831	921	102	112
b	5	5	5	5	5	5	5	5	5	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	10
重量 kg	0.24	0.26	0.30	0.34	0.38	0.44	0.98	1.13	1.29	2.06	3.20	5.93	6.71	7.42	8.22	8.97	16.2	18.2	20.4	25.3

IV型套管尺寸表

DN	50	60	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000
D1	60	89	108	133	159	219	273	325	377	426	480	530	630	720	820	920	1020
D2	114	140	159	180	203	273	325	377	426	480	530	579	681	770	870	972	1072
D3	115	141	160	181	204	274	326	378	427	481	531	580	682	771	871	973	1073
D4	225	251	280	301	324	394	446	498	567	621	671	720	822	911	1011	1113	1213
δ	4	4.5	4.5	5	6	7	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
b	10	10	10	10	10	10	10	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
h	4	4	4	5	6	7	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
重量 kg	4.98	6.37	7.52	8.90	10.9	15.7	20.2	28.4	34.1	39.2	44.2	49.5	58.8	63.8	69.0	78.6	88.4	97.6	106	113.96

说明

1. 本图尺寸均以毫米计。
2. 翼环及钢套管加工完成后，在其外壁均刷底漆一遍（底漆包括锌丹或冷底子油）。
3. III型翼环尺寸表内之材料重量为翼环重量。IV型套管尺寸表内之材料重量为钢套管（套管长度L值按200mm计算）。翼环及挡圈之重量，钢套管及翼环用A3材料制作、T42焊条焊接。
4. IV型套管穿墙处之墙壁，如为飞混凝土墙壁时应采用混凝土墙壁，其浇注混凝土范围应比翼环直径（D4）大200mm，而且必须将套管一次浇固于墙内（套管内的材料应紧密捣实）。
5. III型及IV型穿管处之混凝土墙厚，应≥小于200mm，否则应使墙壁一边或两边加厚。IV型套管加厚部分的直径，最小应比翼环直径（D4）大200mm。

标准图 1975	刚性防水翼环、套管安装图（III型、IV型）	S312
		页 8-8

图 4-16 III、IV型刚性防水套管安装图

【实例的绘制步骤】

（1）创建图层、颜色、线型

选择 object properties 工具条中的 layers 命令，或在命令行输入 layer 命令，创建图层；单击“NEW”按钮，创建新图层并显示在大文本框中。新建图层名分别为“管道”、“中心线”、

“石棉水泥”、“标注”“表格”“标题栏”：颜色分别为白色、白色、绿色、黄色、白色、白色；线型分别为“continuous”、“center”、“continuous”、“continuous”、“continuous”、“continuous”。

（2）设置捕捉功能

选择 tool 菜单中的 Drfting Setting 命令，或把鼠标置于 Snap 按钮上右击鼠标选择 Setting 命令，在弹出的对话框中设置端点、中点、交点、最近点的捕捉功能。

（3）绘制III型刚性防水翼环

① 绘制钢管

打开图层名为“管道”的图层，颜色、线型随层。

a. 选择 pline 命令，改变线宽绘制钢管轮廓；

b. 选择 spline 命令，绘制钢管断面线；

c. 选择 hatch 命令，在出现的对话框中，单击 pattern 的下拉菜单，确定填充图案为 ANSI32，注意填充角度及比例，再单击“ok”按钮，即完成填充任务。

② 绘制翼环。方法同上。

③ 绘制石棉水泥图。打开图层名为“石棉水泥”的图层，颜色、线型随层。

a. 选择 polyline 命令，改变线宽，绘制轮廓；

b. 选择 line 命令，绘制断面符号；

c. 选择 hatch 命令，选择填充图案为混凝土图案 AR-CONC 进行填充。

④ 标注。打开图层名为“标注”的图层，颜色、线型随层。

a. dimension 标注

（a）选择 dimension style 命令，在弹出的对话框中单击“modify”按钮，设置箭头形式为 Architectural tick、文本形式及文本与标注线的关系等功能；

（b）选择 dimension 的各标注命令，依次进行所需标注。

b. 其余标注

（a）选择 polyline 及 circle 命令绘制标注线；（b）选择 format 下拉菜单中的 Text Style 命令，设置字体及字的横宽比例；在命令提示行中输入 text 命令，依次输入所需标注文本。

⑤ 绘制表格

打开图层名为“表格”的图层，颜色、线型随层。

a. 选择 polyline 命令 ，改变线宽，绘制粗轮廓；

b. 选择 line 命令，绘制细表格线；

c. 选择 text 命令，输入文本，颜色为橙红色。

至此，完成如图 4-16-1 所示图。

（4）绘制IV型刚性防水套管

方法同上。

（5）说明文本

打开“0”层，颜色为橙红色。

选择 format 下拉菜单中的 Text Style 命令，设置字体及字的横宽比例；在命令提示行中输入 text 命令，依次输入所需标注文本。

（6）绘制标题栏

打开图层名为“标题栏”的图层，颜色、线型随层。

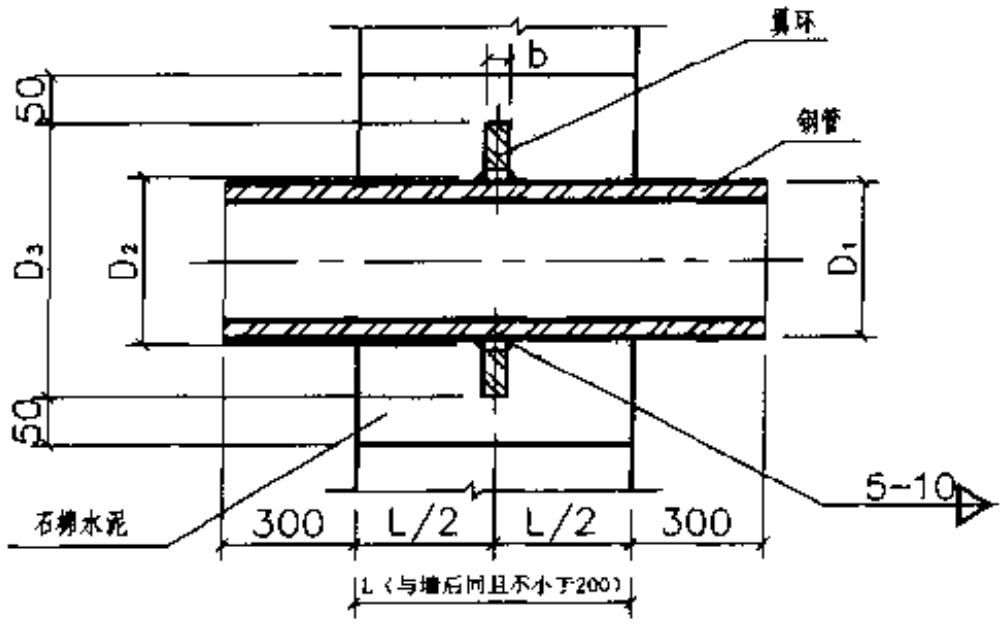
① 选择 pline 命令，注意线宽，用相对坐标（@x,y），绘制粗边框线；

② 选择 pline 命令，绘制标题栏的粗边框；选择 line 命令，绘制标题栏内的细线；

③ 选择 trim 命令进行合适的修剪；

④ 用 text 命令进行标注说明。

经过以上 6 步的绘制过程，完成的III、IV型刚性防水套管安装图如图 4-16 所示。



Ⅲ型刚性防水翼环

Ⅲ型翼环尺寸表

DN	25	32	40	50	70	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900
D1	33.5	38	50	60	73	89	108	133	159	219	273	325	377	426	480	530	630	720	820	920
D2	35	39	51	61	74	90	109	134	160	220	274	326	378	427	481	531	631	721	821	921
D3	95	99	111	121	134	150	209	234	260	320	374	476	528	577	631	681	831	921	102	112
b	5	5	5	5	5	5	5	5	5	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	10
重量(kg)	0.24	0.26	0.30	0.34	0.38	0.44	0.98	1.13	1.29	2.66	3.20	5.93	6.71	7.42	8.22	8.97	16.27	18.27	20.43	25.19

说明

1. 本图尺寸均以毫米计。
2. 翼环及钢套管加工完成后，在其外壁均刷底漆一遍（底漆包括樟丹或冷底子油）。
3. Ⅲ型翼环尺寸表内之材料重量为翼环重量，Ⅲ型套管尺寸表内之材料重量为钢套管（套管长度L值按200mm计算）、翼环及挡圈之重量。钢套管及翼环用A3材料制作。T42焊条焊接。
4. Ⅳ型套管穿墙处之墙壁，如遇飞混凝土墙壁时应改用混凝土墙壁，其浇注混凝土范围应比翼环直径（D4）大200mm，而且必须将套管一次浇置于墙内，套管内的材料应紧密捣实）。
5. Ⅲ型及Ⅳ型穿管处之混凝土墙厚，应不小于200mm，否则应使墙壁一边或两边加厚。Ⅳ型套管加厚部分的直径，最小应比翼环直径（D4）大200mm。

图 4-16-1　JJJ型刚性防水套管安装图

4.13　肉联厂废水处理流程图

【肉联厂废水处理流程图说明】

图 4-17-1、图 4-17-2 都是肉联厂废水处理流程图，它们适用于不同情况下的污水处理流程，用到的命令是 layer、limits、line、pline、trim、pedit、copy、bhatch、offset、 rectangle、ellipse、move、wblock、insert、style dtext 等。

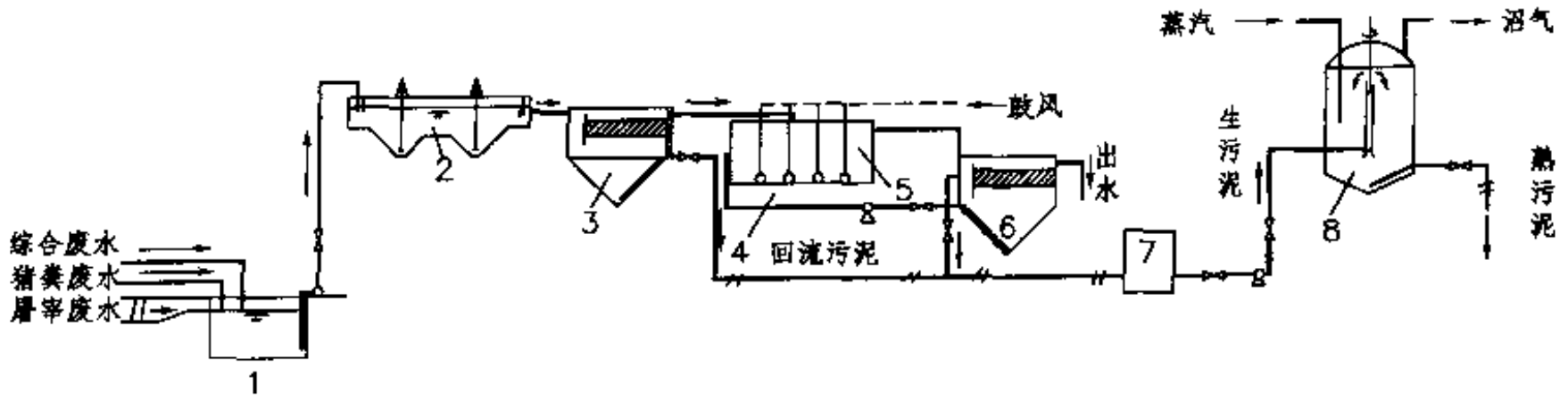


图 4-17-1　肉联厂废水处理流程图

1—集水井；2—沉淀池；3—初沉池；4—再生池；5—吸附池；6—二沉池；7—投料池；8—消化池

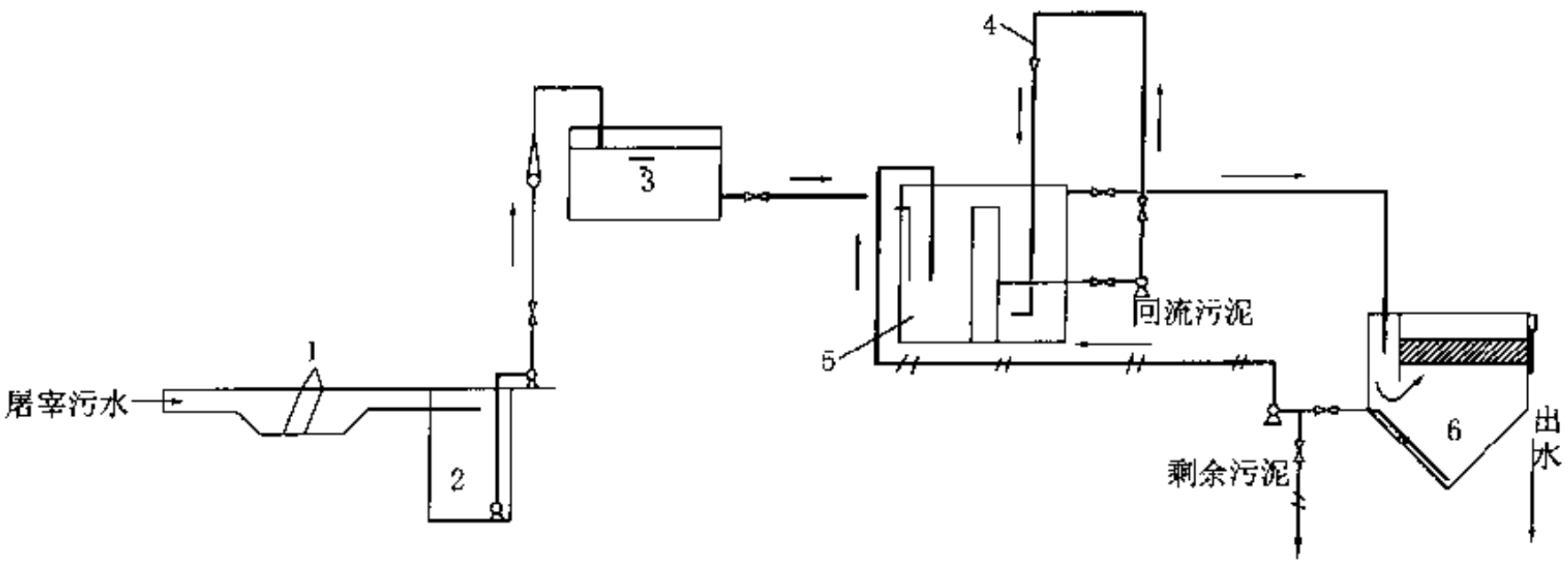


图 4-17-2　肉联厂废水处理流程图

1—格网；2—集水井；3—调节池；4—射流器；5—射流曝气池；6—沉淀池

【4-17-1 实例绘制步骤】

（1）创建图层，线型，颜色

打开图层对话框，点击新建 new 按钮。分别建立层、颜色、线型。具体要求如下：L1 层 红色 Center；L2 层 黄色 Dashed；L3 层 白色 Continue。

（2）设置图幅，创建图框、标题栏

① 键入 limits 命令，按图示大小设置好图幅，注意全部显示。

②（切换到 0 层，打开正交）键入 line 命令，按图示大小画出外图框。

③ 键入 pline 命令，设置线宽为 0.7，画出里面的内图框。

（3）集水井的绘制

键入 line 命令，在正交打开的状态下画出如图所示的形状。斜线可用相对坐标（@X，Y）来辅助画出。

（4）沉砂池的绘制

键入 line 命令，画出如图所示的形状，其中相同的部分可以只做出一个，其余的用 copy 实现。

（5）初沉池、二沉池的绘制

键入 line 命令，画出如图所示的形状，其中剖面线可以用 bhatch 命令进行填充，也可以用 line 命令画出一条线，再用 offset 命令完成其余的部分。

（6）吸附池的绘制

在 L3 层上用 line 命令画出外边框，切换至 L2 层用 line 命令画出图示虚线部分。

（7）投料池的绘制

键入 rectangle 命令画出图示矩形。

（8）消化池的绘制

键入 rectangle 命令，先按图示尺寸画出一矩形，再对其进行编辑；用 arc 命令画出上面的弧线，结合相对坐标用 line 命令画出下面的两条斜线；中间表示旋转的剪头可用 ellipse 命令先画一个椭圆再用 trim 对其进行修剪，用 pline 画出剪头。

（9）布图

键入 move 命令，把画好的各个部分按图示移到相对位置。

（10）管道驻阀门的绘制

键入 pline 命令，设置其线宽为 0.7，按图示把各个部分用粗实线连起来。按图示大小用 line 命令画出阀门，用 wblock 将其定义成一个块，再用 insert 把阀门插入到恰当的位置，可

以根据实际对其进行修改。

（11）泵的绘制

按图示用 circle 命令和 line 命令画出泵，将其放在对应的位置，再用 trim 命令修剪到如图所示。

（12）设置字体，进行标注

① 键入 style 命令进行字体设置。新建两种字体：具体要求如下：

汉字字形名： fs；字体：仿宋_GB2312；宽高比：0.8；角度：0；

西文字形名： xw；字体：simplex.shx；宽高比：0.8；角度：0。

② 用 line 命令和 pline 命令画出剪头，用 wblock 命令将其定义成一个块，再用 insert 命令将其插入到相应的位置，用 rotate 命令将其旋转到图示方向。

③ 键入 dtext 命令，标注文字。

（13）经过以上 12 步的工作过程，完成的“肉联厂废水处理流程图”如图 4-17-1 所示。

【4-17-2 实例绘制步骤】

（1）创建图层，设置线型，颜色

打开图层对话框，点击新建 new 钮。分别建立层、颜色，线型。具体要求如下： L1 层 红色 Center； L2 层 黄色 Dashed； L3 层白色 Continue。

（2）设置图幅，创建图框、标题栏

① 键入 limits 命令，按图示大小设置好图幅，注意全部显示。

②（切换到 0 层，打开正交）键入 line 命令，按图示大小画出外图框。

③ 键入 pline 命令，设置线宽为 0.7，画出里面的内图框。

（3）格网、集水井的绘制

键入 line 命令，在正交打开的状态下画出如图所示的形状。斜线可用相对坐标（@X，Y）来辅助画出。

（4）调节池的绘制

键入 rectangle 命令画出调节池外面的矩形，用 line 命令画出里面的横线。

（5）射流器、射流曝气池、沉淀池的绘制

键入 line 命令，画出如图所示的形状。

（6）布图

键入 move 命令，把画好的各个部分用粗实线连起来。

（7）管道驻阀门的绘制

键入 pline 命令，设置其线宽为 0.7，按图示把各个部分用粗实线连起来。按图示大小用 line 命令画出阀门，用 wblock 将其定义成一个块，再用 insert 把阀门插入到恰当的位置，可以根据实际对其进行修改。

（8）泵的绘制。

按图示用 circle 命令和 line 命令画出泵，将其放在对应的位置，再用 trim 命令修剪到如图所示。

（9）设置字体，进行标注。

① 键入 style 命令进行字体设置。新建两种字体：具体要求如下：

汉字字形名： fs；字体：仿宋_GB2312；宽高比：0.8；角度：0；

西文字形名： xw；字体：simplex.shx；宽高比：0.8；角度：0。

② 用 line 命令和 pline 命令画出剪头，用 wblock 命令将其定义成一个块，再用 insert 命令将其插入到相应的位置，用 rotate 命令将其旋转到图示方向。

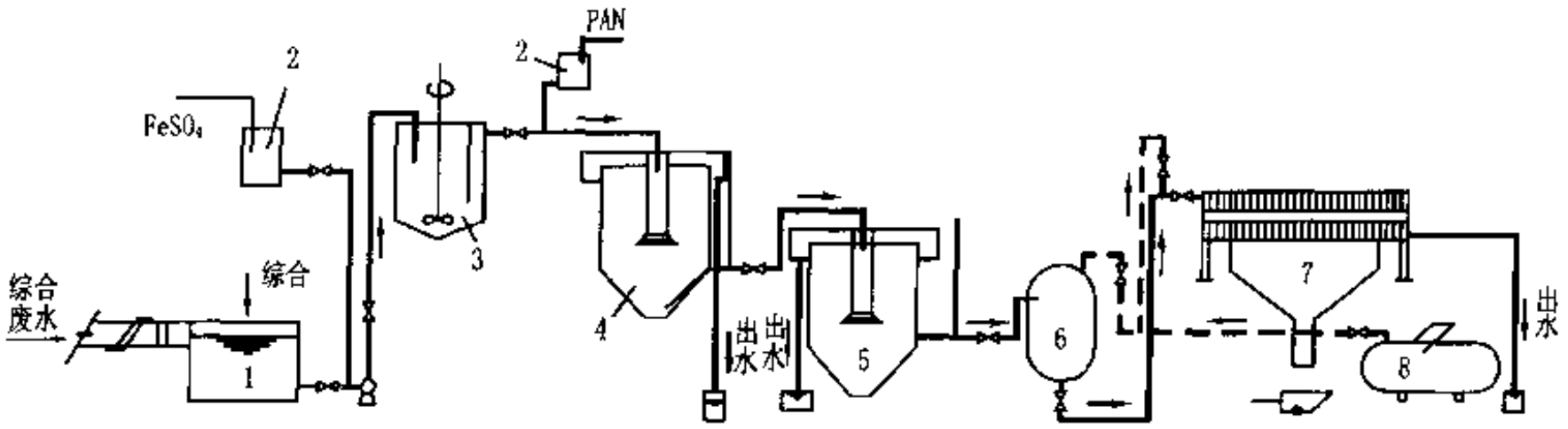
③ 键入 dtext 命令，标注文字。

经过以上 9 步的工作过程，完成的“肉联厂废水处理流程图”如图 4-17-2 所示。

4.14　制革废水处理流程图

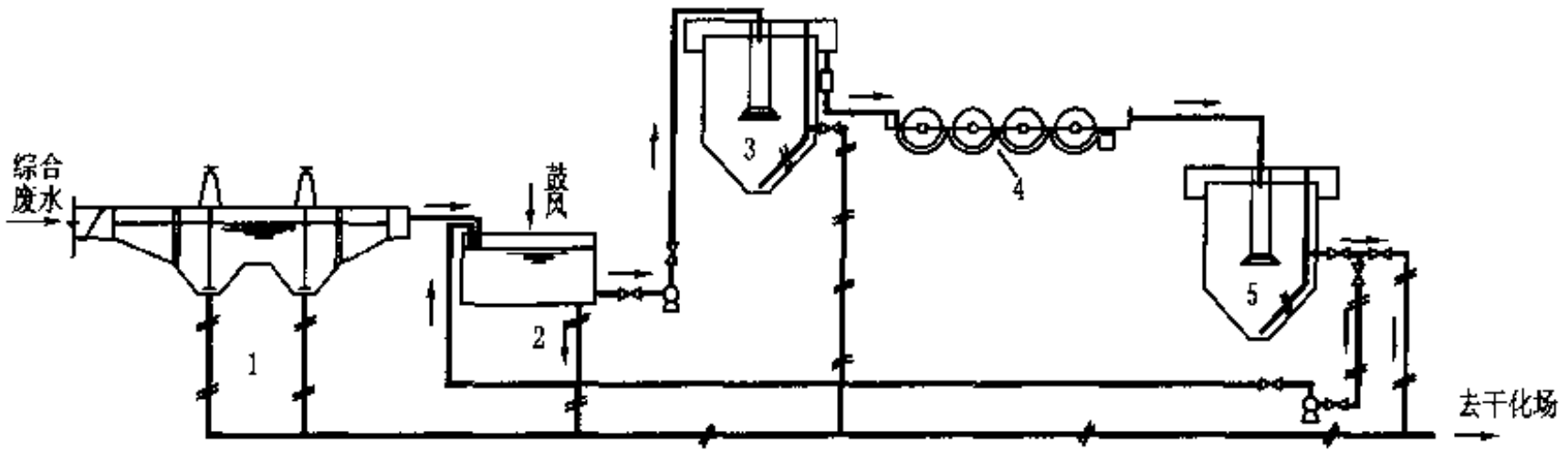
【制革废水处理流程图说明】

图 4-18 是制革废水处理流程图，用到的主要命令是 layer、limits、line、pline、 trim、copy、style、dtext、wblock、insert、spline、circle、mirror、array 等。



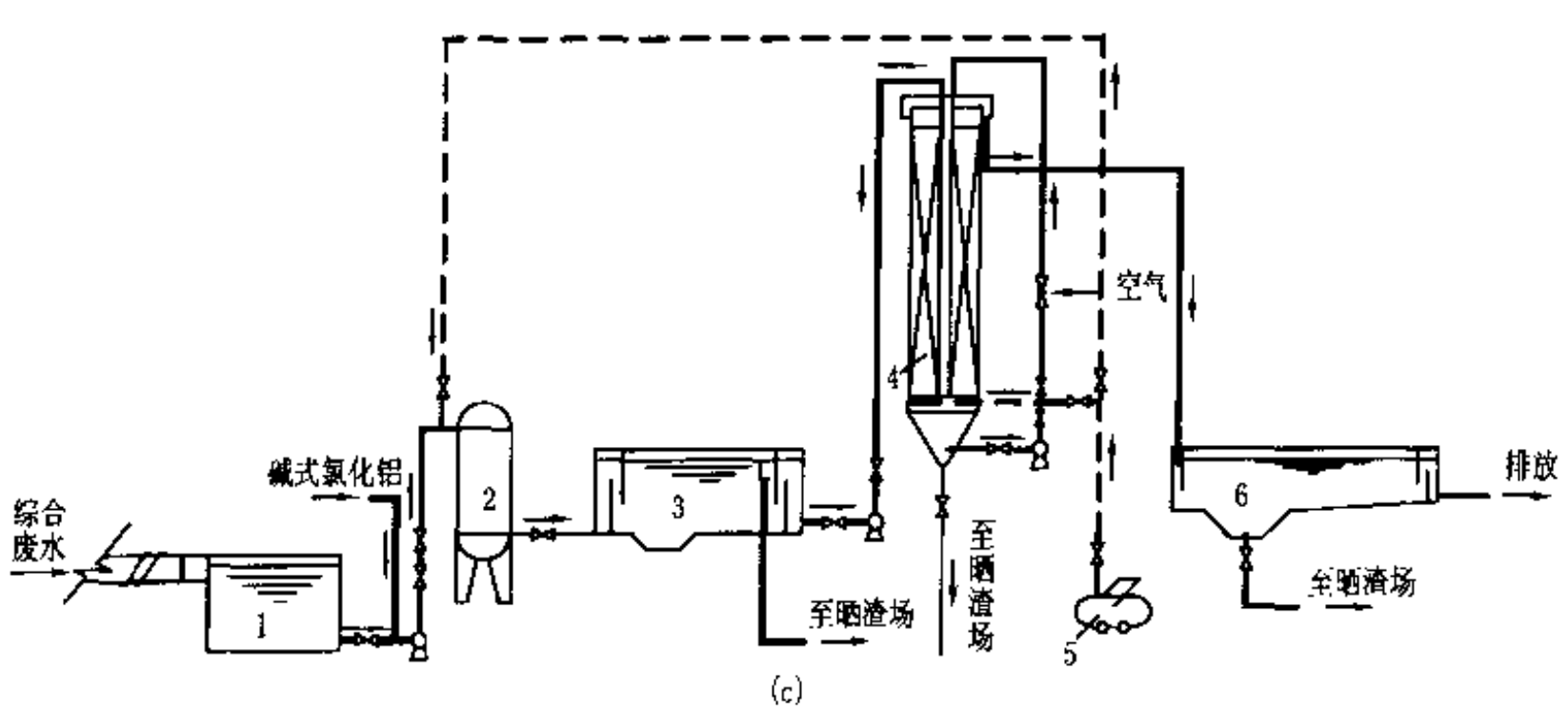
(a)

1--均质池；2—药箱；3—反应池；4—沉淀池；5 -浓缩池；6—贮气罐；7—板框压滤机；8- 风压机



(b)

1—沉砂池；2—预曝调节池；3—竖流沉淀池；4—生物转盘；5 -竖流二沉池



(c)

1- 调节池：2 溶气罐；3－气浮池；4—氧化塔；5—空压机；6--二沉池

图 4-18　制革废水处理流程图（综合废水）

【绘制步骤】

（1）创建图层，线型，颜色

打开图层对话框，点击新建 new 钮。分别建立层、颜色、线型。具体要求如下：

(a) L1 层 红色 Center (b) L2 层 黄色 Dashed (c) L3 层 白色 Continue

（2）创建图框。

①（打开正交 ortho，切换至 L3 层）输入 line，依据尺寸画边框线。

② 输入 pline ,用相对坐标(@X,Y)，依据尺寸画粗边框线，线宽 0.5。

（3）本图分 3 个小图，现着重叙述图 4-18a 图的绘制过程，其余的两个相似的可以参照(a)图的过程，不同的将别另叙述。

（4）画均质池

键入 rectangle 命令，画出均质池的矩形处边框，键入 line 命令，画出矩形左边的直线与矩形内的直线。直线上的曲线可用 spline 命令画出。用 trim 命令修剪多余的线到如图所示。

（5）画药箱

键入 rectangle 命令，画出图示的矩形。

（6）画反应池

键入 rectangle 命令，先画出矩形，再用 line 命令画出下面的斜线，再用 trim 命令修剪。

（7）画沉淀池

键入 line 命令，依据图示尺寸画出沉淀池。图中斜线的端点可用相对坐标来辅助确定，用 trim 命令修剪。

（8）画浓缩池

浓缩池与沉淀池相似，画法可参照上步。

（9）画贮气罐

键入 circle 命令，以图示半圆的直径为直径画圆，用 trim 命令修剪成半圆，用 line 命令画出两半圆之间的直线，另一个半圆可用 mirror 镜像复制完成。

（10）画板框压滤机

键入 line 命令，依据图示尺寸画出外面的边框，其中斜线的端点可由相对坐标来辅助确定，里面的网格线可先画出一条线，再用 array 命令矩形阵列完成。

（11）画风压机

风压机的外形与贮气罐相似，画法不可叙述。键入 line 命令，画出图示斜线，端点由相对坐标确定。下面的小圆由 circle 命令画出。

（12）图 4-18b、c 图中与 a 相似的部分，这里不再叙述下面叙述不同的部分。

（13）画沉砂池

键入 line 命令，依据图示尺寸画出沉砂池，可以先画出一个矩形，再对它进行修剪，斜线的端点可用相对坐标（@X，Y）来辅助确定。

（14）画生物转盘

键入 line 命令，画出生物转盘内的直线，键入 circle 命令，依据图示尺寸做出三个同心圆，再用 array 命令进行矩形阵列，最后用 trim 命令修剪至如图所示。

（15）画氧化塔

键入 rectangle 命令，画出氧化塔中的矩形部分，键入 line 命令，画出其余的直线部分。可先做出水平和垂直的直线，再做斜线。

（16）布图

键入 move 命令，按图示尺寸各个零件移到图示位置。

（17）管道线、阀门及泵

键入 pline 命令，设置线宽为 0.7，按图示把各个零件用粗实线连接起来。键入 line 命令，依据图示尺寸画出阀门，用 wblock 命令将其定认成一个块，插入点自定，再用 insert 命令将

其插入到图示位置。键入 circle 命令，画出泵上的圆，再用 line 命令画出下面的直线，用 trim 命令修剪到如图所示，用 wblock 命令将其定认成一个块，插入点自定，再用 insert 命令将其插入到图示位置。

（18）设置字体，进行标注

① 键入 style 进行字体设置。新建两种字体，具体要求如下：

汉字字形名 fs 字体 仿宋 GB_2312 宽高比 0.8 角度 0

西文字形名 xw 字体 simplex.shx 宽高比 0.8 角度 0

② 键入 line 命令画出箭头的细线，再键入 pline 命令，设置不同的线宽，画出箭头，用 wblock 命令将其定认成一个块，插入点自定，再用 insert 命令将其插入到图示位置。

③ 键入 dtext 命令进行文字标注。

经过以上 18 步的工作过程，完成的“制革废水处理流程图”如图 4-18 所示。

4.15 味精工业废水处理流程图

【味精工业废水处理流程图说明】

图 4-19 是味精工业废水处理流程图，用到的主要命令是 layer、limits、line、pline、trim、copy、style、dtext、wblock、insert、mirror、rectangle、offset、circle、move 等。

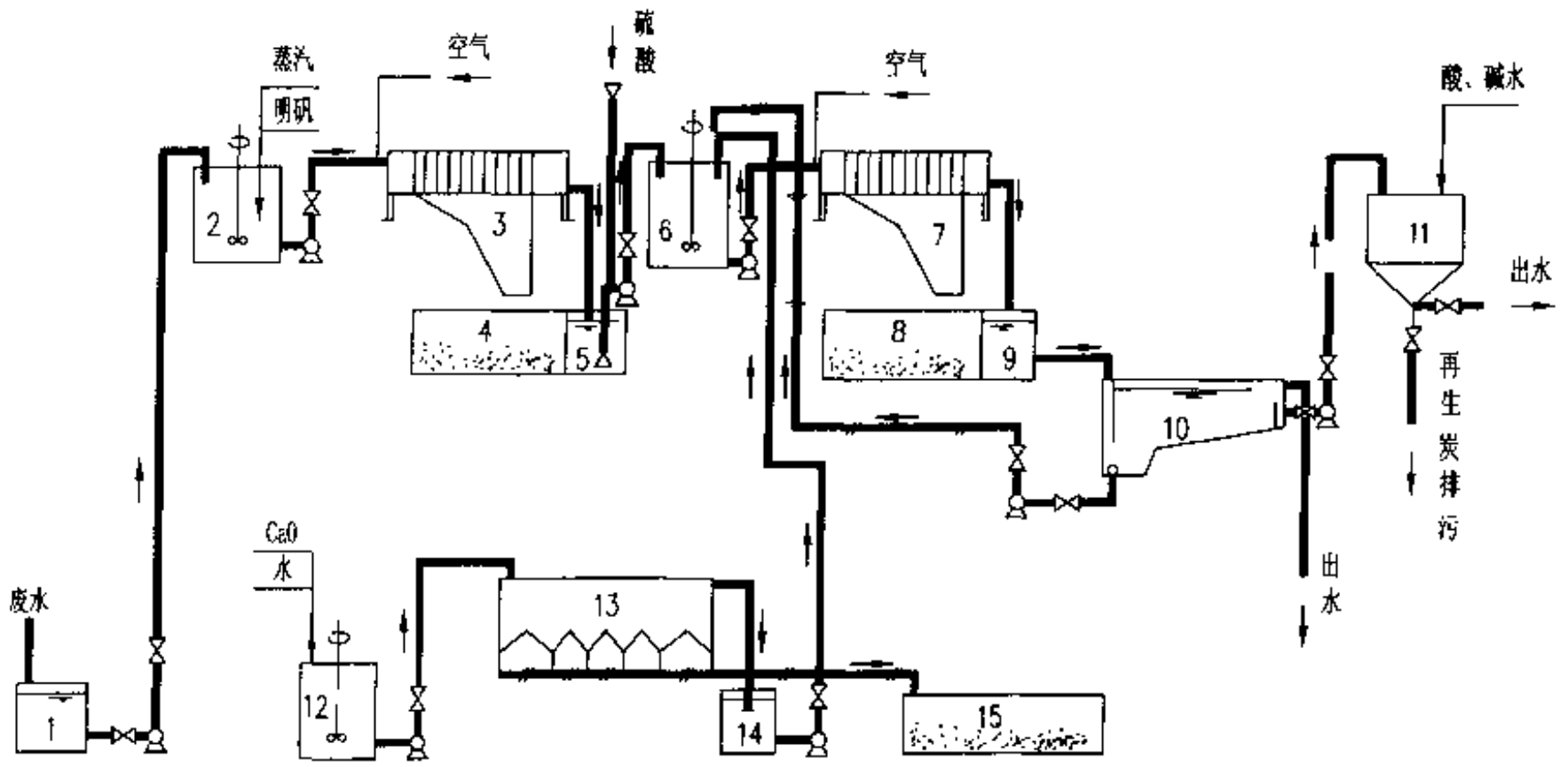


图 4-19 味精工业废水处理流程图

1、5、9、14 吸水池；2、6—反应缸；3、7—压滤机；4、8—滤饼仓；10、13—沉淀池；11—活性炭塔；12 搅拌池；15—石灰渣贮池

【实例绘制步骤】

（1）创建图层，线型，颜色

打开图层对话框，点击新建 new 钮。分别建立层、颜色、线型。具体要求如下：

(a) L1 层 红色 Center (b) L2 层 黄色 Dashed (c) L3 层 白色 Continue

（2）创建图框

①（打开正交 ortho，切换至 L3 层）输入 line，依据尺寸画细边框线。

② 输入 pline，用相对坐标（@X，Y），依据尺寸画粗边框线，线宽 0.5。

（3）画图 4-19 中 1 吸水池

依据图示尺寸画出标号为图 4-19 中 1 的吸水池。外面的矩形可用 rectangle 命令画出，也可用 line 命令画出，里面的横线用 line 画出。

（4）画反应缸内的扇叶

① 依据图示尺寸，以半圆的半径为半径画一小圆，用 trim 命令剪去一半，得一个半圆，用 mirror 命令镜像复制，用 line 命令上下交错连接两半圆的端点，得扇叶。

② 用 line 命令以两相交直线的交点为起点向上作直线完成扇叶的绘制。

③ 用 wblock 把扇叶定义成一个块，插入点自定。

（5）画反应缸

用 rectangle 命令画出图 4-19 中 2、6 所示的反应缸。

（6）画压滤机

键入 line 命令，在打开正交的状态下画出外边框，里面的竖线可先画出一条，其余的用 offset 完成，下面的斜线用相对坐标(@X，Y)辅助完成，最后用 trim 修剪至如图所示。

（7）画滤饼仓

用 rectangle 命令画出图 4-19 中 4、8 所示的滤饼仓。

（8）画图 4-19 中 10 所示的沉淀池

键入 line 命令，依据图示尺寸画出图 4-19 中 10 所示的沉淀池，其中的斜线可用相对坐标（@X，Y）辅助完成。里面的水面线和表示水纹的线用 line 命令画出。下面的小圆用 circle 命令画出。

（9）画图 4-19 中 13 所示的沉淀池

键入 rectangle 命令，画出沉淀池外的矩形，再用 line 命令依据图示画出里面的折线。

（10）活性炭塔

键入 rectangle 命令，画出活性炭塔上半部分的矩形，再用 line 命令画出下半部分的斜线。

（11）画搅拌池与石灰渣量贮池

键入 rectangle 命令，画出搅拌池与石灰渣量贮池外面的矩形。

（12）布图

键入 move 命令，把画好的各个部分按图示移到相对位置。

（13）管道、阀门及泵的绘制

① 键入 pline 命令，设置线宽为 0.7，依据图示尺寸所各个部分用粗实线连接起来。

② 键入 line 命令，依据图示尺寸画出阀门，用 wblock 将其定义成一个块，再用 insert 命令插入到图示位置。

③ 键入 circle 命令画出泵上的圆，用 line 命令画出下面的线，再用 trim 命令进行修剪如图所示，用 wblock 将其也定义成一个块，再用 insert 命令插入到图示位置。

④ 用 trim 进行修剪至图所示。

（14）设置字体，进行标注

① 输入 style 进行字体设置。新建两种字体，具体要求如下：

汉字字形名 fs 字体 仿宋 GB_2312 宽高比 0.8 角度 0

西文字形各 xw 字体 simplex.shx 宽高比 0.8 角度 0

② 键入 dtext 进行文字标注。

经过以上 14 步的工作过程，完成的“味精工业废水处理流程图”如图 4-19 所示。

4.16 印染废水处理流程图

【印染废水处理流程图说明】

图 4-20 是印染废水处理流程图，用到的主要命令是 layer、limits、line、pline、 trim、copy、style、dtext、wblock、insert、ellipse、rectangle、array、move、circle 等。

【实例绘制步骤】

（1）创建图层，线型，颜色

打开图层对话框，点击新建 new 钮。分别建立层、颜色、线型。具体要求如下：

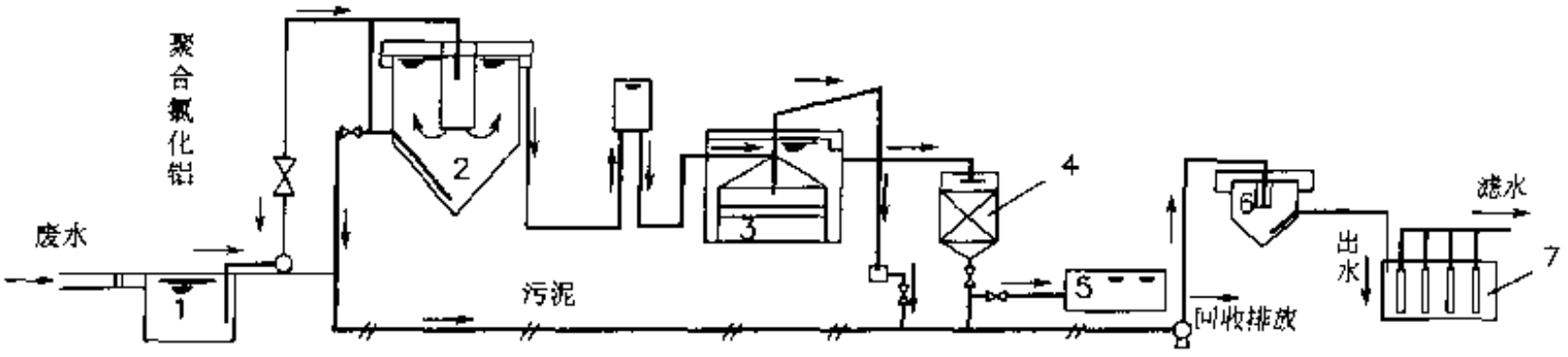


图 4-20　印染废水处理流程图

1—调节池；2—水力循环澄清池；3—无阀滤池；4—活性炭吸附池；5—清水池；6—污泥浓缩池；7--真空吸滤机

(a) L1 层 红色 Center　(b) L2 层 黄色 Dashed　(c) L3 层 白色 Continue

（2）创建图框

a.（打开正交 ortho，切换至 L3 层）输入 line，依据尺寸画细边框线。

b. 输入 pline，用相对坐标（@X，Y），依据尺寸画粗边框线，线宽 0.5。

（3）画调节池

键入 rectangle 命令画出调节池的矩形框，用 line 画出矩形框左边和右边的直线，用 spline 命令画出左边的曲线，用 trim 命令修剪至如图所示。

（4）画水力循环澄清池

键入 line 命令，在正交打开的情况下画出图示的形状。里面的弯曲剪头可以先用 ellipse 画一个椭圆，用 trim 对其进行修剪，再用 pline 画一个箭头，对它们进行编辑组合。

键入 rectangle 命令，画出与水力循环澄清池相连的矩形，用 line 画出矩形中表示水纹的横线。

（5）画无阀滤池与活性炭吸附池

键入 rectangle 命令，画出外面的矩形框，键入 line 命令画出里面的线，斜线的端点用相对坐标（@X，Y）辅助确定，最后用 trim 命令进行修剪。

（6）画清水池

键入 rectangle 命令，画出外面的矩形框，键入 line 命令画出里面表示水纹的线。

（7）画污泥浓缩池

此图形与水力循环澄清池相似，画法可以参照 4 步的内容。

（8）画真空吸滤机

键入 rectangle 命令，画出外面的矩形框，用 rectangle 命令画一个里面的小矩形，再用 array 命令矩形阵列使如图所示。

（9）布图

键入 move 命令，移动各个零件到图示位置。

（10）画管道，阀门及泵

键入 pline 命令，设置线宽为 0.7，用粗实线依据图示尺寸把各个零件连接起来。键入 line 命令，依据图示尺寸画出阀门，用 wblock 将其定义成一个块，再用 insert 命令将其插入到图示的位置。键入 circle 命令，画出泵上的圆，再用 line 命令画出下面的线。最后用 trim 进行修剪至如图所示。

（11）设置字体，进行标注

① 键入 style 进行宋体设置。新建两种字体，具体要求如下：

汉字字形名 fs 字体 仿宋 GB_2312 宽高比 0.8 角度 0

西文字形名 xw 字体 simplex.shx 宽高比 0.8 角度 0

② 键入 line 命令，画出箭头的细线部分，键入 pline 命令，设置不同线宽，画出箭头，用 wblock 将其定义成一个块，再用 insert 命令将其插入到图示位置。键入 trim 命令进行修剪

至如图所示。

③ 键入 dtext 命令进入文字标注。

经过以上 11 步的工作过程，完成的“印染废水处理流程图”如图 4-20 所示。

4.17 毛纺染色废水处理流程图

【毛纺染色废水处理流程图说明】

图 4-21 是毛纺染色废水处理流程图，本图用到的主要命令有 layer、pline、line、rectangle、circle、copy object、wblock、fillet、move、mirror、trim、hatch、rotate、text。以下来说明具体绘制步骤。

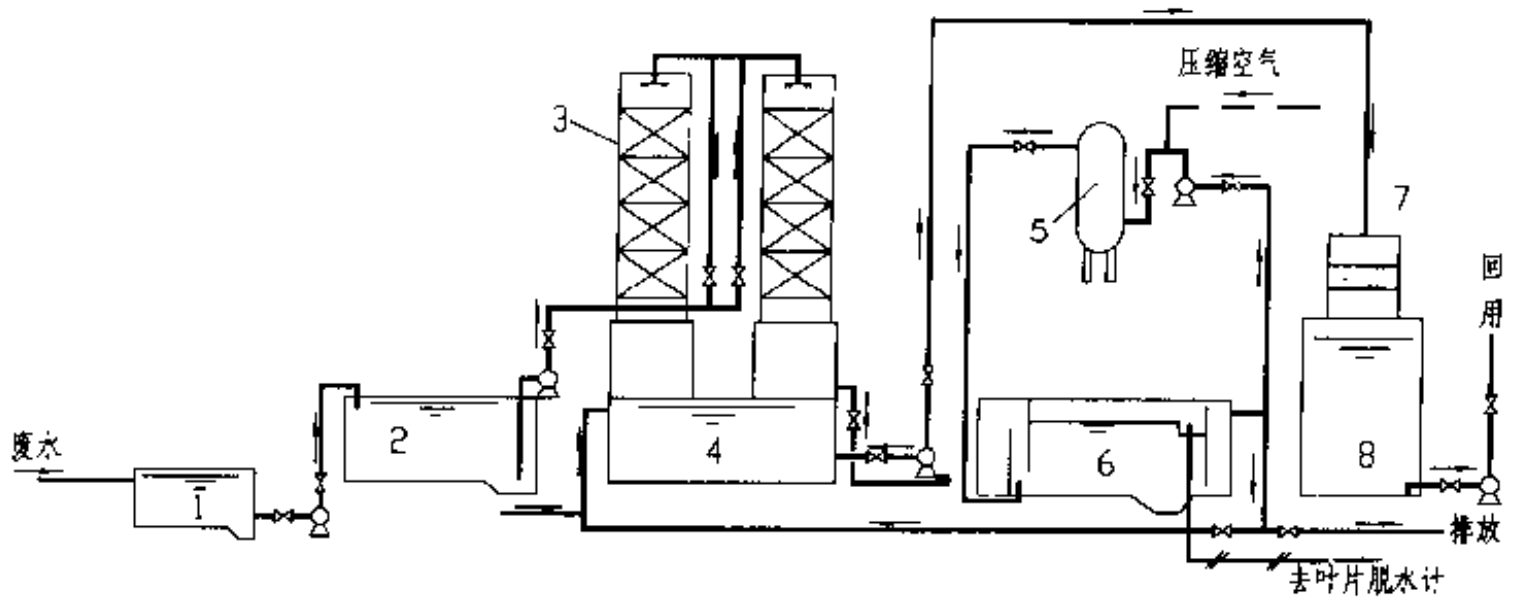


图 4-21 毛纺染色废水处理流程图

1--筛网吸水井；2—调节池；3—滤塔；4—回用水池；5 溶气罐；6—气浮池；7--快滤池；8 清水池

主要设计参数：①塔滤负荷 112m³/(m²·d)；②快滤池滤速 8.1m/h。

【实例绘制步骤】

（1）创建图层、颜色、线型

选择 object properties 工具条中的 layers 命令，或在命令行输入 layer 命令，创建图层；单击“NEW”按钮，创建新图层并显示在大文本框中。新建图层名分别为“设备”、“阀门”、“废水路线”及“文本标注”，颜色分别为“白色”、“白色”、“绿色”、“橙红色”，线型均为默认线型，即“continuous”。

（2）设置捕捉功能

选择 tool 菜单中的 Drfting Setting 命令，或把鼠标置于 Snap 按钮上右击鼠标选择 Setting 命令，在弹出的对话框中设置端点、中点、交点、最近点的捕捉功能。

（3）绘制设备示意图

打开图层名为“设备”的图层，颜色、线型随层。

① 确定设备的相对位置。

② 绘制筛网吸水井。选择 line 命令，用相对坐标（即@x，y）形式或极坐标（即@x<a）形式确定顶点位置。

③ 绘制调节池，选择 line 命令，用相对坐标（即@x,y）形式或极坐标（即@x<a）形式确定顶点位置。

④ 绘制滤塔及回用水池

a. 绘制回用水池及左半边滤塔。选择 rectangle 命令，绘制各矩形；用 move 命令调整各实体的位置；

选择 line 命令，在正交模式下绘制滤塔外轮廓；在非正交模式下绘制滤塔内部直线及斜线；

选择 line 命令，绘制滤塔中的喷头。

b. 绘制右半边滤塔。选择 mirror 命令，确定实体及对称点，镜像左半边滤塔。

⑤ 绘制溶气灌

a. 绘制灌体。选择 line 命令，绘制直线；用 modify 工具条中的 fillet 命令对直线实现倒角。

b. 绘制支架。选择 line 命令，绘制直线；用 modify 工具条中的 trim 命令进行修改。

⑥ 绘制气浮池。选择 line 命令，用相对坐标(即@x,y）形式或极坐标（即@x<a）形式确定顶点位置。

⑦ 绘制快滤池及清水池

a. 选择 rectangle 命令，绘制设备轮廓矩形；

b. 选择 line 命令，绘制直线隔离出区域；

c. 选择 hatch 命令，在出现的对话框中，单击 pattern 的下拉菜单，确定填充图案为混凝土图案 AR-CONC，注意填充图案的角度及比例，再单击“ok”按钮，即完成填充任务。

⑧ 绘制水泵

a. 选择 circle 命令，确定圆心、半径作圆；

b. 选择 line 命令，绘制直线；

c. 选择 trim 命令，进行修剪；

d. 选择 copy object 命令，对水泵进行多个复制。

（4）绘制废水流程路线

打开图层名为“废水路线”的图层，颜色、线型随层。

① 选择 pline 命令,注意线宽，绘制直线连接各设备；

② 选择 pline 命令，改变线宽，绘制表示流程方向的箭头；

③ 选择 rotate 及 move 命令，确定箭头的位置。

（5）绘制阀门

打开图层名为“阀门”的图层，颜色、线型随层。

① 选择 pline 命令,线宽为“0”，绘制阀门。

② 选择 copy object 命令，对阀门进行多个复制；并用 rotate、trim 命令进行修改。还可以把阀门作块，依次以不同的旋转角度插入。

（6）文本标注

打开图层名为“文本标注”的图层，颜色、线型随层。

选择 format 下拉菜单中的 Text Style 命令，设置字体及字的横宽比例；在命令提示行中输入 text 命令，依次输入给水路线标注所需文本。

经过以上 6 步的绘制工程，完成的毛纺染色废水处理流程图如图 4-21 所示。

4.18 医院污水处理流程图

【医院污水处理流程图说明】

图 4-22 是综合医院污水处理流程图，本图用到的主要命令有 pline、line、rectangle、hatch、copy、text 等，以下来说明绘制步骤。

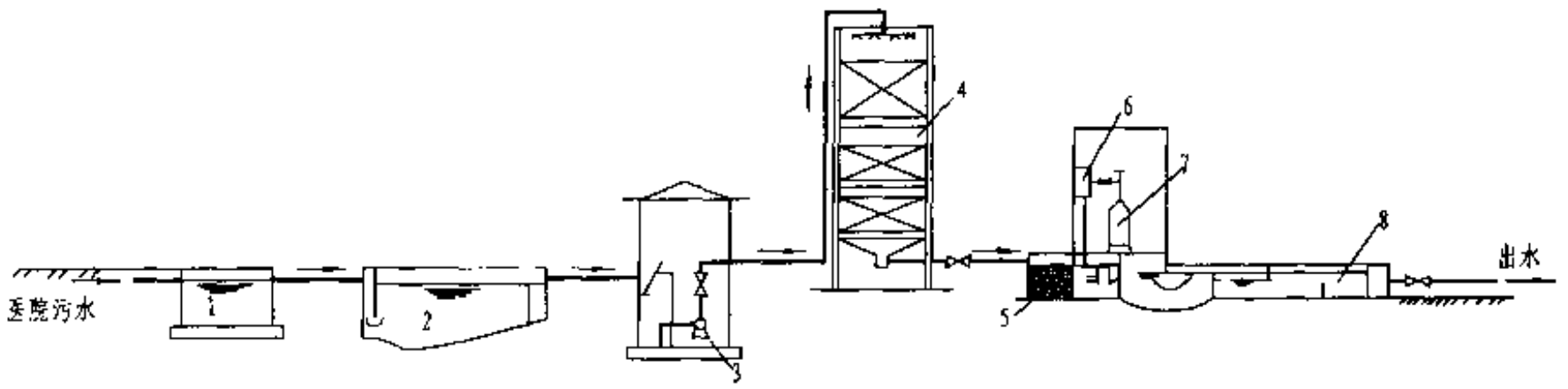


图 4-22 综合医院污水处理流程

1—沉砂池；2—沉淀池；3—泵房；4—滤塔；5- 加氯池；6-加氯机；7—氯瓶；8—接触沉淀池

【实例的绘制步骤】

（1）创建图层、颜色、线型

选择 object properties 工具条中的 layers 命令，或在命令行输入 layer 命令，创建图层；单击“NEW”按钮，创建新图层并显示在大文本框中。新建图层名分别为“设备”、“污水流程”、“标注线”、“文本”；颜色分别为白色、绿色、水蓝色、橙红色；线型均为默认线型，即“continuous”。

（2）设置捕捉功能

选择 tool 菜单中的 Drafting Setting 命令，或把鼠标置于 Snap 按钮上右击鼠标选择 Setting 命令，在弹出的对话框中设置端点、中点、交点、最近点的捕捉功能。

（3）绘制设备示意图

打开图层名为“设备”的图层，颜色、线型随层。

① 绘制沉砂池

a. 选择 rectangle 命令，确定第一顶点、第二顶点绘制矩形；并用 move 命令调整位置；

b. 选择 line 命令，绘制水平面。

② 绘制沉淀池。选择 line 命令，在命令行输入相对坐标的形式，绘制轮廓。

③ 绘制泵房

a. 选择 rectangle 命令，确定第一顶点、第二顶点绘制矩形；并用 move 命令调整位置；

b. 选择 line 命令及 circle 命令，绘制水泵及其他轮廓。

④ 绘制滤塔

a. 选择 line 命令，打开正交模式，绘制边框线；

b. 用 line 命令，在非正交模式状态下，绘制滤塔内部各线。

⑤ 绘制其他设备

选择 line 命令及 pline 命令（线宽为“0”，绘制圆弧线）绘制；并用 hatch 命令（图案为混凝土图案 ar—conc）进行图案填充。

（4）绘制污水流程路线

打开图层名为“污水流程”的图层，颜色、线型随层。

① 绘制流程路线。选择 pline 命令，注意线宽，绘制流程路线；并绘制箭头标明方向。

② 绘制阀门。选择 line 命令，在命令行输入相对坐标的形式，绘制阀门；并用 copy 命令进行复制。

（5）绘制标注线

打开图层名为“标注线”的图层，颜色、线型随层。

选择 line 命令，绘制标注线。

（6）文本标注

打开图层名为“文本”的图层，颜色、线型随层。

选择 format 下拉菜单中的 Text Style 命令，设置字体及字的横宽比例；在命令提示行中输入 text 命令，依次输入所需标注文本。

经过以上 6 步的绘制过程，完成的综合医院污水处理流程图如图 4-22 所示。

4.19 沉淀池配筋剖面图

【沉淀池配筋剖面图说明】

图 4-23 是沉淀池配筋剖面图，本图用到的主要命令有 layer、pline、line、rectangle、hatch、donut、copy、mirror、dimension、text style、text 等。以下来说明具体的绘制步骤。

【实例的绘制步骤】

（1）创建图层、颜色、线型

选择 layers 命令，或在命令行输入 layer 命令，创建图层；单击“NEW”按钮，创建新

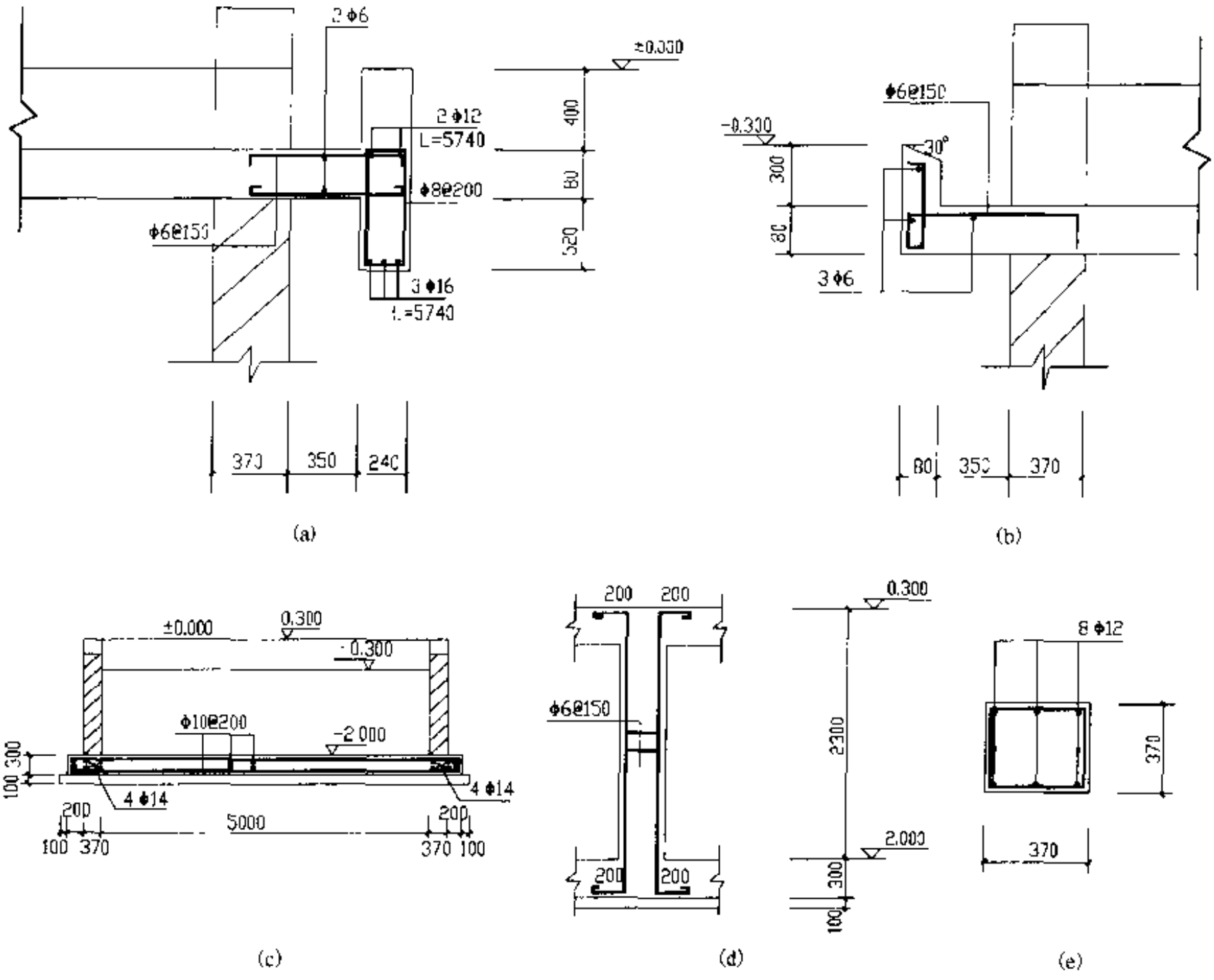


图 4-23　沉淀池配筋剖面图

图层并显示在大文本框中。新建图层名分别为“配筋”、“槽池”、“标注”；颜色分别为绿色、白色、水蓝色；线型均为默认线型，即“continuous”。

（2）设置捕捉功能

选择 tool 菜单中的 Drafting Setting 命令，或把鼠标置于 Snap 按钮上右击鼠标选择 Setting 命令，在弹出的对话框中设置端点、中点、交点、最近点的捕捉功能。

（3）绘制沉淀池剖面

打开图层名为“槽池”的图层，颜色、线型随层。

① 选择 line 命令及 rectangle 命令绘制沉淀池剖面轮廓；

② 选择 line 命令绘制断面线；

③ 选择 hatch 命令，在出现的对话框中，单击 pattern 的下拉菜单，确定填充图案为钢筋混凝土图案 ANSI31，注意选择合适的比例和角度，再单击“ok”按钮，即完成沉淀池剖面的填充任务。

（4）绘制钢筋

打开图层名为“配筋”的图层，颜色、线型随层。

① 绘制主筋。选择 pline 命令，打开正交 F8，以鼠标导向，在命令行输入各方向主筋的长度，注意线宽；对于图 4-23（c）、图 4-23（d）中的主筋，可以先用 pline 命令绘制一根主筋，再用 mirror 命令对其镜射得到另一根主筋。

② 绘制环筋。选择 rectangle 命令，确定第一顶点、第二顶点绘制矩形；用 modify 工具栏中的 polyline 命令，将其修改为多义线，并改变线宽。

③ 绘制钢筋剖面。选择 donut 命令，确定圆心，内径为“0”、外径为钢筋直径，绘制实心圆；用 copy 命令对其进行多个复制。

（5）标注

打开图层名为“标注”的图层，颜色、线型随层。

① 尺寸标注系统设置及标注

a. 选择 dimension style 命令，在弹出的对话框中单击“modify”按钮，设置箭头为 Architectural tick 形式、文本形式及文本与标注线的关系等功能；

b. 选择 dimension 工具条中的各标注命令，依次进行所需标注。

② 高度符号及钢筋式样标注

a. 选择 line 命令，绘制高度符号；

b. 选择 format 下拉菜单中的 Text Style 命令，设置字体为“宋体”及字的横宽比例；在命令提示行中输入 text 命令，依次输入所需标注文本，特殊标注符号“@”和“Φ”可以通过软键盘找到。

c. 将上述高度符号制作成块，在以后的标注中随时使用。

经过以上 5 步的绘制过程，完成的沉淀池配筋剖面图如图 4-23 所示。

4.20 反应器进水管线图

【反应器进水管线图说明】

图 4-24 是反应器进水管线图，本图用到的主要命令有 layer、pline、line、rectangle、trim、wblock、hatch、text style、text 等。以下来具体说明绘制步骤。

【实例的绘制步骤】

（1）创建图层、颜色、线型

选择 layers 命令，或在命令行输入 layer 命令，创建图层： 单击“NEW”按钮，创建新图层并显示在文本框中。新建图层名分别为“水池”、“实线”、“虚线”、“阀门”、“标注”；颜色分别为白色、绿色、黄色、白色、水蓝色；线型分别为“continuous”、“continuous”、“dashed”、“continuous”、“continuous”。

（2）设置捕捉功能

选择 tool 菜单中的 Drfting Setting 命令，或把鼠标置于 Snap 按钮上右击鼠标选择 Setting 命令，在弹出的对话框中设置端点、中点、交点、最近点的捕捉功能。

（3）绘制集水池

打开图层名为“水池”的图层，颜色、线型随层。

① 选择 rectangle 命令，确定第一顶点、第二顶点绘制矩形；并用 trim 命令进行适当的修剪；完成池壁及池顶绘制。

② 选择 line 命令绘制中心管、反射板等其他部分。

（4）绘制实线管道路线

打开图层名为“实线”的图层，颜色、线型随层。

选择 pline 命令，注意线宽，以鼠标导向，在命令行输入各方向实线管道的长度；并连接各管道线，避免管道拐角处断开。

（5）绘制虚线管道路线

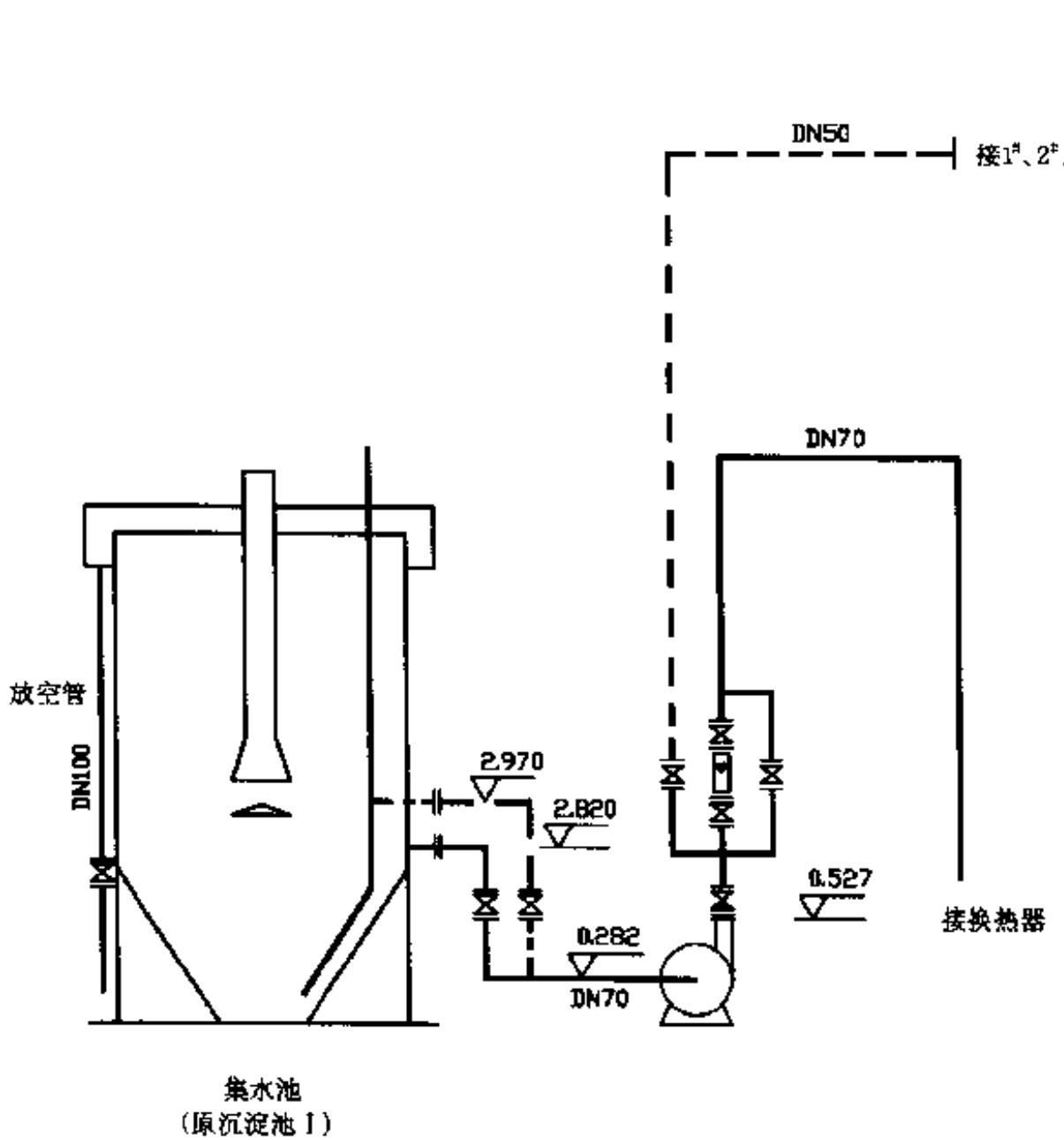
打开图层名为“虚线”的图层，颜色、线型随层。

选择 pline 命令，注意线宽，以鼠标导向，在命令行输入各方向实线管道的长度；并连接各管道线，避免管道拐角处断开。

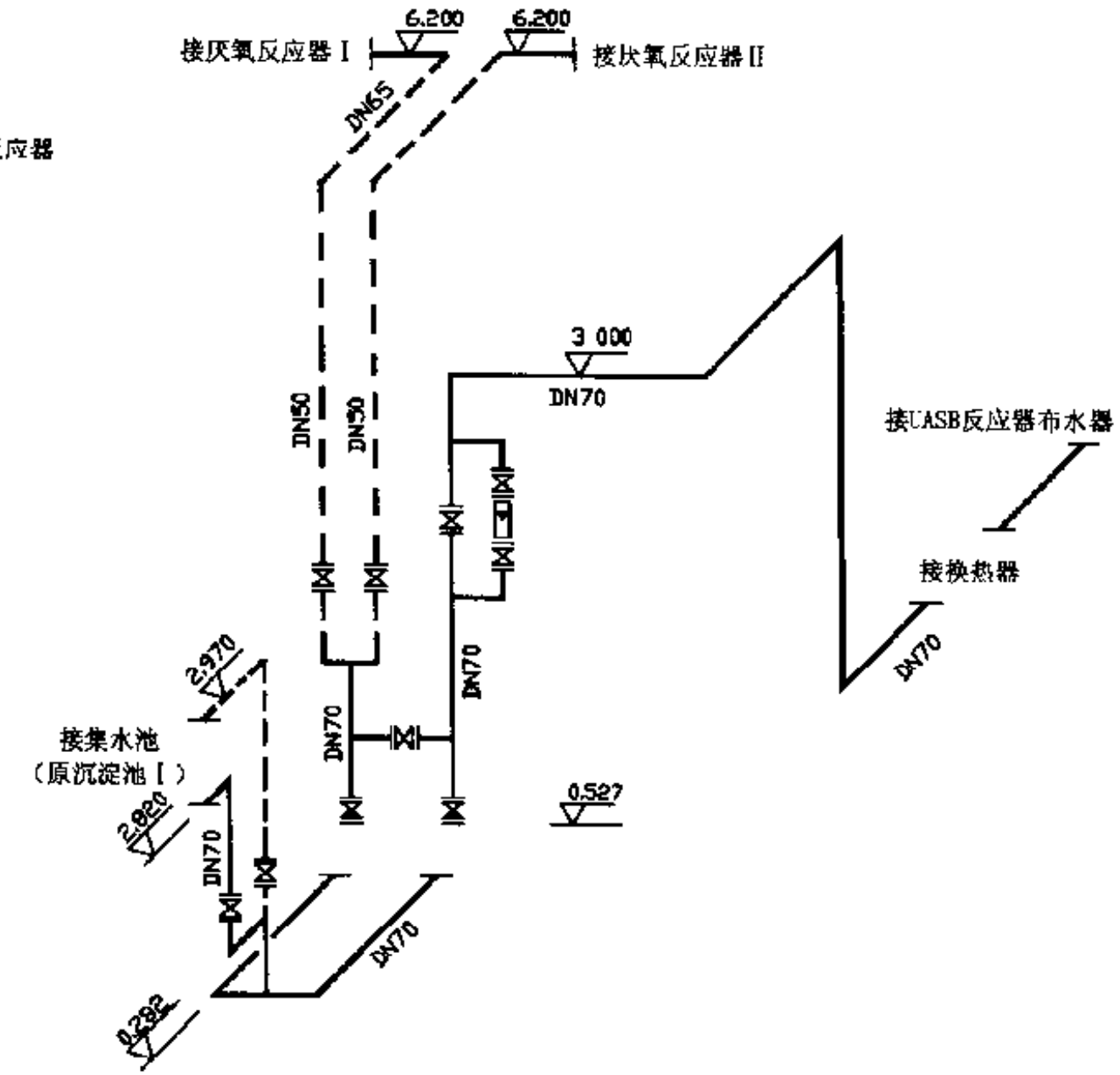
（6）绘制阀门

打开图层名为“阀门”的图层，颜色、线型随层。

① 选择 pline 命令，线宽为“0”，在命令行输入相对坐标形式，绘制阀门；



(a)



(b)

图 4-24　反应器进水管线图

② 用 wblock 命令把阀门做成块，再依次插入，注意插入的角度；

③ 选择 hatch 命令，确定填充图案为 SOLID，对阀门的下三角部分进行填充。

④ 绘制水泵：选择 circle 及 line 命令，注意其对称性，绘制水泵示意图。

（7）标注

打开图层名为“标注”的图层，颜色、线型随层。

① 选择 line 命令，绘制高度标志符号；并做成块依次插入；

② 选择 format 下拉菜单中的 Text Style 命令，设置字体为“宋体”及字的横宽比例；在命令提示行中输入 text 命令，依次输入所需标注文本。

经过以上 7 步的绘制过程，完成的反应器进水管线图如图 4-24 所示。

第 5 章　室内给水排水工程图的绘制方法与实例

5.1　给水排水 CAD 工程制图概述

5.1.1　给水排水制图概述

给水排水工程图是表达给水、排水及室内给水排水工程设施的结构形状、大小、位置、材料以及有关技术要求等的图样，以供交流设计和施工人员按图施工。一般有基本图(平面图、高程图、剖面图及轴测图等)和详图。与建筑工程图一样，亦具有小比例、多详图、多图例等特点。

由于室内给水排水、室外输水管渠及水处理工程系统的组成各有特点，所以它们的工程图样也要针对其特点采用适当的图示方法。例如对于水处理构筑物及设备可像一般工程物体一样，使用工程制图中通常采用的多面正投影图、假想剖切等图示方法来表达。而对于管道部分，除在构筑物工艺图、详图等中的管道以外，由于管道长度大而直径小，且横断面形状变化不多，所以常采用不同线型的单线或附加字母的单线来表示，不画出其真实的投影图。通常所说的室内给水排水工程是一种建筑设备工程，其工程图样不仅要画出给水排水管道，而且还要画出建筑物的有关轮廓，但又不能完全按照建筑工程的画法绘制，必须各有主次，重点突出，层次分明，使图样清晰，便于阅读，利于施工。因此本节主要讨论室内给水排水工程图，室外给水排水工程图的图示方法和绘图特点，通过这些内容的学习使读者掌握给水排水工程图绘制的基本方法。

给水排水专业制图应按照建筑制图国家标准绘制。图中的图线、比例及字体除遵照《房屋建筑制图统一标准》GBJ 1—86 中有关规定外，还须符合《给水排水制图标准》GBJ 106—87 中的要求。

(1) 给水排水专业图中的管道图示及其应用

管道一般由管子、管件及其附属设备等组成。如果按照投影制图的方法画管道，则应将上述各组成部分的规格、形式、大小、数量及连接方式都遵循正投影规律并按一定的比例画出来。在计算机上绘图，图形可以随意缩放，因此能够在很小的图形界限内画出复杂而精确的图形，而在实际绘图中为了使图面的简洁以增强其可读性，则应根据管道图样的比例及其用途来决定管道图示的详细程度。在给水排水专业图中一般有下列三种管道图示方法。

① 单线管道图。在比例较小的图样中，不需要按照投影关系画出细而长的各种管道，不论管道的粗细，都只采用位于各个管道中心轴线上的、线宽为 b 的单线图例来表示管道。它通常采用多义线命令 pline 绘制，给水排水制图中常见的管道图例与化工设计中单线管道图例一致。

用单粗线绘制各种管道的图示方法在给水排水专业图中得到广泛的应用。通常用于室内给水排水平面图、给水管道系统图、排水管道系统图；室外给水排水平面图、管道节点图、给水管道纵断面图；水处理厂(站)平面图、水处理高程图。有时，在水处理构筑物工艺图中管径的个别管道亦用单粗线绘制。在同一张图上的给水、排水管道，习惯上用粗实线表示给水管道，粗虚线表示排水管道。

在实际 CAD 制图过程中，充分利用图层的作用能起到事半功倍的效果。在 ACAD 2000 中新增了“线宽”属性，我们只要在绘图时首先新建“给水管道”层并将线型设为连续线型 continuous，另建“排水管道”层，线型为虚线 ISO dash，线宽均设为 b，线型比例 LTscale 根据整图比例设定，即可将相应管线绘入对应图层，而省去逐个对象设定线型的麻烦。

② 双线管道图。此种管道图示只用两条粗实线表示管道，不画管道中心轴线。一般用于

重力管道纵断面图，如室外排水管道纵断面。这样的管道通常采用复合线命令 mline，设置合适的双线间距，再设置该图层的线宽即可；也可采用多义线命令 pline，设置合适线宽，先绘制管道一侧，再平行复制 offset 另一侧完成。

③ 三线管道图。这种管道图示就是用两条粗实线画出管道轮廓线，用一条细点划线画出管道中心轴线。同一张图上的不同类别管道常用文字注明。三线管道图广泛的应用于给水排水专业图中的各种详图，如室内卫生设备安装详图，管道及管件安装详图，水处理构筑物工艺图及泵房平、剖面图等。此外，在封闭循环回水管道节点图中，当管道连接高差较大时，亦采用这种管道。

三线管道绘制有两种方法：a. 交互绘图方法，可采用 pline、line、arc、offset 等命令先选画出一段三线管，再复制到所需的各位置，并用拉伸 stretch、动态延长 lengthen、剪切 trim 等命令调整其长度的方法进行绘制；b. 编程绘制，读者在第 7 章和第 10 章将可以看到，将一些常用的管道已经编程了 Autolisp 参数化的程序，运行这些程序，您只需在命令行键入实际工程中管道的一些参数，程序自动运行完成所有管道的绘制，当然程序并不是万能的，最后还需要辅以简单的交互绘制、编辑、连接等命令的配合使用，才能使设计工作更加完美。

在北航海尔公司出品的“CAXA 电子图板”中有常用管道及其零件的图库，像三线管道图中的弯头、法兰等，直接调用十分方便。习惯使用 AutoCAD 的读者有时也不妨尝试一下“电子图板”。如果希望在 AutoCAD 软件中使用这些图块，则只需将此图库中的图形以交叉引用文件的形式输出到一子目录中并起好简明易认的文件名，就等于建成了自己零件图库，以后画图时就可以很方便地使用了。

（2）给水排水专业图中的管道连接及其图示

在给水排水工程中经常需要把管子、管件连接并组合成各种管道系统，不同材质、不同用途的管道还可能采用不同的连接方式。给水排水工程常用的管道连接方式、图例如图 5-1 所示。

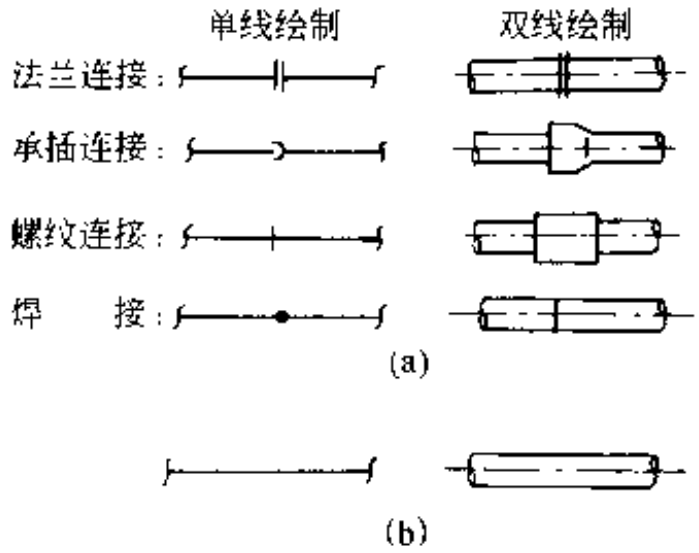


图 5-1　管道的连接形式

（a）表示管道连接形式；（b）图中不表示管道连接形式

（3）给水排水专业图中的管道的标注

① 标高符号。按照《给水排水制图标准》GBJ 106—87,应标注管道起止点、转角点、连接点、变坡点、交叉点的标高符号。对于压力管道宜标注管中心标高；室内外重力管道宜标注管内底标高。若在室内有多种管道架空敷设且共用支架时，为了方便标高的标注，对于重力管道也可标注管中心标高，但图中应加以说明。室内管道应标注相对标高；室外管道宜标注绝对标高，必要时可标注相对标高。

标高符号包括文字一起定义成块，插入点设在标高线上，标注时利用“对象追踪”功能，正交方式下鼠标在设备或构筑物上选择需要标高的位置后稍停，再向左右平移选择适当的插入点。对于一张图内，标高符号的大小、字体应一致，在图块插入后，至少要对标高数字用文字修改命令 ddedit 将其修改合适。

② 管径。管径尺寸应以毫米(mm)为单位。对我国管材产品，管径有不同的标注要求，如表 5-1 所示。

管径标注通常用管道公称直径 DN 表示，如 DN100、DN50 等。如果希望提高设计效率，其标注方法通常采用编程的方法。具体细节请读者参考第 7 章和第 10 章内容。

（4）给水排水专业图中的管道画法

作为专业设计人员需要不断的对 CAD 图库进行增加、维护、修改等工作，设计人员高效率的设计通常是在占有丰富的图形库、参数化图形库的积累基础上。

不同材质的管子与其各种形式的管件，在采用不同的管道连接方式时，便组成了空间位

置各异、用途不同的管道系统。此处仅以法兰连接 90° 弯管为例，来说明三线管道图和单线管道图的画法。

法兰连接（见表 5-1，以简化画法为例）若为 *DN*200 的钢管，采用 90° 钢制弯头，比例为 1∶5，其画法步骤如下：

表 5-1　管径标注

管径标注	用公称直径 *DN* 表示	用管道内径 *d* 表示	用管道外径 *D*×壁厚表示
适用范围	低压流体输送用镀锌焊接钢管	耐酸陶瓷管	无缝钢管
	不镀锌焊接钢管	混凝土管	螺旋缝焊接钢管
	铸铁管	钢筋混凝土管	
	硬聚氯乙烯管、聚丙烯管	陶土管（缸瓦）	
标注举例	*DN* 200	*D* 380	*D* 108×4

① 查表得：DN200 的 90° 钢制弯头外径 *D* 为 219，转弯半径 *R* 为 260，弯头两盘端距相应管中心轴线的距离 L0 均为 300；法兰盘外径 *D′* 为 315，法兰盘厚度 *b* 为 22。

② 按管道位置绘出两条垂直相交的管道中心轴线 *M* 和 *N*，用平行复制命令 offset 偏移轴线生成，如图 5-2 所示。管中心线 *M* 和 *N* 连接圆弧半径 *R*260，用 FILLET 命令，以 *R*260 圆弧导角连接 *M* 和 *N*。用 R369.5（即 260+109.5）和 *R*150.5(即 260－109.5)对 *S* 和 *W* 作导角。另外，亦可用先将中心线以多义线方式绘出，再用 offset 命令以 109.5 为偏移距离做出管道外轮廓直线 *W* 和 *S*。

③ 分别作管中心线 *M* 和 *N* 平行且相距为 300 的二直线 *P* 和 *Q*（如图 5-3），即为 90° 钢制弯头两端法兰盘的边线。以法兰盘外径 315 及其厚度 22 为边长，用矩形命令 rectangle 画矩形 $P_1P_2P_3P_4$ 和 $Q_1Q_2Q_3Q_4$，即为弯头两法兰盘简化的矩形。

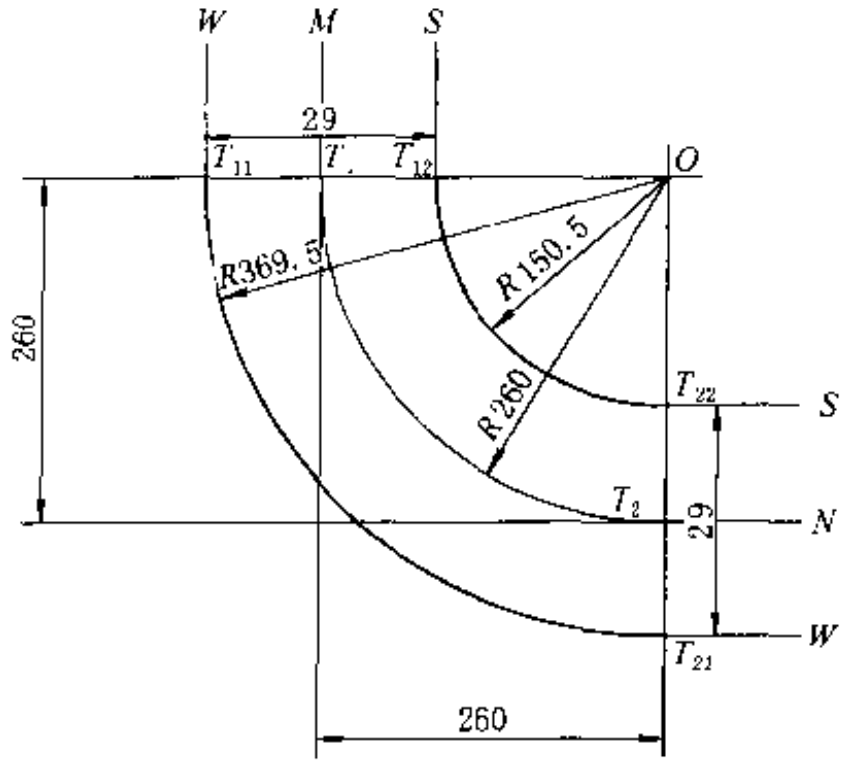


图 5-2　90° 弯管圆弧画法

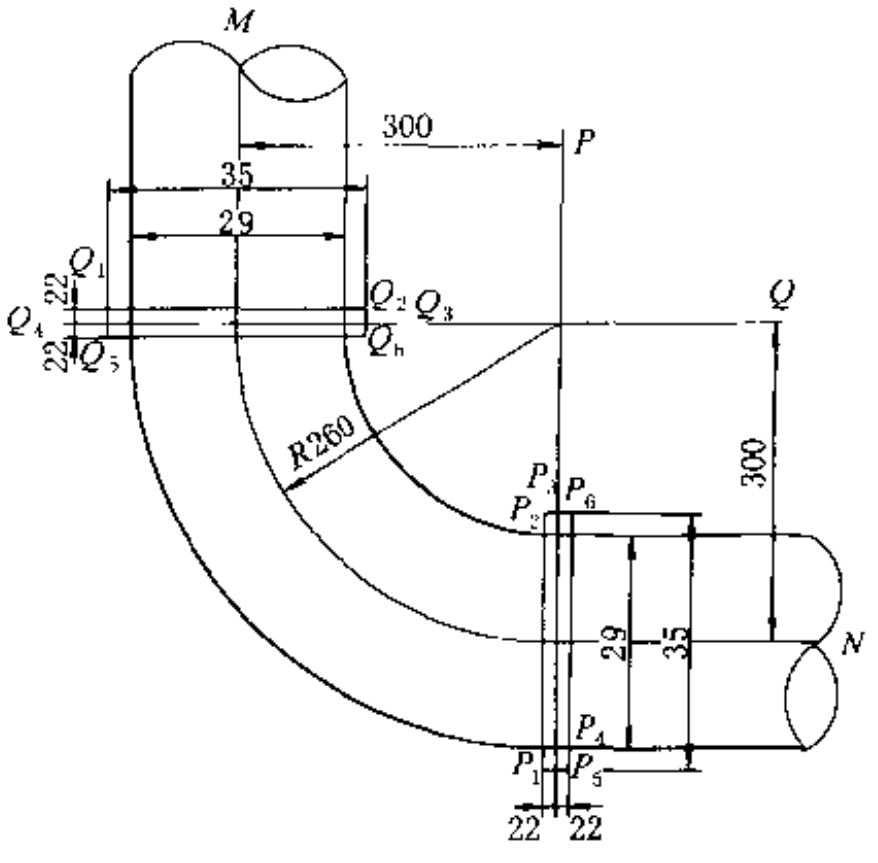


图 5-3　法兰连接画法示例

5.1.2　室内给水排水工程制图

（1）概述

室内给水排水工程是市政建设的重要组成部分，它的发展与更新已成为现代化建设的主要标志之一。

室内给水排水工程通常是指，从室外给水管网引水到建筑物内的给水管道，建筑物内部

的给水及排水管道，自建筑物内排水到检查井之间的排水管道以及相应的卫生器具和管道附件。它一般包括：室内给水，室内排水，有时亦涉及热水供应、局部给水处理、公共浴室和游泳池给水排水、屋面排水及小型污水处理设施等。

（2）室内给水排水工程图

室内给水排水工程设计是在相应的建筑设计的基础上进行的建筑设备工程设计，所以室内给水排水工程图是借助于已有的建筑图而绘制的给水排水设备工程图。

室内给水排水工程图应包括所有室内给水排水工程设计内容的图样，如室内给水工程图、室内排水工程图、局部给水处理工艺设备图、小型污水处理工艺设备图等等，内容多而复杂。本书只以其中较简单的室内给水和排水工程图为例加以说明。

① 室内给水排水平面图。室内给水排水平面图表示室内卫生器具及水池、阀门、管道及附件等相对于该建筑物的平面布置情况，它是室内给水排水工程最基本的图样。本小节将介绍室内给水排水平面图的主要内容，讲述室内给水排水平面图的图示特点及其画法。

室内给水排水平面图的主要内容如下所述，如图 5-4 所示。

建筑平面图。

卫生器具及水池的平面位置，例如大小便器（槽）、盥洗槽、污水池及淋浴器等的平面位置。

各立管、干管及支管的平面布置以及立管的编号。

阀门及管道附件的平面布置，例如截止阀、放水龙头、室内消火栓、地漏及清扫口等的平面布置。

给水引入管的平面位置及其编号、排水排出管的平面位置及其编号。

必要的图例、标注等。

a. 室内给水排水平面图的图示特点。室内给水排水平面图应按直接正投影法绘制，它与相应的建筑平面图、卫生器具以及管道布置等密切相关，因而具有下列主要特点。

（a）比例。常用的比例见给水排水设计手册。一般采用与该建筑物的建筑平面图相同的比例，常用 1∶100。必要时，亦可用 1∶50 等常用比例，如图 5-4 的室内给水排水平面图就是采用 1∶50 绘制。

（b）布置方向。按照《房屋建筑制图统一标准》GBJ 1—86 的规定“不同专业的个体建(构)筑物的平面图，在图纸上的布图方向均应一致”。因此，给水排水平面图在图纸上的布图方向应与相应建筑平面一致。

（c）平面图的数量。一般说来，多层建筑物的室内给水排水平面图原则上应该分层绘制，并在图下方注写其图名。对于建筑平面布置及卫生器具和管道布置、数量、规格均相同的楼层平面可以只绘制一个给水排水平面图，但须注明适用各楼层。对于底层给水排水平面图则仍然必须单独画出。

若屋面上有给水排水管道，通常附在顶层给水排水平面图上，必要时亦可另绘屋顶给水排水平面图。

在底层给水排水平面图上，不但须绘底层的给水排水管道及卫生器具，还需画出给水引入管和排水排出管。必要时还绘出相关的阀门井和检查井。底层给水排水平面图最好能画出整幢建筑物的底层平面图，其余各层则可以只画出布置有给水排水管道及其设备的局部平面图，以便更好地与整幢建筑及其室外的给水排水平面图对照阅读。但是，若该幢房屋很大，而管道集中或管道又不多的情况下，亦可仅绘制布置有给水排水系统的局部底层给水排水平面图。图 5-4 即仅绘出局部平面图。

（d）建筑平面图。室内给水排水平面图中相应的建筑平面图不是为土建施工而绘制的，而是作为室内给水排水管道及其设备在平面上布置、定位的基准而画出的。因此，不必画建筑细部、亦不标注门窗代号、编号等，而只需用细实线(0.35 b)抄绘墙身、按、门窗洞、楼梯以及台阶等主要构配件，并画出相应轴线，楼层平面图可只画相应首尾边界轴线。底层平面图一般要画指北针。

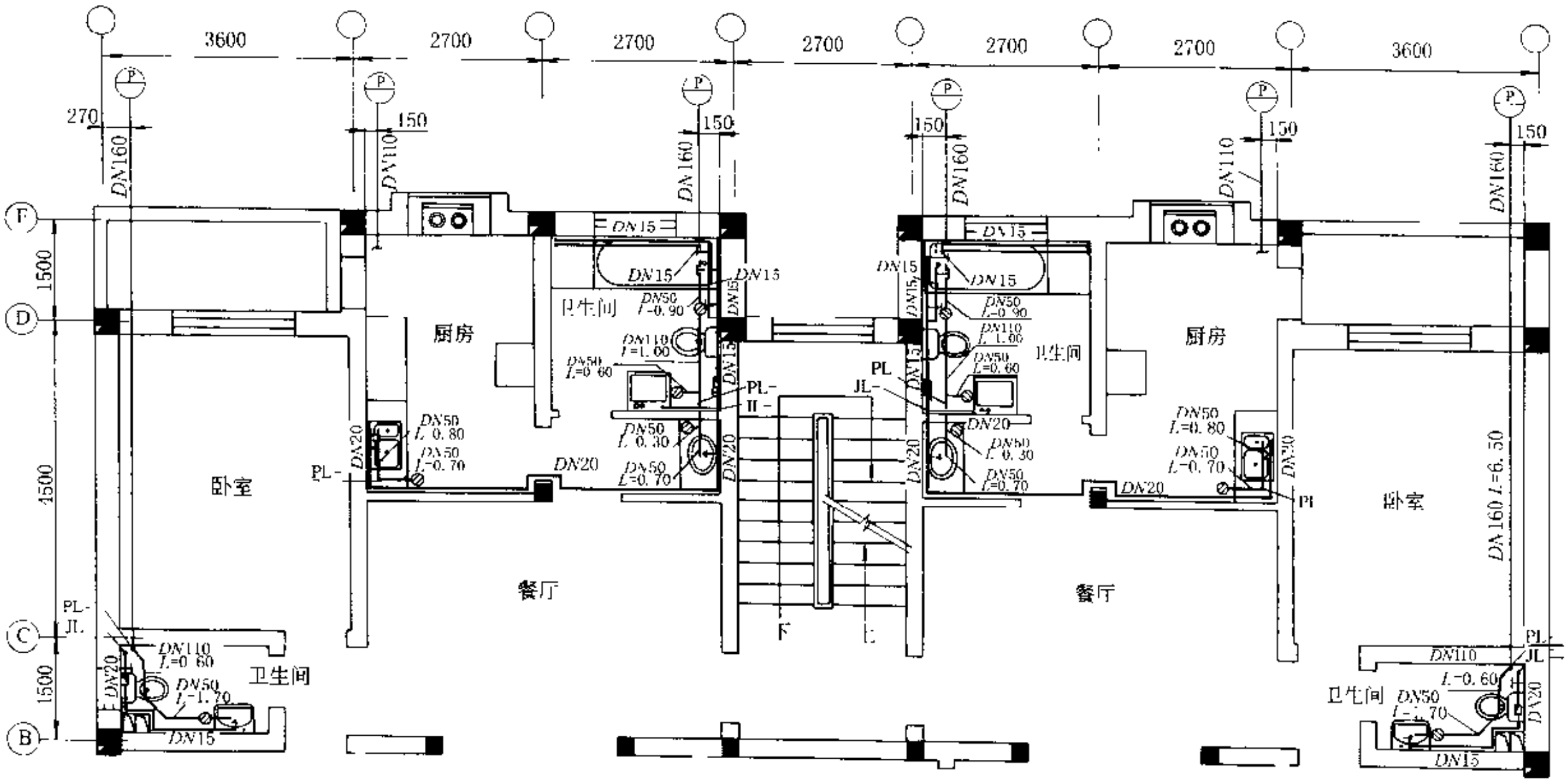


图 5-4　室内给水排水平面图

（e）卫生器具平面图。室内卫生器具如大便器、小便器、洗脸盆等皆为定型工业产品，而大便槽、小便槽、盥洗台、污水池等虽非工业产品，而是现场砌筑，但其详图由建筑设计人员提供，所以室内卫生器具均不必详细绘制。定型工业产品的卫生器具则需按《给水排水制图标准》 G B J106--87 中的图例绘制。对现场施工的卫生器具亦仅需绘其主要轮廓。卫生器具均用细线(0.35b)绘制。

（f）给水排水管道平面图。室内给水排水平面图中，不论管道在地面上或在地面下，均作为可见管道，按照选定的单粗线绘制。位于同一平面位置的两根或两根以上的不同高度的管道，为了图示清楚，宜画成平行排列的管道。无论是明装管道或是暗装管道，平面图中的管道线仅表示其示意安装位置，并不表示其具体平面位置尺寸。图 5-4 的管道采用明装敷设方式。当管道暗装时，图 5-4 上除应有说明外，管道线应绘在墙身断面内。

给水排水管道上所有附件均按《给水排水制图标准》 GB J106—87 中图例绘制。对于建筑物的给水排水进口、出口，宜注出管道类别代号，其代号通常采用管道类别的第一个汉语拼音字母，如“J”即给水，“P”即排水。当建筑物的给水排水进、出口数量多于 1 个时，宜用阿拉伯数字编号，以便查找和绘制系统图。编号宜按图 5-5 的方式表示(该图即表示 1 号排出管或 1 号排水出口)。

对于建筑物内穿过一层及多于一层楼层的立管，用黑圆点表示，直径约为 3b，并在旁边标注立管代号，如“JL”、“PL”分别表示为给水、排水立管。当建筑物内穿过一层及多于一层楼层的立管数量多于一个时，宜用阿拉伯数字编号。编号宜按图 5-6 的方式表示(该图即表示 1 号给水立管)。

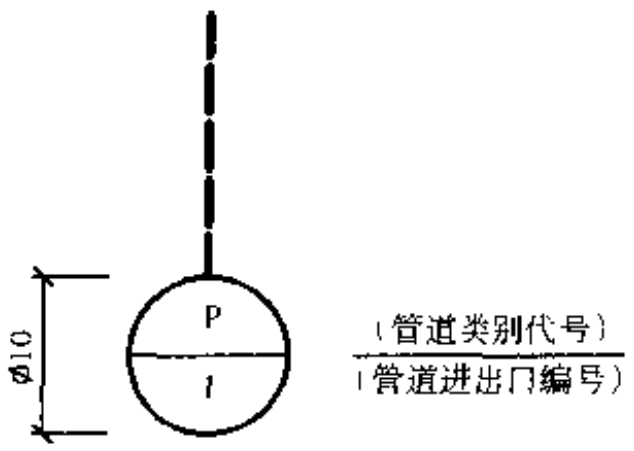


图 5-5　给水排水进出口编号表示法

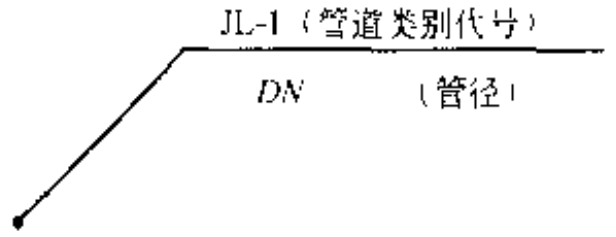


图 5-6　平面图上立管编号表示法

当给水管与排水管交叉时，应该连续画出给水管，断开排水管。

（g）标注

标注尺寸　建筑物的平面尺寸一般仅在底层给水排水平面图中标注轴线间尺寸。沿墙铺设的卫生器具和管道一般不必标注定位尺寸，必要时，应以轴线或墙面或柱面为基准标注。卫生器具的规格可用文字标注在引出线上，或在施工说明中写出，或者在材料表中注写。管道的长度一般不标注。因为在设计、施工的概算和预算以及施工备料时，一般只需用比例尺从图中近似量出，在施工安装时则以实测尺寸为依据。除立管、引入管、排出管外，管道的管径、坡度等习惯注写在其系统图中，通常不在平面图中标注。

标注标高　底层给水排水平面图中须标注室内地面标高及室外地面整平标高。楼层给水排水平面图亦应标注该层标高，有时还要标注出用水房间外附近的楼面标高。所有标注的标高均为相对标高。

注写必要的文字　注写相应平面的功用文字。

b. 室内给水排水平面图的 CAD 制图步骤。经常从事给水排水设计制图，重复图形非常多，提高效率最好的方法就是建立常用图库和常用模板。图库中除包括水表井、阀门井、消火栓以及排水系统中的检查井及化粪池等图形外还应有图例、标高符号等总之越丰富越能减少重复劳动。

建模板时首先建立图层，用不同颜色、线型、线宽区分各类图形. 建立图层时既要考虑绘制的方便又要考虑出图的美观。如果图层所用颜色较多，出图时选用单色模式比逐个设笔色与笔宽要省事些。接着设置单位、文字样式以及标注的样式和比例。模板应包括图框、标题栏、风玫瑰等，这些可在模型空间绘制，也可在纸样空间绘制只要能顺利完成设计任务完全可以发挥自己的创造力，绘图方法不必强求一致。

绘制室内给水排水工程图，通常首先绘制给水排水平面图，然后绘制其系统图。绘制室内给水排水平面图时，一般先绘底层给水排水平面图，再画其余各楼层给水排水平面图。绘制每一层给水排水平面图底稿的画图步骤如下。

（a）复制建筑平面图。室内给水排水平面图中的建筑轮廓应与建筑专业一致，因实际工作中往往是先有建筑平面图后画给排水平面图，所以通常只需将建筑平面图删去不需要的部分后即可开始下一步工作。

（b）绘制卫生器具平面图，各卫生器具外形最好是以图块文件形式存入一个子目录中，方便随时取用。注意图块名最好用中文命名，直观且便于交流。

（c）绘制给水排水管道平面图。简单地说，画室内给水平面图就是用沿墙的直线连接各用水点；画室内排水平面图就是用沿墙的直线将卫生器具连接起来。画室内给水排水平面图时，一般先画立管；然后画给水引入管和排水排出管；最后按照水流方向画出各干管、支管及管道附件。

（d）插入必要的图例。

（e）布置应标注的尺寸、标高、编号和必要的文字。

② 给水排水系统图。给水排水系统图反映给水排水管道系统的上下层之间、前后左右之间的空间关系，各管段的管径、坡度和标高，以及管道附件在管道上的位置等。它与室内给水排水平面图一起，表达建筑物的给水排水工程空间布置情况。本节主要讲述其图示特点及画图步骤。

a. 给水排水系统图的图示特点

由图 5-7 室内给水排水平面图画出的给水排水系统图，如图 5-7 和图 5-8 所示。它们是按正面斜等轴测投影法绘制。在 AutoCAD2000 软件中有等轴测图的坐标轴变换方法以下给出其操作步骤：

Command: snap

Specify snap spacing or [ON/OFF/Aspect/Rotate/Style/Type] <10.0000>: s

Enter snap grid style [Standard/Isometric] <S>: i

Specify vertical spacing <10.0000>:回车

即进入等轴测绘制方式，通过 Ctrl+E 按键操作，可以在三个坐标轴间轮流切换。从而完成三个方向的等轴测图形绘制。

（a）比例。通常采用与相应的给水排水平面图相同的比例。当局部管道按比例不易表示清楚时，例如在管道或管道附件被遮挡，或者转弯管道变成直线等情况下，这些局部管道可不按比例绘制。

（b）布图方向。给水排水系统图的布图方向应该与相应的给水排水平面图一致。

（c）轴向及其轴向变形系数。如图 5-9，与其他轴测图一样，系统图的 O_1Z_1 轴总是竖直的，O_1X_1 轴与其相应的给水排水平面图图纸的水平线方向一致，O_1Y_1 轴与图纸水平线方向的夹角宜取 45°，必要时亦可取 30°、60°，但相应的给水系统图与排水系统图应用相同角度画出。三轴的轴向变形系数均为 1。

（d）给水排水管道。给水管道系统图一般按每根给水引入管分组绘制，排水管道系统图通常按每根排水排出管分组绘制。引入管和排出管以及立管的编号均应与其平面图中的引入管、排出管及立管对应一致。编号表示法仍同平面图。

给水排水管道在平面上沿 X_1 和 Y_1 向的长度直接从其平面图上量取，管道高度一般根据建筑物的层高、门窗高度、梁的位置以及卫生器具、配水龙头、阀门的安装高度等来决定，例

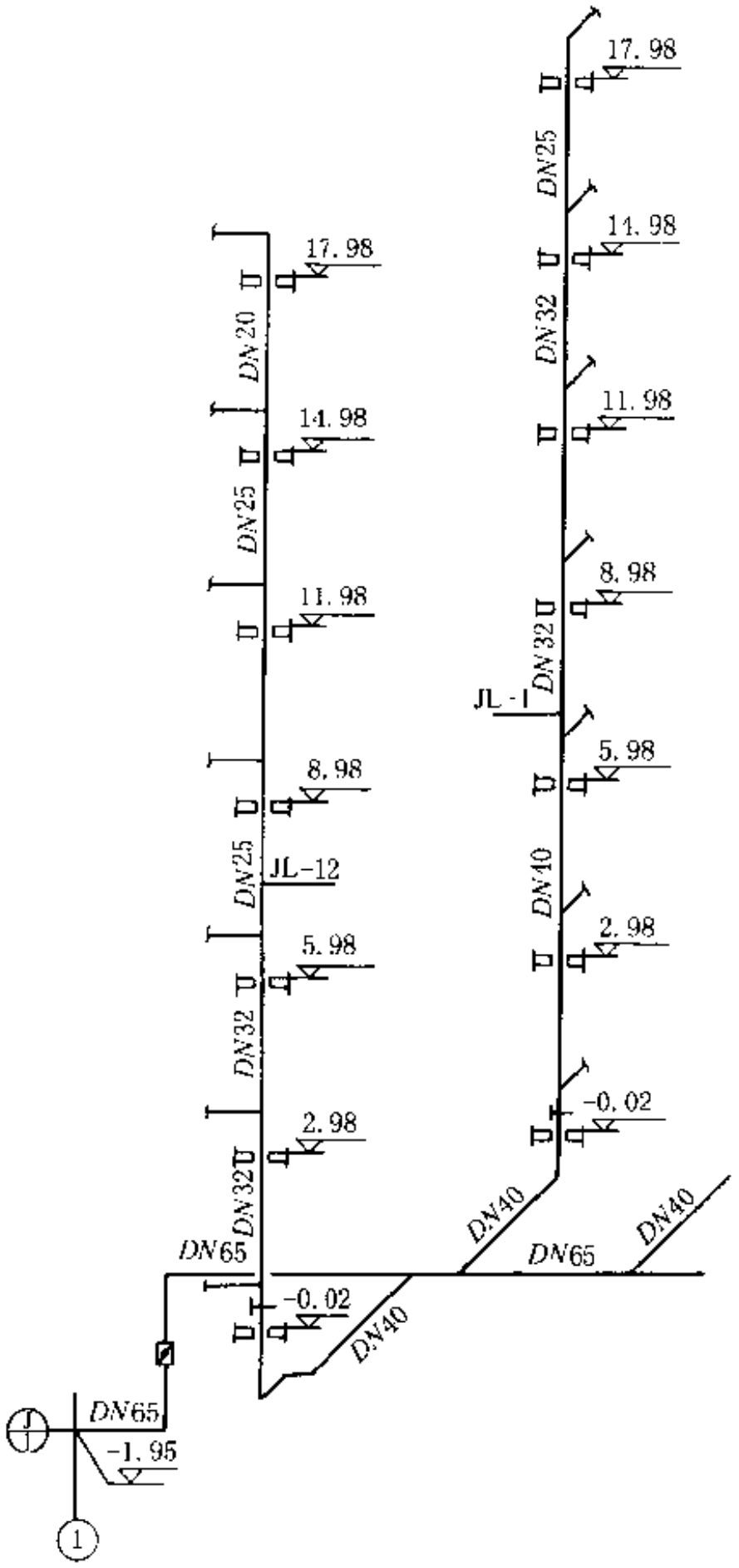


图 5-7　室内给水管道系统图（局部）

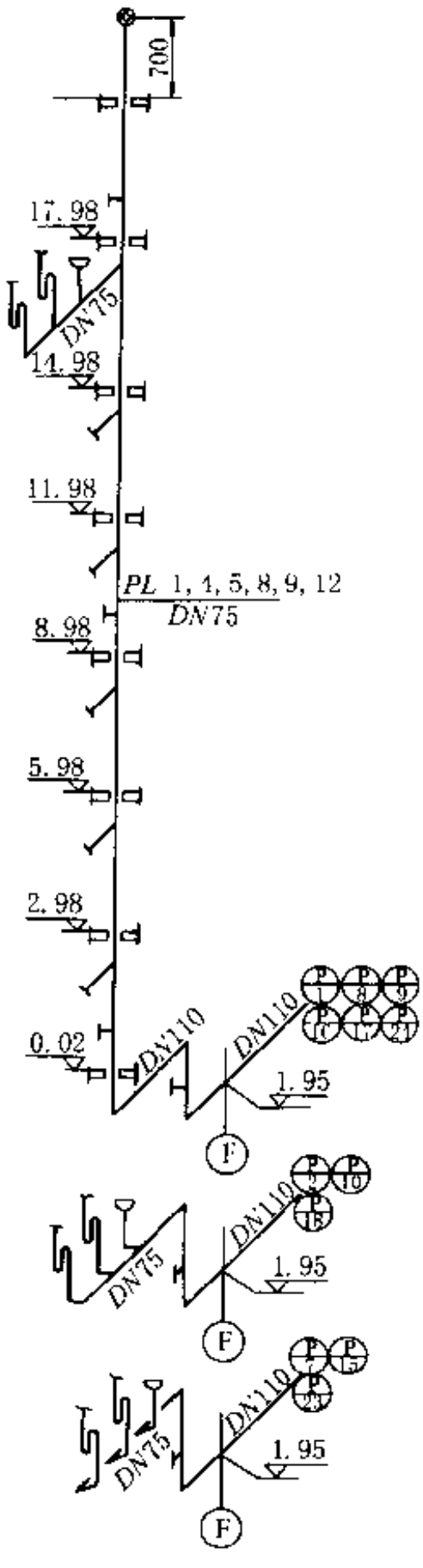
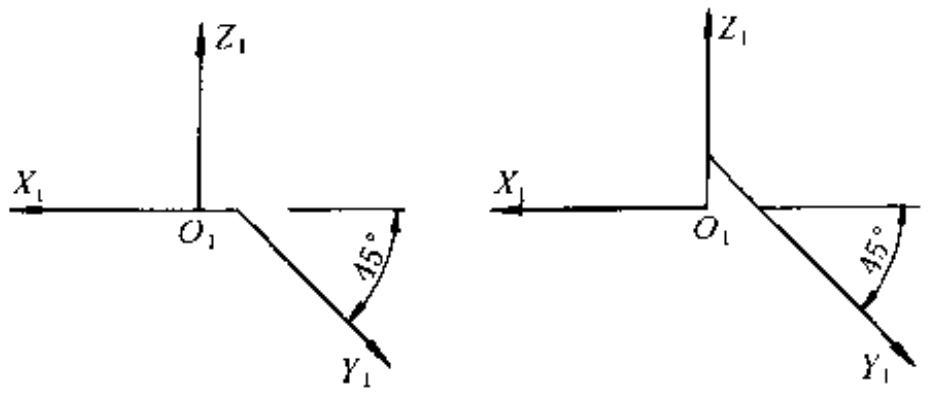


图 5-8　室内排水管道系统图（局部）



(a) 一般画法　　(b) 不常用画法

图 5-9　给水排水管道系统轴向示意图

如：盥洗槽水龙头一般离地（楼）面 1.000m，污水池水龙头一般离地（楼面）0.800m，淋浴器喷头的安装高度一般离地（楼）面 2.100 m，接大便器高位水箱进水管的水平支管一般离相应地（楼）面 2.300 m。设计安装高度一般由安装详图查得，亦可根据具体情况自行设计。

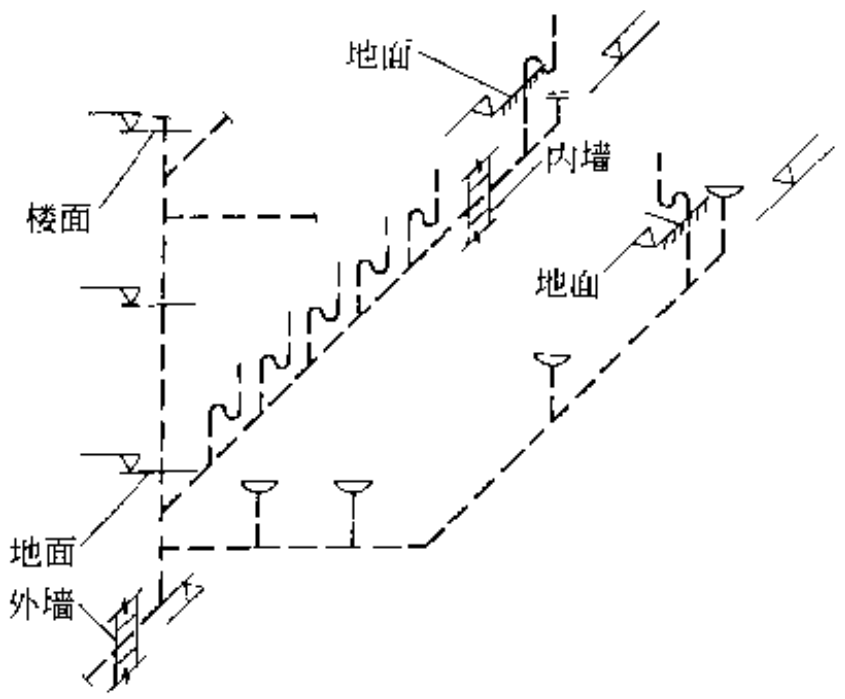


图 5-10　管道穿过地面、楼及墙身的画法

管道附件、阀门及附属构筑物等仍用图例表示，有坡向的管道按水平管绘出。

当空间交叉的管道在图中相交时，应判别其可见性，在交叉处，可见管道连续画出，而把不可见管道断开。

当管道过于集中，即使不按比例也不能清楚地反映管道的空间走向时，可将某部分管道断开，移到图面合适的地方绘出，在两者需连接的断开部位，应标注相同的大写拉丁字母表示连接编号。

（e）与建筑物相对位置的表示。为了反映出给水排水管道与相应建筑物的位置关系，系统图中要用细实线(0.35b)绘出管道所穿过的地面、楼面、屋面、墙及梁等建筑配件和结构构件的示意位置，画法如图 5-10。

（f）当管道、设备布置复杂，系统图不能表示清楚时，可辅以剖面图。剖面图应按剖切面处直接正投影法绘制，如图 5-11 所示。

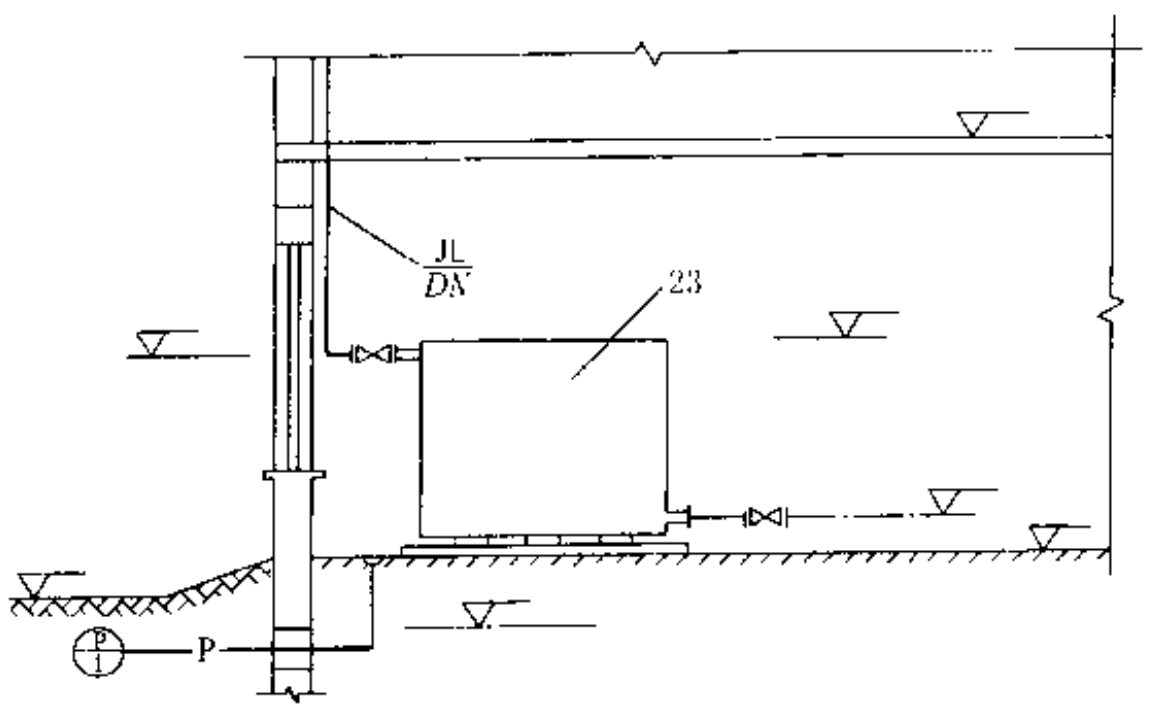


图 5-11　剖面图画法示例

（g）标注

标注管径　管径标注的要求见表 5-1。可将管径直接注写在相应管道旁边，或注写在引出线上。倘若连续几个管段的管径相同时，可仅注出始、末段管径，中间管段管径可省略不标注。

标注标高　系统图上仍然标注相对标高，并应与建筑图一致。

对于建筑物，应标注室内地面、室外地面、各层楼面及屋面等标高。对于给水管道，应以管中心为准，通常要标注横管、阀门和放水龙头等部位的标高。对于排水管道，一般要标注立管或通气管的管顶、排出管的起点及检查口等的标高。其他排水横管标高一般由相关的卫生器具和管件尺寸来决定，一般可不标出其标高，必要时，应标注横管的起点标高。横管的标高以管内底为准。

系统图中的标高符号画法与建筑图的标高符号画法相同，但应注意横线要平行于所标注

的管线，如图 5-7、图 5-8 所示。

标注管道坡度　系统图中具有管道坡度的所有横管均应标注其坡度，通常把坡度注在相应管段旁边，必要时也可注在引出线上，坡度符号则用单边箭头指向下坡方向，如图 5-8。

若排水横管采用标准坡度，常将坡度要求写在施工说明中，可以不在图中标注。须注意一点，即给水引入管等给水横管的管道坡度方向与水流方向是不一致的，因给水管为压力流管道，而排水管为重力流管道。

（h）简化图示。当各楼层管道布置、规格等完全相同时，给水或排水系统图上的中间楼层的管道可以不画，仅在折断的支管上注写同某层即可。习惯上将底层和顶层的管道全部画出。

（i）图例。一般将给水排水平面图及其相应给水、排水系统图的图例统一列出，其大小与图中图例基本相同。

随着制图标准的深入施行，按标准绘制的图例符号可不列出图例，只将自行绘制的非标准图例列出即可。

b. 给水排水系统图的绘制步骤。通常先画好给水排水平面图后，再按照平面图画其系统图。布置图面时，习惯把各管道系统图中的立管所能穿过的地面、楼面相应地画在同一水平线上，以利图面整齐，便于画图和读图。系统图底稿图的画法如下。

（a）确定轴测轴。根据相应的给水排水平面图来确定轴测轴。如图 5-7 所示的给水系统图是根据图 5-4 所示的给水排水平面图来确定的。

（b）画立管或者引入管、排出管。一般地说，若一条引入管或排出管只服务于一根立管，通常先画立管，后画引入管或排出管，如图 5-8 即属此种情况；倘若一条引入管或排出管服务于几根立管时，则宜先画引入管或排出管，后画立管。如图 5-7 所示，便宜于先画引入管，再画水平干管，最后才画立管。

（c）画立管上的各地面、楼面（屋面）。立管上的各地面、楼面(屋面)根据设计标高来确定。若屋面无给水设备，给水系统图可不画屋面。

（d）画各层平面上的横管。根据放水龙头、阀门或卫生器具、管道附件(如地漏、存水弯、清扫口等)的安装高度以及管道坡度确定横管的位置。一般先画平行于轴向的横管，再画不平行于轴向的横管。

（e）画管道系统上相应的附件、器具等的图例。画出例如给水系统图上的阀门、放水龙头及水表井等，排水系统图上的卫生器具、管道附件（如检查口、通气帽等）的图例符号。

③ 建筑物给水排水总平面图

a. 建筑物给水排水总平面图的图示特点

由图 5-12，可知建筑物给水排水总平面图虽然属于室内给水排水工程图，但其主要目的是要清楚地表达出室内外给水排水的连接，因而具有如下图示特点。

（a）比例。通常采用与该建筑物建筑总平面图相同的比例，一般不小于 1∶500，若管（渠）复杂，亦可用大于建筑总平面图的比例画出。

（b）布图方向。建筑物给水排水总平面图在图纸上的布图方向应与其建筑总平面图相同。

（c）建筑物建筑总平面图。按建筑总平面图和给水排水图例绘制有关建筑物、构筑物。一般应画出指北针或风玫瑰。

（d）给水排水管（渠）。由于此图的重点是突出建筑物室内外给水排水管道的连接，所以可仅画出局部室内给水和排水管道，只要能清楚地反映室内给水引入管和排水排出管分别与室外给水管道和排水管 (渠)的连接情况即可。

习惯把建筑物室内外给水和室内外排水的平面连接合画在同一张总平面图上。

（e）图线。管道用粗单线（b）画出，新建的建筑物可见轮廓用中实线（0.5b）画，原有的建筑物可见轮廓及图例符号均用细实线（0.35b）绘制。

（f）标注

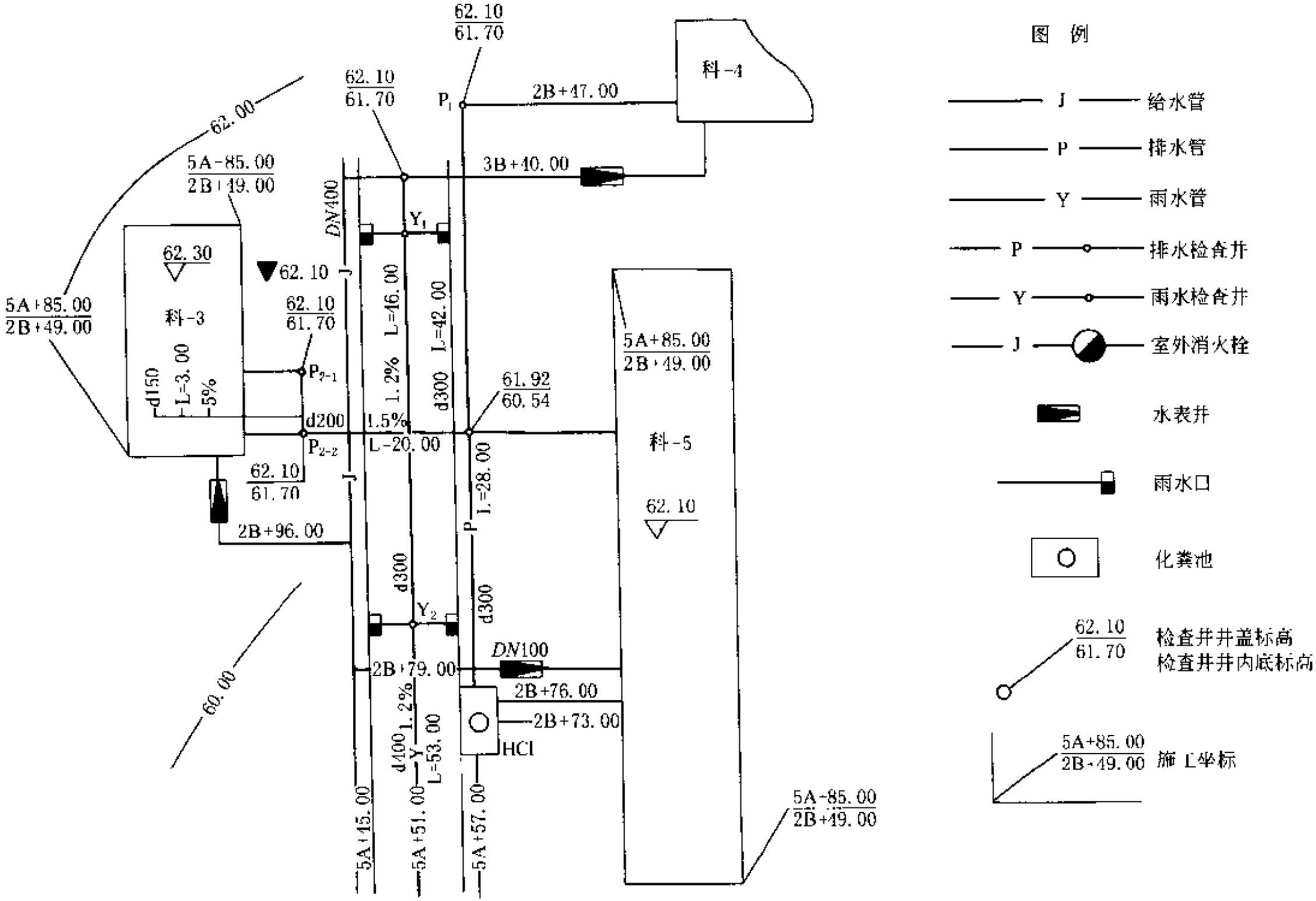


图 5-12　建筑物给水排水总平面图

标注尺寸　常将管道的管径(或排水渠断面规格)就近标注或用引出线标注在相应管（渠）旁。管(渠)及其附属构筑物的平面位置，用施工坐标注出，亦可用附近原有房屋或道路等为基准，标注其定位尺寸。

标注编号和标高　对于多于一个的阀门井、检查井应编号，并就近标注。检查井编号顺序宜循水流方向，先干管后支管。室外管道宜标注其绝对标高。当无绝对标高资料时，可标注相对标高，但应与同一建筑物的其他专业图的标高一致。图 5-12 中的标高均是绝对标高。标注标高的一般形式是用引出线指向所注检查井(或阀门井)，水平横线上方标注井顶盖标高，水平线下方注写井内底标高，如图 5-12 中的；或者在水平线上方注写其编号，下方注写井底标高。

总平面图中坐标、尺寸及标高均以米为单位，取至小数点后两位。

（g）施工说明。施工说明一般包括以下内容：管径、尺寸、标高的单位；与室内底层设计地面标高 ±0.000 相当的绝对标高值；管道铺设方式、材料及防腐措施；检查井等的标准图号、规格以及安装、质量验收标准等施工要求。

b. 建筑物给水排水总平面图的画法步骤。绘制建筑物给水排水总平面图的一般步骤是：

（a）建筑物建筑总平面图，根据给水排水总平面图的复杂程度选择合适比例对其进行缩放。

（b）建　较浅色图层将室内底层给水排水平面图置于其中并锁定该层，以作参考。根据室内底层给水排水平面图，画出给水引入管和排水排出管。

（c）画原有的室外给水排水管(渠)道，并绘制它们分别与给水引入管和排水排出管之间的连接管线。

（d）从图库中调出给水系统中的水表井、阀门井、消火栓等，以及排水系统中的检查井及化粪池等，插入相应位置。

（e）布置管径、标高、定位尺寸、编号等标注及施工说明文字。

c. 安装详图及管道连接图。室内给水排水工程的安装施工除需要前述的平面图、系统图外，还必须有若干安装详图，有时还需要管道连接图。下面将简单介绍安装详图和管道连接图。

（a）安装详图。由于室内给水排水平面图及系统图的比例较小，管道只能用单粗线表示，卫生器具、管道附件以及一些附属构筑物等仅能用图例表示其布置情况，用文字注写其规格，无法详细表达管道与其附件、管道与卫生器具等的详细连接情况，因此室内给水排水工程还需要若干安装详图，才能安装施工。详图按照多面正投影原理绘制和阅读。常采用较大比例绘制（具体比例见给水排水设计手册）。

详图的特点是，图形表达明确，尺寸标注齐全，文字说明详尽(如材料、规格等安装施工要求具体)。常用的卫生器具安装详图可以套用《给水排水标准图集 S342 卫生设备安装》，有关附件安装详图可套用《给水排水标准图集 S220 排水设备附件及安装》，前者汇编于《给水排水标准图集合订本 S3》内，后者汇编于《给水排水标准图集合订本 S2》内。一般不必再绘制安装详图，只需在施工说明中写明所套用的图号或用详图索引符号标注(索引符号画法同建筑施工图)。

因详图绘制较繁，若有特殊要求必须绘制详图的，最好是能利用以往绘制的类似详图作为模板充分利用已建好的图层和图块以及设置好的文字与标注样式和材料表等，以提高绘图速度。

注意给水排水平面图、系统图中各卫生器具、有关附件的平面位置、安装高度必须与相应标准图或自绘安装详图一致。

（b）排水管道连接图。由于室内排水管道、管件及附件等的备料、安装施工一般均较给水管道困难，因此施工单位希望在设计图中增加排水管道连接图，以便备料及安装施工。

室内排水管道连接图也分为连接平面图和连接系统图。原则上，前者仍按直接正投影法绘制，后者按正面斜等轴测投影法绘制。管道及附件仍画成单粗线，但其中管道附件长

度则应按照产品的规格，按比例，用《给水排水制图标准》GBJ 106—87 规定的图例符号绘制，并附管件材料表。

5.2 室内给水系统图

【室内给水系统图说明】

图 5-13 是室内给水系统图，用到的主要命令是 layer、limits、line、pline、 trim、copy、style、dtext、pedit、wblock、insert、arc、bhatch、rectangle 等。

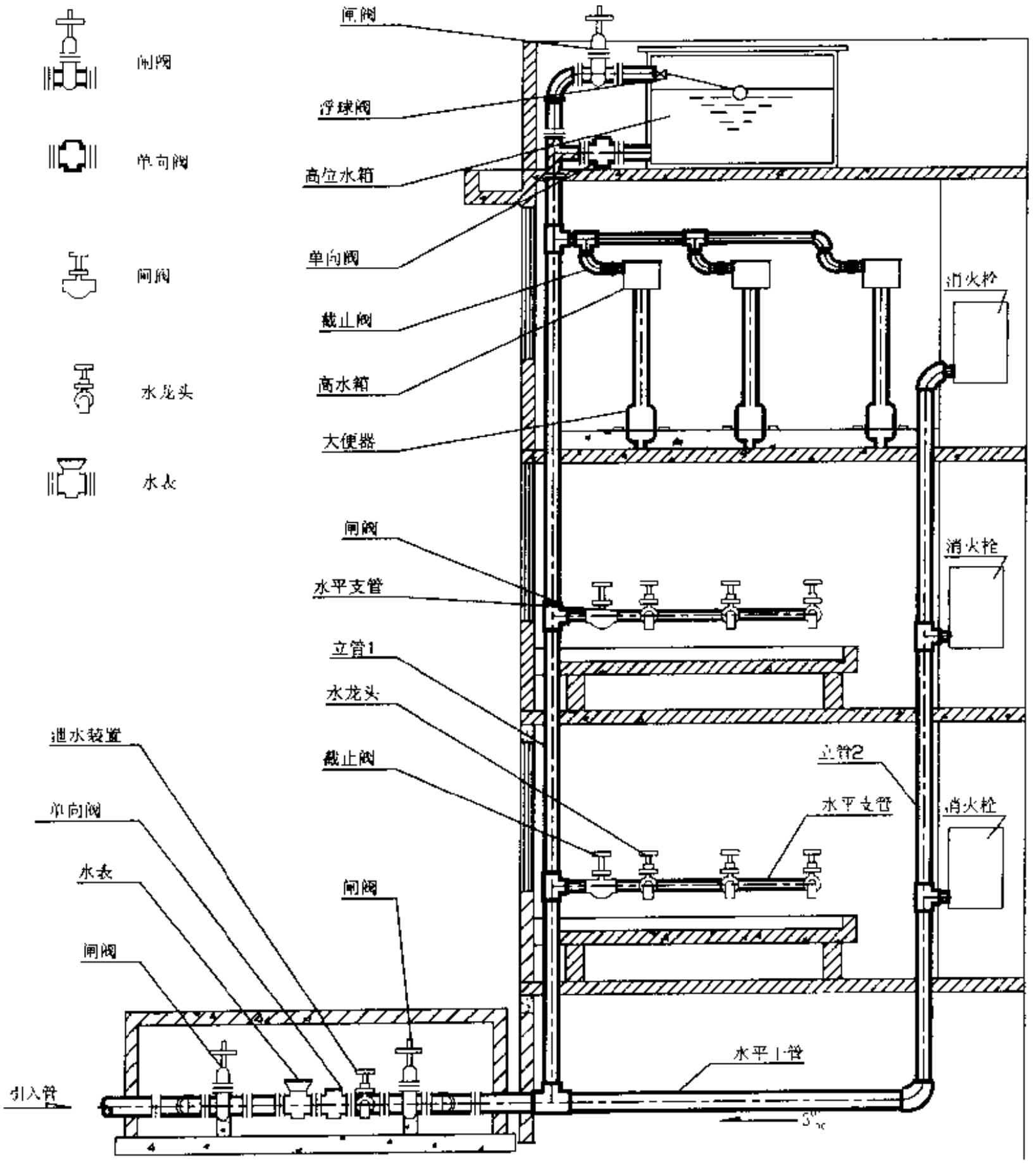


图 5-13 室内给水系统的组成

【实例绘制步骤】

（1）创建图层、线型、颜色

打开图层对话框，点击新建 new 钮。分别建立层、颜色、线型。具体要求如下：

（a）L1 层　红色　Center
（b）L2 层　黄色　Dashed
（c）L3 层　白色 Continue
（2）创建图框
① (打开正交 ortho，切换至 L3 层)输入 line，依据尺寸画细边框。
② 输入 pline，用相对坐标(@X，Y)，依据尺寸画粗边框。
（3）画闸阀、水表与单向阀
① 画闸阀。键入 line 命令，依据图示尺寸画出闸阀中的直线部分，键入 arc 命令，做弧，连接竖线的端点，再用 pedit 对细实线进行连接和设置线宽，使如图所示。
② 画水表。键入 line 命令，依据图示尺寸画出水表，斜线的端点可用相对坐标(@X,Y)来辅助确定，再用 pedit 对细实线进行连接和设置线宽，使如图所示。
③ 画单向阀。键入 line 命令，依据图 5-13 示用细实线画出单向阀，弧线部分可用 circle 命令做出，再用 trim 命令进行修剪，也可用 arc 命令做出，pedit 对细实线进行连接和设置线宽，使如图所示。
④ 键入 wblock 命令，将上面做出的三个零件分别定义成块。
（4）画截止阀
键入 line 命令，依据图示用细实线画出截止阀，弧线部分可用 circle 命令做出，再用 trim 命令进行修剪，也可用 arc 命令做出，pedit 对细实线进行连接和设置线宽，使如图所示。
（5）画水龙头
水龙头的画法与单向阀的画法相似，可以参照上步的画法。
（6）画大便器、高水箱及截止阀
键入 pline 命令，依据图示尺寸画出大便器；键入 pline 命令，画出高水箱；键入 pline 命令，画出截止阀，用粗实线把三个零件连接起来，键入 wblock 将其定义成一个块。
（7）画高位水箱和浮球阀
键入 line 命令，依据图示尺寸画出高位水箱和水箱内表示水的横线，键入 pline 命令，依据图示尺寸画出浮球阀。
（8）画消火栓
键入 rectangle 命令，依据图示尺寸画出消火栓。
（9）画三通和弯管
键入 pline 命令，依据图示命令画出三通和弯管，可先画出草图，再用 trim 命令进行修剪。
（10）画管路框架
键入 pline 命令，依据图示画出所有的管路框架，用 trim 命令进行修剪，用 bhatch 命令对有剖面线的地方进行填充。切换到 L1 层，用虚线画出中心线。
（11）插入各个零件
键入 insert 命令，依据图示将各个零件插入到图示的位置，插入点可用相对坐标(@X,Y)来辅助确定。
（12）设置字体，进行标注。
① 键入 style 进行字体设置。新建两种字体，具体要求如下：
汉字字形名 fs 字体 仿宋 GB_2312 宽高比 0.8 角度 0
西文字形名 xw 字体 simplex.shx 宽高比 0.8 角度 10
② 键入 dtext 命令进行文字标注。
经过以上 13 步的工作过程，完成的“室内给水系统的组成”如图 5-13 所示。

5.3　室内排水系统图

【室内排水系统图说明】
图 5-14 是室内排水系统的组成图，本图用到的主要命令有 layer、pline、line、trim、rectangle、

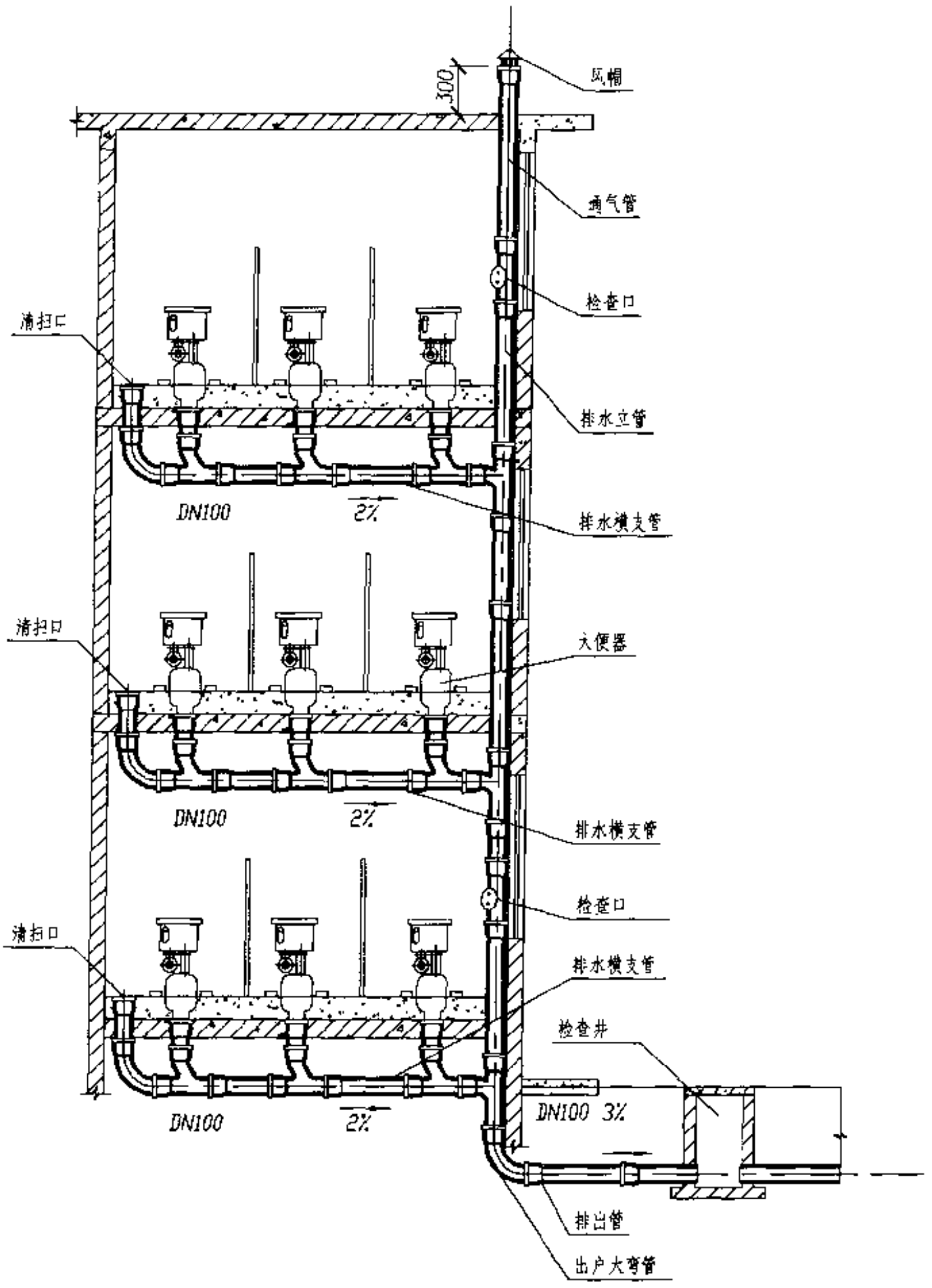


图 5-14　室内排水系统的组成

wblock、insert、array、hatch、leader、fillet、text。以下来说具体绘制步骤。

【实例绘制步骤】

（1）创建图层、颜色、线型

选择 object properties 工具条中的 layers 命令，在出现的对话框中，单击 new 按钮创建新图层，新建图层名为“墙壁”、“设备及管道”、“中心线”、“标注线”、“文本标注”；颜色分别为褐色、白色、红色、水蓝色、橙红色；线型分别为“continuous”、“continuous”、“center”、“continuous”。

（2）设置捕捉功能

选择 tools 菜单中的 drafting setting 命令，或把鼠标置于 snap 按钮上，右击鼠标选择 setting

命令，在弹出的对话框中设置端点、中点、交点、最近点的捕捉功能。

（3）绘制墙壁

打开图层名为“墙壁”的图层，颜色、线型随层。

① 选择 line 命令，绘制墙壁的框线；并用 trim 命令作合适的修剪。

② 选择 hatch 命令，在出现的对话框中单击 pattern 下拉菜单，确定填充图案为金属线图案 ansi31、混凝土图案 ar—conc 两种，注意选择合适的比例和角度，单击“ok”按钮，即完成填充任务。

（4）绘制管道中心线

打开图层名为“中心线”的图层，颜色、线型随层。

选择 line 命令，绘制管道中心线；并用 LTS 命令调整线型比例。

（5）绘制设备及管道

打开图层名为“设备及管道”的图层，颜色、线型随层。

① 绘制管道线

a. 选择 pline 命令，确定线宽，绘制管道线，在命令行输入相对坐标的形式，绘制管道承插处；并用 fillet 命令，确定合适的导角半径，对管道线进行导角。

b. 用 trim 命令进行修剪。

② 绘制设备

a. 选择 rectangle 命令，绘制设备的矩形示意图。

b. 选择 line 命令及 circle 命令，绘制设备的其余部分；并用 modify 工具条中的 fillet 命令对其倒角。

③ 绘制其余的相同设备

方法一：

选择 make block 命令，确定对象、插入点定义为块；

选择 insert block 命令，确定插入点，在合适的位置插入设备示意图。

方法二：

选择 array 命令，确定行间距、列间距，对已绘制的设备示意图进行阵列输入。

（6）绘制标注线

打开图层名为“标注线”的图层，颜色、线型随层。

选择 line 命令，进行绘制。

（7）文本标注

打开图层名为“文本标注”的图层，颜色、线型随层。

选择 format 菜单中的 text style 命令，在弹出的对话框中，确定字体及字的横宽比例；在命令行输入 text 命令依次输入所需文本；可以用 move 命令调整文本的位置。

经过以上 7 步的绘制过程，完成的室内排水系统的组成图如图 5-14 所示。

5.4 室内给水排水平面图

【室内给水排水平面图说明】

图 5-15 是室内给水排水平面图，用到的主要命令是 limits、line、pline、layer、offset、circle、donut、style、dtext、copy、wblock、insert、bhatch、trim、pedit 等。

【实例绘制步骤】

（1）创建图层，设置线型，颜色。

打开图层对话框，点击新建 new 按钮。分别建立层、颜色、线型。具体要求如下： L1 层 红色 Center ； L2 层 黄色 Dashed ； L3 层 白色 Continue 。

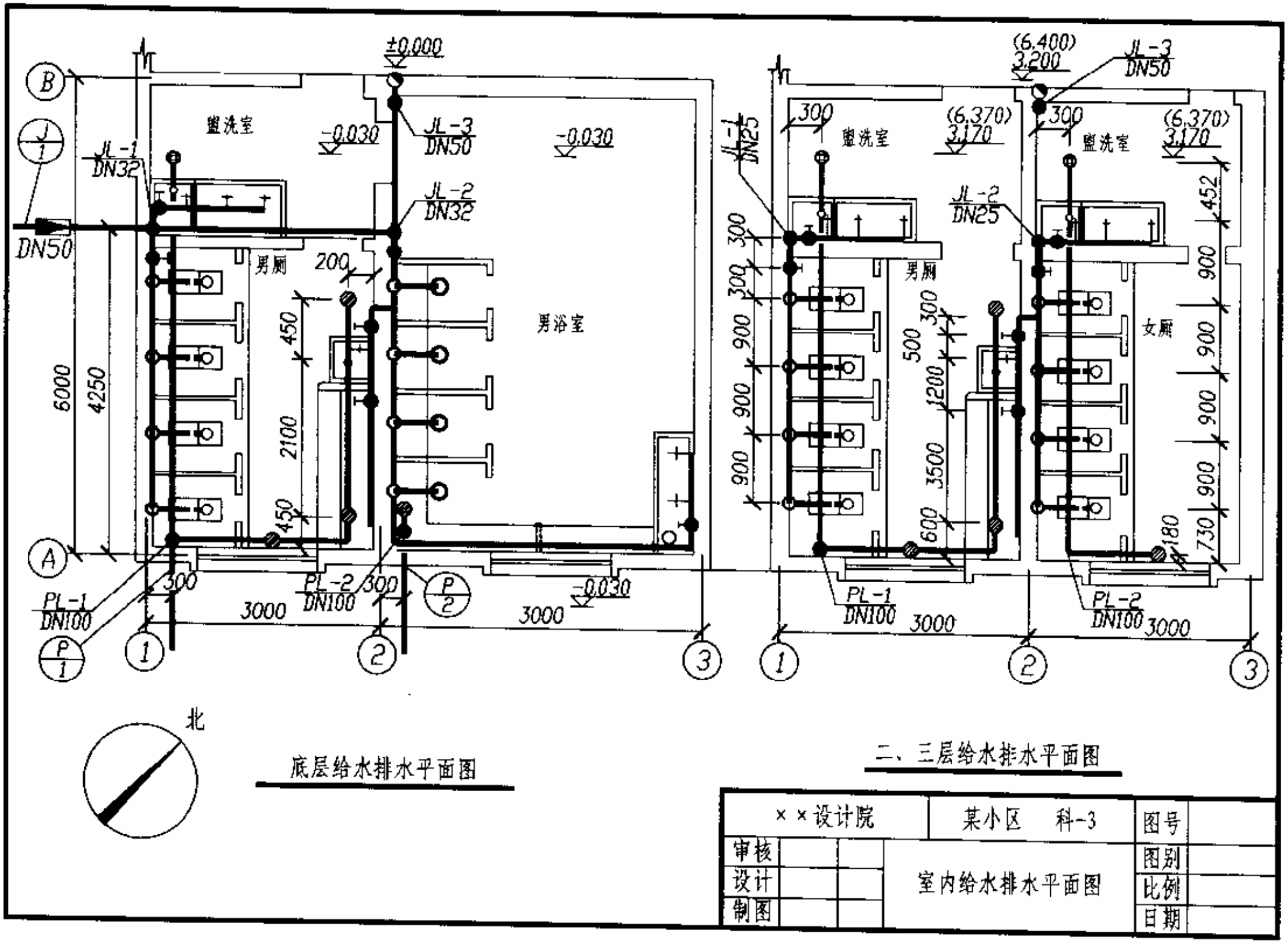


图 5-15 室内给水排水平面图

（2）设置图幅，创建图框、标题栏

① 键入 limits 命令，按图示大小设置好图幅，注意全部显示。

②（切换到 L3 层，打开正交）键入 line 命令，按图示大小画出外图框。

③ 键入 pline 命令，设置线宽为 0.7，画出里面的内图框。

④ 键入 line 命令，做出标题栏。可画出一条线，用 offset 令进行平移复制，再用 pedit 对标题栏进行编辑，最后用 trim 命令进行修剪至如图所示。

（3）墙剖面的绘制

① 键入 line 命令，用相对坐标(@x,y)，结合“特殊点的捕捉”与“捕捉自”按图示形状先画出外面的框架，其中右上角，左下角，右下角的折线可以先不画。

② 把右上角，左下角，右下角的线延伸到恰当长度，再用 line 命令画出如图所示的折线，最后用 trim 命令进行修剪至如图 5-15 所示。

（4）管道线的绘制

①（切换到 L2 层）键入 pline 命令画管道线，设置线宽为 0.7，按图示画出虚线部分的管道线。

②（切换到 L3 层）用相同的方法画出实线部分的管道线。其中管道线上的地漏可以先不画，以后再对管道进行修剪。

③ 键入 donut 命令画地漏，可以先画出一个，然后用 copy 进行多重复制将其复制到适当的位置，最后用 trim 命令对管道进行修剪。

④ 用 bhatch 绘制地漏中剖面线，类型名称为 ANSI31，比例系数、角度自定。

（5）画内部的墙体剖面及大便池

键入 line 命令，画出内部表示墙体剖面的细实线，键入 donut 命令，画出大便池的圆环，切换到 L2 层，画出粗虚线，键入 line 命令，画出细实线框。键入 wblock 命令，将其定义成块，插入到图中恰当的位置。

（6）画指北针

键入 circle 命令，依据图示大小做圆，键入 line 命令，做出圆内的两条直线，键入 bhatch 命令，进行填充至如图所示。

（7）设置字体，进行标注。

① 键入 style 命令进行字体设置。新建两种字体：具体要求如下：

汉字字形名 fs 字体 仿宋 GB_2312 宽高比 0.8 角度 0

西文字形名 xw 字体 simplex.shx 宽高比 0.8 角度 10

② 键入 dtext 命令，标注横向的文字。竖向的文字方向是 90 度，请读者注意。

③ 对圆内有文字的可以直接标注，注意文字的大小、位置，交互式绘图比较费事，为了精确，快速，采用 Visual Lisp 程序来实现更为妥当，程序源代码如下：

a. 对圆内一个字的标注，程序如下：

```
(defun c:t1()
 (setvar "osmode" 512)                          ;设置捕捉方式
 (setq pn (getpoint "\nPlease select a circle:"))  ;捕捉圆上一点
 (setq pc (osnap pn "cen"))                     ;捕捉圆心
 (setq d (distance pc pn))                      ;求半径的长度
 (setq st (getstring "\nPlease input a string:"))  ;输入要标注的文字
 (command "text" "j" "mc" pc d 0 st)            ;把文字标在圆心处
)
```

b. 对圆内中间一条线，上下各一个字的标注，程序如下：

```
(defun c:t2()
  (setvar "osmode" 512)                         ;设置捕捉方式
  (setq pn (getpoint "\nPlease select a circle:"))  ;捕捉圆上一点
  (setq pc (osnap pn "cen"))                    ;捕捉圆心
```

```
  (setq d0 (* 2 (distance pn pc)))                    ;求直径的长度
  (setq hd (* 0.32 d0))                               ;设置字高
  (setq p1 (polar pc (* 0.5 pi) (* 0.22 d0)))         ;计算第一行文字的中心
  (setq p2 (polar pc (* -0.5 pi) (* 0.22 d0)))        ;计算第二行文字的中心
  (setq p3 (polar pc 0 (* 0.5 d0)))                   ;计算圆的第一象限点
  (setq p4 (polar pc pi (* 0.5 d0)))                  ;计算圆的第二象限点
  (setq str1 (getstring "\nPlease input the first string:"))      ;输入文字
  (setq str2 (getstring "\nPlease input the second string:"))     ;输入文字
  (command "line" p3 p4 "")                                       ;画出圆上直线
  (command "text" "j" "mc" p1 hd 0 str1)                          ;标注文字
  (command "text" "j" "mc" p2 hd 0 str2)                          ;标注文字
)
```

经过以上7步的工作过程，完成的“室内给水排水平面图”如图5-15所示。

5.5 建筑物给水排水总平面图

【建筑物给水排水总平面图说明】

图5-16是建筑物给水排水总平面图，本图用到的主要命令有layer、pline、line、circle、trim、hatch、array、break、copy、donut、text。以下来说明绘制步骤。

【实例的绘制步骤】

（1）创建图层、颜色、线型

选择object propertics工具条中的layers命令，或在命令行输入layer命令，创建图层：单击“NEW”按钮，创建新图层并显示在大文本框中。新建图层名分别为“给水管”、“排水管”、“雨水管”、“图例”、“设备”、“文本标注”、“其他”；颜色分别为绿色、黄色、红色、白色、橙红色、白色、水蓝色；线型均为默认线型，即“continuous”。

（2）设置捕捉功能

选择tool菜单中的Drfting Setting命令，或把鼠标置于Snap按钮上右击鼠标选择Setting命令，在弹出的对话框中设置端点、中点、交点、最近点的捕捉功能。

（3）绘制给水管道路线

打开图层名为“给水管”的图层，颜色、线型随层。

① 选择pline命令，注意线宽，绘制给水管道路线；

② 选择break命令，钳断要删除的线段。

（4）绘制排水管道路线

打开图层名为“排水管”的图层，颜色、线型随层。

方法同上。

（5）绘制雨水管道路线

打开图层名为“雨水管”的图层，颜色、线型随层。

方法同上。

（6）绘制设备示意图

打开图层名为“设备”的图层，颜色、线型随层。

① 绘制排水检查井、雨水检查井、室外消火栓示意图

选择circle命令，确定圆心、半径作圆；并用trim命令进行修改。

② 绘制其他设备示意图

选择rectangle命令，确定第一顶点、第二顶点绘制矩形；

选择line命令，分割区域；

选择hatch命令，在出现的对话框中，单击pattern的下拉菜单，确定填充图案为solid，注意选择合适的比例和角度，再单击“ok”按钮，即完成图案填充任务。

（7）绘制其他线路及区域划分图

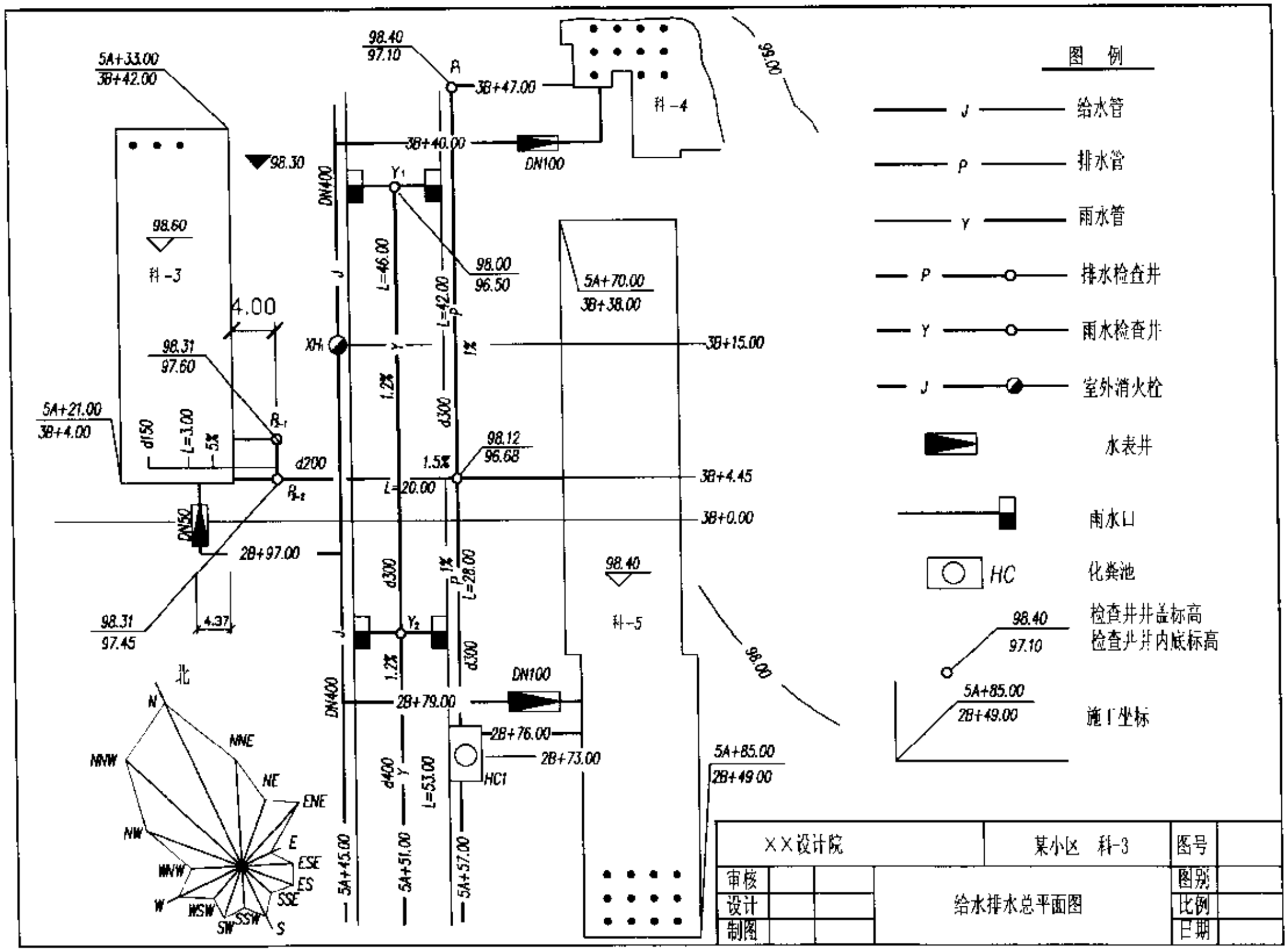


图 5-16 建筑物给水排水总平面图

打开图层名为“其他”的图层，颜色、线型随层。

① 选择 line 命令，绘制直线；

② 选择 donut 命令，确定圆心、大小半径，绘制科-3、科-4、科-5 区内的实心圆；

③ 选择 array 命令，确定行间距、列间距对实心圆阵列。

（8）绘制图例

打开图层名为“图例”的图层，颜色、线型随层。

用前述方法，如 pline、line、circle、hatch 命令绘制图例。

（9）文本标注

打开图层名为“文本标注”的图层，颜色、线型随层。

选择 format 下拉菜单中的 Text Style 命令，设置字体及字的横宽比例；在命令提示行中输入 text 命令，依次输入给水路线标注所需文本。

经过以上 9 步的绘制工程，完成的建筑物给水排水总平面图如图 5-16 所示。

5.6 室内给水管道系统图

【室内给水管道系统图说明】

图 5-17 是室内给水管道系统图，本图用到的主要命令有 layer、polyline、line、wblock、donut、circle、hatch、text 等，以下来说明绘制步骤。

【实例的绘制步骤】

（1）创建图层、颜色、线型

选择 object properties 工具条中的 layers 命令，或在命令行输入 layer 命令，创建图层；单击“NEW”按钮，创建新图层并显示在大文本框中。新建图层名分别为“管道”、“标注线”、“标题栏”、“文本”；颜色分别为白色、水蓝色、白色、橙红色；线型分别为默认线型，即“continuous”。

（2）设置捕捉功能

选择 tool 菜单中的 Drfting Setting 命令，或把鼠标置于 Snap 按钮上右击鼠标选择 Setting 命令，在弹出的对话框中设置端点、中点、交点、最近点的捕捉功能。

（3）绘制管道路线、水龙头及各种阀门

打开图层名为“管道”的图层，颜色、线型随层。

① 绘制管道主线

选择 polyline 命令，注意线宽，在命令行输入相对坐标形式，进行绘制。

② 绘制阀门控制点

选择 donut 命令，确定圆心及大、小半径绘制实心圆；并作块进行多个插入。

③ 绘制阀门

选择 line 命令，绘制各种阀门及水井表；

选择 hatch 命令，在弹出的对话框中，单击 pattern 的下拉菜单，确定填充图案为 solid，注意选择合适的比例和角度，再单击“ok”按钮，即完成对水表井的填充。

④ 绘制消火栓

选择 circle 命令绘制圆；line 命令分割并用 hatch 命令（图案为 solid）进行填充。

⑤ 绘制墙体剖面符号

选择 line 命令，绘制墙体剖面；并用 hatch 命令（图案为 ANSI31）对其填充图案。

（4）绘制标注线

打开图层名为“标注线”的图层，颜色、线型随层。

① 选择 line 命令绘制标注线；并制作成块，依次插入（注意插入时块旋转的角度）；

② 选择 circle 命令绘制圆形建筑轴线符号。

（5）绘制图框、标题栏

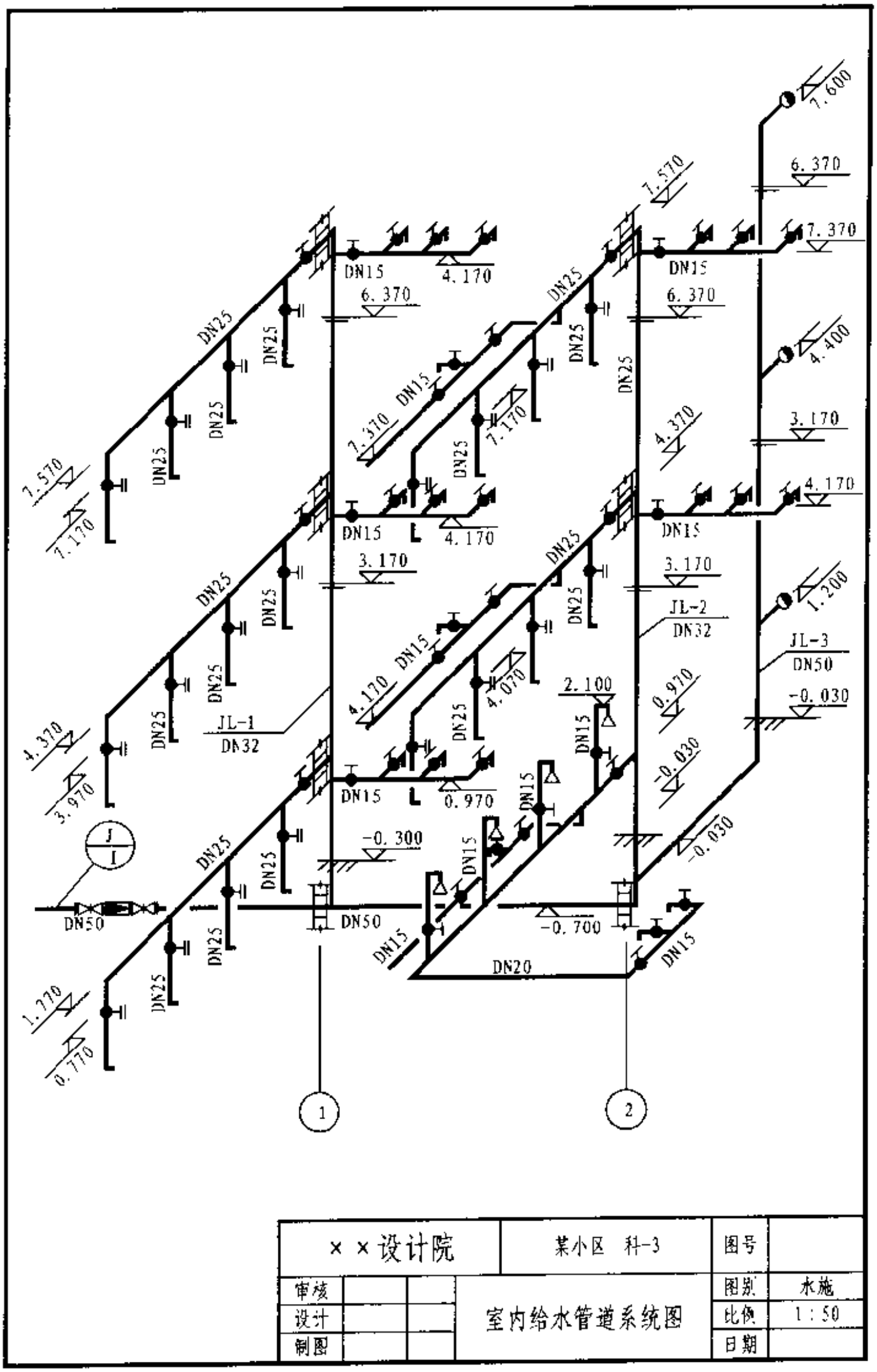


图 5-17 室内给水管道系统图

打开图层名为“标题栏”的图层，颜色、线型随层。

① 选择 line 命令，绘制细边框线；

② 选择 pline 命令，注意线宽，用相对坐标（@x,y），绘制粗边框线；

③ 选择 line 命令，绘制标题栏内的细线；选择 pline 命令，绘制标题栏的粗边框；

④ 选择 trim 命令进行合适的修剪。

（6）文本标注

打开图层名为“文本”的图层，颜色、线型随层。

选择 format 下拉菜单中的 Text Style 命令，设置字体及字的横宽比例；在命令提示行中输入 text 命令，依次输入所需标注文本；并用 rotate 命令作适当的旋转。

经过以上 6 步的绘制过程，完成的室内给水管道系统图如图 5-17 所示。

5.7 室内排水管道系统图

【室内排水管道系统图说明】

图 5-18 是室内排水管道系统图，用到的主要命令是 layer、limits、line、pline、trim、copy、style、dtext、explore、wblock、insert、ddedit、rotate 等。

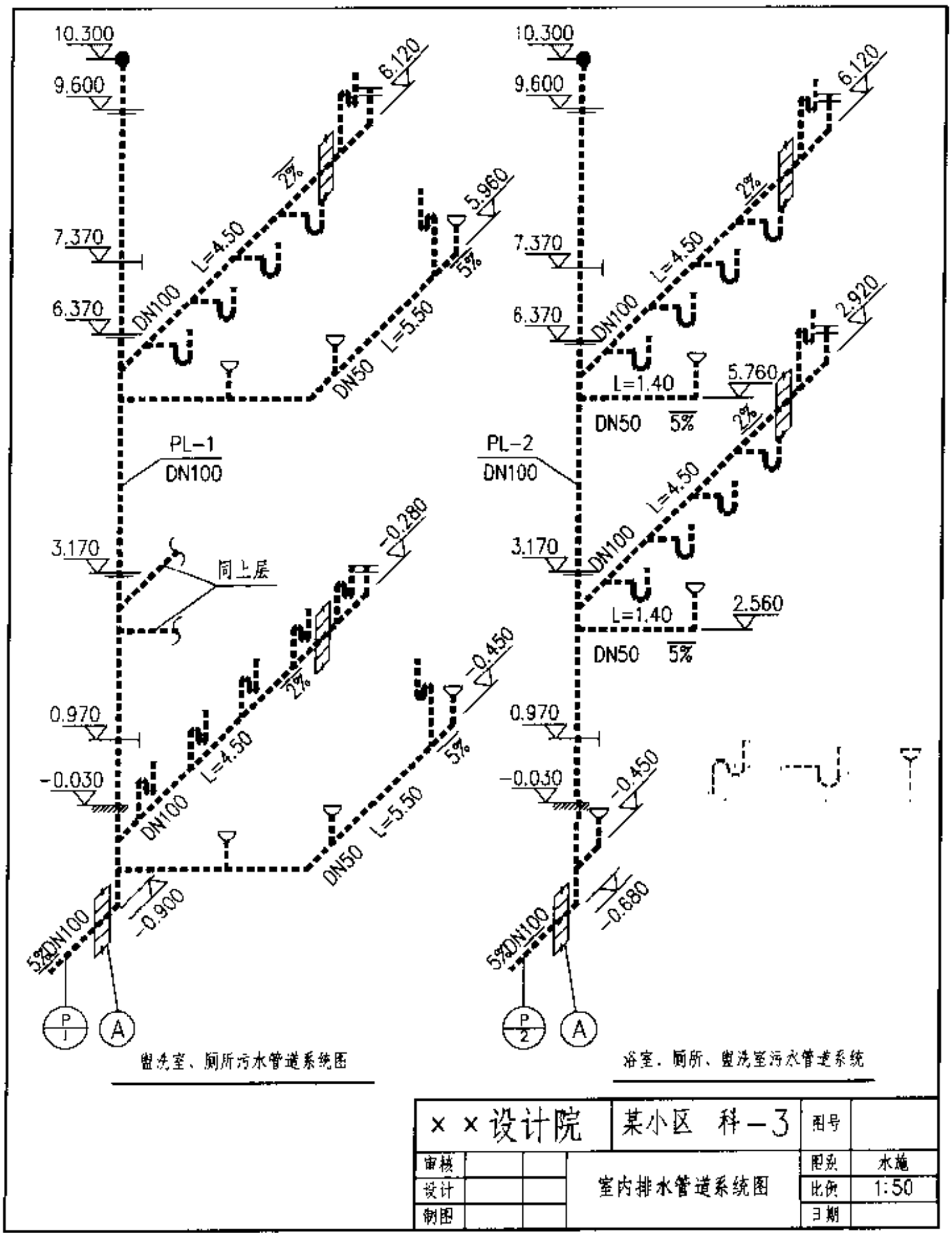


图 5-18 室内排水管道系统图

【实例绘制步骤】

（1）创建图层、线型、颜色

打开图层对话框，点击新建 new 钮，分别建立层、颜色、线型。具体要求如下：

（a）L1 层 红色 Center　（b）L2 层 黄色 Dashed　（c）L3 层 白色 Continue

（2）创建图框，标题栏。绘制采用 pline、line 命令，尺寸根据国标要求。

1）(打开正交 ortho，切换至 L3 层)输入 line，依据尺寸画细边框线。

2）输入 pline，用相对坐标(@X，Y)，依据尺寸画粗边框线，线宽 0.5。

3）先用 line 画标题栏内的细线，再用 pline 画标题栏的粗边框。

4）用 trim 命令修剪多余的线条。

（3）画所有管道及上面的附属零件

①（切换至 L2 层）输入 pline，画粗虚线的所有管道。用相对坐标和相对极坐标指定起点，输入长度。多次绘制即可。

② 附属零件的画法参照右图所示

a. 零件 a 的画法

键入 pline 命令，把起点定在 1 点，设置线宽为 0.7，作直线到 2 点，键入 a 作弧，作弧到 3 点，再作弧到 4 点，键入 l 作直线，到 5 点结束。

b. 零件 b 的画法

键入 pline 命令，把起点定在 1 点，设置线宽为 0.7，作直线到 2 点，向下到 3 点，键入 a 作弧，作弧到 4 点，键入 l 作直线，到 5 点结束。

c. 零件 c 的画法

键入 pline 命令，设置线宽为 0.7，做出如图所示的粗线 1，再键入 donut 命令，设置圆环的内径、外径做出圆环，做出 2 中横向的直线，用 trim 命令修剪到如图所示。

③ 各个零件画好以后，用多重复制将其复制到图示的位置。

（4）画 6 个墙体剖面符号

①（切换至 L3 层）输入 line，依据图示尺寸，可先画出其中一条斜线，其余的二条用 offset 平行复制，再画出两边的竖线，用 trim 进行修剪至如图所示。

② 用多重复制的方法将其复制到图示的位置。

（5）设置字体，进行标注。

① 输入 style 进行字体设置。新建两种字体，具体要求如下：

汉字字形名 fs 字体 仿宋 GB_2312 宽高比 0.8 角度 0

西文字形名 xw 字体 simplex.shx 宽高比 0.8 角度 10

② 相同的标高符号可以先各做出一个，用 dtext 标好文字，然后用 wblock 将其定义成一个块，用 insert 插入到图示位置，用 explore 把它们爆炸开，再用 ddedit 对文字进行修改。

③ 输入 dtext 进行文字标注。倾斜的文字方向是 45 度，请读者注意。

④ 对圆内有文字的可以直接标注，注意文字的大小、位置，交互式绘图比较费事，为了精确，快速，采用 Visual Lisp 程序来实现更为妥当，程序源代码如下：

a. 对圆内一个字的标注，程序如下：

```
(defun c:t1()
 (setvar "osmode" 512)                              ;设置捕捉方式
 (setq pn (getpoint "\nPlease select a circle:"))   ;捕捉圆上一点
 (setq pc (osnap pn "cen"))                         ;捕捉圆心
 (setq d (distance pc pn))                          ;求半径的长度
 (setq st (getstring "\nPlease input a string:"))   ;输入要标注的文字
 (command "text" "j" "mc" pc d 0 st)                ;把文字标在圆心处
)
```

b. 对圆内中间一条线，上下各一个字的标注，程序如下：

```
(defun c:tl2()
   (setvar "osmode" 512)                                  ;设置捕捉方式
   (setq pn (getpoint "\nPlease select a circle:"))       ;捕捉圆上一点
   (setq pc (osnap pn "cen"))                             ;捕捉圆心
   (setq d0 (* 2 (distance pn pc)))                       ;求直径的长度
   (setq hd (* 0.32 d0))                                  ;设置字高
   (setq p1 (polar pc (* 0.5 pi) (* 0.22 d0)))            ;计算第一行文字的中心
   (setq p2 (polar pc (* -0.5 pi) (* 0.22 d0)))           ;计算第二行文字的中心
   (setq p3 (polar pc 0 (* 0.5 d0)))                      ;计算圆的第一象限点
   (setq p4 (polar pc pi (* 0.5 d0)))                     ;计算圆的第三象限点
   (setq str1 (getstring "\nPlease input the first string:"))      ;输入文字
   (setq str2 (getstring "\nPlease input the second string:"))     ;输入文字
   (command "line" p3 p4 "")                              ;画出圆上直线
   (command "text" "j" "mc" p1 hd 0 str1)                 ;标注文字
   (command "text" "j" "mc" p2 hd 0 str2)                 ;标注文字
)
```

经过以上5步的工作过程，完成的“室内排水管道系统图”如图5-18所示。

第 6 章　室外给水排水工程图的绘制方法与实例

6.1　室外给水排水 CAD 工程制图概述

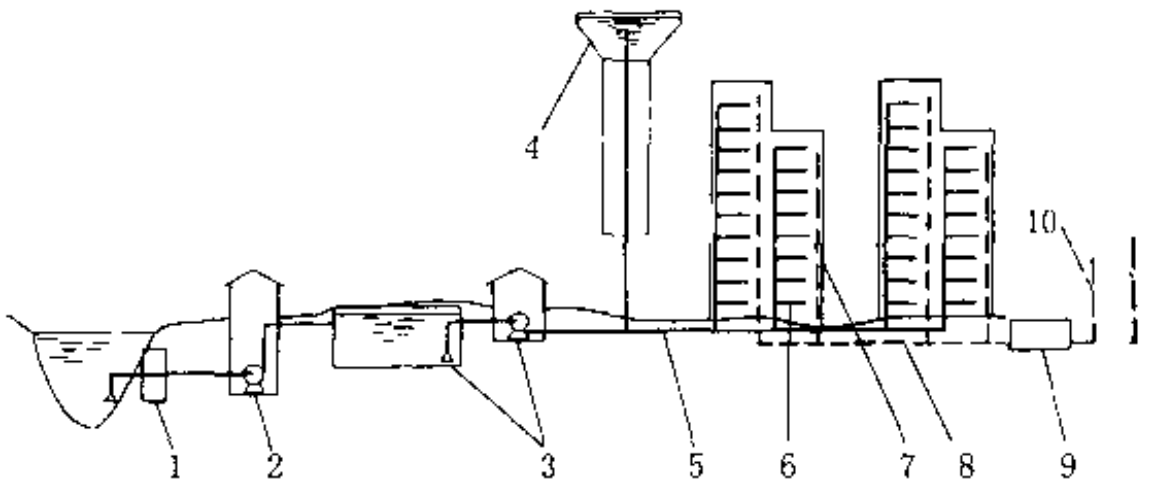
（1）概述

室外给水排水工程是城市的市政建设必不可少的组成部分。它涉及范围广，内容也较多，本节主要以给水排水工程为例，从工程制图的角度出发，介绍绘制室外给水排水工程图的方法和要求。

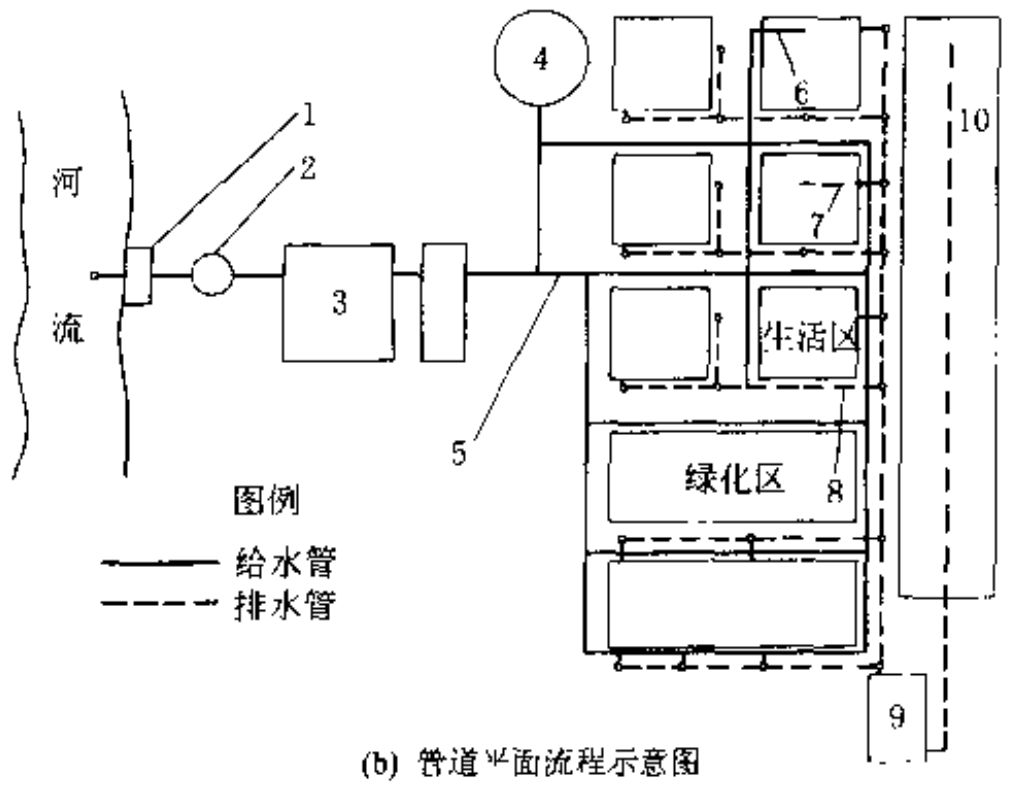
室外给水排水工程图主要由给水排水管道流程图、水源取水工程图、给水处理厂管道图、城市给水排水平面图及其给水排水管道纵断面图、建筑小区给水排水平面图及其给水排水管道纵断面图、污水处理厂给水排水管道图以及若干相应的详图等组成。

（2）室外给水排水管道流程示意图

室外给水排水管道流程示意图通常用来表明一个城市的给水、排水管网或单项给水排水工程的来龙去脉。使人们对此给水排水管道工程有一个总体印象。现以某城市给水排水管道流程示意图为例，如图 6-1 所示。此类图图形简单，画法可参考本章有关实例绘制方法的叙述。



(a) 管道纵剖面流程示意图



(b) 管道平面流程示意图

图 6-1　室外给水排水管道流程示意图

1- 水源取水；2—取水泵房；3—给水处理厂；4—水塔；5—输配水管网；6、7- 室内排水管；8—城市排水管网；9—污水处理厂；10—污水浇灌区

（3）室外给水排水平面图

室外给水排水平面图的特点。室外给水排水平面图与前述的建筑物给水排水总平面图相似，在此不再列出例图，但由于室外给水排水平面图图示对象更多，范围更广泛，因而它具有下列图示特点。

a. 比例。一般采用与相应建筑总平面图（建筑小区、城市）相同的比例绘制。若绘小区给水排水平面图，不宜采用小于 1∶1000 的比例。当然必要时可用比相应建筑总平面图较大的比例画出。

b. 布图方向。按照《房屋建筑制图统一标准》GBJ 1—86 的规定："同一工程不同专业的总平面图，在图纸上的布图方向均应一致"，所以室外给水排水平面图在图纸上的布图方向与相应的区（城市）建筑总平面图一致。

c. 建筑总平面图。按照建筑总平面图画法图示区内（市区）新建的和原有的建筑物和构筑物、坐标系统、等高线、道路、指北针及风玫瑰等，而且它们的位置应与区域规划的总平面图一致。绿化一般可略去不画。

d. 管（渠）总平面图。习惯上将给水管道、排水管（渠）[包括雨水管（渠）]画在同一张图上。因为该图必须反映此区（市）整个给水排水管（渠）的平面布置情况，所以凡区（市）内所有室外给水排水管（渠）及其附属构筑物（如化粪池、阀门井、检查井、雨水口等）均需一并画出，而且它们的位置应与区域规划的管线综合图一致。图中管道须注明管道类别。同类附属构筑物多于一个时应编号。编号宜用构筑物代号后加阿拉伯数字表示，构筑物代号采用汉语拼音字头，如 HC_1 即 1 号化粪池。给水阀门井的编号顺序，应从水源到用户，从干管到支管，再到用户。排水检查井的编号顺序，应从上游到下游，先干管后支管。为一目了然，支管上的附属构筑物编号可采用下列形式：X_{m-n}（X 为附属构筑物代号，m 为构筑物在干管上的编号，n 为构筑物在支管上的编号）。例如 P_{2-1} 即表示在干管上编号为 2 的支管上的 1 号检查井。

倘若图示城市给水排水总平面图，则还应有水源、水厂、加压泵站、高位水池或水塔以及城市污水处理厂等图示。室外给水排水平面图中，如果给水管与排水管、雨水管交叉，应断开排水管、雨水管，将给水管连续画出；若雨水管与排水管相遇，一般断开排水管，连续画出雨水管。

e. 图线。坐标网格用细实线画出，其余图线要求与前文所述建筑物给水排水总平面图相同。

f. 图例。图上常会有较多的图例符号，包括建筑总平面图的图例和给水排水制图中的若干图例，有时还有自行设计的个别图例符号，均须一并专门列出，以利读图。

g. 标注。

标注坐标　小区给水排水平面图常采用施工坐标系统。

标注建筑物、构筑物的坐标，宜注其三个角的坐标，若建筑物、构筑物与坐标轴线平行，可标注其对角坐标。附属构筑物（如检查井）可只注中心的坐标。

标注管（渠）道轴（中心）线的坐标，建筑物及构筑物的管道进出口位置的坐标。

标注尺寸及标高。

个别管道（沟）及附属构筑物不便标注坐标时，也可标注控制尺寸来定位。

若无给水排水管道纵面图时，平面图上需将各管道的管径（或渠道断面形状大小）、坡度、管渠长度、标高以及附属构筑物的规格、标高等标注清楚。附属构筑物的标注形式与前述建筑物给水排水总平面图中检查井的标注形式相同。当然有关管道的设计计算数据，也可列表表示。

h. 必要的文字

建筑物、构筑物的名称。

施工说明　如图中各种管道种类、规格、附属构筑物的规格较单一，为避免在图上标注密集而影响清晰度，可在施工说明中统一说明。其余要求基本上同建筑物给水排水总平面图

的施工说明。

（4）室外给水排水平面图的 CAD 制图步骤

① 选择为室外给水排水平面图专门建立的模板图。

② 复制建筑总平面图，删除不需要的部分并根据管道及标注的复杂程度缩放至合适比例。

③ 根据建筑物给水排水总平面图或建筑物室内底层给水排水平面图绘出图中各建筑物、构筑物的给水引入管和排水排出管。

④ 从图库目录中提取室外原有的给水排水管（渠）以及各系统附属构筑物、消防设备等的图例符号，插入图中。例如给水管道上的消火栓、水表井和阀门井等，排水管道上的检查井和化粪池等，雨水管道上的雨水检查井和雨水口等。图例符号排列整齐置于图面适当位置。

⑤ 画各连接管段及相应支管，例如：各给水引入管与室外原有给水管的连接管段，雨水口与雨水检查井之间的连接管段，各排水排出管与室外原有排水管（渠）的连接管（渠）。因排水管、雨水管需经常疏通，故在排水管和雨水管的起端；管道转折点以及当直线管段超过了国标中所规定长度时，均应设检查井，而且两检查井之间应为直线管道。

⑥ 布置各种标注，如坐标、控制尺寸、编号、施工说明文字等。

⑦ 按下屏幕下方的“LTW”按钮显示线宽，检查图上所有图线、图例及标注布置等。给水阀门井、消火栓、水表井、检查井、雨水口及化粪池以及给水管、雨水管、排水管等均应使用粗实线绘制，如果发现有用细线绘制的构筑物图形则应将其选中后修改图层，使其处于为设备外形所建的粗线层中。最后标注、书写文字，完成全图。

6.2 管道纵剖面流程示意图

【管道纵剖面流程示意图实例说明】

图 6-2 是管道纵剖面流程示意图。本例用到的主要命令有 pline、rectangle、 array、ltscale 等。

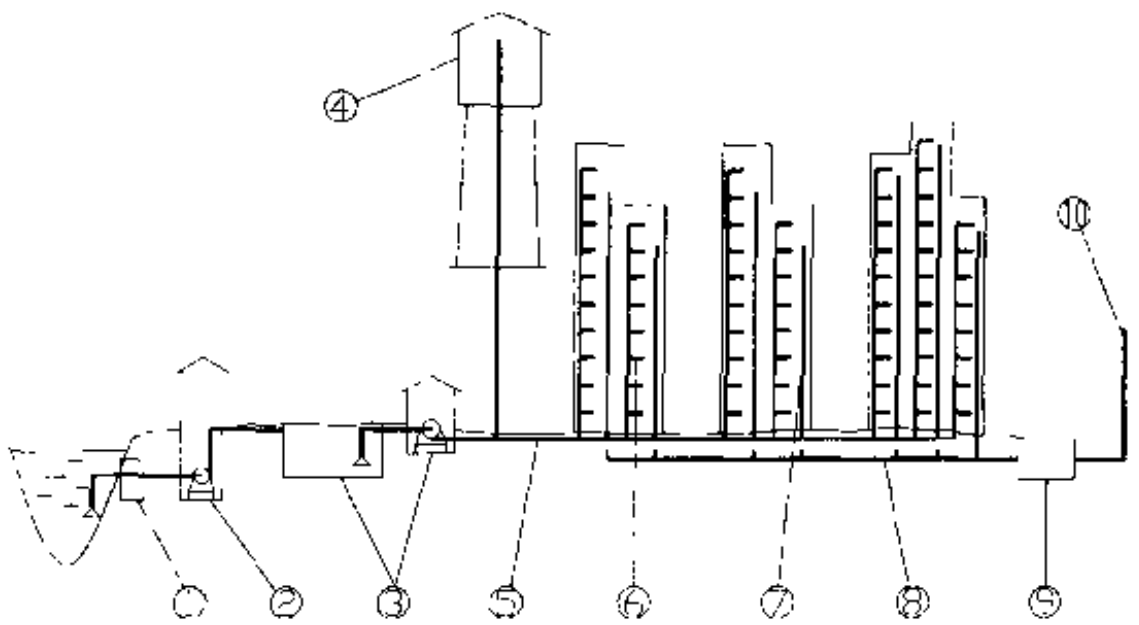


图 6-2 管道纵剖面流程示意图

【实例绘制步骤】

（1）分解图 6-2-1 的绘制

① 画河剖面曲线部分：单击样条曲线 spline 命令图标或在命令行中键入 spline。

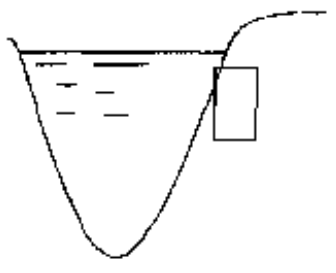
在“Specify first point or [Object]:”的提示下确定开始点。

在“Specify next point: ”的提示下确定其他点，最后回车三次结束命令。

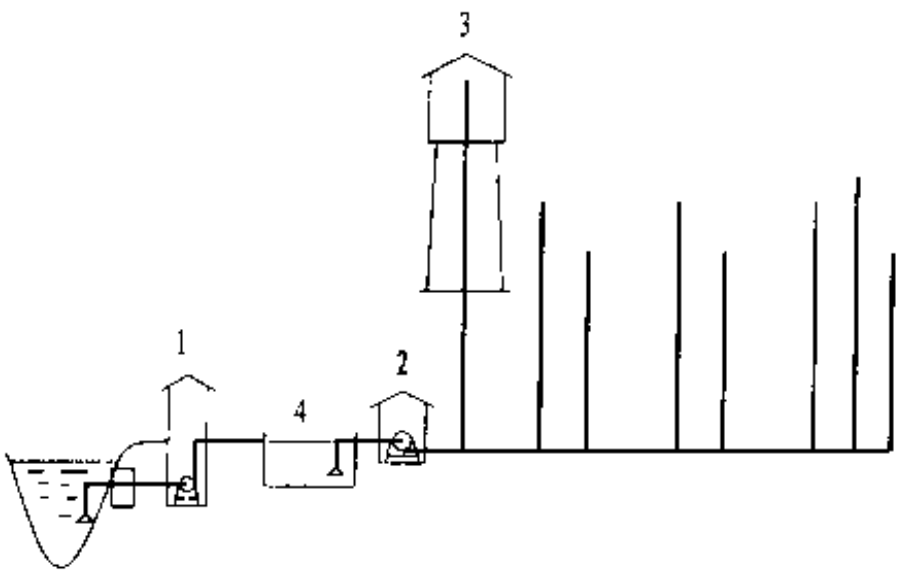
② 画矩形:用 rectangle 命令画出分解图 6-2-1 中的矩形。

③ “河水平面”和“河水”的绘制由 line 命令完成。

（2）分解图 6-2-2 的绘制



分解图 6-2-1



分解图 6-2-2

① 画泵房和水槽：用 line 命令，打开正交（单击屏幕下方的“Ortho”按钮或按下 F_8）。

画出泵房 1、2、3 和水槽 4。

* 技巧：画出泵房 1 后，可先用 copy 命令复制再用 stretch 命令将其拉伸为泵房 2 和 3。

② 画泵：用 rectangle 命令，在泵房 1 底部中心点画一矩形。

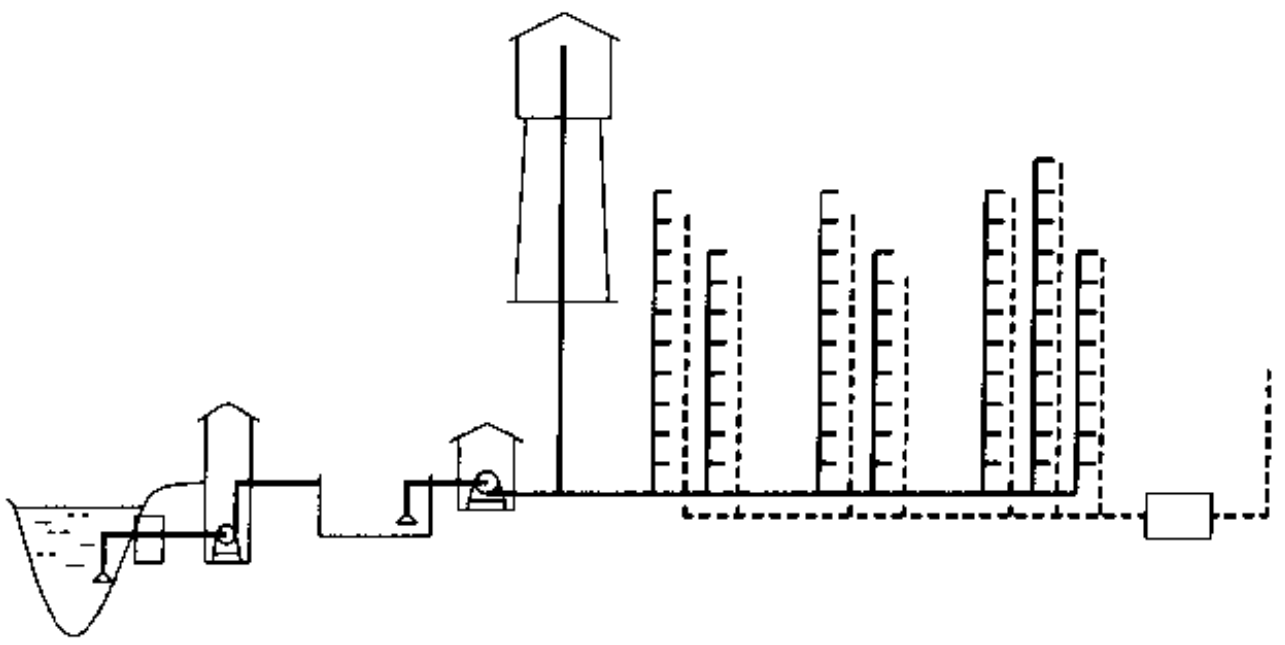
用 circle 命令在泵房内画一直径为 2 的圆，圆心在泵房底的中垂线上。

用 line 命令，画出小矩形上两顶点到圆的切线。

* 技巧：可先画出一条切线再用 mirror 命令将另一条切线镜射出。

③ 画粗线管道：用 pline 命令画出粗管道线，设置线宽为 0.35。“河”和水槽中的等腰三角形可用 line 或 pline 命令画出。

（3）分解图 6-2-3 的绘制



分解图 6-2-3

① 画短管道线：在管道 5 上距离主管道为 4 的点为起点，向右用 pline 命令画一短线，长度为 2，线宽为 0.35。

② 画多个短管道线：用 array 命令，矩形（R）阵列　10 行　1 列　行间距为 5。

③ 创建新图层，线型，颜色。

设定线型为 DASHED 线型。颜色自定。

④ 画虚线：用 pline 命令，并打开正交模式，在新图层中画虚线，线宽为 0.35。

用 ltscale 命令设置线型比例为 0.15，也可根据需要输入比例。

⑤ 画矩形：用 rectangle 命令，按图中比例画出矩形，用 move 命令将矩形移动到要求的位置，注意使用点的捕捉使短边中心点在虚线上，最后用 trim 命令，剪掉矩形中心的虚线。

（4）总图的绘制

① 画轮廓线：用 line 命令，并打开正交模式，画出分支管道外的轮廓线。

② 画地表线：用 pline 命令，以最右边矩形左上角为开始点，泵房 1 与主管道交点结束点，随意画出一条线（最好不画成直线）。最后用 trim 命令，将曲线多余部分修剪。

* 技巧：曲线也可用 spline 画出。

③ 设置字体：从 format 下拉菜单中，单击 Text Style 命令，或在命令行中输入 ST。设置新字型名称为 FS，新字体名称为仿宋。

④ 输入文字：用 text 命令，确定字高和旋转角度后，在图的下方输入“（a）管道纵剖面流程示意图”。效果图如总图 6-2。

6.3 室外给水排水管道流程示意图

【室内给水排水管道流程示意图说明】

图 6-3 是室内给水排水管道平面流程示意图，本图用到的主要命令有 layer、pline、line、rectangle、array、circle、text 等。以下来说明绘制步骤。

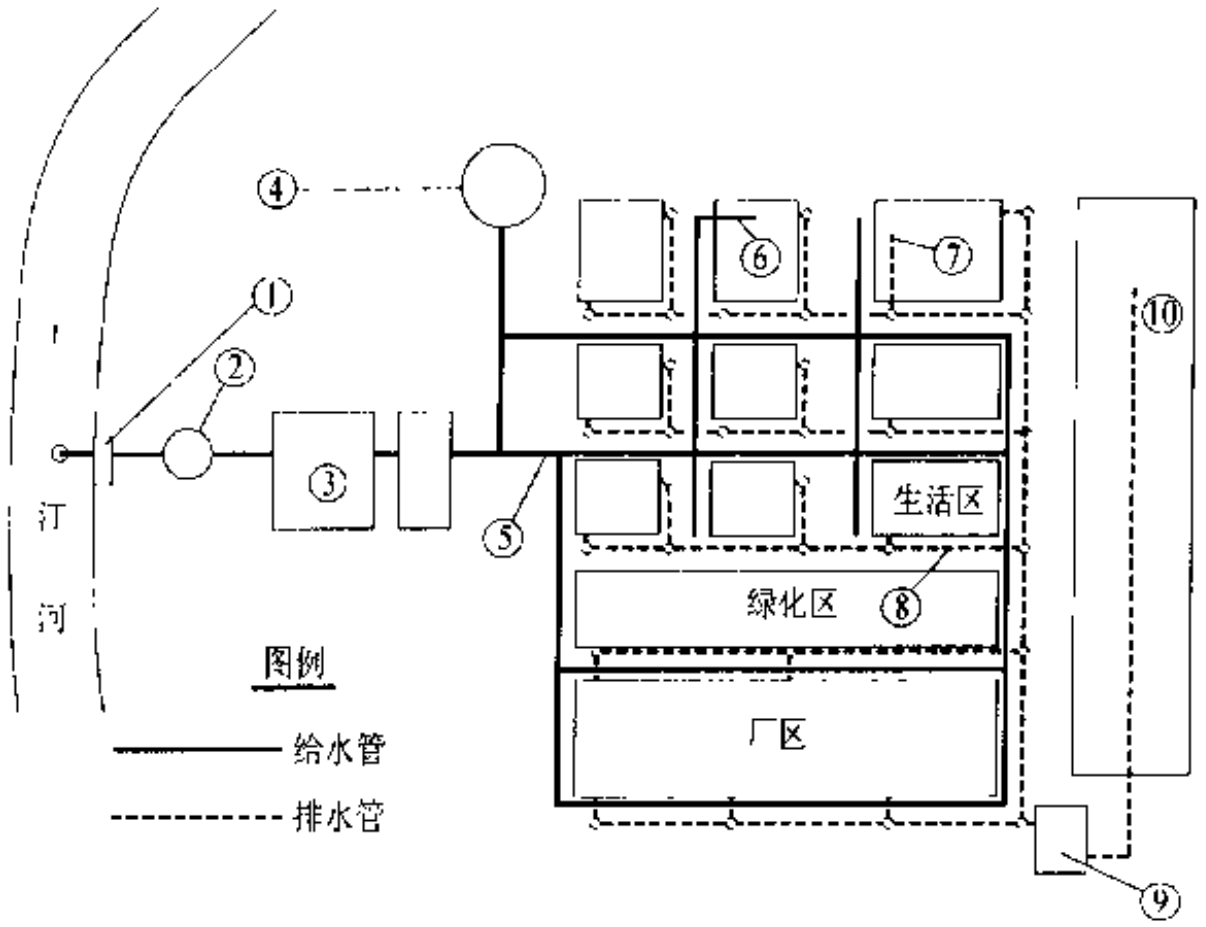


图 6-3 室外给水排水管道流程示意图

1--水源取水；2—取水泵房；3—给水处理厂；4 · 水塔；5—输配水管网；6—室内给水管；7—室外排水管；8—城市排水管网；9—污水处理厂；10—污水灌溉区

【实例的绘制步骤】

（1）创建图层、颜色、线型

选择 object properties 工具条中的 layers 命令，或在命令行输入 layer 命令，创建图层：单击“NEW”按钮，创建新图层并显示在大文本框中。新建图层名分别为“给水管”、“排水管”、“区域划分”、“标注线”、“文本”；颜色分别为绿色、黄色、白色、水蓝色、橙红色；线型分别为“continuous”、“hidden”、“continuous”、“continuous”、“continuous”。

（2）设置捕捉功能

选择 tool 菜单中的 Drfting Setting 命令，或把鼠标置于 Snap 按钮上右击鼠标选择 Setting 命令，在弹出的对话框中设置端点、中点、交点、最近点的捕捉功能。

（3）绘制区域划分图

打开图层名为“区域划分”的图层，颜色、线型随层。

① 绘制厂区轮廓图

选择 rectangle 命令，确定第一顶点、第二顶点绘制矩形。

② 绘制绿化区轮廓图，方法同上。

③ 绘制生活区轮廓图

a. 选择 rectangle 命令，确定第一顶点、第二顶点绘制矩形；

b. 选择 array 命令，确定行间距、列间距进行阵列。

④ 绘制其余矩形区域

选择 rectangle 命令，确定第一顶点、第二顶点绘制矩形。

⑤ 绘制取水泵房、水塔轮廓图

选择 circle 命令，确定圆心、半径绘制圆。

⑥ 绘制江河轮廓图

选择 spline 命令，绘制曲线；并用 pline 命令绘制箭头标明方向。

（4）绘制给水管道路线

打开图层名为“给水管”的图层，颜色、线型随层。

① 选择 pline 命令，改变线宽，绘制管道路线；并用 trim 命令进行修改；

② 同样的方法绘制图例。

（5）绘制排水管道路线

打开图层名为“排水管”的图层，颜色、线型随层。

① 选择 pline 命令，改变线宽，绘制管道路线；并用 trim 命令进行修改，LTS 命令调整线型；

② 同样的方法绘制图例；

③ 选择 circle 命令，绘制管道转接处。

（6）绘制标注线

打开图层名为“标注线”的图层，颜色、线型随层。

选择 line 及 circle 命令进行绘制。

（7）文本标注

打开图层名为“文本”的图层，颜色、线型随层。

选择 format 下拉菜单中的 Text Style 命令，设置字体及字的横宽比例；在命令提示行中输入 text 命令，依次输入所需标注文本。

经过以上 7 步的绘制过程，完成的室内给水排水管道平面流程示意图如图 6-3 所示。

6.4 给水管道节点图

【给水管道节点图说明】

图 6-4 是给水管道节点图，用到的方根命令是 layer、limits、line、pline、donut、trim、copy、style、dtex、wblick、insert 等。

【实例绘制步骤】

（1）创建图层、线型、颜色

打开图层对话框，点击新建 new 按钮。分别建立层、颜色、线型。具体要求如下：

（a）L1 层 红色 Center （b）L2 层 黄色 Dashed （c）L3 层 白色 Continue

（2）创建图框，标题栏

① 打开正交 ortho，切换至 L3 层，键入 line 命令，依据尺寸画细边框线。

② 键入 pline 命令，用相对坐标（@x，y），依据尺寸画粗边框线，线宽 0.5。

③ 先用 line 画标题栏内的细线，再用 pline 画标题栏的粗边框。

④ 用 trim 命令修剪多余的线条。

（3）画节点部分

键入 donut 命令，画出与图示半圆粗细相同的圆环，用 trim 命令修剪成半圆，键入 pline 命令，设置不同的线宽，画出图示不同线宽的直线及阀门，用 move、copy、rotate 命令进行编辑、修改，使之如图。

（4）画承插连接

键入 donut 命令，画出与图示半圆粗细相同的圆环，用 trim 命令修剪成半圆，键入 donut 命令，画出中间的圆环，用 line 命令画出圆环内的斜线，用 bhatch 命令对其右下半部分进

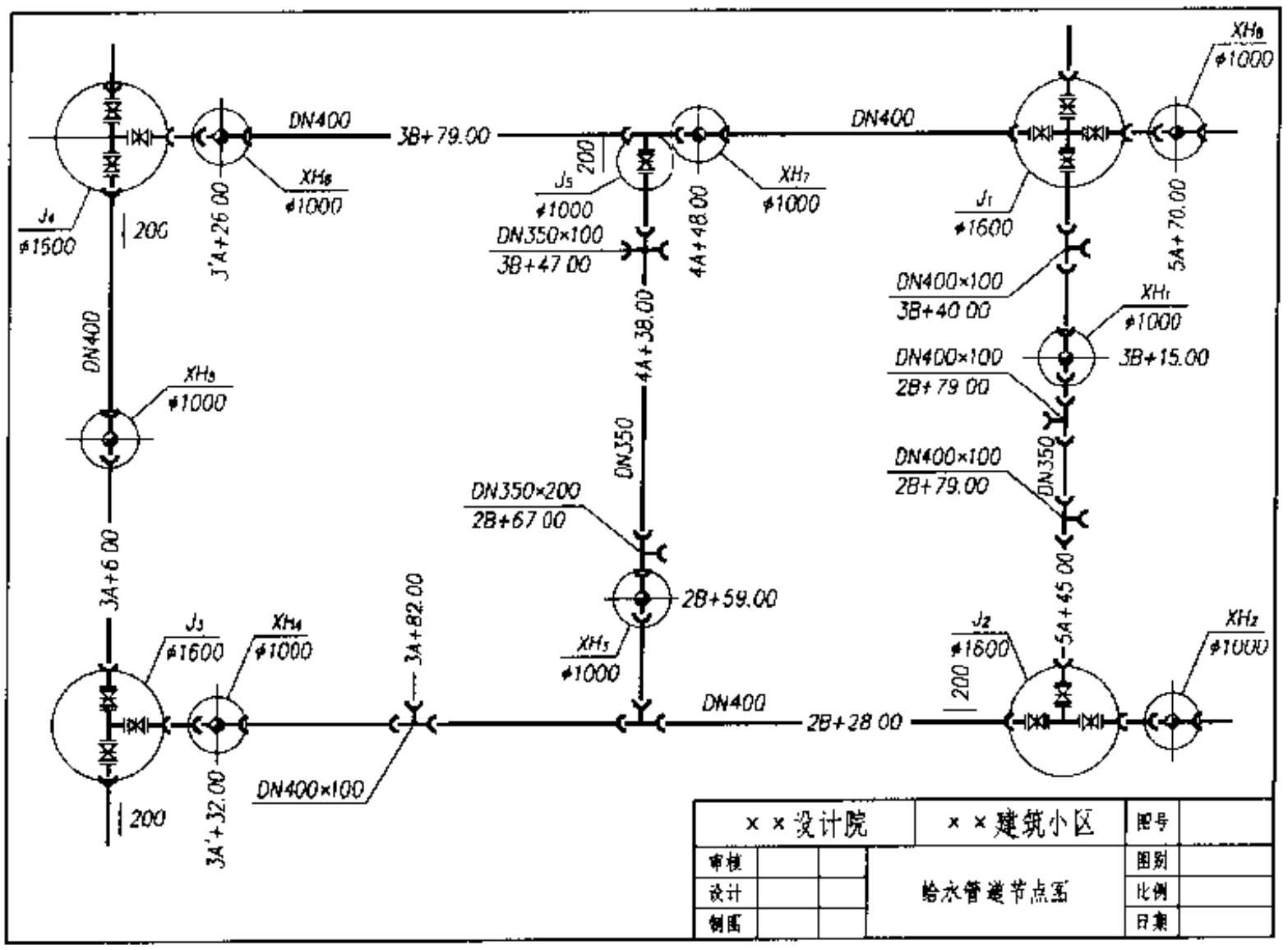


图 6-4　给水管道节点图

行填充，使如图所示。

（5）画其余部分的节点和承插连接

各个节点均有相似之处，可用 copy 复制已完成的，再用 move、rotate、copy、mirror 编辑修改至如图 6-4 所示。

（6）画管道

键入 pline 命令，用粗实线把各个节点连接起来。键入 circle 命令画节点上的圆，相同的可以只画一个，其余的用 copy 命令复制完成。用 trim 对其进行修剪，使如图所示。

（7）设置字体，进行标注

① 键入 style 命令进行字体设置。新建两种字体，具体要求如下：

汉字字形名 fs　字体　仿宋 GB_2312　宽高比 0.8　角度 0

西文字形名 xw　字体　simplex.shx　宽高比 0.8　角度 10

② 键入 dtext 进行标注。对一行文字中出现不同字高的现象，可用 mtext 命令进行标注。

经过以上 7 步的工作过程，完成的“给水管道节点图”如图 6-4 所示。

6.5　给水管道纵断面图

【给水管道纵断面图说明】

图 6-5 是给水管道纵断面图，本图用到的主要命令有 layer、pline、line、circle、hatch、fillet、spline、rectangle、text。以下来说明绘制步骤。

【给水管道纵断面图的绘制步骤】

（1）创建图层

选择 object properties 工具条中的 layers 命令，在出现的对话框中，单击 new 按钮创建新图层，新建图层名为“管道”、“标注线”、“文本标注”、“标题栏”；颜色分别为绿色、

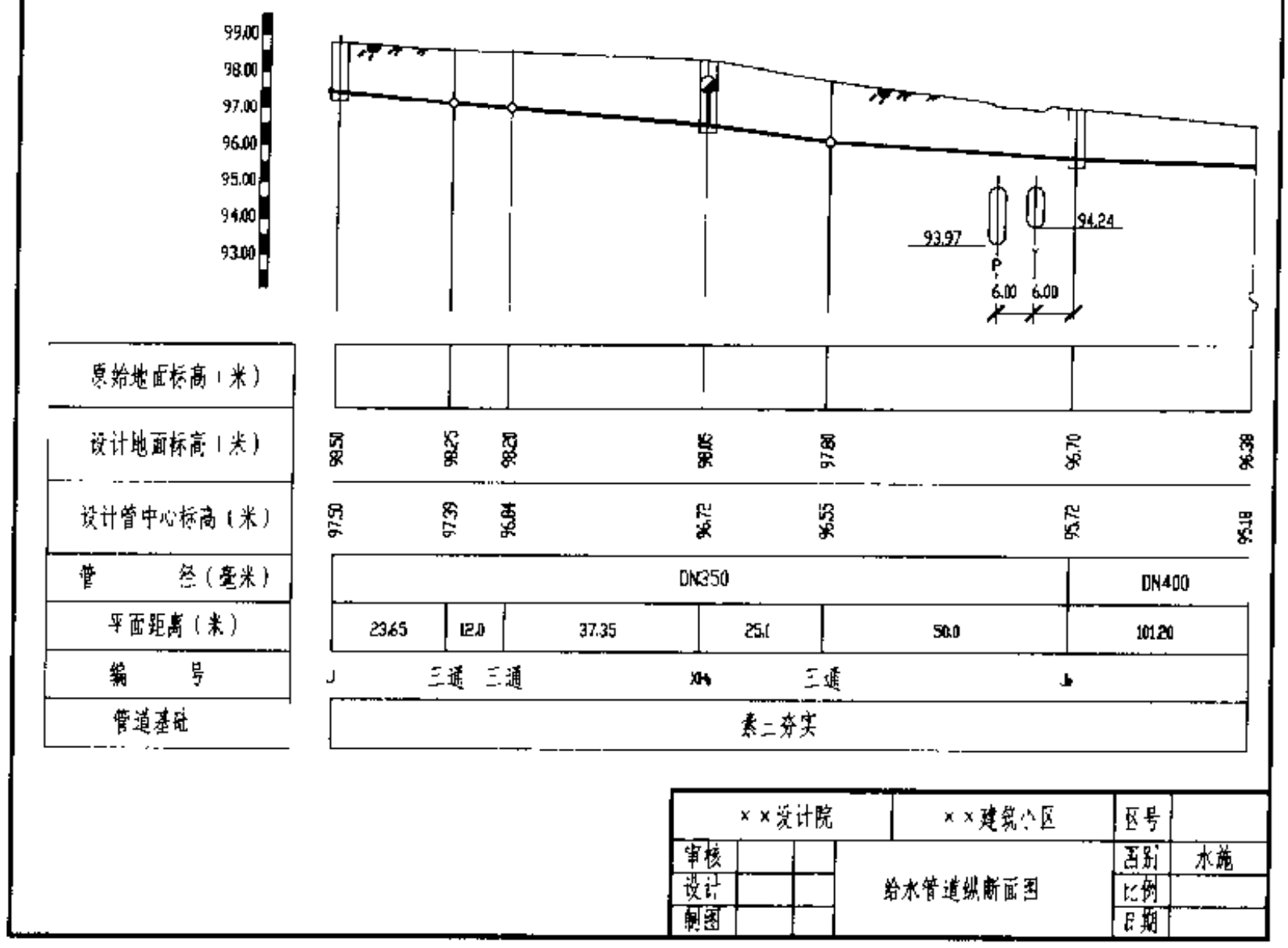


图 6-5　给水管道纵断面图

水蓝色、橙红色、白色；线型均为“continuous”。

（2）设置捕捉功能

选择 tools 菜单中的 drafting setting 命令，或把鼠标置于 snap 按钮上，右击鼠标选择 setting 命令，在弹出的对话框中设置端点、中点、交点、最近点等自动捕捉功能。

（3）绘制管道线

打开图层名为“管道”的图层，颜色、线型随层。

① 绘制主管道线

a. 选择 pline 命令，确定线宽，在命令行输入相对坐标的形式（即@x,y），绘制管道主线。

b. 选择 circle 命令绘制消火栓，并用 hatch 命令（填充图案为 solid）进行填充。

② 绘制三通

选择 circle 命令，捕捉到管道主线的最近点，确定为圆心作圆；并用 trim 命令进行修改。重复操作，绘制另外的圆。并选择 hatch 命令进行填充。

③ 绘制垂直方向上的双管道线

选择 linc 命令，按下“F8”键，使之处于正交模式，进行绘制。

④ 绘制管道横断面

选择 line 命令，绘制两侧直线；选择 fillet 命令对两直线进行导角；选择 pline 命令，确定线宽，修改为多义线。

⑤ 绘制墙壁断面线

选择 spline 命令，进行绘制。

（4）绘制标注线

打开图层名为“标注线”的图层，颜色、线型随层。

① 选择 line 命令，绘制各标注线。

② 绘制标尺

选择 rectangle 命令，绘制矩形；选择 line 命令，绘制其中的分割线；选择 hatch 命令（填充图案为 solid）进行隔段填充。如图 6-5 所示。

（5）绘制图框、标题栏

打开图层名为“标题栏”的图层，颜色、线型随层。

① 选择 line 命令，绘制细边框线；

② 选择 pline 命令，注意线宽，用相对坐标（@x,y），绘制粗边框线；

③ 选择 line 命令，绘制标题栏内的细线；选择 pline 命令，绘制标题栏的粗边框；

④ 选择 trim 命令进行合适的修剪。

（6）文本标注

打开图层名为“文本标注”的图层，颜色、线型随层。

选择 format 菜单中的 text style 命令，在弹出的对话框中，确定字体及字的横宽比例；在命令行输入 text 命令依次输入所需文本；可以用 move 命令调整文本的位置。

经过以上 6 步的绘制过程，完成的给水管道纵断面图如图 6-5 所示。

6.6 某厂某车间生活区厕所给水排水平面图

【某厂某车间生活区厕所给水排水平面图说明】

图 6-6 是某厂某车间生活区厕所给水排水平面图，用到的主要命令是 limits、line、pline、layer、offset、circle、donut、style、dtext、copy、wblock、insert、bhatch、trim、pedit 等。

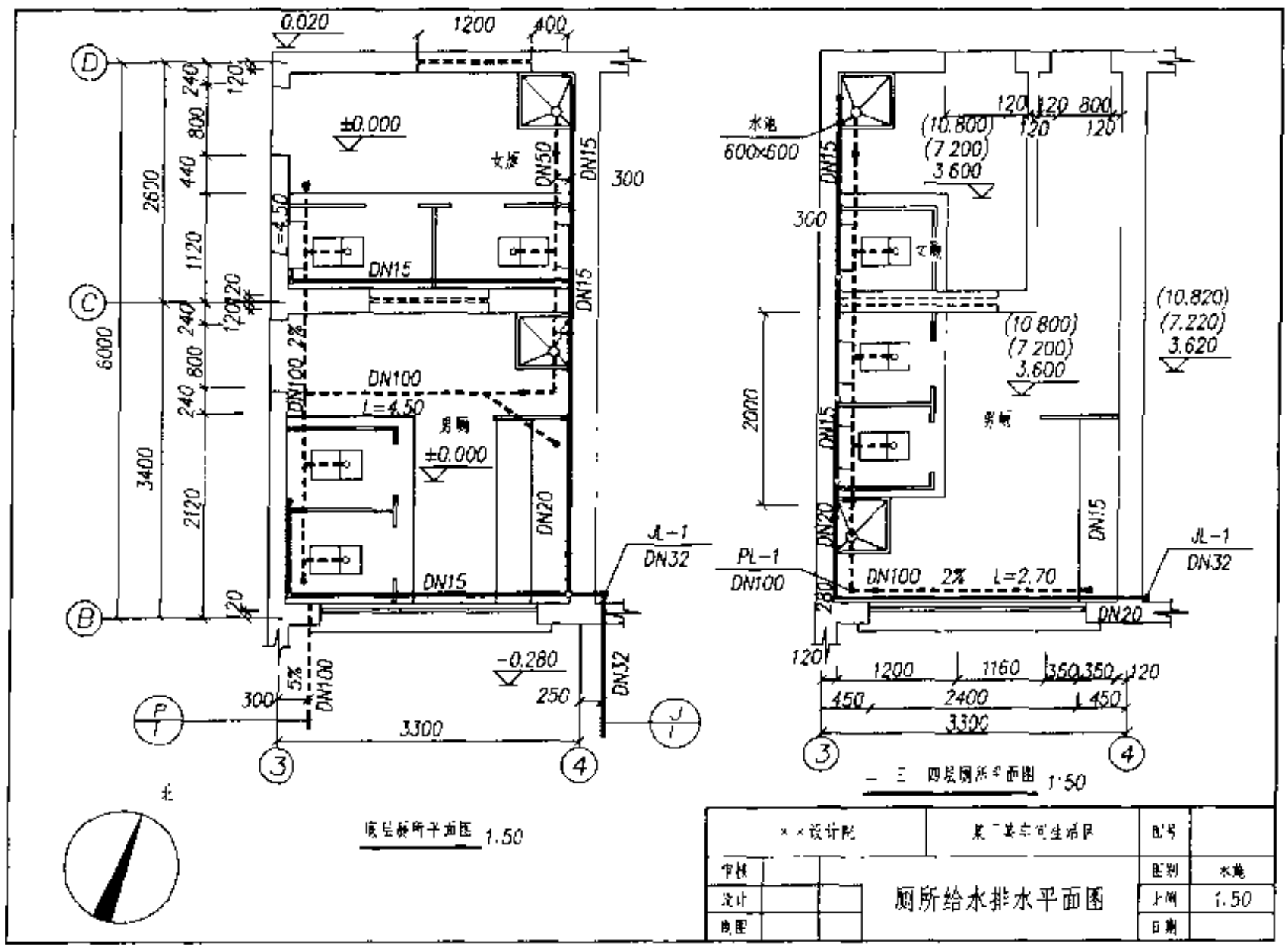


图 6-6 某厂某车间生活区厕所给水排水平面图

【实例绘制步骤】

（1）创建图层，设置线型、颜色。

打开图层对话框，点击新建 new 按钮。分别建立层、颜色、线型。具体要求如下： L1 层 红色 Center ； L2 层 黄色 Dashed ； L3 层 白色 Continue 。

（2）设置图幅，创建图框、标题栏。

① 键入 limits 命令，按图示大小设置好图幅，注意全部显示。

② 切换到 L3 层，打开正交，键入 line 命令，按图示大小画出外图框。

③ 键入 pline 命令，设置线宽为 0.7，画出里面的内图框。

④ 键入 line 命令，做出标题栏。可画出一条线，用 offset 令进行平移复制，再用 pedit 对标题栏进行编辑，最后用 trim 命令进行修剪至如图所示。

（3）墙剖面的绘制。

① 键入 line 命令，用相对坐标（@x,y），结合“特殊点的捕捉”与“捕捉自”按图示形状先画出外面的框架，其中右上角，左下角，右下角的折线可以先不画。

② 把右上角，左下角，右下角的线延伸到恰当长度，再用 line 命令画出如图所示的折线，最后用 trim 命令进行修剪至如图所示。

（4）管道线的绘制。

①（切换到 L2 层）键入 pline 命令画管道线，设置线宽为 0.7，按图示画出虚线部分的管道线。

②（切换到 L3 层）用相同的方法画出实线部分的管道线。其中管道线上的地漏可以先不画，以后再对管道进行修剪。

③ 键入 donut 命令画地漏，可以先画出一个，然后用 copy 进行多重复制将其复制到适当的位置，最后用 trim 命令对管道进行修剪。

④ 用 bhatch 绘制地漏中剖面线，类型名称为 ANSI31，比例系数、角度自定。

（5）画内部的墙体剖面大便池

键入 line 命令，画出内部表示墙体剖面的线实线，键入 donut 命令，画出大便池的圆环，切换到 L2 层，画出粗虚线，键入 line 命令，画出细实线框。键入 wblock 命令，将其定义成块，插入到图中恰当的位置。

（6）画指北针

键入 circle 命令，依据图示大小做圆，键入 line 命令，做出圆内的两条直线，键入 bhatch 命令，进行填充至如图所示。

（7）设置字体，进行标注。

① 键入 style 命令进行字体设置。新建两种字体，具体要求如下：

汉字字形名 fs 字体 仿宋 GB_2312 宽高比 0.8 角度 0

西文字形名 xw 字体 simplex.shx 宽高比 0.8 角度 10

② 键入 dtext 命令，标注横向的文字。竖向的文字方向是 90 度，请读者注意。

③ 对圆内有文字的可以直接标注，注意文字的大小、位置，交互式绘图比较费事，为了精确，快速，采用 Visual Lisp 程序来实现更为妥当，程序源代码如下：

a. 对圆内一个字的标注，程序如下：

```
(defun c:t1()                                          ;命令名称
  (setvar "osmode" 512)                                ;设置捕捉方式
  (setq pn (getpoint "\nPlease select a circle:"))     ;捕捉圆上一点
  (setq pc (osnap pn "cen"))                           ;捕捉圆心
  (setq d (distance pc pn))                            ;求半径的长度
  (setq st (getstring "\nPlease input a string:"))     ;输入要标注的文字
  (command "text" "j" "mc" pc d 0 st)                  ;把文字标在圆心处
)
```

b. 对圆内中间一条线，上下各一个字的标注，程序如下：

```
(defun c:tl2()                                                    ;命令名称
  (setvar "osmode" 512)                                           ;设置捕捉方式
  (setq pn (getpoint "\nPlease sclect a circle:"))                ;捕捉圆上一点
  (setq pc (osnap pn "cen"))                                      ;捕捉圆心
  (setq d0 (* 2 (distance pn pc)))                                ;求直径的长度
  (setq hd (* 0.32 d0))                                           ;设置字高
  (setq p1 (polar pc (* 0.5 pi) (* 0.22 d0)))                     ;计算第一行文字的中心
  (setq p2 (polar pc (* -0.5 pi) (* 0.22 d0)))                    ;计算第二行文字的中心
  (setq p3 (polar pc 0 (* 0.5 d0)))                               ;计算圆的第一象限点
  (setq p4 (polar pc pi (* 0.5 d0)))                              ;计算圆的第二象限点
  (setq str1 (getstring "\nPlease input the first string:"))      ;输入文字
  (setq str2 (getstring "\nPlease input the second string:"))     ;输入文字
  (command "line" p3 p4 "")                                       ;画出圆上直线
  (command "text" "j" "mc" p1 hd 0 str1)                          ;标注文字
  (command "text" "j" "mc" p2 hd 0 str2)                          ;标注文字
)
```

经过以上 7 步的工作过程，完成的“某厂某车间生活区厕所给水排水平面图”如图 6-6 所示。

第 7 章　AutoCAD 2000 软件的编程基础

7.1　Visual LISP 语言简介

为了便于用户在 AutoCAD 基础上作二次开发，形成各专业化的计算机辅助设计系统，自 AutoCAD R2.1 开始，Autodesk 公司在 AutoCAD 内部加入了用户化 CAD 系统的 AutoLISP 语言。AutoLISP 源于 LISP 语言，LISP 是一种计算机表处理语言，是人工智能领域中广泛应用的一种程序设计语言。AutoLISP 语言是一种运行在 AutoCAD 环境下的 LISP 语言。它采用了与 CommandLISP（一种通用的 LISP 语言版本）相近的语法及习惯约定，并吸收了 LISP 语言的主要函数，同时增加了针对 AutoCAD 特点的许多专用工具，这些工具可以完成存取和修改 AutoCAD 图形实体数据，存取 AutoCAD 的块表、层表、视图表、字体表及线性表，控制 AutoCAD 的图形屏幕和设备。AutoLISP 语言是提供给用户的主要的二次开发工具之一，用 AutoLISP 语言编写应用程序，可以为 AutoCAD 增加新的命令或修改定制 AutoCAD，以适应用户的特殊需要。

随着科学技术的飞速发展，CAD 在工程中的应用层次不断提高，AutoLISP 语言的一些不足日益明显，主要表现在：综合处理能力差，缺少访问外部数据和文件操作的能力；安全性差，源代码透明，不能保护开发者的合法权益；没有一个集成化的开发环境，难以编辑大型的应用程序，不能进行语法检查、括号匹配；调试不方便。

随着 Visual LISP 语言的面世，为开发 AutoCAD 提供了更方便、功能更强大的工具，使编程更加轻松高效。为了充分利用 AutoLISP 语言的优势和资源，新设计的 Visual LISP 采用与 AutoLISP 兼容的模式，原有的用 AutoLISP 编写系统和应用程序只稍加修改便可在 Visual LISP 环境中运行。Visual LISP 还提供了一个完整的功能强大的集成开发环境（IDE），包括编译器、格式化器、调试器和其他一些能够更快捷的用来在 AutoLISP 上做用户化工作的增强工具。

7.2　Visual LISP 环境使用

7.2.1　Visual LISP 的启动

Visual LISP 不能独立于 AutoCAD 运行，必须先启动 AutoCAD，在 AutoCAD 环境下再启动 Visual LISP。见图 7-1。

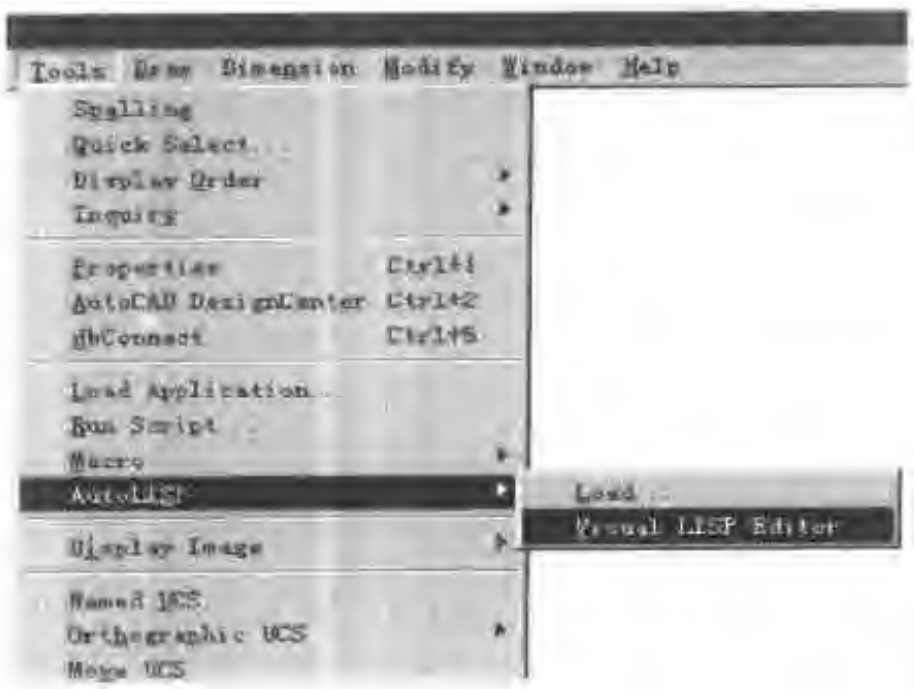


图 7-1　启动 Visual LISP

在菜单中依次选择“Tools> AutoLISP >Visual LISP Editor”，即可启动 Visual LISP。Visual LISP 的界面如图 7-2。

7.2.2　Visual LISP 界面介绍

Visual LISP 的用户界面分为下面几个部分。

菜单栏（Menu bar）　可以通过选择各种各样的菜单项来调用 Visual LISP 的命令。

工具栏（Tool bar）　通过单击工具栏按钮可快速地调用 Visual LISP 命令。在 Visual LISP 中有 5 个工具栏，它们分别是 Debug（调试）、Edit（编辑）、Find（查找）、Inspect（检验）和 Run（运行），每个工具

图 7-2　Visual LISP 启动界面

栏代表一个 Visual LISP 中实现不同功能的命令组。

控制台窗口（Console window）　这是一个在主 Visual LISP 窗口界面上的独立窗口。在控制台窗口中，可以输入 AutoCAD 的命令，这与 AutoCAD 的命令行窗口上输入一样。还可在次窗口中输入 Visual LISP 的命令，以代替使用菜单和工具栏命令。

编辑窗口（Edit window）　用户可以在编辑窗口中创建、打开、编辑、修改、保存、打印任意数目的 AutoLISP、DCL、SQL、C/C++等程序文件。

状态栏（Status bar）　在屏幕底部状态栏显示各种信息。

跟踪窗口（Trace window）　在启动 Visual LISP 时，还可以看到一个最小化了的跟踪（Trace）窗口。这个窗口包含了一些关于 Visual LISP 版本的信息，以及当 Visual LISP 启动遇到错误时的其他一些信息。

7.2.3　使用 Visual LISP 编辑器

Visual LISP 程序是一种二进制格式的文本，可以使用任何的文本编辑器，如记事本。而 Visual LISP 编辑器提供了其他文本编辑器所不具备的几项特性，例如，输入程序代码时，Visual LISP 会自动根据输入字符的性质制定一种颜色，还可以对括号进行配对检查等。

（1）彩色代码显示

Visual LISP 编辑器可以对 LISP、DCL、SQL 及 C 语言源文件进行不同字符代码的彩色显示，表 7-1 是 Visual LISP 文本字符与颜色的对应关系。

表 7-1　Visual LISP 文本字符与颜色的对应关系

Visual LISP 文本性质	颜色	Visual LISP 文本性质	颜色
括号	红色	字符串	紫红色
内部函数	蓝色	实数	青色
受保护的符号（如 PI）	蓝色	整数	绿色
注释	紫红色（背景为灰色）	变量与不能识别的字符	黑色

（2）代码格式化

Visual LISP 可以对输入的代码进行格式化，格式化后的格式按 Visual LISP 默认的方式自动排列，这样便于阅读和理解代码，形成统一的风格。要格式化所有文本，可选择 Tool 菜单下的 Format edit window 或点击 Tool 工具条中 Format code in window 工具，要格式化编辑器中的部分文本，选中文本并选择 Tool 工具条中的 Format Selection。

（3）程序的语法检查与加载

Visual LISP 可以检查程序语法、结构和内部函数调用。选择菜单 Tool 中的 Check Text in Editor 或单击工具条 Tool 中的 Check edit window，同样要检查选中文本可选择 Tool 中的 Check Select 或单击工具条 Tool 中的 Check selection，检查结果显示在“<Build Output>”窗口。如果检查到错误，在“<Build Output>”窗口双击错误信息，可以在源代码中定位错误，错误行会高亮显示。

要加载应用程序，选择菜单 Tool 中的 Load Text in Edieor 或单击工具条 Tool 中的 Load active edit window 工具，然后到 AutoCAD 窗口输入应用程序定义的外部命令或函数即可运行。

7.2.4 Visual LISP 控制台使用

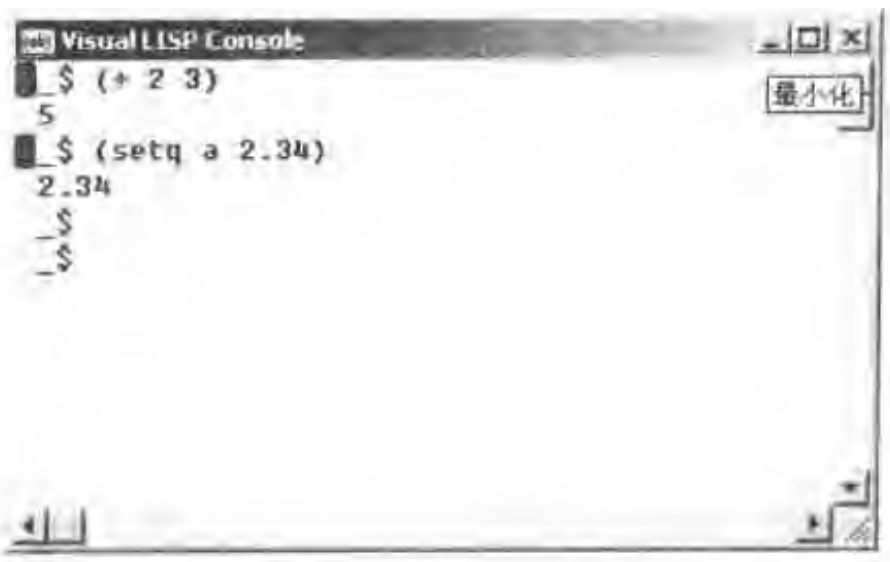


图 7-3 控制台窗口

Visual LISP 中的多数编程工作都是在编辑器中完成的，另外还可以使用控制台输入代码来立即执行，观察结果。在控制台提示符（_$）直接输入代码，例如输入（+ 2 3）并回车，Visual LISP 立即求解并返回结果 5，同样输入（setq a 2.34）返回 2.34，如图 7-3。

Visual LISP 控制台的特性如下。

① 要想查询程序中某个变量的值，可在控制台直接输入变量名并回车，Visual LISP 会将结果返回到控制台窗口，例如输入 a，回车，返回 3.24。

② Visual LISP 控制台窗口可以输入多条语句后回车，Visual LISP 将分别求值计算，例如输入下面语句：

```
_$ (setq a 3.42) (+ 2 4) (* 3.4 pi)
返回结果：
3.42
6
10.6814
_$
```

③ Visual LISP 控制台窗口可以将一个语句写在多行，只需在想要换行的地方按下 Ctrl+Enter 键，然后继续输入代码，你会注意到在第二行已经没有_$提示符了。

④ 在控制台窗口提示符_$处按下 Tab 键可以查到上面输入的代码，每按一次将会找到上面的一条语句，按 Shift+Tab 可反向查找。

⑤ 控制台窗口根据输入的文本字符的性质自动为其指定一种颜色，例如，内部函数或受保护符号蔚蓝色，文本字符串为紫红色，整数为绿色，括号为红色，实数为青色，注释为紫红色。

7.3 一个简单的 Auto LISP 程序

下面这个 AutoLISP 程序功能是绘制如图 7-4 所示的螺栓，本程序是一个典型的参数化绘图程序，运行该程序时，可根据用户不同的输入绘制出不同的螺栓。

绘制该螺栓的 AutoLISP 原代码如下：

```
(defun c：ls()                                          ;定义外部命令 ls
  (setq p0 (getpoint "输入基点："))                      ;由用户输入一个点并赋值给变量 P0
  (setq d (getreal"\n 螺栓直径："))                      ;由用户输入一个值并赋值给变量 d
  (setq ld (getreal"\n 螺栓长度："))                     ;由用户输入一个值并赋值给变量 ld
  (if (> ld (* 2 d))(princ"\nOK")(setq ld (* 2 d)))     ;判断 ld>2d 否
  (setq p1 (polar p0 (* 0.5 pi)(* 0.5 d)))              ;计算 p1~p12 点的坐标
```

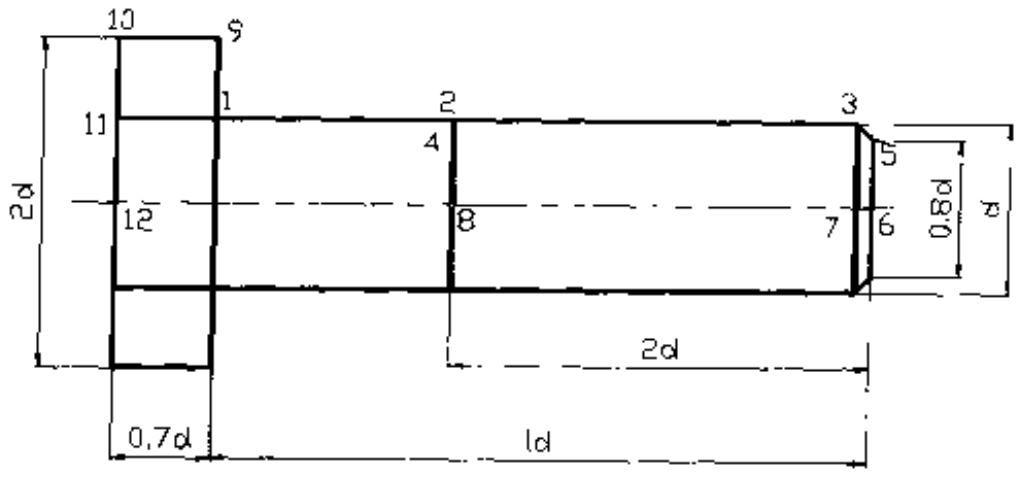


图 7-4　螺栓的简化画法

```
(setq p2 (polar p1 0 (- ld (* 2 d))))
(setq p3 (polar p1 0 (- ld (* 0.1 d))))
(setq p4 (polar p2 (* -0.5 pi) (* 0.1 d)))
 (setq p5 (polar p4 0 (* 2 d)))
 (setq p6 (polar p0 0 ld))
 (setq p7 (polar p0 0 (- ld (* 0.1 d))))
 (setq p8 (polar p0 0 (- ld (* 2 d))))
 (setq p9 (polar p0 (* 0.5 pi) d))
 (setq p10 (polar p9 pi (* 0.7 d)))
 (setq p11 (polar p1 pi (* 0.7 d)))
 (setq p12 (polar p0 pi (* 0.7 d)))
 (setq ss (getvar "clayer"))                                          ;保留当前层的信息
 (setvar "clayer" "center")                                           ;设当前层为 center 层
 (command "line" (polar p0 pi (* 0.9 d)) (polar p0 0 (+ ld (* 0.2 d))) "")  ;绘制中心线
 (setvar "clayer" "thick")                                            ;转到 thick 层
 (command "pline" p0 "w" 0.6 0.6 p9 p10 p12 "")                       ;绘制外轮廓
 (command "pline" p11 p3 p5 p6 "")
 (command "plinc" p2 p8 "" "pline" p3 p7 "")
 (setvar "clayer" "thin")                                             ;转到 thin 层
 (command "line" p4 p5 "")                                            ;绘制细线
 (command "mirror" "c" p10 p6 "" p0 p6 "n")                           ;镜射
 (setvar "clayer" ss)                                                 ;返回到原来的层
 (princ)                                                              ;打印空字符
)                                                                     ;定义命令结束
```

编辑该程序的步骤如下。

① 单击 Visual LISP 下拉菜单“File”中的“New File”项，然后在文本编辑窗口输入该程序。

② 以 LS.LSP 为文件名保存程序，下一步可对整个文件进行格式化，选择下拉菜单中“Tool>Format AutoLISP in Editor”或单击 Tools 工具栏中的 Format edit window 按钮，即可完成对文件的格式化。

③ 为了保证程序无误，可利用 Visual LISP 的语法检查功能对其进行检查。选取下拉菜单中的“Tools>Check Text in Editor”或单击 Tools 工具栏中的 Check edit window 按钮，检查结果在“<Build Output>”窗口输出，图 7-5 所示说明程序没有语法错误。如果发现语法错误，可双击错误信息处即可在源代码中定位错误，错误行会高亮显示。

④ 检查无误，再次保存文件，然后单击下拉菜单中“Tool>Load Text in Editor”或单击 Tool 工具栏中的 Load active edit window 按钮，即可将程序调入内存。也可在 AutoCAD 的命令行输入“C：\\ACAD 2000\\LS”同样将程序 LS.LSP 调入内存（假设 LS.LSP 在 C：\\ACAD

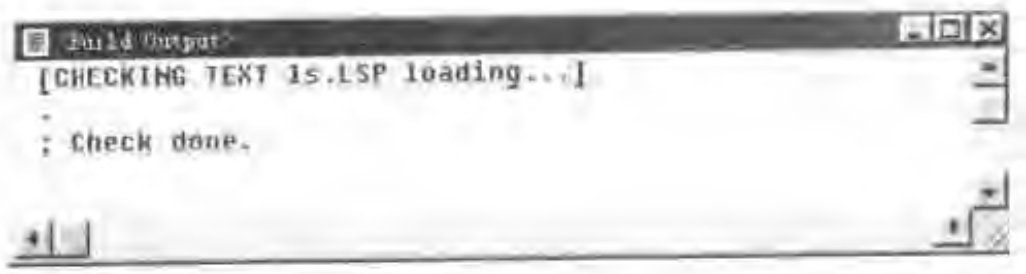


图 7-5 “<Build Output>”窗口

2000 路径下），“\\”也可用“/”代替。

⑤ 返回到 AutoCAD 图形窗口，在命令行输入“LS”并回车，即可运行该程序。根据提示依次输入基点、直径和长度，就看到绘图区域中绘制出了如图 7-4 所示的螺栓。

7.4 AutoLISP 的数据类型

AutoLISP 表达式是根据在括号中的代码的顺序和数据类型来进行求值的。在完全应用 AutoLISP 之前，必须理解不同数据类型之间的差别及如何使用它们。下面列出了 AutoLISP 中所有数据类型的定义和相应的取值范围。

（1）整型数

整型数是指不包括小数点的数字。AutoLISP 的整型数是 32 位的实数，取值范围从 +2147473648 到-2147473647。当在 AutoLISP 表达式中显示地应用一个整型数时，这个数值必须作为一个常数来看待。例如，数字 3，-12，1100434 都是合法的 AutoLISP 整型数。

（2）实型数

实型数是指包含小数点的数。在－1 和+1 之间的数字必须包含整位数 0。实型数是作为双精度浮点数格式来保存的，提供了至少 14 位的精度。实型数可通过科学计数法来表示，例如，0.0000041 和 4.1e-6 是相同的。

（3）字符串

字符串是由包含在一对引号内的一组字符组成。引号内的反斜杠（\）可以表示控制字符。当在一个 AutoLISP 表达式中显示地应用字符串时，这个值被看作一个文字字符串或一个字符串常量。例如“String 1”和“\nEnter a Base Point：”都是合法的字符串。表 7-2 为 Auto LISP 能够识别的控制字符。

表 7-2 AutoLISP 能够识别的控制字符

代码	描述	代码	描述
\\	\字符	\r	返回符
\"	“字符	\t	制表符
\e	取消字符	\nnn	八进制代码为 nnn 的字符
\n	换行符		

（4）表

一个 AutoLISP 表就是一组包含在一对括号中的用空格分开的相关的数据的集合。表提供了一种保存各种各样数据的有效的方法。AutoCAD 用一个包含了 3 个实型数的表来表示一个三维点的。例如，下面都为有效的表：

(1.211　2.22　0)
(“this”　“is”　“list”)
(20　“twenty”)

（5）选择集

选择集是一个或多个对象（实体）组成的集合。通过 AutoLISP 函数可以交互式地向选择集中添加实体或从选择集中删除实体。例如，下面的例子就是用 SSGET 函数返回一个包含当

前图形中所有对象的选择集：

```
_$ (ssget "X")
<Selection set:  9>
_$
```

（6）实体名

实体名又称图元名，是指设置在一个图形文件中的某个对象上的数字标签。它实际上是一个指向由 AutoCAD 维护的某个文件的指针，并能够被用来查找对象数据库记录和它的向量（如果这个对象是可以被显示的）。AutoLISP 函数可以引用这个数字标签，来允许对选择的对象进行各种各样的处理。在 AutoCAD 内部，对象可以看作为实体。例如下面的例子用 ENTLAST 函数得到在图形中最后生成的对象的实体名：

```
_$ (entlast)
<Entity name:  14925a8>
_$
```

（7）VLA 对象

一个图形中的对象同时可以描述成为 VLA（Visual LISP ActiveX）对象，这是一个在 Visual LISP 中引入的数据类型。

（8）文件描述符

文件描述符是指设置在通过 AutoCAD 函数打开的文件上的数字标签。当一个 AutoCAD 函数需要读或写一个文件时，必须引用这个文件标签。例如下面的例子是读取名为“MYINFO.TXT”的文件操作，这里用到的 OPEN 函数可以返回这个文件的文件描述符：

```
_$ (setq file1 (open "c:\\myinfo.txt" "r"))
#<file "c:\\myinfo.txt">
_$
```

（9）符号和变量

AutoLISP 是用符号来引用数据的。符号名不分大小写，可包含除下面字符外的任意字母和符号的组合：

```
()    左右括号
.     句号
'     撇号
"     引号
;     分号
```

符号名中不能只包含数字或以数字开头。变量即保存数据的符号名。例如下面的例子用 SETQ 函数把一个字符“This is a string”赋值给该变量 STR1：

```
_$ (SETQ STR1 "This  is  a  string")
"This  is  a  string"
_$
```

在 AutoLISP 中已经定义了三个变量，用户可以在程序中直接使用它们：

```
PI      该变量定义成常量 π（pi），其近似值为 3.1415926
T       该变量定义成常量 T，它作为非空值（非 nil）
Pause   该变量将斜杠（\）字符定义成一个字符串，可用于暂停
```

没有被赋值的任何变量被称为 nil（空）变量，与 T 变量相对

7.5 AutoLISP 常用函数

下面介绍 AutoLISP 中的一些常用函数，并对每个函数的功能进行简单的描述，同时举一些实例来帮助理解这些函数。

（1）（+ 数 数 …）　这个函数返回所有数的总和。例如：

（+ 1 2 3 4.5）　返回　10.5

（2）（- 数 数 …）　这个函数返回第一个数减去后面所有数的差。例如：

（－ 50 40.0 2）　　返回　　8.0

（3）（* 数 数 …）　这个函数返回所有数的乘积。例如：

（+ 1 2 3）　　返回　　6

（4）（/ 数 数 …）　这个函数返回第一个数除以后面所有数的商。例如：

（+ 100 20.0 2）　　返回　　2.5

（5）（= 原子 原子 …）　等于关系函数，适用于数和字符。例如：

（= 5 5.0）　　返回　　T

（= “me” “you”）　　返回　　nil

（6）（/= 原子 原子 …）　不等于关系函数。例如：

（/= 10 20）　　返回　　T

（/= “me” “me”）　　返回　　nil

（7）（< 原子 原子 …）　小于关系函数，字母按其 ASCII 码比较。例如：

（< 5 15）　　返回　　T

（< “a” “b”）　　返回　　T

（8）（<= 原子 原子 …）　小于或等于关系函数。例如：

（<= “b” “b”）　　返回　　T

（<= 2 9 4 5）　　返回　　nil

（9）（> 原子 原子 …）　大于关系函数。例如：

（> “c” “b”）　　返回　　T

（> 44 5 5）　　返回　　nil

（10）（>= 原子 原子 …）　大于或等于关系函数。例如：

（>= “b” “b”）　　返回　　T

（>= 77 4 5）　　返回　　nil

（11）（1+ 数）　该函数返回数加 1（增量）的结果。例如：

（1+ 5）　　返回　　6

（1+ -10.5）　　返回　　-9.5

（12）（1- 数）　该函数返回数减 1（减量）的结果。例如：

（1- 5）　　返回　　4

（1- -10.5）　　返回　　-11.5

（13）（abs 数）　该函数返回数的绝对值。例如：

（abs 12）　　返回　　12

（abs -11）　　返回　　11

（14）（and 表达式…）　逻辑“与”函数。例如：

（setq a 103） (setq b nil) (setq c “string”)

(and a b)　　返回　　nil

(and a c)　　返回　　T

（15）（angle pt1 pt2）　求两点连线之间的角度（弧度）函数，注意方向，例如：

(angle '(1.0 1.0) '(1.0 4.0))　　返回　　1.5708

(angle '(10 3.33) '(2.1 3.33))　　返回　　3.14159

（16）（angtos 角度 [方式[精度]]）　角度格式计算函数，返回值为字符串。例如：

(angtos pi 0 0)　　返回　　"180"　　度

(angtos 0.12 1 2)　　返回　　"6d53"　　度分秒

(angtos 0.11 2 4)　　返回　　"7.0028g"　　梯度

(angtos pi 3 0)　　返回　　"3.1416r"　　弧度

(angtos 1 4 4)　　返回　　"N 32d42'15\" E"　　测量单位

（17）（append list0 list1 …）　组表函数，例如：

(append '(a b) '(c d))　　返回　　(A B C D)

(append '(a b) '((c d) e))　　返回　　(A B (C D) E)

（18）（apply 函数表）　按某函数的要求顺序处理给定的函数表函数。例如：

(apply '+ '(1 2 3))　　返回　　6
(apply 'stract　'("a" "b" "c"))　　返回　　"abc"

（19）（ascii 字符串）　求 ASC II码函数。例如：

(ascii "A")　　返回　　65
(ascii "BIG")　　返回　　66

（20）（assoc 项 关联表）　按项检索关联表的函数。例如：

(setq al '((name box) (width 2) (size 4) (5 . 32)))　则
(assoc 'size al)　　返回　　(size 4)
(assoc 5 al)　　返回　　(5 . 32)

（21）（atan num1 [num2]）　返回 num1（或 num1/num2）的正切值（弧度），例如：

(atan 0.5)　　返回　　0.463648
(atan 1　0.2)　　返回　　0.463648

（22）（atof 字符串）　将字符串转化为实型数。例如：

(atof "23.1")　　返回　　23.1
(atof "233")　　返回　　233.0

（23）（atoi 字符串）　将字符串转化为整数。例如：

(atoi "23.1")　　返回　　23
(atoi "233")　　返回　　233

（24）（atom 项）　原子测试函数。例如：

(setq a '(x y z))　(setq b '(1 . 33))
(atom a)　　返回　　T
(atom b)　　返回　　nil

（25）（boundp atom）　空值测试函数。例如：

(setq a 12)　(setq b nil)
(boundp a)　　返回　　T
(boundp b)　　返回　　nil

（26）（car 表）　求表中的第一个元素。例如：

(setq lst1 '(1 3 4 "c"))　(setq lst2 '((12 2) 2 3))
(car lst1)　　返回　　1
(car lst2)　　返回　　(12 2)

（27）（cdr 表）　求表中除第一个元素之外的元素。例如：

(setq lst1 '(1 3 4 "c"))　(setq lst2 '((12 2) 2 3))
(cdr lst1)　　返回　　(3 4 "c")
(cdr lst2)　　返回　　(2 3)

（28）（caar 表）　(cadr 表) (cddr 表) (cadar 表)等。

(setq lst1 '(1 3 4 "c"))　(setq lst2 '((12 2) 2 3))
(caar lst2)　　返回　　12
(cadr lst1)　　返回　　3

函数 car 和 cdr 可以组合调用，其组合深度可最多达 4 级，且作用的现有顺序是"从右到左"，每一个 a 表示对 car 调用一次，每一个 d 表示对 cdr 调用一次。下面都是有效的函数名：

caaaar	cadaar	cdaaar	cddaar	caaadr	cadadr	cdaadr	cddadr
caaar	caddar	cdadar	cdddar	caaddr	cadddr	cdaddr	cddddr
caadr	caddr	cdadr	cdddr	caar	cadr	cdarcddr	

（29）（chr 整数）　转换 ASC II码为字符串函数。例如：

(chr 65)　　返回　　"A"

（30）（close file-desc）　关闭文件函数。例如：假设 fp 为一个已打开的文件的文件描述符，(close fp)，关闭文件，并返回 NIL。

（31）（command [args] …）　命令函数，返回总为 nil。例如：

(command "line" pt1 pt2 "")　：从点 pt1 到点 pt2 画一条线

（32）（cond (条件 1 结果…) …）　多条件分支函数。例如：

```
(cond ((= s "y") (setq pt 1))   ;如果 s= "y" 则 pt=1
      ((= s "n") (setq pt 2))   ;如果 s= "n" 则 pt=2
      T   (setq pt 3)           ;否则，pt=3
)
```

（33）（cons list1 list2）　表构造函数。例如：

```
(cons 'a '(a b c))          返回    (A A B C)
(cons '(a) '(a b c))        返回    ((A) A B C)
(cons 'a   23)              返回    (a . 23)
```

（34）（cos 弧度）　余弦函数。例如：

```
(cos pi)                    返回    -1.0
```

（35）（cvunit value from to）　单位转换函数。例如：

```
(cvunit 1 "minute" "second")    返回    60.0
```

（36）（defun sym 变元表 expr …）　自定义函数。例如：

```
(defun myfunc(x / temp …)       ;  一个变元和一个局部变量
(defun myfunc()  …)             ;  没有变元和局部变量
(defun c:  myfunc()  …)         ;  定义新的 AutoCAD 命令
```

（37）函数库和自动装入　C：XXX 函数向 AutoCAD 增加命令。

（38）S：XXX 函数自动执行函数。

（39）（distance pt1 pt2）　求三维点 pt1 和 pt2 之间的距离。例如：

```
(distance '(1.0 2.5 3.0) '(7.7 2.5 3))    返回    6.7
```

（40）（eval expr）　该函数返回 expr 计算结果，例如：

```
(setq a 123) (setq b 'a)
(eavl b)                    返回    123
```

（41）（exp 数）　求 e 的数次方函数。例如：

```
(exp -0.4)                  返回    0.67032
```

（42）（expt 底数 幂）　任意数的数次方函数。例如：

```
(expt 3.0 2.0)              返回    9.0
```

（43）（findfile 文件名）　在缺省的路径下找文件函数。例如：

```
(findfile "abc.txt")        返回    "D:\\ACAD2000\\abc.txt"
(findfile "abc.lsp")        返回    nil
```

（44）（fix 数）　取整函数。

```
(fix 3.5)                   返回    3
```

（45）（float 数）　数转换为实数。

```
(float 4)                   返回    4.0
```

（46）（foreach name list expr …）　扫描函数。

```
(foreach n '(a b c) (print n))   等价于 (print a) (print b) (print c)
```

（47）（gcd num1 num2）　求最大公约数函数。

```
(gcd 81 57)                 返回    3
```

（48）（geangle [pt] [prompt]）　请用户输入角度函数。

```
(setq ang1 (getangle "Please Input a angle: "))
```

（49）（gecorner pt [prompt]）　请用户输入另一矩形的角点函数。

```
(setq pt2 (gecorner p0 "input other corner point: "))
```

（50）（getdist [pt] [prompt]）　请用户输入距离函数。

```
(setq  dist  (getdist"How  far"))
```

（51）（getenv variable-name）　求系统环境变量函数。

```
(getenv "ACAD")         返回    "/acad/support"
```

（52）（getint [prompt]）　请用户输入整数函数。

```
(setq num (getint "Enter a number: "))
```

（53）（getkword [prompt]）　请用户输入关键字函数。

（initget 1 “Yes No”）

(setq x (getkword “Are you sure?(Yes or No)”))

（54）（getoint [pt] [prompt]）　请用户输入点函数。

(setq p0 (getpoint “enter a point：”))

（55）（getreal [prompt]）　请用户输入一实数函数。

(setq real (getreal “enter a real：”))

（56）（getstring [prompt]）　请用户输入字符串函数。

(setq str (getstring “name：”))

（57）（getvar varname）　取得系统变量函数。

(getvar “dimtxt”)　　返回　　4.5

（58）（graphscr）　把文本屏幕转化为图形屏幕函数。

（59）（if textexpr thenexpr [elseexpr]）　条件运算函数。

(if　e　e1 e2)如果条件 e 成立，执行 e1，否则执行 e2

（60）（initget [bits][string]）　输入控制函数。

(initget (+ 1 2 4)) 不能输入空值、负值和零

(setq　age (getint “how old are you?”))

（61）（inters pt1 pt2 pt3 pt4 [onseg]）　求两直线的交点函数。

(setq a ‘(1 1) b ‘(9 9)) (setq c ‘(4 1.0) d ‘(4 2))

(inters a b c d)　　返回　　nil

(inters a b c d T)　　返回　　nil

(inters a b c d nil)　　返回　　(4.0 4.0)

（62）（itoa int）　将整数转化为字符串函数。

(itoa –17)　　返回　　“-17”

（63）（lambda argument expr …）　定义无名函数。

```
(apply '(lambda (x y z)
          (* x (- y z))
        )
  '(5 20 14))
```

（64）（last list）　求表中的最后一个元素函数。

(setq a ‘(1 3 5) b ‘(1 3 (6 6)))

(last a)　　返回　　5

(last b)　　返回　　(6 6)

（65）（length list）　求表的长度函数。

(setq a ‘(12 23 (23 32 43) 2))

(length a)　　返回　　4

（66）（list expr …）　组表函数。

(list ‘a ‘(b c) 1 3)　　返回　　(A (B C) 1 3)

（67）(listp item)　表测试函数。

(setq a ‘(a s d)　b “str”)

(listp a)　　返回　　T

(listp b)　　返回　　nil

（68）（load filename）　LISP 文件装入内存函数。

(load “c：/acad 2000/abc”) 或

(load “c：\\acad 2000\\abc”)

（69）（log num）　求 num 的自然对数函数。

(log 4.5)　　返回　　1.50408

（70）（mapcar function list1 …listn）

(setq a 10 b 20 c 30)

(mapcar '1- (list ab bc))　　返回　　'(11 21 31)

（71）（max num1 num2 …）　求最大值函数。

(max 2　34 45)　　返回　　45

（72）（member expr list）　搜索条件后面的元素函数。

(member　'b '(a b c d))　　返回　　(B C D)

（73）（menucmd string）　调用菜单函数。

(menucmd "S=OSNAP")

（74）（min num1 num2 …）　求最小值函数。

(max 2 -34 45)　　返回　　-34

（75）（minusp item）　负值测试函数。

(minusp　-12)　　返回　　T

(minusp　23)　　返回　　nil

（76）（not item）　空值测试函数。

(setq a "ser")

(not a)　　返回　　nil

（77）（nth n list）　按照 n 值取表中的元素函数。

(nth 3 '(1 2 3 4 5))　　返回　　4

（78）（null item）　空项测试函数。

（79）（numberp item）　数测试函数。

（80）（open filename mode）　打开文件函数。

(setq fp (open "abc.txt" "r"))

打开文件有三种方式：

"r"　读文件，若 filename 不存在，返回 nil

"w"　写文件，若不存在则生成新文件，若存在则将其覆盖

"a"　在文件后添加内容，若不存在，则建立新文件

（81）（or expr）　逻辑或函数。

(or nil 354 T)　　返回　　nil

(or T 34 "ert")　　返回　　T

（82）（osnap pt mode-string）　捕捉函数。

(setq pt2 (osnap pt1 "midp"))

（83）Pi 这不是一个函数，而是常数，它的值约是 3.1415826。

（84）(polor pt angle distance) 返回相对于点 pt 转角是 angle 距离是 distance 的点。

(polor '(10 2.0 2) (* 0.5 pi) 10)

（85）(prin1 [expr [file-desc]])　打印函数 1。

（86）(princ [expr [file-desc]])　打印函数 2。

（85），(86)这两个函数的作用基本相同，princ 能够实现 expr 中控制字符的作用。

（87）（print [expr [file-desc]]）　打印函数 3，这个函数除在打印 expr 之前先换行外，其他与 prin1 相同。

（88）（progn expr …）　将多个表达式变成一组或一个表达式

```
(if (= a 32)
  (progn
    (setq a (1+ a))
    (princ "OK")
  )
)
```

（89）（prompt msg）　显示信息函数。

(prompt "New value: ")　将在屏幕上显示"New value: "，返回 nil。

（90）(quate expr)　禁止计算函数，可简化为 'expr

(quate 'a)　　返回　　A

`a　　返回　　A

（91）（read string）　转换字符串为字符函数。

(read "abc")　　返回　　ABC

(read　"123")　　返回　　123

（92）（read-char [file-desc]）　读入字符函数，从键盘或从 file-desc 描述的文件中读入一个字符，返回读入字符的 ASCII 码。

（93）（read-line [file-desc]）　读入字符串，从键盘或从 file-desc 描述的文件中读入一行字符串。

（94）（redraw [ename [mode]]）　重画函数。

(redraw ename) 重画选中的实体

重画方式 mode 及作用：

1- 在屏幕上重画实体

2--不画实体（隐去）

3- 加亮实体

4--不加亮实体

（95）（rem num1 num2 …）　求余函数。

(rem 42 12)　　返回　　6

(rem 12.0 16)　　返回　　12.0

（96）（repeat number expr …）　按数 number 的值循环函数。

```
(setq a 10)
(repeat 4
(setq a (1- a))
)
```

：则 a 的值为 14

（97）（reverse list）　该函数返回元素倒置的表函数。

(reverse '(1 2 3 4))　　返回　　（4 3 2 1）

（98）（rtos num [mode [precision]]）　按一定格式返回数值函数。

(rtos 17.5 1 4)　　返回　　"1.7500E+01"　　科学计数法

(rtos 17.5 2 2)　　返回　　"17.50"　　十进制

(rtos 17.5 3 2)　　返回　　"1'-5.50""　　工程计数

(rtos 17.5 4 2)　　返回　　"1'-5 1/2""　　建筑制

(rtos 17.5 5 2)　　返回　　"17 1/2"　　任意分数单位

（99）（setvar varname value）　设置系统变量 varname 为给定的值 value 函数。

(setvar　"dimtxt"　5)　　返回　　5

（100）（sin angle）　正弦函数。

(sin 1.0)　　返回　　0.841471

（101）(sqrt num) 求平方根函数

(sqrt 2.0)　　返回　　1.41421

（102）(strcase string [which])　大小写转化函数。

(strcase "ABC" T)　　返回　　abc

(strcase "abc")　　返回　　ABC

（103）（strcat string1 [string2]…）　字符串加函数。

(strcat　"a"　"b")　　返回　　"ab"

（104）（strlen [string]）　求字符串长度函数。

(strlen "avc" "zz")　　返回　　5

（105）（subst newitem olditem list）　取代函数。

(setq sample '(a b (c d) b))

那么：

(subst 'qq 'b sample)　　返回　　（A QQ（C D） QQ）

（106）（substr <start> [length]）　字符串截取函数。

(substr "abcde" 2)　　返回　　"bcde"
(substr "abce" 3 2)　　返回　　"cd"

（107）（terpri）　在屏幕上打印空行函数。

（108）（textpage）　图形屏幕转换为文本屏幕，并清除文本屏幕。

（109）（textscr）　图形屏幕转换为文本屏幕。

（110）（ver）　显示当前的 AutoLISP 的版本号。

（111）（vports）　当前工作视窗说明表。

（112）（while testexpr expr …）　条件循环函数。

```
(setq a 1) 那么：
(while (<=a 10)   当 a<=10 时循环
    (setq a (1+ a))
)
```

（113）（write-char string [file-desc]）　写字符函数。

```
(write-char 67)   把字母 c 写到屏幕上
(write-char 67 fp)    把字母 c 写到 f 指定的文件中
```

（114）（write-line string [file-desc]）　写字符串函数，使用方法同(write-char)，只是写入的是字符串。

（115）（zerop item）　零测试函数。

(zerop 0.0)　　返回　　T
(zerop 10.0)　　返回　　nil

（116）（*error*string）　出错处理函数。

```
(defun error(msg)
  (princ "error: ")
  (princ msg)
  (terpri)
)   ;打印 error: 及出错信息 msg
```

（117）（ssget [mode] [pt1 [pt2]]）　构造选择集函数。

```
(ssget)                          ;请用户进行一般的实体选择
(ssget "p")                      ;选择前一次已经选择过的实体
(ssget "L")                      ;选择最新加入数据库的实体
(ssget "w"'(2 '(0 0) '(5 5))     ;选择在窗口 0，0 到 5，5 之内的实体
(ssget "c" '(0 0) '(1 1))        ;选择交叉通过窗口 0，0 到 1，1 的实体
(ssget "x" <过滤表>)             ;选择和"过滤表"相匹配的实体
```

（118）（sslength ss）　求选择集 ss 中实体的数目。

```
(setq ss1 (ssget "L"))   将最后一个实体加入选择集 SS1 中
(sslength ss1)                返回　　1
```

（119）（ssname ss index）　求 SS 中第 index 索引号个元素的实体名。

```
(setq ss1 (ssget))     建立一个选择集 ss1
(setq ent1 (ssname ss1 0))   取选择集 ss1 中的第 1 个实体
```

（120）（ssadd [ename [ss]]）　构造某种选择集函数。

```
(setq e1 (entnext))     赋 e1 为图形中的第一个实体名
(setq ss (ssadd))       赋 ss 为空的选择集
```

（121）（aadel ename ss）　从选择集 ss 中删除指定的 ename 实体。

```
(ssdel e2 ss)        从选择集 ss 中删除实体 e2
```

（122）（ssmemb ename ss）　测试实体 ename 是否在选择集中 ss 中。

（123）（entnext [ename]）　返回数据库中的第一个没有被删除的实体名。

（124）（entlast）　返回数据库中最后那个没有被删除的实体名。

```
(setq e2 (entlast e1)) 赋 e2 为 e1 之后的实体名
```

（125）（entsel [prompt]）　返回一个带有实体名及其选择点的坐标的表。

```
(setq a (entsel "please choose an entity: ")
选择 个实体后，返回：
(<Entity bane: 60000014> (3.0 4.0 0.0))
```

（126）（entdel ename） 恢复或删除实体函数。

```
(setq e1 (entnaxt))      赋 e1 为图中第 个实体名
(entdel e1)              删去实体 e1
(entdel e1)              恢复实体 e1
```

（127）(entget ename [applist]) 从数据库中检索名为 ename 的实体，假设在图形中画了一条线(0，0) (5，4)。

```
(setq a (entget (entlast)))
((-1 . <Entity name: 147e960>)
(0 . "LINE")
(330 . <Entity name: 147c8f8>)
(5 . "2C")
(100 . "AcDbEntity")
(67 . 0)
(410 . "Model")
(8 . "0")
(100 . "AcDbLine")
(10 0.0 0.0 0.0)
(11 5.0 4.0 0.0)
(210 0.0 0.0 1.0)
)
```

（128）（entmake [elist]） 创建新的实体函数 下面的例子是以（4，4）为圆心半径绘制 一个红色的圆：

```
(entmake '((0 "circle")
(62. 1)
(10 4.0 4.0 0.0)
(40 . 1.0)
)
)
```

（129）（entmod elist） 更新实体在数据库中的信息，例如：

```
(setq en (entnext))                          ;赋 en 为表中的第一个实体
(setq ed (entget en))                        ;赋 ed 为实体 en 的实体数据
(setq ed (subst (cons 8 "0") (assoc 8 ed) ed))
                                             ;改变 ed 中的图层中组值为图层 "0"
(entmode)                                    ;修改图中的实体 en 的图层
```

7.6 对话框的设计与制作

7.6.1 概述

本节主要说明如何设计和使用对话框，这些对话框与 AutoCAD 内部提供的对话框相似。AutoLISP 和 ADSRX 都提供了显示和控制对话框的函数。

AutoCAD 对内置的对话框和用户定义的对话框的支持与平台无关，在不同的平台上，对话框的构成和功能是一致的，但外观由平台的图形用户界面(GUI)决定。可编程对话框(PDB)工具提供自动调整布局和大小的功能，不仅能够减少工作量，还可保证界面设计的一致性。

对话框控制语言（DCL）以 ASCII 文件形式定义对话框。对话框的各种元素（控件）的排列方式，如按钮和编辑框，由它们在 DCL 文件中定义决定。每一元素的大小和功能由控件的属性控制。

（1）对话框的组成

对话框是由包含在对话框内的控件组成，如图 7-6 和图 7-7 所示。AutoCAD 的 PDB 设置预定义的控件有按钮、复选框、图像、弹出式列表、文本和衬框等。用户可以通过把这些控件进行分组，组成一行或一列，并用在其外面加上框线或不加框线的方法组成更为复杂的控件组，以完成一项复杂的任务。子控件和控件组在对话框的布局与功能由控件的属性来定义。

图 7-6　文件打开对话框

图 7-7　文本格式对话框

对话框是一个弹出式窗口，它与用户进行信息通信，一般被用于一项特定的与输入有关的任务。用户利用对话框的控件输入文本、选择一些项以及指定某一特定的命令动作等。

编辑框是一个用户可以在其中输入和编辑文本的子窗口，一般用于输入文件名、点的坐标、距离和长度等数据。

列表框用于为用户显示各种选择，用户可以在列表框中选择一个或多个项。

按钮一般用于启动和执行命令等操作。

单选按钮组用于一组相互排斥的有限选择集合中的一个选择，在该组的选择按钮中，在某一特定时刻，只有一个单选按钮被选中。

复选框相当于一个开关，只有打开和关闭两个状态。当某个复选框被打开（选中）时，在复选框中显示✓。

图像按钮实际上也是一种按钮，只是在按钮内显示的是一幅图像而不是文本。滑动条可以是水平滑动条，也可以是垂直滑动条，它是一种获得数字值的方法，用户可以拖动滑动条中的滑动块来获得相应的值。

弹出式列表在功能上等于一个列表框，只是在对话框开始显示时只显示一项，在右侧有一向下的箭头。

图像、文本和间隙属于静态控件，不起任何操作，不能被选择。

（2）设计对话框所需的环境

在 AutoCAD 的 Support 目录下含有 base.dcl 和 acad.dcl 两个文件。文件 base.dcl 给出对基本预定义的控件及控件类型的 DCL 定义，它还包含常用控件的原型定义，PDB 不允许用户重新定义预定义的控件。因此用户不能修改 base.dcl 文件，否则将会出错。

7.6.2 对话框的组成部件——控件及其属性

（1）对话框的控件

对话框的控件是对话框的基本组成部分，是对话框的--个子窗口。PDB 中预先定义了一些控件，这些控件可分为六类：预定义的可操作控件、预定义的装饰和信息控件、控件组、文本控件组、对话框退出按钮和错误信息控件。

① 预定义的可操作控件如下。

按钮（button） 按钮适用于立即对用户进行可视的操作，对话框应至少包含--个“确定”按钮或功能与“确定”相同的按钮。例如 OK 和 Cancel 按钮的外观如图 7-8。

图 7-8 OK 和 Cancel 按钮

图像按钮（image_button） 当用户选择--个图像按钮时，程序实际上获得的是选取点的坐标，程序根据这个坐标来确定下一步进行哪种操作。

复选框（toggle） 当输入数据只有两种选择时可使用此控件。

单选按钮（radio_button） 一般用于一组互相排斥的选择。

列表框（list_box） 显示一个列表，用户可选择其中的一个或多个选择项。

编辑框（edit_box） 该控件显示一个子窗口，用于输入文本。

滑动条（slider） 滑动条的范围是－32768～32767，返回值是字符串。

弹出式列表（popup_list） 又称下拉列表，类似于列表框，只显示一个选择项，占据的空间比列表框小。

预定义的装饰和信息控件：

包括图像、文本和间隙，主要用于显示信息、加强视觉效果和改变对话框布局。

图像（image） 为一矩形区域，可显示一幅矢量图形。

文本（text） 一般显示一个标题或一些提示信息。

间隙（spacer） 间隙控件是什么也不显示的控件，只用来改变对话框的布局。

② 控件组 在 base.dcl 中定义了几种组成控件组的方法，用户可以使用这些方法进行对话框的布局或定义组装。

行(row) 行是一个控件组中的控件水平排列，可以包含任何的控件，但不能只包含一个单选按钮。

列(column) 同行控件组，只是呈垂直排列。

加框行（boxed_row） 是周边加了边框的行控件组。如果该控件组有标签（label）属性，则该标签出现在控件组的左上方。

加框列（boxed_column） 类似于加框行。

单选行（radio_row） 单选行是包含单选按钮控件的行控件组。

单选列（radio_column） 类似于单选行，只是垂直排列。

加框单选行（boxed_radio_row） 在单选行的周边加了边框。

加框单选列（boxed_radio_column） 在单选列的局边加了边框。

③ 文本控件 包括：文本部分、连接和段落，是 base.dcl 文件中定义的原型。

文本部分（text_part） 文本部分属于文本控件，文本部分控件的边界已经被取消，可以和下面将要介绍的连接和段落等多个文本部分控件合并成一大块文本信息。

连接（concatcnation） 该控件是一行文本，由多个被连接的文本部分控件组成。

段落（paragraph） 段落控件为一系列垂直排列的文本部分控件和连接控件。

④ 对话框的退出按钮和错误信息控件 在 base.dcl 文件中定义了 4 个基本的退出按钮控

件 ok_button，cancel_button，help_button 和 info_button。另外还定义了标准的退出按钮组合 ok_only，ok_cancel，ok_cancel_help，ok_cancel help info.见图 7-9。

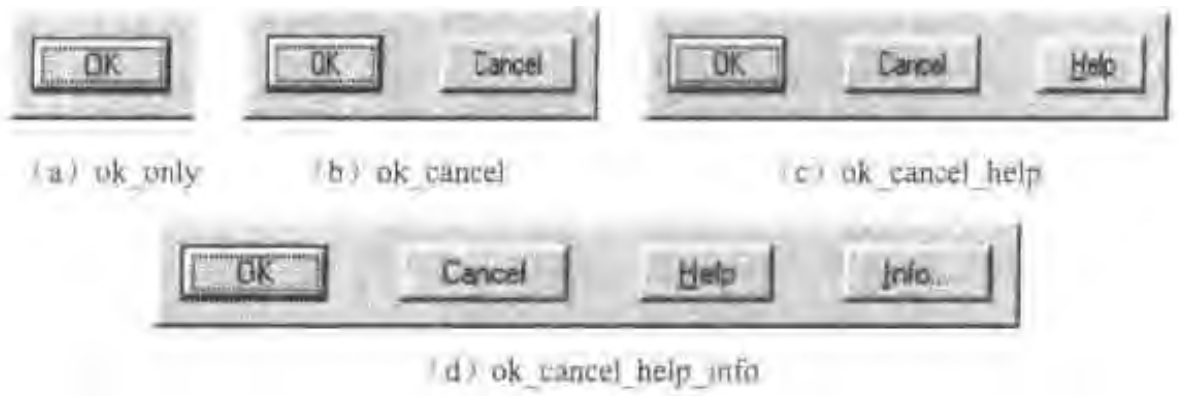


图 7-9　标准退出按钮组合

错误控件用于在对话框中显示错误信息，可以根据需要使用 ok_cancel_help_errtile 和 ok_cancel_err 等控件。

（2）控件的属性

控件的属性是用于定义控件的功能、布局、操作特性和显示特性等性质的一类标识。表 7-3 是 AutoCAD 的 PDB 预定义属性及其含义。

表 7-3　预定义属性

序号	属性名	有关的控件	含　义
1	Action	所有可激活的控件	AutoLISP 操作表达式
2	Alignment	所有控件	在控件组中的水平或垂直位置
3	allow_accept	编辑框、图像按钮和列表框	当选中该控件时，激活属性 is_default 设置为 true 的按钮
4	aspect_ratio	图像和图像按钮	图像的长宽比
5	big_increment	滑动条	移动的增量
6	chikdren_alignment	行、列、单选行、单选列、加框行、加框列、加框单选列、加框单选行等控件组	对齐控件组中的控件
7	chidren_fixed_hight	行、列、单选行、单选列、加框行、加框列、加框单选列、加框单选行等控件组	布局时控件组中的高度不变
8	chidren_fixed_width	行、列、单选行、单选列、加框行、加框列、加框单选列，加框单选行等控件组	布局时控件组中的宽度不变
9	Color	图像和图像按钮	图像的背景颜色
10	edit_limit	编辑框	用户能键入的最大字符数
11	edit_width	编辑框和弹出式列表	控件编辑部分的宽度
12	fixed_hight	所有控件	布局时高度不变
13	fixed_width	所有控件	布局时宽度不变
14	fixed_hight_for	列表和弹出式列表	是否用固定字体显示文本
15	Height	所有控件	控件的高度
16	initial_focus	对话框	具有初始聚焦控件的关键字属性
17	is_bold	文本框	用黑体显示
18	is_cancel	按钮	按取消键（ESC）时按钮被激活
19	is_default	按钮	按接收键（ENTER）时按钮被激活
20	is_enable	所有激活的按钮	开始控件是被激活的
21	is_tab_stop	所有激活的按钮	控件是可聚焦的（按 TAB 键）可聚焦该控件
22	Key	所有激活的按钮	应用程序使用的控件名

续表

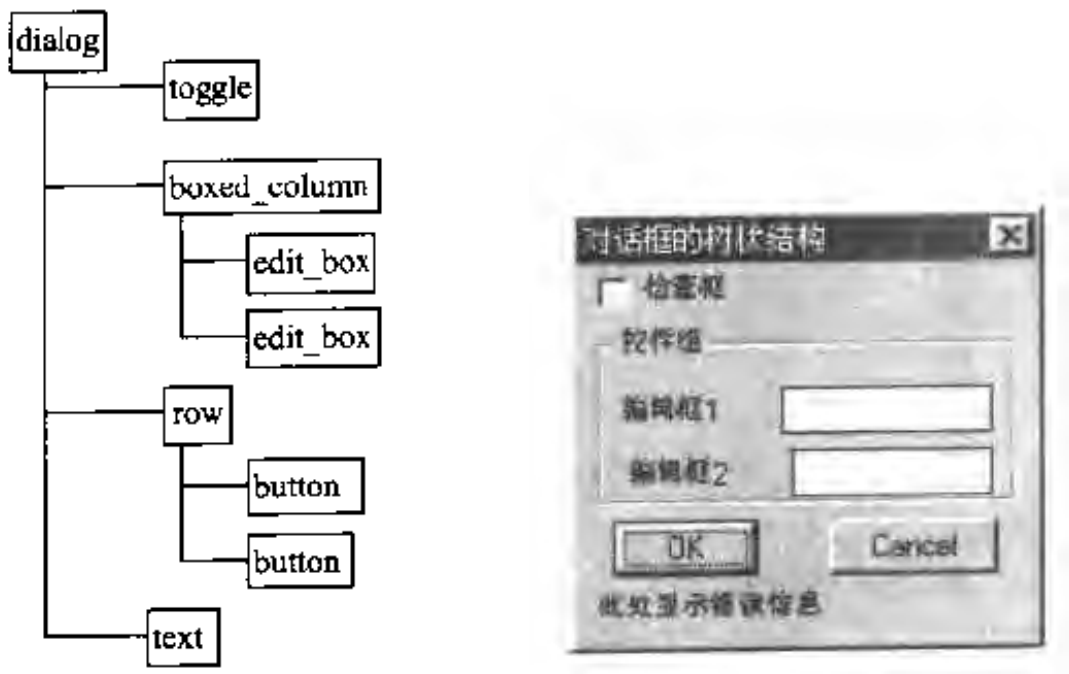
序号	属生名	有关的控件	含　义
23	Label	加框行、加框列、加框单选行、加框单选列等控件组和按钮、对话框、编辑框、列表框、弹出式列表、单选按钮、文本框和检查框等控件	显示控件的标签
24	Layout	滑动条	滑动条是水平还是垂直方向
25	List	列表框和弹出式列表	在列表框中显示的初始值
26	max_value	滑动条	滑动条的最大值
27	min_value	滑动条	滑动条的最小值
28	Mnenonic	所有激活的按钮	控件的助记符
29	mutiple_select	列表框	当为 true 时，允许多项选择
30	Password_char	编辑框	指定一个字符为口令字符
31	small_increment	滑动条	移动的增量
32	Tabs	列表框和弹出式列表	在列表框中指定 tab 的停止位置
33	tab_truncate	列表框和弹出式列表	当 tab 停止位置字符串较长时，是否将其截断
34	Value	文本框、除按钮和图像按钮外的可激活控件	控件的初始值
35	Width	所有控件	控件的宽度

7.6.3　DCL 文件的结构与语法

在一个 DCL 文件中可以引用其他 DCL 文件，用@include [path] filename 格式来实现，例如：

@include "user_dcl.dcl"

用户在 DCL 文件中定义的对话框一般为一个树状结构，树叶总是预定义的控件，而树根总是一个对话框（dialog）。如图 7-10 所示。



（a）对话框的树状结构　　（b）所显示的对话框

图 7-10　对话框的树状结构

对应的 DCL 文件描述如下：

```
mydialog: dialog{
  label= "对话框的树状结构";
  : toggle{
    label= "检查框";
    }
  : boxed_column{
    label= "控件组";
    : edit_box{
      label= "编辑框 1";
```

```
        }
      : edit_box{
        label= "编辑框 2";
        }
      }
  ok_cancel;
  : text{
    label= "此处显示错误信息";
  }
}
```

用户可以定义新的控件，其定义格式如下：

```
name: item1[: item2:  item3…]{
      attribute=value;
      …
      }
```

例如按钮的内部定义如下：

```
button: tile{
      fixed_height=true;
      is_tab_stop=true;
      }
```

在 base.dcl 文件中定义的 default_button 按钮：

```
default_button: button{
            is_default=true;
            }
```

在上述定义中，新定义的控件 default_button 继承了 button 控件的所有属性，并补充了新属性 is_default，新定义的 default_button 按钮就是一个新的控件。又如 ok_only 按钮的定义如下：

```
ok_only: column{
      fixed_width=true;
      alignment=centered;
      : ok_button{
          is_cancel=true;
          }
      }
```

在这个控件定义中，定义的新控件 ok_only 就是一个控件子组装，类似与 ok_cancel 子组装。

7.6.4 对话框管理程序设计

AutoLISP 提供了处理对话框的函数，这些函数可以从 DCL 文件中加载对话框，并可以给对话框中的各控件赋初值，获取用户在对话框中的输入数据，还可以定义与用户输入有关的操作等。

（1）一个简单的对话框管理程序

在第 7.5.2 节中曾经编写好一个树状结构的对话框，假定它存放在一个名为"mydialog.dcl"的文件内，则下面这段程序可以来显示它。

```
(defun showmydialog ()
  (setq dcl_id (load_dialog "mydialog.dcl"))          ;加载对话框文件
  (if (not (new_dialog "mydialog" dcl_id))            ;初始化并则显示对话框
    (exit)                                            ;若不显示则退出程序
  )
  (action_tile "accept" "(done_dialog)")              ;将 OK 按钮与一个操作表达式相联系
  (start_dialog)                                      ;用户与对话框开始对话
  (unload_dialog dcl_id)                              ;卸载对话框文件
)
```

这段程序中，在调用（new_dialog）之后，直到用户选择“OK”按钮或由程序调用(done_dialog)之前，对话框一直保持有效。这段时间正是用户操作对话框进行输入数据的时候。在程序中调用（start_dialog）之后，程序将控制权就交给了对话框控制软件 PDB。因此，一般在调用（start_dialog）之前，把对话框中的各控件进行初始化，并定义各控件的操作。例如在该例中用（action_tile）函数将确定按钮（其关键字属性值是“accept”）赋予了（done_dialog）操作。当用户单击确定按钮后，对话框就执行(done_dialog)函数，这种方法叫回调。这与一般程序使用的顺序、分支和循环三大结构不同。一旦对话框执行了（done_dialog）函数，控制权就又回到了应用程序。

（2）AutoLISP 对话框处理函数

(action_tile key action_expression)　该函数的功能是将控件与操作表达式相联系。当用户选择了该控件时，就执行操作表达式所指定的操作。参数 key 和 action_expression 都应是字符串形式（即都应当用双引号括起来），分别为控件的 key 属性和一个 AutoLIST 操作表达式。在该表达式中，可以获得控件的当前值$value、当前控件的名称$key、该控件的应用程序专用数据$data 和该表达式的回调原因$reason。若控件是一个图像按钮，则在操作表达式中还可以获得用户选取点的坐标$x 和$y。

(add_list item)　该函数向列表框或弹出式列表控件的选择列表中加入字符串 item，或者用 item 代替当前表中的一项。参数 item 是一个字符串。

(client_data_tile key clientdata)　该函数把应用程序专用数据与由参数 key 指定的控件相联系。参数 key 是一个字符串，应为某一控件的属性值，clientdata 是应用程序专用数据。

(dimx_tile key)和（dimy_tile key）　这两个函数用于获得控件的宽度和高度。控件的坐标原点在控件的左上角，函数(dimx_tile)返回控件的宽度，函数(dimy_tile)返回控件的高度。参数 key 是一个字符串，它是控件的 key 属性值。

(done_dialog [status])　调用该函数将结束对话框。该函数一般在操作表达式或回调函数中调用。参数 status 是可选的，若指定了该参数，则它必须是正整数，它将由（start_dialog）函数返回。对话框中的标准退出按钮 OK 返回 1，CANCEL 返回 0。

(end_image)　该函数结束创建当前活动图像，一般应与（start_image）函数成对调用。

(end_list)　该函数结束当前列表框或弹出式列表的选择项的建立。一般与(start_list)函数成对使用。

(fill_image x1 y1 x2 y2 color)　该函数在当前活动图像中画一填充矩形，该矩形的两个角点坐标是(x1，y1)和(x2，y2)，参数 color 指定填充的颜色。

(get_attr key attribute)　该函数获得 DCL 文件中控件的属性值，参数 key 是一个字符串，用于指定是哪一个控件。

(get_tile key)　返回 key 所指定的控件的当前值。如果 key 指的是一个列表框或弹出式列表，当没有选择项时，返回 NIL。

(load_dialog dcldile)　该函数用于加载一个 DCL 文件，返回一个句柄（整数型），如果不能打开 DCL 文件，则返回一个负整数。

(mode_tile key mode)　该函数控制 key 所指的控件的显示状态，mode 取值意义见表 7-4。

表 7-4　函数(mode_tile)使用的状态

状态值	含　义
0	启用控件
1	禁用控件
2	设置聚焦的控件
3	高亮度显示编辑框中的内容
4	对图像控件切换它的高亮度显示

(new_dialog dlgname dcl_id)　该函数的功能是开始处理一个对话框、显示这个对话框和给这个对话框指定一个缺省的操作，参数 dlgname 指定是哪一个对话框。参数 dcl_id 是一个正整数，来自调用(load_dialog)函数的返回值，指明是哪一个 DCL 文件。

如果(new_dialog)调用成功则返回 T，否则返回 nil。当(new_dialog)函数调用失败后，在

调用(start_dialog)函数会产生意想不到的后果。

(set_tile key value)　该函数用于设置 key 所指控件的值为 value，两个参数都为字符串。

(slide_image x1 y1 x2 y2 sldname)　该函数的功能是在当前的图像控件中显示一个幻灯片，若要显示幻灯片库中的幻灯片则采用“库名（幻灯片名）”的格式。幻灯片放在坐标(x1，y1)和(x2，y2)所确定的矩形区域内，图像控件的左上角是坐标原点。通过调用函数(dimx_tile)和(dimy_tile)可以获得图像控件右下角的坐标。

(start_dialog status)　这个函数的功能是开始对话框的对话，并开始接受用户的输入。对话框必须经过(new_dialog) 的初始化，才能调用(start_dialog)函数。

函数(start_dialog)没有参数，它的返回值传递给函数(done_dialog status)的参数 status。缺省情况是：当用户按下 OK 按钮时返回 1，按下 Cancel 后返回 0，当通过(term_dialog)函数关闭所有的对话框后，返回-1。

(start_image key)　该函数的功能是激活 key 所指的控件，它应与函数(end_image)成对使用，在这两个函数之间可以调用(fill_image)、(slide_image)和(vector_image)等函数建立图像。

(start_list key [operation [index]])　该函数的功能是开始处理有 key 指定的列表框或弹出式列表控件中的选择列表。它应与(end_list)成对使用。在这两个函数之间，可以调用(add_list)函数来处理选择列表。

当调用(start_list)改变选择列表项时，参数 index 指出使用函数(add_list)时要改变的选择列表项。在其他情况下，参数 index 可省略。Index 的基准值为 0。

(term_dialog)　关闭当前所有的打开的对话框，如果应用程序结束时，DCL 文件还是打开的，AutoCAD 会自动调用(term_dialog)函数。该函数主要用于终止嵌套的对话框，其返回值总为 nil。

(unload_dialog dcl_id)　卸载 dcl_id 指定的对话框，参数 dcl_id 是调用函数(load_dialog)的返回值，(unload_dialog)函数的返回值总为 nil。

(vertor_image x1 y1 x2 y2 color)　在当前的图像控件中，从(x1，y1)到点(x2，y2)用颜色 color 画一条直线。

（3）对话框有效时不允许调用的函数　见表 7-5。当对话框有效时，即在调用(start_dialog)函数后，用户不能调用下表所列的 AutoLISP 函数，如果用户需要调用时，必须隐藏或关闭对话框。

表 7-5　对话框有效时不允许调用的函数

函数名	函数名	函数名	函数名
command	Getcorner	getstring	nentsel
entdel	Getdist	graphscr	osnap
entmake	Getint	grdraw	prompt(**)
entmod	Getkword	grread	redraw
entsel	Getorient	gettext	ssget(*)
entupt	Getpoint	grvecs	textpage
getangle	Getreal	menucmd	textscr

注意：交互使用的 ssget 选择不允许，但其他方式可以使用。

7.7　幻灯片

7.7.1　什么是幻灯片

幻灯片就是屏幕显示的快照，它就像用照相机对屏幕上的显示进行照相。幻灯片不包括任何与 AutoCAD 图形一样的向量信息。这意味着其中的实体失掉了任何与之相关的信息，

幻灯片不保留图形的颜色、线型、层、点和块的信息，不能像图形那样被编辑，如果要对幻灯片修改，就必须对原图形修改后重新制作幻灯片。

7.7.2 制作幻灯片命令 MSLIDE

幻灯片是通过使用 AutoCAD 的 MSLIDE 命令来制作的，在命令行输入 MSLIDE 后回车，打开“Crrate Slide File”对话框，见图 7-11，选择好要保存的文件夹，输入幻灯片文件名。幻灯片文件的扩展名是 sld。

图 7-11 “Crrate Slide File”对话框

制作的幻灯片是把整个绘图区域都包括进来，所以在做幻灯片的时候，尽量把要做成幻灯片的实体放大到整个视图。

7.7.3 显示幻灯片命令 VSLIDE

使用 VSLIDE 命令可以观察幻灯片，在命令行键入 VSLIDE 命令后，打开“Select Slide File”对话框，见图 7-12，选择要显示的幻灯片即可。

图 7-12 “Select Slide File”对话框

观察完幻灯片后，可以使用 AutoCAD 的 REDRAW 命令刷新屏幕即可去掉幻灯片显示，返回到图形屏幕状态。任何一个自动带有重画功能的命令也会显示已有图形，例如 GARD、ZOOM ALL 与 REGEN 命令等。

7.7.4 制作幻灯片库

在定制开发 CAD 过程中，有时需要同时装入多个幻灯片文件，这样会增加装入的时间。AutoCAD 提供了一个构造幻灯片文件库的实用根据——SLIDELIB，在需要装入多个文件的时候，把这些幻灯片作成一个幻灯片库，在运行时会大大减少装入的时间，提高效率。工具

SLIDELIB 命令的格式为：

C:\Program Files\ACAD2000\SUPPORT\SLIDELIB (库文件名)<(幻灯片列表文件名)

这里假定 AutoCAD 安装在 C:\Program Files\ACAD2000 目录下，例子：

C:\Program Files\ACAD2000\SUPPORT\SLIDELIB　SLIDELIB1　LIST.TXT

其中　SLIDELIB1……要制作的幻灯片库文件名

　　LIST.TXT……存放幻灯片的列表文件名

SLIDELIB 工具是由 AutoCAD 软件提供的，在 SUPPORT 目录下可找到该文件（SUPPORT.EXE）。幻灯片列表文件是存放要做成幻灯片库文件的幻灯片文件名清单，是一个纯文本文件，可以用任何一个文本编辑器来制作，例如记事本或 EDIT 等。在 DOS 下可以使用 DIR 命令来自动生成一个文件列表，但必须要把做成库的幻灯片文件放在同一个目录下，例如：

C:\Program Files\ACAD2000\SUPPORT\DIR　*.SLD /B>LIST.TXT

上例中把 C:\Program Files\ACAD2000\SUPPORT 目录下的幻灯片文件名列表放到新文件 LIST.TXT 中，然后利用 SLIDELIB 工具制作幻灯片库，SLIDELIB 工具从幻灯片列表中读取幻灯片文件名，然后将该文件加入到指定的幻灯片库中。

第 8 章　水处理常用图形符号库的建立与使用实例

在实际绘图过程中，会用到大量的图形符号，而这些符号又是常用的、重复的，如何利用 AutoCAD 强大的二次开发功能来减少工作量，这就是本章要讲述的内容。下面讲述水处理常用图形符号库的建立过程，中间还要介绍 AutoCAD 界面的定制，包括下拉菜单、图像菜单的编辑等。

8.1　图形符号库的建立方法

在 AutoCAD 中建立符号库一般使用图标菜单的方法，把符号做成块和幻灯片。在图标菜单中显示幻灯片，当用户选择好某一符号后，执行插入命令（insert），插入相应的块。建立图形符号库一般有下面介绍的五步。

第一步：绘制图形。首先要把所要做成符号库的图形绘制出来，所有的符号图形可以做在一张图上，即存成一个文件，也可以把每个图形做成单个文件保存。

第二步：制作块。创建块需利用磁盘写块命令 WBLOCK，在命令行键入“WBLOCK”并回车，打开“Write Block”对话框，如图 8-1 所示。单击对话框中“Pick Point”左侧的按钮，该对话框隐藏后要求输入块的基点，用鼠标在符号图形上选择一个点（插入块时的基点），然后返回到对话框，单击“Select Objects”左侧的按钮，隐藏对话框后要求选择要做成块的实体（可以选择多个实体），然后回车结束选择并退回对话框状态。在“File name”编辑框输入块名，块名可以省略块展名 DWG，在“Location”下拉列表框可以选择保存块的路径，也可单击右侧的按钮，打开“浏览文件夹”对话框，如图 8-2 所示。选择好文件单击“确定”设置好保存路径。“Write Block”对话框中的其他选项均可采用默认设置，最后单击“确定”，这样就把选择的图形以文件的形式保存到磁盘中了。

图 8-1　Write Block 对话框

图 8-2　浏览文件夹对话框

第三步：制作幻灯片。幻灯片的制作方法详见第 7 章有关内容。每一个符号图形都需要单独做成一个幻灯片文件，保存到同一个文件夹内。还可以把所有的幻灯片做成一个库文件。

第四步：图标菜单的制作。为了便于用户的操作，使用户界面交互式更方便，我们可以把所做的符号图库添加到菜单文件中，利用图标菜单给用户一个操作简单的界面。图表菜单的制作方法在下面会详细介绍。

第五步：符号库的安装。如何调用做好的图表菜单，需要掌握 AutoCAD 菜单文件的一些知识。一般是添加到下拉菜单中，当点击下拉菜单中的某一项命令后调出图标菜单，然后需要重新加载菜单文件。

8.2　图标菜单制作

首先要把水处理常用符号图形画出来，然后做成块和幻灯片，这不是本节所要讲述的内容。下面我们要制作图标菜单和下拉菜单，这需要学习一些 Auto CAD 菜单文件的有关知识。

8.2.1　AutoCAD 菜单介绍

AutoCAD 系统提供了强大的菜单开发工具，系统包含了标准的菜单文件 ACAD.MNS，编译后的文件为 ACAD.MNC，每次启动 AutoCAD 时就会自动加载标准菜单文件 ACAD.MNC。ACAD.MNS 是一个纯文本的文件格式，可以用任何的文本编辑软件来修改，当然也可使用 VisualLISP 编辑器来修改编辑。ACAD.MNS 文件保存在 AutoCAD 安装目录的 SUPPORT 子目录下，修改 ACAD.MNS 时应先做好备份，以便误操作后能及时恢复。菜单文件可以分为几个段，每个段有一个固定的标题，以“***”作为段标题的专用标记，AutoCAD 使用下列标识来区分菜单文件的不同段：

图 8-3　AutoCAD 的菜单

***BUTTONS(*n*)	按钮菜单区（*n* 从 1 到 4）
***AUX(*n*)	辅助设备菜单区（*n* 从 1 到 4）
***POP0	光标菜单区
***POP(*n*)	下拉菜单区（*n* 从 1 到 499）
***IMAGE	图标菜单区
***SCREEN	屏幕菜单区
***TABLET(*n*)	图形输入板（*n* 从 1 到 4）
***TOOLBARS	工具栏定义
***HELPSTRING	状态栏的文字显示
***ACCELERATORS	加速键定义

打开 AutoCAD 系统提供的标准菜单文件 ACAD.MNS，可以看到整个菜单文件的结构，如

图 8-3 所示的菜单显示。

该菜单在标准菜单文件中的描述如下：

```
……
***POP9                                                          1
ID_MnModify     [&Modify]                                        2
ID_Ai_propch    [&Properties]^C^C_properties                     3
ID_Matchprop    [&Match Properties]'_matchprop                   4
ID_MnObject     [->&Object]                                      5
ID_MnExterna    [->&External Reference]                          6
ID_Xbind        [&Bind...]^C^C_xbind                             7
                [--]                                             8
ID_Xclipfram    [<-$(if,$(eq,$(getvar,xclipframe),1),!.)&Frame]+ 9
                $M=$(if,$(eq,$(getvar,xclipframe),1),+           10
                ^C^C_xclipframe 0,^C^C_xclipframe 1)             11
ID_MnImage      [->&Image]                                       12
ID_Imageadju    [&Adjust...]^C^C_imageadjust                     13
ID_Imagequal    [&Quality]^C^C_imagequality                      14
ID_Transpare    [&Transparency]^C^C_transparency                 15
                [--]                                             16
ID_Imagefram    [<-<-&Frame]^C^C_imageframe                      17
ID_Clip         [->Clip]                                         18
ID_ImageClip    [&Image]^C^C_imageclip                           19
ID_XrefClip     [&Xref]^C^C_xclip                                20
ID_VportClip    [<-&Viewport]^C^C_vpclip                         21
                [--]                                             22
ID_Hatchedit    [Hatch...]^C^C_hatchedit                         23
ID_Pedit        [Polyline]^C^C_pedit                             24
ID_Splinedit    [Spline]^C^C_splinedit                           25
……
```

上面菜单文件原代码中每一行后的数字为编者加的内容，表示行号，为了解释方便，原文件中没有。菜单文件中以“//”为开头的行为注释行，在应用中不起作用。

第 1 行：POP9 是下拉菜单的标识。

第 2 行：ID_MnModify 表示，指向帮助菜单段中帮助内容的指针，其帮助内容显示在状态栏；[&Modify]表示下拉菜单的标题，字符“&”和后面的字母组成快捷键。

第 3 行：^C^C 相当于按两次取消键，_properties 表示调用 properties 命令，前面的下划线指的是系统内部命令。

第 4 行：'_matchprop 前面的“'”表示调用透明命令。

第 5 行：[->&Object]中的“->”指下面的内容是下一级菜单。

第 6 行：显示二级菜单。

第 8 行：[--]表示显示一段分隔线。

第 9 行：<-表示本级菜单结束，返回上一级菜单。

第 17 行：<-<-表示返回上两级菜单。

8.2.2 图标菜单

图标菜单也叫图像显示菜单，在使用块插入、文本字型选择中非常实用、直观。用图标菜单可以调用系统命令、VisualLISP 程序或预定义的宏，在二次开发中是定制 AutoCAD 用户界面的强有力工具。图标菜单不能由键盘命令来装入，而只能从下拉菜单或按钮等菜单来装入。图标菜单结构如图 8-4 所示，能同时在对话框中显示 20 个幻灯片图像，左侧显示与图像相联系的名称，可拖动滚动条来查找，也可使用按钮“Previous”和“Next”来翻

页。选中图像时其相应的名称也会被选中，反之亦然；然后单击“OK”，或双击图像即可调用相应的命令。

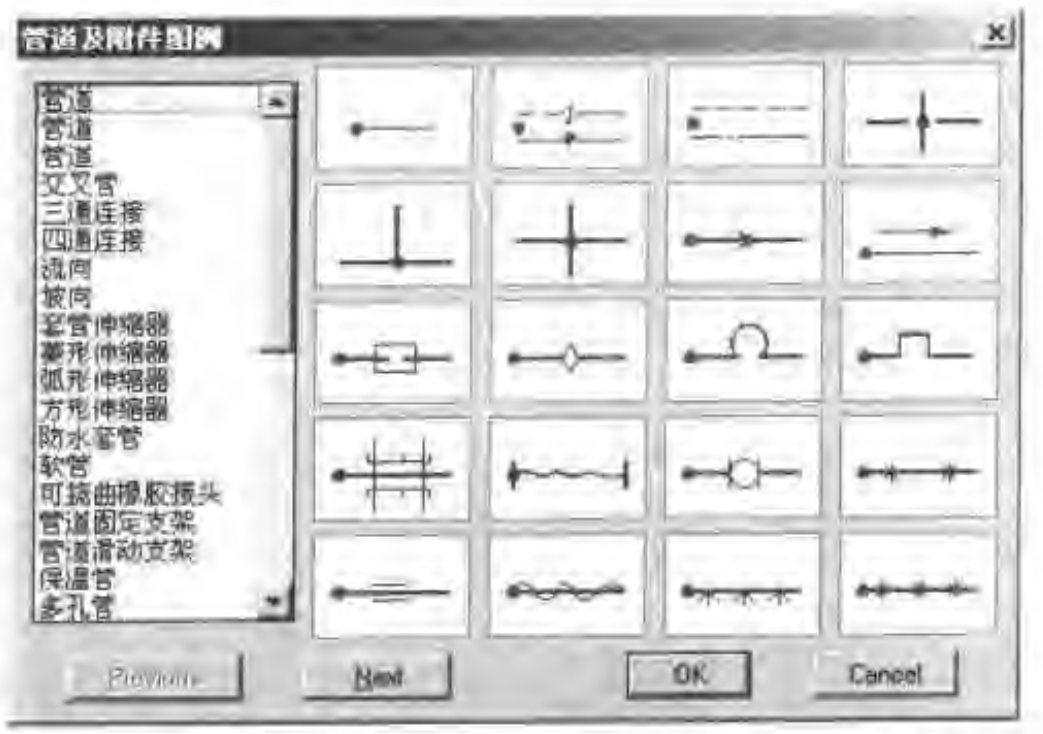


图 8-4　图标菜单结构图

图标菜单定义在菜单文件 ACAD.MNS 中的***IMAGE 段，每一个图标菜单以两个星号（**）开头，如**IMAGE1；星号后面的文字是图标菜单的名称，在被调用时会用到。图 8-4 的图标菜单在菜单文件中的描述如下：

```
***IMAGE                                                    1
……                                                          2
**IMAGE1                                                    3
[管道及附件图例]                                            4
[S3-1-1,管道]^C^C-INSERT gd/S3-1-1                          5
[S3-1-2,管道]^C^C-INSERT gd/S3-1-2                          6
[S3-1-3,管道]^C^C-INSERT gd/S3-1-3                          7
[S3-2,交叉管]^C^C-INSERT gd/S3-2                            8
[S3-3,三通连接]^C^C-INSERT gd/S3-3                          9
[S3-4,四通连接]^C^C-INSERT gd/S3-4                          10
[S3-5,流向]^C^C-INSERT gd/S3-5                              11
[S3-6,坡向]^C^C-INSERT gd/S3-6                              12
[S3-7,套管伸缩器]^C^C-INSERT gd/S3-7                        13
[S3-8,菱形伸缩器]^C^C-INSERT gd/S3-8                        14
[S3-9,弧形伸缩器]^C^C-INSERT gd/S3-9                        15
[S3-10,方形伸缩器]^C^C-INSERT gd/S3-10                      16
[S3-11,防水套管]^C^C-INSERT gd/S3-11                        17
[S3-12,软管]^C^C-INSERT gd/S3-12                            18
[S3-13,可挠曲橡胶接头]^C^C-INSERT gd/S3-13                  19
[S3-14,管道固定支架]^C^C-INSERT gd/S3-14                    20
[S3-15,管道滑动支架]^C^C-INSERT gd/S3-15                    21
[S3-16,保温管]^C^C-INSERT gd/S3-16                          22
[S3-17,多孔管]^C^C-INSERT gd/S3-17                          23
[S3-18,拆除管]^C^C-INSERT gd/S3-18                          24
[S3-19,地沟管]^C^C-INSERT gd/S3-19                          25
[S3-20,防护套管]^C^C-INSERT gd/S3-20                        26
[S3-21,管道立管]^C^C-INSERT gd/S3-21                        27
[S3-22,排水明沟]^C^C-INSERT gd/S3-22                        28
```

[S3-23,排水暗沟]^C^C-INSERT gd/S3-23 29
[S3-24,弯折管]^C^C-INSERT gd/S3-24 30
[S3-25,弯折管]^C^C-INSERT gd/S3-25 31
[S3-26,存水管]^C^C-INSERT gd/S3-26 32
[S3-27,检查口]^C^C-INSERT gd/S3-27 33
[S3-28,清扫口]^C^C-INSERT gd/S3-28 34
[S3-29,通气帽]^C^C-INSERT gd/S3-29 35
[S3-30,雨水斗]^C^C-INSERT gd/S3-30 36
[S3-31,排水漏斗]^C^C-INSERT gd/S3-31 37
[S3-32,圆形地漏]^C^C-INSERT gd/S3-32 38
[S3-33,方形地漏]^C^C-INSERT gd/S3-33 39
[S3-34,自动冲洗水箱]^C^C-INSERT gd/S3-34 40
[S3-35,阀门套筒]^C^C-INSERT gd/S3-35 41
[S3-36,挡墩]^C^C-INSERT gd/S3-36 42
…… 43

说明如下。

第 1 行：定义图标菜单段；

第 2 行：图标菜单段的其他内容；

第 3 行：定义一个图标菜单，名称为 IMAGE1；

第 4 行：[管道及附件图例]表示在图标菜单对话框标题中显示的文字；

第 5 行：[S3-1-1,管道]中的“S3-1-1”表示要显示的幻灯片名称，“管道”是显示在图标菜单左侧的名称，“^C^C”是两次取消命令，“-INSERT”是调用插入命令，前面的“-”表示以命令行方式调用命令，“gd/S3-1-1”表示当前目录下 gd 子目录下的 S3-1-1 块文件。当选中该图像按“OK”键后，以命令行方式调用 INSERT 插入命令，然后加载 gd 目录下的 S3-1-1.DWG 文件，INSERT 命令后面的操作步骤由用户完成，这样就会把 S3-1-1.DWG 作为块插入到图形的某一位置。

图标菜单左侧列表框中的名称可以使用多种不同的格式，每种格式都有一种不同的功能；名称最多允许包含 17 个字符，超出部分则不能被显示，但并不影响定义在菜单中的命令。图表菜单的不同格式如下所述。

[SLIDENAME]：在列表框中的名称显示的是幻灯片的文件名，图像控件上显示相应的幻灯片。

[SLIDENAME，LABEL]：SLIDENAME 是图像控件上显示的幻灯片名称，LABEL 是显示在列表框中的名称，例如[S3-1-2,管道]，“S3-1-2”表示要显示的幻灯片名称，而列表框中显示的名称是“管道”。

[SLIDELIB(SLIDENAME，LABEL)]：在这种格式中，SLIDENAME 是幻灯片库 SLIDELIB 中的幻灯片名称，并显示在图像控件中，LABEL 是在列表框显示的名称，幻灯片库的制作见第 7 章。

8.3 符号库的安装

8.3.1 图标菜单的调用

图标菜单只能由下拉菜单或菜单按钮来调用并显示出来。图标菜单的调用格式是由$符号和一个紧跟其后用来指定菜单段的字母组成，制定图表菜单段的字母是 I，后面一个等号和图表菜单的名称，格式如下：

$Section=Submenu

其中 $——“$”符号；

Section——菜单段标识符；

=---- “=”号；

Submenu——菜单段名称。

装入子菜单后，图标菜单不能立即被激活显示出来，这就需要一个命令把菜单激活，其格式如下：

$I=*

例如，在下拉菜单中有下面一条语句：

[管道附件]$I=IMAGE1 $I=*

中括号里的内容是显示在菜单中的名称，“$I”是要调用的图标菜单，图标菜单的名称是“IMAGE1”，“$I=*”命令是把调用的菜单激活并显示，“$I”前面有一个空格。

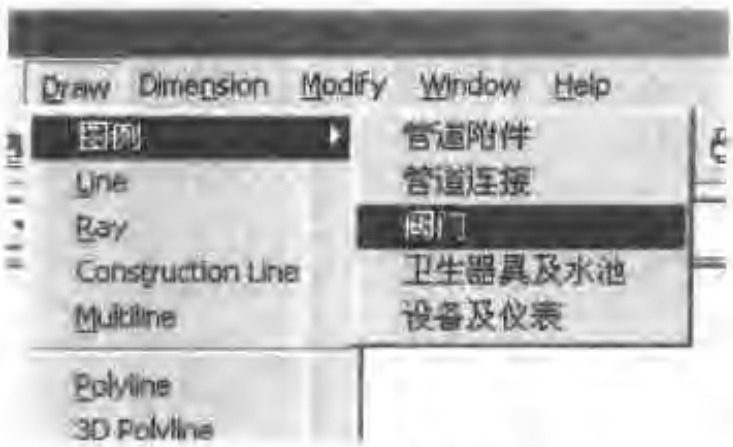


图 8-5 下拉菜单

8.3.2 下拉菜单

在下拉菜单（或其他的菜单部分）中加入调用的命令，下例把该部分写到了下拉菜单“Draw”下，如图 8-5 所示。

在标准菜单文件中描述如下：

```
……
***POP7
**DRAW
ID_MnDraw        [&Draw]
                 [->图例]
                 [管道附件]$I=IMAGE1 $I=*
                 [管道连接]$I=IMAGE2 $I=*
                 [阀门]$I=IMAGE3 $I=*
                 [卫生器具及水池]$I=IMAGE4 $I=*
                 [<-设备及仪表]$I=IMAGE5 $I=*
ID_Line          [&Line]^C^C_line
ID_Ray           [&Ray]^C^C_ray
……
```

当选择某一菜单命令后，即调用相应的图标菜单并显示，例如单击“管道附件”后，就会把名称为“IMAGE1”图表菜单显示出来。

8.3.3 菜单的装入

编写或修改后的菜单文件需要重新加载到 AutoCAD 才能被显示，AutoCAD 自动保存最后一次装入的菜单文件名，每次启动时就会加载该菜单文件。装入菜单文件的命令是 MENU，在命令行键入“MENU”并回车，打开如图 8-6 所示的对话框，选中要加载的菜单文件(.MNS)，

图 8-6 加载菜单对话框

AutoCAD 会自动编译成 MNC 格式，然后把新菜单显示出来。

8.4 有关 AutoCAD 搜索路径的问题

当把做好的幻灯片文件放到一个目录下，在图标菜单对话框中可能没有被显示，这是因为 AutoCAD 没有找到该幻灯片，AutoCAD 默认的搜索路径中不包括幻灯片所在的目录。当 AutoCAD 在指定的目录下找不到文件时就会按一定的顺序去寻找，首先查找当前文件所在的目录，然后查找系统的默认目录，默认的搜索路径在“选项”对话框中设置。在 AutoCAD 中选择“Tools->Options”打开 Options 对话框，如图 8-7 所示，选择“Files”选项卡，双击“Support File Search Path”展开路径；也可以单击前面的“+”号，然后单击“Add”按钮，结果如图 8-8 所示，可以在方框内直接输入想要添加的路径；也可单击右边“Browse”按钮，打开浏览文件夹对话框，选择好目录后按“OK”键。添加好搜索路径后，关闭 Options 对话框即可。编者使用的计算机把 AutoCAD 安装在了 C:\ACAD2000 目录下，幻灯片和块都放在了 C:\ACAD2000\gd 目录下。设置好搜索路径后，再次打开图标菜单，AutoCAD 就会在每一个搜索路径下找相应的幻灯片文件，然后把它显示在图像控件中。

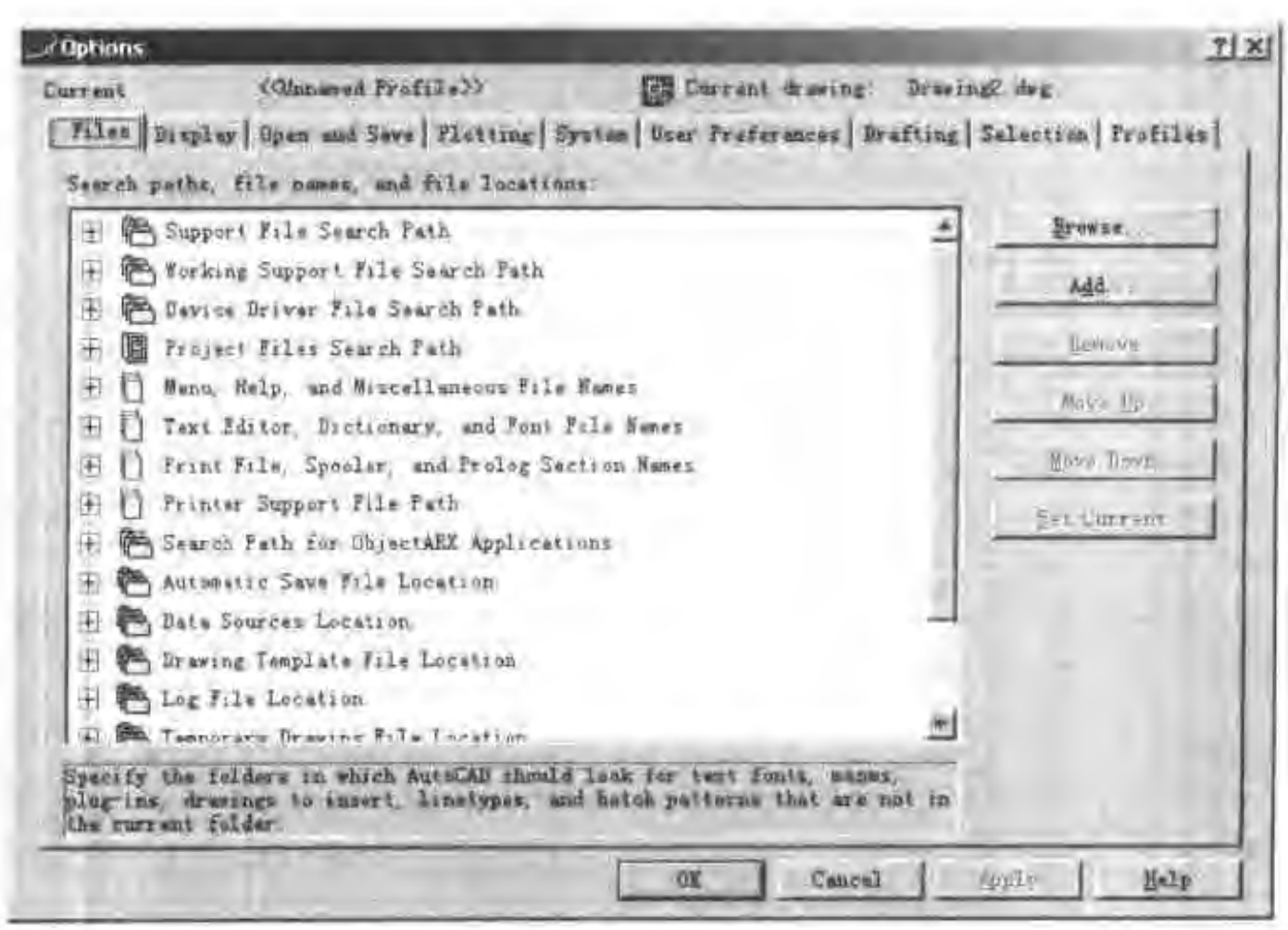


图 8-7 Options 对话框

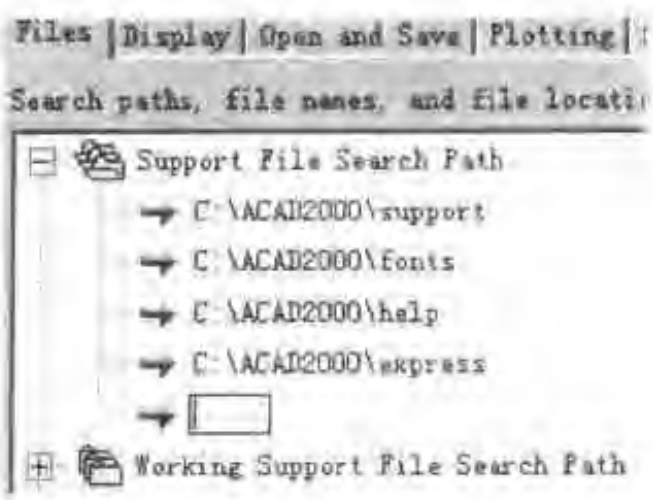


图 8-8 搜索路径的设置

8.5 管道及附件、管道连接、阀门、卫生器具及水池、设备及仪表图例

8.5.1 管道及附件图例见表 8-1

表 8-1 管道及附件图例

序号	名称	图例	说明	序号	名称	图例	说明
1	管道		用于一张图内只有一种管道	18	拆除管		
		—J— —P—	用汉语拼音字头表示管道类别	19	地沟管		
			用图例表示管道类别	20	防护套管		
2	交叉管		指管道交叉不连接，在下方和后面的管道应断开	21	管道立管	XL XL	X 为管道类别代号
3	三通连接			22	排水明沟		
4	四通连接			23	排水暗沟		
5	流向			24	弯折管		表示管道向后弯 90°
6	坡向			25	弯折管		表示管道向前弯 90°
7	套管伸缩器			26	存水弯		
8	菱形伸缩器			27	检查口		
9	弧形伸缩器			28	清扫口		
10	方形伸缩器			29	通气帽		
11	防水套管			30	雨水斗		
12	软管			31	排水漏斗		
13	可挠曲橡胶接头			32	圆形漏斗		
14	管道固定支架			33	方形漏斗		
15	管道滑动支架			34	自动冲洗水箱		
16	保温管		也适用于防结露管	35	阀门套筒		
17	多孔管			36	挡墩		

8.5.2 管道连接图例见表 8-2

表 8-2 管道连接图例

序号	名称	图例	序号	名称	图例
1	法兰连接		10	喇叭口	
2	承插连接		11	转动接头	
3	螺纹连接		12	管接头	
4	活接头		13	弯管	
5	管堵		14	正三通	
6	法兰堵盖		15	斜三通	
7	偏心异径管		16	正四通	
8	异径管		17	斜四通	
9	乙字管				

8.5.3 阀门图例见表 8-3

表 8-3 阀门图例

序号	名称	图例	序号	名称	图例
1	阀门		14	隔膜阀	
2	角阀		15	气开隔膜阀	
3	三通阀		16	气闭隔膜阀	
4	四通阀		17	温度调节阀	
5	闸阀		18	压力调节阀	
6	截止阀		19	电磁阀	
7	电动阀		20	止回阀	
8	液动阀		21	消声止回阀	
9	气动阀		22	蝶阀	
10	减压阀		23	弹簧安全阀	
11	旋塞阀		24	平衡锤安全阀	
12	底阀		25	自动排气阀	
13	球阀		26	浮球阀	

续表

序号	名称	图例	序号	名称	图例
27	延时自闭冲洗阀		34	室外消火栓	
28	放水龙头		35	室内消火栓(单口)	
29	皮带龙头		36	室内消火栓(双口)	
30	洒水龙头		37	水泵接合器	
31	化验龙头		38	消防喷头（开式）	
32	肘式开关		39	消防喷头（闭式）	
33	脚踏开关		40	消防报警阀	

8.5.4 卫生器具及水池图例见表 8-4

表 8-4 卫生器具及水池图例

序号	名称	图例	说明	序号	名称	图例	说明
1	水盆水池		用于一张图内只有一种水盆或水池	16	淋浴喷头		
2	洗脸盆			17	矩形化粪池	HC	HC 为化粪池代号
3	立式洗脸盆			18	圆形化粪池	HC	
4	浴盆			19	除油池	YC	YC 为除油池代号
5	化验盆、洗涤盆			20	沉淀池	CC	CC 为沉淀池代号
6	带篦洗涤盆			21	降温池	JC	JC 为降温池代号
7	盥洗槽			22	中和池	ZC	ZC 为中和池代号
8	污水池			23	雨水口		
9	妇女卫生盆			24	阀门井、检查井		
10	立式小便器			25	放气井		
11	挂式小便器			26	泄水井		
12	蹲式大便器			27	水封井		
13	坐式大便器			28	跌水井		
14	小便槽			29	水表井		本图例与流量计相同
15	饮水器						

8.5.5 设备及仪表图例见表 8-5

表 8-5 设备及仪表图例

序号	名称	图例	说明	序号	名称	图例	说明
1	泵		用于一张图内只有一种泵	13	水锤消除器		
2	离心水泵			14	浮球液位器		
3	真空泵			15	搅拌器		
4	手摇泵			16	温度计		
5	定量泵			17	水流指示器		
6	管道泵			18	压力表		
7	热交换器			19	自动记录压力表		
8	水-水热交换器			20	电接点压力表		
9	开水器			21	流量计		
10	喷射器			22	自动记录流量计		
11	磁水器			23	转子流量计		
12	过滤器			24	减压孔板		

8.6 水处理常用图形符号库实例

首先要把加入到符号库中的图形做成块（外部块，用 WBLIOCK 命令作的块），并把该图形做成一个幻灯片，最后还可以把所有的幻灯片制作成幻灯片库。下拉菜单的制作详见 8.4.2。

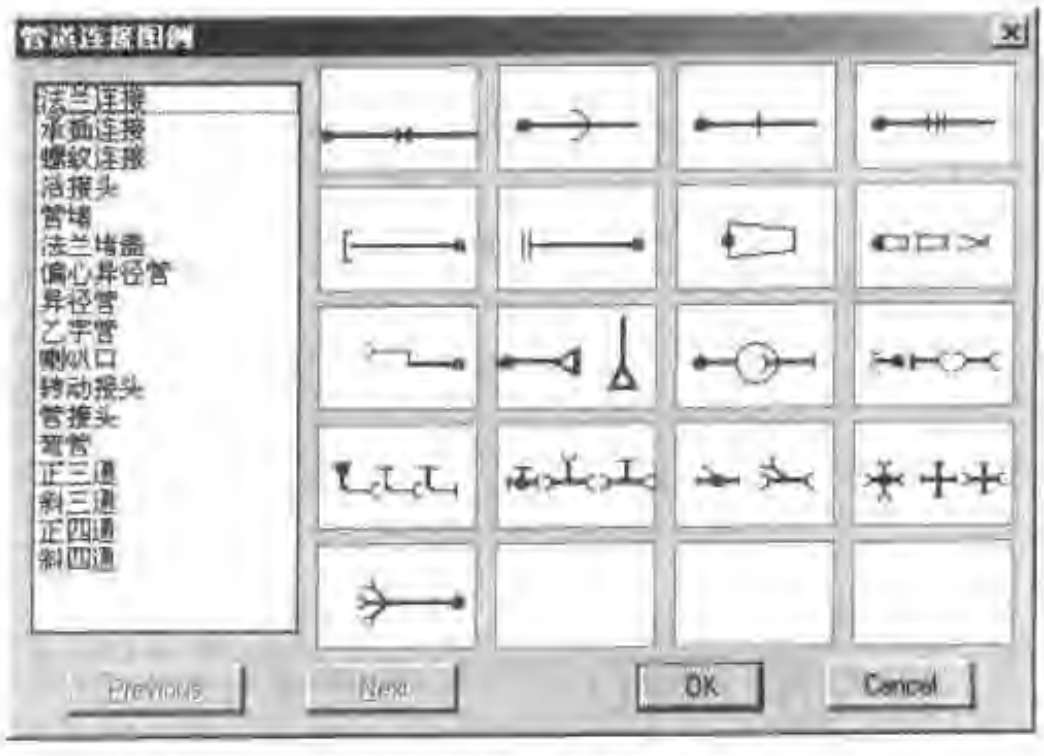


图 8-9 管道连接图标菜单

下面要做的是在图标菜单段加入图标子菜单段，即在“***IMAGE”后添加“**IMAGE1”“**IMAGE2”等内容，制作好的图标菜单运行结果如图 8-9，图 8-10，图 8-11，图 8-12 所示。

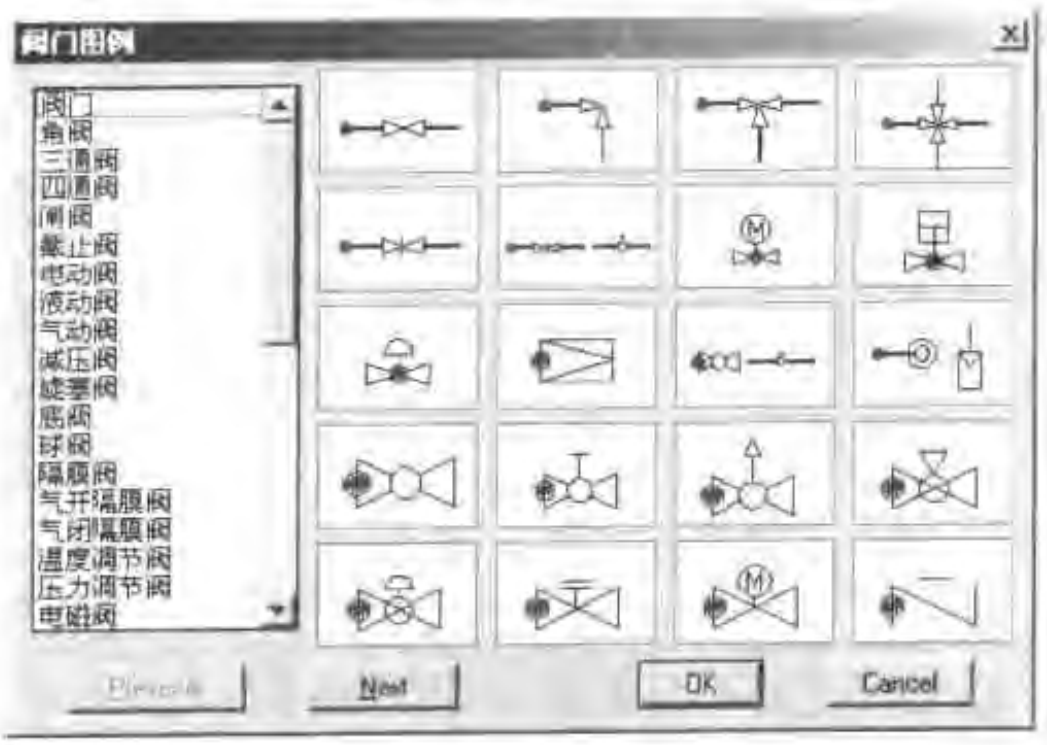


图 8-10　阀门图标菜单

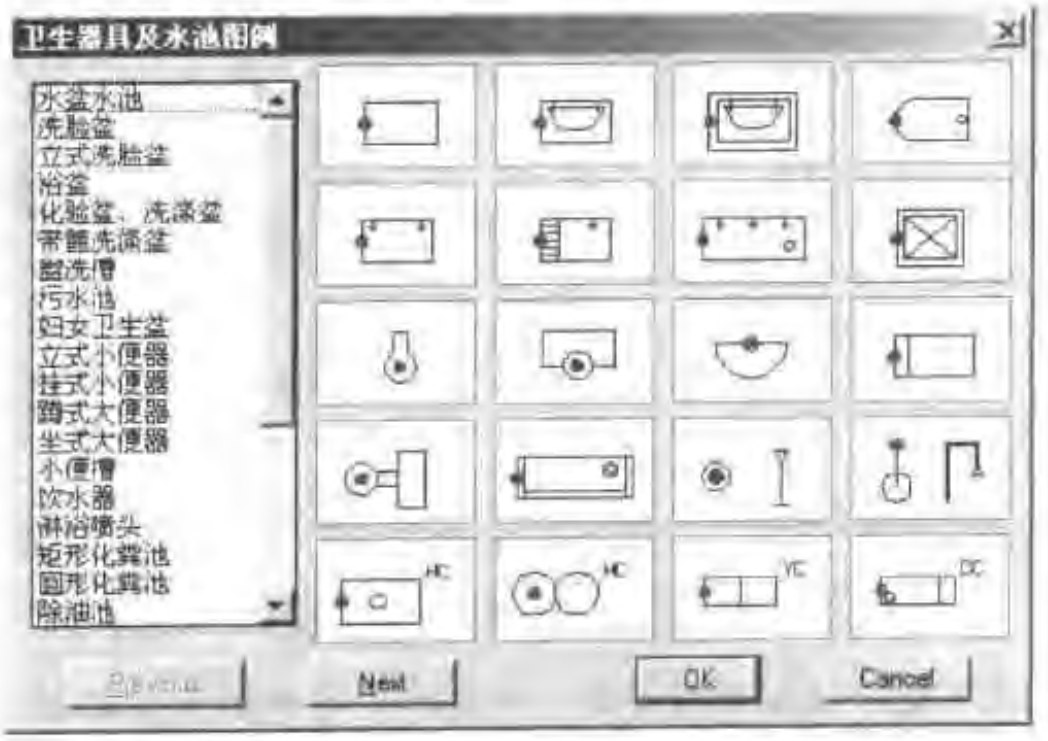


图 8-11　卫生器具及水池图标菜单

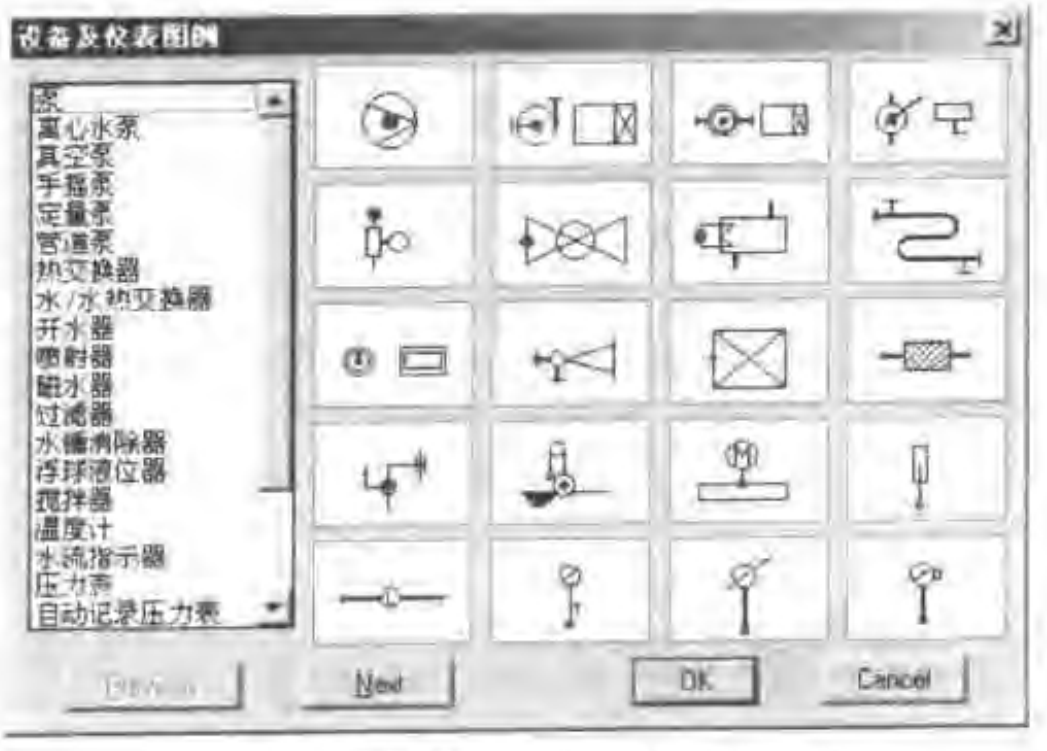


图 8-12　设备及仪表图标菜单

以上各图标菜单在标准菜单中的描述如下：

……

***IMAGE

……

**IMAGE1

[管道及附件图例]

[S3-1-1,管道]^C^C-INSERT gd/S3-1-1

……　　省略内容见 8.2.2

**IMAGE2

[管道连接图例]

[S4-1,法兰连接]^C^C-INSERT gd/S4-1

[S4-2,承插连接]^C^C-INSERT gd/S4-2

[S4-3,螺纹连接]^C^C-INSERT gd/S4-3

[S4-4,活接头]^C^C-INSERT gd/S4-4

[S4-5,管堵]^C^C-INSERT gd/S4-5

[S4-6,法兰堵盖]^C^C-INSERT gd/S4-6

[S4-7,偏心异径管]^C^C-INSERT gd/S4-7

[S4-8,异径管]^C^C-INSERT gd/S4-8

[S4-9,乙字管]^C^C-INSERT gd/S4-9

[S4-10,喇叭口]^C^C-INSERT gd/S4-10

[S4-11,转动接头]^C^C-INSERT gd/S4-11

[S4-12,管接头]^C^C-INSERT gd/S4-12

[S4-13,弯管]^C^C-INSERT gd/S4-13

[S4-14,正三通]^C^C-INSERT gd/S4-14

[S4-15,斜三通]^C^C-INSERT gd/S4-15

[S4-16,正四通]^C^C-INSERT gd/S4-16

[S4-17,斜四通]^C^C-INSERT gd/S4-17

**IMAGE3

[阀门图例]

[S5-1,阀门]^C^C-INSERT gd/S5-1

[S5-2,角阀]^C^C-INSERT gd/S5-2

[S5-3,三通阀]^C^C-INSERT gd/S5-3

[S5-4,四通阀]^C^C-INSERT gd/S5-4

[S5-5,闸阀]^C^C-INSERT gd/S5-5

[S5-6,截止阀]^C^C-INSERT gd/S5-6

[S5-7,电动阀]^C^C-INSERT gd/S5-7

[S5-8,液动阀]^C^C-INSERT gd/S5-8

[S5-9,气动阀]^C^C-INSERT gd/S5-9

[S5-10,减压阀]^C^C-INSERT gd/S5-10

[S5-11,旋塞阀]^C^C-INSERT gd/S5-11

[S5-12,底阀]^C^C-INSERT gd/S5-12

[S5-13,球阀]^C^C-INSERT gd/S5-13

[S5-14,隔膜阀]^C^C-INSERT gd/S5-14

[S5-15,气开隔膜阀]^C^C-INSERT gd/S5-15

[S5-16,气闭隔膜阀]^C^C-INSERT gd/S5-16

[S5-17,温度调节阀]^C^C-INSERT gd/S5-17

[S5-18,压力调节阀]^C^C-INSERT gd/S5-18

[S5-19,电磁阀]^C^C-INSERT gd/S5-19

[S5-20,止回阀]^C^C-INSERT gd/S5-20

[S5-21,消声止回阀]^C^C-INSERT gd/S5-21

[S5-22,蝶阀]^C^C-INSERT gd/S5-22

[S5-23,弹簧安全阀]^C^C-INSERT gd/S5-23
[S5-24,平衡锤安全阀]^C^C-INSERT gd/S5-24
[S5-25,自动排气阀]^C^C-INSERT gd/S5-25
[S5-26,浮球阀]^C^C-INSERT gd/S5-26
[S5-27,延时自闭冲洗阀]^C^C-INSERT gd/S5-27
[S5-28,放水龙头]^C^C-INSERT gd/S5-28
[S5-29,皮带龙头]^C^C-INSERT gd/S5-29
[S5-30,洒水龙头]^C^C-INSERT gd/S5-30
[S5-31,化验龙头]^C^C-INSERT gd/S5-31
[S5-32,肘式开关]^C^C-INSERT gd/S5-32
[S5-33,脚踏开关]^C^C-INSERT gd/S5-33
[S5-34,室外消火栓]^C^C-INSERT gd/S5-34
[S5-35,室内消火栓（单口）]^C^C-INSERT gd/S5-35
[S5-36,室内消火栓（双口）]^C^C-INSERT gd/S5-36
[S5-37,水泵接合器]^C^C-INSERT gd/S5-37
[S5-38,消防喷头（开式）]^C^C-INSERT gd/S5-38
[S5-39,消防喷头（闭式）]^C^C-INSERT gd/S5-39
[S5-40,消防报警阀]^C^C-INSERT gd/S5-40

**IMAGE4
[卫生器具及水池图例]
[S6-1,水盆水池]^C^C-INSERT gd/S6-1
[S6-2,洗脸盆]^C^C-INSERT gd/S6-2
[S6-3,立式洗脸盆]^C^C-INSERT gd/S6-3
[S6-4,浴盆]^C^C-INSERT gd/S6-4
[S6-5,化验盆、洗涤盆]^C^C-INSERT gd/S6-5
[S6-6,带篦洗涤盆]^C^C-INSERT gd/S6-6
[S6-7,盥洗槽]^C^C-INSERT gd/S6-7
[S6-8,污水池]^C^C-INSERT gd/S6-8
[S6-9,妇女卫生盆]^C^C-INSERT gd/S6-9
[S6-10,立式小便器]^C^C-INSERT gd/S6-10
[S6-11,挂式小便器]^C^C-INSERT gd/S6-11
[S6-12,蹲式大便器]^C^C-INSERT gd/S6-12
[S6-13,坐式大便器]^C^C-INSERT gd/S6-13
[S6-14,小便槽]^C^C-INSERT gd/S6-14
[S6-15,饮水器]^C^C-INSERT gd/S6-15
[S6-16,淋浴喷头]^C^C-INSERT gd/S6-16
[S6-17,矩形化粪池]^C^C-INSERT gd/S6-17
[S6-18,圆形化粪池]^C^C-INSERT gd/S6-18
[S6-19,除油池]^C^C-INSERT gd/S6-19
[S6-20,沉淀池]^C^C-INSERT gd/S6-20
[S6-21,降温池]^C^C-INSERT gd/S6-21
[S6-22,中和池]^C^C-INSERT gd/S6-22
[S6-23,雨水口]^C^C-INSERT gd/S6-23
[S6-24,阀门井、检查井]^C^C-INSERT gd/S6-24
[S6-25,放气井]^C^C-INSERT gd/S6-25
[S6-26,泄水井]^C^C-INSERT gd/S6-26
[S6-27,水封井]^C^C-INSERT gd/S6-27
[S6-28,跌水井]^C^C-INSERT gd/S6-28
[S6-29,水表井]^C^C-INSERT gd/S6-29

**IMAGE5

[设备及仪表图例]
[S7-1,泵]^C^C-INSERT gd/S7-1
[S7-2,离心水泵]^C^C-INSERT gd/S7-2
[S7-3,真空泵]^C^C-INSERT gd/S7-3
[S7-4,手摇泵]^C^C-INSERT gd/S7-4
[S7-5,定量泵]^C^C-INSERT gd/S7-5
[S7-6,管道泵]^C^C-INSERT gd/S7-6
[S7-7,热交换器]^C^C-INSERT gd/S7-7
[S7-8,水/水热交换器]^C^C-INSERT gd/S7-8
[S7-9,开水器]^C^C-INSERT gd/S7-9
[S7-10,喷射器]^C^C-INSERT gd/S7-10
[S7-11,磁水器]^C^C-INSERT gd/S7-11
[S7-12,过滤器]^C^C-INSERT gd/S7-12
[S7-13,水锤消除器]^C^C-INSERT gd/S7-13
[S7-14,浮球液位器]^C^C-INSERT gd/S7-14
[S7-15,搅拌器]^C^C-INSERT gd/S7-15
[S7-16,温度计]^C^C-INSERT gd/S7-16
[S7-17,水流指示器]^C^C-INSERT gd/S7-17
[S7-18,压力表]^C^C-INSERT gd/S7-18
[S7-19,自动记录压力表]^C^C-INSERT gd/S7-19
[S7-20,电接点压力表]^C^C-INSERT gd/S7-20
[S7-21,流量计]^C^C-INSERT gd/S7-21
[S7-22,自动记录流量计]^C^C-INSERT gd/S7-22
[S7-23,转子流量计]^C^C-INSERT gd/S7-23
[S7-24,减压孔板]^C^C-INSERT gd/S7-24
……

第 9 章　水处理常用工艺计算及编程实例

9.1　概　　述

计算机一开始就是为科学与工程计算而设计的。随着科学技术的发展，人们在科研和生产中，更注意追求科学化、精密化、定量化，继而用不同的数学方法去描述客观事物，即建立相应的数学模型。计算机的诞生，尤其是第三、四代计算机的出现，使那些苦于无法解决高精确度、大计算量的科技人员，大有“柳暗花明又一村”之感。

本书采用当今非常流行的 Visual Basic 作为环境工程水处理计算软件的编写程序，用以解决管网平差、环保设备工艺参数等较为复杂的工程计算。下面，将介绍如何利用 Visual Basic，结合水处理专业的相关知识制作 CAD 计算软件——《水处理典型设计辅助计算系统》，并且以此为例介绍水处理专业人员针对专业问题进行程序设计的一般步骤。

（1）规划与定义

同工程建设首先需要进行规划一样，我们首先应进行需求分析，明确软件要解决的问题，规划软件的功能。我们所设计的《水处理典型设计辅助计算系统》是为方便给水排水专业设计人员进行工程计算使用的，应具有以下功能：数据的输入、计算机的自动计算、数据的输出等基本功能以及数据的保存、打印、E-Mail 发送等扩充功能。规划完成后，下一步就应该设计出软件的界面了。

（2）界面的设计

① 封面　类似于 Word、Excel 等软件，《水处理典型设计辅助计算系统》也应该有一个封面。本编程实例的封面如图 9-1 所示。

图 9-1　软件封面

控件：Label1－ 标题　　Label2－登录按钮　　Image－底面图案

设想：鼠标移动到“进入系统”时，字体倾斜，变换颜色，点击进入系统。

② 软件主界面　如图 9-2 所示，这里是整个软件的指挥中心，采用菜单控件，包含以下菜单结构。

文件：打开以往数据/退出系统；

沉淀池有关计算：平流式沉淀池/竖流式沉淀池/普通辐流式沉淀池；

溶气气浮有关计算：加压溶气气浮的有关计算；

给水工程计算：环方程法管网平差/节点方程法管网平差/管道造价数据模型；

帮助：关于。

图 9-2　软件主界面

③ 数据输入输出界面　包含以下控件。

参数设定 Label 控件——标写参数，参数的单位；

结果显示 Label 控件——标写参数，结果的单位，结果的输出；

Command 控件——用来点击执行某种操作；

Richtextbox 控件——用来显示整个计算过程的参数、结果、生成文本，以供打印；E-Mail-进行发送、保存等操作；

Text 控件——填入数据；

Commondialog 控件——调用打印机，指定文件存放位置。

限于界面空间有限，可以让鼠标移动到参数上时，系统自动给出提示，解释该参数所代表的意义以及给出各种提示。数据正确填写后，点击“计算”按钮，计算机将进行计算，改变 Label 控件的 Caption 属性，将结果显示出来。如果结果有效时，点击“生成文本”中的“更新”按钮，将参数、提示、运算结果以及日期等用 Richtextbox 显示。显示的内容可以生成*.hbs 文件输出，亦可打印、发送 E-Mail 等。

下面将详细介绍本软件各部分的开发过程及编程思路，并提供相应的编程实例。读者只要具备一定的软件知识、学习过高级编程语言就能依照本软件的编写方法设计出适合自己使用的工程计算 CAD 专用软件，从此与烦琐的手工计算告别，设计工作会更加轻松、高效。

为了便于读者更好地了解和掌握该给水排水工程计算 CAD 软件的编写工作，本章各部分均首先介绍工程计算基本原理，然后结合典型水处理工程实例介绍编写程序的思路，同时列出部分源代码关键部分代码。

9.2　管网计算概述

9.2.1　管网布置形式

管网是给水系统的主要组成部分。它和输水管渠、二级泵站及调节构筑物(水池、水塔等)有密切的联系。给水管网的布置应满足以下要求：

① 按照城市规划平面图布置管网，布置时应考虑给水系统分期建设的可能，并留有充分

的发展余地：

② 管网布置必须保证供水安全可靠，当局部管网发生事故时，断水范围应减到最小；

③ 管线遍布在整个给水区内，保证用户有足够的水量和水压；

④ 力求以最短距离敷设管线，以降低管网造价和供水能量费用。

尽管给水管网有各种各样的要求和布置，但不外乎两种基本形式：树状网（图 9-3）和环状网（图 9-4）。树状网一般适用于小城市和小型工矿企业，这类管网从水厂泵站或水塔到用户的管线布置成树枝状。显而易见，树状网的供水可靠性较差，因为管网中任一段管线损坏时，在该管段以后的所有管线就会断水。另外，在树状网的末端，因用水量已经很小，管中的水流缓慢，甚至停滞不流动，因此水质容易变坏，有出现浑水和红水的可能。

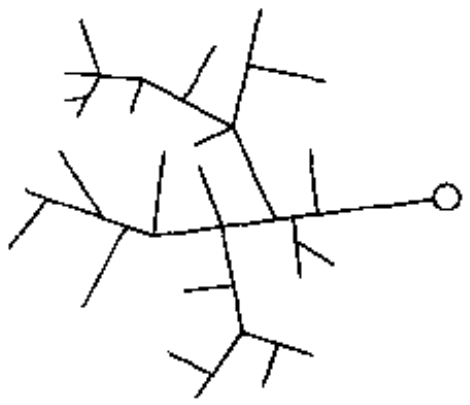


图 9-3　树状网

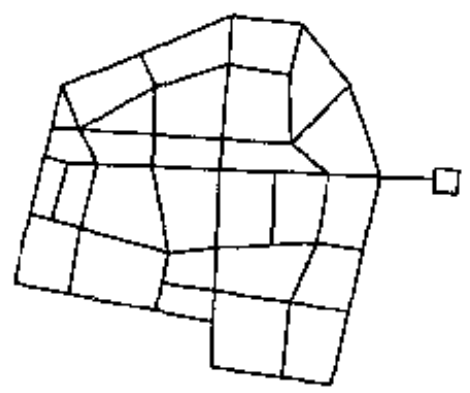


图 9-4　环状网

环状网中，管线连接成环状。这类管网当任一段管线损坏时，可以关闭附近的阀门使之和其余管线隔开，然后进行检修，水还可从另外管线供应用户，断水的地区可以缩小，从而供水可靠性增加。环状网还可以大大减轻因水锤作用产生的危害，而在树状网中，则往往因此而使管线损坏。但是环状网的造价明显的比树状网高。

一般，在城市建设初期可采用树状网，以后随着给水事业的发展逐步连成环状网。实际上，现有城市的给水管网，多数是将树状网和环状网结合起来，在城市中心地区布置成环状网，在郊区则以树状网形式向四周延伸。供水可靠性要求较高的工矿企业须采用环状网，并用树状网或双管输水到个别较远的车间。

给水管网的布置既要求安全供水，又要贯彻节约投资的原则。而安全供水和节约投资之间不免会产生矛盾，为安全供水以采用环状网较好，要节约投资最好采用树状网。在管网布置时，既要考虑供水的安全，又尽量以最短的路线埋管，并考虑分期建设的可能，即先按近期规划埋管，随着用水量的增长逐步增设管线。

9.2.2　管网定线

（1）城市管网

城市给水管网定线是指在地形平面图上确定管线的走向和位置。定线时一般只限于管网的干管以及干管之间的连接管，不包括从干管到用户的分配管和接到用户的进水管。由于给水管线一般敷设在街道下，就近供水给两侧用户，所以管网的形状常随城市的总平面布置图而定。城市管网定线取决于城市平面布置，供水区的地形，水源和调节水池的位置，街区和用户特别是大用户的分布，河流、铁路、桥梁等的位置等，考虑的要点如下所述。

定线时，干管延伸方向应和二级泵站输水到水池、水塔、大用户的水流方向一致。循水流方向，以最短的距离布置一条或数条干管，干管位置应从用水量较大的街区通过。干管的间距，可根据街区情况，采用 500～800m。从经济上来说，给水管网的布置采用一条干管接出许多支管，形成树状网，费用最省，但从供水可靠性着想，以布置几条接近平行的干管并形成环状网为宜。干管和干管之间的连接管使管网形成了环状网。连接管的作用在于局部管线损坏时，可以通过它重新分配流量，从而缩小断水范围，较可靠地保证供水，连接管的间

距可根据街区的大小考虑在800～1000m左右。

（2）工业企业管网

根据工业企业的特点，可采取各种管网布置形式。例如，生活用水管网不供给消防用水时，可为树状网，分别供应生产车间、仓库、辅助设施等处的生活用水。生活用水和消防用水合并的管网，应为环状网。

生产用水管网可按照生产工艺对给水可靠性的要求，采取树状网、环状网或两者相结合的形式。不能断水的企业，生产用水管网必须是环状网，到个别距离较远的车间可用双管代替环状网。大多数情况下，生产用水管网是环状网、双管和树状网的结合形式。

大型企业的各车间用水量一般较大，所以生产用水管网不像城市管网那样易于划分干管和分配管，定线和计算时全部管线都要加以考虑。

工业企业内的管网定线比城市管网定线简单，因为厂区内车间位置明确、车间用水量大且比较集中，易于做到以最短的管线到达用水量大的车间的要求。但是，由于某种工业企业有许多地下建筑物和管线，地面上又有各种运输设施，以致定线比较困难。

9.3 管段流量、管径和水头损失计算

9.3.1 管网计算的课题

管网是给水系统的重要组成部分。在管网的设计和运行管理工作中，都需要进行管网计算，即在选定的管径条件下，确定管网中各管段的流量及水头损失，进而求出供水泵站水泵扬程及水塔高度；或者作为运行调度的依据，使管网的运行达到最优化。前者属于设计计算课题，后者则属于运行管理课题。

新建和扩建的城市管网按最高时用水量计算，据此求出所有管段的直径、水头损失、水泵扬程和水塔高度（当设置水塔时）；并在此管径基础上，按其他用水情况，如消防时、事故时、正值水塔系统在最高转输时各管段的流量和水头损失，从而可以知道按最高用水时确定的管径和水泵扬程能否满足其他用水时的水量和水压要求。

计算步骤是：①求沿线流量和节点流量；②求管段计算流量；③确定各管段的管径和水头损失；④进行管网水力计算或技术经济计算；⑤确定水塔高度和水泵扬程。

无论是新建管网、旧管网扩建或改建，管网的计算步骤是相同的，但在旧管网扩建或改建的计算中，需对原有管网的水量、水压情况等现状资料进行深入地调查和测定。例如，现有节点流量、管道使用后的实际管径和管道阻力系数、因局部水压不足而需新铺水管或放大管径的管段位置等，才能使计算结果接近于实际。

9.3.2 管网图形及简化

在管网计算中，城市管网的现状核算以及现有管网的扩建计算最为常见。由于给水管线遍布在街道下，非但管线很多并且管径差别很大，如果将全部管线一律加以计算，实际上没有必要，甚至不可能。因此，除了新设计的管网、因定线和计算仅限于干管而不是全部管线的情况外，对改建或扩建的管网往往将实际的管网适当加以简化，保留主要的干管，略去一些次要的、水力条件影响较小的管线。简化后的管网基本上能反映实际用水情况，使计算工作量可以减轻。通常管网越简化，计算工作量越小，但是管网过分简化，计算结果难免和实际用水情况差别增大，所以管网图形简化是在保证计算结果接近实际情况的前提下对管线进行的简化。

9.4 管网水力计算

城市新建给水管网与改建、扩建管网的计算，既有相似之处，又有较大差别。新建给水管网以前并无管网，而改建、扩建的管网是在现有管网基础上开始的。为节约投资、充分挖潜，既要充分发挥原有管网设施的作用，又要根据扩大的供水规模，进行原有管网的改建和新管网的扩建，以求达到整个管网协调的目的。

9.4.1 树状管网计算

多数小型给水和工业企业给水在建设初期往往采用树状网，以后随着城市和用水量的发展，可根据需要逐步连接成为环状网。树状网的计算比较简单，主要原因是树状网中每一管段的流量容易确定，只要在每一节点应用节点流量平衡条件 $q_i + \sum q_{ij} = 0$，无论从二级泵站起顺水流方向推算还是从控制点起向二级泵站方向推算，都只能得出惟一的管段流量，或者可以说树状网只有惟一的流量分配。任一管段的流量确定后，即可按经济流速求出管径，并求得水头损失。此后，选定一条干线，求出干线的总水头损失。这里，控制点的选择很重要，在保证该点水压达到最小服务水头时，整个管网不会出现水压不足地区。如果控制点选择不当而出现某些地区水压不足时，应重行选定控制点进行计算。

干线计算后，得出干线上各节点（包括接出支线处节点）的水压标高（等于节点处地面标高加服务水头）。因此在计算树状网的支线时，起点的水压标高已知，而支线终点水压标高等于终点的地面标高与最小服务水头之和。从支线起点和终点的水压标高差除以支线长度，即得支线的水力坡度，再从支线每一管段的流量并参照此水力坡度选定相近的标准管径。

9.4.2 环状管网计算

环状网的水力计算可分二类：

① 在初步分配流量后，调整管段流量以满足能量方程，得出各管段流量的环方程组解法；

② 应用连续性方程和压降方程解节点方程组，得出各节点的水压；

③ 应用连续性方程和能量方程解管段方程组，得出各管段的流量。

9.4.3 给水管网平差计算

（1）管网平差计算概述

管网计算是一项复杂而烦琐的工作。对于环状管网而言，没有直接求解的办法，只能通过迭代计算求解。在一个管网中，水力状况必然同时满足两个条件，即节点流量平衡条件和环水头损失平衡条件。通过迭代计算求解，才能找出同时满足上述两个条件的管段流量，这就是所谓的管网平差。人工手算平差费时费力，且容易出错。手算平差一个十余个环的管网就需要几个小时以至十几个小时的时间，以手算平差几十个以至上百个环的管网几乎是不可能的。这给设计计算造成极大的困难，而要为管网的优化调度运行提供参数就更是不现实的了。应用计算机进行管网平差计算，代替了繁杂的手工劳动，提高了计算的精度和速度，已成为管网的规划、设计、改造、调度管理的有力工具。

按照求解水力方程的变量分类，管网计算机平差主要分为以下几种方法。

① 环方程法　以管网中每环的校正流量为未知变量。该方法方程阶数低，比较简单，但计算收敛速度较慢，甚至不能收敛。

② 管段方程法　以管网中管段流量为未知变量。该方法方程阶数较高，计算准备工作较繁。

③ 节点方程法　以管网中节点压力值为未知变量。该方法方程阶数较低，计算收敛性较好，计算准备工作较少，为目前常用的计算方法。

本节将分别给出环方程法和节点方程法的计算程序示例。

（2）管网平差计算程序

一个完善的计算程序，应具有通用化的特征，能解决管网计算中可能遇到的各种实际问题；还应具有较大的灵活性，适应各种情况，给用户提供尽可能多的方便。国内外一些单位对通用大型管网计算程序做了很多探讨。在本节中将介绍一个简单、易用管网计算程序“管网计算程序”。

① 解环方程法管网平差

a. 管网的环方程　管网是由 L 个环组成的。各环应满足能量方程，即每环内各管段水头损失闭合差应为零。

$$\begin{cases} \sum [s_{ij}(q_{ij})^n]_{\mathrm{I}} = 0 \\ \sum [s_{ij}(q_{ij})^n]_{\mathrm{II}} = 0 \\ \cdots \\ \sum [s_{ij}(q_{ij})^n]_{\mathrm{L}} = 0 \end{cases} \tag{9-1}$$

式中 s_{ij}，q_{ij} 为计算环中以 i、j 为节点的管段的摩阻系数和管段流量；Ⅰ，Ⅱ，…L 为环号。式(9-1)无直接解。一般先按经验初分流量 $q_{ij}^{(1)}$，但显然难以满足能量方程，存在闭合差 $e_i \neq 0$。需以初分流量加一校正流量方能使方程成立。即

$$\begin{cases} \sum [s_{ij}(q_{ij}^{(1)} + \Delta q_{\mathrm{I}})^n]_1 = 0 \\ \sum [s_{ij}(q_{ij}^{(1)} + \Delta q_n)^n]_n = 0 \\ \cdots \\ \sum [s_{ij}(q_{ij}^{(1)} + \Delta q_L)^n]_L = 0 \end{cases} \tag{9-2}$$

第 i 环的校正流量近似值为(令 n=2)：

$$\Delta q_i = -\left(\frac{\Delta h}{2\sum sq^{(1)}}\right)_i = -\left(\frac{\sum sq^{(1)2}}{2\sum sq^{(1)}}\right)_i \tag{9-3}$$

按此校正流量修正管段流量，推算水头损失。如此反复进行，当闭合差小于某给定值后，即认为满足能量方程，计算结束。这就是解环方程法管网平差过程。

在计算中，管段摩阻系数 s 可由巴甫洛夫斯基公式计算

$$s = \frac{0.001629L}{D^{5.29}} \tag{9-4}$$

式中 L——管长(m)；

D——管径(m)。

b. 计算程序示例　管网计算是一项较为复杂而烦琐的工作，对于环状网而言，没有直接求解的办法，只能通过迭代计算求解。在一个管网中，水利状况必须同时满足两个条件，即节点流量平衡条件和环水头损失平衡条件。通过迭代求解，才能找到同时满足上述两个条件

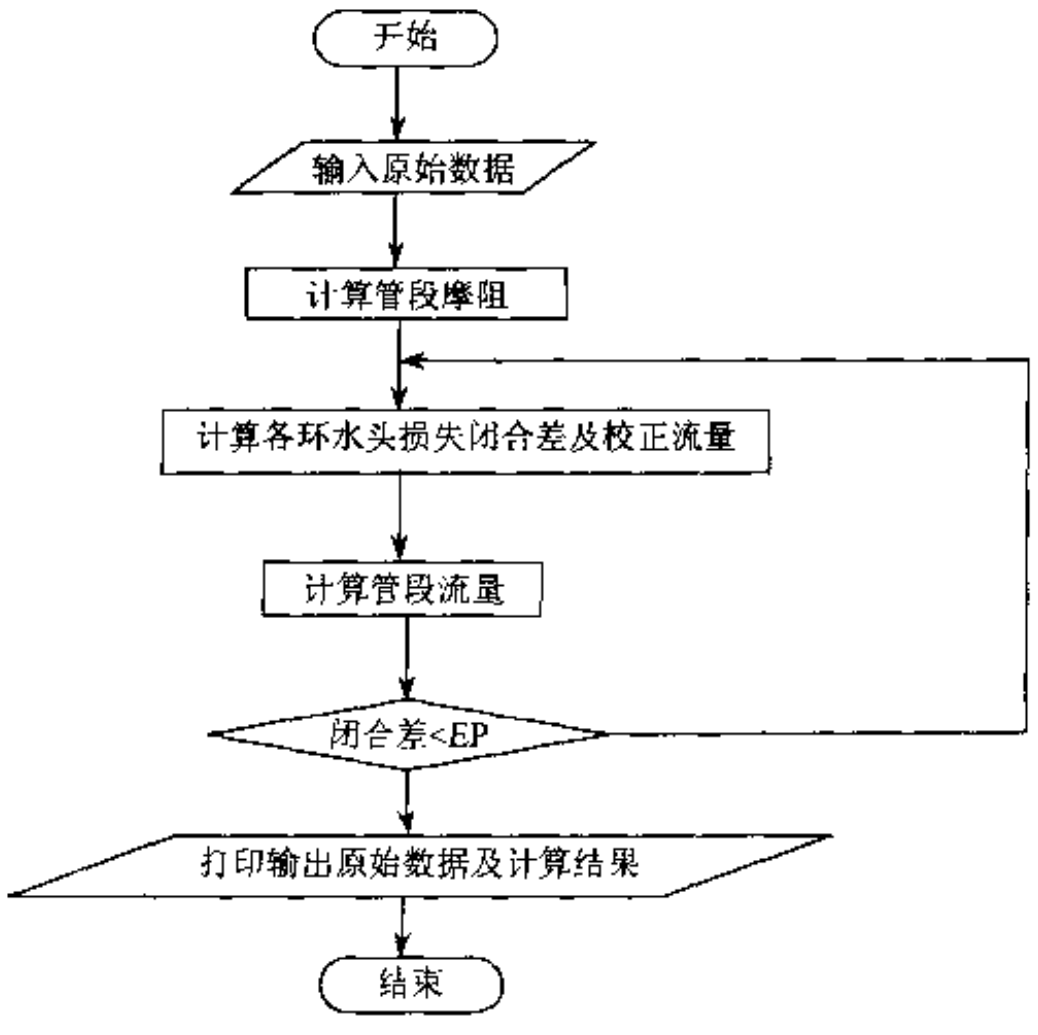


图 9-5　环方程法平差程序框图

的管段流量。为此，我们设计程序框图。程序框图如图 9-5。界面设计如图 9-6。

图 9-6 管网平差—环方程法窗体界面

部分源代码如下。

```
On Error GoTo err       '捕捉这个过程出现的错误,当出现错误时,转到 err
gwpc.gwpcrch.Text = gwpc.gwpcrch.Text + " 当前日期：" + Str(Date) + "当前时间：" + Str(Time) +
Chr(10) + Chr(10)   '在 RichTextbox 控件(gwpcrch)中显示当前时间和日期
'以下是将 Text 控件(text1-text4)中输入的数据赋值给变量
ep = Val(Text1.Text)
m = Val(Text2.Text)
n = Val(Text3.Text)
fn = Val(Text4.Text)
m = m - 1
n = n - 1
'以下是用 InputBox 的形式输入有关数据,其中 ts 为字符串,保存了 InputBox 显示时给出的
提示语句
For K = 0 To m
ts = "请输入管段长度 （m） 第" + Str(K + 1) + " 组数据"
l(K) = Val(InputBox(ts, "数据录入"))
ts = "请输入管径(m) 第" + Str(K + 1) + " 组数据"
d(K) = Val(InputBox(ts, "数据录入"))
ts = "请输入管段流量 (m3/s) 第" + Str(K + 1) + " 组数据"
q(K) = Val(InputBox(ts, "数据录入"))
ts = "请输入管段所属环号（小号侧），初分流量为顺时针，IO 为正，反之为负 第" + Str(K + 1) + " 组
数据"
io(K) = Val(InputBox(ts, "数据录入"))
ts = "请输入管段所属环号（大号侧），均为负（不相邻为零） 第" + Str(K + 1) + " 组数据"
jo(K) = Val(InputBox(ts, "数据录入"))
Next K
 For K = 0 To m
s(K) = 10.293 * fn * fn * l(K) / d(K) ^ 5.33      '计算管段摩阻系数
 q(K) = q(K) * Sgn(io(K))       '计算管段流量
```

```
Next K
```
'以下用于将用户输入的有关数据以三线表的形式填入 RichTextBox 控件(gwpcrch)中
```
gwpc.gwpcrch.Text = gwpc.gwpcrch.Text + "    K-编号   L(m)-管段长度    D(m)-管径
Q(L/s)-管段流量" + Chr(10)。
    gwpc.gwpcrch.Text = gwpc.gwpcrch.Text + "    IO- 管段所属环号(小号侧)    JO-管段所属环号(大号侧)
H(m)-管段水头损失    Q(m^3/s)-管段流量" + Chr(10)
    gwpc.gwpcrch.Text = gwpc.gwpcrch.Text + "    环内水头损失闭合差允许值 EP=" - Str(ep) + "m" -
Chr(10)
    gwpc.gwpcrch.Text = gwpc.gwpcrch.Text + "    环数 N=" + Str(n) + "        管段数 M=" - Str(m) + "
管段粗糙系数 FN=" - Str(fn) + Chr(10)
```
'下面的语句用于制作三线表,sj0,sj1,...sj5 保存了输入的原始数据,由于每个变量所保存数据的长度不同,首先应采用 Len 函数测定其长度,规定 sj0,sj1,...sj5 的定长为 15,不足部分用空格填充,以便于形成三线表。
```
gwpc.gwpcrch.Text = gwpc.gwpcrch.Text + Chr(10) + "    管 段 数 据 表" + Chr(10)
gwpc.gwpcrch.Text = gwpc.gwpcrch.Text + "                    _____" + Chr(10)
gwpc.gwpcrch.Text = gwpc.gwpcrch.Text + "          " + "K          L(m)
D(m)              Q(L/s)          IO              JO" + Chr(10)
gwpc.gwpcrch.Text = gwpc.gwpcrch.Text + "          _____" + Chr(10)
For K = 0 To m
sj0 = Str(K)   '将序号 K 转化为字符串格式赋值给变量 sj0
sj0 = sj0 + Space(15 - Len(sj0))   '使变量 sj0 定长为 15,不足部分用空格补齐
sj1 = Str(l(K))
sj1 = sj1 + Space(15 - Len(sj1))
sj2 = Str(d(K))
sj2 = sj2 - Space(15 - Len(sj2))
sj3 - Str(q(K))
sj3 = sj3 + Space(15 - Len(sj3))
sj4 - Str(io(K))
sj4 = sj4 + Space(15 - Len(sj4))
sj5 = Str(jo(K))
gwpc.gwpcrch.Text = gwpc.gwpcrch.Text + "    " + sj0 + sj1 + sj2 - sj3 + sj4 + sj5 + Chr(10)
Next K
gwpc.gwpcrch.Text = gwpc.gwpcrch.Text + "          _____"
ko = 0
```
'下面是本程序的核心,即计算部分,它是按照前面设计的 N-S 流程图编写的。
```
z5:
For K = 0 To m
h(K) - s(K) * Abs(q(K)) * q(K)
Next K
For i = 0 To n
f(i) = 0
R(i) = 0
For K = 0 To m
If Abs(io(K)) - 1 <> i Then GoTo z1
f(i) = f(i) + h(K)
R(i) = R(i) + s(K) * Abs(q(K))
z1:
If Abs(jo(K)) - 1 <> i Then GoTo z6
f(i) = f(i) + h(K) * Sgn(jo(K))
R(i) = R(i) + s(K) * Abs(q(K))
z6:
```

```
Next K
dq(i) = -f(i) / R(i) / 2
Next i
For K = 0 To m
If jo(K) = 0 Then GoTo z2
q(K) = q(K) + dq(Abs(io(K)) - 1) + dq(Abs(jo(K)) - 1) * Sgn(jo(K))
GoTo z3
z2:
q(K) = q(K) + dq(Abs(io(K)) - 1)
z3:
Next K
For i = 0 To n
If Abs(f(i)) <= ep Then GoTo z4
ko = ko + 1
GoTo z5
z4:
    Next i
    gwpc.gwpcrch.Text = gwpc.gwpcrch.Text + Chr(10) + Chr(10) + "
    运    算    结    果" + Chr(10)
    gwpc.gwpcrch.Text = gwpc.gwpcrch.Text + "                    _____"
    gwpc.gwpcrch.Text = gwpc.gwpcrch.Text + Chr(10) + "     k" + Space(14) + "l(m)" + Space(11) + "d(m)" +
Space(11) + "S" + Space(14) + "h(m)" + Space(11) + "Q(m^3/s)" + Chr(10)

    gwpc.gwpcrch.Text = gwpc.gwpcrch.Text + "                    _____" + Chr(10)
    For K = 0 To m
    jg1 = Str(K + 1)
    ss = Len(jg1)
    jg1 = jg1 + Space(15 - ss)
    jg2 = Str(Int(l(K) * 1000 + 0.5) / 1000)    '将计算机算出的数据四舍五入,保留三位小数
    ss = Len(jg2)    '测定变量 jg2 的长度
    jg2 = jg2 + Space(15 - ss)    '定长 jg2 为 15,不足位数用空格补充
    jg3 = Str(Int(d(K) * 1000 + 0.5) / 1000)
    ss = Len(jg3)
    jg3 = jg3 + Space(15 - ss)
    jg4 = Str(Int(s(K) * 1000 + 0.5) / 1000)
    ss = Len(jg4)
    jg4 = jg4 + Space(15 - ss)
    jg5 = Str(Int(h(K) / 1000000 * 1000 + 0.5) / 1000)
    ss = Len(jg5)
    jg5 = jg5 + Space(15 - ss)
    jg6 = Str(Int(q(K) / 1000 * 1000 + 0.5) / 1000)
    gwpc.gwpcrch.Text = gwpc.gwpcrch.Text + "    " + jg1 + jg2 + jg3 + jg4 + jg5 + jg6 + Chr(10)
    Next K
    gwpc.gwpcrch.Text = gwpc.gwpcrch.Text + "                    _____ _____" + Chr(10)
    Exit Sub
    '以下是为了捕捉错误,当输入的数据有误时,结束这个过程，并给出错误提示。
    err:
    MsgBox ("您所输入的数据有误,请检查!")
      End Sub
```

变量说明：

m-管段数；　　n-环数；　　k-管段编号；

IO-管段所属环号（小号侧）；初分流量为顺时针，IO 为正；

初分流量为逆时针，IO 为负；

JO-管读所属环号（大号侧），均为负（不相邻为零）；

KO-校正次数；　　D-管径；　　S-管段摩阻系数；

H-管段水头损失；　　Q-管段流量；　　L-管段长度。

计算机计算完毕，即要输出结果，采用两种方法，一种是将结果转为字符串格式，填充入 Label 的 Caption 属性中，显示出来；而另一种是将文本填入 Richtextbox 中显示，将每一个数定长为一个定值，用 len 测出结果的长度，不足的部分用空格补充，这样多组数据则可形成规则的表格。如上例采用了三线表，下面的例子是用了改变 Label 的 Caption 属性。

```
slja = Int((slja1 + slja2) * 1000 + 0.5) / 1000     'slja 存储了计算结果
slxa.Caption = Str(slja)      '改变 label 控件(slxa)的 caption 属性将结果显示出来
```

数据保存的代码：

```
gwpcdlg.Filter = "数据文件(*.hbs)|*.hbs"
gwpcdlg.ShowSave
gwpcrch.SaveFile (gwpcdlg.FileName)
```

gwpcdlg-commondialg 控件　　gwpcrch-richtextbox 控件

打印的代码：

```
gwpcdlg.Flags = cdlPDReturnDC + cdlPDNoPageNums
If gwpcrch.SelLength = 0 Then
gwpcdlg.Flags = gwpcdlg.Flags + cdlPDAllPages
Else
pwpcdlg.Flags = gwpcdlg.Flags + cdlPDSelection
End If
gwpcdlg.CancelError = True
On Error Resume Next
gwpcdlg.ShowPrinter
If err.Number = cdlCancel Then Exit Sub
If err.Number <> 0 Then
Beep
MsgBox "打印文件出错" & vbCrlg + err.Description, vbOKOnly + vbExclamation, "打印机错误!"
Exit Sub
End If
Printer.Print ""
gwpcrch.SelPrint gwpcdlg.hDC
```

gwpcdlg-commondialg 控件　　gwpcrch-richtextbox 控件

E-Mail 发送的代码：

```
emnr = ""     '将变量 emnr 设置为空
emnr = gwpcrch.Text      '将 RichTextBox 控件(gwpcrch)中的内容赋值给 emnr
Call email     '调用 email

Dim a
Dim b As String
On Error GoTo err
Dim olapp As Object
Dim oitem As Object
Set olapp = CreateObject("outlook.application")
Set oitem = olapp.createitem(0)
b = InputBox("请输入收信人地址！ ", "收信人地址")
With oitem
.subject = "数据文件"      '信的标题
.To = b     '信的发送地址
```

```
.body = emnr        '信的内容
.send     '发送
End With
MsgBox ("如果您的计算机已经正确连入 Internet,信件已经发送")
Exit Sub
err:
MsgBox ("对不起！请先安装 OUTLOOK，并且正确配置！发送失败！")
Exit Sub
```

程序说明如下。

本程序尽量采用一些简单的语句以便读者理解。程序采用与手工计算相似的流量校正法调节运算，水头损失闭合差的允许值由人为给定。上机前，应先画出计算简图，将环与管段编号，拟定管段初分量及方向，列出原始数据表格。在如图 9-6 所示的界面上输入数据进行计算。

计算机运行后将以表格形式输出原始参数及运算结果。以下是打印出的计算结果：

给排水设备计算——解环方程法管网平差的计算

当前日期：02-2-6　　当前时间：9:35:57

K-编号　L(m)-管段长度　　D(m)-管径　　Q(L/s)-管段流量

IO- 管段所属环号(小号侧)　JO-管段所属环号(大号侧)　H(m)-管段水头损失　　$Q(m^3/s)$-管段流量

环内水头损失闭合差允许值 EP= .01m

环数 N= 5　　管段数 M= 16　　管段粗糙系数 FN= 0.014

管 段 数 据 表

K	L/m	D/m	Q/(L/s)	IO	JO
0	800	.4	95	1	0
1	900	.3	47	2	0
2	1000	.2	20	3	0
3	600	.4	−100.6	-1	0
4	600	.3	28.8	1	−2
5	600	.2	12	2	−3
6	600	.2	−12.2	−3	0
7	800	.4	−60	−1	−4
8	900	.3	−40	−2	−5
9	1000	.15	3	3	-6
10	700	.3	−30.6	−4	0
11	700	.25	25	4	−5
12	500	.2	17.7	5	−6
13	600	.25	−26.3	−6	0
14	800	.25	−28.84	-4	0
15	1100	.2	−32.84	−5	0
16	600	.3	8.26	6	0

运　算　结　果

K	l/m	d/m	S	h/m	$Q/(m^3/s)$
1	800	.4	213.259	1.948	.096
2	900	.3	1111.692	2.574	.048
3	1000	.2	10722.8	4.446	.02
4	600	.4	159.945	−1.6	−.1
5	600	.3	741.128	.592	.028
6	600	.2	6433.68	1.046	.013
7	600	.2	6433.68	-.902	−.012

续表

K	l/m	d/m	S	h/m	Q/(m^3/s)
8	800	.4	213.259	--.94	-.066
9	900	.3	1111.692	- 3.028	.052
10	1000	.15	49685.728	--2.498	-.007
11	700	.3	864.649	-.483	.024
12	700	.25	2284.946	.794	.019
13	500	.2	5361.4	2.266	.021
14	600	.25	1958.525	-.492	-.016
15	800	.25	2611.366	-1.251	-.022
16	1100	.2	11795.08	-4.499	-.02
17	600	.3	741.128	.26	.019

② 解节点方程法管网平差

a. 管网的节点方程　在给水管网中，任一节点都必须满足连续性方程，即流向该节点的流量必须等于从该节点流出的流量：

$$Q_i + \sum q_{ij} = 0 \tag{9-5}$$

式中　Q_i——节点 i 的节点流量；

q_{ij}——节点 i 到节点 j 的管段流量。

规定流量方向以离开节点为正，流向节点为负。

根据压降方程：

$$q_{ij} = (h_{ij} / s_{ij})^{1/n} = \left(\frac{H_i - H_j}{s_{ij}} \right)^{1/n} \tag{9-6}$$

式(9-5)的连续性方程又可写为：

$$Q_i + \sum \left(\frac{H_i - H_j}{s_{ij}} \right)^{1/n} = 0 \tag{9-7}$$

式中　h_{ij}——节点 i 到节点 j 管段的水头损失；

s_{ij}——节点 i 到节点 j 管段的摩阻，按式(9-4)计算；

H_i、H_j——相对某一基准点的节点水压。

如管网有 N 个节点，则可以写出类似于式(9-7)的独立方程(N-1)个。该(N-1)个方程是以节点水压为未知变量的非线性方程组，但可以化成线性方程组迭代求解。在此采用“线性逼近法”解此非线性节点方程组。

取式(9-6)中 n=2，令

$$q_{ij} = C_{ij} \cdot h_{ij} \tag{9-8}$$

其中

$$C_{ij} = \frac{1}{s_{ij} \cdot |q_{ij}|}$$

则式(9-7)可改写为：

$$Q_i + \sum C_{ij}(H_i - H_j) = 0 \tag{9-9}$$

这是一个关于节点水压的线性方程。以矩阵形式表示该(N-1)个方程，则为

$$ch = t \tag{9-10}$$

式中　c——系数矩阵；

h——解答列向量；

t——常数项列向量（包括未知压力节点的节点流量、已知压力节点的压力值）。

式(9-10)中的系数矩阵 c 为对称正定稀疏矩阵。在计算程序中，可以采用变带宽紧缩存放

的方式，即每行只存储从第一个非零元素到对角线元素为止的元素，并以一维数组存放，从而有效地节省了存储单元。该种存储方式，在阶数高、变带宽变化比较大的情况下，比等带宽存储能节省许多单元。将 c 中的带内诸元素以一定次序一个接一个的变带宽地存放到一维数组 y 中，用指标数组 N_i 存放矩阵对角线元素在 y 中的位置序号，可知 y 的体积(即 $N_2(N-1)$)为各半带宽之和加上$(N-1)$，即$\left(\sum_{i=1}^{N-1}NB(I)+N-1\right)$。所以要压缩 y 的体积，就要尽量使 $\sum_{i=1}^{N-1}NB(I)$ 小，这就要求每个管段两端编号之差要尽量小。这对节省存储单元是很可观的，安排节点时应加以注意。

计算时，为加快收敛速度，首先以经验公式（见程序示例）计算给出管段流量初值，从而形成初始系数矩阵；然后根据系数矩阵对称正定的特点，以改进平方根法求解线性方程组，求出未知压力节点的水压值；再根据压力差计算管段流量，进而再次形成新的系数矩阵，进行迭代，直至前后两次迭代的管段流量之差小于允许范围时结束。

b．计算程序示例　程序框图见图 9-7；界面设计见图 9-8。

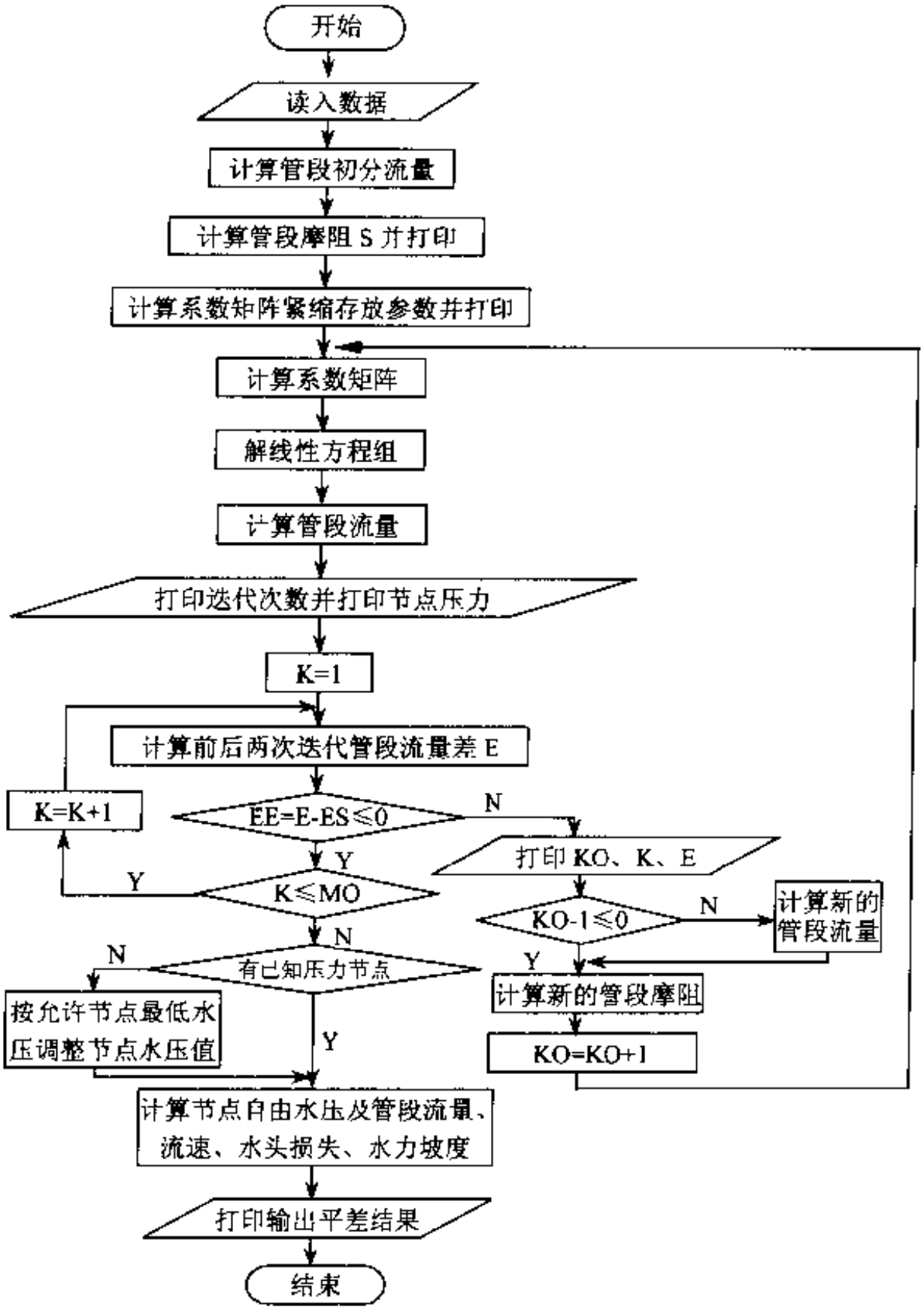


图 9-7　节点方程法平差程序框图

图 9-8 管网平差—节点方程法窗体界面

下面的部分源代码的编写与解环方程法程序的编写方法大致相同，只是在计算过程中有所不同，具体如下：

```
Private Sub Command1_Click()
On Error GoTo err
nn = 1
'下面将 Text 控件中输入的数值转化为数值格式,赋值给变量
n = Val(Text1.Text)
mo = Val(Text2.Text)
nh = Val(Text3.Text)
es = Val(Text4.Text)
fm = Val(Text5.Text)
es = es * 3.6
If nh = 0 Then
nh = 1
nn = 0
End If
na = n - nh
'下面调用 InputText，输入相关数据
For i = 1 To n
tsy = "请输入第" + Str(i) + "组数据"
qo(i) = Val(InputBox("当 I=1...(N-NH)时,为节点流量(L/s),离开节点为正,流向节点为负;当 I=(N-NH+1)...N
时,为已知压力节点水压(m)          " + tsy, "输入数据"))
qo(i) = qo(i) * 3.6
z(i) = Val(InputBox("输入时为节点地面标高,输出时为节点自由水压 (m)          " + tsy, "输入数据"))
Next i
fn = Val(InputBox("管段粗糙系数的 10 倍,FN=10n", "输入数据"))
For i = 1 To mo
tsy = "请输入第" + Str(i) + "组数据"
gl(i) = Val(InputBox("管段长度 (m)   " + tsy, "输入数据"))
d(i) = Val(InputBox("管段直径 (m)   " + tsy, "输入数据"))
```

```
        jo(i) = Val(InputBox("管段大号端节点编号      " + tsy, "输入数据"))
        io(i) = Val(InputBox("管段小号端节点编号    " + tsy, "输入数据"))
        s(i) = fn * fn
        Next i
        '下面将数据形成三线表
        jjdrch.Text = jjdrch.Text + Space(10) + "当前日期:" + Str(Date) + "              当前时间:" + Str(Time) +
Chr(10) + Chr(10)
        jjdrch.Text = jjdrch.Text + "                    节  点  数  据" + Chr(10)
        jjdrch.Text = jjdrch.Text + "                                    " + Chr(10)
        jjdrch.Text = jjdrch.Text + "  节点" + Space(16) + "节点流量(L/s) (QO)" + Space(2) + "地面高程(m)(Z)" +
Space(6) + Chr(10)
        jjdrch.Text = jjdrch.Text + "                                                    " + Chr(10)
        For i = 1 To n
        jjdrch.Text = jjdrch.Text + "  " + Str(i) + Space(20 - Len(Str(i))) + Str(qo(i) / 3.6) + Space(20 - Len(qo(i) /
3.6)) + Str(z(i)) + Chr(10)
        Next i
        jjdrch.Text = jjdrch.Text + "                                    " + Chr(10)
        jjdrch.Text = jjdrch.Text + Chr(10) + "                    管  段  数  据 " + Chr(10)
        jjdrch.Text = jjdrch.Text + "                                    " + Chr(10)
        jjdrch.Text = jjdrch.Text + "    管段" + Space(9) + "长度(m)" + Space(7) + "管径(m)" + Space(7) +
"FN=100n" + Space(5) + "大端编号" + Space(5) + "小端编号" + Chr(10)
        jjdrch.Text = jjdrch.Text + "                                    " + Chr(10)
        For i = 1 fo mo
        bl1 = "    " + Str(i) + Space(12 - Len(Str(i)))
        bl2 = Str(gl(i))
        bl2 = bl2 + Space(11 - Len(b12))
        bl3 = Str(d(i))
        bl3 = bl3 + Space(13 - Len(bl3))
        bl4 = Str(fn)
        bl4 = bl4 + Space(13 - Len(bl4))
        bl5 = Str(jo(i))
        bl5 = bl5 + Space(13 - Len(bl5))
        bl6 = Str(io(i))
        jjdrch.Text = jjdrch.Text + bl1 + bl2 + bl3 + bl4 + bl5 + bl6 + Chr(10)
        Next i
        jjdrch.Text = jjdrch.Text + "                                    " + Chr(10)
        '下面是程序的运算部分,采用了迭代的方法
        For i = na + 1 To n
        ff(i) = qo(i) / 3.6
        Next i
        For K = 1 To mo
        i = jo(K)
        j = jo(K)
        qi(K) = (Abs(qo(i)) + Abs(qo(j))) * 0.5
        an = n
        aj = i + j
        qi(K) = qi(K) + 2000 * d(K) ^ 2 * aj / 2 / an
        s(K) = gl(K) * s(K) / (3600 ^ 2 * d(K) ^ 5.33) * 0.10293
        si(K) = s(K) * Abs(qi(K))
        Next K
        mv = 0
        mn = 0
```

```
For l = 1 To n
nb(l) = 0
For K = 1 To mo
If (jo(K) - l) <> 0 Then GoTo z1
li = l - io(K)
If (nb(l) - li) >= 0 Then GoTo z1
nb(l) = li
z1:
Next K
n2(l) = mv + nb(l) + 1
mv = n2(l)
If (nb(l) - mn) <= 0 Then GoTo z21
mn = nb(l)
z21:
Next l
ko = 1
z6:
For K = 1 To mv
Y(K) = 0
Next K
For K = 1 To mo
i = io(K)
i2 = n2(i)
j = jo(K)
j2 = n2(j)
g = l / si(K)
Y(i2) = Y(i2) + g
Y(j2) = Y(j2) + g
it = n2(j) - j + i
Y(it) = Y(it) - g
Next K
For l = 1 To na
ff(l) = -qo(l)
For j = 1 To nh
it = na + j
If (it - l - nb(it)) > 0 Then GoTo z2
i = n2(it) - it + l
ff(l) = ff(l) - qo(it) * Y(i) / 3.6
z2:
Next j
Next l
n = n - nh
For i = 0 To n - 1
xy(i) = 0
p(i) = 0
v = 0
yy = 0
Next i
For i = 0 To n - 1
For j = 0 To i
ii = i
jj = j
```

```
If ii = jj Then
ss = n2(ii + 1)
GoTo zz1
End If
If jj <= (ii - nb(ii + 1) - 1) Then
w = 0
ss = 0
GoTo zz2
End If
ss = jj - ii + nb(ii + 1) + 1 + n2(ii)
zz1:
w = Y(ss)
zz2:
v = w
If i = j Then GoTo z8
GoTo z9
z8:
For K = j - 1 To 0 Step -1
If K < 0 Then GoTo z10
ii = i
jj = K
If jj <= (ii - nb(ii + 1) - 1) Then
w = 0
ss = 0
GoTo z1z2
End If
ss = jj - ii + nb(ii + 1) + 1 + n2(ii)
w = Y(ss)
z1z2:

yy = w
w = yy * p(K)
If ss <> 0 Then Y(ss) = w
zz = w
v = v - yy * zz
Next K
z10:
If v = 0 Then GoTo z11
p(i) = 1 / v
GoTo z12
z9:
For K = j - 1 To 0 Step -1
If K < 0 Then GoTo z13
ii = i
jj = K
If jj <= (ii - nb(ii + 1) - 1) Then
w = 0
ss = 0
GoTo z1z22
End If
ss = jj - ii + nb(ii + 1) + 1 + n2(ii)
w = Y(ss)
```

```
z1z22:

w1 = w
ii = j
jj = K
If jj <= (ii - nb(ii + 1) - 1) Then
w = 0
ss = 0
GoTo z1zz2
End If
ss = jj - ii + nb(ii + 1) + 1 + n2(ii)
w = Y(ss)
z1zz2:

w2 = w
v = v - w1 * w2
Next K
z13:
If j >= (i - nb(i + 1)) And j < i Then
ss = j - i + nb(i + 1) + 1 + n2(i)
Y(ss) = v
End If
z12:
Next j
Next i
For i = 0 To n - 1
yy = ff(i + 1)
For K = i - 1 To 0 Step -1
If K < 0 Then GoTo z14
ii = i
jj = K
If jj <= (ii - nb(ii + 1) - 1) Then
w = 0
ss = 0
GoTo z1112
End If
ss = jj - ii + nb(ii + 1) + 1 + n2(ii)
w = Y(ss)
z1112:
yy = yy - w * 0
Next K
z14:
xy(i) = yy
Next i
For i = n - 1 To 0 Step -1
yy = xy(i) * p(i)
For K = i + 1 To n - 1
If K = n Then GoTo z15
ii = K
jj = i
If ii = jj Then
ss = n2(ii + 1)
```

```
GoTo zz21
End If
If jj <= (ii - nb(ii + 1) - 1) Then
w = 0
ss = 0
GoTo zz22
End If
ss = jj - ii + nb(ii - 1) + 1 + n2(ii)
zz21:
w = Y(ss)
zz22:
yy = yy - w * xy(K)
Next K
z15:
xy(i) = yy
Next i
ir = 0
z11:
ir = 1
For i = 1 To na
ff(i) = xy(i - 1)
Next i
n = n + nh
For l = 1 To n
Next l
For K = 1 To mo
i = K
q = (ff(io(i)) - ff(jo(i))) / si(i)
If (Abs(q) - e - 2) > 0 Then GoTo z3
q = 1
z3:
e = Abs(q - qi(K))
ee = e - es
If ee <= 0 Then GoTo z4
For i = 1 To mo
q = (ff(io(i)) - ff(jo(i))) / si(i)
If (ko - 1) <= 0 Then GoTo z5
q = (q + qi(i)) / 2
z5:
si(i) = s(i) * Abs(q)
qi(i) = q
Next i
ko = ko + 1
GoTo z6
z4:
Next K
a = 4 / 3.1415926 / 3600
If nn = 1 Then
eo = 0
GoTo z7
End If
eo = ff(1) - z(1)
For l = 1 To n
```

```
If (ff(l) - z(l) - eo) < 0 Then
eo = ff(l) - z(l)
End If
Next l
eo = eo - fm
z7:
For i = 1 To n
ff(i) = ff(i) - eo
z(i) = ff(i) - z(i)
Next i
'下面将生成的数据生成三线表,并用 RichTextBox 控件(jjdrch)显示出来
jjdrch.Text = jjdrch.Text + Chr(10) + "  结果:      ES(L/s)=" + Str(es / 3.6) + "              FM(m)=" + Str(fm)
+ Chr(10)
jjdrch.Text = jjdrch.Text + "  节点数据(m)" + Chr(10)
For j = 1 To n
jjdrch.Text = jjdrch.Text + "       F(" + Str(i) + ")=" + Str(Int(ff(i) * 1000 + 0.5) / 1000)
jjdrch.Text = jjdrch.Text + "              Z(" + Str(i) + ")=" + Str(Int(z(i) * 1000 + 0.5) / 1000) + Chr(10)
Next i
jjdrch.Text = jjdrch.Text + "                    管 段 数 据 表" + Chr(10)
jjdrch.Text = jjdrch.Text + "                    ____________________" + Chr(10)
jjdrch.Text = jjdrch.Text + "   Q-L/s          V-m/s          H-m              i-1000×H/L" + Chr(10)
jjdrch.Text = jjdrch.Text + "                    ____________________" + Chr(10)
For i = 1 To mo
q = (ff(io(i)) - ff(jo(i))) / si(i)
h = Abs(q) * si(i)
v = a * Abs(q) / d(i) ^ 2
jg1 = Str(Int(Abs(q) * 1000 / 3.6 + 0.5) / 1000)
jg1 = "      " + jg1 + Space(15 - Len(jg1))
jg2 = Str(Int(v * 1000 + 0.5) / 1000)
jg2 = jg2 + Space(15 - Len(jg2))
jg3 = Str(Int(h * 1000 + 0.5) / 1000)
jg3 = jg3 + Space(15 - Len(jg3))
jg4 = Str(Int(h * 1000 * 1000 / gl(i) + 0.5) / 1000)
jg4 = jg4 + Space(15 - Len(jg4))
jjdrch.Text = jjdrch.Text + jg1 + jg2 + jg3 + jg4 + Chr(10)
Next i
jjdrch.Text = jjdrch.Text + "                    ____________________" + Chr(10) + Chr(10)
jjdrch.Text = jjdrch.Text + "                --- 计算结束 ---" + Chr(10)
Exit Sub
err:
MsgBox ("您所输入的数据有错误!请检查!")
Exit Sub
```

保存、打印、E-Mail 发送部分代码的编写与解环方程法程序的编写基本一样。

变量说明如下。

N—节点总数；

MO—管段总数；

NH—已知压力节点数；

ES—管段流量允许的误差值（L/s）；

FM—节点允许的最低自由水压（m）（当 NH≠0 时，FM 值不参与计算，但为满足 Text 控件读入数据的要求，仍应任意给出一个数值）；

E—前后两次迭代管段流量差；

EE—EE=E-ES；

KO－迭代次数；
IR－矩阵运算标志 IR=0，正常求解完毕；IR=1，系数矩阵奇异；
MV－系数矩阵紧缩存储的最大容积；
MN－半带宽最大值；
Q－管段流量(L/S)；
V－管段流速(m/s)；
H－管段水头损失(m)；
F－节点水压(m)；
Z－输入时为节点地面标高，输出时为节点自由水压（m）；
QO－当 I=1…（N－NH）时，为节点流量（L/s），离开节点为正，流向节点为负；当 I=（N－NH＋1）…N 时，为已知压力节点水压（m）；
GL－管段长度（m）；
D－管段直径（m）；
FN－管段粗糙系数的 10 倍，FN=10n；
JO－管段大号端节点编号；
IO－管段小号端节点编号；
S－管段摩阻；
NB－系数矩阵行的半带宽；
N_i－该行对角元素在一维数组中的序号。

程序说明如下。

在上机前首先绘制计算简图，将节点、管段编号，编制输入数据表。

节点编号原则：已知压力的节点编在未知压力节点之后；未知压力节点编号应尽可能使其与相邻节点号差值较小，以实现压缩存储的要求；当无已知压力节点时，将水源供水进入管网的节点编在最后。

计算结果以列表形式输出，首先是节点数据表，然后是管段数据表。根据结果，尚可调整若干参数，重新计算。输出结果中，管段流量和水头损失均以绝对值给出，管段中水流的实际方向可根据相应的节点水压大小判断。

程序运行时，在如图 9-8 所示的窗体界面中相应的 Text 控件中输入数据后弹出交互式窗口进行原始数据输入。

程序运行计算结果以表格形式显示。以下是打印出的计算结果。

给排水设备计算－解节点方程法管网平差的计算

当前日期：02-2-6　　当前时间：9:31:43

节　点　数　据　表

节点	节点流量/(L/s)(QO)	地面高程/m(Z)
1	-221.6	107
2	26	109
3	10	114
4	1.76	120
5	19.2	110
6	23.8	119
7	21	122
8	15	120
9	37.3	122
10	58.8	125
11	32.2	131.37
12	11.1	125
13	0	125
14	155	155

管 段 数 据 表

管段	长度/m	管径/m	FN=100n	大端编号	小端编号
1	400	.4	.14	2	1
2	400	.4	.14	2	1
3	600	.4	.14	3	2
4	700	.3	.14	4	3
5	800	.4	.14	5	2
6	800	.4	.14	6	3
7	800	.25	.14	7	4
8	600	.3	.14	6	5
9	700	.25	.14	7	6
10	900	.3	.14	8	5
11	900	.3	.14	9	6
12	1100	.2	.14	10	7
13	600	.2	.14	9	8
14	500	.2	.14	10	9
15	1000	.2	.14	11	8
16	1000	.15	.14	12	9
17	600	.3	.14	13	10
18	600	.2	.14	12	11
19	600	.25	.14	13	12
20	600	.3	.14	14	13

结果:　　ES(L/s)= .027　　FM(m)= 20

节点数据/m

ff(1)= 152.802	Z(1)= 45.802
ff(2)= 151.493	Z(2)= 42.493
ff(3)= 151.526	Z(3)= 37.526
ff(4)= 151.538	Z(4)= 31.538
ff(5)= 151.522	Z(5)= 41.522
ff(6)= 151.538	Z(6)= 32.538
ff(7)= 151.555	Z(7)= 29.555
ff(8)= 151.667	Z(8)= 31.667
ff(9)= 151.682	Z(9)= 29.682
ff(10)= 152.677	Z(10)= 27.677
ff(11)= 152.573	Z(11)= 21.203
ff(12)= 154.796	Z(12)= 29.796
ff(13)= 155	Z(13)= 30
ff(14)= 155	Z(14)= 0

运 算 结 果

Q/(L/s)	V/(m/s)	H/m	i/(1000×H/L)
110.8	.882	1.309	3.273
110.8	.882	1.309	3.273
14.425	.115	.033	.055
3.597	.051	.011	.016
11.575	.092	.029	.036
7.408	.059	.012	.015
2.594	.053	.018	.022
4.706	.067	.016	.027
2.733	.056	.017	.024
11.439	.162	.145	.162
11.395	.161	.144	.16
9.755	.311	1.122	1.02

续表

Q/(L/s)	V/(m/s)	H/m	i/(1000×H/L)
1.542	.049	.015	.026
13.624	.434	.995	1.99
9.19	.293	.906	.906
7.916	.448	3.113	3.113
55.98	.792	2.323	3.871
18.589	.592	2.223	3.705
10.212	.208	.204	.34
.085	.001	0	0

-----计算结束-----

9.5 给水管网造价计算

9.5.1 管道造价的数学模型

在进行城市给水管网技术经济计算时，常涉及到给水管道造价的计算问题。通常采用下面形式的造价计算模式：

$$C = a + bD^{\alpha} \tag{9-11}$$

式中 D ——管径，m；

C ——单位造价，元/m；

a、b、α ——系数。

参数 a、b、α 的值，与地区及相应的施工条件、水文地质条件以及管材价格等有关。一般一个城市或地区，有其特定的 a、b、α 值。其中 b 和 α 可由常规回归分析法求得。但在进行该回归分析计算前，必须确定参数 a 的值。找出最佳的 a 值，使回归方程(9-11)有最好的相关性，是推求给水管道造价公式时的一个要点。

9.5.2 计算方法

在实际工作中，可根据当地的具体情况，统计出每种管径(D_i)给水管道的单位造价 C_i，得出 N 个数组(D_1，C_1)，…，(D_i，C_i)，…，(D_N，C_N)。这组数据是进行管道造价公式推求的基础。根据回归分析原理，可建立如(9-11)式的方程，使之最逼近这批数据，即使估计值 C 与观测值 C_i 之间的误差平方和最小。为此，将式(9-11)中 a 移项至等式左侧并两边取对数得：

$$\ln(C-a)=\ln b+\alpha \ln D \tag{9-12}$$

并可推出参数计算式：

$$\ln b = \frac{\sum_{i=1}^{N}(\ln D_i \cdot \ln(C-a)_i)\cdot\sum_{i=1}^{N}\ln D_i - \sum_{i=1}^{N}\ln(C-a)_i \cdot \sum_{i=1}^{N}(\ln D_i)^2}{\left(\sum_{i=1}^{N}\ln D_i\right)^2 - N\sum_{i=1}^{N}(\ln D_i)^2} \tag{9-13}$$

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^{N}\ln D_i \cdot \sum_{i=1}^{N}(C-a)_i - N\sum_{i=1}^{N}(\ln D_i \cdot \ln(C-a)_i)}{\left(\sum_{i=1}^{N}\ln D_i\right)^2 - N\sum_{i=1}^{N}(\ln D_i)^2} \tag{9-14}$$

由式(9-13)、式(9-14)确定 b、α 的前提是要正确选择参数 a。a 的选择原则是使回归方程的相关指数 R 最大，即求函数 $R=f(a)$的极大值。在非线性回归中，R 以下式计算：

$$R = \pm\sqrt{1-\frac{\sum_{i=1}^{N}(C_i-C)^2}{\sum_{i=1}^{N}(C_i-\overline{C})^2}} \tag{9-15}$$

根据相关理论，$-1 \leqslant R \leqslant 1$。但在本具体问题中为正相关情况，即 $0 \leqslant R \leqslant 1$。

求最佳 a 值的一个简单办法是枚举法，即依次给出多个 a 值，分别进行如上的相关分析，计算 R，而以使 R 取最大值的 a 值及相应的 b、α 作为计算结果。这往往是手工计算的一种方法，但该方法计算速度慢且精度低。在此采用了“消去法”求解，这是一种高效率、高精度的计算方法。

由经验知 $0 \leqslant a \leqslant C_1$，且 $R=f(a)$为单极值函数。以[0，C_1]作为 a 的寻求区间，令 $X_1=0$，$X_4=C_1$；在[X_1，X_4]的中央安排两个寻求点 X_2、X_3，彼此相隔很小的距离 E。给定 E 后，X_2、X_3 可按下式计算：

$$X_2=X_1+0.5(X_4-X_2-E) \tag{9-16}$$

$$X_3=X_1+0.5(X_4-X_2+E)=X_2+E \tag{9-17}$$

分别以 X_2，X_3 作为初选 a 值代入式(9-13)、式(9-14)、式(9-15)进行回归分析，求 R 值，并分别称之为 R_2 和 R_3。假定 $R_2>R_3$，可知所求最佳 a 值在[X_1，X_3]内，则令 $X_1=X_1$，$X_4=X_3$，重复进行式(9-16)、式(9-17)的计算和比较。反之，若 $R_2<R_3$，可令 $X_1=X_2$，$X_4=X_4$，重复计算。也可能出现 $R_2=R_3$ 的情况，此时令 $X_1=X_2$，$X_4=X_3$，重复上述计算，以此每次消去一部分寻求区间，直到剩下的区间小于或等于 E，这时再不能区分内寻求点和边界点，寻求到此结束。然后按下式计算 a 的最佳值的近似值

$$a=0.5(X_1+X_4) \tag{9-18}$$

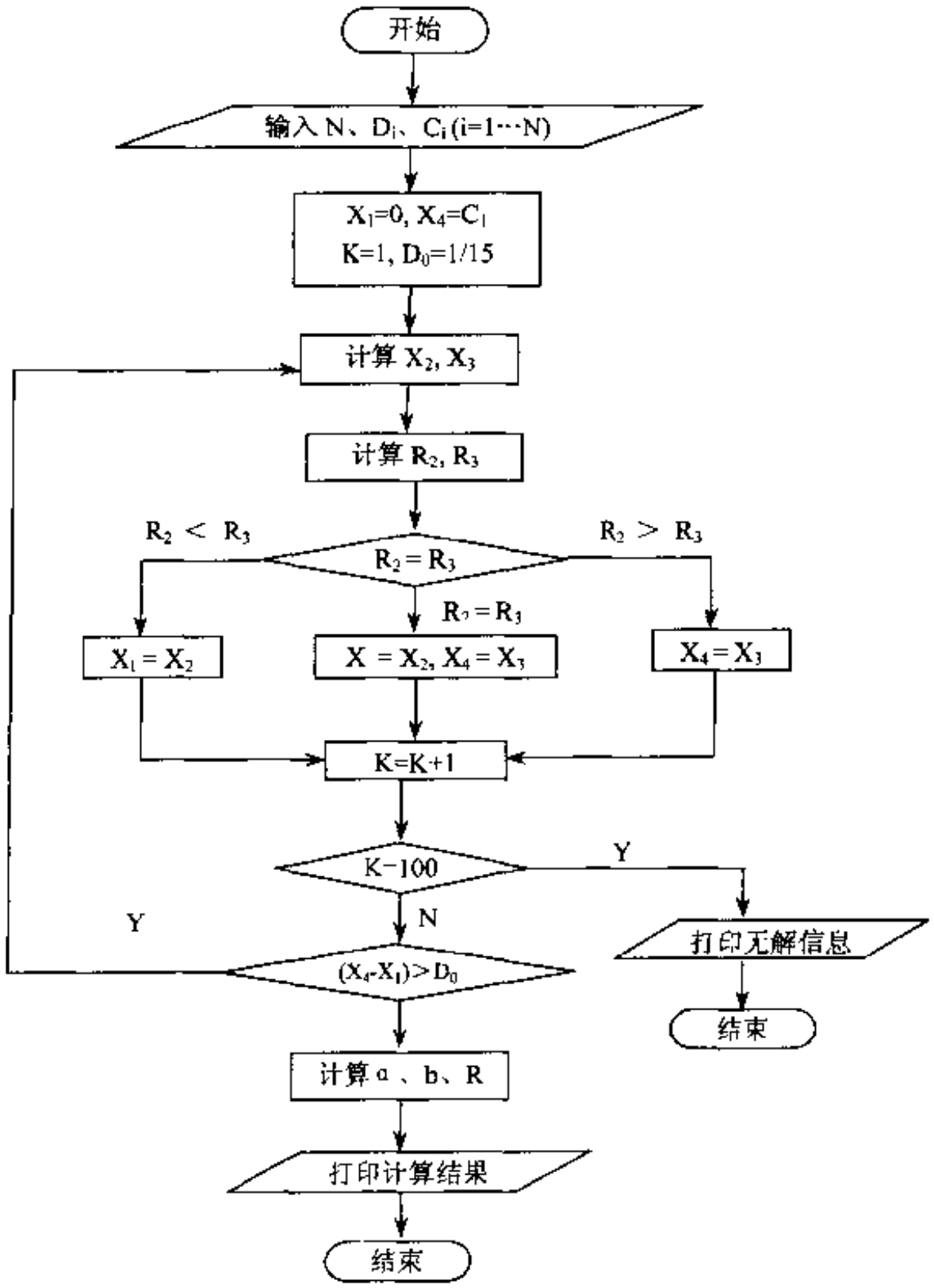


图 9-9　给水管道造价计算程序框图

并可由回归分析法求出相应的 b、α 及 R 值，即为所求结果。

程序中设定 $E=1/15$，此即 α 的计算精度，当然也可依需要重新选择 E 值。

9.5.3 计算程序示例

（1）程序框图（图 9-9）

（2）界面设计（图 9-10）

图 9-10 给水管道造价计算窗体界面

（3）部分源代码

```
Private Sub Command1_Click()
zjrch.Text = zjrch.Text + "      当前日期：" + Str(Date) + "      当前时间：" + Str(Time) + Chr(10)
n = Val(Text1.Text)
m = 0
d2 = 0
m1 = 0
r0 = 0
d0 = 1 / 15
d11 = 0
zjrch.Text = zjrch.Text + Chr(10) + "管 径 造 价 表" + Chr(10)
zjrch.Text = zjrch.Text + "                                                    " + Chr(10)
For i = 1 To n
d(i) = Val(InputBox("请输入管径(mm)! 这是第" + Str(i) + "组数据", "数据录入"))
d(i) = d(i) / 1000
c(i) = Val(InputBox("请输入单位造价(元/m)! 这是第" + Str(i) + "组数据", "数据录入"))
Next i
'下面的代码是为了形成原始数据输出，其结果如打印结果
If n / 6 = Int(n / 6) Then
s = n / 6
Else
s = Int(n / 6) + 1
End If
For i = 1 To s
zjrch.Text = zjrch.Text + "        管径(mm)      "
For j = 1 + (i - 1) * 6 To 6 + (i - 1) * 6
```

```
    If j > n Then Exit For
    ss = Str(d(j) * 1000) - Space(8 - Len(Str(d(j) * 1000)))
    zjrch.Text = zjrch.Text + ss

    Next j
    zjrch.Text = zjrch.Text + Chr(10)
zjrch.Text = zjrch.Text - "          单价(元/m)    "
For j = 1 + (i - 1) * 6 To 6 + (i - 1) * 6
    If j > n Then Exit For
    ss = Str(c(j)) + Space(8 - Len(Str(c(j))))
    zjrch.Text = zjrch.Text - ss
     Next j
    zjrch.Text = zjrch.Text + Chr(10)
zjrch.Text = zjrch.Text + "                                                
```

```
If (x4 - x1) > 3 * d0 Then GoTo z5
j = 0.5 * (x1 + x4)
Call sub1
zjrch.Text = zjrch.Text + "          公式统计:" + Chr(10) + "       N=" + Str(n) + Chr(10)
zjrch.Text = zjrch.Text + "          C=a+b×D^z" + Chr(10)
zjrch.Text = zjrch.Text + "              a=" + Str(Int(j * 10 + 0.5) / 10) + Chr(10)
zjrch.Text = zjrch.Text + "              b=" + Str(Int(b * 10 + 0.5) / 10) + Chr(10)
zjrch.Text = zjrch.Text + "              z=" + Str(Int(z * 1000 + 0.5) / 1000) + Chr(10)
zjrch.Text = zjrch.Text + "              R=" + Str(Int(R * 10000 + 0.5) / 10000) + Chr(10)
zjrch.Text = zjrch.Text + Chr(10) + "    以上 C-单位造价 (元/m)        D-管径(m)
a.b.Z 为造价公式中的系数      R-相关系数" + Chr(10)
zjrch.Text = zjrch.Text + "_____" + Chr(10)
Exit Sub
End Sub
```

（4）变量说明

N—统计数据组数；

D—管径，输入时为(mm)，输出时及计算公式中均为(m)；

C—单位造价(元/m)；

a、b、Z—统计造价公式 $C = a + bD^z$ 中的系数，其中 Z 代表原公式中的 α；

R—统计造价公式中的相关指数。

（5）程序说明

在上机计算前，应准备好经验管径造价表，表中管径按从小至大的次序排列。

值得注意的是管径在输入时单位为 mm，输出公式中的单位为 m。

在如图 9-10 所示的窗体输入数据后进行计算，最终计算结果显示于窗口。

管网造价计算结果见表 9-1。

表 9-1　管径造价表

管径/mm	200	250	300	350	400	150	500
单价/(元/m)	82.9	102.1	120.69	140.78	166.15	229.08	257.21
管径/mm	600	700	800	900	1000	1100	1200
单价/(元/m)	324.17	377.87	452.46	517.4	659.19	747.94	854.47

```
          公式统计:
       N= 14
    C=a+b×D^z
        a= 32.1
        b= 614.1
        z= 1.569
        R= .9982
以上 C-单位造价(元/m),D-管径(m), a.b.Z 为造价公式中的系数,R-相关系数
```

9.6　沉淀池计算概述

沉淀池是分离悬浮物的一种主要处理构筑物，用于水及废水的处理、生物处理的后处理以及最终处理。沉淀池结构按其功能可分为进水区、沉淀区、污泥区、出水区及缓冲层等五个部分。进水区和出水区是使水流均匀地流过沉淀池。沉淀区也称澄清区，是可沉降颗粒与废水分离的工作区。污泥区是污泥贮存、浓缩和排出的区域。缓冲区是分隔沉淀区和污泥区的水层，保证已沉降颗粒不因水流搅动而再行浮起。

常用沉淀池的类型有平流式沉淀池、竖流式沉淀池、辐流式沉淀池等。各类沉淀池的优缺点及适用条件见表 9-2。

表 9-2　各类沉淀池的优缺点及适用条件

类　型	优　　点	缺　　点	适 用 条 件
平流式沉淀池	1．沉淀效果好 2．对水量和水温的变化有较强的适应能力 3．处理流量大小不限 4．施工方便 5．平面布置紧凑	1．池子配水不易均匀 2．采用多泥斗排泥时，每个泥斗需单设排泥管排泥，操作工作量大；采用机械排泥时，设备和机件浸于水中，易锈蚀	1．适用于地下水位较高和地质条件较差的地区 2．大、中、小型水厂及废水处理厂均可采用
竖流式沉淀池	1．占地面积小 2．排泥方便，运行管理简单	1．池深大，施工困难 2．对水量和水温变化的适应性较差 3．池子直径不宜过大	适用于小型废水处理厂(站)

9.7　平流式沉淀池设计计算

9.7.1　平流式沉淀池简介

平流式沉淀池是废水从池的一端流入，从另一端流出，水流在池内作水平运动；池平面形状呈长方形，可以是单格或多格串联。池的进口端底部或沿池长方向，设有一个或多个贮泥斗，贮存沉积下来的污泥。如图 9-11 所示，是使用比较广泛的一种平流式沉淀池。下面主要介绍平流式沉淀池的入流装置、出流装置和排泥装置的形式和特点。

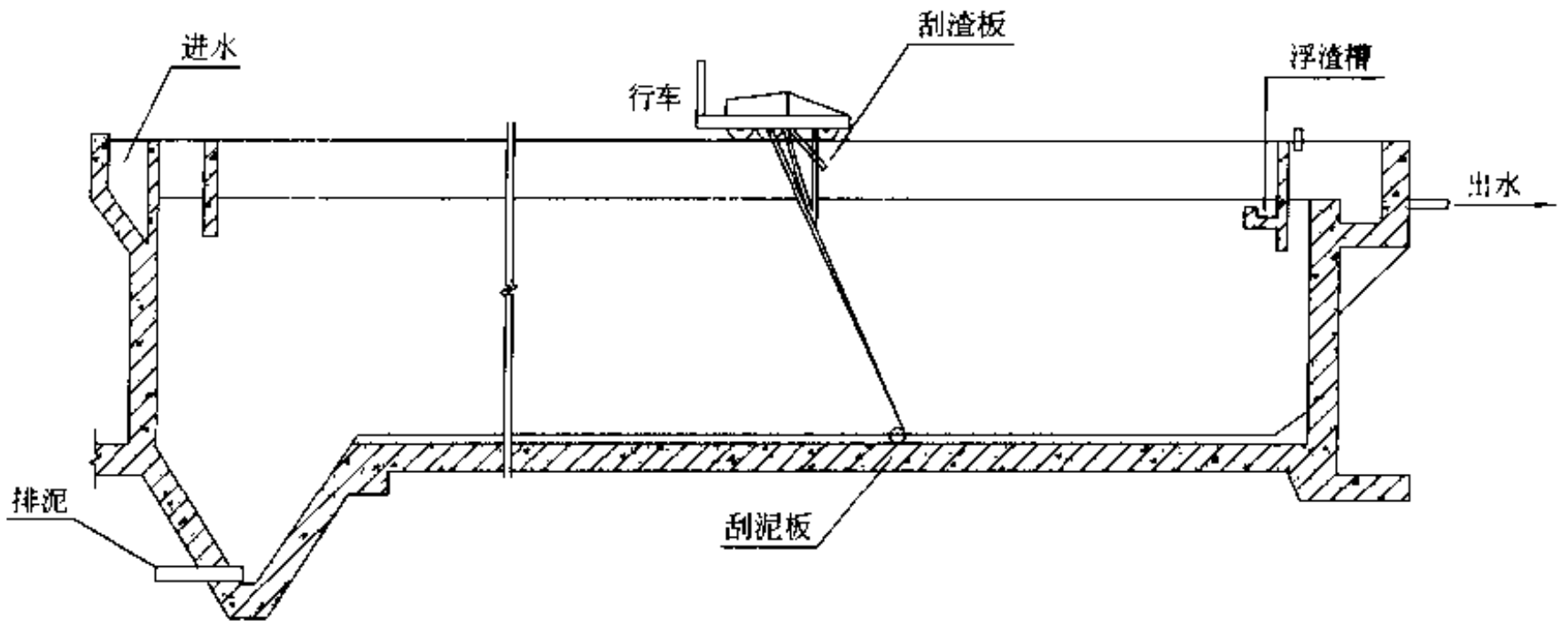


图 9-11　设行车刮泥机的平流式沉淀池

9.7.2　入流装置和出流装置

沉淀池的入流装置由设有侧向或槽底潜孔的配水槽、挡流板组成，起均匀布水与消能作用。配水槽侧面穿孔时，挡流板是竖向的，挡流板入水深不小于 0.25m，高出水面以上 0.15～0.2m，距流入槽 0.5m；配水槽底部穿孔时，挡流板是横向的，大致在 1/2 池深处如图 9-12 所示。

出流装置由流出槽与挡板组成。流出槽设自由溢流堰，溢流堰严格水平，既可保证水流均匀，又可控制沉淀池水位，为此溢流堰常采用锯齿形堰。这种出水堰易于加工及安装，出水比平堰均匀，常用钢板制成，齿深 50mm，齿距 200mm，直角，用螺栓固定在出口的池壁上。池内水位一般控制在锯齿高度的 1/2 处为宜。溢流堰最大负荷不宜大于 2.9L/(m·s)（初次沉淀池），2.0L/(m·s)（二次沉淀池）。为了减少负荷，改善出水水质，溢流堰可采用多槽沿程布置；如需阻挡浮渣随水流走，流出堰可采用潜孔出流。出流挡板入水深 0.3～0.4m，距溢流堰 0.25～0.5m。

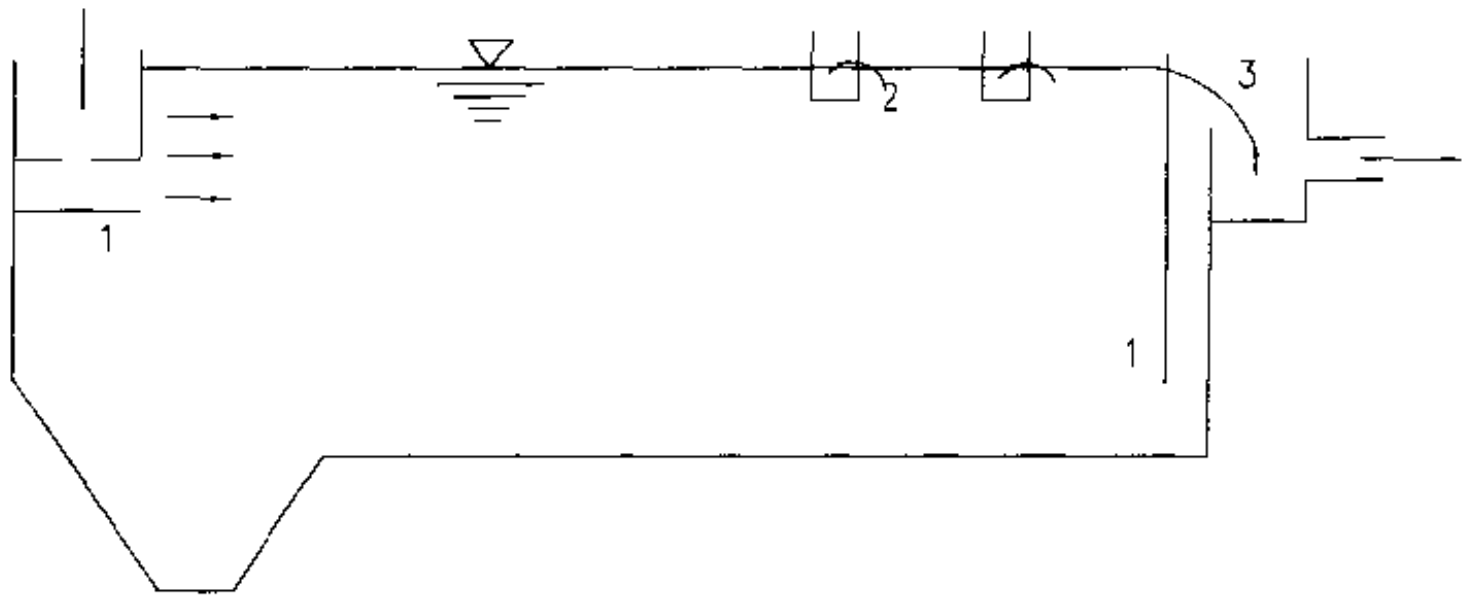


图 9-12　平流式沉淀池的进口、出口装置形式

1—挡板；2—淹没堰；3—自由堰

9.7.3　排泥装置与方法

沉淀池的沉积物应及时排出。排泥装置与方法一般有以下几种。

① 静水压力法　利用池内的静水位，将污泥排出池外。排泥管直径通常取 200mm，下端插入污泥斗，上端伸出水面以使清通。静水压力 $H=1.5$m(初次沉淀池)，0.9m(二次沉淀池)。为使池底污泥能滑入污泥斗，池底应有 0.01～0.02 的坡度。为减小池的总深度，也可采用多斗式平流沉淀池。

② 机械排泥法　通常采用小车刮泥机。小车沿池壁顶的导轨往返行走，刮板将沉泥刮入污泥斗，浮渣刮入浮渣槽。由于整套刮泥机都在水面上，不易腐蚀，易于维修。链带式刮泥机的缺点是机件长期浸于污水中，易被腐蚀，难以维修。被刮入污泥斗的沉泥，可用静水压力法或螺旋泵排出池外。上述两种机械排泥法主要适用于初次沉淀池。对于二次沉淀池，由于活性污泥的密度小，含水率高达 99%以上，呈絮状，不可能被刮除，可采用单口扫描泵吸式，使集泥和排泥同时完成。采用机械排泥，平流式沉淀池采用平底，可大大减小池深。

9.7.4　平流式沉淀池的设计计算

平流式沉淀池设计的主要内容有：确定沉淀区、污泥区的尺寸；池总高度；流入、流出装置以及排泥设备等。

（1）沉淀区尺寸计算

① 第一种计算方法：当没有原水的沉淀试验资料时，按沉淀时间和水平流速或选定的表面负荷进行计算。

a. 沉淀池的总面积

$$A=\frac{Q_{\max}}{q} \tag{9-19}$$

式中　A——沉淀池总面积，m^2；

Q_{max}——最大设计流量，m^3/h；

q——表面负荷，$m^3/(m^2 \cdot h)$，城市废水一般可取 1.5～3.0$m^3/(m^2 \cdot h)$。

b．沉淀池长度

$$L = 3.6vt \tag{9-20}$$

式中　L——沉淀池长度，m；

v——最大设计流量时的水平流速，mm/s，一般为 5～7mm/s；

t——沉淀时间，h，一般初次沉淀池为 1～2h，二次沉淀池为 1.5～2.5h。

c．沉淀区有效水深

$$h_2 = qt \tag{9-21}$$

式中　h_2——沉淀区有效水深，m，一般采用 2～4m，长度与有效水深之比≥8。

d．沉淀区有效容积

$$V_1 = A \cdot h_2 = Q_{max} \cdot t \tag{9-22}$$

式中　V_1——沉淀区有效容积，m^3。

e．沉淀池总宽度

$$B = \frac{A}{L} \tag{9-23}$$

式中　B——沉淀池总宽度，m。

f．沉淀池的座数或分格数

$$n = \frac{B}{b} \tag{9-24}$$

式中　n——沉淀池的座数或分格数；

b——每座（分格）池的宽度，m，一般要求池的长宽比≥4，长度与深度之比多采用 8～12 左右。若采用机械排泥，池的宽度应考虑结合机械椅架的跨度确定。

② 第二种计算方法：如已做过沉淀试验，取得了与所需去除率相对应的最小流速 u_0 值，则沉淀池的设计表面负荷 $q = u_0$，其他计算公式同前。

a．复核沉淀池中水流的稳定性　沉淀池尺寸确定后，可用弗罗德数的大小复核沉淀池中水流的稳定性。其计算公式如下：

$$F = \frac{v^2}{Rg} \tag{9-25}$$

式中　F——水流稳定性指数，一般控制在 1×10^{-4}～1×10^{-5} 之间；

v——平均水平流速，cm/s；

g——重力加速度，cm/s^2；

R——水力半径，cm，$R = W / P$；

W——水流断面面积，cm^2；

P——湿周，cm。

b．污泥区计算

按每日污泥量和排泥的时间间隔设计。

每日生产的污泥量为：

$$W = \frac{SNt}{1000} \tag{9-26}$$

式中　W——每日污泥量，m^3/d；

S——每人每日产生的污泥量，L/(人 · d)，生活废水的污泥量见表 9-3；

N——设计人口数；

t——两次排泥的时间间隔，d。

表 9-3　生活废水沉淀产生的污泥量

沉淀时间/h	污　泥　量		污泥含水率/%
	g/(人·d)	L/(人·d)	
1.5	17~25	0.4~0.66	95
		0.5~0.83	97
1.0	15~22	0.36~0.6	95
		0.44~0.73	97

如已知废水悬浮物浓度与去除率，污泥量可按下式计算：

$$W = \frac{Q(c_0 - c_1) \times 100}{\gamma(100 - p)} \cdot t \tag{9-27}$$

式中　Q——每日废水量，m^3/d；

c_0、c_1——进、出水悬浮物浓度，kg/m^3；

γ——污泥容重，kg/m^3，当污泥主要为有机物，且含水率很高时，可近似取 $1000kg/m^3$；

p——污泥含水率，%，一般城市废水为 95%～97%；

t——排泥时间间隔，d。

c．污泥斗的容积

$$V = \frac{1}{3}h_4(f_1 + f_2 + \sqrt{f_1 f_2}) \tag{9-28}$$

式中　V——污泥斗的容积，m^3；

h_4——污泥区高度，m；

f_1——污泥斗的上口面积，m^2；

f_2——污泥斗的下口面积，m^2。

d．沉淀池的总高度

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \tag{9-29}$$

式中　H——沉淀池的总高度，m；

h_1——沉淀池超高，一般取 0.3m；

h_2——沉淀区有效水深，m；

h_3——缓冲区高度，非机械排泥时，取 0.5m；机械排泥时，缓冲层的上缘应高出刮泥板 0.3m；

h_4——污泥区高度，m,根据污泥量、池底坡度、污泥斗高度及是否采用刮泥机决定。

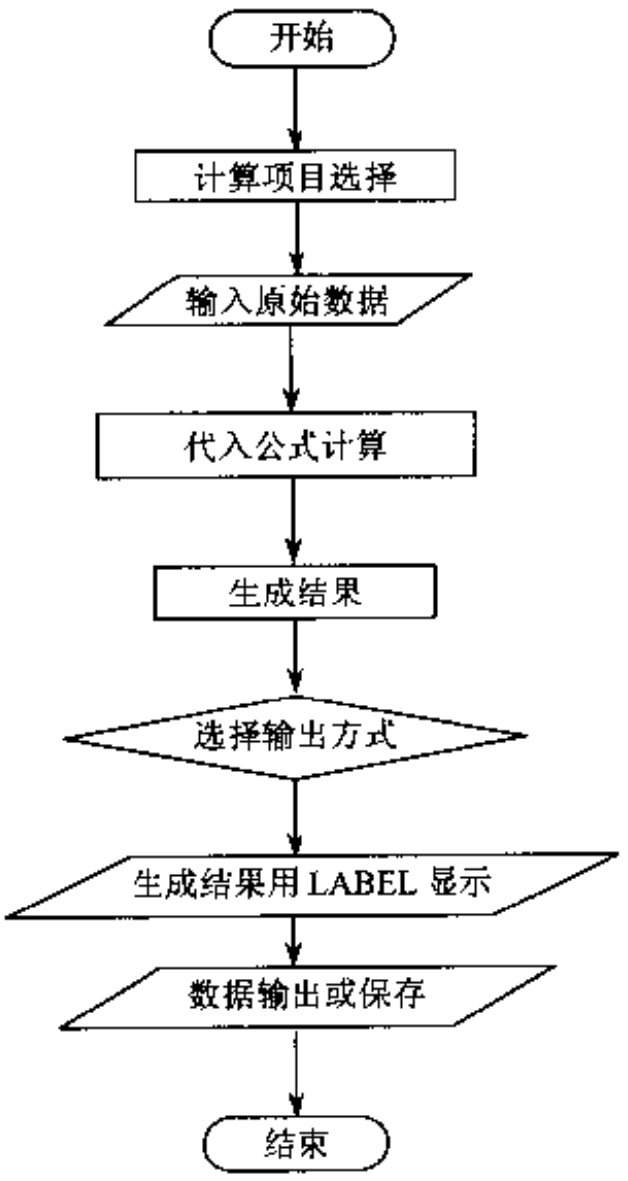


图 9-13　环保设备计算系统程序框图

9.7.5　计算程序示例

环保设备设计参数计算不涉及复杂的迭代运算，软件编程并不困难，只须构思好原始数据输入与计算结果输出部分的具体形式，再将有关计算公式转化为 VB 语言表达即可。因此本书只列出统一的环保设备工艺计算程序流程，各设备不再分别列出程序流程图。

VB 编程为我们制作界面提供了很大的便利，使我们可以从软件易用性考虑可制作出更为方便使用的程序界面。在这一部分中使用了 text 控件填空的方法输入数据，本程序使用了语句为变量增加了弹出式注释，以方便用户读解变量输入数据。计算结果的输出同样有 lable、textbox、输出*.hbs 文件以及网络发送、打印输出 5 种。

（1）程序框图

根据上述设计计算方法确定编程思路，程序框图如图 9-13 所示。

（2）界面设计

根据编程思路设计的程序界面见图 9-14.

图 9-14 平流式沉淀池计算窗口界面

（3）部分源代码

```
Private Sub Command1_Click()
Dim plbq, plbq2, plbv, plbt, plbb, plja, pljl, pljh2, pljv1, pljb, pljn As Single
Dim plbv1, plbr, plbg, plbs, plbn, plbt1, plbq1, plbc0, plbc1, plbt2, plbp, plbr1, plbf1, plbf2, plbh4, plbh1,
plbh3 As Single
Dim pljf, pljw, pljv, pljh As Single
On Error Go To err        '捕捉错误。如果出现错误，终止本过程，跳转到 err
'若“沉淀池尺寸计算”复选框被选中，即 Plscdc.value=1，那么允许用户输入相关数据
If plscdc.Value = 1 Then
plbq = Val(Text1.Text)      '将 text 控件中的数据转为数值型，赋值给变量 plbq，下同.
plbq2 = Val(Text2.Text)
plbv = Val(Text3.Text)
plbt = Val(Text4.Text)
plbb = Val(Text5.Text)
plbv1 = Val(Text6.Text)
plbg = Val(Text7.Text)
plbr = Val(Text8.Text)
plja = Int(plbq / plbq2 * 1000 + 0.5) / 1000      '按照本专业的相关公式进行计算，四舍五入保留 3 位小数，
                                                   并且赋值给 plja，公式 9-19
pljl = Int(3.6 * plbv * plbt * 1000 + 0.5) / 1000      '公式 9-20
pljh2 = Int(plbq2 * plbt * 1000 + 0.5) / 1000      '公式 9-21
pljv1 = Int(plbq * plbt * 1000 - 0.5) / 1000      '公式 9-22
pljb = Int(plja / pljl * 1000 + 0.5) / 1000      '公式 9-23
```

```
pljn = Int(pljb * plbb + 0.99999999)        '公式 9-24
pljf = Int((plbv1 * plbv1) / (plbr * plbg) * 1000 + 0.5) / 1000        '公式 9-25
pla.Caption = Str(plja)          '改变 Label 控件的 Caption 属性，将结果用 Label 控件显示出来
pll.Caption = Str(pljl)
plh.Caption = Str(pljh2)
plv.Caption = Str(pljv1)
plb.Caption = Str(pljb)
pln.Caption = Str(pljn)
plf.Caption = Str(pljf)
End If
If plswnq1.Value = 1 Then
plbs = Val(Text9.Text)
plbn = Val(Text22.Text)
plbt1 = Val(Text10.Text)
pljw = Int(1000 * plbs * plbn * plbt1 / 1000-0.5) / 1000        '公式 9-26
plw.Caption = Str(pljw)
End If
If plswnq2.Value = 1 Then
plbq1 = Val(Text11.Text)
plbc0 = Val(Text12.Text)
plbc1 = Val(Text13.Text)
plbt2 = Val(Text16.Text)
plbp = Val(Text15.Text)
plbr1 = Val(Text14.Text)
pljw = Int(plbq1 * (plbc0 - plbc1) * 100 * plbt2 / (plbr1 * (100 - plbp)) * 1000+0.5) / 1000        '公式 9-27
plw.Caption = Str(pljw)
End If
If plswnq2.Value = 1 Or plswnq1.Value = 1 Then
plbh4 = Val(Text17.Text)
plbf1 = Val(Text18.Text)
plbf2 = Val(Text19.Text)
pljv = Int((plbh4 * (plbf1 + plbf2 + Sqr(plbf1 * plbf2)) / 3) * 1000+0.5) / 1000        '公式 9-28
plv2.Caption = Str(pljv)
End If
If plscdcgd.Value = 1 Then
plbh1 = Val(Text20.Text)
plbh3 = Val(Text21.Text)
pljh = Int(1000 * (plbh1 + pljh2 - plbh3 + plbh4)-0.5) / 1000        '公式 9-29
plh2.Caption = Str(pljh)
End If
Exit Sub
err:
MsgBox ("您所输入的数据中有违法数据，请检查！")
Exit Sub
End Sub

Private Sub plscdc_Click()
'“沉淀池尺寸计算”复选框控件程序说明
'当“沉淀池尺寸计算”复选框被选中时，即 plscdc.Value=1,则与之有关的控件被激活
If plscdc.Value = 1 Then
plscdcgd.Enabled = True          '激活 plscdcgd 控件
```

```
Text1.Enabled = True
Text2.Enabled = True
Text3.Enabled = True
Text4.Enabled = True
Text5.Enabled = True
Text6.Enabled = True
Text7.Enabled = True
Text8.Enabled = True
Text1.Text = ""          '令 text1 控件的 text 属性为空
Text2.Text = ""
Text3.Text = ""
Text4.Text = ""
Text5.Text = ""
Text6.Text = ""
Text7.Text = ""
Text8.Text = ""
pla.Caption = ""
pll.Caption = ""
plh.Caption = ""
plv.Caption = ""
plb.Caption = ""
pln.Caption = ""
plf.Caption = ""
'当“沉淀池尺寸计算”复选框没有被选中时，即 plscdc.Value≠1 时,则与之有关的控件不再允许用户使用，并标注"×"
Else
plscdcgd.Enabled = False
plscdcgd.Value = 0
Text1.Enabled = False
Text2.Enabled = False
Text3.Enabled = False
Text4.Enabled = False
Text5.Enabled = False
Text6.Enabled = False
Text7.Enabled = False
Text8.Enabled = False
Text1.Text = "×"
Text2.Text = "×"
Text3.Text = "×"
Text4.Text = "×"
Text5.Text = "×"
Text6.Text = "×"
Text7.Text = "×"
Text8.Text = "×"
pla.Caption = "×"
pll.Caption = "×"
plh.Caption = "×"
plv.Caption = "×"
plb.Caption = "×"
pln.Caption = "×"
plf.Caption = "×"
```

```
End If
End Sub
Private Sub Command4_Click()
'command 控件(更新)键被按下时的代码
plsjs = plsjs - 1       'plsjs 用来贮存顺序号
plsrch.Text = plsrch.Text - " NO:" - Str(plsjs) - "       '当前日期:" + Str(Date) + "      '当前时间:" + Str(Time)
              - Chr(10) + Chr(10)
If plscdc.Value = 1 Then      '如果"沉淀池尺寸计算"复选框被选中，在 Richtextbox 控件(plsrch)显示相关
                内容
plsrch.Text = plsrch.Text + "   ★ 沉淀区尺寸计算" + Chr(10)
plsrch.Text = plsrch.Text - "最大设计流量 Qmax一" - Text1.Text + " m3/h       表面负荷 q=" + Text2.Text
              - " m3/(m2 · h)" + Chr(10)
plsrch.Text = plsrch.Text - "最大设计流量时的水平流速 v=" · Text3.Text - " mm/s" + "沉淀时间 t=" ·
              Text4.Text + " h" - Chr(10)
plsrch.Text = plsrch.Text + "每座（或分格）池的宽度 b=" + Text5.Text - " m" - Chr(10)
plsrch.Text = plsrch.Text + " v-" + Text6.Text + " cm/s      R=" · Text8.Text + " cm      g  " + Text7.Text + "
              cm/s2" - Chr(10)
plsrch.Text = plsrch.Text - "  计算得出 沉淀池总面积 A=" + pla.Caption - "m3" - Chr(10)
plsrch.Text = plsrch.Text + "  计算得出 沉淀池长度 L=" + pll.Caption + " m" + "沉淀区有效水深 h2=" +
              plh.Caption + " m" + Chr(10)
plsrch.Text - plsrch.Text + "  计算得出 沉淀池有效容积 V1=" - plv.Caption + " m3" + Chr(10)
plsrch.Text = plsrch.Text - "  计算得出 沉淀池总宽度 B- " + plb.Caption + " m" + Chr(10)
plsrch.Text - plsrch.Text - "  计算得出 沉淀池的座数或分格数 n=" + pln.Caption · Chr(10)
plsrch.Text = plsrch.Text + "  计算得出 水利稳定性指数 F=" - plf.Caption + Chr(10)
End If
If plswnq1.Value   1 Then      '如果"污泥区计算 1"复选框被选中，在 Richtextbox 控件(plsrch)显示相关
              内容
plsrch.Text   plsrch.Text - "  ★ 污泥区计算-未知废水悬浮物浓度与去除率" - Chr(10)
plsrch.Text   plsrch.Text + " S=" - Text9.Text + "L/(人 ·d)      N-" + Text22.Text - "t=" + Text10.Text + " d"
              - Chr(10)
plsrch.Text = plsrch.Text + " h4=" + Text17.Text + " m       f1-" + Text18.Text - " m2       f2=" +
              Text19.Text - " m2" + Chr(10)
plsrch.Text = plsrch.Text + "  计算得出 每日污泥量 W-" - plw.Caption - "m3/d" + Chr(10)
plsrch.Text   plsrch.Text + "  计算得出   污泥斗的容积 V=" + plv.Caption + "m3" + Chr(10)
End If
If plswnq2.Value = 1 Then      '如果"污泥区计算 2"复选框被选中，在 Richtextbox 控件(plsrch)显示相关
              内容
  plsrch.Text = plsrch.Text + "  ★ 污泥区计算-已知废水悬浮物浓度与去除率" + Chr(10)
  plsrch.Text = plsrch.Text + "Q=" - Text11.Text + " m3/d   c0,c1 分别为" + Text12.Text + " " + Text13.Text +
                "kg/m3   p=" + Text15.Text + " t=" + Text16.Text - " d   γ =" - Text14.Text - " kg/m3" + Chr(10)
  plsrch.Text = plsrch.Text + "h4=" + Text17.Text + " m       f1=" + Text18.Text + " m2   f2=" + Text19.Text +
                " m2" + Chr(10)
  plsrch.Text = plsrch.Text - "  计算得出 每日污泥量 W=" + plw.Caption + "m3/d" - Chr(10)
  plsrch.Text = plsrch.Text + "  计算得出   污泥斗的容积 V=" + plv2.Caption + "m3" - Chr(10)
  End If
  If plscdcgd.Value = 1 Then      '如果"沉淀池总高度"复选框被选中，在 Richtextbox 控件(plsrch)显示相关
                内容
  plsrch.Text = plsrch.Text - "  ★ 沉淀池总高度" + Chr(10)
  plsrch.Text = plsrch.Text + "沉淀池超高 h1=" + Text20.Text - " m       缓冲区高度 h3=" - Text21.Text +
                " m" + Chr(10)
  plsrch.Text = plsrch.Text + "  计算得出 沉淀池的总高度 V=" - plh2.Caption + " m" + Chr(10)
  End If
```

```
plsrch.Text = plsrch.Text - "_ _____ _____ ." + Chr(10) - Chr(10)
End Sub
```

（4）计算示例

在如图 9-14 所示的平流式沉淀池计算窗口界面中填入已知数据。

原始数据与计算结果生成文本文件以报表形式在文本窗口中显示，也可按下“打印”按钮将计算结果输送到打印机，打印结果如下：

给排水设备辅助计算　平流式沉淀池的计算

NO: 3　　当前日期：02-2-21　　当前时间：11:43:55

★ 沉淀区尺寸计算

最大设计流量 Qmax＝416.7 m^3/h　　表面负荷 q=1.5 $m^3/(m^2 \cdot h)$

最大设计流量时的水平流速 v=5 mm/s　　沉淀时间 t=2 h

每座（或分格）池的宽度 b=2 m

平均水平流速 v=10 cm/s　　水力半径 R=20 cm　　重力加速度 g=1000 cm/s^2

计算得出 沉淀池总面积 A= 277.8m^3

计算得出 沉淀池长度 L= 36 m　　沉淀区有效水深 h_2= 3 m

计算得出 沉淀池有效容积 V_1= 833.4 m^3

计算得出 沉淀池总宽度 B= 7.717 m

计算得出 沉淀池的座数或分格数 n= 4

计算得出 水利稳定性指数 F= .005

★ 污泥区计算-已知废水悬浮物浓度与去除率

每日废水量 Q= 1000 m^3/d　　进、出水悬浮物浓度 c_0、c_1 分别为 250kg/m^3、50kg/m^3　　污泥含水率 p=95

排泥时间间隔 t=3 d　　污泥容量γ =1000 kg/m^3

污水区高度 h_4=2.8 m　　污泥斗的上口面积 f_1=4 m^2　　污泥斗的下口面积 f_2=1 m^2

计算得出 每日污泥量 W= 12000m^3/d

计算得出　污泥斗的容积 V= 6.533m^3

★ 沉淀池总高度

沉淀池超高 h_1=0.3 m　　缓冲区高度 h_3=0.5 m

计算得出 沉淀池的总高度 V= 6.6 m

--- 计算结束 ---

9.8　竖流式沉淀池设计计算

9.8.1　竖流式沉淀池结构设计

竖流式沉淀池水流方向与颗粒沉淀方向相反，其截留速度与水流上升速度相等。当颗粒发生自由沉淀时，其沉淀效果比平流式沉淀池低得多。当颗粒具有絮凝性时，则上升的小颗粒和下沉的大颗粒之间相互接触、碰撞而絮凝，使粒径增大，沉速加快。另一方面，沉速等于水流上升速度的颗粒将在池中形成一悬浮层，对上升的小颗粒起拦截和过滤作用，因而沉淀效率比平流式沉淀池更高。

竖流式沉淀池多为圆形或方形，直径或边长为 4～7m，一般不大于 10m。沉淀池上部为圆筒形的沉淀区，下部为截头圆锥状的污泥斗，二层之间为缓冲层，约 0.3m，如图 9-15 所示。

废水从中心管自上而下流入，经反射板向四周均匀分布，沿沉淀区的整个断面上升，澄清水由池四周集水槽收集。集水槽大多采用平顶堰或三角形锯齿堰，堰口最大负荷为 1.5L/(m • s)。如池径大于 7m，为集水均匀，可设置辐射式的集水槽与池边环形集水槽相通。沉淀池贮泥斗倾角为 45°～60°，污泥可借静水压力由排泥管排出，排泥管直径应不小于 200mm，静水压力为 1.5～2.0m。排泥管下端距池底不大于 2.0m，管上端超出水面不少于 0.4m。为了防止漂浮物外溢，在水面距池壁 0.4～0.5m 处设挡板，挡板伸入水面以下 0.25～0.3m，伸出水面以上 0.1～0.2m。

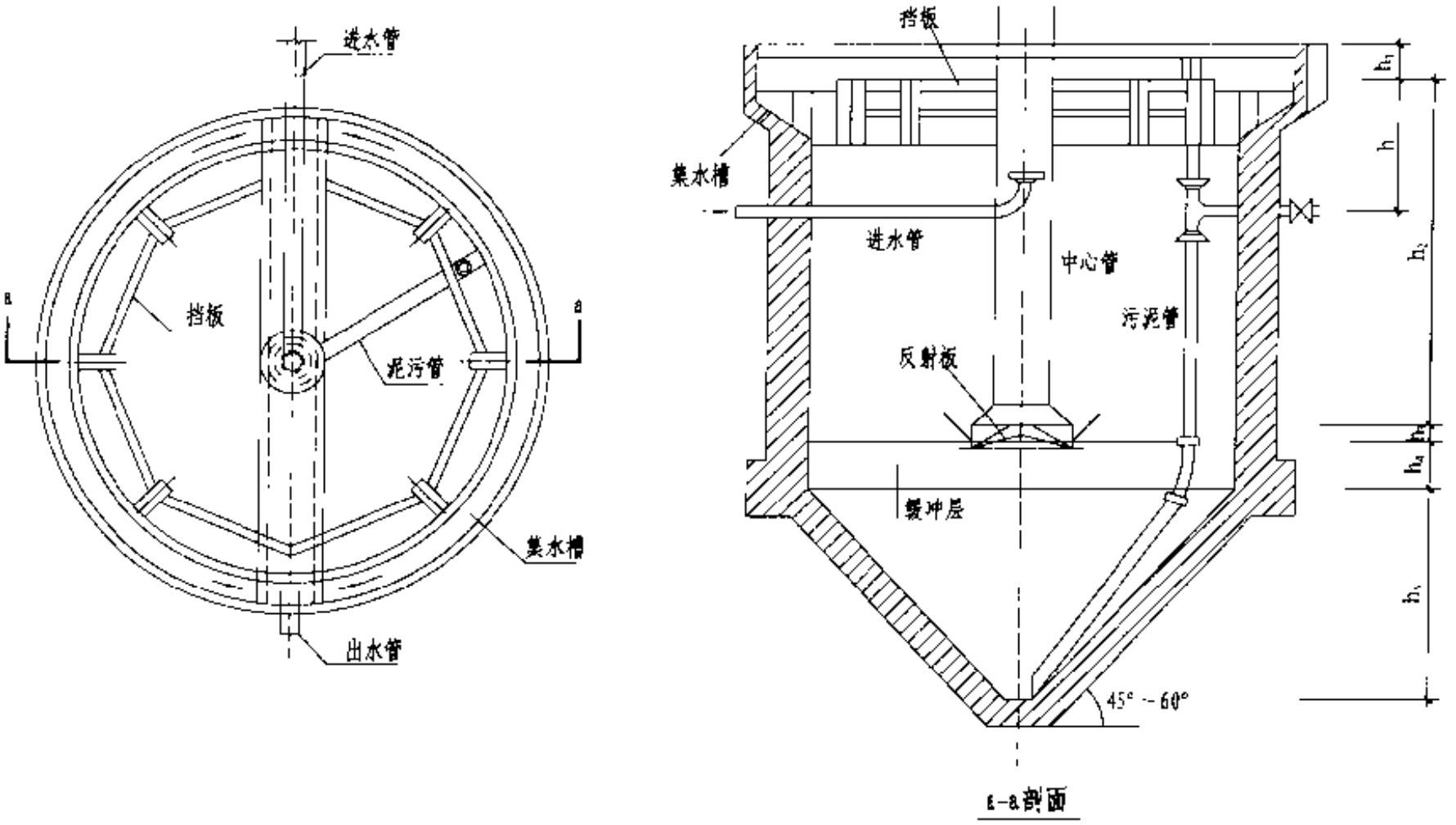


图 9-15　圆形竖流式沉淀池

竖流式沉淀池中心管内的废水流速对悬浮物的去除有很大的影响。无反射板时，中心管内废水流速应不大于 30mm/s；末端设有喇叭口及反射板时，流速可提高到 100mm/s。废水从喇叭口与反射板之间的间隙流出的速度不应大于 20mm/s。为保证水流自下而上作垂直运动，要求径深比 $D:h_2 \leqslant 3:1$。

9.8.2　竖流式沉淀池的设计计算

竖流式沉淀池的设计计算与平流式沉淀池相似，废水在池中的上升速度等于或小于指定去除效率颗粒的最小沉速 u_0，过水断面面积等于池表面积与中心管的面积之差。中心管的有效面积按最大设计流量计算。

（1）最小沉速 u_0 和沉淀时间 t 的确定

根据废水中悬浮物的浓度 c_1 及排放废水中允许含有的悬浮物浓度 c_2，求出应当达到的去除率 η。然后根据沉淀曲线确定与去除率相应的最小沉速 u_0 及所需要的沉淀时间 t。

（2）中心管面积与直径

$$A_1 = \frac{q_{max}}{v_0} \tag{9-30}$$

$$d_0 = \sqrt{\frac{4A_1}{\pi}} \tag{9-31}$$

式中　A_1——中心管有效面积，m^2；

q_{max}——每池的最大设计流量，m^3/s；

v_0——中心管内流速，m/s；

d_0——中心管有效直径，m。

（3）沉淀池的有效水深，即中心管的高度

$$h_2 = 3.6vt \tag{9-32}$$

式中　h_2——沉淀池的有效水深，m；

v——废水在沉淀区的上升流速，mm/s，如有沉淀试验资料，v 等于拟去除的最小颗粒的沉速 u；如无沉淀试验资料，v 则取 0.5～1.0mm/s；

t——沉淀时间，h，一般采用 1.0～2.0h。

（4）中心管喇叭口到反射板之间的间隙高度

$$h_3 = \frac{q_{max}}{v_1 \pi d_1} \tag{9-33}$$

式中 h_3——中心管喇叭口到反射板之间的间隙高度，m；

v_1——废水从间隙流出的速度，m/s，一般不大于 0.02m/s；

d_1——喇叭口直径，$d_1 = 1.35d_0$。

（5）沉淀池有效断面面积，即沉淀区面积

$$A_2 = \frac{q_{max}}{v} \tag{9-34}$$

式中 A_2——沉淀池有效断面面积，m^2。

（6）沉淀池总面积和池径

$$A = A_1 + A_2 \tag{9-35}$$

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \tag{9-36}$$

式中 A——沉淀池总面积，m^2；

D——沉淀池的直径，m。

（7）截头圆锥部分容积

$$V_1 = \frac{\pi h_5}{3}(R^2 + Rr + r^2) \tag{9-37}$$

式中 V_1——截头圆锥部分容积，m^3；

h_5——污泥室截头圆锥部分高度，m；

R——截头圆锥上部半径，m；

r——截头圆锥下部半径，m。

（8）沉淀池总高度

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 \tag{9-38}$$

式中 H——沉淀池总高度，m；

h_1——超高，m，一般取 0.3m；

h_4——缓冲层高度，m，一般取 0.3m。

9.8.3 计算程序示例

（1）界面设计

根据编程思路设计如图 9-16 所示的竖流式沉淀池的计算窗口界面。

（2）部分源代码

根据上述计算方法编写部分源代码，计算部分清单如下：

```
Private Sub Command1_Click()
On Error GoTo err
For i = 1 To 11
slbl(i) = Val(Text1(i - 1).Text)
Next i
slja1 = Int((slbl(1) / slbl(2) * 1000) + 0.5) / 1000      '公式 9-30
slxa1.Caption = Str(slja1)
sljd0 = Int((Sqr(slja1 * 4 / 3.1415926)) * 1000 - 0.5) / 1000      '公式 9-31
slxd0.Caption = Str(sljd0)
sljh2 = Int((3.6 * slbl(3) * slbl(4)) * 1000 + 0.5) / 1000      '公式 9-32
slxh2.Caption = Str(sljh2)
sljh3 = Int((slbl(1) / (slbl(5) * 3.1415926 * slbl(6))) * 1000 + 0.5) / 1000      '公式 9-33
```

```
slxh3.Caption = Str(sljh3)
slja2 = Int((slbl(1) / slbl(3)) * 1000 - 0.5) / 1000        '公式 9-34
slxa2.Caption = Str(slja2)
slja = Int((slja1 + slja2) * 1000 + 0.5) / 1000        '公式 9-35
slxa.Caption = Str(slja)
sljd = Int((Sqr(4 * slja / 3.1415926)) * 1000 + 0.5) / 1000        '公式 9-36
slxd.Caption = Str(sljd)
sljv1 = Int((3.1415926 * slbl(9) * (slbl(7) * slbl(7) - slbl(7) * slbl(8) - slbi(8) * slbl(8)) / 3) * 1000 + 0.5) /
        1000        '公式 9-37
slxv1.Caption = Str(sljv1)
sljh = Int((slbl(10) + sljh2 + sljh3 + slbl(11) + slbl(9)) * 1000 - 0.5) / 1000        '公式 9-38
slxh.Caption    Str(sljh)
Exit Sub
err:
MsgBox ("您所输入的数据中有违法数据，请检查！")
Exit Sub
End Sub
```

图 9-16　竖流式沉淀池的计算窗口界面

（3）计算示例

给排水设备计算－竖流式沉淀池的计算

每池的最大设计流量 q_{max}=0.025 m^3/s　　中心管内流速 v_0=0.03m/s
废水在沉淀区的上升流速 v＝0.7 mm/s　　沉淀时间 t＝1.5 h
废水从间隙流出的速度 v_1=0.02 m/s　　喇叭口直径 d_1=1.35 m
污泥室截头圆锥部分高度 h_5=3.3 m　　截头圆锥上部半径 R＝3.5 m
截头圆锥下部半径 r＝0.2 m
超高 h_1=0.3m　　缓冲层高度 h_4=0.3 m
计算得出 中心管有效面积 A_1= .833 m^2　　中心管有效直径 d_0= 1.03 m
计算得出 沉淀池的有效水深 h_2= 3.78 m
计算得出 中心管喇叭口到反射板之间的间隙高度 h_3= .295 m

计算得出 沉淀池有效断面面积 A_2= 35.714m^2
计算得出 沉淀池总面积 A= 36.547m^2
计算得出 沉淀池的直径 D= 6.822m
计算得出 截头圆锥部分容积 V_1= 44.89 m^3
计算得出 沉淀池总高度 H= 7.975 m
--- 计算结束 ---

9.9 普通辐流式沉淀池设计计算

9.9.1 普通辐流式沉淀池的构造

普通辐流式沉淀池呈圆形或正方形，直径（边长）一般为 6～60m，最大可达 100m，中心深度为 2.5～5.0m，周边深度 1.5～3.0m。废水从辐流式沉淀池的中心进入，由于直径比深度大得多，水流呈辐射状向周边流动，沉淀后的废水由四周的集水槽排出。由于是辐射状流动，水流过水断面逐渐增大，而流速逐渐减小。

图 9-17 为中心进水周边出水机械排泥的普通辐流式沉淀池。池中心处设中心管，废水从池底进入中心管，或用明槽自池的上部进入中心管，在中心管周围常有用穿孔障板围成的流入区，使废水能沿圆周方向均匀分布。为阻挡漂浮物，出水槽堰口前端可加设挡板及浮渣收集与排出装置。

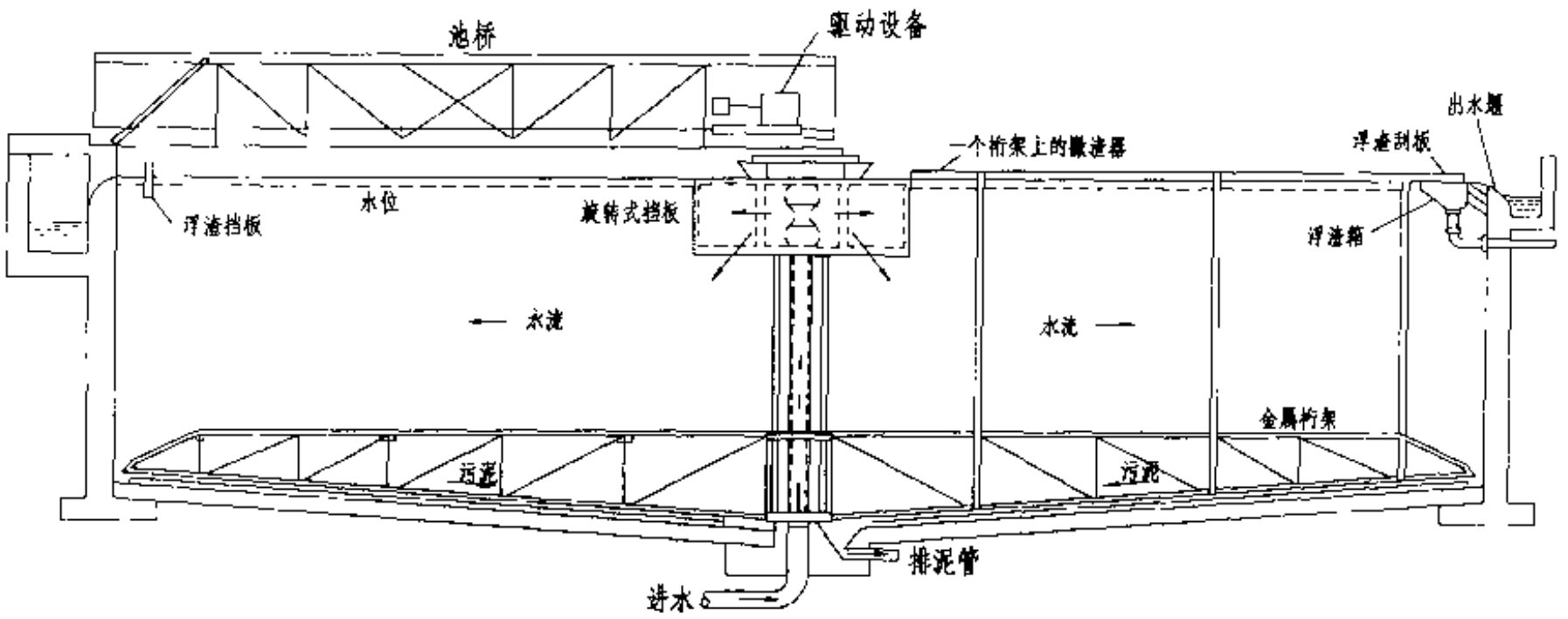


图 9-17 中心进水周边出水机械排泥的普通辐流式沉淀池

普通辐流式沉淀池大多采用机械刮泥(尤其是池径大于 20m 时，几乎都用机械刮泥)，将全池的沉积污泥收集到中心泥斗，再借静压力或污泥泵排出。刮泥机一般为桁架结构，绕池中心转动，刮泥刀安装在衍架上，可中心驱动或周边驱动。池底坡度一般为 0.05，坡向中心泥斗，中心泥斗的坡度为 0.12～0.16。

除机械刮泥的辐流式沉淀池外，常将池径小于 20m 的辐流式沉淀池建成方形，废水沿中心管流入，池底设多个泥斗，使污泥自动滑入泥斗，形成斗式排泥。

9.9.2 普通辐流式沉淀池的设计计算

（1）每个沉淀池的表面积和池径

$$A_1 = \frac{Q_{max}}{nq_0} \tag{9-39}$$

$$D = \sqrt{\frac{4A_1}{\pi}} \tag{9-40}$$

式中 A_1——每个沉淀池的表面积，m^2；

Q_{max}——最大设计流量，m^3/h；

n——池数(≥2)；

q_0——表面负荷，$m^3/(m^2 \cdot h)$，可通过试验确定，无试验时，一般初次沉淀池采用 2～$4m^3/(m^2 \cdot h)$，二次沉淀池采用 1.5～$3.0m^3/(m^2 \cdot h)$；

D——每个沉淀池的直径，m。

（2）沉淀池有效水深

$$h_2 = q_0 t = \frac{Q_{max} t}{n A_1} \tag{9-41}$$

式中 h_2——沉淀池有效水深，m；

t——沉淀时间，h，一般初次沉淀池采用 1～2h，二次沉淀池采用 1.5～2.5h，池径与水深比宜取 6～12。

（3）沉淀池总高度

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 \tag{9-42}$$

式中 h_1——沉淀池超高，m，取 0.3m；

h_2——有效水深，m；

h_3——缓冲层高度，m，与刮泥机有关，可采用 0.5m；

h_4——沉淀池坡底落差，m；

h_5——污泥斗高度，m。

9.9.3 计算程序示例

（1）界面设计（图 9-18）

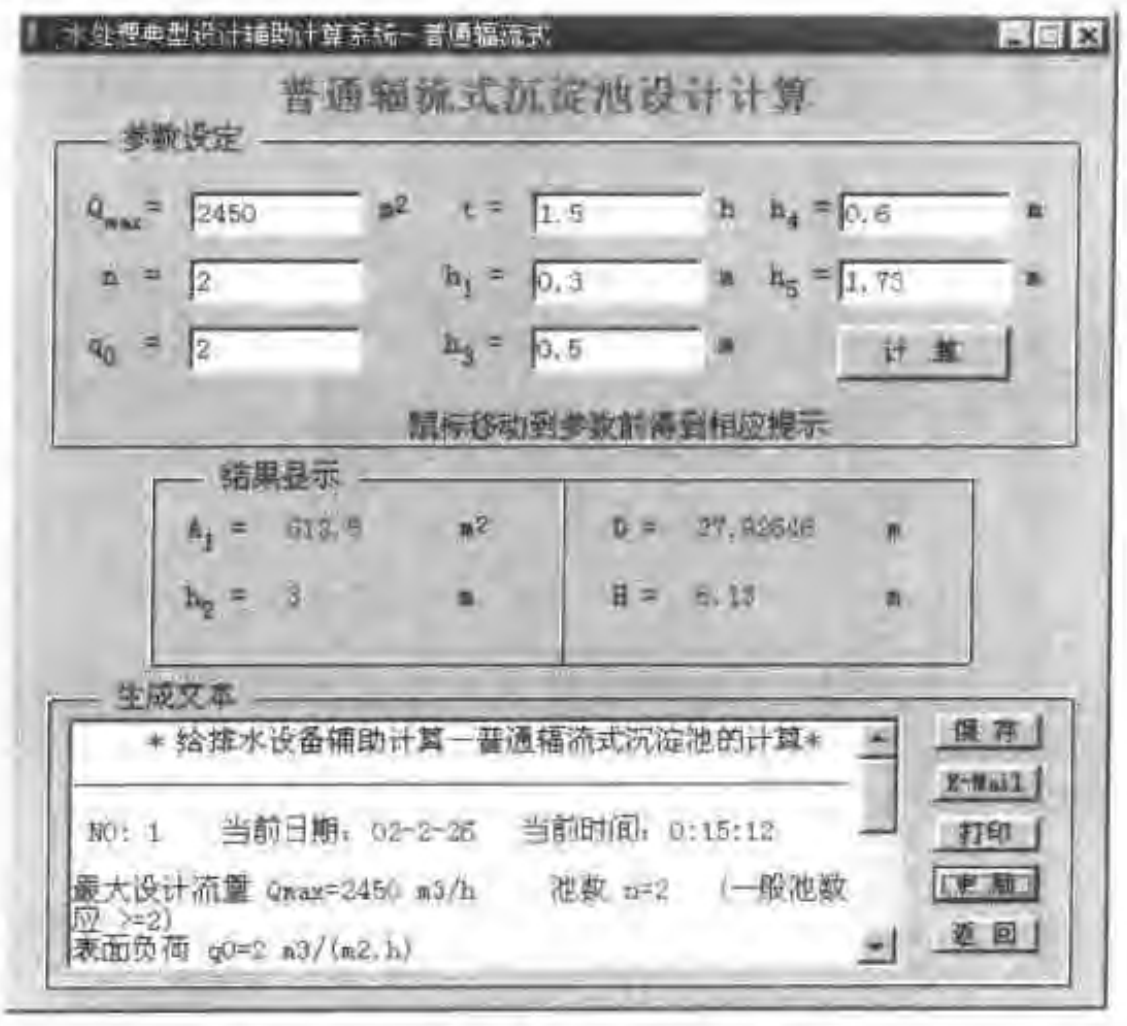


图 9-18 普通辐流式沉淀池的计算窗口

（2）部分源代码

```
Private Sub Command1_Click()
On Error GoTo err
flbq = Val(Text1.Text)
flbn = Val(Text2.Text)
flbq0 = Val(Text3.Text)
flbt = Val(Text4.Text)
```

```
flbh1 = Val(Text5.Text)
flbh3 = Val(Text6.Text)
flbh4 = Val(Text7.Text)
flbh5 = Val(Text8.Text)
flja1 = Int(flbq / (flbn * flbq0) * 1000 + 0.5) / 1000        '公式 9-39
fljd = (Sqr(4 * flja1 / 3.1415926) * 1000 + 0.5) / 1000       '公式 40
fljh2 = Int((1000 * (flbq * flbt) / (flbn * flja1) + 0.5)) / 1000       '公式 9-41
fljh = Int(((flbh1 + fljh2 - flbh3 + flbh4 - flbh5) * 1000 + 0.5)) / 1000       '公式 9-42
flxa1.Caption = Str(flja1)
flxd.Caption = Str(fljd)
flxh2.Caption = Str(fljh2)
flxh.Caption = Str(fljh)
Exit Sub
err:
MsgBox ("您所输入的数据中有违法数据，请检查！")
Exit Sub
End Sub
```

（3）计算示例

在计算窗口图 9-18 填入普通辐流式沉淀池的已知数据，得到以下的打印结果。

* 给排水设备辅助计算—普通辐流式沉淀池的计算*

NO: 1　　当前日期：02-2-21　　当前时间：23:26:51

最大设计流量 Qmax=2450 m^3/h　　池数 n=2　　(一般池数应≥2)
表面负荷 q_0=2 $m^3/(m^2 \cdot h)$
沉淀池沉淀时间 t=1.5 h
沉淀池超高 h_1=0.3m (应取 0.3m)　　缓冲层高度 h_3=0.5 m
沉淀池坡底落差 h_4=0.6m　　污泥斗高度 h_5=1.73 m
计算得出 每个沉淀池的表面积 A_1= 612.5 m^2　　每个沉淀池的直径 D= 27.926 m
沉淀池有效水深 h_2= 3 m
沉淀池总高度 H= 6.13m

--- 计算结束 ---

9.10　溶气气浮设计计算

9.10.1　溶气气浮简介

溶气气浮是使空气在一定压力作用下，溶解于水中，并达到过饱和的状态，然后再突然使溶气水在常压下将空气以微细气泡的形式从水中逸出，进行气浮。溶气气浮形成的气泡细小，其初粒度为 80μm 左右；而且在操作过程中，还可以人为地控制气泡与废水的接触时间，因此，溶气气浮的净化效果较好，特别在含油废水、含纤维废水处理方面已得到广泛应用。

根据气泡在水中析出所处压力的不同，溶气气浮可分为加压溶气气浮和溶气真空气浮两种类型。前者，空气在加压条件下溶入水中，而在常压下析出；后者是空气在常压或加压条件下溶入水中，而在负压条件下析出。加压溶气气浮是国内外最常用的气浮法。图 9-19、图 9-20 分别为平流式气浮池和竖流式气浮池。

9.10.2　加压溶气气浮设计要点

① 充分研究探讨待处理水的水质条件，分析采用气浮工艺的合理性和适用性。有条件的情况下，应进行小型试验或模型试验，并根据试验结果选择适当的溶气压力及回流比（指溶气水量与待处理水量的比值）。通常溶气压力取 0.2～0.4MPa，回流比取 5%～25%。

② 根据试验选定的混凝剂及其投加量和完成絮凝的时间及难易程度，确定反应形式和反

应时间。一般沉淀反应时间较短，取 5～10min 为宜。

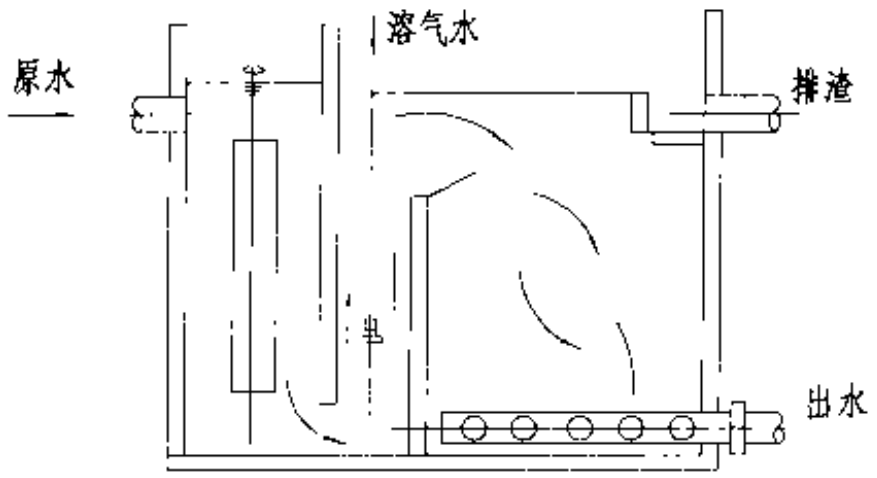


图 9-19　平流式气浮池

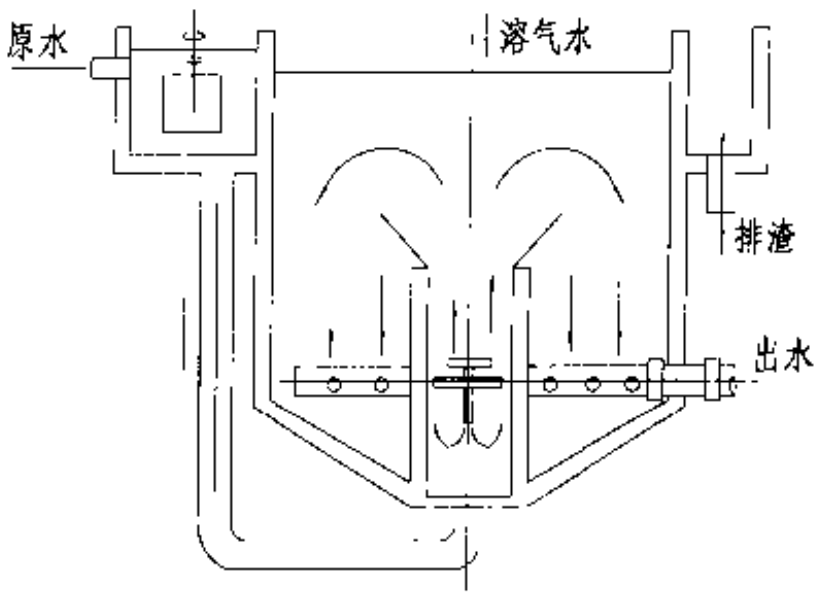


图 9-20　竖流式气浮池

③ 确定气浮池的池型，应根据对处理水质的要求、净水工艺与前后构筑物的衔接、周围地形和建筑物的协调、施工难易程度及造价等因素综合加以考虑。反应池宜与气浮池合建。为避免打破絮体，应注意水流的衔接。进入气浮池接触室的流速宜控制在 0.1m/s 以下。

④ 接触室必须为气泡与絮体提供良好的接触条件，其宽度还应考虑易于安装和检修的要求。水流上升速度一般取 10～20mm/s，水流在室内的停留时间不宜小于 60s。接触室内的溶气释放器应根据确定的回流量、溶气压力及各种型号释放器的作用范围选定。

⑤ 气浮分离室需根据带气絮体上浮分离的难易程度选择水流（向下）流速，一般取 1.5～3.0mm/s，即分离室的表面负荷率取 5.4～10.8$m^3/(m^2 \cdot h)$。

⑥ 气浮池的有效水深一般取 2.0～2.5m，池中水流停留时间一般为 10～20min。

⑦ 气浮池的长宽比无严格要求，一般以单格宽度不超过 10m、长度不超过 15m 为宜。

⑧ 浮渣一般采用刮渣机定期排除。集渣槽可设置在池的一端、两端或径向。刮渣机的行车速度宜控制在 5m/min 以内。

⑨ 气浮池集水应力求均匀，一般采用穿了 *L* 集水管，集水管的最大流速宜控制在 0.5m/s 左右。

⑩ 压力溶气罐一般采用阶梯环作填料，通常填料层高度取 1～1.5m。这时罐直径一般根据过水截面负荷率 100～200$m^3/(m^2 \cdot h)$选取，罐高为 2.5～3.0m。

下面以加压溶气气浮的设计计算为例介绍气浮池的计算方法及计算程序编写。

9.10.3　加压溶气气浮设计计算（不包括一般处理构筑物的常规计算）

（1）气浮所需空气量 Q_g

$$Q_g = QR'\alpha_c\varphi \tag{9-43}$$

式中　Q_g——气浮所需空气量，L/h；

Q——气浮池设计水量，m^3/h；

R'——试验条件下的回流比，%；

α_c——试验条件下的释气量，L/m^3；

φ——水温校正系数，取 1.1～1.3（主要考虑水的粘滞度影响，试验时水温与冬季水温相差大者取高值）。

（2）加压溶气水量 Q_p

$$Q_p = \frac{Q_g}{736\eta p K_T} \tag{9-44}$$

式中 Q_p——加压溶气水量，m^3/h；

p ——选定的溶气压力，MPa；

K_T——溶解度系数，可根据水温查表 9-4；

η——溶气效率，对装阶梯环填料的溶气罐可查表 9-5。

表 9-4 不同温度下的 K_T 值

温度/℃	0	10	20	30	40
K_T	3.77×10^{-2}	2.95×10^{-2}	2.43×10^{-2}	2.06×10^{-2}	1.79×10^{-2}

表 9-5 阶梯环填料罐（层高 1m）的水温、压力与溶气效率间的关系表

水温/℃	5			10			15			20			25			30		
溶气压力/MPa	0.2	0.3	0.4～0.5	0.2	0.3	0.4～0.5	0.2	0.3	0.4～0.5	0.2	0.3	0.4～0.5	0.2	0.3	0.4～0.5	0.2	0.3	0.4～0.5
溶气效率/%	76	83	80	77	84	81	80	86	83	85	90	90	88	92	92	93	98	98

在工艺计算中常要查阅一些参数表，如表 9-4、表 9-5，可在软件中设计这样的表格，以供用户使用。设计方法如下：首先新建一个窗体(gxb)，用 label 控件和 line 控件画好表格，并且使其 visible 属性为 false，当双击 Caption 属性为 η 或 K_t 的 label 控件时，触发 Dbclick 事件，改变 gxb 的 visible 属性为 True，即可在需要时弹出这个表格提示，源代码如下：

```
Private Sub Label4_DblClick()
gxb.Show
End Sub
```

（3）接触室的表面积 A_c

选定接触室中水流的上升流速 v_c 后，按下式计算：

$$A_c = \frac{Q + Q_P}{v_c} \tag{9-45}$$

接触室的容积一般应按停留时间大于 60s 进行复核，接触室的平面尺寸如长宽比等数据的确定，应考虑施工的方便和释放器的合理布置等因素。

（4）分离室的表面积 A_s

选定分离速度（分离室的向下平均水流速度）v_c 后按下式计算：

$$A_s = \frac{Q + Q_P}{v_s} \tag{9-46}$$

对矩形池子分离室的长宽比一般取(1～2)∶1。

（5）气浮池的净容积 W

选定池的平均水深 H（一般指分离室深）后按下式计算

$$W = (A_c + A_s)H \tag{9-47}$$

同时以池内停留时间 c 进行校核，一般要求 c 为 10～20min。

（6）溶气罐直径 D_d

选定过流密度 I 后溶气罐直径按下式计算：

$$D_d = \sqrt{\frac{4\times Q_P}{\pi I}} \tag{9-48}$$

一般对于空罐 I 选用 1000～2000$m^3/(m^2\cdot d)$，对填料罐 I 选用 2500～5000$m^3/(m^2\cdot d)$

（7）溶气罐高度 Z

$$Z = 2Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 \tag{9-49}$$

式中 Z_1——罐顶、底封头高度（根据罐直径而定），m；

Z_2——布水区高度，m，一般取 0.2～0.3m；

Z_3——贮水区高度，m，一般取 1.0m；

Z_4——填料层高度，m，当采用阶梯环时，可取 1.0～1.3m。

（8）空压机额定气量 Q'_g：

$$Q'_g = \varphi' \times \frac{Q_g}{60 \times 1000} \tag{9-50}$$

式中 φ'——安全系数，一般取 1.2～1.5。

9.10.4 计算程序示例

（1）界面设计

根据编程思路设计的加压溶气气浮的计算窗口界面，如图 9-21 所示。

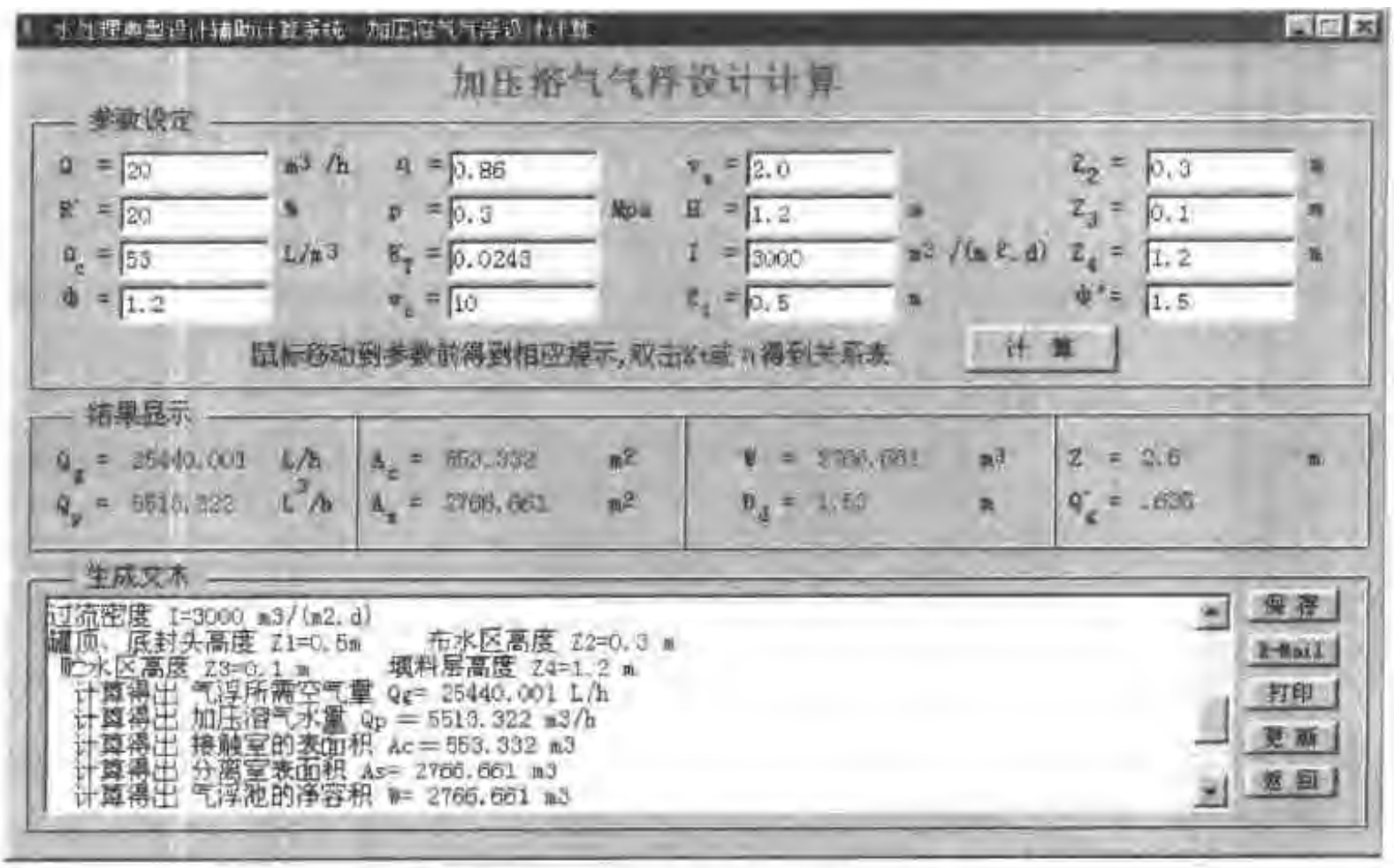


图 9-21 加压溶气气浮计算窗口界面

（2）部分源代码

```
Private Sub Command1_Click()
On Error GoTo err
qfjqg = Int((qfbq * qfbr * qfbac * qfbpp) * 1000 + 0.5) / 1000        '公式 9-43
qfjqp = Int(1000 * qfjqg / (736 * qfbn * qfbp * qfbkt) + 0.5) / 1000        '公式 9-44
qfjac = Int(1000 * (qfbq + qfjqp) / qfbvc + 0.5) / 1000        '公式 9-45
qfjas = Int(1000 * (qfbq - qfjqp) / qfbvs + 0.5) / 1000        '公式 9-46
qfjw = Int((qfjac + qfjas) * qfbh * 1000 + 0.5) / 1000        '公式 9-47
qfjdd = Int(1000 * Sqr(4 * qfjqp / (3.1415926 * qfbi)) + 0.5) / 1000        '公式 9-48
qfjz = Int((2 * qfbz1 + qfbz2 + qfbz3 + qfbz4) * 1000 + 0.5) / 1000        '公式 9-49
qfjqg1 = Int((qfbp1 * qfjqg / 60000) * 1000 + 0.5) / 1000        '公式 9-50
Exit Sub
err:
MsgBox ("您所输入的数据中有违法数据，请检查！")
Exit Sub
End Sub
```

（3）计算实例

在图 9-21 中填入加压溶气气浮的已知数据，程序运行后的打印结果如下。

给排水设计计算辅助处理系统

NO: 1　　当前日期：02-2-21　　当前时间：23:42:01

气浮池设计水量 Q＝20 m^3/h　　试验条件下的回流比 R′=20 %
试验条件下的释气量 α_c=53 L/m^3　　水温校正系数 Φ＝1.2
溶气效率 η＝0.86　　选定的溶气压力 p=0.3MPa　　溶解度系数 K_T=0.0243
接触室中水流的上升流速 v_t=10
选定的分离速度 v_s=2.0
平均水深 H=1.2 m
过流密度 I=3000 $m^3/(m^2 \cdot d)$
罐顶、底封头高度 Z_1=0.5m　　布水区高度 Z_2=0.3 m
贮水区高度 Z_3=0.1 m　　填料层高度 Z_4=1.2 m
计算得出 气浮所需空气量 Q_g= 25440.001 L/h
计算得出 加压溶气水量 Q_p= 5513.322 L/h
计算得出 接触室的表面积 A_c= 553.332 m^2
计算得出 分离室表面积 A_s= 2766.661 m^3
计算得出 气浮池的净容积 W= 2766.661 m^3
计算得出 溶气罐直径 D_d= 1.53 m
计算得出 溶气罐高度 Z= 2.6 m
计算得出 空压机额定气量 Q'_g= .636m^3/h
--- 计算结束 ---

第 10 章　水处理工程常用图形的参数化编程应用实例

我们将在本章介绍如何利用 AutoLISP 语言进行参数化编程，并且以实例的形式讲解编程的过程与注意事项。

10.1　承插直管图形编程实例

在众多的工程图形之中，有很多的常用附形状是很相似的，因此它们的二维图形也是相似的，例如在本章各个水处理工程常用图形中，都包含如图 10-1 所示的头部和底部。通常在 CAD 软件系统中，解决这一类图形的方法是通过参数化编程的办法。在参数化程序下，用户不再需要交互式地逐条绘制图形，这样的工作只需交给程序执行即可，用户所需做的工作是向程序提供程序所要求的参数，因此，参数化绘图不仅提高了作图效率，而且可以提高作图精度，有时还可以解决交互式绘图难以解决的问题。

该承插直管可分为上下三部分，上面部分是类似管子箍的头部，下部是突出一点的底部，中间是一段直管，由于头部和底部在其他图形编程中也需要，我们单独把这两部分编成两个独立的函数（小程序）。图 10-2 为承插直管承插部分的结构图。

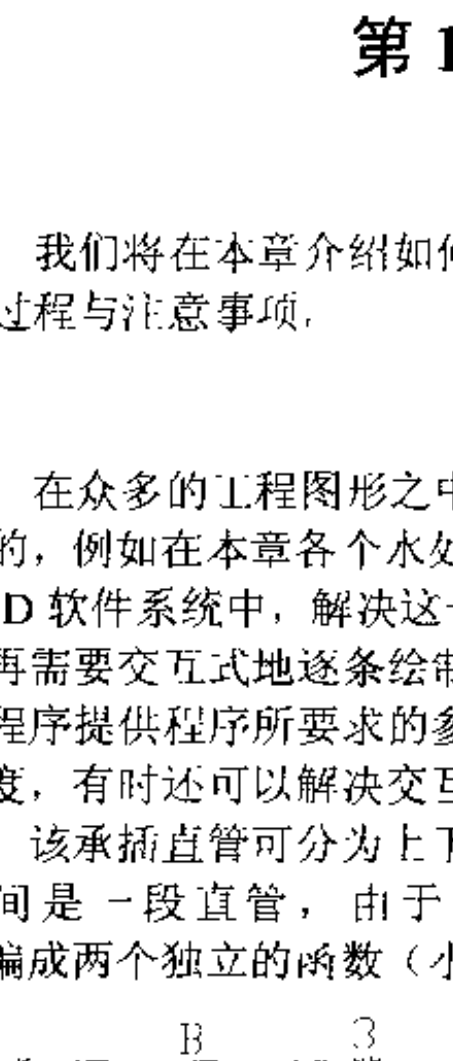


图 10-1　承插直管

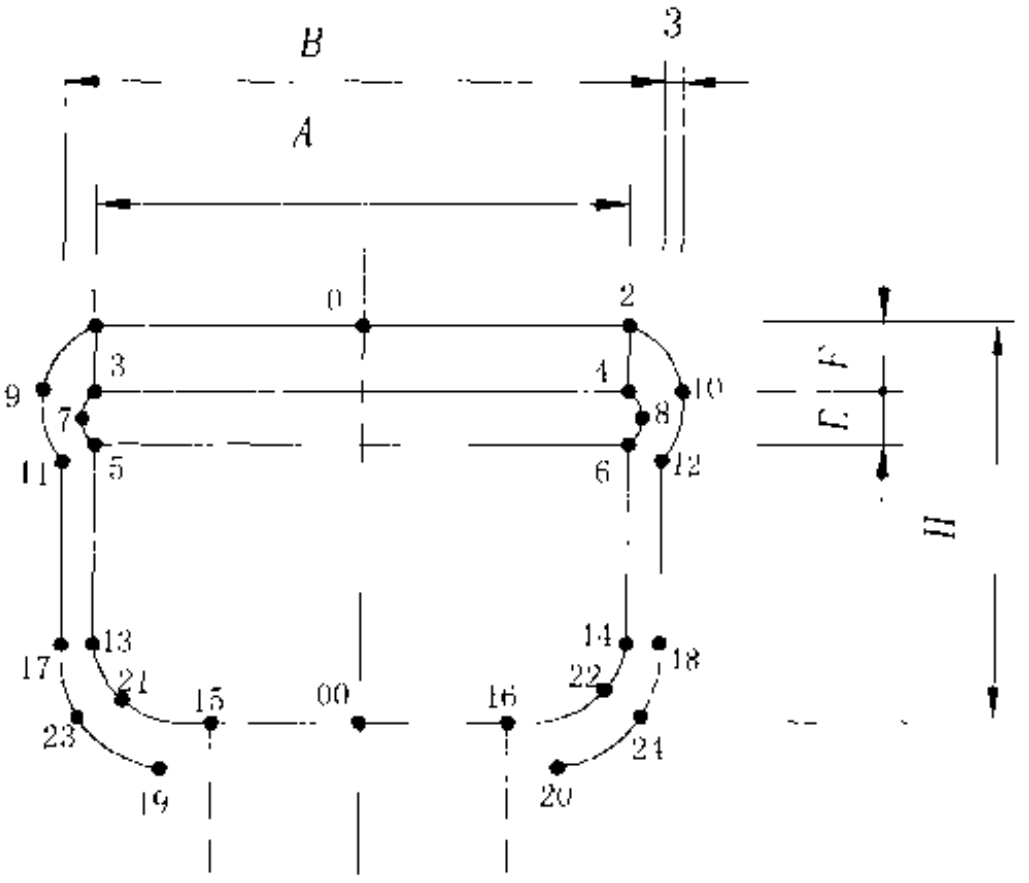


图 10-2　承插直管承插部分结构图

10.1.1　确定参数

我们先把直管的头部单独分离出来，单独编程作为一个函数，如图 10-2 所示。在实际编程过程中，应尽量减少参数的数量，使于用户操作，可以将这些数据存入文件或数据库，只需输入规格尺寸，就可以从文件或数据库中查出相应的数据。例如表 10-1 所示为承插直管的数据尺寸，用户只需给出承插直管的管径，就可以检索出其他尺寸：*A*、*B*、*H*、*U*、*J*、*F*、*E*、*I* 和重量。假定管径为 100，不难从表中查出 *A*=130，*B*=142，*H*=70，*U*=100，*J*=116，*F*=10，*E*=8，*L*=5。

表 10-1　承插直管尺寸

管径/mm	尺　寸								重量/kg
	A	*B*	*H*	*U*	*J*	*F*	*E*	*I*	
50	80	92	60	50	66	10	8	5	11.1
75	105	117	65	75	91	10	8	5	16.1
100	130	142	70	100	116	10	8	5	21.1
125	157	171	75	125	143	10	8	6	31 7
150	182	196	75	150	168	10	8	6	37 6
200	234	250	80	200	220	10	8	7	58 0

10.1.2　通过已给的参数确定图形实体的其他参数

如图 10-2，我们以 p0 点为该图形的基点（插入点），*A*、*B*、*H*、*U*、*J*、*F*、*E*、*I* 为参数，可以确定 p00、p1～p24 各点的坐标为：

表 10-2　点的计算

计算点	相对点	相对角度	相对长度	计算点	相对点	相对角度	相对长度
p00	p0	1.5pi	*H*	p13	p5	1 5pi	*H-E-F*-12
p1	p0	pi	0.5*A*	p14	p6	1.5pi	*H-E-F*-12
p2	p0	0	0.5*A*	p15	p00	pi	0.5*U*
p3	p1	1.5pi	*F*	p16	p00	0	0.5*U*
p4	p2	1.5pi	*F*	p17	p13	pi	*L*
p5	p3	1.5pi	*E*	p18	p14	0	*L*
p6	p4	1.5pi	*E*	p19	p00	Pi、1.5pi	*L*+0.5U、7
p7	p3	pi、1.5pi	2、0.5*E*	p20	p00	0、1 5pi	*L*+0.5U、7
p8	p4	0、1.5pi	2、0.5*E*	p21	p00	Pi、1.5pi	10+0.5U、3
p9	p3	pi	8	p22	p00	0、1.5pi	10-0.5U、3
p10	p4	0	8	p23	p00	pi	0.5*A*
p11	p5	pi、1.5pi	*L*、0.5*L*	p24	p00	0	0.5*A*
p12	p6	0、1.5pi	*L*、0.5*L*				

注：在表中计算点 p7 时，其意义是点 p7 是相对于点 p3，相对角度是 pi，长度是 2，然后再根据该点计算，相对角度是 1.5pi，长度是 0.5E，最后计算得出 p7 点。

10.1.3　编制程序绘制图形

为了程序传递参数的方便，设点 p0 的坐标为第一个参数，我们把表 10-1 中管径的每一个值对应一个序号（0、1、2、3、4、5），此为第二个参数，因为在其他图形编程中，头部图形的旋转角度不同，同样，把旋转角度设为第三个参数下面给出该图形的绘制程序（分号后的内容为注释）。

```
(defun gt (p0 n1 ang)                          ;定义函数 gt，该函数由三个参数
                                               ;p0 表示插入点，n1 代表序号，
                                               ;旋转角度由变量 ang 来表示
  (setq s1 '((80 92 60 50 66 10 8 5)           ;把表 10-1 中的尺寸数据赋值给变
     (105 117 65 75 91 10 8 5)                 ;量 s1，因表中管径由序号代替，
     (130 142 70 100 116 10 8 5)               ;重量在编程中不需要，所以 s1 中
     (157 171 75 125 143 10 8 6)               ;不包含这两项
     (182 196 75 150 168 10 8 6)
     (234 250 80 200 220 10 8 7)
   )
  )
  (setq s2 (nth n1 s1))                        ;从表 s1 中取出第 n1 个元素（子表）
```

```
(setq   a (nth 0 s2)                                    ;从子表 s2 中取出 8 个元素（参数）
        b (nth 1 s2)                                    ;分别赋值于 8 个变量
        h (nth 2 s2)
        u (nth 3 s2)
        j (nth 4 s2)
        f (nth 5 s2)
        e (nth 6 s2)
        l (nth 7 s2)
)
(setq p1 (polar p0 (+ ang pi) (* 0.5 a)))               ;计算点 p00、p1～p24 的坐标
(setq p2 (polar p0 ang (* 0.5 a)))
(setq p3 (polar p1 (+ ang (* 1.5 pi)) f))
(setq p4 (polar p2 (+ ang (* 1.5 pi)) f))
(setq p5 (polar p3 (+ ang (* 1.5 pi)) e))
(setq p6 (polar p4 (+ ang (* 1.5 pi)) e))
(setq p7 (polar (polar p3 (+ ang pi) 2) (+ ang (* 1.5 pi)) (* 0.5 e)))
(setq p8 (polar (polar p4 (+ ang 0) 2) (+ ang (* 1.5 pi)) (* 0.5 e)))
(setq p9   (polar p3 (- ang pi) 8))
(setq p10 (polar p4 ang 8))
(setq p11 (polar (polar p5 (+ ang pi) l) (+ ang (* 1.5 pi)) (* 0.5 l)))
(setq p12 (polar (polar p6 (+ ang 0) l) (+ ang (* 1.5 pi)) (* 0.5 l)))
(setq p13 (polar p5 (+ ang (* 1.5 pi)) (- h e f 12)))
(setq p14 (polar p6 (+ ang (* 1.5 pi)) (- h e f 12)))
(setq p00 (polar p0 (+ ang (* 1.5 pi)) h))
(setq p15 (polar p00 (+ ang pi) (* 0.5 u)))
(setq p16 (polar p00 ang (* 0.5 u)))
(setq p17 (polar p13 (+ ang pi) l))
(setq p18 (polar p14 ang l))
(setq p19 (polar (polar p00 (+ ang pi) (+ l (* 0.5 u))) (+ ang (* 1.5 pi)) 7))
(setq p20 (polar (polar p00 (+ ang 0) (+ l (* 0.5 u))) (+ ang (* 1.5 pi)) 7))
(setq p21 (polar (polar p00 (+ ang pi) (+ 10 (* 0.5 u))) (+ ang (* 0.5 pi)) 3))
(setq p22 (polar (polar p00 (+ ang 0) (+ 10 (* 0.5 u))) (+ ang (* 0.5 pi)) 3))
(setq p23 (polar p00 (+ ang pi) (* 0.5 a)))
(setq p24 (polar p00 (+ ang 0) (* 0.5 a)))
(command "pline"                                        ;利用 command 函数调用画线命令
         p20                                            ;从第一点 p20 开始画线
         "a"                                            ;开始画弧
         "s"                                            ;开始三点画弧
         p24                                            ;给出三点画弧的第二点
         p18                                            ;第三点
         "l"                                            ;转入画直线状态
         p12                                            ;画到 p12 点
         "a"                                            ;进入画弧方式
         "s"                                            ;三点画弧
         p10                                            ;三点画弧的第二点
         p2                                             ;第三点
         "l"                                            ;进入画线方式
         p1                                             ;给点 p1
         "a"                                            ;画弧
         "s"                                            ;三点画弧
         p9                                             ;三点画弧的第二点
         p11                                            ;第三点
         "l"                                            ;开始画直线
         p17                                            ;画到点 p17
```

```
        "a"                                                    ;画弧
        "s"                                                    ;三点画弧方式
        p23                                                    ;三点画弧的第二点
        p19                                                    ;第三点
        ""                                                     ;回车，结束画线命令
        "pline"                                                ;再次执行画线命令
        p0 p1 p3 "a" "s" p7 p5 "l" p13 "a" "s" p21 p15 "l" p16 "a" "s" p22 p14 "l" p6 "a" "s" p8 p4 "l" p2
"c" "pline" p3 p4 "" "pline" p5 p6 "")                         ;command 函数结束
    )                                                          ;函数 gt 结束
```

编辑好程序后，我们需要先检验一下程序的准确性，加载后，在 AutoCAD 命令行输入(setq q0 '(0 0 0))定义一个点，然后键入(gt q0 0 0)，如果程序运行无误，则会在原点绘制出如图 10-2 的图形。

10.1.4 编制承插直管底部图形的绘图程序

如图 10-3 所示承插直管的底部，其插入点为 p0 点，作为第一个参数，由于它的其他尺寸参数已在头部图形计算，只要有旋转角度作为第二个参数即可，点 p1～p10 的坐标计算如表 10-3。

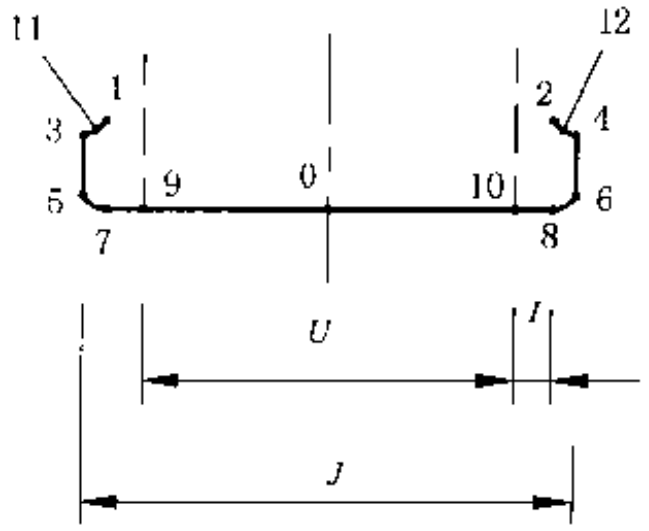


图 10-3 承插直管底部图

表 10-3 点的计算

计算点	相对点	相对角度	相对长度
p1	p0	pi、1.5pi	$0.5U+L$、12
p2	p0	0、1.5pi	$0.5U+L$、12
p3	p0	pi、1.5pi	$0.5J$、10
p4	p0	0、1.5pi	$0.5J$、10
p5	p3	1.5pi	8
p6	p4	1.5pi	8
p7	p0	pi	$0.5U+L$
p8	p0	0	$0.5U+L$
p9	p0	pi	$0.5U$
p10	p0	0	$0.5U$

以下给出绘制底部图形的函数程序：

```
(defun gd (p0 ang)                                             ;自定义函数 gd，包括两个参数 p0、ang

                                                               ;以下计算各个点的坐标
(setq p1 (polar (polar p0 (+ ang pi) (+ (* 0.5 u) l))
          (+ ang (* 0.5 pi)) 12))
(setq p2 (polar (polar p0 (+ ang 0) (+ (* 0.5 u) l))
          (+ ang (* 0.5 pi)) 12))
(setq p3 (polar (polar p0 (+ ang pi) (* 0.5 j)) (+ ang (* 0.5 pi)) 10))
(setq p4 (polar (polar p0 (+ ang 0) (* 0.5 j)) (+ ang (* 0.5 pi)) 10))
(setq p5   (polar p3 (+ ang (* 1.5 pi)) 8))
(setq p6   (polar p4 (+ ang (* 1.5 pi)) 8))
(setq p7   (polar p0 (+ ang pi) (+ (* 0.5 u) l)))
(setq p8   (polar p0 ang (+ (* 0.5 u) l)))
(setq p9   (polar p0 (+ ang pi) (* 0.5 u)))
(setq p10 (polar p0 ang (* 0.5 u)))
(setq p11 (polar p3 (+ ang (* 0.1 pi)) 1))
(setq p12 (polar p4 (+ ang (* 0.9 pi)) 1))
(command "pline" p0 p8 "a" p6 "l"                              ;调用 PL 命令开始画线
         p4 "a" "s" p12 p2 ""
         "pline" p0 p7 "a" p5 "l" p3 "a" "s" p11 p1 ""
  )
)
```

10.1.5 承插直管的全部绘图程序

由于承插直管的中间部分为该管所独有，我们不再单独编制函数。下面给出全部的绘图程序，省略部分见上面程序。

```
(defun c:g10_1 ()                                   ;定义外部命令 g10_1
(setq q0 (getpoint "\n 插入点："))                  ;由用户输入插入点
(setq num (getint "\n 序号："))                     ;输入承插直管的类型
(gt q0 num 0)                                       ;调用函数 gt，插入点 q0，序号 0，
                                                    ;旋转角度 0
(setq q1 (polar q0 (* 1.5 pi) (+ h 1500)))          ;计算底部插入点
(gd q1 0)                                           ;调用函数 gd,插入点为 q1,旋转角度 0
(command "pline" p15 p9 ""                          ;绘制成插直管的中间连线
 "pline" p16 p10 ""
   "pline" p19 p1 ""
   "pline" p20 p2 ""
)
)
(defun gt (p0 n1 ang / p1 p2 p3 p4 p5 p6 p7 p8 p9 p10 p11 p12 p13 p14 p17 p18 p21 p22 p23 p24)
                                                    ;该函数中“/”后的变量表示是
                                                    ;局部变量，只在本函数中存在
                                                    ;变量 p15、p16、p19、p20 仍为全
                                                    ;局变量，可以在其他函数中使用
  (setq s1 '((80 92 60 50 66 10 8 5)
  ……
)
(defun gd (p0 ang / p3 p4 p5 p6 p7 p8 p11 p12)      ;使用局部变量可以减少内存占用
  ……
)
```

在 Visual LISP 编辑器编辑完成后，以 g10_1.lsp 为文件名保存，然后加载。在 AutoCAD 的命令行键入 g10_1 并回车，运行该程序，输入插入点和序号即可绘制出承插直管。

10.1.6 编制对话框文件

使用对话框可以使用户界面更加友好，交互性更加强大，便于操作。首先运用前面的程序绘制出承插直管，标注尺寸，如图 10-1 所示，并以 g10_1.sld 为文件名做一张幻灯片。图 10-4 是对话框外观形状，其源代码如下，文件名是 g10_1.dcl，“//”后的内容是注释。

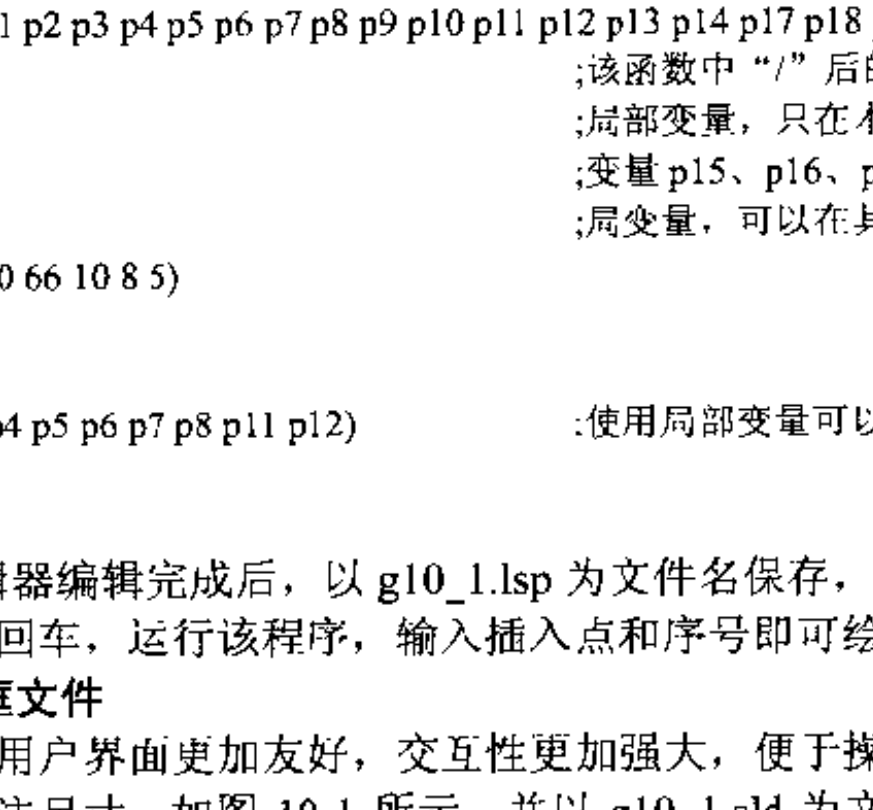


图 10-4 对话框

```
g10_1:dialog{                                          //定义对话框的名称为 g10_1
  label="承插直管";                                    //对话框的标题是"承插直管"
  :row{                                                //定义列控件
    :list_box{                                         //定义列表框
      label="管径   A     B     H     U     J     F   E   l   重量";
                                                       //定义列表框的标签，适当调整间距
      width=34;                                        //设置列表框的宽度
      height=8;                                        //设置高度
      key="list1";                                     //定义控件名
    }                                                  //列表框定义结束
    :image{                                            //定义图像控件
      key="image1";                                    //定义控件名
      width=20;                                        //宽度
      height=15;                                       //高度
    }                                                  //图像控件定义结束
  }                                                    //列控件定义结束
  :row{                                                //定义列控件
    :text{label="管径":}                               //写一段文字
    :edit_box{                                         //定义编辑框
       key="edit1";                                    //定义控件名
      edit_width=10;                                   //可编辑的宽度
    }
    :text{label="A";}                                  //同上
    :edit_box{
      key="edit2";
      edit_width=10;
    }
    :text{label="B";}
    :edit_box{
      key="edit3";
      edit_width=10;
    }
  }
  :row{
    :text{label="H";}
    :edit_box{
      key="edit4";
      edit_width=6;
    }
    :text{label="U";}
    :edit_box{
      key="edit5";
      edit_width=6;
    }
    :text{label="J";}
    :edit_box{
      key="edit6";
      edit_width=6;
    }
    :text{label="F";}
    :edit_box{
```

```
        key="edit7";
        edit_width=6;
      }
  }
  :row{
    :text{label="E";}
    :edit_box{
      key="edit8";
      edit_width=10;
    }
    :text{label="l";}
    :edit_box{
      key="edit9";
      edit_width=10;
    }
    :text{label="重量";}
      :edit_box{
        key="edit10";
        edit_width=10;
      }
    }
    ok_cancel;                                    //在对话框最后添加“ok”、“cancel”按钮
}                                                 //对话框定义结束
```

10.1.7 对话框的调用

做好对话框文件后就要编程使该对话框加载到应用程序中，以下是实例和注解。

```
(defun c:g10_1()
  (setq s1 '((80 92 60 50 66 10 8 5 50 11.1)
             (105 117 65 75 91 10 8 5 75 16.1)
             (130 142 70 100 116 10 8 5 100 21.1)
             (157 171 75 125 143 10 8 6 125 31.7)
             (182 196 75 150 168 10 8 6 150 37.6)
             (234 250 80 200 220 10 8 7 200 58.0)
   )
  )
  (setq n1 0)                                     ;设置默认选择型号为第一种
  (setq s2 (nth n1 s1))
  (setq   a (nth 0 s2)                            ;读取其他参数
          b (nth 1 s2)
          h (nth 2 s2)
          u (nth 3 s2)
          j (nth 4 s2)
          f (nth 5 s2)
          e (nth 6 s2)
          l (nth 7 s2)
  )
  (setq dcl_id (load_dialog "g10_1.dcl"))         ;调用对话框文件 g10_1.dcl
  (if (not (new_dialog "g10_1" dcl_id))           ;初始化对话框 g10_1
    (exit)                                        ;不正确则退出
  )
  (set_tile "edit1" "50")                         ;设置各个编辑框的初始值
  (set_tile "edit2" "80")
```

```
(set_tile "edit3" "92")
(set_tile "edit4" "60")
(set_tile "edit5" "50")
(set_tile "edit6" "66")
(set_tile "edit7" "10")
(set_tile "edit8" "8")
(set_tile "edit9" "5")
(set_tile "edit10" "11.1")
(start_list "list1")                                          ;开始处理列表框
(add_list "50    80    92    60 50    66    10 8   5   11.1")  ;设置列表框的内容
(add_list "75    105 117 65 75    91    10 8   5   16.1")
(add_list "100 130 142 70 100 116 10 8   5   21.1")
(add_list "125 157 171 75 125 143 10 8   6   31.7")
(add_list "150 182 196 75 150 168 10 8   6   37.6")
(add_list "200 234 250 80 200 220 10 8   7   58.0")
(end_list)                                                    ;结束处理列表框
  (set_tile "list1" "0")                                      ;设置列表框初始选中为第一行
  (action_tile "list1" "(ss)")                                ;点击控件“list1”时产生动作，
                                                              ;调用函数 ss
  (setq xx (dimx_tile "image1")                               ;读取图像控件的大小
        yy (dimy_tile "image1")
  )
  (start_image "image1")                                      ;开始处理图像控件
  (fill_image 0 0 xx yy 0)                                    ;用黑色在范围(0,0)(xx,yy)填充控件
  (slide_image 0 0 xx yy "g10_1.sld")                         ;在范围(0,0)(xx,yy)内放置幻灯片
  (end_image)                                                 ;图像控件处理结束
  (setq ok_1 (start_dialog))                                  ;显示对话框，并把结果赋值给变量
  (unload_dialog dcl_id)                                      ;卸载对话框
  (if (= ok_1 1)                                              ;判断对话框退出时的状态
    (ww)                                                      ;若单击“ok”退出则调用函数 ww
    (princ)                                                   ;打印空字符
  )
)
(defun ss (/ s2)
  (setq n1 (atoi (get_tile "list1")))                         ;把当前列表框的选中行号转化成整数
  (setq s2 (nth n1 s1))                                       ;根据所选择的类型读取其他参数
  (setq a   (nth 0 s2)
        b   (nth 1 s2)
        h   (nth 2 s2)
        u   (nth 3 s2)
        j   (nth 4 s2)
        f   (nth 5 s2)
        e   (nth 6 s2)
        l   (nth 7 s2)
        s3 (nth 8 s2)
        s4 (nth 9 s2)
)
(set_tile "edit1" (rtos s3 2 1))                              ;把读取得到的各参数转化成字符，
(set_tile "edit2" (rtos a 2 1))                               ;重新填充编辑框
(set_tile "edit3" (rtos b 2 1))
(set_tile "edit4" (rtos h 2 1))
```

```
    (set_tile "edit5" (rtos u 2 1))
    (set_tile "edit6" (rtos j 2 1))
    (set_tile "edit7" (rtos f 2 1))
    (set_tile "edit8" (rtos e 2 1))
    (set_tile "edit9" (rtos l 2 1))
    (set_tile "edit10" (rtos s4 2 1))
)
(defun ww (/ q0 os q1)
    (setq q0 (getpoint "\n 插入点： "))
    (setq os (getvar "osmode"))                          ;保存捕捉模式
    (setvar "osmode" 0)                                  ;设置捕捉模式为空
    (gt q0 n1 0)
    (setq q1 (polar q0 (* 1.5 pi) (+ h 1500)))
    (gd q1 0)
    (command "pline" p15 p9 ""
        "pline" p16 p10 ""
        "pline" p19 p1 ""
        "pline" p20 p2 ""
    )
    (setvar "osmode" os)                                 ;返回到原捕捉模式
)
(defun gt (p0 n1 ang / p1 p2 p3 p4 p5 p6 p7 p8 p9 p10 p11 p12
           p13 p14 p17 p18 p21 p22 p23 p24)
    ......
)
(defun gd (p0 ang / p3 p4 p5 p6 p7 p8 p11 p12)
    ......
)
```

10.2 普通排水管存水弯图形编程实例

普通排水管存水弯形状如图 10-5 所示，调用的对话框文件如下。

```
g10_2:dialog{
   label="存水弯";
   :row{
      :list_box{
          label="内径    L1   L2    L3    L4    重量";
          width=25;
          height=9;
          key="list1";
      }
      :image{
          key="image1";
          width=20;
          height=10;
      }
   }
   :row{
          :text{label ="内径";}
          :edit_box{
              key="edit1";
           }
```

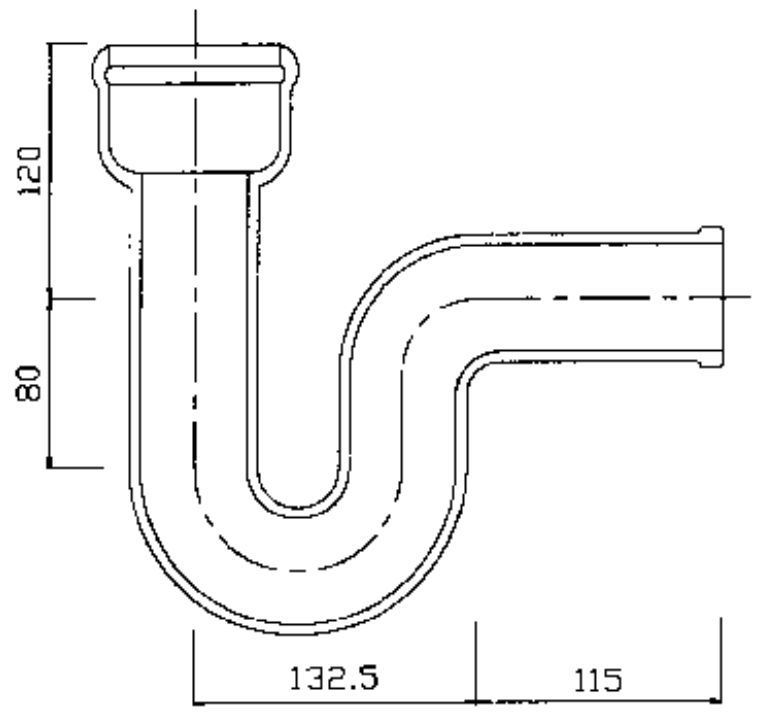


图 10-5 存水弯

```
            :text{label="L1";}
            :edit_box{
               key="edit2";
             }
            :text{label="L2";}
            :edit_box{
               key="edit3";
             }
}
:row{
            :text{label="L3          ";}
            :edit_box{
               key="edit4";
             }
            :text{label="L4      ";}
            :edit_box{
               key="edit5";
             }
            :text{label="重量";}
            :edit_box{
               key="edit6";
             }
   }
   ok_cancel;
}
```

对话框的驱动程序及绘图程序如下：

```
(defun c:g10_2()
   (setq q2 '((50 127.5 120 80 120 4.1)                              ;存储参数表
              (100 195 135 105 150 9.7)
              (125 247.5 135 115 172 16.4)
      )
   )
   (setq n1 0)
   (setq q1 (nth n1 q2))
   (setq l0 (nth 0 q1)
         l1 (nth 1 q1)
         l2 (nth 2 q1)
         l3 (nth 3 q1)
         l4 (nth 4 q1)
         l5 (nth 5 q1)
)
(setq dcl_id (load_dialog "g10_2.dcl"))
(if (not (new_dialog "g10_2" dcl_id))
   (exit)
)
(set_tile "edit1" "50")
(set_tile "edit2" "127.5")
(set_tile "edit3" "120")
(set_tile "edit4" "80")
(set_tile "edit5" "120")
(set_tile "edit6" "4.1")
```

```
(start_list "list1")
(add_list "50      127.5   120     80      120      4.1")
(add_list "100    195       135   105     150      9.7")
(add_list "125    247.5    135   115     172      16.4")
(end_list)
(set_tile "list1" "0")
(action_tile "list1" "(ss)")
(setq xx (dimx_tile "image1")
      yy (dimy_tile "image1")
)
(start_image "image1")
(fill_image 0 0 xx yy 0)
(slide_image 0 0 xx (- yy 7) "g10_2.sld")                    ;(- yy 7)表示调整幻灯片的位置
(end_image)
(setq ok_1 (start_dialog))
(unload_dialog dcl_id)
  (if (= ok_1 1)
    (ww)
  )
)
(defun ss ()
  (setq n1 (atoi (get_tile "list1")))
  (setq q1 (nth n1 q2))
  (setq l0 (nth 0 q1)
        l1 (nth 1 q1)
        l2 (nth 2 q1)
        l3 (nth 3 q1)
        l4 (nth 4 q1)
        l5 (nth 5 q1)
  )
  (set_tile "edit1" (rtos l0 2 1))
  (set_tile "edit2" (rtos l1 2 1))
  (set_tile "edit3" (rtos l2 2 1))
  (set_tile "edit4" (rtos l3 2 1))
  (set_tile "edit5" (rtos l4 2 1))
  (set_tile "edit6" (rtos l5 2 1))
)
(defun ww ()
  (setq q0 (getpoint "\n 插入点： "))
  (setq os (getvar "osmode"))
  (setvar "osmode" 0)
  (setq n2 (cond
        ((= n1 0) 0)                                         ;选择列表框的第一行对应基本参
        ((= n1 1) 2)                                         ;数的第一行，第二行对应第三行，
        ((= n1 2) 3)                                         ;第三行对应第四行
      )
  )
  (gt q0 n2 0)                                               ;绘制头部图形
  (setq q1 (polar (polar q0 (* 1.5 pi) l4) 0 (+ l1 l2)))
  (gd q1 (* 0.5 pi))
  (setq ll (/ l0 10.0))
```

```
(setq qq1 (polar q0 (* 1.5 pi) (+ l3 l4)))
(setq q2 (polar qq1 pi (- (* 0.5 u) l)))
(setq q3 (* 0.5 (- l1 (* 1.5 u) l l)))
(setq q3 (polar qq1 0 (- q3 l (* 0.5 u))))
(setq q4 (polar qq1 0 l1))
(setq q5 (polar q4 (* 0.5 pi) (- l3 l ll (* 0.5 u))))
(setq qq2 (polar q5 0 ll))
(setq q6 (polar qq2 (* 0.5 pi) ll))
(command "pline" p19 q2 "a" "ce" q3 q4 "l" q5
                 "a" "a" -90 "ce" qq2 q6 "l" p1 "")
(setq q2 (polar qq1 pi (* 0.5 u)))
(setq q4 (polar qq1 0 (- l1 l)))
(setq q5 (polar q4 (* 0.5 pi) (- l3 l ll (* 0.5 u))))
(setq q6 (polar qq2 (* 0.5 pi) (+ l ll)))
(command "pline" p15 q2 "a" "ce" q3 q4 "l" q5
                 "a" "a" -90 "ce" qq2 q6 "l" p9 "")
  (setq q2 (polar qq1 0 (* 0.5 u)))
  (setq q4 (polar qq1 0 (- l1 l u)))
  (setq q5 (polar q4 (* 0.5 pi) (- l3 l ll (* 0.5 u))))
  (setq q6 (polar qq2 (* 0.5 pi) (+ l ll u)))
  (command "pline" p16 q2 "a" "ce" q3 q4 "l" q5
                   "a" "a" -90 "ce" qq2 q6 "l" p10 "")
  (setq q2 (polar qq1 0 (- l (* 0.5 u))))
  (setq q4 (polar qq1 0 (- l1 l u l)))
  (setq q5 (polar q4 (* 0.5 pi) (- l3 l ll (* 0.5 u))))
  (setq q6 (polar qq2 (* 0.5 pi) (+ l ll u l)))
  (command "pline" p20 q2 "a" "ce" q3 q4 "l" q5
                   "a" "a" -90 "ce" qq2 q6 "l" p2 "")
  (setvar "osmode" os)
)
(defun gt (p0 n1 ang / p1 p2 p3 p4 p5 p6 p7 p8 p9 p10 p11 p12
           p13 p14 p17 p18 p21 p22 p23 p24)
  ......
)
(defun gd (p0 ang / p3 p4 p5 p6 p7 p8 p11 p12)
  ......
)
```

10.3 双承直管图形编程实例

双承直管图形见表 10-6。

该程序所需的对话框文件如下，文件名是 g10_3.dcl。

```
g10_3:dialog{
  label="排水双承直管";
  :row{
    :list_box{
        label="内径     L1     L2     重量";
        width=10;
        height=8;
        key="list1";
    }
    :image{
```

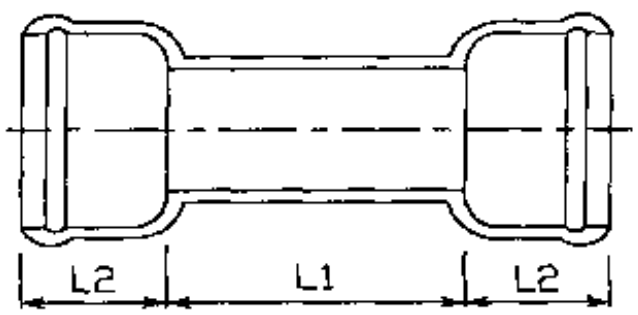


图 10-6 双承直管

```
        key="image1";
        width=18;
        height=9;
    }
}
:row{
        :text{label="内径";}
        :edit_box{
            key="edit1";
            edit_width=5;
        }
        :text{label="L1";}
        :edit_box{
            key="edit2";
            edit_width=5;
        }
        :text{label="L2";}
        :edit_box{
            key="edit3";
            edit_width=5;
        }
        :text{label="重量";}
        :edit_box{
            key="edit4";
            edit_width=5;
        }
    }
    ok_cancel;
}
```

其 LISP 程序如下，文件名是 g10_3.lsp。

```
(defun c:g10_3 ()
  (setq q2 '((50 1500 60 11.2)
             (100 1500 70 21.2)
             (125 1500 75 31.7)
             (150 1500 75 37.6)
             (200 1500 50 57.9)
       )
  )
  (setq n1 0)
  (setq q1 (nth n1 q2))
  (setq l0 (nth 0 q1)
        l1 (nth 1 q1)
        l2 (nth 2 q1)
        l3 (nth 3 q1)
  )
  (setq dcl_id (load_dialog "g10_3.dcl"))
  (if (not (new_dialog "g10_3" dcl_id))
    (exit)
  )
  (set_tile "edit1" "50")
  (set_tile "edit2" "1500")
```

```
(set_tile "edit3" "60")
(set_tile "edit4" "11.2")
(start_list "list1")
(add_list "50      1500   60   11.2")
(add_list "100   1500   70   21.2")
(add_list "125   1500   75   31.7")
(add_list "150   1500   75   37.6")
(add_list "200   1500   50   57.9")
(end_list)
(set_tile "list1" "0")
(action_tile "list1" "(ss)")
(setq xx (dimx_tile "image1")
      yy (dimy_tile "image1")
)
(start_image "image1")
(fill_image 0 0 xx yy 0)
   (slide_image 0 0 xx (- yy 20) "g10_3.sld")
   (end_image)
   (setq ok_1 (start_dialog))
   (unload_dialog dcl_id)
   (if (= ok_1 1)
      (ww)
   )
)
(defun ss ()
   (setq n1 (atoi (get_tile "list1")))
   (setq q1 (nth n1 q2))
   (setq l0 (nth 0 q1)
         l1 (nth 1 q1)
         l2 (nth 2 q1)
         l3 (nth 3 q1)
   )
   (set_tile "edit1" (rtos l0 2 1))
   (set_tile "edit2" (rtos l1 2 1))
   (set_tile "edit3" (rtos l2 2 1))
   (set_tile "edit4" (rtos l3 2 1))
   (set_tile "edit5" (rtos l4 2 1))
   (set_tile "edit6" (rtos l5 2 1))
)
(defun gt (p0 n1 ang / p1 p2 p3 p4 p5 p6 p7 p8 p9 p10 p11 p12
           p13 p14 p17 p18 p21 p22 p23 p24)
   ……
)
```

10.4　扫除口图形编程实例

扫除口图形见图 10-7。

对话框文件 g10_4.dcl 源代码。

```
g10_4:dialog{
   label= "排水扫除口";
   :row{
      :list_box{
```

```
        label="内径    L1    L2    L3    L4    C    重量";
        width=26;
        height=8;
        key="list1";
    }
    :image{
        key="image1";
        width=20;
        height=9;
    }
}
:row{
        :text{label="内径";}
        :edit_box{
            key="edit1";
            edit_width=9;
        }
        :text{label="L1";}
        :edit_box{
            key="edit2";
            edit_width=9;
        }
        :text{label="L2";}
        :edit_box{
            key="edit3";
            edit_width=9;
        }
}
:row{
        :text{label="L3        ";}
        :edit_box{
            key="edit4";
            edit_width=5;
        }
        :text{label="L4";}
        :edit_box{
            key="edit5";
            edit_width=5;
        }
        :text{label="C";}
        :edit_box{
            key="edit6";
            edit_width=5;
        }
        :text{label="重量";}
        :edit_box{
            key="edit7";
            edit_width=5;
        }
    }
    ok_cancel;
}
```

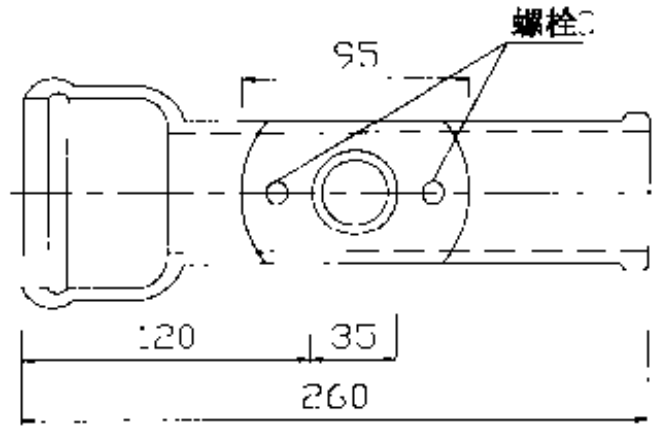


图 10-7　排水铸铁扫除口

对话框驱动程序及绘图程序文件 g10_4.lsp:

```
(defun c:g10_4 ()
  (setq q2 '((50 120 35 260 95 2.6 "3/8\"")                    ;"\"" 表示一个单引号
             (100 130 85 390 155 6.4 "1/2\"")
             (125 140 110 430 180 10.3 "1/2\"")
             (150 140 130 470 200 13.0 "1/2\"")
            )
  )
  (setq n1 0)
  (setq q1 (nth n1 q2))
  (setq l0 (nth 0 q1)
        l1 (nth 1 q1)
        l2 (nth 2 q1)
        l3 (nth 3 q1)
        l4 (nth 4 q1)
        l5 (nth 5 q1)
  )
  (setq dcl_id (load_dialog "g10_4.dcl"))
  (if (not (new_dialog "g10_4" dcl_id))
     (exit)
  )
  (set_tile "edit1" "50")
  (set_tile "edit2" "120")
  (set_tile "edit3" "35")
  (set_tile "edit4" "260")
  (set_tile "edit5" "95")
  (set_tile "edit6" "3/8\"")
  (set_tile "edit7" "2.6")
  (start_list "list1")
  (add_list "50     120   35     260    95    3/8\"   2.6")
  (add_list "100   130   85     390   155   1/2\"   6.4")
  (add_list "125   140   110   430   180   1/2\"   10.3")
  (add_list "150   140   130   470   200   1/2\"   13.0")
  (end_list)
  (set_tile "list1" "0")
  (action_tile "list1" "(ss)")
     (setq xx (dimx_tile "image1")
           yy (dimy_tile "image1")
     )
     (start_image "image1")
     (fill_image 0 0 xx yy 0)
     (slide_image 0 0 xx (- yy 10) "g10_4.sld")
     (end_image)
     (setq ok_1 (start_dialog))
     (unload_dialog dcl_id)
     (if (= ok_1 1)
        (ww)
     )
)
(defun ss ()
   (setq n1 (atoi (get_tile "list1")))
```

```
(setq q1 (nth n1 q2))
(setq l0 (nth 0 q1)
      l1 (nth 1 q1)
      l2 (nth 2 q1)
      l3 (nth 3 q1)
      l4 (nth 4 q1)
      l5 (nth 5 q1)
      l6 (nth 6 q1)
)
(set_tile "edit1" (rtos l0 2 1))
(set_tile "edit2" (rtos l1 2 1))
(set_tile "edit3" (rtos l2 2 1))
(set_tile "edit4" (rtos l3 2 1))
(set_tile "edit5" (rtos l4 2 1))
(set_tile "edit7" (rtos l5 2 1))
(set_tile "edit6" l6)
)
(defun ww ()
  (setq q0 (getpoint "\n 插入点： "))
  (setq os (getvar "osmode"))
  (setvar "osmode" 0)
  (setq n2 (cond
           ((= n1 0) 0)
           ((= n1 1) 2)
           ((= n1 2) 3)
           ((= n1 3) 4)
           ((= n1 4) 5)
       )
  )
  (gt q0 n2 (* 0.5 pi))
  (setq q1 (polar q0 0 l3))
  (gd q1 (* 0.5 pi))
  (command"zoom" "w" (polar q0 (* 0.5 pi) 160) (polar q1 (* 1.5 pi) 160))
                                                        ;把图形缩放到最大，利于剪切操作
  (searchlt)                                            ;调用函数 searchlt
  (command "plinc" p19 p1 "")
  (setq a1 (ssget "l"))                                 ;把刚画的线保存，剪切时会用到
  (command "pline" p20 p2 "")
  (setq a2 (ssget "l"))                                 ;把刚画的线保存
  (command "line" p15 p9 "")
  (command "change" "l" "" "p" "lt" "dashed" "")        ;改变上面画的线型为 dashed
  (command "line" p16 p10 "")
  (command "change" "l" "" "p" "lt" "dashed" "")
  (setq q2 (polar q0 0 (+ l1 (* 0.5 l2))))
  (command "pline" (polar q2 0 (* 0.5 l2)) "a" "s"
                   (polar q2 (* 0.5 pi) (* 0.5 l2))
                   (polar q2 pi (* 0.5 l2)) "s" (polar q2 (* 1.5 pi) (* 0.5 l2))
                   (polar q2 0 (* 0.5 l2))   ""
  )
  (setq s1 (ssget "l"))
  (command "offset" 4 s1 q2 "")
```

```
  (setq q3 (polar q2 (* 0.5 pi) (* 0.5 l4))
        q4 (polar q2 (* 1.5 pi) (* 0.5 l4))
  )
  (command "pline" (polar q2 0 (* 0.5 l4))
                   "a" "s" q3 (polar q2 pi (* 0.5 l4))
                   "s" q4 (polar q2 0 (* 0.5 l4)) ""
  )
  (command"trim" a1 a2 "" q3 "")                                    ;剪切圆弧
  (command"trim" a1 a2 "" q4 "")
  (setq q3 (polar q2 pi (* 0.25 (+ l2 l4)))
        q4 (polar q2 0    (* 0.25 (+ l2 l4)))
)
  (setq l1 6.35)
  (if (= n1 0) (setq l1 4.7625))
  (command"pline" (polar q3 0 l1) "a" "ce" q3 (polar q3 pi l1) "cl"
                  "pline" (polar q4 0 l1) "a" "ce" q4 (polar q4 pi l1) "cl"
  )
  (setvar "osmode" os)
  (command"zoom" "p")                                               ;缩放到原窗口
  (princ)
)
(defun searchlt()                                                   ;该函数检测当前图形是否加载
                                                                    ;线型 DASHED，若没有则加载
  (setq s1 nil)                                                     ;设 s1 初值为空
  (setq v (tblnext "ltype" T))                                      ;检索线型符号表
  (while v                                                          ;符号表不空时循环
    (setq s1 (append s1 (list (cdr (assoc 2 v)))))
                                                                    ;把符号表中的名称读出来
    (setq v (tblnext "ltype"))                                      ;检索下一条
  )
  (if (not (member "DASHED" s1))                                    ;如果符号表中不包含 DASHED
    (command "linetype" "l" "DASHED" "acadiso.lin" "")              ;加载线型 DASHED
  )
)
(defun gt (p0 n1 ang / p1 p2 p3 p4 p5 p6 p7 p8 p9 p10 p11 p12
       p13 p14 p17 p18 p21 p22 p23 p24)
  ......
)
(defun gd (p0 ang / p3 p4 p5 p6 p7 p8 p11 p12)
  ......
)
```

10.5　三通管图形编程实例

三通管图形见图 10-8。

对话框文件 g10_5dcl。

```
g10_5:dialog{
  label="排水 45°　三通";
  :row{
    :list_box{
        label="内径（主）内径（旁）　L1　L2　L3";
        width=30;
```

```
        fixed_width=true;
        height=10;
        key="list1";
    }
    :image{
        key="image1";
        width=25;
        height=11;
    }
}
:row{
        :text{label="      内径(主)";}
        :edit_box{
            key="edit1";
            edit_width=11;
        }
        :text{label="      内径(旁)";}
        :edit_box{
            key="edit2";
            edit_width=11;
        }
}
 :row{
        :text{label="        L1";}
        :edit_box{
            key="edit3";
            edit_width=7;
        }
        :text{label="        L2";}
        :edit_box{
            key="edit4";
            edit_width=7;
        }
        :text{label="        L3";}
        :edit_box{
            key="edit5";
            edit_width=7;
        }
    }
    ok_cancel;
}
```

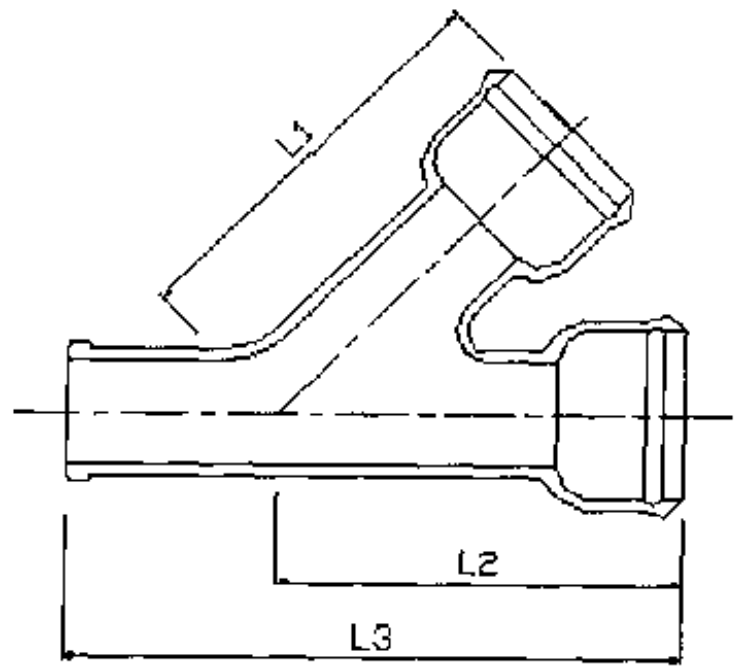


图 10-8　三通管

LISP 程序文件 g10_5.lsp:

```
(defun c:g10_5 ()
  (setq q2 '((50 50 190 190 290)
             (100 50 210 240 340)
             (100 100 250 250 388)
             (125 50 250 260 380)
             (125 100 250 265 390)
             (125 125 280 280 420)
             (150 50 280 290 420)
             (150 100 280 295 430)
```

```
            (150 125 280 300 450)
            (150 150 317 317 470)
            (200 200 385 385 520)
    )
)
(setq n1 0)
(setq q1 (nth n1 q2))
(setq r0 (nth 0 q1)
      r1 (nth 1 q1)
      l1 (nth 2 q1)
      l2 (nth 3 q1)
      l3 (nth 4 q1)
)
(setq dcl_id (load_dialog "g10_5.dcl"))
(if (not (new_dialog "g10_5" dcl_id))
   (exit)
)
(set_tile "edit1" "50")
(set_tile "edit2" "50")
(set_tile "edit3" "190")
(set_tile "edit4" "190")
(set_tile "edit5" "290")
(start_list "list1")
(add_list "50          50          190   190   290")
(add_list "100         50          210   240   340")
(add_list "100         100         250   250   388")
(add_list "125         50          250   260   380")
(add_list "125         100         250   265   390")
(add_list "125         125         280   280   420")
(add_list "150         50          280   290   420")
(add_list "150         100         280   295   430")
(add_list "150         125         280   300   450")
(add_list "150         150         317   317   470")
(add_list "200         200         385   385   520")
(end_list)
(set_tile "list1" "0")
   (action_tile "list1" "(ss)")
   (setq xx (dimx_tile "image1")
         yy (dimy_tile "image1")
   )
   (start_image "image1")
   (fill_image 0 0 xx yy 0)
   (slide_image 0 0 xx yy "g10_5.sld")
   (end_image)
   (setq ok_1 (start_dialog))
   (unload_dialog dcl_id)
   (if (= ok_1 1)
      (ww)
   )
)
(defun ss ()
```

```
    (setq n1 (atoi (get_tile "list1")))
    (setq q1 (nth n1 q2))
    (setq r0 (nth 0 q1)
          r1 (nth 1 q1)
          l1 (nth 2 q1)
          l2 (nth 3 q1)
          l3 (nth 4 q1)
    )
    (set_tile "edit1" (rtos r0 2 1))
    (set_tile "edit2" (rtos r1 2 1))
    (set_tile "edit3" (rtos l1 2 1))
    (set_tile "edit4" (rtos l2 2 1))
    (set_tile "edit5" (rtos l3 2 1))
)
(defun ww ()
    (setq q0 (getpoint "\n 插入点： "))
    (setq os (getvar "osmode"))
    (setvar "osmode" 0)
    (setvar "cmdecho" 0)
    (setq n2 (cond                                          ;n2 代表侧面管口内径型号
                ((= n1 0) 0)
                ((= n1 1) 0)
                ((= n1 2) 2)
                ((= n1 3) 0)
                ((= n1 4) 2)
                ((= n1 5) 3)
                ((= n1 6) 0)
                ((= n1 7) 2)
                ((= n1 8) 3)
                ((= n1 9) 4)
                ((= n1 10) 5)
        )
    )
    (setq n3 (cond                                          ;n3 代表主管口内径型号
                ((= n1 0) 0)
                ((= n1 1) 2)
                ((= n1 2) 2)
                ((= n1 3) 3)
                ((= n1 4) 3)
                ((= n1 5) 3)
                ((= n1 6) 4)
                ((= n1 7) 4)
                ((= n1 8) 4)
                ((= n1 9) 4)
                ((= n1 10) 5)
            )
        )
        (setq q1 (polar q0 pi l3)
            q2 (polar (polar q0 pi l2) (* 0.25 pi) l1)
    )
        (gt q2 n2 (* 1.75 pi))
        (setq q3 p19
```

```
        q4 p20
        q5 p15
        q6 p16
)
(gt q0 n3 (* 1.5 pi))
(gd q1 (* 1.5 pi))
(setq a1 (polar (polar q1 pi 10) (* 0.5 pi) 11)
      a2 (polar (polar q0 0 10)   (* 1.5 pi) (+ (* 0.5 b) 10))
)
(command"zoom" "w" a1 a2)                                    ;缩放窗口，以利于倒角操作
(command"pline" p2 p20 ""
            "pline" p16 p10 ""
)
(setq q7 (inters p1 (polar p1 0 10) q3 (polar q3 (* 0.25 pi) 10) nil))
(command"pline" p1 q7 q3 "")
(setq q1 (list (* 0.5 (- (car p1) (car q7))) (* 0.5 (+ (cadr p1) (cadr q7))))
      q2 (list (* 0.5 (+ (car q3) (car q7))) (* 0.5 (+ (cadr q3) (cadr q7))))
)
(setvar "FILLETRAD" (- u 15))                                ;设置倒角大小
(command "fillet" q1 q2)                                     ;倒角
(command)                                                    ;强制 command 命令结束
(setq q7 (inters p9 (polar p9 0 10) q5 (polar q5 (* 0.25 pi) 10) nil));计算交点
(command"pline" p9 q7 q5 "")
(setq q1 (list (* 0.5 (+ (car p9) (car q7))) (* 0.5 (+ (cadr p9) (cadr q7))))
      q2 (list (* 0.5 (+ (car q5) (car q7))) (* 0.5 (- (cadr q5) (cadr q7)))))
(setvar "FILLETRAD" (- (- u 1) 15))
(command "fillet" q1 q2)
(command)
(setq q7 (inters p19 (polar p19 0 10) q4 (polar q4 (* 0.25 pi) 10) nil))
(command"pline" p19 q7 q4 "")
(setq p10 (ssget "l"))
(setq q1 (list (* 0.5 (+ (car p19) (car q7)))
           (* 0.5 (- (cadr p19) (cadr q7))))
      q2 (list (* 0.5 (- (car q4) (car q7)))
           (* 0.5 (- (cadr q4) (cadr q7))))
)
(setq sa 10)
(if (or (= n1 4) (= n1 5)(= n1 8) (= n1 9))
   (setq sa 7)
)
(setvar "FILLETRAD" sa)
(command "fillet" q1 q2)
(command)
(setq q7 (inters p15 (polar p15 0 10) q6 (polar q6 (* 0.25 pi) 10) nil))
(command"pline" p15 q7 q6 "")
(setq q1 (list (* 0.5 (+ (car p15) (car q7)))
           (* 0.5 (- (cadr p15) (cadr q7))))
      q2 (list (* 0.5 (+ (car q6) (car q7)))(* 0.5 (+ (cadr q6) (cadr q7)))))
)
(setvar "FILLETRAD" (+ sa 1))
(command "fillet" q1 q2)
(command)
```

```
  (if (= n1 8)
    (progn
      (command"erase" p10 "")
      (command"plinc" p19 q4 "")
     )
  )
  (command"zoom" "p")
  (setvar "osmode" os)
  (PRINC)
)
(defun gt (p0 n1 ang / p1 p2 p3 p4 p5 p6 p7 p8 p9 p10 p11 p12
           p13 p14 p17 p18 p21 p22 p23 p24)
  ......
)
(defun gd (p0 ang / p3 p4 p5 p6 p7 p8 p11 p12)
  ......
)
```

10.6 通气帽图形编程实例

通气帽图形见图 10-9。

对话框文件 g10_6.dcl 源程序。

```
g10_6:dialog{
  label="通气帽";
  :row{
      :list_box{
        label="DN        H        D1      D2      Φ";
        width=22;
        height=9;
        key="list1";
      }
      :image{key="image1"; width=15; height=9;}
  }
  :row{
        :text{label="DN";}
        :edit_box{key="edit1"; edit_width=4;}
        :text{label="H";}
        :edit_box{key="edit2"; edit_width=4;}
        :text{label="D1";}
        :edit_box{key="edit3"; edit_width=4;}
        :text{label="D2";}
        :edit_box{key="edit4"; edit_width=4;}
        :text{label="Φ";}
        :edit_box{key="edit5"; edit_width=4;}
    }
    ok_cancel;
}
```

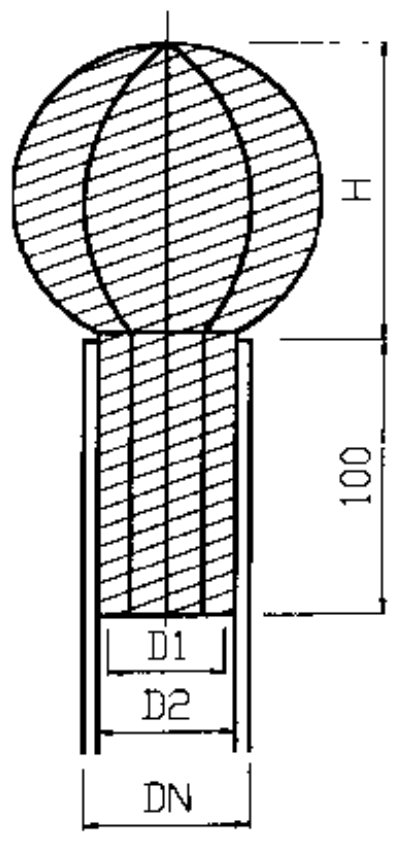


图 10-9 通气帽

绘图程序 g10_6.lsp 源文件：

```
(defun c:g10_6 ()
  (setq q2 '((50 103 48 53 100)
             (75 130 73 76 125)
             (100 155 101 106 150)
```

```
            (150 206 151 165 202)
            )
)
(setq n1 0)
(setq q1 (nth n1 q2))
(setq dn (nth 0 q1)
      hh (nth 1 q1)
      d1 (nth 2 q1)
      d2 (nth 3 q1)
      fai (nth 4 q1)
)
(setq dcl_id (load_dialog "g10_6.dcl"))
(if (not (new_dialog "g10_6" dcl_id))
   (exit)
)
(set_tile "edit1" "50")
(set_tile "edit2" "103")
(set_tile "edit3" "48")
(set_tile "edit4" "53")
(set_tile "edit5" "100")
(start_list "list1")
(add_list "50      103      48      53      100")
(add_list "75      130      73      76      125")
(add_list "100   155      101    106    150")
(add_list "150   206      151    165    202")
(end_list)
(set_tile "list1" "0")
(action_tile "list1" "(ss)")
(setq xx (dimx_tile "image1")
      yy (dimy_tile "image1")
)
(start_image "image1")
(fill_image 0 0 xx yy 0)
(slide_image 30 0 xx yy "g10_6.sld")
(end_image)
(setq ok_1 (start_dialog))
(unload_dialog dcl_id)
   (if (= ok_1 1)
      (ww)
   )
)
(defun ss ()
   (setq n1 (atoi (get_tile "list1")))
   (setq q1 (nth n1 q2))
   (setq dn (nth 0 q1)
         hh (nth 1 q1)
         d1 (nth 2 q1)
         d2 (nth 3 q1)
         fai (nth 4 q1)
   )
   (set_tile "edit1" (rtos dn 2 1))
   (set_tile "edit2" (rtos hh 2 1))
```

```
    (set_tile "edit3" (rtos d1 2 1))
    (set_tile "edit4" (rtos d2 2 1))
    (set_tile "edit5" (rtos fai 2 1))
)
(defun ww ()
    (setq q0 (getpoint "\n 插入点：  "))
    (setq os (getvar "osmode"))
    (setvar "osmode" 0)
    (setq q1 (polar q0 (* 1.5 pi) (- hh (* 0.5 fai))))
    (setq q2 (polar q1 pi (* 0.5 dn)))
    (setq q3 (polar q2 (* 0.5 pi) (- hh fai)))
    (setq q4 (polar q1 0 (* 0.5 dn)))
    (setq q5 (polar q4 (* 0.5 pi) (- hh fai)))
    (setq q6 (polar q1 pi (+ (* 0.5 dn) 5)))
    (setq q7 (polar q1 0 (+ (* 0.5 dn) 5)))
    (setq q8 (polar q2 (* 1.5 pi) 100))
    (setq q9 (polar q4 (* 1.5 pi) 100))
    (setq q10 (polar q6 (* 1.5 pi) 150))
    (setq q11 (polar q2 (* 1.5 pi) 150))
    (setq q12 (polar q4 (* 1.5 pi) 150))
    (setq q13 (polar q7 (* 1.5 pi) 150))
    (command "pline" q12 q5 "a" "ce" q0 q3 "l" q11 ""
             "pline" q13 q7 q4 ""
             "pline" q10 q6 q2 ""
             "pline" q8 q9 ""
    )
    (setvar "hpname" "ANSI31")                    ;设置剖面线名称
    (setvar "hpscale" 2)                          ;设置剖面线比例
    (setvar "hpang" 320)                          ;设置剖面线角度
    (bhatch q0)                                   ;绘制剖面线
    (setvar "osmode" os)
)
```

10.7　排水管件 90° 曲管图形编程实例

对话框源文件 g10_7.dcl。

```
g10_7:dialog{
label="排水管件 90° 曲管";
:row{
  :column{
    :list_box{
      label="管径    L1     L2     R    质量";
      width=25;
      height=8;
      key="list1";
    }
    :row{
      :text{label="管径";}
      :edit_box{
          key="edit1";
          edit_width=3;
      }
      :text{label="L1";}
```

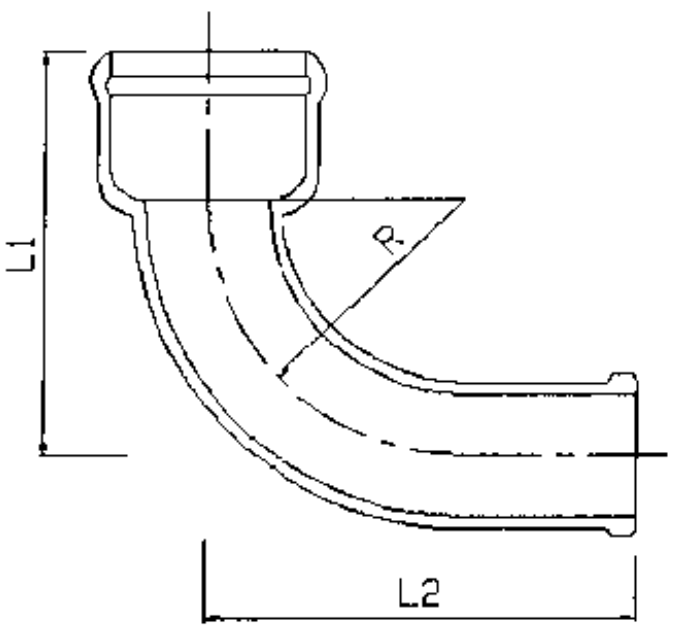


图 10-10　排水管件 90° 曲管

```
    :edit_box{
       key="edit2";
       edit_width=3;
    }
    :text{label="L2";}
    :edit_box{
       key="edit3";
       edit_width=3;
    }
}
:row{
   :text{label="R";}
   :edit_box{
       key="edit4";
      edit_width=6;
   }
            :text{label="质量";}
            :edit_box{
               key="edit5";
               edit_width=6;
            }
         }
      }
      :image{
            key="image1";
            width=25;
            height=9;
      }
   }
   ok_cancel;
}
```

绘图程序 g10_7.lsp 源文件：

```
(defun c:g10_7 ()
  (setq q2 '((50 165 175 105 2.5)
             (100 200 210 130 5.1)
             (150 230 235 155 9.9)
             (200 260 270 180 16.8)
       )
)
(setq n1 0)
(setq q1 (nth n1 q2))
(setq l0 (nth 0 q1)
      l1 (nth 1 q1)
      l2 (nth 2 q1)
      R   (nth 3 q1)
      l3 (nth 4 q1)
)
(setq dcl_id (load_dialog "g10_7.dcl"))
(if (not (new_dialog "g10_7" dcl_id))
  (exit)
)
(set_tile "edit1" "50")
```

```
(set_tile "edit2" "165")
(set_tile "edit3" "175")
(set_tile "edit4" "105")
(set_tile "edit5" "2.5")
(start_list "list1")
(add_list "50    165   175   105   2.5")
(add_list "100   200   210   130   5.1")
(add_list "150   230   235   155   9.9")
(add_list "200   260   270   180   16.8")
(end_list)
(set_tile "list1" "0")
(action_tile "list1" "(ss)")
(setq xx (dimx_tile "image1")
      yy (dimy_tile "image1")
)
(start_image "image1")
   (fill_image 0 0 xx yy 0)
   (slide_image 0 0 xx (- yy 13) "g10_7.sld")
   (end_image)
   (setq ok_1 (start_dialog))
   (unload_dialog dcl_id)
   (if (= ok_1 1)
      (ww)
   )
)
(defun ss ()
   (setq n1 (atoi (get_tile "list1")))
   (setq q1 (nth n1 q2))
   (setq l0 (nth 0 q1)
         l1 (nth 1 q1)
         l2 (nth 2 q1)
         R (nth 3 q1)
         l3 (nth 4 q1)
   )
   (set_tile "edit1" (rtos l0 2 1))
   (set_tile "edit2" (rtos l1 2 1))
   (set_tile "edit3" (rtos l2 2 1))
   (set_tile "edit4" (rtos R 2 1))
   (set_tile "edit5" (rtos l3 2 1))
)
(defun ww ()
   (setq q0 (getpoint "\n 插入点： "))
   (setq os (getvar "osmode"))
   (setvar "osmode" 0)
   (setvar "cmdecho" 0)
   (setq n2 (cond
            ((= n1 0) 0)
            ((= n1 1) 2)
            ((= n1 2) 4)
            ((= n1 3) 5)
      )
   )
```

```
    (gt q0 n2 0)
    (setq q1 (polar (polar q0 (* 1.5 pi) l1) 0 l2))
    (gd q1 (* 0.5 pi))
    (setq q2 (polar (polar q0 (* 1.5 pi) h) 0 r))
    (setq q3 (polar p9 pi (- l2 r)))
    (setq q4 (polar p10 pi (- l2 r)))
    (setq q5 (polar q3 (* 1.5 pi) l))
    (setq q6 (polar q4 (* 0.5 pi) l))
    (command"pline" p15 "a" "ce" q2 q3 "l" p9 ""
                "pline" p16 "a" "ce" q2 q4 "l" p10 ""
                "pline" p19 "a" "ce" q2 q5 "l" p1 ""
                "pline" p20 "a" "ce" q2 q6 "l" p2 ""
    )
    (setvar "osmode" os)
    (princ)
)
(defun gt (p0 n1 ang / p1 p2 p3 p4 p5 p6 p7 p8 p9 p10 p11 p12
           p13 p14 p17 p18 p21 p22 p23 p24)
    ......
)
(defun gd (p0 ang / p3 p4 p5 p6 p7 p8 p11 p12)
    ......
)
```

10.8 排水管件 45° 曲管图形编程实例

排水管件 45° 曲管图形见图 10-11。

对话框文件 g10_8.dcl 源文件如下。

```
g10_8:dialog{
  label="排水管件 45° 曲管";
  :row{
    :column{
      :list_box{
        label="管径    L1     L2     R    质量";
        width=25;
        height=8;
        key="list1";
      }
      :row{
        :text{label="管径";}
        :edit_box{
          key="edit1";
          edit_width=3;
        }
        :text{label="L1";}
        :edit_box{
          key="edit2";
          edit_width=3;
        }
        :text{label="L2";}
        :edit_box{
          key="edit3";
```

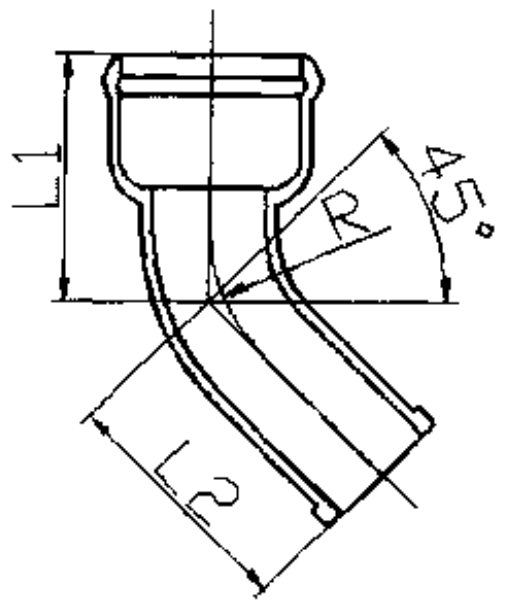


图 10-11 排水管件 45° 曲管

```
            edit_width=3;
        }
    }
    :row{
        :text{label="R";}
        :edit_box{
            key="edit4";
            edit_width=6;
        }
        :text{label="质量";}
        :edit_box{
            key="edit5";
            edit_width=6;
        }
    }
}
        :image{
            key="image1";
            width=25;
            height=9;
        }
    }
    ok_cancel;
}
```

绘图程序 g10_8.lsp 源文件如下：

```
(defun c:g10_8 ()
  (setq q2 '((50 110 110 80 2.0)
             (100 130 130 100 4.0)
             (150 140 155 125 7.7)
             (200 160 195 140 13.5)
       )
  )
  (setq n1 0)
  (setq q1 (nth n1 q2))
  (setq l0 (nth 0 q1)
        l1 (nth 1 q1)
        l2 (nth 2 q1)
        r  (nth 3 q1)
        l3 (nth 4 q1)
  )
  (setq dcl_id (load_dialog "g10_8.dcl"))
  (if (not (new_dialog "g10_8" dcl_id))
    (exit)
  )
  (set_tile "edit1" "50")
  (set_tile "edit2" "110")
  (set_tile "edit3" "110")
  (set_tile "edit4" "80")
  (set_tile "edit5" "2.0")
  (start_list "list1")
  (add_list "50     110 110 80 2.0")
  (add_list "100 130 130 100 4.0")
```

```
(add_list "150 140 155 125 7.7")
(add_list "200 160 195 140 13.5")
(end_list)
(set_tile "list1" "0")
(action_tile "list1" "(ss)")
(setq xx (dimx_tile "image1")
      yy (dimy_tile "image1")
)
(start_image "image1")
(fill_image 0 0 xx yy 0)
(slide_image 0 0 xx yy "g10_8.sld")
(end_image)
(setq ok_1 (start_dialog))
(unload_dialog dcl_id)
(if (= ok_1 1)
   (ww)
   )
)
(defun ss ()
   (setq n1 (atoi (get_tile "list1")))
   (setq q1 (nth n1 q2))
   (setq l0 (nth 0 q1)
         l1 (nth 1 q1)
         l2 (nth 2 q1)
         r   (nth 3 q1)
         l3 (nth 4 q1)
   )
   (set_tile "edit1" (rtos l0 2 1))
   (set_tile "edit2" (rtos l1 2 1))
   (set_tile "edit3" (rtos l2 2 1))
   (set_tile "edit4" (rtos r 2 1))
   (set_tile "edit5" (rtos l3 2 1))
)
(defun ww ()
   (setq q0 (getpoint "\n 插入点： "))
   (setq os (getvar "osmode"))
   (setvar "osmode" 0)
(setq n2 (cond
         ((= n1 0) 0)
         ((= n1 1) 2)
         ((= n1 2) 4)
         ((= n1 3) 5)
 )
)
(gt q0 n2 0)
(setq q1 (polar (polar q0 (* 1.5 pi) l1) (* 1.75 pi) l2))
(setq q2 (polar q0   pi (* 0.5 b)))
(setq q3 (polar q1 (* 1.5 pi) b))
(command "zoom" "w" q2 q3)
(gd q1 (* 0.25 pi))
(setq q2 (inters p19 (polar p19 (* 1.5 pi) 10) p1 (polar p1 (* 0.75 pi) 10) nil))
(command "pline" p1 q2 p19 "")
```

```
(setq q3 (list (* 0.5 (+ (car p19) (car q2)))(* 0.5 (+ (cadr p19) (cadr q2)))))
(setq q4 (list (* 0.5 (+ (car p1) (car q2))) (* 0.5 (+ (cadr p1) (cadr q2)))))
(setvar "FILLETRAD" (+ (* 0.5 u) l r))
(command "fillet" q3 q4)
(setq a1 (ssget "l"))
(command "offset" (+ u l l) a1 (polar q2 0 120) "")
(setq q2 (inters p15 (polar p15 (* 1.5 pi) 10) p9 (polar p9 (* 0.75 pi) 10) nil))
(command "pline" p9 q2 p15 "")
(setq q3 (list (* 0.5 (+ (car p15) (car q2)))(* 0.5 (+ (cadr p15) (cadr q2)))))
(setq q4 (list (* 0.5 (+ (car p9) (car q2)))(* 0.5 (+ (cadr p9) (cadr q2)))))
(setvar "FILLETRAD" (+ (* 0.5 u) r))
(command "fillet" q3 q4)
(setq a1 (ssget "l"))
(command "offset" u a1 (polar q2 0 120) "")
(command"zoom" "p")
(setvar "osmode" os)
  (princ)
)
(defun gt (p0 n1 ang / p1 p2 p3 p4 p5 p6 p7 p8 p9 p10 p11 p12
          p13 p14 p17 p18 p21 p22 p23 p24)
  ……
)
(defun gd (p0 ang / p3 p4 p5 p6 p7 p8 p11 p12)
  ……
)
```

10.9 弯曲形污水管图形编程实例

弯曲形污水管图形见图 10-12。

对话框文件 g10_9.dcl 源文件如下。

```
g10_9:dialog{
  label="弯曲形污水管";
  :row{
    :list_box{
        label="管径    L1      L2      L3      R      质量";
        width=25;
        height=8;
        key="list1";
    }
    :image{
        key="image1";
        width=23;
        height=15;
    }
  }
  :row{
        :text{label="管径";}
        :edit_box{
            key="edit1";
        }
        :text{label="L1";}
        :edit_box{
```

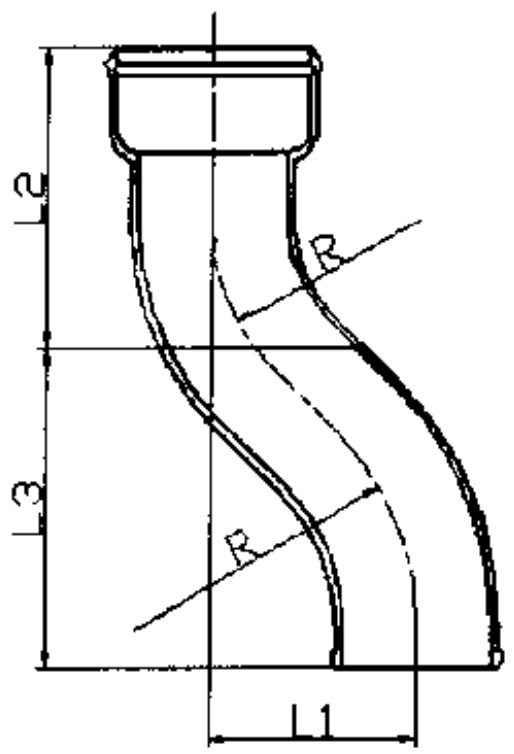


图 10-12　弯曲形污水管

```
            key="edit2";
          }
          :text{label="L2";}
          :edit_box{
            key="edit3";
          }
}
:row{
          :text{label="L3          ";}
          :edit_box{
            key="edit4";
          }
          :text{label="R        ";}
          :edit_box{
            key="edit5";
          }
          :text{label="质量";}
          :edit_box{
            key="edit6";
          }
   }
   ok_cancel;
}
```

绘图程序 g10_9.lsp 源文件如下：

```
(defun c:g10_9 ()
  (setq q2 '((100 140 210 210 140 6.1)
     (150 150 225 225 150 11.3)
     (200 160 240 240 160 17.3)
    )
  )
  (setq n1 0)
  (setq q1 (nth n1 q2))
  (setq l0 (nth 0 q1)
        l1 (nth 1 q1)
        l2 (nth 2 q1)
        l3 (nth 3 q1)
        r   (nth 4 q1)
        l4 (nth 5 q1)
  )
  (setq dcl_id (load_dialog "g10_9.dcl"))
  (if (not (new_dialog "g10_9" dcl_id))
    (exit)
  )
  (set_tile "edit1" "100")
  (set_tile "edit2" "140")
  (set_tile "edit3" "210")
  (set_tile "edit4" "210")
  (set_tile "edit5" "140")
  (set_tile "edit6" "3.1")
  (mode_tile "edit1" 1)
  (start_list "list1")
  (add_list "100   140   210   210   140   6.1")
```

```
(add_list "150   150   225   225   150   11.3")
(add_list "200   160   240   240   160   17.3")
(end_list)
(set_tile "list1" "0")
(action_tile "list1" "(ss)")
(setq xx (dimx_tile "image1")
      yy (dimy_tile "image1")
)
(start_image "image1")
(fill_image 0 0 xx yy 0)
(slide_image 0 0 xx yy "g10_9.sld")
(end_image)
(setq ok_1 (start_dialog))
(unload_dialog dcl_id)
(if (= ok_1 1)
   (ww)
   )
)
(defun ss ()
   (setq n1 (atoi (get_tile "list1")))
   (setq q1 (nth n1 q2))
   (setq l0 (nth 0 q1)
         l1 (nth 1 q1)
         l2 (nth 2 q1)
         l3 (nth 3 q1)
         r   (nth 4 q1)
         l4 (nth 5 q1)
   )
   (set_tile "edit1" (rtos l0 2 1))
   (set_tile "edit2" (rtos l1 2 1))
   (set_tile "edit3" (rtos l2 2 1))
   (set_tile "edit4" (rtos l3 2 1))
   (set_tile "edit5" (rtos r 2 1))
   (set_tile "edit6" (rtos l4 2 1))
)
(defun ww ()
   (setq q0 (getpoint "\n 插入点： "))
   (setq os (getvar "osmode"))
   (setvar "osmode" 0)
   (setq n2 (cond
            ((= n1 0) 2)
            ((= n1 1) 4)
            ((= n1 2) 5)
    )
   )
   (gt q0 n2 0)
   (setq q1 (polar (polar q0 (* 1.5 pi) (+ l2 l3)) 0 l1))
   (gd q1 0)
   (setq q2 (polar q0 pi (* 0.5 b))
         q3 (polar q1 0 (* 0.5 b))
   )
   (command "zoom" "w" q2 q3)
```

```
(setq q1 (polar q0 (* 1.5 pi) (- l2 45)))
(setq mm1 q1)
(if (= n1 1)
   (setq r 110)
)
(if (= n1 2)
   (setq r 110)
)
(setq q2 (inters p19 (polar p19 (* 1.5 pi) 10) q1 (polar q1 (* 0.75 pi) 10) nil))
(setq q3 (inters p1 (polar p1 (* 0.5 pi) 10) q1 (polar q1 (* 0.75 pi) 10) nil))
(command "pline" p1 q3 q2 p19 "")
(setq q4 (list (* 0.5 (+ (car p19) (car q2)))(* 0.5 (+ (cadr p19) (cadr q2)))))
(setq q5 (list (* 0.5 (+ (car q1) (car q2)))(* 0.5 (+ (cadr q1) (cadr q2)))))
(setvar "FILLETRAD" (+ (* 0.5 u) l r))
(command "fillet" q5 q4)
(setq q4 (list (* 0.5 (+ (car p9) (car q3)))(* 0.5 ( - (cadr p9) (cadr q3)))))
(setq q5 (list (* 0.5 (+ (car q3) (car q2)))(* 0.5 (+ (cadr q3) (cadr q2)))))
(setvar "FILLETRAD" r)
(command "fillet" q5 q4)
(setq s1 (ssget "l"))
(command "offset" (+ u l l) s1 (polar q2 0 20) "")
(setq q1 (polar q0 (* 1.5 pi) (- (+ l2 45) (* l 1.74345))))
(setq mm2 q1)
(setq q2 (inters p15 (polar p15 (* 1.5 pi) 10) q1 (polar q1 (* 0.75 pi) 10) nil))
(setq q3 (inters p9 (polar p9 (* 0.5 pi) 10) q1 (polar q1 (* 0.75 pi) 10) nil))
(command "pline" p9 q3 q2 p15 "")
(setq q4 (list (* 0.5 (+ (car p15) (car q2)))(* 0.5 (+ (cadr p15) (cadr q2)))))
(setq q5 (list (* 0.5 (+ (car q1) (car q2)))(* 0.5 (+ (cadr q1) (cadr q2)))))
(setvar "FILLETRAD" (+ (* 0.5 u) r))
(command "fillet" q5 q4)
(setq q4 (list (* 0.5 (+ (car p9) (car q3)))(* 0.5 (+ (cadr p9) (cadr q3)))))
(setq q5 (list (* 0.5 (+ (car q3) (car q2)))(* 0.5 (+ (cadr q3) (cadr q2)))))
(setvar "FILLETRAD" r)
(command "fillet" q5 q4)
(setq s1 (ssget "l"))
(command "offset" u s1 (polar q2 0 20) "")
(command "zoom" "p")
   (setvar "osmode" os)
   (princ)
)
(defun gt (p0 n1 ang / p1 p2 p3 p4 p5 p6 p7 p8 p9 p10 p11 p12
          p13 p14 p17 p18 p21 p22 p23 p24)
   ......
)
(defun gd (p0 ang / p3 p4 p5 p6 p7 p8 p11 p12)
   ......
)
```

10.10　管子箍图形编程实例

管子箍图形见图 10-13。

对话框文件 g10_10.dcl 源文件如下。

```
g10_10:dialog{
```

```
label ="管子筛";
:row{
      :list_box{
         label="内径          D          L          质量";
         width=28;
         height=9;
         key="list1";
      }
      :image{key="image1"; width=26; height=9;}
}
:row{
         :text{label="内径";}
         :edit_box{key="edit1"; edit_width=8;}
         :text{label="D";}
         :edit_box{key="edit2"; edit_width=8;}
         :text{label="L";}
         :edit_box{key="edit3"; edit_width=3;}
         :text{label="质量";}
         :edit_box{key="edit4"; edit_width=3;}
    }
    ok_cancel;
}
```

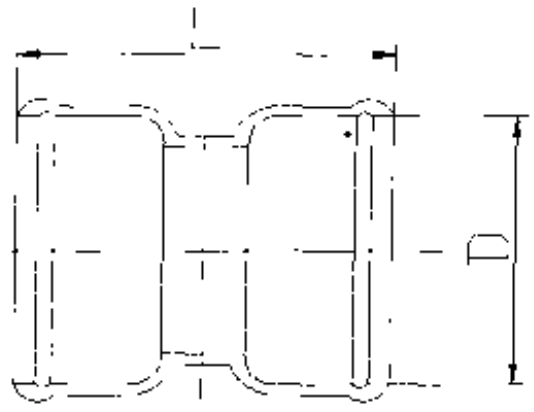


图 10-13　管子筛

绘图程序 g10_10.lsp 源文件如下：

```
(defun c:g10_10 ()
  (setq q2 '(150 170 175 180 185 185 190 195 200))
  (setq n1 0)
  (setq l1 (nth n1 q2))
  (setq dcl_id (load_dialog "g10_10.dcl"))
  (if (not (new_dialog "g10_10" dcl_id))
    (exit)
  )
  (set_tile "edit1" "50×50")
  (set_tile "edit2" "80")
  (set_tile "edit3" "150")
  (set_tile "edit4" "2.1")
  (start_list "list1")
  (add_list "50×50      80          150     2.1")
  (add_list "100×50     130×80      170     3.2")
  (add_list "100×75     130×105     175     3.4")
  (add_list "100×100    130         180     3.7")
  (add_list "150×100    182×130     185     5.8")
  (add_list "150×125    182×130     185     6.3")
  (add_list "150×150    182         190     6.7")
  (add_list "200×150    234×182     195     9.0")
  (add_list "200×200    234         200     10.0")
  (end_list)
  (set_tile "list1" "0")
  (action_tile "list1" "(ss)")
  (setq xx (dimx_tile "image1")
        yy (dimy_tile "image1")
  )
  (start_image "image1")
```

```
    (fill_image 0 0 xx yy 0)
    (slide_image 0 0 xx (- yy 3) "g10_10.sld")
    (end_image)
    (setq ok_1 (start_dialog))
    (unload_dialog dcl_id)
    (if (= ok_1 1)
       (ww)
    )
)
(defun ss ()
    (setq n1 (atoi (get_tile "list1")))
    (setq l1 (nth n1 q2))
    (setq q1 '(("50×50" "80" "150" "2.1")
               ("100×50" "130×80" "170" "3.2")
               ("100×75" "130×105" "175" "3.4")
               ("100×100" "130" "180" "3.7")
               ("150×100" "182×130" "185" "5.8")
               ("150×125" "182×130" "185" "6.3")
               ("150×150" "182" "190" "6.7")
               ("200×150" "234×182" "195" "9.0")
               ("200×200" "234" "200" "10.0")
     )
    )
    (setq q1 (nth n1 q1))
    (set_tile "edit1" (nth 0 q1))
    (set_tile "edit2" (nth 1 q1))
    (set_tile "edit3" (nth 2 q1))
    (set_tile "edit4" (nth 3 q1))
)
(defun ww ()
    (setq q0 (getpoint "\n 插入点： "))
    (setq os (getvar "osmode"))
    (setvar "osmode" 0)
    (setq n2 (cond
            ((= n1 0) 0)
            ((= n1 1) 2)
            ((= n1 2) 2)
            ((= n1 3) 2)
            ((= n1 4) 4)
            ((= n1 5) 4)
            ((= n1 6) 4)
            ((= n1 7) 5)
            ((= n1 8) 5)
    )
)

(setq n3 (cond
            ((= n1 0) 0)
            ((= n1 1) 0)
            ((= n1 2) 1)
            ((= n1 3) 2)
            ((= n1 4) 2)
```

```
            ((= n1 5) 3)
            ((= n1 6) 4)
            ((= n1 7) 4)
            ((= n1 8) 5)
        )
    )
    (gt q0 n2 (* 0.5 pi))
    (setq q2 p15 q5 p19 q6 p20)
    (setq q1 (polar q0 0 11))
    (gt q1 n3 (* 1.5 pi))
    (setq q3 (inters q2 (polar q2 (* 0.5 pi) 20)
        p16 (polar p16 0 20) nil)
)
    (setq q4 (inters q2 (polar q2 (* 0.5 pi) 20) p15 (polar p15 0 20) nil))
    (command "pline" p16 q3 "" "pline" p15 q4 "")
    (if (or (= n1 0) (= n1 3) (= n1 6) (= n1 8))
        (command"pline" q5 p20 "" "pline" q6 p19 "")
        (progn
          (setq q7 (polar q6 (* 1.5 pi) (- (cadr q6) (cadr p19) 10)))
          (setq q8 (polar q7 0 10))
          (command"pline" q6 q7 "a" "ce" q8 "a" 90 "l" p19 "")
          (command"mirror" "l" "" q0 (polar q0 0 20) "n")
        )
    )
    (setvar "osmode" os)
)
(defun gt (p0 n1 ang / p1 p2 p3 p4 p5 p6 p7 p8 p9 p10 p11 p12
          p13 p14 p17 p18 p21 p22 p23 p24)
    ......
)
(defun gd (p0 ang / p3 p4 p5 p6 p7 p8 p11 p12)
    ......
)
```

10.11 高度符号图形编程实例

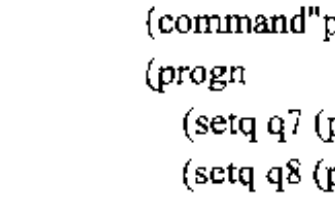


图 10-14 高度符号

高度符号图形见图 10-14。

本程序使用到了图像按钮控件和互锁按钮，当选中某一个互锁按钮后，要立即更新图像控件，同时要记录下选中了哪个按钮。选中某一个图像控件时，要给程序传递一个标识，程序利用该标识确定绘制什么样的图形，对话框见图 10-15。下面是对话框文件 g10_11.DCL 清单：

```
g10_11:dialog{
    label="高度符号";
    :boxed_column{
        label="高度符号类型";
        :row{
            :image_button{              //定义图像按钮控件
                width=5;
                height=4;
                color=0;
                key="icon1";
            }
```

```
    :image_button{
      width=5;
      height=4;
      color=0;
      key="icon2";
    }
  }
  :row{
    :image_button{
      width=5;
      height=4;
      color=0;
      key="icon3";
    }
    :image_button{
      width=5;
      height=4;
      color=0;
      key="icon4";
    }
  }
}
:boxed_radio_row{                    //定义带框互锁按钮行
  label="文字位置";
  :radio_button{                     //互锁按钮
    label="上";
    key="radio1";
    value=1;                         //设置互锁按钮为选中状态
  }
  :radio_button{
    label="下";
    key="radio2";
  }
}
:row{
  :edit_box{
    label="文字";
    key="edit1";
    edit_width=7;
  }
  :edit_box{
    label="文字高度";
    key="edit2";
    edit_width=3;
  }
}
ok_cancel;
}
```

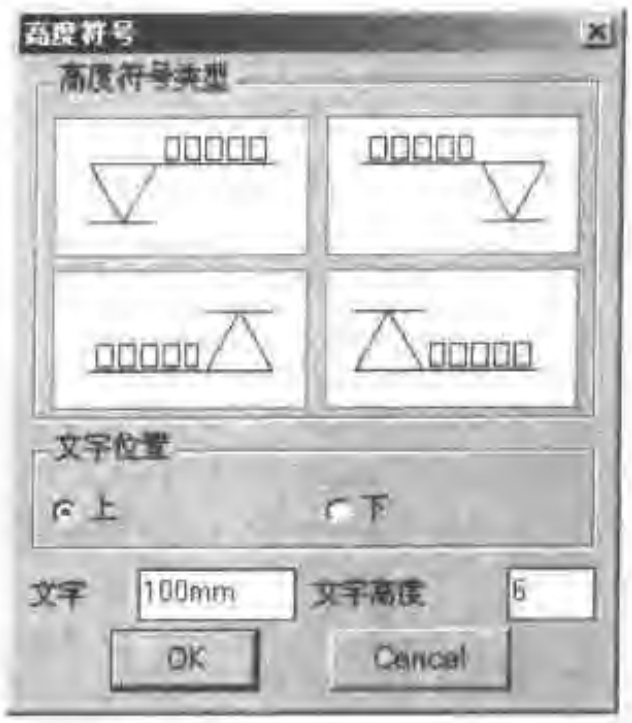


图 10-15　高度符号对话框

对话框驱动及绘图程序 g10_11.lsp 清单：

```
(defun c:g10_11()
  (setq leap 1 icon 1 text "")                    ;设置初始变量
  (setq dcl_id (load_dialog "g10_11.dcl"))        ;加载对话框
```

```
(if (not (new_dialog "g10_11" dcl_id))                    ;激活对话框
   (exit)
)
(start_image "icon1")                                     ;开始处理图像控件
(setq xx (dimx_tile "icon1"))                             ;读取图像控件的大小
(setq yy (dimy_tile "icon1"))
(fill_image 0 0 xx yy 0)                                  ;填充图像控件
(slide_image 0 0 xx yy "g10_11_1")                        ;放置幻灯片
(end_image)                                               ;结束处理图像控件
(start_image "icon2")                                     ;开始处理第 2 个图像控件
(slide_image 0 0 xx yy "g10_11_2")
(end_image)
(start_image "icon3")
(slide_image 0 0 xx yy "g10_11_3")
(end_image)
(start_image "icon4")
(slide_image 0 0 xx yy "g10_11_4")
(end_image)
(action_tile "icon1" "(setq icon 1)")                     ;选中图像控件 icon1 则令 icon=1
(action_tile "icon2" "(setq icon 2)")                     ;选中图像控件 icon3 则令 icon=2
(action_tile "icon3" "(setq icon 3)")                     ;选中图像控件 icon3 则令 icon=3
(action_tile "icon4" "(setq icon 4)")                     ;选中图像控件 icon4 则令 icon=4
(action_tile "radio1" "(imageup)(setq leap 1)")           ;选中按钮 radio1 时调用
                                                          ;函数 imageup，同时令 leap=1
(action_tile "radio2" "(imagedown)(setq leap 2)")
(set_tile "edit2" (rtos (getvar "textsize")))             ;设置控件 edit2 初值
(action_tile "edit1" "(setq text $value)")                ;动作函数，把编辑框的值赋给变量 text
(action_tile "edit2" "(setq textsize (atof $value))")     ;动作函数
(setq ok_1 (start_dialog))
(unload_dialog dcl_id)
(if (= ok_1 1)                                            ;如果单击 OK 则执行下面的程序
  (progn
    (if (= leap 1)                                        ;判断 leap
       (setq ang1 (* 0.5 pi))                             ;如果 leap=1 则令 ang1=0.5PI
       (setq ang1 (* 1.5 pi))                             ;如果 leap≠1 则令 ang1=0.5PI
    )
    (setq os1 (getvar "osmode"))
    (setvar "osmode" 0)
    (cond ((= icon 1) (drawing1))                         ;根据选中图像控件的不同
          ((= icon 2) (drawing2))                         ;调用不同的函数
          ((= icon 3) (drawing3))
          ((= icon 4) (drawing4))
    )
    (setvar "osmode" os1)
    (princ)
  )
 )
)
(defun drawing1()                                         ;该绘制第 1 种符号
  (setq p0 (getpoint"\n 插入点： "))
  (setq p1 (polar p0 pi 60))
  (setq p2 (polar p1 0 20))
```

```
    (setq p3 (polar p1 (* (/ 5.0 3.0) pi) 20))
    (setq p4 (polar p0 pi 20))
    (setq p4 (polar p4 ang1 (+ (* 0.5 textsize) 2)))
    (command "line" p0 p1 p3 p2 ""
                "line" (polar p3 pi 10) (polar p3 0 10) ""
                "text" "j" "mc" p4 textsize 0 text
  )
)
(defun drawing2()                                          ;该绘制第 2 种符号
   (setq p0 (getpoint"\n 插入点： "))
   (setq p1 (polar p0 0 60))
   (setq p2 (polar p1 pi 20))
   (setq p3 (polar p2 (* (/ 5.0 3.0) pi) 20))
   (setq p4 (polar p0 0 20))
   (setq p4 (polar p4 ang1 (- (* 0.5 textsize) 2)))
   (command "line" p0 p1 p3 p2 ""
                "line" (polar p3 pi 10) (polar p3 0 10) ""
                "text" "j" "mc" p4 textsize 0 text
  )
)
(defun drawing3()                                          ;该绘制第 3 种符号
   (setq p0 (getpoint"\n 插入点： "))
   (setq p1 (polar p0 0 60))
   (setq p2 (polar p1 pi 20))
   (setq p3 (polar p1 (* (/ 2.0 3.0) pi) 20))
   (setq p4 (polar p0 0 20))
   (setq p4 (polar p4 ang1 (+ (* 0.5 textsize) 2)))
   (command "line" p0 p1 p3 p2 ""
                "line" (polar p3 pi 10) (polar p3 0 10) ""
                "text" "j" "mc" p4 textsize 0 text
)
)
(defun drawing4()                                          ;该绘制第 4 种符号
   (setq p0 (getpoint"\n 插入点： "))
   (setq p1 (polar p0 pi 60))
   (setq p2 (polar p1 0 20))
   (setq p3 (polar p2 (* (/ 2.0 3.0) pi) 20))
   (setq p4 (polar p0 pi 20))
   (setq p4 (polar p4 ang1 (+ (* 0.5 textsize) 2)))
   (command "line" p0 p1 p3 p2 ""
                "line" (polar p3 pi 10) (polar p3 0 10) ""
                "text" "j" "mc" p4 textsize 0 text
  )
)
(defun imagedown ()                                        ;该函数刷新 4 个图像控件，并
                                                           ;重新放置文字在下的幻灯片
   (start_image "icon1")
   (fill_image 0 0 xx yy 0)                                ;在此一定要重新填充图像，不
                                                           ;然原来的幻灯片还会保留
   (slide_image 0 0 xx yy "g10_11_5")
   (end_image)
   (start_image "icon2")
```

```
    (fill_image 0 0 xx yy 0)
    (slide_image 0 0 xx yy "g10_11_6")
    (end_image)
    (start_image "icon3")
    (fill_image 0 0 xx yy 0)
    (slide_image 0 0 xx yy "g10_11_7")
    (end_image)
    (start_image "icon4")
    (fill_image 0 0 xx yy 0)
    (slide_image 0 0 xx yy "g10_11_8")
    (end_image)
)
(defun imagecup ()                                  ;该函数刷新 4 个图像控件，并
                                                    ;重新放置文字在上的幻灯片
    (start_image "icon1")
    (fill_image 0 0 xx yy 0)
    (slide_image 0 0 xx yy "g10_11_1")
    (end_image)
    (start_image "icon2")
    (fill_image 0 0 xx yy 0)
    (slide_image 0 0 xx yy "g10_11_2")
    (end_image)
    (start_image "icon3")
    (fill_image 0 0 xx yy 0)
    (slide_image 0 0 xx yy "g10_11_3")
    (end_image)
    (start_image "icon4")
    (fill_image 0 0 xx yy 0)
    (slide_image 0 0 xx yy "g10_11_4")
    (end_image)
)
```

10.12 建筑轴线图形编程实例

建筑轴线图形如图 10-16 所示，编程时首先由插入点画一条线，然后绘制一个圆，最后插入一个字母，该程序 g10_12.lsp 清单如下：

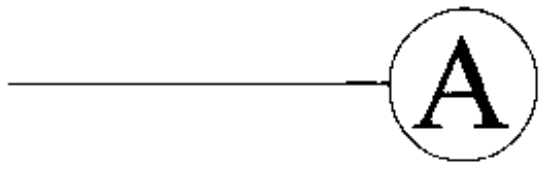


图 10-16 建筑轴线

```
(defun c:g10_12()
  (setq p0 (getpoint"\n 插入点:"))                  ;第 1 点
  (setq p1 (getpoint p0 "\n 第 2 点:"))             ;第 2 点，p0 指在输入第 2 点时
                                                    ;由 p0 点拉动一条橡皮筋
  (setq os (getvar "osmode"))
  (setvar "osmode" 0)
  (command"line" p0 p1 "")                          ;画直线
  (setq ang (angle p0 p1))                          ;计算直线的角度
  (setq p2 (polar p1 ang 3))                        ;计算圆心
  (command "circle" p2 3)                           ;画圆
  (setq str (getstring"\n 文字:"))                  ;输入文字
```

```
    (command "text" "j" "mc" p2 4 0 str)                    ;写文字
    (setvar "osmode" os)
    (princ)
)
```

10.13 构件表格图形编程实例

在工程绘图过程中，经常要插入一些表格，我们编写一个类似 Word 插入表格的程序，能够实现定义表格的行、列及宽度，还能够自动在表格中填写表头文字及序号。这个程序需要多个循环来完成，希望读者认真阅读体会，最后生成的表格如图 10-17 所示。

序号	图号	图名	图例	说明	备注
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

图 10-17 插入的表格

在对话框的设计开始时，首先应考虑对话框的布局，在本例中，填写列名称时因不能够确定具体的列数，只能由用户在前面输入，然后根据输入的列数来确定在对话框中设计几个编辑框来输入列名称，在 Visual LISP 语言中没有提供实时显示几个编辑框。为此，我们在例程中设计了两个对话框，第一个对话框是用来输入行列数目及宽度，还包括是否有序号和列名称，当用户选择了列名称后，激活第 2 个对话框。第 2 个对话框是由用户输入列名称和文字高度的，在此，我们设计了 10 个编辑框来输入列名称，用户输入的列数少于 10 个时，程序把其他的编辑框变成灰色，既不能够被操作，对于超过 10 个的编辑框，读者可以稍加修改程序，添加几个编辑框。

图 10-18 构造表格对话框

两个对话框的源代码可以放在一个文件中，只要对话框的名称不同即可，图 10-18 和图 10-19 是两个对话框运行时的状态。

图 10-19 表格属性对话框

两个对话框的原文件 g10_13.dcl 如下：

```
g10_13:dialog{                                          //定义第 1 个对话框
  label="构造表格";
  :boxed_column{                                        //定义加框列
    label="表格尺寸";                                   //定义加框列标题
    :row{                                               //定义行控件
      :edit_box{                                        //编辑框
        label="行数";                                   //编辑框标题
        edit_width=8;                                   //宽度
        key="edit1";                                    //名称
        value="1";                                      //编辑框初始值
      }
      :edit_box{
        label="列数";
        edit_width=8;
        key="edit2";
        value="1";
      }
    }
    :row{
      :edit_box{
        label="行宽";
        edit_width=8;
        key="edit3";
        value="1";
      }
      :edit_box{
        label="列宽";
        edit_width=8;
        key="edit4";
        value="1";
      }
    }
  }
  :row{
    spacer;                                             //加入一个间隙
    :toggle{                                            //复选框
      label="序号";                                     //复选框标题
      key="pk1";                                        //复选框名称
    }
    :toggle{
      label="列名称";
      key="pk2";
    }
  }
  ok_cancel;
  :text{key="txt";}                                     //添加文本控件，用于显示错误信息
}
sc:dialog{                                              //定义第 2 个对话框
  label="表格属性";
  :boxed_column{
    label="列名称";
    :row{
```

```
:edit_box{
    label="列 1";
    key="edit1";
    edit_width=5;
    value="序号";
}
:edit_box{
    label="列 2";
    key="edit2";
    edit_width=5;
}
:edit_box{
    label="列 3";
    key="edit3";
    edit_width=5;
}
    :edit_box{
        label="列 4";
        key="edit4";
        edit_width=5;
    }
    :edit_box{
        label="列 5";
        key="edit5";
        edit_width=5;
    }
}
:row{
    :edit_box{
        label="列 6";
        key="edit6";
        edit_width=5;
    }
    :edit_box{
        label="列 7";
        key="edit7";
        edit_width=5;
}
:edit_box{
    label="列 8";
    key="edit8";
    edit_width=5;
}
:edit_box{
    label="列 9";
    key="edit9";
    edit_width=5;
}
:edit_box{
    label="列 10";
    key="edit10";
    edit_width=5;
```

```
        }
      }
    }
    :row{
      :edit_box{
        label="文字高度";
        key="txtsize";
        width=8;
      }
      :text{key="txt";width=20;}
    }
    ok_cancel;
    }
```

对话框驱动及绘图程序文件 g10_13.lsp 源代码如下

```
(defun c:g10_13()
  (setq h1 1 l1 1 h2 1 l2 1 key1 0 key2 0)                    ;分别为 h1、l1、h2、l2、key1、key2 赋初值
  (setq dcl_id (load_dialog "g10_13.dcl"))
    (if (not (new_dialog "g10_13" dcl_id))
      (exit)
    )
    (action_tile "edit1" "(txtcls)(setq h1 (atoi $value))")    ;定义一个动作，当选中控件“edit1”时，调用函
                                                                数 txtcls
                                                               ;并给 h1 赋值，$value 指选中控件的当前值（字符型）
    (action_tile "edit2" "(txtcls)(setq l1 (atoi $value))")
    (action_tile "edit3" "(txtcls)(setq h2 (atof $value))")
    (action_tile "edit4" "(txtcls)(setq l2 (atof $value))")
    (action_tile "pk1" "(txtcls)(setq key1 (atoi $value))")
    (action_tile "pk2" "(txtcls)(setq key2 (atoi $value))")
    (action_tile "accept" "(txterr)")
                                                               ;单击“OK”按钮时产生动作，调用 txterr 函数
    (setq ok_1 (start_dialog))
    (unload_dialog dcl_id)
    (if (= ok_1 1)
      (drawing)
    )
  )
(defun second ()                                               ;第 2 个对话框驱动函数
    (setq q1   "序号" q2   "" q3   "" q4   ""   q5   "" q6   "" q7   "" q8   ""
      q9   "" q10 "")                                          ;赋初值
  (setq txtsize (getvar "textsize"))                           ;读取当前默认文字高度
  (setq dcl_id (load_dialog "g10_13.dcl"))
  (if (not (new_dialog "sc" dcl_id))
    (exit)
  )
  (set_tile "txtsize" (rtos txtsize))                          ;把文字高度显示在编辑框
  (setq num 0)                                                 ;定义循环变量
  (repeat (- 10 l1)                                            ;循环 10-l1 次，使其余控件发灰
    (setq s1 (strcat "edit" (itoa (- 11 num 1))))              ;为 s1 赋值
    (mode_tile s1 1)                                           ;使控件发灰
    (setq num (+ num 1))                                       ;循环变量加 1
  )
  (set_tile "txt" (strcat "文字高度应小于表格的行高：" (rtos h2 2 2)))
                                                               ;在控件“txt”上显示文本
```

```
(action_tile "edit1" "(setq q1 $value)")
(action_tile "edit2" "(setq q2 $value)")
(action_tile "edit3" "(setq q3 $value)")
(action_tile "edit4" "(setq q4 $value)")
(action_tile "edit5" "(setq q5 $value)")
(action_tile "edit6" "(setq q6 $value)")
(action_tile "edit7" "(setq q7 $value)")
(action_tile "edit8" "(setq q8 $value)")
(action_tile "edit9" "(setq q9 $value)")
(action_tile "edit10" "(setq q10 $value)")
(action_tile "txtsize" "(setq txtsize $value)")
(setq ok_1 (start_dialog))
(unload_dialog dcl_id)
(if (= ok_1 0)
   (exit)
)
)
(defun drawing ()                                    ;绘制表格函数
   (setq os1 (getvar "osmode"))
   (setvar "osmode" 0)
   (if (= key2 1)                                    ;如果选中“列名称”则调用函数 second
      (second)
   )
   (setq p0 (getpoint "\n 插入点(右下角点):"))
   (command "line" p0 (polar p0 pi (* l1 l2)) "")    ;画线
   (command "array" "l" "" "r" (+ h1 1) "" h2)       ;阵列刚画的线
   (command "line" p0 (polar p0 (* 0.5 pi) (* h1 h2)) "")
   (command "array" "l" "" "r" "" (+ l1 1) (- 0 l2))
   (setq p1 (polar p0 pi (* l1 l2)))
   (setq p1 (polar p1 (* 0.5 pi) (* h1 h2)))         ;计算左上角点
   (if (= key2 1)                                    ;如果选中“列名称”则调用行数 columns
      (columns)
   )
   (if (= key1 1)                                    ;如果选中“序号”则调用行数 sequence
      (sequence)
   )
   (setvar "osmode" os1)
   (princ)
)
(defun columns ()                                    ;该函数的作用是填写列名称
   (setq s1 1)                                       ;设置循环变量
   (repeat l1                                        ;循环 l1 次
      (setq p2 (list (+ (car p1) (* 0.5 l2) (* (- s1 1) l2))
                (- (cadr p1) (* 0.5 h2))))
      (setq q0 (eval (read (strcat "q" (itoa s1)))))
      (command "text" "J" "MC" p2 txtsize "0" q0)     ;利用 text 写文字，样式居中，字高 txtsize，位置
                                                      ;在点 p2，旋转角度为 0
      (setq s1 (1+ s1))
   )
)
(defun sequence()                                    ;该函数的作用是填写序号
   (setq s1 1)                                       ;定义循环变量
```

```
  (repeat (- h1 1)                                          ;循环 h1-1 次
    (setq p2 (list (+ (car p1) (* 0.5 l2))
                   (- (cadr p1) (+ (* 0.5 h2) (* s1 h2)))
             )                                              ;计算序号的插入点
    )
    (setq q0 (itoa s1))                                     ;把序号转化成字符型数据
    (command "text" "J" "MC" p2 txtsize "0" q0)             ;写文字
    (setq s1 (1+ s1))
  )
)
(defun txterr ()                                            ;错误信息显示函数
  (cond ((< h1 1) (set_tile "txt" "错误！行数不能小于 1"))          ;如果 h1<1，在控件 txt 处显示信息
        ((< l1 1) (set_tile "txt" "错误！列数不能小于 1"))          ;如果 l1<1，在控件 txt 处显示信息
        (t (done_dialog 1))                                 ;以上两种情况都没有，则执行
                                                            ;done_dialog 函数关闭对话框
  )
)
(defun txtcls ()                                            ;该函数清除控件 txt 的文字
   (set_tile "txt" "")                                      ;使控件上的文字为空
)
```

10.14　排水 Y 形四通管图形编程实例

排水 Y 形四通管见图 10-20。

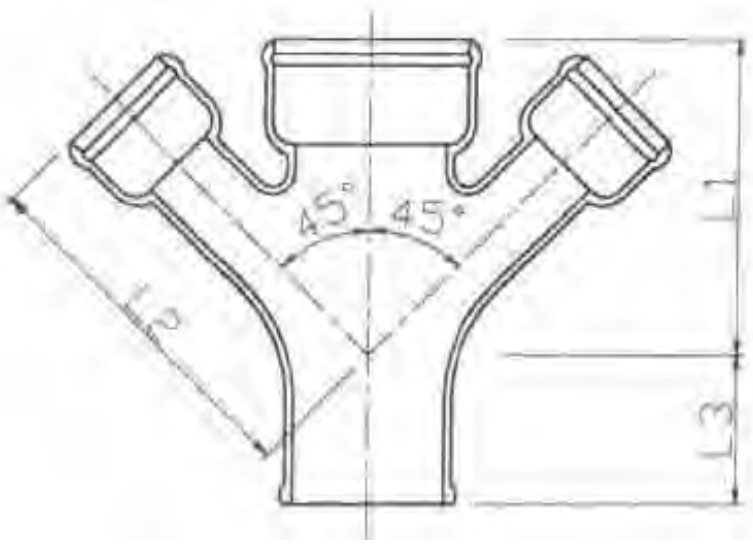


图 10-20　排水 Y 形四通管

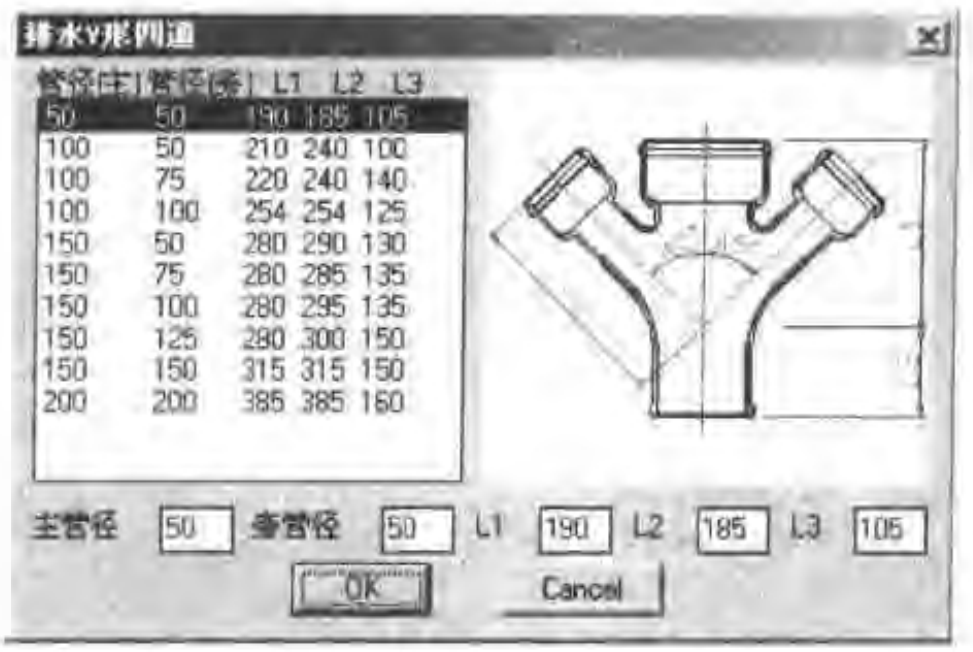


图 10-21　排水 Y 形四通管对话框

对话框见图 10-21，对话框文件 g10_14.dcl 清单如下：

```
g10_14:dialog{
  label="排水 Y 形四通";
  :row{
    :list_box{
        label="管径(主) 管径(旁)    L1      L2      L3";
        width=25;
        height=13;
        key="list1";
    }
    :image{
        key="image1";
        width=26;
```

```
        height= 10;
    }
}
:row{
        :text{label="主管径";}
        :edit_box{
            key="edit0";
            edit_width=3;
        }
        :text{label="旁管径";}
        :edit_box{
            key="edit1";
            edit_width=3;
        }
        :text{label="L1";}
        :edit_box{
            key="edit2";
            edit_width=3;
        }
        :text{label="L2";}
        :edit_box{
            key="edit3";
            edit_width=3;
        }

        :text{label="L3";}
        :edit_box{
            key="edit4";
            edit_width=3;
        }
    }
    ok_cancel;
}
```

对话框驱动机会图程序 g10_14.lsp 源程序如下：

```
(defun c:g10_14 ()
  (setq q2 '((50 190 185 105 50)
             (50 210 240 100 100)
             (75 220 240 140 100)
             (100 254 254 125 100)
             (50 280 290 130 150)
             (75 280 285 135 150)
             (100 280 295 135 150)
             (125 280 300 150 150)
             (150 315 315 150 150)
             (200 385 385 160 200)
           )
)
(setq n1 0)
(setq q1 (nth n1 q2))
(setq l0 (nth 0 q1)
      l1 (nth 1 q1)
      l2 (nth 2 q1)
```

```
      l3 (nth 3 q1)
)
(setq dcl_id (load_dialog "g10_14.dcl"))
(if (not (new_dialog "g10_14" dcl_id))
   (exit)
)
(set_tile "edit0" "50")
(set_tile "edit1" "50")
(set_tile "edit2" "190")
(set_tile "edit3" "185")
(set_tile "edit4" "105")
(start_list "list1")
(add_list "50          50          190  185  105")
(add_list "100         50          210  240  100")
(add_list "100         75          220  240  140")
(add_list "100         100         254  254  125")
(add_list "150         50          280  290  130")
(add_list "150         75          280  285  135")
(add_list "150         100         280  295  135")
(add_list "150         125         280  300  150")
(add_list "150         150         315  315  150")
(add_list "200         200         385  385  160")
(end_list)
(set_tile "list1" "0")
(action_tile "list1" "(ss)")
(setq xx (dimx_tile "image1")
      yy (dimy_tile "image1")
)
(start_image "image1")
(fill_image 0 0 xx yy 0)
(slide_image 0 0 xx (- yy 20) "g10_14.sld")
(end_image)
(setq ok_1 (start_dialog))
(unload_dialog dcl_id)
(if (= ok_1 1)
   (ww)
)
)
(defun ss ()
   (setq n1 (atoi (get_tile "list1")))
   (setq q1 (nth n1 q2))
   (setq l0 (nth 0 q1)
         l1 (nth 1 q1)
         l2 (nth 2 q1)
         l3 (nth 3 q1)
         ll (nth 4 q1)
   )
   (set_tile "edit0" (rtos ll 2 1))
   (set_tile "edit1" (rtos l0 2 1))
   (set_tile "edit2" (rtos l1 2 1))
   (set_tile "edit3" (rtos l2 2 1))
   (set_tile "edit4" (rtos l3 2 1))
```

```
)
(defun gt (p0 n1   ang /   p1 p2 p3   p4   p5   p6   p7   p8   p9   p10
           p11   p12   p13   p14 p17   p18   p21   p22   p23   p24)
......
)
(defun gd (p0 ang / p3 p4 p5 p6 p7 p8 p11 p12)
......
)
(defun ww ()
   (setq q0 (getpoint "\n 插入点：  "))
   (setq os (getvar "osmode"))
   (setvar "osmode" 0)
   (setvar "cmdecho" 0)
   (setq n2 (cond
            ((= n1 0) 0)
            ((= n1 1) 2)
            ((= n1 2) 2)
            ((= n1 3) 2)
            ((= n1 4) 4)
            ((= n1 5) 4)
            ((= n1 6) 4)
            ((= n1 7) 4)
            ((= n1 8) 4)
            ((= n1 9) 5)
        )
)
(setq n3 (cond
            ((= n1 0) 0)
            ((= n1 1) 0)
            ((= n1 2) 1)
            ((= n1 3) 2)
            ((= n1 4) 0)
            ((= n1 5) 1)
            ((= n1 6) 2)
            ((= n1 7) 3)
            ((= n1 8) 4)
            ((= n1 9) 5)
        )
 )
(setq q1 (polar q0 (* 1.5 pi) l1)
      q2 (polar q1 (* 0.75 pi) l2)
      q3 (polar q1 (* 0.25 pi) l2)
      q4 (polar q0 (* 1.5 pi) (+ l1 l3))
 )
 (command"zoom" "w" (polar q0 pi l2) (polar q4 0 l2))
 (gt q2 n3 (* 0.25 pi))
 (setq pp1 p19 pp2 p20 pp3 p15 pp4 p16)
 (gt q3 n3 (* 1.75 pi))
 (setq pp9 p19 pp10 p20 pp11 p15 pp12 p16)
 (gt q0 n2 0)
 (setq pp5 p19 pp6 p20 pp7 p15 pp8 p16)
 (gd q4 0)
```

```
(if (= n1 7) (setq u 70))
(if (= n1 8) (setq u 70))
(if (= n1 9) (setq u 120))
(setq q5 (inters pp1 (polar pp1 (* 1.75 pi) 20)
                     p1    (polar p1 (* 0.5 pi) 20) nil
    )
)
(command "pline" pp1 q5 p1 "")
(setq p0 (list (* 0.5 (+ (car pp1) (car q5)))
       (* 0.5 (+ (cadr pp1) (cadr q5)))
   )
)
(setq p00 (list (* 0.5 (+ (car p1) (car q5)))
                (* 0.5 (+ (cadr p1) (cadr q5)))
          )
)
(setvar "FILLETRAD" u)
(command "fillet" p0 p00)
(setq s1 (ssget "l"))
(setq q5 (inters pp3 (polar pp3 (* 1.75 pi) 20)
                     p9    (polar p9 (* 0.5 pi) 20)    nil
    )
)
(command "pline" pp3 q5 p9 "")
(setq p0 (list (* 0.5 (+ (car pp3) (car q5)))
               (* 0.5 (+ (cadr pp3) (cadr q5)))
       )
)
(setq p00 (list (* 0.5 (+ (car p9) (car q5)))
                (* 0.5 (+ (cadr p9) (cadr q5)))
         )
)
(setvar "FILLETRAD" (+ u l))
(command "fillet" p0 p00)
(setq s1 (ssadd (entlast) s1))
(setq q5 (inters pp2 (polar pp2 (* 1.75 pi) 20)
                     pp5 (polar pp5 (* 1.5 pi) 20) nil
       )
)
(command "pline" pp2 q5 pp5 "")
(setq p0 (list (* 0.5 (+ (car pp2) (car q5)))
               (* 0.5 (+ (cadr pp2) (cadr q5)))
       )
)
(setq p00 (list (* 0.5 (+ (car pp5) (car q5)))
                (* 0.5 (+ (cadr pp5) (cadr q5)))
       )
)
(setvar "FILLETRAD" (* 0.1 u))
(command "fillet" p0 p00)
(setq s1 (ssadd (entlast) s1))
```

```
(setq q5 (inters pp4 (polar pp4 (* 1.75 pi) 20)
                     pp7 (polar pp7 (* 1.5 pi) 20)   nil
         )
)
(command "pline" pp4 q5 pp7 "")
(setq p0 (list (* 0.5 (+ (car pp4) (car q5)))
               (* 0.5 (+ (cadr pp4) (cadr q5)))
         )
)
(setq p00 (list (* 0.5 (+ (car pp7) (car q5)))
                (* 0.5 (+ (cadr pp7) (cadr q5)))
          )
)
(setvar "FILLETRAD" (+ (* 0.1 u) l))
(command "fillet" p0 p00)
(setq s1 (ssadd (entlast) s1))
    (command "mirror" s1 "" q1 q4 "n")
    (setvar "osmode" os)
    (command"zoom" "p")
    (princ)
)
```

10.15　T 形瓶子管图形编程实例

T 形瓶子管图形见图 10-22。

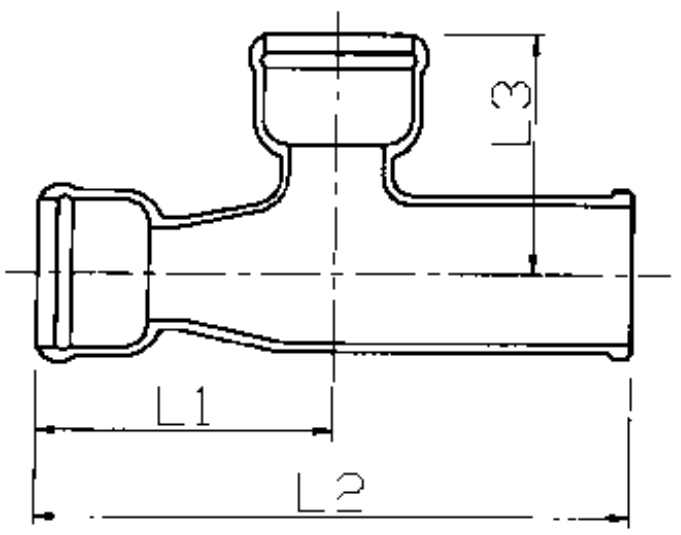


图 10-22　T 形瓶子管

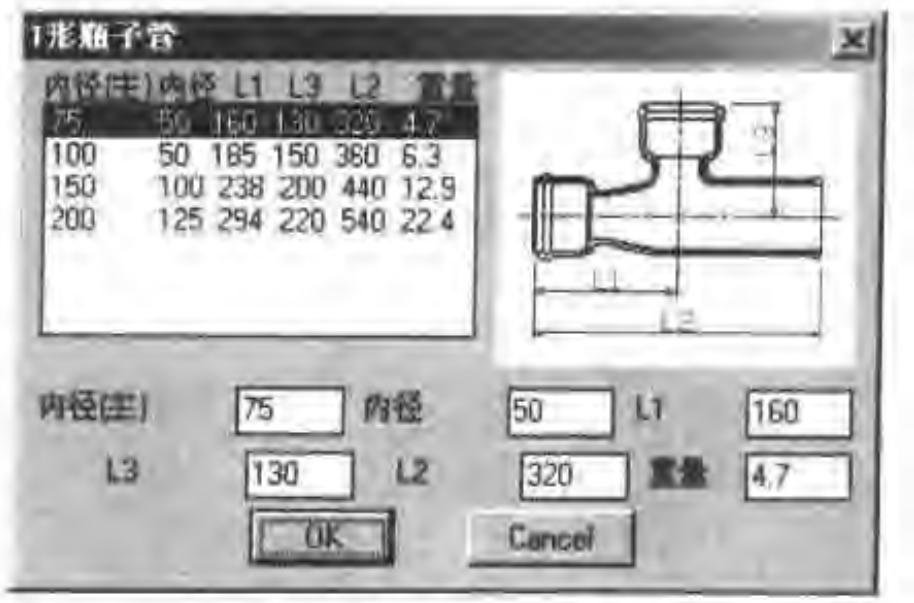


图 10-23　T 形瓶子管对话框

对话框见图 10-23。对话框文件 g10_15.dcl 清单如下：

```
g10_15:dialog{
  label="T 形瓶子管";
  :row{
    :list_box{
        label="内径(主) 内径   L1    L3    L2      质量";
        width=23;
        height=8;
        key="list1";
    }
    :image{
        key="image1";
        width=18;
```

```
            height=9;
        }
    }
    :row{
            :text{label="内径(主)";}
            :edit_box{
                key="edit1";
                edit_width=5;
            }
            :text{label="内径";}
            :edit_box{
               key="edit2";
               edit_width=5;
            }
            :text{label="L1";}
            :edit_box{
               key="edit3";
               edit_width=5;
            }
    }
    :row{
            :text{label="          L3        ";}
            :edit_box{
                key="edit4";
                edit_width=5;
            }
            :text{label="    L2        ";}
            :edit_box{
               key="edit5";
               edit_width=5;
            }
            :text{label="质量";}
            :edit_box{
               key="edit6";
               edit_width=5;
            }
    }
    ok_cancel;
}
```

对话框驱动及绘图程序 g10_15.lsp 源程序如下：

```
(defun c:g10_15 ()
  (setq q2 '((75 50 160 130 320 4.7)
             (100 50 185 150 360 6.3)
             (150 100 238 200 440 12.9)
             (200 125 294 220 540 22.4)
           )
  )
  (setq n1 0)
  (setq q1 (nth n1 q2))
  (setq d1 (nth 0 q1)
        d2 (nth 1 q1)
        l1 (nth 2 q1)
```

```
        l3 (nth 3 q1)
        l2 (nth 4 q1)
        r0 (nth 5 q1)
)
(setq dcl_id (load_dialog "g10_15.dcl"))
(if (not (new_dialog "g10_15" dcl_id))
   (exit)
)
(set_tile "edit1" "75")
(set_tile "edit2" "50")
(set_tile "edit3" "160")
(set_tile "edit4" "130")
(set_tile "edit5" "320")
(set_tile "edit6" "4.7")
(start_list "list1")
(add_list "75          50    160   130   320    4.7")
(add_list "100         50    185   150   360    6.3")
(add_list "150        100    238   200   440   12.9")
(add_list "200        125    294   220   540   22.4")
(end_list)
(set_tile "list1" "0")
(action_tile "list1" "(ss)")
(setq xx (dimx_tile "image1")
      yy (dimy_tile "image1")
)
(start_image "image1")
(fill_image 0 0 xx yy 0)
(slide_image 0 0 xx (- yy 5) "g10_15.sld")
(end_image)
(setq ok_1 (start_dialog))
(unload_dialog dcl_id)
(if (= ok_1 1)
   (ww)
)
)
(defun ss ()
(setq n1 (atoi (get_tile "list1")))
(setq q1 (nth n1 q2))
(setq d1 (nth 0 q1)
      d2 (nth 1 q1)
      l1 (nth 2 q1)
      l3 (nth 3 q1)
      l2 (nth 4 q1)
      r0 (nth 5 q1)
)
(set_tile "edit1" (rtos d1 2 1))
(set_tile "edit2" (rtos d2 2 1))
(set_tile "edit3" (rtos l1 2 1))
(set_tile "edit4" (rtos l3 2 1))
(set_tile "edit5" (rtos l2 2 1))
(set_tile "edit6" (rtos r0 2 1))
)
```

```
(defun ww ()
  (setq q0 (getpoint "\n 插入点： "))
  (setq os (getvar "osmode"))
  (setvar "cmdecho" 0)
  (setvar "osmode" 0)
  (setq n2 (cond ((= n1 0) 1)
                 ((= n1 1) 2)
                 ((= n1 2) 4)
                 ((= n1 3) 5)
           )
  )
  (setq n3 (cond ((= n1 0) 0)
                 ((= n1 1) 0)
                 ((= n1 2) 2)
                 ((= n1 3) 3)
           )
  )
  (gt q0 n3 (* 0.5 pi))
  (setq q3 p19
        q4 p20
        q5 p15
        q6 p16
  )
  (setq q1 (polar (polar q0 0 l1) (* 0.5 pi) l3))
  (gt q1 n3 0)
  (setq q7   p19
        q8   p20
        q9   p15
        q10  p16
  )
  (setq q2 (polar q0 0 l2))
  (gd q2 n2 (* 0.5 pi))
  (setq q11 (inters q8 (polar q8 (* 1.5 pi) 20) p2 (polar p2 0 20) nil))
  (setq q11 (polar q11 (* 0.5 pi) 10))
  (command "pline" q8 q11 "a" "ce" (polar q11 0 10) "a" 90 "l" p2 "")
  (setq q11 (inters q10 (polar q10 (* 1.5 pi) 20)
                    p10 (polar p10 0 20) nil
            )
  )
  (setq q11 (polar q11 (* 0.5 pi) (+ 10 l)))
  (command "pline" q10 q11 "a" "ce" (polar q11 0 (+1 10)) "a" 90 "l"
                   p10 ""
  )
  (setq q11 (polar q7 (* 1.5 pi) 10))
  (setq q12 (polar q11 4.012 20))
  (command "pline" q7 q11 "a" q12 "l" (polar q4 0 10) q4 "")
  (setq q11 (polar q9 (* 1.5 pi) (+ 10 l)))
  (setq q12 (polar q11 4.112 25))
  (command "pline" q9 q11 "a" q12 "l" (polar q6 0 15) q6 "")
  (command "pline" q3 (polar q3 0 10) (inters q7 (polar q7 (* 1.5 pi) 20) p1 (polar p1 0 20) nil) p1 "")
  (command "pline" q5 (polar q5 0 20)
           (inters q9 (polar q9 (* 1.5 pi) 20) p9 (polar p9 0 20) nil)
```

```
                                p9 ""
    )
    (setvar "osmode" os)
    (princ)
)
(defun gt (p0 nl   ang /   p1   p2 p3   p4   p5   p6   p7   p8   p9   p10
           p11 p12 p13 p14 p17 p18 p21 p22 p23 p24)
......
)
(defun gd (p0 ang / p3 p4 p5 p6 p7 p8 p11 p12)
......
)
```

第 11 章　给水排水工程设计参考资料网页目录的建立与使用

随着计算机科学和网络技术的应用与普及，Internet 已经成为世界上最重要的信息交流方式，利用网络技术可以把我们的工程设计参考资料制作成网页格式，也可发布到网上，当打开资料网页时只需简单的操作就可以查询到相关参考资料。下面我们就简单介绍利用当前流行的网页制作工具 Microsoft FrontPage 2000 来制作网页。

Microsoft FrontPage 2000 是 Microsoft Office 2000 系列软件家族的一员，它采用了和 Microsoft Office 2000(Word、Excel、Access、PowerPoint、PhotoDraw、Outlook)系列套装软件非常相似的界面，并且和 Microsoft Office 2000 拥有几乎相同的菜单系统和工具栏系统。Microsoft FrontPage 2000 功能强大，您不必懂得很多的 HTML 技术就可以设计出具有专业水准的个人 WEB 站点。它的操作更是简单、方便，如果用过 Microsoft Word 97/2000，您也就会使用 Microsoft FrontPage 2000 的大部分功能。利用 Word 的“另存为 web 页”功能也可以把 Word 文档存为网页格式，在此不做过多地介绍，有关内容请参阅有关 Word 方面的书籍。

11.1　认识 Microsoft FrontPage 2000

制作网页必要的条件是您的计算机上应安装有 Microsoft　FrontPage 2000。在开始菜单选择“程序->Microsoft　FrontPage”，这时可看到 FrontPage 2000 的启动界面，包含有软件的版权信息和用户信息。最后，我们看到的就是 FrontPage 2000 的主界面了，如图 11-1 所示。

图 11-1　Microsoft FrontPage 2000 界面

FrontPage 2000 的主界面是不是非常熟悉？它的菜单和工具栏都和 Word 的操作界面类似，中间空白区域就是我们的编辑网页的地方，在左侧有一个视图栏，这对我们并不重要，把它关闭即可。编辑区底部有三个选项卡 普通 HTML 预览，代表三种不同的状态：普通编辑状态、HTML 源文件格式状态和预览状态。普通编辑状态是我们编辑网页时要用到的，只有在此状态下才可以编辑网页内容；HTML 源文件格式状态显示的是 HTML 源文件格式，这需要专业的 HTML 语言基础，在此我们不予理会；另外就是预览状态了，预览状态就是模拟在浏览器中显示的效果，要想知道制作好的网页在浏览器中是什么模样，只要切换到浏览状态就可以看到了。

在启动 Microsoft FrontPage 2000 后，可以看到已经为我们新建了一个普通的网页；也可以利用菜单“文件->新建->网页”打开新建对话框，如图 11-2 所示。使用“常规”选项卡中的模板，可以轻松建立网页。

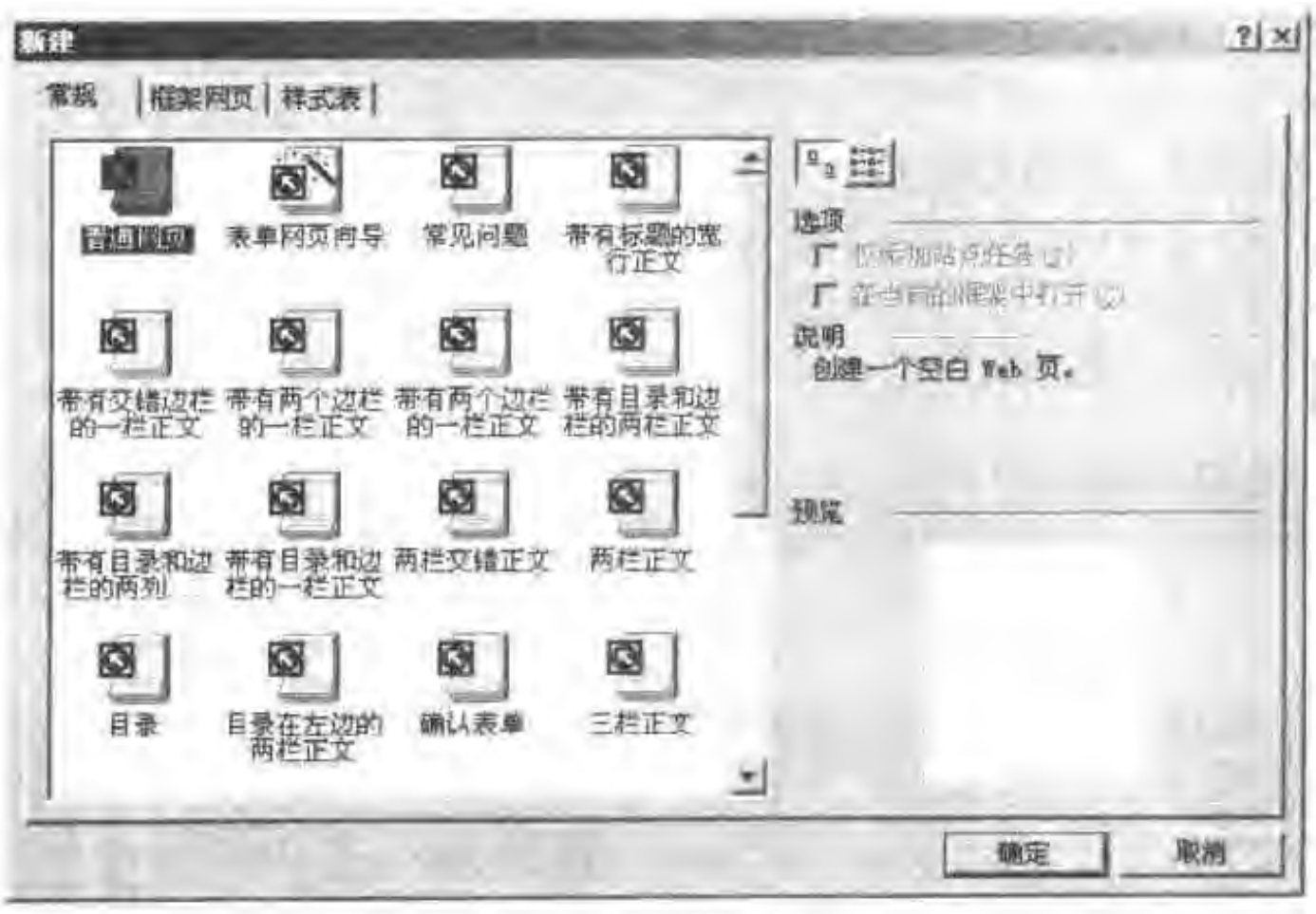


图 11-2　新建对话框

11.2　制作文本 Web 网页

11.2.1　添加文本

在 Web 页中添加文本是制作网页的最基础又是最重要的工作。输入文本有多种方法，可以利用粘贴复制功能来利用其他文件中的文本，还可以使用 FrontPage 2000 的文本转换功能来添加文本，当然，最简单的方法是直接输入文本。输入文本后还可以对文本进行修饰，如字体、大小、颜色、格式等，使我们做出的网页更加美观。

下面我们利用键盘直接输入一些文本，如图 11-3 所示。

11.2.2　文本的字体设置

文本的字体设置，就是指文本的字体类型、型号、大小、颜色等属性的设置，对文本字体进行修饰。FrontPage 2000 提供了多种文本修饰功能，如果要对某一部分文字进行字体修饰，首先需要选中该文本，然后单击菜单中的“格式->字体”，打开字体对话框，如图 11-4 所示。

在字体对话框中可以设置文本的字体类型、型号以及大小，每设置一项内容后在对话框下部预览框就会看到文字的效果；在“效果”栏中还可以选择下划线、删除线、上标、下标

Microsoft FrontPage

文件(F) 编辑(E) 查看(V) 插入(I) 格式(O) 工具(T) 表格(A) 框架(R) 窗口(W) 帮助(H)

普通 (默认字体) 普通

C:\WINDOWS\Desktop\new_page_1.htm

一、给水排水工程及给水排水工程图

给水排水工程图是为了解决生产、生活、消防的用水以及排除、处理污水和废水这些基本问题所必需的城市建设工程，通过修建自来水厂、给水管网、排水管网及污水处理厂等市政设施，以满足城市建设、工业生产及人民生活的需要。它包括给水工程、排水工程及室内给水排水工程三个方面。

给水排水工程图是表达给水、排水及室内给水排水工程设施的结构形状、大小、位置、材料，以及有关技术要求等的图样，以供交流设计和施工人员按图施工，一般有基本图和样图。与建筑图纸一样，亦具有小比例、多图样、多图例等特点。

普通 HTML 预览

传输方式：28.8，时间：0 秒 数字

图 11-3　在 FrontPage 2000 中输入文本

图 11-4　字体对话框

等各种格式。要给文本添加一些颜色只需在字体对话框中单击“颜色”右侧的下拉框，如图 11-5 所示，在弹出的框中选择一种颜色；还可以单击“其他颜色”，打开如图 11-6 所示的其他颜色对话框，选择合适的颜色后依次关闭对话框，这时就会看到我们所设置文本的修饰效果，这样即突出了重点也增加了美观效果。

图 11-5　文字的颜色设置

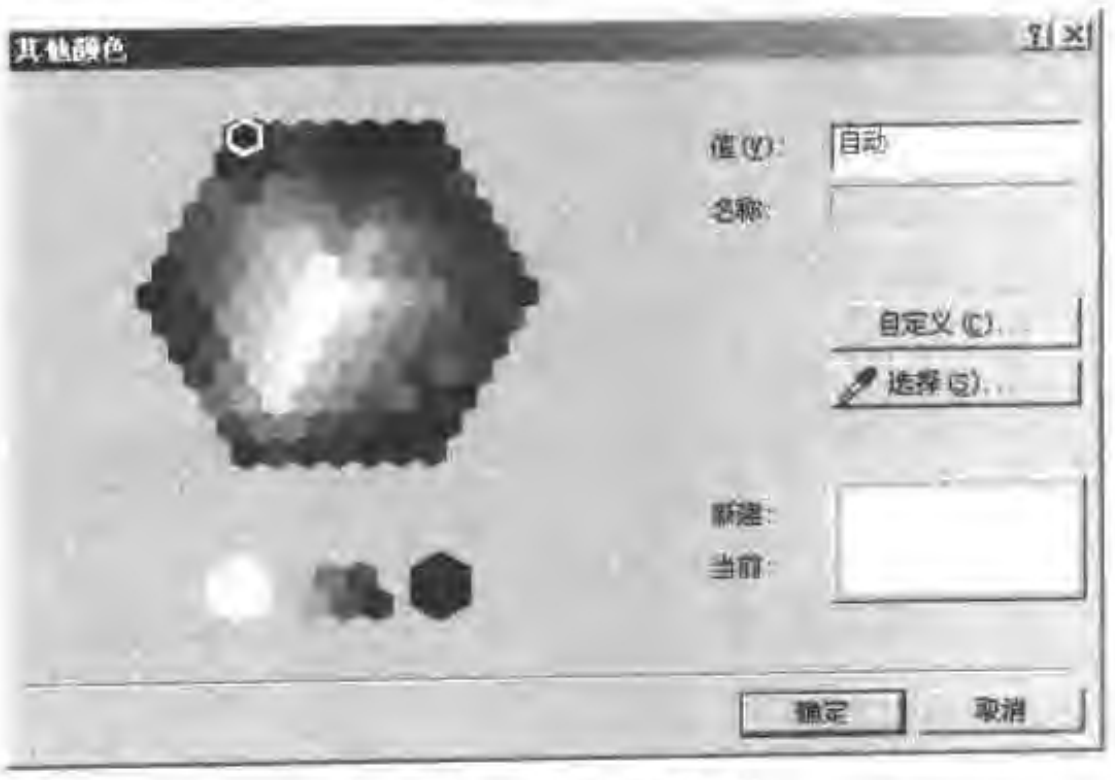


图 11-6　其他颜色对话框

11.2.3　文本的段落设计

文本的段落设计包括行间距、对齐方式和段落间距等的设置。选中一行或几行文本，然后选择下拉菜单“格式->段落”，或单击鼠标右键在弹出菜单中选择“段落”，打开段落对话框，如图 11-7 所示。段落设置一般是调整段落的间距和文本的行距，另外也可设置对齐方式和缩进等。

11.2.4　使用项目符号和编号

使用项目符号和编号可以很方便地进行文本的格式编排。选中一段或几段文本，单击菜单

图 11-7　段落对话框

“格式->项目符号和编号”，打开项目符号和编号对话框，如图 11-8 所示，选中“指定图片”，然后单击“浏览”按钮，打开选择文件对话框。此外还可以到剪贴画中寻找合适的图片。

图 11-8　项目符号和编号对话框

选择“编号”选项卡，可以为所选择的文本段落进行编号。编号的形式有 5 种，起始编号可随意设置，如图 11-9 所示。

图 11-9　编号设置对话框

11.2.5　使用水平线修饰

添加一条水平线是经常用到的一种修饰方法，它可以把一些相关的信息组织起来，就像使用字体和段落功能调整文本格式一样，把网页分成几部分。把光标放置在需要插入水平线的位置，然后选择菜单“插入->水平线”。水平线实际上是一条细长的灰色条纹，起到分段、修饰的作用，其效果如图 11-10 所示。

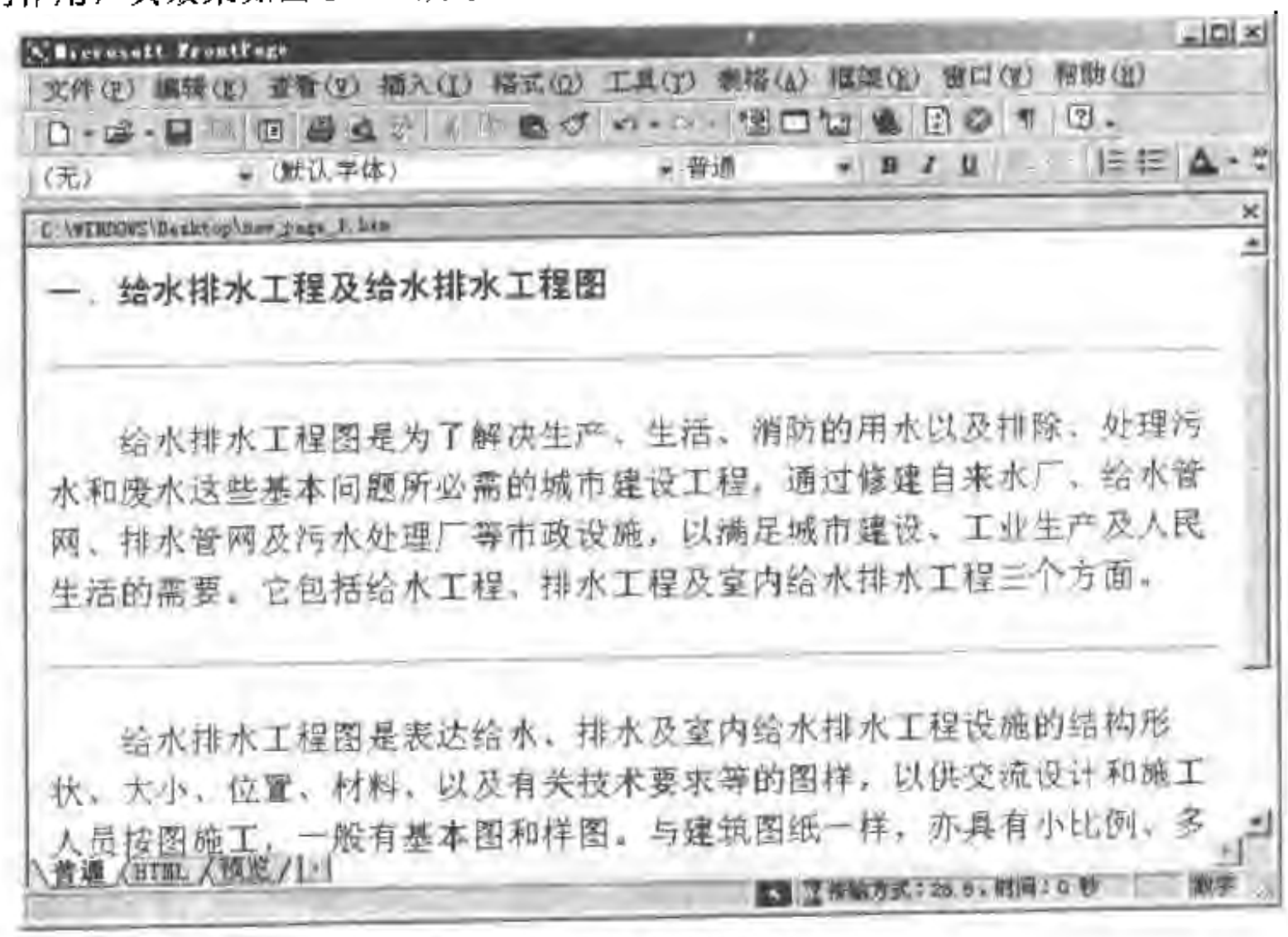


图 11-10　水平线效果

11.3　FrontPage 中表格的使用

在网页制作过程中，表格的使用率是最高的，而在早期，制作这种格式的网页难度也最

大，不但需要很专业的HTNL语言知识，而且要有非常清楚的思路，分清各行各列的关系。随着Microsoft FrontPage 2000的发布，表格的制作变得容易、简单，如果您使用过Microsoft Word 2000制作表格，那您在FrontPage中也一定会得心应手地设计表格。

在Microsoft FrontPage 2000中插入表格的方法很多，可以手工绘制表格，也可以制定表格的属性；由FrontPage来自动绘制表格，还可以从Word中复制表格；另外还可以插入Office电子表格。

11.3.1 手工绘制表格

手工绘制表格是最直接的一种方法，也是最基本的方法，如果要绘制比较复杂的表格，就必须使用手工操作了，因为自动绘制表格只能插入格式规范的表格。

选择下拉菜单的“表格->手绘表格”，弹出“表格”工具栏，如图11-11所示。

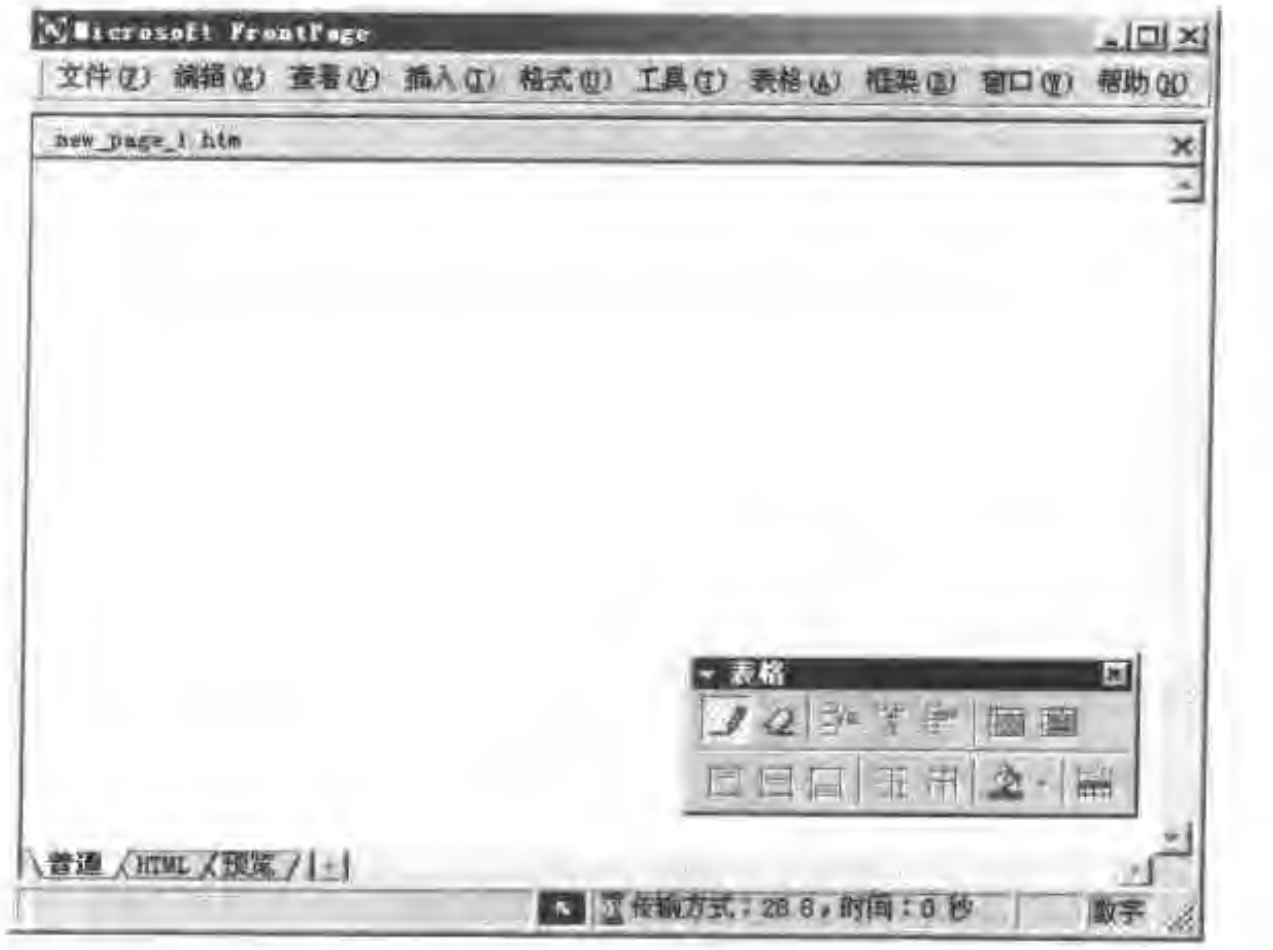


图11-11 手绘表格

“表格”工具栏默认的是选中“手绘表格”命令按钮，此时，光标的形状是成铅笔形状，在需要插入表格的地方按下鼠标左键，然后拖动到另外位置处，松开鼠标，就会发现在网页上已经插入了一个矩形的表格。这只是表格的一个雏形，我们还要在其中添加线条或擦除线条来修改表格。光标停在表格边框上时，会变成两个方向的箭头形状，这时按下鼠标并拖动可调整表格的高度或宽度。我们用笔形光标拖动在表格内画线，把刚才的表格雏形划分成几个部分，形成一个真正的表格，如图11-12所示。还可以使用“表格”工具栏中的“清除”命令按钮，按下“清除”按钮后，鼠标变成橡皮形状，在表格线条上拖动，当该线条颜色成红色时，松开鼠标即可擦除表格线。擦除表格线后的效果如图11-13所示。可以根据需要对表格内的线条任意擦除或画线，使表格完全满足我们的意愿。

11.3.2 自动绘制表格

自动绘制表格是由用户指定表格的行列数目、宽度、边框粗细等性质，FrontPage根据这些自动完成插入表格，并不是表格的智能化设计，只是相对于手工绘制而言。依次选择下拉菜单中的“表格->插入->表格”，打开插入表格对话框，如图11-14所示。在“大小”栏输入行数和列数来指定表格的大小，还可以对边框粗细、单元格间距等进行设置，最后单击“确定”按钮关闭对话框，这时我们就会看到网页中已经插入了一个5行5列的表格。同图11-12中手工绘制的表格一样，也可以利用“表格”工具栏中的“手绘表格”或“清除”命令来修

改表格，以达到我们的要求。

图 11-12　表格

图 11-13　擦除表格线后的表格

图 11-14　插入表格对话框

11.3.3 文本转换为表格

FrontPage 2000 为我们提供了功能强大的表格转换工具，使表格创建更加方便，完全可以在其他文字处理软件中编辑好文本，然后在 FrontPage 2000 中将文本以制表符、逗号或其他任意字符分割转化成表格。

为了在 FrontPage 2000 中使用表格转换功能，我们先在网页中输入几段文本，如图 11-15 所示，然后选中文本，单击下拉菜单“表格->转换->文本到表格”，打开将文本转换为表格对话框，如图 11-16 所示，选中“段落标记”项，确定后可看到我们选择的文本已经转换成了一个表格，如图 11-17 所示。

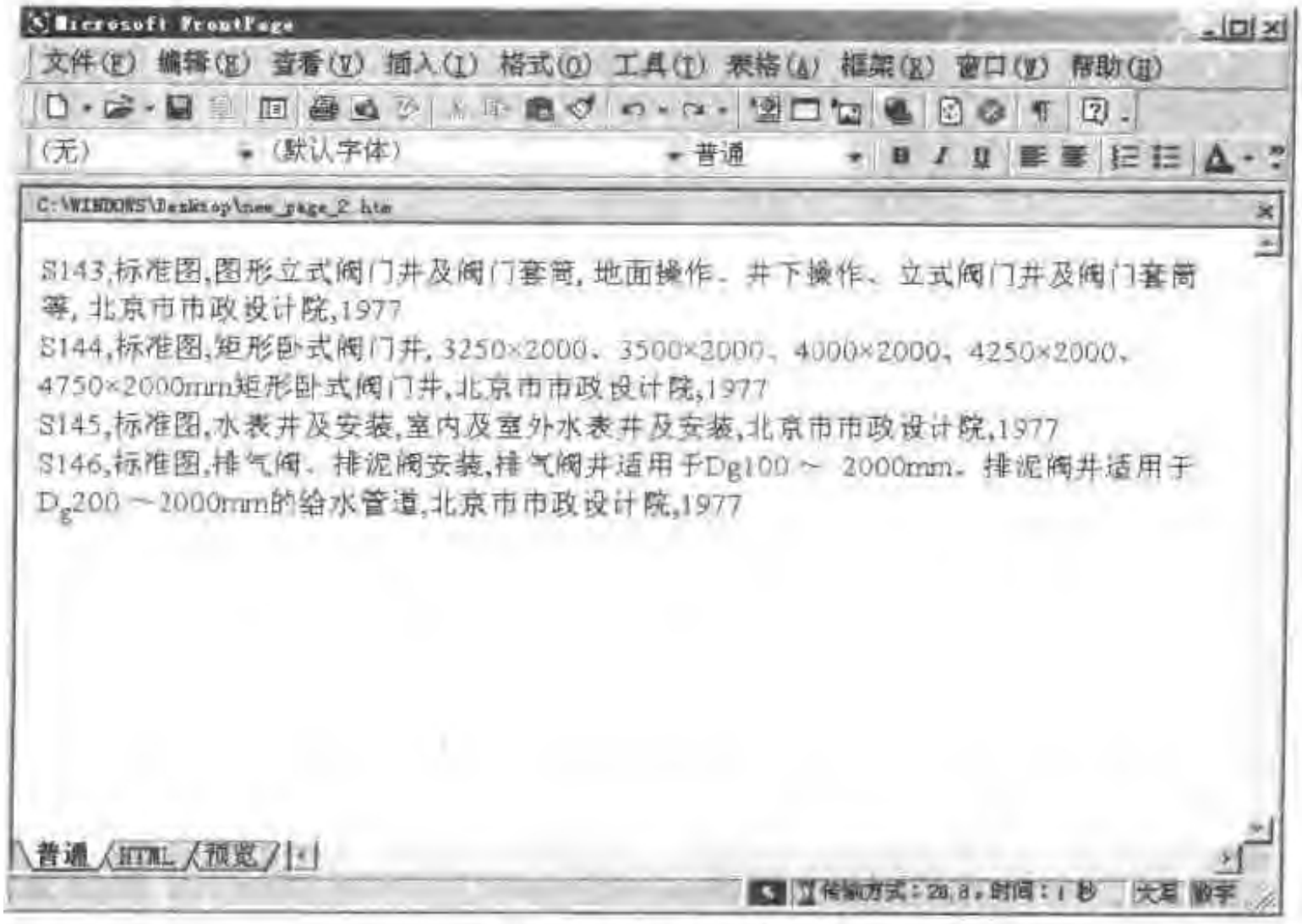


图 11-15 输入文本

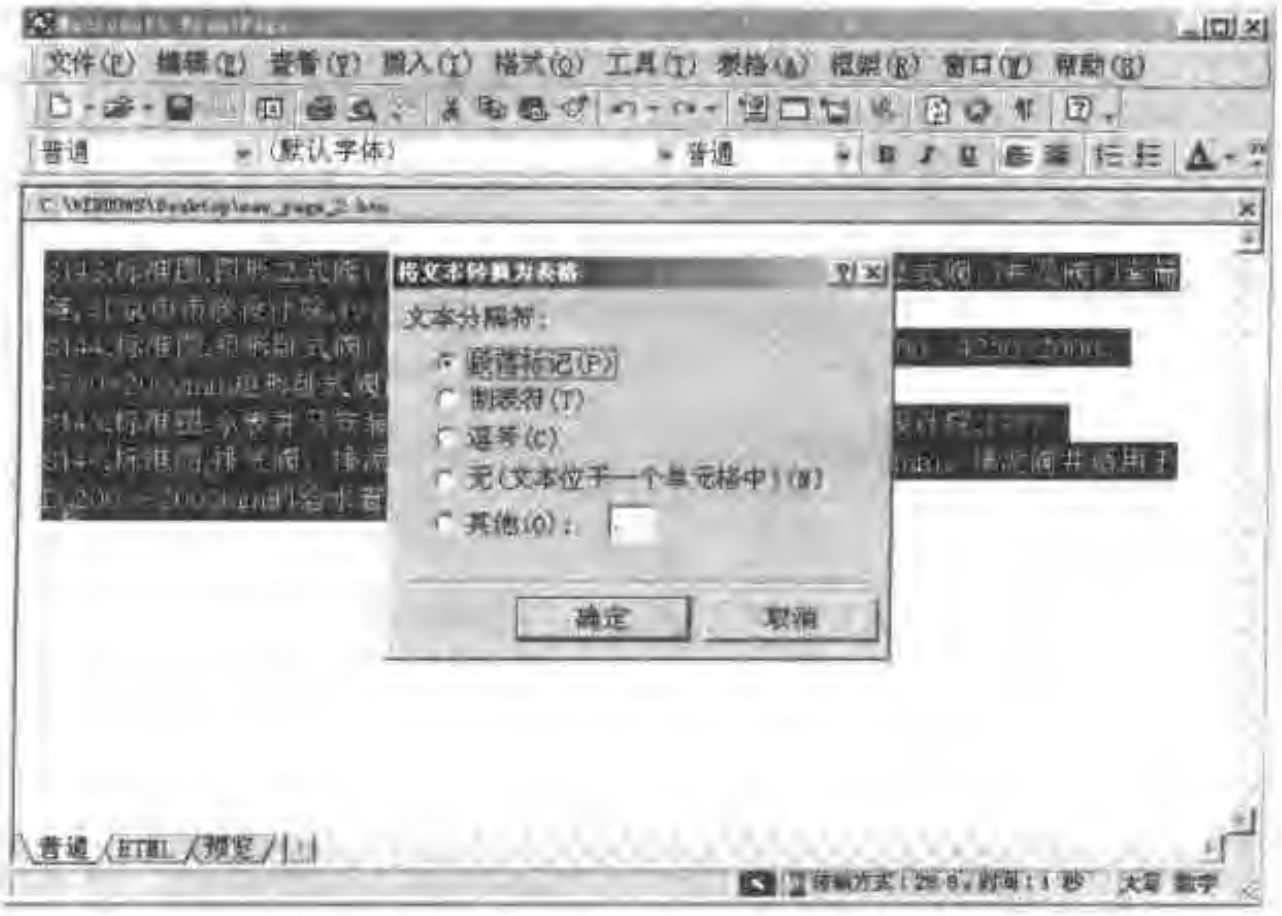


图 11-16 将文本转换为表格

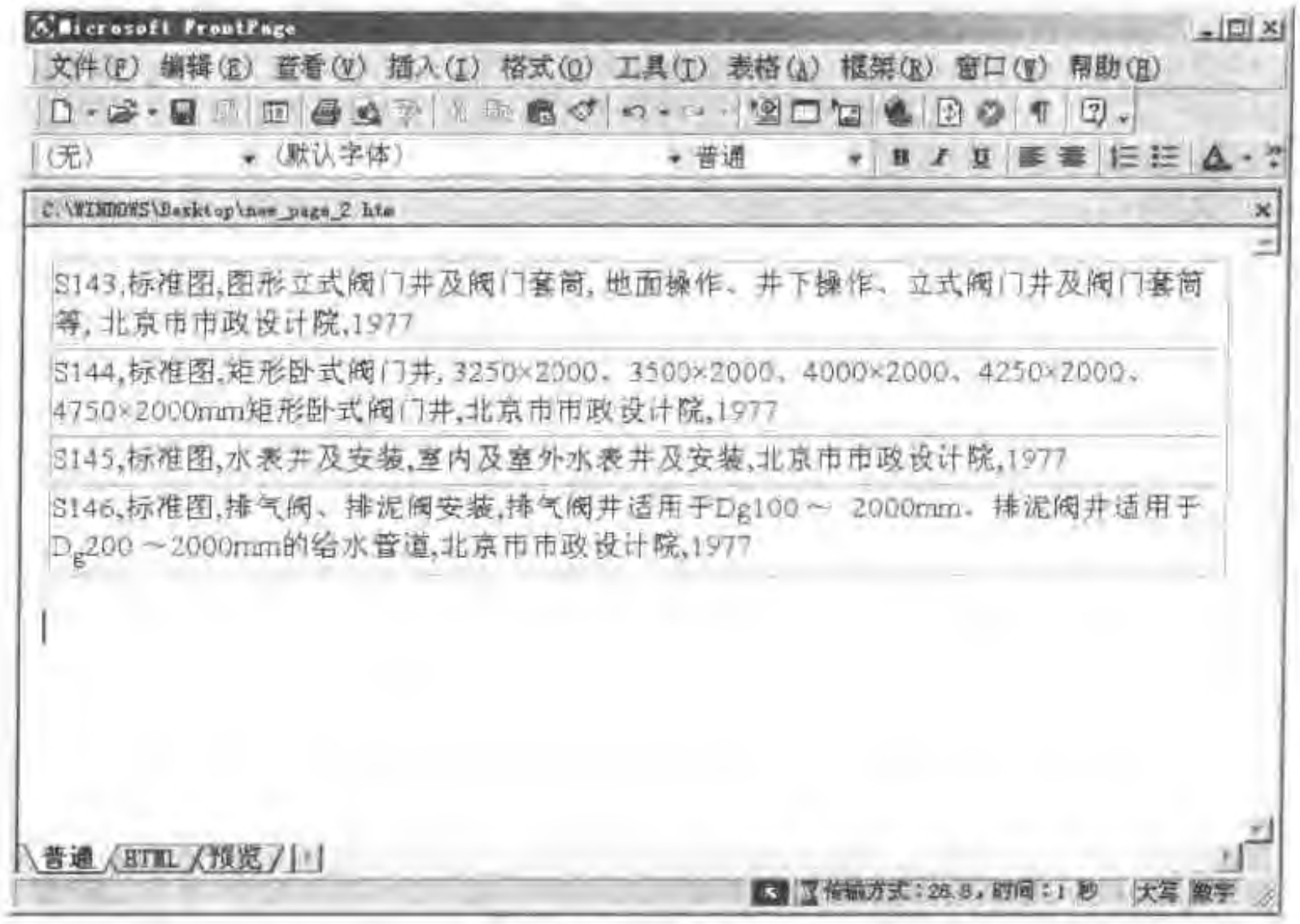


图 11-17　文本转换成表格

文本转换成表格还有几个选项，可以指定文本分隔符，如果在将文本转换为表格对话框中选择“逗号”为分隔符，转换成的表格形状又是另一种样子，如图 11-18 所示。

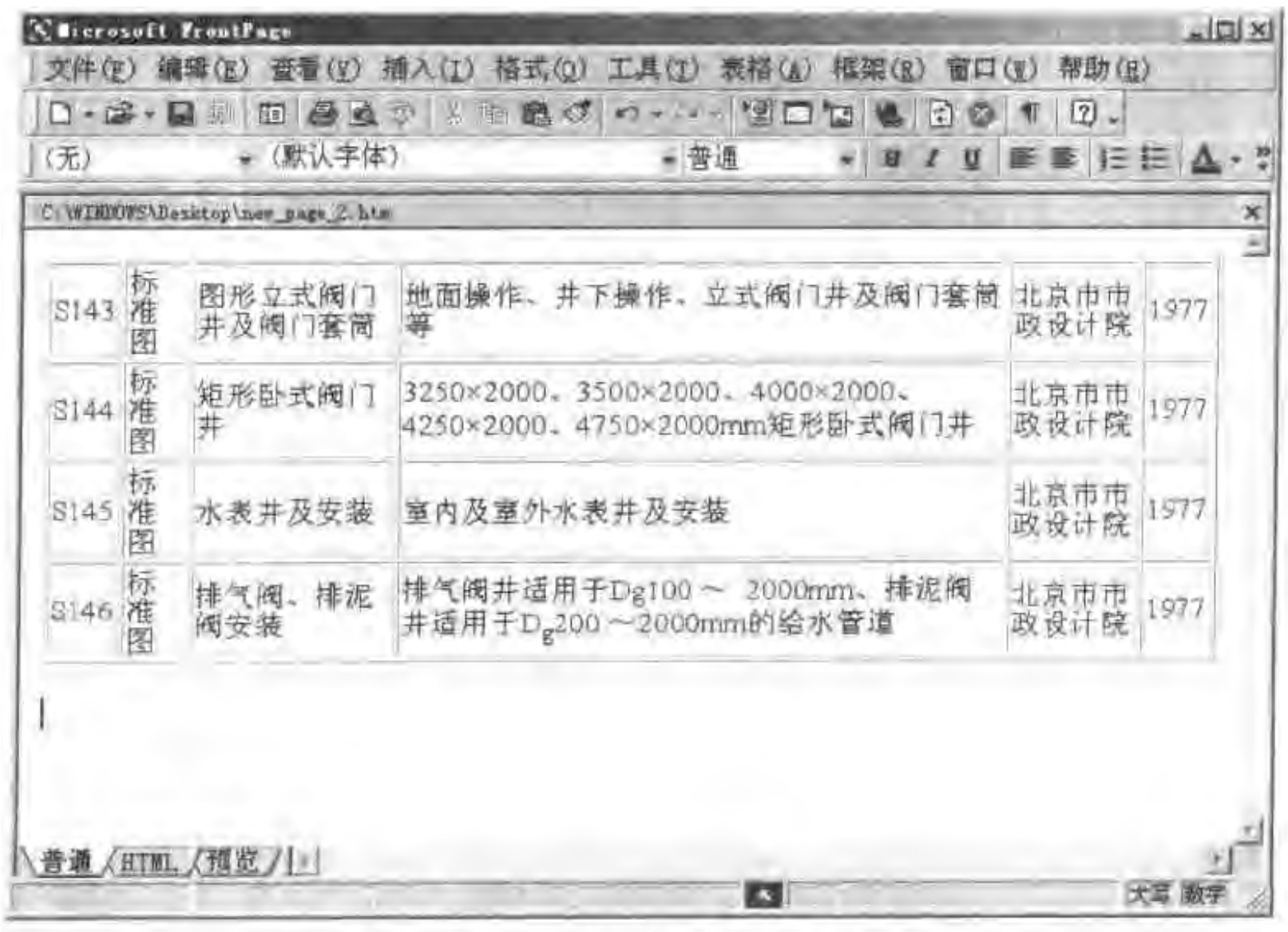


图 11-18　以“逗号”分隔符转换成的表格

11.3.4 填充表格

填充表格就是向表格内添加入一些内容，在表格中可以插入文本、图片和其他对象，甚至还可以插入另外的表格，形成表中表。最简单的表格填充就是直接输入文本，将光标移到某个单元格，从键盘输入即可。在表格中插入表格，需要选择下拉菜单“表格->插入->表格”，就如同直接插入表格一样，我们在图 11-18 所示的表格中插入一个表格，其结果如图 11-19 所示。

图 11-19 在表格中插入表格

11.3.5 表格属性设置

表格的属性设置实际就是对表格的大小、外观形状、颜色进行调整。将光标停放在表格中，选择下拉菜单“表格->属性->表格”，打开表格属性对话框，如图 11-20 所示。

图 11-20 表格属性对话框

表格属性包括布局、边框、背景等性质，在这里我们把表格的对齐方式设为水平居中，边框粗细为 5，选中使用背景图片，然后单击“浏览”按钮，打开选择文件对话框，找到使用的背景图片，也可以剪贴画中的图片，设置完成后单击“确定”，这时可以看到，原来的表格外观已经变了模样，如图 11-21 所示。

图 11-21 修饰后的表格

11.4 超 级 链 接

超级链接是网页制作的最重要的一个概念，Internet 在全世界普及如此之快、WWW 技术发展如此迅速，这些都是得益于超级链接技术的发展。什么是超级链接，其实它的概念非常简单，就是当在网页中单击某个具有超级链接的对象时，就会跳到预先设定的另外一个地方，打开 Internet 上其他位置的网页，这个网页也许在本地服务器上，也可能是在美国或英国的一个 Web 服务器上。

在使用 FrontPage 2000 制作网页过程中，超级链接又包含另外一个概念——书签。书签，顾名思义，就如同实际意义上的书签一样，在这里只是一个虚的概念。在很长的一个网页中，查找内容是不方便的，我们在一些特殊位置放置上书签，在查找时只需点击链接该书签的超级链接即可。超级链接又可分为绝对超级链接和相对超级链接。绝对超级链接，链接目标地址不在本地，而是其他网站甚至是 Internet 上某个网站内的某个网页，例如我们创建的超级链接链接到微软的主页地址：http://www.Microsoft.com。相对超级链接是指超级链接的目标地址是在同一个网站内的其他的网页，是可以用相对路径能够找到网页地址。

11.4.1 书签超级链接

要使用书签超级链接，首先需要创建书签。为了说明方便，我们先需要输入几段文本，如图 11-22 所示。

创建一个书签，首先必须选择一部分文本作为插入书签的位置，然后选择下拉菜单“插入->书签”，打开书签对话框，这时我们会看到，书签名称就是前面选中文本内容，如图 11-23 所示。书签名称只是一个标签，可以是其他的任意名称，只要自己理解就行。在这里，我们选择默认值，不修改书签名称，然后单击“确定”按钮，关闭该对话框后，可看到原选中的文本下添加了一条虚线，表明此处有书签，如图 11-24 所示。

同样，我们把后面的章节标题都插入书签，如图 11-25 所示。

把书签做好后，那么如何访问书签呢？其实很简单，只要在该网页内的某一段文本插入一个超级链接，链接到该书签即可。先选中一段文本“给水排水工程”，然后选择下拉菜单“插入->超链接”，也可以在选中文本上单击右键，选择弹出菜单的“超链接”，打开创建

超链接对话框，如图 11-26 所示。

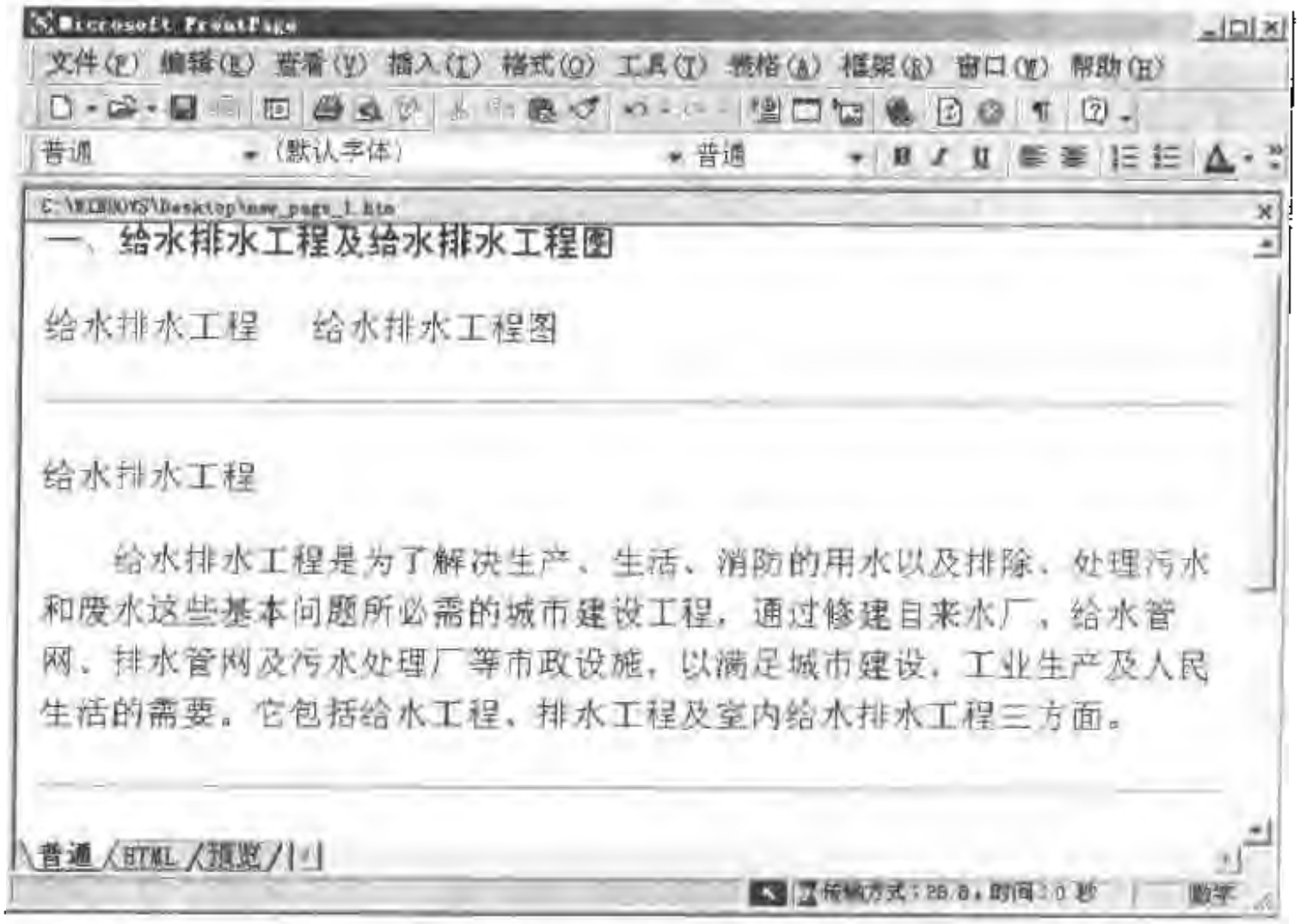


图 11-22 创建书签超级链接

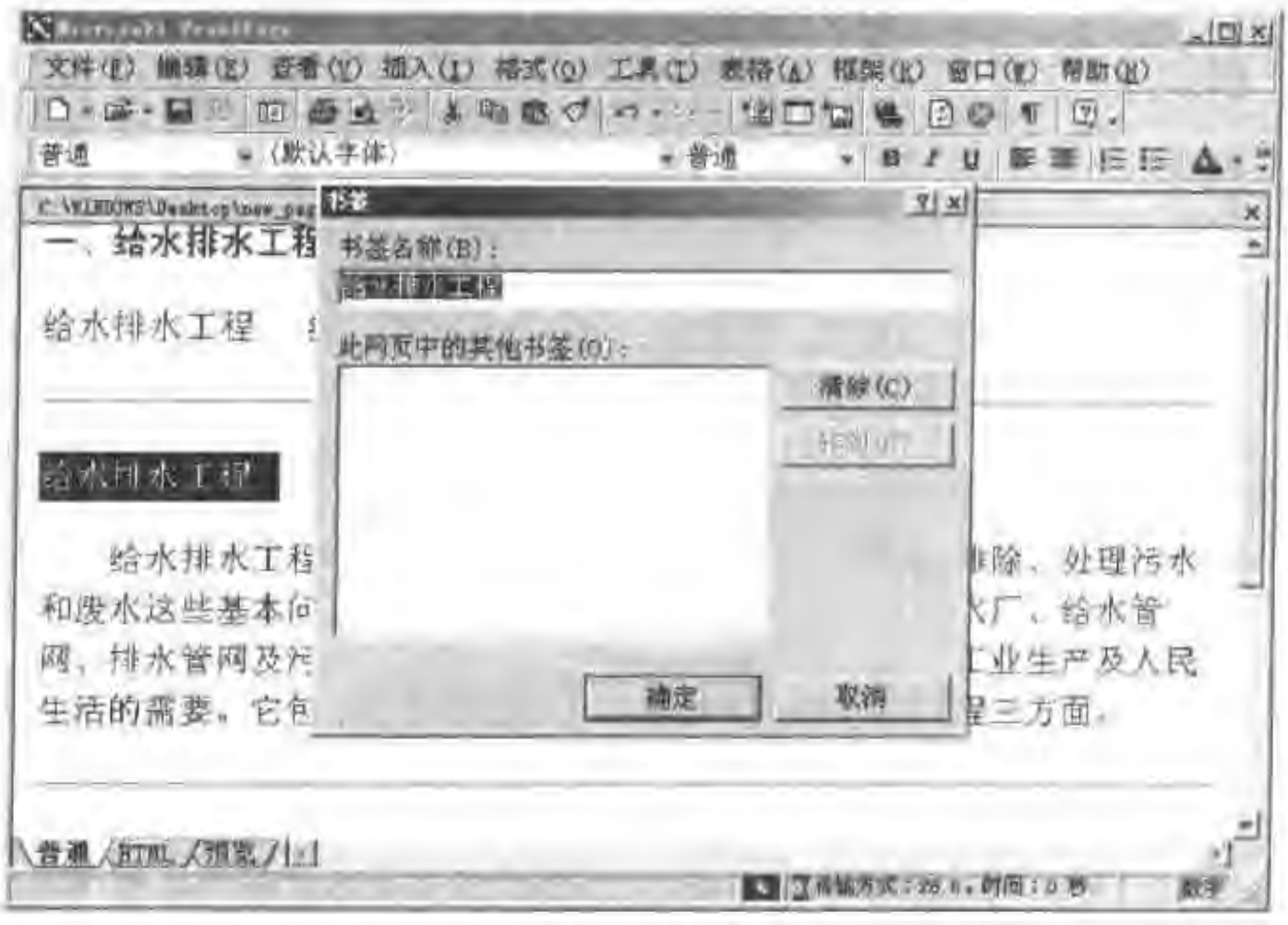


图 11-23 插入书签

在创建超链接对话框中，单击“可选”项中“书签”右侧的下拉框，可以看到我们刚才创建的书签都包括在里面了。在这里选择“给水排水工程”书签，如图 11-27 所示，然后单击“确定”，返回到网页编辑状态，这时我们会看到，文本“给水排水工程”颜色已经变蓝色，而且下面添加了一条下划线，这说明它具有了超级链接属性了。用同样的方法，把“给水排水工程图”插入超级链接，如图 11-28 所示。到现在，我们创建书签超级链接的

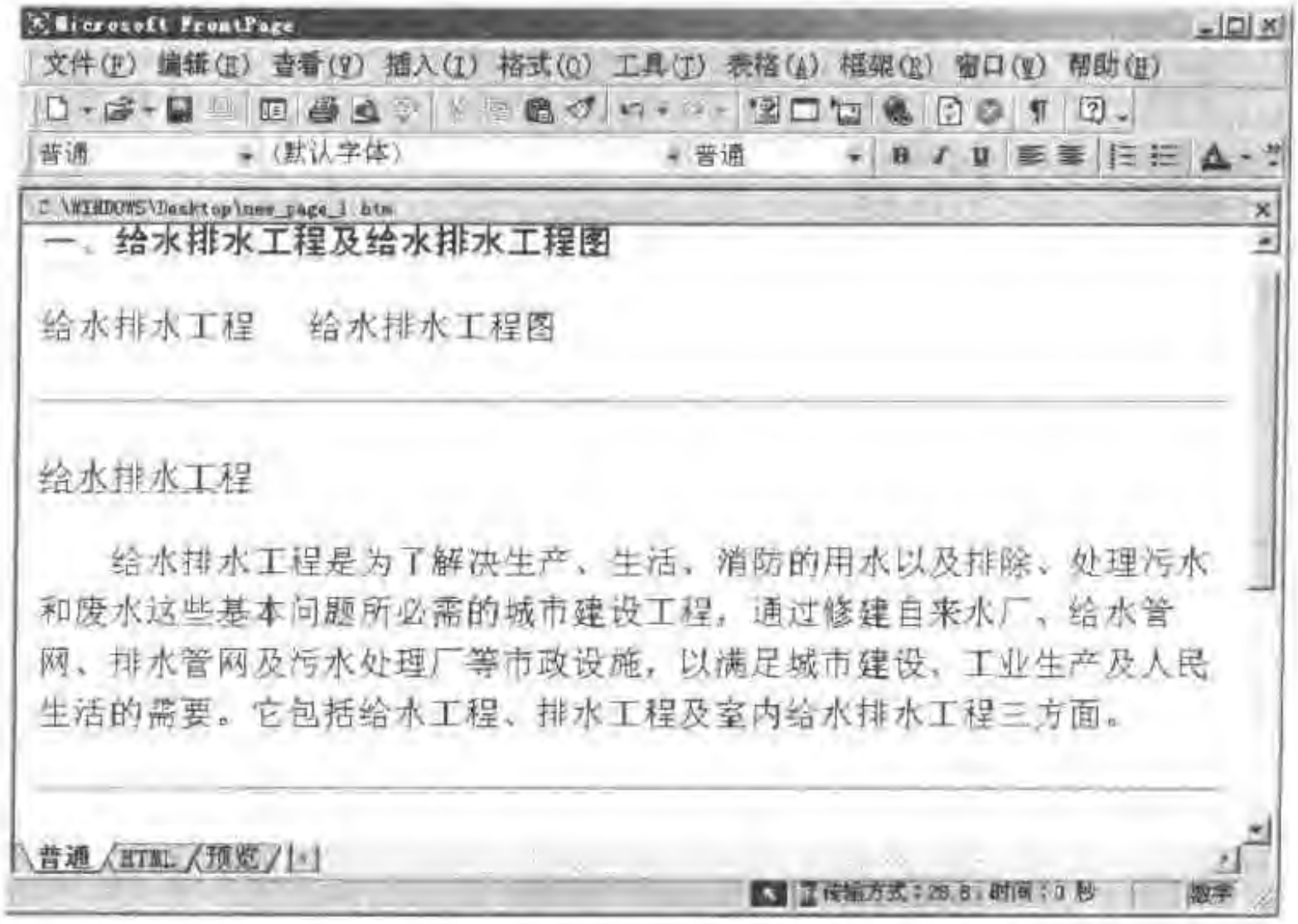


图 11-24 加入书签的文本

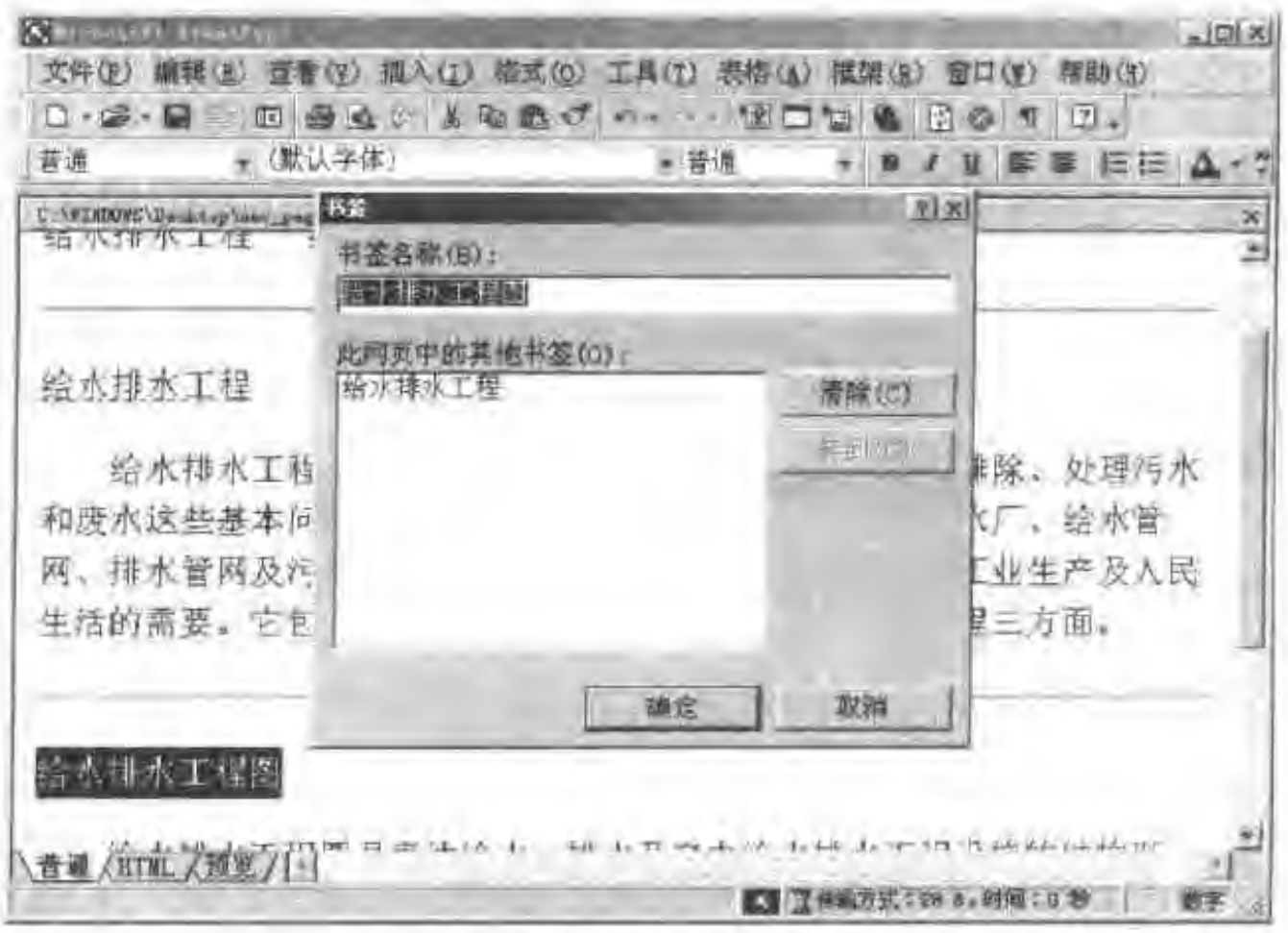


图 11-25 创建书签

工作就算完成了，下面可以使用超链接了。我们所做的工作都是在“普通”窗口并处于编辑状态下，单击窗口底部的“预览”选项卡，切换到“预览”窗口，这时会看到预览的效果。在此状态下是不能编辑文本的，原来“普通”窗口状态中书签下面的虚线已经看不到了。此时，鼠标停留在具有超级链接的文本上面时，鼠标会变成小手形状，例如在文本“给水排水工程图”上单击鼠标左键，页面就会立即跳转到介绍“给水排水工程图”的文本部分，如图 11-29 所示。

图 11-26　创建超链接对话框

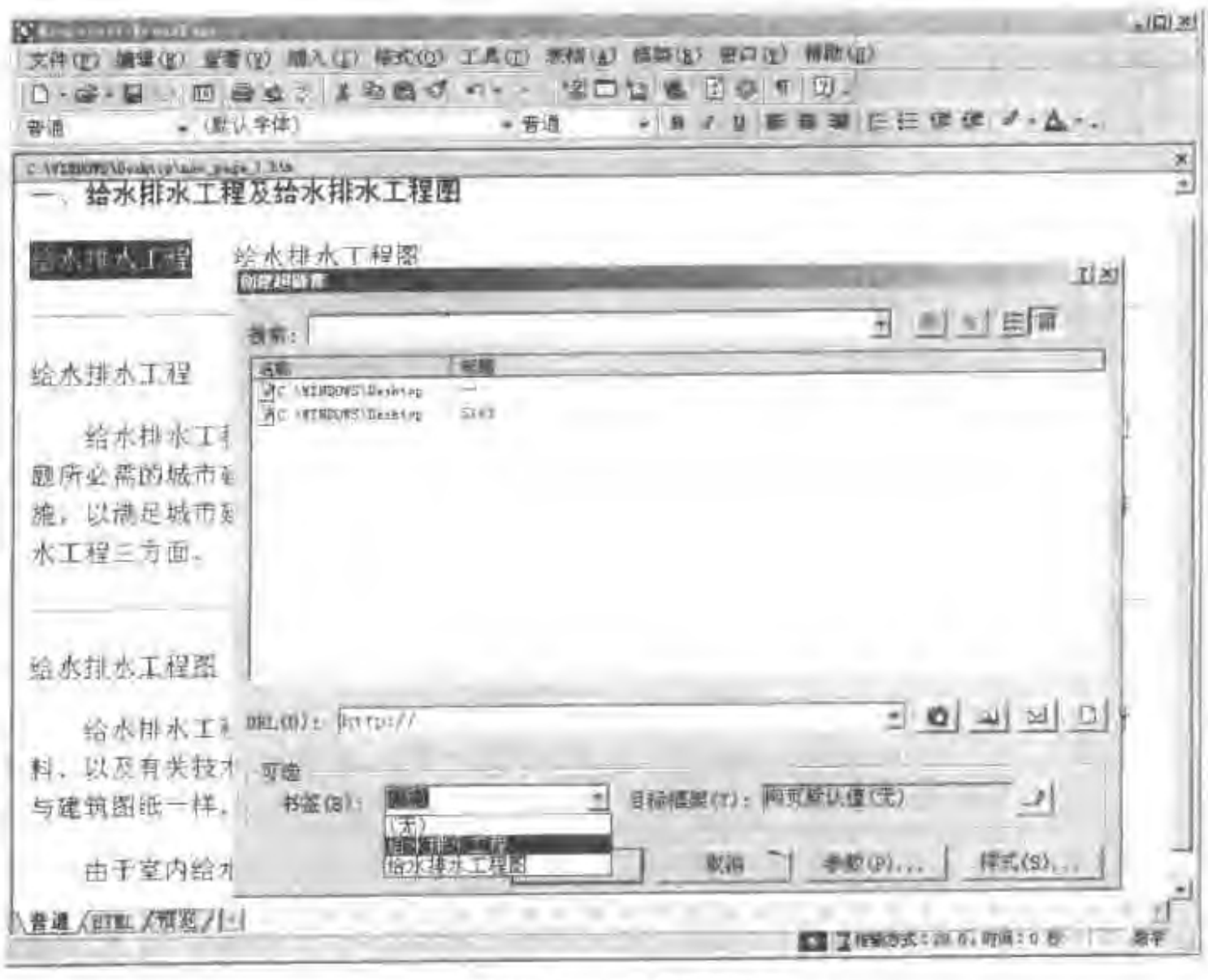


图 11-27　链接到书签

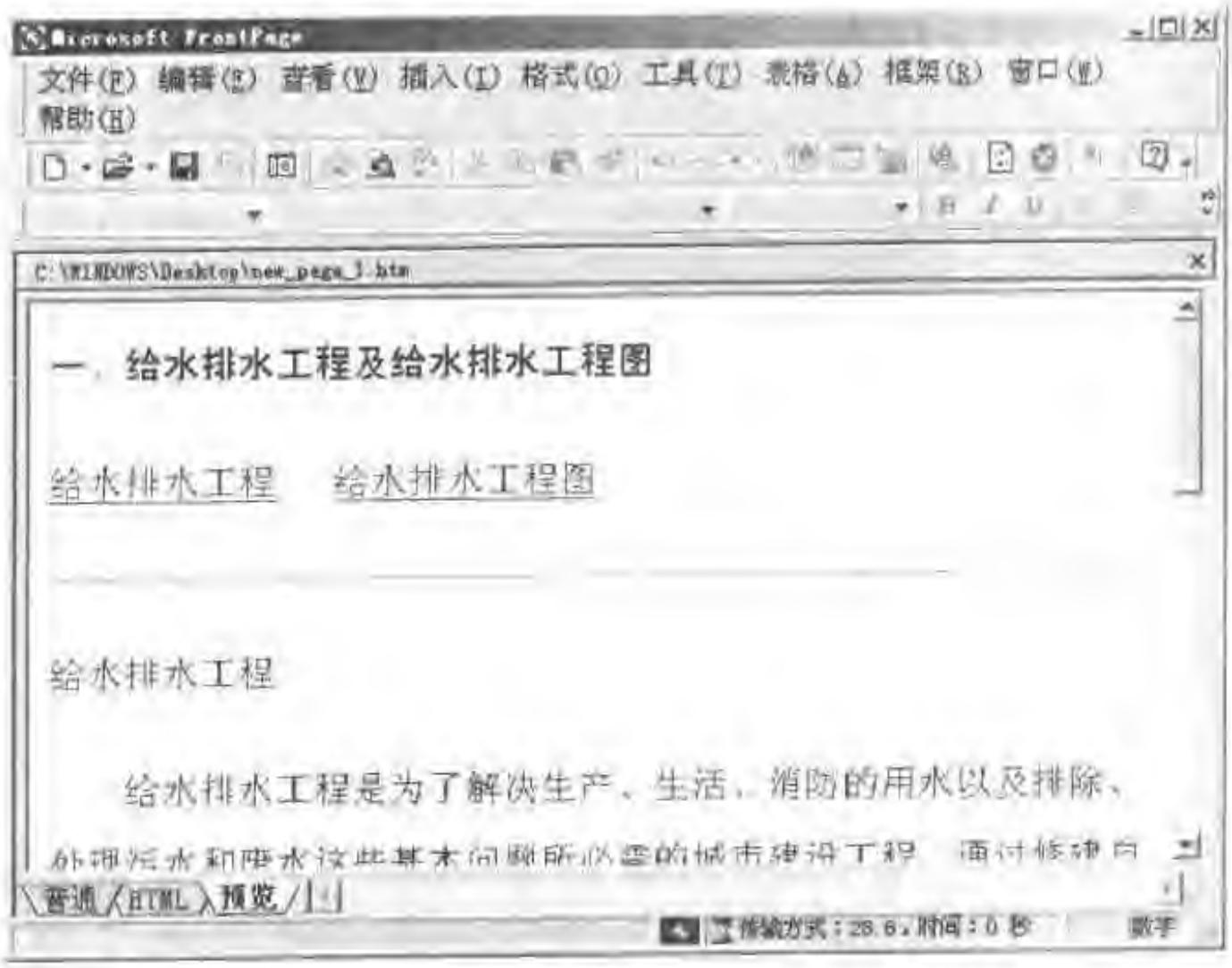


图 11-28 预览效果

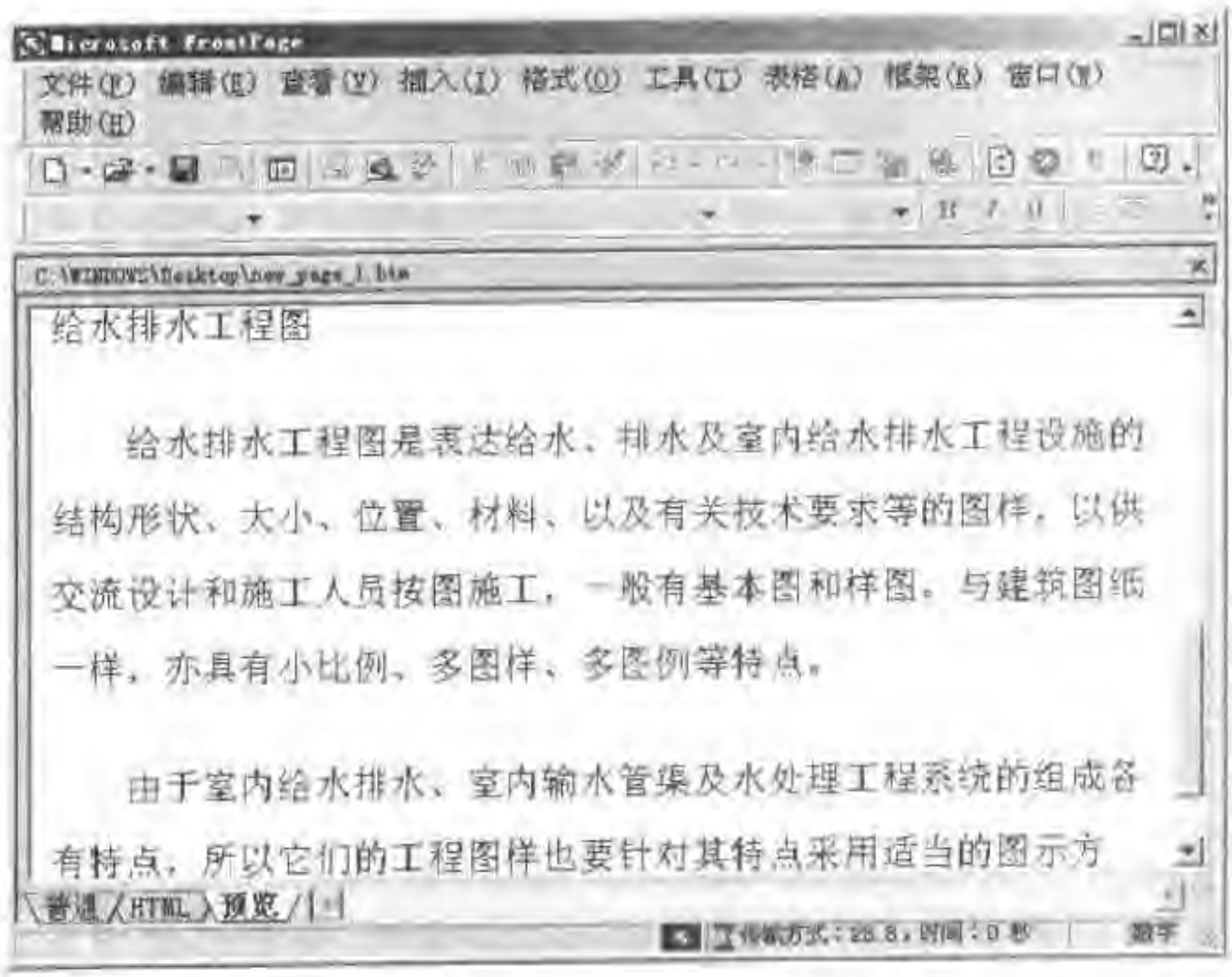


图 11-29 跳转后的界面

做好的书签超级链接，如果需要删除书签，却不像删除一般的文字那样简单，需要按照创建书签的方法来删除它。我们把含有书签的文本删除一部分，把“给水排水工程”变成“给水排水”，但实际上书签的属性并没有改变，如图 11-30 所示，如果此时访问该书签，仍然可以得到正确的超级链接信息。为了完全删除书签，我们可以把含有书签内容的文本全部删除，这样也能够删除书签，但我们如果要保留书签的文本内容而只删除书签，那就需要把光

标停放在预删除书签的文本上，然后单击鼠标右键，在弹出的菜单中选择“书签属性”，打开书签对话框，选中该书签，然后单击“清除”按钮即可。这时，原来文本下面的虚线已经消失了，说明该文本已经不再含有书签。

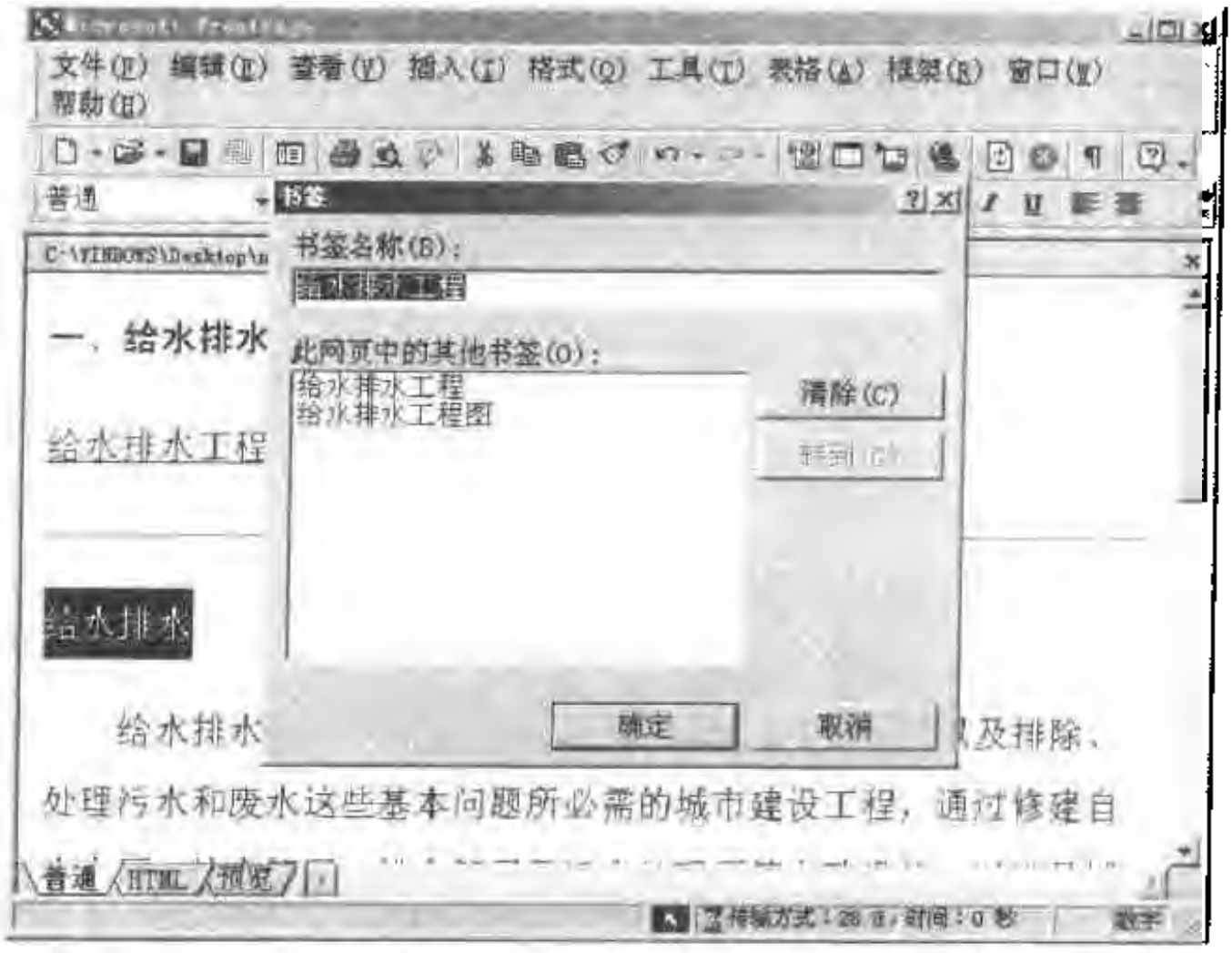


图 11-30　改变书签

11.4.2　网页之间的超级链接

网页间的超级链接是相对于书签超级链接来说的，书签超级链接是在网页内部之间的链接，其目标地址是书签，而网页间的超级链接是网页与网页之间的链接，其目标地址是外部的一个网页，或其他网站内的网页。创建网页超级链接同创建书签超级链接基本相似。要创建网页间的超级链接，首先需选中要插入链接的文本，我们以本书的目录为例，选择“给水排水工程及给水排水工程图”，然后在“插入”菜单中选择单击“超链接”，或单击鼠标右键，在弹出菜单中选择单击“超链接”，打开创建超链接对话框，如同图 11-26，在“搜索”栏下的列表框内列出的是当前网站内的可链接网页。为了选择我们需要的网页文件，需要单击地址栏 URL 右侧的“制作一个指向您计算机上文件的超链接”按钮，打开选择文件对话框，选中目标文件即可，如图 11-31 所示。我们选择目标文件“new_page_2.htm”，原来的文本“给水排水工程及给水排水工程图”已经变成了“给水排水工程及给水排水工程图”，加上了下划线，而且颜色也变成了蓝色，这说明该文本已经具有了超链接属性。切换到预览窗口状态下，如图 11-32 所示。此时用鼠标单击该文本，就可以进入到超链接的网页，即在窗口内打开超链接的网页，如图 11-33 所示，打开了网页文件“new_page_2.htm”。

要删除超链接，需要像创建超链接那样，先选中具有超链接的文本，然后单击鼠标右键，在弹出的对话框中选择“超链接”，同样打开如图 11-26 所示的对话框，删除地址 URL 框内的链接地址文件名，最后单击“确定”返回到编辑状态，此时该文本已没有下划线，同其他文本一样了，这说明失去了超链接属性，即删除了超级链接。

绝对超级链接是链接到一个网站的具体地址，如新浪网 http://www.sina.com.cn，只需在地址栏 URL 中输入“http://www.sina.com.cn”即可。

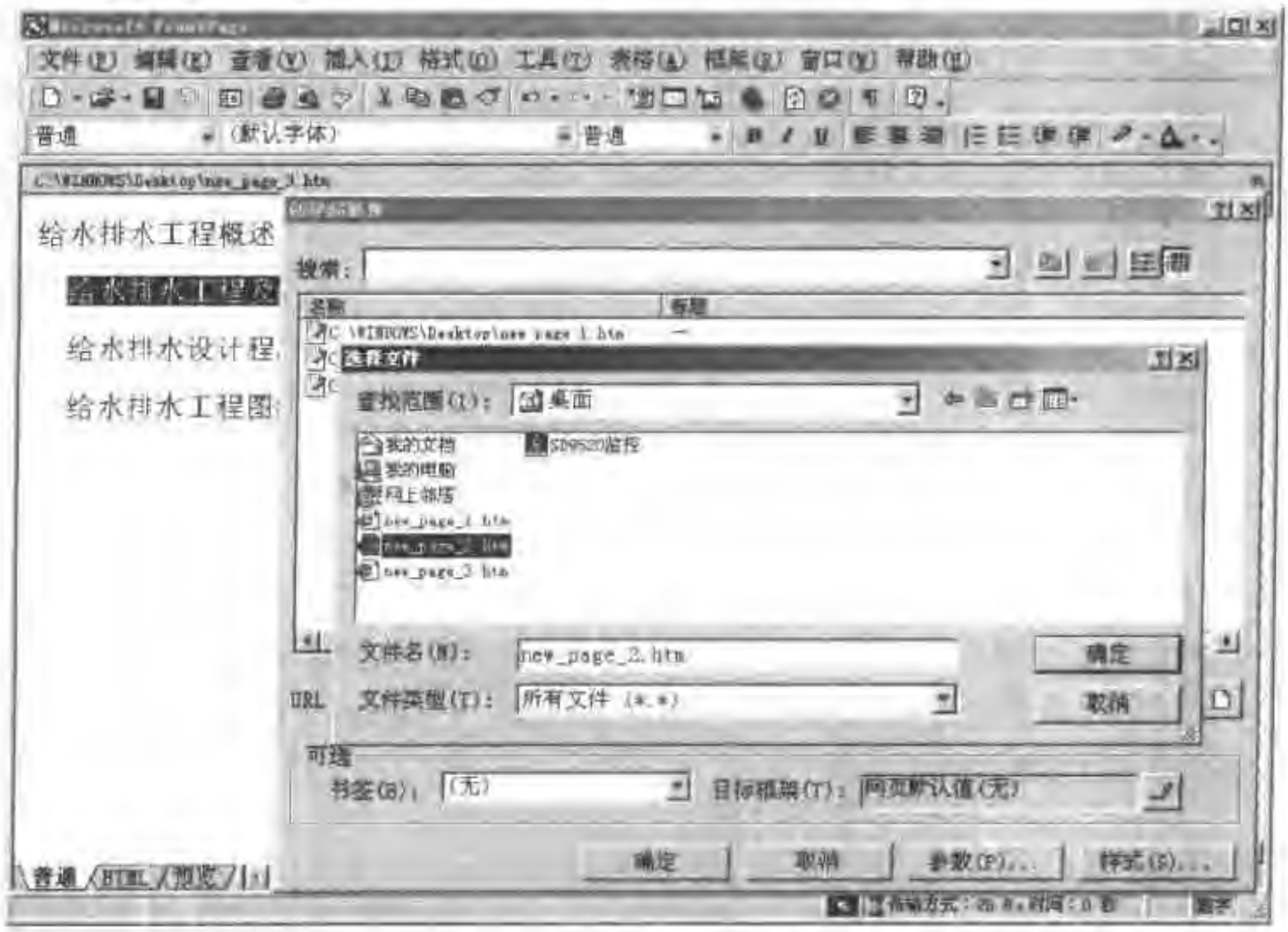


图 11-31　选择文件对话框

图 11-32　超链接预览

11.4.3　图片的超级链接

图片的超级链接是指在图片上插入超链接，当单击具有超链接的图片时，能够转到相应的地方。

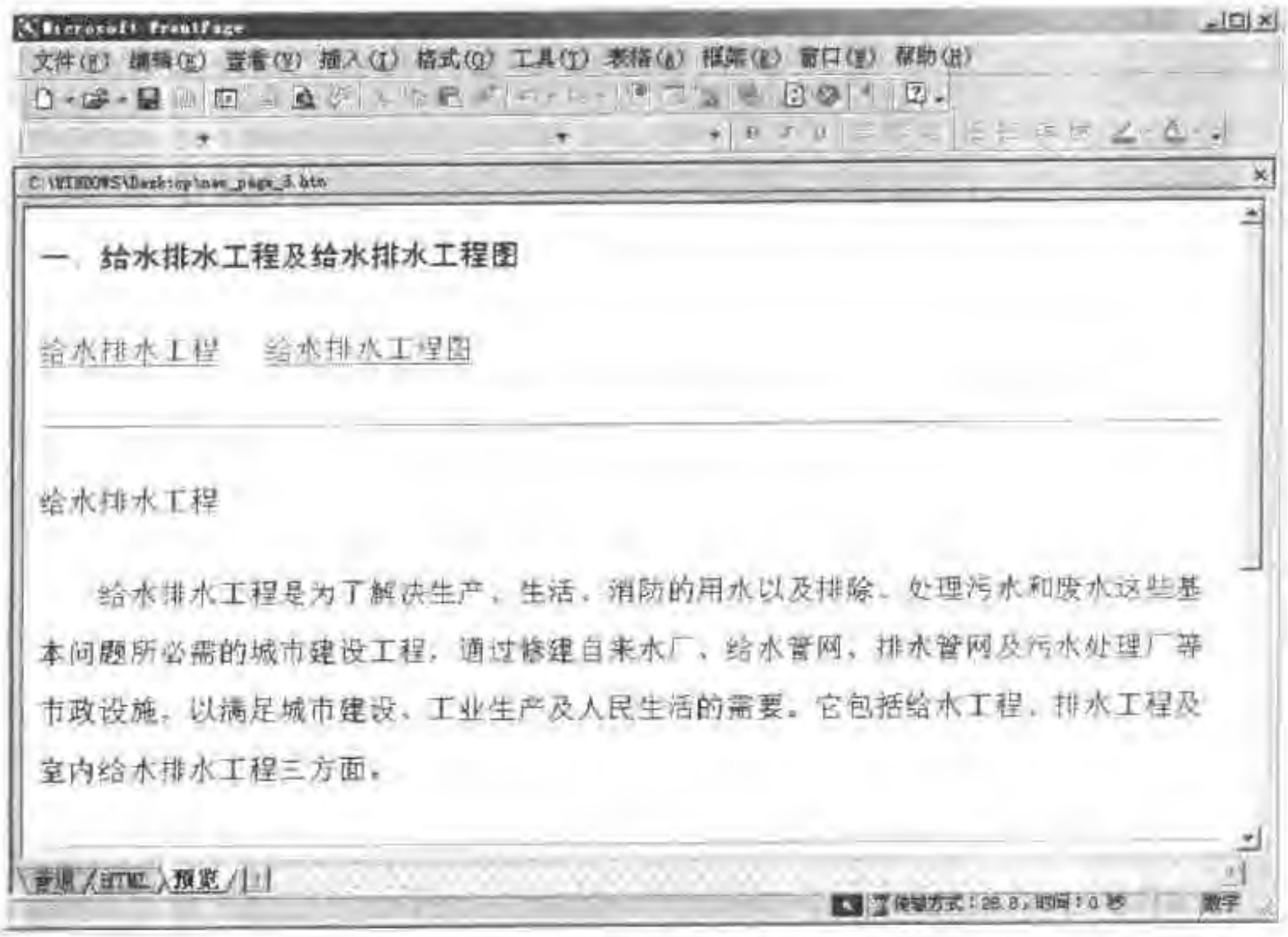


图 11-33　超链接打开的网页

首先需要在网页中本书的部分内容为例来具体制作图片超级链接。首先需要在网页中插入一个图片，我们仍以前面的网页为例，选择菜单“插入→图片→来自文件”，打开“选择文件”对话框，选择要插入的图片文件，这时可看到网页中已经插入了一个图片，如图 11-34 所示。

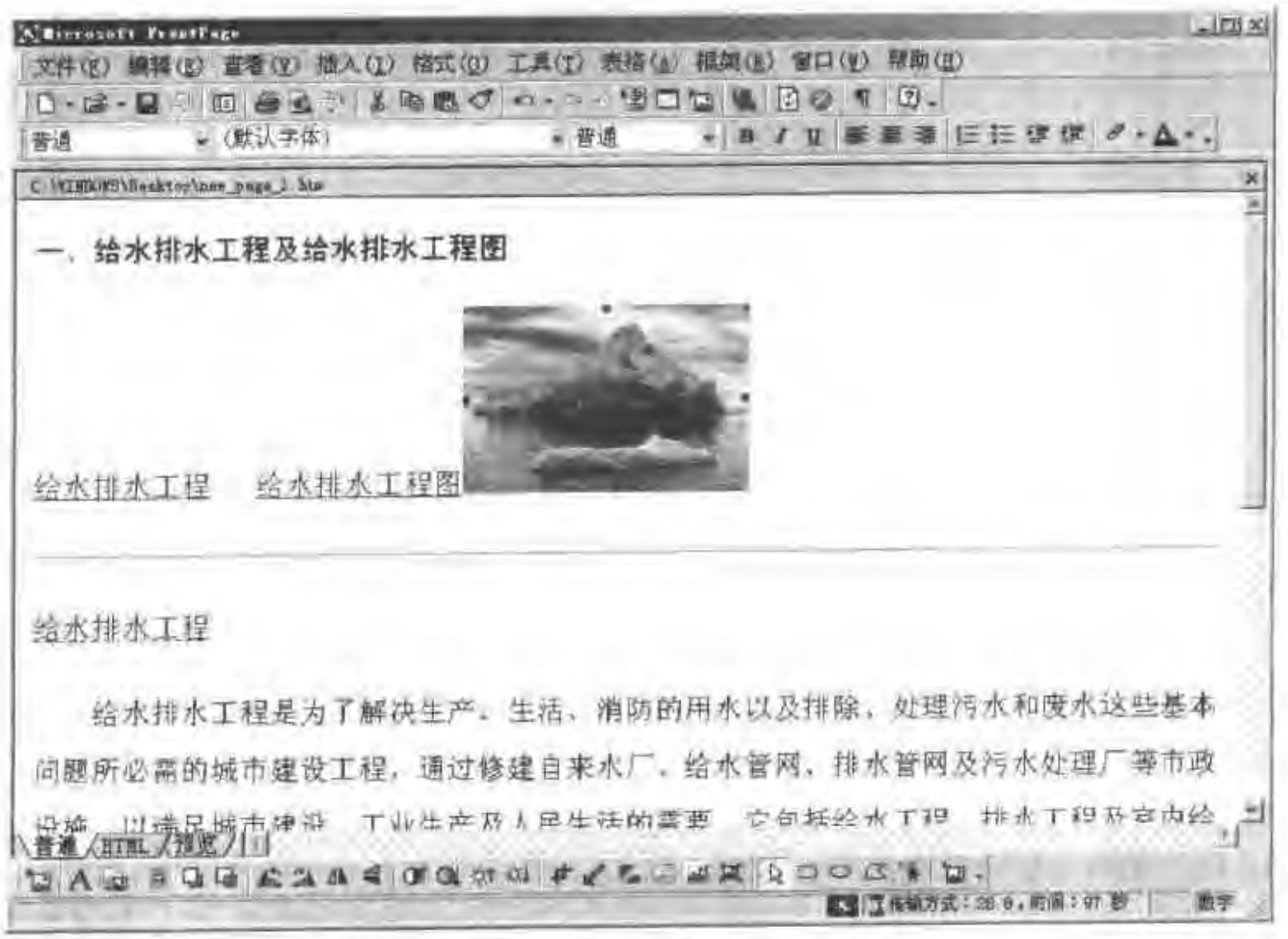


图 11-34　插入图片

选中图片，即单击图片，然后在“格式”菜单中选择“定位”，打开定位对话框，如图 11-35 所示，可以看到可设置的项目，包括环绕样式、定位样式和位置与大小。在此我们选择右环绕样式，其他选项按默认，设置后的效果如图 11-36 所示。

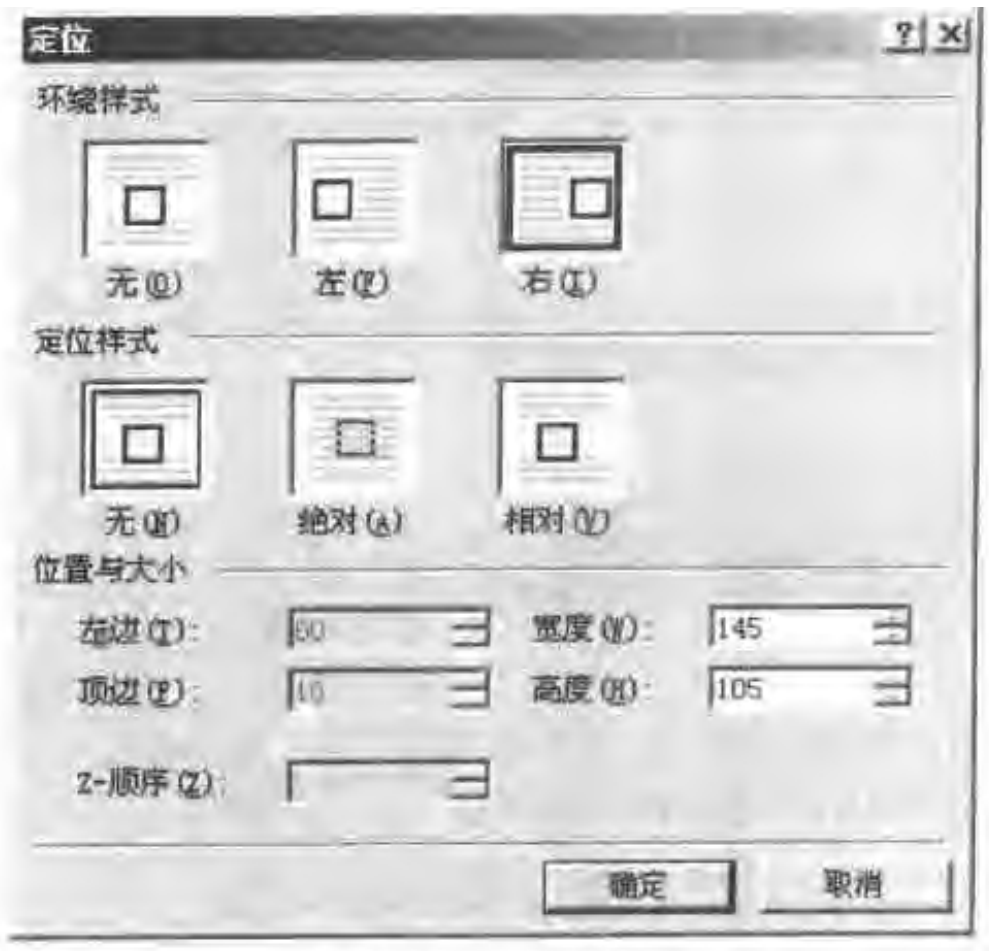


图 11-35　定位对话框

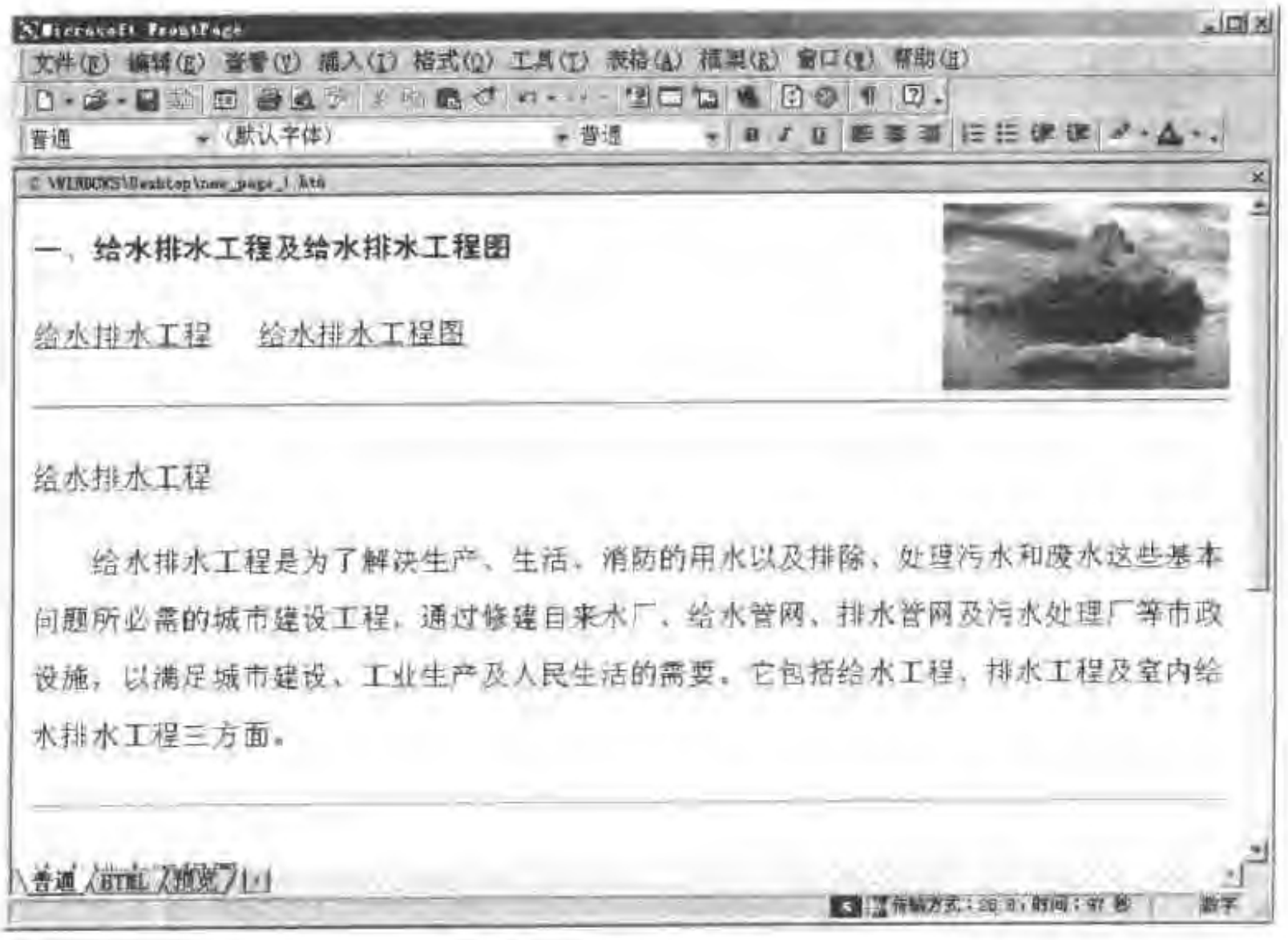


图 11-36　定位设置后的图片

为了对图片设置超链接属性，需选中该图片，然后单击鼠标右键，在弹出菜单中选择“超链接”，同样打开图 11-26 的创建超链接对话框，创建过程同创建书签超级链接一样，在预

图 11-37　目标框架对话框

览窗口状态下，当鼠标停留在图片上时，光标变成手状，单击鼠标左键，即可打开超级链接的网页。

11.4.4　超级链接的属性设置

在上网的时候，经常会遇到这种情况，当单击具有超链接的对象时，打开的网页是在新的窗口，这是因为在创建超链接时设置了目标框架的缘故。在图 11-26 的创建超链接对话框，单击“目标框架”右侧的“更改目标框架”按钮，打开目标框架对话框，如图 11-37 所示，可以看到在“公用的目标区”栏的几项目标框架：“相同框架”指在同一窗口同一框架打开链接网页；“整页”是指在最高一层窗口打开链接网页；“父框架”指在上一级框架打开链接网页；“新建窗口”就是在新窗口打开网页。我们选择“新建窗口”，单击确定，切换到预览状态下，再次单击链接文本，就会看到，打开链接网页是在一个新的窗口。

11.5　网页的综合设置

网页的综合设置是全局性的一种属性设置，包括网页的标题、背景音乐、背景、超级链接的颜色等，如图 11-38 所示。在“文件”菜单中选择“属性”，打开网页属性对话框，在“常规”选项卡，可以设置网页的标题，如国市政工程华北设计院的内容。背景音乐是在打开网页时播放的音乐，要设置背景音乐，单击“背景音乐”项内“位置”右侧的“浏览”按钮，选择要播放的背景音乐文件，音乐的播放次数可以设置几次，也可设为不限次数，即无限次循环播放，其他选项默认。

图 11-38　网页属性的常规设置

在“背景”选项卡，选中“背景图片”，单击右侧的“浏览”按钮，选择背景图片文件，

如图 11-39 所示，设置文本颜色为蓝绿色，超链接、已访问的超链接、当前超链接颜色都可以根据需要进行任意设置，设置后的效果如图 11-40 所示。是不是比以前的效果更美观了？

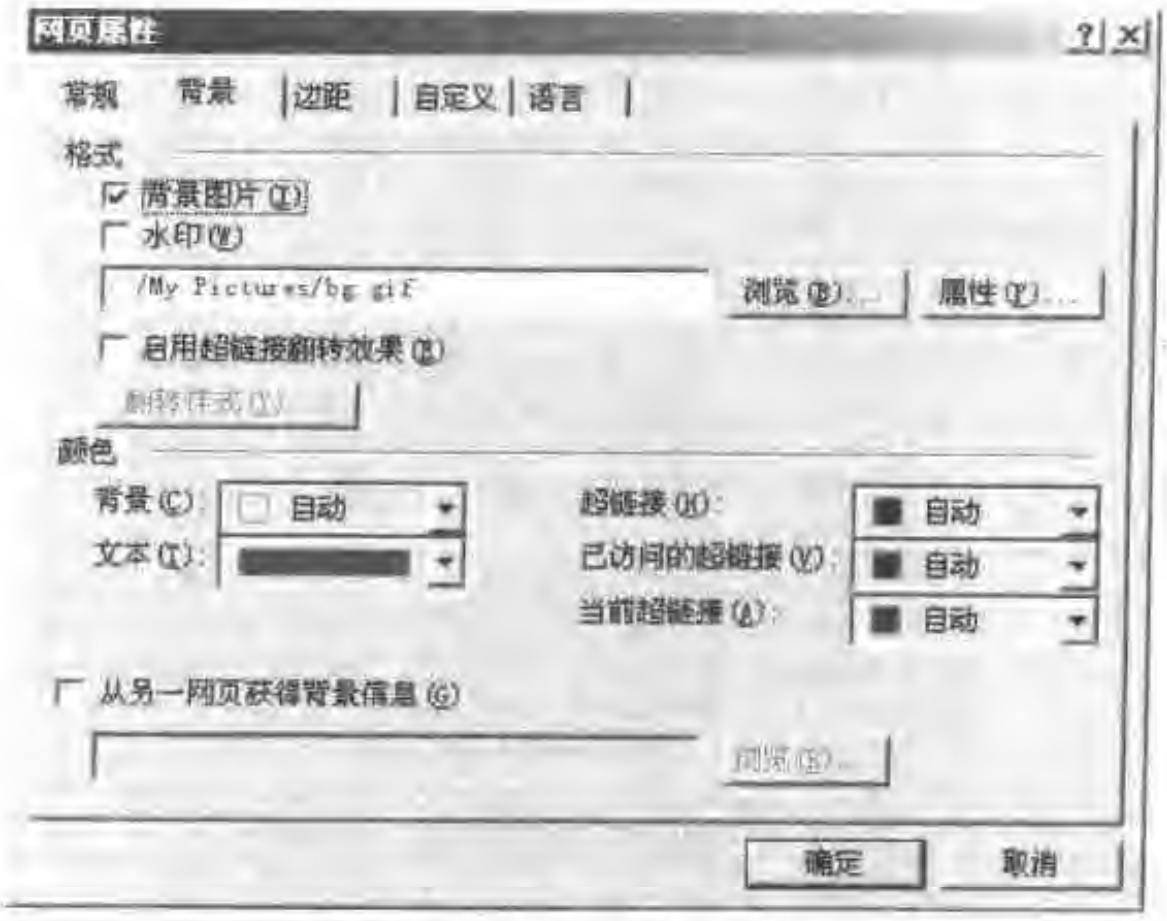


图 11-39　网页属性的背景设置

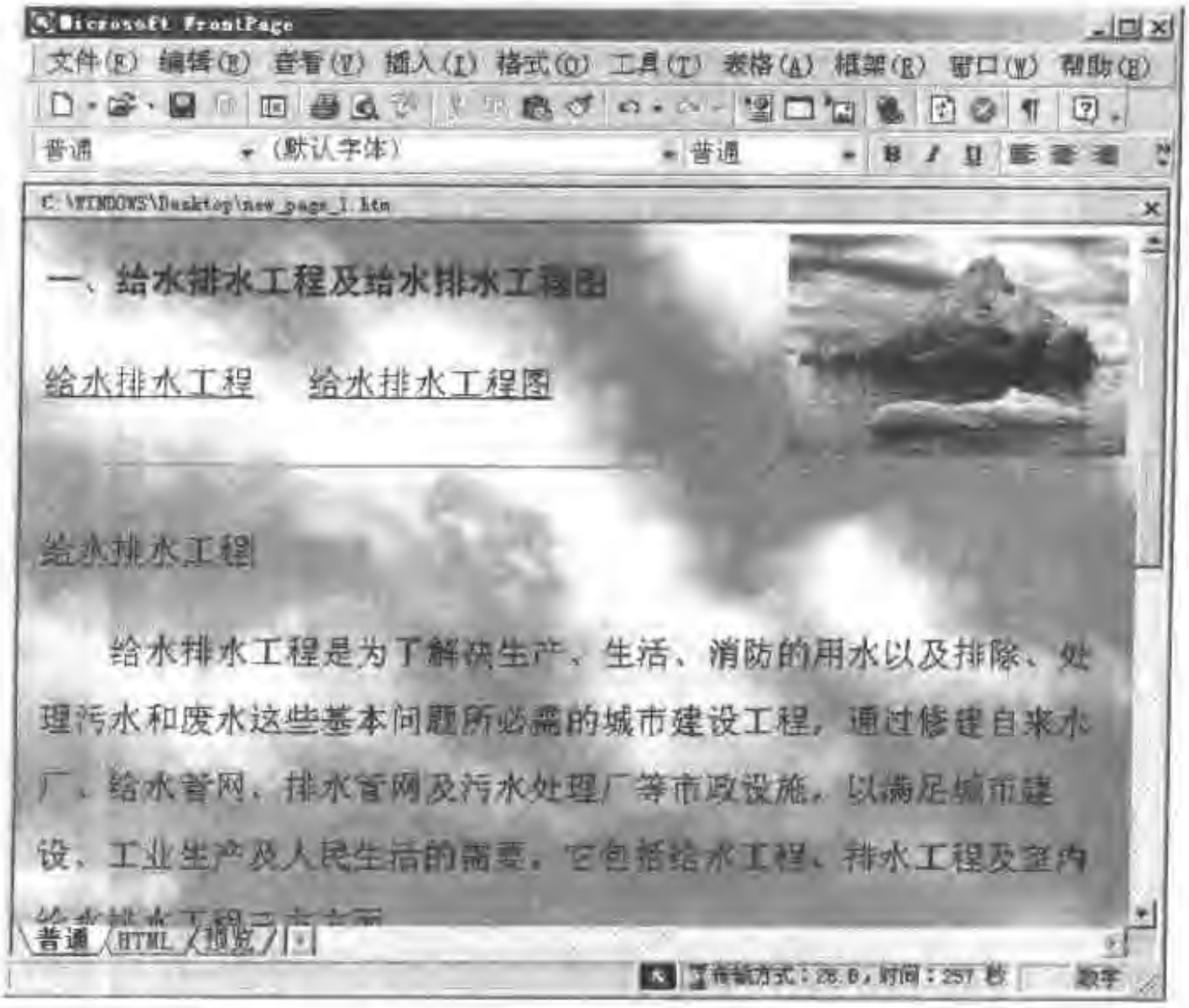


图 11-40　设置背景后的效果

11.6　给水排水设计参考资料网页实例

我们把给水排水设计部分参考资料制作成了网页格式，供广大读者参考。

11.6.1 给水排水工程设计与施工规范提要

标准、规范、规程名称及其编号	主 要 内 容	被代替标准编号	汇编卷号
室外给水设计规范 GBJ13-86	关于用水量，水质和水压，水源（水源选择、地下水取水建筑物、地表水取水建筑物），泵房，输配水，水厂总体设计，水处理[预沉、混凝剂和助凝剂的投配，混凝、沉淀和澄清（混合、絮凝、平流式沉淀池、机械搅拌澄清池、水利循环澄清池等），过滤（快滤池、虹吸滤池、重力式无阀滤池等），地下水除铁和除锰，消毒等]	TJ13-74	33(12)
室外排水设计规范 GBJ14-87	关于排水量（生活污水量、工业废水量、雨水量等），排水管渠及其附属建筑物（水利计算、管道，检查井、水封井、跌水井、雨水井、出水口、倒虹管、渠道等），排水泵站，污水处理厂的厂址选择和总体布置，污水、污泥处理构筑物（格栅、沉砂池、沉淀池、生物滤池、曝气池、污泥浓缩池、消化池、污泥干化场等），含油污水除油和污油的脱水等。另附：暴雨强度公式的编制方法，排水管道与其他管线（构筑物）的最小净距，生物处理构筑物进水中有害物质容许浓度	TJ14-74	(12)
建筑给水排水规范 GBJ15-88	关于给水（用水定额和水压，水质和防水质污染系统选择、管道布置和敷设、管材、管件和水表、设计流量和管道水力计算、水泵、吸水井及贮水池、水箱和气压给水设备、游泳等），排水（系统选择、卫生器具、地漏及存水弯、管道布置和敷设、排水管道计算、管材、附件和检查井、通气管、污水泵房和集水池、局部污水处理、医院污水消毒处理、雨水）、热水及饮水供应（热水用水定额、水温和水质、热水供应的选择、热水量和耗热量的计算、水的加热和贮存、管网计算、管材、附件和管道敷设、饮水供应）	TJ15-74	(12)
生活饮用水卫生标准 GB5749-85	关于生活饮用水的水质标准，水源选择，水源卫生防护及水质检验	TJ20-74	(12)
供水水文地质勘测规范 GBJ27-88	关于水文地质测绘，地球物理勘测，钻探，抽水试验，地下水态观测，水文地质参数计算，地下水资源评价和地下水资源保护。另外还附有土的分类和定名标准	TJ27-78	(12)
农田灌溉水质标准 TJ24-79	关于农田灌溉水的水质标准，水源保护及水质监测		12
渔业水质标准 TJ35-79	关于渔业水的水质标准，水源保护及水质监测。		12
室外给水排水和煤气热力工程抗震设计规范 TJ32-78	关于场地和地基，结构抗震验算（水池、地下管道等），抗震措施（取水构筑物、管道等），并附有饱和沙土液化的鉴定方法，有盖的矩形水池考虑空间作用时地震载荷的确定等		12
室外给水排水工程设施抗震鉴定标准 GBJ43-82	关于给水排水建筑物（地表水取水建筑物、地下水取水建筑物）、泵房（矩形泵房、圆形泵房），水池及地下管道（给水管道、排水管道）的抗震鉴定		12
水文测验术语和符号标准 GBJ95-82	关于术语（一般术语、水文站网术语、设站与测验方式术语、水文观测术语、地下水观测术语、流量测验术语、水质监测术语、水文调查术语等），符号和计量单位		33
医院污水排放标准 GBJ48-83	关于排放标准，设计要求和管理要求，附有医院污水、污泥检验方法		33
城市供水水文地质勘测规范 CJJ16-88	关于一般地区的勘测方法与要求，开采地区的勘察方法与要求，水量评价，水质评价，地下水资源的合理利用与保护，资料整理及报告的编写。附有城市供水水文地质的勘查工作的复杂程序分类、土的分类和定名标准等		33
工业循环水冷却设计规范 GBJ102-87	关于冷却塔（机械通风冷却塔、风同式冷却塔、开放式冷却塔），喷水池，水面冷却（冷却池、河道冷却）		33
工业循环冷却水处理设计规范 GBJ50-83	关于冷却水处理（阻垢和缓蚀、菌藻处理），旁流水处理，补充水处理，污水处理，药剂的贮存和配制，监测、监控和化验		33
工业用水软化除盐设计规范 GBJ109-87	关于水处理站（设备布置、管道布置），软化和除盐（系统选择、设备选择），后处理，药品贮存和计量（石灰、凝聚剂、酸碱、盐）控制及仪表。附有装用的非法定计量单位与法定计量单位的换算关系表、离子交换器设计数据		33
给水排水工程结构设计规范 GBJ69-84	关于水池，泵房和取水头部，水塔，沉井和管道（钢管、铸铁管道、混凝土管）等给水排水工程结构设计规定		20
城镇污水处理厂附属建筑和附属设备设计标准 CJJ31-89	关于附属建筑面积（生产管理用房、行政办公用房、化验室、维修间、车库、食堂、浴室和锅炉房、绿化用房、传达室、宿舍等），附属建筑装修，附属设备（化验设备、维修设备）		46

11.6.2 给水排水设计手册各分册名称及其主要内容

册号	名 称	主 要 内 容	主编单位
1	常用资料	本册以给水排水工程设计中常用的数据、图表为主。主要包括：常用符号及材料，制图图例，单位换算，计算数表（构筑物水头损失、排水管径与相应排放面积关系值、水价、电价等），理化数据（海拔高度与大气压力的关系、溶解度、溶度积及水的硬度等），水力学公式，气象，地震，管道接口，防腐，噪声，绝热，减震，噪声控制，以及不同材质的管渠（钢管、铸铁管、石棉水泥管、钢筋混凝土管等）的水力计算图表等	中国市政工程西南设计院
2	室内给水排水	主要内容包括：室内给水（水质和用水量标准、管网计算、给水系统和图式，给水加压和流量调节、冷饮水供应等），消防（低、高层建筑室内消火栓给水系统，闭、开式喷水灭火系统，水雾、蒸汽灭火系统等），水景，设计，热水及开水供应，公共浴室和游泳池给水排水设计，室内排水（卫生器具和卫生间、污水排入城市管道的条件和排水系统、排水管道计算、检查口、清扫口、检查井、地漏以及排水管道的通气系统等），屋面排水，小型污水处理，湿陷性黄土区和地震区室内给水排水设计等	核工业部第二研究所
3	城市给水	主要内容包括：城市给水工程系统设计（用水要求、给水系统类别、影响给水系统选择的因素等），输配水（输配水管渠布置、水力计算等），地下水和地表水取水（地下水取水构筑物的种类和适用范围、水文地质参数的确定、管井、渗渠、水源资料及水文计算、取水构筑物形式、设计原则及位置选择等），泵房（给水水泵及其选择，泵房布置等），混凝、高浊度水预沉，沉淀、澄清、气浮、过滤、消毒、臭氧氧化、活性炭吸附，除铁、除锰、除氟等水处理，水厂总体设计（净水工艺选择、流程布置、平面布置、水厂附属建筑物……）等	上海市政工程设计院
4	工业给水处理	本册汇编了工业给水处理和冷却构筑物的设计计算资料。主要内容包括：预处理，药剂软化，离子交换，膜分离，工业给水处理系统选择与站房设计，冷却水水质处理和冷却构筑物等	华东建筑设计院
5	城市排水	此册汇编了城市排水设计的数据和计算。主要内容包括：城市排水管渠及附属构筑物（管渠水力计算、污水管道、雨水管渠、立交排水、体育场比赛场地排水、广场排水及暴雨强度公式等），城市河湖工程，排水泵站（污水泵站、雨水泵站及合流泵站等），城市污水的一级处理（格栅、沉砂池、沉淀池），二级处理（活性污泥法、生物膜法），三级处理（混凝沉淀、过滤、活性炭吸附、臭氧氧化等），污泥处理（污泥输送、中温消化、污泥脱水、沼气利用等）以及城市污水处理厂总体设计等	北京市政设计院
6	工业排水	本册汇编了工业排水设计的数据和方法。主要内容包括：工业排水管道，料渣水力输送，工业污水处理前期工作及常用预处理（细固体杂质的去除、均化、中和等），若干国内工业污水处理实例，并附有关排水标准	北京市政设计院
7	城市防洪	本册主要包括：基础资料，防洪工程设计标准，城市防洪总体规划，洪水和潮位计算，分洪与滞洪，防洪堤，护岸和岸壁，山洪沟治理，排洪渠道和截洪沟，防洪闸以及交叉构筑物等内容	中国市政工程东北设计院
8	电器与控制	本册汇编了给水排水工程电气与自控设计中所需的常用资料。主要包括内容：35（60）千伏以下变配电的设计、计算，设备选择，继电保护，二次接线，电气传动，电线电缆敷设，电气布置，防雷，接地，照明，过程检测，仪表选型，自控与远控等	中国市政工程中南设计院
9	专用机械	本册汇编了专用机械设备的设计和计算资料。主要内容包括：移动式取水设备(囤船、缆车取水)，拦污设备(格栅、滤网除毛机等)，加药设备（投加、计量），搅拌设备（通用设计、溶药搅拌、混合搅拌机等），水厂和污水处理厂的撇渣、撇油、曝气、混合、反应、排泥、滤池配水和冲洗、管道闸阀、水锤消除以及提水和引水等专用设备	上海市政工程设计院
10	器材与装置	本册汇编了国内近年来给水排水工程常用的最新材料、器材及水处理设备。主要内容包括：金属和非金属管材（钢管、铸铁管、水泥压力管、混凝土及钢筋混凝土管、塑料管、玻璃钢管、铸石管、橡皮管、陶瓷排水管等），阀门（分类、型号含义、截止阀、闸阀、蝶阀、旋塞阀、球阀等），常用金属及非金属材料（型钢、钢筋、工程塑料、工业橡胶、水泥、木材、玻璃纤维、常用粘合剂等），药剂，离子交换树脂及滤料，卫生器具及器材，水处理专用器材，气浮、加药及消毒设备，饮用水深度净化及一体化净水器，软化除盐设备，工业废水处理及其他处理设备，玻璃钢冷却塔，消防设备与器材，水处理过程检测及控制仪表（压力、流量、温度等测量），水质检验仪器及设备等	中国市政工程华北设计院
11	常用设备	本册汇编了国内近年来给水排水工程常用的新设备。主要内容包括：各种泵，动力，污泥脱水，起重运输，设备维修和其他设备的性能、规格、用途、产地和价格等。 共编入 683 个厂家生产的 494 个系列的设备	中国市政工程西北设计院

11.6.3 建筑标准图名称与代号

类别名称	代　号	举　例	备　注
建筑配件（建）	J	J722 木百叶窗标准图集号	建--jian--J
结构构件（构）	G	G321 钢筋混凝土连系梁标准图集号	构--gou--G
给水排水（水）	S	S145 水表井安装标准图集号	水--shui--S
通风（通）	T	T116-1 轴流通风机安装标准图集号	通--tong--1
采暖（暖）	N	N112 采暖系统及散热器安装标准图集号	暖--nuan--N
电气（电）	D	D206 露天变电所标准图集号	电--dian--D
热动力（热）	R	R104 热力设备保暖标准图集号	热--re--R

11.6.4 给水排水标准图集总目摘录

我们把给水排水标准图集总目摘录制作成一个个网页文件，共 15 个。第 15 页的页码索引是“上一页”，其余为“下一页”，当前的页码不必再有超链接属性。我们把它的字体型号设置得大 1 号，颜色设为红色，以突出显示为当前页，其他页码编号链接到相应的网页文件上。

第 1 页，文件名为 11.6（1）.htm：

给水排水标准图目录

下一页》 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

序号	图集号	标准类别	图集名称	图集主要内容	主编单位	编制日期
1	S143	标准图	图形立式阀门井及阀门套筒	地面操作、井下操作、立式阀门井及阀门套筒等	北京市市政设计院	1977
2	S144	标准图	矩形卧式阀门井	3250×2000 、 3500×2000 、 4000×2000 、4250×2000、4750×2000mm 矩形卧式阀门井	北京市市政设计院	1977
3	S145	标准图	水表井及安装	室内及室外水表井及安装	北京市市政设计院	1977
4	S146	标准图	排气阀、排泥阀安装	排气阀井适用于 Dg100～2000mm，排泥阀井适用于 Dg200～2000mm 的给水管道	北京市市政设计院	1977
5	97S147	标准图	井盖及踏步	φ500、φ600、φ700、φ800 轻、重型铸铁井盖。铸铁、塑钢踏步	北京市市政设计院研究总院	1997
6	S151(一)	标准图	方形给水箱	钢板制、供贮备和调节冷热水之用 V=0.5～30m^3	国家建工总局东北建筑设计院	1982
7	S151(二)	标准图	圆形给水箱	钢板制、供贮备和调节冷热水之用 V=0.5～30m^3	国家建工总局东北建筑设计院	1982
8	89S152(一)～(五)	标准图	卧式贮水罐	V=2、3、4、5、8m^3；P=0.2、0.6、0.9MPa	核工业第一研究设计院中国建筑标准设计研究所	1989
9	89S153(一)～(五)	标准图	立式贮水罐	V=2、3、4、5、8m^3；P=0.2、0.6、0.9MPa	核工业第二研究设计院中国建筑标准设计研究所	1989
10	S156	标准图	冷热水混合器	小型冷热水混合器可供 1～4 个淋浴器使用，大型冷热水混合器可供 4～8 个淋浴器使用	二机部第二研究设计院	1981
11	87S157	标准图	蒸汽间断式开水炉	有效容积 70～180L	核工业第二研究设计院	1987
12	86S158(一)	标准图	蒸汽—水快速热交换器（小型单管式）	适用一般建筑热水供应系统小型单管式加热器	核工业第二研究设计院	1986
13	87S159	标准图	管道和设备保温	适用于室内、温度≤150℃的蒸汽管道和温度≤100℃的水加热器，热水贮水罐、热水管道的保温	核工业第二研究设计院	1987
14	S160	标准图	给水栓安装	给水栓、洒水栓安装	铁道部专业设计院	1982
15	S161	标准图	管道支架及吊架	室内管道支架、吊架及托架的制作与安装	北京有色冶金设计研究院	1983

下一页》 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

给水排水标准图目录

下一页》 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

序号	图集号	标准类别	图集名称	图集主要内容	主编单位	编制日期
16	88S162	标准图	室外消火栓安装	地上式及地下消火栓安装	北京市市政设计院	1988
17	87S163	标准图	室内消火栓安装	消火栓的安装及消火栓箱的做法	机械工业部第一设计研究院	1987
18	86S164	标准图	消防水泵接合器安装	地上、地下、墙壁式水泵接合器安装	机械工业部第一设计研究院	1986
19	92S170(一)、(二)	标准图	热交换器选用安装图	热媒为蒸汽或高温水，出水温度不高于75℃。92S170(一)包括：S154 号卧式容积式热交换器 V=0.5～5m^3，P_g=0.6MPa；S155 立式容积式热交换器 V=0.53～4.28m^3，P_g=0.6MPa；S158 蒸汽-水快速热交换器；S165 卧式双孔容积式热交换器 V=8～15m^3，P_g=1.2MPa。92S170(二)包括：88S166 卧式容积式热交换器(单孔)V=1.5～5.0m^3，P_g=1.0MPa；88S167(一)卧式容积式热交换器(单孔)V=8.6～16m^3，P_g=0.6MPa；88S167(二)V=8.6～16m^3，P_g=1.0MPa；88S168 卧式容积式热交换器(双孔)V=8.6～16m^3，P_g=0.6MPa	核工业第二研究设计院	1992
20	89SS175	试用图	室内自动喷水灭火设施安装	适用于建筑物，构筑物设置自动喷水灭火系统的设计及安装，包括自动喷水湿式系统，干式系统，干湿两用系统，预作用系统，雨淋系统和水幕系统	机械电子工业部工程设计研究院	1989
21	92SS177	试用图	装配式给水箱选用安装图	有效容积 1～30m^3 钢制水箱	中国建筑东北设计院	1992
22	93S178	标准图	冲压钢板给水箱安装、选用图	有效容积 3～50m^3	核工业第二研究设计院中国建筑标准设计研究所	1993
23	93S180	标准图	热管升水器安装选用图	有效容积为 100L、150L、200L、300L，材质有钢板和不锈钢	中国建筑标准设计研究所北京市益世热管技术研究开发公司	1993
24	93S181	标准图	热管快速热交换器(汽—水换热)安装、选用图	产热水量 1.68～5.50m^3/h，水室压力为 0.6、1.0、1.5MPa；汽室压力为 0.2、0.3、0.4MPa；	中国建筑标准设计研究所北京市益世热管技术研究开发公司、核工业第二研究设计院	1993
25	94S182	标准图	热管卧式容积式热交换器(汽—水换热)安装、选用图	产热水量 13～520m^3/h，水室工作压力为 0.6、1.0、1.5MPa；汽室工作压力为 0.4MPa；容积 3～10m^3	中国建筑标准设计研究所北京市益世热管技术研究开发公司、核工业第二研究设计院	1994
26	94S183	标准图	热管立式容积式热交换器(汽—水换热)安装、选用图	产热水量 2～20m^3/h，水室工作压力为 0.6、1.0、1.5MPa；汽室工作压力为 0.4MPa；容积 2～10m^3	中国建筑标准设计研究所北京市益世热管技术研究开发公司、核工业第二研究设计院	1993
27	95S184	标准图	热管卧式容积式热交换器(水—水换热)安装、选用图	产热水量 5～10m^3/h，水室压力为 0.6、1.0、1.5MPa；汽室压力为 0.2、0.3、0.4MPa；容积 5～10m^3	中国建筑标准设计研究所北京市益世热管技术研究开发公司、核工业第二研究设计院	1995
28	95S185	标准图	热管立式容积式热交换器(水—水换热)安装、选用图	产热水量 2～10m^3/h，水室工作压力为 0.6、1.0、1.5MPa；汽室工作压力为 0.4MPa；容积 2～10m^3	中国建筑标准设计研究所北京市益世热管技术研究开发公司、核工业第二研究设计院	1995

29	95S190	标准图	自控恒温装置	适用于公共浴室单管脚踏淋浴系统及其他需要恒温水的场所	总后建筑设计研究院	1995
30	92S213（一）~（五）	标准图	砖砌化粪池	有效容积 2 ~42m³，池顶不覆土、覆土；有效容积 16~50m³，池顶不覆土；有效容积 16~100m³，池顶覆土；有效容积 75、100m³，双池，池顶覆土	航空航天工业部第七设计研究院	1992

下一页》 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

第 3 页，文件名为 11.6（3）.htm：

给水排水标准图目录

下一页》 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

序号	图集号	标准类别	图集名称	图集主要内容	主编单位	编制日期
31	92S214(一)~(五)	标准图	钢筋混凝土化粪池	有效容积 2~12m³，池顶不覆土、覆土；有效容积 16~50m³，池顶不覆土；有效容积 16~100m³，池顶覆土；有效容积 75、100m³，双池，池顶覆土	航空航天工业部第七设计研究院	1992
32	93S217	标准图	小型排水构筑物	砖砌检查口井、阀门井、水封井、毛发聚集井、隔油池、存车≤50 汽车库的洗车污水沉淀池。适用气温高于-20℃地区	核工业第二研究设计院	1993
33	92S220	标准图	排水设备附件构造及安装	清扫口、铸铁地漏、铸铁存水盒、毛发聚集器等制造与安装	华东建筑设计院	1992
34	95S222	标准图	排水管道基础及接口	混凝土管及缸瓦管道基础、管道接口	北京市市政设计研究院	1995
35	95S223	标准图	排水管道出水口	一字、八字出水口	北京市市政设计院研究院	1995
36	S231	标准图	圆形排水检查井	砖砌井筒，井径 700~2500mm，预制钢筋混凝土井筒，井径 1000～1500mm，适用于管径 D≤1500mm 排水管	北京市市政设计院	1977
37	S232	标准图	矩形排水检查井	适用于管径 D≤2000mm 排水管	北京市市政设计院	1977
38	S233	标准图	扇形排水检查井	扇形 30°、45°、60°、90°砖砌井筒，适用于管径 D≤2000mm 排水管	北京市市政设计院	1977
39	S234	标准图	跌水井	跌差 1000~6000mm，适用于管径 D≤1650mm 排水管	北京市市政设计院	1977
40	95S235(1~2)	标准图	雨水口(铸铁井圈)(混凝土井圈)	边沟式、联合式、平箅式、小雨水口等	北京市市政设计院研究院	1995
41	CS236	重复使用图	耐腐蚀检查井及耐腐蚀管道接口	适用于一般有腐蚀性排水系统的检查井及管道接口	北京市市政设计院	1978
42	88S238(一)	标准图	锅炉排污降温池—钢筋混凝土溢流式	不敞盖池，锅炉定期排污量为 0.40、0.65、1.00、1.50、2.50、3.00、5.00m³/班；敞盖池锅炉定期排污量为 0.15、0.30、0.45、0.65、0.95、1.30、1.60m³/班	国家机械工业委员会工程设计研究院	1988
43	88S238(二)	标准图	锅炉排污降温池—砖砌溢流式	不敞盖池，锅炉定期排污量为 0.40、0.65、1.00、1.50m³/班；敞盖池，锅炉定期排污量为 0.15、0.25、0.40、0.60m³/班	国家机械工业委员会工程设计研究院	1988
44	88S238(三)	标准图	锅炉排污降温池—钢筋混凝土虹吸式	锅炉总蒸发量 10、20t/h；定期排污量 0.50、1.00m³/班	国家机械工业委员会工程设计研究院	1988
45	88S238(四)	标准图	锅炉排污降温池—砖砌虹吸式	锅炉总蒸发量 10、20t/h；定期排污量 0.50、1.00m³/班	国家机械工业委员会工程设计研究院	1988

下一页》 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

第 4 页，文件名为 11.6（4）.htm：

给水排水标准图目录

序号	图集号	标准类别	图集名称	图集主要内容	主编单位	编制日期
46	S311	标准图	钢制管道零件	弯头、异径弯头、二通、四通、异径管等	国家建委建研院标准所	1975
47	S312	标准图	防水套管	柔性套管、钢性套管	国家建委建研院标准所	1975
48	S313	标准图	套管式伸缩器	伸缩套管的制作与安装	国家建委建研院标准所	1975
49	S318	标准图	水塔水池浮漂水位标尺	用于各种水池、水塔的水位指示	铁道部第三设计院	1975
50	90S319	标准图	水池通气管、吸水喇叭管及支架	用于给水排水工程水池和取水处	北京市市政设计研究院	1990
51	90S321	标准图	格栅、格网及起吊架	用于给水工程中水质无腐蚀性的取水构筑物进水口处，以拦截水中较大漂浮物等	北京市市政设计研究院	1990
52	88S326	标准图	水上式底阀选用安装图	Dg80～300	铁道部第三设计院	1988
53	92S340	标准图	医院卫生设备安装	用于医院卫生设备安装	上海市民用建筑设计院	1990
54	96S341	标准图	建筑排水用硬聚氯乙烯（PVC-U）管道安装	适用于建筑物内 PVC-U 管道安装	广西建筑综合设计院	1996
55	96S342	标准图	卫生设备安装	各种常用卫生设备安装	上海市民用建筑设计院	1990
56	CS345(　)	重复使用图	给水承插铸铁管道支墩(Dg400～1200)	用于石棉水泥接口，试验压力 0.8MPa	二机部第二研究设计院	1980
57	CS345(二)	重复使用图	给水承插铸铁管道支墩(Dg400～1200)	用于石棉水泥接口，试验压力 0.1MPa	二机部第二研究设计院	1980
58	CS345(三)	重复使用图	给水承插铸铁管道支墩(Dg400～1200)	用于石棉水泥接口，试验压力 1.25MPa	二机部第二研究设计院	1980
59	CS345(四)	重复使用图	给水承插铸铁管道支墩(Dg400～1200)	用于自应力水泥接口，试验压力 0.8MPa	二机部第二研究设计院	1980
60	CS345(五)	重复使用图	给水承插铸铁管道支墩(Dg400～1200)	用于自应力水泥接口，试验压力 0.8MPa	二机部第二研究设计院	1980

第 5 页，文件名为 11.6（5）.htm：

给水排水标准图目录

序号	图集号	标准类别	图集名称	图集主要内容	主编单位	编制日期
61	CS345(六)	重复使用图	给水承插铸铁管道支墩(Dg400～1200)	用于自应力水泥接口，试验压力 1.25MPa	二机部第二研究设计院	1980
62	S346	标准图	投药、消毒设备	用于水处理中药剂投配及消毒	上海市政工程设计院	1980
63	S347	试用图	小型投药设备	适用于设计规划 5～30m^3/h，包括 60、120、200L 三种规格	北京市市政设计院	1985
64	S348	标准图	雨水斗	用于一般工业及民用建筑屋面的雨水排除	机械工业部第一设计研究所	1987
65	90S436(一)	标准图	玻璃钢冷却塔选用安装图（逆流式）	包括循环水量为 2～750m^3/h 圆塔；水量为 100～500m^3/h 方塔；水量为 100～300m^3/h 工业型圆形、方形塔等	中国建筑标准设计研究所	1990

66	90S436(二)	标准图	玻璃钢冷却塔选用安装图（横流式）	循环水量为 500～3000m³/h	中国建筑标准设计研究所	1991
67	95SS437(1)	试用图	100～2000m² 钢筋混凝土自然通风冷却塔选用安装图	淋水面积为 100、200、300、400、500、750、1000、1250、1500、2000m²	电力工业部东北电力设计院	1996
68	86S460(一)	标准图	湿陷性黄土地区室外检漏管沟	沟宽 400～1800mm 沟深 400～2000mm	中国建筑西北设计院	1986
69	86S460(二)	标准图	湿陷性黄土地区砖砌检漏井	给水检漏井，排水检漏井	中国建筑西北设计院	1986
70	86S460(二)	标准图	湿陷性黄土地区混凝土检漏井	给水检漏井，排水检漏井	中国建筑西北设计院	1986
71	86S460(四)	标准图	湿陷性黄土地区钢筋混凝土检漏井	给水检漏井，排水检漏井	中国建筑西北设计院	1986
72	86S460(五)	标准图	湿陷性黄土地区给排水管道基础及接口	给水管道基础及接口	中国建筑西北设计院	1986
73	86S460(六)	标准图	湿陷性黄土地区给水阀门井	圆形及方形阀门井	中国建筑西北设计院	1986
74	86S460(七)	标准图	湿陷性黄土地区排水检查井	圆形及方形排水检查井，竖管、竖槽式跌水井	中国建筑西北设计院	1986
75	S461	标准图	给水管穿越铁路	Dg150～1000mm	铁道部专业设计院	1980

下一页》 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

给水排水标准图目录

下一页》 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

序号	图集号	标准类别	图集名称	图集主要内容	主编单位	编制日期
76	90S470	标准图	污水两级气浮设备选用安装图	φ2000 处理能力为 5～10m³/h,φ2600 处理能力为 15～20m³/h,φ3000 处理能力为 2～30m³/h	铁道部专业设计院	1990
77	89SS471(一)	试用图	医院污水处理（氯片消毒法）	处理水量 40m³/d	北京市建筑设计院	1989
78	89SS471(二)	试用图	医院污水处理（氯片消毒法）	处理水量 20m³/d	北京市建筑设计院	1989
79	92SS472(一)	试用图	医院污水处理次氯酸钠系列	200 床自排式	北京市建筑设计院 北京市医院污水处理协会	1992
80	92SS472(二)	试用图	医院污水处理次氯酸钠系列	200 床提升式（甲型）	北京市建筑设计院 北京市医院污水处理协会	1992
81	92SS272(二)	试用图	医院污水处理次氯酸钠系列	200 床提升式（乙型）	北京市建筑设计院 北京市医院污水处理协会	1992
82	92SS273(一)	试用图	医院污水处理次氯酸钠系列	400 床自排式	北京市建筑设计院 北京市医院污水处理协会	1992
83	92SS273(二)	试用图	医院污水处理次氯酸钠系列	400 床提升式（甲）	北京市建筑设计院 北京市医院污水处理协会	1992
84	92SS273(三)	试用图	医院污水处理次氯酸钠系列	400 床提升式（乙）	北京市建筑设计院 北京市医院污水处理协会	1992
85	92SS274(　)	试用图	医院污水处理次氯酸钠系列	100 床自排式	北京市建筑设计院 北京市医院污水处理协会	1992
86	92SS274(一)	试用图	医院污水处理次氯酸钠系列	100 床提升式（甲）	北京市建筑设计院 北京市医院污水处理协会	1992

87	92SS274(三)	试用图	医院污水处理次氯酸钠系列	100 床提升式（乙）	北京市建筑设计院 北京市医院污水处理协会	1992
88	92SS275(一)、(二)	试用图	医院污水处理液氯系列	200 床自排式 200 床提升式	海军工程设计研究院	1993
89	92SS276(一)、(二)	试用图	医院污水处理液氯系列	400 床自排式 400 床提升式	海军 程设计研究院	1993
90	92SS277(一)、(二)	试用图	医院污水处理液氯系列	600 床自排式 600 床提升式	海军二程设计研究院	1993

下一页》 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

给水排水标准图目录

下一页》 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

序号	图集号	标准类别	图集名称	图集主要内容	主编单位	编制日期
91	94S651（一）~（六）	标准图	深井泵房（地面、半地面、泵罩、泵井室及土建电气设计样图	平面尺寸 5.4×4.8m² 5.4×5.4m² 5.4×6.6m² 泵罩适用于非采暖地区 1.2m×1.2m 潜水泵井室 2.0m×2.5m	水电部东北电力设计院	1993
92	85SS652	试用图	钢、铸铁、钢筋混凝土及砾石混凝土井管	井管直径：150～500mm	中国市政工程华北设计院	1985
93	85S653(一)	标准图	钢筋混凝土及砖石造大口井 D=1.5m,H=6、8、10m	D=1.5m,H=6、8、10m	铁道部专业设计院	1985
94	85S653(二)	标准图	钢筋混凝土及砖石造大口井 D=2.0m,H=6、8、10、12m	D=2.0m,H=6、8、10、12m	铁道部专业设计院	1985
95	85S653(三)	标准图	钢筋混凝土及砖石造大口井 D=2.5m,H=6、8、10、12m	D=2.5m,H=6、8、10、12m	铁道部专业设计院	1985
96	85S653(四)	标准图	钢筋混凝土及砖石造大口井 D=3.0m,H=6、8、10、12、14m	D=3.0m,H=6、8、10、12、14m	铁道部专业设计院	1985
97	85S653(五)	标准图	钢筋混凝土及砖石造大口井 D=4.0m,H=6、8、10、12、14m	D=4.0m,H=6、8、10、12、14m	铁道部专业设计院	1985
98	85S653(六)	标准图	钢筋混凝土及砖石造大口井 D=5.0m,H=6、8、10、12、14、16m	D=5.0m,H=6、8、10、12、14、16m	铁道部专业设计院	1985
99	85S653(七)	标准图	钢筋混凝土及砖石造大口井 D=6.0m,H=6、8、10、12、14、16m	D=6.0m,H=6、8、10、12、14、16m	铁道部专业设计院	1985
100	85S653(八)	标准图	钢筋混凝土及砖石造大口井 D=8.0m,H=6、8、10、12、14、16m	D=8.0m,H=6、8、10、12、14、16m	铁道部专业设计院	1985
101	85SS654	试用图	小型取水口	Dg150×Dg100,Dg225×Dg150 上弯式、下弯式、侧弯式	北京市市政设计院	1985
102	86SS656	试用图	IS 型水泵安装	适用于小城镇，中小工矿企业及农村给水系统，安装于室内。包括全系列 9 个型号，两档转速，共有 41 种性能，51 个规格的水泵安装	北京市市政设计院	1986

103	97S657	标准图	卧式水泵隔振及其安装	橡胶隔振垫、橡胶隔振器、弹簧隔振器在卧式水泵基础的安装及其可曲挠接头，弹性支吊架的配套使用	上海建筑设计院 湖南省建筑材料研究设计院 上海市松江橡胶制品厂	1997
104	95SS658	试用图	立式水泵隔振安装	适用于有隔振要求的泵站或建筑物泵房内的立式水泵安装工程	上海建筑设计院 湖南省建筑材料研究设计院	1995
105	95S717～721	标准图	机械搅拌澄清池 20、40、60、80、120m³/h	适用于小城镇、中小企业的生活饮用水及工业用水的澄清处理	北京市市政设计院	1996

第 8 页，文件名为 11.6（8）.htm：

给水排水标准图目录

序号	图集号	标准类别	图集名称	图集主要内容	主编单位	编制日期
106	S771(一)	标准图	40m³/h 水利循环澄清池	适用于进水悬浮物含量≤2000mg/L	上海市政工程设计院	1975
107	S771(二)	标准图	60m³/h 水利循环澄清池	适用于进水悬浮物含量≤2000mg/L	上海市政工程设计院	1975
108	S771(三)	标准图	80m³/h 水利循环澄清池	适用于进水悬浮物含量≤2000mg/L	上海市政工程设计院	1975
109	S771(四)	标准图	120m³/h 水利循环澄清池	适用于进水悬浮物含量≤2000mg/L	上海市政工程设计院	1975
110	S771(五)	标准图	160m³/h 水利循环澄清池	适用于进水悬浮物含量≤2000mg/L	上海市政工程设计院	1975
111	S771(六)	标准图	200m³/h 水利循环澄清池	适用于进水悬浮物含量≤2000mg/L	上海市政工程设计院	1975
112	S771(七)	标准图	240m³/h 水利循环澄清池	适用于进水悬浮物含量≤2000mg/L	上海市政工程设计院	1975
113	S771(八)	标准图	320m³/h 水利循环澄清池	适用于进水悬浮物含量≤2000mg/L	上海市政工程设计院	1975
114	CS772(一)	重复使用图	脉冲澄清池 净水量 1000m³/h	适用于进水悬浮物含量≤2000mg/L	上海市自来水公司	1974
115	CS772(二)	重复使用图	脉冲澄清池 净水量 600m³/h	适用于进水悬浮物含量≤2000mg/L	上海市自来水公司	1974
116	CS772(三)	重复使用图	脉冲澄清池 净水量 320m³/h	适用于进水悬浮物含量≤2000mg/L	上海市自来水公司	1974
117	S773(一)	标准图	虹吸滤池 320m³/h （430m³/h）	用于进水混浊度在 20mg/L 以下	北京市市政设计院	1977
118	S773(二)	标准图	虹吸滤池 600m³/h （800m³/h）	适用于进水混浊度在 20mg/L 以下	北京市市政设计院	1977
119	S773(三)	标准图	虹吸滤池 1000m³/h （1300m³/h）	适用于进水混浊度在 20mg/L 以下	北京市市政设计院	1977
120	S773(四)	标准图	虹吸滤池 1800m³/h （2400m³/h）	适用于进水混浊度在 20mg/L 以下	北京市市政设计院	1977

第 9 页，文件名为 11.6（9）.htm：

给水排水标准图目录

序号	图集号	标准类别	图集名称	图集主要内容	主编单位	编制日期
121	S775(一)	标准图	重力式无阀滤池 40m³/h	适用于进水混浊度在 15mg/L 以下	上海市政设计院	1980
122	S775(二)	标准图	重力式无阀滤池 60m³/h	适用于进水混浊度在 15mg/L 以下	上海市政设计院	1980
123	S775(三)	标准图	重力式无阀滤池 80m³/h	适用于进水混浊度在 15mg/L 以下	上海市政设计院	1980
124	S775(四)	标准图	重力式无阀滤池 120m³/h	适用于进水混浊度在 15mg/L 以下	上海市政设计院	1980

125	S775(五)	标准图	重力式无阀滤池 160m³/h	适用于进水混浊度在 15mg/L 以下	上海市政设计院	1980
126	S775(六)	标准图	重力式无阀滤池 200m³/h	适用于进水混浊度在 15mg/L 以下	上海市政设计院	1980
127	S775(七)	标准图	重力式无阀滤池 240m³/h	适用于进水混浊度在 15mg/L 以下	上海市政设计院	1980
128	S775(八)	标准图	重力式无阀滤池 320m³/h	适用于进水混浊度在 15mg/L 以下	上海市政设计院	1980
129	S775(九)	标准图	重力式无阀滤池 400m³/h	适用于进水混浊度在 15mg/L 以下	上海市政设计院	1980
130	85SS776	试用图	自然沉淀池	规模：5、10、15、20m³/h	北京市市政设计院	1985
131	85SS777(一)	试用图	穿孔旋流反应斜管沉淀池	净产水能力 15m³/h	福建省林业勘察设计院	1985
132	85SS777(二)	试用图	穿孔旋流反应斜管沉淀池	净产水能力 30m³/h	福建省林业勘察设计院	1985
133	85SS777(三)	试用图	穿孔旋流反应斜管沉淀池	净产水能力 45m³/h	福建省林业勘察设计院	1985
134	85SS777(四)	试用图	穿孔旋流反应斜管沉淀池	净产水能力 60m³/h	福建省林业勘察设计院	1985
135	85SS777(五)	试用图	穿孔旋流反应斜管沉淀池	净产水能力 80m³/h	福建省林业勘察设计院	1985

下一页》 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

给水排水标准图目录

下一页》 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

序号	图集号	标准类别	图集名称	图集主要内容	主编单位	编制日期
136	85SS777(六)	试用图	穿孔旋流反应斜管沉淀池	净产水能力 120m³/h	福建省林业勘察设计院	1985
137	85SS777(七)	试用图	穿孔旋流反应斜管沉淀池	净产水能力 160m³/h	福建省林业勘察设计院	1985
138	85SS777(八)	试用图	穿孔旋流反应斜管沉淀池	净产水能力 200m³/h	福建省林业勘察设计院	1985
139	85SS777(九)	试用图	穿孔旋流反应斜管沉淀池	净产水能力 240m³/h	福建省林业勘察设计院	1985
140	85SS777(十)	试用图	穿孔旋流反应斜管沉淀池	净产水能力 320m³/h	福建省林业勘察设计院	1985
141	85SS777(十一)	试用图	穿孔旋流反应斜管沉淀池	净产水能力 400m³/h	福建省林业勘察设计院	1985
142	85S778(一)	标准图	慢滤池	净产水能力 4m³/h	中国市政工程华北设计院	1985
143	85S778(二)	标准图	慢滤池	净产水能力 7m³/h	中国市政工程华北设计院	1985
144	85S778(三)	标准图	慢滤池	净产水能力 10m³/h	中国市政工程华北设计院	1985
145	85S778(四)	标准图	慢滤池	净产水能力 14m³/h	中国市政工程华北设计院	1985
146	85S778(五)	标准图	慢滤池	净产水能力 20m³/h	中国市政工程华北设计院	1985
147	85S779(一)	标准图	快滤池	产水量 15m³/h	中国市政工程华北设计院	1985
148	85S779(二)	标准图	快滤池	产水量 30m³/h	中国市政工程华北设计院	1985
149	85S779(三)	标准图	快滤池	产水量 45m³/h	中国市政工程华北设计院	1985
150	85SS780(一)	试用图	地下水除铁滤池 产水量 15m³/h	产水量 15m³/h	中国市政工程华北设计院	1985

下一页》 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

给水排水标准图目录

下一页》 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

序号	图集号	标准类别	图集名称	图集主要内容	主编单位	编制日期
151	85SS780(二)	试用图	地下水除铁滤池 产水量 30m³/h	产水量 30m³/h	中国市政工程华北设计院	1985
152	85SS780(三)	试用图	地下水除铁滤池 产水量 45m³/h	产水量 45m³/h	中国市政工程华北设计院	1985

153	88S810	标准图	小型钢筋混凝土蓄水池	容积为 10～50m³	上海市政工程设计研究院	1996
154	96S823～833	标准图	圆形钢筋混凝土清水池 有效容积 50～1000m³	50、100、150、200、300、400、500、600、800、1000m³	上海市政工程设计研究院	1996
155	96S823～833	标准图	矩形钢筋混凝土清水池 有效容积 50～1000m³	50、100、150、200、300、400、500、600、800、1000m³	上海市政工程设计研究院	1996
156	96S834	标准图	2000m³ 钢筋混凝土清水池	圆形	上海市政工程设计研究院	1996
157	96S835	标准图	3000m³ 钢筋混凝土清水池	圆形	上海市政工程设计研究院	1996
158	96S836	标准图	2000m³ 钢筋混凝土清水池	矩形	上海市政工程设计研究院	1996
159	96S837	标准图	3000m³ 钢筋混凝土清水池	矩形	上海市政工程设计研究院	1996
160	96S838	标准图	4000m³ 钢筋混凝土清水池	矩形	上海市政工程设计研究院	1996
161	96S842(　)	标准图	100m³ 钢筋混凝土倒锥壳保温水塔	有效高度为 24、28、32m	铁道部专业设计院	1989
162	96S842(二)	标准图	150m³ 钢筋混凝土倒锥壳保温水塔	有效高度为 24、28、32m	铁道部专业设计院	1989
163	96S842(三)	标准图	200m³ 钢筋混凝土倒锥壳保温水塔	有效高度为 24、28、32m	铁道部专业设计院	1989
164	96S842(四)	标准图	300m³ 钢筋混凝土倒锥壳保温水塔	有效高度为 24、28　32m	铁道部专业设计院	1989
165	96S842(五)	标准图	400m³ 钢筋混凝土倒锥壳保温水塔	有效高度为 24、28、32m	铁道部专业设计院	1989

下一页》 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

给水排水标准图目录

下　页》 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

序号	图集号	标准类别	图集名称	图集主要内容	主编单位	编制日期
166	96S842(六)	标准图	500m³ 钢筋混凝土倒锥壳保温水塔	有效高度为 24、28、32m	铁道部专业设计院	1989
167	89S842-J	标准图	钢筋混凝土倒锥壳保温水塔基础图集	有效高度为 24、28、32m	铁道部专业设计院	1989
168	95S843-4	标准图	50m³ 钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.4μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995
169	95S843-5	标准图	50m³ 钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.6μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995
170	95S843-6	标准图	50m³ 钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.8μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995
171	95S843-10	标准图	100m³ 钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.4μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995
172	95S843-11	标准图	100m³ 钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.6μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995
173	95S843-12	标准图	100m³ 钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.8μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995
174	95S843-13	标准图	150m³ 钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.4μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995
175	95S843-14	标准图	150m³ 钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.6μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995
176	95S843-15	标准图	150m³ 钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.8μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995
177	95S843-16	标准图	200m³ 钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.4μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995
178	95S843-17	标准图	200m³ 钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.6μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995
179	95S843-18	标准图	200m³ 钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.8μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995
180	94S844 (一)～(三)	标准图	钢筋混凝土倒锥壳保温水塔 100、150、200m³	有效高度为 20、25、30、35m	冶金工业部长沙冶金设计研究院	1994

下一页》 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

第 13 页，文件名为 11.6（13）.htm：

给水排水标准图目录

序号	图集号	标准类别	图集名称	图集主要内容	主编单位	编制日期
166	96S842(六)	标准图	500m³钢筋混凝土倒锥壳保温水塔	有效高度为 24、28、32m	铁道部专业设计院	1989
167	89S842-J	标准图	钢筋混凝土倒锥壳保温水塔基础图集	有效高度为 24、28、32m	铁道部专业设计院	1989
168	95S843-4	标准图	50m³钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.4μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995
169	95S843-5	标准图	50m³钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.6μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995
170	95S843-6	标准图	50m³钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.8μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995
171	95S843-10	标准图	100m³钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.4μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995
172	95S843-11	标准图	100m³钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.6μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995
173	95S843-12	标准图	100m³钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.8μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995
174	95S843-13	标准图	150m³钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.4μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995
175	95S843-14	标准图	150m³钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.6μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995
176	95S843-15	标准图	150m³钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.8μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995
177	95S843-16	标准图	200m³钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.4μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995
178	95S843-17	标准图	200m³钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.6μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995
179	95S843-18	标准图	200m³钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.8μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995
180	95S843-19	标准图	200m³钢筋混凝土支架不保温水塔	基本风压 0.4μN/m²	上海市政工程设计研究院	1995

第 14 页，文件名为 11.6（14）.htm：

给水排水标准图目录

序号	图集号	标准类别	图集名称	图集主要内容	主编单位	编制日期
196	90S847(　)	标准图	100m³钢筋混凝土支筒保温水塔	有效高度为 20、24、32m	铁道部专业设计院	1990
197	90S847(二)	标准图	200m³钢筋混凝土支筒保温水塔	有效高度为 20、24、32m	铁道部专业设计院	1990
198	90S847(三)	标准图	300m³钢筋混凝土支筒保温水塔	有效高度为 20、24、32m	铁道部专业设计院	1990
199	90S847(四)	标准图	400m³钢筋混凝土支筒保温水塔	有效高度为 20、24、32m	铁道部专业设计院	1990
200	85S848	标准图	小型砖石圆形蓄水池	10～300m³	北京市市政设计院	1985
201	85S849(一)	标准图	15m³砖支筒保温水塔	H=16、20、24m	铁道部专业设计院	1985
202	85S849(二)	标准图	15m³砖支筒不保温水塔	H=16、20、24m	铁道部专业设计院	1985
203	90SS851	试用图	补气式气压给水设备选用安装图	最大给水量 10～100m³/h 最大工作压力为 0.47、0.77MPa	山东省冶金设计研究院	1990
204	91SS852(一)	试用图	隔膜式气压给水设备立式罐选用安装图	罐体总容积为 0.104～13.23m³ 最大工作压力为 0.6、1.0、1.5MPa	河北省建筑设计院	1991
205	91SS852(二)	试用图	隔膜式气压给水设备卧式罐选用安装图	罐体总容积为 1.636～23.074m³ 最大工作压力为 0.6、1.0、1.5MPa	河北省建筑设计院	1991

206	86SS901	试用图	农村给水工程(总册)	适用于人口在 5000 人以下的村镇给水，压力为 0.2～0.3MPa，最高不超过 0.4MPa，也可用于水型给水工程	北京市市政设计院	1986
207	S_1(上)	试用图	全国通用给水排水标准图集(合订本)	给水附属构筑物等	中国建筑标准设计研究所	1996
208	S_1(下)	试用图	全国通用给水排水标准图集(合订本)	给水附属构筑物等	中国建筑标准设计研究所	1996
209	S_2(上)	试用图	全国通用给水排水标准图集(合订本)	给水附属构筑物等	中国建筑标准设计研究所	1996
210	S_1(下)	试用图	全国通用给水排水标准图集(合订本)	给水附属构筑物等	中国建筑标准设计研究所	1996

下一页》 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

第 15 页，文件名为 11.6（15）.htm：

给水排水标准图目录

上一页》 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

序号	图集号	标准类别	图集名称	图集主要内容	主编单位	编制日期
211	S_3(上)		全国通用给水排水标准图集(合订本)	给排水零用件等	中国建筑标准设计研究所	1996
212	S_3(下)		全国通用给水排水标准图集(合订本)	给排水零用件等	中国建筑标准设计研究所	1996
213	90SG368	试用图	LS 型离心泵混凝土隔板台座	用阻尼弹簧减振器及橡胶挠性接管隔振	机电部工程设计研究院	1990
214	95SG371	试用图	多级离心泵混凝土隔板台座	配用阻尼弹簧隔振器或橡胶隔振垫及隔声罩	华东建筑设计研究院	1996
215	90D763	标准图	水箱及水池水位自动控制安装图集	工业、民用建筑中水塔、水池的水位自动控制	上海市政工程设计院	1990

上一页》 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

附录 1　AutoCAD 2000 命令简表

序号	命　令	功 能 简 介
1	3D	创建三维实体
2	3DARRAY	在三维空间阵列
3	3DCLIP*	激活交互式三维视图并打开 Adjust Clipping planes 对话框
4	3DCORBIT*	激活交互式三维视图并使对象在三维窗口中连续旋转
5	3DDISTANCE*	激活交互式三维视图并在窗口中移动对象
6	3DFACE	创建三维表面
7	3DMESH	创建三维网格面
8	3DORBIT*	激活三维动态观察器
9	3DPAN	激活交互式三维视图并拖动对象
10	3DPOLY	绘制三维多义线
11	3DSIN	插入 3DS 文件
12	3DSOUT	将当前图形输出到一个 3DS 文件
13	3DSWIEL*	激活交互式三维视图并模拟照相机转动的效果
14	3DZOOM	激活交互式三维视图并缩放视图
	A	
15	ABOUT	显示 AutoCAD 的有关信息
16	ACISOUT	输入一个 ACIS 文件
17	ADCCLOSE*	关闭 AutoCAD 2000 的设计中心
18	ADCENTER*	打开 AutoCAD 2000 的设计中心
19	ADCEAVIGATE*	把用户确定的文件名称、目录位置、网络路径指向 AutoCAD 设计中心的桌面
20	ALIGN	移动和旋转图形实体
21	APERTURE	改变目录捕捉框的大小
22	APPLOAD	装入一个 AutoLISP.ADS.ARX 程序
23	ARC	绘制圆弧
24	AREA	计算指定区域的周长和面积
25	ARRAY	图形阵列
26	ARX	加载或卸载 ARX 程序
27	ATTDEF	定义属性
28	ATTDISP	改变属性的可见性
29	ATTEDIT	编辑属性
30	ATTEXT	提取属性
31	ATTREDEF	重新定义块以及块中的属性
32	AUDIT	检查并修复图形文件数据
	B	
33	BACKGROUND	设置渲染背景
34	BASE	定义当前图形文件的插入点
35	BHATCH	图案填充
36	BLIPMODE	定义是否显示点取点标记
37	BLOCK	定义一个图块
38	BLOCKICON	为 AutoCAD 2000 以前版本中的图块建立预览图标
39	BMPOUT	把所选对象以 BMP 文件格式输出
40	BOUNDARY	创建区域
41	BOX	创建一个三维长方形实体
42	BREAK	切断图形实体
43	BROWSER	调用网络浏览器

续表

序号	命　令	功　能　简　介
	C	
44	CAL	打开 AutoCAD 的在线计划功能
45	CAMERA	设置相机与目标的位置
46	CHAMFER	倒直角
47	CHANGE	改变所选对象的特征点的位置或属性
48	CHPROP	编辑所选对象的颜色、线型、图形、线型比例、厚度、打印样式等属性
49	CIRCLE	绘制圆
50	CLOSE	关闭当前图形文件
51	COLOR	设置颜色
52	COMPILE	编辑型文件和 Post Script 文件
53	CONE	绘制三维圆锥实体
54	CONVERT	优化在 AutoCAD R13 及更早版本中绘制的多义线和关闭图形填充
55	COPY	复制对象
56	COPYBASE	复制指定基点的对象到剪贴板
57	COPYCLIP	复制对象到剪贴板
58	COPYHIST	复制命令到剪贴板
59	COPYLINK	把当前视图复制到剪贴板
60	CUTCLIP	剪切所选对象到剪贴板
61	CYLINDER	创建二维圆柱实体
	D	
62	DBCCLOSE	关闭数据库连接管理器
63	DBCONNECT*	提供外部数据库表的 AutoCAD 接口
64	DBLIST	列表显示当前图形文件中每个实体的信息
65	DDEDIT	编辑文本或属性
66	DDPTYPE	定义点的显示模式及大小
67	DDVPOINT	定义三维视点
68	DELAY	设置演示（Script）延时时间
69	DIM AND DIM1	进入尺寸标注状态
70	DIMALIGNED	标注平齐尺寸
71	DIMANGNLAR	标注角度尺寸
72	DIMBASELINE	基线标注尺寸
73	DIMCENTER	标注中心线或中心符号
74	DIMCONTINUE	连续尺寸标注
75	DIMDIAMETER	标注直径尺寸
76	DIMEDIT	编辑尺寸标注
77	DIMLINEAR	标注引线尺寸
78	DIMORDINATE	标注坐标尺寸
79	DIMOVERRIDE	忽略尺寸标注变量
80	DIMRADIUS	标注半径尺寸
81	DIMSTYLE	建立或编辑尺寸标注样式
82	DIMTEDIT	修改尺寸标注的文本位置
83	DIST	测量两点之间的距离
84	DIVIDE	等分实体
85	DONUT	绘制圆环
86	DRAGMODE	设置拖动方式（是否显示拖动对象的过程）
87	DRAWORDER	设置重复对象的显示次序
88	DSETTINGS*	设置栅格捕捉、栅格显示、极坐标及对象捕捉追踪模式
89	DSVIEWER	打开 Aerial View 窗口
90	DVIEW	视点动态设置
91	DWGPROPS*	设置、显示当前图形的特性

续表

序号	命　令	功 能 简 介
92	DXBIN	输入 DXF 文件
	E	
93	EDGE	设置三维曲面边界的是否可见
94	EDGESURF	绘制三维多边形曲面
95	ELEV	设置三维对象的标高
96	ELLIPSE	绘制椭圆和椭圆弧
97	ERASE	擦去图形实体
98	EXPLODE	分解图形实体
99	EXPORT	将图形保存为其他形式文件
100	EXPRESSPOOLS	激活 AutoCAD 2000 的 EXPRESS 工具
101	EXTEND	延长实体，使其与某一对象相交
102	EXTRUDE	把二维实体拉伸三维实体
	F	
103	FILL	设置对象是否填充
104	FILLET	倒圆角
105	FILTER	过滤选择实体
106	FIND	查找、替换文本
107	FOG	三维渲染的雾化设置
	G	
108	GRAPHSCR	将图形窗口切换为文本窗口
109	GRID	打开与关闭栅格显示功能
110	GROUP	建立目标选择组
	H	
111	HATCH	通过命令行进行图案填充
112	HATCHEDIT	编辑图案填充
113	HELP（F1）	提供在线帮助
114	HIDE	消隐三维图形的不可见线条
115	HYPERLINK*	给图形对象建立或编辑超级连接
116	HYPERLINKOPTTIONS*	设置超级链接的图形和提示的可见性
	I	
117	ID	显示指定点的坐标
118	IMAGE	将图形文件插入到图形文件中
119	IMAGEADGUST	设置图形的亮度和对比度
120	IMAGEATTACH	附着一图形文件到当前图形文件
121	IMAGECLIP	设置所选图形的边界的大小
122	IMAGEFRAME	设置是否显示图形的边框
123	IMAGEQUALITY	设置图形的显示质量
124	IMPORT	把其他格式文件插入到图形文件中
125	INSERT	在当前图形文件中插入图块
126	INSERTOBJ	在当前图形文件中插入 OLE 对象
127	INTERFERE	将多个实体的相交部分创建为一个单独的实体
128	INTERSECT	对三维实体求交
129	ISOPLANE	确定绘制轴测图时的坐标面
	L	
130	LAYER	建立与管理图层及其特性
131	LAYOUT*	建立与管理布局
132	LAYOUTWIZARD*	创建布局向导
133	LEADER	标注引线尺寸
134	LENGTHEN	拉伸对象
135	LIGHT	设置光源

续表

序号	命　令	功　能　简　介
136	LIMITS	设置绘图界限
137	LINE	绘制直线
138	LINETYPE	设置线型
139	LIST	显示实体信息
140	LOAD	装入图形文件
141	LOGFILEOFF	关闭日志文件
142	LOGFILEON	打开日志文件
143	LSEDIT	编辑场景
144	LSLIB	管理场景库
145	LSNEW	建立新场景
146	LTSCALE	设置线型比例
147	LWEIGHT*	设置线宽
	M	
148	MASSPROP	显示实体质量特性
149	MATCHPROP	复制属性
150	MATLIB	管理材质库
151	MEASURE	以指定长度测量实体
152	MENU	加载菜单文件
153	MENUNLOAD	加载部分主菜单
154	MENUUNLOAD	卸载部分主菜单
155	MINSERT	按阵列插入图块
156	MIRROR	镜像实体
157	MIRROR3D	三维镜像实体
158	MLEDIT	编辑复合线
159	MLINE	绘制复合线
160	MLETYLE	定义复合线线型
161	MODEL*	切换到模型选项卡
162	MOVE	移动图形实体
163	MSLIDE	创建幻灯片
164	MSPACE	在布局选项卡中切换到模型空间
165	MTEXT	标注多行文本
166	MULTIPLE	反复执行上一次命令直至按 ESC 键退出
167	MVIEW	创建多个视窗
168	MXSETUP	设置视口
	N	
169	NEW	建立新图形文件
	O	
170	OFFSET	偏移复制实体
171	OLELINKS	更新、修改、取消已存在的 OLE 链接
172	OLESCALE*	打开 OLE PROPERTIES 对话框
173	OOPS	恢复最后被删除的图形对象
174	OPEN	打开图形文件
175	OPTION*	优化 AUCAD 的各项设置
176	ORTHO	打开与关闭正交绘图功能
177	OSNAP	设置目标捕捉方式和捕捉框的大小
	P	
178	PAGESETUP*	设置页面
179	PAN	视图平移
180	PARTIALOAD*	部分加载文件
181	PARTIALOPEN*	把指定视图加载到图形中

续表

序号	命　令	功　能　简　介
182	PASTEBLOCK*	粘贴块到新图形中
183	PASTECLIP	把剪贴板中的图形粘贴到当前图形中
184	PASTEORIG*	按原图中的坐标把对象粘贴到新图形文件中
185	PASTESPEC	把剪切板中的数据粘贴到当前文件中，并控制数据的格式
186	PCINWIZARD*	显示输入 PCP 和 PC2 向导
187	PEDIT	编辑多义线
188	PFACE	建立一个 M*N 的三维多边形网格面
189	PLAN	显示当前坐标系统的平面观察图形
190	PLINE	绘制多义线
191	PLOT	打印输出图形
192	PLOTSTYLE*	为新对象或指定的对象设置打印样式
193	PLOTTERMANAGER*	管理打印机
194	POINT	绘制点
195	POLYGON	绘制正多边形
196	PROPERTIES*	设置对象的特性
197	PROPERTIESCLOSE*	关闭“特性”对话框
198	PSDRAG	控制 Post Script 图像的显示
199	PSETUPIN*	在新图形文件中输入已定义的页面设置
200	PSFILL	用 Post Script 图形填充二维多义线
201	PSIN	输入 Post Script 文件
202	PSOUT	输出 Post Script 文件
203	PSPACE	从模型空间切换到图纸空间
204	PURGE	删除所有的图块、图层、线型、形、尺寸标注样式、文本样式等
	Q	
205	QDIM*	快速标注尺寸
206	QLEADER*	快速标注引线型尺寸
207	QSAVE	快速保存文件
208	QSELECT	快速生成基于过滤条件的选择集
209	QTEXT	设置文本是否快速显示模式
210	QUIT	退出 AutoCAD
	R	
211	RAY	绘制射线
212	RECOVER	复制图形文件
213	RECTANG	绘制矩形
214	REDEFING	恢复 AutoCAD 的内部命令
215	REDO	恢复由 Undo 废除的命令执行
216	REDRAW	重复绘制图形
217	REDRAWALL	重新绘制所有视区中的命令
218	REFCLOSE*	关闭外部参照
219	REFEDIT*	编辑外部参照
220	REFSET*	填加或删除外部参照中的图形
221	REGEN	重新计算、生成当前视区中的图形
222	REGENALL	重新计算、生成所有视区中的图形
223	REGENAUTO	设置是否重新生成图形
224	REGION	建立一个面域
225	REINIT	重新初始化 AutoCAD 的通信端口
226	RENAME	更改对实体的命名
227	RENDER	渲染实体
228	RENDSCR	重新显示渲染图
229	REPLAY	重新显示 BMP.TGE 和 TIFF 图像文件

续表

序号	命　令	功 能 简 介
230	RESUME	继续执行中断的脚本文件
231	REVOLVE	把二维图形通过旋转生成三维图形
232	REVSURF	绘制旋转曲面
233	RMAT	设置材质
234	ROTATE	旋转图形实体
235	ROTATE3D	三维旋转
236	RPREF	设置渲染参数
237	RSCRIPT	建立脚本文件
238	RULESURF	绘制直纹面
	S	
239	SAVE	保存图形文件
240	SAVEAS	换名保存图形文件
241	SAVEIMG	保存渲染文件
242	SCALE	比例缩放实体
243	SCENE	管理场景
244	SCRIPT	自动批处理 AutoCAD 命令
245	SECTION	生成剖面
246	SELECT	选择实体
247	SETUV	设置渲染实体的特性
248	SETVAR	设置 AutoCAD 的系统变量
249	SHADEMODE*	明暗处理当前视区
250	SHAPE	插入图形文件
251	SHELL	切换到 DOS 环境下
252	SHOWMAT	显示实体材质类型
253	SKETCH	绘制草图
254	SLICE	建立实体的切片
255	SNAP	设置目标捕捉功能
256	SOLDRAW	在用 SOLVIEW 命令创建的视图中生成轮廓和截面
257	SOLID	绘制填充的多边形
258	SOLIDEDIT*	绘制三维实体的面与边
259	SOLPROF	绘制三维实体的轮廓图像
260	SOLVIEW	创建三维实体的平面视窗
261	SPELL	检查文本的拼写
262	SPHERE	绘制球体
263	SPLINE	绘制样条曲线
264	SPLINEDIT	编辑样条曲线
265	STATS	显示渲染实体的统计信息
266	STATUS	显示图形统计信息
267	STLOUT	以 ASCII 或二进制文件保存实体
268	STRETCH	拉伸实体
269	STYLE	创建文本标注样式
270	STYLESMANAGER*	显示打印样式管理器
271	SUBTRACT	布尔运算的求差运算
272	SYSWINDOWS	控制 AutoCAD 的窗口显示方式
	T	
273	TABLET	设置数字化仪
274	TABSURF	绘制拉伸曲面
275	TEXT	单行标注文本
276	TEXTSCR	切换到文本窗口
277	TIME	查询时间

续表

序号	命　令	功 能 简 介
278	TOLERANCE	建立尺寸公差
279	TOOLBAR	设置工具栏
280	TORUS	创建圆环实体
281	TRACE	绘制轨迹线
282	TRANSPARENCY	控制图像的背景像素是否透明
283	TREESTAT	显示当前图形文件路径信息
284	TRIM	剪切实体
	U	
285	U	撤消上一操作
286	USC	建立用户坐标系
287	UCSICON	设置是否显示坐标系图标
288	UCSMAN*	管理已定义的用户坐标系
289	UNDEFINE*	覆盖 AutoCAD 的内部命令
290	UNDO	撤消操作
291	UNION	布尔运算的求并运算
292	UNITS	设置单位
	V	
293	VBAIDE*	显示 Visual Basic 编辑器
294	VBALOAD*	装载一个全局 VBA 工程
295	VBAMAN*	加载、卸载、保存、创建、嵌入、提取 VBA 工程
296	VBARUN*	运行一个 VBA 宏
297	VBASTMT*	在 AutoCAD 命令行执行 VBA 语句
298	VBAUNLOAD*	卸载全局 VBA 工程
299	VIEW	保存视图
300	VIEWRES	设置当前视窗中目标重新生成的分辨率
301	VLISP	显示 Visual LISP 开发环境
302	VPCLIP	剪裁视图对象
303	VPLAYER	设置视区中层的可见性
304	VPOINT	设置三维视点
305	VPORTS	分割视窗
306	VSLIDE	显示幻灯文件
	W	
307	WBLOCK	建立广义块
308	WEDGE	绘制楔形体
309	WHOHAS*	显示当前图形的所有权信息
310	WMFIN	输入 Windows 应用软件格式的文件
311	WMFOPTS	设置 WMFIN 命令的选项
312	WMFOUT	以 WMF 格式输出文件
	X	
313	XATACH	附着外部引用文件到当前图形
314	XBIND	将外部参照依赖符永久地溶入当前图形文件中
315	XCLIP	定义剪切板边界
316	XLINE	绘制结构线
317	XPLODE	分离单元物体
318	XREF	外部参照
	Z	
319	ZOOM	视图缩放

附录 2　AutoCAD 2000 系统变量表

变 量 名	变 量 说 明	变量类型	初始值	备注
ACADLISPASDOC	控制是在每一个图形中都加载 acad.lsp 文件或仅在启动 AutoCAD 时加载 -0，仅在启动 AutoCAD 时加载 -1，在每一个图形中都加载 acad.lsp	整型	0	
ACADPREFIX	保存 AutoCAD 路径	字符串		只读
ACADVER	保存 AutoCAD 的版本号	字符串		只读
ACISOUTVER	设置用 ACISOUT 命令创建的 SAT 文件的 ACIS 版本	整型	40	
AFLAGS	控制属性的特征码 -0，未定义属性特征 -1，属性可见 =2，属性恒定 -4，验证属性 =8，预置属性	整型	0	
ANGBASE	设置 0 角度方向	实型	0.0000	
ANGDIR	设置角度正方向 =0，逆时针方向为正方向 -1，顺时针方向为正方向	整型	0	
APBOX	打开与关闭目标自动捕捉功能 =0，关闭 1，打开	整型	0	
APERTURE	设置目标捕捉框的大小	整型	10	
AREA	保存有 AREA，LIST，DBLIST 命令计算的周长与面积	实型		只读
ATTDIA	是否用对话框输入属性值 -0，在命令行输入属性值 -1，用对话框输入属性值	整型	0	
ATTMODE	控制属性的显示方式 =0，不显示 =1，正常显示 -2，全部显示	整型	1	
ATTREQ	插入块时，是否使用属性缺省值。 =0，使用缺省值 -1，重新输入属性	整型	1	
AUDITCTL	是否建立 ADT 文件 -0，不建立 =1，建立	整型	0	
AUNITS	设置角度单位 =0，十进制 -1，度/分/秒 =2，梯度制 =3，弧度制 =4，勘测制	整型	0	
AUPREC	角度单位的小数位数	整型	0	
AUTOSNAP	设置是否显示自动捕捉功能标记	整型	0	
BACKZ	当前视区的后裁剪平面的偏移量	实型		只读
BINDTYPE	控制如何插入 XREF 中的命名对象	整型	0	

续表

变 量 名	变 量 说 明	变量类型	初始值	备注
BLIPMODE	控制是否显示点取操作标记 =0，不显示 =1，显示	整型	0	
CDATE	设置时间与日期	实型		只读
CECOLOR	设置颜色	字符串	BYLAYER	
CSLTSCALE	设置当前线型比例	实型	1.0000	
CELTYPE	设置线型	字符串	BYLAYER	
CELWEIGHT	设置线宽	字符串	VYLAYER	
CHAMFERA	设置倒角第一边的距离	实型	0.0000	
CHAMFERB	设置倒角第二边的距离	实型	0.0000	
CHAMFERC	设置倒角长度	实型	0.0000	
CHAMFERD	设置倒角角度	实型	0.0000	
CHAMMODE	设置倒角时的参数输入方式 =0，输入两个倒角边的距离 =1，输入一个倒角边距离和一角度	整型	0	
CIRCLERAD	设置圆半径的缺省值	实型	0.0000	
CLAYER	设置当前图层	字符串	0	
CMDACTIVE	控制 AutoCAD 普通命令、透明命令、自动执行命令、或对话框是否有效	整型		只读
CMDECHO	设置使用 AutoLISP 命令或函数时在命令提示行是否显示提示 =0，不显示 =1，显示	整型	1	
CMENAMES	显示当前运行的普通命令和透明命令名称	字符串		只读
CMLJUST	设置复合线的排列对齐方式 =0，顶部对齐 =1，零线对齐	整型	0	
	=2，底部对齐			
CMLSCALE	设置复合线的全局宽度	实型	1.0000	
CMLSTYLE	设置当前复合线样式名	字符串	STANDARD	
COMPASS	确定在当前视区中是否显示指南针 =0，不显示 =1，显示	整型	0	
COORDS	设置在状态条上显示光标位置的方式 =0，显示静态绝对直角坐标 =1，显示动态绝对直角坐标 =2，显示动态相对极坐标	整型	1	
CPLOTSTYLE	确定对象的当前打印样式	字符串	BYLAYER	
CPROFILE	保存当前草图的名字	字符串		只读
CTAB	返回图形中当前选项卡的名字	字符串		只读
CURSORSIZE	设置十字光标的显示大小	整型	0.5	
CVPORT	设置当前视区的描述代号	整型	2	
DATE	存储当前的日期和时间	实型		只读
DBMOD	记录图形的修改情况 =1，对象数据库被修改 =4，数据库变量被修改 =8，窗口被修改 =16，视图被修改	整型	1	
DCTCUST	显示当前拼写检查字典的路径与文件名	字符串	" "	
DCTMAIN	显示当前拼写检查字典的文件名	字符串		
DEFLPLSTYLE	定义新图层的默认输入样式	字符串		

续表

变 量 名	变 量 说 明	变量类型	初始值	备注
DEFPLSTYLE	定义新对象的默认输入样式	字符串		
DELOBJ	控制用于建立其他对象的对象是保留在数据库中，还是从数据库中删除 -0，保留 -1，删除	整型	0	
DEMANDLOAD	当 AutoCAD 打开由其他应用程序所定制的图形对象时，控制是否加载该应用程序	整型	3	
DIASTAT	对话框的退出方式 =0，通过“CANCEL”退出 =1，通过“OK”退出	整型		只读
DIMADCE	控制角度尺寸文本的精度	整型	-1	
DIMALT	控制在尺寸标注时是否使用参考单位 =OFF，不使用 =ON，使用	开关	OFF	
DIMALTD	设置参考单位的小数点精度	整型	2	
DIMALTF	设置参考单位的比例系数	实型	25.40000	
DIMALTRND	设置参考单位的舍入值	实型	0.00	
DIMALTTD	设置参考单位的公差精度	整型	2	
DIMALTTZ	设置参考单位的公差文本的零抑制	整型	0	
DIMALTU	设置参考单位	整型	2	
DIMALTZ	设置参考单位的公差文本的零抑制	整型	0	
DIMAPOST	设置参考单位的前缀、后缀	字符串	" "	
DIMASO	控制是否为关联性尺寸标注 =ON，关联性尺寸标注 =OFF，非关联性尺寸标注	开关	ON	
DIMASZ	保存尺寸箭头的大小	实型	0.1800	
DIMATFIT	控制尺寸文本与箭头的位置	整型	3	
DIMAUNIT	设置角度尺寸的单位 0=十进制 1=度/分/秒 2=梯度制 3=弧度制 4=勘测制	整型	0	
DIMAZIN	设置在尺寸端部显示的块	整型	0	
DIMBLK	设置用户自定义尺寸箭头的图块名	字符串	" "	
DIMBLK1	第一尺寸箭头的图块名	字符串	" "	
DIMBLK2	第二尺寸箭头的图块名	字符串	" "	
DIMCEN	设置圆心标记的大小	实型	0.0900	
DIMCLRD	设置尺寸线的颜色	整型	0	
DIMCLRT	设置尺寸界线的颜色	整型	0	
DIMDEC	设置基本尺寸的小数点精度	整型	4	
DIMDLE	设置尺寸线超出尺寸界线的距离	实型	0.0000	
DIMDLI	基线标注时尺寸线之间的距离	实型	0.3800	
DIMDSEP	建立单位是小数的尺寸时，确定小数分割符	符号	小数点	
DIMEXE	设置尺寸界线超出尺寸线的距离	实型	0.1800	
DIMEXO	设置尺寸线离开标注点的距离	实型	0.0625	
DIMFIT	根据两尺寸界线之间的距离，控制尺寸文本、尺寸箭头的放置位置	整型	3	
DIMFRAC	设置分数的格式	整型	0	
DIMGAP	尺寸线与尺寸文本之间的距离	实型	0.09	

续表

变 量 名	变 量 说 明	变量类型	初始值	备注
DIMJUST	尺寸文本与尺寸线的对正方式	整型	3	
DIMLDRBLK	引线标注时的箭头类型	字符串	0	
DIMLFAC	设置长度型尺寸单位的比例系数	实型	1.0000	
DIMLIM	控制是否按缺省尺寸文本标注极限尺寸 =ON，按缺省尺寸文本标注极限尺寸 OFF，不按缺省尺寸文本标注极限尺寸	开关	OFF	
DIMLUNIT	设置除角度尺寸以外的所有尺寸单位	开关	OFF	
DIMLWD	设置尺寸线线宽	字符串	BYBLOCK	
DIMLWE	设置尺寸界线线宽	字符串	BYBLOCK	
DIMPOST	设置尺寸文本的前缀和后缀	字符串	" "	
DIMRND	尺寸数值的舍入值	实型	0.0000	
DIMSAH	控制是否使用用户自定义箭头 =ON，使用用户自定义箭头 =OFF，不使用用户自定义箭头	开关	OFF	
DIMSCALE	保存尺寸标注总体比例系数	实型	1.0000	
DIMSD1	控制是否标注第一尺寸线 =ON，不标注第一尺寸线 =OFF，标注第一尺寸线	开关	OFF	
DIMSD2	控制是否标注第二尺寸线 =ON，不标注第二尺寸线 =OFF，标注第二尺寸线	开关	OFF	
DIMSE1	控制是否标注第一尺寸界线 =ON，不标注第一尺寸界线 =OFF，标注第一尺寸界线	开关	OFF	
DIMSE2	控制是否标注第二尺寸界线 =ON，不标注第二尺寸界线 =OFF，标注第二尺寸界线	开关	OFF	
DIMSHO	控制当拖动尺寸时是否动态更新尺寸标注文本	开关	ON	
DIMSOXD	控制位于尺寸界线之外的尺寸线	开关	OFF	
DIMSTYLE	当前尺寸标注样式名	字符串	STANDARD	
DIMTDA	设置尺寸文本相对于尺寸线的垂直位置	整型	0	
DIMTDEC	设置尺寸公差文本的小数点精度	整型	4	
DIMTFAC	设置尺寸公差文本相对于尺寸文本的字高比例系数	实型	1.0000	
DIMTIH	控制尺寸文本的位置	开关	ON	
DIMTIX	控制尺寸文本是否标注在尺寸界线内 =ON，是 =OFF，否	开关	OFF	
DIMTM	保存尺寸下偏差值	实型	0.0000	
DIMTMOVE	尺寸文字移动规则	整型	0	
DIMTOFL	当尺寸文本标注在尺寸界线之外时，是否在尺寸界线内画出尺寸线 =ON，画出 =OFF，不画出	开关	OFF	
DIMTOH	当尺寸文本标注在尺寸界线之外时，尺寸文本是否水平标注 =ON，水平标注 =OFF，不水平标注	开关	ON	
DIMTOL	控制是否标注尺寸公差 =ON，标注 =OFF，不标注	开关	OFF	

续表

变 量 名	变 量 说 明	变量类型	初始值	备注
DIMTOLJ	设置尺寸公差文本的对齐方式 =0，下对齐 =1，中对齐 =2，上对齐	整型	1	
DIMTP	保存尺寸下偏差值	实型	0.0000	
DIMTSZ	设置短斜线箭头的大小	实型	0.0000	
DIMTVP	控制尺寸文本的垂直位置	实型	0.0000	
DIMTXSTY	保存尺寸文本样式名称	字符串	STANDARD	
DIMTXT	设置尺寸文本的字高	实型	0.1800	
DIMTZIN	控制尺寸文本公差的零抑制	整型	0	
DIMUNIT	设置尺寸单位	整型	2	
DIMUPT	控制是否由用户确定尺寸文本的标注位置 =ON，是 =OFF，否	开关	ON	
DIMZIN	控制尺寸文本的零抑制	整型	3	
DISPSILH	控制是否显示线框模型轮廓线 =0，显示 =1，不显示	整型	0	
DISTANCE	保存最近一次用 DIST 命令测量的两点间距离值	实型		只读
DONUTID	保存圆环内径	实型	0.5000	
DONUTOD	保存圆环外径	实型	1.0000	
DRAGMODE	控制实体的拖动显示方式 =0，不显示 =1，只在执行 DRAG 命令时才显示 =2，自动显示	整型	2	
DRAGP1	设置重新生成或拖动时的抽样速度	整型	10	
DRAGP2	设置快速生成或拖动时的抽样速度	整型	25	
DWGCHECK	确定图形上一次是否由 AutoCAD 以外的软件编辑	整型	0	
DWGCODEPAGE	与系统变量 SYSCODEPAGE 功能相同	字符串		只读
DWGNAME	用户的图形文件名	字符串		只读
DWGPREFIX	保存图形文件的驱动器和目录	字符串		只读
DWGTITLED	显示当前图形文件是否已命名 =0，未命名 =1，已命名	整型		只读
EDGEMODE	使用 TRIM、EXTEND 命令时，设置边界的状态	整型	0	
ELEVATION	保存基面高度	实型	0.0000	
EXPERT	设置某些命令发出时的提示信息	整型	0	
EXPLMODE	设置 EXPLODE 命令是否支持不是相同比例（NUS）的图块 =0，不炸开 NUS 的图块 =1，炸开 NUS 的图块	实型	1	
EXTMAX	保存绘图范围的右上角坐标	三维坐标点		只读
EXTMIN	保存绘图范围的左下角坐标	三维坐标点		只读
EXTNAMES	为存储在符号表中的命名对象名称设置参数	整型	1	
FACETRATIO	ACIS 圆柱和锥体实体面的比例	整型	0	
FACETRES	设置渲染、消隐等操作的光滑程度，取 0.01 到 10.0	实型	1	
FILEDIA	设置在进行文件操作时，是否使用对话框 =0，不使用对话框 =1，使用对话框	整型	0	
FILLETRAD	保存倒圆角的半径值	实型	0.5	
FILLMODE	设置有宽线的填充状态 =0，不填充 =1，填充	整型	1	

续表

变 量 名	变 量 说 明	变量类型	初始值	备注
FONTALT	设置当 AutoCAD 找不到指定字体时的替换字体	字符串	Simplex.shx	
FONTMAP	指定使用的字体映射文件	字符串	" "	
FRONTZ	设置当前视区的前裁剪平面偏移量	实型		只读
FULLOPEN	说明当前视区是否为部分打开	整型		只读
GRIDMODE	设置是否显示栅格 =0，不显示 =1，显示	整型	0	
GRIDUNIT	设置当前视区栅格在 X，Y 方向的间距	二维点	0.0000,0.0000	
GRIPBLOCK	设置显示块中的特征点的方式 =0，显示块的插入点 =1，显示块中对象的所有特征点	整型	0	
GRIPCOLOR	设置冷态夹持点的颜色，取值 1~255	整型	5	
GRIPHOT	设置热态夹持点的颜色，取值 1~255	整型	1	
GRIPS	控制是否使用夹持点 =0，不使用夹持点 =1，使用夹持点	整型	1	
GRIPSIZE	设置夹持点框的大小	整型	3	
HANDLES	显示实体对象的描述文字	整型	0	只读
HIDEPRECISION	消隐和着色的精度 =0，单精度 =1，双精度	整型	0	
HIGHLIGHT	控制选中实体是否高亮显示 =0，不高亮显示 =1，高亮显示	整型	1	
HPANG	缺省的填充图案角度	实型	0.0000	
HPBOUND	设置由 BHATCH 或 BOUDARY 命令建立的对象类型 =0，建立的为面域 =1，建立的为多义线	实型	1	
HPDOUBLE	是否双向显示用户定义的简单填充图案 =0，不双向显示 =1，双向显示	整型	0	
HPNAME	缺省的填充图案	字符串	ANSI31	
HPSCALE	图案填充比例	实型	1.0000	
HPSPACE	保存用户定义的简单图案的线间隔	实型	1.0000	
HYPERLINKBASE	保存图形中超级链接的路径	字符串	" "	
IMAGEHLT	设置是高亮显示整个光栅图像还是高亮显示图像边框	整型	0	
INDEXCTL	控制是否建立图层并存储于图形文件中	整型	0	
INETLOCATION	存储由 BROWSER 命令字符串和浏览 Web 对话框使用的 Internet 位置	字符串	www.autodesk.com/acadu-ser	
INSBASE	保存用 BASE 命令设置的插入基点	三维点	0.0000，0.0000，0.0000	
INSNAME	设置由 INSERT 命令插入的块的缺省名	字符串	" "	只读
INSUNITS	设置从 AutoCAD 设计中心拖动插入块时的图形单位	整型	0	
INSUNITSDEFSOURCE	设置源内容的单位	整型	0	
INSUNITSDEFTARGET	设置目标图形单位	整型	0	
ISAVEBAK	控制是否建立备份文件（.BAK 文件） =0，不建立备份文件 =1，建立备份文件	整型	1	

续表

变 量 名	变 量 说 明	变量类型	初始值	备注
ISAVEPERCENT	确定图形文件的废空间量，有效范围是 0 到 100	整型	50	
ISOLINES	确定实体面上的网格线密度，有效范围为 0 到 2047	整型	4	
LASTANGLE	保存最近一次所画的圆弧的终止角	实型		只读
LASTPOINT	保存最近一次所画点的三维坐标	三维坐标点	0.0000，0.0000，0.0000	
LASTPROMPT	保存最近一次显示在命令行的字符串信息	字符串	" "	
LENSLENGTH	保存当前视窗中透视图所使用的镜头长度（单位：mm）	实型	50.0000	只读
LIMCHECK	控制是否能在图形界限之外绘图 =0，能 =1，不能	整型	0	
LIMMAX	保存绘图界限的右上角坐标	二维坐标点	12.0000，9.0000	
LIMMIN	保存绘图界限的左下角坐标	二维坐标点	0.0000，0.0000	
LISPINT	当打开新图形时，控制是否存储由 AutoLISP 定义的函数和变量	整型	1	
LOCALE	显示当前运行的 AutoCAD 版本的 ISO 语言代码，该代码随用户所在的国家或地区的不同而不同	字符串	中国大陆的 ISO 语言代码为“chs”	只读
LOGFILEMODE	控制是否把文本窗口的内容写入日志文件	整型	0	
LOGFILENAME	设置日志文件的路径和文件名	字符串		只读
LOGFILEPATH	设置所有图形 LOG 文件的路径和名称	字符串		
LOGINNAME	显示培植或装入 AutoCAD 时用户的名字	字符串		
LTSCALE	设置全局线型比例系数	实型	1.0000	
LUNITS	设置长度单位制 =1，科学制 =2，十进制 =3，工程制 =4，建筑制 =5，分数制	整型	2	
LUPREC	设置长度单位的小数点位数	整型	4	
LWDISPLAY	控制在模型或布局选项卡中是否按线宽显示	整型	1	
LWUNITS	设置线宽的单位	整型	1	
MAXACTVP	能同时激活的最多视区的数量	整型	16	
MAXOBJMEN	设置对象页以及 AutoCAD 允许图形使用的实际最大内存	整型	0	
MAXSORT	设置用列表命令排序的文件名的最大数目	整型	200	
MBUTTONPAN	确定指定设备的第三个按钮的作用	整型	1	
MEASUREMENT	把图形单位设置成公制或英制	整型	1	
MENUCTL	控制键入命令时，屏幕上是否显示相应的子命令选项 =0，不显示 =1，显示	整型	1	
MENUECHO	设置菜单的回显与提示 =1，抑制菜单项的回显（菜单项中的^P 可以切换回显） =2，抑制系统提示的显示	整型	0	
MENUECHO	=4，取消菜单项中^P 的切换响应作用 =8，打印 DIESEL 宏的输入、输出字符串，以帮助用户进行调试			
MENUNAME	菜单文件名	字符串		只读
MIRRTEXT	当对图形实体进行镜像操作时，控制文本是否镜像 =0，不镜像 =1，镜像	整型	1	
MODEMACRO	设置状态栏上所显示字符串的内容	字符串	" "	
MTEXTTED	设置编辑 MTEXT 实体的程序名称			

续表

变 量 名	变 量 说 明	变量类型	初始值	备注
NOMUTT	抑制消息显示			
OFFSETDIST	设置缺省的偏移复制的距离 <0，通过定点（Through）偏移复制 >0，设置缺省的偏移复制距离	实型	1.0000	
OFFSETGAPTYPE	多义线的偏移复制方式	整型	1	
OLEHIDE	控制 OLE 对象在图中的显示	整型	0	
OLEQUALITY	控制嵌套 OLE 对象的缺省质量级	整型	3	
OLESTARTUP	打印时是否加载嵌套 OLE 对象的源应用程序	整型	0	
ORTHOMODE	设置绘图时是否使用正交方式 =0，关闭正交方式 =1，打开正交方式	整型	0	
OSMODE	设置对象的捕捉类型 =0，不捕捉 =1，捕捉端点 =2，捕捉中点 =4，捕捉圆心 =8，捕捉节点 =16，捕捉象限点 =32，捕捉交点 =64，捕捉插入点 =128，捕捉垂足点 =256，捕捉切点 =512，捕捉最近点 =1024，快速捕捉 =2048，捕捉投影交点 =4096，捕捉延伸点 =8192，捕捉平行点	整型	0	
MENUNAME	菜单文件名	字符串		只读
OSNAPCOORD	控制从命令行上输入的坐标是否覆盖正进行的对象捕捉	整型	2	
PAPERUPDATE	当打印布局的图纸尺寸与打印配置文件中的缺省配置不同时，是否显示警告对话框	整型	0	
PDMODE	设置点的显示类型	整型	0	
PDSIZE	设置点的显示尺寸 =0，以 5%的图形区域高度建立点 >0，确定点的绝对尺寸 <0，确定视区尺寸的百分比	实型	0.0000	
PERIMETER	记录最后一次由 AREA,LIST,DBLIST 命令计算出的周长	实型	0.0000	只读
PFACEVMAX	设置每个面上的顶点的最大数目	整型	4	只读
PICKADD	设置是否以添加的方式选择实体对象，以建立选择集	整型	1	
PICKAUTO	控制当提示“Select objects:”时，是否自动设置为窗口选择方式 =0，不自动 =1，自动	整型	1	
PICKBOX	设置目标选择框高度（以像素为单位）	整型	3	
PICKDRAG	设置选择窗口的建立方式 =0，用鼠标选择第一、第二个对角点以确定选择窗口 =1，确定第一个对角点后，按下鼠标并拖至第二个对角点处松开鼠标以确定选择窗口	整型	0	
PICKFIRST	设置对象的选择方法 =0，按调用命令，然后选择对象 =1，允许先选择对象，然后调用命令	整型	1	

续表

变 量 名	变 量 说 明	变量类型	初始值	备注
PICKSTYLE	控制是否使用目标组和关联性区域图案填充 -0，不使用目标组和关联性区域图案填充 -1，使用目标组选择实体 -2，使用关联性区域图案填充 =3，使用目标组和关联性区域图案填充	整型	1	
PLATFORM	显示 AutoCAD 所用的系统平台	字符串		只读
PLINEGEN	设置用非连续线线型绘制多义线时，顶点的生成形式	整型	0	
PLINEWID	保存多义线的缺省宽度	实型	0.0000	
PLOTID	根据绘图仪描述字符改变缺省的绘图仪	字符串	" "	
PLOTROTMODE	控制图形输出时的方向 -0，旋转 =1，不旋转	整型	1	
PLOTTER	根据绘图仪序列号改变缺省的绘图仪	整型	0	
PLQUIET	控制批打印时对话框的显示内容	整型	0	
POLARADDANG	保存用户定义的极坐标角度	字符串		
POLARANG	设置极坐标角度增量	实型	90	
POLARDIST	设置捕捉增量	实型	0.0000	
POLARMODE	设置对象捕捉追踪功能	整型	1	
POLYSIDES	设置由 POLYGON 绘制的正多边形的缺省边数，取值 3～1024	整型	4	
POPUPS	显示当前所配置的显示驱动程序的状态 =0，不支持对话框、菜单栏、下拉菜单、图标菜单 =1，支持对话框、菜单栏、下拉菜单、图标菜单	整型		只读
PRODUCT	产品名	字符串	AutoCAD	只读
PROGRAM	程序名	字符串	acad	只读
PROJECTNAME	设置工程名	字符串		
PROJMODE	设置与 TRIM 或 EXTEND 命令相对应的当前投影方式 0，真三维方式（不投影） 1，投影到当前 UCS 的 XY 平面上 =2，投影到当前的视图平面上	整型	1	
PROYYNOTICE	当打开由应用程序创建的含有定制对象的图形时，如果这个应用程序不存在，该变量控制 AutoCAD 是否显示相应的警告 -0，不显示 =1，显示	整型		
PROXYSHOW	设置图形中定制目标的显示状态	整型	1	
PSLTSCALE	控制图纸空间线型比例系数 =0，无特殊的线型比例系数 =1，在视区内设置线型比例	整型	1	
PSPROLOG	给 ACAD.PSF 格式文件的程序段赋名	字符串		
PSQUALITY	控制 PostScript 图像的渲染质量及是否填充该图像 =0，不生成 PostScript 图像 >0，数值为每个绘图单位的像素个数	整型	75	
PSTYLEMODE	设置当前图形是在颜色打印样式还是在命名打印样式模式下 0，使用命名打印样式 1，使用颜色打印样式	整型	0	
PSTYLEPOLICY	控制对象颜色属性是否和打印样式关联	整型	1	
PSVPSCALE	设置新视图的比例因子	实型	0	
PUCSBASE	设置图纸空间下 UCS 原点和方向的用户坐标系名	字符串		
QTEXTMODE	设置是否使用快速显示文字方式 =0，不使用 =1，使用	整型	0	

续表

变 量 名	变 量 说 明	变量类型	初始值	备注
RASTERPRE VIEW	设置是否建立图形的 BMP 预览图像 0，建立 -1，不建立	整型	0	
REFEDITNAME	记录图形是否处于参照编辑状态并保存参照文件名	字符串	" "	只读
REGENMODE	控制是否自动重新生成图形 -0，不自动生成 1，自动生成	整型	1	
RE-INIT	设置重新初始化 I/O 端口、数字化仪、显示器、绘图仪和 ACAD.PGP 文件的代码	整型	0	
RTDISPLAY	缩放和移动中控制光栅的显示状态 -0，全部显示 1，只显示轮廓	整型	1	
SAVEFILE	设置自动保存的文件名	字符串	Auto.sv$	只读
SAVEFILEPATH	设置自动保存文件的路径	字符串	" "	只读
SAVENAME	用户存储文件的文件名和路径	字符串	" "	只读
SAVETIME	设置自动保存的时间间隔	整型	120	
SAVEFILEPATH	设置自动保存文件的路径	字符串	" "	只读
SCREENBOXES	保存屏幕菜单区的大小	整型	26	只读
SCREENMODE	设置当前屏幕显示状态	整型		只读
SCREENSIZE	以像素为单位存储当前视区的大小	二维坐标点		只读
SDI	控制 AutoCAD 是否进行多文档操作	整型	0	
SHADEDGE	设置 SHADE 命令中的着色显示方式 =0，面着色处理，边不亮显 =1，面着色处理，边采用背景颜色 -2，面不填充，边采用对象颜色	整型	3	
SHADEDGE	3，面采用对象颜色，边采用背景颜色	整型	3	
SHADEDIF	设置散射光的背景比例	整型	70	
SHORTCUTMENU	确定是否使用缺省的快捷菜单	整型	1	
SHPNAME	设置缺省的形文件名	字符串	" "	
SKETCHINC	设置徒手绘图的记录增量	实型	0.1000	
SKPOLY	设置徒手绘图所生成的直线类型 0，生成直线段 -1，生成多义线	整型	0	
SNAPANG	设置栅格捕捉的旋转角度	实型	0	
SNAPBASE	设置栅格捕捉的基点	二维坐标点	0.0000，0.0000	
SNAPISOPAIR	设置当前用户坐标系中等轴侧面的状态 =0，左面 1，顶面 -2，右面	整型	0	
SNAPMODE	打开与关闭栅格捕捉模式 -0，关闭 -1，打开	整型	0	
SNAPSTYL	设置当前视区的捕捉样式	整型	0	
SNAPTYPE	设置当前视区的捕捉方式 0，栅格或标注捕捉 =1，极坐标捕捉	整型	0	
SNAPUNIT	设置当前视区的栅格捕捉间距	二维坐标点	0.5000，0.5000	
SOLIDCHECK	打开与关闭实体对象校验 -0，关闭 -1，打开	整型	1	

续表

变 量 名	变 量 说 明	变量类型	初始值	备注
SORTENTS	用代码显示对象的排序和用代码值选择对应的多个功能 0，SORTENS 无效 1，对对象选择排序 =2，对对象捕捉排序 4，对重画图型排序 =8，为建立的幻灯片文件排序 16，为重新生成的图形排序 =32，为绘图排序 =64，为 PostScript 输出排序	整型	96	
SPLFRAME	设置样条曲线或拟合曲面的显示方式 0，不显示样条曲线的设置多边形，不显示拟合曲面的设置网格，显示拟合曲面，不显示 3DFACE 的不可见边 -1，显示样条曲线的设置多边形，显示拟合曲面的设置网格，不显示拟合曲面，显示 3DFACE 的不可见边	整型	0	
SPLINESEGS	设置生成样条曲线的线段数目	整型	8	
SPLINETYPE	设置生成的样条曲线类型 =5，二次 B 样条曲线 6，三次 B 样条曲线	整型	6	
SURFTAB1	设置曲面在 M 方向的网格密度	整型	6	
SURFTAB2	设置曲面在 N 方向的网格密度	整型	6	
SURFTYPE	控制曲面拟合类型 5，二次 B 样条曲面 -6，三次 B 样条曲面 -8，Bezier 曲面	整型	6	
SURFU	设置拟合曲面在 M 方向的网格密度	整型	6	
SURFV	设置拟合曲面在 N 方向的网格密度	整型	6	
SYSCODEPAGE	显示 ACAD.XMF 文件中指定的代码页	字符串		只读
TABMODE	控制是否使用数字化仪 0，不使用 =1，使用	整型	0	
TARGET	保存当前视区目标点的坐标	三维坐标点		只读
TDCREATE	保存创建图形文件的时间与日期	实型		只读
TDINDWG	保存编辑图形文件所用的时间总和	实型		只读
TDUCREATE	保存创建图形文件的世界时间与日期	实型		只读
TDUPDATE	保存最近一次存储或更新图形文件的时间与日期	实型		只读
TDUSRTIMER	用户累计计时器	实型		只读
TDUPDATE	保存最近一次存储或更新图形文件的世界时间与日期	实型		只读
TEMPPREFLX	显示存放临时文件的目录	字符串		只读
TEXTEVAL	控制输入字符的处理方式	整型	0	
TEXTFILL	控制是否填充 True Type 以及 Adobe TYPEL 字体 =0，不填充 =1，填充	整型	1	
TEXTQLTY	设置字体的分辨率	整型	50	
TEXTSIZE	设置字体的字高	实型	0.2000	
TEXTSTYLE	记录当前文本样式的名称	字符串	STANDARD	
THICCNESS	设置三维实体的厚度	实型	0.000	
TILEMODE	设置是否处在图纸空间	整型	1	
TOOLTIPS	控制是否显示工具栏按钮提示 0，关闭 -1，打开	整型	1	

续表

变 量 名	变 量 说 明	变量类型	初始值	备注
TRACEWID	设置缺省的等宽线宽度	实型	0.5000	
TRACKPATH	控制极点和对象捕捉跟踪路径的显示	整型	0	
TREEDEPTH	四位代码，记录着树状空间索引分解成各个分支所需的分解次数，它影响着搜索数据库的速度	整型	3020	
TREEMAX	当前 AutoCAD 配置的空间索引数据库组织和节点最大数	整型	10000000	
TRIMMODE	倒角时，控制是否对所选编进行剪切 0，不剪切 1，剪切	整型	1	
TSPACEFAC	设置段落文字行间距	实型	1.0	
TSPACETYPE	设置段落文字中使用的行间距类型	整型	1	
TSTACKALIGN	堆叠文字的垂直对齐方式 =0，底部对齐 1，中间对齐 =2，顶端对齐	整型	1	
TSTACKSIZE	设置堆叠文字的分数的高度相对于指定文字的百分比	整型	70	
UCSAXSANG	用 UCS 命令的 X、Y、Z 选项转动 UCS 时的缺省角度	整型	90	
UCSBASE	设置 UCS 的原点和正交方式的 UCS 的名称	字符串	World	
UCSFOLLOW	控制 UCS 的变化与新 UCS 平面视图的关系	整型	0	
UCSICON	控制是否显示用户坐标系图标 =0，关闭显示 =1，打开显示 =2，打开图标几在原点显示	整型	1	
UCSNAME	保存当前用户坐标系的名称	字符串		只读
UCSORG	保存当前用户坐标系原点在当前空间中的位置	三维坐标点		只读
UCSORTHO	定义恢复正交视图时是否恢复相应的 UCS 正交设置	整型	1	
UCSVIEW	确定当前 UCS 是否与命名视图一起保存	整型	1	
UCSVP	显示当前激活视区中的 UCS 设置	整型	1	
UCSXDIR	保存当前用户坐标系的 X 轴方向	三维坐标点		只读
UCSYDIR	保存当前用户坐标系的 Y 轴方向	三维坐标点		只读
UNDOCTL	显示 UNDO 命令的状态 =0，不能使用 UNDO 命令 =1，能使用 UNDO 命令 =2，只能取消一条命令 =4，Auto-group 方式有效 =8，当前激活取消一组方式	整型		只读
UNDOMARKS	记录 UNDO 命令的标记	整型		只读
UNITMODE	设置单位显示格式 =0，以预先设置的格式显示分数、英尺、英寸和 Surveyor 角度 =1，按输入格式显示分数、英尺、英寸和 Surveyor 角度	整型	0	
USERI1-5	存储和提取整数值	整型		
USERR1-5	存储与提取实数	实型		
USERS1-5	存储与提取字符串数据	字符串		
VIEWCTR	保存当前视区中用 UCS 表示的视图中心位置	三维坐标点		只读
VIEWDIR	保存当前视区中用 UCS 表示的视图方向	三维矢量		只读
VIEWMODE	控制当前视图状态	整型		只读
VIEWSIZE	以图形单位保存当前视图的高度	实型		只读
VIEWTWIST	保存当前视区的高度	实型		只读
VISRETAIN	控制外部引用文件中的图层可见性	整型	1	
VSMAX	保存用 UCS 坐标表示的当前视窗右上角坐标	三维坐标点		只读

续表

变 量 名	变 量 说 明	变量类型	初始值	备注
VSMIN	保存用 UCS 坐标表示的当前视窗左下角坐标	三维坐标点		只读
WHIPARC	控制圆和圆弧是否光滑显示 =1，不光滑显示 0，光滑显示	整型	0	
WMFBKGND	控制 AutoCAD 对象在其他应用程序中的背景是否透明	整型	1	
WORLDUCS	当前 UCS 与 WCS 是否相同	整型		只读
WORLDVIEW	控制当执行 DVIEW 或 VPOINT 命令时，是否将 UCS 改变成 WCS =0，执行 DVIEW 或 VPOINT 命令期间，当前 UCS 不变 =1，执行 DVIEW 或 VPOINT 命令期间，当前 UCS 将变到 WCS	整型	1	
WRITESTAT	图形文件是否只读或能否重写 =0，不能写	整型		只读
WRITESTAT	=1，能写	整型		只读
XCLIPFRAME	控制外部参照剪切边界的可见性	整型	0	
XEDIT	确定当前图形是否可以进行在位参照编辑	整型	1	
XFADECTL	确定在位参照编辑的暗淡程度	整型	50	
XLOADCTL	控制外部参照打开或关闭，并控制是加载原始图形，还是加载备份	整型	1	
XLOADPATH	为存储由命令加载的外部参照的临时备份创建路径	字符串		
XREFCTL	设置 AutoCAD 是否写外部引用日志文件 =0，不写 =1，写	整型	0	
ZOOMFACTOR	控制用 IntelliMouse 缩放图形时，其滚轮每次动作引起的变化增量			

参 考 文 献

1 唐受印，戴友芝编．水处理工程师手册．北京：化学工业出版社，2000.4
2 丁亚兰主编．国内外给水工程设计实例．北京：化学工业出版社，1999.3
3 唐受印等编．废水处理工程．北京：化学工业出版社，1998.4
4 叶晓卉，林昌国编．给水排水工程制图．高等教育出版社，1993．10
5 彭永臻，崔福义编．给水排水工程计算机程序设计．中国建筑工业出版社，1994.6
6 杨东拜编．CAD 通用技术规范和 CAD 技术制图．北京：中国标准出版社，2000.8
7 吴筑清主编．CAD 文件管理和 CAD 光盘存档．北京：中国标准出版社，1999.10
8 周济，戴同主编．CAD 基础及应用．北京：机械工业出版社，1999．5
9 童秉枢主编．机械 CAD 技术基础．北京：清华大学出版社，1994
10 中国 CAD 年度报告编辑委员会编．中国 CAD 年度报告．1999．北京：机械工业出版社，2000.7
11 中国 CAD 年度报告编辑委员会编．中国 CAD 年度报告 2001．北京：机械工业出版社，2001．8
12 于奕峰，杨松林主编．工程 CAD 技术与应用．北京：化学工业出版社，2002.1
13 周本省编．工业水处理技术．北京：化学工业出版社，1997
14 李献文，安静主编．建筑给排水工程 CAD．北京：中国建筑工业出版社，1999
15 郑铭，陈方金主编．环保设备—原理、设计、应用．北京：化学工业出版社，环境科学与工程出版中心，2001

[General Information]
书名=水处理工程CAD技术应用及实例
作者=
页数=373
SS号=0
出版日期=

封面页
书名页
版权页
前言页
目录页
第１章　绪论
１．１　工程ＣＡＤ技术概论
１．２　ＣＡＤ的工作过程及特点
１．３　ＣＡＤ硬件系统
１．４　ＣＡＤ软件系统
１．５　水处理工程设计ＣＡＤ技术应用概论
第２章　ＡｕｔｏＣＡＤ２０００二维图形设计基础
２．１　ＡｕｔｏＣＡＤ２０００软件简介
２．２　ＣＡＤ文件基本操作
２．３　常用绘图命令
２．４　二维编辑命令
２．５　辅助命令及功能
２．６　图块的应用
２．７　文本标注与编辑
２．８　尺寸标注
２．９　图形输出
第３章　有关的ＣＡＤ工程制图国家标准介绍
３．１　概述
３．２　ＣＡＤ工程制图术语及图样的种类
３．３　ＣＡＤ工程制图的基本要求
３．４　ＣＡＤ工程图的基本画法
３．５　ＣＡＤ工程图的尺寸标注
３．６　ＣＡＤ工程图管理
３．７　设置符合工程制图国家标准的绘图模板
３．８　图形符号的绘制
３．９　投影法
３．１０　给水排水制图标准
第４章　水处理工程图的绘制方法与实例
４．１　水处理ＣＡＤ工程制图概述
４．２　某污水处理厂总平面图
４．３　污水处理高程图
４．４　曝气池工艺图
４．５　二次沉淀池工艺图
４．６　二次沉淀池平面图
４．７　二次沉淀池详图及构件表
４．８　二次沉淀池１－１剖面图
４．９　二次沉淀池２－２剖面图
４．１０　城市污水处理典型流程图
４．１１　ＦＳ污水处理流程图
４．１２　两种刚性防水套管安装图
４．１３肉联厂废水处理流程图
４．１４　制革废水处理流程图
４．１５　味精工业废水处理流程图
４．１６　印染废水处理流程图
４．１７　毛纺染色废水处理流程图
４．１８　医院污水处理流程图
４．１９　沉淀池配筋剖面图
４．２０　反应器进入管线图
第５章　室内给水排水工程图的绘制方法与实例
５．１　给水排水ＣＡＤ工程制图概述
５．２　室内给水系统图
５．３　室内排水系统图
５．４　室内给水排水平面图
５．５　建筑物给水排水总平面图
５．６　室内给水管道系统图

5．7　室内排水管道系统图
第6章　室外给水排水工程图的绘制方法与实例
6．1　室外给水排水CAD工程制图概述
6．2　管道纵剖面流程示意图
6．3　室外给水排水管道流程示意图
6．4　给水管道节点图
6．5　给水管道纵断面图
6．6　某厂某车间生活区厕所给水排水平面图
第7章　AutoCAD2000软件的编程基础
7．1　Visual　LISP语言简介
7．2　Visual　LISP环境使用
7．3　一个简单的AutoLISP程序
7．4　AutoLISP的数据类型
7．5　AutoLISP常用函数
7．6　对话框的设计与制作
7．7　幻灯片
第8章　水处理常用图形符号库的建立与使用实例
8．1　图形符号库的建立方法
8．2　图标菜单制作
8．3　符号库的安装
8．4　有关AutoCAD搜索路径的问题
8．5　管道及附件、管道连接、阀门、卫生器具及水池、设备及仪表图例
8．6　水处理常用图形符号库实例
第9章　水处理常用工艺计算及编程实例
9．1　概述
9．2　管网计算概述
9．3　管段流量、管径和水头损失计算
9．4　管网水力计算
9．5　给水管网造价计算
9．6　沉淀池计算概述
9．7　平流式沉淀池设计计算
9．8　竖流式沉淀池设计计算
9．9　普通辐流式沉淀池设计计算
9．10　溶气气浮设计计算
第10章　水处理工程常用图形的参数化编程应用实例
10．1　承插直管图形编程实例
10．2　普通排水管存水弯图形编程实例
10．3　双承直管图形编程实例
10．4　扫除口图形编程实例
10．5　三通管图形编程实例
10．6　通气帽图形编程实例
10．7　排水管件90°曲管图形编程实例
10．8　排水管件45°曲管图形编程实例
10．9　弯曲形污水管图形编程实例
10．10　管子箍图形编程实例
10．11　高度符号图形编程实例
10．12　建筑轴线图形编程实例
10．13　构件表格图形编程实例
10．14　排水Y形四通管图形编程实例
10．15　T形瓶子管图形编程实例
第11章　给水排水工程设计参考资料网页目录的建立与使用
11．1　认识Microsoft　FrontPage　2000
11．2　制作文本Web网页
11．3　FrontPage中表格的使用
11．4　超级链接
11．5　网页的综合设置
11．6　给水排水设计参考资料网页实例
附录1　AutoCAD　2000命令简表
附录2　AutoCAD2000系统变量表
参考文献

附录页