

# 目 录

前 言

## 第一部分 泵站初步设计步骤与设计示例

第一章	泵站规划	1
第一节	设计基本资料	1
第二节	枢纽布置	2
第三节	设计流量的确定	8
第四节	特征扬程的确定	13
第五节	高扬程灌区的分级	16
第二章	机电设备选型与配套	18
第一节	水泵选型	18
第二节	动力机与水泵配套	19
第三节	传动设备	20
第四节	管道及其附件的选择	22
第五节	辅助设备的选配	25
第六节	水泵安装高程的确定	27
第三章	泵房设计	30
第一节	泵房型式的选择	30
第二节	泵房内部布置	34
第三节	泵房尺寸的确定	37
第四节	泵房整体稳定分析	40
第四章	进、出水建筑物及出水管道设计	44
第一节	进水建筑物设计	44
第二节	出水池设计	49
第三节	出水管道设计	51
第五章	设备指标校核	59
第一节	水泵工作点校核	59
第二节	泵站装置效率预测	69
第六章	离心泵站初步设计示例	73
第一节	设计任务书	73
第二节	泵站规划	74
第三节	水泵选型与设备配套	76
第四节	泵房初步设计	80
第五节	进水建筑物设计	87
第六节	出水建筑物设计	90

第七节	水泵运行工况分析 .....	96
第八节	其他 .....	98
<b>第七章</b>	<b>轴流泵站初步设计示例</b> .....	<b>103</b>
第一节	设计任务书 .....	103
第二节	泵站规划 .....	104
第三节	水泵选型与设备配套 .....	108
第四节	泵房尺寸拟定 .....	110
第五节	泵房稳定计算 .....	120
第六节	泵站进出水建筑物设计 .....	137
第七节	水泵工况分析 .....	141

## 第二部分 思考题与习题

<b>第八章</b>	<b>思考题</b> .....	<b>144</b>
绪论	.....	144
第一节	泵的类型与构造 .....	144
第二节	叶片泵的基本理论 .....	144
第三节	叶片泵的性能 .....	145
第四节	叶片泵工作点确定与调节 .....	145
第五节	叶片泵的汽蚀及安装高程的确定 .....	146
第六节	机电设备的选型与配套 .....	146
第七节	其他排灌用泵 .....	147
第八节	灌排泵站规划 .....	147
第九节	进出水建筑物及管路设计 .....	147
第十节	泵房设计 .....	148
第十一节	移动式泵站 .....	149
第十二节	泵站机组安装与管理 .....	149
<b>第九章</b>	<b>习题</b> .....	<b>150</b>
第一节	水泵部分 .....	150
第二节	泵站部分 .....	153

## 第三部分 泵站设计参考资料

<b>第十章</b>	<b>机电设备</b> .....	<b>155</b>
第一节	水泵 .....	155
第二节	动力机 .....	200
第三节	传动设备 .....	216
第四节	管道及其附件 .....	225
第五节	真空泵 .....	256
第六节	起重设备 .....	258
<b>第十一章</b>	<b>泵站主要构件设计</b> .....	<b>266</b>
第一节	建筑模数制 .....	266
第二节	泵房屋盖结构设计 .....	268

第三节	泵房屋面大梁设计 .....	271
第四节	吊车梁的设计 .....	274
第五节	牛腿设计 .....	279
第六节	电机层楼板设计 .....	283
第七节	电机梁设计 .....	291
第八节	水泵梁设计 .....	309
第九节	横排架设计 .....	316
第十节	基础梁板设计 .....	329
第十一节	机组机墩设计 .....	335
第十二章	泵及泵站 BASIC 程序软件示例 .....	341
第一节	工作点确定 .....	341
第二节	工况调节和计算 .....	356
第三节	水泵安装高程确定 .....	358
附录	主要符号 .....	363
参考文献	.....	365

型号及其性能规格等技术资料。

(8) 灌溉和排水资料。整理与本工程有关的地形、地貌、土壤、植被、河流密度、调蓄区的水位、容积、河流长度、比降、冲淤变化和水源等资料。整理本地区灌溉、排水的科学试验和作物需水量、灌溉定额、灌水技术、渠系水和回归水利用系数、作物耐淹水深、历时、适灌水深以及适宜作物生长的地下水埋深、排涝模数和排盐定额等调查资料。

(9) 其他有关资料。搜集为编制施工组织设计、工程概预算和经济分析所需要的有关设计规范、概算定额、标准定型图纸、水泵、动力机、管材、电气设备的产品目录等有关资料。

## 第二节 枢纽布置

泵站枢纽一般由进水建筑物、机房及其中的机电设备、出水建筑物、变电站、道路和附属建筑物等部分组成。

泵站枢纽布置型式主要决定于地形、地质条件、水源特点和建站目的。灌溉泵站与排水泵站由于它们承担的任务不同，其布置型式也不会相同。所以在进行泵站枢纽布置时，应根据泵站承担的任务，结合地形、地质、水源、容泄区的特点及排灌渠系的布置要求，从若干技术可行的方案中，通过技术经济比较，选择出最合理的布置方案。

### 一、泵站枢纽布置的原则和要求

(1) 泵站枢纽布置必须服从流域或地区的水利规划要求。根据建站目的和水源地形情况，参考已建泵站的经验教训，应作出几个方案进行比较，择优采用。

(2) 以灌溉为主的泵站宜选在灌区较高的地方，以利控制较大的灌溉面积；以排涝为主的泵站宜选在地势较低洼靠近河湖的地方，以利控制较大的排水面积。对排灌结合的泵站，应根据地形情况，考虑内水外排、外水内引，有利于泵站建筑物布置和排灌渠系布置等因素，选择合理的枢纽布置方案。

(3) 站址应选在地质条件好的地段，应通过地质勘探手段找出好的或比较好的地质基础。

(4) 枢纽布置时要考虑为进水和出水建筑物创造良好的水流条件。从河流引水的泵站，其引水口应布置在河流的顺直段或凹岸偏下游处。进、出水流要平稳，不产生回流和死水区，尽量消除水流漩涡。

(5) 泵站枢纽布置要考虑交通运输、施工条件、电源情况和建筑材料等因素。

(6) 泵站枢纽布置应考虑自排和提排相结合，自流灌溉和提水灌溉相结合，排水和灌溉相结合等综合利用的要求。

### 二、灌溉泵站的布置型式

灌溉泵站的枢纽布置型式，根据水源种类和特性、地形、地质和水文地质条件的不同，其布置型式也有所不同。灌溉泵站枢纽布置型式一般有以下几种。

#### 1. 有引水渠的布置型式

泵站以河流、湖泊和灌溉渠道为水源，水源水位变幅不大，水源岸边较平缓，或水源水位变幅虽大，但引水流量较小时，一般都布置成这种型式。如图 1-1 所示。

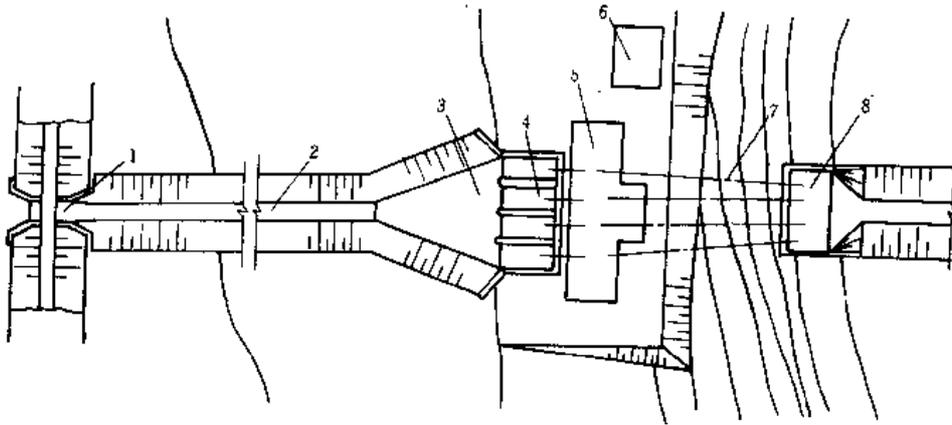


图 1-1 有引水渠枢纽布置型式

1—进水闸；2—引水渠；3—前池；4—进水池；  
5—泵房；6—变电站；7—出水管道；8—出水池

有引水渠的布置型式，合理确定泵房位置是很重要的。因为在出水池的位置已定的情况下，泵房的位置不同，其引水渠和出水管道的长度是不相同的，工程量和工程投资也不会相同。所以，一般要拟定几个技术可行的方案，从中找出工程投资和年运行费之和最小的方案来确定泵房的位置。

有引水渠的布置型式，当水源水位变幅不大时，引水渠渠首一般不设进水闸。当水源水位变幅较大时，为控制引水渠中的水位，一般在引水渠渠首设进水闸。

#### 2. 无引水渠的布置型式

这种布置型式是将泵房建在水源岸边或水中，没有引水渠。适用于水源岸边较陡、地质条件较好、出水池与水源距离较近的情况。如图 1-2 所示。无引水渠的布置型式泵房本身需要挡水，泵房结构较复杂，泵房本身的造价较高。

#### 3. 从水库中取水的枢纽布置型式

从水库中取水的灌溉泵站可分为从大坝上游和大坝下游取水的两种方式。

(1) 从大坝上游水库中取水的枢纽布置型式。如图 1-3 所示。取水口选在大坝附近远离支流汇入口靠近灌区的地方。因为水库中的水位具有经常涨落的特点，泵房受水位涨落的影响，因此泵房必须采取有效的防洪措施。如水库中的水位变幅很大，建固定式泵站不合理时，可采用缆车式或趸船式泵站。

(2) 从大坝下游取水的泵站枢纽布置型式。从大坝下游取水的泵站可分无压明渠引水和有压引水两种。后者如图 1-4 所示。泵站设在大坝下游，用管道直通水库中取水。从坝下游取水的泵站，不受水库中水位变化的影响，基本没有地下水问题，泵房建造比较容易。

#### 4. 从井内取水的泵站枢纽布置型式

从井内取水的泵站，其布置型式主要决定于井深、井径、泵型、井址地质、安装方式和井数多少等因素。常见的布置型式有以下几种。

(1) 单井取水的泵站。当灌溉面积不大，地下水又较丰富时，可采用这种布置型式。单

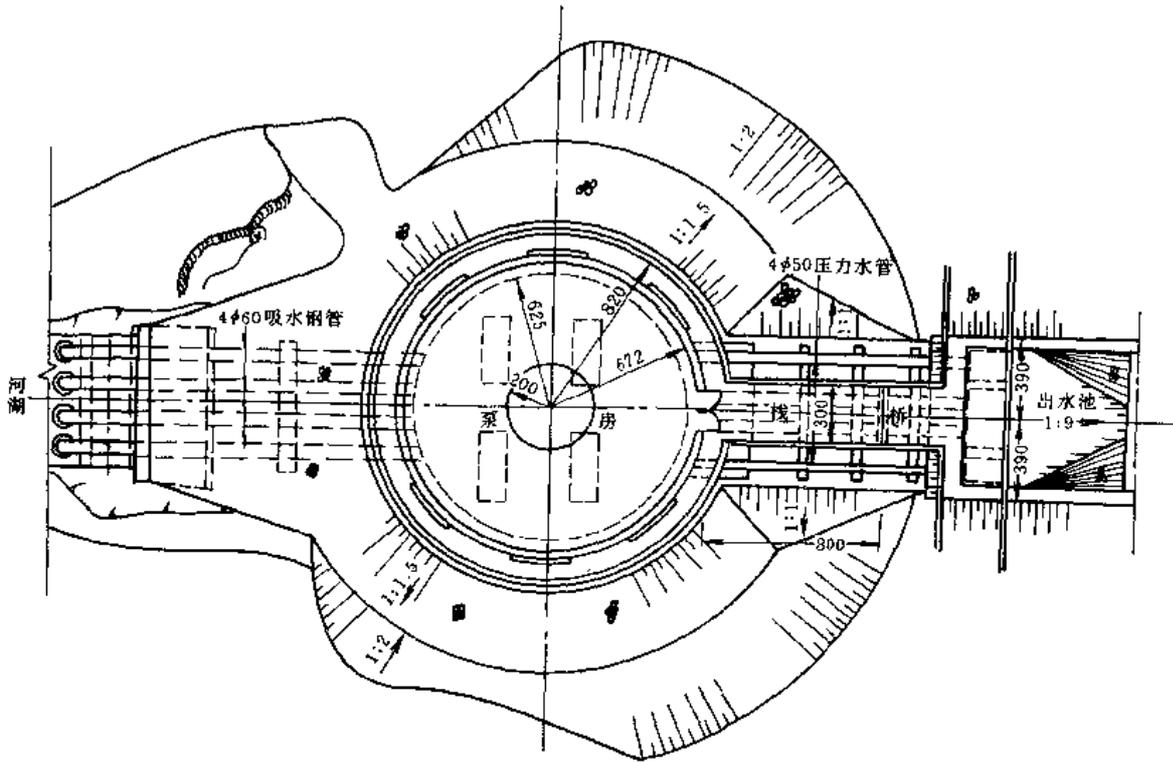


图 1-2 无引水渠的枢纽布置型式 (单位: cm)

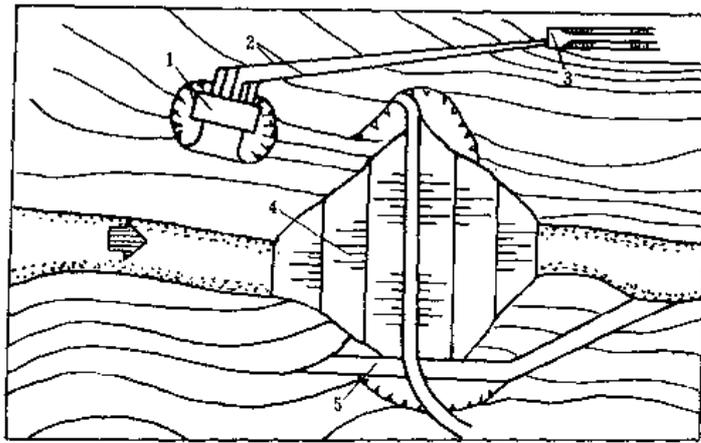


图 1-3 从水库中取水的泵站枢纽布置型式

1—泵房; 2—出水管; 3—出水池; 4—大坝; 5—溢洪道

井取水的泵站又分地面式和地下式两种型式。

图 1-5 为地面式单井取水的泵站。它的泵房布置在井旁地面上。泵房结构简单, 建造容易, 通风采光较好, 管理方便。图 1-6 为地下式单井取水的泵站。当井内水位较低采用地面式水泵吸程不够时, 多采用这种型式。它的特点是泵房建在井旁挖方中形成地下室。地下室中安装机组, 管理间、配电间布置在地面上。地面上与泵房之间用开挖的斜形踏步通道联系。

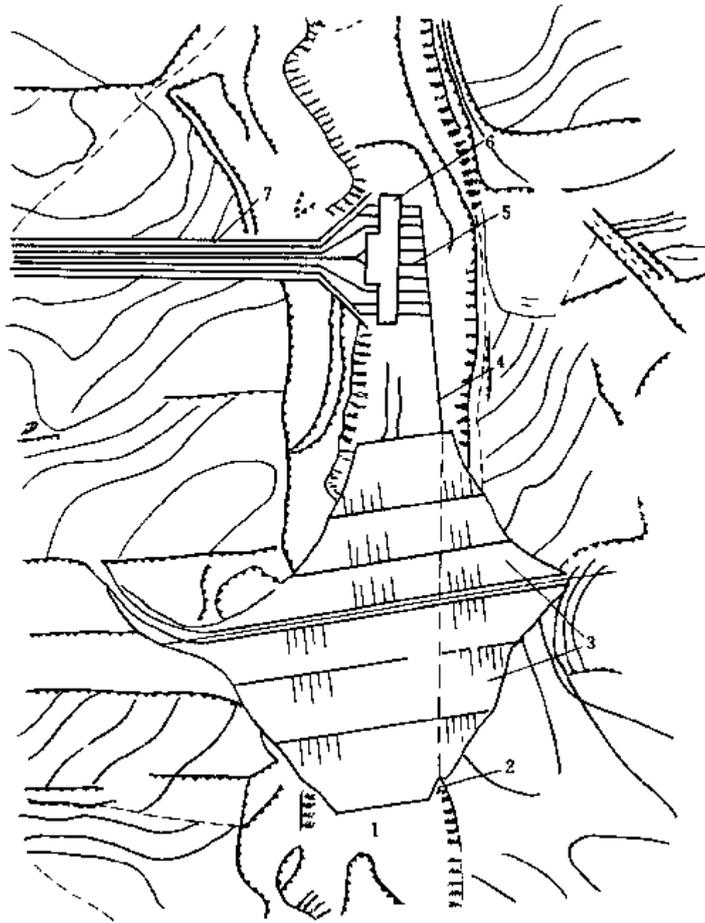


图 1-4 从坝下游取水的泵站枢纽布置型式  
 1—水库；2—进水口；3—拦水土坝；4—输水干管；  
 5—吸水管；6—泵房；7—出水管

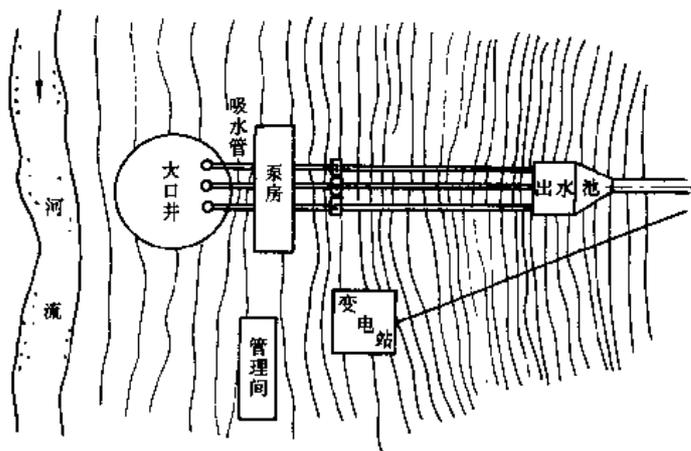


图 1-5 地面式单井取水总体布置型式

(2) 群井汇流的泵站。如图 1-7 所示。适用于地下水较丰富的地区。各井安装小型水泵，

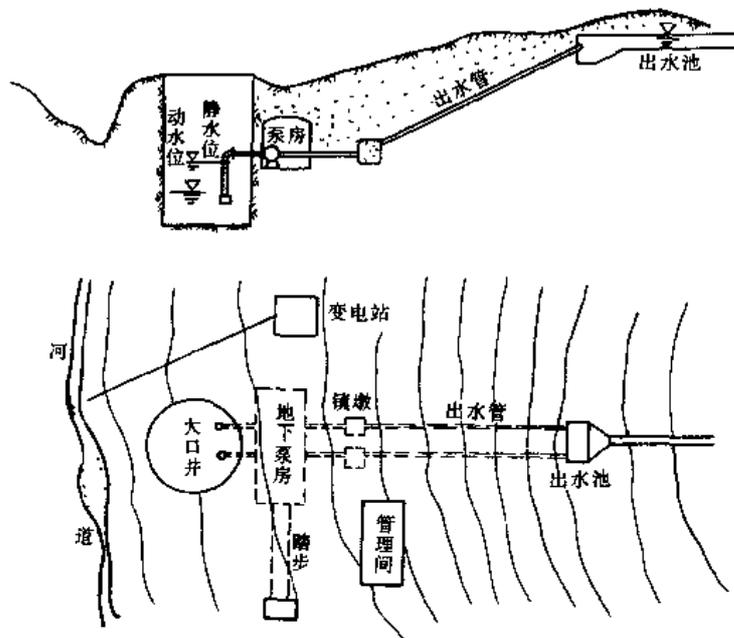


图 1-6 地下式单井取水泵站

称井泵站。井泵站可建成地面式或地下式。井泵站将水抽至地面，经汇流渠汇集到二级站进水池。井泵站不设管理间，只设启动器或小型配电盘。二级站设配电间、管理间、变电站，统管各井泵站。

### 三、排水泵站的枢纽布置型式

排水泵站的枢纽布置型式，因不同的建站目的和不同的水文地质、工程地质、地形水系条件，其建筑物的布置型式也各不相同。排水站的主体是泵房和进出水建筑物。因此在考虑布置方案时，应先考虑泵房和进出水建筑物的布置，然后再考虑泵站建筑物的总体布置。排水泵站按它担负的任务可分：只排地面径流的排水泵站；既排地面径流又排地下水的排水泵站；既排水又兼有灌溉任务的排灌结合泵站。

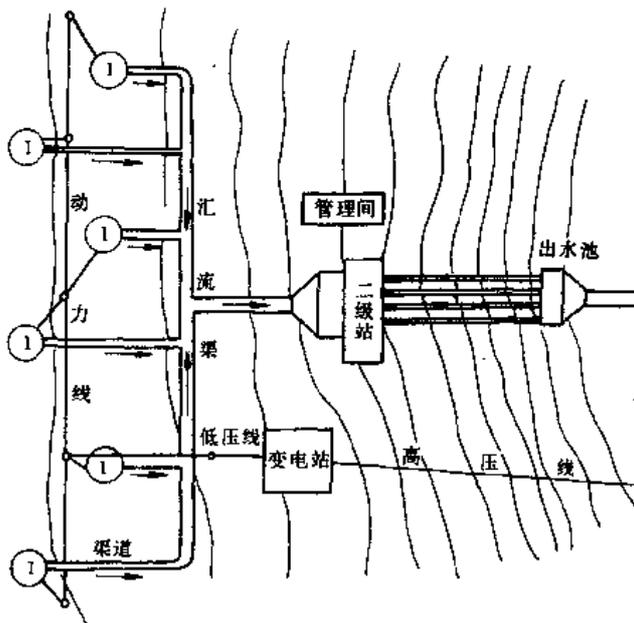


图 1-7 群井汇流泵站枢纽布置型式

考虑布置方案时，应先考虑泵房和进出水建筑物的布置，然后再考虑泵站建筑物的总体布置。排水泵站按它担负的任务可分：只排地面径流的排水泵站；既排地面径流又排地下水的排水泵站；既排水又兼有灌溉任务的排灌结合泵站。

#### 1. 排水泵站的枢纽布置型式

排水泵站一般有两套排水系统。一套是当外河水位低于内水位时，用原排水闸自流排水系统。一套是当外河水位高于内水位时，用泵排水系统。根据泵站与

自流排水闸的相对位置关系，排水泵站枢纽布置型式又可分为分建式和合建式。分建式是原先已有自流排水闸，而单靠自流排水不能解决内涝问题，需再建排水泵站在关闸期间排水，排水泵站就建在排水闸附近。如图 1-8 所示。当外河水位低于内水位需要排水时，打开自流泄水闸 5，渍水由引渠经自流排水闸流入河流 9。当外河水位高于内水位需要排水时，关闭排水闸 5，渍水由排水泵站排至容泄区 9。

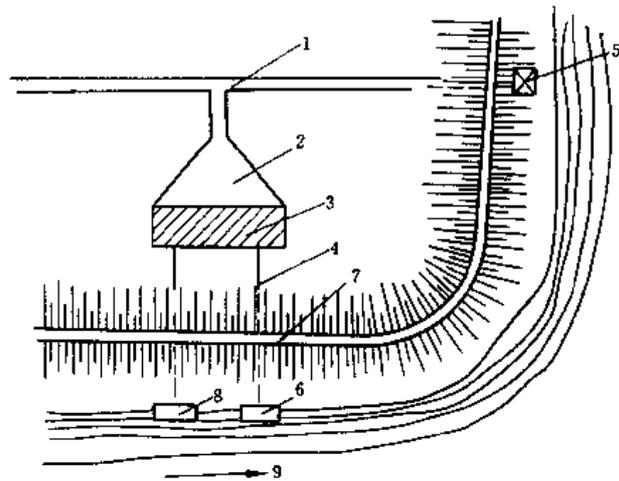


图 1-8 分建式排水泵站枢纽布置示意图  
1—排水系统的引渠；2—前池；3—泵房；4—出水管（或出水池）；5—自流排水闸；6、8—泄水建筑物；7—堤；9—河流

合建式排水泵站是将泵房与排水闸的基础联在一起，建成一个建筑物。这种型式减少了基础处理费用，布置紧凑，管理也较方便，但这种型式往往要建造压力水箱，压力水箱中水流流态较差，水头损失较大。

## 2. 排灌结合泵站枢纽布置型式

排灌结合泵站枢纽布置型式较多，概括起来也可分为两类，即分建式和合建式。图 1-9 是合建式排灌结合泵站的一种布置型式。这种型式的特点是只有一个穿堤涵洞，利用提水排水闸、灌溉闸、泵站和自流排水闸的不同组合达到自流排水和提水排灌的目的。

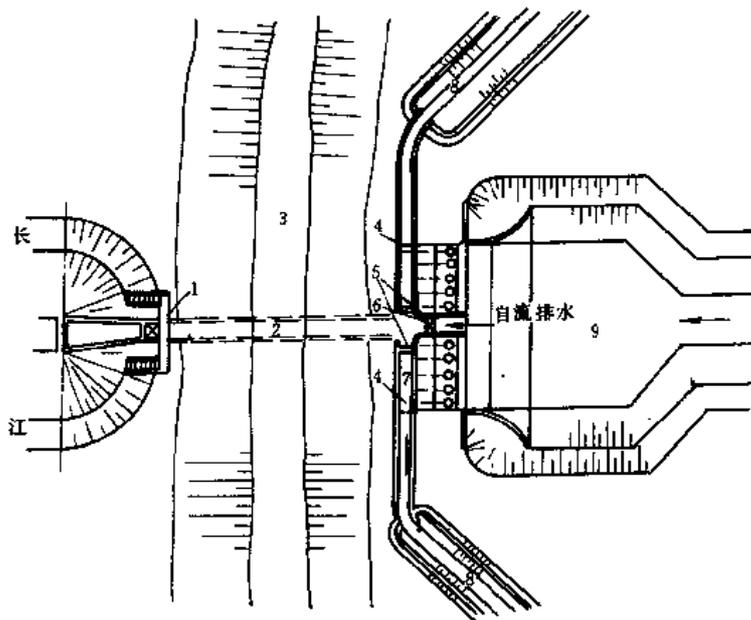


图 1-9 合建式排灌结合泵站枢纽布置型式  
1—防洪闸；2—压力涵管；3—堤；4—灌溉闸；5—提水排水闸；  
6—自流排水闸；7—压力水箱；8—灌溉渠；9—前池

### 第三节 设计流量的确定

#### 一、灌溉泵站设计流量的确定

##### (一) 灌溉设计标准

灌溉设计标准是确定工程规模和权衡工程效益的重要依据。水利部 1978 年颁发的《水利工程水利动能设计规范》规定以灌溉设计保证率和抗旱天数两种方法参照使用。采用灌溉设计保证率为灌溉设计标准的地区可参照表 1-1 选用灌溉设计标准。

表 1-1 灌溉设计标准表

地 区	作 物 种 类	灌溉设计保证率 (%)
干旱缺水地区	以旱作物为主	50~75
	以水稻为主	70~80
半干旱少水地区	以旱作物为主	70~80
	以水稻为主	75~85
水源丰富地区	以旱作物为主	75~85
	以水稻为主	85~95

采用抗旱天数作为灌溉设计标准的地区，旱作物和单季稻灌区抗旱天数可采用 30~50 天；双季稻灌区，抗旱天数可采用 50~70 天。有条件的地区应予适当提高。

##### (二) 灌溉设计流量的确定

灌溉设计流量可按下列公式计算

$$Q = \frac{qA}{\eta_m} \quad (1-1)$$

式中  $Q$ ——灌溉设计流量， $m^3/s$ ；

$A$ ——灌溉面积，万亩；

$q$ ——灌水模数， $m^3/(s \cdot \text{万亩})$ ，表 1-2 为部分地区的灌水模数，可参考；

$\eta_m$ ——灌溉水利用系数。考虑了全灌区各级渠道输水损失和田间水量损失。表 1-3 为规划时要求达到的数字。

表 1-2 部分地区的灌水模数

地 区	灌水模数 $q$ [ $m^3/(s \cdot \text{万亩})$ ]	地 区	灌水模数 $q$ [ $m^3/(s \cdot \text{万亩})$ ]
南方平原湖区	1.33~1.0	关中 (小型提水灌区)	1.0
南方丘陵地区	1.0~0.67	陕南、陕北	1.0
关中地区 (大中型提水灌区)	0.5~0.4		

表 1-3 提水灌区灌溉水利用系数  $\eta_{\text{灌}}$  参考表

灌溉面积 (万亩)	<1.0	1~10	10~30	30~50	>50
$\eta_{\text{灌}}$	0.85~0.75	0.75~0.70	0.70~0.65	0.60	0.55

$$Q = \frac{\sum m_i A_i}{3600 T t \eta_{\text{灌}}} \quad (1-2)$$

式中  $Q$ ——灌溉设计流量,  $\text{m}^3/\text{s}$ ;

$m_i$ ——用水高峰时段内各种作物的设计净灌水定额,  $\text{m}^3/\text{亩}$ ; 作物灌水定额可参考表 1-4, 表 1-5, 表 1-6;

$A_i$ ——相应时段内各种作物灌溉面积, 亩;

$T$ ——灌水持续天数, d;

$t$ ——日开机时数,  $t=24\text{h}$ ;

其他符号意义同前。

表 1-4 泡田用水量

土壤性质	地下水位距地面深度 (m)	泡田用水量	
		( $\text{m}^3/\text{亩}$ )	化成水层深 (mm)
粘土、粘壤土	—	50~80	75~120
中壤土、砂壤土	<2	70~100	105~150
	>2	80~120	120~180
轻砂壤土	<2	80~130	120~195
	>2	100~160	150~240

表 1-5 黄河流域五省冬小麦灌溉制度表

地区	水文年	小麦生育期有效降雨 ( $\text{m}^3/\text{亩}$ )	总需水量 ( $\text{m}^3/\text{亩}$ )	灌溉定额 ( $\text{m}^3/\text{亩}$ )	灌水定额 ( $\text{m}^3/\text{亩}$ )	灌水时间 (代号)	灌水次数 (次)
山东省	干旱年	60	200~300	140~240	30~40	1、2、3、4、5、6	4~6
	一般年	80		120~220		1、2、4、5	3~5
	湿润年	107		100~200		2、3、4	3~4
山西省	干旱年	67	250~300	183~233	30~45	1、2、3、4、5、6	5~6
	一般年	100		150~200		1、2、3、4、6	4~5
	湿润年	130		120~170		1、3、4、5	3~4
河北省	干旱年	37	200~300	163~263	30~40	1、2、3、4、5、6	5~6
	一般年	80		120~220		1、2、4、5	3~5
	湿润年	93		107~207		1、3、4、6	3~4
河南省	干旱年	46	200~300	204~205	30~45	1、2、3、4、5、6	5~6
	一般年	66		134~234		1、2、3、4	4~5
	湿润年	120		80~180		1、2、3、4	3~4

照各自的自然和经济条件,拟定和执行的排涝设计标准很不统一。我国部分省市机电排涝设计标准(表 1-7)可供规划时参考。

表 1-7 各省市排涝设计标准统计

地 区		设计 重现期 (年)	设计暴雨和排涝天数	泵站出口设计外江水位	备 注
湖北省	平原湖区	10	内排站:3日暴雨3天未排至作物耐淹深,2天排走调蓄水量,共5天。 外排站:3日暴雨7~11天排完,用于内排站及排田5天,排渠道调蓄水1天,排调蓄区1~4天	采用所选设计典型年的某次暴雨同期(3~5天)外江水位的平均最高值,气象条件不一致时,一般采用暴雨出现最多月份相应的外江最高水位的平均值	抄于1984年4月4日的四湖、汉南、汉江湖区治理调查报告
湖南省	洞庭湖区	10	排田,3日暴雨(180~250mm)3天未排至田间水稻允许耐淹深度。 排湖:15日暴雨15天排完,5~7天排田,7~10天排完湖泊蓄水	采用6月份外河最高水位的多年平均值(原则上不应低于大堤防汛水位)或采用大堤防汛水位或警戒水位	两场暴雨间歇期为7~15天
安徽省	巢湖、芜湖、安庆地区	5~10	3日暴雨(200~250mm)3天排至作物耐淹深度	采用10年一遇汛期日平均洪水位	
江苏省	苏南、苏北、水网圩区	>10	黄秧期日雨(200~250mm)2天排完(扣除河网调蓄,但不考虑田间滞蓄)	采用汛期平均洪水位(或排水临界期的平均洪水位)	
浙江省	杭嘉湖地区	10	1日暴雨2天排出(不考虑田蓄)		
上海市	郊区	10~20	24小时暴雨(200mm)1~2天排出,不考虑田蓄。蔬菜,当日暴雨当天排出。		
广东省	珠江三角洲	5~10	24小时暴雨2天排至作物耐淹深度(200~300mm)	非湖区:采用年最高水位多年平均值湖区,采用5年一遇外河最高水位	集雨面积较小的中小河流采用10年一遇年最高水位
广西		10	1日暴雨3天排至作物耐淹深度		
江西省	鄱阳湖区	10	3日暴雨不成涝	采用10年一遇外河5日最高平均洪水位	

续表

流域或地区	适用范围 (km <sup>2</sup> )	K <sub>日平均</sub>	m	n	设计暴雨日数 (d)	备注
江苏省苏北平原区	10~100	0.0256	1.0	-0.18	3	1976年 《江苏省水文 手册》按照总 入流槽蓄法 计算成果
	100~600	0.0335	1.0	-0.24	3	
	600~6000	0.049	1.0	-0.30	3	

(2) 平均排除法。对排水面积较小，地形平坦，区内只有分散的湖泊、沟港河网的排水区，其排水方式以排田为主。一遇暴雨除河网调蓄和田间短期滞蓄外，大部分地面径流需在规定的时间内靠排水站排出。其计算公式为

$$Q = \frac{1000[A(p-h) + A'cP] - \bar{V}}{3600Tt} \quad (1-6)$$

- 式中 Q——排水设计流量，m<sup>3</sup>/s；  
 A——排水区内水稻田面积，km<sup>2</sup>；  
 A'——排水区内旱地和非耕地面积，km<sup>2</sup>；  
 P——设计暴雨量，mm；  
 c——旱地和非耕地径流系数；  
 h——水稻田净蓄水深，mm；  
 $\bar{V}$ ——调蓄容积，m<sup>3</sup>；  
 T——排水历时，d；  
 t——每天开机小时数，t=24h。

#### 第四节 特征扬程的确定

##### 一、灌溉泵站特征扬程的确定

灌溉泵站的净扬程（或实际扬程）加上相应的损失扬程，即为灌溉泵站的总扬程。灌溉泵站的出水池水位一般称上水位，进水池的水位称下水位。如果出水管管口淹没在出水池水面以下时，出水池水位和进水池水位之差，即为水泵的净扬程。因此在确定灌溉泵站的特征扬程时，需先确定以下几个特征水位。

##### (一) 灌溉泵站的特征水位

##### 1. 灌溉泵站进水池水位

无引水渠的泵站直接从水源取水，水源水位就是进水池的水位。有引水渠的泵站，要考虑引水渠比降和输水沿线各种水头损失，由水源水位逐步推算出进水池的水位。

(1) 最高防洪水位。最高防洪水位是确定泵房结构型式以及是否需要采取防洪措施的主要依据。泵站工程防洪设计标准应根据 SDJ12—78《水利水电枢纽工程等级划分及设计标

准》确定。对直接挡水的泵站，应按泵站所在河段的设防水位或历史最高洪水位确定最高防洪水位。如果站前设有防洪闸，泵站不直接挡水，则可拟定一个低于设防水位的适当控制水位，以此确定泵房等防洪墙高程，确保泵站枢纽的安全。

(2) 设计水位。设计水位是计算设计扬程和设计流量的进水池水位。当以河流和水库为水源时，从历年灌溉期日平均或旬平均水位排频，取相应于设计保证率的水位；从渠道取水的泵站，应与渠道设计水位相适应。

(3) 最低运行水位。最低运行水位是确定水泵安装高程的依据。当水源为河流时，最低水位的频率分析多采用系列年法，将历年灌溉期最低日或旬平均流量排频，取保证率90%~95%流量的相应水位作为最低水位。当河床冲淤变化较大，水位与流量不同步时，应计入河床变化等因素影响。

自渠道引水时，其水位可从渠道水位—流量关系曲线上查得，但渠道最小流量不应小于设计流量的40%。

## 2. 灌溉泵站出水池水位

(1) 设计水位。灌溉泵站出水池的设计水位，相当于灌溉渠系的渠首设计水位。出水池设计水位要从田间逐级推算求得。即

$$Z_{出} = A_0 + \Delta h + \sum Li + \sum \Delta Z \quad (1-7)$$

式中  $Z_{出}$ ——出水池设计水位，m；

$A_0$ ——设计灌溉面积内的最高或最远点的地面高程，m；

$\Delta h$ ——末级渠道水面高出所灌农田最高或最远点地面的高差，取0.05~0.10 m；

$L$ 、 $i$ ——各级渠道长度(m)及比降；

$\sum \Delta Z$ ——输水线路上通过各种建筑物的水头损失之总和，m。

(2) 最低运行水位。泵站运行时，开机最少、流量最小时的出水池水位为出水池最低运行水位。

(3) 最高水位。泵站运行时，开机最多，流量最大时的出水池水位为出水池最高水位。

## (二) 灌溉泵站的特征扬程

### 1. 设计扬程

出水池设计水位与进水池设计水位之差，加上相应的水头损失即为设计扬程。水泵在此扬程下工作，效率较高，提水流量能满足设计流量的要求。

### 2. 平均扬程

平均扬程是灌溉季节出现机遇最多、历时最长的工作扬程。选泵时应使水泵在平均扬程运行时具有最高的效率，使泵站消耗电能最少。平均扬程一般采用出水池的设计水位与进水池(水源)的平均水位之差加上相应的水头损失求得。

### 3. 最高扬程

出水池最高水位与进水池最低水位之差加上相应的水头损失即得最高扬程。水泵在此扬程下运行，提水流量将小于设计流量，是水泵工作扬程的上限，但要保证水泵运行时的稳定性。

### 4. 最低扬程

出水池最低水位与进水池最高水位之差加上相应的水头损失即得最低扬程。水泵在此扬程下运行，流量要大于设计流量，而运行效率要降低，是水泵工作扬程的下限，但要保持机组运行的稳定性。

## 二、排水泵站特征扬程的确定

排水泵站进水池水位一般称内水位，出水池水位称外水位。由于排水泵站进水池与出水池不同水位的组合，便产生了各种不同的工作扬程。所以在确定排水泵站的特征扬程时，需先确定它的特征水位。

### (一) 排水泵站的特征水位

#### 1. 排水泵站进水池水位（内水位）

(1) 设计内水位。设计内水位是水泵运行期间站前经常出现的内水位。是计算设计扬程和选择泵型的重要依据。根据排田要求确定设计内水位时，一般由排水区低洼农田的设计排涝水位，考虑排水沟输水水头损失推算到站前的水位，即为排水泵站进水池设计内水位。根据排湖要求确定设计内水位时，一般采用内湖死水位与最高蓄水位的平均值考虑排水沟输水水头损失，推算求得设计内水位。

(2) 最高内涝水位。最高内涝水位是确定电机层楼板高程或泵房内水侧挡水高程的依据。一般以排水区出现超过设计排涝标准的暴雨，泵站又不能向外排水时，站前形成的最高水位或选取建站前曾出现过的最高水位作为最高内涝水位。

(3) 最高运行内水位。它是泵站按设计标准正常运行的上限排涝水位，超过这个水位，将扩大洪涝灾害损失，调蓄区的控制工程也可能遭受破坏。应在保证排涝效益的前提下，根据设计标准和排涝方式（排田或排湖），通过综合分析后确定。

(4) 最低运行内水位。它是泵站正常运行的下限排涝水位，是确定水泵安装高程的依据。一般主泵房的基础高程也据此而定。决定最低运行水位时，要考虑以下几个方面的要求。①满足作物对降低地下水位的要求；②满足调蓄区预降要求的最低水位；③满足预防盐碱化对地下水埋深的要求。对上述各水位进行分析推算到站前的水位，采用其中最低者作为最低运行水位。

#### 2. 排涝泵站出水池水位（外水位）

(1) 设计外水位。设计外水位是计算设计扬程的依据。设计外水位的确定要根据排水区与泵站外河的水文特征分别不同情况，合理进行选择。全国各省确定排涝泵站出口设计外水位的方法很不一致，可参考表 1-7。建议采用排水临界期（也就是作物最不耐淹，同时最易出现集中暴雨，外河水位又较高而排水最紧张时期）经常出现的外河水位来进行统计分析。在排田情况下，可采用一定频率（5 年一遇至 10 年一遇）的临界期 3~5 日（与排干天数相应的天数）平均水位作为设计外河水位。在排湖情况下，一般采用与设计暴雨相应的典型年外河水位过程作为设计外河水位过程。有时为简便设计，也可取设计时段的平均水位作为设计外水位。

(2) 最高防洪水位。对直接挡江河洪水的泵站，以此水位确定泵站枢纽的挡水高度，并以此水位核算挡水建筑物的整体稳定。该水位可根据建筑物等级和防汛要求等具体情况而定。

(3) 最高运行外水位。该水位用以决定泵站最高扬程，是选择水泵的校核扬程。水泵

在此扬程下运行，流量要减少，效率允许降低。同时该水位也是虹吸型泵站选择管道驼峰底部高程的主要参数，即要与最低运行外水位结合考虑驼峰顶部的允许真空度。当外河水位变幅较小，水泵在设计防洪水位下能正常运行时，其设计防洪水位即为最高运行外水位。当外河水位变幅较大超过水泵扬程范围时，可选用排涝期外河历年最高5~10日的平均水位作为最高运行外水位。

(4) 最低运行外水位。最低运行外水位与最高运行内水位配合，用以确定泵站的最小扬程。同时最低运行外水位也是确定流道出口淹没高程的依据。当出现此水位时，要求水泵仍能安全运行。最低运行外水位一般采用排涝期间相应外河历年最低水位的平均值。

## (二) 排水泵站的特征扬程

(1) 设计扬程。进水池的设计水位与出水池设计水位的水位差，再加上进出水流道或管道沿程和局部水力损失，即得设计扬程。水泵在此扬程下运行，效率较高，提水流量能满足设计流量的要求。

(2) 平均扬程。平均扬程是排涝季节中出现机遇最多、运行历时最长的工作扬程。选泵时应使水泵在平均扬程运行时具有最高的效率。平均扬程一般采用排涝期间外水位多年平均值、中值或众值与设计内水位之差加损失扬程求得。近年来也有采用典型年泵站抽排过程中出现的分段扬程、流量和历时，用加权平均法求得平均扬程。

(3) 最高扬程。最低运行内水位与最高运行外水位之差加上损失扬程，即为最高扬程，它是水泵工作扬程的上限。应保证水泵运行的稳定。

(4) 最低扬程。最高运行内水位与最低运行外水位之差加上损失扬程，即为最低扬程。它是水泵工作扬程的下限，但水泵在此扬程下运行应保证其稳定。

## 第五节 高扬程灌区的分级

对扬程较高、灌溉面积较大的灌区，应考虑分级提水、分区灌溉问题。如采用一级提水，则泵站需将全灌区的灌溉用水量一次提到灌区的最高控制点，然后水再从高处流向低处，造成“高提低灌”，增加了低处农田灌溉用水的提水高度，势必浪费一部分功率。

高扬程灌区分级的原则是各级泵站功率之总和为最小。按这个原则确定各级泵站站址高程的方法，称最小功率法。最小功率法有图解法和解析法。图解法直观、简便，但它适用于灌区面积与高程关系曲线近似呈光滑曲线的情况。需说明的是，按最小功率法的原则确定各级泵站的站址高程，仅供初步决定各级泵站的位置。实际上，高扬程灌区的分级，还应根据地形、地质条件、灌区地面高程分布以及可供选择的机组等，在进行技术经济比较后确定。

现将图解法的具体步骤介绍如下：

(1) 以一级站进水池水面高程为坐标原点，以灌溉面积  $A$  为横坐标，扬程  $H$  为纵坐标。根据地形资料绘出灌区面积与高程关系曲线。从面积与高程关系曲线的最高点分别向纵横坐标作垂直线。如图 1-10 所示。

(2) 确定分级数目。第一次作图时先设一级站的扬程  $H_{11} = H/n$  ( $n$  为分级数目，本例假设  $n=3$ ， $H$  为灌区总扬程)。  $H_{11}$  中第一个注角 1 表示第一次作图，第二个注角 1 表示一

级泵站。其他类推。

(3) 在纵坐标等于  $H_{11}$  处向右作水平线，与面积与高程关系曲线交于  $Z_{11}$ ，见图 1-10。 $Z_{11}$  点高程即为一级站出水池水位高程（也可近似看作二级站站址高程）。

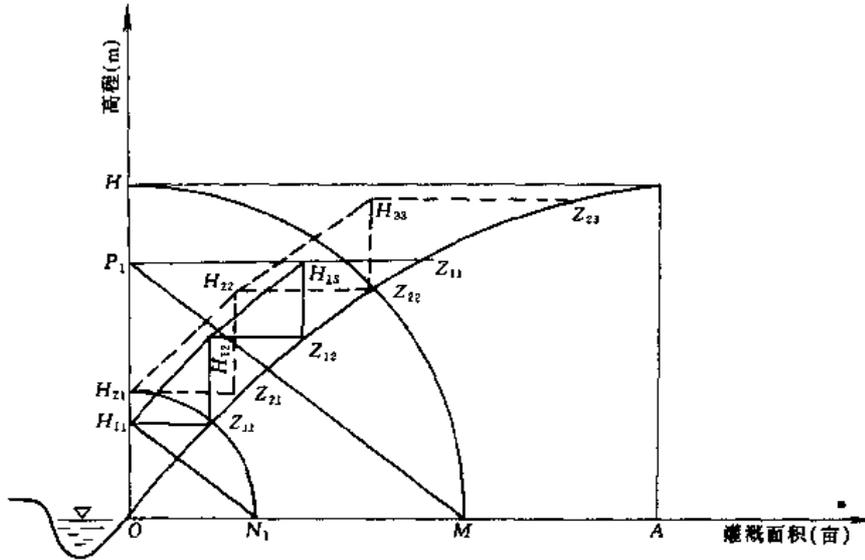


图 1-10 图解法确定各级站站址高程

(4) 过  $H_{11}$  点作  $H_{11}H_{12}$  直线平行于过  $Z_{11}$  点的切线，与过  $Z_{11}$  点的垂线相交于  $H_{12}$  点。过  $H_{12}$  点向右作水平线，与面积与高程关系曲线交于  $Z_{12}$  点， $Z_{12}$  点的高程即为二级站出水池水位高程，也即三级站站址高程。

(5) 重复上述作图步骤，求出最后一级泵站出水池水位高程，若最后一级泵站出水池水位高程与纵坐标值  $H$  不等，则说明第一次作图时，一级站的扬程不正确。需进行第二次作图。第二次作图时，一级站的扬程可按比例关系求得，即  $H_{21} = H_{11}H/H_{13}$ 。然后按上述步骤进行第二次作图，直至最后一级泵站出水池水位高程与纵坐标  $H$  相等为止。此时所得各  $Z$  点的纵坐标值，即为各级泵站出水池水位高程，也即下一级泵站站址高程。

$H_{21}$  值也可用图解法求得。其步骤：①以  $O$  为圆心， $OH$  为半径画弧交横坐标于  $M$  点；②由  $H_{13}$  向左作水平线交纵坐标于  $P_1$  点，连接  $P_1$ 、 $M$  点；③过  $H_{11}$  作平行于  $P_1M$  的直线交横坐标于  $N_1$  点；④以  $O$  为圆心， $ON_1$  为半径画弧与纵坐标交于  $H_{21}$ ，然后从该点开始进行第二次作图，直至最后一级泵站出水池水位高程与纵坐标  $H$  相等为止。

## 第二章 机电设备选型与配套

### 第一节 水泵选型

#### 一、水泵选型的原则

- (1) 首先选用国家已颁布的水泵系列产品和经有关主管部门组织正式鉴定过的产品。
- (2) 所选水泵能满足泵站的设计流量和设计扬程的要求。
- (3) 同一个泵站所选水泵型号要尽可能一致，要有利于管理和零件配换。
- (4) 按平均扬程选型时，水泵应在高效区运行。在最高和最低扬程下运行时，应能保证水泵安全稳定运行。
- (5) 有多种泵型可供选择时，应对机组运行调度的灵活性、可靠性、运行费用、辅助设备费用、土建投资、主机发生事故时可能造成的影响等因素进行比较论证，从中选出综合指标优良的水泵。
- (6) 从多泥沙水源取水时，应考虑泥沙含量、粒径对水泵性能的影响。
- (7) 泵站主机组的台套数一般以 4~8 台套为宜。

#### 二、水泵选型的方法与步骤

(1) 计算确定泵站设计流量和平均扬程。此时管路尚未布置，其管路水头损失，在初选泵型的规划阶段可以估算。其方法是根据设计流量的大小，初拟水泵台数，算出单泵流量，然后用单泵流量和实际扬程（净扬程）参考表 2-1 估算出损失扬程。待设计阶段再详细计算，进行修正。也可采用实际扬程的 15%~20% 估算损失扬程。

表 2-1 管路水头损失估算表 单位：%

实际扬程 (m)	管 径 (mm)			备 注
	<200	250~350	>350	
10	30~50	20~40	10~25	损失扬程占实际扬程的百分数 管径在 350mm 以下 时，包括底阀损失在内
10~30	20~40	15~30	5~15	
>30	10~30	10~20	3~10	

(2) 初选泵型。一般情况下，设计扬程小于 10 m 时，宜选用轴流泵；5~20 m 时宜选用混流泵；20~100 m 时宜选用离心泵；大于 100 m 时可选用多级离心泵或其他类型水泵。根据选泵原则和平均扬程从“水泵性能表”或“水泵综合性能图”上选择几种扬程符合要求而流量不同的泵型。

(3) 根据几个可供选择的水泵方案和相应的管路布置情况，确定水泵工作点，并求得相应的工作点参数。

(4) 对选用不同型号水泵所需的设备费、建筑费、管理费等进行技术经济比较，从中选出最合理的方案。

(5) 校核所选水泵在最大扬程和最小扬程下运行能否产生汽蚀，电动机能否超载等。

## 第二节 动力机与水泵配套

水泵站上的动力机，大多数是电动机和柴油机。电动机提水成本低，开停迅速，操作方便，运行故障少，易于实现自动化，但它需要电源。柴油机基建投资少，机动灵活，可以改变转速，是最适用于调节水泵转速的动力机。在缺少电源的中小型泵站中采用较多。

### 一、电动机与水泵的配套

电动机的型号、外形及安装尺寸见本书第十章第二节。

(1) 电动机类型的选择。水泵站的电源都是三相交流电，所以常用的是三相交流感应电动机。在选用感应电动机时，应优先选用鼠笼式电动机。当电网容量不能满足鼠笼式电动机起动要求时，才选择绕线式异步电动机。当功率在几百千瓦以上时，可考虑选用同步电动机。

(2) 电动机的配套功率。当水泵选定以后，一般在水泵样本上都给出了相应的配套功率。如需计算电动机的配套功率，可按下式计算

$$P_m = K \frac{\gamma Q H}{1000 \eta \eta_{传}} \quad (2-1)$$

式中  $P_m$ ——配套功率，kW；

$\gamma$ ——水的容重，N/m<sup>3</sup>；

$Q$ 、 $H$ 、 $\eta$ ——水泵工作范围内的最大轴功率所对应的水泵的流量，m<sup>3</sup>/s；扬程，m；效率，%；

$\eta_{传}$ ——传动效率，%；

$K$ ——电动机的功率备用系数，可参考表 2-2 选用。

表 2-2 电动机功率备用系数表

水泵轴功率 (kW)	<5	5~10	10~50	50~100	>100
$K$	2~1.3	1.3~1.15	1.15~1.10	1.10~1.05	1.05

电动机的额定电压要与供电电源电压相符。电动机与水泵为直接传动时，它们的转速和转动方向必须相同。当电动机容量不大，而电动机和水泵的额定转速相差不大时，可采用间接传动。

根据计算的  $P_m$ 、电源电压和水泵转速在电动机产品样本中选配合适的电动机。

### 二、柴油机与水泵的配套

#### (一) 柴油机的型号

柴油机的型号由以下三部分组成。

(1) 首部：为缸数符号，用数字表示气缸数目。

(2) 中部：为机型系列代号。由冲程符号 E (E 表示二冲程，没有 E 的表示四冲程) 和缸径符号组成。

(3) 尾部：为变型符号。用数字顺序表示，表示在原设计基础上对机器作了某些改进，与前面符号用一短横线隔开。必要时在短横线前面加机器特征符号，用汉语拼音字母表示。例如：Q——汽车用；T——拖拉机用；C——船用；J——铁路牵引用；Z——增压；K——复合；F——风冷，没有F为水冷。

例如：4135T—1型柴油机表示4缸、四冲程、缸径135mm、拖拉机用、水冷式、第一种变型产品。

## (二) 柴油机选型

### 1. 柴油机配套功率的确定

柴油机的配套功率用下式计算

$$P_m = KP/\eta_{传} \quad (2-2)$$

式中  $P_m$ ——配套功率，kW；

$P$ ——水泵的轴功率；kW；

$K$ ——柴油机功率备用系数，可参考表2-3选用；

$\eta_{传}$ ——传动效率，皮带传动一般为0.95。

表 2-3 柴油机功率备用系数表

水泵轴功率 (kW)	<2	2~5	5~50	50~100	>100
备用系数 K	1.7~1.5	1.5~1.3	1.15~1.10	1.08~1.05	1.05

柴油机功率选的过小，既影响水泵效率，又会使柴油机长期处于超负荷情况下工作，致使耗油多，磨损大，很不经济。柴油机功率选得过大，而负载偏低，将使机组效率过低，耗油多，也不经济。

选配柴油机时，要考虑柴油机连续12h以上不停车运转。按式(2-2)计算的配套功率 $P_m$ ，应按柴油机的12h标定功率选配。

### 2. 柴油机转速的确定

目前国产通用柴油机的转速大都在1500~2000r/min(也有1800~2200r/min的)。所以柴油机产品的标定转速不可能与水泵转速完全一致。当柴油机与水泵额定转速相近时，应采用联轴器直接传动以减少传动损失。如不允许直接传动时，可利用柴油机转速在一定范围内可以调整的特点，采用间接传动(皮带或齿轮传动)。使两者转速一致。

## 第三节 传 动 设 备

中、小型水泵站中的水泵与动力机之间的传动方式可分直接传动和间接传动两种。

### 一、直接传动

把水泵和动力机的轴用联轴器连接起来，借以传递能量，称为直接传动。直接传动传递功率大，传动效率高，设备简单，维修方便，应用广泛。但采用直接传动必须符合下列条件：

(1) 动力机与水泵的额定转速要相同或相差不超过2%；

(2) 水泵和动力机的转轴必须在同一条直线上；

(3) 水泵与动力机的转向要一致。

在泵站机械配套中，常用的联轴器有刚性联轴器、弹性联轴器和爪形联轴器。常用联轴器多数已标准化、规格化。选择联轴器时，首先按工作条件选择合适的类型，然后再按扭矩、轴径和转速选择联轴器的型号。其计算扭矩可按下式计算

$$M_p = 9550K \frac{P_e}{n} \quad (2-3)$$

式中  $M_p$ ——计算扭矩， $N \cdot m$ ；

$P_e$ ——配套电动机的额定功率， $kW$ ；

$n$ ——配套电动机的额定转速， $r/min$ ；

$K$ ——工作情况系数，当选用弹性联轴器时， $K=2.0$ 。

## 二、皮带传动

当动力机与水泵不能采用直接传动时，可采用皮带传动，皮带传动属于间接传动。皮带传动可分为平皮带传动和三角皮带传动两种。皮带传动的特点是传动带具有弹性，可以缓和冲击，吸收振动，使运转平稳无噪音。当过载时带在带轮上打滑，可保护其他零件免受损坏。它的缺点是传动带与带轮间总有一些滑动，因此不能保证稳定的传动比。它的外形尺寸大，轴与轴承上受力大，传动效率比直接传动低。在泵站中单机功率在  $150 kW$  以下时，可考虑采用皮带传动。

### 1. 平皮带传动

平皮带传动方式可分为开口传动、交叉传动和半交叉传动三种方式。如图 2-1 所示。

平皮带中应用最广的是橡胶布带。它是由几层带胶帆布粘在一起，经硫化制成。近年来发展起来的强力锦纶带，由于抗拉强度高，传动性能好，也被广泛采用。

平皮带传动计算的主要内容包括：确定皮带轮宽度，皮带厚度（橡胶布带的层数）、长度、大小轮直径以及两皮带轮的中心距等。

### 2. 三角带传动

三角带传动的功率比平皮带传动的大，皮带与皮带轮接触面大，结合好，运行平稳无噪声。传动比可达  $1:10$ 。皮带轮中心距较短。如图 2-2 所示。

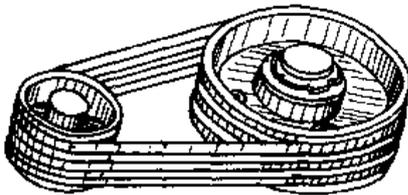


图 2-2 三角带传动

三角带传动计算的主要内容包括：根据传动功率选择三角带型号，选择计算大、小皮带轮直径及皮带宽度，计算三角皮带根数，选择皮带轮中心距和计算三角皮带长度等。

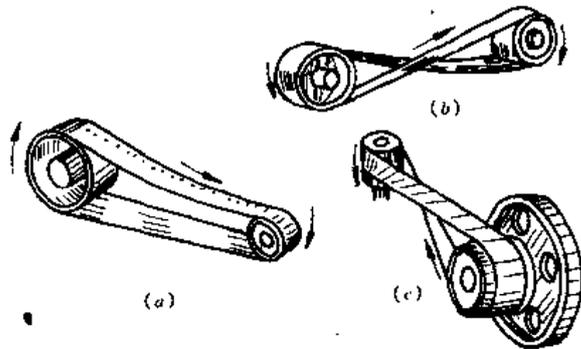


图 2-1 平皮带传动

(a) 开口传动；(b) 交叉传动；(c) 半交叉传动

## 第四节 管道及其附件的选择

### 一、管道

#### (一) 管材

水泵站上的管道有进水管和出水管。进水管又称吸水管，出水管又称压力管。水泵站使用的水管种类很多，主要有以下几种。

(1) 钢管。能承受较大的内水压力，不易破碎。能承受动荷载，壁薄管段长，接头简单，运输方便。缺点是易腐蚀，寿命短。使用中必须在其表面涂以良好的涂料层加以保护。承受动荷载和较大内水压力时，可采用钢管。

(2) 铸铁管。抗腐蚀性能好，经久耐用，安装方便。与钢管比，价格低。比钢管使用寿命长。缺点是壁厚，性脆，耗材较多。管径小于 600mm 的出水管可选用铸铁管。

(3) 钢筋混凝土管。能节约金属材料，输水性能好，价格较低，安装简便，使用期限长。缺点是重量大，运输不便，其配件联接也不方便。管径在 300~1500mm 的低压管道宜采用钢筋混凝土管。

(4) 预应力钢筋混凝土管。与普通钢筋混凝土管相比，能承受较高的内水压力，节省钢材，管壁较薄，抗渗抗裂性能好，安装也较方便。

(5) 钢丝网水泥管。自重轻，弹性好，强度高，节约钢材，抗渗性能好。中、高扬程的泵站可采用钢丝网水泥管。

(6) 胶管。可分吸引胶管和压力胶管两种。吸引胶管承受压力小，用作吸水管。压力胶管承受压力大，适合作出水管。胶管的公称通径一般在 200~300mm 以内。其价格较贵，寿命较短，适合流动使用。

管道在泵站工程中占有很大的投资比例。管道的类型对管道的运输费和安装费影响很大。所以在选择管材时要结合水管产地全面分析考虑。

#### (二) 管径的选择

同一流量，当水管直径小时，其管内流速大，消耗的电能也大，但管道投资小；当水管直径大时，管内流速小，消耗的电能也小，但管道投资大。中小型水泵站在选择管径时，通常以经济流速来求解经济管径。

(1) 吸水管。吸水管承受外压，要有一定的刚度，并保证不漏气。一般采用钢管或铸铁管。为减小吸水管路水头损失，充分利用水泵吸上扬程，管内流速一般控制在 1.5~2.0m/s 的范围内，据此可求出吸水管管径，即

$$D_{\text{管}} = (0.80 \sim 0.85) \sqrt{Q} \quad (2-4)$$

式中  $D_{\text{管}}$ ——吸水管经济管径，m；

$Q$ ——通过管道的设计流量， $\text{m}^3/\text{s}$ 。

吸水管的长度不宜太长，一般为 6~10m。

(2) 出水管。出水管承受内水压力，属内压管。要有足够的强度和刚度。高扬程泵站为节省管道投资，可根据管路各段承受的内水压力不同选配不同的管材。在确定水管直径时，通常把管内流速控制在 2.5~3.5m/s 范围内。由此可用下列经验公式计算经济管径，即

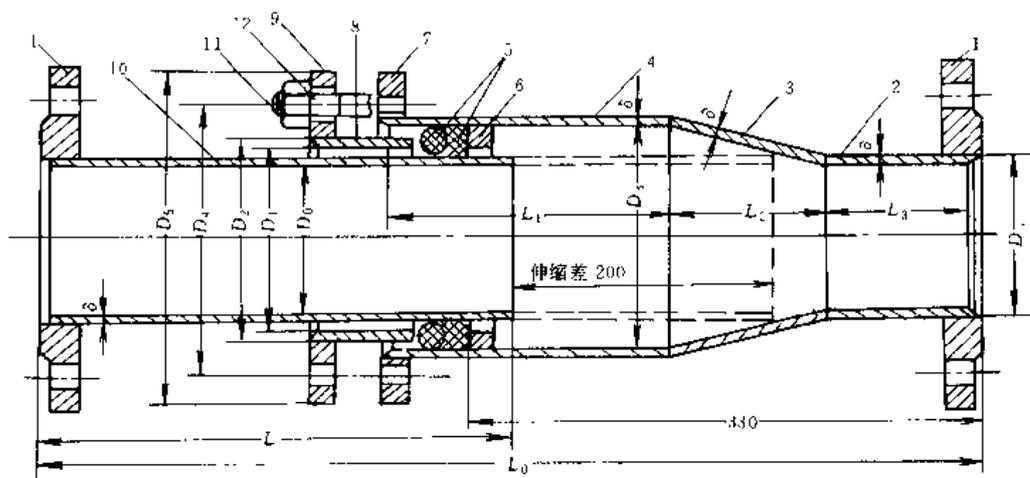


图 2-3 套管式伸缩节 (单位: mm)

1—法兰盘; 2、10—焊接钢管; 3—异径管; 4—钢制套管; 5—橡胶圈; 6—挡圈; 7、9—翼盘; 8—短管; 11—双头螺杆; 12—螺母

## 2. 沥青水泥砂浆接口

接口处先塞麻两道 (搭接 10~15cm), 后塞沥青条, 用凿子均匀塞进, 沥青条外面抹水泥砂浆。如图 2-5 所示。

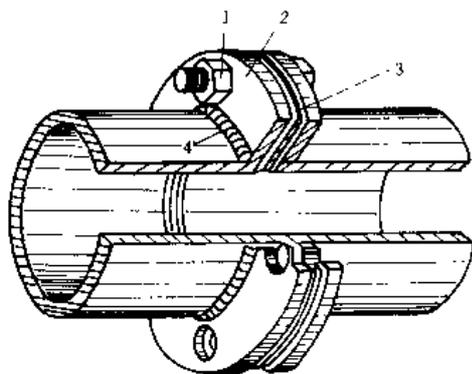


图 2-4 法兰盘接口

1—螺母; 2—法兰盘;  
3—橡胶垫圈; 4—焊缝

## 3. 石棉水泥接口

有油麻石棉水泥接口和胶圈石棉水泥接口两种。

(1) 油麻石棉水泥接口。接口处先塞油麻。填塞的深度: 承插接口一般为承口深度的三分之一; 套环接口为套环长度的三分之一。每圈麻辫应搭接 10~15cm。麻辫直径要比接口间隙粗 1.5 倍。然后将配好的石棉水泥塞在油麻外面。由下往上分层填打, 打成后的接口应光滑平整, 深浅一致, 凹入承口边缘 2~3mm。如图 2-6 所示。

(2) 胶圈石棉水泥接口。把胶圈先套入铸铁管插口, 对正承口, 将插管连同胶圈同时插入承口, 用麻钻均匀地把胶圈打上插口小台, 最后在胶圈外面

填塞石棉水泥。胶圈石棉水泥接口方法一般用于铸铁管道的接口。

## 4. 水泥砂浆接口

接口形式分承插口、套管和抹带三种。承插口和套管的接口方法均在接口处先塞油麻, 外抹水泥砂浆。如图 2-7 所示。

抹带接口一般是用水泥砂浆在接口处抹成弧形环带。如图 2-8 所示。

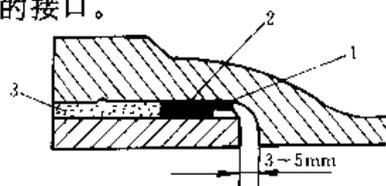


图 2-5 沥青水泥砂浆接口

1—麻; 2—沥青条;  
3—水泥砂浆

度来控制。暗杆楔式单闸板闸阀，其闸体外部设有指示盘，闸阀开启程度，可根据指示盘来控制。

闸阀的选择，应根据泵站扬程的大小，出水管的直径及其造价等，选择闸阀的型式和规格。

## 二、逆止阀

当泵站事故停机时，出水管中的水将要发生倒流，此时逆止阀的阀门靠自重和管内回流的冲击，在短时间内即自行关闭，从而防止水倒流。扬程较高的泵站一般都安装逆止阀。但它的水力损失大，在突然关闭阀门时要发生很大的水锤，产生较大的振动，对机组、管道的安全不利。一般扬程不高，管道不长的泵站，多用拍门来代替逆止阀。目前在水泵站中已很少采用逆止阀。

## 三、真空泵

离心泵在起动前必须将泵壳和吸水管用水先注满。管径小于 300mm 的一般用人工充水。管径大于 300mm 时，一般都采用真空泵抽吸泵壳及吸水管路内的空气，以达到抽气充水的目的。水泵站中常用水环式真空泵。

真空泵是根据抽气量和真空值来选择的。抽气量按下式计算

$$Q_v = K \frac{(V_1 + V_2)H_a}{T(H_a - H_s)} \quad (2-7)$$

式中  $Q_v$ ——真空泵的抽气量， $m^3/min$ ；

$K$ ——考虑缝隙及填料函漏损的安全系数，一般取  $K=1.05\sim 1.10$ ；

$V_1$ ——闸阀以下出水管路和泵壳内的空气容积，可按水泵吸入口面积乘以水泵吸入口至出水闸阀间的距离求得， $m^3$ ；

$V_2$ ——从进水池水面算起的吸水管路中的空气容积， $m^3$ ；

$H_a$ ——当地大气压力的水柱高度， $m$ ；

$H_s$ ——进水池最低工作水位至泵壳顶部的高度， $m$ ；

$T$ ——抽气时间， $min$ ，一般为  $3\sim 5min$ 。

根据计算的  $Q_v$  和真空值在真空泵产品样本中选择合适的真空泵，参见第十章。

须要注意的是，上式计算的  $Q_v$  是一台水泵需要的抽气量。若一台真空泵同时对  $n$  台水泵抽气，则应以  $nQ_v$  和真空值选择合适的真空泵。

水泵站内一般设置两台真空泵，互为备用。

## 四、真空表和压力表

真空表安置在水泵进口处，用来测定水泵进口处的真空值。压力表装在水泵出口处，用来测定水泵出口处的管内压力。根据这两个表的读数就可算出水泵的工作扬程和判断水泵运行是否正常。压力表的规格型号见表 2-4。

## 五、起重设备

大中型水泵站中，其设备的安装与维修均需要起重设备。

起重设备的额定起重量应根据最重吊运部件和吊具的总重量，参照现行起重机系列确定。起重机的提升高度应满足机组安装和检修的要求。

表 2-4

压力表的规格

名称		型号	测量范围 (从 0 起) ( $10^5\text{Pa}$ )	用途	重量 (kg)
弹簧式 压力表	双针	YC-100S	2.5, 4, 6, 10, 16, 25, 40, 60	测量不起腐蚀作用的液体压力, 且可同时测量二点的压力及此二 点的压差	0.75
	双管	YC-150S			0.95
	电接点	YX-150	1, 1.6, 2.5, 4, 6, 10, 25, 40, 60		3.0
弹簧式 真空表	一般	Z-100ZT Z-100, Z-100T	<1	测量不起腐蚀作用气体的负压	0.70
		Z-150, Z-150T Z-150ZT			1.30
	电接点	ZX-150		同上,可用于远程传送发出信号 和自动控制	3.0
压 力 真空表	一般	YZ-100	1, 1.6, 2.5, 4, 6, 10, 16, 25	测量不起腐蚀作用的气体、液体 的压力及负压	0.70
		YZ-150			1.30
	电接点	YZX-150	<1	同上,且可用于远程传送及自动 控制	3.0

- 注 1. 仪表适合在气温  $20^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不超过 80% 条件下工作;  
 2. 电接点仪表电源为 50Hz, 200V 或 110V;  
 3. 仪表在测量稳压时, 不超过测量上限的 2/3, 测波动压力不超过 1/2, 最低压力均不低于上限的 1/3, 介质的压力变化, 在每秒钟内不超过上限的 10%;  
 4. 本表中的仪表均为上海压力表厂产品。

一般起重重量小于 5t 时, 可选用手动单梁起重机, 根据情况也可用单轨小车配以葫芦。起重重量大于 10t 时, 宜选用电动双梁起重机。

当泵房中的设备或部件最大重量不超过 1t 时, 一般采用手拉葫芦与三角架。当设备重量最大在 5t 以下, 或设备重量不超过 1t 但机组数目较多时, 宜设置手动单轨小车。

起重设备的技术规格见第十章。

## 第六节 水泵安装高程的确定

水泵的安装高程系指水泵基准面的高程。不同类型的叶片泵, 其基准面的确定方法如图 2-10 所示。

正确确定水泵安装高程, 是泵站设计中的一个重要问题。水泵安装高程过高, 水泵运行期间会使水泵进口处压力过低, 水泵将遭到严重的汽蚀破坏, 缩短水泵使用寿命。水泵安装高程过低, 会增加基础开挖深度, 土建造价要增加。所以正确确定水泵安装高程, 使水泵既能安全运行, 又能节省土建造价, 具有很重要的意义。

卧式水泵一般都安装在进水池水面以上, 其最大允许吸水高度  $[H_{\text{吸}}]$  可用下式计算

$$[H_{\text{吸}}] = [H_s] - h_{\text{吸}} - \frac{v_{\text{吸}}^2}{2g} \quad (2-8)$$

式中  $[H_{\text{吸}}]$ ——水泵允许吸水高度, m;

$[H_s]$ ——水泵样本上给定的水泵允许吸上真空高度, m;

$h_{\text{吸}}$ ——吸水管路的水头损失, m;

$v_{\text{吸}}$ ——水泵进口断面的平均流速, m/s。

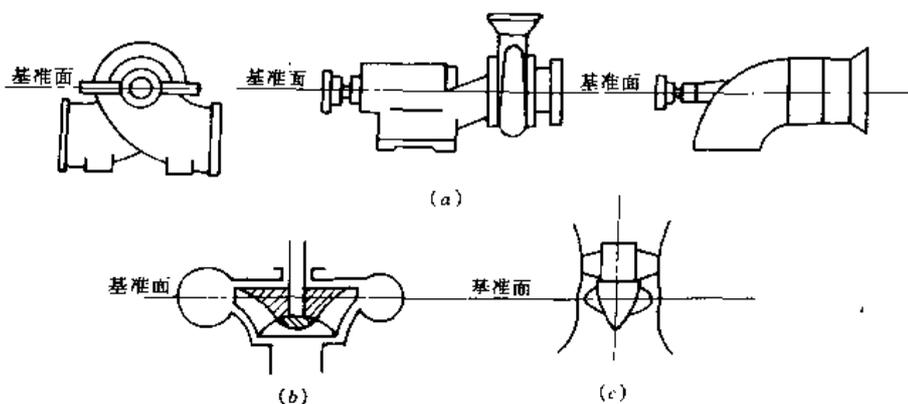


图 2-10 叶片泵的基准面

(a) 卧式叶片泵 (以通过水泵轴中心线的水平面为基准面); (b) 立式离心泵和混流泵 (以通过第一级叶轮出口中心的水平面为基准面); (c) 立式轴流泵 (以通过叶片轴线的水平面为基准面)

水泵样本中给出的  $[H_s]$  值, 是水泵在额定转速下, 大气压力等于  $101325\text{Pa}$  及水温为  $20^\circ\text{C}$  的标准情况下的数值。如果水泵工作时的转速、被抽送的水温和水泵安装地点的大气压力与标准情况不同, 则必须先对  $[H_s]$  进行修正, 把修正过的  $[H_s]$  值代入公式 (2-8) 中计算出  $[H_{\text{吸}}]$ 。

如需修正, 一般先进行转速修正, 后进行气压和水温修正。

水泵工作转速与额定转速不同时,  $[H_s]$  按下式修正

$$[H_s]' = 10 - (10 - [H_s]) \left( \frac{n'}{n} \right)^2 \quad (2-9)$$

式中  $[H_s]'$  —— 相对于转速  $n'$  时的允许吸上真空高度, m;

$n'$  —— 水泵工作时的转速, r/min;

$n$  —— 水泵样本给定的转速, r/min, 即额定转速。

当大气压力和水温与标准情况不同时,  $[H_s]$  值可按下式修正

$$[H_s]'' = [H_s] - \left( 10.33 - \frac{P_a}{\gamma} \right) - \left( \frac{P_{\text{汽}}}{\gamma} - 0.24 \right) \quad (2-10)$$

式中  $\frac{P_a}{\gamma}$  —— 水泵安装地点的大气压头,  $\text{mH}_2\text{O}$ ;

$\frac{P_{\text{汽}}}{\gamma}$  —— 实际水温下的饱和蒸汽压头,  $\text{mH}_2\text{O}$ 。

不同海拔高程的大气压力和不同水温时的饱和蒸汽压力, 可从有关书籍中查得。

根据以上情况, 将计算得到的水泵允许吸水高度, 加在进水池设计最低水位上, 即得水泵安装高程

$$\nabla_{\text{安}} = \nabla_{\text{低}} + [H_{\text{吸}}] \quad (2-11)$$

式中  $\nabla_{\text{安}}$  —— 水泵安装高程, m;

$\nabla_{\text{低}}$  —— 进水池设计最低水位, m。

轴流泵的吸上性能是由汽蚀余量  $\Delta h$  表示的。当已知水泵允许汽蚀余量  $[\Delta h]$  时, 水泵

的允许吸水高度  $[H_{\text{吸}}]$  可用下式计算

$$[H_{\text{吸}}] = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_{\text{汽}}}{\gamma} - [\Delta h] - h_{\text{吸}} \quad (2-12)$$

式中  $[\Delta h]$  ——水泵样本给定的允许汽蚀余量, m;

其他符号意义同前。

轴流泵的吸水管路较短,  $h_{\text{吸}}$  可忽略不计。在一个标准大气压和水温为  $20^\circ\text{C}$  的情况下,

$\frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_{\text{汽}}}{\gamma} = 10.33 - 0.24 = 10.09(\text{mH}_2\text{O})$ , 所以式 (2-12) 可改写成

$$[H_{\text{吸}}] = 10.09 - [\Delta h] \quad (2-13)$$

当水泵运行转速与样本给定的转速不同时,  $[\Delta h]$  可用下式进行修正

$$[\Delta h]' = [\Delta h] \left( \frac{n'}{n} \right)^2 \quad (2-14)$$

式中  $n$  ——水泵样本中给定的水泵转速, r/min;

$n'$  ——水泵运行转速, r/min;

$[\Delta h]'$  ——相对于转速  $n'$  时的允许汽蚀余量, m。

当计算的  $[H_{\text{吸}}]$  为正值, 说明水泵基准面可以安装在水面以上, 但为了起动方便, 仍将叶轮中心线淹没于水下  $0.5 \sim 1.0\text{m}$ 。若计算的  $[H_{\text{吸}}]$  为负值, 说明水泵基准面必须在水面以下, 其数值即为水泵基准面淹没在水下的最小深度, 如果其值不足  $0.5 \sim 1.0\text{m}$ , 应采用  $0.5 \sim 1.0\text{m}$ 。

## 第三章 泵房设计

泵房是泵站建筑物中的主体工程，是安装水泵、动力机及其辅助设备的建筑物。泵房设计内容主要包括：泵房结构型式的选择、泵房内部布置及各部尺寸的拟定、泵房整体稳定分析和构件的结构计算等。

合理的泵房设计应做到坚固适用，施工方便，经济合理，技术先进，安全可靠和运行管理方便。

### 第一节 泵房型式的选择

影响泵房结构型式的因素有：水泵类型，水源水位变幅，地质地形条件和枢纽布置等。其中水泵类型和水源水位变幅是影响泵房结构型式的两个主要因素。

#### 一、分基型泵房

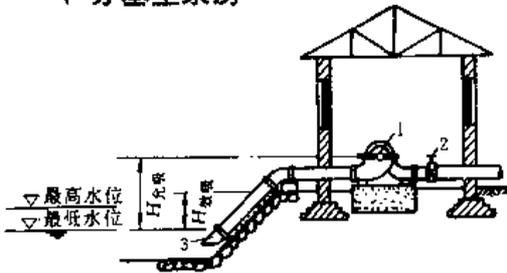


图 3-1 斜坡式分基型泵房  
1—水泵；2—闸阀；3—吸水管

分基型泵房的主要特点是泵房基础与机墩分开建造，无水下结构。结构简单，施工方便，和一般工业厂房相似。是中、小型泵站常用的一种结构型式。这种型式的泵房地面高于进水池最高水位，所以通风、采光和防潮的条件比较好。

根据泵房进水侧岸边型式，可将其分为斜坡式和直墙式两种。如图 3-1 和图 3-2 所示。

斜坡式适用于地基条件较好的场合。它是将进水侧岸边作成有护砌的斜坡型式。这种型式对吸水管路的安装检修都较方便，但吸水管路较长。直墙式适用于地基条件较差的场合，它和斜坡式比较，可以缩短吸水管路的长度。

分基型泵房优点很多。当水源水位变幅小于所选水泵有效吸上高度时，可以选用分基型泵房。分基型泵房适用于安装卧式和斜式水泵。如果水源水位变幅较大，仍想采用分基型泵房，可在引水渠首设置闸门控制水位，将泵房布置在挖方中。但这样做一般要通过技术经济分析，如果技术经济不合理，则宜考虑其他型式的泵房。

#### 二、干室型泵房

当水源水位变幅较大，不宜采用分基型泵房时，可采用干室型泵房。它的结构特点是为了防止高水位时外水渗入泵房，泵房四周墙壁和底板用混凝土或钢筋混凝土浇筑成一个不透水的整体结构。形成一个干燥的地下室，机组就安装在地下室内部。

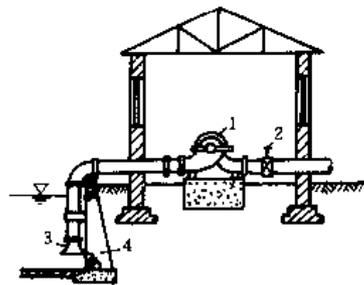


图 3-2 直墙式分基型泵房  
1—水泵；2—闸阀；3—吸水管；4—挡土墙

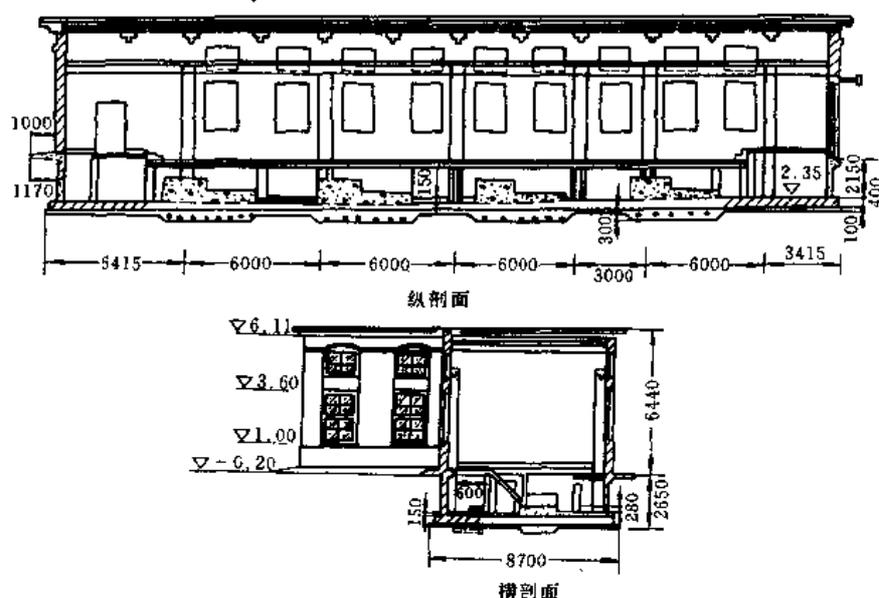


图 3-3 长方形干室型泵房剖面图 (单位: mm)

干室型泵房结构较复杂, 造价高。它适用于以下场合:

- (1) 水源水位变幅大于水泵有效吸水高度;
- (2) 水源水位变幅较大, 采用分基型泵房在技术经济上不合理;
- (3) 建站处的地质及水文地质条件较差。如地基土承载能力较低, 地下水位较高等情况。

干室型泵房的平面形状有长方形的, 如图 3-3 所示。这种型式适用于机组较多的情况。另一种是圆形的, 它适用于机组台数较少的场合。如图 3-4 所示。

干室型泵房内可以安装卧式水泵机组, 也可以安装立式水泵机组。安装卧式机组时, 为检修方便, 常在水泵吸水管和出水管上安装闸阀。管道穿墙处要作好防渗处理。

干室型泵房的地下室, 其采光、通风和防潮都较困难, 如自然通风不能满足要求时, 应考虑机械通风。室内地面要设置排水沟和集水井, 以便将渗漏到泵房内的积水排至泵房外。

### 三、湿室型泵房

湿室型泵房的结构特点是泵房与进水池合并建造。泵房分上下两层, 上层安装电动机和配电设备, 称电机层。下层进水池安装水泵, 称水泵层。湿室型泵房适合安装中小型立式轴流泵和立式离心泵。根据地形、地质和建筑材料等条件, 湿室型泵房按其结构型式又可分为墩墙式、排架式、圆筒式和箱型结构式等多种。

#### 1. 墩墙式泵房

墩墙式泵房除进水侧外, 其他三面都有挡土墙, 墙后填土与电机层齐平。每台水泵之间用墩子隔开, 形成单独的进水池。水流条件较好。水泵工作时互不干扰。每个进水池前可设置闸门和拦污栅, 便于对单台水泵的检修。墩墙和底板可采用浆砌石结构, 可就地取材, 施工简单。如图 3-5 所示。

墩墙式泵房因墙后填土, 将产生很大的水平推力。为满足抗滑稳定的要求, 常需加大

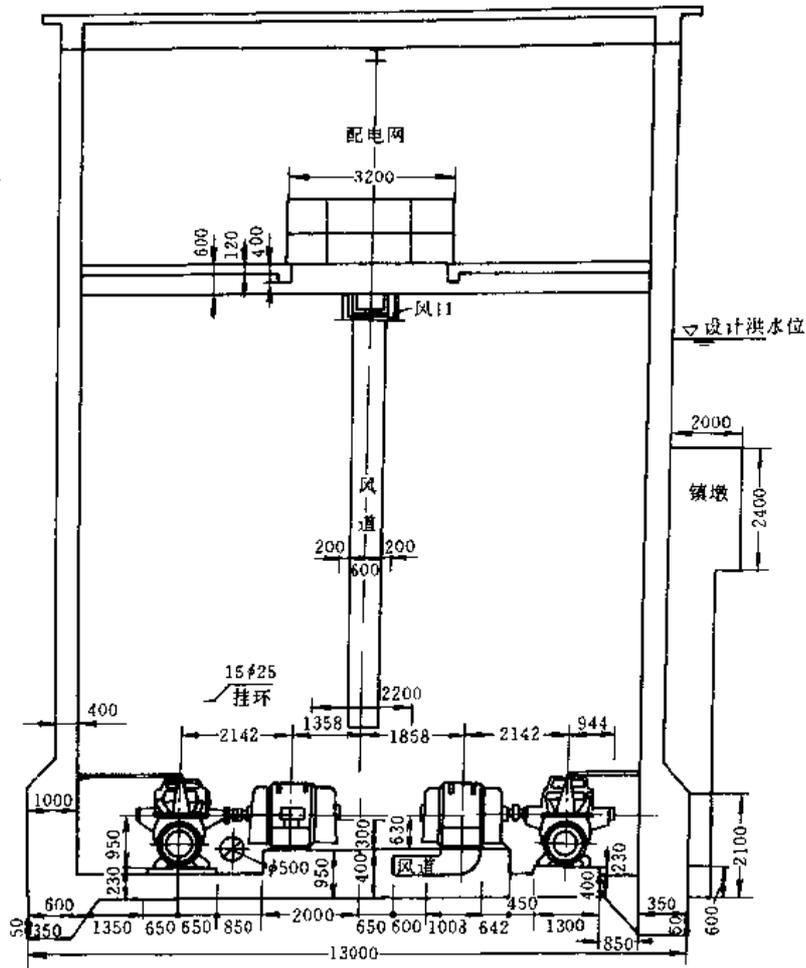


图 3-4 井筒形干室型泵房 (单位: mm)

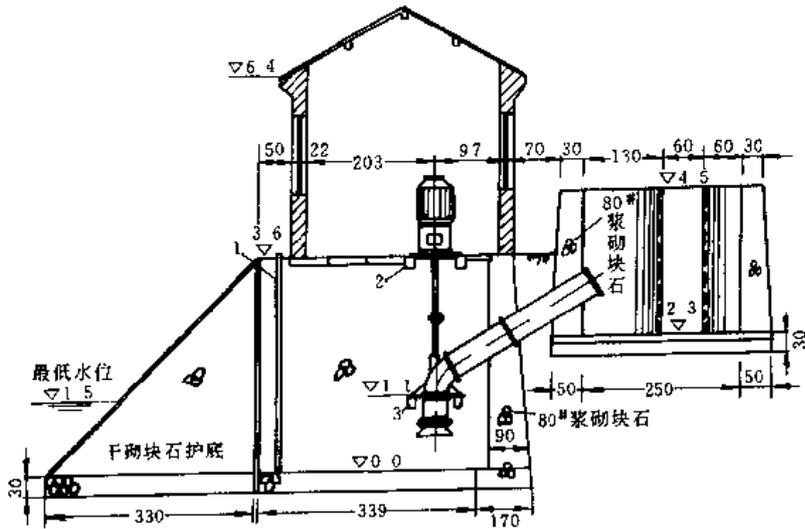


图 3-5 墩墙式泵房 (单位: cm)

1—检修门槽; 2—电机梁; 3—水泵梁

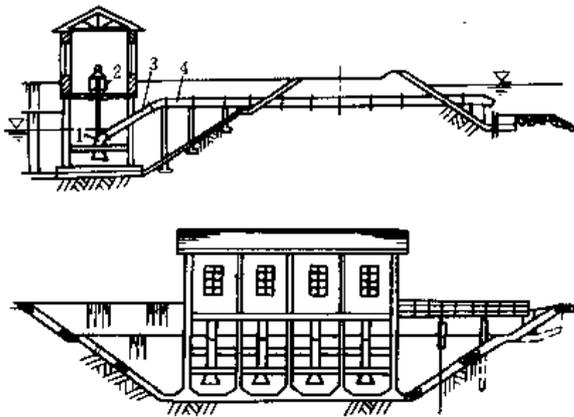


图 3-6 排架式泵房

1—水泵；2—电动机；3—出水管；4—穿堤涵管

### 3. 圆筒式泵房

泵房的水下部分是用混凝土、钢筋混凝土或砖石等砌筑成的圆筒，四周填土，用引水涵管把引水渠和进水池连通。如图 3-7 所示。圆筒式泵房地基应力小，泵房稳定性强，对沉降的适应性能好，对细砂地基可以防止管涌。其缺点是进水条件差，施工较麻烦，机组数量一般不超过 3 台。

### 4. 箱形结构式泵房

它是在排架式泵房除进水侧外其他三面加设了挡土板。中间每隔 2~3 台水泵设置检修隔墙，墙高超过进水池最高水位。在进水池前设检修闸门。泵房两侧填土高度与电机层齐平。后侧填土高度较矮。如图 3-8 所示。

箱形结构式泵房地基应力小，地基反力均匀，后侧矮填土，水平推力不大，解决了抗滑稳定问题。与排架式泵房相比刚度大，适应软土地基，抗震性能好，对外交通方便。缺点是泵房造价高。

## 四、块基型泵房

块基型泵房是把水泵的进水流道与泵房的底板用钢筋混凝土浇筑成一个整体，并作为整个泵房的基础，故称块基型泵房。如图 3-9 所示。块基型泵房整体性好。适用于各种地基条件，在软土地基上也可以建造。泵房本身自重大，抗浮和抗滑的稳定性较好。口径大于 1200mm 的大型水泵可采用块基型泵房。特别是在需要泵房直接挡水时，采用块基型泵房更为有利。

泵房的重量，增加了工程量。

### 2. 排架式泵房

排架式泵房的下部为钢筋混凝土的排架，用以代替墩墙来支撑水泵机组和上部结构。四面临水，泵房与岸坡用工作桥连接。如图 3-6 所示。

排架型泵房结构轻，用材省、地基应力小而均匀。这种型式由于没有侧墙和后墙的填土压力，可不必考虑泵房的抗滑稳定问题。

排架式泵房的缺点是水泵检修不便，护坡工程量大。这种型式适用于安装中小型立式机组和地基条件较好的场合。

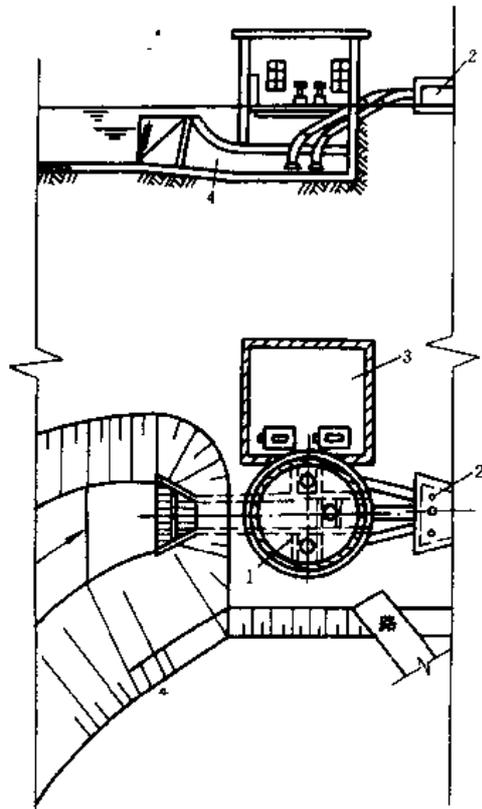


图 3-7 圆筒式泵房

1—泵房；2—压力水箱；  
3—变电站；4—进水池

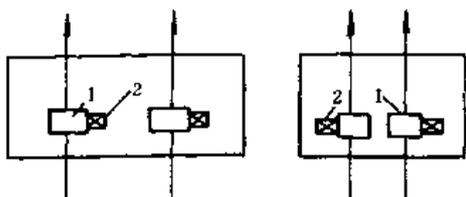


图 3-10 一列式布置

1—水泵；2—电动机

### 一、主机组布置

#### 1. 一列式布置

各机组的轴线位于同一直线上。优点是简单、整齐、泵房跨度小。缺点是当机组较多时会增加泵房长度，相应的也要增加进水池和出水池的宽度，如图 3-10 所示。

#### 2. 双列交错排列布置

当机组数目较多时，为缩短泵房长度和减小进水池和出水池宽度，可采用双列交错排列布置。如图 3-11 所示。

这种布置型式的缺点是增加了泵房跨度，泵房内部显得零乱，管理操作也不够方便。

双吸卧式离心泵按水泵样本上的规定，从传动方向看水泵是逆时针方向旋转的。从水泵进水口往出水口方向看，联轴器在水泵右边。从图 3-11 布置的情况看，有一部分水泵从进水口向出水口看，联轴器在水泵左边，从传动方向看，水泵是顺时针方向旋转的，恰和水泵样本中的规定相反。这一点在水泵定货时必须加以说明。

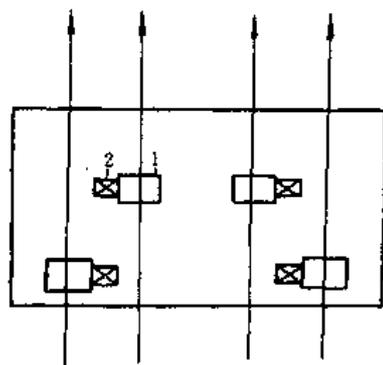


图 3-11 双列交错排列布置

1—水泵；2—电动机

#### 3. 平行一列布置

当选用 BA 型（或 B 型）水泵时，可采用这种布置型式。如图 3-12 所示。这种布置型式的优点是机组间距减少，能缩短泵房长度和前池宽度。

## 二、配电设备布置

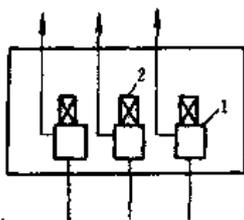


图 3-12 平行一列布置

1—水泵；2—电动机

配电设备的布置型式，有集中布置和分散布置两种。分散布置是将配电盘放在两台电动机中间的靠墙空地上，无需增加泵房宽度。集中布置按它在泵房中的位置，可分两种布置型式。

#### 1. 一端式布置

配电间布置在泵房进线的一端。如图 3-13 所示。这是机组台数较少的泵站采用最普遍的一种布置型式。它的优点是不增加泵房跨度，进出水侧都可以开窗。有利于泵房的通风和采光。它的缺点是当机组台数多时，工作人员不便监视远离配电间的机组运行情况。

#### 2. 一侧式布置

将配电间布置在泵房进水侧或出水侧。如图 3-14 所示。其优点是当机组台数较多时，有利于工作人员监视机组的运行。这种布置型式要增加泵房跨度，为了弥补泵房跨度加大的缺点，可沿泵房跨度方向向外凸出一部分，作为配电间，这样就不会增加整个泵房的跨度。

配电间的尺寸主要决定于配电柜的规格尺寸、数目以及必要的操作维修空间。高压配电柜不要靠墙，可以双面维护。低压配电柜可以靠墙，单面维护。不靠墙安装的配电柜，柜后需

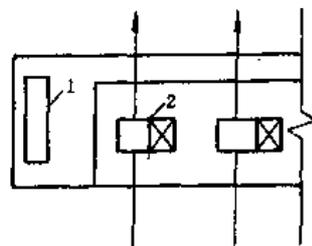


图 3-13 配电间布置

在泵房一端

1—配电柜；2—主机组

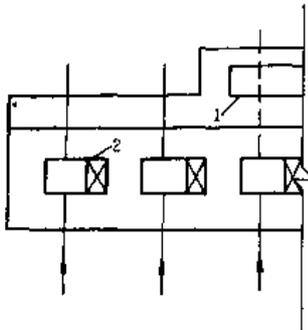


图 3-14 配电间布置  
在泵房一侧  
1—配电柜；2—主机组

时，可以就地检修，不必专设检修间。

#### 四、交通道布置

泵房内的主要交通道一般沿泵房长度方向布置。可以布置在出水侧，也可以布置在进水侧。其宽度不小于1.5m。交通道通常高于泵房地板，一般与配电间地板在同一高程。若交通道布置在出水侧，其高程还要考虑有利于闸阀的操作。交通道与泵房地板之间采用台阶连接。台阶宽度应不小于0.8m，台阶级高与级宽可采用20cm和25cm。

#### 五、电缆沟布置

电动机至配电柜间的电缆，一般都放置在电缆沟内。电缆沟设在电动机进线盒一侧。电缆沟应防潮防水。常用青砖砌筑砂浆抹面。电缆搁置在沟内支架上。沟顶用木板或混凝土板盖好。电缆沟的尺寸视电缆数多少而定。一般沟深为40~80cm，沟宽为40~60cm。小型泵站一般不专设电缆沟，而是在电缆上套一钢管或陶瓷管，把它挂在墙上或固定在墙角下。

#### 六、排水沟布置

为排除水泵水封用的废水及管阀漏水，泵房地面应有向前池方向倾斜的百分之二左右的坡度，泵房积水可沿支沟汇集于干沟中，然后穿出泵房墙自流排入前池。若前池水位高于排水沟水位不能自流外排时，可使排水干沟的水先流入集水井，然后用排水泵将井内积水排至

留出不小于0.8m的通道，以便检修，柜前一般需要1.5~2.0m的操作宽度。

为防止积水流向配电间，配电间地板应高于泵房地板，也可使配电间地板高程与泵房内交通道高程相同。为防备发生意外事故，配电间一般都单设一个向外开的便门。

#### 三、检修间布置

检修间一般设在靠近泵房大门的一端，它的尺寸应能放置泵房内最大的设备或部件。并便于拆装检修。中小型泵站，若机组容量较小或机组间距较大

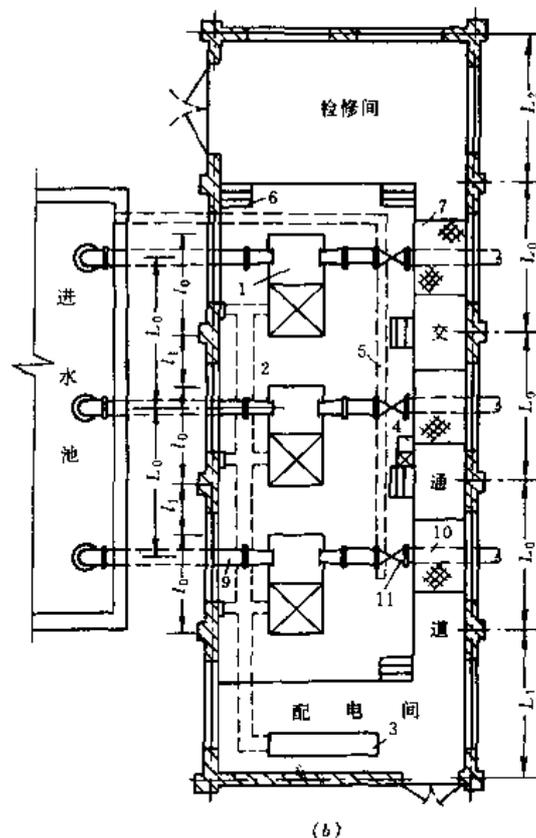
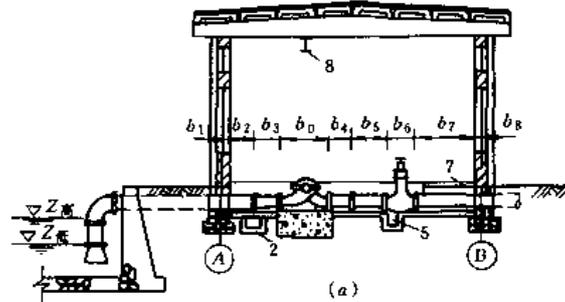


图 3-15 分基型泵房内部布置图  
(a) 剖面图；(b) 平面图

1—主机组；2—电缆沟；3—配电柜；4—真空泵；  
5—排水沟；6—踏步；7—花纹钢制盖板；8—吊  
车；9—进水管；10—出水管；11—闸阀

前池。

### 七、充水系统布置

真空泵及其抽气管路的布置，以不影响主机组检修，不增加泵房面积，便于工作人员操作为原则。真空泵通常布置在泵房的一端，靠近机组的墙边或墙角。也可布置在进水侧中部的空地上。抽气管路，可沿机组泵顶架空布置，其高度以不影响工作人员行走为宜，也可沿机组基础的地面铺设，然后再用抽气支管与每台水泵相连。

### 八、门窗布置

泵房应有较大的门窗面积，以利通风采光。一般门窗面积不应小于泵房地板面积的20%~30%。大门应能通过运输内部最大设备构件。在泵房进出水的侧墙上应设置双层窗，以利自然通风。门窗设计宜采用标准图集。图 3-15 为分基型泵房内部布置图。

## 第三节 泵房尺寸的确定

### 一、卧式机组泵房尺寸的确定

#### (一) 平面尺寸

##### 1. 泵房跨度

泵房跨度主要由水泵长度、进出水闸阀、管路配件尺寸、穿墙套管的安装间隙、工作道的宽度、配电盘的位置以及安装检修和操作所必需的空间等因素确定。泵房跨度也应与定型的屋架跨度或吊车跨度相适应。最小跨度不宜小于 4.5m。

从图 3-15 (a) 图中可以看出，泵房的跨度  $B$  可由下式确定

$$B = b_1 + b_2 + b_3 + b_0 + b_4 + b_5 + b_6 + b_7 + b_8 \quad (3-1)$$

式中  $b_1$ 、 $b_8$ ——泵房纵向定位轴线以内的墙身厚度，mm；

$b_2$ ——管道安装检修空间，mm。一般不小于 300mm；

$b_3$ ——偏心渐缩管长度，mm；

$b_0$ 、 $b_4$ ——水泵长度和渐扩管长度，可由水泵样本中查得；

$b_5$ ——水平接管长度，mm；

$b_6$ ——闸阀长度，由产品样本中查得，mm；

$b_7$ ——交通道宽度，mm。

##### 2. 泵房长度

泵房长度主要根据机组或机组基础长度、机组间的间距以及检修间和配电间的位置等因素来确定。机组间的间距可参考表 3-1 选取。

机组基础长度加上间距就是机组中心距。如果每台水泵有单独的进水池，则机组中心距应等于每台水泵所要求的进水池宽度与隔墩厚度的和。若两者不统一，可通过调整间距来统一。机组中心距也就是泵房的柱距，在有配电间或检修间的泵房中，配电间或检修间的柱距可与机组间的柱距相同，也可根据设计需要确定。由图 3-15 (b) 可看出，泵房长度  $L$  可由下式确定

$$L = nL_0 + L_1 + L_2 \quad (3-2)$$

其中

$$L_0 = l_0 + l_1 \quad (3-3)$$

上两式中  $L$ ——泵房长度, mm;

$n$ ——主机组台数;

$L_1$ 、 $L_2$ ——配电间和检修间的开间, mm;

$L_0$ ——泵房开间, mm;

$l_0$ ——主机组基础长度, mm;

$l_1$ ——两机组基础之间或机组顶端到墙壁之间距离, 根据机组流量可从表 3-1 中查得, mm。

表 3-1

泵房内部设备之间间距表

单位: mm

情况	机组流量 ( $m^3/s$ )		
	<0.5	0.5~1.5	>1.5
设备顶端与墙间	700	1000	1200
设备与设备顶端	800~1000	1000~1200	1200~1500
设备与墙间	1000	1200	1500
平行设备之间	1000~1200	1200~1500	1500~2000
高压或立式电动机组间	1500	1500~1750	2000

### (二) 泵房高度

由已确定的水泵安装高程减去泵轴线至水泵底座的距离, 便得到水泵基础面高程, 由水泵基础面再往下减 0.1~0.3m 的安装空间, 即得到泵房主机组地坪面高程。

通常检修间地板高程要高于主机组地坪面高程。检修间地板高程一般与配电间地板高程相同。为了防洪安全和便于汽车运输设备, 检修间地板高程应高出最高洪水位和泵房外地面 0.5m 左右。由此可确定检修间地板高程。

若泵房内设有吊车, 载重汽车需进入检修间装卸设备, 则吊车轨面高程可由下式确定

$$\nabla_{\text{轨}} = \nabla_{\text{地}} + h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 \quad (3-4)$$

式中  $\nabla_{\text{轨}}$ ——吊车轨面高程, m;

$h_1$ ——汽车车厢底板 (包括垫块高度) 离地面高度, m;

$\nabla_{\text{地}}$ ——检修间地板高程, m;

$h_2$ ——起吊物吊离车厢底板的必要高度, m;

$h_3$ ——最高设备 (或部件) 的高度, m;

$h_4$ ——吊索最小高度, m;

$h_5$ ——吊车吊钩至轨道面的最小距离, m。

吊车轨面高程  $\nabla_{\text{轨}}$ , 加上轨道高度即得屋面大梁底面高程  $\nabla_{\text{梁}}$ 。如图 3-16 所示。

## 二、立式机组泵房尺寸的确定

湿室型泵房多安装立式轴流泵。泵房分上下两层, 上层安装电动机和配电设备, 称电机层。下层安装水泵, 称水泵层。主机组多为一列式布置。

### (一) 平面尺寸

电机层的平面尺寸主要由电动机、配电设备及工作道的布置要求而确定。水泵层的平面尺寸一般是根据水泵要有良好的进水条件来决定的。两者的平面尺寸很难相同, 在泵房

#### 4. 电机层楼板高程 $\nabla_{\text{楼}}$

$\nabla_{\text{楼}}$ 应按进水池最高内水位加安全超高(0.5~1.0m)来确定。同时为防止雨水进入室内,电机层楼板应高于室外地面。当电机层楼板高程与泵轴长度不一致时,应进行调整。

#### 5. 泵房屋面大梁下缘高程 $\nabla_{\text{梁}}$

电机层楼面高程 $\nabla_{\text{楼}}$ 加上电机层高度 $H$ ,即得泵房屋面大梁下缘高程 $\nabla_{\text{梁}}$ 。有两种情况:

(1) 当起吊部件不越过电动机顶部时, $\nabla_{\text{梁}}$ 用下式计算

$$\nabla_{\text{梁}} = \nabla_{\text{楼}} + H \quad (3-8)$$

其中

$$H = h_7 + h_6 + h_5 + h_4 + h_3 \quad (3-9)$$

式中  $H$ ——电机层高度, m;

$h_7$ ——屋面大梁下缘至起重钩中心的最小距离,可从产品样本中查得, m;

$h_6$ ——起重绳的垂直长度(对于水泵为 $0.85x$ ;对于电动机为 $1.2x$ 。 $x$ 为起重部件宽度), m;

$h_5$ ——最大一台电动机高度,或最长一节中间轴或水泵轴长度, m;

$h_4$ ——吊起部件底部与立式电动机的支座间的距离,  $h_4 \geq 0.2$  m;

$h_3$ ——立式电动机支座顶端至电机层楼板的距离, m。

(2) 当起吊部件越过电动机顶部时, $\nabla_{\text{梁}}$ 用下式计算

$$\nabla_{\text{梁}} = \nabla_{\text{楼}} + H \quad (3-10)$$

其中

$$H = h_7 + h_6 + h_5 + h_2 + h_1 \quad (3-11)$$

式中  $h_2$ ——吊起部件底部与最高一台机组顶部的距离,一般不小于0.5m;

$h_1$ ——最大一台电动机的高度, m;

其他符号意义同前。

### 第四节 泵房整体稳定分析

泵房的内部布置及各部尺寸确定以后,还须进行泵房的整体稳定分析。整体稳定分析的主要内容包括:抗渗、抗滑、抗浮、抗倾稳定和地基稳定校核等内容。稳定校核如不能满足要求时,则须对泵房内部布置和各部尺寸进行调整。满足要求后,再进行结构计算。

对泵房进行整体稳定分析时,应根据泵房的结构特点,具体问题具体分析。湿室型堤身式泵房本身就是个挡水建筑物,它不仅直接承受水压力而且还受渗透水流的作用。所以对它必须进行抗渗和抗滑的稳定校核。对干室型泵房,因它三面有回填土,受力较均匀,所以对干室型泵房一般不进行抗滑稳定验算。但干室内不允许进水,在高水位时泵房受有很大浮力,所以对它必须进行抗浮稳定校核。

#### 一、荷载组合

作用在泵房上的荷载很多,泵房整体稳定分析时,应选择可能出现的最不利荷载组合进行计算。有时很难预见哪一种荷载组合最为不利时,应按几种情况分别计算比较。一般可按以下几种情况考虑。

(1) 完建期。系指泵站完建初期，尚未投产运行，进出水侧均无水。

(2) 正常运行期。系指泵房正常运行情况，进出水侧为设计水位，出水侧有地下水。

(3) 检修期。墩墙型泵房可以逐孔检修，荷载计算与正常运行期相同，只减少一个检修孔中的水重。有的泵站检修时须把前池、进水池中的水全部排空，荷载计算比正常运行期少了进水池中水重和进水侧水压力。检修期的荷载计算应视具体情况确定。

地震荷载应根据建筑物的等级按抗震设计规范规定进行。

## 二、抗渗稳定校核

堤身式湿室型泵房，往往和出水池（或压力水箱）建在一起，泵房本身承受着进出水侧水位差造成的水平推力、渗透压力和浮托力。为确保地基土的渗透稳定，泵房顺水流方向的长度除满足泵房内部布置要求外，还应有足够的地下轮廓线长度。泵房的地下轮廓线长度是从水流的入渗点开始，沿着泵房底板的不透水地下轮廓线到渗流的逸出点为止。泵房的地下轮廓线总长度，如果大于用勃莱法或莱因法计算的最小地下轮廓线总长度，则不会发生渗透变形，是安全的。

实际工程中，为延长渗透途径，减小渗透坡降，防止地基土发生渗透变形，往往设置防渗设备和排水设施。泵房主要依靠底板长度，出口处的防渗板，在渗流逸出处设置反滤层及铺盖等措施来满足一定的渗径长度要求，确保泵房的渗透稳定。

## 三、抗滑稳定分析

抗滑稳定用下列公式计算

$$K_c = \frac{f \sum W}{\sum P} \geq [K_c] \quad (3-12)$$

$$K_c = \frac{f' \sum W + CA}{\sum P} \geq [K_c] \quad (3-13)$$

上两式中  $[K_c]$ ——允许抗滑系数，根据建筑物等级而定，参见表 3-2；

$K_c$ ——抗滑安全系数；

$\sum W$ ——所有垂直力的总和，kN；

$\sum P$ ——所有水平力的总和，kN；

$f$ ——底板与地基之间摩擦系数，可按试验资料确定，缺乏资料时，可参考表 3-3 选用；

$f'$ ——摩擦系数， $f' = \text{tg} \varphi$ ， $\varphi$  为地基土内摩擦角，通过试验确定，可参考表 3-4；

$C$ ——地基土的凝聚力，kN/m<sup>2</sup>，通过试验确定，可参考表 3-4；

$A$ ——滑动面的剪切面积，m<sup>2</sup>。

表 3-2 滑动安全系数  $[K_c]$

建筑物级别	I	II	III	IV	V
设计情况（基本）	1.35	1.30	1.25	1.20	1.15
校核情况（特殊）	1.20	1.15	1.10	1.05	1.05

表 3-3

f 值 表

地基土类别		f 值	地基土类别	f 值
粘 土	软塑	0.20~0.25	砂壤土、粉壤土	0.35~0.40
	硬塑	0.25~0.35	细砂、极细砂	0.40~0.45
	坚硬	0.35~0.45	中、粗砂	0.45~0.50
壤土、粉质壤土		0.30~0.40	砾、卵石	0.50~0.60

表 3-4

土 的 C、φ 值 表

土的名称	状态 (稠度)	内摩擦角 φ (°)	凝聚力 (kN/m <sup>2</sup> )
粘 土	中软等 中硬等	8~10	0.05~0.10
		15	0.20
		16~20	0.40~0.60
壤 土	中软等 中硬等	13~14	0.02~0.08
		17~18	0.10~0.15
		16~20	0.20~0.40
砂 壤 土	中软等 中硬等	18	0.20
		22	0.05~0.10
		26	0.15

#### 四、抗浮稳定分析

泵房抗浮稳定按下式计算

$$K_f = \frac{\Sigma G}{\Sigma V_f} \geq [K_f] \quad (3-14)$$

式中  $[K_f]$ ——允许抗浮安全系数，基本组合， $[K_f] = 1.10$ ；特殊组合， $[K_f] = 1.05$ ；

$K_f$ ——抗浮安全系数；

$\Sigma G$ ——所有向下的垂直力总和，kN；

$\Sigma V_f$ ——浮托力，为泵房淹没于水下同体积水重，kN。

#### 五、地基应力校核

泵站整体稳定分析时，当泵站机组台数较少时，可取整个泵房作为计算单元。若泵站机组较多，泵房长度较长时，一般取一个机组段作为计算单元。图 3-18 为干室型泵房地基应力计算简图。地基应力按下式计算

$$P_{\max} = \frac{\Sigma G}{BL} \left( 1 \pm \frac{6e}{B} \right) \quad (3-15)$$

其中

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\Sigma M_A}{\Sigma G} \quad (3-16)$$

上两式中  $P_{\max}$ ——基础底面边缘最大地基应力，Pa；

$P_{\min}$ ——基础底面边缘最小地基应力，Pa；

$\Sigma G$ ——计算单元内所有垂直力之总和，kN；

$B$ ——计算底板宽度（顺水流方向），m；

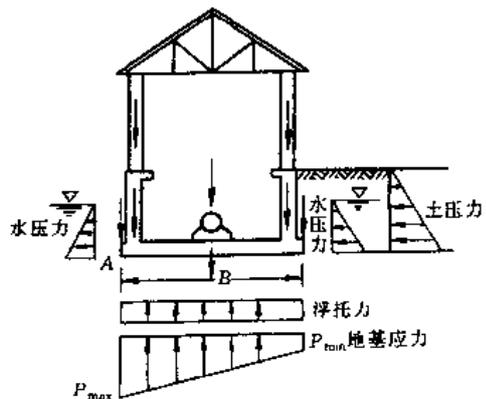


图 3-18 地基应力计算简图

$L$ ——计算单元长度, m;

$e$ ——偏心距, 即  $\Sigma G$  作用点对于底板中线的距离, m;

$\Sigma M_A$ ——计算单元内所有外力 (包括水平力和垂直力) 对底板  $A$  点的力矩之和,  $\text{kN} \cdot \text{m}$ 。

按式 (3-15) 计算的  $P_{\max}$ ,  $P_{\min}$  应符合下两式要求

$$\bar{P} \leq [R] \quad (3-17)$$

$$P_{\max} \leq 1.2[R] \quad (3-18)$$

上两式中  $\bar{P}$ ——基础底面处的平均地基应力, Pa;

$P_{\max}$ ——基础底面边缘最大地基应力, Pa;

$[R]$ ——地基土的容许承载力, Pa。

同时, 地基应力分布不均匀系数  $\eta$  还应满足下式要求

$$\frac{P_{\max}}{P_{\min}} < \eta \quad (3-19)$$

对砂土地基,  $\eta \leq 3.0$ ;

对坚实粘土地基,  $\eta \leq 2.0$ ;

对松软粘土地基,  $\eta \leq 1.5$ 。

若计算结果不符合式 (3-17)、式 (3-18) 和式 (3-19) 要求时, 分别不同情况, 可采取以下措施使之满足要求。

(1) 将泵房底板向一侧加长, 改变合力偏心距, 使地基应力分布均匀。

(2) 采用换砂基, 打桩基等必要的地基处理措施。

(3) 调整泵房内部机电设备布置或改变构件结构型式等, 使地基应力分布尽量均匀。

## 第四章 进、出水建筑物及出水管道设计

### 第一节 进水建筑物设计

#### 一、前池设计

前池是引水渠和进水池之间的连接建筑物。它的作用是把引水渠中的水均匀扩散引至

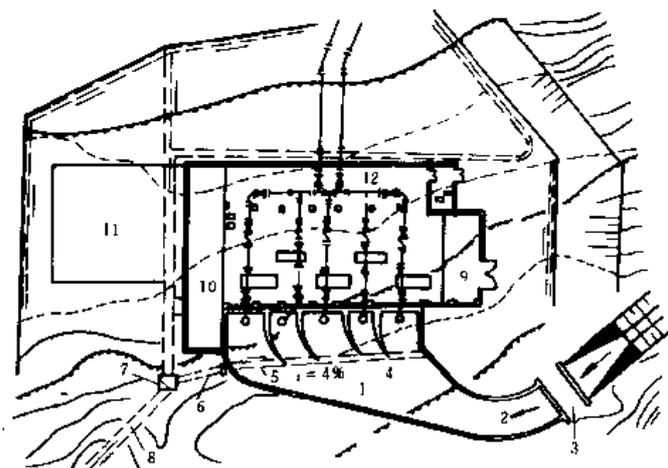


图 4-1 侧向进水前池

1—前池；2—引渠；3—交通桥；4—导流墩；5—楔形水槽；  
6—冲沙道；7—检查井；8—排水道；9—检修间；10—配电间；  
11—变电站；12—泵房

进水池，为水泵吸水创造良好的水力条件。前池的型式有两种。一是侧向进水前池，即引水渠中的水流方向与进水池中的水流方向成一定的角度(不宜小于 $90^\circ$ )。如图 4-1 所示。另一种是正向进水前池，即引水渠中的水流方向与进水池中的水流方向一致。如图 4-2 所示。在枢纽布置时应尽量采用正向进水前池。如因某种原因一定要采用侧向进水前池时，应通过模型试验来确定各部尺寸和增设消涡导流措施等。

正向进水前池设计主要包括以下内容。

#### 1. 前池扩散角 $\alpha$ 的确定

正向进水前池在平面上呈梯形。其短边等于引水渠末端渠底宽，长边等于进水池总宽。参见图 4-2。前池扩散角  $\alpha$  的大小，不仅影响池中水流流态，而且对前池工程量也有很大影响。设计中，如果  $\alpha$  值采用的较小，池中水流虽然平顺，但前池的长度却要很长，增加了前池工程量。如果采用的  $\alpha$  值较大，虽然可缩短前池长度，减少工程量，但前池中将会产生回流和漩涡，恶化了池中水流流态。根据有关试验和实际经验，一般取前池扩散角  $\alpha=20^\circ\sim 40^\circ$ 。

#### 2. 前池长度 $L$ 的确定

正向进水前池扩散角  $\alpha$  确定以后，根据引水渠末端渠底宽  $b$  和进水池总宽  $B$ ，其长度  $L$  可用下式计算，如图 4-2 所示。

$$L = \frac{\frac{1}{2}(B - b)}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} \quad (4-1)$$

式中  $B$ ——进水池总宽度，m；  
 $b$ ——引水渠末端渠底宽，m；

表 4-2

岩石边坡系数  $m$  选用参考表

岩石类别	风化程度	容许坡度值 (高宽比)	
		坡高 8m 以内	坡高 8~15m
坚硬岩石	微风化	1 : 0.10~1 : 0.20	1 : 0.20~1 : 0.35
	中等风化	1 : 0.20~1 : 0.35	1 : 0.35~1 : 0.50
	强风化	1 : 0.35~1 : 0.5	1 : 0.50~1 : 0.75
软弱岩石	微风化	1 : 0.35~1 : 0.50	1 : 0.50~1 : 0.75
	中等风化	1 : 0.50~1 : 0.75	1 : 0.75~1 : 1.00
	强风化	1 : 0.75~1 : 1.00	1 : 1.00~1 : 1.25

前池的翼墙有直立式、倾斜式和圆弧形。试验结果表明,前池翼墙墙面与进水池的中心线成  $45^\circ$  夹角的直立式翼墙可为进水池提供良好的进水条件。如图 4-2 所示。

按上述要求设计的前池,在泵站部分机组运行的情况下,由于前池中主流的偏斜,会引起不对称的扩散,在主流两侧要形成回流区,从而恶化了前池中的水流流态。为保证水泵或吸水管具有良好的进水条件,通常在前池中加设隔墩和导流墩。如图 4-3 所示。前池中加设隔墩或导流墩不仅可以避免偏流和回流的发生,而且可以缩短前池长度,减少前池开挖工程量。仅在前池中设置隔墩的称半隔墩式前池,从前池一直延伸到进水池后墙设置隔墩的,称全隔墩式。一般规定流量大于  $0.3 \text{ m}^3/\text{s}$  的水泵必须有单独的进水池。

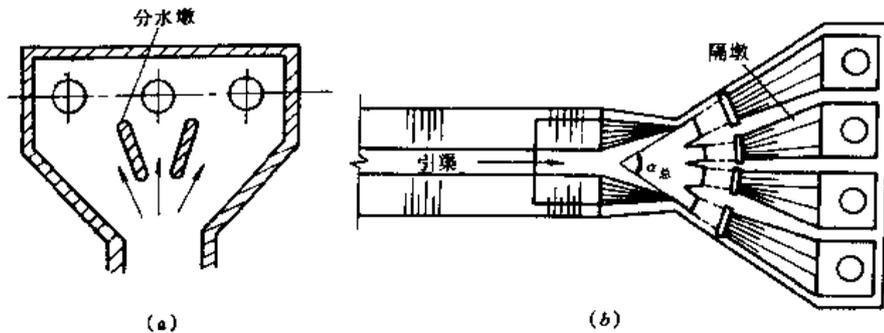


图 4-3 有隔墩的前池  
(a) 半隔墩式; (b) 全隔墩式

## 二、进水池设计

试验表明,进水池中的水流流态直接影响水泵的进水性能。进水池的设计应使进水池中水流平顺,流速不宜过大,同时不允许有漩涡产生。进水池中的水流流态除决定于前池来水外,还与进水池的形状、尺寸、吸水管在进水池中的相对位置以及水泵的类型等有直接关系。所以,进水池设计应首先对影响进水池中水流流态的各种因素进行分析,然后才能合理地定出进水池的型式和尺寸。

### (一) 进水池的布置型式

#### 1. 布置在泵房前面的进水池

(1) 开敞式。它的特点是前池和进水池内无任何建筑物。这种型式,结构简单,施工方便。适用于水源含泥沙量少和机组较小的场合。

(2) 半开敞式。这种型式是在前池中设置分水墩或在进水池中垂直进水池后墙设置分水隔墙。如图 4-2 和图 4-3 (a) 所示。这种型式适用于水源含沙量较少和机组较大的情况。

(3) 全隔墩式。如图 4-3 (b) 所示。它是在前池和进水池中，从前池到进水池后墙设置一道或几道分水隔墙，将前池和进水池分成两个或若干个单独的进水池。单独的进水池中可以布置一个或几个吸水管。全隔墩式进水池还可分为隔墙间互不相通和互相连通的两种型式。相互连通式隔墙，水流可相互调节，池中水流比较稳定。全隔墩式进水池，结构较复杂，工程量大，适用于水源含沙量较大，机组较大的情况。

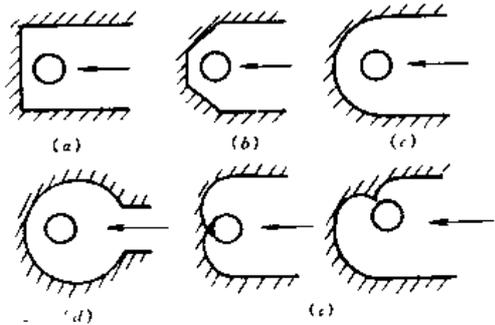


图 4-4 布置在泵房下面的进水池示意图

(a) 矩形；(b) 多边形；(c) 半圆形；  
(d) 圆形；(e) 蜗壳形

## 2. 布置在泵房下面的进水池

布置在泵房下面的进水池有矩形、多边形、半圆形、圆形和蜗壳形几种。如图 4-4 所示。由于矩形进水池结构简单，施工方便，中小型泵站采用较多。

### (二) 进水池的最小宽度

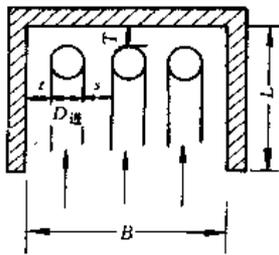


图 4-5 开敞式进水池平面布置图

对多机组开敞式进水池，如图 4-5 所示。其进水池的最小宽度

可按下式计算

$$B = nD_{\text{进}} + (n - 1)S + 2t \quad (4-3)$$

式中  $S$ ——两吸水管口外缘之间距离，一般取  $S = (1 \sim 1.5)D_{\text{进}}$ ，m；

$D_{\text{进}}$ ——喇叭口直径，m；

$n$ ——吸水管的个数；

$t$ ——吸水管口外缘至进水池侧墙距离，一般取  $t = (0.5 \sim 1.0)D_{\text{进}}$ ，m。

有隔墩的多机组进水池，如图 4-2 所示，其进水池的最小宽度可按下式计算

$$B = (D_{\text{进}} + 2t)n + (n - 1)\delta \quad (4-4)$$

式中  $t$ ——吸水管口外缘至墩壁或池壁的距离，m；

$\delta$ ——隔墩厚度，m；

$n$ ——吸水管的个数。

### (三) 进水池的长度

进水池的长度可按下式计算

$$L = K \frac{Q}{Bh} \quad (4-5)$$

式中  $B$ ——进水池宽度，m；

$h$ ——设计水位时进水池水深，m；

$Q$ ——水泵设计流量， $\text{m}^3/\text{s}$ ；

$K$ ——秒换水系数，当  $Q < 0.5 \text{m}^3/\text{s}$  时， $K = 25 \sim 30$ ；当  $Q > 0.5 \text{m}^3/\text{s}$  时， $K = 15 \sim 20$ ；轴流泵站  $K$  取大值，离心泵站  $K$  取小值。

为防止水泵运行时在吸水管周围形成漩涡，使空气进入水泵。试验表明，当负压吸水其进口流速为  $0.8 \sim 1.0 \text{ m/s}$  时，最小淹没深度  $h_2 = 0.8D_{\text{进}}$ 。当正压吸水时  $h_2 > 0.4 \text{ m}$ 。

#### (六) 进水管口至进水池后墙距离的确定

进水管口外缘至进水池后墙的距离  $T$ ，以  $T=0$  为最好。但为了安装与检修方便，通常采用  $T = (0.3 \sim 0.5)D_{\text{进}}$ 。

#### (七) 进水池中的防涡措施

为防止进水池中产生漩涡，通常在进水池中布置防涡措施。最常见的防涡措施有两种：

(1) 在进水池中的不同部位设置隔板。

(2) 在进水管口的下部底板上设置导流板或导流锥。它们在进水池中的布置型式，如图 4-7 所示。

## 第二节 出水池设计

出水池是出水管道和灌溉干渠或容泄区的连接建筑物。它具有消除出水管道出流余能，使水流平顺地流入灌溉干渠或容泄区的作用。出水池的位置比泵房高，一旦发生事故将直接危及泵房和机电设备的安全。因此，出水池的结构型式必须牢固可靠，并尽量把它建在地基条件较好的挖方中。当建在填方上时，出水池应尽量采用整体式结构。

出水池按出水方向分，可分为正向出水池、侧向出水池和多向分流出水池三种型式。正向出水池水流条件好，设计时应尽量采用正向出水池。根据防止出水池中的水向出水管倒流的方式分，可分为拍门式、溢流堰式和自由出流式等。

现以拍门式正向出水池为例，说明出水池各部尺寸的确定方法。

### 一、出水池宽度的确定

出水池的宽度主要由出水管的数目和隔墩厚度决定的。如图 4-8 所示。出水池的宽度可按式计算

$$B = (n - 1)a + n(D_0 + 2b) \quad (4-6)$$

式中  $D_0$ ——出水管口直径，m；

$a$ ——隔墩厚度，一般取  $0.4 \text{ m}$  左右；

$n$ ——出水管根数；

$b$ ——管壁与隔墩墩壁间的距离，一般取  $0.25 \sim$

$0.30 \text{ m}$ 。

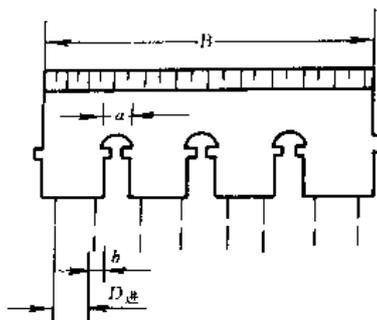


图 4-8 出水池宽度示意图

### 二、出水池深度的确定

#### 1. 出水池内最小水深 $h_{\text{小}}$ 的确定

如图 4-9 所示。

出水池内最小水深  $h_{\text{小}}$  可由下式计算

$$h_{\text{小}} = P + D_{\text{出}} + h_{\text{淹}} \quad (4-7)$$

式中  $h_{\text{淹}}$ ——出水管口上缘在出水池中的最小淹没深度，可按最小设计流量时相应的渠道最小水深  $H_{\text{小}}$  推算出  $h_{\text{淹}}$ ，为保证出水池为淹没出流，必须使  $h_{\text{淹}} \geq 2v_0^2/2g$ ，一般  $h_{\text{淹}}$  不小于  $0.1 \text{ m}$ ；

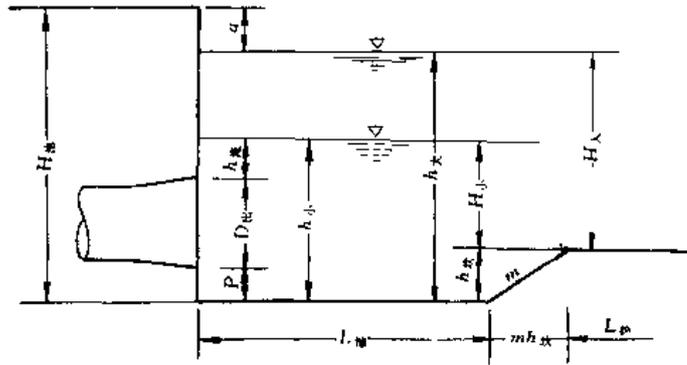


图 4-9 出水池的深度和长度示意图

$P$ ——出水管口下缘至池底的距离，m；

$D_{出}$ ——出水管口直径，m。

2. 出水池最大水深  $h_{大}$  的确定

出水池最大水深  $h_{大}$  可用下式确定

$$h_{大} = h_{坎} + H_{大} \quad (4-8)$$

式中  $h_{坎}$ ——池中消力坎高度， $h_{坎} = h_{小} - H_{小}$ ，m；

$H_{小}$ 、 $H_{大}$ ——渠道中通过最小和最大设计流量时的相应水深，可从渠道的  $Q=f(H)$  关系曲线上查得。

3. 出水池深度  $H_{池}$  的确定

出水池深度  $H_{池}$  可用下式确定

$$H_{池} = h_{大} + a \quad (4-9)$$

式中  $a$ ——安全超高，m。

当  $Q < 1 \text{ m}^3/\text{s}$  时， $a = 0.4 \text{ m}$ ； $Q = 1 \sim 10 \text{ m}^3/\text{s}$  时， $a = 0.6 \text{ m}$ ； $Q = 10 \sim 30 \text{ m}^3/\text{s}$  时， $a = 0.75 \text{ m}$ 。

### 三、出水池长度的确定

出水池长度可按下式计算，见图 4-9。

$$L_{池} = Kh'_{淹} \quad (4-10)$$

式中  $h'_{淹}$ ——出水管口在出水池中的最大淹没深度， $h'_{淹} = h_{大} - P - D_{出}$ ， $h_{大}$  由式 (4-8) 求出；

$K$ ——系数，可按表 4-3 选用。

计算出水池长度的经验公式很多，可参考其他有关资料。正向出水池的长度，还可根据水泵出口流速的大小，用下列经验公式计算：

$$\text{当 } v_0 = 1.5 \sim 2.5 \text{ m/s 时 } L_{池} = (3 \sim 4)D_0 \quad (4-11)$$

式中  $v_0$ ——水泵出口流速，m/s。

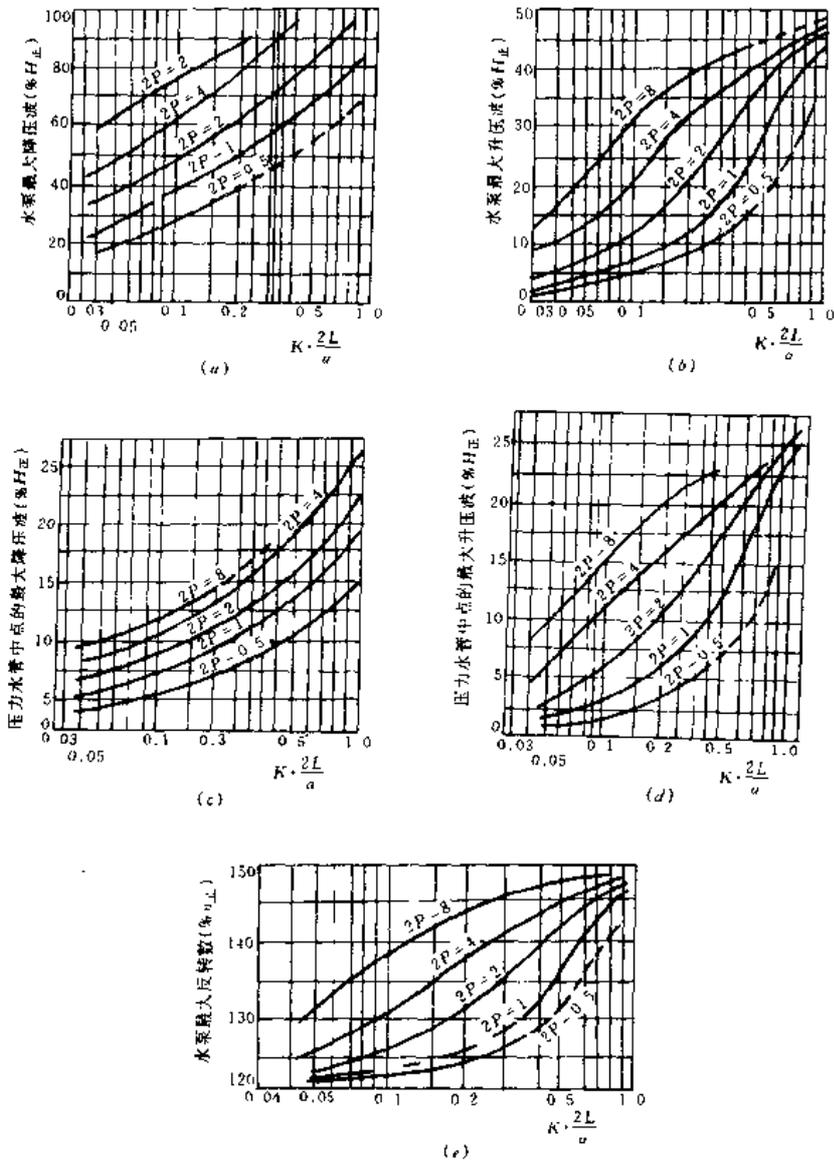


图 4-10 帕马金水锤图解曲线

$H_n$ 、 $n_n$ 、 $Q_n$ 、 $\eta_n$ ——水泵的额定扬程，m；额定转速，r/min；额定流量， $m^3/s$ ；额定效率，%；

$g$ ——重力加速度， $m/s^2$ ；

$GD^2$ ——水泵机组转子体（包括电动机和水泵转子及水体）的转动惯量，电动机的转动惯量（飞轮惯量）可从电机样本中查得， $GD^2$ 可按电动机转动惯量的 1.1~1.2 倍估算， $N \cdot m^2$ ；

$v_n$ ——相应于  $Q_n$  时的管中流速， $m/s$ 。

根据计算的  $2P$  和  $K \cdot \frac{2L}{a}$  即可在图 4-10 中分别查得：水泵出口处和管道中点处的最大降压率（相当于正常工作扬程的百分数）；水泵出口处和管道中点处的最大升压率。将其绝对

值分别加上水泵出口处和管道中点处的静水头，便可得水泵出口处和管道中点处的最大内水压力值。

## 二、钢管的结构计算

扬程较高的泵站，其出水管道通常采用钢管。管径在 600mm 以下的无缝钢管一般都在工厂制作。管径较大的钢管，一般用钢板焊接或铆接而成。

### (一) 钢管管壁厚度的计算

明式铺设的钢管管壁厚度按下式计算

$$\delta \geq \frac{HD}{2\phi[\sigma]} \quad (4-15)$$

式中  $\delta$ ——管壁厚度，cm；

$H$ ——计算水头，等于静水头与水锤压力水头之和，m；

$D$ ——出水管内径，m；

$\phi$ ——接缝强度系数，焊接管采用  $\phi=0.9\sim 1.0$ ；铆接管，当为两排铆钉搭接时，采用  $\phi=0.68\sim 0.72$ ；当带两块垫板对接时， $\phi=0.75\sim 0.80$ ；

$[\sigma]$ ——钢板容许应力，泵站出水管道，一般采用镇静钢，MPa。

按上式计算的钢板厚度，还应再加 2 mm 锈蚀安全量，同时参照钢板规格，最后选定管壁厚度。

### (二) 钢管稳定性验算

钢管管壁厚度除满足应力要求外，还应满足弹性稳定要求。这是因为泵站突然停机时，管内水要倒流，万一通气孔失灵，管内将产生真空，在管外大气压力作用下钢管可能失去稳定。钢管在运输、安装中可能会受到冲击、震动而变形。为使钢管在上述情况下不丧失稳定，要求管壁具有一个最小的厚度。可按下式验算

$$\delta \geq \frac{D}{130} \quad (4-16)$$

式中  $\delta$ ——管壁厚度，mm；

$D$ ——水管内径，mm。

管壁厚度如不符合稳定性要求，用增加管壁厚度的方法来满足钢管稳定性的要求是不经济的。一般采用在管道的外壳上每隔一定距离，设置一道钢性环的办法来增加钢管的稳定性。

### (三) 出水管路线路选择

出水管路线路选择，一般要经过多种方案比较，最后择优确定。

出水管路的选线原则：

(1) 应结合地形、地质条件，管线尽量与等高线垂直布置，有利于管坡的稳定。

(2) 管线布置要短而直，少转弯，以利于减小管道投资和水头损失。

(3) 管道需变坡布置时，要掌握先缓后陡的布置原则，避免管内出现水柱断裂现象，致使管道遭到破坏。

(4) 管道应避免地质不良地段，不能避开时，应采取安全可靠的工程措施。必须铺设在填方上的管道，填方要严格压实处理，并做好排水设施。

(5) 管线选择要考虑运输、安装和管理方便。

(6) 管路铺设角不应超过土壤的内摩擦角。一般采用 1:2.5~1:3.0 的管坡。

#### (四) 出水管道的布置与铺设方式

##### 1. 出水管道的布置方式

出水管道有以下几种布置方式:

(1) 单泵单管平行布置。优点是管道结构简单, 管道附件少, 运行可靠。适合于低扬程少机组的泵站。

(2) 单泵单管收缩布置。出水管道出机房后逐渐向出水池方向收缩, 可减小出水池的宽度, 减少了工程量, 适合于高扬程多机组的泵站。

(3) 多泵并联布置。优点是节省管材, 减少了管床和出水池宽度, 减少了工程量。但这种布置要增加管道附件, 相应地也增加了水头损失。它适合于高扬程多机组的泵站。

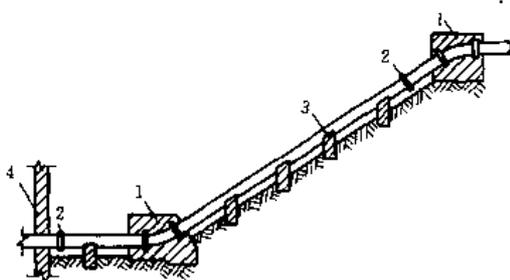


图 4-11 明式铺设管道示意图

1—镇墩; 2—伸缩节; 3—支墩; 4—泵房墙

##### 2. 出水管道的铺设方式

出水管道有明式铺设和暗式铺设两种。

一般泵站多采用明式铺设。如图 4-11 所示, 明式铺设有利于管道的安装与检修, 但经常性的维护工作量很大。一般金属管都采用明式铺设。为便于安装与维修, 管间净距不宜小于 0.8 m, 钢管底部应高出管槽地面 0.6 m。预应力钢筋混凝土管应高出管槽地面 0.3 m。管槽坡面宜做护面及排水设施。当管槽纵向坡度较陡时, 应设人行阶梯便道, 其宽度

不宜小于 1.0 m。当管径大于或等于 1.0 m 且管道较长时, 应设检查孔, 一般每条管道不少于 2 个。

钢筋混凝土管多采用地下埋设。如图 4-12 所示。管顶最小埋深应在最大冻土深度以下。埋管之间的净距不应小于 0.6 m。埋入地下的管道应做好防腐处理, 埋管的回填土地面应做好横向及纵向排水沟。

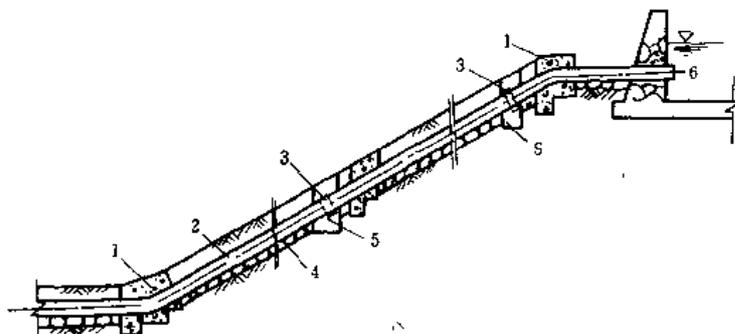


图 4-12 暗铺式管道示意图

1—镇墩; 2—出水管道; 3—伸缩节; 4—管床; 5—检修井; 6—出水池

管道的支承方式, 暗式铺设的多采用连续的素混凝土座垫或浆砌石管座。管座的包角一般为 90°、120°和 135°。如图 4-13 所示。明式铺设多采用支墩支承, 如图 4-11 所示。支

墩的间距除伸缩节附近的支墩间距外，其他各支墩间距以等距离布置为宜。钢管与支墩之间应设支座。

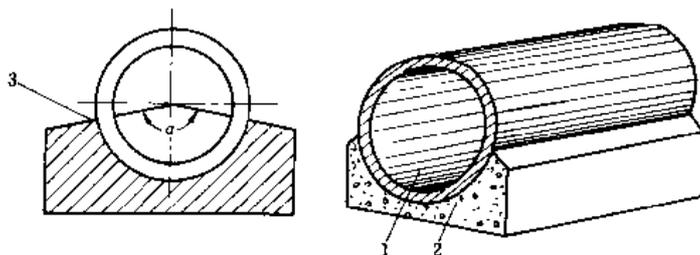


图 4-13 混凝土管座

1—管子；2—混凝土管座；3—135°管座

为保证管道在正常运行和事故停泵时的稳定性，在管道转弯处必须设置镇墩。铺设在斜坡上的长管段也要设置镇墩。其间距不宜超过 100 m。两镇墩间的钢管应设置伸缩节。

#### (五) 镇墩设计

镇墩的设计内容主要包括：校核镇墩的抗滑和抗倾的稳定性与地基强度验算等。

##### 1. 作用在镇墩上的力的类型及其计算

表 4-4 中列出了设有伸缩节而无变径管段的明式铺设的管道，在正常运行和正常停泵时，作用在镇墩上的力及其计算式。

$A'_1$ 、 $A''_1$  分别表示自镇墩上方和下方传来的力（当发生水锤时，用  $a'_1$ 、 $a''_1$  表示）。 $L'$ 、 $L''$  分别表示从镇墩弯管中心到镇墩上、下方伸缩节处的管长。 $\alpha'$ 、 $\alpha''$  分别表示镇墩上、下方管段的倾角。

表 4-4 中的计算水头是水泵正常运行和正常停泵时的水头，即静水头。当事故停泵时，还应计入水锤压力水头。

##### 2. 荷载组合

表 4-4 中的各力，在同一条管路中，不会同时发生。工程中常用水泵正常运行、正常停泵和事故停泵三种情况进行力的组合，选其中最不利的进行校核。

表 4-4 作用在镇墩上的各类力及其计算式

序号	力的名称	正常运行和正常停泵	作用力简图	说明
1	管道转弯处的内水压力	$A'_1 = \gamma H_1 \frac{\pi D_1^3}{4}$ $A''_1 = \gamma H_2 \frac{\pi D_2^3}{4}$		$D_1$ 、 $D_2$ ——弯管进出口的内径 $H_1$ 、 $H_2$ ——弯管进出口断面中心的计算水头
2	关闭闸阀时的水压力	$A''_2 = \gamma H_P \frac{\pi D_M^2}{4}$		$D_M$ ——阀门直径 $H_P$ ——阀门中心处计算水头

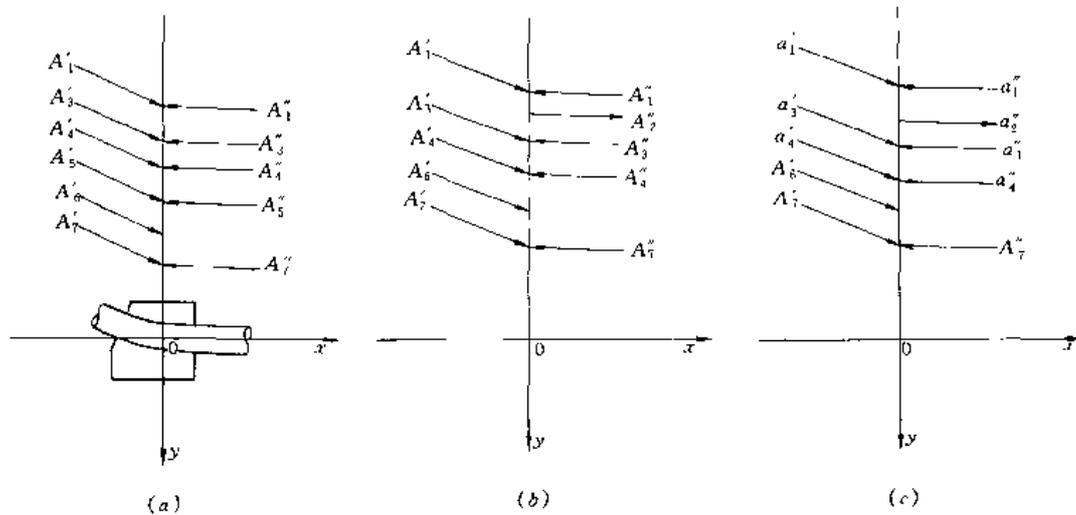


图 4-14 镇墩上作用力的组合示意图

(a) 水泵正常运行情况；(b) 正常停泵情况；(c) 事故停泵情况

$\Sigma A_y$ ——所有轴向力在  $y$  轴方向的分力之和，kN；

$\Sigma A_x$ ——所有轴向力在  $x$  轴方向的分力之和，kN；

$f$ ——镇墩底面与地基的摩擦系数。

通常也可先确定  $[K_c]$ ，由此可计算出镇墩的重量，即

$$G = \frac{[K_c]}{f} \Sigma A_x - \Sigma A_y \quad (4-18)$$

符号意义同前。

知道镇墩所需重量后，可通过试算拟定出镇墩的尺寸。

(2) 镇墩抗倾稳定计算。

$$K_0 = \frac{y_0(\Sigma A_y + G)}{x_0 \Sigma A_x} \geq [K_0] \quad (4-19)$$

式中  $K_0$ ——抗倾稳定安全系数；

$[K_0]$ ——允许的抗倾稳定安全系数，正常情况取 1.5；特殊情况取 1.2；

$y_0$ ——作用在镇墩上的垂直合力的作用点距倾覆原点的距离；

$x_0$ ——作用在镇墩上的水平合力的作用点距倾覆原点的距离。

(3) 地基强度稳定计算。应先计算包括镇墩自重在内的所有作用力的合力是否超出底面的三分点，即合力偏心距  $e$  应小于镇墩底面长度  $B$  的  $1/6$ ，以保证底面积上不产生拉应力。然后再按式 (3-15) 计算地基应力。

(4) 镇墩强度校核。可选几个与镇墩底面平行的截面。计算各截面应力，校核墩身强度。对于圬工重力式镇墩，主要校核抗拉强度是否满足要求。

(六) 水锤防护措施

停泵水锤的防护措施，首先应防止过大的降压，然后再考虑防止升压的措施。

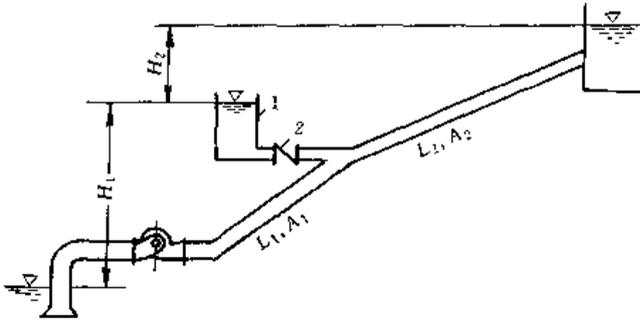


图 4-15 防止水锤的充水箱  
1—水箱；2—单向逆止阀

### 1. 防止降压措施

在泵站设计中，为防止停泵水锤降压过大，一般都尽可能降低管中流速，管线布置尽量平直，管道转弯时要掌握先缓后陡的原则。此外，还可采用以下几种措施：

(1) 设置充水箱。在逆止阀出水侧，或在可能发生水柱中断的管道转折处设置充水箱，防止过大的降压。如图 4-15 所示。

(2) 设置空气室。在紧接逆止阀的出

水侧管道上安装一个钢制密闭圆筒。如图 4-16 所示。

(3) 安装飞轮。在机组的转轴上安装一个质量较大的飞轮。这样会增加泵房面积和启动阻力矩，仅适用于出水管道较短的泵站。一般很少采用。

### 2. 防止增压措施

(1) 设置水锤消除器。在逆止阀的出水侧安装水锤消除器。

(2) 设置爆破膜片。在逆止阀出水侧主管道上安一支管，在支管端部用一薄金属片密封，当管中压力超过额定值时，膜片破裂，放出部分高压水降低管内压力。

(3) 安装缓闭阀。是较好的水锤防护措施，它具有逆止阀和水锤消除器的作用，又可做主阀用。

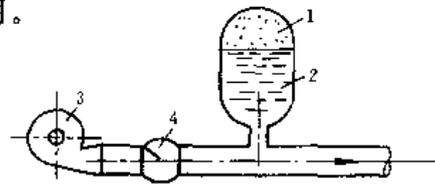


图 4-16 防止水锤的空气室  
1—压缩空气；2—压力水；3—水泵；4—逆止阀

## 第五章 设备指标校核

### 第一节 水泵工作点校核

水泵工作点校核的目的是检查所选水泵、动力机以及水泵安装高程的确定是否合理。如果水泵工作点不在水泵的高效区运行，此时就需要进行水泵工作点的调节或考虑是否重新选泵，使水泵运行能够满足设计要求。

#### 一、单泵单管水泵工作点的校核

##### (一) 绘制管路系统特性曲线

##### 1. 计算管路损失

管路损失包括局部损失和沿程损失两部分。即

$$h_{损} = h_{局} + h_{沿} \quad (5-1)$$

(1) 管路局部阻力损失。根据管路的具体布置，按下式计算

$$h_{局} = \sum \zeta \frac{v^2}{2g} \quad (5-2)$$

式中  $h_{局}$ ——管路局部阻力损失，m；

$v$ ——管路中的平均流速，m/s；

$g$ ——重力加速度，m/s<sup>2</sup>；

$\sum \zeta$ ——局部阻力系数  $\zeta$  之和， $\zeta$  与局部阻力类型有关，可从表 5-1 中查得。

将圆管有关数值代入式 (5-2)，得

$$h_{局} = 0.083 \frac{\sum \zeta}{d^4} Q^2$$

在管材、管径及管路布置已定时， $0.083 \sum \zeta / d^4$  是常数。令  $0.083 \sum \zeta / d^4 = S_{局}$ ，则

$$h_{局} = S_{局} Q^2 \quad (5-3)$$

式中  $S_{局}$ ——局部阻力参数，s<sup>2</sup>/m<sup>5</sup>。

由式 (5-3) 可知，局部阻力损失与流量的平方成正比例关系变化。

(2) 管路沿程阻力损失。可按下式计算

$$h_{沿} = \frac{L}{C^2 R} v^2 \quad (5-4)$$

式中  $h_{沿}$ ——管路沿程阻力损失，m；

$L$ ——管路长度，m；

$v$ ——管内平均流速，m/s；

$R$ ——水力半径，圆管  $R = d/4$ ， $d$  为管道内径，m；

$C$ ——谢才系数， $C = \frac{1}{n} R^{1/6}$ ， $n$  为管道粗糙系数，可从表 5-2 中查得，m<sup>1/2</sup>/s。

将圆管有关数值代入式 (5-4) 中，得

$$h_{\text{沿}} = 10.28n^2 \frac{L}{d^{5.33}} Q^2$$

同理，令  $10.28n^2 L/d^{5.33} = S_{\text{沿}}$ ，则

$$h_{\text{沿}} = S_{\text{沿}} Q^2 \quad (5-5)$$

式中  $S_{\text{沿}}$ ——沿程阻力参数， $s^2/m^5$ 。

由式 (5-5) 可知，沿程阻力损失与流量的平方成正比例关系变化。

将式 (5-3)、式 (5-5) 代入式 (5-1)，得

$$h_{\text{损}} = S_{\text{局}} Q^2 + S_{\text{沿}} Q^2 = (S_{\text{局}} + S_{\text{沿}}) Q^2$$

令  $(S_{\text{沿}} + S_{\text{局}}) = S$ ，则

$$h_{\text{损}} = S Q^2 \quad (5-6)$$

根据式 (5-6) 可绘出管路损失特性曲线。如图 5-1 所示。

## 2. 绘制管路系统特性曲线

当泵站进、出水池水位已定时，管路系统需要的扬程  $H_{\text{需}}$  就等于实际扬程加上管路损失。即

$$H_{\text{需}} = H_{\text{实}} + h_{\text{损}} \quad (5-7)$$

由式 (5-7) 可看出，管路系统所需要的扬程  $H_{\text{需}}$ ，等于实际扬程和损失扬程的和。在同一  $Q$ 、 $H$  坐标中，将管路损失特性曲线  $Q-h_{\text{损}}$  加到  $H$  等于  $H_{\text{实}}$  的横线之上，便可得到管路系统特性曲线。也即管路系统需要扬程曲线。如图 5-2 所示。

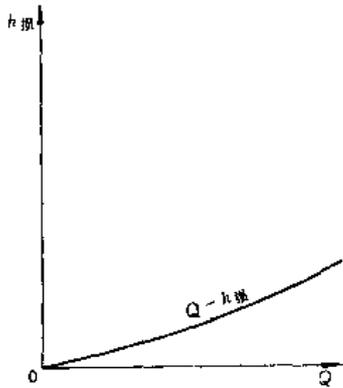


图 5-1 管路损失特性曲线

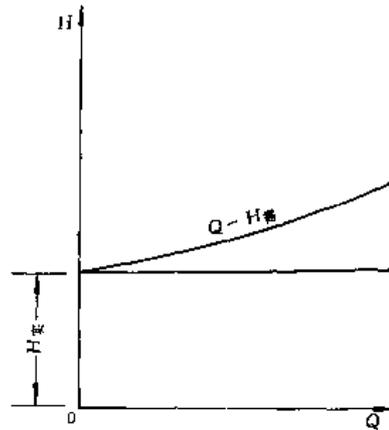


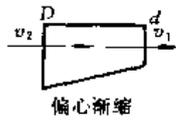
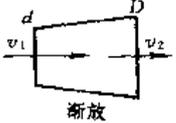
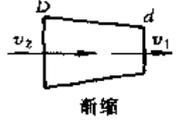
图 5-2 管路系统特性曲线

表 5-1 各种局部阻力系数

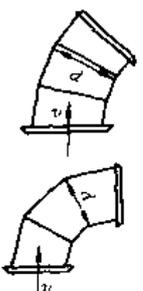
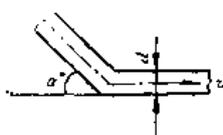
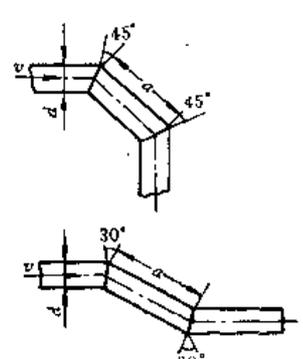
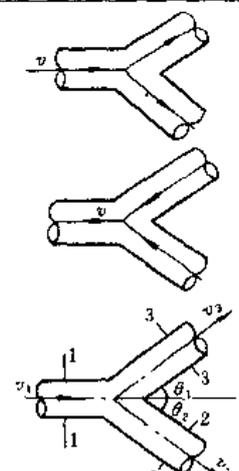
序号	计算局部损失公式， $h_{\text{局}} = \zeta \frac{v^2}{2g}$ ，式中 $v$ 如图说明		
	名称	简图	局部阻力系数 $\zeta$ 值
1	平板门槽		0.05~0.20

序号	计算局部损失公式, $h_{\text{局}} = \zeta \frac{v^2}{2g}$ , 式中 $v$ 如图说明															
	名称	简图	局部阻力系数 $\zeta$ 值													
2	拦污栅		$\zeta = \beta \left( \frac{s}{b} \right)^{4/3} \sin \alpha$ <p>式中 <math>s</math>—栅条宽度  <math>b</math>—栅条间距  <math>\alpha</math>—倾角  <math>\beta</math>—栅条形状系数, 用下表确定</p>													
			<table border="1"> <tr> <th>栅条形状</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> <th>7</th> </tr> <tr> <td><math>\beta</math></td> <td>2.42</td> <td>1.83</td> <td>1.67</td> <td>1.035</td> <td>0.92</td> <td>0.76</td> <td>1.79</td> </tr> </table>	栅条形状	1	2	3	4	5	6	7	$\beta$	2.42	1.83	1.67	1.035
栅条形状	1	2	3	4	5	6	7									
$\beta$	2.42	1.83	1.67	1.035	0.92	0.76	1.79									
3	进口	<p>带喇叭口伸入水池的进口</p> <p>带喇叭口的进口</p>	完全修圆	0.05~0.10												
			稍微修圆	0.20~0.25												
			没有修圆	0.5												
			(a) 当 $\frac{L}{d} > 4$ 时 $\zeta = 0.56$		(b) 当 $\frac{L}{d} < 4$ 时 $\zeta = 0.20 \sim 0.56$											
			0.4													
4	莲蓬头(滤水网)		无底阀	2~3												
			有底阀	$d(\text{mm})$	40	50	75	100	150	200	250	300				
			$\zeta$	12	10	8.5	7.0	6.0	5.2	4.4	3.7					

续表

序号	计算局部损失公式, $h_{\text{局}} = \zeta \frac{v^2}{2g}$ , 式中 $v$ 如图说明							
	名称	简图	局部阻力系数 $\zeta$ 值			备注		
5	接管	 偏心渐缩  渐放  渐缩	规格		偏心渐缩管		渐放管	渐缩管
			$D(\text{mm})$	$d(\text{mm})$				
			100	75	0.16	0.03	0.16	$h_{\text{局}} = \zeta \frac{v^2}{2g}$ 管长 $L = 2(D-d) + 150 \text{ mm}$
			150	100	0.17	0.08	0.17	
			200	100	0.18	0.19	0.19	
				150	0.17	0.06	0.17	
			250	100	0.19	0.27	0.20	
				150	0.18	0.18	0.19	
				200	0.17	0.06	0.17	
			300	100	0.20	0.32	0.20	
				150	0.19	0.26	0.20	
				200	0.18	0.16	0.19	
				250	0.17	0.05	0.17	
			350	150	0.20	0.30	0.20	
				200	0.19	0.25	0.20	
				250	0.18	0.15	0.19	
				300	0.17	0.05	0.17	
			400	150	0.20	0.33	0.21	
				200	0.20	0.30	0.20	
				250	0.19	0.24	0.20	
				300	0.18	0.13	0.19	
			450	350	0.17	0.04	0.17	
				200	0.20	0.33	0.21	
				250	0.20	0.30	0.20	
				300	0.19	0.25	0.20	
				350	0.18	0.13	0.19	
			500	400	0.17	0.04	0.17	
				250	0.20	0.32	0.21	
				300	0.20	0.29	0.20	
				350	0.19	0.21	0.20	
				400	0.18	0.12	0.19	
			600	450	0.17	0.04	0.17	
				300	0.21	0.34	0.21	
				350	0.20	0.30	0.21	
				400	0.20	0.26	0.20	
				450	0.19	0.18	0.20	
			700	500	0.18	0.11	0.19	
				400	0.21	0.32	0.21	
				450	0.20	0.29	0.21	
				500	0.20	0.24	0.20	
				600	0.18	0.10	0.19	

续表

序号	计算局部损失公式, $h_m = \zeta \frac{v^2}{2g}$ , 式中 $v$ 如图说明															
	名称	简图	局部阻力系数 $\zeta$ 值													
10	焊接弯管		45°	$d(\text{mm})$	80	100	125	150	200	250	300	350				
				$\zeta$	0.26	0.32	0.33	0.36	0.36	0.44	0.39	0.45				
				$d(\text{mm})$	400	450	500	600	700	800	900	1000				
				$\zeta$	0.45	0.51	0.48	0.51	0.51	0.53	0.54	0.54				
				90°	$d(\text{mm})$	80	100	125	150	200	250	300	350			
					$\zeta$	0.51	0.63	0.65	0.72	0.72	0.87	0.78	0.89			
$d(\text{mm})$	400	450	500		600	700	800	900	1000							
		$\zeta$	0.90	1.01	0.96	1.01	1.02	1.05	1.07	1.08						
11	急转弯		圆形	$\alpha(^{\circ})$	5	10	15	25	30	40	45	50	60	70	80	90
				$\zeta$	0.02	0.04	0.06	0.12	0.17	0.30	0.30	0.40	0.60	0.70	0.90	1.20
			矩形	$\alpha(^{\circ})$	15		30		45		60		90			
$\zeta$	0.025			0.11		0.26		0.49		1.20						
12	折管(焊接)		$a/d$	0.710	0.943	1.174	1.420	1.50	1.85							
			$\zeta$	0.51	0.42	0.38	0.38	0.38	0.39							
			$a/d$	2.56	3.14	3.72	4.89	5.59	6.28							
			$\zeta$	0.43	0.43	0.46	0.46	0.44	0.44							
			$a/d$	1.23	1.67	2.37	3.77									
			$\zeta$	0.30	0.32	0.26	0.24									
13	伸缩接管		$\zeta = 0.21$													
14	三叉管		$\zeta = 1.0$ (分流) $\zeta = 1.5$ (合流) $h_{1-3} = \zeta_{1-3} \left( \frac{v_1^2}{2g} \right)$ (即水流从断面 1-1 流向断面 3-3 时) $\zeta_{1-3} = K \left[ 1 - 2 \frac{v_3}{v_1} \cos \theta_1 + \left( \frac{v_3}{v_1} \right)^2 \right]$ $h_{1-2} = \zeta_{1-2} \left( \frac{v_1^2}{2g} \right)$ (即水流从断面 1-1 流向断面 2-2 时) $\zeta_{1-2} = K \left[ 1 - 2 \frac{v_2}{v_1} \cos \theta_2 + \left( \frac{v_2}{v_1} \right)^2 \right]$ 式中 $K < 1.0$ 或取等于 1.0													

序号	计算局部损失公式, $h_m = \zeta \frac{v^2}{2g}$ , 式中 $v$ 如图说明																				
	名称	简图	局部阻力系数 $\zeta$ 值																		
15	断面突然扩大		$\zeta' = \left(1 - \frac{w_1}{w_2}\right)^2 \quad \left(h_m = \zeta' \frac{v_1^2}{2g}\right)$ $\zeta'' = \left(\frac{w_2}{w_1} - 1\right)^2 \quad \left(h_m = \zeta'' \frac{v_2^2}{2g}\right)$ ( $w_1$ 和 $w_2$ 为过水断面)																		
16	断面突然收缩		$\zeta = 0.5 \left(1 - \frac{w_2}{w_1}\right)$ ( $w_1$ 和 $w_2$ 为过水断面)																		
17	拍门		直径小于 800mm $\zeta = 0.5$ 直径大于 800mm $\zeta = 0.4$																		
18	出口		流入水箱 (池) 1.0																		
			流入明渠 <table border="1"> <tr> <td><math>w_1/w_2</math></td> <td>0.1</td> <td>0.2</td> <td>0.3</td> <td>0.4</td> <td>0.5</td> <td>0.6</td> <td>0.7</td> <td>0.8</td> <td>0.9</td> </tr> <tr> <td><math>\zeta</math></td> <td>0.81</td> <td>0.64</td> <td>0.49</td> <td>0.36</td> <td>0.25</td> <td>0.16</td> <td>0.09</td> <td>0.04</td> <td>0.01</td> </tr> </table>	$w_1/w_2$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	$\zeta$	0.81	0.64	0.49	0.36	0.25	0.16	0.09
$w_1/w_2$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9												
$\zeta$	0.81	0.64	0.49	0.36	0.25	0.16	0.09	0.04	0.01												
19	明渠渐放		$0.2 \sim 0.5$ $h_m = \zeta \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g}$																		
20	明渠渐缩		$0.05 \sim 0.10$ $h_m = \left[1 + \zeta - \left(\frac{w_2}{w_1}\right)^2\right] \frac{v_2^2}{2g}$																		
21	明渠突缩		$w_2/w_1$ 0.1 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0																		
			$\zeta$ 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0																		
22	明渠突放		$w_1/w_2$ 0.01 0.1 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0																		
			$\zeta$ 0.98 0.81 0.64 0.36 0.16 0.04 0																		
23	渠道的直角入口		0.40																		
24	渠道的曲面入口		0.10																		

## (二) 水泵工作点校核

将水泵的性能曲线  $Q-H$  和管路系统特性曲线  $Q-H_{\Sigma}$ ，按同一比例绘在同一个坐标系中。因为  $Q-H_{\Sigma}$  是随流量的增加而上升的，水泵的性能曲线  $Q-H$  是随流量的增加而下降的，两条曲线必然相交，其交点  $A$  即是水泵运行中的工作点。由此可得到水泵的扬程  $H_A$ ，流量  $Q_A$ ，功率  $P_A$ ，效率  $\eta_A$ ，允许吸上真空高度  $[H_s]_A$ 。如图 5-3 所示。

水泵工作点的校核，主要是确定水泵在不同扬程情况下运行时的工作点，检查它们是否都在水泵高效区范围内运行，是否满足设计要求。

对水泵工作点进行分析时，要注意以下几点：

- (1) 水泵在设计扬程下运行时，泵的流量应满足设计要求，水泵的工作点应在高效区。
- (2) 水泵在最低扬程下运行时，对离心泵和轴流泵要注意是否会产生汽蚀，对离心泵还要注意动力机是否会过负荷。
- (3) 水泵在最高扬程下运行时，对轴流泵要注意动力机是否会过负荷，是否会产生汽蚀。

表 5-2 各种管道的粗糙度系数表

管道	粗糙度系数 $n$
新铸铁管	0.013~0.014
旧铸铁管	0.014~0.035
石棉水泥管	0.012~0.014
钢管	0.012
钢筋混凝土管	0.014

## 二、水泵并联运行工作点的确定

两台或两台以上的水泵同时向一条出水管供水，称水泵并联运行。水泵并联运行工作点校核的目的同样是检查水泵在并联运行中，其工作点是否在高效区范围内，是否满足设计要求。

### (一) 管路对称布置同型号水泵并联运行工作点的确定

因为水泵同型号，所以水泵的性能曲线是相同的，因为管路是对称布置的，所以管路系统的水头损失也是一样的。

#### 1. 水泵并联后总性能曲线的绘制

并联泵合成性能曲线的绘制方法，通常采用横加法。即把同一扬程下对应的各台泵的流量相加，即可绘出水泵并联后总的性能曲线  $(Q-H)_{\text{总}}$ ，如图 5-4 所示。

#### 2. 并联装置特性曲线绘制

并联装置特性曲线的绘制方法，与非并联管路特性曲线的绘制方法基本相同。

(1) 当管路  $CF$ 、 $CE$  的损失与  $CD$  相比小得多时，则  $CF$ 、 $CE$  管路损失可以忽略不计，则并联装置特性曲线的绘制方法和非并联时完全相同。

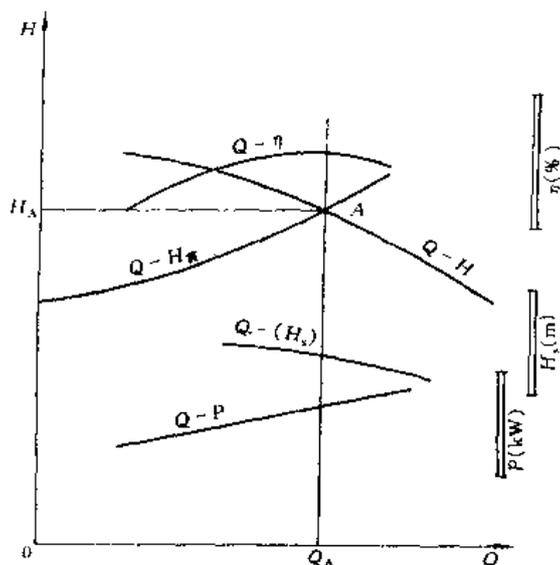


图 5-3 水泵工作点的确定

## (二) 管路布置不对称、型号不同的水泵并联运行工作点的校核

型号不同的两台水泵并联运行，其扬程不能相差太大，否则低扬程的水泵可能抽不上水来。如图 5-5 所示。因为两台水泵在并联点 C 以前的管路长度不相等，其管路的水头损失也就不同。两台水泵在并联运行中的扬程是不相等的。所以不能直接采用横加法，即等扬程下流量相加的方法绘制水泵并联后总的性能曲线  $(Q-H)_B$ 。为消除并联点前管路水头损失不等的影响，通常先求出并联点前 CE、CF 段的管路损失特性曲线。见图 5-5 所示。然

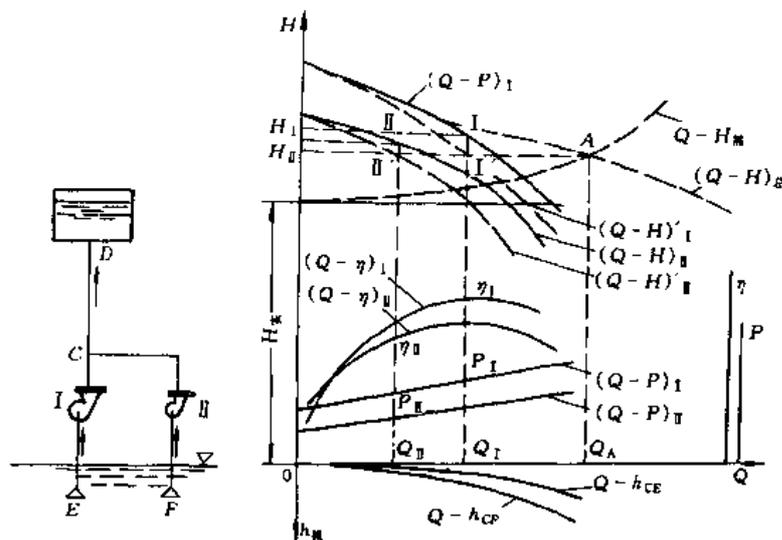


图 5-5 不同型号、管路布置不对称的两台水泵并联

后从相应的水泵性能曲线上扣除这一段管路水头损失，即得到两条新的水泵性能曲线  $(Q-H)'$ <sub>I</sub> 和  $(Q-H)'$ <sub>II</sub>。根据  $(Q-H)'$ <sub>I</sub> 和  $(Q-H)'$ <sub>II</sub>，可采用横加法求出水泵并联后总的性能曲线  $(Q-H)_B$ 。

并联装置特性曲线可用下式计算

$$H_B = H_A + S_{CD}Q^2 \quad (5-10)$$

式中  $S_{CD}$ ——CD 管路的阻力参数， $s^2/m^5$ 。

水泵并联后总的性能曲线  $(Q-H)_B$  与并联装置特性曲线  $Q-H_B$  相交于 A 点，由 A 点向左作水平线与  $(Q-H)'$ <sub>I</sub>、 $(Q-H)'$ <sub>II</sub> 相交得 I'、II' 两点，由 I'、II' 向上作垂线与  $(Q-H)$ <sub>I</sub>、 $(Q-H)$ <sub>II</sub> 相交得 I、II 两点，此两点即为水泵并联运行时各台泵的工作点。然后分析是否满足设计要求。

### 三、水泵串联运行工作点的校核

第一台水泵的出水管与第二台水泵的吸水管联结，即两台水泵首尾相联的运行方式，

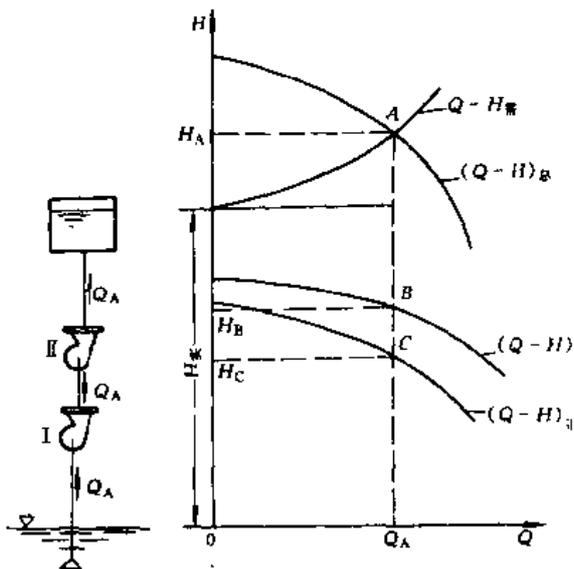


图 5-6 水泵串联运行工作点

称水泵的串联。串联泵的流量不能相差太大，串联运行的目的是增加扬程，而流量保持不变。所以两台水泵串联后水泵总的性能曲线  $(Q-H)_{\text{总}}$ ，可采用纵加法，即等流量下扬程相加的方法绘制得到。如图 5-6 所示。

串联装置特性曲线  $Q-H_{\text{串}}$  的绘制方法与非串联时相同。串联水泵总的性能曲线  $(Q-H)_{\text{总}}$  与串联装置特性曲线  $Q-H_{\text{串}}$  相交于 A 点，自 A 点向下引竖线与  $(Q-H)_1$  和  $(Q-H)_2$  相交于 B、C 两点，B、C 两点即为水泵串联运行时各自的工作点。然后，分析它们是否满足设计要求。

## 第二节 泵站装置效率预测

泵站的抽水装置主要由动力机、传动设备、水泵、管路及进、出水池组成。表征这个装置的综合效率称泵站装置效率。

对正在规划设计的泵站，为全面论证工程设计的合理性，需对泵站装置效率进行预测。

### 一、泵站装置效率 $\eta_{\text{装}}$

一般按下式计算

$$\eta_{\text{装}} = \eta_{\text{动}} \eta_{\text{传}} \eta_{\text{泵}} \eta_{\text{管}} \eta_{\text{池}} \quad (5-11)$$

- 式中  $\eta_{\text{装}}$ ——泵站装置效率，%；  
 $\eta_{\text{动}}$ ——动力机的效率，%；  
 $\eta_{\text{传}}$ ——传动装置效率，%；  
 $\eta_{\text{泵}}$ ——水泵的效率，%；  
 $\eta_{\text{管}}$ ——管路效率，%；  
 $\eta_{\text{池}}$ ——进、出水池的效率，%。

### 二、计算步骤

(一) 在  $Q$ 、 $H$  坐标中绘出水泵的  $Q-H$  曲线、 $Q-\eta$  曲线和  $Q-P$  曲线如图 5-7 所示。

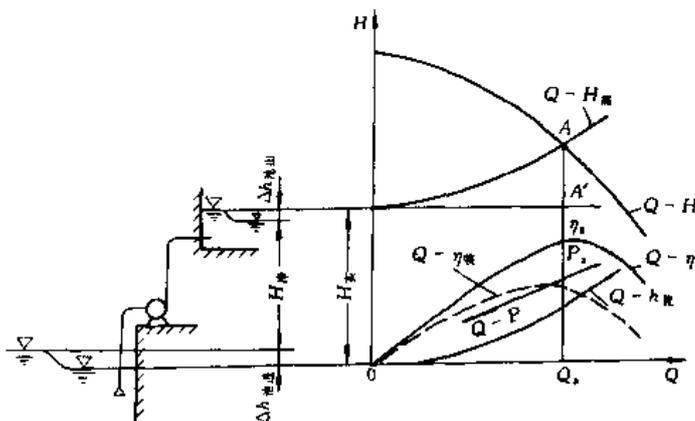


图 5-7 装置效率计算图

(二) 绘制装置性能曲线  $Q-H_{\text{实}}$

1. 绘制管路损失曲线  $Q-h_{\text{损}}$

单泵单管按下式计算

$$h_{\text{损}} = (S_{\text{沿}} + S_{\text{局}})Q^2 \quad (5-12)$$

式中  $h_{\text{损}}$ ——管路水头损失, m;

$S_{\text{沿}}$ ——管路沿程阻力参数,  $s^2/m^5$ ;

$S_{\text{局}}$ ——管路局部阻力参数,  $s^2/m^5$ ;

$Q$ ——管中流量,  $m^3/s$ 。

2. 绘制装置性能曲线  $Q-H_{\text{需}}$

$$H_{\text{需}} = H_{\text{实}} + (S_{\text{沿}} + S_{\text{局}})Q^2 \quad (5-13)$$

式中  $H_{\text{需}}$ ——抽水装置需要扬程, m;

$H_{\text{实}}$ ——水泵实际扬程, m。

按同一比例, 在水泵性能曲线图中绘出装置性能曲线  $Q-H_{\text{需}}$ 。如图 5-7 所示。

(三) 确定水泵工作点、水泵效率  $\eta_{\text{泵}}$  和轴功率  $P$

水泵性能曲线  $Q-H$  与装置性能曲线  $Q-H_{\text{需}}$  交于  $A$  点,  $A$  点即为水泵运行工作点。过  $A$  点作垂线与水泵效率曲线  $Q-\eta$  交于  $\eta_e$ ,  $\eta_e$  即为水泵在该工况下的效率。过  $A$  点的垂线与  $Q-P$  相交于  $P_e$ ,  $P_e$  即为水泵在该工况下的轴功率。

(四) 传动装置效率  $\eta_{\text{传}}$

直接传动  $\eta_{\text{传}}=1$ 。对间接传动, 可根据传动方式从表 5-3 中查得。

表 5-3 传动方式与传动效率

传动方式	皮带传动		齿轮传动			液压传动	直接传动
	平皮带	三角带	平行轴	伞齿轮	行星齿轮		
传动效率 (%)	90~93	95	93~96	93~96	95~97	95~97	100

(五) 动力机输出功率  $P_e$

根据水泵轴功率  $P_s$  和传动效率  $\eta_{\text{传}}$ , 动力机输出功率  $P_e$  可按下式计算

$$P_e = \frac{P_s}{\eta_{\text{传}}} \quad (5-14)$$

(六) 动力机效率  $\eta_{\text{动}}$

1. 电动机的效率  $\eta_{\text{电}}$

电动机的效率与负载情况有关。一般异步电动机可根据电动机负荷系数  $\beta$  由图 5-8 中查得  $\eta_{\text{电}}$ 。 $\beta$  可按下式计算

$$\beta = \frac{P_c}{P_e} \quad (5-15)$$

式中  $\beta$ ——电动机负荷系数;

$P_c$ ——电动机输出功率, kW;

$P_0$ ——电动机的额定功率，kW。

## 2. 柴油机的效率 $\eta_{\text{柴}}$

根据柴油机的有效功率  $P_e$  和柴油机的转速  $n$ ，在柴油机万有特性曲线图中查出柴油机的耗油率  $g_e$ 。(柴油机万有特性曲线可从柴油机产品样本中查得)。柴油机的效率可按式计算

$$\eta_{\text{柴}} = \frac{150951}{g_e H_a} \quad (5-16)$$

式中  $g_e$ ——柴油机耗油率，g/(kW·h)；

$H_a$ ——柴油的热值，kJ/kg。

对轻质柴油， $H_a=42.496\text{kJ/kg}$ ，这时柴油机的效率为

$$\eta_{\text{柴}} = \frac{3.55}{g_e} \quad (5-17)$$

## (七) 管路效率 $\eta_{\text{管}}$

在图 5-7 中，通过  $H_{\text{实}}$  作一水平线与过水泵工作点  $A$  的垂线相交于  $A'$ ，则  $AA'$  即为该工况下的管路损失  $h_{\text{损}}$ ，管路效率  $\eta_{\text{管}}$  可按下式计算

$$\eta_{\text{管}} = \frac{H_{\text{实}}}{H_{\text{实}} + H_{\text{损}}} \quad (5-18)$$

式中  $H_{\text{实}}$ ——水泵的实际扬程，m；

$h_{\text{损}}$ ——管路的水头损失，m。

## (八) 进、出水池的效率 $\eta_{\text{池}}$

根据进、出水池的型式尺寸确定进、出水池的水头损失  $h_{\text{池损}}$ ，按下式计算进、出水池的效率  $\eta_{\text{池}}$

$$\eta_{\text{池}} = \frac{H_{\text{净}}}{H_{\text{净}} + H_{\text{池损}}} \quad (5-19)$$

将求得的  $\eta_{\text{动}}$ 、 $\eta_{\text{传}}$ 、 $\eta_{\text{泵}}$ 、 $\eta_{\text{管}}$ 、 $\eta_{\text{池}}$  代入式 (5-11) 中，即可求出泵站装置效率  $\eta_{\text{装}}$ 。

可用同样方法求出不同的净扬程所对应的泵站装置效率，将这些泵站装置效率值点绘在图 5-7 中并连成曲线，即是泵站装置效率曲线。泵站装置效率曲线对泵站的规划设计，节能改造与经济运行都极为有用。

## 三、计算标准

轴流泵和混流泵抽水装置效率不宜低于 70%，离心泵抽水装置效率不宜低于 65%。按泵站不同扬程要求的泵站装置效率范围可参考表 5-4。

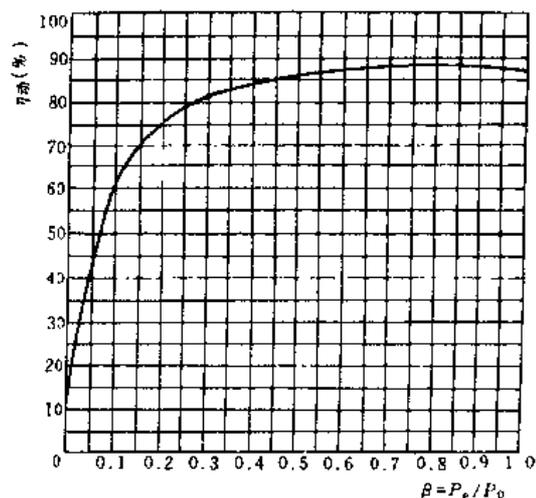


图 5-8 异步电动机的效率曲线

表 5-4

要求的泵站装置效率表

净扬程 (m)	泵 型	管路效率 (%)	泵站装置效率 (%)
<3	轴流泵、混流泵	75~80	50~55
3~8	轴流泵、混流泵	80~85	55~65
3~8	大型轴流泵、混流泵	85~90	60~65
8~15	离心泵、混流泵	85~90	65~70
15~30	各种泵型	90~95	65~70
>30	各种泵型	>95	>70

# 第六章 离心泵站初步设计示例

## 第一节 设计任务书

### 一、设计任务

根据所提供资料完成莘庄灌溉泵站初步设计，写出设计说明书和绘制设计工程图各一份。

### 二、设计资料

#### 1. 建站目的

丰锋农场内有一块 19000 亩岗田，多年来因缺水灌溉而减产。规划决定利用场内水源高家淀，兴建一座灌溉泵站引水上岗，同时进行土地平整和科学种田，全部岗田即可建成丰产田。

#### 2. 工程位置

本工程经勘测确定位于岗田东侧坡脚处靠近莘庄镇北边，该处地形如图 6-1 所示。计划用明渠引水至坡脚处，在岗地适当位置建出水池，以控制全部岗地灌溉。

#### 3. 农水规划成果



图 6-1 站址地形图

本区种植冬小麦，兼种棉花等经济作物。灌溉用水率为每万亩  $0.85\text{m}^3/\text{s}$ ，干渠首控制水位  $217.38\text{m}$ ，最低水位  $217.08\text{m}$ 。高家淀水量充沛，淀中有部分水生植物，水质优良，正常水位  $192.3\text{m}$ ，最高水位  $192.7\text{m}$ ，最低水位  $191.7\text{m}$ 。

#### 4. 土质及其他

站址范围内土质为粘壤土，干容重  $12.74\sim 16.66\text{kN}/\text{m}^3$ ，湿容重  $17.64\text{kN}/\text{m}^3$ ，凝聚力  $19.6\text{kN}/\text{m}^2$ ，土壤内摩擦角  $25^\circ$ ，地基允许承载力  $[P] = 215.6\text{kN}/\text{m}^2$ 。回填土凝聚力不计，内摩擦角  $20^\circ$ 。

灌溉季节最高气温  $37^\circ\text{C}$ ，最高水温  $25^\circ\text{C}$ 。冬季最低气温  $-8^\circ\text{C}$ ，冻土层厚度  $0.3\text{m}$ 。

高家淀底高程  $190.0\text{m}$ ，淀边有南北向公路经过，路旁有  $10\text{kV}$  电源线。

场内自产石料、黄砂等建筑材料可供使用。

### 三、设计标准

本工程按三级建筑物设计。

### 四、设计时间与成果

(略)

## 第二节 泵站规划

在枢纽布置的基础上确定泵站设计流量与设计扬程。

### 一、枢纽布置

根据站址地形图提供的情况，淀边公路西侧的地形图等高线疏密不匀，其中在高程  $195.0\sim 196.0\text{m}$  之间为一块开阔地，高程  $197.0\text{m}$  以西部分为岗坡地段，高程  $216.0\sim 220.0\text{m}$  之间为较平坦的斜坡地。干渠首沿等高线方向布置于高程  $217.0\text{m}$  处。鉴于此种站址地形，本枢纽拟布置成有引渠式正向进水侧向出水型泵站。泵房位于莘庄镇北边高程  $196.0\text{m}$  附近的开阔地段，距高家淀水源约  $110.0\text{m}$ ，引渠与公路正交，拟另建公路桥一座。 $10\text{kV}$  线路沿引渠北侧另行架设至泵房旁，引渠南侧修简易公路连接泵房。在高程  $217.0\sim 218.0\text{m}$  处的开阔地上布置侧向式出水池与干渠首相接。总体枢纽方案如图 6-2 所示。

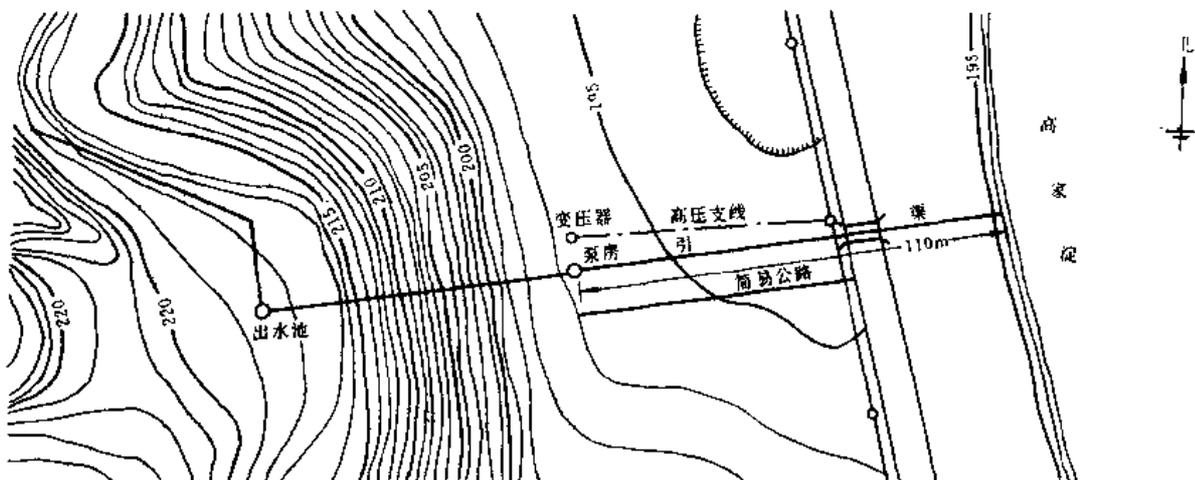


图 6-2 灌溉泵站总体枢纽布置示意图 (单位: m)

$\times \frac{1}{6000} = 190.53\text{m}$ , 引渠底纵断面如图 6-4 所示。

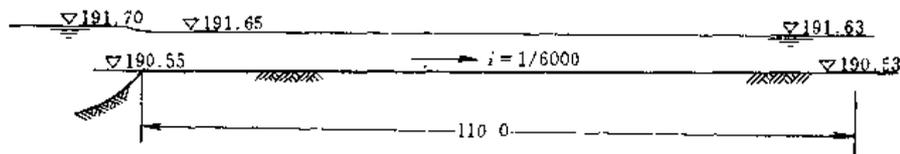


图 6-4 引渠底纵断面示意图 (单位: m)

#### 4. 进水池水位

拟在前池首端设置拦污栅, 过栅水头损失估算为 5cm, 则进水池水位如表 6-1 所列。

表 6-1 进水池水位推求表

特征水位	高家淀水位(m)	渠首水面降落(m)	引渠水面坡降(m)	拦污栅水头损失(m)	进水池水位(m)
最高	192.70	0.05	$110 \times \frac{1}{6000} = 0.02$	0.05	192.58
设计	192.30				192.18
最低	191.70				191.58

#### (二) 出水池水位推求

出水池与灌溉干渠用过渡段连接, 过渡段水头损失估算为 0.1m, 则出水池水位为

控制水位  $217.38 + 0.1 = 217.48\text{m}$ ;

最低水位  $217.08 + 0.1 = 217.18\text{m}$ 。

#### (三) 设计扬程确定

$$H = H_{\text{静}} + h_{\text{损}} \quad (6-3)$$

式中  $H_{\text{静}}$ ——进水池设计水位差, 即  $217.48 - 192.18 = 25.3\text{m}$ ;

$h_{\text{损}}$ ——管路水头损失, 按  $0.2H_{\text{静}}$  估算。

则  $H = 25.3 + 0.2 \times 25.3 = 25.3 + 5.06 = 30.36\text{m}$ 。

### 第三节 水泵选型与设备配套

#### 一、水泵选型

根据水泵选型原则按下列顺序进行。

##### (一) 确定泵型方案

依据泵站设计扬程 30.36m, 查水泵资料中的水泵性能表得 14Sh—19 与 20Sh—13A 两种泵型均符合要求, 作为方案进行比较, 它们的性能如表 6-2 所列。

##### (二) 确定各方案台数

用关系式  $i = Q_{\text{供}} / Q_{\text{泵}}$  确定两种泵型所需台数。

14Sh—19 型泵  $i = \frac{1.615}{0.35} = 4.61$  台, 取 5 台。

20Sh—13A 型泵  $i = \frac{1.65}{0.52} = 3.1$  台, 取 3 台。

表 6-2 泵型方案性能

型 号	流量 Q (L/s)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	轴功率 $N_{轴}$ (kW)	效率 $\eta$ (%)	允许吸上 真空高度 [ $H_s$ ](m)	重量 (kg)
14Sh—19	270	32	1450	99.7	85	3.5	898
	350	26		102	88		
	400	22		105	82		
20Sh—13A	417	34.4	970	164	82	4.0	2330
	520	31		186	85		
	621	25.8		197	79		

两种方案机组台数相近, 从基建角度, 14Sh—19 型泵 5 台方案投资可能大些, 安装高程也较小, 对泵房的通风散热有不利影响, 但它的机组重量轻, 便于维护和检修, 流量的变化适应性也较强, 两相比较, 各有利弊。本设计决定选用 5 台 14Sh—19 型泵这一方案。

## 二、动力机配套

包括动力类型选择与机型确定。

### (一) 动力类型选定

利用站址附近 10kV 电力线路, 本设计用电力拖动。

### (二) 配套功率 $N_{配}$ 计算

$$N_{配} = K \frac{N_{轴}}{\eta_{传}} \quad (6-4)$$

式中  $K$ ——动力备用系数, 查有关资料取 1.05;

$N_{轴}$ ——水泵工作范围内的最大轴功率, 105kW;

$\eta_{传}$ ——传动效率, 水泵转速为 1450r/min, 可用同步转速 1500r/min 的异步电机直接传动, 取 0.995。

则  $N_{配} = 1.05 \times \frac{105}{0.995} = 110.8\text{kW}$ 。

### (三) 确定机型

根据水泵额定转速为 1450r/min 和配套功率 110.8kW, 查电机资料得: JS—114—4 型防护式双鼠笼型异步电动机 5 台, 其技术性能如表 6-3 所列。

表 6-3 JS—114—4 型电机性能表

额定 功率 (kW)	额定 电压 (V)	额 定 时				起动电流 额定电流	起动转矩 额定转矩	最大转矩 额定转矩	重量 (kg)
		转速 (r/min)	电流 (A)	效率 (%)	功率因数 $\cos\phi$				
115	380	1470	213	92.6	0.88	5.3	1.2	2.0	910

## 三、管路配套

包括吸水管路设计、安装高程计算与出水管路附件选配等内容。

### (一) 吸水管路设计

值。用公式  $[H_s]' = [H_s] - (10.33 - H_{\text{大气}}) - (\frac{p_{\text{汽}}}{\gamma} - 0.24)$  修正；

$[H_s]$  —— 水泵允许吸上真空高度 3.5m；

$H_{\text{大气}}$  —— 水泵安装处水面大气压，本设计海拔 200m，查资料得 10.1m；

$\frac{p_{\text{汽}}}{\gamma}$  —— 工作水温 25°C 时的饱和蒸汽压，查资料得 0.335m；

$v_s$  —— 水泵进口处流速， $v_s = \frac{4 \times Q}{\pi D^2} = \frac{4 \times 0.35}{3.14 \times 0.35^2} = 3.64\text{m/s}$ 。

则  $[H_s]' = 3.5 - (10.33 - 10.1) - (0.335 - 0.24) = 3.175\text{m}$ ，取 3.18m。

$H_{\text{吸}} = 3.18 - 0.34 - \frac{3.64^2}{19.62} = 3.18 - 0.34 - 0.68 = 2.16\text{m}$ 。

水泵安装高程  $\nabla H_{\text{安}}$  确定，用下式计算

$$\nabla H_{\text{安}} = \nabla H_{\text{min}} + H_{\text{吸}} - K \quad (6-8)$$

式中  $\nabla H_{\text{min}}$  —— 进水池最低水位 191.58m；

$K$  —— 安全值，取 0.2m。

则  $\nabla H_{\text{安}} = 191.58 + 2.16 - 0.2 = 193.54\text{m}$ ，取 193.5m。水泵安装高程状况如图 6-5 所示。

(三) 出水管路附件选配

包括管径与管路附件确定。

出水管路直径用两种方法分别计算后比较选取。

用经验公式计算

$$D = \sqrt[7]{\frac{KQ^3}{H}} \quad (6-9)$$

式中  $Q$  —— 出水管路中最大流量，取水泵工作范围内最大值  $0.4\text{m}^3/\text{s}$ ；

$K$  —— 计算系数，本设计取 10；

$H$  —— 出水管路静水头，本设计为  $217.48 - 193.19 = 24.29\text{m}$ 。

则  $D = \sqrt[7]{\frac{10 \times 0.4^3}{24.29}} = 0.595\text{m}$ 。

用控制流速公式计算

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} \quad (6-10)$$

式中  $Q$  —— 出水管路通过流量，取水泵铭牌流量  $0.35\text{m}^3/\text{s}$ ；

$v$  —— 管内控制流速，凭经验取  $2.0\text{m/s}$ 。

则  $D = \sqrt{\frac{4 \times 0.35}{3.14 \times 2.0}} = 0.472\text{m}$ 。

本设计出水管路直径取 0.5m。

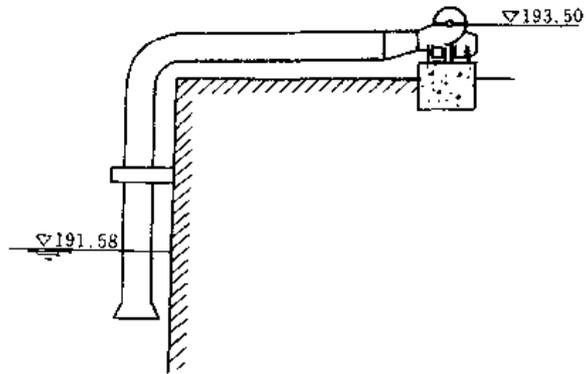


图 6-5 水泵安装高程示意图 (单位: m)

管路附件包括水泵出水口渐扩管、闸阀、管路出口渐扩管和拍门等。

渐扩接管：水泵吐出口直径 0.3m，出水管路直径 0.5m，查资料选用长度为 690mm、大头直径 500mm、小头直径 300mm 的标准正心铸铁渐扩管；闸阀：为确保正常启动、停机和调节功率，选用内径为 500mm 长度为 700mm 公称压力为 100N/cm<sup>2</sup> 的 Z48T—10 型闸阀；拍门：为节约扬程，出水管路出口为淹没式出流，停机池水倒流用拍门止逆。查资料选用内径为 550mm 的拍门；管路出口渐扩管：在拍门与管路间设置正心渐扩管，以减低出口流速，回收动能，扩散段锥角按经验取 12°，管段长度用关系式  $L_T = \frac{D_{大} - D_{小}}{2 \operatorname{tg} \alpha / 2} = \frac{550 - 500}{2 \times \operatorname{tg} 12^\circ / 2} = 238\text{mm}$ ，取 0.24m。该渐扩管无标准现货供应，要定制。

#### 四、起重设备选配

本设计较大的单件设备是电机 910kg，其次是水泵 898kg。安装检修拟选用手动单轨小车进行。查资料选用 SG—2 型单轨小车为宜，其技术性能如表 6-4 所列。另选用 14.7kN 的手动葫芦与之配套，葫芦技术性能如表 6-5 所列。

表 6-4 SG—2 型单轨小车技术性能

起重量 (kN)	提升高度 (m)	运行速度 (m/min)	手拉力 (kN)	工字钢型号	总重量 (kg)
19.6	3~10	4.5	0.147	30a	58

表 6-5 手动葫芦技术性能

起重量 (kN)	起重高度 (m)	起重链直径 (mm)	起重拉力 (kN)	毛重 (kg)	尺寸 (mm)
14.7	2.5	7.5	0.4	36	43×33×24

### 第四节 泵房初步设计

本节包括确定泵房型式、内部设备布置与尺寸拟定等内容。

#### 一、确定泵房结构型式

卧式离心泵泵房型式取决于水泵有效吸程、水源水位变幅和地下水埋深等因素。

##### (一) 水泵有效吸程 $H_{\text{效吸}}$ 值计算

用下式计算

$$H_{\text{效吸}} = \nabla H_{\text{安}} - Z - h - \nabla H_{\text{min}} \quad (6-11)$$

式中  $\nabla H_{\text{安}}$ ——水泵安装高程 193.5m；

$Z$ ——水泵安装基准面至底座间距离，查资料得 0.56m；

$h$ ——水泵基础高出机坑地面高度 0.1m；

$\nabla H_{\text{min}}$ ——进水池最低水位 191.58m。

则  $H_{\text{效吸}} = 193.5 - 0.56 - 0.1 - 191.58 = 1.26\text{m}$ 。

##### (二) 水源水位变幅 $\Delta H$

高家淀最高水位 192.7m,最低水位 191.7m,水位变幅  $\Delta H=192.7-191.7=1.0\text{m}<H_{\text{效吸}}=1.26\text{m}$ 。

### (三) 泵房结构型式确定

经简单计算水泵有效吸程大于水源水位变幅,地下水水位又属较低,决定选用非落井式分基型泵房。

## 二、内部设备布置

包括主机组、管路和配电设备等辅助设施布置。

### (一) 主机组布置

为减小泵房长度与进水池工程量,5台套机组采用双行交错排列布置。查资料得机组平面尺寸如下:轴向长度 2.555m,水泵进出口间尺寸 1.1m,水泵轴向长度 1.271m,管路中心线稍偏一侧 0.58m,如图 6-6 所示。查资料得:设备顶端至墙面净距 0.7m,设备顶端间净距 0.8m,设备间净距 1.0m,平行设备间净距 1.0m,本设计纵横净间净一律取 1.0m。主机组布置如图 6-7 所示。主机组间总长 17.5m。进、出水管路平行布置。

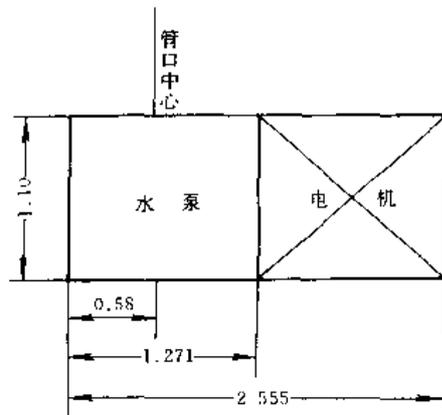


图 6-6 主机组外形平面尺寸示意图 (单位: m)

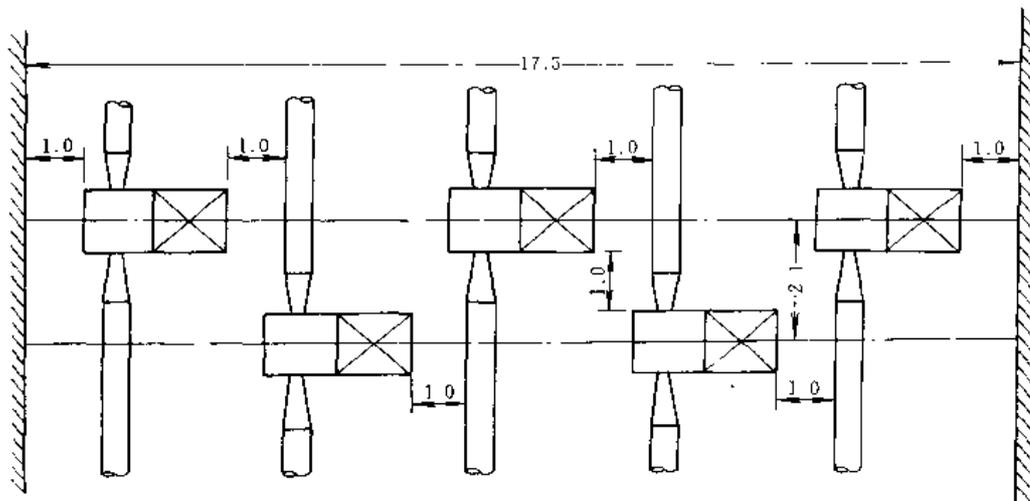


图 6-7 主机组平面布置示意图 (单位: m)

### (二) 辅助设施布置

包括配电间、检修间、电缆沟、排水槽、充水设备、通道、起重等设施。

(1) 配电间。本设计拟配备 7 块 (其中主机组 5 块、照明与真空泵机组 1 块、总盘 1 块) BSL-1 型低压成套不靠墙配电柜。标准为柜宽 0.8m、柜厚 0.6m、柜高 2.0m,外形如图 6-8 所示。为不增加泵房跨度,不影响主机间通风采光,配电间布置于泵房进线一端,沿泵房跨度方向一排布置。柜后留 0.8m 检修空间,柜前留 1.5m 运行操作空间,两侧各留 0.8m 通道,则配电间所需跨度  $B=7 \times 0.8+2 \times 0.8=7.2\text{m}$ 。所需开间  $L_{\text{电}}=0.8+0.6+1.5=2.9\text{m}$ 。配电间平面尺寸如图 6-9 所示。

(2) 检修间。检修场地布置在泵房内相对于配电间的另一端,其面积能放下并拆卸一台电动机为原则。电动机拆装所需轴向长度为  $(2.555-1.271) \times 2=2.57\text{m}$ ,在四周留 0.7m

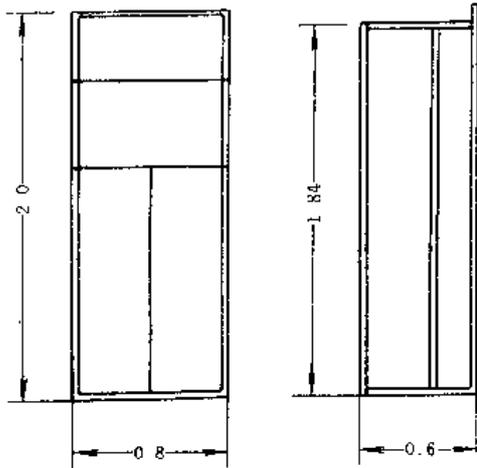


图 6-8 BSL-1 型配电柜外形尺寸 (单位: m)

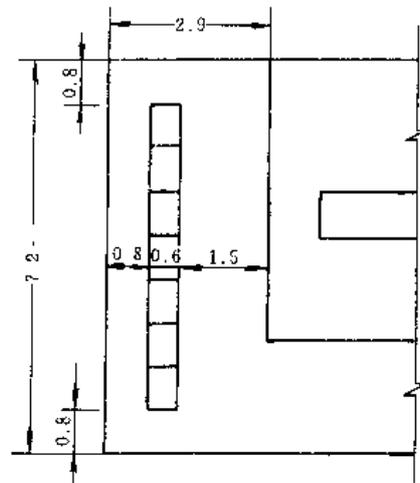


图 6-9 配电间平面尺寸示意图 (单位: m)

空挡, 便于活动, 其实际所需面积为  $(2.57 + 2 \times 0.7)^2 = 15.76\text{m}^2$ 。

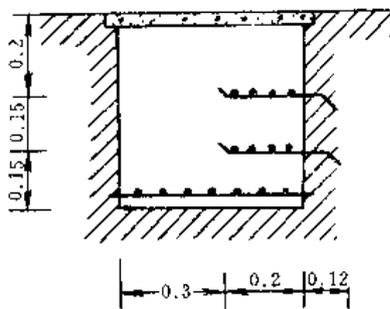


图 6-10 电缆沟截面尺寸示意图 (单位: m)

(3) 电缆沟。室内动力用线路均暗敷于地面加盖沟槽中, 以不占用泵房面积为原则。本设计电缆沟布置在泵房出水侧的主通道下, 沟槽至电机间的线路用埋地钢管敷设。沟槽截面按 15 根电缆数设计, 其尺寸如图 6-10 所示。

(4) 排水槽。为保持泵房机坑地面干燥, 需及时排除出主泵运行时填料函滴水 and 闸阀漏水, 拟设置地面明沟排水系统。其中断面稍大的明沟沿泵房纵向布置于进水侧墙边, 底坡约 3% 坡向泵房一端; 断面稍小的明沟沿各主泵管线绕主机组基础布置, 以 1% 的底坡坡向大沟槽, 布置型式与沟槽断面尺寸如图 6-11 所示。

(5) 充水设备。本设计计划采用两台套水环式真空泵装置, 供起动抽气充水供用。真空泵机组布置于主机组间进水侧两端的空地上, 不占泵房面积。基础离墙 0.5m, 抽气管线贴地面沿主泵管线布置, 排气口通至布置于机组旁的贮水箱。布置型式如图 6-12 所示。

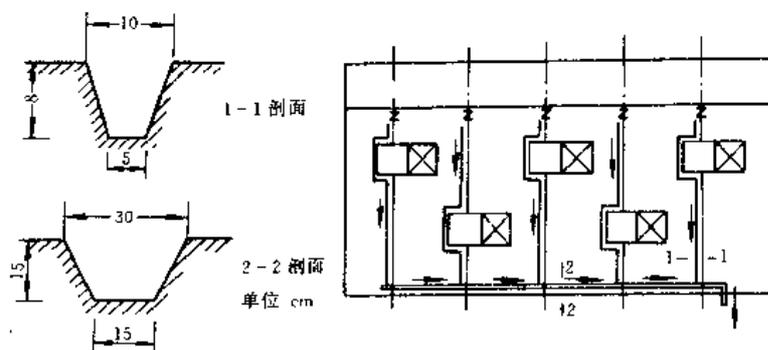


图 6-11 机坑排水沟槽尺寸与布置

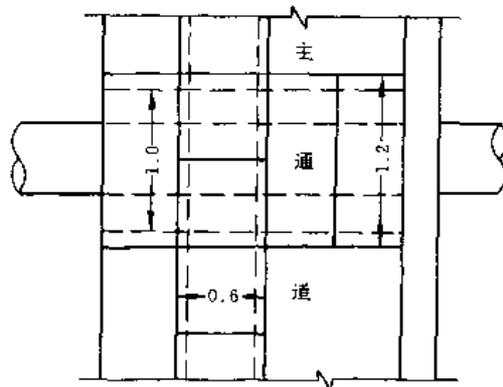
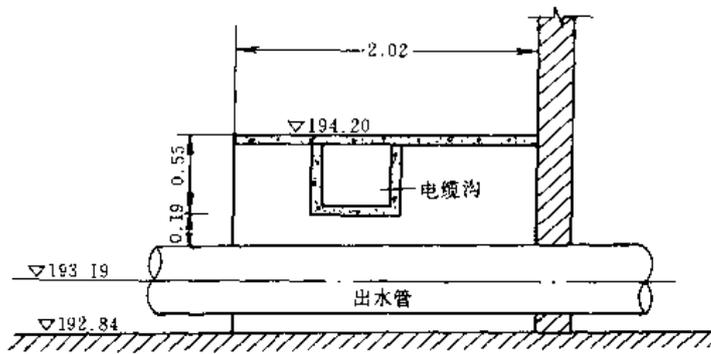


图 6-15 主通道与电缆沟立交尺寸示意图 (单位: m)

下式计算

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 \quad (6-15)$$

式中  $h_1$ ——安装好的最高主机组高出检修间地面尺寸或大型板车高度，两者中取大值，本设计主机组顶高程 194.01m，低于检修间地面，因此，按大型板车高度 0.8m 确定；

$h_2$ ——板车面至最高吊物底净距，凭经验取 0.4m；

$h_3$ ——最大起吊件高度，本设计为水泵，其高度为 1.07m；

$h_4$ ——吊索垂直尺寸，取水泵轴向尺寸的 0.85 倍，水泵轴向尺寸为 1.27m，则  $0.85 \times 1.27 = 1.1m$ ；

$h_5$ ——起重吊钩在最高位置时，吊钩至屋架底梁间距。由 30a 号工字钢高度

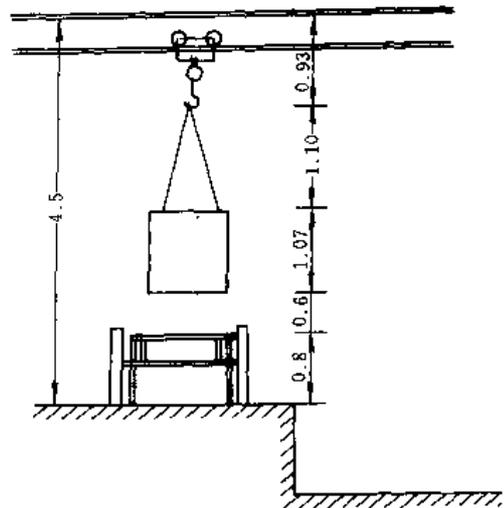


图 6-16 泵房高度确定示意图 (单位: m)

30cm 和 SG—2 型单轨小车高度 (含吊钩) 63cm 确定为 0.93m。

则  $H=0.8+0.4+1.07+1.10+0.93=4.3\text{m}$ , 取 4.5m。板车面至吊物底净空为 0.60m。如图 6-16 所示。

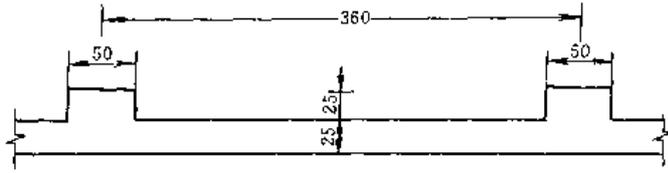


图 6-17 墙与墙柱尺寸示意图 (单位: cm)

### (三) 主要构件细部尺寸

包括墙体、门窗和屋盖等泵房围护结构。

(1) 墙体。泵房采用砖砌墙体, 墙厚为一砖 0.25m, 墙柱尺寸为二砖见方 0.5m×0.5m, 墙垛突出在室外, 具体尺寸如图 6-17 所示。

(2) 墙基。采用砖砌大放脚基础, 顶部设钢筋混凝土底梁, 墙体砌筑其上, 基础尺寸如图 6-18 所示。

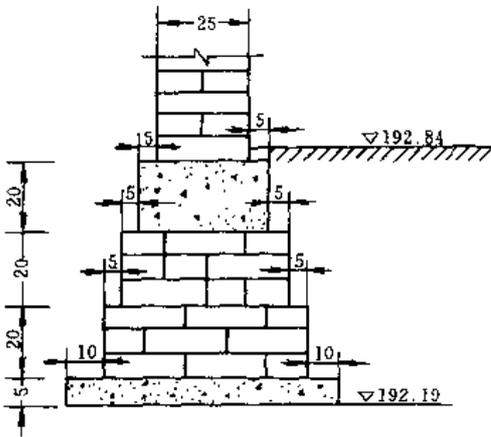


图 6-18 墙体基础尺寸示意图 (单位: cm)

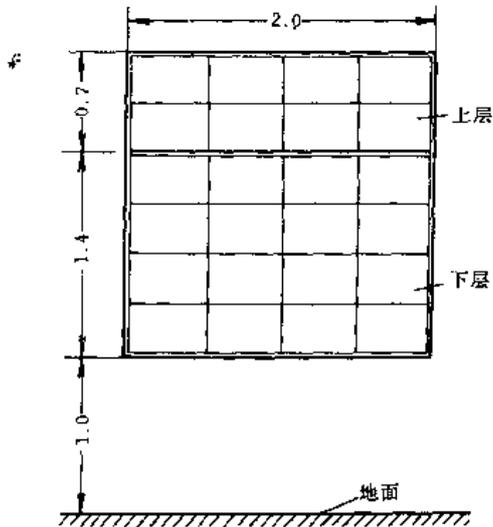


图 6-19 窗户位置与尺寸示意图 (单位: m)

(3) 过梁与圈梁。在门窗洞上方设置钢筋混凝土过梁, 宽与墙体厚相等, 梁高为 0.2m, 长度超过门或窗宽 0.8m。在檐口处设置钢筋混凝土圈梁。宽度与过梁相同, 梁高取 0.3m。

(4) 门。泵房设大小门各一扇, 其中大门为 3.0m 宽、3.0m 高的木质双扇外开门, 布置于检修间一端的山墙上; 小门为 1.2m 宽、2.5m 高的单扇木质内开门, 布置于配电间一端的山墙上, 与主通道成一直线。

(5) 窗。为满足采光、通风和散热等要求, 在泵房进出水两侧墙体上, 每间房各设上下两层式窗户, 上层为对流窗户, 2.0m 宽、0.7m 高; 下层为采光窗户, 2.0m 宽、1.4m 高。窗户底离检修间地面 1.0m, 窗户位置尺寸如图 6-19 所示。

$$\frac{\text{窗户面积}}{\text{泵房面积}} = \frac{2.0 \times 2.1 \times 14}{25.2 \times 9} = \frac{58.8}{226.8} = 0.2593 = 25.93\% > 20\%, \text{符合要求。}$$

(6) 屋盖。本设计采用双坡面斜屋盖, 屋面坡度角取 25°, 屋架为桁架结构, 其高度为  $\text{tg}25^\circ \times 9.5/2 = 2.2\text{m}$ 。屋面构造如图 6-20 所示。泵房立面尺寸如图 6-21 所示。

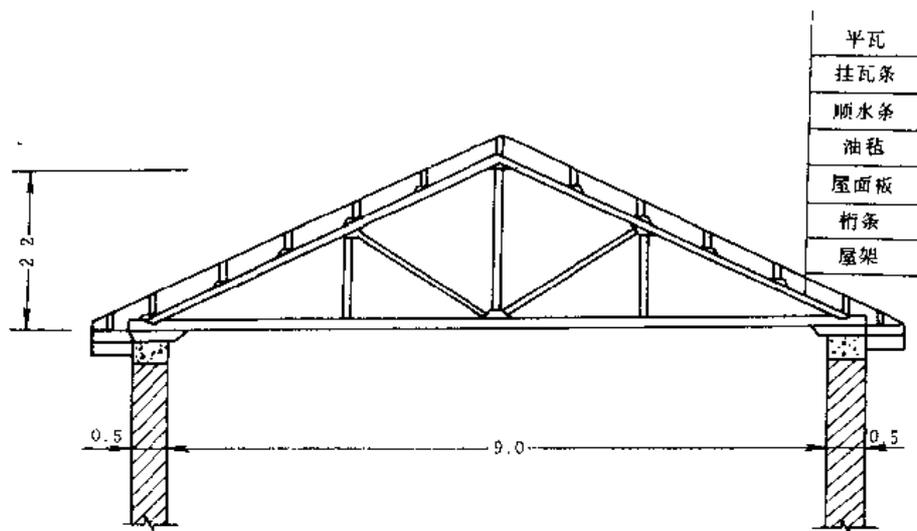


图 6-20 双坡面斜屋盖构造尺寸图 (单位: m)

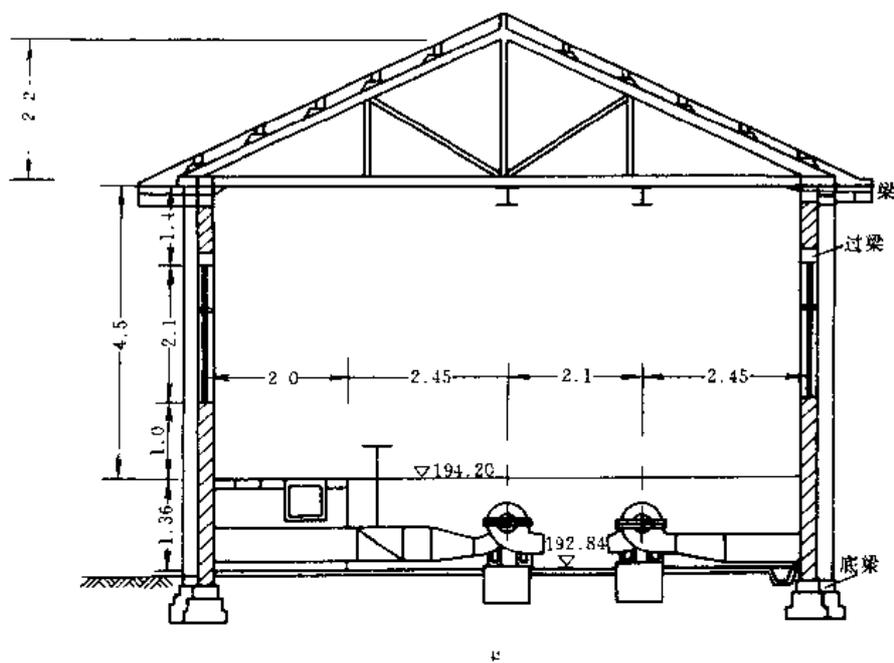


图 6-21 泵房立面尺寸示意图 (单位: m)

## 第五节 进水建筑物设计

本节包括进水池与前池两部分。

### 一、进水池

#### (一) 型式

采用半开敞式直立池壁进水池。

## (二) 尺寸确定

包括平、立面与细部结构等尺寸。

### 1. 立面尺寸

(1) 池底高程 $\nabla H_{底}$ 。用下式计算：

$$\nabla H_{底} = \nabla H_{min} - h_1 - h_2 \quad (6-16)$$

式中  $\nabla H_{min}$ ——进水池最低水位 191.58m；

$h_1$ ——进水管端喇叭口悬空高度，取  $0.8D_{进} = 0.8 \times 0.63 = 0.504\text{m}$ ，取 0.5m；

$h_2$ ——进水管端喇叭口最小淹没深度，取  $1.5D_{进} = 1.5 \times 0.63 = 0.945\text{m}$ ，取 0.9m。

则  $\nabla H_{底} = 191.58 - 0.5 - 0.9 = 190.18\text{m}$ 。

(2) 池顶高程 $\nabla H_{顶}$ 。取泵房外地面高程。

本设计为 194.0m，进水池立面尺寸如图 6-22 所示。

### 2. 平面尺寸

(1) 池宽  $B$ 。用下式计算

$$B = (n - 1)L_0 + 2L_1 \quad (6-17)$$

式中  $n$ ——进水管路根数，本设计方案为 5 根；

$L_0$ ——相邻两进水管中心间距，本设计为 3.24m；

$L_1$ ——边管中心至池侧壁距离。取水管中心线至隔墩距离，隔墩厚为 0.5m，则边管中心至池壁距离为  $(3.24 - 0.5) / 2 = 1.37\text{m}$ 。

则  $B = (5 - 1) \times 3.24 + 2 \times 1.37 = 15.7\text{m}$ 。

(2) 池长  $L$ 。用经验公式 (6-18) 计算

$$L = 4.5D_{进} + T \quad (6-18)$$

式中  $T$ ——进水管与后池壁净距，取  $0.5D_{进}$ ；

其余符号同前。

则  $L = 4.5 \times 0.63 + 0.5 \times 0.63 = 3.15\text{m}$ ，取 3.2m。进水池平面尺寸如图 6-23 所示。

### 3. 细部构件尺寸

水池三边挡土一边临水，挡土面为浆砌块石重力式墙，其断面尺寸如图 6-24 所示。护底用 50 号砂浆砌石，厚 0.4m，喇叭口附近一块增厚至 0.6m，并在其顶面现浇 0.1m 混凝土，防止块石因吸水而松动。池后壁至泵房外墙间距离，考虑施工时泵房大放脚要建在原状土上的原则，假定开挖线坡度为 1:1，并留有必要的余地，确定挡土后墙与泵房外墙间净距为 5.0m。

## 二、前池

是引渠与进水池连接的过渡段，其设计要考虑平、立平顺扩散。

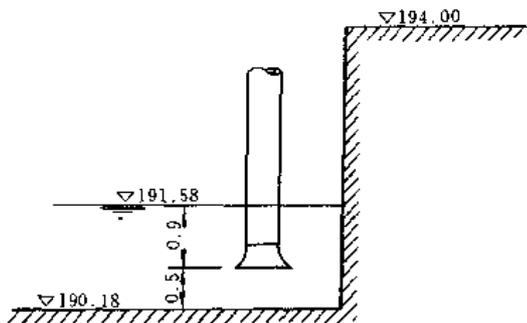


图 6-22 进水池立面尺寸示意图 (单位: m)

在不改变平面扩散锥角的前提下，为满足前池对底坡的要求，拟在靠近进水池一段做成标准底坡  $i=0.25$ ，其余池段与引渠底坡相同，则标准底坡段长度为  $\Delta L = \frac{0.35}{0.25} = 1.4\text{m}$ 。

### (三) 细部构造尺寸

前池的坡面与进水池壁面间用八字形重力式翼墙连接，翼墙轴线与水流方向间夹角取  $45^\circ$ 。翼墙断面为渐变形。护底与护坡均采用 50 号砂浆砌石，厚度 0.4m，下设 0.1m 厚砂石垫层。

进水建筑物形式与尺寸如图 6-25 所示。

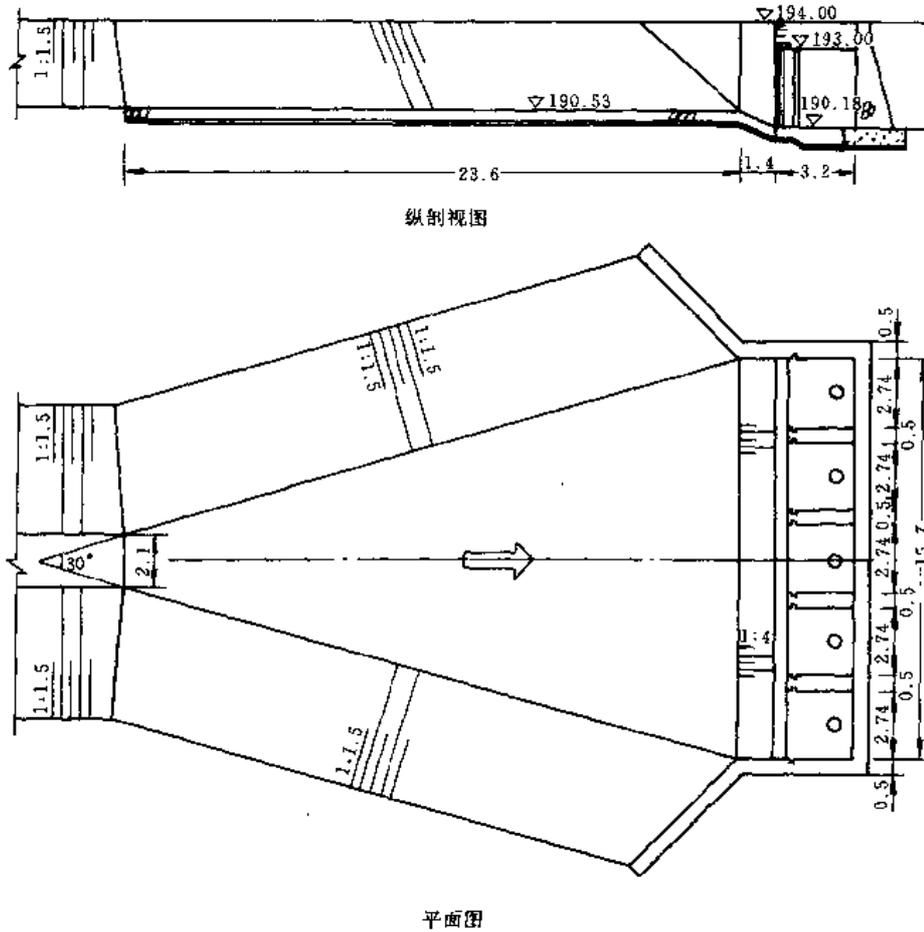


图 6-25 进水建筑物形式与尺寸图 (单位: m)

## 第六节 出水建筑物设计

本节包括出水池、输水渠及出水管路等内容。

### 一、出水池

#### (一) 型式

根据站址地形，本设计采用开敞侧向式出水池，用出口拍门阻止池水倒泄。

#### (二) 尺寸确定

### 1. 立面尺寸

(1) 池顶高程 $\nabla H_{\text{顶}}$ 。用下式确定

$$\nabla H_{\text{顶}} = \nabla H_{\text{max}} + h_{\text{超}} \quad (6-20)$$

式中  $\nabla H_{\text{max}}$ ——出水池最高水位，本设计为 217.48m；

$h_{\text{超}}$ ——安全超高，查资料取 0.5m。

则 $\nabla H_{\text{顶}} = 217.48 + 0.5 = 217.98\text{m}$ ，取 218.0m。

(2) 池底高程 $\nabla H_{\text{底}}$ 。用下式确定

$$\nabla H_{\text{底}} = \nabla H_{\text{min}} - (h_{\text{覆}} + D_{\text{出}} + P) \quad (6-21)$$

式中  $\nabla H_{\text{min}}$ ——出水池最低水位，本设计为 217.18m；

$D_{\text{出}}$ ——出水管渐扩出口直径，本设计为 0.55m；

$h_{\text{覆}}$ ——出水管渐扩出口上缘最小淹没深度，要求大于两倍出口流速水头。本设计

$$\text{取 3 倍出口流速水头, } h_{\text{覆}} = 3 \times \frac{\left(\frac{4 \times Q}{\pi D_{\text{出}}^2}\right)^2}{2g} = 3 \times \frac{\left(\frac{4 \times 0.35}{3.14 \times 0.55^2}\right)^2}{19.62} = 0.33\text{m};$$

$P$ ——出水管渐扩出口下缘至池底净距，本设计取 0.2m。

则 $\nabla H_{\text{底}} = 217.18 - (0.33 + 0.55 + 0.2) = 216.1\text{m}$ 。

出水池立面尺寸如图 6-26 所示。

### 2. 平面尺寸

(1) 池长  $L$ 。用下式确定

$$L = nD_{\text{出}} + (n-1)S + L_2 + (5 \sim 6)D_{\text{出}} \quad (6-22)$$

式中  $n$ ——入池出水管路根数，本设计为 5 根；

$S$ ——出水管口净间距，即两倍管口直径，即  $2 \times 0.55 = 1.1\text{m}$ ；

$L_2$ ——边管口至池侧壁间净距，取一个出水管口直径，即为 0.55m；

其余符号同前。

则 $L = 5 \times 0.55 + (5 - 1) \times 1.1 + 0.55 + (5 \sim 6) \times 0.55 = 10.45 \sim 11.0\text{m}$ ，取 11.0m。

(2) 池宽  $B$ 。用下式确定

$$B = B_1 + (n-1)D_{\text{出}} \quad (6-23)$$

式中  $B_1$ ——边管出口处池宽，拟取  $4D_{\text{出}} = 4 \times 0.55 = 2.2\text{m}$ ；

其余符号同前。

则 $B = 2.2 + (5 - 1) \times 0.55 = 4.4\text{m}$ 。

出水池平面尺寸如图 6-27 所示。

### 二、输水干渠断面设计

按明渠均匀流法设计。粘土边坡系数  $m$  取 1.5；渠床糙率  $n$  取 0.025；底坡  $i$  取 1/3500。

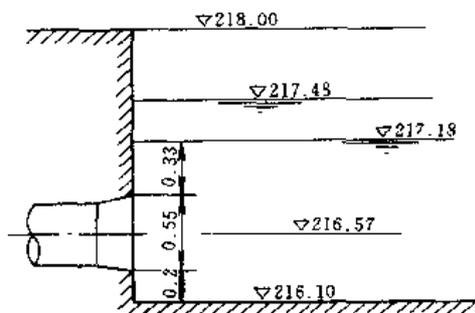


图 6-26 出水池立面尺寸示意图 (单位, m)

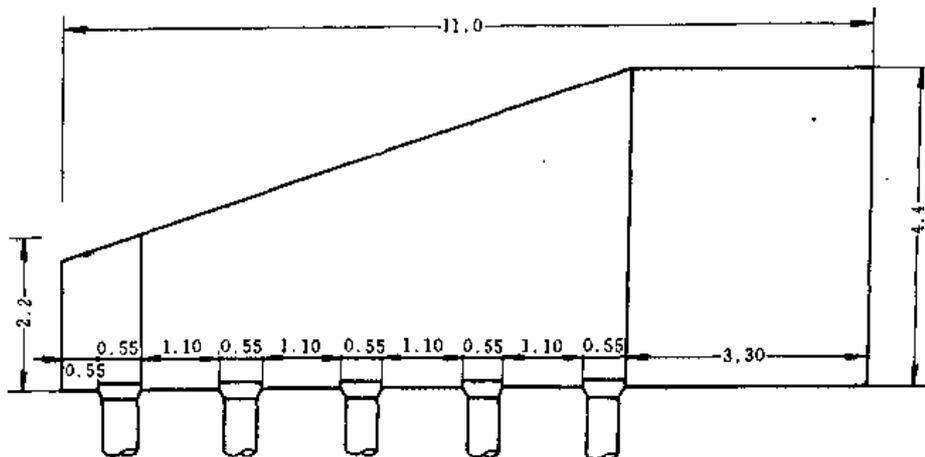


图 6-27 出水池平面尺寸示意图 (单位: m)

用试算法确定渠道设计水深  $h$  和渠底宽  $b$ 。

设  $h=1.05\text{m}$ ,  $b=1.8\text{m}$ , 计算流量  $Q$ 。

$$w = (b + mh)h = (1.8 + 1.5 \times 1.05) \times 1.05 = 3.544\text{m}^2;$$

$$X = b + 2h \sqrt{1 + m^2} = 1.8 + 2 \times 1.05 \times \sqrt{1 + 1.5^2} = 5.58\text{m};$$

$$R = \frac{w}{X} = \frac{3.544}{5.58} = 0.635\text{m};$$

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{3}} = \frac{1}{0.025} \times 0.635^{\frac{1}{3}} = 37.08\text{m}^{\frac{1}{3}}/\text{s}$$

则  $Q = wC \sqrt{Ri} = 3.544 \times 37.08 \times \sqrt{0.635 \times \frac{1}{3500}} = 1.77\text{m}^3/\text{s} > 1.615\text{m}^3/\text{s}$ , 符合要求。

(1) 设计流速  $v = \frac{Q}{w} = \frac{1.615}{3.544} = 0.46\text{m/s}$ 。

(2) 不冲流速  $v_{\text{不冲}}$  用下式计算:

$$v_{\text{不冲}} = KQ^{0.1} \quad (6-24)$$

式中  $K$ ——冲刷系数, 查资料粘土取 0.75。

则  $v_{\text{不冲}} = 0.75 \times 1.615^{0.1} = 0.78\text{m/s} > 0.46\text{m/s}$ , 满足要求。

(3) 不淤流速。查资料得  $0.4\text{m/s} < 0.46\text{m/s}$ , 满足要求。

(4) 渠底高程,  $217.38 - 1.05 = 216.33\text{m}$ 。

(5) 堤顶高程。本设计与出水池顶齐平, 取  $218.0\text{m}$ 。

输水干渠断面尺寸如图 6-28 所示。

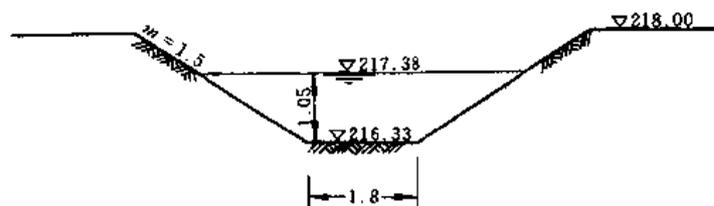


图 6-28 输水干渠断面尺寸示意图 (单位: m)

### 三、连接段设计

#### (一) 平面尺寸

(1) 收缩段长度  $L_{\text{缩}}$ 。用下式计算

$$L_{\text{缩}} = \frac{(B - b)/2}{\text{tg}\alpha/2} \quad (6-25)$$

式中  $B$ ——出水池宽度 4.4m;

$b$ ——输水干渠底宽 1.8m;

$\alpha$ ——平面收缩角, 凭经验取  $45^\circ$ 。

则  $L_{\text{缩}} = \frac{(4.4 - 1.8)/2}{\text{tg}45^\circ/2} = 3.14\text{m}$ , 取 3.1m。

(2) 干渠护砌段长度  $L_{\text{护}}$ 。根据经验本设计取 5 倍渠道设计水深,  $L_{\text{护}} = 5 \times 1.05 = 5.25\text{m}$ 。

#### (二) 立面尺寸

池底高程为 216.1m, 渠首底高程为 216.33m, 高差  $\Delta H = 216.33 - 216.1 = 0.23\text{m}$ 。拟在出水池尾部 (即收缩段首部) 设置 0.23m 的垂直坎, 作为立面连接设计。

出水连接段尺寸如图 6-29 所示。

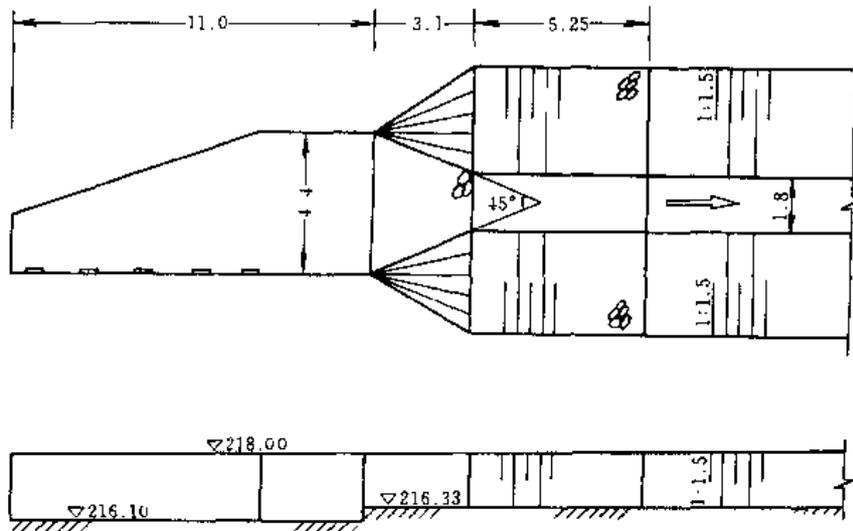


图 6-29 出水连接段尺寸示意图 (单位: m)

### 四、细部构造设计

出水建筑物修建在半填半挖的岗地上, 因土质较好, 故出水池池壁采用 150 号混凝土重力式结构。与出水管接触部位设置宽 0.2m 的止水环, 防止渗水。每根水管上方留直径为 50mm 的通气孔, 能使管中空气自由出入。池底用 150 号混凝土浇筑, 与挡水墙分离, 界缝处设置止水片。挡水墙断面各部尺寸如图 6-30 所示。

收缩段边坡做成浆砌块石扭曲面结构。护底厚 0.4m, 底下砂石垫层厚 0.1m。

护砌段采用 0.3m 厚的干砌块石护坡护底。砂石垫层取 0.1m 厚。

出水建筑物整体结构如图 6-31 所示。

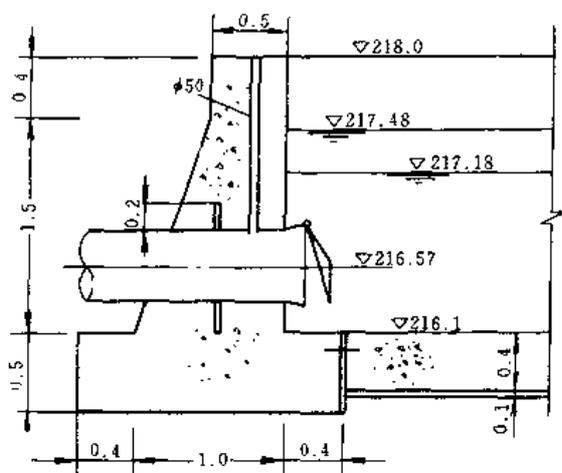


图 6-30 出水池挡水墙断面尺寸示意 (单位: m)

1:2.5, 则坡面管段长度为  $(216.57 - 193.19) \times 2.5 = 58.45\text{m}$ 。过坡顶镇墩后的水平管段, 考虑出水池挡水墙不宜太靠近坡口, 故取 10.0m。坡脚处起坡镇墩前水平管段, 考虑泵房

## 五、出水管路设计

包括管线布置、管长、管材与承压能力确定和镇墩尺寸等内容。

### (一) 出水管线布置

根据出水池和泵房设计, 出水管线拟采用收缩式布置。管线平行出泵房经起坡镇墩后, 在坡面上收缩, 经坡顶镇墩后再平行入出水池。管线平面布置如图 6-32 所示。

### (二) 出水管线长度

按实地布置确定。经计算出水管出口中心线标高为 216.57m, 出水管进口中心线 (即水泵吐出口中心线) 标高为 193.19m, 实地坡面坡度为 1:2.4。管坡拟修整为

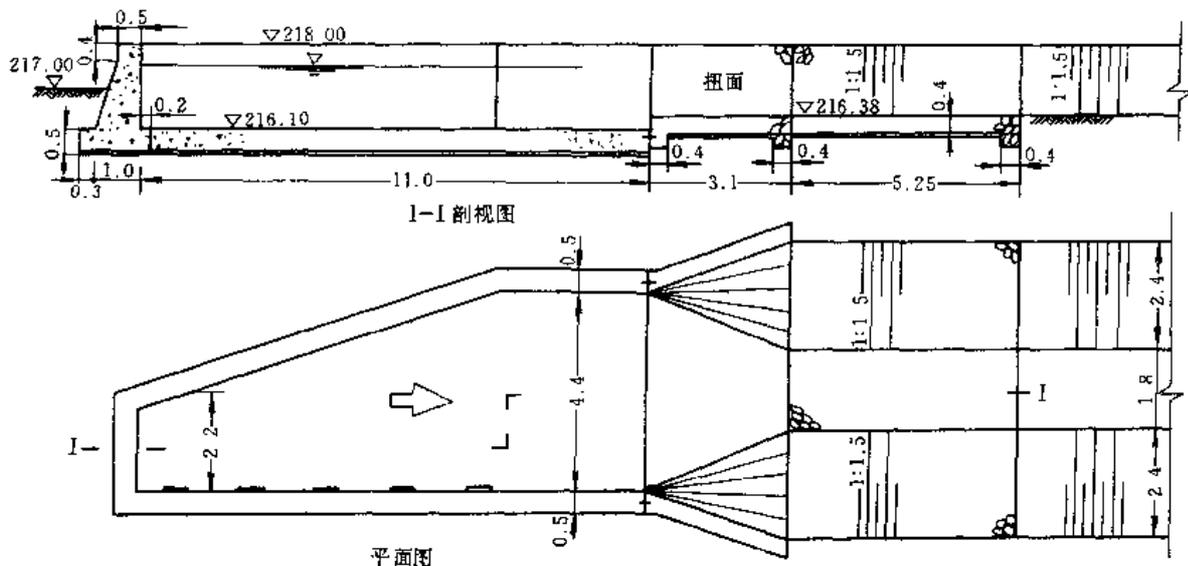


图 6-31 出水建筑物整体结构示意图 (单位: m)

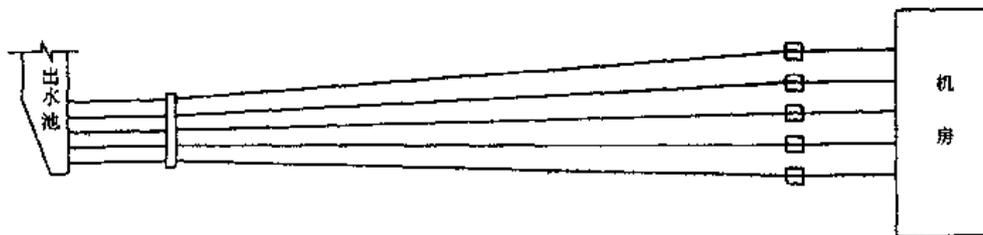


图 6-32 出水管线平面布置示意图

工作压力的 0.5 倍估算。正常工作压力按静水头的 1.15 倍估算, 则正常工作压力  $H = 1.15 \times (217.48 - 193.19) = 27.22\text{mH}_2\text{O}(272.2\text{kPa})$ , 水锤压力  $\Delta H = 0.5H = 0.5 \times 27.22 = 13.61\text{mH}_2\text{O}(136.1\text{kPa})$ 。

(2) 总工作压力。水泵处出水管段最大工作总压力为正常工作压力与事故停泵水锤压力之和, 即  $H_{\Sigma} = H + \Delta H = 27.22 + 13.61 = 40.83\text{mH}_2\text{O}(408.3\text{kPa})$ 。

(3) 管材与管路规格。本设计管路最大内压为 400kPa, 查资料选用  $D_g500$  的低压铸铁管, 其公称压力为 441kPa。起坡镇墩与坡顶镇墩间用承插式管子, 其余处用法兰式管子。

#### (四) 镇墩尺寸

根据管路流量、管径、内压状况及管坡等因素, 查资料得起坡镇墩尺寸如图 6-34 所示。顶坡镇墩尺寸如图 6-35 所示。其中起坡墩为单独镇墩, 顶坡墩为联合镇墩。须知, 对初拟墩体经计算后最终确定尺寸, 并验算其稳定性。对此内容本设计从略。

## 第七节 水泵运行工况分析

本节包括用图解法推求水泵运行工作点、核校泵站总流量及估算泵站效率等内容。

### 一、水泵运行工作点推求

(1) 装置性能参数 ( $H_{\text{需}}, Q$ ) 计算。用下式计算

$$H_{\text{需}} = H_{\text{净}} + SQ^2 = H_{\text{净}} + (S_{\text{沿}} + S_{\text{局}})Q^2 \quad (6-26)$$

式中  $H_{\text{净}}$ ——泵站净扬程, 本设计为 25.3m;

$S_{\text{沿}}$ ——管路沿程阻力参数, 用式 (6-27) 计算

$$S_{\text{沿}} = 10.3n^2 \frac{L}{D^{5.33}} \quad (6-27)$$

$S_{\text{局}}$ ——管路局部阻力参数, 用公式  $S_{\text{局}} = 0.083\Sigma\zeta/D_{\text{局}}^4$  计算;

$Q$ ——通过管路的流量,  $\text{m}^3/\text{s}$ ;

$n$ ——管路材料糙率, 查资料得铸铁管为 0.013;

$D$ ——管路直径 0.5m;

$L$ ——管线长度, 经计算进水管路为 11.64m, 出水管路为 81.45m;

$\zeta$ ——管路局部阻力系数, 查资料得: 进水管路系统为  $\zeta_{\text{进口}} = 0.2$ ,  $\zeta_{90^\circ} = 0.64$ ,  $\zeta_{\text{弯}} = 0.2$ ; 出水管路系统为  $\zeta_{\text{弯}} = 0.2$ ,  $\zeta_{\text{闸}} = 0.1$  (全开),  $\zeta_{20^\circ} = 0.26$ ,  $\zeta_{\text{出}} = 0.2$ ,  $\zeta_{\text{拍}} = 1.5$ ;

$D_{\text{局}}$ ——局部阻力系数相应流速处管径, 其中渐缩接管为 0.35m, 渐扩接管为 0.3m, 进口喇叭管为 0.63m, 拍门处为 0.55m; 其余各处为 0.5m。

$$\begin{aligned} \text{则 } S_{\text{沿}} &= 10.3 \times 0.013^2 \times \frac{11.64 + 81.45}{0.5^{5.33}} = 6.4(\text{s}^2/\text{m}^5), S_{\text{局}} = 0.083 \times \\ &\left[ \frac{0.2}{0.3^4} + \frac{0.2}{0.35^4} + \frac{0.2}{0.63^4} + \frac{1.5}{0.55^4} + \frac{0.64 + 0.1 + 2 \times 0.26 + 0.2}{0.5^4} \right] = 0.083 \times [24.69 + \\ &13.33 + 1.27 + 16.39 + 23.36] = 0.083 \times 79.04 = 6.56(\text{s}^2/\text{m}^5)。 \end{aligned}$$

装置性能参数按方程式  $H_{\text{需}} = 25.3 + (6.4 + 6.56)Q^2$  列表计算如下。

表 6-6

装置性能参数计算表

$Q$ (m <sup>3</sup> /s)	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6
$Q^2$	0.01	0.0225	0.04	0.0625	0.09	0.1225	0.16	0.2025	0.25	0.3025	0.36
$S_{\text{管}} + S_{\text{局}}$ (s <sup>2</sup> /m <sup>5</sup> )	6.4 + 6.56 = 12.96										
$SQ^2$ (m)	0.13	0.29	0.52	0.81	1.16	1.58	2.10	2.61	3.23	3.90	4.65
$H_{\text{净}}$ (m)	25.30										
$H_{\text{需}}$ (m)	25.43	25.59	25.82	26.11	26.46	26.88	27.40	27.91	28.53	29.20	29.95

(2) 水泵性能参数。由水泵资料查取，14Sh-19 型泵工作范围参数值如表 6-7 所列。

表 6-7

14Sh-19 型泵性能参数表

流量 $Q$ (L/s)	扬程 $H$ (m)	转速 $n$ (r/min)	轴功率 $N_{\text{轴}}$ (kW)	效率 $\eta$ (%)	容许吸上真空高度 [ $H_s$ ] (m)
270	32	1450	99.7	85	3.5
350	26		102	88	
400	22		105	82	

(3) 水泵工作点推求。用图解法将水泵性能参数与装置性能参数用同一比例尺绘制于一个直角坐标内，两曲线交点即为工作点，或者将水泵流量—扬程 ( $Q-H$ ) 曲线先绘上，再减去相应流量值下的  $SQ^2$  值得流量—净扬程 ( $Q-H_{\text{净}}$ ) 曲线，即可直接查出工作点下的流量，再往上找出相应流量下的水泵扬程。这样，也可求出水泵工作点。本设计采用后者方法推求，如图 6-36 所示。

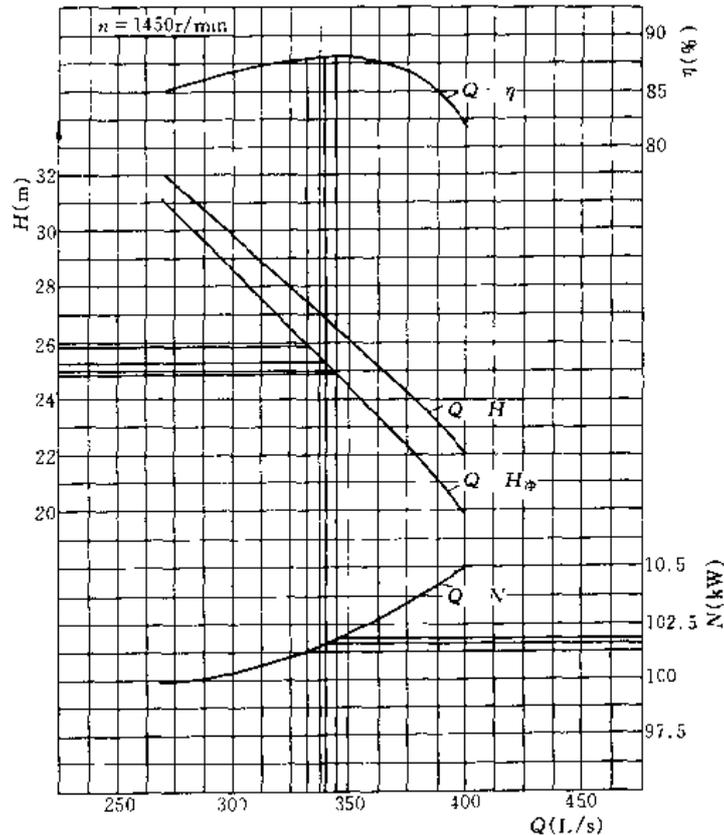


图 6-36 14Sh-19 型泵装置工作点推求图

各水位组合下水泵装置运行工作点参数如表 6-8 所列。

表 6-8 14Sh—19 型泵装置运行工况表

出水池水位 (m)	217.48			217.18		
进水池水位 (m)	192.58	192.18	191.58	192.58	192.18	191.58
净扬程 (m)	24.9	25.3	25.9	24.6	25.0	25.6
总扬程 (m)	26.5	26.9	27.4	27.35	26.65	27.15
流量 (L/s)	345	340	332.5	346.5	342.5	335
轴功率 (kW)	101.75	101.63	101.25	101.88	101.25	101.20
效率 (%)	88	87.5	87	88	87.5	87

## 二、泵站总流量校核

从水泵运行工况表可知：最大净扬程 25.9m 时流量值最小为 332.5(L/s)，则泵站最小总流量为  $5 \times 332.5 = 1662.5 \text{ (L/s)} = 1.66 \text{ m}^3/\text{s} > 1.615 \text{ m}^3/\text{s}$ ，符合要求。

计算表明：在任何水位组合下，泵站总流量均能满足灌溉所需，水泵工作点始终在高效范围内运行，设计完全符合要求。

## 三、泵站效率估算

用下式计算

$$\eta_{\text{站}} = \eta_{\text{泵}} \eta_{\text{机}} \eta_{\text{传}} \eta_{\text{管}} \eta_{\text{池}} \quad (6-28)$$

式中  $\eta_{\text{泵}}$ ——水泵运行效率，在设计净扬程下查表 6-8 得 87.5%；

$\eta_{\text{机}}$ ——电动机运行效率，查资料得电机负载运行效率为 92.6%，本设计电机负载率为  $101.63/115.0 = 0.884 > 0.75$ ，原效率可不折减；

$\eta_{\text{传}}$ ——机组间传动效率，本设计为弹性联轴器直接传动，查资料取 0.995；

$\eta_{\text{管}}$ ——管路运行效率，查表 6-8 得设计净扬程下为  $25.3/26.9 = 0.94$ ；

$\eta_{\text{池}}$ ——水池运行效率，干渠首与水源水位差为  $217.38 - 192.3 = 25.08 \text{ m}$ ，泵站设计净扬程为 25.3m，水池效率为  $25.08/25.3 = 0.99$ 。

则  $\eta_{\text{站}} = 0.875 \times 0.926 \times 0.995 \times 0.94 \times 0.99 = 0.74 \times 100\% = 74\% > 54.4\%$ ，符合规定指标要求。

## 第八节 其 他

本节包括真空泵选型与机组基础尺寸确定等内容。

### 一、真空泵选型

#### (一) 抽气体积计算

按如图 6-37 所示的充水段体积，用公式  $V = L \frac{\pi D^2}{4}$  分段计算。

### (三) 平均真空度确定

$$\text{平均真空度 } H_{\text{均}} = \frac{H_s}{2} = \frac{2.43}{2} = 1.215\text{mH}_2\text{O} = 89.65\text{mmHg} = 12.15\text{kPa}.$$

### (四) 真空泵选型

(1) 初定型号。根据五台套机组的抽气总量为  $74.1\text{m}^3/\text{h}$  和平均真空度为  $89.65\text{mmHg}$  ( $12.15\text{kPa}$ )，查资料选取 SZ-1 型和 SZB-8 型两种水环式真空泵。其性能如表 6-9 所列。并点绘如图 6-38 所示的性能曲线。

表 6-9 水环式真空泵性能表

型 号	抽 气 量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	真 空 度 ( $\text{mmHg}$ )	转 数 ( $\text{r}/\text{min}$ )	配 套 电 机 ( $\text{kW}$ )	重 量 ( $\text{kg}$ )
SZ 1	90	0	1450	4.5	140
	72	304			
	38.4	455			
	24	610			
SZB-8	48	0	1450	2.8	42
	0	650			

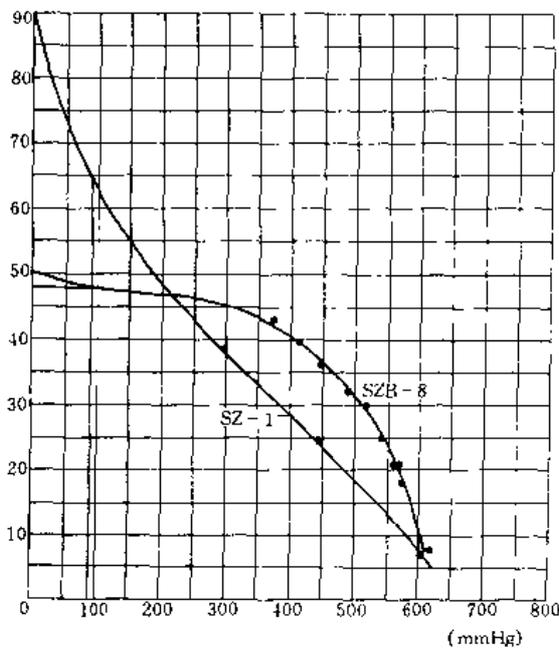


图 6-38 SZ-1、SZB-8 型水环式真空泵性能曲线

(2) 真空泵台数确定。根据平均真空度  $89.65\text{mmHg}$ ，查图 6-38 所示曲线得平均抽气量：SZ-1 型真空泵为  $65\text{m}^3/\text{h}$ 、SZB-8 型真空泵为  $47.5\text{m}^3/\text{h}$ ，则 SZ-1 型真空泵为  $74.1/65 = 1.14$  台，SZB-8 型真空泵为  $74.1/47.5 = 1.56$  台。

(3) 方案选取。经粗略比较，从配套电机等方面考虑，选取两台 SZB-8 型真空泵方案较合适。

## 二、机组基础尺寸

### (一) 平面尺寸

(1) 基础长度  $L$ 。用下式确定

$$L \geq l + C + T + 0.5\text{m} \quad (6-30)$$

式中  $l$ ——水泵轴向底脚螺孔中心距，查资料 14Sh-19 型泵为  $0.48\text{m}$ ；

$C$ ——电机轴向底脚螺孔中心距，查资料 JS-115-4 型电机为  $0.59\text{m}$ ；

$T$ ——机组轴向相邻两底脚螺孔中心距，查资料本设计为  $0.917\text{m}$  (含弹性联轴器轴向间隙  $4\text{mm}$ )。

则  $L = 0.48 + 0.59 + 0.917 + 0.5 = 2.487\text{m}$ ，取  $2.5\text{m}$ 。

(2) 基础宽度  $B$ 。用下式确定

$$B = E + 0.5\text{m} \quad (6-31)$$

式中  $E$ ——电机或水泵垂直轴向底脚螺孔中心距，取两值中较大者。查资料本设计取电机

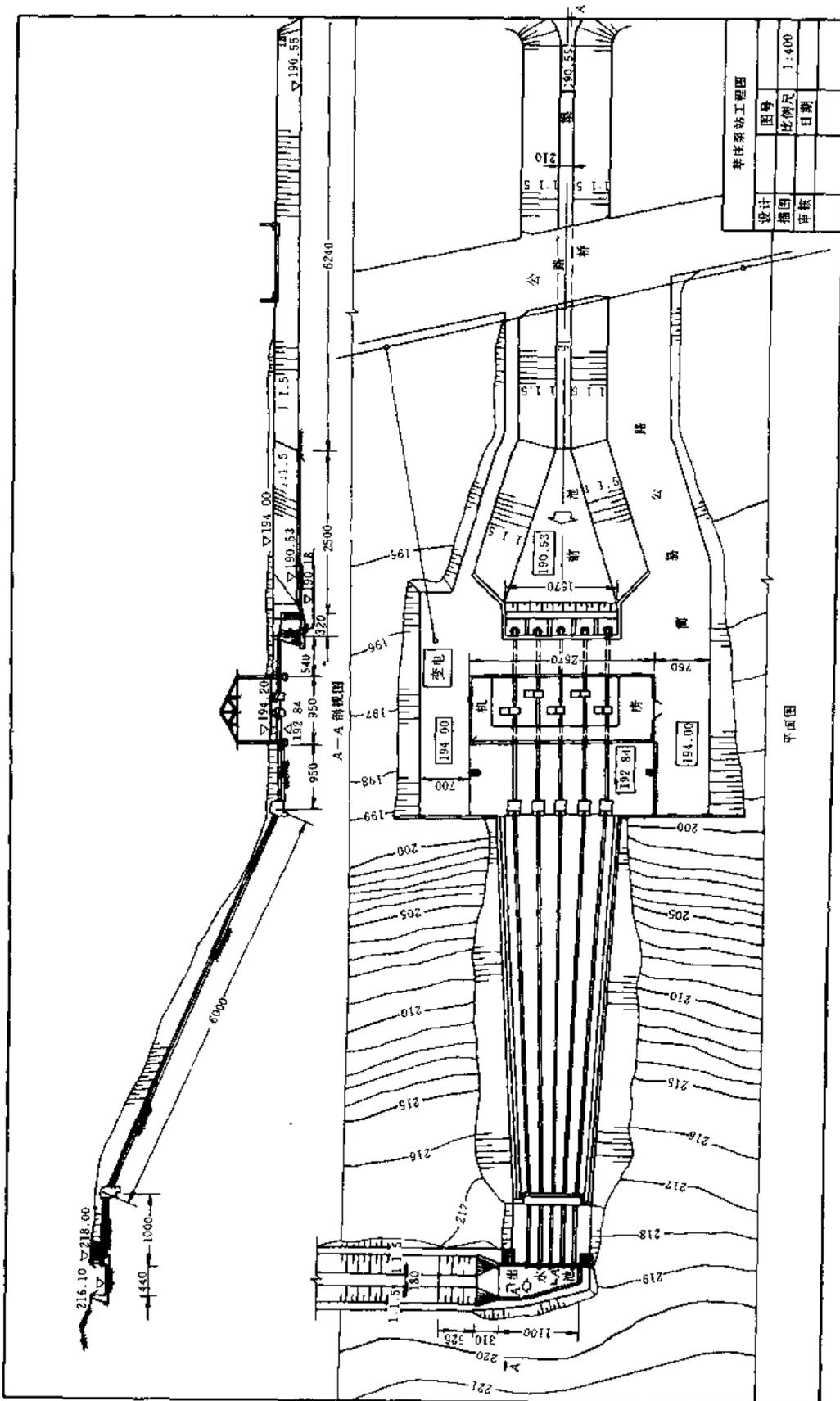


图 6-41 莘庄泵站工程图

## 第七章 轴流泵站初步设计示例

### 第一节 设计任务书

#### 一、设计任务

根据所提供的资料，完成大沙河翻水泵站初步设计，写出设计说明书和绘制设计工程图各一份。

#### 二、设计资料

##### 1. 建站目的

某县渠北灌区位于废黄河与苏北灌溉总渠之间，总面积  $71\text{km}^2$ ，耕地 6 万亩，其中旱改水 5 万亩，引总渠水的阜滨干渠贯穿南北。近年来，因淮水北调接济徐州、连云港，总渠水量陡降，向阜滨干渠供水，现已基本中断，致使灌区严重缺水。每年育秧季节水量不足，在泡田栽插季节无水供应。临时租用省抗旱队提水抗旱，也属杯水车薪，无济于事。沿渠村民拦坝抢水现象普遍发生，原有灌溉渠系遭受严重破坏，作物连年减产，直接影响当地群众的脱贫致富。为彻底解决该地区的灌溉供水问题，确保农业稳产高产。经县政府研究决定，启用渠北排水河——大沙河中的水接济阜滨干渠，兴建翻水泵站一座，将大沙河水量翻入阜滨干渠。

##### 2. 水位流量与河渠断面

大沙河是一条与总渠平行的水量较为丰沛的排水河道，其水面宽  $34\text{m}$ ，灌溉期平均水位为  $1.5\text{m}$ ，最低水位为  $0.5\text{m}$ ，汛期历年最高水位为  $3.5\text{m}$ 。河底高程为  $-1.5\text{m}$ ，底宽  $16\text{m}$ ，边坡系数为 2，两边各有  $5\text{m}$  宽的青坎，堤顶高程为  $4.0\text{m}$ ，顶宽为  $4.0\text{m}$ ，堤坡系数为 2.5。与阜滨干渠正交，设涵洞立交。阜滨干渠控制整个灌区，站址处渠中正常水位为  $3.8\text{m}$ ，最低水位为  $3.5\text{m}$ ，堤顶高程为  $4.5\text{m}$ ，顶宽为  $4.0\text{m}$ ，渠底高程为  $1.2\text{m}$ ，底宽为  $12.0\text{m}$ ，边坡系数为 2.5。抽水流量近期为  $5\text{m}^3/\text{s}$ ，远期为  $9\text{m}^3/\text{s}$ 。

##### 3. 站址地形与土质状况

站址选在大沙河与阜滨干渠交汇处，该处有一较大的村庄，地形平坦，地面高程为  $3.0\text{m}$ ，站址地形如图 7-1 所示。通过钻孔土质均为砂质粘壤土，自然容重为  $17.64\text{kN}/\text{m}^3$ ，内摩擦角  $\phi$  为  $20^\circ$ ，凝聚力  $C$  为  $21.56\text{kN}/\text{m}^2$ ，地下水常年稳定在  $0.7\text{m}$  左右。气候偏寒，冻土层厚度为  $0.25\text{m}$ 。施工中回填土物理力学指标如下：干容重  $\gamma_d$  为  $14.7\text{kN}/\text{m}^3$ ，自然容重  $\gamma_{\text{自}}$  为  $17.64\text{kN}/\text{m}^3$ ，浮容重  $\gamma_{\text{浮}}$  为  $8.82\text{kN}/\text{m}^3$ ，内摩擦角  $\phi$  为  $18^\circ$ ，凝聚力不计。

##### 4. 其他

总渠可通行 500 吨级船队，淮盐公路在总渠南堤通过。阜滨干渠堤上可通行大型拖拉机，水陆交通方便。在阜滨干渠东侧，有  $35\text{kV}$  高压线经过。当地生产红砖，可供使用。

#### 三、设计标准

本工程可按四级建筑物设计。

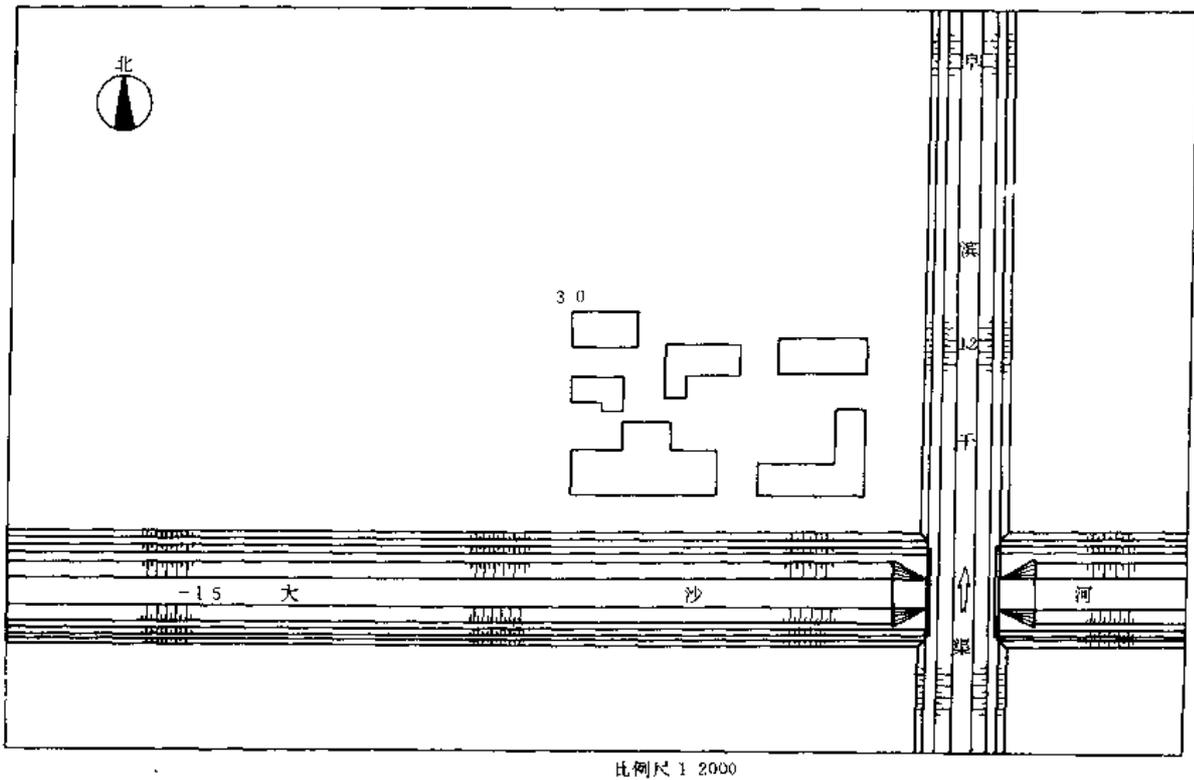


图 7-1 大沙河翻水泵站站址地形图

#### 四、设计时间与成果

(略)

### 第二节 泵站规划

本节包括泵站枢纽布置、设计流量与设计扬程确定等内容。

#### 一、泵站枢纽布置

从提供的资料中可知：灌溉期大沙河正常水位为 1.5m，卓滨干渠的控制水位为 3.8m，其水位差为  $3.8 - 1.5 = 2.3\text{m}$ ，属低扬程范围，适宜选用中小型立式轴流泵，其湿室型泵房的底板较低。站址范围内土质均为砂质粘壤土，地基承载力较大。泵房位置主要考虑进出水条件和土方开挖量及当地已有建筑物状况等因素。经方案比较，泵房拟定位于卓滨干渠西侧，大沙河北岸，村庄西北端一定的距离内，采用正向进水侧向出水的总体布置方案。泵房距大沙河北岸 150m，离卓滨干渠西堤约 200m 处，在大沙河河堤下建进水涵洞引水，在卓滨干渠渠堤下建出水涵洞输水。泵站枢纽总体布置如图 7-2 所示。

#### 二、泵站设计流量

本工程接近期规划要求设计，设计流量为  $5\text{m}^3/\text{s}$ 。

#### 三、泵站设计扬程

按进、出水池设计水位差考虑管路水头损失后确定。

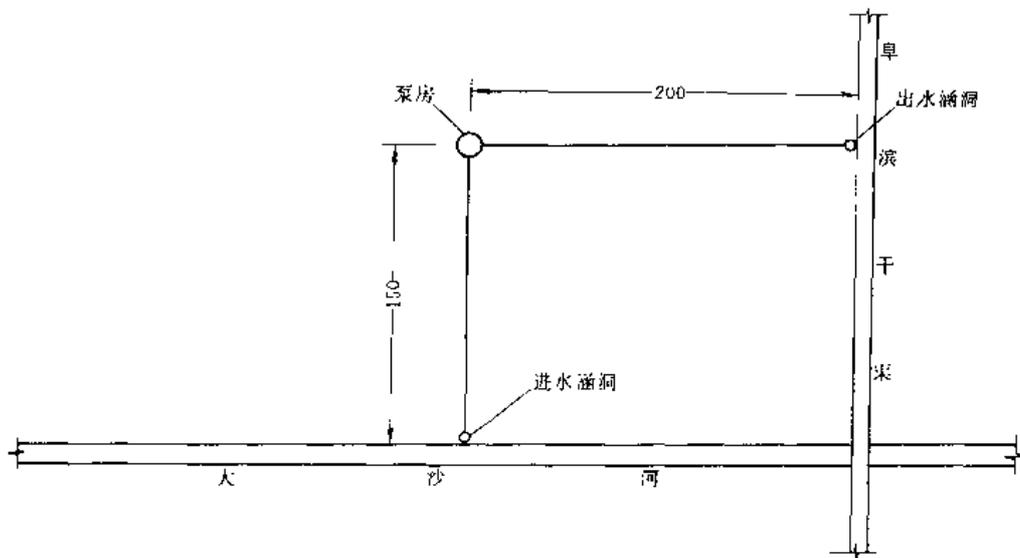


图 7-2 大沙河翻水泵站枢纽布置图 (单位: m)

(一) 进水池水位推求

大沙河水量经进水涵洞、引水渠引至泵房。

1. 引水渠断面设计

引水渠拟采用开挖明渠, 断面按明渠均匀流法设计。根据土质边坡系数  $m$  取 1.5, 渠床糙率  $n$  取 0.025, 渠底纵坡  $i$  取  $1/6000$ 。用试算法确定引渠设计水深  $h$  和渠底宽  $b$ 。

设渠底宽  $b$  为 4.2m, 设计水深  $h$  为 1.5m, 计算泵站设计流量。

$$\text{过水断面面积 } w = (b + mh)h = (4.2 + 1.5 \times 1.5) \times 1.5 = 9.675\text{m}^2;$$

$$\text{湿周 } X = b + 2h \sqrt{1 + m^2} = 4.2 + 2 \times 1.5 \times \sqrt{1 + 1.5^2} = 9.608\text{m};$$

$$\text{水力半径 } R = \frac{w}{X} = \frac{9.675}{9.608} = 1.007\text{m};$$

$$\text{谢才系数 } C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}} = \frac{1}{0.025} \times 1.007^{\frac{1}{6}} = 40.046\text{m}^{\frac{1}{2}}/\text{s};$$

$$\text{流量 } Q = wC \sqrt{Ri} = 9.675 \times 40.046 \times \sqrt{1.007 \times \frac{1}{6000}} = 5.019\text{m}^3/\text{s} > 5\text{m}^3/\text{s}, \text{ 符合要求。}$$

冲淤校核。计算实际流速、不冲流速和不淤流速, 须满足  $v_{\text{不冲}} > v_{\text{实}} > v_{\text{不淤}}$  即可。

实际流速  $v_{\text{实}} = \frac{Q}{W} = \frac{5.0}{9.675} = 0.52\text{m/s}$ 。

$$\text{不冲流速 } v_{\text{不冲}} \text{ 用下式计算}$$

$$v_{\text{不冲}} = KQ^{0.1} \quad (7-1)$$

式中  $K$ ——不冲流速系数, 查资料得砂质粘壤土为 0.63;

$Q$ ——渠道通过流量, 本设计为  $5\text{m}^3/\text{s}$ 。

则  $v_{\text{不冲}} = 0.63 \times 5^{0.1} = 0.74\text{m/s} > 0.52\text{m/s}$ , 符合要求。

为控制渠中杂草生长, 不淤流速查资料得应在  $0.3 \sim 0.4\text{m/s}$  之间, 实际流速满足要

## (二) 出水池水位推求

泵站设计流量从出水池经输水渠、输水涵洞流入阜滨干渠。

### 1. 输水渠断面设计

按明渠均匀流方法设计。根据土质渠道边坡系数  $m$  取 1.5；渠床糙率  $n$  取 0.025；渠底纵坡  $i$  取 1/5000。用试算法确定渠道设计水深  $h$  和渠底宽  $b$ 。

设渠道设计水深  $h$  为 1.63m，渠底宽  $b$  为 3.0m，计算设计流量  $Q$ 。

过水断面面积  $w = (b + mh)h = (3.0 + 1.5 \times 1.63) \times 1.63 = 8.875\text{m}^2$ 。

湿周  $X = b + 2h\sqrt{1+m^2} = 3.0 + 2 \times 1.63 \times \sqrt{1+1.5^2} = 8.877\text{m}$ 。

水力半径  $R = \frac{w}{X} = \frac{8.875}{8.877} = 1.0\text{m}$ 。

谢才系数  $C = \frac{1}{n}R^{\frac{1}{6}} = \frac{1}{0.025} \times 1.0^{\frac{1}{6}} = 40\text{m}^{\frac{1}{2}}/\text{s}$ 。

渠道设计流量  $Q = wC\sqrt{Ri} = 8.875 \times 40 \times \sqrt{1.0 \times \frac{1}{5000}} = 5.02\text{m}^3/\text{s} > 5.0\text{m}^3/\text{s}$ ，

符合要求。

冲淤校核计算实际流速  $v_{\text{实}}$ 、不冲流速  $v_{\text{不冲}}$  和不淤流速  $v_{\text{不淤}}$ ，须满足  $v_{\text{不冲}} > v_{\text{实}} > v_{\text{不淤}}$  即可。

实际流速  $v_{\text{实}} = \frac{Q}{w} = \frac{5.0}{8.875} = 0.57\text{m/s}$ ；

不冲流速  $v_{\text{不冲}}$  用下式计算。

$$v_{\text{不冲}} = KQ^{0.1} \quad (7-2)$$

式中  $K$ ——不冲流速系数，查资料得砂质粘壤土取 0.63；

$Q$ ——渠道的过流量，本设计为  $5.0\text{m}^3/\text{s}$ 。

则  $v_{\text{不冲}} = 0.63 \times 5.0^{0.1} = 0.74\text{m/s} > 0.57\text{m/s}$ ，符合要求。

为控制杂草生长，不淤流速应在  $0.3 \sim 0.4\text{m/s}$  之间，即小于渠道实际流速，渠道断面设计符合要求。输水渠过水断面如图 7-6 所示。

### 2. 输水渠断面设计

根据设计要求，输水渠末端水位（即输水涵洞洞前水位）与阜滨干渠 3.8m 水位相接。考虑过洞水头损失为 0.2m，则洞前设计水位为  $3.8 + 0.2 = 4.0\text{m}$ ，洞前渠底高程为  $4.0 - 1.63 = 2.37\text{m}$ 。考虑渠堤超高 0.5m，则堤顶高程为  $4.0 + 0.5 = 4.5\text{m}$ ，顶宽取 3.0m，

渠道为半挖半填形式。在高程 3.0m 以下部分为挖方，填方所缺土方由引渠开挖处运来。输水渠横断面尺寸如图 7-7 所示。纵剖面如图 7-8 所示。

### 3. 出水池水位确定

输水渠首与出水池连接，考虑有 0.1m 水位壅高，出水池水位如表 7-2 所列。

## (三) 泵站设计扬程确定

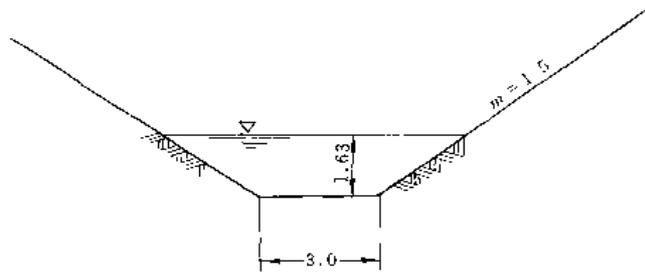


图 7-6 输水渠道过水断面示意图（单位：m）

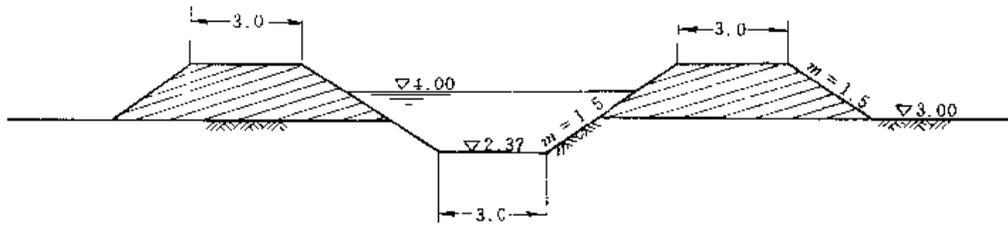


图 7-7 输水渠横断面尺寸示意图 (单位: m)

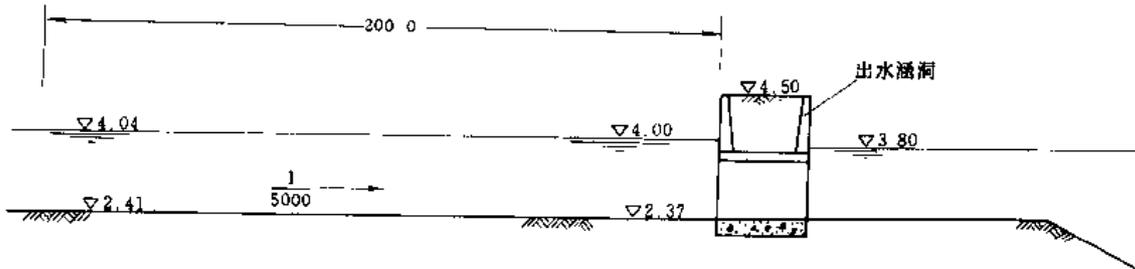


图 7-8 输水渠纵剖面示意图 (单位: m)

按下式计算

$$H = H_{\text{净}} + h_{\text{损}} \quad (7-3)$$

式中  $H_{\text{净}}$ ——设计净扬程, 本工程为  $4.14 - 1.225 = 2.915\text{m}$ ;

$h_{\text{损}}$ ——管路水头损失, 本设计按  $0.15H_{\text{净}}$  估算,  $0.15 \times 2.915 = 0.44\text{m}$ 。

则  $H = 2.915 + 0.44 = 3.35\text{m}$ 。

表 7-2 出水池水位推求表

特征水位	阜洪干渠水位 (m)	过涵水头损失 (m)	渠道水面坡降 (m)	壅高值 (m)	出水池水位 (m)
设计	3.8	0.2	$200 \times \frac{1}{5000} = 0.04$	0.1	4.14
最低	3.5				3.84

### 第三节 水泵选型与设备配套

本节包括水泵型号与台数确定和动力机配套等内容。

#### 一、水泵选型

根据选泵原则按下列顺序进行。

##### (一) 确定泵型方案

根据泵站设计扬程  $3.35\text{m}$ , 查资料中水泵性能表得: 14ZLB—70 型泵, 转速为  $980\text{r}/\text{min}$ , 叶角为  $0^\circ$ ; 20ZLB—70 型泵, 转速为  $730\text{r}/\text{min}$ , 叶角为  $+4^\circ$ ; 28ZLB—70 型泵, 转速为  $580\text{r}/\text{min}$ , 叶角为  $0^\circ$ ; 32ZLB—100A 型泵, 转速为  $580\text{r}/\text{min}$ , 叶角为  $+4^\circ$  等四个泵型方案。它们的扬程均符合要求, 可作为进一步比较的依据。它们的性能指标如表 7-3 所列。

(二) 确定各泵型台数

用关系式  $i = Q_{站} / Q_{泵}$  确定上述各泵型所需台数。

$$14ZLB-70 \text{ 型泵 } i = \frac{5.0}{0.18} = 27.8 \text{ 台, 取 28 台;}$$

$$20ZLB-70 \text{ 型泵 } i = \frac{5.0}{0.545} = 9.17 \text{ 台, 取 9 台;}$$

$$28ZLB-70 \text{ 型泵 } i = \frac{5.0}{1.064} = 4.69 \text{ 台, 取 5 台;}$$

$$32ZLB-100A \text{ 型泵 } i = \frac{5.0}{1.305} = 3.83 \text{ 台, 取 4 台。}$$

表 7-3 立式轴流泵性能规格表

型号	叶角 (°)	流量 (L/s)	扬程 (m)	转速 (r/min)	轴功率 (kW)	效率 (%)	汽蚀余量 (m)	叶轮直径 (mm)	泵体重量 (kg)	
									泵壳	转子
14ZLB-70	0	143	3.94	980	8.02	68.9	3.6	300	450	100
		180	2.84		6.48	77.2				
		204	1.64		4.56	72				
20ZLB-70	+4	454	4.44	730	26	75.4		450	540	180
		545	3.52		22.2	82				
		582	2.82		19.2	81.5				
28ZLB-70	0	976	5.5	580	65.6	80.3		650	1170	330
		1064	4.6		58.3	82.4				
		1235	2.86		44.2	78.4				
32ZLB-100A	+4	1027	4.83	580	66.5	73.2		750	1400	350
		1305	3.0		47.8	80.2				
		1471	1.80		35.1	78.5				

(三) 最优方案选定

上述四种方案水泵台数悬殊较大, 从基建角度看, 28ZLB-70 型泵 5 台与 32ZLB-100A 型泵 4 台两个方案投资较少, 口径大效率也高。很显然, 14ZLB-70 型泵 28 台与 20ZLB-70 型泵 9 台两个方案应该放弃。再从未来的运行工况分析, 32ZLB-100A 型泵 4 台方案的水泵铭牌扬程与泵站设计扬程靠得较近, 工况应变范围可能略胜一筹。因此, 本设计选定 32ZLB-100A 型泵 4 台方案作为最优方案。

二、动力机选配

包括动力类型选择、配套功率和确定机型等内容。

(一) 动力类型选择

阜滨干渠东侧有 35kV 线路通过, 本设计可选用电力拖动水泵。

(二) 配套功率  $N_{配}$  计算

用下式计算

$$N_{\text{配}} = K \frac{N_{\text{轴}}}{\eta_{\text{传}}} \quad (7-4)$$

式中  $K$ ——动力备用系数，查资料取 1.07；

$N_{\text{轴}}$ ——水泵工作范围内最大轴功率，本泵型为 66.5kW；

$\eta_{\text{传}}$ ——传动效率，本设计水泵额定转速为 580r/min，计划用同步转速为 600r/min 的立式异步电机拖动，采用弹性联轴器直接传动，查资料取 0.995。

则  $N_{\text{配}} = 1.07 \times 66.5 / 0.995 = 71.51\text{kW}$ 。

### (三) 确定电机型号

根据水泵额定转速 580r/min 和配套功率 71.51kW，查资料选用 JSL—125—10 型电动机四台。其技术性能指标如表 7-4 所列。

表 7-4 JSL—125—10 型电动机技术性能表

额定功率 (kW)	额定电压 (V)	额定值				起动电流 额定电流	起动转矩 额定转矩	最大转矩 额定转矩	重量 (kg)
		转速 (r/min)	电流 (A)	效率 (%)	功率因数 (cosφ)				
80	380	585	161	91.2	0.82	4.8	1.2	2.1	1390

## 第四节 泵房尺寸拟定

本节包括确定泵房结构型式、内部设备布置与尺寸拟定等内容。

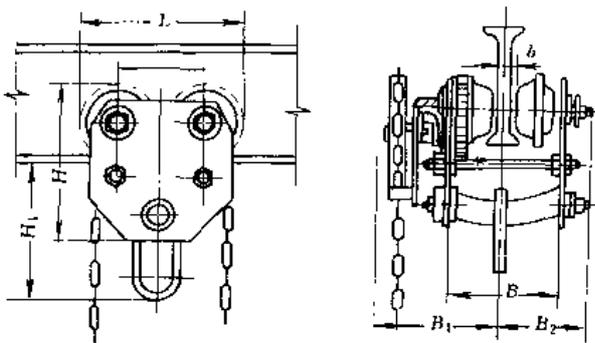


图 7-9 SG—2 型单轨小车外形图

### 一、选定泵房结构型式

本设计选用 32in 立式轴流泵，属中小型范围，采用湿室型结构。另考虑施工、进水流态等因素，决定选用湿室中的墩墙式结构。

### 二、泵房附属设施选取

包括起重、配电、启动供水和检修等设施。

(1) 起重设备。泵房内最重的设备是水泵，其重量为 1750kg。查资料选用 SG—

2 型手动单轨小车，其外形如图 7-9 所示。技术规格如表 7-5 所列。

表 7-5 SG—2 型手动单轨小车技术规格

起重量 (kg)	升起高度 (m)	运行速度 (m/min)	手拉力 (kN)	主要尺寸 (mm)								工字钢型号	总重量 (kg)
				$B_2$	$K$	$E$	$b$	$H$	$B_1$	$H_1$	$L$		
2000	3~10	4.5	0.147	158	200	210	21	290	220	200	362	36a	58

$h_{悬}$ ——水泵进水喇叭口悬空高度，取  $0.7D_{进}$ ；

$D_{进}$ ——进水喇叭口直径，查水泵资料得  $0.99\text{m}$ 。

则  $\nabla H_{底} = -0.775 - 0.447 - 0.7 \times 0.99 = -1.915\text{m}$ ，取  $-1.90\text{m}$ 。实际悬空高度为  $0.68\text{m}$ 。

(3) 水泵梁顶高程  $\nabla H_{泵梁}$ 。用下式确定

$$\nabla H_{泵梁} = \nabla H_{底} + h_{悬} + b \quad (7-6)$$

式中  $b$ ——水泵进水喇叭口至底座间距离，查水泵资料得  $1.236\text{m}$ 。

则  $\nabla H_{泵梁} = -1.9 + 0.68 + 1.236 = 0.016\text{m}$ 。

(4) 电机梁顶高程  $\nabla H_{电机梁}$ 。用下式计算后校核修正确定

$$\nabla H_{电机梁} = \nabla H_{max} + \delta \quad (7-7)$$

式中  $\nabla H_{max}$ ——进水池停机时最高水位，即大沙河最高水位  $3.5\text{m}$ ；

$\delta$ ——安全超高，在  $0.5 \sim 1.0\text{m}$  范围内选取，本设计取  $0.7\text{m}$ 。

则  $\nabla H_{电机梁} = 3.5 + 0.7 = 4.20\text{m}$ 。再用机组传动轴定长修正：查水泵资料得该泵传动轴长

度  $l = L - 960\text{mm} = (4.2 - 0.016) - 0.96 = 3.224\text{m}$ ，此值不合定长  $3.2\text{m}$  或  $3.3\text{m}$  的规格。本设计取机组传动轴定长为  $3.2\text{m}$ ，则  $\nabla H_{电机梁} = 0.96 + 3.2 = 4.16\text{m} > 4.0\text{m}$ （即引渠堤顶高程），符合要求。最后确定电机梁顶高程（即电机层地面高程）为  $4.16\text{m}$ 。

(5) 电机层高度  $H$ 。它受起重设备 SG-2 型单轨小车的操作制约、用下式计算

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 \quad (7-8)$$

式中  $h_1$ ——运输车辆高度，取胶轮车高度  $0.8\text{m}$ ；

$h_2$ ——起吊物安全操作空间，取  $0.4\text{m}$ ；

$h_3$ ——最高吊件高度，查资料得：立式电机高  $1.51\text{m}$ ，水泵轴长  $1.8\text{m}$ ，传动轴长  $3.2\text{m}$ ，结果取最大值  $3.2\text{m}$ ；

$h_4$ ——吊索垂直高度，考虑最长件是传动轴， $h_4$  值不需专门计算，凭经验取  $0.3\text{m}$ ；

$h_5$ ——吊钩至房顶最小净间距。由关系式  $h_5 = a + b + c$  计算，其中  $a$  为工字钢高度  $0.36\text{m}$ ； $b$  为工字钢下缘至单轨小车底面间距  $0.2\text{m}$ ； $c$  为手动葫芦最小工作高度  $0.43\text{m}$ ，则  $h_5 = 0.36 + 0.2 + 0.43 = 0.99\text{m}$ 。

则  $H = 0.8 + 0.4 + 3.2 + 0.3 + 0.99 = 5.69\text{m}$ ，取  $5.7\text{m}$ 。

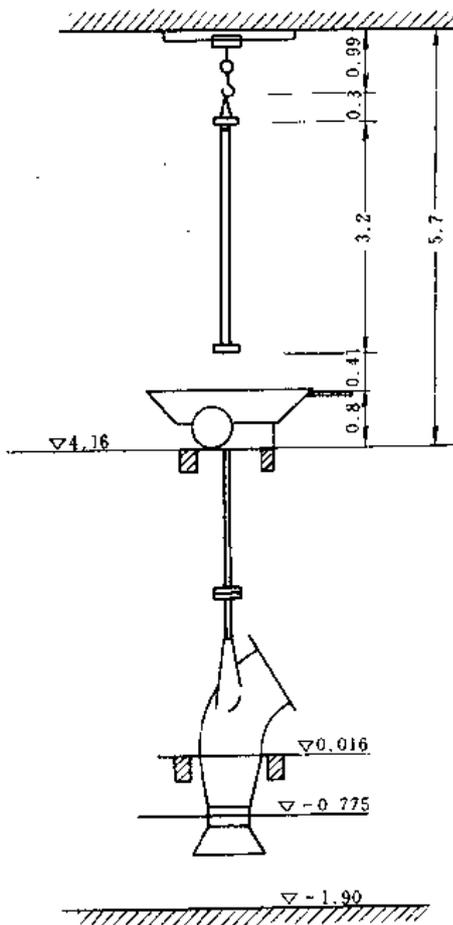


图 7-12 泵房立面轮廓尺寸示意图 (单位: m)

泵房立面轮廓尺寸如图 7-12 所示。

(二) 泵房平面尺寸

(1) 泵房长度  $L$ 。主机组按一列式布置，用下式计算

$$L = nb + (n - 1)F \quad (7-9)$$

式中  $n$ ——主机组台套数，本设计为 4 台套；

$b$ ——湿室单独进水池宽度，取  $2.5D_{\text{进}} = 2.5 \times 0.99 = 2.475\text{m}$ ，取 2.5m；

$F$ ——湿室中隔墩厚度，计划用 100 号砂浆砌石建造，考虑扣除检修门槽深及自身强度等因素，取 0.6m。

则  $L = 4 \times 2.5 + (4 - 1) \times 0.6 = 11.8\text{m}$ 。

(2) 泵房宽度  $B$ 。按湿室进水流态与动力机层设备布置两种情况分别拟定，择大者选取，并作适当调整。

按湿室进水流态确定  $B$ 。泵房宽度  $B$  即为湿室进水池长度。该长度凭经验取  $5D_{\text{进}} = 5 \times 0.99 = 4.95\text{m}$ ，取 5.0m。

按动力机层设备布置确定  $B$ 。配电柜布置于泵房进水一侧，用下式计算拟定

$$B = b_0 + b_1 + b_2 + b_3 + b_4 + b_5 + b_6 \quad (7-10)$$

式中  $b_0$ ——立式电动外径，查资料得：JSL—125—10 型电机外径为 0.95m；

$b_1$ ——泵房出水侧工作通道，取 0.7m；

$b_2$ ——泵房进水侧主通道，取 2.0m；

$b_3$ ——配电柜厚度，本设计为 0.6m；

$b_4$ ——配电柜背后检修空挡，取 0.8m；

$b_5$ ——动力机层进水侧墙厚，取 0.25m；

$b_6$ ——检修工作桥宽度，本设计为 1.5m。

则  $B = 0.95 + 0.7 + 2.0 + 0.6 + 0.8 + 0.25 + 1.5 = 6.8\text{m}$ 。

上述两个计算结果经比较协调，决定取 6.8 m。泵房平面轮廓尺寸如图 7-13 所示。

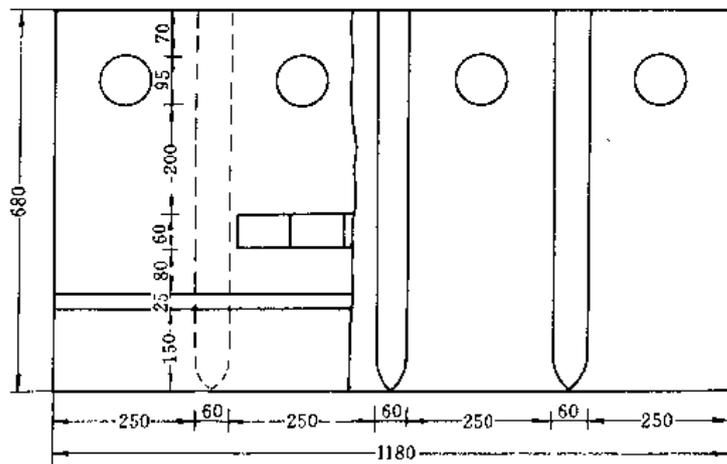


图 7-13 泵房平面轮廓尺寸示意图 (单位: cm)

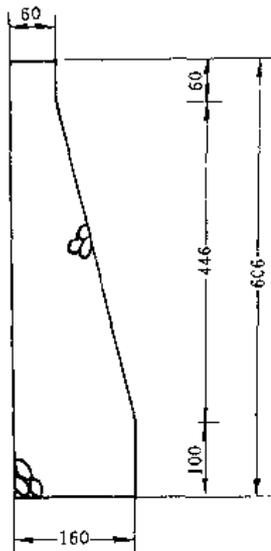


图 7-14 湿室边墩断面尺寸示意图 (单位: cm)

#### 四、泵房主要构件材料与尺寸

(1) 湿室边墩。边墩顶与电机梁顶等高，边墩底与底板面一致，挡土高为  $4.16 - (-1.9) = 6.06\text{m}$ 。采用 100 号砂浆砌石重力式结构。顶端宽 0.6m，底面宽 1.6m，检修闸门槽深 0.15m、宽 0.2m。边墩断面如图 7-14 所示。

(2) 电机梁。采用 200 号钢筋混凝土预制件，两端伸入墩墙 0.25m，梁长为  $2.5 + 2 \times 0.25 = 3.0\text{m}$ 。断面取  $25\text{cm} \times 40\text{cm}$  的矩形截面。间距为 1.12m，预留机座底脚螺孔于正中，梁顶内侧两端各留 85cm 长  $6\text{cm} \times 7\text{cm}$  的搁板槽口，结构尺寸如图 7-15 所示。

(3) 水泵梁。采用 200 号钢筋混凝土预制构件，截面与梁长同电机梁。间距为 1.02m，预留底座螺孔于一侧。为增加其整体性，中间设置连系梁，其截面为  $20\text{cm} \times 25\text{cm}$ ，长度为 1.02m。水泵梁结构尺寸如图 7-16 所示。

(4) 湿室后墙。它是进水池的后壁，顶部是电机层出水侧墙壁基础。其尺寸既要满足水泵进水口至后池壁的间距要求，又要符合动力机层工作通道宽度的要求。拟采用 100 号

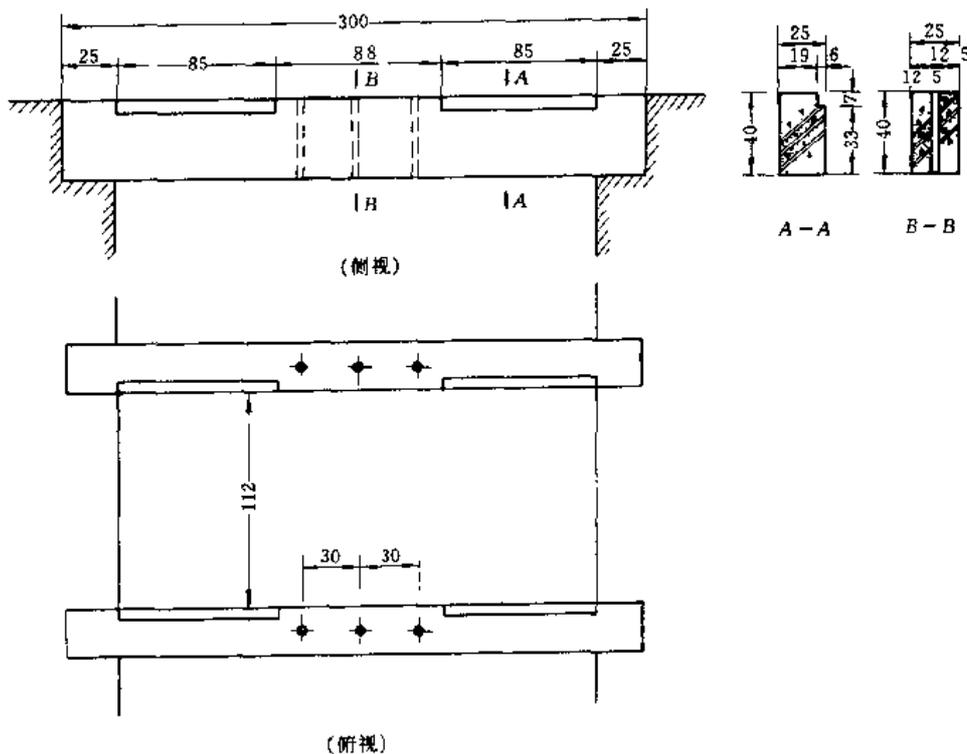


图 7-15 电机梁结构尺寸示意图 (单位: cm)

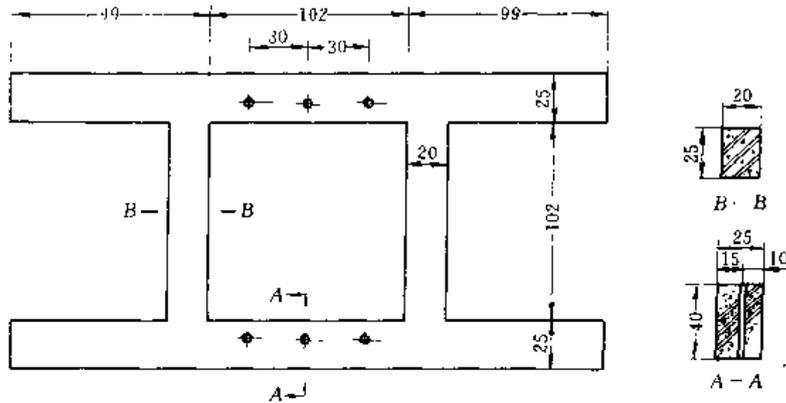


图 7-16 水泵梁结构尺寸图 (单位: cm)

砂浆砌石的重力式结构, 顶宽 0.6m, 底宽 1.2m, 截面尺寸如图 7-17 所示。

(5) 电机层楼面板。采用 150 号钢筋混凝土预制件, 选用槽形截面, 每块板宽 0.7m, 板长同电机梁。截面尺寸如图 7-18 所示。

(6) 过墙梁。采用 150 号钢筋混凝土矩形梁预制件, 截面为 25cm×40cm, 与楼面板等长, 截面尺寸如图 7-19 所示。

(7) 检修工作桥面板。采用 150 号钢筋混凝土槽形截面预制件。每块板宽 0.6m, 板长与过墙梁同, 间距 0.3m, 中间各留 5cm×6cm 的盖板搁置槽口。截面尺寸如图 7-20 所示。

(8) 湿室底板。采用 150 号钢筋混凝土实心现浇板, 其尺寸根据泵房平面尺寸确定, 长边为  $11.8+2\times 1.6=15.0\text{m}$ , 宽边为 7.6m, 厚度为 0.7m, 四周设置齿坎, 截面尺寸如图 7-21 所示。

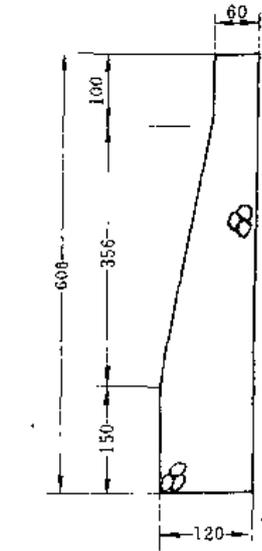


图 7-17 湿室后墙截面尺寸图 (单位: cm)

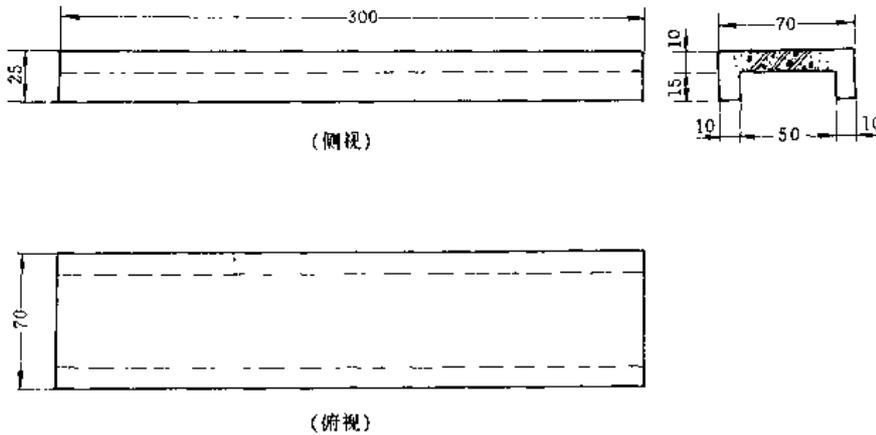


图 7-18 电机层楼面板结构尺寸图 (单位: cm)

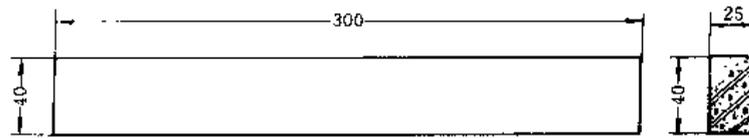


图 7-19 过墙梁截面尺寸示意图 (单位: cm)

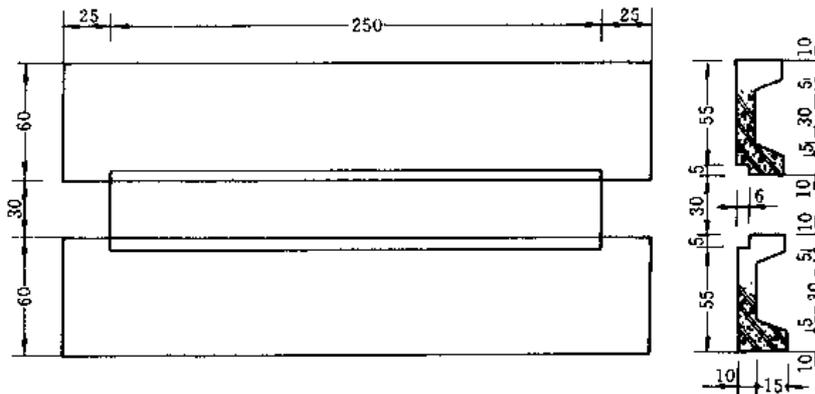


图 7-20 检修工作桥面板截面尺寸图 (单位: cm)

(9) 隔墩。采用 100 号砂浆砌石建造, 墩厚 0.6m。墩长与底板宽相等, 其中进水端的流线型头部和检修门槽部位段为 1.52m, 用 150 号钢筋混凝土现浇, 门槽段截面尺寸如图 7-22 所示。

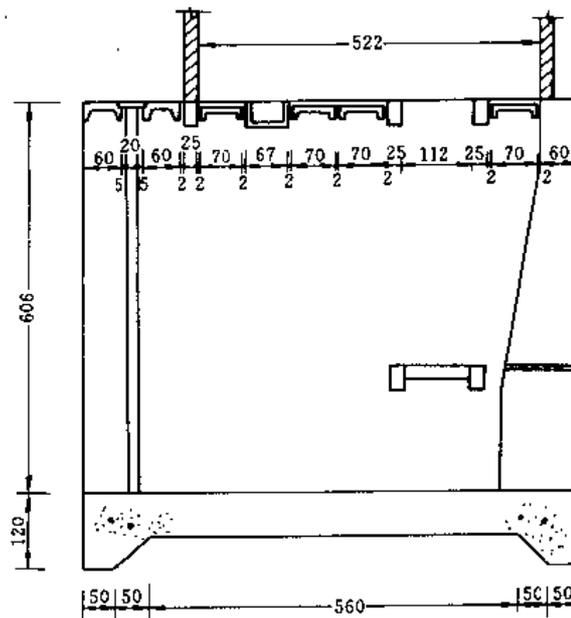


图 7-21 湿室底板截面尺寸图 (单位: cm)

(10) 盖板。包括检修工作桥面门槽盖板、电缆沟盖板和电机梁空挡盖板。三种盖板均

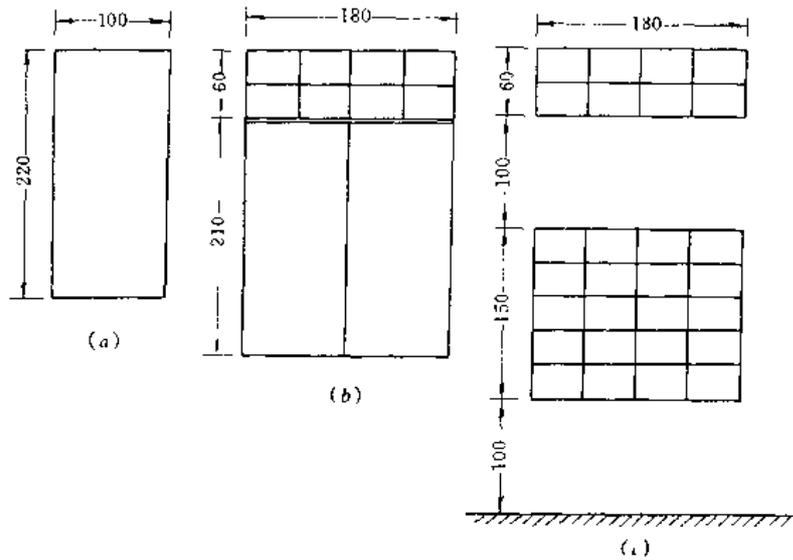


图 7-25 门窗尺寸示意图 (单位: cm)

(a) 小门; (b) 大门; (c) 窗户

位于门洞和窗洞顶部。过梁长度分别为: 小门顶 2.0m; 大门顶 2.6m; 窗户顶 2.6m。

(15) 检修工作桥栏杆。采用 150 号钢筋混凝土柱子预制件, 穿  $\phi 50$  的钢管三根组成。柱子为  $15\text{cm} \times 15\text{cm}$  的正方形截面, 柱高 1.0m, 柱间距 3.1m, 钢管孔距为 0.28m, 如图 7-11 所示。

(16) 屋面大梁。采用 200 号钢筋混凝土 T 形变截面预制梁, 梁跨为 5.7m, 截面尺寸如图 7-26 所示。



图 7-26 屋面大梁截面尺寸示意图 (单位: cm)

(17) 屋面板。采用 150 号钢筋混凝土槽形截面预制件。板宽 0.7m, 板长 3.0m, 截面尺寸如图 7-27 所示。

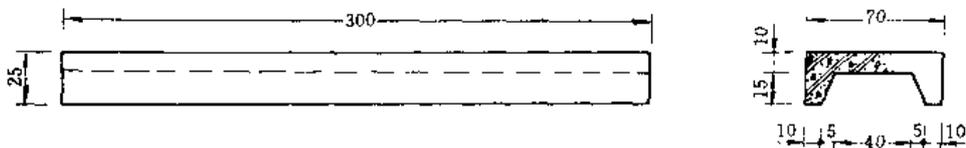


图 7-27 屋面槽形板截面尺寸图 (单位: cm)

(18) 屋面防水层。采用柔性防水结构屋面, 在屋面板上现浇 4cm 厚细石混凝土找平。

再在上面敷二毡三油厚 6cm 的防水层。

### 五、泵房尺寸

经泵房构件尺寸拟定，泵房平面尺寸调整为 5.22m×11.8m（电机层）和 7.6m×15.0m（湿室底板）。立面尺寸调整为 5.7m（电机层）和 6.06m（水泵层）。整体结构尺寸如图 7-28 和图 7-29 所示。

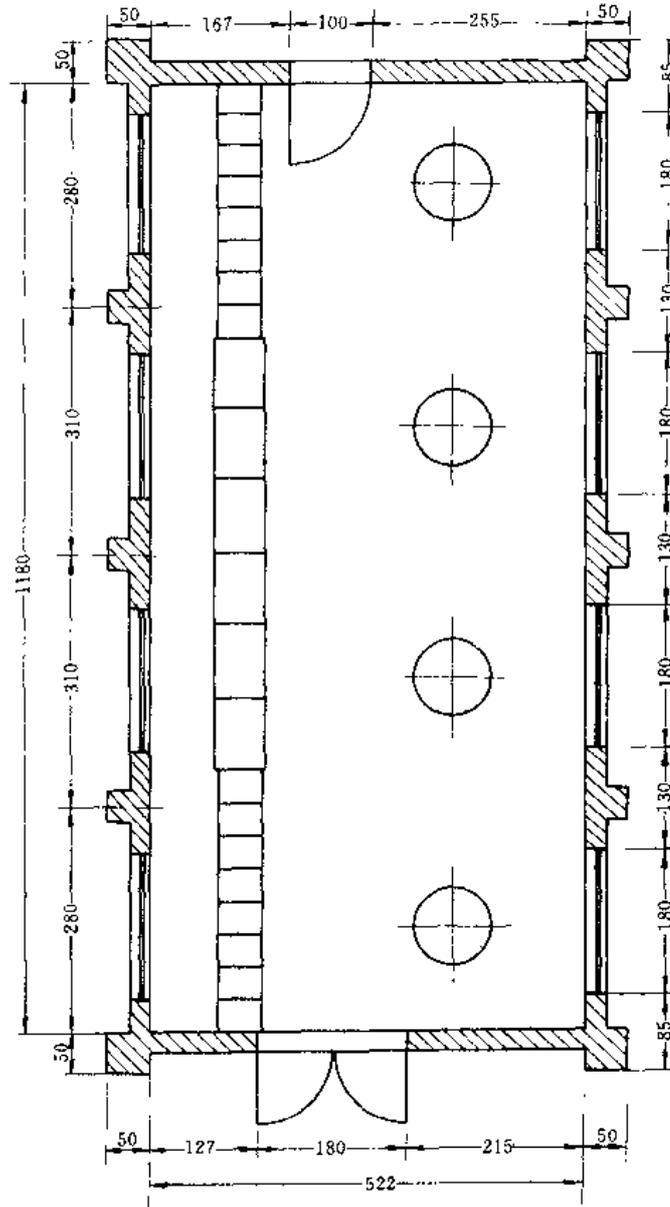


图 7-28 泵房电机层平剖视尺寸图（单位：cm）

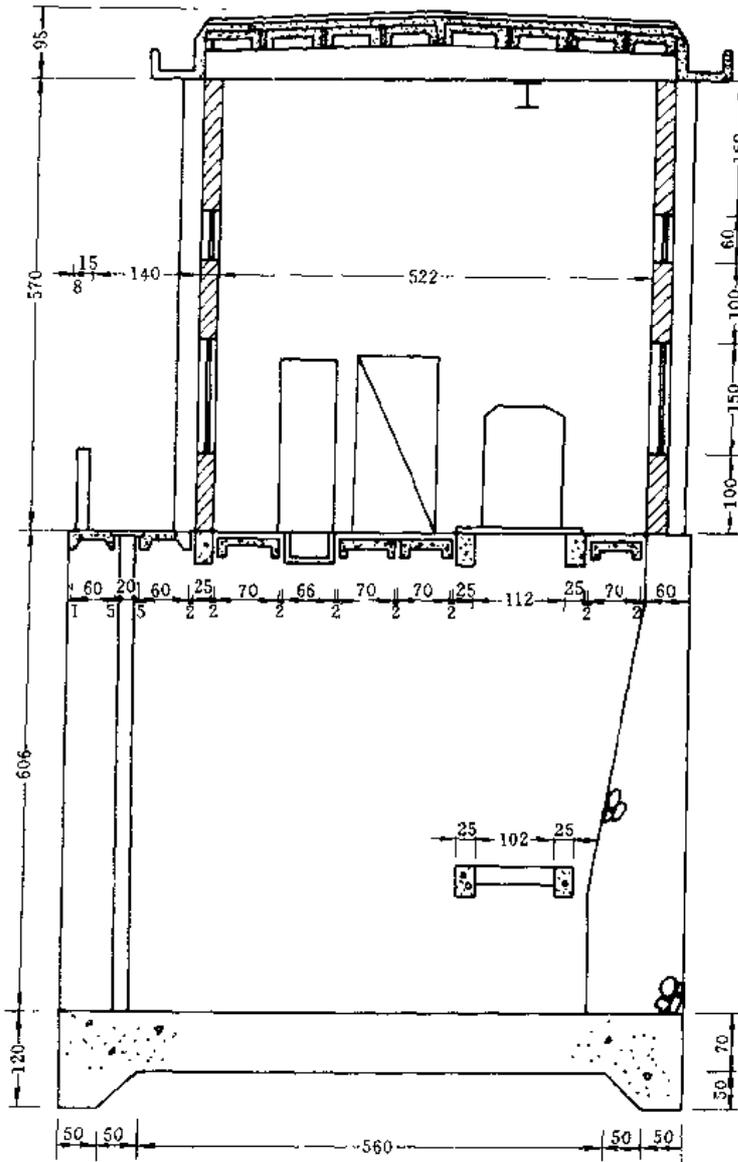


图 7-29 泵房纵剖视尺寸图 (单位: cm)

### 第五节 泵房稳定计算

本节包括渗透稳定、地基稳定与抗滑稳定等计算内容。

#### 一、渗透稳定验算

(1) 水位组合。泵房前后水位组合在各个时期是不同的。分述如下:

完建期：本工程在施工期采用轻型井点排水措施降低地下水位。计算时假定完建期排水设施未拆除。因此，泵房内外前后均无水，地下水位降至底板齿坎下-3.1m高程处。

运行期：本期泵房湿室内开机时水位分别为-3.23m、1.23m和0.23m，停机时水位分别为3.5m、1.5m和0.5m。湿室后墙在0.0m处设排水孔（墙后做反滤层），故墙后地下水位受泵房湿室内水位影响。在运行期泵房内外前后均无水位差。

检修期：本期分小修和大修两种情况，大修在冬春季节进行，引渠末端填土筑坝，前池和进水池抽干，组织劳力清淤等。此期泵房外地下水位稳定在0.0m高程处，泵房内水位与底板齐平，即-1.9m高程，水位差为0.0-(-1.9)=1.9m；小修是在运行期发生意外事故时进行，利用湿室检修闸门关闭后逐孔抽干突击检修。此时，泵房内外水位状况与运行期相同。

泵房内外水位组合情况，如表7-7所列。

表 7-7 泵房内外水位组合情况表

泵房运行工况	泵房内水位 (m)		泵房外水位 (m)		水位差 (m)	
	开机	停机	开机	停机	开机	停机
完建期		-3.1		-3.1		0
运行期 (一)	3.23	3.5	3.23	3.5	0	0
运行期 (二)	1.23	1.5	1.23	1.5	0	0
运行期 (三)	0.23	0.5	0.23	0.5	0	0
检修期 (一)		-1.9		0.0		1.9
检修期 (二)		0.5		0.5		0

从上表中可知：泵房湿室和前池在清淤大修期（即检修期（一））承受最大水位差，为确保泵房地下渗透稳定，水位差1.9m作为防渗验算依据。

(2) 渗径长度计算。用下式计算

$$L_{\text{H}} = \Delta H C \quad (7-11)$$

式中  $L_{\text{H}}$ ——计算所需渗径长度，m；

$\Delta H$ ——渗透水头，即水位差1.9m；

$C$ ——渗径系数，查资料得：砂质粘壤土无反滤层系数（考虑反滤失效）为7。

则  $L_{\text{H}} = 1.9 \times 7 = 13.3\text{m}$ 。

(3) 实际渗径长度计算。按拟定的泵房地下轮廓尺寸如图7-30所示量取，并列于表7-8中。

计算表明：泵房实际渗径长度小于计算所需渗径长度，在检修期（一）有可能发生流

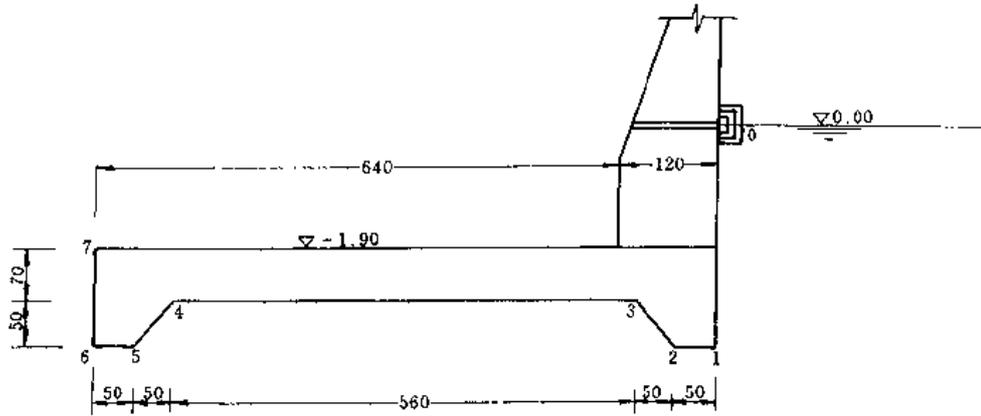


图 7-30 泵房地下轮廓尺寸示意图 (单位: cm)

土、管涌等渗透不稳定现象, 故需进行防渗设计。

表 7-8 泵房实际渗径长度计算表

地下渗径点号	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	0-7
点号间距 (m)	3.10	0.50	0.71	5.60	0.71	0.50	1.20	12.32

(4) 防渗设计。本工程拟在前池部位设置防渗铺盖, 以增加渗径长度。决定在靠近湿室底板处设 3.0m 宽混凝土铺盖, 与底板分缝处设水平止水, 铺盖末端设反滤排水。防渗铺盖尺寸如图 7-31 所示。设置防渗铺盖后的渗径长度如表 7-9 所列。

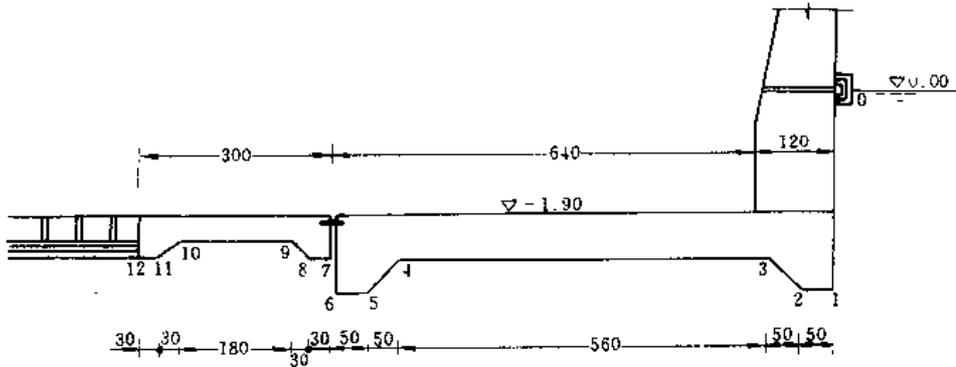


图 7-31 泵房防渗铺盖与排水尺寸图 (单位: cm)

表 7-9 设置铺盖后实际渗径长度计算表

地下渗径点号	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	7~8	8~9	9~10	10~11	11~12	0~12
点号间距 (m)	3.1	0.5	0.71	5.6	0.71	0.5	0.5	0.3	0.42	1.8	0.42	0.3	14.86

计算表明: 设置铺盖后的实际渗径长度为 14.86m > 13.3m, 符合防渗要求。

## 二、地基容许承载力计算

(1) 计算资料。由设计任务书提供, 站址处土质为砂质粘壤土, 自然容重  $\gamma_{自}$  为

17.64kN/m<sup>3</sup>，土壤内摩擦角  $\phi$  为 20°，凝聚力  $c$  为 21.56kN/m<sup>2</sup>，浮容重  $\gamma_{浮}$  为 8.82kN/m<sup>3</sup>。

(2) 完建期地基容许承载力  $P_{完建}$  计算。施工排水尚未拆除，回填土已完成，地基上除垂直荷载作用外，还有水平荷载，因此，用汉森公式计算

$$P_{完建} = \left[ \frac{1}{2} \gamma_B B N_c S_r i_r + q N_q S_q i_q + C N_c S_c d_c i_c \right] / (2 \sim 3) \quad (7-12)$$

式中  $\gamma_B$ ——基础底面以下土容重，因地下水位降至基础底面，基土仍浸在水中为浮容重；

$B$ ——基础宽度为 7.6m；

$q$ ——基底以上两侧荷载，本设计用防渗铺盖等代土厚计算，

$$\left[ \frac{22.54 \times 0.4}{17.64} + 0.7 \right] \times 17.64 = 21.36 \text{ kN/m}^2;$$

$C$ ——基土凝聚力，浸水后按降低 50% 计算， $21.56 \times 0.5 = 10.78 \text{ kN/m}^2$ ；

$N_r$ 、 $N_q$ 、 $N_c$ ——汉森公式承载力因素，查资料得，当  $\phi = 20^\circ$  时， $N_r = 3.54$ 、 $N_q = 6.4$ 、 $N_c = 14.83$ ；

$S_r$ 、 $S_q$ 、 $S_c$ ——基础形状系数，其中  $S_q = S_c = 1 - 0.2 \left( \frac{7.6}{15.0} \right) = 1.10133$ ， $S_r = 1 - 0.4 \times \left( \frac{7.6}{15.0} \right) = 0.79733$ ；

$d_q$ 、 $d_c$ ——基础深度系数， $d_q = d_c = 1 + 0.35 \left( \frac{1.2}{7.6} \right) = 1.05526$ ；

$i_r$ 、 $i_q$ 、 $i_c$ ——荷载倾斜系数，当基础中心受压时， $i_r = i_q = i_c = 1$ ，本设计为基础中心受压，故取 1。

则  $P_{完建} = \left[ \frac{1}{2} \times 8.82 \times 7.6 \times 3.54 \times 0.79733 \times 1 + 21.36 \times 6.4 \times 1.10133 \times 1.05526 \times 1 + 14.83 \times 10.78 \times 1.10133 \times 1.05526 \times 1 \right] / (2 \sim 3) = [94.6 + 158.87 + 185.79] / (2 \sim 3) = 439.26 / (2 \sim 3) = 219.63 \sim 146.42 \text{ kN/m}^2$ 。

(3) 运行、检修期地基容许承载力  $P_{运}$  计算。整个运行期和检修期地基上的荷载，除垂直向以外，还有水平向。因此，也用汉森公式计算

$$P_{运} = \left[ \frac{1}{2} \gamma_B B N_B S_r i_r + q N_q S_q d_q i_q + c N_c S_c d_c i_c \right] / (2 \sim 3) \quad (7-13)$$

式中  $q$ ——基底以上两侧荷载，因铺盖侧全部浸水，故等代土厚按浮容重计算。

即  $\left[ \frac{22.54 \times 0.4}{17.64} + 0.7 \right] \times 8.82 = 10.68 \text{ kN/m}^2$ ；

其余符号与数值同完建期。

则  $P_{运} = \left[ \frac{1}{2} \times 8.82 \times 7.6 \times 3.54 \times 0.79733 \times 1 + 10.68 \times 6.4 \times 1.10133 \times 1.05526 \times 1 + 10.78 \times 14.83 \times 1.10133 \times 1.05526 \times 1 \right] / (2 \sim 3) = [94.6 + 79.44 + 185.79] / (2 \sim 3) = 179.92 \sim 126.61 \text{ kN/m}^2$ 。

### 三、泵房基底压应力计算

#### (一) 完建期

(1) 计算资料。结构容重：钢筋混凝土 23.52kN/m<sup>3</sup>；纯混凝土 21.56kN/m<sup>3</sup>；浆砌块

石 22.54kN/m<sup>3</sup>; 砖墙 16.66kN/m<sup>3</sup>; 检修工作桥栏杆 0.49kN/m; 钢窗 0.392kN/m<sup>2</sup>; 钢门 0.441kN/m<sup>2</sup>; 木门 0.147kN/m<sup>2</sup>。设备重量: 水泵 17.15kN/台 (1750kg); 电机 13.622kN/台 (1410kg); 单轨小车 0.5684kN/台 (58kg); 工字钢 0.587kN/m (59.9kg); 配电柜 2.45kN/块 (250kg)。回填土物理力学指标: 干容重 14.7kN/m<sup>3</sup>; 自然容重 17.64kN/m<sup>3</sup>; 浮容重 8.82kN/m<sup>3</sup>; 内摩擦角 18°; 凝聚力不计。基底压应力容许不均匀系数 [η] 取 1.5, 土压力系数  $k_s = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right) = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{18^\circ}{2}\right) = 0.528$ , 地基容许承载力  $P_{\text{容许}}$  为 146.42kN/m<sup>2</sup>。

(2) 基底压应力。用下面两式计算

$$P_{\text{min}}^{\text{max}} = \frac{\Sigma G}{BL} \left(1 \pm \frac{6e}{B}\right) \quad (7-14)$$

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\Sigma M}{\Sigma G} \quad (7-15)$$

式中  $\Sigma G$ ——基础 (即底板) 上垂直向荷载总和, 见表 7-7 计算得 10055.83kN;

$B$ ——基础 (底板) 宽度 7.6m;

$L$ ——基础 (底板) 长度 15.0m;

$\Sigma M$ ——基础上各分力对前趾  $A$  点力矩代数和, 如图 7-32 所示, 见表 7-10 计算得:

37676.84kN·m。

则合力偏心距  $e = \frac{7.6}{2} - \frac{37676.84}{10055.83} = 3.8 - 3.75 = 0.05\text{m}$ 。基底压应力  $P_{\text{min}}^{\text{max}} = \frac{10055.83}{7.6 \times 15.0}$

$\times \left(1 \pm \frac{6 \times 0.05}{7.6}\right) = 88.21 (1 \pm 0.04) = \frac{91.74}{84.68} \text{kN/m}^2 < 146.42 \text{kN/m}^2$ 。不均匀系数  $\eta = \frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{min}}}$

$= \frac{91.74}{84.68} = 1.083 < 1.5$ , 满足要求。

表 7-10

泵房完建期稳定计算表

项次	名称	计算式	对 A 点求力矩						备注	
			垂直力 (kN)		水平力 (kN)		力臂 (m)	力矩 (kN·m)		
			+↓	-↑	+→	-←		+↓		-↑
1	底板	$1.2 \times 7.6 \times 15.0 \times 23.52$	3217.54				3.8	12226.64		
	扣底板	$[(5.6 + 6.6) \times 0.5] - 2 \times 13.5 \times 23.52$		986.44			3.8		3680.06	
2	边墩	$1.6 \times 6.06 \times 7.6 \times 2 \times 22.54$	3321.93				3.8	12623.32		
	扣边墩	$[(0.6 + 5.06) \times 1] - 2 \times 7.6 \times 2 \times 22.54$		969.58			3.8		3684.41	
	扣门槽	$0.15 \times 0.2 \times 6.06 \times 2 \times 22.54$		8.2			0.76		6.23	
3	隔墩	$0.6 \times 6.06 \times 7.6 \times 3 \times 22.54$	1868.58				3.8	7100.62		不同材料统算浆砌石
	扣门槽	$0.15 \times 0.2 \times 6.06 \times 6 \times 22.54$		24.59			0.76		18.69	

续表

项次	名称	计算式	对 A 点求力矩						备注	
			垂直力 (kN)		水平力 (kN)		力臂 (m)	力矩 (kN·m)		
			+↓	-↑	+→	-←		+↓		-←
	扣头部	$0.6 \times 0.3 \times 6.06 \times 3 \times 22.54$		73.76			0.3		22.13	
4	后墙	$1.2 \times 6.06 \times 2.5 \times 4 \times 22.54$	1639.11				7.0	11473.76		
	扣后墙	$0.6 \times 1.0 \times 2.5 \times 4 \times 22.54$		135.24			6.7		906.11	
	扣后墙	$3.56 \times 0.6 \div 2 \times 2.5 \times 4 \times 22.54$		240.73			6.6		1588.8	
5	水泵梁	$0.25 \times 0.4 \times 2.5 \times 8 \times 23.52$	47.04				5.45	256.37		
	横梁	$0.2 \times 0.25 \times 1.02 \times 8 \times 23.52$	9.6				5.45	52.34		
6	水泵	$17.15 \times 4$	68.6				5.45	373.87		
7	电机	$13.622 \times 4$	54.49				5.45	296.96		
8	电机梁	$0.25 \times 0.4 \times 2.5 \times 8 \times 23.52$	47.04				5.45	256.37		
9	电机梁盖板	$0.07 \times 0.85 \times 1.24 \times 8 \times 23.52$	13.88				5.45	75.65		
10	工字钢	$0.587 \times 12.3$	7.22				5.45	39.35		
11	单轨小车	0.568	0.568				5.45	3.10		
12	槽形面板	$0.7 \times 0.3 \times 2.5 \times 4 \times 23.52$	49.39				6.63	327.46		含抹面层
	扣空挡	$0.5 \times 0.15 \times 2.5 \times 4 \times 23.52$		17.64			6.63		116.95	
	槽形面板	$0.7 \times 0.3 \times 2.5 \times 8 \times 23.52$	98.78				3.91	386.24		
	扣空挡	$0.5 \times 0.15 \times 2.5 \times 8 \times 23.52$		35.28			3.91		137.94	
	槽形面板	$0.7 \times 0.3 \times 2.5 \times 4 \times 23.52$	49.39				2.15	106.19		
	扣空挡	$0.5 \times 0.15 \times 2.5 \times 4 \times 23.52$		17.64			2.15		37.93	
13	过墙梁	$0.25 \times 0.4 \times 2.5 \times 4 \times 23.52$	23.52				1.66	38.93		
14	电缆沟	$0.66 \times 0.43 \times 2.5 \times 4 \times 23.52$	66.75				2.85	190.24		
	扣空挡	$0.5 \times 0.3 \times 3.1 \times 4 \times 23.52$		43.75			2.85		124.68	
15	桥面板	$0.6 \times 0.25 \times 2.5 \times 8 \times 23.52$	70.56				0.76	53.63		
	扣空挡	$0.35 \times 0.15 \times 2.5 \times 8 \times 23.52$		24.7			0.76		18.77	
	桥面盖板	$0.06 \times 0.3 \times 2.3 \times 4 \times 23.52$	4.23				0.76	3.22		
	桥栏杆	$0.49 \times 12.8$	6.27				0.08	0.5		

续表

项次	名称	计算式	对 A 点求力矩						备注	
			垂直力 (kN)		水平力 (kN)		力臂 (m)	力矩 (kN·m)		
			+↓	-↑	+→	-←		+↓		-↙
16	配电柜	$2.45 \times 6$	14.7				2.85	41.90		
17	墙柱	$0.25 \times 0.37 \times 5.7 \times 10 \times 16.66$	87.84				4.39	385.62		
	墙体	$0.25 \times 5.7 \times 35.04 \times 16.66$	831.86				4.39	3651.9		
	扣窗洞	$1.8 \times 2.1 \times 0.25 \times 8 \times 16.66$		125.95			4.39		552.92	
	扣大门洞	$1.8 \times 2.7 \times 0.25 \times 16.66$		20.24			3.95		79.96	
	扣小门洞	$2.2 \times 1 \times 0.25 \times 16.66$		9.16			3.95		36.19	
18	大门	$1.8 \times 2.7 \times 0.441$	2.14				3.95	8.46		
	小门	$1.0 \times 2.2 \times 0.147$	0.32				3.95	1.28		
19	窗	$1.8 \times 2.1 \times 8 \times 0.392$	11.85				4.39	52.04		
20	屋盖梁	$0.4 \times 0.45 \times 5.7 \times 5 \times 23.52$	120.66				4.39	529.69		
	扣空挡	$0.2 \times 0.35 \times 5.7 \times 5 \times 23.52$		46.92			4.39		205.99	
21	屋面板	$0.7 \times 0.25 \times 3 \times 40 \times 23.52$	439.92				4.39	2168.31		
	扣空挡	$(0.4+0.5) \div 2 \times 0.15 \times 3 \times 40 \times 23.52$		190.51			4.39		836.35	
22	防水保护层	$0.05 \times 5.7 \times 12.3 \times 21.56$	75.58				4.39	331.79		
23	边墩外土重	$(0.6+5.06) \times 1 \div 2 \times 7.6 \times 2 \times 17.64$	758.8				3.8	2883.45		
24	后墙土压力	$\frac{1}{2} \times 0.528 \times 17.64 \times 6.6^2 \times 14$			2840.0		2.2		6248.0	
25	进水侧土压力	$\frac{1}{2} \times 0.528 \times 17.64 \times 1.2^2 \times 15$			100.59		0.4	40.24		
	合计		13008.16	2952.33	100.59	2840.0		55978.95	18302.11	
			10055.83			2739.41		37676.84		

## (二)运行期(一)

(1)计算资料。水位组合:停机时出现进水池最高水位 3.5m,湿室后墙外地下水位受湿室水位影响,无水位差。地基容许承载力:经计算为 126.61kN/m<sup>2</sup>。土压力系数  $K_1$ :与完建

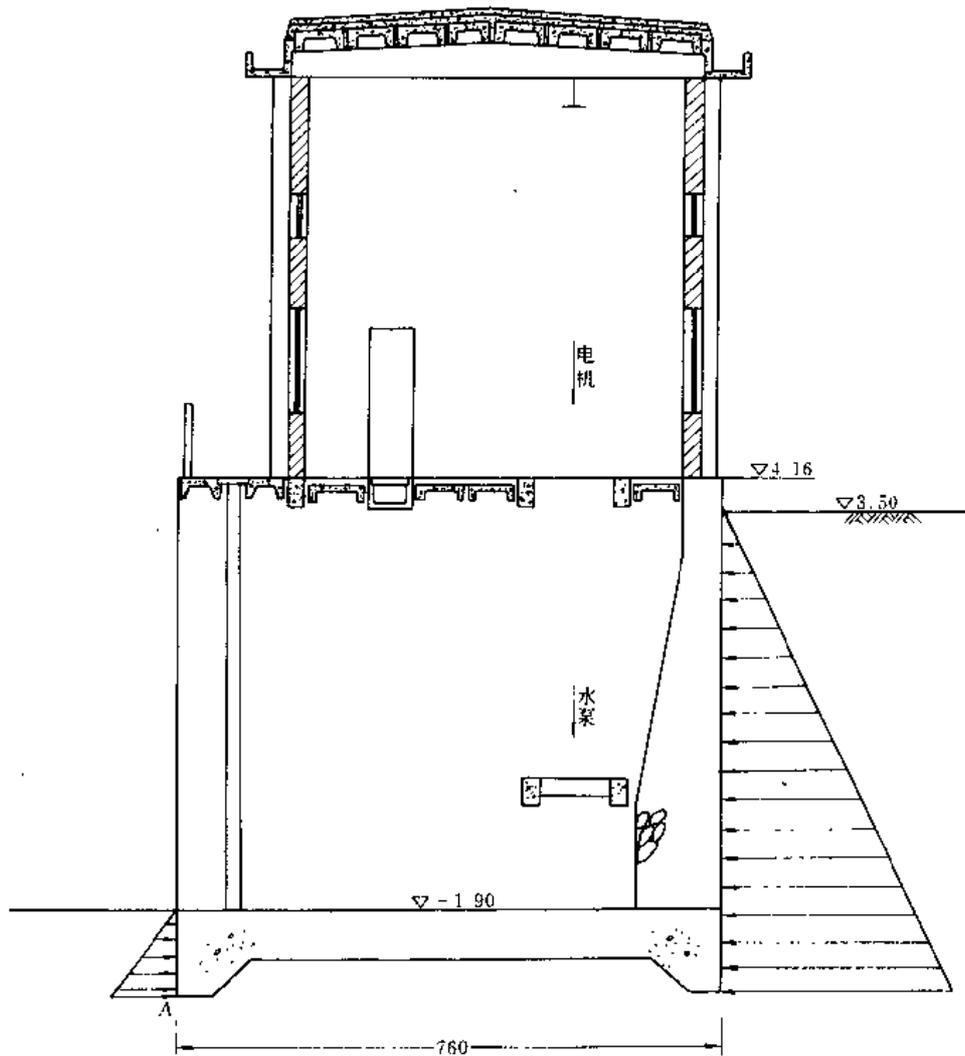


图 7-32 泵房完建期稳定计算简图(单位:cm)

期间为 0.528。其余资料与完建期相同。

(2) 基底压应力。用式(7-14)和式(7-15)计算。

式中  $\Sigma G$ ——基础(即底板)上全部垂直荷载值,见表 7-11 计算得 6688.18kN;

$\Sigma M$ ——基础上各分力对前趾 A 点的力矩代数和,如图 7-33 所示。见表 7-11 计算得 26166.5kN·m;

其余与完建期相同。

则合力偏心距  $e = \frac{7.6}{2} - \frac{26166.5}{6688.18} = 3.8 - 3.91 = -0.11\text{m}$ ; 基底压应力  $P_{\min} = \frac{6688.18}{7.6 \times 15.0} \times \left(1 \pm \frac{6 \times 0.11}{7.6}\right) = \frac{63.77}{53.57} \text{kN/m}^2 < 126.61 \text{kN/m}^2$ ; 不均匀系数  $\eta = \frac{P_{\max}}{P_{\min}} = \frac{63.77}{53.57} = 1.19 < 1.5$ , 符合要求。

表 7-11

泵房运行期(一)稳定计算表

项次	名称	计算式	对 A 点求力矩						备注	
			垂直力(kN)		水平力(kN)		力臂(m)	力矩(kN·m)		
			+↓	-↑	+→	-←		+↓		-↑
1		完建期计算成果	13008.16	2952.33				55938.71	12054.11	
2	墙后土压力	$\frac{1}{2} \times 0.528 \times 8.82 \times 6.6^2 \times 14.5$				1470.71	2.2		3235.57	
	进水侧土压力	$\frac{1}{2} \times 0.528 \times 8.82 \times 1.2^2 \times 15.0$			50.30		0.4	20.12		
3	水重	$7.0 \times 10 \times 0.5 \times 9.8$	343.0				3.8	1303.4		
	水重	$4.9 \times 10 \times 6.4 \times 9.8$	3073.28				3.2	9834.5		
	水重	$0.6 \times 3.2 - 2 \times 10 \times 9.8$	99.96				6.6	659.74		
	门槽水重	$0.15 \times 0.20 \times 5.4 \times 8 \times 9.8$	12.70				0.76	9.65		
	墩头水重	$0.6 \times 0.3 \times 5.4 \times 3 \times 9.8$	28.58				0.2	5.71		
4	浮托力	$6.6 \times 7.6 \times 15.0 \times 9.8$		7373.52			3.8		28019.38	
	扣浮托力	$(5.6 + 6.6) \times 0.5 - 2 \times 15 \times 9.8$	448.35				3.8	1703.73		
	合计		17014.03	10325.85	50.30	1470.71		69475.56	43309.06	
			6688.18			1420.41		26166.50		

表 7-12

泵房运行期(二)稳定计算表

项次	名称	计算式	对 A 点求力矩						备注	
			垂直力(kN)		水平力(kN)		力臂(m)	力矩(kN·m)		
			+↓	-↑	+→	-←		+↓		-↑
1		完建期计算成果	13008.16	2952.33				55938.71	12054.11	
2	墙后土压力	$\frac{1}{2} \times 0.528 \times 2^2 \times 17.64 \times 13.5$				251.48	5.27		1325.28	
	墙后土压力	$0.528 \times 2 \times 4.6 \times 17.64 \times 14.5$				1242.48	2.30		2857.70	
	墙后土压力	$\frac{1}{2} \times 0.528 \times 4.6^2 \times 8.82 \times 14.5$				714.42	1.53		1093.07	
	进水侧土压力	$\frac{1}{2} \times 0.528 \times 1.2^2 \times 8.82 \times 15.0$			50.30		0.40	20.12		
3	水重	$3.4 \times 6.4 \times 10 \times 9.8$	2132.48				3.2	6823.94		
	水重	$\frac{1}{2} \times 1.9 \times 0.3 \times 10 \times 9.8$	27.93				6.5	181.54		
	门槽水重	$0.15 \times 0.2 \times 3.4 \times 8 \times 9.8$	8.0				0.76	6.08		
	墩头水重	$0.6 \times 0.3 \times 3.4 \times 3 \times 9.8$	17.99				0.20	3.60		
4	浮托力	$4.6 \times 7.6 \times 15.0 \times 9.8$		5139.12			3.8		19528.66	
	扣浮托力	$(5.6 + 6.6) - 2 \times 0.5 \times 15.0 \times 9.8$	448.35				3.8	1703.73		
	合计		15642.91	8091.45	50.30	2208.38		64677.72	36858.82	
			7551.46			2158.08		27818.90		

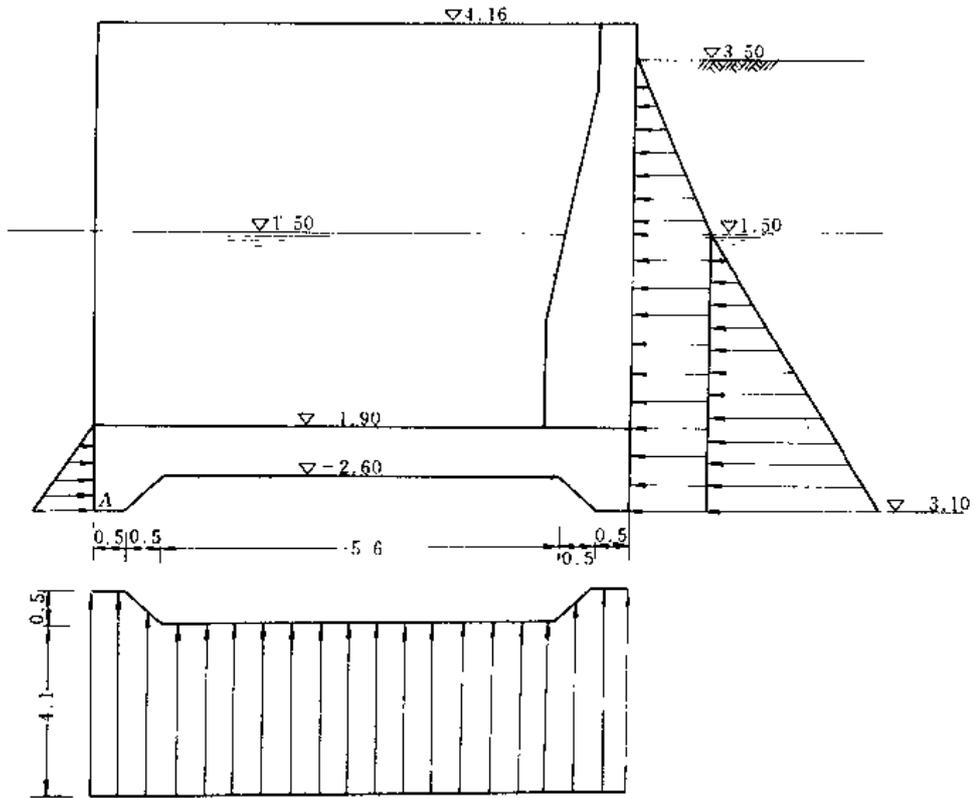


图 7-34 泵房运行期(二)稳定计算图(单位:m)

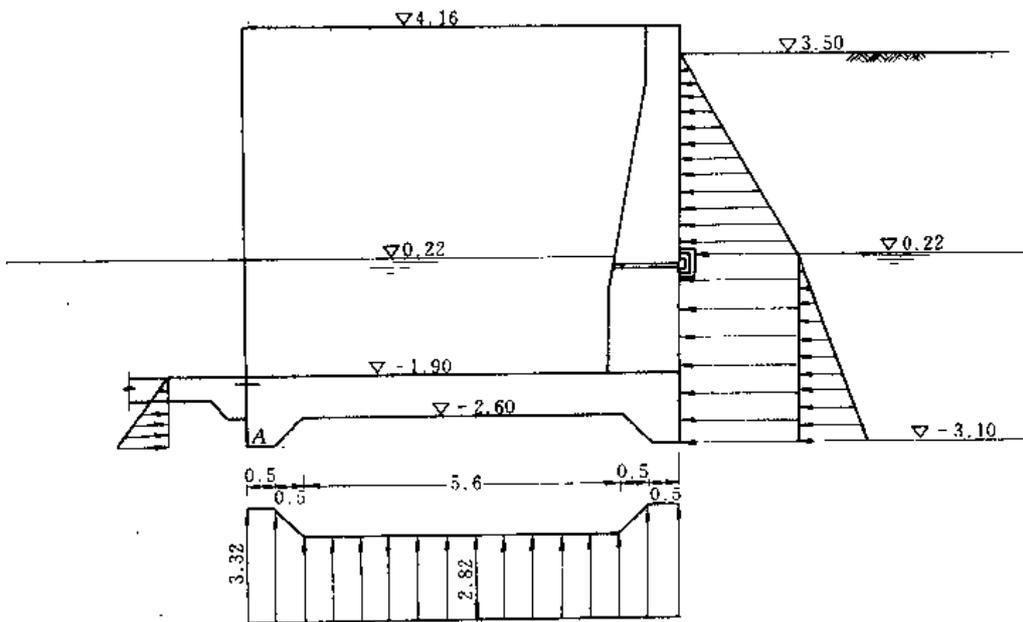


图 7-35 泵房运行期(三)稳定计算图(单位:m)

(四)运行期(三)

(1)计算资料。水位组合:开机时进水池水位为 0.22m(即最低),湿室后墙外地下水位受湿室内水位影响,泵房内外无水位差。其余资料与运行期(一)相同。

(2)基底压应力。用式(7-14)和式(7-15)计算。

式中  $\Sigma G$ ——基础上全部垂直向荷载,见表 7-10 计算得 8140.95kN;

$\Sigma M$ ——基础上各分力对前趾 A 点力矩的代数和,如图 7-35 所示。见表 7-13 计算得 29937.62kN·m;

其余符号与完建期间。

则合力偏心距  $e = \frac{7.6}{2} - \frac{29937.62}{8140.95} = 3.8 - 3.68 = 0.12\text{m}$ ;基底压应力  $P_{\min} = \frac{8140.95}{7.6 \times 15.0} (1 \pm \frac{6 \times 0.12}{7.6}) = 71.41(1 \pm 0.095) = \frac{78.19}{64.63} \text{kN/m}^2 < 126.61 \text{kN/m}^2$ ;不均匀系数  $\eta = \frac{P_{\max}}{P_{\min}} = \frac{78.19}{66.63} = 1.21 < 1.5$ 。符合要求。

表 7-13 泵房运行期(三)稳定计算表

项次	名称	计算式	对 A 点求力矩						备注	
			垂直力(kN)		水平力(kN)		力臂(m)	力矩(kN·m)		
			+↓	-↑	+→	-←		+↓		-↑
1		完建期计算成果	13008.16	2952.33				55938.71	12054.11	
2	墙后土压力	$\frac{1}{2} \times 0.528 \times 17.64 \times 3.28^2 \times 13.5$				676.37	4.41		2982.79	
	墙后土压力	$0.528 \times 3.28 \times 17.64 \times 3.32 \times 14.5$				1470.66	1.66		2441.30	
	墙后土压力	$\frac{1}{2} \times 0.528 \times 3.32^2 \times 8.82 \times 14.5$				372.15	1.11		413.09	
	进水侧土压力	$\frac{1}{2} \times 0.528 \times 1.2^2 \times 8.82 \times 15.0$			50.30		0.40	20.12		
3	水重	$2.12 \times 6.4 \times 10 \times 9.8$	1329.66				3.20	4254.92		
	门槽水重	$0.15 \times 0.2 \times 2.12 \times 8 \times 9.8$	4.99				0.76	3.79		
	墩头水重	$0.6 \times 0.3 \times 2.12 \times 3 \times 9.8$	11.22				0.20	2.24		
4	浮托力	$3.32 \times 7.6 \times 15.0 \times 9.8$		3709.10			3.80		14094.60	
	扣浮托力	$(5.6 + 6.6) \div 2 \times 0.5 \times 15.0 \times 9.8$	448.35				3.80	1703.73		
	合计		14802.38	6661.43	50.30	2519.18		61923.51	31985.89	
			8140.95			2468.88		29937.62		

(五)检修期(一)

(1)计算资料。水位组合:在冬春季节设备建筑物大检修,前池与湿室抽干清淤。湿室内水位与底板面平,湿室外地下水位保持排水孔位置 0.0m 高程处,泵房内外水位差为 1.9m;渗透压力:用渗径系数法中的卜莱法计算,如图 7-36 所示,点 1 压强为  $x_1 = \frac{1.9}{14.86} \times 11.76 \times 9.8 = 14.7 \text{kN/m}^2$ ,点 6 压强为  $x_6 = \frac{1.9}{14.86} \times 3.7 \times 9.8 = 4.606 \text{kN/m}^2$ 。其余资料与运行期相同。

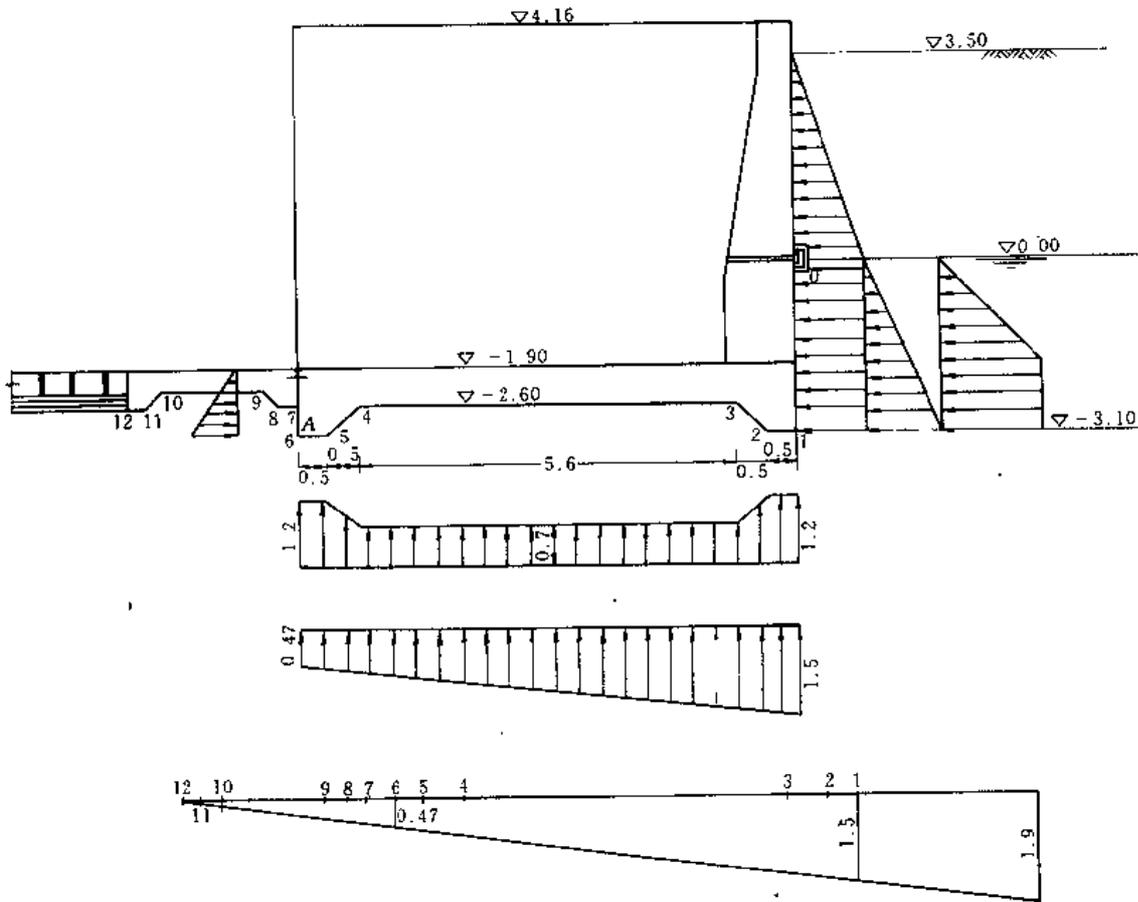


图 7-36 泵房检修期(一)稳定计算图(单位:m)

(2)基底压应力。用式(7-14)和式(7-15)计算。

式中  $\Sigma G$ ——基础上全部垂直向荷载,见表 7-11 计算得 8063.1kN;

$\Sigma M$ ——基础上各分力对前趾 A 点力矩的代数和,如图 7-36 所示,见表 7-14 计算得 29024.52kN·m。

其余符号与完建期相同。

则合力偏心距  $e = \frac{7.6}{2} - \frac{29024.52}{8063.1} = 3.8 - 3.6 = 0.2\text{m}$ ;基底压应力  $P_{\min}^{\max} = \frac{8063.1}{7.6 \times 15.0} \times$

式中  $\Sigma G$ ——基础上全部垂直向荷载,见表 7-12 计算得 7919.92kN;

$\Sigma M$ ——基础上各分力对前趾 A 点力矩的代数和,如图 7-37 所示。见表 7-15,计算得 29617.74kN·m;

其余符号与完建期同。

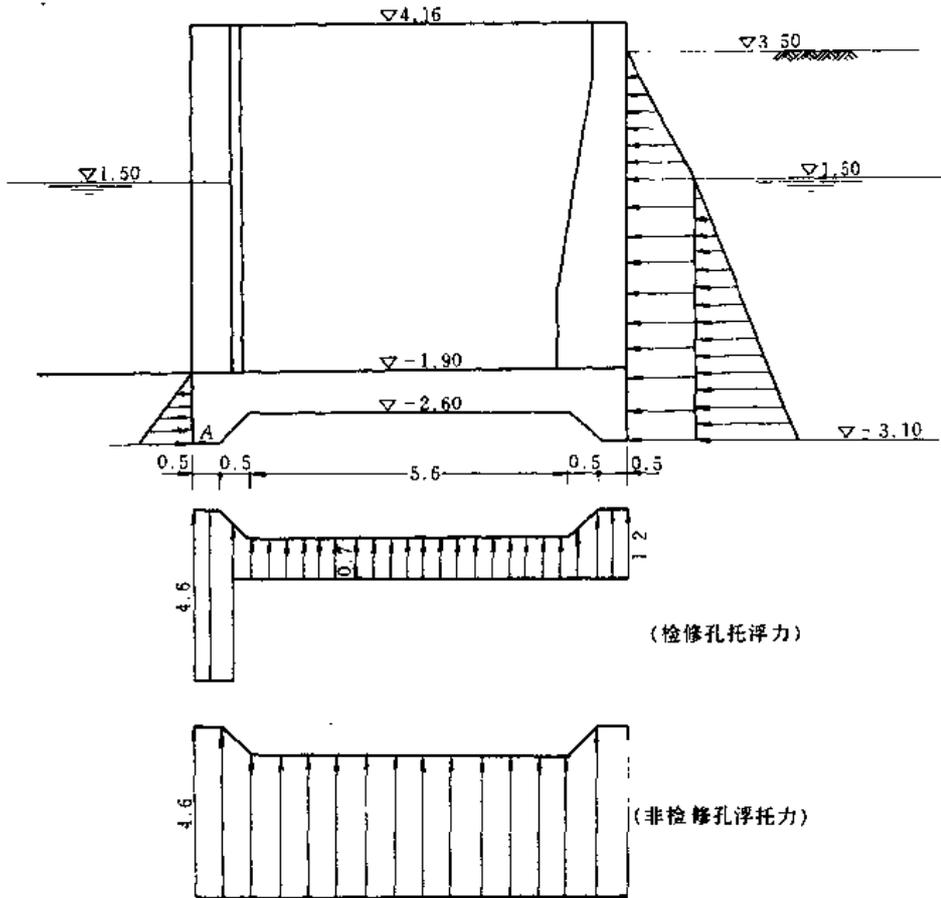


图 7-37 泵房检修期(二)稳定计算图(单位:m)

则合力偏心距  $e = \frac{7.6}{2} - \frac{29617.74}{7919.92} = 3.8 - 3.74 = 0.06\text{m}$ ; 基底压应力  $P_{\max} = \frac{7919.92}{7.6 \times 15.0} (1 \pm \frac{6 \times 0.06}{7.6}) = 69.47 (1 \pm 0.05) = \frac{72.76}{66.18} \text{kN/m}^2 < 126.61 \text{kN/m}^2$ ; 不均匀系数  $\eta = \frac{P_{\max}}{P_{\min}} = \frac{72.76}{66.18} = 1.10 < 1.5$ , 符合要求。

#### 四、泵房抗滑稳定计算

(1) 计算资料。抗滑稳定容许安全系数  $[K_s]$ ; 查资料得四级建筑物基本荷载组合为 1.2, 特殊荷载组合为 1.0。其余资料与基底压应力计算部分相同。

(2) 抗滑稳定安全系数  $K_s$ 。用下式计算。

表 7-15

泵房检修期(二)稳定计算表

项次	名称	计算式	对 A 点求力矩						备注	
			垂直力(kN)		水平力(kN)		力臂 (m)	力矩(kN·m)		
			+↓	-↑	+→	-←		+↓		-←
1		完建期计算成果	13008.16	2952.33				55938.71	12054.11	
2	墙后土 压力	$\frac{1}{2} \times 0.528 \times 2.0^2 \times 17.64 \times 13.5$				251.48	5.27		1325.28	
	墙后土 压力	$0.528 \times 2.0 \times 4.6 \times 17.64 \times 14.5$				1242.48	2.30		2857.70	
	墙后土 压力	$\frac{1}{2} \times 0.528 \times 4.6^2 \times 8.82 \times 14.5$				714.42	1.53		1093.07	
	进水侧 土压力	$\frac{1}{2} \times 0.528 \times 1.2^2 \times 8.82 \times 15.0$			50.30		0.40	20.12		
3	水重	$3.4 \times 6.4 \times 10.0 \times 9.8$	2132.48				3.2	6823.94		
	水重	$\frac{1}{2} \times 1.9 \times 0.3 \times 10.0 \times 9.8$	27.93				6.5	181.54		
	扣检修 孔水重	$3.4 \times 5.74 \times 2.5 \times 9.8$		478.14			3.53		1687.84	
	扣检修 孔水重	$\frac{1}{2} \times 1.9 \times 0.3 \times 2.5 \times 9.8$		6.98			6.5		45.39	
	墩头 水重	$0.6 \times 0.3 \times 3.4 \times 3 \times 9.8$	17.99				0.2	3.60		
	门槽 水重	$0.15 \times 0.2 \times 3.4 \times 6 \times 9.8$	5.99				0.76	4.56		
4	浮托力	$4.6 \times 7.6 \times 15.0 \times 9.8$		5139.12			3.8		19528.66	
	扣浮 托力	$(5.6 + 6.6) \times 0.5 - 2 \times 15.0 \times 9.8$	448.35				3.8	1703.73		
	扣检修 孔浮 托力	$3.4 \times 6.94 \times 3.7 \times 9.8$	855.59				4.13	3533.59		
	合计		16496.49	8576.57	50.30	2208.38		68209.79	38592.05	
			7919.92			2158.08		29617.74		

$$K_c = \frac{f_0(\Sigma G + W) + CA}{\Sigma H} \quad (7-16)$$

式中  $f_0$ ——齿坎间基土摩擦系数,  $f_0 = \text{tg}\phi = \text{tg}20^\circ = 0.364$ ;

$\Sigma G$ ——基础上全部垂直向荷载,见表 7-10~表 7-15 计算;

$W$ ——底板下齿坎间土体重,其体积为  $\frac{(5.6+6.6) \times 0.5}{2} \times 13.5 = 41.175\text{m}^3$ 。其中水

下部分用饱和容重  $18.62\text{kN/m}^3$ ,水上部分用自然容重  $17.64\text{kN/m}^3$ ;

$C$ ——基土凝聚力,浸水后按 50% 计算  $21.56 \times 0.5 = 10.78\text{kN/m}^2$ ;

$A$ ——基土受剪面积  $6.6 \times 14 = 92.4\text{m}^2$ ;

$\Sigma H$ ——作用在泵房上水平向总荷载,见表 7-10~表 7-15。

则各工况下的  $K_c$  值计算,如表 7-16 所列。

表 7-16 泵房抗滑稳定安全系数  $K_c$  值计算表

计算工况	$K_c$ 值计算	备注
完建期	$K_c = \frac{0.364(10055.83+726.33)+10.78 \times 92.4}{2739.41} = 1.49$	$\Sigma G, \Sigma H$ 值见表 7-7, $[K_c] = 1.2$
运行期(一)	$K_c = \frac{0.364(6688.18+766.68)+10.78 \times 92.4}{1420.41} = 2.03$	$\Sigma G, \Sigma H$ 值见表 7-8, $[K_c] = 1.2$
运行期(二)	$K_c = \frac{0.364(7551.46+766.68)+10.78 \times 92.4}{2158.08} = 1.48$	$\Sigma G, \Sigma H$ 值见表 7-9, $[K_c] = 1.2$
运行期(三)	$K_c = \frac{0.364(8140.95+766.68)+10.78 \times 92.4}{2468.88} = 1.38$	$\Sigma G, \Sigma H$ 值见表 7-10, $[K_c] = 1.2$
检修期(一)	$K_c = \frac{0.364(8063.1+766.68)+10.78 \times 92.4}{3110.11} = 1.09$	$\Sigma G, \Sigma H$ 值见表 7-11, $[K_c] = 1.0$
检修期(二)	$K_c = \frac{0.364(7919.92+766.68)+10.78 \times 92.4}{2158.08} = 1.54$	$\Sigma G, \Sigma H$ 值见表 7-12, $[K_c] = 1.0$

### 五、泵房稳定计算成果汇总

上述计算表明:各项指标符合规定要求,满足整体稳定,所拟泵房尺寸合理。计算成果如表 7-17 所列。

表 7-17 泵房整体稳定计算成果汇总表

工 况	水位组合(m)		偏心矩 $e$ (m)		基底压应力 $P$ ( $\text{kN/m}^2$ )		不均匀系数		抗滑稳定系数	
	湿室内	湿室外	进水侧	出水侧	$P_{\min}^{\max}$	$[P]$	$\eta$	$[\eta]$	$K_c$	$[K]$
完建期	-3.1	-3.1	0.05		91.74 84.68	146.42	1.083	1.5	1.49	1.2
运行期(一)	3.5	3.5		0.11	63.77 53.57	126.61	1.19	1.5	2.03	1.2
运行期(二)	1.5	1.5	0.12		72.52 59.95	126.61	1.21	1.5	1.48	1.2
运行期(三)	0.22	0.22	0.12		78.19 64.63	126.61	1.21	1.5	1.38	1.2
检修期(一)	-1.9	0.0	0.20		81.89 59.55	126.61	1.38	1.5	1.09	1.0
检修期(二)	1.5 1孔~1.9	1.5	0.06		72.76 66.18	126.61	1.1	1.5	1.54	1.0

## 第六节 泵站进出水建筑物设计

本节包括进水前池、出水管路与出水池等内容。

### 一、前池

#### (一)型式

根据泵站枢纽总体布置,本设计采用正向式进水前池。斜坡式池壁,与进水池侧池壁(即湿室边墩)用八字形翼墙连接。

#### (二)尺寸拟定

##### 1. 立面尺寸

(1)前池底坡  $i$ 。引渠末端底高程  $-1.23\text{m}$ ,湿室底板高程  $-1.9\text{m}$ ,两者高差为  $-1.23 - (-1.9) = 0.67\text{m}$ 。按经验规定前池底坡在靠近湿室处为  $0.2 \sim 0.3$ ,本设计取  $0.2$ ,则该段底坡所占池长为  $0.67/0.2 = 3.35\text{m}$ ,取  $3.0\text{m}$ 。前池靠近湿室段实际底坡  $i = 0.67/3.0 = 0.223$ ,其余段底坡与引渠底坡一致。

(2)前池顶高程。与引渠堤顶高程齐平为  $4.0\text{m}$ ,在原地面  $3.0\text{m}$  高程处与引渠一样设置  $1.0\text{m}$  宽的平台。使前池横断面设计成复式断面。边坡系数取  $1.5$ 。

##### 2. 平面尺寸

池长  $L$ 。用下式计算确定

$$L = \frac{B - b}{2} \text{ctg} \frac{\alpha}{2} \quad (7-17)$$

式中  $B$ ——湿室总宽度  $11.8\text{m}$ ;

$b$ ——引渠渠底宽度  $4.2\text{m}$ ;

$\alpha$ ——前池平面扩散锥角,取经验值  $30^\circ$ 。

则  $L = \frac{11.8 - 4.2}{2} \times \text{ctg} \frac{30^\circ}{2} = 3.8 \times 3.732 = 14.18\text{m}$ ,取  $14.0\text{m}$ 。除去  $3.0\text{m}$  标准底坡段外,实际扩散锥角为  $38^\circ$ 。

##### 3. 细部结构设计

池底  $3.0\text{m}$  标准底坡段用 100 号混凝土现浇,成为湿室的防渗透铺盖。铺盖段以外  $3.0\text{m}$  为 50 号砂浆砌石护底,厚度  $0.4\text{m}$ ,并设置  $\phi 50$  间距为  $1.0\text{m}$  的梅花状冒水孔,下设反滤排水。其余  $8.0\text{m}$  段为  $0.4\text{m}$  厚的浆砌块石护底,下设  $0.1\text{m}$  砂石垫层。斜坡池壁用  $0.3\text{m}$  厚浆砌块石护砌,下设  $0.1\text{m}$  砂石垫层。八字形翼墙为顶宽  $0.6\text{m}$  的浆砌块石变截面重力式结构。前池尺寸与结构如图 7-38 所示。

### 二、出水管路与出水池

#### (一)出水管路

本设计属低扬程短管路泵站,为满足泵站效率要求,必须将管路运行效率限制在一定范围内。因此,应尽量扩大管径,缩短管长,以减少水头损失。

(1)管材。因管内压力较低,故选用低压法兰接头铸铁管。

(2)管径。用下式计算后取标准值。

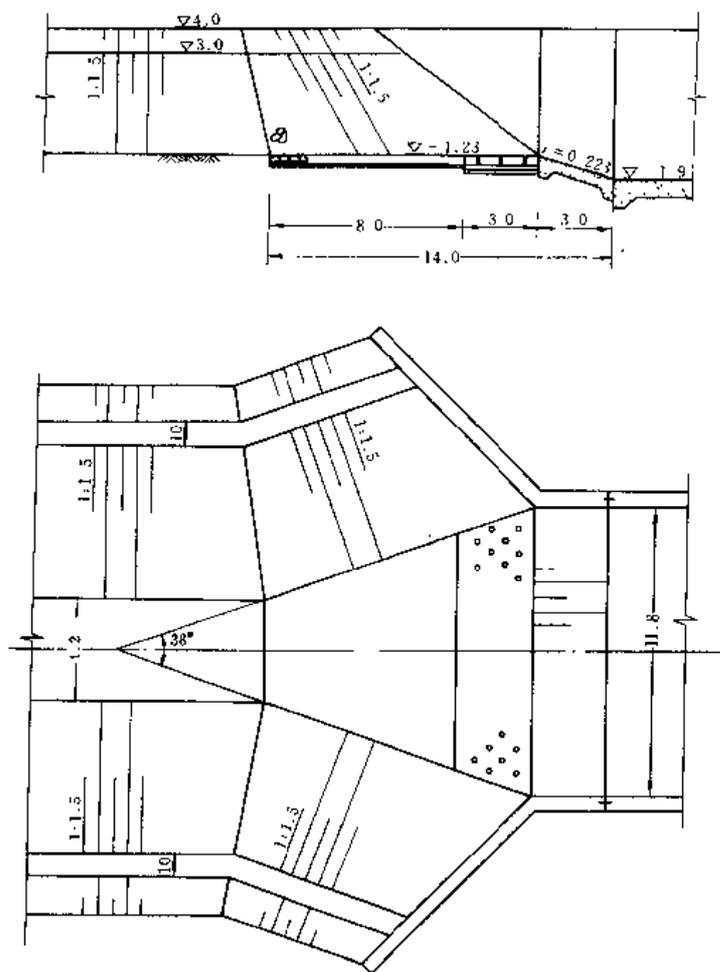


图 7-38 进水前池工程示意图(单位:m)

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$$

式中  $Q$ ——通过管路的流量,本设计取水泵铭牌流量  $1.305\text{m}^3/\text{s}$ ;

$V$ ——管路控制流速,本设计取  $1.5\text{m}/\text{s}$ 。

则  $D = \sqrt{\frac{4 \times 1.305}{3.14 \times 1.5}} = 1.05\text{m}$ ,取标准管径  $1.0\text{m}$ 。

(3)管路附件。渐扩接管 1 个;长度为  $L_f = 2(D_{\text{大}} - D_{\text{小}}) + 150\text{mm} = 2 \times (1000 - 800) + 150 = 550\text{mm}$ ;  $30^\circ$ 弯头 1 个;软接头两个;出口渐扩管 1 个;取出口直径为  $1.2\text{m}$ ,长为  $0.55\text{m}$ 的铸铁件;断流设施采用快速闸门。

## (二)出水池

### 1. 型式

采用池中设隔墩的开敞式侧向水池。

### 2. 尺寸确定

$F$ ——输水渠底宽 3.0m;

$\alpha$ ——渐缩收缩锥角,本设计取  $45^\circ$ 。

$$\text{则 } L_{\text{渐}} = \frac{8.6-3.0}{2} \times \text{ctg} \frac{45^\circ}{2} = 2.8 \times 2.414 = 6.76\text{m, 取 } 7.0\text{m.}$$

(6)渠首护砌段长度  $L_{\text{护}}$ 。凭经验取 5 倍渠道设计水深,本设计渠中水深为 1.63m,则  $L_{\text{护}} = 5 \times 1.63 = 8.15\text{m}$ ,取整数 8.0m。

### 3. 细部结构设计

(1)挡水墙与闸墩。挡水墙净高为  $4.7 - 2.2 = 2.5\text{m}$ ,顶宽为 0.4m,采用钢筋混凝土重力式结构,与闸墩一并浇筑,墩厚 0.5m,墩顶与池顶齐平,墩长为 1.5m,闸门槽断面为  $0.2\text{m} \times 0.1\text{m}$ ,墙墩底板厚 0.5m。其尺寸如图 7-39 所示。

(2)底板。池底板与挡水墙做成分离式结构,采用 0.4m 厚钢筋混凝土实心板,接缝处设水平止水。

(3)收缩段。为斜坡式渐变段,与挡水墙用八字形翼墙连接。采用 0.4m 厚 50 号砂浆砌石护坡护底,底面设 0.1m 砂石垫层。与池底高差为  $2.37 - 2.2 = 0.17\text{m}$ ,采用垂直坎方式连接。

(4)护砌段。采用 0.3m 厚干砌块石护坡护底,下设 0.1m 厚砂石垫层。

出水池尺寸如图 7-40 所示。

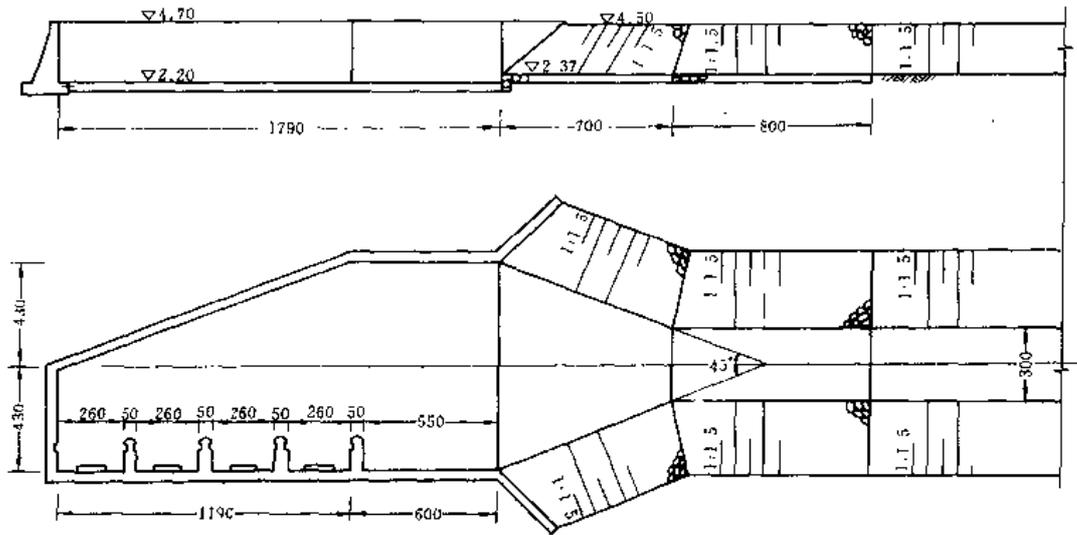


图 7-40 出水池尺寸结构示意图(单位:cm)

### (三)出水管路长度

按出水池挡水墙建在泵房施工开挖线以外的原状土上为原则确定,避免日后出水池发生过多沉陷而影响管路安全。泵房底板底面与出水池挡水墙底板底面高差为  $1.7 - (-3.1) = 4.8\text{m}$ ,两底板各留施工余量 0.5m,泵房基坑开挖边坡取 1:1,管口伸入水池约 0.3m。则出水管路总长经逐段计算累加得 9.88m,泵房与出水池净距为 6.9m,如图 7-41 所示。

则  $S = 10.3 \times 0.013^2 \times \frac{9.88}{1.0^{5.33}} + 0.083 \times \left[ \frac{0.18}{0.8^4} + \frac{0.33}{1.0^4} + \frac{2 \times 0.2}{1.0^4} + \frac{0.18}{1.0^4} + \frac{1.0}{1.2^4} \right] = 0.17 (\text{s}^2/\text{m}^5)$ 。

按公式  $h_{\text{损}} = SQ^2$  列表计算  $h_{\text{损}} \sim Q$  参数值。

(3) 工作点推求。采用如图 7-42 所示的图解法推求运行工作点, 并编制如表 7-20 所列的泵站运行工况表。

表 7-19 管路性能参数计算表

$Q(\text{m}^3/\text{s})$	1.027	1.10	1.20	1.30	1.35	1.40	1.47	1.5
$Q^2$	1.055	1.21	1.44	1.69	1.823	1.96	2.161	2.25
$h_{\text{损}} = 0.17Q^2 (\text{m})$	0.18	0.205	0.244	0.286	0.31	0.33	0.366	0.38

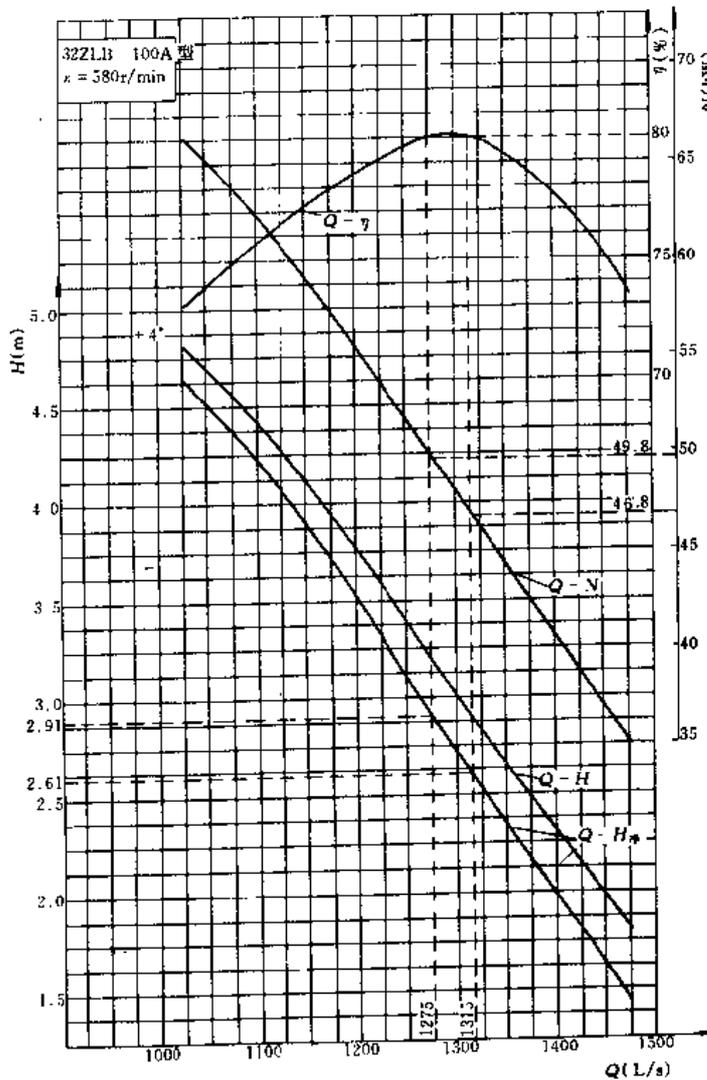


图 7-42 32ZLB—100A 型泵运行工作点推求图

表 7-20

泵站运行工况表

出水池水位(m)	4.14			3.84		
进水池水位(m)	3.23	1.23	0.23	3.23	1.23	0.23
净扬程(m)	0.91	2.91	3.91	0.61	2.61	3.61
单泵流量(L/s)	—	1275	1150	—	1315	1190
单泵轴功率(kW)	—	49.8	58.0	—	46.8	56.25
单泵效率(%)	—	80	77.2	—	80	78.3

(4) 泵站流量校核。从运行工况表中可知：泵站在设计扬程下的流量为 1275L/s，则泵站总流量为  $4 \times 1275 = 5100\text{L/s} > 5000\text{L/s}$ ，满足设计要求。当净扬程超过 3.5m 时，流量将小于 5000L/s，那时可适当延长运行时间满足灌区对总水量的需求。

## 二、泵站效率预测

用下式进行预测

$$\eta_{\text{站}} = \eta_{\text{泵}} \eta_{\text{动}} \eta_{\text{传}} \eta_{\text{管}} \eta_{\text{池}} \quad (7-24)$$

式中  $\eta_{\text{泵}}$ ——水泵运行效率，查运行工况表在设计工况下为 80%；

$\eta_{\text{动}}$ ——电机运行效率，按负荷率状况对额定效率作适当调整得到。查运行工况表得设计工况下轴功率为 49.8kW，电机负荷率为  $49.8/80 = 0.6225 < 0.75$ 。应将额定效率调低两个百分点，原电机效率为 91.2%，调低后的效率为 89.2%；

$\eta_{\text{传}}$ ——机组传动效率，弹性联轴器传动取 0.995；

$\eta_{\text{管}}$ ——管路效率，查图 7-42 得设计工况下的水泵扬程为 3.2m，则管路效率为  $2.91/3.2 = 0.91$ ；

$\eta_{\text{池}}$ ——水池效率，输水渠首与引渠末端间水位差比上下水池水位差即是。本设计估算为 0.95。

则  $\eta_{\text{站}} = 0.8 \times 0.892 \times 0.995 \times 0.91 \times 0.95 = 0.6138 = 61.38\% > 54.4\%$ 。符合规定要求。

大沙河泵站工程平剖面如图 7-43(见书末插页)所示。

## 第二部分 思考题与习题

### 第八章 思考题

#### 绪 论

1. 什么是机电排灌？它在我国社会主义现代化建设中有哪些作用？
2. 本课程包括哪些内容？学习本课程应达到什么目的？

#### 第一节 泵的类型与构造

1. 什么是泵？它是怎样分类的？
2. 离心泵是怎样抽送液体的？它由哪几个主要部件构成？各部件有何功能和作用？
3. 离心泵叶轮上为什么有的设平衡孔，有的却不设？
4. 轴流泵是按什么原理抽送液体的？它由哪几个主要部件构成的？各部件有何功能和作用？
5. 双吸式离心泵与立式轴流泵的填料函有何不同？为什么？
6. 卧式离心泵与立式轴流泵的转子支承方式有何不同？
7. 卧式离心泵与立式轴流泵的泵壳型式与作用有哪些异、同点？
8. 液流进入和流出离心泵、混流泵和轴流泵叶轮时有何不同？
9. 叶片式水泵的型号有哪几种表达方式？最近的表达方法为哪一种？它的意义是什么？
10. 什么是抽水装置？离心泵与轴流泵的抽水装置有何不同？
11. 离心泵装置的起动与停机分哪几步进行？
12. 轴流泵装置的起动与停机分哪几步进行？

#### 第二节 叶片泵的基本理论

1. 哪些参数能表达叶片泵性能？各参数表示什么含义？常用哪些字母表达？各自的单位是什么？
2. 什么是叶片泵的有效功率和轴功率？它们之间有何关系？
3. 动力机的旋转机械能是如何传递给液体的？在能量的传递过程中会产生哪些损失？如何将这些损失减至最小程度？
4. 离心泵装置上的真空表与压力表读数各表示什么意义？
5. 液体在叶轮内的运动是什么运动？各运动间有什么关系？

6. 什么是叶片泵的速度平行四边形? 四边形中的  $c_m$  值为什么可以表达水泵叶轮的流量?

7. 什么是动量矩定理? 用它推导叶片泵基本方程式时为什么要有三个假定? 基本方程式为什么能适用于所有叶片泵和所有流体?

8. 离心泵的叶片形状为什么一律向后弯曲? 而轴流泵的叶片为什么一律是扭曲的? 试用基本方程式加以说明。

9. 两台叶片泵符合哪些条件才能相似? 两台相似的叶片泵, 其流量、扬程和轴功率的变化与哪些因素有关?

10. 什么是比例定律? 它有何用处?

11. 什么是叶片泵的比转数? 如何计算? 若两台叶片泵的比转数相等, 能说明什么问题?

12. 当计算双吸离心泵的比转数时为什么要将其额定流量的一半代入公式? 而计算多级泵的比转数时为什么要将其额定扬程除以级数后代入公式?

### 第三节 叶片泵的性能

1. 什么是叶片泵基本性能曲线和实验性能曲线? 它们在本质上有何区别?

2. 离心泵与轴流泵的性能曲线各有哪些特征? 为什么?

3. 叶片泵的性能曲线有何用途?

4. 什么是叶片泵性能的工作范围? 如何确定工作范围? 它与叶片泵的性能表有何关系? 在生产实践中如何正确应用?

5. 什么是叶片泵的通用性能曲线? 离心泵与活叶式轴流泵的通用性能曲线是怎样绘制的? 它们的理论根据是什么?

6. 什么是叶片泵型谱? 离心泵、轴流泵和混流泵各自的型谱是怎样形成的? 在生产实践中型谱图有何用处?

### 第四节 叶片泵工作点确定与调节

1. 什么是叶片泵工作点? 它由哪些因素构成? 工作点确定有哪些方法?

2. 什么是装置特性曲线? 它表示什么含义?

3. 什么是叶片泵装置的设计工况与运行工况? 它们间有何区别?

4. 什么是并联装置? 其工作点如何求解? 适用于何种场合? 使用时应注意哪些问题?

5. 什么是串联装置? 其工作点如何求解? 适用于何种场合? 使用时应注意哪些问题?

6. 什么是工况调节? 叶片泵有哪几种工况调节法? 各有何优、缺点?

7. 什么是车削调节法? 它的理论根据是什么? 适用于哪些叶片泵? 使用时需注意哪些事项?

8. 什么是车削抛物线? 它在车削计算中有何用处?

9. 什么是变速调节法? 它的理论根据是什么? 适用于哪些叶片泵? 使用时需注意哪些

问题?

10. 什么是变速抛物线? 它在变速计算中有何用处?
11. 什么是变角调节法? 它有何理论根据? 有哪几种变角方法? 适用于何种叶片泵?
12. 什么是节流调节法? 它有何理论根据? 适用于何种叶片泵? 一般在何种场合下采用?

### 第五节 叶片泵的汽蚀及安装高程的确定

1. 什么是叶片泵汽蚀? 泵内汽蚀的主要原因是什么? 有哪些危害?
2. 泵内汽蚀有哪些类型? 各在叶片泵的哪些部位发生? 为什么?
3. 采取哪些措施可以预防和减轻泵内汽蚀的程度?
4. 什么是叶片泵的汽蚀基本方程式? 它的物理意义是什么?
5. 什么是汽蚀余量、装置汽蚀余量和必需汽蚀余量? 其中装置汽蚀余量和必需汽蚀余量有何区别?
6. 什么是允许汽蚀余量? 如何确定? 离心泵与轴流泵的汽蚀性能曲线有何区别? 为什么?
7. 什么是吸上真空高度与允许吸上真空高度? 它与流量间的关系曲线为什么是下降型的?
8. 允许汽蚀余量与允许吸上真空高度有何区别? 有什么关系?
9. 什么是叶片泵安装基准线? 卧、立、斜等各种叶片泵的安装基准线如何确定?
10. 为什么允许吸上真空高度受水温与海拔影响时必须修正? 而允许汽蚀余量却不须修正?
11. 叶片泵内的汽蚀现象可否消灭? 为什么?
12. 卧式泵与立式泵在确定安装高程时有何区别?

### 第六节 机电设备的选型与配套

1. 水泵选型时应遵循哪些原则?
2. 水泵正确选型应分哪几步进行?
3. 对水泵选型的方案进行比较时, 如何全面考虑供水保证性与经济性?
4. 泵站动力类型应根据什么原则选定? 使用电力与热力各有何优、缺点?
5. 水泵配套功率计算中用什么样的轴功率代入? 为什么?
6. 水泵配套功率计算中为什么要考虑动力备用系数?
7. 柴油机的性能用哪些参数表达? 各参数的含义是什么?
8. 柴油机的特性曲线有哪几条? 各有何用途? 柴油机的经济运行区是怎样确定的?
9. 机泵间的传动设备有哪几种? 各有何优、缺点? 各适用在何种场合? 从节能方面考虑应用何种传动最为理想?
10. 为什么要进行管路配套设计? 它应包括哪些内容?

## 第七节 其他排灌用泵

1. 长轴井泵是怎样分类的？它主要由哪几部分构成？与卧式离心泵比较在构造上有哪些不同？
2. 长轴井泵的选型应考虑哪些因素？
3. 选定长轴井泵型号应做哪几步工作？其运行工作点是怎样推求的？
4. 潜水电泵是怎样分类的？它与长轴井泵相比在构造上有哪些不同？
5. 浅井泵站由哪些建筑物组成？它们的结构形式、尺寸是如何确定的？
6. 水轮泵由哪些主要部件构成？它与离心泵相比有何特点？
7. 表达水轮泵性能的参数有哪几个？什么是水头比？什么是流量比？
8. 水轮泵站由哪些建筑物组成？何种场合宜建水轮泵站？
9. 安装水轮泵的机坑有哪些类型？在设计时应确定哪几个参数？
10. 水轮泵站的的尾水管有何作用，有哪几种型式？

## 第八节 灌排泵站规划

1. 泵站枢纽由哪些建筑物组成？各有何功能和作用？
2. 灌溉泵站规划应考虑哪些原则？
3. 灌区划分有哪几种型式？各适用于何种场合？
4. 什么是高扬程灌区的经济扬程？影响经济扬程的因素有哪些？
5. 高扬程灌区的分级提水有什么好处？按灌区地形差异有哪些不同的分级原则？
6. 什么是最小功率法？其原理是什么？采用最小功率法确定站址高程有何优、缺点？适用于何种地形？
7. 灌溉泵站选择站址应遵循哪些原则？
8. 灌溉泵站枢纽布置有哪几种型式？选定某种型式取决于哪些因素？
9. 灌溉泵站设计流量有哪几种确定方法？与农田水利课程比较有何区别？
10. 灌溉泵站的特征扬程有哪几个？各如何确定？
11. 排水区的划分应遵循哪些原则？排水泵站的布局有哪几种型式？
12. 排水泵站选择站址应遵循哪些原则？与灌溉泵站站址选择有哪些异、同点？
13. 排水泵站枢纽布置有哪几种型式？各有何优、缺点？
14. 排灌结合泵站枢纽布置有哪几种型式？各有何优、缺点？
15. 排水泵站的设计流量有哪几种确定方法？与农田水利课程相比有何区别？
16. 排水泵站有哪几个特征扬程？各如何确定？

## 第九节 进出水建筑物及管路设计

1. 引水渠有哪几种型式？各有何特点？分别适用于何种场合？

2. 引水渠设计在平面布置上应注意哪些问题?
3. 采用引水管与引水涵洞时应考虑哪些技术要求? 分别适用于何种场合?
4. 沉沙池有哪几种结构型式? 各有何优、缺点? 分别适用于何种场合?
5. 沉沙池由哪几个部分组成? 各有何功用?
6. 前池有什么作用? 可分哪几种型式? 各有何优、缺点? 分别适用于何种场合?
7. 前池在平立面设计中要确定哪几个控制参数? 如何确定? 为什么?
8. 进水池有什么作用? 可分哪几种结构型式? 分别适用于何种场合?
9. 设计进水池时主要受哪些因素制约? 其平立面尺寸的确定依据是什么?
10. 进水池在结构构造上有哪些特殊要求? 为什么?
11. 出水池有什么作用? 有哪几种布置型式? 各有何优、缺点? 分别适用于何种场合?
12. 出水池平立面尺寸的确定依据是什么? 具体如何确定?
13. 出水池在结构上有哪些技术要求? 与进水池相比有何不同?
14. 什么是压力水箱? 有哪几种结构型式? 与出水池相比有何不同? 分别适用于何种场合?
15. 在拟定压力水箱尺寸与进行构造设计时应考虑哪些因素? 它与并联管路有何不同?
16. 管路设计应包含哪些内容?
17. 进水管路设计中应考虑哪些技术经济要求?
18. 出水管路设计中应考虑哪些技术经济要求? 在进行管线布置时应遵循哪些原则?
19. 出水管线布置有哪几种型式? 各有何优、缺点? 分别适用于何种场合?
20. 出水管路有哪几种敷设方式? 各有何优、缺点? 分别适用于何种场合?
21. 何谓管道水锤? 何谓泵站管道水锤? 它对出水管路的安全运行有哪些危害?
22. 泵站出水管路中的水锤与水电站压力管道中的水锤有何异? 同点?
23. 如何应用帕马金曲线计算无逆止阀事故停泵水锤在出水管线上各点的压力值?
24. 采取哪些措施可减轻水锤最大升压值和最大降压值?
25. 什么是镇墩? 它应设置在什么部位? 有哪几种结构型式? 各有何优、缺点?
26. 镇墩设计分几步进行? 它的稳定分析与强度校核与重力式挡土墙相比有何区别?

## 第十节 泵 房 设 计

1. 泵房有何作用? 它是怎样分类的? 泵房设计应包含哪些内容?
2. 固定式泵房有哪几种结构型式? 各有何优、缺点? 分别适用于何种场合?
3. 湿室型泵房按其湿室结构可分哪几种形式? 各有何优、缺点? 分别适用于何种场合?
4. 选定泵房结构型式时应主要考虑哪些因素?
5. 立、卧式泵的泵房平面设计有何不同?
6. 泵房内主机组布置有哪几种型式? 各有何优、缺点? 分别适用于何种场合?
7. 立、卧式泵的泵房内附属设备布置有何不同? 分别应遵循哪些原则?
8. 卧式泵泵房的立面尺寸应确定哪几个高程? 如何确定?
9. 室型泵房为什么要进行稳定分析? 其方法与水闸、土坝等水工结构有何区别?

10. 室型泵房的抗滑稳定不能满足要求时有哪些措施可以补救?
11. 湿室型泵房的电机梁与水泵梁在结构计算中有哪些异、同点?
12. 卧式泵机组的基础设计应满足哪些要求? 设计时如何确定基础的平立面尺寸?

### 第十一节 移动式泵站

1. 什么是移动式泵站? 有哪几种型式? 各适用于何种场合?
2. 围船式移动泵站由哪几个部分组成? 各有何作用? 其整体布置有哪几种型式? 它们各自的特征是什么? 各适用于何种场合?
3. 围船上设备布置应遵循哪些原则? 有哪几种布置型式? 各适用于何种类型的围船?
4. 围船计算应包含哪些内容和要求?
5. 缆车式移动泵站有哪几部分组成? 各有何作用? 与围船式相比有何不同?
6. 斜坡式和斜桥式坡道各有哪些特征和优、缺点? 各适用于何种场合?
7. 泵车设计应遵循哪些原则? 在结构选用与车内设备布置时怎样体现这些原则?
8. 泵车的吸水管路布置应遵循哪些原则? 有哪几种布置型式? 各适用于何种场合?
9. 缆车式移动泵站的输水管路布置有哪几种型式? 各有何优、缺点? 叉管的位置是怎样确定的? 联络管有哪几种型式? 各适用于何种场合?
10. 泵车为什么要设置保险装置? 如何设置?

### 第十二节 泵站机组安装与管理

1. 卧式泵机组安装应分哪几步进行? 每步有哪些技术要求?
2. 中、小型立式泵机组安装应分哪几步进行? 每步有哪些技术要求?
3. 在立式泵机组安装时为什么要测定转子的同心度和摆度? 如何测定?
4. 管路安装有哪些技术要求? 管道连接有哪几种型式?
5. 泵站工程的经营管理有哪几个技术经济指标? 各指标的含义是什么? 如何考核?
6. 水泵运行效率与泵站运行效率有何区别? 哪些因素影响泵站效率的提高?
7. 提高泵站效率应从哪几个方面着手?

表 9-1

流量 $Q$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	0.0	0.3	0.5	0.8	1.1	1.4	1.7
需要扬程 $H_{\text{需}}$ (m)	16.0	16.12	16.33	16.85	17.60	18.60	19.72

- (1) 水泵工作点流量;
- (2) 用节流调节法将流量减少 25% 时的轴功率;
- (3) 用变速调节法将流量减少 25% 时的轴功率;

16. 一个浮动式泵站, 安装一台 12Sh—19 型水泵, 其铭牌参数如下: 流量  $792 \text{ m}^3/\text{s}$ , 扬程  $58.0 \text{ m}$ , 轴功率  $150 \text{ kW}$ , 转速  $1450 \text{ r}/\text{min}$ , 效率  $83.5\%$ 。在水库中作取水用, 遇水库高水位时, 水泵扬程只需  $35.0 \text{ m}$ , 为使水泵扬程不致浪费, 拟采用降速运行, 试计算该泵降速运行时的实际转速。

17. 在沿海地区某灌溉泵站, 选用 14 HB—40 型水泵, 其铭牌参数如下: 流量  $780 \text{ m}^3/\text{h}$ , 扬程  $6.9 \text{ m}$ , 转速  $980 \text{ r}/\text{min}$ , 允许吸上真空高度  $6.0 \text{ m}$ , 效率  $84\%$ 。设计中用直径为  $450 \text{ mm}$  的铸铁管作进水管, 长度为  $11.0 \text{ m}$ , 选用无底阀滤网、 $45^\circ$  弯头、偏心渐缩接管等附件各 1 个。试计算该泵的安装高度。

18. 某泵站设计时选用 20Sh—19 型水泵, 容许吸上真空高度  $4.0 \text{ m}$ , 运行时的流量为  $0.54 \text{ m}^3/\text{h}$ , 吸水管路拟用  $22 \text{ in}$  铸铁管, 长度  $12.0 \text{ m}$ , 选用进口喇叭管、 $R/d=1.5$  的  $90^\circ$  弯头和偏心渐缩接管等附件各 1 个。已知该站进水池最低水位为  $21.5 \text{ m}$ , 夏季最高水温为  $32^\circ\text{C}$ , 试确定该泵的安装高程。

19. 某泵站设计时选用 10Sh—9A 型水泵, 其铭牌流量为  $130 \text{ L}/\text{s}$ , 允许吸上真空高度为  $6.0 \text{ m}$ 。配备直径为  $300 \text{ mm}$  的铸铁管作为吸水管路, 长度  $10.0 \text{ m}$ , 选用无底阀滤网、 $R/d=1.5$  的  $90^\circ$  弯头和偏心渐缩接管等附件各 1 个。已知该站进水池最低水位为  $500.0 \text{ m}$ , 夏季最高水温为  $30^\circ\text{C}$ , 试计算该泵的安装高程。

20. 一台 8B18A 型水泵, 其铭牌参数如下: 流量  $260 \text{ m}^3/\text{h}$ , 扬程  $15.7 \text{ m}$ , 转速  $1450 \text{ r}/\text{min}$ , 轴功率  $13.3 \text{ kW}$ , 效率  $83.5\%$ , 允许吸上真空高度  $5.8 \text{ m}$ 。计划将该泵放在海拔  $800.0 \text{ m}$  处使用, 工作水温为  $20^\circ\text{C}$ , 实际转速降至  $1200 \text{ r}/\text{min}$ , 经计算吸水管路水头损失为  $1.5 \text{ m}$ 。试计算该泵的安装高度。

21. 某泵站有一台 16HB—40 型水泵, 额定转速  $730 \text{ r}/\text{min}$ , 扬程为  $5.5\sim 8.5 \text{ m}$ , 该站实际只需扬程  $4.5 \text{ m}$ , 流量  $320 \text{ L}/\text{s}$ , 明显属扬程偏高, 试问采用何种调节方法能满足要求? 并推求调节后的允许吸上真空高度和轴功率。

22. 某灌溉泵站拟安装 12Sh—19 型水泵, 出水口直径为  $250 \text{ mm}$ , 计划选用  $350 \text{ mm}$  直径的铸铁管作进、出水管路, 预计进水管路长  $10.0 \text{ m}$ , 出水管路长  $50.0 \text{ m}$ 。进水管路附件设进水喇叭口、 $R/d=1.5$  的  $90^\circ$  弯头与偏心渐缩接管各 1 件; 出水管路附件设正心渐扩接管、闸阀、拍门各 1 件,  $45^\circ$  弯头 2 个。该站进水池特征水位为: 设计水位  $202.0 \text{ m}$  最低水位  $200.0 \text{ m}$ , 最高水位  $203.5 \text{ m}$ 。出水池控制水位  $220.0 \text{ m}$ , 夏季最高水温为  $30^\circ\text{C}$ , 试求:

- (1) 在进水池设计水位时水泵工作点参数: 流量、扬程、轴功率、效率和允许吸上真空高度;
- (2) 水泵安装高程。

23. 一台 14ZLB—70 型水泵, 工作范围内的允许汽蚀余量为 12.0 m, 当额定转速由 1460 r/min 降至 980 r/min 时, 其安装高度应是多少?

24. 某灌溉泵站经规划得如下数据: 进水池设计水位 4.5 m, 最低水位 3.5 m, 最高水位 5.6 m; 出水池控制水位 33.5 m。灌溉总面积 1.4 万亩, 灌溉模数为  $0.85 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{万亩}$ 。试选择水泵型号和确定台数。

25. 某灌溉泵站经规划得如下数据: 进水池设计水位 309.1 m, 最低水位 308.8 m, 最高水位 310.2 m; 出水池控制水位为 327.0 m, 泵站流量  $2.2 \text{ m}^3/\text{s}$ 。根据上述规划数据, 试选择该站的合适泵型与台数。

26. 某泵站需扩建, 已有泵型为 14ZLB—70。进水池设计水位为 3.0 m, 出水池控制水位为 7.5 m, 试确定该泵合适的转速、叶角和最经济的台数。

## 第二节 泵 站 部 分

1. 某灌溉泵站已确定选用 14Sh—19 型水泵, 站址附近有电源线通过, 容量充足。试对该泵站进行动力机配套。

2. 某泵站已选用 16HB—40 型水泵, 站址附近无电源线通过。试对该泵进行动力机配套。

3. 有一台 14ZLB—70 型水泵, 其额定转速为 1460 r/min, 叶片安装角为  $-2^\circ$ , 轴功率为 19.6 kW, 试选配合适的柴油机。

4. 用 8.82 kW (12 马力) 的柴油机拖动离心泵, 柴油机的额定转速为 630 r/min, 离心泵的额定转速为 2200 r/min, 水泵已有一个 180 mm 直径的平皮带轮, 试对该机组进行传动设计。

5. 一台 7.5 kW 的电动机, 其额定转速为 2900 r/min, 拟用三角皮带拖动水泵, 水泵的需求转速为 800 r/min, 电动机已配备一个 140 mm 直径的三角皮带轮, 试对该机组进行传动设计。

6. 某排水泵站选用 32ZLB—100 型水泵, 其额定转速为 580 r/min, 在动力配套中选配 4135 型卧式柴油机拖动。柴油机额定转速为 1500 r/min, 机上已配有直径为 180 mm 的平皮带轮, 所需传递功率为 58.82 kW (80 马力)。试对该机组进行传动设计。

7. 某离心泵装置的进水管路直径为 700 mm, 管路总长为 12.0 m, 伸入进水池最低水位下 1.7 m, 水泵安装高度为 4.5 m, 泵壳顶部至泵轴线距离为 560 mm, 闸阀至泵壳段容积 (含泵壳) 为  $0.92 \text{ m}^3$ , 计划起动时间为 4 min。两台泵合用一台水环式真空泵抽气充水, 试选用合适型号的水环式真空泵。

8. 某井灌地区新凿一眼机井 (承压井), 凿井中记录和调查所得资料如下: 有电源且容量足够; 井水含沙量约 0.1%, 符合规定要求; 井孔内径为 250 mm; 井管下部稍有倾斜, 且不是一个方向; 井口出水池水面至井中静水面高差为 4.0 m, 出水池水面高出井口地面 2.0 m; 井深为 83.0 m; 井中水深为 45.0 m; 据附近原有 4 眼机井多年运行资料, 水面平均降深为 15.0 m, 涌水量为  $25 \text{ m}^3/\text{h}$ 。试为该新井选配一台合适的井泵。

9. 在一条山区小溪上已建成一座堆石壅水坝, 坝上水位为 97.0 m, 坝下水位为 95.5

m。1963年在灌溉季节，测得该小溪的来水保证率为80%枯水流量为 $2.0\text{ m}^3/\text{s}$ 。坝的漏水量估算为 $0.5\text{ m}^3/\text{s}$ 。在坝的附近有水稻田400亩，田面控制高程为102.0m，水稻需水期每灌1寸（合3.3cm）水可维持2天。根据以上资料试选择合适的水泵型号。

10. 长江翻水站运行一个班（8h）测得如下数据：进水池平均水位为4.5m，出水池平均水位为32.0m，9台泵共提水36万 $\text{m}^3$ ，电表读数净值为45600kWh。试计算该翻水站的泵站运行效率。

# 第三部分 泵站设计参考资料

## 第十章 机电设备

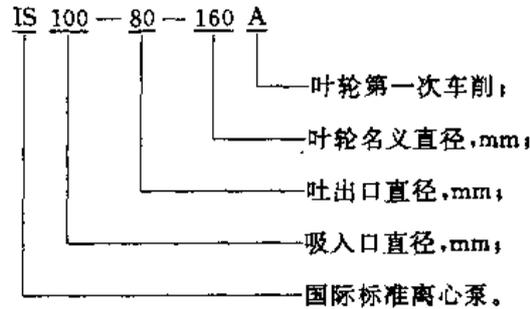
### 第一节 水泵

#### 一、离心泵

##### (一) IS 型泵

IS 型泵是中国根据 ISO 国际标准最新研制的一种系列产品。它已部分替代了 B、BA 型泵，IS 型泵在效率和吸程方面比 B、BA 型泵均有较大提高，且噪音低，振动小。

##### 1. 型号意义



##### 2. 性能

IS 型泵的部分性能见表 10-1。

表 10-1 IS 型泵性能表

型 号	流 量 $Q$ (L/s)	扬 程 $H$ (m)	转 速 $n$ (r/min)	效 率 $\eta$ (%)	轴功率 $N$ (kW)	配套动力		允许吸程 $H_s$ (m)	重 量 (kg)
						功 率 (kW)	型 号		
IS100—80—106	18.1	14	2900	78	4.36	5.5	Y132S <sub>1</sub> -2	5.8	38
	27.8	12.5							
	34.7	11							
IS100—80—106A	16.1	10.5	2900	76	3.06	4	Y112M-2	5.8	38
	25	9.5							
	31.1	8.7							
IS100—80—125	18.1	22	2900	81	6.72	11	Y160M <sub>1</sub> -2	5.8	42
	27.8	20							
	34.7	18							

续表

型号	流量 Q (L/s)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	效率 η (%)	轴功率 N (kW)	配套动力		允许吸程 H <sub>s</sub> (m)	重量 (kg)
						功率 (kW)	型号		
IS100-80-125	8.61	5.5	1460	78	0.87	1.1	Y90S-4	7.3	42
	13.9	5							
	17.8	4.5							
IS100-80-125A	7.78	4.2	1460	76	0.6	0.75	Y802-4	7.3	42
	12.5	3.7							
	16.1	3.3							
IS100-80-160	8.61	8.7	1460	76	1.43	2.2	Y100L <sub>1</sub> -4	7.3	42
	13.9	8							
	17.8	7.2							
IS100-80-160A	7.78	6.7	1460	74	1.0	1.5	Y90L-4	7.3	42
	12.5	6							
	16.1	5.5							
IS100-65-200	8.61	14	1460	73	2.33	3	Y100L <sub>2</sub> -4	7.3	46
	13.9	12.5							
	17.8	11							
IS100-65-200A	7.78	10.5	1460	72	1.62	2.2	Y100L <sub>1</sub> -4	7.3	46
	12.5	9.5							
	16.1	8.7							
IS100-100-125	18.1	5.5	1460	82	1.66	2.2	Y100L <sub>1</sub> -4	6.8	43
	27.8	5.0							
	34.7	4.5							
IS100-100-125A	16.1	4.2	1460	80	1.13	1.5	Y90L-4	6.8	43
	25	3.7							
	31.1	3.3							
IS100-100-160	18.1	8.7	1460	80	2.73	4	Y112M-4	6.8	47
	27.8	8							
	34.7	7.2							
IS100-100-160A	16.1	6.7	1460	78	1.9	3	Y100L <sub>2</sub> -4	6.8	47
	25	6							
	31.1	5.5							
IS150-125-160	36.1	8.7	1460	84	5.2	7.5	Y132M-4	5.8	76
	55.6	8.0							
	69.4	7.2							
IS150-125-160A	31.9	6.7	1460	82	3.51	5.5	Y132S-4	5.8	76
	48.9	6							
	61.1	5.5							
IS150-125-200	36.1	14	1460	82	8.31	11	Y160M-4	5.8	85
	55.6	12.5							
	69.4	11							
IS150-125-200A	31.9	10.5	1460	80	5.7	7.5	Y132M-4	5.8	85
	48.9	9.5							
	61.1	8.7							
IS150-125-250	36.1	22	1460	81	13.45	18.5	Y180M-4	5.8	120
	55.6	20							
	69.4	18							

续表

型号	流量 Q (L/s)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	效率 $\eta$ (%)	轴功率 N (kW)	配套动力		允许吸程 H <sub>s</sub> (m)	重量 (kg)
						功率 (kW)	型号		
IS150-125-250A	31.9	17	1460	79	9.1	15	Y160L-4	5.8	120
	48.9	15							
	61.1	13							
IS150-125-315	36.1	35	1460	78	22.1	30	Y200L-4	5.8	140
	55.6	32							
	69.4	28							
IS150-125-315A	31.9	27	1460	76	15.1	22	Y180L-4	5.8	140
	48.9	24							
	61.1	22							
IS150-125-400	36.1	55	1460	74	36.8	45	Y225M-4	5.8	160
	55.6	50							
	69.4	45							
IS150-125-400A	31.9	42	1460	72	25.3	37	Y225S-4	5.8	160
	48.9	38							
	61.1	35							
IS200-150-200	63.9	14	1460	85	12.6	18.5	Y180M-4	4.5	135
	87.5	12.5							
	105.6	11							
IS200-150-200A	58.3	10.5	1460	82	8.84	15	Y160L-4	4.5	135
	77.8	9.5							
	94.4	8.7							
IS200-150-250	63.9	22	1460	85	20.2	30	Y200L-4	4.5	160
	87.5	20							
	105.6	18							
IS200-150-250A	58.3	17	1460	83	13.8	18.5	Y180M-4	4.5	160
	77.8	15							
	94.4	13							
IS200-150-315	63.9	35	1460	83	33.1	45	Y225M-4	4.5	190
	87.5	32							
	105.6	28							
IS200-150-315A	58.3	27	1460	81	22.6	37	Y225S-4	4.5	190
	77.8	24							
	94.4	22							
IS200-150-400	63.9	55	1460	80	53.6	75	Y280S-4	4.5	215
	87.5	50							
	105.6	45							
IS200-150-400A	58.3	42	1460	78	37.2	55	Y250M-4	4.5	215
	77.8	38							
	94.4	35							

### 3. IS 型泵外形及安装尺寸

IS 型泵的外形及安装尺寸，见图 10-1 和表 10-2。

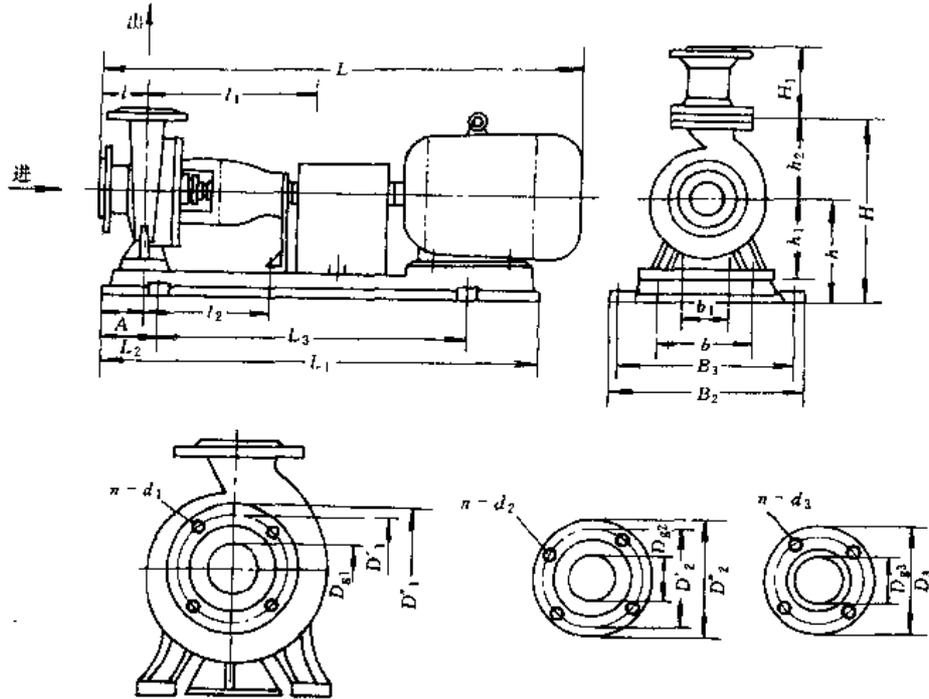
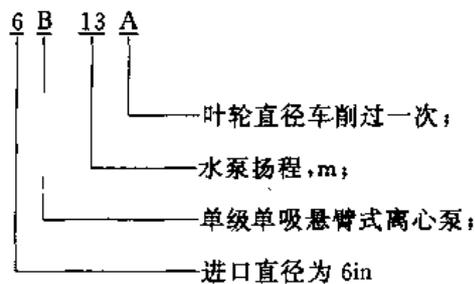


图 10-1 IS 型泵外形及安装尺寸

#### (二) B 型泵

IS 型泵目前生产厂家不多，现尚保留部分 B 型泵，供参考。

##### 1. 型号意义



##### 2. 性能

B 型泵性能见表 10-3。

##### 3. B 型泵外形及安装尺寸

B 型泵外形与安装尺寸见图 10-2 和表 10-4。

#### (三) S、Sh 型泵

S、Sh 型泵是单级双吸泵壳中开式离心泵。

表 10-2

IS 型 泵 外 形

型 号	泵外形尺寸 (mm)							安 装 尺 寸						
	<i>b</i>	<i>b</i> <sub>1</sub>	<i>h</i> <sub>1</sub>	<i>h</i> <sub>2</sub>	<i>l</i>	<i>l</i> <sub>1</sub>	<i>l</i> <sub>2</sub>	<i>A</i>	<i>B</i> <sub>2</sub>	<i>B</i> <sub>3</sub>	<i>H</i> <sub>1</sub>	<i>h</i>	<i>L</i>	<i>L</i> <sub>1</sub>
IS100-80-106	190	110	132	160	100	385	285	80	450	400	120	202	1060	930
IS100-80-106A	190	110	132	160	100	385	285	70	390	350	120	202	985	870
IS100-80-125	212	110	160	180	100	385	285	80	490 (390)	440 (350)	120	230	1185 (895)	1045 (830)
IS100-80-125A	212	110	160	180	100	385	285	(180)	450 (390)	400 (350)	120	230	1060 (870)	930 (830)
IS100-80-160	212	110	160	200	100	500	370	85	540	490	120	260	1300	1170
IS100-80-160A	212	110	160	200	100	500	370	85	540	490	120	260	1300	1170
IS100-65-200	250	110	180	225	100	500	370	85	540	490	200	280	1410	1250
IS100-65-200A	250	110	180	225	100	500	370	85	540	490	200	280	1385	1250
IS100-65-250	280	110	200	250	125	500	370	105	610	550	200	320	1540	1355
IS100-65-250A	280	110	200	250	125	500	370	105	610	550	200	320	1540	1355
IS100-65-315	315	110	225	280	125	530	370	105	730	670	200	400	1795	1635
IS100-65-315A	315	110	225	280	125	530	370	105	660	600	200	370	1725	1520
IS100-65-315B	315	110	225	280	125	530	370	105	660	600	200	345	1610	1470
IS100-100-125	(212)	110	(160)	(180)	(100)	(385)	(285)	(80)	(390)	(350)	—	(230)	(965)	(880)
IS100-100-125A	(212)	110	(160)	(180)	(100)	(385)	(285)	(80)	(390)	(350)	—	(230)	(920)	(880)
IS100-100-160	(212)	110	(160)	(200)	(100)	(385)	(285)	(80)	(390)	(350)	—	(230)	(985)	(880)
IS100-100-160A	(212)	110	(160)	(200)	(100)	(385)	(285)	(80)	(390)	(350)	—	(230)	(985)	(880)
IS100-80-160	212	110	160	200	(100)	385	285	(80)	(390)	(350)	12C	(230)	965	(880)
IS100-80-160	212	110	160	200	(100)	385	285	(80)	(390)	(350)	120	(230)	920	(880)
IS100-65-200	250	110	180	225	(100)	385	285	(80)	450	400	200	250	965	(880)
IS100-65-200A	250	110	180	225	(100)	385	285	(80)	450	400	200	250	965	(880)
IS150-125-160	(280)	110	(200)	(280)	(140)	(500)	(370)	(105)	(540)	(490)	(150)	(300)	(1295)	(1155)
IS150-125-160A	(280)	110	(200)	(280)	(140)	(500)	(370)	(105)	(540)	(490)	(150)	(300)	(1255)	(1115)
IS150-125-200	280	110	(200)	(280)	(140)	(500)	(370)	(105)	(540)	(490)	150	(300)	(1380)	(1230)
IS150-125-200A	280	110	(200)	(280)	(140)	(500)	(370)	(105)	(540)	(490)	150	(300)	(1295)	(1155)
IS150-125-250	315	110	(250)	(355)	(140)	(530)	(370)	(105)	(610)	(550)	150	(370)	(1480)	(1320)
IS150-125-250A	(315)	110	(250)	(355)	140	(530)	370	(105)	(610)	(550)	150	(370)	(1455)	(1320)
IS150-125-315	(400)	110	(280)	(355)	140	530	370	130	660	600	150	(400)	(1585)	(1500)
IS150-125-315A	(400)	110	(280)	(355)	140	530	370	130	660	600	150	(400)	(1520)	(1500)
IS150-125-400	(400)	110	(315)	(400)	140	530	370	130	660	600	150	(435)	(1655)	(1525)
IS150-125-400A	(400)	110	(315)	(400)	140	530	370	130	660	600	150	(435)	(1630)	(1500)
IS150-100-250	315	110	250	355	140	530	370	130	660	600	200	400	1810	1590
IS150-100-250A	315	110	250	355	140	530	370	130	660	600	200	370	1740	1525
IS150-100-315	400	110	280	(355)	140	530	370	130	730	670	200	400	2000	1790

151

及 安 装 尺 寸

(mm)			进口法兰(mm)				出口法兰(mm)				吐出锥管(mm)			
$L_2$	$L_3$	4-d	$D_{g1}$	$D'_1$	$D''_1$	$n-d_1$	$D_{g2}$	$D'_2$	$D''_2$	$n-d_2$	$D_{g3}$	$D_3$	$n-d_3$	H
170	660	24	100	180	220	8-18	80	160	200	8-18	100	180	8-18	362
150	600	18.5	100	180	220	8-18	80	160	200	8-18	100	180	8-18	362
190 (150)	740 (600)	24 (18.5)	100	180	220	8-18	80	160	200	8-18	100	180	8-18	410
170 (150)	660 (600)	24 (18.5)	100	180	220	8-18	80	160	200	8-18	100	180	8-18	410
205	840	24	100	180	220	8-18	80	160	200	8-18	100	180	8-18	460
205	840	24	100	180	220	8-18	80	160	200	8-18	100	180	8-18	460
205	840	24	100	180	220	8-18	65	145	185	4-18	100	180	8-18	505
205	840	24	100	180	220	8-18	65	145	185	4-18	100	180	8-18	505
230	940	28	100	180	220	8-18	65	145	185	4-18	100	180	8-18	570
230	940	28	100	180	220	8-18	65	145	185	4-18	100	180	8-18	570
300	1200	28	100	180	220	8-18	65	145	185	4-18	100	180	8-18	680
270	1060	28	100	180	220	8-18	65	145	185	4-18	100	180	8-18	650
270	1060	28	100	180	220	8-18	65	145	185	4-18	100	180	8-18	625
(150)	(600)	(18.5)	100	180	220	8-18	(100)	(180)	(220)	(8-18)	100	180	8-18	(410)
(150)	(600)	(18.5)	100	180	220	8-18	(100)	(180)	(220)	(8-18)	100	180	8-18	(410)
(150)	(600)	(18.5)	100	180	220	8-18	(100)	(180)	(220)	(8-18)	100	180	8-18	430
(150)	(600)	(18.5)	100	180	220	8-18	(100)	(180)	(220)	(8-18)	100	180	8-18	430
(150)	(600)	(18.5)	100	180	220	8-18	80	160	200	8-18	100	180	8-18	430
(150)	(600)	(18.5)	100	180	220	8-18	80	160	200	8-18	100	180	8-18	430
170	660	(24)	100	180	220	8-18	65	145	185	4-18	100	180	8-18	475
170	660	(24)	100	180	220	8-18	65	145	185	4-18	100	180	8-18	475
(205)	(840)	(24)	(150)	(240)	(285)	(8-23)	(125)	(210)	(250)	(8-18)	(150)	(240)	(8-23)	(580)
(205)	(840)	(24)	(150)	(240)	(285)	(8-23)	(125)	(210)	(250)	(8-18)	(150)	(240)	(8-23)	(580)
(205)	(840)	(24)	(150)	(240)	(285)	(8-23)	(125)	(210)	(250)	(8-18)	(150)	(240)	(8-23)	(580)
(205)	(840)	(24)	(150)	(240)	(285)	(8-23)	(125)	(210)	(250)	(8-18)	(150)	(240)	(8-23)	(580)
(230)	(940)	(28)	(150)	(240)	(285)	(8-23)	(125)	(210)	(250)	(8-18)	(150)	(240)	(8-23)	(725)
(230)	(940)	28	(150)	(240)	(285)	8-23	(125)	(210)	(250)	(8-18)	150	240	8-23	(725)
270	1060	28	(150)	(240)	(285)	8-23	(125)	(210)	(250)	(8-18)	150	240	8-23	(755)
270	1060	28	(150)	(240)	(285)	8-23	(125)	(210)	(250)	(8-18)	150	240	8-23	(755)
270	1060	28	(150)	(240)	(285)	8-23	(125)	(210)	(250)	(8-18)	150	240	8-23	(835)
270	1060	28	(150)	(240)	(285)	8-23	(125)	(210)	(250)	(8-18)	150	240	8-23	(835)
270	1060	28	150	240	285	8-23	100	210	250	8-18	150	240	8-23	755
270	1060	28	150	240	285	8-23	100	210	250	8-18	150	240	8-23	725
300	1200	28	150	240	285	8-23	100	210	250	8-18	150	240	8-23	755

续表

(mm)			进口法兰 (mm)				出口法兰 (mm)				吐出接管 (mm)			
$L_2$	$L_3$	4-d	$D_{e1}$	$D'_{1}$	$D''_{1}$	$n-d_1$	$D_{e2}$	$D'_{2}$	$D''_{2}$	$n-d_2$	$D_{e3}$	$D_3$	$n-d_3$	H
300	1200	28	150	240	285	8-23	100	210	250	8-18	150	240	8-23	755
(230)	(940)	28	(200)	(295)	(340)	(12-23)	(150)	(240)	(285)	(8-23)	(200)	(295)	(12-23)	(775)
(230)	(940)	28	(200)	(295)	(340)	(12-23)	(150)	(240)	(285)	(8-23)	(200)	(295)	(12-23)	(775)
(270)	(1060)	28	(200)	(295)	(340)	(12-23)	(150)	(240)	(285)	(8-23)	(200)	(295)	(12-23)	(775)
(270)	(1060)	28	(200)	(295)	(340)	(12-23)	(150)	(240)	(285)	(8-23)	(200)	(295)	(12-23)	(775)
(300)	(1200)	28	(200)	(295)	(340)	(12-23)	(150)	(240)	(285)	(8-23)	(200)	(295)	(12-23)	(835)
(300)	(1200)	(28)	(200)	(295)	(340)	(12-23)	(150)	(240)	(285)	(8-23)	(200)	(295)	(12-23)	(885)
(300)	(1200)	(28)	(200)	(295)	(340)	(12-23)	(150)	(240)	(285)	(8-23)	(200)	(295)	(12-23)	(885)
(300)	(1200)	(28)	(200)	(295)	(340)	(12-23)	(150)	(240)	(285)	(8-23)	(200)	(295)	(12-23)	(885)

时的尺寸。

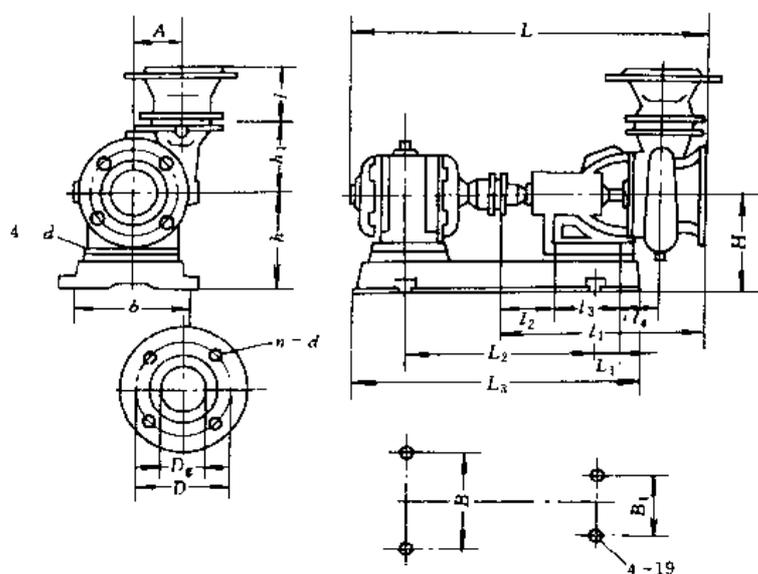


图 10-2 B型泵外形及安装尺寸

### 1. 型号意义

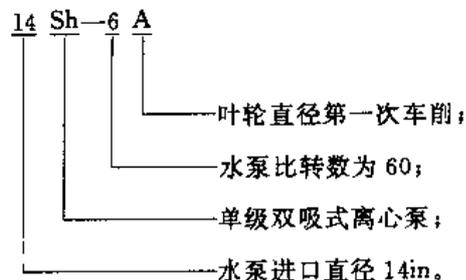
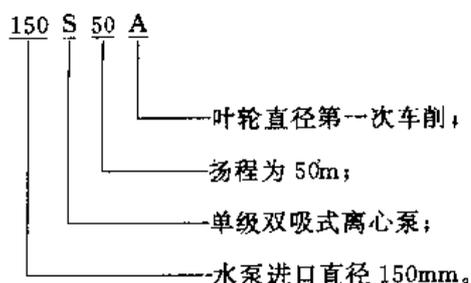


表 10-4

B 型 泵 外 形

型 号	泵 外 形 尺 寸 (mm)										安 装 尺 寸		
	$l$	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_4$	$b$	$h$	$h_1$	$A$	$4-d$	$L$	$L_1$	$L_2$
4B15	100	413	98	125	82	130	135	150	98	14	894	62	411
4B15A	100	413	98	125	82	130	135	150	98	14	838	62	381
6B33	220	626	160	220	116	260	257	260	200	18	1428	110	702
6B33A	220	626	160	220	116	260	257	260	200	18	1404	110	690
6B33B	220	626	160	220	116	260	257	260	200	18		110	
6B13	110	583	131	190	122	225	225	220	164	18	1177	95	536
6B13A	110	583	131	190	122	225	225	220	164	18	1143	95	519
8B18A	220	669	160	220	121	260	270	280	200	18	1347	110	626

## 2. 性能

S 型泵的部分性能见表 10-5；Sh 型泵的部分性能见表 10-6。

## 3. 泵外形及安装尺寸

S 型泵有配带底盘和不配带底盘两种。配带底盘的泵外形及安装尺寸见图 10-3 和表 10-7。不配带底盘的泵外形及安装尺寸见图 10-4 和表 10-8。

Sh 型泵也有配带底盘和不配带底盘两种。配带底盘的泵外形及安装尺寸见图 10-5 和表 10-9，不配带底盘的泵外形及安装尺寸见图 10-6 和表 10-10。

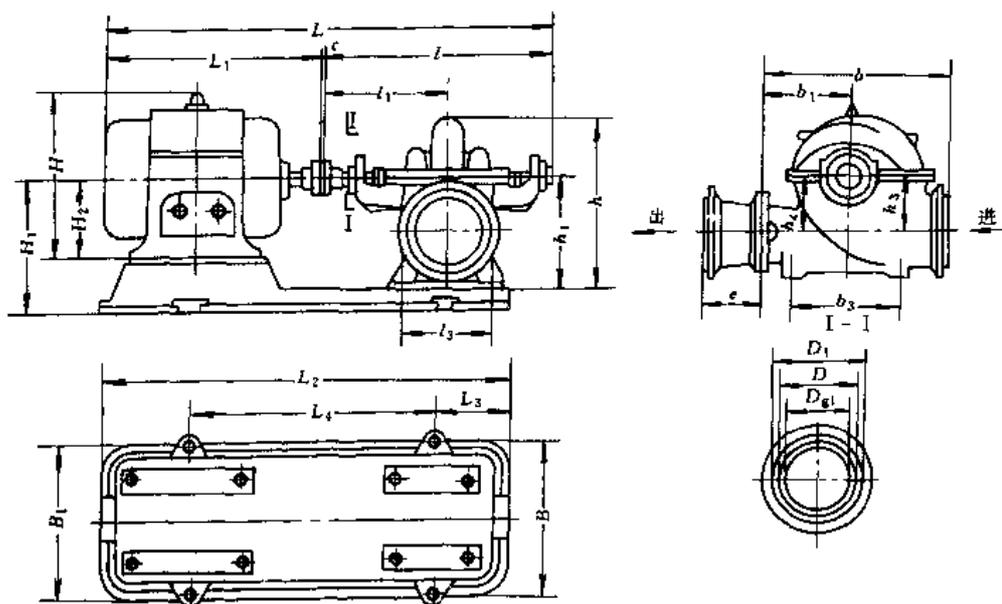


图 10-3 S 型泵配带底盘的外形及安装尺寸图

及 安 装 尺 寸

(mm)				进口法兰 (mm)			出口法兰 (mm)			吐出锥管 (mm)			电机型号
$L_3$	$B$	$B_1$	$H$	$D_g$	$D$	$n-d$	$D_g$	$D$	$n-d$	$D_g$	$D$	$n-d$	
651	330	220	192	100	170	4-18	80	150	4-18	100	180	8-18	JO <sub>2</sub> -41-2
612	300	220	172	100	170	4-18	80	150	4-18	100	180	8-18	JO <sub>2</sub> -32-2
1113	510	390	315	150	225	8-18	100	170	4-18	150	240	8-23	JO <sub>2</sub> -72-4
1068	510	390	315	150	225	8-18	100	170	4-18	150	240	8-23	JO <sub>2</sub> -71-4
	510	390	315	150	225	8-18	100	170	4-18	150	240	8-23	JO <sub>2</sub> -62-4
865	390	390	260	150	225	8-18	125	200	8-18	150	240	8-23	JO <sub>2</sub> -52-4
833	390	390	260	150	225	8-18	125	200	8-18	150	240	8-23	JO <sub>2</sub> -51-4
1003	435	390	290	200	280	8-18	150	225	8-18	200	295	8-23	JO <sub>2</sub> -62-4

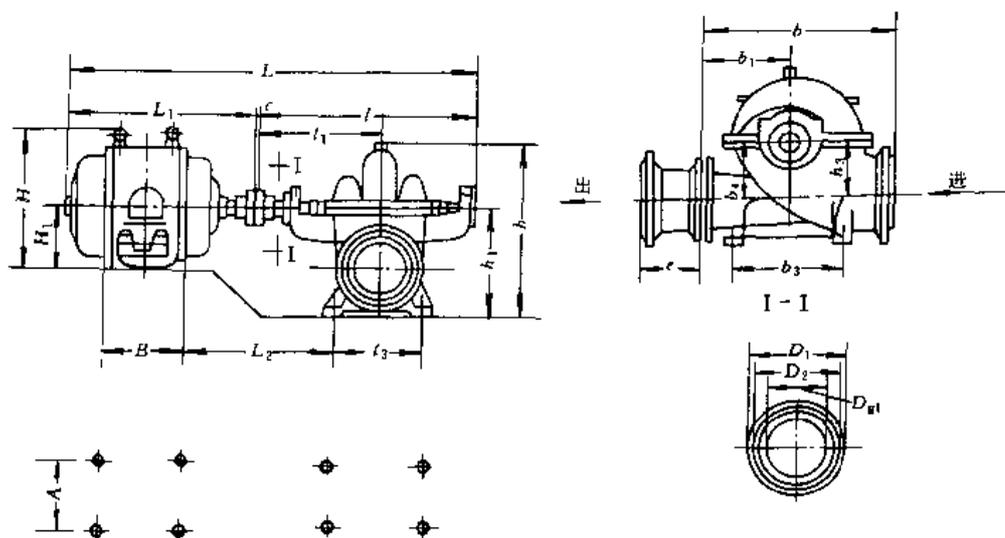


图 10-4 S 型泵不配带底盘的外形及安装尺寸图

表 10-5

S 型泵性能表

型 号	流量 $Q$ (L/s)	扬程 $H$ (m)	转速 $n$ (r/min)	效率 $\eta$ (%)	轴功率 $N$ (kW)	配套功率 (kW)	允许吸程 $H_s$ (m)	叶轮直径 (mm)	重量 (kg)
150S50	36.2	52	2950	72.9	25.3	40	5.5	206	130
	44.5	50		79	27.6				
	61.2	32		77	31.3				
150S50A	31	43.8	2950	72	18.5	30	5.5	185	130
	39	39		75	19.9				
	50	35		70	24.5				
150S50B	30	38	2950	72.5	16	22	5.5	170	130
	40	35		78	18.5				
	50	28		74	20				
150S78	35	84	2950	72	40	55	5.5	245	140
	44.5	78		74	46				
	55	70		72	52.4				

续表

型 号	流量 $Q$ (L/s)	扬程 $H$ (m)	转速 $n$ (r/min)	效率 $\eta$ (%)	轴功率 $N$ (kW)	配套功率 (kW)	允许吸程 $H_s$ (m)	叶轮直径 (mm)	重量 (kg)
150S78A	31	57	2950	68	30	40	5.5	223	140
	39	50		72	31.9				
	50	50		70	38.5				
150S100	41.6	102	2950	72	54	75	5.5	270	145
	44.5	100		78	55.9				
	50	97		76	59.5				
200S42	60	49.2	2950	81	34.8	55	5.0	204	180
	78	42		85	37.8				
	95	35		81	40.2				
200S42A	55	43	2950	76	30.5	40	5.0	193	180
	75	36		80	33.1				
	86	31		76	34.4				
200S63	60	69	2950	73.7	55.1	75	5.0	235	230
	78	63		81	59.4				
	97.5	50		70.5	67.8				
200S63A	50	54.5	2950	65	41	55	5.0	210	230
	68	48		77	41.6				
	90	37.5		65	51				
250S14	100	17.5	1450	80	21.4	30	6.2	245	320
	134.5	14		85	21.7				
	160	11		78	22.1				
250S14A	89	13.7	1450	78	15.4	22	6.2	218	320
	120	11		82	15.8				
	140	8.6		75	15.8				
250S24	100	27	1450	80	33.1	55	6.2	296	370
	134.5	24		86	36.8				
	160	19		82	36.4				
250S24A	95	22.2	1450	80	25.8	40	6.2	270	370
	115	20.3		83	27.6				
	134	17.4		80	28.6				
250S65	100	71	1450	75	92.8	132	6.2	450	380
	134.5	65		79	108.5				
	170	56		72	129.6				
250S65A	95	61	1450	74	76.8	112	6.2	400	380
	130	54		77	89.4				
	150	50		75	98				

续表

型 号	流量 $Q$ (L/s)	扬程 $H$ (m)	转速 $n$ (r/min)	效率 $\eta$ (%)	轴功率 $N$ (kW)	配套功率 (kW)	允许吸程 $H_s$ (m)	叶轮直径 (mm)	重量 (kg)
300S12	170	14.5	1450	80	30.2	40	5.2	251	660
	219	12		83	31.1				
	250	10		74	33.1				
300S19	170	22	1450	80	45.9	55	5.2	290	487
	219	19		87	46.9				
	260	14		75	47.6				
300S32	170	38	1450	83	76.2	100	5.2	352	709
	219	32		87	79				
	250	28		80	86				
300S58	160	65	1450	75	136	190	5.2	445	809
	219	58		84	148.5				
	270	50		80	165.5				
300S90	164	93	1450	74	202	320	5.5	540	840
	219	90		80	242				
	260	82		75	279				
350S16	270	20	1450	83	64	75	4.5	290	760
	350	16		86	64				
	400	13.4		74	71				
350S26	270	32	1450	85	99.7	112	4.5	340	875
	350	26		88	101.5				
	400	22		82	105				
350S44	270	50	1450	81	164	220	4.5	410	1105
	350	44		87	177.6				
	410	37		79	189				
350S44A	240	41	1450	80	121	160	4.5	380	1105
	310	36		84	131				
	370	30		80	136				
350S75	270	80	1450	78	271	360	4.5	500	1200
	350	75		85	304				
	400	65		80	319				
350S75A	250	70	1450	78	220	280	4.5	465	1200
	325	65		84	247				
	370	56		79	257				
350S125	236	140	1450	70	462	680	4.5	655	1580
	350	125		81	531				
	461	100		72.5	623				
350S125A	223	125	1450	70	391	570	4.5	620	1580
	328	112		78	462				
	436	90		70	550				

表 10-6

Sh 型泵性能表

型 号	流量 $Q$ (L/s)	扬程 $H$ (m)	转速 $n$ (r/min)	效率 $\eta$ (%)	轴功率 $N$ (kW)	配套功率 (kW)	允许吸程 $H_s$ (m)	叶轮直径 (mm)	重量 (kg)
8Sh-13	60	48	2950	81	34.9	55	3.6	204	219
	80	41.3		85	38.1				
	95	35		81	40.2				
8Sh-13A	55	43	2950	76	30.5	40	4.2	193	219
	75	36		80	33.1				
	86	31		76	34.4				
10Sh-9	100	42.5	1470	75	55.5	75	6.0	367	428
	135	38.5		81	63				
	170	32.5		79	68.7				
10Sh-9A	90	35.5	1470	74	42.4	55	6.0	338	428
	130	30.5		79	49.3				
	160	25		77	51				
10Sh-13	100	27	1470	80	33.1	55	6.0	296	420
	135	23.5		86	36.2				
	160	19		82	36.4				
10Sh-13A	95	22.2	1470	80	25.8	40	6.0	270	420
	115	20.3		83	27.6				
	134	17.4		80	28.6				
12Sh-6	164	98	1470	74	213	300	4.5	540	857
	220	90		77.5	250				
	260	82		75	279				
12Sh-6A	160	86	1470	71	190	260	4.7	510	857
	210	78		74	217				
	255	70		71	246				
12Sh-6B	150	72	1470	70	151	230	4.9	475	857
	200	67		73	180				
	250	57		70	200				
12Sh-9	160	65	1470	80	127.5	190	4.5	435	809
	220	58		83.5	150				
	270	50		79	167.5				
12Sh-13	170	38	1470	83	76.2	100	4.5	352	709
	220	32.2		85.5	80.3				
	250	28		80	86				
12Sh-13A	153	31	1470	80	58.1	75	4.5	322	709
	200	26		84	60.7				
	225	24		78	68				
12Sh-19	170	23	1470	80	47.9	55	4.5	265	660
	220	19.4		82	51				
	260	14		75	47.6				

续表

型 号	流量 $Q$ (L/s)	扬程 $H$ (m)	转速 $n$ (r/min)	效率 $\eta$ (%)	轴功率 $N$ (kW)	配套功率 (kW)	允许吸程 $H_s$ (m)	叶轮直径 (mm)	重量 (kg)
20Sh—9A	390	58	970	74	300	380	4.0	640	2740
	530	50		75	347				
	630	42		72	360				
20Sh—13	430	40	970	82	206	280	4.0	550	2420
	560	35.1		88	219				
	670	30		80	246.5				
20Sh—13A	400	34	970	85	186	220	4.0	510	2420
	520	31							
	619	26							
20Sh—19	450	27	970	75	159	185	4.0	465	2010
	560	22		84	144				
	650	15		76	126				
20Sh—19A	360	23	970	73	111	130	4.0	427	2000
	520	17		80	108				
	560	14		76	101				
20Sh—28	450	15.2	970	77	87	115	4.0	390	2000
	560	12.8		80	88				
	646	10.6		77	87.4				
24Sh—13	695	56	970	83	460	520	2.5	630	3850
	880	47.4		88	465				
	972	38		80	426				
24Sh—19	700	37	970	83	306	380	2.5	540	2550
	880	32		88	314				
	1100	22		83	286				
24Sh—19A	640	31.5	970	84	235	280	2.5	500	2550
	800	27		86	246				
	1000	20		85	231				
24Sh—19B	650	23.5	970	77.5	193	240	2.5	470	2550
	800	21		82.5	200				
	950	18		79.5	210				
24Sh—19C	650	17.5	970	77	145	185	2.5	430	2550
	800	15.5		82	148				
	950	13		78.5	154				
32Sh—19	1305	35	730	78	575	625	3.5	740	4557
	1530	32.5		84	580				
	1795	25.4		80.4	567				

表 10-7

S 型泵外形及安装

水泵型号	电机型号	泵外形尺寸 (mm)												安			
		<i>l</i>	<i>l</i> <sub>1</sub>	<i>l</i> <sub>2</sub>	<i>b</i>	<i>b</i> <sub>1</sub>	<i>b</i> <sub>2</sub>	<i>h</i>	<i>h</i> <sub>1</sub>	<i>h</i> <sub>2</sub>	<i>h</i> <sub>3</sub>	<i>h</i> <sub>4</sub>	4- <i>d</i>	<i>e</i>	<i>L</i>	<i>L</i> <sub>1</sub>	<i>L</i> <sub>2</sub>
150S50	Y200L <sub>2</sub> -2	713.5	397	280	550	250	280	455	285	140	140	18	300	1492.5	775	1212.5	215
	JO <sub>2</sub> -82-2	626	335	200	450	200	110	445	270	130	140	—	300	1565	928	1302	150
		704.5	388	250	550	250	250	445	285	140	140	18	300	1628.5	920	1345	196
150S50A	Y200L <sub>1</sub> -2	713.5	397	280	550	250	280	455	285	140	140	18	300	1492.5	775	1212.5	215
	JO <sub>2</sub> -72-2	626	335	200	450	200	110	455	270	130	140	—	300	1403	766	1185	150
		704.5	388	250	550	250	250	455	285	140	140	18	300	1466.5	758	1245	196
150S50B	JO <sub>2</sub> -71-2	626	335	200	450	200	110	445	270	130	140	—	300	1377	740	1185	150
150S78	Y250M-2	713.5	397	280	550	250	280	472.5	285	140	155	18	300	1647.5	930	1382	221
	JO <sub>2</sub> -91-2	704.5	388	250	550	250	250	472.5	285	140	155	18	300	1698.5	990	1392	196
150S78A	Y250M-2	713.5	397	280	550	250	280	472.5	285	140	155	18	300	1532.5	815	1273.5	211
	JO <sub>2</sub> -82-2	704.5	388	250	550	250	250	472.5	285	140	155	18	300	1628.5	920	1345	196
200S42	JO <sub>2</sub> -91-2	744.5	410	250	620	300	250	547	355	170	170	18	375	1738.5	990	1423	196
200S42A	JO <sub>2</sub> -82-2	744.5	410	250	620	300	250	547	355	170	170	18	375	1668.5	920	1372	196
200S63	Y280S-2	743.5	409	280	620	300	280	549	355	170	170	18	350	1747.5	1000	1456.5	211
	JO <sub>2</sub> -92-2	744.5	410	250	620	300	250	549	355	170	170	18	375	1788.5	1040	1473	196
200S63A	Y250M-2	743.5	409	280	620	300	285	549	355	170	170	18	350	1677.5	930	1382	221
	JO <sub>2</sub> -91-2	744.5	410	250	620	300	250	549	355	170	170	18	375	1738.5	990	1423	196
250S14	Y200L-4	892.5	485	350	745	330	450	709	450	210	215	27	300	1677.5	775	1414.5	260
	JO <sub>2</sub> -72-4	892.5	485	350	745	330	400	709	450	210	215	27	300	1654.5	758	1408	245
250S14A	Y180M-4	892.5	485	350	745	330	450	709	450	210	215	27	300	1566.5	670	1308	245
	JO <sub>2</sub> -71-4	892.5	485	350	745	330	400	709	450	210	215	27	300	1628.5	732	1383	245
250S24	JO <sub>2</sub> -91-4	923.5	502	350	850	400	400	738	450	230	230	27	300	1917.5	990	1635	245
250S24A	JO <sub>2</sub> -82-4	923.5	502	350	850	400	400	738	450	230	230	27	300	1847.5	920	1525	245
300S12	Y225S-4	1008.5	552	450	1000	500	550	808	510	265	265	27	—	1832.5	820	1565	305

水泵型号	电机型号	泵外形尺寸 (mm)													安			
		<i>l</i>	<i>l</i> <sub>1</sub>	<i>l</i> <sub>3</sub>	<i>b</i>	<i>b</i> <sub>1</sub>	<i>b</i> <sub>3</sub>	<i>h</i>	<i>h</i> <sub>1</sub>	<i>h</i> <sub>3</sub>	<i>h</i> <sub>4</sub>	4- <i>d</i>	<i>e</i>	<i>L</i>	<i>L</i> <sub>1</sub>	<i>L</i> <sub>2</sub>	<i>L</i> <sub>3</sub>	
300S12	JO <sub>2</sub> -82-4	958.5	517	450	1000	500	450	808	510	256	265	27	—	1882.5	920	1612	307	
300S19	Y250M-4	978.5	537	450	900	400	550	808	510	250	260	27	300	1912.5	930	1632	305	
	JO <sub>2</sub> -91-4	958.5	517	450	900	400	450	803	510	250	260	27	300	1952.5	990	1652	307	
300S32	JO <sub>2</sub> -93-4	1127	625	—	—	—	760	—	620	260	272	—	—	2172	1040	1740	—	
		1062.5	574	450	880	410	450	824	510	260	270	27	300	2106.5	1040	1770	307	

表 10-8

S 型泵外形及安装

水泵型号	电机型号	泵外形尺寸 (mm)													安		
		<i>l</i>	<i>l</i> <sub>1</sub>	<i>l</i> <sub>3</sub>	<i>b</i>	<i>b</i> <sub>1</sub>	<i>b</i> <sub>3</sub>	<i>h</i>	<i>h</i> <sub>1</sub>	<i>h</i> <sub>3</sub>	<i>h</i> <sub>4</sub>	4- <i>d</i>	<i>e</i>	<i>L</i>	<i>L</i> <sub>1</sub>	<i>L</i> <sub>2</sub>	
150S50	JO <sub>2</sub> -82-2	626	335	200	450	200	110	445	270	130	140	18	300	1565	920	560	
150S50A	JO <sub>2</sub> -72-2	626	335	200	450	200	110	445	270	130	140	18	300	1430	800	526	
150S50B	JO <sub>2</sub> -71-2	626	335	200	450	200	110	445	270	130	140	18	300	1405	773	514	
200S63	Y280S-2	743.5	409	280	620	300	280	549	355	170	170	18	350	1747.5	1000	603	
200S63A	Y250M-2	743.5	409	280	620	300	280	549	355	170	170	18	350	1677.5	930	581	
250S65	JS-115-4	1100.5	612	450	880	400	550	856	510	240	300	27	500	2384.5	1280	851	
	JR-115-4	1100.5	612	450	880	400	550	856	510	240	300	27	500	2824.5	1720	851	
	JS-115-4	952	532	360	900	450	450	786	450	220	290	27	500	2237	1280	817	
	JR-115-4	952	532	360	900	450	450	786	450	220	290	27	500	2677	1720	817	
	JS <sub>2</sub> -355S <sub>2</sub> -4	1046.5	581	350	850	400	400	796	450	240	300	27	500	2250.5	1200	834	
	JR <sub>2</sub> -355S <sub>2</sub> -4	1046.5	581	350	850	400	400	796	450	240	300	27	500	2740.5	1690	834	
250S65A	Y280M-4	1100.5	612	450	880	400	550	856	510	240	300	27	500	2154.5	1050	721	
	JR-114-4	952	532	360	900	450	450	786	450	220	290	27	500	2577	1620	817	
	JS-114-4	952	532	360	900	450	450	786	450	220	290	27	500	2132	1180	817	
	JS <sub>2</sub> -355S <sub>1</sub> -4	1046.5	581	350	850	400	400	796	450	240	300	27	500	2250.5	1200	834	
	JR <sub>2</sub> -355S <sub>1</sub> -4	1046.5	581	350	850	400	400	796	450	240	300	27	500	2740.5	1690	834	

续表

装 尺 寸 (mm)								进口法兰 (mm)				出口法兰 (mm)				吐出锥管 (mm)			
$L_4$	$B$	$B_1$	$H$	$H_1$	$H_2$	$C$	$4-d_2$	$D_{g1}$	$D, D_2$	$D_1$	$n-d_1$	$D_{g1}$	$D$	$D_1$	$n-d_1$	$D_{g1}$	$D$	$D_1$	$n-d$
1003.5	745	705	560	630	250	4	25	300	400	440	12-23	300	400	440	12-23	—	—	—	—
1024	775	700	575	630	250	4	30	300	400	440	12-23	250	350	390	12-23	300	400	440	12-23
1035	760	760	630	630	280	4	25	300	400	440	12-23	250	350	390	12-23	300	400	440	12-23
—	—	—	—	—	—	5	—	300	400	440	12-23	250	350	390	12-23	300	400	440	12-23
1117.5	750	750	630	630	280	4	25	300	400	440	12-23	250	350	390	12-23	300	400	440	12-23

尺寸 (不配带底盘)

装 尺 寸 (mm)						进口法兰 (mm)				出口法兰 (mm)				吐出锥管 (mm)			
$H$	$H_1$	$B$	$A$	$C$	$4-d_2$	$D_{g1}$	$D, D_2$	$D_1$	$n-d_1$	$D_{g1}$	$D$	$D_1$	$n-d_1$	$D_{g1}$	$D$	$D_1$	$n-d$
560	250	349	406	3	25	150	240	280	8-23	100	180	215	8-18	150	240	280	8-23
505	225	311	356	3	20	150	240	280	8-23	100	180	215	8-18	150	240	280	8-23
505	225	286	356	3	20	150	240	280	8-23	100	180	215	8-18	150	240	280	8-23
640	280	368	457	4	24	200	295	335	8-23	150	240	280	8-23	200	295	335	8-23
575	250	349	406	4	24	200	295	335	8-23	150	240	280	8-23	200	295	335	8-23
855	375	590	620	4	26	250	350	390	12-23	150	240	280	8-23	250	350	390	12-23
855	375	590	620	4	26	250	350	390	12-23	150	240	280	8-23	250	350	390	12-23
875	375	590	620	5	26	250	350	390	12-23	150	240	280	8-23	250	350	390	12-23
875	375	590	620	5	26	250	350	390	12-23	150	240	280	8-23	250	350	390	12-23
850	355	500	610	4	30	250	350	390	12-23	150	240	280	8-23	250	350	390	12-23
850	355	500	610	4	30	250	350	390	12-23	150	240	280	8-23	250	350	390	12-23
640	280	419	457	4	24	250	350	390	12-23	150	240	280	8-23	250	350	390	12-23
875	375	490	620	5	26	250	350	390	12-23	150	240	280	8-23	250	350	390	12-23
875	375	490	620	5	26	250	350	390	12-23	150	240	280	8-23	250	350	390	12-23
850	355	500	610	4	30	250	350	390	12-23	150	240	280	8-23	250	350	390	12-23
850	355	500	610	4	30	250	350	390	12-23	150	240	280	8-23	250	350	390	12-23

水泵型号	电机型号	泵外形尺寸 (mm)												安		
		<i>l</i>	<i>l</i> <sub>1</sub>	<i>l</i> <sub>3</sub>	<i>b</i>	<i>b</i> <sub>1</sub>	<i>b</i> <sub>3</sub>	<i>h</i>	<i>h</i> <sub>1</sub>	<i>h</i> <sub>3</sub>	<i>h</i> <sub>4</sub>	4-- <i>d</i>	<i>e</i>	<i>L</i>	<i>L</i> <sub>1</sub>	<i>L</i> <sub>2</sub>
300S58	JS-117-4	1139.5	630	450	1070	530	550	852	510	240	310	27	300	2474.5	1330	870
	JR-117-4	1139.5	630	450	1070	530	550	852	510	240	310	27	300	2914.5	1770	870
	JS <sub>2</sub> -355M <sub>2</sub> -4	1138.5	615	450	1070	530	450	830	510	250	310	27	300	2402.5	1260	818
	JR <sub>2</sub> -355M <sub>2</sub> -4	1138.5	615	450	1070	530	450	830	510	250	310	27	300	2892.5	1750	818
300S90	JS <sub>2</sub> -400M <sub>2</sub> -4	1188.5	664	520	1046	470	450	898	510	268	325	27	500	2593.5	1400	934
	JR <sub>2</sub> -400M <sub>2</sub> -4	1188.5	664	520	1046	470	450	898	510	268	325	27	500	3073.5	1880	934
350S16	Y280S-4	1128.5	622	500	1168	584	600	970	620	310	310	34	—	2132.5	1000	706
	JO <sub>2</sub> -92-4	1128.5	622	500	1168	584	600	970	620	310	310	34	—	2172.5	1040	706
350S26	JS-115-4	1170.5	642	500	1040	460	600	963	620	290	300	34	300	2454.5	1280	856
	JR-115-4	1170.5	642	500	1040	460	600	963	620	290	300	34	300	2894.5	1720	856
	JS <sub>2</sub> -355S <sub>1</sub> -4	1170.5	642	500	1040	460	600	963	620	290	300	34	300	2374.5	1200	820
	JR <sub>2</sub> -355S <sub>1</sub> -4	1170.5	642	500	1040	460	600	963	620	290	300	34	300	2864.5	1690	820
350S44	JS <sub>2</sub> -400S <sub>1</sub> -4	1252.5	695	500	1080	510	600	980	620	300	300	34	300	2587.5	1330	940
	JR <sub>2</sub> -400S <sub>1</sub> -4	1252.5	695	500	1080	510	600	980	620	300	300	34	300	3067.5	1810	940
350S44A	JS <sub>2</sub> -355M <sub>1</sub> -4	1252.5	695	500	1080	510	600	980	620	300	300	34	300	2517.5	1200	874
	JR <sub>2</sub> -355M <sub>1</sub> -4	1252.5	695	500	1080	510	600	980	620	300	300	34	300	3007.5	1750	874
350S75	JSQ-147-4	1261.5	700	500	1250	600	600	1017	620	274	356	34	500	3031.5	1765	1020
	JRQ-147-4	1261.5	700	500	1250	600	600	1017	620	274	356	34	500	3466.5	2200	1020
350S75A	JS <sub>2</sub> -400M <sub>1</sub> -4	1261.5	700	500	1250	600	600	1017	620	274	356	34	500	2666.5	1400	945
	JR <sub>2</sub> -400M <sub>1</sub> -4	1261.5	700	500	1250	600	600	1017	620	274	356	34	500	3146.5	1880	945
350S125	JSQ-158-4	1449.5	827	500	1210	550	600	1080	620	330	410	34	750	3356.5	1900	1124
	JRQ-158-4	1449.5	827	500	1210	550	600	1080	620	330	410	34	750	3771.5	2315	1124
350S125A	JSQ-148-4	1449.5	827	500	1210	550	600	1080	620	330	410	34	750	3221.5	1765	1149
	JRQ-148-4	1449.5	827	500	1210	550	600	1080	620	330	410	34	750	3656.5	2200	1149

续表

装 尺 寸 (mm)						进口法兰 (mm)				出口法兰 (mm)				吐出锥管 (mm)			
H	H <sub>1</sub>	B	A	C	4-d <sub>2</sub>	D <sub>g1</sub>	D、D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>	n-d <sub>1</sub>	D <sub>g1</sub>	D	D <sub>1</sub>	n-d <sub>1</sub>	D <sub>g1</sub>	D	D <sub>1</sub>	n-d
855	375	640	620	4	26	300	400	440	12-23	250	350	390	12-23	300	400	440	12-23
855	375	640	620	4	26	300	400	440	12-23	250	350	390	12-23	300	400	440	12-23
850	355	560	610	4	30	300	400	440	12-23	250	350	390	12-23	300	400	440	12-23
850	355	560	610	4	30	300	400	440	12-23	250	350	390	12-23	300	400	440	12-23
960	400	630	686	5	36	300	400	440	12-23	200	295	335	8-23	300	400	440	12-23
960	400	630	686	5	36	300	400	440	12-23	200	295	335	8-23	300	400	440	12-23
640	280	368	457	4	24	350	460	500	16-23	350	460	500	16-23	—	—	—	—
630	280	419	457	4	25	350	460	500	16-23	350	460	500	16-23	—	—	—	—
855	375	590	620	4	26	350	460	500	16-23	300	400	440	12-23	350	460	500	16-23
855	375	590	620	4	26	350	460	500	16-23	300	400	440	12-23	350	460	500	16-23
850	355	500	610	4	30	350	460	500	16-23	300	400	440	12-23	350	460	500	16-23
850	355	500	610	4	30	350	460	500	16-23	300	400	440	12-23	350	460	500	16-23
960	400	560	686	5	36	350	460	500	16-23	300	400	440	12-23	350	460	500	16-25
960	400	560	686	5	36	350	460	500	16-23	300	400	440	12-23	350	460	500	16-25
850	355	560	610	5	30	350	460	500	16-23	300	400	440	12-23	350	460	500	16-25
850	355	560	610	5	30	350	460	500	16-23	300	400	440	12-23	350	460	500	16-25
1130	560	870	940	5	42	350	460	500	16-23	250	350	390	12-23	350	460	500	16-25
1130	560	870	940	5	42	350	460	500	16-23	250	350	390	12-23	350	460	500	16-25
960	400	630	686	5	36	350	460	500	16-23	250	350	390	12-23	350	460	500	16-25
960	400	630	686	5	36	350	460	500	16-23	250	350	390	12-23	350	460	500	16-25
1280	630	1020	1100	7	42	350	470	520	16-25	200	295	335	12-23	350	470	520	16-25
1280	630	1020	1100	7	42	350	470	520	16-25	200	295	335	12-23	350	470	520	16-25
1130	560	870	940	7	42	350	470	520	16-25	200	295	335	12-23	350	470	520	16-25
1130	560	870	940	7	42	350	470	520	16-25	200	295	335	12-23	350	470	520	16-25

表 10-9

Sh 型泵外形及安装

水泵型号	电机型号	泵外形尺寸 (mm)											安装尺寸			
		$L_1$	$L_2$	$L_4$	$B$	$B_1$	$B_3$	$H$	$H_1$	$H_3$	$H_4$	$4-d$	$L$	$L_7$	$L_9$	$L_{10}$
8Sh-13	JO <sub>2</sub> -91-2	764	420	300	550	250	300	542	350	160	165	23	1758	514	1505	210
	Y225M-2	765	416	300	550	250	300	549	350	160	165	23	1584	414.5	1260	210
8Sh-13A	JO <sub>2</sub> -82-2	764	420	300	550	250	300	542	350	160	165	23	1688	482.5	1370	209
	Y200L <sub>2</sub> -2	765	416	300	550	250	300	549	350	160	165	23	1544	395.5	1266	210
10Sh-9	JO <sub>2</sub> -92-4	971	540	360	890	440	480	750	440	200	260	27	2015	539.5	1665	259
10Sh-9A	JO <sub>2</sub> -91-4	988.5	529	360	890	440	480	754	440	200	260	25	1982.5	514	1635	242
10Sh-13	JO <sub>2</sub> -91-4	941	510	380	850	400	480	723	440	230	230	25	1935	514	1665	259
	Y225M-4	964	531	380	850	400	480	728	440	230	230	25	1813	444.5	1510	267
10Sh-13A	JO <sub>2</sub> -82-4	941	510	380	850	400	480	723	440	230	230	25	1865	482.5	1600	280
	Y225S-4	964	531	380	850	400	480	728	440	230	230	25	1788	432	1510	267
12Sh-13	JO <sub>2</sub> -93-4	1190	650	520	1040	500	600	850	520	275	305	41	2234	539.5	1890	361
	Y280M-4	1209	662	520	1040	500	600	854	520	275	305	25	2263	539.5	1949	380
12Sh-13A	JO <sub>2</sub> -92-4	1190	650	520	1040	500	600	850	520	275	305	41	2234	539.5	1890	361
	Y280S-4	1209	662	520	1040	500	600	854	520	275	305	25	2213	514	1949	380
12Sh-19	JO <sub>2</sub> -91-4	1000	540	520	1000	500	600	826	520	250	260	25	1994	514	1725	359
14Sh-19A	JO <sub>2</sub> -93-4	1252	680	480	1100	500	560	927	560	300	310	30	2296	539.5	1910	337

表 10-10

Sh 型泵外形及安装

水泵型号	电机型号	泵外形尺寸 (mm)											安 装		
		$L_1$	$L_2$	$L_4$	$B$	$B_1$	$B_3$	$H$	$H_1$	$H_3$	$H_4$	$4-d$	$L$	$L_6$	$L_7$
8Sh-13	Y225M-2	765	416	300	550	250	300	549	350	160	165	23	1584	529	414.5
8Sh-13A	Y200L <sub>2</sub> -2	765	416	300	550	250	300	549	350	160	165	23	1544	513	395.5
10Sh-13	Y225M-4	964	531	380	850	400	480	728	440	230	230	25	1813	634	444.5
10Sh-13A	Y225S-4	964	531	380	850	400	480	728	440	230	230	25	1788	634	432
12Sh-6	JS-136-4	1185.5	660	380	1080	520	560	955	550	260	340	25	2635.5	920	825
	JR-136-4	1185.5	660	380	1080	520	560	955	550	260	340	25	3115.5	920	825
	JS-128-4	1185.5	660	380	1080	520	560	955	550	260	340	25	2635.5	950	800
	JR-128-4	1185.5	660	380	1080	520	560	955	550	260	340	25	3060.5	950	800
12Sh-6A	JS JR-127-4	1185	660	380	1080	520	560	955	550	260	340	25	2570	950	800

尺寸 (配带底盘)

(mm)										进口法兰 (mm)				出口法兰 (mm)				吐出锥管 (mm)			
$L_{11}$	$L_{12}$	$L_{13}$	$B_5$	$B_6$	$H_5$	$H_6$	$H_7$	$C$	$4-d$	$D$	$D_0$	$D_g$	$n-d_0$ ( $d_1$ )	$D$	$D_0$	$D_g$	$n-d_0$	$D$	$D_0$	$D_g$	$n-d_0$ ( $d_1$ )
—	1000	375	450	670	630	120	190	4	25	320	280	200	8-18	240	200	125	8-18	340	295	200	8-23
—	822	375	460	560	530	—	225	4	30	320	280	200	8-18	240	200	125	8-18	340	295	200	8-23
	900	375	450	600	560	110	210	4	25	320	280	200	8-18	240	200	125	8-18	340	295	200	8-23
	815.5	375	480	560	475	—	250	4	30	320	280	200	8-18	240	200	125	8-18	340	295	200	8-23
	1060	300	750	730	630	130	290	4	25	375	335	250	12-18	320	260	200	8-18	395	350	250	12-23
1050	—	300	750	750	630	—	290	4	25	375	335	250	12-18	320	280	200	8-18	395	350	250	12-23
—	1060	300	750	750	630	130	290	4	25	375	335	250	12-18	335	295	200	8-23	390	350	250	12-23
—	979.5	300	765	612	530	—	335	4	23	375	335	250	12-18	335	295	200	8-23	390	350	250	12-23
—	1000	300	790	790	560	135	325	4	25	375	335	250	12-18	335	295	200	8-23	390	350	250	12-23
—	979.5	300	765	612	530	—	335	4	23	375	335	250	12-18	335	295	200	8-23	390	350	250	12-23
—	1200	300	930	720	630	150	390	4	25	440	395	300	12-23	375	335	250	12-18	445	400	300	12-23
—	1200	300	910	752	640	—	390	4	23	440	395	300	12-23	375	335	250	12-18	445	400	300	12-23
—	1200	300	930	720	630	150	390	4	25	440	395	300	12-23	375	335	250	12-18	445	400	300	12-23
—	1200	300	913	752	640	—	390	4	23	440	395	300	12-23	375	335	250	12-18	445	400	300	12-23
—	1060	300	930	720	630	—	370	4	25	440	395	300	12-23	390	350	250	12-23	445	400	300	12-23
—	1060	300	870	870	630	170	450	4	25	490	445	350	12-23	440	400	300	12-23	505	460	350	16-23

尺寸 (不配带底盘)

尺寸 (mm)							进口法兰 (mm)				出口法兰 (mm)				吐出锥管 (mm)			
$L_8$	$L_9$	$b$	$H_5$	$H_6$	$C$	$4-d_1$	$D$	$D_0$	$D_g$	$n-d_0$ ( $d_1$ )	$D$	$D_0$	$D_g$	$n-d_0$	$D$	$D_0$	$D_g$	$n-d_0$ ( $d_1$ )
311	375	356	530	225	4	19	320	280	200	8-18	240	200	125	8-18	340	295	200	8-23
305	375	318	475	200	4	19	320	280	200	8-18	240	200	125	8-18	340	295	200	8-23
311	300	356	530	225	4	19	375	335	250	12-18	335	295	200	8-23	300	350	250	12-23
286	300	356	530	225	4	19	375	335	250	12-18	335	295	200	8-23	300	350	250	12-23
760	500	790	1110	500	5	32	445	400	300	12-23	340	295	200	8-23	445	400	300	12-23
760	500	790	1110	500	4	32	445	400	300	12-23	340	295	200	8-23	445	400	300	12-23
650	500	710	995	450	5	23	445	400	300	12-23	340	295	200	8-23	445	400	300	12-23
650	500	710	995	450	5	23	445	400	300	12-23	340	295	200	8-23	445	400	300	12-23
650	500	710	995	450	5	23	445	400	300	12-23	340	295	200	8-23	445	400	300	12-23

水泵型号	电机型号	泵外形尺寸(mm)											安 装		
		L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>4</sub>	B	B <sub>1</sub>	B <sub>3</sub>	H	H <sub>1</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>	4-d	L	L <sub>6</sub>	L <sub>7</sub>
12Sh-6A	JS-137-4 JR-137-4	1185	660	380	1080	520	560	955	550	260	340	25	3020	950	800
12Sh-6B	JS-126-4	1185	660	380	1080	520	560	955	550	260	340	25	2470	950	750
	JR-126-4	1185	660	380	1080	520	560	955	550	260	340	25	2920	950	750
	JS-127-4	1185.5	660	380	1080	520	560	955	550	260	340	25	2570.5	950	800
	JR-127-4	1185.5	660	380	1080	520	560	955	550	260	340	25	3060.5	950	800
12Sh-9	JS-117-4	1144	639	320	1020	500	520	890	520	265	304	25	2934	944	780
	JS-126-4	1143.5	639	320	1020	500	520	890	520	265	304	25	2428.5	959	750
	JR-126-4	1143.5	639	320	1020	500	520	890	520	265	304	25	2918.5	959	750
12Sh-13	Y280M-4	1209	662	520	1040	500	520	854	520	275	305	25	2263	730	539.5
12Sh-13A	Y280S-4	1209	662	520	1040	500	520	854	520	275	305	25	2213	730	514
14Sh-13	JS-136-4	1291	713	600	1180	560	600	1005	620	320	383	34	2826	863	825
	JR-136-4	1291	713	600	1180	560	600	1005	620	320	383	34	3276	863	875
	JS-127-4	1291	713	600	1180	560	600	1134	620	320	383	34	2676	893	800
	JR-127-4	1291	713	600	1180	560	600	1134	620	320	383	34	3166	893	800
14Sh-13A	JS-116-4	1291	713	600	1180	560	600	1005	620	320	383	34	2576	878	755
	JR-116-4	1291	713	600	1180	560	600	1005	620	320	383	34	3016	878	755
	JS-126-4	1291	713	600	1180	560	600	1134	620	320	383	34	2576	893	750
	JR-126-4	1291	713	600	1180	560	600	1134	620	320	383	34	3066	893	750
14Sh-19	JS-116-4	1271	693	480	1100	500	560	1071	560	300	310	34	2555	917	755
	JR-116-4	1271	693	480	1100	500	560	1071	560	300	310	34	3040	917	755
14Sh-6	JSQ-158-4	1523	865	560	1240	540	600	1125	635	320	433	34	3428	1130	1050
	JRQ-158-4	1731	937	560	1240	540	600	1245	635	320	433	34	4053	1204	1050
	JRQ-1410-4	1672	885	560	1240	540	600	1101	635	320	433	40	3976	1174	1050
14Sh-6A	JSQ-148-4	1523	865	560	1240	540	600	1125	635	320	433	34	3293	1155	1000
	JRQ-148-4	1523	865	560	1240	540	600	1125	635	320	433	34	3728	1155	1000
14Sh-6B	JSQ-1410-4	1523	865	560	1240	540	600	1125	635	320	433	34	3393	1155	1050
	JRQ-1410-4	1731	937	560	1240	540	600	1245	635	320	433	34	4038	1279	1100
	JRQ-147-4	1672	885	560	1240	540	600	1101	635	320	433	40	3876	1174	1000
14Sh-9	JSQ-147-4	1311	741	440	1300	650	720	1060	560	260	360	34	3081	1091	1000
	JRQ-147-4	1311	741	440	1300	650	720	1060	560	260	360	34	3516	1091	1000
	JS-138-4	1533	822	440	1300	650	720	1106	560	260	360	34	3084	1053	875

续表

尺寸 (mm)							进口法兰 (mm)				出口法兰 (mm)				吐出接管 (mm)			
$L_R$	$L_S$	$b$	$H_S$	$H_R$	$C$	$4-d_1$	$D$	$D_0$	$D_g$	$n-d_0$ ( $d_4$ )	$D$	$D_0$	$D_g$	$n-d_0$	$D$	$D_0$	$D_g$	$n-d_0$ ( $d_4$ )
650	500	710	995	450	5	23	445	400	300	12-23	340	295	200	8-23	445	400	300	12-23
550	500	710	995	450	5	23	445	400	300	12-23	340	295	200	8-23	445	400	300	12-23
550	500	710	995	450	5	23	445	400	300	12-23	340	295	200	8-23	445	400	300	12-23
650	500	710	990	450	5	23	445	400	300	12-23	340	295	200	8-23	445	400	300	12-23
650	500	710	990	450	5	23	445	400	300	12-23	340	295	200	8-23	445	400	300	12-23
640	500	620	875	375	5	26	445	400	300	12-23	340	295	200	8-23	445	400	300	12-23
550	500	716	990	450	5	32	445	400	300	12-23	340	295	200	8-23	445	400	300	12-23
550	500	716	990	450	5	32	445	400	300	12-23	340	295	200	8-23	445	400	300	12-23
418	300	457	640	280	4	24	440	395	300	12-23	375	335	250	12-18	445	400	300	12-23
368	300	457	640	280	4	24	440	395	300	12-23	375	335	250	12-18	445	400	300	12-23
860	300	790	1125	500	5	32	490	445	350	12-23	440	400	300	12-23	505	460	350	16-23
860	300	790	1125	500	5	32	490	445	350	12-23	440	400	300	12-23	505	460	350	16-23
650	300	710	990	450	5	32	490	445	350	12-23	440	400	300	12-23	505	460	350	16-23
650	300	710	990	450	5	32	490	445	350	12-23	440	400	300	12-23	505	460	350	16-23
590	300	620	855	375	5	26	490	445	350	12-23	440	400	300	12-23	505	460	350	16-23
590	300	620	855	375	5	26	490	445	350	12-23	440	400	300	12-23	505	460	350	16-23
550	300	710	990	450	5	32	490	445	350	12-23	440	400	300	12-23	505	460	350	16-23
550	300	710	990	450	5	32	490	445	350	12-23	440	400	300	12-23	505	460	350	16-23
590	300	620	860	375	4	26	490	445	350	12-23	440	400	300	12-23	505	460	350	16-23
590	300	620	860	375	4	26	490	445	350	12-23	440	400	300	12-23	505	460	350	16-23
1020	750	1100	1280	630	5	42	555	490	350	16-34	360	310	200	12-25	520	470	350	16-25
1020	750	1100	1430	630	7	42	555	490	350	16-34	360	310	200	12-25	520	470	350	16-25
970	1000	940	1130	560	4	42	555	490	350	16-34	360	310	200	12-25	520	470	350	16-25
870	750	940	1130	560	5	42	555	490	350	16-34	360	310	200	12-25	520	470	350	16-25
870	750	940	1130	560	5	42	555	490	350	16-34	360	310	200	12-25	520	470	350	16-25
970	750	940	1130	560	5	42	555	490	350	16-34	360	310	200	12-25	520	470	350	16-25
970	750	940	1260	560	7	42	555	490	350	16-34	360	310	200	12-25	520	470	350	16-25
870	1000	940	1130	560	4	42	555	490	350	16-34	360	310	200	12-25	520	470	350	16-25
870	500	940	1130	560	5	34	505	460	350	16-22	395	350	250	12-22	505	460	350	16-23
870	500	940	1130	560	5	34	505	460	350	16-22	395	350	250	12-22	505	460	350	16-23
860	500	790	1110	500	6	32	505	460	350	16-22	395	350	250	12-22	505	460	350	16-23

水泵型号	电机型号	泵外形尺寸(mm)											安 装		
		L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	B	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	H	H <sub>1</sub>	H <sub>3</sub>	H <sub>4</sub>	4-d	L	L <sub>6</sub>	L <sub>7</sub>
14Sh-9	JR-138-4	1533	822	440	1300	650	720	1106	560	260	360	34	3564	1053	875
14Sh-9A	JS-136-4	1533	822	440	1300	650	720	1106	560	260	360	34	2984	1053	825
	JR-136-4	1533	822	440	1300	650	720	1106	560	260	360	34	3464	1053	825
	JS-138-4	1311	741	440	1300	650	720	1060	560	260	360	34	2846	971	875
	JR-138-4	1311	741	440	1300	650	720	1060	560	260	360	34	3296	971	875
	JS-128-4	1533	822	440	1300	650	720	1106	560	260	360	34	2919	1083	800
	JR-128-4	1533	822	440	1300	650	720	1106	560	260	360	34	3409	1083	800
14Sh-9B	JS-127-4	1311	741	440	1300	650	720	1060	560	260	360	34	2696	1001	800
	JR-127-4	1470	770	440	1300	650	720	963	560	260	360	34	3304	1029	800
20Sh-6	JRQ-1510-6	1880	1000	780	1550	750	800	1505	900	425	545	48	4199	1154	1050
	JSQ-1512-6	1713	961	780	1550	750	800	1513	900	425	545	41	3621	1119	1050
	JRQ-1512-6	1713	961	780	1550	750	800	1513	900	425	545	41	4036	1119	1050
20Sh-6A	JRQ-158-6	1909.5	1025	780	1550	750	800	1614	900	425	545	41	4232	1183	1050
	JSQ-1510-6	1713	961	780	1550	750	800	1513	900	425	545	41	3621	1119	1050
	JRQ-1510-6	1713	961	780	1550	750	800	1513	900	425	545	41	4036	1119	1050
20Sh-9	JRQ-1410-6	1843	970	780	1550	750	800	1440	900	425	500	46	4147	1149	1050
	JSQ-157-6	1693	950	780	1550	750	800	1457	900	425	500	41	3400	1107	950
	JRQ-157-6	1693	950	780	1550	750	800	1457	900	425	500	41	3815	1107	950
20Sh-9A	JRQ-147-6	1843	970	780	1550	750	800	1440	900	425	500	46	3947	1149	950
	JSQ-1410-6	1693	950	780	1550	750	800	1457	900	425	500	41	3565	1132	1050
	JRQ-1410-6	1693	950	780	1550	750	800	1457	900	425	500	41	4000	1132	1050
20Sh-13	JS-137-6	1467	824	600	1450	650	720	1290	800	450	450	41	2963	1035	885
	JR-137-6	1467	824	600	1450	650	720	1290	800	450	450	41	3413	1035	885
	JS-138-6	1675	897	600	1450	650	720	1460	800	450	450	41	3186	1108	885
	JR-138-6	1675	897	600	1450	650	720	1460	800	450	450	41	3666	1108	885
20Sh-13A	JS-128-6	1467	824	600	1450	650	720	1290	800	450	450	41	2863	1020	815
	JR-128-6	1467	824	600	1450	650	720	1290	800	450	450	41	3313	1020	815
	JS-136-6	1675	897	600	1450	650	720	1406	800	450	450	41	3086	1108	835
	JR-136-6	1675	897	600	1450	650	720	1406	800	450	450	41	3566	1108	835
20Sh-19	JS-128-5	1692	890	600	1380	650	720	1431	800	430	455	41	3092	1085	815
	JR-128-5	1692	890	600	1380	650	720	1431	800	430	455	41	3582	1085	815

续表

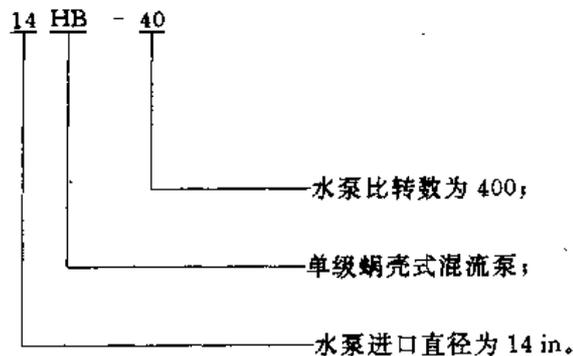
尺寸 (mm)							进口法兰 (mm)				出口法兰 (mm)				吐出锥管 (mm)			
$L_8$	$L_9$	$b$	$H_5$	$H_8$	$C$	$4-d_1$	$D$	$D_0$	$D_E$	$n-d_0$ ( $d_4$ )	$D$	$D_0$	$D_E$	$n-d_0$	$D$	$D_0$	$D_E$	$n-d_0$ ( $d_4$ )
860	500	790	1110	500	6	32	505	460	350	16-22	395	350	250	12-22	505	460	350	16-23
760	500	790	1110	500	6	32	505	460	350	16-22	395	350	250	12-22	505	460	350	16-23
760	500	790	1110	500	6	32	505	460	350	16-22	395	350	250	12-22	505	460	350	16-23
860	500	790	1125	500	5	34	505	460	350	16-22	395	350	250	12-22	505	460	350	16-23
860	500	790	1125	500	5	34	505	460	350	16-22	395	350	250	12-22	505	460	350	16-23
650	500	710	990	450	6	32	505	460	350	16-22	395	350	250	12-22	505	460	350	16-23
650	500	710	990	450	6	32	505	460	350	16-22	395	350	250	12-22	505	460	350	16-23
650	500	710	995	450	5	34	505	460	350	16-22	395	350	250	12-22	505	460	350	16-23
650	500	710	995	450	4	32	505	460	350	16-22	395	350	250	12-22	505	460	350	16-23
1020	1000	1100	1280	630	4	42	670	620	500	20-25	440	400	300	12-23	670	620	500	20-25
1020	1000	1100	1280	630	8	42	670	620	500	20-25	440	400	300	12-23	670	620	500	20-25
1020	1000	1100	1280	630	8	42	670	620	500	20-25	440	400	300	12-23	670	620	500	20-25
1020	1000	1100	1430	630	8	42	670	620	500	20-25	440	400	300	12-23	670	620	500	20-25
1020	1000	1100	1280	630	8	42	670	620	500	20-25	440	400	300	12-23	670	620	500	20-25
1020	1000	1100	1280	630	8	42	670	620	500	20-25	440	400	300	12-23	670	620	500	20-25
970	1000	940	1130	560	4	42	670	620	500	20-25	445	400	300	12-23	670	620	500	20-25
820	1000	1100	1280	630	7	42	670	620	500	20-25	445	400	300	12-23	670	620	500	20-25
820	1000	1100	1280	630	7	42	670	620	500	20-25	445	400	300	12-23	670	620	500	20-25
770	1000	940	1130	560	4	42	670	620	500	20-25	445	400	300	12-23	670	620	500	20-25
970	1000	940	1130	560	7	42	670	620	500	20-25	445	400	300	12-23	670	620	500	20-25
970	1000	940	1130	560	7	42	670	620	500	20-25	445	400	300	12-23	670	620	500	20-25
760	800	790	1125	500	6	32	670	620	500	20-25	505	460	350	16-23	670	620	500	20-25
760	800	790	1125	500	6	32	670	620	500	20-25	505	460	350	16-23	670	620	500	20-25
760	800	790	1110	500	6	32	670	620	500	20-25	505	460	350	16-23	670	620	500	20-25
760	800	790	1110	500	6	32	670	620	500	20-25	505	460	350	16-23	670	620	500	20-25
650	800	710	995	450	6	32	670	620	500	20-25	505	460	350	16-23	670	620	500	20-25
650	800	710	995	450	6	32	670	620	500	20-25	505	460	350	16-23	670	620	500	20-25
660	800	790	1110	500	6	32	670	620	500	20-25	505	460	350	16-23	670	620	500	20-25
660	800	790	1110	500	6	32	670	620	500	20-25	505	460	350	16-23	670	620	500	20-25
650	600	710	990	450	5	32	670	620	500	20-25	565	515	400	16-25	670	620	500	20-25
650	600	710	990	450	5	32	670	620	500	20-25	565	515	400	16-25	670	620	500	20-25

水泵型号	电机型号	泵外形尺寸(mm)											安 装		
		$L_1$	$L_2$	$L_4$	$B$	$B_1$	$B_3$	$H$	$H_1$	$H_3$	$H_4$	$4-d$	$L$	$L_6$	$L_7$
20Sh-19A	JS-126-6	1692	890	600	1380	650	720	1431	800	430	455	41	2992	1085	765
	JR-126-6	1667	890	600	1380	650	720	1285	800	430	455	34	3416	1064	765
20Sh-28	JS-117-6	1500	828	600	1560	780	720	1250	800	430	455	41	2785	993	755
	JR-117-6	1500	828	600	1560	780	720	1250	800	430	455	41	3225	993	755
24Sh-13	JSQ-158-6	1833	1021	900	1800	800	1000	1575	950	532	663	41	3740	1118	1050
	JRQ-158-6	1833	1021	900	1800	800	1000	1575	950	532	663	41	4155	1118	1050
	JRQ-1410-6	2019	1075	900	1800	800	1000	1580	950	532	663	42	4325	1190	1050
24Sh-19	JSQ-1410-6	1572	872	760	1590	750	1000	1475	900	500	530	41	3442	1062	1050
	JRQ-1410-6	1572	872	760	1590	750	1000	1475	900	500	530	41	3877	1062	1050
	JRQ-147-6	1766	935	760	1590	750	1000	1450	900	500	530	41	3872	1126	950
24Sh-19A	JS-137-6	1572	872	760	1590	750	1000	1475	900	500	530	41	3067	1002	885
	JR-137-6	1572	872	760	1590	750	1000	1475	900	500	530	41	3517	1002	885
	JS-138-6	1791	955	760	1590	750	1000	1586	900	500	530	41	3302	1086	885
	JR-138-6	1791	955	760	1590	750	1000	1586	900	500	530	41	3782	1086	885
24Sh-19B	JS-136-6	1572	872	760	1590	750	1000	1475	900	500	530	41	2967	1002	835
	JR-136-6	1572	872	760	1590	750	1000	1475	900	500	530	41	3417	1002	885
32Sh-19	JRQ-1510-8	2295	1200	1000	2150	750	900	1902	1200	720	660	40	4614	1244	1050

## 二、混流泵

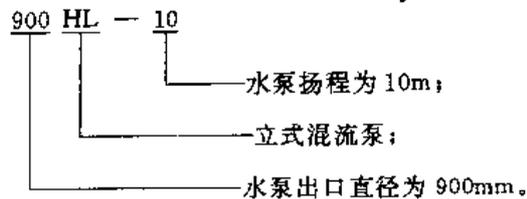
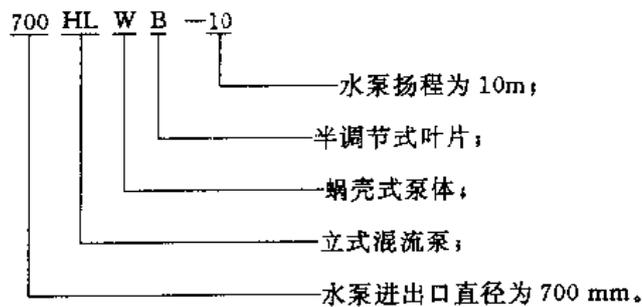
混流泵的特点是结构简单、性能好、效率较高、使用方便。

### 1. 型号意义



续表

尺寸 (mm)						进口法兰 (mm)					出口法兰 (mm)				吐出锥管 (mm)			
$L_8$	$L_9$	$b$	$H_5$	$H_8$	$C$	$4-d_1$	$D$	$D_0$	$D_g$	$n-d_0$ ( $d_4$ )	$D$	$D_0$	$D_g$	$n-d_0$	$D$	$D_0$	$D_g$	$n-d_0$ ( $d_4$ )
550	—	710	990	450	5	32	670	620	500	20—25	565	515	400	16—25	670	620	500	20—25
550	600	710	995	450	4	32	670	620	500	20—25	565	515	400	16—25	670	620	500	20—25
590	600	620	855	375	5	26	670	620	500	20—25	565	515	400	16—25	670	620	500	20—25
590	600	620	855	375	5	26	670	620	500	20—25	565	515	400	16—25	670	620	500	20—25
1020	600	1100	1280	630	7	42	780	728	600	20—30	565	515	400	16—24	670	620	500	20—25
1020	600	1100	1280	630	7	42	780	728	600	20—30	565	515	400	16—24	670	620	500	20—25
970	600	940	1130	560	6	42	780	728	600	20—30	565	515	400	16—24	670	620	500	20—25
970	—	940	1130	560	5	42	780	725	600	20—30	670	620	500	20—25	—	—	—	—
970	—	940	1130	560	5	42	780	725	600	20—30	670	620	500	20—25	—	—	—	—
770	—	940	1130	560	6	42	780	725	600	20—30	670	620	500	20—25	—	—	—	—
760	—	790	1125	500	5	32	780	725	600	20—30	670	620	500	20—25	—	—	—	—
760	—	790	1125	500	5	32	780	725	600	20—30	670	620	500	20—25	—	—	—	—
760	—	790	1110	500	6	32	780	725	600	20—30	670	620	500	20—25	—	—	—	—
760	—	790	1110	500	6	32	780	725	600	20—30	670	620	500	20—25	—	—	—	—
660	—	790	1125	500	5	32	780	725	600	20—23	670	620	500	20—25	—	—	—	—
660	—	790	1125	500	5	32	780	725	600	20—30	670	620	500	20—25	—	—	—	—
1020	—	1100	1280	630	4	32	1015	950	800	24—34	780	725	600	20—30	—	—	—	—



### 3. 泵外形及安装尺寸

HB 型泵外形及安装尺寸见图 10-7 和表 10-13~表 10-14。700HLWB—10 型、900HL—10 型泵外形及安装尺寸见图 10-8 和图 10-9。

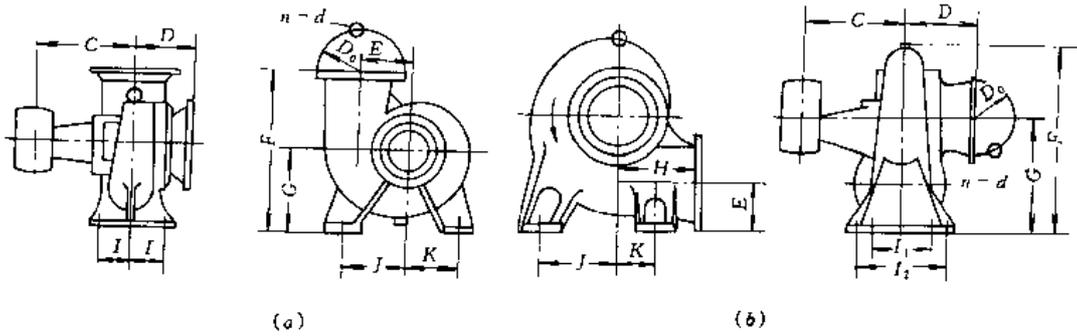


图 10-7 HB 型泵外形尺寸图

(a) 6HB~12HB 型泵; (b) 14HB~20HB 型泵

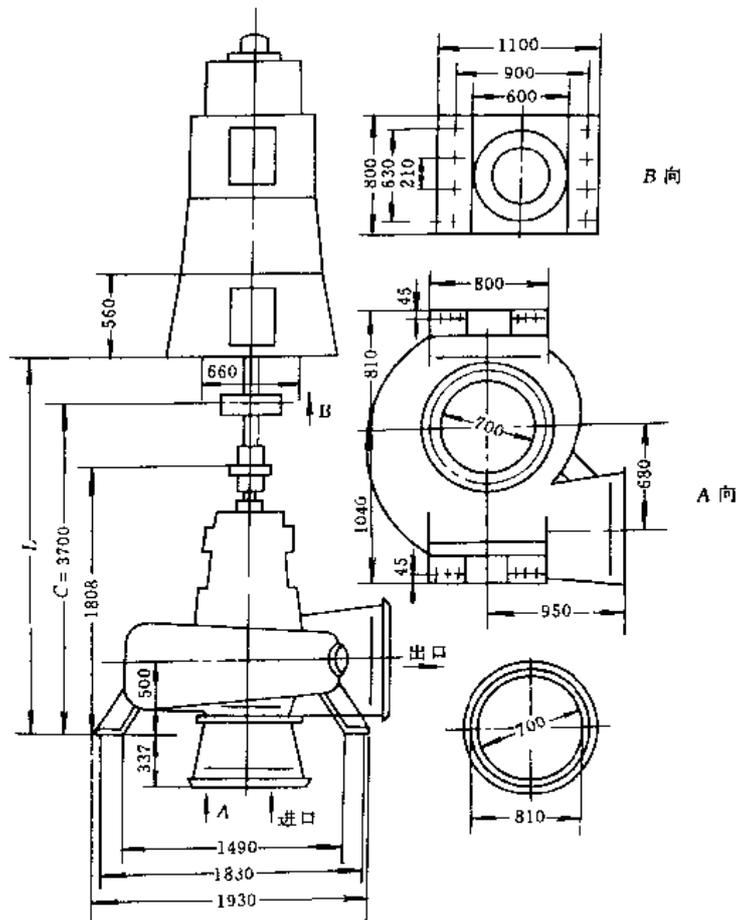


图 10-8 700HLWB—10 型泵外形尺寸 (单位: mm)

表 10-13

6HB~12HB 型泵外形尺寸

型 号	泵 外 形 尺 寸 (mm)								进 出 口 法 兰 (mm)	
	C	D	E	F	G	I	J	K	$D_0$	$n-d$
6HB-35	352	165	130	370	200	80	150	110	210	6-14
8HB-35	431	200	180	510	270	95	240	180	280	8-18
10HB-30	412	215	230	630	330	120	290	210	320	8-18
12HBC-40	516	245	252	692	342	150	320	200	380	8-18

表 10-14

14HB~20HB 型泵外形尺寸

型 号	泵 外 形 尺 寸 (mm)										进 出 口 法 兰 (mm)	
	C	D	E	F	G	H	$I_1$	$I_2$	J	K	$D_0$	$n-d$
14HB-40	485	300	255	903	545	420	300	300	340	200	445	8-23
16HB-40	634	365	280	1035	625	500	380	380	350	250	500	8-23
20HB-40	748	460	330	1370	810	595	400	480	580	275	600	8-23

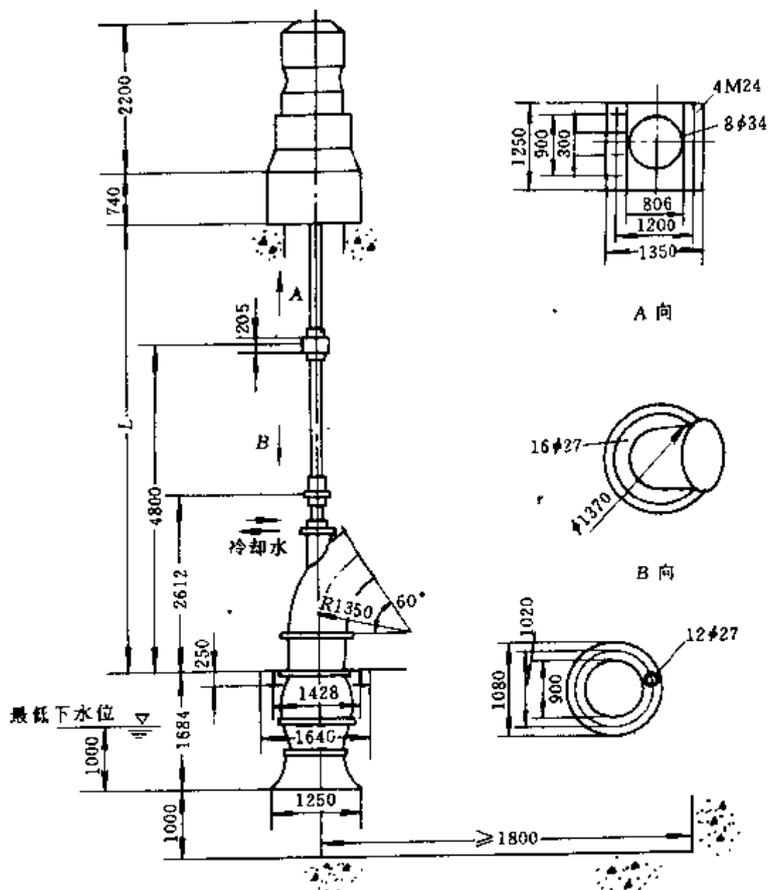
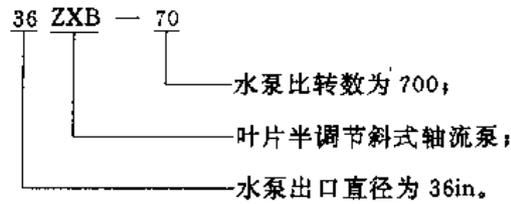
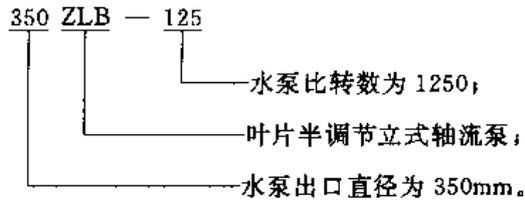
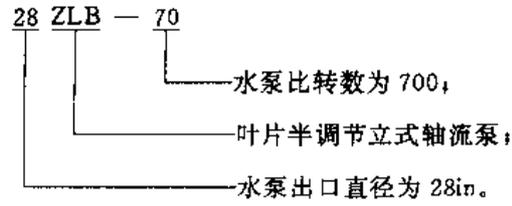


图 10-9 900HL-10 型泵外形尺寸 (单位: mm)

### 三、轴流泵

其特点是扬程低、流量大、结构简单、使用广泛。

## 1. 型号意义



## 2. 性能

轴流泵的性能见表 10-15。

表 10-15 ZLB 型泵性能表

型 号	叶角 (°)	流量 Q (L/s)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	功率 N (kW)		效率 η (%)	汽蚀余量 ΔH (m)	叶轮直径 (mm)	重量 (kg)
					轴功率	配套功率				
350ZLB—70	-6	280	8.2	1450	30	45	75		300	492 (含传动装置)
		311	7.15		27.6		79			
		333	6.25		26.2		78			
	-4	290	8.5		31.4		77			
		327	7.25		29		80			
		352	6.24		27.6		78			
	-2	303	8.55		33		77			
		336	7.53		30		81			
		374	6.24		29		79			
	0	320	8.67		35		78			
		361	7.33		31.5		82			
		392	6.25		30.4		79			
	2	333	8.75		36.6		80			
		373	7.74		34.1		82			
		411	6.25		32		79			
	4	345	9.2		40.4		77			
380		8.1	37	81						
436		6.3	34.5	78						

续表

型号	叶角 (°)	流量 Q (L/s)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	功率 N (kW)		效率 $\eta$ (%)	汽蚀余量 $\Delta H$ (m)	叶轮直径 (mm)	重量 (kg)
					轴功率	配套功率				
350ZLB-125	-6	157	4.2	1450	9.1	11	72		300	492 (含传动装置)
		198	2.7		6.8		78			
		204	2.5		6.5		76			
	-4	195	4.8		11.9	18.5	77			
		233	3.6		10.2		80			
		264	2.4		7.8		78			
	-2	244	5.3		16.6	22	77			
		283	4.0		13.9		80			
		326	2.3		9.6		78			
	0	290	5.5		21.1		74			
		334	4.2		17.2		80			
		385	2.6		12.4		78			
	2	334	5.5		24.3	30	74			
		382	4.3		20.0		80			
426		2.9	15.5	78						
4	445	4.3	23.6		79					
	477	3.4	20.6		76					
500ZLB-125	-4	450	4.6	980	26.5	30	75	450	970 (含传动装置)	
		545	3.2		21.3		80.5			
		610	2.0		16.0		75			
	-2	575	4.8		34.4	37	78			
		665	3.3		26.4		81.5			
		750	1.9		18.6		75			
	0	690	4.8		41.4	45	78.5			
		790	3.5		32.9		82.5			
		890	2.0		23.8		73.5			
	2	780	5.1		51.0	55	76.5			
		900	3.6		39.0		82			
		975	2.5		31.9		75			
	4	1010	4.0		50.5		79.5			
		1065	3.6		49.2		76.5			
500ZLB-125	-2	437	2.8	730	15.1	18.5	78	450	970	
		506	1.9		11.6		81.5			
		570	1.1		8.2		75			
	0	525	2.8		18.2	22	78.5			
		600	2.0		14.5		82.5			
		676	1.2		10.5		73.5			
	2	620	2.7		21.0		78.5			
		684	2.1		17.2		82			
		741	1.5		14.0		75			

续表

型号	叶角 (°)	流量 Q (L/s)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	功率 N (kW)		效率 η (%)	汽蚀余量 ΔH (m)	叶轮直径 (mm)	重量 (kg)
					轴功率	配套功率				
600ZLB-100	-6	710	4.5	730	38.2	40	81.1	550	1060 (含传动装置)	
		780	3.5		32.7		81.6			
		870	2.4		26.9		77			
	-4	840	4.0		39.6		83.1			
		870	3.5		36.2		83.4			
		930	2.7		29.8		81.3			
	-2	870	4.5		45.7	55	83			
		950	3.5		38.7		84			
		1020	2.5		31.0		81.2			
	0	930	4.5		49.3		82.7			
		1002	3.6		43.0		84.2			
		1007	3.0		37.3		83			
2	1140	3.4	44.7	84.2						
	~	~	~	~						
4	1160	2.9	40.4	81.7						
	~	~	~	~						
	1190	3.4	47.8	83.3						
600ZLB-100	-6	560	2.9	580	19.5	30	81	550	1060	
		~	~		~		~			
		690	1.4		12.2		79			
	-4	606	3.2		23.1		81			
		670	2.5		19.8		83			
		752	1.5		14.0		81			
	-2	642	3.3		25.3	81				
		718	2.5		21.2	84				
		792	1.8		16.6	82				
	0	694	3.4		28.2	81				
		800	2.4		21.9	84.5				
		878	1.6		17.0	81				
2	767	3.2	29.3	40	82					
	860	2.4	23.6		84.4					
	913	1.9	20.3		82					
4	820	3.3	32.3		81					
	900	2.6	27.3		84					
	970	3.0	23.2		82					

续表

型 号	叶角 (°)	流量 Q (L/s)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	功率 N (kW)		效率 η (%)	汽蚀余量 ΔH (m)	叶轮直径 (mm)	重量 (kg)
					轴功率	配套功率				
700ZLB-100	-6	826	6.3	730	64.5	80	79		600	1995 (含传动装置)
		910	5.4		59.1		81			
		1120	2.8		38.7		80			
	-4	983	5.9		70.0	95	81			
		1075	4.8		61.0		83			
		1220	3.0		44.0		81			
	-2	1047	6.1		77.7	110	81			
		1168	4.9		66.4		84			
		1300	3.3		52.0		82			
	0	1132	6.3		83.8	110	81			
		1249	5.2		75.4		84			
		1409	3.4		57.2		82			
	2	1216	6.4		94.2	110	81			
		1341	5.2		81.4		84			
		1506	3.5		62.0		82			
	4	1039	6.4		82.0	110	80			
		1470	5.0		75.8		84			
		1611	3.0		69.2		81			
700ZLB-125	-6	810	5.0	730	51.2	55	77.5	650	1995 (含传动装置)	
		995	3.5		40.9		82.5			
		1040	3.0		38.1		81			
	-4	944	6.1		73.3	80	77			
		1270	3.6		53.5		84			
		1428	2.1		38.0		78			
	-2	1265	6.2		97.0	110	79.2			
		1562	3.7		68.2		84			
		1576	1.9		44.0		76			
	0	1486	6.5		120.0	130	79			
		1850	4.0		86.0		84.5			
		2050	2.4		60.5		78			
	2	1760	6.3		135.4	155	80			
		2068	4.3		103.0		84			
		2220	3.2		85.0		80.6			
	4	2320	4.8		132.0	155	83			
		~ 2334	~ 4.7		130.0		~ 83			

续表

型 号	叶角 (°)	流量 $Q$ (L/s)	扬程 $H$ (m)	转速 $n$ (r/min)	功率 $N$ (kW)		效率 $\eta$ (%)	汽蚀余量 $\Delta H$ (m)	叶轮直径 (mm)	重量 (kg)
					轴功率	配套功率				
700ZLB—125	-6	650	3.2	585	26.7	30	76.5		650	1995
		800	2.2		21.6		81.5			
		833	2.0		20.0		80			
	-4	757	3.9		38.3	45	76			
		1019	2.3		27.8		83.3			
		1140	1.4		19.7		77			
	-2	1010	4.0		50.2	55	78.5			
		1253	2.4		44.3		83.8			
		1403	1.2		22.6		75.5			
	0	1220	4.0		60.2	65	79.5			
		1476	2.6		44.4		83.8			
		1645	1.5		31.8		76.4			
	2	1408	4.0		70.4	80	79			
		1653	2.7		53.3		83.3			
1778		2.0	44.0	80						
4	1856	3.1	68.4	~	82.5					
	~	~	~		~					
	1870	3.0	67.3		82.5					
900ZLB—100	-2	1780	5.0	485	120.9	155	74	850	4828 (含传动装置)	
		~	~		~		~			
		1930	4.5		111.4		78			
	0	2150	5.5		142.0	85.0	81.6			
		2460	4.0		112.5		85.7			
		2760	2.5		85.0		79.6			
	2	2470	5.0		143.0	121.7	84.7			
2660		4.0	121.7	85.7						
2950		2.5	90.9	79.6						
14ZLB—70	-2	125	3.36	980	6.15	7.5	67	2.93	300	550
		154	2.16		4.65		70.2	2.7		
		167	1.54		3.86		65.5	3.38		
	0	143	3.94		8.02	10	68.9	3.38		
		180	2.84		6.48		77.4	3.6		
		204	1.64		4.56		72	3.6		
	2	182	3.79		9.16	7.76	73.8	5.4		
		210	2.9		7.76		76.8	4.06		
		235	2.06		6.5		73	4.5		
	4	218	3.52		10.2	7.87	73.6	4.96		
		245	2.84		8.82		77.3	4.06		
		268	2.22		7.87		74.1	4.73		
	6	245	3.64		12.0	11.1	72.6	5.18		
		267	3.12		11.1		78.6	5.4		
287		2.62	10	73.8	4.96					

续表

型号	叶角 (°)	流量 Q (L/s)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	功率 N (kW)		效率 η (%)	汽蚀余量 ΔH (m)	叶轮直径 (mm)	重量 (kg)	
					轴功率	配套功率					
28ZLB-70	4	1296	4.55	580	69.0	80	84.1		650		
		1389	3.65		59.6		83.6				
32ZLB-100A	-4	606	2.5	480	19.8	20	74.3		750	2850 (含传动装置)	
		670	2.0		17.6		74.6				
		778	1.3		14.1		70.3				
	-2	600	3.1		25.1	28	72.2				
		770	2.1		20.0		77.7				
		898	1.2		15.0		71.8				
	0	750	2.9		27.7	40	76.2				
		892	2.0		21.8		80				
		1015	1.2		16.0		73				
	2	795	3.2		33.2	40	74				
		992	2.0		24.3		80.1				
		1122	1.2		17.6		73.8				
	4	873	3.2		37.6	55	73.2				
		1091	2.0		27.3		79.3				
		1218	1.2		19.8		72.5				
	6	962	3.3		42.3	55	72.6				
		1191	2.0		30.0		78.2				
		1319	1.25		22.4		72.3				
	580	-4	593		4.5	37.4	40				70.4
			806		3.1	32.0					75.8
945			1.9	24.7	71.2						
-2		709	4.6	44.0	55	72.3					
		945	2.9	34.5		78.5					
		1083	1.8	25.9		73.1					
0		833	4.7	51.7	55	73.8					
		1083	2.9	37.6		80.8					
		1235	1.7	27.8		73.2					
2		1027	4.2	54.4	75	77.6					
		1193	3.0	42.7		80.9					
		1360	1.7	31.1		74.2					
4	1027	4.83	66.5	75	73.2						
	1305	3.0	47.8		80.2						
	1471	1.8	35.1		73.5						
6	1137	4.9	75.1	80	72.7						
	1415	3.1	54.3		79.2						
	1596	1.8	38.6		73.1						

续表

型号	叶角 (°)	流量 Q (L/s)	扬程 H (m)	转速 n (r/min)	功率 N (kW)		效率 $\eta$ (%)	汽蚀余量 $\Delta H$ (m)	叶轮直径 (mm)	重量 (kg)
					轴功率	配套功率				
36ZLB-70	-4	1250	8.1	480	133.0	155	74		850	4917 (含传动装置)
		1610	6.0		114.0		82.3			
		1880	3.7		84.2		81.4			
	-2	1440	7.8		143.0		77.5			
		1840	5.5		120.0		82.7			
		2060	4.2		110.0		77			
	0	1810	6.4		139.0		81.8			
		2000	5.4		125.0		83.6			
		2290	3.3		93.3		80.1			
	2	2100	6.0		147.0		84			
		2340	4.7		128.0		84.4			
		2440	4.0		114.0		84			
4	2000	6.9	166.0	81.1						
	2405	5.3	148.0	85.3						
	2580	4.3	128.0	84.8						

### 3. 泵外形及安装尺寸

ZLB 型泵外形及安装尺寸见图 10-10~图 10-16。

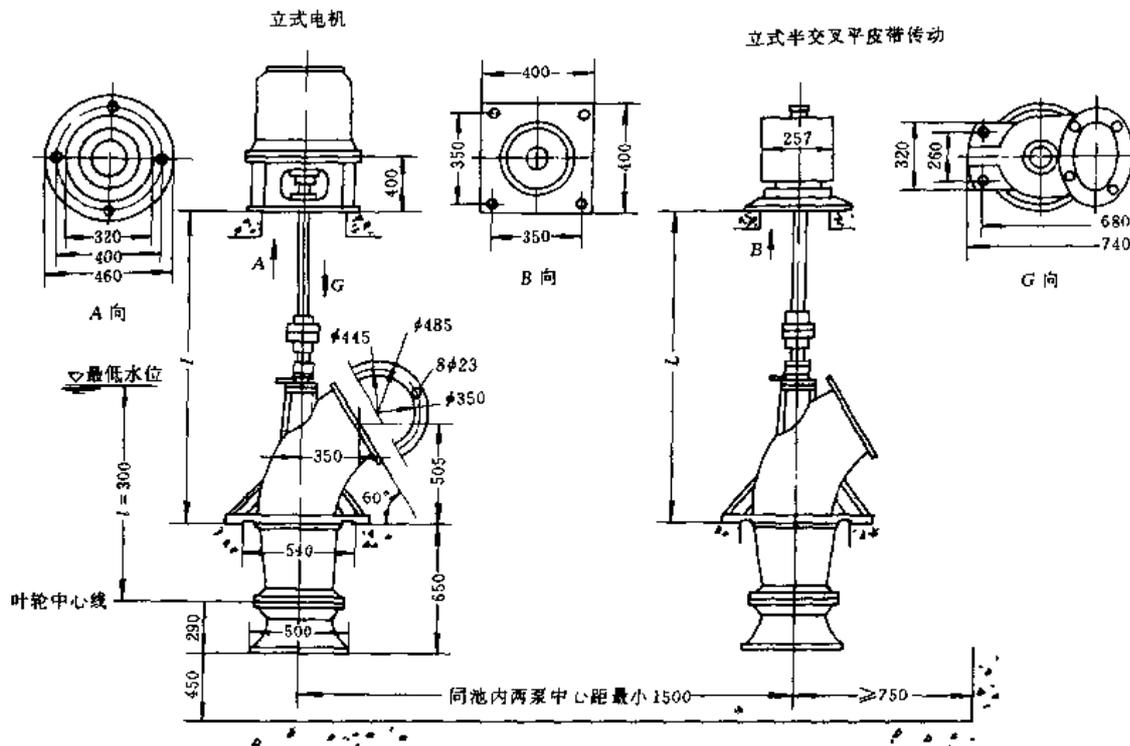


图 10-10 350ZLB-125 型泵外形及安装尺寸 (单位: mm)

说明: 1. 传动轴长公式: 立电  $l=L-750$ , 立平  $l=L-610$ ;  $l=1400\sim 2100$ , 每隔 100 mm 一档。

2. 泵体重 300 kg, 转子重 60 kg, 轴向力 550 kg。



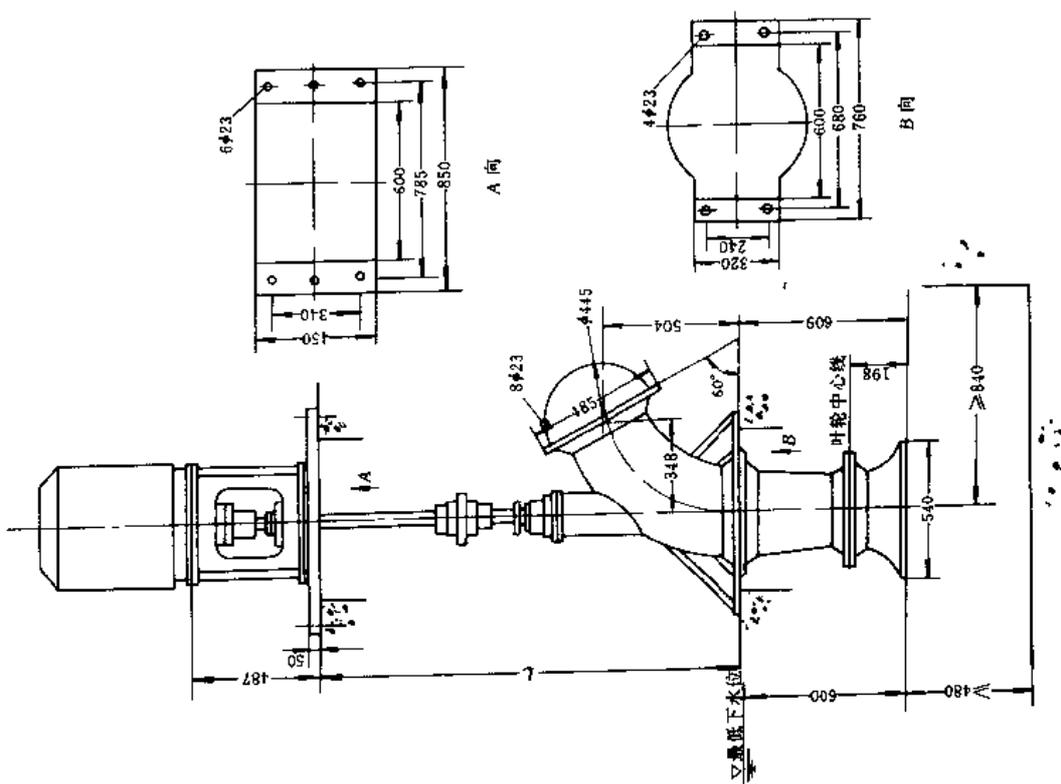


图 10-14 350ZLB—70 型泵及安装尺寸 (单位: mm)

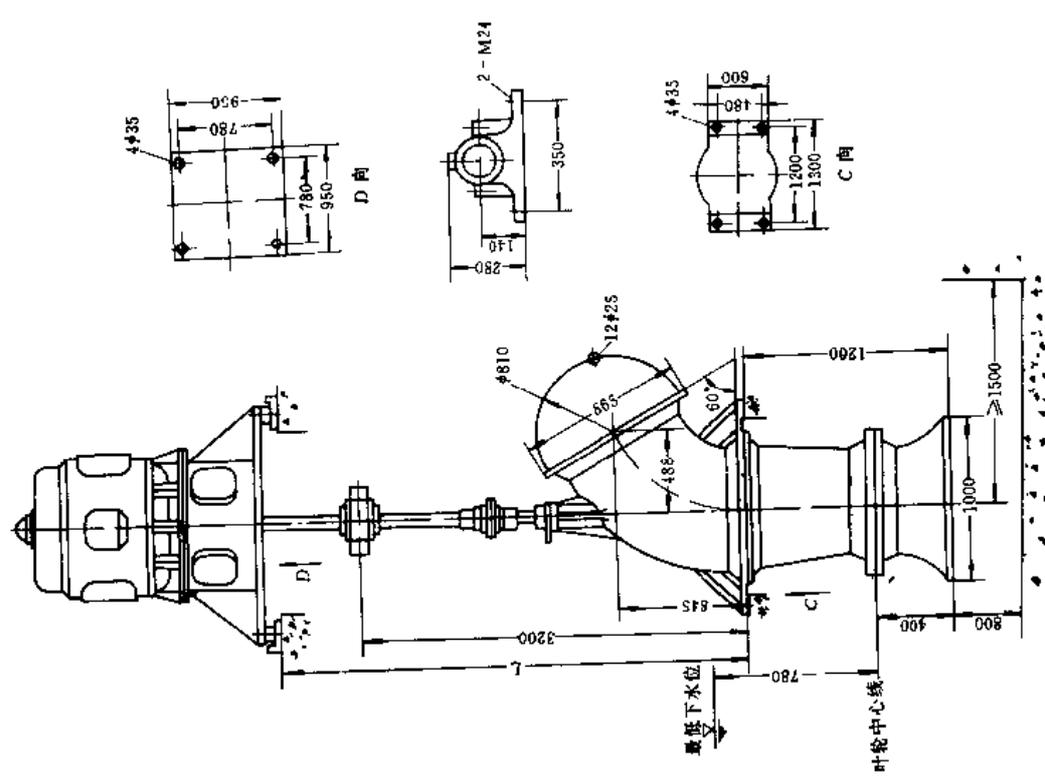
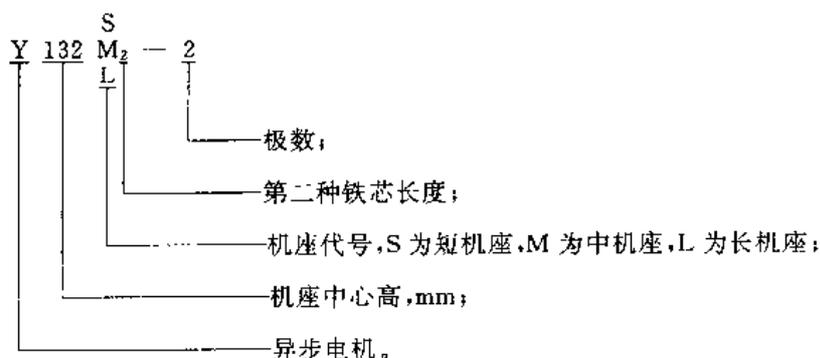


图 10-13 700ZLB—125 型泵外形及安装尺寸 (单位: mm)





### 1. 型号意义



### 2. 主要数据与安装尺寸

Y系列三相鼠笼式异步电机的主要数据见表 10-16, 外形及安装尺寸见图 10-17~图 10-19 和表 10-17~表 10-19。

**表 10-16 Y 系列三相鼠笼式异步电机主要数据**

额定电压	380 V (2 极)				380 V (4 极)			
	转速 (r/min)	电流 (A)	功率 (kW)	效率 (%)	转速 (r/min)	电流 (A)	功率 (kW)	效率 (%)
Y80Z	2825	2.6	1.1	76	1390	2.1	0.75	72.5
Y90S	2840	3.4	1.5	79	1400	2.7	1.1	79
Y90L		4.7	2.2	82		3.7	1.5	79
Y100L	2880	6.4	3.0	—	—	—	—	
Y100L <sub>1</sub>	—	—	—	—	1420	5	2.2	81
Y100L <sub>2</sub>	—	—	—	—	1420	6.8	3.0	82.5
Y112M	2890	8.2	4.0	85.5	1440	8.8	4.0	84.5
Y132S <sub>1</sub>	2900	11.1	5.5	85.5	—	—	—	—
Y132S <sub>2</sub>		15	7.5	86.2	—	—	—	—
Y132S	—	—	—	—	1440	11	5.5	85.5
Y132M	—	—	—	—		15.4	7.5	87
Y160M	—	—	—	—	1460	22.6	11.0	88

表 10-17

Y 系列三相鼠笼式异步电动机外形及安装尺寸(机座带底盖,端盖无凸缘)

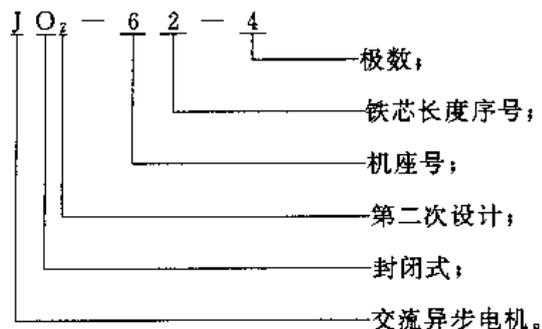
型 号	外形尺寸(mm)										安 装 尺 寸(mm)									
	H	L <sub>1</sub>		4-d	b	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	h	B	C	D		E		F×P		G		A	N
		2极	4极								2极	4极	2极	4极	2极	4极	2极	4极		
Y90S	90	310	4极	10	180	155	90	190	100	56	24	24	50	8×7	20	140	130			
Y90L	90	335	4极	10	180	155	90	190	125	56	24	50	8×7	20	140	155				
Y100L	100	380	4极	12	205	180	105	245	140	63	28	60	8×7	24	160	176				
Y112M	112	400	4极	12	245	190	115	265	140	70	28	60	8×7	24	190	180				
Y132S	132	475	4极	12	280	210	135	315	140	89	38	80	10×8	33	216	200				
Y132M	132	515	4极	12	280	210	135	315	178	89	38	80	10×8	33	216	238				
Y160M	160	600	4极	15	325	255	165	385	210	108	42	110	12×8	37	254	270				
Y160L	160	645	4极	15	325	255	165	385	254	108	42	110	12×8	37	254	314				
Y180M	180	670	4极	15	355	285	180	430	241	121	48	110	14×9	42.5	279	311				
Y180L	180	710	4极	15	355	285	180	430	279	121	48	110	14×9	42.5	279	349				
Y200L	200	775	4极	19	395	310	200	475	305	133	55	110	16×10	49	318	379				
Y225S	225	820	4极	19	435	345	225	530	286	149	55	60	110	140	16×10	18×11	49	53	356	368
Y225M	225	815	4极	19	435	345	225	530	311	149	55	60	110	140	16×10	18×11	49	53	356	393
Y250M	250	930	4极	24	490	385	250	575	349	168	60	65	140	140	18×11	18×11	53	58	406	455
Y280S	280	1000	4极	24	545	410	280	640	368	190	65	75	140	18×11	20×12	58	67.5	457	530	
Y280M	280	1050	4极	24	545	410	280	640	419	190	65	75	140	140	18×11	20×12	58	67.5	457	581
Y315S	315		4极	28					406	216	65	80	140	170	18×11	22×14	58	71	508	
Y315M	315		4极	28					457	216	65	80	140	170	18×11	22×14	58	71	508	
Y355M	355		4极	28					560	254	75	90	140	170	20×12	25×14	67.5	81	610	



## (二) JO<sub>2</sub> 系列三相鼠笼式异步电机

JO<sub>2</sub> 系列三相鼠笼式异步电机是一种能防止灰尘、铁屑或其他杂物侵入的普通异步电机。具有耐温性能好、不易吸潮等优点，有立、卧两种结构型式，可在起动与运行性能上无特殊要求的工作机械上使用，适于灰尘多、水土飞溅的场合工作。

### 1. 型号意义



### 2. 主要数据与安装尺寸

JO<sub>2</sub> 系列电机的主要数据见表 10-20。外形与安装尺寸见图 10-20~图 10-23 和表 10-21~表 10-24。

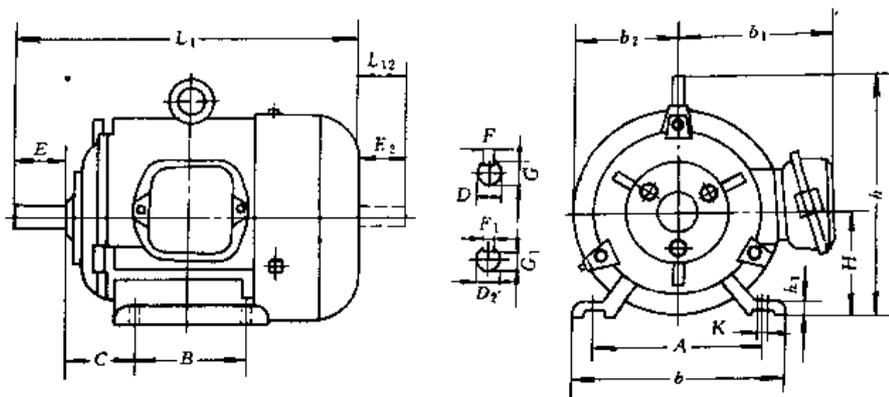


图 10-20 JO<sub>2</sub> 系列三相鼠笼式异步电机外形及安装尺寸图  
(机座带底盘，端盖上无凸缘)

表 10-20 JO<sub>2</sub> 系列三相鼠笼式异步电机主要数据

型 号	额定电压 (V)	额定功率 (kW)	转速 (r/min)	重量 (kg)	型 号	额定电压 (V)	额定功率 (kW)	转速 (r/min)	重量 (kg)
JO <sub>2</sub> -32-2	380	4.0	2860	47	JO <sub>2</sub> -52-4	380	10.0	1450	114
JO <sub>2</sub> -41-2	380	5.5	2920	65	JO <sub>2</sub> -82-4	380	40.0	1470	425
JO <sub>2</sub> -71-2	380	22.0	2940	228	JO <sub>2</sub> -91-4	380	55.0	1470	538
JO <sub>2</sub> -72-2	380	30.0	2940	259	JO <sub>2</sub> -92-4	380	75.0	1470	625
JO <sub>2</sub> -82-2	380	40.0	2960	395	JO <sub>2</sub> -93-4	380	100.0	1470	670
JO <sub>2</sub> -91-2	380	55.0	2960	556	JO <sub>2</sub> -62-4	380	17.0	1480	178
JO <sub>2</sub> -92-2	380	75.0	2960	608	JO <sub>2</sub> -71-4	380	22.0	1470	235
JO <sub>2</sub> -51-4	380	7.5	1450	95	JO <sub>2</sub> -72-4	380	30.0	1470	272

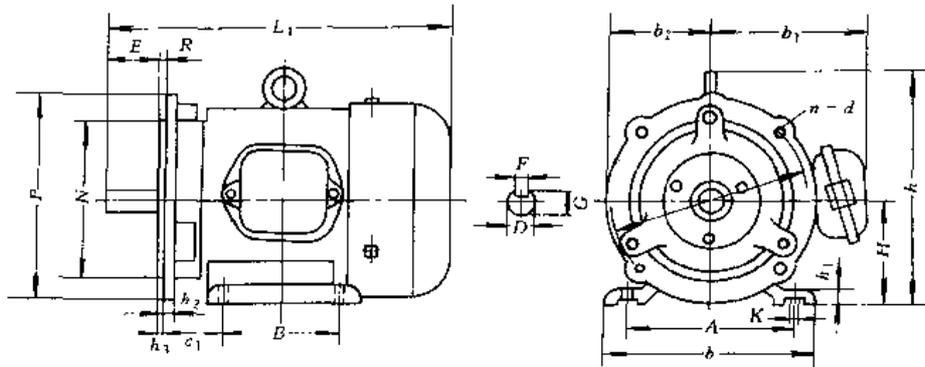


图 10-21 JO<sub>2</sub> 系列卧式三相鼠笼式异步电机外形及安装尺寸图  
(机座带底盘, 端盖上有凸缘)

表 10-21 JO<sub>2</sub> 系列卧式三相鼠笼式异步电机外形及安装尺寸  
(机座带底盘, 端盖上无凸缘)

型 号	外 形 及 安 装 尺 寸 (mm)																				
	A	B	C	D	D <sub>2</sub>	E	E <sub>2</sub>	F	F <sub>1</sub>	G	G <sub>1</sub>	H	K	h <sub>1</sub>	L <sub>12</sub>	b	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	h	L <sub>1</sub>	
JO <sub>2</sub> -32	190	159	70	28	22	60	50	8	6	24	18.5	112	13	16	55	245	180	120	270	415	
JO <sub>2</sub> -41	216	140	89	32	28	80	60	10	8	27	24	132		18	65	275	210	140	315	470	
JO <sub>2</sub> -51	254	178	108	38	32		80	80	12	10	33	27	160	16	20	88	320	220	165	370	545
JO <sub>2</sub> -52		210				575															
JO <sub>2</sub> -62	279	241	121	42	38	110	110	14	12	37	33	180	20	25	140	430	310	205	505	675	
JO <sub>2</sub> -71	356	286	149	48	42															110	14
JO <sub>2</sub> -72	356	311	149	48	42	110	110	14	12	42.5	37	225	20	25	140	430	310	205	505	785	
JO <sub>2</sub> -82	406	349	168	60	48	140														18	14
JO <sub>2</sub> -91	457	368	190	70	65	140	140	20	20	62.5	57.5	280	25	35	160	555	450	270	630	990	
JO <sub>2</sub> -92		419																		1040	
JO <sub>2</sub> -93																					

表 10-22 JO<sub>2</sub> 系列卧式三相鼠笼式异步电机外形及安装尺寸  
(机座带底盘, 端盖上有凸缘)

型 号	外 形 及 安 装 尺 寸 (mm)																						
	A	B	C <sub>1</sub>	D	E	F	G	H	K	M	N	P	R	d	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>3</sub>	n	b	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	h	L <sub>1</sub>
JO <sub>2</sub> -32	190	159	65	28	60	8	24	112	13	215	180	250	5	15	16	14	5	4	245	180	120	270	415
JO <sub>2</sub> -41	216	140	81	32	80	10	27	132		265	230	300	8		18				275	210	140	315	470
JO <sub>2</sub> -51	254	178	100	38		80	12	33	160	16	300	250	350	8	19	20	16	5	4	320	220	165	375
JO <sub>2</sub> -52		210			575																		
JO <sub>2</sub> -62	279	241	113	42	110	14	42.5	225	20	400	350	450	8	19	25	20	5	8	430	310	225	505	760
JO <sub>2</sub> -71	356	286	141	48																			110
JO <sub>2</sub> -72	356	311	141	48	140	18	53	250	25	500	450	550	8	19	30	22	5	8	490	390	275	560	920
JO <sub>2</sub> -82	406	349	160	60																			140
JO <sub>2</sub> -91	457	368	180	70	140	20	62.5	280	25	500	450	550	8	19	35	22	5	8	555	450	275	630	990
JO <sub>2</sub> -92		419																					1040
JO <sub>2</sub> -93																							

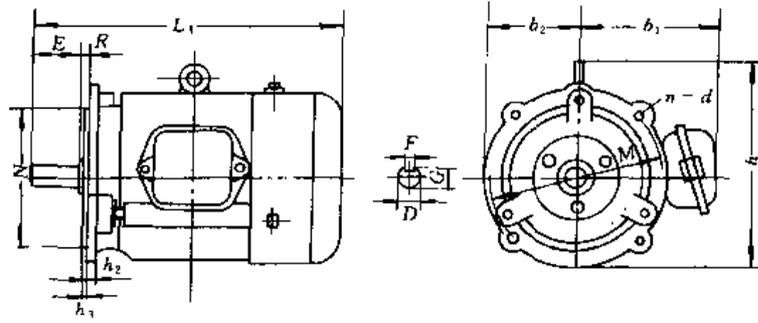


图 10-22 JO<sub>2</sub> 系列卧式三相鼠笼式异步电机外形及安装尺寸图  
(机座不带底盘, 端盖上有凸缘)

表 10-23 JO<sub>2</sub> 系列卧式三相鼠笼式异步电机外形及安装尺寸  
(机座不带底盘, 端盖上有凸缘)

型号	外形及安装尺寸 (mm)													
	$b_1$	$b_2$	$D$	$E$	$F$	$G$	$h$	$h_2$	$h_3$	$L_1$	$M$	$N$	$R$	$n-d$
JO <sub>2</sub> -32	180	120	28	60	8	24	265	14	5	415	215	180	5	4-15
JO <sub>2</sub> -41	210	140	32	80	10	27	310			470	265	230	8	
JO <sub>2</sub> -51	220	165	38		110	12	33	360	16	5	545	300		250
JO <sub>2</sub> -52				575										
JO <sub>2</sub> -62	275	180	42	110	14	42.5	430	20	5	675	400	350	8	8-19
JO <sub>2</sub> -71	310	230	48							760				
JO <sub>2</sub> -72										785				

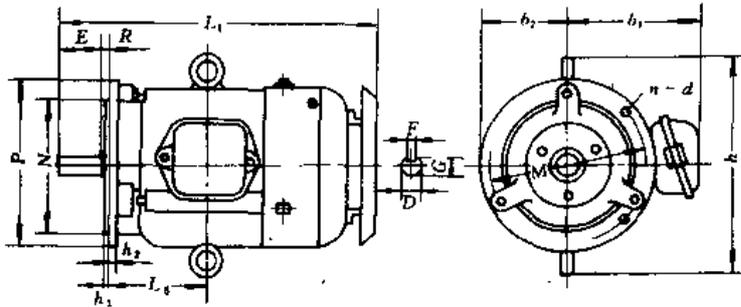


图 10-23 JO<sub>2</sub> 系列立式三相鼠笼式异步电机外形及安装尺寸图  
(机座不带底盘, 端盖上有凸缘)

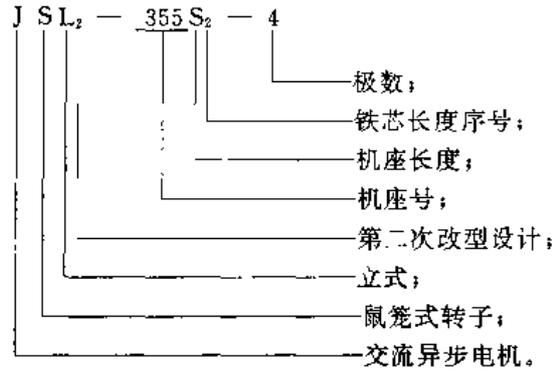
表 10-24 JO<sub>2</sub> 系列立式三相鼠笼式异步电机外形及安装尺寸  
(机座不带底盘, 端盖上有凸缘)

型号	外形及安装尺寸 (mm)															
	$D$	$E$	$F$	$G$	$M$	$N$	$P$	$R$	$h$	$b_1$	$b_2$	$h_2$	$h_3$	$L_1$	$L_4$	$n-d$
JO <sub>2</sub> -62	42	110	12	37	300	250	350	8	480	275	180	16	5	730	235	4-19
JO <sub>2</sub> -71	48		14	42.5	400	350	450	8	560	310	230	20	5	820	285	
JO <sub>2</sub> -72															845	298
JO <sub>2</sub> -82	60	140	18	53	500	450	550	8	615	390	280	22	5	995	335	
JO <sub>2</sub> -91	70		20	62.5				8	690	450			5	1080	366	
JO <sub>2</sub> -92														1130	392	
JO <sub>2</sub> -93																

(三) JS<sub>2</sub>、JSL<sub>2</sub> 系列三相鼠笼式异步电机

JS<sub>2</sub>、JSL<sub>2</sub> 系列三相鼠笼式异步电机是为替代 JS、JSL 系列而研制的新产品。其标准符合 JB1991 技术条件，安装尺寸符合国际标准。其中 JS<sub>2</sub> 型为防护式，JSL<sub>2</sub> 型为立式防滴式，可拖动各种工作机械。

1. 型号意义



2. 主要数据与安装尺寸

主要数据见表 10-25，外形及安装尺寸见图 10-24~图 10-25 和表 10-26~表 10-27。

表 10-25 JS<sub>2</sub>、JSL<sub>2</sub> 系列三相鼠笼式异步电机主要数据

型 号	额定电压 (V)	额定功率 (kW)	转速 (r/min)	重量(kg)		型 号	额定电压 (V)	额定功率 (kW)	转速 (r/min)	重量(kg)	
				JS <sub>2</sub>	JSL <sub>2</sub>					JS <sub>2</sub>	JSL <sub>2</sub>
400M <sub>1</sub> -4	380	280	1475	1500	1550	400S <sub>2</sub> -8	380	132	735	1370	1400
400M <sub>2</sub> -4		320	1480	1540	1640	400S <sub>3</sub> -8		160	735	1410	1470
355S <sub>1</sub> -8		60	735	950	970	355S <sub>2</sub> -10		60	588	980	1000
355M <sub>1</sub> -8		75	735	1070	1100	355M <sub>2</sub> -10		75	586	1120	1120
355M <sub>2</sub> -8		95	735	1120	1140	355M <sub>1</sub> -10		95	586	1070	—
355M <sub>3</sub> -8		112	735	1170	1200	355M <sub>1</sub> -4		160	1476	1070	1100
355S <sub>1</sub> -4		112	1476	950	980	400S <sub>1</sub> -4		220	1475	1320	1370
355S <sub>2</sub> -4		132	1476	980	1020	400S <sub>2</sub> -4		250	1475	1370	1440

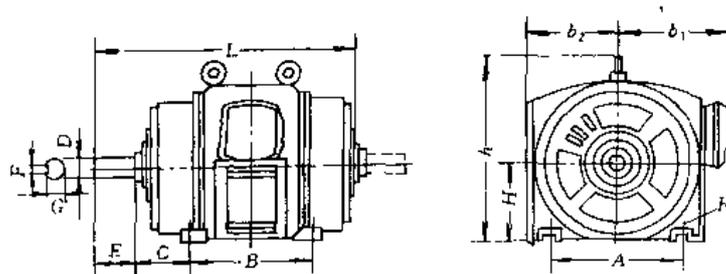


图 10-24 JS<sub>2</sub> 系列三相鼠笼式异步电机外形及安装尺寸图

表 10-26

JS<sub>2</sub> 系列三相鼠笼式异步电机外形及安装尺寸

型 号	外形及安装尺寸 (mm)												
	A	B	C	D	E	F	G	H	K	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	h	L
355S—4、6、8、10		500	254	φ85	170	22	76	355	φ30	620	400	850	1200
355M—4、6、8、10		560		φ85	170	22	76						1260
400S—4、6、8、10	586	630	280	φ100	210	28	90	400	φ36	660	450	960	1330
400M—4、6、8、10				φ100	210	28	90						1400

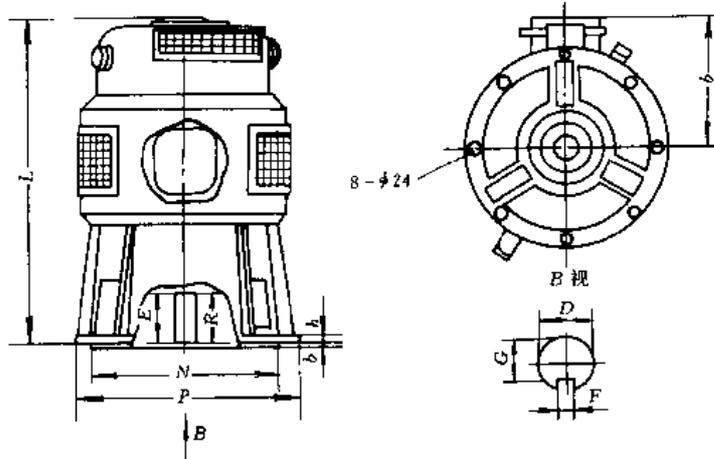
图 10-25 JSL<sub>2</sub> 系列三相鼠笼式异步电机外形及安装尺寸图

表 10-27

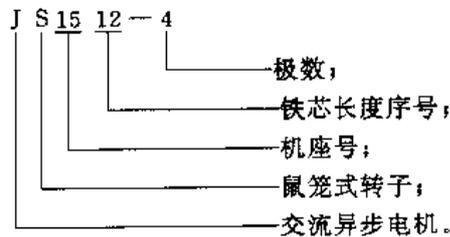
JSL<sub>2</sub> 系列三相鼠笼式异步电机外形及安装尺寸

机座号	外形及安装尺寸 (mm)										
	D	E	F	G	M	N	P	R	h	b	L
355S	φ85	170	22	76	φ760	φ710	φ825	180	25	620	1300
355M											1360
400S	φ100	210	28	90	φ875	φ825	φ950	220	30	660	1430
400M											1500

#### (四) JS 系列三相鼠笼式异步电机

JS 系列三相鼠笼式异步电机是一种自然通风防护式异步电机。用于拖动各种工作机械，不许在含有爆炸性气体的环境下工作，否则要用管道式通风。

##### 1. 型号意义



2. 主要数据与安装尺寸

主要数据见表 10-28, 外形及安装尺寸见图 10-26 和表 10-29。

表 10-28 JS 系列三相鼠笼式异步电机主要数据

型 号	额定电压 (V)	额定功率 (kW)	转速 (r/min)	重量 (kg)	型 号	额定电压 (V)	额定功率 (kW)	转速 (r/min)	重量 (kg)
JS-114-4	380	115	1470	910	JS-125-6	380	130	980	1300
JS-115-4	380	135	1480	970	JS-126-6	380	155	980	1380
JS-116-4	380	155	1475	1080	JS-127-6	380	185	980	1520
JS-117-4	380	180	1480	1150	JS-128-6	380	215	975	1600
JS-126-4	380	225	1480	1380	JS-136-6	380	240	984	1800
JS-127-4	380	260	1480	1520	JS-137-6	380	280	986	1900
JS-128-4	380	300	1480	1600	JS-117-6	380	115	980	1150

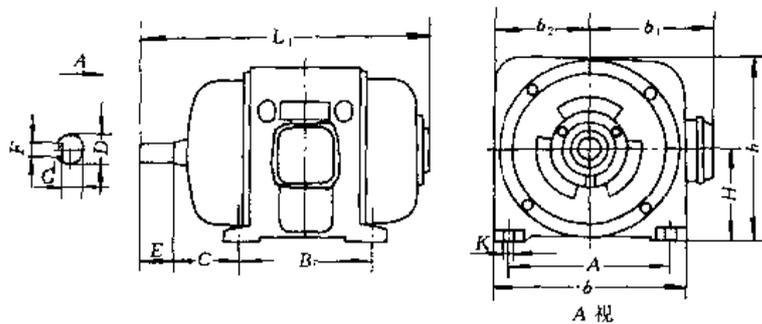


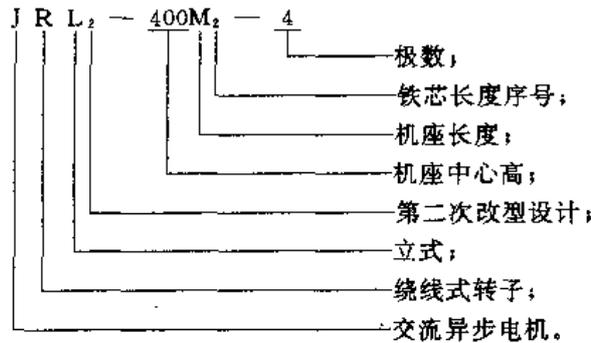
图 10-26 JS 系列三相鼠笼式异步电机外形及安装尺寸图

表 10-29 JS 系列三相鼠笼式异步电机外形及安装尺寸

型 号	外形尺寸 (mm)					安装尺寸 (mm)											
	b	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	h	L <sub>1</sub>	A	B	C	D	E	F	G	H	K			
114-4,6	760	620	390	375	1195	620±2.1	490±2.1	290±4	85	170	24	78	375	26			
115-4,116-4,6,117-6					1295		590±2.1								+0.026	+0	-1.5
117-4					1345		640±2.1								+0.003	-0.20	
126-4	870	660	445	1005	1295	710±2.1	550±2.1	305±4	90	210	28	83	450	32			
127-4,128-4					1395		650±2.1								-0.025	-0.23	
125-6,126-6					1310		550±2.1								+0	+0	-1.5
127-6,128-6					1410		650±2.1								+0.026	-0.23	
136-6	970	725	500	1125	1420	790±2.1	660±2.1	295±4	+0.026	210	28	92	500	+0			
137-6					1520		760±2.1		-0.003						-0.090	-0.23	-1.5

JR<sub>2</sub>、JRL<sub>2</sub> 系列三相绕线式异步电机是为替代 JR、JRL 系列而研制的新产品。可用于拖动各种工作机械，不许在含有爆炸性气体的环境下工作，否则要采用管道式通风。

1. 型号意义



2. 主要数据与安装尺寸

主要数据见表 10-32。外形及安装尺寸见图 10-28~图 10-29 和表 10-33~表 10-34。

表 10-32 JR<sub>2</sub>、JRL<sub>2</sub> 系列三相绕线式异步电机主要数据

型 号	额定电压 (V)	额定功率 (kW)	转速 (r/min)	重量 (kg)		型 号	额定电压 (V)	额定功率 (kW)	转速 (r/min)	重量 (kg)	
				JR <sub>2</sub>	JRL <sub>2</sub>					JR <sub>2</sub>	JRL <sub>2</sub>
355S <sub>1</sub> -4	380	112	1456	1090	1120	400S <sub>1</sub> -4	380	220	1465	1480	1530
355S <sub>2</sub> -4		132	1458	1140	1170	400S <sub>2</sub> -4		250	1467	1550	1600
355M <sub>1</sub> -4		160	1461	1220	1250	400M <sub>1</sub> -4		230	1470	1680	1720
355M <sub>2</sub> -4		190	1463	1270	1300	400M <sub>2</sub> -4		320	1474	1710	1810

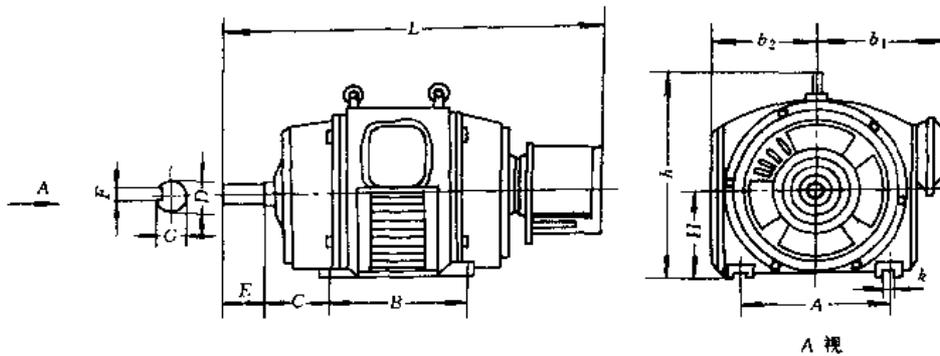


图 10-28 JR<sub>2</sub> 系列三相绕线式异步电机外形及安装尺寸图

表 10-33 JR<sub>2</sub> 系列三相绕线式异步电机外形及安装尺寸

型 号	外形及安装尺寸 (mm)												
	A	B	C	D	E	F	G	H	K	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	h	L
355S-4	610	500	254	φ85	170	22	76	355	φ30	620	400	850	1690
355M-4		79					1750						
400S-4	686	560	280	φ100	210	28	90	400	φ36	660	450	960	1810
400M-4		630											1880

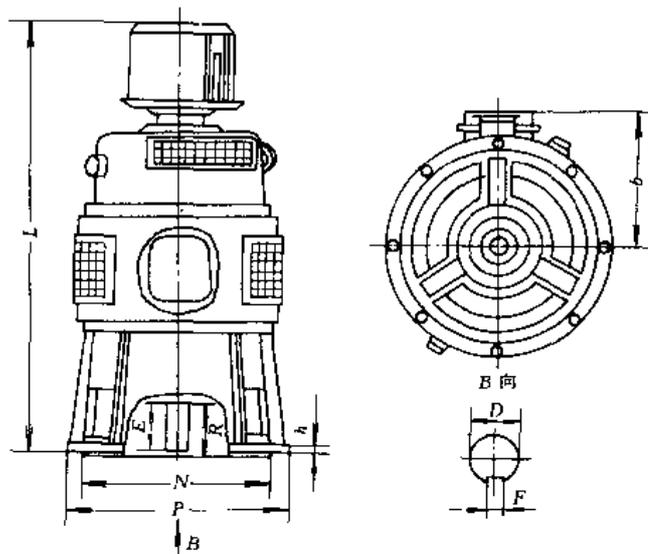


图 10-29 JRL<sub>2</sub> 系列三相绕线式异步电机外形及安装尺寸图

表 10-34 JRL<sub>2</sub> 系列三相绕线式异步电机外形及安装尺寸

型 号	外形及安装尺寸 (mm)										
	D	E	F	G	M	N	P	R	h	b	L
355S	φ85	170	22	76	φ760	φ710	φ825	180	25	620	1720
355M											1780
400S	φ100	210	28	90	φ875	φ825	φ950	220	30	660	1840
400M											1910

## 二、柴油机

柴油机是中小型排灌泵站中除电机外的主要动力机。常用的有 95、110、135 等系列。同一机型有不同缸数、特征和变形产品。表 10-35 列出 65、70、75、85、90、95、100、105、110、120、125、135、160 等系列的部分产品规格，供参考。

表 10-35 柴油机性能规格

型 号	额定功率 (kW)	额定转速 (r/min)	气缸直径 (mm)	活塞行程 (mm)	标定工况 (h)	起 动 方式	外形尺寸 (mm) 长×宽×高	重量 (kg)
165	2.2	2000	65	75	12	手摇	575×355×510	60
165F	2.2	2600	65	70	12	手摇	506×321×423	39
170	2.9	2000	70	75	12	手摇	570×353×461	60
170F	2.9	2600	70	70	12	手摇	500×320×430	41
175	3.7	2000	75	90	12	手摇	623×420×610	92
175F	3.7	2000	75	85	12	手摇	650×370×455	78
175 I	4.4	2000	75	90	12	手摇	648×411×536	92
185	5.88	2200	85	90	12	手摇	510×440×645	160

续表

型 号	额定功率 (kW)	额定转速 (r/min)	气缸直径 (mm)	活塞行程 (mm)	标定工况 (h)	起 动 方式	外形尺寸 (mm) 长×宽×高	重量 (kg)
190F	7.35	2200	90	100	12	手摇	426×507×792	115
195	8.8	2000	95	115	12	手摇	810×585×620	160
S195	8.8	2000	95	115	12	手摇	785×471×675	150
290T	14.7	2000	90	110	12	电动	590×590×730	230
X285	14.7	3000	85	90	持续	电动	590×500×770	190
2100B <sub>1</sub>	16.2	1500	100	120	12	手、电	641×497×850	210
295	17.6	2000	95	115	12	电动	590×530×745	250
295G	17.6	2000	95	115	12	电动	580×512×778	260
2105	17.6	1500	105	130	12	电动	580×500×880	215
J485T <sub>3</sub>	20.6	2000	85	95	12	电动	785×490×765	310
390	22	2000	90	100	12	电动	700×531×792	290
X2105-20	22	2000	105	120	12	手摇	740×520×909	250
X485	29.4	3000	85	90	持续	电动	815×500×770	280
X485G	29.4	3000	85	90	持续	电动	815×500×770	280
490	29.4	2000	90	110	12	电动	806×513×748	300
2135G	29.4	1500	135	140	12	电动	860×770×1155	670
2135K-1	29.4	1500	135	140	12	电动	1490×800×1200	1050
485	32.3	3000	85	100	12	电动	815×500×770	280
495	35.3	2000	95	115	12	电动	835×652×865	328
495G	35.3	2000	95	115	12	电动	820×600×782	340
X4105-15	35.3	1500	105	120	12	电动	1078×333×980	380
495A	35.75	2000	95	115	12	电动	820×600×782	340
495N	35.75	2000	95	115	12	电动	790×570×780	320
495T	35.75	2000	95	115	12	电动	840×684×875	320
4100B <sub>1</sub>	44	2000	100	120	12	电动	891×510×850	340
X4105-20	44	2000	105	120	12	电动	881×665×915	380
4110	44	1500	110	150	12	电动	1206×806×1116	813
X6105-15	53	1500	105	120	12	电动	1210×643×958	510
4125C	57.3	1500	125	152	12	机动	1260×805×1380	1000
4120SG	58.8	1800	120	140	12	电动	1095×670×1040	700
4120FG	58.8	1800	120	140	12	电动	1063×680×1045	620
4135G	58.8	1500	135	140	12	电动	1205×777×1198	876
4E135D	66	750	135	180	持续	气动	1310×840×1150	1200
4135AG	73.5	1500	135	150	12	电动	1200×777×1165	870
6135G	88.2	1500	135	140	12	电动	1435×797×1248	1160
6135T	88.2	1500	135	140	12	电动	2172×927×1380	1500
6E135D	99.2	750	135	180	持续	电动	1778×840×1150	1450
6160A	99.2	750	160	225	12	气动	2134×900×1450	2300
6135AG	110	1500	135	150	12	电动	1430×747×1219	1160

表 10-37

柱销弹性联轴器规格

型 号	泵联轴节 (mm)		机联轴节 (mm)		D (mm)	D <sub>1</sub> (mm)	C (mm)	柱 销 数 n(个)	柱销型号	许用扭矩 (N·m)	许用转速 (r/min)	重量 (kg)													
	d <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	d <sub>11</sub> ≤	L <sub>2</sub> ≤																					
B <sub>1101</sub> -66-00-16	16	30	22	40	90	60	2	2	B <sub>1101</sub> -66-3-10	17.6	11500	1.6													
B <sub>1101</sub> -66-00-20	20											1.58													
B <sub>1101</sub> -66-10A-20	20	40	38	60	105	75	3	3		32.86	9850	2.84													
B <sub>1101</sub> -66-10A-25	25											2.65													
B <sub>1101</sub> -66-10-20	20									6	6	65.73	8600	2.81											
B <sub>1101</sub> -66-10-25	25						2.62																		
B <sub>1101</sub> -66-20-25	25						8	8						107.91	8600	4.3									
B <sub>1101</sub> -66-20-30	30									3.79															
B <sub>1101</sub> -66-20-35	35	3.69																							
B <sub>1101</sub> -66-30A-30	30	60	60	80	170	125	3	3		238	6100	12.33													
B <sub>1101</sub> -66-30A-35	35								12.23																
B <sub>1101</sub> -66-30A-40	40								12.06																
B <sub>1101</sub> -66-30-30	30						6	6	80	170	125	4	4	368	5400	12.1									
B <sub>1101</sub> -66-30-35	35															11.99									
B <sub>1101</sub> -66-30-40	40															11.83									
B <sub>1101</sub> -66-30-45	45															11.66									
B <sub>1101</sub> -66-40A-30	30															70	70	100	190	145	4	4	368	5400	16.72
B <sub>1101</sub> -66-40A-35	35																								16.54
B <sub>1101</sub> -66-40A-40	40																								16.36
B <sub>1101</sub> -66-40A-45	45	16.16																							
B <sub>1101</sub> -66-40-30	30	8	8	100	190	145	8	8	736	4700	16.41														
B <sub>1101</sub> -66-40-35	35										16.24														
B <sub>1101</sub> -66-40-40	40										16.06														
B <sub>1101</sub> -66-40-45	45										15.86														
B <sub>1101</sub> -66-40-50	50										15.59														
B <sub>1101</sub> -66-40-55	55										15.29														
B <sub>1101</sub> -66-50-40	40										100	85	120	220	170	4	10	1079	4700	24.25					
B <sub>1101</sub> -66-50-45	45	23.99																							
B <sub>1101</sub> -66-50-50	50	23.69																							
B <sub>1101</sub> -66-50-55	55	23.38																							
B <sub>1101</sub> -66-50-60	60	22.93																							
B <sub>1101</sub> -66-60-50	50	110	90	140	260	195	5	5	2021	4000										40.62					
B <sub>1101</sub> -66-60-55	55										40.22														

续表

型 号	泵联轴节 (mm)		机联轴节 (mm)		D (mm)	D <sub>1</sub> (mm)	C (mm)	柱销数 n(个)	柱销型号	许用扭矩 (N·m)	许用转速 (r/min)	重量 (kg)
	d <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	d <sub>11</sub> ≤	L <sub>2</sub> ≤								
B <sub>1101</sub> -66-60-60	60											39 79
B <sub>1101</sub> -66-60-65	65	110	90	140	260	195	5		B <sub>1,01</sub> -66-3-24	2021	4000	39 42
B <sub>1101</sub> -66-60-70	70											38 92
B <sub>1101</sub> -66-70-65	65							10				82 43
B <sub>1101</sub> -66-70-70	70											81 83
B <sub>1101</sub> -66-70-75	75	140	120	170	330	245	6		B <sub>1,01</sub> -66-3-30	4042	3100	81 13
B <sub>1101</sub> -66-70-80	80											80 37
B <sub>1101</sub> -66-70-85	85											79 66

注 型号意义: B<sub>1101</sub>-66-40-35



(2) 爪形弹性联轴器。它结构简单, 体积小, 重量轻。制造容易, 使用方便。适于小功率机组传动。其结构与规格见图 10-31 和表 10-38。

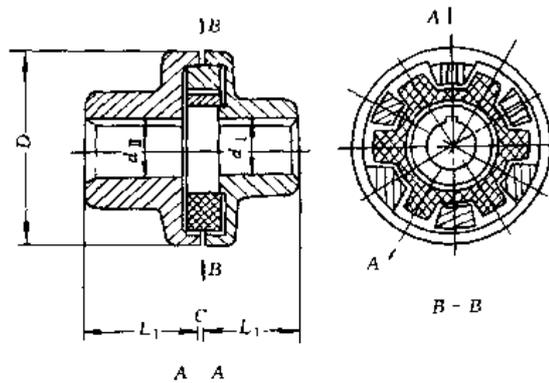


图 10-31 爪形弹性联轴器结构

表 10-38

爪形弹性联轴器规格

型 号	泵联轴节 (mm)		机联轴节 (mm)		D (mm)	C (mm)	许用转速 (r/min)	许用扭矩 (N·m)
	d <sub>11</sub> ≤	L <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>				
B <sub>1104</sub> -66-00-20	32	50	20	40	90	2	6300	29.1
B <sub>1104</sub> -66-00-22			22					
B <sub>1104</sub> -66-00-25			25					
B <sub>1104</sub> -66-10-25	42	60	25	45	105	2	5400	57.2
B <sub>1104</sub> -66-10-28			28					
B <sub>1104</sub> -66-10-30			30					

续表

型 号	泵联轴节 (mm)		机联轴节 (mm)		D (mm)	C (mm)	许用转速 (r/min)	许用扭矩 (N·m)
	$d_{11} \leq$	$L_2$	$d_1$	$L_1$				
B <sub>1104</sub> -66-20-25	48	75	25	55	120	2	4700	102
B <sub>1104</sub> -66-20-30			30					
B <sub>1104</sub> -66-20-35			35					
B <sub>1104</sub> -66-30-30	70	85	30	65	165	2	3400	272
B <sub>1104</sub> -66-30-35			35					
B <sub>1104</sub> -66-30-40			40					

注 型号意义: B<sub>1104</sub>-66-20-25

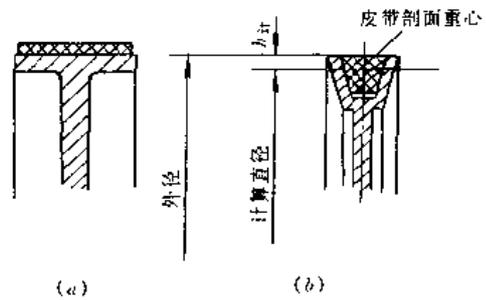
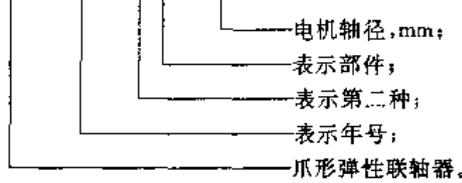
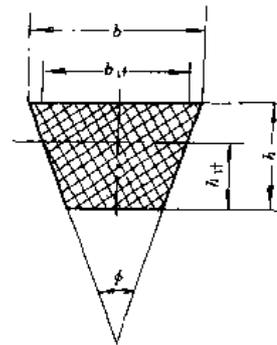


图 10-32 皮带轮计算直径示意图  
(a) 平皮带轮; (b) 三角皮带轮

**三、皮带传动**  
皮带传动是靠主动轮与被动轮直径不同, 圆周速度相等, 使机组既能传递功率又能保持各自额定转速下运行的一种传动装置。计算资料见图 10-32 和表 10-39~表 10-50。

表 10-39 三角皮带尺寸

型号	断面规格 (mm)			重心位置 (mm)	
	顶宽 $b$	高度 $h$	楔角 $\phi$	$b_{计}$	$h_{计}$
O	10 +0.5 -0.4	6 +1.0 -0.5	40°±1°	8.5	2.1
A	15 +0.7 -0.5	8 +1.0 -0.5		11	2.8
B	17 +0.9 -0.6	10.5 +1.0 -0.5		14	4
C	22 +0.9 -0.7	13.5 +1.0 -0.6		19	4.8
D	32 +1.0 -0.8	19 +1.5 -0.7		27	6.9
E	38 +1.1 -0.9	23.5 +1.5 -0.8		32	8.3
F	50 +1.2 -1.0	30 +1.5 -0.9		42	11



注 各种带型最小带轮计算直径推荐值为: 75 (O), 100 (A), 140 (B), 200 (C), 315 (D), 500 (E)。可以采用最小的值, 但皮带寿命会降低。

表 10-40

平皮带尺寸

皮带宽度 $B$ (mm)								胶布层数 $n$	宽度允许公差 (mm)	
									一级	二级
16	20	25	32	40	50	56	63	3~4	±2	±3
71	80	90	100	112	125			3~6	±3	±5
140	160	180	200	224	250			4~10	±4	±8
280	315	355	400	450	500	560		6~12	±5	±8

注 平皮带在不同速度下推荐采用的最小带轮直径:

层数	<10m/s	10~20m/s	>20m/s	层数	<10m/s	10~20m/s	>20m/s
3	75	100	125	6	250	300	350
4	125	150	200	7	350	400	450
5	175	200	250	8	450	500	550

表 10-41

三角皮带轮计算直径系列 (mm)

63	67	71	75	80	85	90	95	100	106	112
118	125	132	140	150	160	170	180	190	200	212
224	236	250	265	280	300	315	335	355	375	400
425	450	475	500	530	560	600	630	670	710	750
800	850	900	950	1000	1120	1250	1400	1600		

表 10-42

平皮带轮基本尺寸

直径 $D$ (mm)	允许偏差 (mm)	轮宽 $B$ (mm)	允许偏差 (mm)	适用皮带宽 度 (mm)	直径 $D$ (mm)	允许偏差 (mm)	轮宽 $B$ (mm)	允许偏差 (mm)	适用皮带宽 度 (mm)
50		20		16	140		90		80
60	±0.6	25	-2.0	20	160	±1.6	100	-3.0	90
					180		112		100
63		32		25	200		125		112
71	±0.8	40	-2.0	32	224	±2.0	140	-3.0	125
80		50		40	250		160	-4.0	140
90		56		50	280		180		160
100	±1.0	63	-2.0	56	315	±2.5	200	-4.0	180
					355		224		200
112		71		63	400		250		224
125	±1.2	80	-2.0 -3.0	71	450	±3.0	280	-4.0	250
					500				

表 10-43

轮心距  $A$  范围表

范围	平皮带	三角皮带
最大	$\leq 10 \sim 25m$	$\leq 2(D_A + D_B)$ mm
最小	$\geq 2(D_A + D_B)$ mm	$\geq 0.5(D_A + D_B) + 3h$ mm

注  $h$  为三角皮带高度。

表 10-44

三角皮带长度标准尺寸

皮带内周长度 $L_{内}$ (mm)	各型皮带计算长度 (mm)						
	O	A	B	C	D	E	F
500	519	525	—	—	—	—	—
530	549	555	—	—	—	—	—
560	579	585	—	—	—	—	—
600	619	625	633	—	—	—	—
630	649	655	663	—	—	—	—
670	689	695	703	—	—	—	—
710	729	735	743	—	—	—	—
750	769	775	783	—	—	—	—
800	819	825	833	—	—	—	—
850	869	875	883	—	—	—	—
900	919	925	933	—	—	—	—
950	969	975	983	—	—	—	—
1000	1019	1025	1033	—	—	—	—
1060	1079	1085	1093	—	—	—	—
1120	1139	1145	1153	—	—	—	—
1180	1199	1205	1213	—	—	—	—
1250	1269	1275	1283	—	—	—	—
1320	1339	1345	1353	—	—	—	—
1400	1419	1425	1433	—	—	—	—
1500	1519	1525	1533	—	—	—	—
1600	1619	1625	1633	—	—	—	—
1700	1719	1725	1733	—	—	—	—
1800	1819	1825	1833	1844	—	—	—
1900	—	—	—	1944	—	—	—
2000	2019	2025	2033	2044	—	—	—
2120	—	—	—	2164	—	—	—
2240	2259	2265	2273	2284	—	—	—
2360	—	—	—	2404	—	—	—
2500	2519	2525	2533	2544	—	—	—
2650	—	—	—	2694	—	—	—

续表

皮带内周长度 $L_{内}$ (mm)	各型皮带计算长度 (mm)						
	O	A	B	C	D	E	F
2800	—	2825	2833	2844	—	—	—
3000	—	3025	3033	3044	—	—	—
3150	—	3175	3183	3194	3210	—	—
3350	—	3375	3383	3394	3410	—	—
3550	—	3575	3583	3594	3610	—	—
3750	—	3775	3783	3794	3810	—	—
4000	—	4025	4033	4044	4060	—	—
4250	—	—	4233	4294	4310	—	—
4500	—	—	4533	4544	4560	4574	—
4750	—	—	4783	4794	4810	4824	—
5000	—	—	5033	5044	5060	5074	—
5300	—	—	5333	5344	5360	5374	—
5600	—	—	5633	5644	5660	5674	—
6000	—	—	6033	6044	6060	6074	—
6300	—	—	6333	6344	6360	6374	6395
6700	—	—	6733	6744	6760	6774	6795
7100	—	—	—	7144	7160	7174	7195
7500	—	—	—	7544	7560	7574	7595
8000	—	—	—	8044	8060	8074	8095
8500	—	—	—	8544	8560	8574	8595
9000	—	—	—	9044	9060	9074	9095
9500	—	—	—	9544	9560	9574	9595
10000	—	—	—	—	10060	10074	10095
10600	—	—	—	—	10660	10674	10695
11200	—	—	—	—	11260	11274	11295
11800	—	—	—	—	11860	11874	11895
12500	—	—	—	—	—	12574	12595
13200	—	—	—	—	—	13274	13295
14000	—	—	—	—	—	14074	14095
计算长度与内周长度差值 $X$	19	25	33	44	60	74	95

表 10-45

平皮带传递功率能力

轮径(D) 带厚(δ)	平皮带单位剖面面积能传递的功率 $N_0$ (kW/cm <sup>2</sup> )																													
	皮带速度 $V$ (m/s)																													
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
30	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9	3.0	3.2	3.3	3.5	3.6	3.7	3.8	4.0	4.0	4.1	4.2	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3			
35	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.5	2.7	2.9	3.1	3.2	3.4	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.1	4.3	4.3	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4			
40	1.1	1.3	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	2.9	3.1	3.3	3.4	3.6	3.7	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.3	4.4	4.4	4.4	4.5	4.5	4.5			
45	1.1	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.3	3.5	3.7	3.8	3.9	4.0	4.2	4.2	4.3	4.4	4.5	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6			
50	1.2	1.4	1.6	1.8	2.1	2.3	2.5	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.5	3.7	3.8	4.0	4.0	4.2	4.3	4.4	4.4	4.5	4.5	4.5	4.6	4.6	4.6			
60	1.2	1.4	1.6	1.8	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9	3.1	3.3	3.4	3.6	3.7	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.6	4.6	4.6	4.7	4.7			
75	1.2	1.4	1.7	1.9	2.1	2.3	2.5	2.7	2.9	3.1	3.3	3.5	3.6	3.8	3.9	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.6	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7			
100	1.2	1.4	1.7	1.9	2.1	2.4	2.6	2.8	2.9	3.2	3.4	3.5	3.7	3.9	4.0	4.1	4.2	4.4	4.5	4.5	4.6	4.7	4.7	4.7	4.8	4.8	4.8			

注 表内数值限于带宽 300 mm 以内的橡胶平皮带。

表 10-46

三角皮带传递功率能力

皮带型号	小带轮计算直径 (mm)	一根三角皮带能传递的功率 $N_0$ (kW)													
		皮带速度 $v$ (m/s)													
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
O	(63)	0.32	0.38	0.45	0.51	0.56	0.62	0.67	0.73	0.78	0.83	0.88	0.92	0.96	
	71	0.35	0.41	0.48	0.54	0.61	0.67	0.72	0.78	0.84	0.89	0.94	0.99	1.03	
	80	0.38	0.45	0.52	0.59	0.66	0.72	0.78	0.85	0.91	0.96	1.02	1.07	1.11	
	≥90	0.40	0.47	0.54	0.62	0.69	0.76	0.82	0.89	0.96	1.01	1.07	1.12	1.17	
A	(90)	0.56	0.66	0.77	0.87	0.97	1.07	1.15	1.25	1.34	1.42	1.50	1.58	1.64	
	100	0.62	0.74	0.86	0.97	1.09	1.20	1.29	1.40	1.50	1.59	1.68	1.77	1.84	
	112	0.66	0.79	0.91	1.04	1.16	1.27	1.38	1.50	1.60	1.70	1.80	1.88	1.95	
	≥125	0.70	0.83	0.96	1.09	1.22	1.34	1.45	1.58	1.68	1.79	1.89	1.98	2.06	
B	(125)	0.95	1.13	1.31	1.48	1.65	1.82	1.97	2.14	2.29	2.43	2.57	2.70	2.80	
	140	1.10	1.26	1.46	1.66	1.85	2.04	2.20	2.39	2.56	2.71	2.87	3.02	3.13	
	160	1.17	1.40	1.62	1.83	2.05	2.26	2.44	2.65	2.83	3.00	3.18	3.33	3.46	
	≥180	1.20	1.45	1.68	1.91	2.14	2.35	2.54	2.76	2.95	3.14	3.31	3.48	3.61	
C	200	1.80	2.10	2.43	2.76	3.09	3.40	3.68	3.99	4.15	4.53	4.78	5.03	5.22	
	224	1.98	2.36	2.73	3.10	3.46	3.81	4.12	4.48	4.79	5.08	5.37	5.64	5.85	
	250	2.16	2.56	2.97	3.37	3.77	4.15	4.48	4.87	5.21	5.53	5.84	6.14	6.38	
	≥280	2.20	2.67	3.09	3.50	3.91	4.31	4.67	5.06	5.40	5.74	6.07	6.38	6.62	
D	315	3.70	4.36	5.05	5.73	6.40	7.05	7.63	8.28	8.85	9.40	9.93	10.40	10.80	
	355	4.17	4.97	5.75	6.53	7.28	8.03	8.70	9.43	10.10	10.70	11.30	11.90	12.30	
	400	4.63	5.51	6.38	7.25	8.10	8.92	9.64	10.50	11.20	11.90	12.50	13.20	13.70	
	≥450	4.70	5.50	6.42	7.30	8.14	8.97	9.70	10.50	11.30	12.00	12.60	13.30	13.80	
E	500	5.30	6.30	7.30	8.30	9.27	10.20	11.00	12.00	12.80	13.60	14.40	15.10	15.70	
	560	6.07	7.23	8.35	9.48	10.60	11.60	12.60	13.70	14.60	15.50	16.40	17.20	17.90	
	≥630	6.80	8.06	9.32	10.60	11.80	13.00	14.10	15.30	16.30	17.40	18.40	19.30	20.00	
F	(710)	7.75	9.22	10.70	12.10	13.50	14.90	16.10	17.50	18.70	19.80	21.00	22.00	22.90	
	800	9.00	10.70	12.40	14.00	15.70	17.30	18.70	20.30	21.70	23.10	24.40	25.60	26.60	
	900	10.30	12.20	14.20	16.10	18.00	19.80	21.40	23.20	24.80	26.40	27.90	29.30	30.40	
	≥1000	11.40	13.60	15.70	17.80	19.90	22.00	23.70	25.80	27.50	29.20	30.90	32.50	33.70	

表 10-49 根据传动功率选取三角皮带型号

传动功率 (kW)	可采用的皮带型号	传动功率 (kW)	可采用的皮带型号	传动功率 (kW)	可采用的皮带型号
>0.4~0.75	O	>3.7~7.5	A, B	>40~75	D, E
>0.75~2.2	O, A	>7.5~20	B, C	>75~150	E, F
>2.2~3.7	O, A, B	>20~40	C, D	>150	F

注 1. 采用较小型号时, 可取较小直径的带轮和较小的轮心距, 但皮带根数较多。  
2. 采用较大型号时, 需取较大直径的带轮和较大的轮心距, 但皮带根数较少。

表 10-50 三角皮带传动包角系数  $K_1$

小轮包角 $\alpha$	120°	130°	140°	150°	160°	170°	180°
包角系数 $K_1$	0.83	0.87	0.90	0.93	0.96	0.98	1.00

注 包角  $\alpha$  可按下列公式计算:  
 开口式  $\alpha = 180^\circ - \frac{60^\circ(D_{\text{大}} - D_{\text{小}})}{A} \geq 120^\circ$ ;  
 半交叉式  $\alpha = 180^\circ + \frac{60^\circ \times D_{\text{小}}}{A}$ 。

#### 第四节 管道及其附件

本节包括管材、弯头和阀门等内容。

##### 一、管材

常用钢、铸铁、钢筋混凝土、塑料等材料。

##### 1. 钢管

中小型排灌泵站中使用的钢管, 通常有热轧无缝管、螺旋缝焊接管和直缝卷焊管 3 种。它们的规格见表 10-51~表 10-54。

表 10-51 热轧无缝钢管规格 (YB231-70)

外径 (mm)	壁 厚 (mm)												
	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0
	理 论 重 量 (kg/m)												
32	1.76	2.15	2.46	2.76	3.05	3.33	3.59	3.85	4.32	4.74			
38	2.19	2.59	2.98	3.35	3.72	4.07	4.41	4.74	5.35	5.92			
42	2.44	2.89	3.35	3.75	4.16	4.56	4.95	5.33	6.04	6.71	7.32	7.88	
45	2.62	3.11	3.58	4.04	4.49	4.93	5.36	5.77	6.56	7.30	7.99	8.63	
50	2.93	3.48	4.01	4.54	5.05	5.55	6.01	6.51	7.42	8.29	9.10	9.86	
54		3.77	4.36	4.93	5.49	6.04	6.58	7.10	8.11	9.08	9.99	10.85	11.67
57		4.00	4.62	5.23	5.83	6.41	6.99	7.55	8.63	9.67	10.65	11.59	12.48
60		4.22	4.88	5.52	6.16	6.78	7.39	7.99	9.15	10.26	11.32	12.33	13.29
63.5		4.48	5.18	5.87	6.55	7.21	7.87	8.51	9.75	10.95	12.10	13.19	14.24

续表

外 径 (mm)	壁 厚 (mm)												
	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0
	理 论 重 量 (kg/m)												
68		4.81	5.57	6.31	7.05	7.77	8.48	9.17	10.53	11.84	13.10	14.30	15.46
70		4.96	5.74	6.51	7.27	8.01	8.75	9.47	10.88	12.23	13.54	14.80	16.01
73		5.18	6.00	6.81	7.60	8.38	9.16	9.91	11.39	12.82	14.21	15.54	16.82
76		5.40	6.26	7.10	7.93	8.75	9.50	10.36	11.91	13.42	14.87	16.28	17.63
83			6.86	7.79	8.71	9.62	10.51	11.39	13.12	14.80	16.42	18.00	19.53
89			7.38	8.38	9.38	10.36	11.33	12.28	14.16	15.98	17.76	19.48	21.16
95			7.90	8.98	10.04	11.10	12.14	13.17	15.19	17.16	19.09	20.96	22.79
102			8.50	9.67	10.82	11.96	13.09	14.21	16.40	18.55	20.64	22.69	24.69
108				10.26	11.49	12.70	13.90	15.09	17.44	19.73	21.97	24.17	26.31
114				10.85	12.15	13.44	14.72	15.98	18.47	20.91	23.31	25.65	27.94
121				11.54	12.93	14.30	15.67	17.02	19.68	22.29	24.86	27.37	29.84
127				12.13	13.59	15.04	16.48	17.90	20.72	23.48	26.19	28.85	31.47
133				12.73	14.26	15.78	17.29	18.79	21.75	24.66	27.52	30.33	33.10
140					15.04	16.65	18.24	19.83	22.96	26.04	29.08	32.06	34.99
146					15.70	17.39	19.06	20.72	24.00	27.23	30.41	33.54	36.62
152					16.37	18.13	19.87	21.60	25.03	28.41	31.74	35.02	38.25
159					17.15	18.99	20.82	22.64	26.24	29.79	33.29	36.75	40.15
168						20.10	22.04	23.97	27.79	31.57	35.29	38.87	42.59
180						21.59	23.70	25.75	29.87	33.93	37.95	41.92	45.85
194						23.31	25.60	27.82	32.28	36.70	41.06	45.38	49.64
203								29.14	33.83	38.47	43.05	47.59	52.08
219								31.54	36.60	41.63	46.61	51.54	56.43
245									41.09	46.76	52.38	57.95	63.48
273									45.92	52.28	58.60	64.86	71.07
299										57.41	64.37	71.27	78.13
325										62.54	70.14	77.68	85.18
351										67.67	75.91	84.10	92.23
377											81.68	90.51	99.29
402											87.21	96.67	106.06
426											92.55	102.59	112.58
450											97.87	108.50	119.08
480											104.52	115.90	127.22
500											108.96	120.83	132.65
530											115.62	128.23	140.78
560											122.28	135.63	148.92
600											131.17	145.50	159.78

续表

公称直径 (mm)	外径 (mm)	壁厚 (mm)							
		4.5	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	12.0	14.0
		理论重量 (kg/m)							
600	630		92.33			137.80	152.90		
700	720		105.60		140.50	157.80	175.80		
800	820		120.40		160.20	180.00	199.80	239.10	
900	920		135.20		179.90	202.00	224.40	268.70	
1000	1020		150.00			224.40	249.10	298.30	
1100	1120				219.40		273.70		
1200	1220				239.10		298.40	357.50	

### 2. 铸铁管

排灌泵站中使用的铸铁管，通常有砂型离心铸铁管和连续铸铁管两种。砂型离心铸铁管的性能见表 10-55，结构与规格见图 10-33 和表 10-57。连续铸铁管的性能见表 10-56，结构与规格见图 10-34 和表 10-58。

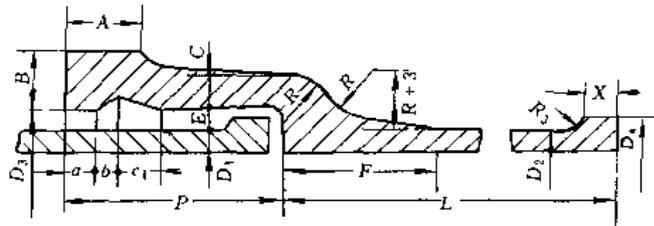


图 10-33 砂型离心铸铁直管结构图

表 10-55 砂型离心铸铁管试验水压及力学性能

水 压 试 验			管 环 抗 弯 强 度	
壁厚级别	公称直径 (mm)	试验压力 (kPa)	公称直径 (mm)	管环抗弯强度 (kPa)
P	≤450	1962	≤300	≥333540
P	≥500	1471.5	350~700	≥274680
G	≤450	2452.5	≥800	≥235440
G	≥500	1962		

表 10-56 连续铸铁管水压试验性能

公称直径 $D_n$ (mm)	试 验 水 压 力 (kPa)		
	LA 级壁厚	A 级壁厚	B 级壁厚
≤450	1962	2452.5	2943
≥500	1471.5	1962	2452.5

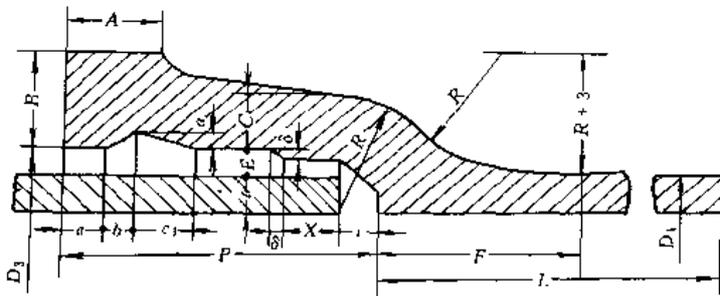


图 10-34 连续铸铁管结构图

### 3. 钢筋混凝土管

排灌泵站中使用的钢筋混凝土管，通常有自应力管和预应力管两种。自应力管的类别与性能见表 10-59。外形、结构、规格见图 10-35~图 10-36 和表 10-60~表 10-62。预应力管的类别与性能见表 10-63，外形、结构、规格见图 10-37~图 10-40 和表 10-64~表 10-68。

表 10-57 砂型离心铸铁管规格、重量 (GB3421-82)

公称直径 $D_g$ (mm)	各部尺寸 (mm)												壁厚 $r$ (mm)	内径 $D_1$ (mm)		外径 $D_2$ (mm)	总重量 (kg)						承口 凸部 重量 (kg)		插口 凸部 重量 (kg)		直部每米重量 (kg)
	承口						插口							有效长 5 m			有效长 6 m			P	G	P	G				
	$D_3$	A	B	C	P	E	F	R	$D_4$	$R_3$	X	G		P	G		P	G	P					G	P	G	
200	240.0	38	30	15	100	10	71	25	230.0	5	15	8.8	10.0	202.4	200.0	220.0	227.0	254.0			16.3	0.382	42.0	47.5			
250	293.6	38	32	15	105	11	73	26	281.6	5	20	9.5	10.8	252.6	250.0	271.6	303.0	340.0			21.3	0.526	56.5	63.7			
300	344.8	38	33	16	105	11	75	27	332.8	5	20	10.0	11.4	302.8	300.0	322.8	381.0	428.0			26.1	0.741	70.8	80.3			
350	396.0	40	34	17	110	11	77	28	384.0	5	20	10.8	12.0	352.4	350.0	374.0					32.6	0.857	88.7	98.3			
400	447.6	40	36	18	110	11	78	29	435.0	5	25	11.5	12.8	402.6	400.0	425.6					39.0	1.46	107.7	119.5			
450	498.8	40	37	19	115	11	80	30	486.8	5	25	12.0	13.4	452.4	450.0	476.8					46.9	1.64	126.2	140.5			
500	552.9	40	38	19	115	12	82	31	540.0	6	25	12.8	14.0	502.4	500.0	528.0					52.7	1.81	149.2	162.8			
600	654.8	42	41	20	120	12	84	32	642.8	6	25	14.2	15.6	602.4	599.6	630.8					68.8	2.16	198.0	217.1			
700	757.0	42	43	21	125	12	86	33	745.0	6	25	15.5	17.1	702.0	698.8	733.0					86.0	2.51	251.6	276.9			
800	860.0	45	46	23	130	12	89	35	848.0	6	25	16.8	18.5	802.6	799.0	838.0					109.0	2.86	311.3	342.1			
900	963.0	45	50	25	135	12	92	37	951.0	6	25	18.2	20.0	902.6	899.0	939.0					136.0	3.21	379.1	415.7			
1000	1067.0	50	54	27	140	13	98	40	1053.0	6	25	20.5	22.6	1000.0	955.8	1041.0					173.0	3.55	473.2	520.6			

表 10-58

连续铸铁管规格

公称直径 $D_v$ (mm)	承口内径 $D_3$ (mm)	各部尺寸 (mm)														外径 $D_2$ (mm)	壁厚 $t$ (mm)			
		A	B	C	E	P	l	F	$\delta$	X	R	a	b	$c_1$	d		LA级	A级	B级	
75	113.0					90	9										93.0		9.0	9.0
100	138.0	36	26	12		95		75									118.0	9.0		
150	189.0				10												169.0		9.2	10.0
200	240.0		28	13		100											220.0	9.2	10.1	11.0
250	293.6	38	32	15			12	83	5								271.6	10.0	11.0	12.0
300	344.8		33	16		105				18							322.8	10.8	11.9	13.0
350	396.0		34	17	11			13									374.0	11.7	12.8	14.0
400	447.6		36	18		110											425.6	12.5	13.8	15.0
450	498.8	40	37	19				14									476.8	13.3	14.7	16.0
500	552.0		40	21		115											528.0	14.2	15.6	17.0
600	654.8		44	23		120	16	101									630.8	15.8	17.4	19.0
700	757.0	42	48	26	12	125	17	106									733.0	17.5	19.3	21.0
800	860.0		51	28		130	18	111									836.0	19.2	21.1	23.0
900	963.0	45	56	31		135	19	115									969.0	20.8	22.9	25.0
1000	1067.0		60	33		140	21	121									1041.0	22.5	24.8	27.0
1100	1170.0	50	64	36	13	145	22	126									1144.0	24.2	26.6	29.0
1200	1272.0	52	68	38		150	23	130									1246.0	25.8	28.4	31.0

表 10-59 自应力钢筋混凝土管类别与性能

类别	公称直径 (mm)	压力指标(MPa)	
		工作压力	出厂检验压力
工压—4	100~800	0.4	0.8
工压—5		0.5	1.0
工压—6		0.6	1.2
工压—8		0.8	1.4
工压—10		1.0	1.7
工压—12		1.2	2.0

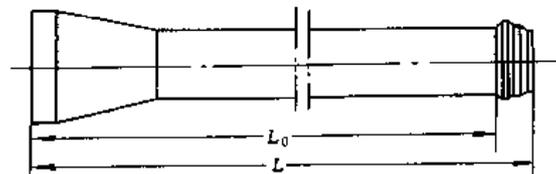


图 10-35 自应力钢筋混凝土管外形图

重量 (GB3422—82)

承口凸 部重量 (kg)	直部重量 (kg/m)			管子总重量 (kg)								
				有效长 4m			有效长 5m			有效长 6m		
	LA 级	A 级	B 级	LA 级	A 级	B 级	LA 级	A 级	B 级	LA 级	A 级	B 级
6.66	17.1	17.1	17.1	75.1	75.1	75.1	92.2	92.2	92.2			
8.26	22.2	22.2	22.2	97.1	97.1	97.1	119.0	119.0	119.0			
11.43	32.6	33.3	36.0	142.0	145.0	155.0	174.0	178.0	191.0	207.0	211.0	227.0
15.62	43.9	43.0	52.0	191.0	208.0	224.0	235.0	256.0	276.0	279.0	304.0	328.0
23.06	59.2	64.8	70.5	260.0	282.0	305.0	319.0	347.0	376.0	378.0	412.0	446.0
28.30	76.2	83.7	91.1	333.0	363.0	393.0	409.0	447.0	484.0	486.0	531.0	575.0
34.01	95.9	104.6	114.0	418.0	452.0	490.0	514.0	557.0	604.0	609.0	662.0	718.0
42.31	116.8	128.5	139.3	510.0	556.0	600.0	626.0	685.0	739.0	743.0	813.0	878.0
50.49	139.4	153.7	166.8	608.0	665.0	718.0	747.0	819.0	884.0	887.0	973.0	1050.0
62.10	165.0	180.8	196.5	722.0	785.0	848.0	887.0	966.0	1040.0	1050.0	1150.0	1240.0
83.53	219.8	241.4	262.9	963.0	1050.0	1140.0	1180.0	1290.0	1400.0	1400.0	1530.0	1660.0
110.79	283.2	311.6	338.2	1240.0	1360.0	1460.0	1530.0	1670.0	1800.0	1810.0	1980.0	2140.0
139.64	354.7	388.9	423.0	1560.0	1700.0	1830.0	1910.0	2080.0	2250.0	2270.0	2470.0	2680.0
176.79	432.0	474.5	516.9	1900.0	2070.0	2240.0	2340.0	2550.0	2760.0	2770.0	3020.0	3280.0
219.98	518.4	570.0	619.3	2290.0	2500.0	2700.0	2810.0	3070.0	3320.0	3330.0	3640.0	3940.0
268.41	613.0	672.3	731.4	2720.0	2960.0	3190.0	3330.0	3630.0	3930.0	3950.0	4300.0	4660.0
318.51	712.0	782.2	852.0	3170.0	3450.0	3730.0	3880.0	4230.0	4580.0	4590.0	5010.0	5430.0

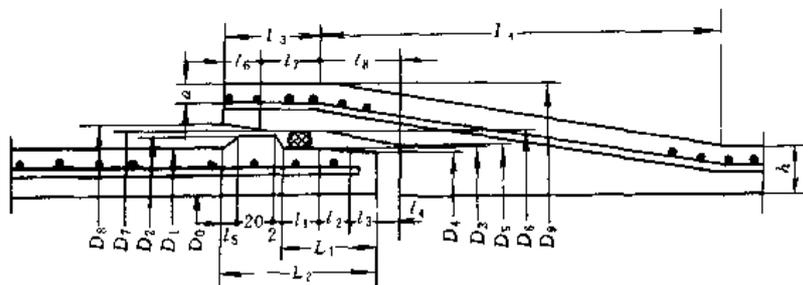


图 10-36 自应力钢筋混凝土管承插接头图

表 10-60 自应力钢筋混凝土管规格(JG198-76)

公称内径 $D_0$ (mm)	外径 $D_1$ (mm)	壁厚 $h$ (mm)	保护层厚度 $a$ (mm)	长度 (mm)	尺寸 (mm)																参考重量 (kg/根)					
					插口								承口													
					$L_0$	$L$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_4$	$l_5$	$L_1$	$L_2$	$D_5$	$D_6$	$D_7$	$D_8$		$D_9$	$t_6$	$l_7$	$l_8$	$L_3$
100	150	25	7	3000	3080	164	152	146	20	15	15	10	8	50	80	148	168	169	176	240	20	30	40	50	210	90
150	200	25	7	3000	3080	214	202	196	20	15	15	15	8	50	80	198	218	219	226	290	20	30	45	50	210	115
200	260	30	7	3000	3080	274	262	256	20	15	15	15	8	50	80	258	278	279	286	365	20	30	45	50	245	180
250	320	35	7	3000	3080	334	322	316	20	15	15	15	8	50	80	318	338	339	346	435	20	30	45	50	270	260
300	380	40	7	4000	4088	397	382	376	25	15	18	17	8	58	88	378	401	402	411	510	20	35	50	55	310	470
350	440	45	7	4000	4088	457	442	436	25	15	18	17	8	58	88	438	461	462	471	580	20	35	50	55	335	615
400	490	45	7	4000	4107	514	496	490	35	15	20	20	15	70	107	492	518	519	530	640	27	45	55	72	350	700
500	610	55	7	4000	4107	634	616	610	35	15	20	20	15	70	107	612	638	639	650	780	27	45	55	72	395	1070
600	720	60	7	4000	4117	743	726	718	40	20	20	25	15	80	117	724	750	751	762	910	27	50	65	77	475	1415
800	960	80	7	4000	4140	984	966	958	50	20	25	25	23	95	140	963	993	994	1008	1214	35	60	70	95	592	2536

表 10-61 自应力钢筋混凝土管接头用橡胶圈规格

管子公称内径 (mm)	橡胶圈尺寸(mm)				管子公称内径 (mm)				橡胶圈尺寸(mm)			
	截面直径		环内径		截面直径		环内径					
	额定	允许公差	额定	允许公差	额定	允许公差	额定	允许公差				
100	14	+0.2 -0.1	132	±2.0	17	+0.2 -0.1	385	±2.5				
150	14	+0.2 -0.1	176	±2.0	20	+0.2 -0.1	432	±3.0				
200	14	+0.2 -0.1	228	±2.0	20	+0.2 -0.1	536	±3.0				
250	14	+0.2 -0.1	280	±2.0	22	+0.2 -0.1	632	±3.0				
300	17	±2.5	332	±2.5	22	±2.5	632	±3.0				

表 10-62

自应力钢筋混凝土管产品规格

直径×壁厚×长度 (mm)	工作压力 (MPa)	参考重量 (kg/根)	生产厂	直径×壁厚×长度 (mm)	工作压力 (MPa)	参考重量 (kg/根)	生产厂
300×40×4000	0.5	489	通化市水泥制品厂	800×70×4000	0.4~0.5	2200	石家庄市水泥制品厂
400×45×4000	0.5	729		150×25×4000	0.4~0.5	150	兰州市水泥制品厂
300×40×4000	0.5	520	唐山市市政工程公司水泥制品厂	200×30×4000	0.4~0.5	238	
400×45×4000	0.5	630		250×35×4000	0.4~0.5	340	
300×40×4000	0.5	564	青海省水泥制品厂	300×40×4000	0.4~0.5	460	
400×45×4000	0.6	802		500×55×4000	0.4~0.5	1060	
400×45×4000	0.5	680	九江市水泥压力管厂	100×25×3000	0.4~0.5	93	江苏泰兴市水泥制品厂
600×60×4000	0.5	1310		150×25×3000	0.4	129	
250×35×3000	0.4	315	常德市建材厂	150×25×4000	0.4	162	
300×40×4000	0.4	483		200×30×4000	0.4	257	
100×25×3000	0.5	110	辽宁金县水泥制品厂	300×35×4000	0.4	446	长春市城建水泥制品厂
150×25×3000	0.5	130		300×40×4000	0.4	525	
200×30×3000	0.5	225		400×45×4000	0.4	750	
250×35×3000	0.5	320		300×40×4000	0.5	480	济宁市水泥制品厂
300×40×4000	0.5	570		400×45×4000	0.4	720	
100×25×3000	0.5	99		300×40×4000	0.4	480	
150×25×3000	0.5	130	沧州市自来水公司压管厂	400×45×4000	0.4	720	株洲市水泥管厂
200×30×3000	0.5	200		300×40×4000	0.5	470	
300×40×3000	0.4	507		400×45×4000	0.4	700	
400×45×4000	0.4	750		300×40×4000	0.4	470	南充市水泥制品厂
600×60×4000	0.4	1500		500×55×4000	0.4	1070	
150×25×3000	0.4~0.6	102		石家庄市水泥制品厂	150×25×4000	0.4	
200×30×3000	0.4~0.6	180	200×30×4000		0.4	216	
300×40×4000	0.4~0.6	460	300×40×4000		0.4	384	
400×45×4000	0.4~0.6	700	400×45×4000		0.4	513	
500×50×4000	0.4~0.5	970	500×55×4000		0.4	972	
600×60×4000	0.4~0.5	1450	100×25×2500		0.5~0.6	75	南京水泥制管厂

续表

直径×壁厚×长度 (mm)	工作压力 (MPa)	参考重量 (kg/根)	生产厂	直径×壁厚×长度 (mm)	工作压力 (MPa)	参考重量 (kg/根)	生产厂
150×25×4000	0.4~0.6	180	南京水泥制管厂	600×60×4000	0.4	1600	杭州水泥制品厂
200×30×4000	0.4~0.6	260		100×25×3000	0.4	67	金华水泥制品厂
300×35×4000	0.4~0.5	460		150×25×3000	0.4	110	
400×45×4000	0.4	700		200×30×3000	0.4	188	
500×55×4000	0.4	1200		250×30×3000	0.4	222	
150×25×3000	0.4~0.8	115	河南漯河市水泥制品厂	300×35×3000	0.4	320	
200×30×3000	0.4~0.8	183		400×35×3000	0.4	390	
250×350×3000	0.4~0.8	263		600×40×4000	0.4	975	
300×40×4000	0.4~0.8	475		100×30×3000	0.4~0.6	100	
400×45×4000	0.4~0.8	703		400×45×4000	0.4	700	
500×55×4000	0.4~0.8	1160		500×55×4000	0.4	1100	
600×60×4000	0.4~0.8	1415		100×30×3000	0.6~1.5	100	
150×25×2000	0.4	95	徐州市自来水公司管件厂	300×40×4000	0.6	460	上海大新砖瓦厂
200×30×3000	0.4	180		400×45×4000	0.6	700	
300×35×4000	0.4	440		500×55×4000	0.6	970	
400×45×4000	0.4	800		150×25×3000	0.4~0.6	120	
500×55×4000	0.4	1230		200×30×3000	0.4~0.6	210	
100×25×3000	0.4~0.7	95	江西九江县水泥制品厂	300×40×4000	0.4~0.6	460	济南水泥制品厂
150×25×3000	0.4~0.7	125		500×55×4000	0.4	1025	
200×30×3000	0.4~0.5	155		300×40×4000	0.5~0.6	500	
300×35×4000	0.4~0.5	365		400×45×4000	0.5~0.6	750	
400×45×4000	0.4~0.5	700		200×30×3000	0.4~0.7	180	
100×25×3000	0.5	95	杭州水泥制品厂	300×40×4000	0.4~0.6	470	山东莱西县水泥制品厂
150×25×3000	0.5	125		400×45×4000	0.4~0.5	700	
200×30×4000	0.5	260		500×55×4000	0.4~0.5	1070	
300×40×4000	0.5	450		300×40×4000	0.6	430	山东电力线路器材厂
500×55×4000	0.4	1100		400×45×4000	0.6	660	

续表

直径×壁厚×长度 (mm)	工作压力 (MPa)	参考重量 (kg/根)	生产厂	直径×壁厚×长度 (mm)	工作压力 (MPa)	参考重量 (kg/根)	生产厂
500×55×4000	0.6	990	山东电力线路器材厂	300×40×4000	0.5	480	太原水泥制管厂
600×60×4000	0.6	1260		400×45×4000	0.5	710	
150×25×4000	0.4	155	陕西清涧县水泥制品厂	500×55×4000	0.4	1000	德州市水泥制品厂
200×30×4000	0.4	240		150×25×4000	0.8	140	
300×40×4000	0.4	480		200×30×4000	0.7	220	
400×45×4000	0.4	715	蚌埠市水泥制品厂	300×40×4000	0.6	440	山东滕县水泥制品厂
200×30×4000	0.4~1.0	250		400×45×4000	0.5	650	
300×40×4000	0.4~0.8	512		150×25×4000	0.6	115	
400×45×4000	0.4~0.8	740		200×25×4000	0.6	150	
500×50×4000	0.4~0.6	1015		300×35×4000	0.6	410	
600×55×4000	0.4~0.6	1350		400×45×4000	0.6	700	
800×70×4000	0.5	2320	福州建筑材料厂	300×40×4000	0.5	470	洛阳市水泥制品厂
100×25×3000	0.5	84		400×45×4000	0.4	700	
150×25×3000	0.5	120		500×55×4000	0.4	1070	
200×30×3000	0.5	190		800×80×4000	0.5	3060	宁波市水泥船厂
250×33×3000	0.4	260		150×25×3000	0.4~0.5	100	
300×40×4000	0.5	425		200×30×4000	0.4~0.5	220	江西丰城县水泥制品厂
400×45×4000	0.4	650		100×25×3000	0.5	67	
500×55×4000	0.4	1070	四川省水泥制品厂	150×25×3000	0.5	110	佛山水泥制品厂
100×25×3000	0.4~0.6	90		200×30×3000	0.5	260	
150×25×3000	0.4~0.6	115		300×40×4000	0.5	470	
200×30×3000	0.4~0.6	180		150×25×3000	0.5~0.6	120	
300×35×4000	0.4~0.6	470		200×30×3000	0.5~0.6	200	
400×45×4000	0.4~0.6	700		300×35×4000	0.4~0.5	550	
500×55×4000	0.4~0.6	1070	太原水泥制管厂	400×45×4000	0.4~0.5	700	内江水泥制品厂
600×60×4000	0.4~0.6	1415		100×25×3000	0.6	80	
150×25×4000	0.6	175		150×25×3000	0.6	112	

235

续表

直径×壁厚×长度 (mm)	工作压力 (MPa)	参考重量 (kg/根)	生产厂	直径×壁厚×长度 (mm)	工作压力 (MPa)	参考重量 (kg/根)	生产厂
200×30×3000	0.5	177	内江水泥制品 厂	500×55×4000	0.4	1375	湘潭水泥制品 厂
250×35×3000	0.4	257		300×40×4000	0.4~0.7	500	柳州市政水泥 压力管厂
150×25×3000	0.5	160	淄博市博山水 泥制品厂	400×45×4000	0.4~0.7	670	
200×30×3000	0.5	227		500×55×4000	0.4~0.7	1020	
250×35×3000	0.6	306		600×60×4000	0.4~0.7	1450	
300×40×3000	0.6	440		150×25×3000	0.4	150	
500×55×4000	0.4	1000		250×35×4000	0.4	260	贵阳建材综合 厂
150×25×3000	0.4	134	青海省水泥制 品厂	300×37×4000	0.4	480	
200×30×3000	0.4	209		500×55×4000	0.4	990	
300×40×3000	0.5	421		200×30×4000	0.4~0.6	228	西安市水泥制 管厂
200×30×2500	0.5~0.6	161	武汉市水泥制 品厂	250×35×4000	0.4~0.5	466	
250×35×2500	0.5~0.6	225		300×40×4000	0.4~0.5	526	
300×40×2500	0.5~0.6	321		400×45×4000	0.4	654	
400×45×4000	0.4~0.5	728		300×40×4000	0.4	470	银川市水泥制 品厂
500×55×4000	0.4~0.5	1120	400×45×4000	0.4	700		
300×35×4000	0.4	458	长沙市水泥管 厂	500×55×4000	0.4	1070	南宁市水泥制 品厂
400×45×4000	0.4	700		300×40×4000	0.4~0.5	500	
500×55×4000	0.4	1080		400×45×4000	0.4~0.5	750	
100×25×3000	0.4	100	南平市水泥制 品厂	500×55×4000	0.4~0.5	1125	云南下关市水 泥制品厂
150×25×3000	0.4	150		600×60×4000	0.4~0.6	1500	
200×30×3000	0.4	200		100×25×2500	0.5~1.0	70	
250×33×3000	0.4	300		150×25×2500	0.5~1.0	110	
300×40×4000	0.4	530		200×30×4000	0.5~1.0	260	
400×45×4000	0.4	750		300×40×4000	0.4~0.6	450	
500×55×4000	0.4	1050		400×45×4000	0.4~0.6	700	
1000×85×3000	0.4	2400		500×55×4000	0.4~0.6	1150	
300×35×4000	0.4~0.5	340	宁波市水泥船 厂	800×70×4000	0.4	2250	无锡水泥制品 厂
500×55×4000	0.4	985		1000×80×4000	0.4	3250	
200×30×4000	0.5	275	湘潭水泥制品 厂	100×25×2500	0.4	56	贵阳市阳关水 泥制管厂
300×40×4000	0.5	475		150×25×3000	0.4	118	
400×45×4000	0.4	875		300×40×3000	0.4	365	



表 10-65 三阶段工艺预应力钢筋混凝土管规格(JC114-76)

公称 内径 $D_h$ (mm)	管芯 外径 $D'_w$ (mm)	壁厚 (mm)	长度 (mm)	接头尺寸 (mm)																参考重量 (kg/根)									
				承 口								插 口																	
				$d$	$a$	$L_0$	$L$	$D_1$	$D'_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$L_1$	$L_2$	$l_5$	$l_6$	$l_7$	$D_w$	$D_5$		$D_6$	$D_7$	$D'_7$	$D_8$	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_4$	$L_3$
400	476	38			662	632	533	512	473	554						506	506	486	482	473	471								1100
500	580	40	5145	4980	782	752	637	616	577	220	612	50			610	610	590	586	577	575		40	20	20	20	80	145	1200	
600	690	45			900	870	746	726	686	230	648				720	720	698	694	686	684								1700	
700	800	50	5150		1032	1002	856	836	796	726		50			830	830	808	804	796	794								2200	
800	910	55	5155		1144	1114	976	950	905	740					940	940	920	915	905	903								2700	
900	1020	60			1258	1228	1080	1058	1014	756					1050	1050	1028	1024	1014	1012	50						155	3600	
1000	1130	65	4975		1378	1348	1190	1168	1124	240	790	60			1160	1160	1138	1134	1124	1122	25			20	25	95		4200	
1200	1350	75	5165		1614	1584	1414	1392	1344	864					1380	1380	1358	1354	1344	1342	55			25	105	165		5000	

表 10-66 预应力钢筋混凝土管接头橡胶圈规格

管子公称内径 (mm)	橡胶圈尺寸 (mm)				管子公称内径 (mm)	橡胶圈尺寸 (mm)			
	一阶段工艺(JC197-76)		三阶段工艺(JC114-76)			一阶段工艺(JC197-76)		三阶段工艺(JC114-76)	
	额定截面直径	额定环内径	额定截面直径	额定环内径		额定截面直径	额定环内径	额定截面直径	额定环内径
400	24	450	437	800	24	828	828	828	
500	24	540	531	900	26	927	927	925	
600	24	630	628	1000	26	1026	1026	1024	
700	24	729	727	1200	26	1224	1224	1222	

表 10-67

预应力钢筋混凝土管(一阶段工艺)产品规格

直径×壁厚×长度 (mm)	工作压力 (MPa)	参考重量 (kg/根)	生产厂	直径×壁厚×长度 (mm)	工作压力 (MPa)	参考重量 (kg/根)	生产厂
600×55×5000	0.4~1.2	1600	北京市第二水泥管厂	800×60×5000	0.4~0.6	2340	遵义市水泥管厂
800×60×5000	0.4~1.2	2400		1000×80×5000	0.4~0.6	3300	
1000×70×5000	0.4~1.2	3300		900×65×5000	0.4~0.8	2980	大连水泥制品
1200×80×5000	0.4~1.2	4500		1200×80×5000	0.6~0.8	4500	
400×50×5000	0.8	825	深圳市水电构造预制厂	600×55×5000	0.6	1600	金华水泥制品
600×55×5000	0.8	1650		900×65×5000	0.6	2800	
800×60×5000	0.8	2340		400×50×4000	0.8	825	青岛水泥制品
1000×70×5000	0.8	3300		600×55×5000	0.8	1600	
150×25×3000	0.6	135	山西芮城大禹电灌站制管厂	800×60×5000	0.8	2340	保定水泥制品
400×50×4000	0.4~1.4	800		1000×70×5000	0.8	3300	
600×55×5000	0.4~1.4	1600		600×55×5000	0.6	1600	保定水泥制品
800×60×5000	0.4~1.4	2500		800×60×5000	0.6	2340	
400×50×5000	0.6	1031	邢台市水泥制品厂	900×65×5000	0.4	2800	西安红旗水泥制品厂
600×55×5000	0.6	1600		1000×70×5000	0.6	3300	
800×60×5000	0.6	2340		400×50×5000	0.4~1.0	1031	
600×55×5000	0.6	1640	包头市水泥制品厂	600×55×5000	0.4~1.0	1600	西安红旗水泥制品厂
700×55×5000	0.6	1830		800×60×5000	0.4~1.0	2340	
800×60×5000	0.6	2340		1000×70×5000	0.4~1.0	3300	
600×55×5000	0.6	1600	苏州水泥制品厂	1200×80×5000	0.4~1.0	4500	临汾市水利预制管厂
800×60×5000	0.6~0.8	2340		600×55×5000	0.4~1.2	1700	
1000×70×5000	0.6~0.8	3300		800×60×5000	0.4~1.2	2500	
600×55×5000	0.6~0.8	1560	长沙水泥电杆厂	1000×70×5000	0.4~1.2	3300	阳泉市水泥制管厂
800×60×5000	0.6	2400		600×55×5000	0.4~0.8	1690	
1000×70×5000	0.6	3300		800×60×5000	0.4~0.8	2470	
600×55×5000	0.6	1600	齐齐哈尔水泥制品厂	1200×80×4000	0.4~0.8	4340	运城市水泥制管厂
1000×70×5000	0.6	3600		600×55×5000	1.0	1600	
600×55×5000	0.4~0.6	1600	遵义市水泥管厂	800×60×5000	1.2	2800	

续表

直径×壁厚×长度 (mm)	工作压力 (MPa)	参考重量 (kg/根)	生产厂	直径×壁厚×长度 (mm)	工作压力 (MPa)	参考重量 (kg/根)	生产厂
1200×80×5000	0.8	4500	运城市水泥制管厂	700×55×5000	0.4~0.8	1830	锦州水泥制品厂
600×55×5000	0.4~0.6	1600	徐州水泥制品厂	900×65×5000	0.4~0.8	2800	
800×60×5000	0.4~0.6	2940		600×50×5000	0.6~0.8	1600	济南水泥制品厂
1000×70×5000	0.4~0.6	3300		1000×70×5000	0.6~0.8	3300	
600×55×5000	0.6	1600	株洲市水泥制管厂	600×55×5000	0.6	1600	郑州电力修造厂
800×60×5000	0.6	2340		800×60×5000	0.6	2340	
1200×60×5000	0.6	4500		500×50×4000	0.4	1000	山西阳高水泥管厂
800×60×5000	0.4~0.8	2280	广州自来水公司水泥制品厂	800×60×4000	0.6	2100	
1000×70×5000	0.4~0.8	3350		400×55×4000	0.6	826	山西潞城县水泥制品厂
1200×80×5000	0.4~0.8	4580		600×60×5000	0.6	1600	

表 10-68

预应力钢筋混凝土管(三阶段工艺)产品规格

直径×壁厚×长度 (mm)	工作压力 (MPa)	参考重量 (kg/根)	生产厂	直径×壁厚×长度 (mm)	工作压力 (MPa)	参考重量 (kg/根)	生产厂
600×60×5000	0.4~0.6	1830	哈尔滨水泥制品厂	820×70×4000	0.6	2500	广州自来水公司水泥制管厂
700×65×5000	0.4~0.6	2332		300×45×3000	0.7	600	广东罗定县水泥制品厂
1000×80×5000	0.4~0.6	4226		400×50×4000	0.6	1000	
600×60×5000	0.6	2200	天津自来水公司综合厂	500×60×4000	0.6	1500	
1200×90×5000	0.6	6000		800×70×4000	0.6	2800	
700×65×5000	0.8	2530	太原市水泥制管厂	1000×80×4000	0.6、0.8	3800	
900×75×5000	0.6	3150		1200×90×4000	0.6	3780	
400×56×5000	0.6~1.0	1256	湖北水泥制品厂	500×55×5000	0.6、1.0、1.8	1430	
500×58×5000	0.6~1.0	1620		600×60×5000	0.6、1.0、1.2、1.4	1828	
600×55×5000	0.4~1.0	1839		800×70×5000	0.6、0.8、1.0	2828	
800×65×5000	0.4~1.0	2878	广州自来水公司水泥制管厂	200×46×3000	0.6~1.2	380	江西瑞昌县水泥制品厂
290×50×4000	0.6	700		300×53×3000	0.6~1.2	530	
400×53×4000	0.6	1000		200×40×3000	0.4~1.0	250	韶关市水泥制品厂
600×65×4000	0.6	1700		300×50×4000	0.4~1.0	584	

续表

直径×壁厚×长度 (mm)	工作压力 (MPa)	参考重量 (kg/根)	生产厂	直径×壁厚×长度 (mm)	工作压力 (MPa)	参考重量 (kg/根)	生产厂
300×50×4000	0.6	650	湛江市水泥制品厂	800×70×5000	0.6~0.8	2700	辽阳水泥制品厂
400×55×4000	0.4~0.6	1000		600×60×3000	0.4	900	南平市水泥制品厂
800×70×4000	0.6	2600		800×70×3000	0.4	1200	
300×45×4000	0.6	610	河南信阳县水泥制品厂	1000×85×3000	0.4	2400	茂名市自来水公司
400×50×4000	0.6	840		200×43×4000	0.6~0.7	430	
500×50×4000	0.6	957		300×50×4000	0.6~0.7	630	
800×70×5000	0.6~0.8	2850		400×55×4000	0.6~0.7	850	
600×60×5000	0.8	1700	厦门市水泥制品厂	400×60×4000	0.6	1100	汕头市自来水公司配件厂
1200×90×5000	0.6	5000		800×70×4000	0.6	2400	
400×53×5000	1.2	1100	抚顺水电工程处	800×70×5000	0.4~0.8	2930	四川水泥制品厂
500×55×5000	1.2	1300		1000×80×5000	0.4~0.8	4105	
600×60×5000	1.2	1774		300×50×3000	2.0	450	
200×43×4000	0.6	314	肇庆市水泥制品厂	400×55×3000	1.2	725	广东郁南县水利预制厂
300×45×4000	0.4~0.6	710		500×55×4000	1.2	1300	
400×50×4000	0.6	968		600×55×3000	1.4	1300	
500×55×4000	0.4	1100		800×65×4000	0.8	2200	
200×45×3000	0.6	300	广东信宜县水电构件厂	1300×75×3000	0.4	3100	昆明制管厂
300×50×4000	0.6~0.8	600		300×51×4000	0.8	700	
400×55×4000	0.6~0.8	860		400×53×4000	0.6	950	
500×60×4000	0.6~0.8	1270		500×55×4000	0.4	1250	
500×55×5000	0.6~0.8	1300	辽阳水泥制品厂	400×55×4000	0.8	950	广东、云县水泥构件厂
600×60×5000	0.6~0.8	1700		500×60×4000	0.8	1100	
700×65×5000	0.6~0.8	2200		600×65×4000	0.8	1250	

#### 4. 塑料管

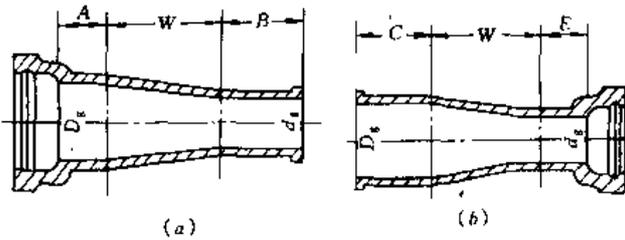
常用的塑料管是用聚氯乙烯树脂加入稳定剂、润滑剂后在机内挤压成形的。具有稳定、耐腐蚀等优点，质轻而坚，比重为钢的五分之一。在高温下有可塑性，可进行焊接和焊补。其规格见表 10-69。

表 10-69

硬聚氯乙烯管规格 (SG78—74)

外径 (mm)	轻 型			重 型			生 产 厂
	壁 厚 (mm)	近似重量		壁厚 (mm)	近似重量		
		kg/m	kg/根		kg/m	kg/根	
90	3.0	1.23	4.92	4.5	1.82	7.3	北京塑料总厂、 上海化工厂、天津 塑料十二厂、大连 塑料厂、烟台塑料 厂等
110	3.5	1.75	7.0	5.5	2.71	10.9	
125	4.0	2.29	9.16	6.0	3.35	13.5	
140	4.5	2.88	11.5	7.0	4.38	17.6	
160	5.0	3.65	14.6	8.0	5.72	23.0	
180	5.5	4.52	18.1	9.0	7.26	29.2	
200	6.0	5.48	21.9	10.0	9.0	36.0	
225	7.0	7.20	28.8				
250	7.5	8.56	34.2				
280	8.5	10.90	43.6				
315	9.5	13.70	54.8				
355	10.5	17.00	68.0				
400	12.0	21.90	87.6				

注 每根管长为 4m。

图 10-41 渐缩管结构图  
(a) 承插式; (b) 插承式

## 二、管道附件

## 1. 铸铁渐缩管

可分承插与插承渐缩管、法兰渐缩管和法兰偏心渐缩管等多种。承插与插承渐缩管规格见图 10-41 和表 10-70。法兰渐缩管规格见图 10-42 和表 10-71。法兰偏心渐缩管规格见图 10-43 和表 10-72。

表 10-70

承插与插承式渐缩管规格

公称直径 (mm)		各 部 尺 寸 (mm)					重 量 (kg/个)	
$D_g$	$d_g$	A	B	C	E	W	承 插	插 承
100	75	50	200	200	50	300	20.6	19.4
125							22.9	21.8
	24.9						25.1	
150	100	55					28.4	27.8
	125	31.0					30.2	
200	100	60			36.3	33.7		
	125		38.9	36.1				
	150		55	41.7	39.8			

续表

公称直径 (mm)		各 部 尺 寸 (mm)					重 量 (kg/个)				
$D_g$	$d_g$	A	B	C	E	W	承 插	插 承			
250	100	70	200	200	50	400	51.8	45.4			
	125						54.9	48.3			
	150						58.2	52.5			
	200						62.4	58.6			
300	100	80			200		200	50	400	63.1	53.7
	125									66.2	56.6
	150									69.6	60.9
	200									77.0	70.1
	250			85.3						82.3	
350	150	90		200	220		55	500	82.96	70.07	
	200								90.44	79.45	
	250								98.91	91.77	
	300								107.93	103.8	
400	150	90		200	220		55	500	106.67	92.44	
	200								115.32	102.99	
	250								125.06	116.58	
	300		135.42			129.95					
	350		146.63			145.29					
450	200	100	200	230	60	500	133.96	117.5			
	250						143.89	131.28			
	300						154.44	144.84			
	350						165.83	160.36			
	400						178.13	177.46			
500	250	110	200	230	70	500	164.29	145.34			
	300						175.03	159.14			
	350						189.06	174.86			
	400						202.56	192.14			
	450						218.21	211.92			
600	300	120	220	230	80	500	220.92	190.56			
	350		235.32				206.66				
	400		249.21				224.32				
	450		265.24				244.48				
	500		286.68				266.21				

表 10-71

法兰渐缩管规格

公称直径 (mm)		各部尺寸 (mm)									重量 (kg/个)		
D	d	T	t	A	B	C	E	W	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	法插	插法	双法
100	75	10		50					3606	25	15.2	16.2	17.2
125	75								1812	30	19.0	18.0	19.9
	100	3606	21.3	20.2	22.2								
150	100		10	55			50	300	1812	40	22.8	23.1	23.7
	125								3606		25.2	26.6	27.1
200	100	11		60					925	50	27.0	27.1	27.9
	125								1218		29.3	30.5	31.2
	150								1812	50	33.1	32.9	33.6
250	100	12	10	70		200			1104	60	38.4	37.0	39.3
	125								1311		41.0	40.8	43.1
	150								1625		45.4	43.7	46.0
	200								3212		51.4	49.9	52.2
300	100	13	10		200				850	70	46.8	44.2	47.7
	125								958		49.6	48.0	51.6
	150								1104		54.0	51.0	54.6
	200								1625		60.0	57.3	60.8
	250								3212		68.5	67.3	70.9
350	150	14	11						850	80	64.0	59.3	64.6
	200								1104		70.0	65.5	70.8
	250								1625		78.7	75.7	81.3
	300								3212		88.0	86.2	91.7
400	150	15	11	90		220			1062	100	81.2	78.4	81.8
	200								1300		87.9	85.7	89.5
	250								1704		98.9	91.3	101.2
	300								2525		108.9	109.7	112.6
	350								5012		124.9	125.0	127.9
450	200	16	11	100		200			1062	110	104.3	98.6	104.9
	250								1300		114.3	110.3	116.6
	300								1704		125.3	122.7	129.0
	350								2525		139.3	136.0	142.3
	400								5012		153.3	150.9	157.2
500	250	17	12	110		200			1062	120	130.1	123.3	132.4
	300								1300		141.1	135.7	144.8
	350								1704		155.1	150.0	158.1
	400								2525		169.1	162.9	172.0
	450								5012		185.1	182.3	191.4

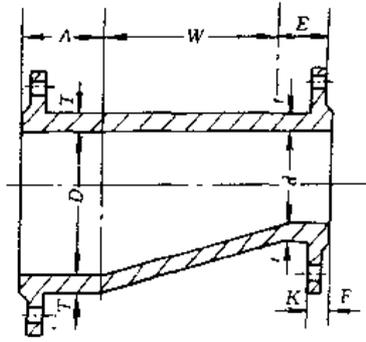


图 10-43 法兰偏心渐缩管结构图

## 2. 铸铁弯头

它有 90°、45°、22.5°、11.25° 等几种形式，90°弯头又有双承、承插和双盘 3 种，规格见图 10-44 和表 10-73；45°弯头也有双承、双盘和承插 3 种，规格见图 10-45 和表 10-74；22.5°弯头分双承和承插 2 种，规格见图 10-46 和表 10-75；11.25°弯头也有双承和承插 2 种，规格见图 10-47 和表 10-76。

表 10-72

法兰偏心渐缩管规格

公称内径(mm)		各部尺寸(mm)					重量 (kg/个)	公称内径(mm)		各部尺寸(mm)					重量 (kg/个)
D	d	T	t	A	E	W		D	d	T	t	A	E	W	
100	75	10		50			17.2	150		11		55		64.6	
							19.9								350
125	100		10	55	50	300	22.2				70		81.3		
							23.7							400	15
150	125	11		60	55	400	27.1	150		11	55		81.8		
							27.9							400	15
200	100		11	60	55	400	31.2	200		12	70		101.0		
							33.6							400	15
250	100	12	10	70	50	400	39.4	350		14	80		128.0		
							43.1							450	16
250	125		11	60	55	400	46.0	250		12	70		129.0		
							52.3							450	16
300	150	13	10	80	55	400	47.3	300		13	80		157.0		
							51.6							500	17
300	200		11	60	60	400	54.6	350		14	80		158.0		
							60.8							500	17
300	250	12	12	70	70	400	70.9	450		16	100		191.0		
														500	17

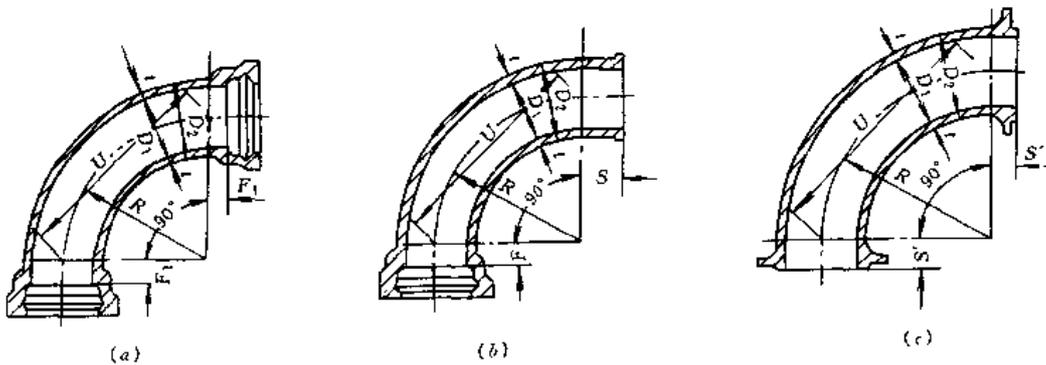


图 10-44 90°弯头结构图

(a) 双承式；(b) 承插式；(c) 双盘式

表 10-73

90° 弯头规格

公称直径 $D_g$ (mm)	各部尺寸(mm)			双承、双盘(mm)			承 插 (mm)			重 量 (kg/个)		
	$D_1$	$D_2$	$t$	$R$	$U$	$S'$	$R$	$S$	$U$	双承	双盘	承插
100	98	118	10	155	219.2	48.5	250	150	353.5	25.0	16.6	23.0
125	122	143	10.5	177.5	251	48.5	300	200	424.2	31.1	21.9	32.5
150	147	169	11	200	282.8	49.5	300	200	424.2	39.0	29.4	40.0
200	196	220	12	245	346.5	50.5	400	200	565.6	58.4	45.0	65.5
250	245.6	271.6	13	290	410.1	51.5	400	250	565.6	85.8	65.1	93.0
300	294.8	322.8	14	335	473.8	57.5	550	250	777.8	115.0	89.9	141.4
350	344	374	15	380	537.4	59	550	250	777.8	153.5	122.3	176.9
400	393.6	425.6	16	425	601	60	600	250	848.5	196.2	160.3	226.8
450	442.8	476.8	17	470	664.7	61	600	250	848.5	247.5	201.4	270.9
500	492	528	18	515	728.3	62	700	250	989.9	307.0	251.2	351.5
600	590.8	630.8	20	605	855.6	63	800	300	1131.3	452.8	370.4	527.3
700	689	733	22	695	982.9	64	900	300	1271.7	637.6	526.6	734.5
800	788	836	24	785	1110.1	71				868.2	733.3	
900	887	939	26	875	1237.4	73				1146.8	963.3	
1000	985	1041	28	955	1364.7	75				1484.7	1249.2	

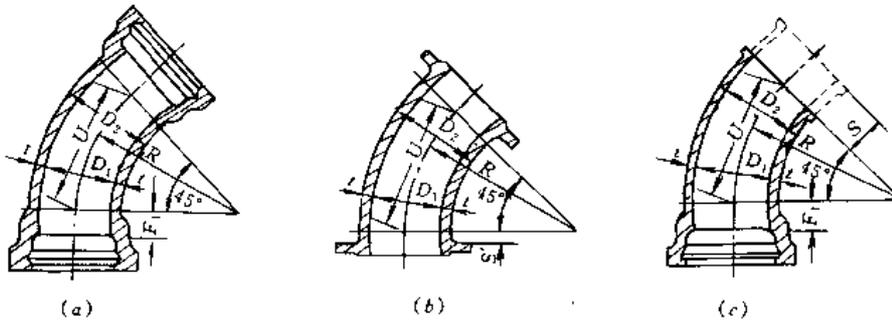


图 10-45 45°弯头结构图  
(a)双承式;(b)双盘式;(c)承插式

表 10-76

11.25° 弯头规格

公称直径 $D_r$ (mm)	内径 $D_1$ (mm)	外径 $D_2$ (mm)	壁厚 $t$ (mm)	双 承 (mm)		承 插 (mm)		重量(kg/个)	
				R	U	R	U	双承	承插
75	73	93	10	280	54.9	3000	588.1	16.2	19.4
100	98	118	10	300	58.8			20.5	24.1
125	122	143	10.5	325	63.7			24.3	29.9
150	147	169	11	350	68.6			29.4	36.8
200	196	220	12	400	78.4	4000	784.1	41.1	63.1
250	245.6	271.6	13	450	88.2			57.9	85.9
300	294.8	322.8	14	500	98			73.1	109.3
350	344	374	15	550	107.8	5000	980.2	93.9	160.8
400	393.6	425.6	16	600	117.6			112.0	195.6
450	442.8	476.8	17	650	127.4			139.5	233.7
500	492	528	18	700	137.2	600	1176.2	167.5	315.9
600	590.8	630.8	20	800	156.8			233.6	422.8
700	689	733	22	900	176.4			313.9	545.0
800	788	836	24	1000	196.1			411.2	
900	887	939	26	1100	215.7			524.8	
1000	985	1041	28	1200	235.3			663.4	
1200	1182	1246	32	1400	274.5			991.7	

表 10-77

铸铁短管规格

公称直径 $D_r$ (mm)	承 盘		插 盘		插盘(加长型)	
	L(mm)	重量(kg/个)	L(mm)	重量(kg/个)	L(mm)	重量(kg/个)
75	120	12.8	400	12.3	700	17.9
100		16.0		15.3		22.6
125		18.7		19.4		28.8
150		23.0		24.6		36.3
200		31.5		40.3		51.6
250	170	46.2	500	53.8	750	68.0
300		57.2		68.9		88.4
350		72.4		86.5		110.9
400		87.6		106.2		143.2
450		103.4		125.4		169.6
500	250	121.1	600	147.2	800	199.1
600		182.9		222.2		263.6
700		237.4		284.8		337.9
800		304.0		362.1		428.2
900		370.6		437.9		545.2
1000		460.9		526.7		654.9
1200	320	707.4	700	820.3		900.1

#### 4. 铸铁喇叭管

规格见图 10-49 和表 10-78。

#### 5. 可曲挠性橡胶接头

专用于管路可能存在的振动、沉降、曲挠和伸缩接口等处。规格见图 10-50 和表 10-79。

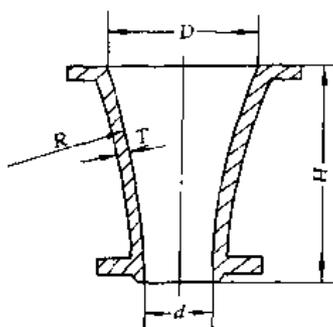


图 10-49 铸铁喇叭管结构

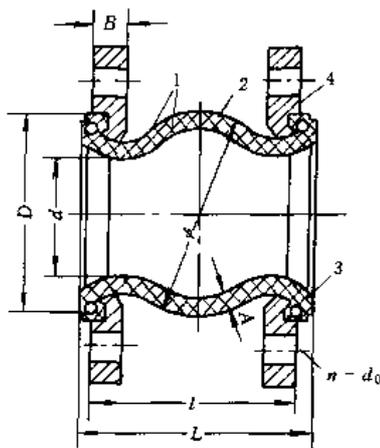


图 10-50 K-XT 型可曲挠性橡胶接头结构图  
1—橡胶主体;2—尼龙布内衬;3—硬钢丝骨架;4—钢法兰

表 10-78

铸铁喇叭管规格

公称内径(mm)		各部尺寸(mm)			重量 (kg/个)	公称内径(mm)		各部尺寸(mm)			重量 (kg/个)
d	D	T	H	R		d	D	T	H	R	
75	95	10	45	97.5	0.97	300	375	13	190	481.2	19.6
100	125		60	140.1	1.65	350	440	14	220	538.4	27.7
125	155		80	208	2.68	400	500	15	250	624.8	39.0
150	190	11	95	220.6	4.23	450	560	16	280	709.4	52.1
200	250	11	125	313.5	7.26	500	630	17	310	740.6	68.7
250	310	12	160	425.9	12.5						

表 10-79

K-XT 型可曲挠性橡胶接头规格

型 号	管道直径 (mm)	外形尺寸 (mm)						法兰盘(mm)		重量 (kg/个)	生产厂
		L	l	φ	D	d	A	B	n-d <sub>0</sub>		
K-XT-1,2,3	40	95	83	76	69	40	5	18	4-17.5	3.0	
	50	105	93	92	86	52	5	18	4-17.5	4.0	
	65	115	101	112	106	68	6	20	4-17.5	5.3	
	80	135	115	124	116	76	6	20	8-17.5	5.5	
	100	150	121	149	150	103	7	22	8-17.5	6.5	
	125	165	163	209	209	152	8	24	8-17.5	11.0	
	150	180	180	252	260	194	8	24	8-22	14.0	
	200	190						24	8-22	19.0	
	250	230						28	12-22	26.0	
	300	245						28	12-22	35.0	
	350	255						28	16-22	40.0	
	400	255						30	16-26	45.0	
	450	255						30	20-26	50.0	
500	255						32	20-26	56.0		

## 6. 闸阀

中小型排灌泵站常用闸阀有 Z45T 型和 Z445T 型两种。Z45T 型闸阀的结构和规格见图 10-51 和表 10-80。Z445T 型闸阀的结构和规格见图 10-52 和表 10-81。

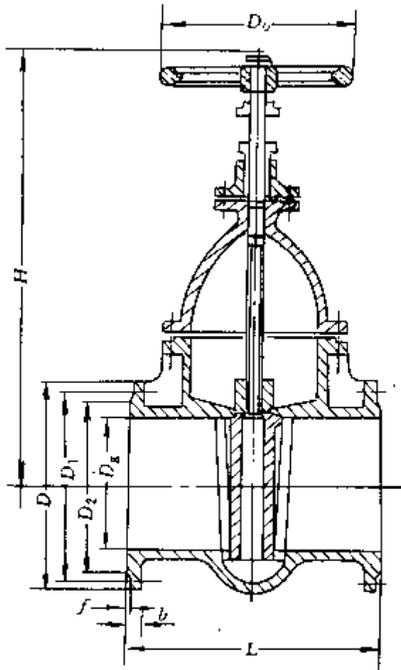


图 10-51 Z45T 型暗杆楔式  
闸阀结构图

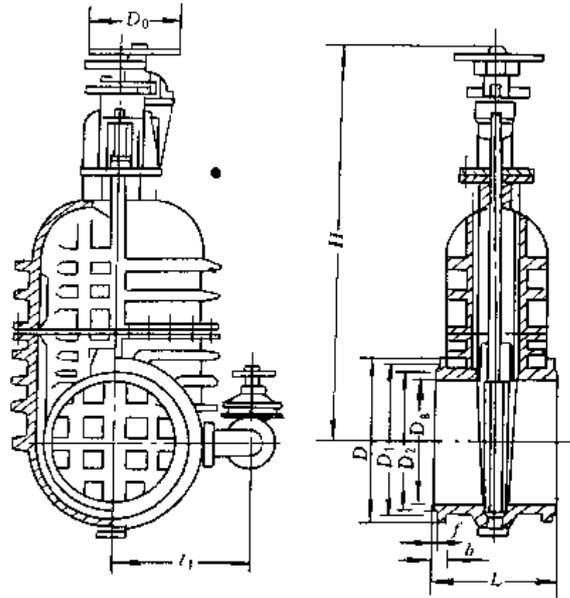


图 10-52 Z445T 型正齿轮传动暗杆楔式  
闸阀结构图

表 10-80

Z45T 型暗杆楔式闸阀规格

型 号	公称直径 $D_g$ (mm)	外 形 尺 寸 (mm)										重 量 (kg/个)	适用介质	生产厂
		$L$	$D$	$D_1$	$D_2$	$f$	$b$	$\approx H$	$D_0$	$d$	$Z$			
Z45T-2.5	500	350	640	600	568	4	30	1315	640	23	16	750	$\leq 100^\circ\text{C}$ 水	铁岭阀门厂
	600	390	755	705	670			5			1602	25		
	800	470	975	920	880	34	1970				30	24		
Z45T-10	200	330	335	295	265	3	26	705	320	23	8	118.0	$\leq 100^\circ\text{C}$ 水	山西阳泉 阀门厂、武 汉阀门厂、 铁岭阀门厂
	250	380	390	350	320		28	800			12	172.0		
	300	420	440	400	368			886			400	12		
	350	350	500	460	428	4	30	968	500	25	16	360.0		
	400	480	565	515	482		32	1090			16	416.0		
	450	510	615	565	532			1175			20	590.0		
	500	540	670	620	585	5	34	720	800	30	20	730.0		
	600	600	780	725	685		36	800			20	940.0		
	700	660	895	840	800			40			24	1890.0		

表 10-81

Z445T 型正齿轮传动暗杆楔式闸阀规格

公称直径 $D_0$ (mm)	外形尺寸 (mm)										旁通阀 (mm)		重量 (kg/个)	适用介质	生产厂
	$L$	$D$	$D_1$	$D_2$	$f$	$b$	$\approx H$	$D_0$	$d$	$Z$	$d_1$	$l_1$			
500	540	670	620	585	4	34		500	25	20			710	$\leq 100^\circ\text{C}$ 水	兰州阀门厂
600	600	780	725	685	5	36			30				950		
700	660	895	840	800		4	40				24		718		
800	720	1010	950	905	4			2125	640	100			765		
900	780	1110	1050	1005		4	42	2157	900		34		825		
1000	840	1220	1160	1115			46	2282							

## 7. 出口拍门

规格见图 10-53 和表 10-82。

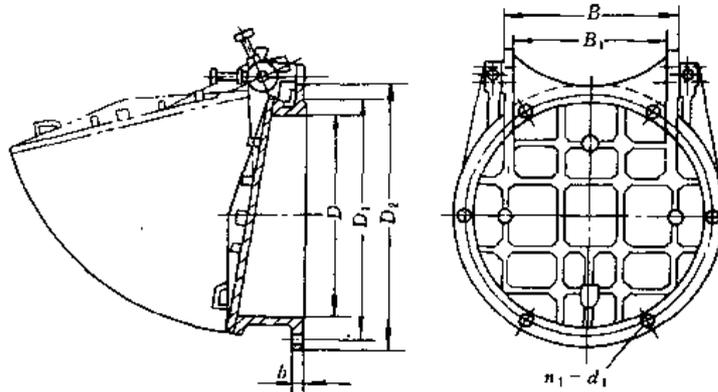


图 10-53 出口拍门外形结构图

表 10-82

出口拍门规格

管出口直径 (mm)	外形尺寸 (mm)						
	$D$	$D_1$	$D_2$	$b$	$B$	$B_1$	$n-d$ 括平 $d$
350	350	445	495	22	300	240	8—23~42
550	550	655	710	25	470	400	6—28~52
800	800	920	980	28	470	390	12—25~46
1200	1200	1320	1380	30	560	400	13—30~55
1400	1400	1520	1580	30	560	290	16—30~55
1800	1800	1930	1985	40	970	670	20—30~55

## 8. 穿墙短管

有双盘、双承和盘承 3 种，其规格见图 10-54 和表 10-83。

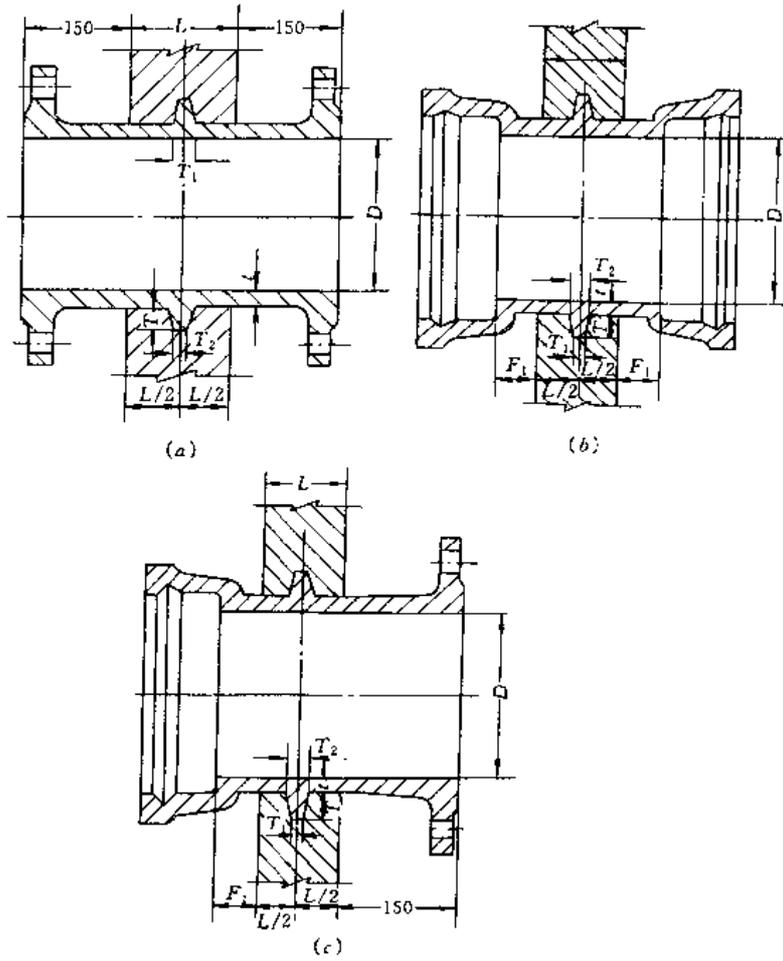


图 10-54 穿墙短管结构图  
(a) 双盘式; (b) 双承式; (c) 盘承式

表 10-83

铸铁穿墙短管规格

公称直径 $D$ (mm)	双 盘 式							双 承 式				
	外形尺寸 (mm)				重量 (kg/个)			外形尺寸 (mm)				
	$T$	$T_1$	$T_2$	$t$	$L$ (mm)			$F_1$	$T_1$	$T_2$	$T$	$t$
75	33	20.6	14	9.9	300	400	600	41.5	14	20.6	33	11
100	34	21.8	15	9.9	24.9	27.1	31.5	41.5	15	21.8	34	11
150	35	23	16	10.5	36.6	40.0	46.9	41.5	16	23	35	12.1
200	36	24.2	17	11	49.5	54.2	63.7	43.3	17	24.2	36	12.1
250	38	25.6	18	11.9	67.7	74.1	86.8	45	18	25.6	38	13.2
300	40	27	19	12.5	85.7	94.8	110.2	46.7	19	27	40	14.3
350	42	28.4	20	13.2	108.0	118.0	137.0	48.4	20	28.4	42	15.4
400	44	29.8	21	14.1	129.0	141.0	165.0	50.2	21	29.8	44	16.5
450	46	31.2	22	14.7	157.0	171.0	199.0	51.9	22	31.2	46	17.6
500	48	32.6	23	15.4	184.0	201.0	233.0	53.6	23	32.6	48	18.7

续表

公称直径 D (mm)	双承式			盘承式						
	重量 (kg/个)			外形尺寸 (mm)				重量 (kg/个)		
	L (mm)			F <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T	L (mm)		
	300	400	600					300	400	600
75	21.7	23.4	26.8	41.5	14	20.6	33	20.7	22.4	25.8
100	27.4	29.6	34.1	41.5	15	21.8	34	26.1	28.4	32.3
150	29.4	32.8	39.7	41.5	16	23	35	38.0	41.4	48.3
200	54.2	58.9	68.4	43.3	17	24.2	36	51.8	56.6	66.1
250	71.7	78.1	90.9	45	18	25.6	38	69.7	70.1	88.8
300	89.8	97.8	114.0	46.7	19	27	40	87.7	95.8	112.0
350	112.0	122.0	141.0	48.4	20	28.4	42	110.0	120.0	149.0
400	135.0	147.0	171.0	50.2	21	29.8	44	132.0	144.0	168.0
450	161.0	175.0	203.0	51.9	22	31.2	46	159.0	173.0	201.0
500	187.0	203.0	236.0	53.6	23	32.6	48	186.0	202.0	234.0

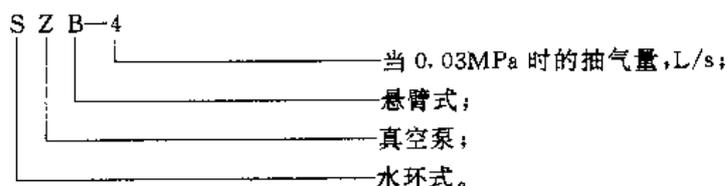
### 第五节 真 空 泵

卧式正值吸水的水泵装置，在起动前必须先充水。目前口径 350 mm 以上的泵装置，多用机械抽气装置充水。常用的抽气机械有 SZ、SZB 和 SK 三种型式水环式真空泵，其中 SZ 型真空泵因耗能高，不久将被淘汰，本节只介绍 SZB 和 SK 两种型式。

#### 一、SZB 型真空泵

SZB 型真空泵为悬臂式水环真空泵，机组装于同一底座上，用弹性联轴器传动。

##### 1. 型号意义



##### 2. 性能规格及安装尺寸

SZB 型真空泵性能见表 10-84，外形及安装尺寸见图 10-55 和表 10-85。

表 10-84 SZB 型水环式真空泵性能

型 号	流 量		真空压力 (MPa)	转速 (r/min)	轴功率 (kW)	电机功率 (kW)	保 证 真空度 (%)	叶轮直径 (mm)	泵重 (kg)	生 产 厂	
	m <sup>3</sup> /h	L/s									
SZB-4	19.8	5.5	0.04	1450	1.1	2.2	80	180	—	山西阳泉水泵厂	石家庄水泵厂、长春水泵厂、沈阳农业水泵厂、武汉水泵厂、成都水泵厂、昆明水泵厂、柳州轻工化工修配厂
	14.4	4.0	0.03		1.2						
	7.2	2.0	0.02		1.3						
	0	0	0.012		1.3						
SZB-8	38.2	10.6	0.04	1450	1.0	3	80	180	45	威海水泵厂、无锡水泵厂、浙江水泵厂、浙江真空设备厂	石家庄水泵厂、长春水泵厂、沈阳农业水泵厂、武汉水泵厂、成都水泵厂、昆明水泵厂、柳州轻工化工修配厂
	28.8	8.0	0.03		2.0						
	14.4	4.0	0.02		2.1						
	0	0	0.012								

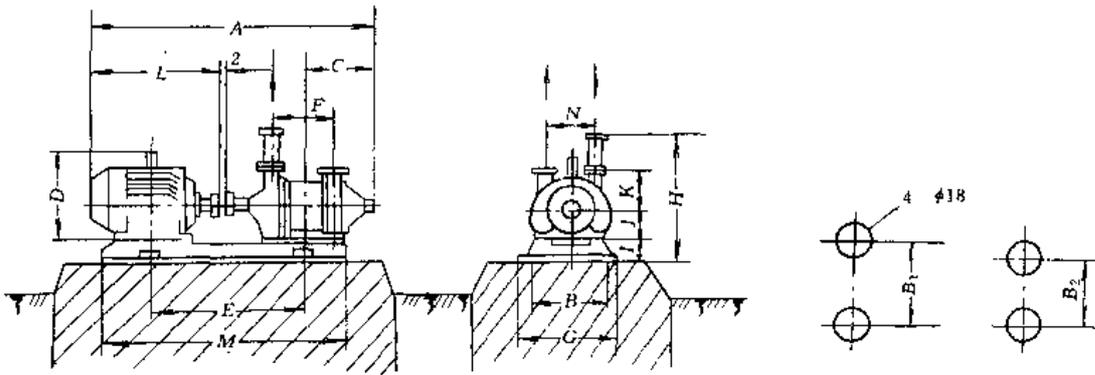


图 10-56 SK-1.5 型、SK-3 型水环式真空泵外形及安装尺寸

表 10-87 SK-1.5 型、SK-3 型水环式真空泵外形及安装尺寸

型号	外形及安装尺寸 (mm)														配用电动机型号	整机重量 (kg)
	A	B <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	C	D	E	F	M	L	G	H	I	J	K	N		
SK-1.5	970	415	280	245	510	190	735	380	465	675	85	204	176	260	Y100L-4	28.5
		320														
SK-3	1160	415	320	315	600	270	900	475	465	675	85	204	176	260	Y132S-4	135.0
		374														

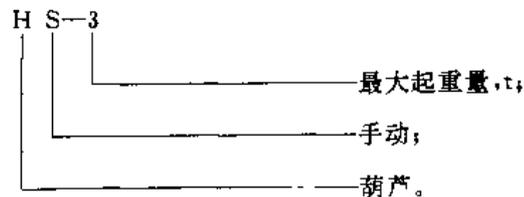
## 第六节 起重设备

中小型排灌泵站使用的起重设备有三脚架环链手拉葫芦、手动单轨小车与环链手拉葫芦、电动单轨小车等。

### 一、环链手拉葫芦

它是靠拉动铁环链使吊钩作升降运行的一种机具。专与三脚吊架或手动单轨小车配合使用。

#### 1. 型号意义



#### 2. 性能与规格

外形尺寸见图 10-57，规格见表 10-88。

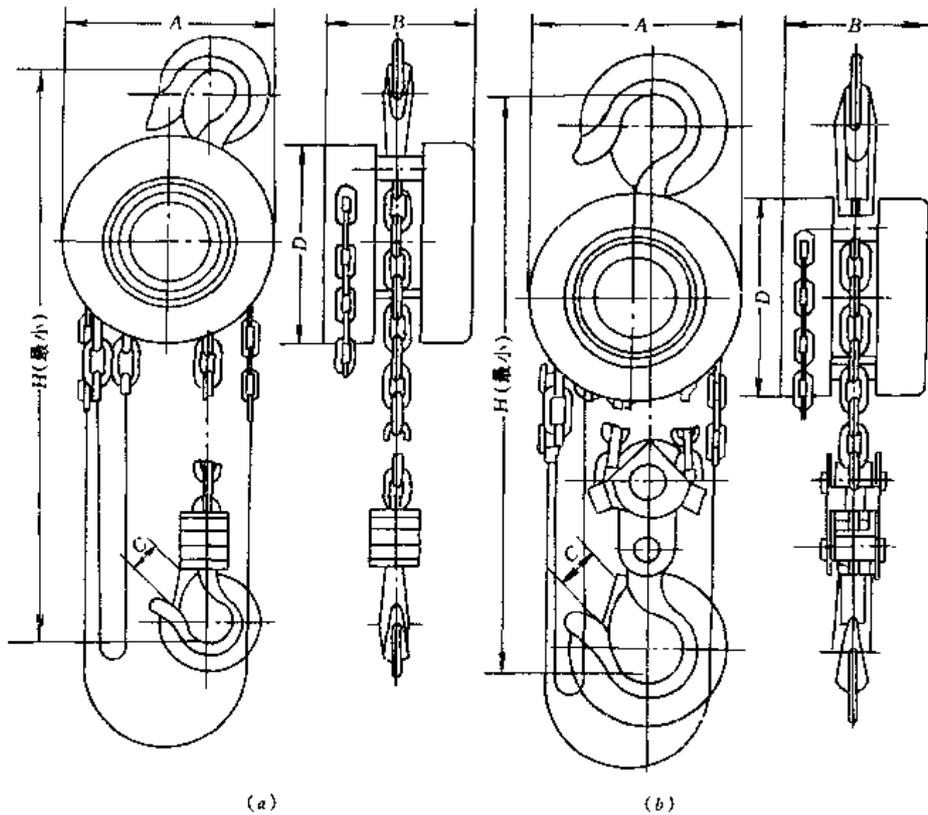


图 10-57 HS 型环链手动葫芦外形图  
(a) 0.5、1、1.5、2.5t; (b) 2、3、5t

表 10-88 HS 型环链手拉葫芦规格

型 号	起重量 (t)	提升 高度 (m)	试验 荷载 (t)	两钩间 最小距离 H (mm)	满载时 手链拉力 (N)	起重链 条行数 (行)	起重链条 圆钢直径 (mm)	主要尺寸(mm)				净重 (kg)	起重高度每增加 1 米 应增加的重量 (kg)
								A	B	C	D		
HS-0.5	0.5	2.5	0.625										
HS-1	1	2.5	1.25	270	310	1	6	142	122	28	142	10	1.7
HS-1.5	1.5	2.5	1.875	335	350	1	8	178	139	32	178	15	2.3
HS-2	2	2.5	2.5	380	320	2	6	142	122	34	142	14	2.5
HS-2.5	2.5	2.5	3.125	370	390	1	10	210	162	36	210	25	3.1
HS-3	3	3	3.75	470	350	2	8	178	139	38	178	24	3.7
HS-5	5	3	6.25	600	390	2	10	210	162	48	210	36	5.3

注 主要生产厂：杭州武林机器厂、浙江五一机器厂、北京起重工具厂、常熟起重机械厂、广州起重设备厂、南京起重机械厂、沈阳起重设备厂、山东莱芜机械厂、泰安起重机械厂、柳州起重工具厂、郑州起重工具厂、山西潞城公建机械厂。

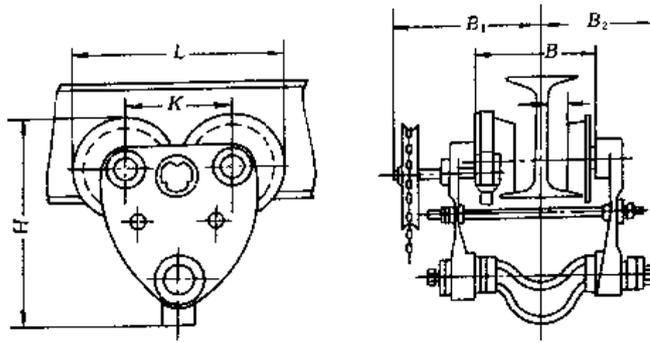


图 10-60 SG 型手动单轨小车外形图

表 10-91

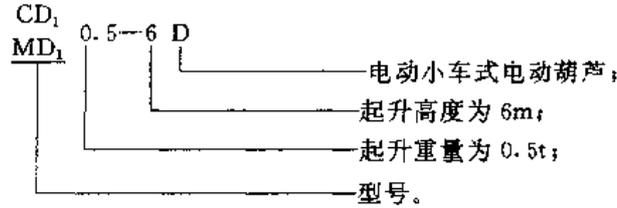
SG 型手动单轨小车规格

型 号	起重量 (t)	起升 高度 (m)	运行 速度 (m/min)	最小转 弯半径 (m)	手拉力 (N)	主 要 尺 寸 (mm)						工字钢 型号	总重量 (kg)	生产厂										
						B <sub>2</sub>	K	B	H	B <sub>1</sub>	L													
SG-0.5	0.5	3~10	2.5		30	112.5	155	162	228.3	175	281.6	14	13.5	重庆 九龙坡 手动葫 芦厂										
								170				179			16									
								178				183			18									
								182				185			20a									
								190				189			22a									
								198				193			25a									
SG-1~SG-2	1	3~10	2.5		40	127	185	192	291.3	184	347.6	18a	23	重庆 九龙坡 手动葫 芦厂										
	196							186				20a												
	208							291.3~	192	22a														
	212									194		25a												
	220							306.3	198	28a														
	224								200	32a														
	232							306.3	204	36a														
	240									208		40a												
	SG-3~SG-5							3	3~10	1.5					80	150	205	218	355.3	195	385.6	22a	45	重庆 九龙坡 手动葫 芦厂
								226										199				25a		
230		201	28a																					
234		355.3~	203	30a																				
238				205	32a																			
246		373.3	209	36a																				
250			211	40a																				
258			215	45a																				
266		373.3	219	50a																				
274				223	56a																			
5					120	160																		

### 三、电动葫芦

是一种在工字型单轨上平移和升降均用电机的起重设备。具有重量轻、体积小、结构简单、形式多样等优点。目前常用  $CD_1$ 、 $MD_1$  两种型号。

#### 1. 型号意义



#### 2. 规格及外形尺寸

$CD_1$  型电动葫芦外形、规格见图 10-61 和表 10-92,  $MD_1$  型电动葫芦外形、规格见图 10-62 和表 10-92。

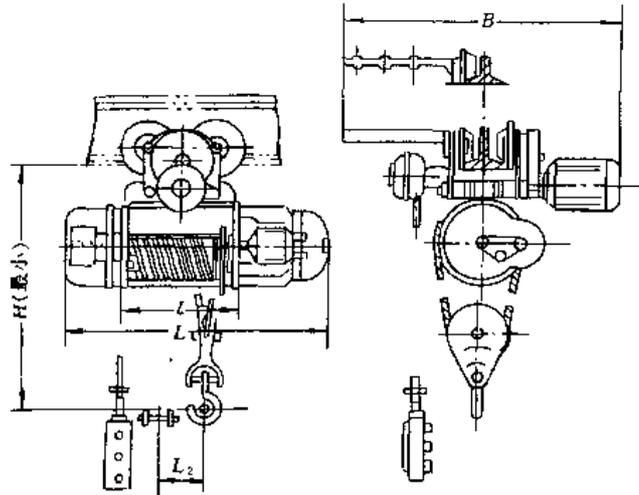


图 10-61  $CD_1$  型 0.5~5 t、 $H=6\sim9$  m 电动葫芦外形图

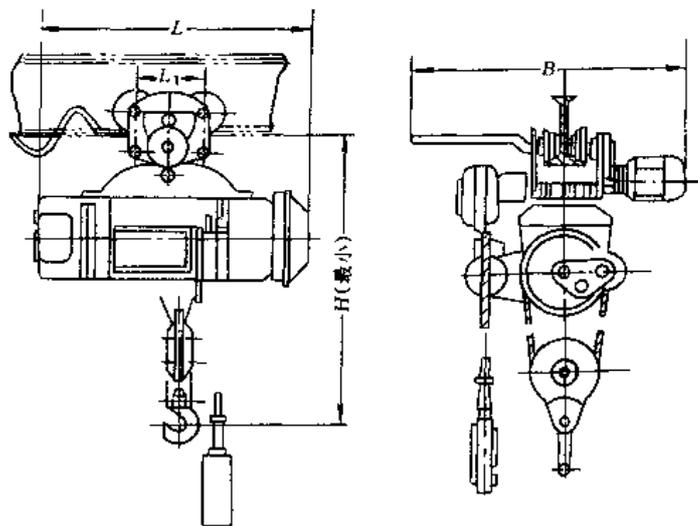


图 10-62  $MD_1$  型 0.5~5 t、 $H=6\sim9$  m 电动葫芦外形图

表 10-92 CD<sub>1</sub>型 0.5~5 t 电动葫芦规格

型 号	起 重 量 (t)	起 升 高 度 (m)	起 升 速 度 (m/min)	运 行 速 度 (m/min)	主起升电机		慢速起升电机		运行电机		钢丝绳		主 要 尺 寸 (mm)						环 行 轨 道 最 小 半 径 (m)	工 字 钢 型 号	最 大 轮 压 (kg)	重 量 (kg)
					功 率 (kW)	转 速 (r/min)	功 率 (kW)	转 速 (r/min)	功 率 (kW)	转 速 (r/min)	直 径 (mm)	结 构	L	L <sub>K</sub>	l	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	B				
CD <sub>1</sub> 0.5-6D MD <sub>1</sub>	0.5	6	20	20	0.8						4.8		72	866	—	1	16~ 28b	318	120 (138)			
			30																			
CD <sub>1</sub> 0.5-9D MD <sub>1</sub>	0.5	9	60	20	1.5	(0.2)				7.4		185	98	866~ 884	665~ 685	1	16~ 28b	380	125 (143)			
			30																			
CD <sub>1</sub> 1-6D MD <sub>1</sub>	1.0	6	20	20	3.0					345	443	148	100	894~ 930	860	1.2	1.2~ 1.5	650	147 (165)			
			30																			
CD <sub>1</sub> 1-9D MD <sub>1</sub>	1.0	9	60	20	1.5					345	443	148	100	894~ 930	860	1.2	1.2~ 1.5	650	147 (165)			
			30																			
CD <sub>1</sub> 2-6D MD <sub>1</sub>	2.0	6	20	20	3.0					352	452	150	103	912~ 994	985	1.2	1.2~ 1.5	815	235 (265)			
			30																			
CD <sub>1</sub> 2-9D MD <sub>1</sub>	2.0	9	60	20	3.0					352	452	150	103	912~ 994	985	1.2	1.2~ 1.5	815	235 (265)			
			30																			
CD <sub>1</sub> 3-6D MD <sub>1</sub>	3.0	6	20	20	4.5					378	481~ 493	13	105	1020~ 1084	1035~ 1160	1.5	1.5	1735	290 (320)			
			30																			
CD <sub>1</sub> 3-9D MD <sub>1</sub>	3.0	9	60	20	4.5					378	481~ 493	13	105	1020~ 1084	1035~ 1160	1.5	1.5	1735	290 (320)			
			30																			
CD <sub>1</sub> 5-6D MD <sub>1</sub>	5.0	6	20	20	7.5					415	520	15.5	105	1020~ 1084	1035~ 1160	1.5	1.5	2070	440			
			30																			
CD <sub>1</sub> 5-9D MD <sub>1</sub>	5.0	9	60	20	7.5					415	520	15.5	105	1020~ 1084	1035~ 1160	1.5	1.5	2070	440			
			30																			

注 1. 括号内为 MD<sub>1</sub> 型数据。

2. 生产厂：北京起重设备厂、上海起重设备厂、天津起重设备厂、杭州电机厂、广东梅州电机厂、江苏江阴起重机械厂、甘肃定西起重机械厂、辽宁瓦房店起重设备厂。

#### 四、工字钢（单轨）

常用热轧普通工字钢，其规格尺寸见图 10-63 和表 10-93。

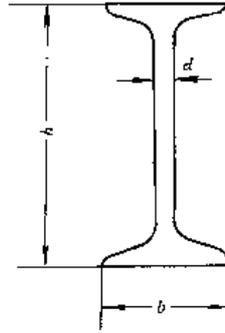


图 10-63 普通工字钢截面图

表 10-93

普通工字钢规格

工字钢 型号	各部尺寸 (mm)			理论重量 (kg/m)	工字钢 型号	各部尺寸 (mm)			理论重量 (kg/m)
	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>d</i>			<i>h</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	
10	100	68	4.5	11.2	36b	360	138	12.0	65.6
12.6	126	74	5.0	14.2	36c	360	140	14.0	71.2
14	140	80	5.5	16.9	40a	400	142	10.5	67.6
16	160	88	6.0	20.5	40b	400	144	12.5	73.8
18	180	94	6.5	24.1	40c	400	146	14.5	80.1
20a	200	100	7.0	27.9	45a	450	150	11.5	80.4
20b	200	102	9.0	31.1	45b	450	152	13.5	87.4
22a	220	110	7.5	33.0	45c	450	154	15.5	94.5
22b	220	112	9.5	36.4	50a	500	158	12.0	93.6
25a	250	116	8.0	38.1	50b	500	160	14.0	101.0
25b	250	118	10.0	42.0	50c	500	162	16.0	109.0
28a	280	122	8.5	43.4	56a	560	166	12.5	106.2
28b	280	124	10.5	47.9	56b	560	168	14.5	115.0
32a	320	130	9.5	52.7	56c	560	170	16.5	123.9
32b	320	132	11.5	57.7	63a	630	176	13.0	121.6
32c	320	134	13.5	62.8	63b	630	178	15.0	131.5
36a	360	136	10.0	59.9	63c	630	180	17.0	141.0

注 每根工字钢长度：10~18号，5~19 m；20~63号，6~19 m。

# 第十一章 泵站主要构件设计

## 第一节 建筑模数制

### 一、有关的建筑统一模数制

#### (一) 建筑模数制简要说明

##### 1. 设计模数标准

它是以 100mm 作为模数基础而制定的, 其符号 M, 即  $1M=100\text{mm}$ 。

##### 2. 标准模数运用范围

下列条件方可采用标准模数:

- (1) 工业与民用建筑设计。适用于一般建筑物。
- (2) 一些构件尺寸。

规定建筑成材、建筑制品、建筑构件尺寸; 规定与建筑物有关设备的协调尺寸。

(3) 编制指示性规则文件。编制一般工业与民用建筑物的统一化规则, 标准设计, 通用设计以及指示性文件等。

##### 3. 本标准不适用的范围

下列情况可不执行本标准的规定:

- (1) 改建建筑。改建原有的建筑物。
- (2) 特殊功能的建筑物。设计有特殊功能要求的或在技术上、经济方面确有困难的建筑物。
- (3) 特殊形状的建筑物。设计特殊形状的建筑物和处理建筑物的斜角及弯曲部分。

#### (二) 模数数列

##### 1. 展开的数值系统

为了使不同类型的建筑物及其各组成部分之间的尺寸统一与协调, 规定了模数数列。模数数列是以选定的模数基数为基础而展开的数值系统。

##### 2. 基本模数的规定

基本模数规定为 100mm, 以 1M 表示。

##### 3. 导出模数的规定

导出模数分为分模数和扩大模数, 其基数规定为:

- (1) 分模数。1/10M、1/5M、1/2M, 相应尺寸分别为 10、20、50 mm。
- (2) 扩大模数。3M、6M、12M、15M、30M、60M, 相应尺寸分别为 300、600、1200、

1500、3000、6000 mm。

##### 4. 模数数列的幅度

规定有以下的形式:

- (1) 分模数。1/10M 数列按 10 mm 进级, 幅度由 10~2000 mm; 1/5 M 数列按 20 mm

进级，幅度由 20~400 mm；1/2 M 数列按 50 mm 进级，幅度由 50~1000 mm。

(2) 基本模数。1M 数列按 100 mm 进级，幅度由 100~1500 mm。

(3) 扩大模数。3M 模数数列按 300 mm 进级，幅度由 300~7500 mm，用于竖向尺寸时，幅度不限制。6M 数列按 600 mm 进级，幅度由 600~9600 mm。用于竖向尺寸时，幅度不限制。12M 数列按 1200 mm 进级，幅度由 1200~12000 mm。15M 数列按 1500 mm 进级，幅度由 1500~12000 mm。用于竖向尺寸时，幅度不限制。30M 数列按 3000 mm 进级，幅度由 3000~36000 mm。60M 数列按 6000 mm 进级，由 6000~36000 mm 必要时幅度不限制。

#### 5. 模数数列的适用范围

作以下规定：

(1) 1/10M、1/5M、1/2M 的数列。主要用于缝隙、构造节点、建筑构件的截面及建筑制品的尺寸。

(2) 1M、3M、6M 的数列。主要用于建筑物的跨度（进深）、柱距（开间）、层高及建筑物构件尺寸。

#### 6. 设计砌体承重建筑物

按规定不能满足要求时，可采用下列辅助规定：

(1) 柱距（开间）。其尺寸可采用 4000 mm。

(2) 住宅、宿舍。在沿用 2M 的地区，开间采用 2600、2800、3400 mm 作为过度措施。

(3) 不符合模数尺寸者。为了利用现行的定型构件，平面非承重方向可不符合模数尺寸。

(4) 层高尺寸的进级标准。层高尺寸最小可按 100 mm 进级。

## 二、模数数列列表

见表 11-1 所示。

表 11-1

模数数列表

基本模数 (mm)	扩大模数 (mm)						分模数 (mm)		
	3M	6M	12M	15M	30M	60M	1/10M	1/5M	1/2M
M									
100	300	600	1200	1500	3000	6000	10	20	50
150	300						10		
200	600	600					20	20	
300	900						30		
400	1200	1200	1200				40	40	
500	1500			1500			50		50
600	1800	1800					60	60	
700	2100						70		
800	2400	2400					80	80	
900	2700						90		
1000	3000	3000		3000			100	100	100
1100	3300						110		

续表

基本模数 (mm)	扩大模数 (mm)						分模数 (mm)			
	M	3M	6M	12M	15M	30M	60M	1/10M	1/5M	1/2M
1200	3600	3600	3600					120	120	
1300	3900							130		
1400	4200	4200						140	140	
1500	4500			4500				150		150
1600	4800	4800	4800					160	160	
1700	5100							170		
1800	5400	5400						180	180	
1900	5700							190		
2000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	200	200	200	
2100	6300							220		
2200	6600	6600						240		
2300	6900									250
2400	7200	7200	7200					260		
2500	7500			7500				280		
2600		7800						300	300	
2700		8400	8400					320		
2800		9000		9000	9000			340		
2900		9600	9600							350
3000				10500				360		
3100			10800					380		
3200			12000	12000	12000	12000		400	400	
3300					15000					450
3400					18000	18000				500
3500					21000					550
3600					24000	24000				600
					27000					650
					30000	30000				700
					33000					750
					36000	36000				800
										850
										900
										950
										1000

## 第二节 泵房屋盖结构设计

水泵站泵房的屋盖有双坡式瓦屋盖和钢筋混凝土平屋盖。现以钢筋混凝土平屋盖进行设计。

### 一、平屋盖设计

#### (一) 结构型式

采用槽形预制板，槽形板长 $l$ ，高 $h$ ，宽 $b'_1$ ，翼缘高 $h'_1$ ，腹板宽 $b'$ ，板下口外宽 $b'_1+20$ 。其尺寸表示型式如图 11-1 所示。

#### (二) 荷载设计

1. 均布永久荷载

(1) 防水层。油毡防水屋面，六层作法，二毡三油上铺小石子（绿豆砂）。

$$q_{\text{防}} = 0.350 \text{ kN/m}^2$$

(2) 找平层。用 C<sub>15</sub> 防水混凝土，厚度 50 mm。

$$q_{\text{平}} = 0.05 \times 24 = 1.200 \text{ kN/m}^2$$

(3) 保温层。设其厚度为 35 mm。

$$q_{\text{保}} = 0.035 \times 18 = 0.630 \text{ kN/m}^2$$

(4) 槽形板自重。采用 C<sub>20</sub> 混凝土， $f_{\text{cm}} = 11 \text{ N/mm}^2$ ，采用 I 级钢筋， $f_y = 210 \text{ N/mm}^2$ 。板厚 50 mm，腹厚 120 mm， $h = 150 \text{ mm}$ ， $h_0 = 135 \text{ mm}$ ， $a = 15 \text{ mm}$ 。

$$\begin{aligned} q_{\text{自}} &= 25 \times (1 \times 1 \times 0.05 \times 0.6 + 0.12 \times 0.1 \times 1) \\ &= 1.05 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

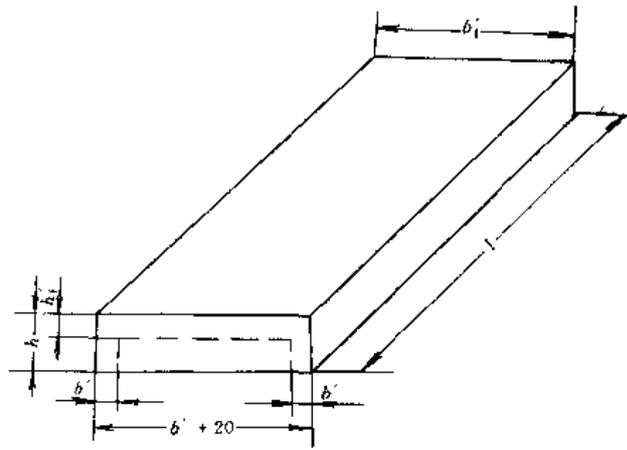


图 11-1 槽形板预制构件

2. 可变荷载

(1) 屋面活荷载。查  $q_{\text{活}} = 0.700 \text{ kN/m}^2$ 。

(2) 雪荷载。以  $q_{\text{雪}} = \text{CS}_0$ ，计算时不与活荷载组合。

3. 槽形板荷载设计值

工程等级为二级，其结构重要性系数  $\gamma_0 = 1.0$ ，永久荷载分项系数  $\gamma_G = 1.2$ ，活荷载分项系数  $\gamma_Q = 1.4$ 。

设计线荷载为

$$\begin{aligned} q &= \gamma_0 \gamma_G [0.6(q_{\text{防}} + q_{\text{平}} + q_{\text{保}}) + q_{\text{自}}] + \gamma_0 \gamma_Q q_{\text{活}} \\ &= 1.2 \times [0.6 \times (0.35 + 1.2 + 0.63) + 1.05] + 1.4 \times 0.7 \\ &= 3.810 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

(三) 槽形板内力计算

1. 板的支承长度  $a$

支承在钢筋混凝土梁上， $a \geq 60 \text{ mm}$ 。

2. 计算跨度  $l$

$$l = l_c + a \leq l_c + h \quad (11-1)$$

式中  $l_c$ ——净跨度，本例  $l_c = 2960 \text{ mm}$ ；

$h$ ——板厚， $h = 50 \text{ mm}$ ；

$a$ ——支承长度， $a = 60 \text{ mm}$ 。

$$l = l_c + a = 2960 + 60 = 3020(\text{mm})$$

$$l = l_c + h = 2960 + 50 = 3010(\text{mm})$$

取用  $l = 3010 \text{ mm}$  (取其较小者)。

3. 计算简图

槽形板计算简图见图 11-2 所示。

4. 槽形板跨中弯矩计算

$$\begin{aligned} M_{\text{中}} &= \frac{1}{8} \times q \times l^2 \\ &= \frac{1}{8} \times 3.810 \times 3.01^2 \\ &= 4.315 (\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned} \quad (11-2)$$

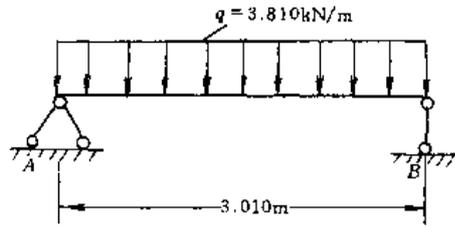


图 11-2 槽形板计算简图

5. 检验适用条件

$$M_{\text{中}} \leq f_{\text{cm}} b'_i h'_i \left( h_0 - \frac{h'_i}{2} \right) \quad (11-3)$$

式中  $M_{\text{中}}$ ——计算弯矩， $\text{kN} \cdot \text{m}$ ；

$f_{\text{cm}}$ ——混凝土弯曲抗压强度设计值， $f_{\text{cm}}=11$ ， $\text{N}/\text{mm}^2$ ；

$b'_i$ ——T形翼缘宽度， $b'_i=580$ ， $\text{mm}$ ；

$h'_i$ ——T形翼缘高度， $h'_i=50$ ， $\text{mm}$ ；

$h_0$ ——梁（板）的有效高度， $h_0=135$ ， $\text{mm}$ 。

$$\begin{aligned} M_{\text{中}} &\leq 11 \times 580 \times 50 \times \left( 135 - \frac{50}{2} \right) \\ &\leq 35.100 (\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

属第 I 类 T 形截面梁，受压区高度在翼缘内， $x < h'_i$ ，以梁宽  $b=b'_i$  的矩形梁计算。

(四) 配筋计算

1. 计算  $\alpha_s$

$$\alpha_s = \frac{M}{f_{\text{cm}} b h_0^2} = \frac{4315000}{11 \times 580 \times 135^2} = 0.03711$$

2. 计算  $\gamma_s$

$$\begin{aligned} \gamma_s &= \frac{1 + \sqrt{1 - 2\alpha_s}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \times 0.03711}}{2} \\ &= 0.981 \end{aligned}$$

3. 计算  $A_s$

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{M}{f_y \gamma_s h_0} = \frac{4315000}{210 \times 0.981 \times 135} \\ &= 155.1 (\text{mm}^2) \end{aligned}$$

选用  $2\phi 10$ ， $A_s=157 \text{ mm}^2$ 。

#### 4. 验算配筋率 $\rho$

$$\rho = \frac{A_s}{bh_0} \quad (11-4)$$

用腹肋宽  $b=120$  mm 代入式 (11-4) 中,

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{157}{120 \times 135} \\ &= 0.00969 = 0.969\% (\text{合适}) \end{aligned}$$

#### 5. 钢筋布置

(1) 纵向受力筋的布置见图 11-3 槽形板折算型式与配筋图。主筋  $2\phi 10$ , 分布筋  $4\phi 6$ ,  $s=180$  mm。

(2) 横向钢筋  $16\phi 6$ ,  $s=200$  mm。

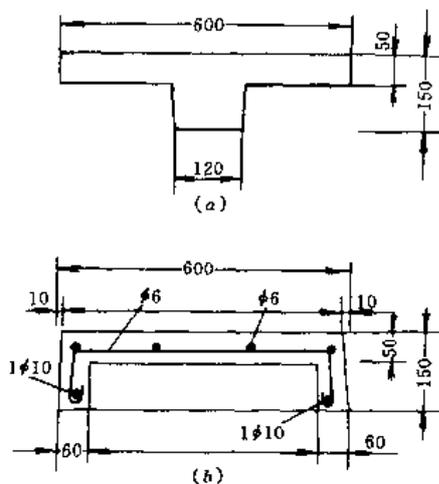


图 11-3 槽形板折算型式与配筋图(单位:mm)  
(a) 折算型式; (b) 配筋图

### 第三节 泵房屋面大梁设计

泵房屋面大梁拟为 T 形截面单跨梁, 梁的中心距  $l_0=3000$  mm, 梁的净跨度  $l_c=6000$  mm。混凝土等级采用 C<sub>20</sub>, 钢筋等级采用 I 级。梁高  $h=650$  mm, 保护层厚  $a=35$  mm, 翼缘宽  $b_f'=400$  mm, 翼缘高  $h_f'=100$  mm, 梁腹宽  $b=250$  mm。

#### 一、梁的型式

梁的型式见图 11-4 所示。

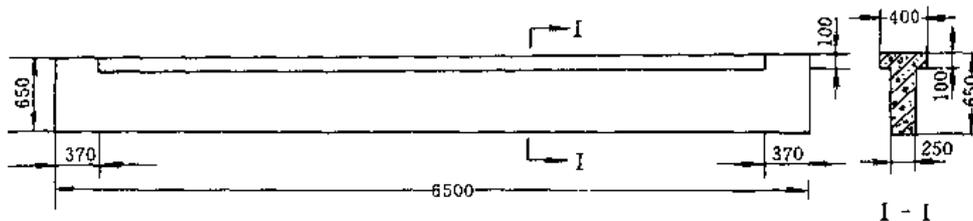


图 11-4 屋面大梁型式

#### 二、荷载计算

##### (一) 均布永久荷载 $q$

##### 1. 防水层 $q_{防}$

$$q_{防} = 0.35 \times l_0 = 0.35 \times 3 = 1.05 \text{ kN/m}$$

##### 2. 找平层 $q_{平}$

$$q_{平} = 1.2 \times l_0 = 1.2 \times 3 = 3.6 \text{ kN/m}$$

##### 3. 保温层 $q_{保}$

$$q_{保} = 0.63 \times l_0 = 0.63 \times 3 = 1.89 \text{ kN/m}$$

##### 4. 槽形板重 $q_{板}$

1. 求  $\alpha_s$

$$\alpha_s = \frac{M}{f_{cm}bh_0^2} = \frac{111200000}{11 \times 400 \times 615^2} = 0.067$$

2. 求  $\gamma_s$

$$\gamma_s = \frac{1 + \sqrt{1 - 2\alpha_s}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \times 0.067}}{2} = 0.965$$

3. 求  $A_s$

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{M}{f_y \gamma_s h_0} = \frac{111200000}{210 \times 0.967 \times 615} \\ &= 890.4 (\text{mm}^2) \end{aligned}$$

选用  $4\phi 18$ ,  $A_s = 1017 \text{ mm}^2$ ,  $s = 36 \text{ mm}$ 。

4. 验算配筋率  $\rho$

$$\rho = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{1017}{250 \times 615} = 0.00661 = 0.661\%$$

梁的经济配筋率为 (0.6%~1.5%)，适合。见图 11-6 所示，屋面大梁配筋图。

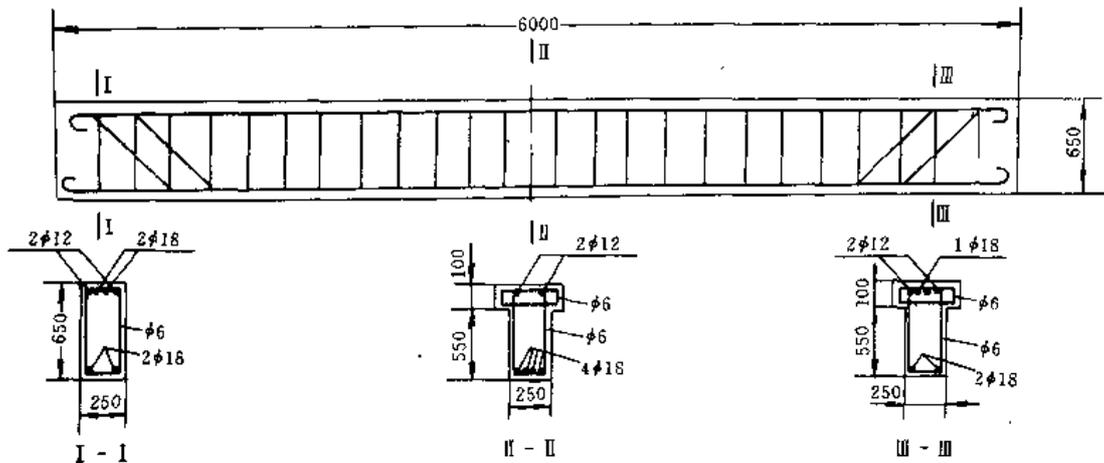


图 11-6 屋面大梁配筋图

## (六) 梁的斜截面强度校核

1. 梁的剪力  $V_A$

$$V_A = R_A = \frac{q_{\text{恒}} l_c}{2} = \frac{22.414 \times 6}{2} = 67.242 \text{ kN} \quad (11-5)$$

$$V_A \leq 0.07 f_c b h_0 = 0.07 \times 10 \times 200 \times 615 \leq 86.1 \text{ kN} \quad (11-6)$$

仅按构造配筋。

2. 箍筋配置

箍筋直径  $d_1$  的确定，梁高  $h > 800 \text{ mm}$ ,  $d_1 \geq 8 \text{ mm}$ ;  $250 < h \leq 800 \text{ mm}$ ,  $d_1 = 6 \text{ mm}$ ; 梁

高 $\leq 250$  mm,  $d_1 \geq 4$  mm。

本例选用  $d_1 = \phi 6$ ,  $s = 350$  mm。

### 3. 架立筋选择

当梁的跨度  $l < 4$  m 时, 其直径不小于 6 mm, 跨度  $l = 4 \sim 6$  m 时, 不宜小于 8 mm; 跨度  $l > 6$  m 时, 不宜小于 10 mm。

本例选用  $2\phi 12$ , 作为上部架立钢筋。

## 第四节 吊车梁的设计

吊车梁的设计, 以桥式吊车进行设计。

### 一、构造规定

#### (一) 截面型式与构造

##### 1. 截面型式

一般设计为 T 形或矩形截面, 本例以矩形截面计算。

##### 2. 截面尺寸假设

梁高  $h = 300$  mm,  $a = 35$  mm,  $h_0 = 265$  mm, 梁宽  $b = 200$  mm, 混凝土等级采用 C<sub>20</sub>,  $f_{cm} = 11$  N/mm<sup>2</sup>,  $f_c = 10$  N/mm<sup>2</sup>。吊车梁净跨  $l_0 = 3000$  mm。

#### (二) 钢筋配置

##### 1. 纵向受拉钢筋的配置

纵向受拉钢筋不做接头, I 级钢筋,  $f_y = 210$  N/mm<sup>2</sup>, 钢筋净距  $s = 25$  mm。

##### 2. 箍筋直径与间距

箍筋直径  $d_1 \geq 6$  mm, 箍筋均用封闭式, 间距  $s = 200 \sim 250$  mm。

### 二、吊车产生的荷载

#### (一) 竖向荷载

吊车最大轮压标准值  $F_{maxk}$ , 由样本中查用。本算例取为  $F_{maxk} = 15.68$  kN, 软钩轻量级吊车, 吊车两轮中心距  $C = 1500$  mm。动力系数  $\mu = 1.10$ , 相当于静荷载  $F_{max} = \mu F_{maxk} = 1.10 \times 15.68 = 17.248$  kN。吊车轨道系统重  $q_{tt} = 1.5$  kN/m, 计算吊车梁自重  $q_{梁} = 25 \times 0.3 \times 0.2 = 1.5$  kN/m。

#### (二) 吊车荷载分项系数 $\gamma$

竖向荷载取  $\gamma = 1.2 \sim 1.3$ , 横向荷载取  $\gamma = 1.40$ 。

#### (三) 吊车工作制

吊车在运行时间不足全部生产时间的 15% 者, 为轻量级工作制; 吊车运行时间不少于全部生产时间的 40% 者, 为重量级工作制; 运行中等频繁程度为中级工作制。本例为轻量级工作制。

### 三、内力计算

#### (一) 一台吊车工作

本例按简支梁型式计算。

计算荷载:

$F$ ——吊车轮压设计值, kN;

$K_0$ ——计算查表得出。

4. 吊车梁自重与轨道系统重产生的剪力

$$V_x = \frac{ql}{2}(1 - 2\beta) \quad (11-10)$$

式中  $V_x$ ——均布荷载产生的梁上距左支座为  $x$  处的剪力, kN;

$q$ ——均布荷载设计值, kN/m;

$\beta$ —— $\beta = x/l$ 。

最不利的吊车轮压设计的弯矩位置  $x = \beta l$ 。吊车两轮的中心距  $c = \alpha l$ ,  $c$  由吊车产品样本中查出。

最不利的吊车轮压设计的剪力位置,  $x = 0$  处。

(三) 确定吊车梁的计算跨度  $l$  及  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $K$  及  $K_0$  各值

$$l = 1.05l_0$$

$$l = 1.05 \times 3000 = 3150(\text{mm})$$

$$\alpha = \frac{c}{l} = \frac{1.5}{3.15} = 0.476 < 0.586$$

$$\beta = \frac{1}{4}(2 - \alpha) = \frac{1}{4}(2 - 0.476) = 0.381$$

$$K = 2\beta^2 = 2 \times 0.381^2 = 0.290$$

$$\alpha = 0.476 < 1$$

$$K_0 = 2 - \alpha = 2 - 0.476 = 1.71$$

(四) 最大跨内弯矩的计算

最不利的荷载位置, 吊车设计轮压作用

$$x = \beta l = 0.381 \times 3.15 = 1.2 \text{ m}$$

$$M_{\max F} = KFl = 0.290 \times 22.42 \times 3.15 = 20.48 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

均布荷载作用下

$$M_x = \frac{qlx}{2} \left( 1 - \frac{x}{l} \right) = \frac{4.2 \times 3.15 \times 1.2}{2} \left( 1 - \frac{1.2}{3.15} \right)$$

$$= 4.914(\text{kN} \cdot \text{m})$$

最不利点弯矩的和为

$$M = M_{\max F} + M_x = 20.48 + 4.914 = 25.394(\text{kN} \cdot \text{m})$$

(五) 剪力计算

吊车轮压设计值在左支座上  $x=0$  时

$$V_{\max} = K_0 F = 1.71 \times 22.42 = 38.338(\text{kN})$$

均布荷载产生的剪力  $x=0$  时

$$V_x = \frac{ql}{2} \left( 1 - 2 \frac{x}{l} \right) = \frac{4.2 \times 3.15}{2} = 6.615(\text{kN})$$

不利点的剪力之和为

$$V = V_{\max} + V_x = 38.338 + 6.615 = 44.953 \text{ kN}$$

$$V_{\max}/V = \frac{38.338}{44.953} = 0.853 > 0.75$$

#### 四、配筋计算

(一) 求  $\alpha_s$  值

$$\alpha_s = \frac{M}{f_{cm} b h_0^2} = \frac{25394000}{11 \times 200 \times 265^2} = 0.1644$$

(二) 求  $\gamma_s$  值

$$\gamma_s = \frac{1 + \sqrt{1 - 2\alpha_s}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \times 0.1644}}{2} = 0.909$$

(三) 求  $A_s$

$$A_s = \frac{M}{f_y \gamma_s h_0} = \frac{25394000}{210 \times 0.909 \times 265} = 502(\text{mm}^2)$$

(四) 确定钢筋直径与根数

选用  $4\phi 14$ ,  $A_s = 615 \text{ mm}^2$ 。如图 11-7 所示。

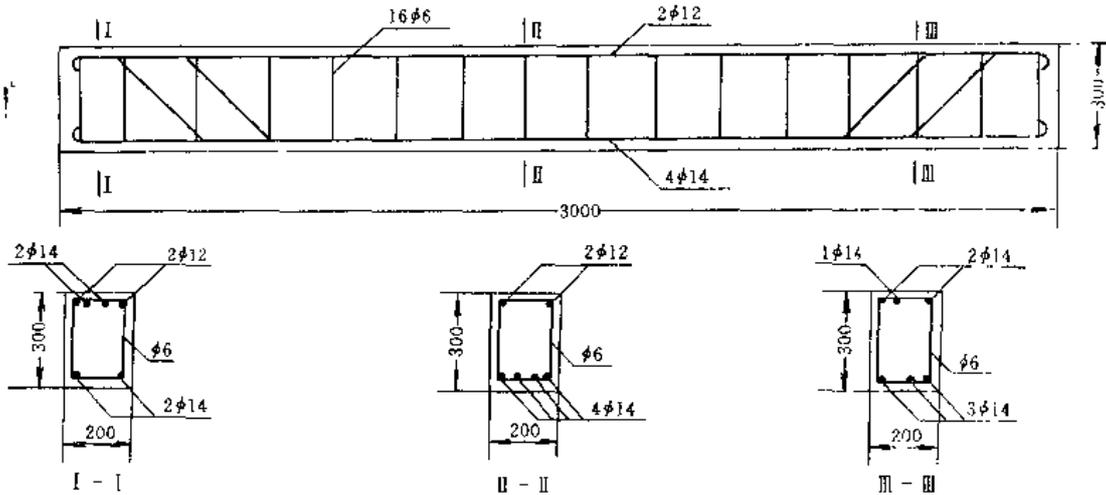


图 11-7 吊车梁的配筋图

(五) 验算配筋率  $\rho$

$$\rho = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{615}{200 \times 265} = 0.0116 = 1.16\%$$

(合适的配筋率, 矩形截面梁  $\rho=0.60\% \sim 1.5\%$ )

#### (六) 箍筋设计

选用  $\phi 6$ ,  $S=200$  箍筋, 均用封闭式的。

### 五、斜截面强度的计算

(一) 如果梁为均布荷载时

满足下式计算条件时, 不必做斜截面的强度计算

$$V \leq 0.07f_c h_0 b \quad (11-11)$$

式中  $V$ ——梁的剪力, kN;

$f_c$ ——混凝土的轴心抗压强度等级,  $\text{N}/\text{mm}^2$ 。

(二) 当梁跨内有集中力产生的剪力占支座处总剪力的 75% 时

用下式验算构造配筋条件

$$V \leq \frac{0.20}{\lambda + 1.5} f_c b h_0 \quad (11-12)$$

式中  $\lambda$ ——剪跨比,  $\lambda = a_m/h_0$ ,  $a_m$  为集中荷载到支座的距离, 当  $\lambda > 3$  时, 取  $\lambda = 3$ ; 当  $\lambda < 1.40$  时, 取  $\lambda = 1.40$ , 此时计算截面到支座之间的箍筋应均匀配置。

本例用式 (11-12) 计算

$$V \leq \frac{0.20}{1.4 + 1.5} \times 10 \times 200 \times 265 = 36551.7 (\text{N})$$

$$V = 44953 > 36551.7$$

故要做斜截面的抗剪计算。

(三) 对符合式 (11-12) 所述集中荷载作用, 则箍筋计算应用下式

$$\frac{nA_{svl}}{s} \geq \frac{V - \frac{0.20}{\lambda + 1.50} f_c b h_0}{1.25 f_{yv} h_0} \quad (11-13)$$

式中  $n$ ——箍筋的肢数;

$A_{svl}$ ——单肢箍筋的截面积,  $\text{mm}^2$ ;

$s$ ——箍筋的间距, mm;

$f_{yv}$ ——箍筋受拉的设计强度,  $\text{N}/\text{mm}^2$ 。

$$A_{svl} = \frac{V - \frac{0.20}{\lambda + 1.50} f_c b h_0}{1.25 f_{yv} h_0} \frac{s}{n}$$

式中  $n=2$ ,  $s=200$ 。

$$A_{svl} = \frac{44953 - \frac{0.20}{1.4 + 1.5} \times 10 \times 200 \times 265}{1.25 \times 210 \times 265} \times \frac{200}{2} = 12.077 \text{ mm}^2$$

配置  $\phi 6$ ,  $A_{svl} = 28.3 \text{ mm}^2$ 。

实配箍筋截面面积的确定, 要满足下式要求:

$$\rho_{sv} = \frac{nA_{svl}}{bs} \geq 0.02 \frac{f_c}{f_{yv}} \quad (11-14)$$

$$0.02 \frac{f_c}{f_{yv}} = 0.02 \times \frac{10}{210} = 0.000952$$

$$\frac{nA_{svl}}{bs} = \frac{2 \times 28.3}{200 \times 200} = 0.001415 > 0.000952$$

符合要求。

## 第五节 牛腿设计

在水泵站的泵房内, 为了支承吊车梁, 从柱中伸出牛腿。

### 一、构造规定

牛腿的构造型式如图 11-8 所示。  $\alpha \leq 45^\circ$ ,  $h_k \geq h/3$ , 且不小于 200 mm,  $c_1 \geq 70 \text{ mm}$ 。受拉钢筋锚固长度  $l_a$  按表 11-3 确定。 $c$  根据吊车的型号确定, 一般在 300~400 mm。 $a$  为竖向力至下柱边缘水平距, 计算时加大 20 mm。

### 二、有效高度 $h_0$ 的确定

计算公式

$$h_0 \geq \frac{0.5 + \sqrt{0.25 + 4Ka}}{2K} \quad (11-15)$$

$$K = \frac{\beta}{F_{vK}} \left( 1 - 0.50 \frac{F_{hK}}{F_{vK}} \right) f_{tK} b \quad (11-16)$$

式中  $\beta$ ——裂缝控制系数, 重级工作制  $\beta = 0.65$ , 中轻级  $\beta = 0.70$ , 其他取  $\beta = 0.80$ ;

$b$ ——牛腿的宽度, 一般为柱宽  $b = 370 \text{ mm}$ ;

$a$ ——竖向力  $F_{vK}$  的作用点至下柱的边缘水平距, 计算时加大 20 mm, 当  $a < 0$  时, 取  $a = 0$ ;

$F_{tK}$ ——混凝土的抗拉标准强度,  $\text{N/mm}^2$ ;

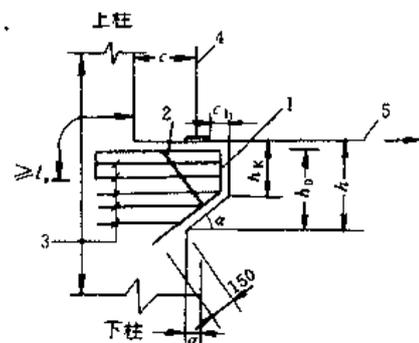


图 11-8 牛腿构造图

$F_{vk}$ ——作用于牛腿顶面的竖向标准荷载，N；

$F_{hk}$ ——作用于牛腿顶面的水平标准荷载，N。

表 11-3 受拉钢筋的锚固长度

项次	钢筋类型		锚固长度 $l_a$			
			C <sub>15</sub>	C <sub>20</sub>	C <sub>25</sub>	≥C <sub>30</sub>
1	I级钢筋		40d	30d	25d	20d
2	月牙纹	I级钢筋	50d	40d	35d	30d
3		II级钢筋	—	45d	40d	35d
4	冷拔低碳钢丝		250 mm			

### 三、纵向受拉钢筋截面 $A_s$ 的计算

#### (一) 计算公式

$$A_s \geq A_{s1} + A_{s2} = \frac{F_v a}{0.85 f_y h_0} + 1.20 \frac{F_h}{f_y} \quad (11-17)$$

式中  $F_v$ 、 $F_h$ ——作用于牛腿顶面的竖向和水平设计荷载，N；

$A_{s1}$ 、 $A_{s2}$ ——根据竖向、水平标准荷载计算的受拉变形钢筋截面， $\text{mm}^2$ ；

$f_y$ ——变形钢筋的抗拉设计强度， $\text{N}/\text{mm}^2$ 。

#### (二) 需要满足的条件

1. 当  $a < 0.30h_0$  时  $a$  的值

取  $a = 0.30h_0$

2. 配筋率应满足的条件

$$0.60\% \geq A_{s1}/bh_0 \geq 0.2\% \quad (11-18)$$

3. 对钢筋根数的要求

按  $A_{s1}$  选用的钢筋根数不应小于 4 根，直径  $d \geq 12 \text{ mm}$ ，并不得下弯作弯起钢筋；按  $A_{s2}$  选配的钢筋根数不应小于 2 根，且应焊接于预埋件上。

### 四、水平箍筋

#### (一) 水平箍筋截面 $A_h$ 的确定

1. 直径

直径  $d_1 = 6 \sim 12 \text{ mm}$ 。

2. 间距

间距  $s = 100 \sim 150 \text{ mm}$ 。

#### (二) 水平箍筋的总截面面积

在上部  $\frac{2}{3}h_0$  范围内，水平箍筋的总截面面积不应小于  $\frac{1}{2}A_{s1}$ 。

### 五、弯起钢筋 $A_{sb}$

当  $a/h_0 \geq 0.30$  时，应配弯起钢筋  $A_{sb}$ ，单位为  $\text{mm}^2$ 。

#### (一) 采用变形钢筋

1.  $A_{sb} \geq \frac{2}{3} A_{s1} \geq 0.0015bh_0$ ; 根数不应小于 3 根。

2. 直径

其直径  $d \geq 12$  mm。

(二)  $A_{sb}$  钢筋的位置

$A_{sb}$  应配在牛腿上部  $l/6 \sim l/2$  的范围内。

## 六、计算实例

### 【解】

(一) 牛腿上面的竖向标准荷载

$$F_{vK} = F_{\text{梁}} + V_{\text{max}} = 13.23 + 38.338 = 51.568 (\text{kN})$$

(二) 吊车水平荷载的计算

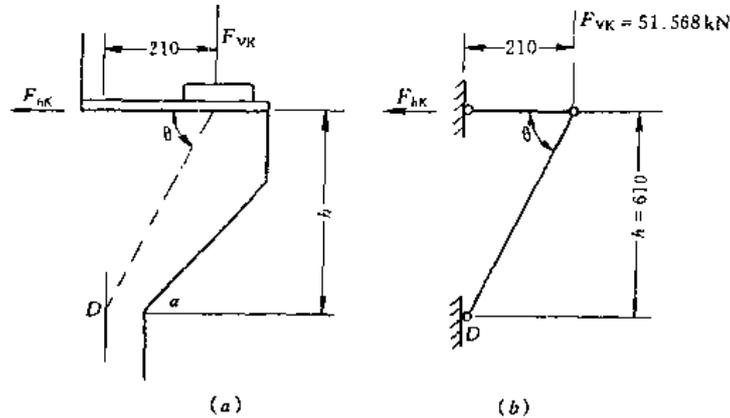


图 11-9 牛腿的受力计算简图 (单位: mm)

牛腿的尺寸初拟如图 11-9 所示, 由上式算得  $F_{vK} = 51.568$  kN, 对  $D$  点取矩,  $\Sigma M_D = 0$ , 计算  $a$  值为  $190 + 20$ ,  $h = 610$  mm。

$$aF_{vK} = hF_{hK} \quad (11-19)$$

$$F_{hK} = \frac{aF_{vK}}{h}$$

$$F_{hK} = \frac{(190 + 20) \times 51.568}{610} = 17.753 (\text{kN})$$

(三) 计算  $K$  值

轻量级工作制  $\beta = 0.70$ ,  $b = 370$  mm,  $f_{vK} = 1.5$  N/mm<sup>2</sup>。

$$\begin{aligned} K &= \frac{\beta}{F_{vK}} \left( 1 - 0.5 \frac{F_{hK}}{F_{vK}} \right) f_{vK} b \\ &= \frac{0.70}{51.568} \times \left( 1 - 0.5 \times \frac{17.753}{51.568} \right) \times 1.5 \times 370 \\ &= 0.00624 \end{aligned} \quad (11-20)$$

(四) 求有效高度  $h_0$

$$h_0 \geq \frac{0.50 + \sqrt{0.25 + 4Ka}}{2K} \quad (11-21)$$



## 二、连续双向板的计算表

(一) 按弹性理论计算矩形双向板在均布荷载作用下弯矩计算表使用说明

### 1. 表中符号的意义

$M_x$ 、 $M_{x\max}$ ——平行  $l_x$  方向板中心点和板跨内的最大弯矩系数；

$M_y$ 、 $M_{y\max}$ ——平行  $l_y$  方向板中心点和板跨内的最大弯矩系数；

$M_x^0$ ——固定边中点沿  $l_x$  方向的弯矩系数；

$M_y^0$ ——固定边中点沿  $l_y$  方向的弯矩系数；

$M_{ox}$ ——平行于  $l_x$  方向自由边的中点弯矩系数；

$M_{ox}^0$ ——平行于  $l_x$  方向自由边上固定的支座弯矩系数。

### 2. 板的支承型式

电机层楼板的支承型式，如图 11-12 所示。

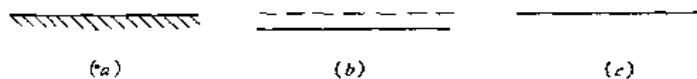


图 11-12 板的支承型式

(a) 代表固定边；(b) 代表简支边；(c) 代表自由边

## (二) 计算公式

### 1. 确定板块的支承型式及板跨比

计算板块的支承型式确定之后，要确定板跨比（边界条件）值为

$$a = l_x/l_y \quad (11-26)$$

式中  $a$ ——板跨比（边界条件）值；

$l_x$ —— $x$  方向板跨长度；

$l_y$ —— $y$  方向板跨长度。

### 2. 求板块的弯矩

如：

$$\left. \begin{aligned} M_x &= M_x q l_x^2 \\ M_y &= M_y q l_y^2 \\ M_x^0 &= M_x^0 q l_x^2 \\ M_y^0 &= M_y^0 q l_y^2 \end{aligned} \right\} \quad (11-27)$$

式中  $M_x$ —— $l_x$  方向板中点弯矩值；

$M_y$ —— $l_y$  方向板中点弯矩值；

$M_x^0$ —— $l_x$  方向固定边中点的弯矩值；

$M_y^0$ —— $l_y$  方向固定边中点的弯矩值；

$q$ ——板内设计均布荷载值；

$l_x$ 、 $l_y$ ——板跨度，如表中插图所示。

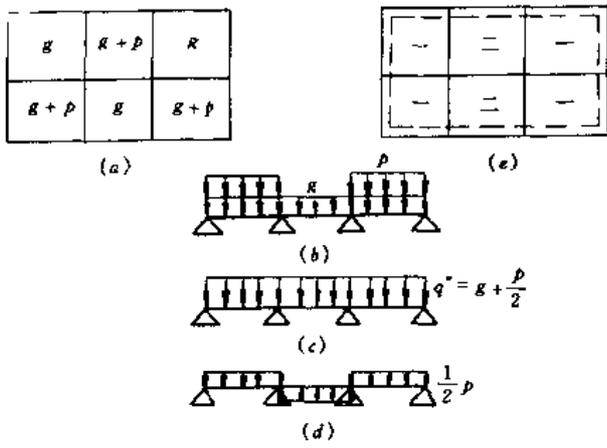


图 11-13 调整荷载布置图

表中系数为泊桑比  $\mu=1/6$  时求得，适用于钢筋混凝土板。

3. 设计荷载的调整和简化单块计算

(1) 设计荷载的调整。当均布永久荷载  $g$  和均布可变荷载  $p$  作用时，最不利荷载应按图 11-13 所示进行调整。

(2) 跨中最大弯矩的计算。跨中最大弯矩的计算为满布的  $q'$  和一上一下的  $q''$  两种情况作用之和。假设全部荷载  $q=g+p$  是由  $q'$  和  $q''$  的组合。 $q'=g+p/2, q''=p/2$ 。在满布荷载  $q'$  作用下，因为荷载对称，认为板的中间支座是固定的，在一上一下的荷载  $q''$  作用下，认为符合反对称关系，中间支座弯矩等于零，即看成简支支座。至于边支座可视为实际情况而定。这样可将连续双向板分成作用  $q'$  和  $q''$  的单块双向板计算。将上述两种情况求得的跨中弯矩相叠加，便可得到可变荷载在最不利位置时所产生的跨中最大和最小弯矩。

(3) 支座中点最大弯矩的计算。在求连续双向板的支座弯矩时，把全部荷载  $q=g+p$  布满各跨进行计算，认为各跨板都固定在各中间支座上，则其支座弯矩的计算，可查表 11-5 的有关数值，进而可以通过公式求出支座弯矩值。

表 11-5 按弹性理论计算矩形双向板在均布荷载作用下的弯矩系数

边界条件	(1) 四边简支		(2) 三边简支、一边固定									
	$M_x$	$M_y$	$M_x$	$M_{xmax}$	$M_y$	$M_{ymax}$	$M_y^0$	$M_x$	$M_{xmax}$	$M_y$	$M_{ymax}$	$M_y^0$
$l_x/l_y$												
0.50	0.0994	0.0335	0.0914	0.0930	0.0352	0.0397	-0.1215	0.0593	0.0657	0.0657	0.0171	-0.1212
0.55	0.0927	0.0359	0.0832	0.0846	0.0371	0.0405	-0.1193	0.0577	0.0633	0.0175	0.0190	-0.1187
0.60	0.0860	0.0379	0.0752	0.0765	0.0386	0.0409	-0.1166	0.0556	0.0608	0.0194	0.0209	-0.1158
0.65	0.0795	0.0396	0.0676	0.0688	0.0396	0.0412	-0.1133	0.0534	0.0581	0.0212	0.0226	-0.1124
0.70	0.0732	0.0410	0.0604	0.0616	0.0400	0.0417	-0.1096	0.0510	0.0555	0.0229	0.0242	-0.1087
0.75	0.0673	0.0420	0.0538	0.0549	0.0400	0.0417	-0.1056	0.0485	0.0525	0.0244	0.0257	-0.1048
0.80	0.0617	0.0428	0.0478	0.0490	0.0390	0.0415	-0.1014	0.0459	0.0495	0.0258	0.0270	-0.1007
0.85	0.0564	0.0432	0.0425	0.0436	0.0391	0.0410	-0.0970	0.0434	0.0466	0.0271	0.0283	-0.0965
0.90	0.0516	0.0434	0.0377	0.0388	0.0382	0.0402	-0.0926	0.0409	0.0438	0.0281	0.0293	-0.0922
0.95	0.0471	0.0432	0.0334	0.0345	0.0371	0.0393	-0.0882	0.0384	0.0409	0.0290	0.0301	-0.0880
1.00	0.0429	0.0429	0.0296	0.0306	0.0360	0.0388	-0.0839	0.0360	0.0388	0.0296	0.0306	-0.0839

续表

边界条件	(3) 两对边简支、两对边固定						(4) 两邻边简支、两邻边固定					
$\alpha =$												
$l_x/l_y$	$M_x$	$M_y$	$M_x^0$	$M_x$	$M_y$	$M_x^0$	$M_x$	$M_{xmax}$	$M_y$	$M_{ymax}$	$M_x^0$	$M_y^0$
0.50	0.0837	0.0367	-0.1191	0.0419	0.0086	-0.0843	0.0572	0.0584	0.0172	0.0229	-0.1179	-0.0786
0.55	0.0743	0.0383	-0.1156	0.0415	0.0096	-0.0840	0.0546	0.0556	0.0192	0.0241	-0.1140	-0.0785
0.60	0.0653	0.0393	-0.1114	0.0409	0.0109	-0.0834	0.0518	0.0526	0.0212	0.0252	-0.1095	-0.0782
0.65	0.0569	0.0394	-0.1066	0.0402	0.0122	-0.0826	0.0486	0.0496	0.0223	0.0261	-0.1045	-0.0777
0.70	0.0494	0.0392	-0.1013	0.0391	0.0135	-0.0814	0.0455	0.0465	0.0243	0.0267	-0.0992	-0.0770
0.75	0.0428	0.0383	-0.0959	0.0331	0.0149	-0.0779	0.0422	0.0430	0.0254	0.0272	-0.0938	-0.0760
0.80	0.0369	0.0372	-0.0904	0.0368	0.0162	-0.0782	0.0390	0.0397	0.0263	0.0278	-0.0883	-0.0748
0.85	0.0318	0.0353	-0.0850	0.0355	0.0174	-0.0763	0.0358	0.0366	0.0269	0.0284	-0.0829	-0.0733
0.90	0.0275	0.0343	-0.0767	0.0341	0.0186	-0.0743	0.0328	0.0337	0.0273	0.0288	-0.0776	-0.0716
0.95	0.0238	0.0328	-0.0746	0.0326	0.0196	-0.0721	0.0299	0.0308	0.0273	0.0289	-0.0726	-0.0698
1.00	0.0206	0.0311	-0.0698	0.0311	0.0206	-0.0698	0.0273	0.0281	0.0273	0.0289	-0.0677	-0.0677
边界条件	(5) 一边简支、三边固定											
$\alpha =$												
$l_x/l_y$	$M_x$	$M_{xmax}$	$M_y$	$M_{ymax}$	$M_x^0$	$M_y^0$						
0.50	0.0413	0.0424	0.0096	0.0157	-0.0836	-0.0569						
0.55	0.0405	0.0415	0.0108	0.0160	-0.0827	-0.0570						
0.60	0.0394	0.0404	0.0123	0.0169	-0.0814	-0.0571						
0.65	0.0381	0.0390	0.0137	0.0178	-0.0769	-0.0572						
0.70	0.0366	0.0375	0.0151	0.0186	-0.0774	-0.0572						
0.75	0.0349	0.0358	0.0164	0.0193	-0.0750	-0.0572						
0.80	0.0331	0.0339	0.0176	0.0199	-0.0722	-0.0570						
0.85	0.0312	0.0319	0.0186	0.0204	-0.0693	-0.0567						
0.90	0.0295	0.0300	0.0201	0.0209	-0.0663	-0.0563						
0.95	0.0274	0.0281	0.0204	0.0214	-0.0631	-0.0558						
1.00	0.0255	0.0261	0.0206	0.0219	-0.0600	-0.0500						

2. 求板跨内和支座处弯矩

(1) 求跨内最大弯矩。

$$M_{x\max} = (M'_{x\max} \times q' + M''_x \times q'') \times l_x^2$$

$$= (0.0388 \times 5.792 + 0.0429 \times 1.4) \times 3.25^2 = 3.0 (\text{kN} \cdot \text{m})$$

$$M_{y\max} = (M'_{y\max} q' - M''_y q'') \times l_y^2$$

$$= (0.0306 \times 5.792 + 0.0429 \times 1.4) \times 3.25^2$$

$$= 2.506 (\text{kN} \cdot \text{m})$$

(2) 求支座处弯矩 (与 2 号板相邻处)。

$$M'_x = M''_x (q + p) l_x^2$$

$$= -0.0839 \times (4.392 + 2.8) \times 3.25^2$$

$$= -6.374 (\text{kN} \cdot \text{m})$$

(其余各板计算从略)

(四) 钢筋配置

采用 I 级钢筋,  $f_y = 210 \text{ N/mm}^2$ , 混凝  $C_{20}$ ,  $f_{cm} = 11 \text{ N/mm}^2$ 。设保护层  $a = 30 \text{ mm}$ , 有效高度  $h_0 = h - a = 120 - 35 = 85 \text{ (mm)}$ 。

1. 平行于  $l_x$  方向的配筋计算

如图 11-14 所示。

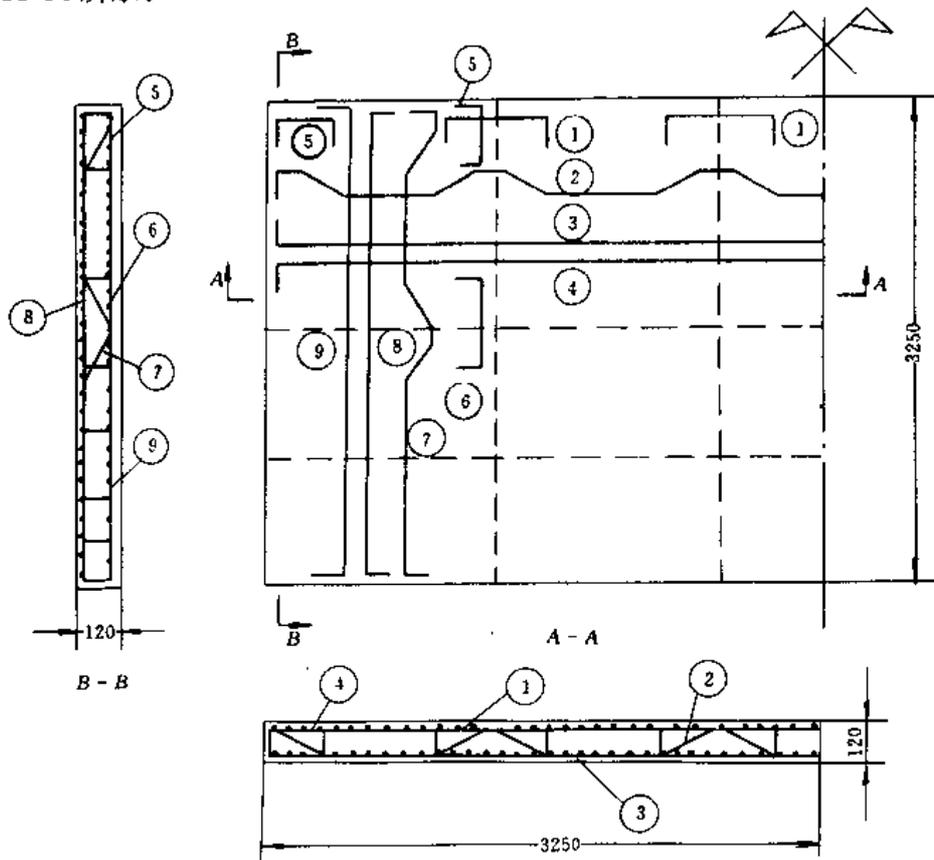


图 11-14 楼板的配筋图 (单位: mm)

$$\alpha_s = \frac{M}{f_{cm}bh_0^2} = \frac{3000000}{11 \times 1000 \times 85^2} = 0.0377$$

$$\gamma_s = \frac{1 + \sqrt{1 - 2\alpha_s}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \times 0.0377}}{2} = 0.981$$

$$A_s = \frac{M}{f_y \gamma_s h_0} = \frac{3000000}{210 \times 0.981 \times 85} = 171.3 (\text{mm}^2)$$

选用 6 $\phi$ 8,  $s=200$  mm,  $A_{s,实}=302$  mm<sup>2</sup>。

2. 平行于  $l_1$  方向的配筋计算

$$\alpha_s = \frac{M}{f_{cm}bh_0^2} = \frac{2506000}{11 \times 1000 \times 85^2} = 0.0315$$

$$\gamma_s = \frac{1 + \sqrt{1 - 2\alpha_s}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \times 0.0315}}{2} = 0.984$$

$$A_s = \frac{M}{f_y \gamma_s h_0} = \frac{2506000}{210 \times 0.984 \times 85} = 142.6 (\text{mm}^2)$$

选用 6 $\phi$ 8,  $s=200$  mm,  $A_{s,实}=302$  mm<sup>2</sup>。

3. 与 2 号板相邻支座处

$$\frac{M_x^0 + M_x^1}{2} = \frac{-6.374 + (-5.303)}{2} = -5.8385 (\text{kN} \cdot \text{m})$$

$$\alpha_s = \frac{5.8385 \times 1000 \times 1000}{11 \times 1000 \times 85^2} = 0.073$$

$$\gamma_s = \frac{1 + \sqrt{1 - 2\alpha_s}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \times 0.073}}{2} = 0.962$$

$$A_s = \frac{5.8385 \times 1000 \times 1000}{210 \times 0.962 \times 85} = 340.0 (\text{mm}^2)$$

选用 6 $\phi$ 9,  $s=200$  mm,  $A_{s,实}=382$  mm<sup>2</sup>。

4. 与 3 号板相邻支座处

计算同上。

5. 配筋验算  $\rho$  (以跨内为例)

$$\rho = \frac{A_s}{bh_0}$$

$$= \frac{302}{1000 \times 85} = 0.0036 = 0.36\% > 0.30\% (\text{合适})$$



轮上的轴向力为 20.923 kN)。

**【解】**

(一) 电机梁荷载计算

1. 永久荷载

(1) 电机梁自重。设电机梁高  $h=600$  mm, 梁宽  $b=400$  mm, 钢筋混凝土的容重  $\gamma_{\text{梁}}=25$  kN/m<sup>3</sup>。

$$q_{\text{梁}} = \gamma_{\text{梁}} bh = 25 \times 0.6 \times 0.4 = 6.000(\text{kN/m})$$

(2) 1号板传来的荷载。该板传来的荷载为三角形  $q_{1\text{板}}$ 。

$$q_{1\text{板}} = q_{\text{板}} \times (2.8/2 + 0.2) = 3.660 \times (2.8/2 + 0.2) = 5.856(\text{kN}\cdot\text{m})$$

(3) 3'号板传来的荷载。该板传来的荷载为均布荷载  $q_{3\text{板}}$ 。

$$q_{3\text{板}} = q_{\text{板}} \times (0.8 + 0.2) = 3.660 \times (0.8 + 0.2) = 3.660(\text{kN/m})$$

(4) 永久集中荷载  $F_1$ 。电机定子重、基座板重、电机底座重。

$$F_1 = \frac{1}{2} \times (18 \times 0.6 + 15 + 12.8) = 19.3(\text{kN})$$

2. 可变荷载

(1) 1号板传来的活荷载。为三角形荷载  $q_{1\text{活}}$ 。

$$q_{1\text{活}} = 2.0 \times 1.6 = 3.2(\text{kN/m})$$

(2) 3'号板传来的荷载。为均布荷载  $q_{3\text{活}}$ 。

$$q_{3\text{活}} = 2.0 \times 1.0 = 2.0(\text{kN/m})$$

3. 动荷载的计算

(1) 电动机的转子重为

$$F_2 = 0.4 \times 18 = 7.2 (\text{kN})$$

(2) 水泵转子重为

$$F_3 = 5 \text{ kN}$$

(3) 水泵叶轮上的轴向力为

$$F_4 = K\gamma \frac{\pi D^2}{4} H_{\text{max}} = (0.9 \times 10 \times 3.14 \times 0.65^2 \times 7.01)/4$$

$$= 20.923(\text{kN}) \quad (11-31)$$

4. 集中的动荷载值化为等效的均布荷载值

$$F_{\text{动}} = \frac{1}{2}(7.2 + 5 + 20.923) = 16.562(\text{kN})$$

$$q_{\text{化}} = \frac{3}{2} \times \frac{F_{\text{动}}}{l} = \frac{3}{2} \times \frac{16.562}{2.875} = 8.640(\text{kN/m})$$

$$q_{\text{活}} + q_{\text{化}} = 2.0 + 8.640 = 10.640(\text{kN/m}^2) > 4(\text{kN/m}^2)$$

故确定取其可变荷载分项系数  $\gamma_Q=1.3$ 。

5. 一根电机梁上作用的集中力  $F$

$$\begin{aligned}
 F &= \frac{1}{2} [\gamma_G F_1 + \gamma_Q \mu (F_2 + F_3 + F_4)] \\
 &= \frac{1}{2} \times [1.2 \times 19.3 + 1.3 \times 1.3 \times (7.2 + 5 + 20.923)] \\
 &= 39.569(\text{kN})
 \end{aligned}
 \tag{11-32}$$

## (二) 电机梁的荷载调整

### 1. 折算的永久荷载

(1) 1号板块为三角形荷载。采用下式

$$\begin{aligned}
 q_1^{\Delta} &= q_{1\text{恒}}^{\Delta} + \frac{1}{4} q_{1\text{活}}^{\Delta} = 5.856 + \frac{1}{4} \times 3.2 \\
 &= 6.656(\text{kN/m})
 \end{aligned}$$

(2) 3'号板为均布荷载。采用下式

$$\begin{aligned}
 q_3 &= q_{3\text{恒}} + \frac{1}{4} q_{3\text{活}} = 3.660 + \frac{1}{4} \times 2 \\
 &= 4.160(\text{kN/m})
 \end{aligned}$$

### 2. 折算的可变荷载

(1) 1号板上可变的三角形荷载  $p_1^{\Delta}$  为

$$p_1^{\Delta} = \frac{3}{4} q_{1\text{活}}^{\Delta} = \frac{3}{4} \times 3.2 = 2.4(\text{kN/m})$$

(2) 3'号板上的可变均布荷载  $p_3$

$$p_3 = \frac{3}{4} q_{3\text{活}} = \frac{3}{4} \times 2.0 = 1.5(\text{kN/m})$$

## (三) 确定电机梁内力的最不利荷载组合

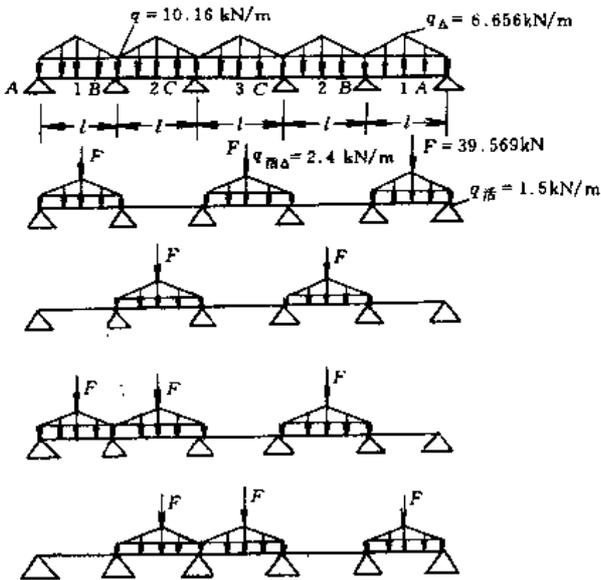


图 11-16 电机梁荷载组合简图

最不利的荷载组合如图 11-16 所示。

## (四) 用力矩分配法计算电机连续梁

### 1. 计算跨度的确定 $l$

因为电机梁与支座(主梁)整体浇筑,取支座中至中的跨度为计算跨度。

$$l = l_c = 3250(\text{mm})$$

### 2. 各跨在永久荷载作用时的内力

(1) 计算各杆固端弯矩。查表进行计算。

1) 只有永久荷载作用时。见表 11-8 的布置型式,求得

$$\begin{aligned}
 q &= q_{\text{集}} + q_3 \\
 &= 6.000 + 4.160 \\
 &= 10.160(\text{kN/m})
 \end{aligned}$$

$$q_1^{\Delta} = 6.656(\text{kN/m})$$

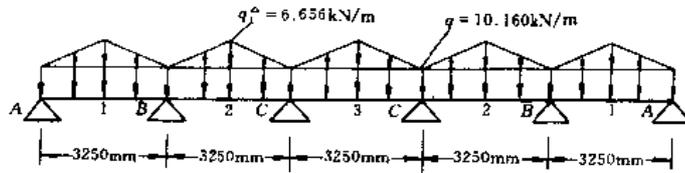
2) 固端弯矩的计算。查表进行计算

$$M_{KB}^0 = 0$$

$$\begin{aligned} M_{KA}^0 &= -\frac{1}{8}ql^2 + \left(-\frac{1}{8}\frac{5}{8}q_1^{\Delta}l^2\right) \\ &= -\frac{1}{8} \times 10.160 \times 3.25^2 + \left(-\frac{1}{8} \times \frac{5}{8} \times 6.656 \times 3.25^2\right) \\ &= -18.907(\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

$$M_{KC}^0 = -M_{KB}^0 = -\frac{1}{12}ql^2 + \left(-\frac{1}{12}\frac{5}{8}q_1^{\Delta}l^2\right)$$

表 11-8



分配系数 $\mu$	0.43	0.57	0.50	0.50	0.50	0.50	0.57	0.43		
传递系数 $C$	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0		
固端弯矩 $M_K^0$	18.907	-12.605	12.605	-12.605	12.605	-12.605	12.605	-18.907		
B 点分配与传递	-2.710	-3.592 <sup>+</sup>	-1.796							
C 点		0.449 <sup>-</sup>	0.898	0.898 <sup>+</sup>	0.449					
B 点、C 点	-0.193	-0.256 <sup>-</sup>	-0.128	-0.113	-0.225	-0.225	-0.113			
C 点、C 点、B 点		0.060 <sup>+</sup>	0.121	0.121 <sup>+</sup>	0.060	1.829 <sup>-</sup>	3.657	2.758		
C 点				-0.457 <sup>-</sup>	-0.945	-0.945 <sup>+</sup>	-0.457			
C 点		0.114 <sup>-</sup>	0.229	0.229 <sup>-</sup>	0.114					
B 点、C 点	-0.075	-0.099 <sup>+</sup>	-0.050		-0.057	-0.057	-0.029			
C 点、B 点		0.013 <sup>-</sup>	0.025	0.025 <sup>-</sup>	0.013	0.139 <sup>-</sup>	0.277	0.209		
B 点、C 点	-0.006	-0.007	-0.004	-0.038 <sup>-</sup>	-0.076	-0.076 <sup>+</sup>	-0.038			
C 点、B 点		0.012 <sup>-</sup>	0.021	0.021 <sup>-</sup>	0.012	0.011 <sup>-</sup>	0.022	0.016		
B 点、C 点	-0.005	-0.007	-0.003	-0.006	-0.016	-0.016 <sup>+</sup>	-0.006			
C 点、B 点		0.002	0.005	0.005 <sup>+</sup>	0.002	0.002	0.003	0.003		
B 点、C 点	-0.001	-0.001 <sup>+</sup>	-0.006	-0.001 <sup>-</sup>	-0.002	-0.002	-0.001			
C 点、B 点			0.0008	0.0008			0.0006	0.0004		
最后弯矩 (kN·m)	15.917	-15.917	11.923	-11.859	11.934	-11.945	15.921	-15.921		
校核	$\Delta M_{ik}$	0	-2.990	-3.312	-0.682	0.685	-0.671	0.660	3.322	2.986
	$-\frac{1}{2}\Delta M_{ik}$	0		0.341	1.656	0.336	-0.342	-1.661	-0.330	0
	$\Delta M_{ik} + \left(-\frac{1}{2}M_{Ki}\right)$	-2.990	-2.971	0.974	1.021	-1.013	-1.001	2.992	2.986	
	$i$	1	1	1	1	1	1	1	1	

$$M_{CC}^q = -M_{CC}^t = -12.605 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{CB}^q = -M_{BC}^t = +12.605 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- (2) 确定梁的线刚度。设为等跨等截面连续梁，故采用相对的线刚度  $i=1$ 。
- (3) 确定分配系数及传递系数。如计算图表所示（表 11-8）。
- (4) 各跨只有永久荷载作用时最后杆端弯矩计算，见计算表 11-8。
- (5) 可变荷载作用时最后杆端弯矩 先后计算固端弯矩和杆端弯矩。（布置 1、3、1 跨）。
- 1) 固端弯矩。查表进行计算，如表 11-9 所示。

$$M_{AB}^q = 0$$

$$\begin{aligned} M_{BA}^q &= -\frac{1}{8} \times p_3 \times l^2 + \left( -\frac{1}{8} \times \frac{5}{8} \times p^{\Delta} l^2 \right) \\ &\quad + \left[ \frac{Fab(l+b)}{2l^2} \right] \\ &= -\frac{1}{8} \times 1.5 \times 3.25^2 + \left( -\frac{1}{8} \times \frac{5}{8} \times 2.4 \times 3.25^2 \right) \\ &\quad + \left[ \frac{-39.569 \times 1.5^2 \times (3.25 + 1.5)}{2 \times 3.25^2} \right] \\ &= -23.980 (\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

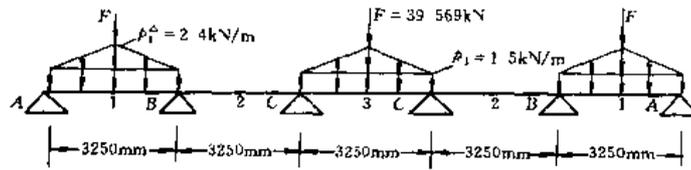
$$M_{BC}^q = 0, M_{CB}^q = 0,$$

$$\begin{aligned} M_{CC}^q &= -\frac{1}{12} p_3 l^2 + \left( -\frac{1}{12} \times \frac{5}{8} p^{\Delta} l^2 \right) \\ &\quad + \left[ -\frac{Fab(l+b)}{2l^2} \right] \\ &= -\frac{1}{12} \times 1.5 \times 3.25^2 + \left( -\frac{1}{12} \times \frac{5}{8} \times 2.4 \times 3.25^2 \right) \\ &\quad + \left[ -\frac{39.569 \times 1.5^2 \times (3.25 + 1.5)}{2 \times 3.25^2} \right] \\ &= -22.659 (\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

（余者见表 11-9）

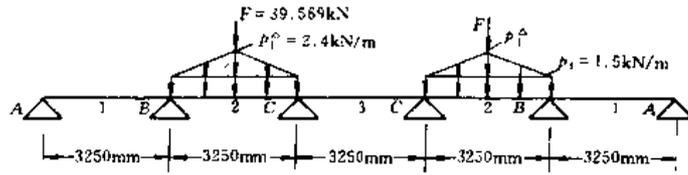
2) 可变荷载作用时。可变荷载布置在 1、3、1 跨时，在 1、3、1 跨中产生最大弯矩。用图表进行计算，见表 11-9。求出各杆的固端弯矩和杆端最后弯矩。可变荷载布置在 2、2 跨时，在 2、2 跨中产生最大弯矩。用图表进行计算，见表 11-10。可变荷载布置在邻跨时，求出支座处的固端弯矩和杆端最后弯矩，从而计算出支座处的最大负弯矩。布置型式见表 11-11 和表 11-12。通过以上对可变荷载的布置，进而求出各处的最大弯矩和支座处的最大剪力。

表 11-9



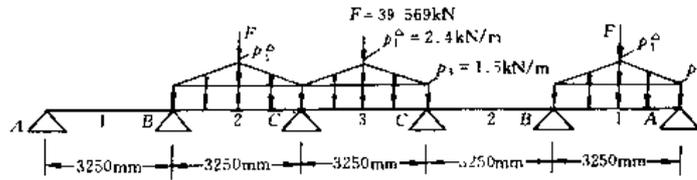
分配系数 $\mu$	0.43	0.57	0.50	0.50	0.50	0.50	0.57	0.43			
传递系数 $C$	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0			
固端弯矩 $M_k$	0	23.980	0	0	-22.659	22.659	0	-23.980			
B 点分配与传递	-10.311	-13.669 <sup>+</sup>	-6.834	-5.665 <sup>+</sup>	-11.330	-11.330 <sup>+</sup>	-5.665				
C 点、B 点		8.788 <sup>+</sup>	17.579	17.579 <sup>+</sup>	8.788	8.449 <sup>+</sup>	16.898	12.747			
B 点、C 点	-3.779	-5.009 <sup>+</sup>	-2.505	-4.309	-8.619	-8.619 <sup>+</sup>	-4.309				
C 点、B 点		1.704 <sup>+</sup>	3.407	3.407 <sup>+</sup>	1.704	1.228 <sup>+</sup>	2.456	1.853			
B 点、C 点	-0.733	-0.972 <sup>+</sup>	-0.486	-0.733 <sup>+</sup>	-1.446	-1.446 <sup>+</sup>	-0.733				
C 点、B 点		0.305 <sup>+</sup>	0.610	0.610 <sup>+</sup>	0.305	0.209 <sup>+</sup>	0.418	0.316			
B 点、C 点	-0.131	-0.174 <sup>+</sup>	-0.087	-0.129 <sup>+</sup>	-0.257	-0.257 <sup>+</sup>	-0.129				
C 点、B 点		0.054 <sup>+</sup>	0.108	0.108 <sup>+</sup>	0.054	0.037 <sup>+</sup>	0.074	0.055			
B 点、C 点	-0.023	-0.031 <sup>+</sup>	-0.015	-0.023 <sup>+</sup>	-0.046	-0.046 <sup>+</sup>	-0.023				
C 点、B 点		0.009 <sup>+</sup>	0.019	0.019 <sup>+</sup>	0.009	0.007 <sup>+</sup>	0.013	0.009			
B 点、C 点	-0.004	-0.005 <sup>+</sup>	-0.002	-0.004 <sup>+</sup>	-0.008	-0.008 <sup>+</sup>	-0.004				
C 点、B 点		0.001 <sup>+</sup>	0.003	0.003 <sup>+</sup>	0.001	0.001 <sup>+</sup>	0.002	0.002			
B 点、C 点	-0.0004	-0.0006			-0.001	-0.001					
最后弯矩 (kN·m)	0	8.999	-8.999	11.797	-11.791	11.813	-11.776	8.998	-8.998	0	
校核	$\Delta M_k$	0	-15.001	-9.009	11.797	10.868	-10.846	-11.776	8.998	14.982	0
	$-\frac{1}{2}\Delta M_k$		0	-5.899	4.505	5.423	-5.434	-4.499	5.888	0	
	$\Delta M_k + (-\frac{1}{2}\Delta M_k)$		-15.001	-14.909	16.302	16.291	-16.280	-16.275	14.886	14.982	
		1	1	1	1	1	1	1	1		

表 11-10



分配系数 $\mu$		0.43	0.57	0.50	0.50	0.50	0.50	0.57	0.43		
传递系数 $C$		0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0		
固端弯矩 $M_k$		0	-22.659	22.659	0	0	-22.659	22.659	0		
B点、C点	0	<u>9.743</u>	<u>12.916</u> <sup>+</sup>	6.458	<u>5.665</u> <sup>-</sup>	<u>11.330</u>	<u>11.330</u> <sup>+</sup>	5.665			
C点、B点			-8.696	<u>-17.391</u>	<u>-17.391</u>	-8.696	<u>-8.072</u> <sup>-</sup>	<u>-16.145</u>	<u>-12.179</u>		
B点、C点		<u>3.739</u>	<u>4.957</u> <sup>+</sup>	2.478	<u>4.192</u>	<u>8.384</u>	<u>8.384</u>	4.192			
C点、B点			<u>-1.668</u> <sup>-</sup>	<u>-3.335</u>	<u>-3.335</u> <sup>+</sup>	-1.668	<u>-1.195</u> <sup>-</sup>	<u>-2.389</u>	<u>-1.803</u>		
B点、C点		<u>0.717</u>	<u>0.951</u> <sup>+</sup>	0.475	<u>0.716</u> <sup>-</sup>	<u>1.432</u>	<u>1.432</u> <sup>+</sup>	0.716			
C点、B点			<u>-0.298</u> <sup>-</sup>	<u>-0.596</u>	<u>-0.596</u> <sup>+</sup>	-0.298	<u>-0.204</u> <sup>-</sup>	<u>-0.408</u>	<u>-0.308</u>		
B点、C点		<u>0.128</u>	<u>0.170</u> <sup>+</sup>	0.085	<u>0.126</u> <sup>-</sup>	<u>0.251</u>	<u>0.251</u> <sup>+</sup>	0.126			
C点、B点			<u>-0.053</u> <sup>-</sup>	<u>-0.106</u>	<u>-0.106</u> <sup>+</sup>	-0.053	<u>-0.036</u>	<u>-0.072</u>	<u>-0.054</u>		
B点、C点		<u>0.023</u>	<u>0.030</u> <sup>+</sup>	0.015	<u>0.022</u> <sup>-</sup>	<u>0.045</u>	<u>0.045</u> <sup>+</sup>	0.022			
C点、B点			<u>-0.009</u> <sup>-</sup>	<u>-0.019</u>	<u>-0.019</u> <sup>+</sup>	-0.009	<u>-0.006</u> <sup>-</sup>	<u>-0.013</u>	<u>-0.009</u>		
B点、C点		<u>0.003</u>	<u>0.005</u> <sup>+</sup>	0.003	<u>0.004</u> <sup>-</sup>	<u>0.008</u>	<u>0.008</u> <sup>+</sup>	0.004			
C点、B点			<u>-0.002</u> <sup>-</sup>	<u>-0.004</u>	<u>-0.004</u> <sup>+</sup>	-0.002	<u>-0.001</u> <sup>-</sup>	<u>-0.002</u>	<u>-0.002</u>		
B点、C点		<u>0.0008</u>	<u>0.001</u> <sup>+</sup>	0.0006		<u>0.001</u>	<u>0.001</u>				
最后弯矩 (kN·m)	0	14.354	-14.355	10.723	-10.726	10.725	-10.722	14.355	-14.355	0	
校核	$\Delta M_{ik}$	0	14.354	8.303	-11.936	-10.726	10.725	11.937	-8.304	-14.355	0
	$-\frac{1}{2}\Delta M_{ki}$		0	5.968	-4.152	-5.363	5.363	4.152	-5.969	0	
	$\Delta M_{ik} + (-\frac{1}{2}\Delta M_{ki})$		14.354	14.271	-16.088	-16.089	16.088	16.089	-14.273	-14.355	
$i$		1	1	1	1	1	1	1	1		

表 11-12



分配系数 $\mu$		0.43	0.57	0.50	0.50	0.50	0.50	0.57	0.43		
传递系数 $C$		0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0		
固端弯矩 $M_{ik}$		0	0	-22.659	22.659	-22.659	22.659	0	-23.980		
B点、C点		9.743	12.916 <sup>+</sup>	6.458	-5.665 <sup>-</sup>	-11.330	-11.330 <sup>-</sup>	-5.665			
C点、B点			-0.198 <sup>-</sup>	-0.397	-0.397 <sup>-</sup>	-0.198	8.449 <sup>+</sup>	16.898	12.747		
B点、C点		0.085	0.113 <sup>+</sup>	0.057	-2.063 <sup>-</sup>	-4.126	-4.126 <sup>-</sup>	-2.063			
C点、B点			0.502 <sup>-</sup>	1.003	1.003 <sup>-</sup>	0.502	0.588 <sup>-</sup>	1.176	0.887		
B点、C点		-0.216	-0.286 <sup>+</sup>	-0.143	-0.273 <sup>-</sup>	-0.545	-0.545 <sup>+</sup>	-0.273			
C点、B点			0.104 <sup>-</sup>	0.208	0.208 <sup>+</sup>	0.104	0.078 <sup>-</sup>	0.156	0.117		
B点、C点		-0.045	-0.059 <sup>+</sup>	-0.030	-0.046 <sup>-</sup>	-0.091	-0.091 <sup>-</sup>	-0.046			
C点、B点			0.019 <sup>-</sup>	0.038	0.038 <sup>+</sup>	0.019	0.013 <sup>-</sup>	0.026	0.020		
B点、C点		-0.008	-0.011 <sup>+</sup>	-0.005	-0.008 <sup>-</sup>	-0.016	-0.016 <sup>+</sup>	-0.008			
C点、B点			0.003 <sup>-</sup>	0.007	0.007 <sup>+</sup>	0.003	0.002 <sup>-</sup>	0.005	0.003		
B点、C点		-0.001	-0.002 <sup>+</sup>	-0.001	-0.001 <sup>-</sup>	-0.003	-0.003 <sup>-</sup>	-0.001			
C点、B点			0.0005 <sup>-</sup>	0.001	0.001 <sup>+</sup>	0.0005	0.0003 <sup>-</sup>	0.0006	0.0004		
B点、C点		-0.0002	-0.0003			-0.0004	-0.0004				
最后弯矩 (kN·m)		0	9.558	-9.558	29.855	-29.855	6.978	-6.981	10.206	-10.206	0
校核	$\Delta M_{ik}$	0	9.558	13.101	7.196	-7.196	-15.681	-6.981	10.206	13.774	0
	$-\frac{1}{2}\Delta M_{ik}$	0		-3.598	-6.551	7.841	3.598	-5.103	3.491		
	$\Delta M_{ik} + (-\frac{1}{2}\Delta M_{ik})$		9.559	9.503	0.645	0.645	-12.083	-12.084	13.697	13.774	
$i$		1	1	1	1	1	1	1	1	1	

(6) 查《建筑结构设计手册·静力计算》。

对简支梁进行计算。(计算方法和过程在计算后略去), 现只将计算结果进行列表整理。

表 11-13, 各跨为永久荷载作用时, 由于结构是对称的, 荷载也是对称的, 因而只对 1、2、3 跨进行计算。

表 11-14, 可变荷载布置在 1、3、1 跨内, 也是由于荷载是对称的形式, 只计算 1、2、3 跨便算出其跨内的最大弯矩值。

表 11-15, 可变荷载布置在 2、2 跨内, 由于荷载对称, 只计算 1、2、3 跨便可计算出第 2、2 跨内的弯矩值。

表 11-16, 可变荷载布置 1、2、2 跨时, 计算各跨跨内的最大弯矩值。其余各表不再说明, 现将整理结果列表。

表 11-13 各跨为永久荷载作用时

第 1 跨内力 (AB)												
$x/l$		0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$V_1$	kN	16.510	13.208	9.906	6.604	3.302	0.000	-3.302	-6.604	-9.906	-13.208	-16.510
$V_1^\Delta$	kN	5.408	5.192	4.543	3.461	1.947	0.000	-1.947	-3.461	-4.543	-5.192	-5.408
$V_x^M$	kN	-4.898	-4.898	-4.898	-4.898	-4.898	-4.898	-4.898	-4.898	-4.898	-4.898	-4.898
$\Sigma V_x$	kN	17.020	13.502	9.550	5.167	0.351	-4.898	-10.147	-14.963	-19.347	-23.298	-26.816
$M_1$	kN·m	0.000	4.829	8.585	11.268	12.878	13.621	12.878	11.268	8.585	4.829	0.000
$M_1^\Delta$	kN·m	0.000	1.734	3.328	4.640	5.531	5.949	5.531	4.640	3.328	1.734	0.000
$M_x^M$	kN·m	0.000	-1.592	-3.183	-4.445	-6.367	-7.959	-9.550	-11.142	-12.734	-14.325	-15.917
$\Sigma M_x$	kN·m	0.000	4.971	8.730	11.463	12.042	11.611	8.859	4.766	-0.821	-7.762	-15.917
$R_A$	kN	17.020										
$R_B$	kN											26.816
第 2 跨内力 (BC)												
$V_2^M$	kN	1.223	1.223	1.223	1.223	1.223	1.223	1.223	1.223	1.223	1.223	1.223
$\Sigma V_x$	kN	21.918	19.623	16.658	11.288	6.472	1.223	-4.026	-8.842	-13.226	-17.177	-20.695
$M_2^M$	kN·m	-15.917	-15.518	-15.118	-14.719	-14.319	-13.920	-13.521	-13.121	-12.722	-12.322	-11.923
$\Sigma M_x$	kN·m	-15.917	-8.995	-3.205	1.189	4.090	5.650	4.888	2.787	-0.801	-5.759	-11.923
$R_B$	kN	21.918										
$R_C$	kN											20.695
第 3 跨内力 (CC)												
$V_3^M$	kN	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023	-0.023
$\Sigma V_x$	kN	21.895	18.377	14.426	10.042	5.226	0.000	-5.272	-10.088	-14.742	-18.423	-21.941
$M_3^M$	kN·m	-11.923	-11.867	-11.871	-11.882	-11.889	-11.897	-11.904	-11.912	-11.919	-11.927	-11.934
$\Sigma M_x$	kN·m	-11.923	-5.304	0.091	4.026	6.520	7.673	6.505	4.408	-0.006	-5.364	-11.934
$R_C$	kN	21.895										
$R_C$	kN											21.941

注  $\Sigma V_x = V_1 + V_1^\Delta + V_x^M$ ;  $\Sigma M_x = M_1 + M_1^\Delta + M_x^M$ ;

$V_1$ 、 $M_1$ ——均布荷载产生的剪力与弯矩;

$V_1^\Delta$ 、 $M_1^\Delta$ ——三角形荷载产生的剪力与弯矩;

$V_x^M$ 、 $M_x^M$ ——杆端弯矩产生的剪力与弯矩。

表 11-14

可变荷载布置在 1、3、1 跨时

第 1 跨内力 (AB)												
$x/l$		0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$V_1$	kN	2.438	1.950	1.463	0.975	0.488	0.000	-0.488	-0.975	-1.463	-1.950	-2.438
$V_1^\Delta$	kN	1.950	1.942	1.638	1.248	0.449	0.000	-0.449	-1.248	-1.638	-1.942	-1.950
$V_x^F$	kN	19.785	19.785	19.785	19.785	19.785	19.785 -19.785	-19.785	-19.785	-19.785	-19.785	-19.785
$V_x^M$	kN	-2.769	-2.769	-2.769	-2.769	-2.769	-2.769	-2.769	-2.769	-2.769	-2.769	-2.769
$\Sigma V_x$	kN	21.404	20.908	20.117	19.239	17.953	17.016 -22.554	-23.491	-24.777	-25.665	-26.446	-26.942
$M_1$	kN·m	0.000	0.713	1.268	1.664	1.901	1.980	1.901	1.664	1.268	0.713	0.000
$M_1^\Delta$	kN·m	0.000	0.625	1.200	1.673	1.994	2.113	1.994	1.673	1.200	0.625	0.000
$M_x^F$	kN·m	0.000	6.430	12.860	19.290	25.720	32.150	25.720	19.290	12.860	6.430	0.000
$M_x^M$	kN·m	0.000	-0.900	-1.800	-2.700	-3.600	-4.500	-5.400	-6.300	-7.200	-8.100	-8.999
$\Sigma M_x$	kN·m	0.000	6.868	13.528	19.927	26.015	31.743	24.215	16.327	8.128	-0.332	-8.999
$R_A$	kN	21.404										
$R_B$	kN											26.942
第 2 跨内力 (BC)												
$V_x^M$	kN	-0.861	-0.861	-0.861	-0.861	-0.861	-0.861	-0.861	-0.861	-0.861	-0.861	-0.861
$\Sigma V_x$	kN	-0.861	-0.861	-0.861	-0.861	-0.861	-0.861	-0.861	-0.861	-0.861	-0.861	-0.861
$M_x^M$	kN·m	-8.999	-9.279	-9.559	-9.838	-10.118	-10.398	-10.678	-10.958	-11.237	-11.517	-11.797
$\Sigma M_x$	kN·m	-8.999	-9.279	-9.559	-9.838	-10.118	-10.398	-10.678	-10.958	-11.237	-11.517	-11.797
$R_B$	kN	-0.861										
$R_C$	kN											0.861
第 3 跨内力 (CC)												
$V_x^M$	kN	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007
$\Sigma V_x$	kN	24.116	23.670	22.969	22.091	20.805	19.868 -19.792	-21.729	-22.015	-22.893	-23.684	-24.180
$M_x^M$	kN·m	-11.791	-11.793	-11.795	-11.798	-11.800	-11.802	-11.804	-11.806	-11.809	-11.811	-11.813
$\Sigma M_x$	kN·m	-11.791	-4.025	3.533	10.829	17.815	24.441	17.811	10.821	3.519	-4.045	-11.813
$R_C$	kN	24.166										
$R_C$	kN											24.180

注  $\Sigma V_x = V_1 + V_1^\Delta + V_x^M + V_x^F$ ;  $\Sigma M_x = M_1 + M_1^\Delta + M_x^M + M_x^F$ ;

$V_x^F$ 、 $M_x^F$ ——集中荷载  $F$  产生的剪力与弯矩。

表 11-15

可变荷载布置在 2、2 跨时

第 1 跨内力 (AB)												
$x/l$		0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$V_M^*$	kN	-4.417	-4.417	-4.417	-4.417	-4.417	-4.417	-4.417	-4.417	-4.417	-4.417	-4.417
$\Sigma V_x$	kN	-4.417	-4.417	-4.417	-4.417	-4.417	-4.417	-4.417	-4.417	-4.417	-4.417	-4.417
$M_x^M$	kN·m	0.000	-1.435	-2.871	-4.306	-5.742	-7.177	-8.612	-10.048	-11.483	-12.919	-14.354
$\Sigma M_x$	kN·m	0.000	-1.435	-2.871	-4.306	-5.742	-7.177	-8.612	-10.048	-11.483	-12.919	-14.354
$R_A$	kN	-4.417										
$R_B$	kN											4.417
第 2 跨内力 (BC)												
$V_k$	kN	2.438	1.950	1.463	0.975	0.488	0.000	-0.488	-0.975	-1.463	-1.950	-2.438
$V_k^\Delta$	kN	1.950	1.942	1.638	1.248	0.449	0.000	-0.449	-1.248	-1.638	-1.942	-1.950
$V_k^E$	kN	19.785	19.785	19.785	19.785	19.785	19.785	-19.785	-19.785	-19.785	-19.785	-19.785
$V_M^*$	kN	1.118	1.118	1.118	1.118	1.118	1.118	1.118	1.118	1.118	1.118	1.118
$\Sigma V_x$	kN	25.291	24.795	24.004	23.126	21.840	20.903	-19.604	-20.890	-21.768	-22.560	-23.055
$M_k$	kN·m	0.000	0.713	1.268	1.664	1.901	1.980	1.901	1.664	1.268	0.713	0.000
$M_k^\Delta$	kN·m	0.000	0.625	1.200	1.673	1.994	2.113	1.994	1.673	1.200	0.625	0.000
$M_k^E$	kN·m	0.000	6.430	12.860	19.290	25.720	32.150	25.720	19.290	12.860	6.430	0.000
$M_x^M$	kN·m	-14.355	-13.992	-13.628	-13.265	-12.902	-12.538	-12.175	-11.812	-11.448	-11.085	-10.722
$\Sigma M_x$	kN·m	-14.355	-6.224	-1.700	9.352	16.713	23.705	17.440	10.815	3.880	-3.317	-10.722
$R_B$	kN	25.291										
$R_C$	kN											23.053
第 3 跨内力 (CC)												
$V_M^*$	kN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
$\Sigma V_x$	kN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
$M_x^M$	kN·m	-10.726	-10.726	-10.726	-10.726	-10.726	-10.726	-10.726	-10.726	-10.726	-10.726	-10.726
$\Sigma M_x$	kN·m	-10.726	-10.726	-10.726	-10.726	-10.726	-10.726	-10.726	-10.726	-10.726	-10.726	-10.726
$R_C$	kN	0.000										
$R_C$	kN											0.000

表 11-16

可变荷载布置在 1、2、2 跨时

第 1 跨内力 (AB)												
$x/l$		0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$V_x^M$	kN	-8.360	-8.360	-8.360	-8.360	-8.360	-8.360	-8.360	-8.360	-8.360	-8.360	-8.360
$\Sigma V_x$	kN	15.813	15.317	14.526	13.651	12.362	11.425 -28.145	-29.082	-30.368	-31.246	-32.037	-32.533
$M_x^M$	kN·m	0.000	-2.717	-5.434	-8.151	-10.868	-13.568	-16.303	-19.020	-21.737	-24.454	-27.171
$\Sigma M_x$	kN·m	0.000	5.051	9.894	14.476	18.747	22.657	13.312	3.607	-6.409	-16.686	-27.171
$R_A$	kN	15.813										
$R_B$	kN											32.533
第 2 跨内力 (BC)												
$V_x^M$	kN	6.118	6.118	6.118	6.118	6.118	6.118	6.118	6.118	6.118	6.118	6.118
$\Sigma V_x$	kN	30.291	29.795	29.004	28.126	26.840	25.903 -13.667	-14.604	-15.890	-16.768	-17.559	-18.055
$M_x^M$	kN·m	-27.171	-25.183	-23.195	-21.207	-19.219	-17.231	-15.243	-13.255	-11.267	-9.279	-7.291
$\Sigma M_x$	kN·m	-27.171	-17.415	-7.867	1.420	10.296	19.012	14.372	9.572	4.061	-1.511	-7.291
$R_B$	kN	30.291										
$R_C$	kN											18.055
第 3 跨内力 (CC)												
$V_x^M$	kN	-1.338	-1.338	-1.338	-1.338	-1.338	-1.338	-1.338	-1.338	-1.338	-1.338	-1.338
$\Sigma V_x$	kN	-1.338	-1.338	-1.338	-1.338	-1.338	-1.338	-1.338	-1.338	-1.338	-1.338	-1.338
$M_x^M$	kN·m	-7.291	-7.725	-8.110	-8.595	-9.030	-9.465	-9.900	-10.335	-10.770	-11.205	-11.641
$\Sigma M_x$	kN·m	-7.291	-7.725	-8.110	-8.595	-9.030	-9.465	-9.900	-10.335	-10.770	-11.205	-11.641
$R_C$	kN	-1.338										
$R_C$	kN											1.338
第 2 跨内力 (CB)												
$V_x^M$	kN	-0.765	-0.765	-0.765	-0.765	-0.765	-0.765	-0.765	-0.765	-0.765	-0.765	-0.765
$\Sigma V_x$	kN	23.408	22.912	22.121	21.246	19.957	19.020 -21.550	-21.487	-22.773	-23.651	-24.442	-24.938
$M_x^M$	kN·m	-11.641	-11.889	-12.137	-12.386	-12.634	-12.883	-13.132	-13.380	-13.629	-13.877	-14.126
$\Sigma M_x$	kN·m	-11.641	-4.121	3.191	10.503	16.981	23.360	16.483	9.857	1.699	-6.109	-14.126
$R_C$	kN	23.408										
$R_B$	kN											24.938

续表

第1跨内力 (BA)

$V_x^M$	kN	4.346	4.346	4.346	4.346	4.346	4.346	4.346	4.346	4.346	4.346	4.346
$\Sigma V_x$	kN	4.346	4.346	4.346	4.346	4.346	4.346	4.346	4.346	4.346	4.346	4.346
$M_x^M$	kN·m	-14.126	-12.713	-11.300	-9.888	-8.475	-7.063	-5.650	-4.238	-2.825	-1.413	0.000
$\Sigma M_x$	kN·m	-14.126	-12.713	-11.300	-9.888	-8.475	-7.063	-5.650	-4.238	-2.825	-1.413	0.000
$R_B$	kN	4.346										
$R_C$	kN											4.346

表 11-17

可变荷载布置在 2、3、1跨时

第1跨内力 (AB)

$x/l$		0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$V_x^M$	kN	-2.731	-2.731	-2.731	-2.731	-2.731	-2.731	-2.731	-2.731	-2.731	-2.731	-2.731
$\Sigma V_x$	kN	-2.731	-2.731	-2.731	-2.731	-2.731	-2.731	-2.731	-2.731	-2.731	-2.731	-2.731
$M_x^M$	kN·m	0.000	-0.956	-1.912	-2.867	-3.823	-4.779	-5.735	-6.691	-7.646	-8.602	-9.558
$\Sigma M_x$	kN·m	0.000	-0.956	-1.912	-2.867	-3.823	-4.779	-5.735	-6.691	-7.646	-8.602	-9.558
$R_A$	kN	-2.731										
$R_B$	kN											2.731

第2跨内力 (BC)

$V_x^M$	kN	-6.245	-6.245	-6.245	-6.245	-6.245	-6.245	-6.245	-6.245	-6.245	-6.245	-6.245
$\Sigma V_x$	kN	17.928	17.432	16.641	15.763	14.477	13.546 -26.630	-26.967	-28.253	-29.131	-29.992	-30.418
$M_x^M$	kN·m	-9.558	-11.588	-13.617	-15.677	-17.677	-19.707	-21.736	-23.766	-25.796	-27.825	-29.855
$\Sigma M_x$	kN·m	-9.558	-3.820	1.711	6.950	11.938	16.536	7.879	-1.139	-10.468	-20.057	-29.855
$R_B$	kN	17.928										
$R_C$	kN											30.418

续表

第3跨内力 (CC)

$V_x^M$	kN	7.039	7.039	7.039	7.039	7.039	7.039	7.039	7.039	7.039	7.039	7.039
$\Sigma V_x$	kN	31.212	30.716	29.925	29.047	27.761	26.824 -12.746	-13.683	-14.969	-15.847	-16.638	-17.134
$M_x^M$	kN·m	-29.855	-27.567	-25.280	-22.992	-20.704	-18.417	-16.129	-13.841	-11.553	-9.266	-6.978
$\Sigma M_x$	kN·m	-29.855	-19.799	-9.952	-0.365	8.911	17.826	13.486	8.786	3.775	-1.498	-6.978
$R_c$	kN	31.212										
$R_c$	kN											17.134

第2跨内力 (CB)

$V_x^M$	kN	-0.992	-0.992	-0.992	-0.992	-0.992	-0.992	-0.992	-0.992	-0.992	-0.992	-0.992
$\Sigma V_x$	kN	-0.992	-0.992	-0.992	-0.992	-0.992	-0.992	-0.992	-0.992	-0.992	-0.992	-0.992
$M_x^M$	kN·m	-6.981	-7.304	-7.626	-7.949	-8.281	-8.591	-8.916	-9.239	-9.561	-9.884	-10.206
$\Sigma M_x$	kN·m	-6.981	-7.304	-7.626	-7.949	-8.281	-8.591	-8.916	-9.239	-9.561	-9.884	-10.206
$R_c$	kN	-0.992										
$R_b$	kN											0.992

第1跨内力 (BA)

$V_x^M$	kN	3.140	3.140	3.140	3.140	3.140	3.140	3.140	3.140	3.140	3.140	3.140
$\Sigma V_x$	kN	27.313	26.817	26.026	25.148	23.862	22.925 -16.645	-17.582	-18.868	-19.746	-20.537	-20.933
$M_x^M$	kN·m	-10.206	-9.185	-8.165	-7.144	-6.124	-5.103	-4.082	-3.062	-2.041	-1.021	0.000
$\Sigma M_x$	kN·m	-10.206	1.417	7.163	15.483	23.491	31.140	25.533	19.565	13.287	6.747	0.000
$R_b$	kN	27.313										
$R_A$	kN											20.933

## 3. 电机连续梁的内力图

电机连续梁的内力图如图 11-17 所示。

## 4. 配筋计算

$$\gamma_s = \frac{1 + \sqrt{1 - 2\alpha_s}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \times 0.0319}}{2}$$

$$= 0.984$$

$$A_s = \frac{M}{f_y \gamma_s h_0} = \frac{43354000}{210 \times 0.984 \times 555} = 378.0 (\text{mm}^2)$$

选用  $3\phi 13$ ,  $A_s = 398 \text{ mm}^2$ 。

(2) 支座处配筋。支座处配筋不采用最小值计算, 要采用支座边缘处的弯矩值。用  $B$  支座处的绝对值作以处理。最高点绝对值为  $43.088 \text{ kN} \cdot \text{m}$ , 距  $B$  点的  $0.325 \text{ m}$  处的绝对值为  $26.410 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 。通过相似三角形求得支座边缘值  $32.825 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 。

$$\alpha_s = \frac{32825000}{11 \times 400 \times 555^2} = 0.0242$$

$$\gamma_s = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \times 0.0242}}{2} = 0.988$$

$$A_s = \frac{32825000}{210 \times 0.988 \times 555} = 285$$

选用  $3\phi 11$ ,  $A_s = 285 \text{ mm}^2$ 。

(3) 配筋验算  $\rho$ 。分别验算跨中与支座处。

1) 跨中处

$$\rho = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{398}{400 \times 555} = 0.00179 > 0.0015$$

2) 支座处

$$\rho = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{285}{400 \times 555} = 0.00128 < 0.0015 (\text{偏低})$$

最后选定  $3\phi 13$ ,  $A_s = 398 \text{ mm}^2$ 。

5. 斜截面验算

支座  $B$  的最大剪力  $V_B = 59.349 \text{ kN}$ , 距  $B$  点  $0.325 \text{ m}$  处的剪力  $V_{0.9} = 55.355 \text{ kN}$ , 支座边缘处的剪力也要通过相似三角形关系算得, 即  $V_{边} = 57.813 \text{ kN}$ 。梁的截面腹板高度  $h_w$ , 当为矩形截面时  $h_w = h_0$ , T 形截面时,  $h_w = h - h_f$ , I 形截面取腹板净高。本题为  $h_w = h_0 = 560 \text{ mm}$ 。  $h_w/b \leq 4$  时,  $V \leq 0.25f_c h_0 b$ ,  $h_w/b \geq 6$  时,  $V \leq 0.2f_c h_0 b$ 。

本题  $h_w/b = 560/400 \approx 1.4 < 4$

则

$$V \leq 0.25f_c h_0 b$$

$$= 0.25 \times 10 \times 560 \times 400 = 560 (\text{kN})$$

$$V_{边} = 57.813 \text{ kN} < 560 \text{ kN}, \text{按构造配筋。}$$

(1) 箍筋配置。采用  $\phi 6$ ,  $s = 250 \text{ mm}$ , 在靠近支座处采用封闭式。

(2) 起弯钢筋。在接近支座边缘处, 以  $45^\circ$  起弯一根  $\phi 13$ 。配筋图如图 11-18 所示的

型式。

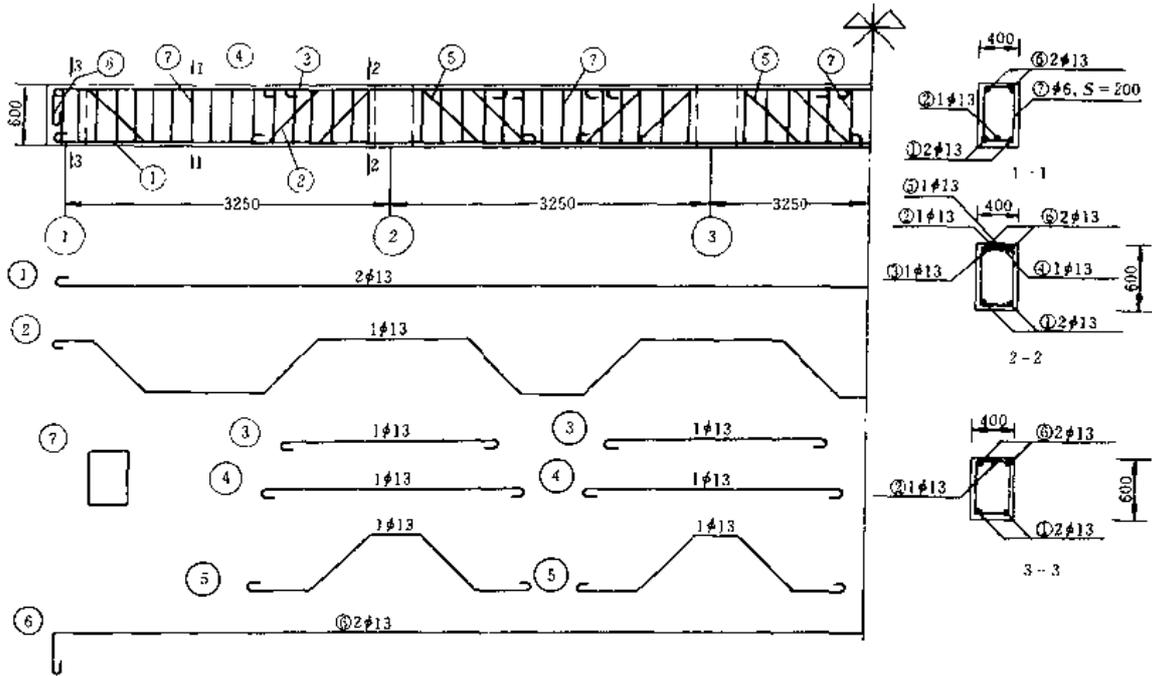


图 11-18 电机梁的配筋图

## 第八节 水泵梁设计

水泵梁是五跨钢筋混凝土连续梁，因为常年淹在水下，以水工钢筋混凝土方法设计。由横排架的下横梁支承，并与其整体浇筑在一起。水泵梁承受出水弯管重和部分水管重，及管内的水重。水泵壳重，检修荷载重。中小型湿室型泵站一般设计成两根梁。设单梁高度  $h=500\text{ mm}$ ，梁宽  $b=400\text{ mm}$ ，矩形截面梁。混凝土强度等级为  $C_{20}$ ， $f_{cm}=11\text{ N/mm}^2$ ， $f_c=10\text{ N/mm}^2$ 。钢筋为 I 级， $f_y=210\text{ N/mm}^2$ 。拟安装水泵的型号为 28ZLB—70 型。

【解】

### 一、标准荷载计算

#### (一) 集中标准荷载

##### 1. 水泵荷载

查水泵样本  $F=11\text{ kN}$ ，由两根梁承担。

$$F_1 = F/2 = 11/2 = 5.5(\text{kN})$$

##### 2. 水管荷载

由设计面定，本例为

$$F_2 = 2.84\text{ kN}$$

##### 3. 停机时管内水重

由设计而定，本例为

续表

荷载及其组合		剪力 (kN)									
		$V_x$	$V_{bx}$	$V_{by}$	$V_{cx}$	$V_{cy}$	$V_{dx}$	$V_{dy}$	$V_{ex}$	$V_{ey}$	$V_f$
集中荷载的作用	可变荷载 1、3、1	9.737	-13.391	0.462	0.462	11.564	-11.564	-0.462	-0.462	13.391	-9.737
	可变荷载 2、2	-1.827	-1.827	12.627	-11.101	0.000	0.000	11.101	-12.627	1.827	1.827
	可变荷载 1、2、2	7.401	-15.703	14.964	-8.164	-0.786	-0.786	11.310	-11.818	1.781	1.781
	可变荷载 2、3、1	-1.203	-1.203	10.709	-14.224	14.732	-8.395	-1.295	-1.295	13.553	-9.575
	$V_{\max}^F$	9.737	-15.703	14.964	-14.224	14.732	-11.564	11.310	-12.627	13.553	-9.737
$V_i = V_{\max}^{qi} + V_{\max}^F$		24.284	-37.040	34.404	-32.312	33.557	-28.992	23.124	-30.761	33.923	-24.284

注  $q$  为设计的均布荷载,  $F$  为设计的集中荷载,  $l$  为计算跨度。

剪力  $V = k_1 q l$ ;  $V = kF$ 。

表 11-20

支座反力计算表

支座号	A		B		C		D		E		F
支座左右	$y$	$z$									
剪力 (kN)	23.570	-36.266	34.104	-32.244	33.414	-27.902	27.183	-28.984	32.505	-23.298	
反力 (kN)	23.570	70.370		65.658		55.085		61.489		23.298	

#### 四、配筋计算

##### (一) 第 1 跨跨中配筋

已知跨中弯矩  $M_1 = 25.801 \text{ kN} \cdot \text{m}$ , 设  $h_0 = 500 - 50 = 450 \text{ mm}$ ,  $b = 400 \text{ mm}$ ,  $C_{20}$ ,  $f_{cm} = 11 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_y = 210 \text{ N/mm}^2$ 。

1. 计算  $\alpha_s$ 。

$$\alpha_s = \frac{M_1}{f_{cm} b h_0^2} = \frac{25801000}{11 \times 400 \times 450^2} = 0.030$$

2. 计算  $\gamma_s$ 。

$$\begin{aligned} \gamma_s &= \frac{1 + \sqrt{1 - 2\alpha_s}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \times 0.030}}{2} \\ &= 0.984 \end{aligned}$$

3. 计算  $A_s$ 。

$$A_s = \frac{M_1}{f_y \gamma_s h_0} = \frac{25801000}{210 \times 0.984 \times 450} = 278 (\text{mm}^2)$$

选用  $4\phi 12$ ,  $A_s = 452 \text{ mm}^2$ 。

#### 4. 验算配筋率 $\rho$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{A_s}{bh_0} = \frac{452}{400 \times 450} \\ &= 0.0025 = 0.25\% > 0.15\%\end{aligned}$$

#### (二) 第 2、3 跨跨中配筋

已知第 3 跨为  $M_3 = 21.552 \text{ kN} \cdot \text{m} > M_2 = 19.629 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 。以第 3 跨计算。

##### 1. 计算 $\alpha_s$

$$\alpha_s = \frac{M_3}{f_{cm}bh_0^2} = \frac{21552000}{11 \times 400 \times 450^2} = 0.024$$

##### 2. 计算 $\gamma_s$

$$\begin{aligned}\gamma_s &= \frac{1 + \sqrt{1 - 2\alpha_s}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \times 0.024}}{2} \\ &= 0.988\end{aligned}$$

##### 3. 计算 $A_s$

$$A_s = \frac{21552000}{210 \times 0.988 \times 450} = 230(\text{mm}^2)$$

选用  $4\phi 12$ ,  $A_s = 452 \text{ mm}^2$

#### (三) 支座配筋

##### 1. 支座边缘弯矩

由式 (11-34) 计算

$$M_{\text{边}} = |M_c| - |V_0| \frac{b}{2} \quad (11-34)$$

式中  $M_{\text{边}}$ ——支座边缘弯矩,  $\text{kN} \cdot \text{m}$ ;

$M_c$ ——支座中心弯矩, 计算时取其绝对值,  $\text{kN} \cdot \text{m}$ ;

$V_0$ ——支座边缘剪力, 可接单跨简支梁计算,  $\text{kN}$ ;

$b$ ——支座宽度,  $\text{m}$ 。

本例  $M_c = -26.048 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ,  $b = 0.4 \text{ m}$ ;  $V_0$  为

$$\begin{aligned}V_0 &= \frac{F}{2} - \frac{q l_n}{2} = \frac{23.128}{2} + \frac{(6 + 4.725) \times 2.85}{2} \\ &= 26.847(\text{kN})\end{aligned}$$

则

$$M_{\text{边}} = 26.048 - 26.847 \times \frac{0.4}{2} = 20.679 (\text{kN} \cdot \text{m})$$

##### 2. 支座配筋

选用  $4\phi 12$ ,  $A_s = 452 \text{ mm}^2$ 。其余各支座与 B 支座相同配置。

#### 五、斜截面强度校核

已知  $h_w = h_0 = 450 \text{ mm}$ ,  $b = 400 \text{ mm}$ ,  $h_w/b = 450/400 = 1.125 < 4$

##### 1. 以 B 支座处计算

由式 (11-34) 计算  $V_0 = 26.847 \text{ kN}$ 。

泵梁高度  $h=b=400\text{ mm}$ ,  $h_0=400-50=350\text{ mm}$ 。

(1) 计算  $\alpha_s$ 。

$$\alpha_s = \frac{M_{nb}}{f_{cm}bh_0^2} = \frac{27410000}{11 \times 500 \times 350^2} = 0.041$$

(2) 计算  $\gamma_s$ 。

$$\gamma_s = \frac{1 + \sqrt{1 - 2\alpha_s}}{2} = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \times 0.041}}{2} = 0.979$$

(3) 计算  $A_s$ 。

$$A_s = \frac{27410000}{210 \times 0.979 \times 350} = 381(\text{mm}^2)$$

考虑梁上下各配置 1 根架立筋  $1\phi 12$ ,  $A_s=113.1\text{ mm}^2$ 。尚需配用:

$$A_2 = A_s - A_1 = 381 - 113.1 = 268(\text{mm}^2)$$

选用  $2\phi 13$ ,  $A_s=265\text{ mm}^2$ 。

2. 水泵梁配筋图

如图 11-22 所示。

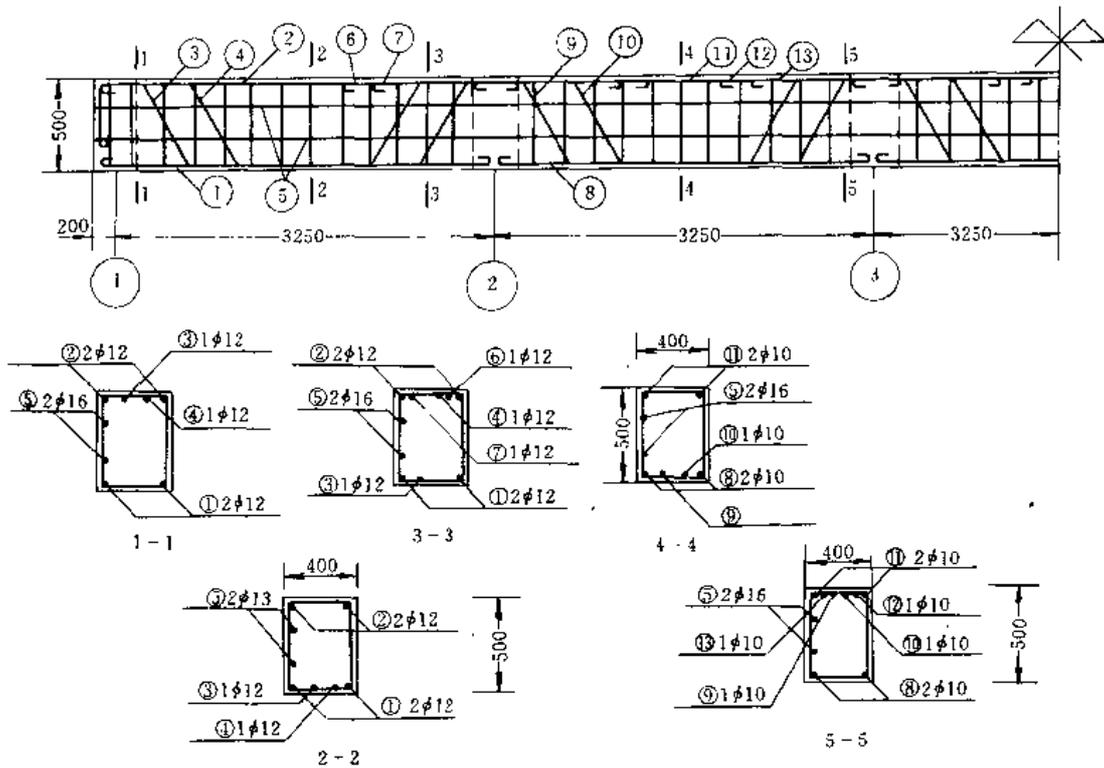


图 11-22 水泵梁配筋图

### 七、抗裂验算

验算受弯较大的一个截面, 以  $AB$  跨内,  $M_l=25.801\text{ kN}\cdot\text{m}$ ,  $E_s=210 \times 10^3\text{ N/mm}^2$ ,  $E_c=25.5 \times 10^3\text{ N/mm}^2$ ,  $f_{tk}=1.5\text{ N/mm}^2$ 。

(一) 换算截面倍数  $n$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{210000}{25500} = 8.235 \quad (11-37)$$

(二) 折算受压区高度  $x_0$

$$\begin{aligned} x_0 &= \frac{\frac{1}{2}bh^2 + nA_s h}{bh + nA_s} \\ &= \frac{\frac{1}{2} \times 400 \times 500^2 + 8.235 \times 452 \times 500}{400 \times 500 + 8.235 \times 452} \\ &= 254.5(\text{mm}) \end{aligned} \quad (11-38)$$

(三) 换算的惯性矩  $I_0$

$$\begin{aligned} I_0 &= \frac{bx_0^3}{3} + \frac{b(h-x_0)^3}{3} + nA_s(h-x_0)^2 \\ &= \frac{400 \times 254.5^3}{3} + \frac{400(500-254.5)^3}{3} + 8.235 \times 452 \times (350-254.5)^2 \\ &= 4204664243(\text{mm}^4) \end{aligned} \quad (11-39)$$

(四) 换算截面受拉边缘弹性抵抗矩  $W_0$

$$\begin{aligned} W_0 &= \frac{I_0}{h-x_0} = \frac{4204664243}{500-254.5} \\ &= 17126941.93(\text{mm}^3) \end{aligned} \quad (11-40)$$

(五) 拉应力计算

受拉区混凝土塑性影响系数  $\gamma_m = 1.75$ 。

$$\begin{aligned} \sigma_{st} &= \frac{M_1}{W_0} = \frac{25801000}{17126941.93} \\ &= 1.506(\text{N/mm}^2) \\ \sigma_{st} &= 1.506 < 1.75 \times 1.5 = 2.625 \text{ N/mm}^2 (\text{无裂缝}) \end{aligned}$$

## 第九节 横排架设计

中小型排架型泵房的横排架是由单跨双层钢筋混凝土刚架组成，上部是电机层，下部是水泵层。在横排架设计时常采用迭代法计算其内力，下面对迭代法计算横排架作以介绍。

迭代法是解算线性方程组的一种数值解法。在求解过程中，首先假设某些未知力的初值，用反复代入方程的方法求得未知数的近似值，使其达到一定的精度而止。迭代法可以用来计算无侧移刚架，也可用来计算有侧移的刚架。泵站的排架型泵房受风荷载的作用较大，故采用有侧移的计算方法。

### 一、迭代法主要公式的意义说明

(一) 有侧移刚架的迭代公式

$$M_{ik} = M'_{ik} + \frac{1}{2}M''_{ki} + M''_{ik} + M^s_{ik} \quad (11-41)$$

式中  $M_{ik}$ ——杆件  $ik$  的  $i$  端弯矩；

$M'_{ik}$ ——结点  $i$  转动  $\varphi_i$  时，在杆件  $ik$  的  $i$  端所产生的杆端弯矩；

$M''_{ki}$ ——结点  $k$  转动  $\varphi_k$  时，在杆件  $ik$  的  $k$  端所产生的弯矩，与  $M''_{ik}$  统称为转角弯矩；

$M''_{ik}$ ——侧移弯矩，杆件  $ik$  由于相对线位移所引起的杆端弯矩；

$M^s_{ik}$ ——杆件  $ik$  的  $i$  端固端弯矩，计算时并标注  $ik$  杆的  $i$  端。

式 (11-41) 中等号右端的第二项中的  $1/2$  乘以  $M''_{ki}$  表明  $k$  端弯矩对  $i$  端的影响值。

(二) 求楼层剪力与楼层力矩公式

$$\Sigma P - \Sigma V_{ik} = 0 \quad (11-42)$$

式中  $\Sigma P$ ——某一楼层截面以上所有水平荷载的总和，其方向以左向右为正；

$\Sigma V_{ik}$ ——作用于第  $r$  层所有竖柱上端剪力之和。

引用符号  $P_r$  为楼层剪力， $M_r$  为楼层力矩：

$$P_r = \Sigma V_{ik} \quad (11-43)$$

$$M_r = \frac{2}{3} P_r h_r \quad (11-44)$$

式中  $\Sigma V_{ik}$ —— $r$  层以上固端剪力之和；

$h_r$ ——第  $r$  层楼层高度。

(三) 有侧移刚架的转角弯矩迭代公式

$$M''_{ik} = \mu''_{ik} \left( M^s_{ik} + \frac{1}{2} \Sigma M''_{ki} + \Sigma M''_{ik} \right) \quad (11-45)$$

式中  $\mu''_{ik}$ ——转角分配系数，实际上是结点某一杆的线刚度与该结点各杆所有线刚度之和的比值， $\Sigma \mu''_{ik} = -1$ ；

$M^s_{ik}$ ——结点  $i$  的固端不平衡力矩，在计算时把该值写在计算图的内图框内；

$\Sigma M''_{ki}$ ——结点  $i$  各杆的远端弯矩之和；

$\Sigma M''_{ik}$ ——结点  $i$  的有侧移影响杆的近端侧移弯矩。

(四) 侧移弯矩迭代公式

$$M''_{ik} = v_{ik} [M_P + \Sigma (M''_{ik} + M''_{ki})] \quad (11-46)$$

式中  $v_{ik}$ ——侧移分配系数，等于  $r$  层某一杆件线刚度与该各杆件线刚度之和的比值乘以  $-3/4$ ，即  $\Sigma v_{ik} = -3/4$ ；

$\Sigma (M''_{ik} + M''_{ki})$ ——第  $r$  楼层等高竖柱的各杆两端转角弯矩之和。

## 二、设计实例

刚架的型式及设计荷载如计算简图 11-23 所示。

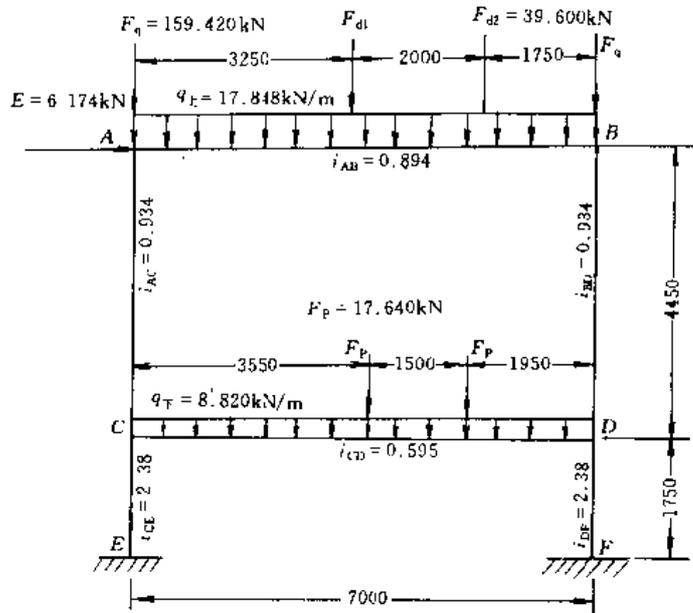


图 11-23 端横排架计算简图 (单位: mm)

**【解】**

(一) 迭代法计算的一些数据

1. 刚架各杆的基本尺寸及几何特性

(1) 各杆的基本尺寸的假定。设为等截面杆, 杆高  $h = 500$  mm, 宽  $b = 400$  mm。上楼层柱高  $H_{\text{上}} = 4.45$  m, 下楼层柱高  $H_{\text{下}} = 1.75$  m, 横梁  $l = 7.0$  m。

(2) 各杆的惯性矩。首先计算  $I_0$  值, 如图 11-24 所示。

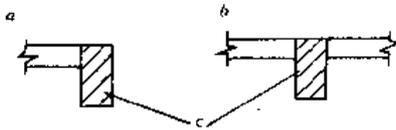


图 11-24 整体浇筑的惯性矩

$a - I_1 = 1.5I_0$ ;  $b - I_1 = 2.0I_0$ ;

$c - I_0$  为阴影部分值

$$I_0 = \frac{1}{12}bh^3 = \frac{1}{12} \times 0.4 \times 0.5^3 = 0.00417$$

1) AB 杆的惯性矩。因为楼板与横梁采用整体浇筑的型式。

$$I_{AB} = 1.5I_0 = 1.5 \times 0.00417 = 0.006255$$

2) 其余各杆的惯性矩。均为  $I_0$  值, 即

$$I = I_0 = 0.00417$$

(3) 各杆的线刚度  $i$ 。各杆的线刚度均由简图所示。

(4) 各杆的转角分配系数  $\mu_k$  的计算为

$$\left. \begin{aligned} \mu'_{ab} &= -\frac{i_{ik}}{\sum_{(r)} i_{ik}} = -\frac{0.894}{0.894 + 0.934} = -0.489 \\ \mu'_{ac} &= -\frac{0.934}{0.894 + 0.934} = -0.511 \end{aligned} \right\} \sum M_{ik} = -1 \quad (11-47)$$

$$\left. \begin{aligned} \mu'_{ba} &= \mu'_{ab} = -0.489 \\ \mu'_{bd} &= \mu'_{ac} = -0.511 \end{aligned} \right\} \sum \mu'_{ik} = -1$$

$$\left. \begin{aligned} \mu'_{ca} &= \frac{0.934}{0.934 + 0.595 + 2.38} = -0.239 \\ \mu'_{cd} &= -\frac{0.595}{0.934 + 0.595 + 2.38} = -0.152 \\ \mu'_{ce} &= \frac{2.38}{0.934 + 0.595 + 2.38} = -0.609 \end{aligned} \right\} \Sigma M_{ik} = -1$$

$$\left. \begin{aligned} \mu'_{db} &= -0.239 \\ \mu'_{dc} &= -0.152 \\ \mu'_{dt} &= -0.609 \end{aligned} \right\} \Sigma M_{ik} = -1$$

(5) 各杆的固端弯矩。查固端弯矩计算表。

1)  $AB$  杆。 $M_{AB}^F$  的计算, 由集中力  $F_{d1}$ 、 $F_{d2}$  和均布力  $q_{\perp}$  产生:

$$\begin{aligned} M_{AB}^F &= M_{Fd1}^F + M_{Fd2}^F + M_{q_{\perp}}^F \\ &= \frac{-39.6 \times 3.25 \times (2 + 1.75)^2}{7.0^2} + \frac{-39.6 \times (3.25 + 2) \times 1.75^2}{7.0^2} \\ &\quad + \left( -\frac{1}{12} \times 17.848 \times 7.0^2 \right) \\ &= -122.81 (\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

2)  $BA$  杆。 $M_{BA}^F$  的计算, 由集中力  $F_{d1}$ 、 $F_{d2}$  和均布力  $q_{\perp}$  产生:

$$\begin{aligned} M_{BA}^F &= M_{Fd1}^F + M_{Fd2}^F + M_{q_{\perp}}^F \\ &= \frac{39.6 \times 3.25^2 \times (2 + 1.75)}{7.0^2} + \frac{39.6 \times (3.25 + 2)^2 \times 1.75}{7.0^2} \\ &\quad + \frac{1}{12} \times 17.848 \times 7.0^2 \\ &= 143.872 (\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

3)  $CD$  杆。 $M_{CD}^F$  的计算, 由集中力  $F_{p1}$ 、 $F_{p2}$  和均布力  $q_{\downarrow}$  产生:

$$\begin{aligned} M_{CD}^F &= M_{Fp1}^F + M_{Fp2}^F + M_{q_{\downarrow}}^F \\ &= \frac{-17.64 \times 3.55 \times (1.5 + 1.95)^2}{7.0^2} + \frac{-17.64 \times (3.55 + 1.5) \times 1.95^2}{7.0^2} \\ &\quad + \left( -\frac{1}{12} \times 8.82 \times 7.0^2 \right) \\ &= -58.139 (\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

4)  $DC$  杆。 $M_{DC}^F$  的计算, 由集中力  $F_{p1}$ 、 $F_{p2}$  和  $q_{\downarrow}$  产生:

$$\begin{aligned} M_{DC}^F &= M_{Fp1}^F + M_{Fp2}^F + M_{q_{\downarrow}}^F \\ &= \frac{17.64 \times (1.5 + 1.95) \times 3.55^2}{7.0^2} + \frac{17.64 \times 1.95 \times (3.55 + 1.5)^2}{7.0^2} \\ &\quad + \frac{1}{12} \times 8.82 \times 7.0^2 \\ &= 69.570 (\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

(6) 各竖柱的侧移分配系数  $v_{ik}$  的计算

各竖柱在同层内是等高的。

$$v_{ik} = -\frac{3}{4} \times \frac{i_{ik}}{\sum_{(r)} i_{ik}} \quad (11-48)$$

$$\begin{aligned} v_{AC} &= -\frac{3}{4} \times \frac{i_{AC}}{i_A + i_{BD}} \\ &= -\frac{3}{4} \times \frac{0.934}{0.934 + 0.934} \\ &= -0.375 \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} v_{AC} \\ v_{BD} \end{aligned}} \right\} -\frac{3}{4}$$

$$v_{BD} = -0.375$$

$$\begin{aligned} v_{CE} &= -\frac{3}{4} \times \frac{i_{CE}}{i_{CE} + i_{DF}} = -\frac{3}{4} \times \frac{2.78}{2.78 + 2.78} \\ &= -0.375 \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} v_{CE} \\ v_{DF} \end{aligned}} \right\} -\frac{3}{4}$$

$$v_{DF} = -0.375$$

## 2. 计算楼层力矩

(1) 上楼层剪力。设楼层剪力  $P_{r,1}$ ，其层高  $h_{r,1} = 4.45 \text{ m}$ 。

$$\begin{aligned} P_{r,1} &= \Sigma P - \sum_{(1)} V_{ik}^F \\ \Sigma P &= E_{\text{风}} = 6.174 (\text{kN}) \\ \sum_{(1)} V_{ik}^F &= -\frac{Ea^2(l+2b)}{l^3} \end{aligned}$$

式中  $E = 6.174 \text{ kN}$ ,  $a = l$ ,  $b = 0$ 。

$$\sum_{(1)} V_{ik}^F = -\frac{6.174 \times l^2(l + 2 \times 0)}{l^3} = -6.174 (\text{kN})$$

$$\begin{aligned} P_{r,1} &= \Sigma P - \sum_{(1)} V_{ik}^F = 6.174 - (-6.174) \\ &= 12.348 (\text{kN}) \end{aligned}$$

(2) 上楼层力矩。设楼层力矩为  $M_{r,1}$ ， $h_{r,1} = 4.45 \text{ m}$ 。

$$\begin{aligned} M_{r,1} &= \frac{2}{3} P_{r,1} h_{r,1} = \frac{2}{3} \times 12.348 \times 4.45 \\ &= 36.632 (\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

(3) 下楼层剪力。设楼层剪力  $P_{r,1}$ ，其层高  $h_{r,1}$  为  $1.75 \text{ m}$ 。 $\Sigma P = E_{\text{风}} = 6.174 \text{ kN}$ ， $\sum_{(1)} V_{ik}^F = -6.174 \text{ kN}$ 。

$$\begin{aligned} P_{r,1} &= \Sigma P - \sum_{(1)} V_{ik}^F \\ P_{r,1} &= 6.174 - (-6.174) = 12.348 (\text{kN}) \end{aligned}$$

(4) 下楼层力矩。设楼层力矩为  $M_{r,1}$ 。

$$\begin{aligned} M_{r,1} &= \frac{2}{3} P_{r,1} h_{r,1} = \frac{2}{3} \times 12.348 \times 1.75 \\ &= 14.406 (\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

(二) 列表进行迭代计算

见表 11-22 刚架迭代计算表。

(三) 刚架迭代计算表运算说明

1. 计算表绘制

见刚架迭代计算表 11-21 所示。

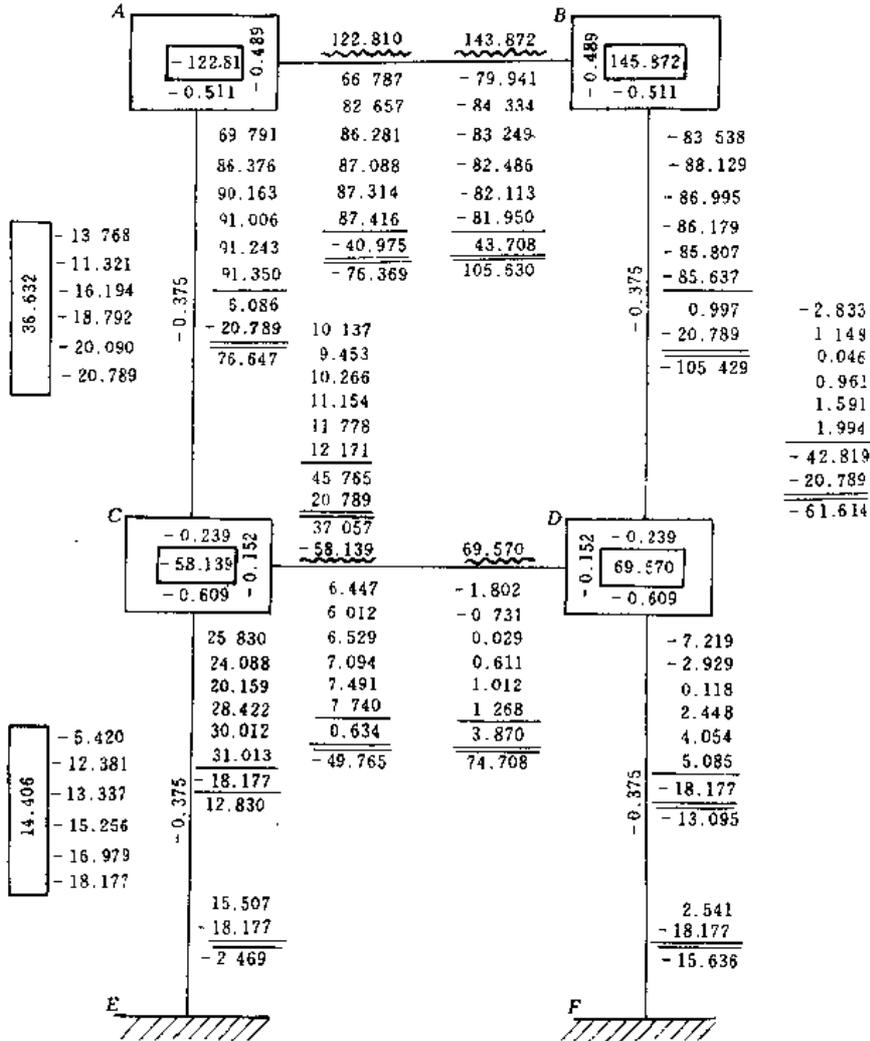
(1) 结点内框。填写各杆固端弯矩代数和。

(2) 结点外框。填写对应杆的转角分配系数，各杆端分配系数之和等于-1。

(3) 结点杆端。填写固端弯矩，并在其数值下画波浪线。

表 11-21

刚架迭代计算表



(4) 竖柱左中部。填写竖柱侧移分配系数，同层竖柱的侧移分配系数之和为-3/4。

(5) 竖柱左的方框。填写该楼层力矩值。

2. 运算说明

(1) 计算开始。先将各层的楼层力矩按各层竖柱侧移分配系数进行分配，即假设杆端分配弯矩为0，把计算的分配值写在各层楼层力矩所在方框的右侧。

(2) 结点计算。由不平衡力矩较大的结点开始计算，这样做收敛较快。计算过程以内框的不平衡力矩加上侧移分配力矩(保留原来符号)，先假设该结点各杆的远端弯矩为0；得到新的不平衡力矩值，将其分别乘以转角分配系数，再将计算值写在各杆的对应的固端弯

(2) 受集中荷载作用。由两根电机梁传来的荷载。\$F\_{d1}=F\_{d2}=39.60\$ kN。如图 11-26 所示。

(3) 受杆端力矩作用。通过迭代法计算出来杆端最后分配的力矩，\$M\_A=76.647\$ kN·m，\$M\_B=105.429\$ kN·m。如图 11-27 所示。

### 2. 排架下横梁的内力计算

方法同上横梁，计算后略去。只绘出计算结果在刚架内力图中。

### 3. 竖柱的内力计算

只绘出内力的计算结果在刚架的内力图中。如图 11-28 所示。

### (五) 配筋计算

#### 1. 上横梁配筋计算

梁宽 \$b=400\$ mm，梁高 \$h=500\$ mm，保护层 \$a=45\$ mm，\$h\_0=500-45=455\$ mm。\$C\_{20}\$，\$f\_{cm}=11\$ N/mm<sup>2</sup>，I 级钢筋，\$f\_y=210\$ N/mm<sup>2</sup>。跨中弯矩 \$M\_{\text{中}}=119.928\$ kN·m，支座弯矩 \$M\_{\text{支}}=105.429\$ kN·m，支座最大剪力 \$V\_{\text{支}}=114.734\$ kN。\$E\_s=210\times 10^3\$ N/mm<sup>2</sup>，\$E\_c=25.5\times 10^3\$ N/mm<sup>2</sup>，\$f\_{tk}=1.5\$ N/mm<sup>2</sup>，塑性影响系数 \$\gamma=1.75\$。

(1) 跨中配筋计算。\$M\_{\text{中}}=119.928\$ kN·m，\$h\_0=455\$ mm，\$b=400\$ mm。

1) 求 \$\alpha\_s\$ 值为

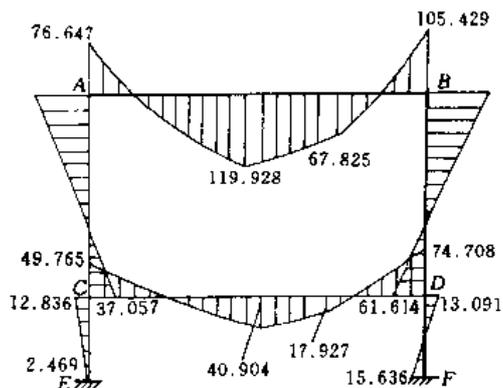
$$\alpha_s = \frac{M_{\text{中}}}{f_{cm}bh_0^2} = \frac{119928000}{11 \times 400 \times 455^2} = 0.132$$

2) 求 \$\gamma\_s\$ 值为

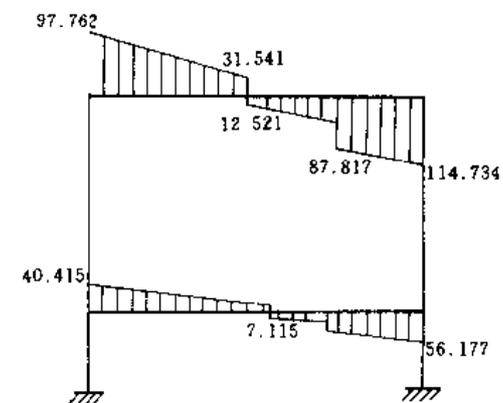
$$\begin{aligned} \gamma_s &= \frac{1 + \sqrt{1 - 2\alpha_s}}{2} \\ &= \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \times 0.132}}{2} \\ &= 0.928 \end{aligned}$$

3) 求 \$A\_s\$ 值为

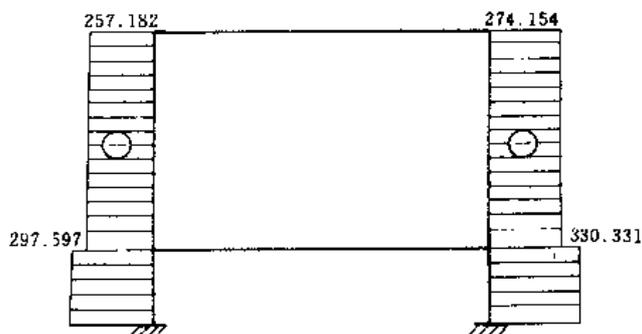
$$\begin{aligned} A_s &= \frac{M_{\text{中}}}{f_y \gamma_s h_0} \\ &= \frac{119928000}{210 \times 0.928 \times 455} \\ &= 1352.5 (\text{mm}^2) \end{aligned}$$



(a)



(b)



(c)

图 11-28 横排架(刚架)内力图

(a) 横排架弯矩图(单位: kN·m);

(b) 排架横梁剪力图(单位: kN);

(c) 横排架竖柱轴力图(单位: kN)

选用  $4\phi 22$ ,  $A_s = 1520 \text{ mm}^2$ 。

4) 验算配筋率  $\rho$  如下:

$$\rho = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{1520}{400 \times 455} = 0.0083 = 0.83\% > 0.15\%$$

(2) 支座处配筋。支座处  $M_{\text{支}} = 105.429 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 。

1) 求  $\alpha_s$  值为

$$\alpha_s = \frac{105630000}{11 \times 400 \times 455^2} = 0.116$$

2) 求  $\gamma_s$  值为

$$\gamma_s = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \times 0.116}}{2} = 0.938$$

3) 求  $A_s$  值为

$$A_s = \frac{105630000}{210 \times 0.938 \times 455} = 1178.5 \text{ (mm}^2\text{)}$$

选用  $4\phi 20$ ,  $A_s = 1250 \text{ mm}^2$ 。

4) 验算配筋率  $\rho$  如下:

$$\rho = \frac{1256}{400 \times 455} = 0.0069 = 0.69\% > 0.15\%$$

(3) 斜截面强度计算。C<sub>20</sub>,  $f_c = 10 \text{ N/mm}^2$ 。

$$V \leq 0.07f_c b h_0$$

$$\leq 0.07 \times 10 \times 400 \times 455$$

$$\leq 127400 \text{ (N)} = 127.400 \text{ (kN)}$$

$$V_{\text{支}} = 114.734 \text{ kN} < V$$

只按构造配置弯起钢筋和箍筋。在支座处前后起弯  $1\phi 22$  钢筋。箍筋选用  $\phi 6$ ,  $s = 200 \text{ mm}$ 。架立筋选用  $2\phi 12$ 。

2. 下横梁配筋计算

下横梁  $M_{\text{中}} = 40.904 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ,  $M_{\text{支}} = 74.708 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ,  $b = 400 \text{ mm}$ ,  $h = 500 \text{ mm}$ 。

(1) 跨中配筋计算。

1) 求  $\alpha_s$  值为

$$\alpha_s = \frac{40904000}{11 \times 400 \times 455^2} = 0.049$$

2) 求  $\gamma_s$  值为

$$\gamma_s = \frac{1 + \sqrt{1 - 2 \times 0.049}}{2} = 0.975$$

3) 求  $A_s$  值为

$$\begin{aligned}
&= \frac{\frac{1}{2} \times 400 \times 500^2 + 8.235 \times 455 \times 461}{400 \times 500 + 8.235 \times 461} \\
&= 254(\text{mm})
\end{aligned}$$

3) 折算的截面惯性矩  $I_0$  为

$$\begin{aligned}
I_0 &= \frac{bx_0^3}{3} + \frac{b(h-x_0)^3}{3} + nA_s(h_0-x_0)^2 \\
&= \frac{400 \times 254^3}{3} + \frac{400 \times (500-254)^3}{3} + 8.235 \times 461 \times (455-254)^2 \\
&= 4323242397(\text{mm}^4)
\end{aligned}$$

4) 折算的截面受拉边缘的弹性抵抗矩  $W_0$  为

$$W_0 = \frac{I_0}{h-x_0} = \frac{4323242397}{500-254} = 17574156.09(\text{mm}^3)$$

5) 抗拉混凝土边缘法向应力  $\sigma_{sc}$  为

$$\begin{aligned}
\sigma_{sc} &= \frac{M}{W_0} = \frac{40904000}{17574156.09} \\
&= 2.328(\text{N/mm}^2)
\end{aligned}$$

$$\gamma f_{tk} = 1.75 \times 1.5 = 2.625(\text{N/mm}^2)$$

$$\sigma_{sc} = 2.328 < \gamma f_{tk} = 2.625(\text{不产生裂缝})$$

### 3. 排架立柱配筋计算

采用对称配筋型式,  $M=105.429 \text{ kN} \cdot \text{m}$ ,  $N=274.154 \text{ kN}$ ,  $h=500 \text{ mm}$ ,  $b=400 \text{ mm}$ ,  $h_0=455 \text{ mm}$ 。

(1) 求初始偏心距  $e_i$ 。首先求偏心距  $e_0$  为

$$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{105429}{274.154} = 385(\text{mm}) \quad (11-49)$$

$$0.30h_0 = 0.30 \times 455 = 137(\text{mm}) \quad (11-50)$$

$$e_0 = 385 > 0.30h_0 = 137$$

附加偏心距

$$e_s = 0.12(0.30h_0 - e_0) \quad (11-51)$$

因为

$$e_0 = 385 > 0.30h_0 = 137$$

故

$$e_i = 0$$

初始偏心距

$$e_i = e_0 + e_a = 385 + 0 = 385(\text{mm})$$

(2) 计算偏心增大系数  $\eta$ 。采用对称配筋的型式。

1) 偏心距的变化对截面曲率的影响系数  $\zeta_1$ 。

$$\zeta_1 = \frac{0.5f_c A}{N} = \frac{0.5 \times 10 \times 400 \times 500}{274154} = 3.65 \quad (11-52)$$

当  $\zeta_1 > 1.0$  时, 取  $\zeta_1 = 1.0$ 。

2) 长细比对截面曲率的影响系数  $\zeta_2$ 。

当  $l_0/h = 8 \sim 15$  时, 可取  $\zeta_2 = 1.0$

$$\zeta_2 = 1.15 - 0.01 \frac{l_0}{h} \quad (11-53)$$

式中  $l_0$ ——杆件计算长度,  $l_0 = 0.5l$ ;

$l$ ——杆件的实际长度,  $l = 4450 \text{ mm}$ 。

$$\zeta_2 = 1.15 - 0.01 \times \frac{4450 \times 0.5}{500} = 1.106$$

取  $\zeta_2 = 1.0$

当  $l_0/h < 15$  时, 取  $\zeta_2 = 1.0$

$$\begin{aligned} \eta &= 1 + \frac{1}{1400e_i/h_0} \left( \frac{l_0}{h} \right)^2 \zeta_1 \zeta_2 \\ &= 1 + \frac{1}{1400 \times \frac{385}{455}} \times \left( \frac{0.5 \times 4450}{500} \right)^2 \times 1 \times 1 \\ &= 1.017 \end{aligned} \quad (11-54)$$

当  $l_0/h \leq 8$  时, 取  $\eta = 1.0$ , 本例  $\eta = 1.0$ 。

(3) 确定受压状态。每边以最小配筋率计算。

1)  $\eta e_i > 0.3h_0$  时, 按大偏心受压计算。

2)  $\eta e_i \leq 0.3h_0$  时, 按小偏心受压计算。

$$\eta e_i = 1.0 \times 385 = 385(\text{mm})$$

$$0.3h_0 = 0.3 \times 455 = 137(\text{mm})$$

$$\eta e_i = 385 > 0.3h_0 = 137$$

大偏心受压,  $\sigma_s = f_y$ 。

(4) 配筋计算。

1) 求  $A'_s$ 、 $A_s$  为

$$\begin{aligned} A_s = A'_s &= \frac{N \left( \eta e_i - \frac{h}{2} + \frac{N}{2f_{cm}b} \right)}{f_y (h_0 - a')} \\ &= \frac{274154 \times \left( 1.0 \times 385 - \frac{500}{2} + \frac{274154}{2 \times 11 \times 400} \right)}{210 \times (455 - 45)} \end{aligned} \quad (11-55)$$

$$= 529(\text{mm}^2)$$

选用  $3\phi 16$ ,  $A_s = A'_s = 603 \text{ mm}^2$

2) 配筋率的计算  $\rho$  为

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{A_s}{h_0 b} = \frac{603}{455 \times 400} \\ &= 0.0033 = 0.33\% > 0.15\% \end{aligned}$$

3) 箍筋的选择如下:

选用  $\phi 6$ ,  $s=250 \text{ mm}$ , 封闭式箍筋。

排架的配筋如图 11-29 所示。

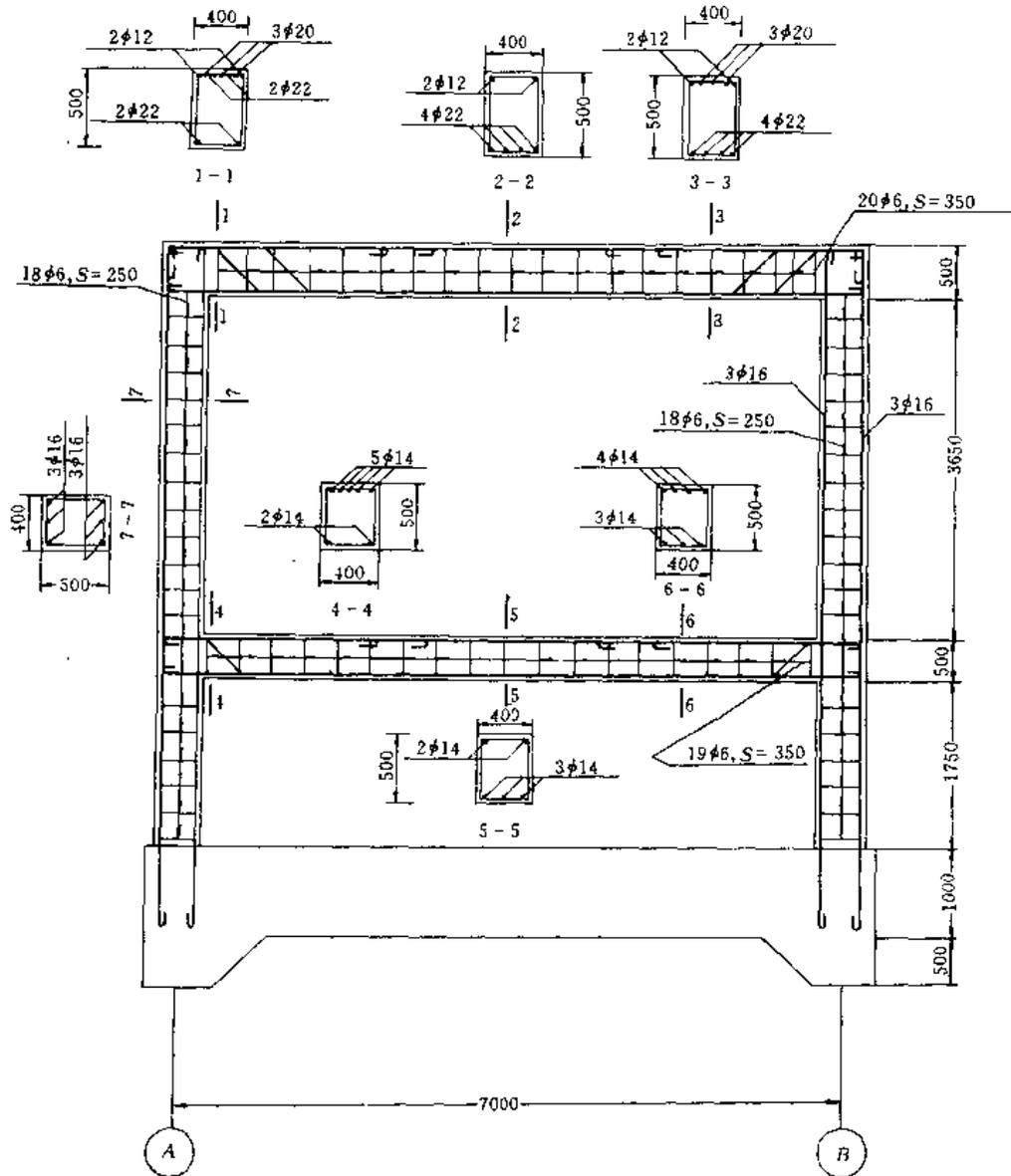


图 11-29 横排架的配筋图 (单位: mm)

## 第十节 基础梁板设计

排架型泵房基础常见的型式,可设计成带齿坎的等厚平底板和板梁式平底板等型式。前者为中小型排架型泵房多加采用的。本例以其进行设计。

### 一、基础梁板计算简图的选取

基础梁板的结构,采用在进出水方向加深齿坎的平底板型式。假设地基反力在进出水方向为直线变化,在顺轴向为均匀分布。将地基的净反力视为外荷载,倒置于底板上,而底板的无齿坎部分视为固结在齿坎上的单向板,齿坎视为倒置在立柱上的连续梁。

### 二、底板尺寸的拟定

见图 11-30 底板尺寸图。

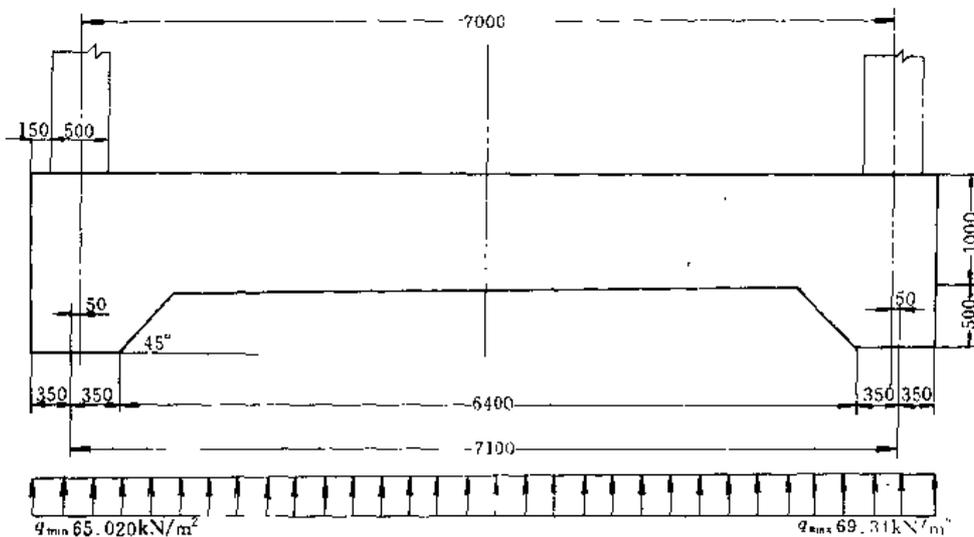


图 11-30 底板尺寸与受力简图 (单位: mm)

### 三、底板的荷载计算

#### (一) 底板的标准荷载计算

##### 1. 地基反力

(1) 最大反力。采用地基偏心受压的最大值  $q_{\max} = 69.340 \text{ kN/m}^2$ 。

(2) 最小反力。采用地基偏心受压的最小值  $q_{\min} = 65.020 \text{ kN/m}^2$ 。

(3) 平均反力。采用最大反力与最小反力的平均值。

$$\begin{aligned} q_{\text{中}} &= \frac{1}{2}(q_{\max} + q_{\min}) \\ &= \frac{1}{2} \times (69.340 + 65.020) \\ &= 67.180(\text{kN/m}^2) \end{aligned} \quad (11-56)$$

(4) 地基净反力。由平均反力减去基础板的自重。

$$\begin{aligned}
 q_{\text{净}} &= q_{\text{地}} - q_{\text{板}} = 67.180 - 1 \times 24.5 \\
 &= 42.680 (\text{kN/m}^2)
 \end{aligned} \tag{11-57}$$

## 2. 底板的设计荷载和计算跨度

(1) 设计净反力。取分项系数  $\gamma_G = 1.2$ 。

$$\begin{aligned}
 q_{\text{净设}} &= \gamma_G q_{\text{净}} = 1.2 \times 42.680 \\
 &= 51.216 (\text{kN/m}^2)
 \end{aligned}$$

(2) 计算跨度的确定。在横轴向支承来看，底板是支承在齿坎上的单向板，取 1 m 宽截条为计算单元  $b = 1000 \text{ mm}$ ，固结在齿坎上。取齿坎底宽  $b_{\text{底}} = 700 \text{ mm}$  的中点处为计算跨度的界线，即  $l = l_c = 7100 \text{ mm}$ 。

## 3. 基础板的内力计算

(1) 跨中弯矩。设跨中弯矩为  $M_{\text{中}}$ 。

$$\begin{aligned}
 M_{\text{中}} &= \frac{1}{12} q_{\text{净设}} l^2 = \frac{1}{12} \times 51.216 \times 7.1^2 \\
 &= 215.149 (\text{kN} \cdot \text{m})
 \end{aligned} \tag{11-58}$$

(2) 支座处弯矩。设支座处弯矩为  $M_{\text{支}}$ 。

$$\begin{aligned}
 M_{\text{支}} &= -\frac{1}{12} q_{\text{净设}} l^2 = -\frac{1}{12} \times 51.216 \times 7.1^2 \\
 &= -215.149 (\text{kN} \cdot \text{m})
 \end{aligned} \tag{11-59}$$

(3) 支座处剪力。设支座处剪力为  $V_{\text{支}}$ 。

$$\begin{aligned}
 V_{\text{支}} &= \frac{1}{2} q_{\text{净设}} l_n = \frac{1}{2} \times 51.216 \times 6.4 \\
 &= 163.891 (\text{kN})
 \end{aligned} \tag{11-60}$$

## 4. 基础梁的内力计算

基础梁为五跨连续梁，梁高  $h = 1500 \text{ mm}$ ， $h_0 = 1420 \text{ mm}$ ，梁宽  $b = 700 \text{ mm}$ 。梁自重  $q_{\text{自}} = \gamma h b = 24.5 \times 1.5 \times 0.7 = 25.725 \text{ kN/m}$ 。梁跨为  $l = l_c = 3.25 \text{ m}$ 。

(1) 梁上的均布标准荷载 设为  $q_{\text{梁}}$ 。

$$\begin{aligned}
 q_{\text{梁}} &= q_{\text{净设}} \times \frac{(7.1 + 0.35 \times 2)}{2} q_{\text{自}} \\
 &= 51.216 \times 3.9 - 25.725 \\
 &= 174.012 (\text{kN/m})
 \end{aligned} \tag{11-61}$$

(2) 梁上的均布设计荷载。设为  $q_{\text{梁设}}$ ，取分项系数  $\gamma_G = 1.2$ 。

$$q_{\text{梁设}} = \gamma_G q_{\text{梁}} = 1.2 \times 174.012$$

$$= 320833333(\text{N} \cdot \text{mm})$$

$$M_{\text{p}} = -215149000 < M$$

故按少筋钢筋混凝土计算配筋量。

2) 配筋率的计算  $\mu$ 。由下式求得

$$M = 0.89\mu f_y b h^2$$

(11-63)

$$\mu = \frac{M}{0.89 f_y b h^2}$$

$$= \frac{215149000}{0.89 \times 210 \times 1000 \times 1000^2} = 0.00115$$

3) 配筋量的计算  $A_s$  为

$$A_s = \mu b h_0 = 0.00115 \times 1000 \times 950$$

$$= 1094(\text{mm}^2)$$

选用  $8\phi 14$ ,  $A_s = 1230 \text{ mm}^2$ ,  $s = 125 \text{ mm}$ 。

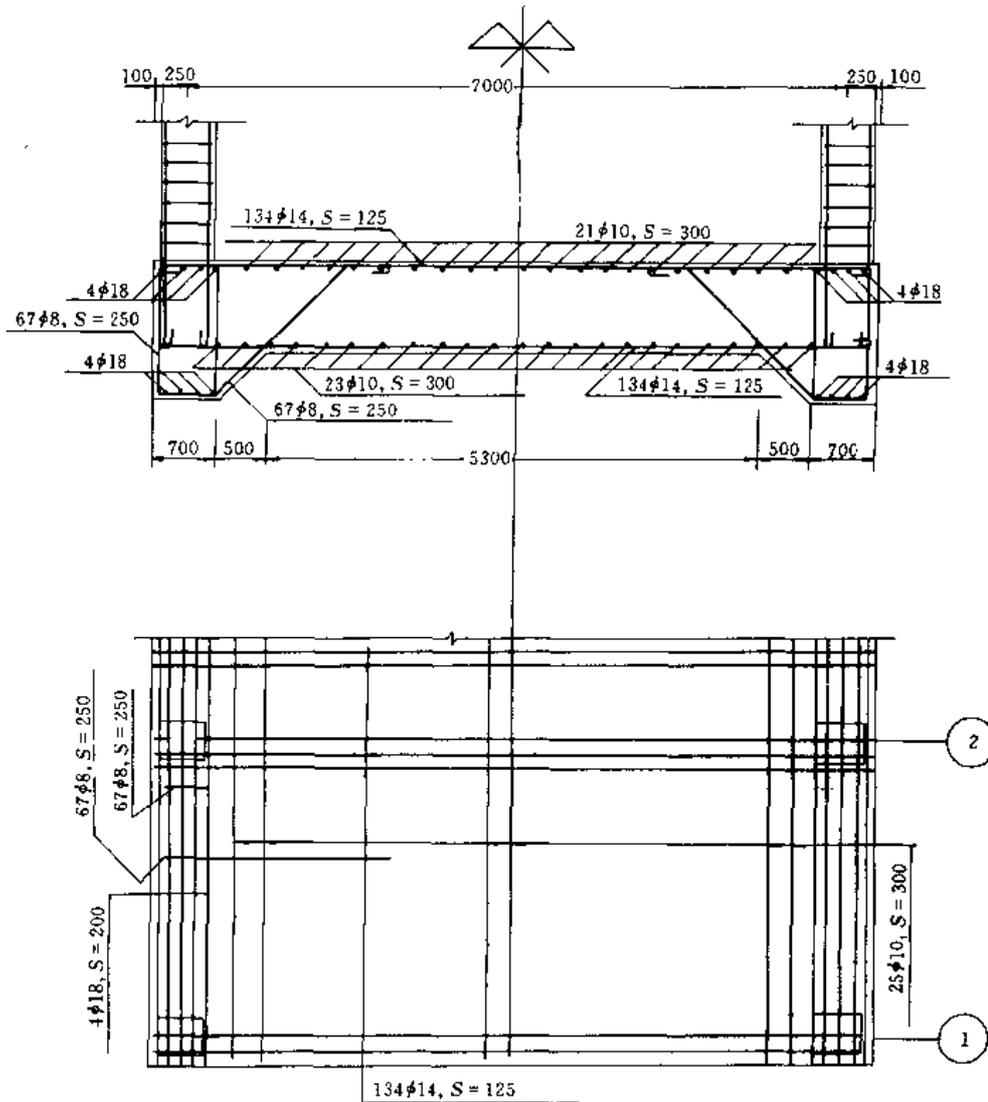


图 11-31 基础梁板配筋图 (单位: mm)

3) 配筋量  $A_s$  的计算如下

$$A_s = \mu_b h_0 = 0.00054 \times 700 \times 1420 = 540(\text{mm}^2)$$

选用  $4\phi 18$ ,  $A_s = 615 \text{ mm}^2$ ,  $s = 230 \text{ mm}$ 。

第二、三跨跨中配筋同第一跨跨中。

(2) 支座处配筋。支座处弯矩  $M_x = -228.28 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 。

1) 承载能力的计算为

$$M_x = -228.280 \text{ kN} \cdot \text{m} < 505.313 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

可按少筋钢筋混凝土计算配筋量。

2) 配筋率  $\mu$  的计算如下

因为  $M_x = -228.280 \text{ kN} \cdot \text{m}$ , 求支座边缘处的弯矩值:

$$\begin{aligned} M_{\text{边}} &= |M_x| - |V_0| \frac{b}{2} \\ &= 228.280 - \frac{1}{2} \times 208.814 \times 2.85 \times \frac{0.4}{2} \\ &= 168.768(\text{kN} \cdot \text{m}) \end{aligned}$$

选用  $4\phi 18$ ,  $A_s = 615 \text{ mm}^2$ ,  $s = 230 \text{ mm}$ 。

3. 基础梁抗裂验算

(1) 钢筋折算混凝土面积倍数为

$$n = \frac{210}{25.5} = 8.235$$

(2) 折算的受压区高度  $x_0$  为

$$\begin{aligned} x_0 &= \frac{\frac{1}{2} \times 700 \times 1500^2 + 8.235 \times 615 \times 1420}{1000 \times 1500 + 8.235 \times 615} \\ &= 528(\text{mm}) \end{aligned}$$

(3) 折算的惯性矩  $I_0$  为

$$\begin{aligned} I_0 &= \frac{700 \times 528^3}{3} + \frac{700(1500 - 528)^3}{3} + 8.235 \times 615 \times (1420 - 528)^2 \\ &= 2.527 \times 10^{11}(\text{mm}^4) \end{aligned}$$

(4) 换算截面受拉边缘弹性抵抗矩  $W_0$  为

$$W_0 = \frac{2.527 \times 10^{11}}{1500 - 528} = 259930926 (\text{mm}^3)$$

(5) 受弯拉应力  $\sigma_{sl}$  计算如下:

$$M = 159985000 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_{sl} = \frac{159985000}{259930926} = 0.615$$

$$\gamma f_{tk} = 1.75 \times 1.5 = 2.625 > \sigma_{sl}, \text{不产生裂缝。}$$

## 第十一节 机组机墩设计

在分基型泵房中，机组的机墩与泵房的基础分开建筑，一般由混凝土筑成。它的作用是固定机组的相对位置，避免产生不均匀沉陷。同时承受机组的重量和振动，使机组运行良好。机墩要有一定的重量和体积，保持机组的稳定作用。在机墩设计时，要计算其整体稳定和振动允许的振幅值。

### 一、机墩尺寸的拟定

如图 11-32 所示。 $b=200\sim 250\text{ mm}$ ， $t=150\sim 200\text{ mm}$ 。

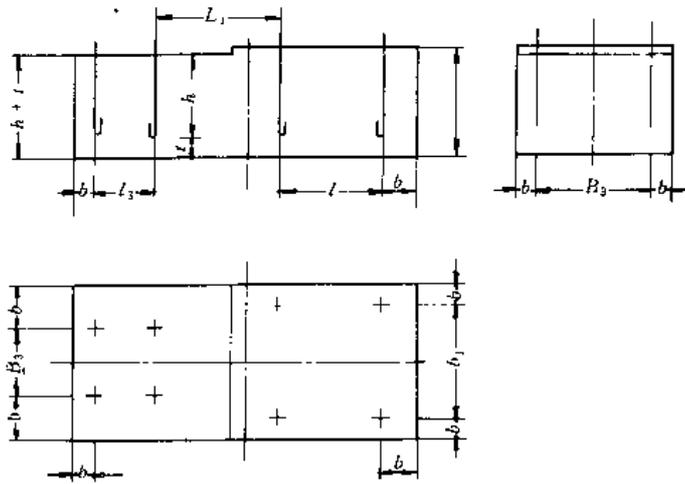


图 11-32 机墩尺寸拟定图

### 二、进行地基应力的校核

在计算时，最大的压应力不超过地基的允许值，最小应力不能是负值。尽量使地基受力均匀。机墩上受的力有：机墩自重  $G_1$ ，机组重  $G_2$ ，电机的扰力（惯性力） $R$ 。

#### （一）电机的扰力计算公式

$$R = \frac{4q}{g} e (2\pi n)^2 \quad (11-64)$$

式中  $q$ ——电机转子重， $q$  取用电机全重的 0.4 倍；  
 $g$ ——重力加速度， $\text{mm/s}^2$ ；  
 $n$ ——转子旋转数， $\text{r/s}$ ；  
 $e$ ——旋转轴的偏心距， $e = 60 / (20 + n^2)$ ， $\text{mm}$ 。

电机的扰力矩  $M$  为

$$M = Rh \quad (11-65)$$

式中  $h$ ——电机轴心至其底脚的距离， $\text{mm}$ 。

短路扭矩产生的水平推力  $P_H$  为

$$P_H = \frac{M_k}{h} \quad (11-66)$$

式中  $M_k$ ——电机短路扭矩，用下式计算

$$M_k = 9.75 \frac{N}{X_{sk} n} (\text{kN} \cdot \text{m}) \quad (11-67)$$

式中  $N$ ——电机额定功率，kW；

$X_{sk}$ ——暂态电抗，在 0.18~0.33，一般为 0.2；

$n$ ——电机转速，r/min。

(二) 机墩抗倾覆稳定校核公式

$$K_q = \frac{G_1 x_1 + G_2 x_2}{\gamma_Q (\mu M + M_k)} \geq 1.0 \quad (11-68)$$

阻止绕  $O$  点转动。

式中  $K_q$ ——安全系数， $[K_q=1.0]$ ；

$G_1$ ——机墩重量，kN；

$G_2$ ——机组及水重，kN；

$x_1$ ——机墩重心对  $O$  点的距离，m；

$x_2$ ——机组及水重的重心对  $O$  点的距离，m；

$\gamma_Q$ ——分项系数， $\gamma_Q=1.4$ ；

$\mu$ ——动力系数， $\mu=1.10$ 。

如图 11-35 所示。

(三) 抗滑动稳定校核

$$K_b = \frac{f(G_1 + G_2)}{\gamma_Q (\mu R + P_H)} \geq 1.0 \quad (11-69)$$

式中  $K_b$ ——抗滑动稳定安全系数， $[K_b=1.0]$ ；

$f$ ——机墩与地基的摩擦系数。

### 三、机墩的振幅计算

对于转速  $n \leq 1000$  r/min 的动力机的机墩，要进行机墩的振幅计算。卧式机组只验算垂直振幅值。如表 11-24 所示。

(一) 垂直振幅计算公式

$$A_z = \frac{P_z}{C_z F - m\omega^2} \quad (11-70)$$

(二) 水平振幅计算公式

$$A_x = \frac{P_x}{C_x F - m\omega^2} \quad (11-71)$$

(上式适用  $a > 3h_s$  时)

式中  $P_x$ —— $P_x = P_z = R$ , kN;

$F$ ——机墩底面积,  $m^2$ ;

$m$ ——机组与机墩的质量,  $m = \frac{G_1 + G_2}{9.81}$ ,  $kN \cdot s^2/m$ ;

$\omega$ ——动力机回转角频率,  $\omega = 0.105 n$  单位为  $s^{-1}$ ;

$C_x$ ——天然地基弹性均匀压缩系数, 可查表 11-23 确定;

$C_x$ ——天然地基弹性均匀剪切系数,  $C_x = (0.5 \sim 0.7) C_x$ 。

动力机振幅的计算值不应超过表 11-24 中的规定值。

表 11-23 天然地基弹性均匀压缩系数

土的计算强度 ( $N/mm^2$ )	$C_x$ ( $kN/m^3$ )
0.1	20000
0.2	40000
0.3	50000
0.4	60000
0.5	70000

电动机功率等于或小于 500 kW 的离心泵机组的机墩, 一般可不必进行动力计算。

#### 四、设计实例

一套卧式离心泵的机组, 水泵型号为 14Sh-9 型, 转数  $n=1450$  r/min, 扬程  $H=65$  m, 流量  $Q=0.35$   $m^3/s$ 。电机功率  $N_{电}=400$  kW; 水泵重 12.0 kN, 泵内水重 2.2 kN; 电动机的型号 JS138-4, 电压  $U=6000$  V,

电机重 23.2 kN,  $h=0.5$  m。地基  $[q_k]=200$   $kN/m^2$ , 摩擦系数  $f=0.5$ 。  $\gamma_G=1.2$ ,  $\gamma_Q=1.4$ , 动力系数  $\mu=1.10$ 。

##### (一) 机墩尺寸拟定

见图 11-33 所示。

##### (二) 机墩的重量计算

###### 1. 机墩上部突出部分重

$$G_{墩1} = 22 \times 1.5 \times 1.19 \times 0.06 = 2.356(kN)$$

###### 2. 突出部分以下 (与地坪以下) 部分重

$$G_{墩2} = 22 \times 3 \times 1.0 \times 1.19 = 78.540(kN)$$

###### 3. 机墩合重

$$\begin{aligned} G_1 &= G_{墩1} + G_{墩2} \\ &= 2.356 + 78.540 = 80.896(kN) \end{aligned}$$

##### (三) 机墩重心的位置

通过计算, 机墩的重心偏于电机侧, 距底面形心 22 mm。

##### (四) 机组重心位置

通过计算, 机组重心的位置偏于邻水泵的电机底脚螺栓 215 mm。如图 11-34 所示。

(五) 使机组的重心和机墩重心的合力作用通过机墩底面的形心。通过计算, 机组重心在形心左侧 48 mm。

##### (六) 稳定计算

已知机墩重  $G_1=80.896$  kN, 机组及水重  $G_2=37.400$  kN。

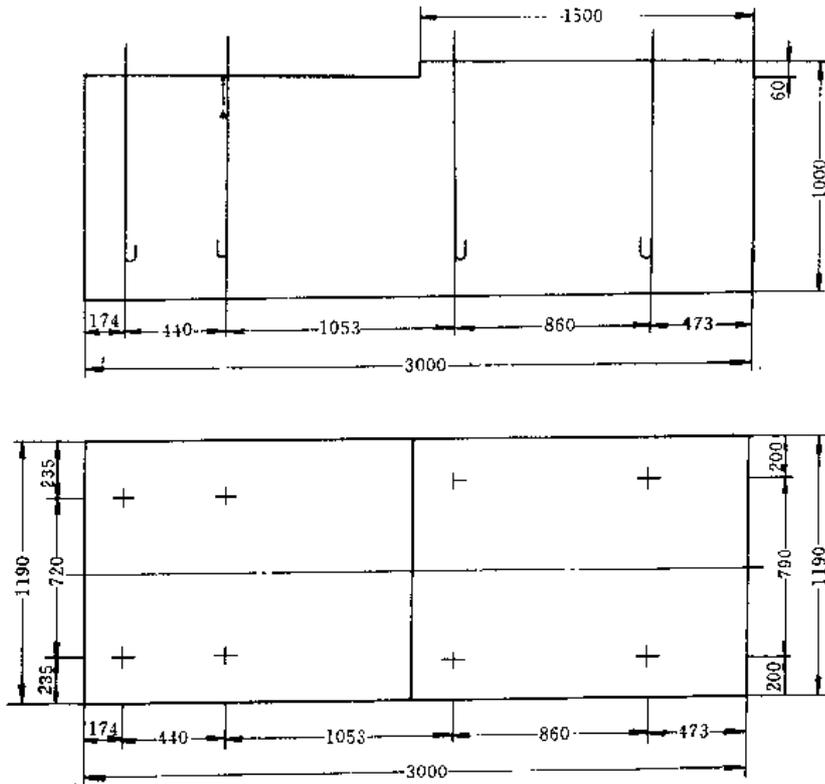


图 11-33 机墩尺寸设计图 (单位: mm)

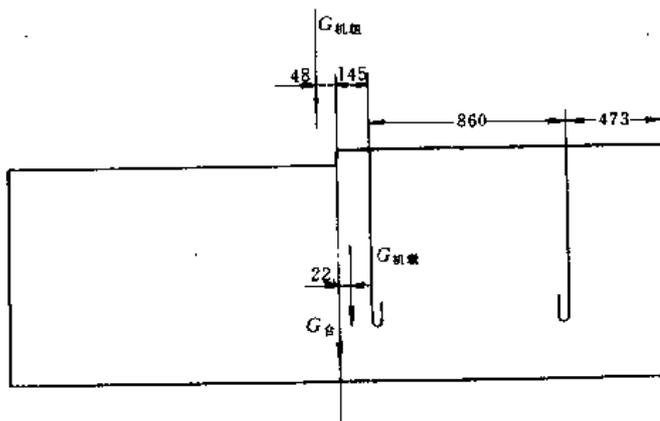


图 11-34 重心与形心关系图 (单位: mm)

1. 偏心距计算

$$e = \frac{60}{20 + n^2} = \frac{60}{20 + 24.166^2} \approx 0.1(\text{mm})$$

2. 电动机的扰力  $R$

取重力加速度  $g=9810 \text{ mm/s}^2$ 。如图 11-35 所示。

$$R = \frac{4q}{g} e^{(2\pi n)^2}$$

$$= \frac{4 \times 23.2 \times 0.4}{9810} \times 0.1 \times (2 \times \pi \times 24.166)^2 = 8.720(\text{kN})$$

3. 短路扭矩  $M_k$

$$M_k = 9.75 \frac{N}{X_{sk}^2}$$

$$= 9.75 \times \frac{400}{0.2 \times 1450} = 13.448(\text{kN} \cdot \text{m})$$

式中  $X_{sk}$ ——暂态电抗，取  $X_{sk}=0.2$ 。

4. 电机的扰力矩  $M$

$$M = Rh = 8.72 \times 0.5 = 4.36(\text{kN} \cdot \text{m})$$

5. 因电机短路产生的水平推力  $P_H$

$$P_H = \frac{M_k}{h} = \frac{13.448}{0.5} = 26.896(\text{kN})$$

6. 抗滑稳定校核

$$K_b = \frac{f(G_1 + G_2)}{\gamma_Q(\mu R + P_H)}$$

$$= \frac{0.5 \times (80.986 + 37.4)}{1.4 \times (1.10 \times 8.72 + 26.896)} = 1.16 > 1.0 \text{ (安全)}$$

7. 抗倾覆稳定校核

将机组的重心与机墩的重心的合力通过机墩底面的形心， $X_1 = X_2 = 0.595 \text{ m}$ 。

$$K_q = \frac{G_1 x_1 + G_2 x_2}{\gamma_Q(\mu M + M_k)}$$

$$= \frac{80.986 \times 0.595 + 37.4 \times 0.595}{1.4 \times (1.10 \times 4.36 + 13.448)}$$

$$= 2.75 > 1.0 \text{ (安全)}$$

8. 地基压应力的校核

$$\sigma_{\text{压}} = \frac{\gamma_Q \mu R + \gamma_G(G_1 + G_2)}{F} \quad (11-72)$$

$$= \frac{1.4 \times 1.10 \times 8.72 + 1.2 \times (80.896 + 37.4)}{3 \times 1.19}$$

$$= 43.560(\text{kN}/\text{m}^2) < [q_k] = 220(\text{kN}/\text{m}^2)$$

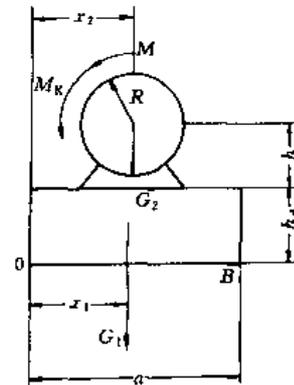


图 11-35 机座受力简图

因电机的转速  $n=1450 \text{ r/min} > 1000 \text{ r/min}$ ，不必进行振幅的计算；又因电机功率  $P=400 \text{ kW} < 500 \text{ kW}$ ，也不必进行动力计算。

表 11-24 基础的最大允许振幅值

转数 (r/min)	>750	750~500	500~200	<200
最大振动振幅 (mm)	0.10	0.15	0.20	0.25

## 第十二章 泵及泵站 BASIC 程序软件示例

### 第一节 工作点确定

在泵站设计中,要确定水泵工作点,为泵站确定合适的泵型。在泵站运行管理中,要进行水泵工况的计算。以往用图解法,是一项繁琐的工作。用计算机进行水泵工作点的确定,计算速度快,准确性强。给泵站运行的技术经济指标的管理创造了良好条件。

把水泵的性能曲线图存入计算机内,而且把水泵的  $Q-H$  曲线,  $Q-P$  曲线,  $Q-\eta$  曲线,  $Q-[H_s]$  曲线等写成方程式,从而进行微机数解,给泵站进行微机管理打下基础。

#### 一、程序的功能

(一) 能够进行单机单管的工作点确定

计算机在工作时,能够输出水泵的性能曲线,能够进行图解兼数解,能够进行纯数解。

(二) 能够进行同型水泵并联运行工作点的确定

用“简便数解”法,能够进行同型水泵并联运行时的图解,图解兼数解,纯数解。

(三) 能够进行不同型号两台水泵并联运行时工作点的确定

用“微机寻点”法,能够进行不同型号两台水泵并联工作时的图解,图解兼数解,纯数解。

#### 二、变量与字符的意义

(一) 键盘输入变量

$H1$ ——泵站出水池的水位, m;

$H2$ ——泵站进水池的水位, m;

$S1$ ——水泵吸水管的水力阻力参数,沿程和局部之和;对于并联管路是汇流点以前的水力阻力参数,  $s^2/m^5$ ;

$S2$ ——水泵压力管的水力阻力参数,对于并联管路是汇流点以后的水力阻力参数,  $s^2/m^5$ ;

$K$ ——同型号水泵并联运行时的台数, 1、2、3、…;

$QC$ ——对于可调式轴流泵,设计者预先设想的单泵流量,  $kL/s$ ;

$PC$ ——对于可调式轴流泵,在调节其安装角时该泵用以配套计算的轴功率,  $kW$ 。

(二) 打印机输出变量

$HC$ ——泵站的净扬程, m;

$H$ ——泵站的总扬程, m;

$Q$ ——单机单管运行时水泵的流量,  $kL/s$ ;

$QB$ ——并联运行时  $K$  台水泵的合流量,  $kL/s$ ;

$P$ ——水泵的轴功率,  $kW$ ;

$E$ ——水泵的效率, %。

(三) 其他字符的意义

PUMP——计算方式选择符，是键盘输入符，PUMP 键入 1 时，打印机输出水泵性能曲线图；PUMP 键入 2 时，计算机进行图解兼数解，并输出图解图形和数值；PUMP 键入 3 时，计算机进行纯数解，输出数解值。

SELECT——计算目的选择符，SELECT (SE) 键入 1 时，进行工作点确定，对于变角式轴流泵能够确定设计安装角，SE 键入 2 时，对于变角式轴流泵能够进行安装角的调节，SE 键入 3 时，进行水泵的工况计算。

F——变角式轴流泵安装角的个数和；

BT—— $\beta$  角的变量值；

ANGLE——角度；

WORK POINT 是说明水泵在高效率区工作。

NOT 是说明水泵不在高效率区工作。

### 三、程序使用

#### (一) 运行前的数据准备

在计算机运行前，键盘输入变量值事先要按照要求的单位制做好准备，并且要清楚计算方式和计算目的，以便同时准备好键入的数。

#### (二) 查找磁盘程序索引

根据磁盘编号，查找要使用的水泵型号，即该泵的程序名称。

#### (三) 计算机运行

##### 1. 分别接通计算机各部件

接通计算机的屏幕、打印机、将磁盘插入驱动器，接通主机；当驱动器运行后，听到音乐声，并加以等待。

##### 2. 观察计算屏幕上出现的“菜单”

当屏幕上出现程序“菜单”后，将认定的程序编号（由 1、2、3、…）选好后，由键盘输入机内，（键入该程序编号时，不必按回车键），该程序便调入机内，可以运行。

##### 3. 观察光标后的变量字符

按屏幕出现的变量字符意义，由键盘输入该变量的所需要值，并按回车键，要使输入的变量准确无误。

##### 4. 计算机部件的运行联系

因为程序很长，一般都超过计算机内存，故程序的编写是以许多模块组合而成。因此在某一个模块算法结束以后，计算机便要从磁盘内调用需要的模块程序，驱动器运行，产生各部件交替运行状态，这是正常的现象。最后由打印机输出计算结果。

##### 5. 屏幕上的错误信息

当运行中，由于误操作，使逻辑错误变量键入机内，计算机便由屏幕上显示错误信息，要酌情排除。

### 四、计算机运行时 BT 字符的运用

#### (一) 在离心泵和混流泵中

在不可变角调节的泵型中，计算机运行后屏幕上出现 BT 时，一律由键盘输入 0。

#### (二) 在变角调节的水泵中

```

30 W$ = "...WORK POINT ..."
40 NP=170
50 H0=10
60 F=0
70 PRINT CHR$(4); "PR#0"
80 INPUT "SELECT="; SE
90 IF SE=1 THEN 190
100 IF SE=2 THEN 190
110 INPUT "MONTH="; MO
120 INPUT "DAY="; DA
130 INPUT "YEAR="; YE
140 INPUT "HOUR="; HO
150 INPUT "MINUTE="; MI
160 INPUT "SECOND="; S
170 IF MO <=12 AND DA <= 31 AND YE <= 2000 AND HO <= 24 AND
    MI <= 60 THEN 190
180 GOTO 70
190 PRINT CHR$(4); "PR#1"
200 PRINT
210 IF SE =1 THEN 260
220 IF SE =2 THEN 280
230 PRINT TAB(2); MO; PRINT TAB(4); "/"; PRINT TAB(5); DA; PRINT
    TAB(7); "/"; PRINT TAB(8); YE
240 PRINT TAB(2); HO; PRINT TAB(4); ":"; PRINT TAB(5); MI;
    PRINT TAB(7); ":"; PRINT TAB(8); S
250 IF SE =3 THEN 300
260 INPUT "QC="; QC
270 IF SE = 1 THEN 290
280 INPUT "PC="; PC
290 QD =QC+0.01
300 PRINT CHR$(4); "PR#0"
310 INPUT "BT="; BT
320 PRINT CHR$(4); "PR#1"
330 PRINT TAB(3); "BT="; BT
340 IF BT =-4 THEN 410
350 IF BT =-2 THEN 950
360 IF BT =0 THEN 1560
370 IF BT =2 THEN 2170

```

```

380 IF BT = 4 THEN 2850
390 IF BT = 10 THEN 410
400 IF BT = 12 THEN 4160
410 T = -4
420 IF BT = 10 THEN 440
430 IF BT = -4 THEN 470
440 IF SE = 1 THEN 470
450 IF SE = 2 THEN 470
460 PRINT TAB ( 3); "BT = -4"
470 A = -3.88571424
480 B = -4.96571441
490 C = 18.4890001
500 X = 1
510 GOSUB 3530
520 IF Q <= 1.017 THEN 560
530 IF Q > 1.017 AND Q <= 1.15 THEN 620
540 IF Q > 1.15 AND Q <= 1.25 THEN 680
550 IF Q > 1.25 THEN 740
560 N1 = 117
570 N2 = 130
580 Q1 = 0.85
590 Q2 = 1.017
600 GOSUB 3680
610 GOTO 790
620 N1 = 104
630 N2 = 117
640 Q1 = 1.017
650 Q2 = 1.15
660 GOSUB 3680
670 GOTO 790
680 N1 = 93
690 N2 = 104
700 Q1 = 1.15
710 Q2 = 1.25
720 GOSUB 3680
730 GOTO 790
740 N1 = 93
750 N2 = 93

```

```
760 Q1 = 1.25
770 Q2 = 1.40
780 GOSUB 3680
790 IF Q < 0.85 THEN 820
800 IF Q > 1.27 THEN 820
810 GOTO 860
820 GOSUB 3760
830 IF SE = 1 THEN 900
840 IF SE = 2 THEN 920
850 GOTO 930
860 GOSUB 3810
870 IF SE = 1 THEN 900
880 IF SE = 2 THEN 920
890 GOTO 930
900 GOSUB 3860
910 GOTO 930
920 GOSUB 4010
930 IF BT = 10 THEN 950
940 GOTO 310
950 T = -2
960 IF BT = 10 THEN 980
970 IF BT = -2 THEN 1010
980 IF SE = 1 THEN 1010
990 IF SE = 2 THEN 1010
1000 PRINT TAB (3); "BT=-2"
1010 A = -0.928246528
1020 B = -9.59992579
1030 C = 21.0486402
1040 X = 1
1050 GOSUB 3530
1060 IF Q < = 1.05 THEN 1110
1070 IF Q > 1.05 AND Q < = 1.20 THEN 1170
1080 IF Q > 1.2 AND Q < = 1.3 THEN 1230
1090 IF Q > 1.3 AND Q < = 1.45 THEN 1290
1100 IF Q > 1.45 THEN 1350
1110 N1 = 130
1120 N2 = 143
1130 Q1 = 0.9
```

```
1140 Q2 = 1.05
1150 GOSUB 3680
1160 GOTO 1400
1170 N1 = 117
1180 N2 = 130
1190 Q1 = 1.05
1200 Q2 = 1.2
1210 GOSUB 3680
1220 GOTO 1400
1230 N1 = 104
1240 N2 = 117
1250 Q1 = 1.2
1260 Q2 = 1.3
1270 GOSUB 3680
1280 GOTO 1400
1290 N1 = 93
1300 N2 = 104
1310 Q1 = 1.3
1320 Q2 = 1.45
1330 GOSUB 3680
1340 GOTO 1400
1350 N1 = 93
1360 N2 = 93
1370 Q1 = 1.45
1380 Q2 = 1.525
1390 GOSUB 3680
1400 IF Q < 0.977 THEN 1430
1410 IF Q > 1.40 THEN 1430
1420 GOTO 1470
1430 GOSUB 3760
1440 IF SE = 1 THEN 1510
1450 IF SE = 2 THEN 1530
1460 GOTO 1540
1470 GOSUB 3810
1480 IF SE = 1 THEN 1510
1490 IF SE = 2 THEN 1530
1500 GOTO 1540
1510 GOSUB 3860
```

```
1520 GOTO 1540
1530 GOSUB 4010
1540 IF BT = 10 THEN 1560
1550 GOTO 310
1560 T = 0
1570 IF BT = 10 THEN 1590
1580 IF BT = 0 THEN 1620
1590 IF SE = 1 THEN 1620
1600 IF SE = 2 THEN 1620
1610 PRINT TAB (3); "BT=0"
1620 A = -3.12552381
1630 B = -3.40697143
1640 C = 17.9524952
1650 X = 1
1660 GOSUB 3530
1670 IF Q < = 1.125 THEN 1720
1680 IF Q > 1.125 AND Q < =1.25 THEN 1780
1690 IF Q > 1.25 AND Q < = 1.383 THEN 1840
1700 IF Q > 1.383 AND Q < = 1.466 THEN 1900
1710 IF Q > 1.466 THEN 1960
1720 N1 = 143
1730 N2 = 156
1740 Q1 = 1.0
1750 Q2 = 1.125
1760 GOSUB 3680
1770 GOTO 2010
1780 N1 = 130
1790 N2 = 143
1800 Q1 = 1.125
1810 Q2 = 1.25
1820 GOSUB 3680
1830 GOTO 2010
1840 N1 = 117
1850 N2 = 130
1860 Q1 = 1.25
1870 Q2 = 1.383
1880 GOSUB 3680
1890 GOTO 2010
```

```
1900 N1 = 104
1910 N2 = 117
1920 Q1 = 1.383
1930 Q2 = 1.466
1940 GOSUB 3680
1950 GOTO 2010
1960 N1 = 93
1970 N2 = 104
1980 Q1 = 1.466
1990 Q2 = 1.575
2000 GOSUB 3680
2010 IF Q < 1.238 THEN 2040
2020 IF Q > 1.55 THEN 2040
2030 GOTO 2080
2040 GOSUB 3760
2050 IF SE = 1 THEN 2120
2060 IF SE = 2 THEN 2140
2070 GOTO 2150
2080 GOSUB 3810
2090 IF SE = 1 THEN 2120
2100 IF SE = 2 THEN 2140
2110 GOTO 2150
2120 GOSUB 3860
2130 GOTO 2150
2140 GOSUB 4010
2150 IF BT = 10 THEN 2170
2160 GOTO 310
2170 T = 2
2180 IF BT = 10 THEN 2200
2190 IF BT = 2 THEN 2230
2200 IF SE = 1 THEN 2230
2210 IF SE = 2 THEN 2230
2220 PRINT TAB (3); "BT=2"
2230 A = -4.17181153
2240 B = 1.11234768
2250 C = 15.1014571
2260 X = 1
2270 GOSUB 3530
```

```

2660 Q1 = 1.65
2670 Q2 = 1.733
2680 GOSUB 3680
2690 IF Q < 1.42 THEN 2720
2700 IF Q > 1.567 THEN 2720
2710 GOTO 2760
2720 GOSUB 3760
2730 IF SE = 1 THEN 2800
2740 IF SE = 2 THEN 2820
2750 GOTO 2830
2760 GOSUB 3810
2770 IF SE = 1 THEN 2800
2780 IF SE = 2 THEN 2820
2790 GOTO 2830
2800 GOSUB 3860
2810 GOTO 2830
2820 GOSUB 4010
2830 IF BT = 10 THEN 2850
2840 GOSUB 310
2850 T = 4
2860 IF BT = 10 THEN 2880
2870 IF BT = 4 THEN 2910
2880 IF SE = 1 THEN 2910
2890 IF SE = 2 THEN 2910
2900 PRINT TAB (3); "BT=4"
2910 A = -6.54545459
2920 B = 9.14545465
2930 C = 9.63909084
2940 X = 1
2950 GOSUB 3530
2960 IF Q < = 1.383 THEN 3020
2970 IF Q > 1.383 AND Q < = 1.558 THEN 3080
2980 IF Q > 1.558 AND Q < = 1.65 THEN 3140
2990 IF Q > 1.65 AND Q < = 1.716 THEN 3200
3000 IF Q > 1.716 AND Q < = 1.758 THEN 3260
3010 IF Q > 1.758 THEN 3320
3020 N1 = 156
3030 N2 = 156

```

```
3040 Q1 = 1.125
3050 Q2 = 1.383
3060 GOSUB 3680
3070 GOTO 3370
3080 N1 = 143
3090 N2 = 156
3100 Q1 = 1.383
3110 Q2 = 1.558
3120 GOSUB 3680
3130 GOTO 3370
3140 N1 = 130
3150 N2 = 143
3160 Q1 = 1.558
3170 Q2 = 1.65
3180 GOSUB 3680
3190 GOTO 3370
3200 N1 = 117
3210 N2 = 130
3220 Q1 = 1.65
3230 Q2 = 1.716
3240 GOSUB 3680
3250 GOTO 3370
3260 N1 = 104
3270 N2 = 117
3280 Q1 = 1.716
3290 Q2 = 1.758
3300 GOSUB 3680
3310 GOTO 3370
3320 N1 = 93
3330 N2 = 104
3340 Q1 = 1.758
3350 Q2 = 1.842
3360 GOSUB 3680
3370 IF Q < 1.63 THEN 3400
3380 IF Q > 1.744 THEN 3400
3390 GOTO 3440
3400 GOSUB 3760
3410 IF SE = 1 THEN 3480
```

```

3420 IF SE = 2 THEN 3500
3430 GOTO 3510
3440 GOSUB 3810
3450 IF SE = 1 THEN 3480
3460 IF SE = 2 THEN 3500
3470 GOTO 3510
3480 GOSUB 3860
3490 GOTO 3510
3500 GOSUB 4010
3510 IF BT = 10 THEN 4160
3520 GOTO 4160
3530 REM Q. QB. H. NU.
3540  $W = A - (S1 + S2 * K^2)$ 
3550  $Z = B$ 
3560  $V = C - HC$ 
3570  $Q = (-Z - \text{SQR}(Z^2 - 4 * W * V)) / (2 * W)$ 
3580  $QB = K * Q$ 
3590  $H = A * Q^2 + B * Q + C$ 
3600  $PU = 9.8 * Q * H$ 
3610 IF SE = 1 THEN 3670
3620 IF SE = 2 THEN 3670
3630 PRINT "Q="; Q; "kL/S"
3640 IF K = 1 THEN 3660
3650 PRINT "QB="; QB; "kL/S"
3660 PRINT "H="; H; "m"
3670 RETURN
3680 REM P. E.
3690  $P = (N2 - N1) / (Q2 - Q1) * (Q2 - Q) + N1$ 
3700  $E = PU / P$ 
3710 IF SE = 1 THEN 3750
3720 IF SE = 2 THEN 3750
3730 PRINT "P="; P; "kW"
3740 PRINT "E="; E * 100; "%"
3750 RETURN
3760 IF SE = 1 THEN 3790
3770 IF SE = 2 THEN 3790
3780 PRINT N$
3790 G$ = N$

```

```

4160 PRINT CHR$(4); "PR#0"
4170 CALL 1002
4180 PRINT CHR$(4); "RUN L-700Z LB-70"
4190 END

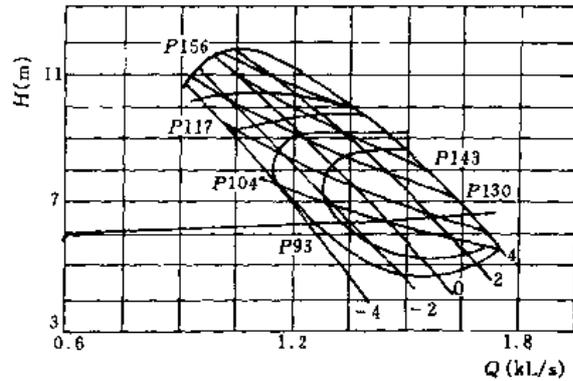
```

(二) 确定工作点的运算结果

```

K=4
S1=0.02
S2=0.01
H1=12
H2=6
HC=6 m
QC=1.45
BT=10
F=5
ANGLE;
BT=0
Q=1.45480617 kL/S
H=6.38096296 m
P=105.753251 kW
E=86.0248066 %
...WORK POINT...
...INSTALL...

```



700ZLB-70 TYPE  
 $n=730 \text{ r/min}$   
 $D=650 \text{ mm}$

## 第二节 工况调节和计算

水泵的工况调节，作了变径调节，变速调节和变角调节。

### 一、变径调节

以 10Sh-6 型为例进行计算机计算。

### 二、变速调节

以 12Sh-6 型为例进行计算机计算。

### 三、变角调节

以常见的轴流泵为例进行计算机计算。

### 四、程序的使用

#### (一) 变径调节

##### 1. 键盘输入变量

$D$ ——水泵叶轮直径，mm；

$Q_1$ ——在水泵  $Q-H$  曲线以下的流量，L/s；

$H_1$ ——在水泵  $Q-H$  曲线以下的扬程，m；

Q2——是  $Q-H$  曲线与  $O-M$  曲线交点值, L/s。

2. 输出变量

$K$ ——调节系数, 在允许范围内打印其值;

$D_1$ ——调节后的叶轮尺寸 (外径), mm。

当在其后打印“O—M CAN”时, 说明变径调节是可以的。

3. 程序使用

(1) 键入键盘输入变量, 逐次以光标之前的变量符按入各个变量, 注意单位制的使用。

(2) 计算机输出结果 在计算机运行之后, 输出计算结果, 并在其后打印“CAN”或者“NOT”加以是否合理的判别, CAN 是合理的结果, NOT 是不合理的结果。

(二) 变速调节

变量与使用同 (一) 中的各值。

(三) 变角调节

1. 键盘输入变量

键盘输入变量同确定工作点的变量相同。

2. 打印机输出变量

打印机输出变量与确定工作点的变量相同。

3. 程序使用

在进行调节计算时, 在确定工作点一节中, 只要将 SELECT 符键入 2, 将 PC 符键入该泵用以配套的轴功率值, 便进行调节计算。当然在调节计算时, 上、下水位是已经变化的随机数值。

(四) 调节工作点的运算结果

在各种运算的条件下进行水泵的设计、泵站的运行管理, 轴流泵的变角调节等, 都做了实际计算。

调节水泵工作点的运行结果:

$K=4$

$S_1=0.02$

$S_2=0.01$

$H_1=13$

$H_2=6$

$HC=7\text{ m}$

$PC=102.6$

$BT=10$

$F=5$

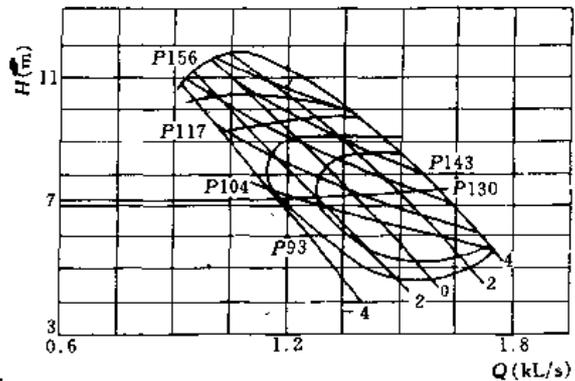
REGULATING:

$BT=-4$

$Q=1.17782549\text{ kL/S}$

$H=7.24970912\text{ m}$

$P=100.939196\text{ kW}$



700ZLB-70 TYPE

$n=730\text{ r/min}$

$D=650\text{ mm}$

E=82.9025259 %

...WORK POINT...

...INSTALL...

(五) 计算水泵平时工况的运算结果

K=1

S1=0.02

S2=0.01

H1=12

H2=6

HC=6 m

10/10/1990

12:21:12

BT=0

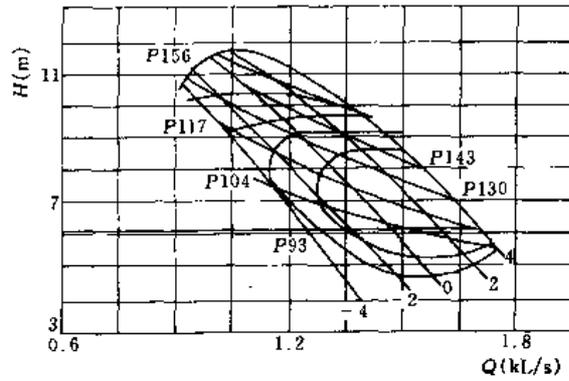
Q=1.47986806 kL/S

H=6.06570027 m

P=102.600471 kW

E=85.7394439 %

...WORK POINT ...



700ZLB-70 TYPE

n=730 r/min

D=650 mm

### 第三节 水泵安装高程确定

本程序是用来确定离心泵、混流泵—有吸程水泵的安装高程的。

#### 一、变量的意义

##### (一) 键盘输入变量

H3——进水池在最低设计水位时所对应的允许吸上真空高度  $[H_s]$ , m;

H4——进水池在设计水位时所对应的允许吸上真空高度  $[H_s]$ , m;

Q3——进水池在最低设计水位时所对应的流量值, L/s;

Q4——进水池在设计水位时所对应的流量值, L/s;

X1——进水池的最低设计水位, m;

X2——进水池的设计水位, m;

D——水泵的吸入口口径(直径)值, mm;

S1——吸水管的水力阻力参数,  $s^2/m^5$ ;

N1——水泵变速后的转数, r/min;

N2——水泵的额定转数, r/min;

H9——水泵站处的当地大气压力值, m;

B9——设计工作水温时的饱和蒸汽压, m;

##### (二) 打印机输出变量

H5——对应于 Q3 时的吸水管的水头损失, m;

- H6——对应于 Q4 时的吸水管的水头损失, m;
- H7——对应于 Q3 时水泵入口处的速度水头, m;
- H8——对应于 Q4 时水泵吸入口处水头损失, m;
- H1——对应于 Q3 时, 作了海拔和水温修正后的允吸值, m;
- H2——对应于 Q4 时, 作了海拔和水温修正后的允吸值, m;
- Z1——对应于 Q3 时的转速改变对  $[H_s]$  的修正值, m;
- Z2——对应于 Q4 时的转速改变对  $[H_s]$  的修正值, m;
- A1——对应于 X1 的安装高程值, m;
- A2——对应于 X2 的安装高程值, m。

当计算机运算后, 在两种安装高程中确定其较小者为设计的安装高程。并在 A1 或 A2 值下打印: THE INSTALLING HEIGHT。说明是确定的安装高程。

## 二、程序使用

### (一) 键盘输入变量的准备

在预先准备键盘的输入变量时, 注意变量的单位制。待计算机运行后, 依照光标以前的变量符, 键入该变量值。

### (二) 运行中可能出现的错误信息

在键入变量值时, 如果有逻辑错误时, 计算机屏幕就会出现错误信息符, 根据其意义, 要加以排除。

## 三、计算实例及源程序

### (一) 确定水泵安装高程源程序 (附后)

### (二) 确定安装高程计算结果 (附后)

JLIST

### (一) 安装高程计算程序

```

10  REM DETERMINE OF INSTALL HEI
    GHT * * * LL7 * * *
20  PRINT CHR$(4); "PR #1"
30  INPUT "H3="; H3
40  INPUT "H4="; H4
50  INPUT "Q3="; Q3
60  INPUT "Q4="; Q4
70  INPUT "D="; D
80  INPUT "S1="; S1
90  H5 = S1 * Q3 ^ 2
100 PRINT "H5="; INT (H5 * 1000 + 0.5) / 1000; "m"
110 H6 = S1 * Q4 ^ 2
120 PRINT "H6="; INT (H6 * 1000 + 0.5) / 1000; "m"
130 INPUT "R1="; R1
140 INPUT "R2="; R2

```

D=860 mm  
 K=1  
 S1=20  
 S2=5  
 H1=120  
 H2=30  
 HC=90 m  
 Q=.563183419 kL/S

H=97.9293891 m  
 P=682.739318 kW  
 E=78.1353065 %  
 Hs=4 m

...WORK POINT...

JRUN

2

SELECT=2

1 /23/1992

8 : 23 : 2

S500-98 TYPE

n=970 r/min

D=860 mm

K=1

S1=20

S2=5

H1=120

H2=28

HC=92 m

Q=.54469258 kL/S

H=99.4172501 m

P=673.886106 kW

E=78.6634276 %

Hs=4 m

...WORK POINT...

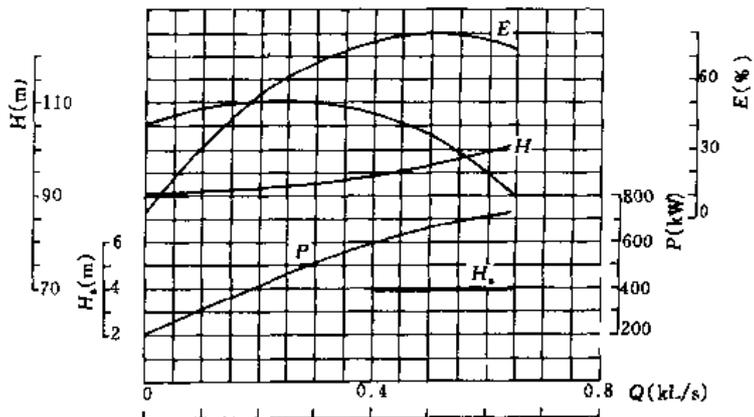
JPR #0

H4=4

Q3=0.545

Q4=0.563

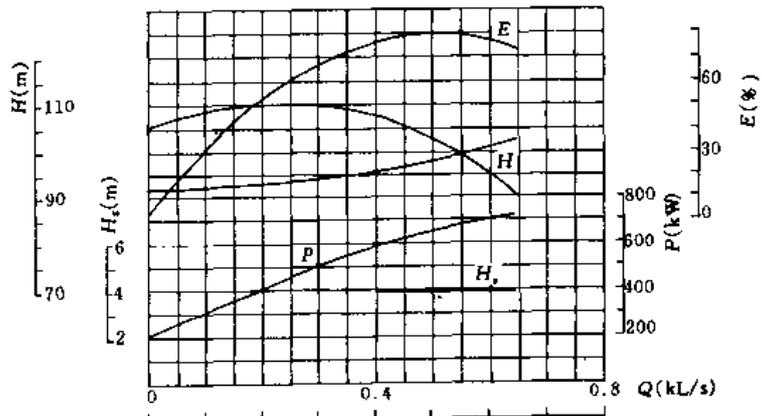
D=500



S500-98 TYPE

n=970 r/min

D=860 mm



S500-98 TYPE

n=970 r/min

D=860 mm

S1=5  
H5=1.485 m  
H6=1.585 m  
R1=970  
R2=970  
H7=.393 m  
H8=.419 m  
H9=10.33  
B9=0.24  
H1=4  
H2=4  
Z1=4  
Z2=4  
C1=2.12219846  
C2=1.99611186  
Y1=28  
Y2=30  
A1=30.1221985  
A2=31.9961119  
THE INSTALLATION HEIGHN;  
A1=30.122 m

## 附录主要符号

### 一、钢筋混凝土结构

#### (一) 材料性能

$E_c$ ——混凝土弹性模量；

$E_s$ ——钢筋弹性模量；

$C_{20}$ ——表示立方体强度标准值为  $20 \text{ N/mm}^2$  的混凝土强度等级；

$f_{ok}$ 、 $f_c$ ——混凝土轴心抗压强度标准值、设计值；

$f_{cmk}$ 、 $f_{cm}$ ——混凝土弯曲抗压强度标准值、设计值；

$f_{tk}$ 、 $f_t$ ——混凝土轴心抗拉强度标准值、设计值；

$f_{yk}$ ——钢筋强度标准值；

$f_y$ 、 $f'_y$ ——钢筋的抗拉、抗压强度设计值。

#### (二) 作用和作用效应

$N$ ——轴向力设计值；

$N_s$ 、 $N_l$ ——按荷载的短期效应组合、长期效应组合计算的轴向力值；

$N_{ac}$ ——构件的截面轴心受压或轴心受拉承载力设计值；

$N_{ux}$ 、 $N_{uy}$ ——轴向力作用于 X 轴、Y 轴的受心受压或偏心受拉承载力设计值；

$M$ ——弯矩设计值；

$M_s$ 、 $M_l$ ——按荷载的短期效应组合、长期效应组合设计的弯矩值；

$M_u$ ——构件的正截面受弯承载力设计值；

$M_{cr}$ ——受弯构件正截面开裂弯矩值；

$V$ ——剪力设计值；

$V_{cs}$ ——构件斜截面上混凝土和钢箍筋的受剪承载力设计值；

$\sigma_{tp}$ 、 $\sigma_{cp}$ ——混凝土中的主拉应力、主压应力；

#### (三) 几何参数

$x$ ——混凝土受压区高度；

$A$ ——构件截面面积；

$A_0$ ——构件换算截面面积；

$A_n$ ——构件净截面面积；

$A_s$ 、 $A'_s$ ——受拉区、受压区纵向非预应力钢筋的截面面积；

$A_{sy}$ 、 $A_{sh}$ ——同一截面内各肢竖向、水平箍筋的全部截面面积；

$A_{sb}$ 、 $A_{pb}$ ——同一弯起平面内非预应力、预应力弯起钢筋的截面面积；

$A_l$ ——混凝土局部受压面积；

$W$ ——截面受拉边缘的弹性抵抗矩；

$W_0$ ——换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩；

$W_n$ ——净截面受拉边缘的弹性抵抗矩；

$I$ ——截面惯性矩；

$I_0$ ——换算截面惯性矩；

$I_s$ ——净截面惯性矩。

#### (四) 计算系数及其他

$\beta$ ——混凝土局部受压时强度提高系数；

$\gamma$ ——受拉区混凝土塑性影响系数；

$\eta$ ——偏心受压构件考虑挠曲影响的轴向力偏心距影响系数；

$\lambda$ ——计算截面的剪跨比；

$\mu$ ——摩擦系数；

$\rho$ ——纵向受拉钢筋配筋率。

## 二、地基基础

$A$ ——基础底面面积；

$b$ ——基础底面宽度；

$c$ ——粘聚力；

$F$ ——基础顶面竖向力；

$f$ ——地基承载力设计值；

$f_0$ ——地基承载力基本值；

$f_k$ ——地基承载力标准值；

$G$ ——恒载，自重；

$l$ ——基础底面长度；

$p$ ——基础底面处平均压力。

## 参 考 文 献

- 1 混凝土结构设计规范 (GBJ10—89). 北京: 中国建筑工业出版社, 1989
- 2 建筑结构荷载设计规范 (GBJ 9—87). 北京: 中国建筑工业出版社, 1989
- 3 现行建筑设计规范大全 1. 北京: 中国建筑工业出版社, 1991
- 4 现行建筑结构规范大全 1. 北京: 中国建筑工业出版社, 1991
- 5 中华人民共和国国家标准. 工程建设标准规范汇编 (十). 北京: 中国计划出版社, 1990
- 6 中华人民共和国国家标准. 工程建设标准规范条文说明汇编 (建筑结构设计部分). 北京: 中国计划出版社, 1992
- 7 中华人民共和国国家标准. 工程建设标准规范条文说明汇编 (建筑模数协调部分). 北京: 中国计划出版社, 1992
- 8 周氏、刘文汉编. 国家标准. 混凝土结构设计规范 (简介). 华北水利水电学院, 1986
- 9 滕明智主编. 混凝土结构及砌体结构学指导. 北京: 清华大学出版社, 1994
- 10 刘黎. 微机数解法进行轴流泵工况调节 (论文). 东北水利水电, 1991 (4)
- 11 刘黎, 陈志凤. 微机简便法进行同型水泵并联运行计算 (论文). 东北水利水电, 1992 (9)
- 12 刘黎. 微机中值寻点法进行不同型号水泵并联运行计算 (论文). 黑龙江水专学报, 1993 (4)
- 13 刘黎. 微机秒历法进行泵站时限提水量的计算 (论文). 辽宁水利科技, 1993 (3)
- 14 国家标准. 水利电力工程结构可靠度设计统一标准 (征求意见稿). 水利水电工程结构可靠度设计统一标准编制组. 北京: 1990
- 15 建筑结构设计手册 (静力计算). 中国工业出版社, 1970
- 16 华东水利学院等. 水工钢筋混凝土结构学. 北京: 水利电力出版社, 1983
- 17 高增礼等. 结构力学. 北京: 人民交通出版社, 1991

