

1 总论.....	3
1.1 设计任务及要求.....	3
1.2 基本资料.....	3
1.2.1 水厂规模.....	3
1.2.3 厂区地形.....	3
1.2.4 工程地质资料.....	3
1.2.5 水文及水文地质资料.....	4
1.2.6 气象资料.....	4
2 总体设计.....	4
2.1 净水工艺流程的确定.....	4
2.2 处理构筑物及设备型式选择.....	4
2.2.1 药剂溶解池.....	4
2.2.2 混合设备.....	5
2.2.3 反应池.....	5
2.2.4 沉淀池.....	5
2.2.5 滤池.....	5
2.2.6 消毒方法.....	5
3 混凝沉淀.....	5
3.1 混凝剂投配设备的设计.....	5
3.1.1 溶液池.....	6
3.1.2 溶解池.....	7
3.1.3 投药管.....	7
3.2 混合设备的设计.....	7
3.2.1 设计流量.....	7
3.2.2 设计流速.....	8
3.2.3 混合单元数.....	8
3.2.4 混合时间.....	8
3.2.5 水头损失.....	8
3.2.6 校核 GT 值.....	8
3.3 反应设备的设计.....	8
3.3.1 平面布置.....	8
3.3.2 平面尺寸计算.....	9
3.3.3 栅条设计.....	9
3.3.4 竖井隔墙孔洞尺寸.....	10
3.3.5 各段水头损失.....	11
3.3.6 各段停留时间.....	12
3.4 沉淀澄清设备的设计.....	13
3.4.1 设计水量.....	13
3.4.2 沉淀池面积.....	13
3.4.4 复核管内雷诺数及沉淀时间.....	14
3.4.5 配水槽.....	15
3.4.6 集水系统.....	15
3.4.7 排泥.....	16
4 过滤.....	16

4.1 滤池的布置.....	16
4.2 滤池的设计计算.....	16
4.2.1 设计水量.....	16
4.2.2 冲洗强度.....	16
4.2.3 滤池面积.....	16
4.2.4 单池冲洗流量.....	16
4.2.5 冲洗排水槽.....	16
4.2.6 集水渠.....	17
4.2.7 配水系统.....	17
4.2.8 冲洗水箱.....	18
5 消毒.....	19
5.1 加药量的确定.....	19
5.1 加氯间的布置.....	19
6 其他设计.....	20
6.1 清水池的设计.....	20
6.1 吸水井的设计.....	20
6.2 二泵房的设计.....	20
6.3 辅助建筑物面积设计.....	20
7 水厂总体布置.....	20
7.1 水厂的平面布置.....	20
7.2 水厂的高程布置.....	21
8 设计体会.....	21
参考文献.....	21

1 总论

1.1 设计任务及要求

净水厂课程设计的目的在于加深理解所学专业理论,培养运用所学知识综合分析和解决实际工程设计问题的初步能力,在设计、运算、绘图、查阅资料和设计手册以及使用设计规范等基本技能上得到初步训练和提高。

课程设计的内容是根据所给资料,设计一座城市净水厂,要求对主要处理构筑物的工艺尺寸进行计算,确定水厂平面布置和高程布置,最后绘出水厂平面布置图、高程布置图和某个单项处理构筑物(絮凝沉淀池、澄清池或滤池)的工艺设计图(达到初步设计的深度),并简要写出一份设计计算说明书。

1.2 基本资料

1.2.1 水厂规模

10 万 m^3/d

(接近期 5 万 m^3/d , 远期 10 万 m^3/d 进行分期建设)

1.2.2 原水水质资料

水源为河流地面水,原水水质分析资料如下:

序号	项 目	单位	数量	备 注
1	PH 值	/	~7.6	正常
2	色度	度	~20	<15
3	浊度	NTU	65~2000	<3
4	肉眼可见物	/	较浑	不得含有
5	总硬度	mg/L , CaCO_3	117	正常
6	氯化物	mg/L	5.0	正常
7	氟化物	mg/L	<1.0	正常
8	硝酸盐	mg/L	<1.0	正常
9	总溶固物	mg/L	147	正常
10	铁	mg/L	0.23	正常
11	锰	mg/L	<0.1	正常
12	铜	mg/L	<0.5	正常
13	砷	mg/L	<0.05	正常
14	锌	mg/L	<0.5	正常
15	铅	mg/L	<0.05	正常
18	菌落总数	个/ mL	1.3×10^4	<100

1.2.3 厂区地形

地形比例 1:500, 按平坦地形和平整后的设计地面高程 32.00m 设计,水源取水口位于水厂东北方向 150m, 水厂位于城市北面 1km。

1.2.4 工程地质资料

(1) 地质钻探资料

表土	砂质粘土	细砂	中砂	粗砂	粗砂砾石	粘土	砂岩石层
1m	1.5m	1 m	2 m	0.8m	1 m	2 m	

土壤承载力: 20 t/m^2 。

(2) 地震计算强度为 186.2kPa。

- (3)地震烈度为 9 度以下。
- (4)地下水水质对各类水泥均无侵蚀作用。

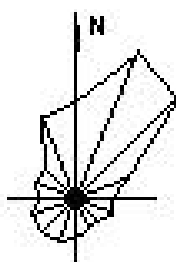
1.2.5 水文及水文地质资料

序号	项 目	单位	数量	备 注
1	历年最高水位	m	34.38	黄海高程系统，下同
2	历年最低水位	m	21.47	频率 1%
3	历年平均水位	m	24.64	
4	历年最大流量	m ³ /s	14600	
5	历年最小流量	m ³ /s	180	
6	历年平均流量	m ³ /s	1340	
7	历年最大含砂量	kg/m ³	4.82	
8	历年最大流速	m/s	4	
9	历年每日最大水位涨落	m/d	5.69	
10	历年三小时最大水位涨落	m/3h	1.04	

地下水位：在地面以下 1.8m

1.2.6 气象资料

该市位于亚热带，气候温和，年平均气温 15.9℃，七月极端最高温度达 39℃，一月极端最低温度-15.3℃，年平均降雨量 954.1mm，年平均降雨日数 117.6 天，历年最大日量降雨量 328.4mm。常年主导风向为东北偏北（NNE），静风频率为 12%，年平均风速为 3.4m/s。土壤冰冻深度：0.4m。



风向玫瑰图

2 总体设计

2.1 净水工艺流程的确定

根据《地面水环境质量标准》（GB—3838—88），原水水质符合地面水Ⅲ类水质标准，除浊度，色度和菌落总数偏高外，其余参数均符合《生活饮用水卫生标准》（GB5749—85）的规定。

水厂以地表水作为水源，工艺流程如图 1 所示。

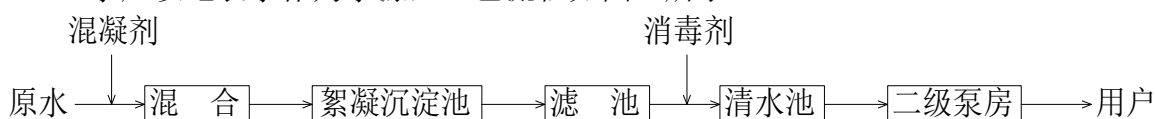


图 1 水处理工艺流程

2.2 处理构筑物及设备型式选择

2.2.1 药剂溶解池

设计药剂溶解池时，为便于投置药剂，溶解池的设计高度一般以在地平面以下或半地下为宜，池顶宜高出地面 0.20m 左右，以减轻劳动强度，改善操作条件。

溶解池的底坡不小于 0.02，池底应有直径不小于 100mm 的排渣管，池壁需设超高，防止搅拌溶液时溢出。

由于药液一般都具有腐蚀性，所以盛放药液的池子和管道及配件都应采取防腐措施。溶解池一般采用钢筋混凝土池体，若其容量较小，可用耐酸陶土缸作溶解池。

投药设备采用计量泵投加的方式。采用计量泵（柱塞泵或隔膜泵），不必另备计量设备，泵上有计量标志，可通过改变计量泵行程或变频调速改变药液投量，最适合用于混凝剂自动控制系统。

2.2.2 混合设备

使用管式混合器对药剂与水进行混合。在混合方式上，由于混合池占地大，基建投资高；水泵混合设备复杂，管理麻烦，机械搅拌混合耗能大，管理复杂，相比之下，管式混合具有占地极小、投资省、设备简单、混合效果好和管理方便等优点而具有较大的优越性。

2.2.3 反应池

反应作用在于使凝聚微粒通过絮凝形成具有良好沉淀性能的大絮凝体。

目前国内使用较多的是各种形式的水力絮凝及其各种组合形式，主要有栅条絮凝、折板絮凝和波纹板絮凝。这三种形式的絮凝池在大、中型水厂中均有使用，都具有絮凝效果好、水头损失小、絮凝时间短、投资小、便于管理等优点，并且都能达到良好的絮凝条件，从工程造价来说，栅条造价为折板的 1/2，为波纹板的 1/3，因此采用栅条絮凝。

2.2.4 沉淀池

原水经投药、混合与絮凝后，水中悬浮杂质已形成粗大的絮凝体，要在沉淀池中分离出来以完成澄清的作用。

设计采用斜管沉淀池，沉淀效率高、占地少。相比之下，平流式沉淀池虽然具有适应性强、处理效果稳定和排泥效果好等特点，但是，平流式占地面积大。而且斜管沉淀池因采用斜管组件，使沉淀效率大大提高，处理效果比平流沉淀池要好。

2.2.5 滤池

采用拥有成熟运转经验的普通快滤池。它的优点是采用砂滤料，材料易得，价格便宜；采用大阻力配水系统，单池面积可较大；降速过滤，效果好。虹吸滤池池深比普通快滤池大，冲洗强度受其余几格滤池的过滤水量影响，冲洗效果不如普通快滤池稳定。故而以普快滤池作为过滤处理构筑物。

2.2.6 消毒方法

水的消毒处理是生活饮用水处理工艺中的最后一道工序，其目的在于杀灭水中的有害病原微生物（病原菌、病毒等），防止水致传染病的危害。

采用被广泛应用的氯及氯化物消毒，氯消毒的加氯过程操作简单，价格较低，且在管网中有持续消毒杀菌作用。虽然二氧化氯，消毒能力较氯强而且能在管网中保持很长时间，但是由于二氧化氯价格昂贵，且其主要原料亚氯酸钠易爆炸，国内目前在净水处理方面应用尚不多。

3 混凝沉淀

3.1 混凝剂投配设备的设计

水质的混凝处理，是向水中加入混凝剂（或絮凝剂），通过混凝剂水解产物压缩胶体颗粒的扩散层，达到胶粒脱稳而相互聚结；或者通过混凝剂的水解和缩

聚反应而形成的高聚物的强烈吸附架桥作用，使胶粒被吸附粘结。

混凝剂的投加分为干投法和湿投法两种，干投法指混凝剂为粉末固体直接投加，湿投法是将混凝剂配制成一定浓度溶液投加。我国多采用后者，采用湿投法时，混凝处理工艺流程如图 2 所示。

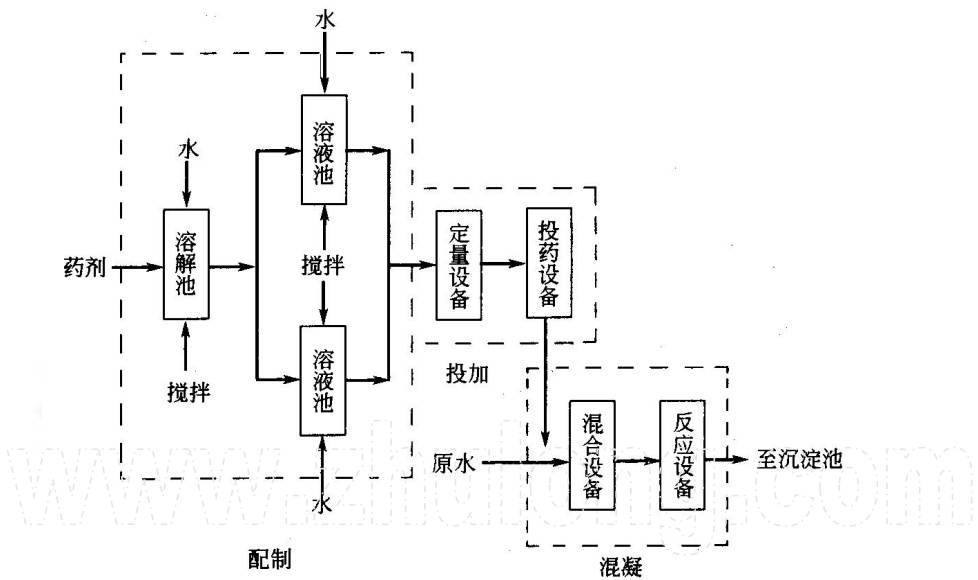


图 2 湿投法混凝处理工艺流程

本应根据原水水质分析资料，用不同的药剂作混凝试验，并根据货源供应等条件，确定合理的混凝剂品种及投药量。由于缺少必要的条件，所以参考相似水源有关水厂的药剂投加资料，如下表 1 所示。

表 1 武汉某水厂投加药剂参考数值

取水水源	原水悬浮物含量(mg/L)	混凝剂种类	混凝剂投加量(mg/L)		助凝剂种类	助凝剂投加量(mg/L)	
			最高	最低		最高	最低
武汉长江水	55~2500	聚合氯化铝	64	13.5	氯	2	1

聚合铝，包括聚合氯化铝（PAC）和聚合硫酸铝（PAS）等，具有混凝效果好、对人体健康无害、使用方便、货源充足和价格低廉等优点，因而使用聚合铝作为水处理的混凝剂。取混凝剂最大投加量为 64mg/L。

3.1.1 溶液池

溶液池一般以高架式设置，以便能依靠重力投加药剂。池周围应有工作台，底部应设置放空管。必要时设溢流装置。

溶液池容积按下式计算：

$$W_2 = \frac{aQ}{417cn}$$

式中 W_2 —溶液池容积， m^3 ；

Q —处理水量， m^3/h ；

a —混凝剂最大投加量，mg/L；

c —溶液浓度，取 10%；

n—每日调制次数，取 $n=3$ 。

$$\text{代入数据得: } W_2 = \frac{aQ}{417cn} = \frac{64 \times 10^5 \times 1.06}{417 \times 10 \times 3 \times 24} = 22.6 m^3 \quad (\text{考虑水厂的自用水量 } 6\%)$$

溶液池设置两个，每个容积为 W_2 ，以便交替使用，保证连续投药。

取有效水深 $H_1=1.0m$ ，总深 $H=H_1+H_2+H_3$ （式中 H_2 为保护高，取 $0.2m$ ； H_3 为贮渣深度，取 $0.1m$ ） $=1.0+0.2+0.1=1.3m$ 。

溶液池形状采用矩形，尺寸为长 $\times$ 宽 $\times$ 高 $=6m \times 3m \times 1.3m$ 。

3.1.2 溶解池

$$\text{溶解池容积 } W_1 = 0.3W_2 = 0.3 \times 22.6 = 6.8 m^3$$

溶解池一般取正方形，有效水深 $H_1=1.0m$ ，则：

$$\text{面积 } F = W_1/H_1 \rightarrow \text{边长 } a = F^{1/2} = 2.6m;$$

溶解池深度 $H=H_1+H_2+H_3$ （式中 H_2 为保护高，取 $0.2m$ ； H_3 为贮渣深度，取 $0.1m$ ） $=2.6+0.2+0.1=2.9m$

和溶液池一样，溶解池设置 2 个，一用一备。

溶解池的放水时间采用 $t=15min$ ，则放水流量

$$q_0 = \frac{W_2}{60t} = \frac{6.8 \times 1000}{15 \times 60} = 7.6 L/s$$

查水力计算表得放水管管径 $d_0=mm$ ，相应流速 $d_0=m/s$ 。溶解池底部设管径 $d=100mm$ 的排渣管一根。

溶解池搅拌装置采用机械搅拌：以电动机驱动浆板或涡轮搅动溶液。

3.1.3 投药管

投药管流量

$$q = \frac{W_2 \times 2 \times 1000}{24 \times 60 \times 60} = \frac{22.6 \times 2 \times 1000}{24 \times 60 \times 60} = 0.52 L/s$$

查水力计算表得投药管管径 $d=20mm$ ，相应流速为 $2.58L/s$ 。

3.2 混合设备的设计

在给排水处理过程中原水与混凝剂，助凝剂等药剂的充分混合是使反应完善，从而使得后处理流程取得良好效果的最基本条件，同时只有原水与药剂的充分混合，才能有效提高药剂使用率，从而节约用药量，降低运行成本。

管式静态混合器是处理水与混凝剂、助凝剂、消毒剂实行瞬间混合的理想设备：具有高效混合、节约用药、设备小等特点，它是有二个一组的混合单元件组成，在不需外动力情况下，水流通过混合器产生对分流、交叉混合和反向旋流三个作用，混合效益达 90-95%，构造如图 2 所示。



图 3 管式静态混合器

3.2.1 设计流量

$$Q = \frac{5 \times 1.06 \times 10^4}{24 \times 3600} = 0.61 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.2.2 设计流速

静态混合器设在絮凝池进水管中，设计流速 $v=1.0\text{m/s}$ ，则管径为：

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0.61}{3.14 \times 1.0}} = 0.88\text{m}$$

采用 $D=900\text{mm}$ ，则实际流速 $v = 0.96\text{m/s}$

3.2.3 混合单元数

按下式计算

$$N \geq 2.36v^{-0.5}D^{-0.3} = 2.36/0.96^{0.5} \times 0.9^{0.3} = 2.3$$

取 $N=3$ ，则混合器的混合长度为：

$$L=1.1ND=1.1 \times 0.9 \times 3 = 2.7\text{m}$$

3.2.4 混合时间

$$T = \frac{L}{v} = \frac{2.7}{0.96} = 2.8\text{s}$$

3.2.5 水头损失

$$h = \zeta \frac{v^2}{2g} N = \left(\frac{1.43}{D^{0.4}} \right) \times \left(\frac{v^2}{2g} \right) N = \frac{1.43}{0.9^{0.4}} \times \frac{0.96^2}{2 \times 9.8} \times 3 = 0.21\text{m}$$

3.2.6 校核 GT 值

$$G = \sqrt{\frac{\gamma h}{\mu T}} = \sqrt{\frac{9800 \times 0.21}{1.14 \times 10^{-3} \times 2.8}} = 803.7 \text{ s}^{-1} (\geq 700 \sim 1000 \text{ s}^{-1})$$

$$GT = 803.7 \times 2.8 = 2250.4 (\geq 2000, \text{水力条件符合要求})$$

3.3 反应设备的设计

在絮凝池内水平放置栅条形成栅条絮凝池，栅条絮凝池布置成多个竖井回流式，各竖井之间的隔墙上，上下交错开孔，当水流通过竖井内安装的若干层栅条或栅条时，产生缩放作用，形成漩涡，造成颗粒碰撞。

栅条絮凝池的设计分为三段，流速及流速梯度 G 值逐段降低。相应各段采用的构件，前段为密网，中段为疏网，末段不安装栅条。

3.3.1 平面布置

絮凝池分为两组

$$\text{每组设计流量 } Q = 0.61/2 = 0.305 \text{ m}^3/\text{s}$$

平面布置形式：采用 18 格，洪湖模式，如下图 4 所示。



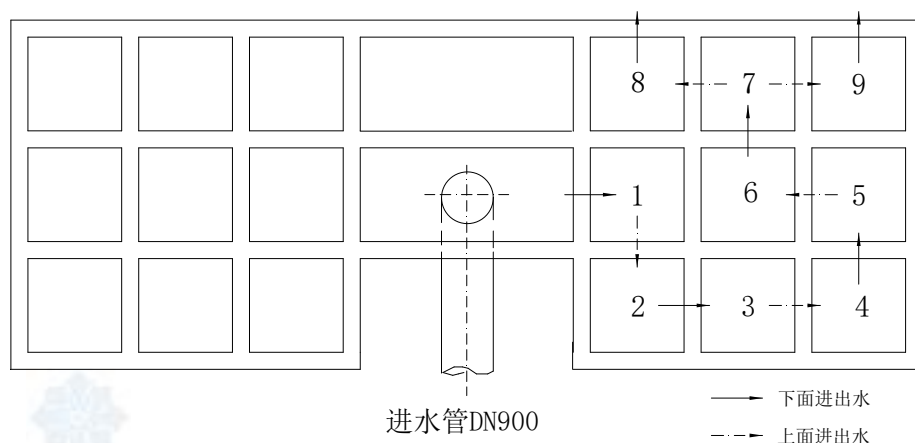


图4 栅条絮凝池平面示意图

设计参数选取:

絮凝时间: $T=12\text{min}=720\text{s}$, 有效水深 $H_0=4.5\text{m}$ (与后续沉淀池水深相配合),

超高 0.3m, 池底设泥斗及快开排泥阀排泥, 泥斗高 0.6m;

絮凝池总高度为 $H=4.5+0.3+0.6=5.4\text{m}$ 。

絮凝池分为三段:

前段放密栅条, 过栅流速 $v_{1\text{栅}}=0.25\text{m/s}$, 竖井平均流速 $v_{1\text{井}}=0.12\text{m/s}$;

中段放疏栅条, 过栅流速 $v_{2\text{栅}}=0.22\text{m/s}$, 竖井平均流速 $v_{2\text{井}}=0.12\text{m/s}$;

末段不放栅条, 竖井平均流速 0.12m/s 。

前段竖井的过孔流速为 $0.30\sim 0.2\text{m/s}$, 中段 $0.20\sim 0.15\text{m/s}$, 末段 $0.1\sim 0.14\text{m/s}$ 。

3.3.2 平面尺寸计算

每组池子容积 $V=QT=0.305\times 720=219.6\text{m}^3$

单个竖井的平面面积 $f=V/18H_0=219.6/(18\times 4.5)=2.9\text{m}^2$

竖井尺寸采用 $1.7\text{m}\times 1.7\text{m}$, 内墙厚度取 0.2m, 外墙厚度取 0.3m

每组池子总长 $L=3\times 1.7\times 2+6\times 0.2+0.3\times 2+1.5\times 1.7=14.35\text{m}$

宽 $B=1.7\times 3+0.2\times 2+0.3\times 2=6.1\text{m}$

3.3.3 栅条设计

选用栅条材料为钢筋混凝土, 断面为矩形, 厚度为 50mm, 宽度为 50mm。

前段放置密栅条后

竖井过水断面面积为: $A_{\text{水}}=\frac{Q}{v_{1\text{栅}}}=\frac{0.305}{0.25}=1.22\text{m}^2$

竖井中栅条面积为: $A_{1\text{栅}} = 2.9 - 1.22 = 1.68m^2$

单栅过水断面面积为: $a_{1\text{栅}} = 1.7 \times 0.05 = 0.085m^2$

所需栅条数为: $M_1 = \frac{A_{1\text{栅}}}{a_{1\text{栅}}} = \frac{1.68}{0.085} = 19.76(\text{根})$, 取 $M_1 = 20$ 根

两边靠池壁各放置栅条 1 根, 中间排列放置 18 根, 过水缝隙数为 19 个

平均过水缝宽 $S_1 = (1700 - 20 \times 50) / 19 = 36.84mm$

实际过栅流速 $v_{1\text{栅}}' = \frac{0.305}{19 \times 1.7 \times 0.0368} = 0.257m/s$

1) 中段放置疏栅条后

竖井过水断面面积为: $A_{2\text{水}} = \frac{Q}{v_{2\text{栅}}} = \frac{0.305}{0.22} = 1.39m^2$

竖井中栅条面积为: $A_{2\text{栅}} = 2.9 - 1.39 = 1.51m^2$

单栅过水断面面积为: $a_{2\text{栅}} = 1.7 \times 0.05 = 0.085m^2$

所需栅条数为: $M_2 = \frac{A_{2\text{栅}}}{a_{2\text{栅}}} = \frac{1.51}{0.085} = 17.76(\text{根})$, 取 $M_2 = 18$ 根

两边靠池壁各放置栅条 1 根, 中间排列放置 16 根, 过水缝隙数为 17 个

平均过水缝宽 $S_2 = (1700 - 18 \times 50) / 17 = 47.06mm$

实际过栅流速 $v_{2\text{栅}}' = \frac{0.305}{17 \times 1.7 \times 0.05} = 0.211m/s$

3.3.4 竖井隔墙孔洞尺寸

竖井隔墙孔洞的过水面积 = $\frac{\text{流量}}{\text{过孔流速}}$

如 0-1 竖井的孔洞面积 = $\frac{0.305/2}{0.3} = 0.508m^2$

孔洞高度 $h = \frac{Q/2}{v \times 1.7} = \frac{0.305/2}{0.3 \times 1.7} = 0.30m$

其余各竖井孔洞的计算尺寸见下表 2。

表 2 竖井隔墙孔洞尺寸

孔洞号	孔洞流速 V (m/s)	孔洞高度 h (m)	孔洞尺寸(宽×高)
-----	-----------------	------------	-----------

0-1	0.3	$h = \frac{Q \div 2}{v \times 1.7} = \frac{0.305 \div 2}{0.3 \times 1.7} = 0.30$	1.7×0.30
1-2	0.28	$h = \frac{Q \div 2}{v \times 1.7} = \frac{0.305 \div 2}{0.28 \times 1.7} = 0.32$	1.7×0.32
2-3	0.25	$h = \frac{Q \div 2}{v \times 1.7} = \frac{0.305 \div 2}{0.25 \times 1.7} = 0.36$	1.7×0.36
3-4	0.22	$h = \frac{Q \div 2}{v \times 1.7} = \frac{0.305 \div 2}{0.22 \times 1.7} = 0.41$	1.7×0.41
4-5	0.20	$h = \frac{Q \div 2}{v \times 1.7} = \frac{0.305 \div 2}{0.20 \times 1.7} = 0.45$	1.7×0.45
5-6	0.18	$h = \frac{Q \div 2}{v \times 1.7} = \frac{0.305 \div 2}{0.18 \times 1.7} = 0.50$	1.7×0.50
6-7	0.15	$h = \frac{Q \div 2}{v \times 1.7} = \frac{0.305 \div 2}{0.15 \times 1.7} = 0.60$	1.7×0.60
7-8	0.12	$h = \frac{Q \div 2 \div 2}{v \times 1.7} = \frac{0.305 \div 2 \div 2}{0.12 \times 1.7} = 0.37$	1.7×0.37
7-9	0.12	$h = \frac{Q \div 2 \div 2}{v \times 1.7} = \frac{0.305 \div 2 \div 2}{0.12 \times 1.7} = 0.37$	1.7×0.37
出水孔洞	0.10	$h = \frac{Q \div 2 \div 2}{v \times 1.7} = \frac{0.305 \div 2 \div 2}{0.1 \times 1.7} = 0.45$	1.7×0.45

3.3.5 各段水头损失

$$h = \sum h_1 + \sum h_2 = \sum \xi_1 \frac{v_1^2}{2g} + \sum \xi_2 \frac{v_2^2}{2g} (m)$$

式中 h —各段总水头损失，m；

h_1 —每层栅条的水头损失，m；

h_2 —每个孔洞的水头损失，m；

ξ_1 —栅条阻力系数，前段取 1.0，中段取 0.9；

ξ_2 —孔洞阻力系数，取 3.0；

v_1 —竖井过栅流速，m/s；

v_2 —各段孔洞流速，m/s。

中段放置疏栅条后

1) 第一段计算数据如下：

竖井数 3 个，单个竖井栅条层数 3 层，共计 9 层；

过栅流速 $v_{1\text{栅}} = 0.257 \text{ m/s}$ ；

竖井隔墙 3 个孔洞，过孔流速分别为 $v_{1\text{孔}} = 0.3 \text{ m/s}$ ， $v_{2\text{孔}} = 0.28 \text{ m/s}$ ，

$$v_{3孔} = 0.25m/s$$

$$\text{则 } h = \sum h_1 + \sum h_2 = \sum \xi_1 \frac{v_1^2}{2g} + \sum \xi_2 \frac{v_2^2}{2g}$$

$$= 9 \times 1.0 \times \frac{0.257^2}{2 \times 9.81} + \frac{3}{2 \times 9.81} (0.3^2 + 0.28^2 + 0.25^2)$$

$$= 0.0303 + 0.0353 = 0.0656m$$

2) 第二段计算数据如下:

竖井数 3 个, 前面两个竖井每个设置栅条板 2 层, 后一个设置栅条板 1 层, 总共栅条板层数=2+2+1=5;

过栅流速 $v_{2栅} = 0.211m/s$;

竖井隔墙 3 个孔洞, 过孔流速分别为 $v_{1孔} = 0.22m/s$, $v_{2孔} = 0.20m/s$,

$$v_{3孔} = 0.18m/s$$

$$\text{则 } h = \sum h_1 + \sum h_2 = \sum \xi_1 \frac{v_1^2}{2g} + \sum \xi_2 \frac{v_2^2}{2g}$$

$$= 5 \times 0.9 \times \frac{0.211^2}{2 \times 9.81} + \frac{3}{2 \times 9.81} (0.22^2 + 0.20^2 + 0.18^2)$$

$$= 0.0102 + 0.0185 = 0.0287m$$

3) 第二段计算数据如下:

水流通过的孔洞数为 5, 过孔流速为 $v_{1孔} = 0.15m/s$, $v_{2孔} = 0.12m/s$,

$$v_{3孔} = 0.12m/s, v_{4孔} = 0.1m/s, v_{5孔} = 0.1m/s$$

$$\text{则 } h = \sum h_2 = \sum \xi_2 \frac{v_2^2}{2g}$$

$$= \frac{3}{2 \times 9.81} (0.15^2 + 2 \times 0.12^2 + 2 \times 0.1^2)$$

$$= 0.0109m$$

3.3.6 各段停留时间

$$\text{第一段 } t_1 = \frac{V_1}{Q} = \frac{1.7 \times 1.7 \times 4.5 \times 3}{0.305} = 127.918s = 2.1min$$

第二段和第三段 $t_2 = t_3 = 2.1min$

3.6.7 水力校核

$$G = \sqrt{\frac{\gamma h}{\mu T}}$$

当 $T=20^{\circ}\text{C}$ 时, $\mu = 1 \times 10^{-3} \text{Pa}\cdot\text{s}$

表 4 水力校核表

段号	停留时间 (s)	水头损失(m)	G (S ⁻¹)
1	128	0.0656	70.9
2	128	0.0287	46.9
3	128	0.0109	28.9
Σ	384	0.1052	51.8

$GT=51.8 \times 384=1.99 \times 10^4$, 在 10000-100000 之间, 符合水力要求。

3.4 沉淀澄清设备的设计

采用上向流斜管沉淀池, 水从斜管底部流入, 沿管壁向上流动, 上部出水, 泥渣由底部滑出。斜管材料采用厚 0.4mm 蜂窝六边形塑料板, 管的内切圆直径 $d=25\text{mm}$, 长 $l=1000\text{mm}$, 斜管倾角 $\theta=60^{\circ}$ 。

如下图 5 所示, 斜管区由六角形截面的蜂窝状斜管组件组成。斜管与水平面成 60° 角, 放置于沉淀池中。原水经过絮凝池转入斜管沉淀池下部。水流自下向上流动, 清水在池顶用穿孔集水管收集; 污泥则在池底也用穿孔排泥管收集, 排入下水道。

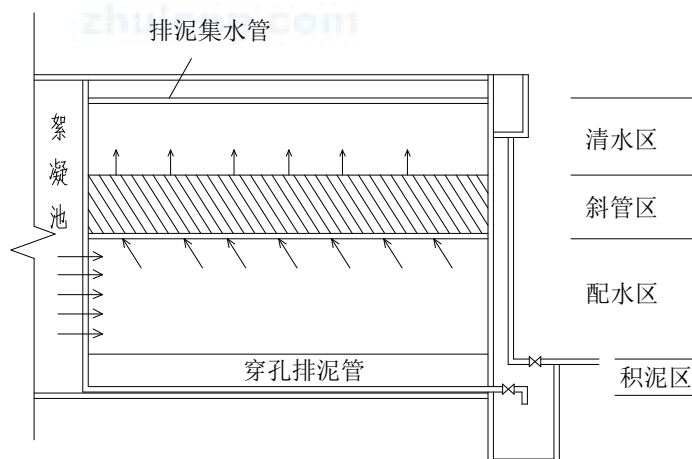


图 6 斜管沉淀池剖面图

3.4.1 设计水量

包括水厂自用水量 6%

和絮凝池一样, 斜管沉淀池也设置两组, 每组设计流量 $Q = 0.305 \text{m}^3/\text{s}$

表面负荷取 $q = 10 \text{m}^3/(\text{m}^2/\text{h}) = 2.8 \text{mm}/\text{s}$

3.4.2 沉淀池面积

1)清水区有效面积 F'

$$F' = \frac{Q}{v} = \frac{0.305}{0.0028} = 108.92m^2$$

2)沉淀池初拟面积 F

斜管结构占用面积按 5% 计, 则

$$F = F' \times 1.05 = 108.92 \times 1.05 = 114.4m^2$$

初拟平面尺寸为 $L_1 \times B_1 = 13m \times 9m$

3)沉淀池建筑面积 $F_{\text{建}}$

斜管安装长度 $L_2 = l \cos \theta = 0.5m$

考虑到安装间隙, 长加 0.07m, 宽加 0.1m

$$L = L_1 + L_2 + 0.07 = 13 + 0.5 + 0.07 = 13.57m$$

$$B = B_1 + 0.1 = 9.1m$$

$$F_{\text{建}} = L \times B = 13.57 \times 9.1 = 123.5m^2$$

3.4.3 池体高度

保护高 $h_1 = 0.5m$;

斜管高度 $h_2 = l \times \sin \theta = 1 \times \sin 60^\circ = 0.87m$;

配水区高度 $h_3 = 1.5m$;

清水区高度 $h_4 = 1.2m$;

池底穿孔排泥槽高 $h_5 = 0.75m$ 。

则池体总高为

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = 0.5 + 0.87 + 1.5 + 1.2 + 0.8 = 4.87m$$

3.4.4 复核管内雷诺数及沉淀时间

1) 管内流速 v_0

$$v_0 = \frac{v}{\sin \theta} = \frac{2.8}{\sin 60^\circ} = 3.22mm/s$$

2) 斜管水力半径 R

$$R = d / 4 = 0.625cm$$

3) 雷诺数 Re

$$Re = \frac{Rv_0}{\nu} = \frac{0.625 \times 0.322}{0.01} = 20.1$$

4) 管内沉淀时间 t

$$t = \frac{l}{v_0} = \frac{1000}{3.22} = 311s = 5.18 \text{ min}$$

3.4.5 配水槽

配水槽宽 $b' = 1\text{m}$

3.4.6 集水系统

1) 集水槽个数 $n=9$

2) 集水槽中心距 $a = \frac{L}{n} = \frac{13.57}{9} = 1.5\text{m}$

3) 槽中流量 q_0

$$q_0 = \frac{Q}{n} = \frac{0.305}{9} = 0.034 \text{ m}^3/\text{s}$$

4) 槽中水深 H_2

$$\text{槽宽 } b = 0.9q_0^{0.4} = 0.9 \times 0.034^{0.4} = 0.25\text{m}$$

起点槽中水深 $0.75b=0.20\text{m}$, 终点槽中水深 $1.25b=0.33\text{m}$

为方便施工, 槽中水深统一按 $H_2=0.33\text{m}$ 计。

5) 槽的高度 H_3

集水方法采用淹没式自由跌落。淹没深度取 5cm , 跌落高度取 5cm , 槽的超高取 0.15m , 则集水槽总高度为

$$H_3 = H_2 + 0.05 + 0.05 + 0.15 = 0.58\text{m}$$

6) 孔眼计算

a. 所需孔眼总面积 ω

$$\text{由 } q_0 = \mu\omega\sqrt{2gh} \text{ 得 } \omega = \frac{q_0}{\mu\sqrt{2gh}}$$

式中 q_0 — 集水槽流量, m^3/s ;

μ — 流量系数, 取 0.62 ;

h — 孔口淹没水深, 取 0.05m ;

$$\text{所以 } \omega = \frac{0.034}{0.62\sqrt{2 \times 9.81 \times 0.05}} = 0.056\text{m}^2$$

b. 单孔面积 ω_0

孔眼直径采用 $d=30\text{mm}$, 则单孔面积

$$\omega_0 = \frac{\pi}{4}d^2 = 0.0007\text{m}^2$$

c. 孔眼个数 n

$$n = \frac{\omega}{\omega_0} = \frac{0.056}{0.0007} = 80 \text{ (个)}$$

d. 集水槽每边孔眼个数 n'

$$n'=n/2=80/2=40(\text{个})$$

e.孔眼中心距离 S_0

$$S_0=B/47=9/40=0.23\text{m}$$

3.4.7 排泥

采用穿孔排泥管，沿池宽（ $B=9\text{m}$ ）横向铺设 6 条 V 形槽，槽宽 1.5m，槽壁倾角 45° ，槽壁斜高 1.5m，排泥管上装快开闸门。

4 过滤

4.1 滤池的布置

采用双排布置，按单层滤料设计，采用石英砂作为滤料。

4.2 滤池的设计计算

4.2.1 设计水量

$$Q = 0.61\text{m}^3/\text{s}, \text{ 滤速 } v = 8\text{m}/\text{h}$$

4.2.2 冲洗强度

冲洗强度 q 按经验公式计算

$$q = \frac{43.2d_m^{1.45}(e+0.35)^{1.632}}{(1+e)v^{0.632}}$$

式中 d_m — 滤料平均粒径；

e — 滤层最大膨胀率，取 $e=50\%$ ；

v — 水的运动黏滞度， $v = 1.44\text{mm}^2/\text{s}$ 。

砂滤料的有效直径 $d_{10}=0.5\text{mm}$

与 d_m 对应的滤料不均匀系数 $u=1.5$

所以， $d_m=0.9u d_{10}=0.9 \times 1.5 \times 0.5=0.675\text{mm}$

$$q = \frac{43.2 \times 0.675^{1.45} (0.5 + 0.35)^{1.632}}{(1 + 0.5) 1.14^{0.632}} = 12\text{L}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$$

4.2.3 滤池面积

$$\text{滤池总面积 } F = \frac{Q}{v} = \frac{0.61 \times 3600}{8} = 274.5\text{m}^2$$

滤池个数采用 $N=6$ 个，成双排对称布置

单池面积 $f=F/N=274.5/6=45.75\text{m}^2$ ，取 48m^2

每池平面尺寸采用 $L \times B=8\text{m} \times 6\text{m}$

池的长宽比为 $8/6=1.33$

4.2.4 单池冲洗流量

$$q_{\text{冲}} = fq = 48 \times 12 = 576\text{L}/\text{s}$$

4.2.5 冲洗排水槽

(1)断面尺寸

两槽中心距采用 $a=2.0\text{m}$

排水槽个数 $n_1=L/a=8/2.0=4$ (个)

槽长 $l=B=6\text{m}$

槽内流速, 采用 0.6m/s

排水槽采用标准半圆形槽底断面形式。

2)设置高度

滤料层厚度采用 $H_n=0.7\text{m}$

排水槽底厚度采用 $\delta=0.05\text{m}$

槽顶位于滤层面以上的高度为:

$$H_e=eH_n+2.5x+\delta+0.075=1.05\text{m}$$

4.2.6 集水渠

集水渠采用矩形断面, 渠宽采用 $b=0.75\text{m}$

(1)渠始端水深 H_q

$$H_q = 0.81 \left(\frac{fq}{1000b} \right)^{2/3} = 0.81 \times \left(\frac{48 \times 12}{1000 \times 0.75} \right)^{2/3} = 0.84\text{m}$$

(2)集水渠底低于排水槽底的高度 H_m

$$H_m = H_q + 0.2 = 1.04\text{m}$$

4.2.7 配水系统

采用大阻力配水系统, 其配水干管采用方形断面暗渠结构。

(1)配水干渠

干渠始端流速采用 $v_{\text{干}} = 1.5\text{m/s}$

干渠始端流量 $Q_{\text{干}} = q_{\text{冲}} = 0.576\text{m}^3/\text{s}$

干渠断面面积 $A = Q_{\text{干}} / v_{\text{干}} = 0.576 / 1.5 = 0.38\text{m}^2$, 取 0.36m^2

干渠断面尺寸采用 $0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$

(2)配水支管

支管中心距采用 $s=0.25\text{m}$

支管总数 $n_2=2L/s=2 \times 8 / 0.25=64$ (根)

支管流量 $Q_{\text{支}} = Q_{\text{干}} / n_2 = 0.576 / 64 = 0.009\text{m}^3/\text{s}$

支管直径采用 $d_{\text{支}} = 75\text{mm}$, 流速 $v_{\text{支}} = 2.15\text{m/s}$

支管长度 $l_1 = \frac{B - (0.6 + 2 \times 0.1)}{2} = 2.55\text{m}$

核算 $l_1 / d_{\text{支}} = 2.55 / 0.075 = 34 < 60$

(3)支管孔眼

孔眼总面积 Ω 与滤池面积 f 的比值 α , 采用 $\alpha = 0.24\%$, 则

$$\Omega = \alpha f = 0.0024 \times 48 = 0.115\text{m}^2$$

孔径采用 $d_0 = 12\text{mm} = 0.012\text{m}$

单孔面积 $\omega = \pi d_0^2 / 4 = 3.14 \times 0.012^2 / 4 = 113 \times 10^{-6} \text{m}^2$

孔眼总数 $n_3 = \Omega / \omega = 0.115 / 113 \times 10^{-6} = 1300$ (个)

每一支管孔眼数 (分两排交错排列) 为:

$$n_4 = n_3 / n_2 = 1300 / 64 = 20 \text{ (个)}$$

孔眼中心距 $s_0 = 2l_1 / n_4 = 2 \times 2.55 / 20 = 0.26\text{m}$

孔眼平均流速 $v_0 = q / (10\alpha) = 12 / (10 \times 0.24) = 5\text{m/s}$

4.2.8 冲洗水箱

冲洗水箱与滤池合建, 置于滤池操作室屋顶上。

(1) 容量 V

冲洗历时采用 $t_0 = 6\text{min}$

$$\begin{aligned} V &= 1.5 \times (qft_0 \times 60) / 1000 = 0.09qft_0 \\ &= 1.5 \times 12 \times 48 \times 6 \times 60 / 1000 = 311\text{m}^3 \end{aligned}$$

水箱内水深, 采用 $h_{\text{箱}} = 3.5\text{m}$

$$\text{圆形水箱直径 } D_{\text{箱}} = \sqrt{\frac{4V}{\pi h_{\text{箱}}}} = \sqrt{\frac{4 \times 311}{\pi \times 3.5}} = 11\text{m}$$

(2) 设置高度

水箱底至冲洗排水箱的高差 ΔH , 由以下几部分组成。

a. 水箱与滤池间冲洗管道的水头损失 h_1

管道流量 $Q_{\text{冲}} = q_{\text{冲}} = 0.576\text{m}^3/\text{s}$

管径采用 $D_{\text{冲}} = 600\text{mm}$, 管长 $l = 70\text{m}$

查水力计算表得: $v_{\text{冲}} = 2.55\text{m/s}$, $1000i = 13.5$

冲洗管道上的主要配件及其局部阻力系数合计 $\sum \xi = 7.38$

$$h_1 = il_{\text{冲}} + \sum \xi v^2 / 2g = 13.5 \times 70 / 1000 + 7.38 \times 2.55^2 / (2 \times 9.81) = 3.39 \text{ mH}_2\text{O}$$

b. 配水系统水头损失 h_2

h_2 按经验公式计算

$$h_2 = 8v_{干}^2 / (2g) + 10v_{支}^2 / (2g) = 8 \times 1.5^2 / 19.62 + 10 \times 2.15^2 / 19.62 = 3.28 \text{ mH}_2\text{O}$$

c. 承托层水头损失 h_3

承托层厚度采用 $H_0 = 0.45 \text{ m}$

$$h_3 = 0.022 H_0 q = 0.022 \times 0.45 \times 12 = 0.12 \text{ mH}_2\text{O}$$

d. 滤料层水头损失 h_4

$$h_4 = (\rho_2 / \rho_1 - 1)(1 - m_0)L_0$$

式中 ρ_2 — 滤料的密度，石英砂为 2.65 t/m^3 ；

ρ_1 — 水的密度， t/m^3 ；

m_0 — 滤料层膨胀前的孔隙率（石英砂为 0.41）；

L_0 — 滤料层厚度，m。

所以 $h_4 = (2.65 / 1 - 1)(1 - 0.41) \times 0.7 = 0.68 \text{ mH}_2\text{O}$

e. 备用水头 $h_5 = 1.5 \text{ mH}_2\text{O}$

则 $\Delta H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = 9.0 \text{ mH}_2\text{O}$

5 消毒

5.1 加药量的确定

水厂远期 10 万 m^3/d ，设计水量为 $Q_1 = 100000 \text{ m}^3 / \text{d} = 4166.7 \text{ m}^3 / \text{h}$

最大投氯量为 $a = 3 \text{ mg/L}$

加氯量为：

$$Q = 0.001 a Q_1 = 0.001 \times 3 \times 4166.7 = 12.5 \text{ kg/h}$$

储氯量（按一个月考虑）为：

$$G = 30 \times 24 Q = 30 \times 24 \times 12.5 = 9000 \text{ kg/月}$$

5.1 加氯间的布置

水厂所在地主导风向为东北风，加氯间靠近滤池和清水池，设在水厂的西南部。

在加氯间、氯库低处各设排风扇一个，换气量每小时 8~12 次，并安装漏气探测器，其位置在室内地面以上 20cm。设置漏气报警仪，当检测的漏气量达到 2~3mg/kg 时即报警，切换有关阀门，切断氯源，同时排风扇动作。

为搬运氯瓶方便，氯库内设单轨电动葫芦一个，轨道在氯瓶正上方，轨道通

到氯库大门以外。

加氯间外布置防毒面具、抢救材料和工具箱,照明和通风设备在室外设开关。
在加氯间引入一根 DN50 的给水管,水压大于 20mH₂O,供加氯机投药用;
在氯库引入 DN32 给水管,通向氯瓶上空,供喷淋用。

6 其他设计

6.1 清水池的设计

近期设置两座清水池以适应水厂 $5 \times 10^4 \text{ m}^3 / \text{d}$ 的产水量,远期再增设两座同等规模的清水池。

$$\text{清水池容积 } V = Q \times 15\% = 5 \times 10^4 \times 15\% = 7500 \text{ m}^3$$

池深采用 $h=3\text{m}$,则清水池平面面积为 $A=V/h=7500/3=2500 \text{ m}^2$,采用边长 50m 的正方形。

6.1 吸水井的设计

吸水井的应高出地面 20cm,吸水井深为 3.6m,宽为 2m,长度 12m。

6.2 二泵房的设计

二泵房中泵型号的选择:4 用一备

流量 $Q = 1041.67 \text{ m}^3 / \text{h}$,扬程 $H = 40.0 \text{ m}$,查给《排水设计手册 11 册—常用设备》选泵。

四川新达水泵厂生长的 S_{350-44} 型,电机型号为 JS_2-400S_1-4

水泵的参数如下:

型号	流量 (m^3 / h)	扬程	转数	功率 (KW)	配电动机功率 (KW)	效率 (%)	允许吸上真空度 (m)
S_{350-44}	972	50	1450n/min	164	220	81	4.5
	1260	44		177.6		87	
	1440	37		189		79	

泵房的尺寸:40m×10m,长度为控制间 4m,泵轴之间的间距为 4.0m,靠近控制间的泵与靠近吊装间的泵距离墙的距离也为 4.0m,另外设 4.0m 做为吊装机械电葫芦用,共计 40m。宽度为吸水管 4.5m,泵基础的长度为 2.5m,压水管 3m,共计 10m。

6.3 辅助建筑物面积设计

生活辅助建筑物面积应按水厂管理体制、人员编制和当地建筑标准确定。生产辅助建筑物面积根据水厂规模、工艺流程和当地的具体情况而定。

7 水厂总体布置

7.1 水厂的平面布置

水厂的平面布置应考虑以下几点要求:

(1) 布置紧凑,以减少水厂占地面积和连接管渠的长度,并便于操作管理。但各构筑物之间应留处必要的施工和检修间距和管道地位;

-
- (2) 充分利用地形, 力求挖填土方平衡以减少填、挖土方量和施工费用;
 - (3) 各构筑物之间连接管应简单、短捷, 尽量避免立体交叉, 并考虑施工、检修方便。此外, 有时也需要设置必要的超越管道, 以便某一构筑物停产检修时, 为保证必须供应的水量采取应急措施;
 - (4) 建筑物布置应注意朝向和风向;
 - (5) 有条件时最好把生产区和生活区分开, 尽量避免非生产人员在生产区通行和逗留, 以确保生产安全;
 - (6) 对分期建造的工程, 既要考虑近期的完整性, 又要考虑远期工程建成后整体布局的合理性。还应该考虑分期施工方便。

7.2 水厂的高程布置

在处理工艺流程中, 各构筑物之间水流应为重力流。两构筑物之间水面差即为流程中的水头损失, 包括构筑物本身, 连接管道, 计量设备等水头损失在内。水头损失应通过计算确定, 并留有空地。

8 设计体会

通过这次课程设计, 我对我们给水排水工程专业的任务及目前的形势有了更深刻的了解。我还掌握了很多关于给水处理方面的知识, 巩固了所学的理论知识, 把书本上的理论知识和通过实践接触到的实际结合起来, 培养了解决实际工程问题的能力。

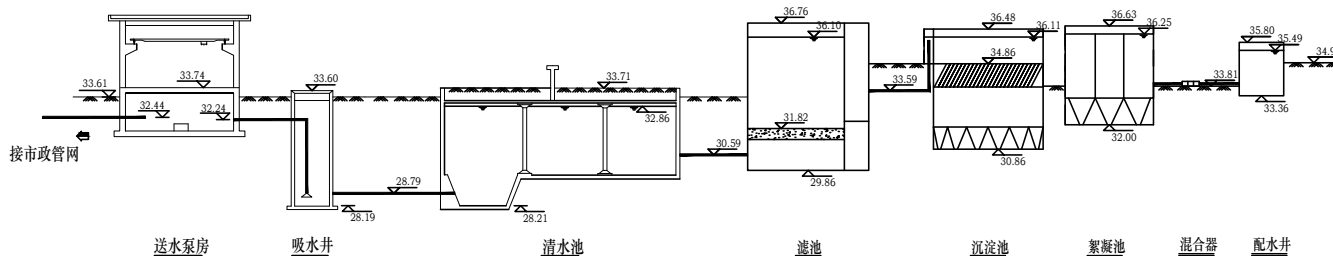
同时, 我也发现了我的不足之处, 那就是我的专业理论基础还不够扎实, 观察不仔细, 考虑问题不全面, 还需要通过进一步的学习和锻炼来提升自己。

总之, 这次课程设计加深了我对本专业的了解, 更加增添了我对本专业的信心。一句话, 给排水前途无量。

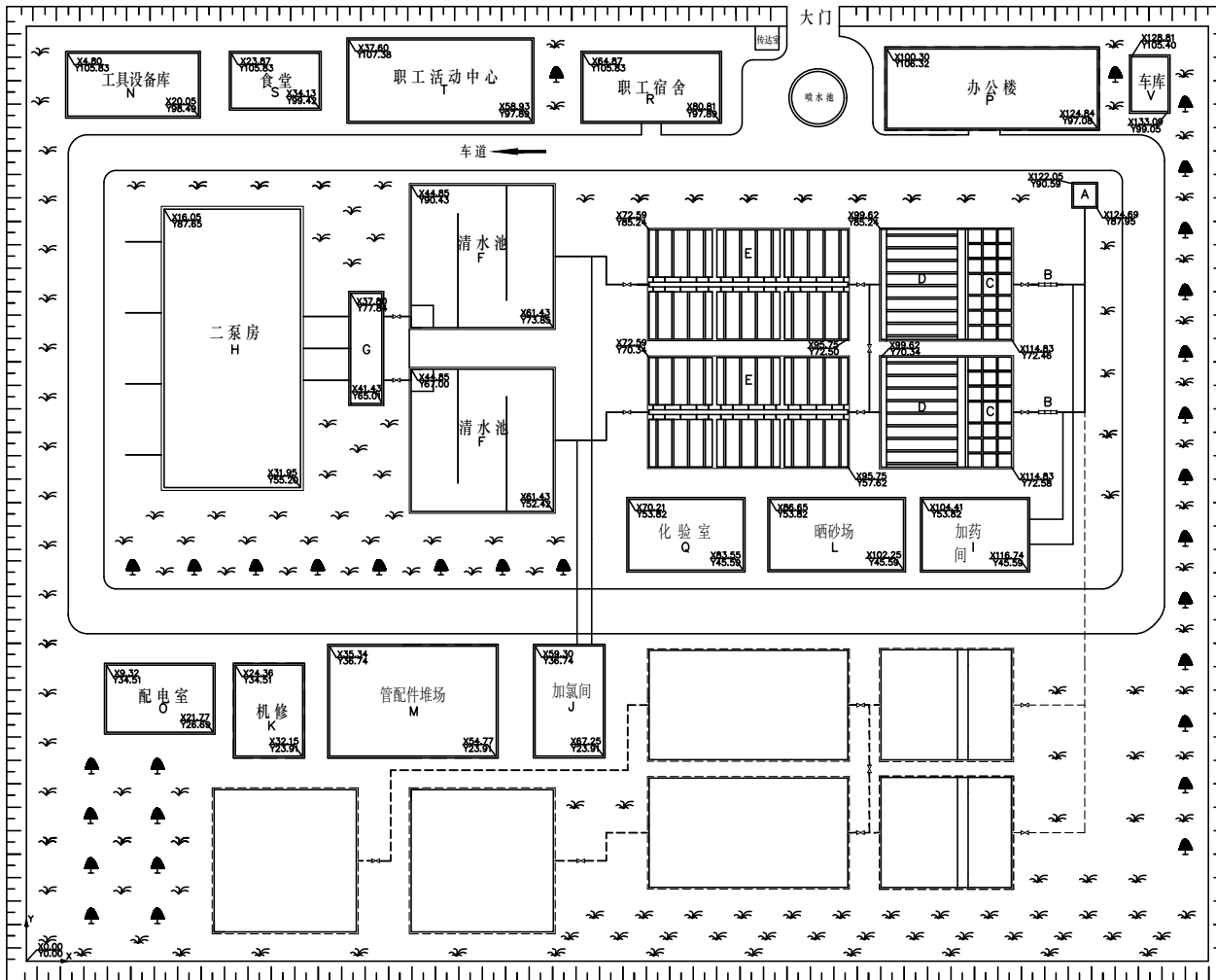
参考文献

- 1 严煦世, 范瑾初. 给水工程 (第四版). 北京: 中国建筑工业出版社, 1999
- 2 崔玉川. 给水厂处理设施设计计算. 北京: 化学工业出版社, 2003
- 3 崔玉川. 净水厂设计知识. 北京: 中国建筑工业出版社, 1999
- 4 给水排水设计手册 (第 3、14 册). 北京: 中国建筑工业出版社, 1986





净水厂高程布置图



净水厂平面布置图

1:500

构筑物及建筑物一览表

编号	名称	规格	材料	单位	数量	备注
A	配水井	2100×2100×2500	钢混	个	1	
B	混合器	Dg900	钢混	个	2	
C	栅条絮凝池	14000×6000×5400	钢混	座	2	一、二期各2座
D	斜管沉淀池	13000×9000×4800	钢混	座	2	一、二期各2座
E	普通快滤池	25000×15000×4700	钢混	座	2	一、二期各2座
F	清水池	50000×50000×3600	钢混	座	2	一、二期各2座
G	吸水井	12000×2000×3600	钢混	座	1	一、二期各1座
H	二泵房	10000×3000×5000	砖混	座	1	
I	加药间	F=100m	砖混	间	1	二层
J	加氯间	F=20m	砖混	间	1	
K	机修	F=150m	砖混	间	1	二层
L	晒砂场	F=50m	水泥	个	1	
M	管配件堆场	F=80m	砖混	个	1	
N	工具设备库	F=120m	砖混	间	1	
O	配电室	F=50m	砖混	间	1	
P	办公楼	F=570m	砖混	栋	1	三层
Q	化验室	F=100m	砖混	间	1	
R	职工宿舍	F=300m	砖混	栋	1	三层
S	食堂	F=70m	砖混	间	1	
T	职工活动中心	F=100m	砖混	间	1	
U	传达室	F=9m	砖混	间	1	
V	车库	F=15m	砖混	间	1	

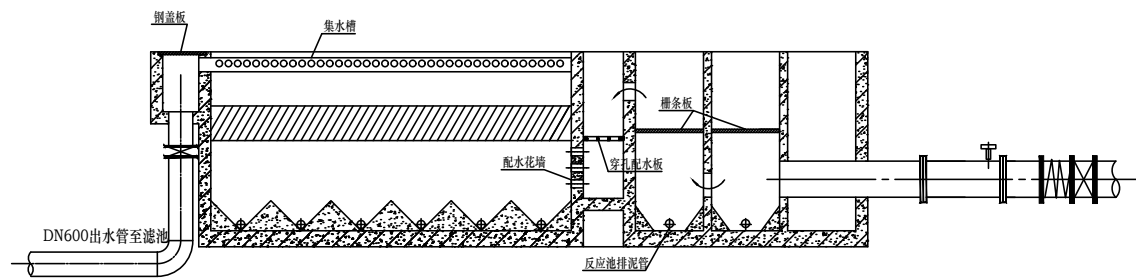
图例

图例	名称	图例	名称
	给水管		围墙
	混合器		地面标高
	公路		井底标高
	阀门		草地

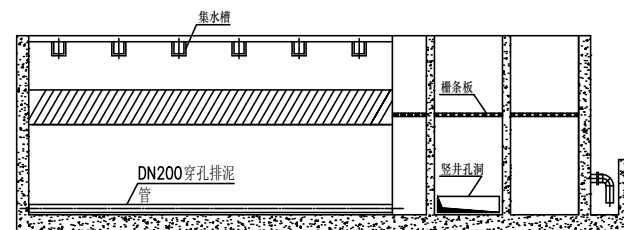
说明:

- 本图尺寸单位除高程以米计外，其余均以毫米计。
- 本净水厂设计分两期建成，总规模为10万吨/日，占地约18000平方米，绿化面积为40%。
- 清水池和水泵房的相对位置应按图放线施工。

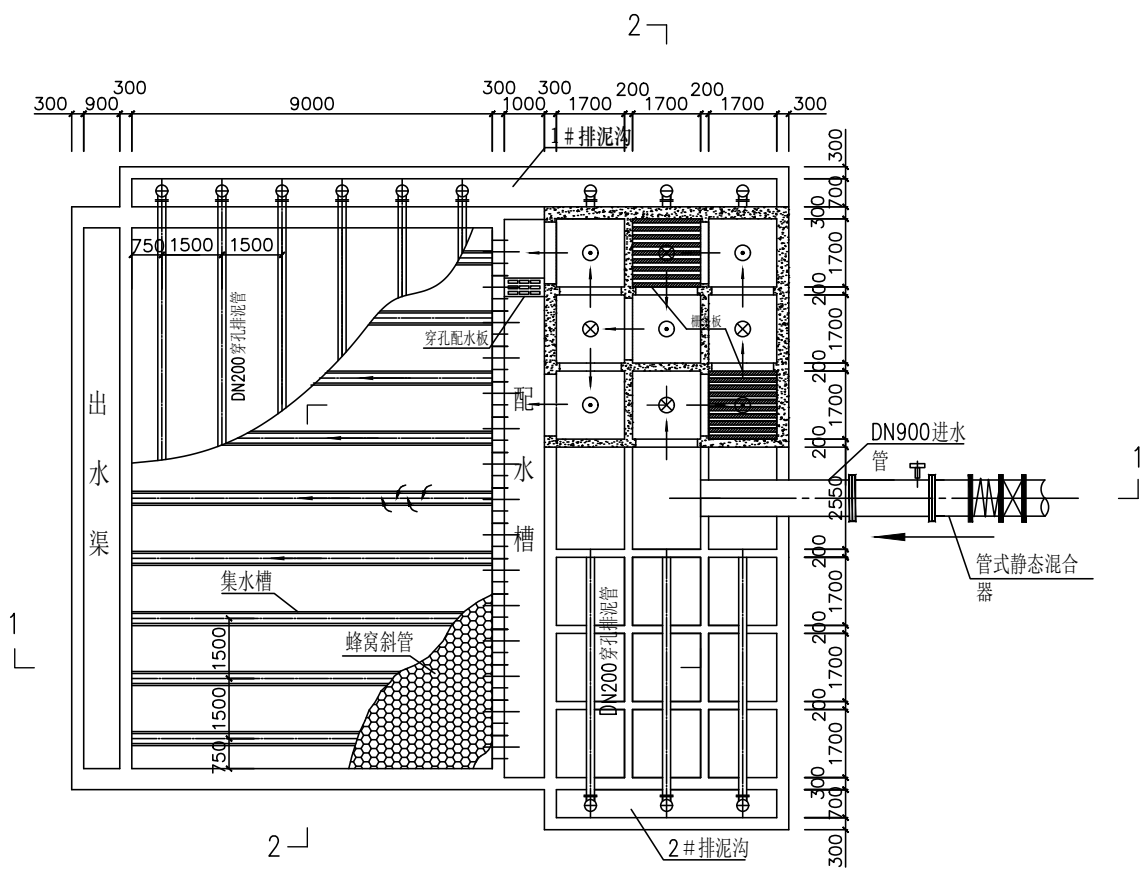
工程名称		子项	
净水厂设计		净水厂平面布置图	
制图		图别	水初
校对		图号	01
审核		日期	2005.12



1-1剖面图



2-2剖面图



平面图
1:100

说明:

1. 本图尺寸单位: 标高以m计, 其余均以mm
2. 絮凝池前段设置密栅条, 中段设疏栅条, 后段不设栅条。
栅条尺寸为50mmx50mmx1700mm。
3. 钢制集水槽表面防腐采用环氧漆处理。
4. 排泥管出户后降至冰冻线以下, 排至厂区排水井。

工程名称		子项	设计号
制 图		栅条絮凝-斜管沉淀池	图 号
校 对		工 艺 图	02
审 核			日期 2005.12