

# 前 言

在我国经济高速发展的今天，污水处理事业取得了较大的发展，已有一批城市兴建了污水处理厂，一大批工业企业建设了工业废水处理厂（站），更多的城市和工业企业在规划、筹划和设计污水处理厂。水污染防治、保护水环境，造福子孙后代的思想已深入人心。

近几十年来，污水处理技术无论在理论研究方面还是在应用发面，都取得了一定的进步，新工艺、新技术大量涌现，氧化沟系统和高效低耗的污水处理技术，如各种类型的稳定塘、土体处理系统、湿地系统都取得了长足的进步和应用。这些新工艺、新技术已成为水污染防治领域的热门研究课题。在国家科委、建设部、国家环境保护局的组织和领导下，广泛、深入地开展了这些课题的科学研究工作，取得了一批令人瞩目的研究成果。

不应回避，我国面临水资源短缺的严重事实，北方一些城市人民生活水平的提高和工农业生产的发展已受到水资源不足的制约。城市污水和工业废水回用，以城市污水作为第二水源的趋势，不久将成为必然。这就是我国污水事业面临的现实。作为给水排水工程专业的学生，就更应该深刻地了解这种形势，掌握并发展污水处理的新工艺、新技术，成为跨世纪的工程技术人才，将我国的污水处理事业提升到一个新的高度。

本次设计的题目是污水处理厂设计。目的是让学生了解排水工程的设计内容与方法，其中包括了城市排水管网的规划与设计 and 污水处理厂的建设以及工艺流程的选用，收获甚多，为日后的学习与工作积累了宝贵的经验。设计成果包括设计说明书与工艺平面图、高程图。在此，还要对老师的悉心指导表示感谢。

# 目 录

第一篇 设计任务及原始资料 .....	3
第一章 设计任务 .....	3
第二章 设计原始资料 .....	4
第二篇 设计说明 .....	5
第一章 城市污水处理厂设计 .....	5
第一节 污水厂选址 .....	5
第二节 工艺流程 .....	5
第二章 处理构筑物工艺设计 .....	7
第一节 设计流量的确定 .....	7
第二节 泵前中格栅设计计算 .....	7
第三节 污水提升泵房设计计算 .....	9
第四节 泵后细格栅设计计算 .....	10
第五节 沉砂池设计计算 .....	11
第六节 辐流式初沉池设计计算 .....	14
第七节 传统活性污泥法鼓风曝气池设计计算 .....	16
第八节 向心辐流式二沉池设计计算 .....	19
第九节 计量槽设计计算 .....	1
第三章 泥处理构筑物设计与计算 .....	2
第一节 污泥量计算 .....	2
第二节 污泥泵房设计计算 .....	2
第三节 污泥重力浓缩池设计计算 .....	2
第四节 贮泥池设计计算 .....	4
第五节 污泥厌氧消化池设计计算 .....	4
第六节 机械脱水间设计计算 .....	6
第四章 污水处理厂的平面布置 .....	6
第五章 污水厂的高程布置 .....	7
第一节 控制点高程的确定 .....	7
第二节 各处理构筑物及连接管渠的水头损失计算 .....	7
第三节 污水系统高程计算 .....	8
第四节 污泥系统高程计算 .....	9
设计体会 .....	10
参考文献 .....	11

# 第一篇 设计任务及原始资料

## 第一章 设计任务

### 一. 设计题目:

污水处理工艺设计

### 二. 设计任务与内容:

1. 污水处理工艺选择及各工艺单元的设计, 包括工艺流程的确定, 各单体构筑物的工艺设计。

2. 污泥处理方法选择及污泥处理构筑物的工艺设计计算。包括工艺流程的确定, 单体构筑物的工艺设计;

3. 污水泵站的工艺设计。可以是终点泵站, 也可以是中途提升泵站。包括选泵、泵站工艺设计计算和泵站工艺图的绘制;

4. 污水处理厂的平面布置。包括污水处理厂处理构筑物 and 辅助建筑物的平面布置图及工艺平面图绘制;

5. 污水处理厂竖向布置及高程计算。

### 三. 基本要求

#### 1. 污水处理厂设计要求

(1) 根据水体自净能力以及要求的处理水质并结合当地的具体条件, 如水资源情况、水体污染情况等来确定污水处理程度与处理工艺流程。无特殊要求时, 污水级处理后其水质应达《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)中的一级A标准, 即

$$\begin{aligned} \text{BOD}_5 &\leq 10\text{mg/L} & \text{COD}_{\text{Cr}} &\leq 50\text{mg/L} \\ \text{SS} &\leq 10\text{mg/L} & \text{TN} &\leq 15\text{mg/L} \\ \text{NH}_4^+-\text{N} &\leq 5(8)\text{mg/L} & \text{TP} &\leq 0.5\text{mg/L} \end{aligned}$$

(2) 污水泵站工艺要求要确定水泵机组的台数、水泵型号、泵站的构造形式以及集水池的容积, 并应进行泵站水泵机组管道水力计算和电器设备等布置的设计, 泵站的建筑与结构设计可参照标准图大致来确定。

(3) 根据原始资料、当地具体情况以及污水性质与成分, 选择适合的污泥处理工艺方法, 进行各单位构筑物的设计计算。

(4) 污水处理厂平面布置要紧凑合理, 节省占地面积, 同时应保证运行管理方便。

(5) 在确定污水处理工艺流程时, 同时选择适宜的各处理单体构筑物的类型。对所有构筑物都进行设计计算, 包括确定各有关设计参数、负荷、尺寸与所需的材料与规格等。

(6) 对需要绘制工艺施工图的构筑物还要进行更详细的施工图所必须的设计与计算, 包括各部位构件的形式、构成与具体尺寸等。

(7) 对污水与污泥处理系统要作出较准确的水力计算与高程计算。

#### 2. 图纸的具体要求

(1) 污水处理厂总平面布置图, 2号1张。

(2) 污水处理厂高程布置图, 2号1张。

#### 3. 设计计算说明书的具体要求

毕业设计计算说明书要结构严谨、层次分明、语言流畅、书写工整、简图合理、

计算正确，符合学科、专业的有关要求。

## 第二章 设计原始资料

### 1. 地形与城市规划资料

(1) 厂区地形平坦，地面标高50.00m，污水厂处理水排入附近水体，该河流靠近污水处理厂处河面的最高水位为50.00m。城市排水系统采用分流制排水系统，城市污水主干管由西北方向流入污水处理厂厂区，主干管进厂处的管道水面标高为45.00m。

(2) 城市各区人口密度与居住区生活污水量标准：

城市各区人口密度和污水量标准

区域	服务人口 (万人)	污水量标准 (升/人·日)
I区	20	120
II区	20	105
III区	10	135

(3) 工业企业与公共建筑的排水量和水质资料：

工业企业与公共建筑的排水量和水质资料

企业或公共建筑名称	日排水量 m <sup>3</sup> /d	最大排水量 m <sup>3</sup> /h	SS Mg/l	BOD <sub>5</sub> Mg/l
甲厂	3100	180	520	510
乙厂	1800	105	600	430
丙厂	1310	73	700	720

### 2. 气象资料

(1) 气温资料：年平均20摄氏度，夏季平均30摄氏度，冬季平均12摄氏度。

(2) 常年主导风向：非采暖季节主导风向西北风；

(3) 冰冻期15日；

(4) 年平均降雨量200mm

### 3. 地质资料：

城市地质资料

	土壤性质	冰冻深度 (m)	地下水位 (m)
污水处理厂处	粉质粘土	0.3	6.5—7.2

## 第二篇 设计说明

### 第一章 城市污水处理厂设计

#### 第一节 污水厂选址

未经处理的城市污水任意排放，不仅会对水体产生严重污染，而且直接影响城市发展和生态环境，危及国计民生。所以，在污水排入水体前，必须对城市污水进行处理。而且工业废水排入城市批水管网时，必须符合一定的排放标准。最后流入管网的城市污水统一送至污水处理厂处理后排入水体。

在设计污水处理厂时，选择厂址是一个重要环节。厂址对周围环境、基建投资及运行管理都有很大影响。

选择厂址应遵循如下原则：

1. 为保证环境卫生的要求，厂址应与规划居住区或公共建筑群保持一定的卫生防护距离，一般不小于300米。
2. 厂址应设在城市集中供水水源的下游不小于500米的地方。
3. 厂址应尽可能设在城市和工厂夏季主导风向的下方。
4. 要充分利用地形，把厂址设在地形有适当坡度的城市下游地区，以满足污水处理构筑物之间水头损失的要求，使污水和污泥有自流的可能，以节约动力。
5. 厂址如果靠近水体，应考虑汛期不受洪水的威胁。
6. 厂址应设在地质条件较好、地下水位较低的地区。
7. 厂址的选择要考虑远期发展的可能性，有扩建的余地。

#### 第二节 工艺流程

##### 1. 污水处理工艺流程

处理厂的工艺流程是指在到达所要求的处理程度的前提下，污水处理个单元的有机结合，构筑物的选型则是指处理构筑物形式的选择，两者是互有联系，互为影响的。

水体有一定的自净能力，可根据水体自净能力来确定污水处理程度。设计中既要充分利用水体的自净能力，又要防止水体遭到污染，破坏水体的正常使用价值，采用何种处理流程还要根据污水的水质和水量，回收其中有用物质的可能性和经济性，排放水

体的具体规定，并通过调查研究和经济比较后决定，必要时还应当进行科学论证。城市生活污水一般以BOD物质为其主要去除对象，因此，处理流程的核心是二级生物处理法——活性污泥法为主。

生活污水和工业废水中的污染物质是多种多样的，不能预期只用一种方法就能把所有的污染物质去除干净，一种污水往往需要通过由几种方法组成的处理系统，才能达到处理要求的程度。

按处理程度分，污水处理可分为一级、二级和三级。一级处理的内容是去除污

水中呈悬浮状态的固体污染物质，经过一级处理后，污水中的BOD只去除30 %左右，仍不能排放，还必须进行二级处理。二级处理的主要任务是大量去除污水中呈胶体和溶解性的有机污染物质（BOD），去除率可达97%以上，去除后的BOD含量可降低到20-30 mg/l。一般，经过二级处理后，污水已具备排放水体的标准了。一级和二级处理法是城市污水经常采用的，属于常规处理方法。当对处理过的污水有特殊的要求时，才继续进行三级处理。

具体的流程为：污水进入水厂，经过格栅至集水间，由水泵提升到平流沉砂池经，经初沉池沉淀后，大约可去初SS 45%, BOD 25%

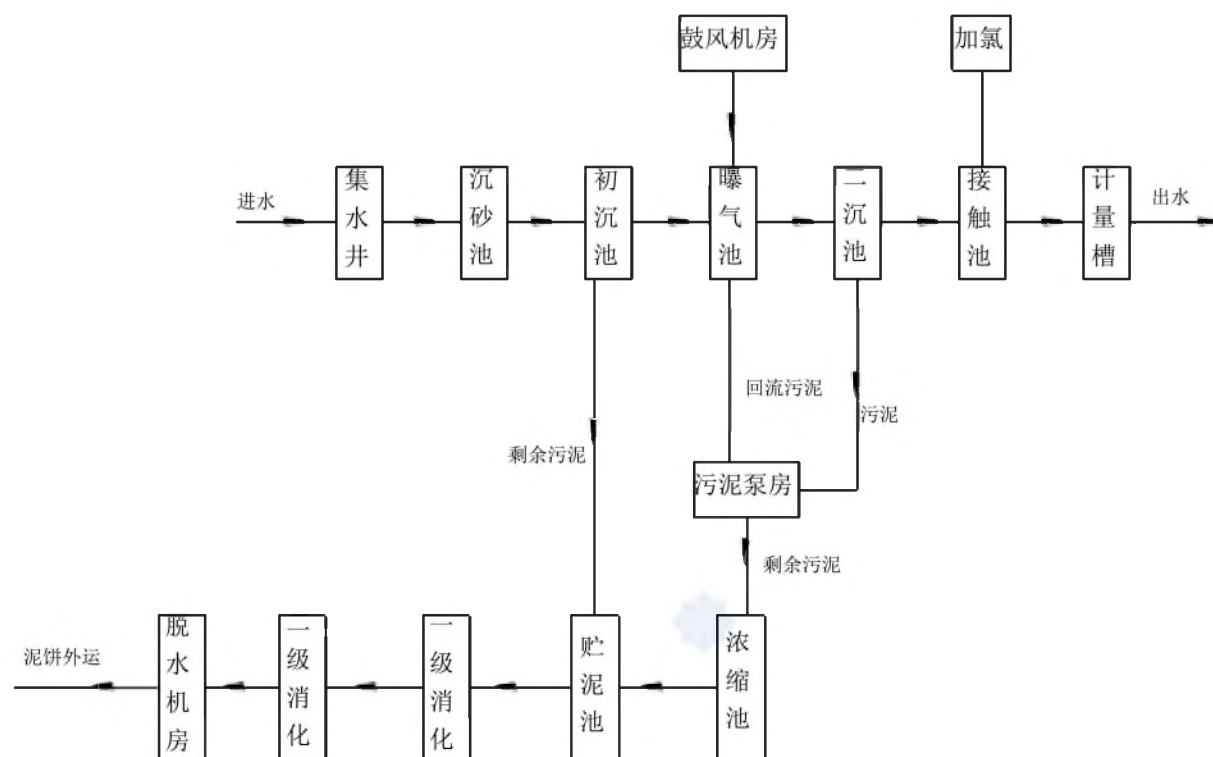
. 污水进入曝气池中曝气，可从一点进水，采用传统活性污泥法，也可采用多点进水的阶段曝气法。在二次沉淀池中，活性污泥沉淀后，回流至污泥泵房。二沉池出水经加氯处理后，排入水体。

## 2. 污泥处理工艺流程

污泥是污水处理的副产品，也是必然的产物，如从沉淀池排出的沉淀污泥，从生物处理排出的剩余活性污泥等。这些污泥如果不加以妥善处理，就会造成二次污染。污泥处理的方法是厌氧消化，在厌氧消化过程中产生大量的消化气（即沼气）是宝贵的能源，消化后的污泥含水率仍然很高，不宜长途输送和使用，因此，还需要进行脱水和干化等处理。

具体过程为：二沉池的剩余污泥由螺旋泵提升至浓缩池，浓缩后的污泥进入贮泥池，再由泥控室投泥泵提升入消化池，进行中温二级消化。一级消化池的循环污泥进行套管加热，并用搅拌。二级消化池不加热，利用余热进行消化，消化后污泥送至脱水机房脱水，压成泥饼，泥饼运至厂外，可用做农业肥料。

消化池产生沼气，一部分用于一级消化池的沼气搅拌，一部分用于沼气发电。本设计采用的工艺流程如下图所示。



## 第二章 处理构筑物工艺设计

### 第一节 设计流量的确定

#### 1. 平均日流量

平均日流量为  $Q_a=12.5\text{万m}^3/\text{d}$

#### 2. 最大日流量

污水日变化系数取  $K_{\text{日}}=\frac{K_z}{K_h}=\frac{1.3}{1.2}=1.08$ ，而  $Q_d=K_{\text{日}}\times Q_a$ ，则有：

最大日流量  $Q_d=K_{\text{日}}\times Q_a=1.08\times 12.5=13.5\text{万m}^3/\text{d}$

#### 3. 最大日最大时流量（设计最大流量）

时变化系数取  $K_{\text{时}}=1.2$ ，而  $Q_h=K_{\text{时}}\times\frac{Q_d}{24}$ ，则有：

最大日最大时流量  $Q_h=K_{\text{时}}\times\frac{Q_d}{24}=1.2\times\frac{13.5}{24}=0.675\text{万m}^3/\text{h}$

### 第二节 泵前中格栅设计计算

中格栅用以截留水中的较大悬浮物或漂浮物，以减轻后续处理构筑物的负荷，用来去除那些可能堵塞水泵机组驻管道阀门的较粗大的悬浮物，并保证后续处理设施能正常运行的装置。

#### 1. 格栅的设计要求

(1) 水泵处理系统前格栅栅条间隙，应符合下列要求：

- 1) 人工清除 25~40mm
- 2) 机械清除 16~25mm
- 3) 最大间隙 40mm

(2) 过栅流速一般采用 0.6~1.0m/s.

(3) 格栅倾角一般用  $45^\circ\sim 75^\circ$ 。机械格栅倾角一般为  $60^\circ\sim 70^\circ$ 。

(4) 格栅前渠道内的水流速度一般采用 0.4~0.9m/s.

(5) 栅渣量与地区的特点、格栅间隙的大小、污水量以及下水道系统的类型等因素有关。在无当地运行资料时，可采用：

- 1) 格栅间隙 16~25mm 适用于  $0.10\sim 0.05\text{m}^3$  栅渣/ $10^3\text{m}^3$  污水；
- 2) 格栅间隙 30~50mm 适用于  $0.03\sim 0.01\text{m}^3$  栅渣/ $10^3\text{m}^3$  污水。

(6) 通过格栅的水头损失一般采用 0.08~0.15m。

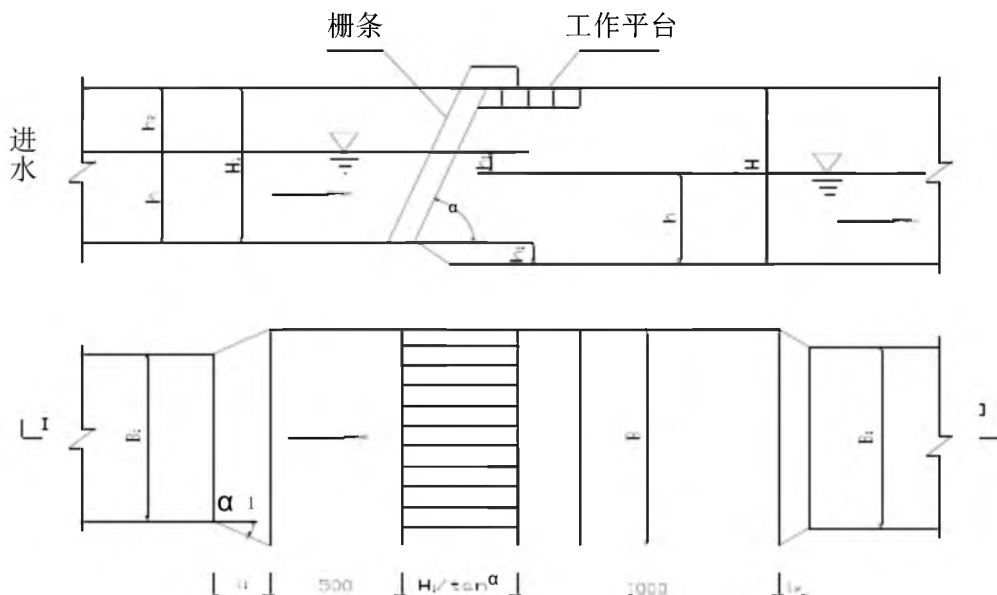


图1 中格栅计算草图

## 2. 格栅尺寸计算

设计参数确定:

设计流量  $Q_1=0.938\text{m}^3/\text{s}$  (设计 2 组格栅), 以最高日最高时流量计算;

栅前流速:  $v_1=0.7\text{m}/\text{s}$ ,

过栅流速:  $v_2=0.9\text{m}/\text{s}$ ;

渣条宽度:  $s=0.01\text{m}$ ,

格栅间隙:  $e=0.02\text{m}$ ;

栅前部分长度:  $0.5\text{m}$ ,

格栅倾角:  $\alpha = 60^\circ$ ;

单位栅渣量:  $w_1=0.05\text{m}^3$  栅渣/ $10^3\text{m}^3$  污水。

设计中的各参数均按照规范规定的数值来取的。

(1) 确定格栅前水深, 根据最优水力断面公式  $Q_1 = \frac{B_1^2 v_1}{2}$  计算得:

$$\text{栅前槽宽 } B_1 = \sqrt{\frac{2Q_1}{v_1}} = \sqrt{\frac{2 \times 0.938}{0.7}} = 1.64\text{m}, \text{ 则栅前水深 } h = \frac{B_1}{2} = \frac{1.64}{2} \approx 0.82\text{m}$$

(2) 栅条间隙数:  $n = \frac{Q_1 \sqrt{\sin \alpha}}{e h v_2} = \frac{0.938 \times \sqrt{\sin 60^\circ}}{0.02 \times 0.64 \times 0.9} = 75.7$  (取  $n=76$ )

(3) 栅槽有效宽度:  $B_0 = s(n-1) + en = 0.01 \times (76-1) + 0.02 \times 76 = 2.27\text{m}$

考虑  $0.4\text{m}$  隔墙:  $B = 2B_0 + 0.4 = 4.94\text{m}$

(4) 进水渠道渐宽部分长度:

$$\text{进水渠宽: } B' = \frac{Q_{\max}}{v_1 h} = \frac{1.87}{0.7 \times 0.64} = 4.17\text{m}$$

$$L_1 = \frac{B - B'}{2 \tan \alpha_1} = \frac{4.94 - 4.17}{2 \tan 20^\circ} = 1.06\text{m}$$

(其中  $\alpha_1$  为进水渠展开角, 取  $\alpha_1 = 20^\circ$ )



(5) 栅槽与出水渠道连接处的渐窄部分长度

$$L_2 = \frac{L_1}{2} = \frac{1.06}{2} \approx 0.53m$$

(6) 过栅水头损失 ( $h_1$ )

设栅条断面为锐边矩形截面，取  $k=3$ ，则通过格栅的水头损失：

$$h_1 = kh_0 = k\varepsilon \frac{v_2^2}{2g} \sin \alpha = 3 \times 2.42 \times \left(\frac{0.01}{0.02}\right)^3 \times \frac{0.9^2}{2 \times 9.81} \sin 60^\circ = 0.103m$$

其中： $\varepsilon = \beta(s/e)^{4/3}$

$h_0$ ：水头损失；

$k$ ：系数，格栅受污物堵塞后，水头损失增加倍数，取  $k=3$ ；

$\varepsilon$ ：阻力系数，与栅条断面形状有关，当为矩形断面时  $\beta = 2.42$ 。

(7) 栅后槽总高度 ( $H$ )

本设计取栅前渠道超高  $h_2=0.3m$ ，则栅前槽总高度  $H_1=h+h_2=0.64+0.3=0.94m$

$$H=h+h_1+h_2=0.64+0.103+0.3=1.04m$$

(8) 栅槽总长度

$$\begin{aligned} L &= L_1 + L_2 + 0.5 + 1.0 + (0.64 + 0.30) / \tan \alpha \\ &= 1.06 + 0.53 + 0.5 + 1.0 + (0.64 + 0.30) / \tan 60^\circ \\ &= 4.7m \end{aligned}$$

(9) 每日栅渣量

在格栅间隙在 20mm 的情况下，每日栅渣量为：

$$W = \frac{Q_{\max} \times \omega_1 \times 86400}{K_z \times 1000} = \frac{1.875 \times 0.05 \times 86400}{1.30 \times 1000} = 6.23(m^3/d) > 0.2m^3/d \quad \text{所以宜采用}$$

机械清渣。

### 第三节 污水提升泵房设计计算

#### 1. 提升泵房设计说明

本设计采用传统活性污泥法工艺系统，污水处理系统简单，只考虑一次提升。污水经提升后入平流沉砂池，然后自流通过初沉池、曝气池、二沉池及，最后由出水管道排入涪江。

设计流量： $Q=6750m^3/h \approx 1875L/s$

1) 泵房进水角度不大于 45 度。

2) 相邻两机组突出部分得间距，以及机组突出部分与墙壁的间距，应保证水泵轴或电动机转子再检修时能够拆卸，并不得小于 0.8。如电动机容量大于 55KW 时，则不得小于 1.0m，作为主要通道宽度不得小于 1.2m。

3) 泵站采用矩形平面钢筋混凝土结构半地下式，尺寸为 15 m×12m，高 12m，地下埋深 7m。

4) 水泵为自灌式。

#### 2. 泵房设计计算

各构筑物的水面标高和池底埋深计算见第五章的高程计算。

污水提升前水位 43 (既泵站吸水池最底水位)，提升后水位 53.96m (即细格栅前水面标高)。

所以，提升净扬程  $Z=53.96-43=10.96\text{m}$

水泵水头损失取  $2\text{m}$ ，安全水头取  $2\text{m}$

从而需水泵扬程  $H=15\text{m}$

再根据设计流量  $1.875\text{m}^3/\text{s}$ ，属于大流量低扬程的情形，考虑选用 5 台 350QW1200-18-90 型潜污泵（流量  $1200\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程  $18\text{m}$ ，转速  $990\text{r}/\text{min}$ ，功率  $90\text{kW}$ ），

四用一备，流量： $Q' = \frac{Q_{\max}}{4} = \frac{1.875}{4} = 0.47\text{m}^3/\text{s} = 2520\text{m}^3/\text{h}$

集水池容积：考虑不小于一台泵  $5\text{min}$  的流量： $W = \frac{Q'}{60} \times 5 = \frac{2520}{60} \times 5 = 210\text{m}^3$

取有效水深  $h=1.3\text{m}$ ，则集水池面积为： $A = \frac{W}{h} = \frac{210}{1.3} = 161.5\text{m}^2$

泵房采用圆形平面钢筋混凝土结构，尺寸为  $15\text{m} \times 12\text{m}$ ，泵房为半地下式地下埋深  $7\text{m}$ ，水泵为自灌式。

#### 第四节 泵后细格栅设计计算

##### 1. 细格栅设计说明

污水由进水泵房提升至细格栅沉砂池，细格栅用于进一步去除污水中较小的颗粒悬浮、漂浮物。细格栅的设计和格栅相似。

##### 2. 设计参数确定：

已知参数： $Q=125000\text{m}^3/\text{d}$ ， $K_p=1.3$ ， $Q_{\max}=6750\text{m}^3/\text{h}=1.875\text{m}^3/\text{s}$ 。栅条净间隙为  $3-10\text{mm}$ ，取  $e=10\text{mm}$ ，格栅安装倾角  $60^\circ$  过栅流速一般为  $0.6-1.0\text{m}/\text{s}$ ，取  $V=0.9\text{m}/\text{s}$ ，栅条断面为矩形，选用平面 A 型格栅，栅条宽度  $S=0.01\text{m}$ ，其渐宽部分展开角度为  $20^\circ$

设计流量  $Q=1.875\text{m}^3/\text{s}=1875\text{L}/\text{s}$

栅前流速  $v_1=0.7\text{m}/\text{s}$ ，

过栅流速  $v_2=0.9\text{m}/\text{s}$ ；

栅条宽度  $s=0.01\text{m}$ ，

格栅间隙  $e=10\text{mm}$ ；

栅前部分长度  $0.5\text{m}$ ，

格栅倾角  $\alpha = 60^\circ$ ；

单位栅渣量  $\omega = 0.10\text{m}^3\text{栅渣}/10^3\text{m}^3\text{污水}$ 。

计算草图如图 2

##### 3. 设计计算

污水由两根污水总管引入厂区，故细格栅设计两组，每组的设计流量为： $Q=937.5\text{L}/\text{s}=0.938\text{m}^3/\text{s}$ 。

(1) 确定格栅前水深，根据最优水力断面公式  $Q_1 = \frac{B_1^2 v_1}{2}$  计算得栅前槽宽

$$B_1 = \sqrt{\frac{2Q_1}{v_1}} = \sqrt{\frac{2 \times 0.938}{0.7}} = 1.64\text{m}，\text{ 则栅前水深 } h = \frac{B_1}{2} = \frac{1.64}{2} \approx 0.82\text{m}$$

(2) 栅条间隙数  $n = \frac{Q_1 \sqrt{\sin \alpha}}{ehv_2} = \frac{0.938 \times \sqrt{\sin 60^\circ}}{0.01 \times 0.64 \times 0.9} = 151.5$  (取  $n=152$ )

(3) 栅槽有效宽度  $B = s(n-1) + en = 0.01(152-1) + 0.01 \times 152 = 3.03\text{m}$

(4) 进水渠道渐宽部分长度  $L_1 = \frac{B - B_1}{2 \tan \alpha_1} = \frac{3.03 - 1.64}{2 \tan 20^\circ} = 1.91\text{m}$

(其中 $\alpha_1$ 为进水渠展开角, 取 $\alpha_1=20^\circ$ )

(5) 栅槽与出水渠道连接处的渐窄部分长度  $L_2 = \frac{L_1}{2} = \frac{1.91}{2} \approx 0.95m$

(6) 过栅水头损失 ( $h_1$ )

因栅条边为矩形截面, 取  $k=3$ , 则

$$h_1 = kh_0 = k\varepsilon \frac{v_2}{2g} \sin\alpha = 3 \times 2.42 \times \left(\frac{0.01}{0.01}\right)^{\frac{4}{3}} \times \frac{0.9^2}{2 \times 9.81} \sin 60^\circ = 0.26m$$

其中:  $\varepsilon = \beta(s/e)^{4/3}$

$h_0$ : 计算水头损失

$k$ : 系数, 格栅受污物堵塞后, 水头损失增加倍数, 取  $k=3$

$\varepsilon$ : 阻力系数, 与栅条断面形状有关, 当为矩形断面时  $\beta = 2.42$

(7) 栅后槽总高度 ( $H$ )

取栅前渠道超高  $h_2=0.3m$ , 则栅前槽总高度  $H_1=h+h_2=0.64+0.3=0.94m$

栅后槽总高度  $H=h+h_1+h_2=0.64+0.26+0.3=1.20m$

(8) 格栅总长度

$$\begin{aligned} L &= L_1 + L_2 + 0.5 + 1.0 + H_1 / \tan\alpha \\ &= 1.91 + 0.95 + 0.5 + 1.0 + (0.64 + 0.30) / \tan 60^\circ \\ &= 4.9m \end{aligned}$$

(9) 每日栅渣量

$$\omega = Q_a \omega_1 = 12.5 \times 10 \times 0.1 = 12.5 m^3/d > 0.2 m^3/d$$

所以宜采用机械格栅清渣。

## 第五节 沉砂池设计计算

### 1. 沉砂池的选型:

沉砂池主要用于去除污水中粒径大于0.2mm, 密度2.65t/m<sup>3</sup>的砂粒, 以保护管道、阀门等设施免受磨损和阻塞。沉砂池有平流式、竖流式、曝气式和旋流式四种形式。由于旋流式沉砂池有占地小, 能耗低, 土建费用低的优点; 竖流式沉砂池污水由中心管进入池后自下而上流动, 无机物颗粒借重力沉于池底, 处理效果一般较差; 区旗沉砂池则是在池的一侧通入空气, 使污水沿池旋转前进, 从而产生与主流方向垂直的横向恒速环流。砂粒之间产生摩擦作用, 可使沙粒上悬浮性有机物得以有效分离, 且不使细小悬浮物沉淀, 便于沉砂和有机物的分别处理和处置。平流式沉砂池具有构造简单、处理效果

好的优点。本设计采用平流式沉砂池。

### 2 设计资料

1) 沉砂池表面负荷200m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>h), 水力停留时间40s;

2) 进水渠道直段长度为渠道宽度的7倍, 并不小于4.5米, 以创造平稳的进水条件;

3) 进水渠道流速, 在最大流量的40%-80%的情况下为0.6-0.9m/s, 在最小流量时大于0.15m/s; 但最大流量时不大于1.2m/s;

4) 出水渠道与进水渠道的夹角大于270度, 以最大限度的延长水流在沉砂池中

的停留时间，达到有效除砂的目的。两种渠道均设在沉砂池的上部以防止扰动砂子。

5) 出水渠道宽度为进水渠道的两倍。出水渠道的直线段要相当于出水渠道的宽度。

6) 沉砂池前应设格栅。沉砂池下游设堰板，以便保持沉砂池内需要的水位。

计算草图如下页图 4 所示：

### 2.1 设计参数确定

设计流量： $Q_{\max} = 1875\text{L/s}$ （设计 2 组池子，每组分为 2 格，每组设计流量为  $Q = 936\text{L/s} = 0.936\text{m}^3/\text{s}$ ）

设计流速： $v = 0.25\text{m/s}$

水力停留时间： $t = 40\text{s}$

### 2.2 池体设计计算

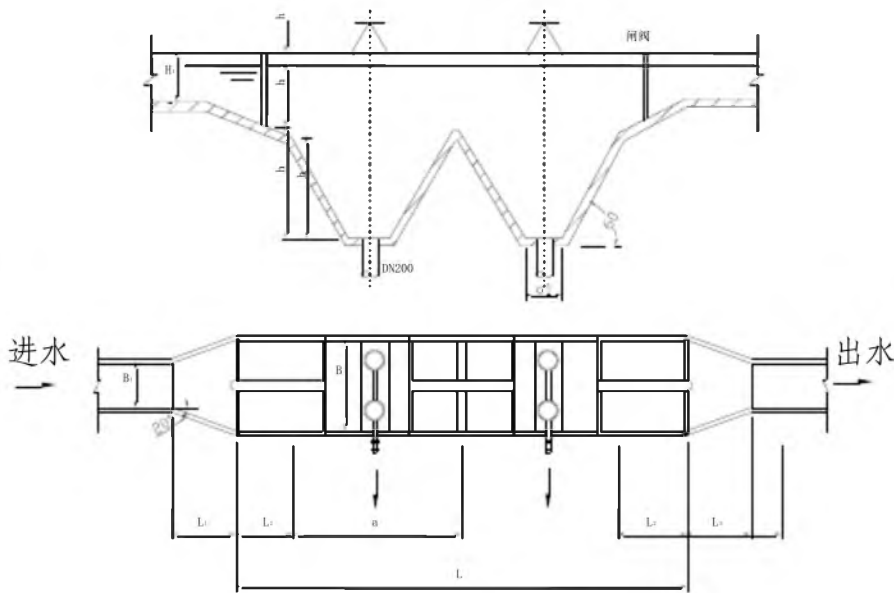


图4 平流式沉砂池计算草图

(1) 沉砂池长度： $L = vt = 0.25 \times 40 = 10\text{m}$

(2) 水流断面面积：

$$A = Q/v = 0.936/0.30 = 3.13\text{m}^2$$

(3) 沉砂池总宽度：

设计  $n=4$  格，每格宽取  $b=2\text{m} > 0.6\text{m}$ ，每组池总宽  $B=2b=4.0\text{m}$

(4) 有效水深：

$$h_2 = A/B = 3.13/4 = 0.39\text{m} \quad (\text{介于 } 0.25 \sim 1\text{m} \text{ 之间})$$

(5) 贮泥区所需容积：设计  $T=2\text{d}$ ，即考虑排泥间隔天数为 2 天，则每个沉砂斗容积

$$V_1 = \frac{Q_p T X}{8 \times 10^5} = \frac{12.5 \times 10^4 \times 2 \times 3}{8 \times 10^5} = 0.94\text{m}^3$$

(每格沉砂池设两个沉砂斗，四格共有八个沉砂斗)

其中城市污水沉砂量： $X = 3\text{m}^3/10^5\text{m}^3$ 。

(6) 沉砂斗各部分尺寸及容积:

设计斗底宽  $a_1=0.50\text{m}$ , 斗壁与水平面的倾角为  $60^\circ$ , 斗高  $h_d=1.0\text{m}$ , 则沉砂斗上口宽:

$$a = \frac{2h_d}{\tan 60^\circ} + a_1 = \frac{2 \times 1.0}{\tan 60^\circ} + 0.50 = 1.65\text{m}$$

沉砂斗容积:

$$\begin{aligned} V &= \frac{h_d}{3}(a^2 + aa_1 + a_1^2) = \frac{1.0}{3}(1.65^2 + 1.65 \times 0.50 + 0.50^2) \\ &= 1.27\text{m}^3 \quad (\text{大于 } V_1=0.56\text{m}^3, \text{符合要求}) \end{aligned}$$

(7) 沉砂池高度:

采用重力排砂, 设计池底坡度为  $0.06$ , 坡向沉砂斗长度:

$$L_2 = \frac{L - 2a}{2} = \frac{10 - 2 \times 1.65}{2} = 3.35\text{m}$$

则沉泥区高度为

$$h_3 = h_d + 0.06L_2 = 1.0 + 0.06 \times 3.35 = 1.20\text{m}$$

池总高度  $H$ : 设超高  $h_1=0.3\text{m}$ ,

$$H = h_1 + h_2 + h_3 = 0.3 + 0.63 + 1.20 = 2.13\text{m}$$

(8) 进水渐宽部分长度:

$$L_1 = \frac{B - B_1}{2 \times \tan 20^\circ} = \frac{3 - 1.27}{2 \times \tan 20^\circ} = 2.38\text{m}$$

(9) 出水渐窄部分长度:

$$L_3 = L_1 = 2.38\text{m}$$

(10) 校核最小流量时的流速:

$$v_{\min} = \frac{Q_{\min}}{n_1 A_{\min}}$$

最小流量一般采用即为  $0.75Q_a$ , 则

$$v_{\min} = \frac{Q_{\min}}{n_1 A_{\min}} = \frac{0.75 \times 1.25}{\frac{1}{2} \times 1.88} = 0.99\text{m/s} > 0.15\text{m/s}, \text{符合要求.}$$

(11) 进水渠道

格栅的出水通过DN1200mm的管道送入沉砂池的进水渠道, 然后向两侧配水进入进水渠道, 污水在渠道内的流速为:

$$v_1 = \frac{Q}{B_1 \cdot H_1} = \frac{0.936}{1.5 \times 0.5} = 1.25\text{m/s}$$

式中:  $B_1$ ——进水渠道宽度 (m), 本设计取  $1.5\text{m}$ ;

$H_1$ ——进水渠道水深 (m), 本设计取  $0.5\text{m}$ 。

(12) 出水管道

出水采用薄壁出水堰跌落出水, 出水堰可保证沉砂池内水位标高恒定, 堰上水头为:

$$H = \left( \frac{Q_1}{mb\sqrt{2g}} \right)^2 = \left( \frac{0.936}{2 \times 0.4 \times 1.5 \times \sqrt{2 \times 9.8}} \right)^2 = 0.31\text{m}$$

式中：  $m$ ——流量系数，一般采用0.4-0.5；本设计取0.4；

(13) 排砂管道

本设计采用沉砂池底部管道排砂，排砂管道管径DN=200mm。

### 第六节 辐流式初沉池设计计算

辐流式初沉池拟采用中心进水，沿中心管四周花墙出水，污水由池中心向池四周辐射流动，流速由大变小，水中悬浮物流动中在重力作用下沉降至沉淀池底部，然后用刮泥机将污泥推至污泥斗排走，澄清水从池周溢流入出水渠。辐流沉淀池由进水装置、中心管、穿孔花墙、沉淀区、出水装置、污泥斗及排泥装置组成。

本设计选择四组辐流式沉淀池，每组设计流量为  $0.81\text{m}^3/\text{s}$ ，从沉砂池流出来的污水进入集配水井，经过集配水井分配流量后流入辐流沉淀池。

计算草图如图 5：

1. 沉淀部分水面面积

表面负荷一般采用  $1.5\text{--}3.0\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，本设计取  $q' = 2.0\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ ，沉淀池座数  $n=4$ 。

$$F = \frac{Q \times 3600}{nq'} = \frac{1.87 \times 3600}{4 \times 2} = 841.5\text{m}^2$$

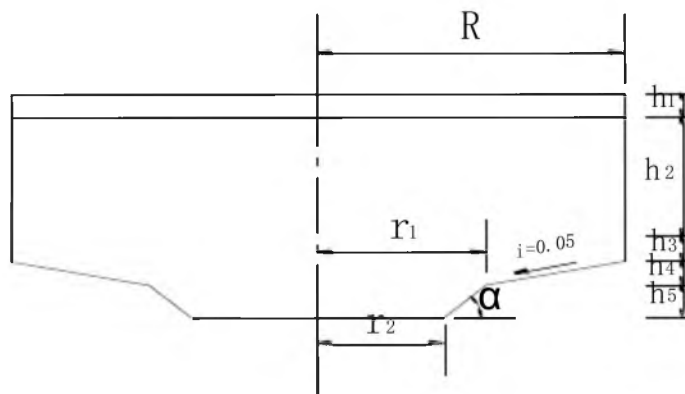


图5 辐流式沉淀池计算草图

2. 池子直径

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 841.5}{\pi}} = 32.74\text{m} \quad (D \text{ 取 } 33\text{m})$$

3. 沉淀部分有效水深

设沉淀时间  $t = 2\text{h}$ ，有效水深： $h_2 = qt = 2 \times 2 = 4\text{m}$

4. 沉淀部分有效容积

$$Q = \frac{Q_0}{n} t = \frac{6750}{4} \times 2 = 3375\text{m}^3$$

5. 污泥部分所需的容积

设进水悬浮物浓度  $C_0$  为  $0.24\text{kg}/\text{m}^3$ ，出水悬浮物浓度  $C_1$  以进水的 50%计，初沉池污泥含水率  $p_0=97\%$ ，污泥容重取  $r=1000\text{kg}/\text{m}^3$ ，取贮泥时间  $T=4\text{h}$ ，污泥部分所需的

容积:

$$V = \frac{Q(C_0 - C_1)T \times 100}{\gamma (100 - p_0)} = \frac{6750 \times (0.24 - 0.12) \times 4 \times 100}{1000 \times (100 - 97)} = 108m^3$$

则每个沉淀池污泥所需的容积为  $27m^3$

#### 6. 污泥斗容积

设污泥斗上部半径  $r_1=2m$ , 污泥斗下部半径  $r_2=1m$ , 倾角取  $\alpha = 60^\circ$ , 则 污泥斗高度:

$$h_5 = (r_2 - r_1) \operatorname{tg} \alpha = (2 - 1) \times \operatorname{tg} 60^\circ = 1.73m$$

污泥斗容积:

$$V_1 = \frac{\pi h_5}{3} (r_1^2 + r_2 r_1 + r_2^2) = \frac{3.14 \times 1.73}{3} \times (2^2 + 2 \times 1 + 1^2) = 12.68m^3$$

#### 7. 污泥斗以上圆锥体部分污泥容积

池底坡度采用 0.05-0.10, 本设计径向坡度  $i=0.05$ , 则圆锥体的高度为:

$$h_4 = (R - r_1) i = (13 - 2) \times 0.05 = 0.55m$$

圆锥体部分污泥容积:

$$V_2 = \frac{\pi h_4}{3} (R^2 + Rr_1 + r_1^2) = \frac{3.14 \times 0.55}{3} \times (13^2 + 13 \times 2 + 2^2) = 114.56m^3$$

污泥总体积:

$$V = V_1 + V_2 = 12.68 + 114.56 = 127.24 m^3 > 16.2m^3, \text{ 满足要求。}$$

#### 8. 沉淀池总高度

设沉淀池超高  $h_1=0.3m$ , 缓冲层高  $h_3=0.5m$ , 沉淀池总高度:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = 0.3 + 4 + 0.5 + 0.55 + 1.73 = 7.08 m$$

#### 9. 沉淀池池边高度

$$H = h_1 + h_2 + h_3 = 0.3 + 4 + 0.5 = 4.8 m$$

#### 10. 径深比

$$D / h_2 = 26 / 4 = 6.5 \text{ (符合要求)}$$

#### 11. 进水集配水井

辐流沉淀池分为二组, 在沉淀池进水端设集配水井, 污水在集配水井中部的配水井平均分配, 然后流进每组沉淀池。

配水井中心管径:

$$D_2 = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v_2}} = \sqrt{\frac{4 \times 1.87}{\pi \times 0.7}} = 1.84m$$

式中:  $v_2$ — 配水井内中心管上升流速 (m/s), 一般采用  $v_2 \geq 0.6m/s$ ; 取  $0.7m/s$

配水井直径:

$$D_3 = \sqrt{\frac{4Q_{\max}}{\pi v_3} + D_2^2} = \sqrt{\frac{4 \times 1.87}{\pi \times 0.3} + 1.84^2} = 3.37m$$

式中:  $v_3$ — 配水井内污水流速 (m/s), 一般采用  $v_3=0.2-0.4m/s$ ; 取  $0.3m/s$ 。

#### 12. 进水管及配水花墙

沉淀池分为四组, 每组沉淀池采用池中心进水, 通过配水花墙和稳流罩向池四

周流动。进水管道采用钢管，管径DN=600mm，进水管道顶部设穿孔花墙处的管径为800mm。

沉淀池中心管配水采用穿孔花墙配水，穿孔花墙位于沉淀池中心管上部，布置6个穿孔花墙，过孔流速：

$$v_4 = \frac{Q'}{B'h'n'} = 0.75 \text{ m/s}$$

式中：  $B'$  — 孔洞的宽度 (m)；

$h'$  — 孔洞的高度 (m)；

$n'$  — 孔洞个数(个)。

$v_4$  — 穿孔花墙过孔流速 (m/s)，一般采用 0.2-0.4m/s；

### 13. 集水槽堰负荷校核

设集水槽双面出水，则集水槽出水堰的堰负荷为：

$$q_0 = \frac{Q_h}{2n\pi D} = 0.0027 \text{ [m}^3\text{/(m} \cdot \text{s)]}$$

$$= 2.7 \text{ [L/(m} \cdot \text{S)]} < 2.9 \text{ [L/(m} \cdot \text{S)]} \quad \text{符合要求}$$

### 14. 出水渠道

出水槽设在沉淀池四周，双侧收集三角堰出水，距离沉淀池内壁0.4m，出水槽宽0.5m，深0.6m，有效水深0.5m，水平速度0.8m/s，出水槽将三角堰出水汇集送入出水管道，出水管道采用钢管，管径 DN600mm

### 14. 排泥管

沉淀池采用重力排泥，排泥管管径 DN200，排泥管伸入污泥斗底部，排泥静压头采用 1.0m，连续将污泥排出池外贮泥池内。

## 第七节 传统活性污泥法鼓风曝气池设计计算

### 1. 处理工艺说明

传统活性污泥法，又称普通活性污泥法，污水从池子首段进入池内，二沉池回流的污泥也同步进入，废水在池内呈推流形式流至池子末端，流出池外进入二次沉淀池，进行泥水分离。污水在推流过程中，有机物在微生物的作用下得到降解，浓度逐渐降低。传统活性污泥法对污水处理效率高，BOD 去除率可待 90% 以上，是较早开始使用并沿用至今的一种运行方式。

本工艺设计曝气池采用廊道式，二沉池为辐流式，采用螺旋泵回流污泥。

### 2. 处理程度计算

初沉池对  $BOD_5$  的去除率按 25% 计算，进入曝气池的  $BOD_5$  浓度 ( $S_0$ ) 为：

$$S_0 = 220 \times (1-25\%) = 165 \text{ (mg/L)}$$

处理水中非溶解性  $BOD_5$  浓度：

$$BOD_5 = 7.1K_d X_e C_e = 7.1 \times 0.08 \times 0.4 \times 20 = 4.54 \text{ mg/L}$$

式中：  $K_d$  —— 微生物自身氧化率，一般在 0.05-0.1 之间，取 0.08；

$X_e$  —— 活性微生物在处理水悬浮物中所占比例，取 0.4；

$C_e$  —— 处理水中悬浮物固体浓度，取 20mg/L。

处理水中溶解性  $BOD_5$  浓度：

$$BOD_5 = 20 - 4.54 = 15.46 \text{ mg/L}$$

$$\text{去除率: } \eta = \frac{S_0 - S_e}{S_0} = \frac{165 - 15.46}{165} = 0.906 = 90.6\%$$



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/967053105042006056>