

菏泽成武县 60000m³-d 污水处理厂设计

摘要: 随着当今社会、经济的迅速发展以及城市化进程的加快, 污水、废气、固体废弃物越来越多的排放到环境中, 环境污染越来越严重。与此同时, 环境保护也逐渐引起人们的重视。为有效提高城市污水的治理水平, 本设计拟建一座污水处理厂。

本设计通过对菏泽成武县凤凰镇污水水质特点分析发现, 该污水进水水质 BOD₅ 与 COD 比值大于 0.3, 可生化性较好, 且脱氮除磷要求较高, 处理后出水水质需达到《城镇污水处理厂污染物排放标准 (GB18918-2002)》一级 B 标准。基于以上考虑, 结合各污染物去除效率, 本设计最终决定采用 A²/O 工艺进行污水治理。该工艺主要包括污水治理和污泥浓缩, 分别设立一套完整的污水处理流程和污泥浓缩脱水流程, 脱氮除磷效果好, 可满足最终出水标准。通过此次污水处理厂设计, 改善了菏泽成武县污水水质, 有效提高了菏泽城市污水的治理水平。

关键词: 脱氮除磷; A²/O 工艺; 污水治理; 污泥浓缩

目 录

第 1 章 设计概述.....	1
1.1 设计任务与内容.....	1
1.2 设计原始资料.....	1
1.3 设计原则.....	2
1.4 设计依据.....	2
第 2 章 污水处理工艺选择.....	3
2.1 污水处理工艺对比分析.....	3
2.1.1 SBR 工艺.....	3
2.1.2 A ² /O 工艺.....	3
2.2 污水处理工艺比较.....	4
2.2.1 SBR 工艺和 A ² /O 工艺特点比较.....	4
2.2.2 SBR 工艺和 A ² /O 工艺对污染物去除效率比较.....	5
2.2.3 污水要求处理程度计算.....	5

2.3 污水可生化性分析.....	6
2.4 污水处理工艺确定.....	7
2.5 工艺流程.....	7
第 3 章 污水处理构筑物简要说明.....	9
3.1 格栅.....	9
3.2 污水提升泵房.....	9
3.3 沉砂池.....	9
3.4 初沉池.....	10
3.5 A ² /O（生物反应池）.....	11
3.6 二沉池.....	11
3.7 集水井.....	12
3.8 消毒接触池.....	12
3.9 污泥浓缩池.....	13
第 4 章 污水处理构筑物设计计算.....	14
4.1 设计原始数据.....	14
4.2 泵前粗格栅.....	14
4.2.1 设计计算.....	14
4.3 污水提升泵房.....	16
4.3.1 泵房设计要求.....	16
4.3.2 设计流量.....	16
4.3.3 选泵前扬程估算.....	16
4.3.4 选泵.....	17
4.4 泵后细格栅.....	17
4.4.1 设计计算.....	17
4.5 曝气沉砂池.....	19
4.5.1 设计参数.....	19
4.5.2 沉砂池设计计算.....	20
4.5.3 沉砂室设计计算.....	21
4.6 平流式沉淀池.....	22
4.6.1 设计参数.....	22
4.6.2 设计计算.....	22
4.7 A ² /O（生物反应池）.....	25
4.7.1 设计计算.....	25
4.7.2 A ² /O 池各池主要尺寸及结构设计.....	29

4.7.3 A ² /O 反应池进、出水系统设计计算.....	29
4.7.4 碱度校核.....	33
4.7.5 空气管路的计算.....	33
4.8 辐流式二沉池.....	34
4.8.1 设计参数.....	35
4.8.2 进水系统计算.....	35
4.8.3 尺寸计算.....	36
4.8.4 出水系统计算.....	38
4.8.5 排泥部分设计计算.....	40
4.9 集水井.....	41
4.9.1 设计计算.....	41
4.10 液氯消毒.....	42
4.10.1 消毒剂的投加.....	42
4.10.2 加氯设备.....	42
4.10.3 设计计算.....	42
4.11 污泥浓缩池.....	44
4.11.1 设计计算.....	45
4.12 储泥罐与污泥脱水机房.....	47
第 5 章 污水处理厂布置.....	48
5.1 总平面布置.....	48
5.1.1 布置原则.....	48
5.1.2 布置方式.....	48
5.2 管路布置.....	48
5.3 高程布置.....	48
第 6 章 高程计算.....	49
6.1 沿程水头损失.....	49
6.2 局部水头损失.....	49
6.3 高程计算.....	49
第 7 章 经济预算.....	52
7.1. 主体构筑物费用.....	52
7.2 主要设备费用.....	53
7.3 其他费用.....	53
结论.....	54
参考文献.....	55

第 1 章 设计概述

1.1 设计任务与内容

本设计拟建一座日平均处理污水流量 60000m³ 的污水处理厂，对菏泽成武县凤凰镇的污水进行处理，使其出水水质达到《山东城镇污水处理厂污染物排放标准（GB18918-2002）》一级 B 标准。设计按照 40.12 万人口进行计算。污水主要来源为生活污水，进出水水质指标见表 1.1。

表 1.1 污水进水水质及排放标准

水质指标	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	TN	TP
单位	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
进水水质	630	310	170	40	5.3
出水水质	≤60	≤20	≤20	≤20	≤1.0

本次工程设计主要包含设计原则依据、工艺对比与选择、主要处理单元结构设计计算、管网布置及高程设计计算、污泥处理处置、平面布置及经济技术核算等。根据所确定的工艺及计算结果，分别绘制污水处理厂流程图、平面图、高程图及主要处理单元的单体详图。

1.2 设计原始资料

成武县位于山东北部^[1]，城市东北方向偏低的地形；季风影响显著；年平均降水量为 547.5mm，东部多于西部，南部多于北部；全市年平均气温 12.9℃，南部比北部高一度；夏季多西南偏南风，主导风向为西南风向，冬季风向东北偏北风居多，年平均风速 3.2m/s。如图 1.1 为菏泽成武县全年最高与最低气温变化曲线图(刘海龙 ,陈俊杰, 杨志鹏,2022)。

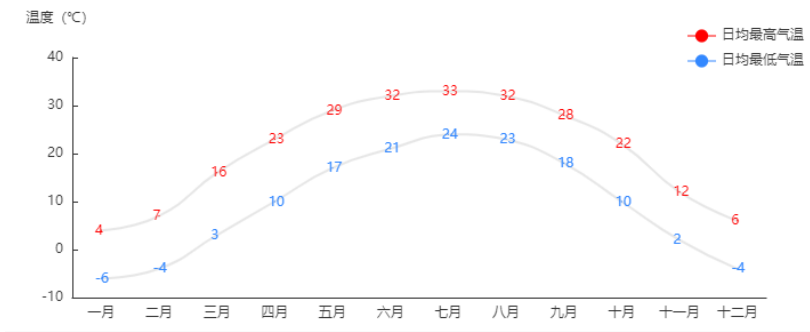


图 1.1 菏泽成武县全年最高及最低温度曲线图

结合菏泽成武县地形、风向等自然条件，处理厂厂址最终决定设在城市的东北方向的凤凰镇地区，地势平坦，地面标高为 5m，接纳水体洪水位 3m。

1.3 设计原则

- 1、设计应根据当地具体情况，符合国家有关法规和政策，贯彻执行国家的环保政策；
- 2、项目建设与菏泽成武县城市发展相协调，保护环境；
- 3、为避免二次污染，污水处理过程中应对产生的栅渣、沉砂和污泥进行妥善的处理；
- 4、远近期规划相结合，根据实际情况设计，遵循高效低耗的原则；
- 5、污水处理工艺要求处理效果好，运行可靠，技术先进、成熟；
- 6、厂房总体布置力求在便于施工、安装、维护的前提下尽可能集中，节约土地
- 7、菏泽成武县污水处理厂的选择、布置应充分考虑对周边环境的影响，并将影响程度降到最低。

1.4 设计依据

- 1、《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918-2002）；
- 2、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- 3、《给水排水设计规范》（GBJ15-88）；
- 4、《室外排水设计规范》（GB50014）。

第 2 章 污水处理工艺选择

2.1 污水处理工艺对比分析

2.1.1 SBR 工艺

SBR (Sequencing Batch Reactor) 是序批式活性污泥法的简称。SBR 法属于一种比较细化的污水处理工艺,主要工艺原则是采用活性污泥法去除水中的污染物(赵天宇, 吴国,2023)。它是一种通过间歇性曝气来运作的活性污泥污水处理技术。主要特点是运行有序、间歇运行,进水、反应、沉淀、排水在同一个池内完成,不需要设置二沉池和污泥回流系统。该工艺流程如图 2.1 所示。

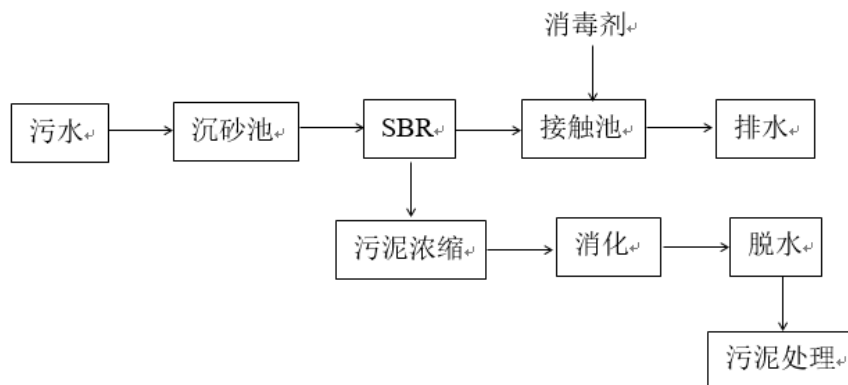


图 2.1 SBR 工艺流程图

2.1.2 A²/O 工艺

A²/O 工艺由厌氧池、缺氧池、好氧池串联而成,具有同时去除有机物、脱氮和除磷功能。处理过程中,废水首先经过厌氧池,进行厌氧处理。为达到反硝化脱氮的目的,将一部分从好氧池流出的混合液回流至缺氧池。

在厌氧池中释磷菌释放磷,增加污水中磷的浓度,并通过细胞吸收溶解性有机物去除污水中的 BOD,再通过细胞合成降低污水中的 NH₃-N 浓度。在缺氧池中,反硝化细菌以有机物质作为碳源,将回流混合液中带入的大量含氮物质还原为 N₂ 释放到空气中,降低氮的浓度(徐勇军, 孙凯文, 胡冰雪,2021)。从这些细节可以看出这在一定程度上揭示在好氧池中,微生物生化氧化有机物,使其继续减少,有机氮被氨化后继续被硝化,导致 NH₃-N 浓度显著降低,但 NO₃

-N 浓度随着硝化过程而增加，随着聚磷菌的过量摄取，使磷浓度以较快的速度降低^[3]。A²/O 工艺具有较好的脱氮除磷效果，技术成熟，处理过程稳定。工艺流程如图 2.2 所示。

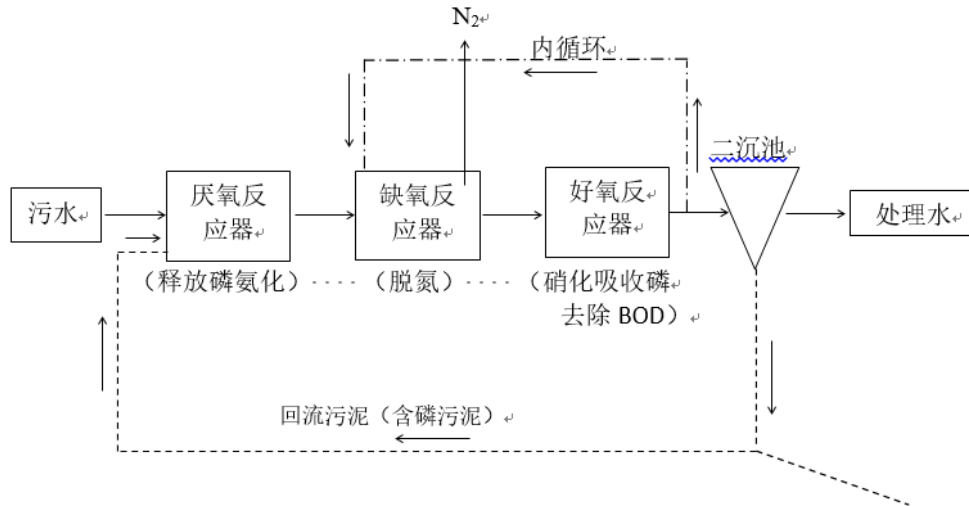


图 2.2 A²/O 反应池工艺流程

2.2 污水处理工艺比较

2.2.1 SBR 工艺和 A²/O 工艺特点比较

1、SBR 工艺的特点

如表 2.1 所示。

表 2.1 SBR 工艺特点

优点	缺点
<p>污泥沉降性能好，可以高效的去除有机物，能够适应厌氧、缺氧、好氧等多种生态环境，提高难降解废水的处理效率，由于结构本身的特点，不需要二沉池和污泥回流设备，工艺较为简单。</p>	<p>传统 SBR 工艺设备利用率较低，增加了设备成本和安装容量，运行周期长，池容量和排水设备较大，难以实现大型污水处理项目连续进出水的处理要求。水位变化比较大，水头损失也较大^[4]；同时，脱氮除磷运行复杂，设计过程复杂。</p>

2、A²/O 工艺的特点

如表 2.2 所示。

表 2.2 A²/O 工艺特点

优点	缺点
<p>1、厌氧、缺氧、好氧三种不同的生态条件和不同种类微生物菌群的有机协调，可以同时起到去除有机物和脱氮除磷的作用(郭瑞芳 ,马晓,2022);</p> <p>2、厌氧、缺氧、好氧交替运行，使污泥沉降性能好，不会发生膨胀;</p> <p>3、相比较其他同类工艺，在脱氧除磷去除有机物时，该工艺流程最为简单，总的水力停留时间也少;</p> <p>4、污泥中磷含量高，一般为 2.5%以上，具有很好的肥效;</p> <p>5、技术成熟、处理效果稳定，费用低，占地面积小，节省资源。</p>	<p>1、A²/O 工艺很难同时取得好的脱氮除磷效果;</p> <p>2、含有硝酸盐的回流污泥进入厌氧区，影响除磷效果;</p> <p>3、聚磷菌和反硝化细菌都需要容易降解的有机物。</p>

2.2.2 SBR 工艺和 A²/O 工艺对污染物去除效率比较

SBR 工艺和 A²/O 工艺对污染物指标的去除效率，如表 2.3 所示。

表 2.3 SBR 工艺和 A²/O 工艺对污染物指标的去除效率

水质指标	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	TN	TP
A ² /O	80%-95%	90%-95%	90%-95%	70%以上	90%
SBR	80%-90%	95%	76%-95.8%	80%-90%	80%

2.2.3 污水要求处理程度计算

1、COD_{Cr} 去除率

$$\eta_1 = \frac{C_1 - C_{e1}}{C_1} \times 100\% \quad (2-1)$$

式中：C₁ — 原污水 COD_{Cr} 浓度，630mg/L;

C_{e1} — 处理后出水 COD_{Cr} 浓度，60mg/L。

将数据代入式 2-1 得：

$$\eta_1 = \frac{630-60}{630} \times 100\% = 90.476\%$$

2、BOD₅ 去除率

$$\eta_2 = \frac{C_2 - C_{e2}}{C_2} \times 100\% \quad (2-2)$$

式中：C₂ — 原污水 BOD₅ 浓度，310mg/L；

C_{e2} — 处理后出水 BOD₅ 浓度，20mg/L。

将数据代入式 2-2 得：

$$\eta_2 = \frac{310-20}{310} \times 100\% = 93.548\%$$

3、SS 去除率

$$\eta_3 = \frac{C_3 - C_{e3}}{C_3} \times 100\% \quad (2-3)$$

式中：C₃ — 原污水 SS 浓度，170mg/L；

C_{e3} — 处理后出水 SS 浓度，20mg/L。

将数据代入式 2-3 得：

$$\eta_3 = \frac{170-20}{170} \times 100\% = 88.235\%$$

4、TN 去除率

$$\eta_4 = \frac{C_4 - C_{e4}}{C_4} \times 100\% \quad (2-4)$$

式中：C₄ — 原污水 TN 浓度，40mg/L；

C_{e4} — 处理后出水 TN 浓度，20mg/L。

将数据代入式 2-4 得：

$$\eta_4 = \frac{40-20}{40} \times 100\% = 50.000\%$$

5、TP 去除率

$$\eta_5 = \frac{C_5 - C_{e5}}{C_5} \times 100\% \quad (2-5)$$

式中：C₅ — 原污水 TP 浓度，5.3mg/L；

C_{e5} — 处理后出水 TP 浓度，1mg/L。

将数据代入式 2-5 得：

$$\eta_5 = \frac{5.3-1}{5.3} \times 100\% = 81.132\%$$

2.3 污水可生化性分析

评价污水可生化性最常用的一种方法是 BOD₅/COD 法，一般情况下比值 > 0.3 说明容易生物处理，即可生化性好。

$$\frac{BOD_5}{COD} = \frac{310}{630} = 0.49 > 0.3$$

实际应用除氮中, BOD_5/TN 的比值 >4 才可以使反硝化顺利进行, 比值越大, 反硝化进行的越快, 除氮效果越好。

$$\frac{BOD_5}{TN} = \frac{310}{40} = 7.75 > 4$$

在除磷方面, 当 BOD_5/TP 的比值 >20 时, 说明生物除磷效果较好, 比值越大, 除磷效果越好。

$$\frac{BOD_5}{TP} = \frac{310}{5.3} = 58.49 > 20$$

由此, 本设计非常适合生物处理, 并且反硝化可顺利进行, 除磷效果较好。

2.4 污水处理工艺确定

菏泽成武县污水处理厂的污水以有机污染为主, BOD_5/COD 比值为 0.49 大于 0.3, 可生化性较好, 且对于脱氮除磷要求较高(蔡丽娜, 邓子慧)。相比较 A^2/O 和 SBR 工艺特点, A^2/O 工艺对污染物的去除效率更能满足出水需求, 且 A^2/O 工艺对于脱氮除磷有更好的效果, 技术成熟、处理效果稳定, 因此本设计最终决定采用 A^2/O 活性污泥法。

2.5 工艺流程

菏泽成武县污水处理厂该工艺流程由主要的污水处理构筑物及污泥处理构筑物构成。这在一定程度上揭示污水经一级处理(格栅、沉砂池、初沉池)进入二级处理(A^2/O 反应池), 然后在二沉池中进行泥水分离, 二沉池出水进入消毒接触池消毒, 随后排放(贺晨曦, 邹丽媛, 冯佳, 2023); 二沉池一部分污泥回流至 A^2/O 反应池, 剩余污泥和初沉池的污泥一起进入污泥浓缩池进行污泥浓缩, 经浓缩后进入污泥脱水机房进行脱水, 最后泥饼外运。该工艺流程图如图 2.3 所示。

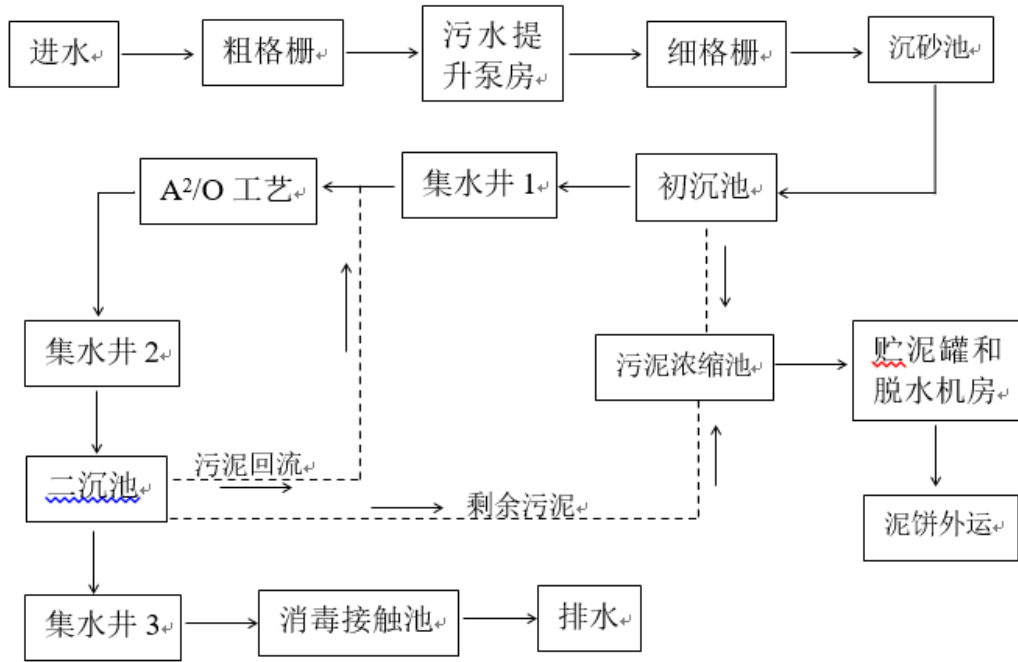


图 2.3 工艺流程图

第3章 污水处理构筑物简要说明

3.1 格栅

按格栅的栅条净间隙可分为粗格栅、中格栅和细格栅。在菏泽成武县污水处理厂污水处理过程中，去除污水中的栅渣是第一道工序，格栅用以截留较大的悬浮物或漂浮物。对于污水处理厂的稳定运行，保护机械设备、管道，保证后续工艺的正常运行具有重要作用(曾小雯 ,彭雅婷 ,蒋紫,2020)。

3.2 污水提升泵房

菏泽成武县污水处理厂污水提升泵房的主要作用是将污水处理厂中的污水提升到一定的高度，使污水在后续处理中靠重力自留。特点是水流连续且较小，但变化幅度大，水中污染物含量多。因此，设计时集水池要有足够的调蓄容积，并应考虑备用泵，站内要提供较好的管理、检修条件(魏婉琪 ,曹文雅 ,赖婷玉,2021)。

3.3 沉砂池

沉砂池是污水处理厂预处理单元的重要设备。如果不能有效去除进水中的砂粒，这些砂粒就会随水流进入到各个构筑物，会给设备造成堵塞和磨损，降低其使用寿命^[6]。从这些细节可以看出当砂粒进入到 A²/O 反应池时，会降低反应池中 MLVSS 和 MLSS 的比值，降低池容，并影响污水的处理效果^[7]。因此，为有效去除污水中的砂粒，处理厂会在预处理阶段设置沉砂池(钟梦兰 ,史怡婷, 严佳颖, 俞梦,2021)。我国目前常用的沉砂池主要包括平流沉砂池、曝气沉砂池和旋流沉砂池(潘雪琳 ,程雯丽)。各沉砂池特点如表 3.1 所示。

表 3.1 各类型沉砂池特点对比

沉砂池种类	优点	缺点
平流沉砂池	沉砂效果好, 构造简单, 运行稳定, 便于施工和管理; 对于温度变化有很高的适应能力, 且耐冲击负荷强。	靠重力自留, 流速较难控制, 配水不宜均匀, 运行过程中容易出现断流情况, 且占地面积大; 后续处理难度较大。
曝气沉砂池	能克服平流沉砂池的缺点, 有效拦截有机物质, 可进行预曝气、脱臭除泡, 加快油渣分离; 其沉砂量大, 除砂效率较稳定; 受流量变化影响小, 且其上含有机物少(胡瑾瑜, 孟瑶琴, 傅雅,2020)。	多了曝气装置, 使费用增加, 能耗较大。
旋流沉砂池	占地面积小, 操作简单, 具有较高的除砂效率, 严格适应其水力冲击负荷的范围。	实际应用中, 时常出现提砂高度不够, 吸砂管堵塞等问题, 需要对除砂设备进行及时维护, 对于最终出水的达标排放具有一定的风险 ^[10,11] 。

综合考虑沉砂量、除砂效率、池占地面积、出水的达标排放以及设备的维护检修等问题, 通过比较各类型沉砂池的优缺点, 最终决定使用曝气沉砂池。

3.4 初沉池

初沉池主要利用重力沉降的作用, 将菏泽成武县污水处理厂污水中相对密度比水大的固体悬浮物与水流进行分离, 并将其从水中去除的构筑物^[12]。目前国内常用的初沉池主要有平流式沉淀池、辐流式沉淀池、竖流式沉淀池和斜板式沉淀池^[13]。各沉淀池特点比较如表 3.2 所示(梁梦瑶, 范琳娜, 陆思,2021)。

表 3.2 各类型沉淀池特点对比

种类	优点	缺点
平流式沉淀池	沉淀效果较好，耐冲击负荷强，对于温度变化有很强的适应性；施工管理方便，多个池子易于合为一体，节省占地面积。	池子配水不易均匀。
辐流式沉淀池	管理较方便，多为机械排泥，且机械排泥设备已为定型，结构受力条件好。	占地面积大，用地多。
竖流式沉淀池	占地面积较小，且管理简单，排泥方便。	由于池子的深度较大，给施工造成困难；耐冲击负荷和对温度变化的适应能力较差。
斜板式沉淀池	沉淀效率高，占地面积小，停留时间短。	斜板设备维护不周，可能会滋生藻类等问题，排泥困难。

综合考虑沉淀效果、占地面积、施工管理难易程度、设备维护及对周围环境的影响问题，通过对各类型沉淀池的优缺点比较，最终决定使用平流式沉淀池(邱文华 ,叶婷婷 ,唐静雯)。

3.5 A²/O（生物反应池）

A²/O 工艺对于氮和磷有很好的处理效果，根据相关调查，污水中 90%的氮元素和磷元素都可以通过 A²/O 工艺去除，同时完成脱氮除磷，对污染物的去除效率较高，但是，需要使用除磷液对渗出液进行科学的处理，避免污染环境(何丹萍 ,朱可儿, 刘婧,2021)。

3.6 二沉池

二沉池作为污水处理厂重要的处理单元，关系到整个污水处理厂的出水指标 [16]。

- 1、平流式沉淀池：适用于中小型污水处理厂，流量较小；
- 2、竖流式沉淀池：适用于小水量污水厂，但是池子深度大，施工困难，造价高；
- 3、辐流式沉淀池：适用于大中型污水处理厂，采用机械排泥，运行较好，设备简单，管理方便，日处理量大(李建波, 王思远, 张晓)。

本污水处理厂设计日平均处理污水流量为 60000m³，属于中型污水处理厂，为了使沉淀池出水均匀，排泥方便。综合考虑各方面因素，本设计决定采用圆形辐流式二沉池。

3.7 集水井

集水井主要作用是汇集、储存、均衡污水的水质水量。为避免污水排放不均对后续处理产生的影响，需设置一定容积的集水井，以均衡水质水量，保证污水处理设备的正常运行(方晓雪, 魏思,2023)。

3.8 消毒接触池

污水经过二沉池后，水质得到很大改善，但仍然有可能存在少量的病原菌。因此，最终菏泽成武县污水处理厂出水排放前应进行消毒。这在一定程度上揭示目前我国常见的的消毒装置主要有液氯消毒、紫外消毒和次氯酸钠消毒，经常采用单一应用和组合连用^[17]。各类型消毒装置特点比较如表 3.3 所示(高俊豪 ,郝光明, 宋志)。

表 3.3 各类型消毒装置特点对比

种类	优点	缺点
液氯消毒	国内外最主要的消毒技术，具有较强的杀菌有效性。水中余氯对细菌、病毒有很好的处理效果。一次投资及运行成本都较低，技术成熟，效果可靠，设备简单，有后续消毒作用。	余氯对于水生生物有害，安全技术要求较高。
紫外消毒	紫外线对微生物的核酸产生光化学危害，从而起到消毒的作用。	紫外线无法做到持续消毒，存在光复活现象 ^[18] 。
次氯酸钠消毒	次氯酸钠为中性小分子 ^[19]	余氯对水生生物有害，会造成一定的毒性影响。

。次氯酸钠在消毒过程中会有余氯产生，余氯仍然具有持续的消毒能力，可以有效抑制残余病毒和细菌。

综合考虑消毒剂杀菌能力及持续消毒作用、处理效果、设备运营成本等，本设计最终决定采用液氯消毒(胡凯旋,王鹏飞,李弘,2022)。

3.9 污泥浓缩池

在菏泽成武县污水处理厂污水处理过程中产生的污泥含水量高、体积大，从而对污泥的后续处理处置造成一定的困难。污泥经过浓缩池进行浓缩后，仍保持一定的流动性，体积变为原来的几分之一，提升了后续脱水处理效率。我国目前常用的污泥浓缩方法主要有重力浓缩、气浮浓缩和离心浓缩(徐勇军,孙凯文,胡冰雪,2021)，以重力浓缩为主。各类型浓缩方法特点如表 3.4 所示。

表 3.4 各类型浓缩方法特点对比

种类	优点	缺点
重力浓缩法	依靠重力作用，消耗动力少，操作简单，较少运行费用，且储泥能力强。	占地面积大，污泥一旦发酵容易产生臭气。
气浮浓缩法	出泥含水率低，浓缩效果较理想，不受季节影响，运行效果较稳定，占地面积小，能去除油脂和砂粒。	操作要求高，污泥储存能力小。
离心浓缩法	占地面积小，有较高的处理能力。	离心机电耗大，对操作人员有较高的技术素质要求。

从这些细节可以看出由于此次工程设计的污泥主要是对于初沉池和二沉池的混合污泥，综合考虑储泥能力、运行费用、操作要求等，比较三种方法特点，最终决定选用重力浓缩法，利用自然的重力沉降，使固体中的间隙水得以分离(蔡丽娜,邓子慧,2023)。

第 4 章 污水处理构筑物设计计算

4.1 设计原始数据

菏泽成武县污水处理厂平均设计污水流量 Q 为 $60000\text{m}^3/\text{d}$ ，即 694L/s ，污水流量总变化系数 K_z 与 Q 之间满足一定的关系^[21]。

1、污水流量总变化系数

$$K_z = \frac{2.7}{Q^{0.11}} \quad \#(4-1)$$

式中： Q — 日平均设计水量，为 694L/s 。

将 Q 代入式 4-1 得：

$$K_z = \frac{2.7}{694^{0.11}} = 1.300$$

2、最大设计水量

$$Q_{\max} = Q \cdot K_z \quad \#(4-2)$$

将数据代入式 4-2 得：

$$Q_{\max} = 60000 \times 1.3 = 78000\text{m}^3/\text{d} = 3250\text{m}^3/\text{h} = 0.902\text{m}^3/\text{s}$$

菏泽成武县污水处理厂本次设计按照 40.12 万人口进行计算，用 N 表示(贺晨曦，邹丽媛，冯佳)。

4.2 泵前粗格栅

4.2.1 设计计算

1、格栅的间隙数

$$n = \frac{Q_{\max} \sqrt{\sin \alpha}}{bv} \quad \#(4-3)$$

式中： α — 格栅安装倾角，一般采用 $60^\circ \sim 70^\circ$ ，取 60° ；

b — 栅条的间隙， $50 \sim 100\text{mm}$ ，取 50mm ；

v — 过栅流速，一般采用 $0.6 \sim 1.0\text{m/s}$ ，取 0.8m/s ；

h — 栅前水深，取 1.0m 。

将数据代入式 4-3 得：

$$n = \frac{0.902 \times 0.931}{0.050 \times 0.8 \times 1} \uparrow = 20.994 \uparrow$$

取 $n=21$ 个。

2、栅槽宽度

$$B=nb+(n-1)s \quad (4-4)$$

式中： s — 栅条宽度，取 0.03m 。

将数据代入式 4-4 得：

$$B=21 \times 0.050 + 20 \times 0.03\text{m} = 1.650\text{m}$$

3、进水渠道渐宽部分长度

$$l_1 = \frac{B-B_1}{2 \tan \alpha_1} \quad (4-5)$$

式中： B_1 — 进水渠宽，取 1.50m ；

α_1 — 渐宽部分展开的角度，取 20° 。

将数据代入式 4-5 得：

$$l_1 = \frac{1.65-1.50}{2 \tan 20^\circ} \text{m} = 0.206\text{m}$$

4、出水渠道渐窄部分长度

$$l_2 = \frac{l_1}{2} \quad (4-6)$$

将数据代入式 4-6 得：

$$l_2 = \frac{0.206}{2} \text{m} = 0.103\text{m}$$

5、通过格栅的水头损失

$$h_1 = \beta \left(\frac{s}{b} \right)^{4/3} \frac{v^2}{2g} \sin \alpha K \quad (4-7)$$

设栅条断面为锐边矩形断面。

式中： β — 形状系数，取 2.42 ；

K — 系数，取 3 ；

g — 重力加速度，取 9.8m/s^2 。

将数据代入式 4-7 得：

$$h_1 = 2.42 \left(\frac{0.03}{0.05} \right)^{4/3} \times \frac{0.8^2}{19.6} \sin 60^\circ \times 3\text{m} = 0.104\text{m}$$

6、栅后槽总高度

$$H = h + h_1 + h_2 \quad (4-8)$$

式中： h_2 — 栅前渠道超高，取 0.3m 。

将数据代入式 4-8 得:

$$H=1+0.104+0.3\text{m}=1.404\text{m}$$

7、栅前渠道深:

$$H_1=h+h_2\#(4-9)$$

将数据代入式 4-9 得:

$$H_1=1+0.3\text{m}=1.3\text{m}$$

8、栅槽总长度

$$L=l_1+l_2+1.0+0.5+\frac{H_1}{\tan\alpha}\#(4-10)$$

将数据代入式 4-10 得:

$$L=0.206+0.103+1.0+0.5+\frac{1.3}{\tan 60^\circ}\text{m}=2.560\text{m}$$

9、每日栅渣量

$$W=\frac{86400Q_{\max}W_1}{1000K_z}\#(4-11)$$

式中: W_1 — 每 1000m^3 污水产渣量, 取 $0.03\text{m}^3/10^3\text{m}^3$ 。

将数据代入式 4-11 得:

$$W=\frac{86400\times 0.902\times 0.03}{1000\times 1.3}\text{m}^3/\text{d}=1.798\text{m}^3/\text{d}$$

因 $W>0.2\text{m}^3/\text{d}$, 宜采用机械清渣。

4.3 污水提升泵房

4.3.1 泵房设计要求

- 1、菏泽成武县污水处理厂泵房的设计流量应按进水总流量最大日最大时流量确定;
- 2、成武县污水处理厂泵房应与周边房屋和公共设施保持一定距离, 减少对周围环境的影响, 做好绿化(曾小雯, 彭雅婷, 蒋紫, 2023)。
- 3、埋于地下的泵站构筑物, 为防止地下水渗入, 应设置防水措施。

4.3.2 设计流量

菏泽成武县污水处理厂泵房采用 3 用 1 备, 则一台泵的流量为:

$$Q=\frac{Q_{\max}}{3}\#(4-12)$$

将数据代入式 4-12 得：

$$Q = \frac{3250}{3} \text{m}^3/\text{h} = 1083.333 \text{m}^3/\text{h}$$

4.3.3 选泵前扬程估算

污水提升泵房处地面标高 h_0 为 5m，进水管管底标高 h_2 为 2m，管径 DN 为 800mm，假设进水管最大充满度 α 为 1。

从这些细节可以看出菏泽成武县污水处理厂的调节池最高水位标高 h_3 为 8m，污水的时变化系数 β 为 2.0。调节池最高水位与集水井最低水位 H_2 之差等于水泵提升的静扬程，设集水池的有效水深 h_4 为 1.5m，经过粗格栅的水头损失 h_1 为 0.104m。集水井最高水位 H_1 取进水管水位(魏婉琪,曹文雅,赖婷玉,2023)。

1、集水井最高水位：

$$H_1 = h_2 + \alpha DN - h_1 \quad (4-13)$$

将数据代入式 4-13 得：

$$H_1 = 2 + 1 \times 0.8 - 0.104 \text{m} = 2.696 \text{m}$$

2、集水井最低水位：

$$H_2 = H_1 - h_4 \quad (4-14)$$

将数据代入式 4-14 得：

$$H_2 = 2.696 - 1.5 \text{m} = 1.196 \text{m}$$

3、静扬程：

$$H_{\text{静}} = h_3 - H_2 \quad (4-15)$$

将数据代入式 4-15 得：

$$H_{\text{静}} = 8 - 1.196 \text{m} = 6.804 \text{m}$$

4、则水泵扬程为：

$$H = H_{\text{静}} + h_5 + h_6 \quad (4-16)$$

式中： h_5 — 水泵吸水管和压水管水头损失，取 2.0m；

h_6 — 自由水头，取 1.5m。

将数据代入式 4-16 得：

$$H = 6.804 + 2.0 + 1.5 \text{m} = 10.304 \text{m}$$

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/066015200102011012>