

高等院校环境工程专业教材

# 水 处 理 工 程 设 计

刘 红 主 编

SHUI  
SHUI  
GONGCHENG  
SHEJI



中国环境科学出版社

高等院校环境工程专业教材

# 水处理工程设计

刘 红 主 编

中国环境科学出版社

·北 京·

图书在版编目 (CIP) 数据

水处理工程设计/刘红主编. —北京: 中国环境科学出版社, 2003.9

ISBN 7-80163-761-5

I. 水… II. 刘… III. 污水处理—工程设计

IV. X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 089779 号

---

水处理工程设计

刘 红 主 编

---

出 版 中国环境科学出版社  
社 址 北京海淀区普惠南里 14 号 (100036)  
网 址 <http://www.cesp.cn>  
电子信箱 [cesp@95777.com](mailto:cesp@95777.com)  
印 刷 北京市联华印刷厂  
经 销 各地新华书店经销  
版 次 2003 年 11 月第一版 2003 年 11 月第一次印刷  
印 数 1—5000  
开 本 787×960 1/16  
印 张 10  
字 数 197 千字  
定 价 22.00 元

---

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社发行部更换

## 目 录

第一章 污水处理厂设计步骤 .....	( 1 )
第一节 设计前期工作 .....	( 1 )
第二节 初步设计 (扩大初步设计) .....	( 3 )
第三节 施工图设计 .....	( 6 )
第二章 废水处理方法的选择与评价 .....	( 8 )
第一节 影响废水处理方法、流程的各种因素 .....	( 8 )
第二节 废水处理方法的选择与标准 .....	( 11 )
第三节 废水处理方法、流程的综合评价 .....	( 14 )
第三章 城市污水处理厂设计特点 .....	( 21 )
第一节 城市污水的特征 .....	( 21 )
第二节 城市污水处理厂设计的水质水量及处理程度 .....	( 23 )
第三节 城市污水处理工艺流程的选择 .....	( 28 )
第四节 城市污水处理构筑物的选型 .....	( 32 )
第四章 企业污水处理厂 (站) 设计 .....	( 40 )
第一节 企业污水的分类和特点 .....	( 40 )
第二节 各类企业废水的水质特点和处理工艺 .....	( 43 )
第五章 污水处理厂的设计和计算 .....	( 82 )
第一节 污水常规处理设施的设计和计算 .....	( 82 )
第二节 污水处理厂的平面布置设计 .....	( 117 )
第三节 污水处理厂的高程布置设计 .....	( 122 )
第四节 污水处理厂设计计算实例 .....	( 127 )

---

第六章 工程概算的编制·····	(143)
第一节 基本概念·····	(143)
第二节 概算的内容及编制方法·····	(144)
第三节 用概算定额编制单位工程概算表·····	(147)
参考文献·····	(151)

# 第一章 污水处理厂设计步骤

污水处理厂设计步骤可分为三个阶段：(1) 设计前期工作；(2) 初步设计(扩大初步设计)；(3) 施工图设计。

## 第一节 设计前期工作

设计前期工作包括预可行性研究(项目建议书)和可行性研究(设计任务书)。设计前期工作非常重要。它比设计本身复杂得多。它不仅要求设计人员有很宽的知识面,而且要求他们具有丰富的实际经验和公共关系的知识及能力。

### 一、预可行性研究

我国规定,比较大(投资在 3000 万元以上)的工程项目,需进行预可行性研究,作为建设单位(亦称甲方,英美国家称为业主、俄罗斯称为甲方)向上级机关申报“项目建议书”的技术附件。预可行性研究报告需经专家评审,并将评审意见附在报告后面送上级报告需专家评审,并将评审意见附在报告后面送上级机关审批。我国的审批机关属科学委员会系统。经审批以后就可以“立项”,然后才能进行可行性研究和其它正式设计工作。

### 二、可行性研究

可行性研究报告往往可以代替设计任务书,其经济性很强,它是国家控制投资的重要决策依据。可行性研究报告批准以后,甲方就可以委托设计单位进行设计。

但是,从 1989 年初开始,国家和省市建委成立了设计招标办公室,对大型项目要求进行招标,增强竞争性,使设计搞得更好,以便从中选择最优设计。由甲方准备好设计标书(英美国家设计标书详细程度介于初步设计和施工图之间)发给(或售给)各有设计执照的单位(至少 3 个以上),让设计单位搞设计方案

(可行性研究可以作为设计方案)。建委制订了一套评审办法,对各设计方案进行评选。中标(被选中)后就可以进入初步设计。

### 三、关于引进设备和利用外资问题

污水处理厂工程中,有时需引进国外设备和利用国外资金。

引进设备一般指用自由外汇向国际市场购买所需设备。这种引进一般比较简单,只要有自由外汇即可。在引进前可以向任何国家的厂商寄发“询价书”。这种询价书发给多家厂商,让他们报价后,可以择优选购。但这种引进往往受国家或省市进出口公司控制,由他们代理进出口业务,询价书也由他们代发。虽然引进设备比贷款简单,但由于我国自由外汇有限,所以,我国在污水处理方面利用贷款较普遍。

国外贷款一般通过政府间谈判获得。这种贷款都是附带条件的。例如某国同意贷款5亿美元给我国,其条件是:①全部购买他的设备;②归还期20~30年;③年利率2%~4%。

目前,我国获得的国外贷款一般有三个来源,即日本、欧洲和北美。日本贷款的条件比较优惠,即利率比较低,不要求一定买日本货。但日本的污水处理设备质量差。欧洲贷款的条件较苛刻,一般要求绝大部分贷款需购买他的设备(5%可以买第三国的设备)。他们设备的价格非常高(性能相似设备的价格比国内高4~10倍),但欧洲设备质量高、技术先进。特别是联邦德国及其影响的国家(奥地利、丹麦等)。美国贷款条件介于欧洲和日本之间,贷额的40%可以购买第三国产品。

### 四、可行性研究的主要内容

可行性研究是一门运用多种科学成果保证实现工程建设最佳社会、经济和环境效益的综合性科学。它对与工程有关的所有方面进行调查研究和综合论证,为拟建项目提供科学依据,从而保证所建项目技术上先进可行,经济上合理有利,社会及环境效果皆优。其主要内容包括:

- (1) 项目的背景和历史;
- (2) 工程规模;
- (3) 污水收集系统;
- (4) 厂址选择;
- (5) 多技术方案比较及推荐方案;
- (6) 管理机构及人员配备;

- (7) 工程费用估算;
- (8) 项目实施时间安排;
- (9) 项目的经济及环境评价。

下面列出某污水处理厂工程可行性研究报告的主要标题以供参考。

[例 1-1]

### 某污水处理厂工程可行性研究报告

#### 一、概述

- (一) 编制依据、原则和范围
- (二) 污水水量、水质和接管要求

#### 二、工程方案

- (一) 管道系统
- (二) 处理厂位置及用地
- (三) 污水处理工艺选择
- (四) 生物处理方案
- (五) 方案比较
- (六) 推荐比较
- (七) 人员编制、辅助建筑及水耗、药耗、电耗
- (八) 排放口方案

#### 三、工程投资估算及资金筹措

- (一) 工程投资估算原则
- (二) 工程投资估算表
- (三) 资金筹措

#### 四、工程近远期结合问题

#### 五、工程效益分析

#### 六、工程进度安排

#### 七、存在问题及建议

#### 八、附图及附件

## 第二节 初步设计 (扩大初步设计)

一般说来,初步设计应在设计任务书(可行性研究报告)批准以后才能进行,但有时批文还未下达设计已经开始。

初步设计文件一般主要由以下五方面组成:



## 一、设计说明书

### (一) 工程概况

#### 1. 设计依据

(1) 设计任务书(可行性研究报告)的批准文件

(2) 甲方的委托书

#### 2. 其它有关文件

这部分内容包括与有关部门达成的协议书,如用电、用水、环保部门允许流入哪个水体的批文等。

#### 3. 城市概况及自然条件

这部分内容包括地形、地貌、城市总体规划、工程地质、水文地质、气象等。

#### 4. 现有排水工程概况

#### 5. 现有的环境问题

### (二) 工程设计

1. 工厂选择 应说明所选厂址的地形、地质、防洪、卫生防护、城市布局、风向、用地面积等。

2. 污水水质水量 应包括污水的平均流量、高峰流量、现状流量、发展流量的水量和水质数据。

3. 工艺流程的选择与布置 叙述所选工艺的合理性、适用性、先进性、优越性,总平面布置,处理达到的要求,方案比较及建议等。

4. 描述各处理构筑物 按流程顺序描述各处理构筑物尺寸、构造、材料;选用设备型号、性能、台数;详细说明某新工艺、新技术,主要目的是让甲方能接受。第一次采用时风险大,甲方有时不愿意冒风险。

5. 处理后污水和污泥的出路。

6. 污水厂内辅助建筑物扼要说明。

7. 污水厂的总体布置。

8. 分期建设说明。

9. 存在的问题。

## 二、主要工程数量

需列出工程所需的混凝土量、挖土方量、回填土方量、池子的容积等。

## 三、主要材料和设备数量

需列出钢材、水泥、木材的数量和所需设备的清单。

## 四、工程概算书

## 五、图 纸

初步设计的图纸包括系统图(1:5000~1:10000)、构筑物图(1:200~1:500)、流程图、构筑物布置图、总平面布置图等。

下面列出某污水厂工程初步设计的主要标题以供参考。

[例 1-2]

### 某污水处理厂工程初步设计(扩大初步设计)

#### 一、概论

##### (一) 设计依据

##### (二) 概述(位置、服务范围、排水系统、污染状况等)

#### 二、污水工艺设计

##### (一) 污水量计算

##### (二) 排水系统选择与污水管设计

##### (三) 污水处理设计

###### 1. 水质

###### 2. 处理流程

###### 3. 处理厂平面布置

###### 4. 污水及污泥处理构筑物设计

(1) 污水部分: ①格栅; ②污水泵房; ③曝气沉砂池; ④初沉池; ⑤曝气池; ⑥回流泵房; ⑦二沉池; ⑧风机房; ⑨配电间; ⑩集控室。

(2) 污泥部分: ①浓缩池; ②浓缩污泥加热; ③消化池; ④污泥泵和集控室; ⑤储气柜; ⑥熟污泥地; ⑦锅炉房。

(3) 辅助构筑物: 厂前区 ①综合楼; ②食堂、厨房; ③浴室、厕所、传达

室；④机修、车库。污水处理区 ①场地管理工值班室；②场地仪表间。污泥消化区 ①配电、厕所；②空压机小间。

### 三、结构建筑设计

- (一) 工程地质概况
- (二) 主要建(构)筑物及标准
- (三) 主要工程材料

### 四、机电及自动化控制设计

- (一) 非标准机械设备
  - 1. 帘格除污机
  - 2. 螺旋泵
  - 3. 推进式污泥搅拌机

- (二) 配电设计
- (三) 自控及热工检测仪表

### 五、生产管理

- (一) 人员编制
- (二) 电力消耗
- (三) 污泥及沼气

### 六、工程概算

- (一) 编制依据
- (二) 维修运输设备
- (三) 污水厂主要设备
- (四) 厂外管道、材料数量
- (五) 处理厂管道、材料数量
- (六) 主要非标准设备
- (七) 主要配电设备
- (八) 自控及热工仪表

## 第三节 施工图设计

施工图设计在扩大初步设计批准以后进行。它以扩大初步设计的图纸和说明书为依据进行编制，使扩大初步设计进一步详细化，以便进行施工。所以，施工图是整个设计过程的终结，是全部设计内容的体现。

在施工图设计以前，工程中所有的重大技术问题都已经确定了。所以，施工图设计的任务是将污水厂各构筑物的每个细节都用图纸表现出来，将污水厂的各

构筑物的平面位置及高程精确地表示在图上，所以图纸的数量很大，每张图需按比例、用标准图例精确绘制，以便施工人员准确地将各构筑物按设计要求造在预定的位置上。所以编制施工图需花大量的时间。

## 第二章 废水处理方法的选择与评价

在水处理课上已经介绍了各种类型的废水处理单元或方法，这些单元或方法对处理废水中所含的某些污染物是有效的。但是，对于某一具体的废水而言，往往是复杂的，它可能含有多种污染物质。因此，对于废水处理，首先要弄清它所含有的污染物的性质与数量，并考虑其可处理性，在此基础上选择最佳处理方法与流程。

### 第一节 影响废水处理方法、流程的各种因素

影响废水处理方法、流程的主要因素是：①原废水的特性，其可处理性；②处理目标，要求出水的水质标准；③基建投资费用；④运行维护费用；⑤能耗、物耗，能否回收有用物料，是否会产生二次污染；⑥流程的稳定性等。此外，气候条件、场址可用地等因素也有影响。因此，必须综合考虑以上因素，结合当地情况、条件，因地制宜地选择废水的处理方法及其工艺组合与流程，使之达到既定的水质目标，而且在技术上可行，经济上适宜，具有明显良好的环境效益、经济效益和社会效益。

#### 一、废水的性质

根据废水中污染物选择处理方法（单元操作及其组合即流程），表2-1为废水中污染物及其处理方法的选择。

若要正确地选择适用的处理方法需要对废水中的成分做详尽分析与测定。以废水中的有机物为例，它可分为不同的组分，其可处理性也各不相同，如图2-1所示。

此外，有机污染物的可处理性，还可包含以下特性：

##### (1) 可吹脱性

即在常温高压（或减压）或升温减压等条件下对低沸点，易吹脱的有机污染物进行吹脱回收或处理，以避免污染大气或燃烧爆炸。

表 2-1 废水中污染物及其处理方法的选择

污水中的污染物	处理方法（单元操作或其组合）的选择
悬浮物	格栅、磨碎、筛网、筛滤、沉淀、气浮、离心分离、混凝沉淀（投加混凝剂、聚合电解质等药剂）
可生物降解有机污染物	活性污泥法（悬浮生长型生物处理系统）、生物膜法（固着生长型生物处理系统）、稳定塘处理系统、土地处理系统
难降解有机污染物	物理-化学处理系统：活性炭吸附，臭氧氧化或其它强氧化剂氧化；土地处理系统
病原体	消毒处理：加氯、臭氧、二氧化氯、紫外线、加溴或碘、辐射以及超声波-紫外线-臭氧复合消毒；土地处理系统
植物营养素	
氮	生物硝化与脱氮、氨吹脱解析、离子交换法、土地处理系统
磷	投加药剂：铝盐、铁盐、石灰或复合盐、生物-化学法除磷、A/A/O 生物法除磷脱氮、土地处理系统
重金属	化学混凝沉淀或浮除法、离子浮除、离子交换法、电渗析、反渗透、活性炭吸附、铁氧化法
溶解性无机固体	离子交换法、反渗透、活性炭吸附、铁氧体法
油	隔油、气浮、混凝过滤、粗粒化、过滤、电解-絮凝-浮除
热	冷却池，冷却塔
酸、碱	中和、渗析分离、热力学回收
放射性污染	化学混凝沉淀、离子交换、蒸发、贮存等

## (2) 可化学氧化性

即在强化学氧化剂（如臭氧剂等）作用下对有机污染物进行氧化分解。

## (3) 可吸附性

即在恒温条件下测定单位重量活性炭吸附量或通过一系列定量的活性炭来吸附恒定体积的有机污染物，以求得其吸附等温线，并判断该污染物的可吸附性。

## (4) 生物毒性

把有机污染物引入生物系统，促使生物进行生化反应的过程，即是对生物的繁殖生长、细胞分裂、呼吸速度与特性、代谢速度与特性等方面表现出的影响与作用，其反应程度取决于污染物的结构、理化性质和生物对其的适应能力、降解

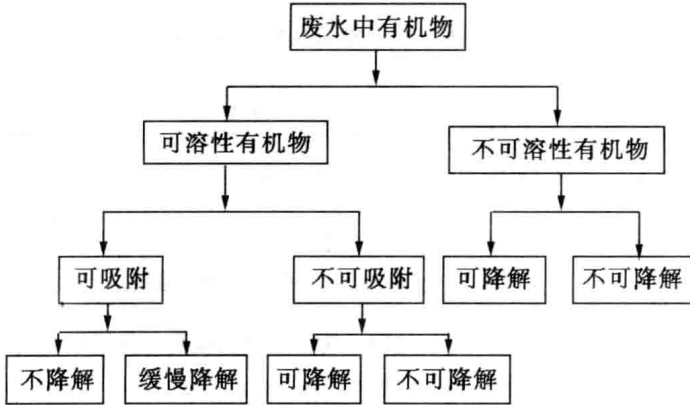


图 2-1 废水中的有机成分及其可处理性

能力等。

#### (5) 生物降解性

由于微生物的作用，更确切地由于其酶系统的作用而产生的对有机污染物的分解，同时消耗了水中的溶解氧，其过程可用微生物呼吸特性曲线来表示。除测定其好氧生物降解性外，近年来还发展测定其厌氧生物降解性。

#### (6) 可燃烧性和爆炸性

有机污染物在热和火焰的作用下表现出的若干特性，如热值 (MJ)、闪点、爆炸极限等。有机污染物在不同温度、压力下会产生各种热力学方面的现象。

当含有机物的废水拟选用生物法处理时可遵照如图 2-2 所示程序。

## 二、处理的目标

处理的目标对选择处理方法是十分重要的。根据废水排放的去向、国家或地方对各类废水的排放标准，确定废水应去除的主要污染物，以及其处理的程度，而后选择能达到该目标的处理方法，如单元操作及流程等。例如生物法处理系统的主要目标是去除可生物降解的有机物，使出水达到排放标准规定的浓度。对于难生物降解的有机物的去除，有时生物法无能为力，要选用化学法、物化法或与生物法相结合的流程。对于不能降解的污染物只有采取物理法或化学法处理。

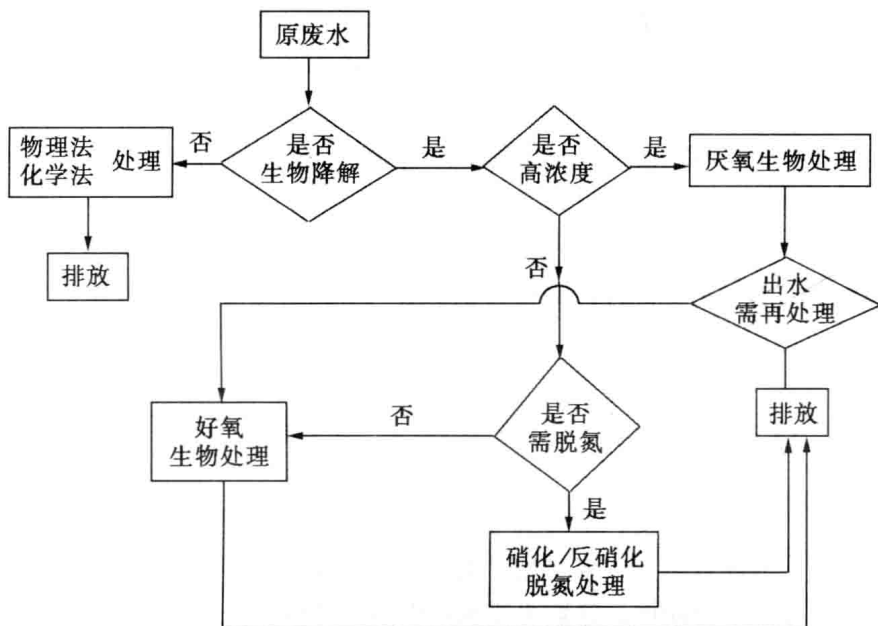


图 2-2 选择生物法处理的程序

## 第二节 废水处理方法的选择与标准

确定了废水的特性和处理目标后就可进行方法或单元操作及流程的筛选和选择，选择的标准简要介绍如下。

### 一、物理法、化学法与生物法处理

物理法主要利用物理作用来分离或回收废水中的悬浮物。它既可用于废水的预备处理或初步处理，也可用于一级处理，但在二级处理及三级处理或深度处理中，只是配合其它主要处理单元。

化学法主要利用化学反应的作用来处理或回收废水中的溶解物或胶体物，如酸碱中和、某些有用物质的萃取、有害溶解气体的吹脱等。化学法既可单独使用，也可用于二级处理或三级处理（深度处理）。

生物法是利用微生物的作用处理废水的方法。有机物通过生物法处理最后转化为  $\text{CO}_2$  与无机盐类，但它不能回收废水中有用物质。它可用来进行二级处理或三级处理（脱氮除磷）。



以上各种处理方法都有它的特点和适用条件。一般来说,化学法往往消耗的物料(如药剂)及能耗(燃料、电能)比其它两类方法要大,有时大得很多,有时污泥产生量也大,所以运行费用较贵。但是,处理设备较简单,占地面积较小,也可以连续运行。有的废水采用化学处理后能回收一些副产品,补偿较高的支付费用,其优点就比较突出。

生物法处理废水具有净化能力强,费用低廉,支付可靠性好等优点,是废水处理的主要方法。对于某种污染物若化学法与生物法都能净化的话,一般选用生物法为宜。

## 二、好氧生物处理法与厌氧生物处理法

根据电子受体的性质、生物法可分为好氧和厌氧两类(介于其间的为缺氧),这两类又可分为固着生长系统与悬浮生长系统。废水的好氧处理与厌氧处理既可单独使用,亦可组合使用,这取决废水的性质、浓度及处理目标。

好氧生物处理法与厌氧生物处理法的特性比较列于表2-2。

表 2-2 废水好氧处理法与厌氧处理法的比较

比较因素	厌氧处理	好氧处理
能源要求	低	高
处理程度	BOD <sub>5</sub> 去除率可达 60%~90%	BOD <sub>5</sub> 去除率可达 90%~95%
污泥产生量	少	多
过程的稳定性 (对毒物和负荷变化)	低至中等	中至高等
启动时间	2~4 个月	2~4 周
对营养物的要求	低	对某些工业废水较高
臭气	可能有臭气问题	较少
对碱度的要求	对某些工业废水要求高	低
沼气产生	有	无

厌氧处理法的局限性在于它的净化出水的水质不能达到很高的水平(如 BOD<sub>5</sub> 20~30mg/L, 去除率最高达 90%~95%)。但它作为高浓度有机废水在好氧处理前的预处理是经济有效的。厌氧处理法能耗省,且可回收沼气补偿处理过程的能耗,因此,引起目前科技界的瞩目。通过对两种方法的费用比较,一般认