



水 污  
理 处  
工 理  
艺 工  
及 艺  
工 程  
方 案  
设 计

中国 建筑 工业 出版 社

# 污水处理工艺及工程方案设计

中国建筑工业出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

污水处理工艺及工程方案设计/张统主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2000. 5  
ISBN 7-112-04220-8

I. 污… II. 张… III. ①污水处理-工艺②污水处理-市政工程-工程设计 IV. X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 20224 号

本书所涉及的污水处理技术包括物理的、化学的和生物的处理方法, 如厌氧生物处理技术 (UASB、UBF、厌氧流化床、酸化水解)、好氧生物处理技术 (AB 法、SBR、氧化沟、炉渣填料接触氧化法、氧化塘) 及不同方法的组合工艺等。本书共分 16 章, 其中第 1 章至第 14 章为 14 类不同污水的处理技术综述及工程方案设计, 第 15 章为综合性污水处理工程方案, 第 16 章为污水处理工艺设计摘要。其中工程方案设计包括污水来源、水质水量、工艺流程、主要设备、工程造价、运行费用、平面及高程布置等。全书共收集约 100 个工程设计方案, 这些方案突出了其创新性、实用性、成熟性和代表性。

本书可供有关科研、设计和环保管理部门的技术人员及环境工程专业的师生参考, 也可供广大用户选择污水处理投标方案时参考。

## 污水处理工艺及工程方案设计

\*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京市彩桥印刷厂印刷

\*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 21 字数: 508 千字

2000 年 4 月第一版 2001 年 5 月第二次印刷

印数: 2,501—4,000 册 定价: 42.00 元

ISBN 7-112-04220-8

TU · 3313 (9662)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

## 《污水处理工艺及工程方案设计》编辑委员会

主任：张 统  
副主任：戴日成 时 华 窦忠亭  
委员：（按姓氏笔画排序）  
王守中 刘思富 刘少怀 李桂芝 张志仁 张 钧  
侯瑞琴 郝建平 殷国柱 曹健舞 戴建军  
主编：张 统  
副主编：张志仁 王守中  
主 审：刘少怀 殷国柱  
参加编写人员：侯瑞琴 张 钧 郝建平 曹健舞

## 作者简介

张统 1963年出生，现为总装备部工程设计研究总院环保中心研究员。1986年毕业于同济大学环境工程系给水排水专业，同年进入清华大学环境工程系攻读研究生，1988年和1991年先后获得硕士和博士学位，毕业后到原国防科工委工程设计研究总院从事污水处理技术研究，1994年晋升为高级工程师，1996年赴香港科技大学进行为期1年的访问研究，同年被列入“国家百千万人才工程”培养计划，1997年获国务院颁发的政府特殊津贴。现兼任南京工程兵工程学院研究生导师和中国土木工程学会给水排水分会理事。共发表论文30多篇，出版专著1部，获得部委级科技进步奖4项。

通讯地址：北京市4702信箱环保中心，邮编：100028 电话：(010) 66358601

张志仁 1939年出生，现为总装备部工程设计研究总院高级工程师。1965年毕业于哈尔滨建筑工程学院水处理专业。几十年来在水处理方面取得了丰硕的成果，共获得部委级以上科技进步奖8项，出版专著2部。1992年被中共中央组织部和中华人民共和国人事部授予中青年有突出贡献专家，并获国务院颁发的政府特殊津贴。



## 前 言

我国1996年发布《国务院关于加强环境保护若干决议》，要求到2000年底，全国各省、自治区、直辖市要使本辖区主要污染物排放总量控制在规定的指标内；全国工业污染源排放污染物达到国家和地方规定的标准；直辖市、省会城市等重点城市的大气、水环境质量达到国家规定的标准（简称“一控双达标”）。要解决时间紧、任务重与资金严重不足的矛盾，必须充分重视并发挥科学技术在环保工作中的作用。

污水处理工艺方案设计是污水处理的首要环节，一个科学合理的方案可以在达到治理目标的同时节省投资、降低成本、简化管理。本书的主编单位中国人民解放军总装备部工程设计研究总院环保中心在污水处理与回用技术研究及方案设计方面做了大量工作，积累了一定的经验，借编写本书的机会奉献给读者。另外，清华同方股份有限公司环境工程部、盐城市华亚环境治理工程有限公司、清华大学紫光集团环境中心等单位也为本书提供了很好的污水处理方案。此外，还从专业期刊上筛选并向有关作者征集了一部分方案。本书包括的100个污水处理方案是从150多个方案中优选出来的，涉及到的污水分为15大类，包括城市污水、小区污水、污水处理及回用、游泳池循环水、啤酒、化工、制药、造纸、肉类加工、纺织印染、制革、医院、电镀、矿井水及综合废水。方案筛选的原则是兼顾新颖性、成熟性及实用性。本书集中体现了80年代末以来污水处理应用技术的最新发展动态，具体包括：厌氧处理技术中的UASB、UBF、厌氧流化床、水解酸化；好氧处理技术中的AB法、SBR、CASS、氧化沟、生物接触氧化；物化处理技术中的浅层气浮、长纤维过滤、膜技术；上述工艺的组合工艺如A/O法、A<sup>2</sup>/O法等。

需要说明的是：（1）本书中的方案大都在工程中得以应用并产生良好效果。少数方案是投标方案，因故未能实施工程。本书不构成对该工程承担单位的权利侵害。（2）对于从刊物上优选出来的方案，编写人员根据技术的发展及本书的总体要求进行修改，不妥之处，请作者包涵。对选中的方案，编者均向作者发出了书面征文通知，接到通知的作者都及时回电话表示同意，对此，我们表示衷心感谢。但由于种种原因，作者的通信地址可能发生变化而未收到我们的书面征文通知，鉴于接到通知的作者无一拒绝将其论文编入本书，我们冒昧地认为未回函者都持同意态度。同时我们在书中注明了该方案的作者姓名，请作者对此表示谅解。（3）本书出版后，我们将给作者赠书一本，作为回报。因此，目前还未取得联系的作者见书后请及时与我们联系，我们将履行承诺。（4）方案中的具体技术问题由原设计者或设计单位负责解释。

在本书的编写过程中，北京工业大学的李桂芝教授通阅全书内容，提出了很多宝贵意见，北京医药集团公司环境检测中心的蔡井刚同志对本书的编写提供了很大帮助，在此表示感谢。

由于本书涉及很多新技术、新工艺、新设备，而编者水平有限，书中不妥或错误之处敬请批评指正。

编 者

1999年8月15日

# 目 录

## 第一章 城市污水处理工程方案设计

1.1	混凝沉淀工艺处理城市污水 .....	1
1.2	强化一级工艺处理城市污水 .....	3
1.3	缺氧+传统活性污泥法 (A/O 法) 处理城市污水 (一) .....	6
1.4	缺氧+传统活性污泥法 (A/O 法) 处理城市污水 (二) .....	9
1.5	T 型氧化沟处理城市污水 .....	15
1.6	DE 型氧化沟处理城市污水 .....	19
1.7	AB 法处理城市污水 .....	22
1.8	A-A <sup>2</sup> /O 工艺处理城市污水 .....	27
1.9	传统活性污泥法处理城市污水 .....	33
1.10	ICEAS 工艺处理城市污水 .....	36
1.11	传统活性污泥法处理城市污水 .....	39

## 第二章 小区污水处理工程方案设计

2.1	CASS 工艺处理北京航天城生活污水 .....	45
2.2	生物接触氧化法 (地下式) 处理小区污水 .....	51
2.3	水解酸化+生物接触氧化工艺处理小区污水 .....	53
2.4	生物接触氧化+超滤膜工艺处理集贸市场污水 .....	55
2.5	合建式氧化沟工艺处理小区污水 .....	57
2.6	两级生物接触氧化法处理小区污水 .....	59

## 第三章 污水资源化与回用工程方案设计

3.1	CASS+物化工艺处理生活污水及回用 .....	82
3.2	接触氧化+混凝过滤工艺处理洗衣淋浴废水及回用 .....	69
3.3	一体化净水器处理某广场污水及回用 .....	72
3.4	生物接触氧化+超滤膜过滤工艺处理写字楼污水及回用 .....	74
3.5	沉淀+活性污泥法+过滤工艺处理城市污水及回用 .....	78
3.6	快速渗滤+稳定塘工艺处理城市污水及回用 .....	80
3.7	生物接触氧化+混凝过滤+消毒工艺处理洗浴水及回用 .....	86
3.8	生物转盘+混凝过滤+消毒工艺处理宾馆污水及回用 .....	90
3.9	除油沉砂+混凝净化工艺处理洗车场废水及回用 .....	92

#### 第四章 啤酒废水处理工程方案设计

4.1	CASS 工艺处理啤酒废水	96
4.2	UASB+射流曝气工艺处理啤酒废水	99
4.3	UASB+塔式生物滤池+混凝工艺处理啤酒废水	102
4.4	深井曝气+氧化沟+混凝工艺处理啤酒废水	106
4.5	UASB+氧化沟工艺处理啤酒废水	107
4.6	UASB+生物接触氧化+气浮工艺处理啤酒废水	111
4.7	UASB+生物接触氧化+气浮工艺处理啤酒废水	115

#### 第五章 化工废水处理工程方案设计

5.1	CASS 工艺处理化工废水	121
5.2	混凝沉淀+气浮+CASS 工艺处理含磷废水	131
5.3	隔油+混凝沉淀+过滤工艺处理含磷废水	136
5.4	厌氧+生物滤池+氧化塘工艺处理含醛含酸废水	138
5.5	隔油+气浮+过滤工艺处理化妆品废水	141
5.6	水解酸化+活性污泥法处理化纤废水	143

#### 第六章 制药废水处理工程方案设计

6.1	UASB+生物接触氧化工艺处理乙酰螺旋霉素废水	146
6.2	隔油+水解酸化+CASS 工艺处理天然维生素 E 生产废水	149
6.3	SBR 工艺处理中药废水	152
6.4	两级深井曝气 (AB 法) 工艺处理制药废水	154

#### 第七章 造纸废水处理工程方案设计

7.1	两级气浮+过滤工艺处理造纸脱墨废水	158
7.2	混凝气浮工艺处理造纸白水	161
7.3	化学除硅+混凝沉淀工艺处理造纸黑液	165
7.4	生物接触氧化+化学絮凝工艺处理造纸中段废水	169

#### 第八章 肉类加工废水处理工程方案设计

8.1	CASS+高效净水器工艺处理肉类加工废水	172
8.2	气浮+接触氧化+过滤工艺处理肉类加工废水	174
8.3	水解酸化+SBR 工艺处理屠宰废水	176
8.4	射流曝气 SBR 工艺处理屠宰废水	179
8.5	浅层气浮+接触氧化工艺处理屠宰废水	181

#### 第九章 印染废水处理工程方案设计

9.1	水解酸化+生物接触氧化+气浮工艺处理印染废水	185
-----	------------------------	-----



9.2	超滤+延时曝气+气浮工艺处理牛仔布废水	191
9.3	厌氧+两级好氧工艺处理毛毯废水	195
9.4	生物接触氧化法处理针织漂染废水	197
9.5	生物接触氧化+气浮工艺处理染织废水	200
9.6	混凝+厌氧+好氧+生物炭工艺处理毛条废水	203

## 第十章 制革工业废水处理工艺方案设计

10.1	物化预处理+SBR+气浮工艺处理制革废水	207
10.2	物化预处理+CASS工艺处理制革屠宰混合废水	210
10.3	CAF气浮+接触氧化工艺处理制革废水	215

## 第十一章 医院污水处理工程方案设计

11.1	沉淀+消毒工艺处理医院污水	220
11.2	CASS+消毒工艺处理医院污水	224
11.3	生物接触氧化+沉淀过滤+消毒工艺处理医院污水	229
11.4	缺氧+好氧+消毒工艺处理医院污水	231

## 第十二章 游泳池循环水处理工程方案设计

12.1	臭氧氧化+混凝过滤+消毒工艺处理景观循环用水	240
12.2	砂滤+消毒工艺处理游泳池循环水	244
12.3	混凝过滤+消毒工艺处理游泳池循环水	249
12.4	臭氧氧化+过滤+消毒工艺处理水上乐园循环水	252

## 第十三章 煤矿矿井废水处理工程方案设计

13.1	气浮+过滤工艺处理矿井废水	256
13.2	混凝沉淀+过滤+消毒工艺处理矿井废水	259
13.3	混凝沉淀+过滤+消毒工艺处理矿井废水	261
13.4	一体化净水器+过滤+消毒工艺处理矿井废水	262
13.5	混凝沉淀+过滤+消毒工艺处理矿井废水	265

## 第十四章 电镀废水处理工程方案设计

14.1	综合物化工艺处理含铜含氰废水	268
14.2	两级过滤+膜分离工艺处理电镀废水	273
14.3	中和+薄膜过滤工艺处理电镀含锌废水	275

## 第十五章 其它废水处理工程方案设计

15.1	隔油+混凝气浮+生物接触氧化工艺处理含油废水	278
15.2	臭氧氧化+混凝过滤+紫外光氧化+反渗透工艺处理农药废水	284
15.3	水解酸化+生物接触氧化+混凝气浮工艺处理飞机清洗废水	287

15.4	混凝气浮+超滤+活性炭吸附工艺处理飞机发动机清洗废水	292
15.5	隔油沉淀+CASS工艺处理含油综合污水	295
15.6	混凝过滤+水解酸化+生物接触氧化工艺处理采油废水	299
15.7	UASB+接触氧化+过滤工艺处理淀粉废水	301
15.8	SBR工艺处理白酒生产废水	303
15.9	厌氧+好氧工艺处理薯类酒精废液	306
15.10	厌氧+接触氧化+气浮过滤工艺处理柠檬酸生产废水	308
15.11	水解酸化+射流曝气+煤渣吸附工艺处理酱油废水	315

## 第十六章 其它废水处理工艺设计摘要

16.1	北京红牛饮料厂污水处理工艺设计	318
16.2	北京健力宝太平洋包装制品公司污水处理工艺设计	318
16.3	北京色织厂污水处理工艺设计	320
16.4	中国长城葡萄酒厂污水处理工艺设计	320
16.5	电子精密部件生产废水处理工艺设计	321
16.6	养鸡场污水处理工艺设计	322
16.7	木糖厂废水处理工艺设计	322
16.8	食用植物油废水处理工艺设计	323
16.9	机床厂污水处理工艺设计	323
16.10	汽车磷化喷漆废水处理工艺设计	324
16.11	胶印废水处理工艺设计	325

# 第一章 城市污水处理工程方案设计

城市污水一般由生活污水和工业废水组成,城市污水的水质与城市的规模、生活水平、工业企业的状况及废水处理水平、排水系统的形式及完善程度、气候环境等因素有关。主要水质指标为:水温一般在 $10\sim 20^{\circ}\text{C}$ , COD为 $200\sim 500\text{mg/L}$ ,  $\text{BOD}_5$ 为 $100\sim 300\text{mg/L}$ ,  $\text{pH}=6.5\sim 7.5$ ,  $\text{SS}=100\sim 250\text{mg/L}$ ,可生化性较好,各种营养物质齐全,对一些有毒有害工业废水必须进行预处理后才能排入城市下水道,以免对城市污水处理系统造成冲击。

城市污水处理程序包括预处理、一级处理、二级处理、深度处理及污泥处理,其中的核心部分为二级生化处理。预处理主要包括格栅和沉砂池;一级处理构筑物主要是初次沉淀池;二级处理构筑物主要是曝气池和二次沉淀池,二级处理是处理工艺的核心,通过微生物的新陈代谢作用将污水中的大部分有机物转换成 $\text{CO}_2$ 和 $\text{H}_2\text{O}$ ;污水的深度处理包括脱氮除磷及有机物的进一步去除,常用混凝沉淀和过滤工艺,也有采用生物陶粒和生物炭工艺,而最后往往进行消毒处理。污泥处理是污水处理厂的重要组成部分,主要包括浓缩、消化、脱水和干化等。

多年来,我国城市基础设施建设滞后于经济发展,污水处理设施欠账太多。根据国家“九五”计划和建设部城市污水处理规划要求,到2000年,城市污水处理达标率为25%,2010年达到40%。因此,可以预测,未来10年内用于城市污水处理设施建设的投资将达上千亿元。

活性污泥法一直是城市污水处理的主导工艺,为满足日益严格的环境要求,并降低运行成本,简化管理,许多新技术、新工艺、新设备被开发出来和推广应用,如:A-B法,A/O法, $\text{A}^2/\text{O}$ 法,SBR,ICEAS(改进的SBR法),氧化沟及酸化水解与好氧法的串联处理工艺等,新工艺的应用大大提高了我国城市污水处理的总体水平,降低了投资和运行费用,缓和了环保投资严重不足的矛盾,在以下的方案中,分别列举了不同处理工艺在城市污水处理中的应用情况。

## 1.1 混凝沉淀工艺处理城市污水

抚顺市污水综合治理工程是世界银行贷款辽浑太流域治理优选建设项目之一,对改善抚顺及沈阳水体水质,具有十分重要的意义。

抚顺市城区位于南北丘陵夹峙的浑河河谷冲积平原上,沿浑河两岸呈带状布局,东西长近30km,南北宽6~8km,地势由东向西逐渐降低,自然形成了六个排水区域。目前污水量的构成是:工业废水 $40.4\text{万 m}^3/\text{d}$ ,生活污水 $11.6\text{万 m}^3/\text{d}$ ,其中有近二十家冶金、化工、钢铁等企业已有二级生化处理设施,日处理量达 $24.18\text{万 m}^3$ 。目前城市污水由一条沿浑河贯穿东西的截流干渠,将污水排入沈抚灌渠。

根据世界银行贷款计划及工程远期规划,决定一期工程新建一条远期规模为100万

m<sup>3</sup>/d 截流干渠，与原有沈抚暗渠结合，分别排放城市污水和工业废水；新建一座25万 m<sup>3</sup>/d 的一级城市污水处理厂。

抚顺市是重工业城市，在总体方案选择时，采用分质排放的方案，即将已有二级处理设施的二十家企业的工业废水，直接排入流经该市水体的下游，不再流入城市污水系统。这样不但可减小新建城市污水处理厂的规模、节省投资、降低运行费用，而且对污水处理厂的运行管理极为有利。

### 1.1.1 水质水量

污水处理厂分三期建设。进厂污水水质：BOD<sub>5</sub>=190mg/L，SS=204mg/L，NH<sub>3</sub>-N=30mg/L。出厂污水水质标准：BOD<sub>5</sub>≤15mg/L，SS≤25mg/L，NH<sub>3</sub>-N≤2.8 mg/L。

在一期工程实施时，只建设一座 25 万 m<sup>3</sup>/d 一级污水处理厂，整个工程在二、三期工程全部实施后，污水处理规模为 50 万 m<sup>3</sup>/d。

### 1.1.2 工艺流程

为了强化一期工程的处理效果，提高污染负荷的削减量，采用化学沉淀法，工艺流程见图 1-1-1，SS 去除率可达 60%。二、三期工程采用二级处理，具体工艺为 A/O 法。

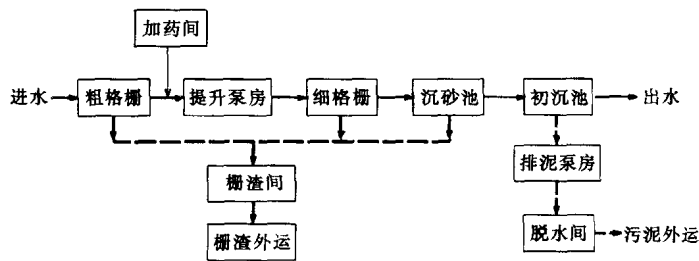


图 1-1-1 抚顺市三宝屯污水处理厂工艺流程

### 1.1.3 主要构筑物及设备

主要构筑物及设备

表 1-1-1

名称	流量 (万 m <sup>3</sup> /d)	设计参数
粗格栅间	110	过栅流速 0.7m/s，栅条净距 30mm，栅条宽 10mm，水平倾角 75°，栅前进水总渠流速 0.8 m/s，共设格栅 7 个，宽度 1.8 m，机械除渣
提升泵房	110	平面尺寸 42m×12m，高 7.8 m，11 台螺旋泵，H=7.8 m，N=188kW，一期工作 2~4 台，远期 9 用 2 备
细格栅间	37.5	过栅流速 0.8 m/s，栅条净距 15mm，栅条宽 10 mm，水平倾角 75°，栅前进水总渠流速 1.0 m/s，水深 1.7 m，共设格栅 3 个，机械除渣
沉砂池	37.5	离心式沉砂池 4 座
初沉池	37.5	辐流式沉淀池 4 座，直径 43 m，中心管直径 8 m，池中有效水深 3.3 m，缓冲层高度 0.4 m，周边池深 4.2 m，中心池深 8.08 m。表面负荷 2.7m <sup>3</sup> / (m <sup>2</sup> ·h)，沉淀时间 1.2 h，水平流速 7.5 mm/s，进水 SS 为 204mg/L，自然沉淀时 SS 去除率 40%，湿泥量 1020t/d，含水率 97%，化学沉淀时 SS 去除率 60%，湿泥量 1530t/d

续表

名称	流量 (万 m <sup>3</sup> /d)	设计参数
排泥泵房		平面尺寸 12m×6m, 吸泥池平面尺寸 9m×2m, 有效容积 70m <sup>3</sup> , 共设排泥泵 3 台, 2 用 1 备, 排泥流量 127 m <sup>3</sup> /h, 扬程 15 m, 功率 22kW
污泥脱水间		平面尺寸 30m×21m, 内设污泥混凝池 4 座, 单池平面尺寸 4m×4m, 每池设搅拌机 1 台, 功率 2 kW, 带式压滤机 3 台, 2 用 1 备, 单台处理泥量 640kg/(m·h), 带宽 2m, 泥饼含水率 70%, 电机功率 75 kW; 投泥机 3 台, 2 用 1 备, 单台流量 42.5 m <sup>3</sup> /h, 扬程 15 m, 电机功率 11 kW, 带式输送机 1 台, 带宽 0.5 m, 带长 29.5 m, 功率 3 kW; 空压机 2 台, 1 用 1 备, 风量 1.5 m <sup>3</sup> /min, 压力 0.7 MPa, 功率 15 kW
投药间		控制室平面尺寸 30m×6m, 贮药室平面尺寸 30m×9m, 污泥脱水絮凝剂采用 FeSO <sub>4</sub> 或 Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> , 投药量 20mg/L

\* 原作者: 杨晓华 抚顺市市政工程设计研究院

## 1.2 强化一级工艺处理城市污水

赤峰市位于内蒙古自治区南部, 现有人口 420 万, 面积 90021 万 km<sup>2</sup>。赤峰市中心现有四大排水系统, 汇水总面积约 16km<sup>2</sup>, 排水系统均为合流制管渠, 污水出口就近排入河流, 未经处理直接进入水体和供农民污灌。污水灌溉缓解了赤峰地区干旱缺水的矛盾, 具有肥效好、省电等优点。但是, 随着灌渠上游工业的发展以及城镇居民生活水平的提高, 城市污水排放量和污染物排放浓度呈现明显上升趋势, 水质不稳定已经对灌区内的农作物产生了不良影响, 造成死苗、黄苗、减产甚至绝收。而在非灌溉季节, 全部污水直接排入水体, 对该地区生态环境造成污染, 并直接威胁下游渔业基地的安全。

### 1.2.1 水质水量

#### 1. 污水水量

根据城市规划部门的预测, 赤峰市中心城区污水处理厂工程建设规模: 近期 5 万 m<sup>3</sup>/d, 分二期建设, 一期 2.5 万 m<sup>3</sup>/d, 二期 5 万 m<sup>3</sup>/d。远期 10 万 m<sup>3</sup>/d。

#### 2. 污水水质

污水处理厂进水水质: BOD<sub>5</sub>=198.3mg/L, COD<sub>Cr</sub>=728.0mg/L, SS=470.1mg/L。BOD<sub>5</sub>/COD=0.27, 可生化性较差。

#### 3. 出水水质标准

出水水质取决于出水的出路或回用途径。回用途径如下:

##### (1) 农田灌溉

将处理后的污水输送到种有农作物的土壤表面, 通过慢速渗滤的土地处理过程, 强化土壤—植物生态系统的净化功能, 使污染物变成有用的资源。

##### (2) 林地灌溉与人工湿地调节系统

在非灌溉期, 采用多样化生态结构调节形式, 如将处理后的污水排至城郊林场或将污水排到现有河岸废地建造的湿地系统。

按照污水回用于农作物的种类，以《农田灌溉水质标准》(GB5084—92)中旱作物的水质要求，污水处理厂出水  $BOD_5 \leq 150\text{mg/L}$ ， $COD \leq 300\text{mg/L}$ ， $SS \leq 200\text{mg/L}$ 。

### 1.2.2 处理工艺

按照出水水质要求及原污水的可生化程度，经多方案比较后，采用A-B法的A段作为该厂的污水处理工艺。A-B法工艺具有技术先进、经济合理、抗冲击负荷能力强、可分期建设等优点，其中A段主要利用生物的吸附作用去除有机污染物，需氧量少，节省运行费；相对于传统的一级处理，有机物去除率高，更适用于可生化性差的污水处理。此外，将来如原污水水质恶化或处理后水的出路发生变化，可在A段的基础上增建B段，达到二级以上的处理水平。

污水处理工艺流程见图1-2-1。

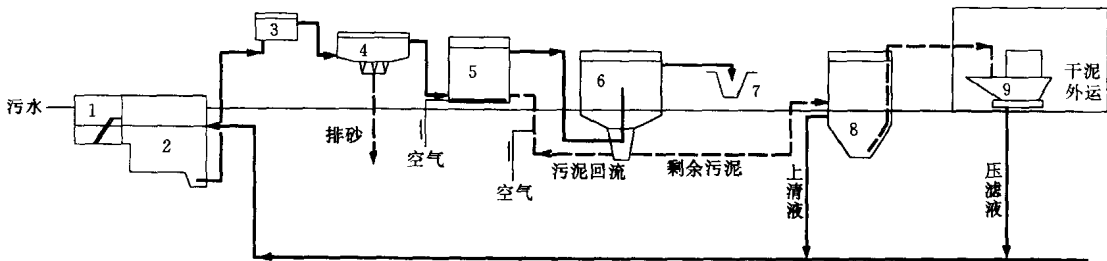


图1-2-1 赤峰市污水处理厂工艺流程

编 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
构筑物名称	格栅槽	集水池	计量槽	沉砂池	A级曝气池	A级沉淀池	灌溉水渠	污泥浓缩池	污泥脱水机房
水面标高	-1.40	-1.60	5.20	4.20	4.00	3.70	2.58	2.70	
有效水深	1.60	2.60	0.72	0.60	3.90	3.00	1.89	3.30	
构筑物顶部标高	0.50	0.50	5.50	4.50	4.50	4.00	2.88	3.10	5.30
构筑物底板标高	-3.00	-5.40	4.48	0.10	0.10	-2.70	0.69	-2.60	0.30
进口标高	-1.80		4.48	0.45	0.45	-1.40		0.70	
出口标高		-4.80	4.92	4.00	4.00	3.10			

### 1.2.3 主要构筑物

#### 1. 污水泵房

污水泵房按处理规模  $5 \text{万 m}^3/\text{d}$  设计，总变化系数采用 1.2。泵房分上、下两层，集水池有效容积根据上层布置综合考虑确定。

#### 2. 沉砂池



沉砂池为平流多斗式，水平流速 0.3m/s，水力停留时间 30s。沉淀的泥砂采用重力排砂及快开闸形式排至运泥车，与污泥饼一并外运处置。

### 3. A 级曝气池

A 级曝气池水力停留时间 36min，污泥回流比 50%。为提高充氧效果，节省能源，采用  $\phi 500\text{mm}$  微孔曝气装置。

### 4. A 级沉淀池

采用辐流式沉淀池，表面负荷  $1.5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，沉淀时间 2h，设周边传动式刮泥机。

### 5. 污泥浓缩池

采用间歇式污泥浓缩池，浓缩周期 16h，浓缩后的污泥用潜水泵排至脱水机房，上清液排至污水泵房集水井。

## 1.2.4 总体布局及高程布置

污水处理厂占地  $2.33\text{hm}^2$ 。采取综合平面布置、近远期结合及部分土建工程一次建成，降低了工程造价。主要处理构筑物如泵房、计量槽、沉砂池、A 级曝气池、A 级沉淀池、污泥浓缩池按每天处理废水  $5\text{万 m}^3$  的规模设计，其中沉砂池、A 级曝气池分两个系列，每个系列处理规模为  $2.5\text{万 m}^3/\text{d}$ ，可独立运行，A 级沉淀池和污泥浓缩池单池处理能力为  $2.5\text{万 m}^3/\text{d}$ ，附属建筑物配电室、鼓风机房、脱水机房按每天处理废水  $5\text{万 m}^3$  的规模设计；综合楼、锅炉房、给水泵房、汽车库、检修中心、传达室等按  $10\text{万 m}^3/\text{d}$  设计施工，远期增建的  $5\text{万 m}^3/\text{d}$  建设工程位于近期工程的东侧，需另征地  $0.15\text{hm}^2$ 。

### 1. 平面布置

污水处理厂平面布置分为污水处理区、污泥处理区及辅助生产区。生活区布置在西侧。北侧为污泥处理区，南侧为配电室等附属建筑物，中部为污水处理区。污水经提升后，依次经计量、沉砂与曝气池后进入沉淀池，完成强化一级处理。为节省用地及投资，巴氏计量槽、沉砂池及 A 级曝气池采用集中布置。为保证处理构筑物内污水温度及冬季的正常运行，采用浆砌石块护坡回填土的方式对计量槽、沉砂池、曝气池、沉淀池及污泥浓缩池进行保温。脱水机房位于厂区北侧，脱水后的污泥由东南侧门运出，不影响厂区整体环境。厂区东侧原考虑为污泥干化场，约  $0.5\text{hm}^2$ ，后为改善环境，以脱水机房代替干化场，此区域暂做绿化用，将来为远期污水厂的预征地。

### 2. 竖向布置

各污水处理构筑物的高程布置按进水泵房一次提升、满足水头损失及工艺要求确定，见图 1-2-2。

### 3. 管线布置

厂区内共有 19 条管线。热力由厂内锅炉房供给；电源由厂外引；生产、生活及消防用水均由厂内自备井供给，消防用水量依据《建筑设计防火规范》(GBJ16—87) 规定，室外同一时间内的火灾次数为一次，最大用水量为  $10\text{L}/(\text{s} \cdot \text{次})$ 。

为节省投资，厂区内未设雨水管线，雨水依地面坡度经 9 个泄水口及大门排至厂外明渠或自然地面渗透。同时，为保证处理厂的正常运转，在污水管进入厂区前设有闸井，当处理厂发生事故时，可关闭此闸门，中断截流。A 级沉淀池出水可排至红旗灌渠或英金河。

### 1.2.5 经济、环境与社会效益分析

赤峰市污水处理厂所采用的工艺以环境污染治理与水资源开发利用相结合为原则，使处理后的污水成为农林用水资源。

#### 1. 直接效益分析

水资源开发经济效益。以可利用水量 5 万  $\text{m}^3/\text{d}$ 、受益土地 1263 $\text{hm}^2$  计算，以机井灌溉运行费用的 50% 作为再生水资源的水价，约 0.3 元/ $\text{m}^3$ ，则再生水收益为 15000 元/d。若污水处理厂运行天数按 190 天考虑，则年收益 285 万元。

#### 2. 间接效益分析

##### (1) 肥力资源开发经济效益

水中的氮、磷元素及部分微量元素除部分通过微生物的作用降解外，绝大部分可被农作物、树、草等利用。受益耕地、林地总面积 1475 $\text{hm}^2$ ，处理水量 1852 万  $\text{m}^3/\text{a}$ ，平均总氮浓度 20 $\text{mg}/\text{L}$ ，处理 100 $\text{m}^3$  污水相当于施氮肥（尿素）4.65 $\text{kg}$ ，则每年为 848t 氮肥，折合人民币 128 万元；平均总磷浓度 2.1 $\text{mg}/\text{L}$ ，处理 100 $\text{m}^3$  污水相当于施磷肥（过磷酸钙）2.83 $\text{kg}$ ，每年相当于 516t 磷肥，折合人民币 35 万元。

##### (2) 林木资源经济效益

受益林地面积 213 $\text{hm}^2$ ，年收益 102 万元。间接效益合计为 265 万元/年。每年污水综合利用带来的直接、间接效益共计 550 万元。

#### 3. 环境与社会效益分析

本项目直接环境效益为：每年去除  $\text{COD}_\text{Cr}$  7311t， $\text{BOD}_5$  2352t，SS 7293t。该项目的建设，使赤峰市的城区污水和工业废水得以处理，可防止污水对该地区地下水的污染；改变了原污灌区常年污灌的状态，消除了土壤和农作物因污灌造成的污染，提高了作物品质。

\* 原作者：张荣辉 北京市市政工程设计研究总院

## 1.3 缺氧+传统活性污泥法（A/O 法）处理城市污水（一）

高碑店污水处理厂是北京市建设的第一座大型城市污水处理厂，位于东郊高碑店村南，距旧城广渠门约 8 $\text{km}$ ，地处市区边缘，但水、电、交通等条件堪称便利。该污水处理厂接纳旧城区及东郊工业区的排水，流域面积约 100 $\text{km}^2$ ，人口约 220 万。50 年代初，北京城区旧沟经过整修建了新的排水系统，这些下水道都就近排入河渠。随着城市发展污水量迅速增长，使城区护城河严重污染，环境恶化。50 年代中期，按照城市总体规划确定了分流制的排水原则，并开始修建各河渠的污水截流管，也即分流制污水管系统的干管。1960 年，本地区的污水管网系统基本形成，并在高碑店建成一座处理量 25 万  $\text{m}^3/\text{d}$ ，临时性的初级污水处理厂。80 年代以后，全系统下水道总长已达 530  $\text{km}$ ，污水量增加到 80 万  $\text{m}^3/\text{d}$ ，占全市总排水量的 40%，超出了现有排水设施的能力，迫切需要建设新的二级污水处理厂并完善截流管网。

### 1.3.1 水质水量

#### 1. 污水水量

根据近年的统计监测，本系统的总污水量已超过 80 万 m<sup>3</sup>/d，其中 50% 以上为工业废水，预计 2000 年污水量将超过 100 万 m<sup>3</sup>/d。本工程按 100 万 m<sup>3</sup>/d 的规模考虑，总变化系数采用 1.2，工程分两期建设，第一期 50 万 m<sup>3</sup>/d，于 1993 年完成投产，第二期 50 万 m<sup>3</sup>/d，2000 年前完成。在建厂的同时修建通惠河南岸干管和南护城河干管，使本流域内的污水全部得到处理。

### 2. 污水水质

(1) 由于工业废水的影响，COD 最高时可达 800mg/L 以上，一般在 500~600 mg/L，BOD/COD=0.2~0.3。

(2) SS 值偏高（特别是降雨初期），主要原因是城区大部分为合流管道。

(3) 根据实测资料，在严冬季节高碑店污水厂的水温仍能保持在 15℃ 以上，这对生物处理是十分有利的。

根据上述资料，设计中采用基本数据：BOD<sub>5</sub>=200 mg/L，COD=500 mg/L，SS=250mg/L，T=15~25℃。

### 3. 出水水质

出水水质标准取决于出水的用途。北京市位于干旱的华北地区，年降水量不足 600mm，水资源极为缺乏，因此，污水作为水资源已势在必行。

污水处理后再利用主要有灌溉农田、景观用水、工业回用和市政杂用四种方式。其中工业回用潜力最大的是作为冷却水，但要解决腐蚀、结垢、泡沫和生物增殖等问题。市政杂用主要用于浇灌花木和草坪、冲刷公厕等。

水质要求：BOD<sub>5</sub>≤16mg/L，SS≤30mg/L，NH<sub>3</sub>-N≤3mg/L。

## 1.3.2 处理工艺

针对上述出水要求，通过试验研究，确立采用缺氧、好氧活性污泥法，并适当延长曝气时间，使出水完全硝化。污泥处理采用两级中温厌氧消化工艺；沼气用以发电，作为污水厂的补充能源；发电机的冷却水供消化池加热；回用水的深度处理采用混凝沉淀和砂滤。处理厂工艺流程见图 1-3-1。

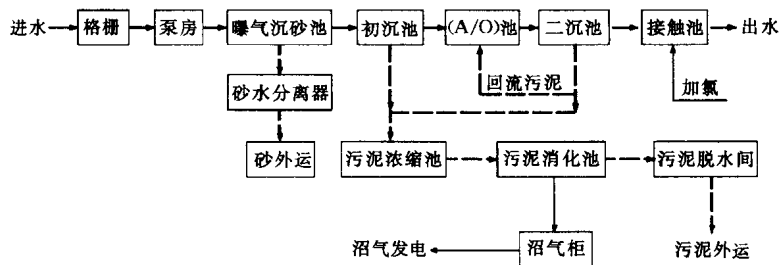


图 1-3-1 高碑店污水处理厂工艺流程图

## 1.3.3 主要构（建）筑物

### 1. 进水泵房

进水泵房按最大污水量 120 万 m<sup>3</sup>/d 设计。北京市城区下水道多为合流，原有泵房能力由 25 万 m<sup>3</sup>/d 改建为 50 万 m<sup>3</sup>/d，用于提升初期雨水。