



国家级职业教育规划教材


全国高职高专环境保护类专业规划教材 QUANGUO GAOZHI GAOZHUAN HUANJINGBAOHULEI ZHUANYE GUIHUAJIAOCAI

污水处理厂(站)运行管理

教育部高等学校高职高专环保与气象类专业教学指导委员会 组织编写

主 编 王怀宇
副主编 郭有才 段晓莹
主 审 谷群广

WUSHUI CHULICHANG (ZHAN) YUNXING GUANLI

 中国劳动社会保障出版社

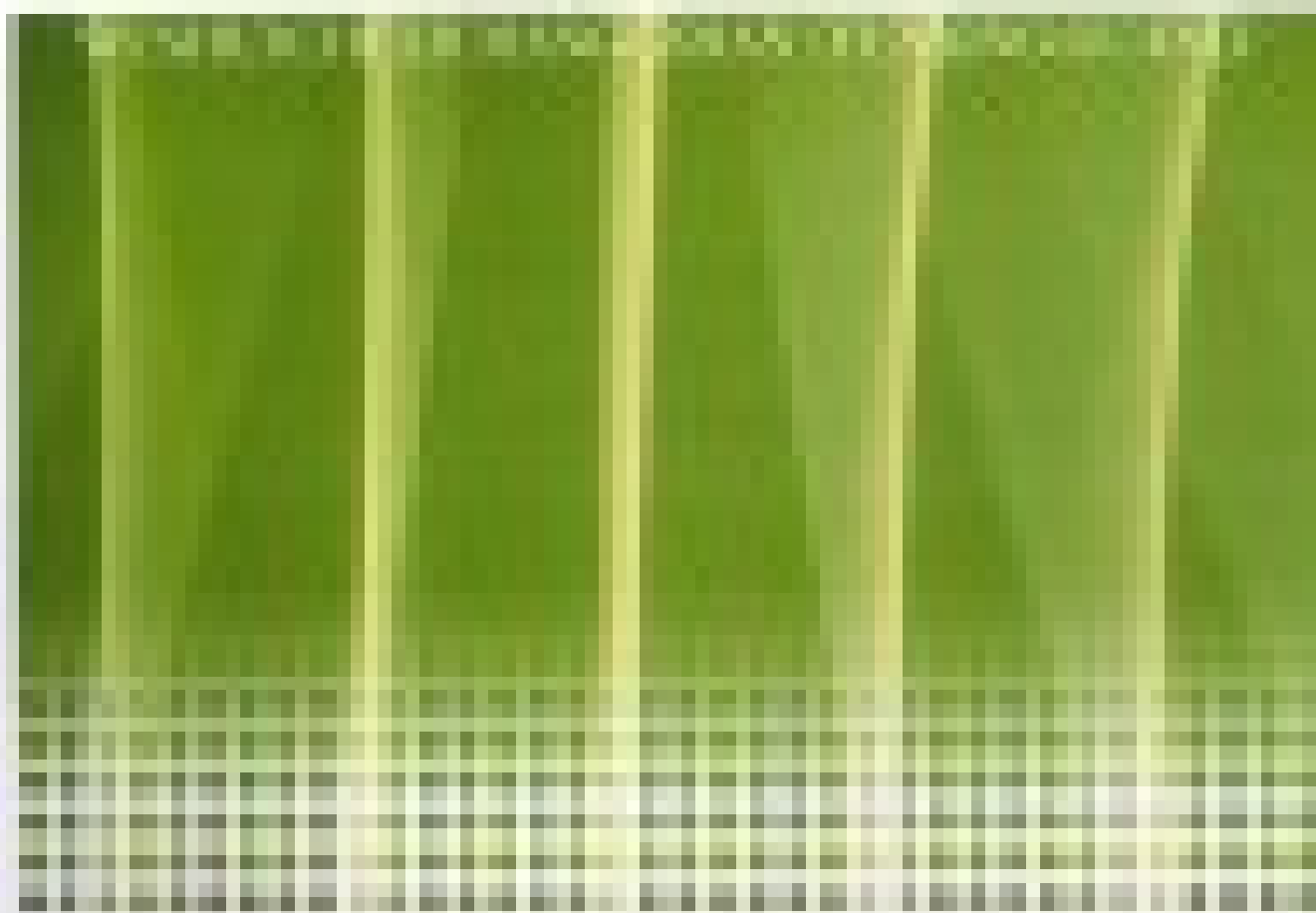


中国水利水电出版社
CHINA WATER & POWER PRESS

污水处理厂(站)运行管理

（第二版）

第二版



中国水利水电出版社

全国高职高专环境保护类专业规划教材

污水处理厂(站)运行管理

教育部高等学校高职高专环保与气象类专业教学指导委员会组织编写

主 编 王怀宇
副主编 郭有才 段晓莹
主 审 谷群广

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

污水处理厂(站)运行管理/王怀宇主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2009
全国高职高专环境保护类专业规划教材
ISBN 978-7-5045-8001-6

I. 污… II. 王… III. ①污水处理厂-运行-高等学校:技术学校-教材②污水处理厂-管理-高等学校:技术学校-教材 IV. X505

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 169511 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

北京谊兴印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 23.25 印张 531 千字

2009 年 10 月第 1 版 2009 年 10 月第 1 次印刷

定价: 39.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权所有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

全国高职高专环境保护类专业规划教材编委会

- 主任** 林振山 南京师范大学，教授、博士生导师，教指委主任
副主任 李元 云南农业大学，教授、博士生导师，教指委副主任
王国祥 南京师范大学，教授、博士生导师，教指委秘书长
张宝军 徐州建筑职业技术学院，博士、教授，教指委委员
王灿发 中国政法大学，教授、博士生导师，中国法学会环
境资源研究会副会长
谷 峡 黑龙江建筑职业技术学院，教授

委 员 (排名不分先后)

- 朴光洙 中国环境管理干部学院
王有志 黑龙江建筑职业技术学院
王英健 辽宁石化职业技术学院
史永纯 黑龙江生态工程职业学院
吴卫东 江苏盐城技师学院
钟 飞 南京化工职业技术学院
汪 葵 江西环境工程职业学院
赵 育 中国环境管理干部学院
王怀宇 邢台职业技术学院
马 英 邢台职业技术学院
郭 军 黑龙江生态工程职业学院
谭慧明 辽宁工业大学
龚贵生 徐州建筑职业技术学院
王存海 邢台职业技术学院

刘明华	河北秦皇岛市环境监测站
姜松歧	哈尔滨市固废辐射管理中心
牛树奎	北京林业大学
谷群广	邢台职业技术学院
崔宝秋	锦州师范高等专科学校
丁邦东	扬州工业职业技术学院
展惠英	甘肃联合大学
彭波	南京化工职业技术学院
王政	中国环境管理干部学院
关贺群	黑龙江省伊春林业学校
梁贤军	四川化工职业技术学院
郭春明	黑龙江建筑职业技术学院
刘青龙	江西环境工程职业学院
裘建平	金华职业技术学院
雷颀	南昌理工学院
石碧清	中国环境管理干部学院
颜廷良	江苏盐城技师学院
王中华	泰州职业技术学院
叶兴刚	十堰职业技术学院
郭有才	邢台职业技术学院
段晓莹	邢台财贸学校
焦桂枝	河南城建学院
马永刚	黑龙江生物科技职业学院
吴琦	哈尔滨工程大学
梁晶	黑龙江生态工程职业学院
张朝阳	长沙环保职业技术学院
丁可轩	黄河水利职业技术学院
连志东	北京市环境保护局

序 言

环境保护是伴随人类社会经济发展的永恒主题，我国党和政府一贯高度重视环境保护工作。近年来，随着我国经济建设的快速发展，社会和企业对环境保护应用型人才的需求日益扩大，这给高职高专环境保护专业建设带来了新的机遇和挑战。为了更有力地推动环境保护专业教育的发展和专业人才的培养，加强教材建设这一专业建设的重要基础工作，教育部高等学校高职高专环保与气象类专业教学指导委员会（以下简称“教指委”）与人力资源和社会保障部教材办公室结合各自的领域优势，共同组织编写了“全国高职高专环境保护类专业规划教材”。本套教材包括《环境监测》《水污染控制技术》《大气污染控制技术》《噪声污染控制技术》《固体废物处理与处置》《污水处理厂（站）运行管理》《环境保护概论》《环境管理》《环境生态学基础》《环境影响评价》《环境法实务》《环境工程制图与 CAD》《室内环境检测》《环境保护设备及其应用》《环境专业英语》《环境工程微生物技术》《环境工程给水排水技术》17种。

本套全国规划教材的编写力求满足高职高专环境保护类专业课程体系和课程教学的新发展，立足教学现状，力求创新，在吸收已有教材成果的基础上，将本学科的最新理论、技术和规范纳入教学内容，并与国家最新的相关政策标准、法律法规保持一致。为满足培养应用型人才目标的需要，整套教材加强了职业教育特色，避免大量理论问题的分析和讨论，强调以实际技能和职业需求带动教学任务，技能实训部分采用项目模块化编写模式，提倡工学结合，增加可操作性和工作实践性，为学生今后的职业生涯打下坚实的基础。同时，教材中每章列有学习目标、章后小结和形式多样的复习题，便于学生理清知识脉络、掌握学习重点；丰富的课外阅读材料使学生的学习增加兴趣，也拓宽了学生的视野。

在本套教材开发过程中，在教指委的组织指导下，全国 20 余所高等院校、科研院所近百名专家和老师积极参与了教材的编写和审订工作，在此向他们表示衷心的感谢！

我们相信，本套教材的出版必将为我国高职高专环境保护类专业的发展和教材建设作出重要的贡献。因时间和各因素制约，教材中难免有不足之处，恳请相关领域的专家学者和广大师生提出宝贵的意见。

全国高职高专环境保护类专业规划教材编委会

2009年6月

前 言

近年来,为了遏制水环境的严重污染,国家对城市污水处理项目的投入持续增加,相继在大、中、小城市都兴建了多座城市污水处理厂或者处理站,城市污水处理事业得到了很大发展。同时我国对工厂企业的排放水质管理更加严格,使得社会对水处理设施运行人才大量需求。

随着各种污水处理厂(站)的不断建成和投运,需要配置许多掌握水处理工艺和相关知识的工程技术人员。新设备和新技术在污水处理厂(站)的广泛应用,更需要污水处理工具备及时掌握和学习新知识的技能。为了更好地发挥污水处理设施的作用,强化管理、提高技术与管理水平是关键,而通过学习培训是提高污水处理厂(站)操作工和技术人员素质的重要途径。

目前开设环境类专业的高等职业技术学院都在根据社会的需要不断探索适合社会急需的环保人才。开设环保类专业的院校相继把《污水处理厂(站)运行管理》纳入到专业课程范围,加大了对运行管理人才的培养。

本书编写的目的有二:一是为开设环境类专业高等职业院校提供适应《污水处理厂(站)运行管理》专业课程的教材;二是为目前污水处理厂(站)人员的培训提供培训资料。本教材为适应我国高等职业教育的特点而编写的,体现规范、必需的原则,具有适时的先进性和较好的教学适用性,其具体有如下特点:突出高等职业教育特色;理论与技能培训相结合;教材突出实用性,同时教材辅以思考题和习题。

本书由邢台职业技术学院王怀宇任主编,邢台职业技术学院谷群广任主审,邢台职业技术学院郭有才、邢台财贸学校段晓莹任副主编。参加编写的人员有王怀宇(邢台职业技术学院)编写第4章、第5章,郭有才(邢台职业技术学院)编写第7章、第8章,段晓莹(邢台财贸学校)编写第3章,梁贤军(四川化工职业技术学院)编写第1章、第2章、第9章,翟建(南京化工职业技术学院)编写第6章,朱明华(黑龙江生态职业技术学院)编写第10章、第11章。王怀宇负责全书的统稿工作。

由于作者的水平所限,书中难免存在错误和不妥之处,欢迎读者批评指正。

编 者

2009年7月于邢台职业技术学院

内 容 简 介

本教材详细地对污水处理厂（站）的运行与管理进行了讲授，主要包括：污水处理厂（站）概述、水质检测与安全生产、污水泵站的运行管理、水处理常用机械设备及其维护、电器仪表与自动控制、物理化学法工艺的运行管理、好氧活性污泥法运行管理、好氧生物膜法调试运行管理、厌氧生物处理运行管理、污泥处理与处置、污水处理厂（站）运行成本控制及优化。

本教材为教育部高等学校高职高专环保与气象类专业教学指导委员会组织编写的全国高职高专环境保护类专业规划教材之一，供环境保护高职高专相关专业师生教学使用，也适合污水处理厂（站）技术人员培训使用，还可作为环境监察人员、注册环境评价师、环境保护工程技术人员及企业管理人员的参考用书。

目 录

1 概述	(1)
本章学习目标	(1)
1.1 污水的分类	(1)
1.2 污水水质与水质指标的检测	(2)
1.3 污水处理基本方法与系统	(3)
1.4 污水再生利用	(5)
1.5 污水处理厂(站)的运行管理	(6)
本章小结	(8)
练习题	(8)
2 水质检测与安全生产	(10)
本章学习目标	(10)
2.1 水质检测	(10)
2.2 安全教育与安全生产	(20)
本章小结	(24)
练习题	(24)
3 污水泵站的运行管理	(26)
本章学习目标	(26)
3.1 污水泵站的日常管理	(26)
3.2 泵站的运行与维护	(31)
本章小结	(42)
练习题	(43)
4 水处理常用机械设备及其维护	(45)
本章学习目标	(45)
4.1 水泵维护	(45)
4.2 风机维护	(55)
4.3 其他机械设备	(63)
本章小结	(82)
练习题	(82)

5 电气仪表与自动控制	(84)
本章学习目标.....	(84)
5.1 常用电工知识	(84)
5.2 过程测量和常用仪表	(110)
5.3 污水处理自动控制技术	(137)
本章小结.....	(152)
练习题.....	(152)
6 物理化学法工艺的运行管理	(154)
本章学习目标.....	(154)
6.1 格栅的运行管理	(154)
6.2 均质调节池的运行管理	(161)
6.3 沉砂池的运行管理	(164)
6.4 过滤池的维护与管理	(169)
6.5 中和处理污水法的运行管理	(180)
6.6 混凝化处理污水法的运行管理	(187)
6.7 氧化还原法处理污水的运行管理	(200)
6.8 气浮法处理污水的运行管理	(209)
6.9 吸附法处理污水的运行管理	(220)
6.10 消毒法的运行管理.....	(228)
本章小结.....	(234)
练习题.....	(234)
7 好氧活性污泥法运行管理	(236)
本章学习目标.....	(236)
7.1 好氧活性污泥法处理系统的调试	(236)
7.2 好氧活性污泥的培养与驯化	(240)
7.3 好氧活性污泥处理系统的试运行	(246)
7.4 好氧活性污泥处理系统的日常管理	(251)
7.5 微生物镜检分析	(261)
7.6 好氧活性污泥处理系统的异常故障及解决方法	(267)
本章小结.....	(270)
练习题.....	(270)
8 好氧生物膜法运行管理	(272)
本章学习目标.....	(272)
8.1 好氧生物膜法处理系统的调试	(272)

8.2	好氧生物膜的培养与驯化	(273)
8.3	好氧生物膜处理系统的试运行与日常运行管理	(274)
8.4	好氧生物膜处理系统的异常故障及解决方法	(277)
8.5	制衣废水处理工程的工艺调试	(281)
	本章小结	(285)
	练习题	(285)
9	厌氧生物处理运行管理	(287)
	本章学习目标	(287)
9.1	概述	(287)
9.2	升流式厌氧污泥床反应器	(297)
9.3	厌氧生物处理法的运行管理	(301)
	本章小结	(309)
	练习题	(309)
10	污泥处理与处置	(311)
	本章学习目标	(311)
10.1	概述	(311)
10.2	污泥储存与运输	(316)
10.3	污泥浓缩	(317)
10.4	污泥消化	(325)
10.5	沼气利用系统	(333)
10.6	污泥的脱水与干化	(334)
10.7	污泥干燥与焚烧	(339)
10.8	污泥的处置与利用	(340)
	本章小结	(341)
	练习题	(341)
11	污水处理厂(站)运行成本控制及优化	(343)
	本章学习目标	(343)
11.1	污水处理厂(站)运行成本分析	(343)
11.2	污水处理厂(站)运行成本控制	(345)
11.3	污水处理主要节能降耗措施	(350)
	本章小结	(355)
	练习题	(355)
	参考文献	(357)

1 概 述

本章学习目标

1. 了解污水水质状况和分类知识。
2. 熟悉传统的污水处理方法和系统。
3. 掌握污水水质检测指标的分类
4. 掌握污水处理厂（站）的基本运行与管理的内容、基本要求和运行管理人员的要求。

1.1 污水的分类

污水根据其来源一般可以分为生活污水、工业废水、初期污染雨水及城镇污水。其中，城镇污水是指由城镇排水系统收集的生活污水、工业废水及部分城镇地表径流（雨雪水），是一种综合性污水，也是本教材讨论的主要内容。各种污水的特征及其影响因素如下。

1.1.1 生活污水

生活污水主要来自家庭、商业、机关、学校、医院、城镇公共设施及工厂的餐饮、卫生间、浴室、洗衣房等，包括厕所冲洗水、厨房洗涤水、洗衣排水、沐浴排水及其他排水等。生活污水的主要成分包括纤维素、淀粉、糖类、脂肪、蛋白质等有机物质，氮、磷、硫等无机盐类及泥沙等杂质，生活污水中还含有多种微生物及病原体。影响生活污水水质的主要因素有生活水平、生活习惯、卫生设备、气候条件等。

1.1.2 工业废水

工业废水主要是在工业生产中被生产原料、中间产品或成品等物料所污染的水。工业废水由于种类繁多，污染物成分及性质因生产过程而异，变化复杂。一般而言，工业废水

污染比较严重,往往含有有毒有害物质,有的含有易燃、易爆、腐蚀性强的污染物,需经过预处理达到要求后才能排入城市排水系统,是城镇污水中有毒有害污染物的主要来源。影响工业废水水质的主要因素有工业类型、生产工艺、生产管理水平等。

1.1.3 初期雨水

初期雨水是雨雪降至地面形成的初期地表径流。初期雨水的水质水量随区域环境、季节和时间变化,成分比较复杂。个别地区甚至可能出现初期雨水污染物浓度超过生活污水的现象。某些工业废渣或城镇垃圾堆放场地经雨水冲淋后产生的污水更具危险性。影响初期雨水被污染的主要因素有大气质量、气候条件、地面及建筑物环境质量等。

1.1.4 城镇污水

城镇污水包括生活污水、工业废水等,在合流制排水系统中包括雨水,在半分流制排水系统中包括初期雨水。城镇污水成分性质比较复杂,不仅各城镇间不同,同一城市中的不同区域也有差异,需要进行全面细致地调查研究,才能确定其水质成分及特点。影响城镇污水水质的因素较多,主要为所采用的排水体制以及所在地区生活污水与工业废水的特点及比例等。

1.2 污水水质与水质指标的检测

1.2.1 污水水质

水质指水与水中杂质共同表现的综合特征。水中杂质具体衡量的尺度称为水质指标。水质指标是评价水体污染程度、进行污水处理过程设计、反映污水处理厂(站)处理效果、开展水污染控制的基本依据。

污水所含的污染物质成分复杂,可通过分析检测方法对污染物质作出定性、定量的评价。水质指标一般可分为物理性指标、化学性指标和生物性指标三类。物理性指标主要有温度、色度、气味、固体物质等;化学性指标主要有生化需氧量(BOD)、化学耗氧量(COD)、总有机碳(TOC)、总需氧量(TOD)、pH值、总氮(TN)、总磷(TP)、重金属离子、砷、含硫化合物、氰化物等;生物性指标主要有细菌总数、大肠杆菌群数和病毒数量。

1.2.2 水质指标的检测

(1) BOD 测定

BOD即为生化需氧量,它指的是在规定的条件下,微生物分解氧化废水中有机物所需要的氧量。BOD是一种衡量标准,不是一种污染物,而是测量污水有机物总量的一种定量。一般目前都采用20℃、培养5天的五日生化需氧量(BOD₅)作为检验指标。

(2) COD 测定

COD即为化学需氧量,是指用化学方法氧化废水水样的有机物过程中所消耗的氧化剂量折合需氧量。它是度量水中有机污染物质的一个重要水质指标。在一定条件下,强氧化剂

能氧化有机物为二氧化碳。按氧化剂不同可分为两种，即重铬酸钾法（ COD_{Cr} ）和高锰酸钾法（ COD_{Mn} ）。高锰酸钾氧化不完全，氧化能力较重铬酸钾法弱，但实际操作中测定速度快，而且可用来测定低污染物的 COD 值（ $COD_{Cr} < 50 \text{ mg/L}$ ）。由于 COD 能够氧化难生物降解的有机物，因此， $BOD_5 : COD$ 的比值可作为该污水是否采用生物处理的判别标准，一般认为比值大于 0.3 的污水，才适用于生物处理。

(3) TS 测定

TS 即为总固体，在水质分析中是指一定水量经 $105 \sim 110^\circ\text{C}$ 烘干后的残渣，以质量单位表示。

(4) SS 测定

SS 即为污水中的悬浮固体，是总固体中处于悬浮状态的那部分，即用滤纸滤出固体物的干重。

(5) VSS 测定

VSS 为挥发性悬浮固体，指的是悬浮固体中的有机部分含量，即悬浮固体质量减去其 600°C 加热灼烧后的质量。

(6) TN 测定

TN 为总氮，是废水中一切含氮化合物以氮计量的总称，包括有机氮、无机氮。无机氮主要为氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮。总氮是了解废水中含氮总量的水质指标。

(7) TKN 测定

TKN 为总凯氏氮，它主要包括有机氮和氨氮。一般废水中大多只有有机氮和氨氮存在。因此，有时总凯氏氮基本上代表了总氮。

(8) TP 测定

TP 为废水中的含磷化合物，分有机和无机两大类。测定废水中含磷化合物都是先设法将其转化成正磷酸盐，其结果即为总磷。

(9) pH 值测定

pH 值影响生物处理系统中微生物的活性，因此，应该每天检查污水的 pH 值，使其保持在 $6.5 \sim 8.5$ 。

1.3 污水处理基本方法与系统

1.3.1 污水处理基本方法

污水处理的基本方法，就是采用各种技术措施将污水中所含有的各种形态的污染物质分离出来后回收利用，或将其分解、转化为无害和稳定的物质，从而使污水得到净化。现代的污水处理技术，按其所采用的原理，可分为物理处理法、化学处理法、物理化学处理法和生物处理法四类。各类方法的适用范围见表 1—1。

表 1—1 污水处理的基本方法

分类	处理与利用的工艺		去除对象	适用范围
物理处理法 (一级处理)	均和调节		使水质、水量均衡	预处理
	重力 分离法	沉淀	可沉物质	预处理
		隔油	颗粒较大的油珠	预处理
		气浮(浮选)	密度近于污水的悬浮物	中间处理
	离心 分离法	水力旋流器	密度大的悬浮物, 如砂石、铁屑	预处理
		离心机	乳化油、纤维、纸浆、晶体等	中间处理
	过滤	格栅	粗大的杂物	预处理
		砂滤	悬浮物、乳化油	中间或最终处理
		微滤机	极细小悬浮物	最终处理
		反渗透、超滤	某些分子、离子等	最终处理
	热处理	蒸发	高浓度酸、碱废液	最终处理
		结晶	可结晶物质, 如盐类	最终处理
磁分离		弱磁性极细颗粒	最终处理	
化学处理法	投药	混凝	胶体、乳化油	中间处理
		中和	酸、碱	中间或最终处理
		氧化还原	溶解性有害物质, 如氰化物、硫化物	最终处理
		化学沉淀	重金属离子等	最终处理
物理化学 处理法	传质法	汽提	溶解性挥发性物质, 如一元酚、氨等	中间处理
		吹脱	溶解性气体, 如 H ₂ S、CO ₂	中间处理
		萃取	溶解性物质	中间处理
		吸附	溶解性物质, 如酚、汞	最终处理
		离子交换	可离解物质、盐类物质	最终处理
电渗析	最终处理			
生物处理法 (二级处理)	自然生物 处理	土地处理	胶状和溶解性有机物	最终处理
		稳定塘		最终处理
	人工 生物法	生物膜		最终处理
		活性污泥法		最终处理
深度处理	化学处理	混凝沉淀	剩余的悬浮物	最终处理
	物理处理	过滤	胶状和溶解性有机物	最终处理

1.3.2 污水处理系统

污水处理系统就是处理和利用污水的一系列处理构筑物（或设备）及附属构筑物的综合体系，其任务是避免水环境被污染，促进水资源的良性利用。污水处理系统或设施可以按污水来源、设施功能、对水的处理程度来划分；污水处理系统应按污水处理后达标排放，或对处理后污水和污泥加以利用的要求来进行设置。系统方案的确定应做到工艺技术先进可靠、工程投资经济合理、运行管理方便且费用低。

污水处理系统可分为一级处理、二级处理、三级处理，以及污泥的处理与最终处置。

(1) 一级处理

一级处理主要分离水中的悬浮固体物、胶状物、浮油或重油等，可以采用水质水量调节、沉淀、上浮、隔油等方法。

(2) 二级处理

二级处理又称生物处理，就是利用微生物的生命活动，将污水中呈溶解和胶体状态的有机污染物进行降解并转化为稳定无害的无机物，使污水得以净化。一般是由生物处理构筑物和设备及二次沉淀池组成。生物处理通常采用活性污泥法或生物膜法。

(3) 三级处理

三级处理又称污水深度处理或高级处理，主要是去除生物难降解的有机污染物和废水中溶解的无机污染物，常用的方法有活性炭吸附和化学氧化，也可以采用离子交换或膜分离技术等。完善的三级处理由除磷、除氮、除有机物（主要是难以生物降解的有机物）、除病毒和病原菌、除悬浮物和矿物质等过程单元组成。

(4) 污泥的处理与最终处置

污泥的处理和污泥最终处置系统主要包括浓缩、消化、脱水、堆肥或农用填埋。

1.4 污水再生利用

污水回用，也称再生利用，是指污水经处理达到回用水水质要求后，回用于工业、农业、城市杂用、景观娱乐、补充地表水和地下水等。

城市污水回用途径广泛，表 1—2 是《城市污水再生利用 分类》（GB/T 18919—2002）中提出的城市污水再生利用类别。其中，工业、农业和城市杂用是城市污水回用的主要对象。

表 1—2

城市污水再生利用类别

序号	分类	范围	示例
1	农、林、 牧、渔业用水	农田灌溉	种籽与育种、粮食与饮料作物、经济作物
		造林育苗	种籽、苗木、苗圃、观赏植物
		畜牧养殖	畜牧、家畜、家禽
		水产养殖	淡水养殖