

WUSHUI CHULICHANG JISHU YU GONGYI GUANLI

# 污水处理厂 技术与工艺管理

◎ 伊学农 主编

◎ 孟雪征 王爱军 毕桂军 副主编

化学工业出版社

# 污水处理厂 技术与工艺管理

◎ 伊学农 主编

◎ 孟雪征 王爱军 毕桂军 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书从技术与工艺管理角度出发,较为详细地介绍了污水处理的技术与工艺管理等内容,如污水的物理处理技术、化学处理技术、活性污泥处理技术、生物膜处理技术、厌氧生物处理技术、深度处理技术、污泥处理技术等。其中包括了技术工艺的原理和特点、运行方式、工艺参数以及注意事项、存在问题等。本书可为污水处理工艺运行和管理者提供技术指导和建议。

本书可与《污水处理厂运行与设备维护管理》一书互为参考,作为污水厂操作人员的自学和培训教材,也可作为给水排水工程和环境工程专业师生的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

污水处理厂技术与工艺管理/伊学农主编. —北京:  
化学工业出版社, 2011. 11  
ISBN 978-7-122-12272-8

I. 污… II. 伊… III. ①污水处理厂-技术管理  
②污水处理厂-工艺管理 IV. X505

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 184378 号

---

责任编辑:董琳  
责任校对:陶燕华

文字编辑:汲永臻  
装帧设计:关飞

---

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

710mm×1000mm 1/16 印张12½ 字数268千字 2012年1月北京第1版第1次印刷

---

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

# 前 言

随着社会经济的进一步发展，人们对环境问题日益重视，环境保护、可持续发展的观念已深入人心。在这种情况下，我国的污水处理行业得到长足的发展，各种污水处理厂纷纷建立，新的污水处理工艺得到应用，因此相关的技术和管理人员的培训势在必行，但目前图书市场上缺少相关的专业技术指导类书籍。本书是以污水处理技术与工艺管理为主要内容，囊括了基础专业知识和工艺管理的相关问题。内容全面，简洁明了，实用性和指导性强是本书的特点。

本书从技术与工艺管理角度出发，较为详细地介绍了污水处理的技术与工艺管理等内容，如污水的物理处理技术、化学处理技术、活性污泥处理技术、生物膜处理技术、厌氧生物处理技术、深度处理技术、污泥处理技术等。其中包括了技术工艺的原理和特点、运行方式、工艺参数以及注意事项、存在问题等。本书可为污水处理工艺运行和管理者提供技术指导和建议。

本书基于编者多年的工程实践经验，以问答的形式，直接明了地阐述污水处理技术和工艺管理中的相关问题。本书可与《污水处理厂运行与设备维护管理》一书互为参考，作为污水厂操作人员的自学和培训教材，也可作为给水排水工程专业和环境工程专业师生的参考书。

本书由伊学农主编，第2章、第4章、第5章、第7章由伊学农编写，第3章由林卫、毕桂军编写，第6章、第8章由孟雪征、曹相生编写，第10章由王爱军编写，第9章由刘彬、伊学农编写，第1章、第11章由葛孝新、伊刚编写。

在编写的过程中，得到了孚日集团股份有限公司环保所伊刚所长、高密孚日自来水管网的葛孝新经理、滨州市建筑设计研究院的林卫总工程师、天津滨海鼎昇环保科技有限公司的毕桂军总经理等的大力帮助和支持，并提供资料和参加编写工作；洪德松、张艳森、赵青、王恩顺、王峰、赵庆鹏等查阅了大量的资料，并参加了编写工作，在此书出版之际，一并表示诚挚的感谢。

由于编者的水平有限，再加上编写时间仓促，书中难免存在不妥之处，恳请广大读者和专家批评指正。

编者  
2011年10月

# 目 录

<b>第 1 章 总论</b> .....	<b>1</b>
1.1 概述 .....	1
1.1.1 污水的来源有哪些? .....	1
1.1.2 污水的水质标准有哪些? .....	1
1.2 水体污染与自净 .....	1
1.2.1 水体的无机物污染及其危害有哪些? .....	1
1.2.2 水体的有机物污染及其危害有哪些? .....	2
1.2.3 水体的病原微生物污染及其危害有哪些? .....	2
1.2.4 什么是水体的自净作用? .....	2
1.2.5 河流的氧垂曲线方程是什么? .....	3
1.3 污水处理方法综述 .....	3
1.3.1 污水的物理处理方法及其特点有哪些? .....	3
1.3.2 污水的化学处理方法及其特点有哪些? .....	4
1.3.3 污水的物理化学处理方法及其特点有哪些? .....	4
1.3.4 污水的生物处理方法及其特点有哪些? .....	4
<b>第 2 章 污水水质指标与检测</b> .....	<b>5</b>
2.1 污水水质指标 .....	5
2.1.1 什么是水质指标与分类? .....	5
2.1.2 污水的物理性质指标有哪些? .....	5
2.1.3 污水的化学性质指标有哪些? .....	6
2.1.4 污水的生物性质指标有哪些? .....	7
2.1.5 污水主要指标范围是多少? .....	7
2.2 污水物理指标测定 .....	8
2.2.1 如何测定污水的水温? .....	8
2.2.2 如何测定污水的色度? .....	9
2.2.3 如何测定污水的臭味? .....	9
2.2.4 如何测定污水的固体含量? .....	9
2.2.5 如何测定污泥的 TS 含量? .....	9
2.2.6 如何测定污水的 SS 含量? .....	9
2.2.7 如何测定污水的 VSS 含量? .....	10
2.2.8 城镇污水处理厂物理指标的排放标准是多少? .....	10
2.3 污水化学指标测定 .....	10
2.3.1 如何测定污水的 pH 值? .....	10
2.3.2 如何测定污水的 BOD 含量? .....	11
2.3.3 如何测定污水的 COD 含量? .....	11
2.3.4 如何测定污水的 TN 含量? .....	11
2.3.5 如何测定污水的 TKN 含量? .....	12

2.3.6	如何测定污水的 TP 含量? .....	12
2.3.7	城镇污水处理厂化学指标的排放标准是多少? .....	12
2.4	污水生物指标测定 .....	13
2.4.1	如何测定污水的大肠菌群数? .....	13
2.4.2	如何测定污水的病毒数? .....	13
2.4.3	如何测定污水的菌落总数? .....	14
2.4.4	城镇污水处理厂生物指标排放标准是多少? .....	14
<b>第 3 章</b>	<b>物理处理 .....</b>	<b>15</b>
3.1	格栅与筛网 .....	15
3.1.1	格栅去除污物的原理是什么? .....	15
3.1.2	格栅是如何分类的? .....	15
3.1.3	格栅的作用是什么? .....	15
3.1.4	筛网的作用是什么? .....	16
3.1.5	筛网是如何分类的? .....	16
3.1.6	破碎机的作用是什么? .....	16
3.1.7	螺旋压榨机的作用是什么? .....	16
3.1.8	螺旋压榨机的工作原理是什么? .....	16
3.1.9	格栅的工艺设计参数有哪些? .....	16
3.1.10	如何进行格栅的维护? .....	16
3.1.11	如何进行螺旋压榨机的维护? .....	17
3.1.12	如何进行筛网的维护? .....	17
3.2	沉淀 .....	18
3.2.1	沉淀的基本理论是什么? .....	18
3.2.2	沉淀有哪几种类型? .....	18
3.2.3	自由沉淀与絮凝沉淀的理论基础是什么? .....	18
3.2.4	沉淀池原理是什么? .....	19
3.2.5	实际沉淀池与理想沉淀池的区别是什么? .....	20
3.2.6	沉淀池是如何分类的? .....	21
3.2.7	辐流式沉淀池的原理是什么? .....	21
3.2.8	竖流式沉淀池的原理是什么? .....	22
3.2.9	斜板沉淀池的原理是什么? .....	22
3.2.10	各种沉淀池之间的区别及适用场合是什么? .....	23
3.2.11	沉淀池的工艺设计参数有哪些? .....	24
3.2.12	沉淀池的运行管理过程中应注意哪些事项? .....	25
3.3	气浮 .....	25
3.3.1	气浮的原理是什么? .....	25
3.3.2	气浮法的特点是什么? .....	26
3.3.3	气浮法在给水处理中的适用条件是什么? .....	26
3.3.4	气浮方法有哪些分类? .....	27
3.3.5	分散空气气浮的原理是什么? .....	27
3.3.6	分散空气气浮的特点是什么? .....	27
3.3.7	溶气气浮的原理是什么? .....	28
3.3.8	溶气气浮的特点是什么? .....	29

3.3.9	电解气浮法的原理是什么？	29
3.3.10	电解气浮法的特点是什么？	29
3.3.11	加压溶气气浮法的特点是什么？	30
3.3.12	加压溶气气浮法的原理是什么？	30
3.3.13	加压溶气气浮法有哪几部分组成？	30
3.3.14	气浮池有哪几种形式？	32
3.3.15	气浮法在废水处理中是如何应用的？	33
3.3.16	气浮设备在运行过程中应注意哪些问题？	37
3.3.17	气浮池的工艺设计参数有哪些？	37
3.4	除油	38
3.4.1	含油废水的来源与危害是什么？	38
3.4.2	除油的基本原理是什么？	39
3.4.3	除油装置有哪些？	39
3.4.4	平流隔油池的原理是什么？	39
3.4.5	平流隔油池的特点是什么？	40
3.4.6	斜板隔油池的原理是什么？	40
3.4.7	斜板隔油池的特点是什么？	41
3.4.8	除油罐的原理是什么？	42
3.4.9	除油罐的特点是什么？	43
3.4.10	各种除油装置的优缺点是什么？	43
3.4.11	平流式隔油池的工艺设计参数及在运行过程中应注意的问题有哪些？	44
3.4.12	破乳的方法有哪些？	45
<b>第4章</b>	<b>活性污泥处理法</b>	<b>48</b>
4.1	活性污泥处理法概述	48
4.1.1	活性污泥处理法的基本概念是什么？	48
4.1.2	活性污泥法的基本工艺流程	48
4.1.3	活性污泥法降解废水中有机物的过程	49
4.1.4	活性污泥由哪几部分组成？	49
4.1.5	活性污泥的评价指标有哪些？	50
4.1.6	活性污泥的培养与驯化应注意哪些方面？	50
4.1.7	何谓污泥龄与污泥负荷？	51
4.1.8	活性污泥增殖过程是什么？	52
4.2	影响活性污泥法处理的因素	53
4.2.1	温度是如何影响活性污泥法处理过程的？	53
4.2.2	pH值是如何影响活性污泥法处理过程的？	53
4.2.3	原水的组成是如何影响活性污泥法处理过程的？	53
4.2.4	有毒物质是如何影响活性污泥法处理过程的？	54
4.2.5	溶解氧含量是如何影响活性污泥法处理过程的？	54
4.3	活性污泥法运行过程中存在的问题及相应的措施	54
4.3.1	活性污泥法运行过程中存在哪些问题？	54
4.3.2	污泥膨胀的概念及其解决办法有哪些？	54
4.3.3	污泥上浮的概念及其解决办法有哪些？	55
4.3.4	泡沫问题的概念及其解决办法有哪些？	56

4.3.5	污泥解体的概念及其解决办法有哪些？	56
4.3.6	污泥腐化的概念及其解决办法有哪些？	57
4.4	活性污泥法的常用工艺	57
4.4.1	活性污泥法的运行方式有哪些？	57
4.4.2	传统活性污泥法的原理及其特点是什么？	57
4.4.3	传统活性污泥法系统有哪些工艺设计参数？	58
4.4.4	完全混合活性污泥法的原理及其特点是什么？	58
4.4.5	完全混合活性污泥法有哪些工艺设计参数？	59
4.4.6	阶段曝气活性污泥法的原理及其特点是什么？	59
4.4.7	阶段曝气活性污泥法有哪些工艺设计参数？	60
4.4.8	再生曝气活性污泥法的原理及其特点是什么？	60
4.4.9	再生曝气活性污泥法有哪些工艺设计参数？	60
4.4.10	吸附-再生活性污泥法的原理及其特点是什么？	61
4.4.11	吸附-再生活性污泥法有哪些工艺设计参数？	61
4.4.12	延时曝气活性污泥法的原理及其特点是什么？	61
4.4.13	延时曝气活性污泥法有哪些工艺设计参数？	62
4.4.14	高负荷活性污泥法的原理及其特点是什么？	62
4.4.15	高负荷活性污泥法有哪些工艺设计参数？	62
4.4.16	深井曝气活性污泥法的原理及其特点是什么？	63
4.4.17	深井曝气活性污泥法有哪些工艺设计参数？	63
4.4.18	AB法的原理及其特点是什么？	63
4.4.19	AB法有哪些工艺设计参数？	64
4.4.20	氧化沟的原理及其特点是什么？	64
4.4.21	氧化沟有哪些工艺设计参数？	65
4.4.22	间歇式活性污泥法的原理及其特点是什么？	66
4.4.23	间歇式活性污泥法有哪些工艺设计参数？	66
4.4.24	MBR的原理及其特点是什么？	66
4.4.25	纯氧曝气法的特点是什么？	66
<b>第5章</b>	<b>生物膜法</b>	<b>67</b>
5.1	生物膜法概述	67
5.1.1	生物膜法的基本概念是什么？	67
5.1.2	生物膜法降解有机物的过程是什么？	67
5.1.3	生物膜的结构是什么？	67
5.2	生物膜法的特征	68
5.2.1	微生物相方面的特征是什么？	68
5.2.2	处理工艺方面的特征是什么？	68
5.3	生物膜法的影响因素	69
5.3.1	进水底物是如何影响生物膜处理过程的？	69
5.3.2	营养物质是如何影响生物膜处理过程的？	69
5.3.3	有机负荷是如何影响生物膜处理过程的？	69
5.3.4	溶解氧是如何影响生物膜处理过程的？	70
5.3.5	pH值是如何影响生物膜处理过程的？	70
5.3.6	温度是如何影响生物膜处理过程的？	70



5.3.7	有毒物质是如何影响生物膜处理过程的？	70
5.4	生物膜法的基本工艺	71
5.4.1	生物膜法处理工艺有哪些类型？	71
5.4.2	生物滤池的原理及其特点是什么？	71
5.4.3	生物滤池有哪些工艺设计参数？	72
5.4.4	生物转盘的原理及其特点是什么？	72
5.4.5	生物转盘有哪些工艺设计参数？	74
5.4.6	生物接触氧化池的原理及其特点是什么？	74
5.4.7	生物接触氧化池有哪些工艺设计参数？	75
5.4.8	生物流化床的原理及其特点是什么？	75
5.4.9	曝气生物滤池的原理及其特点是什么？	75
5.4.10	曝气生物滤池有哪些设计参数？	75
5.4.11	生物膜法处理系统在运行过程中应注意哪些问题？	76
<b>第6章</b>	<b>厌氧生物处理</b>	<b>77</b>
6.1	厌氧生物处理概述	77
6.1.1	厌氧生物处理的基本概念是什么？	77
6.1.2	厌氧生物处理的基本原理是什么？	77
6.1.3	厌氧生物处理的微生物有哪些？	77
6.1.4	厌氧生物处理的特征	78
6.2	厌氧生物处理的反应动力学	78
6.2.1	为什么要分析厌氧微生物降解动力学？	78
6.2.2	厌氧生物处理过程动力学原理是什么？	79
6.3	厌氧生物处理的影响因素	79
6.3.1	温度是如何影响厌氧生物处理过程的？	79
6.3.2	pH 值是如何影响厌氧生物处理过程的？	79
6.3.3	氧化还原电位是如何影响厌氧生物处理过程的？	79
6.3.4	废水的营养比是如何影响厌氧生物处理过程的？	80
6.3.5	有毒物质是如何影响厌氧生物处理过程的？	80
6.3.6	有机负荷是如何影响厌氧生物处理过程的？	80
6.4	厌氧生物处理基本工艺	80
6.4.1	厌氧生物处理工艺基本类型有哪些？	80
6.4.2	化粪池的原理及其特点是什么？	81
6.4.3	化粪池有哪些工艺设计参数？	81
6.4.4	厌氧接触工艺的原理及其特点是什么？	81
6.4.5	厌氧接触工艺有哪些工艺设计参数？	82
6.4.6	厌氧生物转盘的原理及其特点是什么？	82
6.4.7	厌氧生物转盘有哪些工艺设计参数？	82
6.4.8	厌氧生物滤池的原理及其特点是什么？	83
6.4.9	厌氧生物滤池有哪些工艺设计参数？	83
6.4.10	厌氧流化床的原理是什么？	83
6.4.11	厌氧流化床的主要优缺点是什么？	84
6.4.12	厌氧折流板反应器的原理是什么？	84
6.4.13	厌氧折流板反应器的特点是什么？	85

6.4.14	厌氧折流板反应器有哪些工艺设计参数？	85
6.4.15	UASB 的原理及其特点是什么？	85
6.4.16	UASB 有哪些工艺设计参数？	86
6.4.17	厌氧折流板反应器区别于升流式厌氧污泥床的主要优点有哪些？	87
6.4.18	厌氧膨胀颗粒污泥床反应器 EGSB 的工作原理是什么？	87
6.4.19	厌氧膨胀颗粒污泥床反应器 EGSB 的特点是什么？	88
6.4.20	内循环厌氧反应器 IC 的工作原理是什么？	88
6.4.21	内循环厌氧反应器 IC 的特点是什么？	88
6.4.22	上流式厌氧复合床 UBF 的工作原理是什么？	89
6.4.23	上流式厌氧复合床 UBF 的特点是什么？	90
6.4.24	两级厌氧消化法的原理及其特点是什么？	90
6.4.25	两级厌氧法有哪些工艺设计参数？	90
6.4.26	两相厌氧消化法的原理及其特点是什么？	90
6.4.27	两相厌氧法有哪些工艺设计参数？	91
6.4.28	厌氧生物处理运行过程中应注意哪些问题？	91
<b>第 7 章</b>	<b>化学处理</b>	<b>92</b>
7.1	化学处理概述	92
7.1.1	什么是污水的化学处理？	92
7.1.2	污水的化学处理分为哪几类？	92
7.1.3	污水的化学处理的特点是什么？	92
7.2	污水的化学处理方法	92
7.2.1	中和法的基本概念是什么？	92
7.2.2	什么是酸碱废水互相中和法？其主要的优缺点有哪些？	92
7.2.3	什么是药剂中和法？其主要的优缺点有哪些？	92
7.2.4	什么是过滤中和法？其主要的优缺点有哪些？	93
7.2.5	过滤中和方法的设备主要有哪些？	93
7.2.6	化学沉淀法的基本概念是什么？	93
7.2.7	化学沉淀主要包括哪几种方法？	94
7.2.8	什么是氢氧化物沉淀法？其主要优缺点是什么？	94
7.2.9	什么是硫化物沉淀法？其主要优缺点是什么？	94
7.2.10	什么是钡盐沉淀法？其主要优缺点是什么？	94
7.2.11	什么是药剂的氧化还原法？其主要优缺点是什么？	94
7.2.12	药剂的氧化还原法在废水处理中的应用有哪些？	95
7.2.13	什么是臭氧氧化法？	95
7.2.14	臭氧氧化法的优缺点是什么？	95
7.2.15	臭氧氧化法的特征及在废水处理中的应用有哪些？	95
7.2.16	什么是空气氧化法？	96
7.2.17	空气氧化法在废水处理中的应用主要有哪些？	96
7.2.18	什么是湿式氧化法？	96
7.2.19	湿式氧化法在废水处理中的应用主要有哪些？	96
7.2.20	什么是电解法？	97
7.2.21	电解法的优缺点是什么？	97
7.2.22	电解法在废水处理中的应用有哪些？	97

7.2.23	什么是高级氧化法? 其有何特点? .....	97
7.2.24	什么是光氧化法? .....	98
7.2.25	光氧化法在废水处理中是如何应用的? .....	98
7.2.26	光氧化法的优缺点是什么? .....	98
7.2.27	Fenton 试剂降解有机物的机理是什么? .....	98
7.2.28	Fenton 试剂的影响因素有哪些? .....	99
7.2.29	Fenton 试剂与其他方法有哪些联用? .....	99
7.2.30	化学混凝的原理是什么? .....	100
7.2.31	影响混凝的主要因素有哪些? .....	100
<b>第 8 章</b>	<b>污泥处理</b> .....	<b>102</b>
8.1	污泥处理概述 .....	102
8.1.1	污泥的来源有哪些? .....	102
8.1.2	污泥的分类及其特性有哪些? .....	102
8.1.3	污泥处理的目标是什么? .....	104
8.1.4	如何计算初沉污泥量与剩余污泥量? .....	104
8.1.5	污泥中水分的含量对污泥处理的影响? .....	105
8.2	污泥的处理工艺 .....	105
8.2.1	污泥处理的一般工艺是什么? .....	105
8.2.2	我国污泥处理的现状是什么? .....	106
8.2.3	如何进行污泥的储存与运输? .....	107
8.3	污泥浓缩 .....	107
8.3.1	污泥中含有的水分可分为几类? .....	107
8.3.2	污泥浓缩的作用是什么? .....	107
8.3.3	重力浓缩的概念及其特点是什么? .....	108
8.3.4	重力浓缩的常见类型是什么? .....	108
8.3.5	气浮浓缩的概念及其特点是什么? .....	108
8.3.6	离心浓缩的概念及其特点是什么? .....	109
8.3.7	离心浓缩的常见类型是什么? .....	109
8.4	污泥的稳定 .....	110
8.4.1	什么是污泥稳定? .....	110
8.4.2	污泥的消化分为几类? .....	110
8.4.3	污泥好氧消化的原理是什么? .....	110
8.4.4	污泥好氧消化的工艺类型有哪些? .....	110
8.4.5	污泥厌氧消化的原理及影响因素是什么? .....	114
8.4.6	污泥厌氧消化的工艺类型有哪些? .....	115
8.4.7	消化池的加热方法有哪些? .....	117
8.4.8	消化池的搅拌方法有哪些? .....	118
8.4.9	消化池是如何启动的? .....	119
8.4.10	消化池的运行过程中的异常现象及对策是什么? .....	120
8.4.11	污泥稳定对污泥处理有什么作用? .....	120
8.4.12	何谓污泥的生物稳定和化学稳定? .....	120
8.5	污泥的脱水 .....	121
8.5.1	什么是污泥的脱水? .....	121

8.5.2	污泥调理的目的是什么？	121
8.5.3	污泥的加药调理应注意哪些问题？	121
8.5.4	常用的污泥调理方法有哪些？	122
8.5.5	机械脱水的原理是什么？	122
8.5.6	何谓过滤脱水？	122
8.5.7	何谓真空过滤机？	123
8.5.8	何谓带式压滤机？	123
8.5.9	何谓板框式压滤机？	124
8.5.10	何谓离心脱水机？	124
8.5.11	脱水机常见的故障及对策是什么？	124
8.6	污泥的最终处置	125
8.6.1	污泥的最终处置有哪些？	125
8.6.2	污泥的焚烧及其影响因素是什么？	125
8.6.3	什么是污泥的完全燃烧？	126
8.6.4	什么是污泥的湿式氧化？	126
8.6.5	常用的污泥焚烧的装置有哪些？	127
8.6.6	什么是污泥的综合利用？	129
8.6.7	什么是污泥的热解？	130
8.6.8	什么是污泥的填埋？污泥的填埋又分为哪些？	130
<b>第9章</b>	<b>深度处理</b>	<b>131</b>
9.1	深度处理概述	131
9.1.1	深度处理的概念及其特点是什么？	131
9.1.2	深度处理可分为哪几类？	131
9.1.3	深度处理的对象有哪些？采用什么处理技术？	132
9.1.4	深度处理在污水处理中是如何应用的？	132
9.1.5	污水回用的概念及其特点是什么？	132
9.1.6	再生水和中水的概念是什么？	132
9.1.7	污水回用的对象有哪些？	133
9.1.8	污水回用的水质标准有哪些？	133
9.1.9	污水回用的常用工艺及典型流程有哪些？	133
9.2	氮的去除	134
9.2.1	氮在水中存在的形式是什么？影响因素有哪些？	134
9.2.2	什么是凯氏氮？	135
9.2.3	氮的危害是什么？	135
9.2.4	氮的来源是什么？氮的存在形式是什么？	135
9.2.5	氮是如何转化的？	135
9.2.6	硝化的概念是什么？	136
9.2.7	反硝化的概念是什么？	136
9.2.8	常用的生物脱氮工艺有哪些？	136
9.2.9	短程硝化反硝化的概念和原理是什么？	138
9.2.10	同步硝化反硝化的概念和原理是什么？	138
9.2.11	厌氧氨氧化的概念和原理是什么？	138
9.2.12	吹脱法如何除氮？	138

9.2.13	化学沉淀法除氮的原理是什么？	139
9.3	磷的去除	139
9.3.1	磷在废水中存在的形式是什么？	139
9.3.2	磷是怎样转化的？影响因素有哪些？	139
9.3.3	磷的来源是什么？	140
9.3.4	磷的危害是什么？	140
9.3.5	化学除磷的概念和工艺是什么？	140
9.3.6	生物除磷的概念和原理是什么？	141
9.3.7	常用的生物除磷工艺有哪些？	141
9.4	氮和磷的同步去除	143
9.4.1	A <sup>2</sup> /O 工艺如何脱氮除磷？	143
9.4.2	SBR 工艺如何脱氮除磷？	144
9.4.3	OWASA 工艺如何脱氮除磷？	145
9.4.4	UCT 工艺如何脱氮除磷？	145
9.4.5	CASS 工艺如何脱氮除磷？	146
9.4.6	什么是反硝化除磷？	147
9.5	吸附	147
9.5.1	吸附的原理及其影响因素是什么？	147
9.5.2	吸附的分类有哪些？	147
9.5.3	常用的吸附剂有哪些？	148
9.5.4	吸附剂是如何再生回用的？	148
9.5.5	活性炭吸附的特点是什么？影响因素有哪些？	149
9.5.6	吸附的工艺和设备有哪些？	150
9.5.7	固定床吸附装置的工作过程及特点是什么？	150
9.5.8	移动床吸附装置的工作过程及特点是什么？	150
9.5.9	流化床吸附装置的工作过程及特点是什么？	151
9.5.10	混合接触式吸附装置的工作过程及特点是什么？	151
9.5.11	粉末活性炭活性污泥法的工艺特点及应用是什么？	151
9.5.12	吸附法在污水中的应用有哪些？	152
9.6	离子交换	152
9.6.1	什么是离子交换法？	152
9.6.2	什么是离子交换剂的有效 pH 范围？	152
9.6.3	什么是交换容量与交联度？	153
9.6.4	常见的离子交换剂有哪些？	153
9.6.5	废水水质如何影响交换剂的交换能力？	153
9.6.6	离子交换系统的操作步骤包括哪几步？	154
9.6.7	常见的离子交换装置有哪些？	154
9.6.8	离子交换剂是如何再生回用的？	154
9.6.9	离子交换在废水处理中是如何应用的？	155
9.6.10	离子交换法在污水处理中的优缺点是什么？	155
9.6.11	离子交换树脂应用的注意事项是什么？	155
9.7	渗析和电渗析	155
9.7.1	什么是膜分离法？	155

9.7.2	膜分离法的特点是什么？	156
9.7.3	渗析法的概念及其装置特点是什么？	156
9.7.4	什么是电渗析法？其原理是什么？	156
9.7.5	电渗析器的构造是什么？	157
9.7.6	什么是电渗析膜垢？如何解决电渗析膜垢膜污染问题？	158
9.7.7	什么是电渗析的极化现象？它对电渗析器的正常运行有何影响？如何防止？	159
9.7.8	电渗析法在废水处理中是如何应用的？	159
9.7.9	电渗析法在水处理中的优缺点是什么？	159
9.7.10	电渗析器在运行时的注意事项是什么？	159
9.7.11	什么是双极膜？它有哪些特征？	159
9.7.12	双极膜在污水处理中是如何应用的？	160
9.8	超滤、微滤和纳滤	161
9.8.1	超滤的概念、原理及其特点是什么？	161
9.8.2	超滤膜有什么特性？如何评价超滤膜？	161
9.8.3	影响超滤的因素有哪些？	161
9.8.4	什么是浓差极化现象？超滤中克服浓差极化的方法有哪些？	162
9.8.5	什么是超滤膜污染？如何解决膜污染问题？	162
9.8.6	超滤的清洗系统是怎样的？系统如何工作？	163
9.8.7	超滤法在废水处理中是如何应用的？	163
9.8.8	微滤的基本原理及工艺过程是什么？	163
9.8.9	纳滤的基本概念和分离原理是什么？	163
9.8.10	纳滤有哪些工程应用？	164
9.9	反渗透	164
9.9.1	什么是渗透现象与渗透压？	164
9.9.2	反渗透法的概念及其机理是什么？	165
9.9.3	什么是污染指数 FI？	165
9.9.4	反渗透法有什么特点？	165
9.9.5	反渗透处理性能的影响因素有哪些？	165
9.9.6	反渗透装置有哪些类型？各种反渗透器的性能是如何比较的？	165
9.9.7	反渗透有哪些工艺组合方式？	166
9.9.8	反渗透法在污水处理中的优缺点是什么？	166
9.9.9	如何解决反渗透膜污染问题？	167
9.9.10	反渗透预处理的目的是常用方法有哪些？	167
9.9.11	反渗透系统如何进行清洗？清洗步骤是什么？	167
9.9.12	反渗透膜元件应如何保存？	168
9.9.13	反渗透法在水处理中是如何应用的？	169
9.9.14	什么是蒸馏法？蒸馏法的常见类型有哪些？	169
<b>第 10 章 消毒处理</b>		<b>171</b>
10.1	消毒概述	171
10.1.1	什么是消毒？	171
10.1.2	污水为什么进行消毒？	171
10.1.3	影响消毒的因素有哪些？	171
10.1.4	有哪些常用的消毒方式？	171

10.2 常见的消毒方法	171
10.2.1 氯气的基本特性有哪些?	171
10.2.2 氯气消毒的优缺点有哪些?	172
10.2.3 次氯酸钠的基本特性有哪些?	172
10.2.4 次氯酸钠消毒的优缺点有哪些?	172
10.2.5 氯胺的基本特性有哪些?	172
10.2.6 氯胺消毒的优缺点有哪些?	173
10.2.7 二氧化氯的性质有哪些?	173
10.2.8 二氧化氯的使用方法有哪些?	174
10.2.9 影响二氧化氯消毒效果的因素有哪些?	174
10.2.10 紫外消毒原理及其优缺点是什么?	174
<b>第 11 章 自动控制</b>	<b>176</b>
11.1 自动控制概述	176
11.1.1 什么是自动控制系统?	176
11.1.2 生产过程的自动控制系统有哪些特点?	176
11.1.3 自动控制系统的作用是什么?	176
11.1.4 自动控制系统由哪几部分组成?	177
11.1.5 自动控制系统常用的典型测试信号是什么?	177
11.1.6 自动控制系统是如何分类的?	177
11.2 自动控制技术	178
11.2.1 PLC 控制系统的原理是什么?	178
11.2.2 PLC 控制系统的特点是什么?	178
11.2.3 DCS 控制系统的原理是什么?	179
11.2.4 DCS 控制系统的特点是什么?	179
11.2.5 FCS 控制系统的原理是什么?	179
11.2.6 FLC 控制系统的特点是什么?	179
11.3 自动控制技术应用	180
11.3.1 格栅自动控制系统的原理是什么?	180
11.3.2 自动加药控制系统的原理是什么?	180
11.3.3 自动加药控制系统的特点及注意事项有哪些?	180
11.3.4 自动加氯控制系统的原理是什么?	181
11.3.5 沉淀池排泥自动控制系统的原理是什么?	182
11.3.6 沉淀池排泥控制设备系统基本要求是什么?	182
11.3.7 鼓风机自动控制系统的原理是什么?	183
11.3.8 曝气池自动控制系统的设备在使用过程中应注意哪些问题?	183
11.3.9 水泵自动控制系统的原理是什么?	183
11.3.10 水泵自动控制系统使用过程中应注意哪些问题?	183
11.3.11 滤池自动控制系统的原理是什么?	183
11.3.12 水解酸化池自动控制系统的原理是什么?	184
<b>参考文献</b>	<b>185</b>

# 第 1 章 总 论

## 1.1 概述

### 1.1.1 污水的来源有哪些？

根据污水的来源不同，污水可以分成三大类，即生活污水、工业废水、部分地表径流。生活污水是来自家庭、机关、商业和城市公用设施及城市径流的污水；工业废水是指工业生产过程中产生的废水和废液，其中含有随水流失的工业生产用料、中间产物、副产品以及生产过程中产生的污染物；地表径流来自受污染的雨水、融化的雪水以及其它含有污染物的地表水等。

### 1.1.2 污水的水质标准有哪些？

有两大类，一类是国家有关部门与地方根据人类对水体的使用要求，为保护水环境不受污染而制定的环境质量标准，如地表水环境质量标准（GB 3838—2002），海水水质标准（GB 3097—1997），地下水质量标准（GB/T 14848—93）等；另一类是为保护水源免受污染，污水需要排入水体时要求处理到允许排入水体的程度，即污水排放标准，有国家标准和地方标准两级，包括综合排放标准与行业排放标准两类，如污水综合排放标准（GB 8978—1996），电镀污染物排放标准（GB 21900—2008）等。

## 1.2 水体污染与自净

### 1.2.1 水体的无机物污染及其危害有哪些？

无机污染是各种有害的金属、盐类、酸、碱性物质及无机悬浮物等。

污水的一个重要指标是 pH 值。适宜于生物生存的 pH 值范围往往是非常狭小，并且也是很敏感的。污水的 pH 值过高或过低，还会影响生化处理的进行，或使受纳水体变质。酸性污水能够腐蚀排水管道及处理设施与设备，如不经中和处理直接排放到水体中去，还会对渔业生产带来危害，当 pH 值小于 5 时，就能使一般的鱼类死亡。

污水中的氮可分为有机氮和无机氮两大类。有机氮，如蛋白质、氨基酸、尿素、尿酸、偶氮染料等物质中所含的氮；无机氮，有氨氮、亚硝酸氮和硝酸氮。亚硝酸氮不稳定，它可还原成  $\text{NH}_3$  或氧化成硝酸氮。

污水中的有机氮与无机氮的总和称为总氮。有机氮可通过氨化作用转化为氨氮，氨氮在氧存在的条件下先氧化成亚硝酸氮，然后再进一步氧化成硝酸氮，与此同时要消耗掉氨氮重量 4.57 倍的氧，因此水中氨氮浓度较高时极易引起水体黑臭。水体中氨氮超过  $1\text{mg/L}$  时，即会使水生物的血结合氧的能力降低；超过  $3\text{mg/L}$  时，可在



24~96h内使金鱼、鳊鱼死亡。亚硝酸与氨作用生成的亚硝酸铵有致癌、致畸胎作用。亚硝酸氮对动物的毒性较强，作用机理主要是使血液输送氧气的的能力下降，亚硝酸氮能促使血液中的血红蛋白转化为高铁血红蛋白，失去和氧结合的能力，从而造成缺氧死亡。硝酸盐在人体内也可被还原为亚硝酸盐。

磷的化合物对藻类及其他微生物也是非常重要的，过量的磷化合物会促进有害藻类的繁殖。藻类的死亡分解会消耗水中大量的溶解氧。过多的藻类会使水产生臭味，使水质恶化而无法饮用。污水中常见磷的形式为正磷酸、多聚磷酸盐及有机磷等化合物。

硫化物水体中常含有硫酸盐，它在厌氧菌的作用下还原成硫化物及硫化氢，产生的硫化氢可能在被生物所氧化而成硫酸，造成对水管的腐蚀，当硫化物浓度大于200mg/L时，还会导致生化过程的失败。

其他有毒有害的无机化合物。一般认为，铜、铅、铬、汞、砷、氟、氰等化合物对水体及水生物均有一定毒性。

水中常含有溶解的空气，其中溶解氧浓度越高，表示水质越好。

在一般的污水中，特别是腐化的水中常存在硫化氢及甲烷气体。

### 1.2.2 水体的有机物污染及其危害有哪些？

有机物污染主要来源于食物、植物、粪便、动物尸体中的有机成分以及其它人工合成的有机物。有机污染物大量消耗水中的溶解氧，危及鱼类的生存。导致水中缺氧而使需氧微生物死亡。这类微生物能够分解有机质，维持水体的自净功能。它们死亡的后果是：水体发黑，变臭，毒素积累，伤害人畜。随着工农业的迅猛发展，产生了大量含有复杂有机物组分的污水，一些高稳定的有机合成化合物，如多氯联苯、有机氯农药等也污染水质，造成很大的危害。这些物质也是经过食物链的富集，最后进入人体，引起慢性中毒。如滴滴涕的慢性中毒能影响神经系统，破坏肝功能，造成生理障碍，甚至可能影响生殖和遗传，产生怪胎和引起癌症等。因此在当前水体污染问题中，以有机物污染的矛盾最为突出。

### 1.2.3 水体的病原微生物污染及其危害有哪些？

生活污水、医院污水以及屠宰肉类加工等污水，含有各类病毒、细菌、寄生虫等病原微生物，流入水体会传播各种疾病。如受到生活性和病原菌污染而引起霍乱、伤寒、脊髓灰质炎、甲型病毒性肝炎等，它们通过水传播而暴发流行传染病，危害大且持续时间长。在19世纪和20世纪前期发生过几次严重事件。如泰晤士河在1836~1886年间，由于河水被污染，曾给伦敦带来四次霍乱流行，仅1849年一次就死亡14000人。德国汉堡1892年因饮用水中含有传染病菌，使16000人得病，9000人死亡。1970年伏尔加河口的城市阿斯特拉罕暴发霍乱病，其主要原因之一就是伏尔加河水质受到污染。1998年我国上海地区也暴发过因食用受到水污染的毛蚶而得甲型肝炎的事件，传染面积广，受害人多，仅上海一地就有30多万人感染，影响极大。

### 1.2.4 什么是水体的自净作用？

水体自净的定义有广义与狭义两种：广义的定义指受污染的水体，经过水中物理、化学与生物作用，使污染物浓度降低，并恢复到污染前的水平；狭义的定义指水