



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

水质工程学

(下册)

姜应和 谢水波 主编
陶 涛 张晓健 主审



免费电子课件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
21世纪高等教育给水排水工程系列规划教材

水质工程学

(下 册)

主 编 姜应和 谢水波
副主编 史乐君 王劲松 李思敏
参 编 张少辉 张翔凌 张浩江
 胡锋平
主 审 陶 涛 张晓健



机械工业出版社

本书为教育部“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”，是我国第一部以培养给水排水科学与工程应用型专业人才为主的《水质工程学》教材。教材系统地论述了水质工程学科的基本理论、给水与污水处理的主要技术与发展趋势。全书分上、下两册，共4篇24章。本书为下册。上册：第1篇 水质与水处理概论，内容包括水资源、水质与水质标准、水处理方法概论。第2篇 水的物理、化学及物理化学处理工艺原理，内容包括凝聚和絮凝、沉淀、过滤、吸附、氧化还原与消毒、离子交换、膜滤技术、水的冷却、腐蚀与结垢等处理方法。下册：第3篇 生物处理理论与应用，内容包括活性污泥法、生物膜法、厌氧生物处理、自然生物处理、活性污泥法强化与改良工艺、污泥处理与处置等。第4篇 水处理工艺系统与处理厂设计，内容包括常用给水处理、特种水源水处理、城市污水处理、工业废水处理等。

本书可作为给水排水科学与工程、环境工程等专业的教材，也可以供相关领域的科技人员参考。

本书配有电子课件，免费提供给选用本教材的授课教师，需要者请根据书末的“信息反馈表”索取。

图书在版编目(CIP)数据

水质工程学. 下册/姜应和, 谢水波主编. —北京: 机械工业出版社, 2010. 11

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-111-32445-4

I. ①水… II. ①姜… ②谢… III. ①水质—水处理—高等学校—教材
IV. ①TU991.21

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第235718号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑: 刘涛 责任编辑: 刘涛 责任校对: 刘志文

封面设计: 王伟光 责任印制: 杨曦

北京蓝海印刷有限公司印刷

2011年2月第1版第1次印刷

169mm×239mm·31.25印张·626千字

标准书号: ISBN 978-7-111-32445-4

定价: 48.00元



凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010)68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010)88379649

封面无防伪标均为盗版

读者服务部: (010)68993821

前 言

本教材是根据全国高校给水排水工程专业指导委员会关于教材编写与水质工程学课程教学要求编写的。

我国给水排水工程专业设立于 20 世纪 50 年代初，随着工业和城市建设的发展，已不适应当前社会主义市场经济的特点，满足不了水工业以及水资源短缺对给水排水科学与工程高级应用型人才培养的要求，改革势在必行。

水的循环分为水的自然循环和社会循环。从天然水体取水，经过处理，以满足工农业或人们生活对水质水量的需求，用过的水经适当处理后回用或者排回天然水体，称为水的社会循环。水工业就是服务于水的社会循环的新型产业。它与服务于水的自然循环及其调控的水利工程，构成了水科学与工程的两个方面。我国水污染问题日趋复杂，水危机形势非常严峻，人均水资源占有量仅为世界平均值的 1/4，时空分布极不均衡，造成的损失约占 GDP 的 1.5% ~ 3%。水资源短缺和水环境污染已成为我国社会经济发展的重要制约因素。社会的进步、水环境污染加剧与人们对饮用水水质要求不断提高的矛盾将日益扩大，水质矛盾已上升为当前水工业的主要矛盾。

我国城市建设快速发展，工农业与城市用水量正在接近我国水资源的极限量，但水污染治理相对滞后，建设节水型社会任务繁重。解决水资源危机必须开源节流，以水资源的可持续利用支持我国社会经济的可持续发展。水是可再生的资源，水的循环利用是节水的重要方面。水在使用过程中水量并不减少，只是混入了各种废弃物，使水质发生了变化而丧失或部分丧失了使用功能而成为污、废水。如果对其进行处理，恢复其使用功能，就可以循环利用。这不仅减少了向天然水体取水的数量，缓解了水资源短缺的矛盾，也减少了排放污水的数量，降低了对水环境的污染。

产业的发展离不开相关学科专业的强力支持。以生物工程、电子信息、新材料等为代表的高新技术的发展不断推动水工业的发展。水质工程学是给水排水科学与工程的主干学科，它以水的社会循环为主要研究对象，以化学和生物学为基础，在水量 and 水质两个方面以水质为核心，向水资源和水环境、工农业、建筑业等方向拓宽，以满足水工业发展的需求。

与 50 年前创立的给水排水工程专业相比，现在的给水排水科学与工程专业的研究对象从作为“城市基础设施”拓展为“水的社会循环”；学科的内涵从以“水量”为目标转变为兼顾“水质与水量”；把按用途划分的给水和排水统一到水的社会循环及水的循环利用体系之中，并大量吸收高新技术，学科耳目一新。



专业的发展,需要科学的教材体系。《水质工程学》就是为适应新的学科体系而编写的教材之一,其内容涉及物理、化学、物理化学及生物技术,综合性很强。从技术原理上,它可以分为水质“控制技术”、“分离技术”和“转化技术”。水质控制技术是水污染控制的分支,是将污染介质与水环境隔离,以保护水源水质为目的;分离技术是利用污染物或者介质在理化性质上的差异使其从水中分离,提高水的质量;转化技术是利用化学或者生物反应,使杂质或者污染物转化为无害或者易于分离的物质,从而使水得到净化。传统水处理理论教材按水处理的目的是分为“给水工程”、“排水工程”等,在内容安排上存在较多重复。随着水环境污染问题的突出,给水处理与废水处理技术已经相互渗透,其界限已逐渐模糊,一些水处理方法在给水、污废水处理中都有采用。

本教材在编写中,系统分析和归纳了水质科学所涉及的技术原理,提炼出了具有共性的基本原理、现象和过程,改按处理目的分类为按水处理单元方法分类编写,避免内容重复,重点介绍水处理理论与设计的原理和方法。在理论性、实用性和新颖性等方面,加强了理论与实践的衔接,突出基础性,保持实用性,体现以人为本的理念。在编写风格上,力求新、实、精;在内容选择上,加强了学科最新的基础理论、前沿动态与工程实践经验、国内外最新技术成果的介绍,采用新规范、吸收新技术,给出了一些工程案例。从内容编排、习题设计等方面,强调学生对基础理论的掌握,基本能力的培养,以提高学生独立分析和解决工程实际问题的能力为出发点。

本教材主要面向培养给水排水工程专业应用型高级专门人才的高校。

本教材分为上、下两册,上册含1~15章,下册含16~24章。第1~4章由南华大学谢水波编写;第5章由辽宁工程技术大学朱忆鲁编写;第6~7章、第21章由华东交通大学胡锋平编写;第8章由扬州大学乔庆云编写;第9~11章,由谢水波和湖南大学张浩江编写;第12~13章由兰州交通大学严子春编写;第14章由南华大学袁华山编写;第15章由南华大学李仕友编写;第16章、第24章由武汉理工大学姜应和、张少辉和张翔凌编写;第17章、第23章由河南城建学院史乐君编写。第18~20章由南华大学王劲松、谢水波和湖南大学张浩江编写;第22章由河北工程大学李思敏编写;全书由谢水波、姜应和任主编。清华大学张晓健教授、华中科技大学陶涛教授主审。

本教材编写中引用了大量文献资料,文献名未一一列出,特此声明,并向这些文献作者表示感谢。由于作者水平所限,书中不妥和错误之处在所难免,欢迎读者批评指正。

编者

目 录

前言

第 3 篇 生物处理理论与应用

第 16 章 活性污泥法	2
16.1 活性污泥法的基本原理	2
16.1.1 活性污泥法的基本概念	2
16.1.2 活性污泥法的基本流程	3
16.1.3 活性污泥的形态与增长规律	4
16.1.4 活性污泥净化反应过程	8
16.2 活性污泥净化反应影响因素与主要设计、运行参数	10
16.2.1 活性污泥净化反应影响因素	10
16.2.2 活性污泥净化反应系统的主要控制指标与设计、运行参数	13
16.3 活性污泥反应动力学	17
16.3.1 概述	17
16.3.2 活性污泥反应动力学的基础——米—门公式与莫诺德方程式	17
16.3.3 Lawrence—McCarty 模式	20
16.3.4 动力学参数的测定	24
16.4 活性污泥处理系统的运行方式与曝气池的工艺参数	25
16.4.1 传统活性污泥法	25
16.4.2 渐减曝气活性污泥法	27
16.4.3 阶段曝气活性污泥法	27
16.4.4 再生曝气活性污泥法	28
16.4.5 生物吸附活性污泥法	29
16.4.6 延时曝气活性污泥法	30
16.4.7 完全混合活性污泥法	31
16.4.8 高负荷活性污泥法	32
16.4.9 克劳斯 (Kraus) 活性污泥法	32
16.4.10 深层曝气活性污泥法	33
16.4.11 浅层曝气活性污泥法	35



16.4.12 纯氧曝气活性污泥法	36
16.5 曝气的理论基础	38
16.5.1 氧转移原理	39
16.5.2 氧转移影响因素	42
16.5.3 氧转移效率与供气量的计算	45
16.6 曝气系统与空气扩散装置	48
16.6.1 概述	48
16.6.2 鼓风曝气系统与空气扩散装置	48
16.6.3 机械曝气装置	55
16.7 活性污泥反应器——曝气池	60
16.7.1 曝气池的分类	60
16.7.2 推流式曝气池	60
16.7.3 完全混合曝气池	64
16.8 活性污泥处理系统的工艺设计	65
16.8.1 设计基础资料	65
16.8.2 工艺计算与设计的主要内容	66
16.8.3 工艺计算与设计的基础数据	66
16.8.4 工艺计算与设计应确定的主要各项参数	66
16.8.5 工艺流程的选择	67
16.8.6 曝气池的计算与设计	67
16.8.7 曝气系统的计算与设计	72
16.8.8 二次沉淀池的计算与设计	74
16.8.9 污泥回流系统的计算与设计	76
16.8.10 曝气沉淀池的计算与设计	79
16.8.11 设计举例	80
16.9 活性污泥处理系统的维护管理	87
16.9.1 活性污泥处理系统的启动与试运行	87
16.9.2 活性污泥系统重要运行参数的检测与调节	90
16.9.3 活性污泥系统的常见异常现象与对策	90
练习题	93
第17章 生物膜法	94
17.1 概述	94
17.1.1 生物膜及其形成过程	94
17.1.2 生物膜的构造及净化机理	96

17.1.3	生物膜的微生物相	98
17.1.4	生物膜法的基本流程	100
17.1.5	生物膜反应器	100
17.1.6	生物膜法的特征与发展趋势	103
17.2	生物滤池	105
17.2.1	普通生物滤池	105
17.2.2	高负荷生物滤池	107
17.2.3	塔式生物滤池	114
17.2.4	曝气生物滤池	117
17.3	生物转盘	118
17.3.1	生物转盘的构造及净化原理	118
17.3.2	生物转盘系统的特征	119
17.3.3	生物转盘处理系统的工艺流程与组合	120
17.3.4	生物转盘的设计计算	122
17.3.5	生物转盘处理技术的进展	128
17.4	生物接触氧化法	130
17.4.1	生物接触氧化池的构造	130
17.4.2	生物接触氧化池的类型	132
17.4.3	生物接触氧化处理技术的工艺流程	133
17.4.4	生物接触氧化池的设计与计算	135
17.4.5	生物接触氧化处理技术的特征	138
17.5	生物流化床	139
17.5.1	液流动力流化床	139
17.5.2	气流动力流化床	141
17.5.3	机械搅动流化床	142
17.6	其他生物膜法工艺	143
17.6.1	微孔膜生物反应器	143
17.6.2	移动床生物膜反应器	144
17.7	复合式、联合式生物膜处理工艺	145
17.7.1	复合式生物膜反应器	145
17.7.2	联合式生物膜处理工艺	146
17.8	生物膜法的运行管理	148
17.8.1	影响生物膜反应器运行的主要因素	148
17.8.2	生物膜的培养与驯化	151



17.8.3 生物膜法的日常管理	153
练习题	155
第18章 厌氧生物处理	157
18.1 厌氧生物处理的发展	157
18.2 厌氧生物处理的主要特征	158
18.2.1 主要优点	158
18.2.2 主要缺点	159
18.3 厌氧生物处理基本原理	159
18.4 厌氧消化的影响因素与控制要求	160
18.4.1 营养与环境条件	160
18.4.2 工业操作条件	163
18.4.3 厌氧消化过程中沼气产量的估算	164
18.4.4 厌氧消化动力学	164
18.5 两级厌氧与两相厌氧处理	165
18.5.1 两级厌氧生物处理	165
18.5.2 两相厌氧生物处理	165
18.6 厌氧生物处理工艺与反应器	167
18.6.1 早期的厌氧生物反应器	167
18.6.2 厌氧消化池	168
18.6.3 厌氧生物接触法工艺	172
18.6.4 厌氧生物滤池	173
18.6.5 厌氧生物转盘	174
18.6.6 升流式厌氧污泥层(床)(UASB)反应器	175
18.6.7 厌氧膨胀床与厌氧流化床反应器	178
18.6.8 厌氧折流板式反应器	179
18.6.9 高温厌氧处理工艺	179
18.6.10 厌氧生物处理的运行管理	181
练习题	183
第19章 自然生物处理	184
19.1 水体中碳氮与能量循环	185
19.2 稳定塘	186
19.2.1 概述	186
19.2.2 好氧塘与厌氧塘	187

19.2.3 兼性塘	191
19.2.4 其他稳定塘	192
19.3 污水的土地处理	194
19.3.1 污水灌溉系统	194
19.3.2 土地渗滤系统	194
19.3.3 湿地处理系统	195
19.4 自然生物处理新进展	196
19.4.1 水解池—稳定塘生物处理系统的新工艺	196
19.4.2 稳定塘的除藻技术	196
19.4.3 污水地下渗滤处理技术	197
19.5 工程实例	198
19.5.1 稳定塘实例	198
19.5.2 湿地面积设计实例	199
练习题	200
第20章 活性污泥法强化与改良工艺	201
20.1 生物脱氮除磷	201
20.1.1 生物脱氮原理与工艺	201
20.1.2 生物除磷原理与工艺	210
20.1.3 脱氮除磷工艺	213
20.2 活性污泥法改良工艺	220
20.2.1 氧化沟	220
20.2.2 A—B法污水处理工艺	227
20.2.3 序批式活性污泥法	231
练习题	255
第21章 污泥处理与处置	256
21.1 污泥的分类、性质与产生量	256
21.1.1 污泥的分类	256
21.1.2 污泥性质的表征	257
21.1.3 污泥的产生量	262
21.2 污泥处理处置的基本方法	263
21.2.1 污泥处理处置的原则	263
21.2.2 污泥处理处置基本工艺流程	263
21.3 污泥浓缩	264



21.3.1	重力浓缩	264
21.3.2	机械浓缩	267
21.3.3	气浮浓缩	270
21.4	污泥的稳定	272
21.4.1	污泥的厌氧消化	272
21.4.2	污泥的好氧消化	276
21.5	污泥的调理	277
21.5.1	污泥中水分的存在形式及其性质	277
21.5.2	污泥调理方法	278
21.6	污泥脱水	279
21.6.1	污泥的自然干化	279
21.6.2	污泥的机械脱水	280
21.7	污泥的干燥与焚烧	284
21.7.1	污泥的干燥设备	284
21.7.2	污泥焚烧设备	286
21.7.3	污泥的干燥与焚烧设备的选型	289
21.8	污泥的最终处置与利用	289
21.8.1	农肥利用	289
21.8.2	制建筑材料	290
21.8.3	制化工原料	290
21.8.4	填地、填海造地	290
21.8.5	投海	291
	练习题	291

第 4 篇 水处理工艺系统与处理厂设计

第 22 章	典型给水处理系统	294
22.1	城镇给水处理厂的设计内容及厂址选择	294
22.1.1	城镇给水处理厂设计	294
22.1.2	城镇给水处理厂厂址选择	295
22.2	生活饮用水处理工艺与主要构筑物的选择	297
22.2.1	选择给水处理工艺流程时应具备的基础资料	297
22.2.2	给水处理工艺流程的选择原则	298
22.2.3	生活饮用水处理工艺流程的选择	298

22.2.4	生活饮用水处理构筑物类型选择	303
22.3	工业用水处理工艺	306
22.3.1	工业用水系统	306
22.3.2	纯水制备与咸水淡化	311
22.3.3	锅炉水处理	314
22.3.4	敞开式循环冷却水处理	316
22.3.5	膜处理技术	320
22.4	生活污水回用工艺	323
22.4.1	生活污水来源	324
22.4.2	生活污水的回用途径	324
22.4.3	生活污水回用技术及发展	324
22.4.4	污水回用处理工艺及流程的选择	328
22.4.5	污水回用新技术、新工艺的开发	330
22.5	城镇给水处理厂的平面及高程布置	330
22.5.1	城镇给水处理厂的平面布置	330
22.5.2	城镇给水处理厂的高程布置	333
22.6	给水处理厂生产过程监控与自动控制	335
22.6.1	概述	335
22.6.2	水厂内检测仪表的设置	336
22.6.3	水厂自动化设计要求	337
22.6.4	计算机控制管理系统要求	341
22.6.5	抗干扰问题	342
22.7	城镇给水处理厂工艺系统设计计算实例	342
22.7.1	工艺流程及设计水量	342
22.7.2	构筑物选择及计算	343
	练习题	366
第23章	城镇污水处理工艺系统	367
23.1	污水处理工艺系统的选择原则	367
23.1.1	污水处理工艺系统在水社会循环中的作用	367
23.1.2	污水处理工艺系统选择的基本原则	368
23.2	城镇污水处理系统	368
23.2.1	城市污水的特点	368
23.2.2	城市污水处理方法	372
23.2.3	城市污水处理厂设计程序	378



23.2.4	污水处理厂设计内容及设计原则	380
23.2.5	污水处理厂工艺选择	381
23.2.6	污水处理厂选址原则	382
23.3	污水处理厂的平面布置与高程布置	383
23.3.1	污水处理厂的平面布置	383
23.3.2	污水处理厂的高程布置	388
23.4	污水处理构筑物及配水与计量	395
23.4.1	处理构筑物的结构要求及运行方式	395
23.4.2	处理构筑物间连接管的设计	396
23.4.3	配水设备	396
23.4.4	污水计量设备	397
23.5	污水厂的运行管理、监控与自动控制	400
23.5.1	污水处理构筑物的验收	400
23.5.2	污水处理厂的调试	400
23.5.3	污水处理厂的运行管理	401
23.5.4	污水处理厂的水质监测	401
23.5.5	污水处理厂自动控制	402
23.6	污水深度处理技术	402
23.6.1	概述	402
23.6.2	悬浮物的去除	403
23.6.3	溶解性有机物的去除	406
23.6.4	溶解性无机盐类的去除	410
23.6.5	污水的消毒处理	412
23.6.6	脱氮技术	414
23.6.7	除磷技术	416
23.6.8	同步脱氮除磷技术	420
23.6.9	城市污水的再生与利用	420
23.7	污泥处理与处置	425
23.7.1	污泥的来源及性质	425
23.7.2	污泥处理与处置系统	428
23.8	污水处理厂工艺设计实例	430
	练习题	437
第24章	其他给水与废水处理工艺系统	439
24.1	概述	439

24. 1. 1 特种水源水处理概况	439
24. 1. 2 工业废水处理概况	440
24. 2 特种水源水处理工艺系统	441
24. 2. 1 高浊度水处理工艺系统	441
24. 2. 2 地下水除铁除锰处理工艺	445
24. 2. 3 水的除氟除砷处理工艺	450
24. 2. 4 工业给水预处理、软化与除盐工艺	452
24. 3 几种工业废水处理工艺系统	459
24. 3. 1 啤酒废水处理工艺系统	459
24. 3. 2 含油及石油化工废水处理工艺系统	462
24. 3. 3 纺织印染废水处理工艺系统	471
练习题	477
附录 A 氧在蒸馏水中的溶解度	478
附录 B 空气管计算图 a	479
附录 C 空气管计算图 b	480
附录 D 各种管内部压力损失的换算系数	481
附录 E 我国鼓风机产品规格	482
参考文献	483

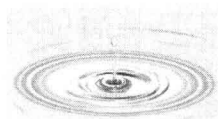
第3篇



生物处理理论与应用

第 16 章

活性污泥法



◆ **本章提要：**本章阐述了活性污泥法基本原理、活性污泥净化反应影响因素、活性污泥法运行方式、曝气理论基础、活性污泥法处理系统设计计算方法；阐明了活性污泥反应动力学；介绍了曝气系统与曝气装置、活性污泥处理系统的维护管理方法。

◆ **本章重点：**活性污泥净化机理及其反应动力学；活性污泥法处理系统设计计算。

◆ **本章难点：**活性污泥法处理系统设计计算。

在当前的污水处理技术领域，活性污泥法是处理城市污水最广泛使用的技术方法之一。活性污泥法本质上与天然水体（江、河）的自净过程类似，两者均为好氧生物处理过程，但前者的净化强度大，因此说活性污泥法是天然水体自净作用的人工强化。

活性污泥法能去除污水中溶解性和胶体性的可生物降解有机物，以及能被活性污泥吸附的悬浮固体和其他物质；同时，无机盐类（磷和氮的化合物）也能部分地被去除。类似的工业废水也可用活性污泥法处理。活性污泥法既适用于大流量的污水处理，也适用于小流量的污水处理；运行方式灵活，日常运行费用较低；但管理要求较高。

自 1912 年至今，活性污泥法的研究经过了 90 多年的发展，在理论和实践上都取得了很大的进步。特别是近几十年来，随着在实际生产上的广泛应用和技术上的不断革新改进，在对其生物反应和净化机理进行深入研究探讨的基础上，活性污泥法在生物学、反应动力学的理论方面以及在工艺方面都得到了较大的发展。当前，活性污泥法已成为处理生活污水，特别是有机性污水的主体技术。本章将讨论活性污泥法的基本概念和实际应用问题。

16.1 活性污泥法的基本原理

16.1.1 活性污泥法的基本概念

1912 年，英国的克拉克（Clark）和盖奇（Gage）发现，对污水长时间曝气会



产生污泥，同时水质会得到明显的改善。其后，阿尔敦（Arden）和洛开脱（Lockett）对这一现象进行了试验研究。他们偶然发现，在瓶中进行曝气试验时，每天试验结束把瓶子倒空，第二天重新开始，由于瓶子清洗不够干净，瓶壁附着污泥时，处理效果反而好。由于认识到瓶壁留下污泥的重要性，他们把它称为活性污泥。随后，他们在每天结束试验前，把曝气后的污水静止沉淀，只倒去上层净化清水，留下瓶底的污泥，供第二天使用，这样大大缩短了污水处理的时间。基于此原理，1914年在英国 Salford 建成了第一座活性污泥法污水处理厂。

向生活污水注入空气进行曝气，并持续一段时间以后，污水中生成一种絮凝体。在显微镜下观察这些褐色的絮凝体，可以见到大量的细菌、真菌、原生动物和后生动物，它们组成了一个特有的生态系统。正是这些微生物（主要是细菌）以污水中的有机物为食料，进行代谢和繁殖，降低了污水中有机物的含量。活性污泥反应的结果，污水中有机污染物得到降解而去除，活性污泥本身得以繁衍增长，污水则得以净化处理。

这种由大量繁殖的微生物群体所构成的絮凝体，易于沉淀分离，并使污水得到澄清，我们称之为“活性污泥”。而活性污泥法则是以活性污泥为主体的生物处理方法。活性污泥处理系统的生物反应器是曝气池。此外，系统的主要组成还有二次沉淀池、污泥回流系统和曝气及空气扩散系统。

活性污泥法处理系统，实质上是自然界水体自净的人工模拟，但不是简单的模仿，而是经过人工强化的模拟。

16.1.2 活性污泥法的基本流程

图 16-1 所示为活性污泥处理系统的基本流程。从图中可以看到，来自初次沉淀池或其他预处理系统的污水，和从二次沉淀池连续回流的活性污泥形成混合液，从活性污泥反应器——曝气池的一端进入。此外，从鼓风机房送来的压缩空气，通过铺设在曝气池底部的空气扩散装置，以微小气泡的形式进入曝气池中。微小气泡除向污水充氧外，还使曝气池内的污水、活性污泥处于剧烈混合的状态，形成混合液。活性污泥、污水与氧互相混合、充分接触，使活性污泥反应得以正常进行。同

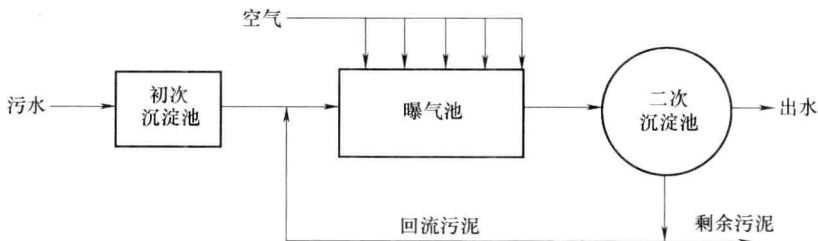


图 16-1 活性污泥法的基本流程