


*Handbook of
Environmental
Engineering
Technology*

环境工程 技术手册

陈杰榕 主编 / 郝吉明 主审

 科学出版社
www.sciencep.com

西安交通大学学术专著出版基金资助出版

环境工程技术手册

陈杰蓉 主编

郝吉明 主审

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是环境工程大型应用技术手册。全书分四篇:第一篇水污染控制共 8 章,包括废水处理的技术法规和设计规范、废水处理的基本原则、基本方法、污泥的处理与处置、废水资源化利用、废水处理工程应用实例、处理设备与材料、城市污水处理工程总体设计、废水处理工程自动检测与控制、废水处理技术经济分析;第二篇大气污染控制共 11 章,系统阐述了大气污染的基本问题、空气扩散理论及模式、空气污染控制原理、各类净化装置的性能和选择、废气处理的基本原则和方法、颗粒状污染物除尘技术、气态污染物净化技术、行业点源治理技术、机动车线源控制和城市扬尘面源控制、废气净化系统的设计;第三篇固体废物处理与处置共 10 章,包括固体废物管理体系、固体废物样品的采集与分析、固体废物/城市垃圾/危险废物的收集、储存及运输、处理方法、资源化与综合利用、土地填埋处置技术、放射性固体废物的处置、工程实例;第四篇物理性污染控制共 7 章,系统介绍了物理性因素引发的噪声、振动、电磁辐射、放射性、热、光等物理性污染控制技术及其工程实例。

本书内容丰富、资料翔实,实用性强,可供环境科学与工程、环境管理以及各相关领域的工程技术人员、科研人员、高等院校师生以及企业和政府管理人员使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境工程技术手册/陈杰璐主编. —北京:科学出版社,2008
ISBN 978-7-03-020021-1

I. 环… II. 陈… III. 环境工程-技术手册 IV. X5-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 031101 号

责任编辑:张 析/责任校对:包志虹

责任印制:赵德静/封面设计:王 浩

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 5 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2008 年 5 月第一次印刷 印张: 94

印数: 1—2 500 字数: 2 444 000

定价: 168.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈双青〉)

顾问委员会

主任委员:郝吉明

副主任委员:(按姓氏笔画排序)

王晓昌 郁永章 罗固源 周琪

委员:(按姓氏笔画排序)

马广大 吕锡武 任南琪 孙德智 张晓健

侯浩波 黄霞 蒋文举 韩宝平 曾光明

编辑委员会

主编:陈杰璐

主审:郝吉明

副主编:(按姓氏笔画排序)

王成端 王毅 宁平 张宁生 张承中

张增强 罗友元 屈撑囤 黄学敏 盛连喜

作者名单

(按姓氏笔画排序)

王成端	王志平	王丽萍	王宏辉	王启	王国栋
王琛	王毅	韦革宏	宁平	延卫	刘立中
刘红霞	寻旋鹏	杨正亮	杨淑英	李全伟	李茹
李湘辉	杨博	张玉军	张宁生	张建民	张承中
张树春	张增强	陈杰璐	范立明	罗友元	周岸平
宗刚	屈撑囤	孟昭福	胥杰	贺卫宁	顾兆林
党亚爱	唐军	黄学敏	黄懿梅	盛连喜	谢立祥

参编及支持单位

西安交通大学

清华大学

中机国际工程设计研究院

西安石油大学

西安建筑科技大学

西北农林科技大学

东北师范大学

昆明理工大学

中国矿业大学

西南科技大学

西安工程大学

哈尔滨工业大学

北京林业大学

重庆大学

四川大学

武汉大学

湖南大学

东南大学

陕西紫阳环保工程有限责任公司

陕西中辉环保有限公司

前 言

本书是我国第一部获得中国科学院科学出版基金资助的环境工程类大型应用技术手册。全书汇集了国内外环境工程理论和技术成果的最新进展,融入了编著者长期的环境工程科研和实践的丰富积累。

按照编辑委员会的写作意图,本书在学术思想、内容体系、结构框架、写作特点等方面体现了新颖、科学、全面、系统、实用的特色。所述技术充分反映了国内外环境工程领域的先进技术,体现现代环保设计理念,更多地采用中国的研究成果;内容体系符合工程设计的综合性与实用性要求,列举了许多工程设计实例和翔实的实用资料,便于查阅和使用;结构紧凑,全书涵盖了环境工程的各个方面,既包括由物质转换和变化引发的水、气、固三废处理处置技术,还系统介绍了由能量转换和变化引发的噪声、振动、电磁辐射、放射性、热、光等物理性污染控制技术;写作风格简明,采用大量图表直观表达丰富的实用信息,所附参考文献可以使读者深入探究技术、理论和其他所需要的背景知识。

本书各篇的主编均为高等学校或国家设计研究院长期从事环境工程专业技术工作的教授和高级工程师,有承担国家重大环境工程科学技术项目的丰富经历,在国内外出版、发表过大批高水平论著,获得过国家自然科学基金技术学术著作出版基金、国家自然科学基金委员会出版基金、国家优秀科技图书奖等,具备高水平的写作能力和深厚的环境工程专业经验积累。本书是编辑委员会全体协作努力的结晶,特别是他们提供了多年积累的工程技术数据和科研成果,使之成为本书独具特色的重要内容。

清华大学环境科学与工程系郝吉明院士对本书的撰写一直给予悉心指导,并在百忙中审阅了全书;科学出版社张析编辑为本书的策划、编辑进行了大量艰巨、细致和辛勤的工作;顾问委员会的资深专家对本书的撰写给予了积极支持;主编陈杰璐教授负责全书的统稿;西安交通大学博士生杨利青、胡森、硕士生孟丽娜、刁含徐、蔡伶俐、张属馨协助作了部分资料的查阅。在此一并致以最诚挚的谢意。

本书的出版得到中国科学院科学出版基金和西安交通大学学术专著出版基金的资助,对此表示衷心感谢。

本书撰写中引用了大量国内外相关文献资料,在此对著作者一并致谢。

科学技术的发展永无止境,环境工程技术的研究和实践成果亦层出不穷。

我们热忱地恳请读者对本书内容不吝指正,提供宝贵的建议和意见,使本书再版内容不断完善。

全体编著者衷心希望本书的出版能对我国环境保护事业的发展有所贡献,为各个领域从事环境保护的科技工作者提供一部实用的技术参考书。

编 者

2008年4月17日

于西安交通大学

目 录

前言

第一篇 水污染控制

第一章 总论	3
第一节 废水与污染物.....	3
第二节 废水处理的技术法规、标准和设计规范.....	81
第三节 废水处理的基本原则和方法.....	84
第二章 废水的物理法和化学法处理	85
第一节 废水的预处理.....	85
第二节 重力分离法.....	101
第三节 混凝.....	129
第四节 过滤.....	147
第五节 消毒.....	167
第六节 吸附.....	192
第七节 化学氧化还原.....	203
第八节 化学沉淀法.....	235
第九节 离子交换法.....	244
第十节 膜分离法.....	263
第三章 废水的生物处理法	292
第一节 概述.....	292
第二节 活性污泥法.....	293
第三节 曝气及曝气装置.....	320
第四节 活性污泥工艺的控制与运行.....	343
第五节 氧化沟技术.....	348
第六节 序批式活性污泥法(SBR法).....	371
第七节 吸附生物降解法(AB法).....	395
第八节 深井曝气.....	406
第九节 生物膜法.....	414
第十节 废水厌氧处理.....	439
第十一节 废水生物除磷脱氮技术.....	486
第十二节 废水的氧化塘处理.....	535
第四章 污泥的处理与处置	546
第一节 概述.....	546
第二节 污泥浓缩.....	561

第三节	污泥消化	570
第四节	污泥调理	584
第五节	污泥脱水	585
第六节	污泥干燥与焚烧	589
第七节	污泥的最终处置与利用	592
第五章	污水资源化	600
第一节	概述	600
第二节	分类	600
第三节	污水回用的水质指标及水质标准	602
第四节	污水回用深度处理工艺	615
第五节	污水回用工程实例	621
第六章	城市污水处理厂总体设计	623
第七章	废水处理工程自动检测与控制	635
第一节	概述	635
第二节	检测控制参数及一般要求	635
第三节	计算机控制管理系统及控制室	637
第四节	仪表选型	638
第五节	自动化系统设计	647
第八章	投资估算、概预算及经济分析	649
第一节	污水处理厂建设项目总投资组成	649
第二节	各设计阶段工程造价的确定	650
第三节	经济评价	655
参考文献		660

第二篇 大气污染控制

第一章	总论	667
第一节	大气与大气污染	667
第二节	大气污染物及其来源	670
第三节	主要大气环境问题	674
第四节	环境空气质量控制标准	677
第五节	大气污染综合防治措施	679
第二章	大气扩散	681
第一节	空气污染与气象条件	681
第二节	空气扩散模式	691
第三节	厂址选择	697
第三章	大气污染控制基本原理	701
第一节	颗粒状污染物控制原理	701
第二节	气态污染物控制原理	715
第四章	净化装置的分类、性能和选择	723

第一节 净化装置的分类	723
第二节 净化装置的性能	727
第三节 净化装置的选择	731
第五章 颗粒状污染物净化装置	741
第一节 机械式除尘器	741
第二节 过滤式除尘器	746
第三节 电除尘器	755
第四节 湿式气体洗涤器	765
第六章 气态污染物净化方法	774
第一节 含二氧化硫烟气的净化方法	774
第二节 烟气中 NO _x 的净化技术	793
第三节 挥发性有机化合物的净化方法	805
第四节 温室效应气体的净化方法	816
第五节 其他废气净化方法	823
第七章 空气污染净化系统	835
第一节 净化系统的组成及系统设计的基本内容	835
第二节 集气罩设计	836
第三节 管道系统的设计	851
第八章 工业炉窑烟气除尘	860
第一节 电力工业燃煤锅炉烟气除尘	860
第二节 钢铁工业炉窑烟气除尘	863
第三节 有色金属工业炉窑烟气净化	879
第四节 建材工业炉窑烟气净化	886
第九章 工业气态污染物净化技术	891
第一节 电力行业二氧化硫烟气净化	891
第二节 化学工业气态污染物净化	900
第三节 有色冶金行业气态污染物净化	915
第十章 机动车污染控制	923
第一节 机动车排气中的主要污染物	923
第二节 机动车主要污染物的形成机理	923
第三节 机动车排气污染物的控制方法	926
第四节 车用燃料的改进与替代	934
第五节 机动车污染控制管理	935
第十一章 城市扬尘污染控制	939
第一节 城市扬尘来源与污染	939
第二节 城市扬尘控制原理与方法	943
参考文献	947

第三篇 固体废物处理与处置

第一章 总论	953
第一节 固体废物的来源及分类.....	953
第二节 固体废物对环境的影响.....	955
第三节 固体废物管理体系.....	957
第二章 固体废物样品的采集与分析	962
第一节 采样计划.....	962
第二节 采样方法.....	966
第三节 样品采集、制备及运送.....	968
第四节 样品的分析.....	975
第三章 固体废物的收集、储存及清运	987
第一节 城市垃圾的收集、储存及清运.....	987
第二节 危险废物的收集、储存及清运.....	1004
第四章 固体废物的预处理方法	1009
第一节 压实法.....	1009
第二节 破碎法.....	1011
第三节 分选法.....	1022
第四节 脱水法.....	1034
第五节 干燥法.....	1040
第五章 固体废物的生物处理	1042
第一节 有机固体废物堆肥化技术.....	1042
第二节 有机废物厌氧发酵处理.....	1066
第六章 固体废物的热解与焚烧处理	1082
第一节 固体废物的热解处理.....	1082
第二节 固体废物的焚烧处理.....	1090
第七章 污泥和危险废物的处理	1140
第一节 污泥的浓缩与脱水.....	1140
第二节 危险废物的固化/稳定化.....	1152
第三节 医疗废物的处理.....	1160
第八章 固体废物的资源化与综合利用	1165
第一节 工业固体废物的综合利用.....	1165
第二节 矿业固体废物的综合利用.....	1183
第三节 城市生活垃圾的综合利用.....	1186
第九章 固体废物的土地填埋处置技术	1206
第一节 填埋场的选址.....	1206
第二节 填埋场中固体废物的降解和稳定化.....	1209
第三节 填埋场的工艺设计.....	1216
第四节 填埋机械.....	1240

第五节 填埋场环境监测与虫害治理	1245
第六节 典型垃圾填埋场介绍	1251
第十章 放射性固体废物的性质及其处置	1254
第一节 放射性固体废物的来源和分类	1254
第二节 放射性固体废料的产生及特点	1255
第三节 放射性废物处理技术	1258
第四节 放射性废物的地层处置	1274
参考文献	1284

第四篇 物理性污染控制

第一章 噪声控制	1289
第一节 噪声控制基础	1289
第二节 噪声源分析	1299
第三节 噪声控制技术	1320
第四节 噪声控制材料	1350
第二章 振动控制	1367
第一节 振动控制基础	1367
第二节 振动的评价与测量	1374
第三节 振动控制技术	1389
第三章 噪声与振动控制工程实例	1395
第一节 噪声与振动控制的一般步骤	1395
第二节 典型动力机械的噪声与振动控制	1395
第三节 噪声综合治理工程实例	1400
第四章 电磁辐射污染及其防治	1406
第一节 概述	1406
第二节 电磁辐射防护标准与测量方法	1408
第三节 电磁辐射污染防治技术	1421
第五章 放射性污染及其控制	1434
第一节 概述	1434
第二节 放射性辐射与度量	1437
第三节 核辐射防护	1439
第四节 环境放射性防护标准与测量方法	1440
第五节 放射性污染去污技术	1442
第六章 热污染及其控制	1452
第一节 概述	1452
第二节 水体热污染	1455
第三节 热岛效应	1456
第四节 温室效应	1460
第五节 热污染评价标准与测定方法	1463

第六节 热污染控制技术与应用实例	1466
第七章 光污染及其控制	1474
第一节 概述	1474
第二节 光环境评价与测量	1477
第三节 光污染防治技术与应用	1484
参考文献	1487

第一篇 水污染控制

主 编：罗友元

副主编：张宁生 屈撑囤

编著者：第一章 罗友元 李湘辉

第二章 第一、二节 罗友元 张建民 张树春

第二章 第三节 罗友元 张建民 胥 杰

第二章 第四节 罗友元 王 启 寻旋鹏

第二章 第五节 罗友元 张树春 宗 刚

第二章 第六节~第十节 范立明 张玉军

第三章 第一节~第七节 罗友元

第三章 第八节、第十一节 张宁生 屈撑囤

第三章 第九节 罗友元 贺卫宁

第三章 第十节 贺卫宁

第四章 罗友元 刘红霞 杨 博

第五、六章 罗友元

第七章 周岸平

第八章 唐 军

主 审：罗友元

第一章 总 论

第一节 废水与污染物

一、水质与水质指标

水质指水和水所含杂质(或污染物)共同体现的特性,水质指标是水质性质及其量化的具体体现。水质指标主要由物理性水质指标、化学性水质指标和生物性水质指标组成。每类水质指标由若干能表征其特点的项目组成。

(一) 污水物理性质指标

表示污水物理性质的指标主要有水温、色度、嗅味、固体含量。

固体物质表示方法有:总固体(TS),悬浮固体(SS,粒径大于 $0.45\mu\text{m}$)与溶解性固体(DS,粒径小于 $0.45\mu\text{m}$),挥发性固体(VS)与非挥发性固体(FS)。TS=SS+DS。表 1.1-1 为美国典型城市生活污水中固体物组成及浓度。

表 1.1-1 美国典型城市生活污水中固体物组成及浓度

固体物组成		浓度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)		
		高	中等	低
TS	总	1200	700	350
	非挥发性	600	350	175
	挥发性	600	350	175
SS	总	350	200	100
	非挥发性	75	50	30
	挥发性	275	150	70
DS	总	850	500	250
	非挥发性	525	300	145
	挥发性	325	200	105

(二) 污水化学性质指标

1. 污水化学性质指标分类

表示污水化学性质的指标分类见表 1.1-2。

表 1.1-2 污水的化学性质及指标

序号	污染物性质	指标
1	无机物	酸碱度、氮、磷、无机盐类、重金属离子
2	有机物	BOD ₅ (生化需氧量)、COD _{Cr} (化学需氧量)、TOD(总需氧量)、TOC(总有机碳)
3	生物	大肠菌群值、大肠菌群指数、病毒及细菌总数

2. COD 和 BOD 间的关系

若废水中成分比例相对稳定, COD 和 BOD 间将有较固定的比例关系, 即 $COD_{Cr} > BOD_{20} > BOD_5 > COD_{Mn}$ 。 BOD_5 / COD_{Cr} 值可作为废水是否采用生化法处理的一个重要指标, 该比值越大, 越容易生化处理, 效果越好。

同一种废水, COD 与 BOD 之间常有一定的比例关系。 Ademoroti(1986 年) 提出的 COD 与 BOD 间的关系式为

$$COD = a \times BOD_5 + b \tag{1.1-1}$$

式中: a, b 为常数。 $a = COD_{nb}$, 即废水的不可生物降解 COD; $b = COD_b / BOD_5$, 即废水的可生物降解 COD 与 BOD_5 的比值。

对同一种废水, 存在着一定的 a, b 值。表 1.1-3 为部分废水的 a, b 值。

表 1.1-3 部分废水的 a, b 值 (来源: Ademoroti, 1986)

常数	废水种类		
	生活污水	家禽废水	啤酒废水
a	1.64	1.45	2.32
b	11.36	55.7	46.2

表 1.1-4 是部分工业废水和城市污水的 COD 与 BOD_5 相关式。

表 1.1-4 部分工业废水和城市污水的 COD 与 BOD_5 相关式

序号	污水名称	处理工艺(排污工厂)	$COD = a + b \times BOD_5$
1	有机化工废水	北京化工厂东排放口水质调查测定可生化性(1979 年测定)	$COD = 178.5 + 1.50BOD_5$
2	维尼纶厂甲醛废水	北京维尼纶厂表曝法试验(1974 年测定)	$COD = 74.0 + 1.36BOD_5$
3	合成化工厂脂肪酸废水	天津合成化学厂生物滤塔加生物吸附法	$COD = 167.6 + 1.84BOD_5$
4	有机农药废水	武汉葛店化工厂活性污泥法(1978 年测定)	$COD = 931.44 + 1.10BOD_5$
5	焦化厂含酚废水	北京焦化厂生物吸附活性污泥法(1973 年测定)	$COD = 240.0 + 1.33BOD_5$
6	焦化厂含酚废水	北京焦化厂生物吸附活性污泥法出水(1973 年测定)	$COD = 138.9 + 3.55BOD_5$
7	印染厂废水	上海某印染厂生物接触氧化法(1977 年测定)	$COD = 242.9 + 2.28BOD_5$
8	高碑店污水处理厂	深水曝气活性污泥法试验(1974 年测定)	$COD = 200.4 + 2.34BOD_5$
9	西安城市污水	(1980 年测定)	$COD = 101.4 + 1.41BOD_5$
10	西安城市污水	生物吸附活性污泥法试验一级处理出水(1980 年测定)	$COD = 133.0 + 1.00BOD_5$
11	沈阳城市污水	(1979 年测定)	$COD = 96.2 + 1.47BOD_5$
12	沈阳城市污水	生物吸附活性污泥法试验二级处理出水(1979 年测定)	$COD = 57.3 + 1.83BOD_5$
13	吉林市城市污水	活性污泥曝气法(1979 年测定)	$COD = 201.2 + 1.58BOD_5$