



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

环境工程技术

● 蒋辉 主编



化学工业出版社
教材出版中心

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

环 境 工 程 技 术

主 编 蒋 辉
副 主 编 杨国华
责任主审 陈家军
审 稿 王金生 陈家军

化 学 工 业 出 版 社
教 材 出 版 中 心
· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

环境工程技术/蒋辉主编. —北京: 化学工业出版社, 2003. 4
中等职业教育国家规划教材
ISBN 7-5025-4026-1

I. 环… II. 蒋… III. 环境工程学-专业学院-教材 IV. X5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 029752 号

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

环 境 工 程 技 术

主 编 蒋 辉
副 主 编 杨国华
责任主审 陈家军
审 稿 王金生 陈家军
责任编辑: 任耀生 唐旭华
文字编辑: 刘莉珺
责任校对: 李 林
封面设计: 潘 峰

*

化学工业出版社 出版发行
教 材 出 版 中 心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)
发行电话: (010) 64982530
<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
北京管庄永胜印刷厂印刷
三河市延风装订厂装订
开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 26½ 字数 646 千字
2003 年 6 月第 1 版 2003 年 6 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-4026-1/G · 1163
定 价: 36.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1 号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标 and 保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2001 年 10 月

前 言

环境是人类生存和发展的基本条件,环境保护是我国的基本国策。目前,环境问题已对人类构成严重威胁。我们必须吸取世界上工业化国家“先污染,后治理”的教训,加强环境保护、污染监控和治理,走可持续发展的道路。为了满足社会和厂矿企业对环境专门人才的需要,我国许多中等职业学校环境类专业得到了迅速发展。为了搞好环境类专业的建设,国家教育部把中等职业学校“环境保护与监测专业”列为国家职业教育重点建设的80个专业之一,并组织国土资源部、国家环保总局等行业学校进行环境类专业整体教学方案的研究,制定了专业教学计划,颁发了主干课程教学大纲等。

本书为国家“十五”规划教材。书中内容是根据教育部制定颁发的中等职业教育环境保护与监测专业《环境工程技术教学大纲》而编写的。编写本书时充分考虑职业教育对教材的要求,力求体现教学内容的科学性、实用性、先进性,注意强化对学生职业能力的培养,提高学生的综合专业素质和能力。考虑到学校之间的教学重点和特色,以及目前“3+2”高职教育的迅速发展,使本书适用于中、高职环境类专业的教学,本教材对教学内容和层次进行了适当的补充,并采用模块式结构编排,内容安排中带“*”号的章节为选学模块,以便于不同类别的学校或专业组织教学。

本书的特点是理论联系实际,注意基本概念、基本理论、基本知识和技能,强调实用性。编写本书时,注意吸收国内外环境工程方面的新技术、新方法,突出“宽、浅、新、实”。本书力求浅显易懂,突出重点,削枝强干。为便于学习,每章后都附有复习思考题,为了提高学生的综合职业能力,有的章节还安排了实训内容,以供参考,为拓宽学生的知识面,部分章节还附有阅读材料。

本书由郑州工业贸易学校蒋辉、杨国华、马勇和河南省环境保护研究所贾随堂编写。蒋辉担任主编,杨国华为副主编。蒋辉编写前言、第六、十一、十二、十三、十四、十五、十六各章及附录,杨国华编写第一、二、三、四章,马勇编写第七、八、九、十章,贾随堂编写第五章。最后由主编蒋辉统编定稿。北京师范大学环境科学研究所陈家军教授、王金生教授作为本书的责任主审和主要审稿人,系统、认真地审阅了全书,提出了许多宝贵的建设性修改意见,郑州大学水利与环境工程学院买文宁教授、常州化工学校薛叙明高级讲师也审阅了全书,提出了许多宝贵的修改意见。河南省平顶山城建环保高等专科学校李连山副教授、上海环境工程学校张留高级讲师对本书编写提纲也提出了很好的修改意见,编者所在单位对本书的编写给予了大力支持。在此一并表示衷心感谢。

由于本学科内容广泛,发展迅速,加之作者水平有限,时间仓促,书中缺点错误和不妥之处在所难免,敬请读者批评指正,以便进一步修改,使其日臻完善。

编 者

2003年2月

本书常用符号说明

符 号	符号说明	常用单位或量纲
COD	化学需氧量	mg/L
BOD	生化需氧量	mg/L
BOD ₅	5 日生化需氧量	mg/L
DO	溶解氧	mg/L
TOC	总有机碳	mg/L
TN	总氮	mg/L
Q	河水流量	m ³ /s
	污泥量	m ³ /h
α	混合系数	
C	计算断面上污染物质的浓度	mg/L
	吸附平衡时剩余吸附质浓度	mg/L
	溶质在液相中的浓度	
C_1	污水中污染物质的浓度	mg/L
C_2	原来河水中污染物质的浓度	mg/L
q	排入口的污水流量	mg/L
	吸附容量	g/g
U_s	颗粒沉降速度	m/s
ρ_s	颗粒密度	kg/m ³
ρ_l	液体密度	kg/m ³
μ	流体黏度	Pa · s 或 g/(cm · s)
d	球颗粒的直径	m
q_0	表面负荷	m ³ /(m ² · h) 或 g/(cm · s)
K_{80}	滤料粒径不均匀系数	
e	膨胀率	
V	污水容积	L
w	吸附剂投加量	g
C_0	原始污水吸附质浓度	g/L
K_s	平衡常数	
Me	微生物内源代谢的残留物	
Mi	难于生物降解的有机物	
MLSS	混合液悬浮固体浓度	mg/L 或 g/m ³
MLVSS	混合液挥发性悬浮固体浓度	mg/L 或 g/m ³
SV	污泥沉降比	
SVI	污泥容积指标	
Ns	有机负荷率	

续表

符 号	符号说明	常用单位或量纲
SBR	序批式活性污泥法(或称间歇性活性污泥法)	
ICEAS	间歇式循环延时曝气活性污泥法	
CAST	循环式活性污泥系统	
AF	厌氧滤池	
UASB	升流式厌氧污泥床	
FB	流化床	
EGSB	厌氧颗粒污泥膨胀床	
DSFF	下流式厌氧固定膜反应器	
SRT	污泥的停留时间	
HRT	污水水力停留时间	
SR	慢速渗滤系统	
RI	快速渗滤系统	
OF	地表漫流系统	
WL	污水湿地处理系统	
P	污泥含水率	
α	分离因数	
SO_x	硫氧化物	[M/L]
NO_x	氮氧化物	[M/L]
CO_x	碳氧化物	[M/L]
CH	碳氢化物	[M/L]
TSP	总悬浮颗粒物	[M/L]
P	气体组分分压	Pa(帕斯卡)
	气体处理装置的通过率	
c	溶质在液相中的浓度	
H	相平衡常数	$\text{m}^3 \cdot \text{Pa}/\text{kmol}$
Y	相平衡常数	$\text{m}^3 \cdot \text{Pa}/\text{kmol}$
X	溶质在液相中的摩尔分数	无因次
ρ	气体密度	kg/m^3
ρ_p	真密度	kg/m^3
ρ_b	堆积密度	kg/m^3
ϵ	空隙率	
Q_N	处理气体流量	m^3/s
Q_{1N}	装置的进口气体流量	m^3/s
Q_{2N}	装置的出口气体流量	m^3/s
V_1	除尘装置的进口气流速度	cm/s
u_p	粒子沉降速度	cm/s
d_p	粉尘粒径	[L]
$d_{\min}$	最小粒径	[L]
Q	过滤除尘器处理气量	

续表

符 号	符号说明	常用单位或量纲
A	过滤除尘器过滤面积	
ΔP	除尘装置的压力损失	Pa
ξ	除尘装置的压损系数	无量纲
δ	除尘装置漏风率	%
η	除尘装置净化效率	%
d_w	液滴直径	cm
v_r	气体与液体相对速度	cm/s
ω	粒子的驱进速度	m/s
c_m	坎宁汉修正系数	无量纲
E_0	电场强度	kV/m
q	电荷量	C(库仑)或 $A \cdot s$
h	筛分效率	%
ρ_c	重介质密度	
P_L	轻物密度	
P_w	重物料密度	
m_o	高炉渣的碱度或碱性率	
V	每年填埋的垃圾体积	m^3
W	垃圾产率	kg/人 · d
L_p	声压级	dB
P_0	基准声压(参考声压)	Pa(帕斯卡)
I	声强	W/m^2
L_1	声强级	dB
W	声功率	
N	响度	
L_{eq}	等效 A 声级	
α	吸声系数	
T	传振系数或传递系数	

内 容 提 要

本书是国家“十五”规划教材，其内容是根据教育部制定颁发的中等职业教育《环境工程技术教学大纲》而编写的。本书内容分为四篇16章，第一篇为水污染控制技术，内容包括水污染控制概述、污水的物理处理、污水的化学处理、污水的物理化学处理方法、污水的生物化学处理方法、污泥的处理与处置；第二篇为大气污染控制技术，内容包括大气污染概述、燃烧与大气污染、气态污染物的控制技术、颗粒污染物的控制技术；第三篇为固体废物污染控制技术，内容包括固体废物处理、固体废物的综合利用与资源化、固体废物的处置；第四篇为其他公害防治技术，内容包括噪声防治技术、振动防治技术、放射性和电磁辐射污染防治技术。

本书可作为中等职业学校环境保护与监测专业的基本教材，也可作为从事环保工作的职工培训教材，此外，可作为环境保护部门及有关科研人员的参考书或自学用书。

目 录

第一篇 水污染控制技术

第一章 水污染控制概述	1
第一节 水污染的分类及主要污染物	1
一、水污染与污水分类	1
二、水污染的分类及主要污染物	2
第二节 水质指标与水质标准	4
一、水质指标	4
二、水质标准	5
第三节 水体自净	7
一、污水在水体中的稀释和扩散	8
二、水体的生化自净	8
第四节 污水处理的基本原则与基本方法	9
一、污水处理的基本原则	9
二、污水处理的分级	10
三、污水处理的基本方法	10
本章小结	12
复习思考题	12
阅读材料	12
第二章 污水的物理处理	14
第一节 水质的预处理	14
一、格栅与筛网	14
二、均和调节	16
第二节 沉淀与隔油	17
一、沉淀的基本理论	17
二、沉砂池	20
三、沉淀池	22
四、隔油	29
第三节 过滤	30
一、过滤机理	30
二、滤池的类型	31
三、普通快滤池的构造及工艺过程	31
四、滤料层及垫料层	32
五、滤池的反冲洗	33

六、快滤池的常见故障及排除方法	34
七、其他滤池	35
本章小结	36
复习思考题	37
技能训练（一） 静置沉淀实验	38
技能训练（二） 过滤实验	39
第三章 污水的化学处理	42
第一节 中和法	42
一、基本原理	42
二、酸性污水的中和处理	43
三、碱性污水的中和处理	45
第二节 混凝法	46
一、混凝机理	46
二、混凝剂和助凝剂	47
三、混凝工艺流程及设备	48
第三节 氧化还原法	50
一、基本原理	50
二、氧化法	50
三、还原法	54
第四节 消毒	55
一、概述	55
二、化学消毒法	55
三、物理法消毒	58
本章小结	58
复习思考题	59
技能训练 混凝实验	59
阅读材料	60
第四章 污水的物理化学处理方法	62
第一节 气浮	62
一、气浮的基本原理	62
二、气浮方法	63
三、气浮运行操作中应注意的若干事项	67
第二节 吸附	67
一、基本原理	67
二、吸附平衡与吸附容量	68
三、吸附剂及其再生	68
四、吸附的操作方式及应用举例	70
第三节 离子交换法	72
一、基本原理	72
二、离子交换剂	73

三、离子交换的工艺及设备	75
本章小结	77
复习思考题	77
技能训练 气浮实验	77
第五章 污水的生物化学处理方法	79
第一节 概述	79
一、污水生物化学处理的概念	79
二、污水的可生化性	81
三、生物化学处理方法的分类	82
第二节 活性污泥法	83
一、活性污泥法的基本原理	83
二、活性污泥法的曝气	88
三、活性污泥法的运行方式和管理	95
四、活性污泥法的新发展	100
第三节 生物膜法	108
一、生物膜法净化污水的基本原理	108
二、生物滤池	109
三、生物转盘	115
四、生物接触氧化法	118
第四节 厌氧生化处理法	122
一、厌氧处理的基本原理	123
二、厌氧生化法的工艺和设备	124
三、工艺控制条件及沼气的处理	127
四、厌氧生物处理方法	129
*第五节 污水自然生物处理	132
一、稳定塘	132
二、污水土地处理系统	135
本章小结	138
复习思考题与习题	138
现场教学	140
教学实验 实验一 活性污泥及生物膜生物相的观察	140
实验二 生物转盘演示实验	142
阅读材料	144
第六章 污泥的处理与处置	146
第一节 污泥的浓缩	147
一、重力浓缩法	147
二、气浮浓缩法	148
三、离心浓缩法	149
第二节 污泥的消化	149
一、厌氧消化	149

二、好氧消化.....	152
第三节 污泥脱水、利用与最终处置.....	153
一、污泥的自然干化.....	153
二、机械脱水.....	154
三、污泥的干燥与焚烧.....	158
四、污泥的最终处置.....	161
本章小结.....	164
复习思考题.....	164
现场教学与实训.....	164

第二篇 大气污染控制技术

第七章 大气污染概述.....	165
第一节 大气污染和大气污染物.....	165
一、大气污染.....	165
二、大气污染物.....	166
第二节 大气污染概况及污染控制技术的发展.....	168
一、国外大气污染概况.....	168
二、我国大气污染概况.....	169
三、大气污染控制技术.....	170
第三节 大气环境标准.....	170
一、制订原则.....	170
二、我国的空气环境质量标准.....	171
三、大气污染物排放标准.....	172
本章小结.....	173
复习思考题.....	173
阅读材料.....	173
第八章 燃烧与大气污染.....	175
第一节 燃料的种类和性质.....	175
一、固体燃料.....	175
二、液体燃料.....	176
三、气体燃料.....	176
第二节 燃料燃烧过程.....	176
一、影响燃烧过程的主要因素.....	176
二、燃烧产生的污染物.....	177
第三节 燃烧过程中硫氧化物的形成与控制.....	178
一、燃烧过程中硫氧化物的形成.....	178
二、硫氧化物形成的控制.....	179
第四节 燃烧过程氮氧化物的形成与控制.....	180
一、燃烧过程氮氧化物的形成.....	180
二、氮氧化物形成的控制.....	181

11/15

第五节 燃烧过程中颗粒物的形成	182
一、粒子的生成	182
二、燃煤粉尘的形成	182
第六节 燃烧过程中其他污染物的形成	184
一、有机污染物的形成	184
二、一氧化碳的形成	184
本章小结	185
复习思考题	185
阅读材料	186
第九章 气态污染物的控制技术	187
第一节 吸收法	187
一、吸收的基本原理	187
二、吸收机理模型	188
三、吸收法净化气态污染物的特点	189
四、吸收剂的选择及种类	189
五、吸收设备	190
六、吸收操作应注意的工艺问题	192
第二节 吸附法	192
一、吸附过程	193
二、吸附法的特点	193
三、吸附法净化气态污染物的适用范围	193
四、吸附剂	193
五、吸附流程	194
六、吸附设备	194
七、吸附剂的再生	194
第三节 催化转化法	196
一、基本原理	196
二、催化剂	196
三、催化反应器	197
* 第四节 燃烧法	198
一、直接燃烧	198
二、热力燃烧	199
三、催化燃烧	200
* 第五节 冷凝法	200
一、基本原理	200
二、冷凝流程与设备	201
第六节 低浓度的 SO_2 气体的净化	201
一、吸收法净化低浓度的 SO_2 气体	201
二、吸附法去除 SO_2	204
第七节 氮氧化物废气净化方法	206

一、氨选择性催化还原法·····	206
二、碱液吸收法·····	207
三、分子筛吸附法·····	208
本章小结·····	209
复习思考题·····	210
技能训练·····	211
阅读材料·····	211
第十章 颗粒污染物的控制技术 ·····	213
第一节 除尘技术基本知识·····	213
一、粉尘特性·····	213
二、净化装置的性能·····	214
三、除尘装置的分类·····	216
第二节 重力除尘装置·····	217
一、粒子理想重力沉降·····	217
二、构造和工作原理·····	217
第三节 惯性除尘器·····	220
一、除尘原理·····	220
二、惯性除尘器的结构形式·····	220
第四节 旋风除尘器·····	221
一、构造和工作原理·····	222
二、旋风除尘器的结构形式·····	222
第五节 湿式除尘器·····	224
一、湿式除尘器除尘机理·····	225
二、常见湿式除尘器的构造和特点·····	226
第六节 过滤式除尘器·····	229
一、袋式除尘器的滤尘原理·····	229
二、袋式除尘器的滤尘过程·····	230
三、影响除尘效率的主要因素·····	230
四、袋式除尘器的滤料和结构形式·····	231
五、袋式除尘器的应用·····	233
第七节 电除尘器·····	233
一、电除尘器的基本原理·····	233
二、电除尘器的分类·····	235
三、电除尘器的除尘效率·····	237
本章小结·····	238
复习思考题·····	238
技能训练·····	240
阅读材料·····	240

第三篇 固体废物污染控制技术

第十一章 固体废物的处理 ·····	242
---------------------------	-----

第一节 概述	242
一、固体废物及来源与分类	242
二、固体废物的污染途径及危害	243
三、固体废物处理与处理原则	245
四、处理方法分类	246
第二节 固体废物的压实	247
一、压实的原理和目的	247
二、压实设备(压实器)	248
三、压实流程	249
第三节 固体废物的破碎	250
一、破碎的目的和破碎的方法类型	250
二、机械破碎及破碎设备	251
三、低温破碎与湿式破碎	255
第四节 固体废物的分选	257
一、筛分	257
二、重力分选	260
三、磁力分选	264
四、电力分选	266
第五节 固体废物的固化	268
一、包胶固化	268
二、自胶结固化与玻璃固化	271
第六节 固体废物的焚烧	273
一、焚烧处理及目的、方式和基本工艺条件	273
二、固体废物的焚烧系统	274
三、焚烧设备	276
第七节 固体废物的热解	280
一、热解处理的原理、特点及方式	280
二、热解工艺与设备	280
三、废塑料和废橡胶的热解处理	283
第八节 固体废物的微生物分解	284
一、好氧堆肥	285
二、厌氧发酵	288
本章小结	291
复习思考题	291
现场教学与实训 固体废物焚烧处理厂参观实习(或观看录像带、光盘)	292
阅读材料	292
第十二章 固体废物的综合利用与资源化	295
第一节 工业固体废物的综合利用	296
一、粉煤灰的综合利用	296
二、高炉渣的综合利用	303

三、钢渣的综合利用·····	307
四、其他工业固体废物的综合利用·····	311
第二节 矿业固体废物的综合利用·····	315
一、概述·····	315
二、煤矸石的利用·····	315
第三节 城市垃圾与农业固体废物的综合利用·····	319
一、城市垃圾及其回收利用·····	319
二、用城市生活垃圾和农业固体废物制备堆肥·····	321
三、生产沼气·····	322
本章小结·····	324
复习思考题·····	324
实训题·····	325
阅读材料·····	325
第十三章 固体废物的处置·····	327
第一节 概述·····	327
一、固体废物处置的概念与处置的基本要求·····	327
二、处置方法的分类·····	328
第二节 固体废物的最终处置方法·····	328
一、填埋法·····	329
二、土地耕作法·····	341
* 三、深井灌注·····	343
* 四、海洋处置法·····	345
五、堆存法·····	346
本章小结·····	346
复习思考题·····	346
现场教学与实训 固体废物填埋场参观实习·····	347
阅读材料·····	347

第四篇 其他公害防治技术

第十四章 噪声防治技术·····	349
第一节 概述·····	349
一、噪声的概念及危害·····	349
二、噪声的来源和特征·····	349
三、噪声的物理量度与噪声评价·····	350
四、噪声的测量·····	355
第二节 噪声控制技术·····	355
一、吸声·····	357
二、隔声·····	361
三、消声器·····	363
本章小结·····	366