



普通高等教育“十二五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU "12·5" GUIHUA JIAOCAI

环境工程学

主 编 罗 琳 颜智勇

副主编 戴春皓 黄红丽



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

内容提要



普通高等教育“十二五”规划教材

环境工程学

主 编 罗 琳 颜智勇

副主编 戴春皓 黄红丽

图书在版编目

环境工程学 / 罗琳, 颜智勇主编. — 北京: 冶金工业出版社, 2014.4

ISBN 978-7-305-07305-0

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-305-07305-0

I. ①环… II. ①罗… ②颜… III. ①环境工程—教材 IV. ①X7-4

中国版本图书馆

中国版本图书馆

出 版 人 罗 琳

地 址 北京北河沿大街冶金工业出版社 30 号 邮编 100000

电 话 (010) 64033956 电子邮箱 ylp@comp.com.cn

责任编辑 陈文香 责任印制 李 晓 斌

ISBN 978-7-305-07305-0

冶金工业出版社出版发行: 各新华书店均有代售; 北京印刷厂印刷

2014 年 4 月第 1 版, 2014 年 4 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 10.25 印张, 404 千字, 202 页

30.00 元

冶金工业出版社编辑: (010) 64033956 冶金工业出版社

冶金工业出版社

2014

X5-43

31

138020210

内 容 提 要

本书分3篇,共12章,全面、系统地介绍了环境工程学的基本理论,特别是水污染控制工程、大气污染控制工程、固体废弃物的处置与管理以及物理污染防治技术的基本原理和方法;此外,还介绍了噪声、电磁辐射、放射性、振动、光、热等污染的防治技术;同时还从安全工程的角度分别介绍了水环境安全与风险、大气环境安全与风险以及危险废物的环境风险等内容。

本书可作为普通高等院校安全工程、环境科学、生态学等专业学生的教材,也可供相关领域的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境工程学/罗琳,颜智勇主编. —北京:冶金工业出版社, 2014.4

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5024-6495-0

I. ①环… II. ①罗… ②颜… III. ①环境工程学—高等学校—教材 IV. ①X5

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第060543号



出 版 人 谭学余

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷39号,邮编100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjchbs@cnmip.com.cn

责任编辑 陈慰萍 马文欢 美术编辑 吕欣童 版式设计 孙跃红

责任校对 卿文春 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-6495-0

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;北京印刷一厂印刷

2014年4月第1版,2014年4月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16;19.25印张;464千字;295页

39.00元

冶金工业出版社投稿电话:(010)64027932 投稿邮箱:tougao@cnmip.com.cn

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街46号(100010) 电话:(010)65289081(兼传真)

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

“环境工程学”是高等院校环境类相关专业的一门主要课程。

在教育部高校本科专业目录中,环境工程与安全工程同属环境与安全类一级学科,它们之间相互交叉、相互渗透、紧密联系。通常,在安全科学与工程的研究中会涉及环境科学方面的知识,而在环境科学与工程的研究里也包含有安全学科相关知识。例如,生态环境安全既是环境科学与工程中的重要研究内容,也是安全工程中非常重要的研究内容,许多的环境应急事故也属于安全事故范畴。在很多企业中,安全与环境同属一个行政管理部门,设立有 HSE (Health, Safety, Environment) 岗位。因此作为安全工程专业的学生学习一些基本的环境工程知识有利于搞好安全管理工作。

但从目前来看,安全工程专业学生学习“环境工程学”,大多采用环境工程专业的教材,而这类教材涉及的安全知识较少,尤其是没有从安全的角度去理解环境工程各主要技术和工艺。针对以上问题,本书根据安全专业的学生学习“环境工程学”的需求和特点进行编写,在编写中力求体现以下特点:

(1) 注重基本理论与基本概念的阐述,明确物理概念,强调实际应用,深入浅出并突出重点。

(2) 注重启发性。承上启下提出问题,引导读者建立解决问题的思路,培养读者主动学习与创新能力。

(3) 便于自主学习。内容编排按照“基本概念→水污染控制工程→大气污染控制工程→固体废物污染控制工程→其他污染(噪声、电磁辐射、放射性、振动、光、热等)的防治技术”,清晰地展示环境工程学的构架与内容,方便读者自主学习与参考。

(4) 针对安全工程专业学生学习“环境工程学”的需求和特点,从安全的视角,简洁系统地阐述环境工程的基本理论与基础知识,介绍环境工程领域

涉及的安全问题以及相关政策法规、注意事项和处理措施与技术等,让安全工程的学生毕业后在工作岗位上能合理应对环境事故。

(5) 为了帮助读者牢固掌握基本内容,书中各章后都附有“复习思考题”。

本书由罗琳和颜智勇担任主编,戴春皓和黄红丽担任副主编。参加本书编写的还有彭慧、廖婵娟。杨仁斌主审了本书初稿。

由于编者水平有限,书中存在的缺点和不足,热忱欢迎读者批评指正。

编者

2013年10月

目 录

0 绪论	1
0.1 安全工程与环境工程学	1
0.1.1 安全与环境的哲学基础	1
0.1.2 安全工程与环境工程学的涵义	1
0.1.3 安全工程与环境工程学的联系	2
0.2 环境工程学的形成与发展	2
0.3 环境工程学的主要内容	3
复习思考题	4

第 1 篇 水污染控制工程

1 水污染控制基础	5
1.1 水的循环、污染与危害	5
1.1.1 地球上水的分布与循环	5
1.1.2 水污染及其分类	6
1.1.3 水污染的危害	7
1.2 水质指标	8
1.2.1 物理性水质指标	8
1.2.2 化学性水质指标	9
1.3 水质标准和污水排放标准	11
1.3.1 水质标准	11
1.3.2 污水排放标准	11
1.4 污染物在水体中的迁移与转化	12
1.4.1 水体的自净作用	12
1.4.2 污染物在不同水体中的迁移转化规律	13
1.5 水环境安全与风险	13
1.5.1 水环境安全	13
1.5.2 水环境风险识别与防范	14
1.5.3 水环境安全评价	16
1.5.4 水环境安全事故应急处理	16
1.6 废水处理的基本方法	18

复习思考题	19
2 水的物理化学处理方法	20
2.1 水的物理处理	20
2.1.1 格栅	20
2.1.2 沉砂池	26
2.1.3 离心分离	28
2.1.4 沉淀	31
2.1.5 气浮	43
2.1.6 过滤	47
2.2 水的化学处理	50
2.2.1 混凝	50
2.2.2 澄清	63
2.2.3 中和法	66
2.2.4 高级氧化技术	67
2.2.5 化学还原法	68
2.2.6 化学沉淀法	69
2.2.7 电化学法	72
2.2.8 电解浮上和电解凝聚	73
2.2.9 消毒	74
2.3 水的物理化学处理	77
2.3.1 离子交换法	77
2.3.2 吸附法	78
2.3.3 膜分离技术	79
复习思考题	82
3 水的生物化学处理方法	83
3.1 废水生物处理微生物学基础	83
3.1.1 废水处理中的微生物	83
3.1.2 生化处理方法概述	84
3.1.3 微生物的生理学特性	85
3.1.4 细菌生长曲线	85
3.1.5 微生物生长动力学	86
3.2 废水好氧处理技术	87
3.2.1 活性污泥法	87
3.2.2 生物膜法	97
3.3 废水厌氧生物处理技术	105
3.3.1 厌氧生物处理的机理	106
3.3.2 影响厌氧生物处理的主要因素	106

3.3.3 污泥的厌氧消化	108
3.3.4 厌氧反应器工艺	109
3.3.5 厌氧反应器设计	122
3.4 生物脱氮除磷技术	127
3.4.1 废水生物脱氮技术	127
3.4.2 生物脱磷处理技术	134
3.4.3 同步脱氮除磷处理技术	136
3.5 废水土地处理技术	139
3.5.1 污水土地处理系统的工艺类型及其特性	139
3.5.2 土地处理工艺的机理	140
3.5.3 人工湿地类型	141
3.5.4 湿地系统的净化机理	143
复习思考题	143

第2篇 大气污染控制工程

4 大气质量与大气污染	145
4.1 大气的结构、组成及大气环境质量控制标准	145
4.1.1 大气结构	145
4.1.2 大气组成	147
4.1.3 大气环境质量控制标准	147
4.2 大气污染及其控制基础	155
4.2.1 大气污染的定义	155
4.2.2 大气污染物的种类	155
4.2.3 大气污染物的来源	156
4.2.4 燃烧过程大气污染发生量计算	156
4.2.5 大气污染控制的含义	158
4.2.6 废气排放控制系统	158
4.3 大气环境安全与风险	160
4.3.1 大气环境安全	160
4.3.2 大气环境风险识别	161
4.3.3 大气环境风险评价	161
复习思考题	164
5 颗粒污染物控制	165
5.1 除尘技术基础	165
5.1.1 粉尘粒径	165
5.1.2 粒径分布	166

5.1.3 除尘装置的捕集效率	166
5.2 除尘器基础	167
5.2.1 重力沉降	167
5.2.2 旋风除尘	168
5.2.3 静电除尘	173
5.2.4 袋式除尘	178
5.2.5 湿式除尘	183
复习思考题	188
6 气态污染物控制	189
6.1 硫氧化物污染控制	189
6.1.1 燃煤锅炉烟气脱硫技术	189
6.1.2 吸收法脱硫技术	195
6.1.3 吸附法脱硫技术	200
6.1.4 催化净化技术	202
6.2 氮氧化物污染控制	202
6.2.1 还原法脱硝技术	202
6.2.2 吸收法脱硝技术	206
6.2.3 吸附法脱硝技术	208
复习思考题	209
 第3篇 固体废物污染控制工程及其他污染防治技术	
7 固体废物概述	211
7.1 固体废物的涵义、分类及危害	211
7.1.1 固体废物的涵义	211
7.1.2 固体废物的来源与分类	211
7.1.3 固体废物对人类环境的危害	212
7.2 固体废物的管理	213
7.2.1 相关固体废物管理法规	213
7.2.2 “三化”原则和全过程管理原则	213
7.2.3 固体废物管理制度	214
7.2.4 我国的固体废物管理标准	214
7.3 危险废物的鉴别与环境风险评价	215
7.3.1 危险废物的鉴别	215
7.3.2 危险废物的环境风险评价	216
复习思考题	218

8 固体废物预处理技术	219
8.1 固体废物的收集、运输及储存	219
8.1.1 城市垃圾的收集、运输及储存	219
8.1.2 危险废物的收集、运输及储存	221
8.2 固体废物的压实、破碎	222
8.2.1 压实	222
8.2.2 破碎	223
8.3 固体废物的分选	225
8.3.1 筛分	226
8.3.2 重力分选	227
8.3.3 磁力分选	228
8.3.4 电力分选	229
8.3.5 浮选	230
8.4 危险废物的稳定化/固化处理	231
8.4.1 稳定化/固化处理概念	231
8.4.2 稳定化/固化处理方法	231
复习思考题	232
9 固体废物资源化处理技术	233
9.1 固体废物的焚烧	233
9.1.1 固体废物的焚烧过程	233
9.1.2 固体废物的焚烧系统	234
9.1.3 焚烧过程污染物的产生与防治	235
9.2 固体废物的热解	236
9.2.1 热解的原理和特点	236
9.2.2 热解的方式	237
9.2.3 热解的主要影响因素	238
9.2.4 热解设备	238
9.3 固体废物的堆肥化	242
9.3.1 堆肥化的基本原理	242
9.3.2 堆肥过程中的影响因素	243
9.3.3 好氧堆肥工艺	245
9.3.4 堆肥产品的质量标准	245
9.4 固体废物的厌氧发酵	246
9.4.1 厌氧发酵的原理	246
9.4.2 厌氧发酵的影响因素	247
9.4.3 厌氧发酵工艺	248
9.4.4 沼气与沼渣的综合利用	249

复习思考题	250
10 固体废物处置技术	251
10.1 卫生土地填埋处置技术	251
10.1.1 卫生土地填埋场的选址	251
10.1.2 卫生土地填埋场的防渗	252
10.1.3 渗滤液的产生及控制	254
10.1.4 填埋场气体的组成、影响、收集与利用	255
10.2 安全土地填埋处置技术	256
10.2.1 安全土地填埋场的设计	257
10.2.2 安全土地填埋场的选址	257
10.2.3 安全土地填埋场的防渗层结构	257
10.2.4 安全土地填埋场的封场	258
10.2.5 安全土地填埋场的环境监测	259
复习思考题	259
11 噪声、电磁辐射、放射性与其他污染防治技术	260
11.1 噪声污染与防治技术	260
11.1.1 噪声的基本概念	260
11.1.2 噪声的分类及危害	263
11.1.3 噪声的测量与评价	264
11.1.4 噪声控制技术	267
11.2 电磁辐射污染与防治技术	276
11.2.1 电磁辐射污染及其危害	276
11.2.2 电磁辐射的测量及相关标准	277
11.2.3 电磁辐射的控制技术	278
11.3 放射性污染与防治技术	279
11.3.1 放射性污染及其来源	279
11.3.2 放射性污染的特点、危害及其污染途径	280
11.3.3 放射性的计量和测定方法	281
11.3.4 放射性污染的控制技术	282
11.4 其他物理性污染及其防治技术	286
11.4.1 振动污染及其防治技术	286
11.4.2 光污染及其防治技术	288
11.4.3 热污染及其防治技术	290
11.5 物理环境风险识别与评价	291
11.5.1 物理性危险危害因素识别	291
11.5.2 物理环境风险评价	293
复习思考题	293
参考文献	294

0 绪 论

0.1 安全工程与环境工程学

0.1.1 安全与环境的哲学基础

人是一种自然存在物,人类与外部自然界的万事万物同属大自然这一大家庭。人类在生存与发展中不断地与其本身之外的自然界发生物质与能量的交换;人的物质与精神活动在受到外部自然环境影响的同时,也会在一定程度上改变和影响人类的生存与发展。因此人类的安全与外部生态环境安全紧密相连,互相影响。

在人类的生产和生活当中,安全与环境二者同时存在。安全的生存环境和生产环境对人类的延续至关重要。从小的方面来说,人类的幸福需要有安全的环境来支撑;从大的方面来说,人类的生产和延续离不开安全的环境。但人类的生产和生活活动对环境造成了不同程度的损害,有些损害对环境的承受力是致命的,这就导致了不安全的环境。在现有技术水平条件下,人类追求生活质量的提高有些是以牺牲环境为代价的。

随着经济全球化和国际社会的发展,生态环境已经成为人的生存安全、健康安全乃至国家安全的突出问题。在我国建设生态文明和中华民族伟大复兴的过程中,安全保障与生态环境保护是重要的组成部分且必须协同发展。

0.1.2 安全工程与环境工程学的涵义

安全工程是以人类生产、生活活动中发生的各种事故为主要研究对象,综合运用自然科学、技术科学和管理科学等方面的有关知识和成就,辨识和预测生产、生活活动中存在的不安全因素,并采取有效的控制措施防止事故发生或减轻事故损失的工程领域。它是一门理、工、文、管、法、医等的大跨度、多学科交叉融合的工程性新兴综合学科。相关领域的发展和渗透,充实和丰富了安全工程的基础,拓宽和发展了其研究范畴,并促进其持续健康发展和具有长久生命力与创新力。安全工程是阐明事故发生及其预防规律的科学,并随着科技进步和社会发展而不断更新和发展。

随着人类物质文明的高度发展,国家、社会和个人对安全的依赖和企盼达到了前所未有的程度。安全工程实践的目的是为保证人们在生产和生活中,生命、健康和设备、财产、环境等不受或少受损害,提供直接和间接的保障。

环境工程学是环境科学的一个分支,又是工程学的一个重要组成部分。它脱胎于早期的土木工程、卫生工程、化学工程等学科,又融入了其他自然科学和社会科学的有关原理和方法,是一门运用环境科学、工程学和其他有关科学的理论和方法,研究保护和合理利用自然资源,控制和防治环境污染与生态破坏,以改善环境质量,使人们得以健康、舒适

地生存与发展的学科,同时也是21世纪重点发展的战略性高新科技之一。

0.1.3 安全工程与环境工程学的联系

在教育部高校本科专业目录中,环境工程与安全工程同属环境与安全类一级学科。通常在安全工程的研究中会涉及一些环境科学方面的知识,环境工程的研究里也包含有安全相关知识。随着社会的不断发展,人们对环境和安全的认识不断加深,在相关领域的研究也不断深入,二者之间相互交叉、相互渗透、相互促进。

安全工程与环境工程都已是发展多年的学科,二者也都有其成熟的理论,怎么把这些成熟的理论用于指导我们的安全生产与环境保护,如何协调环境与安全是需要研究的重点。安全工程旨在解决生产生活中存在的潜在不安全环境,为人的生产生活创造环境的安全。而环境工程则旨在解决人类生产与生活过程中的环境污染,为人类创造安全的环境。安全工程与环境工程学是二者的有机结合,必然兼顾安全工程和环境工程所涉及的部分内容。现在的很多企业设立了HSE[健康(Health)、安全(Safety)和环境(Environment)管理体系的简称]这个职位,也包括了环境和安全。

0.2 环境工程学的形成与发展

环境工程学是在人类保护和改善生产环境并同环境污染作斗争的过程中逐步形成的。这是一门历史悠久而又正在迅速发展的工程技术学科。

随着全球气候变化、自然灾害频发、环境污染和生态破坏等现象的出现,环境问题已成为制约经济、社会发展的关键因素。以问题导向、政策和产业驱动、学科交叉为特征的环境工程学,将作为应对上述诸多问题的学科扮演越来越重要的角色。

人们很早就认识到水对人类生存和发展的重要性。例如,早在公元前2300年前后,我国就创造了凿井取水技术,促进了村落和集市的形成。为了保护水源,还建立了持刀守卫水井的制度。这是人类开发和保护水源的早期记载。

在大气污染控制方面,在公元61年,古罗马哲学家塞内加曾将燃烧引起的空气污染问题称之为“烟囱劣行”。我国北宋时期著名科学家沈括也在其《梦溪笔谈》中描述过炭黑生产所造成的烟尘污染。这些都是人们对大气污染的早期认识,人们真正认识空气污染是在18世纪中叶工业革命之后。随着生产力的迅猛发展,煤和石油作为主要能源,其燃烧排放的大量一氧化碳、二氧化氮、二氧化硫和粉尘等在城市上空蓄积,严重的空气污染公害事件也接连发生,例如20世纪最早记录下的大气污染事件——比利时马斯河谷烟雾事件、20世纪40年代发生在美国宾夕法尼亚州的多诺拉烟雾事件以及洛杉矶光化学烟雾事件。在1952年发生的“伦敦烟雾事件”,造成多达12000人丧生,英国也因此加速环境保护立法的进程。为消除工业生产造成的粉尘污染,美国在1885年发明了离心除尘器。进入20世纪以后,除尘、空气调节、燃烧装置改造、工业气体净化等工程技术逐渐得到推广应用。

在污水处理方面,我国在公元前2000年以前,已用陶土管修建地下排水道,并在明朝以前就采用明矾净水。古罗马则大约在公元前6世纪开始修建下水道。公元前2500年前,美索不达米亚文明时期也有过污水和雨水混合排放的记载。1804年在苏格兰第一座慢

滤池投入使用,它采用砂滤法净化自来水。在1850年,漂白粉被用于饮用水消毒,以防止水性传染病的流行。美国在1852年建立了木炭过滤的自来水厂。19世纪后半叶,英国开始建立公共污水处理厂。第一座有生物滤池装置的城市污水处理厂建于20世纪初。1914年出现了活性污泥法处理污水的新技术。

在固体废物处理方面,历史更为悠久。古希腊早在公元前3000年左右即开始用填埋法来处理城市垃圾。我国自古以来就利用粪便和垃圾堆肥施田。只不过在漫长的发展过程中,人类对固体废物的处理仅仅限于堆积和填埋而已,完全依靠大自然的作用对其进行消解。固体废物处理真正作为工程措施来考虑是在工业化以后。1822年德国利用矿渣制造水泥。1874年英国建立了垃圾焚烧炉。大规模生产所产生的大量废物必须集中处理,城市产生的大量生活垃圾必须排到远离生活区的地点,这些都是固体废物工程学发展的动因。到20世纪之后,随着城市化的不断扩大,工业生产的不断发展,城市垃圾和工业废物数量剧增,对其进行管理、处置和回收利用技术也不断取得成就,逐步形成环境工程学的一个重要组成部分。

在噪声控制方面,我国和欧洲一些国家的古建筑中,墙壁和门窗位置的安排都考虑了隔声的问题。20世纪50年代起,噪声成为城市环境的公害之一。人们从物理学、机械学、建筑学等各个方面对噪声问题进行了广泛的研究,噪声控制技术取得了很大进展,建立了噪声控制的理论基础,形成了环境声学。

第二次世界大战后的半个多世纪,全球经济迅速发展,各种水处理新技术、新方法不断涌现,根据化学、物理学、生物学、地学、医学等基础理论,运用卫生工程、给排水工程、化学工程、机械工程等技术原理和手段,解决废气、废水、固体废物、噪声污染等问题,使单项治理技术有了较大的发展,逐渐形成了治理技术的单元操作、单元过程以及某些水体和大气污染治理工艺系统。20世纪60年代中期,美国开始了技术评价活动,并在1969年的《国家环境政策法》中规定了环境影响评价的制度。至此,人们认识到控制环境污染不仅要采用单项治理技术,而且还要采取综合防治措施并进行综合的技术经济分析,以防止在采取局部措施时与整体发生矛盾而影响清除污染的效果。

在这种情况下,环境系统工程和环境污染综合防治的研究工作迅速发展起来。随后,陆续出现了环境工程学的专门著作,形成了一门新的学科——环境工程学。由于频繁发生的污染事件造成的危害引起了人们的广泛关注,人们认识到社会发展和环境污染治理并重的必要性和重要性,也使得环境工程学作为一门学科的发展获得了原动力。

环境工程学是环境学科和工程学科大跨度交叉与综合形成的应用学科,涉及领域十分广泛。环境要素的多样性、工程原理的复杂性、工程运行的专业性使之构成了一个复杂的学科体系。当今,驱动环境工程学理论体系日臻完善的根本原因也归结于日益突出的环境问题、国际社会和民众的高度关注以及科学技术的进步与发展。如何运用相关学科的理论与方法以及工程实践的经验来消除污染,实现既保护环境,又保护人类健康、安全与发展,同时持续发展经济的宏伟目标,是环境工程学进一步发展和完善的方向。

0.3 环境工程学的主要内容

迄今为止,人们对环境工程学这门学科还存在着不同的认识。有人认为,环境工程学

是研究环境污染防治技术的原理和方法的学科,主要是研究废气、废水、固体废物、噪声以及对造成污染的放射性物质、热、电磁波等的防治技术;有人则认为环境工程学除了研究污染防治技术外还应包括环境系统工程、环境影响评价、环境工程经济和环境监测技术等方面的研究。

尽管对环境工程学的研究内容有不同的看法,但是从环境工程学发展的现状来看,其基本内容主要有大气污染防治工程、水污染防治工程、固体废物的处理和利用、环境污染综合防治、环境系统工程等几个方面。

作为一个庞大而复杂的各种基础理论和工程技术的融合体,环境工程学虽然现在达到了一定的规模和水平,但还远不能适应发展的需求。例如:进入 21 世纪,安全与环境科学的理论在不断发展,停留在过程化、表面化基础上的理论体系已经不能适应安全与环境科学技术发展的要求。因此,一个有着完整的、独立的研究对象,追求本质规律、能够适应现代生产方式和生活方式安全要求的学科理论体系正在逐步形成。这个科学称为安全与环境科学。从工厂技术的层次,它包括安全工程和环境工程,即运用安全学和环境科学直接服务于人类生产生活的技术方法(包括环境安全的预测、生产设计、生产施工、运转、监控、环境污染治理工程等技术)。

鉴于环境工程的复杂性和特殊性,以往的环境工程学理论存在着一定的局限性,本书融入了安全工程中的安全理念和分析方法,将环境工程学在环境污染防治工程方向的基本内容分为以下几个方面。

(1) 水质净化与水污染控制工程。水质净化与水污染控制工程的主要任务是从技术和工程上解决预防和控制水污染的问题,同时提供保护水环境质量、合理利用水资源方法,满足不同用途和要求的用水的工艺技术和工程措施,以及风险评价和应急处置方法。其主要内容包括:水污染控制基础、水的物理化学处理方法、水的生物化学处理方法。

(2) 大气污染控制工程。大气污染控制工程主要是研究大气污染物的种类和起因,并提供预防、控制和改善大气质量的工程技术措施,以及大气安全评价和应急处理。其主要内容包括:大气质量与大气污染、颗粒污染物控制、气态污染物控制。

(3) 固体废物污染控制工程及其他污染防治技术。固体废物污染控制工程主要任务是从工程的角度,解决城市垃圾、农业废物、危险废物的处理处置、回收利用和管理的问题。其主要内容包括:固体废物的预处理技术、固体废物处理技术、固体废物处置技术。

其他污染防治技术主要论述了与人类生活密切相关的噪声、电磁、放射性、振动、光、热等要素的污染对人类的影响以及防范措施,将物理性污染的危害和防治的相关技术和发展动态呈现给读者,引起人们对物理性污染的认识和重视,并采取措施改善生存的物理环境,从而获得更好的生活质量。

复习思考题

- 0-1 阐述安全与环境两者之间的关系。
- 0-2 如何正确理解“安全工程与环境工程学”这门课程?
- 0-3 当代世界面临的主要安全与环境安全问题有哪些?
- 0-4 环境工程学研究的主要内容有哪些?
- 0-5 举例说明空气污染、水污染或者固体废物污染所带来的环境问题,并分析其原因。

水污染控制工程

1 水污染控制基础

1.1 水的循环、污染与危害

1.1.1 地球上水的分布与循环

水是生命之源，是人类赖以生存的必不可少的最基本的物质条件，是地球上不可替代的自然资源。从表面上看，地球上的水量非常丰富，71%的面积被海洋覆盖，总水量约为14亿 km^3 ，它们分别以固态、液态、气态的形式分布于地球表面和大气圈、岩石圈、生物圈。然而，地球上总水量的97.47%是海水，人类难以利用。淡水资源量只占总水资源量的2.53%，且其2/3被冰川覆盖着，主要分布于地球的南北两极；只有0.26%的淡水资源可利用，它们分布于河川、湖泊、水际、沼泽、地下蓄水层、土壤、植物、大气层等。

目前，全球60%的国家和地区淡水不足，40多个国家缺水，65%的水域已经受到污染。预计到2025年，全球将有2/3的人口面临严重缺水的局面。随着水资源的日益匮乏和水环境的严重污染，人们越来越认识到：水是一种极其重要的经济及战略资源，是经济繁荣的保证，哪一个国家和地区缺少水资源，那么其国民经济的发展就会遇到种种困难；全球水资源短缺，并受到污染，不仅是一个技术和经济问题，而且是一个政治问题，更是未来国际社会稳定的一个重要因素。联合国在对全球范围内的水资源状况进行分析研究后发出警告：“世界缺水将严重制约各国经济发展，可能导致国家间冲突”。在2002年南非召开的可持续发展世界高峰会议上，全体代表一致通过将水危机列为未来十年人类面临的最严重的挑战之一。全球缺水的地区无论在面积上还是在数量上正在继续扩大，淡水资源的可用性是当今人类所面临的主要问题之一。

地球上的水圈是一个永不停息的动态系统。在太阳辐射、冷却和地球引力的推动下，水在水圈内各组成部分之间的不停运动，构成全球范围的海陆间循环（大循环），主要过程有降水、径流、蒸发和蒸腾、渗透等，并把各种水体联系起来，使得各种水体能够长期存在。

海洋和陆地之间的水交换是这个循环的主线，意义最重大。在太阳能的作用下，海洋表面的水蒸发到大气中形成水汽，水汽随大气环流运动，一部分进入陆地上空，在一定条

件下形成雨雪等降水；大气降水到达地面后转化为地下水、土壤水和地表径流，地下径流和地表径流最终又回到海洋，由此形成淡水的动态循环。这部分水容易被人类社会所利用，具有经济价值，正是人们所说的水资源。

1.1.2 水污染及其分类

水体是河流、海洋、湖泊、沼泽、水库和地下水等的统称。水体中不仅有水，也包括水体中的悬浮物、溶解物、水生生物和底泥等。1984年，我国颁布的《水污染防治法》对“水污染”下了明确的定义，即水体因某种物质的介入，而导致其化学、物理、生物或者放射性等方面特征的改变，从而影响水的有效利用、危害人体健康或者破坏生态环境，造成水质恶化的现象称为水污染。

一般所称的水污染，主要是指排入水体的污染物在数量上超过了该物质在水体中的本底含量和自净能力，从而导致水体的物理特征、化学特征发生不良变化，破坏了水中固有的生态系统，破坏了水体的功能及其在人类生活和生产中的作用。水体污染主要是由工业废水、农药、生活污水以及各种固体、气体等废弃物排放所造成的。水体本身有着一定的自净能力。以河流为例，污水流入河流时，被流水混合、稀释和扩散，比水重的粒子就沉降存积在河床上；然后开始氧化过程，易氧化的物质被水中的氧气氧化，有机物通过水中微生物进行生物氧化分解；同时，河流的表面又不断地从大气中获得氧气，使所消耗的氧气得到补充。这样，经过一定时间，河水流到一定距离时，就恢复到原来的清洁状态。但对于很多人工合成的有机化合物和氰化物、重金属类、放射性物质等有毒物质，水体的自净作用则几乎没有。

从污染的来源划分，水的污染分为自然污染和人为污染。当前对人体危害较大的是人为污染。从污染的性质划分，水污染又可分为化学性污染、物理性污染和生物性污染三大类。

(1) 化学性污染：污染杂质为化学物而造成的水体污染。化学性污染根据具体污染杂质可分为六类。

1) 无机污染物质：污染水体的无机污染物质有酸、碱和一些无机盐类。酸碱污染使水体的pH值发生变化，妨碍水体自净作用，还会腐蚀船舶和水下建筑物、影响渔业。

2) 无机有毒物质：污染水体的无机有毒物质主要是重金属等有潜在长期影响的物质，主要有汞、镉、铅、砷等元素。

3) 有机有毒物质：污染水体的有机有毒物质主要是各种有机农药、多环芳烃、芳香烃等。它们大多是人工合成的物质，化学性质很稳定，很难被生物分解。

4) 需氧污染物质：生活污水和某些工业废水中所含的碳水化合物、蛋白质、脂肪和酚、醇等有机物质可在微生物的作用下进行分解，但在分解过程中需要氧气，故称之为需氧污染物质。

5) 植物营养物质：主要是生活与工业污水中的含氮、磷等植物营养物质以及农田排水中残余的氮和磷。

6) 油类污染物质：主要指石油对水体的污染，尤其海洋采油和油轮事故污染最甚。

(2) 物理性污染：由物质的物理性质引起的水体污染。