

· 高职高专“十二五”规划教材 ·



金属矿山环境保护与安全

JINSHU KUANGSHAN HUANJING BAOHU YU ANQUAN

主编 孙文武 马金良



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

高职高专“十二五”规划教材

金属矿山环境保护与安全

主 编 孙文武 马金良
副主编 周 莹 王铁富 王洪胜

北 京
冶金工业出版社
2012

内 容 提 要

本书充分结合环境保护科学技术的一般概念、原理和方法,针对目前矿山环境保护方面存在的主要问题,全面系统地阐述了矿山大气、矿山粉尘、矿山噪声、矿井湿热、矿山水、地面固体物、矿山辐射、选矿厂等方面的污染及其防治措施;并较详细地介绍了矿山安全生产及矿山防火等矿山安全知识。

本书可作为高职高专院校采矿、选矿、地质勘探等专业及本科函授生、职工大学和干部培训班的教学用书,也可供从事矿山环境保护工作的科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

金属矿山环境保护与安全/孙文武,马金良主编. —北京:
冶金工业出版社, 2012. 7

高职高专“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5024-5956-7

I. ①金… II. ①孙… ②马… III. ①金属矿—矿区环境
保护—高等教育—教材 ②金属矿—矿山安全—高等职
业教育—教材 IV. ①X322 ②TD7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 124708 号

出 版 人 曹胜利

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 yjchs@cnmip.com.cn

责任编辑 张耀辉 美术编辑 李 新 版式设计 葛新霞

责任校对 李 娜 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-5956-7

北京印刷一厂印刷; 冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销

2012 年 7 月第 1 版, 2012 年 7 月第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16; 16.5 印张; 397 千字; 252 页

35.00 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

本书是按照教育部高等职业技术教育高技能人才培养目标对知识结构、能力结构和素质的要求,并按高职高专院校地矿类专业教学计划和矿山环境保护课程教学大纲的要求编写的。

为实现高职高专培养应用型人才的办学理念和高职高专人才培养目标,本书在编写过程中注重教材的针对性,以培养复合型采矿工程人才为出发点,内容全面,增加了对新技术的介绍;侧重实践环节,重视对学生实际应用能力的培养,力求为他们将来从事矿山生产工作打下良好的基础。

本书是在总结5年来矿山环境保护课程教学实践,吸收近5年来矿山环境保护方面的科研成果,经多次讨论、修改和补充,并征求其他院校同行意见的基础上编写而成的。在编写过程中,充分结合环境保护科学技术的一般概念、原理和方法,较全面地阐述了矿山环境工程中存在的主要问题及其解决的途径和措施。内容主要包括:矿山大气污染及其防治、矿山粉尘污染及其防治、矿山噪声污染及其防治、矿井湿热、矿山水污染及其防治、地面固体废物污染与防治、矿山放射性污染及其防治、选矿厂污染及其防治以及矿山环境保护、矿山安全生产、矿山防火等。

参加本书编写工作的人员有吉林电子信息职业技术学院孙文武、王铁富、王洪胜、周莹、金云峰,吉林延边海沟黄金矿业公司马金良、王宜勇,吉林省敦化市矿产资源开发办公室李忠全,吉林昊融集团吉恩镍业公司田宝刚、李阔、冯立伟,山东三河口矿业公司李东明,宁夏积家井煤业公司姜清江,克州众维矿业有限公司张甲山,桦甸市经济局张金发。其中,孙文武编写第1章、第10章和第11章;张金发编写第2章;李东明、姜清江、张甲山编写第3章和第4章;马金良、金云峰编写第5章;王洪胜、李忠全、王宜勇编写第6章和第7章;田宝刚、冯立伟编写第8章;王铁富、李阔编写第9章,周莹编写第12章。全书由孙文武、马金良担任主编,周莹、王铁富、王洪胜担任副主编。

内蒙古科技大学张飞教授审阅了本书初稿,并提出许多宝贵意见,特此致谢!

由于编者水平所限，书中难免存在不妥之处，敬请广大读者批评指正。

2012年5月

目 录



1 总论	1
1.1 环境的概念	2
1.1.1 人类与环境	2
1.1.2 环境科学的发生和发展	2
1.1.3 环境的分类	3
1.1.4 环境的功能特性	5
1.2 环境科学与环境工程学	6
1.2.1 环境科学	6
1.2.2 环境工程学	6
1.2.3 环境要素	7
1.2.4 环境工程学的形成和发展	7
1.3 生态学的基本知识	8
1.3.1 生态学的发展	8
1.3.2 生态系统	10
1.3.3 生态系统的物质循环和能量流动	15
1.3.4 生态平衡	18
1.3.5 生态学在环境保护中的应用	20
1.3.6 生物净化	25
1.4 环境污染与人体健康	26
1.4.1 环境问题及其分类	26
1.4.2 环境问题的产生和发展	27
1.4.3 当代世界的主要环境问题	29
1.4.4 我国当前的环境形势与特点	30
1.4.5 环境污染对人体健康的危害	39
1.5 采矿生产对环境的影响	42
复习思考题	44
2 矿山大气污染及其防治	45
2.1 大气的结构和组成	45
2.1.1 大气的结构	45
2.1.2 大气的组成	47
2.2 大气污染、污染物及类型	47

2.2.1	大气污染	47
2.2.2	大气污染源	48
2.2.3	大气污染物	50
2.2.4	大气污染类型	54
2.3	矿区大气污染的产生及危害	55
2.3.1	矿区大气污染	55
2.3.2	矿区空气污染造成的危害	58
2.3.3	有害气体防治的基本方法	59
2.4	矿山井下空气的污染及防治	60
2.4.1	井下空气成分	60
2.4.2	井下空气中的有毒气体	61
2.4.3	井下有毒有害气体及防治	63
2.4.4	矿井柴油设备尾气的污染及其防治	64
2.5	露天矿空气的污染及防治	68
2.5.1	露天矿大气中粉尘的含毒性	68
2.5.2	影响露天矿大气污染的因素	69
2.5.3	露天矿大气污染的防治	70
2.6	防治大气污染的措施	72
2.6.1	大气污染物排放总量现状	72
2.6.2	防治大气污染的具体措施	73
	复习思考题	75
3	矿山粉尘污染及其防治	76
3.1	矿山生产粉尘的产生及危害	76
3.1.1	矿山粉尘的产生	76
3.1.2	矿山粉尘的性质	77
3.1.3	矿山粉尘的危害	77
3.2	矿山生产粉尘的防治方法	78
3.2.1	控制尘源	78
3.2.2	在传播途径上控制粉尘	79
3.2.3	个体防护	80
3.2.4	井下生产的防尘	80
	复习思考题	82
4	矿山噪声污染及其防治	83
4.1	噪声的产生与危害	83
4.1.1	噪声的产生	83
4.1.2	噪声的传播	83
4.1.3	噪声的危害	84

4.1.4 噪声的测定	86
4.2 噪声的控制原理和方法	87
4.2.1 噪声的控制标准	87
4.2.2 噪声控制的一般方法	87
4.2.3 吸声处理	89
4.2.4 隔声处理	89
4.2.5 消声器	90
4.2.6 个人防护	91
4.3 矿山噪声的治理	92
4.3.1 矿山噪声源分析	92
4.3.2 井下噪声的特点、控制程序和处理原则	92
4.3.3 风动凿岩机噪声控制	93
4.3.4 凿岩台车的噪声控制	94
4.3.5 扇风机噪声控制	95
4.3.6 空压机噪声控制	95
复习思考题	97
5 矿井湿热	98
5.1 矿井湿热现象	98
5.1.1 热现象的形成	98
5.1.2 湿现象的形成	99
5.2 矿井湿热的危害与防治	99
5.2.1 矿井湿热的危害	99
5.2.2 矿井湿热的防治	100
复习思考题	105
6 矿山水污染及其防治	106
6.1 矿山水体污染	106
6.2 水体污染与水体自净	106
6.2.1 水体污染	106
6.2.2 水体污染的种类	108
6.2.3 水体的自净	109
6.3 矿山废水污染的特点	109
6.4 矿山废水的形成	110
6.4.1 矿坑水	110
6.4.2 矿山酸性水的来源	111
6.4.3 采选矿工业中废水的形成	113
6.5 矿山废水中的主要污染物及其危害	114
6.6 排放标准和水质监测	115

6.6.1	排放标准	115
6.6.2	水质监测	116
6.7	矿山废水的防治	117
6.7.1	矿山废水的防治原则	117
6.7.2	矿山废水的治理方法	118
	复习思考题	124
7	地面固体物污染及其防治	125
7.1	矿山固体物污染与治理	125
7.1.1	概述	125
7.1.2	固体堆积物	125
7.1.3	矿山固体污染物的危害及治理措施	126
7.2	矿山土地复垦及绿化	129
7.2.1	概述	129
7.2.2	土地复垦	130
7.2.3	矿区环境绿化	141
	复习思考题	145
8	矿山放射性污染及其防治	146
8.1	矿山放射性污染	146
8.1.1	放射性辐射概述	146
8.1.2	放射性辐射的来源	147
8.1.3	矿山辐射的危害	148
8.2	矿山辐射防护	150
8.2.1	一般原则	150
8.2.2	通风防护措施	150
8.2.3	特殊防氡除氡方法	150
8.2.4	氡子体清除方法	151
8.2.5	个体防护	151
8.2.6	根本防治	151
	复习思考题	152
9	选矿厂污染及其防治	153
9.1	选矿厂废水的处理	153
9.1.1	含悬浮物废水的处理	153
9.1.2	酸、碱废水的中和处理	156
9.1.3	含氟废水的处理	159
9.1.4	含重金属离子废水的处理	166
9.1.5	选矿厂废水的其他处理方法	177

9.2 选矿厂通风除尘	185
9.2.1 选矿厂粉尘的来源	185
9.2.2 选矿厂粉尘的危害	185
9.2.3 选矿厂粉尘的治理	186
复习思考题	189
10 矿山环境保护	190
10.1 矿山生产环境	190
10.1.1 矿山环境灾害	190
10.1.2 矿山环境现状	193
10.2 矿山生产生态保护	194
10.2.1 矿山环境保护措施	194
10.2.2 矿山环境评价方法综述	195
10.2.3 加强矿山环境保护的对策	200
10.2.4 我国环境保护的基本方针	202
10.2.5 矿山环境问题深层次原因分析及对策	203
复习思考题	205
11 矿山安全生产	206
11.1 矿山安全事故	206
11.1.1 事故发生的理论依据	206
11.1.2 不安全行为的心理原因	210
11.1.3 事故中的人失误	213
11.2 矿山事故预防	216
11.2.1 可靠性与安全	216
11.2.2 矿山生产伤亡事故	220
11.2.3 矿山生产日常安全管理	222
复习思考题	238
12 矿山生产的防火	239
12.1 概述	239
12.1.1 矿山火灾的分类与性质	239
12.1.2 矿山火灾的危害	240
12.1.3 外因火灾的发生原因	240
12.1.4 内因火灾的发生原因	242
12.2 火灾的预防与扑灭	245
12.2.1 外因火灾的预防与扑灭	245
12.2.2 内因火灾的预防与扑灭	249
复习思考题	251
参考文献	252



总论

教学目的：通过本章的学习，掌握环境的概念，环境的分类，环境的功能，人类与环境的关系，环境科学、环境工程学和生态学的基本知识及其对环境的保护作用；了解采矿生产对环境的影响。

1972年6月5日，联合国在瑞典首都斯德哥尔摩召开“人类环境会议”，会议通过了《人类环境宣言》，并提出将每年的6月5日定为“世界环境日”。同年10月，第27届联合国大会通过决议接受了该建议。世界环境日的确立，反映了世界各国人民对环境问题的认识和态度，表达了我们人类对美好环境的向往和追求。

人类是当今地球环境中高度进化的智慧生物，具有其他生物所不具备的思维、学习、交流、研究和总结提高的能力。他们从与大自然的“斗争”中总结经验和教训，逐步改进各种工具和操作方式、方法，并不断地总结、提高和完善。

然而，由于自然运动和人类活动使环境条件发生变化，特别是大半个世纪以来，科学技术突飞猛进，人类改造自然的规模空前扩大，从自然界获取的资源越来越多，随之排放的废弃物也与日俱增，从而引起环境的污染与破坏，影响了人类的生产和生活，给人类带来灾害。诸如耕地面积减少，森林资源过度砍伐，水资源的短缺，物种的消失，酸雨的出现，臭氧层的破坏，温室效应引起的全球气候变暖以及“厄尔尼诺”、“拉尼娜”现象等造成的环境危害和破坏，已发展成为全球性的环境问题，所有这些已引起当今人们极大的关注。

“厄尔尼诺”是赤道东太平洋洋流海表温度突然升高而引发的一种异常气候现象，可持续数月或数年之久，其结果往往是带来极其严重的灾害。应该说“厄尔尼诺”现象古已有之，但通常是100年或50年才一遇。可是近50年，尤其近20年间，“厄尔尼诺”现象却一再出现，而且其引起的灾害程度、损失之大和影响的深远程度也是空前的。例如，在1994年8月，“9417”号（国际命名为“弗雷德”）台风正面袭击我国温州，导致1100人失去生命，万吨巨轮被冲上岸几百米，温州机场被海水淹没一周之久， $15 \times 10^4 \text{ km}^2$ 农田绝收，直接经济损失达25亿美元。近百年来发生在我国的严重洪水，如1931年、1954年和1998年，都发生在“厄尔尼诺”年的次年。1997年的“厄尔尼诺”事件使我国华北地区持续干旱，造成地下水位下降，黄河断流，大范围农作物受灾；而1998年“厄尔尼诺”事件和“拉尼娜”事件迅速转换的6~8月份，长江和松花江流域出现了百年不遇的特大洪水。

与之相对应，由于海水变冷而引起的另一种极端气候变化——“拉尼娜”现象也给人类带来灾害。我国内蒙古中部和东部地区在2000年11月先后遭遇10次较大范围的暴风雪，形成了百年不遇的大雪灾，大雪、狂风夹杂着沙尘暴，使地面能见度变为0，气温

急降至零下 50℃ 以下,逾 135 万人口受灾,数十人冻死;2000 万头牲畜被 1m 甚至 2m 多厚的积雪所围困,冻死、冻伤无数。由于其后的恶劣天气带来更大的降雪过程,使灾情更加严重,夹有沙尘暴的积雪坚硬如石,给道路的清疏和交通运输带来极大的困难,救灾工作也因此受到阻碍。同时,新疆的阿勒泰、哈密、塔城、伊犁等地也因连日暴雪而成灾,北部、东部的部分地区积雪达 2m,数万名各族群众和数百万头牲畜被大雪围困,气温则远低于零下 40℃。

2010 年我国受“厄尔尼诺”和“拉尼娜”现象的影响,截止到该年 7 月底,全国有 27 个省、自治区、直辖市遭受了不同程度的洪涝灾害,受灾面积 $7.002 \times 10^6 \text{hm}^2$,受灾人口 1.13 亿人,死亡 701 人,失踪 347 人。

采矿工业是国民经济的基础工业之一,同时也是环境污染大户。我国的矿山分布很广,目前矿山环境问题非常突出,矿业与农、林、渔、牧、旅游等行业的矛盾也日渐尖锐。众所周知,从环境保护的角度来看,开发矿产资源很可能会导致环境破坏。开采后的矿山,若控制或防治不当,严重者将导致矿区附近森林破坏殆尽,大面积废石成堆,水土流失,沟溪淤塞,野生生物几乎绝迹。另外,矿山废弃物也是许多污染物的主要来源,一方面大量的地下资源被开采出来,另一方面通过生产过程又产生很多有毒有害的物质,这些污染物通过各种传播途径(大气、土壤、水域等)散落到地表各处,污染了环境,加剧了有害元素在自然界的循环。特别是地下矿山,由于条件和环境特殊,在生产过程中污染源比较集中,污染物种类较多,污染强度较大,对井下作业环境的污染亦更加严重。

1.1 环境的概念

1.1.1 人类与环境

所谓环境,总是相对某项中心事物而言的,是作为某项中心事物的对立面而存在的。因此,环境就是指以某一中心事物为主体的外部世界。对人类来说,环境就是指人类赖以生存和发展的物质条件的整体,包括自然环境和人工环境。

《中华人民共和国环境保护法》中对环境阐述为:“本法所称环境是指影响人类生存和发展的各种天然的和经过人工改造的自然因素的总体,包括大气、水、海洋、土地、矿藏、森林、草原、野生生物、自然遗迹、人文遗迹、自然保护区、风景名胜、城市和乡村等。”可见,环境保护法中的环境概念不如一般意义上的环境概念广泛,但比较明确,它是为便于法规实施而做的具体规定,是环境概念的具体化。

1.1.2 环境科学的发生和发展

解决环境问题的迫切需要成为推动环境科学产生和发展的巨大社会力量,环境科学随着环境问题的产生而诞生于 20 世纪 60 年代,其发展大致可分为两个阶段。

(1) 20 世纪 50 年代环境问题开始严重化。由于经济的恢复和发展,生产和消费规模日益扩大,许多工业发达国家对环境造成了严重的污染和破坏,由此而明确提出了“环境问题”或“公害”的概念,用以概括和反映人类与环境系统关系的失调状况,并开辟了专门的科学领域进行研究,在此基础上逐渐形成一些独立的新分支学科并明确提出“环境科学”这一新词汇,用以概括这些新的分支学科。由于这些分支学科分别是不同学

科内部分化出来的产物,具有一定的继承性,它们分别用不同理论和方法研究和解决不同性质的环境问题,即是属于多学科性的。所以,我们把这一阶段称为多学科发展阶段。这个阶段的特点是,一系列环境科学分支分别发展,大大促进了各项专门课题的研究。但在某种程度上各分支还处于各自分别研究状态,环境科学也只是一个多学科的集合概念,还没有形成一个较完整的统一体系。

(2) 自1987年“世界环境与发展委员会”发表《我们共同的未来》一书以来,特别是1992年在巴西里约热内卢召开了“联合国环境与发展大会”以后,世界各地掀起了研究“可持续发展”的热潮,人们开始普遍接受“可持续发展战略”的思想,在经济和社会的发展过程中,同时合理地利用资源和防治环境问题,走经济、社会和环境协调发展的道路。随着人类在控制环境污染方面所取得的进展,环境科学这一新兴学科也日趋成熟,并形成了自己的基础理论和研究方法,也使其从之前的分门别类研究环境和环境问题,逐步发展到从整体上进行综合研究的新阶段。

1.1.3 环境的分类

人类活动对整个环境的影响是综合性的,而环境系统也会从各个方面反作用于人类,其效应也是综合性的。人类与其他的生物不同,不仅会以自己的生存为目的来影响环境,使自己的身体适应环境,而且还会为了提高生存质量,通过自己的劳动来改造环境,把自然环境转变为新的生存环境。这种新的生存环境有可能更适合人类生存,但也有可能恶化人类的生存环境。在这一曲折反复的过程中,人类的生存环境已形成一个庞大的、结构复杂的、多层次、多组分相互交融的动态环境体系。

环境分类一般按照空间范围的大小、环境要素的差异、环境的性质等来进行划分。

人类环境习惯上分为自然环境和人文环境。

自然环境亦称地理环境,是指环绕于人类周围的自然界。自然环境包括大气、水、土壤、生物和各种矿物资源等,是人类赖以生存和发展的物质基础。在自然地理学上,通常把这些构成自然环境总体的因素,分别划分为大气圈、水圈、生物圈、土圈和岩石圈五个自然圈。

社会环境是指人类在自然环境的基础上,为不断提高物质和精神生活水平,通过长期有计划、有目的的发展,逐步创造和建立起来的人工环境,如城市、农村、工矿区等。社会环境的发展和演变,受自然规律、经济规律以及社会规律的支配和制约,其质量是人类物质文明建设和精神文明建设的标志之一。

人类环境由若干个规模大小不同、复杂程度有别、等级高低有序、彼此交错重叠、彼此互相转化变换的子系统组成,是一个具有程序性和层次结构的网络。

如果从环境性质来考虑的话,环境可分为物理环境、化学环境和生物环境等。

如果按照环境要素来分类,环境可以分为大气环境、水环境、地质环境、土壤环境及生物环境。

通常,按照人类生存环境的空间范围,可由近及远,由小到大地将其分为聚落环境、地理环境、地质环境和星际环境等层次结构,而每一层次又均包含各种不同的环境性质和要素,并由自然环境和人文环境共同组成。

A 聚落环境

聚落是人类聚居的地方与活动的中心,聚落环境也是人类聚居场所的环境,它是与人类的工作和生活关系最密切、最直接的环境。人们一生大部分时间是在这里度过的,因此它历来都会得到人们的关注和重视。根据性质、功能和规模,聚落环境又可分为院落环境、村落环境和城市环境。

B 地理环境

地理环境是围绕人类的自然现象及人文现象的总体,分自然地理环境和人文地理环境两类。自然地理环境位于地球的表层,是由岩石圈、水圈、土壤圈、大气圈和生物圈组成的相互制约、相互渗透、相互转化的交错带,其厚度为10~30km。

地理环境具有三个特点:

- (1) 拥有来自地球内部的内能和主要来自太阳的外部能量,并在其内相互作用;
- (2) 具有构成人类活动舞台和基地的三大条件,即常温常压的物理条件、适当的化学条件和繁茂的生物条件;
- (3) 与人类的生产和生活密切相关,直接影响着人类的饮食、呼吸、衣着、住行。

由于地理位置不同,地表的组成物质和形态不同,水、热条件不同等,地理环境的结构具有明显的地带性特点。因此,保护好地理环境,就要因地制宜地进行国土规划、区域资源合理配置、结构与功能优化等。

生物特别是人类赖以生存和发展的地球表层,可进一步分为自然环境(或自然地理环境)、经济环境(或经济地理环境)和社会文化环境。

C 地质环境

地质环境是自然环境的一种,是由岩石圈、水圈和大气圈组成的环境系统。在长期的地质历史演化过程中,岩石圈和水圈之间、岩石圈和大气圈之间、大气圈和水圈之间不断进行物质迁移和能量转换,组成了一个相对平衡的开放系统。

地质环境为我们提供了大量的生产资料,如丰富的矿产资源。目前,人类每年从地壳中开采的矿石达 4km^3 ,从中提取大量的金属和非金属原料,还从煤、石油、天然气、地下水、地热等和放射性物质中获取大量能源。随着科学技术水平的不断提高,人类对地质环境的影响也更大了,一些大型工程直接改变了地质环境的面貌,同时也成为一些自然灾害(如山体滑坡、山崩、泥石流、地震、洪涝灾害)的诱发因素,这又是值得引起高度重视的。

地质环境是整个生态环境的基础,是自然资源主要的赋存系统,是人类最基本的栖息场所、活动空间,是生产、生活所需物质来源的基本载体。从根本上说,地球上的一切生物都依存于地质环境。地质环境与人类的生产和生活及生态之间的适应性如何,从根本上决定着人类生存发展环境的质量。因此,保护地质环境就是保护我们的生存环境。

D 星际环境

星际环境,又称为宇宙环境,是指地球大气圈以外的宇宙空间环境,由广漠的空间、各种天体、弥漫物质以及各类飞行器组成。它是在人类活动进入地球邻近的天体和大气层以外的空间的过程中提出的概念,是人类生存环境的最外层部分。太阳辐射能为地球上人类的生存提供主要的能量。太阳的辐射能量变化和对地球的引力作用会影响地球的地理环境,与地球的降水量、潮汐现象、风暴和海啸等自然灾害有明显的相关性。随着科学技术

的发展,人类活动越来越多地延伸到大气层以外的空间,而在这些活动中发射的人造卫星、运载火箭、空间探测工具等飞行器本身失效和遗弃的废物,将给宇宙环境以及相邻的地球环境带来了新的环境问题。

毫无疑问,任何一个层次的环境系统,都由低一级层次的各个子系统组成,而它自身又是更高级环境系统的组成部分。

1.1.4 环境的功能特性

环境系统是一个复杂的有时、空、量、序变化的动态系统和开放系统。系统内外存在着物质和能量的变化和交换。在一定的时空尺度内,若系统的输入等于输出,便即出现平衡,称为环境平衡或生态平衡。

系统的组成和结构越复杂,它的稳定性越强,越容易保持平衡;反之,系统越简单,稳定性越弱,越不容易保持平衡。因为任何一个系统,除组成成分的特征外,各成分之间还具有相互作用的机制,这种相互作用越复杂,彼此的调节能力就越强;反之则越弱。

环境系统的特性包括:

(1) 整体性。整体性是指环境各部分之间存在着紧密的相互联系和相互制约的关系。局部地区的环境污染或破坏,总会对其他地区造成影响和危害。所以人类的生存环境及其保护,从整体上说是没有地区界线或国界的。

(2) 有限性。在宇宙众多的天体中,目前发现适合于人类生存的只有地球。因此,虽然宇宙空间无限,但人类生存的空间以及资源、环境对污染的忍耐能力等都是有限的。所以,人类生存的环境又是脆弱的,是容易遭到破坏的。

(3) 不可逆性。环境在运动过程中存在能量流动和物质循环两个过程。前一过程是不可逆的,后一过程变化的结果也不可能完全回到原来的状态。因此,要消除环境破坏的影响,需要很长的时间。例如,世界文明的四大发祥地(黄河、恒河、尼罗河、幼发拉底河流域)在远古都是林茂富饶的地区,但都由于土地的不合理开垦利用使自然环境遭到破坏,至今仍然无法恢复良性状态。无数事实证明,不顾环境而单纯追求经济增长会适得其反,因为取得的经济利益是暂时的,环境恶化是长期的,两者相比较,损失是巨大的。所以,人类在经济活动中,应努力避免不可逆环境问题的产生。

(4) 隐显性。除了事故性的污染与破坏(如森林大火、农药厂事故等)可直观其后果外,日常的环境污染与环境破坏对人们的影响,需要经过一定的过程和时间后其后果才会显现。如日本汞污染引起的水俣病,经过20年才显现出来。

(5) 持续反应性。事实告诉人们,环境污染不但影响当代人的健康,而且还会造成世世代代的遗传隐患。另外,如历史上黄河流域生态环境的破坏,至今仍给炎黄子孙带来无尽的水旱灾害。

(6) 放大性。局部或某一方面的环境污染与破坏造成的危害或灾害,无论从深度还是广度上都会明显放大。如大气臭氧层稀薄,其结果不仅使人类皮肤癌患者增多,而且由于大量紫外线杀死地球上的浮游生物和幼小生物,切断了大量食物链的始端,以致有可能毁灭掉整个生物圈。科学研究表明,2亿年前由于臭氧层一度变薄,地球上90%的物种灭绝。

1.2 环境科学与环境工程学

1.2.1 环境科学

环境科学是研究环境的质量及其保护和改善的学科。它是人类认识、利用和改造环境的需要,是自然科学发展到一定阶段时,各个学科相互交叉、渗透和发展的必然结果,是自然科学发展的一个新领域。

环境科学是一门综合性很强的学科,它的研究领域十分广阔,不仅包括各种自然因素,也包括一定的社会因素。它是以生态学为基础理论,充分利用化学、生物学、物理学、数学、地学、医学、工程学等各领域的科学知识和技术,对人类活动引起的空气、水、土地、生物等环境问题进行系统研究的学科。

环境科学的基本任务是揭示人与环境之间的矛盾,研究环境中的物质和能量交换过程的规律性,寻求解决“人与环境”这一对特定矛盾的途径和方法,同时预测未来的环境状况,规划设计人类所需的美好环境。用系统工程的语言来说,环境科学的基本任务就是通过系统分析与综合,规划设计出高效的“人类-环境”系统,并把它调控到最优化的运行状态。为此,在任何工程规划设计中,都必须把生产观点与生态观点结合起来,特别是对大型工程,一定要考虑它的自然效果和社会效果,必须把它当做生态工程或环境工程来看待。

环境科学研究的内容主要包括:

- (1) 人类和环境的关系;
- (2) 污染物在自然环境中的迁移、转化、循环和积累的过程和规律;
- (3) 环境污染的危害;
- (4) 环境状况的调查、评价和预测;
- (5) 环境污染的预防和治理;
- (6) 自然资源的保护和利用;
- (7) 环境监测、分析和预报技术;
- (8) 环境规划和环境管理。

环境科学按研究内容的不同,主要可分为三大部分,即理论环境学、基础环境学和应用环境学。理论环境学是环境科学的核心,它着重于对环境科学基本理论和方法的研究;基础环境学是环境科学发展过程中所形成的基础学科,包括环境数学、环境物理学、环境化学、环境生态学、环境毒理学、环境地理学和环境地质学等;应用环境学是环境科学中实践应用的学科,包括环境控制学、环境工程学、环境经济学、环境医学、环境管理学和环境法学等。

环境科学是一门多学科、跨学科的综合性学科,各学科领域之间、相互渗透和交叉,不同区域的环境条件、生产布局、经济结构不同,出现的“人与环境”之间具体矛盾不同,从而环境问题也不相同。因此,环境科学具有强烈的综合性、鲜明的区域性和内容的广泛性等特点。

1.2.2 环境工程学

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。它运用环境科

学、工程学和其他有关学科的理论和方法,研究如何保护和合理利用自然资源,控制和防治环境污染,以改善环境质量,使人们得以健康和舒适地生存。

环境工程学的基本任务是:既要保护环境,使其免受或消除人类活动对它的有害影响;又要保护人类免受不利的环境因素对健康和安全的损害。

环境工程学研究的内容主要包括:

(1) 水质净化与水污染控制工程。它的主要任务是研究预防和治理水体污染,保护和改善水环境质量,合理利用水资源以及提供不同用途和要求用水的工艺技术和工程措施。

(2) 大气污染控制工程。它的主要任务是研究预防和控制大气污染,保护和改善大气质量的工程技术措施。

(3) 固体废弃物处理处置与管理工程。它的主要任务是研究城市垃圾、工业废渣、放射性及其他有毒有害固体废弃物的处理、处置和回收利用、资源化等的工艺技术措施。

(4) 噪声、振动与其他公害防治技术。其主要研究声音、振动、电磁辐射等对人类的影响及消除这些影响的技术途径和控制措施。

1.2.3 环境要素

环境要素也称作环境基质,是构成人类环境整体的各个独立的、性质不同的而又服从整体演化规律的基本物质组分。有的学者认为这不包括阳光,因此环境要素并不等于自然环境因素。

自然环境包括水、大气、生物、岩石、土壤五大要素。

人工环境通常是指综合生产力、人工构筑物、人工产品和能量、政治体制和文化及地方因素等。

环境要素具有一些十分重要的特性,这些特性不仅是制约各环境要素间互相联系、互相作用的基本关系,而且也是认识环境、评价环境、改造环境的基本依据。

1.2.4 环境工程学的形成和发展

环境工程学是在人类保护和改善生存环境并同环境污染做斗争的过程中逐步形成的,这是一门既有悠久历史又正蓬勃发展的工程技术学科。

早在公元前 2000 多年,我国已用陶土管修建了地下排水道,并在明朝以前就开始用明矾净水。英国在 19 世纪初开始用砂滤法净化自来水,并在 1850 年用漂白粉进行饮用水消毒,以防止水性传染病的流行。1852 年美国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。

在大气污染控制方面,消烟除尘技术在 19 世纪后期已有所发展。1855 年美国发明了离心除尘器,20 世纪初开始采用布袋除尘器和旋风除尘器。随后,燃烧装置改造、工业气体净化和空气调节等工程技术也逐渐得到推广和应用。

在固体废弃物的处理和利用方面,英国很早就颁布了禁止把垃圾倒入河流的法令。1822 年德国利用矿渣制造水泥。1874 年英国建立了垃圾焚烧炉。进入 20 世纪以后,随着人口进一步向城市集中和工业生产的迅速发展,各种垃圾和固体废弃物数量剧增,与此同