



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

能源与环境

冯俊小 李君慧 主编



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

能源与环境

冯俊小 李君慧 主编



北 京
冶金工业出版社
2011

内 容 提 要

本书在结构上分为能源和环境的关系、能源的环境影响和污染防治、节能减排和废弃物能源资源化利用几个层次编写。全书内容分为9章:绪论,能源的环境问题,环境污染治理途径及原理,硫氧化物控制,氮氧化物的治理,二噁英的治理,烟尘的污染及防治,工业节能与环境,废弃物资源化利用和环境。每章后都附有复习思考题。

本书为能源动力类专业本科32~64学时环境保护类课程的教材,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

能源与环境/冯俊小,李君慧主编. —北京:冶金工业出版社, 2011.6

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-5024-5649-8

I. ①能… II. ①冯… ②李… III. ①能源—高等学校—教材
②环境保护—高等学校—教材 IV. ①TK01 ②X

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第123213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 宋 良 美术编辑 李 新 版式设计 孙跃红

责任校对 王贺兰 责任印制 张祺鑫

ISBN 978-7-5024-5649-8

北京兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2011年6月第1版,2011年6月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16;16.75印张;447千字;255页

35.00元

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

本书是教育部普通高等教育“十一五”国家级规划教材，是在1990年冶金工业部制定的冶金、有色高等院校“八五”规划教材《能源与环境》（李君慧主编，东北工学院出版社，1993）基础上，总结编者在北京科技大学多年“能源与环境”课程教学实践经验编写而成的。在编写过程中，参考了国内能源与环保领域已有的能源与环境、环境工程概论、工业热工基础及工程燃烧学等教材和国内外有关文献。

本书在结构上仍然保持了原来能源与环境教材的内容体系，分为能源和环境的关系、能源的环境影响和污染防治、节能减排和废弃物能源资源化利用几个层次编写。同时，根据现代人类生存发展对环境质量要求的变革，以及工程与科学技术的发展，适当地拓宽了原书的内容，增加了二噁英防治、垃圾能源化处理、富氧燃烧和蓄热燃烧节能减排新技术等内容，对原教材中涉及的理论数据和生产数据进行了更新和充实。此外，加强了论述的科学性、严谨性与准确性。为了便于多媒体教学，本书配备了电子版光盘。

能源与环境是人类生存和发展的基础，进入21世纪后，中国已经成为世界能源消费大国，能源开发和利用所带来的环境问题，特别是大气污染问题相当严重，能源与环境的矛盾非常突出。满足经济发展和人民生活对能源的需求，不断提高能源利用效率和减少能源对环境的污染，已经成为中国乃至世界经济可持续发展的必由之路。随着现代工业与科学技术的发展，能源与环境问题已经深入到能源与环境领域之外的机械、冶金、化工、交通、电子、信息、航空航天及生物医学工程等领域，能够了解、认识和解决各工程领域中能源与环境的技术难题，是对现代工程技术人才的基本要求，是面向21世纪工科各类专业人才工程素质的重要组成部分。因此，为使本书满足21世纪人才培养的需要，一方面，对环境保护的基本概念、基本理论和基本规律进行了阐述；另一方面，为了拓宽本书的实用性，对现有节能减排环保工艺技术进行了详细的论述，同时选编了适量的结合工程实际的思考题，以培养学生的工程观念，

理论联系实际,提高分析问题、解决问题的能力。

本书可作为能源动力类各专业大学本科32~64学时环境保护类课程的教材,也可供有关工程技术人员学习参考。由于本书在结构上相对独立,既可满足64学时课程教学的需要,亦可根据学科侧重点和教学要求对授课内容进行取舍,作为32学时能源与环境课程的教材或参考书。

在编写过程中,郑海薇、孙志斌、吕悠扬工程师,张宇、谢知音、陈艳梅博士,赵志南、张志远、姬江峰、刘天力、朱彦飞硕士在资料收集、文献查阅、图表制作和文献编辑方面给予了大力支持和帮助;还得到了北京科技大学及兄弟院校许多老师的关心和帮助,他们的许多宝贵意见和建议,使本书的质量得到保证。在此谨向所有给予支持和帮助的上述人员表示诚挚的谢意。

由于编者的水平所限,书中不足在所难免,诚请读者批评指正。

编 者

2011年4月于北京科技大学

目 录

1 绪论	1
1.1 人类与环境	1
1.1.1 环境	1
1.1.2 人类与环境的关系	1
1.2 环境科学	2
1.2.1 环境科学的形成	2
1.2.2 环境科学的内容	3
1.2.3 环境科学的分类	3
1.3 环境污染及环境标准	4
1.3.1 环境污染	4
1.3.2 污染源及其分类	4
1.3.3 环境污染物及污染物标准	4
1.3.4 环境标准	5
1.4 生态学与环境保护	9
1.4.1 生物圈	9
1.4.2 生态系统	10
1.4.3 环境保护	11
1.5 能源与环境	15
1.5.1 经济发展、人口增长与环境	15
1.5.2 指数增长规律及其应用	17
1.5.3 能源及能源消耗	18
1.5.4 能源与环境的关系	20
复习思考题	21
参考文献	21
2 能源的环境问题	22
2.1 能源的分类、储量及能源消费结构	22
2.1.1 能源分类	22
2.1.2 能源矿产资源	24
2.1.3 世界能源消费及构成	26
2.2 化石燃料燃烧的环境影响	26
2.3 化石燃料的环境影响	30
2.3.1 化石燃料开采和加工转化对环境的影响	30

2.3.2 化石燃料利用对环境的影响	33
2.4 水电及核能的环境影响	35
2.4.1 水力发电对环境的影响	35
2.4.2 核能利用的环境影响	36
2.5 新能源开发利用的环境影响	39
2.5.1 太阳能直接利用及其环境影响	39
2.5.2 生物质能与沼气对环境的影响	40
2.5.3 风能利用及其环境影响	41
2.5.4 地热能开发利用对环境的影响	42
2.5.5 海洋能利用对环境的影响	43
2.5.6 未来能源可燃冰及其环境问题	44
2.6 能源评价与能源展望	45
2.6.1 能源评价的一般原则	46
2.6.2 能源的发展趋势	47
2.6.3 解决我国能源环境问题的途径	48
复习思考题	49
参考文献	49
3 环境污染治理途径及原理	50
3.1 环境污染治理的发展及现状	50
3.1.1 环境污染治理的发展	50
3.1.2 我国的环境污染治理及现状	52
3.2 大气污染物的产生	54
3.2.1 大气污染物	54
3.2.2 影响燃烧污染的因素	55
3.2.3 冶金工业污染物的产生	55
3.3 大气污染的防治途径	61
3.3.1 提高控制技术水平	61
3.3.2 全面规划、合理布局	62
3.3.3 加强环境管理	62
3.3.4 环境质量预断评价	62
3.4 大气污染控制技术原理	64
3.4.1 采用清洁燃料（或原料）	64
3.4.2 高烟囱排放	65
3.4.3 发展无害技术	66
3.4.4 降低原燃料消耗	67
3.5 排烟治理的原理	68
3.5.1 吸收法	68
3.5.2 吸附法	70

3.5.3 催化转化法	72
复习思考题	74
参考文献	74
4 硫氧化物控制	76
4.1 硫氧化物的危害	76
4.1.1 二氧化硫的性质及其在大气中的转化	76
4.1.2 硫氧化物的危害	76
4.2 燃料燃烧过程硫氧化物的形成	77
4.2.1 化石燃料中硫的形态和含量	77
4.2.2 燃烧过程硫氧化物的形成	79
4.3 燃烧脱硫与煤炭转化	80
4.3.1 煤炭的选矿脱硫	80
4.3.2 煤炭的气化和液化	81
4.3.3 重油脱硫	81
4.4 燃烧过程脱硫	82
4.4.1 沸腾燃烧脱硫	82
4.4.2 型煤加工与燃烧过程脱硫	84
4.5 低浓度二氧化硫烟气的脱硫	84
4.5.1 烟气脱硫方法分类	84
4.5.2 湿法烟气脱硫工艺	85
4.5.3 半干法脱硫	92
4.5.4 干法脱硫	94
4.5.5 烟气脱硫方法的选择	96
4.6 大气扩散与高烟囱排放	97
4.6.1 影响大气扩散的主要因素	97
4.6.2 烟囱有效高度的计算	100
4.6.3 大气扩散模式与空气污染物浓度估算	101
4.6.4 烟囱高度的设计计算	107
4.6.5 高烟囱排放的效果及局限性	108
复习思考题	109
参考文献	109
5 氮氧化物的治理	111
5.1 氮氧化物的危害	111
5.2 燃烧 NO_x 的生成机理和生成量	111
5.2.1 燃烧氮氧化物的生成特点	111
5.2.2 热力型 NO_x 的生成机理	112
5.2.3 快速型 NO 的生成机理	115

5.2.4	燃料型 NO_x 的生成机理	116
5.2.5	燃料 NO 的控制途径	118
5.2.6	NO_2 的生成	122
5.2.7	NO_x 生成量的估算	122
5.3	燃烧氮氧化物的治理	123
5.3.1	NO_x 的治理途径	123
5.3.2	燃料的转化和改质	123
5.3.3	改善燃烧操作、加强燃烧管理	125
5.3.4	新燃烧方法	126
5.4	排烟脱氮	134
5.4.1	排烟脱氮的分类	134
5.4.2	湿法吸收法	134
5.4.3	催化还原法	135
5.4.4	吸附法	136
5.4.5	电子束照射法	136
5.5	高温空气燃烧技术	137
5.5.1	高温空气燃烧概述	137
5.5.2	高温空气燃烧技术的原理	137
5.5.3	空气预热温度对 NO_x 排放量的影响	138
5.5.4	燃料预热温度对 NO_x 排放量的影响	139
5.6	富氧燃烧技术	139
5.6.1	富氧燃烧概述	139
5.6.2	富氧燃烧的方法	139
5.6.3	富氧燃烧的特点	140
5.6.4	富氧燃烧对环境的影响	141
	复习思考题	142
	参考文献	143
6	二噁英的治理	145
6.1	二噁英简介	145
6.1.1	二噁英的结构	145
6.1.2	二噁英的性质	145
6.2	二噁英的危害和主要来源	146
6.2.1	二噁英的危害	146
6.2.2	二噁英的来源	147
6.3	二噁英的生成	149
6.3.1	生成机理	149
6.3.2	垃圾焚烧炉中二噁英的生成和计算方法	149
6.4	二噁英的检测	153

6.5 二噁英的防治	154
6.5.1 垃圾焚烧过程中的二噁英的治理	154
6.5.2 钢铁工业二噁英的控制	155
6.5.3 烧结工序 PCDD/Fs 的减排	157
6.5.4 电炉工序 PCDD/Fs 的减排	160
6.5.5 造纸工业中二噁英的防治	161
复习思考题	163
参考文献	163
7 烟尘的污染及防治	164
7.1 粉尘的危害	164
7.1.1 粉尘的分类	164
7.1.2 粉尘的危害性	164
7.2 燃烧烟尘的生成机理和生成量	165
7.2.1 烟尘的种类	165
7.2.2 烟尘的生成机理	166
7.2.3 烟尘的生成量及影响因素	167
7.3 改善燃烧, 控制烟尘	170
7.3.1 改善燃烧	170
7.3.2 特殊燃烧方法	170
7.4 烟尘的物理性质及除尘器的性能	171
7.4.1 粉尘的物理性质	171
7.4.2 除尘器的性能	176
7.5 除尘器	179
7.5.1 除尘器的分类	179
7.5.2 重力沉降室	179
7.5.3 惯性除尘器	180
7.5.4 旋风除尘器	183
7.5.5 湿式除尘器	186
7.5.6 过滤式除尘器	188
7.5.7 电除尘器	190
7.5.8 二次微粒的控制	192
7.6 除尘器的选型	192
7.6.1 除尘器的选型	192
7.6.2 选型时应收集的资料	194
7.6.3 选型计算	194
复习思考题	197
参考文献	198

8 工业节能与环境	199
8.1 节能与环境	199
8.1.1 我国工业用能状况	199
8.1.2 节能潜力	201
8.1.3 节能与环境	202
8.2 工业节能的途径	203
8.2.1 节能的三个阶段	203
8.2.2 工业节能的途径	203
8.2.3 单体设备的节能	204
8.2.4 系统节能	206
8.3 载能体和完全能耗	208
8.3.1 直接能耗与间接能耗	208
8.3.2 完全能耗	209
8.3.3 载能体的概念及表达式	209
8.3.4 载能体能值的计算方法	211
8.4 钢铁工业工序节能	212
8.4.1 焦化工序节能	212
8.4.2 烧结工序节能	214
8.4.3 炼铁工序节能	216
8.4.4 炼钢工序节能	217
8.4.5 轧钢工序节能	219
8.5 有色金属工业节能与环境保护	221
8.5.1 有色冶金工业耗能的特点	221
8.5.2 有色冶金工业的节能	222
8.5.3 炼铝及炼铜工业的工序节能简述	225
8.6 冶金工业的余能和环境	226
8.6.1 冶金工业余能的特点	226
8.6.2 余热资源的潜力	227
8.6.3 余能与环境	228
8.6.4 余热利用方向	229
复习思考题	232
参考文献	232
9 废弃物资源化利用和环境	234
9.1 综合利用、保护资源、改善环境	234
9.2 转炉煤气的综合利用	235
9.2.1 煤气的利用	235
9.2.2 炉尘的应用	235

9.2.3 余热蒸汽发电	236
9.3 焦炉煤气的综合利用	237
9.3.1 制氢方法	238
9.3.2 氢分离技术	240
9.3.3 焦炉煤气合成氨	241
9.4 固体废弃物的综合利用	242
9.4.1 固体废弃物及其利用途径	242
9.4.2 燃煤灰渣的综合利用	243
9.4.3 冶金渣的综合利用	244
9.4.4 煤矸石的综合利用	246
9.5 垃圾焚烧	246
9.5.1 垃圾处理的背景	246
9.5.2 垃圾焚烧的关键问题	247
9.5.3 垃圾焚烧处理厂现状	248
复习思考题	254
参考文献	254

1 绪 论

1.1 人类与环境

1.1.1 环境

环境的本意是指周围境况。环境总是相对于某个中心事物而言的，在人类-环境系统中，这个中心就是人，环境是指人类生存的环境。换句话说，环境是人类赖以生存和发展的宇宙空间及其中全部物质要素的综合体，是人类周围生物因素、化学因素、物理因素和社会因素的总称。构成环境的这些基本因素称为环境因素。

环境按照属性可分为自然环境和社会环境。

自然环境指的是人类周围自然因素的总称，是人类赖以生存和发展的必要物质条件，即客观世界，是由近及远、由小到大有层次的复杂体系。自然环境又可分为人类生活环境、地理环境、地质环境和宇宙环境。人类生活环境包括大气、水、植物、动物、土壤、岩石矿物、太阳辐射等因素，是人类赖以生存的物质基础。通常把这些因素划分为大气圈、水圈、生物圈、土壤圈、岩石圈等五个自然圈。

社会环境是指社会的经济制度和上层建筑，如经济基础、政治、法律、宗教、艺术、哲学等，即人类物质资料生产过程中，共同进行生产形成的生产关系的总和。

自然环境是社会环境的基础，而社会环境是自然环境的发展。人类是自然的产物，而人类的活动又影响着自然环境。原始的自然环境按照自己的规律生成和发展，它的客观属性和人类的主观要求之间，它的客观发展过程和人类有目的的活动过程之间，不可避免地存在着矛盾。原始的自然环境在被利用和改造的过程中，转变为人类的生存环境。所以，今天人类的生存环境，不是单纯由自然因素构成的，也不是单纯由社会因素构成的，而是在自然环境的基础上，经过人类改造后形成的。

《中华人民共和国环境保护法》指出：本法所称环境指：大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生动物、野生植物、水生生物、名胜古迹、风景旅游区、温泉、疗养区、自然保护区、生活居住区等。这里所指的是人类自然环境中生物圈这一层。

1.1.2 人类与环境的关系

人类与环境有着密切的联系。一方面，人类受到环境的制约；另一方面，人类对环境有能的改造能力。人类与环境的关系是作用与反作用的关系。在人类的生活和生产活动中，一方面从自然界（环境）获取各种物质和能量资源供人类进行生产和消费；另一方面又会将产生的废料和利用后的各种排泄物，以废物的形式把获取的物质及能量返回到环境中去，进而对环境造成影响。人类活动对环境的改变会以反馈的形式反作用于人类。由此可见，人类与环境之间是通过物质循环和能量循环紧密联系起来的，构成了复杂的人类-环境系统，如图 1-1 所示。

人的生存依赖于环境，并受环境的制约。首先，人依赖于环境提供的各种资源，包括空气、水、阳光、土地、矿产等，否则人类无法生存。其次，环境的质量影响人类的健康、生存

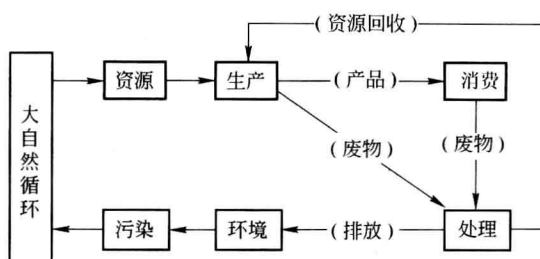


图 1-1 物质循环和能量循环示意图

和寿命。随着生存条件的改善、医学科学的发展和医疗条件的改善，人的寿命越来越长。更有科学证据的是人体中各种微量元素的平均含量与地壳中的水平几乎保持一致，真可谓是“一方水土养一方人”，“靠山吃山，靠水吃水”。

同时，人具有改造环境的能动性。为了改善生活条件，人们会改造环境，从钻木取火、开垦耕田、兴修水利，到盖房、修路、造车和生产电器等，都是人类主观能动改造世界的很好例证。

随着现代化生产的进行，一方面，在短时间内从环境获得如此之多的财富，令人们满足和陶醉；另一方面，对自然界无限制的恣意攫取，破坏了环境应有的相对稳定的状态，久而久之造成了日益严重的环境问题，使人类自身失去生存和发展的物质基础。人类在长期的生产活动中，一般只注意取得生产的最近最直接的物质财富与经济效益，而往往忽视了这些生产过程对环境造成的破坏现象及其长期积累的不良后果，因而常常遭到自然界的报复，对人类和社会发展造成巨大损失和影响。为确保人类获得长久良好的生存环境，实现经济和社会的可持续发展，必须研究人类与环境这一对矛盾的实质，研究其对立统一的关系，充分认识两者之间作用和反作用的关系；必须全面而正确地认识当前与人类环境密切相关的人口问题、能源问题、资源问题和环境保护问题。只有这样，才能在人类生活和生产活动过程中遵循其发展规律，能动地促进环境朝着有利于人类的方向发展。

1.2 环境科学

1.2.1 环境科学的形成

环境科学所研究的环境，是指以人类为主体的外部世界，即人类赖以生存和发展的物质条件的综合体，包括自然环境和社会环境。环境科学就是研究“人类与环境”这对矛盾的科学。在第一次工业革命之后的200年里，随着资本主义大工业的发展，进入自然环境中的废气、废水、废渣（即所谓的三废）等有害物质不断增加。这些有害物质的数量又往往超出自然界本身的稀释和净化能力，从而破坏了环境的生态平衡，危害到了人体健康，制约了经济发展。

环境和经济发展是相互促进、相互制约的。当经济活动处于低级阶段，发展生产和环境污染还没有成为主要矛盾时，人们对两者的关系是不可能深刻认识的。起初人们只是片面地追求物质条件和经济效益，并为此而自豪，直到环境给予报复时才醒悟过来，真正认识到环境是人类生存的物质基础，认识到保护和改善环境是不断发展经济的必要条件，认识到现代工业的发展虽然创造了巨大的物质财富，却使人类赖以生存的环境不断恶化。于是，人们开始研究经济发展与保护环境之间的相互制约、相互依存和相互促进的内在关系，从而形成了一门独立

的、领域广阔的科学——环境科学。

1.2.2 环境科学的内容

环境科学作为一门独立科学，只有四十多年的历史，是一门新兴、发展中、跨学科的庞大科学体系。它是研究“人类与环境”的对立统一关系的发生和发展、调节和控制的科学。环境科学兼有认识改造环境和调控人类和环境关系，使其处于最优化发展状态的多重任务。

环境科学（自然科学部分）研究的具体内容主要有以下7个方面：

- (1) 环境状况的调查研究和环境质量的分析评价；
- (2) 污染物在自然环境中迁移、转化、循环、消化和积累的过程和规律；
- (3) 环境污染物及其危害；
- (4) 环境污染的防治原理、途径，以及控制和防治措施；
- (5) 自然资源的保护，资源合理开发和高效利用；
- (6) 环境监测、分析技术和环境污染的预报和预测；
- (7) 环境的区域规划和环境保护的规划等。

1.2.3 环境科学的分类

时至今日，环境科学已成为多学科、跨学科的综合科学体系。环境科学的分类方法很多，目前还没有统一的分法。主要有按照研究范畴、基础学科和环保重点等划分方法。

如果按照研究范畴进行划分，环境科学可分为理论环境学、基础环境学、应用环境学三大部分，如图1-2所示。

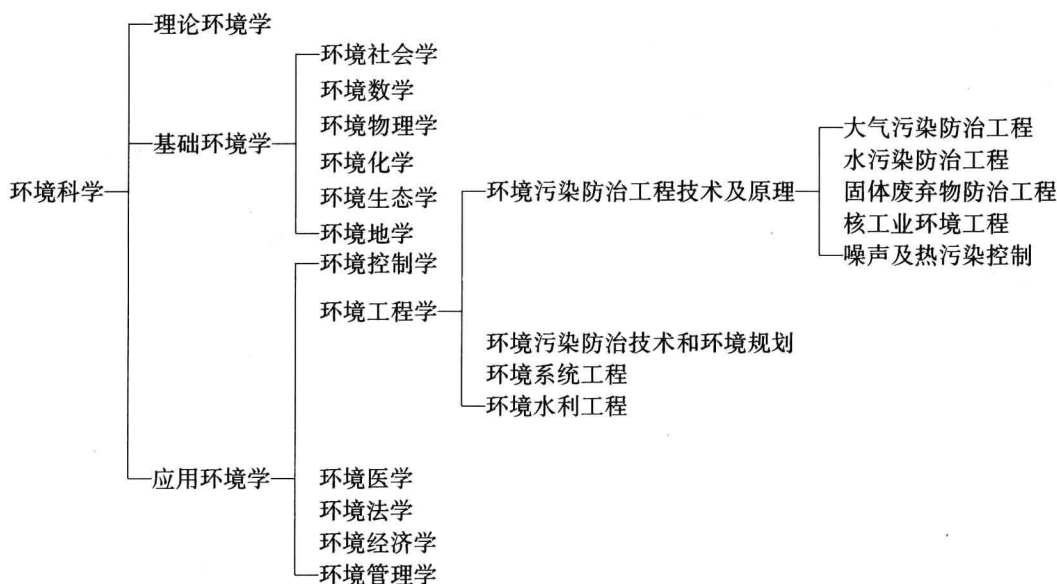


图 1-2 环境科学的科学体系

理论环境学研究的是环境科学的基本理论和基础知识，是环境科学的核心。

基础环境学是由目前相应的学科向环境学过渡的新分支，是环境科学向各个自然学科渗透和发展中形成的。

应用环境学又称环境保护学，是研究上述理论实践应用的学科。其中的环境工程学是研究

应用工程技术和有关学科的原理和方法,保护和利用自然资源,防止环境污染,以改善环境质量的学科。主要研究内容包括大气污染防治工程、水污染防治工程、固体废弃物的处理与应用、噪声控制技术、环境系统工程、环境监测与分析技术等。最终通过工程实施解决生产和生活过程中的环境问题。

其他划分方法在此不再赘述。

1.3 环境污染及环境标准

1.3.1 环境污染

环境受到人类生产和生活活动的影响而改变了原有状态和性质,这种改变既包括改善,也包括破坏。当人类活动排放到环境中的污染物数量超过环境自净能力不能承受的量级时,污染物就会在环境中不断积累,当达到一定数量后,就会使环境机能遭到破坏,最终导致自然环境质量的严重衰退,并对人类的生产和生活产生危害或影响。这种现象称为环境污染。

环境污染亦可用下列公式表示:

$$\text{环境污染} = \text{人类活动的冲击} - \text{环境的自净能力}$$

此外,目前人类发明制造的新化学品种种类繁多,层出不穷,当其进入环境的自净化循环系统后,有些是无法通过化学和细菌的作用而消化的,而是长期保留在环境中,如上世纪60年代我国曾大量使用的杀虫剂 DDT。

环境污染是指环境受外界影响而改变了原有状况和性质的现象。如:大气混浊、水质变坏、废物堆积、噪声、振动、日照减少、山野荒芜、风景破坏、生物灭绝等。

1.3.2 污染源及其分类

污染源是指造成环境污染的污染物质的发生源或者排放源,通常指向环境排放有害物质或对环境产生有害影响的场所、设备和装置。

按污染物的来源划分,污染源可分为天然污染源和人工污染源。前者是自然现象(如火山喷发,风暴)形成的污染源,后者是人类生产活动和社会活动形成的污染源。

人工污染源有多种分类方法。按污染的主要对象划分,可分为大气污染源、水体污染源和土壤污染源等;按人类活动功能划分,可分为工业污染源、农业污染源、交通运输污染源和生活污染源等;按污染物质种类划分,可分为有机污染源、无机污染源、热污染源、噪声污染源、振动污染源、重金属污染源、放射性污染源和同时排放多种污染物的混合污染源;按排放污染物的空间分布特点划分,又可分为固定污染源和移动污染源。

固定污染源指不可移动的排放口或排放源,根据它对环境的空间特点,又可分为点源和面源。点源一般指排放量大的高烟囱;面源指许多矮烟囱或无烟囱组合成的区域性污染源。移动污染源指可移动的排放源,如火车、轮船、汽车和飞机等,又称为线源。污染源的具体分类见图1-3。

1.3.3 环境污染物及污染物标准

有害物质出现在自然界,进入了空气、水的自净循环系统。当有害物质排放量大,且浓度超过环境自净化能力负载时,此有害物质被看做污染物,此时会造成环境污染。

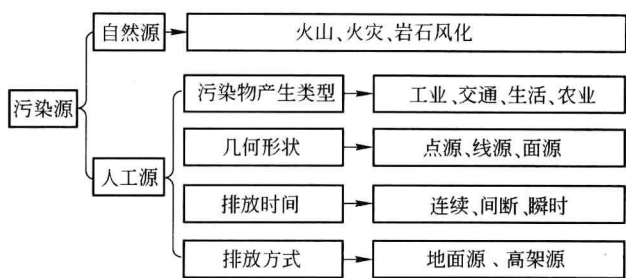


图 1-3 污染源分类

空气污染物系指由于人类活动或自然过程排入大气的并对人或环境产生有害影响的物质。定义空气污染物的方法可以是：如果空气中含有浓度远远超过“清洁的”干空气成分的一种或数种物质，由于这些物质的存在引起人类、动物、植物或器物的损害，则称这些存在的物质为空气污染物。“清洁的”干空气的组成见表 1-1。

表 1-1 清洁空气中的物质浓度

气 体	符 号	浓度/ $\times 10^{-6}$	气 体	符 号	浓度/ $\times 10^{-6}$
氮	N ₂	780900	氩	Kr	1
氧	O ₂	209400	氧化二氮	N ₂ O	0.5
氩	Ar	9300	氢	H ₂	0.5
二氧化碳	CO ₂	315	氙	Xe	0.08
氖	Ne	18	二氧化氮	NO ₂	0.02
氦	He	5.2	臭氧	O ₃	0.01 ~ 0.04
甲烷	CH ₄	1.0 ~ 1.2			

环境污染程度取决于环境中有害物质的浓度，通常以体积浓度和质量浓度来表征。污染物的浓度越高，说明污染程度越严重。

体积浓度通常以 $\times 10^{-6}$ （百万分之几）表示，即

$$1 \times 10^{-6} = \frac{1 \text{ 体积气体污染物}}{10^6 \text{ 体积(污染物 + 空气)}}$$

人们偶尔也用 ppm（即 10^{-8} ）、ppb（即 10^{-9} ）和 ppt（即 10^{-12} ）表示体积浓度。

质量浓度一般用 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 表示，它和体积浓度之间存在着定量的关系，在 25℃ 和 0.1MPa 下，ppm 和 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间的换算关系如下：

$$\mu\text{g}/\text{m}^3 = \frac{\text{ppm} \times \text{分子质量}}{22.41} \tag{1-1}$$

1.3.4 环境标准

1.3.4.1 环境标准的种类

环境标准是为保护人体健康和维持生态平衡，根据环境政策和有关法令，在综合分析自然