

高等学校教材

李君慧 主编

能源与环境



NEUPRESS
东北大学出版社

高等学校教材

能源与环境

李君慧 主编

东北大学出版社

一九九四年八月

(辽)新登字第8号

图书在版编目 (CIP) 数据

能源与环境/·李君慧编著. —沈阳: 东北大学出版社, 1994. 8

ISBN 7-81006-830-X

I. 能…

I. 李…

III. 热能源-环境保护-教材

IV. TK01

内 容 提 要

本书是根据1990年冶金工业部制定的冶金、有色高等院校“八五”规划的要求编写的。本书结合热能工程专业的特点, 阐述有关环境科学的基本知识, 以充分的论据论述能源, 特别是化石能源与环境的关系, 强调节能对改善环境的作用; 并对燃烧等造成的大气污染治理措施进行了系统的阐述。

本书主要作为高等院校热能工程专业的教材, 也可供从事热能及环境保护有关的技术人员使用。

©东北大学出版社出版

(沈阳·南湖 110006)

矿产地质研究所印刷厂印刷

东北大学出版社发行

1994年8月第1版

1994年8月第1次印刷

开本: 787×1092 1/16

印张: 13.25

字数: 331千字

印数: 1~1000册

定价: 6.52元

前 言

本书是根据 1990 年冶金工业部制定的冶金、有色高等院校“八五”规划的要求编写的。

能源与环境是影响现代人类社会发展的重大战略课题。随着经济建设事业的发展,环境保护工作的重要性日益突出。在用能的过程中,加强环境意识,采取以防为主,防治结合的措施,将极大地有利于在发展生产的同时,取得环境良性循环的好效果。

本书主要内容曾在北京科技大学、昆明工学院、华东冶金学院讲授多年。此次编写本书时,又广泛参考了有关教材或资料,以使内容更适合于冶金、有色高等院校热能工程专业的要求。全书共分七章。第一章介绍有关环境科学的基础知识,阐述人口、环境与能源的关系。第二章论述能源,特别是化石能源与环境的关系,以及有关能源评价的内容。第三章论述了大气污染的治理途径及其基本原理。第四、五、六章分别叙述了 SO_x 、 NO_x 及烟尘的治理措施及主要治理途径。第七章叙述了节能与环境的密切关系及工业节能途径。

本书由北京科技大学李君慧主编(第一章、第三章、第五章、第七章的第六节的一部分及第七节),参编人员有昆明工学院刘应隆(第二章、第四章、第七章第五节)、华东冶金学院许永贵(第六章、第七章的一至四节及第六节的一部分)。

在本书编写过程中曾蒙北京工业大学林肇信、西安冶金建筑学院马广大先生的大力支持及帮助。国家教委环境工程专业教材委员会委员马广大主持本书审稿会,并同徐业鹏、张兆宁、邓正蜀同志对全书进行审阅,提出了宝贵意见。在此一并表示感谢。

由于作者水平有限,对书中存在的缺点和错误,诚恳欢迎读者批评指正。

编 者

1992 年 11 月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 人类与环境	1
一、环境	1
二、人类与环境	1
第二节 环境科学	2
一、环境科学的形成	2
二、环境科学的内容	2
三、环境科学的分科	2
第三节 环境污染及环境标准	3
一、环境污染	3
二、污染源	3
三、空气污染及污染物浓度	4
四、环境标准	4
第四节 生态学与环境保护	8
一、生物圈	8
二、生态系统	9
三、环境保护	10
第五节 能源与环境	13
一、经济发展、人口增长与环境的关系	13
二、指数增长规律及其应用	14
三、能源及能源消耗增长动态	16
四、能源与环境的关系	17
第二章 能源环境问题各论及评价	19
第一节 能源的分类、储量及能源消费结构	19
一、能源分类	19
二、能源资源概况	21
三、当代世界能源消费及构成	22
第二节 化石燃料燃烧对大气的污染	23
第三节 化石燃料的环境影响	26
一、化石燃料开采和加工转化对环境的影响	26
二、化石燃料利用对环境的影响	28
第四节 水电及核能的环境影响	29
一、水力发电对环境的影响	29
二、核能利用的环境影响	30

第五节 新能源开发利用的环境影响	32
一、太阳能直接利用及其环境影响	32
二、生物质能与沼气对环境的影响	33
三、风能利用及其环境影响	34
四、地热能开发利用对环境的影响	34
五、海洋能利用的环境影响	35
第六节 能源评价概述与能源展望	36
一、能源评价的一般原则和内容	36
二、能源的发展趋势	37
三、解决我国能源环境问题的途径	38
第三章 环境污染治理途径及原理	39
第一节 环境污染治理的发展现状	39
一、环境污染治理的发展	39
二、我国环境污染的治理及现状	40
第二节 工业大气污染物质的产生	41
一、大气污染物	41
二、影响燃烧污染生成量的因素	41
三、冶金工业污染物的产生	42
第三节 大气污染的防治途径	46
一、不断提高控制技术	46
二、全面规划、合理布局	47
三、加强环境管理	47
四、环境质量预断评价	47
第四节 大气污染控制技术(工程)原理	48
一、采用清洁燃料(或原料)	49
二、高烟囱排放	50
三、发展无害技术(工艺)	51
四、降低燃料、原料消耗,改善环境	53
第五节 排烟治理的原理	54
一、吸收法	54
二、吸附法	56
三、催化转化法	57
第四章 硫氧化物的生成和控制	60
第一节 硫氧化物的危害	60
一、二氧化硫的性质及其在大气中的转化	60
二、硫氧化物的危害	60
第二节 燃料燃烧过程硫氧化物的形成	61
一、化石燃料中硫的形态和含量	61
二、燃烧过程硫氧化物的形成	62

第三节 燃料脱硫与煤炭转化	63
一、煤炭的选矿脱硫	63
二、煤炭的气化和液化	64
三、重油脱硫	65
第四节 燃烧过程脱硫	66
一、沸腾燃烧脱硫	66
二、型煤加工与燃烧过程脱硫	68
第五节 低浓度二氧化硫烟气的脱硫	68
一、烟气脱硫方法分类	68
二、石灰/石灰石法烟气脱硫	68
三、氨吸收法脱硫	72
四、钠碱吸收法脱硫	73
五、金属氧化物吸收法脱硫	74
六、吸附法脱硫	75
七、催化氧化脱硫	77
八、烟气脱硫方法选择的基本原则	78
第六节 大气扩散与高烟囱排放	78
一、影响大气扩散的主要因素	78
二、烟囱有效高度的计算	81
三、大气扩散模式与空气污染物浓度估算	83
四、烟囱高度的设计计算	89
五、高烟囱排放的效果及局限性	91
第五章 氮氧化物的治理	92
第一节 氮氧化物的危害	92
第二节 燃烧 NO_x 的生成机理和生成量	92
一、燃烧氮氧化物的生成特点	92
二、热力 NO_x 的生成机理	93
三、快速型 NO 的生成机理	96
四、燃料型 NO_x 的生成机理	96
五、燃料 NO 的抑制途径	100
六、 NO_2 的生成	104
七、 NO_x 生成量的估算	104
第三节 燃烧氮氧化物的治理	105
一、 NO_x 的治理途径	105
二、着眼于燃料的转化和改质	105
三、改善燃烧操作, 加强燃烧管理	106
四、新燃烧方法	108
第四节 排烟脱氮	117
一、排烟脱氮的分类	117

二、湿法吸收法.....	118
三、催化还原法.....	119
四、吸附法.....	119
五、电子束照射法.....	120
第六章 烟尘的污染及防治.....	121
第一节 粉尘的危害.....	121
一、尘的分类.....	121
二、粉尘的危害性.....	121
第二节 燃烧烟尘的生成机理和生成量.....	122
一、烟尘的种类.....	122
二、烟尘的生成机理.....	123
三、烟尘的生成量及其影响因素.....	124
第三节 改善燃烧,控制烟尘.....	127
一、改善燃烧.....	127
二、特殊燃烧方法.....	128
第四节 烟尘的物理性质及除尘器性能表示方法.....	129
一、粉尘的物理性质.....	129
二、除尘器的性能表示方法.....	134
第五节 除尘器.....	137
一、除尘器的分类.....	137
二、重力沉降室.....	138
三、惯性除尘器.....	138
四、旋风除尘器.....	139
五、湿式除尘器(洗涤器).....	141
六、过滤式除尘器.....	144
七、电除尘器.....	146
八、二次微粒的控制.....	148
第六节 除尘器的选择.....	148
一、除尘器的选择.....	148
二、选型时应搜集的资料.....	151
三、选型计算.....	151
第七章 工业节能与环境.....	155
第一节 节能与环境.....	155
一、我国工业用能状况.....	155
二、节能潜力.....	156
三、节能与环境.....	157
第二节 工业节能的方向和途径.....	158
一、节能的三个阶段.....	158
二、工业节能的途径.....	159

三、单体设备的节能	159
四、系统观念的节能	162
第三节 载能体和完全能耗	164
一、直接能耗与间接能耗	164
二、完全能耗	164
三、载能体的概念及表达式	165
四、载能体能值的计算方法	167
第四节 钢铁工业工序节能	169
一、焦化工序节能	169
二、烧结工序节能	171
三、炼铁工序节能	172
四、炼钢工序节能	174
五、轧钢工序节能	176
第五节 有色冶金工业节能与环境保护	178
一、有色冶金工业耗能的特点	178
二、有色冶金工业的节能	179
三、炼铝及炼铜工业的工序节能简述	183
第六节 冶金工业的余能和环境	184
一、冶金工业余能的特点	184
二、余热资源的潜力	185
三、余热与环境	187
四、余热利用方向	187
第七节 综合利用、节约资源、改善环境	191
一、综合利用、保护资源、改善环境	191
二、转炉煤气的综合利用	192
三、固体废弃物的综合利用	193
参考文献	198

第一章 绪 论

第一节 人类与环境

一、环境

环境的本意是指周围境况。环境总是相对于某项中心事物而言。在人类-环境系统中，中心事物是人，环境是指人类生存的周围境况。换句话说，环境是人类赖以生存与发展的宇宙空间及其中全部物质要素的综合体。自然环境包括空气、日光、水、温度和湿度、土壤、岩石等因素，构成环境的这些基本因素称环境因素。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，不是单纯的由自然因素构成的，也不是单由社会因素构成的，而是在自然环境的基础上，经过人类改造加工形成的。

二、人类与环境

人类与环境有密切的联系。一方面，人类受环境的制约；另一方面，人类有能力改造环境。人类与环境的关系是作用与反作用的关系。人类在生活和生产活动中，一方面从自然界（环境）获取各种资源，另一方面又产生各种排泄物，以废物的形式把获取的物质及能量返回到环境中去。环境对人类活动的响应再以反馈的形式反作用于人类，从而通过物质循环和能量循环把人类与环境联系起来，构成复杂的人类-环境系统。如图 1-1 所示。

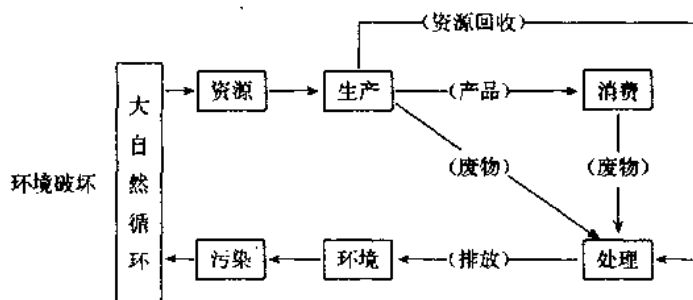


图 1-1 环境问题示意图

现代化生产的进行，一方面在短时间内获得如此之多的财富，使人们陶醉；另一方面，对自然界无限制的恣意攫取，破坏了应有的相对稳定状态，又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有益的效果，而往往忽视了某些生产过程破坏环境的现象及其长期积累

的不良后果，因而常常遭到自然界的报复。为确保人类持续获得良好的生存环境，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，充分认识两者之间的作用和反作用；必须全面而正确地分析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。只有这样才能掌握其发展规律，在人类生活和生产活动过程中能动地促进环境朝着有利于人类的方向演变。

第二节 环境科学

一、环境科学的形成

环境科学研究的环境，是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。工业革命之后的二百年里，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，从而破坏了生态平衡、危害人体健康、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，发展生产对环境污染还没有成为主要矛盾时，人们对二者的关系是不可能深刻认识的。起初人们只是片面地追求经济效益，并为此而陶醉，直到环境给予报复时方醒悟过来，方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，但却使人类赖以生存的环境不断恶化。于是，人们开始研究发展经济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、领域广泛的科学——环境科学。

二、环境科学的内容

环境科学作为一门独立科学，只有三十多年的历史，是一门尚处于发展阶段的多学科、综合性的新兴科学。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与环境关系，使其处于最优化运行状态的多重任务。

环境科学（自然科学部分）的具体内容主要有以下几方面：

①环境状况的调查和环境质量的评价；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环境污染的控制和防治；⑤自然资源的保护和合理利用；⑥环境监测、分析技术和环境污染的预报和预测；⑦环境区域规划和环境保护规划。

三、环境科学的分科

环境科学已成为多学科、跨学科的独立科学体系。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（见图 1-2）。

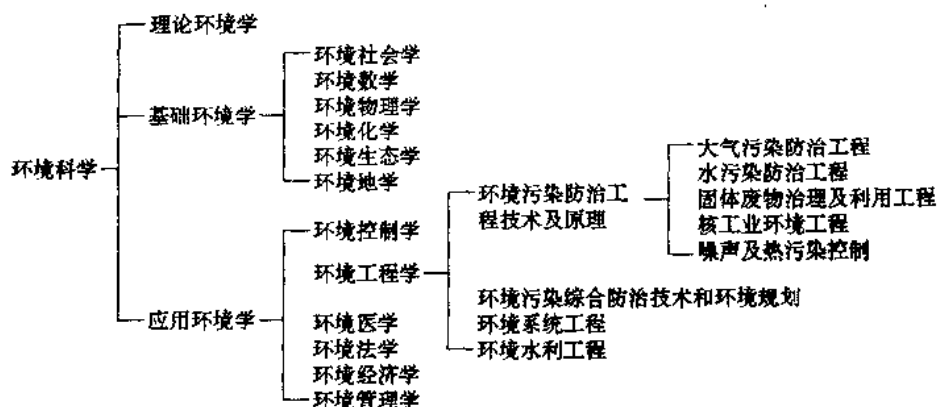


图 1-2 环境科学的学科体系

理论环境学是研究环境科学基本理论和基础知识的，是环境科学的核心。

基础环境学是由相应的老学科向环境学过渡的新分支，是在环境科学发展中形成的。

应用环境学又称环境保护科学，是研究上述理论的实践应用的学科。例如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，防治环境污染，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。

第三节 环境污染及环境标准

一、环境污染

环境受到人类影响而改变状态，这种改变包括改善，也包括破坏。当介入环境中的污染物达到环境的自净能力不能承受的数量时，污染物就在环境中积聚，使环境机能遭到破坏，导致自然环境的严重衰退，并对生产和人类生活产生一定危害或影响，这种现象称为环境污染。

二、污染源

污染源是指造成环境污染的污染物质发生源，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。

按污染物的来源可分为天然污染源和人为污染源。前者是自然现象（如活动火山）形成的，后者是人类社会活动形成的污染源。

人为污染源有多种分类方法。按污染的主要对象，可分为大气污染源、水体污染源和土壤污染源；按人类活动功能可分为工业污染源、农业污染源、交通运输污染源和生活污染源；按污染物质种类可分为有机污染源、无机污染源、热污染源、噪声污染源、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又可分为固定发生源和移动发生源。

固定发生源指不可移动的排出口,根据它对大气污染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。移动发生源指可移动的排放源,如火车、轮船、汽车等移动发生源,又称线源。

三、空气污染物及污染物浓度

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那些物质。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、植物或材料的损害,则称这些存在的物质为空气污染物。“清洁的”干空气的组成的规定见表 1-1。

空气污染程度取决于空气中有害物质的浓度。通常,表示气体污染物的量,以 ppm (百万分之几) 为单位^①。

$$1\text{ppm} = \frac{1 \text{ 体积气体污染物}}{10^6 \text{ 体积 (污染物+空气)}} = 0.0001\%$$

偶而也用 pphm 即 10^{-8} , ppb 即 10^{-9} , ppt 即 10^{-12} 表示。

有时也用质量浓度 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 表示,在 25°C 和 1atm 下^②, ppm 和 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间的关系如下:

$$\mu\text{g}/\text{m}^3 = \frac{\text{ppm} \times \text{分子量}}{22.41} \quad (1-1)$$

表 1-1 清洁空气中的物质浓度

气 体	浓 度 (ppm)	气 体	浓 度 (ppm)
氮 (N_2)	780900	氩 (Ar)	1
氧 (O_2)	209400	氧化二氮 (N_2O)	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		

四、环境标准

(一) 环境标准

环境标准是为保护人群健康和维持生态平衡,根据环境政策和有关法令,在综合分析自然环境特征、控制环境污染的技术水平、经济条件和社会要求的基础上,规定环境中污染物的容许含量和污染源排放污染物的数量和浓度等的规范。环境标准是执行环境保护法规、实施环境管理的依据,同时又是环境质量评价的基础。

① ppm 为非法定单位, $1\text{ppm} = 10^{-6}$ 。

② 1atm (标准大气压) $= 101.325\text{kPa}$ 。

随着环境科学的发展,环境标准的种类越来越多。按使用范围分可分为国家、地方、行业的环境质量标准;按污染对象分可分为大气、水、土壤、噪声等多种质量标准;按用途分可分为环境质量标准、污染源排放标准、技术标准、警报标准。以下将就空气质量控制标准进行论述。

(二) 大气环境质量控制标准

大气环境质量控制标准分为四级,是1963年世界卫生组织 WHO (World Health Organization) 提出的。

第一级:根据当前掌握的知识,对人、对物看不到有什么直接或间接影响的状况。以这个水准以下的浓度和暴露^①的允许时间作为一级标准。

第二级:对人体感觉器官有刺激、对植物有害,使视野距离缩短。以开始产生这些影响的浓度和暴露的允许时间作为二级标准。

第三级:能够引起慢性病,使人的生理发生障碍或衰退、寿命缩短。以开始产生这些症状的浓度和暴露的允许时间作为第三级标准。

第四级:使感受比较敏感的人引起急性症状或导致死亡。以开始产生这种影响的浓度和暴露的允许时间作为第四级标准。

各国都根据这四级,结合本国的情况来制定本国的标准。我国大气质量标准属于此标准的一、二级之间。

大气环境质量控制标准分为大气质量标准、污染源排放标准、技术标准、警报标准四类。

1. 大气质量标准

环境质量标准是以保障人的健康和生态系统不受损害为目标而制定的各种污染物在环境中的最高容许含量,是进行环境管理质量和评价依据,是后面要介绍的三种标准的依据,该标准对后三种标准起着主导和制约的作用。我国大气质量标准见表1-2。此标准将大气环境质量分为三级:

一级标准:为保护自然生态和人群健康,在长期接触情况下,不发生任何危害影响的空气质量要求。

二级标准:为保护人群健康和城市乡村的动物、植物在长期和短期接触情况下,不发生伤害的空气质量要求。

三级标准:为保护人群不发生急、慢性中毒和城市一般动植物(敏感者除外)正常生长的空气质量要求。

具体执行又根据各地区的地理、气候、生态、政治、经济和大气污染程度确定大气环境质量分为三类:

一类区:为国家规定的自然保护区、风景游览区、名胜古迹和疗养地等,执行一类标准。

二类区:为城市规划中确定的居民区、商业交通居民混合区、文化区、名胜古迹和广大农村等,执行二类标准。

^① 暴露 (Exposure): 人、动物、植物或物质与污染物的接触。

表 1-2 中华人民共和国大气环境质量标准

污染物名称	浓度限制, mg/m^3			
	取值时间	一级标准	二级标准	三级标准
总悬浮微粒	日平均 ^①	0.15	0.30	0.50
	任何一次 ^②	0.30	1.00	1.50
飘尘	日平均	0.05	0.15	0.25
	任何一次	0.15	0.50	0.70
二氧化硫	年日平均 ^③	0.02	0.06	0.10
	日平均	0.05	0.15	0.25
	任何一次	0.15	0.50	0.70
氮氧化物	日平均	0.05	0.10	0.15
	任何一次	0.10	0.15	0.30
一氧化碳	日平均	4.00	4.00	6.00
	任何一次	10.00	10.00	20.00
光化学氧化剂 (O_3)	1 小时平均	0.12	0.16	0.20

注：①“日平均”为任何一日的平均浓度不许超过的限值。

②“任何一次”为任何一次采样测定不许超过的浓度限值。不同污染物“任何一次”采样时间见有关规定。

③“年日平均”为任何一年的日平均浓度均值不许超过的限值。

三类区：为大气污染程度比较重的城镇和工业区及城市交通枢纽、干线等，执行三类标准。

表 1-3 表示了我国居民区大气中有害物质最高允许浓度，原表共包括 34 种有害物质，在此仅列出其中的 10 种。表 1-4 表示车间空气中有害物质的最高允许浓度，原表共包括 111 种有害物质，在此仅列出其中的 18 种。

表 1-3 居住区大气中有害物质最高容许浓度(我国)^①

物质名称	最高允许浓度, $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$		物质名称	最高允许浓度, $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$	
	一次 ^②	日平均		一次	日平均
煤烟	0.15	0.05	氟化物(折算为氟)	0.02	0.007
飘尘	0.5	0.15	氧化氮(折算为 NO_2)	0.15	—
一氧化碳	3.0	1.0	砷化物(折算为 As)	—	0.003
二氧化硫	0.5	0.15	硫化氢	0.01	—
苯胺	0.10	0.03	氯	0.10	0.03

注：① 本表摘自《工业企业设计卫生标准》(TJ36-79) 第 4 页表 1。

② 一次最高允许浓度，指任何一次测定结果的最大允许值。

2. 污染源排放标准

污染源排放标准是为实现环境质量标准而对污染源排放的有害物质的允许量（排放量或排放浓度）进行限制的标准，旨在更有效地保护环境。因此，环境质量标准是制定污染源排放标准的依据。

表 1-4 车间空气中有害物质最高容许浓度^①

编号	物质名称	最高允许浓度 ^② mg/m ³	编号	物质名称	最高允许浓度 mg/m ³
	(一)有毒物质		9	二氧化硫	15
			10	二氧化硅	0.1
1	一氧化碳	30	11	二氯丙醇(皮)	5
2	二甲胺	5	12	二硫化碳(皮)	10
3	乙醚	500	13	二异氰酸甲苯酯	0.2
4	乙腈	3	14	丁烯	100
5	二甲胺	10	15	丁二烯	100
6	二甲苯	100	16	丁醛	10
7	二甲基甲酰胺(皮) ^③	10	17	三乙基氯化锡(皮)	0.01
8	二甲基氯硅烷	2	18	三氧化二砷及五氧化二砷	0.3

注:① 本表摘自《工业企业设计卫生标准》(TJ36-79)第11页表4。

② 表中最高允许浓度,是工人工作地点空气中有害物质不应超过的数值。工作地点指工人为观察和管理生产过程而经常或定时停留的地方。

③ 有“(皮)”标记者为除经呼吸道吸收外,尚易经皮肤吸收的有毒物质。

为使该标准能达到既保护环境又促进生产的综合效益,制定时必须考虑以下几个原则:

(1) 尽量满足环境质量标准。排放标准应是实现环境质量标准的管理手段。因此,制定排放标准要以尽量满足环境质量标准为出发点。

(2) 考虑技术上的可行性和经济上的合理性。制定的标准应和目前的技术发展水平及经济能力相适应,要在控制排放量所需的费用和由于过量排放所造成的经济上的损失关系上找综合最佳点,如图1-3所示。例如烟气除尘,当除尘效率达到一定程度后,再进一步提高除尘效率,所需的费用要成倍乃至几倍地增长,这时就要用最优化方法找最佳点(控制费用指现阶段可行的最佳控制技术的费用)。

(3) 考虑环境容量。环境具有一定的自净能力,排放标准所要控制的只是在当地环境下不能自净的那部分污染物。

我国《工业“三废”排放试行标准(GBJ4-73)》规定十三类有害物质的排放标准。凡排放上述有害物质,其排出口处的排放量(浓度)不得超过该标准。

不同的城市和地区,由于生产的发展和布局不同,气象地理条件的差别,应根据当地的具体情况,制定出地方性的废气排放标准,甚至制定出更为严格的废气排放总量标准。所谓

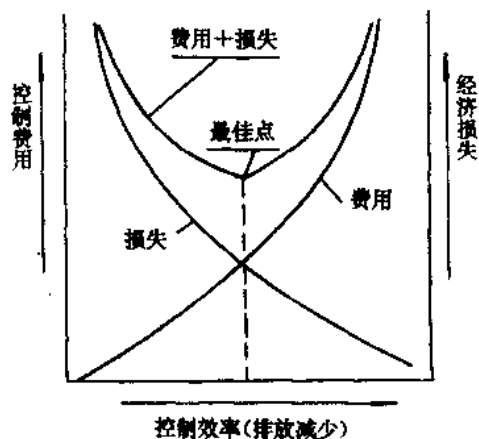


图 1-3 排放标准和经济的关系

废气排放总量标准，是根据当地的具体情况，在保证大气环境质量标准的前提下，制定出当地的特定污染物的最大容许排放总量。然后将这一排放总量分配到每一个污染源上，规定出每一个污染源的最大容许排放总量。

3. 技术标准

该标准系由排放标准引申出来的。如燃料、原料使用标准、净化装置选用标准、烟囱高度标准等，使生产、设计和管理人员容易掌握和执行。

4. 警报标准

当环境污染到必须向公众发出警报时的污染物质最低浓度标准，称警报标准。这类标准在防止严重的污染事件方面能起到一定的作用。

第四节 生态学与环境保护

为了尽可能地维护或恢复人类、动物、植物、景观和古迹等环境的自然状态所采取的一切措施，称环境保护。环境质量的保持与改善以及生态平衡的恢复和重建，都依赖于人们对生态系统结构和功能的了解，进而把生态学的原理应用在环境保护工作上。

所谓生态学是研究生物与生物间、生物与其生存环境之间相互关系的一门科学，是 19 世纪 60 年代基本形成的。20 世纪 60 年代，生态学的研究中心是生态系统。

一、生物圈

生物圈指地球上所有生物有机体（包括动物、植物和微生物）和他们所生存的环境的总体。地球所有的生命生活在地球的表面层里，把这个生物有机体生存的地球表面层称作生物圈。它包括海平面以下不到 11 公里的海洋（太平洋最深处的马利亚那（Mariana）凹地）和地平面以上 10 公里的大气层。其中包括全部水圈、土圈和部分大气圈及岩石圈。这圈内有来自地球内部的内能和来自太阳的太阳能，是能量交锋地带。具有常温、常压的物理条件，有维持生命生存的空气、水和土壤。在生物圈内进行着复杂的能量和物质循环。这是与人类关系最密切的，必须加以保护的那部分自然环境。对于庞大的宇宙而言，它只是薄薄的一层生物薄层，如图 1-4 所示。

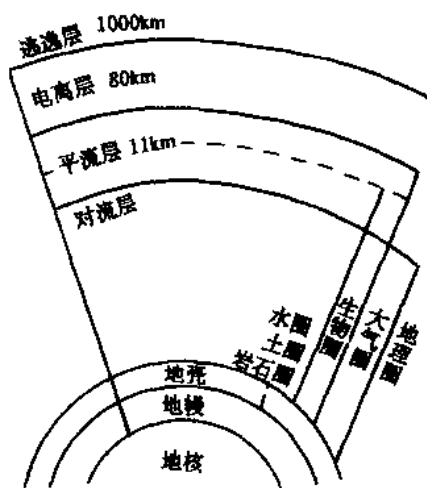


图 1-4 地球构造的分层性