

974600

• 高等学校教学用书 •

X758

7422E2

有

有色冶金环境保护

(第二版)



GAODENG XUEXIAO JIAOXUE YONGSHU



冶金工业出版社

高等学校教学用书

有色冶金环境保护

(第二版)

昆明工学院 陈伟顺 主编

冶金工业出版社

(京)新登字036号

高等学校教学用书

有色冶金环境保护

(第二版)

昆明工学院 陈佛顺 主编

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街嵩祝院北巷36号)

新华书店总店科技发行所发行

河北省三河市印刷厂印刷

850×1168 1/32 印张 7.625 字数199千字

1984年11月第一版

1994年5月第二版 1994年5月第三次印刷

印数: 7201~8650册

ISBN 7-5024-1313-8

X·39 (课) 定价3.70元

修订版前言

本书自1984年11月出版后，已经在有色冶金高校多次使用。为了使之日趋完善，在1990年10月召开的“冶金、有色系统高等院校‘八五’教材编写、出版规划会议”上决定进行修订。

在修订过程中，强调了有色冶金特定环境条件下的环境问题。有色冶金的环境与其所在的区域环境密不可分，它是“人类环境”系统中的一部分，解决有色冶金系统的环境保护问题，应从“人类环境”整体出发。因而本书的主要内容，除原有的环境科学基本知识外，对环境科学的基础理论之一的生态学，比原版作了较多的介绍。在此基础上，进一步叙述发展有色冶金工业与保护环境、维护生态平衡的关系。此外，由于环境保护已作为我国基本国策之一，故对环境保护的政策和有关规定，以及环境管理，在修订中也作了较多阐述。为便于学生复习，各章均增加了思考题及习题。其它部分仍保持原版的特点。

本书的修订工作仍由昆明工学院陈佛顺、周里一完成。在本书的修订初稿完成后，于1991年12月在昆明召开了审稿会，经中南工业大学刘醒泉、沈阳黄金学院高子忠、南方冶金学院刘淑泉等同志认真审阅，提了许多宝贵意见；东北大学兰为君同志写了书面意见，谨此一并致谢。

有色冶金环境保护是随着我国社会主义经济建设迅速发展与环境问题日愈尖锐的情况下，应运而生的一门分支学科，其内容涉及领域广泛，编者水平有限，修改版中难免会存在错误和不当之处，敬请读者批评指正。

编 者
1992年5月

前 言

本书是根据冶金工业部1984年冶金高等院校教材编写、出版规划编写的，适于高等工科院校有色金属冶炼专业教学使用。本书也可供从事冶金工业和冶金工业环境保护的工程技术人员及管理人员参考。书中主要包括：环境科学的基础理论和基本知识；发展有色冶金工业与保护环境、维护生态平衡的关系；有色冶金过程污染物质的赋存状态和排放规律及其危害；有色冶金工业的污染防治原则和环境管理；有色冶金工业废气、废水和固体废物污染的控制与治理技术。

本书由昆明工学院陈佛顺、周里一编写。陈佛顺编写一、二、三、四、六和八章；周里一编写五和七章。全书由陈佛顺主编，宋文彪审校。

环境工程学是一门近期才发展起来的新兴学科，由于编者水平所限，书中一定会有不少缺点和错误，切望读者批评指正。

编 者

一九八三年八月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 人类环境.....	1
第二节 环境科学.....	4
第三节 环境保护与有色冶金环境保护.....	10
第二章 生态学基础知识	15
第一节 生态学概念.....	15
第二节 生态系统.....	16
第三节 生态平衡.....	25
第三章 污染源综述	30
第一节 污染源的分类.....	30
第二节 污染源的调查和评价.....	40
第三节 污染源的控制和管理.....	50
第四节 有色冶金工业污染源.....	52
第四章 有色冶金排放的污染物及其危害	64
第一节 废气中主要污染物及其危害.....	64
第二节 废水中主要污染物及其危害.....	79
第三节 固体废物的污染与危害.....	89
第五章 有色冶金工业的污染防治原则与环境管理	103
第一节 有色冶金工业污染防治原则.....	103
第二节 有色冶金工业环境管理.....	108
第三节 几项环境管理的内容与措施.....	111
第六章 有色冶金废气的控制和治理	119
第一节 空气质量标准.....	119
第二节 有色冶金废气中粉尘的净化.....	128

第三节	废气中气态污染物的净化·····	139
第四节	有色冶炼厂二氧化硫烟气制酸·····	146
第五节	含氟废气的净化与利用·····	155
第七章	有色冶金废水的处理和利用·····	159
第一节	水质污染指标与水质标准·····	159
第二节	有色冶金废水处理原则和处理程度·····	171
第三节	废水处理与利用的基本方法及预处理·····	174
第四节	物理法·····	178
第五节	化学及物理化学法·····	190
第六节	有机废水的生物化学处理法·····	216
第七节	有色冶金工业废水处理系统·····	219
第八章	有色冶金固体废物的处理与利用·····	223
第一节	处理原则与综合利用的意义·····	223
第二节	固体废物的处理与利用方法·····	224
第三节	固体废物的最终处置·····	231
主要参考文献·····		235

第一章 绪 论

第一节 人 类 环 境

一、自然环境

环境总是相对于某项中心事物而言。对人类来说，中心事物是人，环境指的就是人类生存的环境。

人类环境可分为社会环境和自然环境。社会环境是指人们生活的社会经济制度和上层建筑的环境条件，如构成社会的经济基础及其相应的政治、法律、宗教、艺术、哲学的观点和机构，以及人类的定居，人类社会发展各阶段的情况，城市的建设等均属社会环境的内容。它是人类在物质资料生产过程中，共同进行生产而结合起来的生产关系的总和。每个人都不能离开社会而单独生活，就是指人类生活在社会环境之中。环境科学所讨论的环境问题，主要指的是自然环境。所谓自然环境就是围绕在人类周围的各种自然因素的总和。这些自然因素包括大气、水、土壤、生物、各种矿物资源，等等。自然环境是人类赖以生存和发展的物质基础。在自然环境中，生息着大约二百多万种生物，它们都直接或间接地依靠阳光、空气、水和土壤中的营养物质等生存和发展着。在自然地理学上，把这些构成自然环境总体的因素，划分为大气圈、水圈、生物圈和岩石圈(包括土壤)等四个自然圈。

繁衍着生命的五亿多平方公里的地球表层叫做“生物圈”。生物圈是地球表面全部有机体及与之发生相互作用的物理环境的总称。它的范围包括从海面以下约十一公里太平洋最深处，到地平面以上约十公里，即大气圈下层和岩石圈上层以及整个水圈。

自然环境是一个自然的、历史的、有机的综合体。自然环境虽然被人为地划分为几个圈，但自然界中各种因素总是经常地、

大量地进行着物质交换。例如，海洋、湖泊、河流和大地的水，通过蒸发进入大气层，然后冷凝降雨又回到地面，再流入江河湖海。这种物质的迁移转化，决定了自然环境的不可分割性，在大气圈、水圈、岩石圈和生物圈之间，没有明显的界面。特别是生物圈，它是交织在大气、水和岩石圈内，没有一个独立的空間位置。总之，各圈层间并没有严格的界限，而是互相渗透、互相影响并紧密相联的。之所以把自然环境划分为几种自然圈，主要是在科学技术上为了便于研究。在研究环境问题时，必须注意自然环境的整体。

二、人类与自然环境的关系

人类依赖环境而生存，而人类又能动地利用和改造着周围的自然环境。动物的活动也改变外部自然界，但动物影响周围的环境是本能的、无意识的。而人就不同了，人改变自然界为自己服务。自有了人类以来，人类控制和支配自然界的能力不断增强。如洪水，在古代是没有办法治理的，而现在人们不但能治理，还能利用它来发电和灌溉。人类就是在同各种自然条件的斗争中，逐步认识了自然的规律，从而采取措施使自然环境不断地改变。

随着人类生产活动的扩大和发展，大量埋在地下深处的矿物、能源不断被开发，自然植被逐渐被人工植被所代替，有的动、植物品种有意或无意地被消灭了。大量的新的动、植物品种又不断地培养出来，新型的人工合成化学物质不断出现，新产品、新工艺层出不穷，使用大量化肥，大修农田水利……，这在许多方面改变了自然的面貌，战胜了大自然。

然而，正如恩格斯曾指出：我们不要过分陶醉于我们对自然界的胜利。对于每一次这样的胜利，自然界都报复了我们。每一次胜利，在第一步都确实取得了我们预期的结果，但是在第二步和第三步却有了完全不同的、出乎预料的影响，常常把第一个结果又取消了。这是因为自然环境是一个历史自然体，这个自然体在漫长的发展过程中形成了一定的结构。在它的各结构单元之间和各组成要素之间，逐渐建立了一个动态平衡的联系。人类活动

打破了它们之间的平衡关系，将会产生一系列的影响。如果破坏了某地的森林或草原，改变了某地的植被状况，必然会引起一系列的连锁反应，即改变那里的气候、水文、土壤、地貌等地理因素，从而调整了它们之间物质和能量交换过程，以建立新的平衡关系。

在人和环境之间长期发展的过程中，建立了一定的辩证关系。在长期的适应过程中，人类通过新陈代谢与周围环境进行物

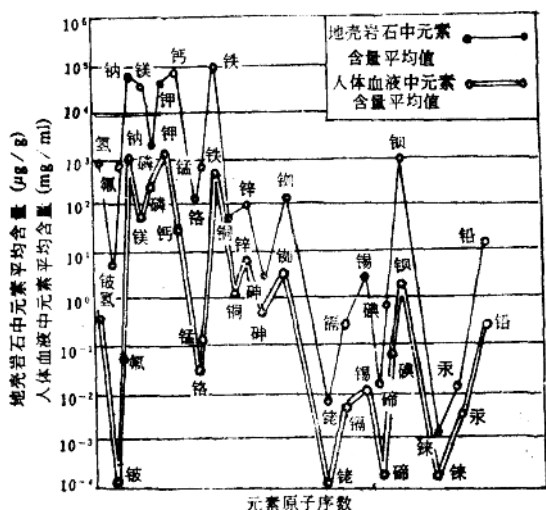


图 1-1 人体血液和地壳中元素含量的相关性

质交换，使体内各种化学元素的平均含量与地壳中各种化学元素的平均含量相适应。例如人身体血液中60多种化学元素的含量和岩石中这些元素的含量分布规律是一致的，它们之间有明显的相关性（见图1-1）。

人和环境都是物质组成的，而物质的基本单元就是化学元素。可见化学元素是把人和环境联系起来的基本因素。自然界是不断变化的，人体总是从内部调节自己的适应性来与不断变化的

地壳物质保持平衡关系。然而，人和其它自然体不同，人类不仅能适应环境，保护自己，而且有能力改造环境以适应自己的需要。总之，人与环境之间的关系不容忽视，否则将给人类的生存造成极大的危害。

三、环境概念

这里所说的环境是指人类生存的环境，它不同于原始的自然环境，而是在历史发展过程中，经人类改造过的自然环境。也就是说，环境是环绕于人类周围的所有社会因素、生物因素、化学因素和物理因素的总和。

由于历史的演变，人类在自然环境中实践的结果，自然环境的面貌大部分已不是原始状态，已经有了很大的变化。因此，又可将环境区分为以下两种：

1. 原生环境（第一环境） 指保持原始特点的环境；

2. 次生环境（第二环境） 指在人类活动影响下已改变了的环境。环境保护所涉及的主要内容是指次生环境。

以法律条文加以确定的必须保护的“环境”，在《中华人民共和国环境保护法》中明确指出：“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、风景游览区、温泉、疗养区、自然保护区、生活居住区等。”这是环境保护法所规定的内容。但就当前科学技术发展的水平，人类影响所及的范围还要大得多。总之，可将环境定义为，作用于人类这一客体的所有外界影响与力量的总和。

第二节 环 境 科 学

一、环境科学的产生与发展

人类在与自然界的斗争中，通过劳动，一方面不断地改造自然，使人类的生产和生活条件不断地得到改善；另一方面，由于工业的迅速发展，再加之人们的认识能力以及科学技术水平的限制，同时也带来对环境的污染与破坏。尤其是十八世纪产业革命之后，工业更发展，人口日愈集中，环境污染与衰退也愈加严

重。到20世纪，由于社会经济高速发展，环境污染更构成了社会公害问题，使人类的生存和发展受到更大的威胁。世界上工业发达国家的环境污染大致可分为三个阶段：18和19世纪为第一阶段，主要是煤烟尘和二氧化硫造成的空气污染和由矿冶、制碱等无机化学工业排放的水体污染物造成水污染；第二阶段是本世纪20年代到40年代，其特点是石油在燃料构成中的比例上升，占总能耗的25.5%，因而不仪石油工业，而且以石油为原料的有机合成工业，如塑料、化纤、合成橡胶等“三废”排放量增加，同时煤耗量继续增大，由烧煤和石油产生的烟气和二氧化硫数量也增加；第三阶段是50年代至70年代中期，不但工业“三废”排放量愈来愈多，而且出现许多新的污染源和污染物，如噪声、放射性污染、各种垃圾、以及造成迟发性公害病的重金属镉、汞、铅等，可以说，这一时期是工业发达国家公害的泛滥时期。表1-1列举了近代世界公害事件的几个突出例子。

我国的环境污染和自然资源破坏的情况也是相当严重的。例如上海1978年，因环境污染问题迫使工厂停产事件达25起，1979年增加到80起，共损失产值3000万元左右。曾对57个城市调查统计结果表明，空气污染方面，飘尘都超标，超标三倍以上的城市有28个；二氧化硫的年排放量已达1500万吨以上，成为世界上排放量最多的国家之一。水体污染方面，地下水硬度增高和水位下降已成为大城市的普遍现象，水资源紧张严重影响生产发展。据有关资料记载，我国54条主要河流，有27条被污染。44个城市中有41个城市地下水受污染。全国日排放工业废水和生活污水7800多万吨，其中90%以上未经处理，一吨污水可污染十几倍的天然水。可见水体受污染之严重。

随着社会生产力的发展、生产方式的演变和工艺技术的提高，环境污染日愈严重，人类和环境之间的矛盾越来越显著。人类对自然环境的认识日愈深化，不得不进行环境保护工作。随着环境保护工作的开展，发展了研究环境质量及其保护的科学。环境科学就是在生产斗争与发展中产生的。它是20世纪50年代从局

表 1-1 国外八大公害事件

公害事件名称	公害污染物	公害发生地	公害发生时间	中毒情况	中毒症状	致害原因	公害成因
马斯河谷烟雾事件	烟尘 SO ₂	比利时马斯河谷(长24公里,两侧山高约900米)	1930年12月(1911年发生过但无死亡)	几千人发病,六十人死亡	咳嗽、呼吸短促、流泪、喉痛、恶心、呕吐、胸口窒闷	SO ₂ 和MeO微粒作用下,SO ₂ →SO ₃ 气进入肺部	1.山谷中工厂多 2.遇逆温天气 3.工业污染物积聚 4.遇雾日
多诺拉烟雾事件	烟尘 SO ₂	美国多诺拉(马蹄形河弯,两边山高120米)	1948年10月	四天内约6000人患病(占42%) 17人死亡	咳嗽、喉痛、胸闷、呕吐、腹泻	SO ₂ 与烟尘作用生成硫酸盐,吸入肺部	1.工厂多 2.遇雾天 3.遇逆温天气
伦敦烟雾事件	烟尘 SO ₂	英国伦敦	1942年12月	五天内四千人死亡,历年发生12起,死亡近万人	胸闷、咳嗽、喉痛、呕吐	粉尘中的Fe ₂ O ₃ 使SO ₂ 变成硫酸液,附着在烟尘上,吸入肺部	1.烧含硫量高的煤取暖,排出大量SO ₂ 及烟尘 2.遇逆温天气
洛杉矶光化学烟雾事件	光化学烟雾	美国洛杉矶	1943年5月到10月	大多数居民患病,65岁以上老人死亡400人	刺激眼、喉、鼻,引起眼病,咽喉炎	石油工业和汽车废气在紫外线作用下生成光化学烟雾	大量汽车耗汽油六百万加仑,每天一千多吨碳氢化合物进入大气。再加之三面环山,市区空气水平流动缓慢
水俣事件	甲基汞	日本九州南部熊本县水俣镇	1953年(1972年统计)	水俣镇病者一百八十多人,死亡五十多人	口齿不清,步态不稳,面部痴呆,耳聋眼瞎,全身麻木,最后神经失常	甲基汞被鱼吃后,人食中毒的鱼而生病死亡	氮肥生产中,采用氯化汞和硫酸汞作催化剂,含甲基汞毒水和废渣排入水体

续表 1-1

公害事件名称	公害污染物	公害发生地	公害发生时间	中毒情况	中毒症状	致病原因	公害成因
富山事件 (骨痛病)	镉	日本富山县后藤至延到群马县一带	1931年至1972年3月	患者超过二百八十人,死亡三十四人	关节痛、神经痛、全身骨痛、骨骼软化萎缩,自然骨折,饮食不进,在剧烈疼痛中死去	饮用含镉的水,食用含镉的米	炼锌厂含镉废水未经处理,排入水体
四日事件 (哮喘病)	二氧化硅、煤尘、含重金属粉尘	日本四日市,后蔓延到几个城市	1955年以来	患者五百多人,有二十六人在气喘病折磨中死去	支气管炎、支气管哮喘、肺气肿	含重金属微粒及二氧化硫、硫化物吸入肺部	工厂排放大量煤尘和含重金属粉尘
米糠油事件	多氯联苯	日本九州爱知县等二十三个府县	1968年	患者五千多人,死亡十六人。实际受害者超过一万人	眼皮肿,常出汗,全身起红疹,严重者呕吐恶心,肝肾功能下降,肌肉痛,咳嗽不止,甚至死亡	食用含多氯联苯的米糠油所致	米糠油生产中,用多氯联苯作载热体,因管理不善,毒物进入米糠油中

部的、不系统的环境保护工作和个别的环境研究开始,到70年代初成为一门独立的、内容丰富的、领域广泛的新兴学科。它的产生不仅发展和丰富了自然科学,同时其它各门学科也向环境科学渗透,丰富和充实了它的内容。环境科学的发展,也有力地促进了环境保护工作的开展。

环境科学是研究由于人类活动所引起的环境质量的变化及环境保护与改善的科学。它的领域十分广阔,是一门综合性很强的学科,不仅包括各种自然因素,也包括一定的社会因素。它是生态学为基础理论,充分利用化学、生物学、物理学、数学、地

学（包括气象学、地质学、地理学、土壤学等）、医学、工程学等各个领域的科学知识和技术，对人类活动引起的空气、水、土地、生物环境的问题，进行系统研究的科学。

环境科学的产生，改变了那种学科间互不联系或者联系松驰的状态，促进了各个学科间的结合。例如医学和地学，医学过去是研究人体健康的科学，地学是研究地球的科学，二者互不相干。但通过对地方性疾病的研究，通过对当前尚未探明其病因，但又在发病上有地区差别的癌症、冠心病等的研究，使这两门最古老的学科在新的基础上结合起来了。有人认为，第二次世界大战后，医学科学的一个重大突破，就是医学和地学的结合。因而诞生了一门新的环境医学。

同时，环境科学与各门学科相互渗透，出现了一些新的分支学科。如自然界中各种金属元素、非金属元素、各种无机和有机化合物的运动，遵循着一定的地球化学规律，地球化学就是研究各种元素在地球（目前主要指地壳）中运动、分布、富集规律的科学。而环境污染从地球化学角度来看，无非是一些由于人类活动排放的元素和化合物迭加在自然界物质运动中去，这就使环境科学和地球化学密切结合起来，从而产生一门新的分支学科——环境地球化学。

二、环境科学的研究对象与任务

“人与环境”所构成的体系，我们称之为“人类-环境”系统。它是一个以人类为中心的生态系统。环境科学就是以这个系统为对象，研究其发生、发展、预测、调控以及改造和利用的科学。

环境科学的基本任务是，揭示“人类-环境”这对特殊矛盾的实质，研究人类与生存环境之间的关系，掌握它的发生发展规律，调节人类与环境之间物质和能量交换过程，寻求解决矛盾的途径方法，它兼有认识和改造环境的双重任务。

三、环境科学的内容与分类

环境科学是一门新兴的、正在发展中的从多学科到跨学科的

庞大科学体系。尽管各国对环境科学的研究范围不大相同,但当前的研究重点都是,认识污染物质在环境中的运动规律及其引起的环境质量变化,污染物的生物效应和对人体健康的影响,以及控制和改善环境的原理、方法和技术。环境科学是围绕着保护和改善环境的需要而产生的。它既为生产建设服务,又为保护环境服务,它不但涉及自然因素,也涉及社会因素,其研究范围很广泛。但目前环境科学正处于初期发展阶段,尚未完全定型,难于将其严密分类。一般来说,环境科学可初步划分为:

1. 环境社会科学 如环境发展史,环境污染史,环境政治经济学,环境规划和管理等。

2. 环境地学 如环境地理学,环境地质学,环境海洋学,环境地球化学,环境大气学等。

3. 环境生物学和医学 如生态学,环境水生物学,环境微生物学,环境生理学,环境卫生学,环境毒理学等。

4. 环境化学 如环境分析化学,环境工程化学,用水废水化学,大气污染化学,土壤污染化学等。

5. 环境物理学 如辐射生物学,辐射医学,环境声学等。

6. 环境工程学 如水污染控制工程,给水及废水处理,大气污染控制工程,空气调节,除尘技术,三废综合利用和处理等。

上述环境科学的各门学科中,又各有其分支学科相互交叉和渗透。例如环境化学要得到发展,就有赖于化学工作者对污染造成的自然环境的危害了解的深度和广度,使环境化学真正成为研究环境的化学。当代的许多实际问题和理论问题,如化学污染的致癌原因与机理,结构与毒性的相关性,都要求环境化学与环境生物学、环境医学更紧密的结合。另外,由于扩大了环境地学研究范围,使研究次生环境与原生环境更紧密地结合,从而把工业发展中所影响的环境质量变化同自然环境密切联系起来。科学技术的发展,必将影响环境科学技术的发展,无疑,环境科学的发展,也必将发挥其对社会生产和现代科学技术的巨大推动作用。

第三节 环境保护与有色冶金环境保护

一、环境保护的内容

中华人民共和国环境保护法中明确规定，环境保护包括“保护自然环境”与“防治污染和其它公害”。除包括“三废”的治理外，其它如对城市改造和新建城市作出环境影响评价。以及噪声控制的建筑布局。在兴修大型水利工程时也要进行环境影响评价。还有对整个城市进行区域污染综合防治等等。环境保护工作是一项范围广阔综合性很强的工作。概括起来是，运用现代环境科学的理论和方法，在更好的利用自然资源发展生产的同时，深入认识和掌握污染与破坏环境的根源与危害，有计划的保护环境，预防环境质量的恶化，控制环境污染，促进人类与环境协调发展，以不断提高人类的环境质量与生活质量，造福人民，贻惠于子孙后代。

二、环境保护的重要性

1. 环境是人类生存的物质基础 多年的实践证明，人类改造自然，发展生产以满足人类的基本需要，同时必须注意自然界的报复，发展生产给包括人类在内的整个生态系统所带来的影响，不能超过某一个限度。环境保护工作就是要明确提出这一限度，通过宣传教育，使大家认识这一限度，以政策法律形式作出具体规定，并尽力实施这些规定，否则人类的生存环境就会遭到破坏。

2. 随着生产力的发展，保护和改善环境就成为再生产的必要条件。发达的国家已走过的道路证明，没有一个清洁的适于人类生存发展的环境也就没有现代化。

3. 环境污染的远期影响 不仅是致癌，而且通过胎盘危及胎儿，以致引起染色体畸变和遗传基因退化。这不只是第二代、第三代的问题，若造成基因库退化，使人类的质量退化，将贻害子孙后代，造成无可挽回的损失。

4. 自然资源的破坏 自然环境的破坏，几十年，上百年才