



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

环境化学

新世纪高职高专教材编审委员会 组编
主 编 展惠英



大连理工大学出版社



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

环境化学

新世纪高职高专教材编审委员会 组编

主 编 展惠英

副主编 徐春霞 王进喜 周秀英



大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

环境化学 / 展惠英主编. — 大连 : 大连理工大学出版社, 2015. 6

新世纪高职高专环境类课程规划教材

ISBN 978-7-5611-8923-8

I. ①环… II. ①展… III. ①环境化学—高等职业教
—教材 IV. ①X13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 035316 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84708943 传真:0411-84701466

E-mail:dutp@dutp.cn URL:http://www.dutp.cn

大连日升彩色印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm
2015 年 6 月第 1 版

印张:13 字数:300 千字
2015 年 6 月第 1 次印刷

责任编辑:雷春雨

责任校对:罗新星

封面设计:张莹

ISBN 978-7-5611-8923-8

定 价:28.00 元

我们已经进入了一个新的充满机遇与挑战的时代,我们已经跨入了 21 世纪的门槛。

20 世纪与 21 世纪之交的中国,高等教育体制正经历着一场缓慢而深刻的革命,我们正在对传统的普通高等教育的培养目标与社会发展的现实需要不相适应的现状作历史性的反思与变革的尝试。

20 世纪最后的几年里,高等职业教育的迅速崛起,是影响高等教育体制变革的一件大事。在短短的几年时间里,普通中专教育、普通高专教育全面转轨,以高等职业教育为主导的各种形式的培养应用型人才的教育发展到与普通高等教育等量齐观的地步,其来势之迅猛,发人深思。

无论是正在缓慢变革着的普通高等教育,还是迅速推进着的培养应用型人才的高职教育,都向我们提出了一个同样的严肃问题:中国的高等教育为谁服务,是为教育发展自身,还是为包括教育在内的大千社会?答案肯定而且唯一,那就是教育也置身其中的现实社会。

由此又引发出高等教育的目的问题。既然教育必须服务于社会,它就必须按照不同领域的社会需要来完成自己的教育过程。换言之,教育资源必须按照社会划分的各个专业(行业)领域(岗位群)的需要实施配置,这就是我们长期以来明乎其理而疏于力行的学以致用问题,这就是我们长期以来未能给予足够关注的教育目的问题。

众所周知,整个社会由其发展所需要的不同部门构成,包括公共管理部门如国家机构、基础建设部门如教育研究机构和各种实业部门如工业部门、商业部门,等等。每一个部门又可作更为具体的划分,直至同它所需要的各种专门人才相对应。教育如果不能按照实际需要完成各种专门人才培养的目标,就不能很好地完成社会分工所赋予它的使命,而教育作为社会分工的一种独立存在就应受到质疑(在市场经济条件下尤其如此)。可以断言,按照社会的各种不同需要培养各种直接有用人才,是教育体制变革的终极目的。



随着教育体制变革的进一步深入,高等院校的设置是否会同社会对人才类型的不同需要一一对应,我们姑且不论,但高等教育走应用型人才培养的道路和走研究型(也是一种特殊应用)人才培养的道路,学生们根据自己的偏好各取所需,始终是一个理性运行的社会状态下高等教育正常发展的途径。

高等职业教育的崛起,既是高等教育体制变革的结果,也是高等教育体制变革的一个阶段性表征。它的进一步发展,必将极大地推进中国教育体制变革的进程。作为一种应用型人才培养的教育,它从专科层次起步,进而应用本科教育、应用硕士教育、应用博士教育……当应用型人才培养的渠道贯通之时,也许就是我们迎接中国教育体制变革的成功之日。从这一意义上说,高等职业教育的崛起,正是在为必然会取得最后成功的教育体制变革奠基。

高等职业教育还刚刚开始自己发展道路的探索过程,它要全面达到应用型人才培养的正常理性发展状态,直至可以和现存的(同时也正处在变革分化过程中的)研究型人才培养的教育并驾齐驱,还需要假以时日;还需要政府教育主管部门的大力推进,需要人才需求市场的进一步完善发育,尤其需要高职教学单位及其直接相关部门肯于做长期的坚忍不拔的努力。新世纪高职高专教材编审委员会就是由全国 100 余所高职高专院校和出版单位组成的、旨在以推动高职高专教材建设来推进高等职业教育这一变革过程的联盟共同体。

在宏观层面上,这个联盟始终会以推动高职高专教材的特色建设为己任,始终会从高职高专教学单位实际教学需要出发,以其对高职教育发展的前瞻性的总体把握,以其纵览全国高职高专教材市场需求的广阔视野,以其创新的理念与创新的运作模式,通过不断深化的教材建设过程,总结高职高专教学成果,探索高职高专教材建设规律。

在微观层面上,我们将充分依托众多高职高专院校联盟的互补优势和丰裕的人才资源优势,从每一个专业领域、每一种教材入手,突破传统的片面追求理论体系严整性的意识限制,努力凸现高职教育职业能力培养的本质特征,在不断构建特色教材建设体系的过程中,逐步形成自己的品牌优势。

新世纪高职高专教材编审委员会在推进高职高专教材建设事业的过程中,始终得到了各级教育主管部门以及各相关院校相关部门的热忱支持和积极参与,对此我们谨致深深谢意,也希望一切关注、参与高职教育发展的同道朋友,在共同推动高职教育发展、进而推动高等教育体制变革的进程中,和我们携手并肩,共同担负起这一具有开拓性挑战意义的历史重任。

新世纪高职高专教材编审委员会

2001 年 8 月 18 日

前言

《环境化学》是“十二五”职业教育国家规划教材,也是新世纪高职高专教材编审委员会组编的环境类课程规划教材之一。

环境化学成为环境科学领域中的一项重要分支学科大约始于20世纪70年代初。环境化学主要研究在资源利用过程中产生的危及环境质量的诸多化学污染物的化学行为。随着环境污染事件的增加和人们环境保护意识的提高,编写一部立足实用、强化能力、注重实践的《环境化学》教材,培养高素质的环境保护应用型人才,是环境保护的要求,也是高等职业教育的要求。在编写过程中,教材内容选取力求符合我国环境科学教育及非环境专业的高等职业院校学生的教学要求,坚持理论与实践相结合,注重使教材特点和教学对象需求相统一。

本教材具有以下特点:

1. 案例教学。采用典型案例充实教材教学内容是改进环境化学课教学的有效方法之一。根据教学内容,将世界上发生的一些重大环境污染事件作为案例进行剖析,有助于激发学生学习的兴趣。

2. 注重理论联系实际。本教材共分六个模块,具体内容包括绪论、大气环境化学、水环境化学、土壤环境化学、生物环境化学、环境化学研究方法与实验。各模块重点突出,尽可能既从理论上阐述机理,又介绍具有实用性的应用。

3. 热点问题探讨。例如,1999年各国开始广泛研究境内内分泌干扰物和持久性有机污染物,这些物质会影响生物的内分泌系统,并可能致癌、致畸、致基因突变,我们在教材中引入了这些热点问题的介绍。

4. 介绍相关的前沿知识。近年来环境化学模拟实验技术有较大的发展,本教材讲解了模拟实验的操作知识。

本教材由兰州文理学院展惠英任主编,河北农业大学海洋学院徐春霞、兰州文理学院王进喜、甘肃农业职业技术



学院周秀英任副主编,兰州文理学院魏惠荣、青岛理工大学(临沂)荆龙参与了教材的编写。具体编写分工如下:展惠英、荆龙编写模块一,展惠英编写模块二,徐春霞编写模块三,王进喜编写模块四,周秀英编写模块五,魏惠荣编写模块六,展惠英负责审校定稿。

在编写本教材的过程中,得到了大连理工大学出版社的大力支持和热情帮助,编者在此深表衷心感谢。

近年来,环境化学学科取得了长足的发展。环境化学的原理不断完善,新的观点和新的研究成果也不断出现。限于学识和文字水平,教材中难免存在疏漏之处,恳请读者不吝指正。

编者

2015年6月

所有意见和建议请发往:dutpgz@163.com

欢迎访问教材服务网站:<http://www.dutpbook.com>

联系电话:0411-84706671 84707492

目 录

模块一 绪 论	1
1.1 环境与环境污染	4
1.2 环境化学	8
1.3 环境污染物	12
思考与练习	15
模块二 大气环境化学	16
学习情景一:工业城市污染案例及分析	16
【任务清单】	34
【能力拓展】	34
学习情景二:大气污染物	34
【任务清单】	64
【能力拓展】	64
学习情景三:室内环境污染物	64
【任务清单】	70
【能力拓展】	70
思考与练习	70
模块三 水环境化学	71
学习情景一:地球上的水资源及水环境化学基础知识	71
【任务清单】	90
【能力拓展】	90
学习情景二:水环境污染及主要污染物的迁移转化	90
【任务清单】	107
【能力拓展】	107
学习情景三:水体富营养化	107
【任务清单】	113
【能力拓展】	113
思考与练习	113

模块四 土壤环境化学	115
学习情境一:土壤环境污染	115
【任务清单】	125
【能力拓展】	125
学习情境二:土壤重金属污染	125
【任务清单】	134
【能力拓展】	135
学习情境三:土壤农药污染	135
【任务清单】	143
【能力拓展】	143
【知识拓展】	143
思考与练习	148
模块五 生物环境化学	149
学习情境一:生物圈	149
【任务清单】	161
【能力拓展】	161
学习情境二:环境激素对生物体的危害	162
【任务清单】	170
【能力拓展】	170
学习情境三:污染物在物体内的变化过程	171
【任务清单】	176
【能力拓展】	178
思考与练习	178
模块六 环境化学研究方法实验	179
6.1 环境化学的研究方法	179
6.2 环境化学的化学分析和仪器分析研究方法	183
6.3 环境化学图示研究方法	184
6.4 环境化学实验	186
思考与练习	199
参考文献	200

模块一

绪 论

教学目标

1. 了解环境问题的发生发展;
2. 了解我们所面临的环境问题;
3. 理解人与环境的关系;
4. 掌握环境化学及其主要内容;
5. 掌握环境化学的研究方法及发展趋势。

目前,已经威胁人类生存并已被人类认识到的环境问题主要有全球变暖、臭氧层破坏、酸雨、淡水资源危机、资源和能源短缺、森林锐减、土地荒漠化、物种加速灭绝、垃圾成灾、有毒化学品污染等众多方面。

1. 全球变暖

全球变暖是指全球气温升高。近 100 多年来,全球平均气温经历了冷—暖—冷—暖两次波动,总体看为上升趋势。进入 20 世纪 80 年代后,全球气温明显上升。1981~1990 年全球平均气温比 100 年前上升了 0.48°C 。导致全球变暖的主要原因是人类在近一个世纪以来大量使用矿物燃料(如煤、石油等),排放出大量的 CO_2 等多种温室气体。由于这些温室气体对来自太阳辐射的短波具有高度的透过性,而对地球反射出来的长波辐射具有高度的吸收性,也就是常说的温室效应,导致全球气候变暖。全球变暖的后果,会使全球降水量重新分配,冰川和冻土消融,海平面上升等,既危害自然生态系统的平衡,更威胁人类的食物供应和居住环境。

2. 臭氧层破坏

在地球大气层近地面 20~30 公里的平流层里存在着一个臭氧层,其中臭氧含量占这一高度气体总量的十万分之一。臭氧含量虽然极微,却具有强烈的吸收紫外线的功能,因此,它能挡住太阳紫外辐射对地球生物的伤害,保护地球上的一切生命。然而人类生产和生活所排放出的一些污染物,如冰箱空调等设备制冷剂的氟氯烃类化合物以及其他用途的氟溴烃类化合物,它们受到紫外线的照射后可被激化,形成活性很强的原子与臭氧层的臭氧(O_3)作用,使其变成氧分子(O_2),这种作用连锁般地发生,臭氧迅速耗减,使臭氧层遭到破坏。南极的臭氧层空洞,就是臭氧层破坏的一个最显著的标志。到 1994 年,南极上空的臭氧层破坏面积已达 2400 万平方公里。南极上空的臭氧层是在 20 亿年里形成

的,可是在一个世纪里就被破坏了 60%。北半球上空的臭氧层也比以往任何时候都薄,欧洲和北美上空的臭氧层平均减少了 10%~15%,西伯利亚上空甚至减少了 35%。因此科学家警告说,地球上空臭氧层破坏的程度远比一般人想象的要严重得多。

3. 酸雨

酸雨是由空气中二氧化硫(SO_2)和氮氧化物(NO_x)等酸性污染物引起的 pH 小于 5.6 的酸性降水。受酸雨危害的地区,出现了土壤和湖泊酸化,植被和生态系统遭受破坏,建筑材料、金属结构和文物被腐蚀等一系列严重的环境问题。酸雨在 20 世纪五六十年代最早出现于北欧及中欧,当时北欧的酸雨是欧洲中部工业酸性废气迁移所致。20 世纪 70 年代以来,许多工业化国家采取各种措施防治城市和工业的大气污染,其中一个重要的措施是增加烟囱的高度,这一措施虽然有效地改变了排放地区的大气环境质量,但大气污染物远距离迁移的问题却更加严重,污染物越过国界进入邻国,甚至飘浮很远的距离,形成了更广泛的跨国酸雨。此外,全世界使用矿物燃料的量有增无减,也使得受酸雨危害的地区进一步扩大。全球受酸雨危害严重的有欧洲、北美及东亚地区。我国在 20 世纪 80 年代,酸雨主要发生在西南地区,到 20 世纪 90 年代中期,已发展到长江以南、青藏高原以东及四川盆地的广大地区。

4. 淡水资源危机

地球表面虽然 2/3 被水覆盖,但是 97% 为无法饮用的海水,只有不到 3% 是淡水,其中又有 2% 封存于极地冰川之中。在仅有的 1% 淡水中,25% 为工业用水,70% 为农业用水,只有很少的一部分可供饮用和其他生活用途。然而,在这样一个缺水的世界里,水却被大量滥用、浪费和污染。加之区域分布不均匀,致使世界上缺水现象十分普遍,全球淡水危机日趋严重。目前世界上 100 多个国家和地区缺水,其中 28 个被列为严重缺水的国家和地区。预测再过 20~30 年,严重缺水的国家和地区将达 46~52 个,缺水人口将达 28 亿~33 亿人。一些河流和湖泊的枯竭,地下水的耗尽和湿地的消失,不仅给人类生存带来严重威胁,而且许多生物也正随着人类生产和生活造成的河流改道、湿地干化和生态环境恶化而灭绝。不少大河如美国的科罗拉多河、中国的黄河都已雄风不再,昔日“奔流到海不复回”的壮丽景象已成为历史的记忆。

5. 资源和能源短缺

当前,世界上资源和能源短缺问题已经在大多数国家甚至全球范围内出现。这种现象的出现,主要是人类无计划、不合理地大规模开采所致。在新能源(如太阳能、快中子反应堆电站、核聚变电站等)开发利用尚未取得较大突破之前,世界能源供应将日趋紧张。此外,其他不可再生性矿产资源的储量也在日益减少,这些资源终究会被消耗殆尽。

6. 森林锐减

森林是人类赖以生存的生态系统中的一个重要的组成部分。地球上曾经有 76 亿公顷的森林,到 1976 年已经减少到 28 亿公顷。由于世界人口的增长,对耕地、牧场、木材的需求量日益增加,导致对森林的过度采伐和开垦,使森林受到前所未有的破坏。据统计,全世界每年约有 1200 万公顷的森林消失,其中绝大多数是对全球生态平衡至关重要的热带雨林。对热带雨林的破坏主要发生在热带地区的发展中国家,尤以巴西的亚马孙情况最为严重。亚马孙森林居世界热带雨林之首,但是,到 20 世纪 90 年代初期这一地区的森

林覆盖率比原来减少了 11%，相当于 70 万平方公里，平均每 5 秒钟就有差不多一个足球场大小的森林消失。此外，在亚太地区、非洲的热带雨林也在遭到破坏。

7. 土地荒漠化

简单地讲土地荒漠化就是指土地退化。1992 年联合国环境与发展大会对荒漠化的概念作了这样的定义：“荒漠化是由于气候变化和人类不合理的经济活动等因素，使干旱、半干旱和具有干旱灾害的半湿润地区的土地发生了退化。”1996 年 6 月 17 日第二个世界防治荒漠化和干旱日，联合国防治荒漠化公约秘书处发表公报指出：当前世界荒漠化现象仍在加剧。全球现有 12 亿多人受到荒漠化的直接威胁，其中有 1.35 亿人在短期内有失去土地的危险。到 1996 年为止，全球荒漠化的土地已达到 3600 万平方公里，占到整个地球陆地面积的 1/4，相当于俄罗斯、加拿大、中国和美国国土面积的总和。全世界受荒漠化影响的国家有 100 多个，尽管各国人民都在进行着同荒漠化的抗争，但荒漠化却以每年 5 万~7 万平方公里的速度扩大，相当于爱尔兰的面积。到 20 世纪末，全球将损失约 1/3 的耕地。在人类当今诸多的环境问题中，荒漠化是最为严重的灾难之一。

8. 物种加速灭绝

物种就是指生物种类。现今地球上生存着 500 万~1000 万种生物。一般来说物种灭绝速度与物种生成速度应是平衡的。但是，由于人类活动破坏了这种平衡，使物种灭绝速度加快，而且灭绝速度越来越快。世界野生生物基金会发出警告：20 世纪鸟类每年灭绝一种，在热带雨林，每天至少灭绝一个物种。物种灭绝将对整个地球的食物供给带来威胁，对人类社会带来的损失和影响是难以预料和挽回的。

9. 垃圾成灾

全球每年产生垃圾近 100 亿吨，而且处理垃圾的能力远远赶不上垃圾增加的速度，特别是一些发达国家，已处于垃圾危机之中。美国素有垃圾大国之称，其生活垃圾主要靠表土掩埋。过去几十年内，美国已经使用了一半以上可填埋垃圾的土地，30 年后，剩余的这种土地也将全部用完。我国的垃圾排放量也相当可观，在许多城市周围，排满了一座座垃圾山，除了占用大量土地外，还污染环境。危险垃圾，特别是有毒、有害垃圾的处理问题（包括运送、存放），因其造成的危害更为严重、产生的危害更为深远，而成了当今世界各国面临的一个十分棘手的环境问题。

10. 有毒化学品污染

市场上有 7 万~8 万种化学品。对人体健康和生态环境有危害的约有 3.5 万种。其中有致癌、致畸、致突变作用的约 500 余种。随着工农业生产的发展，如今每年又有 1000~2000 种新的化学品投入市场。由于化学品的广泛使用，全球的大气、水体、土壤乃至生物都受到了不同程度的污染、毒害，连南极的企鹅也未能幸免。自 20 世纪 50 年代以来，涉及有毒有害化学品的污染事件日益增多，如果不采取有效防治措施，将对人类和动植物造成严重的危害。

人类当今面临的最严峻的挑战之一，是保护和恢复已经严重退化而且还在日益退化的环境。环境退化的一个标志就是普遍的空气污染、水污染和土壤污染。人为造成的大规模环境灾害不断发生，有的已发展成为危及人类生存与发展的全球性问题，例如臭氧层破坏和温室效应。从七八百年前因人类使用煤产生的空气污染，发展到当代面向 21 世纪

多方面的全球环境问题,无不与化学学科密切相关。所以,如何阐明人类普遍关注的环境问题的化学机制并为解决这些问题提供科学依据,已成为化学家义不容辞的责任。环境化学就是在此基础上,在近 20 年来发展起来的一门独立的学科。

本部分主要简介了环境、环境问题及环境污染的产生,同时介绍了环境化学的形成与发展,它的研究内容、分支、特点以及研究动态等。

1.1 环境与环境污染

(一) 环境

什么叫“环境”呢?环境是相对于中心事物而言的,与某一中心事物有关的周围事物就叫做中心事物的环境。一般认为环境包括了已经为人类所认识的、直接或间接影响人类生存和发展的物理世界的所有事物。这里包括自然环境和社会环境两个方面。本书所讨论的环境,主要指自然环境。

自然环境是一个复杂多变的体系,具有因素多、层次多和各系统交错联系多的特点。研究环境问题必须从整体出发,若只看一点,不顾其余,就会造成重大损失。如毁林开荒会造成水土流失,围湖造田会影响气候变迁等。

动物通过新陈代谢和呼吸作用与周围环境进行物质交换和能量交换,植物通过光合作用,吸气吐氧,也与周围环境进行物质和能量交换,生物是环境的产物,并每时每刻都受到环境的影响。实验表明,人体血液中的组成元素及其含量,同地壳中的化学元素及其丰度之间具有明显的相关性。地壳中丰度大的元素,在血液中浓度也大;地壳中丰度小的元素,在血液中含量也少。对人体有害有毒的元素在地壳中的丰度极小。当然,这种相关性不应是也不可能是同步的。因为在人类和地球的长期演变过程中,一定包含着量变和质变,一定会有发展、有异化、有飞跃,生物和人类实际上都是地球环境演变到一定阶段的产物。生命对不同化学元素的需求量,正是人类在地球环境中长期发展演化形成的结果,环境为人类的生存创造了一切条件,而人类为了求得更美好的生存环境,又不懈地适应环境和改造环境,人类和自然环境的这种既协调又演进的关系,是人类能够不断发展的基础。

在自然环境中,所有的生物都在太阳能的帮助下利用自然环境的产品,而本身又为自然环境提供自己的产品,从而组成了一个相互依赖、相互协调、相互制约又相互发展的错综复杂的统一体。这个统一体就称为生态系统。生态系统发展到一定阶段,它的结构和功能,包括生物的种类,各个种群数量比例,以及物质和能量的交换等,都处于一个相对稳定的动态平衡状态之中,这种状态叫做生态平衡或自然平衡。生态系统是一个开放的动态系统,人们在改造自然的时候必须充分认识到这一点。

(二) 环境要素及其特性

通常所说的自然环境要素有水、大气、生物、岩石、土壤和阳光。环境要素是组成以人为中心的自然环境的结构单元。每一结构单元都具有不同的性质。由水组成的水体总和称为水圈;由大气组成的大气层总和称为大气圈;由土壤岩石组成的农田、草地和山脉等

固体壳层的总和称为土壤岩石圈;由生物组成的各种生物群落的总和称为生物圈;由阳光为能量源泉的能量总和称为能量圈。前面四个圈体只有在太阳能的作用下才能相互演化并进行物质交换和循环,从而使各种环境要素有机地组成一个统一的环境整体或叫环境系统。

环境要素具有许多重要的特性,它们是认识环境、评价环境、改造环境的基本依据。

1. 最小限制率

这个观点最早于1840年由德国化学家J. Liebig提出。其意是整个环境的质量优劣,只决定于环境要素中处于最差状态的那个要素,不取决于环境诸要素的平均状态。在判别环境质量和改造自然环境时,应对环境诸要素的优劣状态进行数值分类,按由差到优的顺序,逐一改造环境要素,可以最有效地提高整个环境的质量。

2. 等值性

任何环境要素,对于整个环境质量而言,当它们处于最差状态时都具有等值性。换句话说,各个环境要素在数量上、规模上可能有很大的不同,但当它们处于最差状态时,其对环境质量的制约作用并无本质差别。

3. 整体效应

环境的整体效应大于诸要素的个体之和。一个环境的整体性质,要比组成它的环境要素之和丰富得多,复杂得多,高级得多。环境的整体效应并不是环境要素简单的加和,而是有了质的飞跃。例如,从地球发展史看,岩石的形成成为大气的出现提供了条件;岩石和大气的存在,为水的产生提供了条件;岩石、大气和水的存在,又为生物的出现提供了条件。上述各要素的形成和发展,又是靠各个环境要素之间不断进行的物质交换以及阳光提供的能量和能量交换来实现的。每一个要素的出现,不仅给环境的整体带来巨大影响,而且还派生出新的性质和功能。越是复杂的东西,整体效应越显著,这是一个普遍规律。

4. 统一性和制约性

各个环境要素之间,存在着密切的相互联系、相互作用、相互依存又相互制约的统一辩证关系。这种辩证关系,从生态系统的食物链看得最明显。例如食肉动物制约于食草动物,食草动物又制约于植物。大约在六千五百万年前,地球上生活着庞大的恐龙家族,它们大约称霸了一亿六千多万年之久,但在后来的50~200年间,突然全部灭绝,这必然与当时环境(或某个环境要素)的剧烈变化有密切关系。无论是动物或植物,在长期的生存竞争过程中能够生存下来的,都是取得了与环境和其他物种相互依存的协调关系。生物学家指出,消灭一种生物,就有十到三十种依附于这种生物的动植物跟着消失。可见,环境中每一件事物,都必然与其他事物密切地联系在一起。

(三) 环境中的物质和能量循环

环境中的物质和能量循环是一个普遍现象,也是生态系统生存、发展并维持平衡的必要条件。自然环境与生物体之间的这种物质和能量循环,通常被称为生物地球化学循环。这是生物与环境协同进化的动力,也是漫长的地球历史演变的产物。

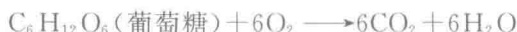
光合作用是地球上最基本和最重要的物质循环的例子。植物从环境中吸取水分和二氧化碳,以太阳能为能源,通过叶绿素的催化作用合成葡萄糖:



光合作用产生的葡萄糖,又以植物叶片、果实及枝干的成长形式被贮藏和利用。就碳而言,已完成了物质循环的第一阶段。随后,植物被食草动物摄取,食草动物又被食肉动物摄取,然后变为排泄物和尸体,最后又被细菌分解为二氧化碳,重新返回大气中。这样碳通过食物链在植物、食草动物、食肉动物和微生物之间迁移,从而完成了物质循环的第二阶段。

在食物链中,各个链节均互为因果,又互相制约和消长。特别耐人寻味的是,这一基本循环中包含着从无机物到有机物、从无生命到有生命以及活的有机质的形成和破坏过程,而且实际上它们是同时进行的。这表明在自然界中,一种作用的发生必同时伴随着另一种相反作用的存在。这是一个普遍的自然辩证法原理。生态系统中的物质循环,正是在这种矛盾统一的条件下实现的。

在这个循环中,除碳外还包括氧的循环,植物通过光合作用,将环境中的氧化物转变为游离氧释放到大气中,后者为动物所摄取和利用。动物通过呼吸、排泄、尸体等方式,最后又以氧化物的形式再返回环境。动物的呼吸过程与植物的光合作用,正好是一个可逆过程,反应式如下:



可见,碳循环和氧循环(同时还有少量氮、硫和磷的循环),是构成生命源泉的两大物质循环。根据近似计算,地球植被每年经光合作用从大气中大约同化 1000 亿吨碳,平均每平方公里地球表面积大约可以同化 300 吨碳,一公顷阔叶林一天能产生 300 公斤氧气,一亩普通树林一个月也能产生 49 公斤氧气。

(四)环境问题

18 世纪工业革命以后,环境问题已开始成为一个严重的社会问题。因为工业革命推动了社会生产力的巨大发展,同时随着经济与科学技术的发展,人类利用和改造自然的能力也大大加强,随之而来的是资源的不断损耗和废弃物排放的显著增加,使自然环境受到了大规模的影响,这种影响已远远超出了大自然的自我修复能力,从而进一步破坏了人与自然的和谐发展。尽管人们意识到了环境问题带来的危害,但是在巨大经济利益的驱动下,还是不断地有意无意地破坏着自然环境。这种人为的破坏引发了一系列的环境问题。

所谓环境问题就是指环境受到破坏所引起的后果,或是环境破坏引起的原因。大多数环境问题兼而有之。例如,温室效应既是环境破坏引起的后果,又是引起环境进一步破坏的原因。环境问题的实质就是由于人类在社会发展过程中的行为不自觉地导致环境向不利于人类生存的方向转化。

20 世纪后半叶,公害问题在发达国家得到广泛关注,人们对此谈虎色变,十分敏感。由于对此制定的环境标准越来越高,致使很多企业都把目标转向了环境标准相对不高的发展中国家。这些企业利用一些发展中国家为获取较大的经济利益热衷于吸引外资,重视技术和设备,忽视安全和环境保护,把一些发达国家几乎不允许设立的产业转移到发展中国家。这就是所谓的“工业的重新布局”——把污染企业从受控制区域向不受控制区域转移,被称为“污染天堂”理论。一个国家如有丰富的“自净”能力的资源,有足够的自净潜

力,“清洁”工业就会相对不发达;如果“自净”能力枯竭,则“肮脏”工业衰竭,而“清洁”工业发达。目前,这种“污染天堂”战略正受到越来越多的发展中国家和环保组织的尖锐批评。

由以上列举的各种环境问题显示全球范围内的环境污染问题已经达到了危险程度,资源枯竭和生态破坏也达到了十分严重的程度。

(五) 我国的环境问题

1. 背景和特点

首先,十多亿人口对我国的生态环境有巨大的冲击,随着工业迅速发展,城镇人口越来越多,大量工业“三废”、城市生活污水和垃圾未经处理排入环境使城市环境污染越来越严重。全国工业企业中 90% 以上是中小企业,它们的工艺和设备比较落后,原料和能源消耗比较大,布局也不总合理,对环境污染和破坏影响甚大,对人体健康也有明显影响(如城市肺癌发病率高)。近几年来,乡镇企业的发展对农林商品生产的增长和农民生活水平的提高有着重大意义,但是也要看到由于乡镇企业技术力量薄弱,资金缺乏,工艺落后等,往往又造成了环境污染和生态环境破坏,污染已由点扩大到面,由城市向乡镇、农村蔓延。

大气污染方面突出的问题是由于燃煤产生的烟尘污染。我国能源结构中 70% 是煤炭,燃煤排放大量废气、烟尘和颗粒物,广大城市和工业区特别是用煤多的北方城市和产煤地区,污染源低而分散,使局部地区的污染更为严重,冬季北京、天津、太原等城市大气污染十分普遍。西南高硫煤地区,如重庆、贵阳已相继出现酸雨问题。局部地区已出现森林成片破坏,建筑物和金属材料受到腐蚀。虽然其来源及形成原因还远没有研究清楚,但是,直接或间接地和大气污染有关是无疑的。

2. 我国环境保护的方针

全面规划、合理布局、综合利用、化害为利、依靠群众、大家动手、保护环境、造福人民,这是 20 世纪 70 年代我国早已明确的环保方针。通过多年实践,更明确了经济、社会发展和保护环境必须相互协调、同步发展的方针,其标志就是实现环境效益、经济效益和社会效益的统一,实行以防为主、防治结合、综合治理的方针,推行有利于环保的技术政策,发展环境科学。由于我国工业技术落后,资源、能源浪费严重,因此,需要积极发展适用于我国国情的污染控制技术,提高资源、能源利用率,把污染尽可能解决在生产过程之中,积极实行资源综合利用的方针,化害为利。以上涉及大量环境化学的工作,需要研究解决。

(六) 环境污染

最初,人们总把环境问题和环境污染联系起来,主要是因为从本质上看,大多数环境问题由环境污染,尤其是化学物质的污染引起。所谓环境污染是指由于自然或人为因素使环境的构成或状态发生变化,导致环境质量下降,从而扰乱和破坏生态系统和人们的正常生产和生活条件。

所谓的自然因素即指火山喷发、森林火灾、地震、有机物的腐烂等。以火山喷发为例,火山喷发的气体中含有大量的硫化氢、二氧化硫、三氧化硫和硫酸盐等,严重污染了当地的环境;同时,这些物质进入大气后还可能参与光化学反应,从而引起二次污染;当这些物质进入大气层后与大气中的水蒸气等结合就会形成酸雨等。由此可以看出,许多环境问

题如同上述火山喷发一样,对环境的质量有较复杂的影响。

人为因素主要是指人类的生产生活活动,包括矿石开采和冶炼、化石燃料燃烧、人工合成新物质等。详细问题将在后面章节介绍。表 1-1 为世界范围内环境污染的一些事例。

表 1-1 世界上著名的环境污染事件

事件	时间	危害
马斯河谷烟雾事件(比利时)	1930 年 12 月	SO ₂ 转化为 SO ₃ ,约 60 人死亡。
多诺拉烟雾事件(美国)	1948 年 10 月	SO ₂ 烟雾转化为硫酸盐,17 人死亡。
伦敦烟雾事件	1952 年 12 月	SO ₂ 烟雾转化为硫酸盐,4000 人死亡。
洛杉矶光化学烟雾事件(美国)	1955 年	石油废气转化为光化学烟雾,400 人死亡。
水俣病事件(日本)	1953 年	食用含有甲基汞的鱼,206 人死亡。
痛痛病事件(日本)	1955 年	食用含镉废水灌溉的“镉米”,近百人死亡。
四日市哮喘事件(日本)	1955 年	有毒重金属颗粒及 SO ₂ ,34 人死亡。
米糠油事件(日本)	1968 年	食用含多氯联苯的米糠油,16 人死亡。

一般的环境污染包括:工农业生产生活污水的排放导致水体质量下降,从而使水资源不能够被利用,水中生物不能生存;燃煤的不充分燃烧使大量有毒有害气体排放,使人体呼吸器官产生不适或病变;土壤经污水灌溉或污染物经大气沉降进入土壤后,使土壤性质发生变化,作物通过根系吸收有毒污染物,并在籽粒或其他食用部分富集,人食用被污染食物后导致中毒引起病变等。因此,了解环境污染及治理与防治有着重要的意义。

1.2 环境化学

(一)环境化学的形成

环境化学成为环境科学领域中的一项重要分支学科大约始于 20 世纪 70 年代初。在此之前,大气化学、土壤化学、海洋化学、生物化学等早已有了长足的发展,它们也是以环境中的化学现象为主要研究内容的。这些学科似乎都可以划入环境化学的范畴,但实际上这些学科的研究对象主要在于资源利用而非环境。而环境化学则主要是着重于研究在资源利用过程中产生危及环境质量的诸多化学污染物的化学行为。

目前,对于环境化学下一个确切的定义并明确划定其研究范围是很难的。一般可以定义为,环境化学是在化学学科的传统理论和方法的基础上发展起来,以化学物质在环境中出现和引起的环境问题为研究对象,以解决环境问题为目标的一门新兴学科。

从实用的观点来看,环境化学的主要任务是研究环境质量及其变化规律和改善环境质量的技术等方面的化学问题。同时,从环境化学研究的对象来看,环境化学是研究有害物质在环境介质中的存在、化学特性、行为和效应及其控制的化学原理和方法的科学。其主要涉及:有害物质在环境介质中的存在浓度水平和形态;潜在有害物质的来源,以及它