

绿色化学教育研究

LÜSE HUAXUE JIAOYU YANJIU



© 马 富 赵红建 著



NORTHEAST NORMAL UNIVERSITY PRESS

WWW.NNUP.COM

东北师范大学出版社

宁夏高等学校一流学科建设“教育学科”资助项目（YLXKZD1711）

绿色化学教育研究

◎ 马 富 赵红建 著



NORTHEAST NORMAL UNIVERSITY PRESS

WWW.NENUP.COM

东北师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

绿色化学教育研究 / 马富, 赵红建著. — 长春:
东北师范大学出版社, 2018.4
ISBN 978-7-5681-4360-8

I. ①绿… II. ①马… ②赵… III. ①化学教学—教
学研究—高等学校 IV. ①06

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 066258 号

☐ 责任编辑: 于天娇 ☐ 封面设计: 优盛文化
☐ 责任校对: 李 倩 ☐ 责任印制: 张允豪

东北师范大学出版社出版发行
长春市净月经济开发区金宝街 118 号 (邮政编码: 130117)

销售热线: 0431-84568089

网址: <http://www.nenup.com>

电子函件: sdcbs@mail.jl.cn

三河市华晨印务有限公司

2018 年 7 月第 1 版 2018 年 7 月第 1 次印刷

幅画尺寸: 170mm×240mm 印张: 15.75 字数: 290 千

定价: 56.00 元



绿色化学出现于 20 世纪 90 年代，是一门具有重大社会需求和明确科学目标的新兴交叉学科。它吸收了当代化学、化工、物理、生物、材料、环境和信息等学科的最新理论成果和技术，是当今国际化学化工科学研究的前沿和发展的重要领域。

近 10 年来，绿色化学已成为各国政府、学术界及企业界关注的热点。政府的直接参与、产学研的密切结合、国际学术交流与合作促进了绿色化学的蓬勃发展。

化学学科的发展必然要带动化学教育内容的变化，化学教育也应该体现化学学科的新知识、新进展，所以化学专业的教学必须体现绿色化学的新内容，以适应时代和社会发展的需要。目前，国内外很多大学开设了绿色化学课程，有些大学已开始招收绿色化学专业的硕士和博士。

本书主要围绕绿色化学与绿色化学教育展开，共分 7 章。第 1 章简要叙述化学与人们生活的密切关系、绿色化学产生和发展的时代背景及绿色化学与人类社会的可持续发展。第 2 章论述绿色化学的概念、原理、研究内容及国内外绿色化学发展概况。第 3 章讲述绿色化工工艺技术、绿色化学与清洁生产及最新兴起并发展起来的绿色精细化工。第 4 章对绿色食品、绿色化学品、绿色能源及绿色居家进行了简单介绍。第 5 章分别对绿色化学教育现状、绿色化学教育面临的挑战、在化学教学中进行绿色化学教育的意义及开展绿色化学教育的必要性进行了阐述。第 6 章重点介绍绿色化学教育的途径，从绿色化学意识的培养、化学教材的挖掘与编写、课堂教学中的理念渗透以及化学实验教学的绿色化四个方面论述。第 7 章对传统化学教学模式进行了分析并对绿色化学教学模式研究、绿色化学教育体系研究进行了探讨。整体来看，本书以绿色化学教育为主线，突出理论创新、知识创新和技术创新，具有较强的前瞻性和实用性。

本书由宁夏师范学院马富和赵红建老师共同完成。其中，第一章到第四章由马富老师完成，约 16.5 万字；第五章到第七章由赵红建老师完成，约 12.5 万字。由于作者水平有限，书中的疏漏之处在所难免，希望广大专家学者和读者朋友批评指正。

目录



第一章 绪 论	001
第一节 化学与生活	001
第二节 绿色化学的兴起与发展	010
第三节 绿色化学与可持续发展	015
第二章 绿色化学概述	020
第一节 绿色化学的概念	020
第二节 绿色化学的原理	021
第三节 绿色化学研究内容	045
第四节 国内外绿色化学发展概况	046
第三章 绿色化工生产	055
第一节 绿色化工工艺技术	056
第二节 绿色化学与清洁生产	064
第三节 绿色精细化工	070
第四章 绿色化学与当代生活	102
第一节 绿色食品	102
第二节 绿色化学品	114
第三节 绿色能源	120
第四节 绿色居家	126

第五章	绿色化学教育概述	139
第一节	绿色化学教育现状	139
第二节	绿色化学教育面临的挑战	143
第三节	在化学教学中进行绿色化学教育的意义	145
第四节	开展绿色化学教育的必要性	148
第六章	绿色化学教育的途径	153
第一节	绿色化学意识的培养	153
第二节	化学教材的挖掘与编写	155
第三节	课堂教学中的理念渗透	186
第四节	化学实验教学的绿色化	193
第五节	绿色化学课程的设置	204
第七章	绿色化学教学模式及教育体系研究	215
第一节	传统化学教学模式分析	215
第二节	绿色化学教学模式研究	231
第三节	绿色化学教育体系研究	240

第一章 绪 论

第一节 化学与生活

一、化学对人类创造物质生活的贡献

化学作为自然科学中的核心学科，是一门中心的、实用的和创造性的科学。它涉及存在于自然界的物质以及由化学家创造的新物质，还涉及自然界的变化及由化学家发明创造的新变化。

化学是当代科学技术和人类物质文明迅速发展的基础和动力，在改善人们生活方面是最有成效、最实用的学科之一。从经典化学知识的积累、近代化学独立学科的出现，到现代化学飞速发展，化学始终与社会的发展联系在一起，化学的发展推动着社会的发展。

迄今为止，化学家发现和创造的 1 200 多万种化合物都各有其性质和功能。在社会的发展过程中，很多化合物被用于人类社会的各个方面，农轻重、衣食住行无不紧密地依赖化学品。可以说，化学创造了今天无数美好的事物，改变了人们的生活方式，提高了人们的生活水平，对人类社会和物质文明的发展做出了重大贡献。由于人口大幅度增长，粮食需求问题日益严重，化肥工业的产生与发展起到了关键作用，如果没有哈勃 (Haber) 1909 年发明的以钨为催化剂的合成氨技术，全世界粮食产量至少减产一半。药物化学对人类健康的贡献也是功不可没的，许多抗生素如青霉素、链霉素、红霉素、氯霉素和头孢菌素的发明，使许多疾病得到控制，如果没有化学合成的各种抗生素新药，人类平均寿命就要缩短 30 年。据不完全统计，20 世纪化学家通过合成、半合成或从动植物、微生物中提取而得到的临床有效的化学药物超过 2 万种，常用的就有 1 000 余种。目前，以塑料为主的三大合成材料的世界总产量以体积计已超过所有金属总量，人们的衣、住、行及

日常生活用的各种材料均离不开合成材料。石油化工已成为支柱产业,石油化工产品已有 3 000 多种,涉及国计民生的各个部门,如轻工、纺织、医药、农药、机械、电子等。化学工业是世界经济发展中重要的工业领域,根据美国化工协会公布的年底状况和展望报告,2007 年全球化学工业产值达到 2.85 万亿美元,其中我国石油和化工行业实现工业总产值 5.3 万亿元。由此可见,无论在全球范围还是在中国,化学化工科学及其发展出来的技术都为社会发展创造了巨大的财富,并将继续为社会的可持续发展做出不可替代的贡献。因此,化学科学是国民经济的基础,也是高科技产业的支撑,在 21 世纪必将持续高速发展。

展望未来,化学仍将是为社会进步提供物质基础的核心学科。主要表现在:①化学是解决食物短缺问题的主要学科之一;②化学在能源和资源的合理开发和高效安全利用中起关键作用;③化学将继续推动材料科学发展;④化学是提高人们生活质量的有效保障。

二、化学与天然存在

1997 年,美国化学会会长、哥伦比亚大学著名化学家 R. 布里斯罗撰写了《化学的今天和明天——一门中心的、实用的和创造性的科学》一书。在这本书中,化学被定义为:化学是一门试图了解物质的性质和物质发生反应的科学。

化学涉及存在于自然界的一切物质以及人类创造的新物质。它涉及自然界的(如因闪电而着火的树木)、与生命有关的化学变化,还有那些由化学家发明和创造的新变化。化学的历史很长,可追溯到有历史记录以前的时期。

世界上的万物都是由化学物质构成的,多以化合物的形式存在,其中的原子以化学键联结在一起。在少数情况下,物质是以自身原子联结的形式存在,如氦气(He)。世上没有可以称之为“与化学物质无关”的物质。

三、化学与其他学科的关系

化学是很多学科的基础。它对农业科学、电子学、生物学、药学、环境科学、计算机科学、工程学、地质学、物理学、冶金学等很多领域都有重大贡献。

化学是一门实用科学,其直接对应的工业为化学工业(这是其他的学科所没有的)。化学家也在化学工业之外的许多领域工作(表 1-1),因此化学是许多学科与专业的重要基础课程之一。

表 1-1 化学家的工作领域

工作领域	占化学家的比例 (%)
基础类、专用类和农用化学物质	21
医药、保健和生化制品	26
非制造工业	14
其他制造业	13
橡胶	2
电子	2
食品	3
石油和天然气	3
仪器和医用器件	6
肥皂和洗涤剂	2
涂料	4
塑料	4

化学是一门创造性的科学，其相应的化学研究组织很庞大。其中，美国化学会的分会具有很强的代表性（表 1-2）。

表 1-2 美国化学会的分会

小型化学企业	专业联谊会	氟化学
工业与工程化学	生物化学	药物化学
化学史	生物化学技术	高分子化学
化学教育	石油化学	高分子材料：科学与工程
化学文献	地质化学	胶体与表面化学
化学技术员	有机化学	核工业化学与技术
化学和法律	农业与食品化学	商业开发与管理
化学保健与安全	农药	碳水化合物化学
化学毒物学	纤维素、造纸与纺织品	燃料化学

续 表

分析化学	环境化学	橡胶
计算化学	肥料与土壤化学	
无机化学	物理化学	

四、化学对人类生存环境的影响

化学工业对社会和物质文明的发展做出了重大贡献，人们在享受现代科学与技术带来的巨大便利的同时，也逐渐意识到人们未来面临的巨大生存危机。20 世纪是化学工业蓬勃发展的世纪，也是在这个世纪，化学品的不当生产和使用对人类健康、社区安全、生态环境等产生了很大危害，给人们的健康和生活环境带来了诸多的负面影响。化学工业是仅次于核工业的第二有害物质释放业。据统计，世界每年生产的人工合成的有毒化合物约 50 万种，共 400 万吨（1 吨=1000 千克，全书同），所有这些物质，近一半滞留在大气和江、河、湖、海内，另外每年还将有 18 万吨的铅和磷、3 000 万吨的汞和各种有毒重金属流入水体内，200 万吨石油流进海洋。中国化学工业排放的废水、废气和固体废物分别占全国工业排放总量的 22.5%、7.82% 和 5.93%，造成环境严重恶化，既会直接危害人们生活，又会扩散破坏生物圈。其中，以下十大环境问题严重影响着人类的生存：①全球气候变暖；②臭氧层破坏；③大气污染；④淡水紧张和污染；⑤海洋污染；⑥土地退化和沙漠化；⑦森林锐减；⑧生物多样性减少；⑨酸雨蔓延；⑩有毒化学品和危险废物。而这十个问题都直接或间接地与化学污染有一定关系。

（一）全球气候变暖

全球气候变暖主要是人口的急剧增加和生产活动的不断扩大，使温室气体排放量增大引起的。这些温室气体主要包括：二氧化碳（CO₂）、一氧化碳（CO）、甲烷（CH₄）、四氯化碳（CCl₄）、一氧化二氮（N₂O）以及氯氟碳化合物（CFCs）等。正是由于这些温室气体的排放，使全球气候趋于变暖。其中，二氧化碳（CO₂）对太阳发出的短波辐射没有阻挡作用，导致其可以直接穿过大气层，轻松传到地球表面。当热量传到地球表面后，地表温度逐渐升高，会将热量以长波的形式散发出来，而此时二氧化碳（CO₂）恰好可以吸收地面传出的长波，这样来自地面的长波就无法通过大气层，将热量留在了大气与地表之间，往复传递，这样大气层就好比是温室的罩子，对地球起到高度保温的作用，这种现象称为温室效应。科学监测表明，100 多年来，大气中 CO₂ 的含量增加了 30% 以上，目前大气中的二氧化碳体积分数已由工业革命

(1750) 之前的 280 nL/L 增加到 2005 年的 379 nL/L, 另外 CH_4 增加了 145%, N_2O 增加了 15%, 导致全球平均气温上升了 $0.3\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。全球变暖是一种大规模的环境灾难, 从最直观的角度来说, 气候变暖会使南北两极出现冰雪融化的现象, 导致海平面上升, 沿海地区的大片土地可能会被水淹没, 人们的家园可能会变成一片汪洋, 沿海地区的经济就更不用说了。从人的健康安全角度出发, 气候变暖不仅会吞噬人们的生存空间, 还会增加疾病的发病率和死亡率, 传染病的传播概率也会因为气温的升高而升高。据专家预测, 如果人类不能对以二氧化碳为代表的温室气体的排放进行有效控制的话, 那么到 21 世纪末, 全球的平均气温将会上升 $2\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, 气温的升高将会导致海平面上升 0.3 米以上, 最高甚至会超过 1 米, 这样带来的灾难是无法想象的。海拔较低的沿海地区和岛屿将会消失, 比如我国的上海、美国的纽约、泰国的曼谷、意大利的威尼斯等等, 很多滨海城市将成为水下城堡。目前的情况很不乐观, 人们必须防患于未然, 尽早采取相应的措施, 否则后果不堪设想。

(二) 臭氧层破坏

在离地球表面 20 ~ 30 千米处聚集了大量的无色、活泼的气体——臭氧, 其中在离地表约 25 千米处, 臭氧浓度最大, 人们称之为臭氧层。臭氧层是地球的保护伞, 它如同一道天然的屏障一般, 保护着地球上的生物, 它吸收了 99% 的紫外线, 让万物免受紫外线的伤害。紫外线对包含人类在内的动物以及植物等都有着严重的危害, 据科学研究, 紫外线的危害主要有以下几点:

- (1) 紫外线的照射可以提高人类皮肤癌的发病率;
- (2) 紫外线的照射可以灼伤人类的眼睛, 使其发生病变, 如白内障、失明等;
- (3) 紫外线辐射能够破坏生物体脱氧核糖核酸和蛋白质的结构, 进而导致细胞的死亡;
- (4) 抑制植物生长, 如瓜果、大豆以及蔬菜等;
- (5) 紫外线可以穿透 10 米深的水, 杀死一些生活在水面附近的微生物和浮游生物, 严重危害水生生物的食物链, 减少水中自由氧的来源, 破坏水中的生态平衡, 影响水体的自净能力。

臭氧层被破坏与氯氟烃 (CFCs) 的大量排放有关。20 世纪中期以来, 氯氟烃作为制冷剂、泡沫发生剂、灭火剂等被广泛应用。当氯氟烃进入大气后, 在紫外线作用下进行分解, 释放出大量的氯, 诱发连锁反应, 极快地破坏臭氧分子。日本环境厅发表的一项报告称, 1998 年南极上空臭氧空洞面积已达到历史最高纪录, 为 2 720 万平方千米, 比南极大陆还大近 1 倍。美、日、英、俄等国家联合观测发现, 近年来北极上空臭氧层也减少了 20%。我国的气象学学者和大气物理学研究者

通过观测发现, 在我国的青藏高原, 上空的臭氧正在以每年 0.27% 的速度减少。

(三) 大气污染

由于世界人口的剧增, 现代工业和都市的飞速发展, 人们燃烧煤、石油、天然气等矿物燃料和各种烟尘尾气的排放, 使空气中的有毒有害物质不断增加。这些污染物主要由气体和悬浮颗粒组成, 其中有害气体主要包括: 一氧化碳 (CO)、二氧化硫 (SO_2)、氮氧化物 (包括 NO 、 NO_2 、 N_2O_3 、 N_2O_4 、 N_2O_5 等)、臭氧 (O_3) 等。据统计, 每年往大气中排放硫氧化物 (SO_x) 1.6 亿吨、氮氧化物 (NO_x) 0.5 亿吨、一氧化碳 3.59 亿吨、二氧化碳 5.7 亿吨以及大量有害的飘尘, 造成空气质量严重下降。目前, 全球有 6.25 亿人生活在有空气污染的城市中, 其中我国的大气污染十分严重, 全国大小城市上空的大气大多有不同程度的污染, 能够达到国家一级标准的城市少之又少, 雾霾天已经成为我国秋冬季节很常见的一种天气。在秋冬季节, 蓝天白云对有些城市几乎成了奢望。另外, 向大气中排放的 SO_x 、 NO_x 与空气中的水汽结合形成酸雨, 对生态系统和人们健康造成严重危害。

(四) 淡水紧张和污染

所谓淡水资源, 一般指包括河、湖中的水, 能被开发的地下水和高山冰雪融水在内的陆地淡水资源。地球表面只有不到 3% 是淡水, 其中 2% 封存于极地冰川之中。世界淡水资源面临两个难题: 一是缺水, 二是污染。后者又加剧了前者的程度。目前, 全世界有 100 多个国家缺水, 其中 40 多个国家严重缺水, 占陆地面积的 60%。除缺水外, 水源安全和卫生问题也变得十分严峻, 全世界 20 多亿人缺乏清洁水, 14 亿人口在没有废水处理设施下生活。据世界卫生组织估算, 每年将有 500 万人口因饮用不安全用水和缺乏卫生保障用水而死亡。加之长期以来, 污水治理问题没有得到根本解决, 全世界每年有 4 260 亿吨各种工业废水和城市生活污水排入水体, 造成了几千条河流、数千个湖泊和大多数近海不同程度的污染。事实表明, 水质污染引发的疾病已成为人体健康最主要的危害。中国是世界上 13 个贫水国家之一, 人均水资源拥有量 2 300 吨, 为全球人均拥有量的四分之一。全国 668 座城市中有 380 座城市缺水, 128 座严重缺水, 每年城市缺水量达 58 亿吨, 由此损失的工业产值达 2 300 亿元。

(五) 海洋污染

长期以来, 人们一直把海洋当作最大的天然垃圾桶, 特别是工业发达国家, 每年都向海洋倾倒大量的工业废物, 造成了严重的海洋污染, 影响了海水复氧, 破坏了海洋生物的生存环境。同时人们的一系列生活、生产活动, 使近海区的磷和氮的含量急剧增长, 海水中营养物质过剩, 导致一些海藻类生物疯长, 出现了

赤潮现象,其中包括北海、黑海、波罗的海以及我国的东海。由于海洋污染引起的赤潮现象严重影响了海草、珊瑚礁以及红树林的生长,破坏了鱼虾生存的环境,使鱼虾的产量逐渐下降。需要注意的是,海洋污染的有毒成分正通过生物链传给人类,危害不容忽视。

据统计,海洋污染的主要来源有城市污水排放、农业径流排放、垃圾倾倒、空气污染、船舶污染、海上油田生产污染。其中,主要污染来自污水的排放和农业径流排放(约共占总污染的44%)以及空气的污染(约占总污染的33%),海上油田的生产活动只占1%,垃圾倾倒约占10%,船舶污染约占12%。

(六) 土地退化和沙漠化

土地是人类生息繁衍之地。半个世纪以来,人们对土地的过度开发和其他活动的影响,已引起全球土地资源的退化。土地资源退化的最主要表现是水土流失、盐碱化和沙漠化,三者相互影响、相互作用,甚至可以引起连锁反应,产生严重后果。据统计,全球陆地面积占60%,其中沙漠和沙漠化面积占29%,干旱、半干旱土地在全球范围内已经超过50亿公顷(1公顷=10 000平方米),在这50亿公顷土地中,有约33亿公顷正在遭受着荒漠化的威胁。另外,每年全世界的水土流失量约为240亿吨;每年有600万公顷土地沙漠化,其中320万公顷是牧场,250万公顷是依靠降雨的耕地,12.5万公顷是灌溉耕地,使近六分之一人口的生存环境受到影响。虽然我国国土辽阔,但遗憾的是,超过30%的土地遭受到了黄沙的威胁,其中,超过15%的土地已经被黄沙覆盖。目前,我国是世界上沙漠化最为严重的国家之一,而且我国沙漠的面积还在不断扩大,它正在以平均每天约500公顷的速度吞噬着我国的土地。

(七) 森林锐减

森林作为陆地生态系统的重要组成部分,起着调节气候、保水固土、保护生物多样性、美化环境等多方面的作用。近几十年来,由于世界人口剧增和毁林开荒,森林锐减。在20世纪60年代,超过五分之一的热带森林消失,全球森林呈快速减少趋势;70年代每年减少1 200万公顷;80年代每年减少1 500万公顷;90年代,尽管在世界范围内,许多保护森林的措施已经付诸实施,森林仍以每年1 300万公顷的速度递减。森林的破坏对全球生态环境的影响是巨大的:①气候异常;②二氧化碳含量升高;③使生物多样性减少,部分物种灭绝;④使水土流失日益加重;⑤使水源涵养林减少,洪涝灾害加剧。人们对森林锐减进行了深刻的反思后,许多国家开展了大规模的植树造林运动。

(八) 生物多样性不断减少

根据《生物多样性公约》对生物多样性的定义,生物多样性是指所有来源的

形形色色的生物体,这些来源包括陆地、海洋和其他水生生态系统及其所构成的生态综合体,它包括物种内部、物种之间和生态系统的多样性。亿万年来,随着地球气候和生态环境的变化,地球上的生物也在不断发生着变化,不断有新物种出现,并伴随着有些原有物种的消失。这样生物多样性也在时刻发生着变化。据估算,目前地球上的生物物种有超过1 000 万种。但是,由于人们对生态环境的破坏,导致地球上的一些生物物种逐渐走向灭绝,而且这种速度是空前的。例如,目前这种生态环境下,鸟类和哺乳动物走向灭亡的速度是其在不受任何影响的自然状态下的速度的100到1 000倍。据有关专家估算,全世界平均每天有130种以上的生物物种灭绝,全年物种灭绝的数量超过50 000种。

我国是世界上人口最多的国家,作为一个人口大国,生物资源的需求量十分巨大。面临着经济发展和人口数量不断增加的压力,我国在生物资源的获取和利用上存在不合理的地方,一定程度上使生物多样性遭到了严重破坏,目前已经造成约200个物种灭绝。值得大家警醒的是,近年来大约5 000种植物处于濒危状态,这些濒危植物的数量约占我国高等植物总量的五分之一;同时有近400种脊椎动物濒危,约占我国脊椎动物总量的7.7%。濒危物种的数量如此之大,必须引起相关部门和广大人民的重视。

物种减少是人类的灾难。地球上生物多样性的形成受自然环境的影响,它是各种动、植物与微生物之间以及与自然环境中相互作用、相互影响的结果。生物多样性关系到地球上的生态平衡,每当有一个物种灭绝,自然选择的余地就会减小,人们生存的条件也会受到影响,严重了可能会给人们的生存和发展带来威胁。因此,维护生物多样性势在必行,而且刻不容缓。

(九) 酸雨频繁发生

通常,我们将pH值小于5.6的雨水(包含雪)称为酸雨。由于空气中含有二氧化碳,导致降水一般不是中性的,而是呈现弱酸性,但是pH也不至于低于5.6。酸雨中含有多种无机酸和有机酸,绝大部分是硫酸和硝酸,多数情况下以硫酸为主。煤和石油等化石燃料的大量使用是产生酸雨的主要原因。未经处理的化石燃料中一般都含有硫元素,煤的含硫量大约在0.5%到5%之间,汽油的含硫量约为0.25%。这些化石燃料在燃烧过程中,大约90%的硫元素都会被氧化成 SO_2 排放到大气中,释放到大气中的 SO_2 通过气相或液相反应产生硫酸;高温燃烧生成的NO,排入大气后大部分转化为 NO_2 ,遇水生成硝酸和亚硝酸。酸雨会给人们带来灾难性的影响,严重破坏人们的生存环境。常年以来,酸雨一直影响着我国的部分地区,覆盖面积已经超过国土总面积的30%,成为十分严峻的环境问题之

一。我国酸雨主要发生在长江以南的贵州、四川、两广地区以及江浙一带，这些地区是世界上受酸雨危害的三大区域之一。酸雨的危害主要表现在以下几个方面。

(1) 水体污染。酸雨会导致河流、湖泊中水的酸碱性发生变化，且氮和磷的氧化物会产生有毒物质，破坏生态平衡，影响鱼虾生长，甚至导致水中生物物种的灭绝。

(2) 土壤酸化。酸雨会使土壤酸碱性发生变化，使土壤的营养成分遭到破坏，造成土壤贫瘠化，进而危害植物生长，导致农作物减产，森林植被退化。

(3) 腐蚀城市建筑。由于酸雨呈酸性，对一些传统的建筑材料会产生腐蚀效果，如一些砖石砌筑的建筑、石像、铜像以及其他材料的雕塑或建筑等都会受到酸雨的危害。值得说明的一点是，酸雨的腐蚀效果相当于几百甚至上千年的自然风化效果。

(4) 对人体的危害。酸雨直接降落到人身上会腐蚀皮肤，使头发脱落；直接吸入人体可能会引发肺部病变；酸雨降落后影响人们的生活环境，一些重金属通过食物链进入人体，引发癌症；长期生活在酸雨影响下的环境中，会导致心脑血管疾病的发病率大大增加。

(十) 有毒化学品和危险废物

除了放射性废物以外，化学废物中还有一些具有毒性或化学活性的废物和一些易燃、易爆、易腐蚀的废物，这些废物对人们以及人们的生存环境的危害也不容小觑，我们将这些化学废物称为危险废物。关于危险废物的定义，美国在《资源保护与回收法》中给出了这样的定义，所谓危险废物是指一种固体废物和几种固体的混合物，因其数量和浓度较高，可能造成或导致人类死亡率上升，或引起严重的难以治愈疾病或致残的废物。据有关部门估计，全世界每年排放的各种工业废弃物和城市垃圾等约 100 亿吨，其中 5% ~ 10% 属于危险废物。我国每年工业固体废物的产生量达 8.2 亿吨，综合利用率约 46%；全国城市生活垃圾年产生量为 1.4 亿吨，达到无害化处理要求的不到 10%；塑料包装物和农膜导致的白色污染已蔓延全国各地。人们处理这些有害废物，通常采用掩埋、焚烧或向大海倾倒等方式，但是这些方法既不能消除危险废物的毒害性，也不能阻止其向自然界的扩散，只会带来更严重的污染后果。

第二节 绿色化学的兴起与发展

一、绿色化学是应对生态环境危机的必然趋势

随着社会的发展,全球人口迅速增多,世界工业化进程加快,资源和能源大量消耗且日渐枯竭,工农业污染物和生活废弃物等排放量不断增加,使人类生存的生态环境迅速恶化,主要变化为:全球气候变暖、臭氧层破坏、大气污染、淡水资源紧张和被污染、海洋被污染、固体废弃物污染、酸雨蔓延、土地退化和沙漠化、生物多样性不断减少、森林面积急剧减少等。

目前,人类赖以生存的自然环境正在遭到破坏,人与自然的矛盾不断激化。而绿色象征着生命,象征着人与自然的和谐,因此人类的生存与发展需要化学绿色化,绿色化学势在必行。

二、环境保护的宣传和法规推动绿色化学

地球是人类赖以生存的环境,保护地球就是保护我们的家园。我们必须加强污染治理的力度,颁布的环保法规,推动绿色化学的兴起和发展。

1962年,美国女科学家蕾切尔·卡逊所著的《寂静的春天》(Silent Spring)出版,书中详细地叙述了DDT和其他杀虫剂对各种鸟类所产生的影响。DDT等杀虫剂通过食物链使秃头鹰的数量急剧减少,同时也危及其他鸟类,使原来叶绿花红、百鸟歌唱的春天变得“一片寂静”。此外,这些杀虫剂通过皮肤、消化道进入人体,使人中毒;同时在地球大气循环的作用下,被带到世界各地,甚至在北极的海豹和南极的企鹅体内也发现了DDT。这强烈地引起了人类对生态环境保护的关注,堪为警世之作。

1972年,联合国召开了人类环境会议,发表了《人类环境宣言》。

1987年,联合国环境与发展委员会公布了《我们共同的未来》的长篇报告书。

1990年,美国国会通过《污染防治法》,提出从源头上防止污染的产生。

1991年,美国化学会(ACS)和美国环保署(EPA)启动了绿色化学计划,其目的是研究、开发对人类健康和生态环境危害较小的新的或改进的化学产品和工艺流程。

1992年6月,联合国环境与发展大会在巴西第二大城市里约热内卢举行,引