

全国中小学教师继续教育

教材

现代社会中的化学

人民教育出版社化学室 组编

教育部师范教育司 组织评审

人民教育出版社

现代社会中的化学

人民教育出版社高中化学教材

高中化学必修课程 必修课程



人民教育出版社

全国中小学教师继续教育

教材

现代社会中的化学

人民教育出版社化学室 组编

教育部师范教育司 组织评审

人民教育出版社

全国中小学教师继续教育教材

现代社会中的化学

人民教育出版社化学室 组编

*

人民教育出版社出版发行

(北京沙滩后街 55 号 邮编: 100009)

网址: <http://www.pep.com.cn>

人民教育出版社印刷厂印装 全国新华书店经销

*

开本: 890 毫米×1 240 毫米 1/32 印张: 12.125 字数: 307 000

2002 年 9 月第 1 版 2002 年 9 月第 1 次印刷

印数: 0 001~3 000 册

ISBN 7-107-14119-8 定价: 17.20 元
G·7211

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系调换。

(联系地址: 北京市方庄小区芳城园三区 13 号楼 邮编: 100078)

前 言

全面推进素质教育，是当前我国现代化建设的一项紧迫任务，是我国教育事业的一场深刻变革，是教育思想和人才培养模式的重大进步。实施“中小学教师继续教育工程”，提高教师素质，是全面推进素质教育的根本保证。

开展中小学教师继续教育，课程教材建设是关键。当务之急是设计一系列适合中小学各学科教师继续教育急需的示范性课程，编写一批继续教育教材。在教材编写方面，我司采取了以下几种做法：

(1) 组织专家对全国各省（区、市）推荐的中小学教师继续教育教材进行评审，筛选出了 200 余种可供教师学习使用的优秀教材和学习参考书；

(2) 组织专门的编写队伍，编写了 61 种教材，包括中小学思想政治、教育法规、教育理论、教育技术等公共必修课教材；小学语文、数学，中学英语、物理、化学、生物，小学社会、自然等学科专业课教材。上述教材，已经在 1999 年底以《全国中小学教师继续教育 1999 年推荐用书目录》（教师司 [1999] 60 号）的形式向全国推荐。

(3) 向全国 40 余家出版社进行招标，组织有关专家对出版社投标的教材编写大纲进行认真的评审和筛选，初步确定了 200 余种中小学教师继续教育教材，这批教材，目前正在编写过程中，将于 2001 年上半年陆续出版。我们将陆续向全国教师进修院校、教师培训基地和中小学教师推荐，供开设中小学教师继续教育相关课程时选用。

在选择、设计和编写中小学教师继续教育教材过程中，我们遵循了以下原则：

1. 从教师可持续发展和终身学习的战略高度，在课程体系中，加强了反映现代教育思想、现代科学技术发展和应用的课程。

2. 将教育理论和教师教育实践经验密切结合，用现代教育理论和方法、优秀课堂教学范例，从理论和实践两个方面，总结教学经验，帮助教师提高实施素质教育的能力和水平。

3. 强调教材内容的科学性、先进性、针对性和实效性，并兼顾几方面的高度统一。从教师的实际需要出发，提高培训质量。

4. 注意反映基础教育课程改革的新思想和新要求，以使教师尽快适应改革的需要。

中小学教师继续教育教材建设是一项系统工程，尚处在起步阶段，缺乏足够的经验，肯定存在许多问题。各地在使用教材的过程中，有什么问题和建议，请及时告诉我们，以便改进工作，不断加强和完善中小学教师继续教育教材体系建设。

教育部师范教育司

二〇〇〇年十一月一日

说 明

本书是受教育部师范教育司委托，由人民教育出版社化学室组织编写的全国中小学教师继续教育的教材，是实施继续教育工程的重要组成部分。

本书以化学专业为基础，又不受学科的局限，力求体现出多学科的综合运用，把化学知识与现代科学技术和社会发展联系起来，因而在当代社会面临的诸多问题中，我们选取了与化学关系较为密切的“环境”、“能源”、“材料”及“生命科学”作为主要内容。

本书在编写时，力求贴近社会，贴近生活，与实际问题密切结合，着重于一般科技知识的普及与应用，尽可能从化学的角度说明有关问题，使读者了解化学知识在当代社会中的应用，建立人类可持续发展的意识。在内容的选择上避免重复，对个别重要问题以不同视角分别从不同方面进行阐述。

本书由郑菁英（环境部分）、周天泽（环境及材料部分）、刘尧（能源部分）、杨秀萍（生命科学部分）编写，刘尧主编。全书经宋心琦、何少华二位先生审阅，并提出许多宝贵的修改意见，对此深表谢意。

本书参考并直接引用了国内外有关文献，谨此对这些文献的作者表示衷心的感谢！

本书责任编辑是张健如，责任绘图是李宏庆、魏秀怡。

使用本书时，可根据各地区的具体情况及时课规定，从本书中选取部分内容讲授。书中的一些具体材料，可供学员自学参考。由于水平所限，书中可能有错误和不妥之处，恳请使用本书的教师及学员指正。

人民教育出版社化学室

2001年11月

目 录

第一章 环 境	1
第一节 绿色化学	1
第二节 环境污染的化学观	7
第三节 生命元素	20
第四节 化学污染物	42
第五节 固体废物的处理与利用	58
第六节 化学毒物与安全	70
第二章 能 源	87
第一节 概述	87
第二节 化石能源	92
第三节 核能	112
第四节 新型能源	121
第五节 我国的能源及其发展	140
第三章 材 料	150
第一节 新型金属材料	150
第二节 陶瓷材料	166
第三节 新型高分子材料	182
第四节 复合材料	199
第五节 新型导电材料	213

第四章	生命科学	227
第一节	生命的奥秘——化学本质与活动规律	227
第二节	生命的物质基础——人类的营养与健康	244
第三节	生命的卫士——免疫系统	280
第四节	操作生命——生物工程的崛起与发展	292

第一章

环 境

第一节 绿色化学

20 世纪 20 年代以来,一些工业发达国家不断发生震惊世界的污染事件,如 1930 年在比利时发生的马斯河谷事件,因排出大量的二氧化硫,一周内死亡 60 多人;1940 年在美国发生的洛杉矶事件,因汽车废气中含有大量 NO_x 、 CO 、碳氢化合物,在日光作用下,形成以臭氧为主的光化学烟雾;1948 年在美国发生的多诺拉事件,因排气中含有大量尘粒、 SO_2 和金属化合物,发病者 5 911 人,死亡 17 人;1952 年在英国发生伦敦烟雾事件,因燃煤产生的酸雾,4 天内死亡人数较常年同期多 4 000 余人;1953 年日本发生水俣病事件,使 283 人汞中毒,60 人死亡;1955 年在日本北九州市发生米糠油事件,患者超过 5 000 人,死亡 16 人;1955 年在日本富山县发生镉污染事件,使 130 人中毒,81 人死亡;1961 年在日本发生四日市哮喘病事件,因工业燃油产生的废气,使空气中 SO_2 和粉尘形成硫酸烟雾,使 817 人患哮喘病,10 余人死亡;1986 年在瑞士发生莱茵河事件,大量硫化物、磷化物及汞等有毒化学品流入莱茵河,造成大量鱼类、水鸭和鸬鹚死亡,使莱茵河变成死河。科学家们在审视了过去发生的这些污染事件之后,发现这些事件大都是化学物质造成的污染。一些科学家认为,在今后环境活动中需要一些新的思路,因为人们面临的环境问题的复杂性是前所未有的。因此,传统的孤立地

研究个别问题，而后制定出较单一的控制与修复策略将是不利的。为解决某个问题，往往可能使另一个问题恶化。于是，在 20 世纪 90 年代提出了绿色化学的新概念。所谓绿色化学就是无害化学。

一、环境问题的全球性

化学是在原子水平上研究物质的组成、结构和性能以及相互转化的学科。化学反应的重要性不仅可以从天然资源中制取人类需要的物质，而且与生物、能源、材料、电子计算机、激光等新技术的发展有着密切关系，可以说，化学的发展和社会的进步密切相关。特别是在 20 世纪，化学在化肥、农药、聚合物、材料、能源、医药、洗涤剂、石油添加剂、冶金、水处理和废弃物的处理等方面做出了巨大的贡献。那时，化学被看作是神秘的科学，点燃了科学家的热情，许多科学家要为探索化学的奥秘而奋斗终生。产品遍布世界的美国杜邦公司，曾在“借化学改善生活质量”的口号下对当今世界作出了贡献。但是始料不及的是，化学给人类带来进步的同时也给人类带来了一个意想不到的拖累——环境污染。

目前，农药的种类很多，约有千余种，最主要的农药是杀虫剂、除草剂和杀菌剂。农药可以杀死害虫、杂草及对人体和动物有害的细菌，可大大提高农业产量和保护人类及动物的健康。据估计，全世界的农业由于病、虫、草三害，每年使粮食损失约占总产量的一半左右，使用农药，大约可为人类夺回其中的 30%。但是由于农药的毒性大、难降解、残留时间长，易迁移等问题，造成严重的环境污染。1985 年美国的一项调查研究表明，市场上的一级食品，有 52% 都含有化学物质（包括农药）。使用农药较多的日本，全国的土地都受到农药的污染。我国农药的年产量很大，污染也十分严重，农药中毒事件时有发生。1984 年，江苏省农药中毒者达 2 万余人，山东省达 1.4 万人。据估计，世界上每年约有 50

万~100万人由于农药引起急性中毒，每年死于农药中毒的人数约3 000人~20 000人。通过食品、水、土壤和空气，农药进入人体后会引起神经破坏、癌症、肝脏和生殖系统疾病。

1962~1969年美国在侵越战争中，由于越南人民利用热带丛林作为掩护，调动部队和后勤支援，使号称当时拥有世界上最先进军事装备的美国奈何不得，美国政府竟然冒天下之大不韪，在越南的1.6万平方公里的土地上撒下了1亿吨的枯草剂，使大批森林枯死，并殃及柬埔寨，使大批橡胶林遭到破坏。这场不光彩的战争终于以美国的失败而告终，但是农药造成的危害却留下了后患。事后表明，这种除草剂不仅会导致癌症，而且会危及妇女和婴儿，造成大批婴儿先天性残疾。更为严重的是，农药扩散至大气、水体和土壤中，通过食物链容易富集和迁移。在使用农药不到20年时间里，它已遍布整个生物圈，不仅存在于鱼类、鸟类、爬行类、家禽和野生动物体内，而且在牛乳和人乳中也发现了农药，即使在封冻的南极的海鸥体内也检出了农药。这说明，农药的污染已经是一个全球性的环境问题。

多氯联苯（PCB）于1881年由德国人首次合成，1929年开始进行工业生产。由于它具有许多优良的物理和化学性质，例如化学稳定性很高，耐酸、耐碱、耐氧化、耐高温、有高脂溶性、高不燃性、高绝缘性、高粘性等特点，备受厂家和用户的青睐，被广泛用于变压器、电容器的绝缘油、蓄电池、复写纸、油墨、涂料、润滑剂、增塑剂、热载体、防火剂、粘结剂、染料分散剂等。到20世纪60年代，全世界的年产量约10万吨，现在已超过100万吨。人工合成的多氯联苯具有如此众多的优良性能，确实给企业创造了大量的财富，但是谁也未曾料到，若干年后，它给人类带来了很大的灾难。

1968年3月，日本北九州爱知县在生产米糠油时，为了除臭，用多氯联苯作热载体，一时不慎将多氯联苯混入米糠油中，售给市

民食用后发生中毒事件，数月内，患者超过8 000人，死亡16人，受害者高达13 000人；因饲料中也混有多氯联苯，引起10万只鸡死亡。

多氯联苯中毒多引起皮肤溃疡、痤疮、囊肿、肝损害、白细胞增生，而且有致畸、致癌的危险，还能传给后代。报纸的油墨中也含有微量的多氯联苯，人体接触过量也会中毒，故不可用报纸包装食物。我国曾发生用报纸包肉引起中毒的事例。尽管日本在1992年就停止生产多氯联苯，但在日本的内陆河和山野牧草中仍有残留，并且通过食物链容易进入人体。多氯联苯已造成广泛的污染，从北极的海豹到南极的海鸟蛋，以及某些国家的人乳中都检出一定量的多氯联苯。据估计，全世界在大气、土壤、水体及海洋环境中多氯联苯的总量可达20吨~30吨，而且能够在环境中长期残留。

1984年12月3日凌晨，在印度博帕尔市发生了震惊世界的博帕尔事件。美国联合碳化物印度子公司泄露出46吨剧毒的异氰酸甲酯。这股毒气很快弥漫了博帕尔市上空，许多尚在睡梦中的市民被熏醒，惊慌地跑出门，但也逃脱不开这股死亡的毒气。这次污染造成20万人中毒，10万人残废，2 850人死亡。事件发生三年后，印度人在美国联合碳化物子公司的门前树立了一个纪念碑。碑文写道：“不要广岛，不要博帕尔，我们要生存——献给1984年12月2日至3日在一场跨国联合碳化物杀人公司造成的灾难中丧生的人。”

二、“绿色化学”的诞生

世界上屡次发生化学污染的事件，愈来愈引起化学家和工程师的重视，他们在审视过去所发生的化学污染引起的野生动物内分泌紊乱，例如海鸥胚胎受滴滴涕等农药影响，而发育不正常，海龟繁殖力下降等。近年来，从许多观察得到的证据表明：若干类化学物

质对人类和动物的生殖能力有逆向改变，如人类的睾丸癌、乳腺癌、精子数量下降，形态及生理改变，多卵巢症的发生等一系列污染事件后，终于觉悟到，为什么不能在污染的源头来防止污染呢？于是便提出了“绿色化学”的概念。

所谓“绿色化学”即无害化学，即改变过去只顾生产，不顾后果；先污染后治理的陈旧观念。而是鼓励工业界和化学界的化学工作者去开发和研究新的技术和方法，鼓励化学家去检讨老的合成路线，摸索新的绿色化学生产工艺。以便在反应过程和化工生产中尽量减少或彻底消除使用和产生有害物质。

这就是说，绿色化学的着眼点是使污染消灭在生产的源头，使整个合成过程和生产工艺对环境友好。以实现人类社会发展与环境之间的和谐。这是一个治本、治根，从根本上消除污染的战略决策。所以“绿以化学”在 20 世纪末一经提出，即得到世界各国政府、企业界和化学界的普遍关心和重视，并成为世界各国普遍接受和大力实施的可持续发展方针的重要组成部分。

在实践中，为了使人们能够对所开发的合成路线、生产过程以及生成的产品，是不是“绿色”的这一问题的判断，可参考 Anastas 和 Warner 提出的绿色化学的十二条原则：

- (1) 最好是防止废物的产生而不是产生后再来处理；
- (2) 合成方法应设计成能将所有的起始物质嵌并入最终产物中；
- (3) 只要可能，反应中使用和生成的物质应对人类健康和环境无毒或毒性很小；
- (4) 设计的化学产品应在保持原有功效的同时，尽量使其无毒或毒性很小；
- (5) 应尽量不使用辅助性物质（如溶剂、分离试剂等），如果一定要用，也应使用无毒物质；
- (6) 能量消耗越小越好，应能为环境 and 经济方面的考虑所接

受;

(7) 只要技术上和经济上可行,使用的原材料应是能再生的;

(8) 应尽量避免不必要的衍生过程(如基团的保护与去保护,物理与化学过程的临时性修改等);

(9) 尽量使用选择性高的催化剂,而不是靠提高反应物的配料比;

(10) 设计化学产品时,应考虑当该物质完成自己的功能后,不再滞留于环境中,而可降解为无毒的产物;

(11) 分析方法也需要进一步研究开发,使能做到及时、现场监控,以防有害物质的生成;

(12) 一个化学过程中使用的物质或物质的形态,应考虑尽量减小实验事故的潜在危险,如气体释放、爆炸和着火等。

由上述原则可以看出,绿色化学提出的目标和任务不是被动的治理环境污染,而是主动地防止化学污染。

20 世纪 90 年代初,联合国环境署又在全球推出了“清洁生产”的概念。此后,世界各国都在从源头污染控制战略逐渐向“一体化污染预防战略”转移。为了提高生态效率和减少对人类和环境的风险,对生产工艺要节省原材料与能源,消除有毒原材料和减少排放物与废物的数量和毒性,对产品则要减少其从原材料到最终处置的整个寿命周期内的消极影响;要把对环境的关注纳入到设计之中。此项倡议得到美国政府的支持,1990 年美国国会通过了减少污染的防止法。为此,美国环保局发出了绿色化学计划,该计划的目的是促进开发对人民健康无害和对环境危害最小的新的或改进了的化学产品和流程。1995 年美国设立了总统绿色化学挑战奖,以奖励那些在绿色化学研究与开发中有重大突破和成就的单位与个人。这项奖得到美国环保局、美国化学会、美国科学基金会、化学工业界和学术界的支持。1997 年夏天,美国政府宣布了第一届总统绿色化学奖的获奖名单。获奖的有孟山都公司,由于该公司在生

产中开发了一种减少废物的新方法；道化学公司获奖是由于在生产聚苯乙烯时用二氧化碳代替氯氟烃；Rohm and Hass 公司获奖是由于开发了一种毒性较小的船用涂料；Donlar 公司获奖是由于一项流程，以生物可降解热聚天冬氨酸代替丙烯酸；得克萨斯州 A&M 大学的 Mark Holtzapple 获奖是因为他开发了一项将生物质废料转化为动物食物的技术。所有这些革新都可能大大减少污染。这项倡议实际也得到各国政府的响应。1998 年我国也举办了第一届国际绿色化学高级研讨会。我国为了减少白色污染，提倡开发研究可降解的聚合物，以代替目前使用的快餐盒；开发研究新的制冷剂，以代替对环境有污染的氟利昂；利用垃圾作固体燃料等等。

第二节 环境污染的化学观

一、自然环境的形成

地球是太阳的第三个行星，大约在 46 亿年前形成，以后经过长期的演变，逐渐形成了由大气圈、水圈、土壤岩石圈和生物圈组成的地球表面，这就是人类赖以生存的自然环境。

大气圈是地球表面包围整个地球的一个气体圈层。约在 36 亿年前由于岩石热融或火山活动造成的脱气过程中释放出大量气体，由于重力作用使大部分的气体积留在地球表面，形成了原始大气。原始大气是水汽、一氧化碳、甲烷和氨等物质组成。大约经历 10 多亿年的演化，地球上终于诞生了生命。由于生命的产生，特别是蓝藻的出现，在水体中发生了光合作用。通过光合作用，有生命的细菌和藻类利用太阳的辐射能创造出有机物质，并释放出氧气。随着物种的不断增多，释放出的氧气不断逸入大气中。大气中游离氧的增多，一方面在大气层上部形成了臭氧层，保护了地面上的生

物，另一方面游离氧又不断氧化着大气中的一氧化碳和甲烷等，使大气中的二氧化碳不断增多。增多的二氧化碳又通过绿色植物的光合作用形成循环。当大气中的氧超过二氧化碳时，大气圈中的主要成分逐渐由氮和二氧化碳演化成氮、氧和二氧化碳。随着绿色植物不断增加和大量吸收二氧化碳并释放出氧，从而导致氧的积累，终于形成了以氮和氧为主要成分的现代大气。近地面的大气的化学成分是稳定不变的，氮占 78.1%，氧占 21%，氩占 0.9%，二氧化碳占 0.03%~0.04%，此外还有少量的惰性气体、水汽和氢气。

在距地表约 10 公里~50 公里的平流层中，部分氧分子在紫外线的作用下，离解为氧原子，氧原子立即与氧分子结合而成为臭氧。在 15 公里~35 公里区域内形成了厚度约 20 公里的臭氧层。臭氧层可以吸收大部分来自太阳辐射的紫外线，保护地球上的人类和生物的健康。(图 1-1)

水圈是指地球表面各种形态水的总和，主要是从大气圈中分化出来的。原始的大气中含有大量的水汽，这些水汽主要是由地球内部的物质在高温条件下分化出来的，通过火山的爆发，释放出大量的水汽。由于地表的温度逐渐降低，大气中的水汽便凝结为液态水而降至地面。在原始的洼地处便形成了最早的江河湖海，形成了原始的水圈。随着海洋的蒸发→大气降水→河流入海的水循环过程，径流入海的河水不断冲刷地表的岩层，使水的盐分不断增多，盐分逐渐在海水中积累，最终形成了现代的海洋。地球表面的总水量约为 15 亿立方公里，其中 97% 分布在海洋，其余是分布在南极的冰川和河湖。地球上的水占地壳总重量 50% 以上，水覆盖地球表面积的 71%。

岩石圈(又称土壤岩石圈)是指地壳部分。地壳较薄，平均厚度约 17 公里。它是由地表的土壤、岩石和山脉等固体壳层组成的。土壤是由地球表面的岩石在自然条件下经过长期的风化作用，一部分形成腐殖质，残留在其中，最终形成了土壤。土壤在陆地上形成