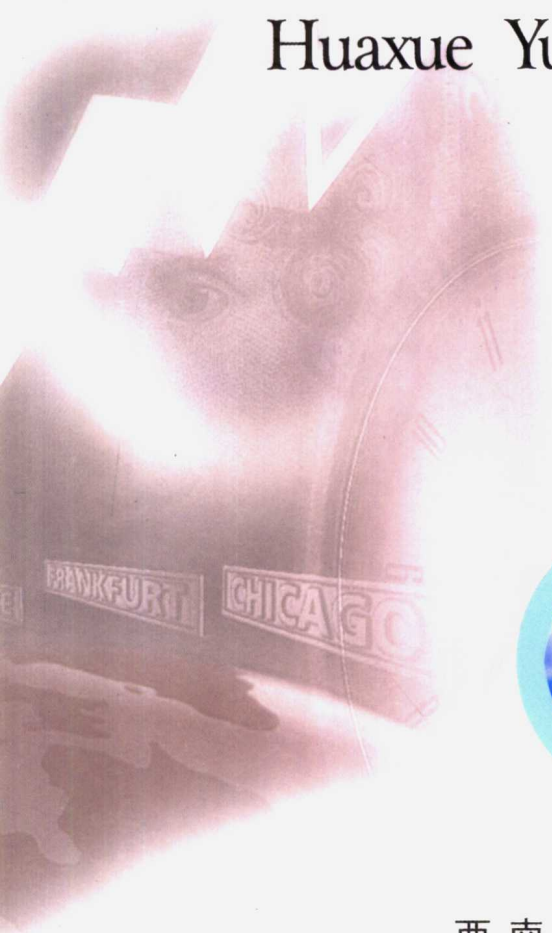


刘 静 ◎ 主 编
童志平 ◎ 副主编

化学与环境保护

Huaxue Yu Huanjing Baohu



西南交通大学出版社

HUANJING

化学与环境保护

刘 静 主 编
童志平 副主编

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

内 容 提 要

本书是为数学、力学、计算机、电气、交通、运输等理工类专业编写的一本综合性较强的化学教材。它以化学基本理论为基础,结合相关学科,围绕关于环境问题展开讨论,尝试阐明化学对人类社会的贡献、化学的各种污染及其防治、可持续发展及新的科技革命等社会热点问题。内容包括化学反应的基本原理、大气污染与控制、水资源的可持续利用、环境与可持续发展等方面。通过本课程的学习使学生不仅对化学的基本理论有所了解,并能正确应用它来初步解决一系列有关环境污染的问题,同时还能用化学的观点去分析问题和解决问题,培养其正确的科学观、科学的社会观。

图书在版编目(CIP)数据

化学与环境保护 / 刘静主编. — 成都: 西南交通大学出版社, 2004. 2

ISBN 7-81057-755-7

I. 化... II. 刘... III. 化学污染 - 污染防治
IV. X502

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第063776号

化 学 与 环 境 保 护

刘 静 主 编

*

责任编辑 王 旻 张宝华

封面设计 何东琳设计工作室

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段111号 邮政编码: 610031 发行部电话: 87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

E-mail: cbsxx@swjtu.edu.cn

四川森林印务有限责任公司印刷

*

开本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 15

字数: 336千字

2004年2月第1版 2004年2月第1次印刷

ISBN 7-81057-755-7/X · 009

定价: 19.50元

前 言

21 世纪是科学技术高速发展的时代，大学生们必须具备全面的素质，才可能成功地面对新时代的挑战。

化学作为素质教育的重要基础课程，对培养学生具备全面的科学素质具有重要作用。化学在为人类提供巨大的物质财富的同时，又给生存环境带来了诸多的污染与破坏。如何审视化学的正、反两方面的作用？能否依靠化学自身来减少或消除化学造成的污染？是我们所面临的主要问题。

本教材阐明了化学对人类社会的贡献、与化学相关的各种污染及其防治、可持续发展与新的科技革命等，内容涉及化学对人类社会的贡献，化学反应的基本原理，各种化学污染与环境问题以及环境与可持续发展等方面，以期广大同学通过学习能了解和掌握有关化学的基本理论，并能正确应用它来初步解决一系列有关环境污染的问题；加强环境保护意识，大力发展绿色化学，清洁生产等新的科技革命，使每个人都自觉成为人与自然和谐发展的绿色卫士。

本教材可供非化学、化工，非环境类的各专业本、专科学生的公共基础课使用。

本教材第一、二、三、六、十章由刘静同志编写；第四、五章及附录由童志平同志编写；第七、八、九章由王晓敏同志编写。

由于时间紧，编者水平有限，书中的错误和不足之处欢迎广大教师和同学批评指正，以利于我们今后修正。谢谢！

编 者

2003 年 7 月于成都

目 录

第一章 化学对人类社会的贡献	1
第一节 化学在粮食增产中的作用	1
第二节 合理使用能源离不开化学的指导	4
第三节 化学为人类提供不竭的新材料	5
第四节 人体的化学反应与新药开发	6
习题与思考题	8
第二章 化学污染与环境问题	9
第一节 化学污染	9
第二节 环境污染事件	15
第三节 人类面临的重大环境问题	18
习题与思考题	29
第三章 环境与可持续发展	30
第一节 环境与可持续发展的概念	30
第二节 可持续发展的形成	32
第三节 可持续发展的实施	37
习题与思考题	41
第四章 化学反应的基本原理	42
第一节 化学热力学基础	42
第二节 化学反应速率	61
第三节 化学反应进行的程度和化学平衡	68
第四节 电化学原理及其应用	84
习题与思考题	95
第五章 大气污染及其控制	98
第一节 大气圈的结构和组成	98
第二节 大气污染的形成与发展	102
第三节 大气污染的控制	107

第四节 臭氧层空洞的形成及保护对策	109
第五节 温室效应及其控制对策	114
第六节 光化学烟雾及其控制对策	119
习题与思考题	122
第六章 水资源的可持续利用	124
第一节 水资源及其污染	124
第二节 稀溶液的通性	129
第三节 废水处理技术简介	134
第四节 水资源的有价值性与可持续利用	137
习题与思考题	142
第七章 固体废物及其利用	143
第一节 固体废物的来源、分类及特点	143
第二节 固体废物对环境的危害	146
第三节 固体废物的处理	148
第四节 固体废物资源化	152
第五节 固体废物的减量化	155
习题与思考题	157
第八章 食品的营养与污染	158
第一节 人体需要什么营养素	158
第二节 人体需要多少营养素	165
第三节 合理搭配 平衡营养	168
第四节 食品污染	171
习题与思考题	179
第九章 居室环境污染	180
第一节 由“吃”引起的污染	180
第二节 服装与化妆品的污染	184
第三节 建筑及装饰材料污染	186
第四节 家用电器污染	189
第五节 人自身产生的污染	193
第六节 绿化及宠物污染	195
习题及思考题	197
第十章 可持续发展与新的科技革命	198
第一节 绿色化学	198
第二节 原子经济反应	203

第三节 清洁生产与环境管理	208
习题与思考题	216
附 录	217
附表 1 我国法定计量单位	217
附表 2 一些基本物理常数	219
附表 3 一些物质的标准摩尔生成焓、标准摩尔生成吉布斯函数和 标准摩尔熵的数据	220
附表 4 一些水合离子的标准摩尔生成焓、标准摩尔生成吉布斯函数和 标准摩尔熵的数据	223
附表 5 一些弱电解质在水溶液中的电离常数	224
附表 6 一些物质的溶度积	225
附表 7 标准电极电位	226
附表 8 一些配离子的稳定常数和不稳定常数	228
附表 9 四位有效数字原子量表 (以 $^{12}\text{C} = 12$ 为基准)	229
参考文献	231

第一章 化学对人类社会的贡献

内容提要 化学在社会进步和发展中起到了重要的作用，化学对人类社会做出了重要贡献。

学习要求 1. 熟悉化学的学科特点；2. 了解化肥、农药、植物生长调节剂对粮食增产的作用；3. 初步了解化学与能源利用的关系；4. 了解化学在新材料制备和新药开发方面的作用。

化学是研究物质的组成、结构和性质及其变化规律的科学，是一门与人类生活有着密切关系的基础学科。正如中国科学院前院长卢嘉锡所说：“化学发展到今天，已经成为人类认识物质自然界、改造物质自然界，并从物质和自然界的相互作用得到自由的一种极为重要的武器。就人类的生活而言，农轻重，吃穿用，无不密切地依赖化学。在新的技术革命浪潮中，化学更是引人瞩目的弄潮儿。”

世界是由物质组成的，物质处于永恒的运动之中，自然科学就是以客观存在的物质世界作为考察对象，以它的基本属性——运动为研究内容。人们把客观存在的物质划分为实物和场两种基本形态。化学研究的对象主要是实物，也就是具有静止质量的物质。物质可分为若干层次，目前普遍认为可分为三个层次：微观、宏观和宇观，其中每个层次又可有若干亚层次。1989年，我国著名科学家钱学森建议再加两个物质层次，即在微观以外加上渺观，在宇观以外再加上胀观。

化学研究的内容涉及宏观和微观两个层次交界处的一些亚层次物质，它主要是从分子、原子的水平来研究物质的运动。即化学是一门在原子、分子或离子层次上研究物质的组成、结构、性质等变化及其内在联系和外界变化条件的科学。化学和其他自然科学相比，更显示出它对实验的依赖关系，因此它是一门实验科学。任何化学的原理、定律以及规律无一不是从实验中得出的结论。因此，只有那些思维活跃，求知欲强烈，同时又有良好实验习惯和动手能力并能注意观察现象的人才有可能成为化学研究的成功者。

研究化学和其他自然科学一样，其最终目标就是要为人类造福，使人类生活得更美好。

第一节 化学在粮食增产中的作用

由于世界人口的猛增，地球上能够为人类所利用的土地资源有限，为了生存的需要，人们必须在有限的土地上生产出更多的粮食和农产品。化肥和农药的研究正是为此而发展起来的。

大约在 12000 年前，人类开始利用增加食物稳定供应的方法来增强自己的生存能力，于是出现了农业。当时的人口仅为 1 500 万。然而，到了 1850 年人口已达 10 亿，过了 120 年之后，即 1970 年世界人口猛增到了 50 亿。显然人类面临的日益严重的问题是给自己提供充足的食物和营养。在 1983 年，全球约有 2 000 万人即世界人口的 0.5% 左右因饥饿而死亡，此外尚有 5 亿人严重营养不良，2000 年严重营养不良的人数大约 6.5 亿。消除饥饿成为全球的问题和责任，这就需要科学给予可供选择的知识。而在能够做出这些选择的科学中，化学看来是最重要的学科之一。它之所以重要是因为它能够有效地提供增加食物的手段。例如，化肥、农药以及植物生长调节剂，在粮食增长方面都已发挥了巨大的作用。

一、化学肥料

农作物的生长需要从土壤中吸收多种养分，其中以氮、磷、钾 3 种元素为最重要，需要量也最大，故称之为肥料三大要素。氮是植物体内蛋白质的重要成分，吸收适量氮肥能使枝叶茂盛，叶片增大，促进叶绿素的形成，从而有利于光合作用，可提高作物的产量与质量。由于长年累月地种植，土地中的自然肥会消耗殆尽，因此就需要不断向土地补充肥料。施肥自然是一种方法，但是自然肥中含氮量较低，粪便中的氮含量仅为 0.5%~1.0%，为了快速有效地增加土地中的氮肥，就出现了人工合成的氮肥。这些人工合成的化学氮肥均为水溶性的，易被作物吸收，因此有肥分高、肥效快的优点。此外，这种化肥可大量生产，成本不会很高。

19 世纪中叶，由于人们认识到绿色植物从土壤中吸收的只是无机养分和水分，靠叶绿素进行光合作用合成有机物，这一发现为无机养分作为肥源归还土壤找到了科学依据。于是现代农业化学与化肥工业就应运而生。化肥的问世，突破了利用作物秸秆还田的有机物循环模式，从而可以不依赖于作物茎秆、不受气候条件和耕地面积的限制，也能不断向农业投入农作物必需的养分，不断提高集约化水平，强化农业生产。据统计，从 1950—1984 年，我国粮食产量的增长曲线与化肥投入量曲线密切相关。当今，不论是我国，还是世界各国，其粮食增产都和化肥投入密切相关。

我国在上千年的传统农业发展过程中，由于精耕细作，保持地力不衰，但因只施用有机肥料，局限于低水平、半封闭式的养分循环，粮食单产提高极为缓慢。1949 年，亩产仅 69 kg，以后随着化肥用量的增加，粮食生产发展很快。尤其是 20 世纪 70 年代以来，化肥施用量迅速增加，产量提高幅度加大，到 1987 年，粮食总产已达 404 370 千吨，单产 241 kg，是建国初的 3.5 倍。

解放前，我国基本上不施用化肥，然而，仅仅依靠有机肥维持内部物质循环的封闭式农业无法满足现代化社会不断增长的需求，必须从农业系统以外投入物质和能量，扩大物质和能量循环的内容，方可使农业生产跃上新的台阶。自 20 世纪 50 年代以来，化肥的投入逐年增加，到 1990 年，化肥总投入量达 25 900 千吨，成为世界上最大的化肥消费国。与此同时，粮食产量快速上升，从 1952 年的 163 920 千吨到 1990 年的 451 840 千吨，增长了 2.8 倍。应当指出，有许多其他因素影响产量的快速增长，如优良品种的选育和推广、灌溉条件的改善、病虫害的成功防治等。但是，化肥的合理投入是关键措施之一。据统计，在过去 40 多年间，化肥总用量与粮食总产量以及化肥单位面积施用量与粮食产量均呈显著或极显著正

相关关系。若以化肥总用量的 80% 用于粮食作物, 每千克养分增产粮食 8 kg 估算, 则在 1986—1990 年的 5 年间, 粮食总产中有 35% 左右是施用化肥的结果。

世界人口愈来愈多, 而耕地面积却愈来愈少。世界粮食生产环节不稳定, 饥荒随时可能出现。只有获得充分的粮食供给, 才能防止饥荒的发生。提高土壤肥力是提高粮食产量和增加粮食供给的主要手段。在世界为增加粮食产量而做出的努力中, 肥料一直处在最前列, 它比其他农业投入的成就更为突出, 更可以信赖。

国外的肥料长期试验已经有 150 年的历史, 19 世纪后半叶在欧洲布置的一批长期试验, 是为了解决当时植物营养学说之间的纷争和农业发展中存在的问题。其结果肯定了长期使用化肥的作用和某些作物长期单一种植的可行性, 对发达国家的农业发展产生了重大的影响。英国的洛桑试验站在 1843—1944 年期间进行了长达 100 年的试验, 日本的鸿巢试验站进行了 33 年的试验, 试验结果均表明, 在化肥区的作物产量一般略高于有机肥区, 无肥区作物的产量仅为化肥区或有机肥区的 35%~40%。前苏联学者普良尼斯尼柯夫根据对 20 世纪 30 年代一些欧美国家的农业发展统计结果认为, 粮食产量主要与这些国家的化学指数 ($N + P_2O_5 + K_2O$ 施用量) 密切相关。

发达国家化肥施用量大大高于发展中国家, 其粮食单位面积产量也大大高于后者。西欧, 日本化肥施用量水平很高, 其粮食单产也居于领先地位。

据联合国粮农组织统计, 在 1950—1970 年的 20 年中, 世界粮食增产近 1 倍, 其中因谷物播种面积增加 1.06 亿公顷, 所增加的产量占 22%; 由于单位面积产量增加 46.65 kg, 所增的产量占 78%。而在各项增产因素中, 西方及日本科学家一致认为, 增施化肥要起 30%~65% 的作用。

二、农 药

在各类植物保护方法中, 化学防治是用少量化学能换取大量太阳能的最有效方法, 使用农药可挽回 15%~30% 的农作物损失。

农药一般可分为杀虫剂、杀菌剂、除草剂和植物生长调节剂等几十大类, 另有几个小类, 如熏蒸剂、杀线虫剂、杀鼠剂等。

人们最早使用农药, 是利用天然物质作为杀虫剂的。例如, 格利森水 (石灰硫磺合剂) 和波尔多液 (硫酸铜石灰水)。这些药物曾抑制了当时十分猖獗的葡萄霜霉病, 如果把使用天然物质来进行杀灭害虫, 作为人类使用农药的开始, 那么, 这就是第一代农药, 而人们有意识地用化学手段去合成一些物质来杀灭害虫, 就成为第二代农药, 或称它为合成农药。

农药的发展方向, 应该是对人畜的绝对低毒, 如果把目前正在发展的农药称之为第三代农药的话, 那么它的特征就是比第二代农药更高效、更安全, 对生态环境影响更小。例如, 杀虫剂中的拟除虫菊酯类、杀菌剂中的内吸性杀菌剂 (有治疗作用)、除草剂中的高效茎叶处理型品种, 如农得时、磺酰脲类。还包括许多非杀伤性的特异性农药, 如植物生长调节剂、拟保幼激素、拒食剂、昆虫信息素等。还有新的生物源农药 (非化学合成), 如农用抗生素、微生物杀虫剂等。

三、植物生长调节剂

植物生长调节剂是在很低浓度下能调节植物生理的一类化合物。它们既能促进植物生长，也能抑制植物生长。这些物质广泛地存在于生物体内，因而植物生长调节剂是从天然植物内源激素研究中发展出来的一类农药。一般认为已发现的植物内源激素有 5 类：

- ① 生长素（即吲哚乙酸）。
- ② 赤霉素。
- ③ 细胞分裂素。
- ④ 脱落酸。
- ⑤ 芸苔素内酯（一种甾体结构化合物）。

这些天然内源激素各有独特的生理调节功能，彼此间有相互增强或相互拮抗作用。达到平衡就能使植物正常生长发育，失去平衡就会出现不正常生理变化。目前能直接利用作为植物生长调节剂的天然激素只有赤霉素一种（可以用发酵方法大量生产）。一般的植物生长调节剂多是用人工合成的模拟或改变天然化合物结构的类似物。这些类似物常常是模拟天然物质的原型，既可以起到天然物的某些效应，又可以避免有害的副作用。

利用这种有生理作用的物质可以起到促进植物生长，除草、增强植物杆茎、催熟等作用。

第二节 合理使用能源离不开化学的指导

能源是指可能为人类利用，以获得有用能量的各种来源，如化石燃料、核能、太阳能、风力、水力及地热能等。

能源在人类社会的发展中占据着重要地位，它是人类社会发展的基本条件，是发展农业、工业、科学技术和提高人民生活水平的重要物质基础。能源开发利用的广度和深度，是衡量一个国家的科学技术和生产发展水平的主要标志之一。

从人类利用能源的历史可以清楚地看到，每一种能源的发现和利用，都把人类支配自然的能力提高到一个新的水平，能源科学技术的每一次重大突破，都引起生产技术的革命。化学在能源的研究和利用过程中扮演着重要的角色，无论是煤的充分燃烧利用，还是核反应的控制和利用，化学电源的制造及太阳能电池材料的研制等都与化学有密切的联系。可以说，能源科学发展的每一个重要环节都与化学息息相关。人类文明始于火的使用，燃烧现象是人类最早的化学实践之一，燃烧把化学与能源紧密地联系在一起，人类巧妙地利用化学过程中所伴随的能量变化，创造了五光十色的物质文明。从人类社会的发展历史进程中可以看出能源品种的不断开发、不断更替的作用。

我国是一个能源丰富，但人均占有量不足的国家，从几种广泛利用的常规能源来看，储量都比较大。已探明煤炭储量为 1.5 Tt，居世界第三位；石油为 7.0 Gt，居世界第六位；天然气为 33.3 Tm³，居世界第十六位；而水力资源及水电均居世界第一位。然而，由于我国人口众多，人均商品能源消耗量为 800 kg 标准煤，仅为世界平均值的 1/3，而单位国民生产总值的能耗则是世界上最高的国家之一。

我国所面临的严重问题是能源短缺，利用率低，浪费严重，污染成害。

能耗高的原因很复杂，从燃烧的化学变化释放能量的角度来看有两个：燃烧是否完全？释放的能量是否充分利用？

人口增长、生活条件改善和国民经济的发展需要消耗更多的能量。现代社会是一个耗能的社会，没有相当数量的能源是谈不上现代化的。现阶段主要能源是石油和天然气（从世界平均看），而它们都是短期内不可能再生的化石燃料，储量都极有限，因此必须节能。

节能不是简单地指少用能量，而是指要充分有效地利用能源，尽量降低各种产品的能耗。

自 1973 年和 1979 年石油输出国组织（OPEC）两次大幅度提高石油价格以来，美国、日本率先开展各种节能技术研究以缓冲“能源危机”的冲击，使单位产品的能耗有明显降低。

总之，节能和新能源的开发备受世界各国的重视，但进展缓慢。这是因为技术难度大，研究所需资金大，有的示范装置效果虽好，但由于成本大而不易推广。节能和新能源的开发是综合性的项目，涉及化学、物理、材料、电子、机械、仪表控制等各行各业，需要科学家们积极进行深入细致的研究，探索出效果好、成本低的技术路线；同时，也需要全体人民树立能源忧患意识，自觉地为节能和新能源的开发做出力所能及的贡献。化学热力学的基本理论对能源的合理利用有着重要的指导作用。

第三节 化学为人类提供不竭的新材料

人类社会的发展对材料的要求越来越多，化学科学技术的发展，开拓了一条宽阔的道路，使人类对材料有了更广的来源和更多的选择。

自然界能够提供给人类的衣着材料，主要是棉花、麻、羊毛以及蚕丝。这不仅在数量上不能满足人口增长需要，而且在品种上也使人类对衣着的要求受到了限制。化学科学技术提供的合成纤维可以使人类在衣着上有了更大的主动性。

塑料、橡胶、胶粘剂等高分子材料为人类的生活提供了众多的用途和极大的方便。

人类的生活，特别是现代人的生活已经离不开清洗用的洗涤剂了。早在一千年以前，人类就已经知道草木灰水、皂荚水、茶仔饼水可以用来清洗衣服，18 世纪末，随着制碱工业的发展，人们又发明了由天然动植物油脂来制取肥皂的方法。到 20 世纪 40 年代，由于石油工业的飞速发展，化学家们又用廉价的石油产品为原料向人类提供了比肥皂更有效的合成洗涤剂。目前，洗涤剂品种不断向着多性态、多品种、多层次、专用化的方向发展。化学研究更使新用途的洗涤剂品种层出不穷，并且正用于清洁和美化人类的生活。

各种吸附材料、活性炭、硅胶和沸石分子筛等为人类的生活和生产提供了许多用途，如活性炭用于净水，硅胶用作干燥剂，沸石分子筛用于择形吸附分离。

人类生活离不开衣食住行，生活质量的高低与这四大要素密切相关，其中居住条件的改善更是人们为之努力奋斗的目标之一。而建筑材料又是建筑中的关键之一，几乎所有的建筑材料都与化学有关，如玻璃、水泥及化学涂料等。

化妆品是人类用以保护和美化人体的日用化学品，保护意味着使人体的表皮及毛发不受环境的侵蚀，而美化意味着扬长自身的优点而掩饰自身的缺点。化妆品与通常的医药用品是有所区别的，但有时把某些保健品，如牙膏等也划归为化妆品。配制一种化妆品需要多种原料，可以用于制造化妆品的原料也五花八门，极为复杂。主要原料有油脂类、高级醇类及烃类化合物等，此外还有乳化剂、抗氧剂、保湿剂、防腐剂、收敛剂、紫外线吸收剂等辅助成分，天然药物、激素、维生素、氨基酸及芦荟、黄瓜油、人参、珍珠、水貂油、羊毛脂、丝蛋白液、大豆磷脂、水解蛋白、硅油等药用保健成分，以及染发剂、烫发剂、脱毛剂等。

第四节 人体的化学反应与新药开发

一、人体中的化学变化

人体和化学的关系非常密切，首先，生命和人体的演变过程是离不开化学的。没有化学变化，地球上就不会有生命，更不会有人类。而人类的生存和繁衍更是靠化学反应来维持的，如食物对于维持生命之所以有如此重要的作用，就是因为食物中的各种成分在人体内起各种化学变化，使之成为我们人体所需的各种营养成分。呼吸也是如此，吸入的是氧，而呼出的是二氧化碳，这当然是化学反应的结果。

人体中发生的化学反应很多，它们的共同特点是反应速度极快，反应十分完全。有些反应若是在体外几乎不可能发生，例如，人体的体温仅为 37°C 左右，而糖代谢成二氧化碳的反应就进行得非常完全，同样的反应在体外要加热到 100°C ，并且花费一天的时间才能完成；而在人体的消化道内， 37°C 的温度， $1\sim 2\text{ h}$ 就完成了。还有许多反应，在体外是无法发生的，这是因为人体内有一种特殊的物质，那就是酶，它能促使反应加速进行，酶实际上就是一种特殊类型的催化剂。

酶是一种蛋白质，由细胞产生，但脱离细胞仍有作用。酶溶于水成胶体溶液，极不稳定，凡加热、遇酸或碱都有可能发生变性。酶是一种催化剂，它能加速某一正向反应的进行，也能加速其逆向反应。如脂肪酶，能分解脂肪为油酸和甘油，也能将油酸和甘油合成为脂肪。人体内各种酶的选择性极强，也就是它们的专一性特强。一种酶只能作用于某一种物质的反应，如蛋白酶只能加速蛋白质的水解，绝不会对糖和脂肪的转化有任何作用。蔗糖的水解只依赖于蔗糖酶。这样就保证了人体中需要的反应可以适时发生，而不至于干扰其他的部分。

很多酶必须有辅助因子才能起作用。辅助因子绝大部分是一些对热稳定的小分子物质。它们是酶表现催化活性所必需的，只有当辅助因子和酶蛋白同时存在时，酶的催化活性才能充分表现。通常把蛋白质部分称为酶蛋白，把酶蛋白与辅助因子结合后的复合蛋白称为全酶。

酶必须在一定环境中才能起作用，体内大多数酶在约 37°C 温度和近中性的溶液中才能发挥作用。稍有改变，反应就会受影响。此外，还要有一定的水分和化学物质参加反应。

所以体内的环境——生理环境，必须恒定，才能保证化学变化的进行，从而维持正常的生命活动。

人体内所发生的化学变化，种类繁多，情况复杂，且又相互影响。因此这些反应必须相互协调才能有条不紊地维持生命活动，这种协调作用是依赖神经系统，尤其是大脑皮质的管制。大脑皮质通过神经和激素来影响器官的活动，而器官的活动基础是物质和能量的改变，也就是化学反应的过程。所以大脑皮质调节器官的活动，实际上就是调节其化学变化。化学反应往往是可逆的，当原料和产物达到一定比例时，反应也达到了平衡，这时正向反应速率与逆向反应速率相等。任何原料或产物量的变化又会引起变动直至达到新的平衡。例如，大脑皮质通过神经和激素来影响血液循环，血液循环增加则原料（养料）供应充足，同时带走废物（生命活动中的化学反应产物），因此化学反应迅速进行；血液循环减缓，则原料减少，产物淤积使化学反应缓慢或停止，甚至向反方向进行。又如大脑皮质影响呼吸，改变氧的供应和二氧化碳的呼出，这里也是控制原料和产物的问题。此外，大脑还通过控制激素的分泌来调节酶的作用。近年来，激素在感觉、记忆、学习、行为等大脑活动中的作用也越来越受到关注和重视。

二、化学与新药开发

随着社会的进步，无论是治病还是保健都需要有更新更有效的药物提供给人类。因此，化学还担负着开发新药的重任。化学实际上为药物工业提供了一个极为广阔的后方基地，任何药物均可通过生化或化学合成的方法来获得，因此人类的健康长寿还得不断仰赖化学的进步。

众所周知，我国传统的中药有着奇特的药效。尽管已有悠久的历史，然而对其中的奥秘却知之甚少。例如，人参中的有效成分究竟是什么，至今仍是一个谜。如果用化学的手段能剖析出它的有效成分，然后再用化学的方法进行模拟合成，不就可以大量生产而不受种植之累了吗？又如云南地区有一种海洞树，它的皮可以极为有效地治疗老年慢性支气管炎。但是，这种树是有限的，树皮更是有限的，不可能满足人类在对付这种疾病中的需要。当务之急，也就是需要化学家能将其有效成分剖析出来，进行人工合成。诸如此类的问题呼唤着化学科学尽快发展。

化学研究配合着医学科学的发展，也可以加快新药的问世。这里以治疗高血压病的药物为例做一简介。

当前引起人类死亡的第一号疾病当数心脑血管疾病。在某种程度上讲，它比癌症对人类的威胁更有过之而无不及。已经发明了许多许多的降压药物。然而，有些病人的高血压并不能被现有的这些药物所降，是一种顽症高血压。如何攻克这种顽症高血压是科学家们的主攻目标之一。近年来科学家们在蛇毒的启发下，开发了一种新的降压药物，可以有效地治疗这种顽症高血压。

人类维持生命需要有正常的血压，一旦血压出现不正常，人体内会自动进行调节。如果血压过低，人体内有一种称之为“血管紧张素-2”的物质就会去将血压调高。但是在平常的情况下，人体内只有并无调节血压作用的“血管紧张素-1”。血管紧张素-2是在一种称之为“血管紧张素转换酶（ACE）”的帮助下产生的。换句话说，一旦血压降低，ACE就会被激

活而将血管紧张素-1 转化为血管紧张素-2，以调高人的血压。如果血压过高，人体内还有一种称之为舒缓激肽的物质，就会被激活而降低人体的血压。可以说，人体的血压是依靠“血管紧张素-2”和“舒缓激肽”这两种物质共同来维持正常的血压。因此在使用药物降压时，必须顾及到这两种因素。

20 世纪 60 年代，巴西科学家们对南美颊窝毒蛇的研究结果引起了科学家们的注意，他们发现，小动物一旦被这种毒蛇所咬，立即全身瘫痪而不能动弹。究其原因则是此时动物的血压已经降到了零。那么蛇毒中究竟有什么东西可以使血压骤降呢？生物化学的研究表明，在蛇毒中有一种多肽物质，这种物质可以激活“舒缓激肽”而让它执行降压任务，所以称它为“舒缓激肽潜在因子（BPF）”，这种物质还有另一个作用，就是阻断 ACE 被激活，从而干扰了血管紧张素-2 的产生。结果当然是丧失升压能力。

科学家们从蛇毒启迪中，设计和人工合成了一系列多肽物质，其中一种称之为 captopril 的化合物——甲基氧丙基左旋脯氨酸已经显现出了成功的苗头。作为 ACE 的抑制物，临床试验已充分证明，它有降低异常高血压的能力。

化学在日常生活中的作用，原美国化学学会主席 R. Breslow 在 1997 年美国化学学会出版的《化学的今天和明天——一门中心的、实用的和创造性的科学》一书中，有一段生动的叙述，现引用于下：

“从早晨开始，我们在用化学品建造的住宅和公寓中醒来，家具是部分地用化学工业生产的现代材料制成的，我们使用化学家们设计的肥皂和牙膏并穿上由合成纤维和合成染料制成的衣着，即使天然的纤维（如羊毛或棉花）也是经化学品处理过并染色的，这样可以改进它们的性能。

为了保护起见，我们的食品被包装起来和冷藏起来，并且这些食品或是用肥料、除草剂和农药使之成长；或是家畜类需用兽医药来防病；或是维生素类可以加到食品中或制成片剂后口服；甚至我们购买的天然食品，诸如牛奶，也必须须经化学检验来保证纯度。

我们的交通工具——汽车、火车、飞机在很大程度上是要依靠化学加工的产品；晨报是印刷在经化学方法制成的纸上，所用的油墨是由化学家们制造的；用于说明事物的照片要用化学家们制造的卷片；在我们生活中的所有金属制品都是用矿石经过以化学为基础的冶炼转化成金属或将金属再变成合金，化学油漆还能保护它们。

化妆品是由化学家制造和检验过的；执法用的和国防上用的武器要依靠化学。事实上，在我们日常生活所用的产品中很难找出哪一种不是依靠化学和在化学家们的帮助下制造出来的。”

习题与思考题

1. 化学是一门什么样的科学？
2. 如何看待化学与人类生活和社会发展的关系？

第二章 化学污染与环境问题

内容提要 本章讨论了化学污染、环境污染事件和人类面临的重大环境问题。

学习要求 1. 了解环境污染的概况；2. 掌握化工污染的主要类型；3. 认识环境公害；4. 初步掌握几个重大污染事件及其危害；5. 掌握人类面临的各种重大环境问题和应采取的解决措施；6. 树立保护环境、预防污染的意识。

第一节 化学污染

化学使人类生活丰富多彩、五彩缤纷，但是，化学在为人类提供极大物质财富的同时，也带给了人类环境的污染与破坏。

一、环境污染概述

为了获取更多的自然资源或物质享受或达到某种欲望，人类将自然界视为取之不尽、用之不竭的财富之源。与此同时，又将自然界作为一个任意堆放的垃圾场。这些天然场中的垃圾在自然界的作用下，产生了大量对人类有害的成分，通过水圈、气圈、生物圈和土壤岩石圈相互作用，直接干扰和破坏了生态系统和影响了人们的身心健康。这种有害物质对大气、水质、土壤和动植物有影响并达到致害的作用，破坏了生物界的生态系统就称为环境污染。造成环境污染的因素有物理的、化学的和生物的三个方面，但其中因化学物质引起的环境污染约占 80%~90%。

对人类生存环境造成污染的污染源是多种多样的。大气污染源主要来自化石燃料的燃烧，矿物燃料燃烧过程可产生大量 NO_x 、 SO_x 、 CO_x 以及颗粒物等。酸雨通常由排入大气中的氮氧化物或硫氧化物在其他氧化基团作用下转化为硝酸、硫酸后随雨、雪降落到地表形成。据不完全统计，全世界每年因酸雨腐蚀而造成的经济损失高达 200 亿美元。我国的情况也不容乐观，我国每年排放的 SO_2 高达 $1.5 \times 10^7 \text{ t}$ 以上，成了世界上 SO_2 排放量最多的国家之一。四川、贵州、湖南、云南和广西五省（自治区）是我国主要的酸雨区。近年来的调查表明，一些边远地区，尽管人口不多，工业也不发达，酸雨污染现象也有出现。“温室效应”是大气中 CO_2 和其他温室气体污染而引起的一种异常气候现象。由于全球性大气中 CO_2 浓度的升高，导致

全球范围的气温升高,气候异常。“温室效应”将加速两极冰雪融化,海面上升,这一结果将给人类生存环境和社会发展造成很大的影响。目前我国是 CO_2 产生的第二大国,由 CO_2 等引起的温室效应对我国影响最大,我国海岸线长,海平面上升将破坏沿海种植业,也将破坏我国冻土地区的建筑物,尤其像我国珠江三角洲一带其损失更是巨大。近年来, NO_x 和氟里昂使臭氧层破坏的问题日益受到人们的关注。大气平流层中臭氧含量尽管很小,但它能有效阻止过量的紫外线辐射对地表的照射,然而大量氮氧化物的排放,可减少和破坏臭氧层,这将严重危及人类的健康和损害生物圈的基本结构。由于大气的流动性和整体性,大气污染往往带有全局性的特征,现在由这些污染物造成的全球性的酸雨问题、温室效应问题、臭氧层的破坏等已成为世界各国特别关注的三大问题。

由于人类活动把废物、污染物质排入河流、湖泊、海洋或地下,使不同水体和水体本底质的理化性质和生物群落组成发生变化,从而降低了水体的使用价值,这就是水体污染导致的最终结果。因为河流是陆地上最重要的水体,世界上的大工业区和城市绝大部分都建立在河流之滨,依靠河流供水、运输,同时也把废水排入河流。现今,世界上工业化和人口密集地区的水体,绝大部分都受到了不同程度的污染。例如,美国约 30 万个工厂和近 2 万个水道系统将废水排入河流等水体之中,已有 52 条主要河流受到不同程度的污染,其中约有 20% 的河流基本上全都遭到污染。据 1998 年公布的资料,我国工业废水的年排放量为 $2.64 \times 10^{12} \text{ t}$,其中经过处理的废水量为 $6.8 \times 10^{10} \text{ t}$,处理率仅为 26% 左右。我国约有 78 条主要河流,其中有 54 条受到污染,且严重污染的 14 条已失去水体的基本功能。例如,淮河、黄河的污染情况已受到了普遍的关注和重视。水体中污染物的种类很多,其中对人体和生物体危害最大的是有毒重金属和难分解的有机物。有些污染物质在自然界中很难消失,通过食物链被浓集并进入人体,并使人体致病或者促进某些慢性疾病的发展,难分解的有机物主要是有机氯化物多环芳香烃、有机芳香胺类化合物和有机金属化合物等,这些化合物中有不少具有致癌、致畸、致突变的性质,因而对人类健康的潜在危害更大。

化学肥料和农药的施用,以及工业和生产排出的废弃物进入土壤,造成农药、重金属和其他化学物质在土壤中的积累,并在作物中残留。现在我国施用化肥量达 4 500 多万吨,而农药已达 300 多万吨,大量农药的施用严重的破坏了生态系统。施用如此多的农药有如向一个城镇投放炸弹,不论好人、坏人全都炸死。1962 年女海洋生物学家 Rachael Carson 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蛋的影响,说明使用 DDT 等杀虫剂后,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,使原来百鸟歌唱、叶绿花红的春天变得“一片寂静”。这本书在世界上引起极大反响,也迫使人类不得不研究采取保护环境的相应措施。因此,对化学物质在大气、水体、土壤等自然环境中引起的化学现象的研究发展极为迅速,一些原来不受重视的化学问题从保护自然环境和人体健康的角度出发,成为重要的亟待解决的问题。

垃圾也是一个十分令人头痛的污染源之一。1997 年全国工业固体废物产生量为 10.6 亿吨,危险废物产生量为 1 077 万吨。目前城市生活垃圾产生量为 1.4 亿吨,全国有 2/3 的城市陷入垃圾包围之中。垃圾占地消耗大量土地,这与我国国情不相适应。垃圾进入土壤,改变土壤理化性质并使粮食减产。垃圾渗滤液进入水体污染水体,它是有机物、重金属和病原微生物三位一体的污染源,当其渗入地下水时,再将其修复将是十分困难的。贵阳市 1983