

国家大学生文化素质教育基地教材

主 编 王彦广 副主编 林 峰

《科学与人类文明》丛书

# 化学与人类文明

浙江大学出版社

9  
5

# 化学与人类文明

主 编 王彦广 副主编 林 峰

## 图书在版编目 (CIP) 数据

化学与人类文明 / 王彦广主编. — 杭州: 浙江大学出版社, 2000.11

国家大学生文化素质教育基地教材

ISBN 7-308-02799-6

I. 化... II. 王... III. 化学 - 普及读物  
IV. 06-49

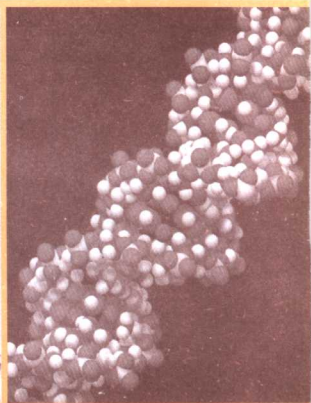
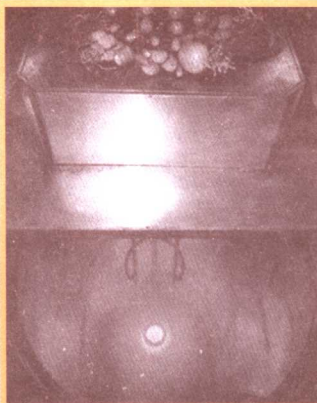
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 075201 号

**责任编辑** 陈晓嘉  
**出版发行** 浙江大学出版社  
(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)  
(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)  
(网址: <http://www.zjupress.com>)  
**排 版** 浙江大学出版社电脑排版中心  
**印 刷** 浙江上虞印刷厂  
**开 本** 730mm×980mm 1/16  
**印 张** 13.25  
**字 数** 215 千  
**版 印 次** 2001 年 11 月第 1 版 2001 年 11 月第 1 次印刷  
**印 数** 0001—4000  
**书 号** ISBN 7-308-02799-6/O·266  
**定 价** 18.00 元

编委会

主任	来茂德
副主任	姚恩程
编委	楼颜洽
	颜永成
	尹正卯
	盛彦广
	王敏
	吴维屏
	刘维屏
	陈晓嘉

《科学与人类文明》丛书



---

# 序

中国科学院院士 杨叔子  
教育部高等学校文化素质教育指导委员会主任

在千年更替之际,一套以科学发展为主线、展现人类从茹毛饮血的原始社会发展到今天高度发达的文明社会的文化素质教育系列教材——《科学与人类文明》丛书即将出现在我国图书的百花园中。正所谓西湖西子,富有创意。

为了迎接新经济时代的挑战,适应我国向第三步战略目标的迈进,我们急需培养一大批具有创新精神与实践能力的高素质人才,而加强大学生文化素质教育正是在这一背景下提出的。“随风潜入夜,润物细无声。”几年来的文化素质教育工作实践证明,要使文化素质教育工作取得实效,最主要的是必须把文化素质教育贯穿于教学的全过程,融合于教学的各环节。新浙江大学组建后,充分利用其学科优势,重新构建了颇具文化素质教育特色的课程体系,并对文化素质教育选修课程进行了系统规划和建设。即将面世的这套《科学与人类文明》系列教材便是浙江大学文化素质教育课程建设的一项重要成果。

我深信,在我们共同努力贯彻和落实1999年全国第三次教育工作会议的精神与中央《深化教育改革,全面推进素质教育》决定的过程中,

全国高校的文化素质教育工作将会得到更深入、更全面、更活泼而又更科学的开展,一定会有更多的创造性、标志性成果面世,国家大学生文化素质教育基地也一定会成为我国社会主义物质文明和精神文明建设的辐射源。

欣喜之余,谨为之序。

2000年11月

# 目 录

绪 论 .....	王彦广
第1章 化学科学的基石——元素、原子和分子 .....	林 峰
1.1 元素的起源与合成 .....	6
1.1.1 宇宙大爆炸——元素的起源 .....	7
1.1.2 点石成金——人造元素的合成 .....	8
1.2 原子论演化的历程 .....	9
1.2.1 近代原子论的创立与发展 .....	10
1.2.2 现代原子结构理论 .....	11
1.3 化学元素的指南针——元素周期表 .....	14
1.3.1 元素周期律的发现 .....	14
1.3.2 现代元素周期表的内涵 .....	15
1.4 物质分子的构造——化学键与分子结构 .....	17
1.4.1 离子键和离子型化合物——氯化钠的结构 .....	17
1.4.2 共价键与苯环结构 .....	18
1.4.3 碳四面体学说与立体化学的诞生 .....	21
1.4.4 金属键 .....	22
1.4.5 分子间作用力 .....	23
第2章 生命与化学 .....	王彦广
2.1 蛋白质与核酸——构成生命的最基本物质 .....	27
2.1.1 蛋白质 .....	28
2.1.2 核酸 .....	33
2.2 分子遗传学的化学基础 .....	37
2.2.1 基因的本质——DNA(RNA) .....	37

2.2.2	DNA 是如何进行复制的 .....	38
2.2.3	从 DNA 到蛋白质——基因的表达与调控 .....	40
2.3	生物催化与仿生化学 .....	43
2.3.1	生物催化剂——酶 .....	43
2.3.2	生物合成与生物转化 .....	44
2.3.3	模拟酶——酶的仿生化学 .....	44
2.3.4	生物固氮与化学模拟固氮 .....	45
2.3.5	光合作用——地球上最重要的化学反应 .....	45
2.4	生命起源与化学 .....	47
2.4.1	地球上最早出现生命物质 .....	47
2.4.2	先有鸡还是先有蛋 .....	48
2.4.3	手性分子的起源 .....	49
2.5	化学对基因工程的贡献 .....	50
2.5.1	DNA 重组与基因工程 .....	50
2.5.2	基因工程的基本步骤 .....	52
2.5.3	基因育种和基因药物 .....	53
<b>第 3 章</b>	<b>健康与化学</b> .....	崔艳丽 王彦广
3.1	药物化学对人类健康的贡献 .....	55
3.1.1	世纪神药——阿司匹林 .....	56
3.1.2	从染料到磺胺药 .....	56
3.1.3	青霉素家族 .....	58
3.2	化学家如何创造新药物 .....	61
3.2.1	从天然产物中寻找新药物 .....	61
3.2.2	基于构效关系的药物分子设计 .....	63
3.2.3	基于靶分子的合理药物设计 .....	64
3.3	食品营养化学 .....	65
3.3.1	食品营养和人体的物质交换过程 .....	65
3.3.2	糖和脂类 .....	66
3.3.3	维生素 .....	73
3.3.4	矿物质 .....	76
3.4	食品中的化学品 .....	79



3.4.1	现代食品工业的灵魂——食品添加剂 .....	79
3.4.2	食品防腐剂和抗氧化剂 .....	80
3.4.3	提供食品色、香、味的添加剂 .....	81
<b>第4章</b>	<b>环境与化学 .....</b>	<b>朱 岩</b>
4.1	环境与生态平衡 .....	84
4.2	自然环境中化学物质的循环 .....	87
4.2.1	水循环 .....	88
4.2.2	氮循环 .....	89
4.2.3	碳循环 .....	90
4.2.4	氧循环 .....	90
4.3	保护大气环境 .....	91
4.3.1	大气圈的化学组成与大气污染 .....	91
4.3.2	光化学烟雾 .....	95
4.3.3	酸雨的形成 .....	96
4.3.4	温室效应 .....	97
4.3.5	臭氧层空洞之谜 .....	100
4.4	保护水资源 .....	102
4.4.1	水的一些理化性质 .....	103
4.4.2	水资源污染的化学 .....	103
4.4.3	水的化学净化、纯化和软化 .....	106
4.4.4	海水的淡化 .....	109
4.5	绿色化学 .....	110
4.5.1	可持续发展是人类的惟一选择 .....	111
4.5.2	绿色化学——可持续发展的基本化学问题 .....	112
<b>第5章</b>	<b>能源与化学 .....</b>	<b>毛建新</b>
5.1	全球能源结构和发展趋势 .....	117
5.1.1	地球上可供利用的能源 .....	118
5.1.2	中国能源消费现状及特点 .....	119
5.2	能量产生和转化的化学原理 .....	120
5.2.1	能量的产生——化学热效应 .....	121

5.2.2 能量的转化和利用效率——热力学第一、第二定律 .....	122
5.3 化学在煤、石油和天然气开发利用方面的贡献 .....	123
5.3.1 煤的高效、清洁化燃烧及化学转化 .....	123
5.3.2 石油开发利用中的催化技术 .....	125
5.3.3 天然气的开发利用和 $C_1$ 化学 .....	126
5.4 化学对和平利用核能的贡献 .....	128
5.4.1 核反应与核能 .....	129
5.4.2 核反应堆的安全性与风险 .....	129
5.4.3 核能开发利用的前景 .....	131
5.5 化学为开发新能源再立新功 .....	132
5.5.1 生物质能源 .....	132
5.5.2 氢能源 .....	134
5.5.3 化学电源 .....	136
5.5.4 太阳能电池 .....	142
<b>第6章 材料与化学</b> .....	陈伟国
6.1 性能非凡的合金 .....	144
6.1.1 铝合金 .....	145
6.1.2 金属玻璃 .....	146
6.1.3 超高温合金与高温金属陶瓷 .....	146
6.1.4 形状记忆合金 .....	147
6.1.5 贮氢合金 .....	149
6.2 超导的发现与富勒烯化学 .....	151
6.2.1 超导体 .....	151
6.2.2 富勒烯的发现及其超导性 .....	152
6.2.3 有机超导体 .....	153
6.2.4 超导材料的应用前景 .....	153
6.3 神奇的精细陶瓷 .....	154
6.3.1 透明陶瓷——人造宝石 .....	154
6.3.2 高温结构陶瓷 .....	155
6.3.3 生物陶瓷 .....	156
6.3.4 压电陶瓷 .....	156

6.3.5 光学纤维——现代信息产业的生命线	157
6.4 从高分子化合物到高分子材料	159
6.4.1 高分子化合物	159
6.4.2 塑料、合成橡胶和合成纤维——20世纪合成化学的骄傲	162
6.4.3 高分子生物医学材料	166
6.4.4 导电高分子	167
6.5 从晶体管到未来的电子信息材料	169
6.5.1 晶体管与现代电子计算机	169
6.5.2 光致抗蚀材料	170
6.5.3 液晶和有机电致发光材料	171
6.6 复合材料	172
6.6.1 玻璃纤维增强塑料	174
6.6.2 碳纤维增强塑料	174
6.6.3 尼龙纤维增强复合材料	175
6.7 纳米化学与纳米材料	175
<b>第7章 武器与化学</b> .....	<b>林 峰 王彦广</b>
7.1 火药与炸药	179
7.1.1 火药——武器的灵魂	179
7.1.2 烟幕弹——恐怖的云海	181
7.1.3 燃烧弹——致命的火神	181
7.2 化学武器	182
7.2.1 化学武器的分类	183
7.2.2 化学武器的特点	185
7.2.3 化学武器的防护	185
7.2.4 禁止化学武器公约	186
7.3 核武器与核战争	187
7.3.1 原子弹	188
7.3.2 氢弹	190
7.3.3 中子弹	191
7.4 现代高科技武器装备与化学	192
附 [炸药之父——诺贝尔小传]	194

目 录

---

---

附表 1 1901~2001 年诺贝尔化学奖获奖简况 ..... 197

附表 2 化学元素周期表 ..... 203

## 绪 论

化学是在原子、分子层次上研究物质的组成、结构、性质及其变化规律的一门科学。它涉及存在于自然界的物质,以及由化学家创造的新物质;它涉及自然界的变化,还有那些由化学家发明创造的新变化。茫茫宇宙中浩瀚的物质世界,在化学家看来不过是千百万种化合物的存在与组合,而且是由为数不多的几十种常见元素所组成。它们之间的差别仅在于元素的种类、原子的数目和原子构建成分子(或晶体等)时的方式。

火的发明是人类第一次伟大的化学实践。在古代,人类利用火这个强大的自然力,逐渐掌握了制陶、金属冶炼、制造瓷器与玻璃、染色、酿造等实用化学工艺。在公元前大约3600年的青铜时代,人类已能够通过将铜和锡一起加热来制造青铜合金,这种合金比铜或锡都硬,因而成为制造劳动工具和武器的主要材料。公元前1400年,古埃及人通过把一些天然矿物共同加热来制造玻璃。我国古代的炼金术、炼丹术则被称为近代化学的先驱。公元8世纪末,我国炼金术通过与海外通商传到波斯,再传入欧洲。炼金家们为用一般的化学方法来实现金属的嬗变进行了长期而艰苦卓绝的努力,这些探索虽然都以失败而告终,但毕竟为化学的发展探索了前进的方向,并因此而发明了许多原始的化学仪器、技术和方法,取得了不少经验和教训。

17世纪的文艺复兴迎来了自然科学的解放和繁荣,炼金术开始向实用的医药化学和工艺化学方面发展,化学从此成为一门真正独立的科学。17世纪中叶以后,中欧和西欧国家的金属冶炼、制造陶瓷和玻璃、酿造、染色、药物以及酸碱盐等化学物质的生产已初具规模,化学在实践方面取得了很大进步。在对化学现象的理论阐述方面,出现了种种关于燃烧的学说,其中最著名的就是斯塔尔(1660—1734)的燃素学说。该学说认为火是由无数细小而活泼的微粒即燃素构成的物质实体,一切可燃物质中都含有燃素,任何与燃烧有关的化学变化都是物质吸收或释放燃素的过程。从17世纪末到18世纪末,简单而又荒唐的燃素学说统治了化学界近100年。

1777年,法国化学家拉瓦锡(1743—1794)在利用定量分析进行大量燃烧实验的基础上,提出了科学的燃烧学说即氧学说。其主要论点是:物质燃烧时都放出光和热;物质只有在氧存在时才能燃烧;空气由两种成分组成,物质在空气中燃烧时吸收了其中的氧,其增加的重量正好等于所吸收氧的重量;非金属燃烧后通常变为酸,金属煅烧后生成的锻灰是金属氧化物。

拉瓦锡以大量无可争辩的实验事实,推翻了长期统治化学界的燃素说,开创了近代化学的新体系,这是化学史上的一场革命,为此拉瓦锡赢得了“近代化学之父”的美誉。

拉瓦锡化学革命以后,化学开始从以收集材料为特征的定性描述阶段逐渐过渡到以整理材料、寻找化学变化规律为特征的理论概括阶段。定量分析方法的广泛使用,使化学家搞清了许多物质的组成和反应中各物质间量的关系,进而归纳出了化学中的一些基本规律。1803年,道尔顿(1766—1844)创立了近代科学原子论,经补充分子假说后,在1840年发展成为原子-分子论。1868年,门捷列夫(1834—1907)发现了元素周期律。这几项重要工作都是化学发展史上的重要里程碑。

到了20世纪,人类对物质需求的日益增加以及科学技术的迅猛发展,极大地推动了化学学科的发展,化学不仅形成了完整的理论体系,而且在实践方面为人类文明作出了巨大贡献。

在理论方面,著名化学家 Pauling 创立了价键学说和杂化轨道理论,为揭示化学键的本质和用化学键理论阐明物质结构作出了重大贡献,他为此而获得了1954年诺贝尔化学奖。化学键和量子化学理论的发展足足用了半个世纪的时间,才让化学家由浅入深地认识到分子的本质及其相互作用的基本原理,从而进入分子理性设计的高层次领域,创造出新的功能分子(如药物、材料分子等)。这是20世纪化学基础研究的一个重大突破。

放射性和铀裂变是20世纪初至中叶化学界另一项具有里程碑意义的重大发现。在此领域,先后有6项成果获得了诺贝尔化学或物理学奖。这些成就为人类和平利用原子能作出了巨大贡献。

20世纪也是合成化学迅速发展的时代,许多新技术被用于无机和有机化合物的合成(如超低温合成、高温合成、高压合成、电解合成、光合成、声合成、微波合成、等离子体合成等),无数的新反应、新合成方法涌现出来,这使几乎所有已知的小分子天然化合物以及化学家感兴趣的非天然化合物都能够通过

化学合成的方法来获得。塑料、合成橡胶和合成纤维三大合成材料的出现是20世纪人类文明的重要标志。在人类目前已拥有的1900多万种化合物中,绝大多数是化学家合成的,正如诺贝尔化学奖获得者Woodward所说:化学家在旧的自然界旁又建起了一个新的自然界。合成化学为满足人类对物质的需求作出了重要贡献。

20世纪生命化学的崛起给古老的生物学注入了新的活力,人们在分子水平上为破解生命的奥秘打开了一个又一个通道。从20世纪初开始的生物小分子(如糖、血红素、叶绿素、维生素等)到后来的生物大分子(碳水化合物、蛋白质、核酸)的化学研究,先后有28项成果获得诺贝尔化学奖。特别是1953年,Watson和Crick提出的DNA分子双螺旋结构模型,对于生命科学具有划时代的贡献,它为分子生物学和生物工程的发展奠定了基础,为整个生命科学带来了一场深刻的革命。在研究生命现象的领域里,化学不仅提供了技术和方法,而且还提供了理论。

利用药物治疗疾病是人类文明的重要标志之一。1909年,德国化学家艾里希合成出了治疗梅毒的特效药物肿凡纳明。20世纪30年代以来,化学家先后创造出了抗菌素、抗病毒药物、抗肿瘤药物等各种类型临床有效的化学药物数千种(目前常用的就有300余种,而且这个数目还在快速增加),它使许多长期危害人类健康和生命的疾病得到控制,拯救了无数的生命。20世纪初,由于对分子结构和药理作用的深入研究,药物化学迅速发展,并成为化学学科的一个重要领域,为人类的健康作出了巨大贡献。

从19世纪的经典化学到20世纪的现代化学的飞跃,从本质上来说是从19世纪的道尔顿原子论、门捷列夫元素周期律等在原子的层次上认识和研究化学,进步到20世纪在分子的层次上认识和研究化学。这100年间化学基础研究中的重大突破性成果,可从历届诺贝尔化学奖获得者的重大贡献中获悉(见附表1)。

作为自然科学中的一门基础学科,化学是当代科学技术和人类物质文明迅猛发展的基础和动力,是一门中心的、实用的和创造性的科学。化学的中心地位在于它的核心知识已经应用于自然科学的方方面面,与其他学科相结合,构成了人类认识和改造自然的强大力量。化学与生物学结合产生了生物化学、分子生物学、化学生物学等一系列新的交叉学科。药学学科的药物化学就是从有机化学学科中独立出来的。材料化学、环境化学、能源化学、食品化学

等都是与化学密切相关的新兴交叉学科。

化学的重要地位还在于当代人类所面临的一系列重大挑战,如食品问题、健康与人口控制问题、环境与资源问题等的解决都离不开化学。化学家要创造新的化肥、杀虫剂和除草剂以使粮食增产,要研制新的药物来对付各种疾病,要开发更好的计划生育药品以控制人口快速增长。化学过程工业曾经对环境和生态造成了破坏,但要从根本上解决环境和生态问题还不得不依靠一个新的学科领域——绿色化学。

化学的主要任务是创造新物质,因此化学在改善人类生活方面是最有成效、最实用的学科之一。利用化学反应和过程来制造产品的化学过程工业(包括化学工业、精细化工、石油化工、制药工业、日用化工、橡胶工业、造纸工业、玻璃和建材工业、钢铁工业、纺织工业、皮革工业、饮食工业等)在发达国家中占有最大的份额。这个数字在美国超过 30%,而且还不包括诸如电子、汽车、农业等要用到化工产品的相关工业的产值。发达国家从事研究与开发的科技人员中,化学、化工专家占一半左右。世界专利发明中有 20% 与化学有关。

人类的衣、食、住、行、用无不与化学所掌管的成百种化学元素及其所组成的万千化合物和无数的制剂、材料有关。房子是用水泥、玻璃、油漆、密封胶等化学建材产品建造的,肥皂和牙膏是日用化学品,衣服是用合成纤维制成并由合成染料上色的。饮用水必须经过化学检验以保证质量,食品由用化肥和农药生产的粮食制成的。维生素和药物也是由化学家合成。汽车的金属部件和油漆显然是化学品,车厢内的装潢材料通常是特种塑料或经化学制剂处理过的皮革制品,汽车的轮胎多由合成橡胶制成,燃油和润滑油是含化学添加剂的石油化工产品,蓄电池是化学电源,尾气排放系统中用来降低污染的催化转化器装有用铂、铑和其他一些化学物质组成的催化剂,它可将汽车尾气中的氧化氮、一氧化碳和未燃尽的碳氢化合物转化成低毒害的物质。飞机需要用质轻量轻的铝合金来制造,而且需要特种塑料和特种燃油。书刊、报纸是用化学家所发明的油墨和经化学过程生产出的纸张印制而成的。摄影胶片是涂有感光化学品的塑料片,它们能被光所敏化,所以在曝光时和在用显影药剂冲洗时,会发生特定的化学反应。彩色电视机和电脑显示器的显象管是由玻璃和荧光材料制成的,这些材料在电子束轰击时可发出不同颜色的光。计算机用的磁盘、录音录像磁带和 VCD 光盘都是由特殊的信息存储材料制成的。甚至参加体育活动时穿的跑步鞋、溜冰鞋、运动服及乒乓球、羽毛球拍等用品也都离不



开现代合成材料和涂料。

化学是一门古老而又生机勃勃的科学。化学元素和化学物种是人类赖以生存的物质宝库。人类对物质的需求,不论在质量上还是在数量上,总是在不断发展的。而满足其需求的核心基础学科不仅现在是化学,而且将来仍然是化学。