



高等学校教材

化学与 社会发展

杨宏秀
谷云骊
傅希贤
宋宽秀
编著

化学工业出版社
教材出版中心

846
30-5
127
高等学校教材

化学与社会发展

杨宏秀 谷云骊 傅希贤 宋宽秀 编著

化学工业出版社
教材出版中心
·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

化学与社会发展/杨宏秀等编著. —北京: 化学工业出版社, 2002.6
高等学校教材
ISBN 7-5025-3905-0

I. 化… II. 杨… III. 化学-高等学校-教材
IV. 06

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 037377 号

高等学校教材 化学与社会发展

杨宏秀 谷云骊 编著
傅希贤 宋宽秀
责任编辑: 梁虹 陈有华
责任校对: 李丽 张秋景
封面设计: 于兵

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)
发行电话: (010)64982530
<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
北京市彩桥印刷厂印刷
北京市彩桥印刷厂装订
开本 850×1168 毫米 1/32 印张 7¼ 字数 190 千字
2002 年 7 月第 1 版 2002 年 7 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-3905-0/G·1058
定 价: 15.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

序

江泽民主席的“三个代表”重要思想，不仅丰富和发展了马克思主义，最简洁最明确地揭示了中国共产党的建党宗旨，给中国共产党党员和各级干部指出了努力方向和工作要求，而且对教育界，特别是高等教育，也提出了高标准的界定和要求。“三个代表”重要思想丰富了党的教育方针的内涵，阐明了新形势下社会主义人才的培养目标：高等学校培养出来的高层次人才，不但应该有高水平的文化素质，也应该有高水平的科学技术修养，能够为祖国的经济建设和精神文明建设做贡献，全心全意为祖国人民服务终身。就此，在进入 21 世纪科教兴国的今天，政府和各级学校都应该以极大的关注重视高等教育的改革，因为高等学校在建设先进文化和先进科学技术当中起着极为重要的作用。我国由于历史原因，现代科技和文化比较落后，要使我国实现现代化，必须首先在经济建设的同时，大力改造我国的高等教育，加强对高等学校的教育体制、科技体制、管理体制、资金投入体制等方面的改革，使我国的高等教育走上为国家经济建设和现代化建设服务的轨道，力求有一部分高等学校在不太久的将来能达到世界一流大学的水平，而后才有可能实现国家的全面现代化。

作为教育工作者，我们也应该在深入学习和体会“三个代表”重要思想的基础上，在力所能及的范围内，积极参与教育改革，为教育事业的进步尽心尽力、献计献策、多做实事。为培养高素质人才，我们认为至关重要的是，当前应该把教育改革的着力点，放在旧教育体制的改造上。自 20 世纪 50 年代以来的旧教育体制中，高等教育最重大的弊端在于理工分家、文理分割，建设了许多文、理、工、农、医、经济等单科院校，损失了多学科互相渗透交叉的优势。我们一贯主张，理工科学生应该有一定的文科、经济学科、

管理学科的素养；文科学生也应该有适当的自然科学和技术科学的修养，学生不能仅接受一门孤立学科的教育，而是应该接受多学科的熏陶，尽可能地培养一专多能、具有丰沛现代化知识的新型人才，以适应当前科技文化高速发展形势的需求。在中央政府和教育部的领导下，我国高等教育资源的重新整合和一些院校的裁并工作，已卓有成效地进行，建立了一批新型多学科综合性大学。虽然这些新大学面临若干实际困难，但改革的大方向是正确的，符合世界潮流，随着我国改革开放形势的进步，高等教育事业必将得到兴盛发展。

在多学科综合性大学内部，应该注意发挥多学科的联合效益，重视不同学科的渗透交叉，重视校内校际学术交流，培养双学位或多知识交叉型人才。文科学生应该选修一些理工科课程，理工科学生应该选修一些人文学科和管理学科的课程，让学生在校时能受到不同知识面的熏陶，其长远效益是不可估量的。

《化学与社会发展》就是一部为文科学生开设自然科学“普通化学”课程而专门编写的教科书。“普通化学”是国际上通称为“General Chemistry”课程的汉译名，实际上翻译的词汇并不准确。General是“总的”或“概括的”，General Chemistry这门课程的正确译名应该是“化学总论”或“化学概论”。顾名思义，这门课程是给启蒙化学知识的学生讲授近代化学入门的概论课。对文科学生来说，它应该是对学生讲授近代化学知识的高等科技普及教育课，其主旨是传授给学生一些基础化学知识、化学的应用和化学与社会进步的关系，提高学生的科技文化素质。

化学既是一门关于自然的科学，又是一种文化。它虽然是科学文化的一种亚文化，但它却是人类文化的一个重要组成部分。不论从文化的物质方面看，还是从文化的精神方面看，化学文化对人类全面发展的作用和影响，都是广泛而深刻的。

从多方面提高学生素质的高度来考察，现代化学教育所能起到的突出作用是：

- 发展学生的创造性；

- 培养学生的综合分析能力和应用意识；
- 树立对社会、对人类的责任感。

在这些立意的指导下，本书在内容上和体系上做了很大的改革，打破了“普通化学”教材的传统模式，把化学作为促进人类社会发展的文化来讲解。这是本书的特色之一。

长期以来，化学是通过以其本身为基础的冶金工业、能源工业、化学工业（包括医药工业）来促进社会发展的，而今天，化学已成为现代高科技发展和社会进步的基础。今天的化学不应该仅仅满足人类社会高质量生活的需求，而且还要承担保卫自然界生态环境的责任，使大自然与科学技术协调共存，从而引发出“绿色化学”的新理念。化学的这些崭新特色在本书中也给予了充分的表述。全书从人与自然的关系出发，引导到“可持续发展”的发展模式，为培养读者“以人为本”的高素质思想营造了环境。

在本书中，化学的基础知识分散在专题章节中，这样有利于理论与实际的相互联系，书内列举的知识点都紧跟时代步伐，例如，新的环保问题“二噁英”、“京都议定书”等都有所引述。这些安排为理论联系实际途径的拓宽找到了新视野和方位，且有利于启发读者的学习兴趣。

本书适用于为高等学校文科、经济学科、管理学科学生开设的必修或选修自然科学课程的教科书或教学参考书，也适合作为非化学社会人士的有益读物。我预祝本书的成功。

南开大学教授
中国科学院院士
申泮文

2002年5月

前 言

1998 年第一次全国普通高等学校教学工作会议指出：对于科学文化知识的要求，不同科类有所区别，理工科学生要加强人文知识教育，文科学生既要加强人文知识教育，又要加强科学技术知识教育，达到普遍提高大学生的人文素养和科学素质。化学，作为一门重要的基础学科，同人类的社会发展有着十分密切的关系。因此，在高等教育的受教育者中普及一些有关化学及其在国民经济重要领域，特别是在高科技方面的应用知识，是十分必要的。新中国成立以来，我国大学化学教育的课程改革和建设，大都偏向于理工科，而对非理工科的文管等专业的大学生进行化学教育的必要性则较少注意。文管类专业的大学生同所有的青年学生一样将成为新世纪的生力军，而新世纪，对人才培养提出的新要求又不断冲击着传统教育的办学体制。化学，再不能把文管类专业学生拒之门外。对文管类专业学生进行体现化学知识应用的化学素养教育，普及化学知识，使之适应 21 世纪对人才素质的要求。

《化学与社会发展》一书，就是为文管类专业编写的大学化学课程教材。在编写中，坚持以教学思想的更新为先导，在课程体系上有较大的变革，突破了传统的普通化学课程模式，体现出对培养大学生素质的要求。本书以现行高中化学和物理教学大纲为起点，以现代化学的基本知识和原理为基础，重点向学生介绍化学在国民经济基础工业部门及高新技术方面的应用，并突出将化学放在经济、社会等领域中认识其重要价值。通过丰富的内容、开阔的视野、文理学科的渗透，培养学生综合分析问题的能力和增强学生对人类、对社会的责任感。

本书在编写思路、框架体系，以及内容取舍上有以下几点思考。

(1) 化学既是关于自然的科学，又是一种文化。不论从文化的

物质方面看，还是从文化的精神方面看，化学文化对人类全面发展的作用及影响都是广泛而深刻的。

(2) 把化学作为一种促进人类社会发展的文化来阐述。化学是通过以它为基础的冶金工业、燃料工业和化学工业来直接促进社会发展的。20 世纪化学又成为现代高科技发展和社会进步的基础之一。

(3) 21 世纪的化学不应该仅仅满足社会高质量物质生活的需要，而且将承担着对自然界生态环境的责任，使科学技术的发展与大自然相协调。全书从人与自然的关系为出发点，引导到“可持续发展”的模式中去，建立起绿色化学新理念。

(4) 化学的基础知识和原理，分散在有关的章节中。如此安排，有利于理论联系实际。并为理论联系实际的途径拓宽找到了新视野，激发起学生的学习兴趣。

(5) 全书重视内容上的更新，增添新的知识点。例如，二噁英、《京都议定书》、明星分子一氧化氮等。

(6) 元素周期表中元素的分族，本书采用了 IUPAC 建议的 18 族分类，另外，把中国台湾省单独采用的某些化学元素中文名称，对比的列出来，以利海峡两岸的学术交流。

本书在编写过程中，得到天津大学无机化学教研室的关心、支持和帮助。中国科学院院士、南开大学教授申泮文先生，于百忙中为本书作序，在此一并表示深切的谢意。

全书共四章，由下列同志合作完成：谷云骊（华南理工大学）、杨宏秀、傅希贤、宋宽秀（天津大学），由杨宏秀统稿。全书编写框架是由谷云骊构思提出，化学工业出版社梁虹参与本书编写提纲的制定工作，并为本书出版做了大量工作。特表衷心的感谢。

本书的编写大纲和内容的安排，虽经反复研究，但由于改革力度大；涉及学科门类广，又缺乏教学实践，书中肯定会有不少缺点和错误，敬请同行与读者批评指正。

编著者
2002 年 5 月

目 录

第 1 章 自然、人与化学	1
1.1 自然的和谐和人与自然的和谐	2
1.1.1 自然观的历史演进	3
1.1.2 人类生存的环境	5
1.1.3 生态系统和生态平衡	12
1.1.4 生态工业	20
1.2 地球——人类的家园	21
1.2.1 生命之源——阳光和水	22
1.2.2 丰富的自然资源	23
第 2 章 化学及以化学为基础的工业	31
2.1 化学的演化	32
2.1.1 化学的起源	32
2.1.2 化学的形成	33
2.1.3 化学的发展	38
2.2 化学与燃料工业	39
2.2.1 有机化合物	40
2.2.2 洁净煤技术	52
2.2.3 煤的气化	54
2.2.4 煤液化技术	56
2.2.5 石油炼制	57
2.3 化学与冶金	64
2.3.1 金属提取的历史	64
2.3.2 选矿——矿物加工	71
2.3.3 化学热力学与化学平衡	77
2.3.4 火法冶金	82
2.3.5 湿法冶金	87

2.3.6 电冶金	93
2.4 化学与化工	100
2.4.1 化学工业	101
2.4.2 化学工业发展史	102
2.4.3 化学反应速率和催化剂	105
2.4.4 无机化工	112
2.4.5 精细化工	116
2.4.6 化学工业面临的问题	122
第3章 化学是高科技发展和社会进步的基础	124
3.1 化学是社会进步的基础	124
3.1.1 化学对人类创造物质生活的贡献	124
3.1.2 化学是调节生命过程和提高人体素质的重要手段	125
3.1.3 化学对社会文化发展的作用	126
3.2 化学和新材料	129
3.2.1 原子结构和元素周期律	130
3.2.2 化学键	139
3.2.3 晶体结构和晶体特征	142
3.2.4 信息功能材料是新材料中最活跃的领域	143
3.2.5 开发高温、高比强度、高比刚度的结构材料	145
3.2.6 能源材料	147
3.2.7 低维材料	148
3.2.8 生物材料	149
3.2.9 智能材料及自适应结构	151
3.2.10 材料的合成与加工	152
3.3 化学与能源	153
3.3.1 能源的分类	153
3.3.2 能源的级别	155
3.3.3 化学能	157
3.3.4 能量的转化	158
3.3.5 能量的贮存	160
3.3.6 核能——核电技术	162
3.3.7 太阳能	165

3.3.8 开发氢能	166
3.4 化学与生命科学	168
3.4.1 化学对生物学的渗透和促进	169
3.4.2 生命系统的特点	171
3.4.3 糖类	172
3.4.4 脂类	174
3.4.5 蛋白质	176
3.4.6 核酸	180
3.4.7 生命必需的元素	186
第 4 章 环境问题和可持续发展化学	189
4.1 环境污染	189
4.1.1 三废——工业化的高昂代价	189
4.1.2 环境污染带来的灾难	194
4.2 环境质量与环境标准	199
4.2.1 环境质量	199
4.2.2 环境标准	200
4.3 污染控制化学	202
4.3.1 气态污染物的治理	202
4.3.2 几种工业废水的处理	203
4.3.3 重金属污染物的治理	204
4.3.4 对二噁英的防范	206
4.4 室内化学物质污染	207
4.4.1 室内化学污染物种类	207
4.4.2 建筑装潢装饰材料污染	208
4.4.3 化妆品污染	209
4.4.4 日用化学品污染	209
4.5 机动车污染控制	209
4.6 一种新型的环境疾病——多发性化学过敏症	210
4.6.1 导致 MCS 的主要有害化学物质	211
4.6.2 治疗 MCS 的困难	212
4.7 可持续发展的化学	213
4.7.1 原子经济性	213

4.7.2 “绿色”化学	214
4.7.3 绿色生产技术	216
4.7.4 过程工业的绿色生产技术	216

参考书目	218
-------------------	-----

元素周期表

第 1 章 自然、人与化学

人类赖以生存的世界乃至人本身是由物质组成的。凡涉及物质的问题，便涉及化学。因此，大自然、人与化学之间有着密切的关系。

道尔顿原子论确立以来的约 200 年间，人们从探索物质变化的宏观规律，进而揭示微观粒子的奥秘，使化学科学得到了长足的发展；随之而来的是新技术、新工艺、新材料的大量涌现。现代科学技术和现代社会生活的方方面面都与化学的进步密不可分。如果说化学改变了这个世界的面貌，那一点也过不过分。

化学为何能得到如此大的发展？恩格斯曾说过，“社会一旦有技术上的需要，则这种需要就会比十所大学更能把科学推向前进。”一方面，化学的理论和技術为社会及其他科技领域的发展提供了物质和技术基础；另一方面，社会及其他科技领域发展的需要，极大地促进了化学科学本身的发展。这就揭示了化学与社会发展的内在关系。现代社会中的一切物质文明，包括现代航天航空技术、尖端军事技术、现代通讯技术、现代工业、原子能工业、现代交通技术、现代建筑、生物工程等等，以及人类的衣、食、住、行、用，都有赖于现代化学工业提供物质基础——新材料。可以说，化学是现代科学技术的一个枢纽。现代科学界给化学一个更确切的定义：“化学是一门满足社会需要的中心科学”。

进入 20 世纪以来，随着科学技术的长足进步和经济的迅猛发展，人类直接或间接地借助化学过程或化学物质干预大自然的能力和规模剧增。人类在创造了辉煌的物质文明的同时，也使自己陷入了始料不及的困扰：人口爆炸、自然资源过度开发和消耗，导致全球性的资源短缺、环境污染和生态破坏。

人类今天所面临的困扰的根本问题，是一个发展模式的问题。

进入 20 世纪末期，人们开始了深刻的反思，反思的焦点集中在发展模式上。传统的发展模式是：高生产、高消耗、高污染。这正是发达国家所走过的发展道路，它导致了目前人类所面临的种种困境。反思的同时，人们很快提出了新的发展模式——可持续发展。

“可持续发展”与地球上每个国家、每个地区、甚至每个人都休戚相关，受到世界各国政府的高度重视和人类的最大关心。没有一个名词像“可持续发展”这样，在短短的几年内便风靡全球，深入人心。“可持续发展”的理论目前还在发展之中，但其以下特征是可以肯定的。

①“可持续发展”是人类发展的惟一选择。

②“可持续发展”是一个主动的过程而不是一个消极的过程，它需要科学技术的发展来实现。

③“可持续发展”的思想正在渗透并影响社会的各个方面及科学技术的各个领域，并最终演变成一种文化。

无论在传统的发展模式中，还是在“可持续发展”的模式中，化学始终扮演着“中心科学”的角色。如果“可持续发展”将成为一种文化，那化学便是这文化中最重要的组成部分。

可以说，化学将进入一个新的时代，化学与社会发展之间、化学与自然之间将建立起一种新型的关系。

1.1 自然的和谐和人与自然的和谐

自然是和谐的。人作为自然的一元，其与自然的关系理应是和谐的。

“和谐”乃是中国哲学的基本观念。它不仅强调“自然的和谐”，还包括了“人与自然的和谐”、“人与人的和谐”以及“人自我身心内外的和谐”，即所谓“普遍和谐”。我国古代《周易》一书中就提出“太和”的重要观念，这个“太和”就是“普遍和谐”。此后的“道家”和“儒家”均主张“效法自然”，“天人合一”。社会发展到今天，更能使我们清楚地体验到中国古代哲学思想的至高境界。

“和谐”的观念已受到了西方哲学界的重视。1983年8月在加拿大蒙特利尔召开的第十七届世界哲学会议上,国际现象学会会长、女哲学家田纳西卡指出,西方常常在不知不觉中受惠于东方而不自觉。当前西方至少有三点可以向中国哲学学习:①崇尚自然;②体证生生;③德性实践。我国著名哲学家汤一介作了概括性解释:“崇尚自然”,把自然看成和谐的整体,有“自然和谐”的观念;“体证生生”把“人”和“自然”看成和谐的整体,有“人和自然和谐”的观念;“德性实践”是把“人”和“人”看成是和谐的(或者说,应该是和谐的),即有由人们创造的社会和谐的观点。这三点正是“普遍和谐”的具体概括。

然而,事实上,人与自然的关系,取决于人类的自然观。

1.1.1 自然观的历史演进

地球经过了上亿年的演变、进化,才形成像今天这样的“大自然”。人类大约在三百万年前诞生在地球上,约在一万年前开始出现农业和畜牧业。在这个漫长的岁月里,人与自然的关系大致可分为三个阶段。

原始社会时期,生产力水平低下,认识自然的水平有限,人类完全依赖自然环境。主要的经济活动是采集野生植物和捕杀野生动物。经济活动对自然环境影响的范围及强度都较小,局部的变化很容易被自然生态系统自身的调节能力所抵消,从而维持生态系统的总体动态平衡,人与自然处于原始状态的协调关系之中。

奴隶社会和封建社会时期,生产工具不断进步,生产力逐步提高。人类由简单利用环境进入到自觉改造环境的时代。这一时期主要的经济活动是农业和畜牧业,手工业生产的规模还很小。由于农、牧业产品一般都可再生,生产过程中的副产物和废弃物可以被农牧业自身消化吸收,物质和能量流畅循环。虽然人类利用和改造自然的能力越来越大,并且大规模地毁林垦荒,引起水土流失、洪水泛滥等自然灾害,但总体上来看,人与自然环境的关系基本上还是协调的。

1768年瓦特制造了活塞式蒸汽机,揭开了工业革命的序幕。

此后，随着科学技术的不断进步，生产力水平迅速提高。第二次世界大战后，出现了前所未有的经济增长热。由于大量自然资源被利用，人类积累了大量财富，生活水平普遍提高，导致再生产能力不断增强，人口急剧增长。在短短的二三十年里，经济发展把一个饱受战争创伤的世界推向一个高度发达的信息时代，创造了前所未有的经济奇迹。然而，就在人们为之欢欣鼓舞的同时，经济发展与人类生存所依赖的自然环境却被破坏和践踏得千疮百孔。这一时期，人与自然的的关系不再是协调的，而是以人类利用和改造自然为主导的关系。

所谓“自然观”，即是人类对于“人与自然”关系的认识。自然观的最大特点，是它始终把人与自然的的关系作为自己的出发点，围绕这个关系中人的主体性的发展这个中心，来展开其丰富的内容。我们把近几千年来人类自然观的发展，大体分为四个阶段，即古代“天人合一”的自然观、中世纪神学的自然观、近代“天人对立”的自然观以及当前“可持续发展”的自然观。

(1) 古代“天人合一”的自然观 “天人合一”是中国哲学的传统命题。

所谓“天人合一”，包含两方面的内容：①人和自然皆有各自独立存在的价值；②人是自然和谐整体的一部分，而且是其中最重要的部分。人和自然之间存在着内在联系。

事实上，在生产力低下的古代，整个世界的自然观都是以追求人与自然的和谐为主流。在古希腊罗马时代的思想文化，特别是自然哲学和神话传说中，都生动地表达了当时人与自然的和谐关系。

(2) 中世纪神学的自然观 中世纪的欧洲，神学处于统治地位，而这个神又是超自然的、排他性的惟一世界主宰。所以大自然的地位显然地下降了。虽然人们的现实生活依然受大自然的制约，人们仍然惧怕自然、崇拜自然。但在观念上则被告诫，自然界一切现象都是神的旨意和力量的体现。因此，人应当崇拜万能的上帝而不是大自然。这期间，人与自然的的关系蒙上了一层浓重的神学色彩。

(3) 近代“天人对立”的自然观 自工业革命以来,迅速发展的自然科学和日新月异的技术革命,使生产力水平以惊人的速度提高。与日俱增的物质财富一方面成为人类征服自然的证据,另一方面不断地刺激和强化人类进一步征服自然的欲望。于是,科学研究受到了人们的高度重视,自然科学的各个分支都得到了全面、系统的发展。人类几乎将全部智慧投入到认识自然和改造自然的实践之中。在对自然全面、深入认识的同时,改造自然的物质手段空前发达,创造了人间奇迹。人类的确“主宰”了自然。

(4) “可持续发展”的自然观 进入到20世纪末期,人们开始对一味片面追求高速经济发展所带来的恶果进行了全面反思,深刻认识到“天人对立”的自然观的危害性,以及尊重大自然并与之保持和谐关系的重要性。

“可持续发展”的根本内容,就是要重视“自然的和谐及人与自然的和谐”。但这种“和谐”的实现不再是古代人与自然的简单的朴素的关系,而是运用现代科学技术,既要保障人类社会的不断发展,又要保证不破坏生态环境。真正使人类在这个地球上“生生不息,世代相传”。

实现可持续发展的核心在于正确认识“人与自然”和“人与人”之间的关系。它要求人类以最高的智力水准与责任感,来规范自己的行为,创造和谐的世界。可持续发展正在作为一种划时代的思想,影响和改变着世界的进程和人类的观念。

1.1.2 人类生存的环境

人类赖以生存的地球,是经过了漫长的演化过程,才形成今天这个样子的。我们关心地球的现在和未来,有必要了解一下地球的过去。从化学的角度看,地球在漫长的演化过程,有两类问题是非常重要的:①化学元素的起源和演化;②空气氧化-还原和光合作用。为讨论这两类问题,先让我们做一些相关的化学知识准备。

(1) 元素、核素及同位素 元素是物质的基本单元,是世界万物的组成者,即物质统一性的体现者。

人类寻找到构成物质的基石——元素,是经过了漫长岁月的。