



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
国家大学生文化素质教育基地教材

化学与人类文明 (第三版)

Chemistry and Human Civilization

王彦广 吕 萍 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社



“十二
普通



国家级规划教材
国家级规划教材

国家大学生文化素质教育基地教材

化学与人类文明 (第三版)

Chemistry and Human Civilization



王彦广 吕 萍 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社



图书在版编目(CIP)数据

化学与人类文明 / 王彦广, 吕萍编著. —3 版. —
杭州: 浙江大学出版社, 2016. 9
ISBN 978-7-308-16124-4

I. ①化… II. ①王… ②吕… III. ①化学—关系—
社会生活—高等学校—教材 IV. ①06-05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 189160 号

化学与人类文明(第三版)

王彦广 吕萍 编著

责任编辑	徐霞
责任校对	沈巧华
封面设计	续设计
出版发行	浙江大学出版社 (杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007) (网址: http://www.zjupress.com)
排版	杭州中大图文设计有限公司
印刷	富阳市育才印刷有限公司
开本	787mm×1092mm 1/16
印张	13.5
字数	272 千
版印次	2016 年 9 月第 3 版 2016 年 9 月第 1 次印刷
书号	ISBN 978-7-308-16124-4
定价	32.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行中心联系方式: 0571-88925591; <http://zjdxcbbs.tmall.com>

序 言

浙江大学理学历史悠久,是浙江大学最早创立的学科之一,有着辉煌的发展历史,涌现过一批国内外著名的大师级学者,也培养了一批在理学领域成就卓著的科学家。新中国成立初期,随着全国院系大调整,一些知名教授调离浙江大学,理学的综合实力受到一定的影响。

1998年9月,院系调整时拆分的四所学校重新合并,成立新的浙江大学,学校步入了建校历史上最好的发展时期。浙江大学理学抓住创建世界一流大学的发展机遇,以创建世界一流的学科为发展目标,主动服务国家战略需求中的重大基础科学问题,加快推动内涵发展。理学各学科励精图治,重整老浙大的理学雄风,在学科建设方面取得了长足的进步。

培养人才尤其是高层次创新人才是“985”高等院校的基本任务,而教学工作是人才培养的重要环节,教材又是教学工作的基本工具。所以,教材建设直接关系到教学质量的高低,关系到人才培养这一高校的基本任务。此外,优秀教材对于兄弟院校相关学科的教学也是一个贡献。

为了反映浙江大学理学的教学、科研水准,打造富有“浙大”特色的理学文化品牌,理学部组织策划了“浙江大学理学丛书”。该丛书涵盖了数学、物理、化学、地球科学、心理学、力学、生物科学等学科,旨在总结和展示浙江大学理学学科教学实践与教学改革的优秀成果,传播创新性研究成果,提升理学的教学、科研水平,使之成为具有国内一流水平和较大影响力的理学丛书。

尽管我们采用了相当严格的遴选标准,但是,一本教材必须不断进行修改,才能日臻完善。教材的修订只有进行时,没有完成时。因此,我们恳请广大读者,特别是使用本教材的老师 and 同学,对它提出改进意见。

林正炎

2016年1月25日

第三版前言

《化学与人类文明》自 2001 年作为本科生通识课程教材以来,已在浙江大学等高校使用了 15 年。在此期间,本书先后被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材(精品教材)和“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。然而,随着化学学科的快速发展,化学家取得了不少新的成就,为社会发展和人类幸福生活做出了新的贡献。此外,读者们也为本书提出了不少宝贵意见。为此,我们认为有必要对本书进行修订。

在新版教材编写过程中,一则“我们恨化学”的化妆品商业广告和“北大教授状告央视”的新闻震惊了全国,震撼了国内甚至国外化学化工界。作为多年从事化学研究与化学教育的工作者,我们深感普及科学知识、提高民众科学素养之责任重大,这也加速了《化学与人类文明》的修改再版。

新版教材保留了第二版的编排体系,增加了一些新内容,如“化学与自然”(第 1 章)、“人类每天都在做的一类化学反应——美拉德反应”(第 3.5 节)、“从植物中发现的药物(I)——青蒿素的故事”(第 4.1.1 节)、“探索生命起源的化学”(第 5.12 节)、“化学与精准生育”(第 6.5 节)、“光伏发电技术中的化学”(第 8.7 节)、“碳纳米材料和碳纤维——最轻、最坚硬的材料”(第 9.3 节)等,增强了教材的知识性和趣味性。

鉴于作者水平和学识有限,书中错误和不妥之处实属难免,敬请读者批评指正。

王彦广 吕 萍

2016 年 5 月 20 日

第二版前言

《化学与人类文明》是大学生文化素质教育课程的教材之一,自2001年在浙江大学等高校作为大学生通识课程教材以来,已使用9年。在此期间,一些任课教师、学生和其他读者提出了许多很好的意见和建议。此外,化学学科在这9年中也有很大的发展,取得了更多、更大的成就。这是本书修订再版的主要原因。

与第一版相比,第二版具有以下特点:

1. 内容丰富,紧扣时代主题。第二版保留了第一版中的部分章节,如化学与生命科学(第5章)、化学与环境保护(第7章)、化学与能源开发(第8章)、化学与材料科学(第9章)等,同时增加了化学与粮食生产(第2章)、化学与饮食(第3章)、化学与婚育和人口控制(第6章)、化学与国防和公共安全(第10章)、化学家面临的重大挑战(第1.6节)、临床化学与医学影像(第4.3节)等章节。书中除介绍经典的内容之外,还增加了一些体现化学学科最新成就和学科发展前沿的内容,如2008年诺贝尔化学奖获奖成果绿色荧光蛋白的发明及其应用(第5.3节)。

2. 结构安排更加合理,层次更加分明。本书从第1章介绍化学学科的定义和发展历史开始,按照化学对人类文明的贡献大小顺序并结合由易到难、循序渐进的原则,依次阐述了化学与粮食生产、化学与饮食、化学与健康、化学与生命科学、化学与婚育和人口控制、化学与环境保护、化学与能源开发、化学与材料科学、化学与国防和公共安全等9章内容。通过这样深入浅出的安排,更好地演绎了化学文化和化学学科对人类文明进程的推动作用。

3. 内容生动活泼,图文并茂。为增加本书的知识性和趣味性,书中增加了许多照片、示意图和化学结构式,使全书显得更加生动活泼。另外,书中还采用“知识卡片”的形式介绍了一些名人轶事,如口服避孕药之父卡尔·杰拉西(第6章)、2007年国家最高科学技术奖得主闵恩泽教授(第8章)、炸药之父诺贝尔(第10章);介绍了一些具有“趣味”性和“明星”意味的奇妙分子,如

能使眼睫毛变长、变粗、变黑的分子(第1章),致癌芳烃苯并芘(第3章),能延年益寿的分子(第4章)等;此外,还介绍了宇宙化学(第1章)、海洛因的发明与禁毒(第10章)等人类文明进程中值得关注的内容。书中还提供了一些参考资料,作为课外的知识链接,使内容更加生动。

为适合于通识教育,本书在力求科学性和严谨性的同时,尽可能采用非专业语言和典型事例、示意图、讲故事等通俗易懂的写作形式,来全面展示化学文化和化学学科对人类文明的巨大贡献。但由于作者水平有限,书中不妥和错误之处在所难免,深信同行及读者会一如既往地不断给我们提出宝贵意见和建议,使本书在下一版中得到进一步改善。

王彦广 吕 萍

2009年11月9日于求是园

目 录

绪 论	1
第 1 章 化学与自然	8
1.1 秋色中的化学	8
1.2 萤火虫——夜幕下的化学	11
1.3 发光水母与绿色荧光蛋白	12
1.4 蝴蝶翅膀的神秘面纱	15
1.5 神秘的螺旋与分子的手性	16
第 2 章 化学与粮食生产	22
2.1 自然界中氮的循环	22
2.2 合成氨技术——20 世纪人类最伟大的发明	23
2.3 农作物保护化学品和植物生长调节剂的发明	25
2.4 未来粮食增产的新希望	30
2.4.1 光合作用——地球上最重要的化学反应	30
2.4.2 固氮作用	33
第 3 章 化学与饮食	36
3.1 食品营养的化学	36
3.1.1 糖	36
3.1.2 维生素	38
3.1.3 矿物质	42
3.2 食品中的添加剂	44
3.2.1 食品防腐剂和抗氧化剂	44
3.2.2 提供食品色、香、味的添加剂	46
3.3 茶叶、咖啡和酒的化学	48

3.3.1	茶文化与茶叶的化学	48
3.3.2	咖啡文化与咖啡的化学	51
3.3.3	酒文化与酒的化学	53
3.4	烟草的化学和吸烟的危害	55
3.5	人类每天都在做的一类化学反应——美拉德反应	57
3.6	化学与食品安全	58
3.6.1	农药残留的检测	59
3.6.2	食品中非法添加剂的检测	59
3.6.3	食品加工过程中产生的有毒有害物质的鉴定以及形成机理的研究	60
第4章	化学与健康	62
4.1	药物的发明	62
4.1.1	从植物中发现的药物(Ⅰ)——青蒿素的故事	63
4.1.2	从植物中发现的药物(Ⅱ)——阿司匹林的故事	65
4.1.3	从微生物中发现的药物(Ⅰ)——青霉素的故事	66
4.1.4	从微生物中发现的药物(Ⅱ)——阿维菌素的故事	68
4.1.5	从染料中发现的药物——磺胺药的故事	70
4.1.6	后基因组时代的药物	71
4.2	医用高分子材料的发明	72
4.2.1	生物惰性高分子材料	72
4.2.2	生物降解吸收性高分子材料	75
4.3	临床化学与医学影像	76
4.3.1	临床化学	76
4.3.2	现代医学影像技术中的化学	77
第5章	化学与生命	80
5.1	氨基酸与多肽的化学	80
5.2	揭秘胰岛素的化学结构	84
5.3	人工全合成牛胰岛素——与诺奖擦肩而过的中国传奇	85
5.4	蛋白质的高级结构	86
5.5	酶的化学	87
5.6	DNA 双螺旋结构的故事	88
5.7	遗传密码的破译与中心法则的揭示	92
5.8	多聚酶链式反应技术和 DNA 重组技术的发明	94

5.9 人类基因组计划——基因测序	97
5.10 DNA 自修复与疾病防治	98
5.11 活细胞与单分子的监测	99
5.12 探索生命起源的化学	101
第 6 章 化学与婚育	106
6.1 爱是一种绝妙的分子	106
6.2 激素	108
6.2.1 激素的发现	108
6.2.2 与爱情有关的激素	109
6.2.3 与生育有关的激素	111
6.3 排卵期预测试纸的发明	112
6.4 化学与计划生育	113
6.5 化学与精准生育	115
第 7 章 化学与环境保护	117
7.1 自然环境中水和氧的循环	117
7.2 保护大气环境的化学	119
7.2.1 大气圈的化学组成与雾霾	119
7.2.2 光化学烟雾之谜	122
7.2.3 臭氧层空洞之谜	124
7.2.4 酸雨形成之谜	126
7.2.5 温室效应之谜	127
7.3 保护水资源的化学	128
7.3.1 水的化学净化、纯化和软化	128
7.3.2 海水的淡化	130
7.4 绿色化学	132
第 8 章 化学与能源开发	138
8.1 自然界中碳的循环及能量的产生与转化	138
8.2 煤炭、石油和天然气开发利用中的化学	141
8.2.1 煤炭经济中的化学	141
8.2.2 石油经济中的化学	142
8.2.3 天然气经济中的化学	145

8.3	生物质能源开发中的化学	148
8.4	氢经济与氢燃料电池	149
8.5	甲醇经济与直接甲醇燃料电池	152
8.6	电动汽车时代的车载动力电池	154
8.7	光伏发电技术中的化学	156
第 9 章	化学与材料	160
9.1	塑料、橡胶和纤维——20 世纪合成化学的骄傲	160
9.1.1	塑料	161
9.1.2	合成橡胶	163
9.1.3	合成纤维	164
9.2	导电聚合物	166
9.3	碳纳米材料和碳纤维——最轻、最坚硬的材料	167
9.3.1	碳纳米材料	167
9.3.2	碳纤维材料	169
9.4	照明与显示材料	170
9.5	未来的纳米材料	173
第 10 章	化学与国防和公共安全	177
10.1	国土防御中的化学	177
10.1.1	化学武器	177
10.1.2	炸药、烟幕弹和燃烧弹	182
10.1.3	现代武器装备中的化学	186
10.2	化学与反恐	188
10.3	公安执法领域中的化学	190
10.3.1	化学在缉毒方面的作用	190
10.3.2	化学在法医取证方面的作用	193
附表	历届诺贝尔化学奖获奖简况	197

绪 论

化学——我们的生活,我们的未来

2008年12月19日,第72次联合国大会宣布2011年为“国际化学年”(International Year of Chemistry),并开展主题为“化学——我们的生活,我们的未来”的系列纪念活动,旨在全球范围内彰显化学对社会进步和人类文明的贡献,以及化学在开发可替代能源、环境保护和养活全世界日益增多的人口方面将起到关键作用,促进公众对化学的认识和了解,培养、提高年轻人对化学未来发展的兴趣与热情。此外,2011年正值国际纯粹与应用化学联合会(IUPAC)的前身国际化学会联盟(IACS)成立100周年,也恰逢女科学家居里夫人获得诺贝尔化学奖100周年。

2011年4月9日,“国际化学年在中国”系列活动在北京人民大会堂正式启动。中国国务委员刘延东在启动仪式致辞中讲到,新中国成立以来,中国化学学科和相关产业迅速发展,形成一支规模较大、素质优良、结构合理的科研队伍,取得人工合成结晶牛胰岛素等一批重大科研成果,形成了完整的产业体系,为提升中国科技和产业竞争力做出重要贡献。

化学是一门历史悠久而又富有活力的学科,它的成就是人类文明的重要标志。从开始用火的原始社会,到使用各种人造物质的现代社会,人类无时无刻不在享用化学的成果。人类的生活能够不断提高和改善,化学在其中发挥了重要作用。

化学的使命——认识世界、改造世界、保护世界

著名化学家 Ronald Breslow 曾这样描述化学,“化学是一门试图了解物质的性质和物质发生反应的科学,它涉及存在于自然界的物质(地球上的矿物、空气中的气体、海洋中的水和盐、在动物体中发现的化学物质),以及由化学家创造的新物质;它涉及自然界的(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创造的新变化”(Breslow R, 1998)。

化学是在原子和分子层次上研究物质的组成、结构、性质、变化规律和应用的一门科

学。化学家所研究的化学变化具有三大特征：①化学变化是质变，因为它是旧化学键断裂和新化学键形成的过程，其实质是键的重组；②化学变化是计量的变化，在化学变化发生前后，参与反应的元素种类不变，故而物质的总质量不变，即服从质量守恒定律，参与反应的各种物质之间有确定的计量关系；③化学变化伴随着能量变化，由于各种化学键的键能不同，所以当化学键发生改组时，必然伴随着能量的变化，伴随着体系与环境的能量交换。

当今的化学家肩负着认识世界、改造世界和保护世界三方面的重任：①从原子、分子到自组装的超分子体系（如活体细胞和整个生物体等）层次上发现自然界（包括地球和宇宙空间）的构成，同时理解这些构成之间如何相互作用并随时间改变；②创造新分子、新结构和新物质，其中包括超分子体系（如器件、材料等），并开发它们的应用；③在发现和创造的同时，还要不断地认识人类活动对环境（包括陆地、海洋和大气环境）和资源变化的影响，并通过绿色化学等途径实现对环境 and 资源的保护。

化学的首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。在我国，化学化工对国民经济的贡献巨大，2014 年的国家统计数据显示，我国化学化工产业占 GDP 的比例达到 23.5%。

化学发展的历程

化学变化作为一种现象早在没有人类之前就已经存在。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。公元前大约 3600 年的青铜时代，人类就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，因而成为制造工具和武器的主要材料。埃及人则早在公元前 1500 年之前就会通过把一些天然矿物共热制造玻璃。古代的炼金术、炼丹术被称为近代化学的先驱。公元 8 世纪末，我国的炼丹术通过与海外通商而传到波斯，再传入欧洲。炼金家们进行了长期艰苦卓绝的努力，企图用一般的化学方法来实现金属的嬗变。这些探索虽然都以失败而告终，但毕竟为化学的发展探索着前进的方向，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。

1661 年，波义耳(R. Boyle)在其著名论文“怀疑派的化学家”中首次提出元素的概念，从而把化学确立为一门学科，近代化学由此而诞生。盛行于欧洲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,化学从此真正成为一门独立的科学。

17 世纪中叶以后,中欧、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,其中最有名的就是斯塔尔的燃素学说。该学说认为火是由无数细小而活泼的微粒构成的物质实体(即燃素),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。

1777 年,法国化学家拉瓦锡(Antoine-Laurent Lavoisier)在利用定量分析进行的大量燃烧实验的基础上,提出了科学的燃烧学说。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,开创了近代化学新体系,这是化学史上的一场革命。此后,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。

人类对物质结构的认识是永无止境的,物质是由元素构成的,那么,元素又是由什么构成的呢? 1803 年,道尔顿(John Dalton)提出了近代科学原子论,其要点有三:①一切元素都是由不能再分割和不能毁灭的微粒所组成,这种微粒称为原子;②同一种元素的原子的性质和质量都相同,不同元素的原子的性质和质量不同;③一定数目的两种不同元素化合以后,便形成化合物。原子学说成功地解释了不少化学现象,从此结束了化学的神秘性。恩格斯曾给原子论以很高的评价,“化学的新时代是随着原子论开始的”。

原子论提出之后不久,意大利化学家阿伏伽德罗(Amedeo Avogadro)又于 1811 年提出了分子学说,进一步补充和发展了道尔顿的原子论。他认为,许多物质往往不是以原子的形式存在,而是以分子的形式存在,例如氧气是以两个氧原子组成的氧分子,而化合物实际上都是分子。从此以后,化学由宏观进入到微观的层次,使化学研究建立在原子和分子水平的基础上。

道尔顿近代原子论的确立,使化学家对元素的概念有了更科学的认识,通过化学分析、电化学和光谱分析等实验手段,搞清了许多化合物的组成,发现了一大批新的元素,积累了大量关于元素及其化合物的感性材料。但这些材料庞杂零乱,急待加以归纳整理。同时,化学家也在思考:地球上到底有多少种元素? 如何去寻找新元素? 如何把众多的元素按照化学性质进行分类整理? 时代向化学家提出了发展新理论的要求。19 世纪 60 年代,化学家已经发现了 60 多种元素,并积累这些元素的原子量数据,为化学家寻找元素间的内在联系创造了必要条件。1868 年,俄国化学家门捷列夫(D. I. Mendeleev)

人类的日常生活离不开化学

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,是一门中心的、实用的和创造性的科学(Breslow R, 1998)。化学的中心地位和创造性在于它的核心知识已经应用于现代科技的各个领域,其实用性可体现在人们日常生活的方方面面,并改变了每一个人的生活方式。

人类之衣、食、住、行、用无不与化学所掌管之成百化学元素及其所组成之万千化合物和无数的制剂、材料有关。我们每天都要用到的肥皂、牙膏、化妆品属于日用化学品,衣服是合成纤维制成并由合成染料染色的,用于制作鞋底的材料大多属于合成橡胶。合成纤维、合成橡胶及合成塑料三大合成高分子材料是 20 世纪中期合成化学的骄傲,也是 20 世纪人类文明的重要标志。

大米和面粉则是在合成氨、尿素、除草剂和杀虫剂等化学品保护下生产出来的粮食制成的。水果和蔬菜的生长和保鲜往往还需要塑料制成的大棚、杀菌剂和保鲜剂等合成材料和制剂。牛奶、饮料、酒水和饮用水必须经过化学检验以保证质量。保鲜膜、塑料盒、洗洁剂等是家庭厨房的必备化学品。

维生素和药物也是由化学家合成的。药物的发明是人类文明的重要标志之一。自从 1897 年德国拜耳化学公司合成出解热镇痛药阿司匹林以来,化学家先后创造出了抗生素、磺胺药、抗寄生虫药、抗疟疾药、抗病毒药物、降血脂与降压药、抗肿瘤药物、麻醉剂、镇静剂等各种类型药物数千种,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,为人类的健康做出了巨大贡献。

建造大楼所用水泥、玻璃、涂料、合金材料、有机硅密封胶、聚氨酯防水胶等,室内照明所用日光灯、节能灯、LED 灯的发光材料,以及家具的油漆等均为化学合成材料。

常用交通工具自行车、汽车的金属部件和油漆显然是化学品,汽车车厢内的装潢通常是特种塑料或经化学制剂处理过的皮革制品,汽车的轮胎是由合成橡胶制成的,燃油和润滑油是含化学添加剂的石油化学产品。车载可充电的蓄电池是化学电源。汽车尾气排放系统中用来降低污染的净化器装有由铂、铑、稀土材料和其他一些化学物质组成的三效催化剂,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。制造飞机所用的结构材料主要是质强、量轻的碳纤维材料、铝合金等。波音 787 飞机里所用的碳纤维材料占重量的 64%。飞机上的装潢需要特种塑料,飞机的动力和机械系统还需要特种燃油和润滑油。

书刊、报纸是用化学家所发明的油墨(包括彩色油墨)和经化学过程生产出的纸张印制而成的。手机、彩电和电脑的显示器是由无机或有机光电材料制成的。甚至参加体育活动时穿的跑步鞋、溜冰鞋、运动服,所用的乒乓球、羽毛球拍、排球网等也都离不开现代合成材料和涂料。

化学在解决人类面临的重大挑战方面将发挥关键作用

化学是一门古老而充满活力的学科。20 世纪 70 年代以后,化学发生了显著的变化,化学研究的领域已拓展到生命科学和生物技术、纳米技术、材料科学、环境、能源、国家安全等诸多方面。过去的 100 多年间,化学科学在保证人类衣食住行需求、提高人民生活水平和健康状态方面做出了重大贡献。展望未来,人口、环境、资源、能源等问题日益严重,人类的生存会不会成问题?虽然这些问题的解决要依靠各个学科,但无论如何都离不开化学这一核心学科。这些问题的解决将会为化学注入新的活力。从当代化学家所面临的一些重大挑战([美]21 世纪化学学科的挑战委员会,2004)来看,也不难得出这一结论。这些挑战包括:

(1)创造具有科学意义或实用价值的新物质(如医药、农用化学品、特殊材料等),并采用低能耗和对环境友好的制备方法和工艺进行生产。

(2)发展高灵敏度、高选择性的实时分析技术,可靠地检测易燃易爆危险物品、毒品、病毒等有害物质,以保护人类免遭恐怖主义、犯罪和疾病等的危害。

(3)研究和开发新的早期预警和诊断方法、新的治疗药物和治疗方法,以对付目前尚属不治之症的一些疾病,如肿瘤、心脑血管病、病毒性疾病等。为此,必须在分子水平上认识疾病。

(4)研究和开发出永不枯竭、廉价的新能源及其储存和运输的方法。例如,发展能够将各种来源生物质转化为生物燃料的新型催化剂和催化技术;发展新的储氢材料;发展新一代燃料电池和太阳能电池所需要的各种材料和催化剂。我国的《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020 年)》指出,未来能源技术发展的主要方向是经济、高效、清洁利用和新型能源开发。

(5)深入研究生命体系中的化学问题,透彻认识生命的化学本质。例如,阐明生命的起源;理解活细胞中基因表达调控的机制,并用小分子来影响这一过程;揭示酶具有高效性和专一性的原因,并设计出可与最好的酶相媲美的人工仿生催化剂;理解各种蛋白质、核酸以及生物小分子如何装配成显示化学特征和生物学功能的组装体,并真正认识活细胞中不同组分之间复杂的化学反应;探索大脑和记忆的化学本质,揭示存在于思维和记忆背后的化学因素。21 世纪的很多重大课题都将是围绕生命而展开的。然而,生命科学的本质是化学,如何了解在分子层次发生的反应成为我们深入认知生命现象的关键,因为化学研究的对象就是分子和化学反应,所以化学在其中是中坚力量。具有良好化学背景的人,可以在生命科学领域游刃有余。

(6)认识错综复杂的地球化学,包括陆地、海洋、大气以及生物圈,从而维持地球的可居住性。例如,发展精确、快速、微量、超微量的分析测试技术,以获得超微区范围内和超