

高等学校科技与人文素质教育系列读本

化学与 社会发展

Chemistry & Social Development



©张胜义 陈祥迎 杨捷 编著

中国科学技术大学出版社

高等学校科技与人文素质教育系列读本

化学与社会发展

Chemistry & Social Development

◎张胜义 陈祥迎 杨捷 编著



中国科学技术大学出版社

内 容 简 介

本书结合最新科技成果和社会发展动态,论述了化学与环境、生命、材料、能源、工农业生产以及人文等方面的关系,重点介绍了化学家认识世界和创新物质的手段、绿色化学与环境优化、人体化学与营养保健、合成化学与高新材料、能源化学与太阳能利用、化学中的创新思维与情商教育等。

本书可以作为大专院校文理各科的公选课教材,也可以作为中学化学教师的教学参考书、中学生的课外读物以及社会各界了解化学与社会发展相关性的科普读物。

图书在版编目(CIP)数据

化学与社会发展/张胜义,陈祥迎,杨捷编著. —合肥:中国科学技术大学出版社, 2009. 7

(高等学校科技与人文素质教育系列读本)

安徽省高等学校“十一五”省级规划教材

ISBN 978-7-312-02480-1

I. 化… II. ①张…②陈…③杨… III. 化学—关系—社会发展 IV. O6-05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 096970 号

出版 中国科学技术大学出版社
安徽省合肥市金寨路 96 号, 邮编: 230026
网址: <http://press.ustc.edu.cn>

印刷 合肥华星印务有限责任公司

发行 中国科学技术大学出版社

经销 全国新华书店

开本 710 mm×960 mm 1/16

印张 17.75

字数 347 千

版次 2009 年 7 月第 1 版

印次 2009 年 7 月第 1 次印刷

定价 26.00 元

前 言

化学是人们了解世界的基础,是一门中心的、实用的和创造性的学科。“化学是人类进步的关键。”这是诺贝尔奖获得者西博格对化学作用的评价。“化学在老的自然界旁边又建立了一个新的自然界。”这是诺贝尔奖获得者伍德沃德对化学作用的形象阐述。当前,化学学科已融入科技、社会的方方面面。化学使人们丰衣足食、健康长寿,化学使科技突飞猛进、日新月异。鉴于此,联合国将2011年定为国际化学年。

尽管化学具有重要的社会作用,但由于化学只注意创造社会,不注意宣传社会,使得一些人只看到化学的负面影响,看不到化学的社会作用。为了提升化学形象,让人们正确认识化学、欣赏化学,本书结合社会发展实际,介绍化学的辉煌业绩,阐述化学的重要作用。

本书讲述了化学是什么,化学能做什么,化学做了些什么,化学将做些什么,化学的领域有多大,化学的社会作用有多大,化学与人文有何关系。全书共分八章。第一章从社会发展谈到科技进步、教育改革、化学发展。第二章利用通俗易懂的语言,将化学各个分支的内容融合在一起,描绘了整个学科概貌。第三章通过“人顺天一人制天一人和天”的关系转变及可持续发展战略的形成,介绍了生态平衡与环境污染、绿色化学与环境保护等,阐明了化学在改善人类生存环境中的作用。第四章从生命的物质属性谈起,讲述了人体组成与化学变化、营养化学、化学与临床诊断、基因与遗传、医药开发、干细胞研究等,结合营养平衡、素食为主的健康饮食理念,介绍了微量元素与健康、饮食与健康等贴近生活的内容。第五章通过能源革命、新能源技术等内容,介绍了化学在能源开发中的作用。第六章重点讨论了新型合金、新型陶瓷、新型复合材料、纳米材料等,最后介绍了碳家族材料(包括碳纳米管、富勒烯以及新发现的石墨烯)。第七章介绍了化学与新型农业、现代化学工业。第八章是化学与人文,介绍了化学与哲学、化学中的创新思维、化学与情商等,结合化学家的事迹,讲述了情商中的责任心、道德心、慈善心、同理心、事业心以及人生三部曲。最后指出,化学用充满人文精神的原子、分子才能构建人类更加美好的明天。

本书注意引入最新科技成果和社会发展动态,注意结合社会现象和社会问题,

论述化学学科的内在力量和社会作用。在讨论中还有意识地穿插了一些其他学科的基本知识,介绍一些相关历史事件和历史人物,附录一简单介绍了历年来诺贝尔化学奖获得者及其突出贡献。另外,书中还对某些关键词标注了英文,将人文精神融入各个章节。这里已无法分清什么是化学,什么是非化学。当然,我们关心的不是它们的界限,而是社会的发展。

本书集知识性、现实性、前瞻性于一体,体现了化学学科的开放性、交叉性、综合性,既有科普性质,又有一定的深度和广度,旨在改善学生的知识结构,拓展学生的知识面,提高学生综合素质和创新思维能力,增强学生的社会责任感和使命感。

本书是安徽省高等学校“十一五”省级规划教材,可作为高等院校文理各科的公选课教材,也可作为中学化学教师的教学参考书、中学生的课外读物以及社会各界了解化学与社会发展相关性的科普读物。

在本书的编写过程中参考了许多文献资料(包括网络资料),在此,向参考资料的所有作者表示衷心的感谢!在本书的出版过程中,得到了中国科学技术大学出版社的大力支持和帮助,作者表示深切的谢意。

由于本书涉及面广,作者水平有限,再加上时间仓促,难免有不当之处,诚望读者批评指正。

作者

2009年4月

目 录

前 言	(i)
第一章 绪论	(1)
第一节 社会—科技—教育—化学	(1)
第二节 化学发展史	(7)
第三节 化学学科特点	(13)
第二章 化学基础知识	(15)
第一节 物质的结构组成及其存在形式——认识物质世界的基础	(15)
第二节 化学反应——创造新物质的基础	(29)
第三节 分析化学——观察物质世界的“眼睛”	(32)
第四节 有机化学——生命科学的基础	(41)
第五节 高分子化学——高分子材料科学的基础	(48)
第六节 化学工程学——化工生产的基础	(54)
第三章 化学与环境优化	(60)
第一节 概述	(60)
第二节 生态平衡与环境污染	(67)
第三节 环境监测与评价	(75)
第四节 环境优化与和谐发展	(80)
第四章 化学与生命科学	(87)
第一节 概述	(87)
第二节 人体化学	(88)
第三节 营养化学	(94)
第四节 饮食与健康	(106)
第五节 基因与遗传	(119)
第六节 化学与药物开发	(124)
第七节 化学与临床诊断	(128)

第八节 生命科学的未来	(131)
第五章 化学与新型能源	(136)
第一节 概述	(136)
第二节 化学使古老的能源焕发青春	(141)
第三节 化学是开发新能源的源泉	(150)
第六章 化学与新型材料	(165)
第一节 概述	(165)
第二节 材料科学发展史	(167)
第三节 新型合金材料	(177)
第四节 新型功能高分子材料	(181)
第五节 高技术陶瓷材料	(186)
第六节 功能奇异的纳米材料	(191)
第七节 碳家族材料	(198)
第七章 化学与工农业生产	(205)
第一节 化学与新型农业	(205)
第二节 现代化学工业	(214)
第八章 化学与人文	(231)
第一节 概述	(231)
第二节 化学与哲学	(233)
第三节 化学与创新	(236)
第四节 化学与情商	(239)
附录一 历年诺贝尔化学奖得主	(249)
附录二 历年世界环境日主题	(275)
参考文献	(277)

第一章 绪 论

化学,一门古老而又充满活力的学科,是自然科学的重要组成部分,是社会发展的动力。化学,从小科学走进大科学,融入社会,发展自我。化学与社会的结合产生了一门新兴的学科——化学社会学。

第一节 社会—科技—教育—化学

一、社会发展

人类社会经历了数千年的农业经济和数百年的工业经济之后,现在进入了一个新的历史阶段,知识经济已初步形成。当前的经济和社会发展越来越依赖于知识的创新和应用,而知识的创新和应用促进了社会的可持续发展。

农业经济时代的主要资源和生产要素是劳动力和土地,劳动生产率主要取决于劳动者的体力,属劳动密集型经济。生产的分配主要是按劳动力资源和土地资源的占有率进行的,农业、畜牧业和手工业是其支柱产业。农业经济时代经历了原始社会制、奴隶制和封建制三种社会形态。知识的积累和传播主要依靠生产实践和少数僧侣、哲人对自然界的观察,因而生产力落后,社会发展缓慢。

工业经济时代的主要资源和生产要素是资本和稀缺的自然资源,生产的分配主要是按资本和自然资源的占有率进行的,属资本密集型经济。钢铁、汽车、纺织等是其支柱产业,此阶段生产力发展速度加快,但知识和技术只是影响生产力的外部因素。

到了知识经济时代,主要资源和生产要素是知识和智力,知识是社会生产力发展的基本要素,属知识密集型经济。知识经济是智力经济,以芯片、网络、软件为基础的高技术产业是其支柱产业。社会发展和经济繁荣不是直接取决于资源、资本、硬件技术的数量和规模,而是直接取决于知识和信息的生产、积累、传播和应用。创新是经济发展的灵魂,高素质劳动者和创造型人才的培养是社会发展的关键。

创新知识、传播知识、应用知识的能力和效率将成为衡量一个国家综合国力和国际竞争力的重要因素。为了加速发展,提高综合国力和国际竞争力,人们将像农业经济追求土地、工业经济追求资本那样追求知识、争夺人才。有了知识,就有了资本,就可以创造价值。在知识经济中,知识的投入和产出都占很大比例,例如,一块计算机芯片的利润比例是:设备和生产劳动各占6%,能源和材料各占1.5%。有人做过计算:从1元钱的沙子中提取出的硅,制成芯片后可创造1000万元的价值。这就是知识的力量。但是知识经济形成之后仍离不开工业和农业,因为知识最终还是要通过生产劳动转化为物质形态的东西。

当前,我国全面推进和谐社会建设,深入贯彻落实科学发展观。北京奥运会开幕式上一个“和”字震撼了世界。和谐社会是以人为本的社会,其特征就是民主法治、公平正义、诚信友爱、充满活力、安定有序,人与人、人与社会、人与自然和谐相处。坚持以人为本,就是要以实现人的全面发展为目标,从人民群众的根本利益出发谋发展、促发展,不断满足人民群众日益增长的物质文化需要,切实保障人民群众的经济、政治和文化权益,让发展的成果惠及全体人民。中国特色社会主义事业的总体布局,已经由社会主义经济建设、政治建设、文化建设三位一体,发展为社会主义经济建设、政治建设、文化建设、社会建设四位一体。

二、科技进步

科学技术是人类在认识自然、改造自然的过程中进行创新活动的结晶,科技进步是推动社会发展的重要动力。

五十万年前,人类的祖先在与自然界的斗争中发现并利用了火,这是人类支配自然的伟大开端,也可认为是古代朴素科学技术时期开始的标志。公元前5世纪以来,人类开始较系统地进行数学、医学、农学等科学技术的研究,取得了一系列成果。

15~19世纪,可称为近代科学技术革命时期。在这一时期,人类的认识能力和技术水平不断提高,开始比较全面、系统、科学地认识、研究客观世界,一系列的发明和发现,掀起了一个又一个科学技术革命:15世纪欧洲发生了文艺复兴运动,中国古代的火药、指南针、造纸三大发明又相继传到了欧洲,这就使整个社会发生了巨大变革。在此之后,16世纪哥白尼(N. Copernicus)提出了日心说,17世纪牛顿(I. Newton)提出了三定律,18世纪瓦特(J. Watt)发明了蒸汽机,19世纪达尔文(C. R. Darwin)提出了进化论,法拉第(M. Faraday)设计了发电机。在近代科学技术革命时期,化学、物理学、生物学、地质学等都得到了快速发展,特别是化学的不断进步,使人们对物质世界有了更深刻的认识,并建立了原子-分子论,发现了元素周期律,发展了分析化学、有机化学。

19 世纪末开始,人类便进入了现代科学技术革命时期。这一时期是从物理学的发展开始的。X 射线、放射现象的发现打开了微观世界的大门,量子力学、相对论的提出使物理学发生了翻天覆地的变化。由于物理学的发展,化学也发生了革命。同时,核化学、量子化学、结构化学、现代分析化学的形成也推动了相关学科的发展,例如,生物学在现代化学的帮助下揭示了 DNA(Deoxyribonucleic Acid,脱氧核糖核酸)的双螺旋结构,地质学借助现代化学测试手段研究了地球内部的组成和结构。

20 世纪中叶以后可称为高技术革命时期。这一时期科技发展的特点是知识高度密集,学科高度交叉,逐渐形成六大新兴技术群:信息、材料、能源、生物、空间、海洋。在这六大技术群中,能源技术是支柱,重点研究核能技术、太阳能技术,开发洁净能源、可再生能源;信息技术是核心,利用其技术特点向着最为广泛的应用领域渗透,不断改变生产方式、社会结构;材料技术是载体,主要研究具有时代特征的智能化、功能化、环境友好、复合再生新材料;生物技术是前三者的综合,将以分子生物学为基础,结合基因工程、细胞工程、蛋白质工程等寻求重大突破,为现代农业、医疗保健等带来新的革命;空间和海洋技术是前四者的扩展和应用,为科技、社会寻求更广阔的发展空间。

20 世纪以来的科技发展还经历了从“小科学”到“大科学”的转变,科学的社会形象发生了很大变化,这是科学发展与社会需求相互作用的结果。在这一时期,科学技术不仅进行自身的革命,而且进行科学技术与社会关系的革命,由此产生了“科学社会学”。这里的小科学主要是指近代科学技术,它的主要目的是为了满足不同好奇心,很少考虑科学的社会价值;大科学是社会的科学,首先要求科学家担负起社会责任,注重应用性、效益型的研究,把自己的科研与人类的命运联系起来。社会不仅为科学指明研究方向,而且为科学提供精神及物质上的支持,通过组建科研团体,使科学技术高度体制化、社会化,科学与社会的联系越来越密切,科学对社会的影响越来越大,科学技术成为第一生产力。

据统计,目前我国科技人力资源总量超过 3600 万人,居世界第一位,形成了规模庞大的科技人才队伍。近年来,中国取得了载人航天太空漫步、超级杂交稻、基因医学、高性能计算机等一大批科技成果,基础研究和前沿技术研究取得众多突破,原始性创新能力进一步增强,国际论文发表总量和发明专利申请量跃居世界前列,重大技术装备自主研发能力明显提高,高技术产业规模不断扩大,科技在调整经济结构、促进社会发展、改善民生方面的支撑作用显著增强。

三、教育改革

教育是社会进步的基础,是经济发展的动力。教育上的落后必然会阻碍社会

前进的步伐,减缓经济发展的速度。所以,教育,特别是高等教育要不断改革,不断提高教育水平和培养人才的质量,才能适应社会发展的需要。

在社会发展的不同历史阶段,教育的内容和作用不同,人们追求知识的目的也不同。

在农业经济时代,人们只有零散的、少量的知识,大学是象牙塔,教育的主要目的是培养精神贵族,主要作用是单纯地保存知识、有限地传播知识。人们追求知识的目的是认识世界,启迪思想。在此阶段,高等教育与社会之间存在着难以逾越的鸿沟。

在工业经济时代,新技术不断产生,知识逐渐系统化、科学化。人们开始利用知识改造世界,开发物质资源,创造社会文明。科技知识不断改进生产工具,提高劳动者技能,知识作为辅助因素间接地影响社会经济发展。高等教育慢慢走出象牙塔,开始与生产劳动相结合。科学技术逐步走进大学殿堂,科学研究成为高等教育的重要功能。在此阶段,高等教育强调专业对口,培养模式单一,与社会的关系是单向地、一次性地为科学研究、经济生产、社会服务、市场流通等领域输送专门化人才。

在知识经济时代,知识的发展将知识本身推向了一个新的高峰,知识由经济发展的辅助因素、非独立因素变为生产力中的主要因素、独立因素。因此,以知识传播、加工、创新为天职的教育必将因知识经济的到来发生质的变化。

知识经济的支柱产业是高技术产业,主要的生产组织形式是高技术园区,而高技术园区的核心则是高等教育。知识经济把高等教育由社会的边缘推向科学研究、经济生产、社会服务、市场流通等领域的中心,而且两者是双向联系,相互促进的。因此,高等教育必须进行自身的变革和创新,要由强调专业对口转向适应社会要求,要用多样化的培养模式取代单一的培养模式。在知识经济时代,知识是基础,创新是灵魂,没有知识,就进不了知识经济的大门,不会创新知识,就跟不上知识经济的步伐。所以,高等教育在传授知识的同时要教会学生创新知识,注重开发学生智力,努力提高学生的综合素质和创新能力。为了拓展知识面,要对学生进行大文化教育(大文化包括科学文化、技术文化、人文文化、社会发展、人类文明等),使专门文化和通用文化融为一体,形成广阔的文化空间,使各学科间能进行比较和融合。开设课程要具有开放性、灵活性,要突破学科界限,由内向外辐射,使学生在了解知识价值和意义的基础上,能够对知识进行选择、批判、重组、整合,能够沟通不同领域的知识,建构自己的知识新体系。有人提出,现代高等教育要教会学生四类知识:知道是什么、知道为什么、知道怎么做、知道和谁做。传统教育只解决了前两个问题,后两种知识是指人际交往、社会沟通的能力,需要将科学知识与人文知识融为一体进行教育。有人认为,现代高等教育要有三统一:知识教育和能力培养

统一、智力开发和人格完善统一、社会功能和育人功能统一。

总之,当前的社会发展和科技进步给高等教育带来了新的机遇和挑战,高等教育只有转变思想观念、深化教学改革,建立新的人才培养模式,才能跟上时代的步伐,才能适应社会的发展。

四、化学与社会发展

化学是研究物质组成、性质及变化规律的学科。化学家的主要任务是探寻物质相互转化的条件和规律,为人类社会创新物质世界。化学学科发展至今,已交叉、渗透到各个学科领域,与材料、生命、环保、能源、信息、航天、国防、海洋以及工农业生产等领域密切相关。现代科学技术的许多最新成果,都包含着化学的最新成就。

材料被称为发明之母。化学既是材料科学的重要组成部分,也是材料科学的基础之一,化学为开发利用天然材料提供科学依据,并不断设计、研制各种新材料。在高科技迅猛发展,竞争日益激烈的今天,各国都想在生物、信息、空间、能源、海洋等技术领域占有一席之地。发展新技术往往与材料有关,可称为新材料技术,其核心技术是材料设计与分子设计,即根据用途来设计具有特定功能的新材料。材料的功能是由其组成和结构所决定的,而研究物质的组成和结构正是化学研究的主要内容。事实表明,具有某种功能特性的材料的发现和应用,往往可以导致新的科技领域的产生和新产业的兴起,可以创造数十亿乃至上百亿元的产值,并由此改善社会物质文化生活的状况。如高纯硅、锗等半导体材料的出现,产生了晶体管、集成电路、大规模集成电路以及超大规模集成电路等,从而带来了计算机从真空管到晶体管的革命。如今,电脑不但广泛应用于各个领域,也进入了家庭。网上通信的实现,带来了信息革命。再如,将超导体用于雷达,使其灵敏度大大提高,有效作用距离增加了3~4倍。光导通信使信息通信达到了一个新的水平,而光导通信离不开纤维。

能源为人类从事各种经济活动提供了原动力。目前,人类的能源消耗中大部分能量仍来自化学反应所释放的能量。随着社会的发展,人类对能源的需求量越来越大,能源短缺是人类正在面临的一个大问题。合理利用现有能源,大力开发新能源,必须得到化学的支持。开发聚变能、太阳能和氢能是化学科学研究的前沿课题。

在航天和国防建设中,必须有先进的空间技术和各种先进的武器。火箭、导弹、人造卫星、航天飞机、核潜艇、航空母舰等的开发,需要各种特殊结构的材料和高能燃料。例如,制造人造卫星,不仅要有一般轻质合金材料,还要有特种复合材

料、隔热材料等。在卫星能源方面,不仅要研究燃料电池,还要研制硅太阳能电池。而这些材料和高能电池的研制,同样需要化学知识。

生物体系以有机物质为基础构成,生命过程本身就是无数化学变化的综合体现。化学家和生物学家通过合作,在探索生命现象的奥秘、人类基因组研究等方面取得了一系列重大成果。随着化学家在原子、分子水平上对蛋白质和其他生物精细结构的认识和对生命过程的研究,人类将有效地攻克生物和医学方面的难题。在控制癌症、传染病和其他死亡原因,以及通过改善营养、改善环境而达到延长寿命和减缓衰老的过程中,化学家将作出更大贡献。

在环境科学中,化学通过分析检测各种环境物质,并对环境质量进行评价,为环境保护、环境治理提供科学依据,在环境优化、污染控制与治理等方面发挥了重要作用。现在发展很快的绿色化学就是要从根本上解决环境污染问题。

在农业生产中,要提高农产品的产量和质量,就必须生产更多的优质化肥,研制出高效低毒、无公害的农药和各种植物生长调节剂。没有化学和化学工业,这些是无法实现的。在工业生产中,化学对开发能源、提供新型材料起着关键作用。在煤、石油和天然气的开发、炼制和综合利用中包含着极为丰富的化学知识,化学与能源基础工业的关系极为密切。工业现代化急需具有各种功能的金属材料、非金属无机材料、高分子材料以及复合材料,而材料的合成离不开化学,甚至新型材料的选用也同样离不开化学知识。

综上所述,化学作为一门中心科学,有力地推动了科技进步和社会发展。化学在为人类提供衣食住行、开发新能源、为日益减少的稀缺材料提供可再生的代用品和研制特殊功能材料、征服疾病和改善健康、增强国防以及保护我们的生存环境等方面,都起着关键性的作用。因此,化学不仅是化学工作者的专业知识,也是广大人民群众普及科学知识的组成部分。对于一个非化学专业的学生,包括从事社会科学的学生,具备一定的化学知识背景对个人和社会的发展都是至关重要的,也就是说,化学教育的普及是现代社会发展的需要,是提高全民族科学文化素质的需要。

为了让社会更多地了解化学、认识化学,逐渐产生了“化学社会学”,许多有关化学与社会的书籍资料已面世,如《化学与社会》、《化学与人类》、《化学与能源》、《化学与环境》、《化学与营养保健》、《生活·社会·化学》等。在教学中,国内外许多学校都很注意面向各学科领域进行化学教育。美国早就在大学中开设“社区中的化学”课程,力求使学生了解化学在社会中的作用,懂得如何保护人类的生存环境。日本也在教学中安排大气污染的有关内容,让学生了解酸雨的形成及对生态环境产生的冲击。近年来,我们国内的许多高校也开设了化学与社会的相关课程,让学生了解化学在社会发展中的地位和作用。

第二节 化学发展史

化学作为自然科学的重要组成部分,是人类认识自然、改造自然的重要武器。化学来源于社会,又反过来推动社会发展,化学学科的发展史是社会发展史的重要组成部分。

人们一般把化学学科的发展分为三个阶段:古代实用化学时期、近代化学时期、现代化学时期。

一、古代实用化学时期

在远古时代,火的利用,使人们逐步学会了利用天然物质的化学变化制备一系列有用的物质材料。尽管当时人们不知道物质变化的化学原理,但实际上是在利用化学技术创造新物质、利用化学能。

在远古实用化学时期,我国最早发展了烧陶技术、冶炼技术、造纸技术、火药技术、酿造技术、染色技术等古老的化学工艺。公元前 8000 年,人们学会了烧制陶器;公元前 3000 年,人们学会了冶炼金属;公元 2 世纪(东汉时期),蔡伦发明了造纸术。为了得到造纸需要的较纯的植物纤维素,人们首先利用化学方法和机械方法除去植物秸秆中的其他杂质,纸的发明是用化学方法制备较纯纤维素高分子的一项重大成就;公元 7 世纪(南北朝时期),人们为了制造黑火药,学会了利用硝酸钾、硫磺和木炭(黑火药的主要成分);在实践中,人们发现某些微生物通过一些变化(生物化学变化)可使谷物发霉成“曲”,再用曲酿酒,后来利用发酵原理又从谷物中酿造出醋和酱油;由于当时丝、麻纺织业的需要,人们逐渐学会了利用化学加工技术从某些植物中提取染料(最著名的是靛蓝),并掌握了彩色套染、多套复染技术。

另外,在古代实用化学时期,人们还发展了药物化学、炼丹术、炼金术等。秦始皇统一六国后,就派人四处寻找、熔炼“仙人不死之药”,炼丹术由此发展起来。黄金不朽,皇帝误以为服用黄金后可长生不死,就让人想方设法熔炼黄金,竟然有人用汞、硫磺熔炼黄金,其实熔炼出的不是“仙丹”,而是有剧毒的硫化汞。中国古代的炼丹术在公元前 100 年传入阿拉伯,公元 8 世纪传入欧洲。由于制造黄金的巨大诱惑,一段时期在欧洲出现了许多炼金术信徒。尽管当时炼丹术、炼金术的目的荒诞可笑,但却使人们积累了许多化学知识。现在英文的化学(Chemistry)一词就来源于炼金术(Alchemy)。

在古代化学发展的同时,人们渴望了解物质变化的原因,逐步提出了一些有关物质组成及变化的观点,这些观点可归纳为两大类:元素说和原子论。元素说认为世上万物均由少数几种物质本原(元素)组成,具体有中国的“五行说”(金、木、水、火、土)、印度的“五元素说”(地、水、火、风、空)、古希腊的“四元素说”(土、水、气、火)等。原子论则认为世上万物的本原就是不可入、不可分的微小粒子——原子。最具代表性的观点认为宇宙的要素是原子和虚空,原子在虚空中上下运动,通过互相碰撞或互相结合而形成各种物质。古代的这些元素说和原子论,均没有具体的科学内容,只是对自然现象的猜测。

二、近代化学时期

一般认为,这一时期是从17世纪后半期到19世纪末,是化学科学的建立时期。其间建立了化学元素的科学概念和原子分子学说,并且形成了多个化学分支。

17世纪中叶,欧洲发生了巨大变革,爆发了资产阶级革命,生产力得到前所未有的发展。英国科学家波义耳(R. Boyle)对前人积累的化学知识和实践经验做了很好的总结,并进行了许多化学、物理方面的研究,出版了*The Sceptical Chemist*(《怀疑派化学家》)。他认为,古代的元素说中的所谓元素实际上指的是混合物或化合物,而元素应当是某些不由任何其他物体构成的原始而简单的物质,这就为化学元素下了一个科学的定义,尽管他当时还说不出哪些物质是化学元素。波义耳的这一化学元素定义为研究物质的组成指明了方向,所以恩格斯对此给予了高度评价:“波义耳把化学确立为科学。”

近代化学理论的确立应归功于使用天平所进行的定量化学实验。法国科学家拉瓦锡(A. L. Lavoisier)就是根据一系列定量化学实验结果,发现了物质不灭定律,提出了燃烧的氧化学说,推翻了德国贝歇尔(J. J. Becher)发起的、控制了学术界100多年的“燃素说”,这一事件在科学史上被誉为“化学革命”。继拉瓦锡之后,许多化学家对各种化学元素的反应性质进行了深入的研究,根据化学反应中各物质间的定量关系,很快就发现了定比定律、倍比定律、化合量定律等化学定律。19世纪初,英国的中学化学教师道尔顿(J. Dalton)根据一系列实验结果,提出了原子论,他主张用原子的化合与化分来说明各种化学现象和各种化学定律,这就抓住了化学科学的本质。恩格斯说“化学的新时代是随着原子论开始的”,所以道尔顿被称为近代化学之父。此后,阿伏伽德罗(A. Avogadro)根据盖·吕萨克(Gay Lussac)气体反应的实验结果和道尔顿的原子论,引入了分子的概念,它与原子的概念既有区别又有联系,从而建立了原子分子学说。

到了19世纪,由于人们对物质化学运动形式的认识逐步加深,研究内容不断

增加,化学逐渐形成了四大分支:无机化学、有机化学、分析化学、物理化学,这些最早的学科分支一直延续至今。其间(1869年)一个重要发现是俄国化学家门捷列夫(Mendeleev)提出的元素周期律,周期律的提出使化学研究更加系统化,但是限于当时对元素的认识能力,最初的元素周期律只能以原子量作为元素的基本性质,按一定规律把各个元素排列起来。随着原子量测定技术日趋精密,在周期表中出现了一些元素的原子量排列顺序与其性质关系颠倒的情况,这就促使人们进一步研究元素周期律的内在根据,从而促进了化学学科自身的发展。

三、现代化学时期

现代化学时期是指20世纪以来的化学发展阶段。20世纪,不论是化学基础研究,还是化学工业,都在高速奋进。

1. 基础研究的重大突破

20世纪化学基础研究中的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。现从92届诺贝尔化学奖中选出一些在20世纪化学发展中起里程碑作用的重大成果作一概述。

(1) 核裂变和原子能利用

在能源利用方面,20世纪化学和物理界具有里程碑作用的重大突破是核裂变和原子能的利用。化学和物理学在整个自然科学的进步中起着互补协同的推动作用。物理学在原子核层次上动手术创造新元素,化学在分子层次上动手术创造新分子,这是20世纪科学史中的主流。煤在燃烧时,只是碳原子和氧原子的核外电子进行相互作用和反应,生成二氧化碳分子,这是一种化学变化,放出的是化学能。而铀核裂变所放的热是原子核内发生的变化,铀核分裂成两个原子量较小的碎片,同时放出大量的能量,这种核裂变能在20世纪已被用于核电站,然而这一工业应用的前期基础研究经历了半个世纪,仅此领域就产生了6项诺贝尔奖。

(2) 化学键和量子化学理论

美国化学家鲍林(L. Pauling)以研究物质结构和化学键理论闻名,1954年由于他在化学键本质研究和用化学键理论来阐明物质结构方面所作出的重大贡献而荣获诺贝尔化学奖。他不仅是当之无愧的现代结构化学的奠基人,而且他把化学结构理论引入生物大分子结构研究,为沃森(J. Watson)及克里克(F. Crick)发现DNA双螺旋结构奠定了基础,也开拓了20世纪后期在分子层次上研究生物系统的广阔领域,分子病理学、分子免疫学、分子遗传学都是在他早期所做的化学与生物学结合的工作基础上建立的。

化学键理论主要有三种:鲍林的价键理论(Valence Bond Theory),莫利肯

(R. S. Mulliken)的分子轨道理论(Molecular Orbital Theory)和贝特(H. A. Bethe)的配位场理论(Ligand Field Theory)。莫利肯因用量子力学创立了化学结构分子轨道理论,阐明了分子的共价键本质和电子结构,1966年荣获诺贝尔化学奖。1965年美国化学家伍德沃德(R. B. Woodward)和霍夫曼(R. Hoffmann)把量子力学由静态发展到动态,从而提出了分子轨道对称守恒原理,这一理论被认为是化学反应发展史上的一个里程碑,霍夫曼和福井谦一分别因提出分子轨道对称守恒原理和前线轨道理论共同获得1981年诺贝尔化学奖。20世纪末该领域又有了新发展,1998年诺贝尔化学奖授予美国化学家科恩(W. Kohn)和英国化学家波普尔(J. A. Pople),以表彰他们在量子化学领域做出的开创性贡献。科恩发展了电子密度泛函理论,给分子性质的计算开辟了新途径;波普尔发展了量子化学计算方法,使化学进入实验和理论计算并重的新时代。

(3) 创新物质的合成化学

设计和合成新的分子是合成化学家的首要任务。这100年来有机化学家已经设计和合成了数百万个有机化合物,几乎又创造了一个新的自然界,同时还发现了大量的新反应、新试剂、新方法和新理论。20世纪在有机合成和金属有机化学领域共产生12届诺贝尔化学奖,这在化学的三级学科中是首屈一指的。

金属有机催化与有机合成紧密地联系在一起,促进了有机合成的发展。现代有机合成化学经过100年的努力研究、探索、积累,已发展到今天可以合成像海葵毒素(palytoxin)这样复杂的有机分子,该分子具有64个手性中心和7个骨架内双键分子,存在有 2×10^{21} 个异构体。

(4) 化学反应动力学

该领域采用先进的检测技术研究化学反应如何进行,揭示化学反应的历程,研究物质的结构与其反应能力之间的关系,从而达到控制反应过程的目的。在这一领域相继产生4次诺贝尔化学奖,获奖者中有美籍华人李远哲,他对化学反应的基本原理作出的重大贡献被称为分子反应动力学发展中的里程碑。

(5) 元素周期表的发展

在元素周期表建立后的一百多年里,人们一直在耕耘它、完善它。1869年门捷列夫发现的元素周期表中只有63种元素,现在世界公认的化学元素已达118种。大家知道,天然化学元素只有92种,92号元素铀之后的元素都是人工合成的。在新元素的发现过程中,德国的达姆施塔特重离子研究中心(GSI)由于采用了一种先进的实验技术,对发现107~112号元素做出了突出贡献,取得了后三个元素(110,111,112号)的命名权。由于技术和机会等原因,在新元素的发现过程中,并不是按元素序号一个一个进行的,例如,109号元素(Mt)就是在108号元素(Hs)空缺的情况下发现的。目前人们仍在探索新元素,但发现新元素越来越难。