



修订版

基础科学与高新技术科普丛书

现代炼金炉里 的 锦团花簇

——化学与高新技术

湖北省科普作家协会组编

周有恒 梅平 编著

XIANDAI LIANJINLULI DE JINTUANHUACU

湖北科学技术出版社

图书在版编目（CIP）数据

现代炼金炉里的锦团花簇——化学与高新技术/周有恒，梅平编著.
湖北省科普作家协会组编，武汉：湖北科学技术出版社
, 2012.03

【丛书名】基础科学与高新技术科普丛书（修订版）

ISBN 978-7-5352-2164-3

主题词：数理科学和化学/应用化学

中国分类号：O69-49

原书定价：19.00 元

《基础科学与高新技术科普丛书》(修订版)

编辑委员会

顾 问 曲 颖

主 任 夏 航

副 主 任 栗陶生 邓宗琦 蔡华东 刘洪峰
刘健飞

编 委 (按姓氏笔画排列)

龙 敏 刘 虹 刘声远 李小虎

李合生 李慎谦 余永东 陈 炜

张端明 周有恒 高布锡 景才瑞

执行主编 李小虎 李慎谦

出版说明

当今世界，社会高速发展，生活瞬息万变。人们正在从各种途径汲取营养，丰富自己，以求得多元的知识结构。世界科学技术突飞猛进，一个国家、一个民族在科学技术上不断进取，就可能实现社会经济跨越式发展。国人，尤其是背负着时代赋予重大责任的青年人，已清醒地意识到，科学技术知识蕴含着恰能开发他们担负起这种责任的巨大潜能，基础科学和高新技术知识便成为他们涉猎的热点。

正是为了满足人们对基础科学和高新技术的这种急切需要，十多年前湖北省科普作家协会即组织数十位专家、教授，撰写了一套《基础科学与高新技术科普丛书》，并获得了湖北省科普创作一等奖；在其影响下，有的在管理岗位上健康发展，有的则成为科研之栋梁。随着时间的推移和科学技术的高速发展，广大读者迫切期望看到一套更及时更全面介绍新科学、新技术、新知识的丛书。深入实施《全民科学素质行动计划纲要》的需要及使命感，特别是在读者的感召下，我们重新修订、出版了这套《基础科学与高新技术科普丛书》（修订版）。

《丛书》(修订版)力图从科学发展观的高度把握当代科学的最新成就和特点,通过精选、咀嚼、消化了的高新科技知识,使读者在了解新知识的同时,认识世界科技发展的趋势,激发全民的科技热情,以及对祖国、对民族的热爱和使命感。还特别注重于科学精神、科学思想和科学方法的介绍,企望以此引导人们改变传统的、陈旧的思想观念,确立新的科学理念,运用科学方法,启迪科学思维,激发创新活力。

全书文字表述力求通俗易懂、生动活泼,插图力求准确逼真,这一切都基本保持来了原书科学性、通俗性、趣味性的传统风格。

《丛书》(修订版)即将付梓印刷,我们倍感欣慰。与此同时,我们对在《丛书》策划、编写、修订、出版过程中,给予关心和支持的湖北省科学技术协会、湖北省财政厅和湖北省科普作家协会的领导深表敬意;对应邀担任《丛书》(修订版)编辑委员会顾问和委员的各位领导、专家表示深深的谢意;对付出辛勤劳动和智慧各位作者表示衷心的感谢;对承担该书编辑、出版工作的出版社领导和编、印、发人员致以真切的慰问。

《基础科学与高新技术科普丛书》(修订版)编辑委员会

2011年12月18日

目 录

一、绪论	1
二、从古代“炼金术”到现代化学	9
1. 各领风骚数百年	9
2. 元素周期表在哪里结束?	15
3. “鸡与蛋”，孰先孰后?	23
4. 物质到底有多少种形态?	29
5. 巴基球开辟化学新纪元	34
三、人类文明大厦的基石	40
1. 材料——社会发展的标志	40
2. 赛璐珞与一万美元奖金	47
3. 新器材——体坛新纪录的“助产士”	54
4. 心有灵犀一点通	59
5. 材料的调色板正在扩大	65
四、国民经济的“火车头”	76
1. 从燧人氏的贡献说起	76
2. 海湾战争的“诱发剂”	83
3. 让“恶魔”变为“天使”	89
4. 方兴未艾的地球化学	98

5. 开发蓝色的“聚宝盆”	104
6. 太空采能：未来不是梦	112
五、当代化学领域的“福尔摩斯”	117
1. 约翰逊制造的大丑闻	118
2. 萨达姆的“秘密武器”	124
3. 国际“联考”中初露锋芒的中国女科学家	131
4. 恩斯特教授立了一大功	136
5. 分析技术正日新月异	141
六、还我绿地清水蓝天	147
1. 杀人烟雾与狂猫跳海之谜	147
2. 国际联手追查元凶	152
3. 地球的“保护伞”有了空洞	155
4. “疯牛病”带来的大恐慌	160
5. 一举数得的环保举措	164
6. 前景广阔的绿色世界	167
七、让生命之树常青	172
1. 分子生物学桂冠被无名小辈摘取	172
2. 基因工程——对生命体进行操作	175
3. 克隆羊震惊全世界	178
4. 化学能战胜癌症吗？	181
5. “绿色革命”与“蓝色革命”	184
结语 直挂云帆济沧海——化学的发展趋势及 前景展望	188
后记	194

一、绪 论

一提起“化学”，不少人也许就会皱起眉头，因为他们往往将“化学”与“污染”挂起钩来，认为化学就是造成环境污染的根源。其实，这完全是由于对化学这门科学缺乏全面认识而造成的一种误解。

化学是自然科学的基础学科之一。它是一门在原子、分子或离子层次上研究物质的组成、结构、性质、变化及其内在联系和外界变化条件的科学。简而言之，化学是研究物质变化的科学。

随着社会的不断发展，化学现在已成为人类认识自然、改造自然的一种重要武器，它已深入到人类生活的各个领域，并在国民经济中起着越来越大的作用。

人类的生活离不开化学

众所周知，人类社会赖以存在和发展的基础是物质资料的生产。而自然界中的物质，有些可以直接为人们所利用，如煤、石油等可直接用作燃料；有些则需要经过加工处理才能变成直接有用的物质，例如铁矿石只有经过冶炼才能成为用途极广的钢铁。有些可直接为人所用的自然资源，经过一定的加工处理，还可以变成其他有用的物质。例如对石油进行不同方法的处理便可得到

极为有用的橡胶、塑料或合成纤维等等。这些从自然资源中提取有用物质的加工处理方法就是化学的方法。因此,人们研究化学的最终目的就在于通过认识物质化学变化的规律,去指导化学工业生产,以便从自然资源中提取或合成对人类有用的物质产品,为人类造福。

只要人们细心地观察和认真地思考一下,就会发现,在人类的衣食住行中,哪一方面也离不开化学。吃的方面,发馒头、烤面包需用小苏打,糖果、糕点、饮料需用香料、食用色素,调味品中酱油、酒、醋本身是化学品。穿的方面,纺织部门需要大量的各种染料、酸、碱、漂白剂、洗涤剂,毛皮和皮革的加工需要鞣剂与染料,人造纤维和合成纤维制成的纺织品琳琅满目。日用品方面,日用玻璃、陶瓷、搪瓷器皿、塑料制品已广泛应用。建筑材料方面,合成树脂粘合各种细木或木屑制成刨花板、粘合板,可以制家具与墙壁、天花板。医药卫生方面,药物是一类重要的有机化工产品,包括各种合成药、抗生素等等。

20世纪以来,随着生产力的高速发展和科学技术的不断进步,人类也出现了很多新的社会问题,其中主要是人口问题、粮食问题、能源问题、资源问题和环境保护问题。这些问题与自然科学特别是化学学科的发展密切相关。

从人口问题来说,1975年世界人口将近40亿,1995年底已超过57亿,联合国人口基金会的报告称,到2011年10月31日,全球人口已达到70亿。若以此速度发展,则在空间和资源有限的地球上,必然会引起人类生存的严重问题。据联合国人口问题专家发出的警告,如果不采取措施限制人口增长,到本世纪末世界人口有可能会达到150亿,给地球环境带来无法承受的压力。当代世界人口猛增的局面已为举世所瞩目。控制人口数量,提高人口质量,是一个重大的社会问题,也是一个重大的科学研究课题。它需要各门学科的相互配合协作,化学在这个重大问题的解决过程中具有特殊重要的地位,如高效简便无有害副作用的计划生育

药物的合成研制,就是化学家责无旁贷的任务之一。

从粮食问题来说,尽管目前从全球粮食生产总的情况来看还能满足人类的要求,但由于生产和供应的分配不均,全世界大约有 2/3 的人口居住在粮食产量不足的地区。亚洲和非洲的许多发展中国家,粮食供应均感缺乏。特别是非洲,在 17 个国家中,除南非和津巴布韦外,其他所有的非洲国家都须进口粮食。由于世界人口的激增和经济发展的要求,粮食增产仍是摆在人类面前的一件紧迫任务。目前世界各国主要是通过开垦荒地和施用化肥与农药这两种途径来提高粮食产量。而后者则是化学研究的重要课题之一。化肥、农药、植物生长激素和除草剂等化学产品,不仅可以提高产量,而且也改进了耕作方法。高效、低污染的新农药的研制,长效、复合化肥的生产,农、副业产品的综合利用和合理贮运,都需要运用化学知识。据报道,合理使用植物生长调节剂可使农作物增产 10% ~ 60%,这对于解决世界粮食危机无疑将发挥不可估量的作用。

从能源问题来说,能源是实现国民经济现代化和提高人民生活水平的物质基础。现代化在很大程度上取决于能源的科学开发、充分供应和合理利用。当今世界能源供不应求的矛盾十分突出,要解决这一重要的社会问题,也需要化学家“建功立业”。

从资源问题来说,由于人类活动、人口消费的增长,使自然资源不断被开采利用,从而不断减少了地球维持人类生存的能力,并逐渐损害到人类本身的生存和繁荣。与社会问题相联系的资源有土地、矿产和生物资源,如不能合理利用或加以保护,将可能危及地球上的生态平衡。

从环境问题来说,由于世界人口的激增,人类对粮食和能源及其他自然资源的大量耗用,生产活动的扩大以及新化学物质的大量使用,造成了大气、水体、土壤的污染和生态系统的破坏,从而带来了各种环境问题。除区域性环境问题外,还存在着不容忽视的全球性的环境问题。大自然频频敲响的警钟向人们揭示了

一个长期未被注意的事实,人类在高速发展经济和创造文明的同时,也在破坏大自然并使人类自身失去生存和发展的物质基础,环境保护已刻不容缓!

上述的这些重大问题已引起各国政府和世界人民普遍的重视与关注。它们需要社会科学家和自然科学家通力合作,共同研究。化学学科的研究和发展将有助于这些重大问题的解决,特别是在解决环境治理、粮食增产、能源利用和开发等方面,化学的作用和影响可以说是举足轻重,前景辉煌。

化学在六大高新技术群中的作用

20世纪是风云变幻的世纪,也是科学技术迅猛发展的时期。60年代以来,在基础科学研究取得成果的前提下逐步形成了一大批高新技术群体。这些高新技术以空前的规模发展,并向现实的生产力转化,创造出了比以往任何时候都要大得多的物质财富和精神力量。这就是通常所说的新的技术革命。这场新技术革命来势凶猛,作用巨大,争夺激烈,影响深远,对所有的国家和民族都是一次严峻的挑战。处于“知识经济”时代,现代科技已广泛渗透到经济和社会的各个领域,成为经济发展的第一生产力、社会进步的首要推动力、军事较量的神奇战斗力、国家地位的巨大影响力、精神文明的重要基础力和可持续发展的基本保障力。

目前得到世界各国公认并将列入21世纪重点研究开发的高新技术领域有生物技术、信息技术、航天技术、新材料技术、新能源技术和海洋技术等。这六大高新技术群的发展,都为化学家提供了“用武之地”。

生物技术是21世纪高新技术的核心,不仅直接关系到农业、医药卫生事业的发展,而且对环保、能源技术等都有很强的渗透力。它包括基因工程、细胞工程、酶工程和发酵工程四个方面。而这几方面均与化学有“不解之缘”。例如,基因工程是利用基因重组,即对DNA(脱氧核糖核酸)分子的人工操纵与重新连接的技

术来生产对人类有用的蛋白质产品。DNA 是一种多聚物大分子，它是细胞核的组成部分。作为遗传信息的携带者，在生命活动的延续中起关键作用，即遗传基因。生物体的遗传信息以密码的形式编码在 DNA 分子上，表现为特定的核苷酸排列顺序，并通过 DNA 的复制由亲代传递给子代。核苷酸在 DNA 分子中排列的顺序构成遗传信息的物质基础。这也正是 DNA 顺序分析所要研究的对象。因此，DNA 顺序分析是分子生物学和基因工程中一项关键技术。随着分析化学的发展，人们已经研制出了 DNA 顺序分析仪，可以“担此重任”。还有 DNA 自动合成仪、多肽自动合成仪和多肽自动顺序分析仪等分析仪器均可为生物技术的发展作出贡献。

被誉为“高技术先导”的信息技术主要是指信息的获取、传递、处理等技术，其核心是微电子技术。微电子技术是微小型电子元器件和电路的研制、生产以及用它们实现电子系统功能的技术领域。它是随着集成电路技术，特别是大规模集成电路技术的发展而发展起来的一门新兴尖端技术。集成电路是指以半导体晶体材料为基片，采用专门的工艺技术将组成电路的元器件和互连线集成在基片内部、表面或基片之上的微小型化电路或系统。生产集成电路的原料是硅、铝、水、某些化合物和一些普通气体，这些材料都不昂贵，但是，制造集成电路的过程却相当复杂，对所用的设备要求很高，而且，对生产厂房的温度、湿度、空气的清洁度都有很严格的要求。微电子技术是一项包括多种学科的综合性技术领域，涉及化学、物理等 70 多种专业。目前，微电子技术正在向着高集成度、高速、低功耗、低成本的方向发展，虽然提高加工精度、缩小器件与线路尺寸仍是提高集成度的主要方向，但人们已在探索实现三维集成电路的可能性。砷化镓等化合物半导体材料的发展和金属一氧化物一半导体器件结构的广泛应用是实现高速、低功耗超大规模集成电路的有效途径。化学工作者在微电子技术领域是可以大有作为的。

新材料技术,是指那些新近发展或正在发展的、具有优异性能的材料的研究、开发和利用。它是新技术革命的核心技术之一,是其他新技术的基础。依据其化学属性,可将形形色色的材料划分为由金属原子借助于金属键结合而成的金属材料;由非金属单质或金属与非金属元素借助于离子键或共价键组成的化合物所构成的无机非金属材料;由以脂肪族或芳香族的碳—碳共价键为基本结构的大分子所构成的有机高聚物材料三大类。目前世界上传统材料已有几十万种,新材料还在以每年约5%的速度继续增长。新材料有些是从传统材料的改进发展而来的,有些则是从基础研究和应用基础研究的成果逐步发展起来的,还有些则是根据需要设计构造得来的。以上三种新材料的三种不同来源代表了三个不同的层次,说明人类认识世界、改造世界由必然王国向自由王国过渡的能力。目前来看,第一类新材料仍占主导地位,第二类和第三类正处在发展之中。新材料是知识密集、技术密集、资金密集的一类新兴产业,是多学科相互交叉和渗透的结果。化学这门重要的基础学科在现代材料科学的发展中扮演着极其出色的“角色”。例如,无论是材料自身结构的剖析与验证,材料科学中的助剂,如渗透剂、清洗剂、显示剂和催化剂等的分析,还是材料合成过程中化学动力学研究以及过程监控等,都离不开依据各种化学、物理学原理研制成的分析仪器。化学的重要作用由此可见一斑。

能源是人类从事物质资料生产的原动力,是保障人民生活和发展国民经济最重要的基础。新能源技术是高技术的支柱,包括核能技术、太阳能技术、燃煤、磁流体发电技术、地热能技术、海洋能技术等。其中核能技术与太阳能技术是新能源技术的主要标志,通过对核能、太阳能的开发利用,打破了以石油、煤炭为主体的传统能源观念,开创了能源的新时代。在新能源技术的发展利用方面,化学同样可以发挥重要作用。以太阳能技术为例,为扩大太阳能的利用范围,必须先设法把太阳能转变成适于长期保存

的形式,转变成适于远距离输送的形式。解决贮运和长距离输送的办法之一是把太阳能转变成化学能。许多化学物质可以以液体或气体状态沿管道输送,可以保存在贮存器里,随时可以作为燃料为用户提供热量以带动机器设备。这些化学物质中,有一些还可以直接用于生产电能。利用太阳辐射还可以通过光化学反应来获取各种化学燃料,从而可以解决许多能源问题和生态、环境问题。

航天技术又称空间技术,是探索、开发和利用太空以及地球以外的天体的综合性工程技术,包括对大型运载火箭、巨型卫星、宇宙飞船、航天飞机、永久空间站、空间资源、空间工业、空间运输及空间军事技术的研究与开发。它是一项集材料、电子、通信、自动化、计算机、动力工程等学科为一体的尖端科学技术。在航天技术的发展中,化学同样起着其他学科所无法替代的关键作用。例如,人造卫星的材料,不仅要有一般轻质铝合金材料,还要有特殊复合材料、防烧蚀、耐热材料等。各种新材料的发明和应用都需要依靠化学研究来实现,诸如固体化学、结晶化学、表面化学、热力学等都是材料科学的重要基础。在卫星能源方面,不仅要研究化学电池,还需要研制和试验硅光太阳能电池和燃料电池。这些能源的研制,则需要合成化学、分析化学、化学热力学、化学动力学和核化学等许多化学分支学科配合。

随着人类空间的扩展,海洋作为一个巨大的宝库已越来越引起人们的关注。海洋技术(也叫海洋工程)就是在现代海洋开发的大潮中产生和发展起来的高技术群。它包括深海挖掘、海水淡化以及对海洋中的生物资源、矿物资源、化学资源、动力资源等的开发和利用。海洋中蕴藏着数量惊人的财富。由于资源、能源的日趋紧张,下个世纪人类将更多地依赖占地球面积 71%、基本上未被开发的海洋。海洋给人类提供食物的能力相当于世界所有耕地的 1000 倍,每年都可以提供种类繁多、数额极大的各种海生植物、动物蛋白等水产品;目前陆上油、气资源储量逐步减少,而

埋藏在海底的数千亿吨石油和上百万亿立方米天然气的勘探开发潜力巨大;海洋矿藏资源丰富;海洋中蕴藏的巨大能量,是难以取尽用竭的。我国海域跨越温带、亚热带、热带三个气候带,大陆架宽阔,水体营养丰富,有利于生物资源的开发。据生物学专家估算,仅南沙蕴藏的海洋生物资源就够养活 3 亿人口。我国管辖的海域还蕴藏着丰富的油气资源和海洋能源,在被称为“第二波斯湾”的南海,预计石油的储量就达上百亿吨。此外,海洋金属矿产、滨海砂矿、海水资源等,也具有重要的开发价值。可以说,向海洋要资源、要空间是 21 世纪中国发展的必然选择。海洋化学的研究和利用,将是人类向海洋深处进军的一个重要组成部分。我国的化学工作者将在壮大我国海洋事业的大舞台上再显身手。

总之,化学与国民经济各个部门、尖端科学技术各个领域以及人民生活各个方面都有着密切联系。“化学是一门中心科学”,它不仅是化学工作者的专业知识,也是广大人民科学知识的组成部分。化学教育的普及是社会发展的需要,是提高公民文化素质的需要。在改革开放方针的指引下,化学这门充满勃勃生机的重要基础科学,将为迎接 21 世纪的新挑战,加速我国高技术的进步和高技术产业化的进程,促进我国国民经济持续、快速、健康发展,作出新贡献。

二、从古代“炼金术”到现代化学

当17世纪杰出的英国科学家波义耳(R.Boyle)出版他在化学领域中的重要名著《怀疑派化学家》时,他的化学思想及新学说在当时并未被大多数人承认。但在300年后的今天,化学作为一门实用性很强的科学,其触角几乎已深入到国民经济的所有部门和人们衣食住行的各个方面,有些化学成果的应用甚至引起了整个行业的根本变革和人们观念上划时代的更新。环顾人们的周围,化工产品随处可见。据统计,当今时代已知化合物的种类已经超过1000万种。与此同时,在世界各地的化学实验室里,每天都能合成近1000种新的化合物。在现代科技的发展中,化学正发挥着其他学科所无法替代的作用。

20世纪以来,现代化学的面貌日新月异,其成就亦有目共睹。然而,“冰冻三尺,非一日之寒”,化学的产生、发展和繁荣,经历了漫长的历史过程。

1 各领风骚数百年

火光中孕育的化学萌芽

“科学的发生和发展进程,归根到底是由生产所决定

的。”^①人类利用化学手段来提高劳动生产技能和改善物质生活条件是从远古时代开始的。在以石器进行狩猎的原始社会中,学会用火是人类最早也是最伟大的化学实践。人类最初使用火距今大约已有 100 多万年了。

据考古学家们调查,现在已经知道的人类用火的最早的遗迹是在我国的土地上。我国云南元谋旧石器时代遗址中就发现有许多炭屑,大约在同一个时期的山西芮城西侯度遗址也有类似的遗物。晚一些时候的用火遗迹在世界各地都有发现。北京周口店北京人居住过的山洞里的灰烬堆积层甚厚,最厚处达 6 米,表明于 50 万年至 20 万年前住在这里的北京人已经是长期地、很有效地利用火了。

在发明人工取火的方法之后,人类得到了用火的完全自由,这大大增加了人类在和自然作斗争中的威力。火使人类可以实现许多有用物质的变化。在熊熊烈火中,可使黏土、砂土、瓷土烧制成可用的陶瓷和玻璃,也可使矿石放在火中冶炼出有用的金属。陶器的发明使人类有了贮水器,有了煮制食物的炊具,有了贮藏粮食和液体食物的器皿。金石并用的工具则推动了农业的发展。这些又为酿造工艺的发生和发展创造了条件。所以人类利用化学方法变革物质就是从制陶、冶金、酿造开始的。它们是人类最早从事的化学工艺。也就是这些生产活动,丰富了人类对自然的了解,积累了最早的一批化学知识。

随着农业、冶金业的发展,生产力逐步提高,加之贸易往来,民族迁徙以及战争使人们的视野不断扩大,于是有些人开始对周围客观世界的本源与演变进行思考,发表议论。这些人就是古代的一些自然哲学家。古代的中国、古希腊、古巴比伦、古埃及、古印度都有过这样的著名人士。他们在直接和间接实践的基础上,

① 恩格斯.自然辩证法.北京:人民出版社,1955,149.