

中国大百科全书

卷二

中国大百科全书

化工

中国大百科全书出版社

北京·上海

1987.12

本卷主要编辑、出版人员

总 编 辑 姜椿芳 梅 益
副 总 编 辑 周志成 阎明复
编 委 张慈中
主 任 编 辑 陈广田

责 任 编 辑 白以素
编 辑 李健辞 吴 益 杜绵擎
图 片 编 辑 张慈中 杜绵擎 郭 鹏 苏乐琼
马元锦 (特约)
地 图 编 辑 郁可可
资料核对统一编辑 王家声 庞 玫 乔德林
索 引 编 辑 黄兆光 蒋仲英 王家声 邬 滨

装帧版面设计 张慈中
责 任 校 对 周国信

中国大百科全书

· 化 工 ·

中国大百科全书总编辑委员会《化工》编辑委员会

中国大百科全书出版社编辑部编

中国大百科全书出版社出版发行

(总社: 北京阜成门北大街 17 号 分社: 上海古北路 650 号)

新华书店经销 上海海峰印刷厂印装 上海人民印刷制版厂彩图分色

开本 787×1092 1/16 印张 56.75 插页 44 字数 2,130,000

1987 年 12 月第一版 1994 年 8 月第三次印刷

ISBN 7—5000—0171—1/TQ·2

精装(甲)国内定价: 83.10 元

(沪)新登字 402 号

中国大百科全书总编辑委员会

主 任 胡乔木

副主任 (按姓氏笔画顺序)

于光远	贝时璋	卢嘉锡	华罗庚	刘瑞龙	严济慈
吴阶平	沈 鸿	宋时轮	张友渔	陈翰伯	陈翰笙
武 衡	茅以升	周 扬	周培源	姜椿芳	夏征农
钱学森	梅 益	裴丽生			

委 员 (按姓氏笔画顺序)

丁光训	于光远	马大猷	王 力	王竹溪	王绶琯
王朝闻	牙含章	贝时璋	艾中信	叶笃正	卢嘉锡
包尔汉	冯 至	司徒慧敏	吕 骥	吕叔湘	朱洪元
朱德熙	任新民	华罗庚	刘开渠	刘思慕	刘瑞龙
许振英	许涤新	孙俊人	孙毓棠	杨石先	杨宪益
苏步青	李 珩	李国豪	李春芬	严济慈	肖 克
吴于廑	吴中伦	吴文俊	吴阶平	吴作人	吴学周
吴晓邦	邹家骅	沈 元	沈 鸿	宋 健	宋时轮
张 庚	张 震	张友渔	张含英	张钰哲	陆 达
陈世骧	陈永龄	陈维稷	陈虞孙	陈翰伯	陈翰笙
武 衡	林 超	茅以升	罗竹风	季 龙	季羨林
周 扬	周有光	周培源	孟昭英	柳大纲	胡 绳
胡乔木	胡愈之	荣高棠	赵朴初	侯外庐	侯祥麟
段学复	俞大绂	宦 乡	姜椿芳	费孝通	贺绿汀
夏 衍	夏 鼎	夏征农	钱令希	钱伟长	钱学森
钱临照	钱俊瑞	倪海曙	殷宏章	翁独健	唐长孺
唐振绪	陶 钝	梅 益	黄秉维	曹 禺	董纯才
程裕淇	傅承义	曾世英	曾呈奎	谢希德	裴丽生
潘 菽	潘念之				



中国大百科全书

中国大百科全书出版社

化工编辑委员会

主 任 杨光启

副主任 侯祥麟 时 钧 苏元复 陈冠荣

委 员 (按姓氏笔画顺序)

丁绪淮	王 箴	王孟钟	邓颂九	卢焕章	朱正华	朱亚杰
朱葆琳	杨光启	苏元复	李世瑯	时 钧	余国琮	余祖熙
闵恩泽	汪家鼎	汪寅人	张万欣	张建侯	张洪沅	陈冠荣
陈鉴远	武 迟	林正仙	林纪方	周春晖	侯祥麟	侯虞钧
侯毓汾	聂恒锐	徐 僖	郭慕孙	陶 涛	黄鸿宁	彭少逸
程文锷	雷兴翰	魏文德				

分 支 编 写 组

综 论	主 编	时 钧					
	副主编	苏健民	沈 谔				
	成 员	朱自强	朱曾惠	吴克文	吴锡军	汪绍崑	
化 学 工 程		张勤汉	陈演汉	俞俊棠			
	主 编	苏元复					
	副主编	陈敏恒					
	成 员	丛德滋	朱开宏	李绍芬	李宽宏	吴俊生	
		陆震维	胡 英	袁 权	袁渭康	萧成基	
燃 料 化 工		蒋维钧	戴千策				
	主 编	朱亚杰					
	副主编	钱家麟	徐亦方				
	成 员	王嘉玮	卢成锹	朱启亨	沈绍良	郑世耀	
		赵永丰	郭树才	唐俊杰	彭德洪	鲍汉琛	
		蔡惠林					

无机化工	主 编	黄鸿宁				
	副主编	陈五平	李 泉			
	成 员	成思危	杨南如	张 璠	房鼎业	胡宗民
		段志骥	施亚钧	夏定豪	郭熙宁	熊尚彬
基本有机化工		戴元法				
	主 编	张建侯				
	副主编	陈洪钊	马沛生			
	成 员	白庚辛	吴寿辉	吴金城	吴指南	宋娟娟
张 式		陈裕中	杭道耐	黄用梗	裘元熹	
高分子化工	主 编	徐 僖				
	副主编	焦书科	沈国荃			
	成 员	印德林	吕立新	杨维榕	苏慈生	张 开
		陈道义	武冠英	林师沛	周其庠	居滋善
精细化工		胡又牧	郭钟福	唐士培	傅积赉	潘祖仁
	主 编	朱正华				
	副主编	纪纫容	张铸勇			
	成 员	云主惠	王其灼	王能武	朱永铭	任绳武
任新民		肖学忠	汪 仁	张少铭	张眉录	
	陈 彬	施庆和	郭丰文	唐培堃	黄德音	

前 言

《中国大百科全书》是我国第一部大型综合性百科全书。

中国自古以来就有编辑类书的传统。两千年来曾经出版过四百多种大小类书。这些类书是我国文化遗产的宝库，它们以分门别类的方式，收集、整理和保存了我国历代科学文化典籍中的重要资料。较早的类书有些已经散佚，但流传或部分流传至今的也为数不少，这些书受到中国和世界学者的珍视。各种类书体制不一，多少接近百科全书类型，但不是现代意义的百科全书。

十八世纪中叶，正当中国编修庞大的《四库全书》的时候，西欧法、德、英、意等国先后编辑出版了现代型的百科全书。以后美、俄、日等国也相继出版了这种书。现代型的百科全书扼要地概述人类过去的知识和历史，并且着重地反映当代科学文化的最新成就。二百多年来，各国编辑百科全书积累了丰富的经验，在知识分类、编辑方式、图片配备、检索系统等方面日益完备和科学化。今天，百科全书已经在人类文化活动中起着十分重要的作用，各种类型的和专科的百科全书几乎象辞典那样，成为人们日常生活的必需品。

一向有编辑类书传统的中国知识界，也早已把编辑现代型的百科全书作为自己努力的目标。本世纪初叶就曾有人试出过几种小型的实用百科全书，包括近似百科型的辞书《辞海》。但是，这些书都没有达到现代百科全书的要求。

中华人民共和国成立之初，当时的出版总署曾考虑出版中国百科全书，稍后拟定的科学文化发展十二年规划也曾把编辑出版百科全书列入规划，1958年又提出开展这项工作的计划，但都未能实现。

直到1978年，国务院才决定编辑出版《中国大百科全书》，并成立中国大百科全书出版社，负责此项工作。

因为这是中国第一部百科全书，编辑工作的困难是可想而知的。但是，由于读书界的迫切要求，不能等待各门学科的资料搜集得比较齐全之后再行编辑出版；也不能等待各学科的全部条目编写完成之后，按照条目的汉语拼音字母顺序，混合编成全书，只能按门类分别邀请全国专家、学者分头编写，按学科分类分卷出版，即编成一个学科（一卷或数卷）就出版一个学科的分卷，使全书陆续问世。这不可避免地要带来许多缺点，但是在目前情况下不得不采取这种做法。我们准备在出第二版时，再按现在各国编辑百科全书一般通行的做法，全书的条目不按学科分类，

而按字母顺序排列，使读者更加便于寻检查阅。《中国大百科全书》第一版按学科分类分卷，每一学科的条目还是按字母顺序排列，同时附加汉字笔画索引和其他几种索引，以便查阅。

《中国大百科全书》的内容包括哲学、社会科学、文学艺术、文化教育、自然科学、工程技术等各个学科和领域。初步拟定，全书总卷数为 80 卷，每卷约 120~150 万字(包括插图、索引)。计划用十年左右时间出齐。全书第一版的卷数和字数都将超过现在外国一般综合性百科全书，但与一些外国百科全书最初版本的篇幅不相上下。我们准备在第二版加以调整和压缩。

《中国大百科全书》按学科分卷出版，不列卷次，每卷只标出学科名称，如《哲学》、《法学》、《力学》、《数学》、《物理学》、《化学》、《天文学》等等。

全书各学科的内容按各该学科的体系、层次，以条目的形式编写，计划收条目 10 万个左右。各学科所收条目比较详尽地叙述和介绍各该学科的基本知识，适于高中以上、相当于大学文化程度的广大读者使用。这种百科性的参考工具书，可供读者作为进入各学科并向其深度和广度前进的桥梁和阶梯。

中国大百科全书出版社，除编辑出版《中国大百科全书》之外，还准备编辑出版综合性的中、小型百科全书和百科辞典，与专业单位共同编辑出版各种专业性的百科全书，以适应不同读者的需要。

《中国大百科全书》的编辑工作是在全国各学科、各领域、各部门的专家、学者、教授和研究人员的积极参加下进行的，并得到国家各有关部门、全国科学文化研究机关、学术团体、大专院校，以及出版单位的大力支持。这是全书编辑工作能够在困难条件下进行的有力保证。在此谨向大家表示诚挚的感谢，并衷心希望广大读者提出批评意见，使本书在出第二版的时候能有所改进。

《中国大百科全书》编辑部

1980 年 9 月 6 日

凡 例

一、编 排

1. 本书按学科(知识门类)分类分卷出版。一学科(知识门类)辑成一卷或数卷,或几个学科(知识门类)合为一卷。

2. 本书条目按条目标题的汉语拼音字母顺序并辅以汉字笔画、起笔笔形顺序排列。同音时按汉字笔画由少到多的顺序排列,笔画相同的按起笔笔形一(横)、丨(竖)、丿(撇)、丶(点)、㇀(折,包括㇀㇁㇂等)的顺序排列。第一字相同时,按第二字,余类推。条目标题以拉丁字母开头的,排在汉语拼音相应字母部的开头部分;条目标题以希腊字母开头的,按希腊字母的习惯发音,分别排在汉语拼音字母部的相应位置。

3. 各学科(知识门类)卷在条目分类目录之前一般都有一篇介绍本学科(知识门类)内容的概观性文章。

4. 各学科(知识门类)卷均列有本学科全部条目的分类目录,以便读者了解本学科的全貌。分类目录还反映出条目的层次关系,例如:

化学工程	250
单元操作	87
传质分离过程	53
萃取	82
超临界流体萃取	43

5. 学科(知识门类)与学科(知识门类)之间相互交叉的知识主题在有关学科卷中均设有条目,例如“金属催化剂”、“浸取”在《矿冶》卷和《化工》卷均设有条目,但释文内容分别按各该学科的要求有所侧重。

二、条目标题

6. 条目标题多数是一个词,例如“硫酸”、“乙烯”;一部分是词组,例如“加氢裂化”、“染料后处理”。

dingben xiangjiao

7. 条目标题上方加注汉语拼音,多数的条目标题附有对应的外文,例如 丁苯橡胶(styrene-butadiene rubber)。无通用译名的纯属中国内容的条目标题,例如“天工开物”,一般不附外文名。

三、释 文

8. 本书条目的释文力求使用规范化的现代汉语。条目释文开始一般不重复条目标题。

9. 较长条目设置释文内标题。标题层次较多的条目,在释文前列有本条释文内标题的目录。

10. 一个条目的内容涉及其他条目并需由其他条目的释文补充的,采用“参见”的方式。所参见的条目标题在本条释文中出现的,用楷体字排印,例如“重整汽油可直接用作汽油的调合组分,也可经芳烃抽提,制取苯、甲苯和二甲苯。”所参见的条目标题未在本条释文中出现的,另用括号加“见”字标出,例如“多层塑料复合薄膜也可采用共挤出的方法(见挤出)生产”。

11. 条目释文中出现的外国人名、地名,不附原文。外国人名和著作名一般在“内容索引”中注出原文。释文中的外国人名,在姓的前面加上外文名字的缩写,即名字的第一个字母,例如 I. 牛顿、F. 恩格斯。

四、插 图

12. 本书在条目释文中配有必要的插图。

13. 彩色图汇编成插页,并在有关条目释文中注明“(参见彩图插页第××页)”。

五、参考书目

14. 在重要条目的释文后附有参考书目,供读者选读。

六、索 引

15. 本书各学科(知识门类)卷均附有全部条目的汉字笔画索引、外文索引和内容索引。

七、其 他

16. 本书所用科学技术名词以各学科有关部门审定的为准,未经审定和尚未统一的,从习惯。地名以中国地名委员会审定的为准,常见的别译名必要时加括号注出。

17. 本书字体除必须用繁体字的以外,一律用《简化字总表》所列的简化字。

18. 本书所用数字,除习惯用汉字表示的以外,一般用阿拉伯数字。

化 工

杨光启 侯祥麟

人类为了求得生存和发展,不断地与大自然作斗争,逐步地加深了对周围世界的认识,从而掌握了征服自然、改造世界的本领。经过漫长的历史实践,人类越发善于利用自然条件,并且为自己创造了丰富的物质世界。

古代人们的生活更多地依赖于对天然物质的直接利用,或从中提取所需要的东西。由于这些物质的固有性能满足不了人们的需求,便产生了各种加工技术,把天然物质转变成具有多种性能的新物质,并且逐步在工业生产的规模上付诸实现。凡运用化学方法改变物质组成或结构、或合成新物质的,都属于化学生产技术,也就是化学工艺;所得产品被称为化学品或化工产品。这样,许多自然界没有的物质被源源不断地创制出来。起初,生产这类产品的是手工作坊,后来演变为工厂,并逐渐形成了一个特定的生产部门,即化学工业。随着生产力的发展,有些生产部门,如冶金、炼油、造纸、制革等,已作为独立的生产部门从化学工业中划分出来。当大规模石油炼制工业和石油化工蓬勃发展之后,以化学、物理学、数学为基础并结合其他工程技术,研究化工生产过程共同规律,解决规模放大和大型化中出现的诸多工程技术问题的学科——化学工程进一步完善了。它把化学工业生产提高到一个新水平,从经验或半经验状态进入理论和预测的新阶段(见化学工程发展史),使化学工业以其更大规模生产的创造能力,为人类增添大量物质财富,加快了人类社会发展的进程。

在现代汉语中,化学工业、化学工程和化学工艺都简称为化工,它们出现于不同历史时期,各有不同涵义,却又关系密切,互相渗透。在人们头脑里,“化工”这个词,习惯上已成为一个总的知识门类和事业的代名词,它在国民经济和工程技术上所具有的重要意义,引起了人们广泛的兴趣,吸引着成千上万的人,为之献出毕生精力。下面简要地从人类社会生活的各个方面,来说明化工绚丽多彩的内容及其重要贡献。

化工与人类文明

人类与化工的关系十分密切,在现代生活中,几乎随时随地都离不开化工产品,从衣、食、住、行等物质生活,到文化艺术、娱乐等精神生活,都需要化工产品为之服务。有些化工产品是人类发展历史中,起着划时代的重要作用。它们的生产和应用,甚至代表着人类文明的一定历史阶段。

引火熟食是人类有史以来的一个了不起的进步;等到炙制药物、酿酒制醋、烧陶制砖、炼铜冶铁、熬油造漆、纺织印染、造纸印刷等化学加工技艺相继出现的时候,历史已流逝了几十万年。这些技艺的积累,创造了从古代到中世纪的宝贵遗产,并且也为化学工业的形成,奠定了基础。(见化学工业发展史)

工业革命的助手 化学工业从它形成之时起,就为各工业部门提供必需的基础物质。作为各个时期工业革命的助手,正是它所担负的历史使命。18~19世纪的产业革命时期,手工业生产转变为机器生产,蒸汽机发明了,社会化大生产开始了,这正是近代化学工业形成的时候。而

临产业革命的急需, 吕布兰法制纯碱等技术应运而生, 这使已有的铅室法制硫酸也得到发展, 解决了纺织、玻璃、肥皂等工业对酸、碱的需要。同时, 随着炼铁、炼焦工业的兴起, 以煤焦油分离出的芳烃和以电石生产的乙炔为基础的有机化工也得到发展。合成染料、化学合成药、合成香料等相继问世, 橡胶轮胎、赛璐珞和硝酸纤维素等也投入生产。这样, 早期的化学工业就为纺织工业、交通运输业、电力工业和机器制造业提供了所必需的原材料和辅助品, 促成了产业革命的成功。

20 世纪经过两次世界大战, 一方面石油炼制工业中的催化裂化、催化重整等技术先后出现, 使汽、煤、柴油和润滑油的生产有了大幅度增长, 特别是丙烯水合制异丙醇工业化以后, 烃类裂解制取乙烯和丙烯等工艺相继成功, 使基本有机化工生产建立在石油化工雄厚的技术基础之上, 从而得以为各工业部门提供大量有机原料、溶剂、助剂等。从此, 人们常以烃类裂解生产乙烯的能力, 作为一个国家石油化工生产力发展的标志。另一方面, 哈伯-博施法合成氨高压高温技术在工业上实现, 硝酸投入生产, 使大量的硝化物质出现, 尤其是使火炸药工业从黑火药发展到奥克托今, 炸药的比能量提高了十几倍。这不仅解决了战争之急需, 更重要的是在矿山、铁路、桥梁等民用爆破工程上, 得到了应用。此外, 对于核工程中同位素分离和航天事业中火箭推进剂的应用, 化工都作出了关键性的贡献。

发展农业的支柱 长期以来, 人类的食物和衣着主要依靠农业。而农业自远古的刀耕火种开始, 一直依靠大量人力劳作, 受各种自然条件的制约, 发展十分缓慢。19 世纪, 农业机械的运用, 逐步改善劳动状况。然而, 在农业生产中, 单位面积产量的真正提高, 则是施用化肥、农药以后的事。实践证明, 农业的各项增产措施中, 化肥的作用达 40~65%。在石油化工蓬勃发展的基础上, 合成氨和尿素生产大型化, 使化肥的产量在化工产品中占据很大比重。1985 年世界化肥总产量约达 140 Mt, 成为大宗化工产品之一。近年来, 氮、磷、钾复合肥料和微量元素肥料的开发, 进一步满足了不同土壤结构、不同作物的需求。

早期, 人类采用天然动、植物和矿物来防治农作物病虫害。直到 19 世纪末, 近代化学工业形成以后, 采用巴黎绿(砷制剂)杀马铃薯甲虫、波尔多液防治葡萄霜霉病, 农业才开始了化学防治的新时期。20 世纪 40 年代生产了有机氯、有机磷、苯氧乙酸类等杀虫剂和除草剂, 广泛用于农业、林业、畜牧业和公共卫生。但这一代农药中有些因高残留、高毒, 造成生态污染, 已被许多国家禁用。近年来, 开发了一些高效、低残留、低毒的新农药, 其中拟除虫菊酯(除虫菊是具有除虫作用的植物)是一种仿生农药, 每亩用量只几克, 不污染环境, 已经投入工业生产。此外, 生物农药目前在农药研究中是最活跃的一个领域。

现代农业应用塑料薄膜(如高压聚乙烯、线型低密度聚乙烯等), 用作地膜覆盖或温室育苗, 可明显地提高作物产量, 正在进行大面积推广。

战胜疾病的武器 医学和药物学一直是人类努力探求的领域, 在中国最早的药学著作《神农本草经》(公元 1 世纪前后编著)中, 就记载了 365 种药物的性能、制备和配伍。明代李时珍的《本草纲目》中所载药物已达 1 892 种。这些药采自天然矿物或动植物, 多数须经泡制处理, 突出药性或消除毒性后才能使用。19 世纪末至 20 世纪初, 生产出解热镇痛药阿司匹林、抗梅毒药“606”(砷制剂)、抗疟药阿的平等, 这些化学合成药成本低、纯度高、不受自然条件的影响, 表现出明显的疗效。30 年代, 人们用化学剖析的方法, 鉴定了水果和米糠中维生素的结构, 用人工合成的方法, 生产出维生素 C 和维生素 B₁ 等, 解决了从天然物质中提取维生素产量不够、质量不稳的矛盾。1935 年磺胺药投产以后, 拯救了数以万计的产褥热患者。青霉素的发现和投产,

在第二次世界大战中,救治伤病员,收到了惊人效果。链霉素以及对氨基水杨酸钠、雷米封等战胜了结核菌,结束了一个历史时期这种蔓延性疾病对人类的威胁。天花、鼠疫、伤寒等,直到19世纪,曾一直是人类无法控制的灾害之一,抗病毒疫苗投入工业生产以后,才基本上消灭了这些传染病。现在疫苗仍是人类与病毒性疾病斗争的有力武器。还有各种临床化学试剂和各种新药物剂型不断涌现,使医疗事业大为改观,人类的健康有了更可靠的保证。

改善生活的手段 化工向人们提供的产品是丰富多彩的,它除了生产大量材料用于制成各种制品为人所用以外,还有用量很少、但效果十分明显的产品,使人们的生活得到不断改善。例如:用于食品防腐、调味、强化营养的各种食品添加剂;提高蔬菜、水果产量和保持新鲜程度的植物生长调节剂和保鲜剂;促使肉、蛋丰产的饲料添加剂;生产化妆品和香料、香精的基础原料和助剂;房屋、家具和各种工、器具装饰用的涂料;各种印刷油墨用的颜料;以及洗涤用品用的表面活性剂,等等,不胜枚举。还有电影胶片(感光材料)、录音(像)磁带(磁记录材料),以及最近推出的激光电视唱片(光盘)等。利用这些传播声像的手段,可加强通信联络,再现历史场景,表演精湛艺术。借助于信息记录材料,把人们的视野扩展到宇宙空间、海底深处或深入脏腑内部,甚至于解剖原子结构,为提高人类的精神文明,揭开自然界的奥秘,提供了条件。

化 工 与 材 料

上述工农业生产和生活的提高,都离不开材料。据统计,到1984年为止,世界上所具有的化学物质实际约达900万种,其中约有43万种在工业发达的国家中用为材料。材料数量虽多,若按化学组成分类,可以概括为金属材料、无机非金属材料 and 聚合物材料三大类。也有将复合材料列为第四大类,或者把它看作是由三大类中派生出来的一类新材料。一般来说,除金属是冶金部门生产的产品外,其余都是化工生产的材料。

无机非金属材料 分为传统材料和新型材料两类。前者主要是硅酸盐材料;后者组成多样,近年来发展很快。

硅酸盐材料 指玻璃、陶瓷、水泥和搪瓷等。它们是以含硅酸盐类矿石为原料进行生产的,广泛用作建筑材料,也可以作为日用品和工艺美术制品。玻璃和陶瓷虽然性脆易碎是其主要缺点;但由于原料易得,生产工艺简单,产品的化学稳定性好,又具有硬度高、耐热和耐蚀等优点,用途十分广泛,产量很大,并仍在不断发展中。

新型无机非金属材料 主要是特种陶瓷。随着工农业、军事工业和科学技术的发展,新型结构陶瓷先后问世。它们是由不同的氧化物、硅化物、碳化物、氮化物、氟化物、硼化物等组成的。主要包括耐高温材料、电绝缘材料、铁电材料、压电材料、半导体陶瓷材料等,用途特殊,产量不大,但价值很高。近来开发了一种陶瓷发动机用于汽车,可使燃气温度提高到1400℃以上,对提高效率,节约能源具有重要意义。这些材料的制造工艺的特点是:对原料的纯度要求高,成分、显微结构以及产品表面和界面都需严格控制,形状也细致而复杂,要求精密加工。此类新型材料是在高水平科学技术基础上获得成功的。

聚合物材料 主要包括塑料、化学纤维和橡胶三大类。其中合成材料品种很多,它们是由石油化工生产的单体,经过聚合反应而制成的。有的具有天然材料所达不到的特殊性能,广泛用于工农业生产与日常生活,所以发展很快。30年代世界聚合物材料的产量还未超过100 kt,到80年代即已达到约80 Mt,塑料占3/4。由于塑料比金属轻,所以按体积计,其产量已超过黑色金属。

塑料 基础材料是合成树脂。塑料制品质轻(一般只有钢铁的 $1/9$),耐腐蚀,耐热,电绝缘性好,易于加工成型,近几十年来大量用来代替金属、玻璃、纸张、木材等。塑料薄膜主要用作包装材料,在农业上,也被广泛使用。塑料管大量用作汽车的输油、输水管。汽车壳体和零件也用塑料。用聚氯乙烯加工的地板和门窗比用木材加工的耐磨性增加五倍。有机玻璃的密度为普通玻璃的一半,而冲击强度高达 17 倍,可用作飞机的风挡玻璃。塑料还大量用于电子和电气工业,制成电线、电缆、开关和仪器仪表壳体等。塑料制品可以说已经深入到人们生产和生活的各个角落。还有一些合成树脂具有特殊的功能,被称为功能高分子材料,如导电材料、半导体材料、感光树脂、光导材料和超导材料等,引起人们很大的兴趣。

化学纤维 包括人造纤维和合成纤维。人造纤维是以天然纤维为原料经过化学加工而生产的,在 20~30 年代已经流行,但它的产量受到天然纤维来源的限制。合成纤维制品是在 40 年代中期出现的,原料来源为丰富的石油化工产品。化学纤维的品种很多,又有长丝、短丝、鬃丝、弹力丝以及各种异形丝。它们分别可以纯纺、混纺,因而织物的品种极多,并且生产效率高,不受自然条件的限制,有效地解决了与粮棉争地的矛盾。生产万吨化学纤维,可以相当于 30 万亩($1 \text{ 亩} = 666.6 \text{ m}^2$)棉田一年生产的棉花;或由 250 万只羊一年剪下的羊毛。到 80 年代,全世界已有 $2/3$ 的纺织品是由化学纤维制成的。一些聚合物制成的中空纤维用作分离膜,在海水淡化、气体分离、超纯物质制备以及生物技术等方面,具有重要意义。

橡胶 是一种战略物资。天然橡胶仅生长于热带及亚热带地区,不产橡胶的国家考虑战时会受到封锁,都极其重视建立在石油化工基础上的合成橡胶工业。合成橡胶的品种多,有的品种比天然橡胶具有更好的耐热、耐寒、耐油等性能。橡胶的最大消耗是做轮胎,此外还用以制作胶管、胶带、胶鞋以及胶乳制品。橡胶又是各种设备所不可缺少的密封材料。70 年代以来,天然橡胶的产量基本稳定在 3~3.5 Mt,而合成橡胶产量在 70 年代已达 6 Mt,80 年代增至 8 Mt,且仍有续增的趋势。

复合材料 是新型结构材料。其特点是体积比强度、体积比刚度和耐蚀性都超过金属材料。它由合成树脂、金属或陶瓷等基体材料和无机或有机合成纤维等增强材料所组成。基材和增强材料都有多种,因而可以进行有选择的配合,以制得性能符合要求的各种复合材料。复合材料的出现,使化工材料有了更为广阔的前景。

化 工 与 能 源

能源可以分为一次能源和二次能源。一次能源系指从自然界获得、而且可以直接应用的热能或动力,通常包括煤、石油、天然气等化石燃料以及水能、核能等。消耗量十分巨大的世界能源,主要是化石燃料。1985 年世界一次能源消费量达 10 590 Mt 标准煤,其中石油 37.9%、煤 30.7%、天然气 20.1%、水电 6.7%、核电 4.6%;中国一次能源消费量达 764 Mt 标准煤,其中煤 75.9%、石油 17.1%、水电 4.8%、天然气 2.2%。二次能源(除电外)通常是指从一次能源(主要是化石燃料)经过各种化工过程加工制得的、使用价值更高的燃料。例如:由石油炼制获得的汽油、喷气燃料、柴油、重油等液体燃料,它们广泛用于汽车、飞机、轮船等,是现代交通运输和军事的重要物资;还有煤加工所制成的工业煤气、民用煤气等重要的气体燃料;此外,也包括从煤和油页岩制取的人造石油。

化工与能源的关系非常密切,还表现在化石燃料及其衍生的产品不仅是能源,而且还是化学工业的重要原料。以石油为基础,形成了现代化的强大的石油化学工业,生产出成千上万种

石油化工产品。在化工生产中,有些物料既是某种加工过程(如合成气生产)中的燃料,同时又是原料,两者合而为一。所以化工生产既是生产二次能源的部门,本身又往往是耗能的大户。

化石燃料特别是煤的加工和应用常常产生污水、固体废料和有害的气体,导致环境的污染。对于污染的防治,也有赖于多种化工技术的应用。

中国的能源生产自 1949 年以来有了很大的发展,但能源(尤其是石油)仍是制约国民经济发展的一个重要因素,因此能源的增产和节约有很重要的意义。改进化工生产工艺,减少能耗,既能降低生产成本,提高经济效益,也有利于能源紧张程度的缓解。这也是近年来,世界各国都很重视的问题。

长远来看,在全世界范围内,预计至 21 世纪上半叶,化石燃料仍将占能源的主要地位。随着时间的推移,由于化石燃料资源的限制,除上述常规能源外,若干非常规能源的发展将越来越受到重视。非常规能源指核能和新能源,后者包括太阳能、风能、地热能、潮汐能、波浪能、海洋能和生物能(如沼气)等。在太阳能、核能利用的研究开发和大规模应用的漫长过程中,化学工程和化工生产技术也大有用武之地。

化工与其他科学技术

推动化工发展的动力是工农业生产和人民生活对化学品的需要,它所依靠的基础是化学、物理学、数学和各种工程技术。其中与化学的关系尤为密切,化学是化工须臾不能离开的学科。在它们之间,也曾有过“工业化学”、“应用化学”等学科,起过一定的历史作用。化工基本建设离不开土木工程、电力工程。化工机械的制造离不开机械工程和各种金属材料,尤其是不锈钢,乃至特种钢材。化工机械特别注意的是高温、高压下的可靠性,即指系统、设备、元件在规定条件下完成规定功能的概率。现代化工装置趋于大型化、单系列生产,对于可靠性的研究就显得格外重要。

化工过程的控制离不开电子学、计算机和自动化,这些理论和仪器仪表,不仅能运用于生产,甚至也能运用于解决发展预测、决策和经营管理等问题。20 世纪 80 年代,新技术革命中蓬勃发展的若干领域,除前述能源和材料外,微电子技术和生物技术等前沿科学,以自己强大的生命力,对化工提出了更高的要求,从而把化工推向前进。

微电子技术 电子计算机、微处理机和信息技术都离不开微电子技术。在微电子技术中,大规模和超大规模集成电路的应用,对化工提出了新的要求。例如超纯气体和纯水、电子工业用试剂、光刻胶、液晶以及腐蚀剂、掺杂剂、粘合剂,等等。

微电子技术中使用的超纯气体有几十种,除氧、氢、氮、二氧化碳、氩等常见气体外,还有硼烷、三氯化硼、二氯硅烷、四氟化碳等自然界不存在的气体。所用化工产品的纯度对半导体成品的影响很大。使用工业气体时,成品率只有 10%;使用含杂质小于 10 ppm 的气体 and 相应的高纯化学试剂时,则成品率可提高到 70~80%。以用水而言,集成度为 1 Mb 的集成电路,允许水中微粒的粒径不大于 0.1 μm 。为了制得接近理论的纯水,生产方法从蒸馏、离子交换发展到 70 年代的膜分离与离子交换相结合的方法,使纯水制备技术达到新的水平。

微电子器件生产的关键在于光刻胶。超大规模集成电路所用的光刻胶是由芳香族叠氮化合物制成的感光树脂,其优点是分辨率高,去胶容易,图像清晰。液晶是微电子器件中不可缺少的显示材料。它是一种有机化合物,由于要求显示温度在 $-20\sim 60^{\circ}\text{C}$ 之间,一般单一液晶都达不到这种要求,须用多种同类型或不同类型的液晶混配使用。

生物技术 微生物是一种活细胞催化剂,在常压和不高的温度下通过发酵过程,将原料转变为产品。多年来,应用这种传统的生物技术生产了乙醇、丁醇、丙酮、醋酸等产品。近年来研究开发了利用固定化细胞,由丙烯腈生产丙烯酰胺,收率可达99.8%。此外,还可利用酶催化剂,特别是固定化酶,生产有机产品。生物技术用于化工,投资较少,节省能源和原料,污染少,可以制得利用常规方法难以制取的物质,如干扰素、胰岛素、单克隆抗体等。这些药物运用重组DNA技术来制备,可望使制药工业面貌一新。

生物技术对化学工程提出了新的要求,主要是解决适宜于微生物大量培养的生化反应器,满足复杂生化反应过程的分离技术以及过程控制等。在这方面,目前已形成了新的边缘学科——生物化学工程,它把化学工程理论,运用于生物催化剂、生化反应工程和新型单元操作的研究开发,做出了许多成绩。

分 支 的 划 分

化工作为一个知识门类来说,在各个不同的历史时期,在各种不同目的的要求下,有多种分解或综合的分类方法。可按照原料来源、产品性质分类,也可按照过程规律、历史联系分类。每种划分方法都难于严格适应。本卷力求减少不必要的交叉,采取综合分类的方法,设计了从原料出发的燃料化工分支;从产品出发的无机化工、基本有机化工、高分子化工、精细化工等分支;还有从共同的过程规律出发的化学工程分支,以及从历史发展和横向联系出发的综论分支。燃料化工的原料是石油、天然气、煤和油页岩等可燃矿物,所以它又划分为石油炼制工业、石油化工、天然气化工、煤化工和页岩油工业。其中,石油炼制工业是创造产值较高的工业部门,是国家的重要经济命脉。天然气常与石油共生,也常把天然气化工归属于石油化工。在现阶段,石油炼制和石油化工是燃料化工的主体。燃料化工生产的产品包括燃料和化工原料,后者主要是有机化工原料(除合成气也用于生产无机化工产品,如合成氨等外)。所以,石油化工也是基本有机化工的主要组成部分。由石油化工可以生产塑料、合成橡胶、合成纤维等三大合成材料,这是高分子化工的主要产品。因此,燃料化工、基本有机化工和高分子化工三者是有机地联系在一起的。至于无机化工所采用的原料既有可燃矿物,也有无机矿物。其产品主要有化肥,硫酸、硝酸、磷酸等酸类,纯碱、烧碱等碱类,还有无机盐,工业气体和无机非金属材料等。无机非金属材料中的硅酸盐材料,有时被划入传统的建筑材料领域。精细化工生产小批量、具有专门功能、主要用于消费的化学品。由于市场需求的发展,有些产品已变成大批量产品,但按习惯,往往仍视作精细化工产品。主要有染料、农药、医药、火炸药、信息记录材料、涂料、颜料、胶粘剂、催化剂、各种助剂和化学试剂等。医药和火炸药的生产又往往被分别划为独立的工业部门。如果从原料考虑,则精细化工是既有无机的,又有有机的,还有聚合物,是一个着眼于使用功能的综合部门。在微电子技术、生物技术和新型材料蓬勃发展的新技术革命中,精细化工给化学工业增添了新的活力。

化学工程又分为化工热力学、传递过程、单元操作、化学反应工程和化工系统工程。前两者是化学工程的理论基础,单元操作是化学工程最早形成的概念,它把化工生产的物理过程分解为若干单元,如流体输送、蒸馏、萃取、换热、干燥等。现在这些单元操作不仅在化工生产中起着重要作用,也广泛用于冶金、轻工、食品、核工业等与化工有共同特点的工业领域。单元操作仍在继续发展和完善,如近年来发展的颗粒学,作为粉体工程的一种理论,已应用于催化剂粒度设计、高温气体除尘、粮食干燥和输送。化学反应工程着眼于工业规模