

自然科学向导丛书

化学工业

HUAXUEGONGYE (化工卷)

总主编 王修智

主 编 唐 波

立足科技发展前沿

围绕全面建设小康社会宏伟目标，树立和落实科学发展观

系统阐释自然科学各领域基础理论、基本知识

展示自然科学各领域最新科技成就和发展动向

弘扬科学精神，宣传科学思想，传播科学方法

树立科学理念，培养科学思维，激发创新活力

努力贯彻落实“全民科学素质行动计划”

全面提高全民科学文化素质



山东出版集团 www.sdpress.com.cn

山东科学技术出版社 www.lkj.com.cn





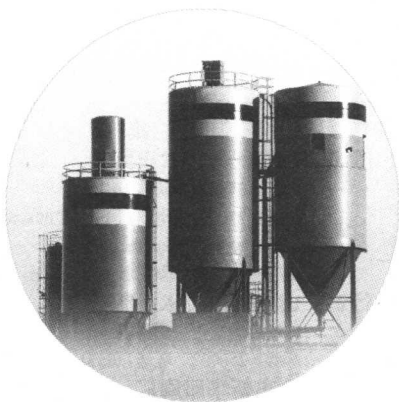
自然科学向导丛书

化学工业

总主编 王修智
主 编 唐 波

(化工卷)

HUAXUEGONGYE



山东出版集团
山东科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

化学工业:化工卷/唐波主编. —济南:山东科学技术出版社, 2007.4

(自然科学向导丛书)

ISBN 978-7-5331-4681-8

I.化… II.唐… III.化学工业—普及读物 IV.TQ-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 037066 号

自然科学向导丛书
化 学 工 业
(化工卷)

总主编 王修智

主 编 唐 波

主 管: 山 东 出 版 集 团

出版者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531)82098088

网址: www.lkj.com.cn

电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn

发行者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号

邮编: 250002 电话: (0531)82098071

印刷者: 山东新华印刷厂

地址: 济南市胜利大街 56 号

邮编: 250001 电话: (0531)82079112

开本: 700mm × 1000mm 1/16

印张: 24

字数: 320 千字

版次: 2007 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-5331-4681-8

定价: 30.00 元



自然科学向导丛书
ZIRANKEXUEXIANGDAOCONGSHU





ZIRANKEXUE
XIANGDAOCONGSHU

自然科学向导丛书

化学工业
(化工卷)

责任编辑 胡明 / 艺术总监 史速建 / 封面设计 董小眉



总主编 副总主编名单

总 主 编 王修智

副总主编 管华诗 陆巽生

编委会名单

主 任 王修智

副主任 管华诗 陆巽生

委 员 (以姓氏笔画为序)

马来平	王天瑞	王玉玺	王兆成	王金宝	王家利
王琪琬	王裕荣	尹传瑜	艾 兴	朱 明	仲崇高
刘元林	汤少泉	许素海	孙志恒	孙培峰	李士江
李天军	李云云	李宝洪	李宪利	杨焕彩	邹仲琛
张 波	张 波	张金声	张祖陆	陈光华	陈 青
陈爱国	陈德展	邵新贵	林兆谦	周忠祥	庞敦之
赵书平	赵龙群	赵传香	赵国群	赵彦修	赵宣生
钟永诚	钟泽圣	袁慎庆	高树理	高挺先	唐 波
展 涛	董海洲	蒋民华	程 林	温孚江	解士杰
潘克厚	燕 翔				

编委会办公室名单

主 任 燕 翔

副主任 孙培峰 林兆谦

成 员 (以姓氏笔画为序)

王 晶	王 强	尹传瑜	朱 明	刘利印	李冰冰
杨冠楠	陈爱国	邵新贵	胥蔚蔚	袁慎庆	褚新民

本书编写人员

主 编 唐 波
副主编 张志德
编 者 杜 华 刘云华 张朝军
胥振芹 刘玉法 唐国武



1961年，我国社会生活中发生了一件令人难忘的事——大型科普读物《十万个为什么》出版发行。此后，这套书又多次修订再版，累计印数超过1亿册，成为家喻户晓的小百科全书式的科普读物。

《十万个为什么》初版的时候，我正在上中学，同学们争相阅读的生动场面，至今历历在目。这套书提供的科技知识，深深印在小读者的脑海里，使大家终生受益。不少人就是从读这套书开始对科学技术产生浓厚兴趣，并选择考理工类大学、走科学技术之路的。每每回忆起这些往事，我便深切感到，科技的力量是多么巨大，科普工作是多么重要！

然而，科普工作的春天，是随着改革开放的脚步一同来到神州大地的。上世纪80年代以来，“发展经济靠科技，科技进步靠人才，人才培养靠教育”逐步成为人们的共识；“科教兴国”战略、“人才强国”战略深入人心；“学科学，用科学”的社会风气日渐浓厚。各级各行各业、广大干部群众迫切要求加快科学技术普及的步伐。

进入21世纪，我国的科普工作发展到了一个新阶段。2002年6月29日，第九届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过《中华人民共和国科学技术普及法》。2005年，《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)》出台。2006年2月，国务院颁布《全民科学素质行动计划纲要(2006—2010—2020年)》。这三件大事，标志着提高全民科学技术素质已经摆上我国经济社会发展的重要日程，科普工作已经纳入法制的轨道。面对这样一种新形势，所有热心科普工作的人们无不感到振奋和激动。

在所有热心科普工作的人们当中，我算是比较热心的一个。1991年11月到1997年12月，我在山东省济宁市担任主要领导职务。这个市被评为1997年度全国“科教兴市”先进市，我被评为全国“科教兴市”先进个人。2000年12月到2005年7月，我担任中共山东省党委副书记，积极推动市县两级“三馆”（博物馆、科技馆、图书馆）建设，为科学技术普及做了一点工作，被授予中国科技馆发展基金会第六届启明奖。实践使我深深体会到，科普工作是发展先进生产力和先进文化、弘扬民族精神和提高全民族科学文化素质的重要手段，是每一位领导干部义不容辞的责任。

科普创作是科普工作的基石。加强科普工作，必须大力繁荣科普创作。40年前，《十万个为什么》应运而生，难道今天不应该产生一种新的科普读物？于是，我便产生了编一套这类读物的想法。就像当年哥伦布发现新大陆一样，我的这种想法常使我激动不已，有时甚至夜不能寐。

在所有热心科普工作的人们当中，还有一个很有战斗力的群体，这就是山东省科学技术协会。我关于编一套新的科普读物的想法，首先得到他们的热烈响应和积极支持。山东省科协是省委领导的人民团体之一，其主要任务，一是加强学术交流和学术思想创新，促进科技创新，推动科技成果向现实生产力转化，加快产业化进程；二是大力普及科学技术知识，提高全民科学文化素质；三是搞好科学技术队伍的自身建设，维护科技工作者的合法权益。山东省科协联系的科技人员超过100万人。省科协所属的山东省老科技工作者协会，联系离退休的科技工作者有65万多人。这是我省科技工作的主力军。

在省委、省政府的领导下，省科协这些年的工作搞得有声有色、富有成效。特别是大刀阔斧地开展城乡科普工作，有效地提高了全民科学文化素质，有力地保证了经济社会发展

的需要。他们在财政部门的支持下，主要通过市场化运作，在短短两年时间里，实现了全省科普宣传栏“村村通”，受到农村广大干部群众的热烈欢迎和高度评价。

编写大型科普读物这件事，很快就列入省科协2005年的工作计划。管华诗、陆巽生、孙培峰、燕翔、林兆谦等同志积极策划并具体操作，同时，成立了由朱明同志具体负责的专门办事机构，筹措了部分经费，从而使这样一项浩繁的工程正式启动起来。

大家一致认为，这套丛书应当是一套自然科学技术普及读物。它应当站在新世纪新起点上，适应新形势新任务的要求，具备以下四个特点：第一，系统性。尽量体现自然科学原理的完整体系，避免零打碎敲。第二，实践性。尽量涉及自然科学应用的各个领域，避免挂一漏万。第三，先进性。尽量采用科学研究和技术进步的最新成果，电子信息、生物工程、新材料等高新技术要占较大篇幅。第四，可读性。尽量做到深入浅出，通俗易懂。

根据上述四点要求，丛书设计了三大部分，共35卷。第一部分，自然科学原理，共6卷：数学、物理、化学、天文、地理、生物。第二部分，自然科学的应用，共24卷：涉及第一产业、第二产业、第三产业，从生产到生活，几乎全面覆盖。第三部分，综合，共5卷：自然科学发展大事年鉴、古今中外科技名人、科学箴言、通俗科技发展史、探索自然奥秘。

丛书共1000余万字。从酝酿到出版，共用了不到两年的时间。

在如此短的时间内，完成如此浩繁又如此高标准严要求的编写工作，必须举全省之力，加强领导，精心组织，周到安排，通力合作，精益求精。主编是总指挥，负总责。常务副主编是具体指挥，具体负责。编委会办公室处理日常事

务。各承编单位调整工作计划，抽调精兵强将，集中时间进行编写。近几年，我主持编写了《齐鲁历史文化丛书》、《山东革命文化丛书》、《山东当代文化丛书》、《社会科学与您同行》、《诚信山东》等多套大型丛书，积累了一定的经验。《自然科学向导丛书》的编写工作，借鉴了前几套丛书编写的经验，达到了一个新的水平。

这套丛书的成功，还得益于中国科协的关怀鼓励，得益于艾兴、蒋民华等专家的指导帮助，得益于省委宣传部、省财政厅、省新闻出版局、山东出版集团、山东科学技术出版社的大力支持。在此，一并表示感谢。

由于我们水平有限，缺点错误在所难免，望广大读者不吝指教。

知识的无限性与人的智力的有限性，是一对无法克服的矛盾。经过上下数千年全人类的共同努力，我们对自然科学、社会科学和人体自身的认识，仍然处于一个初级阶段，离自由王国的境界仍然相当遥远。但是我坚信，经过一代又一代人的不懈努力，我们离那个境界肯定会越来越近。而科普工作，就是接近那个境界的路、桥、船。

王修智

2007年1月

本书是《自然科学向导丛书》的一个分册,是在丛书编委会的指导下,根据构建和谐社会、落实科学发展观的精神,本着推进社会主义文化建设、提高全民科学文化素质的愿望,面向青少年读者而编写的。编写过程中力求实现“科学性、思想性、权威性、全面性、先进性、知识性、普及性、实用性有机统一”的目标,使内容丰富,深入浅出。

化工是国民经济的支柱产业和基础产业,与国民经济各领域及人民生活密切相关。化学工业为工业、农业、交通运输、国防建设、尖端科技等领域提供了各类能源和基础材料,为人们的衣、食、住、行、用提供了不可缺少的产品。可以说,没有化学工业,就没有现在人们的舒适生活,化工为人类生存与文明的发展做出了巨大贡献。目前我国化工行业已有多种主要产品的产量位居世界前列,其中合成纤维、水泥、氮肥、染料等产品的生产能力已居世界首位。我国是世界石油和化工产品的生产和消费大国,我国化学工业 2005 年共完成销售收入 3.3 万亿元,占全国工业销售收入的 13.5%;实现利润 3 708 亿元,占全国工业利润总额的 25.8%。随着生产的发展,化学工业在我国国民经济中的地位还会不断提高。自改革开放以来,随着国外引进技术的消化吸收和化工科学技术的进步,山东省的化学工业得到了突飞猛进的发展。山东省是化工大省,完成总产值连续 14 年位列全国第一,成为全省经济发展的重要支柱产业;经济效益显著,连续 13 年位列全国第一,已占据全国化工行业的半壁江山。

近年来化学工业在快速发展的同时,也面临巨大的挑战。由于石油等不可再生资源的供应日益紧张,需要及时开发替代产品;化学工业引起的环境污染问题也不容忽视,这些都需要用化工及其相关技术加以解决。

本书的编写目的是让青少年及社会上更多的人了解化学工

业的发展,了解化工与农业、医药、能源、人类生活、国防的关系及其在国民经济中的地位和作用,用科学的思想、方法、知识来武装头脑,通过阅读科普读物了解和掌握更多的科技知识,养成运用科学方法认识世界和处理问题的习惯,全面提高素质,以培养求实创新、勇于攀登的科学精神,在建立创新型国家中做出自己的贡献。

随着科学技术的发展和学科的相互渗透,21世纪化工学科的研究内容与能源、材料、信息、生物、环境等学科密切相关,趋势是成为绿色化工、可持续发展化工。在本书的编写过程中,我们注意将各种前沿内容和新的知识点以通俗易懂的方式介绍出来。书中结合化工的发展,介绍化工过程所使用的方法、技术以及化工产品的生产工艺、应用领域和发展趋势,使人们对化工有一个较全面的认识,以期使化工知识在山东省乃至全国的经济和社会发展中发挥更大的作用。

本书由唐波任主编,张志德任副主编。共分9章,其中第一章由张志德编写,第二章由杜华编写,第三章和第五章由张朝军编写,第四章由胥振芹编写,第六章由刘云华编写,第七章由唐国武编写,第八章由刘玉法编写,第九章由唐波编写。全书由唐波和张志德修改和统稿。

本书编写过程中参考了中外专家、学者的众多文献资料与有关的教材、专著,包括综合性图书和期刊等,主要参考资料列在书后的参考文献中,在此向原作者致以深深的谢意。

书中内容涉及面广,限于编者的水平再加上时间仓促,感觉在内容选取和表述上都还存在不足之处,错误及不当之处难免,诚望读者给予指正。

编 者

第一章 化工概论

- 一、化工的含义 /1
- 二、化工发展简史 /5
- 三、化学与化工 /10
- 四、化工生产过程 /11
- 五、化工对人类社会的贡献 /18
- 六、化学工业的原料资源 /19
- 七、化学工业的主要产品 /27
- 八、现代化工的特点 /29
- 九、现代化工新领域 /30

第二章 化工生产的基本操作技术

- 一、单元操作 /37
- 二、流体输送 /39
- 三、冷暖调控——热量传递技术 /46
- 四、原料及产品的精制与分离——机械分离与质量传递技术 /51
- 五、原料及产品的搅拌与混合技术 /83
- 六、原料及产品的粉碎、分级与团聚技术 /86
- 七、化工生产的核心操作技术——化学反应工程 /90
- 八、化工过程检测与控制技术 /93
- 九、新型单元操作技术简介 /99

第三章 化工与农业

- 一、化肥 /118
- 二、农药 /134
- 三、农膜 /146

第四章 化工与材料

- 一、化工与无机材料 /152

- 二、化工与塑料 / 157
- 三、化工与橡胶 / 169
- 四、化工与纤维 / 178
- 五、化工与特种功能高分子材料 / 187
- 六、化工与新型材料 / 196

第五章 化工与能源

- 一、煤化工 / 209
- 二、石油与天然气 / 214
- 三、清洁燃料 / 218
- 四、燃料电池 / 225

第六章 化工与环境

- 一、化工与环境污染 / 227
- 二、化工污染治理 / 235
- 三、绿色化工产品与技术 / 251
- 四、环境保护与化工可持续发展 / 266

第七章 生物技术与生物化工

- 一、生物技术与生物化工的区别 / 270
- 二、生物化工的发展 / 271
- 三、生物技术 / 272
- 四、生物化工产品 / 277
- 五、生物燃料 / 287

第八章 生活中的精细化学品

- 一、精细化学品的含义 / 292
- 二、表面活性剂——使人们的生活更清洁 / 293
- 三、香料——使人们的生活充满芳香 / 298
- 四、涂料——美化人们的生活环境 / 303
- 五、食品添加剂——使人们的食物更精致 / 311
- 六、染料和颜料——使人们的生活充满色彩 / 317
- 七、药物——使人类健康长寿 / 323
- 八、杀菌消毒剂 / 329
- 九、黏合剂 / 337

第九章 21 世纪化工的发展趋势

- 一、化学工程学的多尺度化 /346
- 二、化工过程的绿色化 /348
- 三、化工生产的微型化 /350
- 四、过程参数的极限化 /351
- 五、化工产品的精细化 /352
- 六、新型催化技术得到优先发展 /353
- 七、超细粉体技术得到进一步开发利用 /356
- 八、生物化工将成为 21 世纪重要的化工产业 /358
- 九、CO₂ 将成为 21 世纪的新碳源 /362

参考文献



第一章

化工概论

一、化工的含义

“化工”是“化学工业”、“化学工程”、“化学工艺”的简称,可以分别指化学工业、化学工程和化学工艺,也可指其综合。随着科学和国民经济的发展,“化工”的范围也在不断扩大,只要涉及上述化学工业、化学工程和化学工艺的内容,例如自动化技术、过程控制及优化、环境问题、经济问题、生产安全等,也可列入“化工”的范畴中,并形成新的名词,例如生物化工、环境化工、能源化工、化工自动化、化学工程模拟、化工技术经济、化工安全等。通常所说的“化工”主要指“化学工业”。

1. 化学工业

以天然物质或人工合成物质为原料,通过化学方法和物理方法,使原料的结构、形态发生变化,生成新的物质,经过进一步加工,获得生产资料或生活资料的工业,称为化学工业,简称化工。例如纯碱工业,以天然的氯化钠、石灰石、水为原料,以氨为媒介,经过化学方法和多种物理方法加工处理后制成纯碱(碳酸钠)。生产过程为:化盐→盐水精制→精盐水吸氨→氨盐水吸收二氧化碳生成碳酸氢钠晶体→碳酸氢钠分离→碳酸氢钠煅烧→产品纯碱。在整个生产过程中,不仅物质形态发生了变化,而且物质结构也发生了变化,生成了新的物质。因此,纯碱工业是化学工业。再如,