

自然科学向导丛书

神奇的新材料

SHENQIDEXINCAILIAO (材料卷)

总主编 王修智

主 编 蒋民华

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

神奇的新材料

总主编 王修智
主 编 蒋民华

(材料卷)

SHENQIDEXINCAILIAO



山东出版集团
山东科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

神奇的新材料:材料卷/蒋民华主编. — 济南:山东科学技术出版社,2007.4

(自然科学向导丛书)

ISBN 978-7-5331-4682-5

I. 神... II. 蒋... III. 材料科学—普及读物 IV. TB3-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 037070 号

自然科学向导丛书

神奇的新材料

(材料卷)

总主编 王修智

主 编 蒋民华

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:22.75

字数:300千字

版次:2007年4月第1版第1次印刷

ISBN 978-7-5331-4682-5

定价:29.00元

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
王琪珑	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 蒋民华

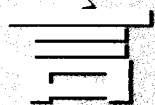
副主编 程 新 陶绪堂

编 委 (以姓氏笔画为序)

王 丽	王成国	王继扬	尹衍升
冯圣玉	边秀房	吕孟凯	刘福田
李永津	芦令超	吴拥中	张晓阳
周宗辉	赵 显	郝霄鹏	陶绪堂
徐惠忠	常 钧	黄 翔	黄柏标
程 新	蒋民华	蒋宛莉	

Foreword

序



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

材料是人类文明的物质基础,是社会进步的先导。材料的使用与发展标志着人类进步的里程,现代高技术发展和材料的发展紧紧相连,一种新材料的突破往往孕育一系列新技术的诞生和发展,甚至会引起一个重要领域的技术革命。

材料是人们用以制造有用物件的物质。材料的获得、质量的改进和使之成为人们可以利用的构件或器件都离不开生产工艺和制备技术。因此,人们往往把“材料科学”与“工程”相提并论,称为“材料科学与工程”。尽管人类利用材料的历史悠久,但研究材料的学科真正成为科学仅是近半个世纪以来的事。材料科学与工程是关于材料组成、结构、制备工艺与其性能及其使用过程之间相互关系的知识开发和应用的科学。材料科学是多学科交叉的新兴领域,材料科学与工程密切相关,且有很强的应用目的。

材料的种类繁多,从石器时代、青铜时代、工业革命的钢铁时代,直至今日基于半导体材料广泛应用和发展的信息时代(有人将其称为硅时代),都有大量重要的材料得到发展,如何恰当地选择所介绍材料的种类和内容,是摆在本书作者面前首要的问题。

材料有不同的分类方法,习惯上人们将材料分为传统材料(也称为基础材料)和新材料(也称为先进材料)两大类。如钢铁、水泥一类传统材料,是诸多支柱产业的基础,是人类社会、国民经济可持续发展的决定因素;而新材料则是高技术产业的基础和先导,许多与社会进步、国家安全的重要技术的发展都是建立在新材料发展基础上的。两类材料都必须给予同等的重视。不重视基础材料,会制约支柱产业的发展,乃至影

响人类生存空间；不重视先进材料，高技术产业必然落后，跨越式发展和小康社会的建立就无从谈起。因此，为了进一步提高人们对于材料的认识，我们在选材方面充分兼顾了这两个重要方面。鉴于人们对于传统材料的认识和了解多于先进材料，在实际介绍中，新材料的篇目多于传统材料。即使在介绍传统材料的章节中，我们也重视了传统材料的发展及其新的应用和前景。因为从某种意义上说，在先进材料和传统材料之间并没有严格的界线，因运用高技术而获得发展的传统材料也可称为先进材料，而先进材料的应用时间长了，也就成了传统材料。

另一个摆在本书作者面前的是如何处理好专业和普及的关系问题。撰写本书的作者，大多是从从事材料科学与工程教学和科研多年的教师和研究人员，尽管对材料科学与工程相关领域有很好的基础知识和很深的学术造诣，但要写出既能给出严格正确的科学定义和知识，又通俗易懂、耐人寻味的科普文章，却也是一件不容易的事情。本书作者经多次讨论，相互切磋，几易其稿，精益求精，终于给读者送上一本具有初中文化水平以上可理解，又可满足有较高水平科技人员学习先进知识和成果的科普读物。

当然，尽管我们对于本书的各个方面都做了较细致的考虑和努力，但囿于各作者专业背景和个人文风的差异，仍难免会存在一些错漏，我们企盼读者提出宝贵意见。

我们愿借本书出版的机会，使材料科学与工程这门新兴的科学技术为更多的人所了解，也会有更多的人，特别是青少年能满怀热情地关注和投入这一前程远大的事业。

编者

第一章 材料科学基础

- 材料与材料的发展史 / 1
- 材料的重要性 / 3
- 材料的分类 / 5
- 材料的结构与性能 / 6
- 材料的制备 / 8
- 材料的表征与分析 / 10

第二章 金属材料

- 金属材料 / 12
- 工业的骨骼——黑色金属 / 13
- 为生活增光添色的有色金属 / 14
- 铝合金 / 16
- 从远古时代走来的金属——铜 / 17
- “身轻如燕”的镁合金 / 18
- 前途无量的合金——钛合金 / 20
- 金属间化合物 / 22
- 不锈钢 / 24
- 会“记忆”的合金 / 25
- 泡沫金属 / 27
- 金属纤维 / 28
- 能“呼吸”的材料——储氢材料 / 29
- 稀土金属 / 31
- 金属敏感材料 / 32
- 金属快速凝固技术 / 34
- 金属粉末激光熔覆 / 35
- 金属热处理 / 36
- 现代铸造技术 / 38
- 金属焊接技术 / 39
- 粉末冶金 / 41
- 金属的遗传现象 / 42

金属的腐蚀与防护 /43

金属的疲劳与断裂 /45

第三章 无机非金属材料

无机非金属材料 /48

无机涂层 /49

陶瓷 /51

先进陶瓷 /52

功能陶瓷 /53

结构陶瓷 /54

日用陶瓷 /55

陶器 /56

瓷器 /57

黑陶 /59

釉陶 /60

唐三彩 /61

景泰蓝 /63

搪瓷 /64

琉璃 /65

耐火材料 /67

石棉 /69

刚玉 /70

硅酸盐材料 /72

黏土 /73

玻璃 /74

特种玻璃 /76

碳素材料 /77

石墨 /78

碳纤维 /80

第四章 有机高分子材料

什么是有机高分子材料 /82

塑料 /83

天然纤维 /85

合成纤维 /86

天然橡胶 /88

合成橡胶 /90

有机玻璃 /92

- 农用膜 /93
- 有机硅材料 /94
- 高分子封装材料 /95
- 高分子包装材料 /96
- 高分子膜材料 /98
- 高分子载体 /100
- 高分子电解质 /101
- 淀粉衍生物高分子材料 /103
- 有机超薄膜 /104
- 导电高分子材料 /105
- 环境敏感高分子材料 /106
- 聚合物光纤 /108
- 有机光电导材料 /109
- 有机电致发光材料 /110
- 有机非线性光学材料 /112
- 有机太阳能电池 /113
- 电子纸 /114
- 磁性高分子材料 /116
- 高分子基纳米复合材料 /117

第五章 复合材料

- 复合材料 /119
- 仿生叠层复合材料 /120
- 功能梯度复合材料 /121
- 金属基复合材料 /123
- 金属基纳米复合材料 /124
- 聚合物基纳米复合材料 /125
- 纳米碳管增强镁基复合材料 /127
- 热塑性玻璃钢 /128
- 钛基复合材料 /129
- 碳 / 碳复合材料 /130
- 碳纤维增强液晶高聚物复合材料 /132
- 陶瓷 /Fe-Al 金属间化合物基复合材料 /133
- 陶瓷基纳米复合材料 /134
- 高阻尼金属基复合材料 /135
- 智能复合材料 /136

第六章 功能材料

- 功能材料 / 139
- 导体 / 140
- 快离子导体 / 141
- 电阻材料 / 142
- 超导材料 / 142
- 压电陶瓷 / 144
- 热释电陶瓷 / 145
- 光学玻璃和激光玻璃 / 146
- 光纤材料 / 147
- 特种光纤材料 / 148
- 光信息存储材料 / 149
- 液晶材料 / 151
- 感光材料 / 151
- 发光材料 / 153
- 交通安全的保护神——反光材料 / 154
- 蓄光材料 / 155
- 光催化材料 / 156
- 磁性材料 / 157
- 永磁材料和软磁材料 / 158
- 非晶态磁性材料 / 159
- 磁性液体 / 160
- 新型能源材料 / 161
- 隐身材料 / 163
- 仿生材料 / 164
- 复合功能材料 / 165

第七章 半导体材料

- 信息技术的基石——半导体材料 / 167
- 元素半导体材料 / 169
- 化合物半导体材料 / 170
- 非晶硅半导体材料 / 172
- 纳米硅和多孔硅 / 174
- 有机半导体 / 175
- 氧化物半导体 / 176
- 新一代半导体材料——宽禁带半导体 / 177
- 半导体量子材料 / 179

- 钻石级半导体——金刚石 /181
半导体陶瓷材料 /182
稀磁半导体与自旋电子学 /183
摩尔定律与集成电路 /185
半导体发光机理 /187
半导体激光器 /188
半导体发光二极管材料 /190
半导体与固体照明 /191
半导体光敏材料 /193
半导体太阳能电池材料 /194
半导体电致发光材料 /196
半导体阴极射线材料 /197
半导体热敏材料 /198
半导体气敏材料 /200
半导体热电材料 /201
半导体红外光学材料 /203
半导体磁敏材料 /204
半导体负电子亲和势光电阴极材料 /206
半导体材料外延 /207
半导体材料加工 /208

第八章 人工晶体

- 大自然的鬼斧神工——天然晶体 /211
巧夺天工——人工晶体 /212
晶体的性质和表征 /214
带在身上的流动银行——宝石 /216
宝石之王——钻石 /217
宝石之冠——刚玉型宝石 /219
从装饰品到高技术关键材料——水晶之路 /220
神奇能干的晶体家族——功能晶体 /221
信息时代的基础材料——半导体晶体 /223
光学系统的窗户——光学晶体 /224
神光之源——激光晶体 /226
会唱歌、能跳舞的晶体——压电晶体 /228
让激光变幻莫测的晶体——非线性光学晶体 /229
身兼两任的晶体——激光自倍频晶体 /231
给激光装上高速开关——电光晶体 /232

- 袖珍资料库材料——光折变晶体 / 234
黑夜中明亮的眼睛——热释电晶体 / 236
伸开双臂迎接宇宙使者——闪烁晶体 / 237
新型能源材料——热电晶体 / 238
有机晶体 / 240
探索生命的奥秘——蛋白质晶体及其结构 / 241
晶体工程和新晶体探索 / 243
未来时代的人工晶体——光子晶体 / 245

第九章 生物医用材料

- 什么是生物医用材料 / 248
生物医用材料分类 / 249
组织工程和组织工程材料 / 250
生物医用金属材料 / 252
生物陶瓷材料 / 253
生物医用高分子材料 / 254
与血液接触的高分子材料 / 256
药用高分子材料 / 257
眼科及整形美容化妆品中应用的高分子材料 / 258
医药包装和医疗器件用高分子材料 / 259
医用生物复合材料 / 260
纳米生物医用材料 / 262
硅橡胶在医疗上的应用 / 263
医用碳素材料 / 264

第十章 纳米材料

- 纳米科学与技术 / 266
什么是纳米材料 / 267
纳米材料的基本效应 / 269
纳米材料的特殊性质 / 270
纳米线与纳米带 / 271
纳米薄膜 / 273
富勒烯 / 274
碳纳米管 / 276
纳米电子学 / 277
纳米光学 / 279
纳米加工 / 280