



- 教育科学出版社
- 陕西师范大学出版社
- 广西师范大学出版社

材料王国的奇葩



杨 开 吴晓艳 编著

21

世纪热点学科漫话丛书



- 中国科学院出版社
- 清华大学出版社
- 人民邮电出版社

材料王国的奇葩



中国科学院出版社

21

21世纪中国科学出版社

面向未来系列□

21世纪热点学科漫话丛书□

材料王国的奇葩

杨 开 吴晓艳 编著

教育科学出版社
陕西师范大学出版社
广西师范大学出版社

(京)新登字第111号

21世纪热点学科漫话

材料王国的奇葩

杨开 吴晓艳 编著

责任编辑：许佩云

教育科学出版社出版、发行（北京·北太平庄·北三环中路46号）

邮政编码 100088

各地新华书店经销

北京东华印刷厂印装

开本：787×1092毫米 1/32 印张：4.875 字数：109千

1993年8月第1版 1993年8月第1次印刷

印数：00,001—10500册

ISBN 7-5041-1280-1/G·1237 定价：3.50 元

总策划的话

这是我们四家出版单位优选设计,联合编辑,向全国中学生朋友奉献的第一套文库。全库共六大系列,几十个分支,一百余种(套)图书,都是围绕中学生课内外生活、校内外天地、家内外视野精心编排的中学生最感兴趣的内容。学习辅导系列,旨在通过先进的学习思路指导中学生在课内学业上如何登堂入室;学法指津系列,旨在运用科学的学习方法,启发中学生在课内外的知识摄取与技能掌握上如何独辟蹊径;应试训练系列,旨在遵循学科规律,引导中学生在各类考核与测试前的强化训练中如何事半功倍;校园文化系列,旨在展现五彩的青少年业余生活,促进中学生在文化素质的

提高上如何纯真完善；热门话题系列，旨在剖析少男少女独特的内心世界，启迪中学生在形形色色的心理障碍面前，如何自我解脱；面向未来系列，旨在打开二十一世纪绚丽的窗口，推动中学生在沟通现实与理想的桥梁上如何塑造自己。文库不敢大言百科全书，但却包罗了当代中学生今日的兴奋、苦恼、追求与探索；文库不敢妄称良师益友，但却向当代青少年奉献了朋友的忠言和可供借鉴的事实。她最突出的特点是实际、实在、实用，她最明显的优势在于可供中学生朋友自选、自用、自惠。我们可以确保，你们中的任何人定会喜欢她其中的一部分。

教育科学出版社 师范大学出版社
广西师范大学 书 日期表 中学生学习报社

编辑

向全国中学生奉献 当代中学生实用自选文库

编委会

顾问：曹青阳 屈应超 经炜新

总策划：徐 同 李 峰 党玉敏

编 委 (按姓氏笔划)：

于中华 马五胜 王 昶

朱永庚 李 峰 余鑫晖

吴永沛 张世中 张德才

党玉敏 徐 同 程仁泉

《21世纪热点学科漫话》编委会

主 编：李 东

副主编：霍力岩 鲁博生

编 委：

丁维清	马 辉	王冬梅	王连贵	王 健
牛如照	白爱宝	付 玲	付德林	史晓强
孙志铭	邢绍颖	李 珺	李 瑞	李洪来
李箬芬	李家勇	刘东华	阎冬梅	杨 开
陈 俊	邱玲玲	苏 锋	尚德祖	张艺艺
杜康宁	赵拥军	姜文东	吴从明	邓 梅
涂清云	霍振东	魏 宁		

编者的话

21世纪，象一个不速之客悄然来临，它在给新世纪带来曙光的同时，也向人类发出了危机信号：能源危机，资源濒临枯竭，人口激增，可耕土地锐减，生态环境日益恶化……人类要继续生存，要发展，路在何方？

众所周知，以蒸汽机诞生为标志的近代工业革命是以近代科学技术为发端的，事实证明，科学技术在很大程度上推动着社会进步。虽然，近代工业革命和它所创造的奇迹已成过去，但是，“知识就是力量”，“科学技术是生产力”这一论断仍放射着真理之光。世纪之交，人类社会又处在命运的十字路口，科学技术作为新世纪第一生产力，必将成为全人类的共识。

世纪之交的青少年，是21世纪的主人，新世纪必降大任于斯人。只有把握时代脉搏，勇敢地迎接时代的挑战，才是21世纪主人正确的选择。毫无疑问，未来科学技术的发展，必是每个青少年关注的热点。因此，我们围绕着“21世纪热点学科”这一主题，选择了高科技领域内最新发展的，与未来人类生存发展息息相关的学科，如能源、资源、交通、通信、材料、生命工程、计算机、环境，以及人类将要开发的海洋和南极等领域，聘请了多年从事这些学科领域研究工作的学者，编写了这套通俗读物，奉献给广大青少年以及所有关注此类问题的人们。

这套书在选题、取材、立意、表达各方面，力求贯彻“新

颖、通俗”的要求。新，是这套丛书最鲜明的特色。首先着眼于一个全新的角度，选择高科技领域最新最前沿的学科。热点学科，多属高科技前沿学科，本身相当艰深，但又不能弃难从易。不深入其中，就不能引人入胜。既不回避那些“尖端”问题，又使其浅显通俗，就成为编写这套书的难点，这也是仅次于“新”的又一重要特点。在具体行文上，采取从问题入手，立体透视的方法，把有关基础知识融会在热点学科的阐述之中，引导读者“看门道”而不单是“看热闹”。

愿这套“热点学科”丛书如甘露，如春雨，“随风潜入夜，润物细无声”，引导青少年步入21世纪科学技术的殿堂；也希望这套书在帮助青少年领略21世纪科学技术发展前景的同时，为他们未来的事业开启一线视野。

前 言

材料技术是技术革命的重要组成部分，又是技术革命的物质基础，人类发展的历史已多次证明了这一点。无论是科学技术不发达的古代社会，还是科学技术迅猛发展的当今社会，科学技术取得的每一成果，无不是以相应的新材料的问世为前提的。新型半导体材料的出现，才使得电路的集成化成为可能；光纤材料的出现，才使得光通讯得以实现；高强度、高模量、轻质和耐高温材料的出现，才使得航空航天技术得以飞速发展。

当前，我们正面临着新技术革命的挑战，迎接这一挑战的关键，就是研制出更新、更好的材料，并在短时间内推广使用。要做到这一点，向迎接新技术革命挑战的青少年朋友介绍一些新型材料及其应用情况，使他们尽可能地了解材料科学研究的新进展和新型材料在现代生活中的应用，无疑是十分必要的。这也正是我们编写此书的出发点。

在本书的编写过程中，我们避开了青少年朋友难以接受的理论问题，尽量用通俗的语言，介绍各种新型材料如新型金属材料、新型无机材料、新型合成材料、新型复合材料等的功能和应用情况，并展示了未来材料科学的发展前景，以期激发青少年朋友在未来的科学技术世界中大展宏图的抱负。

参加本书编写工作的还有史景山、杨振中、陈书勤等同志。由于作者水平有限，书中错误在所难免，望广大读者给予批评指正。

杨 开 吴晓艳 1993年2月

目 录

材料——人类文明大厦的支柱..... 1

- 一、人类文明程度的重要标志..... 1
 - 二、一门包含多学科的新科学——材料科学..... 4
 - 三、新技术革命与材料..... 12
-

不断创新的金属材料..... 15

- 一、引论..... 15
 - 二、奇异的金属——非晶态金属..... 18
 - 三、零电阻的追求——超导材料..... 20
 - 四、能恢复原态的金属——形状记忆合金..... 34
 - 五、能够储存氢气的金属——吸氢合金..... 36
 - 六、橡皮泥似的金属——超塑性合金..... 39
 - 七、敲不响的金属——消声合金..... 41
-

无机材料的新贡献..... 44

- 一、引论..... 44
 - 二、光学材料..... 49
 - 三、电子材料..... 62
 - 四、无机涂层材料..... 70
-

向钢铁挑战的合成材料..... 77

- 一、引论..... 77
-

二、合成纤维.....	82
三、性能优异的工程塑料.....	85
四、合成橡胶.....	89
五、别具一格的热塑性弹性体.....	92
六、功能高分子材料.....	99
质坚体轻的复合材料.....	107
一、引论.....	107
二、树脂基复合材料.....	113
三、金属基复合材料.....	124
四、功能复合材料.....	128
新型材料的发展前景展望.....	134
一、新型材料中的活跃领域.....	134
二、未来的材料.....	140

材料——人类文明大厦的支柱

一、人类文明程度的重要标志

1986年，美国、中国、日本几乎同时在液氮温区发现了新的超导材料，成为轰动世界的重大突破，中国、美国、日本，前苏联及西欧各国均投入了相当的人力、物力，组织攻关，以求独领风骚。从而引发了一场在更高温区发现超导材料的国际间竞争，记录不断刷新。也许同学们会问：一种新材料为什么会引起这么大的反响？当你知道了这种材料可以用来帮助人们实现受控核聚变，促使人类从根本上解决能源问题的困扰，并能为时速500千米的磁悬浮列车的实际运行提供关键材料，以及可用来进行超导输电等等诸多方面的应用，从而在许多方面大大改观我们的社会，你必定会赞叹这小小材料的奇妙功效。材料能改变世界！

回顾人类发展的历程，我们会更清楚地认识到材料为人类所做的贡献，历史上每一次重大的材料革命都将人类文明程度向前推进一步。可以说，材料是时代进步的里程碑，是人类文明程度的重要标志。

在远古年代，祖先们茹毛饮血，生存活动中经常受到猛兽及恶劣自然环境的威胁。为了生存，人们学会了用石头打击猛兽，并逐渐学会了用石头制作方便生活的工具。考古中发现人类最早使用的石刀、石斧等石器，就是人类掌握的第一

种原始材料。在这种材料的帮助下，人类迈出了征服自然的第一步，也是这种材料的使用划开了人与猿的界限，成为人类诞生的标志。石料的发现和石制工具的使用是人类有史以来最伟大的事件。这个时代在人类发展史上被称为旧石器时代。

随后到来的是新石器时代，它的标志是陶器的出现。60年代出土的江西万年县残陶碎片，距今有一万年的历史。最早的陶器是在枝条编织的容器上涂抹泥土经火烧制而成。陶器的使用使人们能把晒干的谷类储存起来，并可以利用它烹煮食物，从而拓宽了食物的来源，由此增强了人们的体质，并使人类从此结束了游猎状态，逐渐定居下来，为农牧业的发展铺平了道路。“陶”作为历史上第一种人造材料，成为人类摆脱蒙昧时代的标志。

经过冶炼得到的铜是人类历史上第二种人造材料，此后不久，人们又发现把锡矿石加到铜里一起熔炼制成的物品更加坚韧耐磨，这便产生了最原始的合金——青铜。我国已出土了大量距今约4—5千年的铜器，许多器皿造型复杂、工艺精美，显示了祖先们精湛的冶炼技艺。青铜材料作为一种新的生产力登上了历史舞台，它使得一定规模的农业生产有了可能，有力地促进了经济的发展。历史学家称这个时期为青铜时代。

然而，由于铜及锡的资源并不丰富，性能也不够完美，使得它们在实际应用上受到限制。为了更进一步地发展生产力，人们不得不寻求资源更丰富、性能更优越的替代材料，这就有了后来的铁。铁器的使用标志着人类在冶炼的工艺技术上有了更大的进步。因为铁的熔点比较高，这就要求具有相应的工艺水平和技术技能。自然界中铁的贮量丰富，而且

铁器在强度上优于青铜器，使得铁器得到广泛的应用。人们利用它进行大面积的农田耕作，开垦广阔的原始森林。铁器时代的到来，大大加速了人类社会的进程。我国铁器的大量使用是在历史上很有影响的春秋战国时期。铁器的大量使用成为划分奴隶社会和封建社会两个历史时期的重要标志。

人们经历了几百万年漫长的社会实践，在不断的发现、使用、完善新材料、新工艺的过程中，终于学会了科学地运用材料。以蒸汽机被广泛使用和纺织工业的机械化为标志的近代工业革命，就是科学地应用钢铁材料的结果。科学技术的进步和发展为材料科学的发展注入了新的生命，也为人类文明的迅猛发展插上了翅膀。

科学技术的发展必然同时要求新材料的革命，而新材料的研制开发又直接促进科学技术的发展。现代航空航天技术能如此迅猛的发展，正是基于高强度、高模量、轻质和耐高温材料的不断涌现。例如，本世纪40年代，在美国安装的第一台电子计算机共用了18000个电子管，总重约30吨，整个摆放了6个房间。直到半导体材料在性能和工艺上的突破引发了电子革命，最终使这一切能被集成到仅有1平方厘米大小的硅片上，使计算机设备得以小型化，并且使得其运算速度每6年加快10倍，强有力地推动了现代高科技的发展。然而，人们并没有满足半导体材料为电子工业带来的变革，又积极地寻求更能适应环境、性能更优越的替代材料。约瑟夫逊元件的开发就是典型的例子，其目的就是把一个会议室那么大的最新型电子计算机缩小到象一本辞典一样大小，并且使之具有更快的运算速度和更强的环境适应能力。又如，70年代，当石英纤维材料的光学损耗降低到每千米20分贝，同时，又有了在室温下能连续工作的激光器材料后，光通讯技术才得

到实现并迅速发展。而超高纯玻璃光导纤维和几个原子层厚的半导体材料，及其它新型光电子材料的更深入的研究和发展，才会导致整个信息技术的革命。以此为基础发展起来的光电子技术，将代表21世纪新兴工业的特色。当然，这一切的实现还有待于材料及其工艺上的进一步突破。

人类在原始的旧石器时代摸索了近百万年，在初级的人工工具时代也走过了近万年的历程，而从“坐马车”、“点油灯”的年代到今天电气设备广泛应用的时代，只用了200年左右的时间。可以肯定，在迅猛发展的高科技推动下，人类文明的发展会更快、更完美，而材料科学必将自始至终地伴随着人类，作为人类文明发展进程的标志。

二、一门包含多学科的新科学 ——材料科学

我们每时每刻都在与材料打着交道。对此你也许会表示怀疑，这就说明你对材料还不够了解。对于材料，科学家们是这样定义的：材料是能为人类制造有用器件的物质。这就是说，你所穿的衣服、吃饭的用具、居住的房屋以及乘坐的交通工具，都是各具特色的材料的制成品。当然，材料的范围还远不只如此，这一点还有待于通过本书的论述逐步地告诉大家。现在，我们还想给大家提个问题，那就是什么是材料科学呢？大家知道，古人在材料的制造及应用上有很伟大的建树，但却只限于运用经验及人们的感官去选用材料，没有从本质上去认识材料，更谈不上依照自己的意愿去设计、制造材料。因此，这种对材料的朴素认识与实践不能称之为科学。材料科学的出现只是在近代，由于其它科学领域的发