

BAI KE SHI JIE ZHI SHI CONG SHU

百科世界知识丛书

科学素质教育文库

第三辑



20

新型的材料



广州出版社

科学素质教育文库：

百科世界知识丛书·第三辑

20

新 型 的 材 料

柯焕德 主编

豆星星 编著

广 州 出 版 社

奥新登字 16 号

责任编辑 辛 子

责任校对 容晓风

封面设计 一点工作室

书 名 百科世界知识丛书(第三辑)

编 者 柯焕德主编

出版发行 广州出版社(广州市人民中路同乐路 10 号 邮编:510121)

经 销 各地新华书店

印 刷 北京海德印务有限公司

规 格 787 × 1092 毫米 32 开本 82.5 印张

字 数 1396 千字

版 次 1997 年 11 月第 1 版

印 次 2004 年 9 月第 2 次

印 数 20001—30000 册

书 号 ISBN7 - 80592 - 707 - 3/G · 131

定 价 163.00 元

前 言

材料历来是人类生产活动和生活必需的物质基础。所以,人类历史也可按使用材料的种类划分,由史前的石器时代、青铜时代到铁器时代。而现代社会,人们又将材料、信息、能源、生物视为现代文明的四根支柱。对未来社会,特别是在经济改革中,预言家认为,材料、信息、机械电子、光学及生物是 21 世纪技术突破的五大革命。

本书重在介绍新型的材料,同时亦对传统的材料进行了有重点、有选择的概述。编写本书的目的在于使读者了解和熟悉新近出现的材料,扩大对传统材料认识的视野,以迎接新世纪材料革命的到来。

全书共分为四个部分。具体内容是叙述人类与材料的关系;叙述新技术革命对材料进程的影响;概述新型材料状况及前景展望;叙述第一类新型材料即新型陶瓷;较为详细且全面地介绍了几种新型金属材料;叙述新型高分子材料及列举几种主要的高分子材料;概

述复合材料及详细介绍了三种新型复合材料;此外,重点介绍几种新型材料及新型材料的应用,使读者对新型材料有更进一步的了解。

目 录

一、人类与材料·····	(1)
二、新技术革命与材料·····	(5)
三、新型材料概况·····	(7)
1. 新型材料的意义 ·····	(8)
2. 新型材料的发展背景 ·····	(9)
3. 新型材料的成长力 ·····	(10)
4. 新材料的特点及存在的问题 ·····	(11)
四、新型材料介绍·····	(14)
1. 新型陶瓷 ·····	(14)
2. 形状记忆合金 ·····	(24)
3. 非晶态合金 ·····	(28)
4. 吸氢合金 ·····	(30)
5. 人造金刚石 ·····	(33)
6. 人造金属 ·····	(34)
7. 钕磁铁 ·····	(37)
8. 铝—锂合金 ·····	(38)

9. 光磁性合金	(40)
10. 极低温合金	(41)
11. 超骤冷粉末烧结合金	(43)
12. 单晶合金	(45)
13. HSLA 合金	(45)
14. III、V 族化合物半导体	(47)
15. 新型高分子材料	(49)
16. 新型复合材料	(73)
17. 超导材料	(95)
18. 耐热材料	(98)
19. 耐放射线材料	(100)
20. 超强纤维	(102)
21. 磁流体	(104)
22. 三维电路器件	(106)
23. 有机半导体	(108)
24. 超流现象	(110)
25. 高密度记录	(113)
26. 静电感应晶体管	(115)

一、人类与材料

材料与人类生活的各个方面都密切相关,离开了材料就没有人类的生存及发展,就没有人类的文明史。

在地球表面的空间,人类赖以生活和生存的,有物质、能量和知识。在这三个方面,人类与其他动物都有很大区别。

虽然所有的动物都是由物质组成的,并且都需要食物来维持生命,但是,“人是能够制造和使用生产工具的动物”。从这一概念可以看出,人虽也属于动物,却与其他动物有“种差”的区别,其本质区别在于人能够制造工具。在制造工具时,需要物质,而并非所有的物质都能用于工具,这样,我们就可把材料定义为“能为人类制造有用器件的物质”。

历史学家曾用“材料”来划分时代,人类文明史上所谓的石器时代、铜器时代、铁器时代就是按生产活动中起主导作用的材料来划分的。原始的人类,逐渐学会使用天然材料,如石头、骨骼、木材、兽皮等,来制造

工具、武器、住所、衣服、用品等,这个时代叫石器时代。随后,人类发现可塑性好的粘土加热变硬,可制成陶器,就进入了陶器时代。在人类进化史上,这是一个里程碑,因为人类的智慧发展到了能将天然材料改造为人工材料。后来,人类耗费更大的能量,将铜矿石及铁矿石分别还原为铜和铁,因而分别进入铜器时代和铁器时代。

人类和其他动物的第二个重要区别在于能量的利用。原始的人类和陆上的许多动物一样,采用穴居来利用贮存的太阳能。火的发现,是人类利用能源的一个跃进,他们已不再仅仅直接依赖太阳能,而且能将生物的化学能转变为热能。人类用火来烧林、开荒、烹煮食物,用火来加热燧石使之易于形成为工具,加热使粘土器皿变成陶器,加热及还原剂使矿石变为金属,火这个能源的利用,促进了材料及人类文明的发展。因此,古代社会十分重视火的重要作用。如古希腊神话中,将火描写为普罗米修斯从天神那里偷来而送给人类的宝贝;亚里斯多德将火与空气、水、土合称为四个基本之素;我国的五行学说将金、木、水、火、土五行看成是构成各种物质的基本元素;许多宗教仪式将火称为圣火。

另一方面,保存和利用能量,一点也离不开材料。远古人类住在洞穴里,贮存太阳能必须依赖天然材料;

而火的利用,也离不开木材及其他燃料,从广义上说,燃料也是材料。现代的先进能源转换技术中,如发电机、汽轮机、燃气轮机、核反应堆、磁流体发电、煤的气化和液化、太阳能的转换、高能密度电池、燃料电池等,为了实现能量转换,为了提高效率、安全性、经济性,都依赖于材料的改进和新材料的发现。材料的生产和利用,也需要能量,今天的社会中,材料与能源是相互依靠的。为了强调这种关系,也可将能源的开发、转换、运输、贮存所需的材料,统称为能源材料。顺便指出,“能源”是属于能量的:“自然界中的能量,可为人类经济地利用的,叫做能源。”

人类与其他动物的第三个重要区别在于信息的传播和保存。远古的人类同其他动物相似,用姿势、表情和简单的语言来传递信息。随后,人类不仅发展了有别于其他动物的高级语言,更重要的是创造了文字,并且发明了印刷术,使文化能够积累和保存,信息在空间及时间的多维坐标系广为传播。古代的人类用简单的材料——石片、龟甲、芦苇叶、竹片、粘土板、布片等记录知识,如我国的商夏时代,古人在竹简、铜鼎上长期保存了文化。11世纪中期,我国毕升发明了活字印刷术,这是信息传播的一个跃进。很明显,这些信息贮存和传播方面的进展,一点也离不开材料。现代的信息贮存、处理和传播的先进技术,如电话、电报、收音机、

照相机、录音机、录像机、电视机、计算机等的出现、改进和换代,都依赖于材料。

另一方面,信息技术的发展,又使材料的生产和利用,达到了更高水平。今天的社会,信息与材料也是相互依存的。为了强调这种关系,也可将用于信息接收、处理、贮存和传播的材料,统称为信息材料。

简单地回顾人类超越动物的历史,可以看到材料的重要性,可以看到材料、能源和信息在发挥人类聪明才智的巨大作用。还应该指出,人类的生活和生存所必须的衣食原料,依赖于农业的科学技术,随着农业的工业化,材料在农业及工业中的作用将愈来愈重要。甚至人类延寿的一条途径也依赖生物材料来更换器官,而遗传工程的实施也需材料来保证。再者原材料的形成、有用金属的富集、材料的损坏等,生物特别是微生物扮演着重要角色。因此,自从有人类以来直至今今天,材料、能源、信息和生物这四根支柱,便在地球的空间支撑着人类赖以生存的大厦。随着时代的前进以至将来,这四根支栏的内涵仅会有所不同而已。

二、新技术革命与材料

事物总是在运动和变化的,没有永恒静止不动的事物。事物的运动和变化所导致的进展是复杂和不平稳的。若是逐渐变化,我们叫做发展和改革;若出现飞跃的质变,我们叫做革命。在不同的领域,有着不同的革命:如人类认识客观世界的飞跃叫科学革命;人类改造物质世界的飞跃叫技术革命;生产体系的组织结构和经济结构的飞跃叫产业革命;社会制度的飞跃叫社会革命。

在科学史、技术史、经济史、社会史中,不同的学者可以列举许多称得上“革命”的发现和事例。如原始社会的崩溃、奴隶制度的产生,由奴隶社会变为封建社会,封建社会制度变为资本主义社会制度,社会主义社会的建立,都是大家所熟悉的社会革命。

现代的新技术革命是由一群新技术引起的改造物质世界的革命,除了引起支撑人类文明大厦四大支柱——材料、能源、信息、生物有着新的飞跃外,还有航天

技术、深海技术以及系统工程的发展。

地球表面的材料不能满足人类的需要,人类便在海洋探索能源和材料、生物资源,在太空建立信息和能源转换站,进行材料的加工,这样就分别发展了海洋工程和航天技术。此外,国防的需要,也促进人民发展这两门技术。材料是人类物质文明的基础和支柱,它支撑着其他新技术的前进。能源的开发、提炼、转化、贮运和信息的传播、贮存、利用、控制都离不开材料。航天技术、海洋工程、生物工程和系统工程都需要结构和功能材料。在另一方面,常规材料的发展和新材料的涌现,也是其他新的科学技术,特别是信息科学技术和系统工程促进的。可见以材料为研究对象的材料科学技术,是新技术革命的重要角色。

在生物竞争中,大自然选择了人类,让人类生存下来并且统治着地球。人类为了更好地生活,通过园艺工程,选择了生物;通过保护环境,维持了生态平衡,使得人类与其他生物能够共同和谐地生存下去。但是,正如大自然选择生物品种一样,人类社会对生存材料也必须进行选择。从人类的长期发展史和最近出现的新技术革命来看,尽管材料科学与技术将会继续存在,但是一方面它需要适应社会的需要,才能通过社会的严峻选择;另一方面也需要与其他有关学科协调起来,相互地吸收营养,共同地健康发展。

三、新型材料概况

今天,世界正面临着—场发展异常迅速、大有席卷全球之势的新技术革命。这种形势迫使世界各国都考虑如何迎接这一新的挑战,如何使本国适应和赶上这一新浪潮,如何把握住其中出现的有利机会。近十多年来,许多国家对新材料的研究水分活跃,把新材料作为前沿技术来抓。

所谓新材料,指的是最近发展起来的或正在发展中的、具有一系列优异性能和特殊功能且对科学技术尤其是对高技术发展及新兴产业的形成具有决定性意义的一些新材料。新材料的类型较多,但归纳起来大致可分为四大类:

一、精细陶瓷材料。这些陶瓷材料有些具有优异的光、电、磁和生物体的功能。如光学纤维、压电陶瓷以及各种人造骨骼和可植的人造齿等,有些则特别耐高温,耐腐蚀,强度高和具有一定的韧性,可用以制造涡轮机片和发动机部件等。

二、新型金属材料。如非晶态合金、贮氢合金、形状记忆合金等各种新型合金和超合金等。

三、新型高分子材料。这类高分子材料具有以前高分子材料所没有的功能,如分离功能、生物体功能、光学功能和电功能等。

四、先进复合材料。如碳纤维或聚芳酰胺纤维(Kelvar)增强塑料、陶瓷纤维或晶须增强金属材料等。

1. 新型材料的意义

新型材料的发展对科学技术和社会进步有着重大的影响。比如,从历史上看,钢铁材料的出现孕育了产业革命;高纯单晶硅半导体的制造,大大促进了电子信息技术的建立和发展;先进复合材料和一系列新型超合金的开发为空间技术的发展奠定了物质基础。今后低成本非晶硅光电转换材料的实用将大大推动太阳能作为电能的利用;新型超导材料的开发也将大大推动受控热核反应堆、磁流体发电、大功率发电机以及无损耗输电等现代能源技术的发展;砷化镓化合物半导体的出现将使超高速大规模集成电路成为可能。很明显,新型的材料是高技术发展的物质基础,在高技术发展过程中,每一重大突破都是以新的类型的材料为前

提的。当然,高技术的发展又反过来促进新型材料的开发。新型材料的开发和高技术发展的关系如同一辆手推车的两个轮子一样密切,若配合得当,包括产业、社会结构以及生活方式在内的这辆“车子”就会迅速向前,进入一个新的阶段。可见,新型材料的开发和利用在人类社会的发展过程中具有重大的作用。

2. 新型材料的发展背景

是什么力量促使新型材料的开发和不断进展呢?总的来说,是由以下两方面的力量所促动的。第一是来自各方面的需要。例如:一、生产条件变化对新材料的需要,现代的生产和科学实验往往需要在极限条件下进步,因而需要耐高温、超低温、超高压和高耐腐蚀的各种新的材料;二、电子信息技术和光技术的发展对各种新型功能材料的需要;三、为代替昂贵稀缺材料而对合成材料或复合材料的需要;四、来自传统产品升级换代的需要;五、由于节约能源和开发新能源的需要;六、来自宇宙空间和海洋等新活动领域开拓的需要。第二是相关的技术进步带来了新的材料发展的可能性。关于技术对材料的影响,已在本书的第二部分阐述过,这里只举几例说明技术进步对新型材料的开发

和发展的影响。例如：一、由于分子物理学、固体物理学和结晶学等基础学科的进步，材料的物性研究得以开展；二、由于相关技术的进步，超微量成分调整、超微细加工技术和材料加工技术等得到发展；三、超高压、超真空、极低温、无重力等环境条件的创立和利用大大有助于新的材料的开发、研究；四、由于材料物性数据的积累、检测技术的进步、数据处理技术的发展，材料的试验和评价技术得以提高。

3. 新型材料的成长力

经过数年的发展，目前新材料仍处于发展时期，市场规模还不大。然而，着眼未来，新型材料的发展将十分迅速，它必将成为高技术产业之一。就精细陶瓷而言，1984年美国精细陶瓷市场规模为59亿美元，据美国商业部预测，到2000年美国精细陶瓷市场规模将达150亿美元，同时世界市场将达300亿美元。据日本通产省调查资料，1981年日本精细陶瓷的市场规模为2000亿日元，1983年为6300亿日元，到2000年将增加到28000亿~42000亿日元，年平均增长率为10%~20%。此外，在高功能高分子材料方面，1981年日本市场规模为2000亿日元，到2000年将增至15000亿日