

◆ 图文并茂 ◆



◆ 创意新颖 ◆

ZOUJIN HEXUE

SHIJI CONGSHU

走进科学世界丛书

神奇的新材料

SHENQI DE XINCAILIAO

本书编写组◎编



本书是一部介绍科学方面的科普读物，系统地向广大青少年读者介绍了五彩缤纷的科学世界，以此引导青少年崇尚科学，破除迷信；养成关注科学的习惯；形成科学的态度和价值取向。

精品阅读读物



中国出版集团
世界图书出版公司

◆图文并茂◆



◆创意新颖◆

ZOUJIN KEXUE

SHIJI E CONGSHU

走进科学世界丛书

神奇的新材料

SHENQI DE XINCAILIAO

本书编写组◎编



精品阅读读物



世界图书出版公司
广州·上海·西安·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

神奇的新材料 / 《神奇的新材料》编写组编著. —
广州: 广东世界图书出版公司, 2010. 2
ISBN 978 - 7 - 5100 - 1612 - 7

I. ①神… II. ①神… III. ①材料科学 - 青少年读物
IV. ①TB3 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 024726 号

神奇的新材料

责任编辑: 王 琴

责任技编: 刘上锦 余坤泽

出版发行: 广东世界图书出版公司

(广州市新港西路大江冲 25 号 邮编: 510300)

电 话: (020) 84451969 84453623

http: //www. gdst. com. cn

E - mail: pub@ gdst. com. cn, edksy@ sina. com

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京燕旭开拓印务有限公司

(北京市昌平马池口镇 邮编: 102200)

版 次: 2010 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 13

书 号: ISBN 978 - 7 - 5100 - 1612 - 7/T · 0006

定 价: 25.80 元

若因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系退换。



前 言

材料是人类赖以生存和发展的物质基础。

在人类的历史长河中，材料是不可或缺的，材料及材料技术推动着人类社会的发展。随着人类的文明程度不断提高，不断有新材料闯入我们的视野，为我们的生产、生活以及其他各个领域都带来了极大的便利。新材料作为高新技术的基础和先导，应用范围极其广泛，它同信息技术、生物技术一起成为 21 世纪最重要和最具发展潜力的领域。那么，何为新材料呢？为什么新材料能引起这么多人的关注与研究呢？

本书开篇讲的内容是材料与材料的发展史。认识新材料之前，我们先来了解一下材料以及材料的发展概况。在本章中我们能了解到材料的定义、材料的发展史、新材料与能源对人类的重要性等内容。

随着科学技术发展，人们在传统材料的基础上，根据现代科技的研究成果开发出新材料。那么，新材料到底是怎样的？新材料与传统材料的区别是什么？新材料与传统材料的区别在哪里呢？在为大家解释了这些疑问的同时，也带领大家走到了新材料的天地。

人类文明的发展和社会的进步同金属材料关系十分密切。本书的第三章为大家介绍一下新材料中的金属材料。金属材料可谓包罗万象，其中包括了最广泛的黑色金属、各种有色金属、泡沫金属、合金家族、能源库——储氢材料等等。

接下来进入到无机非金属材料的世界。从绝缘材料到光学材料，从半



导体陶瓷到金刚石，还有人眼内的人工透镜——人工晶体等等，这些无机非金属材料都在我们的生产生活中起到了重要的作用。

有机高分子材料是什么？其实，我们生活中最常用的塑料和橡胶都属于这种材料。除此之外还有有机玻璃、仿生材料、导电材料和超导材料等也都是有机高分子材料最有力的代表。

材料的复合化是材料发展的必然趋势之一。在新材料的种类中，先进复合材料的研究与开发日趋受到重视，先进复合金属材料在军事、桥梁工业和航天动力领域都得到了广泛的应用。而先进复合材料的研究水平和应用程度也成为了一个国家科技发展水平的标志。

哪种新材料是最受人们关注的呢？能源材料。核材料、高能推进剂以及高新科技的燃料电池等都属于能源材料，但随着地球上石油、天然气等资源的不断开采消耗，人类未来的能源问题越来越为世界所关注。我们在担心一次性能源材料枯竭的同时，也在寻找新的出路，对于未来重要的能源材料氦3的探索让我们看到了新的希望。

本书内容新颖、涵盖面广、通俗易懂、可读性强。但由于新材料种类繁多，科技发展日新月异，难以收罗殆尽，并且一种新材料可能同时具有多种功能，可以从不同角度进行分类和叙述。限于篇幅和编者水平，本书在章节安排和内容取舍以及文字表述等方面可能有不妥甚至错误之处，敬请各位读者批评指正。



目录

Contents

材料与材料的发展史

漫话材料 1

材料的发展史 2

新材料与能源——人类文明的

基石 5

新材料与新能源技术对现代

生活的影响 7

“绿色”指向下的新材料与新

能源技术 12

新材料的天地

走进新材料的天地 19

什么是新材料 21

新材料与传统材料的区别是

什么 22

新材料该怎样分类 23

金属材料

什么是金属材料 54

最广泛的金属材料——黑色

金属 56

为生活增光添色的有色金属 58

前途无量的合金家族 60

神奇的记忆合金 69

不锈钢为什么不生锈 75

奇妙的泡沫金属 78

储氢材料——21 世纪的能

源库 81

稀土金属的秘密 85

金属的疲劳与断裂 86

金属的腐蚀与防护 89

无机非金属材料

什么是无机非金属材料 93

话说绝缘材料 94

趣谈磁性材料与磁记录技术 97

从半导体陶瓷到生物陶瓷 99

奇特的光学功能材料 104

抵抗高温的材料——耐火

材料 105

超硬材料有多硬 106

骨伤外科的福音——医用碳

素材料 108

植入眼内的人工透镜——人工

晶体 110

有机高分子材料

什么是有机高分子材料 113



生活最常用的材料——	
塑料	115
天然纤维与天然橡胶	134
神奇的“冰烟”——	
气凝胶	140
浅谈有机玻璃	142
有机超薄膜是什么	147
能导电的材料	149
电阻为零的材料——超导	
材料	150
对环境敏感的材料——	
人工鼻	153
电子纸技术方兴未艾	155
“吸水大王”——高吸水性	
树脂	157
神通广大的液晶与液晶纤维 ...	159
有“知觉”的材料——仿生	
材料	163

电致发热新材料——“电热	
涂料”	165
先进复合材料	
什么是先进复合材料	168
先进复合材料技术发展现状 ...	169
先进复合材料在各领域的	
应用	170
能源材料——新材料的应用	
领域前沿	
核事业的重要材料——裂变	
材料和聚变材料	181
火箭与导弹的动能——高能	
推进剂	183
取之不尽、用之不竭——太阳	
能电池	185
微型发电厂——燃料电池 ...	191
未来的重要能源材料——	
氦3	197

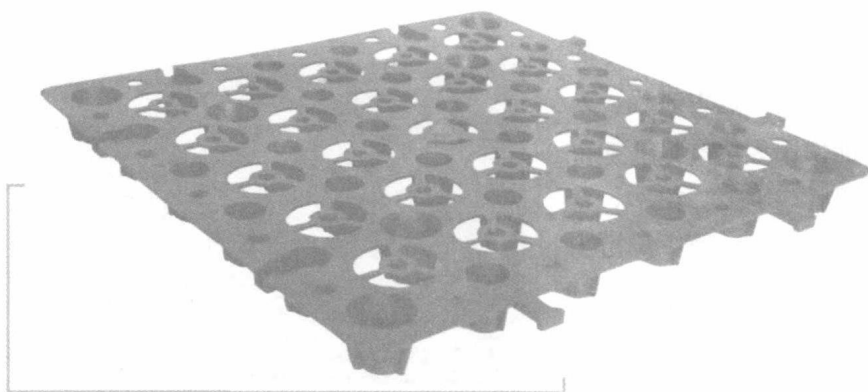
材料与材料的发展史

漫话材料

1

材料是人类用于制造物品、器件、构件、机器或其他产品的物质。

传统材料是指那些已经成熟且在工业中批量生产并大量应用的材料，如钢铁、水泥、塑料等。这类材料由于其量大、产值高、涉及面广泛，又是很多支柱产业的基础，所以又称为基础材料。



传统材料也被叫做基础材料

材料是物质，但不是所有物质都可以称为材料。如燃料和化学原料、工业化学品、食物和药物，一般都不算是材料。但是这个定义并不那么严



格,如炸药、固体火箭推进剂,一般称之为“含能材料”,因为它属于火炮或火箭的组成部分。

材料是人类赖以生存和发展的物质基础。20世纪70年代人们把信息、材料和能源誉为当代文明的三大支柱。20世纪80年代以高技术群为代表的新技术革命,又把新材料、信息技术和生物技术并列为新技术革命的重要标志。这主要是因为材料与国民经济建设、国防建设和人民生活密切相关。

材料除了具有重要性和普遍性以外,还具有多样性。由于多种多样,分类方法也就没有一个统一标准。

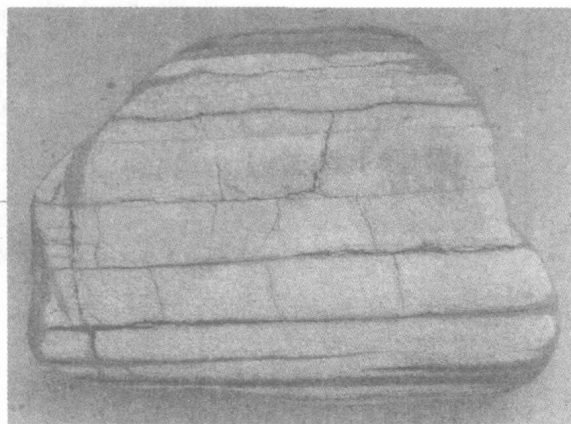
材料也是人类进化的标志之一,任何工程技术都离不开材料的设计和制造工艺,一种新材料的出现,必将支持和促进当时文明的发展和技术的进步。

2

材料的发展史

从人类的出现到21世纪的今天,人类的文明程度不断提高,材料及材料科学也在不断发展。在人类文明的进程中,材料大致经历了以下五个发展阶段。

1. 使用纯天然材料的初级阶段。在远古时代,人类只能使用天然材料(如兽皮、甲骨、羽毛、树木、草叶、石块、泥土等),相当于人们通常所说的旧石器时代。这一阶段,人类所能利用的材料都是纯天然的。在这一阶段的后期,虽然人类文明的程度有了很大进步,在制造器物方面有了种种技



纯天然材料——甲骨

巧，但是都只是纯天然材料的简单加工。

2. 人类单纯利用火制造材料的阶段。这一阶段横跨人们通常所说的新石器时代、铜器时代和铁器时代，也就是距今约 1 万年前到 20 世纪初的一个漫长的时期，并且延续至今。它们分别以人类的三大人造材料为象征，即陶、铜和铁。这一阶段主要是人类利用火来对天然材料进行煅烧、冶炼和加工的时代。例如人类用天然的矿土烧制陶器、砖瓦和陶瓷，以后又制出玻璃、水泥以及从各种天然矿石中提炼铜、铁等金属材料等等。



人造材料——铜

3. 利用物理与化学原理合成材料的阶段。20 世纪初，随着物理和化学等科学的发展以及各种检测技术的出现，人类一方面从化学角度出发，开始研究材料的化学组成、化学键、结构及合成方法；另一方面从物理学角度出发开始研究材料的物理性质，就是以凝聚态物理、晶体物理和固体物理等作为基础来说明材料组成、结构及性能间的关系，并研究材料制备和使用材料的有关工艺性问题。由于物理和化学等科学理论在材料技术中的应用，从而出现了材料科学。

在此基础上，人类开始了人工合成材料的新阶段。这一阶段以合成高分子材料的出现为开端，一直延续到现在，而且仍将继续下去。人工合成塑料、合成纤维及合成橡胶等合成高分子材料的出现，加上已有的金属材料 and 陶瓷材料（无机非金属材料）构成了现代材料的三大支柱。除合成高分子材料以外，人类也合成了一系列的合金材料和无机非金属材料。超导材料、半导体材料、光纤等材料都是这一阶段的杰出代表。

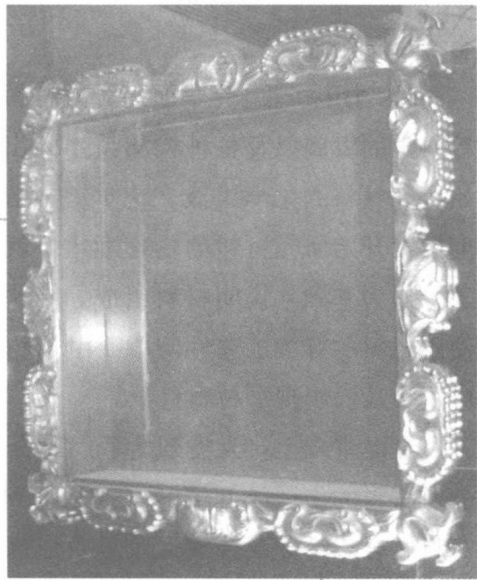


从这一阶段开始,人们不再是单纯地采用天然矿石和原料,经过简单的煅烧或冶炼来制造材料,而且能利用一系列物理与化学原理及现象来创造新的材料。并且根据需要,人们可以在对以往材料组成、结构及性能间关系的研究基础上,进行材料设计。使用的原料本身有可能是天然原料,也有可能是合成原料。而材料合成及制造方法更是多种多样。

4. 材料的复合化阶段。20 世纪 50 年代金属陶瓷的出现标志着复合材料时代的到来。随后又出现了玻璃钢、铝塑薄膜、梯度功能材料以及最近出现的抗菌材料的热潮,都是复合材料的典型实例。它们都是为了适应高新技术的发展以及人类文明程度的提高而产生的。到这时,人类已经可以利用新的物理、化学方法,根据实际需要设计独特性能的材料。

现代复合材料最根本的思想不只是要使两种材料的性能变成 3 加 3 等于 6,而是要想办法使他们变成 3 乘 3 等于 9,乃至更大。严格来说,复合材料并不只限于两类材料的复合。只要是由两种不同材质相组成的材料都可以称为复合材料。

5. 材料的智能化阶段。自然界中的材料都具有自适应、自诊断和修复的功能。如所有的动物或植物都能在没有受到绝对破坏的情况下进行自诊断和修复。人工材料目前还不能做到这一点。但是近三四十年来研制出的一些材料已经具备了其中的部分功能。这就是目前最吸引人们注意的智能材料,如形状记忆合金、光致变色玻璃等等。尽管近 10 余年来,智能材料的研究取得了重大进展,但是离理想智能材料的目标还相距甚远,而且严格来讲,目前研制成功的智能材料还只是一种智能结构。



智能材料——光致变色玻璃



如上所述,在20世纪中,材料经历了五个发展阶段中的三个阶段,这种发展速度是前所未有的。总的说来,本世纪材料科学的发展有以下几个特点:超纯化(从天然材料到合成材料)、量子化(从宏观控制到微观和介质控制)、复合化(从单一到复合)及可设计化(从经验到理论)。当前,高技术新材料的发展日新月异,材料科学的内涵也日益丰富,21世纪会出现什么样的高技术材料?材料科学又将发展到何种程度?我们很难预料。

新材料与能源——人类文明的奠基石

在人类的历史长河中,新材料不断创造着人类新的生活。如果我们用新材料的涌现以及从新材料及其技术对推动人类社会发展的作用来描述人类的历史,那么,自古至今,人类已经经历了它的旧石器时代、新石器时代、青铜时代、铁器时代、钢铁时代、高分子材料时代、复合材料时代等等,现代人类更是进入到了一个以高性能材料为代表的多种材料并存的时代。可以说,新材料的使用不仅仅使生产力获得极大的解放,从而极大地推动了人类社会的进步,而且在人类文明进程中具有里程碑的意义。

那么何为“新材料”?显然,它包含着这样两个层面的含义:一是对传统材料的再开发,使其在性能上获得重大突破的材料;二是采用新工艺和新技术合成,开发出具有各种新的和特殊功能的材料。由此可以看出,新材料与新工艺、新技术有着密切的关系。

一方面,新工艺与新技术的使用不断地扩展了人类的技术手段,从而使人类更加充分地开发传统材料中的各种新的性能或功能。更重要的是,通过新的合成工艺与技术,使人类获得种类更多、性能更佳的材料,如纳米材料、多相材料。另一方面,诸多具有特殊性能材料的涌现,推动了高新技术的快速发展。这一点,在现代社会表现得尤为突出。可以说,新材料已经成为高新技术的基础与先导。

在现代社会,新材料以及新材料中的高新技术正在为人类展开一个新世界的画卷。人类使用各种材料创造新的生活,建构新的世界。新的材料



也正在为人类文明提供新的行为理念，建立起人类扩展自身生存与发展空间的信心。它的现代发展使一种材料从单一功能向多种功能发展，而且它使得人类超越自然界，实现了根据材料来设计产品，根据产品的需要，通过新的组成、结构和工艺设计来实现其所需功能的概念，也就是说，它的功能要求正在向着迎合人类在各个领域的需要而发展。由此，可以说，它已经成为人类从“自然王国”走向“自由王国”的动力源泉。

20 世纪 60 年代以来，随着材料工程技术的迅猛发展，材料已经不仅在种类上得到拓展，而且在包括光、声、电、磁、力、超导、高塑以及超强、超硬、耐高温等机能与性能上获得极大的扩展与深度发掘。此类新材料的出现，推进了高技术产品的智能化与微型化，从而极大地影响着人类的现代生活、社会结构与文化价值。

与材料及材料技术相比较，能源对于人类生活的影响具有某些共同的特点。自古以来，人类就生活在一个能源的世界里。大自然所提供的诸如太阳、雷电、水与火等能源曾毫不吝惜地为人类创造了生存的环境，成为人类生存的前提条件。而钻木取火技术则表明了人类开始具有了掌握和控制能源的能力，从而也开启了人类文明的进程。人类传颂着关于火的美丽故事，它显示着人类掌握、控制和利用大自然的信心。

依靠着这种信心，人类开始走上征服自然和改造自然的征程。人类通过水利工程扩展水力资源的使用空间与能力，使其造福于人类；通过对各种石化燃料的开发与利用，开创人类新的生活，推进人类的生产能力和社会进步；通过对电能的开发与利用，推进了人类社会的现代化进程。20 世纪 60 年代以来，随着人类对其生存环境的认识不断深入和能源开发技术的发展，人类更是将能源的开发利用的概念转向那些清洁燃料与可再生能源。开发利用清洁的和可再生的能源成为 21 世纪许多国家的能源战略。

与新材料的开发利用相同，新能源的开发利用与新工艺、新技术的发展水平同样具有相互不可或缺的关系。一方面，新工艺与新技术不断丰富和增强着人类开发利用新能源的技术手段与能力，它不仅为人类获得更加丰富的能源，而且为人类实现可持续发展的“绿色”生活理念提供了可能的机会。另一方面，新能源的开发利用，无疑将为工业技术的可持续发展



提供有力的支持，从而成为社会发展与人类文明的推动力量。

从某种意义上来说，人类正生活在一个材料与能源构建的世界里。新材料与新能源以及新材料与新能源中的高新技术的发展，正在极大地丰富着人类的物质与精神生活。在这个世界中，新材料与新能源的价值体现，显然不仅仅是诸多新的产品的涌现，更重要的是，它们广泛渗透于人类的生活，影响着人类的生存质量；它们奠定了工业经济与技术的物质基础，成为一个国家经济实力的标志；它们影响着世界的政治格局，成为保障国家安全、减少社会风险的重要因素；它们推进人类对于自然的新认识，拓展人类的生存能力与发展空间，打造人类对于这个世界新的概念与价值观念。正是在这个意义上，我们可以说，材料与能源是人类文明的奠基石。

7

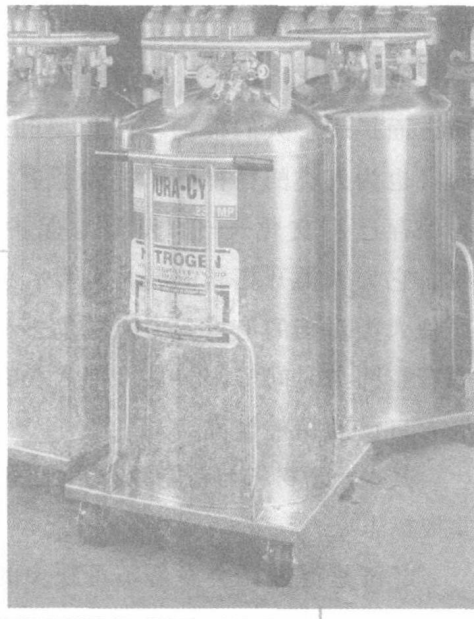
新材料与新能源技术对现代生活的影响

材料与能源为人类的生活提供了最基本的服务。

新材料与新能源在种类上的扩展和功能上的发掘，为工业经济的持续发展提供了必不可少的支持，从而极大地推动了人类社会的发展。然而现时代，随着新工艺与新技术的迅速发展，材料与能源技术对于现代生活的影响远不止于此。

首先，新材料与新能源技术正在创造人类的个性化生活方式和生活理念。

20 世纪以来，新材料与新能源的使用改变着人类的生活习惯



液态天然气烹调食品更方便



与生活方式。采用电力和天然气取代木材和煤炭燃料来烹调食品，使人类的生活变得更加方便、快捷；新的合成纤维的出现，使人类超越自然纤维单一途径获取更加丰富多彩的纺织品和服装；具有各种特殊功能的合成洗涤剂，使人类的生活更加清洁；新的建筑材料的出现，为人类创造了更加美观而舒适的居住条件，并且新材料与新工艺的使用使人类的居住得以向空间发展，从而缓解了人口快速增长带来的社会压力，特别是通过少占土地的途径降低成本，为贫困人口提供了经济适用的居住条件，而太阳能、风能等可再生能源的开发与利用则为一次能源贫乏地区和远离城市或居住分散的人群提供了同样温暖舒适的生活。新材料与新能源技术促进了交通运输条件的改善，它使得火车与飞机更加快捷，而汽车则为人类的个性化生活提供了前提条件。生物材料为人类提供了新的医疗手段，同时也为人类提供了新的健康概念。信息材料的发展，丰富了人类的通信手段，改变着人们的交流方式，而且深刻地影响着人类的生活方式，它不仅使人们能够在现实空间，而且能够在虚拟空间里创造自己的个性化生活。新材料与新能源技术为人类的航空航天事业提供了前提条件，为人类实现拓展生存空间和消解人类孤独提供可能的机会。

现代社会，新材料与新能源使人类的生活更加个性化，它不仅从物质方面扩展了人们根据实际需要和生活习惯选择个人行为方式的空间，而且也为人类的精神追求提供了更多的选择途径。新材料与新能源技术为保存已有文化——如发掘与保护文物——提供新的质料与手段，同时，它为人类开拓新的精神世界，创造新的艺术形式提供多种可能，从而使人类对美的追求与鉴赏更加多样化与个性化。它通过新的手段突破原有空间与时间极限，从而使人类在不断扩展的时间与空间中丰富和扩展着自己的精神世界。

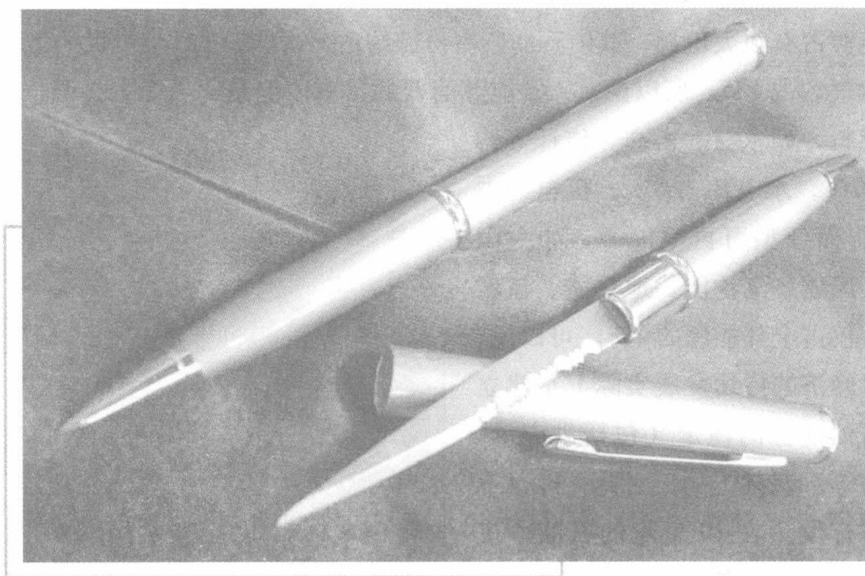
其次，新材料与新能源技术已经成为一个国家工业水平与技术能力的重要标志。

经济是促进社会发展不可缺少的动力源泉，而材料与能源是支承工业生产与工业技术的物质基础。不仅如此，在现代社会的经济生活中，诸多高新技术产品都是与新材料、新能源技术的发展密切相关。新材料



与新能源技术已经成为一个国家工业水平与技术能力的一个十分重要的标志。

在现代经济结构中,新材料技术在国家发展中的战略意义是不容忽视的。在材料技术领域,高温结构材料、多功能材料、超导材料、激光材料、生物材料等高性能材料的开发与利用已经获得突飞猛进的发展。材料技术为航空、航天工业提供了强度更高、刚性更好、质量更轻的新型材料;先进陶瓷材料极大地扩展了它的应用范围和领域,从而使它成为未来工业重要的原材料。



多功能材料之多功能笔刀

据专家估计,用陶瓷材料替代金属材料制作发动机部件,将使发动机耗油量减少30%以上;电子信息材料的发展促进了信息产业的发展,使信息产业成为许多国家的支柱性产业;超导材料实现了陶瓷无机材料的无电阻状态,而超导技术的广泛应用使许多方面发生着飞跃式的发展;激光和光导纤维材料技术的发展,正在把人类带入光通信的时代;生物材料为人类提供了新的医疗手段,并且创造着人类健康新概念;而纳米技术则通过对原有各类材料进行纳米级结构单元的重组,极大地改进了原有材料的性

能与功能。由此可见,新材料技术已经成为推进一个国家产业升级、影响产业结构变化的重要因素,新材料的开发与利用也正在成为一个国家重要的支柱性产业。新材料技术虽然是一个高投入的领域,但它同时也是一个具有高回报率的领域,正由于此,许多国家都将开发先进材料置于其优先发展的重点项目。

能源在国民经济中的作用是不言而喻的。随着世界经济的增长,20世纪后半期以来,世界能源消费量增长了5.5倍。许多国家已经或开始将发展新能源技术列为优先支持项目,并做出战略安排,这是因为经济对能源的依赖是每个国家都不能不正视的现实,首先,从世界能源消费结构看,一次能源占有很大份额,其中石油所占份额约占一次能源的 $\frac{1}{3}$,煤约占 $\frac{1}{4}$,天然气约占 $\frac{1}{5}$ 。所以说,人类能源消费的 $\frac{3}{4}$ 以上是化石燃料,其次是传统燃料,如木材、畜粪、秸秆等约占10%,水电约占8%,核电约占7%,而新型可再生能源,如太阳能、风能、潮汐能、地热能、氢能等,仅占全部能源的2%。可以说,世界经济的持续发展实际上是建立在石油能源的稳定(包括供应量、价格等)基础上的。对此,谁也不会忘记发生在20世纪的石油危机给世界经济带来的巨大冲击。

然而,作为一次能源的石油并非取之不尽、用之不竭的。因此,开发新能源对于今天的人类至关重要。其次,从能源资源的分布看,由于世界能源分布极不均衡,贫油或少油国家不得不花费大量外汇进口石油,由此大大增加了生产成本。第三,从国家安全、社会与



可再生能源之潮汐能