

上海科普创作出版专项资金资助



徐菁利 王继虎 王锦成 主编

畅游材料世界

上海科学普及出版社



内容提要

你知道什么东西比钢铁还硬吗？

你知道塑料有哪些神奇 的性能吗？

为什么宝石的色彩会如此美丽夺目？

怎样区别天然水晶与人造水晶？

佩戴铂金首饰要注意些什么？

为什么陶瓷有这么多的工业用途？

液晶显示器电视机究竟有哪些优越性能？

水晶与玻璃制品区别何在？

什么样的纤维更适合纺纱织布？

读完了这本书，你对这些问题都会一清二楚了。

材料在人类生活中是必不可少的，是人类文明的物质基础和先导，是直接推动社会发展的动力。材料的发展及其应用是人类文明和社会进步的重要里程碑。没有材料科学的发展，就不会有人类社会的进步和经济的繁荣。

畅游材料世界，会使的知识更加丰富，也会使你的生活和你的心灵更加充实。



目 录

材料与人类历史

材料是人类进步的标志	3
材料给人类生活带来的影响	7

材料的魅力

塑料	17
宝石	32
半导体	49
金属	54
陶瓷	65
液晶	70
玻璃	78
纤维	85



目 录

新材料与现代社会

新材料在高技术中的作用	105
材料科学与经济发展	108
新材料的发展方向	110



序言

材料是人类进化的重要标志。

材料是人类文明的基础和支柱。

材料科学的日益发展也是人类幸福生活的源泉之一。

人类的进化史与材料科学发展息息相关。从钻木取火到炼金术，从蒸汽机到电子技术，从计算机到宇航登月，这些人类进化史上各个阶段的标志，早已载入了史册。

如今，材料科学与信息科学、能源科学已经并列为现代人类文明的三大基础和支柱。一方面，信息、能源科学的发展依赖于材料的发展，而另一方面，信息、能源的创新又使材料的生产和利用达到更高的水平。各种新型材料伴随着高科技的发展而不断涌现，对世界经济和社会结构产生重大影响，从而使人类社会向高级阶段推进！

历史学家曾用材料来划分人类进化史上的不同的时代，石器时代、陶器时代、铜器时代、铁器时代等因而得名。材料是人类在生产过程中创造人类物质文明和精神文明的支柱。材料的发展史过去是，现在是，将来也永远是与人类的进化史紧密相连的。

材料能为人类提供并且不断创造形形色色的有用器件。



序 言

例如：被外国人叫做“china”的各种精美无比的陶瓷，流光溢彩、变幻瑰丽、晶莹剔透的水晶玻璃，既像液体又像晶体的并能像“万花筒”般不断变换结构的液晶，还有不断地引领信息社会发展的半导体材料……

为了使广大读者，特别是青少年读者了解各种材料的特点、功能和用途，作者从浩瀚的知识海洋中，撷取精华，分门别类地对各种材料进行了分析介绍。

参与这套丛书撰写的作者，都是参与各种材料研发的专家、学者。书中资料翔实可靠，内容新颖生动，既有科学性，又有趣味性。本书向青年朋友们打开了一扇心灵的窗口，让他们在知识的天地里遨游、畅想；它为青年朋友们搭建了一架智慧的天梯，帮助他们在知识的时空中探幽寻秘。





材料与人类历史

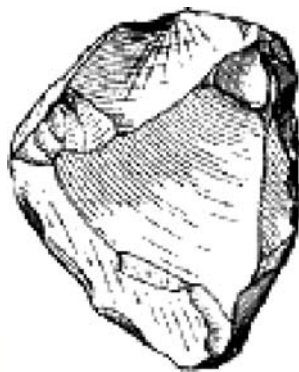


材料是人类进步的标志

材料在人类生活中是必不可少的，是人类文明的物质基础和先导，是直接推动社会发展的动力。材料的发展及其应用是人类社会文明和进步的重要里程碑。没有材料科学的发展，就不会有人类社会的进步和经济的繁荣。

材料在人类社会发 展进程中的作用

所谓材料，是指经过某种加工，具有一定结构、成分和性能，并具有一定用途的物质。在实践中，人们按用途把材料分成结构材料和功能材料。结构材料主要是利用其强度、韧性、力学及热力学等性质，广泛用于机械制造、工程建设、交通运输和能源等各个工业部门。功能材料则主要利用其声、光、电、磁、热等性能，用于电子、激光、通讯、能源和生物工程等许多高新技术领域。按化学成分分类，则可将材料分为金属材料、有机高分子



石器时代使用的石器



古人使用的铁器

材料、无机非金属材料及复合材料等。某一种新

材料的问世及其应用，往往会引起人类社会的重大变革。人们由此把人类历史分为石器、青铜器和铁器时代。在群居洞穴的旧石器时代，通过简单加工获得的石器，帮助人类狩猎、护身和生存。随着石器加工、制作水平的提高，出现了原始手工业，如制陶和纺织，人们称这一时期为新石器时代。青铜时代大约始于 4 000 ~ 5 000 年前。青铜是铜、锡、铝等元素组成的合金，与纯铜相比，青铜熔点低，硬度高，比石器更易制作且耐用。青铜器大大促进了农业和手工业的发展。铁器时代则被认为是始于 2 000 多年前的春秋战国时代，由铁制作的农具、手工工具及各种兵器得以广泛应用，大大促进了当时社会的发展。钢铁、水泥等材料的出现和广泛应用，使人类社会开始从农业和手工业社会进入了工业社会。20 世纪，半导体硅、高集成芯片的出现和广泛应用，则把人类由工业社会推向信息和知识经济社会。基于材料对社会发展的作用，人们提出了信息的概念。能源、材料和信息并列为现代文明和生活的三大支柱，而材料又是能源和信息的基础。

材料与人类的关系

材料是人类进步的一种标志。最初，人类使用的材料，主要是天然材料。在经过石器、青铜器、铁器时代的漫长

历史过程后，在化学科学和冶金技术的推动下，冶炼出了许多新的金属材料。合成化学和石油化工的发展，促进了以人工方法合成橡胶、塑料、纤维等一系列有机高分子材料的研究和生产。随着生产的发展和社会的进步，人们又研制出了一大批新型无机非金属材料。

科学技术的进一步发展，对材料提出了越来越多的要求，特别是某些高新技术领域所需的材料，其性质和性能远远地超出了现有材料的范围。在化学上，一种新



中国古代的造纸术



的化合物的合成，以及它的特性和功能的发现和应用，往往可以导致一个新的科技领域的产生和一个新产业的兴起，这不仅可以改变社会生活的状况，而且可以创造极大的经济效益。例如，1910年，随着磷化铟（ InP ）的人工合成，人类开发出了一系列半导体材料，其影响一直延续到现在的信息产业。又如，20世纪60年代末，一种红色荧光体（铕、硫、氧和钇的化合物）的开发和应用，推动了彩色电视机的发展，极大地丰富了人们的现代文化生活。



信息科学的发展使人类社会的联系更紧密了

20世纪中叶的信息革命，是人类科学技术的一次重大飞跃，它对人类社会产生的深远影响，甚至超过了19世纪的工业革命。信息时代的快速发展和信息产业的巨大增长，给材料学科带来了史无前例的推动和促进作用。大规模集成电路的发展，使单晶硅材料及其制备加工技术迅速发展；在微电子和光电子学领域，化合物半导体材料也迅速崛起，并发挥

出越来越重要的作用。

材料是人类赖以生存和发展的物质基础，可以说，新材料的开发和应用，往往是社会发展和人类进步的一种标志。

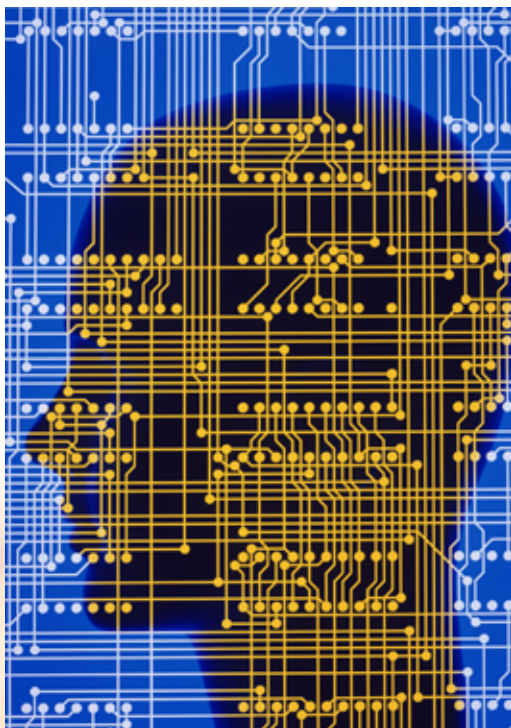
材料给人类生活带来的影响

纳米材料给人类思维方式带来的变化

新材料的发展不仅是科技进步、经济发展、军事先进的物质基础，同时也改变着人类社会的思维方式和实践方式，推动着社会的进步。许多新材料开发的思路及其研究与应用的过程，本身就蕴涵着崭新而深刻的认识论与方法论。

大工业时代，占主导地位的思维模式是“非此即彼”，但高科技时代却为我们打开了通向“既此又彼”的大门，这是一种历史的进步。大与小、多与少之间的界限就像是黑与白、

新材料与新技术将
改变人们的思维模式



曲与直一样明显，不能混淆。但是，科技的发展却在具体事物上将它们紧密地综合在一起，合二为一了。过去不可能的、不重要的因素，在纳米状态下，很有可能是可行的，并且成为极其重要的因素。

纳米材料由于其小尺寸效应而具有的高硬度和高强度的特性，将改变人们的常规思维模式。如果用纳米材料制成计算机，体积将缩小到原来的亿分之一，而计算速度却增加到原来的几百倍。日本东京大学的化学家们已经发现了一种“神奇的粒子”，它可以像电脑那样，具有暂时记忆和永久记忆功能。当这种粒子受到紫外线或激光的照射时，就会改变结构，这样就可以利用它来储存二进制数码。借助于电子扫描隧道显微镜（STM），每平方微米表面可储存 10^{12} bit 的信息。它的发现具有难以估量的价值。或许有一天，电子计算机会进入到“分子计算机”的时代。然而，电脑体积不断缩小的同时，其威力却在不断增加。这就意味着“小就是大、少就是多”的新材料发展方向。

“小就是大、少就是多”的论点被认为是一种“悖论”，但它是一种合理的“悖论”，是高科技文明的产物，是社会进步的必然结果。它符合奠定其基础的科技前提，符合客观事物本身发展的内在的逻辑，因此被认为是正常的、合理的。在高科技文明的今天，我们只有树立“既此又彼”的思维模式，才能适应科技发展的形势。否则，人类将面临更多无法理解的“悖论”。

新材料对人类思维方式与实践方式的深层次影响，不易被人们意识到，往往被人们所忽视。而这正是在当代社会发展中新材料的若干作用里最具潜在价值与长远意义的

独特方面。

“他山之石，可以攻玉”

客观事物具有统一性，因而不同学科之间存在着一定的共性和相似性。科学作为一个有机的整体，在各学科、各方向存在着相互渗透、相互支撑的密切关系。现代科学的细致分工，使一个学科的研究方法得以发展得十分细致，其他学科可以直接或间接地加以借鉴运用，这实际上是一种思维方法的拷贝。

“他山之石，可以攻玉”，借鉴和运用其他学科的科学方法，可以使我省却在本学科体系内部从头发展类似的方法，事半功倍。科学发展史雄辩地表明，各学科之间的相互作用、相互渗透，可以获得巨大的成果。近年来，材料学的发展得益于物理、化学和信息科学等学科的理论、方法及研究手段的渗透，正是借助于这些学科的成果才使材料科学逐渐向精密科学过渡，并跃居到现代自然科学的前沿。纳米科学便是在物理、化学、数学等基础学科发展的基础上出现的，纳米技术是基础科学（物理、化学、分子生物学）和先进工程技术（计算机、微电子和扫描隧道显微镜）相结合的产物。1981年瑞士IBM苏黎世实验室的Bening和Muller发明了具有原子显像能力的扫描隧道显微镜（STM），显示出原子尺度范围内表面的三维图像，准确可靠地给出了表面原子结构信息。短短几年间，STM的研究和应用已渗透到许多学科和技术部门。到20世纪80年代末，STM不仅是一个观察手段，而且成为可以调整原子的工具。可以认为，没有STM技术的发展，纳米



显微镜

材料的研究进展不会如此之迅速。

综观今日科学世界，科学方法的跨学科运用将各自然科学、社会科学和技术科学逐步联系起来，使得每一门学科都和整个科学的大系统密切相连，以至于任何一个结构层次上的重大科学突破，都可能迅速通过研究方法的跨学科运用等多种方式扩散开来，直到物化为改造世界的技术与产品，并深刻地影响整个科学世界和现实世界。

材料改变着人类

材料为人类的生活提供了最基本的服务。而且，新材

料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，材料技术对于现代生活的影响远不止于此。

第一，新材料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，新材料的使用改变了人类的生活习惯与生活方式。新的合成纤维的出现，使人类超越了自然纤维这单一途径去生产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



材料改变着人类