

图文版 · 自然科学新导向丛书

TUWENBAN ZIRAN KEXUE XIN DAOXIANG CONGSHU

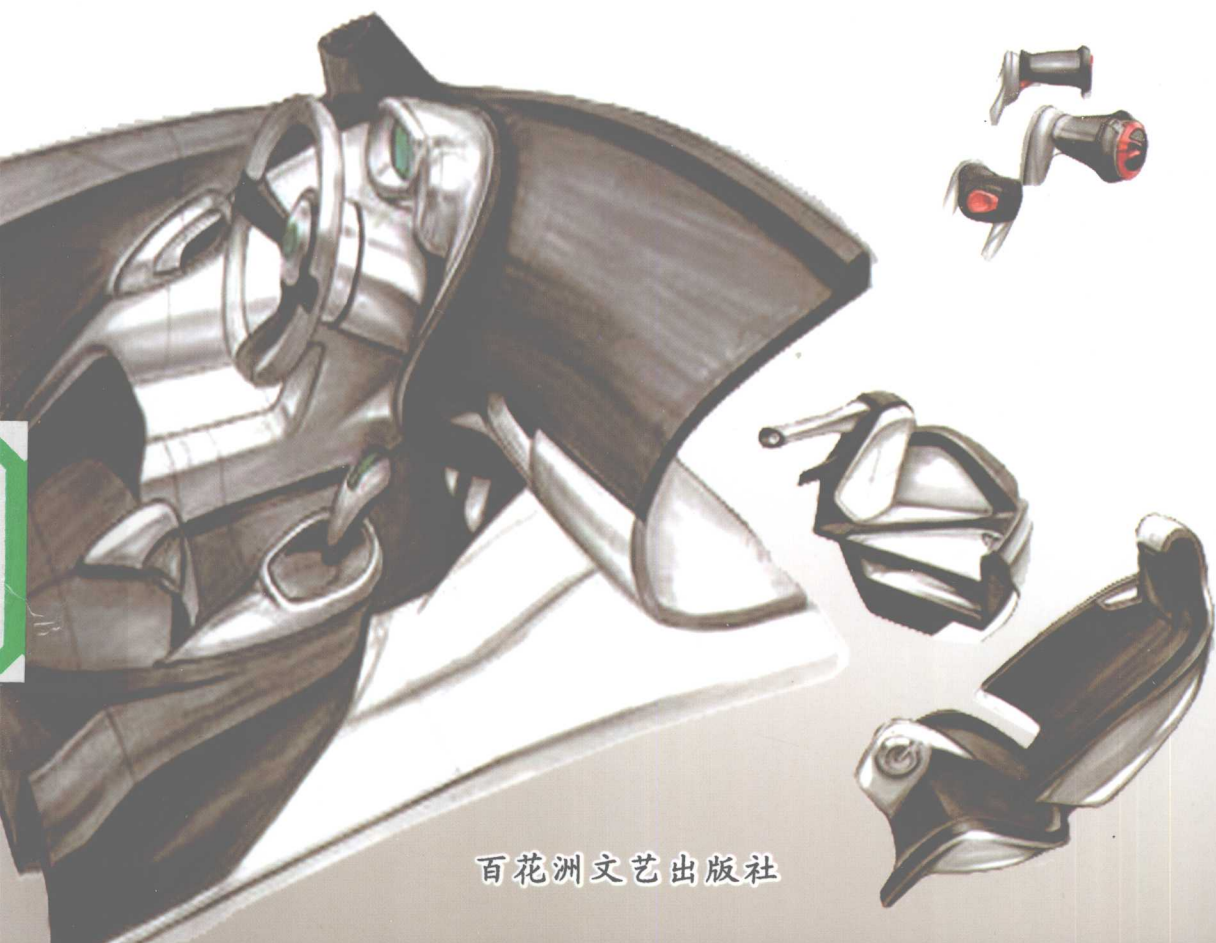
奇特的新材料

QITEDE
XINCAILIAO

[材料科学]

主 编 ◎ 谢 宇

知识性 趣味性 可读性 实用性



百花洲文艺出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

奇特的新材料——材料科学/谢宇主编. —南昌: 百花洲文艺出版社, 2009.10

(图文版自然科学新导向丛书)

ISBN 978-7-80742-846-6

I. 奇… II. 谢… III. 材料科学—应用化学—青少年读物 IV. TB3-49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第182934号

书 名: 奇特的新材料——材料科学
作 者: 谢 宇
出版发行: 百花洲文艺出版社 (南昌市阳明路310号)
网 址: <http://www.bhzw.com>
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京市昌平新兴胶印厂
开 本: 700mm×1000mm 1/16
印 张: 10
字 数: 182千字
版 次: 2010年1月第1版第1次印刷
印 数: 1—5000册
定 价: 19.80元
书 号: ISBN 978-7-80742-846-6

版权所有, 盗版必究

邮购联系 0791-6894736 邮编 330008

图书若有印装错误, 影响阅读, 可向承印厂联系调换。

编委会名单

主 编: 谢 宇

副 主 编: 裴 华 何国松 薛 平

执行主编: 李 翠 刘 芳 杨 辉

编 委: 魏献波 高志伟 刘 红 罗树中 方 颖 刘亚飞 汪 锦 杨 芳
周 宇 张玉文 杨 勇 李建军 张继明 李 坤 汪剑强 张锦中

责任校对: 唐中平 李为猛 戴 锋 刘 艳 刘迎春 王兴华 马 靖 杨 波

版式设计: 天宇工作室·孙 娇 (xywenhua@yahoo.cn)

图文制作: 张俊巧 张 娇 张亚萍 徐 娜 张 森 张丽娟

目 录

第一章 材料科学概论.....	1
材料的定义.....	1
材料的判据.....	1
材料科学的形成.....	3
材料的发展对人类进步的贡献.....	5
材料按化学组成分类.....	8
材料按性能分类.....	13
材料按服役领域分类.....	14
第二章 金属材料.....	16
钢铁的应用特征.....	16
钢的分类.....	17
碳素钢.....	17
合金钢.....	18
铸铁.....	19
超高强度钢.....	21
不锈钢.....	22
不怕高温的耐热钢.....	23
耐磨钢.....	24
纯铝.....	25
铝合金.....	26
钛及钛合金.....	27
纯铜.....	28

黄铜·····	29
青铜·····	29
白铜·····	30
镍合金·····	30
稀有金属·····	31
稀土元素·····	33
金属的塑性变形与再结晶·····	35
金属的热加工·····	37
第三章 无机非金属材料·····	40
无机非金属材料概述·····	40
传统陶瓷与先进陶瓷·····	41
超硬结构陶瓷·····	43
高温结构陶瓷·····	44
绝缘陶瓷·····	44
电容器陶瓷·····	46
铁电陶瓷·····	47
压电陶瓷·····	48
导电陶瓷·····	49
光敏陶瓷·····	49
热敏陶瓷·····	50
压敏陶瓷·····	51
气敏陶瓷·····	51
湿敏陶瓷·····	52
生物陶瓷·····	53
特种玻璃·····	54
多孔陶瓷材料·····	56
无机智能陶瓷·····	57
耐火材料·····	58

第四章 高分子材料	61
高分子材料概述.....	61
高分子材料的分类.....	62
现代生活中的高分子材料.....	65
工程塑料.....	72
ABS树脂.....	72
聚碳酸酯 (PC)	73
聚酰胺 (尼龙)	73
聚甲醛.....	74
聚酯 (PET及PBT)	74
新型高性能工程塑料.....	74
感光高分子.....	77
压电高分子.....	78
具有分离功能的高分子.....	78
高分子试剂和高分子催化剂.....	79
第五章 功能材料	81
功能材料概述.....	81
电子材料.....	82
光电子材料.....	83
超导材料.....	85
低温超导材料.....	85
高温超导材料.....	86
超导电性及超导材料.....	87
超导材料的应用.....	88
磁性材料.....	92
新型稀土永磁材料.....	94
非晶与微晶软磁材料.....	96
新型磁记录和磁光材料.....	97

具有特殊功能的磁性材料·····	97
反光材料·····	99
有机光致变色材料·····	100
光折变材料·····	102
第六章 复合材料·····	104
复合材料的定义·····	104
复合材料的分类·····	105
复合材料的命名·····	106
复合材料的性能特点·····	106
复合材料的制备方法·····	107
纤维增强金属基复合材料·····	108
颗粒增强金属基复合材料·····	109
晶须增强金属基复合材料·····	109
热固性树脂基复合材料·····	109
热塑性树脂基复合材料·····	110
玻璃钢·····	110
碳纤维增强树脂基复合材料·····	111
硼纤维增强树脂基复合材料·····	111
纤维增强陶瓷基复合材料·····	111
颗粒增强陶瓷基复合材料·····	112
导电复合材料·····	113
磁性复合材料·····	113
摩擦功能复合材料·····	114
阻尼功能复合材料·····	114
其他功能复合材料·····	114
第七章 纳米材料·····	116
纳米材料的定义·····	116
纳米材料的应用·····	117

纳米复合材料	122
纳米复合涂料	124
纳米塑料	126
纳米复合纤维	127
第八章 生物医用材料	129
生物医用材料概论	129
生物陶瓷	129
生物惰性陶瓷	130
生物活性陶瓷	130
生物陶瓷复合材料	131
医用硅橡胶	131
蜘蛛丝纤维材料	132
甲壳素纤维材料	133
胶原蛋白纤维材料	134
纳米药物载体材料	135
硬组织修复材料	136
人造肌肉纤维材料	137
血液净化材料	137
第九章 新能源材料	139
储氢合金材料	139
储氢材料	140
储氢合金材料	141
氢燃料发动机设计	143
热-压传感和热液激励器	143
氢同位素分离和在核反应堆中的应用	143
储氢合金氢化物热泵	143
碱性氢氧燃料电池	144
磷酸型燃料电池	144

质子交换膜型燃料电池.....	145
熔融碳酸盐型燃料电池.....	145
固体氧化物燃料电池.....	146
太阳能电池.....	147
晶体硅太阳能电池.....	148
非晶硅太阳能电池.....	148
薄膜太阳能电池.....	149
核能材料.....	149
裂变反应堆材料.....	150

第一章

材料科学概论

材料的定义

材料是人类文明和技术进步的标志，是人类赖以生存和发展壮大的重要物质基础。人类赖以生存和生活的有物质、能量和信息，与它们对应的分别有材料、能源和信息。自然界中的物质，可为人类用于制造有用物品的叫做材料。自然界中的能量，可为人类经济地利用的叫做能源。人类社会中的知识，需要利用和传播的叫做信息。

广义的材料定义中的“物品”包括食品、衣物和器件。若将定义中的物品用器件来置换，便是狭义的定义，也是材料科学与工程中经常采用的定义。现代科技及材料工业的发展，使材料有了现代的定义，即可为人类社会接受的、经济地制造有用器件的物质叫做材料。

材料的判据

从材料的定义可知，不是所有的物质都是材料，即材料 $\neq$ 物质，正如人才 $\neq$ 知识分子。那么什么物质才能叫做材料？因此，需要材料判据，据以判断哪些物质才是材料。根据材料的现代定义，材料可由资源判据、能源判据、环保判据、质量判据、经济判据五个判据来判定。

1. 资源判据

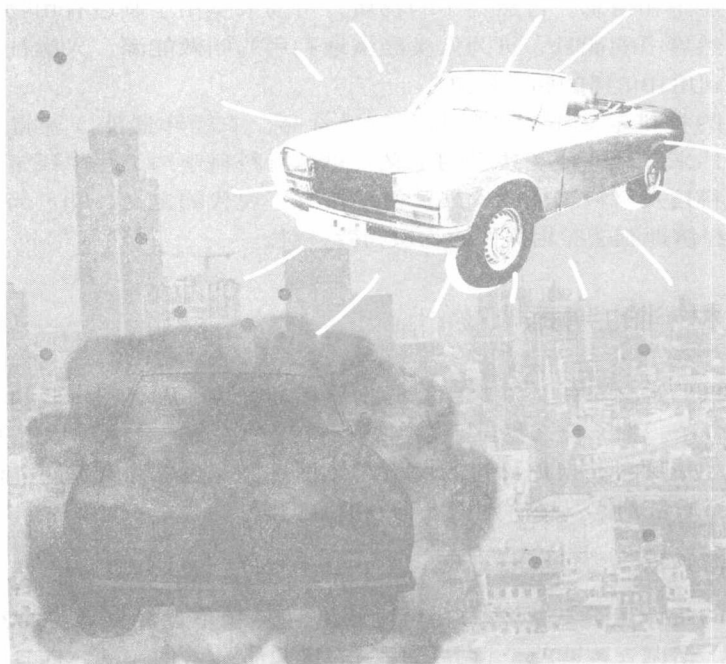
材料的资源可分为天然的和再生的两种。从全世界来看，金属的资源日趋枯竭。据调查，即使全世界已探明的资源储量增加10倍，而且50%可再生，可维持的年代也不是很长，更何况能达到50%再生的材料也不多。尽管

海水中有可观的金属（如Mg、Sn、Li、Zn、Fe、Al、Mo、Sn、Cu、V、Ni、Ti、Sb、Ag、W、Cr、Th、Pb、Au）储量，但其发成本高，难以满足目前的经济判据。

各国依据自己资源情况，颁布政策，引导材料的生产和科研，如在第二次世界大战及朝鲜战争时期，美国颁布了合金元素的使用政策，促进了硼钢及钨钼系高速钢的科研与生产。战争结束后，取消了这些政策，硼钢产量大降，而钨钼系高速钢由于技术上的和经济上的优越性，代替了绝大部分的钨系高速钢。

2. 能源判据

20多年来，由于能源的供应较为紧张，为了降低材料成本和满足政府法令的要求，材料的生产和使用都需要考虑能耗问题。一方面，生产厂家为了提高竞争能力，通过改进生产流程，降低能耗，从而降低成本。另一方面，政府颁布政策，迫使生产厂家进行节能的研究。如美国政府以法律形式规定了汽车耗油量的上限，否则不准出厂。这就迫使汽车厂从事降低车重和提高发动机效率以及有关材料方面的研究。



3. 环保判据

从发展历程来看,许多国家在发展初期,材料生产不考虑环保问题。但是近年来,由于人民的要求,各国已逐渐重视材料生产和科研的环保判据。例如美国的钢都——匹兹堡,在1960年是空气严重污染的城市,随着近郊区钢厂的关闭,附近的空气污染已有好转,而远郊的美国钢铁公司于1980年投资4亿美元,进一步解决了污染问题等。因此,材料的生产和使用,需重视“三废”的处理、噪声的降低、生态平衡等环境问题,否则将遭到大自然的报复。这便是材料的环保判据。

4. 质量判据

物质能否用于制造有用器件,是物质是否是材料的一个重要技术判据,材料的质量是是否能制造有用器件的先决条件,因此质量是材料的一个重要技术判据。材料的质量包括内在的和表面的两种。内在质量反映材料的成分、组织、结构、宏观缺陷等是否满足或超过技术标准的要求;表面质量包括表面缺陷、表面粗糙度、尺寸公差等。

5. 经济判据

材料的生产和科研,必须进行成本分析和经济核算,从而计算经济效益,这便是材料的经济判据。对材料的生产进行成本分析,从中可找出降低成本的环节,然后寻求措施。“价值工程”是一门技术与经济相结合的边缘技术科学,它所研究的成本,是整个生产过程以及随后的产品贮存、流通、销售、使用、维护全过程的费用。这种分析和研究,不仅可提高企业的经济效益,而且可提高全社会的经济效益。



材料科学的形成

材料科学是研究材料的科学。人类所使用或制作物品的物质虽然被称为材料,但作为科学研究对象的材料,则是那些制造有用器件或物品的人造物质。“材料科学”的提出是在20世纪60年代初。1957年,前苏联人造卫星首先上天,美国朝野上下为之震惊,认为自己落后的主要原因之一是先进材料落后,于是在一些大学相继成立了十余个材料研究中心。采用先进的科学理论与实验方法对材料进行深入研究,并取得了重要成果。从此,“材料科学”这个名词便开始流行。

材料科学的形成实际是科学技术发展的结果。固体物理、无机化学、有机化学、物理化学等学科的发展,以及对物质结构和特性的深入研究,推动

了对材料本质的了解。同时,冶金学、金属学、陶瓷学、高分子科学等的发展也使对材料本身的研究大大加强,从而对材料的制备、结构与性能,以及它们之间的相互关系的研究愈来愈深入,为材料科学的形成打下了坚实的基础。在“材料科学”这个名词出现以前,金属材料、高分子材料与陶瓷材料都已自成体系,当前复合材料也获得广泛应用,其研究也逐步深入。但它们之间存在着颇多相似之处,对不同类型材料的研究可以相互借鉴,从而促进学科的发展。

由于材料的获得、质量的改进与使材料成为人们可用的器件或构件都离不开生产工艺和制造技术等工程知识,所以人们往往把“材料科学”与“工程”相提并论,而称为“材料科学与工程”。也就是说,材料科学与工程(materials science and engineering, MSE)就是研究有关材料组成、结构、制备工艺流程与材料性能和用途关系的知识,也即材料科学与工程研究的是材料组成、结构、生产过程、材料性能与使用效能以及它们之间的关系。MSE的工作目标是通过材料组成、结构及工艺的设计,达到提高材料性能及使用效能、节约资源、减少污染、降低成本的最佳状态。

材料科学与工程有以下几个特点:

材料科学是多科交叉的新兴学科。作为每类材料来说,各自早就是一门科学了,如与金属材料有关的物理冶金与冶金学,有机高分子材料是有机化学的一个分支,陶瓷材料则是无机化学中的一部分,都积累了丰富的专门知识和基础理论。材料科学理所当然地继承了其中的精华。此外,材料科学与许多基础学科有不可分割的联系,如固体物理学、电子学、光学、声学、固体化学、量子化学、有机化学、无机化学、胶体化学、数学、计算科学、生物学和医学等。因此,材料科学的边界并不是固定的,其范围随科学技术的发展而不断变化,研究对象的内涵也不断深化。

材料科学与工程技术有不可分割的联系。材料科学是研究材料的组织结构与性能的关系,从而发展新兴材料,并合理有效地使用材料。但是,材料的商品化要经过一定经济合理的工艺流程才能制成,这就是材料工程。反之,工程要发展,也需要研制出新的材料才能实现。因此,材料科学与工程是相辅相成的。

材料科学与工程有很强的应用目的和明确的应用背景。研究材料中的基本规律,目的在于为发展新型材料提供新的途径和新技术、新方法或新流程,或者为更好地使用已有材料,以充分发挥其作用,进而能对使用寿命作出正确的估算。因此,材料科学与工程是一门应用基础科学,它既要探讨材料的普遍规律,又有很强的针对性。材料科学研究往往通过对具体材料的研究找出普遍的规律,进而推动材料的发展和推广使用。

材料的发展对人类进步的贡献

20世纪70年代，人们把能源、信息和材料归纳为现代物质文明的三大支柱，材料又是一切技术发展的物质基础。材料的使用和发展与生产力和科学技术水平密切相关。人类的文明史可按使用材料的种类划分，如石器时代、青铜器时代、铁器时代。发展到今天，一个国家使用的材料品种和数量已成为衡量这个国家科学技术和经济发展水平的重要标志。

大约100万年前，人类发现了火和石斧（史称石器时代），结束了人类茹毛饮血的生活，由此人类开始走向文明。公元前6000年古巴比伦王国出现了俗称青铜的锡铜合金，史称青铜器时代，开始有武器、工具和生活用具。当青铜中锡的含量大于30%时，其熔点在 $232\sim 750\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间。用普通木材做燃料已可达到此温度，因此，青铜容易获得。事实上，在此后相当长的时间内（到17世纪），材料的发展都是与人类的加热技术水平联系在一起。

很多国家（包括我国），在公元前1500年开始用风箱和木炭将铁矿石加热到高温后在高温下还原，从而开始了铁器时代。此时不仅用铸铁来制造武器、工具和生活用具，而且可用于制造结构材料和器具。我国成语中所谓百炼成钢就是这一段历史中的冶金技术之一。当时的加热技术只能冶炼铸铁（ $1148\text{ }^{\circ}\text{C}$ ），所以通过对铸铁的反复加热和在此过程中脱碳来降碳而达到钢的成分。我国在秦朝时铸造技术已达到很高的水平，并出现了许多先进热处理工艺，包括化学热处理和表面热处理等。这些技术在当时居于国际领先水平。到公元16世纪，生产钢所用的还原剂由木炭到煤炭，再到焦炭，所能达到的温度越来越高，最后达到了大约 $1600\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水平。生产规模也越来越大，并发明了高炉应用于冶炼钢铁。

上述长期积累的冶金术在18到19世纪进展到了以分子论



为基础的近代化学体系。到了19世纪,在电磁学、热力学、分子物理学领域都得到了巨大的发展。

当钢铁在高温下也具有高强度这一点被人们认识到以后,将热能转变为机械能的蒸汽机出现了。蒸汽机的发明,是人类文明史上又一重要里程碑。第一台蒸汽机1712年出现于英国达德利城堡,由铁匠组可门和集铅管匠和锡匠于一身的卡利制造,用于煤矿排除积水。然而,其效率极低,只利用了热量的1%。1777年苏格兰格拉斯哥大学的机匠瓦特对蒸汽机作了重大改进,热量利用效率大大提高。从此,蒸汽机的普及走上了坦途。炼铁技术和制造技术的发展,开创了人类文明的新时代。以蒸汽机发明为起点,近200年来,人类经历了4次技术革命。新的技术革命一次比一次迅猛,对人类的影响一次比一次深远。进入20世纪,人类科学技术发明和创造之和超过了以往2000年的总和。

第一次技术革命发端于18世纪后期,以蒸汽机的发明及广泛应用为主要标志,实现了高炉、转炉、平炉制造优质钢材的工业化。由此引发了纺织工业、冶金工业、机械工业、造船工业等的工业革命。正是这次技术革命的产物,使人类从手工工业时期跃进到机器工业时代,开创了工业社会的文明。第二次技术革命开始于19世纪末,以电的发明和广泛应用为标志,由于远距离输电材料以及通信、照明用的各种材料的工业化,实现了电气化。其结果是石油开采、钢铁冶炼、化学工业、飞机工业、电气工业、电报电话等迅猛发展,组成了现代产业群,使人类跨进了一个新的时代,实现了向现代社会的转变,促进了国际关系的最终形成。第三次技术革命始于20世纪中期,以原子能应用为主要标志。1942年12月,意大利物理学家费米在美国建立了第一个核反应堆,实现了控制核裂变,使核能利用有了可能,实现了合成材料、半导体材料等大规模工业化、民用化,把工业文明推到顶点,开启了通向信息社会文明的大门。20世纪70年代开始,人类进入了一个新的阶段——第四次技术革命,它以计算机、特别是微电子技术、生物工程技术 and 空间技术为主要标志,以新型材料、新型能源、生物工程、航天工业、海洋开发等新兴技术为主攻方向。

1946年世界第一台电子计算机诞生,用了18000个电子管,总质量30余吨,占地180平方米,运算速度为每秒5000次,比人工运算快数千倍。今天,用大规模集成电路制成的台式个人计算机每秒运算4.5亿次。目前,世界上最快的计算机每秒运算速度为1万亿次,每秒1000万亿次的超级电脑已在研制中。人类实现了DNA的人工合成,并发展了克隆技术,登上了月球,探测了火星,实现了人类遨游太空的梦想。

在热能转变为机械能之前,人类所用的动力是人力和畜力。由热能转变

为机械能开始的产业革命，是近代文明发展的里程碑，因为大规模工业生产的前提是人类具有机械动力，世界也由此进入了工业时代。随后，化学能转变为电能的电池也开始问世。由于电的出现，人们发现很多金属是电的良导体，电流会产生磁场。而Fe、Co、Ni等元素及其合金还能在磁场中磁化，成为永磁体。过去人们只注重材料的强度和韧性，这时认识到了它还具有其他功能。以这些金属或合金为基础，制造了变机械动力为电力的发电机和变电力为机械力的电动机。这样，将水所具备的势能和热能转变为电能，就使得动力的输送和利用变得方便了。从此，以蒸汽机为开端的机械文明完成了进一步的飞跃，而进入电气时代。在此期间人们发现了热电子现象，即W等金属的细丝在真空中通电加热后可以放出电子。在20世纪后，根据此发现制造了二极管和晶体管，由此发展了电子学理论，并在电磁波的发射和接收方面有了进展，最终造出了收音机。又由于晶体学、量子力学、固体物理学的进展，人们对材料的原子数量级有了深入的了解，PN结型半导体出现了，发展了晶体管代替电子管，进而由集成电路和超大规模集成电路代替了晶体管，由此带动了电视机和计算机的出现和发展。这些电子器件使工业的自动控制、设备的小型化、产品质量控制和加工精度、劳动生产率和管理效率、信息的传播等都得到了很大的提高，对工业进步乃至人类文明起到了不可估量的作用。

在此基础上，随着各种新材料以及相应制造工艺的研究和发展（包括信息存储、信息传输材料和小型化所需要的纳米制造技术），计算机产业飞速发展，计算机功能的增加、尺寸的减小和价格的降低，使计算机的普及成为现实。计算机也由简单的只具有计算和文字处理功能而发展成为具有多媒体功能，将声音、图像等各种信息联系在一起，并通过网络进行交流。这使得人类能够充分利用已有的科学资源，加速了科学的交流和发展，使人类又跨入了一个全新的发展阶段，即信息时代。信息时代以网络、计算机、数码、光纤、多媒体为主要标志，部件的微型化、产品的个人化、功能的超强化、信息的复杂化、传递的准确化和速度化、网络的国际化和空间化是信息时代的基本特征。信息时代是在思维科学的引导下使现代电子工程学、生物工程学以及传播通信学出现划时代大飞跃的时代。可以说，工业时代和电气时代还主要是解放人类的双手，而在信息时代，人类则主要是解放自己的大脑，这是人类对自身大脑的结构、细胞、神经元系统、信号传导转换功效长期进行研究、模仿，并试图超越、代替之的结果。从经济角度来看，则是从农业经济到工业经济，再到知识经济的过程。



材料按化学组成分类

材料按其化学作用或基本组成可分为金属材料、无机非金属材料、高分子材料和复合材料四大类。

1. 金属材料

金属材料是由化学元素周期表中的金属元素组成的材料，可分为由一种金属元素构成的单质（纯金属）及由两种或两种以上的金属元素或金属与非金属元素构成的合金。

在109种元素中，除He、Ne、Ar等6种惰性元素和C、Si、N等16种非金属元素外，其余均为金属元素。在金属元素中有Li、Na、K、Ca等16种碱金属和碱土金属，Be、Mg、Al等3种轻金属，Fe、Co、Ni、Mn等4种铁族金属，Zn、Cd、Sn、Sb等12种易熔金属，W、Mo、V、Ti等11种难熔金属，Cu、Ag、Au、Pt等9种贵金属，Ce、La、Nd等16种稀土金属，Cu、Th、Pa、Pu等15种钍族金属。除Hg之外，单质金属在常温下呈现固体形态，外观不透明，具有特殊的金属光泽及良好的导电性和导热性；在力学性质方面，具有较高的强度、刚度、延展性及耐冲击性。金属主要应用于结构或承载构件，纯金属一般使用得不多，很多情况下使用的是合金。

合金是由两种或两种以上的金属，或金属与非金属熔合在一起形成的具有金属特性的新物质。由于合金具有金属特征，故广义地称为金属。合金的性质与组成合金的各个相的性质有关，同时也与这些相在合金中的数量、形状及分布有关。

金属元素与其他金属元素或非金属元素之间形成合金时，还可能形成金属间化合物。金属间化合物可分为三类，即由负电性决定的原子价化合物（简称价化合物）、由电子浓度决定的电子化合物（亦称为电子相）以及由原子尺寸决定的尺寸因素化合物。除了这三类由单一元素决定的典型金属间化合物外，还有许多金属间化合物，其结构由两个或多个因素决定，称之为复杂化合物。

价化合物是指符合原子价规则的化合物，即正负离子通过电子转移（离子键）和（或）电子共用（共价键）而形成稳定的8电子组态化合物。按照结合键的性质，价化合物可分为离子化合物、共价化合物和离子-共价化合物。在离子-共价化合物中，价电子既没有从正离子转到负离子，也不位于两种离子的中间位置，而是偏向于（或更接近于）一种离子。按照价电子是否都是键合电子，又可将价化合物分为正常价化合物和一般价化合物，前者的价电子都是键合电子，后者只有部分价电子是键合电子。

正常价化合物一般由周期表中相距较远、电化学性质相差较大的两元素形成。其特点是元素化合符合一般化合物的原子价规律，成分固定，并可用化学式表示，如 Mg_2Si 、 Mg_2Sn 、 Mg_2Pb 等。由于价化合物的结合键主要是离子键和（或）共价键，故这类化合物主要呈现非金属性质或半导体性质。正常价化合物一般具有较高的硬度和脆性，在合金中如能弥散分布在固溶体基体上，将使合金得到强化。正常价化合物在合金中数量较少。

电子化合物（亦称为电子相或Hume-Rothery化合物）是指具有一定（或近似一定）电子浓度值且结构相同或密切相关的相。电子化合物中各元素不按正常的化合价规律化合，而按价电子数与原子数的一定比值（即一定的电子浓度）化合。电子化合物中一定的电子浓度对应一定的晶格类型。

电子化合物具有高的硬度，但塑性差，是合金中重要的强化相。电子化合物常见于有色金属合金中。

2. 无机非金属材料

无机非金属材料是由硅酸盐、铝酸盐、硼酸盐、磷酸盐、锆酸盐和（或）氧化物、氮化物、碳化物、硼化物、硫化物、硅化物、卤化物等原料经一定的工艺制备而成的材料，是除金属材料、高分子材料以外所有材料的总称，它与广义的陶瓷材料有等同的含义。无机非金属材料种类繁多、用途各异，目前还没有统一完善的分类方法，

一般将其分为传统（普通）和新型（先进）的无机非金属材料两大类。

传统的无机非金属材料主要是指由 SiO_2 及其硅酸盐化合物为主要成分制成的材料，包括陶瓷、玻璃、水泥和耐火材料等。此外，搪瓷、磨料、铸石（辉绿岩、玄武岩等）、碳素材料、非金属矿（石棉、云母、大理石等）也属于传统的无机非金属材料。先进（或新型）的无机非金属材料是用氧化物、氮化物、碳

