

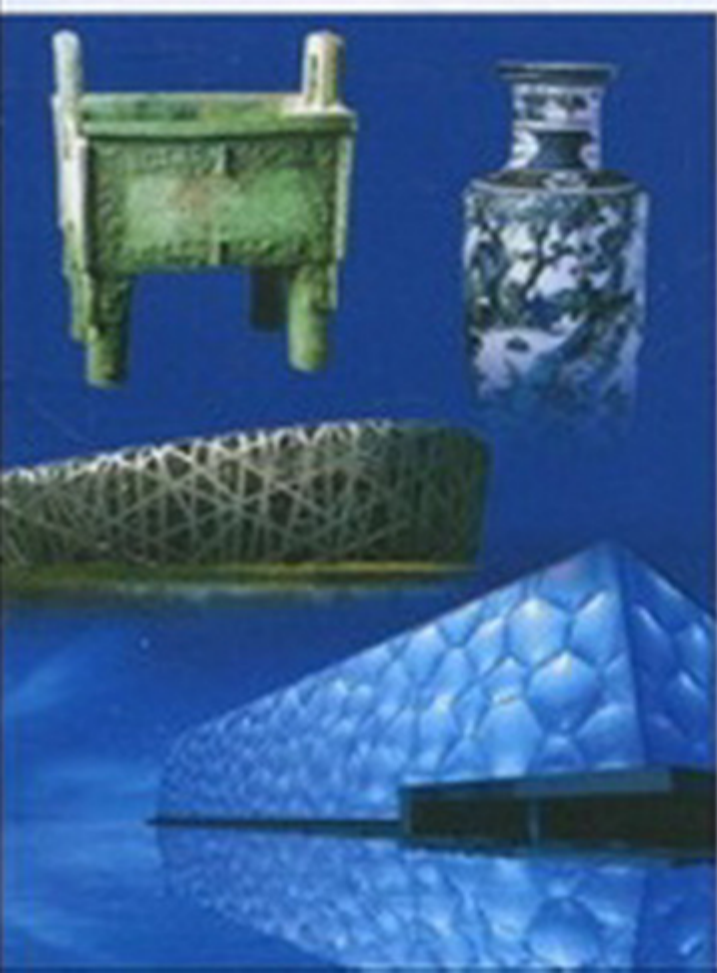
现代农民科学素质教育丛书

XIANDAI NONGMIN KEXUE SUZHI JIAOYU CONGSHU

QUHUA CAILIAO

趣话材料

王晓达 / 编著



图书在版编目 (CIP) 数据

趣话材料/王晓达编著.—成都：四川教育出版社，
2010.4

(现代农民科学素质教育丛书/董仁威主编)

ISBN 978-7-5408-5286-3

I. ①趣… II. ①王… III. ①材料科学-普及读物
IV. ①TB3-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 046057 号

策 划 安庆国 何 杨

责任编辑 余 兰

封面设计 毕 生

版式设计 张 涛

责任校对 刘 江

责任印制 黄 萍

插 图 海 狸

出版发行 四川出版集团 四川教育出版社

地 址 成都市槐树街2号

邮政编码 610031

网 址 www.chuanjiaoshe.com

印 刷 成都市书林印刷厂

制 作 四川胜翔数码印务设计有限公司

版 次 2010 年 4 月第 1 版

印 次 2010 年 4 月第 1 次印刷

成品规格 148mm×210mm

印 张 6

字 数 136 千

定 价 10.00元

如发现印装质量问题，请与本社调换。电话：(028) 86259359

营销电话：(028) 86259477 邮购电话：(028) 86259694

编辑部电话：(028) 86259381

编委会

丛书主编：董仁威

副主编：董晶

编委会成员（按姓氏笔画排序）：

王晓达 尹代群 方守默 方玉媚 韦富章

左之才 阮鹏 余兰 陈俊明 松鹰

罗子欣 姜永育 段丽斌 徐渝江 黄寰

程婧波 董晶 董仁威

目 录



第一章 材料与人类文明

- 1.1 青铜时代的中国骄傲 / 4
- 1.2 CHINA瓷器 / 7
- 1.3 镜子传奇 / 14
- 1.4 剑师 / 18
- 1.5 “天外来客” / 22
- 1.6 硅谷传奇 / 25
- 1.7 玻璃自己会“洗脸” / 31
- 1.8 塑料薄膜的委屈 / 33
- 1.9 一千个人坐一把椅子 / 37
- 1.10 C_{60} 布基球 / 40

第二章 金属大家族

- 2.1 金属家族为啥姓金? / 49
- 2.2 拿破仑的“皇冠” / 53
- 2.3 钢铁算老几? / 57

- 2.4 21世纪金属 / 69
- 2.5 “硬汉”大家庭中的异类 / 72
- 2.6 金属有“记忆” / 75
- 2.7 “音乐”金属 / 77
- 2.8 金属“超人” / 80

第三章 陶瓷新时代

- 3.1 陶和瓷 / 94
- 3.2 从厨房走上战场 / 103
- 3.3 生物陶瓷和“多情”陶瓷 / 106
- 3.4 无机世界的“主角” / 113
- 3.5 绚丽多彩的玻璃世界 / 116
- 3.6 光纤纤维究竟是什么纤维? / 134
- 3.7 水泥和混凝土 / 136
- 3.8 “一克千金”的纳米材料 / 144

第四章 20世纪的骄傲

- 4.1 高分子材料的“高” / 151
- 4.2 家家离不开的塑料 / 154
- 4.3 塑料怎么“塑”? / 157
- 4.4 从“的确良”到“凯夫拉” / 159
- 4.5 橡胶有故事 / 168
- 4.6 如胶似漆的胶黏材料和不仅“涂脂抹粉”的涂料 / 175
- 4.7 复合材料 / 181

第 一 章

材料与人类文明

材料，与能源、信息一起，被称为现代文明的“三大支柱”。人类文明发展的进程和材料结下了“不解之缘”。从原始社会的“石器时代”到“青铜时代”，人类从蒙昧走向开化；“铁器时代”将人类带进农业社会；而“钢铁时代”又造就了工业社会的新文明。从现代科技发展历史来看，每项重大的科学发现和技术进步，都有新材料的推动。所谓“新材料”，就是比“传统材料”性能更为优异的材料。青铜器比石器、陶器更新、更好；铁枪、钢刀打败了青铜剑、黄铜甲；而今天“多才多艺”



材料与文明

的塑料、碳纤维、复合材料、铝合金、钛合金、新型陶瓷、半导体、超导体、光电材料、压电晶体、热敏材料、气敏材料……已使“强悍”的钢铁相形见绌，再也难以“耀武扬威”称霸世界了。

目前，世界上的传统材料已有几十万种，而新材料正以每年约5%的速度增加；现今全球已发明了800多万种人工合成化合物，又以每年25万种的速度递增，其中有相当数量又将成为影响我们生产、生活的“新技术革命”所需要的“新材料”。一场数量和质量“空前”的新材料革命，已经开始了！

作为我们物质生产的材料，按其应用性能，通常分为“结构材料”和“功能材料”两大类。结构材料，是以“机械力学性能”作为使用性能指标的材料。其性能指标如强度、硬度、塑性、韧性、弹性以及疲劳、蠕变等等。通俗地说，就是材料在各种受力情况下表现出来的能力。抗拉、抗压、耐摩擦、硬度高、弹性好的材料就“经久耐用”；而硬度低、易变形的材料就便于加工成型。要求材料有一定的机械力学性能，是一般用作结构的材料的基本要求。建房屋、造机器，做家具、造飞机……选用的材料，主要先必须考虑它们能不能经受各种力的考验，根据不同受力情况选用不同的结构材料。而随着经济发展和科技进步，对结构材料的要求也越来越高，目前很多新材料就是性能更高、更强、更硬、更韧、更耐摩擦、更耐热和塑性更好的新结构材料。

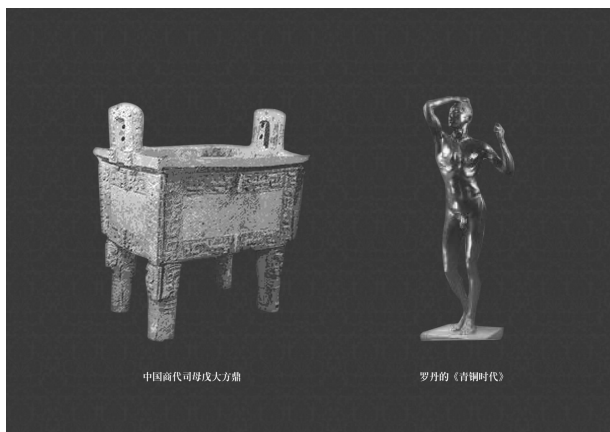
我们使用材料，除了有机械力学性能的基本要求外，还在光、电、磁、声、热及化学性能上有很多不同要求，那些在光、电、磁、声、热及化学性能上有特殊“才能”的材料，称为“功能材料”。功能材料，重在材料的不同特殊功能。如礼堂、剧场、宾馆的“消防自动喷淋灭火装置”，其主要的“自动”元

件就是“热敏材料”。当周围温度到达临界危险温度时，热敏元件就非常敏感地立即作出反应——迅速改变其电性能，使感受到其电性能改变的控制设施打开阀门，水就喷淋而出。而不同的“气敏材料”，可以灵敏地“嗅”出有害、有毒，或臭或香的些微气味，比狗鼻子还灵；“半导体”则有在一定条件下是绝缘体，改变条件又成为导电体的特殊本领，美国硅谷就是靠硅晶半导体起家；“光敏材料”对光特别敏感，有的吸收光就能产生电流，太阳能电池就是这种光电材料；而“激光材料”吸收特定频率的光就会被激发放出高方向性、高亮度的激光；精细陶瓷材料的模具，高温下承受上吨的压力也不会碎裂；合成高分子纤维材料制作的防弹衣，可以“刀枪不入”；特殊的“膜材料”，可以让海水变为淡水……人类的“赴汤蹈火”、“脱胎换骨”、“千里眼”、“顺风耳”等神话幻想，都通过这些功能材料成为现实。可以说，每一种新功能材料的出现，都标志着新技术又前进了一大步。

下面我们将分别介绍一些有典型意义的材料。

1.1 青铜时代的中国骄傲

青铜时代，或称青铜器时代或青铜文明，是以使用青铜器为标志的人类文化发展阶段。青铜是铜和锡的合金，因为颜色青灰，故名青铜。由于青铜的熔点为 $700^{\circ}\text{C}\sim 900^{\circ}\text{C}$ ，比较低，而硬度高，为纯铜（红铜、紫铜）的4.7倍多，所以容易熔铸成型，适于制造容器、工具。基于青铜的这些特点，人类很早就开始



“司母戊方鼎”和罗丹的《青铜时代》

关注并应用这种经久耐用的新材料。青铜时代初期，青铜器具应用较少，还是以石器为主；进入中后期，青铜器皿、工具逐步增加，随之农业和手工业的生产力水平明显提高，与石器时代相比，青铜器起到了划时代的作用。

世界上最早进入青铜时代的是两河流域和埃及等地，始于公元前3000年。世界各地进入这一时代的年代有早有晚。伊朗南部、土耳其和美索不达米亚一带在公元前4000~前3000年已使用青铜器，欧洲在公元前4000~前3000年、印度和埃及在公元前3000~前2000年，也有了青铜器。中国的青铜文化起源于黄河流域，始于公元前21世纪，止于公元前5世纪，大体上相当于文献记载的夏、商、西周至春秋时期，约经历了1500多年的历史。

中国的青铜器制造应用，虽然也属世界早期，但不是最早。但是，关于青铜冶炼及合金理论的文字记载，中国恰是“最早”，可称是青铜时代的中国骄傲。我国春秋末期著名的科技著作《考工记》中，就有世界上已知关于合金成分规律的最早记载——“六齐”。“六齐”是中国古代冶炼青铜的六种铜锡配方

比例，是关于铜锡合金成分与性能、用途关系定性、定量的论述：“金有六齐，六分其金而锡居一，谓之钟鼎之齐；五分其金而锡居一，谓之斧斤之齐；四分其金而锡居一，谓之戈戟之齐；三分其金而锡居一，谓之大刀之齐；五分其金而锡居二，谓之削杀矢之齐；金锡半，谓之鉴燧之齐。”我们可以看到，随着青铜中的含锡量从1/6、1/5、1/4、1/3、2/5、1/2逐步增加，硬度不断提高，用途也从器皿乐器（钟鼎）、斧头衡器（斧斤）、长矛长戈（戈戟）、刀剑（大刀）、匕首箭镞（削杀矢）到镜子灯具。关于“六齐”，需要说明的是，古代对于合金成分的确定和检测，在科学和技术上都有局限，所以其配比定量与实际有出入，但其反映的趋势和定性的论述是具有科学开创意义的。当年秦始皇统一天下后，“广收天下兵器”熔铸成十二“金人”。其实“金人”是青铜材质，因为当时的兵器就是青铜刀剑，无论是长兵器“戈戟”，还是短兵器“大刀”或“削杀矢”都是成分不同的青铜。

1939年3月19日在河南省安阳市武官村出土的殷代“司母戊大方鼎”，高133厘米、口长110厘米、口宽78厘米、重875千克，鼎腹长方形，上竖两只直耳（发现时仅剩一耳，另一耳是后来复制补上），下有四根圆柱形鼎足，造型雄伟庄重，工艺精美华丽，是目前世界上发现的最大的青铜器，也是青铜时代的“中国骄傲”。

由于青铜硬度高、耐磨，现代工业上还用作弹性元件、轴承和耐磨零件等机械工件。一定成分的青铜，还有个反常的“热缩冷胀”特性，所以用来铸塑人物、动物和神、佛的塑像，可以轮廓分明、眉目清晰。假如用其他“热胀冷缩”的金属来塑像，冷却收缩后很可能会“眉目不清、形态模糊”了。我们在纪念堂、公园、广场见到的铜像，绝大部分都是青铜铸造雕

塑的。

青铜雕塑《青铜时代》，是法国雕塑艺术大师罗丹的著名雕塑，以“青铜时代”为题，象征人类的启蒙时代。《青铜时代》是罗丹依据真实人物塑造的裸男雕塑，“他”左手握拳，右手扶头，面孔昂起做思索状；右腿微微起步，似乎还不敢迈步，只能轻轻地踮起脚，做出欲向前迈步的姿态。雕塑手法写实，他的眼睛似乎带着朦胧的睡意，然而，他的身体是伸展的，整个雕塑充满了青春活力，意味着人类刚从蒙昧、野蛮的状态中解脱出来，逐渐具有清醒的意识，即将进入文明智慧时期。《青铜时代》是罗丹对“青铜时代”的一种艺术诠释。

1.2 CHINA瓷器

从材料科学来说，陶瓷，是由含黏土（含 Al_2O_3 、 SiO_2 、 K_2O



青花瓷罐、瓷瓶图

和水及杂质)，长石（含K、Na、 SiO_2 等）和石英（ SiO_2 ）等无机物的混合物，经成型、干燥、烧成所得制品的总称，包括土器、陶器、炆器和瓷器等。

瓷器是陶瓷制品中的“高级品”。但是，瓷器的意义已不仅在于它的“高级”，而在于中国是瓷器的故乡，在英文中“瓷器”——china一词，已成为中国的代名词。可以说，古代很多外国人，是通过瓷器知道、认识中国的。瓷器，是中华民族对世界文明的伟大贡献，所以，我们对代表中国的瓷器，多说道说道。

瓷器脱胎于陶器，是中国古代先民在烧制“白陶器”和“印纹硬陶器”的过程中，逐步总结经验和探索出来的发明。

烧制瓷器，必须具备三个条件：

一是制瓷原料必须是富含石英和绢云母等矿物质的瓷石、瓷土或高岭土；

二是烧成温度必须要达到 1200°C 以上；

三是在器表施有高温下烧成的釉面。

大约在公元前16世纪的商代中期，中国就出现了早期的瓷器——“白陶”。商代的“白陶”，以瓷土（高岭土）做原料，烧成温度达 1000°C 以上，是“原始瓷”烧制的基础。在商代和西周遗址中发现的“青釉器”，已具有明显的瓷器基本特征。烧结温度高达 $1100^{\circ}\text{C}\sim 1200^{\circ}\text{C}$ ，胎质基本烧结，吸水性较弱，胎色以灰白居多，质地较陶器细腻坚硬，器质表面施有一层石灰釉。但是，它们与真正的瓷器还有差距。因为当时的瓷器，无论在胎体上，还是在釉层的烧制工艺上，都很粗糙，烧制温度也较低，表现出“原始性”和“过渡性”，所以一般称其为“原始瓷”或“原始青瓷”。

“原始瓷”从三千多年前的商代出现后，经过西周、春秋战

国到东汉，历经一千六七百年的变化发展，逐步成熟。作为陶器向瓷器过渡时期的产物，与各种陶器相比，具有胎质致密、经久耐用、便于清洗、外观华美等特点，因此受到广泛欢迎而发展迅速。原始瓷烧造工艺水平的不断提高，使瓷器的质量和产量也不断提高，逐渐成为中国人日常生活的主要用器，精美细密的瓷器开始逐渐取代了粗糙厚重的陶器。

真正意义上的中国瓷器，产生于东汉时期（公元25~220年），是在前代陶器和原始瓷器制作工艺基础上开始发展起来的。东汉时期，北方人南迁，以中国东部浙江的上虞为中心的地区，以其得天独厚的条件成为中国瓷器的发源地。浙江上虞县出土的东汉时期“青釉水波纹四系罐”，展示了瓷器烧造工艺发展的初期情况。

东汉以来至魏晋时制作的瓷器，从出土的文物来看多为青瓷。这些青瓷的加工精细，胎质坚硬，不吸水，表面施有一层青色玻璃质釉。这种高水平的制瓷技术，标志着中国瓷器生产已进入一个新时代。

我国白釉瓷器萌发于南北朝，到了隋朝，已经发展到成熟阶段。至唐代更有新的发展。瓷器烧成温度达到 1200°C ，瓷的白度也达到了70%以上，接近现代高级细瓷的标准。至宋代，名瓷、名窑已遍及大半个中国，是我国瓷业最为繁荣的时期。

宋代瓷器在胎质、釉料和制作技术等方面又有了新的提高，在工艺技术上有了明确的分工，烧瓷技术达到完全成熟的程度，是我国瓷器发展的一个重要阶段。宋代闻名中外的名窑很多，有耀州窑、磁州窑、景德镇窑、龙泉窑、越窑、建窑以及被称为“宋代五大名窑”的汝窑、官窑、哥窑、钧窑、定窑等。各窑的产品，都有它们自己独特的风格。

耀州窑（陕西铜川）产品精美，胎骨很薄，釉层匀净。

磁州窑（河北彭城）以磁石泥为坯，所以磁州窑瓷器又称为“磁器”。磁州窑多生产白瓷黑花的瓷器。

景德镇窑的产品质薄色润，光洁精美，因其白度和透光度之高，被推为宋瓷的代表作品。

龙泉窑的产品多为粉青或翠青，釉色美丽光亮。

越窑烧制的瓷器胎薄，精巧细致，光泽美观。

建窑所生产的黑瓷黑釉光亮如漆，也是宋代名瓷。

汝窑为宋代“五大名窑”之冠，瓷器釉色以淡青为主色，色清润。

官窑是否存在一直是人们争论的问题，一般学者认为，官窑就是窑设于卞京，为宫廷烧制瓷器的“卞京官窑”。

哥窑在何处，也一直是人们争论的问题。根据各方面资料的分析，哥窑最大的可能，是与北宋“官窑”一起烧造生产的。

钧窑烧造的彩色瓷器较多，以胭脂红最好，葱绿及墨色的瓷器也不错。

定窑生产的瓷器胎细、质薄而有光，瓷色滋润，白釉似粉，称粉定或白定。

元代，在被称为“瓷都”的江西景德镇，出产的“青花瓷”已成为中国瓷器的代表。青花瓷洁白的瓷体上敷以蓝色纹饰，素雅清新、充满生机，一经出现便风靡一时，以其“釉质透明如水，胎体质薄轻巧”而闻名于世。青花瓷成为景德镇的传统名瓷之冠。青花瓷与青花玲珑瓷、粉彩瓷和颜色釉瓷，共同并称中国“四大名瓷”。此外，还有雕塑瓷、薄胎瓷、五彩胎瓷等等，均各有特色，精美异常。

唐代，瓷器的制作技术和艺术创作，已达到高度成熟；宋代，制瓷业更蓬勃发展，名瓷名窑风起云涌；明清时代，从制坯、装饰、施釉到烧成，技术上又都超过了前代，成为“瓷器

盛世”。

明代精致白釉的烧制成功，以铜为呈色剂的单色釉瓷器的烧制成功，使明代的瓷器丰富多彩。明代瓷器加釉方法的多样化，标志着中国制瓷技术的不断提高。成化年间创烧出在釉下青花轮廓线内添加釉上彩的“斗彩”，嘉靖、万历年间烧制成的不用青花勾边而直接用多种彩色描绘的五彩，都是著名的珍品。清代的瓷器，是在明代取得卓越成就的基础上进一步发展起来的，制瓷技术达到了辉煌的境界。康熙时的素三彩、五彩，雍正、乾隆时的粉彩、珐琅彩都是闻名中外的精品。

清代彩瓷的种类很多，从烧造工艺上来区分，除青花、釉里红等“釉下彩”之外，还可以分为“釉上彩”和“釉上釉下混合彩”两大类。

釉上彩是先烧成白釉瓷器，在白釉上进行彩绘，再入彩炉低温二次烧成，釉上五彩、粉彩、珐琅彩都是釉上彩。

釉上釉下混合彩是先烧成釉下彩（即在瓷胎上直接绘画图案，罩透明釉高温一次烧成，主要是青花），然后再在适当的部位涂绘釉上彩，入炉低温二次烧成。青花矾红彩、斗彩、青花五彩，都属于釉上釉下混合彩。最终形成“青花”、“色釉瓷”、“彩瓷”三大系列。

我国古代陶瓷器釉彩的发展，是从无釉到有釉，又由单色釉到多色釉，然后再由釉下彩到釉上彩，并逐步发展成釉下与釉上合绘的五彩、斗彩。

我国的陶瓷业，自古至今，因其产品质量高、形美而长盛不衰，其中著名的陶瓷产区有江西景德镇、湖南醴陵、广东石湾和枫溪、江苏宜兴、河北唐山和邯郸、山东淄博等。

我们都熟悉“丝绸之路”，但知道还有“陶瓷之路”吗？

丝绸与陶瓷，是中国人奉献给世界的两件宝物，甚至在一

一定程度上影响了使用中国丝绸和陶瓷的世界其他民族的生活方式和价值观念。菲律宾等国的“马来人”将中国陶瓷作为神物供奉；伊斯兰人设宴接待贵宾，盛饭、装菜要用中国的大青花瓷盘；非洲人将中国瓷器装于清真寺、宫殿等建筑上，用以“镇妖避邪”。而古罗马人将中国的丝绸奉为上流社会的豪华尊贵服饰和贵妇的美艳奢侈品，并在公元一世纪前后引发了一场“丝绸与道德”的论争。丝绸与陶瓷作为物质产品出现，不仅在于它们的使用意义，而由此延伸出来的两条大道，从文化、经济上重新定位了中国与世界的关系。

“丝绸之路”一词，是由德国地质学家李希霍芬1877年提出来的，他曾七次沿着这条商路来到中国，著有三卷本的《中国》一书。他所指出的“丝绸之路”（The Silk Road），肇始于西汉，从当时的国都西安出发，经河西走廊，沿楼兰古城，过阿拉山口，出中亚、西亚抵安息、大秦等地，这是“丝绸之路”最主要的一条通道。此外，在中国的西南、东南沿海也存在“丝绸之路”。经过的地域有沙漠、草原、高原、高山、平原、海洋等风貌，蕴含着无数的欢乐、希望、酸楚和艰辛。“丝绸之路”因丝绸而发展，后来逐渐演变为“文化之路”，现代将其命名为“亚欧大陆桥”，已成为世界上诸多文化交流的桥梁。在这条路上，最为成功的“文化传播”是宗教。自汉代张骞出使西域、甘英出使大秦，这公元前60年的历史时期，在中国历史上光辉闪烁。其后“春风度过玉门关”，又有了“劝君少饮一杯酒，西出阳关有故人”的外交含义。这条路，让中国人结识了波斯人、阿拉伯人、希腊人、罗马人、日本人、朝鲜人、印度人和欧洲人……

而“陶瓷之路”，是20世纪60年代，日本古陶瓷学者三上次男先生总结他多年来在世界各地对“中国陶瓷”的考古成果，