

我最喜爱的科普书

尖端化学小魔方——新材料



究宇宙之原理 探天人之奥秘

科学探究丛书

编

北京未来新世纪教育科学研究所

远方出版社

科学探究丛书

尖端化学小魔方 ——新材料

北京未来新世纪教育科学研究所/编

远方出版社

图书在版编目(CIP)数据

尖端化学小魔方. 新材料/北京未来新世纪教育科学研究所编. —呼和浩特: 远方出版社, 2005. 11(2007. 7 重印)

(科学探究丛书)

ISBN 978-7-80723-118-9

I. 尖… II. 北… III. ①化学—青少年读物②材料科学: 应用化学—青少年读物 IV. 06-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 103880 号

科学探究丛书 尖端化学小魔方——新材料

编 者	北京未来新世纪教育科学研究所
责任编辑	王托雅
装帧设计	静子
出版发行	远方出版社
社 址	呼和浩特市乌兰察布东路 666 号
电 话	0471-4919981(发行部)
邮 编	010010
经 销	新华书店
印 刷	廊坊市华北石油华星印务有限公司
开 本	850×1168 1/32
字 数	680 千
印 张	70
版 次	2007 年 7 月第 1 版
印 次	2007 年 7 月第 1 次印刷
印 数	2000
标准书号	ISBN 978-7-80723-118-9
总 定 价	250.00 元(共 15 册)

远方版图书, 版权所有, 侵权必究
远方版图书, 印装错误请与印刷厂退换

前言

时光如炬，告别了令人欣喜的 2006 年，我们又满怀激情、昂首挺胸地迈入了 2007 年。

中华民族有着五千年的文明史，从盘古开天辟地起，我们告别了混沌的蛮荒年代，在美丽富饶的中华大地上，我们伟大的祖先就用自己的勤劳和智慧不断地创造着美好的生活，同时，也创造了我们灿烂悠久的历史。在不断的躬耕劳作中，原始的科技也随之产生了。从钻木取火到伐薪烧炭，从烽火狼烟到飞雁传鸿，这些无一不闪现着人类智慧的灵光。

人类的文明史，就是一部人类自我超越、不断创新的历史。19 世纪 60 年代，英国首先发生了第一次工业革命，这是人类历史上第一次使劳动生产效率得到迅猛提高，生产力得到空前解放，人类社会各个领域发生重大变化，人类文明得以急速进步的技术革命和产业革命。自此，人类科技开始了突飞猛进的发展。

科技改变着我们的生活，人类前进的步伐越来越稳，越来越

越快,不知不觉中,我们身边有了计算机、互联网……新技术的应用不断充斥着我们的生活,新的科技时代到来了!

科技是第一生产力。科技的发展离不开文化的发展与素质的提高,作为新世纪的接班人,我们所肩负的任务越来越重。在知识经济时代,人才的竞争就是知识的竞争、文化的竞争,只有用知识来武装自己,才能在竞争中立于不败之地。

为了能够让广大读者读到好的科普读物,我们特别为读者编写了《科学探究丛书》,以增长读者的课外知识。

由于编者能力有限,有不适之处,请大家指正。

编 者



目 录

第一章 中国的材料之星——陶瓷	1
古往今来话陶瓷	1
纳米技术在陶瓷中的应用	9
压电陶瓷的应用	13
第二章 透明世界的新成员	19
作用万千的有机玻璃	19
异军突起的微晶玻璃	23
小不点的大作用——玻璃微珠	28
传导光线的玻璃纤维	31
第三章 新型金属放异彩	36
金属世界中的大力士	36
五彩缤纷的不锈钢	41
金属玻璃	46
记忆合金	51
“哑巴”金属	56



超塑性合金	62
神奇的超导体	66
第四章 蓬勃发展的有机高分子材料	75
有机材料与海水淡化	75
合成橡胶	80
吸水树脂	85
“塑料王”聚四氟乙烯	88
聚丙烯诞生记	92
导电塑料	97
高分子流体	103
合成纤维的功用	109
碳原子家族	115
高分子王国	121
第五章 材料工程的新突破	128
巧夺天工的载能束	128
制膜技术	131
非晶态材料	135
纳米材料	141
全球超导热以及第四次技术革命	147

第一章 中国的材料 之星——陶瓷

古往今来话陶瓷

我们伟大祖国的英文简称为 China, 而 china 还有另外一个意思, 那就陶瓷。古代中国的昌南, 也就是现在的景德镇, 在东汉时期开始建造窑坊, 烧陶瓷。他们吸收了南方青瓷和北方白瓷的优点, 再加上昌南的土质比较好, 生产出了一种晶莹剔透, 有假玉器之称的新型陶瓷, 青白瓷。它的质地远近闻名, 大量出口国外。在欧洲人还不会制造瓷器之前, 做工精良的昌南瓷器在欧洲十分受欢迎, 欧洲人就把昌南的谐音“CHINA”作为了瓷器的代称, 而中国又是瓷器之乡, 也就一



并称为“China”了。在看古代中国的缸、罐、钵、壶等日用器皿，现在的厨房用具、餐具、卫生设施或艺术饰品十有八九都是陶瓷制的。那陶瓷是怎么来的呢？

恩格斯曾经说过，我们人类和动物最最本质的区别就是劳动——劳动创造了人本身。人类通过劳动来制造工具，人类最早用大自然所馈赠的石头打磨成各种形状的工具，用于砍劈、切削、钻凿，来同大自然搏斗，以求生存。这种简单的石制工具在 250 万年前将古代人类带入了“旧石器时代”。在旧石器时代，人类使用的石器工具比较粗糙，也有少量的骨器工具。那时的社会生产方式是采集和渔猎，即采集自然生长的植物，捕捉和猎取自然生长的鱼类和飞禽走兽，作为维持生命的食物。这种生产与生活方式大约持续了 200 多万年。在这期间，人类逐渐对大自然的馈赠感到不满足了，他们有了更高的“追求”。于是乎，在约 1 万年前，人类发展史上的由旧石器时代进入了新石器时代。

一次偶然的机会使他们以粘土为原料，经过火烧而制成了最原始的陶器。这种原始陶器的产生是人类发展史上的一块里程碑。恩格斯曾经把它的出现作为新石器时代开始的标志，原因是它是人类最早不用大自然的现成材料而制成的器



具。而这种最古老的制陶技术成了人类材料技术的发端。在这种制陶技术的基础上,我国勤劳的古代劳动人民又发明了制瓷技术。这就是我们介绍材料技术,为什么要先从陶瓷说起。

其实在旧石器时代的末期,人类已经会在用树枝条编成的容器上涂抹粘土,晒干后用来盛物,不过遗憾的是这种工具即怕水又不坚固。不过一些偶然的机会,例如森林着火等等,使这些简陋的容器“丑小鸭变成美丽的天鹅”了,他们经受了火烧。人们发现,其内部的树枝条烧成了灰烬,只剩下了坚硬的、耐火的坯料——古代陶器的雏形。通过人们有意识地模仿,将把粘土搓捏成形,烧制成器皿,用来盛水,存放、烧煮食物等;烧制成渔猎工具,如刀、杈、渔枪、锤等,标志着最古老的制陶技术在1万年前的成型。根考证世界上最早生产陶器的国家是中国。在河北徐水及江西万年出土的考古发掘物表明,我国大约在1万年前就已有陶器生产。制陶技术在我国获得飞快的发展,形成了黑陶、白陶、彩陶等多个品种。被人们称作“世界奇观”的陕西临潼出土的秦始皇兵马俑,就是在烧成的陶胎上进行彩绘而制成的,称为彩绘陶,其工艺水平令世人叹为观止。

说过了陶,让我们在来了解下瓷。众所周知陶瓷实际上是陶和瓷的总称。瓷是由陶经过几千年的演化而来的,比起陶来,瓷体形轻盈,玲珑剔透,表面光泽细腻,不渗水,不透气,耐高温,抗腐蚀。

制瓷技术是在制陶技术基础上逐渐发展而形成的。与制陶技术相比,主要是在以下三方面取得了长足的进展:

(1)精选原材料。瓷器是以含铝成分较多的高岭土为原料烧制而成的。

(2)改进窑炉,提高烧成温度。

(3)发明和利用釉。釉是以石英、长石、粘土等为原料,烧结在陶瓷表面的玻璃质薄层。

说到利用釉,我国已有三千多年的历史了。早在商代,就已出现了上釉的原始瓷器。由商到东汉,经过一千多年的改进和提高,越窑首先发明了用 1300°C 以上高温烧成的上釉青瓷。东汉时期,我国的制瓷技术已经具备十分高的水平,出现了许多名窑和名瓷。有诗为证:“九秋风露越窑开,夺得千峰翠色来。”这是古人来赞扬越窑出产的青瓷的美丽。江西景德镇所烧制的薄胎瓷器,被誉为:洁如玉、明如镜、薄如纸、声如磬,这些特点为景德镇赢来“瓷都”之称。



以上这些利用瓷石、长石、粘土、石英等为原料,经过粉碎、混和、磨细、成形、干燥、烧成等传统工艺制成的产品称为传统陶瓷,现在人们主要用作日用器皿和建筑、卫生制品。本世纪 20~30 年代以来,传统陶瓷遇到了严峻的挑战。

首先是科学技术的发展,带动了材料技术的发展,陶瓷也要提高自身“素质”。例如,远距离高压输电线的建立,要求可以承受几十万伏高压的良性绝缘材料;汽车的火花塞必须可以耐高温、高压、高电压;另外一些高科技产品均要求其材料必须具备耐高温、高压的性质,随着其他材料的出现,陶瓷所承受的压力与日俱增。

其次陶瓷具有先天的脆弱性,这决定了他无法在工业上得到广泛的应用,只能有金属材料取而代之了。

陶瓷材料主要有三种结构,即晶体相、玻璃相和气孔。晶体相是陶瓷的基本结构,它是由陶瓷化合物的原子按一定规则排列而形成的晶体结构。玻璃相是由陶瓷各组成物和杂质的原子无规则排列而形成的非晶态结构,因这种结构同玻璃的显微结构相似,故称为玻璃相。玻璃相的微观结构比晶体疏松,是陶瓷中的薄弱环节,它在一定高温时会软化,降低了陶瓷的耐热性;玻璃相中的杂质,使陶瓷的许多性能降低。陶

瓷的性能同其微观结构密切相关。

挑战是对极限的超越,是孕育新知的起点。科学家们经过长期不懈的研究和大量的实验,是陶瓷的性能大幅度提高。科学家们使用许多高纯度的人工合成化合物去代替天然原料,并改制备工艺,使原材料中氧化铝的含量不断提高,逐渐的取代了富含硅酸盐的天然原料,制成性能更好的陶瓷。一系列的胜利也使陶瓷工艺进入了一个全新的时代——先进陶瓷。

先进陶瓷材料又称精密陶瓷,主要指选用高纯化学原料、经过严格控制的成形与烧结工艺制备而成的无机非金属材料,包括结构陶瓷、功能陶瓷以及陶瓷基复合材料,是新材料的一个重要组成部分,在通讯、电子、航空、航天、军事等高技术领域都有广泛的应用,尤其是信息通讯领域。换句话说,绝大部分高技术的发展都离不开先进陶瓷的发展的。

狭义上的陶瓷是指用无机非金属化合物粉体,经高温烧结而成的,以多晶聚集体为主的固态物质。其中不包括玻璃、搪瓷、水泥、耐火材料、金属陶瓷等。

然而从广义上的陶瓷泛指一切经高温处理而获得的无机非金属材料,包括人工单晶、非晶态、狭义陶瓷及其复合材料、



半导体、耐火材料及水泥等。

按化学成分可以把先进陶瓷分为氧化物陶瓷、碳化物陶瓷、氮化物陶瓷、硼化物陶瓷、氟化物陶瓷、硅化物陶瓷、硫化物陶瓷等。

按性能和用途又可以把先进陶瓷大体分为先进结构陶瓷和先进功能陶瓷两大类。

金属作为结构材料，一直被广泛使用。但是，由于金属易受腐蚀，在高温时不耐氧化，不适合在高温时使用。先进结构陶瓷的出现，弥补了金属材料的弱点。它具有能经受高温、不怕氧化、耐酸碱腐蚀、硬度大、耐磨损、密度小等优点，作为高温结构材料，非常适合。例如氧化铝陶瓷、氮化硅陶瓷等。

压电陶瓷可利用机械压力产生电效应，故用于制造内燃机点火系统、电子打火机点火元件和炮弹引爆信管等是先进功能陶瓷的应用。所谓先进功能陶瓷则是指利用材料的电、磁、声、光、热等性能或其耦合效应，来实现某种使用功能的先进陶瓷。它具有品种多、价格低、功能全、更新快等特点，在各个领域中都有广泛的应用。

科学技术的发展是永无致敬的，而陶瓷技术的发展也会随着科学技术的发展而勇往直前。如果说原始陶的出现是陶



瓷发展史上的里程碑,那么从陶器发展到瓷器就是第一次飞跃,从传统陶瓷发展到先进陶瓷就是第二次飞跃,我们也即将迎来第三次飞跃——从先进陶瓷发展到纳米陶瓷。

何谓纳米陶瓷,纳米陶瓷就是指显微结构具有纳米量级水平的陶瓷材料。

纳米陶瓷的显微结构只有借助各种显微分析仪器才可以观察到。目前绝大部分先进陶瓷的显微结构处于微米量级水平,在1立方厘米体积中约有 10^{10} 个晶粒。而纳米陶瓷的显微结构比先进陶瓷的显微结构更加细微,具有纳米量级水平,即晶粒尺寸为1~100纳米,在1立方厘米体积中约有 10^{19} 个晶粒。由此可知,纳米陶瓷较先进陶瓷其晶粒细小得多。

数量上的变化引起陶瓷在性能上质的变化。在纳米陶瓷中,1立方厘米体积中存在 10^{19} 个晶粒边界(称为晶界),晶界上的原子占晶体总原子数的50%,它们受到周围原子的相互作用,其排列组态既不同于晶体(晶体内部原子规则排列),也不同于非晶态(非晶态如玻璃,其中原子呈短程有序、远程无序的排列),这种新的原子排列组态给纳米陶瓷带来了许多新性能。纳米陶瓷晶粒细化,有助于晶间的滑移,从而导致了超塑性;也因为晶粒细化,材料中的气孔和其他缺陷尺寸减小,可

获得少缺陷甚至无缺陷的陶瓷,其力学性能大幅度地得到提高。使纳米陶瓷具有了高强度、高硬度、高韧性、耐高温、耐腐蚀的特点及优良的化学稳定性和生物相容性功能,这是一般金属材料 and 有机高分子材料无法比拟的,世界发达国家把纳米陶瓷材料列为二十一世纪新材料。相信纳米陶瓷也会迎来属于它的崭新的未来。

纳米技术在陶瓷中的应用

纳米是非常小的计量单位。在纳米范围内研究物质的结构及其变化规律,并应用于生产生活之中的技术,称为纳米技术。将纳米技术应用于陶瓷业中将会给陶瓷业带来新的飞跃,使纳米陶瓷技术发生的深刻的变化,生产也将随之走出传统的泥与水的生产,使用范围也将随之拓宽。这是由于陶瓷本身的性质是受晶体结构影响的,其分子之间、离子之间、表面能的变化是极其细小的,我们现在的微米级研究和生产遇到了许多无法解决的问题和难题,这就需要纳米技术去解决。纳米级的研究本身接近分子、离子的大小,对其变化的准确性也提高了,变化过程的控制能力也会相应提高。随着世界范



国内的纳米技术的研究和应用,它对陶瓷业的影响也会越来越大。从世界的总体状况来看,纳米技术的应用和研究还处于起步和萌芽状态。存在着研究无处下手,找不到切入点等问题。我们应该从小做起,认真学习,将来作名研究纳米技术的科学家。

1、纳米材料的制造技术研究。如何获得纳米级陶瓷原料这是问题的关键所在,没有原料的制备,无从谈起产品的制造,原料通过什么途径制成,这是基础性工作。

(1)机械制造技术。从目前看,我国还没有开发出成熟的可以生产纳米级陶瓷原料的机械设备,这就需要我们共同努力去研制和开发,这也为我们提供了创新和出成果的机遇。

(2)化工制造技术。虽然在某些方面我们已有纳米材料的成功应用,如纳米涂层技术,但这种技术还不成熟,尚不能普及,而且有不少缺陷,比如寿命年限的3~5年就使这项技术无法得到广泛的应用。用化工制造技术取得釉料的希望要比坯体原料的希望大,这就要求釉料生产部门变革创新,开发研究,以取得纳米级釉料。

2、纳米级釉料的应用。从生产的难易程度上看,纳米级釉料的取得将先于坯料,它带给陶瓷产品的新变化也将是不

