



C A I L I A O N I B U Z H I D A O D E M I M I

青少年科学探索·求知·发现丛书 李英丽◎编著

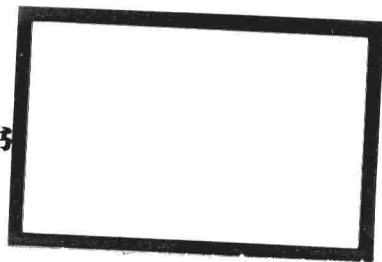
新材料你不知道的秘密



APUTIME
时代出版

时代出版传媒股份有限公司
安徽科学技术出版社

青少年科学探索·求知·发现丛书



新材料你不知道的秘密

XIN CAILIAO NI BU ZHIDAO DE MIMI

李英丽◎编著



APSTIME

时代出版传媒股份有限公司
安徽科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

新材料:你不知道的秘密/李英丽编著. —合肥:安徽科学技术出版社,2012.10

(青少年科学探索·求知·发现丛书)

ISBN 978-7-5337-5818-9

I. ①新… II. ①李… III. ①新材料应用-青年读物
②新材料应用-少年读物 IV. ①TB3-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 235221 号

新材料:你不知道的秘密

李英丽 编著

出版人:黄和平

责任编辑:翟巧燕

文字编辑:吴晓晴

责任印制:廖小青

封面设计:佳图堂设计工坊

出版发行:时代出版传媒股份有限公司 <http://www.press-mart.com>

安徽科学技术出版社

<http://www.ahstp.net>

(合肥市政务文化新区翡翠路 1118 号出版传媒广场,邮编:230071)

电话:(0551)3533330

印制:永清县晔盛亚胶印有限公司

电话:(0316)6658662

(如发现印装质量问题,影响阅读,请与印刷厂商联系调换)

开本:690×960 1/16

印张:13

字数:230 千

版次:2012 年 10 月第 1 版

2012 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5337-5818-9

定价:25.80 元

版权所有,侵权必究



前 言

科学是人类进步的第一推动力，而科学知识的普及则是实现这一推动的必经之路。社会的进步、科技的发展、人们生活水平的不断提高，为我们青少年的科普教育提供了新的契机。抓住这个契机，大力普及科学知识，传播科学精神，提高青少年的科学素质，是我们全社会的重要课题。

人类的智慧在我们生存的这个蔚蓝色的地球上正放射出耀眼光芒，同时也带来了一系列不容忽视的问题。引导 21 世纪的青少年了解人类最新文明成果，以及由此带来的人类必须面对的问题，是一件十分必要的工作。为此，我们组织了一批专家学者编写了这套《青少年科学探索·求知·发现丛书》。

《青少年科学探索·求知·发现丛书》共 23 册，几乎囊括了整个自然科学领域，内容包括浩瀚无穷的宇宙、多姿多彩的地球奥秘、稀奇古怪的生物世界、惊世骇俗的科学技术、威力惊人的军事武器……丛书将带领我们一起领略人类惊人的智慧，走进异彩纷呈的科学世界！

《新材料：你不知道的秘密》是一本介绍新材料的科普读物。本书作者大多是从材料科学与工程教学和科研多年的教师和研究人員，因此，对材料科学与工程相关领域有很好的基础知识和很深的学术造诣。本书用深入浅出的语言，形式活泼的艺术表现手法，将新材料“王国”的有关知识展示给读

者，向公众描绘了一幅纵贯古今的新材料全景画，带你领略精彩纷呈的材料风采，探秘奥妙神奇的材料世界。

本套丛书综合了当今最新科技研究成果，具有很强的科学性、知识性、可读性，是青少年朋友了解科技、增长知识、开阔视野、提高素质的良好科普读物。

丛书编委会

2012年7月



目 录

第一章 新材料展览

类型多样的材料	002
中国与陶瓷	003
普通陶瓷的脆弱性	004
新颖陶瓷	005
“蜗牛壳”式的陶瓷	007
敏感陶瓷	009
用途广泛的压电陶瓷	011
陶瓷的透明度	013
陶瓷滚动轴承的特性	016
有“超能力”的陶瓷	017
迷你高性能的陶瓷发动机	018
燃气轮机中运用的工程陶瓷	019
陶瓷上的艺术	020
新型的陶瓷木材	021
种类繁多的玻璃	022
神奇的玻璃城	023
夹丝玻璃的传奇故事	024
夹层玻璃的功能	025
会保守“秘密”的压花玻璃	027
“水晶宫”似的幕墙玻璃	028

与众不同的微晶玻璃	030
安全玻璃	032
灵敏的调光玻璃	034
太阳能玻璃	036
轻便结实的玻璃钢	038
对塑料的介绍	040
色彩丰富的塑料薄膜	041
压电塑料薄膜的用途	042
回归反光塑料薄膜	043
特殊塑料的导电性	044
神奇的发电塑料	046
发光塑料的应用	048
工程塑料具有“钢铁”性	050
塑料风筝与云“共舞”	052
环保塑料	054
泡沫塑料	056
光滑的聚四氟乙烯塑料	058
塑料树	060
识别有毒塑料袋	061
塑料瓶与食用油“无缘”	062
人工角膜	063
塑料代替金属的时代	064
多气孔的泡沫塑料	065
不怕火的塑料	066
塑料薄膜的形成	067
塑料也需要营养	068
正确选择塑料材料	069
强劲的“凯芙拉”纤维	071
随光变色的纤维	073
纤维家族中的“烈火金刚”	075
极细的光导纤维	076
“冷胀热缩”的中空纤维	078

医用纤维的广泛用途	079
高品质的蜘蛛丝纤维	081
超细纤维的用途	083
合成纤维的防火性	084
光导纤维的传递性	085
高强度的合成纤维	086
会发光的异形纤维	087
种类繁多的异形纤维	088
随温度变色的纤维	089
光导纤维的用途	090
木材的自白	091
钢铁的自白	094
有色金属的后起之秀——钛	095
合成橡胶	096
罕见的液体磁铁	098
半导体材料——硅	099
具有潜力的复合材料	101
纳米材料	103
迎来超导世界	105
发展迅速的激光家族	108
神秘金属的“超能力”	110
通情达理的智能材料	112
“有机硅”的性能	115
高吸水性树脂的本领	116
黄金的特性	117
“硬度之王”——金刚石	118
合成塑料的鼻祖——酚醛树脂	119
最轻的金属——锂	120
塑料制品的出现	121
最硬的新材料	122

第二章 纳米研究与应用

科技领域革命的导火索	124
纳米的理论基础	130
纳米研究应用	132
量子力学的延伸	135
纳米的发展史	137
纳米的性能	139
纳米的另一种突破	142
新材料的革命	144
分子马达的研究	149
力量无限的机器	152
神奇的微型机器人	154
纳米机器人的感官	159
纳米机器人的自我复制	162
纳米火车的特性	164
虚拟中的真实	167
纳米医学的神奇	169
未来的生物导弹	174
摩尔定律的新发展	176
纳米芯片的研发	179
超级电脑	184
神经计算机	189
隐身飞机的发展	192
智能军服	195
麻雀卫星的神奇	198

The background of the page is a composite image. The upper portion shows a city skyline with several tall, modern skyscrapers. The lower portion shows a field of white flowers, possibly daisies, in bloom. The text is centered over the image.

第一章 新材料展览

类型多样的材料

材料是人类用于直接制造物品、器件、构件、机器或其他产品的物质。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，它们都是物质，但一般都不算是材料。我们给材料下的定义并不那么严格，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。因为材料与国民经济建设、国防建设和人民生活密切相关，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。材料除了具有重要性和普遍性以外，还具有多样性。

由于材料具有多样性，分类方法也就没有一个统一标准。从物理化学属性来分，可分为金属材料、无机非金属材料、有机高分子材料和不同类型材料所组成的复合材料。从用途来分，又分为电子材料、航空航天材料、核材料、建筑材料、能源材料、生物材料等。结构材料与功能材料以及传统材料与新型材料，是更常见的两种分类方法。

结构材料是材料的以力学性能为基础，用以制造受力构件，当然，结构材料对物理或化学性能也有一定要求，如光泽性、热导率、抗辐射、抗腐蚀、抗氧化等。功能材料则主要是利用物质的独特物理、化学性质或生物功能等而形成的一类材料。某种材料往往既是结构材料又是功能材料，如铁、铜、铝等。

传统材料是指那些已经成熟且在工业中已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。新型材料（先进材料）是指那些正在被人们开发利用，且具有优异性能和应用前景的一类材料。新型材料与传统材料之间的界限并不十分明显，传统材料通过采用新技术，提高技术含量，提高性能，大幅度增加附加值而成为新型材料；新型材料在经过长期生产与应用之后也就成为传统材料。传统材料是发展新型材料和高技术的基础，新型材料则往往能推动传统材料获得进一步发展。



中国与陶瓷

陶瓷是陶器和瓷器的总称。陶器和瓷器的主要区别有两点：一是原料不同，二是烧制温度不同。陶器的烧制温度低，在 $900 \sim 1200^{\circ}\text{C}$ 就能烧成，有的甚至只在 700°C 烧制。瓷器则要在 1300°C 以上。陶器的原料以黏土为主，加入适量的长石和石英；瓷器的原料按坯体中的主熔剂分为长石质瓷器（长石、石英和高岭土）、绢云母质瓷器（绢云母、石英和高岭土）、骨灰瓷（磷酸盐、长石、石英和高岭土）和滑石质瓷（滑石、长石和高岭土）等。陶器的断面粗糙、疏松、气孔率大，而瓷器的断面光洁致密。

人类自从会使用火以来，就知道泥土烧过后会变硬且能保持一定形状。考古证明，中国人在八九千年前就会制造陶器。最初人们把涂有黏土的篮子进行火烧，形成不易透水的容器，用来煮东西吃，以后开始用黏土制成各种形状的器具，如盛水的壶、缸、盂，煮食的鼎、釜、罐，储存东西的瓮、坛、尊，洗涤用的盆之类，统称为陶器。我国曾出土了新石器时代的许多陶器，证明我国是世界上最早会制造陶器的国家之一。

在烧制陶器的过程中，把握好的陶器坯料放在高温下烧制，有时会发现其中容易熔化的部分化成玻璃状的黏液，把坯料中的小空穴堵死了，烧成后不会再吸收水分，轻轻敲打能发出清脆的声音，这就是最早的瓷器。但在烧瓷器时，如果温度掌握不好，稍稍过一点，瓷器会变形或烧裂，所以烧瓷器在当时是一项很难的技术。中国早在商代就会烧制瓷器。尽管中国的瓷器后来传到西方，但没有一个国家会仿制。“洋人”看到瓷器后非常惊奇，甚至流传这样一种说法：“中国人把石膏、鸡蛋清和贝壳粉混在一起，然后在地下埋 $80 \sim 100$ 年，就变出了瓷器。”他们赋予了瓷器一种神奇的色彩。

外国人把瓷器称为“中国器具”，这是因为只有中国人才会制造瓷器。至今，西方仍把瓷器叫作“china”。由于中国的瓷器质量优良，曾远销世界各国。20 世纪 70 年代末，在韩国木浦湾发现了一艘几百年前的沉船，沉船中就有大量中国元朝时期的古瓷。



普通陶瓷的脆弱性

陶瓷给人的印象总是十分脆弱的：一只瓷碗，掉在地上，就会“粉身碎骨”。

近年来，科学家们在对陶瓷进行悉心研究后发现，它之所以如此脆弱，主要是两个原因造成的：

第一，由于陶器的烧成温度比较低，通常为 $800 \sim 1000^{\circ}\text{C}$ ，因此气孔率比较高。在陶器碎片的断面上，少年朋友们不难看到许多小孔洞，且组成陶瓷的颗粒也比较粗大。瓷器的烧成温度虽然要比陶器高得多（通常为 $1200 \sim 1400^{\circ}\text{C}$ ），组成的结构也要比陶器细密，少年朋友们用肉眼可能看不出有什么细微的缺陷，但是，如果你通过显微镜进行观察，在瓷器碎片的断面上，就可以看到有许许多多细微的伤痕、裂纹、气孔和夹杂物。要是你把瓷器碎片放在倍数更大的电子显微镜下，那么，你将会发现瓷器在晶体结构方面的缺陷，例如空位、位错等。而所有这些细微的裂纹、气孔、夹杂物、晶体缺陷和表面伤痕，都可能成为陶瓷“碎骨”的发源地。

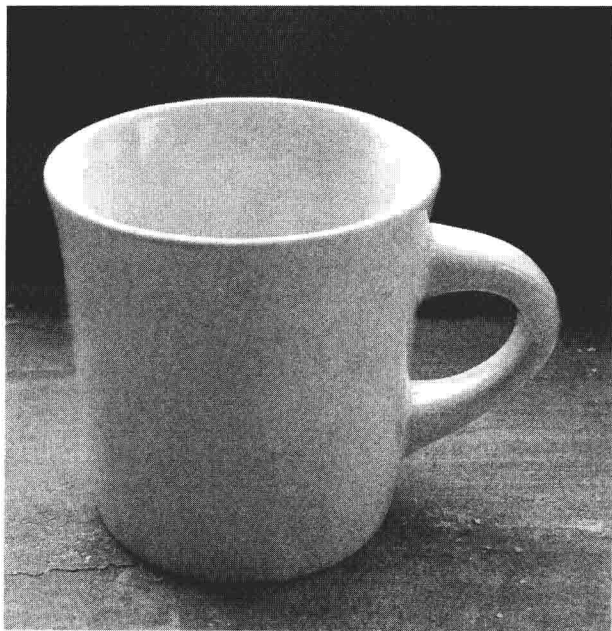
第二，由于陶瓷属于脆性材料，一旦出现裂纹，它不像金属那样具有塑性变形的能力，所以，只好“打破砂锅‘纹’到底”了。在热冲击的条件下，由于陶瓷的导热性较差，热膨胀系数大，热应力由此增加，因此，裂纹的扩展速度更会进一步加剧。在日常生活中，如果我们用砂锅炖（煮）食物，只能用文火慢慢加温，要是一开始就用猛火急烧，就会出现砂锅炸裂事故。即使是烧好后，也不能急于用冷水去冷却。

新 颖 陶 瓷

新颖陶瓷，必须克服普通陶瓷脆性这一缺陷。许多科学家经过不懈努力，终于找到了克服陶瓷脆性的药方。

首先，从改善内部结构着手。研究表明，在氧化锆陶瓷的原料中，添加少量的氧化钇、氧化镁、氧化钙等粉末，经高温烧制成氧化锆陶瓷后，其中的氧化锆便生成两种晶体，它们被称为立方晶体和四方晶体。当陶瓷受到外力作用时，四方晶体便变成一种单斜晶体，体积迅速“膨胀”。由于晶体的体积急速增大，可阻止陶瓷中原先存在的细微裂纹的扩展。这样，陶瓷就不会破裂了。

其次，可在改善陶瓷的表面状态方面下工夫。通常情况下，陶瓷的断裂大都从表面的缺陷开始，所以，改善陶瓷的表面状态，犹如为防止陶瓷的破损设下了第一道屏障。改善的具体方法为：通过化学或机械抛光技术消除陶



瓷的表面缺陷；对氮化硅、碳化硅等非氧化物，只要通过控制表面氧化技术，便可消除其表面缺陷或者使裂纹尖端变钝；要想达到表面强化和增韧的目的，也可以通过热加工来完成。

第三，将纤维均匀地分布于陶瓷原料之中，以提高陶瓷的强度和韧性。其原理与我们在石灰中加入纸筋相类似。这是因为，在陶瓷原料之中加入纤维，具有三大作用：①纤维不易拉断，在工作时可承担大部分外加负荷，从而减轻了陶瓷的负担，使其不易产生裂纹。②纤维与陶瓷体结合在一起以后，具有很大的摩擦力，于是，就可以加强陶瓷的韧性了。③即使陶瓷内出现了细微裂纹，纤维也能将它们紧紧拉住，不至于使裂纹进一步扩展开来。

新颖陶瓷又称韧性陶瓷。韧性陶瓷除了具有不怕撞击、不怕摔打的优点以外，还具有强度大、硬度高、不怕化学腐蚀等优点。韧性陶瓷可以制作陶瓷榔头、陶瓷菜刀、陶瓷剪刀等工业产品和生活用具。从外观上看，这些陶瓷制品与普通的钢铁制品并没有什么不同，只是毫无钢铁的成分。

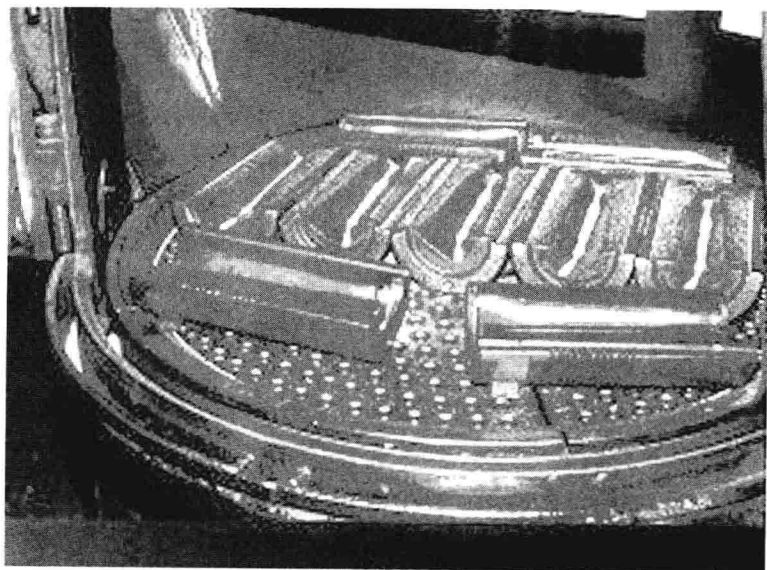
用韧性陶瓷制作的这些新产品的长处是显而易见的：用陶瓷菜刀切食物，不会在食物上留下令人讨厌的铁腥味，它特别适合于切生吃的食物和熟食；陶瓷剪刀的锋利程度不亚于钢制剪刀，可以用来裁剪纸张、绸布等；由于它不会带磁性，因此特别适宜于剪接录音磁带和录像磁带。

韧性陶瓷还可以用来制作手表壳，制造加工金属用的切削工具、防弹盔甲、人造骨骼和关节等。不过，材料科学家对韧性陶瓷最感兴趣的是利用它代替金属材料制造发动机。

“蜗牛壳”式的陶瓷

1988年，为了响应联合国环境规划署的倡议，欧洲共同体国家经过长达6年的协商后，一致同意各国共同努力减少大气污染，其中包括减少有害气体氧化氮的排放。特别是英国、法国、德国、意大利、西班牙、荷兰、比利时、丹麦、爱尔兰、希腊、卢森堡等12个国家还签订了保证书，保证到1998年要使氧化氮的排放量比1980年减少33%。

工业发达国家之一的英国，汽车、飞机和各种火力发电厂在这个面积不大的国家排放出大量有害气体。尤其是飞机排放的氧化氮对大气的影​​响不容忽视。人们或许奇怪，飞机用的是煤油，怎么会排放氧化氮呢？这引起了英国剑桥大学材料科学系的研究人员比尔·克莱格的兴趣，并参与了弄清和解决这一问题的研究。首先他和他的同事弄清楚了为什么飞机烧煤油会排放出氧化氮这一问题的奥秘。原因和航空发动机所用的材料有关。一般的航空发动机的涡轮叶片都是用耐热合金制造的，耐热合金在温度达到 1000°C 以上时，



强度就会降低变软。而驱动涡轮叶片的火焰气体温度却高达 2000°C 。为了使涡轮叶片不变软，现在采用的方法是吹一层冷却空气膜把炽热的火焰和叶片表面隔离开来，同时冷却叶片。但是冷却空气膜和火焰接触混合后，温度会立即升高到 $1800 \sim 1900^{\circ}\text{C}$ 。在如此高的温度下，空气中的氮和氧就会发生化学反应，形成氧化氮这种有害气体。

克莱格和他的伙伴们想，要去掉氧化氮，首先要废除用空气冷却叶片这种原始方法。但如果不用冷却空气就必须提高叶片的耐热温度。可是现在最好的耐热合金也只能承受 1100°C 左右的高温。于是他们就想利用能耐 1500°C 以上高温的陶瓷制造涡轮叶片。但是现在大多数陶瓷都很脆，很容易破碎。怎样才能得到硬而不脆的陶瓷呢？克莱格想起了蜗牛。他知道，别看蜗牛的肉软乎乎的，可它背上背的那个薄薄的壳却硬而不脆。蜗牛壳为何有此特性呢？克莱格用显微镜观察了蜗牛壳的结构，发现蜗牛壳是由许多碳酸钙层和薄薄的蛋白质层交替组成的，结构就像千层饼。那些碳酸钙层虽硬而脆，但它们之间夹着的蛋白质却那么柔韧。即使有一两层碳酸钙碰裂了，但夹在它们之间的蛋白质层也能挡住这些裂纹扩大延伸，因此整个蜗牛壳就又硬又不脆。

1994 年克莱格仿照蜗牛壳的结构生产了一种千层饼似的层状材料，是用 150 微米厚的碳化硅陶瓷片和 5 微米厚的石墨片交替地叠加，再加热加压而成的。这种石墨层软而耐热，即使受到碰撞，它能分散碰撞时的应力并防止已开裂的个别碳化硅层的裂纹扩大。现在，克莱格已经制成了这种蜗牛壳结构式的材料，并在航空发动机的燃烧室内成功地进行了试验，最终大大减少了氧化氮的排放量。