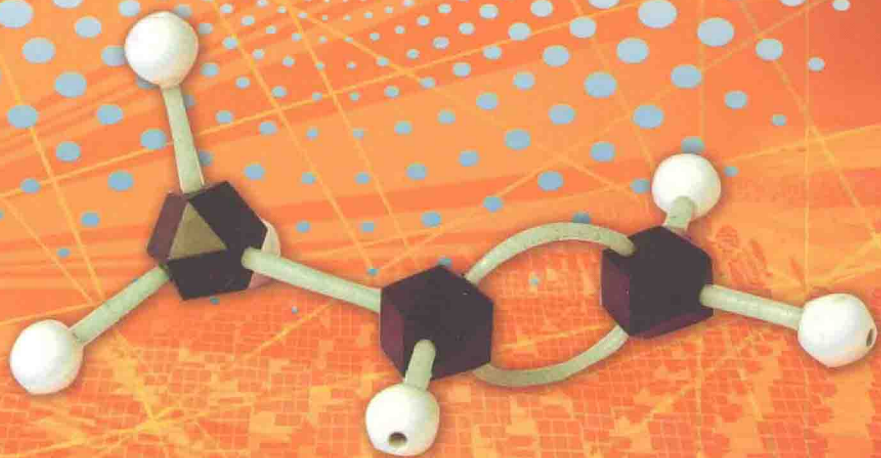


青 少 年 首 选 科 普 读 物

我的科学地带



妙手

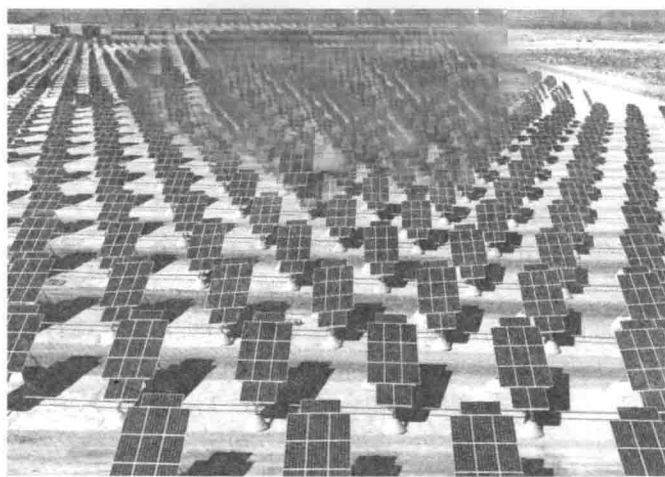
点石成金

知识出版社

MY
SCIENCE
ZONE 我的科学地带

《我的科学地带》编委会 编

妙手点石成金



知識出版社

图书在版编目(CIP)数据

妙手点石成金 / 《我的科学地带》编委会编.
— 北京: 知识出版社, 2010.9
(我的科学地带)
ISBN 978-7-5015-6101-8

I. ①妙… II. ①我… III. ①化学—普及读物 IV. ①06-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第153074号

责任编辑: 王 绚
封面设计: 刘 嘉
版式设计: 史乐瑞
责任印制: 乌 灵

我的科学地带(妙手点石成金)

知识出版社出版

(北京阜成门北大街17号 邮政编码: 100037 电话: 010-68345010)

<http://www.ecph.com.cn>

开本 720×1020毫米 1/16 12印张

2010年9月第1版第1次印刷

高等教育出版社印刷厂印制

ISBN 978-7-5015-6101-8

定价: 19.00元

目 录

材料领域的未来之星	1
稀有怪异的“金属群”	6
有“感知”能力的材料	10
材料点石成金且看固体化学	14
神奇的智能材料	20
防火涂料来了	25
“点氢成油”的石头	30
害人不浅的重金属	33
气体“刻刀”不温柔	37
来自海洋的生命元素——壳聚糖	41
钛项圈与颈椎病	45
达菲·莽草酸·八角茴香	49
秀外慧中的银离子	53
宝石之王——钻石	58
对称之美——富勒烯艺术	63
鉴证学的基石之一——尸蜡	68
警惕食物中的砷化物	73
A到Z中的家用化学品	78
衣服污染与绿色服装	82
还原真实的木糖醇	88
如何选择食用油	93
中国的能源超级大区——新疆	97
让风为我们“吹”出淡水与矿物	102

用太阳能照亮世界	106
无碳能源：太阳氢	112
太阳能飞机	118
为电池充电加速	122
海浪发电：从海牛到海蛇	125
新能源发电	130
石油采掘是怎样发明的？	134
石油用完了怎么办？	137
后劲十足的液化煤	140
油气回收——加油站的绿色革命	142
剩下的西瓜也是宝	145
乙醇——尚待开发的生物能源	148
海水淡化的困境	151
21 世纪的新资源——深层海水	153
空间站的能源危机	155
太空资源知多少？	159
月球上制造氧气	161
天然气水合物——21 世纪的新能源	163
存储能源的疑难	167
十大方案应对能源危机	171
别了，杰出的发明	177
环境保护 妙招连连	182

材料领域的未来之星



世界上什么物质最硬？你一定会说：“当然是金刚石”。这样的回答在以前也许是对的，不过，现在情况已经发生了变化，上海交通大学的计算物理学家通过计算发现：一种在自然界和实验室中只以少量微小颗粒形式存在的物质，其硬度是金刚石的1.5倍，这种物质名为纤锌矿氮化硼，是氮化物的一种。



或许你对氧化物、氯化物、硫化物等很熟悉，但你了解氮化物吗？没准儿它们才是材料领域的未来希望之星。

特殊的氮化物

氮化物是氮与其他元素形成的二元化合物，包括金属氮化物、非金属氮化物和氨（习惯上将氨作为一种特殊物质，不列入氮化物中）。金属氮化物指金属元素与氮形成的化合物。其中多数不溶于水，热稳定性高，可用作高温绝缘材料，像氮化钛、氮化钽、氮化钒等。少数遇水完全水解生成金属元素氢氧化物并放出氨，如氮化镁、氮化铝等。

很多金属型氮化物和非金属氮化物都具有高硬度、高熔点、高化学稳定性及耐磨、耐腐蚀等特点，在国民经济中具有广泛的用途。其中一些氮化物的硬度已接近甚至超过了金刚石，如立方氮化硼和纤锌矿氮化硼。而金刚石因为其碳结构在高温环境下具有不稳定性，很容易与氧产生化学反应，与铁也很容易化合，所以无法广泛应用于诸多工业领域，于是人们把目光投向了默默无闻的氮化物。

同氧化物不同，多数氮化物并不存在于自然界，而是人工合成的产物。例如氮化铝（AlN）就是一种类似金刚石的氮化物，于1877年被首次合成出来，可耐2200℃高温，且强度随温度的升高下降较慢，导热性好，热膨胀系数小，是良好



的耐热冲击材料。氮化铝抗熔融金属侵蚀的能力非常强，是熔铸纯铁、铝或铝合金理想的坩埚材料。氮化铝还是电的绝缘体，介电性能良好，用作电器元件也很有希望。它具有较高的传热能力，被大量应用于微电子元件。此外，氮化铝还被应用于光电工程，包括在光学储存介面及电子基质作诱电层，在高的导热性下作晶片载体，以及用作军事用途等。

再比如氮化锰，作为氮和锰的合金添加剂，主要用于生产特殊合金钢、高强度钢、不锈钢、耐热钢等产品，尤其在输送石油和天然气的大口径钢管以及造船和汽车用高强度钢等方面，展现了良好的市场前景。氮能提高钢的强度和塑性，扩大奥氏体区（奥氏体是在大于 727°C 高温下才能稳定存在的结构组织，有着特殊的物理性质），细化晶粒，改善加工性能。氮化金属锰能代替部分镍从而降低成本，其特点是主元素含量高，磷等危害性杂质含量低，加入熔体后氮的利用率高。

目前，很多金属氮化物已形成系列产品，包括氮化金属锰、钒氮合金（氮碳化钒， $\text{V}(\text{CN})$ ）、钛及铬的氮碳化物（ $\text{Ti}(\text{CN})$ 、 $\text{Cr}(\text{CN})$ ）、氮化钛、氮化镓、氮化铟等。其中氮化铟具有的纳米结构，是研制相关量子器件的基础材料。

还有一些重要的非金属氮化物，如氮化硼（ BN ）、五氮化三磷（ P_3N_5 ）、四氮化三硅（ Si_3N_4 ）等，他们的热稳定性也比较高，各具特性。氮化硅，尤其是热压氮化硅，是世界上最坚硬的物质之一。它极耐高温，强度一直可以维持到 1200°C 的高温而不下降，受热后不会熔成融体，一直到 1900°C 才会分解，并有惊人的耐化学腐蚀性能，能耐几乎所有的无机酸和30%以下的烧碱溶液，也能耐很多有机酸的腐蚀；同时又是一种高性能电绝缘材料。前面提到的立方氮化硼是优良润滑剂；六方氮化硼因其硬度大，可用来制作车刀、钻头等。氮

化硅、氮化硼、氮化硅等还可用于生产高性能陶瓷。

虽然纤锌矿氮化硼这种材料在实验环境下还很难做出大块的结构，但人们可将颗粒状的耐高温氮化物超硬材料涂在导弹、坦克、钻地炸弹甚至防弹衣上，将来老百姓甚至可以用上不用磨的菜刀。

让材料更耐磨

发动机是工农业生产中的主要动力机械之一，在船舶、汽车、飞机、工程建筑机械等各方面都有广泛的应用。

随着工业的发展，人们对发动机的要求也越来越高，发动机的工作条件有时非常恶劣，常会引起机件的损伤和失效，从而影响发动机的可靠运行。

为提高发动机的抗疲劳强度，人们想了各种办法，氮化技术就是其中很有效的方法之一。

氮化技术又被称为扩散渗氮，是向钢的表面层渗入氮原子的过程，分为气体氮化技术、液体氮化技术、离子氮化技术等。

表面氮化是工业中一种广泛应用的材料表面处理技术，在氮化过程中材料或部件的表面可以形成一层硬质氮化物以提高表面的耐磨性、耐蚀性等。对钢铁表面进行氮化处理时往往需要在高温下（高于 500°C ）进行，处理时间较长（长达数十小时），不仅耗能，更重要的是许多材料和工件在如此高温下长时间退火后会丧失其基体性能或出现变形，因此表面氮化技术的应用受到很大限制。

为此，大幅度降低氮化温度是长期以来表面氮化技术应用中必须解决的重要技术“瓶颈”。中国科学院金属研究所的专家利用金属材料表面纳米化技术在表面氮化应用上获得重要进展，此技术不但可以大幅度提高块体材料的表面性能

（如表面强硬度、耐磨性、抗疲劳性能等），而且表面层的纳米组织可以显著提高其化学反应活性，使表面化学处理温度下降，从而使表面氮化技术的适用面（材料和工件种类）大大拓宽。

不同的氮化技术

气体渗氮在1923年左右由德国人首度研究发展并加以工业化。由于经气体渗氮处理的产品具有优异的耐磨性、耐疲劳性、耐蚀性及耐高温，其应用范围逐渐扩大。例如钻头、挤压模、压铸模、锻压机用锻造模、螺杆、连杆、曲轴、吸气及排气活门及齿轮凸轮等均使用该技术。抗疲劳强度最高的材料之一即为通过氮化处理的高强度阀弹簧用钢。

一些金属氮化物可由金属加热后直接与氮化合而成，还有一些是由金属、金属氧化物或金属氯化物在氨气流中加热制得。

耐磨及耐疲劳的汽车零件，以及缝衣机、照相机等的气缸套处理，气门阀处理，活塞筒处理及不易变形的模具，可以采用液体软氮化技术处理。常用的材料对象为铁金属，氮化后的表面硬度以含有铝、铬、钼、钛元素者硬度较高。该项技术经常为西欧各国、美国、俄罗斯、日本和中国台湾地区所采用。

离子氮化技术是将一工件放置于氮化炉内，预先将炉内抽成真空后导入氮气或氢氮混合气体，调整炉内压力，将炉体接上阳极，工件接上阴极，两极间通以数百伏的直流电压，此时炉内的氮气发生光辉放电成正离子，向工作表面移动，在瞬间令阴极电压急剧下降，使正离子以高速冲向阴极表面，并将工件表面的铁、碳、氧等元素打出来与氮离子结合成氮化铁（ FeN ），氮化铁逐渐被吸附在工件上最终实现

氮化作用。离子氮化作为20世纪70年代兴起的一种新型渗氮方法，与气体渗氮相比具有渗氮速度快、渗氮层组织易于控制、脆性小、无环境污染、节约电能、工件变形小等优点。离子渗氮这种强化金属表面的化学热处理方法，广泛适用于生产铸铁、碳钢、合金钢、不锈钢及钛合金等。

合金钢中的铝、铬、钒及钼元素对渗氮很有帮助。这些元素在渗氮过程中，与初生态的氮原子接触时，会生成稳定的氮化物。尤其是钼元素，不仅作为生成氮化物的元素，而且可以降低在渗氮时所发生的脆性。一般而言，如果钢材中含有一种或多种的氮化物生成元素，氮化后的效果比较好。其中铝是最强的氮化物元素，合金中含有0.85%~1.5%铝的渗氮结果最佳。

由于氮化技术对提高材料表面硬度、耐磨性、疲劳强度、抗蚀、抗咬合和黏结能力有很大作用，汽车工业中已有不少零件采用氮化方法处理。

(王殿华 撰稿)



稀有怪异的“金属群”



在2008年度国家科学技术奖励大会上，来自北京大学的徐光宪院士因在稀土材料研究方面成绩卓著而获得国家最高科技奖。徐光宪院士曾提出要在材料科学领域找到突破口，开发出新型稀土功能材料。“稀土”这种材料究竟有什么神奇的魔力呢？

稀土金属是一类稀有矿物的总称，指化学元素周期表中的镧系元素，其中包括：镧（La）、铈（Ce）、镨（Pr）、钕（Nd）、钷（Pm）、钐（Sm）、铕（Eu）、钆（Gd）、铽（Tb）、镝（Dy）、钬（Ho）、铒（Er）、铥（Tm）、镱（Yb）、镥（Lu），以及与镧系15个元素密切相关的2个元素：钪（Sc）和钇（Y），加在一起总共有17种金属元素。

稀土金属是从瑞典开采出来的一些比较稀少的矿物中被发现的，“土”按当时的习惯指不溶于水的物质，将两者结合在一起故称“稀土”。根据稀土金属原子电子层结构、物理化学性质以及它们在矿物中共生情况的不同，17种稀土金属通常被分为两组。一组是轻稀土（又称铈组），包括：镧、铈、镨、钕、钷、钐、铕、钆；另一组是重稀土（又称钇组），包括：铽、镝、钬、铒、铥、镱、镥、钪、钇。这两组稀土金属之所以称铈组或钇组，是因为矿物经分离得到的稀土混合物中，常以铈或钇占优势，分类名称也由此而来。

稀土元素通常在地壳中聚集出现，它们的物理性质和化学性质又比较接近，所以，对稀土元素的分离非常困难。稀土元素的提纯成为化学研究中的一个巨大难点。从1794年芬兰人加多林最先分离出钇，到1947年美国人马林斯基等人最后制得钷，对这17种稀土元素的逐一完成提纯，总共经历了150多年。

稀土元素的电子能级极为丰富，因此，具有十分丰富的光、电、磁等性能。稀土元素化合物的配位数可在3~12的范围内变化，而利用增加和减少配位数的方法

催化反应的进程，正是催化剂的工作原理。因此，许多稀土元素都可以做为理想的催化剂，起到“点石成金”的作用。

目前，世界上发现的稀土矿物约有250种，但具有工业价值的稀土矿物只有50~60种；其中，具有开采价值的更少，只有10种左右。世界稀土资源的拥有国，只有中国、美国、俄罗斯、加拿大、澳大利亚等少数国家。中国的稀土资源占世界的41.36%，探明的储量居世界之首。现在，中国生产的高纯度稀土已占世界产量的80%以上。比较著名的产地有白云鄂博稀土矿、山东微山稀土矿、冕宁稀土矿等。

增进健康的“好帮手”

近年来，对稀土在医药方面的研究应用，正在不断深入和扩展，对增强人体健康起到了十分有益的作用。

早在20世纪70年代初期，稀土荧光粉就被用于X射线增感屏。经过不断改进，国内已用稀土元素铕或钐，生产出性能更加优异的感光屏，提高了动态脏器投照的清晰度和诊断水平。照射时间仅为钨屏的1/3~1/4，从而降低对病人的辐射剂量。同时，还延长了设备的寿命，节约了能源。

在核磁共振影像诊断中，稀土元素可以作为图象对比度增强剂，更好地改善大脑、肾、肝、胃肠道等器官图像，增强核磁共振影像。而且它们无毒，很快就可以经尿液排出体外。

研究发现，一定剂量的混合稀土或单一稀土元素对多种肿瘤细胞生长有抑制作用。稀土还可以增强抑癌基因表达，提高抗肿瘤免疫功能和抗氧化功能，为今后把稀土用于肿瘤治疗开发出新的领域。

低浓度稀土化合物具有抑菌、杀菌作用，现已得到证实。例如，0.25%~0.5%的硝酸铈、硫酸铈溶液对绿脓杆



菌、金色葡萄球菌、肺炎杆菌、奇异变形杆菌、粪链球菌、大肠杆菌等有强烈的杀菌作用。当它们作为治疗烧伤药物使用时，对烧伤的创面有较强的杀菌作用，还可防止烧伤后肌体的免疫抑制作用。

社会发展的“维生素”

稀土元素虽然不像铁、硅、锗等元素那样在社会发展的某一方面起到担纲作用，但它们的用途十分广泛，冶金、石油、化工、轻纺、医药、农业等无所不包。就像人体健康成长所需要的维生素一样，对社会发展也起到必不可少的推动作用。

在一些传统产品中加入适量的稀土，就会产生许多神奇的效果。以彩电为代表的家电产品，广泛应用了含有稀土的荧光、抛光、功能陶瓷、玻璃添加剂等多种功能材料，不仅带动了20世纪80年代稀土材料的开发应用，也为这些产品的升级换代起到了关键作用。20世纪90年代以来，以计算机为代表的电子信息产业飞速发展，稀土材料便更有用武之地了。

由于稀土元素在光、磁、电领域能够产生特殊的能量转换、传输、存储功能，因此，科学家通过对稀土原料的加工，相继开发出了稀土永磁材料、稀土发光材料、稀土激光材料、稀土贮氢材料、稀土光纤材料、稀土磁光存储材料、稀土超导材料和稀土原子能材料等等，为世界高新技术的发展提供了基础。其中，稀土永磁材料就是一个很突出的代表。它的磁性可以高出普通永磁材料的4~10倍。其中，钕铁硼永磁体是目前发现的磁性能最高的永磁材料，被称为“超级磁体”和“当代永磁之王”，现已应用于计算机硬盘驱动器、磁碟机、电脑光碟、传真机、打印机、复印机等设备中。由于此类材料具有超乎寻常的功能，使电子信息设备在不断提高性能的同时，也实现了轻、薄、小型化。稀土永磁材料还在各类电机、核磁共振仪器、磁悬浮列车等领域有着广泛的应用，并被确定为电动汽车主发动机的首选材料。

稀土贮氢材料贮存密度大于液氢，体积却只有普通钢瓶的六分之一。目前应用最为成功的是镍氢电池，其等体积充电容量是目前广泛使用的镍镉电池的两倍，而且没有记忆效应和镉污染；与锂离子电池相比，具备价格低、安全性能好的优势，被各国科技和产业界称为“绿色电池”，已大量应用于便携式电器、移动电话等无

线电子设备，并可望成为电动汽车的电源。

稀土金属容易和氧、硫、铅等元素化生成熔点高的化合物，因此在钢水中加入稀土金属，可以起到净化钢的效果。由于稀土元素的金属原子半径比铁的原半径大，很容易填补在其晶粒及缺陷中，并生成能阻碍晶粒继续生长的膜，从而使晶粒细化而提高钢的性能。稀土钢能显著提高钢的耐磨性、耐蚀性和韧性。稀土铝盘条能在缩小铝线细度的同时提高其强度和导电率。

稀土元素的离子可以与羟基、偶氨基或磺酸基等形成化合物，从而使稀土广泛用于印染行业。某些稀土元素如钐、铈、钆、镨和铀，具有中子俘获截面积大的特性，可用作原子能反应堆的控制材料和减速剂；而铈、钕的中子俘获截面积小，则可作为反应堆燃料的稀释剂。稀土还具有类似微量元素的性质，可以促进农作物的种子萌发，促进根系生长，促进植物的光合作用，因此，在农业生产中也有着重要作用。

在生活中，我们每天也都会与稀土材料打交道。目前，汽车尾气净化催化剂是稀土应用量最大的项目之一。计算机显示器及各种电子显示屏和荧光灯，都离不开稀土荧光材料。稀土氧化物可以用于制造各式各样的特种玻璃。比如，含稀土元素钨的玻璃是一种具有优良光学性质的玻璃，这种玻璃具有高的折射率、低的色散和良好的化学稳定性，可用于制造高级照相机的镜头和潜望镜的镜头。稀土氧化物还可用于制造彩色玻璃：加入钕可使玻璃变成酒红色；加入镨可使玻璃变成绿色；加入铈可使玻璃变成粉红色。这些彩色玻璃色泽变幻莫测，可以用来制造装饰品，装点人们的生活。

（窦光宇 撰稿）



有“感知”能力的材料



当提到“感知”能力时，人们自然而然地联想到生物，因为只有生物才具有感知外界环境变化的感觉器官。但是，随着科学技术的进步，人类将自己的智慧浇注到没有生命的材料中，使材料也变得“聪明”起来，具有“感知”能力了。

现在已经有很多材料具有不同的感知能力，人们称这些材料为“智能材料”，也就是说这些材料能够像生物体一样感知周围环境或内部状态变化的发生，自动地做出适时、灵敏和恰到好处的反应，并具有自我诊断、自我调节、自我修复等功能。

智能材料是材料科学研究中最热门的课题，现在已经研究出具有各种各样“智能”的材料。下面介绍几种具有“感知”能力的智能材料。

能发出危险信号的材料

在人们的日常生活中，红色信号往往与危险联系在一起：马路上红灯亮了，车辆必须停止行驶，否则有两车相撞的危险；救护车上的红灯亮了，说明车中有危重病人需要急救；当司机踩刹车时，明亮的红色尾灯警告后面的车辆必须减速；当一个人受伤时，轻者受伤的部位皮肤发红，重者将流出红色的血液……那么，如果一个建筑物或桥梁内部的材料有损坏，怎么办？如果它也能发出“红色的警报”，就可以及时通知工程人员检修，避免建筑物倒塌，拯救更多的生命财产。

最近，研究人员开发出了一种能够在机械压力下变换颜色的固体聚合物。今后，利用这项技术研制出的材料将能够在建筑物断裂或引发化学反应之前发出信号，使得工程师能够在建筑物遭遇更大的压力之前加固它们。两年前，这个研究小组在聚合物链的中央放入一种特殊的分子。在这种分子里，原子们通过化学键“手拉手”地组合成一个小环状，如果受到外力的作用，这种分子的小环出现断裂，则



其他的分子就会变成红色，这样聚合物就变成红色了。这种能够变化颜色的聚合物用途很广，例如将其涂在任何物体的表面，就能够在这些物体出现崩溃之前引起工程师的注意。应用相同的策略还可以设计出一系列具有不同功能的多种类的特殊分子，例如，通过它引发一种自我治愈的化学反应，将它们嵌入到聚合物分子中，那么，断裂的材料就可以自动修复了。

可“自愈”的聪明材料

人和动物受伤后可自愈，材料损坏后是否也可“自愈”呢？这是几世纪以来工程师们梦寐以求的愿望。以前也曾开发出过可“自愈”的材料，但是大多数产品既复杂又昂贵，应用到日常生活中有障碍。通过材料科学家的多年研究，目前这种自我修复的材料便宜多了，也简单多了。自动愈合材料领域的新发现层出不穷，很多国家的科学家报道了他们研制的可“自愈”新材料和新产品，下面举几个例子。

▲ 2008年10月9日的帕萨特CC发布会上，德国大陆轮胎公司为其新发明的轮胎架设了一座展台，展示了神奇一幕：把一根长长的钉子刺进轮胎后，稍稍转动轮胎，钉子造成的伤口竟在短时间内愈合了。这种轮胎所用的橡胶材料内部含有数百万个充满液体的微型胶囊，这些胶囊壁厚0.1毫米，细如发丝却威力无穷。一旦橡胶材料表面出现了裂纹，胶囊壁就会破裂并释放出液态的“修复剂”，在催化剂的帮助下，修复剂涌入裂缝，瞬间弥合。采用这种技术生产的轮胎寿命会延长两三倍。测试表明，自我修复系统可将受损材料的强度恢复到原来的75%。

▲ 法国科学家发现了一种可以不借助任何黏合剂就能自我修复的弹性材料。这种神奇的新材料是由从植物中提炼



出的脂肪酸合成的，是由众多小分子结构混合为超大分子网络结构而成。一旦这种超大分子网络结构被打破出现碎裂，其中的小分子就会自动重新回到结构中，并表现出原有的弹性。这种新材料的自动修复功能不是一次性的，而是可以重复实施多次自我修复，如果将这种材料扯成两段，在几小时内将两处断口放在一起，它们仍然能够黏合在一起。这种新材料的应用领域将十分广阔，它可以做成“摔不坏的”玩具、“永不磨损变形”的鞋底、“长寿”发动机等。目前，已有两大系列的这类新材料产品准备投放市场，如不变形的超级沥青和有强抵抗力的超大分子结构的塑料制品。

▲美国科学家利用树脂和碳纤维等物质合成了一种能感知裂缝并自动修理裂缝的新型合成材料。这种材料具有一定的导电性，如果材料中出现裂缝，裂缝附近的电阻就会增强，从而可以感知裂缝。同时，裂缝附近会因电流产生热量，使材料中一种低熔点的特殊粉末很快受热溶化并流入裂缝。在材料降温后，流入裂缝的液体会快速凝固，裂缝部位就得到修理，强度可恢复到原有水平的近一半。

▲飞机和飞船使用时间长了，外壳会出现小孔和裂缝，机械师在例行维护检查中也能发现此类问题。不过，英国科学家开发了一种特殊的复合材料，合成材料是由空心纤维制成的，在纤维中塞满环氧树脂。一旦有空洞或裂缝出现，环氧树脂就会流出来，封住破裂处。研究人员给环氧树脂加上颜色，使机械师更易于发现修补处，以便进行永久性修复。这种方法能处理肉眼很难看见的微小损伤，为受“微伤”的飞机和航天器消除隐患。研究人员认为，这项技术会在4年内投入商业使用。

▲美国科学家最近发明一种可自动愈合消除划痕的涂料。只需阳光照射15~30分钟，具有“自愈”能力的涂料上