

# 让你拍案惊奇的“超材料”

## ——从可编程的橡胶到能复原的弹性陶瓷

本报记者 刘霞 综合外电

### ■新视野

“超材料”是一类拥有特殊性质、自然界中并不存在的人造材料。物理学家和材料科学家正在对“超材料”的各种令人惊叹的奇异性质进行研究,力争发掘它们在生活中各种可能的应用。

现在,对很多科学家来说,通过弯曲材料的结构来改变其外观已经是“小菜一碟”,科学家们接下来打算改变材料的力学性质。

在美国物理学会今年3月举办的一次会议上,来自世界各地的科学家们重点讨论了一些“超材料”的最新例子,其中包括弹性陶瓷、无法被感知的斗篷以及可编程的橡胶海绵等。科学家们表示,这些新型“超材料”的出现,将有助于他们建造能更好隔热的宇宙飞船防护瓦,乃至研制出对地形敏感的鞋子。

德国卡尔斯鲁厄理工学院的马丁·魏格纳教授近日接受英国广播公司采访时说:“我认为‘超材料’这一概念已经慢慢渗入多个领域。这一技术最初在电磁学领域引发了轰动,接着长驱直入,进入包括热力学在内的多个领域,最近又开始在力学领域掀起狂澜。”

魏格纳教授称,“超材料”这个词几乎用于指代所有怪异且新奇的设计,但实际上,它通常指一种材料拥有最初的组成部分所不具备的属性和特征。

### 无法被感知的斗篷

魏格纳教授正在研究斗篷,但他的目标不是使事物隐形,而是使事物不受物理作用力的影响。去年,他的实验室制造出了一种蜂窝状材料,可以使包裹的物体无法被人感觉到。

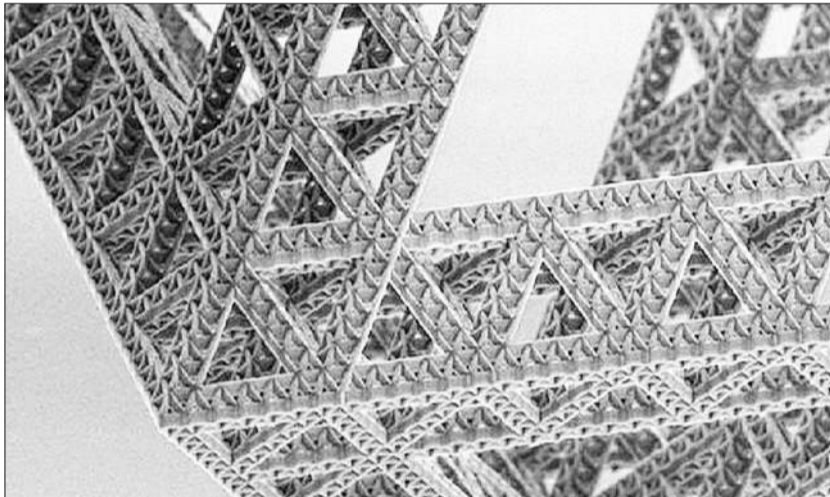
这种特别的“超材料”是一种行为在某些方面与液体类似的固体晶格,能够使外部施加的压力发生偏移。

在演示中,这种斗篷可以将一个直径不足1毫米的小圆柱体隐藏起来,让其无法被人的手指感觉到。法国物理学家和工程师们也采纳了魏格纳教授的研究,他们已经通过实验证明,一种小心翼翼的钻孔方法可以转移破坏性较强的地震波动。这意味着,将地面本身变成某种超材料,能保护发电站免遭地震带来的破坏。

在这次年会上,魏格纳教授展示了他的最



贝尔托蒂教授目前正在研制一种金属超材料,可用于提升发动机零件的性能



新的陶瓷设计使用了晶格点阵技术,看起来非常像埃菲尔铁塔

新研究成果,包括一种可以使平板中心的小洞无法被感知的斗篷用于遮挡洞口。魏格纳说:“这是一种设计原则,可以应用于很多地方。”

### 能感应地形的鞋子

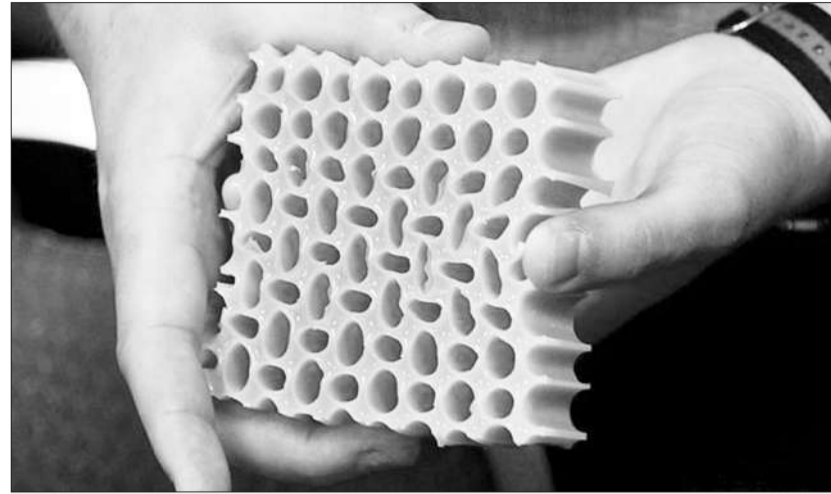
荷兰莱顿大学的博士研究生巴斯蒂安·弗洛林也在此次年会上展示了他的最新研究成果,他称之为“有史以来第一种在力学上可编程的材料”。

从外观上来看,这是一种几乎没有任何技术含量的橡胶板,上面有很多洞洞。但是,这些有两个尺寸的洞洞都是经过特别设计的,可以在纵向或横向进行压缩,这

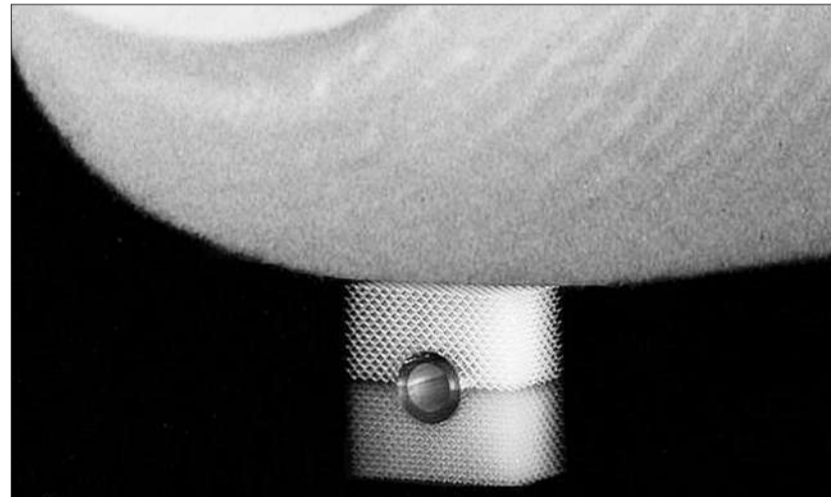
种方向上的改变通过增加一个小夹子来控制。因此,最终得到了一个超大号的海绵,其可硬可软,或者介于两者之间。

弗洛林表示,如果这种海绵在转化到更软的过程中,仍然受到某些压力,也就是所谓的“负刚度”,那么,就会出现一种很奇特的性质,但目前他还未能为此找到用武之地。

不过,弗洛林指出,这种橡胶板的另一个特征可能会大有用途:它们能吸收能量。他解释说:“想像一下,你能借此制造出可编程的汽车保险杠,如果在有很多小朋友的地方驾驶,你可能会希望保险杠更柔软一点;而如果在高速公路上快速驾驶,



拥有可编程硬度的橡胶板



一块很小的蜂窝状材料将圆柱体隐藏起来,让其无法被手指感觉到

你会希望它更硬一点。”

目前,弗洛林和同事正在同制鞋企业进行磋商,希望据此研制出可根据不同地形进行调节的鞋子。

### 耐击的发动机零件

美国哈佛大学的凯蒂娅·贝尔托尔迪在研究一种类似的奇特弹性材料,其拥有负的“泊松比(横向变形系数)”,这意味着当你压缩该材料时,它会从各个方向进行收缩,而非像普通材料那样侧面被挤压出去,变得更平更宽。当这种材料被拉伸时,它也会向各个方向扩展。贝尔托尔迪教授

的研究团队已经为这种材料开发出了不同的有用性能,包括在受挤压时能吸收不同频率的声音等等。

“泊松比”也会影响金属的疲劳程度,因此,贝尔托尔迪正在同劳斯莱斯公司合作设计具有复杂狭缝结构的发动机零件,这种零件可以经受很多次压缩循环。贝尔托尔迪表示,为了获得独一无二的特性,“我们要么研制复杂的零件;要么使用简单的零件但采用特别的方式进行组合。”

### 能复原的弹性陶瓷

加州理工学院科研团队制造出了一种

非常小且与以往迥然不同的陶瓷,其空气含量在99.9%左右,但仍十分坚硬,且该陶瓷在破碎率达50%的情况下还可恢复原状。

研究人员使用一种叫做双光子光刻的激光直写技术,在一种高分子材料中“写入”一个三维结构,即通过激光光束的照射让高分子发生局部交联硬化。被激光照射过的部分材料会保持结构完整,而其他部分则会被溶解掉,只留下一个三维骨架。然后他们在这个骨架上涂覆一层薄的材料——金属、合金、玻璃、半导体等等,之后使用另一种方法将骨架中的高分子剥离出来,留下一个空心结构。

研究人员表示,这项技术前景无限。鉴于许多材料都可以在这个骨架上堆积成型,该项技术对光学、能源效率及生物医学领域的技术发展十分有利。比如,我们可将它用于骨骼的再生,用生物相容性较好的材料制造骨架使细胞在其上增殖。

在模型建立后,研究人员在高分子骨架上涂覆一层氧化铝陶瓷材料,构建出中空管网的氧化铝结构,整个结构的厚度为5纳米到60纳米,管直径在450纳米到1380纳米内,而且,整个网络比一张纸还薄。接下来,研究人员对他们制造的各种纳米晶格的力学性能进行了测试,猛烈挤压或拉伸材料,总之使样品发生变形以观察其承受极限。他们发现,厚50纳米、管径1微米的氧化铝结构在压缩时会发生破碎。然而,当压缩管壁厚与管径的比例较小的晶格时,也就是当管壁厚仅10纳米时,却产生了非常不同的结果。研究人员说:“你使它发生了变形,但它却突然弹了回来,在某些情况下,我们能使这些样品变形的比例达到85%,但之后它们又恢复原状。”

研究人员解释说,像陶瓷、硅、玻璃一样比较脆的材料由于充满缺陷(比如空穴和杂质)而易发生碎裂。材料越完美,你越不可能发现它结构的缺点。但是,当将结构削弱到一定程度即厚度仅10纳米时,缺陷的数量和所有缺陷的尺寸都达到了最小化的状态,整个结构也最不可能失效。

参与研究的卢卡斯·梅扎表示,尽管如此,他们目前制造出的材料还太小,因此并没有实际用途,不过,随着投资的不断增加,这种陶瓷能找到用武之地,尤其能在“普通物质无能为力”的地方大显身手,例如,航天飞机或者喷气式发动机,或许更愿意使用陶瓷防护瓦而非金属罩来隔热的设备。

## 雨水:流失是洪水 留住是资源

新华社记者 蓝建中

### 收集雨水

随着工业化、城镇化和农业现代化快速发展,加之气候变化影响,水资源短缺已成为很多国家面临的挑战。日本是雨水特别丰富的国家之一,让我们看看日本是如何将雨水变为资源的。

东京都每年的降水量达到大约25亿立方米。东京都墨田区是充分利用雨水的样板。位于这里的两国国技馆是大型公共设施利用雨水的先驱。1985年国技馆迁到墨田区两国地区后,利用8400平方米的大屋顶建设了雨水利用设施,最多可收集1000立方米雨水。日常用途包括冲洗厕所等,夏天可以作为冷气设备用水,冬季降雪的时候还可以通过喷水融化屋顶积雪。

现在,墨田区政府办公楼和区内很多建筑都能收集和利用雨水,墨田区的大街上到处都有雨水桶或置于地下的雨水罐。收集的雨水平时用于浇灌花草、灌注孩子们的戏水池、清洗回收的矿泉水瓶,建立家庭菜园等。在有大规模地震灾害发生时,储存的雨水经过煮沸或过滤后,还可以作为应急的饮用水。

### 补贴推广

墨田区为推动居民利用雨水,采取了提供补贴的方式。1995年10月,墨田区实施了给家庭和公司利用雨水提供补贴的制度,一立方米以下的雨水罐可补贴一半费用(上限是4万日元),地下大规模储水罐最高补贴100万日元,中等规模的储水罐可补贴30万日元。目前1万日元相当于人民币517元。

这种做法已经推广到其他地方。在东京都,为了响应“在首都中心建立微型水库”的口号,日本电视台和上智大学图书馆等1000多座大型建筑都建立了微型水库。

越来越多的日本地方政府开始鼓励建设能够利用雨水的设施。例如在日本关西地区最大的城市大阪,大阪穹顶体育馆设置了最大能储存3400立方米雨水的储水

槽,主要用于冲洗厕所和浇灌植物,其每年雨水利用量相当于每年用水总量的约35%。现在,日本各地的穹顶体育馆大部分都采取了类似的利用雨水措施。

### 民间推进

日本有大量致力于利用雨水的民间组织,通过召开研讨会、举行宣传活动等方式,推广利用雨水的技术。位于东京都墨田区的“雨水市民之会”就是这样,该组织成立于1995年4月,口号是“雨水流走是洪水,留下来就是资源”,号召人们摆脱对远方水库的依赖,在水资源方面实现自立,通过积存雨水减轻洪水,通过利用雨水和地下水防止旱灾。该组织还参与在墨田区设立了一家雨水资料馆,供人们了解相关技术知识。

在日本其他地方,也存在众多的类似组织,例如“神奈川推进雨水利用市民之会”“关西推进雨水利用市民之会”等。

日本还有很多推进雨水利用的学术组织,例如爱媛县松山市的雨水资源化系统学会、东京都千代田区的雨水贮留渗透技术学会等。武藏工业大学、日本工业大学等多家大学也都在研究雨水利用项目。

### 回归大地

东京等日本的大城市已经成为“水泥丛林”,由于许多地面和路面经过硬化处理,降雨难以渗入地下,而是会集中到下水道,有时会导致下水逆流,出现“城市型洪水”。

为此,东京都制定了《东京都雨水渗透指针》,目的在于促使雨水回归大地,一方面确保地下水水位,另一方面也避免出现“城市型洪水”。其措施包括建设透水性路面、雨水渗透侧沟、透水地、地表绿化等,目标是使每年降水量的80%都能渗透到地下。

有效利用雨水,可以同时解决洪水和缺水的问题。可以说,正是通过从政府到民间的全面努力,日本的雨水利用取得了可喜成果。

### ■第三只眼

## 日本推进废弃物再利用

新华社记者 乐绍延 许缘

对资源性废弃物实施循环利用以及对有害废弃物进行无害化处理,关系到日本经济社会的可持续发展和环境安全。随着日本社会“节约资源、保护环境、减少垃圾排放”意识的增强,日本政府制定了一系列减少和规范废弃物排放及处理的法律法规,并加强了监管,废弃物逐年减少。

从上世纪60年代开始,日本政府先后制定并完善了一系列相关的法律法规,相继出台了《废弃物处理法》《促进循环型社会形成基本法》《家电循环利用法》和《食品循环利用法》等法规。

根据日本有关法律,所有废弃物在进行严格分类后,按指定的时间送到指定地点,由专业人员进行分类收集和保管,然后再集中运送到相关的回收中心或者废弃物处理场所,进行资源再生利用或无害化处理。

日本产业废弃物处理振兴中心发表的统计数据表明,2013年,日本产业废弃物中有55%得到再生利用。

在日本,废弃家用电器和汽车的循环利用率高,效果也很好。日本每年废弃的彩电、冰箱、空调、洗衣机等大型家电基本上维持在1800万至2000万台之间。在这些废弃家电中,含有各类金属10多万吨,可以再利用。

《家用电器回收用法》还规定,家电生产企业、销售商以及消费者有回收和循环利用废弃家电以及负担部分费用

的义务,同时还规定生产商对废弃家电必须达到一定的回收率。具体为空调60%以上、电视机55%以上、冰箱50%以上、洗衣机50%以上。在规定时间内,生产企业若达不到上述标准将受到相应处罚。

建立循环经济社会战略在日本已深入人心,得到了广大企业、国民的理解和积极响应。日本汽车和家电产业基本上达到了“产业垃圾零排放”标准。所谓“产业垃圾零排放”,是指将生产过程中排放出来的废弃物不断进行循环使用,将所有

的废弃物都加工成各种有用产品,最后达到彻底消除垃圾的目的。

记者曾采访过多家日本废弃物循环利用处理中心,对松下电器公司设在兵库县加东郡的“松下家电回收利用技术中心”印象深刻。这家工厂是松下电器公司根据日本《家用电器回收法》设立的,除了承担处理废弃家电,实施资源循环利用的任务外,还负责研究和开发废弃家电处理和循环使用的各类技术。该中心每个月要“吃掉”约10万台各种型号的彩电、空调、冰箱和洗衣机。为减少噪音、粉尘对周边环境的影响,工厂采取了严密的防噪音、防震等措施。

目前,日本的各家电生产企业已经在全国建立了40多家废弃家电回收利用研究中心和处理工厂,负责废弃家电循环利用的研究和处理。

## 美国加州有个“农业硅谷”

新华社记者 薛颖

### ■大观园

从美国西部著名的硅谷驱车向北约2小时,就到了距加利福尼亚州首府萨克拉门托20公里左右、人口6.5万的小城戴维斯。这里是农业研究领域的知名学府——加利福尼亚大学戴维斯分校所在地。近年来,在该校科研创新的带动下,不少农业科研机构和农业高新技术公司聚集在这一地区,使这里被称作“农业硅谷”。

肯特·布拉德福德是戴维斯分校植物科学系的教授,他于1999年牵头和同事们创立了“种子生物技术中心”。如今该中心已是植物繁殖和育种领域的领先研究机构,为美国和其他一些国家的种子行业贡献了许多成果,包括基因改良育种等先进技术。

“在戴维斯分校周边地区,有50多家种业公司,如果算上再远一些的地区,大约有150家,包括美国最大的9家种业公司,”布拉德福德说,“这里已形成高科技带动的产业聚集效应,所以有人称这里为‘农业硅谷’。”

加州是美国的农业大州,有近8万个农场,2013年农业产值达464亿美元。戴维斯分校从创办之初就和农业紧密联系。除了“种子生物技术中心”,以戴维斯分校的科研为基础成立的农业及相关产业研究机构还包括“世界粮食中心”、“罗伯特·蒙达维葡萄酒和食物科学中心”等。这些研究机构将科研、教学、产业应用联系在一起,不断产生新的科研成果,推动商业化应用。世界上第一种获准商业化种植的转基因番茄,就是一家名为“卡尔基因”的企业在戴维斯分校研究人员的帮助下研发出来的。

在绵延数百公里的加州中部谷地农业产区,戴维斯分校的科研成果随处可见,

涵盖作物、牲畜、环境、机械等诸多方面,比如一种在很多番茄种植农场使用的智能采摘分拣机,不仅能把番茄和收割的叶子分开,还能留下成熟的红番茄,丢弃未成熟的青番茄。

正如硅谷的形成与斯坦福大学密不可分,类似于硅谷的科研与商业环境已围绕戴维斯分校产生,只不过主要在农业领域。据统计,仅2014年周边地区应用该校科研成果创办的新公司就达14家。该校毕业生汤姆·沙普兰德创办的“土尔技术公司”是其中之一,其主要产品是一种监测报告农田水分的感应设备。在加州连续4年大旱的形势下,这种水分监测设备很有商业价值,已有了60多家客户,还得到几家风险投资公司的上百万美元投资。

“未来二三十年,世界人口可能还要增加一二十亿。通过科技提高土地使用效率,为更多人提供足够的食物,是我们努力的目标之一,”布拉德福德说,“正如硅谷在过去二三十年中使整个世界发生了很大变化一样,农业科技也可以发挥巨大作用造福人类。”

