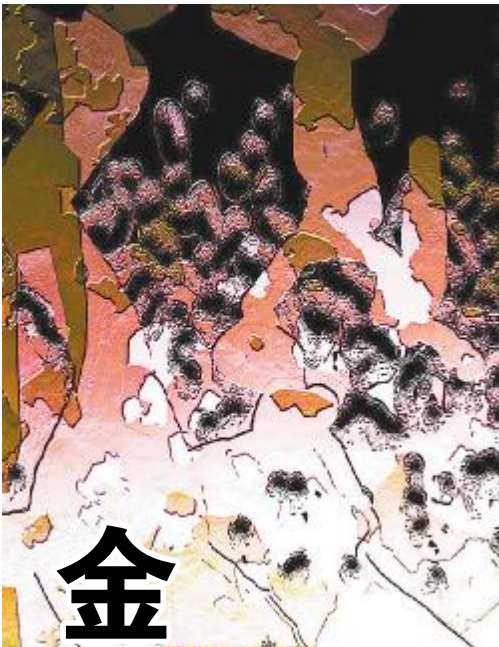




金属也有『再生』机能

■本报记者 董岱

多新材料,应用在工业、军事等方面。这种机制一旦被人类掌握,便可能研制出更多的条件下,会出现一种自我修复的机制。而金属也是有『生命』的,在一定人为干预

不同的晶体。在力学和其他外部条件的作用下,会出现形态各异的支晶,类似于雪花、冰晶。”中国科学院理化技术研究所双聘研究员刘静在接受《中国科学报》记者采访时表示。

多数金属都由细微的晶粒构成,这些晶粒的大小和方向能影响金属的强度和特性。刘静谈到,相变过程中,金属中的支晶有的像狼牙棒、有的像仙人掌,确实会产生自我修复,但其状态和程度取决于很多因素,比如单质的金属和合金就不一样,温度的高低也会产生不同的影响。

事实上,近几十年来,固体金属中晶粒边界的移动一直吸引着科研人员的关注,但很多研究发现,只有某些晶粒边界才会诱发自我修复的现象,并非所有部分。这就造成了一种被称为“向错”的缺陷,这种现象早在一个世纪前就已经被观察到,但当时只被认为是一种奇特现象。

为了重现试验中观察到的现象,戴姆克维兹建立了计算机模型,通过模型演示,能发现微晶粒之间的边界,会在外部压力下出现“创口”。这使得晶粒的微观结构发生改变,晶粒边界发生移动,而这种移动便是修复“创口”的关键。

在戴姆克维兹看来,金属内部原则上都存在一个缩小外力造成裂痕的机制,可以减弱外力量产生的影响。当金属材料产生“创口”时,这种机制会阻止“伤口”进一步扩大,并使之产生“愈合”。

在发现这个机制后,麻省理工学院的研究人员将依此设计相应的金属合金,以便在特殊应用条件下产生自我修复的功能。戴姆克维兹认为,合金微观结构控制技术已经存在,现在只需要计算出如何获得理想的结果,期望设计出可以自我复原的金属材料。

人为干预使液态金属具备修复能力

对于金属的自我修复机制,人为介入的手段似乎更多,科研人员试图用更多的人为干预,寻找最有效的金属材料。

今年早些时候,北卡罗来纳州立大学的科研人员就发现了一种使用液态金属和特殊聚合物制造电线的方法。这种电线具备极强的收缩能力,可以拉伸原始长度 8 倍的液态金属电线,在拉伸的过程中电线仍能正常使用,并且即便完全切断都具备自我修复的功能,可以用来建造复杂的 3D 结构,改进高压技术的实现方式。

记者在这一研究的视频中看到,科研人员为了制备这种具备自我修复能力的电线,还专门制造了一种外部护套,由聚合物材料构成。随后,他们将铟和镓的液态合金放置于这一同样具有可延展功能的护套通道之中。

接着,和液态合金相连的电线可以导电使得灯泡变亮。为了验证这种液态金属的自我修复能力,科研人员用剪刀将护套以及液态金属的通道剪断,灯泡随之熄灭。但外露的液态金属因为立刻被氧化,形成了坚固外层,不会有泄漏。

这时,再将剪断的两边结合起来,液态金属又恢复了流动,灯泡也再次被点燃,可见其修复能力使得结合效果与断裂之前相同。这一成果未来可以应用于从耳机线到手机充电器电线等各种电线和电子纺织品中。

负责该项研究的迈克尔·迪基博士表示,这种液态金属电线可以供便携式无线设备使用。因为包裹在特殊材料护套中的液态电线,不仅可自我修复,还具备可根据其接收的无线电波长来自我调整的能力。

如果将这样的液态电线与小型录音设备相连,放置于桥梁或水坝内,电线会随着压力变化而伸收,建筑结构的安全性便可以被实时监测。

应用层面已有所开拓

在利用金属自我修复机制的应用层面,美国已经有所收获。美国伊利诺伊大学香槟分校的科研人员就曾研制出一种不寻常的电路,能在崩溃

时通过释放液态金属,恢复电路的导电性从而修复自身。这一成果可用来制备具有自我修复功能的电子芯片和电子设备。

其原理是:利用导致芯片破损的外界压力,“碾破”一个载有修复材料的微型胶囊,释放出的液态金属能及时填充在破损导致的间隙中,使得电流重新恢复工作。

实验结果表明,这种微型胶囊能“治愈”大部分测试电路,用时只需一微秒,便能让电压恢复到正常值。科研团队希望借用这一技术,可以研制出寿命更长的可充电电池。

要知道,现在的可充电电池在多次重复使用后会因设备内部的损害中断电流引发故障,一旦这个问题被解决,电动汽车电池的寿命将大幅度延长,维护成本也将减小。

利用自我修复的机能,部分金属还可以与其他特殊材料混合制成复合材料,用于军事方面。比如美国五角大楼曾检测一项可自我修复的新材料,这种材料由镁、铝等金属,与其他特殊材料混合构成,其内部呈泡沫结构,熔点相对较低。

若用在装甲车外部,一旦遭到火箭弹等重型武器攻击,这种材料中的泡沫便会破裂,裂缝会被气流携带的金属液体迅速填补愈合,凝固后,就能使得“创口愈合”,恢复如初。

中科院在金属修复能力机制探索方面同样有所建树,刘静及其团队的科研成果就发表在前不久的美国物理学会《应用物理快报》上。其核心思想在于:他们在驱动弹性体方面引入了具有超级顺应性和平面自修复特性的液态金属薄膜技术,其中液态金属薄膜平面自修复现象系首次发现。

“这一技术可以实现的弹性材料形变量,显著超越了以往的固体金属电极技术,以及近年来引起关注的纳米金属颗粒浆料电极技术,在人工肌肉、柔性电子和智能服等方面有着重要的应用价值。”刘静说,金属的自我修复机制现在引起了越来越广泛的关注,未来在应用层面还会有更大的拓展。

延伸阅读

“金属肌肉”也可自我修复？

通常而言,人造肌肉没有能力自我修复,科学家也在积极寻找对策。在这方面,美国得州大学纳米技术研究院的教授雷·鲍夫曼的研究显得非常积极。

他的研究思路是,利用电池或电源线为人造肌肉提供生命能量,其中像柴油等化学燃料储存的能量最多,相当于电池能量的 10 到 100 倍,但是如果像人类肌肉通过食物供应获得再生能力一样,人造肌肉能够利用自我供电的方式获得能量,人造肌肉就会迈出伟大的一步。

起先,鲍夫曼小组利用几层碳纳米管研制成人造肌肉,由于碳纳米管能够容纳大量的电荷,向这些层状碳纳米管中施加一定的电压后,这些人造肌肉能够收缩。紧接着,鲍夫曼将层状碳纳米管与燃料电池相连,这些燃料电池能够将化学能转化成电能。

但是碳纳米肌肉有一个很大的局限,虽然能够产生的力量是人类肌肉的 100 倍,但它的伸缩幅度太小,不能用于人造器官等装置。鉴于此,鲍夫曼开始尝试另一种完全不同的材料。

这个新材料就是镍钛诺,它是一种镍钛合金,拥有记忆形状的特殊能力,这种合金能够很容易地弯曲或伸展,一旦外力消失又会很快恢复到以前的形状。鲍夫曼将这些合金做成电线,这些电线能够“记住”两个不同的长度点。镍钛诺人造肌肉最大的优点是伸展幅度非常大,完全可以达到机器人和人造假肢的要求。

目前,具有记忆形状的镍钛诺肌肉所需要的循环系统还在研究中,人造肌肉在控制精确性、耐受力 and 生物相容性等方面还需要改进。

(曾笑生整理)

先锋科技

空间技术步入“快”节奏

■本报记者 胡珉琦

未来,无论是在突发的重大自然灾害中各类灾害应急监测和抢险救灾信息支持,还是在局部战争中迅速补充损失卫星,都需要用到可快速反应的卫星发射系统。而随着北京时间 9 月 25 日 12 时 37 分,中国在酒泉卫星发射中心用“快舟”小型运载火箭,成功将“快舟一号”卫星发射升空,表明中国已经成为了继美国之后第二个进行快速应急空间飞行器试验的国家。

随着空间技术的发展,美军意识到其空间系统缺乏必要的灵活性和轨道机动能力,容易受到攻击,而且快速响应能力有限,无法对空间系统进行及时的补充,昂贵的发射成本也在很大程度上制约了向太空发射载荷的质量和数量。因此,为了解决空间系统的快速响应能力,提出了“太空快速响应作战”(ORS)。其主要思想是准确、快速、且经济可承受地将载荷送入太空,为战场的作战人员提供实时的空间战役与战术支持。

2007 年 4 月,美国国防部正式向国会防御委员会提交了关于发展“太空快速响应作战”计划的报告,并正式设立 ORS 办公室,以负责该计划的具体实施。

要实现“缩短发射时间”和“减少发射费用”,首先要依赖卫星的小型化,达到即插即用的程度。因为现有的大型卫星系统不能及时响应战场变化,而且研制、准备、发射的周期长、费用高昂,并不适于战术应用。

而早在 2000 年,美国空军就提出了“大规模生产”小卫星的概念。2003 年,美国国防部转型办公室正式提出“战术卫星”(TacSat)的概念,其基本理念是构建低成本且具备快速反应能力的空间平台。



“快舟一号”卫星发射升空。

图片来源:百度图片

军事空间

美海军舰队开启“3G 时代”

■本报见习记者 赵广立

当地时间 10 月 11 日,美国海军全新的福特级核动力航空母舰的首舰——“杰拉德·福特”号(CVN-78)所在的船坞开始注水,使这艘重约 10 万吨的巨舰漂浮起来。这是该舰艇建造近 4 年来首次完成漂浮测试。

据报道,福特号计划于 11 月 9 日举行正式的下水及掷瓶仪式,预计最早或将于 2015 年开始服役,用以填补届时企业号(USS Enterprise CVN-65)退役后的空缺。

在福特级母舰的首舰福特号正式定名之前,本级舰原本被称为“CVN 21 未来航母计划”,是继企业级、尼米兹级之后的第三代核动力航空母舰建造计划。按照计划部署,美军拟在 2058 年之前共建造 10 艘同级舰,一对一替换现役的 10 艘尼米兹级核动力航母,成为美国海军舰队的新骨干。

目前已经编入计划 CVN 21 级航空母舰有 3 艘,舰体编号分别为 CVN-78、CVN-79 与 CVN-80。第二艘“肯尼迪”号已于 2011 年 2 月 25 日动工,预计将于今年冬铺设龙骨;而其第三艘 CVN21 级航空母舰,将继承“企业”号这个富有光荣传统的名号。

美国海军现役的 10 艘尼米兹级航母的总排水量几乎达到 100 万吨,是全球航空母舰的标杆。而福特级核航母的依次登台亮相将意味着,服役近 40 年的尼米兹级航空母舰有了“接班人”。

有分析人士认为,美国海军积极研制新一代航母的目的是要努力与世界各国在航母技术领域保持一种不可撼动的“代差”优势,从而确保美国海军在全球海域的霸权地位。

相较于尼米兹级航母,福特号航母的飞机升降台从 4 座减少至 3 座,节省了空间但不影响升降效率;舰岛设计更为紧凑且位置比尼米兹级后移大约数十米,使得福特号有更大的飞行甲板面积;动力方面,福特号采用了新型 A1B 压水式核反应堆,发电量高达 20 万千瓦,为尼米兹级的 3 倍,其功率也较尼米兹级增加 25% 以上,据传在其服役期间的 50 年不用更换核燃料棒。

福特号核动力航空母舰最引人瞩目的改良当属其安装了 4 具电磁弹射器,取代了美国航母使用了半个多世纪的蒸汽弹射。在《航空知识》副主编王亚男看来,舰载机电磁弹射系统可谓是一项“革命性改进”,与蒸汽弹射相比,电磁



福特号核动力航空母舰(想象图)

图片来源:百度图片

弹射的频次更高,两次弹射的时间间隔不过 2 分钟,可大大提高舰载机的出动效率。

福特号的另一亮点是大量自动化系统和无人操作装备等高新技术的使用。消息称福特号航母将装备全新的 F-35C 型舰载机与现役的 F/A-18E/F“超级大黄蜂”相结合,且可预见该级航母上还将装备大量无人战斗机。日前,联合国特别报告员、英国律师本·埃莫森在为联合国人权理事会准备的中期报告中披露,正敦促美国公开无人机使用方式和相关轰炸资料。

另外,由于自动化程度的提高,福特号航母乘员将从尼米兹的 5680 人减少至 4500 人左右,仅新的推进系统设计,就能减少动力部门在运维方面 50% 的人员编制。据称由于直接或间接导致舰上人员编制的精简,福特级预计能在 50 年期的服役期中节省约 53 亿美元的费用。

实际上,福特级航母的设计理念非常重视成本的控制。据了解,早在尼米兹级核动力航母服役初期,亦即在设计建造尼米兹级 8 号舰“杜鲁门”号之后,美国海军就开始以尼米兹级核航母的基本设计概念为蓝本,改良建造新的航空母舰。这种渐进式的改良手法,大幅度降低了新一代航空母舰的设计费用。

据外媒报道,福特级的开发费用为 56 亿美元,但其中有 32 亿美元是用来开发此级航母所需的新式技术与系统,真正用在海军造舰转换以进行此级舰艏细节设计的拨款,反而只有 24 亿美元。在建造费用方面,美国海军是以拨款 81 亿美元签下二号舰福特号的建造合约,与现行的尼米兹级航母相较,至少节省约 3 亿美元。