

热点追踪

作为诸多移动电子设备的“最佳搭档”，充电宝的发明与出现，人们的生活带来了诸多便利。然而，当人们掏出充电宝给手机充电时，或许想不到这个掌心大小的“能量块”可能带来的安全隐患。

今年3月，在由杭州飞往香港的航班上，一名乘客携带的充电宝在头顶行李舱内自燃。乘务组及时扑灭火苗，飞机最终安全备降。此后，多家充电宝公司相继启动召回程序，超过120万台充电宝因安全隐患被召回，民航局紧随其后发布关于旅客携带充电宝乘机的新公告……这个平时帮手机“续命”的充电宝，为啥突然成了让人提心吊胆的“充电宝”？

首先，我们要了解充电宝的工作原理。

充电宝主要由电芯、电路板和外壳三部分组成。电路板就像充电宝的“大脑”，充电时负责监测电压和电流，防止电芯受损；放电时调整电压和电流，满足设备用电要求。

莫让充电宝变成「充电爆」

■ 苏孟帅 刘亚杰

充电宝的核心部件是电芯，也是这次起火的“祸首”，其多采用锂离子电池制成。

锂离子电池由正极、负极、电解质和隔膜组成。正极材料通常由钴酸锂或镍钴锰氧化物材料制成，负极材料主要由石墨材料制成。正负极共同参与电化学反应，锂离子在正负极间的迁移过程中，实现能量的存储与释放。

电解质作为锂离子载体，主要作用是正负极之间建立离子传输通道，使锂离子能在充放电过程中往返迁移，维持电池内部的电荷平衡。

隔膜是正负极之间的物理屏障，负责分隔开电池的的正极和负极活性物质，而仅允许锂离子通过，确保电池的正常电化学反应和安全运行。

据多家媒体披露，此次多家充电宝公司召回的充电宝，都存在产品过热的问题。调查发现，有的商家在生产充电宝电芯过程中，在电芯中混入了金属异物。使用者使用充电宝时，混入的金属颗粒杂质可能刺穿隔膜，导致正负极内部短路，产生大量热量，引发电池过热，鼓包甚至起火燃烧。

此外，充电宝在受到挤压、跌落等外力冲击以及放置在高温等不利于散热的环境时，也可能会引发起火、爆炸等风险。

专业人士提醒，在选购充电宝时，应当着重注意以下几点：检查CCC标志，确保产品符合国家安全标准，避免劣质电芯风险；选择原装或认证充电器/数据线，避免电池过充，影响电池的循环使用寿命；在日常使用过程中，应避免充电宝处于高温环境中使用，在超温(0-40℃)的环境下使用和存放；经常清洁充电接口灰尘，当发现鼓包、漏液等问题时立即停用；平时携带充电宝时，要避免重压和强烈震动，以免出现短路情况导致烧毁引爆；不要长时间给充电宝充电，充电宝充满电后应尽快拔掉电源，建议使用具有自动断电保护功能的充电设备。

高技术前沿

拿起一枚曲别针，不用任何工具，我们很难将其拉断。但只要把它反复弯折几次，坚硬的曲别针便可以轻易折断。

这就是金属的疲劳破坏现象。其实，金属材料内部就像一堆积木，受力时积木会产生塑性变形，发生错位。当外力反复作用，错位逐渐积累，积木就可能在某一次受力后突然崩塌。

今年4月，《科学》杂志刊登了中国科学院金属研究所取得的突破性研究成果：科研人员通过自主开发的往复扭转技术改

变了金属材料的内部结构，使其在保持高强度、高塑性的同时，平均棘轮应变速率降低了100至10000倍，有望大幅提升极端环境下关键金属材料部件的使用寿命。

这一颠覆性设计，首次突破了工程金属材料抗棘轮损伤性能难以提升的瓶颈，同时在多种工程合金材料中展现出较大的应用潜力，为克服金属疲劳撕开了一道关键突破口。

那么，金属为什么会“疲劳”？科研人员如何打破金属材料强度、塑性、稳定性的“不可能三角”？请看本期关注。

抗金属疲劳技术——

让“钢筋铁骨”更坚韧

■ 谢赫 周宇宽 侯融



研究人员采用增材制造技术精确控制微观组织，提升金属材料抗疲劳性能。

供图：阳明

“遇强更强”的设计范式

在我们生活中，无论是负责工业生产、工程建设、资源开采的重型装备，还是汽车、船舶、飞机等日常交通工具，其金属构件在制造前均需进行抗疲劳设计。这是一项关乎构件设计寿命周期的关键技术，为设备的安全运行提供了重要保障。

金属疲劳产生的本质原因，源于材料内部存在一种被称为“位错”的缺陷。

当金属材料受到单向波动外力时，位错不断移动、积累，在肉眼难以察觉的状态下形成不可逆的变形和裂纹，最终导致材料突然断裂，这就是所谓“棘轮损伤”。

这种损伤会破坏材料原有的稳定性，是金属不能逆转的“慢性病”，平时不易发现，一旦发现便无法挽回。

中国科学院金属研究所科研人员通过控制金属往复扭转的特定工艺参数，以“拧麻花”的操作方式在传统304奥氏体不锈钢中引入一种空间梯度有序分布的稳定位错结构，有效阻碍了位错的受力移动。

引入新结构，相当于在材料内植入了亚微米尺度的三维筋骨网络，为运动的位错安装上精密排列的“防撞围栏”，提升位错的屈服强度。

当外力来袭时，这些“防撞围栏”能像弹簧一样，均匀吸收材料内部变形带来的冲击，有效避免局部变形导致材料破损。同时，材料内部还将形成更紧密、更细小的“防撞墙”，如同给金属原有的筋骨网络内注入会自动修复的纳米“减震器”。

这种“外刚内柔、层层设防”的结构设计，让材料在拉伸时能产生“应变硬化”而非突然断裂，赋予金属材料令人惊叹的“遇强更强”的抗风险能力。

纵观材料科学发展，金属材料领域长期存在一个核心矛盾，即金属的强度、塑性与稳定性构成难以调和的“性能三角”。传统理论指出，强度提升会抑制位错运动导致脆性增加，而稳定性增强需依赖晶粒粗化，这又必然削弱韧性。这种“鱼与熊掌不可兼得”的困境，被学界称为材料设计的“不可能三角”，迫使各国科研工作者在研发高端合金时不得不反复权衡取舍，持续寻找性能平衡点。

此次，中国科学院金属研究所“梯

度序构位错胞结构”设计理念的提出，为突破金属材料“不可能三角”提供了全新路径。通过精准调控变形工艺参数，该梯度结构可在铝合金、钛合金、镍基高温合金等主流工程材料中实现可控构筑。其跨材料体系的普适性特征，正为工程合金材料领域带来新的变化。

环力的，是航空业快速发展中出现的一系列重大事故。

1954年，两架英国德哈维兰“彗星”喷气式客机接连在地中海上空坠毁，震惊世界。事后调查，工作人员锁定罪魁祸首——客舱增压循环导致金属疲劳，裂纹从舷窗角处萌生并扩展，最终造成客机解体。这两场空难直接推动了现代飞机结构疲劳设计与测试规范的革命性变革。

时至今日，金属疲劳仍是威胁重大工程安全和经济效益的顽疾。人们逐渐认识到，发展先进的抗金属疲劳技术，不再是锦上添花的科研探索，而是保障现代工业体系安全高效的必然选择。

对于金属材料本身，科学家们致力于研发具有更高疲劳强度和更长使用寿命的新型合金，采用增材制造(3D打印)技术精确控制微观组织，提升金属材料抗疲劳性能。例如，通过控制打印路径和参数，研发人员制造出具有特定晶粒取向或孔隙结构的部件，从而改善材料抗疲劳性能，损伤容限设计和概率疲劳设计等先进理念不断涌现。

同时，研发人员还运用先进无损检测技术精准识别微小疲劳损伤，结合数字孪生技术开发结构健康监测，对金属构件关键部位进行全寿命周期状

态模拟与预测，实现更科学、更量化的疲劳预防。

如今，抗金属疲劳技术已成为全球高端制造业竞争的焦点。美国国家航空航天局(NASA)、欧洲航空安全局(EASA)等全球顶尖材料研究机构，均在抗疲劳材料开发设计、精准预测和智能监测技术等领域加大投入。

抗金属疲劳技术的进步，让无形的疲劳裂纹逐步变得可知、可控、可防。这是人类对材料极限的挑战和突破，也为工业可持续发展“更上一层楼”提供了坚实支撑。

面向未来的应用蓝图

为追求更高效率、更长寿命、更严苛工况下的设备适用性，许多领域都对金属材料抵抗损伤能力提出了更高要求。作为保障设备在无数次应力循环中不失效的关键支撑，抗金属疲劳技术未来将在多个领域展现丰富的应用价值。

在航空航天领域，装备长期承受着复杂交变载荷(如气动载荷、发动机

消除隐患的破局新解

人类对材料强度的孜孜以求，远不止出于对更高性能材料的向往，还有对工程安全底线的本能守护。科研人员不断提升金属性能的背后，是对材料结构失效潜在灾难的深刻警醒。

随着第一次工业革命的到来，铁路迅猛发展，接连发生的火车车轴断裂事故，将“金属疲劳”这一材料的隐形杀手推到工程师面前。

1842年，法国发生了一起严重的火车事故。火车车轴疲劳断裂导致车厢脱轨，引发大火，造成至少55人死亡，成为工程史上因金属疲劳导致惨重伤亡的早期重大事故。

更让世界感受到金属疲劳强大破



莫双辉绘

炎炎夏日，一碗滑嫩爽口的冰粉为人们驱散燥热；眼睛近视，人们选择佩戴隐形眼镜，既能增大视野范围又美观大方；外科诊室，医生用专业敷料为病人包扎伤口……

你可知道，在冰粉、隐形眼镜和敷料背后，都有一类共同的材料发挥作用——水凝胶。

从微观结构上看，水凝胶是由高分

子链交联形成的一种三维聚合物网络，这些聚合物网络中存在很多亲水基团，亲水基团可以把水吸附在网络中，封存大量水分子。

简单地说，水凝胶就像一种会“喝水”的海绵。靠着强大的吸水性，水凝胶能将自己重百倍甚至千倍的水分子牢牢锁在材料里。

1894年，荷兰化学家范·贝梅伦在

论文中首次提出“水凝胶”的说法，用来描述一类呈现凝胶状的无机盐胶体。

1949年，在捷克斯洛伐克技术大学的实验室中，科学家奥托·威奇特尔研制出第一款成熟的水凝胶产品——Ivalon水凝胶。

从那时起直到现在，水凝胶材料不断升级，凭借柔软保湿、生物亲和、降解性能好、良好的透光性等特点，开始在社会各个领域应用开来。

——用于医疗领域。

水凝胶常常出现在制作医用敷料的原料里。例如，许多医用敷料里都含有聚乙二醇水凝胶(PEG)，该水凝胶表面可以凝聚大量的水分子，用于制作医用敷料既能保持伤口湿润，还能吸附伤口渗出液，以防感染。

会“喝水”的海绵——

水凝胶的神奇世界

■ 丛士杰 李芮

——用于工业领域。

比如，西安交通大学研制的pH响应水凝胶，在酸性条件下能高效吸附工业废水中的重金属离子。当废水中的重金属离子被吸附干净，再将该水凝胶置于碱性环境中，水凝胶又会释放吸附的重金属离子，实现材料的重复利用。

——用于农业领域。

2019年，西南大学孙现超教授团队研发出一款CSL-gel水凝胶，该水凝胶能连续14天以上释放香菇多糖与钙离子，进而提高植物的抗病毒能力，还可以释放水分，帮助营养成分渗透，促进植物生长。

随着材料技术的不断发展，水凝胶的功能也在不断叠加。

科学的历程