

角”:传统手段在提升强度的同时,往往会显著损害导电性能和材料的耐热性。中国科学院金属研究所卢磊团队与合作者通过一种全新的“梯度序构”微观结构设计,成功研发出兼具超高强度、高导电性与优异热稳定性的超级铜箔。2026年4月16日,相关研究结果发表于《Science》。

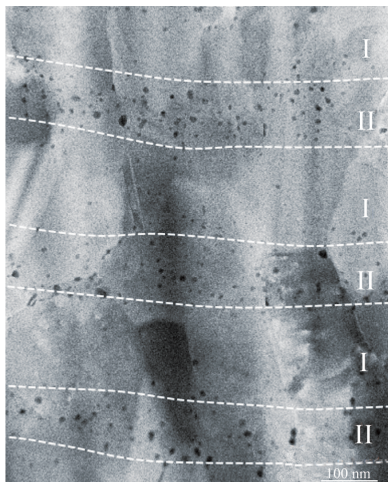
铜作为一种具有优异导电性和导热性的基本金属,是集成电路互连线和锂离子电池集流体的核心材料。然而,纯铜在室温下的屈服强度通常较低,难以满足高应力环境下的使用要求。随着人工智能(AI)算力时代的到来,芯片内部的互连线宽度已缩减至纳米级,电流密度的急剧增加带来了严重的电迁移风险与散热难题。同时,在新能源领域,为了追求更高的能量密度,锂电池集流体铜箔正向着极薄化方向发展(由6 μm 向4.5 μm 甚至更薄跨越),这要求材料在极薄状态下仍需具备极高的抗拉强度,以防止在涂布生产线上的断裂。

金属之所以能折弯、拉伸、变形,根本原因是内部的位错在晶体里“滑移”。所有金属强化(固溶、析出、细化晶粒)的原理都一样,即给位错滑移设置障碍。固溶强化通过引入溶质原子产生晶格畸变,从而阻碍位错运动,但溶质原子会显著增加电子散射,降低导电率。析出强化虽然影响稍小,但在高温环境下,析出相容易粗化,导致强化效果迅速消失。晶粒细化强化通过将晶粒尺寸缩减至纳米量级,利用高密度的晶界来阻碍位错。然而,纳米晶金

属面临着极其严重的稳定性问题。根据经典热力学理论,晶界具有较高的界面能,纳米晶粒在受热甚至室温长期放置下,有自发长大以降低系统能量的趋势。

在这一背景下,全球材料学界致力于寻找一种能够同时满足高强度(>600 MPa)、高导电率(>80% IACS(国际退火铜标准))和高热稳定性的新材料。然而,这三者在物理本质上是相互制约的。强度要求位错运动受阻,导电要求电子散射最少,热稳定性则要求界面能最低。

研究团队在满足工业化条件的电解沉积制备过程中,通过利用微量有机添加剂,在10 μm 厚铜箔(纯度99.91%)的纳米晶粒基体上形成了高密度纳米畴。这些纳米畴平均尺寸为3 nm,沿铜箔厚度方向呈“贫、富”交替周期分布的纳米尺度梯度序构。实验检测显示,梯度序构纳米畴铜箔的拉伸强度高达900 MPa,突破了常规铜箔的强度极限。同时,该铜箔导电率保持在90% IACS,较



铜箔的横截面透射电镜图显示出周期性分布的梯度超纳米畴(虚线包含的黑色区域)
(图片来源:《Science》)

同等强度水平的铜合金提升约2倍;室温放置近半年后性能无衰减,成功攻克了强度、导电性和热稳定性难以兼得的“不可能三角”。

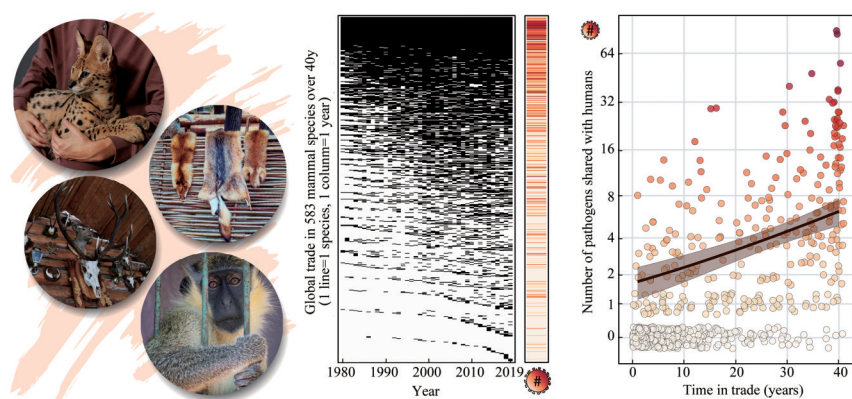
研究人员表示,优异性能的协同提升源于纳米畴在“晶粒间和晶粒内”的双重序构效应。水平方向上,晶粒间均匀分布的纳米畴能有效抑制应变局域化,提升材料的整体均匀变形能力;垂直方向上,梯度分布的纳米畴则诱导产生超高密度的几何必需位错,实现显著强化。尤其是,超高密度、极小尺寸的纳米畴与基体呈半共格界面,既能有效钉扎晶界,抑制晶粒长大,又因其对电子的散射作用极弱,确保铜箔的高导电性。

该研究不仅为高性能铜箔的制备开辟了全新的设计思路,也展现了“基元梯度序构”策略在开发下一代结构-功能一体化材料研发中的巨大潜力,值得强调的是,梯度纳米畴铜箔已具备在工业条件下的连续化生产能力,为其规模化应用奠定了基础,对电子信息产业和新能源产业的发展具有重要战略意义。

(综合:《Science》、中国科学院金属研究所官网、央视网、中国科技网)

41%被交易的野生哺乳动物携带人类病原体

瑞士弗里堡大学的生态学家Jerome Gippet与合作者首次量化了全球野生动物贸易在病原体传播中的作用,发现用于食品、皮毛、研究或传统药物交易的野生



野生动物贸易在40多年间推动了人畜共患病原体的传播

(图片来源:《Science》)

哺乳动物中,近半数携带至少1种可导致人类患病的病原体。研究人员希望,这项研究有助于设计贸易法规,尤其是制定防止未来大流行病的政策。2026年4月9日,相关研究成果发表于《Science》。

艾滋病、2014年的西非埃博拉疫情、新冠疫情等许多重大人类疾病的暴发,均与野生动物交易有关。为应对新冠疫情,有关野生动物贸易中病原体的全面数据在过去几年陆续出现。这使Gippet和同事有机会分析野生动物贸易与携带病原体的哺乳动物数量之间的关联。

研究团队将来自3个主要野生动物贸易数据集的40年记录,与生态学家于2021年为研究新冠病毒开发的一个病原体相关物种数据库结合起来。科学家重点关注了在野生动物贸易中数量较多的哺乳动物——大约1/4的哺乳动物曾被交易,同时关注了它们向人类传播病原体的历史。

为分析数据,研究团队创建了一个模型,用来预测病原体通过贸易互动传播的风险。该模型考虑了物种的进化史、动物与人

类社区的距离、是否被食用及是否用于科学研究等因素,这些都可能影响传播。

研究估计,在2079种被交易的哺乳动物中,41%与人类共享一种或多种病原体,而在未被交易的哺乳动物中,这一比例仅为6.4%。此外,活体动物,而非动物产品的交易也增加了病原体从动物传播给人类的可能性。其中,非法动物交易在影响传播概率方面只起了很小的作用。最后,一个物种在野生动物贸易中每存在10年,就会与人类共享一种额外的病原体。

美国史密森尼保护生物学研究所的应用生态学家Jonathan Kolby警告说,不要低估家养动物在疾病传播中的作用。该研究分析的数据显示,许多家养动物携带的病原体数量甚至超过了交易的野生动物。

Kolby表示,人们很容易陷入误区,认为停止野生动物贸易能杜绝大流行病的发生。但即便消除这些贸易,规模巨大的国内外家畜贸易仍是人畜共患病的来源。”

(综合:《Science》、科学网)

实验室成功模拟出球状闪电

中国科学院上海光学精密机械研究所的研究团队,首次利用人工方式,成功激发并捕获了一种在形状、状态和发光特性与自然界球状闪电高度相似的球形发光体,从而揭示并证实球状闪电的本质为“电磁孤子”。2026年4月16日,相关研究成果发表于《Nature Photonics》。

球状闪电俗称“滚地雷”,是自然界最神秘的电磁现象之一。长期以来,相关理论众多,但始终缺乏可重复、可精准验证的实验支撑。研究团队依托上海超强超短激光实验装置(“羲和”激光装置),成功激发并捕获了一种形状、状态和发光特性与自然界球状闪电高度相似的球形发光体,证实球状闪电的本质为“电磁孤子”。

研究团队在强激光驱动太赫兹源领域长期深耕,自主搭建时空分辨诊断系统,实现电磁孤子全过程精准观测。实验室中,高速摄像机捕捉到明亮白球被幽蓝等离子体外壳包裹,如“光之茧”般缓慢膨胀、最终耗散。该电磁孤子直径约百微米、寿命达百纳秒,光谱覆盖紫外至红外宽波段,经物理标度变换,可对应自然界直径几十厘米、持续数秒的球状闪电。

研究团队以飞秒强激光驱动微金属丝,产生太赫兹表面波并汇聚至纳米针尖,获得相对论级强度近场,为亚毫米尺度电磁孤子的产生提供了高质量的驱动源;与此同步,将超音速氩气气体喷流注入针尖近场区,在强场作用下,气体被迅速电离为等离子