

科技新闻

·前沿动态·

多智能体合作设计太阳能电池

钙钛矿太阳能电池具有低成本和可规模化加工优势,其认证光电转换效率已达到27%。目前,限制其商业化的主要障碍是热、偏压和光照等运行应力下的性能衰减。上海交通大学赵一新、缪彦锋、王艳明等团队提出了多智能体人工智能(artificial intelligence, AI)设计路线,包括数据智能体、组分智能体、界面智能体和中心智能体组成的协同框架。最终AI指导设计的钙钛矿太阳能电池在100°C连续运行1000 h后,仍可保持初始效率的97%。2026年5月14日,相关研究成果发表于《Science》。

钙钛矿电池由钙钛矿吸光层、电子/空穴传输层、界面层等多个功能层构成,其稳定性提升需要各层材料组分与器件结构的全局协同优化。其中,钙钛矿吸光层内部的缺陷和离子迁移是关键诱因。

长期以来,稳定性钙钛矿电池的研发高度依赖“实验试错”的传统路径,需要大量的材料筛选与器件结构迭代。近年来,AI在加速钙钛矿太阳能电池材料发现方面显示出潜力,机器学习与高通量合成结合已生成大规模数据集并发现新材料。然而,这类闭环设计成本较高,通常仍局限于器件中某一特定功能材料的设计。

多智能体的运行逻辑主要包括以下几个步骤。基于数据智能体整合归纳万余篇相关文献数

据,中心智能体通过机理知识与数据的融合分析,指导设计了具有双三氧化二铝(Al_2O_3)保护层的高稳定器件构型,并将核心的钙钛矿组分与界面优化任务分配给专业的组分智能体与界面智能体。组分智能体提出了甲脒-铯(FA-Cs)钙钛矿体系,并通过组分优化和单晶实验确定一种高稳定性的甲脒-铯碘化铅钙钛矿材料—— $\text{FA}_{0.92}\text{Cs}_{0.08}\text{PbI}_3$ 。结合实验验证,该组成可抑制FA空位缺陷的形成。随后,界面智能体则从分子结构、界面稳定性、偶极矩等多方面综合分析,指导设计出具有高C—N键能的空穴传输分子,在高温和紫外光照下表现出优异的稳定性。

中心智能体整合组分智能体和界面智能体的分析结果以及实验数据,反馈给数据智能体,实现“数据—实验—数据”的闭环迭代。最终,这种由AI引导、实验验证的钙钛矿太阳能电池在 0.087 cm^2 掩膜面积下实现25.0%的光电转换效率。

(综合:《Science》、
上海交通大学官网)

升温让“亚洲水塔”迁移加速

高喜马拉雅地区海拔普遍在5500 m以上,终年冰雪覆盖,该地区的大气变暖尤为显著。自20世纪80年代以来,该地区升温幅度已增加约1倍,气温上升速度接近全球平均水平的2倍。这种变暖已引发一系列连锁效应,加速了冰川融化以及多年冻土和季节性冻土的融化,并进一步影响高地河流廊道中的径流过程、泥

沙动力学和河岸稳定性。发源于该区域的河流,通常被称为“第三极”和“亚洲水塔”,对维系约20亿人的生计具有重要作用。

四川大学水利水电学院/山区河流保护与治理全国重点实验室刘兴年等团队,系统揭示了高喜马拉雅地区河流演变过程中的气候信号及其驱动机制,为预测高地河流未来演化及其对生态环境、基础设施和全球生物地球化学循环的影响提供了新视角和新证据。2026年5月14日,相关研究成果发表于《Science》。

河流的天然弯曲与河型演变是塑造行星地貌最古老、最普遍、最具活力的地表动力过程之一。传统观点认为,受河道自组织调整和环境噪声干扰,难以从河型动态中准确识别出气候信号。尽管不乏假说提出气候信号能够突破河流自组织过程约束,但长期以来缺乏实地观测证据。

为攻克这一难题,研究团队长期扎根青藏高原腹地,在气候敏感性极高、河曲自由演变的高喜马拉雅地区找到了破局关键。基于多年野外考察和长达40年的卫星遥感数据分析,团队系统查明了3大流域超过1500 km河道的河曲演变特征。

研究表明,与1980—2000年相比,2000—2020年间,非受限河道迁移、裁弯取直、河道改道,以及单一河道与多汉河道形态之间转换的发生速率大约翻了一番。这种河道形态动力学加速主要源于气候变暖背景下冰冻圈退化:冰川融水和泥沙通量增加,冻土河岸稳定性下降,从而增



喜马拉雅高地快速变迁的冲积河流

(图片来源:《人民日报》)

强了河岸侵蚀和河道侧向迁移。

该研究首次在北极以外地区系统证实了气候变暖驱动河型演变加速的经典假说。

(综合:《Science》、四川大学官网、中国地质大学(北京)官网)

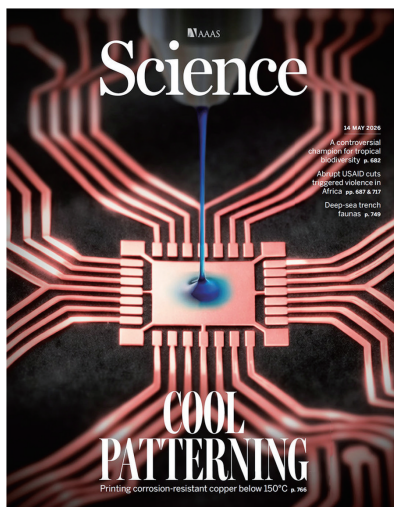
多巴胺让铜电路也能抗氧化

铜具有优异的电导率和热导率。然而,氧化和腐蚀限制了铜的长期使用,而现有保护策略往往需要高温、惰性气氛或多步骤加工。例如,在其表面包裹一层化学惰性涂层(如石墨烯或聚合物),或是通过高温(通常 $>600^{\circ}\text{C}$)烧结。但这带来了新的矛盾:高温会损坏塑料等柔性基底,而厚重的保护层又会削弱导电性。

过去10多年中,研究人员持续探索铜纳米颗粒墨水、铜离子墨水、金属有机分解墨水等策略。这些方法分别推动了低温成铜、柔性基底印刷、高温抗氧化和表面钝化等方面的发展,但多数仍遵循“先形成铜,再保护铜”的思路,难以同时兼顾低温加工、高导电性、可打印性和长期耐腐蚀性。

美国马里兰大学、耶鲁大学、劳伦斯伯克利国家实验室等机构研究人员,提出了一种名为活性铜-有机基质(CuOM)的创新策略。该研究另辟蹊径,利用特定有机分子在低于 150°C 的温和条件下,驱动铜前驱体的分子转化。

通过将甲酸铜与具有还原性的儿茶酚衍生配体(如多巴胺)及动力学活化溶剂(如2-氨基-2-甲基丙醇(AMP))结合,可以在环境空气中直接将前驱体转化为致



一种高活性铜-有机复合基质,为可印刷抗腐蚀铜开辟出一条分子墨水新路径,能在常温常压的低温条件下,将溶液态前驱体直接转化为高导电性的铜质电路

(图片来源:《Science》)

密的金属铜网络。这一过程彻底摆脱了对昂贵惰性气体保护和极端高温的依赖,为在低成本柔性基底上直接打印高性能电路铺平了道路。2026年5月14日,相关研究成果发表于《Science》。

研究团队通过原位X射线散射和高分辨电镜观察发现,在低温固化过程中,系统会先形成一层超薄的一氧化亚铜(Cu_2O)纳米壳层,并伴随生成厚度仅约3 nm的非晶碳质钝化层。与传统认知不同,这里的氧化亚铜并非阻碍导电的杂质,而是一种“可移除的界面媒介”。在还原性分子的作用下, Cu_2O 被原位还原并促使相邻的铜种子颗粒发生原子级的融合,形成连续的渗流导电网络。这种分级生长机制使得最终得到的铜膜电阻率低至 $8.95 \mu\Omega\cdot\text{cm}$,其电学性能足以媲美高温烧结的商业产品。

除了优异的导电性,该策略最引人瞩目的是其赋予铜材料近乎“贵金属”般的化学稳定性。得益于表面原位生成的碳质涂层和亚铜钝化层,该材料在 100 mmol/L 的盐酸溶液中能稳定保持导电性超过1000 h,在硫化钠溶液中稳定超过200 h,即便在 140°C 的空气中持续工作240 h,其导电性波动也微乎其微。相比之下,传统的商业铜膜在同样的严苛测试中往往在数小时内便彻底失效。

(综合:《Science》、马里兰大学官网)

图论或为纳米颗粒的新语言

材料科学界存在一个让人头疼的“灰色地带”:当无数个纳米