

障了制造过程的低碳化与环境友好。

为解决大面积制备中溶剂挥发不均导致的“边缘效应”，团队提出了“溶剂限制边缘保护”(SCEP)策略。通过在钙钛矿前驱体中引入十四烷基三甲氯化铵(TAC)作为表面活性剂，TAC分子如同为液膜边缘穿上“防护服”，有效调节了气-液界面的表面张力并均衡了溶剂挥发速率。该策略彻底消除了大尺寸基板边缘的结晶缺陷，成功在1.2 m×0.6 m的平米级基板上制备出从中心到边缘均一性极高的高质量钙钛矿薄膜。

基于上述技术创新，该团队在商业尺寸组件的转换效率上接连刷新世界纪录。研制的0.72 m²商用组件稳态效率经美国国家可再生能源实验室(NREL)认证达17.2%，并被《Solar cell efficiency tables》收录。在此基础上，仁烁光能近期进一步优化工艺，将同尺寸商用组件量产效率提升至22%(输出功率158.4 W)，经德国TÜV南德认证，不仅再次刷新纪录，更标志着钙钛矿组件在发电性能上已趋近主流晶硅组件，展现出强大的技术竞争力和产业化潜力。

(综合:南京大学官网、《Science》)



仁烁光能兆瓦级屋顶电站

(图片来源:南京大学官网)

基于异质交联策略制备高灵敏、超长寿命人工肌肉

要使软体机器人、触觉反馈装置和仿生假肢能够在低电压下像肌肉一样收缩驱动，材料的机电灵敏度和可靠性仍然是关键瓶颈。上海交通大学机械与动力工程学院机器人研究所朱向阳和谷国迎团队，联合江西科技师范大学卢宝阳，提出“异质交联诱导相分离”策略，研发出一种兼具高机电灵敏度与长寿命的新型介电弹性体材料(SBE)。2025年12月5日，相关研究成果发表于《Science》。

研究团队利用2种商业硅胶不同的交联机制——主链交联的Sylgard 170(介电相,D-Phase)与侧链交联的Elastosil P7676(机械相,M-Phase)，构建了半分离的双相双连续微观结构。该结构形成互相连通的高介电相网络，同时保留低模量机械相基体，从而使材料机电灵敏度达到360 MPa⁻¹。模糊相界面带来的介电势垒也有助于提升击穿电场强度(>35 V/μm)，材料在无预拉伸条件下实现约90%的面积应变。

在耐久性方面，D相可承担部分机械耗散，而M相维持整体弹性与结构完整性，使材料疲劳阈值达到78 J/m²。基于该材料的人工肌肉在260 Hz驱动、35 V/μm电场条件下完成1亿次循环测试后性能保持稳定。器

件还表现出一定“自清除”特性，即在微小缺陷处发生局部烧蚀形成绝缘区，使其在局部击穿后仍可维持工作。

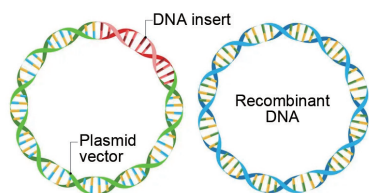
基于SBE材料，团队开发了多种软体机器人演示系统：仿生机械臂由4个剪切型人工肌肉驱动，实现119.3°大角度运动；软体爬行机器人速度达到22 BL/s，并可适应弯曲管道等复杂环境。团队还集成电源与控制模块，展示了总重约29.43 g的无系留样机，仅用6个总重约1.08 g的人工肌肉即可实现红外控制下的爬行与转向。

(综合:上海交通大学官网、《Science》)

百年质粒“进化史”锁定耐药传播元凶

抗菌药物耐药性(AMR)已成为全球公共健康的重大威胁。研究估计，仅2019年就有超过495万例死亡与耐药相关。耐药基因之所以能在不同细菌间快速“串门”，很大程度上依赖质粒这类可移动的遗传载体。然而，在抗生素被大规模使用之前，质粒的具体形态及如何被人类“训练”成耐药传播工具，长期缺乏直接证据。

英国研究团队通过“考古式基因组学”填补了这一空白。他们系统测序了1917—1954年临床样本中的历史质粒(著名的Murray Collection)，并与公共数据库中的现代质粒进行比对，重建了跨越100余年的演化轨迹。研究共获得大量历史质粒序列，



质粒是细胞内的一种环状的小分子DNA，
是进行DNA重组的常用载体
(图片来源:摄图网)

并与全球范围的现代数据联通，形成了覆盖多国家、多菌属的大型对照网络。2025年12月5日，相关研究成果发表于《Science》。

结果显示，历史与现代相关质粒可归入3条不同命运：一类是“祖先骨架”，在现代数据库中已不再以原貌出现；另一类几乎“原封不动”地延续至今，保留了稳定的核心基因组；还有一类通过多个祖先质粒的“拼接融合”，演化为体量更大、结构更复杂的现代质粒。换句话说，抗生素时代不仅让耐药基因变得更复杂，也推动了质粒本体的结构重塑。

更关键的发现是：几乎所有早期质粒都不携带典型耐药基因，但其中一小部分最终“脱颖而出”，成为驱动革兰氏阴性菌对一线乃至“最后防线”抗生素产生耐药的核心载体。现代世界里，耐药基因并非平均分布在所有质粒上，而是高度集中在少数“高风险家族”中。

研究进一步指出，具备自我传播能力的“共轭型”质粒往往携带更多耐药基因，且体量也更大；不少现代高风险质粒还拥有多个复制起点（多复制子），表明它们经历了频繁的融合事件。

该研究的第一作者、威廉桑格研究所的Adrian Cazares表示：“抗

生素的广泛使用从根本上重塑了质粒的遗传格局以及细菌对抗菌治疗的反应，并尖锐地提醒我们，人类行为对细菌进化有着深远而持久的影响。”

(综合:《Science》、生物谷)

冰川也有“季节心跳”

地球冰川并非只在长期变暖中缓慢消融。美国国家航空航天局(NASA)喷气推进实验室的科学家首次利用卫星数据绘制了全球冰川和冰盖流速的季节性变化图谱。这项研究分析了2014—2022年的卫星观测数据，揭示了地球上的冰川并非静止不动或匀速流动，而是像呼吸一样，随着季节更替加速或减速。

研究发现，地表温度是驱动这一季节性变化的关键因素，这一发现有助于科学家更准确地预测未来气候变暖背景下，冰川对海平面上升的影响。2025年11月27日，相关研究成果发表于《Science》。

研究团队利用NASA的ITS_LIVE v2数据集，处理了超过3600万对光学和雷达卫星图像，对全球超过100万km²的陆地冰进行了速度分析。结果显示，虽然全球大部分冰盖（如南极洲腹地）流动相对稳定，但仍有约21万km²的冰川表现出显著的季节性速度波动。

研究发现，气

温与冰川流速的变化密切相关。在年最高气温超过0℃的地区，冰川流速的季节性振幅显著增加。数据显示，随着气温升高，冰流速度的季节性波动幅度以每摄氏度1.4%的速率增长。此外，气温还决定了冰川“加速”的时机：气温越高的地区，融水产生越早，导致冰川流速的峰值出现得越早。例如，阿拉斯加的冰川流速峰值多出现在春季，而较冷的北亚地区则多出现在秋季。

这种季节性加速的主要机制是冰川底部的“润滑”作用。当夏季表面融水或液态降水穿透冰层到达底部时，会增加基底水压，从而减少摩擦力，使冰川像在润滑的滑梯上一样加速滑向海洋。研究人员指出，基底水文系统的演变即排水系统的效率，在调节这种速度变化中起着至关重要的作用。而在南极洲大部分极寒地区，由于缺乏表面融水，冰川流速在全年几乎保持恒定。

同期《Science》的评论文章指出，这项研究填补了冰川短期动力学的空白。理解冰川季节性变化对依赖冰川径流的水资源管理、生态系统健康及沿海灾害预警至关



冰岛移动的冰川

(图片来源:Pixabay)