

戴上“黑科技”手套，秒变大力士

■本报记者 王敏

有这样一双“手套”，戴上它，让你秒变大力士，双手可以掀起 200 多公斤的石板，“吊单杠”时间翻倍，提重物行走疲劳感大大减轻……

这款“黑科技”机械手套由中国科学技术大学(以下简称中国科大)特任教授孙帅帅课题组与合作者联合研发，是一种基于磁流变技术的手部外骨骼系统，能够极大增强人体手部抓握力与抓握耐力，有望用于地震救援、物流运输、工业生产等场景。近期，相关研究成果发表于《IEEE 机器人学汇刊》。

小功耗，大力量

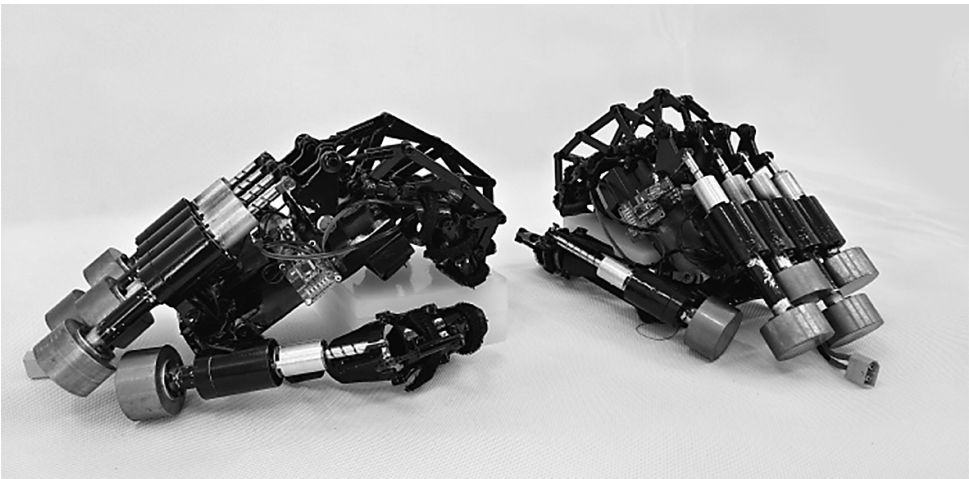
灵活的双手在日常生活中起到至关重要的作用。然而，在救援、搬运等应用场景中，双手不仅要足够灵活，还需要足够有力，以支撑长时间、高负载的工作。

几十年来，随着机器人技术、材料科学等领域的发展，研究人员有望研发出像“钢铁侠”机甲一样的可穿戴外骨骼，利用机械结构和致动器共同作用给人手助力，从而增强人手功能表现，大幅提升人类极限。其中，手部外骨骼是研究热点之一。

“实际上，目前学术界与企业界已出现多种手部外骨骼，主要用于辅助中风、偏瘫患者康复。它们往往基于电机、液压致动，又或采用气动技术。”孙帅帅介绍，这些致动器普遍存在输出力小、体积和重量大等问题，难以解决大幅增强手部抓握力和抓握耐力的难题。

因此，面对大负载场景，手部外骨骼的关键是研发一种体积小、轻量便携，但输出力大、背驱能力好的致动器。

孙帅帅团队利用磁流变智能材料量身定制的特性，创新设计了基于磁流变轴承和滚珠丝杠结构的被动致动器，在仅需 5 瓦功耗条件下，实现了最高 1046 牛的大输出力，力－功率



基于磁流变技术的手部外骨骼系统。

中国科大供图

比较其他方案提升了一个数量级，在同样输出力下节省了 97.7%的能量消耗。

“也就是说，我们用很小的功耗得到了很大的力。”孙帅帅解释道，这意味着磁流变手部外骨骼的续航时间相较于普通外骨骼系统得到大幅提升。

“软硬”可控

在中国科大人形机器人研究院实验室，记者见到了这款产品。别看它体积小，背后却暗藏着一个系统工程。

论文第一作者、中国科大博士生麦贤龙介绍，“这款手部外骨骼系统主要分为外骨骼、磁流变致动器、指尖力传感器和控制背包几个部分。它的工作原理是将外界的负载转移至外骨骼，通过调节磁流变致动器的输出力，在大负载时使外骨骼具有大承载能力，即

变‘硬’，而在不需要助力时，手套会变‘软’，几乎不影响手指的灵活运动。同时，我们发现这种结构还可以通过飞轮储能，在不需要任何外部动力源的情况下，增强穿戴者的瞬时抓握力。”

这款手套“软硬”可控的奥秘，在于磁流变致动器中使用的磁流变智能材料。

“磁流变智能材料的性能在磁场作用下会发生显著变化。在没有磁场的情况下，这种材料像脂一样具有较好的流动性；加了磁场后，材料会变成半固体。”孙帅帅一边展示，一边向记者解释，他们基于这种特性，将其应用于手部外骨骼系统，实现了手套的“软硬”可控。

疲劳减轻，握力增加

为了验证手套性能，研究团队首先进行

了长时间提拉重物的实验。通过测量受试者戴与不戴手套的前臂肌电信号，团队发现，戴手套的表面肌电信号显著降低，表明肌肉收缩力减弱，疲劳程度减轻。此外，团队还进行了“吊单杠”实验，测试结果显示，戴手套的受试者坚持时间增加了一倍。

在握力增强实验中，受试者分别用和不用手套进行快速抓握。结果显示，戴手套的平均握力增加 85.8 牛，比不戴时高出 41.8%。

此外，在地震救援中，由于现场环境复杂，很多设备难以进场，多依靠救援人员徒手清理重物，因此研究团队还进行了地震救援模拟应用实验。在营救被压人员和运送伤员的任务中，受试者指屈肌的肌电信号幅度均大幅减小，这意味着控制手指抓握的肌肉活动度大幅降低。在运送伤员任务中，受试者呼吸率相较无外骨骼手套情况下平均降低了 20%，最大运送距离提升了 110%。

除了以上常见应用场景，孙帅帅还介绍了遥操作的应用场景。“我们可以利用磁流变材料的阻尼特性，设计能够提供力反馈的手部外骨骼和手臂外骨骼，同时结合关节运动捕捉，实现远程机械臂、机械手的遥操作，并提供真实的力反馈，以进行深空探测作业。”孙帅帅说。

孙帅帅表示，接下来，他们将进一步提升手部外骨骼系统功能。“比如，加入人体意图识别功能，更精准地根据穿戴者意图调整外骨骼的输出；改进外骨骼结构，利用复合材料和 3D 打印技术，在减轻重量的同时增加结构强度；改进人机交互设计，使外骨骼达到人手运动的大部分自由度，减少与手关节的滑移与不舒适感。”

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1109/TRO.2025.3588750>

纪念人工全合成结晶牛胰岛素成果 60 周年专场活动举行

本报讯(见习记者江庆龄)日前，中国科学院“科学家精神大讲堂”暨上海分院“报国讲坛”纪念人工全合成结晶牛胰岛素成果 60 周年专场活动在上海举行。

活动现场，原中国科学院上海生命科学研究院院长、生物化学与细胞生物学研究所所长李林院士作专题报告，回顾了老一辈科学家在极其简陋的条件下，完成人工全合成结晶牛胰岛素工作、取得这一历史性成就的历程，并系统梳理了当前生命科学发展的趋势。

1958 年 12 月，人工合成胰岛素项目正式确定，并获得国家机密研究计划代号“601”，意指 20 世纪 60 年代第一大任务。面对这个科学问题的“无人区”，王应睐、邹承鲁、钮经义等老一辈科学家没有退缩，抱着“人工合成胰岛素 100 年也要搞下去”的决心，开始了长达 7 年的探索。1965 年 9

月，经中国科学院生物化学研究所(中国科学院分子细胞科学卓越创新中心前身之一，以下简称分子细胞卓越中心)、中国科学院有机化学研究所(现中国科学院上海有机化学研究所)和北京大学 3 家单位的协同攻关，人工全合成结晶牛胰岛素工作终于获得成功。

李林表示，人工全合成结晶牛胰岛素是继 1828 年人工合成首个有机分子尿素后，人类在揭示生命本质征途上的里程碑式新飞跃，在生命科学发展史上具有永恒意义。人工全合成结晶牛胰岛素的攻关过程，也体现了中国科学家敢于挑战生命科学前沿里程碑式研究的创新自信与科学雄心。

此次活动由中国科学院直属机关党委、中国科学院上海分院分党组主办，分子细胞卓越中心党委、中国科学报社协办。

美国物理联合会出版社全球出版战略负责人 Matteo Cavalleri：

科研成果被合适的人看到才能真正产生影响

■本报记者 张双虎

“聚焦纳米科学前沿，赋能中国科研创新。”在近日举行的第十届中国国际纳米科学技术会议上，美国物理联合会出版社携旗下学术期刊亮相北京国际会议中心，向中国科学界展示在物理与交叉学科领域的前沿布局与战略愿景。

美国物理联合会出版社将如何聚焦纳米科学前沿，更好赋能中国科研创新？为此，《中国科学报》记者采访了美国物理联合会出版社全球出版战略负责人 Matteo Cavalleri。

分享成果，也分享那些不奏效的尝试

《中国科学报》：8 月 31 日发布的《中国纳米科技产业白皮书(2025)》显示，中国在纳米科技领域专利授权数量全球第一。你怎样看待这一数字？

Cavalleri：我并不完全清楚这些数据背后的细节，但我认为这是件好事。科学和知识本质上是全球性的，要真正产生全球性影响，科学家需要更开放地分享成果、展开合作，在知识创新和成果贡献方面发挥力量。正是通过这样的合作，人类才能不断前进。

中国在科研领域，尤其是物理学方面的进步令人瞩目，已成为全球科学的“重要贡献者”之一。这背后有几个关键因素：首先，中国在科研上的投入可观并取得明显成效；其次，中国的科研基础设施不断完善，为创新提供了有力支撑；最后，中国在各领域展现的多样性和活力极大地推动了科学发展。

尤其重要的是，中国非常重视解决人类面临的实际问题，比如在医疗、健康、能源和可持续发展领域，很多研究有强烈的导向性，能把基础研究与技术应用结合起来，把成果转化成为实际使用的产品。此外，中国科研人

员积极推动国际合作，并努力在全球范围内产生影响，这使中国在当今世界科学格局中居于核心地位并展现出独特活力。

《中国科学报》：在你看来，科研成果转化为可实际使用的产品面临哪些挑战？

Cavalleri：科学研究是试错的过程，很多探索可能会失败，但这些失败也有价值，因为它能拓展我们的认知边界。因此，学术期刊出版不仅分享成果，也应该分享那些不奏效的尝试。而成果转化不但要有可转化的成果，还需要耐心和持续的投入。这是成果转化过程中面临的严峻挑战，中国在这方面做得非常出色。

让更多中国学者参与同行评议

《中国科学报》：美国物理联合会出版社最近任命了一位中国籍主编，你还提出让更多中国学者参与同行评议，这是否表明美国物理联合会出版社加强有关中国影响力的战略布局？

Cavalleri：实际上，我们目前有两位来自中国的主编。去年，我们任命了华南理工大学教授林镇宏担任《可再生与可持续能源期刊》主编。必须说明的是，任命中国籍主编是很自然的事情，因为中国在物理学领域已成为“卓越中心”。我们并不关注主编来自哪里，我们关注的是“卓越的领导者”——那些愿意为科学讨论作出贡献、推动合作、坚持开放科学和保持科研诚信的人。中国的快速发展，让这些“领导者”恰好在中国出现。

在美国物理联合会出版社期刊群中，中国学者参与同行评议的比例在 2020 年为 9%，2023 年增至 17%，到 2024 年达到 22%。尽管来自中国的审稿人比例不断上升，但仍

赶不上作者人数的增长——2024 年我们收到的文章中，超过 50%来自中国。

学术期刊的评审过程需要多样化的观点和意见，对一本国际期刊来说，增加全球审稿人非常重要。这些年来，中国科研群体规模和科研质量促使我们增加来自中国的编辑和编委会成员，而审稿人由编辑挑选，了解中国科研群体的编辑有助于增加合格审稿人的数量。我们的策略很简单：持续增加编辑团队的多样性，自然会带动审稿人队伍的多样化。此外，我们还会通过“同行评议学院”等项目，为审稿人提供培训。

学术期刊发展呈现新特征

《中国科学报》：在你看来，学术期刊有哪些发展趋势？

Cavalleri：过去几年学术出版发展迅速，其中有几个趋势非常明显。

一是开放性。开放科学不仅推动论文共享，还推动数据、代码和实验方案共享，以加速科学发现。二是国际化和多样性。科学研究不再集中于少数几个卓越中心，而是全球各地都有重要贡献，学术期刊需要反映这一格局。三是跨学科性。在能源、健康和可持续发展领域，很多问题单个学科无法解决，跨学科、跨领域和跨地域的合作才能形成协同效应。

未来，学术出版的主要趋势是开放性、包容性、跨学科性，并且人工智能在科学传播和共享中将发挥日益重要的作用。

《中国科学报》：美国物理联合会出版社是否有专门举措支持中国科研群体？

Cavalleri：中国目前已成为充满活力和令人兴奋的科学中心，我们也非常关注和支持其科研工作。15 年前，美国物理联合会就意



近日，3 只濒临灭绝的国家一级保护鸟类彩鹇出现在湖南益阳大通湖区，这是迄今现身大通湖的第四类国家一级保护动物。

彩鹇羽毛呈深紫色或青铜色且带闪光，主要栖息在温暖的河湖及沼泽附近，有时也会到稻田中活动，主要以水生昆虫、虾、甲壳类等小型水生动物为食。栖息地减少、环境污染等因素致使彩鹇种群数量急剧下降，濒临灭绝。 本报记者王昊昊 通讯员徐钢报道



受访者供图

识到，中国科学家能对全球科学发展作出重要贡献。因此，我们在中国设立了办事处，以便建立本地联系、更好支持中国科研人员。

我们要确保所有声音都被代表。中国的科研群体充满活力，一定要在编辑委员会中听到他们的声音。我们的策略包括吸纳来自不同地区、不同背景的编辑候选人。美国物理联合会出版社的中国团队致力于搭建桥梁，将中国科研人员与国际科研社区联系起来。例如，我们举办论坛、邀请国际演讲嘉宾，让参与者有机会与嘉宾面对面交流。我们组织活动，让主编与研究人员和学生直接交流。在更广的层面上，我们的全球团队会帮助提升中国科研成果的国际影响力。对于一些特别新颖或有影响力的研究，我们会面向全球发布新闻稿。

在中国，我们还利用微信等平台推广学者在我们的期刊发表的研究成果。仅去年，我们就推广了约 400 篇中国科研人员的论文，有的文章在社交媒体上有 5 万多次的阅读量。这些努力帮助确保优秀的科研成果被更多人看到。

发表论文只是第一步，它验证了研究的可靠性和正确性，但科研成果还需要被合适的人群阅读，才能真正产生影响。科学家通常会自我宣传，而出版机构则在连接研究成果与合适读者方面发挥关键作用，确保科研成果触达合适的人群，从而真正推动知识进步和科技发展。

发现·进展

中国科学院金属研究所

发现首个全域制冷材料

本报讯(记者张楠)中国科学院金属研究所研究员李昂团队在一种名为六氟磷酸钾(KPF₆)的无机塑晶材料中，首次观察到“全温区压卡效应”。由此，KPF₆成为全球首个全域制冷材料，为开发新一代高效、环保的全固态制冷技术打开了大门。相关成果近日发表于《自然－通讯》。

传统冰箱和空调使用的气体压缩制冷技术存在能耗高、可能排放有害气体等问题。而固态相变制冷技术是一种前景广阔的替代解决方案。

这项技术的核心是利用固体材料的特性，即当外界施加磁场、电场或压力等不同“场”时，材料内部结构会发生变化，这个过程会吸收或释放热量，从而实现制冷。改变内部结构的技术主要包括磁卡效应、电卡效应、弹卡效应、压卡效应等，但这些方法都有一个共同局限，即制冷效应只发生在“相变温度”附近一个很小的温度范围内。为实现大范围温度变化，必须把多个不同相变温度的材料组合起来，做成多级制冷装置，这给科学家带来很大挑战。

团队在 KPF₆ 无机塑晶材料中，首次观察到“全温区压卡效应”。通过施加压力，KPF₆ 能在从室温(约 25℃)到液氮(−196℃)、液氢(−253℃)甚至液氦(−269℃)的极低温区范围内实现制冷，这是迄今唯一的全温区固态相变制冷材料。

研究人员介绍，KPF₆ 在室温常压下是一种面心立方结构，内部的六氟磷酸分子团可以自由随机旋转。当温度降低时，它会经历两次内部结构变化，转变为不同的单斜结构。这些结构受到压力，均会转变为另一种菱方结构。正是这些相变过程，产生了强大的吸热或放热效应。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41467-025-63068-z>

北京大学

揭示自 1850 年以来中国冰雹日数增加

本报讯(记者冯丽妃)

北京大学物理学院大气与海洋科学系教授张庆红团队发现，中国自 1850 年以来冰雹日数增加。这些发现基于中国历史文献中近 3000 年的记录，表明 19 世纪中期以来冰雹日数变化可能由人为气候变化驱动。相关研究近日发表于《自然－通讯》。

冰雹会造成显著破坏，特别是威胁农业生产和人类财产。近期冰雹趋势的改变(多数地区冰雹大小和强度预计增强)被认为与人类活动驱动的气候变化有关。但由于缺乏对这些小尺度现象的长期观察，冰雹发生的变化很难检测。

研究人员结合公元前 886 年至 1948 年中国史籍中的冰雹损害记录、1949 年至 2000 年的政府冰雹灾害档案，以及 1950 年至 2010 年我国 2000 个气象站的冰雹观测记录，分析了 1500 年后冰雹发生日的变化。他们发现，冰雹发生日从 19 世纪中叶的平均每年 10 天，增加到 20 世纪 40 年代的平均每年 60 天。

研究人员还基于 1500 年至 1948 年的冰雹数据训练了一个神经网络模型，用于预测持续变暖情景下的未来冰雹日数。模型预测，在最高排放气候场景下，2072 年的冰雹日数可能较 2017 年增长 107%。

这些发现强调了全球变暖与中国冰雹发生之间的联系——在更暖的气候条件下可能会发生更多冰雹灾害。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41467-025-63028-7>



冰雹。

图片来源：Pixabay

香港理工大学

新技术能精准测量人体组织“变形”情况

本报讯(记者刁雯蕙)香港理工大学教授叶晓云团队研发出人体测量技术，能有效提供精确测量数据，提升压缩服装的性能和设计。近日，相关研究成果发表于《生物工程及生物技术前沿》。

服装设计为实现最佳称身度与舒适度，必须考虑人体软组织在运动过程中的变形情况，这也是设计运动与功能性医疗服装的一大挑战。

研究团队运用耦合图像识别算法的创新人体测量学方法，系统化测量人体组织变形情况，有效减少因动作造成的测量误差。他们还以弹性理论及应力函数方法为基础，运用弹性力学的布森内斯克解和应力函数构建了一个可以预测人体组织变形的分析模型。

若变形测量不够精准，往往会导致服装不称身、令功能大打折扣。这项技术有效减少了因运动产生的伪影，并建立了系统化的分析框架，有效关联了服装压力与组织反应，这对可穿戴式装置的生化功效至关重要。结合力学性能测试，研究团队可准确预测组织变形情况。人体扫描测量数据验证结果显示，该技术在静态条件下偏差不超过 1.15 毫米，在动态条件下偏差在 2.36 毫米内。

叶晓云指出：“该技术适用于各类压缩服装和手术后使用的功能性医疗服装等。通过分析模型，还可以依据不同服装类型，调整材料的机械性能与周长尺寸等参数。”

该技术不仅推动了可穿戴应用生物力学模拟技术的发展，也为提升运动服装人体工程学性能提供了实用工具。通过数据驱动的压缩服装设计，能有效提升运动表现，同时降低肌肉骨骼损伤风险。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.3389/fbioe.2025.1632806>