



思想·深度·引导

全国优秀科技报

山西省十强报纸

第二、三届山西出版奖提名奖

第59期 总第4442期

创刊于1984年

2025年8月21日星期四

推进创新驱动 彰显科学魅力



国内统一连续出版物号 CN 14-0015 邮政发行 邮发代号: 21-27 今日 8 版

昆虫尺度的软体机器人问世

“机器小强”强在哪儿

科技自立自强

它从108米高的标志塔顶急速坠落，重重砸向地面，可就在片刻之后，这个仅有2厘米长、2克重的小家伙竟重新起身，若无其事地蹦跳起来，像极了“打不死的小强”……这不是科幻电影，而是西湖大学工学院姜汉卿实验室研发的新一代软体机器人。该研究团队提出了一种全新的电磁弹性体驱动机制，首次让昆虫尺度的软体机器人在复杂户外环境中实现完全自主运动，为未来小型化、无线化、高性能的智能机器人系统提供了全新解决方案。相关成果日前发表于国际学术期刊《自然·通讯》。

姜汉卿教授告诉笔者：“在自然界，昆虫靠肌肉高效收缩爆发出惊人力量，但人类复刻这一奇迹却困难重重。传统机器人依赖笨重的电机和复杂零件，根本无法塞进昆虫般小巧的身体。而曾被寄予厚望的人工肌肉，又往往需要高压电或强磁场驱动，难以在户外自由施展。”

如何突破这一困境？

姜汉卿团队从昆虫肌肉的伸缩机制中获得灵感，创造出全新的电磁弹性体驱动机制。这个系统巧妙结合了磁力与弹性：利用弹性和静磁吸力的平衡，来实现机器人类似肌肉收缩的运动。他们还设计了一个精巧的驱动系统，将其塞进软体机器人不到2厘米长的小身板里。如今，只需不到4伏的低电压，线圈磁场便能让机器人像肌肉般高效收缩，爆发出高达210牛/千克的力量和60%的惊人形变，性能远超现有技术。

姜汉卿透露，这精密的“人工肌肉”暗藏玄机，其弹性体能如拉满的弓般储存能量，形成独特的“双稳态”甚至“三稳态”。这意味着，机器人完成动作后无需持续耗电就能保持状态。“举个例子，新一代软体机器人能耗低，只有56毫瓦，跟小LED灯差不多。它背着一枚8毫米长、4毫米厚、容量只有20毫安的小型板载电池时，可以持续工作一个小时。”

正是这项突破性技术，让一群“机器小强”被赋予多种运动模式，使其得以真正走出实验室，在复杂户外环境中大显身手。

——当它从高空坠向平地，抗摔打的本领立刻凸显价值。1.6厘米长的蠕动机器人从108米高

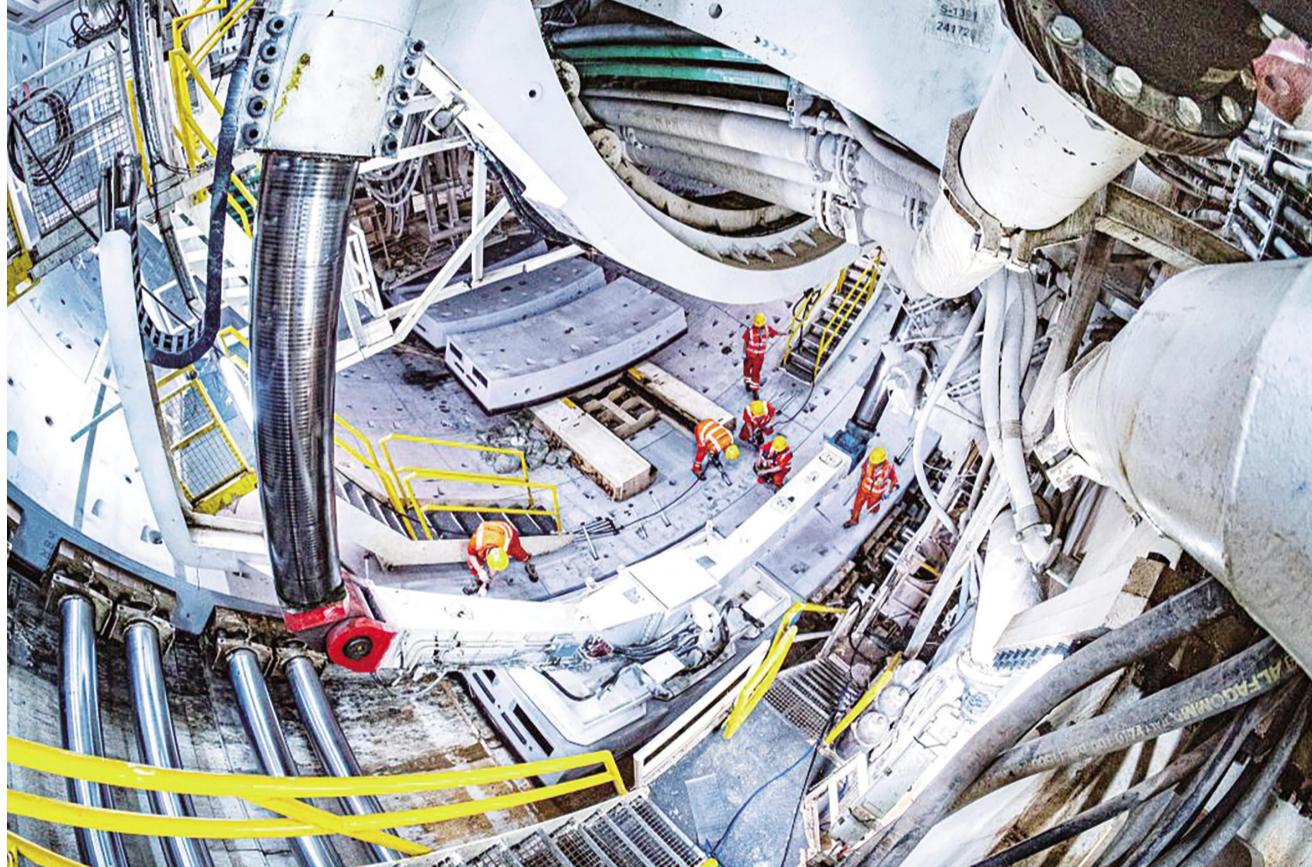
空自由落体后，竟能毫发无伤地继续在尘土中匍匐前进。未来，在地震等重大自然灾害发生后，它可以被无人机投放落地，快速进入废墟深处，寻找被困人员位置并发出信号，成为生命搜救的“先锋”。

——当2厘米长的游泳机器人跃入水中，瞬间化身灵巧的“机器鱼”，在自然水体中自主巡游超1小时。未来，可以派小巧灵活的它检测水下环境或监测污染。

——全球最小的自主跳跃软体机器人在草丛间腾跃，指尖大小的身躯在崎岖地形中连续起跳，展现出令人惊叹的运动潜力。未来，它有望在复杂地形上感知环境、自主移动，躲进缝隙等。

“这些‘微型斗士’甚至能搭载传感器变身环境侦察兵，将运动、感知与极限抗冲击能力完美融合于方寸之间。”姜汉卿表示。

姜汉卿正在带领团队向更高目标迈进。未来，这些“机器小强”将挑战两栖运动与3D跨障能力，成为人类执行一系列科学任务、探索极端环境的得力助手。“或许在不久的将来，当紧急情况发生时，第一批抵达现场的‘使者’，就是这些蹦蹦跳跳、从天而降的‘机器小强’。” 普浩天



世界最大直径
水下盾构隧道贯通

8月17日，随着开挖直径17.5米的“山河号”盾构机刀盘破土而出，山东济南黄岗路黄河隧道盾构段掘进完成，标志着世界最大直径水下盾构隧道顺利贯通。隧道全长约5.75公里，其中盾构段长约3.3公里，设计时速60公里，是国内首条穿黄“单洞双层”盾构隧道。隧道采用世界在建最大直径泥水平衡盾构机“山河号”施工，创新应用大开口率带压复合型刀盘，装配伸缩式主驱动、开挖仓伸缩摄像头等先进装备，并搭载智能化装备系统，实现了全流程感知、预警与智能决策。 ■ 张钟仁摄

让技术迭代与治理升级同频共振

K 创新大家谈

chuangxin dajitan

乘网约车出行，联系司机告知准确定位，拨打手机发现不是常见的“1”开头的11位手机号码，司机也只能看到用户的“虚拟号码”。类似经历在生活中并不新鲜。前不久，工业和信息化部印发《关于开展号码保护服务业务试点的通知》，规划700号段作为号码保护服务业务的专用码号资源，这意味着我国对“隐私号”的管理将更加规范。

“隐私号”，又称“中间号”，是指受快递、外卖、网约车等互联网平台企业及其他企事业单位委托，为其个人用户分配的用以代替真实手机号码的临时号码。隐私号相当于给真实手机号码加了一层“防火墙”，使用该服务既能保障商家、配送人员联系到用户，同时又不向相关人员提供用户的实际电话号码，有利于降低个人信息泄露的风险。

数据显示，当前我国号码保护服务业务日均订单量至少为3.5亿。业务量庞大，加之号码格式不统一，前期企业使用手机号码、固定电话号码、95号码等开展相关服务，容易造成混淆，给用户带

来困扰。缺乏统一的技术实现标准和服务规范，也影响了隐私号服务的稳定性。在这个意义上，开展号码保护服务试点，无论是对于保护个人信息、便利日常生活，还是治理电信网络诈骗、促进平台经济发展壮大，都具有重要意义。

今后，用户在拨打或接听电话时，看到15位长“700”开头的号码，就明白该次通信使用了号码保护服务，可以放心通话。15位长的专用号段，不仅能与当前手机号码、固定电话号码的格式明显区分开来，方便用户识别，也为未来发展打好提前量，可满足将来快递、外卖、网约车等场景千级别的号码资源需求，体现了兼顾当下与长远的统筹思维。

信息时代，手机号不仅是通信载体，还可视作串联个人身份、金融账户、社交关系的“数字身份证”。织密筑牢个人信息安全防护网，需着眼于个人信息泄露的风险，有针对性地查漏补缺。

例如，手机号注销后被“二次放号”，使用该号码绑定的各类账户被陌生人登录使用；又如，到一些饭店“扫码点单”，被要求必须使用手机号注册会员；再如，快递面单上的收件人、手机号、收货地址等信息被非法采集，骚扰电话、促销推广接踵

而来……消除类似痛点，营造一个更加健康、干净、安全的信息通信消费环境，更好维护消费者合法权益，是提振消费的题中应有之义，也是推动技术向善，确保技术进步服务于人、造福于人的必然要求。

发展中的问题需要通过发展来解决。面对新技术带来的新挑战，用技术迭代防范风险、用治理升级消除乱象“两条腿走路”，才能既孕育呵护新业态，又确保不迟滞新技术的发展进程。这就要求技术创新持续上新和治理精细化水平的不断提升。具体到信息通信领域，一方面，运营商和互联网平台须守土有责、守土尽责，增强“边界感”，为用户提供更安全的数字环境；另一方面，在健全完善行业法规体系的基础上，需进一步强化执行落实，促进行业行稳致远。

今年是我国电信普遍服务实施10周年，从“村村通宽带、乡乡通5G”到数千个老年人适用网站、APP完成适老化及无障碍改造，这些点滴进步，为技术发展打下普惠的烙印。在矢志不渝推进科技创新的同时，推动科技成果加速转化为可感知的民生福祉，将为经济发展、民生改善提供源源不断的动力。 刘温馨

创新故事

太原锅炉集团有限公司

院士领航 “碳”路全球

■ 科学导报记者 王小静 通讯员 弓春怀

在山西太原工业领域，太原锅炉集团有限公司（以下简称“太锅集团”）作为传统锅炉企业的“领军者”，曾濒临倒闭。在岳光溪院士、吕俊院士等科技工作者的带领下，二十余载创新不止，如今，不仅拥有100余项专利，产品远销海外，更以卓越技术屡获科技大奖，实现了从破产边缘到行业标杆的跨越，成为高科技企业中的行业标杆。

产学研用深度融合 技术创新引领行业变革

时间回溯到20年前，当时国内锅炉普遍存在“三天一小修，半月一大修”的窘境，太锅集团车间里，工人们正对着频频“罢工”的循环流化床锅炉发愁。直到岳光溪院士和吕俊院士推开了太锅集团的大门，组建了当时国内顶尖的研发团队，专注于循环流化床锅炉热电系统与清洁能源供热技术的研发。

“当时，科研团队深入一线，构建了循环流化床锅炉定态设计理论体系，推出第一代规范化产品，解决了锅炉不能稳定运行的问题。”太锅集团的工人们回忆道。此后，太锅的研发如同“开挂”：2005—2012年，构建流态重构设计理论体系，推出第二代节能型产品，攻克了“电耗高、煤耗高、磨损严重”三大世界性难题；2012—2017年，构建流态重构设计理论体系，推出第三代超低排放产品，实现了SO₂和NO的原始超低排放；2017—2024年，构建系统重构设计理论体系，推出新一代低碳智能循环流化床锅炉热电系统，实现了多元燃料的高效燃烧和低碳转型。

雄厚的科研实力为企业长远发展筑牢了坚实根基。如今，太锅集团与清华大学合作，持续优化清洁能源产品，赋能转型发展。

商业模式转型升级 全产业链布局赋能发展

在行业竞争日益激烈、市场环境复杂多变的当下，企业的生存与发展面临着前所未有的挑战。唯有紧跟时代步伐，敏锐洞察市场趋势，积极推动商业模式的高质量转型，才能在激烈的市场竞争中立于不败之地。太锅集团深刻认识到这一点，主动求变、积极创新，成功实现了商业模式的转型升级，并达成了四大关键转变：

创新前沿

山西中铝华润有限公司

铝电解智能管控决策系统顺利投运

科学导报讯 记者杨洋 8月18日，

记者从山西中铝华润有限公司获悉，该公司成功研发“铝电解智能管控决策系统”，并完成全流程部署与调试。46台电解槽生产数据的全链路实时采集与动态回传，标志着该公司在电解铝生产智能化、数字化转型领域取得突破，由精标准控向精准智控迈进，为打造“高效、稳定、智能”的现代化生产模式筑牢了数字根基。

作为生产管理的“智能中枢”，铝电解智能管控决策系统通过部署高精度槽电压采集模块、专用网关及厂房内单槽任务屏、IP音柱等硬件设施，深度融合槽控制系统，构建起覆盖电解槽短路口电压、能耗等关键参数的全流程监测网络。

系统实时捕捉生产数据并动态可视化呈现，使管理者能够直观洞察生产细节，精准捕捉异常波动，为稳定生产运行提供技术支撑。

系统核心亮点在于其搭载的“深度诊断与优化模块”。该模块依托人工智能算法与大数据分析技术，对海量生产数据进行深度挖掘，通过自学习、自动训练与快速诊断，模拟最优生产策略并推送决策建议。目前，效应预警、NB 调整任务推送及料口通畅度报警等功能已正式投用，有效提升了生产调控的及时性与准确性。后续，系统还将逐步上线氟盐添加量自动调整、NB 参数智能优化及重点槽专项管控等模块，持续迭代学习模型，进一步优化电解槽运行状态。

此次智能管控决策系统的落地，是生产管理工具的升级，是公司数字化转型的关键实践。系统以数据为纽带、以智能为驱动，从生产全流程洞察到安全风险预警，全方位重塑了电解铝生产管理模式，为公司降本增效、绿色发展注入新动能。