科研人员破解微型机器人磁控难题

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/41470.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

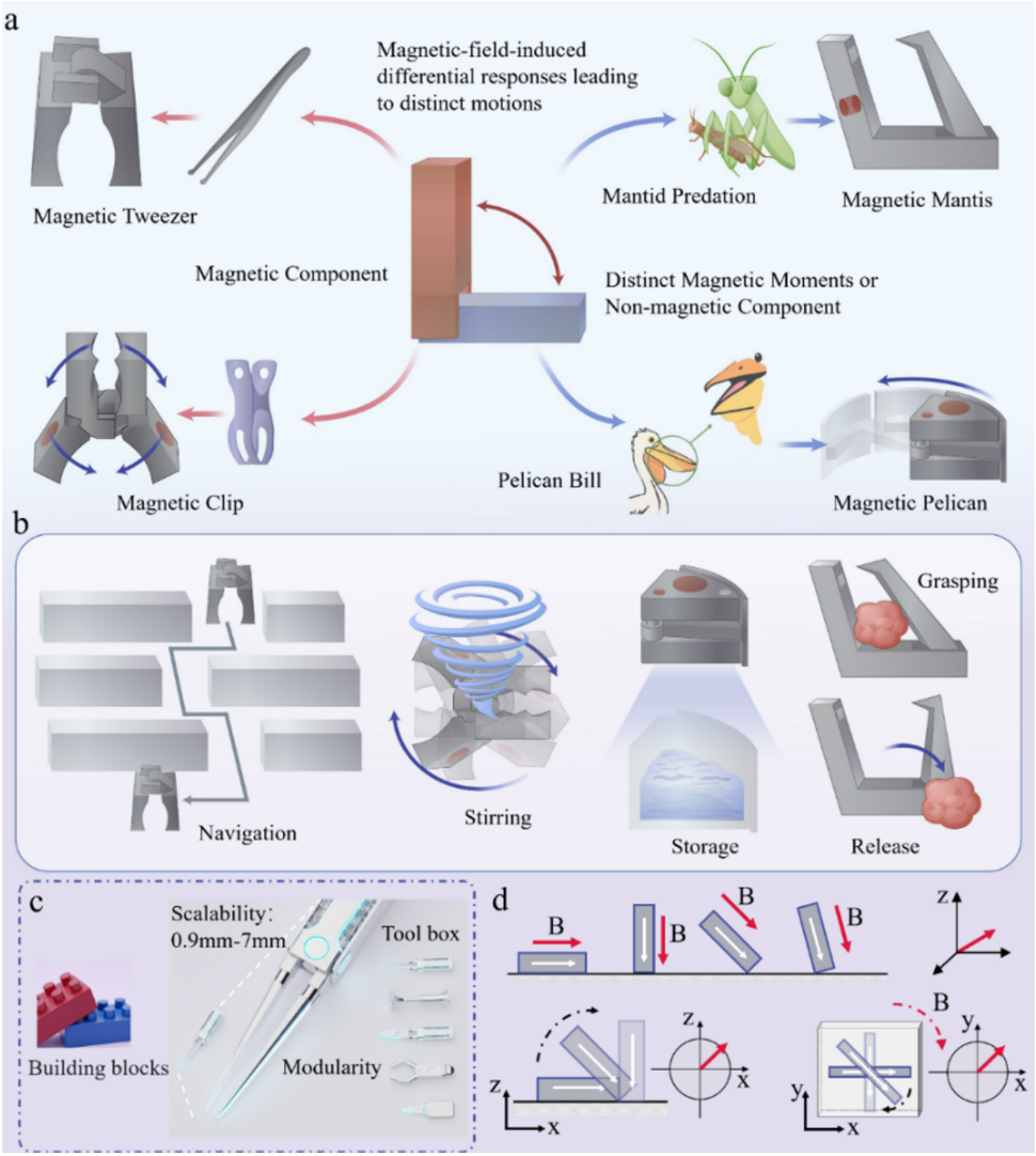
科研人员破解微型机器人磁控难题。微型机器人可以靠体外磁场远程驱动，就能在弯曲的人体管道里精准送药、显微操作。但这类微型机器人一直卡在一个尴尬的困境里：做得太刚，像个硬骨头，虽然好控制，但在九曲十八弯的血管和柔软的肠道里根本转不过弯；做得太软，又像一团橡皮泥，虽然能变形，却很难听指令，力气也小得可怜。

硬的不转弯，软的没力气，这个难题怎么破？

近日，清华大学深圳国际研究生院教授弥胜利团队给出了一套巧妙答案：像搭积木一样，把微型机器人拼装出来。他们先后在毫米级和亚毫米级两个尺度上取得突破，让这些小不点既身段灵活又听话有力，甚至还能一边干活一边自我体检。两项研究成果分别发表在《类生命系统》和《先进材料》上。

在《类生命系统》的研究中，研究团队针对微型机器人难以同时兼顾结构鲁棒性与形态适应性的难题，提出了由旋转关节连接离散刚性模块的铰接式磁性驱动器设计范式。

该策略以模块化结构为基础，通过在刚性单元之间引入可控关节，使驱动器在保持稳定机械性能的同时获得按需重构能力。更重要的是，驱动器的运动与模式切换均可由单一、均匀的外部磁场完成，无需依赖复杂的空间变化磁场，从而有效降低了控制系统复杂度。



铰接式磁性驱动器的模块化设计范式与核心控制机制

基于该设计，团队开发了磁性螳螂、磁性鹈鹕、磁性镊子和磁性夹子等代表性原型。它们可完成爬行、滚动、抓取、储存、搅拌、释放和货物运输等多种操作，并显示出跨尺度应用潜力：既可在微观尺度的弯曲血管模型中灵活导航，也可在离体猪胃模型中克服复杂生理阻碍，实现靶向货物递送。

在此基础上，团队进一步将研究拓展至亚毫米尺度无约束磁控驱动器的构建、运动感知与按需操

作，提出了基于过盈配合的模块化装配策略：利用高精度3D打印微结构构成驱动器的功能模块和连接界面，并将嵌有钕铁硼颗粒的磁性像素作为无线动力单元。微结构内壁的单向固定特征能够通过机械互锁稳固锚定磁性像素，使不同构型的亚毫米驱动器得以快速、可靠组装。成果发表在《先进材料》。

团队发现，在不同黏度模型液体中，当外加磁场强度超过维持稳定运动的临界值后，驱动器速度会随驱动频率近似线性变化，而速度—频率关系又与环境黏度密切相关。这意味着，驱动器可在运动和执行任务的同时，通过自身运动状态对局部液体黏度进行半定量感知。团队还展示了促进模型染料扩散和定向运输、原位黏度测量、软质模型障碍物机械碎解，以及刚柔协同夹爪抓取、运输与释放货物等功能。

未来，团队将结合医学成像、闭环控制和智能算法，推动无约束式磁驱执行器与机器人在复杂生物流体、动态流场及非均一组织环境中的自主导航、实时感知与精准操作研究，为微创诊疗和智能医疗器械发展提供新的技术支撑。（来源：中国科学报 刁雯蕙）

相关论文信息：https://spj.science.org/doi/10.34133/cbsystems.0560

https://doi.org/10.1002/adma.202516790

作者：弥胜利等 来源：《先进材料》

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发