

---

# 他们接力给康复机器人“提智”

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/36266.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！*

## 他们接力给康复机器人“提智”

。如果你有幸接触并了解国家自然科学基金联合基金项目“面向肢体功能重建的智能康复机器人基础理论与关键技术”（以下简称联合基金项目），你可能会被这两件样机产品所吸引。

一件是一只不足1千克、“长”着五根灵巧手指的假肢手。它能够通过采集分析佩戴者的肌电信号，实现佩戴者对假肢手的自主控制，比如做出握拳、放松、伸展、抓取小球等动作，还能比出“OK”（好的）手势。



患者体验假肢手。受访者供图，下同

?

另一件是一套“基于下肢运动想象和机器人辅助的脑控自主行走训练系统”。患者戴上脑电帽，靠自己的意念想象行走、上楼梯、下楼梯等动作，就能驱动这套系统自主地完成行走、上下阶梯。



---

患者体验下肢康复智能机器人做康复训练。

?

“这两件样机是项目组为帮助两类失能患者而长期钻研的成果，凝聚着大家多年的心血。”联合基金项目负责人、中国科学院自动化研究所（以下简称自动化所）研究员侯增广对《中国科学报》说。

“一类是因中风、脊椎损伤导致神经损伤后有肢体功能障碍的患者，一类是因截肢等原因缺失肢体的患者。我们希望应用目前先进的技术帮助他们重建肢体功能、重拾生活的信心和快乐。”团队成员、自动化所研究员王卫群告诉《中国科学报》，近年来他们在联合基金项目支持下，与国内多家科研单位强强联合，实现了这两类设备相关的多项理论和技术突破。

康复机器人，想说“智能”不容易

在“万物皆可智能”的今天，康复机器人想要变智能，却不是一件容易的事。

早在20世纪80至90年代，西方国家已开始探索康复机器人的雏形。在那之后的一二十年里，康复机器人主要靠机械臂等辅助手段，通过简单的机械结构帮助患者完成肢体被动训练。受限于当时的传感器技术与控制算法，设备仅能实现单一轨迹的重复运动，与“智能化”相去甚远。

20年前，侯增广投身医工交叉领域，希望将自动化技术与医学相结合，用于治病救人。在让康复机器人变得更加智能这条路上，他探索了很久。据了解，侯增广团队在康复机器人领域探索10年后，才发表了在该领域的第一篇国际期刊论文。

但他坚定地认为“这条路能走通”。在他看来，人工智能和机器人是相伴而生、相辅相成的。机器人是验证人工智能最好的平台，同时也是检验人工智能算法、方法的一个有效工具。

“最早的康复机器人主要是帮助患者行走，如果我们把器具看作初始的前端，从趋势上可以预见机器人将能非常有效地代替人类进行康复治疗工作。一方面是恢复运动能力，另一方面是帮助生活不能自理的人或生活能力下降的人恢复并保持他们原来的生活能力，甚至提高他们的生活能力。”在一次报告分享中，侯增广如是说。

2011年，王卫群主动结束了自己5年“电控工程师”的生涯，来到自动化所师从侯增广攻读博士学位。他说，自己当时是被康复机器人的研究意义和技术挑战所吸引。

“早期的康复机器人并不能说是智能的。我们的项目名称加上‘智能’两字的最重要原因是要让患者主动参与到康复训练或日常活动中来，这需要突破许多智能化技术。”王卫群解释说，“主动参与的意思是，患者有想法的时候，我们得把他的想法识别出来；患者有异常状态，要能实时监控，机器人的状态也要随之调整。”

侯增广告诉记者，临床早有结论，患者主动参与康复训练，与被设备带着训练是有区别的。已有实践证明，引导患者“主动康复”的训练方式，远比被动牵引更有效。

强强接力，铺平临床应用道路

---

为掌握“主动”，侯增广团队在联合基金项目支持下，联合国内5家优势单位通力协作，突破前沿智能化技术，并“集成”到康复机器人身上。

灵巧假肢手由这一领域有显著优势的3个研究团队通力合作研制完成。华中科技大学教授熊蔡华团队基于机构仿生学，做出拥有16个“关节”、5个驱动器的假肢手主体，它的五指既能独立运动也可协调运动，可模拟人类的日常运动功能；中国科学院深圳先进技术研究院研究员李光林团队主攻“肌肉电信号采集”，他们从蜘蛛丝中汲取灵感，研制了超薄、超贴肤的柔性可拉伸电极和微针电极阵列，能可靠采集肌电信号；李光林团队还联手时任中国科学技术大学教授的李智军团队，为假肢手开发“神经接口芯片”，给假肢手装上“大脑”，使其能“读懂患者想法”，精准响应患者的运动指令。

王卫群介绍，在下肢康复智能机器人系统中，团队增加了“脑电信号”作为识别患者意图的信号来源。

“在这套系统中，我们引入了脑机接口技术，提出了基于功能电刺激和虚拟现实反馈的运动想象脑机接口新范式。”他告诉记者，这款机器人集成了人机交互显示屏，能实时播放跟踪患者运动的虚拟现实场景；患者需要根据虚拟场景的变化进行主动决策，如看到平地或台阶，决定自己要正常迈步还是要上下台阶。显然，脑电信号的处理在此过程中扮演的角色至关重要。为此，团队专门提出了面向脑电信号高效解码的一系列算法，以实现截瘫患者下肢运动意图的在线准确解码。

“通过整合生物电信号（肌电、脑电等）和机械运动信号、环境感知信号，我们建立了多维度信息融合模型，实现人体运动意图的快速精准识别。”侯增广介绍，团队同时研发了自适应控制算法与人机协同控制策略，避免机器人“过度辅助”，引导形成“患者主导”的训练模式，从而显著提升人机交互的柔顺性与安全性。

此外，联合基金项目合作单位国家康复辅具研究中心、华中科技大学附属同济医院负责为假肢手、下肢康复智能机器人系统的功能和性能进行检测和临床验证。

“目前相关样机已经在数十例患者身上试用，得到了医患一致好评。”王卫群告诉《中国科学报》，有一名卧床半年的女孩在试用了下肢康复智能机器人后说，她重新找回了自己上下台阶的记忆。“我们希望样机从实验室走出去，在临床上用起来。”

联合基金让团队“有自驱力去专注做事”

“联合基金项目的支持让大家能够专注于研发。”王卫群说，假肢手以及智能康复机器人的设计及制备，属于复杂系统的开发，涉及的学科、团队、技术路线繁多，“需要倾注很多精力”，特别“需要沉下心来”去做研发工作；而联合基金项目管理不过多干预研究过程，在技术路线探索上赋予一定自由度和包容性，这使得各合作团队都能够“有自驱力去专注做事”。

他对记者说，引入脑机接口技术手段实现对患者意图的实时在线识别，从一开始就是一只“拦路虎”。

“我们平时看到的脑机接口信号，大多是在静态下获取的，没有其他干扰；但在康复机器人上，患者是运动的，人在运动中会产生多种生理信号，例如眨一眨眼睛、扭一扭脖子都会产生明显的肌电信号，会显著干扰脑电信号的识别。”王卫群说，在这种情况下，要可靠解码脑电信号是非

---

常难的。“光是解决这个问题，我们前后就花了一年多。如果没有稳健的支持，我们恐怕没法沉下心来去解决这类难题。”

作为项目负责人，侯增广认为联合基金项目的支持恰逢其时，对推动我国康复机器人领域发展具有重要意义。“康复机器人在中国有很大的市场和商业契机。但我国起步较晚，还缺乏成熟的、市场普遍认可的产品。康复机器人将来的发展趋势有很多主线，而基于人机交互的控制是康复机器人发展的一条重要主线。”

《中国科学报》：你们认为联合基金项目有别于其他基金项目的特点是什么？拿到这项基金意味着什么？

侯增广团队：这是一个可以集合国内优势团队一起开展系统性、有重大挑战性科研工作的基金项目，对于解决一类或一系列科学难题非常有帮助。我们的项目划分了几个课题，每个课题都对应着一个或几个大问题。对我们而言，拿到这项资助，意味着有机会推动康复机器人领域进一步发展。

《中国科学报》：在联合基金项目执行过程中，国家自然科学基金为这种跨区域、跨领域、跨部门的协同创新提供了哪些制度保障或激励机制？

侯增广团队：相对而言，联合基金项目在管理上不过度干预团队的研究过程，只要是有利于实现最终研究目标的调整都是被允许的，大家在各自课题下能更好地去挖掘潜力、解决难题。

《中国科学报》：对于未来进一步优化联合基金机制、促进更多“从0到1”的突破，你们有哪些建议？

侯增广团队：我们认为很多科研探索都是无法提前精确规划的，如果考核指标定得太精细，反而可能妨碍创新。

作者：赵广立 来源：中国科学报

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](http://www.iikx.com)转发