

机械外骨骼：普通人的“超级外挂”

□ 陈丹惠

科幻照进现实⑧

在美国科幻电影中，普通人托尼·斯塔克穿上盔甲，就获得“超能力”，可上天入地，无坚不摧。他的盔甲，其实是一套机械外骨骼。

“外骨骼”原本是指小型动物体表的硬壳，是动物的自我保护工具。

科幻作品中的机械外骨骼

1937年，外骨骼被美国科幻作家爱德华·艾尔玛·史密斯借用，引申为“动力外骨骼”，在科幻小说《透镜人》中用于描写一种由人亲手操作的大型机械装甲。

机械外骨骼这一科幻设定被人们熟知，始于美国科幻大师罗伯特·海因莱因1959年的作品《星船伞兵》（后被改编为电影《星河战队》）。作品中，外骨骼变成了可以穿在身上的“动力战斗服”，穿上后，机动步兵能够轻易撞穿一堵水泥墙，能在战场上快速转移。《星船伞兵》也被科幻界称为“外骨骼机甲开山之作”。

自此，各种酷炫的机械外骨骼便出现在越来越多的科幻作品中。随着美国科幻大片《明日边缘》的上映，“机械外骨骼”更加流行。电影里的主人公和众多士兵穿上机械外骨骼后，瞬间变身超级战士。在《钢铁侠》《复仇者联盟》系列电影中，酷炫机甲一代更比一代强。

在科幻电影《流浪地球》系列中，机械外骨骼是救援队员在末日环境下赖以生存的核

心装备——它不仅能将人的力量放大数十倍，让队员轻松拖拽极为沉重的“火石”，还能攀爬数百米高的垂直电梯井、徒手嵌入金属墙面。

可穿戴在人体表面的人工智能

现实中的机械外骨骼不同于科幻作品里的“铁甲洪流”，更多的是穿戴在人体表面的人工智能。它们依靠驱动器、传感器、控制系统等和人体“联动”，智能感知判断人的肢体活动意图，平稳驱动（机械）关节重现动作，增强人体的体力、防护能力和对复杂环境的适应能力。

对体力工人来说，它是“超级外挂”。比如工人搬运重物时，实际上是机械臂在做功，人的手臂只需要用很小的力气。对士兵来说，机械外骨骼是“负重神器”，能将装备的重量传导到地面，减轻行进时的体力消耗。

现阶段，机械外骨骼的应用主要集中在医疗康复领域。对于因中风或脊髓损伤导致下肢瘫痪的患者，机械外骨骼帮助他们康复训练，从而恢复肌肉力量和神经功能。

机械外骨骼面临的难题

从理论到实践，机械外骨骼还面临着深刻和复杂的难题。

首先，现有的机械外骨骼大都具有刚性框架，质量和体积庞大，难以适应不同个体的身体参数，长时间穿戴会造成不适。

其次，理想的机械外骨骼应当能够与人体运动无缝对接，例如在快速行走、跑步或跳跃时，能



穿上盔甲的托尼·斯塔克。

图片来源：美国科幻电影《钢铁侠》截图

够即时调整助力大小实现“按需输出”。但受限于传感手段和具身模型的泛化性能，目前的机械外骨骼尚无法满足复杂任务的精准理解需求。

此外，续航时长和电池能量，也是限制机械外骨骼普及的瓶颈之一。

当然，技术进步正推动着机械外骨骼发展。当上述难题一一被攻克，并且随着制造成本的降低，机械外骨骼会渐渐走进日常生活，成为老年人等群体的重要辅助设备。

（本文摘编自《触手可及的未来科技》一书，经山东科学技术出版社及本文作者授权。作者系中国科学院合肥物质科学研究院智能机械研究所高级工程师）

科幻如何推演未来

□ 尹传红



本版头条文章所谈到的机械外骨骼，让科幻电影中“普通人穿上盔甲即获超能力”的浪漫想象照进了现实。当我们为这项技术的突破而欢欣鼓舞时，或许更应该追问一个更具前瞻性的问题：今天的我们，该以怎样的思维方式，去理解、预见并塑造那个机械外骨骼将无处不在的未来？

这便引出了一个在科幻研究与未来学领域极具价值的概念——“可能性思维”。手机发明者马丁·库珀回忆，他最初的灵感并非源于市场调研，而是来自科幻电影《星际迷航》中那些手持通讯器随意通话的场景。早在20世纪60年代，他即想象有朝一日人们一出生就分配到一个电话号码，可以把通讯器材放进口袋，四处走动。

可能性思维不满足于回答“现在是什么”，而是执着地探索“如果……会怎样”的无限路径。无论是19世纪科幻大师凡尔纳笔下的“登月炮弹”与“海底潜航”，还是今天外骨骼技术的逐步

普及，人类每一次重大的科技飞跃，几乎都经历了从“可能性艺术”到“工程学现实”的转化。

然而，即便是最具前瞻性的头脑，也可能在推演未来时陷入思维盲区。美国科幻大师艾萨克·阿西莫夫曾提出过发人深省的“电梯效应”。他设想，如果让一位1850年的科幻作家看到现代摩天大楼的照片，他会如何描绘其中的人类生活？这位作家很可能会根据爬楼梯的切身体验，推想出每几层楼设一个休息区、低楼层租金更贵等场景，却唯独忽略了“电梯”这一将彻底改变高楼生态的关键技术。

阿西莫夫感慨，在1969年登月之前，无数科幻小说详细描绘了火箭与月球，却几乎没有一部作品能同时预测到电视实况转播，会让数亿人同步见证这一历史瞬间。这并非作家的疏忽，而是基于当下认知框架的推演天然带有时代的局限。

那么，如何更有效地运用科幻思维展望未来？美国发明家雷·库兹韦尔提供了一种方法论。早在20世纪80年代，他便开始系统地追踪信息技术的发展曲线，归纳为“加速回归理论”，

用以预测从2000年到更远年代的技术里程碑。这种“运用未来的能力去设计今天的发明”的思路，本质上就是一种高阶的科幻推演。

1984年出版的经典科幻小说《神经浪游者》同样堪称典范。加拿大科幻作家威廉·吉布森在个人电脑尚未普及的年代，便凭借对计算机网络本质的洞察，推演出一个可被“进入”的三维信息空间——“赛博空间”，并想象了人类通过脑机接口在其中“浪游”的场景。这一构想，直接启发了后来虚拟现实、元宇宙乃至脑机接口技术的研发路径。

在上海浦东新区科幻协会近年来的实践中，也能看到这种思维方法的应用。该协会通过组织“科幻创客沙龙”、举办“幻未来”AIGC大赛，试图搭建一座从“科幻想象”到“科技创新”的桥梁，鼓励创客们用科幻的视野审视AI、自动驾驶乃至大分子药物研发的未来。

当我们谈论机械外骨骼时，我们谈论的不仅是精巧的驱动器与传感器，更是人类对增强自身能力的永恒渴望。科幻思维的价值，恰恰在于帮助我们跳出“电梯效应”的陷阱，在更宏大的时空尺度上，去构想那种连今天的发明家都尚未意识到的“未来电梯”。或许，下一个改变世界的“电梯”，此刻正孕育于某次头脑风暴之中。而这，正是我们需要科幻的根本理由。