

科技前沿

中国牵头制定首个养老机器人国际标准——

养老机器人产业，迈入规范化智能化新阶段

本报记者 刘仲华 郭梓云 朱玥颖

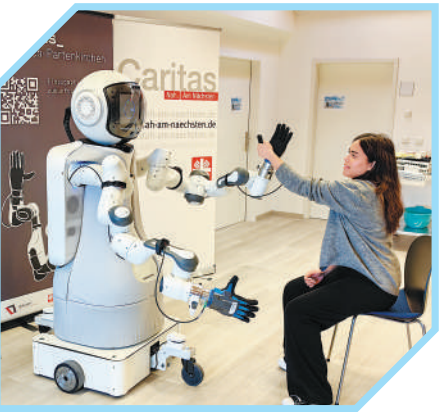
随着全球人口老龄化加快，养老机器人产业正迎来巨大的发展机遇。世界卫生组织的数据显示，预计到2050年，全球60岁以上人口数量将达21亿，其中80岁以上的老年人达4.26亿。当前，全球养老机器人呈多元化发展态势，各国在技术研发、产品应用等方面各具特色。今年2月，国际电工委员会(IEC)正式发布由中国牵头制定的首个养老机器人国际标准，这标志着全球养老机器人产业迈入规范化、标准化、智能化的新阶段。



——编者

德国 GARMi 机器人——

主从搭档，能为老人看病



“GARMi，启动！”随着工作人员的口令，人形机器人 GARMi(上图，本报记者郭梓云摄)从休眠状态苏醒，活动手臂关节，进入工作状态——这是德国慕尼黑工业大学机器人与机器智能研究所下属的适老机器人智能研究中心研发的一款老年护理机器人。GARMi 圆圆的眼睛，1.65 米的身高，机械臂上有 7 个关节。从 2019 年推出以来，GARMi 的性能不断提升，在全球养老机器人领域已走在前列。

据项目负责人阿卜德勒贾利勒·纳塞里博士介绍，GARMi 主要有日常生活辅助、医疗护理和社交互动三大功能，包括给病患送水和食物、与人沟通交流、安排与医生的会诊、远程医疗检查、协助康复训练等，具有较高的人机交互水平。比如，在医生进行远程医疗检查时，GARMi 会手持检查器具贴近患者身体，并将患者的答复实时传递给医生。患者甚至可以握着

“牙膏电池”——

软身材拥有硬本领

本报记者 李 墨

近日，瑞典林雪平大学研究团队在国际期刊《科学进展》上发表最新研究成果，他们开发出一种创新的柔性电池(见右图，托尔·巴尔克德摄，瑞典林雪平大学供图)，将电池电极从传统的固态转化为流体形态。该研究的共同作者、林雪平大学有机电子实验室软电子研究小组的研究负责人艾曼·拉赫曼丁在接受本报记者采访时表示，柔软且易成形的电池有望消除传统刚性电池带来的设计限制，从而为可穿戴设备开辟创新性应用场景。

从智能手表、健康监测贴片，到植入式胰岛素泵、神经接口，再到电子织物与软体机器人，随着越来越多小型设备接入互联网，体积过大且无法适应复杂形变的传统刚性电池在一定程度上约束着电子设备的形态设计和性能释放。林雪平大学研究团队研发的这种柔性流体电池质地犹如牙膏，在拉伸至两倍长度、充放电超过 500 次的条件下仍可保持性能，可根据需要通过 3D 打印塑造各种形态，有望为万亿级物联网设备提供能源解决方案。拉赫曼丁举例说，在电子织物或皮肤表面显示器等柔性电子领域，“牙膏电池”可被塑造成任意形状，被直接集成到衣物甚至人体中。

国际电工委员会——

统一标准，打造更好产品

随着 5G、人工智能、物联网、云计算、大数据等新一代信息技术的蓬勃发展，以及 AI 芯片、传感器、伺服电机等关键零部件的日渐成熟，养老机器人在辅助行走、健康护理、家务协助、情感陪伴、紧急呼叫等方面的应用日益广泛。据 IEC《电子技术》杂志主编凯瑟琳·比绍博格介绍，从全球看，中国、日本、德国、美国、意大利等国在相关技术领域较为领先，其产品在辅助康复训练、智能护理等方面具有一定市场占有率。

针对全球市场各类养老机器人产品缺乏统一性能规范的情况，此次由中国牵头制定的首个养老机器人国际标准为相关产品的设计、制造、测试和认证等提供了基准。IEC 是全球电气、电子、信息技术和相关领域国际标准的制定机构，养老机器人国际标准是在 IEC 主动辅助生活系统委员会主导下制定的。该系统委员会主席、中国标准化协会副理事长马德军告诉记者，中国自 2013 年起就开始了这一课题的跨学科系统研究，并联合多个国家发起成立了 IEC 主动辅助生活系统委员会。经过努力，最终形成这一具有国际影响力的标准。它不仅涵盖养老机器人在可用性、可靠性、无障碍、能耗和噪声等方面的通用要求，还针对老年人在日常生活、健康监测、紧急响应、社交沟通、家务辅助、娱乐休闲、家居管理、照护支持、移动辅助以及信息和数据管理等方面的具体需求，提出了养老机器人的功能分类与性能指标要求。比绍博格表示：“养老机器人市场前景广阔，国际标

准对全球来说都很重要。”

据马德军介绍，先进的传感器是养老机器人的核心部件之一。视觉传感器可以实时监测老年人的活动状态，及时发现跌倒等紧急情况；听觉传感器可以在复杂环境中识别老年人的语音指令和异常声音；触觉传感器可以感知老年人的肢体动作和力度，提供辅助支持；嗅觉传感器可以监测环境中的异常气味，如燃气泄漏等。此外，导航与避障技术是养老机器人实现自主移动的关键。借助激光雷达、超声波传感器和视觉识别等技术，机器人可以在复杂环境中准确导航，避开障碍物，到达指定位置。比如，借助全自动洗浴机器人，即可按程序实施洗澡、擦洗、拭干等操作，非常适合失能老人。

国际标准如何推动全球养老机器人产



图①②均为养老机器人工作示意图。资料图片

日本 AIREC 机器人——

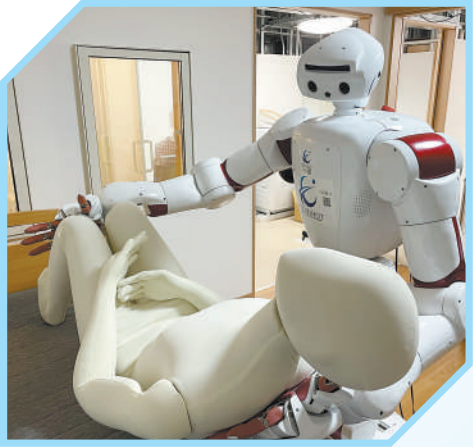
精准施力，帮助患者起身

日本东京早稻田大学实验室，一场测试正在进行。身高 1.66 米、体重 150 千克的人形机器人 AIREC(即人工智能驱动的关怀与照护机器人，右图，日本早稻田大学菅野重树室供图)，轻轻地将一只手放在辅助对象的膝盖上，另一只手放在他的脖子下，再缓慢帮助辅助对象起身到约 45 度……这是护理人员帮助卧床老人进食或饮水的常规操作。

AIREC 项目负责人、早稻田大学教授菅野重树对记者表示：“AIREC 不仅能扶老人起身，还能帮老人穿袜子、换尿垫等。这一创新技术的应用，展示了科技改变生活的潜力，也为解决日本少子老龄化、护理人员不足的难题提供了新思路。该项目得到日本科学技术振兴机构的资助，是目前日本政府机器人领域最大的资助项目之一。”

据团队介绍，护理老人的机器人至少需要具备以下条件：第一，需要智慧的大脑。与一些预设动作的工业机器人不同，护理机器人需要处理更加复杂、精细的任务，快速应对各种意外情况。AIREC 由深度神经网络(DNN)驱动，研究人员多次动作示范后，AIREC 可以基于操作数据发展出初步模型，学会操控协调全身关节来完成特定任务，再通过自生成的数据进行迭代改进。可以说，DNN 改进了机器人的感知和运动能力。

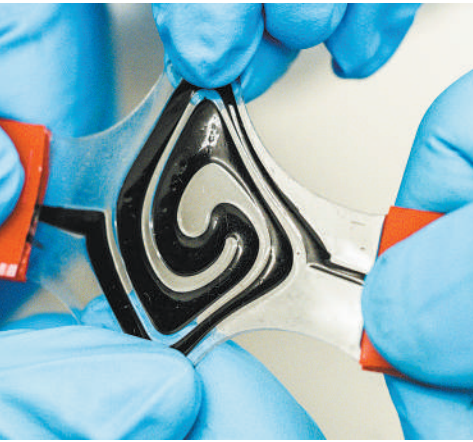
第二，需要精准的力度。“如何让人形机器人既柔软又有力量，既安全又具有协调性，是当前研发的难点。”菅野重树介绍，自适应运动对于护理机器人至关重要。虽然人工智能模型能够引导机械臂执行精确任务，但提供护理需要更复杂的“控制力”。机器人必须知道何时以及如何施加力量以提供安全有效的治疗，并避免对脆弱部位造成不必要的压力。该项



目团队在示教过程中会进行阻抗控制，动态调整关节强度，让机器人学会施加适当的力。

第三，需要理解人的意图。安装在 AIREC 头部的广角立体相机、鱼眼相机、深度相机等多个视觉传感器，就像人的眼睛一样，可以捕捉护理对象的位置和姿势，综合分析语言与非语言信息，预测其运动行为。AIREC 手臂关节的 7 个力矩传感器可以记录所需力度，身体覆盖的柔性触觉传感器则记录触觉信息，从而以合适的力度帮助辅助对象起身。

菅野重树表示：“高质量的多模态数据是训练机器人的基础，但收集大规模数据是一项艰巨的任务，需要投入大量的人力和时间，还需提高智能机器人举一反三的泛化能力。”此外，养老机器人初期投入成本高昂，量产后成本有望逐渐降低。预计到 2040 年，AIREC 可以实现小规模应用，到 2050 年实现中等规模应用。



透露。与此同时，如何实现电池能量密度提升与规模化生产也是需要解决的问题。研究团队计划进一步提高氧化还原活性物质的浓度与容量，开发出适用于大规模量产的工艺。

“高容量、可拉伸的柔性电池对于柔性电子的发展至关重要。”清华大学气候变化与可持续发展研究院副教授彭天铎表示，“这种使用木质素作为活性材料的流体电池技术兼具实用性和生态友好特性，不仅可以通过造纸工业废弃物的高值转化实现可持续供应，更有望在智能医疗、电子皮肤、软体机器人等领域引发链式创新，进一步促进人机深度融合。”

科技大观

信号弱？量子导航来帮忙

席正

日常生活中，不管是驾驶车辆、外卖点单还是运动锻炼，经常会用到卫星导航技术。那么，没有卫星导航信号或信号很弱时，人们该如何导航？科学家提出了一种新思路——将量子传感器应用于导航，实现卫星信号拒止条件下的定位、导航、授时功能。卫星信号拒止条件是指导航卫星信号受到干扰、遮挡甚至恶意攻击等无法正确输出导航参数信息的情形。

4 月初，澳大利亚 Q-CTRL 公司的一项研究宣布，他们研制出首个在商业上可行的量子惯性导航系统，其精度可达传统惯性导航系统的 46 倍。目前，量子导航领域已成为国际科研前沿热点之一，中国、美国、俄罗斯和欧盟等都提出了各自的发展计划和时间表。

量子导航系统使用的量子传感器，是一种利用量子力学原理来探测微观世界的新型工具。它们利用量子相干效应或量子纠缠等特性，可实现对某些物理量的精确测量，比如电磁场、时间、重力加速度、温度、压力、角速度等。凭借超高精度、超高灵敏度、超快响应速度等特点，量子传感器有望带来颠覆性改变，突破传统传感器瓶颈。

在卫星信号拒止条件下，目前量子传感器主要提供 3 种不同的导航替代方案：

第一种是量子惯性导航系统，其结构与传统惯性导航系统基本类似，主要由原子陀螺仪、原子加速度计、原子钟和信号采集处理单元等 4 个部分构成。通过对原子的量子调控，原子陀螺仪可实现超高灵敏度的惯性测量，包括对运动物体加速度、角速度的精准测量，实时计算其位置和姿态。比如，在传统惯性导航系统下，潜艇定位偏差每天可达数公里，而量子惯性导航系统的误差有望实现每月小于 1 公里。这一系统在未来深空探测中也大有可为。

第二种和第三种方案分别是量子磁力导航和量子重力导航。由于地球各区域的磁场和重力加速度都不一样，理论上我们可以绘制出地球磁场地图和重力加速度地图，在卫星信号拒止条件下，通过量子传感器测量磁场或者重力加速度的变化，将收集的数据与已知的地图比对，就能快速确定自身位置。目前，英国已经利用无人机搭载量子磁强计，并辅助其他技术手段，实现 10 厘米精度的卫星信号拒止环境定位。

这两种方案还可应用于地下勘探、海底潜航。深海、深海等环境是卫星导航常见的盲区，量子导航可以用于探测地下百米级的地质构造、地下无人驾驶地铁的厘米级定位等。

整体来看，量子导航系统优势明显。它具备比传统卫星导航更高的精度，并且不依赖外部信号，在卫星信号受限或受干扰的环境中仍能正常工作。同时，量子传感器的信号不向外发射，不易被外部探测和截获，也具有较好的隐蔽性。

不过，当前发展量子导航系统还面临很多困难：一是系统设备较为复杂，成本高；二是量子传感器对外界环境因素极为敏感，需要研发先进的屏蔽技术和抗干扰算法，以提高复杂环境下的适应性和稳定性；三是产生的数据量庞大，需要进行高效的数据处理，并消除累计偏差。如果能够突破这些挑战，未来融合传统卫星导航和量子导航的全球导航系统，不仅将为我们日常生活带来更多便利，还将助力人类探索更广阔的星辰大海。

(作者为中国科学技术大学科技传播系副研究员)

中外科研团队破译豌豆多个

重要性状背后的“基因密码”

据新华社深圳电 (记者陈宇轩、毛思倩)记者近日从中国农业科学院深圳农业基因组研究所了解到：该所主导并与英国约翰·英纳斯中心等国内外机构合作完成的一项研究，在豌豆重要性状的遗传解析方面取得重要突破，找到了调控豆荚颜色、豆荚形状和豌豆花位置等性状背后的目标基因及其突变机制，为豌豆品种改良和精准育种提供了新视野、新工具。

据研究负责人、中国农业科学院深圳农业基因组研究所研究员程时锋介绍，1865 年，“现代遗传学之父”孟德尔通过豌豆种子的圆皱等 7 对性状开展杂交实验，首次提出了“遗传因子”控制性状的理论，并推导出遗传变异的规律。此后，各国科研人员陆续找到了控制种子圆皱、子叶颜色、花色、植株高度的基因，然而控制豆荚颜色、豆荚形状和豌豆花位置的关键基因一直是“未解之谜”。

对此，程时锋带领国际科研团队，综合运用基因组学、遗传学、生物信息学和分子生物学等手段，对来自世界各地近 700 份豌豆样本的演化进程与基因组多样性展开系统解析。研究发现，控制豌豆绿荚与黄荚差异的，并非传统意义上的基因突变，而是一段基因组大片段缺失；决定豌豆花位置的是编码类共受体激酶的 Fa 基因；控制豆荚饱满与皱缩形状的，是两个彼此独立但功能相关的果皮发育调控基因。在此基础上，科研人员构建了全球豌豆多样性高分辨率单倍型变异图谱和表型变异图谱，解析了 72 个关键农艺性状的遗传基础。

新研究揭示乳腺癌细胞

“休眠”与“苏醒”机制

据新华社耶路撒冷电 (记者王卓伦、陈君清)以色列魏茨曼科学研究所近日发布公报说，该所研究人员领衔的一项研究揭示了乳腺癌细胞为何能在人体内“休眠”多年不被发现，且在特定条件下“苏醒”并扩散。

公报说，乳腺组织细胞在人的一生中会经历“活跃”与“成熟”两种状态的转换。在癌变过程中，原本成熟稳定的细胞会异常回到早期活跃状态，快速分裂并形成肿瘤，甚至扩散至身体其他部位。扩散后的部分癌细胞可以再恢复到“成熟”状态，变得不活跃，进而进入“休眠”状态。

研究团队发现，乳腺癌细胞的“休眠”过程与乳腺细胞从胚胎发育阶段向成熟上皮阶段转变的过程极为相似。通过模拟上皮细胞自然成熟过程，研究人员证实三阴性乳腺癌(最具侵袭性的一类乳腺癌)细胞的 OVOL1 蛋白或 OVOL2 蛋白过度表达，从而诱导这些癌细胞进入“休眠”状态。研究人员在小鼠实验中观察发现，肿瘤的生长受阻。研究人员表示，约 40% 的 1 至 3 期三阴性乳腺癌患者在接受标准治疗后仍面临复发风险。新发现有望为阻止癌细胞进入或逃出“休眠”状态、延缓甚至避免癌症复发提供新的治疗思路。

本版责编：王 慧 黄发红

版式设计：张丹峰