

colorectal cancer fistula in Jiangsu Province, China: a qualitative study[J]. BMJ Open, 2024, 14(6):e082308.

[33] Fisher C L, Roccotagliata T, Rising C J, et al. "I Don't Want to Be an Ostrich": managing mothers' uncertainty during BRCA1/2 genetic counseling[J]. J Genet Couns, 2017, 26(3):455-468.

[34] 崔蓓蓓, 乔娟, 魏婧雯, 等. 晚期癌症患者子女行孝动机及行孝体验的质性研究[J]. 护理学报, 2021, 28(24):57-62.

[35] Kenen R, Arden-Jones A, Eeles R. We are talking, but are they listening? Communication patterns in families with a history of breast/ovarian cancer (HBOC) [J]. Psychooncology, 2004, 13(5):335-345.

[36] Mirsu-Paun A, Tucker C M, Armenteros E M. Family interaction patterns and their association with family support among women with breast cancer [J]. Cancer Nurs, 2012, 35(3):E11-E21.

[37] Northouse L, Schafenacker A, Barr K L, et al. A tailored web-based psychoeducational intervention for cancer patients and their family caregivers [J]. Cancer Nurs, 2014, 37(5):321-330.

[38] Northouse L L. Helping patients and their family caregivers cope with cancer[J]. Oncol Nurs Forum, 2012, 39(5):500-506.

[39] Bylund C L, Wollney E N, Campbell-Salome G, et al. Improving clinical and family communication for adult child caregivers of a parent with a blood cancer: single-arm pre-post pilot intervention[J]. JMIR Cancer, 2022, 8(3):e38722.

[40] 李娟. 基于二元疾病管理理论的肺癌患者及其照顾者正念自我关怀干预方案的构建及初步应用[D]. 长沙:中南大学, 2023.

[41] De Vleminck A, Van Goethem V, Dierickx S, et al. Developing and implementing a nurse-delivered and a web-based dyadic psychoeducational program for people with advanced cancer and their family caregivers: sharing experiences from a three-arm international randomized controlled trial (DIAdIC) [J]. Palliat Care Soc Pract, 2025, 19:26323524241310458.

(本文编辑 李春华)

智能适老辅具在失智症患者中的应用进展

刘佳鑫, 宋艳丽

摘要: 对智能适老辅具研发的重要性及应用场景进行阐述, 重点介绍了智能适老辅具的类别及功能, 主要包括生活自理辅具、健康监测与管理辅具、安全保障辅具、陪伴交流辅具、康复训练辅具。分析智能适老辅具存在的挑战并提出展望, 旨在为设计出满足失智症患者照顾需求的智能适老辅具提供参考。

关键词: 老年人; 失智症; 认知功能障碍; 智能适老辅具; 智慧养老; 老年护理; 综述文献

中图分类号: R473.74; R493 **DOI:** 10.3870/j.issn.1001-4152.2025.19.125

Application progress of intelligent aging-friendly assistive devices in dementia patients Liu Jiaxin, Song Yanli. School of Nursing, Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, Shenyang 110847, China

Abstract: This study elaborates the importance of research and development on intelligent aging-friendly assistive devices and its application scenarios, mainly introduces its categories and functions, including aids for self-care, aids for health monitoring and management, aids for safety, aids for companionship and communication, and aids for rehabilitation training. This study also analyzes the challenges of intelligent aging-friendly assistive devices and puts forward prospect, aiming to provide references for designing intelligent aging-friendly assistive devices that meet the care needs of dementia patients.

Keywords: older adults; dementia; cognitive impairment; intelligent aging-friendly assistive devices; smart elderly care; geriatric nursing; review

失智症发病人群以 65 岁以上的老年人为主, 表现为记忆力、思维能力、行为能力和日常活动能力衰退^[1]。随着我国人口老龄化程度的加剧, 医院、社区和家庭将承担起庞大的护理体量。目前, 我国 60 岁及以上失智症患者约有 1 507 万, 预计到 2030 年人数

作者单位: 辽宁中医药大学护理学院(辽宁 沈阳, 110847)
通信作者: 宋艳丽, 81219920@qq.com
刘佳鑫: 女, 硕士在读, 学生, 2010444615@qq.com
收稿: 2025-05-09; 修回: 2025-07-25

将达到 2 220 万, 2050 年将达到 2 898 万^[2]。为进一步推动智慧健康养老产业发展, 《智慧健康养老产业发展行动计划(2021—2025 年)》^[3]提出, 现今重要的任务就是加强智能产品适老化设计, 提升老年人智能技术运用能力。失智症并非正常衰老过程, 在尚无有效治愈手段的情况下, 患者势必会逐渐丧失自理能力, 最终完全依赖于照顾者的长期支持和照护。当前, 我国失智症照护领域困境凸显, 专业护理人员数量匮乏且专业化水平欠佳, 难以满足庞大失智症患者的照护需求, 致使患者家庭负担加剧, 也给社会养老

及健康保障体系带来巨大压力。智能适老辅具的出现,不仅能满足失智症患者的日常生活护理之需,还能协助后续的疾病护理和康复训练^[4]。智能适老辅具是以互联网应用技术为支撑的适老化产品,相较传统辅具,其不仅可提升老年人生活质量,还能缓解照顾人员短缺困境,为老年人提供优质、便捷且高效的服务保障^[5]。在深度老龄化社会背景下,智能适老辅具的研发和应用,将成为提升失智症患者照护水平的突破口。本研究通过查阅相关文献,围绕智能适老辅具在国内外的应用研究现状,智能适老辅具研发的重要性,失智症患者智能适老辅具的应用场景、类别及功能、挑战及展望进行综述,旨在为设计出契合失智症患者护理需求的智能适老辅具提供有价值的参考。

1 智能适老辅具研发的重要性

智能适老辅具是指以老年人为服务对象,综合运用人工智能、物联网、大数据、传感器等现代信息技术,具备一定智能化功能的器具、设备、仪器和用品等^[5]。失智症作为一种渐进性神经系统退行性疾病,严重影响患者的认知、记忆及日常生活能力^[6]。失智症患者早期表现为近期记忆力减退,中晚期逐步出现失语、失认、失用及大小便失禁,并伴有各类身体功能下降所致的并发症^[6]。由此可见,无论在失智症哪个发展阶段,对该群体的照顾和辅助都尤为重要。失智症患者的生活轨迹多以社区、康养中心和家庭为主,这类生活场所并无合理、完善的针对失智症患者的适老环境设计^[7]。智能适老辅具以先进的技术集成设计,从智能家居环境设计,到智能辅助康复,其不仅能帮助失智症患者减轻病耻感,满足其日常生活需求、延缓衰退,使其重拾生活自信,提升生活质量,还能在助力失智症患者生活重建方面发挥关键作用^[8]。智能适老辅具的应用,能帮助失智症患者补偿、改善功能障碍,提高生活自理能力,促进社会参与,提升生活质量。其核心功能体现在两方面:一方面通过技术赋能弥补护理人力缺口,借助智能化手段提升康养照护的效率与精准度;另一方面着力优化老年人的康养生活场景,通过适老辅具的支持,助力老年人在自主康复进程中增强生活自理能力,实现生活自理。

2 智能适老辅具的应用场景

考虑到失智症患者的病程特点与照护需求,其生活空间往往跨越家庭、社区、养老机构及医院等多样化场景。不同场景的功能定位、环境特征与服务模式存在显著差异,这使得智能适老辅具的应用需要高度契合场景特性。从家庭环境的日常监护到社区空间的安全防护,从养老机构的集中照护到医院场景的专业诊疗,智能适老辅具正在这些场景中发挥着不可替代的作用。①家庭:为减轻家庭照顾者的负担,Law等^[9]为失智症患者设计和测试基于家庭的医疗保健机器人(Silbot),这款机器人具有情感交互与医疗监

测提醒功能,可辅助失智症照顾者完成日常生活护理工作,有效缓解照顾者的负担。其不仅能通过情感互动给予失智症患者心理支持,还能精准执行用药提醒、康复训练督促等医疗辅助任务,为照护工作提供智能化支持。②社区:为提高社区医疗服务效率,刘霞等^[10]构建了一款远程社区医护服务平台“智慧康”,该平台基于物联网技术的健康监测系统框架及基于机器学习疾病预测模型建模流程,以帮助医患双方及时发现疾病问题,提前调整治疗方案。该平台为社区患者提供了个性化、系统化的健康监测及康复方案,提高了医疗服务的可及性与有效性。③养老机构:为提升养老机构工作效率,Ali等^[11]为养老院研发了一款智能手表呼叫系统,该系统用以替换传统呼叫灯设计,能将老年人的需求快速传达给工作人员,结果显示该智能手表呼叫系统能迅速提高工作人员工作效率和护理质量,减轻其工作量。④医院:为住院患者日常生活提供支持,Zhang等^[12]研发了一款自动化轨道运行机器人,这款机器人通过轨道运行,能够抓取病号服,并通过智能导航移动至病床旁,辅助患者完成穿衣动作。其设计初衷是为患者的日常生活提供支持,同时减轻护理人员的日常照护压力。不过,目前该机器人仅在医用人體模型上完成了相关实验,其在实际应用场景中的具体效果仍有待进一步验证。

3 智能适老辅具的类别及功能

3.1 生活自理辅具 失智症患者因记忆力减退、认知障碍及身体功能退化等,易出现无穿衣意识、穿衣困难、活动不便等情况^[6]。针对这类问题,连海翔^[13]设计出一款针对失智症患者的老年智能检测衣,衣物内置防摔、防压疮材料及智能检测装置,有助于防跌倒和压力性损伤;腹部和膝部设有石墨烯远红外保暖加热装置,有利于患者保暖;外部设计为磁吸全开和,有利于失智症照顾者辅助衣物穿脱;胸前内置折叠信息卡,可降低患者走失行为的发生。该智能衣物从各方面考虑到失智症患者的需求,具有很强的适用性。Koo等^[14]设计的一款步态辅助服装型软体可穿戴机器人,采用集成形状记忆合金,智能调节以提供失智症患者所需的步态辅助,从而优化其行走体验。

由于失智症患者注意力不集中和认知功能退化,易出现进食障碍或缺乏自主进食意识等情况^[6]。针对这类问题,有学者研发了多种智能识别辅助进食系统。赵鹏^[15]研发的基于激光点指示的进食辅助机械臂,其内部署的摄像头能智能捕捉患者的面部及唇部位置信息,通知机械臂激光定位食物方位,最后按指令辅助智能投喂,丰富了智能辅助进食的新体验。Liu等^[16]研发出便捷的视觉交互独立进食辅助机器人,当摄像头检测到用户张口2 s时,开启喂食指令,闭眼2 s时暂停喂食。该机器人较传统机器人展现出

较高的环境适应性及使用便捷性,既保障了患者的进食安全,又能丰富患者的进食体验。

随着病情的进展,失智症患者身体功能逐渐衰退,认知功能和日常生活能力也逐渐减弱^[6],这使得活动及排泄管理成了极具挑战性的照护难题。凌晨伟等^[17]针对半失能老年人护理需求设计出一款多功能护理床。此智能护理辅具依据人体工程学设计并实现坐卧两用,能智能应对多种体位需求,并能通过 App 实现远程控制和健康管理,在满足老年人需求与降低护理强度方面成效显著。针对排泄问题,刘晓军等^[18]设计了一款大小便自动感应及处理装置,该装置融合了精密算法和传感器技术,能够智能识别并处理排便问题,更好地解决了失智症患者的失禁难题。Hygera 公司^[19]针对无排泄意识的患者设计了预测排泄装置,该装置会在患者膀胱充盈时向照顾者发送预警,以便照顾者提前为失智症患者排泄做好准备。这既能减轻照顾者的照顾负担,又能使患者保持其尊严。

3.2 健康监测与管理辅具 失智症患者普遍存在认知退化及慢性疾病等健康问题^[6],他们对个性化、实时健康管理的需求尤为迫切。移动健康与信息通信技术的快速发展,给失智症患者的健康监测带来了全新的可能性。各类智能健康辅助产品凭借先进的技术和多样化的功能,在老年健康管理中发挥着日益重要的作用^[20]。冯玉竹等^[21]研发了基于物联网的可穿戴设备及生命体征监测系统,能够准确测量体温、血氧等健康指标,并运用无线传输功能实现跌倒监测,该系统具有体积小、精度高、功耗低、可穿戴等特点。Lin 等^[22]研发出一款内带显示器的智能背心,通过在失智症患者居住区域广泛安装信息接收器,失智症患者行动到信息接收区域时,该装置可自动将智能背心所收集的生命体征信息及位置信息实时传递给照顾者,这有助于照顾者智能地监测失智症患者行动轨迹及实时情况,为其健康保驾护航。Hou 等^[23]通过运用这款背心实施智能衣物辅助家庭护理计划,增加了家庭照顾者对失智症患者情况的了解,并为医疗保健人员传递健康状况和认知情况。由此可见,这类智能检测辅具既能帮助家庭照顾者提供及时干预,平衡失智症患者的锻炼和安全,还能缓解家庭照顾者的工作和照顾角色冲突问题。

3.3 安全保障辅具 针对失智症患者因认知及记忆力减退而面临频繁走失的问题^[6],专为其设计的带有定位功能的智能辅助产品应运而生。防走失研发主要通过携带个人身份信息和集成定位系统来实现,目前市场上的主要产品包括信息卡片、定位手表、定位手机及定位鞋等。此类产品不仅轻便易携带,还能监测失智症患者的行踪。但此类产品存在电量供应难以满足长时间使用需求、定位精度偏差、老年人佩戴依从性较差等问题^[24]。张小青等^[25]研发的防走失智能衣,拥有双电源供电、跟踪定位、无线通信及防脱衣

预警与报警模块,更加全面地优化了防走失衣的功能,为失智症患者及其照顾者提供更安全的保障。王焱鑫^[26]研发的低功耗可穿戴式的北斗电子标牌,续航能力强,以徽章形式佩戴具有很好的隐蔽性和便携性,展现出较强的应用价值。Raad 等^[27]基于物联网和射频识别技术,设计出新型的针对失智症患者的智能定位手环。该手环为无电池设计,使用便捷且无续航担忧,射频识别技术不易断联,可精准跟踪失智症患者的行动轨迹,有利于预防走失等危险发生。

针对失智症患者跌倒的问题,目前已研发出了多种防护辅具以保障其安全。由信安公司研发的智囊智能防摔马甲,借助智能算法,能在 0.08 s 内快速触发气囊,为失智症患者提供关键部位保护^[28]。还可通过手机 App 实现智能互联,获取实时追踪信息,一旦失智症患者发生摔倒,照顾者能及时收到警报通知并快速响应。此款智能防摔马甲在防护、舒适和智能方面的出色展现,为失智症患者提供了坚实的安全护航。Argañarás 等^[29]研发了一款专用于监测步态的可穿戴雷达辅助装备,旨在通过分析失智症患者的行走步态,检测可能发生跌倒的异常步态并实时预警,从而有效预防跌倒事件的发生。法国 Helite 公司研发出一款名为 Hip's Air 气囊腰带的创新防摔产品,能对每秒超 1 000 次运动进行监测分析,可在 0.2 s 内检测到跌倒,并于 0.08 s 快速完成自动充气^[30]。膨胀的气囊能为臀部及上身提供缓冲,吸收约 90% 的摔倒冲击力,有效降低了失智症患者遭遇骨折等伤害的风险。

3.4 陪伴交流辅具 由于认知功能及记忆力的日渐衰退,亲友与失智症患者沟通交流的阻力会不断增加,失智症患者将不可避免地面临社交失能等问题^[6]。而为该群体开发和应用陪伴交流辅具,则能在一定程度上缓解此困境。目前针对失智症患者研发的陪伴交流辅具主流产品包括机器猫(NeCoRo)、机器狗(AIBO)、机器海豹(PARO)和机器泰迪熊(CuD-Dler)^[31-32]。这类机器人大都以宠物拟人化来增加失智症患者与机器人之间的互动,以达到陪伴沟通的目的^[33]。随着机器人技术的不断成熟,智能陪伴机器人的功能也在不断扩展。李建勇等^[34]设计的智能陪伴机器人可熟练运用自然语言和肢体语言与患者进行沟通交流,并具备丰富的人际互动功能,完全能够胜任日常陪伴工作,为失智症患者提供智能、贴心的陪伴。法国公司 Robosoft 针对失智症患者推出了 MARIO 智能陪伴机器人,该机器人不仅能通过语音聊天缓解失智症患者的寂寞感,还能借助胸前触摸屏让其查看重要事件、照片以唤起记忆,同时兼具寻找物品、运送小件物品、播放娱乐内容以及紧急报警求助等实用功能^[35]。Salichs 等^[36]研发的 Mini 社交机器人,旨在为老龄患者提供居家陪伴,致力于延长其独立生活时间,服务内容包括提供安全、娱乐、个人协

助及认知刺激等项目。该机器人人机交互设计良好,使用者反馈其外形美观、实用性能突出,但尚未推广。未来计划进一步提升机器人的主动互动功能,将锻炼与娱乐完美地融合,依据用户的个性化需求定制行为模式。

3.5 康复训练辅具 智能康复辅具的研发和创新,对于缓解失智症患者身体和认知功能衰退,以及增强其独立性均具有非常重要的作用。针对失智症患者语言失用问题,焦欢欢等^[37]通过引入虚拟现实技术为语言失用训练带来了新的突破。该技术利用虚拟人嘴型动画,对汉语 26 个音节发音嘴型进行精确模拟,高度还原真实发音器官的运动过程,为失智症患者的语言康复训练提供了有力支持。谢兴等^[38]通过随机对照试验,深入探讨沉浸式虚拟现实技术在改善失智症患者认知功能方面的实践效果,结果表明虚拟现实技术不仅能改善失智症患者的认知功能,还可缓解其负性心理状态,并进一步提升日常活动能力。De Carolis 等^[39]探究了 Pepper 机器人对失智症患者进行认知刺激治疗的作用,该机器人拥有丰富的传感系统,具有智能情感交互、智能医疗数据处理、自助导航等功能。实践证明,该机器人在认知刺激治疗中的有效性和可接受性,为未来进一步拓展智能康复提供了新的参考方向。

4 智能适老辅具应用于失智症患者的挑战和展望

4.1 安全责任划分 在智能适老辅具发生故障导致护理缺失甚至护理不良事件发生时,智能机器人本身是否为责任主体,或智能机器人生产方、经销方是否承担安全责任,此类争议依旧无定论。因而在智能护理辅具未来的发展中,亟需国家层面的政策支持和社会层面的积极参与。首先,在智能适老辅具开发生产及投放使用全过程中,国家应规范智能适老辅具标准及指南,确保研发生产及销售履行自身职责,法律框架应覆盖所有与智能养老护理相关的法律和规定。其次,定期对智能适老辅具进行维护保养及监测,确保产品的安全性和有效性。最后,加强失智症患者及护理人员的教育培训,提高其对智能适老辅具的了解以及应对故障的能力,为失智症患者的安全、舒适、有尊严的生活提供保障。

4.2 数据隐私安全 针对失智症患者群体的特殊性,众多智能适老辅具的设计具有强化跟踪定位、健康监测、康复训练、人机交互等功能,而这些功能的实现则需要收集使用者大量的个人信息数据。智能适老辅具在更好地满足失智症患者需求的同时,会引发个人隐私数据过度暴露的风险^[40]。因此,在数据收集方面,需保持功能实现和隐私保护之间的平衡,为避免过度采集,还需建立科学的数据采集标准和规范。在数据存储和传输方面,企业需提供全方位的安

全防护。在数据利用方面,企业需严格把控技术使用限度,坚持以人为本,不可触及伦理红线。研发设计要遵循个人隐私保护原则,防范数据滥用行为。

4.3 情感交互与人性关怀 尽管智能陪伴系统能模拟一定的交流互动,但终究无法替代人与人之间真实的情感沟通。过度依赖智能辅具可能导致失智症患者情感交流能力退化,进一步加剧孤独感,影响其心理健康和人格发展^[41]。同时长期处于与机器相处的环境中,失智症患者还可能逐渐失去对真实情感的感知和回应能力,导致情感交流能力的退化。因此,在护理智能化稳步推进的同时,还应重视线下护理的协同发展,充分发挥社区及家庭的护理优势,增加失智症患者的社会化训练^[42],维持失智症患者在社会团体中的活跃度。

5 小结

智能适老辅具用于失智症患者护理,突破了传统护理模式的局限性,通过智能化技术赋能,无论是在医疗保健环节、日常生活协助方面,还是情感交流层面,能有效缓解失智症照顾者的照护负担。然而,该技术在安全责任划分、数据隐私及人性关怀方面还存在一定缺陷。未来研究需聚焦于智能适老辅具的临床转化与实际应用场景落地,并推动智能适老辅具个性化服务趋势。针对智能适老辅具的安全及隐私问题,国家需强化监管职能,并健全相关法律规定,以促进智能适老辅具健康发展。

参考文献:

- [1] 中国痴呆与认知障碍指南写作组,中国医师协会神经内科医师分会认知障碍疾病专业委员会. 2018 中国痴呆与认知障碍诊治指南(一):痴呆及其分类诊断标准[J]. 中华医学杂志, 2018, 98(13): 965-970.
- [2] 中国老龄科学研究中心. 我国老年痴呆患病率近 6.0% 认知症老年人照护服务需求亟待积极应对[EB/OL]. (2021-05-17)[2024-12-26]. <http://www.crca.cn/index.php/13-agednews/1916-0.html>.
- [3] 工业和信息化部,民政部,国家卫生健康委. 智慧健康养老产业发展行动计划(2021—2025 年)[EB/OL]. (2021-10-23)[2024-12-24] https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-10/23/content_5644434.htm.
- [4] Kenigsberg P A, Aquino J P, Bérard A, et al. Assistive technologies to address capabilities of people with dementia: from research to practice[J]. Dementia (London), 2019, 18(4): 1568-1595.
- [5] 罗椅民,刘晓静. 智能适老辅具的应用与发展思路[J]. 中国康复医学杂志, 2020, 35(8): 912-915.
- [6] 郝峻巍,罗本燕. 神经病学[M]. 9 版. 北京:人民卫生出版社, 2024: 225-228.
- [7] 高成运. 我国老年友好型社会建设存在的问题及对策[J]. 中国行政管理, 2022, 38(9): 74-79.
- [8] 罗椅民. 适老辅助器具与现代养老康复护理[J]. 标准科学, 2018, 55(5): 59-62.
- [9] Law M, Sutherland C, Ahn H S, et al. Developing as-

- sistive robots for people with mild cognitive impairment and mild dementia: a qualitative study with older adults and experts in aged care[J]. *BMJ Open*, 2019, 9(9): e031937.
- [10] 刘霞,石元伍,王文聪,等. 基于智慧物联网的社区老年健康监测服务设计研究[J]. *包装工程*, 2024, 45(14): 128-136.
- [11] Ali H, Li H. Evaluating a smartwatch notification system in a simulated nursing home[J]. *Int J Older People Nurs*, 2019, 14(3): e12241.
- [12] Zhang F, Demiris Y. Learning garment manipulation policies toward robot-assisted dressing[J]. *Sci Robot*, 2022, 7(65): e6010.
- [13] 连海翔. 老年智能护理服装的设计研究[D]. 上海: 东华大学, 2023.
- [14] Koo S H, Lee Y B, Kim C, et al. Development of gait assistive clothing-typed soft wearable robot for elderly adults[J]. *Int J Cloth Sci Technol*, 2021, 33(4): 513-541.
- [15] 赵鹏. 一种基于激光点指示的进食辅助机械臂人机交互方法: 202411225850. 1[P]. 2024-10-22.
- [16] Liu F, Xu P, Yu H. Robot-assisted feeding: a technical application that combines learning from demonstration and visual interaction[J]. *Technol Health Care*, 2021, 29(1): 187-192.
- [17] 凌晨伟, 张民杰, 王语哲, 等. 可移动坐卧两用半失能老人护理床设计[J]. *中国新技术新产品*, 2024, 32(18): 82-85.
- [18] 刘晓军, 陶晋宜, 杨刚, 等. 数据融合在护理机器人排便监测中的应用研究[J]. *机械设计与制造*, 2020, 58(11): 30-33.
- [19] Hygera. Product Introduction SMART DOLBOM Products[EB/OL]. (2021-05-08) [2025-03-09]. <https://www.hygera.kr/index-en.html>.
- [20] 尚宪茹, 刘子建, 胡志刚, 等. 国内外老年智能健康穿戴产品研究态势分析[J]. *丝绸*, 2025, 62(2): 82-93.
- [21] 冯玉竹, 魏剑南, 马玉鑫, 等. 基于物联网的可穿戴设备及生命体征监测系统[J]. *工业技术创新*, 2023, 10(5): 106-115.
- [22] Lin C C, Yang C Y, Zhou Z, et al. Intelligent health monitoring system based on smart clothing[J]. *Int J Distrib Sens Netw*, 2018, 14(8): 1-9.
- [23] Hou Y J, Zeng S Y, Lin C C, et al. Smart clothes-assisted home-nursing care program for family caregivers of older persons with dementia and hip fracture: a mixed-methods study[J]. *BMC Geriatr*, 2022, 22(1): 104.
- [24] 王馨雨, 田明伟. 阿尔茨海默病患者智能服装的发展趋势[J]. *服装学报*, 2023, 8(2): 134-140.
- [25] 张小青, 罗厚钦, 杨欢欢, 等. 防走失智能衣系统设计[J]. *自动化与仪表*, 2024, 39(11): 154-158, 164.
- [26] 王焱鑫. 低功耗可穿戴式北斗电子标牌及其系统研制[D]. 济南: 山东大学, 2023.
- [27] Raad M W, Deriche M, Kanoun O. An RFID-based monitoring and localization system for dementia patients [C]//2021 18th International Multi-Conference on Systems, Signals & Devices (SSD). Monastir: Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2021.
- [28] 壹点网. 信安智囊智能防摔马甲: 科技赋能让老人远离伤害, 安享晚年[EB/OL]. (2022-03-18) [2025-02-18]. <http://news.xunj.com/jqys/2022/0318/204397.html>.
- [29] Argañarás J G, Wong Y T, Begg R, et al. State-of-the-art wearable sensors and possibilities for radar in fall prevention[J]. *Sensors (Basel)*, 2021, 21(20): 6836.
- [30] Holland P. HeliteHip' Air is a belt with airbags to protect your hips[EB/OL]. (2018-06-08) [2025-02-25]. <https://www.cnet.com/tech/mobile/helite-hipair-airbags-to-protect-your-hips/>.
- [31] Preuß D, Legal F. Living with the animals: animal or robotic companions for the elderly in smart homes? [J]. *J Med Ethics*, 2017, 23(11): 407-410.
- [32] Sicurella T, Fitzsimmons V. Robotic pet therapy in long-term care[J]. *Nursing*, 2016, 46(6): 55-57.
- [33] 冷敏敏, 张萍, 胡明月, 等. 宠物机器人在老年痴呆患者照护中的应用进展[J]. *中华护理杂志*, 2018, 53(12): 1498-1503.
- [34] 李建勇, 赵静, 刘雪梅, 等. 基于 ROS 的自主家庭陪伴机器人设计[J]. *电子技术应用*, 2021, 47(2): 58-62.
- [35] Mannion A, Summerville S, Barrett E, et al. Introducing the Social Robot MARIO to people living with dementia in long term residential care: reflections[J]. *Int J Soc Robotics*, 2019, 12(6): 535-547.
- [36] Salichs M A, Castro-González Á, Salichs E, et al. Mini: a new social robot for the elderly[J]. *Int J Soc Robotics*, 2020, 12(1): 1231-1249.
- [37] 焦欢欢, 潘志庚, 徐舒畅, 等. 基于 VR 的言语失用症康复训练系统[J]. *系统仿真学报*, 2019, 31(11): 2344-2349.
- [38] 谢兴, 农青芳, 农冬晖, 等. 沉浸式虚拟现实技术在老年痴呆患者认知训练中的应用[J]. *广西医学*, 2020, 42(20): 2717-2720.
- [39] De Carolis B, Carofiglio V, Grimandli I, et al. Using the pepper robot in cognitive stimulation therapy for people with mild cognitive impairment and mild dementia[C]//Proceedings of the ACHI-The Thirteenth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions. Valencia: International Academy, Research, and Industry Association, 2020.
- [40] 李静, 孙静, 李倩, 等. 以社会视角审视老年护理机器人面临的挑战[J]. *护理学杂志*, 2025, 40(2): 112-115, 125.
- [41] Persson M, Thunman E, Iversen C, et al. Robotic misinformation in dementia care: emotions as sense-making resources in residents' encounters with robot animals [J]. *Front Sociol*, 2024, 9(5): 1-11.
- [42] 周亚妮, 王若敏, 赵永丽, 等. 基于我国老年人社区居家养老服务需求的 Meta 整合及对策研究[J]. *卫生职业教育*, 2025, 43(4): 112-115.