

服务机器人国内外标准化现状分析与对策探讨

杜娟 高一盼 刘阳

(威凯检测技术有限公司)

摘要: 服务机器人产业近年来快速发展,给整个社会带来便利。从产业技术发展水平来看,我国自主研发的服务机器人达到世界先进水平。与之相比,我国的服务机器人标准建设滞后于产业发展水平,急需推动服务机器人技术、产业与标准化协同发展。本文通过介绍国内外服务机器人标准化工作现状,分析我国服务机器人标准化工作存在的问题,提出我国服务机器人标准化发展的对策建议。

关键词: 服务机器人, 国际标准化, 标准现状, 对策

DOI编码: 10.3969/j.issn.1674-5698.2024.11.020

Analysis of Domestic and International Standardization Status of Service Robots and Suggestions

DU Juan GAO Yi-pan LIU Yang

(CVC Testing Technology Co., Ltd.)

Abstract: The service robot industry has developed rapidly in recent years, bringing convenience to the whole society. In terms of industrial technology, China's self-developed service robots have reached the world's advanced level. In contrast, the development of service robot standards in China lags behind the industrial development, so it is urgent to promote the coordinated development of service robot technology, industry and standardization. This paper introduces the current situation of service robot standardization in China and the world, analyzes the problems existing in service robot standardization in China, and puts forward suggestions for the standardization development of service robot in China.

Keywords: service robot, international standardization, current situation of standardization, countermeasures

0 引言

近年来,随着人工智能技术的飞速发展,机器人产业在全球范围内呈现出蓬勃增长的态势。作为机器人领域的一个重要分支,服务机器人以其独特的功能和广泛的应用场景,逐渐渗透到人们日常生活的各个角落。从指引、递送、清洁到护理、陪

伴,服务机器人以其多样化的功能满足了人们日益增长的生活需求,市场潜力巨大。与服务机器人产业的快速发展相比,其产品标准的制定却显得相对滞后。标准的缺失或不完善不仅影响了服务机器人的产品质量和市场竞争能力,还可能给消费者带来安全隐患和使用不便。因此,加强服务机器人标准化工作布局,制定和完善相关标准,对于引导行业发

作者简介: 杜娟,本科,高级工程师,主要研究方向为标准化科研。

高一盼,硕士,高级工程师,主要研究方向为标准化科研。

刘阳,硕士,高级工程师,主要研究方向为标准化科研。

展、提升产品质量、规范市场秩序具有重要意义。

1 服务类机器人

1.1 服务机器人发展

目前,由于老龄化社会、劳动力短缺、科技进步及疫情影响等因素,服务机器人产业在全球范围内迅速发展,尤其在医疗康复、教育娱乐、家政服务、抢险救灾、物流配送、商业应用等领域展现出巨大潜力,受到世界各国的高度重视。美国、欧盟、日韩等发达国家和地区均制定了战略性发展计划,以支持服务机器人产业的成长。国内外领先研究机构与企业在此领域取得显著进展,核心技术如:环境感知、运动控制、人机交互及操作系统等不断突破,进一步推动了产业进步。

服务机器人产业链,由上游的零部件生产、中游的系统集成与整机制造、以及下游的产品应用三大部分组成,如图1所示。



图1 服务机器人产业链结构

服务机器人在物流、娱乐、医疗、清洁、农业等领域,一直处于销量领先地位,如图2所示。

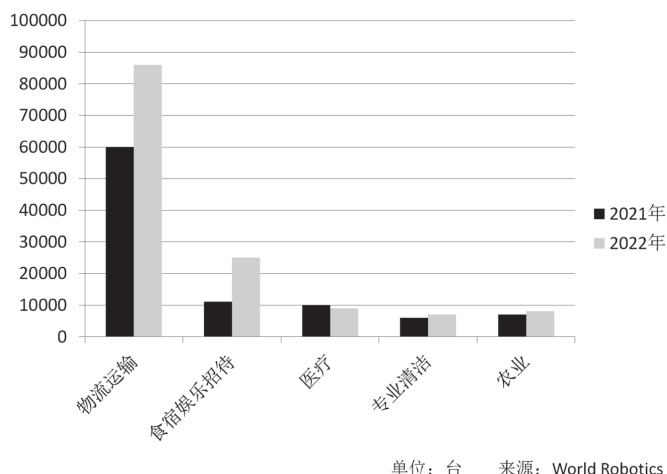


图2 近年来前5大应用领域服务机器人销售量

在经济效益方面,我国服务机器人市场规模快速增长,2022年中国服务机器人市场规模达到516亿元,近5年年均复合增长率为27.87%。2023年中国服务机器人市场规模达到660亿元,2024年将进一步增至857亿元。

1.2 服务机器人定义

国际机器人联合会和国际标准化组织ISO(International Organization for Standardization)对服务机器人的定义(ISO 8373):除工业自动化应用外,为人类或设备执行有用任务的机器人。

服务机器人需要一定程度的自主性,即在没有人工干预的情况下,基于当前状态和感知执行预定任务的能力。这些服务主要针对人类,但也可以针对其他设备,包括检查、监视、物品处理、物理支持、人员运输、提供指导或信息,修饰、烹饪和食物处理以及清洁。

1.3 服务机器人分类

服务机器人应用范围很广,主要从事维护保养、修理、运输、清洗、保安、救援、监护等工作。其分类如图3所示。

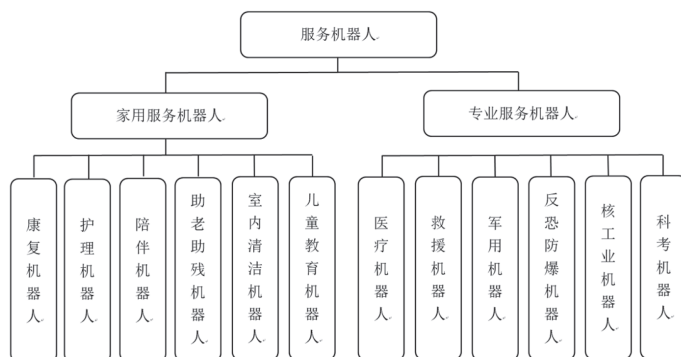


图3 服务机器人分类

2 国外服务机器人标准化发展现状

就机器人国际标准化工作而言，目前美国、日本、韩国等国开展研究较早，相关ISO、IEC国际标准由他们牵头研制为主。

2.1 服务机器人的国际标准化

目前，服务机器人的国际标准主要由国际标准化组织（ISO）制定和发布；国际电工委员会（IEC）也制定和发布了一些有关机器人电气方面的国际标准。

2.1.1 服务机器人ISO标准化现状

自1983年起，ISO成立了与机器人相关的标准化组织，经历了多次更名，最终在2016年成为ISO/TC 299 Robotics，专注于机器人领域的标准化工作，不包括玩具和军事应用。该技术委员会包括28个全权成员国（P-member）和13个观察员成员国（O-member），目前已发布国际标准26项，在研标准13项；已发布和正在制定的标准主要围绕服务机器人的安全、性能、模块化和管理系统。

服务机器人模块化和服务机器人模块互操作性重点关注安全性、连接性（从硬件和软件的角度）和功能的主要问题，以开发即插即用服务机器人模块市场为主。最近发布的标准ISO 22166-1提出了实施基于模块的设计的要求和指南，允许易于配置、特定于应用的服务机器人和服务机器人系统，以满足个人客户的需求。

ISO/TC 299主要工作组有10个，涉及服务机器人的工作组主要有：服务机器人安全、服务机器人性能、医疗机器人安全、服务机器人模块化等。

ISO/TC 299发布的服务机器人主要标准有：ISO 13482: 2014《个人护理机器人的安全要求》、ISO 22166-1: 2021《服务机器人的模块化 第1部分：一般要求》、ISO 31101:2023《服务机器人提供的应用服务 安全管理系统要求》等。

2.1.2 服务机器人IEC标准化现状

国际电工委员会（IEC）涉及机器人领域的标准化工作主要由IEC/TC 59、IEC/TC 61、IEC/TC 62、IEC/TC 116等4个标准化技术委员会承担，负责部分类型家用服务机器人的标准制定工作，主要在清洁型机器人方面进行了研究，包括家用扫地机器人、干洗机器人等；此外，在医疗领域也发布了用于康复养护的机器人基本安全和性能要求。IEC/TC61目前已逐步在现有安全标准中增加涉及家用和类似用途服务机器人方面的要求，并考虑制定家用和类似用途服务机器人方面的安全标准。

近年来IEC发布的有关服务机器人的主要标准有IEC 62849:2016《移动式家用机器人性能评价方法》、IEC/ASTM 62885-7:2020+AMD1:2022《表面清洁器具 第7部分：家用或类似用途的干洗机器人性能测量方法》、IEC 80601-2-78:2019+AMD1:2024《医疗电气设备 第2-78部分：康复、评估、补偿或缓解用医疗机器人的基本安全和基本性能的特殊要求》等。

2.2 美国的服务机器人标准化现状

美国的服务机器人技术处于国际领先地位，在军用、医疗、家用服务机器人产业都占有优势，目前正加速开发应用于医疗康复、空间探索、食品生产领域的新一代机器人，推动机器人技术在制造、医疗、服务、空间、国防领域的广泛应用。近年来，ASTM已发布机器人标准30余项，包含城市搜救机器人、应急响应机器人、无人机、潜水器涉及接口、性能、测试方法等，如：《评估应急响应机器人能力的标准测试方法：移动性-限制性区域障碍（Standard Test Method For Evaluating Emergency Response Robot Capabilities: Mobility: Confined Area Obstacles）》系列标准等。

2.3 日本、韩国的服务机器人标准化现状

日本和韩国作为亚洲的机器人技术强国,在服务机器人标准化方面有显著进展,但各有特色和重点。

日本在服务机器人标准化方面起步较早,已经形成了较为完善的标准体系,为产品研发和市场监管提供了全面的指导。日本企业注重技术创新,积极参与国际标准化活动,将技术优势融入国际标准,提升了其服务机器人在国际市场的竞争力。

日本的机器人研究方向主要集中在看护机器人、医疗/护理等服务机器人的研发及应用。计划在产业发展方面充分运用机器人技术解决劳动力减少等社会问题,把机器人产业作为本国经济增长的重要支柱;同时,服务机器人在日本医疗、养老、教育等领域的广泛应用,也推动了标准化工作的不断完善和深化。日本目前发布的与医用服务机器人相关的标准有: JIS B0185-2002《智能机器人—词汇》、JIS B0186-2003《可移动机器人—词汇》、JIS B0187-2005《服务机器人—词汇》等。

韩国在服务机器人领域虽然起步较晚,但政府的大力支持和企业的积极参与,使得其在标准化方面也取得了显著进展。韩国政府制定了一系列政策措施,推动机器人技术研发和产业化应用,为企业提供了良好的政策环境和市场环境。随着韩国人口老龄化问题的加剧和劳动力成本的上升,服务机器人的市场需求不断增加,这也为标准化工作提供了广阔的发展空间。

韩国的机器人研究方向主要集中在智能机器人、家电机器人、服务机器人、可移动机器人等的研发及应用。韩国是世界上出台康复服务机器人标准最多的国家,相关的标准主要包括: KSB 6935-2022《服务机器人安全总则》、KSB 6936-2022《服务机器人安全指南》、KSB 6937-2019《服务机器人: 第一部分 分类和一般术语》、KSB 6939-2022《服务机器人灵活性检测方法: 第一部分 基本规范的确定》、KSB 6964-2021《服务机器人情感表示方法: 第一部分 语言表述》、KSB 6966-2022《服务机器人外形安全要求》等。

3 我国服务机器人标准化存在挑战

我国在服务机器人领域的技术研发工作起步较晚,相关国家标准主要是等同采用国际标准。

3.1 我国服务机器人标准化发展现状

从产业研发水平来看,我国自主研发的服务机器人不断涌现,已有部分公司生产送餐机器人、迎宾机器人和讲解机器人;清洁机器人(特别是家用清洁机器人)中部分代表产品已具备与国际知名企业竞争的实力,达到世界先进水平。

与之相比,我国的服务机器人标准建设滞后于产业发展水平。自1991年起逐步建立和完善了机器人标准化体系,我国于2021年成立了全国机器人标准化技术委员会(SAC/TC 591),实现了与国际接轨,重点关注机器人安全、性能、模块化及社会法律伦理等标准。

在服务机器人标准方面,我国目前已研制并发布18项国家标准(具体见表1)。此外,开展了《智能服务机器人 第1部分: 分类及通用要求》《服务机器人用锂离子电池和电池组通用规范》等行业标准研制,以及《商用消毒服务机器人通用技术要求》等19项团体标准研制。

其他机器人相关的标准化技术委员会,还有诸如: 全国海洋船标准化技术委员会(SAC/TC 12),全国信息技术标准化技术委员会(SAC/TC 28),全国机械安全标准化技术委员会(SAC/TC 208)等多个技术委员会,在软件、核心零部件、水下机器人等方面制定了机器人领域相关标准。

3.2 我国急需推动服务机器人技术、产业与标准化协同发展

近年来,我国机器人标准化工作取得了积极进展,对产业发展起到了指导与促进作用,但也存在不少问题。针对服务机器人的标准化工作,主要存在以下方面的问题。

(1) 现有机器人标准体系亟待完善。梳理和修订已有标准,制定新的标准,解决个人/家用/专业服务机器人标准部分缺失问题,并使其对机器人产业的进一步发展起到引领与推动作用。

(2) 检测评定方法标准的制定有待完善和补充。服务机器人的安全、检测、协作等尚缺少系统性、通用性国家标准。

表1 我国已发布服务机器人标准清单

委员会	名称及工作概况	标准号	标准名称
TC 591	全国机器人标准化技术委员会是于近期新成立的标准化技术委员会，其前身是全国自动化系统与集成标准化技术委员会的“机器人与机器人装备”分技术委员会SAC/TC 159/SC 2，以及国家机器人标准化总体组。负责拟定我国机器人标准化战略和推进措施，制定标准体系框架，组织开展机器人基础共性等相关国家标准制定工作	GB/T 33261-2016	服务机器人模块化设计总则
		GB/T 36530-2018 (等同采用ISO国际标准：ISO 13482:2014)	机器人与机器人装备 个人助理机器人的安全要求
		GB/T 37283-2019	服务机器人 电磁兼容 通用标准 抗扰度要求和限值
		GB/T 37284-2019	服务机器人 电磁兼容 通用标准 发射要求和限值
		GB/T 38834 (系列标准，等同采用ISO国际标准：ISO 18646)	机器人 服务机器人性能规范及其试验方法
		GB/T 39478-2020	停车服务移动机器人通用技术条件
		GB/T 39785-2021	服务机器人 机械安全评估与测试方法
		GB/T 40013-2021	服务机器人 电气安全要求及测试方法
		GB/T 41393-2022	娱乐机器人 安全要求及测试方法
		GB/T 42831-2023	导引服务机器人 通用技术条件
		GB/T 43210.1-2023 (等同采用ISO国际标准：ISO 22166-1: 2021)	机器人 服务机器人模块化 第1部分：通用要求
TC 46	全国家用电器标准化技术委员会负责全国家用和类似用途电器安全、性能等方面的标准化工作，对口IEC/TC 59和IEC/TC 61。在机器人领域，负责制定家用和类似用途服务机器人方面的标准	GB/T 34454-2017 等同采用IEC国际标准：IEC 62929: 2014	家用干式清洁机器人 性能测试方法
		GB/T 40229-2021 (等同采用IEC国际标准：IEC 62849: 2016)	家用移动机器人性能评估方法
		GB/T 41527-2022	家用和类似用途服务机器人安全通用要求
		GB/T 41433-2022	家用和类似用途服务机器人 消费者指导
		GB/T 41431-2022	家用和类似用途服务机器人 术语和分类

(3) 新型机器人产品和新型机器人技术相关的标准急需制定。目前新型机器人如：公共安全服务、医疗康养、家庭服务、灾难救援、载人机器人等领域的服务机器人得到了广泛关注，市场潜力巨大，但目前相应的产品标准的制定远落后于产品的开发，需要制定相应的标准引导行业发展。

4 我国服务机器人标准化对策建议

综上，结合机器人产业发展现状和需求，对照现有标准化工作情况，我国服务机器人标准化工作方面，应借鉴相关国家的经验进行提前布局，跟踪国际标准动态，组织专家积极参与标准制修订，为我国机器人产品打入国际市场奠定基础。建议重点关注以下几个方面。

4.1 完善标准体系，确保全面覆盖

根据“需求导向，急用先行”的原则，结合市场需求和产业现状，制定最新的服务机器人标准体系

框架。该框架应由基础标准、检测评定方法标准、零部件标准、整机标准和系统集成标准5部分构成，确保标准的全面性和系统性。

基础标准：作为机器人标准体系的基石和保障，为其他标准的制定提供指导和依据。

零部件标准、整机标准和系统集成标准：根据机器人的集成关系进行分类制定，确保标准的针对性和实用性。

检测评定方法标准：在基础标准的基础上，形成的对零部件、整机和系统集成评价的实现手段，确保产品质量的可衡量性。

4.2 加快标准制修订工作，推动技术进步

(1) 研制细分领域标准

开展机器人功能、性能、安全等标准制修订，针对不同类型的服务机器人，如：医疗康复机器人、养老助残机器人、家用服务机器人和公共服务机器人等，研制相应标准。这些标准应涵盖产品设计、生产、使用等各个环节，确保产品符合规范要

求。

医疗康复机器人：制定手术、护理、检查、康复、咨询、配送等方面的标准。

养老助残机器人：制定助行、助浴、物品递送、情感陪护、智能假肢等方面的标准。

家用服务机器人：制定家务、教育、娱乐和安监等方面的标准。

公共服务机器人：制定讲解导引、配送餐饮、代步等方面的标准。

(2) 推动标准更新迭代

随着服务机器人技术的不断进步，应及时更新和修订现有标准，确保标准的先进性和适用性。同时，鼓励企业积极参与标准制定工作，将企业的先进技术和经验融入标准之中，推动产业技术进步。

4.3 加强核心技术攻关和标准实施，提升产业水平

(1) 突破核心技术

聚焦国家战略和产业发展需求，突破服务机器人系统开发、操作系统等共性技术；研发仿生感知与认知、生机电融合等前沿技术；推进人工智能、5G、大数据、云计算等新技术在服务机器人领域的融合应用。

(2) 加大标准实施力度

支持第三方检测认证机构能力建设，提升市场认可度和国际影响力。通过加强标准的实施和采信力度，推动服务机器人产业向高质量、高水平方向发展。同时，加强对企业执行标准的监督检查，确保企业严格按照标准组织生产和服务。

4.4 加强专业人才培养，支撑产业发展

(1) 培养专业人才

支持高校和科研院所加强服务机器人相关学科和专业建设，培养具有创新精神和实践能力的专

业技术和复合型高端人才。通过推进新工科建设，鼓励校企联合开展产学研合作协同育人项目，培养产业发展急需的人才。

(2) 提升职业技能

实施职业技能提升行动，支持举办各类服务机器人大赛和技能竞赛活动。通过竞赛活动激发人才创新活力，提升人才技能水平。同时，加大科普工作力度，提升青少年对服务机器人技术的兴趣和认识水平。

4.5 加强国际交流合作

一方面，我国应与国际组织更多地合作，举办服务机器人领域高水平的国际标准化会议、研讨会和产业论坛，探讨标准化需求，技术发展方向以及创新的产业模型；促进我国服务机器人技术和产业的国际化，通过中国标准“走出去”，带动中国技术、装备、品牌和服务“走出去”。另一方面，我国专家应积极争取承担国际标准化组织如：ISO、IEC的重要职务，跟踪国际标准动态，密切关注国际服务机器人标准的发展动态，及时跟踪和评估国际标准的更新情况，确保我国服务机器人标准与国际接轨，提升我国服务机器人标准化工作在国际市场的竞争力。

5 结语

综上所述，服务机器人标准化建设是一个系统工程，需要政府、企业、高校、科研院所等多方面的共同努力。为了解决目前我国服务机器人标准化发展的痛点，促进技术、产业、标准化协同发展，建议通过完善标准体系、加快标准制修订工作、加强核心技术攻关和标准实施、加强专业人才培养、加强国际交流合作等对策措施的实施，推动服务机器人产业的持续健康发展，为经济社会发展做出更大贡献。

参考文献

- [1] 陶永,刘海涛,王田苗,等. 我国服务机器人技术研究进展与产业化发展趋势[J]. 机械工程学报, 2022, 58(18): 56-74.
- [2] 袁致焕,刘丽霞,刘浩,等. 服务机器人的标准化及标准体系研究[J]. 轻工标准与质量, 2022(05):38-40.DOI:10.19541/j.cnki.issn1004-4108.2022.05.003.
- [3] 乐珺,陈忠,郭凤仙. 国内外医用康复机器人行业标准的研究[J]. 机械制造与自动化, 2018,47(01):176-180. DOI:10.19344/j.cnki.issn1671-5276.2018.01.048.