

上海市地方标准

《智能机器人智能化等级评价规范》

编制说明

根据《上海市标准化条例》《上海市地方标准管理办法》，由上海机器人产业技术研究院有限公司提出立项，经上海市市场监管局评审、公示，于 2022 年 8 月 26 日《智能机器人智能化等级评价规范》列入 2022 年第三批上海市地方标准制修订项目计划（沪市监技标〔2022〕371 号）。项目由上海市经济和信息化委员会提出并组织实施，上海市人工智能标准化技术委员会归口。

一、标准编制背景

人工智能是新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力量，近年来，受到国家法律、政策的规制、支撑乃至推动。①2017 年 7 月，国务院印发的《**新一代人工智能发展规划**》，战略确立了新一代人工智能发展三步走战略目标，将人工智能上升到国家战略层面。②2020 年 7 月，国家标准化管理委员会、科技部等五部门联合发布《**国家新一代人工智能标准体系建设指南**》，构建我国人工智能标准体系框架，形成标准引领人工智能产业全面规范化发展新格局。③依托全国范围内人工智能应用创新的建设推进，2021 年上海市出台了《**关于推进本市新一代人工智能标准体系建设的指导意见**》，明确指出应建立人工智能赋能水平评价标准围绕智能产品和服务的智能水平、可靠性、安全性等进行评估…加快人工智能测试评估等基础标准研制。④今年以来，上海全市对新赛道、新终端的认识迅速统一，明确提出**智能服务机器人**将作为上海重点发展的“**新终端**”。从国家到上海市地方层面相关政策的相继出台，表明我国及上海市对于人工智能发展的高度重视。

智能机器人作为上海市人工智能领域的主要技术方向之一。随着机器人智能化研究不断深入，机器视觉、语音识别、力觉、自适应控制、人机交互、多机交互等智能化技术不断应用在机器人上，机器人智能化得到了快速发展，市场规模持续扩张，2019 年我国机器人市场达到 607.6 亿元，2020 年我国机器人行业市

场规模为 663.6 亿元，2021 年，我国机器人市场规模预计达到 839 亿元。目前，机器人产业智能化趋势加速明显，正处在与国外“技术并跑”的关键机遇期。特别是新冠病毒肺炎疫情发生后，全球机器人产业链和供应链均遭受重大冲击，国外大型公司纷纷收紧海外业务和技术扩张规模，为中国企业带来了“弯道超车”的良好机会。**上海市已形成全国最大的机器人产业集聚区**，具备良好的智能机器人研发设计、检测评估能力。截至 2020 年底，长三角地区机器人企业数量超过 3600 家。尽管受疫情蔓延及全球制造业增速下滑影响，2020 年长三角地区机器人销售收入仍达到 188 亿元，产业规模领跑全国。上海市内集聚一批国内外知名智能机器人制造和应用企业，发展至今，具备制定智能机器人测试评估等基础标准得天独厚的优势。

尽管上海市智能机器人规模大、类型丰富、应用复杂，但尚未形成系统的智能化水平测评方法，存在不同应用场景对机器人智能化程度要求不同、不同企业生产同类机器人的智能程度不同等问题，难以量化智能程度各类指标，制约了上海市智能机器人产业发展。因此，根据国内外最新研究，结合上海市智能机器人产业现状等，制定上海市地方标准“智能机器人智能化等级评价规范”，对上海市经济、社会发展至关重要。

通过本文件的制定、实施，规范智能机器人的智能化评价活动要求，指导机器人智能化的研发团队、第三方检测机构更好的开展测评工作，实现研发阶段对机器人产品智能化潜在缺陷的快速识别与整改，降低售后服务成本，支持国产智能机器人质量提升和建设，为机器人智能化水平综合提升提供一种可行标准指导。

本文件的制定是参考我国汽车驾驶自动化分级，同时充分研究智能技术现状与国内智能机器人智能化水平，为机器人智能化水平测试提供理论支撑。对推进我市人工智能行业提升工作具有重要意义。

二、起草人员及其所在单位

在本文件编制过程中，上海机器人产业技术研究院有限公司的郑军奇作为本文件的牵头负责人，组织建立了内外部标准起草工作组。

标准起草组工作成员包括：上海机器人产业技术研究院有限公司的蔺道深、黄慧洁、范佳琪、上海智慧林医疗科技有限公司的蒋化冰、上海艾利特机器人有

限公司的蔡嵩林、上海思岚科技有限公司的陈士凯、上海瞳步智能科技有限公司的朱振滨、上海节卡机器人科技有限公司的李明洋和许雄、上海擎朗智能科技有限公司的李通、上海市人工智能行业协会的陈曦和钟俊浩、中国科学技术大学的陈小平、海博（苏州）机器人科技有限公司的瞿卫新、上海电器科学研究所（集团）有限公司的邢琳、上海大学的袁建军。

三、编制过程

（1）成立内部起草小组

上海机器人产业技术研究院有限公司、上海智慧林医疗科技有限公司、上海艾利特机器人有限公司、上海思岚科技有限公司、上海瞳步智能科技有限公司初步成立标准起草小组，分析目前的标准化需求，并进行预调研，收集国内外智能机器人智能化评价相关标准和应用文件。

2022 年 4~6 月，工作组初步确立了标准框架。工作组内部多次召开研讨会，讨论完善框架内容并初步确立了标准要素，并据此起草了标准草案。

（2）立项阶段

2022 年 8 月 26 日，上海市市场监督管理局批准同意《智能机器人智能化等级评价规范》上海市地方标准立项，发布《上海市市场监督管理局关于下达 2022 年度第三批上海市地方标准制修订项目计划的通知》（沪市监标技〔2022〕371 号）。

（3）标准草案编写

2022 年 9 月，进一步召集相关单位组成标准编制工作组并召开首次工作会议，讨论并确定本项目的重点任务、工作计划和任务分工。工作组收集梳理现有国内外智能机器人智能化评价相关文献与标准了，分析了上海市智能机器人相关企业的基本情况与现状，初步形成标准编制思路。

2022 年 10 月份召开了项目推进会议，根据前期准备工作提出标准推进方案。

2022 年 10 月至 2022 年 11 月，工作组组织了多轮内部讨论会，进一步完善标准框架与技术内容。根据会上专家意见与标准草案进行修改，形成标准征求意见稿。

（5）征求意见

2022 年 11 月 28 日~2023 年 1 月 1 日，工作组线上公开征求意见。收到 7 位专家 15 条反馈意见，均完全采纳。根据意见，工作组进一步完善标准征求意见稿。

2024 年 5 月，项目提出单位、人工智能标委会采用线上与线下方式公开征求意见。

四、标准编制原则

本文件编制符合以下原则：

科学性原则。本文件的制定过程中采用文献综述法、专家座谈会、实地调研法等多种研究方法，方法科学先进、智能等级设置合理、评价程序周密。

系统性原则。智能机器人智能化等级评价规范是由一系列具有内在联系的技术标准组成，按照系统性原则，避免了等级指标间的重复，智能化等级评价内容全面、系统、完整。

实用性原则。本文件根据上海市智能机器人行业的特点，各智能化等级指标经过验证，考虑数据的可获取性和方法的可操作性，为智能机器人智能化等级评价质量提供技术支撑，具备较强的实用性。

合规性原则。本文件根据实际情况而制定，智能化等级评价内容符合相关法律法规要求。

根据以上原则，按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则编写。

五、主要条款说明

5.1 标准主要内容确定

本文件包括正文及六个附录（资料性附录 B、C，规范性附录 A、D、E），其中正文分九章阐述了本文件的适用范围、规范性引用文件、术语和定义、机器人智能化信息模型、机器人智能化要素、机器人智能化等级、机器人智能化等级判断依据、机器人及系统智能化评价程序、机器人及系统智能化等级应用。规范性附录 A 为子要素、要素名称及代号、资料性附录 B 为子要素智能化等级判断具体规则及示例、资料性附录 C 为要素智能化等级判断具体规则及示例、规范性附录 D 为智能项目识别、规范性附录 E 为项目测试标准依据。

5.2 主要条款说明

（1）范围

本文件规定了智能机器人智能化信息模型、智能化要素、智能化等级、智能化等级判断依据、智能化评价程序及智能化等级应用的要求。

本文件适用于工业机器人、服务机器人、特种机器人及系统的智能化等级的测试和评价。

（2）规范性引用文件

给出了本文件的规范性引用文件。

（3）术语和定义

GB/T 12643—2013、GB/T 40209—2021 界定的术语和定义适用于本文件，此外本文件对智能、伦理、信息模型、机器人智能化信息模型、感知、触觉、力觉、嗅觉、味觉、认知、决策、情感、自主性、可信性、人-机器人交互、任务规划、运动规划、轨迹规划等概念给出了定义，根据 GB/T 1.1—2020 对术语和定义的起草和表述要求，给出了术语的英文对应词。

（4）机器人智能化信息模型

给出机器人智能化信息模型描述，模型图要求、以及基于模型构建的要素分析表，作为机器人智能化测评的依据。

（5）机器人智能化要素

明确机器人智能化要素包括感知、认知、决策、执行、交互。感知中给出视觉、听觉、触觉、嗅觉以及其他感知的要求；认知中给出了建模、理解、推理的要求；决策中给出了规划、优化的要求；执行中给出了运动执行、操作执行的要求；交互中给出了人机交互、操作交互、多机交互要求。

（5）机器人智能化等级

本文件给出了智能化等级的类型与分类、3 类智能化等级要求以及表达方式。

机器人智能化等级类型分为要素智能化等级、综合通用智能化等级、综合场景智能化等级 3 类，根据智能化程度不同从低到高划分为 1 级~5 级。

要素智能化评价包括感知、认知、决策、执行、交互 5 个要素的智能化等级。

综合通用智能化评价是针对机器人的通用智能化进行测试及评价。

综合场景智能化评价是对不同场景中要素的等级进行评价。

机器人智能化等级表达应采用雷达图的形式。机器人智能化等级表达包括综合通用智能化雷达图、综合场景智能化雷达图和要素智能化雷达图。

(6) 机器人智能化等级判断依据

本文件给出了子要素、要素、综合通用、综合场景智能化等级判断依据。

子要素智能化等级判断规则为 2 种，分别为任一智能项目达到 X 级别，则子要素智能化等级达到 X 等级；有两项及以上智能项目达到 X-1 级别，则子要素智能化等级达到 X 等级。

要素智能化等级判断规则为 2 种，分别为任一子要素智能化等级达到 X 级别，则要素智能化等级达到 X 等级；有两项及以上子要素智能化等级达到 X-1 级别，则要素智能化等级达到 X 等级。

综合通用智能化等级判断为：

- a) L1 级：感知智能化等级为 1 级，具备执行、交互功能；
- b) L2 级：感知智能化等级为 2 级，执行、交互智能化等级为 2 级；
- c) L3 级：感知智能化等级为 3 级，执行、交互智能化等级为 3 级，具备决策功能；
- d) L4 级：感知智能化等级为 4 级，执行、交互智能化等级为 4 级，决策智能化等级为 4 级；
- e) L5 级：感知智能化等级为 5 级，执行、交互智能化等级为 5 级，决策智能化等级为 5 级，认知智能等级为 5 级。

综合场景智能化等级判断为基于机器人在不同应用场景对各要素的侧重要求不同进而划分出的不同场景中要素的等级要求，同时根据机器人的功能分配出各子要素的等级要求，得到特定场景或任务下机器人的智能化等级，可参考综合通用智能化等级判断。

(7) 机器人及系统智能化评价程序

本文件规定了机器人及系统智能化评价的测试准备、测试要求、测试流程。

测试准备给出了被测样品、技术资料、测试环境要求。

测试要求给出了测试的基本要求、量化形式等。

测试流程给出了综合通用智能化等级测试的具体流程以及综合场景智能化等级测试的具体流程。综合通用智能化等级测试流程宜包括 7 个步骤：智能项目

的识别、基础测试、项目测试、子要素等级形成、要素等级形成、综合智能化等级形成、报告输出。

（8）机器人及系统智能化等级应用

本文件给出了机器人及系统智能化等级在典型领域应用的指导。要素智能化等级为产品应用提供技术分析和指导、为产品标准中智能化要素的要求提供标准依据；综合通用智能化等级提供产品的综合智能化等级；综合场景智能化等级为产品应用提供技术分析和指导、为各场景应用的机器人产品标准的制定提供标准依据。

（9）附录 A（规范性）子要素、要素名称及代号

本文件给出了要素、子要素、智能项目的名称及代号。

（10）附录 B（资料性）子要素智能化等级判断具体规则及示例

本文件以感知要素为例，给出了视觉子要素、听觉子要素、触觉子要素、嗅觉子要素的智能化等级判断具体规则及例子。

（11）附录 C（资料性）要素智能化等级判断具体规则及示例

本文件给出了感知、认知、决策、执行、交互 5 大要素的智能化等级判断具体规则及例子。

（12）附录 D（规范性）智能项目识别

本文件给出了机器人及系统待测试智能项目识别表，在实际测试过程中，通过表格进行选择测试项目。

（13）附录 E（规范性）项目测试标准依据

本文件给出了机器人及系统智能化评价的项目测试标准依据。

（14）参考文献

本文件在撰写过程中，参考了以下文件：

- [1] GB/T 5271.28 信息技术 词汇 第 28 部分：人工智能 基本概念与专家系统
- [2] GB/T 5271.29 信息技术 词汇 第 29 部分：人工智能 语音识别与合成
- [3] GB/T 5271.34 信息技术 词汇 第 34 部分：人工智能 神经网络
- [4] GB/T 12642—2013 工业机器人性能规范及其试验方法
- [5] GB/T 28219—2018 智能家用电器通用技术要求

- [6] GB/T 36464.2—2018 信息技术 智能语音交互系统 第2部分：智能家居
- [7] GB/T 38124—2019 服务机器人性能测试方法
- [8] GB/T 38671—2020 信息安全技术 远程人脸识别系统技术要求
- [9] GB/T 38834—2020 机器人 服务机器人性能规范及其试验方法
- [10] JJF 1496—2014 声源识别定位系统(波束形成法)校准规范
- [11] ISO/IEC TR 24028 信息技术 人工智能 人工智能的可信赖概述
- [12] WR_Industrial_Robots_2021_Chapter_1
- [13] WR_Service_Robots_2021_Chapter_1
- [14] Decision confirmed at the 46th CTL Plenary Meeting, in 2009

5.3 编制依据

本文件的编制依据主要从机器人智能化要素确定、机器人智能化等级分类确定、机器人智能化等级判断依据确定和机器人智能化评价流程明确三个方向展开。

(1) 机器人智能化要素确认

本文件中机器人智能化要素分为：感知、认知、决策、执行、交互5类，每个要素下分多个子要素、每个子要素下分多个智能项目。要素、子要素、项目都是以现有国内外对机器人智能化信息模型研究为基础，结合上海市机器人研发生产、技术、应用现状，并召集行业专家多次会议讨论总结得来。

(2) 机器人智能化评价分类确认

本文件中机器人智能化等级类型划分为：要素智能化等级、综合通用智能化等级、综合场景智能化等级3类，均为LI级~L5级。都是以现有国内外对机器人智能化信息模型研究为基础，参考无人驾驶的等级划分，结合上海市机器人研发生产、应用现状后划分出来的。

(3) 机器人智能化等级判断依据确定

本文件中子要素智能化等级判断依据、要素智能化等级判断依据、综合通用智能化等级、综合场景智能化等级判断依据，均经过多次专家讨论，结合上海市机器人产业现状总结形成。

(4) 机器人智能化评价流程明确

本文件中机器人综合通用智能化测试流程、综合场景智能化测试流程是与相关行业的专家进行多次研讨得出的方法。

六、与相关法律法规规范性文件 and 标准情况的说明

本文件为推荐性标准，制定的内容符合各类法律法规要求。本文件可与其他相关的国家标准、行业标准、地方标准等协调使用。

七、标准现状分析

目前国内外尚未制定与机器人智能化等级评价的标准或技术规范。

国内同属于机器人标准体系 1.4 智能化中的标准包括：

- 1) GB/T 40690-2021 信息技术 云计算 云际计算参考架构；
- 2) GB/T 36339-2018 智能客服语义库技术要求；
- 3) GB/T 36464.3-2018 信息技术 智能语音交互系统 第3部分：智能客服。

其中 1) 属于机器人标准体系中平台资源标准，2)、3) 属于机器人标准体系中核心技术标准，主要为机器人听觉相关内容。标准对象、范围、内容上均不涉及智能化等级评价。

上述三份标准可作为智能化评价工作中的重要标准依据，而本文件的制定可为机器人智能化测试评价提供标准依据，也可为其他领域智能化标准研制贡献经验。

八、重大分歧意见处理结果及理由

无。

九、标准作为强制性或推荐性标准发布的意见

本文件制定参考和引用了多项国家标准，与国家法规、标准规范一致性没有任何的冲突。本文件可作为现有机器人标准体系的完善和提高。

本文件是推荐性地方标准。

十、实施地方标准的措施建议

(1) 成立推广小组，对应用地区政府人员进行标准宣贯，帮助形成智能化等级评价助于行业的智能化水平提高的价值认知意识，便于后续工作的开展。

(2) 标准发布后，应严格执行标准，并做好相应的记录台账。标准实施过程中，广泛收集意见和建议，并进行阶段性总结，及时将工作中出现的问题进行

记录、归纳和总结，并不断完善标准。

(3) 定期开展标准实施检查，对检查发现的问题进行记录，要求责任单位制定纠正和预防措施，调整实施方案，持续改进，在过程中总结提高不断提升，保持标准体系运行的系统性、有效性和持续性。

十一、其他应予以说明的事项

无。

《智能机器人智能化等级评价规范》标准编制工作组

2024 年 5 月