

工业机器人一致性 第一部分 整机评价方法及 要求

(征求意见稿)

编 制 说 明

2025 年 8 月

《工业机器人一致性 第一部分 整机评价方法及要求》 团体标准 征求意见稿编制说明

1. 工作简况，包括任务来源、协作单位、主要工作过程、团体标准主要起草人及其所做的工作等

1.1 任务来源

《工业机器人一致性 第一部分 整机评价方法及要求》由上海市人工智能行业协会提出。

1.2 协作单位

本标准的起草单位有上海机器人产业技术研究院有限公司、库卡机器人（广东）有限公司、上海电气集团股份有限公司中央研究院、杭州翼菲机器人智能制造有限公司、上海图灵智造机器人股份有限公司、珠海格力智能装备有限公司、上汽通用动力科技（上海）有限公司、广东省东莞市李群自动化技术有限公司、上海电器科学研究所（集团）有限公司、上海电器设备检测所有限公司、上海添唯认证技术有限公司、上海电器科学研究院等。

1.3 主要工作过程

标准编制期间，其主要工作过程如下：

1) 2024 年 10 月，标准起草单位调研了工业机器人一致性整机评价方法及要求的市场现状、标准现状，根据目前工业机器人一致性整机评价方法及要求标准缺失的现状，提出了标准起草需求；

2) 2024 年 11 月，标准起草单位结合工业机器人一致性整机评价方法及要求的特点，起草了标准草案；

3) 2024 年 11 月，由上海市人工智能行业协会进行了立项评审，会后根据专家意见对草案进行了修改并提交评审资料，2024 年 11 月，下达标准计划；

4) 2025 年 1 月，标准牵头单位对外公开征集，组建了标准起草工作组；

5) 2025年5月,标准牵头单位收集各方意见并组织召开第一次工作组会议,重点讨论了评价指标体系、测试方法等内容,会后根据讨论结果对标准框架和性能评价指标进行了优化。

6) 2025年6月~7月,标准牵头单位开展了工业机器人一致性标准的验证,主要针对工业机器人性能一致性的测评验证,并根据验证结构对标准进行了修改完善。

7) 2025年8月,标准牵头单位组织召开第二次工作组会议,主要讨论了电气安全要求、性能测试方法以及一致性分级方案,并根据会议讨论情况对标准内容进行了相应修改,形成征求意见稿。

1.4 标准主要起草人及其所做的工作

上海机器人产业技术研究院有限公司和库卡机器人(广东)有限公司负责了本标准的架构制定工作,并对标准内容进行初审;上海机器人产业技术研究院有限公司主要负责本标准的全文编制工作并主导了标准的会议讨论和标准的整体审核工作;库卡机器人(广东)有限公司、上海电气集团股份有限公司中央研究院、杭州翼菲机器人智能制造有限公司、上海图灵智造机器人股份有限公司、珠海格力智能装备有限公司、上汽通用动力科技(上海)有限公司、广东省东莞市李群自动化技术有限公司、上海电器科学研究所(集团)有限公司、上海电器设备检测所有限公司、上海添唯认证技术有限公司、上海电器科学研究院。参加了标准工作组会议,提出标准内容的具体修改意见;上海电器设备检测所有限公司、上海添唯认证技术有限公司、上海电器科学研究院派代表参与过程讨论。

2. 标准编制原则和确定标准主要内容(如技术指标、参数、公式、性能要求、试验方法、检验规则等)的论据(包括试验、统计数据),修订标准时,应增列新旧标准水平的对比;

2.1 标准制订的原则

标准编制遵循“统一性、适用性、一致性、规范性”的原则,注重标准的可操作性。本标准编写是执行 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》。

2.2 标准的主要内容（增加体现自创新部分的说明）

标准规定了工业机器人一致性评价程序、基本要求、评价方法及要求、评价结果、记录和报告。标准适用于工厂工业机器人生产线末端合格的工业机器人。

除了标准的规范性要素（范围、规范性引用文件、术语和定义等）外，本标准的正文部分主要内容包括：

a) 第4章 一致性评价：包括制定评价计划、选择评价样品、构建评价指标体系、搭建评价系统、测评、数据处理、一致性分级、一致性声明的要求；

b) 第5章 基本要求：对工业机器人一致性的评价原则、评价环境、样品要求、评价人员、评价内容、检测要求等条件进行了规定，对被测样品的要求进行了规定；

c) 第6章 一致性评价指标：对工业机器人产品选择需考虑的评价内容，构建评价指标体系。评价指标体系包括一级评价指标和二级评价指标。一级评价指标是具有普适性和概括性的指标，包括性能、电气、功耗及应用指标；二级评价指标是在一级评价指标之下，可代表机器人特征的、具体的、可操作的、可验证的指标，规定了相应的试验方法；

d) 第7章 数据处理：规定了一致性评价模型采用熵权法，熵权法是依据各个指标的不确定程度来计算其熵权，信息熵由指标的变动程度决定，能够表明指标包含的信息量，并明确指标的权重。熵权法是一种确定权重的客观方法，基于熵权法计算权重系数不会受到个人判断力的影响，能够客观、准确地确定评价体系中各个指标的权重；

e) 第8章 一致性分级；

f) 第9章 一致性评价声明；

g) 第10章 记录；

f) 第11章 报告。

3. 主要试验（或验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果；

3.1 试验验证分析

库卡KR QUANTEC工业机器人为对象，对其整机一致性评价方法进行了试验验证。验证严格遵循标准草案，聚焦于性能特性中的位置重复性、轨迹重复性与

循环时间三大核心指标。在标准环境条件下，使用激光跟踪仪对随机抽取的5台同批次样本进行了测试，采集超过50组数据并采用熵权法进行客观赋权与综合分析。验证结果显示：所有样本的位置重复性均在标称值以内，循环时间在单台及台间也表现出极高稳定性。结果表明，该评价方法能科学、量化地揭示机器人性能一致性水平，有效验证了库卡产品的卓越质量，同时证明本标准提出的指标体系与熵权法模型的科学性和实用性，为行业提供了一套可靠的一致性测评工具。

3.2 综述报告

随着“中国制造2025”战略的深入推进和智能制造转型升级的加速，工业生产对工业机器人的精度、可靠性及批次稳定性的要求愈发严格。全球供应链调整与国内劳动力成本持续上升，促使企业通过采用高性能、高一致性的自动化装备来提升生产效率和产品质量，从而显著提升了对工业机器人一致性进行标准化评价的需求。预计到2025年，中国工业机器人本体及系统集成市场规模将突破千亿元，其中对高一致性认证机器人的需求占比预计大幅增长，相关评价与认证服务潜在规模可达数十亿元。目前，发那科、安川、库卡、ABB等国际企业以及新松、埃斯顿等国内厂商正积极研发高性能工业机器人。然而，行业长期缺乏统一、权威的整机一致性评价标准，导致产品质量参差不齐，用户缺乏科学的选型与验收依据，制约了产业高端化发展。因此，制定并推广《工业机器人一致性 第1部分：整机评价方法及要求》等标准刻不容缓。这类标准将填补领域空白，为制造商提供明确的质量指引，为集成商和用户提供可靠工具，全面提升中国工业机器人产业的品质和核心竞争力，有力支撑国家智能制造战略的实施。

3.3 技术论证

本文件的要求和试验方法参考了目前已成熟的标准，本文件在编制过程中所引用的标准是经过工作组的多次讨论后形成的。同时，对于本文件形成的技术内容的正确性及适用性，工作组也组织单位参与了标准的验证工作，以库卡机器人进行了试验验证的工作，根据验证结果修改了标准内容，验证的结果也证明了本文件的可行性，本文件提出的试验方法具备复现性和重复性。

3.4 预期的经济效果

本文件旨在通过建立统一的工业机器人整机一致性评价体系，规范其性能、电气、安全及可靠性等关键指标。通过依据本标准开展测试，可对工业机器人产

品进行系统性考核，提前暴露设计、制造及一致性方面的缺陷。企业据此进行研发、生产和测试，能够从源头避免问题，显著缩短研发验证周期，降低因批量不一致导致的返工、召回和售后维护成本，提升产品的市场适用性与竞争力，从而获得显著的经济效益。

本标准发布实施后，将为工业机器人制造商、第三方检测机构及终端用户提供权威、统一的评价依据。指导研发团队在设计阶段进行针对性验证与快速迭代，将潜在缺陷消除在实验室阶段，大幅降低售后故障率。同时，支持国产工业机器人品牌提升产品可靠性与一致性水平，增强市场信任度与国际竞争力，为我国智能制造装备产业的高质量发展和品牌建设提供关键标准支撑。

4. 采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况；

目前关于工业机器人一致性评价方法及要求没有现有标准，在性能测试方面，等效采用了ISO 9283:2021《Manipulating industrial robots—Performance criteria and related test methods》（等同采用GB/T 12642-2013）中关于位置精度、轨迹精度、重复性等核心指标的测试方法，确保了评价方法与国际主流技术要求保持一致。在电气安全要求方面，参考了ISO 10218-1《Robots and robotic devices—Safety requirements for industrial robots—Part 1: Robots》等国际先进标准中关于电气安全的基本要求，包括但不限于绝缘电阻、耐压强度、接地连续性、泄漏电流等关键电气安全指标。同时结合GB 5226.1-2019《机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件》的要求，确保了电气安全要求既与国际标准接轨，又符合中国工业环境的实际需求。

然而，与国际现有标准相比，本文件的突出贡献在于首次系统性地提出了面向批量生产一致性的综合评价体系。国际标准及国外标准多侧重于单台机器人的性能测试与安全规范，缺乏对同规格机器人群体一致性的量化评价方法与分级体系。本文件创新性地引入熵权法构建多指标权重模型，建立从L1至L5的一致性分级制度，填补了国际标准在一致性量化评价领域的空白。

5. 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系；

与现行相关法律、法规、规章及相关标准无矛盾。

6. 重大分歧意见的处理经过和依据；

无。

7. 标准的建议；

建议作为团体标准实施，建议标准发布后三个月后发布实施。

8. 贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容）；

本标准发布后，标准起草组将作为标准应用推广的主体，组织科研院所、相关企业、第三方检测认证机构等进行标准的宣贯。同时，起草组对标准的核心内容进行解读，方便后续的应用。

9. 废止现行有关标准的建议；

无，本标准为首次制定标准。

10.其他应予说明的事项。

无。

起草工作组
2025年08月