

《机器人关节用高性能微控制器技术规范》

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

本项目根据中国欧洲经济技术合作协会 2026 年团体标准制定计划，项目名称为《机器人关节用高性能微控制器技术规范》项目的任务而进行制订。

（二）起草单位及主要起草人

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

（三）标准制定目的和意义

从产业角度分析，制定《机器人关节用高性能微控制器技术规范》团体标准的目的和意义主要体现在以下几个方面：

1. 目的

当前我国机器人产业快速发展，但关节用高性能微控制器作为核心零部件，长期面临标准缺失导致的产业发展瓶颈。制定本团体标准，首要目的是解决国产产品技术要求不统一、质量参差不齐的问题，明确核心计算性能、实时控制精度、多轴同步能力等关键指标，淘汰低质低价产品，规范市场竞争秩序。其次，打通产业链上下游协同壁垒，统一编码器接口、驱动输出、工业总线等技术规范，减少芯片设计、模组制造、整机集成环节的重复适配工作，降低研发与验证成本。同时，填补国内专用标准空白，改变长期依赖通用微控制器标准的现状，针对性满足工业机器人、协作机器人尤其是人形机器人对高实时性、高可靠性、高集成度的特殊需求。此外，为国产微控制器产品提供统一的验收依据，帮助下游整机企业快速选型，加速国产核心零部件的规模化应用，推动机器人产业自主可控发展。

2. 意义

本标准的制定对我国机器人产业高质量发展具有里程碑式意义。技术层面，构建了机器人关节微控制器的专属技术体系，明确了力矩环周期 $\leq 125\mu s$ 、多轴同步精度 $\leq \pm 10\mu s$ 等核心指标，为国产产品研发提供明确的技术路线图，推动产品性能迭代升级。产业层面，打破国外厂商在高端伺服控制芯片领域的垄断，提升国产微控制器的市场认可度与竞争力，带动上游芯片设计、中游封装测试、下游整机制造全产业链

协同发展。应用层面，统一的试验方法与判定规则，降低了下游企业的选型风险与验证成本，加速国产微控制器在工业自动化、智能制造等领域的规模化落地。战略层面，填补了我国在机器人核心零部件标准领域的空白，提升我国在全球机器人产业标准制定中的话语权，为我国从机器人大国向机器人强国转变提供坚实的标准支撑。

（四）主要工作过程

1. 前期准备工作

项目立项前，标准编制小组查阅、研读相关国内外文献，广泛搜集相关的材料。同时，标准编制小组安排相关人员，多次与相关行业人员进行调研、交流，广泛征求标准制定方面的意见和建议。

2026 年 4 月 1 日本团体标准由中国欧洲经济技术合作协会正式立项，立项名称为：《机器人关节用高性能微控制器技术规范》。

2. 标准起草过程

2026 年 4 月，团体标准立项通知公示后，标准编制小组首先组织了标准制定工作会议，各编写人员根据工作计划分工和编写要求开展了相关工作。在标准起草期间，编制小组主编单位及参编单位组织了数次内部研讨会和专家咨询会，经过多次修改，于 2026 年 4 月完成了标准初稿及编制说明的撰写工作。

二、标准编制原则和依据

（一）编制原则

标准起草小组在编制标准过程中，以国家、行业现有的标准为制订基础，结合我国目前的行业现状，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》的规定及相关要求编制。

（二）标准主要内容与确定依据

1. 标准主要内容

1.1 范围

本文件适用于工业机器人和协作机器人关节驱动与伺服控制用高性能微控制器（以下简称“微控制器”）的设计、制造、检验、验收与应用。其他机器人运动控制单元可参照执行。

1.2 规范性引用文件

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 B：高温

GB/T 2423.3 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验

GB/T 2423.5 环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击

GB/T 2423.10 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）

GB/T 2423.22 环境试验 第2部分：试验方法 试验N：温度变化

GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 4365 电工术语 电磁兼容

GB/T 4588.1 无金属化孔单双面印制板分规范

GB/T 4588.4 刚性多层印制板分规范

GB/T 5080.7 设备可靠性试验 恒定失效率假设下的失效率与平均无故障时间的验证试验方案

GB/T 6587 电子测量仪器通用规范

GB/T 12642 工业机器人 性能规范及其试验方法

GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

GB/T 18268.1 测量、控制和实验室用的电设备 电磁兼容性要求 第1部分：通用要求

GB/T 37283 服务机器人 电磁兼容 通用标准 抗扰度要求和限值

1.3 术语和定义

定义了机器人关节用高性能微控制器的相关术语和定义。

1.4 技术要求

对机器人关节用高性能微控制器的技术要求进行规定。

1.5 试验方法

对机器人关节用高性能微控制器的试验方法进行规定。

1.6 检验规则

对机器人关节用高性能微控制器的检验规则进行规定。

2. 确定标准主要内容的依据

本标准主要内容结合工业与协作机器人关节伺服控制实际应用场景确定。技术要求参考 GB/T 2423 系列环境试验、GB/T 17626 系列电磁兼容、GB/T 5080.7 可靠性、GB/T 12642 工业机器人性能等国家标准，贴合关节微控制器高实时、高可靠、高精度控制需求。

围绕力矩 / 速度 / 位置三环控制、多轴同步、安全保护、通信接口等核心功能，确定关键性能指标与试验方法；检验规则、标志包装、运输贮存遵循工业电子产品通用规范。标准充分兼顾机器人关节小型化、抗振、高实时性与功能安全特性，确保技术内容科学适用、检测方法可落地，满足机器人关节控制单元研发、生产与验收的实际需要。

三、主要试验情况分析、技术经济论证、预期经济效果

（一）主要试验情况分析

本标准编制期间，依据 GB/T 2423、GB/T 17626、GB/T 5080.7 等国家标准，对机器人关节用高性能微控制器开展电气性能、实时控制、环境适应性、电磁兼容、可靠性及通信接口等全项试验。试验覆盖力矩环周期、多轴同步精度、绝缘耐压、高低温、振动冲击、MTBF、总线通信等核心指标，测试样本覆盖不同工艺与配置产品。试验数据显示，标准设定的力矩环更新周期 $\leq 125\ \mu\text{s}$ 、多轴同步精度 $\leq \pm 10\ \mu\text{s}$ 、MTBF $\geq 50000\text{h}$ 等指标科学合理，试验方法精准可复现，能有效区分产品性能差异。试验验证产品可适配机器人关节严苛工况，各项性能满足伺服控制需求，为标准条款提供了充分数据支撑，确保标准贴合行业实际与应用需求。

（二）技术经济论证

技术层面，本标准统一机器人关节微控制器的实时控制、安全保护、通信接口等核心要求，填补国内专用标准空白，规范研发、生产与检测流程，提升控制精度、可靠性与安全性，解决多轴不同步、实时性不足、安全保护缺失等技术痛点。经济层面，标准统一技术指标降低企业研发试错与检测认证成本，推动产品模块化、规模化生产，提升生产效率；明确可靠性与寿命要求，减少机器人运行故障与运维损耗，降低全生命周期成本。同时，标准规范市场竞争，淘汰低端产能，助力国产产品替代进口。经论证，标准技术方案成熟、投入成本低，技术可行性与经济合理性突出，适配机器人产业高质量发展需求。

（三）预期经济效果

标准实施后将产生显著预期经济效果。产品质量与一致性大幅提升，可降低机器

人设备故障停机与运维成本 15%-20%，保障工业产线稳定运行。统一技术规范助力企业实现标准化量产，降低原料与生产损耗，生产效率提升 10% 以上，优质企业市场份额与盈利水平显著提高。标准加速国产关节微控制器替代进口，降低高端机器人核心部件采购成本，打破国外垄断。同时，带动机器人上下游产业链协同升级，支撑工业与协作机器人规模化应用，推动智能制造产业发展。预计可有效提升我国机器人核心控制部件产业竞争力，为产业自主可控与高质量发展提供坚实支撑。

四、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准的制定过程、技术要求的选定、试验方法的确定、检验项目设置等符合现行法律、法规和强制性国家标准的规定。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

六、废止现行有关标准的建议

本标准不涉及对现行标准的废止。

七、知识产权情况说明

本文件不涉及必要专利等知识产权情况。

八、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议该标准作为推荐性团体标准。

九、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）

本标准首次制定，没有特殊要求。

十、其他应予说明的事项

无。

《机器人关节用高性能微控制器技术规范》团体标准编制组

2026 年 4 月