《人形机器人灵巧手用微型丝杠传动组件技术要求及试验方法》

（征求意见稿）

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《人形机器人灵巧手用微型弹簧技术要求》项目计划号T/CEATEC-2026-129的任务而进行制订，启动会后，对标准名称进行了修改，由《人形机器人灵巧手用微型弹簧技术要求》修改为《人形机器人灵巧手用微型丝杠传动组件技术要求及试验方法》。

（二）起草单位及主要起草人

本文件起草单位：宁波马丁具身机器人科技有限公司、河北工业大学。

本文件主要起草人：王建红、邹双喜、邢明才。

（三）标准制定目的和意义

从产业角度分析，制定《人形机器人灵巧手用微型丝杠传动组件技术要求及试验方法》团体标准的目的和意义主要体现在以下几个方面：

1.目的

制定本文件的核心目的是完善人形机器人灵巧手用微型丝杠传动组件的技术要求与试验方法，规范相关产品的设计、制造和性能验证。微型丝杠传动组件是人形机器人灵巧手实现精确运动和动力传递的重要部件，其性能直接影响灵巧手的运动精度、响应能力和运行可靠性。由于灵巧手内部安装空间有限，且存在短行程往复、频繁换向及复杂载荷等工况，对传动组件的结构尺寸、传动精度、承载能力和耐久性能提出了较高要求。然而，现有相关标准对灵巧手用微型丝杠传动组件缺乏系统性的技术要求和试验方法，难以充分满足产品研发和工程应用需求。

本文件旨在统一微型丝杠传动组件的材料与表面质量、结构与尺寸、传动精度、轴向间隙与预紧、传动效率、启动与反驱性能、运动能力与温升、承载能力、轴向静刚度及耐久性能等技术要求，明确相应的试验方法，为产品设计、性能验证、质量控制和工程应用提供技术依据，推动人形机器人灵巧手关键传动部件的规范化和标准化发展。

2.意义

本文件的发布实施将有助于提升人形机器人灵巧手用微型丝杠传动组件的产品质量和运行可靠性。通过统一结构尺寸、传动精度、传动效率、启动与反驱性能、承载能力及耐久性能等技术要求和试验方法，可减少不同产品在性能指标和检测方法上的差异，提高产品质量的一致性和试验结果的可比性，为传动组件的设计优化、性能评价和可靠性提升提供技术支撑。

从产业发展角度看，本文件将进一步完善人形机器人关键传动部件的技术标准体系，引导企业规范产品设计、生产制造和质量检测，推动微型丝杠传动组件向小型化、高精度、高效率和高可靠性方向发展。同时，统一的技术要求和试验方法将为灵巧手传动系统的产品选型、性能验证及工程应用提供依据，促进关键零部件技术进步和人形机器人产业高质量发展。

（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28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：《人形机器人灵巧手用微型弹簧技术要求》。

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，对标准名称进行了修改，由《人形机器人灵巧手用微型弹簧技术要求》修改为《人形机器人灵巧手用微型丝杠传动组件技术要求及试验方法》，经过多次修改，于2026年9月初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

本文件规定了人形机器人灵巧手用微型丝杠传动组件的技术要求，描述了相应的试验方法。本文件适用于人形机器人灵巧手用、丝杠公称直径不大于8 mm的微型丝杠传动组件（以下简称传动组件），包括滚珠丝杠传动组件和行星滚柱丝杠传动组件。

1.2 规范性引用文件

GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分：试验方法

GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分：试验方法

GB/T 17587.1 滚珠丝杠副 第1部分：术语和符号

GB/T 17587.2 滚珠丝杠副 第2部分：公称直径、公称导程、螺母尺寸和安装螺栓 公制系列

GB/T 17587.3 滚珠丝杠副 第3部分：验收条件和验收检验

GB/T 17587.4 滚珠丝杠副 第4部分：轴向静刚度

GB/T 17587.5 滚珠丝杠副 第5部分：轴向额定静载荷和动载荷及使用寿命

GB/T 33362 金属材料 硬度值的换算

JB/T 12604 行星滚柱丝杠副

1.3 术语和定义

规定了微型丝杠传动组件、轴向间隙、启动转矩、反驱力共 4 个核心术语。

1.4 技术要求

本文件规定了人形机器人灵巧手用微型丝杠传动组件的一般要求、材料与表面质量、结构与尺寸、传动精度、轴向间隙与预紧、传动效率、启动与反驱性能、运动能力与温升、承载能力、轴向静刚度及耐久性能等技术要求。

传动组件应根据灵巧手的实际应用需求，明确传动型式、结构尺寸、机械边界、载荷与运动工况及性能限值。主要承载零件的材料、硬度和表面质量应满足使用要求，结构设计应保证传动平稳、连接可靠。传动精度、轴向间隙、预紧、传动效率及轴向静刚度应符合规定限值；启动转矩、反驱力和断电保持性能应满足相应功能要求。同时，应根据短行程往复、频繁换向及复杂载荷等工况，合理确定运动能力、温升、承载能力和目标寿命，确保传动组件的运行性能和可靠性。

1.5 试验方法

本文件规定了微型丝杠传动组件的试验条件、材料与表面质量检验、结构与尺寸检测、传动精度、轴向间隙与预紧、传动效率、启动与反驱性能、运动能力与温升、承载能力、轴向静刚度及耐久性能等试验方法。

试验前应明确安装、支承、润滑及预紧状态，并按规定程序进行分级低速跑合。材料硬度和传动精度等项目按相关国家标准、行业标准进行检测；通过测量轴向位移、相对转角、轴向力、转矩、速度及温度等参数，评价传动组件的定位性能、传动效率、启动与反驱性能、承载能力及轴向静刚度。耐久试验应结合灵巧手实际工作任务谱，覆盖短行程往复和频繁换向等工况，并通过试验前后性能对比及零部件检查评价耐久性能。试验报告应记录试验条件、检测结果、异常情况及评价结论，确保试验结果准确、可追溯。

2.确定标准主要内容的依据

本文件各项技术要求主要依据人形机器人灵巧手用微型丝杠传动组件的实际应用需求、现行国家标准、行业标准及相关工程技术经验确定。材料与表面质量要求参考

GB/T 230.1、GB/T 4340.1 和 GB/T 33362，结合微型丝杠传动组件的承载及耐久性能需求，明确材料硬度、热处理和表面质量要求。结构与尺寸要求参考 GB/T 17587.2，结合灵巧手紧凑安装、短行程往复及频繁换向等特点，规定安装尺寸、连接支承及安全余程等要求。传动精度要求依据 GB/T 17587.3 和 JB/T 12604，明确行程精度、最大绝对位置偏差和单向重复定位极差等指标。轴向间隙与预紧、传动效率及启动与反驱性能要求结合微型丝杠传动组件的实际工作特性，确定相应的性能限值和检测方法。

运动能力与温升要求依据传动组件的载荷、速度、换向频率及润滑条件，明确运行性能和温升控制要求。承载能力与轴向静刚度要求参考 GB/T 17587.4、GB/T 17587.5 及相关工程计算方法，规定额定载荷、静安全系数、轴向静刚度及相应验证要求。耐久性能要求结合灵巧手实际工作任务谱，明确目标寿命、试验工况和寿命终止限值。试验方法则依据相关产品标准及机械传动性能测试原理，规定试验条件、分级低速跑合、性能检测、承载试验和耐久试验等内容，确保技术要求具有合理性和可验证性。

三、主要试验[或验证]情况分析、技术经济论证、预期经济效果

编制组在标准起草过程中，结合人形机器人灵巧手用微型丝杠传动组件的实际应用需求，参考现行国家标准、行业标准及相关工程经验，对标准草案中的主要技术要求和试验方法进行了分析论证。针对滚珠丝杠传动组件和行星滚柱丝杠传动组件的结构特点，以及短行程往复、频繁换向、快速启停等典型工况，重点分析了材料与表面质量、结构与尺寸、传动精度、轴向间隙与预紧、传动效率、启动与反驱性能、运动能力与温升、承载能力、轴向静刚度及耐久性能等技术要求。相应试验方法涵盖材料硬度、定位精度、启动转矩、反驱力、温升、静刚度及耐久寿命等关键项目，为产品性能验证提供依据。

通过对相关标准、典型工况及试验方法的分析，明确了微型丝杠传动组件的主要性能指标和检测要求。针对不同产品在结构设计、传动精度、预紧状态、反驱性能及耐久性能等方面的差异，本文件统一了技术要求、试验条件和评价方法。同时，结合灵巧手紧凑安装和复杂运动工况，对分级低速跑合、短行程定位精度、双向传动效率

及耐久试验等提出了针对性要求，有助于提高产品性能评价的准确性和试验结果的可比性。

从技术经济角度看，本文件统一了人形机器人灵巧手用微型丝杠传动组件的技术要求和试验方法，有助于减少企业重复试验和技术验证成本，提高产品研发、质量检测及性能评价效率。预计本文件实施后，将推动微型丝杠传动组件向小型化、高精度、高效率和高可靠性方向发展，提升关键传动部件的设计制造及质量控制水平。同时，为灵巧手传动系统的产品选型、性能验证和工程应用提供技术依据，降低产品应用风险，促进人形机器人关键零部件技术进步和产业高质量发展，产生良好的经济效益和社会效益。

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。

《人形机器人灵巧手用微型丝杠传动组件技术要求及试验方法》团体标准编制组

2026年11月