《人形机器人丝杠驱动线性执行器模组技术要求》

（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《人形机器人关节用精密弹簧技术要求》项目计划号T/CEATEC-2026-128的任务而进行制订，启动会后，对标准名称进行了修改，由《人形机器人关节用精密弹簧技术要求》修改为《人形机器人丝杠驱动线性执行器模组技术要求》。

（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《人形机器人丝杠驱动线性执行器模组技术要求》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丝杠驱动线性执行器模组的技术要求，规范相关产品的设计、制造、检验和验收。丝杠驱动线性执行器作为人形机器人关节实现直线运动和轴向力输出的重要部件，其性能直接影响关节的运动精度、承载能力、动态响应及运行可靠性。随着人形机器人向高精度、高负载和高动态性能方向发展，关节执行器在频繁往复换向、快速启停及复杂载荷等工况下，对结构可靠性、位置控制、传动效率和耐久性能提出了更高要求。然而，现有相关标准对人形机器人关节用丝杠驱

动线性执行器的轴向力、速度与动态性能、位置性能、轴向静刚度及耐久性能等方面缺乏系统性的统一要求，难以充分满足产品研发和工程应用需求。

本文件旨在统一丝杠驱动线性执行器模组的结构与传动、有效行程、轴向力与承载性能、速度与动态性能、位置性能、轴向间隙、轴向静刚度、机械传动效率、热性能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，推动人形机器人关节执行器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丝杠驱动线性执行器模组的产品质量、运动性能和运行可靠性。通过统一有效行程、轴向力、速度与动态性能、位置精度、轴向静刚度、机械传动效率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，为执行器的设计优化、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节执行器的技术标准体系，引导企业规范产品设计、生产制造和质量检测，推动丝杠驱动线性执行器向高精度、高承载能力、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人形机器人关节驱动系统的产品选型、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：《人形机器人关节用精密弹簧技术要求》。

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《人形机器人关节用精密弹簧技术要求》修改为《人形机器人丝杠驱动线性执行器模组技术要求》，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丝杠驱动线性执行器的技术要求和试验方法。

本文件适用于人形机器人关节用丝杠驱动线性执行器的设计、制造、检验和验收。

1.2 规范性引用文件

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 43200　机器人一体化关节性能及试验方法

JB/T 10890.1　高速精密滚珠丝杠副　第 1 部分：性能试验规范

JB/T 13811　电动缸

JB/T 13815　滚珠丝杠副　轴向静刚度试验规范

1.3 术语和定义

规定了丝杠驱动线性执行器、有效行程、额定轴向力、峰值轴向力、反向启动轴向力、轴向间隙、轴向静刚度、机械传动效率共 8 个核心术语。

1.4 技术要求

本文件规定了人形机器人丝杠驱动线性执行器的一般要求、结构与传动、有效行程、轴向力与承载性能、速度与动态性能、位置性能、轴向间隙、轴向静刚度、机械传动效率、热性能及耐久性能等技术要求。

执行器应根据人形机器人关节的实际工况，合理确定结构形式、载荷、行程及运动参数，确保传动平稳、连接可靠，各项性能指标符合规定要求，并满足频繁往复换向、动态载荷及长期运行的使用需求。

1.5 试验方法

本文件规定了丝杠驱动线性执行器的试验条件、结构与传动检查、有效行程、轴向力与承载性能、速度与动态性能、位置性能、轴向间隙、轴向静刚度、机械传动效率、热性能及耐久性能等试验方法。

通过测量轴向力、位移、速度、加速度、传动效率及温升等参数，评价执行器的运动性能、承载能力和运行状态。耐久试验应按照规定的载荷、行程、速度及循环次数进行，并通过试验前后性能对比，评价执行器的耐久性能和可靠性。

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关节用丝杠驱动线性执行器的实际应用需求、现行国家标准、行业标准及相关工程技术经验确定。结构与传动要求参考 GB/T 17587.2 和 GB/T 17587.3，结合执行器的结构特点，明确传动机构、支承结构、安装连接及润滑要求。有效行程、轴向力与承载性能要求结合关节驱动的实际载荷和运动特点，参考 GB/T 17587.5 确定承载能力及相关校核要求。速度与动态性能要求参考 GB/T 43200 和 JB/T 10890.1，结合频繁往复换向、快速启停及动态载荷等工况，明确速度、加速度和动态响应要求。

位置性能与轴向间隙要求参考 GB/T 17587.3 及相关工程经验，确定定位准确度、重复定位精度和轴向间隙等指标。轴向静刚度要求参考 GB/T 17587.4 和 JB/T 13815，明确刚度评价及检测方法。机械传动效率与热性能要求结合执行器的传动特性、载荷、速度及运行条件，确定效率和温升限值。耐久性能要求参考 GB/T 17587.5，结合实际工作工况，明确耐久循环次数、试验条件及性能保持要求。试验方法参考 JB/T 13811 等相关标准，规定有效行程、承载性能、动态性能、位置性能、机械传动效率、热性能及耐久性能等检测方法，确保技术要求合理、可验证。

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，结合人形机器人关节用丝杠驱动线性执行器的实际应用需求，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。针对丝杠驱动线性执行器的结构特点，以及频繁往复换向、快速启停和动态载荷等典型工况，重点分析了结构与传动、有效行程、轴向力与承载性能、速度与动态性能、位置性能、轴向间隙、轴向静刚度、机械传动效率、热性能及耐久性能等技术要求。相应试验方法涵盖轴向力、运行速度、加速度、定位精度、轴向静刚度、传动效率、温升及耐久循环等关键项目，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，明确了丝杠驱动线性执行器的主要性能指标和检测要求。针对不同产品在结构形式、承载能力、动态响应、位置精度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，结合人形机器人关节的实际运行特点，对额定轴向力与峰值轴向力、位置性能、热性能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丝杠驱动线性执行器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，将推动丝杠驱动线性执行器向高精度、高承载能力、高效率和高可靠性方向发展，提升关节执行器的设计制造及质量控制水平。同时，为人形机器人关节驱动系统的产品选型、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。

《人形机器人丝杠驱动线性执行器模组技术要求》团体标准编制组

2026 年 11 月