

团 体 标 准

T/CMBN XXXX—XXXX

低摩擦易润滑滚珠丝杆副

Low friction and easy to lubricate ball screw pair

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本要求 1

5 技术要求 2

6 试验方法 3

7 检验规则 4

8 标志、包装、运输和贮存 4

前 言

本文件按照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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由 提出。

本文件由全国商报联合会归口。

本文件主要起草单位：

本文件主要起草人：

低摩擦易润滑滚珠丝杆副

1 范围

本文件规定了低摩擦易润滑滚珠丝杆副（以下简称“丝杆副”）的术语和定义、基本要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于低摩擦易润滑滚珠丝杆副的设计、生产、检验和验收，不适用于特殊工况（如高温、高压、强腐蚀、强辐射环境）下使用的丝杆副。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191—2008 包装储运图示标志

GB/T 1800.2—2020 产品几何技术规范（GPS） 线性尺寸公差 ISO 代号体系 第2部分：标准公差带代号和孔、轴的极限偏差表

GB/T 17587.1—2017 滚珠丝杠副 第1部分：术语和符号

GB/T 17587.3—2017 滚珠丝杠副 第3部分：验收条件和验收检验

GB/T 17587.5—2008 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 2828.1—2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

JB/T 6641—2017 滚动轴承残磁及其评定方法

JB/T 10890.1—2020 高速精密滚珠丝杠副 第1部分：性能试验规范

JB/T 14732—2024 中碳和中碳合金钢滚珠丝杠热处理技术要求

3 术语和定义

GB/T 17587.1界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

滚珠丝杆副 ball screw assembly

由丝杆、螺母、滚珠及循环装置、密封装置等组成，将旋转运动转换为直线运动或反之，并传递动力的机械传动部件。

3.2

低摩擦易润滑滚珠丝杆副 low-friction and easy-lubrication ball screw assembly

通过优化滚道结构、表面处理及润滑设计，使摩擦系数低于常规滚珠丝杆副，且具备便捷润滑结构、可实现高效润滑的滚珠丝杆副。

3.3

摩擦系数 friction coefficient

滚珠与丝杆、螺母滚道之间摩擦力与正压力的比值，分为正运转摩擦系数和逆运转摩擦系数。

3.4

润滑结构 lubrication structure

为实现便捷、均匀润滑而设计的注油孔、润滑槽、注油通道等结构的总称。

4 基本要求

4.1 设计要求

应符合本文件技术要求，结合使用工况优化滚道几何参数、润滑结构及密封设计，确保低摩擦、易润滑性能，同时满足强度、刚度及使用寿命要求。

4.2 材料要求

丝杆、螺母、滚珠的材料应符合JB/T 14732—2024及相关标准规定，优先选用耐磨、低摩擦、易润滑适配的材料，材料性能应通过检验验证。

4.3 生产要求

生产工艺应稳定可控，滚道加工、表面处理、装配等工序应符合标准化作业规范，关键工序应设置质量控制点，确保产品一致性。

4.4 安全要求

无松动部件，润滑结构应具备防泄漏、防杂质侵入功能，避免因润滑失效或部件脱落影响设备运行安全。

5 技术要求

5.1 低摩擦性能

5.1.1 空载工况下，丝杆副正运转摩擦系数 μ_1 应 ≤ 0.0026 ，逆运转摩擦系数 μ_2 应 ≤ 0.0038 ，实测值应符合设计要求且不超出上述限值。

5.1.2 额定载荷工况下，摩擦系数应保持稳定，运转过程中无明显摩擦突变，摩擦系数波动量 ≤ 0.0005 。

5.1.3 滚道表面应进行低摩擦处理，表面粗糙度 $Ra \leq 0.02 \mu m$ ，无划痕、锈蚀、磕碰等缺陷，滚道几何精度应符合设计图纸及相关标准要求。

5.2 易润滑性能

5.2.1 润滑结构设计应合理，注油孔应布置在靠近滚珠循环系统、便于操作维护的位置，避开高负载区域，数量应满足润滑均匀性要求，长行程或大负载丝杆副应设置多个注油孔。

5.2.2 注油孔直径应控制在3mm~6mm，内部应进行倒角、去毛刺处理，配备密封装置防止润滑油泄漏及杂质侵入，注油通道应畅通，可兼容自动注油、手动注油两种方式。

5.2.3 螺母内部应设计润滑槽或注油通道，确保润滑油能快速、均匀覆盖整个滚道及滚珠接触区域，润滑后无明显积油、漏油现象。

5.2.4 润滑适配性：应适配常用工业润滑脂、润滑油，润滑后摩擦系数应进一步降低，且润滑效果持续稳定，常规工况下润滑周期不应短于常规滚珠丝杆副。

5.3 装配质量

5.3.1 滚珠应填充均匀，循环顺畅，无卡滞、异响，循环装置固定牢靠，装配后尺寸符合设计图纸要求。

5.3.2 密封装置应装配到位，贴合紧密，无变形、松动，能有效防止灰尘、杂质进入滚道，同时不影响丝杆副运转灵活性。

5.3.3 丝杆与螺母的配合间隙应符合设计要求，运转时无明显晃动，轴向窜动 $\leq 0.01mm$ 。

5.4 其他技术要求

5.4.1 精度等级

应符合设计规定，几何公差、位置公差应符合GB/T 1800.2及GB/T 17587.3相关要求。

5.4.2 热处理

丝杆、螺母应按JB/T 14732要求进行热处理，硬度、金相组织应符合规定，无裂纹、脱碳等缺陷。

5.4.3 残磁

应符合JB/T 6641—2017要求，残磁量不应影响产品使用及周边设备运行。

5.4.4 使用寿命

在额定载荷、正常润滑工况下，使用寿命应符合GB/T 17587.5—2008规定，且不低于设计要求。

6 试验方法

6.1 试验条件

试验环境温度为 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为45%~75%，无粉尘、无腐蚀性气体，试验设备应经校准合格，精度满足试验要求。

6.2 摩擦系数试验

6.2.1 按 JB/T 10890.1 规定的方法进行，分别测试空载、额定载荷工况下的正运转、逆运转摩擦系数。

6.2.2 试验参数：转速按设计额定转速，载荷分别为空载、额定轴向载荷，试验持续时间不少于 30min，每 5min 记录一次摩擦系数数据，计算平均值及波动量。

6.2.3 摩擦系数计算按下列公式执行：

$$\mu_1 = M_1 \sin \alpha / \{R_p P (1 + \tan^2 \beta) + M_1 \tan \beta\} \cdots \cdots (1)$$

$$\mu_2 = M_2 \sin \alpha / \{R_p P (1 + \tan^2 \beta) + M_2 \tan \beta\} \cdots \cdots (2)$$

式中：

μ_1 —正运转摩擦系数；

μ_2 —逆运转摩擦系数；

M_1 、 M_2 —正、逆运转摩擦力矩（N·m）；

α —接触角（°）；

R —螺距半径（mm）；

P —轴向载荷（N）；

β —导程角（°）。

6.3 易润滑性能试验

6.3.1 润滑便捷性试验

采用设计规定的润滑方式（自动或手动）注油，检查注油操作便捷性、注油通道畅通性，观察润滑油是否能快速进入滚道。

6.3.2 润滑均匀性试验

注油后，将丝杆副往复运转10次，拆卸螺母，检查滚道及滚珠表面润滑油覆盖情况，应无未润滑区域。

6.3.3 润滑持续性试验

在额定工况下连续运转，按设计润滑周期检查摩擦系数变化，若摩擦系数超出本文件5.1.1规定限值，判定润滑失效，记录润滑持续时间。

6.4 装配质量检验

6.4.1 目视检查滚珠循环情况、密封装置装配情况，用手转动丝杆，检查是否有卡滞、异响，用百分表测量轴向窜动。

6.4.2 按设计图纸要求，用相应量具检测装配尺寸、配合间隙，偏差应在允许范围内。

6.5 其他试验

6.5.1 精度检验

按GB/T 17587.3规定的方法执行。

6.5.2 热处理性能检验

按JB/T 14732规定的方法执行，检测硬度、金相组织。

6.5.3 残磁检验

按JB/T 6641的规定执行。

6.5.4 使用寿命试验

按GB/T 17587.5规定的方法执行，在额定载荷、正常润滑工况下进行耐久性试验，记录使用寿命。

7 检验规则

7.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 每台产品均应进行出厂检验，检验合格并附产品合格证后方可出厂。

7.2.2 出厂检验项目：外观质量、装配质量、空载摩擦系数、润滑便捷性、轴向窜动、残磁。

7.2.3 抽样及判定：按GB/T 2828.1规定，采用一次抽样方案，接收质量限（AQL）为2.5，检验水平为II，不合格项经返修后可重新检验，直至合格；若仍不合格，判定该产品不合格。

7.3 型式检验

7.3.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 新产品首次投产或老产品转产、停产超过6个月后恢复生产时；
- 产品设计、材料、工艺有重大变更，可能影响产品性能时；
- 批量生产时，每12个月至少进行一次型式检验；
- 出厂检验结果与以往检验结果有较大差异时；
- 国家有关部门、行业协会或客户提出型式检验要求时。

7.3.2 型式检验项目：本文件第5章规定的全部技术要求及相应试验方法。

7.3.3 抽样及判定：从批量生产的合格产品中随机抽取3台作为试样，全部检验项目合格，判定型式检验合格；若有1台不合格，应加倍抽样重新检验，若仍有不合格项，判定型式检验不合格，暂停生产，查明原因并整改后重新进行型式检验。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 产品标志

每台产品应在明显位置设置永久性标志，内容包括：

- 产品名称；
- 型号规格；
- 精度等级；
- 摩擦系数指标；
- 生产厂家；
- 生产日期；
- 产品编号；
- 执行标准编号。

8.1.2 包装标志

包装外表面应标注产品名称、型号规格、数量、生产厂家、厂址、联系方式、毛重、净重、体积、“防潮”“防震”“轻放”等储运图示标志，符合GB/T 191规定。

8.2 包装

8.2.1 产品应采用防潮、防震包装，丝杆表面应涂抹防锈油，用防水纸、泡沫等缓冲材料包裹，防止运输过程中磕碰、锈蚀。

8.2.2 包装内应随附产品合格证、使用说明书（含润滑说明）、检验报告等技术文件。

8.3 运输

产品运输应选用合适的运输工具，避免剧烈震动、撞击、雨淋、暴晒及腐蚀性气体侵蚀，运输过程中应保持包装完好，严禁倒置、挤压。

8.4 贮存

8.4.1 产品应贮存在干燥、通风、清洁的库房内，库房温度为 $-5^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 65\%$ ，远离火源、热源及腐蚀性物质。

8.4.2 产品应放置在平整的货架或地面上，严禁堆叠、挤压，贮存期限超过 6 个月时，应定期检查防锈情况，必要时重新涂抹防锈油。
