

团 体 标 准

T/XXX XXXX—XXXX

双螺母滚珠丝杆副

Double nut 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 结构型式与型号 1

5 技术要求 1

6 试验方法 2

7 检验规则 3

8 标志、包装、运输与贮存 3

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××××归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

双螺母滚珠丝杆副

1 范围

本文件规定了双螺母滚珠丝杆副（以下简称“丝杆副”）的术语和定义、结构型式与型号、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输与贮存。

本文件适用于公称直径 16 mm~125 mm、有效行程不大于4 000 mm、采用双螺母预紧结构的精密滚珠丝杆副，其他结构可参照执行。

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 包装储运图示标志

GB/T 1800.1 产品几何技术规范（GPS） 线性尺寸公差ISO代号体系 第1部分：公差、偏差和配合的基础

GB/T 2828.1 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 10890.1 高速精密滚珠丝杠副 第1部分：性能试验规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

双螺母滚珠丝杆副 double nut ball screw pair

由一根带螺旋滚道的丝杆、两组独立螺母、滚珠及返向器组成，通过预紧机构消除轴向间隙并提高轴向刚度的滚动螺旋传动部件。

3.2

预紧力 preload

为消除轴向间隙而在两螺母之间施加的轴向压紧力，通常用 F_{a0} 表示。

4 结构型式与型号

4.1 结构型式

双螺母滚珠丝杆副按螺母相对位置调整方式分为：

- a) 螺纹调隙式；
- b) 垫片调隙式；
- c) 齿差调隙式；
- d) 弹簧补偿式。

注：返向器可采用内循环插管式或外循环盖板式设计，但应保证滚珠在任意位置不出现“卡滞”与“空跳”现象。

4.2 型号表示

型号由“公称直径×基本导程—精度等级—预紧类型—有效行程”四段组成；

- a) 40 × 10 — P3 — DL — 1200；
- b) 其中：40 为公称直径 mm；10 为基本导程 mm；P3 为精度等级；DL 为双螺母螺纹调隙式；1200 为有效行程 mm。

5 技术要求

5.1 材料与热处理

丝杆采用合金结构钢 42CrMo4 或等同性能材料, 整体调质硬度 28~32 HRC, 滚道表面中频淬火硬度 58~62 HRC, 有效硬化层深度 1.0~2.0 mm。螺母采用 20CrMnTi 或 GCr15, 淬火硬度 60~64 HRC。

5.2 公差与表面粗糙度

丝杆螺纹滚道法向表面粗糙度 $Ra \leq 0.2 \mu m$; 螺母滚道 $Ra \leq 0.25 \mu m$; 丝杆轴颈圆柱度按 GB/T 1800.1 的 IT5 级执行; 螺纹导程累积误差在任意 300 mm 测量长度内不大于 $6 \mu m$ (P3 级)。

5.3 预紧参数

推荐预紧力 $F_{a0} = (1/10 \sim 1/8)C_a$, 其中 C_a 为基本额定载荷; 预紧扭矩 T_p 按公式 $T_p = 0.05(\tan \beta)^{-0.5} \cdot F_{a0} \cdot Ph / (2\pi)$ 计算, 实测值与理论值偏差不超过 $\pm 15\%$ 。

5.4 刚度要求

丝杆副在 30% C_a 轴向载荷下的系统轴向弹性变形量不应大于 0.08 mm (有效行程 $\leq 2\,000$ mm 时); K_s 实测值不得低于厂标值的 90%。

5.5 噪声与温升

在转速 2 000 r/min、无负载工况下, 噪声声压级 ≤ 68 dB(A); 连续运行 2 h 后螺母表面温升 ≤ 25 K。

5.6 寿命与可靠性

在 5% 可靠性风险下, 额定寿命 L_{10} 应满足 $L_{10} \geq (C_a/F_m)^3 \times 10^6$ 转, 其中 F_m 为当量轴向载荷; 寿命离散度 ≤ 0.15 。

5.7 外观与防护

滚道不得有裂纹、锈蚀、碰伤; 丝杆外露部分需涂防锈油并包覆 VCI 膜; 螺母端面刻印型号、编号、生产批次, 字迹清晰可辨。

6 试验方法

6.1 几何精度

采用激光干涉仪或精密光栅尺测量导程误差, 测量长度不少于有效行程的 90%, 每 100 mm 取一点, 共取 $n \geq 10$ 点。

6.2 预紧扭矩

将丝杆副安装在专用试验台上, 以 100 r/min 匀速旋转, 用扭矩传感器记录连续 10 圈中的最大与最小值, 取平均值为实测 T_p 。

6.3 轴向刚度

施加阶梯式轴向载荷, 从 0 到 50% C_a 等间隔取 5 级, 用千分表测量对应弹性变形, 绘制 $F-\delta$ 曲线, 取线性段斜率倒数为 K_s 。

6.4 噪声

在半消声室内, 背景噪声低于 40 dB(A), 传声器距被测表面 1 m, 高度 1.2 m, 取三次算术平均。

6.5 温升

采用 K 型热电偶粘贴于螺母外圆中部, 记录运行前与运行 2 h 后的温差。

6.6 寿命

按JB/T 10890.1 规定的高速寿命试验方法,在 1.5 倍最大工作载荷、2 000 r/min 条件下进行 500 h 连续运转,记录失效类型与时间。

7 检验规则

7.1 检验分类

分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

每套丝杆副应符合技术要求中全部内容,达到要求后,方可出厂。

7.3 型式检验

有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品试制或老产品转厂生产;
- b) 结构、材料、工艺有较大改变;
- c) 停产一年以上恢复生产;
- d) 国家监管部门提出要求。

型式检验项目包括全部要求,抽样基数不少于 5 套,采用 GB/T 2828.1 一次抽样方案, AQL 2.5。

7.4 判定规则

若型式检验不合格,可加倍抽样复检,仍不合格则判该批不合格,并暂停生产进行整改。

8 标志、包装、运输与贮存

8.1 标志

产品合格证应包含:型号、编号、精度等级、预紧力、制造日期、执行标准号、厂名及地址。

8.2 包装

丝杆副应装入珍珠棉防震槽,外加五层瓦楞纸箱,包装箱外壁喷刷“向上”“防潮”“易碎”等储运图示标志,符合 GB/T 191 要求。

8.3 运输

运输过程中不得雨淋、剧烈碰撞,装卸时严禁抛掷。

8.4 贮存

产品应存放在相对湿度 $\leq 60\%$ 、温度 5℃~35℃、无酸碱腐蚀气体的库房内,堆放高度不超过 1.5 m,每季度检查一次防锈状态。
