

# 江苏省机械工程学会

关于 2023 年度江苏省科学技术奖提名奖项（应用类）

## 项目四的公示

根据《省科技厅关于 2023 年度江苏省科学技术奖提名工作的通知》（苏科成发〔2024〕18 号）的要求，现对江苏省机械工程学会提名的省科学技术奖（应用类）项目四进行公示。

### 提名奖种：江苏省科学技术奖（应用类）

项目名称：高性能滚珠丝杠及其进给系统主动控制关键技术与应用

主要完成人（排序）：汪爱清、魏延岭、冯宇、李小春、汪磊、汤文成

主要完成单位（排序）：南京工艺装备制造有限公司、东南大学

#### 项目简介：

高档数控机床是智能制造关键工艺装备，国家中长期规划将“高档数控机床与基础制造装备”列为国家科技重大专项。滚珠丝杠因其较高的刚性和传动效率，广泛应用于机床进给驱动系统。然而高档数控机床切削速度持续提升，尤其高速切削对滚珠丝杠进给系统提出高速、高加速、低噪音要求，切削过程中激发出振动模态限制伺服带宽并降低系统跟踪性能，导致高性能滚珠丝杠及其进给系统研发难度大。国内制造业在这一领域尚属空白，严重制约国产高性能滚珠丝杠及其进给系统赶超国外高端产品。

面向国家高端装备发展需求，本项目研制高性能滚珠丝杠、研究高速切削环境下进给系统伺服控制、振动抑制及抗干扰主动控制及其应用，关键技术：

(1) 应用以应力—强度分布干涉理论(SSI)为基础的概率设计方法，从接触疲劳强度及接触静强度两方面创新性对滚珠丝杠进给系统的可靠性进行优化。

(2) 创新地提出了多场分析与优化方法，并据此研制出高性能滚珠丝杠，提高了高速运行时的精度保持能力和疲劳寿命。

(3) 系统研究高性能滚动部件润滑、摩擦磨损机理，揭示了滚珠丝杠副接触表面粗糙度对润滑性能、摩擦磨损特性的影响规律，降低了高速工况下滚珠丝杠副噪音。

(4) 结合高速滚珠丝杠进给系统动力学特性, 综合考虑外部干扰和随机噪声等非线性因素, 构建全面描述进给系统振动特性、时变不确定性的控制模型(LPV 模型), 突破传统线性控制技术鲁棒性和自适应差问题, 提高高速切削环境下伺服系统跟踪精度和振动抑制能力。

(5) 开发高速滚珠丝杠进给系统试验台, 促进应用验证迭代提升, 全面提高国产滚动功能部件精度性能指标、质量稳定性。

项目理论成果已经发表论文 10 篇, 并获得授权发明专利 10 项, 授权实用新型专利 12 项, 主持编制 1 项国家标准和 2 项行业标准。技术及目标产品总体水平居国内领先、国际先进, 突破了国外壁垒, 研制的高性能滚珠丝杠副已为数控五轴加工中心、精密卧式加工中心、大型龙门加工中心、精密立式加工中心和数控车削中心、精密磨床等高档数控机床实现 30000 套以上配套, 开发的 P0 级滚珠丝杠副已为精密磨削机床、高端五轴车铣复合加工中心、精密坐标镗床等实现小批量配套。该技术及产品填补了我国高性能滚珠丝杠及其进给控制技术领域一项空白, 提高中高档数控机床及装备的国产化配套能力, 实现自主可控, 替代进口, 其中基于 LPV 的自主抗振技术, 作为机床部件振动抑制的底层理论方法突破, 可广泛应用于机床基础部件的产业化生产中, 拥有显著的经济和社会效益。

#### 知识产权和标准规范目录:

序号	知识产权 (标准) 类别	知识产权 (标准) 具体 名称	授权号 (标准编 号)	证书编号 (标准批 准发布部 门)	权利人 (标准起 草单位)	发明人 (标准起 草人)
1	专利	一种测试滚珠丝杠副控制方法性能的方法	CN201510156143.6	国家知识产权局	东南大学	汤文成; 包达飞; 董亮; 史培捷
2	专利	一种基于传声器阵列的滚珠丝杠副噪声测	ZL201510968803.0	国家知识产权局	东南大学	汤文成; 周建荣; 包达飞; 徐楠楠; 朱彦清
3	专利	一种滚珠丝杠副轴向加载装置	ZL201510780224.3	国家知识产权局	东南大学	汤文成; 朱彦清; 包达飞; 徐楠楠; 钱智婷; 安树阳
4	专利	一种基于 Labview 的磨削工艺系统振	ZL201710678045.8	国家知识产权局	东南大学	汤文成; 康明霞
5	专利	插块式滚珠丝杠副	ZL200610039054.4	国家知识产权局	南京工艺装备制造有限公司	汪爱清; 高乃坤; 许舜; 付彗星
6	专利	一种大导程内循环结构的滚珠丝杠副	ZL200810156082.3	国家知识产权局	南京工艺装备制造有限公司	张勤; 程承; 黄育全; 李小春
7	专利	滚珠丝杠副的快速装配装置	ZL200910231618.8	国家知识产权局	南京工艺装备制造有限公司	汪爱清; 黄育全; 李凤娇; 李小春

8	行业标准	滚珠丝杠副 滚珠螺母 安 装连接尺寸	JB/T 9893-2020	中国机械工 业联合会	南京工艺 装备制造 有限公司	冯宇;刘红艳;王东跃
9	行业标准	滚动功能部件 可靠性及寿命 第4部分:滚 珠丝杠副精度 保持性试验规 范	JB/T 13813.4-2020	中国机械工 业联合会	南京工艺 装备制造 有限公司	黄育全;张柏林
10	国家标准	滚珠丝杠副支 承结构型式尺 寸	GB/T 39961-2021	中国机械工 业联合会	南京工艺 装备制造 有限公司	黄育全;周霞

序号	论文论著名称 /刊名/作者	年卷页码 (XX年XX卷 XX页)	发表时间 (年月 日)	通讯作者	第一作者	他引总 次数	检索数据库	是否中 文论著 或国内 期刊
1	Adaptive backstepping sliding mode control of flexible ball screw drives with time-varying parametric uncertainties and disturbances, ISA Transactions, Liang Dong and Wencheng Tang	53(1): 110-116	2014.1	Liang Dong	Liang Dong	61	WOS	否
2	Interpolating gain-scheduled H-infinity loop shaping design for high speed ball screw feed drives, ISA Transactions, Liang Dong, Wencheng Tang, Dafei Bao	55: 219-226	2015.3	Liang Dong	Liang Dong	18	WOS	否
3	Dynamic sliding mode control for nonlinear parameter-varying systems, Yanling Wei, H. Kairmi	31(17): 8408-8419	2021.4	Yanling Wei	Yanling Wei	8	WOS	否
4	New results on sampled-data output-feedback control of linear parameter-varying systems, Yanling Wei, H. Kairmi, and S. Yang	32(9): 5070-5085	2022.3	Yanling Wei	Yanling Wei	5	WOS	否
5	Hybrid modeling and analysis of structural dynamic of a ball screw feed drive system, Mechanics, Liang Dong and Wencheng Tang	19(3):316- 323	2013.7	Liang Dong	Liang Dong	23	WOS	否

代表性论文论著目录

上述项目公示时间：2024. 2. 29-2024. 3. 6，对上述公示内容  
有异议的单位或个人请在公示期内实名提出书面情况说明，写明

异议内容，并应署其姓名、工作单位、联系地址。超出期限的异议不予受理。

联系人：罗海霞

联系电话：13851833694

邮箱：JSMESunite@VIP.163.com

