

“钢基轨道一体式直线模组”成果登记 公示信息

成果名称:	钢基轨道一体式直线模组
完成单位:	深圳市金旺达机电有限公司
完成人员:	张俊,刘秋洪,叶文生,何明欢,张桂源,梁瑞濠,许文,黄涛,许文,龚贤行,喻荣,陈志艺,董赣湘
研究起止日期:	2021-01-01 至 2024-12-31
主要应用行业:	制造业
高新技术领域:	先进制造
评价单位:	产学研(广州)科技项目评价有限公司
评价日期:	2026-01-23
成果简介:	<p>① 课题来源与背景</p> <p>随着国内半导体、新能源电池、精密医疗装备等高端制造业迅速扩张,产线对“高负载、高速度、高洁净”直线运动核心部件的需求激增,但传统铝基模组刚性不足、温升变形大,而进口钢基直线模组又面临交货周期长、价格高昂、服务响应慢等“卡脖子”问题。2021年起,深圳市金旺达机电有限公司在客户现场调研和装备升级需求驱动下,自主设立“钢基轨道一体式直线模组”研发课题,目标是突破高刚性钢基导轨一体化成型、精密热处理与免维护密封润滑等关键技术,实现高端直线模组的国产化、系列化和快速交付,为下游设备商提供替代进口、缩短交期、降本增效的系统性解决方案。</p> <p>② 技术原理及性能指标</p> <p>产品采用“钢基导轨—滑台一体化成型+高精度滚珠丝杆传动+模块化密封润滑+智能伺服控制”集成方案:</p>

导轨选用高纯净轴承钢，经二次淬火-回火与精密磨削，表面粗糙度优于 Ra0.8，直线度达微米级；

一体化结构减少装配误差，并通过有限元优化保证高负载下变形极小；

C3 级滚珠丝杆配合自创预压技术，消除反向间隙，重复定位精度 $\leq\pm 0.005$ mm；

内置自动润滑通道与双重密封，可在 ISO4 级洁净室长期免维护运行；

兼容 EtherCAT、Modbus 等协议，支持位置、速度、力矩全闭环控制。

③技术的创造性与先进性

1.材料-结构一体化创新

国内首创将高纯净轴承钢整体淬火为导轨主体，并与滑台一体成型，取代传统“铝基+镶钢”分段模式，同等截面刚性提升显著，高速启停振动衰减快；优化截面形状后，在紧凑空间内实现最大承载，满足现代自动化对小型化与高性能的双重需求。

2.制造工艺突破

自研高精密磨削生产线，使导轨硬度均匀、表面粗糙度优于 Ra0.8，直线度达微米级，保证长行程、高频率运行下的精度保持性和耐磨寿命；模块化设计理念贯穿零件标准化、装配工装通用化，最快一周完成订单交付，刷新行业交期纪录。

3.传动-密封协同创新

开发 C3 级滚珠丝杆配合自创“高精度预压”技术，消除反向间隙，重复定位精度 $\leq\pm 0.005$ mm；同时内置自润式润滑通道与

双重密封结构，可在 ISO4 级洁净室长期免维护运行，防尘、防油脂外泄指标优于进口同类产品。

4.智能驱动深度融合

模组与主流伺服电机、驱动器、运动控制器无缝集成，支持 EtherCAT、Modbus 等多种协议，具备实时温度、速度、负载监测和故障诊断功能，实现“状态可视化+预测性维护”，推动直线运动部件向智能化、柔性化升级。

④ 技术成熟程度、适用范围和安全性

成果通过第三方检测、用户批量验证和专家会议评价，已实现稳定量产。适用范围覆盖半导体晶圆搬运、新能源电池叠片卷绕、医疗影像设备、3C 精密组装、激光加工及人形机器人关节直线执行等高端自动化场景。产品依据机电、洁净室及 RoHS 相关标准设计，具备过流、过温、过载实时诊断与报警功能，运行噪声低、无油脂外泄，对人员和环境安全友好，可长期可靠运行。