

“智能精密多主轴 CNC 智造技术解决方案研究” 成果登记公示信息

成果名称:	智能精密多主轴 CNC 智造技术解决方案研究
完成单位:	广东智目科技有限公司
完成人员:	江波,陈国勇,汪永生,崔军博,李飞,苏景科,魏敦容
研究起止日期:	2021-06-01 至 2022-10-31
成果应用行业:	制造业
社会经济目标:	先进制造
学科分类:	
评价单位:	产学研(广州)科技项目评价有限公司
评价日期:	2025-02-21
成果简介:	<p>一、课题来源与背景</p> <p>在全球制造业加速向智能化、高端化转型的大背景下,传统机床加工精度低、效率低、生产成本高的弊端日益凸显,难以满足现代工业对高质量、高效率、高灵活性生产的需求。在此形势下,“智能精密多主轴 CNC 智造技术解决方案研究”项目于 2021 年 6 月立项,旨在突破传统制造技术瓶颈,推动制造业的智能化升级。</p> <p>二、技术原理及性能指标</p> <p>(一) 技术原理该技术融合多学科前沿成果。多主轴同步控制技术借助高效实时通信协议与先进误差补偿算法,实现多个主轴精确同步操作,确保复杂工件一次装夹完成多面、多工序加工。精密数控机床运行状态智能控制技术,引入仿真与预测模型结合机器学习算法,通过智能决策支持系统,依据实时数据选择最优加工参数,防止刀具过载断裂。多主轴钻铣加工技术采用电磁铁实现快速可靠刀具切换,配合紧凑型设计,提升刀具存储密度与更换速度。数控机床刀库自动更换刀具技术运用电磁铁吸附机制简化换刀流程,并集成刀具清洁保养功能。上下料自动化与夹持技术通过设计四爪和双爪夹持组件及翻转气缸,实现物料快速准确装卸。</p> <p>(二) 性能指标</p> <p>1、加工精度:加工精度可达$\pm 0.005\text{mm}$,重复定位精度达$\pm 0.002\text{mm}$,相比传统单主轴 CNC 机床,加工精度提高 20%以上,与国际同类高端机床相当甚至在特定应用中更优。</p> <p>2、主轴性能:最高转速达 60,000 转/分,远超多数同类产品,能满足对表面光洁度要求极高的加工场景。</p> <p>3、换刀装置:换刀时间≤ 3秒,换刀精度$\pm 0.01\text{mm}$,刀库容量≥ 80把,在换刀速度、精度和刀库容量上优于市场多数产品。</p> <p>4、快移速度:快移速度突破 30 米/分钟,大幅缩短非切削移动时间,提高加工效率。</p> <p>5、其他特性:采用 A 类大理石作为机床核心结构件,刚性好、精度高;润滑系统防锈功能强,延长精密部件使用寿命;装料高度可选,通用性好。</p> <p>三、技术的创造性与先进性</p> <p>(一) 创造性</p> <p>1、提出基于深度学习和强化学习的数控机床运行状态智能控制方法,实现对机床运行状态的精准预测和动态调控,打破传统数控系统固定参数限制。</p> <p>2、设计包含电磁铁吸附释放机构的快速换刀系统,创新换刀方式,提高换刀速度和可靠性,增加刀具存储密度。</p> <p>3、开发多段切削刃复合刀具,满足工件多段式过渡横截面加工需求,减少换刀次数,提高加工效率和工件一致性。</p> <p>4、集成机器人或机械手实现自动化物料搬运和工件夹持,提升上下料和夹持</p>

效率。

（二）先进性

在性能、工艺参数和经济指标上全面领先。高性能主轴、快速换刀、高快移速度等性能指标远超同类产品；采用 A 类大理石和强防锈润滑系统等工艺参数更优；优化设计和自动化流程使设备性价比高、运营成本低，规模效应明显。

四、技术的成熟程度，适用范围和安全性

（一）成熟程度该技术已完成从实验室研发到小批量试生产的转化，建立了完整生产线，产品在稳定性、可靠性方面表现出色。经过严格系统集成测试、关键节点预测模型优化、高效换刀机制改进等，技术成熟度高。

（二）适用范围适用于航空航天、汽车制造、3C 产品制造、医疗器械制造、精密模具加工等众多对加工精度和效率要求高的行业。

（三）安全性引入防撞刀机构等安全特性，保护设备和人员安全。实时监控与反馈系统可及时调整加工参数，异常报警机制能提前预警问题，保障生产安全。

五、应用情况及存在的问题

（一）应用情况产品在市场上获得积极反馈，尤其受到高端制造业客户青睐，帮助企业提升生产效率、降低成本、提高产品质量。

（二）存在的问题

1、技术难题：高精度传感器应用、精密机械结构设计、先进数控系统开发等仍面临挑战；高速主轴稳定性有待进一步提高；换刀机构和流程需持续优化。

2、推广难题：新技术推广需时间获市场信任，客户对稳定性和可靠性存疑；初期投资高，操作人员需专业培训，售后服务体系建设成本高。

六、历年获奖情况

截至目前，该研究成果获得发明专利 7 项、实用新型专利 22 项，进入实质审查发明专利 9 项。