

用于三维曲面的高精度数控激光加工装备 成果登记公示信息

成果名称:	用于三维曲面的高精度数控激光加工装备
完成单位:	广东大族粤铭激光集团股份有限公司,东莞理工学院
完成人员:	王军,旷雅胜,付斌,温锦平,黄龙杰,龙二友,刘刚,凌东雄,王斌,徐永钊,魏东山,宋建勋,唐校,郑其锋,胡耀华,邓成良,魏亚东,罗列,邝兆轩,黄志富
研究起止日期:	2018-10-01 至 2021-11-29
成果应用行业:	制造业
高新技术领域:	先进制造
评价单位:	东莞市科学技术局
评价日期:	2021-11-30
成果简介:	本课题来源于 2018 年东莞市核心技术攻关重点项目下达的用于三维曲面的高精度数控激光加工装备（项目编号：2019622102012）。该政府项目旨在贯彻落实东莞市创新驱动发展战略，通过产学研合作（大族激光与东莞理工学院），突破高功率激光器及精密数控系统等自主知识产权的关键技术，加速培育战略性新兴产业。本课题作为其重要组成部分，重点聚焦于激光加工机数控系统的硬件架构设计与实时数据处理能力优化，旨在为上级项目的总体目标提供坚实的理论支撑与实证依据，助力实现高端装备的国产化替代。 1. 技术原理及性能指标： 本项目采用“主控（控制中心）系统为核心”的自上而下设计方案，构建了基于 IPC+ PMAC 的主从式并行双 CPU 五轴联动数控系统。其核心原理如下：硬件架构与通信： 利用 IPC 强大的信息处理能力作为上位机，负责系统管理与路径规划；PMAC 作为下位机，负责多轴插补运算与实时伺服控制。两者通过双端口 RAM（DPRAM）进行高速数据交换，实现总线通信与实时状态反馈，确保系统响应速度与加工精度。激光与材料相互作用： 基于激光与材料相互作用机理，通过研究不同材料（金属/非金属）对激光的吸收率及热效应，开发相应的激光加工工艺数据库。闭环控制与视觉反馈： 系统集成高像素 CCD 三维视觉识别系统，实时获取加工位置信息并反馈至主控系统。通过位置 PID 及速度、加速度前馈控制方案，对运动系统进行轨迹追踪与动态调整，实现对复杂三维曲面的快速、精确校正与定位。光路控制： 采用自主研发的高功率光纤激光器，结合扩束镜与伺服电机直接驱动的等光程系统，实现对焦点位置和焦深的实时精确控制。 根据项目预期成果，样机主要技术指标如下： 组合类型一（直线 XYZ+双摆头）： 工作范围：X-500mm, Y-400mm, Z-300mm；A/C 轴摆动范围±90°

	/360°。 定位精度：直线轴±0.02mm，AC 轴±15 弧分。 重复定位精度：直线轴±0.02mm，AC 轴±15 弧分。 空行程最大速度：30m/min。 组合类型二（机器人+AC 手腕）： 工作范围：Delta 或 SCARA 机器人臂展 0.6m（具体视型号而定）。 定位精度与重复定位精度：均为±0.02mm。 空行程最大速度：30m/min。 激光器指标： 可选配半导体、光纤或 CO2 激光器，输出功率范围 80W~3000W，满足不同厚度与材质的加工需求。 2.技术的创造性与先进性 本项目在光源研发、控制系统架构及工艺算法方面具有显著的创新性与先进性：自主光源研发突破： 创新性地开展了高功率全光纤皮秒激光器的研究，基于被动锁模技术，解决了脉冲光纤激光器平均输出功率低的技术瓶颈，实现了高光束质量、高效率的激光输出，拥有自主知识产权。高精度光学聚焦系统： 设计了由扩束镜和伺服电机直接驱动的等光程系统，能够根据材料厚度实时、快速地校正焦点位置和焦深，获取最优加工质量，优于传统的固定焦距加工方式。智能视觉与先进控制算法： 引入高像素 CCD 三维视觉识别系统，结合位置 PID 与速度、加速度前馈控制策略，实现了对运动系统的实时轨迹追踪与补偿。相比传统开环或简单闭环控制，显著提升了曲面加工的速度、稳定性及精度。工艺数据库构建： 深入研究了激光与不同材料的相互作用机理，建立了包含不同材料三维曲面加工工艺参数的数据库，实现了工艺参数的标准化与智能化调用。 3.技术的成熟程度，适用范围和安全性 本项目依托大族激光成熟的激光装备制造工艺及东莞理工学院王立军院士团队的科研实力，目前已完成理论与系统设计，进入样机试制与实验测试阶段。项目采用产学研合作模式，分工明确，关键技术（如 PMAC 控制架构、激光器合束技术）已通过初步验证，技术路线可行，成熟度较高。该技术广泛适用于各类复杂三维曲面的高精度加工场景：行业领域： 汽车制造（车身覆盖件切割）、航空航天（复杂结构件加工）、精密模具、消费电子（3D 玻璃、外壳切割）等。系统稳定性： 采用工业级 IPC 与 PMAC 控制器，具备高抗干扰能力和长时间运行的稳定性。 4.应用情况及存在的问题 目前项目正处于研发深化与产业化阶段。依托公司自筹经费与政府项目支持，已搭建起实验测试系统。目前已实现产业化量产销售，基于对市场深度调研后确定为主力推动项目，旨在替代进口高端装备。由于市场环境变化、技术集成难度等因素，公司已通过不断增加研发投入，积累新的产品技术，研发适应市场需求的新机型，以技术优势应对市场变化。同时，加强与高校团队的合作，针对集成测试中出现的问题进行专项攻关，确保项目按期保质完成。
--	---