

科技成果登记项目信息表

成果名称:	基于工业互联网的柔性材料智能精密切割装备关键技术研发及产业化
登记日期:	2025-06-19
完成单位:	广东元一科技实业有限公司
完成人员:	徐小林,梁耀灿,张晓余,刘雨,汤俊轩,郭献棠,谭伯玉,吴嘉涛,梁乃文,刘天劲,周欣,叶嘉伦,冼焕琼,郭嘉兴,李前顺
研究起止日期:	2022-01-01至2023-12-31
主要应用行业:	制造业
高新技术领域:	先进制造
评价单位:	广东省科技成果转化促进会
评价日期:	2025-05-22
成果简介:	一、课题来源与背景 1、课题来源: 企业自有技术,项目由公司技术研发部提出,并由技术研发部全权负责,属于内部自主研发项目。 2、课题背景: 随着全球柔性材料加工市场规模持续扩大,预计2025年我国柔性材料制造产业规模将突破万亿元。在这一背景下,国内外企业在高端制造领域的竞争日益激烈。苹果、特斯拉等国际巨头已率先布局智能化切割生产线,而国内多数企业仍依赖进口设备或传统工艺,面临成本高、效率低、响应慢等挑战。同时,柔性材料凭借其轻质、高韧性、可变形等特性,在航空航天、新能源汽车、消费电子、医疗健康等领域的应用规模呈爆发式增长。然而,传统切割技术(如机械裁剪、激光切割)依赖人工经验,存在切割精度低(误差常达毫米级)、材料损耗大、设备协同性差等问题,难以满足复杂曲面、超薄柔性材料的加工需求,成为制约产业升级的关键技术短板。因此,为抢占市场先机、降低对国外技术的依赖,亟需自主研发智能精密切割装备,以满足市场对高质量、定制化产品的需求,推动我国柔性材料加工产业向价值链高端迈进。 二、技术原理及性能指标 技术原理:本项目构建“刀智能”自动补偿系统,融合多模态传感与自适应卡尔曼滤波算法动态检测变形量,结合数字孪生模型和遗传算法优化补偿路径,实现高精度动态补偿。优化真空吸附系统和多轴联动控制技术,确保面料动态输送与多轴裁切的精准匹配。融合自然语言处理和计算机视觉技术,运用采用卷积神经网络(CNN)与Transformer架构(变换器架构)及多光谱图像采集,进行微米级瑕疵检测与溯源。采用混合整数规划模型与遗传算法优化排样与调度,规划最短裁剪路径并实时优化。构建大数据中台,依托物联网实现数据实时采集与同步,打通设备数据流,建立全链路自动化控制。运用决策树等AI算法结合PCA技术,实现设备故障的智能诊断与预警。该技术路线覆盖感知、控制、检测、优化到协同的全流程智能化切割,提升切割精度、效率和质量,降低生产成本和安全隐患,推动产业智能化升级。 性能指标: 1、裁剪精度/mm: a) 直线误差: $\pm 0.15\text{mm}$; b) 圆度误差: $\pm 0.1\text{mm}$; c) 角度误差0.0°; 2、刀具最大往复速度次/min: 6150; 3、运转噪声/dB: 72.8dB(A); 4、真空腔负压值/KPA: -25.2; 5、最大机械速度m/min: 100; 6、平均运行功耗/kw: 5.9。

	三、技术的创造性与先进性 对比国内外传统柔性材料切割设备相比，本成果通过深度融合先进的机械制造技术、自动化控制技术、人工智能算法以及工业物联网平台，打造一套能够实现柔性材料从原料投入到成品输出全流程智能化、自动化、精密化的生产系统，实现高速、高精度的切割作业，相比传统切割方式，可显著缩短生产周期，提高生产效率，满足企业大批量生产的需求。设备的自动化操作减少人工干预，降低因人工操作导致的停机时间和错误率，实现生产过程的连续性和稳定性，进一步提升整体生产效率。 四、技术的成熟程度，适用范围和安全性 项目成果完整涵盖柔性材料智能精密切割的核心功能需求。包括高精度切割功能，能够实现微米级甚至更高精度的切割；智能排样与优化功能，可通过混合整数规划模型与遗传算法动态规划最短裁剪路径，显著降低面料损耗；多模态 AI 检测及精准溯源功能，利用 CNN与Transformer 架构结合多光谱图像采集技术进行微米级瑕疵扫描，并借助时空关联分析算法完成瑕疵定位、数据记录与成因溯源。 本成果构建多源数据集成化的大数据中台，实现库存、物料、订单及设备数据的深度集成与融合。通过物联网技术，生产环节中的实时数据能够被准确采集并及时同步到云平台，打破传统生产中的数据孤岛，使生产过程中的各类信息得以流畅传递和共享，为设备的智能化协同作业和生产过程的优化提供坚实的数据基础。 五、应用情况及存在的问题 基于工业互联网的柔性材料智能精密切割装备关键技术研发及产业化下游应用企业如汽车制造、航空航天等，因装备升级带动产品质量提升与产能扩张。各产业协同发展，促进区域经济联动，增强区域产业竞争力，为地方经济增长注入强劲动力。 近年来，国内在柔性材料智能精密切割装备的研发方面取得显著进展，部分产品已经能够替代进口同类产品，有效降低对外柔性材料智能精密切割装备依赖。然而，与国际先进水平相比，国内智能精密裁切装备在可靠性和误差控制等方面仍存在差距。这主要体现在关键技术的研发难度上，如可靠性技术、精密度、智能系统设计、系统兼容性问题与信息安全问题，这些技术的突破需要深厚的研发实力和持续的投入。
--	--