

附件 3

消费电子高精密模切印刷功能结构件的关键 技术研发及产业化成果登记公示信息

| | |
|---------|--|
| 成果名称: | 消费电子高精密模切印刷功能结构件的关键技术研发及产业化 |
| 完成单位: | 东莞市凯成环保科技有限公司 |
| 完成人员: | 胡勇华,梁志成,张占军,周建威,刘伟,李建明,罗家庆 |
| 研究起止日期: | 2020-01-01 至 2025-12-31 |
| 成果应用行业: | 信息传输、软件和信息技术服务业 |
| 高新技术领域: | 电子信息 |
| 评价单位: | 产学研(广州)科技项目评价有限公司 |
| 评价日期: | 2026-04-29 |
| 成果简介: | <p>一、课题来源与背景</p> <p>本项目为企业自主立项的产业化技术攻关课题,面向消费电子产业链上游高精密功能结构件制造领域开展核心技术研发。当前,智能手机、平板电脑、可穿戴设备、折叠终端等消费电子产品持续向轻薄化、集成化、高可靠、长寿命方向迭代升级,其内部用于电磁屏蔽、结构防护、界面粘接、缓冲减震的功能结构件,普遍由 PET 保护膜、低粘 PET、多型号双面胶带、铝箔、离型膜等十余种厚度与力学特性差异悬殊的异种材料多层复合而成。传统模切印刷工艺采用一次性叠层模切,难以适配多层异质材料的协同加工需求,普遍存在边缘分层、台阶区域气泡聚集、胶层偏移、废料残留等缺陷;同时,产品局部特征尺寸逼近常规模切设备工艺极限,单纯依赖设备升级成本高昂且难以稳定量产;此外,传统无间隙排版模切将间隙材料直接作为废料丢弃,高价值胶粘材料利用率偏低,物料浪费与固废排放问题突出。</p> <p>上述问题长期制约国内模切印刷行业向高精密、高效率、低成本、绿色化方向转型。为系统性破解行业共性技术瓶颈,提升国产消费电子功能结构件自主配套能力与供应链安全性,企业启动本项目,围绕多层异种材料复合、极限特征加工、高值材料节材利用等关键环节开展技术创新与工程化验证。</p> <p>二、技术原理及性能指标</p> <p>(一)技术原理</p> <p>1.多层异种材料高精度异步复合模切技术</p> <p>突破传统一次性叠层模切的工艺局限,采用半成品分级构建 + 多级异步复合原理,将整体多层结构按功能与工艺特性拆分为若干半成品单元,各单元独立完成圆刀模切与预复合,再通过精准时序控制进入多级层压工位逐次贴合;过程中可对各层裁切边界、复合压力、贴合温度、走料速度进行分段独立调控,实现厚薄差异材料间台阶效应的可控传递与逐层吸收,从源头抑制应力集中与缺陷累积,保障多层异质结构的贴合精度与一致性。</p> <p>2.微孔与窗口结构可制造性设计及排气排废一体化技术</p> <p>采用以结构设计规避工艺极限的技术路径,针对极小孔边距约束将传统通孔优化为窗口型孔结构,使离型膜连续覆盖压敏胶区域,彻底消除模切精度波动引发的胶层外露风险;针对厚胶层台阶气泡难题,在 PET 离型膜对应区域设计锯齿形撕裂线形成微孔道排气结构,实现复合过程中滞留空气的有序释放;构建多级同步与异步协同排废系统,依据废料形态、面积与粘接特性匹配剥离角度、胶带</p> |

粘度与运行速度，实现复杂异形废料的高可靠连续排出。

3.无间隙排版导轨分流与双异步模切节材技术

创新采用导轨分流治具 + 双异步模切时序控制原理,将无间隙排版的连续料带按预设路径精准分流为多组独立排版单元,使传统工艺中被废弃的间隙材料得以完整保留并循环利用;通过双异步模切调整工位动作时序,在不降低生产节拍、不改变产品性能的前提下,实现高价值胶粘材料的高效利用与连续化生产。

(二)性能指标

1.可稳定实现不少于 10 层异种材料的高精度复合,产品总厚度控制在 0.4mm 以内,各功能层厚度公差达 $\pm 0.01\text{mm} \sim \pm 0.02\text{mm}$,层间无肉眼可见气泡与边缘分层。

2.针对 0.10mm 极限孔边距约束,窗口孔结构可完全规避胶层外露风险;微孔道排气结构使台阶气泡缺陷率满足企业内控标准,复杂异形废料排废成功率稳定 $\geq 99\%$,产线异常停机次数较传统工艺降低 50% 以上。

3.双面胶等高价值胶粘材料利用率较传统无间隙排版工艺提升约一倍,节材增效效果显著,且不影响生产效率与产品可靠性。

4.成品经 AOI 全尺寸检测与高温高湿存储、温度循环、机械跌落等可靠性验证,无分层、脱粘、胶层外露、气泡等失效模式,满足消费电子终端严苛装配与使用要求。

三、技术的创造性与先进性

(一)技术创造性

1.工艺原理创新:首创基于半成品分级构建的异步复合模切工艺,颠覆传统一次性叠层模切模式,实现多层异种材料的高精度、低缺陷稳定制造,为高精密复合结构件模切提供全新技术路径。

2.设计方法创新:提出以设计换精度的工程解决方案,通过窗口孔结构、微孔道排气结构等创新设计,在不提升设备精度的条件下突破工艺极限,形成设计—工艺—排废一体化解决方案。

3.节材模式创新:研发导轨分流治具与双异步模切节材技术,将材料利用率提升逻辑从“减少废料”转变为“间隙材料保留再利用”,实现绿色制造与成本控制协同优化。

(二)技术先进性

1.多层复合精度领先:相较于国内同行一次性叠层模切,本项目可有效控制台阶效应,显著降低分层、气泡、偏移等缺陷,产品一致性与长期可靠性大幅提升。

2.极限结构制造能力突出:针对极小特征尺寸加工,以结构设计替代高端设备投入,成本更低、量产稳定性更强,突破行业常规工艺能力边界。

3.排气排废系统高效可靠:将排气功能集成于离型膜本体,无需额外工序与设备,配合多级协同排废,大幅提升连续生产良率与自动化水平。

4.材料利用与绿色制造优势显著:高价值胶粘材料利用率提升近一倍,有效降低物料消耗与工业固废排放,契合绿色制造、循环经济发展导向,具备强可推广性与产业价值。