

# 半导体封装全自动智能包装生产线的关键技术 技术研发及应用研究成果登记公示信息

成果名称:	半导体封装全自动智能包装生产线的关键技术研发及应用研究
完成单位:	广东金昇智能数控有限公司
完成人员:	孙平,巫宏军,温龙平,尹国伟,宋江福,郭贤洁,桂潇,何方,丁建辉,叶忠武
研究起止日期:	2017-08-01 至 2025-12-31
成果应用行业:	电力、热力、燃气及水生产和供应业
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:	2026-04-24
成果简介:	<p>一、课题来源与背景</p> <p>本成果为企业内部立项研发项目,面向半导体封装后道包装工序开展关键技术攻关与装备研制。半导体封装是集成电路产业链的核心环节,后道包装直接决定芯片产品的运输安全、存储可靠性与全生命周期可追溯性,是保障芯片品质与供应链稳定的关键工艺。随着半导体器件持续向高集成度、小型化、多样化、高可靠方向发展,传统以人工操作与半自动设备为主的包装模式,已无法满足高效率、高一致性、低损伤率、柔性化的规模化生产要求。</p> <p>当前国内半导体封装后道包装普遍存在保护带缠绕依赖人工、多源物料供料易错漏、外观检测依赖人工抽检、追溯信息不完整、产线柔性差、换型时间长等痛点,严重制约封装企业产能提升与质量管控水平。同时,制造业人工成本持续上涨、招工难度加大,下游客户对全自动、智能化、可追溯的高端包装生产线需求迫切。为突破国外技术垄断、提升国产封装装备自主可控能力,满足半导体产业高质量发展与智能制造战略需求,研发具备完全自主知识产权的半导体封装全自动智能包装生产线,成为行业技术升级的必然方向。</p> <p>二、技术原理及性能指标</p> <p>(一)技术原理</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1.保护带自动缠绕与送料一体化:采用同轴嵌套双伺服驱动结构,独立控制卷盘转动与压夹装置摆动,实现恒张力同步缠绕与差速精密搭接;结合内置切断机构与凹锥形自导向送料结构,实现保护带切断后自动导向穿带,无需人工干预。</li><li>2.多源物料协同供料与自动装袋:建立铝箔袋、电子料盘、湿度卡、干燥剂等多物料协同供料体系,通过气流量与真空度双重监测保障开袋成功率,利用 CCD 视觉定位与条码识别实现料盘入袋姿态自适应调整,各单元在上位调度系统下实现时序精准匹配,自动完成装袋与真空热封。</li><li>3.视觉在线检测、追溯与智能剔除:集成 OCR 字符识别与 CCD 视觉检测技术,来料环节实现料盘信息与工单实时比对防混料,关键工序完成标签质量、封装外观缺陷全检,不合格品自动剔除,全流程数据上传实现追溯闭环管理。</li><li>4.环形轨道连续输送与模块化工位集成:以环形闭合轨道为核心输送平台,采用伺服闭环控制与步进式运动实现高精度定位,功能工位采用标准化接口,可快速拆装、重组与扩展,支持多工位并行加工与连续流转。</li><li>5.多机械手视觉引导高精度移栽与码垛:融合视觉位姿补偿、力觉传感与多</li></ol>

机协同调度算法，实现异形轻薄物料亚毫米级精准抓取；柔性末端执行器可快速切换，多级移栽与码垛机构协同无干涉，保障产线连续稳定运行。

### （二）性能指标

1.保护带缠绕效率 $\geq 120$  盘 / 小时，张力波动 $\leq \pm 5\%$ ，切断后自动送料成功率 $\geq 99.8\%$ 。

2.铝箔袋开袋成功率 $\geq 99.5\%$ ，电子料盘入袋定位精度  $\pm 0.5\text{mm}$ ，真空封口残氧率 $\leq 1\%$ ，多物料节拍匹配误差 $\leq 0.5$  秒。

3.OCR 字符识别准确率 $\geq 99.9\%$ ，CCD 外观检测误判率 $\leq 0.5\%$ ，不合格品自动剔除成功率 $\geq 99.5\%$ ，全流程追溯信息覆盖率 100%。

4.环形轨道工位定位精度  $\pm 0.2\text{mm}$ ，整线占地面积 $\leq 25 \text{ m}^2$ ，产品换型时间 $\leq 30$  分钟，可同时承载 $\geq 8$  个工位。

5.机械手抓取定位精度  $\pm 0.1\text{mm}$ ，多机械手路径干涉率 0%，码垛效率 $\geq 12$  件 / 分钟，物料抓取损伤率 $\leq 0.01\%$ 。

### 三、技术的创造性与先进性

#### （一）技术创造性

1.提出基于同轴嵌套驱动与自导向结构的保护带恒张力自动缠绕方法，解决传统人工 / 半自动缠绕效率低、张力不均、端部定位难、需人工穿带等问题，实现缠绕、切断、送料全流程自动化。

2.构建多源物料时序协同供料与双重监测开袋装袋系统，实现电子料盘、铝箔袋、湿度卡、干燥剂等多物料流高精度、高可靠同步处理，提升装袋一致性与封装防护等级。

3.研发集成 OCR 识别、视觉全检、智能剔除与全流程追溯的在线质量闭环控制技术，实现从源头防混料到不良品自动隔离的无人化质检，建立完整数字化质量管控体系。

4.首创以环形轨道为核心输送平台的模块化工位集成架构，突破传统直线式产线占地大、柔性差、换型慢的局限，大幅提升空间利用率与产线柔性。

5.开发融合视觉引导与力觉传感的多机械手高精度移栽及自动码垛技术，实现亚毫米级定位抓取与多机零干涉协同，满足精密芯片低损伤、高可靠搬运要求。

#### （二）技术先进性

1.包装工艺自动化先进性：实现保护带缠绕全流程无人化作业，相比国内主流半自动 / 人工方式，效率提升 3 倍以上，张力控制更稳定，有效避免芯片损伤。

2.多物料处理可靠性先进性：采用气流量与真空度双重监测开袋，开袋成功率与装袋精度显著优于国内同类设备，多物料时序协同误差控制在 0.5 秒内，无错装、漏装问题。

3.质量检测与追溯先进性：实现来料防错、过程全检、不良自动剔除、数据全流程上云的闭环控制，替代传统人工抽检模式，检测覆盖率与追溯完整性达到行业领先水平。

4.产线布局与柔性化先进性：环形轨道布局较传统直线式节省占地约 35%，换型时间缩短至 30 分钟内，可快速适配多品种、小批量生产，柔性化水平大幅领先。

5.移栽与码垛精度先进性：视觉引导 + 力觉反馈实现亚毫米级抓取，物料损伤率 $\leq 0.01\%$ ，多机械手协同零干涉，可支撑 24 小时连续稳定运行，适配高端芯片高可靠搬运要求。