

基于 AI 算法的模组触控显示器制造工艺参数智能优化

李海荣

湖南维泰科技有限公司深圳分公司 广东深圳 518103

摘要: 模组触控显示器制造工艺复杂, 工艺参数的精准度直接决定产品质量与生产效益。传统工艺参数设定依赖人工经验, 易受主观因素影响, 导致参数匹配度不足, 制约产品良率提升。AI 算法凭借数据挖掘与自适应优化优势, 为工艺参数智能优化提供了有效路径。本文系统分析模组触控显示器制造工艺管理的现状及优化面临的核心挑战, 深入探究基于 AI 算法的工艺参数智能优化策略, 从数据体系、决策规范、人才培养三方面制定保障措施。研究旨在为模组触控显示器制造工艺参数的精准优化提供理论参考, 助力提升生产智能化水平与产品质量稳定性, 推动行业高质量发展。

关键词: 模组触控显示器; AI 算法; 工艺参数优化; 数据驱动

引言

模组触控显示器作为智能终端、工业控制、车载电子等领域核心交互部件, 其制造质量直接关系终端产品的使用体验与市场竞争力。随着行业技术升级, 模组触控显示器制造工序日趋复杂, 切割、绑定 (Bonding)、贴合、固化、光刻等关键工序的工艺参数相互关联, 对参数协同匹配的要求不断提高。传统工艺参数设定模式是不会投入做过程复杂、成本过高的 DOE 进行条件验证, 都是以人工经验为核心, 难以精准把握多参数间的内在关联, 无法适配不同批次原材料特性与设备运行状态的动态变化。AI 算法具备强大的多维度数据处理与规律挖掘能力, 能够实现工艺参数的动态优化与精准调控。当前, AI 算法在工艺参数优化中的应用仍面临数据支撑不足、算法与工艺适配性差等问题。深入探究基于 AI 算法的工艺参数智能优化路径, 对于突破传统制造局限、提升生产智能化水平具有重要现实意义。

1 模组触控显示器制造工艺管理的现状与优化挑战

1.1 传统依赖人工经验进行工艺参数设定的现状

传统模组触控显示器制造过程中, 工艺参数设定主要依赖技术人员的现场经验, 缺乏系统性的科学分析与数据支撑。在切割、绑定 (Bonding)、贴合、固化、光刻等关键工序, 技术人员根据过往生产经验, 结合原材料型号、设备状态等基础信息, 手动设定切割深度、绑定压力、贴合压力、固化温度、曝光时间等核心工艺参数。

这种设定模式的操作流程相对简单, 在行业发展初期能够满足基础生产需求, 但随着产品精度要求提升, 其局限

性逐渐凸显。技术人员的经验判断易受个人认知、工作状态等主观因素影响, 不同技术人员对同一产品的参数设定可能存在差异, 即使同一技术人员在不同时段的设定也难以保持完全一致。同时, 参数设定多基于历史成功案例, 缺乏对实时生产条件变化的动态适配, 当原材料批次、环境温湿度、设备运行损耗等条件发生变化时, 参数调整滞后且缺乏针对性^[1]。

1.2 参数设定不合理导致的产品良率波动与成本浪费

工艺参数设定的不合理, 直接导致产品良率波动较大, 引发严重的成本浪费。在核心工序中, 切割深度会不足或过深都会导致 LCD 切割裂片时破损增加、良品率降低, 严重一些更会导致产品强度降低, 会造成产品在后期使用过程中抗摔落强度不足, 从而增减后期产品的失效风险。

绑定压力不足或过大会导致异向导电胶 (ACF) 粒子爆破不足或过剩, 造成 IC 与 LCD 之间的导电电阻偏大, 从而影响显示功能, 增大生产的报废率, 甚至造成后期产品的可靠性降低和失效的风险。

贴合压力不足会导致触控面板与显示模组贴合不牢固, 出现气泡、分层等缺陷; 压力过大则可能造成组件变形, 影响显示与触控性能。固化温度过高或时间过长, 会导致光学胶性能衰减, 降低产品使用寿命; 温度过低或时间不足, 则会影响胶层固化效果, 增加产品后期失效风险。

光刻工序的曝光时间与强度参数不匹配, 会导致线路精度不足, 出现短路、断路等问题, 直接造成产品报废。良率的波动不仅增加了单位产品的生产成本, 还会影响生产计

划的稳定性，导致订单交付延迟。同时，不合格产品的返工与报废，会消耗大量的原材料与能源，进一步加剧成本压力，降低企业的市场竞争力。

1.3 应用 AI 算法实现工艺参数智能优化面临的主要挑战

推动 AI 算法在工艺参数智能优化中的应用，当前仍面临诸多现实挑战。其一，生产数据质量与完整性不足，模组触控显示器制造涉及多工序、多设备，现有生产数据分散存储于不同设备与系统中，数据格式不统一，且存在数据缺失、冗余等问题，难以满足 AI 算法对高质量数据的需求。其二，算法与工艺适配性较差，现有 AI 算法多为通用型算法，未充分结合模组触控显示器制造工艺的特性进行优化，直接应用难以精准挖掘工艺参数与产品质量之间的内在关联，优化效果不佳^[2]。

其三，专业人才短缺，缺乏兼具模组触控显示器制造工艺知识与 AI 算法应用能力的复合型人才，无法有效完成算法模型的构建、训练、优化与落地实施。其四，企业应用顾虑较大，部分企业对 AI 算法的应用效果存在疑虑，且引入相关技术需要投入大量的资金用于数据采集设备升级、算法研发与人才培养，资金压力与技术风险让企业难以快速推进相关应用。

2 基于 AI 算法的制造工艺参数智能优化策略

2.1 构建多源生产数据驱动的工艺参数关联分析策略

多源生产数据的有效整合与关联分析，是 AI 算法实现工艺参数优化的基础。首先明确数据采集范围，全面整合设备运行数据、工艺参数数据、产品质量数据、原材料特性数据与生产环境数据。设备运行数据包括设备转速、负载、能耗等参数；工艺参数数据涵盖各工序的核心设定参数与实际运行参数；产品质量数据包括外观缺陷、性能检测结果等；原材料特性数据涉及光学胶、触控面板等原材料的批次、性能指标；生产环境数据包含车间温湿度、洁净度等信息。

建立数据预处理机制，对采集到的多源数据进行清洗、转换与标准化处理，剔除异常数据与冗余信息，统一数据格式与计量标准，提升数据质量。基于预处理后的高质量数据，采用 AI 算法开展关联分析，挖掘不同工艺参数之间、工艺参数与产品质量之间、工艺参数与设备运行状态之间的内在关联，识别影响产品质量的关键工艺参数，明确各参数的合理取值范围，为工艺参数优化提供数据支撑^[3]。

2.2 建立基于机器学习的工艺参数自适应寻优与调整策略

基于机器学习算法构建工艺参数自适应寻优模型，实现工艺参数的精准设定与动态调整。结合模组触控显示器制造工艺特性，选择适配的机器学习算法，构建多目标优化模型，以产品良率最大化、生产成本最小化为优化目标，输入预处理后的多源数据进行模型训练与优化。

在模型应用过程中，实时采集当前生产批次的原材料特性、设备运行状态与环境参数，通过训练成熟的模型自动输出最优工艺参数组合，替代传统人工经验设定。同时，建立参数自适应调整机制，在生产过程中实时监测产品质量数据与设备运行数据，当发现质量波动或设备运行状态变化时，模型自动分析偏差原因，动态调整相关工艺参数，确保生产过程持续处于最优状态。通过机器学习算法的迭代学习能力，模型可不断积累生产数据经验，持续提升参数寻优的精准度与适应性。

2.3 形成闭环的工艺质量预测与参数动态反馈修正策略

构建“数据采集 – 质量预测 – 参数调整 – 效果验证”的闭环优化体系，实现工艺参数的持续优化。基于 AI 算法建立工艺质量预测模型，利用实时采集的工艺参数、设备运行数据等信息，提前预测当前参数组合下的产品质量状况。当预测结果显示存在质量风险时，系统及时发出预警，并自动调用寻优模型生成参数调整方案。

将调整后的工艺参数应用于生产过程，实时采集调整后的产品质量数据，验证参数调整效果。将验证结果反馈至质量预测模型与参数寻优模型，对模型参数进行修正与优化，提升模型的预测精度与寻优能力。通过闭环反馈机制，实现工艺参数优化的动态迭代，确保工艺参数能够持续适配生产条件的变化，从根本上提升产品质量的稳定性^[4]。

3 支撑工艺参数智能优化应用的保障措施

3.1 建立高质量标准化的制造工艺数据采集与管理体系

建立高质量、标准化的数据采集与管理体系，为 AI 算法应用提供坚实的数据支撑。首先优化数据采集硬件配置，在各生产工序关键节点部署高精度数据采集设备，实现设备运行数据、工艺参数数据、环境数据的实时自动采集，替代传统人工记录，提升数据采集的及时性与准确性。

制定统一的数据采集与管理标准，明确各类数据的采集范围、格式要求、精度标准与更新频率，规范数据的存储、

传输与共享流程。搭建集中统一的数据管理平台，整合各系统分散数据，实现数据的集中存储、分类管理与高效检索。建立数据质量管控机制，定期对数据进行校验与清理，确保数据的完整性、准确性与时效性，为 AI 算法的模型训练与优化提供高质量的数据基础。

3.2 制定人机协同的工艺参数优化决策与执行规范

制定人机协同的决策与执行规范，明确 AI 算法与人工操作的职责分工，确保工艺参数优化的科学高效。在决策层面，明确 AI 算法为工艺参数优化的核心支撑，负责提供初始参数方案与动态调整建议；技术人员负责对算法输出的参数方案进行审核，结合现场实际情况进行合理性判断，当出现特殊生产条件或算法输出异常时，技术人员可介入调整，确保决策的安全性与可靠性。

在执行层面，规范参数调整的操作流程，明确 AI 算法自动调整与人工干预调整的适用场景与操作权限。建立参数调整效果的评估标准，对每次参数调整后的产品质量、生产效率等指标进行系统评估，形成评估报告并反馈至数据管理平台，为算法模型优化提供依据。通过人机协同模式，既充分发挥 AI 算法的数据分析与动态优化优势，又依托人工经验保障生产过程的稳定性与安全性。例如某模组触控显示器制造企业通过制定人机协同规范，明确算法与人工的分工边界，有效避免了算法单一决策可能带来的生产风险，同时提升了参数优化的效率与精准度^[5]。

3.3 加强兼具制造工艺知识与数据分析能力的复合型人才培养

加强复合型人才培养，为工艺参数智能优化的持续推进提供人才保障。构建多层次的人才培养体系，结合企业实际需求开展针对性培养工作。建立校企协同培养机制，与高校合作开设模组触控显示器制造工艺与数据分析交叉学科课程，设置 AI 算法应用、生产数据挖掘、智能优化等核心教学模块，定向培养兼具工艺知识与数据分析能力的复合型人才。

加强企业内部人才培训，针对现有技术人员与操作人员开展专项培训，内容涵盖 AI 算法基础原理、数据采集与处理规范、智能优化系统操作等，提升现有人员的综合技能水平。邀请行业专家开展专题讲座与技术交流，分享 AI 算法在制造工艺优化中的实践经验，拓宽人才视野。建立人才激励机制，设立专项奖励基金，对在工艺参数智能优化工作中表现突出的个人与团队给予奖励，激发员工学习与应用新

技术的积极性。例如某制造企业通过“校企合作定向培养 + 内部专项培训 + 专家交流”的模式，培养了一批复合型专业人才，成功解决了智能优化系统运行过程中的技术难题，推动企业工艺参数优化水平显著提升。

4 结语

基于 AI 算法的模组触控显示器制造工艺参数智能优化，是突破传统经验式参数设定局限、提升产品质量稳定性与生产效益的核心路径，也是推动模组触控显示器制造行业智能化转型的重要方向。当前行业仍面临传统模式下参数设定不精准、良率波动大等问题，AI 算法的应用还受数据质量、工艺适配、人才短缺等因素制约，影响了智能优化技术的落地推广。

通过构建多源生产数据驱动的关联分析策略，能够精准挖掘工艺参数与产品质量的内在关联；建立基于机器学习的自适应寻优与调整策略，可实现工艺参数的动态精准设定；形成闭环的质量预测与参数反馈修正策略，能够保障工艺参数的持续优化。在此基础上，通过建立高质量数据采集管理体系、制定人机协同决策执行规范、加强复合型人才培养，可为智能优化策略的有效实施提供全方位保障。基于 AI 算法的工艺参数智能优化是一项系统性工作，需要企业、高校、科研机构等多方主体协同发力。相关策略与保障措施的落地实施，能够推动模组触控显示器制造工艺参数设定从经验驱动向数据驱动、智能驱动转型，大幅提升生产智能化水平与产品核心竞争力，为行业高质量发展提供有力支撑。

参考文献：

- [1] 宋杰, 贾涛, 张林峰, 等. 基于智能调节优化的数据中心制冷算法研究 [C]//2021 电力行业信息化年会. 中国电机工程学会, 2021.
- [2] 刘亭亭, 陈梦君, 秦其峰, 等. 人工智能模型与先进流程工业大数据降维双模型联合的智能优化技术 [J]. 石化技术与应用, 2022, 40(1):6.
- [3] 张迪. 基于人工智能算法的大型水库水温调控优化技术研究——以锦屏一级水电站为例 [D]. 中国水利水电科学研究院, 2020.
- [4] 霍雷刚. 人工智能技术在智能网联汽车上的应用现状 [J]. 新一代信息技术, 2022, 5(6):3.
- [5] 陈锋, 许绍松, 李张铮. 构建基于 AI 算法的无线网络智能扩容优化体系 [J]. 邮电设计技术, 2020(10):5.