

烟草卷包生产线高效生产模式研究

王思淳 刘耕砚 陶雨馨 范兴 邓江林

红塔烟草(集团)有限责任公司昭通卷烟厂 云南 昭通 昭阳 657000

【摘要】：为解决烟草卷包生产线设备数采不全、数据应用浅、质量管控滞后等痛点，提升生产管理效率与企业竞争力，构建数据采集层—智能分析层—协同管控层三级高效生产管理模式，整合数据采集、智能分析、协同管控等技术与机制，实现新增高速机组全数采覆盖，质量异常响应时间缩短至分钟级，生产计划完成率大幅提升。数据驱动型管理模式有效实现管理从经验到数据、事后到事前、分散到协同的转型，为烟草行业卷包生产线管理升级提供可行路径与借鉴。

【关键词】：烟草工业；卷包生产线；高效管理

DOI:10.12417/2705-0998.25.24.040

引言

烟草行业是我国国民经济的重要支柱产业，近些年来遇到了消费升级、监管加强、市场竞争愈加激烈的种种困境。卷包工序乃是卷烟生产的要害环节，牵涉到卷接、包装这两大部分工艺，设备密集，流程繁杂，参数众多，质量要求非常高。传统的卷包生产线管理大多依靠人工经验，而且是事后控制，已经很难做到适应高速机组的生产节奏以及细致的管理需求。工业互联网、大数据、实时计算等新技术的飞速发展，促使卷包生产线管理从“经验主导”转变为“数据主导”，形成高效、智能、协同的生产运作模式，成了烟草企业提升品质，巩固核心竞争力的必然之举。

1 烟草卷包生产线现状与现存问题

1.1 设备数据采集覆盖不完整，基础数据支撑薄弱

随着技改升级的推进，大多数烟草企业开始引进 ZJ118、ZJ119 等系列高速卷接包机组，但新增设备往往存在数据采集接口不兼容、数采系统未同步升级等问题，造成设备运行数据、工艺参数、消耗数据等关键数据不能全面采集。部分老旧机组与新增机组数据采集标准不统一，形成“数据孤岛”，无法实现全车间生产数据集中汇聚与统筹分析。例如，昭通卷烟厂技改后新增的 5 个台套高速机组，初期就存在数采缺失的问题，不能纳入原有的管理体系，影响生产管理的完整性。

1.2 数据应用层次较浅，管理决策缺乏精准支撑

很多企业卷包生产线数据管理基本还在仅“可视化表现”的浅层状态，能借助数采系统大概显示生产进程、设备运行这些基本信息，却欠缺深入挖掘海量实时数据并进行智能分析的能力，遇到每秒上万条数据高频涌入的情形，依靠传统人工监测模式根本实现不了实时回应，生产过程中隐性异常很可能就无法及时察觉。传统管理程序开发模式更新不快，无法敏捷核实质量管控需求的变动，数据价值就不能淋漓尽致地发挥，决策依旧基于经验判断，难免精准性欠佳时效性滞后^[1]。

1.3 质量管控模式滞后，全流程追溯能力不足

传统卷包生产线质量管控侧重“事后检验”，借助成品抽

检反馈质量问题，然后倒推生产过程调整，明显存在时间滞后问题，抽检比例往往仅为批量产品的极小一部分，难以全面覆盖生产全流程的质量隐患。对于卷制松紧度、烟支重量稳定性、包装密封性、商标套印精度等关键质量指标的微小波动，也很难及时察觉，一旦出现问题极易引发批量不合格产品，造成原料损耗、返工返修等生产成本增加，还会影响品牌声誉。同时由于没有全流程过程数据记录，当出现质量问题时，无法追溯到具体机台、时段、人员、参数，只能大范围排查，浪费大量人力物力，严重影响整改效率与生产进度。在高速机组生产时，每小时数万支的产量，传统质检模式的滞后性被进一步放大，依赖质检结果反馈的方式，完全无法实现质量问题的提前预警与处置。

1.4 协同管理机制不健全，生产效率有待提升

卷包生产线有机组操作、质量检验、设备维修、物料供应等岗位，传统管理方式下各个岗位间信息传递不及时，配合不够顺畅，形成“各管各”的管理壁垒。质量检验数据要人工填写汇总，费时费力，也容易出错造成数据偏差，信息传递不及时容易造成生产调整不及时；设备故障多数靠操作人员口头报告；没有规范的上报流程，容易遗漏信息或者传递延误，从而造成维修不及时；设备停机时间长，造成产能损失，生产、质量、消耗等数据分散在不同系统，数据格式不统一，不能统一统筹分析，生产计划制定缺乏准确数据支持，物料供应与生产进度容易脱节，人力资源调配不合理，严重影响生产资源的优化和生产效率。这种合作不好现象在高速机组生产方面更加突出，每小时几十万支的大量产品使得各个环节对接时需要极高的效率，传统的合作方式已经成为产能推出的最大瓶颈。

2 烟草卷包生产线高效生产模式的核心架构

针对当前卷包生产线管理的痛点，构建以“数据驱动”为核心，由“数据采集层—智能分析层—协同管控层”组成的三级高效生产管理模式架构，实现设备数据采集到智能决策输出再到全流程协同管控的闭环管理。

2.1 基础层：全流程数据采集体系构建

数据采集是高效管理的基础，要形成“全覆盖、标准化、高可靠”的全流程数据采集体系，冲破“数据孤岛”，给后续分析和管控给予完整的数据支持。在实施途径上，要依照原来的数采系统架构，采用“软边缘前置机+定制协议解析”的技术方案，达成新增设备与原有系统的兼容对接^[2]。经由服务端软边缘前置机部署，利用 Node-RED 可视化编程工具来开发采集程序，定制化解析新增的 ZJ118+GDX500, ZJ119+FOCK F5 等机组的通讯协议，把设备运行参数、温度、消耗等数据变成标准的 JSON 格式，并增添车间、设备、班次等关联信息，做到数据的规范化封装。

同时对数据做好清洗，通过异常数据判定算法判定并剔除无效数据点，确保数据的稳定性与准确性；通过 MQTT 协议，可实时、持续、准确的数据传输；依靠边缘网关的断网续传能力保证数据的连续性^[3]。建立数据点清单，建设起标准清单，把机台编号、数据点名称、类别及号码编录在清单之中，做成“机台编号/数据点类别/号码”的主题式目录格式，做到精准找出而且方便查询。通过这些举措，确立起数据的秩序化管理系统，实现对全机组、全参数、全流程的数据采集，借此实现管理系统升级变革的数据根基^[4]。

2.2 核心层：智能分析与预警决策平台

智能分析与预警决策平台是高效管理模式的关键，利用实时计算、智能算法等技术，对海量生产数据进行深入挖掘和智能决策输出，促使管理由“被动响应”向“主动预警”转变，平台核心功能构建应集中在以下三个方面：

一是实时计算引擎部署。使用 Flink 高性能实时计算引擎，搭建基于时间窗口的流式计算机制，完成毫秒级实时数据处理，设置 15 分钟长度，2 秒滑动步长的滑动窗口，缓存近段时间数据，通过“数据时间+延迟阈值”触发条件，实现对生产过程动态监测。

二是构建多维度预警规则，基于卷包生产工艺，抽象出卷制综合得分、精品率、满分率等指标的预警规则，可以配置不同类型的业务表达式如大于、小于、平均值、变化率等。根据不同的机组和工艺部分的个性，进行不同的采集点的运算，针对设备异常、工艺波动、质量问题等不同领域的异常，进行了精确预警。规则引擎可以使用 SQL 方式配置，预警数据可以快速推送到对应管理模块，实现预警信息有针对性地流转^[5]。

2.3 应用层：全流程协同管控机制

应用层通过多终端协同管理体系，将智能分析结果有效落地，促进生产、质量、设备等各环节协同高效运转，主要包括三大应用模块：

其一是生产监控大屏可视化模块，通过敏捷式开发的方式，将生产、消耗、维修设备、质量等重要数据进行网页端展

示。通过可视化看板可直观看到各个机组运行状态、质量数据波动情况以及消耗统计数据等信息。管理层可即时了解生产全局情况，实现生产资源统筹调配。通过这个模块，能够实现了全车间生产数据集中展示，让厂领导看到直观的数据。

其二是移动质控终端交互模块，以平板作为载体，采用扁平化 Web 界面与响应式设计，可以快速展示现场的关键数据，并可以进行交互操作。机组操作人员可以通过终端实时查看本机台的质量指标、异常预警信息，完成生产基础信息的电子化填报。质量管理人员可以实时接收到质量异常的推送，及时的赶到现场进行处理，做到质量问题的快速响应，同时终端数据可以同步至 PC 端，数据可以进行查询、修改、导出存档，做到管理的规范化，提高管理的效率^[6]。

3 高效生产模式的实施保障体系

3.1 技术规范保障

严格遵守行业标准和企业管理规范，保障系统建设的合规性和兼容性，项目实施时应参照相关规范，从系统架构设计、数据接口标准、安全防护等方面制定统一技术规范。安全防护体系包含网络安全、数据安全、应用安全三个维度，通过部署防火墙、入侵检测系统形成网络安全屏障，运用数据加密、访问权限管控确保数据全生命周期安全，设立应用程序漏洞定期扫描机制防范运行风险^[7]。同时借助 Kubernetes 创建私有云平台，完成应用容器化部署和弹性扩充，按生产负荷随时调配资源，优化系统运维，依靠 Nexus 构建内网私有仓库，保证 Docker 镜像、程序依赖包等资源安全可信，防止外部网络风险；营造多数据源存储体系，经由 MySQL 存储业务信息，TDengine 存储设备时序数据，Redis 保存实时业务数据，制定数据分层存储和备份策略，实现数据存储的安全性和高效性。

3.2 运维保障

建立全流程运维管理机制，确保系统一直稳定。构建“平台一应用一数据”三级运维体系，平台层每周进行系统巡检，使用平台化、规范的自动巡检工具，对操作系统、数据库、中间件等基础组件进行全面扫描，生成巡检报告，并跟踪问题整改落实；建立硬件设备台账，定期对服务器、网络设备等进行维护，保证硬件设施的正常运行，及时解决硬件出现的故障。应用层实行快速响应，遇到应用故障要快速响应，并制定快速调度机制，所以要划分故障等级，按级别进行处理，通过对所出现的故障登记到工单，安排技术人员对应用问题及时维护，问题处理完毕之后要及时反馈处理结果，对系统应用存在的高频问题开展原因分析，每月征询各单位、各部门及相关人员对系统的建议和意见，分析问题并调整应用模块。数据层建立数据备份与恢复预案，定期对数据存储设施进行检查，利用数据校验工具验证数据的完整性与准确性，发现问题及时整改。定期开展数据灾难恢复演练，应对自然灾害和人为事故的突发情

况，保证业务不中断、数据不丢失^[8]。

4 结语

烟草卷包生产线高效生产管理模式的精髓在于以数据为导向，利用全流程的数据采集、智能分析预警、多岗位协同管控，化解传统管理模式的数据支撑不足、决策准确性差、质量把控滞后等问题。该模式可以做到改善生产效率，提升产品质量，强化管理精确度，给烟草企业数字化转型提供切实路径。

随着人工智能、数字孪生等技术不断发展，烟草卷包生产线管理模式将会向更高阶的智能化方向迈进。未来，可以进一步研究数字孪生技术在生产线虚拟仿真与优化中的应用，做到生产过程的全要素虚拟映射，提前预判；加大 AI 算法在质量预测和设备故障诊断中的应用，提高智能决策的准确性；创建全产业链协同管理平台，完成卷包生产同上游原料供应，下游成品仓储的全产业链协同，促进烟草工业达到更高水平的发展。

参考文献：

- [1] 傅鹏,刘新,贾文强,等.基于数据采集的卷包车间“数业融合”管控架构创建[J].工业控制计算机,2025,38(11):153-154.
- [2] 黄涛.FC 卷烟厂精益生产管理策略优化研究[D].广州大学,2025.
- [3] 李源元.K 卷烟厂卷包班组生产管理改进研究[D].云南大学,2024.
- [4] 邓璟,李蓉,张红卉,等.SOP 在卷包工艺质量管理中的构建与应用研究[J].中国设备工程,2024,(06):137-139.
- [5] 尹琪尧.数字化转型背景下 Y 卷烟厂卷包车间质量管理体系改进研究[D].云南大学,2024.
- [6] 陈小丽.HN 卷烟厂卷包车间质量管理优化研究[D].海南大学,2023.
- [7] 汤植源.K 卷烟厂卷包车间安全管理优化对策研究[D].云南大学,2023.
- [8] 旃立超.K 卷烟厂卷包车间细支产品质量管理优化研究[D].云南大学,2022.
- [9] 和福全.H 卷烟厂卷包车间生产质量管理研究[D].哈尔滨工业大学,2021.