

# 数字化技术在卷包生产资源配置中的应用

王思淳 刘好 陶雨馨 张军锦 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】**为了解决传统卷包生产资源配置不均、效率低等问题,提高生产效能和综合效益,以昭通卷烟厂项目为例,形成“感知—分析—调度—赋能”的数字化架构,使用物联网、实时计算等技术,使资源状态得到实时感知并实现动态优化。数字化技术是卷包生产提质增效的重要依托,以全流程数字化管控体系构建精准优化资源配置,为烟草行业数字化转型提供借鉴。

**【关键词】**数字化技术;卷包生产;资源优化配置

DOI:10.12417/2705-0998.25.24.074

在高质量发展的背景下,卷包生产作为卷烟制造的重要环节,其资源的配置情况决定了生产的效率、产品的质量和综合效益。传统的卷包生产过程中设备资源利用不均、人力资源调配滞后、物料消耗管理粗放等问题仍然比较突出,成为制约生产效能提升的重要因素。随着工业互联网、实时计算、物联网等数字化技术的深度渗透,卷包生产资源优化配置正在经历着系统性变革。本文以昭通卷烟厂卷包生产过程实时质量感知与预警应用项目为例,深入探讨数字化技术在卷包生产资源优化配置中的应用逻辑、实现路径及实践价值,为烟草行业卷包生产数字化转型提供借鉴。

## 1 卷包生产资源配置的核心痛点与数字化转型契机

### 1.1 核心痛点

卷包生产环节涉及设备、人力、物料、能源等多种资源,传统制作模式基于经验判别和事后调整,并不能达到迅速机生产分化的精确化要求,核心痛点概括为三项内容。其一,设备资源管理的开发区域。新核定经改造后的卷烟厂呈现5个台套高速卷接包机组,而传统的数量档案系统却没有办法全部涵盖,设备运作时的内容、耗材量状况、生产运行参数等相关信息难以及时捕捉,以致出现设备负载的均衡但又存在闲置浪费的埋头与过度耗费,从而具体的设备持有效率始终无法提升。其二,人力资源调配滞后。传统质量检测需要通过人工巡检,操作人员需要兼顾各种数据的记录、异常的排查等操作,十分繁琐且反应迟缓,当出现质量异常或设备故障时,人员无法快速调遣专业的人员处理生产滞后的问题,造成资源浪费。其三,物料能耗资源的控制粗糙。在传统的生产模式下,很难实现物料的消耗和能源的消耗数据的采集,不能做到实时的统计数据的准确核算,致使产生大量的材料浪费,能耗超标的情况,造成能耗的浪费。

### 1.2 数字化转型契机

数字化技术的发展给解决这些痛点给予了关键支撑,以物联网,实时计算,移动互联为核心的数字化技术,可以拆开卷包生产各个部分的信息壁垒,达成资源状态的及时感应、数据的精准剖析和资源布置的及时改良。昭通卷烟厂卷包生产过程

实时质量感应与警报应用项目实施,正是凭借数字化技术营造全流程资源管控体系,完善数据采集能力,搭建智能调度平台,助力现场操作终端,促使卷包生产资源从“经验安排”走向“数据推动安排”,给卷包生产资源改良提供了可行方案<sup>[1]</sup>。

## 2 数字化技术支撑卷包生产资源优化配置的核心架构

卷包生产资源优化配置的数字化体系构建要以“数据贯通”为核心,搭建“感知—分析—调度—赋能”全链条架构。昭通卷烟厂在原有数采系统的基础上,构建了数据采集层、实时计算层、智能调度层、终端应用层的四层架构体系,为资源优化配置提供技术支撑。

数据采集层面,利用服务端软边缘前置机的形态,依赖Node-Red可视化编程工具创建采集程序,定制化解析装置通讯协议,尝试完整采集新增5台高速机器以及已有设备的生产数值、能耗数据、品质指标等全方面数据资料,经由异常判定算法进行清洁之后,将内容框体JSON格式封装并选用MQTT协议转播至边缘前置机消息干道,从而保证数据转播的稳定,改善数据主题样式并给资源改良的精确分析系统创立基础。

实时计算层,借助Flink高性能实时计算引擎,创建过程工艺指标智能计算平台,采用大于、小于、平均值、变化率等多元业务表达式,达成卷制、包装综合得分、精品率、满分率等重要指标的即时运算;借助Flink时间窗口特性,达成带有时间限制的预警分析,给资源调度赋予即时决策参考,搭建起依靠ClickHouse的时序数据存储体系,经由TTL过期策略和分区存储优化,保证大量生产数据的高效存储与迅速查询,支撑起资源优化的深入分析。

终端应用层,研发移动质控终端和车间生产监控大屏,实现资源优化指令精准推送和现场状态实时反馈。移动质控终端以平板为载体,采用响应式布局,展示生产、质量、消耗等数据,异常预警;车间监控大屏实现全车间资源状态可视化,管理人员全局调度,形成“云端调度—终端执行—数据反馈”闭环管理。

### 3 数字化技术在卷包生产资源优化配置中的具体应用

#### 3.1 设备资源优化配置

设备是卷包生产的基础资源,数字化技术将设备状态实时感知、故障预警和运维优化,使设备资源从“被动维修”向“主动管控”转变,提升设备利用率和使用寿命。昭通卷烟厂对全流程设备数据采集、智能分析,建立设备资源优化配置体系。

设备状态的感知,卷接包机组加装传感设备以及边缘网关,把设备运行转速、温度、压力、能耗等 200 多处关键参数实时采集起来,采样速度可达到毫秒级,精准捕捉设备状态。依靠 TDengine 时序数据库的良好存储和聚合分析表现,可自动生成设备运行负荷曲线,清楚地表现各个机组的生产效率和负载情况,从而给予设备资源的均衡分配。在设备资源均衡调配时,分析各个机组负荷数据之后,调度人员便可把生产任务从负荷过重的机器分散给负荷较轻的机组,防止单台设备受到过度损耗,提高整体设备利用效率。

在故障预警及运维优化上面,采用 Flink 这种实时计算引擎来搭建设备异常预警模型,鉴于设备参数阈值与变化率规则,设备异常被提前预警出来若检测到设备温度超标、转速波动怪异之类的状况时,系统就利用移动质控终端给运维人员推送预警信息,而且会确定故障所在及其修缮提议,自动生成运维工单,从而做到运维资源的准确调配。经由分析设备运行历史数据,能推测出设备易损部件的寿命,预先安排更换方案,防止因故障突然而造成生产中断,缩减设备的运维开销<sup>[2]</sup>。

#### 3.2 人力资源优化配置

人力资源的优化配置主要在于“人岗匹配”与“高效协同”,数字化技术优化配置人力资源主要体现在简化操作流程、明确工作分工、强化实时协同,提升人力资源利用效率,通过借助移动质控终端的研发与应用,搭建扁平化人力资源管理体系<sup>[3]</sup>。

在人员协同与调配上,系统根据实时生产数据自动生成人员调配建议,在某机组出现设备故障或质量异常时,系统可依据人员技能等级、工作负荷等数据向管理人员推送最优调配方案,快速调配专业人员支援处置;车间监控大屏可实现全车间人员工作状态可视化,管理人员可实时掌握各岗位人员配置情况,防止人力资源闲置或过度投入。比如批量生产任务高峰期,系统可通过对数据的分析来预测各机组的人员需求,提前调配操作人员支援高负荷机组,保证生产顺利进行。

#### 3.3 物料与能耗资源优化配置

卷包生产过程中,烟丝、包装材料等物料消耗和水电等能源消耗所占生产成本比重较大,数字化技术通过对消耗数据进行实时采集、精确核算、动态管控,推动物料、能耗资源由“粗放管理”向“精准管控”转变。

在能耗资源优化方面,系统可以实时采集各个机组的电、水等资源消耗数据,并且结合生产的负荷,形成能耗数据报告,进行各个机组的单位产品的能耗比较,选择出高能耗的设备,针对其特点对高能耗的设备进行能源改造。根据生产调度规划,制定不同的生产目标,根据不同的目标制定不同的策略,避免在用电高峰期使用高能耗的设备。合理规划生产调度时间,降低能耗成本,系统智能算法可以预测能耗需求的幅度,提前安排和调度能源物资,避免能源物资不足或者太多,导致资源浪费。

#### 3.4 生产调度资源优化配置

生产调度是卷包生产资源优化的关键环节,以数字化技术实现生产全流程数据贯通和实时分析,使生产调度由“经验安排”向“数据驱动”转型,提高调度效率和协同水平,通过建立卷包车间整体生产监控大屏及智能调度平台,实现生产资源动态优化。

跨环节协同方面,系统借助消息中间件打通卷包生产与前道制丝、后道成品仓储等环节的数据通道,构建起全链条协同调度体系。生产调度平台能够实时共享生产进度、质量检测、物料需求等关键数据,前道制丝环节能够依照卷包生产的实时进度,精准调节供料节奏,防止物料积压或者供应短缺;后道成品仓储环节提前依照生产计划,规划好仓储仓位以及运输路线,加快成品流转速度,而且经由移动质控终端达成操作人员、管理人员、运维人员之间的实时交流,迅速解决生产过程中的各类问题,提升跨岗位协同效率,有效地冲破了传统生产模式下各个环节之间存在的信息壁垒,做到全流程生产资源的协同高效运转<sup>[4]</sup>。

#### 3.5 实践价值

数字化技术在卷包生产资源优化配置中的深度应用,凸显出其多元且深远的通用实践价值,为卷包生产环节的高质量发展给予关键支撑。从生产效率提高角度来讲,数字化技术冲破传统资源配置模式下的信息阻隔,达成设备、人力、物料等各类生产资源状态的即时感应和动态相配,凭借资源精准调配与协同匹配,规避资源闲置浪费、负载失衡等情形,促使生产流程由分散运作向集约协同转变,显著提升整体生产运转效率,帮助卷包生产环节达成高效能产出。

从质量保障强化角度来讲,数字化技术搭建起全流程、全维度的生产过程管控体系,对卷包生产各个关键环节展开动态监测与精准把控。依靠实时数据采集和智能分析能力,及时察觉生产过程中的潜在质量风险,预先发出警报并辅助开展针对性处置,削减质量问题发生的概率。而且,数字化管控模式给质量追溯赋予完整的数据支持,做到质量问题迅速定位并追溯根源,有益于塑造稳固、可靠的品质保障体系,增强产品质量的稳定性和一致性<sup>[5]</sup>。

从管理模式升级角度来说,数字化技术促使卷包生产管理从传统经验主导的事后管控模式,转变为数据主导的事前预测、事中精准控制。经由精细的资源管理体系,管理人员可凭借全面、及时的生产数据展开科学决策,取代以往凭借经验判断的管理方式,从而提升管理决策的科学性与精准性。这种管理方式的变革,不但优化了管理流程,削减了管理成本,还促使卷包生产管理朝着规范化、精细化、智能化方向发展,为整体管理水平的提升形成稳固根基。

随着人工智能、数字孪生等技术的不断发展,卷包生产资源优化配置将朝着更高阶的智能化方向迈进,在技术深化应用的层面,可以借助数字孪生技术来构建卷包生产虚拟仿真系统,完成资源配置方案的模拟验证与优化,在人工智能算法的辅助下,提升资源需求预测的精准度,做到资源配置的主动预

判与自主优化;在应用范围拓展的层面,可推动卷包生产数字化体系与企业ERP、MES等系统的深度融合,达成全企业资源的协同优化配置。

#### 4 结语

数字化技术给卷包生产资源优化配置给予了强大支持,这是烟草行业卷包生产做到提质增效、高质量发展的必由之路。昭通卷烟厂建成全过程数字化资源管控体系,做到卷包生产资源的精准调配、高效利用,只有坚持数据引领、技术支撑、流程优化,才可以冲破传统生产模式之下卷包生产资源配置的痛点,提升卷包生产的核心竞争力。未来,伴随数字化技术更新不断向前发展,卷包生产资源优化配置会达到更高层次的智能化、细密化、协同化,为烟草行业高质量发展带来更强劲的动力。

#### 参考文献:

- [1] 刘志宏,李冬,段勇强.基于灰色关联分析的卷包机组综合性能分析[J].机电工程技术,2025,54(17):100-103+120.
- [2] 邵建忠,尚玲,曾天青,等.基于精益生产的卷包特品班生产流程优化研究[J].中国设备工程,2025,(S2):125-127.
- [3] 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.
- [4] 罗东.H卷烟厂卷包车间生产管理优化研究[D].河南财经政法大学,2022.
- [5] 梁磊.组织变革视角下J卷烟厂数字化转型案例研究[D].江西财经大学,2023.