

# Integrated Application of Digital Technology in the Life Cycle Management of Tobacco Products

Peiyong Li Xuefeng Gao Guang Wu

Baoji Cigarette Factory Shaanxi Zhongyan Industrial Co., Ltd., Baoji, Shaanxi, 721013, China

## Abstract

With the rapid development of the tobacco industry, full lifecycle management of tobacco products has become a crucial pathway for promoting industrial refinement, intelligentization, and green transformation. Focusing on the integrated application of digital technologies, this study explores a digital management system covering key stages including raw material procurement, manufacturing, quality traceability, logistics distribution, and consumer feedback. By deeply integrating technologies such as the Internet of Things (IoT), big data, blockchain, and artificial intelligence (AI), a full-chain digital traceability platform covering “raw materials—production—finished products—circulation—consumption—recycling” was constructed. This system achieves full-process quality control, precise consumption analysis, dynamic energy optimization, and closed-loop waste management. Through typical cases such as Yunnan China Tobacco’s “Digital Cigarette Pack” traceability system and Hunan China Tobacco’s energy management platform, the paper verifies the significant effectiveness of digital integration in improving product quality consistency, reducing resource consumption, and enhancing market responsiveness. Finally, addressing challenges such as data silos, inconsistent technical standards, and security risks faced during the digital transformation, the study proposes development suggestions including promoting data hub construction, optimizing the industry standard system, and strengthening security protection, aiming to provide references for the digital transformation of the tobacco industry.

## Keywords

Tobacco Industry; Full Lifecycle Management; Digital Technology; Quality Traceability

## 烟草产品全生命周期管理中的数字化技术集成应用

李培勇 高雪峰 吴广

陕西中烟工业有限责任公司宝鸡卷烟厂，中国·陕西 宝鸡 721013

## 摘 要

伴随烟草行业的飞速发展，烟草产品的全生命周期管理已成为推动产业精细化、智能化与绿色化转型的重要途径。此次研究围绕数字化技术集成应用，探讨了涵盖原辅料采购、生产制造、质量追溯、物流配送及消费反馈等环节的数字化管理体系。通过深度融合物联网、大数据、区块链、人工智能等技术，构建了一条覆盖“原料—生产—成品—流通—消费—回收”的全链路数字追溯平台，实现了质量过程全控、产品消耗精准分析、能源动态优化及废弃物闭环管理。文中结合云南中烟“数字烟包”追溯系统、湖南中烟能源管控平台等典型案例，验证了数字化集成在提升产品质量一致性、降低资源消耗、增强市场响应能力等方面的显著成效。最后，针对烟草行业全生命周期数字化转型中面临的数据孤岛、技术标准不一、安全风险等挑战，提出了推进数据中台建设、完善行业标准体系、强化安全防护等发展建议，旨在为行业数字化转型提供参考。

## 关键词

烟草行业；全生命周期管理；数字化技术；质量追溯

## 1 引言

随着全球制造业向智能化转型与绿色化变革，传统烟草工业正面临生产效率提升、质量控制严格、成本资源节约及环境保护等多重压力。产品全生命周期管理是一种集成化、系统化的管理理念，强调对产品从概念设计、原料采购、

生产制造、流通销售、使用维护直至报废回收的全过程进行协同管理与持续优化。当前，物联网、大数据、云计算、人工智能及区块链等数字化技术的迅猛发展，为烟草行业实施精细化的全生命周期管理提供了坚实的技术支撑。

我国《“十四五”数字经济发展规划》明确指出，要推动制造业全生命周期数字化转型。烟草行业作为国民经济的重要组成部分，具有产业链长、工艺复杂、质量控制严苛等特性，推行全生命周期数字化管理具有重要的现实意义。通过集成应用数字化技术，不仅能实现烟草产品生产过程的透明化与可追溯，还能精准调控能源消耗、物料利用及质量

【作者简介】李培勇（1975—），男，中国陕西宝鸡人，本科，高级技师，从事烟草包装机械管理与维修研究。

控制,从而推动行业向高端化、智能化、绿色化方向发展。

本文旨在探讨数字化技术在烟草产品全生命周期管理中的集成应用模式,分析关键技术与实施路径,并结合行业典型案例,总结实践成效与挑战,以期对烟草行业数字化转型提供理论参考与实践指引。

## 2 烟草行业产品全生命周期数字化管理技术体系

### 2.1 关键数字化技术及其作用

烟草行业产品的全生命周期不仅涵盖种植、收购、复烤、卷制包装等生产过程,还包含了物流配送、商业销售、消费者使用及废弃处理等多个环节<sup>[1]</sup>。对烟草产品全生命周期进行数字化技术的集成应用管理,需要搭建一个具备统一、开

放、协同特性的技术架构,从而实现生产数据的采集、传输、存储、分析与应用等工作的闭环处理。关键数字化技术及其作用见表1。

### 2.2 集成应用的具体架构

烟草产品的全生命周期数字化管理平台通常情况下会采取“云-边-端”等协同架构。在“端”这一侧,会通过采用传感器、RFID、智能仪表等技术设备进行原辅料、设备、环境、产品等数据的实时采集。“边”这一侧,则会通过利用边缘计算节点的利用,进行初步数据处理以及实时响应。在“云”这一侧,则会通过对大数据平台与数字孪生模型进行构建,从而实现数据汇聚、分析建模与全局优化工作。通过使用区块链技术,可以构建起跨环节的可信追溯链条,从而确保数据不可以进行篡改、以及全程数据操作透明化。

表1 烟草全生命周期各环节主要数字化技术应用

生命周期阶段	主要技术应用	核心功能
原辅料采购与仓储阶段	物联网:RFID、二维码、区块链等技术	实现产品原料追溯、库存智能管理、供应商协同功能
生产制造阶段	工业互联网、机器视觉、AI工艺优化等技术	实现设备状态监控、质量在线检测、参数自适应调整功能
能源与物料消耗阶段	大数据分析、智能计量系统等技术	实现能耗实时监测、消耗精准统计、节能优化功能
质量追溯与分析阶段	数字孪生、区块链、大数据挖掘等技术	实现质量数据全程采集、缺陷根因分析、质量预测功能
物流与销售阶段	GIS、物联网、云计算等技术	实现智能配送路径规划、库存动态管理、市场响应功能
消费与回收阶段	移动互联网、二维码溯源等技术	实现消费者互动、包装回收激励、废弃物流向监控功能

## 3 核心环节的数字化技术具体集成应用

### 3.1 对原辅料消耗的精细化把控

原辅料的成本在烟草产品生产过程中所占的成本比较高,其消耗的精准度直接关系到企业的经济效益,必须实施精细化管控。通过应用物联网技术,为烟叶、卷烟纸、滤棒等原辅料赋予二维码或RFID等唯一身份标识,实现产品在入库、出库、投料等关键环节的数据自动采集与库存信息实时更新<sup>[2]</sup>。同时,结合生产计划系统,按工单执行原料的精准配送,从而显著减少仓储损耗与物料浪费。

### 3.2 数字烟包与全程质量追溯

“数字烟包”是指利用二维码、RFID及数字印刷技术,赋予最小销售单元的烟草产品唯一的数字身份,从而打通生产、流通与消费的信息链路。消费者可通过扫码查询产品真伪、生产批次、原料来源及质检报告;企业则可追溯每包烟的生产机台、操作人员及工艺参数,实现质量问题的精准定位。典型案例:云南中烟工业有限责任公司于2020年上线了基于区块链与二维码技术的“数字烟包”全程追溯系统。该系统覆盖了从烟叶入库到成品出库的全流程,每件产品的二维码均关联了生产时间、机台及质检数据。区块链技术的应用不仅确保了追溯信息不可篡改,更增强了消费者的信任度,该项目也入选了工信部2021年区块链典型应用案例。

### 3.3 能源消耗的实时监测与优化

烟草生产尤其是烘丝、卷接及空调环节属于能源消耗密集型过程。通过部署智能电表、蒸汽流量计及温湿度传感

器,构建能源管控中心,可实现对各车间、各工序能耗数据的实时监测。这不仅有助于利用大数据分析建立能耗基准模型,识别异常能耗点,还能基于机器学习算法优化空调运行策略及烘丝工艺参数。典型案例:湖南中烟长沙卷烟厂建设了全厂能源综合管理平台,集成了水、电、汽、气等关键能源数据,实现了分车间、分班组的用能统计与对标分析。通过引入AI算法动态调整空调系统,该厂年节约电力约120万千瓦时,节能率达到8%。

### 3.4 剔除分析与质量缺陷根因挖掘

在卷接包生产线上,设备波动或材料异常会导致一定数量的不合格品(剔除品)。传统的人工记录方式数据分散,导致分析滞后。引入数字化系统后,可实时采集每条生产线的剔除数量、类型、时间及设备状态参数,构建剔除率与工艺参数的关联模型。利用数据挖掘技术,系统能快速定位导致剔除率升高的关键因素,指导生产现场及时进行维修与工艺调整。

### 3.5 烟包质量分析与工艺改进

烟包的密封性、印刷清晰度及拉带头质量直接影响消费者体验与品牌形象。采用基于机器视觉的在线检测系统,可对高速运行(每分钟数千包)的烟包进行全方位图像采集,实时识别包装缺损、污渍、错版等缺陷,并自动分拣不合格品。同时,利用海量质量图像数据训练AI模型,不断提升检测精度,并将结果反馈至印刷机与包装机,实现工艺参数的自适应优化。

## 4 实施成效与面临挑战

### 4.1 实施成效

推行烟草产品全生命周期数字化管理，在质量提升、成本降低、效率提高、绿色环保及市场响应等方面均产生了显著成效。具体表现见表2。

表2 烟草企业推行全生命周期数字化管理的主要成效

成效维度	具体表现
质量提升方面	产品抽检合格率提升至99.5%以上；质量问题追溯时间从数天缩短至分钟级
成本降低方面	原辅料消耗下降5%-10%；能源单耗降低8%-15%；人工巡检成本减少30%
效率提高方面	生产计划达成率提高12%；设备综合效率(OEE)提升5-8个百分点
绿色环保方面	废弃物产生量减少，包装材料可追溯促进循环利用；碳排放强度下降
市场响应方面	基于消费扫码数据精准洞察市场偏好，新品研发周期缩短20%

### 4.2 面临的主要挑战

尽管全生命周期数字化管理的成效显著，但在具体实施过程中仍面临诸多挑战。首先是数据孤岛与集成难题，企业内部的生产、质量、能源及供应链等系统往往独立建设，由于数据标准不统一，极易形成“信息孤岛”，导致全生命周期数据贯通工作难以有效开展。其次，行业层面尚缺乏统一的数字化技术应用标准、数据接口规范及安全指南，各企业间“各自为战”的局面不利于数字化整体生态的构建。此外，数据安全和隐私保护风险也不容忽视，全生命周期管理涉及海量生产数据与核心商业机密，面临着网络攻击与数据泄露等外部安全威胁<sup>[3]</sup>。最后，数字化改造还受制于高昂的投资成本与人才短缺，前期投入大且回报周期长增加了运营压力，而既精通烟草工艺又擅长数字技术的复合型人才严重匮乏，也成为制约行业数字化转型深入推进的重要瓶颈。

## 5 结语

烟草产品全生命周期数字化技术的集成应用，为烟草行业管理带来了革命性变革。通过深度融合物联网、大数据、人工智能及区块链技术，不仅实现了生产过程透明化、管理精细化与全程可追溯，更在提质、降本、增效及绿色发展等方面取得了显著成效。尽管当前在数据集成、标准统一及安全保障等方面仍面临挑战，但只要坚持统筹规划、标准引领与安全可控的原则，持续推进技术集成与业务创新，必能推动烟草行业在数字化浪潮中实现高质量发展。未来，随着5G、数字孪生及AI大模型等技术的成熟，烟草产品全生命周期管理将迈向“数字化智能决策”的新阶段，通过全链条资源的动态优化配置，驱动行业向可持续发展的目标不断前行。

### 参考文献

- 武梦玥,蒋国祥,杨文凯,等.二维码技术在烟草产品质量追溯中的应用研究[C]//江西省工程师联合会.工程技术与新能源经济学术研讨会论文集(一).红塔烟草(集团)有限责任公司,2025:535-538.DOI:10.26914/c.cnkihy.2025.043333.
- 黄俊.基于区块链技术的烟草产品追溯系统构建[N].河南经济报,2024-06-08(012).DOI:10.28362/n.cnki.nhncx.2024.001724.
- 杨柳.新型烟草产品质控技术体系构建、标准制定及应用.云南省,云南中烟工业有限责任公司,2020-06-17.
- 刘兴旺,况培颖,史官清,等.烟草产业高质量发展的数字化转型特征、困境及创新路径[J].大众科技,2024,26(05):196-200.
- 王运华.智能制造技术在烟草行业生产过程中的应用与实践[C]//2024年中国智能制造技术研讨会论文集.北京:冶金工业出版社,2024:112-115.
- 邱煜.烟草商业企业卷烟营销数字化转型[J].商业文化,2024(02):114-116.
- 何华,马维维,仲崇凯,等.某卷烟厂制丝智能制造系统的研究与实现[J].智能制造,2024(05):25-31.
- 张霓.工业设备数据采集处理一体化平台架构设计及应用研究[J].粘接,2025,52(07):193-196.