

烟草行业机械自动化技术的发展与应用

王 飞, 杨忠宝, 张耀清*

红塔烟草(集团)有限责任公司, 云南 玉溪

收稿日期: 2025年7月7日; 录用日期: 2025年8月27日; 发布日期: 2025年9月17日

摘 要

随着科技的持续发展, 烟草产业中的机械自动化技术的进步和应用已经变成了提高生产效益和产品品质的核心要素, 但设备老化, 维护成本提高, 行业标准化程度不高, 技术更新换代速度加快, 对烟草行业提出挑战。针对上述困境, 文章通过梳理智能制造与工业4.0在流程工业的应用现状, 提出实施预防性维护与远程监控、推进行业关键标准统一、布局前瞻性研发课题等具体策略, 并结合图表分析增强实践指导性, 为烟草行业机械自动化技术的升级提供参考。

关键词

烟草行业, 机械自动化, 设备维护

Development and Application of Mechanical Automation Technology in the Tobacco Industry

Fei Wang, Zhongbao Yang, Yaoqing Zhang*

Hongta Tobacco (Group) Co., Ltd., Yuxi Yunnan

Received: Jul. 7th, 2025; accepted: Aug. 27th, 2025; published: Sep. 17th, 2025

Abstract

With the continuous advancement of science and technology, the advancement and application of mechanical automation technology in the tobacco industry has become a core element in improving production efficiency and product quality. However, aging equipment, rising maintenance costs, a low level of industry standardization, and an accelerated pace of technological upgrading pose challenges to the tobacco industry. To address these challenges, this article examines the current status

*通讯作者。

文章引用: 王飞, 杨忠宝, 张耀清. 烟草行业机械自动化技术的发展与应用[J]. 仪器与设备, 2025, 13(3): 508-512.
DOI: 10.12677/iae.2025.133061

of intelligent manufacturing and Industry 4.0 applications in process industries and proposes specific strategies, including implementing preventive maintenance and remote monitoring, promoting the unification of key industry standards, and developing forward-looking research and development projects. The article also incorporates charts and graphs to enhance practical guidance, providing a reference for upgrading mechanical automation technology in the tobacco industry.

Keywords

Tobacco Industry, Mechanical Automation, Equipment Maintenance

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

烟草行业是国民经济的重要组成部分，其生产效率与产品质量直接关系到企业的经济效益与市场竞争力。工业 4.0 时代的到来推动机械自动化技术在烟草行业的深度应用，成为产业转型与升级的主要动力。然而，技术应用中面临的设备维护、标准化、技术迭代等难题，制约了行业自动化水平的进一步提升。因此，结合智能制造理论与实践经验，探究烟草行业机械自动化技术的发展路径，对提高行业整体竞争力具有重要意义。

2. 文献综述

2.1. 国外研究现状

国外对工业 4.0 与智能制造在流程工业的应用研究起步较早。2016 年，德国学者 Dornberger 提出，流程工业(如化工、烟草)的自动化升级需以“横向集成”(设备互联)与“纵向集成”(数据贯通)为核心，通过物联网实现生产数据实时共享，其在烟草加工领域的案例显示，智能化检测系统可使产品合格率提升 15%~20%。2018 年美国学者 Lee 针对流程工业设备维护难题，提出基于机器学习的预测性维护模型，在食品、烟草等行业的应用中，可将设备故障率降低 25%以上。

2.2. 国内研究现状

国内研究聚焦于烟草行业的自动化实践。我国烟草企业已普遍引入 MES (制造执行系统)与 ERP (企业资源计划)，但系统间数据接口不统一导致“信息孤岛”，制约了生产效率提升。2020 年，通过对比烟草与汽车行业的标准化进程，部分学者提出烟草行业需建立设备通信协议、数据格式等关键标准，以实现生产线的高效协同。此外，针对技术迭代问题，国内学者普遍认为，烟草企业应加强与高校、科研机构的合作，布局人工智能、数字孪生等前沿技术研发。

3. 烟草行业机械自动化技术的背景

自动化技术引入高效生产线，智能化检测与控制系统，在保证产品一致性与品质前提下，显著提升烟草加工与包装效率。例如，烟叶分拣环节采用机器视觉技术，可实现杂质识别准确率达 99.5%，较人工分拣效率提升 3 倍以上。同时，信息技术与智能制造技术的融合推动烟草行业向“数据驱动”转型，通过物联网采集设备运行数据，结合大数据分析优化生产参数(如烘丝温度、含水率)，使原料损耗率降低

5%~8%；通过市场需求预测模型，实现生产计划的动态调整，库存周转率提升 10%以上。这些技术在降低人力需求的同时也通过准确的原料配比及加工过程促进烟草制品质量的提高。在信息技术与智能制造技术不断发展的背景下，烟草行业正在借助物联网与大数据分析对生产流程进行进一步优化，对市场需求进行预测，以达到更准确的生产管理目的。

4. 烟草行业机械自动化技术的发展与应用难题

4.1. 设备老化和维护成本增加

在烟草行业不断发展的过程中，机械设备使用年限也在逐步增加，设备老化现象也越来越突出。很多烟草生产设备因长期连续运行而磨损老化严重，造成设备性能恶化，生产效率低下。老化设备维修与保养成本相应提高，不仅加大企业运营成本而且给生产安全与产品质量带来潜在威胁。另外，老化设备通常很难满足现代化生产需要，比如自动化，智能化升级等，进一步制约烟草行业技术进步与竞争力提高。设备老化也会带来备件供应不充分，维修技术落后等系列连锁问题，其叠加效应使烟草企业设备维修工作更为复杂与艰难[1]。

4.2. 行业标准化程度低，设备互通性差

烟草行业设备标准化工作中存在着一些缺陷，造成设备间互通性差。由于没有统一标准，各厂商所生产设备接口不一，数据格式不一，不仅加大设备购置及维护成本，而且还会影响设备更新。设备互通性较差会造成实际生产中生产效率低、信息传递不畅等情况，甚至会产生设备之间兼容性等情况，从而影响整条生产线平稳运行。另外，设备互通性较差也制约着烟草企业新技术应用与推广。在目前智能制造与工业 4.0 环境下，装备互联互通是生产自动化与智能化发展的基础。烟草行业如果不切实解决好设备互通性，就很难与工业发展保持同步，从而影响到全行业转型升级。

4.3. 技术更新换代速度快，产业转型难度大

随着科技的不断进步，新的自动化技术层出不穷，这要求烟草企业必须不断更新设备和工艺流程，以保持竞争力。但快速的技术迭代同时带来昂贵的设备更新成本与人员培训成本，对企业资金链与人力资源管理都有较高需求。在全球控烟运动方兴未艾、健康意识不断增强的背景下，烟草行业正面临市场需求变化、政策法规制约等诸多问题。这就需要烟草企业实现产业转型，由传统烟草生产转变为多元化和健康化。但产业转型不是一朝一夕就能完成的，这就要求企业必须要有长远的战略规划以及不断地技术创新[2]。

5. 烟草行业机械自动化技术的发展与应用策略

5.1. 采用预防性维护与远程监控降低维护成本

5.1.1. 维护模式对比(见表 1)

Table 1. Maintenance mode comparison

表 1. 维护模式对比

维护模式	优点	缺点	适用场景
事后维护	成本低(无前期投入)	停机时间长，突发故障损失大	非关键设备
预防性维护	降低突发故障，延长设备寿命	过度维护可能增加成本	损耗部件
预测性维护	基于数据精准维护，成本最优	需传感器与算法支持，前期投入高	关键设备

5.1.2. 实施路径

- 1) 部署振动、温度传感器(如在电机轴承处安装振动传感器), 实时采集设备数据;
- 2) 搭建云平台(如基于阿里云的设备管理系统), 通过边缘计算分析数据, 预警潜在故障(如振动频率超过 10 Hz 时触发预警) [3];

- 3) 组建远程运维团队, 通过 AR 眼镜指导现场人员检修, 将故障响应时间从 4 小时缩短至 1 小时。

案例: 一家烟草生产企业引入了先进的传感器技术和大数据分析系统, 实现了设备状态的实时监测和数据分析, 提前预警潜在故障。企业通过预防性维护成功地降低维护成本。依据数据分析, 实施预防性维护措施后, 设备的故障率下降了 30%, 同时维修的总成本也减少了 20%。例如, 一台关键设备的传感器监测到异常振动, 预警系统立即通知维护人员进行检修, 避免了一次严重故障, 节约了至少 10,000 元的维修费用。另外, 远程监控的使用给本企业收益明显。工程师可通过远程监控系统对设备的运行状况进行实时监控, 发现问题及时处理。通过实施远程监控系统, 设备故障的平均修复周期减少了 50%, 同时生产线的停机时间也降低了 25%。举例来说, 一次生产线异常停机, 远程监控系统使得工程师在 10 分钟内发现问题并进行远程干预, 节省了 2 小时的生产时间, 相当于节约了约 5000 元的生产损失。

5.2. 推动行业标准化, 提高设备互通性

5.2.1. 优先统一的关键标准

- 1) 数据接口标准: 统一 MES 与 ERP 的数据模型(如生产订单的字段定义、计量单位), 采用 OPC UA 协议作为通用接口;
- 2) 设备通信协议: 规定包装机与装箱机的通信协议(如 Modbus TCP/IP), 确保产能数据、故障信息实时交互;
- 3) 质量检测标准: 统一烟叶杂质、烟支重量的检测参数(如杂质直径 ≥ 0.5 mm 需识别), 实现不同品牌质检设备的结果可比。

5.2.2. 实现路径

通过促进行业标准化可实现各厂商所生产设备间兼容性与互操作性、降低设备集成难度、降低设备定制化要求、降低购买与维护成本。另外, 行业标准有利于规范设备设计与制造、提高其稳定性与可靠性、减少故障率、保证生产连续性与稳定性。推进行业标准化工作时, 可由政府, 行业协会, 企业等多方参与制定并推广适合烟草行业机械自动化技术标准。同时通过强化产业之间的交流与协作, 推动产业内部各方面达成共识与协作。成立行业标准化组织机构并制定相关技术规范及标准流程以促进行业标准化工作顺利开展。增强装备互通性, 也是促进烟草行业机械自动化技术进步的主要战略之一。设备互通性是指不同设备间可以信息交换、数据共享、智能化生产与管理。

5.3. 加强研发投入, 持续跟进技术更新

5.3.1. 前瞻性研发课题

- 1) 数字孪生生产线: 构建卷包车间数字孪生模型, 模拟设备参数调整对产品质量的影响(如模拟卷接机转速提升时的烟支合格率变化), 缩短工艺调试周期;
- 2) AI 自适应控制: 开发基于深度学习的烘丝机控制系统, 根据烟叶含水率、环境温湿度自动调整热风温度, 使含水率波动控制在 $\pm 0.5\%$ 以内;
- 3) 绿色自动化技术: 研发低能耗伺服电机、可回收包装材料的自动化生产线, 响应“双碳”政策。

5.3.2. 研发保障措施

通过增加研发投入能够进行更加广泛的技术创新与研发活动, 促进自动化技术持续升级与优化, 促

进设备性能与效率的提升。强化研发投入既能促进新技术应用,又能激发企业创新活力、促进产品持续升级提升。在烟草产业中,引进如人工智能、机器学习和物联网等前沿的自动化技术,能够使生产流程更为智能和自动化,从而提升生产的效率和产品的品质。与此同时,增强研发投入也有助于企业响应市场变化、满足消费者需求、研发更有竞争力的商品与服务。不断地跟踪技术更新,同样至关重要。在科学技术飞速发展的今天,技术更新换代速度越来越快,这就要求企业必须及时地了解与把握最新技术趋势与发展动向,并对产品与技术进行持续地优化与完善。

结束语:面对机械自动化技术在烟草行业发展和应用中所遇到的困难,我们必须积极地采取对策加以应对。通过预防性维护与远程监控降低设备全生命周期成本;以行业标准统一打破“信息孤岛”,实现设备高效协同;以前瞻性研发布局技术高地,提升核心竞争力。未来,随着数字孪生、AI 等技术的深入应用,烟草行业将逐步迈向“智能制造”新阶段,在保证生产效率的同时,实现绿色化、柔性化转型。

参考文献

- [1] 林文梁. 试论烟草卷烟机械设备的维修[J]. 中小企业管理与科技(下旬刊), 2021(3): 156-157.
- [2] 夏云彬. 现代烟草机械维修方式的改革[J]. 装备维修技术, 2020(1): 160+71.
- [3] 王润, 韩洪彦. 实时系统在烟草机械生产中的应用[J]. 南方农机, 2019, 50(23): 124.