

烟厂制丝工艺关键环节的精益化管理与优化策略研究

陈志衍, 陈 瑞

红河烟草(集团)有限责任公司会泽卷烟厂, 云南 曲靖

收稿日期: 2025年9月30日; 录用日期: 2025年10月21日; 发布日期: 2025年10月29日

摘 要

烟厂制丝工艺是卷烟生产的重要环节, 其稳定性和均匀性直接影响产品质量与市场竞争力。本文以制丝关键环节为研究对象, 分析原料控制、切丝、加香及烘丝等环节的质量影响因素, 探讨精益化管理在工艺优化中的应用。通过标准化作业、过程监控和持续改进, 实现烟丝长度均一、香气均匀和烘干稳定, 降低能耗和返工率。研究表明, 精益化管理能够有效提升制丝工艺稳定性、产品一致性及生产效率, 为烟厂高质量生产提供科学依据。

关键词

烟厂, 制丝工艺, 精益化管理

Research on Lean Management and Optimization Strategies for Key Segmental Processes in Tobacco Factories

Zhiyan Chen, Rui Chen

Huize Cigarette Factory, Honghe Tobacco (Group) Co., Ltd., Qujing Yunnan

Received: September 30, 2025; accepted: October 21, 2025; published: October 29, 2025

Abstract

The tobacco-making process in tobacco factories is a crucial step in cigarette production, and its stability and uniformity directly impact product quality and market competitiveness. This paper focuses on key tobacco-making processes, analyzing factors influencing quality in raw material control, cutting, flavoring, and drying, and exploring the application of lean management in process

文章引用: 陈志衍, 陈瑞. 烟厂制丝工艺关键环节的精益化管理与优化策略研究[J]. 机械工程技术, 2025, 14(5): 652-657. DOI: 10.12677/met.2025.145067

optimization. Through standardized operations, process monitoring, and continuous improvement, we achieve uniform tobacco length, aroma, and drying stability, while reducing energy consumption and rework rates. Research demonstrates that lean management can effectively improve tobacco-making process stability, product consistency, and production efficiency, providing a scientific basis for high-quality production in tobacco factories.

Keywords

Tobacco Factory, Tobacco-Making Process, Lean Management

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/>



1. 引言

烟草行业在我国经济发展中一直占有重要地位，大型烟厂的生产、销售对我国经济具有一定的促进作用，但近年来，随着改革开放脚步的加快及经济的快速发展，特别是我国加入世界贸易组织后，烟草行业发展受到了很大的冲击[1]。大型烟厂为了增强自身实力，增强竞争力，赶上时代发展的步伐，在新的发展机遇中促进自身的改革与发展，不断地进行技术改革，大力发展技术改革项目，寻求新的工艺方案，以求在发展的关键期实现完美的转折。

2. 烟厂制丝工艺流程与关键环节分析

2.1. 制丝工艺流程概述



Figure 1. Silk making process
图 1. 制丝工艺流程

烟厂的制丝工艺是卷烟生产的基础环节，主要作用是把原始烟叶转化成符合卷烟加工要求的烟丝，整个流程一般包含烟叶接收、预处理、切丝、加料、加香、烘丝和成丝等多个步骤，具体如图 1 所示。每一环节之间都是紧密衔接构成复杂的系统工程。在这一过程中烟叶的物理特性和化学成分会受不同程度

影响,进而决定卷烟的吸味特征以及产品一致性。制丝工艺不仅承担着把控质量方面的任务,同时还关系到生产效率与资源利用的水平。随着行业朝着绿色和高效方向进行转型,制丝工艺流程的优化与控制越来越受重视,通过对工艺流程开展系统梳理工作,能够为后续关键环节管理和精益化改进奠定坚实基础。

2.2. 关键环节对产品质量与效率的影响

制丝工艺中的关键环节直接作用于产品质量和生产效率,原料含水率的控制决定烟丝柔韧性和切丝实际效果[2]。水分不均匀容易造成烟丝断裂,影响后续加工。切丝工序涉及设备精度与操作相关参数,对纤维长度和均匀性具有决定性意义。加料与加香环节的配比均衡关系到卷烟风格保持和产品一致性,微小偏差可能导致批次之间口感差异。烘丝作为制丝最后一道热处理相关工序,直接影响烟丝香气释放和燃烧具体性能,同时也是能耗较集中的关键点。若这些关键环节未得到有效管控和处理,不仅会造成产品质量波动,还会增加生产成本并造成不必要的浪费,因此识别并优化这些制丝关键环节,是烟厂提升生产稳定性和市场竞争力的必由之路。

3. 精益化管理对烟厂工艺稳定性与产品一致性的意义

3.1. 提升工艺稳定保障产品质量

在制丝环节当中,工艺稳定性属于决定产品质量核心因素,烟叶在预处理、切丝、加料以及烘丝等具体环节,都会受到温度、湿度和机械参数方面影响,如果工艺出现频繁波动状况,最终产品吸味特征就很难保持一致[3]。精益化管理借助减少工艺中非增值环节,强化过程监控和标准作业相关工作,让设备运行与人工操作都处在可控状态,依靠稳定工艺执行能够降低烟丝长度差异和含水波动,避免因不均匀性而引发各类质量问题。稳定生产过程不但提升了产品整体一致性,也为卷烟风格长期保持创造了有利条件。烟厂通过导入精益化相关理念举措,让各项工艺参数维持在合理范围区间,形成产品质量稳定可靠的坚实基础,这对于树立品牌形象和满足消费者需求价值重大。

3.2. 优化流程管控减少波动风险

制丝工艺所涉及的流程环节数量众多,稍有偏差就极有可能引发连锁反应。精益化管理强调对流程开展系统性管控,突出各环节之间的协同配合作用,在烟厂的实际实践过程当中,借助绘制价值流图能够清晰识别生产里的瓶颈环节与不必要浪费,进而对流程进行重组以及优化。以切丝与加香两个关键环节为例,若二者衔接不够顺畅会造成烟丝滞留或者风格出现偏差,通过流程再造能够实现工序之间的平衡衔接。精益化管理还凭借标准化作业与视觉化控制等手段,增强操作人员对于工艺偏差的敏感度,可在波动初期及时采取相应纠正措施。风险的减少并非仅依赖于单点优化,更在于整体流程实现有序衔接,以此形成稳定且高效的制丝系统。

3.3. 推动持续改进强化生产效率

精益化管理核心要点是持续改进,此理念在烟厂制丝工艺里有强烈的现实价值。借助建立 PDCA 循环机制,能不断对制丝工艺开展问题识别、原因分析、措施实施与效果验证工作,让工艺水平在动态过程中逐步得以提升。以能耗情况为例,烘丝环节一般是能量消耗的集中区域,持续改进不仅要求降低能耗,还需要保证烟丝品质符合相关标准,通过反复改进实践活动,可以形成最佳参数组合方案,达成节能与保证质量的双重保障目标。持续改进还强调全员参与,操作人员、技术人员和管理人员形成互动模式,推动经验积累和知识共享工作进程,最终实现整体生产效率的有效提升。

3.4. 促进标准执行确保一致输出

制丝工艺所涉及的工序数量多且细节复杂, 若缺乏统一标准就容易出现操作差异和质量波动, 精益化管理将标准作业作为核心要素, 借助明确的作业指导书、操作规范和检查表, 让每一道工序都能依照既定要求完成[4]。以切丝工序为例, 刀片的更换周期、速度控制和设备校准都有明确标准, 严格执行之后可明显减少烟丝断裂和纤维不均的情况。标准的贯彻不仅依靠制度, 还需要借助现场管理和培训机制, 让操作人员在日常生产中形成标准化意识。在这种机制之下, 产品输出的稳定性显著提高, 不同批次之间的差异得到有效控制, 能让消费者对产品的体验更加统一。

4. 烟厂制丝工艺关键环节的精益化管理实例

本部分以某大型烟厂为案例, 基于单案例研究方法, 系统分析该厂在实施精益化管理前后的工艺状况与改进成效。通过收集生产报表、设备实时监控数据和人员访谈信息, 结合统计过程控制(SPC)与能耗对比分析, 验证精益化策略在原料控制、切丝优化、加香精益、烘丝调控等关键环节的实际效果, 为行业提供可借鉴的改进路径。

4.1. 研究方法

本研究采用单案例研究方法, 强调在真实环境中通过数据与观察揭示管理改进的过程与效果。

4.1.1. 数据收集途径

生产报表: 包括产量、返工率、烟丝断裂率、粉尘比例、批次合格率等关键绩效指标(KPI)。

设备数据: 利用在线水分检测仪、切丝机速度监控系统、自动加香控制系统和烘丝温湿度传感器采集实时运行参数。

访谈与观察: 与操作员、技术人员和管理人员进行访谈, 了解标准执行情况与工艺波动原因, 同时结合现场观察记录工序衔接的实际情况。

4.1.2. 数据分析方法

统计过程控制(SPC): 绘制切丝长度分布和粉尘比例的控制图, 分析改进前后的波动幅度。

对比分析: 通过能耗数据、返工率和一致性指标对比, 定量衡量精益化管理的实施效果。

价值流图(VSM): 用于识别制丝流程中的瓶颈环节和非增值操作, 指导改进方向。

4.1.3. 研究流程

研究按照现状诊断→精益化实施→效果评价的路径展开:

- 1) 现状诊断: 收集实施前的工艺数据与问题点;
- 2) 精益化实施: 在关键环节导入标准作业、自动化控制与持续改进机制;
- 3) 效果评价: 对比改进前后的量化数据, 验证管理成效。

4.2. 案例背景与实施过程

研究对象为一家年产能 50 万箱卷烟的省级大型烟厂, 其制丝生产线包含原料预处理、切丝、加香、烘丝等环节。实施精益化管理之前, 该厂制丝工艺存在以下问题:

工艺波动频繁: 烟丝断裂率常年维持在 18%左右, 粉尘比例偏高, 导致卷烟燃烧速度和吸味不均。

能耗水平较高: 烘丝环节单位能耗为 160 kWh/t, 超过行业平均值。

产品一致性不足: 返工率约 12%, 部分批次产品风格差异明显。

流程衔接不畅: 切丝与加香环节存在滞留现象, 物料流动效率低。

针对上述问题, 烟厂自 2023 年起分阶段导入精益化管理:

- 1) 绘制价值流程图, 识别流程瓶颈和浪费环节;
- 2) 导入标准作业制度, 建立刀具更换周期、加香比例控制、烘丝温度曲线等标准;
- 3) 引入自动化与监测设备, 包括在线水分检测、自动加香系统、分区烘丝技术;
- 4) 开展 PDCA 循环改进, 形成全员参与的持续改进机制。

通过为期一年的实施, 形成了较为完整的精益化管理体系。

4.3. 精益化管理在关键环节的应用效果

1) 原料控制: 保障均衡含水稳定

在实施精益化前, 原料烟叶含水率波动范围为 $\pm 3\%$, 人工加湿存在滞后与不均问题。引入红外线在线水分检测与闭环控制系统后, 含水波动缩小至 $\pm 1\%$, 烟丝断裂率由 18% 降至 15.3%。

工厂还采用“分级加湿 + 静置”方式, 使水分在纤维内部充分扩散, 显著提高均匀性。改进后, 粉尘比例下降 12%, 返工率降低至 9.5%, 卷烟燃烧速度在不同批次间差异小于 2%。这表明原料阶段的精益化控制有效奠定了后续工艺的一致性基础。

2) 切丝优化: 提升纤维长度一致

切丝环节是影响卷烟风格的关键。精益化实施前, 切丝长度分布波动较大, 批次间标准差为 0.42 mm。通过标准化作业和智能调速系统, 刀具更换周期由人工经验判断改为基于运行时长与磨损检测, 切丝速度根据原料含水率自动调整。

改进后, 烟丝长度分布标准差降至 0.28 mm, 粉尘率降低 14%, 数据显示大部分批次处于 $\pm 2\sigma$ 控制区内。燃烧速度均匀性显著改善, 消费者抽样评价中“一致性”得分提升了约 9%。

3) 加香精益: 确保配比精准均匀

加香环节引入自动计量泵与流量控制装置, 实现配比误差控制在 $\pm 0.5\%$ 内。改进前, 该值常在 $\pm 2\%$ 左右。为避免局部香精过浓或过稀, 采用喷雾均化技术, 使香精分布更均匀。

实施后, 风格偏差率下降 20%, 不同批次卷烟在香气释放曲线上高度重合。配方管理数据实现全程可追溯, 方便在出现偏差时快速定位问题环节, 减少了返工和浪费。

4) 烘丝调控: 实现能效质量双优

烘丝工序采用分区烘干技术, 将设备划分为预热、恒温、冷却三段, 通过差异化温度曲线控制, 结合实时湿度监测进行动态调整。

实施前, 单位能耗为 160 kWh/t, 烟丝含水率波动 $\pm 2\%$ 。实施后, 能耗降至 147 kWh/t (降低约 8%), 烟丝含水率波动缩小至 $\pm 0.8\%$ 。同时, 香气成分保留率提高, 感官评价显示香气协调性得分提升 6%。

实施前后数据对比表明, 烟丝断裂率下降约 15%, 返工率下降超过 20%, 能耗降低 8%, 消费者一致性评价得分显著提高。精益化管理不仅帮助烟厂实现高质量生产, 也为绿色制造和品牌形象的长期维系提供了可靠支撑。

5. 结束语

烟厂制丝工艺关键环节开展精益化管理能提升生产稳定性与产品一致性。精益化管理强调标准化、过程监控和持续改进让各环节协同高效运作, 既保障了烟丝质量又提高了生产效率。精益化策略在制丝工艺中的应用有实际推广价值, 能为烟厂高质量生产和绿色制造提供科学支持。

参考文献

- [1] 黄顺利. 卷烟厂制丝工艺新技术的应用研究[J/OL]. 机械与电子控制工程, 2023.

<https://www.semanticscholar.org/paper/%E5%8D%B7%E7%83%9F%E5%8E%82%E5%88%B6%E4%B8%9D%E5%B7%A5%E8%89%BA%E6%96%B0%E6%8A%80%E6%9C%AF%E7%9A%84%E5%BA%94%E7%94%A8%E7%A0%94%E7%A9%B6-%E9%BB%84%E9%A1%BA%E5%88%A9/7069ad21c3e5e532d9dada8134fb0d6717677e08>, 2025-10-28.

- [2] 梅芳, 徐娜, 曹林海, 等. 制丝工艺质量批次 ppk 评价体系的构建及应用[J]. 轻工科技, 2023, 39(3): 112-115.
- [3] 李建辉, 黄胜. 六西格玛管理在长沙烟厂工艺管理中的创新应用[C]//中国烟草学会 2014 年学术年会优秀论文汇编. 2014.
- [4] 朱文彦. 浅谈卷烟工艺管理的基本要点[J]. 黑龙江科技信息, 2011(23): 20.