

卷烟工艺技术创新与发展趋势分析

王修铭, 王维维, 白 钰

红云红河烟草(集团)有限责任公司新疆卷烟厂, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2025年11月9日; 录用日期: 2025年12月15日; 发布日期: 2025年12月23日

摘要

在当前全球烟草行业面临健康、环保与市场竞争多重挑战的背景下, 卷烟工艺技术创新已成为企业提升品质与实现可持续发展的核心动力。近年来, 技术创新已贯穿于原材料处理、制丝及卷接包全链条: 图像识别与大数据实现了烟叶精准分级, 生物发酵与低温等离子体技术优化了预处理效果; 定长切丝与智能烘丝工艺显著提升了烟丝结构均匀性及物理、烟气指标的稳定性; 高速卷接、复合滤棒与智能包装则进一步保障了产品体验与安全。展望未来, 智能化、绿色化与个性化是明确趋势, 通过引入物联网、AI 及节能减排技术, 并发展柔性定制与精准营销, 行业将能更高效地响应市场对高品质、低危害及多元化产品的需求, 为烟草产业的高质量发展奠定坚实基础。

关键词

卷烟工艺, 技术创新, 发展趋势

Analysis of Innovation and Development Trends in Cigarette Manufacturing Technology

Xiuming Wang, Weiwei Wang, Yu Bai

Xinjiang Cigarette Factory, Hongyun Honghe Tobacco (Group) Co., Ltd., Urumqi Xinjiang

Received: November 9, 2025; accepted: December 15, 2025; published: December 23, 2025

Abstract

Against the backdrop of multiple challenges in the global tobacco industry, including health concerns, environmental protection, and market competition, innovation in cigarette manufacturing technology has become a core driver for enterprises to enhance product quality and achieve sustainable development. In recent years, technological innovation has permeated the entire production

chain, from raw material processing to cut tobacco production and cigarette making-and-packing; image recognition and big data have enabled precise grading of tobacco leaves, while bio-fermentation and low-temperature plasma technologies have optimized pretreatment effects. Fixed-length cutting and intelligent drying processes have significantly improved the uniformity of cut tobacco structure and the stability of physical and smoke indicators. High-speed cigarette making, composite filter rods, and intelligent packaging have further ensured product experience and safety. Looking ahead, intelligence, sustainability, and personalization represent clear trends. By integrating IoT, AI, and energy-saving technologies, along with the development of flexible customization and precision marketing, the industry will be better equipped to respond to market demands for high-quality, low-risk, and diversified products, thereby laying a solid foundation for the high-quality development of the tobacco industry.

Keywords

Cigarette Manufacturing Technology, Technological Innovation, Development Trends

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

在当今全球烟草行业中，卷烟工艺技术作为产品开发与品质控制的核心驱动力，深刻影响着最终产品的质量表现、抽吸体验及健康安全性。伴随消费者健康意识的持续提升，市场对低释放物卷烟产品的需求日益增强；与此同时，环保政策不断趋严，对烟草制造业的节能减排提出更高要求；行业内部竞争亦日趋激烈，企业普遍面临生存与发展的双重压力。在此多重挑战交织的背景下，持续推进工艺技术的创新与优化，已成为烟草企业维系竞争优势、实现可持续发展的必然选择。本文作为一篇叙述性综述，系统梳理了近年来卷烟工艺领域的关键技术进展，其核心贡献在于构建了一个面向中国烟草行业技术人员的系统性技术发展框架。该框架不仅着眼于提升产品品质的稳定性与感官一致性，更致力于在降低有害成分释放、推动绿色制造等方面提供具有实操意义的理论支撑与技术路径[1] [2]。

2. 卷烟工艺技术创新现状

2.1. 原材料处理工艺创新

2.1.1. 烟叶精选与分级技术改进

在过去的烟叶生产加工环节，分级工作完全依赖人工经验判断。分级人员需凭借肉眼观察烟叶的颜色、光泽、叶片大小及破损程度，再结合自身积累的经验进行等级划分。然而，这种方式受主观因素影响极大，不同人员的审美标准、经验丰富度存在差异，即便面对同一片烟叶，也可能给出不同的分级结果，导致分级准确性难以保证。同时，人工分级速度缓慢，一名熟练工人一天仅能完成数百公斤烟叶的分级工作，远远无法满足大规模生产的需求，严重制约了烟叶加工产业的效率提升[3]。

如今，随着科技的发展，图像识别技术与大数据分析的应用彻底改变了这一局面。高清工业相机能够精准捕捉烟叶的每一处细节特征，图像识别算法则可快速对烟叶的颜色饱和度、叶片完整度、纹理分布等数十项指标进行量化分析，将人工主观判断转化为客观数据评估，不仅大幅提升了分级准确性，还将分级效率提高了数十倍，实现了烟叶分级的自动化与标准化[4]。研究人员进一步对不同产地、不同品种的烟叶展开深入研究，通过专业仪器检测烟叶中的尼古丁、有机酸、香气物质等化学成分含量，并将

这些数据与烟叶外观特征、等级信息整合，构建起一套详细完善的烟叶质量数据库。企业在生产不同定位的卷烟产品时，可通过数据库快速查询符合需求的烟叶原料，例如生产高端卷烟时，能精准筛选出香气物质丰富、化学成分稳定的烟叶；生产大众款卷烟时，则可高效匹配性价比更高的原料，从而实现原料的精准匹配，确保每一批次卷烟的品质始终保持稳定，为烟草产业的高质量发展提供了有力支撑[5]。

2.1.2. 烟叶预处理技术创新

在烟叶加工的关键环节发酵中，科技的助力让品质提升有了更精准的路径，生物发酵技术率先崭露头角。为找到能优化烟叶风味的“最佳搭档”，技术人员需经过多轮严谨筛选：从烟叶生长的自然环境中分离微生物样本，再通过实验室培养、性能测试，最终挑选出能定向作用于烟叶的特定菌株。这些菌株在发酵过程中，会通过代谢活动分解烟叶中的纤维素、果胶等粗糙成分，同时转化出更多酯类、醛类等香气物质，不仅将原本需数十天的发酵周期缩短近半，还让烟叶的香气更浓郁持久，入口时的苦涩感大幅降低，口感愈发醇厚顺滑[6]。

与此同时，物理预处理方法也凭借“无损优化”的优势不甘落后，低温等离子体处理技术便是其中的佼佼者。该技术通过在低温环境下激发等离子体，让其携带的高活性粒子轻柔作用于烟叶表面：既不会破坏烟叶内部的尼古丁、有机酸等核心化学成分，又能精准打开烟叶的纤维结构，让烟叶变得更疏松多孔。经过处理后，烟叶的填充性显著提升相同重量下能填充更大体积的烟支，减少原料浪费；燃烧性能也更稳定，燃烧时火势均匀，有效避免了烟支熄灭或烧纸过快的问题，为后续卷烟生产的品质稳定筑牢基础[7]。

2.2. 制丝工艺创新

2.2.1. 切丝技术的升级换代

在烟叶加工流程中，切丝环节是连接原料预处理与卷烟卷制的关键纽带，新型切丝设备通过在刀具设计与切割工艺上的深度创新，彻底打破了传统切丝精度不足的局限。切割工艺的革新同样亮眼，通过引入智能传感技术，设备可实时监测烟叶的厚度、湿度等参数，并自动调整切割速度与压力，实现对切丝宽度和厚度的动态精准控制，确保每一根烟丝的粗细、长短都高度均匀。其中，为了提升细支卷烟在物理指标与主流烟气化学成分方面的稳定性，研究采用了一种区别于常规切丝工艺的定长切丝模式，通过减小烟丝特征尺寸并优化烟丝结构均匀性，系统比较了不同切丝方式对烟丝结构、物理指标及主流烟气成分的影响。研究结果显示，相较于常规切丝模式，采用 40 mm 定长切丝模式带来以下变化：① 切后叶丝宽度未见显著改变，但中丝率与短丝率显著提升，烟丝特征尺寸下降 40.19%，碎丝率与填充值基本稳定，烟丝均匀性得到明显改善；② 制丝过程中造碎略有增加，出丝率下降 0.18%，但细支卷烟的机台作业效率显著提高，总剔除率与空头剔除率明显降低；③ 细支卷烟的中部烟支密度均匀性、物理指标稳定性及主流烟气指标批间波动均显著改善，具体表现为单支质量与开放吸阻的标准偏差均值分别下降 13.2% 和 12.0%，焦油、烟碱和一氧化碳的批间极差分别降低 54.0%、65.5% 和 21.1%，标准偏差则分别下降 53.0%、44.4% 和 56.8%；④ 随着质量稳定性的增强，每口抽吸的感官体验差异也趋于减小[8]。

2.2.2. 烘丝工艺的优化升级

在卷烟生产的核心工序中，烘丝环节直接决定着烟丝的香气留存与物理特性，传统烘丝工艺因技术局限性，长期制约着产品品质的稳定性。传统工艺多采用固定参数的热风烘烤模式，缺乏对烟叶实时状态的动态感知——烘烤时热风温度分布不均，部分区域温度过高会加速烟叶中酯类、萜烯类等挥发性香气成分的流失，导致烟丝香气变淡；同时，传统设备对水分的调控依赖人工经验，仅能通过事后抽样检测调整参数，往往出现“过干”或“偏湿”的情况。如今，智能控温烘丝技术的引入彻底改变了这一局

面。该技术以物联网传感系统为核心，在烘丝设备内部布设数十个高精度传感器，实时捕捉烟丝的水分含量、温度变化，以及烘房内的热风流速、湿度等数据，通过工业物联网平台传输至智能控制系统。结合不同烟叶品种的特性参数，自动调整烘丝温度(精准至 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$)、热风风速及烘烤时间，一方面，通过精准控制升温速率与最高温度，最大限度减少了香气成分的挥发流失，让烟丝原本的自然香气得以充分保留；另一方面，水分含量被精确控制在 12%~13%的最佳区间，烟丝柔软度与弹性显著提升[9]。

2.3. 卷接包工艺的创新突破

在卷烟的卷制过程中，高速、高精度的卷接设备发挥了重要作用，不仅提升了卷制速度，还确保了卷制质量的稳定性。与此同时，新型滤棒技术也在不断进步，复合滤棒技术尤其受到市场的青睐。通过在滤棒中添加活性炭、纳米材料等吸附剂，显著增强了对有害物质的吸附能力，减小对吸食烟草产品的消费者危害。现代的包装工艺已经不仅仅局限于外观的美观，更注重环保和防伪功能的提升。企业开始采用可降解的包装材料，以减少对环境的污染。防伪与追溯功能的升级同样关键。通过引入二维码、射频识别(RFID)等先进技术，每包卷烟都拥有了专属“电子身份证”：二维码内存储着生产批次、原料来源、质检信息等详细数据，消费者扫码即可快速查验真伪；RFID 标签则能实现更精准的全程追溯，从生产车间到零售终端，企业通过终端设备可实时追踪产品流向，有效防范窜货、假货问题。这一升级不仅让消费者买得放心，更通过透明化的品控管理，进一步强化了品牌的公信力，为企业长远发展奠定了坚实基础[10]。

3. 卷烟工艺技术发展趋势

3.1. 智能化发展趋势

3.1.1. 智能生产系统应用

未来卷烟生产中，全流程智能化控制将成为现实。物联网技术将打破生产要素壁垒，车间设备、带“电子标签”的烟叶原料及操作人员终端互联互通，形成“设备-原料-人员”全域智能网络。这个智能网络如同“智慧大脑”，实时采集原料预处理、制丝、包装全环节数据，上传至云端后经 AI 算法深度分析。若检测到烟叶水分超标，会自动调优烘丝参数；切丝机精度偏差时，也能快速定位并优化，确保生产始终高效。设备故障预警是重要优势，系统基于历史与实时数据建预警模型，部件异常时即时提示运维人员并推送解决方案，减少停机损失。以智能制丝系统为例，即便原料因产地、季节出现差异，系统也能动态调整切丝、烘丝参数，保障每批烟丝品质一致，筑牢卷烟质量根基[11]。

3.1.2. 大数据与人工智能辅助决策

在卷烟生产领域，大数据是企业洞察市场、优化生产的核心工具。企业可采集分析三类关键数据：消费者偏好数据、市场动态数据，以及生产全流程的原料、工艺、质检数据。经深度分析后，这些数据能为工艺研发、产品设计和市场策略制定提供清晰决策依据。人工智能技术则为新产品研发提速，其核心是精准模拟卷烟燃烧过程。AI 模型基于历史数据，可预测不同配方、工艺下的烟气成分、口感及消费者接受度，无需反复实体试验，大幅减少研发成本，缩短产品从研发到市场的周期，助力企业抢占先机[12]。

3.2. 绿色化发展趋势

3.2.1. 节能减排技术应用

在卷烟生产领域，企业正积极引入高效节能的先进设备与环保工艺，以系统性地降低能源消耗、减少环境污染，推动行业绿色转型。例如，通过推广应用新型高效节能电机，企业有效降低了电力消耗；同时，对生产过程中产生的余热进行回收利用，不仅提升了能源利用效率，也显著减少了生产环节的碳

排放。此外，企业还在持续优化生产流程，加强水资源的循环利用，提高废水处理标准，切实减少废水排放，从源头上减轻对环境的影响。这些举措不仅提升了资源利用效率，也体现了企业在生产全周期中贯彻环保理念的决心，使卷烟生产逐步向清洁、低碳方向转型，更好地契合国家可持续发展的战略要求[13]。

3.2.2. 低释放物产品研发

随着消费者健康意识的日益增强，研发低释放物的卷烟产品已成为烟草行业持续发展的必然方向。为顺应这一趋势，企业正积极通过技术升级和工艺创新，着力降低卷烟产品中焦油、一氧化碳等主要有害成分的释放量，力求在保持口感的同时减轻吸烟对健康的潜在影响。此外，行业也在加快推进新型烟草制品的研发与市场布局，例如加热不燃烧烟草制品、电子烟等创新产品，不仅在一定程度上减少了有害物质的生成，也更好地兼顾了消费者对健康关注与吸烟体验的双重需求。未来，随着科技不断进步和消费理念的持续升级，烟草行业将继续朝着减害化、多元化、高品质的方向发展[14]。

3.3. 个性化发展趋势

3.3.1. 定制化产品生产

在当今消费升级与技术融合的背景下，借助先进生产工艺与信息技术的深度应用，卷烟产品的个性化定制正逐步成为现实。消费者可依据自身偏好，在口味特征、烟支规格、包装样式等多个维度进行个性化选择，定制符合个人需求的专属卷烟产品。与此同时，企业通过构建柔性化生产系统和智能化供应链，能够高效、精准地响应多样化的定制需求，实现小批量、快响应的生产模式。这种以用户为中心的定制服务，不仅显著提升了消费者的满意度和参与感，也有助于企业深化品牌互动，构建长期而稳固的用户忠诚，推动烟草行业向高端化、个性化方向持续发展[15]。

3.3.2. 精准营销与个性化服务

在数字化转型不断深化的背景下，烟草企业正积极运用大数据技术深入洞察消费者的购买行为与偏好特征，以此为基础实现精准化产品推荐与个性化服务。例如，系统可通过分析用户的购买记录、产品评价及浏览数据，智能识别其口味倾向与潜在需求，进而推送更贴合个人偏好新品信息，并提供定制化的售后关怀与专属服务。这种基于数据的精细化运营，不仅显著提升了营销触达的准确性与服务响应的人性化水平，也促使消费者与品牌之间的互动更加频繁、关系更为紧密。长远来看，数据驱动的客户关系管理有助于构建高黏性的用户社群，为品牌在激烈市场竞争中持续积累忠诚客户，奠定坚实的发展基础[16]。

4. 结论

在当前烟草行业面临健康诉求提升与市场竞争加剧的双重挑战下，卷烟工艺技术创新正成为推动企业持续发展、实现转型升级的关键力量。近年来，从原料精选与处理，到制丝、卷接、包装等核心环节，一系列工艺创新成果不断落地，有效提升了卷烟产品的感官质量、稳定性和使用安全性。展望未来，智能化、绿色化与个性化将构成卷烟工艺技术发展的三大主线。企业应进一步加大技术研发投入，积极引入人工智能、物联网、清洁生产等先进技术，持续优化工艺参数与生产流程，并致力于开发更贴合消费者健康需求与体验预期的创新产品。唯有如此，才能在日益激烈的行业格局中构建核心竞争力、赢得市场认可。与此同时，全行业也应增强协同意识，通过搭建技术共享平台、推动产学研深度融合，共同促进卷烟工艺水平的整体提升。只有凝聚行业智慧、携手推进技术进步，才能持续为消费者提供更优质、更低释放、更符合新时代需求的烟草制品，实现烟草产业的高质量与可持续发展。

参考文献

- [1] 蔡尤东, 陈敏, 邹金. 卷烟企业技术改造项目“1+2”工程审计模式[J]. 现代企业, 2025(9): 51-53.
- [2] 潘著, 冯忆, 裴雨灿, 李钰靓, 叶蔚, 樊虎, 夏琛, 李海锋, 席攀攀, 贾桥东. ZJ116B型卷接机组施胶方式对预打孔接装纸细支烟的影响[J]. 烟草科技, 2025, 58(9): 99-106.
- [3] 韦斌, 穆东升, 许灵杰, 郭亮, 李光雷, 焦剑, 李家俊. 基于企业新型学徒制的烟叶评级高技能人才培养模式构建及应用[J]. 农技服务, 2023, 40(2): 80-85.
- [4] 张恒, 过伟民, 周硕野, 成钊, 蔡宪杰, 刘剑君, 李俊营, 张艳玲, 王爱国, 陈栋, 张富生, 徐娟, 陈广晴. 基于 Efficient Net-GECA 模型的烘烤过程关键温度点烟叶状态识别[J]. 烟草科技, 2025, 58(10): 33-46.
- [5] 沈庆浩. 计算机视觉在烟草烟叶分级中的应用创新[J]. 微型计算机, 2024(9): 22-24.
- [6] 虞昕磊, 袁跃斌, 李志豪, 李浩, 等. 发酵过程中茄衣烟叶表面微生物群落结构及主要代谢物的相关变化规律[J]. 中南农业技术, 2025, 46(8): 87-93+110.
- [7] 万莉, 郭豪杰, 吴文静. 基于 PLC 的等离子体烟草除异味系统研究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2024(1): 56-59.
- [8] 朱成文, 郝喜良, 沈晓晨, 徐如彦, 刘曙光, 范金生, 王仰勋, 李建英, 成涛, 吴佳. 定长切丝技术在细支卷烟生产中的应用[J]. 烟草科技, 2019, 52(3): 86-91.
- [9] 李立志, 沈立东, 赵炜, 徐荣照, 马俊, 董省身. 环境温湿度对烘丝入口水分的影响规律及预测控制[J]. 湖北农业科学, 2025, 64(4): 164-170+175.
- [10] 彭勇, 孙纪周, 马剑波, 朱锋, 云晨, 黄运涛. 基于 RFID 技术的烟框自动称重系统设计[J]. 自动化仪表, 2025, 46(2): 67-70.
- [11] 蔡坤伦, 童雨婷, 江铭. 智能制造技术在优化卷烟厂制丝工艺参数中的作用[J]. 中国食品工业, 2025(17): 41-43.
- [12] 莫玉华, 陈浩, 古越, 刘锡鹏, 祝丽丽, 王信. 基于消费行为数据的卷烟消费迁移定量测算方法[J]. 烟草科技, 2025, 58(7): 84-91.
- [13] 张斌, 陈国杰, 张振峰, 周曦. 卷烟工艺中 CFD 的应用与展望[J]. 装备制造技术, 2022(8): 17-20+46.
- [14] 褚水莲, 梁立荣. 一种新型卷烟加热设备对不愿戒烟的中国吸烟者减少烟草有害物质暴露的效果: 一项随机对照预试验研究[J]. 中华健康管理学杂志, 2025, 19(1): 30.
- [15] 彭宇, 郑华, 郭亮, 李光雷, 焦剑, 许灵杰. 贵州省烟叶定制化生产研究[J]. 农村经济与科技, 2025, 36(12): 65-68.
- [16] 李洁, 安芳丽, 周喜文. 农村卷烟营销网络精准布局优化方法[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)经济管理, 2025(6): 106-109.