

# 卷烟烘丝设备控制模式研究进展

凌 斌 赵希胜 曹洪涛

江西中烟南昌卷烟厂 江西南昌 330000

**摘 要:** 在我国卷烟加工过程中, 制丝设备是卷烟生产过程中不可或缺的烟机设备, 而烘丝是制丝生产中极其关键的生产工序, 是影响卷烟产品质量的要因, 烘丝机是烘丝工序的关键烟机设备, 其加工性能不仅影响着烘后烟丝的后工序加工能力, 也决定着卷烟的物理特性和感官品质。烘丝设备通过降低来料烟丝的含水率, 使其保持一定的卷曲度并使烘后烟丝能够在含水率和温度上保持均匀一致性, 满足该工序的工艺要求和标准。本文针对国内外主流烘丝设备进行研究, 分析不同烘丝工艺对卷烟产品质量的影响, 阐述烘丝设备控制模式优缺点, 及需要改进之处, 并对卷烟烘丝设备控制模式的未来发展趋势进行展望。

**关键词:** 卷烟烘丝; 烘丝机; 研究进展; 发展趋势

## Research progress on control modes of cigarette drying equipment

Bin Ling, Xisheng Zhao, Hongtao Cao

Jiangxi Zhongyan Nanchang Cigarette Factory, Nanchang Jiangxi 330000

**Abstract:** In the process of cigarette processing in our country, silk making equipment is an indispensable cigarette machine equipment in the cigarette production process, and silk drying is an extremely critical production process in silk making production, which is a major factor affecting the quality of cigarette products. The silk drying machine is a key tobacco machine equipment in the silk drying process, and its processing ability not only affects the processing ability of the dried tobacco in the subsequent process, but also determines the physical characteristics and sensory quality of cigarettes. The drying equipment reduces the moisture content of the incoming cut tobacco to maintain a certain degree of curl and ensures that the dried cut tobacco maintains uniformity and consistency in moisture content and temperature, meeting the process requirements and standards of the process. This article conducts research on mainstream tobacco drying equipment at home and abroad, analyzes the impact of different tobacco drying processes on the quality of cigarette products, elaborates on the advantages and disadvantages of tobacco drying equipment control mode, and the areas that need improvement. It also looks forward to the future development trend of tobacco drying equipment control mode.

**Keywords:** Cigarette drying silk; Drying machine; Research progress; Development Trends

### 引言:

卷烟制丝生产中叶丝烘干工艺关系到烟草品质, 其主要通过去除烟丝中的水分, 起到提高叶丝感官质量及耐加工性的作用, 对当前卷烟加工水平有着重要影响。当前国内外主流烟丝烘干处理工艺可分为滚筒干燥工艺和气流干燥工艺, 两种烘丝工艺在工作原理、处理工艺、物理指标、化学成分、感官质量等方面存在着诸多差异, 各具叶丝烘丝工艺特点优势。

### 一、烘丝机的卷烟工艺任务和对卷烟产品质量的影响

#### 1. 烘丝机的卷烟工艺任务

烘丝机在卷烟生产过程中, 是烟丝生产加工工序的最重要工序, 其主要工艺任务是将经过增湿增温处理后的烟丝, 快速脱水、烘干、定型, 确保烘干后的烟丝含水率和温度能够达成均匀统一, 一定程度上提高叶丝填充能力。就目前国内外主要的烘丝方式工作原理进行对

比:(1)滚筒式烘丝机的工作原理。主要是通过筒内薄板导热片和热风散热片饱和蒸汽式加热,并采用风机作用,将热风送达滚筒内部,在风热和导热、散热多种热源共同作用下,使烟丝内部的水分快速蒸发,并达到使叶丝膨胀的目的,提升烟丝的填充性。烟丝可通过吸收热量带走内部水分,风热系统蒸发作用带走筒内水蒸气,因此可通过调整蒸汽压力和滚筒的转速以及风热的温度,来实现烘丝效果。(2)气流烘丝机的工作原理。充分加温加湿后的烟丝,通过进料槽进入进料气锁,再经由气锁落入松散装置中,借助松散装置的高温蒸汽作用,使叶丝快速呈现松散状态,此时提高叶丝温度使其能够在干燥机内迅速进行热交换,瞬间蒸发掉叶丝中的水分,使得叶丝形态发生膨胀,并在变化中去除掉残留的部分青杂气味,最后在蒸气分离中实现冷凝和定型。

## 2.不同烘丝方式对卷烟产品质量的影响

不同的烘丝方式能够对卷烟产品形成不同的质量影响。本文列举在物理指标、化学成分香味物质、感官质量、烟气指标和安全性上的影响。

### (1)物理指标

烘丝工艺不同,但基本的工作原理存在相通性,即是根据烟草本身的吸湿特性采取的干燥措施,使得烟草物料中的水分降低,提高叶丝的耐加工性。物理指标存在以下不同:①气流烘丝要比滚筒烘丝处理后的叶丝整丝度好,填充值亦有明显提升。②气流烘丝比滚筒烘丝卷制时的机台平整盘位置值增大,压实量减小。例如,近年来趋于流行的细支卷烟,就比较适用于滚筒烘丝工艺,在出丝率上存在一定优势,且生产中产生的造碎较少。③气流烘丝比滚筒烘丝更具叶丝膨胀率,能使烟支受阻升高,硬度增大。此工艺适用于短支卷烟,能够用来解决短支卷烟端部落丝大的问题,可有效降低卷烟生产中的原材料消耗,提高加工质量。

### (2)化学成分、香味物质

烟丝烘干工序中会对叶丝的温湿度等外界条件进行改变,引起叶丝内部的化学成分变化,形成不同含量的致香成分。烟丝内在化学成分和香味物质是决定烤制香烟品质的物质基础,因此,不同烘丝工艺对烟丝中化学成分和香味物质的留存具有重要意义。①同一烘丝强度下气流烘丝比滚筒烘丝处理的烟丝酚释放总量高。②气流烘丝过的叶丝中硬脂酸和亚油酸含量高于滚筒烘丝,而绿原酸则恰恰相反,含量明显低于滚筒烘丝。③不同价类烟丝配方采用不同烘丝干燥方式,对烟丝的常规化学成分影响差异性较大。④不同切丝宽度下,气流烘丝

处理后的烟丝中烟气香味成分要少于滚筒烘丝。综上所述可概括为,气流烘丝由于加工强度较大,会在干燥过程中导致叶丝内含物减少新概念,尤其针对香味物质的流失,而滚筒烘丝整体加工强度较低且在加工过程中会过多流失烟丝内涵物中低沸点的成分。因此,气流烘丝适用于中低档烟叶加工,滚筒烘丝更适合于高档烟叶加工。

### (3)感官质量

感官质量是评价卷烟质量的重要标准,也是形成不同价类产品的风格和特征的指标,直接关系到消费者对卷烟产品的认同感和体验感。不同的烘丝方式对感官质量会产生不同的影响,最凸显体现在香味特征、口感舒适度、烟气刺激性等方面。①气流烘丝处理能够提升烟丝的滋润感,但也会导致杂气和刺激性的增加,使卷烟产品的透发性降低。②滚筒烘丝处理能一定程度上提高烟水水分,给卷烟产品感官上更好的舒适度。例如,针对上部烟叶进行的干燥,气流烘丝方式虽可在留香量和香气丰富度上有显著优势,但去除杂气上效果不理想,不如滚筒烘丝对上部烟叶的干燥处理,能整体提升上部烟叶的感官质量,保持各项指标的均衡性。

### (4)烟气指标和安全性

受到不同烘丝工艺影响的烟叶,在烟气指标和安全性上存在较大差异。①气流烘丝处理后,烟叶中残留的有害物质如一氧化碳、巴豆醛、NNK、苯酚、苯甲醇、苯乙醇等含量相较于滚筒烘丝有明显的降低。②气流烘丝处理后烟气指标下降较多,对卷烟的香气量有一定负面影响。③气流烘丝在总粒相物、焦油、烟气烟碱量的含量较滚筒烘丝明显降低。总体上采用气流烘丝工艺能够相对有效地降低卷烟中的有害成分和危害性知识,提高烟丝吸食的安全性。

## 二、国内外主流烘丝机主要机型介绍

### 1.薄板烘丝机

国内目前用于生产的薄板式烘丝机主要源自德国HAUNI公司技术基础上的研发吸收,形成KLD制丝生产设备。在烘丝中主要是利用蒸汽加热筒体内壁,经过热交换器加热形成热风来实现共同干燥的目的。经过薄板烘丝机加工处理的烟丝具有松散、卷曲、有弹性的特点,能够有效提高叶丝的填充里,在口感吸味上也具有较强烈的特色。在性能上,通过薄板烘丝机的工作过程,热风循环系统空气加热形成热风,叶丝在与薄板内壁充分接触时可进过热传导,提高温度,并可产生的水汽和杂气经排潮和除尘系统排出,保证叶丝干燥过程中水分和温度达到一定指标的均衡。薄板烘丝机中比较主流的

设备还有KLS薄板烘丝设备,其具备热风逆流调试功能,在传统滚筒烘丝机设备基础性能上,优化了设备参数,控制过程更具高自动化程度,准确度要求严,保证卷烟企业的稳定生产输出。

## 2. 气流烘丝机

国内外主流的气流烘丝机大多选用HDT气流烘丝机。此款气流烘丝机是德国HAUNI公司与秦皇岛烟草机械有限责任公司联合生产的气流烘丝设备,其主要设备参数是中等加工强度,低耗能,占地面积小,设备高度低,对烘丝生产环境无特殊要求,且该款气流烘丝机能够实现自动化操作,设备调试操作简单,产出的烟丝含水率均匀,含水量低于行业要求,烘丝过程控制稳定。此款气流烘丝机采用膨胀、干燥一体化,进料气锁内完成膨胀过程,过量蒸汽可通过设备尾气排出系统排出,在干燥单元中设计添加了喷水装置,并附带预热功能,便于快速达到预设温度。而HXD管道烘丝机也被广泛应用于卷烟烘丝生产中,其工艺路线为叶丝增温增湿和管道烘丝干燥,能够采用气流快速干燥烟丝,处理后的烟丝更具填充值高、造碎小、杂气减轻等特点,工厂在应用中厂对DCC滚筒内部增加松散靶钉和导流板,解决出口叶丝抱团成堆的问题。

## 三、国内外主要烘丝机控制模式

以滚筒烘丝控制模式为例,分析其控制系统的主要运作模式,可概括为通过蒸汽加热筒壁和热等为烟丝提供干燥热源,并通过参数变量的控制,实现不同烘丝效果,如调整控制模式的蒸汽量、热风温度、筒体转速等。

### 1. 模糊控制

烘丝控制以筒壁干燥为主,并要持续保持筒壁温度的稳定性,在入口皮带秤流量控制过程中,皮带秤和水分仪起到关键性作用,能够保证烘丝筒内部的脱水量达成恒定数值,实现一定基本此参数的脱水能力。正常烘丝工作中排查开度也要设定为固定值,并根据排潮开度进行测试,设定滚筒转速。整个烘丝过程都可采用PLC控制,以PID控制方式,设置高速倒料状态,以解决“干尾”问题。

### 2. 前馈-反馈控制

由前馈补偿策略的水分负反馈PID控制系统,原理上可消除来料中的水分波动影响。通过相应参数模块设定和修改PID参数,其中PID控制算法可分成比例控制、积分控制、微分控制三大部分组成,其中比例控制可将反馈回来的信号与设定值间的差异转换为一定比例系数,为生产输出提供控制变量。积分控制则是各项差异参数

的累计,可作为消除系统稳态误差的依据,微分控制则需对抑制系统的震荡和超调进行调整,实现设备的自动化生产。PID控制通过对烘丝机加热器和风机、水分控制器等设备的调控,进而实现对烘丝机筒壁内部湿度、温度、物料流量的精准控制,保证烘丝产出的稳定性和均匀性,降低由于烘丝工艺原因产生的产品质量波动率,可为烟草企业提供一致性、品质化的产品控制保证。应用PID控制技术能实现烘丝设备生产工艺的智能化和自动化发展。

### 3. 存在缺陷

虽可通过控制模式调整烘丝效果,但仍在烘丝工艺上存在以下缺陷:(1)筒壁温度不均衡,常会在干燥过程中出现温度滞后的问题,导致叶丝难以均衡地实现含水量分布。(2)“干头”“干尾”量较大,生产过程中最先进入烘丝机的部分和生产结束后留在烘丝机内的部门,在产出中出现水分较低的叶丝,使生产过程中的烟丝过干、易破碎,耐加工性差,造成不能直接使用的原料上的损耗,增加企业原材料生产成本。(3)过干的烟丝易造成卷烟空松,烟支整体结构填充不实,卷接中出现前端空虚或尾端落丝的情况,影响卷烟产品的质量。(4)影响卷烟吸味,使消费者吸食中喉部产生不适感,刺激性杂气较重,香气量和丰满度不够,严重影响卷烟的回味程度。(5)未能控制和匹配筒壁的干燥度,导致热风筒壁温度形成过强的干燥强度,使叶丝变硬。

### 4. 改进措施

为稳定烟丝的含水量,保证卷烟的品质质量,应对烘丝过程进行详细分析,并针对烘丝控制模式中存在的不足之处,进行控制模式调整。第一,在正常工作过程中,要稳定控制进入烘丝筒的烟丝数量,保证烟丝在烘干中的含水量整体均匀性。第二,要严格控制烘丝筒的筒壁温度,尽量避免“干头”“干尾”情况的发生,在整体烘丝过程中应保证筒壁的干燥性,借此提升烟丝烘干的质量,使筒壁维持在稳定的温度上。可尝试在热风管道上添加电磁阀,控制热风的蒸汽喷射状态,保证筒壁的干燥性。第三,筒内环境的相对湿度直接影响烟丝干燥的质量和速率,因此,在筒体前部可使烟丝迅速脱水,并从入口处进入的热风将潮气带入到筒体后部,形成相对湿度较高、较稳定的干燥区域。借助筒体内的相对湿度控制烘丝的脱水速度,避免烟丝提前进入减速干燥期,保证出口烟丝和入手烟丝含水量的均匀性。第四,热风风速、热风温度以及排潮量参数都会影响烘丝质量,要从多方面解决这一问题,对烘丝筒生产工作流

程进行模拟, 保证入口和出口烟丝状态的稳定, 打造正常生产环境。

#### 四、未来发展的趋势和展望

##### 1. 烘丝设备未来发展趋势

烟草烘丝技术的不断发展, 正推动我国烟草机械技术的完善。从烟草企业的生产规模到生产组织方式, 都面临着升级转型, 将人工智能发展结合到烘丝工艺上, 控制反馈信号和设定值间的差异性变量, 可满足市场上多口味的需求。从根本上改善烟丝的色泽和气味, 降低烟支中焦油含量, 要致力于烘丝设备的研发, 使烟丝在低氧或无氧的环境下进行干燥处理, 可有效避免烟丝的褐变和氧化变硬, 保证烟丝富有弹性, 色泽金黄, 膨胀率高达30%。针对烘丝机的生产控制优化, 未来将更趋于自动化、感应化。使用传感器和监控系统采集烘丝机, 分析和处理数据, 实现更加精确地控制。并采用人机交互界面, 提高生产效率和质量, 并利用机器学习和人工智能技术, 对烘丝机运行状态进行智能诊断和检测。

##### 2. 智能烘丝工艺的展望

智能控制模式在烘丝设备生产中具有十分明显的前景和优势, 能够提高烟草企业的生产效率, 保证卷烟产品质量和安全性, 并一定程度上降低能耗成本, 提高生产线上的数据分析能力。具体可实施和规划的工艺技术如下: (1) 借助智能控制系统实现对烘丝设备的实时监测, 保证烘丝设备的正常运行状态, 并设置智能参数, 实现自动加热调整, 在温度、风量、湿度等方面进行全面优化, 打造智能化、系统化的烘丝生产流程, 提高企业生产效率。(2) 根据生产要求设置自动参数设置, 在设备中植入传感器, 实现前端数据的高效反馈, 避免人工操作对数值的计算误差, 能够保证卷烟产品的质量稳

定性。(3) 智能控制系统可根据实际需求和烟叶质量, 优化能耗结构, 最大程度降低能耗成本。并设定设备预警机制, 及时发现问题并在终端反馈出有效的信息和解决方案, 实现烘丝过程的智能化, 提高生产安全性。(4) 智能控制系统可自动分析和保存各类相关数据, 为工艺升级和生产研发转型提供有力的数据支持。(5) 智能控制系统能够在精确的参数基础上, 优化控制算法, 实现自动化测试与验证, 保证生产的可靠性和精确性。

#### 五、结束语

长期以来我国卷烟产业加工技术一直处于亟待转型的阶段, 烘丝工艺技术作为保证卷烟品质的核心技术, 可作为优先优化升级的内容, 加强对烘丝设备的控制模式的智能化推进, 吃透烘丝机工作原理, 在基础技术原理基础上, 实现自动化、智能化调整, 减少烘丝生产时间, 提升柔性加工水平, 以满足不同卷烟个性化产品的加工需求, 为消费者提供多样化的用户选择。

#### 参考文献:

- [1]杨露、缪祥凯、李春梅、权发香. 卷烟工业制丝设备对工艺质量的影响[J]. 装备制造技术. 2023 (2): 208-282.
- [2]邵宁、翟鲁文、杨佳玫、王宇、庞红蕊. 不同烘丝方式对卷烟质量的影响研究进展[J]. 现代农业研究. 2022: 107-110.
- [3]钟志民. 卷烟制丝设备故障的分析和防范探讨[J]. 中国设备工程. 2021 (9): 82-83.
- [4]强婧、胡庆国、王建军. 薄板烘丝机热风温度波动原因及解决方法[J]. 设备管理与维修. 2023 (3): 107-108.
- [5]周健. 烟草制丝设备的故障分析及其防范策略[J]. 现代制造技术与装备. 2022 (5): 144-146.