



郭华诚,陈康,张峻松,等.不同干燥模式对细支烟烟丝结构、卷制质量及主流烟气成分的影响[J].轻工学报,2021,36(4):45-50.

GUO H C, CHEN K, ZHANG J S, et al. Influences of different drying modes on cut tobacco structure, rolling quality and mainstream smoke components of slim cigarette[J]. Journal of Light Industry, 2021, 36(4): 45-50.

DOI:10.12187/2021.04.006

中图分类号:TS452 文献标识码:A 文章编号:2096-1553(2021)04-0045-06

不同干燥模式对细支烟烟丝结构、卷制质量及主流烟气成分的影响

Influences of different drying modes on cut tobacco structure, rolling quality and mainstream smoke components of slim cigarette

郭华诚¹,陈康²,张峻松²,吴艳艳¹,梁森²,郜海民¹,李瑞丽²
GUO Huacheng¹, CHEN Kang², ZHANG Junsong², WU Yanyan¹, LIANG Miao²,
GAO Haimin¹, LI Ruili²

1. 河南中烟工业有限责任公司 黄金叶生产制造中心,河南 郑州 450000;

2. 郑州轻工业大学 食品与生物工程学院,河南 郑州 450001

1. Golden Leaf Production and Manufacturing Center, China Tobacco He'nan Industrial Co., Ltd., Zhengzhou 450000, China;

2. College of Food and Bioengineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450001, China

关键词:

细支烟;干燥模式;
烟丝结构;卷制质量

Key words:

slim cigarette;
drying mode;
cut tobacco structure;
rolling quality

摘要:为研究干燥模式与细支烟加工的适配性,在保持其他加工工艺参数一致的情况下,分别采用恒温、低温差分段变温、中温差分段变温、高温差分段变温干燥模式对烟丝进行处理,考查不同干燥模式对细支烟烟丝结构、卷制质量及主流烟气成分的影响。结果表明:与其他干燥模式相比,高温差分段变温模式干燥后的烟丝结构比例更适宜细支烟卷接加工;恒温干燥和高温差分段变温干燥模式下,细支烟单支重、吸阻、硬度及总通风率与设计值较为接近,且烟支卷制质量指标稳定性相对较好;中、高温差分段变温干燥模式下,细支烟焦油量、烟碱量与设计值的残差相对较小,CO量相对较低。综上,高温差分段变温干燥为细支烟加工适宜的干燥模式。

收稿日期:2021-04-07

基金项目:河南中烟工业有限责任公司科技项目(2019410003340213)

作者简介:郭华诚(1980—),男,河南省西华县人,河南中烟工业有限责任公司工程师,主要研究方向为卷烟工艺。

通信作者:李瑞丽(1978—),女,河南省安阳市人,郑州轻工业大学副教授,博士,主要研究方向为烟草加工技术及香精香料。

Abstract: In order to study the suitability about drying mode and fine tobacco processing, constant temperature, low temperature difference, medium temperature difference and high temperature difference sectional drying modes were used to dry cut tobacco respectively under the same other processing conditions, and the effects of different drying modes on cut tobacco structure, rolling quality and mainstream smoke components of slim cigarette were explored. The results showed that, compared with other drying modes, the structure proportion of cut tobacco dried by high temperature difference sectional drying mode was more suitable for slim cigarette processing. Under the conditions of constant temperature and high temperature difference sectional drying modes, the cigarette weight, drawing resistance, hardness and total ventilation rate of the slim cigarette were close to the design value, and physical quality indexes of the slim cigarette was relatively stable. Under the medium and high temperature difference sectional drying mode, the difference of tar, nicotine between the actual value and the design value were relatively low, and CO content was relatively low. In conclusion, high temperature difference sectional drying mode was suitable to slim cigarette processing.

0 引言

细支烟圆周小、烟支长,以其细长美观、烟丝消耗量较小、焦油量较低的独特优势,深受消费者和卷烟制造企业的青睐和关注.近年来,在全国卷烟销量下滑、传统卷烟市场表现疲软的状态下,细支烟销量却逆势上涨,呈稳定高速增长态势^[1-4].细支烟作为中式卷烟的新品类,围绕其展开的研究主要集中在卷制过程检测设备改造、烟丝与卷烟材料适配性等^[5-10].叶丝干燥是制丝生产过程的重要加工工序,对烟丝含水率、填充性能、耐加工性及香味物质含量均有较大影响,而干燥模式及干燥条件的变化均会导致烟丝结构、卷制质量、烟气成分等发生变化,进而影响细支烟感官质量等^[11-16].

国内目前多采用滚筒烘丝方式进行烟丝干燥,已有企业引进两段式滚筒干燥设备^[17-18],即采用 I 区高温、II 区低温的分段式干燥模式进行叶丝干燥,但业界针对分段式干燥模式的研究相对较少,分段式干燥模式与细支烟加工的适配性研究也未见报道.基于此,本文拟以细支烟为研究对象,考查不同干燥模式对细支烟烟丝结构、卷制质量及主流烟气成分的影响,以期获得与细支烟加工适配性更好的干燥模式,为细支烟加工生产参数优化,进而为

加强细支烟的质量提升、品质调控等方面提供参考.

1 材料与方法

1.1 实验材料

烟叶原料:黄金叶品牌某细支卷烟全配方叶组约 5000 kg,黄金叶生产制造中心提供.

1.2 主要仪器与设备

TOBSPN 型切丝机、KLD-2 型薄板烘丝机、HT-63 型叶丝隧道式增温增湿机,德国 HAUNI 公司产;ZJ17 型细支烟卷接机组,常州烟草机械有限责任公司产;FED 型热风循环式精密烘箱,香港路易企业有限公司产;YQ-2 型叶丝振动分选筛,郑州烟草研究院产;QTM 型综合测试台,英国 FLTRONA 公司产;WYC-1 型烟支硬度测定仪,成都科学仪器厂产;JCD-III 型激光长度仪,沈阳科学仪器研制中心产;YDX-II 型卷烟端部落丝测试仪、JMZV 型烟支含末率测量仪,中国科学院安徽光学精密机械研究所产;KBF240 型恒温恒湿箱,德国 BINDER 公司产;SM450 型吸烟机,英国 Cerulean 公司产;黄金叶生产制造中心 3000 kg/h 生产线,河南中烟工业有限责任公司提供.

1.3 实验方法

1.3.1 烟丝干燥模式设计 将 5000 kg 全配方叶组均分为 4 份,将加料回风温度提高到

60 ℃,出料含水率调整为 19.8%。烘丝机按筒壁温度设置为 4 种模式,分别为恒温干燥模式 FD0(I、II 区筒壁温度均为 135 ℃)、低温差分段变温干燥模式 FD1(I、II 区筒壁温度分别为 140 ℃、129 ℃)、中温差分段变温干燥模式 FD2(I、II 区筒壁温度分别为 145 ℃、124 ℃)、高温差分段变温干燥模式 FD3(I、II 区筒壁温度分别为 150 ℃、120 ℃)。

1.3.2 细支烟卷制加工 在同一机台以相同的喂丝方式,使用相同的卷烟材料,控制车速为 5000 支/min,其他卷接参数保持一致,由相同操作人员将不同干燥模式加工的烟丝卷制成规格均为(30+67) mm×17.0 mm 的细支烟,待设备运行稳定后,将不同干燥模式下卷制的细支烟样品分别取样 3 次,备用。

1.3.3 烟丝结构测定 分段式不同干燥模式下,在加香机出口、卷烟机跑条后分别取样并检测其含水率、烟丝结构指标。

1.3.4 卷制质量测定 按标准方法对由不同烘丝工艺参数下所得烟丝卷制的细支烟样品的吸阻、圆周、硬度、单支重、长度、总通风率等卷制质量指标进行测定^[19]。

1.3.5 主流烟气成分测定 按标准方法对由不同烘丝工艺参数下所得烟丝卷制的细支烟样品的焦油量、烟碱量、总颗粒物、CO 量、抽吸口数等主流烟气成分进行测定^[20-21]。

1.4 数据处理

采用 SPSS 21.0、Excel 2010 等软件对实验结果进行对比分析,考查不同干燥模式下,烟丝结构、细支烟卷制质量及主流烟气成分的变化规律。

2 结果与分析

2.1 不同干燥模式对烟丝结构的影响

不同干燥模式下加香后烟丝结构和含水率检测结果见表 1。由表 1 可知,与恒温干燥模式相比,采用分段变温干燥模式加工的烟丝实际含水率更接近设计值(12.5%),随着滚筒 I 区、II 区筒壁温度差的逐渐增大,干燥、加香后烟丝含水率逐渐接近设计值;分段变温干燥模式烟丝的填充值大于恒温干燥模式;分段变温干燥模式下烟丝的整丝率、长丝率均低于恒温干燥模式,但烟丝的碎丝率、中丝率、短丝率均高于恒温干燥模式;烟丝的整丝率、长丝率随 I、II 区温度差的增大呈降低趋势,但碎丝率、中丝率、短丝率随 I、II 区温度差的增大呈升高趋势。

不同干燥模式下烟丝结构在跑条后与加香后的差值(指标差值=跑条后指标值-加香后指标值)如图 1 所示。由图 1 可知,从加香后到跑条后,各干燥模式加工的烟丝均表现为整丝率、长丝率减小,中丝率、短丝率及碎丝率增大,这是在风力送丝、吸丝成型过程中部分烟丝长丝变短、短丝变碎所致。与其他 3 种分段变温干燥模式相比,恒温干燥模式下,烟丝整丝率、长丝率降幅最大,分别为 20%和 30%,中丝率、短丝率升幅相对较高,说明恒温干燥后烟丝的结构比例与细支烟加工的适配性相对较差。分段变温干燥模式下,从加香到跑条后,细支烟整丝率、长丝率的降幅均明显小于恒温干燥模式,且随 I 区、II 区温度差的增大,整丝率、长丝率的降幅逐渐减小,说明干燥后烟丝的结构比例与细支烟加工的适配性逐渐增强,尤其是高温差

表 1 不同干燥模式下加香后烟丝结构和含水率检测结果

Table 1 Detection results of cut tobacco structure and water content after flavoring under different drying modes

| 样品 | 含水率 1/% | 含水率 2/% | 填充值/($\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$) | 整丝率/% | 碎丝率/% | 长丝率/% | 中丝率/% | 短丝率/% |
|-----|---------|---------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| FD0 | 13.00 | 12.94 | 4.18 | 82.66 | 0.99 | 68.78 | 13.88 | 16.52 |
| FD1 | 12.74 | 12.85 | 4.29 | 80.98 | 1.28 | 66.08 | 14.90 | 18.00 |
| FD2 | 12.71 | 12.84 | 4.30 | 79.77 | 1.15 | 64.10 | 15.67 | 19.04 |
| FD3 | 12.60 | 12.77 | 4.29 | 78.58 | 1.37 | 62.28 | 16.30 | 20.20 |

注:含水率 1 为烘丝机出口物料含水率;含水率 2 为加香机出口物料含水率。

分段变温干燥模式下,烟丝长丝率降幅为 7.55%,中丝率增幅为 0.66%,短丝率增幅为 4.76%,整丝率的降幅、碎丝率的增幅分别为 6.89%、2.11%,在 4 种干燥模式中均相对最小,说明高温差分段变温干燥模式下干燥后烟丝的结构比例更适用于细支烟的卷接加工。

2.2 不同干燥模式对细支烟卷制质量的影响

不同干燥模式下细支烟的卷制质量统计结果见表 2。由表 2 可知,恒温干燥和高温差分段变温干燥模式下,烟支单支重、吸阻、硬度及总通风率相对更接近于产品设计值;低、中温差分

段变温干燥模式下,单支重、吸阻、硬度及总通风率等指标值相对偏低,与设计值的偏差相对较大。

不同干燥模式下细支烟卷制质量指标中圆周和长度的 CV 值(标偏/均值×100%),由表 1 可知,圆周和长度的 CV 值分别为 0.22%~0.35%、0.10%~0.12%,即数据分布相对较为集中。不同干燥模式下细支烟卷制质量指标中吸阻、硬度、总通风率、单支重变异系数(CV 值)对比结果如图 2 所示。由图 2 可知,吸阻、硬度、总通风率、单支重的数据分布则相对较为分散。恒温干燥模式下吸阻的 CV 值明显低于分段变温干燥模式,高温差分段变温干燥模式下,硬度的 CV 值最低,恒温干燥和高温差分段变温干燥模式下,总通风率 CV 值基本居中。综合来看,恒温干燥和高温差分段变温干燥模式下,各卷制质量指标 CV 值相对较低,细支烟卷制质量稳定性相对较好。

2.3 不同干燥模式对细支烟主流烟气成分的影响

不同干燥模式下细支烟的主流烟气成分检测结果见表 3。由表 3 可知,不同干燥模式下,细支烟的抽吸口数基本一致,随滚筒 I 区、II 区筒壁温度差的增大,细支烟主流烟气中的总粒相物、焦油量、CO 量及烟碱量均呈降低趋势。各干燥模式下烟丝卷制细支烟焦油量与设计值的最大偏差为 0.8 mg/支,明显低于文献[22]限定的 1.5 mg/支的允差要求;CO 量、烟碱量与

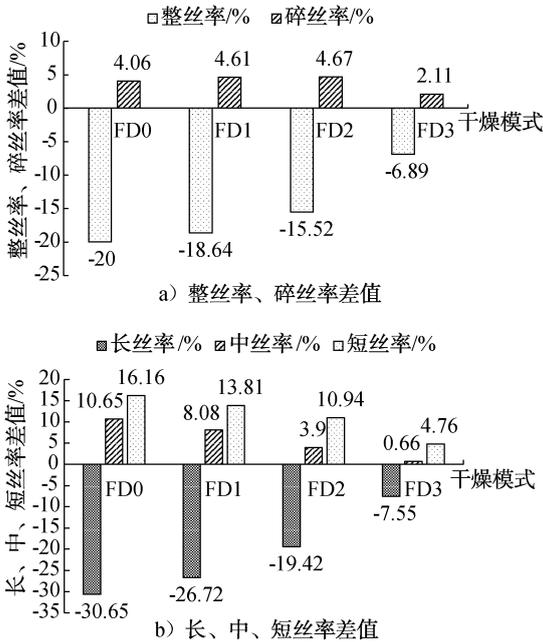


图 1 不同干燥模式下烟丝结构在跑条后与加香后的差值

Fig. 1 Difference of cut tobacco structure between after rolling and flavoring under different drying modes

表 2 不同干燥模式下细支烟的卷制质量统计结果

Table 2 Statistical results of rolling quality of slim cigarette under different drying modes

| 模式 | 指标 | 单支重/mg | 吸阻/Pa | 硬度/% | 圆周/mm | 长度/mm | 总通风率/% |
|-----|-----|--------|----------|-------|-------|-------|--------|
| | 设计值 | 540.00 | 1 200.00 | 65.00 | 17.00 | 97.00 | 54.00 |
| FD0 | 均值 | 541.50 | 1 137.90 | 64.62 | 16.97 | 97.09 | 51.57 |
| | 标偏 | 16.00 | 54.00 | 3.40 | 0.05 | 0.10 | 2.38 |
| FD1 | 均值 | 519.20 | 1 054.50 | 61.19 | 16.95 | 97.04 | 50.48 |
| | 标偏 | 13.00 | 62.00 | 2.67 | 0.06 | 0.11 | 2.86 |
| FD2 | 均值 | 521.80 | 1 063.80 | 63.28 | 16.97 | 97.05 | 50.38 |
| | 标偏 | 12.00 | 63.00 | 3.51 | 0.05 | 0.12 | 1.63 |
| FD3 | 均值 | 537.80 | 1 100.10 | 63.81 | 17.02 | 97.02 | 52.72 |
| | 标偏 | 15.00 | 62.00 | 2.55 | 0.04 | 0.12 | 2.38 |

设计值的最大偏差分别为 0.9 mg/支、0.04 mg/支,均在文献[22]要求允差范围内(CO 量允差 ± 2.0 mg/支,烟碱量允差 ± 0.20 mg/支)。

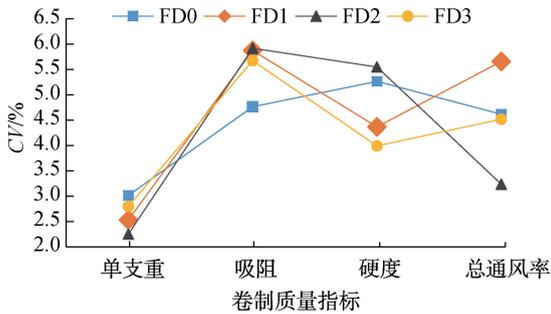


图2 不同干燥模式下细支烟卷制质量指标 CV 对比结果

Fig. 2 CV comparison results of slim cigarette rolling quality indexes under different drying modes

表3 不同干燥模式下细支烟的主流烟气成分检测结果

Table 3 Detection results of mainstream smoking components of slim cigarette under different drying modes

| 样品 | 抽吸口数/ (口·支 ⁻¹) | 总粒相物/ (mg·支 ⁻¹) | 焦油量/ (mg·支 ⁻¹) | CO 量/ (mg·支 ⁻¹) | 烟碱量/ (mg·支 ⁻¹) |
|-----|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| FD0 | 6.1 | 9.11 | 7.6 | 4.9 | 0.64 |
| FD1 | 5.9 | 9.48 | 7.8 | 4.9 | 0.64 |
| FD2 | 5.7 | 9.02 | 7.4 | 4.2 | 0.59 |
| FD3 | 6.0 | 8.64 | 7.3 | 4.1 | 0.60 |

细支烟主流烟气成分实测值与设计值的残差如图3所示。由图3可知,各干燥模式下,细支烟样品的焦油量均高于设计值,CO量均低于设计值。恒温干燥和低温差变温干燥模式下细支烟焦油量、烟碱量与设计值的残差相对较大,CO量与设计值的残差相对较小;中、高温差分段变温干燥模式下,细支烟焦油量、烟碱量与设计值的残差均相对较小,CO量相对较低,且表现出滚筒I区、II区筒壁温差越大,焦油量、烟碱量残差越小、CO量越低的变化趋势。文献[22]规定焦油量设计值在5~10 mg/支的卷烟,实测值与设计值残差应小于等于2.0 mg/支,2011年调整为焦油量设计值在5~9 mg/支的卷烟,实测值与设计值残差应小于等于1.5 mg/支,焦油量残差可作为卷烟产品的批否项指标。因此,在主流烟气成分中,通常以焦油量残差为主要衡量指标,

以烟碱量残差、CO量残差为辅助衡量指标,中、高温差分段变温干燥模式下细支烟样品主流烟气成分指标值更接近设计值。

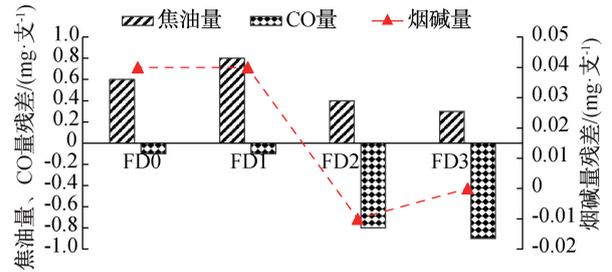


图3 细支烟主流烟气成分实测值与设计值的残差

Fig. 3 Residual of actual and design value of mainstream smoking components in slim cigarette

3 结论

本文以细支烟为研究对象,采用滚筒烘丝方式,在保持其他加工工艺参数一致的前提下,考查了恒温、低温差分段变温、中温差分段变温、高温差分段变温干燥模式对细支烟烟丝结构、卷制质量及主流烟气成分的影响。得到如下结论。1)与其他干燥模式相比,高温差分段变温模式干燥后烟丝的结构比例更适于细支烟卷接加工。2)恒温干燥和高温差分段变温干燥模式下,细支烟单支重、吸阻、硬度及总通风率与设计值较为接近,且烟支卷制质量指标稳定性相对较好。3)随滚筒I区、II区筒壁温度差的增大,细支烟主流烟气总粒相物、焦油量、CO量及烟碱量均呈降低趋势;中、高温差变温干燥模式下,细支烟焦油量、烟碱量与设计值的残差相对较小,CO量相对较低,且滚筒I区、II区筒壁温差越大,焦油量、烟碱量与设计值的越小,CO量越低。

综上所述,细支烟适宜干燥模式为高温差分段变温干燥模式。鉴于干燥模式直接影响成品烟烟丝结构、抗造碎能力,进而影响细支烟卷制质量、主流烟气成分和感官品质。下一步研究工作将集中于不同干燥模式对细支烟感官体验的影响。

参考文献:

- [1] 朱立权. 江苏中烟细支卷烟发展战略探讨 [D]. 长春: 吉林大学, 2017: 1-2.
- [2] TALHOUT R, RICHTER P, STEPANOV I, et al. Cigarette design features: effects on emission levels, user perception, and behavior [J]. Tobacco Regulatory Science, 2018, 4(1): 592.
- [3] KARINE G, CRAWFORD M, ROMAIN G, et al. Consumer perceptions of cigarette design in France: a comparison of regular, slim, pink and plain cigarettes [J]. Nicotine & Tobacco Research, 2019, 21(7): 911.
- [4] 唐军, 何邦华, 温亚东, 等. 国内细支卷烟加工工艺与加工装备研究进展 [J]. 轻工学报, 2020, 35(6): 41.
- [5] 陈丞. 综合测试台检测细支卷烟的技术改造 [J]. 安徽农业科学, 2016, 44(6): 309.
- [6] 向军, 李莲喜. 一种细支烟通用型切纸轮的设计与研究 [J]. 机械工程师, 2019(3): 120.
- [7] 李海锋, 杨皓, 宣润泉, 等. 卷烟纸特性对细支烟主流烟气指标的影响 [J]. 中国造纸, 2017, 36(6): 38.
- [8] 楚文娟, 田海英, 彭桂新, 等. 基于卷烟材料参数的细支烟烟气有害成分预测模型 [J]. 烟草科技, 2019, 52(9): 46.
- [9] 李洪涛, 杨成. 基于混料均匀设计的细支烟烟丝尺寸优化 [J]. 济南大学学报(自然科学版), 2018, 32(2): 146.
- [10] XIN Y N, ZHANG J W, LI B. Drying kinetics of tobacco strips at different air temperatures and relative [J]. Journal of Thermal Analysis & Calorimetry, 2018, 132(2): 1347.
- [11] LI B, ZHU W K, WANG P F, et al. Fast drying of cut tobacco in drop tube reactor and its effect on petroleum ether tobacco extracts [J]. Drying Technology, 2018, 36(11): 1304.
- [12] 王岩, 朱文魁, 刘楷丽, 等. 滚筒分段变温干燥方式下烤烟叶丝质量的变化特征 [J]. 烟草科技, 2015, 48(8): 60.
- [13] 雷振, 何金华, 黄传喜. 不同烘丝工艺参数对烟丝综合质量的影响 [J]. 安徽农业科学, 2019, 47(5): 190.
- [14] CHEN A G, REN Z Y, FAN Z P, et al. Two-layered model predictive control strategy of the cut tobacco drying process [J]. IEEE Access, 2020, 8: 155697.
- [15] BI S H, ZHANG B, MU L L, et al. Optimization of tobacco drying process control based on reinforcement learning [J]. Drying Technology, 2020, 38(10): 1291.
- [16] CHEN A G, REN Z Y, FAN Z P, et al. Dead band zone model predictive control of cut tobacco drying process [J]. IEEE Access, 2020, 8: 157781.
- [17] 刘远涛, 韦文, 农李政, 等. 两段式烘丝工艺参数对卷烟感官质量的影响 [J]. 湖北农业科学, 2016, 55(14): 3670.
- [18] 张炜, 刘江生, 王道宽, 等. KLD2-3 两段式滚筒烘丝机控制模式研究 [J]. 烟草科技, 2013(3): 8.
- [19] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 卷烟和滤棒物理性能的测定: GB/T 22838—2009 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [20] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 卷烟 用常规分析用吸烟机测定总粒相物和焦油: GB/T 19609—2004 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2004.
- [21] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 卷烟 总粒相物中烟碱的测定 气相色谱法: GB/T 23355—2009 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [22] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 卷烟 第 5 部分 主流烟气: GB 5606.5—2005 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2005.