



鲁平,楚文娟,崔春,等. 烟丝填充状态对卷烟卷制品质及包灰性能的影响[J]. 轻工学报,2023,38(5):68-73.  
LU P, CHU W J, CUI C, et al. Effect of filling state of cut tobacco on rolling quality and ash integrity of cigarette [J]. Journal of Light Industry, 2023, 38(5): 68-73. DOI: 10. 12187/2023. 05. 009

# 烟丝填充状态对卷烟卷制品质及包灰性能的影响

鲁平<sup>1</sup>, 楚文娟<sup>1</sup>, 崔春<sup>1</sup>, 王高杰<sup>1</sup>, 崔廷<sup>1</sup>, 王蓓蓓<sup>1</sup>, 王豪礼<sup>2</sup>, 王建民<sup>2</sup>

1. 河南中烟工业有限责任公司 技术中心, 河南 郑州 450000;
2. 郑州轻工业大学 烟草科学与工程学院, 河南 郑州 450001

**摘要:**选取能综合表征烟丝填充状态的参数,考查了烟丝填充状态参数对卷烟卷制品质(吸阻、硬度、总通风率)及包灰性能的影响。结果表明:1)烟支内烟丝的填充值、填充量和填充密度能够全面地反映烟丝填充状态,其中填充密度可以用烟支中点密度、平均密度、密度指数和密度梯度共同表征;2)烟丝填充状态会显著影响卷烟的吸阻、硬度、总通风率,决定系数分别为0.781、0.576、0.672;3)吸阻、总通风率、烟丝填充值和填充量对综合包灰性能有显著影响,决定系数为0.391。

**关键词:**卷烟;烟丝填充状态;卷制品质;包灰性能

**中图分类号:**TS452 **文献标识码:**A **文章编号:**2096-1553(2023)05-0068-06

## 0 引言

包灰性能优良的卷烟抽吸时形成的灰柱,外形美观、表面裂纹少、灰柱紧实且烟灰较白,反之,包灰性能差的卷烟抽吸时,烟灰掉落现象严重,灰柱松散且烟灰发黑,严重影响消费者的体验感。目前,关于卷烟包灰性能的研究主要聚焦于卷烟纸及烟丝参数的影响,如郑丰等<sup>[1-3]</sup>研究了卷烟纸浆料、助燃剂等对包灰性能的影响,发现随着柠檬酸根含量的增加,包灰综合性能提升;王孝峰等<sup>[4-5]</sup>研究了烟丝及其化学成分等对包灰性能的影响,发现烟丝宽度小及钾氯比高的卷烟样品包灰性能更好。这些研究成果

对于指导烟丝配方设计、卷烟纸参数优化发挥了积极作用。另外,包灰性能的优劣是在卷烟燃吸过程中体现出来的,必然会受到卷烟抽吸条件或燃烧状况的影响,因而其与卷烟的烟丝填充状态及卷制品质同样密切相关。汪冰云等<sup>[6]</sup>发现,烟支质量、密度分布与卷烟吸阻有较强的相关性,对烟支吸阻指标的稳定性也有重要影响。赵静宜等<sup>[7]</sup>发现,平准器参数的不同会影响卷烟的填充密度,进而影响卷烟的卷制品质。此外,平准器凹槽深度、宽度及风室正压、负压等卷烟机参数会改变烟支内烟丝的填充状态,进而会显著影响卷烟包灰性能<sup>[8]</sup>。由以上可知,卷烟的卷制品质和包灰性能均与烟丝的填充状

收稿日期:2022-09-30;修回日期:2022-11-14;出版日期:2023-10-15

基金项目:中国烟草总公司重大科技项目(110202101079(SJ-03));河南中烟工业有限责任公司重点科技项目(A202013)

作者简介:鲁平(1971—),女,河南省新野县人,河南中烟工业有限责任公司高级工程师,主要研究方向为烟草加工工艺。E-mail: xyluping@126.com

通信作者:王建民(1963—),男,河南省郑州市人,郑州轻工业大学教授,主要研究方向为烟草加工技术。E-mail: wjm63@163.com

态有关,但以烟丝填充状态为切入点的相关研究却鲜有报道。

基于此,本文拟以 26 种不同牌号常规规格卷烟为考查对象,研究烟丝填充状态对卷烟的卷制品质(吸阻、硬度、总通风率)及包灰性能的影响,以期为合理设置物理参数以提高卷制品质、改善包灰性能、控制包灰性能的稳定性及卷烟产品的设计提供理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

主要材料:产自安徽、浙江、云南、江苏、湖南、上海、河南等地的常规规格卷烟样品 26 种,编号 1#—26#,均购于当地市场。

主要仪器:KBF 型恒温恒湿箱,美国 BINDER 公司;Borgwaldt-solutions 型填充仪,德国 Borgwaldt 公司;TEWS 3220 型微波快速烟支水分密度测量仪,德国 TEWS 公司;SODIMAX 型多功能综合测试台,法国 Sodim Instrumentation 公司;BACST600 型卷烟燃烧外观性能测定仪,河南中烟与中科院安徽光学精密机械研究所联合研制。

### 1.2 实验方法

**1.2.1 卷烟烟丝填充状态参数测定** 使用微波快速烟支水分密度测量仪对样品的烟丝段密度分布进行测试,每次重复测量 20 支,计算平均值。分别抽取各个牌号卷烟 100 支,将卷烟烟丝进行剥离后,置于温度(22±1)℃、相对湿度(60±2)%的恒温恒湿箱中平衡 48 h<sup>[9]</sup>。平衡结束后进行称量,再除以剥离卷烟支数,记为卷烟烟丝填充量。烟丝填充值参照文献[10]的方法使用填充仪进行测定。

**1.2.2 卷烟卷制品质测定** 依据卷烟和滤棒物理性能的相关标准测定方法<sup>[11]</sup>,使用多功能综合测试台测试单支卷烟长度、质量、圆周、吸阻、硬度和总通风率,结果以 30 支样品的平均值表示。

**1.2.3 卷烟包灰性能指标测定** 采用文献[12]中的方法,使用卷烟燃烧外观性能测定仪在标准吸烟条件下测定卷烟燃吸时的包灰性能,包括灰色值、裂口率、缩灰率、碳线宽度、碳线整齐度 5 项指标,其中灰色值越高,代表包灰性能越好,其余 4 项指标越

小,代表包灰性能越好。采用文献[13]中的方法测定卷烟的自由燃烧速率。

### 1.3 数据处理

数据处理方法主要为描述统计、方差分析、多元回归,数据处理与分析软件为 Excel 和 Spss 22.0。

## 2 结果与分析

### 2.1 烟丝填充状态参数的选取

烟丝填充状态是烟支内烟丝填充饱满程度及均匀性的综合体现,与烟支内烟丝的填充值和填充量密切相关<sup>[14-15]</sup>,因此,通常选择烟支内烟丝填充值、填充量作为表征填充状态的参数。此外,利用烟支密度仪对烟支进行轴向微波扫描,可提取表征烟丝填充密度及其均匀性的参数。为了解决端部落丝,卷烟机会使用含有凹槽的平准盘<sup>[16-17]</sup>,因此烟支两端会各出现一个密度波峰(紧头)。烟支密度分布图如图 1 所示。由图 1 可知,测量结果中部分卷烟接嘴端(右端)的峰值普遍高于燃烧端(左端),这与实际情况不符,分析其原因是接装纸上面的反光涂层导致微波测量结果出现偏差(导致结果偏高)。另外,当仪器扫描至卷烟纸上印刷的钢印时,也会产生类似情况,因此,现有仪器无法准确反映烟丝在整支烟内的填充密度分布情况。为此,采用仅对燃烧端密度峰值点至测量区域中点进行局部评价的方案,以消除对烟支两端测量结果不确定性的影响。如图 1 所示,分别提取燃烧端峰值密度(简称紧头密度  $M_1$ )、测量区域中点密度(简称中点  $M_2$ )、峰值点至中点区域平均密度(简称平均密度  $M_3$ )作为原始变量,计算以下两个衍生变量:1)中点与平均密度比( $M_4 = M_2/M_3$ ), $M_4$ 称为密度指数,其值越高,表示烟丝整体填充密度越高;2)紧头与中点密度差( $M_5 = M_1 - M_2$ ), $M_5$ 称为密度梯度,其值越大,表示烟

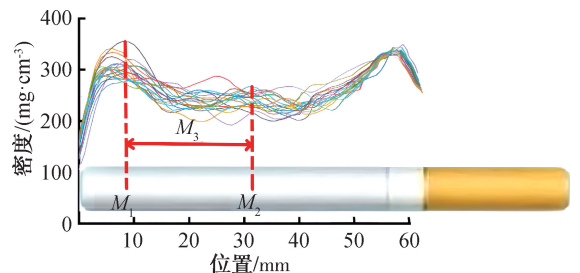


图 1 烟支密度分布图

Fig. 1 Cigarette density distribution

丝填充的均匀性越差。

烟丝填充状态参数的描述性统计结果见表1。由表1可知,烟丝填充值、填充量两项参数的变异较小,说明相同规格不同牌号卷烟在该两项参数的设计上趋同性较强;相比之下,除密度指数外,其他密度参数的变异则较大,即不同牌号卷烟烟丝填充状态的差异主要表现在烟丝填充密度及其分布的均匀性方面。

烟丝填充状态参数间的相关性分析结果见表2。由表2可知,烟丝填充值与各密度参数间的相关性均不显著,烟丝填充量与密度指数、密度梯度之间分别呈显著正相关和负相关,但相关系数的绝对值均较小;相比之下,紧头密度与中点密度和平均密度之间呈极显著正相关,与密度梯度之间呈显著正相关,且相关系数的绝对值均较大。由此可知,烟丝填充值、填充量不能完全反映烟支内的烟丝填充状态,这主要是由于紧头的存在改变了烟丝在整支烟内的分布情况,因此,有必要从烟丝填充值、填充量及填充密度3个方面综合表征烟丝的填充状态。

## 2.2 烟丝填充状态参数对卷制品质的影响

26种卷烟样品吸阻、硬度、总通风率的描述性统计结果见表3。由表3可知,相同规格不同牌号

卷烟的吸阻、硬度两项指标参数的变异较小、趋同性较强,总通风率则表现出明显的变异,说明不同牌号卷烟在滤嘴通风设计方面存在较大差异。

分别以卷烟吸阻、硬度、总通风率为因变量,卷烟质量、烟丝填充值、填充量、中点密度、平均密度、密度指数、密度梯度为自变量,进行多元线性回归分析,结果见表4和表5。F检验结果表明3个回归模型均为极显著,t检验结果表明模型中的自变量也达到了极显著或显著水平。

烟丝填充值、填充量的影响主要体现在卷烟的吸阻和硬度两项指标上,随着卷烟填充值、填充量的升高,吸阻和硬度均升高,这符合实际情况。卷烟填充密度则对3项指标均有显著影响,随着密度梯度的增大,卷烟硬度降低,这是因为烟丝填充量一定时,随着紧头处密度增加、中点处密度相应减小,而以烟支中部为测量点的硬度也相应降低。相比之下,密度对吸阻和总通风率的影响则更为复杂,其中中点密度、平均密度、密度指数对卷烟吸阻的影响及密度指数、密度梯度对总通风率的影响均具有统计学意义,上述参数的变化反映烟丝在烟支内整体分布的变化,这将导致气流进入卷烟的路径分布及在卷烟内部的流动方式发生变化,进而影响吸阻和总

表1 烟支填充状态参数描述性统计结果

Table 1 Cigarette filling state parameter descriptive statistics results

参数	填充值/ ( $\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$ )	填充量/g	紧头密度/ ( $\text{mg} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	中点密度/ ( $\text{mg} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	平均密度/ ( $\text{mg} \cdot \text{cm}^{-3}$ )	密度指数	密度梯度/ ( $\text{mg} \cdot \text{cm}^{-3}$ )
极小值	4.00	0.55	138.91	127.01	132.07	0.92	11.10
极大值	5.29	0.70	239.59	204.57	215.17	0.99	55.27
平均值	4.53	0.63	198.69	171.16	180.20	0.95	27.54
标准偏差	0.31	0.03	29.80	24.03	25.91	0.02	9.57
RSD/%	6.76	5.35	15.00	14.04	14.38	1.92	34.75

表2 烟丝填充状态参数间的相关性分析结果

Table 2 Correlation analysis of tobacco filling state parameters

参数	填充值	填充量	紧头密度	中点密度	平均密度	密度指数	密度梯度
填充值	1	-0.049**	0.022	-0.012	0.024	-0.260	0.099
填充量	—	1	-0.246	-0.152	-0.217	0.487*	-0.384*
紧头密度	—	—	1	0.959**	0.984**	-0.372	0.706**
中点密度	—	—	—	1	0.991**	-0.136	0.477*
平均密度	—	—	—	—	1	-0.266	0.576**
密度指数	—	—	—	—	—	1	-0.818**
密度梯度	—	—	—	—	—	—	1

注:—表示无该项内容;\*\*表示在0.01水平上极显著相关,\*表示在0.05水平上显著相关。下同。

通风率。例如,随着密度梯度增大,气流从燃烧端的端部进入的阻力增大,相应地,就会增加经紧头后端卷烟纸进入的气流量,从而导致总通风率升高;随着密度指数升高,气流经整个烟支段进入、流动阻力增大,这会增加经滤嘴通风孔进入的气流量,也会导致总通风率升高。综上所述,烟丝填充值、填充量及填充密度共同决定了烟丝在烟支内的填充状态,进而影响卷烟的卷制品质。

需要注意的是,吸阻、硬度、总通风率这3个回归模型的决定系数总体偏低,分别为0.781、0.576、0.672,在复杂体系中烟丝填充状态对3项指标的解释度分别为78.1%、57.6%、67.2%。这一方面是因为研究对象为相同规格的成品卷烟,在物理参数

表3 吸阻、硬度、总通风率描述统计结果

Table 3 Descriptive statistics results of suction resistance, hardness and total ventilation rate

指标	极小值	极大值	均值	标准偏差	RSD/%
吸阻/Pa	860.77	1 134.97	1 021.78	71.34	6.98
硬度/%	61.47	74.06	66.50	3.32	4.99
总通风率/%	7.06	30.89	15.13	5.69	37.66

表4 卷制品质回归模型概述及F检验结果

Table 4 Overview of regression model and F test results of cigarette making quality

模型	模型概述				F 检验	
	相关系数	决定系数	调整决定系数	估计值标准误差	F 值	P 值
吸阻	0.884	0.781	0.703	37.662	10.080	0.000
硬度	0.759	0.576	0.491	2.227	6.790	0.001
总通风率	0.820	0.672	0.627	2.957	15.001	0.000

表5 卷制品质回归模型系数表

Table 5 Regression model coefficient table of Cigarette making quality

模型	吸阻		硬度		通风率	
	回归系数	标准化系数	回归系数	标准化系数	回归系数	标准化系数
(常量)	-8 168.037*	—	23.158	—	-97.457	—
质量	—	—	-41.809*	-0.448	—	—
吸阻	—	—	—	—	-0.048**	-0.672
总通风率	-8.314**	-0.588	—	—	—	—
填充值	110.292**	0.505	5.010*	0.506	—	—
填充量	1 501.561**	0.604	95.544**	0.833	—	—
中点密度	-48.410*	-16.609	—	—	—	—
平均密度	46.439*	16.914	—	—	—	—
密度指数	8 176.180*	2.124	—	—	161.352**	0.605
密度梯度	—	—	-0.138*	-0.424	0.277*	0.545

(指标)设计上的趋同性较强,本身变异较小;另一方面,样品来自不同生产企业,质量等级差异也较大,使其烟丝配方、卷烟纸及滤嘴参数等均不相同,属于存在较多干扰因素的复杂样品体系(以下简称复杂样品体系)。在这种情况下,烟丝填充状态对卷烟吸阻等指标的影响仍然表现出较高的统计学意义,更体现对其进行研究和控制的必要性。

### 2.3 烟丝填充状态参数对卷烟包灰性能的影响

不同卷烟样品的自由燃烧速度及5项包灰性能指标的描述性统计结果见表6,为便于计算综合包灰性能,将5项指标的原始测量数据进行了中心化处理,以消除量纲的差异。由表6可知,包灰性能指标的变异程度差异十分明显,由大到小依次为裂口率>碳线宽度>灰色值>碳线整齐度>缩灰率。

分别以卷烟自由燃烧速率、灰色等包灰性能指标为因变量,卷烟长度、质量、圆周、吸阻、硬度、总通风率、烟丝填充值、填充量、中点密度、平均密度、密度指数、密度梯度为自变量进行多元线性回归分析,结果见表7和表8。F检验结果表明,所有回归模型均极显著或显著,t检验结果表明,模型中的自变量也达到了极显著或显著水平。回归分析结果表明:1)卷烟质量、硬度、烟丝填充值和平均密度对自由燃烧速率具有显著或极显著影响,自由燃烧速率随卷烟质量、硬度、平均密度升高而降低,随烟丝填充值升高而升高。这与已有研究结果<sup>[18-19]</sup>基本一致。2)卷烟的吸阻、硬度、总通风率3项物理指标对包灰性能有显著影响,随着吸阻的增大,灰色变白、碳线变窄,但缩灰效果变差;随着总通风率的升高,灰

表6 卷烟燃烧及包灰性能描述统计

Table 6 Descriptive statistics of cigarette combustion and ash integrity of cigarette

参数	极小值	极大值	均值	标准差	权重
燃烧速率/(mm·min <sup>-1</sup> )	6.35	8.25	7.15	0.55	—
灰色	0.88	1.12	1.00	0.08	0.09
裂口率/%	0.57	1.79	1.00	0.34	0.46
缩灰率/%	0.97	1.04	1.00	0.02	0.03
碳线宽度/mm	0.69	1.55	1.00	0.25	0.35
碳线整齐度/mm	0.88	1.12	1.00	0.06	0.08
综合得分	0.58	1.25	1.00	0.16	—

色变白、裂口率降低,但缩灰效果变差;随着硬度的升高,灰色变白、裂口率升高。吸阻、硬度、总通风率均是与卷烟抽吸条件或燃烧状况密切相关的指标,上述结果说明,卷烟包灰性能不仅与烟丝、卷烟纸的性质有关,还受到卷烟抽吸条件或燃烧状况的影响。

3) 烟丝填充值、填充量对灰色有显著影响,随着烟丝填充值、填充量的升高,灰色逐渐变差;填充密度则对碳线宽度、整齐度 2 个指标有显著影响,随着中点密度的升高,碳线整齐度逐渐变差,随着平均密度的升高,碳线整齐度逐渐变好,随着密度指数的升高,碳线变窄、碳线整齐度逐渐变好。

综上所述,随着卷烟吸阻、硬度、总通风率的变化,卷烟的燃烧速度、包灰性能均会发生显著变化,而烟丝填充状态则会通过上述指标间接或直接地影

表 7 燃烧及包灰性能回归模型概述表

Table 7 Overview of regression models of cigarette combustion and ash-packing performance

模型	模型概述				F 检验	
	相关系数	决定系数	调整决定系数	估计值标准误差	F 值	P 值
燃烧速率	0.767	0.589	0.510	0.386	7.511	0.001
灰色	0.769	0.592	0.463	0.049	4.598	0.005
裂口率	0.738	0.544	0.482	0.241	8.762	0.001
缩灰率	0.709	0.503	0.460	0.014	11.651	0.000
碳线宽度	0.563	0.317	0.257	0.219	5.328	0.013
碳线整齐度	0.637	0.406	0.325	0.047	5.013	0.008
综合包灰性能	0.626	0.391	0.270	0.138	3.214	0.034

表 8 燃烧及包灰指标回归模型系数表

Table 8 Regression model coefficient table of cigarette combustion and ash integrity performance

模型	回归系数					
	燃烧速率	灰色	裂口率	缩灰率	碳线宽度	碳线整齐度
(常量)	16.061**	-1.111*	-8.548**	0.667**	8.146**	9.065**
长度	—	0.024*	0.080**	—	—	—
质量	-5.935*	—	—	—	—	—
吸阻	—	0.001**	—	0.000**	-0.002**	—
硬度	-0.103**	0.010**	0.050**	—	—	—
总通风率	—	0.007**	-0.027**	0.002**	—	—
填充值	0.973**	-0.189**	—	—	—	—
填充量	—	-1.475*	—	—	—	—
中点密度	—	—	—	—	—	0.042**
平均密度	-0.007*	—	—	—	—	-0.041**
密度指数	—	—	—	—	-5.495*	-8.370**

响卷烟的燃烧及包灰性能。

包灰性能指标的权重结果见表 6。按照灰色望大(取负值),裂口率、碳线宽度、碳线整齐度、缩灰率望小(取正值)进行权重加和计算综合包灰得分,得分越低综合包灰性能越好。由表 6 可知,26 种卷烟的综合得分在 0.58~1.25 范围内。以卷烟综合包灰性能得分为因变量,吸阻、总通风率、烟丝填充值、填充量为自变量进行多元线性回归分析,结果见表 7 和表 9。F 检验结果表明,综合包灰性能的回归模型决定系数为 0.391,可以在复杂样品体系中解释其变异的 39.1%,吸阻、总通风率对综合得分有显著影响,随着吸阻、总通风率的升高,综合得分降低,综合包灰性能变好;烟丝填充值对综合得分的影响接近显著水平( $P=0.051$ ),填充量对综合得分的影响显著,随着烟丝填充值、填充量的升高,综合得分升高,综合包灰性能变差。

表 9 综合包灰性能回归模型系数表

Table 9 Regression model coefficient table of comprehensive score of ash integrity performance

模型	非标准化系数		标准化系数	t	P
	回归系数	标准误差			
(常量)	0.145	1.029	—	0.141	0.889
填充值	0.248	0.119	0.421	2.079	0.051
填充量	2.310	0.958	0.465	2.410	0.026
吸阻	-0.002	0.001	-0.700	-2.455	0.023
总通风率	-0.021	0.008	-0.765	-2.772	0.012

结合单项得分和综合得分回归分析结果可知,在复杂样品体系中,吸阻、硬度、总通风率 3 项卷制品品质指标对包灰性能的影响具有统计学意义,说明除烟丝和卷烟纸外,卷烟卷制品品质也是影响包灰性能的重要因素,三者共同决定了烟支的燃烧状况并使其呈现不同的包灰性状。烟丝填充状态不仅通过影响吸阻、硬度、总通风率间接影响包灰性能,某些参数还会直接影响包灰性能,因此,合理控制烟丝填充状态可使卷烟燃吸时呈现出更佳的包灰性能。

### 3 结论

本文基于烟支连续微波扫描结果提取出了表征烟丝填充密度及其均匀性的参数,进一步丰富了表征烟支内烟丝填充状态的参数体系,并研究了烟丝填充状态参数对卷烟吸阻、硬度、总通风率等卷制品

质及卷烟包灰性能的影响。

结果表明:1)不同牌号卷烟烟丝填充状态的差异性不仅体现在烟支内烟丝的填充值和填充量方面,还体现在烟丝填充的密度及其均匀性方面;通过填充值、填充量和填充密度能够更全面地反映烟丝填充状态。其中填充密度可以用烟支中点密度、平均密度、密度指数和梯度共同表征。紧头密度与中点密度和平均密度呈极显著正相关,与密度梯度呈显著正相关,是影响烟丝填充状态的主要因素。2)烟丝填充状态是影响卷烟吸阻、硬度、总通风率的重要因素,在复杂样品体系中对3项指标变异的解释度分别为78.1%、57.6%和67.2%。3)卷烟吸阻、硬度、总通风率及烟丝填充状态参数均会显著影响卷烟的包灰性能。吸阻、总通风率、烟丝填充值和填充量对卷烟综合包灰性能有显著影响,在复杂样品体系中解释其变异的39.1%。

综上所述,烟支内烟丝填充状态不仅会直接影响卷烟的卷制品质,还会直接或间接影响卷烟的包灰性能,因此,优化和控制烟丝填充状态对于提升卷烟综合品质具有重要意义。

## 参考文献:

- [1] 郑丰,肖翠翠,王小平,等. 卷烟纸特性对卷烟静态包灰性能的影响[J]. 烟草科技,2020,53(3):82-88.
- [2] 顾永圣,段良勇,闫新可,等. 不同浆料配比卷烟纸性能及对卷烟的影响[J]. 中国造纸,2018,37(11):31-35.
- [3] 余耀,詹建波,王浩,等. 致密包灰全麻卷烟纸制备技术及应用[J]. 新型工业化,2017,7(3):44-48.
- [4] 王孝峰,郭东锋,张晓宇,等. 卷烟燃烧包灰与烟丝化

- 学成分的关系[J]. 烟草科技,2022,55(2):45-51.
- [5] 董浩,王澍,周明珠,等. 卷烟表观燃烧性能质量状况分析[J]. 烟草科技,2022,55(4):70-78.
- [6] 汪兵云,蔡兵,查勇,等. 烟支吸阻稳定性影响因素研究[J]. 现代农业科技,2017,696(10):248-249,253.
- [7] 赵静宜,宋世强,侯静林,等. 平准器规格参数对卷烟烟气的影晌[J]. 轻工科技,2016,32(2):110-112.
- [8] 许艳冉,刘舒畅,穆林,等. 烟丝和卷烟机参数对卷烟包灰性能的影响[J]. 烟草科技,2020,53(12):67-74.
- [9] 国家烟草专卖局. 烟草及烟草制品 调节和测试的大气环境:GB/T 16447—2004[S]. 北京:中国标准出版社,2004.
- [10] 王中山,赵静宜,杨正军,等. 不同切丝方式对烟丝结构及烟支吸阻的影响[J]. 轻工科技,2021,37(5):63-65.
- [11] 崔春,孟祥士,纪朋,等. 陈皮爆珠对卷烟常规理化指标和感官品质的影响[J]. 轻工学报,2019,34(5):40-46.
- [12] 楚文娟,崔建华,王建民,等. 基于卷烟纸参数的卷烟静态包灰综合评价方法[J]. 烟草科技,2021,54(11):69-76.
- [13] 王孝峰,张劲,李延岩,等. 卷烟燃烧速率与其包灰性能关系分析[J]. 烟草科技,2021,54(10):70-76.
- [14] 朱涛,杨传敏,雷振,等. 不同因素对烟丝填充值的影响研究[J]. 南方农业,2022,16(13):63-65,71.
- [15] 倪克平,范铁桢,王涛. 卷烟硬度、吸阻与单支重相关性分析[J]. 烟草科技,2002(3):9-13.
- [16] 何涛,周辉,邓明飞,等. ZJ17 卷烟机平准器微调手柄的改造方案[J]. 设备管理与维修,2022(5):97-98.
- [17] 向虎,何孝强,刘戈弋,等. 基于烟丝填充值的卷烟重量设计模型研究[J]. 食品与机械,2017,33(10):190-193.
- [18] 张玉海,王兵,申玉军,等. 国产拟替代进口烤烟与津巴布韦烤烟物理性状的比较[J]. 烟草科技,2008(2):17-21.
- [19] 尹本涛,万丽娟,徐杨斌,等. 抽吸模式和烟支密度分布对卷烟包灰性能的影响[J]. 安徽农业科学,2019,47(17):182-185.

## Effect of filling state of cut tobacco on rolling quality and ash integrity of cigarette

LU Ping<sup>1</sup>, CHU Wenjuan<sup>1</sup>, CUI Chun<sup>1</sup>, WANG Gaojie<sup>1</sup>, CUI Ting<sup>1</sup>,  
WANG Beibei<sup>1</sup>, WANG Haoli<sup>2</sup>, WANG Jianmin<sup>2</sup>

1. Technology Center, China Tobacco Henan Industrial Co., Ltd., Zhengzhou 450000, China;

2. College of Tobacco Science and Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450001, China

**Abstract:** Selecting parameters that could comprehensively characterize the filling state of cut tobacco, the influence of the filling state of cut tobacco parameters on the quality of cigarette making (suction resistance, hardness, total ventilation rate) and the ash integrity of cigarette was investigated. The results showed that the

(下转第82页)

## Analysis of differential aroma components between Canada tobacco leaves and Yunnan KRK26 tobacco leaves

TIE Jinxin<sup>1</sup>, ZHANG Qingsong<sup>1</sup>, LI Yongsheng<sup>2</sup>, LIAO Fu<sup>2</sup>, WU Jizhong<sup>2</sup>, BAI Bing<sup>3</sup>, YANG Jing<sup>3</sup>, LI Shitou<sup>2</sup>

1. Ningbo Tobacco Factory, China Tobacco Zhejiang Industrial Co., Ltd., Ningbo 315504, China;

2. Technology Center, China Tobacco Zhejiang Industrial Co., Ltd., Hangzhou 310000, China;

3. College of Tobacco Science and Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450001, China

**Abstract:** In order to understand the quality difference between Canada and Yunnan KRK26 tobacco leaves, the differences of aroma components were analyzed and compared by main component analysis and orthogonal partial least squares discriminant analysis (OPLS-DA). Test data showed that a total of 117 aroma components belonging to 9 classes were detected in the leaves, of which 110 components were shared by both, while 114 components were present in Canada tobacco leaves and 113 components in KRK26 tobacco leaves. Totally 65 differential aroma components were identified between the two tobacco leaves, accounting for 50.6% of the total aroma components common to them. Furthermore, 22 differential components had higher content (33.8%) in Canada tobacco leaves than that in KRK26 tobacco leaves, whereas 43 metabolites (66.2%) showed the opposite result which are mainly carotenoid degradation products. Compared with KRK26 tobacco leaves, Canada tobacco leaves had higher content of semi-volatile fatty acids and sesquiterpenes, while the content of carotenoid degradation products such as megastigmatrienones, damascenon and dihydrodamascenon was relatively low, which might be one of the factors causing the different sensory aroma characteristics of the two.

**Key words:** Canada tobacco leaves; Yunnan KRK26 tobacco leaves; aroma component; differential component

(责任编辑:吴晓亭)

(上接第73页)

filling value, filling amount, and filling density of the cut tobacco inside the cigarette could comprehensively reflect the filling state of the cut tobacco, where the filling density could be characterized by the midpoint density, average density, density index, and density gradient of the cigarette. The filling state of cut tobacco could significantly affect the suction resistance, hardness, and total ventilation rate of cigarettes, with determination coefficients of 0.781, 0.576 and 0.672, respectively. The suction resistance, total ventilation rate, cut tobacco filling value, and filling amount had significant impact on the comprehensive ash integrity of cigarette, with a determination coefficient of 0.391.

**Key words:** cigarette; filling state of cut tobacco; rolling quality; ash integrity of cigarette

(责任编辑:吴晓亭)