

戴路, 张立立, 彭钰涵, 等. 卷烟辅材参数对中支卷烟常规烟气指标及感官品质的影响[J]. 中国烟草学报, 2023, 29(3). DAI Lu, ZHANG Lili, PENG Yuhuan, et al. Effects of cigarette auxiliary material parameters on smoke indexes and sensory quality of medium-sized cigarette[J]. Acta Tabacaria Sinica, 2023, 29(3). doi:10.16472/j.chinatobacco. 2022.028

卷烟辅材参数对中支卷烟常规烟气指标及感官品质的影响

戴路¹, 张立立¹, 彭钰涵¹, 王乐², 毕一鸣¹, 李海峰¹, 杨洋¹, 邓楠^{2,3}, 黄华¹,
卢昕博¹, 蒋佳磊¹, 宣润泉¹, 赵路灿¹, 张齐^{2*}, 杜芳琪¹, 王辉¹, 李斌²

1 浙江中烟工业有限责任公司技术中心, 杭州市西湖区科海路 118 号 310024;

2 中国烟草总公司郑州烟草研究院, 郑州市高新技术产业开发区枫杨街 2 号 450001;

3 西安交通大学分析测试中心, 咸宁西路 28 号 710049

摘 要:【目的】考察卷烟辅材参数对中支卷烟常规烟气和感官质量的影响。【方法】制备不同卷烟纸参数和滤棒参数的中支卷烟, 检测主流烟气常规成分释放量并对感官质量评价。【结果】①增加卷烟纸定量和透气度, 中支卷烟的烟气指标和感官整体呈下降趋势。卷烟纸定量对中支卷烟烟气指标影响程度大。烟气指标平均单口释放量与卷烟纸定量成正相关, 而与卷烟纸透气度成负相关。②增加卷烟纸助燃剂钾离子含量, 多数烟气指标的释放量呈降低的趋势, 而阴离子含量对中支卷烟的烟气常规烟气指标影响不明显。卷烟纸助燃剂为柠檬酸钾和酒石酸钾的卷烟感官质量较好。③增加接装纸透气度, 抽吸口数增加, 中支卷烟烟气指标显著下降, 对水分释放量影响最大, 感官质量呈降低趋势。④增加滤棒吸阻, TPM 和焦油降低, 水分, 烟碱和 CO 基本没有变化。适当提高滤棒的吸阻可减轻杂气和刺激性, 改善吸味。【结论】通过优化设计卷烟辅材设计参数, 可以调控烟气中 TPM、焦油和 CO 的释放量, 且有助于提升中支卷烟感官质量。

关键词: 中支卷烟; 辅材参数; 卷烟纸; 滤棒; 烟气; 感官质量

近年来, 卷烟消费朝着新细分、新品类的方向发展, 中支烟成为近几年卷烟市场发展的热点^[1]。卷烟设计中的辅材参数是影响烟气的稀释扩散、主流烟气成分及感官品质的重要影响因素之一^[2-3]。因此, 为改善新品类卷烟的感官品质, 通常需要对辅材参数开展相关研究。针对常规卷烟和细支卷烟辅材参数对主流烟气常规化学成分和感官品质的影响已开展了大量研究, 主要集中在卷烟纸定量^[4-5]、透气度^[6-7]、助燃剂钾钠比^[8]、助燃剂含量^[9-10]、浆料类型^[11-12]、填料^[13-14]、灰分^[15]、罗纹^[16]及接装纸透气度^[17-19]、滤棒吸阻^[18,20]和丝束规格^[19]等指标。田忠等^[5]对相同材料卷制的常规卷烟和细支卷烟综合特性研究发现, 尽管卷烟纸透气度和定量的增加均不利于常规卷烟和细支卷烟综合特性(烟气、口感以及感官综合值)的提升, 但其对两种

规格卷烟的影响程度存在较大的差异。杨松等^[19]研究表明随卷烟纸透气度的增加, 常规卷烟香气量、烟气浓度下降, 而细支卷烟感官程度变化较小; 随卷烟纸定量的增加, 常规卷烟和细支卷烟感官质量均呈下降趋势。邓楠等^[21]研究了相同辅材参数条件下, 三种规格圆周卷烟烟气和燃烧特征的差异, 结果表明忽略通风稀释和抽吸口数的影响, 中支卷烟的焦油和总粒相物平均单口释放量大于常规卷烟。潘广乐等^[22]对相同辅材参数不同烟支规格的卷烟进行了感官评价, 结果表明中支卷烟总体感官质量评价得分较高, 细支卷烟总体感官质量评价得分最低, 香气量、烟气浓度和刺激性感官评价得分均随着烟支圆周的减小呈现降低的趋势。这表明尽管一般经验可能认为中支卷烟圆周介于细支和常规之间, 其烟气常规成分的释放规律基本

基金项目: 浙江中烟工业有限责任公司 2020 科技项目“卷烟辅材设计对利群中支烟燃烧性能的影响”(ZJZY2021A013); “卷烟原料热裂解动力学模型化方法研究”(ZJZY2021A009)

作者简介: 戴路(1983—), 博士, 高级工程师, 主要从事卷烟辅材、再造烟叶、减害降焦研究, Tel: 13735463559, Email: dailu@zjtobacco.com

通讯作者: 张齐(1993—), Tel: 0371-67672356, Email: ayzhiqi@126.com

收稿日期: 2022-03-08; **网络出版日期:** 2022-11-17

可以预见，但实际上辅材参数对 3 种圆周烟气和感官品质的影响程度不同，仍有必要开展辅材参数设计对中支卷烟烟气和感官的影响规律研究。

目前中支卷烟的整体研究较少^[23-24]，尤其是卷烟辅材参数对中支卷烟主流烟气常规成分及感官品质影响的研究基本未见报道，仅有两篇文献报道集中在切丝长度^[23]以及气溶胶^[24]的研究。本研究考察卷烟辅材参数设计对中支卷烟烟气常规烟气指标释放量和感官品质的影响，旨在为中支卷烟产品设计提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

材料：不同卷烟纸定量、透气度及接装纸透气度和滤棒压降的卷烟样品为单因素制备，助燃剂变量参数的样品采取不含助燃剂的卷烟纸涂布助燃剂制得，其他样品的卷烟纸助燃剂为在线生产时添加助燃剂。阳离子组通过调控助剂的涂布量，使 5 种卷烟纸阴离子含量均为 1.40%。以柠檬酸钾化学分子式 $K_3C_6H_5O_7$ 为例，阳离子 K^+ 和阴离子 $C_6H_5O_7^{3-}$ 分子量占比分别为 38.2% 和 61.8%，根据阴阳离子百分比计算得到卷烟纸中阳离子、阴离子含量分别为 0.87% 和 1.40%，柠檬

酸钾的添加量 2.27%，其它样品同理；阴离子组通过调控助剂的涂布量，使 5 种卷烟纸钾离子含量均为 0.87%，具体参数值见表 1。标准样品定量 27 g/m²，透气度 60 CU，助燃剂种类柠檬酸钾（其中钾离子 0.87%，阴离子 1.40%），接装纸透气度 150 CU，成型纸透气度为 6000 CU，滤棒吸阻 360 mmH₂O。除变量参数外，样品的其它参数均与标准样品一致，由同一机台卷烟机卷制成规格统一的中支卷烟（设计参数为圆周 20.00 mm，长度 89.00 mm，滤棒长度 30 mm，重量 0.63 g）样品，烟丝均采用同一批次利群某中支牌号烟丝。经综合测试台测试，烟支重量吸阻等均符合设计值。卷烟纸透气度改变时，由于卷烟纸通风率增加，烟支总通风率随卷烟纸透气度增加而上升；随着接装纸透气度增加，滤嘴段通风率上升；随着滤棒吸阻的增加，烟支的开闭吸阻都增加；其余参数改变时，卷烟吸阻和通风率基本不变，整体符合设计要求。

仪器：XS205 型电子天平（梅特勒托利多仪器(上海)有限公司）；SM450 直线型吸烟机（英国 Cerulean 公司）；QUANTUM NEO 综合测试台（英国 Cerulean 公司）；7890 型气相色谱仪（美国安捷伦公司）。

表 1 烟支样品信息表
Tab.1 Cigarettes sample information

变量参数	参数值				
卷烟纸定量/(g·m ⁻²)	23	25	27	29	31
卷烟纸透气度/CU ^①	20 (14.33%)	40 (18.38%)	60 (20.66%)	80 (25.26%)	100 (28.65%)
卷烟纸助燃剂种类	苹果酸氢钾	酒石酸钾	柠檬酸钾	乙酸钾	磷酸钾
钾离子含量/%	0.41	0.80	0.87	0.93	1.73
卷烟纸助燃剂种类	磷酸钾	乙酸钾	柠檬酸钾	酒石酸钾	苹果酸氢钾
阴离子含量/%	0.70	1.31	1.40	1.69	2.93
接装纸透气度/CU ^②	0 (15.93%)	50 (18.35%)	100 (20.37%)	150 (20.66%)	200 (22.66%)
	250 (23.53%)	500 (30.88%)	1000 (35.87%)		
滤棒吸阻/mmH ₂ O ^③	320 (1262)	340 (1323)	360 (1334)	380 (1424)	400 (1474)

注：①（）内数据为烟支总通风率，②（）内数据为烟支滤嘴通风率，③（）内数据为烟支开放吸阻，单位 Pa。
Note: The data in ① () is the total ventilation rate of the cigarette, the data in ② () is the ventilation rate of the cigarette filter, and the data in ③ () is the open inhale resistance of the cigarette, in Pa.

1.2 实验方法和条件

1.2.1 主流烟气常规烟气指标测定及分析

对卷烟进行 48 h 平衡处理后，取 40 支卷烟分两次平行实验，按 GB/T 16450—2004^[25]定义吸烟机抽吸条件、分别按 GB/T 19609—2004^[26]、GB/T 23356—2009^[27]、GB/T23355—2009^[28] 和 GB/T 23203.1—2013^[29]对卷烟主流烟气总粒相物和焦油、CO、烟碱及水分进行测定，取 2 次测试的平均值记作常规烟气指标单支释放量的结果。根据测定结果得到

卷烟样品主流烟气常规烟气指标（抽吸口数、TPM、焦油、烟碱、水分和 CO）单支释放量，并将主流烟气常规烟气指标（TPM、焦油、烟碱、水分和 CO）除以抽吸口数得到卷烟样品主流烟气常规烟气指标平均单口释放量，采用 Origin 软件中的线性拟合功能对卷烟辅材参数与常规烟气指标释放量进行线性拟合，并采用 Minitab 19 进行显著性检验。

1.2.2 感官质量评价

基于卷烟感官品质国标的评价方法^[30]以及公司评

价方法^[31],对卷烟样品进行感官评价。共涉及6个指标,分别为香气(满分32分)、协调性(满分6分)、杂气(满分12分)、刺激性(满分20分)、成团性(满分5分)和余味(满分25分)。采用MATLAB 2010编写的多重比较方法对不同辅材参数下感官指标间的差异性统计。

2 结果与讨论

2.1 卷烟纸定量对中支卷烟常规烟气指标和感官品质的影响

表2为不同卷烟纸定量的中支卷烟主流烟气常规烟气指标结果,不同卷烟纸定量的中支卷烟常规烟气测试结果存在显著差异。中支卷烟常规烟气指标中抽吸口数、TPM、水分、焦油、烟碱随卷烟纸定量增加而降低,而与CO释放量无明显相关性。与已报道的

研究对比可知,卷烟纸定量对常规卷烟^[20]、细支卷烟^[15]的常规烟气指标释放量影响趋势大致相同,表现为随卷烟纸定量的增加,烟气中焦油、烟碱释放量降低;常规卷烟CO呈先增后降低趋势^[32],而中支卷烟CO释放基本无差异,与细支卷烟相一致^[19]。计算平均单口释放量并进行拟合(图1),随着卷烟纸定量增加,TPM、焦油以及CO的平均单口释放量增加,且CO平均单口释放量与卷烟纸定量间具有正相关性($R^2=0.9016$),而水分和烟碱的平均单口释放量基本没有变化。表明卷烟纸定量增加时,卷烟主流烟气常规烟气指标中TPM、焦油、CO单支释放量受抽吸口数和平均单口释放量的双重影响,而水分和烟碱主要受抽吸口数的影响。这一点与感官较接近,抽吸时烟碱劲头变化较小。

表2 不同卷烟纸定量的中支卷烟主流烟气常规烟气指标的测定结果

Tab.2 Routine components in MS smoke of medium-sized cigarettes with different cigarette paper grammage

定量/(g·m ⁻²)	口数/(口·支 ⁻¹)	TPM/(mg·支 ⁻¹)	水分/(mg·支 ⁻¹)	焦油/(mg·支 ⁻¹)	烟碱/(mg·支 ⁻¹)	CO/(mg·支 ⁻¹)
23	6.09	12.35	1.46	10.0	0.88	7.8
25	5.84	12.23	1.50	9.9	0.87	7.8
27	5.59	12.16	1.46	9.8	0.86	7.9
29	5.31	11.59	1.39	9.4	0.81	7.9
31	5.21	11.37	1.37	9.2	0.79	7.7
线性拟合公式	$y=8.670-0.115x$	$y=15.450-0.130x$	$y=1.828-0.015x$	$y=12.495-0.105x$	$y=1.166-0.012x$	/
R^2	0.9768	0.8717	0.6234	0.9124	0.8896	/
p	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01

注: $P<0.05$ 表示结果存在显著差异,线性回归方程成立。下同。

Note: $P<0.05$ indicates that there is a significant difference in the results, and it follows the linear regression equation. The same below.

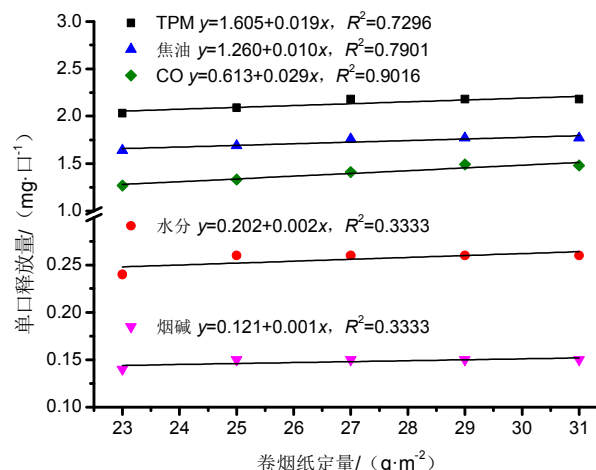


图1 卷烟纸定量与常规烟气指标线性拟合结果

Fig.1 Linear fittings between MS smoke routine components and cigarette paper grammage

表 3 为不同卷烟纸定量的中支卷烟感官评价结果,中支卷烟的香气品质(卷烟香气、协调性、杂气)、烟气品质(成团性)和吃味品质(刺激性、余味)均随卷烟纸定量的增加而降低。综合来看,低定量卷烟

纸卷制的中支卷烟内在品质较好,这与卷烟纸定量对常规和细支卷烟感官品质影响趋势一致^[19]。因此,在满足卷烟卷制工艺要求的情况下,卷烟纸的定量要尽可能的低。

表 3 不同卷烟纸定量的卷烟感官评价结果

Tab.3 Evaluation result of sensory quality of cigarettes with different cigarette paper grammage

定量/(mg·m ⁻²)	香气	协调	杂气	刺激性	成团性	余味	总分
23	29.86a	5.00a	11.00a	17.86a	5.00a	22.64a	91.40a
25	29.50b	4.79b	10.79b	17.50b	4.86ac	22.21b	89.60b
27	28.79c	4.64b	10.50c	17.29c	4.71bc	21.64c	87.60c
29	28.36d	4.36c	10.21d	17.00d	4.64bd	21.50cd	86.10d
31	28.14e	4.21c	10.07d	16.86d	4.50d	21.29d	85.10e

注: 数字后有相同字母表示无显著性差异。下同。
Note: The same letter after the number indicates no significant difference. The same below.

2.2 卷烟纸透气度对中支卷烟主流烟气常规成分和感官品质的影响

表 4 为不同卷烟纸透气度的中支卷烟主流烟气常规烟气指标的测定结果,不同卷烟纸透气度的中支卷烟常规烟气测试结果除口数指标外均存在显著差异。随中支卷烟纸透气度从 20 CU 增加至 100 CU,卷烟抽吸口数先减小后增加。主流烟气中 TPM、水分、焦油、烟碱及 CO 的整支释放量均呈降低的趋势,且拟合的线性关系较好,R² 值均为 0.88 以上,这主要是因为卷

烟纸透气度的改变影响了卷烟的燃烧和烟气的扩散进而影响烟气成分的释放量^[33-36]。计算平均单口释放量并进行拟合(图 2),平均单口释放量结果显示随卷烟纸透气度增加,常规烟气指标平均单口释放量降低,两者呈负相关关系,R² 值均为 0.85 以上。表明当卷烟纸透气度增加时,卷烟主流烟气常规烟气指标同时受抽吸口数和平均单口释放量的影响,且一定程度上平均单口释放量的影响较大。

表 4 不同卷烟纸透气度的中支卷烟主流烟气常规烟气指标的测定结果

Tab.4 Routine components in MS smoke of medium-sized cigarettes with different cigarette paper air permeability

透气度/CU	口数/(口·支 ⁻¹)	TPM/(mg·支 ⁻¹)	水分/(mg·支 ⁻¹)	焦油/(mg·支 ⁻¹)	烟碱/(mg·支 ⁻¹)	CO/(mg·支 ⁻¹)
20	5.87	13.28	1.67	10.7	0.93	9.3
40	5.57	12.36	1.50	10.0	0.87	8.3
60	5.59	12.16	1.46	9.8	0.86	7.9
80	5.51	11.22	1.27	9.1	0.82	7.4
100	5.62	11.22	1.28	9.1	0.81	7.3
线性拟合公式	/	y=13.626-0.026x	y=1.739-0.005x	y=10.970-0.021x	y=0.945-0.001x	/
R ²	/	0.8968	0.8885	0.9036	0.9016	/
P	0.07	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

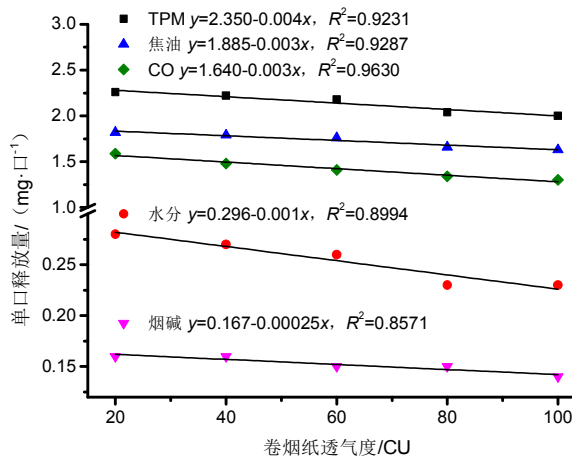


图 2 卷烟纸透气度与常规烟气指标线性拟合结果

Fig.2 Linear fittings between MS smoke routine components and cigarette paper air permeability

表 5 为不同卷烟纸透气度的中支卷烟感官评价结果, 中支卷烟的香气品质、烟气品质和口感品质均随卷烟纸透气度的增大而降低, 特别是对口感品质的影响。香气品质中下降较明显的是香气量, 烟气品质中有一定程度下降的是烟气成团性, 口感品质中下降较

明显的是刺激性和余味。综合来看, 低透气度卷烟纸卷制的中支卷烟内在品质较好, 该结论与常规卷烟的规律较为一致^[37]。文献表明在相同条件下细支卷烟^[19]的感官质量变化较小。

表 5 不同卷烟纸透气度的卷烟感官评价结果
Tab.5 Evaluation results of sensory quality of cigarette with different cigarette paper air permeability

透气度/CU	香气	谐调	杂气	刺激性	成团性	余味	总分
20	29.86a	5.00a	11.00a	17.86a	5.00a	22.64a	91.40a
40	29.21b	4.93a	10.93a	17.50b	4.86ac	22.14b	89.60b
60	28.79c	4.64b	10.50b	17.29c	4.71bc	21.64c	87.60c
80	28.50d	4.86a	10.21c	17.14cd	4.64bd	21.50cd	86.90d
100	28.29e	4.50b	10.00d	17.00d	4.50d	21.21d	85.50e

2.3 助燃剂对中支卷烟常规烟气指标和感官品质的影响

表 6 为不同助燃剂钾/阴离子含量的卷烟纸所制备的卷烟样品其烟气常规成分释放量数据, 不同卷烟纸助燃剂的中支卷烟常规烟气测试结果中, 钾离子组除水分和 CO 指标外均存在显著差异, 而阴离子组的常规烟气测试结果不存在显著性差异, 故不对阴离子组的烟气结果进行线性拟合。阳离子组中, 随着钾离子含量的增加, 抽吸口数、TPM、焦油及烟碱的释放量呈下降趋势, 钾离子含量与抽吸口数和焦油释放量的线性拟合结果较好, R^2 值分别达到 0.9302 和 0.8062,

钾离子含量与 CO 和水分的相关性不明显。阴离子含量对中支卷烟常规烟气指标同样有影响, 但阴离子含量与常规烟气指标间的线性关系较差。同样, 计算平均单口释放量并进行拟合, 结果相关性较差。随着钾离子含量的增加, TPM、焦油、水分和 CO 的释放量呈先减低后增加的趋势, 烟碱的平均单口释放量基本不变。阴离子含量与中支卷烟常规烟气指标平均单口释放量间无明显相关性。这表明卷烟纸助燃剂中尤其是钾离子含量, 主要通过影响卷烟抽吸口数进而影响卷烟常规烟气指标的释放。

表 6 不同卷烟纸助燃剂钾/阴离子含量主流烟气常规烟气指标的测定结果
Tab.6 Routine components in MS smoke of cigarettes with different K⁺/anion contents in cigarette paper combustion improver

钾/阴离子含量/%	口数/(口·支 ⁻¹)	TPM/(mg·支 ⁻¹)	水分/(mg·支 ⁻¹)	焦油/(mg·支 ⁻¹)	烟碱/(mg·支 ⁻¹)	CO/(mg·支 ⁻¹)
0.41/1.40	6.02	12.87	1.56	10.4	0.9	9.2
0.80/1.40	5.72	12.06	1.43	9.8	0.84	7.8
0.87/1.40	5.55	11.78	1.33	9.6	0.81	7.9
钾离子组 0.93/1.40	5.62	11.64	1.37	9.5	0.81	7.7
1.73/1.40	5.17	11.34	1.43	9.1	0.77	7.6
线性拟合公式	y=6.204-0.620x	y=12.927-1.043x	/	y=10.546-0.914x	y=0.912-0.091x	/
R^2	0.9302	0.6619	/	0.8062	0.7566	/
P	<0.01	<0.01	0.359	<0.01	<0.01	0.02
0.87/0.70	5.94	13.42	1.69	10.8	0.93	9.3
0.87/1.31	5.73	12.03	1.4	9.8	0.85	8.2
阴离子组 0.87/1.40	5.55	11.78	1.33	9.6	0.81	7.9
0.87/1.69	5.59	11.78	1.36	9.6	0.83	7.7
0.87/2.93	5.6	12.14	1.46	9.8	0.84	8.3
P	0.060	0.160	0.326	0.137	0.114	0.233

不同卷烟纸助燃剂钾/阴离子含量的中支卷烟感官评价结果见表 7, 相较于卷烟纸助燃剂中阴阳离子

的含量, 卷烟纸助燃剂种类对卷烟感官品质的影响较大, 柠檬酸钾香气丰富饱满, 香气谐调、杂气减轻、

吃味舒适^[38-39]；苹果酸氢钾使烟气成团性增强；乙酸钾会使卷烟的刺激增强，且对谐调和余味均有不利^[40]；酒石酸钾对余味有利且对其他品质影响较小^[39]；磷酸钾会导致卷烟香气沉闷、刺激大、余味差，柠檬酸钾和酒石酸钾卷烟感官品质总分较高，乙酸钾和磷酸钾相对得分较低，表明不同钾盐对卷烟感官品质有较大影响。

表 7 不同卷烟纸助燃剂钾/阴离子含量的卷烟感官评价结果
Tab.7 Evaluation result of sensory quality of cigarette with different K⁺/anion contents in cigarette paper combustion improver

助燃剂	钾/阴离子含量/%	香气	谐调	杂气	刺激性	成团性	余味	总分
苹果酸氢钾	0.41/1.40	29.64c	4.79b	10.64bc	17.21a	5.00a	22.29b	89.60a
酒石酸钾	0.80/1.40	29.71a	5.00a	10.78ac	17.28a	4.79ab	22.50a	90.00a
柠檬酸钾	0.87/1.40	29.86a	5.07a	10.86a	17.43a	4.86ab	22.36a	90.40a
乙酸钾	0.93/1.40	29.79a	4.36c	10.50b	16.79b	4.79ab	21.85c	88.10b
磷酸钾	1.73/1.40	28.93b	4.50c	10.14d	16.57b	4.64b	21.71c	86.70c
磷酸钾	0.87/0.70	29.42b	4.79b	10.64a	17.28a	4.93a	22.21a	89.30b
乙酸钾	0.87/1.31	29.64c	4.79b	10.64a	17.21a	4.93a	22.29a	89.50b
酒石酸钾	0.87/1.69	29.64c	5.00a	10.86a	17.28a	4.93a	22.43a	90.10ab
苹果酸氢钾	0.87/2.93	29.64c	4.92ab	10.64a	17.28a	5.00a	22.35a	89.80ab

2.4 接装纸透气度对中支卷烟常规烟气成分和感官品质的影响

表 8 为不同接装纸透气度的中支卷烟主流烟气常规烟气指标的测定结果，不同接装纸透气度的中支卷烟常规烟气测试结果均存在显著差异。接装纸透气度与卷烟抽吸口数及常规烟气指标释放量间的线性关系较强， R^2 均大于 0.94。随接装纸透气度从 0 CU 增加至 1000 CU，卷烟主流烟气中的 TPM、水分、焦油、烟碱 CO 均呈显著下降趋势，卷烟抽吸口数却呈相反趋势。这是由于吸烟机每口抽吸的容量是恒定 35 mL，而随接装纸透气度的增大，从接装纸打孔处进入的空气量增多，导致滤嘴通风度的增大，进而烟支段进气降低，减少了燃烧锥的抽吸容量，最终减少了烟丝燃烧量^[41]，结果导致抽吸口数上升^[42]，但是上升比例低

于常规卷烟^[43]。整体上卷烟在抽吸时通风稀释作用加强，造成 TPM、水分、焦油、烟碱和 CO 释放量成比例下降，这一点与常规卷烟上的研究规律一致，但是下降比例远低于常规卷烟^[41-42]。计算平均单口释放量，并以接装纸最终调节的滤嘴通风率为自变量进行拟合（图 3），随着接装纸透气度增加，单口 TPM、焦油、水分以及 CO 释放量降低，而烟碱平均单口释放量在 0~250 CU 基本没有变化，500 CU 后从 0.15 mg 降低到 0.13 mg，略有降低。这一点与感官较接近，500 CU 样品抽吸时劲头较小。从图拟合结果斜率来看，接装纸透气度的变化对中支卷烟的水分释放量要大于对其余烟气指标的影响，而相同条件下常规卷烟则表现为 CO 释放量影响最大^[44]。

表 8 不同接装纸透气度的中支卷烟主流烟气常规烟气指标的测定结果
Tab.8 Routine components in MS smoke of medium-sized cigarettes with different tipping paper air permeability

接装纸透气度/CU	口数/(口·支 ⁻¹)	TPM/(mg·支 ⁻¹)	水分/(mg·支 ⁻¹)	焦油/(mg·支 ⁻¹)	烟碱/(mg·支 ⁻¹)	CO/(mg·支 ⁻¹)
0	5.48	12.65	1.70	10.1	0.89	8.1
50	5.58	12.30	1.59	9.9	0.86	8.1
100	5.64	12.24	1.58	9.8	0.86	7.9
150	5.59	12.16	1.46	9.8	0.86	7.9
200	5.68	11.92	1.46	9.6	0.85	7.7
250	5.70	11.88	1.46	9.6	0.85	7.8
500	5.81	10.70	1.09	8.8	0.78	7.3
1000	5.96	10.25	1.01	8.5	0.76	6.8
线性拟合公式	$y=5.459+0.018x$	$y=13.008-0.102x$	$y=1.7804-0.030x$	$y=10.347-0.068x$	$y=0.9043-0.005x$	$y=0.944-0.054x$
R^2	0.9607	0.9657	0.9650	0.9656	0.9433	0.9436
P	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

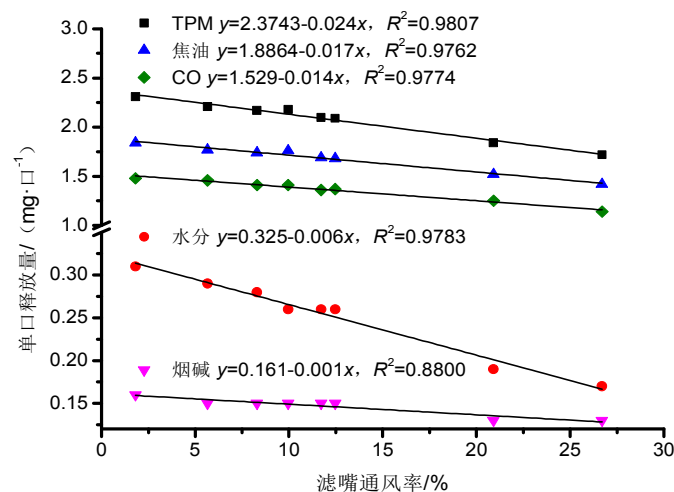


图 3 滤嘴通风率与常规烟气指标线性拟合结果

Fig.3 Linear fittings between MS smoke routine components abd filter ventilation rate

不同接装纸透气度的中支卷烟感官品质评价结果见表 9，中支卷烟香气品质、烟气品质随接装纸透气度的增大均呈降低趋势，吃味品质则是先增加后降低，香气品质中下降较明显的是香气量，香气品质中降低较明显的是香气及协调品质，杂气是增加后降低。因此，在保证中支卷烟整体香气品质和烟气品质的基础

上，可适当调控接装纸的透气度来减轻杂气和减小刺激性，进而改善吸味。这与细支卷烟规律有所不同，文献表明在相同条件下细支卷烟感官质量先升高后略有下降^[19]，虽然烟气指标呈下降趋势，但感官影响并不大。

表 9 不同接装纸透气度的卷烟感官评价结果

Tab.9 Evaluation results of sensory quality of cigarette with different tipping paper air permeability

接装纸透气度/CU	香气	协调	杂气	刺激性	成团性	余味	总分
0	29.36a	4.93a	10.71bc	17.43bc	5.00a	22.29c	89.70a
50	29.14b	4.86a	10.86ac	17.50ac	4.86ac	22.50b	89.70a
100	29.00b	4.79ac	10.93a	17.64a	4.71bc	22.79a	89.90a
150	28.79c	4.64bc	10.50d	17.29be	4.71bc	21.64de	87.60b
200	28.50d	4.57be	10.21fg	17.14de	4.50d	21.50de	86.40c
250	28.36de	4.43de	10.36df	17.00dg	4.29fg	21.36dg	85.80d
500	28.21e	4.36df	10.21fg	16.86fg	4.14fg	21.21fg	85.00e
1000	28.00f	4.21f	10.14g	16.71f	4.07f	21.07f	84.20f

2.5 滤棒吸阻对中支卷烟常规烟气指标和感官品质的影响

表 10 为不同滤棒吸阻参数的中支卷烟主流烟气常规烟气指标的测定结果，不同滤棒吸阻的中支卷烟常规烟气测试结果除 TPM 和焦油指标外均存不存在显著差异，与卷烟纸材料相比，滤棒吸阻与中支卷烟的烟气相关性较弱。随着滤棒吸阻的增加，烟气中 TPM 和焦油的释放量呈降低趋势，而对水分、烟碱和 CO

影响不明显。这是由于滤棒吸阻增加，丝束成型过程中结构更为紧密，对烟气中粒相物如 TPM 和焦油的截留作用较为明显，对气相物如 CO 基本不影响，而常规卷烟表现为与 CO 释放量呈负相关^[18]。计算平均单口释放量并进行拟合（图 4），滤棒吸阻与抽吸口数之间无明显相关性，且随着滤棒吸阻的增加 TPM 和焦油的平均单口释放量降低，水分、烟碱和 CO 平均单口释放量基本不变。

表 10 不同滤棒吸阻的中支卷烟主流烟气常规烟气指标的测定结果

Tab.10 Routine components in MS smoke of medium-sized cigarettes with different filter rod inhale resistance

滤棒吸阻/mmH ₂ O	口数/(口·支 ⁻¹)	TPM/(mg·支 ⁻¹)	水分/(mg·支 ⁻¹)	焦油/(mg·支 ⁻¹)	烟碱/(mg·支 ⁻¹)	CO/(mg·支 ⁻¹)
320	5.69	12.52	1.51	10.1	0.88	8.0
340	5.61	12.10	1.45	9.8	0.85	7.8
360	5.59	12.16	1.46	9.8	0.86	7.9
380	5.65	11.68	1.43	9.4	0.87	7.8
400	5.74	11.90	1.42	9.6	0.85	8.0
线性拟合公式	/	y=15.060-0.008x	/	y=12.260-0.007x	/	/
R ²	/	0.6028	/	0.6275	/	/
P	0.526	0.030	0.300	0.020	0.590	0.670

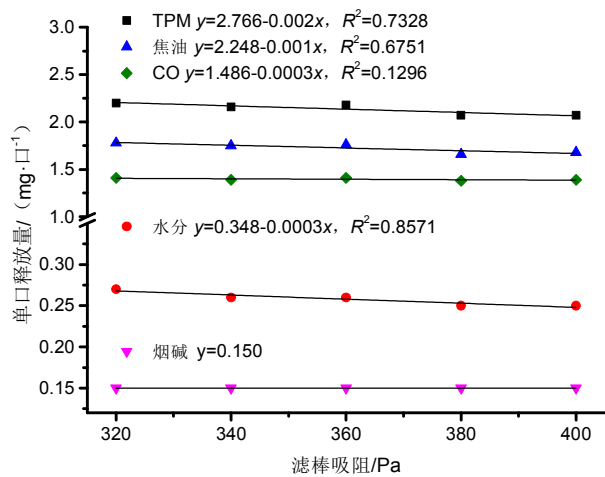


图 4 滤棒吸阻与常规烟气指标线性拟合结果

Fig.4 Linear fittings between MS smoke routine components and filter rod inhale resistance

不同滤棒吸阻的中支卷烟感官质量评价结果见表 11，中支卷烟香气品质、烟气品质和吃味品质随滤棒吸阻的增加呈先增加后降低趋势，且在吸阻为 360

mmH₂O 时，整体感官品质最好，因此适当调控滤棒吸阻可降低杂气和刺激性，进而改善吸味。

表 11 不同滤棒吸阻的卷烟感官评价结果

Tab.11 Evaluation results of sensory quality of cigarette with different filter rod inhale resistance

滤棒吸阻/mmH ₂ O	香气	谐调	杂气	刺激性	成团性	余味	总分
320	28.50bc	4.36bc	10.14bd	17.14ac	4.50bc	21.14b	85.80a
340	28.64ac	4.50ac	10.21b	17.21a	4.64ac	21.50a	86.70b
360	28.79a	4.64a	10.50a	17.29a	4.71a	21.64a	87.60c
380	28.36be	4.29b	10.07bd	17.00bc	4.43b	21.00bc	85.10d
400	28.29de	4.21b	10.00cd	16.50d	4.36b	20.86c	84.20e

3 结论

①增加卷烟纸定量和透气度，中支卷烟的烟气指标和感官的变化趋势基本同常规和细支卷烟，整体呈下降趋势。卷烟纸定量对中支卷烟烟气指标影响程度

大。平均单口释放量拟合结果表明烟气指标平均单口释放量与卷烟纸定量成正相关，而与卷烟纸透气度成负相关。②卷烟纸定量增加时，中支卷烟 CO 释放量基本无差异，这与细支卷烟的趋势一致，而常规卷烟 CO 的释放量先增后降。③增加卷烟纸助燃剂钾离子

含量, 主要受抽吸口数减小的影响, 多数烟气指标的释放量呈降低的趋势, 而阴离子含量对中支卷烟的烟气常规烟气指标影响不明显。不同钾盐对卷烟感官质量有较大影响, 助燃剂为柠檬酸钾和酒石酸钾的卷烟感官质量总分较高。④增加接装纸透气度, 中支卷烟烟气指标均呈显著下降趋势, 抽吸口数呈增加趋势, 整体变化程度都低于常规卷烟。同时接装纸透气度的变化对中支卷烟的水分释放量要大于对其余烟气指标的影响, 而相同条件下常规卷烟则表现为 CO 释放量影响最大。感官均呈降低趋势, 而细支卷烟整体表现为先升高后略有下降。⑤增加滤棒吸阻, TPM 和焦油降低, 水分、烟碱和 CO 基本没有变化。感官呈先增加后降低趋势, 适当提高滤棒的吸阻可减轻杂气和刺激性, 改善吸味。

参考文献

- [1] 朱伯和, 黎礼丽, 张强, 等. 国产中支卷烟发展现状与市场前景分析[J]. 商场现代化, 2019(11): 1-2.
ZHU Bohe, LI Lili, ZHANG Qiang, et al. Analysis on development status and market prospect of domestic medium cigarette[J]. Market Modernization, 2019(11): 1-2.
- [2] 李斌, 庞红蕊, 谢国勇, 等. 卷烟纸助燃剂含量与定量对卷烟燃吸温度分布特征的影响[J]. 烟草科技, 2013, 317(12): 45-49.
LI Bin, PANG Hongrui, XIE Guoyong, et al. Effects of combustion improver content and grammage of cigarette paper on temperature distribution in cigarette burning cone[J]. Tobacco Science & Technology, 2013, 317(12): 45-49.
- [3] 谢国勇, 李斌, 银董红, 等. 卷烟纸透气度对卷烟燃吸温度分布特征的影响[J]. 烟草科技, 2013, 315(10): 35-39.
XIE Guoyong, LI Bin, YIN Donghong, et al. Effects of cigarette paper permeability on temperature distribution characteristics in cigarette during smoking[J]. Tobacco Science & Technology, 2013, 315(10): 35-39.
- [4] 谢定海, 黄宪忠, 单婧, 等. 卷烟纸定量对卷烟燃烧温度及烟气指标的影响[J]. 中国造纸, 2013, 32(12): 34-37.
XIE Dinghai, HUANG Xianzhong, SHAN Jin, et al. Effects of basis weight of cigarette paper on cigarette burning temperature and the property of the mainstream smoke[J]. China Pulp & Paper, 2013, 32(12): 34-37.
- [5] 田忠, 王宏伟, 王孝峰, 等. 卷烟纸性能对常规卷烟和细支卷烟综合特性的影响[J]. 中国造纸, 2018, 32(12): 30-35.
TIAN Zhong, WANG Hongwei, WANG Xiaofeng, et al. Effects of cigarette paper parameters on the comprehensive characteristics of conventional and slim cigarettes[J]. China Pulp & Paper, 2018, 32(12): 30-35.
- [6] 张国强, 黄朝章. 卷烟纸的透气度等设计参数对卷烟主流烟气中氨释放量及焦油含量的影响[J]. 郑州轻工业学院学报: 自然科学版, 2014, 29(5): 39-43.
ZHANG Guoqiang, HUANG Chaozhang. Effects of design parameters of cigarette paper permeability on release amount of ammonia and tar content in cigarette mainstream smoke[J]. Journal of Zhengzhou University of Light Industry: Natural Science, 2014, 29(5): 39-43.
- [7] 谢定海, 黄宪忠, 单婧, 等. 卷烟纸透气度对卷烟燃烧温度及烟气指标的影响[J]. 纸和造纸, 2013, 32(1): 45-49.
XIE Dinghai, HUANG Xianzhong, SHAN Jin, et al. Effects of cigarette paper permeability on cigarette burning temperature and mainstream smoke[J]. Paper and Paper Making, 2013, 32(1): 45-49.
- [8] 张亚平, 张晓宇, 周顺, 等. 卷烟纸组分对常规和细支卷烟烟气释放量及感官质量的影响[J]. 烟草科技, 2017, 50(11): 48-57.
ZHANG Yaping, ZHANG Xiaoyu, ZHOU Shun, et al. Effects of cigarette paper components on smoke release and sensory quality of normal and slim cigarettes[J]. Tobacco Science & Technology, 2017, 50(11): 48-57.
- [9] 罗彦波, 庞永强, 姜兴益, 等. PLS 回归法分析多因素对卷烟燃烧温度及主流烟气有害成分释放量的影响[J]. 烟草科技, 2014, 47(10): 56-60.
LUO Yanbo, PANG Yongqiang, JIANG Xingyi, et al. Analysis of influence factors on cigarette burning temperature and deliveries of harmful components in mainstream cigarette smoke by partial least squares regression method[J]. Tobacco Science & Technology, 2014, 47(10): 56-60.
- [10] 黄朝章, 李桂珍, 连芬燕, 等. 卷烟纸特性对卷烟主流烟气 7 种有害成分释放量的影响[J]. 烟草科技, 2011, 49(4): 29-32.
HUANG Chaozhang, LI Guizhen, LIAN Fenyan, et al. Effects of cigarette paper properties on deliveries of 7 harmful components in mainstream cigarette smoke[J]. Tobacco Science & Technology, 2011, 49(4): 29-32.
- [11] 刘鸿, 费婷, 郑赛晶, 等. 卷烟纸特性对卷烟主流烟气有害成分释放量影响的研究进展[J]. 烟草科技, 2017, 50(4): 93-102.
LIU Hong, FEI Ting, ZHENG Saijing, et al. Recent advances in effects of cigarette paper characteristics on release of harmful components in mainstream cigarette smoke[J]. Tobacco Science & Technology, 2017, 50(4): 93-102.
- [12] 王小平, 周桂园, 吴雄会, 等. 国内外细支卷烟设计参数对比及国内细支烟用卷烟纸特性分析[J]. 工业技术创新, 2018, 5(3): 6-10.
WANG Xiaoping, ZHOU Guiyuan, WU Xionghui, et al. Parameter comparison between chinese and international super slim cigarette and characteristics analysis on cigarette paper used on chinese super slim cigarette[J]. Industrial Technology Innovation, 2018, 5(3): 6-10.
- [13] 陈泽亮, 罗玮, 刘又年, 等. 碳酸钙粒径与含量对卷烟纸微孔结构及主流烟气 CO 释放量的影响[J]. 烟草科技, 2015, 48(5): 41-46.
CHEN Zeliang, LUO Wei, LIU Younian, et al. Effects of particle size and content of calcium carbonate on micropore structure of cigarette paper and CO delivery in mainstream cigarette smoke[J]. Tobacco Science & Technology, 2015, 48(5): 41-46.
- [14] 周全, 银董红, 文建辉, 等. 卷烟纸参数对细支卷烟主流烟气常规化学成分和香味成分释放量的影响[J]. 烟草科技, 2018, 51(8): 61-69, 76.
ZHOU Quan, YIN Donghong, WEN Jianhui, et al. Effects of cigarette paper parameters on deliveries of routine and aroma components in mainstream smoke of slim cigarette[J]. Tobacco Science & Technology, 2018, 51(8): 61-69, 76.
- [15] 董艳娟, 田海英, 高明奇, 等. 卷烟纸参数对细支卷烟烟气常规成分释放量的影响[J]. 烟草科技, 2018, 51(6): 51-57.
DONG Yanjuan, TIAN Haiying, GAO Mingqi, et al. Influence of cigarette paper parameters on the release of routine chemical components in mainstream smoke of slim cigarette[J]. Tobacco Science & Technology, 2018, 51(6): 51-57.

- [16] 黄朝章, 张国强, 张廷贵, 等. 卷烟纸罗纹对卷烟燃烧温度和烟气常规成分的影响[J]. 中国烟草学报, 2020, 26(2):17-23.
HUANG Chaozhang, ZHANG Guoqiang, ZHANG Tinggui, et al. Effects of the spiral marking of cigarette paper on burning temperature and conventional components of mainstream smoke of cigarettes[J]. Acta Tabacaria Sinica, 2020, 26(2):17-23.
- [17] 杨金龙, 王文婷, 朱萍, 等. 接装纸透气度对卷烟烟气及感官质量影响的 PLS 回归分析[J]. 湖南文理学院学报(自然科学版), 2021, 33(3): 86-90.
YANG Jinlong, WANG Wenting, ZHU Ping, et al. Influence of the air permeability of tipping paper on smoke chemical components and sensory quality of cigarettes by partial least squares regression[J]. Journal of Hunan University of Arts and Science(Science and Technology), 2021, 33(3): 86-90.
- [18] 赵乐, 彭斌, 于川芳, 等. 辅助材料设计参数对卷烟 7 种烟气有害成分释放量的影响[J]. 烟草科技, 2012(10): 46-50, 84.
ZHAO Le, PENG Bin, YU Chuanfang, et al. Effects of material parameters on deliveries of seven harmful components in cigarette smoke[J]. Tobacco Science & Technology, 2012(10): 46-50, 84.
- [19] 杨松, 罗诚, 李东亮, 等. 辅助材料设计参数对细支卷烟感官质量和主流烟气常规化学成分释放量的影响[J]. 烟草科技, 2018, 51(10): 47-55.
YANG Song, LUO Cheng, LI Dongliang, et al. Effects of auxiliary material parameters on sensory quality and routine chemical component deliveries of slim cigarettes[J]. Tobacco Science & Technology, 2018, 51(10): 47-55.
- [20] 谢卫, 黄朝章, 苏明亮, 等. 辅助材料设计参数对卷烟 7 种烟气有害成分释放量及其危害性指数的影响[J]. 烟草科技, 2013(1): 31-38.
XIE Wei, HUANG Chaozhang, SU Mingliang, et al. Relationships between design parameters of material and deliveries of 7 harmful components and hazard index of mainstream cigarette smoke[J]. Tobacco Science & Technology, 2013(1): 31-38.
- [21] DENG N, Wang Y L, CUI X M, et al. Effects of Varying Tobacco Rod Circumference on Cigarette Combustion: An Experimental Investigation[J]. Contributions to Tobacco Research, 2019, 28(6): 286-296.
- [22] 潘广乐, 张二强, 巩佳豪, 等. 烟支规格对卷烟物理、烟气、燃吸特性及感官质量的影响[J]. 烟草科技, 2022, 55(1): 91-98.
PAN Guangle, ZHANG Erqiang, GONG Jiahao, et al. Effects of cigarette size on its physical indexes, smoke constituent indexes, puffing characteristics and sensory quality[J]. Tobacco Science & Technology, 2022, 55(1): 91-98.
- [23] 王宗英, 史建新, 王永红, 等. 切丝宽度对中支卷烟烟丝结构、烟支理化指标及感官质量的影响[J]. 烟草科技, 2020, 53(1): 81-88.
WANG Zongying, SHI Jianxin, WANG Yonghong, et al. Influences of cut tobacco width on cut tobacco structure, physical and chemical indexes and sensory quality of cigarette with medium circumference[J]. Tobacco Science & Technology, 2020, 53(1): 81-88.
- [24] 朱瑞芝, 刘志华, 李振杰等. 烟支圆周对卷烟燃烧特性和烟气气溶胶分布的影响[J]. 烟草科技, 2020, 53(4): 36-42.
ZHU Ruizhi, LIU Zhihua, LI Zhenjie, et al. Effects of cigarette circumference on combustibility and mainstream smoke aerosol distribution[J]. Tobacco Science & Technology, 2020, 53(4): 36-42.
- [25] GB/T 16450—2004 常规分析用吸烟机 定义和标准条件[S].
GB/T 16450—2004 Routine analytical cigarette-smoking machine—Definitions and standard conditions[S].
- [26] GB/T 19609—2004 卷烟 用常规分析用吸烟机测定总粒相物和焦油[S].
GB/T 19609—2004 Cigarette—Determination of total and nicotine free dry particulate matter using a routine analytical smoking machine[S].
- [27] GB/T 23356—2009 卷烟 烟气气相中一氧化碳的测定 非散射红外法[S].
GB/T 23356—2009 Cigarettes—Determination of carbon monoxide in the vapour phase of cigarette smoke—NDIR method[S].
- [28] GB/T 23355—2009 卷烟 总粒相物中烟碱的测定气相色谱法[S].
GB/T 23355—2009 Cigarettes—Determination of nicotine in smoke condensates—Gas-chromatographic method[S].
- [29] GB/T 23203.1—2013 卷烟 总粒相物中水分的测定第 1 部分: 气相色谱法[S].
GB/T 23203.1—2013 Cigarettes—Determination of water in smoke condensates Part 1: Gas-chromatographic method[S].
- [30] GB 5606.4—2005 卷烟第 4 部分: 感官技术要求[S].
GB 5606.4—2005 Cigarettes—Part 4: Technical requirements for sense evaluation[S].
- [31] 郝贤伟, 帖金鑫, 何文苗, 等. 基于近红外光谱-感官评价的巴西烟叶风格模拟及替代[J]. 烟草科技, 2018, 51(10):7.
HAO Xianwei, TIE Jinxin, HE Wenmiao, et al. Style simulation and substitution of Brazilian tobacco based on near infrared spectrum and sensory evaluation[J]. Tobacco Science & Technology, 2018, 51(10): 83-89.
- [32] 谢国勇, 李斌, 颜水明, 等. 卷烟纸特性对卷烟烟气 7 种有害成分的影响[J]. 湖南师范大学自然科学学报, 2013, 36(5): 51-58.
XIE Guoyong, LI Bin, YAN Shuiming, et al. Effects of cigarette paper on deliveries of seven harmful components in mainstream of cigarette smoke[J]. Journal of Natural Science of Hunan Normal University, 2013, 36(5): 51-58.
- [33] Owen W C, Reynolds M L. The diffusion of gases through cigarette paper during smoking[J]. Tobacco Science, 1967(11): 14-20.
- [34] Baker R R. Combustion and thermal decomposition regions inside a burning cigarette[J]. Combustion and Flame, 1977(30): 21-32.
- [35] Muramatsu M, Umemura S. Kinetics of oxidation of tobacco char[J]. Beiträge zur Tabakforschung International/Contributions to Tobacco Research, 1981, 11(2): 79-86.
- [36] 周春平. 卷烟纸特性对卷烟主流烟气成分的影响研究[D]. 华东理工大学, 2010.
ZHOU Chunping. Studies on influence of cigarette paper characteristics to components of cigarette mainstream smoke[D]. East China University of Science and Technology, 2010.
- [37] 于川芳, 罗登山, 王芳, 等. 卷烟“三纸一棒”对烟气特征及感官质量的影响(二)[J]. 中国烟草学报, 2001, 7(3): 6-10.
YU Chuanfang, LUO Dengshan, WANG Fang, et al. The effects of papers and filter on smoke components and taste[J]. Acta Tabacaria Sinica, 2001, 7(3): 6-10.
- [38] 郭吉兆, 郑赛晶, 颜权平, 等. 卷烟纸助燃剂对主流烟气 7 种有害成分释放量的影响[J]. 烟草科技, 2012, 45(7): 43-45.
GUO Jizhao, ZHENG Saijing, YAN Quanping, et al. Effects of combustion improver in cigarette paper on deliveries of seven harmful components in mainstream cigarette smoke[J]. Tobacco Science & Technology, 2012, 45(7): 43-45.
- [39] 王建民. 几种钾盐的降焦效果分析[J]. 郑州轻工业学院学报: 自然科学版, 2001, 16(4): 62-64.
WANG Jianmin. Analysis on effect of reducing cigarette tar of different potassium[J]. Journal of Zhengzhou University of Light

- Industry: Natural Science, 2001, 16(4): 62-64.
- [40] 朱东来, 张悠金, 钱强, 等. 4 种卷烟纸助剂的效果评价和分析[J]. 中国造纸学报, 2010, 25(1): 57-60.
- ZHU Donglai, ZHANG Youjin, QIAN Qiang, et al. The Effect evaluation and mechanism analysis of four cigarette paper additives on reducing tar and other harmful components[J]. Transactions of China Pulp and Paper, 2010, 25(1):57-60.
- [41] Kassman A J. Design of the filter system[J]. Recent Advances in Tobacco Science, 1984(10): 72-87.
- [42] Norman V. The effect of perforated tipping paper on the yield of various smoke components[J]. Beiträge zur Tabakforschung International/Contributions to Tobacco Research, 1974, 7(5): 282-287.
- [43] 尧珍玉, 徐济仓, 沈妍, 等. 接装纸透气度对卷烟燃烧温度和烟气指标的影响[J]. 中国造纸学报, 2016, 31(3): 18-21.
- YAO Zhenyu, XU Jicang, SHEN Yan, et al. Effect of permeability of tipping paper on cigarette burning temperature and the property of mainstream smoke[J]. Transactions of China Pulp and Paper, 2016, 31(3): 18-21.
- [44] 许春平, 曾颖, 汪洁, 等. 水松纸通风度对卷烟主流烟气中常规成分及香味成分的影响[J]. 轻工学报, 2016, 31(1): 35-39, 60.
- XU Chunping, ZENG Ying, WANG Jie, et al. Influence of permeability of the tipping paper on the conventional compositions and aroma components in mainstream cigarette smoke[J]. Journal of Light Industry, 2016, 31(1): 35-39, 60.

Effects of cigarette auxiliary material parameters on smoke indexes and sensory quality of medium-sized cigarette

DAI Lu¹, ZHANG Lili¹, PENG Yuhan¹, WANG Le², BI Yiming¹, LI Haifeng¹, YANG Yang¹, DENG Nan^{2,3}, HUANG Hua¹,
LU Xinbo¹, JIANG Jiale¹, XUAN Runquan¹, ZHAO Lucan¹, ZHANG Qi^{2*}, DU Fangqi¹, WANG Hui¹, LI Bin²

1 Technology Center, China Tobacco Zhejiang Industrial Co., Ltd., Hangzhou 310024, China;

2 Zhengzhou Tobacco Research of CNTC, Zhengzhou 450001, China;

3 Instrumental Analysis Center of Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China

Abstract: [Objective] This study aims to investigate the effects of cigarette auxiliary material parameters on smoke indexes and sensory quality of medium-sized cigarettes. [Methods] Medium-sized cigarettes with different parameters of cigarette paper and filter rod were prepared. The release of components of mainstream smoke was tested and sensory quality of cigarette samples was evaluated. [Results] ① With the increase of cigarette paper weight and air permeability, the routine smoke indexes and sensory quality of medium-sized cigarettes decreased. Cigarette paper weight had a great influence on the smoke indexes of medium-sized cigarettes. The mean amount of smoke released per puff was positively correlated with cigarette paper weight but negatively correlated with the air permeability of cigarette paper. ② By increasing the content of potassium ions in the cigarette paper combustion accelerant, the release amounts of most smoke indexes showed a decreasing trend, while the anion content had no obvious effect on the routine smoke indexes of medium-sized cigarettes. The sensory quality of cigarettes with potassium citrate and potassium tartrate as cigarette paper combustion improver were better. ③ With the increase of the air permeability of tipping paper, the number of puffs increased, the smoke indexes of medium-sized cigarettes decreased significantly and the sensory quality showed a decreasing trend. The increase of the air permeability of tipping paper had the greatest impact on water release. ④ With the increase of the inhale resistance of the filter, the TPM and tar decreased, and the contents of moisture, nicotine and CO showed no change. Properly increasing the inhale resistance of the filter can reduce the miscellaneous air and irritation, improve the smell of smoke. [Conclusion] By optimizing the design parameters of cigarette materials, the release of TPM, tar and CO in cigarette smoke can be adjusted, and the sensory quality of medium-sized cigarette can be improved.

Keywords: medium-sized cigarette; material parameters; cigarette paper; filter rod; smoke; sensory quality

*Corresponding author. Email: ayzhqi@126.com