

## 滤嘴通风率影响因素的分析方法和控制方法研究

熊文, 李超\*, 秦云华, 赵辉, 刘巍, 吴亿勤, 张子龙, 王璐, 吴佳  
(云南中烟工业有限责任公司 技术中心, 云南 昆明 650231)

**摘要:** 为探讨卷烟滤嘴通风率指标的影响因素, 建立相应的控制方法. 通过样品设计和二水平全因子试验设计, 以滤嘴通风率  $y$  为因变量, 各样品实测烟支质量  $x$  和胶辊型号  $T$  为自变量, 对烟支质量和胶辊无胶区宽度进行回归分析, 得到回归方程  $y = 105.399x + 1.713T - 80.480$ . 结果表明, 随着烟支质量增加和胶辊无胶区宽度增大, 滤嘴通风率升高, 且烟支质量的影响大于无胶区宽度. 从而构建了一种基于烟支质量和胶辊无胶区宽度的滤嘴通风率影响因素分析方法.

**关键词:** 卷烟; 滤嘴通风率; 烟支质量; 胶辊无胶区

**中图分类号:** TS452 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674 - 5639 (2019) 03 - 0034 - 04

**DOI:** 10.14091/j.cnki.kmxyxb.2019.03.007

### Research on Analysis Method and Control Method of Effective Factors of Filter Ventilation Rate Spectrometry

XIONG Wen, LI Chao\*, QIN Yunhua, ZHAO Hui, LIU Wei, WU Yiqin, ZHANG Zilong, WANG Lu, WU Jia  
(Research and Development Center, China Tobacco Yunnan Industrial Co., Ltd., Kunming, Yunnan, China 650231)

**Abstract:** In order to study the effective factors of the cigarette filter ventilation rate index, and establish the corresponding control method, through the sample design and the two-level full factor test program design, the filter ventilation rate  $y$  is supposed as the dependent variable; the quality  $x$  for cigarette testing samples and the rubber roller model  $T$  is as an independent variable to make the regression analysis between the cigarette weight and the rubber-free zone width of the rubber roller to get the regression equation  $y = 105.399x + 1.713T - 80.480$ . The results showed that with the cigarette weight increasing and the rubber-free zone width of the rubber roller enlarging, the filter ventilation rate increased and the effect on cigarette quality is larger than that on the rubber-free zone width so as to form an analyzing method of effective factors on the filter ventilation rate based on cigarette weight and rubber-free zone of the rubber roller.

**Key words:** cigarette; filter ventilation rate; cigarette weight; rubber roller without glue zone

滤嘴通风率的控制是影响卷烟质量的重要指标之一, 而影响滤嘴通风率的指标较多. 同一牌号, 不同材料、配方、规格的卷烟产品在不同型号的卷烟机上生产时, 由于滤嘴通风率指标的不稳定会带来烟气的波动, 最终会影响到卷烟产品质量的稳定性. 目前, 有关烟支通风率的研究主要集中在通风率对烟气成分、卷烟焦油、烟香等的影响方

面<sup>[1-3]</sup>, 而关于如何保证通风率稳定性却鲜有报道<sup>[4-5]</sup>. 烟支质量(重量, 下同)是卷烟质量控制的直观指标, 胶辊无胶区宽度会影响卷烟的上胶质量<sup>[6]</sup>, 本研究发现两者均是影响滤嘴通风率的重要指标且存在一定的关系. 因此, 拟通过探讨两者与滤嘴通风率的关系, 旨在为更好地控制卷烟质量提供科学依据.

收稿日期: 2018 - 12 - 03

基金项目: 云南中烟工业有限责任公司 2015 年度科技项目 (2015JC05); 云南省应用基础研究计划项目 (2017FD048).

作者简介: 熊文 (1971—), 男, 云南保山人, 高级工程师, 硕士, 主要从事卷烟质量管控研究.

\* 通讯作者: 李超 (1985—), 男, 云南昆明人, 工程师, 硕士, 主要从事烟草分析检测研究, E-mail: super88man66@126.com.

1 材料、仪器与方法

1.1 材料

实验用及测试的卷烟全部来自云南中烟下属工厂,每个样品平行取样5次.

1.2 仪器

DT 卷烟/滤棒综合测试台(德国 Borgwaldk-KC 公司);天平(德国 Sartorius 公司);KBF720 恒温恒湿箱(德国 Binder 公司);RM200A 吸烟机(德国 Borgwaldk-KC 公司);Agilent 7890A 气相色谱仪(美国安捷伦公司).

1.3 方法

依据烟草行业的国家及行业标准:GB/T 22838.4—2009<sup>[7]</sup>,GB/T 22838.5—2009<sup>[8]</sup>,GB/T 22838.15—2009<sup>[9]</sup>,GB/T 23356—2009<sup>[10]</sup>,GBT 19609—2004<sup>[11]</sup>,GB/T 23355—2009<sup>[12]</sup>,GB/T 23203.1—2013<sup>[13]</sup>,YC/T 541—2016<sup>[14]</sup>,分别测定卷烟的质量、吸阻、滤嘴通风率、总通风率、焦油、烟气烟碱、一

氧化碳和烟气水分等指标.

2 结果与分析

2.1 胶辊无胶区宽度分析

本研究的滤嘴通风率的影响因素分析方法,以及各项性能指标测试方法采用国(行)标方法进行.分析方法的步骤具体如下:针对某品牌卷烟,在同一台 protos70 卷烟机上分别使用正常胶辊和试验胶辊制备卷烟滤嘴,在同一班次内交替更换胶辊3次,待设备运行正常后取制得的卷烟滤嘴,分别测定其质量(重量,以下同)、吸阻、滤嘴通风率、总通风率、抽吸口数、焦油、烟气烟碱、一氧化碳和烟气水分等指标,并对上述检测结果进行  $t$  检验分析.其中,正常胶辊无胶区宽度 11 mm、试验用胶辊无胶区宽度 17 mm.试验结果见表1,  $t$  检验结果见表2.增加胶辊无胶区宽度后,滤嘴通风率降低,降幅为 7.4%;总通风率升高,升幅为 0.8%.

表1 胶辊无胶区宽度试验结果

指标	胶辊	样本容量	平均值	标准偏差	标准误差
质量/g	正常	3	0.91	0.008 5	0.004 9
	试验	3	0.91	0.006 4	0.003 7
吸阻/Pa	正常	3	900.00	17.320 5	10.000 0
	试验	3	930.00	20.000 0	11.547 0
滤嘴通风率/%	正常	3	15.20	0.781 0	0.450 9
	试验	3	14.07	0.907 4	0.523 9
总通风率/%	正常	3	23.67	0.763 8	0.440 9
	试验	3	23.87	1.184 6	0.683 9
抽吸口数/口	正常	3	7.73	0.208 2	0.120 2
	试验	3	7.50	0.100 0	0.057 7
焦油/mg	正常	3	11.50	0.300 0	0.173 2
	试验	3	11.12	0.152 8	0.088 2
烟气烟碱/mg	正常	3	1.02	0.025 2	0.014 5
	试验	3	0.98	0.017 3	0.010 0
一氧化碳/mg	正常	3	11.27	0.416 3	0.240 4
	试验	3	10.67	0.057 7	0.033 3
烟气水分/mg	正常	3	1.20	0.132 0	0.076 2
	试验	3	0.99	0.041 6	0.024 0

由表1和表2可以看出,增加接装机涂胶辊无胶区宽度后,滤嘴通风率不升反降,本研究继

续将烟支质量指标与涂胶辊无胶区宽度结合进行分析.

表 2 胶辊无胶区宽度试验指标的 *t* 检验结果

指标	方差检验		<i>t</i> 检验						
	<i>F</i> 值	<i>P</i> 值	<i>t</i> 值	自由度	<i>P</i> 值	平均差	标准误	95% 置信区间	
								下限	上限
质量	0.085	0.785	0.379	4	0.724	0.002	0.006	-0.015	0.019
吸阻	0.000	1.000	-1.964	4	0.121	-30.000	15.275	-72.410	12.410
滤嘴通风	0.131	0.736	1.640	4	0.176	1.130	0.691	-0.770	3.050
总通风率	1.362	0.308	-0.246	4	0.818	-0.200	0.814	-2.460	2.060
抽吸口数	2.286	0.205	1.750	4	0.155	0.230	0.133	-0.140	0.600
焦油	0.681	0.456	1.715	4	0.161	0.330	0.194	-0.210	0.870
烟气烟碱	0.308	0.609	2.457	4	0.070	0.040	0.018	-0.006	0.090
一氧化碳	7.481	0.052	2.472	4	0.069	0.600	0.243	-0.070	1.270
烟气水分	3.100	0.153	2.711	4	0.053	0.220	0.079	-0.005	0.438

2.2 二水平全因子试验方案设计

基于烟支质量和胶辊无胶区宽度的二水平全因子试验方案设计，采用二水平全因子加中心点试验对烟支质量和胶辊无胶区宽度进行分析，试验指标为滤嘴通风率检测值与设计值之绝对差越小越好。因子水平见表 3，试验方案如表 4 所示。

表 3 试验因子及水平表

因子	烟支质量	胶辊型号
高水平(1)	设计值 +30 mg	试验胶辊
低水平(-1)	设计值 -30 mg	正常胶辊
中心点(0)	设计值	正常胶辊

2.3 烟支质量和胶辊无胶区宽度分析

根据 2.2 项下的试验方案设定烟支质量，更换接装机涂胶辊制备卷烟滤嘴，待设备运行稳定后取制得的卷烟滤嘴，分别测定不同试验方案的平均质量、平均吸阻、滤嘴通风率、总通风率、焦油量、烟气烟碱量和一氧化碳量，以各项指标与设计值的绝对偏差最小的组合作为最优组合。其中烟支质量设计值取该台卷烟机正常生产时的取值。试验结果如表 5 所示。

表 4 二水平全因子试验方案

运行序	中心点	烟支质量/g	胶辊型号
1	0	0	0
2	0	0	0
3	1	1	1
4	1	-1	1
5	1	-1	-1
6	1	1	-1
7	0	0	0
8	0	0	0

表 5 二水平全因子试验结果

样品	烟支质量设定	胶辊型号	平均质量/(g·支 <sup>-1</sup> )	平均吸阻/Pa	滤嘴通风率/%	总通风率/%	焦油量/mg	烟气烟碱量/mg	一氧化碳量/mg
SY-1	0	0	0.910	890	14.9	22.8	11.4	0.96	10.8
SY-2	0	0	0.911	900	14.9	22.7	10.9	0.96	10.5
SY-3	1	1	0.908	880	16.8	24.5	10.9	0.92	10.3
SY-4	-1	1	0.895	900	15.7	24.1	11.0	0.94	10.7
SY-5	-1	-1	0.883	910	12.4	22.0	11.1	0.93	10.6
SY-6	1	-1	0.924	910	17.0	25.2	10.8	0.93	10.5
SY-7	0	0	0.910	900	17.0	24.8	10.7	0.91	10.5
SY-8	0	0	0.923	920	16.5	25.0	10.6	0.95	10.4

从表 5 可看出：1) 通过 8 个样品相比较，4#样品焦油量的绝对偏差最小（0 mg），一氧化碳量的绝对偏差第 2 小（0.3 mg），烟气烟碱量的绝对偏差第 4 小（0.06 mg），综合效果最好。2) 在 3，4，5，6#这 4 个组合，4#的各项指标的绝对偏差均最小。因此可

以认为该样品对应的参数组合是优组合，其中烟支质量为 0.895 g/支，胶辊无胶区宽度为 17 mm。

2.4 回归分析

以滤嘴通风率 *y* 为因变量，各样品实测烟支质量 *x* 和胶辊型号 *T* 为自变量进行回归分析，结果见表 6。

表6 滤嘴通风率回归模型的方差分析					
方差源	偏差平方和	自由度	方差	F值	P值
回归	14.061	2	7.031	10.591	0.016
残差	3.319	5	0.664		
总和	17.380	7			

由表7和表8可知, 回归方程总体达到显著水平 ( $P=0.016$ ). 决定系数  $R^2=0.809$ . 说明在试验范围内通过改变烟支质量和胶辊无胶区宽度间的配合能够明显改变滤嘴通风率.

表7 滤嘴通风率回归模型概述			
R	R <sup>2</sup>	调整 R <sup>2</sup>	预测标准误
0.899	0.809	0.733	0.814 7

表8 滤嘴通风率回归模型t检验					
模型	回归系数		标准回归系数	t值	P值
	B	标准误			
常数	-80.480	21.596		-3.727	0.014
烟支质量	105.399	23.725	0.909	4.443	0.007
胶辊型号	1.713	0.696	0.503	2.461	0.057

从表8可以得到回归方程为:  $y=105.399x+1.713T-80.480$ , 即随着烟支质量增加和胶辊无胶区宽度增大, 滤嘴通风率升高, 且烟支质量的影响大于无胶区宽度. 因此, 可以通过控制烟支质量和胶辊无胶区宽度在需要的区间之内, 进而控制滤嘴通风率.

3 结论与讨论

本文通过研究卷烟滤嘴通风率指标的影响因素, 建立了相应的控制方法. 以滤嘴通风率  $y$  为因变量, 各样品实测烟支质量  $x$  和胶辊型号  $T$  为自变量进行回归分析, 得到  $y=105.399x+1.713T-80.480$ , 即随着烟支质量增加和胶辊无胶区宽度增大, 滤嘴通风率升高, 且烟支质量的影响大于无胶区宽度. 此外, 通过回归分析结果可知: 1) 烟支质量和胶辊无胶区域面积对滤嘴通风率有显著的影响; 2) 通过烟支质量和胶辊无胶区宽度间的配合能够小幅度改变各项滤嘴通风率, 使之接近目标值; 3) 烟支质量和胶辊无胶区宽度间的配合会显著影响滤嘴通风率, 且烟支质量的影响大于胶辊无胶区宽度.

[参考文献]

[1] 汪显国, 申晓锋, 刘泽, 等. 基于主成分分析法的烟丝加香均匀性评价 [J]. 中国烟草学报, 2013 (5): 33-42.

[2] 陈宁, 李剑政, 杨文彬. 应用加速溶剂萃取法分离烟丝致香成分 [J]. 分析测试学报, 2007, 26 (S1): 296-299.

[3] 姚二民, 郭乃伟, 张超帅, 等. 接装纸涂胶量对卷烟滤嘴通风率的影响 [J]. 湖北农业科学, 2016, 55 (19): 5160-5162.

[4] 邵名伟, 严志景, 谢映松, 等. 预打孔卷烟接装纸施胶效果及胶辊设计参数对通风率的影响 [J]. 烟草科技, 2018, 51 (5): 81-86.

[5] 王乐, 游敏, 崔晓梦, 等. 基于线性网络模型的卷烟吸阻及通风特征预测方法 [J]. 烟草科技, 2017, 50 (12): 85-89.

[6] 解晓翠. 在线激光打孔卷烟通风率与卷烟理化指标的关系 [J]. 郑州轻工业学院学报 (自然科学版), 2015, 30 (Z1): 52-56.

[7] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 卷烟和滤棒物理性能的测定: 第4部分 卷烟质量: GB/T 22838.4—2009 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.

[8] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 卷烟和滤棒物理性能的测定: 第5部分 卷烟吸阻和滤棒压降: GB/T 22838.5—2009 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.

[9] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 卷烟和滤棒物理性能的测定: 第15部分 卷烟通风的测定 定义和测量原理: GB/T 22838.15—2009 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.

[10] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 卷烟烟气气相中一氧化碳的测定 非散射红外法: GB/T 23356—2009 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.

[11] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 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.

[12] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 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.

[13] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 卷烟总粒相物中水分的测定: 第1部分 气相色谱法: GB/T 23203.1—2013 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.

[14] 国家烟草专卖局. 卷烟主流烟气中焦油和一氧化碳检测数据修正: YC/T 541—2016 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.