



马晓伟,冯欣,曲国福,等. 喷胶式接装机滤嘴通风面积稳定性影响因素分析[J]. 轻工学报,2021,36(1): 39-44.

MA X W, FENG X, QU G F, et al. Analysis of factors affecting the stability of the filter ventilation area of spraying glue-splicing machine[J]. Journal of Light Industry, 2021, 36(1): 39-44. DOI:10.12187/2021.01.005

中图分类号:TS43 文献标识码:A 文章编号:2096-1553(2021)01-0039-06

# 喷胶式接装机滤嘴通风面积稳定性 影响因素分析

## Analysis of factors affecting the stability of the filter ventilation area of spraying glue-splicing machine

马晓伟<sup>1</sup>,冯欣<sup>1</sup>,曲国福<sup>1</sup>,胡建洪<sup>1</sup>,王贝<sup>2</sup>,张晶<sup>2</sup>,王建民<sup>2</sup>

MA Xiaowei<sup>1</sup>, FENG Xin<sup>1</sup>, QU Guofu<sup>1</sup>, HU Jianhong<sup>1</sup>, WANG Bei<sup>2</sup>, ZHANG Jing<sup>2</sup>,  
WANG Jianmin<sup>2</sup>

1. 红塔烟草(集团)有限责任公司 工艺质量部,云南 玉溪 653100;

2. 郑州轻工业大学 食品与生物工程学院,河南 郑州 450001

1. Craft Quality Department, Hongta Tobacco Group Co., Ltd., Yuxi 653100, China;

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

### 关键词:

滤嘴通风率;通风区域面积;喷胶压力;搓接温度

### Key words:

filter ventilation rate;  
ventilation area;  
spraying glue pressure;  
splicing temperature

**摘要:**为提高喷胶式接装机滤嘴通风率稳定性控制水平,以喷胶压力、搓接温度为变量,采用方差分析、回归分析等方法对通风区域(无胶区)面积稳定性的影响因素进行研究.结果表明:喷胶压力会影响接装胶施胶量,进而影响滤嘴通风区域总面积和滤嘴通风率,其最佳控制范围为1000~1200 hPa;搓接温度会影响滤棒搭口胶融化、扩散程度,进而影响无胶区有效通风面积和滤嘴通风率;无胶区有效面积在相同机型不同机台间存在差异性,是导致机台间滤嘴通风率波动的重要因素之一,控制机台间喷胶压力与搓接温度的一致性有利于保证有效通风面积和滤嘴通风率的稳定性.

收稿日期:2020-04-20

基金项目:红塔烟草(集团)有限责任公司科技项目(2018JC01)

作者简介:马晓伟(1972—),男,云南省玉溪市人,红塔烟草(集团)有限责任公司高级工程师,主要研究方向为工艺质量管理.

通信作者:王建民(1963—),男,河南省安阳市人,郑州轻工业大学教授,主要研究方向为卷烟加工工艺.

**Abstract:** In order to improve the stability control level of the filter ventilation rate of the spraying glue-splicing machine, the factors affecting the stability of the ventilation area (no-glue area) were studied by using variance analysis, regression analysis and other methods, with the spraying glue pressure and the splicing temperature as variables. The results showed that the spraying glue pressure would affect the amount of tipping glue and the total area of ventilation area and ventilation rate, the best control range was 1000 ~ 1200 hPa. The splicing temperature would affect the degree of melting and diffusion of the filter rod glue and further the effective ventilation area (no-glue area) and ventilation rate. There existed differences between the effective ventilation area (no-glue area) and different machine of the same model, which was one of the most important factors causing the fluctuation of filter ventilation rate between machines. The consistency of the spraying glue pressure and the splicing temperature between the machines would be beneficial for the ensurance of the effective ventilation area and the stability of the filter ventilation rate.

## 0 引言

无胶区是预打孔滤嘴通风系统的重要组成部分,在接装纸预打孔数量、滤棒成形纸透气度等参数一定的条件下,无胶区面积设计值决定通风区域面积,进而决定通风率的高低<sup>[1-2]</sup>。在生产过程中,控制无胶区位置和面积的稳定性是提高通风率稳定性的关键。无胶区位置发生偏移会导致接装纸上预打的部分通风孔被堵塞,致使通风率降低<sup>[1]</sup>,甚至影响接装质量<sup>[3-4]</sup>。关于无胶区面积波动的研究主要聚焦于接装胶施胶量的影响及控制方面。余文炎<sup>[5]</sup>根据 YJ27 型接装机工作原理,定性分析了影响无胶区面积的因素。姚二民等<sup>[6-7]</sup>的研究结果均证明了通风率会随着施胶量的增加而降低,并指出涂胶辊包角是影响施胶量的主要因素。此外,陈岱峰等<sup>[8-9]</sup>研究了接装胶的渗透性能;陈德辉<sup>[10]</sup>提出了通过改进控胶辊结构减少胶水渗透的方案,这些研究均通过控制接装过程中胶水向无胶区渗透来降低对无胶区面积造成的影响。

综上,控制接装胶施胶量以保持无胶区面积稳定,进而提高滤嘴通风区域面积和通风率的稳定性已成为共识,并形成了一些控制方法。但相关研究主要针对辊胶式接装机,尚未见对喷胶式接装机的报道,同时,关于喷胶式接装机中影响滤嘴通风区域面积稳定性的因素也不明

确。鉴于此,本文拟以 Protos - M5 型卷烟机为研究对象,运用方差分析、回归分析等方法,定性、定量研究喷胶压力(以接装胶施胶量表征)对滤嘴通风区域(无胶区)面积和滤嘴通风率的影响,并考查搓接温度对滤棒搭口胶融化现象及无胶区面积的影响,以期解决喷胶式接装机滤嘴通风区域面积稳定性控制问题。

## 1 材料与方法

### 1.1 主要材料

软玉溪卷烟,由云南中烟红塔烟草有限责任公司提供;老板牌高级蓝黑墨水(854型),博士企业有限公司产。

### 1.2 主要仪器

佳能 EOS70D 型数码相机,佳能中国有限公司产;DT-5 型卷烟/滤棒物理综合测试台,德国 Borgwaldtkc 公司产;Protos - M5 型卷烟机,德国豪尼公司产。

### 1.3 实验方法

**1.3.1 无胶区面积的测定** 参照文献[11]的方法测定卷烟样品无胶区面积。

**1.3.2 喷胶压力对无胶区面积和滤嘴通风率的影响** 以 Protos - M5 型卷烟机为对象,设置两侧喷嘴压力/中心喷嘴压力(单位都为 hPa)水平梯度分别为 400/700、500/800、600/1000、700/1200、900/1400,在每个水平下取 500 支卷烟样品,测定其无胶区面积,按《卷烟通风率检

测设备通用技术条件》(YC/T 546—2016)<sup>[12]</sup>测定其滤嘴通风率。

### 1.3.3 搓接温度对无胶区有效面积的影响

选择同一台 Protos - M5 型卷烟机,将搓接温度分别设置为 70 ℃、180 ℃,分别取 500 支卷烟样品,测定其无胶区面积和无胶区有效面积。

### 1.3.4 机台间无胶区有效面积和滤嘴通风率的比较

在同一生产班次,从 7 台 Protos - M5 型卷烟机中各取样 500 支卷烟样品,分别测定其无胶区面积和无胶区有效面积,其滤嘴通风率测定方法同 1.3.2。

## 1.4 数据处理

利用 SPSS 19.0 软件,通过相关分析、偏相关分析、回归分析、方差分析、LSD 多重比较等方法对实验数据进行分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 喷胶压力对无胶区面积和滤嘴通风率的影响分析

不同喷胶压力下的无胶区面积和滤嘴通风率检测结果如表 1 所示。由表 1 可知,不同喷胶压力下无胶区面积重复测量结果的 *RSD* 介于 0.99% ~ 4.94% 之间,重复性均较好。喷胶压力与无胶区面积和滤嘴通风率间的相关分析结果见表 2。由表 2 可知,无胶区面积和滤嘴通风率

均与喷胶压力(主喷嘴压力和副喷嘴压力)呈极显著负相关,无胶区面积与滤嘴通风率呈显著正相关。由此可见,喷胶压力会显著影响无胶区面积和滤嘴通风率。

主喷嘴喷胶压力是影响施胶量的主要因素。因此,本文利用 SPSS 19.0 中曲线估计的方法,以主喷嘴喷胶压力为自变量,以无胶区面积、滤嘴通风率及其标准差为因变量,选择线性、二次项等模型,以回归系数显著的模型为最优回归模型,研究喷胶压力对无胶区面积、滤嘴通风率及其标准差的影响规律,结果见表 3 和图 1—2。由表 3 可知,喷胶压力( $p$ )与无胶区面积( $S$ )间呈极显著指数关系( $P = 0.004$ )、与无胶区面积标准差( $S_s$ )间呈显著线性关系( $P = 0.044$ );喷胶压力( $p$ )与滤嘴通风率( $F$ )间呈极显著 S 形曲线关系( $P = 0.007$ )、与通风率标准差( $F_s$ )间呈显著三次曲线关系( $P = 0.033$ );回归模型的决定系数均偏低,说明喷胶压力是影响无胶区面积和滤嘴通风率的重要因素,但不是唯一因素。由图 1 可以看出,随着喷胶压力升高,无胶区面积及其标准差都整体降低;由图 2 可以看出,随着喷胶压力的升高,滤嘴通风率整体降低,但当喷胶压力大于 1000 hPa 时,滤嘴通风率的变化速度开始变慢,且滤嘴通风率的标准差先降低后升高,最低点在 1000 ~ 1200 hPa 范围内。

表 1 不同喷胶压力下无胶区面积和滤嘴通风率检测结果

Table 1 Test results of no-glue area and filter ventilation rate under different spraying glue pressures

实验 轮次	喷胶压力/hPa		无胶区面积/cm <sup>2</sup>			滤嘴通风率/%	
	副喷嘴	主喷嘴	平均值	标准差	<i>RSD</i> /%	平均值	标准差
1	400	700	2.418	0.096	3.96	15.7	17.6
	500	800	2.442	0.070	2.86	13.1	19.2
	600	1000	2.446	0.121	4.94	13.6	15.0
	700	1200	2.213	0.069	3.13	12.0	10.6
	900	1400	2.008	0.028	1.40	11.6	21.3
2	400	700	2.327	0.105	4.50	14.8	16.8
	500	800	2.225	0.043	1.95	11.9	12.0
	600	1000	2.224	0.038	1.73	13.2	21.6
	700	1200	2.151	0.033	1.54	11.4	11.9
	900	1400	2.072	0.021	0.99	11.6	28.1

表2 喷胶压力与无胶区面积和  
滤嘴通风率间的相关分析结果

Table 2 Correlation analysis results between spraying glue pressure, no-glue area and filter ventilation rate

因素	主喷嘴 喷胶压力	副喷嘴 喷胶压力	无胶区 面积	滤嘴 通风率
主喷嘴压力	1.000	0.989**	-0.811**	-0.774**
副喷嘴压力	0.989**	1.000	-0.821**	-0.782**
无胶区面积	-0.811**	-0.821**	1.000	0.756*
滤嘴通风率	-0.774**	-0.782**	0.756*	1.000

注:\*表示显著关系;\*\*表示极显著关系。

综上可知,喷胶压力(接装胶施胶量)是影响滤嘴通风率和稳定性的重要因素之一,其作用机理为影响无胶区面积。

## 2.2 搓接温度对无胶区有效面积的影响分析

测定无胶区面积时发现无胶区域内有一条未着色条带<sup>[11]</sup>,经分析这可能是滤棒搭口胶(热熔胶)在搓接过程中熔化、扩散形成的。为了验证上述推断,将搓接温度分别设置为70℃、180℃,在 Protos - M5 型卷烟机上进行了搓接温度对比实验。70℃和180℃搓接的待测样品如图3所示。由图3可以看出,当搓接温度为180℃(高于热熔胶熔融测定温度150℃)时,样品存在明显的条带;当搓接温度为70℃(热熔胶软化点温度)时,条带基本消失。因此,将扣除未着色条带后的面积定义为无胶区有效面积。

不同搓接温度下无胶区面积和无胶区有效面积检测结果如表4所示。由表4可知,当搓接温度为70℃时,无胶区面积为2.330 cm<sup>2</sup>,无胶区有效面积为2.327 cm<sup>2</sup>,差异率为0.13%;当搓

接温度为180℃时,无胶区面积为2.316 cm<sup>2</sup>,无胶区有效面积为2.283 cm<sup>2</sup>,差异率为1.42%。这主要是因为搓接温度会影响滤棒搭口胶熔化、扩散程度,进而影响无胶区有效面积。

## 2.3 机台间无胶区有效面积和滤嘴通风率的差异性分析

不同机台滤嘴通风率检测结果如表5所示。由表5可知,单因素方差分析及LSD多重比较结果表明,机台间无胶区面积、无胶区有效面积与滤嘴通风率均存在极显著差异。滤嘴通风率与无胶区面积和无胶区有效面积的相关性分析结果如表6所示。由表6可知,滤嘴通风率与无胶区有效面积呈显著正相关,与无胶区面积呈正相关;控制无胶区有效面积的相关性分析结果表明,滤嘴通风率与无胶区面积呈极显著正相关<sup>[13]</sup>。可见,无胶区有效面积在相同机型不同机台间存在差异性,且是导致机台间滤嘴通风率波动的重要因素之一。

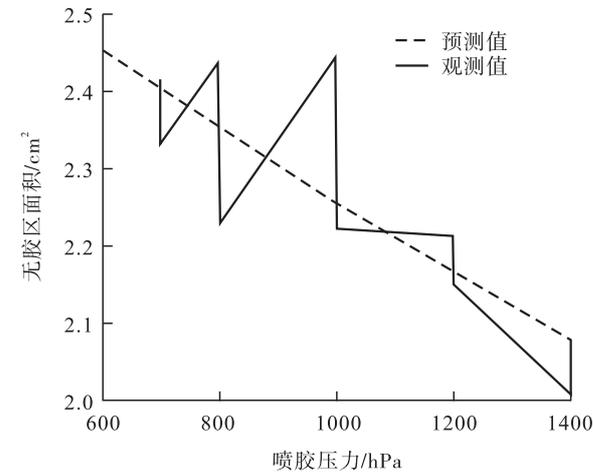
综上可知,接装过程中喷胶压力会影响接装胶施胶量进而影响无胶区面积,搓接温度会影响滤棒搭口胶二次熔化、扩散的程度,进而导致无胶区有效通风面积减小,这可能是机台间滤嘴通风率均存在显著差异的主要原因。另外,滤棒搭口胶熔化、扩散程度除了与搓接温度有关外,也与搓板安装调节、烟支(滤棒)圆周波动导致的搓接压力不同有关。因此,控制机台间喷胶压力、搓接温度的一致性,同时规范机台间搓板安装调节、控制搓接压力的一致性,有利于控制滤嘴通风区域有效通风面积及通风率的稳定性。

表3 喷胶压力与无胶区面积和滤嘴通风率间的关系

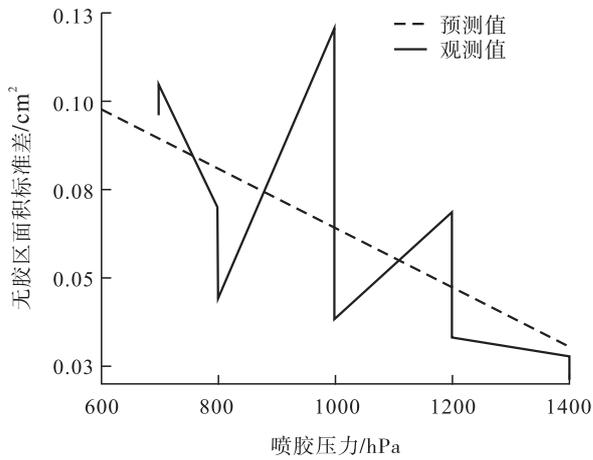
Table 3 Relationship between spraying glue pressure and no-glue area and filter ventilation rate

模型	相关系数	决定系数	调整决定系数	标准误差	F 检验(P 值)
$S = 2.779 e^{-0.000208p}$	0.819	0.671	0.630	0.042	0.004
$S_s = -8.442E - 5p + 0.149$	0.646	0.417	0.344	0.029	0.044
$F = e^{2.205 + 326.065/p}$	0.819	0.670	0.623	0.072	0.007
$F_s = 39.380 - 7.859E - 5p^2 + 5.051E - 8p^3$	0.824	0.679	0.572	3.604	0.033

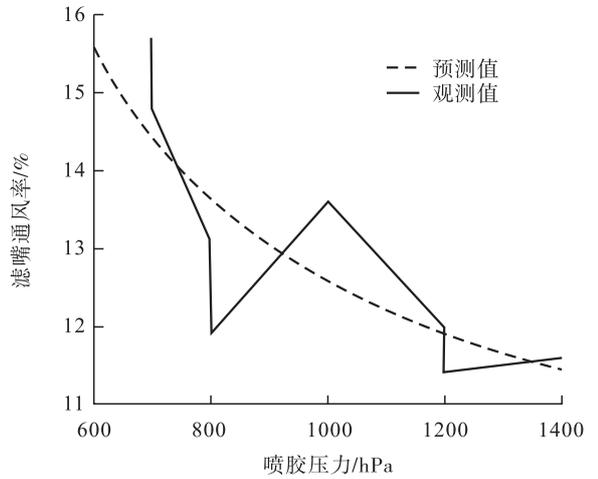
注:P < 0.05 表示显著;P < 0.01 表示极显著。下同。



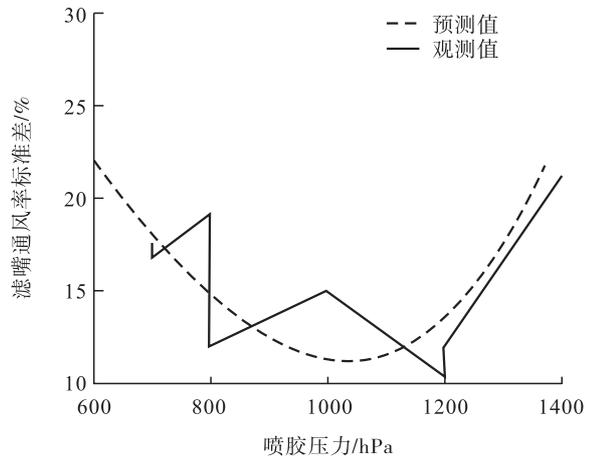
a) 无胶区面积



b) 无胶区面积标准差



a) 滤嘴通风率



b) 滤嘴通风率标准差

图1 喷胶压力与无胶区面积及其标准差的关系

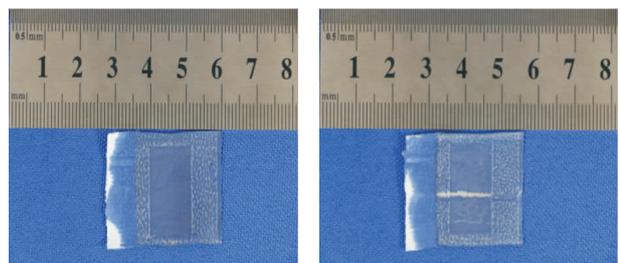
Fig.1 Relationship between the pressure of the praying glue pressure and the no-glue area and the standard deviation

图2 喷胶压力与滤嘴通风率及其标准差的关系

Fig.2 Relationship between praying glue pressure and filter ventilation rate and standard deviation

### 3 结语

本文以喷胶压力、搓接温度为变量,采用方差分析、回归分析等方法对通风区域面积稳定性的影响因素进行了研究.结果表明,喷胶压力会显著影响无胶区面积和滤嘴通风率,喷胶压力与滤嘴通风率间呈S形曲线关系、与通风率标准差间呈显著三次曲线关系,喷胶压力在1000~1200 hPa范围内时,滤嘴通风率变化幅度较小且通风率波动也较小,最有利于通风率稳定性控制;滤棒搭口胶在搓接过程中会发生



a) 70 °C

b) 180 °C

图3 70 °C和180 °C搓接的待测样品

Fig.3 Samples to be tested at 70 °C and 180 °C

熔化、扩散,导致无胶区有效通风面积减小,进而影响滤嘴通风率.建议规范搓接温度及搓板安装调节,保持机台间搓接温度、搓接压力的一

表4 不同搓接温度下无胶区面积和无胶区有效面积检测结果

Table 4 Results of no-glue area and no-glue effective area under different splicing temperatures cm<sup>2</sup>

序号	70 ℃		180 ℃	
	无胶区面积	无胶区有效面积	无胶区面积	无胶区有效面积
1	2.377	2.360	2.278	2.181
2	2.405	2.402	2.382	2.382
3	2.334	2.334	2.323	2.303
4	2.342	2.342	2.323	2.309
5	2.349	2.349	2.273	2.210
6	2.292	2.292	2.307	2.299
7	2.322	2.311	2.297	2.255
8	2.304	2.304	2.319	2.253
9	2.270	2.270	2.337	2.323
10	2.311	2.306	2.320	2.310
平均值	2.330	2.327	2.316	2.283
标准差	0.040	0.038	0.031	0.059
RSD/%	1.73	1.64	1.34	2.57

表5 不同机台滤嘴通风率检测结果

Table 5 Test results of filter ventilation rate of different machines

机台	无胶区面积/cm <sup>2</sup>	无胶区有效面积/cm <sup>2</sup>	滤嘴通风率/%
1 <sup>#</sup>	2.495 <sup>Bc</sup>	2.366 <sup>Bb</sup>	13.22 <sup>Bb</sup>
2 <sup>#</sup>	2.643 <sup>Aa</sup>	2.458 <sup>Aa</sup>	13.74 <sup>ABab</sup>
3 <sup>#</sup>	2.230 <sup>De</sup>	2.112 <sup>Dd</sup>	12.58 <sup>Bb</sup>
4 <sup>#</sup>	2.392 <sup>Cd</sup>	2.305 <sup>Bc</sup>	14.03 <sup>ABa</sup>
5 <sup>#</sup>	2.561 <sup>Bb</sup>	2.469 <sup>Aa</sup>	14.27 <sup>Aa</sup>
6 <sup>#</sup>	2.400 <sup>Cd</sup>	2.273 <sup>Cc</sup>	12.95 <sup>Bb</sup>
7 <sup>#</sup>	2.528 <sup>Bbc</sup>	2.436 <sup>ABa</sup>	14.13 <sup>ABa</sup>

注:大写字母表示其差异为0.01水平;小写字母表示其差异为0.05水平。

表6 滤嘴通风率与无胶区面积和无胶区有效面积的相关性分析结果

Table 6 Correlation between filter ventilation rate and no-glue area and no-glue effective area

统计量	相关系数	P值
无胶区面积	0.675	0.096
无胶区有效面积	0.813	0.026
无胶区面积(控制无胶区有效面积)	0.973	0.001

致性。此外,在研究过程中还发现了一个重要现象,即滤棒搭口胶会在搓接过程中发生二次融化、扩散,导致无胶区有效通风面积进一步发生变化,这将是下一步的研究方向。

## 参考文献:

- [1] 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.
- [2] 刘勇,吴传绪,吴泉兰,等. 水松纸控胶辊参数对包接质量与通风率的影响[J]. 设备管理与维修,2019(3):102.
- [3] 栗勇伟,乔建军,马少军,等. 卷接机组烟支搓接质量的研究及改进[J]. 烟草科技,2012(10):24.
- [4] 刘澜波,刘三星,李华明,等. ZJ17卷接机组接装纸胶位在线微调装置设计[J]. 烟草科技,2019,52(3):102.
- [5] 余文炎. YJ27型接装机工艺设备调整对烟支嘴头通风率的影响[J]. 轻工标准与质量,2013(3):49.
- [6] 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.
- [7] 黄晓飞,姚二民,韦峰,等. 打孔卷烟烟支通风率研究[J]. 企业技术开发,2013,32(13):43.
- [8] 陈岱峰,费婷. 水松纸表面特性及接装胶渗透性能研究用于卷烟生产制造质量控制[C]//中国烟草学会. 中国烟草2013年学术年会论文集. 武汉:中国烟草学会,2013:11.
- [9] 张晶,马晓伟,冯欣,等. 接装胶及接装纸种类对胶水渗透性的影响[J]. 食品与机械,2018,34(6):98.
- [10] 陈德辉. 低焦油滤嘴烟支总通风率稳定性的研究与应用[J]. 机械工程师,2015(11):256.
- [11] 马晓伟,冯欣,曲国福,等. 接装纸/胶搭配对滤嘴通风率的影响[J]. 云南化工,2019,46(10):94.
- [12] 国际烟草专卖局. 卷烟通风率检测设备通用技术条件:YC/T 546—2016[S]. 北京:中国标准出版社,2016.
- [13] 余建英,何旭宏. 数据统计分析与spass应用[M]. 北京:人民邮电出版社,2003:173-176.