

正交试验在 ZJ17 型卷烟机梗签剔除中的应用

程雷平¹, 张劲², 严志景^{2*}, 邵名伟²

(1. 安徽中烟工业有限责任公司芜湖卷烟厂, 安徽芜湖 241002; 2. 安徽中烟工业有限责任公司, 安徽合肥 230088)

摘要 为研究 ZJ17 型卷烟机梗签剔除工艺参数对烟支中梗签含量的影响, 在卷烟机处于正常生产状态下, 采用正交试验研究挡板高度、正压吹风、针辊电机频率对卷烟机剔除量、烟支中梗签含量及剔除物中含丝率的影响。结果表明: 对卷烟机剔除量的影响从大到小依次为正压吹风、挡板高度和针辊电机频率。其中, 正压吹风和挡板高度对卷烟机剔除量的影响达到极显著水平。对烟支中梗签含量的影响从大到小依次为挡板高度、正压吹风和针辊电机频率。其中, 挡板高度对烟支中梗签含量的影响达到显著水平。对剔除物中含丝率的影响从大到小依次为正压吹风、挡板高度和针辊电机频率。其中, 挡板高度和正压吹风对剔除物中含丝率的影响达到显著水平。随着挡板高度的上升, 卷烟机剔除量呈上升趋势, 烟支中梗签含量呈下降趋势, 剔除物中含丝率呈上升趋势。随着正压吹风的增强, 卷烟机剔除量呈下降趋势, 烟支中梗签含量呈上升趋势, 剔除物中含丝率呈下降趋势。综合考虑产品质量及经济指标, 确定 ZJ17 型卷烟机生产“黄山(A)”牌号卷烟最佳梗签剔除工艺参数组合为挡板高度 109 mm, 正压吹风 0.9 kPa, 针辊电机频率 44 Hz。

关键词 正交试验; ZJ17 型卷烟机; 梗签

中图分类号 TS43 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)12-0192-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.12.050



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Application of Orthogonal Test in the Removal of Slivers by Using ZJ17 Cigarette Machine**CHENG Lei-ping¹, ZHANG Jin², YAN Zhi-jing² et al** (1. Wuhu Cigarette Factory of China Tobacco Anhui Industrial Co., Ltd., Wuhu, Anhui 241002; 2. China Tobacco Anhui Industrial Co., Ltd., Hefei, Anhui 230088)

Abstract In order to study the effects of process parameters of ZJ17 cigarette machine on the content of slivers in cigarettes, under the normal production state of the cigarette machine, the effects of the baffle height, the positive pressure blower, the frequency of needle roller motor on the rejection quantity of the cigarette machine, the content of slivers in the cigarette and the cut tobacco percentage in rejects were studied by orthogonal test. The results showed that the order of the influence degree on the rejection quantity of the cigarette machine was the positive pressure blower>the baffle height>the needle roller motor frequency. At 1% significance level, the influences of the positive pressure blower and the baffle height on the rejection quantity of cigarette machine were significant. The order of the influence degree on the content of slivers in the cigarette was the baffle height>the positive pressure blower>the needle roller motor frequency. At 5% significance level, the influences of the baffle height on the content of slivers in the cigarette were significant. The order of the influence degree on cut tobacco percentage in rejects was the positive pressure blower>the baffle height>the needle roller motor frequency. At 5% significance level, the influences of the positive pressure blower and the baffle height on the content of the slivers in the cigarette were significant. As the the baffle height rose, the rejection quantity of the cigarette machine also increased, the content of the slivers in the cigarette also decreased, and the cut tobacco percentage in rejects also increased. As the the positive pressure blower increased, the rejection quantity of the cigarette machine also decreased, the content of the slivers in the cigarette also increased, and the cut tobacco percentage in rejects also decreased. Through comprehensive consideration of product quality and economic indicators, the optimum technological parameters for removing slivers of the “Huangshan (A)” brand cigarettes produced by the ZJ17 cigarette machine were as follows: the baffle height 109 mm, the positive pressure blower 0.9 kPa, the needle roller motor frequency 44 Hz.

Key words Orthogonal experiment; ZJ17 cigarette machine; Slivers

随着社会生活水平的提升, 消费者对卷烟品质及抽吸感受提出了更高的要求, 但由于烟草原料在打叶复烤阶段不能完全除去梗签, 在成品卷烟的烟丝中不可避免会出现梗签。如果烟丝中的梗签含量过高则会导致烟丝的燃烧均匀性不良, 引发卷烟燃烧端面不齐、爆花、燃烧掉锥等现象, 且增加烟气中的杂质及刺激性, 对卷烟的感官抽吸质量造成负面影响^[1-3]。因此, 如何降低卷烟中梗签含量, 提升卷烟机梗签剔除效率成为卷烟生产环节中重要的控制目标。依据 ZJ17 型卷烟机吸丝成型原理, 卷烟烟丝通过后身喂料系统均匀进入剔梗系统, 从上部空气喷射器喷出的气流作用于烟丝流的整个宽度上, 并将皮带送出的烟丝垂直下吹到抛丝辊, 较重的烟丝颗粒(梗签)和非金属杂物颗粒依靠其惯性穿过气流并越过梗导向板进入烟梗螺旋输送槽, 螺旋输送机将烟梗送到

二次分离器。梗签剔除主要研究参数为挡板高度、正压吹风和回丝量(针辊电机频率)。其中, 挡板高度是指梗导向板上边缘与调节螺母之间的距离, 可由 2 个螺母调节(挡板高度均为描述挡板高度值, 描述挡板高度越高, 实际挡板高度越低, 二者呈负相关); 正压吹风是指上部空气喷射器喷出的气流强度; 回丝量为测量值, 是指输丝带经过平整器时刮下的多余烟丝量, 烟丝量由针辊转速进行控制, 针辊转速通过针辊电机频率进行调节^[4-8]。研究表明, 通过调节挡板高度及梗签剔除开度, 可以有效降低细支卷烟中含梗烟支数^[9-10]。笔者在综述以上文献的基础上, 研究挡板高度、正压吹风及针辊电机频率对 ZJ17 型卷烟机梗签剔除效果的影响, 以期提高卷烟中梗签含量的控制水平。

1 材料与方法**1.1 材料、仪器和设备**

1.1.1 材料。“黄山(A)”牌号卷烟烟丝, 由安徽中烟工业有限责任公司芜湖卷烟厂生产。

1.1.2 仪器和设备。ZJ17 型卷烟机(常德烟草机械有限责任

基金项目 安徽中烟工业有限责任公司科技项目(2018113)。**作者简介** 程雷平(1976—), 男, 安徽怀宁人, 工程师, 从事卷烟加工工艺技术研究。* 通信作者, 高级工程师, 硕士, 从事卷烟工艺研究。**收稿日期** 2020-10-28

公司)、YM-CCD 梗丝混合率分析仪(韩国 YM 株式会社)、AS200 振动筛分仪(德国 Retsch)、筛网(直径 1.25 mm)、电子天平(精确至 0.01 g,德国 Sartorius 公司)。

1.2 方法

1.2.1 试验设计。卷烟机的梗签剔除效果主要通过调节挡板高度、正压吹风及针辊电机频率来控制。因此,选择这 3 项参数作为试验因素,试验时将二次分选设备负压关闭,使卷烟机剔除物全部从二次分选设备下方落下。

结合设备调整范围及生产实践确定各因素与水平,具体见表 1。选用 4 因素 4 水平的 $L_{16}(4^4)$ 正交试验表,试验因素与水平设计方案见表 2。

表 1 梗签剔除工艺参数及其水平

Table 1 The technical parameters and levels of slivers removal

水平 Level	因素 Factor		
	A 挡板高度 Baffle height mm	B 正压吹风 Positive pressure blower//kPa	C 针辊电机频率 Needle roller motor frequency//Hz
1	100	0.9	38
2	103	1.0	41
3	106	1.1	44
4	109	1.2	47

表 2 正交试验设计方案

Table 2 The design scheme of the orthogonal experiment

试验号 Test No.	A 挡板高度 Baffle height mm	B 正压吹风 Positive pressure blower//kPa	C 针辊电机频率 Needle roller motor frequency//Hz
1	109	0.9	38
2	109	1.0	41
3	109	1.1	44
4	109	1.2	47
5	106	0.9	41
6	106	1.0	38
7	106	1.1	47
8	106	1.2	44
9	103	0.9	44
10	103	1.0	47
11	103	1.1	38
12	103	1.2	41
13	100	0.9	47
14	100	1.0	44
15	100	1.1	41
16	100	1.2	38

1.2.2 取样方法及检测指标。

1.2.2.1 取样方法及前处理。①烟支取样方法:待卷烟机运行稳定,剔除梗签自由落下后开始取样,每次取样间隔 10 min,每个处理取 3 次样品,每次 100 支。②卷烟机剔除物取样方法:待卷烟机运行稳定,与烟支取样同步,每次取样间隔 10 min,每个处理取 1 次,每次取样收集时间为 5 min。③前处理:样本进行试验前处理,即在 $(60 \pm 5)\%$ 、 $(22 \pm 2)^\circ\text{C}$

环境下平衡存放 24 h,测定样品水分在 $(12.0 \pm 0.5)\%$ 后进行检测。

1.2.2.2 检测指标。①梗签含量。在所取样品中随机取 20 支卷烟,使用梗丝混合率分析仪风选出烟支烟丝中的梗签,计算出烟支中梗签含量。②剔除物中含丝率。对每个处理 5 min 所收集的卷烟机剔除物,使用梗丝混合率分析仪风选出剔除物中的烟丝,按照以下公式计算出剔除物中含丝率:剔除物中含丝率 = (5 min 所收集的卷烟机剔除物样品中烟丝量/5 min 所收集的卷烟机剔除物总量) $\times 100\%$ 。

2 结果与分析

2.1 正交试验结果直观分析 正交试验结果见表 3~5。由表 3 可知,对卷烟机剔除量的影响程度从大到小依次为正压吹风(B)、挡板高度(A)、针辊电机频率(C)。随着挡板高度的增加,卷烟机剔除量呈上升趋势;随着正压吹风的增强,卷烟机剔除量呈下降趋势;针辊电机频率对卷烟机剔除量的影响不明显。

表 3 正交试验结果(剔除量)

Table 3 The results of the orthogonal experiment (rejection quantity)

试验号 Test No.	A	B	C	空白 Blank	剔除量 Rejection quantity kg/min
1	1	1	1	2	0.690
2	1	2	2	4	0.580
3	1	3	3	1	0.532
4	1	4	4	3	0.406
5	2	1	2	3	0.708
6	2	2	1	1	0.434
7	2	3	4	4	0.412
8	2	4	3	2	0.280
9	3	1	3	1	0.460
10	3	2	4	3	0.308
11	3	3	1	2	0.202
12	3	4	2	4	0.164
13	4	1	4	4	0.406
14	4	2	3	2	0.272
15	4	3	2	3	0.194
16	4	4	1	1	0.136
k_1	0.552	0.566	0.366	0.391	
k_2	0.459	0.399	0.412	0.361	
k_3	0.284	0.335	0.386	0.404	
k_4	0.252	0.247	0.383	0.391	
R	0.300	0.320	0.046	0.043	

由表 4 可知,对梗签含量的影响程度从大到小依次为挡板高度(A)、正压吹风(B)、针辊电机频率(C)。随着挡板高度的增加,梗签含量呈下降趋势;随着正压吹风的增强,梗签含量呈上升趋势;针辊电机频率对梗签含量的影响不明显。

由表 5 可知,对剔除物中含丝率的影响程度从大到小依次为正压吹风(B)、挡板高度(A)、针辊电机频率(C)。随着挡板高度的增加,剔除物中含丝率呈上升趋势;随着正压吹风的增强,剔除物中含丝率呈下降趋势;针辊电机频率对剔除物中含丝率的影响不明显。

表4 正交试验结果(梗签含量)

Table 4 The results of the orthogonal experiment (content of slivers)

试验号 Test No.	A	B	C	空白 Blank	梗签含量 Content of slivers//%
1	1	1	1	2	0.76
2	1	2	2	4	0.73
3	1	3	3	1	0.73
4	1	4	4	3	0.99
5	2	1	2	3	0.78
6	2	2	1	1	0.83
7	2	3	4	4	0.83
8	2	4	3	2	0.85
9	3	1	3	1	0.96
10	3	2	4	3	1.19
11	3	3	1	2	1.19
12	3	4	2	4	1.12
13	4	1	4	4	0.93
14	4	2	3	2	1.20
15	4	3	2	3	1.32
16	4	4	1	1	1.39
k_1	0.80	0.85	1.04	0.98	
k_2	0.82	0.99	0.99	1.00	
k_3	1.11	1.02	0.93	1.07	
k_4	1.21	1.09	0.99	0.90	
R	0.41	0.23	0.11	0.17	

表5 正交试验结果(剔除物中含丝率)

Table 5 The results of the orthogonal experiment (cut tobacco percentage in rejects)

试验号 Test No.	A	B	C	空白 Blank	剔除物中含丝率 Cut tobacco percentage in rejects//%
1	1	1	1	2	82.69
2	1	2	2	4	80.75
3	1	3	3	1	80.53
4	1	4	4	3	74.86
5	2	1	2	3	84.21
6	2	2	1	1	77.20
7	2	3	4	4	80.90
8	2	4	3	2	74.23
9	3	1	3	1	78.74
10	3	2	4	3	72.55
11	3	3	1	2	75.92
12	3	4	2	4	66.38
13	4	1	4	4	79.43
14	4	2	3	2	73.25
15	4	3	2	3	70.86
16	4	4	1	1	73.11
k_1	79.71	81.27	77.23	77.40	
k_2	79.13	75.94	75.55	76.52	
k_3	73.40	77.05	76.69	75.62	
k_4	74.16	72.15	76.93	76.86	
R	6.30	9.12	1.68	1.78	

2.2 显著性分析 正交试验结果显著性分析表明,挡板高度和正压吹风对卷烟机剔除量存在极显著影响;挡板高度对梗

签含量存在显著影响;挡板高度和正压吹风对剔除物中含丝率存在显著影响,而针辊电机频率对剔除物中含丝率没有显著影响。由此可见,显著性分析与直观分析结果相一致。

正交试验结果表明,调节设备挡板高度、正压吹风和针辊电机频率可以有效降低烟支中梗签含量,提升卷烟的质量水平,但随着烟支中梗签含量的下降,卷烟机剔除量呈明显上升趋势,导致烟丝的有效使用率下降,增加卷烟的生产成本。因此,在实际生产过程中,需要考虑卷烟机配制的二次分选回收烟丝设备处理能力,适度优化卷烟机梗签剔除参数,追求卷烟质量与经济指标的有效平衡。

3 结论

(1)对卷烟机剔除量的影响从大到小依次为正压吹风、挡板高度和针辊电机频率。其中,正压吹风和挡板高度对卷烟机剔除量的影响达到极显著水平。随着正压吹风的增强,卷烟机剔除量呈下降趋势;随着挡板高度的上升,卷烟机剔除量呈上升趋势;针辊电机频率对卷烟机剔除量无明显影响。

(2)对烟支中梗签含量的影响从大到小依次为挡板高度、正压吹风和针辊电机频率。其中,挡板高度对烟支中梗签含量的影响达到显著水平。随着挡板高度的上升,烟支中梗签含量呈下降趋势;随着正压吹风的增强,烟支中梗签含量呈上升趋势;针辊电机频率对烟支中梗签含量无明显影响。

(3)对剔除物中含丝率的影响从大到小依次为正压吹风、挡板高度和针辊电机频率。其中,挡板高度和正压吹风对剔除物中含丝率的影响达到显著水平。随着挡板高度的上升,剔除物中含丝率呈上升趋势;随着正压吹风的增强,剔除物中含丝率呈下降趋势;针辊电机频率对剔除物中含丝率无明显影响。

(4)综合考虑卷烟产品的质量要求以及后续卷烟机配制二次分选烟丝回收设备的处理能力,确定 ZJ17 型卷烟机生产“黄山(A)”牌号卷烟的最佳梗签剔除工艺参数组合为挡板高度 109 mm,正压吹风 0.9 kPa,针辊电机频率 44 Hz。

参考文献

- [1] 彭永刚,刘德凯,杨华伦,等.降低卷烟机剔除梗签中含丝量[J].齐鲁工业大学学报(自然科学版),2015,29(1):50-55.
- [2] 瞿先中,张劲,蒋士盛,等.定长切丝工艺对细支卷烟质量特性的影响[J].安徽农学通报,2020,26(18):134-136.
- [3] 喻赛波,谭超,王诗太,等.细支卷烟燃烧锥头倾向的影响因素[J].烟草科技,2020,53(12):59-66.
- [4] 曾静,李斌,冯志斌,等.卷烟机剔除梗签物中含丝量的检测[J].烟草科技,2012,45(8):5-7,11.
- [5] 国家烟草专卖局.卷烟工艺测试与分析大纲[M].成都:四川大学出版社,2004:89-95.
- [6] 王爱霞,杨耀伟,熊安言.PROTOS70 卷接机组梗签风选系统参数优化[J].中国科技纵横,2011(23):351,357.
- [7] 李洪涛,王国良.卷烟机关键工艺参数对梗签分离效果影响研究[J].农业技术与装备,2018(9):64-66.
- [8] 胡中军,李江,陈智鸣,等.优化 ZJ17 卷接机参数降低烟支中梗签含量研究[J].科技创新导报,2017,14(8):79-80.
- [9] 张永岗,乔月梅,云瑞刚,等.降低 A 牌号细支卷烟含梗签烟支数[J].科技与创新,2018(19):137-138.
- [10] 国家烟草专卖局.卷烟工艺规范[M].北京:中国轻工业出版社,2016.