

燕振振, 王永红, 王柏朝, 等. ZJ118 卷接机组 VE 工艺参数对烟支质量稳定性影响[J]. 中国烟草学报, 2023, 29(5). YAN Zhenzhen, WANG Yonghong, WANG Baichao, et al. Effects of VE process parameters of ZJ118 cigarette maker on cigarette quality stability[J]. Acta Tabacaria Sinica, 2023, 29(5). doi:10.16472/j.chinatobacco. 2022.212

ZJ118 卷接机组 VE 工艺参数对烟支质量稳定性影响

燕振振¹, 王永红², 王柏朝^{1*}, 贾春乾¹, 柯伟¹, 焦琨¹, 史建新², 王文成¹,
马治国¹, 王东燕¹, 王丹¹, 王虹¹

1 陕西中烟工业有限责任公司延安卷烟厂, 陕西省延安市姚店工业园区 716000;

2 陕西中烟工业有限责任公司技术中心, 陕西省宝鸡市高新大道 100 号 721013

摘要:【目的】探究 ZJ118 卷接机组 VE 工艺参数对烟支质量稳定性的影响。【方法】通过 VE 工艺参数正交试验确定最佳设置参数, 并探究对烟支物理指标的影响。【结果】(1) 二次分选阀开度、针辊供丝量系数是影响端部落丝的主要因素, 二次分选阀开度越小、针辊供丝量系数越大, 端部落丝情况越小。(2) 针辊供丝量系数对重量标偏影响最大, 针辊供丝量系数越大, 重量标偏越小。(3) 针辊供丝量系数对吸阻标偏影响最大, 二次分选次之, 风室设定负压与一次分选影响最小。针辊供丝量系数为 50%, 吸丝负压设定为 8200 Pa, 一次分选压力在设备工艺范围内, 二次分选阀开度在质量工艺要求范围内越小越好, 此时烟支质量稳定性较好。

关键词: ZJ118 卷接机组; VE 工艺参数; 烟支质量; 稳定性

ZJ118 卷接机组目前属于卷烟行业内高速主力机型, 由供料成条机 (VE)、卷制成型机 (SE) 和滤嘴接装机 (MAX) 三部分组成, 具有高生产率、高可靠性、低消耗、节能环保、智能化与自动化的特点。近年国内一些卷烟生产企业针对 ZJ17、ZJ19、ZJ112 等卷接机组, 基于“ZJ17 卷烟机工艺参数对烟支质量的影响”^[1-4]“ZJ17 卷烟机梗丝风选工艺参数及设备改造”^[5]“ZJ19B 卷接机组回丝系统的控制系统改进”^[6]、“ZJ17 卷接机组供丝系统设计参数分析及改进”^[7]、“降低生产消耗”“烟支质量稳定性”^[8]等方面进行了研究。依据上述机型的设备工艺参数研究, 发现工艺参数的控制对卷接机组的产品质量有着重大影响。

目前, ZJ118 卷接机组设备工艺参数对烟支质量影响的系统研究国内尚未见报道, 因此展开 ZJ118 卷接机设备工艺参数控制研究很有必要, 为探究 VE 工艺参数对烟支质量稳定性的影响, 提升生产过程质量控制能力, 通过生产测试正交试验, 研究 VE 工艺参

数控制对烟支质量稳定性的影响。

1 材料与方法

1.1 仪器与材料

QTM 综合测试台 (英国 Cerulean 公司); ZJ118 卷接机组 (常德烟机公司)。

烟丝原料采用陕西中烟工业有限责任公司一类烟“延安 (红韵)”牌号正常生产所使用的烟丝, 卷烟纸由民丰特种纸股份有限公司提供、滤棒由江苏大亚滤嘴材料有限公司提供、接装纸由安徽集友纸业包装有限公司提供。

1.2 实验方法和条件

1.2.1 “针辊供丝量系数与回丝量对应定量关系”试验设计

“针辊供丝量系数”定义针辊转速和烟条行进速度之间的比率。数值愈高, 回丝量愈大^[9], 这一参数必须设置合理以便保证充足的回丝量 (30%~50%)。

基金项目: 陕西中烟工业有限责任公司科技项目“适用于中细支和中高档卷烟丝状梗丝技术研究”(BA000-ZB19005)

作者简介: 燕振振 (1989—), 学士, 工程师, 从事卷烟工艺技术研究, Tel: 19991106169, Email: yanzhenzhen@126.com

通讯作者: 王柏朝 (1994—), Tel: 18891100225, Email: 422029370@qq.com

收稿日期: 2022-12-20; **网络出版日期:** 2023-06-06

启动 ZJ118 卷接机组进行测试, 在烟支重量稳定时, 在人机界面里设置针辊供丝量系数, 设置范围(10%~150%), 每次间隔 10%进行试验。2 min 收集来自卷烟

机在扫描器之前的烟条上的烟丝作为样品, 与此同时, 收集由落丝振槽返回的烟丝作为样品, 对烟丝样品进行称重并记录, 重复步骤进行试验并记录, 见表 1。

表 1 针辊供丝量系数与回丝量对应关系

Tab.1 Corresponding relationship between quantity of cut tobacco supplied by needle roller and quantity of cut tobacco returned

试验号	针辊供丝量系数/%	跑条烟丝/g	返回的烟丝重量/g	回丝量/%
1	25	2935.1	250.7	7.87
2	30	3184.6	586.1	15.54
3	35	3239.1	964.7	22.95
4	40	3068.4	1433.7	31.85
5	45	3292.6	2098.9	38.93
6	50	3265.7	2586.7	44.20
7	55	3299.7	3131.4	48.69
8	60	3272.2	3587.1	52.30
9	65	3301.6	3915.4	54.25
10	70	3335.4	4451.6	57.17
11	75	3290.5	5026.6	60.44
12	80	3271.6	5531	62.83
13	85	3290.9	6060.6	64.81

1.2.2 “风室装置负压与阀开度对应定量关系”试验设计

风室装置的负压作用是将烟丝吸附在吸丝带上并决定吸丝带吸附烟丝数量的多少, 然后输送烟丝进入烟条成形机的烟枪之内^[10]。负压实际范围为(0~85 hPa), 打开设备辅助驱动, 在人机界面“停机时负压控制阀位置”处对阀开度进行调整并进行试验分析, 见表 2。

表 2 风室装置负压与阀开度对应关系

Tab.2 Relationship between negative pressure of air chamber device and valve opening

试验号	风室负压阀开度/%	负压大小/hPa
1	40	46
2	45	52
3	50	58
4	55	65
5	60	69
6	65	70
7	70	72
8	75	73
9	80	74
10	85	74
11	90	75
12	95	75
13	100	75

1.2.3 “VE 一次分选压力调整”试验

一次分选正压气流的大小, 直接影响到进入流化

床烟丝含梗率。一次分选压力由主气压阀、一次风选调节阀共同决定^[11]。主气压阀工艺要求设定范围为(40~50 hPa), 一次风选调节阀工艺要求设定范围为(≥ 30 hPa)。分别调整主气压阀与一次风选调节阀的阀开度进行试验分析, 见表 3。

表 3 VE 一次分选阀开度对应关系

Tab.3 Relationship between VE primary sorting pressure and valve opening

试验号	主气压阀开度/ (刻度 11、14、17)	压力表 读数/ hPa	一次分选调节 阀开度/(刻度 11、14、17)	压力表 读数/ hPa
1	11	57.8	11	27
			14	54.1
			17	55.4
2	14	42.4	11	20.5
			14	40.3
			17	41.2
3	17	40	11	20
			14	38.2
			17	39.3

1.2.4 “VE 二次分选阀开度调整”试验

二次分选的气流将烟丝输送到流化床, 分选出的烟梗落入下振槽, 被抽到烟梗箱之内, 所以二次分选的主要作用是决定剔除烟梗的量。通过阀开度调整手柄可使二次分选风板截面增大或减小, 实现控制被分离烟梗数量的多少^[12]。

1.2.5 VE 工艺参数正交试验

基于以上试验研究的基础，依据正交试验设计原则，以“针辊供丝量系数、风室设定负压、一次分选压力、二次分选阀开度”4 个 VE 关键工艺参数为试验因素，对每个试验序列进行取样并测量端部落丝量、硬度标偏、吸阻标偏、总通风标偏、圆周标偏、重量

标偏，取样和检测按参考文献[13-14]中的规定进行。每个序列烟支样品物理指标检测 5 次，每次 30 支，取平均值进行分析，结果见表 4。通过正交试验对测试数据进行计算，依照正交试验数据分析的直观分析法与方差分析法进行分析^[15]，以确定最佳设置参数。

表 4 VE 工艺参数对烟支质量稳定性的影响正交试验表
Tab.4 Orthogonal test table for influence of VE process parameters on cigarette quality stability

试验号	针辊供丝量系数/%	风室负压阀开度/%	一次分选压力/hPa	二次分选阀开度/(刻度 1-10)	重量标偏/g	圆周标偏/mm	总通风标偏/%	嘴通风标偏/%	吸阻标偏/Pa	硬度标偏/%	端部落丝量/(mg/支)
1	A1 [40]	B1 [55]	C1 [41]	D1 [2]	0.019	0.059	1.391	1.080	0.032	2.138	8.73
2	A1	B2 [65]	C2 [47]	D2 [5]	0.021	0.058	1.316	0.925	0.037	2.292	9.39
3	A1	B3 [90]	C3 [55]	D3 [10]	0.023	0.061	1.340	0.789	0.035	2.462	12.10
4	A2 [50]	B1	C2	D3	0.022	0.068	1.539	1.065	0.041	2.335	10.74
5	A2	B2	C3	D1	0.019	0.061	1.347	0.845	0.036	2.155	8.96
6	A2	B3	C1	D2	0.073	0.061	1.538	1.023	0.038	2.258	9.43
7	A3 [60]	B1	C3	D2	0.018	0.061	1.108	0.813	0.033	2.276	7.83
8	A3	B2	C1	D3	0.022	0.067	1.777	1.043	0.035	2.443	10.03
9	A3	B3	C2	D1	0.019	0.059	1.273	0.825	0.029	2.256	6.33

2 结果与讨论

通过现场试验数据，针对“针辊供丝量系数、风室设定负压、一次分选压力、二次分选阀开度”4 个工艺参数对烟支物理指标影响情况进行分析。

2.1 VE 工艺参数对端部落丝的影响

通过表 4 计算正交试验中 4 个工艺参数的均值，表 5 极差数值大小比较可得：二次分选对端部落丝影

响最大，针辊供丝量系数次之，之后是一次分选与风室设定负压，二次分选阀开度越小，端部落丝情况越小，针辊供丝量系数越大，端部落丝情况越小。依据方差分析结果， F 值 $\geq F$ 临界值（表 6），其中二次分选、针辊供丝量系数是影响端部落丝的主要因素，风室设定负压与一次分选压力为一般因素。

表 5 VE 工艺参数对端部落丝的影响正交试验表
Tab.5 Orthogonal test table for influence of VE process parameters on tobacco loss from cigarette end

试验号	针辊供丝量系数/%	风室负压阀开度/%	一次分选压力/hPa	二次分选阀开度/(刻度 1-10)	端部落丝量/(mg/支)
1	A1 [40]	B1 [55]	C1 [41]	D1 [2]	8.73
2	A1	B2 [65]	C2 [47]	D2 [5]	9.39
3	A1	B3 [90]	C3 [55]	D3 [10]	12.10
4	A2 [50]	B1	C2	D3	10.74
5	A2	B2	C3	D1	8.96
6	A2	B3	C1	D2	9.43
7	A3 [60]	B1	C3	D2	7.83
8	A3	B2	C1	D3	10.03
9	A3	B3	C2	D1	6.33
均值 1	10.073	9.100	9.397	8.007	
均值 2	9.710	9.460	8.820	8.883	
均值 3	8.063	9.287	9.630	10.957	
极差	2.010	0.360	0.810	2.950	

表 6 VE 工艺参数对端部落丝影响的方差分析
Tab.6 Analysis of variance for influence of VE process parameters on tobacco loss from cigarette end

因素	偏差平方和	自由度	<i>F</i> 值	<i>F</i> 临界值	显著性
针辊供丝量系数	6.884	2	35.485	19.000	*
风室负压阀开度	0.194	2	1.000	19.000	
一次分选	1.043	2	5.376	19.000	
二次分选	0.19	2	70.979	19.000	*

2.2 VE 工艺参数对重量标偏的影响

根据表 4 计算正交试验中 4 个工艺参数的均值，
表 7 极差数值大小比较可得：针辊供丝量系数对重量
标偏影响最大，二次分选次之，之后是风室设定负压

与一次分选，针辊供丝量系数越大，重量标偏越小。
依据方差分析法 *F* 值≥*F* 临界值（表 8），其中针辊供
丝量系数、二次分选是影响重量标偏的主要因素，风
室设定负压与一次分选压力为一般因素。

表 7 VE 工艺参数对重量标偏的影响正交试验表
Tab.7 Orthogonal test table for influence of VE process parameters on weight standard deviation

试验号	针辊供丝量系数/%	风室负压阀开度/%	一次分选压力/hPa	二次分选阀开度/（刻度 1-10）	重量标偏/mg
1	A1 [40]	B1 [55]	C1 [41]	D1 [2]	21
2	A1	B2 [65]	C2 [47]	D2 [5]	22
3	A1	B3 [90]	C3 [55]	D3 [10]	23
4	A2 [50]	B1	C2	D3	22
5	A2	B2	C3	D1	21
6	A2	B3	C1	D2	20
7	A3 [60]	B1	C3	D2	18
8	A3	B2	C1	D3	21
9	A3	B3	C2	D1	19
均值 1	22.000	20.333	20.667	20.333	21
均值 2	21.000	21.333	21.000	20.000	
均值 3	19.333	20.667	20.667	22.000	
极差	2.667	1.000	0.333	2.000	

表 8 VE 工艺参数对重量标偏影响的方差分析
Tab.8 Analysis of variance for influence of VE process parameters on weight standard deviation

因素	偏差平方和	自由度	<i>F</i> 值	<i>F</i> 临界值	显著性
针辊供丝量系数	10.889	2	49.050	19.000	*
风室负压阀开度	1.556	2	7.009	19.000	
一次分选	0.222	2	1.000	19.000	
二次分选	6.889	2	31.032	19.000	*

2.3 VE 工艺参数对吸阻标偏的影响

根据表 4 计算正交试验中 4 个工艺参数的均值，
表 9 极差数值大小比较可得：针辊供丝量系数对吸阻
标偏影响最大，二次分选次之，之后是风室设定负压

与一次分选。依据方差分析法 *F* 比≥*F* 临界值（表 10），
其中针辊供丝量系数、二次分选是影响吸阻标偏的主
要因素，风室设定负压与一次分选压力为一般因素。

表 9 VE 工艺参数对吸阻标偏的影响正交试验表
Tab.9 Orthogonal test table for influence of VE process parameters on the standard deviation of draw resistance

试验号	针辊供丝量系数/%	风室负压阀开度/%	一次分选压力/hPa	二次分选阀开度/（刻度 1-10）	吸阻标偏
1	A1 [40]	B1 [55]	C1 [41]	D1 [2]	(mg)
2	A1	B2 [65]	C2 [47]	D2 [5]	32
3	A1	B3 [90]	C3 [55]	D3 [10]	37
4	A2 [50]	B1	C2	D3	35
5	A2	B2	C3	D1	41
6	A2	B3	C1	D2	36
7	A3 [60]	B1	C3	D2	38
8	A3	B2	C1	D3	33
9	A3	B3	C2	D1	35
均值 1	34.667	35.333	35.000	32.333	
均值 2	38.333	36.000	35.667	36.000	
均值 3	32.333	34.000	34.667	37.000	
极差	6.000	2.000	1.000	4.667	

表 10 VE 工艺参数对吸阻标偏影响的方差分析
Tab.10 Analysis of variance for influence of VE process parameters on the standard deviation of draw resistance

因素	偏差平方和	自由度	F 值	F 临界值	显著性
针辊供丝量系数	54.889	2	35.276	19.000	*
风室负压阀开度	6.222	2	3.999	19.000	
一次分选	1.556	2	1.000	19.000	
二次分选	36.222	2	23.279	19.000	*

3 结论

（1）二次分选、针辊供丝量系数是影响端部落丝的主要因素，二次分选阀开度越小、针辊供丝量系数越大，端部落丝情况越小。（2）针辊供丝量系数对重量标偏影响最大，针辊供丝量系数越大，重量标偏越小。（3）针辊供丝量系数对吸阻标偏影响最大，二次分选次之，风室设定负压与一次分选影响最小。当针辊供丝量系数为 50%，吸丝负压设定为 8200 Pa，一次分选压力在设备工艺范围内，二次分选阀开度在质量工艺要求范围内越小越好，此时烟支质量稳定性较好。

本研究确定了 ZJ118 卷接机组“针辊供丝量系数与回丝量对应关系”的数学模型以及风室装置负压和一次分选压力调整的参考范围，为以后行业内 ZJ118 机组的 VE 工艺参数研究提供了数据基础和研究方向，同时也为产品质量的优化奠定了基础。

参考文献

[1] 魏瑞广，张小杭，廖艳培. ZJ17 卷烟机设备工艺参数对烟支空头的影响[J]. 装备制造技术，2013(5):112-113.
WEI Ruiguang, ZHANG Xiaohang, LIAO Yanpei. The Influence

of Cigarette Loose-Ends Ratio by the Parameters of ZJ17 Cigarette Making Machine[J]. Equipment Manufacturing Technology, 2013(5):112-113.
[2] 胡芳平，刘舞，郭志琨. ZJ17 卷烟机工艺参数对烟支质量的影响研究[J]. 安徽农学通报，2018,24(14):121-122.
HU Fangping, LIU Wu, GUO Zhikun. Study on the influence of technological parameters of ZJ17 cigarette machine on cigarette quality[J]. Anhui Agricultural Science Bulletin, 2018, 24(14): 121-122.
[3] 钱文聪，李丹，杨丽霞. PT70 卷烟机运行参数对烟支重量稳定性影响及优化[J]. 科技创新与应用，2020(25):77-80.
QIAN Wencong, LI Dan, YANG Lixia. Impact and optimization of operating parameters of PT70 cigarette maker on weight stability of cigarettes[J]. Technology Innovation and Application, 2020(25): 77-80.
[4] 李昭. PROTOS70 卷烟机运行参数与烟支重量稳定性关系[J]. 科技创新导报，2019, 16(24):74,76.
LI Zhao. Relationship between operating parameters of PROTOS70 cigarette machine and weight stability of cigarettes[J]. Science and Technology Innovation Herald, 2019, 16(24):74,76.
[5] 焦胜利. ZJ17 卷烟机梗丝风选工艺参数研究及设备改造[J]. 经营管理者，2016(23):447.
JIAO Shengli. Study on process parameters and equipment modification for air separation of stem wire of ZJ17 cigarette machine[J]. Manager' Journal, 2016(23):447.
[6] 丁福军，杨天涛，王瑞阳. ZJ19B 卷接机组回丝系统的改进[J]. 烟草科技，2020,53(7):102-106.
DING Fujun, YANG Tiantao, WANG Ruiyang. Modification of

- excess tobacco recycling system in ZJ19B cigarette maker[J]. Tobacco Science & Technology, 2020,53(7):102-106.
- [7] 龚道平. ZJ17 卷接机组供丝系统设计参数分析及改进[J]. 烟草科技, 2014(10):24-27.
- GONG Daoping. Design parameter analysis and improvement of tobacco feeder in ZJ17 cigarette maker[J]. Tobacco Science & Technology, 2014(10):24-27.
- [8] 徐维华, 罗登山, 雷樟泉, 等. 卷烟工艺规范[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2016.
- XU Weihua, LUO Dengshan, LEI Zhangquan, et al. Cigarette process specifications[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2016.
- [9] 孙宇, 初杰. 卷接机组烟丝最佳回丝量的确定[J]. 烟草科技, 2000(10):10-11.
- SUN Yu, CHU Jie. Determination of the best quantity of cut tobacco returned of cigarette making[J]. Tobacco Science & Technology, 2000(10):10-11.
- [10] 史晓. ZJ19 卷接机组风室辅助负压装置的研制[J]. 设备管理与维修, 2018(22):120-122.
- SHI Xiao. Development of air chamber auxiliary negative pressure device for ZJ19 cigarette maker[J]. Plant Maintenance Engineering, 2018(22):120-122.
- [11] 江威, 卢浥良, 曾静, 等. 烟丝含签率在线检测设备的研制和应用[J]. 烟草科技, 2018,51(9):91-97.
- JIANG Wei, LU Yiliang, ZENG Jing, et al. Development and application of device for online detection of sliver content in cut tobacco[J]. Tobacco Science & Technology, 2018,51(9):91-97.
- [12] 胡利波, 吴传绪, 孙意然, 等. VE 梗丝分离系统部分控制参数的优化研究[J]. 设备管理维修, 2019(5):2.
- HU Libo, WU Chuanxu, SUN Yiran, et al. Study on optimization of partial control parameters of VE stem separationsystem[J]. Plant Maintenance Engineering, 2019(5):2.
- [13] GB 5606.3—2005 卷烟第 3 部分: 包装、卷接技术要求及贮运[S].
- GB 5606.3—2005 Cigarettes-Part 3: Technical requirements for packing, making, storage and transport[S].
- [14] GB/T 22838—2009 卷烟和滤棒物理性能的测定[S].
- GB/T 22838—2009 Determination of physical characteristics for cigarettes and filter rods[S].
- [15] 王海萍. 正交试验设计在化学工艺中的应用—以直观分析法为例[J]. 科技经济市场, 2020(1):19-21.
- WANG Haiping. Application of orthogonal experiment design in chemical process-Taking the visual analysis method as an example[J]. Science & Technology Economy Market, 2020(1): 19-21.

Effects of VE process parameters of ZJ118 cigarette maker on cigarette quality stability

YAN Zhenzhen¹, WANG Yonghong², WANG Baichao^{1*}, JIA Chunqian¹, KE Wei¹, JIAO Kun¹, SHI Jianxin²,

WANG Wencheng¹, MA Zhiguo¹, WANG Dongyan¹, WANG Dan¹, WANG Hong¹

¹ Yan'an Cigarette Factory, China Tobacco Shaanxi Industrial Co., Ltd., Yan'an 716000, Shaanxi, China;

² Technology Center, China Tobacco Shaanxi Industrial Co., Ltd., Baoji 721013, Shaanxi, China

Abstract: This study aims to explore the effects of VE process parameters of ZJ118 cigarette maker on cigarette quality stability. The optimal setting parameters were determined through orthogonal experiments of VE process parameters, including quantity coefficient of cut tobacco supplied by the needle roller, negative pressure of VE, primary sorting pressure, valve opening of secondary sorting, and their effects on the physical characteristics of cigarettes were investigated. The results show that: 1) Valve opening of secondary sorting and quantity of cut tobacco supplied by the needle roller are the main factors affecting the tobacco loss from cigarette end. The smaller the valve opening of secondary sorting is, the larger the quantity of cut tobacco supplied by needle roller is, and the smaller the tobacco loss from cigarette end will be. 2) Quantity coefficient of cut tobacco supplied by needle roller has the greatest influence on the weight standard deviation. When the quantity of cut tobacco supplied by needle roller is larger, weight standard deviation will be smaller. 3) Quantity coefficient of cut tobacco supplied by needle roller has the largest influence on the standard deviation of draw resistance, followed by valve opening of secondary sorting, the negative pressure of VE, and primary sorting pressure has the smallest influence. When the quantity coefficient of cut tobacco supplied by needle roller is 50%, the negative pressure of VE is set to (8200Pa), and a smaller opening of the secondary sorting valve is preferable within the quality process requirement range for better stability in cigarette quality.

Keywords: ZJ118 cigarette-making machine; VE process parameters; cigarette quality; stability

*Corresponding author. Email: 422029370@qq.com