

ZJ17D 卷接机组梗签分选性能提升研究

鞠汶君 周岩 韩永 齐萌 靳秀强

(山东中烟工业有限责任公司济南卷烟厂 山东 济南 264400)

摘要: ZJ17D 卷接机组是烟草行业内第一台在 ZJ17 卷接机组基础上改造而成的细支烟生产设备。企业内部同时用于生产细支烟产品的机型有 ZJ17D 卷接机组和 PROTOS1-8 卷接机组两种。ZJ17D 卷接机组的梗中含丝量指标相较于 PROTOS1-8 卷接机组呈现出较高的异常水平, 而梗签剔除量反而较低, 两项指标之间存在矛盾。通过分析 ZJ17D 卷接机组与 PROTOS1-8 卷接机组间梗签剔除部件的差异、关键改进因子排查、试验论证等方法, 本文确定并优化了一次分选正压、一次分选通道的宽度、二次分选的截面积、闸辊的密封性、一次分选补风气流的流量及一次分选补风网网孔目数等参数, 实现了 ZJ17D 卷接机组梗签剔除量和梗中含丝量两项指标的双重提升。

关键词: ZJ17D; PROTOS1-8; 梗签分选

0 引言

德国 HAUNI 公司生产的 PROTOS1-8 卷接机组和常德烟机厂改造的 ZJ17D 卷接机组是企业细支烟生产的主力机型。PROTOS1-8 卷接机组与 ZJ17D 卷接机组两种机型的供丝部分虽然都采用了流化床供丝方式, 但 ZJ17D 卷接机组梗签分选后的梗中含丝量不如 PROTOS1-8 卷接机组稳定, ZJ17D 梗签分选后梗签剔除量指标也存在异常。两种机型在梗签剔除量 (g/千支) 和梗中含丝量 (%) 指标的差异见表 1。ZJ17D 卷接机组剔除的梗签量不足, 但梗中含丝量多, 说明剔除的梗签中梗签少, 两项指标之间存在矛盾, 也足以说明设备及相关参数存在较大的提升空间。

表 1 现阶段 ZJ17D 卷接机组梗签分选指标

项目	ZJ17D (5000 支/min)	PROTOS1-8 (6000 支/min)
梗签剔除量/(g/千支)	15.41	19.83
梗中含丝量/%	8.11	3.75

ZJ17D 卷接机组梗签分选原理与改造前的 ZJ17 卷接机组梗签分选原理差别较大。前人对 ZJ17 卷接机组梗签分选的研究改进较多, 但没有对 ZJ17D 卷接机组梗签分选效果的优化研究。因此, 对 ZJ17D 卷接机组梗签分选的研究非常重要。优化 ZJ17D 卷接机组的梗签分选性能对保证细支烟产品各项物化指标的一致性和感官质量稳定、降低烟丝的不必要消耗具有重大意义。

1 ZJ17D 卷接机组与 PROTOS1-8 卷接机组间梗签分选部分差异对比

PROTOS1-8 卷接机组是进口细支烟生产设备。PROTOS1-8 卷接机组和 ZJ17D 卷接机组两种机型的供丝部分, 虽然都采用了烟丝供给均匀的流化床供丝方式, 但 ZJ17D 卷接机组梗签分选性能明显不如 PROTOS1-8 卷接机组稳定, 具体表现为 ZJ17D 卷接机组梗签剔除量少但梗中含丝量高。根据烟丝来料实际情况, 梗签剔除量和梗中含丝量应为一组存在正相关关系的指标。

为解决 ZJ17D 卷接机组梗签分选性能不佳的问题, 本文通过对比分析 ZJ17D 卷接机组与 PROTOS1-8 卷接机组在梗签分选部分的结构差异, 进而提升 ZJ17D 卷接机组梗签分选性能。经过对 PROTOS1-8 卷接机组和 ZJ17D 卷接机组梗签分选系统的分析, 可知两者梗签分选的原理相同, 梗签分选都经过一次分离、二次分离过程。一次分离的原理是利用烟丝和烟梗重量不同, 在同等横向风速下位移距离不同进行初次分离; 二次分离的原理是利用不同的物料具有不同的悬浮速度而将它们分离, 利用风分将烟梗、杂物从烟丝中除去, 被称为风分除梗。

下面对比两种机型梗签分选系统机械参数的相同点与差异, 由此找出两种机型梗签分选性能存在差异的潜在原因。两机型在梗签分选结构的差异及作用/影响见表 2。

表2 PROTOS1-8与ZJ17D结构差异及相应的作用/影响

	PROTOS1-8	ZJ17D	作用/影响
相同点	一次分选喷嘴数量		喷出空气射流, 为一次梗签分选提供动力
	二次分选通道截面积可调范围		截面积大小影响二次分选通道上升气流的大小
	分选空气压力可调范围		压力不同, 梗签分选的效果不同
	一次分选与二次分选通道密封方式		均采用闸辊密封, 保证两个通道之间互不影响
不同点	一次分选通道宽度为96mm	一次分选通道宽度为110mm	通道宽度不同, 一次分选效果不同
	一次分选补风网为35目/cm ²	一次分选补风网为10目/cm ²	补风网网孔目数影响一次分选补风量

2 关键参数排查及优化

2.1 关键参数排查

通过关键工序的确定、制作ZJ17D卷接机组梗签分选因果矩阵图、FMEA分析等方法寻找关键参数。关键参数及相应的影响指标见表3。

表3 关键参数汇总表

序号	关键失效原因	输出
X1	闸片密封性不良	梗签剔除量
X2	一次分选通道过宽/过窄	梗中含丝量
X3	一次风选正压供给(过大/过小)	梗签剔除量
X4	二次分选截面积(过大/过小)	梗签剔除量、梗中含丝量
X5	补风网网孔目数少	梗签剔除量、梗中含丝量

2.2 关键参数的技术分析

2.2.1 一次分选正压

一次分选正压过大, 更多质量较重的烟梗随着正压气流进入流化床, 从而降低烟丝纯净度, 影响一次分选质量, 最终造成剔梗量的减少; 一次分选正压过小, 则更多烟丝落入闸辊上方, 造成二次分选压力增大, 梗中含丝率会增加^[1]。

2.2.2 一次分选通道宽度

在一次分选压力不变的条件下, 一次分选通道的宽度增加, 则单位体积内的气流压力减小; 一次分选通道的宽度减小, 则单位体积内的气流压力增大, 对梗签分选性能的影响同上。

2.2.3 二次分选截面积

调节装置通过调整杆可以改变负压分选通道的截面积大小, 从而可以改变向上流动气流的速度, 进而调整二次分选中梗丝分选的效果。根据理论分析, 截面积越大, 所形成的负压越小, 向上流动气流的速度越大, 反之越小。因此, 二次分选的效果与分选通道的截面积相关。

2.2.4 闸辊的密封性

工作时, 闸片随着轴一起转动, 通过闸片将闸辊上的烟梗抛入二次分选的负压分选通道中。在生产过程中, 需保证闸片与圆弧面吻合, 所以在闸片与圆弧面之间不发生干摩擦的情况下间隙应尽量小。

2.2.5 一次分选补风气流的流量

一次分选补风气流是由自然风提供, 其流量大小是由一次分选的正压和一次分选通道的宽度决定的。一次分选补风气流的流量与一次分选的正压正相关, 与一次分选通道的宽度负相关。根据前人研究经验、项目组试验验证及理论分析等, 一次分选补风气流的流量是影响梗签分选效果的关键因子, 同时一次分选补风气流的流量受到两个或两个以上因素影响时, 可认为其为因子间的交互作用^[2]。

鉴于一次分选补风气流来自自然风, 其流量数值无法定量测量, 本文中仅作理论分析。

2.2.6 一次分选补风网网孔目数

补风网网孔目数虽不影响自然风进入, 但网孔目数小时, 网孔尺寸较大, 在一次风选过程中, 烟丝中较重部分落下时, 梗签等较硬的物质会插入并卡在网孔中, 严重时影响自然风进入。

2.3 关键参数的优化

2.3.1 针对一次分选通道的宽度和一次分选正压的优化

首先, 将一次分选通道宽度调整板由原来的固定型改为长圆孔的可调整型, 其可根据分选性能随时调整通道宽度。长圆孔的可调整型的一次分选通道宽度调整板的具体尺寸为: 孔的直径是7mm, 可调整长度是40mm, 长圆孔的总尺寸是47mm。

其次, 根据试验数据, 二者之间存在相关关系, 在试验中合并优化。为了找到一次分选正压和一次分选通道的宽度的最佳参数组合, 设计了2^k全因子试验。试验参数水平见表4, DOE试验结果记录见表5。

由DOE试验得出, 参数的最优搭配为: 一次分选正压=45mbar (1mbar=100Pa), 一次分选通道的

表4 试验参数水平

序号	关键因子	取值范围	高水平 / 低水平 / 中心点
1	一次分选正压 /mbar	40 ~ 50	48/42/45
2	一次分选通道的宽度 /mm	60 ~ 110	97/72/85

表5 DOE 试验安排及结果记录

标准序号	运行序号	中心点	一次分选正压 /mbar	分选通道宽度 /mm	剔梗量/(g/千支)
9	1	0	45	85	19.69
3	2	1	42	97	24.39
7	3	1	42	97	24.84
11	4	0	45	85	19.35
5	5	1	42	72	21.55
1	6	1	42	72	21.32
10	7	0	45	85	20.01
4	8	1	48	97	23.61
8	9	1	48	97	23.41
2	10	1	48	72	15.94
6	11	1	48	72	15.78

宽度=80.4555mm,此时剔梗量为20.0g/千支,趋近于PROTOS1-8卷接机组的梗签分选水平。但鉴于设备空间受限及实际调整困难,一次分选正压取值45mbar,一次分选通道的宽度取值81mm。

2.3.2 针对二次分选截面积的优化

二次分选装置主要由负压分选通道和调节装置等组成。ZJ17D卷接机组通过调节装置上的连杆机构调节调整杆,从而改变负压分选通道的截面积大小。

调整杆因为无具体量化的刻度,仅能够实现定性的调整,无法实现截面积的具体量化。针对该问题,将调整杆更改为带刻度的新型调整杆,实现二次分选截面积的定量记录和调节,从而实现二次分选截面积的量化和优化。

在实现二次分选截面积定量调整和记录的基础之上,项目组通过单因子试验进行二次分选截面积的量化和优化。根据操作经验可知,二次分选的截面积调整

表6 单因子试验数据——梗签剔除量

单位:g/千支

班次	截面积调整因子				
	5mm	10mm	15mm	20mm	25mm
1	14.725	15.746	14.919	14.429	12.581
2	15.214	16.467	15.620	14.081	13.111
3	14.848	16.600	15.712	13.382	13.228
4	14.078	15.926	15.310	14.307	12.911
5	14.512	16.040	15.474	13.717	12.868

因子的范围可设置为5~30mm(二次分选的截面积对应的调整杆刻度),据此取5个水平进行试验,即二次分选截面积对应的调整杆刻度分别为5mm、10mm、15mm、20mm和25mm,并连续取5个班次的梗签剔除量(g/千支)平均数据进行调查。单因子试验数据见表6。

通过回归方程,得出不同调整杆的调整因子为10.9mm时,梗签剔除量最优,鉴于实际调整难度,二次分选截面积的调整因子最终取值为11mm。单因子试验的拟合线图见图1。

2.3.3 针对闸辊密封性的改进

若闸辊的密封性能不良,造成密闭不严,会影响分选通道内负压气流的稳定性,进而影响二次分选气流的稳定性及分选效果。结合上述理论分析和实际生产经验,针对闸辊的密封性进行了下列两项改进:

(1) 更换闸片的材质和摸索磨损周期。ZJ17D闸片由于材料、调整等原因,与两侧弧面产生间隙造

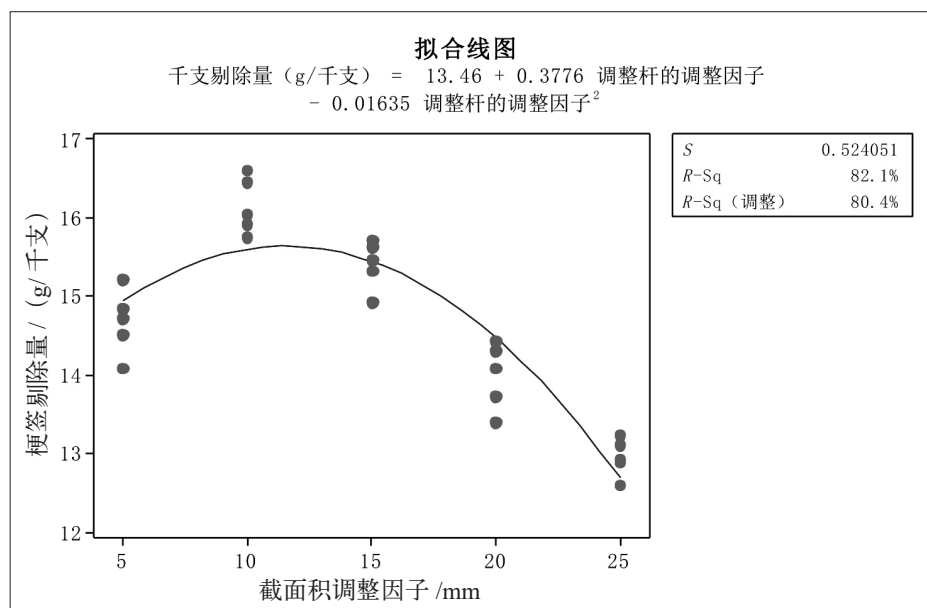


图1 拟合线图

成漏气。由于原闸片为塑料材质,硬度大且容易磨损,现将其更换为尼龙编织材料,调整叶片与弧面的贴合度,使一次分选与二次分选的气流不再相互干涉影响。通过记录设备运行时长,关注尼龙闸片磨损程度,探索出 ZJ17D 卷接机组闸片预防性更换的最佳周期。通过试验得知, ZJ17D 每运行 1000h 后应更换一组新闸片。

(2) 在更换闸片时,对闸片位置进行重新调整。调整标准是闸片与圆弧面之间的间隙在不发生干摩擦的情况下尽量小。

2.3.4 针对一次分选补风网网孔目数的改进

通过对比,发现 ZJ17D 卷接机组的一次分选补风网的倾斜角度较 PROTOS1-8 卷接机组大,且网孔目数少。上述两项原因使梗丝混合物从一次分选喷嘴落下时,梗签容易插入网孔造成堵塞,影响补风气流的顺畅通过。将补风网网孔目数由原来的 10 个/cm²,更换为 35 个/cm²,较小的通风孔不仅不阻碍自然风进入,同时也避免了梗签在下落的过程中插入网孔造成堵塞。

2.4 运行效果

2.4.1 指标评价

上述参数的最佳设定值确定后,参照上述参数连续运行一周,每班次内测量 5 次梗签剔除量(g/千支)和梗中含丝量(%),获得两项指标数据。运行效果跟踪时生产条件见表 7。技术指标最终水平见表 8。

经过跟踪和收集数据, ZJ17D 卷接机组的两项指标都有明显改善,且更趋近于 PROTOS1-8 卷接机组。

2.4.2 感官评价

项目开展后的感官评价得分较项目开展前的得分提高了 0.053 分,象征感官评价得分稳定性的标准偏差提升了 13.65%。说明梗签分选部分的优化对象征感官得分无负面影响,但提高了机组的稳定性。

表 7 生产条件确认

序号	参数	因子取值
1	一次分选正压	45mbar
2	一次分选通道的宽度	81mm
3	二次分选截面积的调整因子	11mm
4	闸辊的密封性	密封,且距离适宜
5	一次分选补风网网孔目数	35 目/cm ²
除上述参数外,其余参数保持不变		

表 8 技术指标验证

项目	21#PROTO S1-8 (6000 支/min)	20#ZJ17D (5000 支/min)	
		现水平	原水平
梗中含丝量/%	3.75	4.15	8.11
梗签剔除量(g/千支)	19.83	19.21	15.41

3 结语

通过对比 ZJ17D 卷接机组和 PROTOS1-8 卷接机组在梗签分选方面的差异,定位并优化了一次分选正压、一次分选通道的宽度、二次分选的截面积、闸辊的密封性、一次分选补风气流的流量及一次分选补风网网孔目数等参数,实现了 ZJ17D 卷接机组梗签剔除量的提升和梗中含丝量的下降,对同牌号产品的物理指标、成分分析及感官评价等方面有积极作用。

参考文献:

- [1] 郭景会,陈迎春.关于降低卷烟机剔除梗中烟丝含量的研究[J].黑龙江科技信息,2012(14):49.
- [2] 吴昌军,连坤.ZJ116型卷接机梗签筛分优化研究[J].当代农机,2021(09):21-22.

作者简介:鞠汶君(1988.07-),女,汉族,山东济南人,硕士研究生,助理工程师,研究方向:卷烟工艺。