

降低通道式分拣机报警停机频次的研究

吴云锋 肖梅生 刘家铭 陈君豪^{通讯作者}

(广东烟草韶关市有限公司 广东 韶关 512000)

摘要: 卷烟分拣是商业企业物流配送中心的重要工作之一。但通道式分拣机时常出现报警停机的情况,影响了分拣作业的有效开展,增加了分拣作业时长,导致员工满意度下降。本文主要对降低通道式分拣机报警停机频次展开研究,通过分析通道式分拣机频繁报警停机的情况,将问题归纳为补货不及时、垛烟进料倒烟、垛烟挡板不动作、出错烟、条烟包粘连等方面,提出降低通道式分拣机报警停机频次方式的建议。

关键词: 通道式分拣机; 报警停机; 降低频次

0 引言

在已有的货物拣选技术中,通道式自动分拣系统最适合处理少品种、大批量订单货物的快速分拣,能够在提高分拣准确率及分拣效率的同时,降低人员劳动强度。而卷烟分拣主要采用立式分拣机和通道式分拣机组合的半自动分拣方式,但在日常工作中,由于通道式分拣机频繁报警导致分拣系统停机,与物流中心下达的通道式分拣机日均报警停机频次≤4次的要求相距甚远,这无形中增加了分拣作业时长,影响了工作效率。

通过深入现场分析,2018年6~7月43个工作日一号分拣线通道式分拣机报警停机次数多达1022次,平均为23.8次/天,日平均时长达0.93h/天。也就是说,由于通道式分拣机的分拣错误导致分拣系统频繁停机,作业员工为此每天多付出0.93h的上班时间,造成员工疲劳程度大^[1]。

本文通过翻查设备运行记录,对通道式分拣机频繁报警停机的情况展开进一步分析。

1 通道式分拣机报警停机频次增加的问题

对一号分拣线的五台通道式分拣机报警停机的因素分别进行统计分析,分析见表1。

从表1可以看出“补货不及时”仅仅是在1号机和2号机各出现过4次,“条烟包粘连”也只是在3号机出现过6次,属于偶然发生,问题不具有普遍性。“出错烟”情况在1~5号机普遍存在,而且程度

接近。

对6~7月通道式分拣机报警停机占比进行统计,统计表见表2。

在造成通道式分拣机报警停机的各因素中,出错烟占比最高,高达95.11%,是影响通道式分拣机报警停机的问题症结。综合考虑现有的人力、材料、物力、机械设备等各方面因素,通过采取有效措施,初步计划将出错烟问题解决90%^[2]。在其他问题不增加的情况下,通道式分拣机故障停机次数可以下降到:目标停机次数=当前停机次数×出错烟所占比例×(1-90%)+其余问题所占次数=23.8×95.11%×(1-90%)+0.2+0.4+0.4+0.1=3.4次/日。

表1 2018年6~7月一号分拣线1~5号通道式分拣机报警因素分析表

通道式分拣机序号	补货不及时	垛烟进料倒烟	垛烟挡板不动作	出错烟	条烟包粘连	合计
1号	4	5	4	203	0	216
2号	4	4	5	190	0	203
3号	0	3	4	214	6	227
4号	0	3	2	189	0	194
5号	0	3	3	176	0	182
合计	8	18	18	972	6	1022

表2 2018年6~7月一号线通道式分拣机报警停机占比统计表

项目	频次	占比	累计占比
出错烟	972	95.11%	95.11%
垛烟进料倒烟	18	1.76%	96.87%
垛烟挡板不动作	18	1.76%	98.63%
补货不及时	8	0.78%	99.42%
条烟包粘连	6	0.59%	100.00%
合计	1022	100%	-

2 通道式分拣机报警停机频次增加问题的原因

针对通道式分拣机出错烟, 本文对造成这一问题的各种原因反复进行分析, 汇总归类, 并通过采取现场调研、验证等方法, 编制要因确认表, 并对通道式分拣机出错烟的末端因素进行逐一确认。

2.1 传感器没定期清洁

标准 1: 传感器每天清洁 1 次。

确认方法: 查阅记录清单。

实测: 通过查看《通道式分拣机日常检查表》, 从检查结果来看, 6 月份传感器清洁 21 天, 共清洁 21 次, 能做到每天清洁一次。

标准 2: 对症结影响程度小。

确认方法: 对比测试。

实测: 尝试于 8 月 21 ~ 22 日对传感器每天清洁 2 次, 通道式分拣机因出错烟报警停机次数分别达到 18 次、25 次, 增加清洁次数并不能使通道式分拣机出错烟的情况有明显减少, 对症结影响程度小。

结论: 传感器清洁不到位是非要因, 对症结影响程度小。

2.2 电磁铁驱动器不适合长时间通电做功

标准 1: 连续动作 20min 后条烟挡板升降耗时每次都不超过 100ms。(程序设定挡板在 100ms 以内完成一次动作)。

确认方法: 现场调查确认。

实测: 电磁铁驱动挡板在刚开机第一个 20min 内其动作速度都在 100ms/次以内; 当电磁铁驱动挡板在开机后第二个 20min 内挡板升降耗时有 9 次超出 100ms。

结论: 电磁铁驱动器不适合长时间通电做功是要因。

2.3 接线端子螺丝松动

标准 1: 用 2.5N 的力矩仪无法再拧紧螺丝。

确认方法: 现场调查确认。

实测: 现场用 2.5N 力矩仪对 1 ~ 5 号通道式分拣机的传感器接线端子螺丝进行拧紧, 接线端子螺丝无松动情况。

标准 2: 对症结影响程度小。

确认方法: 对比测试。

测试范围: 1 ~ 5 号通道式分拣机。

实测: (1) 通过改用 3N 的力矩仪对接线端子螺丝进行拧紧, 螺丝开始滑牙; (2) 上午 10:00 通过将

接线端子螺丝拧下重新用 2.5N 的力矩仪对接线端子螺丝进行拧紧, 记录 10:00 ~ 10:30 通道式分拣机出错烟频次, 共出现 0 次; (3) 通过将接线端子螺丝拧下重新用 2N 的力矩仪对接线端子螺丝进行拧紧, 记录 10:31 ~ 11:00 通道式分拣机出错烟频次, 出错烟频次增至 9 次。

从测试结果看出, 在其他条件相同的情况下接线端子螺丝无松动(用 2.5N 力矩仪拧紧)对症结影响程度小, 接线端子螺丝松动(用 2N 力矩仪拧紧)对症结影响程度大^[3]。

结论: 虽然接线端子螺丝松动对症结影响程度大, 但在现状调查期间接线端子螺丝未出现松动, 所以接线端子螺丝松动是非要因。

2.4 接线端子氧化

标准 1: 查看接线端子无锈迹, 无变色。

确认方法: 现场调查确认。

实测: 现场查看接线端子。从检查结果上看, 接线端子均无锈迹, 未变成青绿色, 可见未发生氧化现象。

标准 2: 对症结影响程度小。

确认方法: 对比测试。

测试范围: 1、2 号通道式分拣机。

实测: (1) 15:00 ~ 17:00 时 1 号通道式分拣机记录出错烟频次 1 次。(2) 2 号通道式分拣机改用氧化生锈变色的接线端子, 15:00 ~ 17:00 时 2 号机记录出错烟频次共 7 次。

从测试结果看出, 在其他条件相同的情况下, 2 号机因使用氧化的接线端子出错烟次数相比 1 号机高出很多, 可见接线端子氧化对症结影响程度大。

结论: 虽然接线端子氧化对症结影响程度大, 但在现状调查期间接线端子未出现氧化, 所以接线端子氧化是非要因。

2.5 传感器接线头松动

标准 1: 用 5N 的力矩仪无法再拧紧接线头螺牙。

确认方法: 现场调查确认。

实测: 现场用 5N 力矩仪对 1 ~ 5 号通道式分拣机的传感器接线头螺牙进行拧紧, 传感器接线头无松动情况。

标准 2: 对症结影响程度小。

确认方法: 对比测试。

测试范围: 3、4、5 号通道式分拣机。

实测: (1) 用 6N 的力矩仪对 3 号机接线头螺牙

进行拧紧,螺牙开始滑牙;(2)将4号机接线头螺牙拧下重新用5N的力矩仪对接线头螺牙进行拧紧,记录15:00~17:00时4号机出错烟频次,共出现0次。

(3)将接线端子螺丝拧下重新用4N的力矩仪对接线端子螺丝进行拧紧,记录15:00~17:00时5号机出错烟频次,出错烟频次增至6次。

从测试结果看出,在其他条件相同的情况下,接线头无松动(用5N力矩仪拧紧)对症结影响程度小,接线头松动对症结影响程度大。

结论:虽然传感器接线头松动对症结影响程度大,但在现状调查期间传感器接线头未出现松动,所以传感器接线头松动是非要因。

2.6 接触器损坏

标准1:用万用表测量线圈、主触点、辅助触点数值正常。

确认方法:现场调查确认。

实测:用万用表对1~5号机的线圈、主触点、辅助触点进行测量。(1)用万用表蜂鸣档检查线圈两个线头的电阻,此时万用表鸣音,表示线圈没有断路。(2)在接触器不动作的情况下测量各点的电阻,常闭触头电阻为零,常开为无穷大;用人为的方法使接触器动作,再次测量一次各常闭和常开触头的电阻,常开触头的电阻为零,常闭为无穷大,表明主触点、辅助触点正常。

标准2:对症结影响程度小。

确认方法:对比测试。

测试范围:5号通道式分拣机。

实测:接触器正常的情况下,5号机执行10个分拣订单,全都正常运行;当5号机换用线圈已损坏的接触器执行10个分拣订单,10个订单都报警停机;当5号机换用触点已损坏的接触器执行10个分拣订单,10个订单都报警停机。可见接触器损坏对症结影响程度大。

结论:虽然接触器损坏对症结影响程度大,但在现状调查期间接触器正常,所以接触器损坏是非要因。

2.7 辊筒驱动器过热

标准1:辊筒驱动器温度不高于50℃。

确认方法:现场调查确认。

实测:用红外测温仪对辊筒驱动器各时间点测量温度,从检查结果来看,辊筒驱动器温度皆不高于50℃,未出现过热。

标准2:对症结影响程度小。

确认方法:对比测试。

测试范围:1、2号通道式分拣机模拟执行相同的10个分拣订单。

实测:(1)1号通道式分拣机在辊筒驱动器温度低于50℃的情况下,10个订单分拣机都未出错烟。(2)2号通道式分拣机在其他条件与1号机相同的情况下,利用外力将辊筒驱动器温度提高至51℃、55℃,10个订单分拣机分别出现2次和7次出错烟。可见,辊筒驱动器过热对症结影响程度大。

结论:虽然辊筒驱动器过热对症结影响程度大,但在现状调查期间辊筒驱动器温度正常,所以辊筒驱动器过热是非要因。

2.8 同步带拉伸变形

标准1:用皮带张力计测力矩在3~5N之间。

确认方法:现场调查确认。

实测:用皮带张力计测力矩,从检查结果来看,同步带测量力矩均在3~5N之间。

标准2:对症结影响程度小。

确认方法:对比测试。

测试范围:3、4、5号通道式分拣机模拟执行相同的20个分拣订单。

实测:(1)将3号通道式分拣机同步带张紧度调至紧端限位处,测得力矩为3N,20个分拣订单都未出现出错烟;(2)将4号通道式分拣机同步带张紧度保持不变,20个分拣订单都未出现出错烟;(3)将5号通道式分拣机同步带张紧调至6N,模拟拉伸变形的情况,20个分拣订单有8个订单出现出错烟。

结论:可见同步带拉伸变形对症结影响程度较大。

2.9 铁芯磨损

标准1:用游标卡尺测量铁芯直径偏差率小于2%。

确认方法:现场调查确认。

实测:用游标卡尺测量铁芯直径偏差率情况,从检查结果来看,铁芯直径偏差率均未超过2%。

标准2:对症结影响程度小

确认方法:对比测试。

测试范围:3、4、5号通道式分拣机模拟执行相同的30个分拣订单。

实测:(1)将3号通道式分拣机的铁芯更换为全新的,测得30个分拣订单都未出现出错烟;(2)将4号通道式分拣机铁芯直径偏差率人为加大到1.8%,

30 个分拣订单都未出现出错烟；(3) 将 5 号通道式分拣机铁芯直径偏差率人为加大到 2.2%，30 个分拣订单有 9 个订单出现出错烟。

结论：可见铁芯直径偏差率超过 2% 对症结影响程度较大。

3 实施对策

3.1 将条烟挡板改为步进电动机驱动

对步进电动机驱动性能参数是否满足挡板升降速度的要求进行测算：

挡板升降标准速度 = 挡板升降行程 / 挡板升降标准耗时 = 15mm / 100ms = 150mm/s

电动机转速 = PLC 脉冲输出值 / 步进控制器设定值 = 3200 / 800 = 4r/s

电动机驱动速度（齿轮线速度）= 齿轮周长 × 电动机转速 = 齿轮直径 × 圆周率 × 电动机转速 = 18mm × 3.14 × 4r/s = 226.08mm/s

经测算，电动机驱动速度大大高出挡板升降标准速度，步进电动机驱动性能参数完全符合挡板升降速度的要求，将条烟挡板改为步进电动机驱动理论上可有效解决因条烟挡板升降慢导致通道式分拣机出错烟的问题。

3.2 选定条烟挡板安装位置

为避免因条烟挡板升降故障造成卷烟夹损，决定将条烟挡板和电动机安装在输送辊筒末端下方，隔挡方式由原来的自上而下改为自下而上进行隔挡。由于输送辊筒上方无遮挡，在条烟挡板出现故障时，挡板只是将条烟顶起，而不会将条烟夹损。挡板安装高度控制在下降时低于输送辊筒，上升时挡板超出输送辊筒 15mm。

3.3 拆除旧电磁铁驱动挡板

为不影响 1 号分拣系统的正常运转，5 台通道式分拣机的电磁铁驱动挡板不能同时拆除，只能是先行拆除一台，待更换安装好电动机驱动挡板可投入试用后，方可进行下一台电磁铁驱动挡板的拆卸工作。

3.4 安装

考虑到以往通道式分拣机一旦报警停机，技术员必须到分拣线中段电脑查看报警信息后再走回分拣线前端通道式分拣机处核对并处理，费时费力。为

能够更快速地处理报警停机，使通道式分拣机恢复运行，缩短停机时间，决定在通道式分拣机侧边加装控制屏，该控制屏可以直接显示当前订单执行进度，且可以监控每个条烟挡板的运行状态并进行相应调整，使技术员免于来回往返查看电脑，并且大大加快报警信息处理速度，缩短停机时间。

从表 3 可以看出，在对条烟挡板进行改造之后，因出错烟引起通道式分拣机报警停机的问题已经解决，达到了理想状态。

表 3 1 ~ 5 号通道式分拣机现场测试情况统计

日期	检查时段	报警 停机 总次数	出错烟 报警停机 次数	出错烟报警停机 次数占报警停机 总数百分比
10 月 15 日	10:00 ~ 17:00	0	0	0%
10 月 16 日	10:00 ~ 17:00	1	0	0%
10 月 17 日	10:00 ~ 17:00	1	0	0%
10 月 18 日	10:00 ~ 17:00	1	0	0%
10 月 19 日	10:00 ~ 17:00	0	0	0%

4 结语

综上所述，对 1 号分拣线的五台通道式分拣机报警停机的因素分别进行统计，并基于韶关市卷烟物流配送中心的客户真实订单数据，经验证本文提出的方法在处理实际规模的通道式自动分拣系统配置优化问题时，能够在合理的计算时间内获得较为满意的结果。本文的研究是“快速分拣理论”的有益补充，能在不增加设备固定投资的前提下平衡人员成本和分拣效率，为解决多种类型分拣通道组合模式下的配置优化问题提供了一种定量且易于实践应用的方法，可以指导配送中心内通道式自动分拣系统的前期设计和后期运行。

参考文献：

[1] 张胜男. 工艺报警在自动化生产中的优化 [J]. 中国氯碱, 2022(12): 36-40.

[2] 徐晓艳, 张辉, 程何, 等. 基于研发项目场景的专利挖掘研究—以生活垃圾自动分拣系统为例 [J]. 科技广场, 2022(03): 40-47.

[3] 董燕丽, 王恒岳. PLC 控制的包裹自动分拣系统 [J]. 信息记录材料, 2022, 23(03): 166-168.