

ZJ17 卷接机组接装纸输送系统的改进

Improvement of tipping paper conveying system for ZJ17 cigarette machine

刘世明 周福儒 王 剑 施友志

LIU Shi-ming ZHOU Fu-ru WANG Jian SHI You-zhi

李俊瑶 曹小东 简 蓉

LI Jun-yao CAO Xiao-dong JIAN Rong

(湖北中烟工业有限责任公司三峡卷烟厂, 湖北 宜昌 443100)

(Sanxia Tobacco Factory, China Tobacco Hubei Industrial Co., Ltd., Yichang, Hubei 443100, China)

摘要:为解决 ZJ17 卷接机组生产中接装纸的横向偏移问题,对 ZJ17 卷接机组接装纸输送系统进行了改进。通过研发可变 PI 接装纸自动纠偏机构,实现了接装纸输送过程横向偏移量实时检测和主动纠偏,人工纠偏次数从改进前的 29.86 次/班下降到 0.90 次/班,由接装纸横向偏移造成的接装纸长短也由 4.19 次/班降低到 0.19 次/班,有效提高了接装纸输送系统的稳定性,同时也有效提高了产品质量。

关键词:卷烟机;接装纸;自动纠偏;传感器

Abstract: In order to solve the problem of lateral displacement of the tipping paper in the production of the ZJ17 cigarette machine, the ZJ17 cigarette machine's tipping paper conveying system was improved. Through the development of a variable PI tipping paper intelligent correction mechanism, real-time detection of the horizontal offset of the tipping paper conveying process and active correction, the number of manual corrections has been reduced from 29.86 times / shift before improvement to 0.90 times / shift. The length of the tipping paper caused by the lateral displacement of the paper is also reduced from 4.19 times / shift to 0.19 times / shift, which effectively improves the stability of the tipping paper conveying system and also effectively improves the product quality.

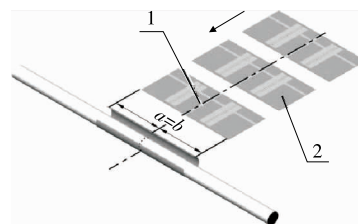
Keywords: cigarette machine; tipping paper; auto skew adjustment; sensor

ZJ17 卷接机组是 20 世纪 90 年代由德国 HUANI 公司开发、常德烟机厂引进的卷烟机^[1]。其中接装纸输送系统负责将接装纸输送至预定的工作位置。由于该系统

没有配备接装纸横向偏移检测及自动纠偏机构,实际生产中该机组普遍存在接装纸横向偏移的情况,造成搓接成型的内外排烟支接装纸长短不一(如图 1 所示),行业标准将其命名为接装纸粘贴不齐,俗称接装纸长短^[2]。当前通行的解决办法是采取人工定时监控和手动纠偏,此方法存在一些明显不足:需要操作人员按照操作要求监控,人工纠偏,劳动强度大^[3]。因 ZJ17 卷接机组速度高,难以实现实时监控,会造成一定比例质量不合格的烟支流入下道工序。研究拟对 ZJ17 卷接机组接装纸输送系统进行改进,实现接装纸输送过程横向偏移的实时自动监控和纠偏,减少人工监控和纠偏劳动强度,保持产品质量稳定。

1 现状调查

如图 1 所示,接装纸横向偏移将直接导致内外排烟支接装纸长度 a 与 b 不一致的质量缺陷。卷烟产品质量标准要求成品卷烟的接装纸长度公差为 ± 0.5 mm。为控制该类质量缺陷,该设备工艺指导卡规定:在设备启动、接装纸转换、接装纸拼接后,须人工及时确认烟支质量;正常生产过程按 5 min/次的要求检查烟支质量,并根据



1. 接装纸中心线 2. 接装纸 a. 内排烟支接装纸长度 b. 外排烟支接装纸长度

图 1 接装纸卷接示意图

Figure 1 Tipping paper filter plug assembly schematic diagram

作者简介:刘世明,男,湖北中烟工业有限责任公司高级技师。

通信作者:施友志(1977—),男,湖北中烟工业有限责任公司工程师。E-mail:617217247@qq.com

收稿日期:2019-11-25

检查结果调整接装纸横向位置。

为了解接装纸人工手动纠偏次数和接装纸长短超限缺陷烟支流入后续工序具体情况,以 4 号 ZJ17 卷接机组为研究对象,对人工手动纠偏接装纸次数和接装纸长短超差次数进行为期一周的跟踪统计,每班抽样 15 次,抽样间隔 30 min,见表 1。

表 1 改进前接装纸长短调整和超差情况统计

Table 1 Tipping paper length adjustments and out-of-tolerance statistics before improvement

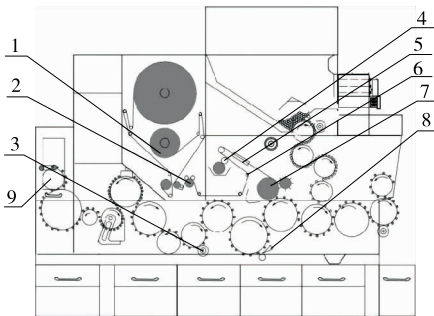
日期	长短调整				超差			
	甲	乙	丙	平均值	甲	乙	丙	平均值
7 月 1 日	38	29	36	34.33	5	4	5	4.67
7 月 2 日	31	32	28	30.33	3	4	2	3.00
7 月 3 日	29	29	29	29.00	6	3	4	4.33
7 月 4 日	30	29	28	29.00	5	5	3	4.33
7 月 5 日	26	27	29	27.33	4	2	5	4.33
7 月 6 日	29	31	30	30.00	3	3	4	3.33
7 月 7 日	33	30	24	29.00	5	5	6	5.33
均值	30.86	29.57	29.14	29.86	4.43	3.71	4.14	4.19

由表 1 可知,在当前状态下,班次平均人工纠偏为 29.86 次/班,接装纸长短超差现象为 4.19 次/班,接装纸偏移在实际生产中较为突出。

2 原因分析

2.1 接装纸输送原理

如图 2 所示,原机的接装纸从纸盘 1 经过辊组传导到达供纸辊 2,供纸辊 2 负责将卷烟接装纸从纸盘 1 拉出,经导纸块 6 在上胶辊 4 上完成涂胶工艺,经加热器 5 到达切纸轮 7 完成单张接装纸切割,然后由搓接装置 8 完成烟支搓接,成型烟支组由切刀 3 完成内外排烟支分切后,外排(或内排)烟支经过调头,内外排烟支通过同一传输路径最后由输出装置 9 统一一输送输出^[4]。



1. 盘纸 2. 供纸辊 3. 切刀 4. 上胶辊 5. 加热器 6. 导纸块 7. 切纸轮 8. 搓接装置 9. 输出装置

图 2 原机工艺布局

Figure 2 Original machine layout

2.2 接装纸偏移原因

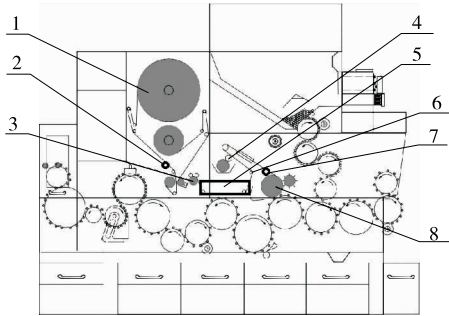
在实际生产中,当出现接装纸纸盘不平整、上下两个纸盘架精度不准确、接装纸运行线路上各辊组运行异常时,将导致接装纸出现横向偏移,造成内外排烟支接装纸长度不一致^[5]。操作工需在烟支出口位置检查烟支产品质量,根据检查结果手动调节导纸块 6 带动接装纸横向运动,保证内外排成型烟支接装纸长度一致。

3 改进方法

在接装纸输送系统增加自动检测与纠偏机构,当检测到接装纸出现横向偏移时自动纠偏,减少人工监控和纠偏劳动强度,保持产品质量稳定。

3.1 改进方案设计

如图 3 所示,在盘纸 1 与供纸辊 3 之间增加前横向限位装置 2;在供纸辊与导纸块 6 之间增加纠偏机构 5;取消导纸块 6 的调整功能;在上胶辊 4 与切纸轮 8 之间增加后横向限位装置 7^[6]。对比原机输送系统,增加的前横向限位装置 2 能初步纠正接装纸来料横向偏移;纠偏机构 5 在检测到接装纸横向偏移时自动纠偏,后横向限位装置 7 进一步对接装纸从纠偏机构 5 到位置 7 之间的偏移进行纠正。



1. 盘纸 2. 前横向限位装置 3. 供纸辊 4. 上胶辊 5. 纠偏机构 6. 导纸块 7. 后横向限位装置 8. 切纸轮

图 3 装置工艺布局

Figure 3 Improved process machine layout

3.2 检测装置选型

ZJ17 卷接机组设计运行速度为 7 000 支/min^[7],换算为接装纸运行速度为 3 500 张/min。检测传感器选型需要考虑两个方面的参数:传感器重复测量精度和采样周期,并能同时满足该机全速运行时检测需求。在设备处于全速运行状态下,单张接装纸宽度为 27 mm 时:

接装纸线速度 V:

$$V=27\times10^{-3}\times3\,500/60=1.6\text{ m/s}。$$

一个采样周期接装纸最大运行长度 L:

$$L=1.6\times100\times10^{-6}=1.6\times10^{-4}\text{ m}=0.16\text{ mm}。$$

为达到接装纸长度允差±0.5 mm 的控制目标,综合测量精度、采样周期、安装尺寸、抗干扰能力等方面因素,

选择检测范围±6 mm,带 4~20 mA 模拟量输出信号,采样周期 100 μs,重复精度 5 μm 的超声波边缘检测传感器^[8]。该传感器结构小巧紧凑,能满足在 ZJ17 卷接机组上的安装和高速检测要求。

3.3 纠偏机构

如图 4 所示,驱动总成 2 的电机旋转带动转盘 10 旋转,连杆机构 3 一端与转盘 10 联接,另一端与纠偏总成 4 联接;纠偏总成 4 一端固定在旋转支架 7 上,旋转支架 7 可以围绕旋转轴 6 旋转,纠偏总成 4 另一端联接有滑轮组件 11,纠偏总成包括入纸辊 8、出纸辊 9;转盘 10 的转动通过连杆机构 3 驱动纠偏总成 4 以旋转轴 6 为中心往复摆动。接装纸 12 按照如图箭头方向运行,嵌入式控制器实时采集边沿检测传感器 5 检测的数据指导驱动总成 2 的往复旋转带动入纸辊 8、出纸辊 9 的偏摆角度实现对卷烟接装纸 12 的在线纠偏。

该纠偏机构采用双辊纠偏方式,边沿检测传感器紧邻纠偏机构安装,能及时检测到纠偏后的输出结果,纠偏敏捷。

3.4 电气控制

如图 5 所示,接装纸自动纠偏机构由边沿检测传感器组件、新型双辊纠偏机构、嵌入式控制器、高性能型伺

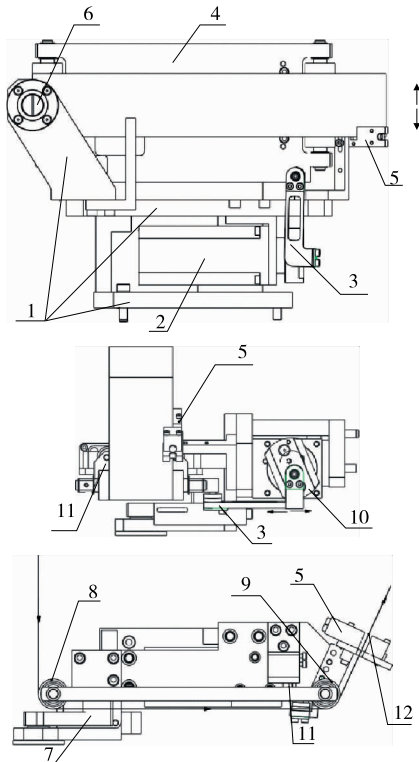
服电机、线缆以及人机交互触摸屏组成。

其工作原理是:边沿检测传感器将接装纸边缘位置信息采集传输到嵌入式控制器,控制器通过自动调节算法输出控制信号发送到伺服电机,伺服电机驱动纠偏机构实现纠偏。

该方案引入自动化专家系统设计出一种改进的可变 PI 自动调节器,调节器能随着对象特性的变化而调整自己的控制策略,保证不同工况下均能有良好的动态响应特性,从而得到满意的控制效果。

伺服系统采用高性能 EtherCAT 总线型伺服驱动器,参数设置方便快捷,系统响应速度快。伺服驱动器只需一根网线与嵌入式控制器相连,接线简单,抗干扰能力强。EtherCAT 总线型伺服驱动器具备故障自诊断特性^[9],在其系统内部拥有多种不同的诊断功能,可以准确定位错误点,可在人机界面中显示,维护、检修更便捷。

触摸屏采用 ModbusTCP 通讯,界面友好直观^[10]。主界面显示接装纸边沿位置曲线和纠偏装置实时位置曲线。针对不同精度的接装机供纸系统与不同品质的接装纸可以方便设定系统纠偏目标值,不同规格的接装纸可以快速方便设定。



1. 机架 2. 驱动总成 3. 连杆机构 4. 纠偏辊总成 5. 边沿检测传感器 6. 旋转轴 7. 旋转支架 8. 入纸辊 9. 出纸辊 10. 转盘 11. 滑轮组件 12. 接装纸

图 4 纠偏机构结构图

Figure 4 Correction mechanism structure diagram

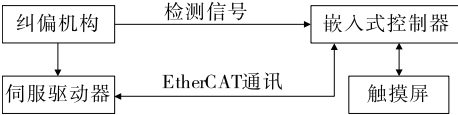


图 5 系统原理图

Figure 5 System schematic diagram

4 应用效果

为验证改进效果,检验 ZJ17 卷接机组装装纸输送系统可变 PI 接装纸自动纠偏机构的运行效果,对已改进的 4 号 ZJ17 卷接机组人工手动纠偏接装纸次数和接装纸长短超差次数进行为期一周的跟踪统计,见表 2。

表 2 改进后接装纸长短调整和长短超差情况

Table 2 Tipping paper length adjustments and out-of-tolerance statistics after improvement

日期	长短调整				超差			
	甲	乙	丙	平均值	甲	乙	丙	平均值
8月1日	1	1	1	1.00	0	0	0	0.00
8月2日	1	1	1	1.00	0	1	0	0.33
8月3日	2	2	1	1.67	0	0	0	0.00
8月4日	1	1	0	0.67	1	0	0	0.33
8月5日	1	0	1	0.67	0	0	0	0.00
8月6日	0	1	1	0.67	1	0	0	0.33
8月7日	1	0	1	0.67	0	0	1	0.33
均值	1	0.86	0.86	0.90	0.29	0.14	0.14	0.19

(下转第 228 页)

- [30] GAN Tian, SHI Zhao-xia, LIU Ning, et al. A novel electrochemical sensing strategy for rapid and ultrasensitive detection of 6-benzylaminopurine in sprout vegetables by hollow core/shell-structured CuO@SiO₂ microspheres[J]. Food Analytical Methods, 2015, 8(10): 2 504-2 514.
- [31] GAN Tian, LV Zhen, SUN Yun-yun, et al. Highly sensitive and molecular selective electrochemical sensing of 6-benzylaminopurine with multiwall carbon nanotube @ SnS₂-assisted signal amplification[J]. Journal of Applied Electrochemistry, 2016, 46(3): 389-401.
- [32] SCHLOTTER M, ASSMUS B, HARTMANN A. The use of immunological methods to detect and identify bacteria in the environment[J]. Biotechnology Advances, 1995, 13(1): 75-90.
- [33] JIANG Wen-xiao, WANG Zhan-hui, BEIER R C, et al. Simultaneous determination of 13 fluoroquinolone and 22 sulfonamide residues in milk by a dual-colorimetric enzyme-linked immunosorbent assay [J]. Analytical Chemistry, 2013, 85(4): 1 995-1 999.
- [34] ZHANG Wei, HE Li-shan, ZHANG Rui, et al. Development of a monoclonal antibody-based enzyme-linked immunosorbent assay for the analysis of 6-benzylaminopurine and its ribose adduct in bean sprouts [J]. Food Chemistry, 2016, 207: 233-238.
- [35] WANG Qian-long, LI Jie, LI Xing-de, et al. A simple nano-SiO₂-based ELISA method for residue detection of 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid in bean sprouts[J]. Food Analytical Methods, 2017, 10(5): 1 500-1 506.
- [36] LI Yue, LIU Li-qiang, SONG Shan-shan, et al. Development of a gold nanoparticle immunochromatographic assay for the on-site analysis of 6-benzylaminopurine residues in bean sprouts [J]. Food and Agricultural Immunology, 2017, 29(2): 1-13.
- [37] 马海华, 张元, 甄彤, 等. 电化学生物传感器在黄曲霉毒素检测中的研究进展[J]. 中国粮油学报, 2016, 31(2): 132-140.
- [38] SUZUKI H J M S, BIOMIMETIC E C, SYSTEMS S. Microfabrication of chemical sensors and biosensors for environmental monitoring [J]. Materials Science and Engineering: C, 2000, 12(1): 55-61.
- [39] 张莉蕴, 王延新, 王玉可, 等. 电化学生物传感器在真菌毒素检测中的研究进展[J]. 中国畜牧兽医, 2019, 46(9): 2 769-2 777.
- [40] 魏欢, 吴菲, 于萍, 等. 活体电化学生物传感的研究进展[J]. 分析化学, 2019, 47(10): 1 466-1 479.
- [41] LEE S, MOON J H, KIM G. Detection of 6-benzylaminopurine plant bioregulator using an opto-fluidic ring resonator (OFRR) biosensor [J]. Analytical Methods, 2012, 4(4): 1 041-1 045.
- [42] LIU Feng-ping, ZHONG Ai-ming, XU Qin, et al. Inhibition of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid to catalase immobilized on hierarchical porous calcium phosphate: Kinetic aspect and electrochemical biosensor construction[J]. The Journal of Physical Chemistry C, 2016, 120(29): 15 966-15 975.
- [43] BOLLELLA P, FUSCO G, TORTOLINI C, et al. Inhibition-based first-generation electrochemical biosensors: Theoretical aspects and application to 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid detection[J]. Analytical and Bioanalytical Chemistry, 2016, 408(12): 3 203-3 211.

(上接第 121 页)

由表 2 可知,改进后班次平均人工纠偏由 29.86 次下降到 0.90 次;接装纸长短超差现象由 4.19 次/班下降到 0.19 次,改进效果在实践中得到了有力验证。

5 结论

研究了 ZJ17 卷接机组接装纸输送系统的可变 PI 自动纠偏机构,该机构能实现接装纸输送过程横向偏移量实时检测和自动纠偏,人工纠偏次数从改进前的 29.86 次/班下降到 0.90 次/班;由接装纸横向偏移造成的接装纸长短也由 4.19 次/班降低到 0.19 次/班,有效提高了接装纸输送系统的稳定性。该装置设计合理,电气系统运行稳定,对于提高卷烟产品质量、减少人工劳动强度具有显著的效果,在 ZJ17 卷接机组和其他超高速卷接设备上均具有较好的适用性和推广价值。在实际应用中,由于设备运行存在较多影响因素,控制产品质量不能完全依赖该机构代替人工监控,但可有效降低监控频次。

参考文献

- [1] 董祥云. YJ17-YJ27 卷接机组[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2001: 1.
- [2] 王福金. 烟机设备修理工基础知识[M]. 北京: 北京出版社, 2013: 464-466.
- [3] 王己锋, 黄许立. 新型自动纠偏装置在接装机上的应用[J]. 自动化技术与应用, 2018(3): 24-26.
- [4] 邓光华. 烟机设备修理工(卷接)专业知识[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2013: 76-82.
- [5] 张建勋, 王志勇. 新型水松纸纠偏技术在卷烟接装机上的应用[J]. 科技资讯, 2011(2): 59.
- [6] 黄宏. PROTOS-M5 卷接机组[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2014: 202-213.
- [7] 邱鹏博, 何忠. 频闪仪在 YJ17-YJ27 卷接机组上的应用[J]. 轻工科技, 2012(5): 63-64.
- [8] 安培成. 浅析传感器技术在机电一体化系统中的应用[J]. 内燃机与配件, 2018(1): 82-83.
- [9] 刘庆贵, 周冬桥. 基于多传感器融合的卷烟机自诊断系统设计[J]. 传感器与微系统, 2012, 31(3): 136-139.
- [10] 李瑞峰, 郑振华. 基于工业触摸屏的伺服电机控制系统研究[J]. 科技创新与应用, 2016(16): 76-76.