

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2020.06.022

ZJ116A 型卷接机组搓接自动清洁装置研制

The design of auto-cleaning equipment for cigarette assembling device in ZJ116A cigarette maker

潘恒乐 冯雄伟 王俊

PAN Heng-le FENG Xiong-wei WANG Jun

(常德烟草机械有限责任公司, 湖南 常德 415000)

(Changde Tobacco Machinery Co., Ltd., Changde, Hunan 415000, China)

摘要:为减少 ZJ116A 型卷接机组因搓板堵塞而造成的停机次数,降低设备的维保强度,设计了一种自动清洁装置。该装置既通过电机驱动毛刷清洁搓烟轮表面,又采用 IPC 系统控制压缩空气清洁搓板的表面,两者实现了搓接装置的自动清洁功能。以生产“白沙(硬)”牌卷烟为对象,对改进前后的卷接机组进行对比测试,结果表明:改进后的设备出现搓板堵塞的次数减少了 15 次/月,人工清洁搓板次数减少了 16 次/月,人工清洁搓烟轮的次数减少了 20 次/月。

关键词:卷接机组;自动清洁;搓烟轮;搓板

Abstract: A new auto-cleaning equipment was designed and applied to the ZJ116A cigarette maker to reduce the frequency caused by “rolling plate jam” and solve the difficulty of cleaning up. The new device cleans the surface of the rolling drum with a brush driven by a motor, and cleans the surface of rolling plate with air controlled by IPC system. Both realized the automatic cleaning function. The “baisha (hard)” brand cigarette was tested on a ZJ116A cigarette maker, the results showed that: After modification, the frequency of rolling plate jam was reduced by 15 times/month, the manual cleaning times on rolling plate was reduced by 16 times/month, the manual cleaning times on rolling drum was reduced by 20 times/month. This method provides a technical support for promoting the efficiency of cigarette makers.

Keywords: cigarette maker; auto-cleaning; rolling drum; rolling plate

ZJ116A 型卷接机组是以 ZJ116 型卷接机组^[1]为技术平台研制出具有自主知识产权的超高速卷接机组(最高运行速度 14 000 Cig/min),该机型运行平稳可靠、产品质量优、操作快捷方便^[2]。烟支搓接部分是 ZJ116A 型卷接机

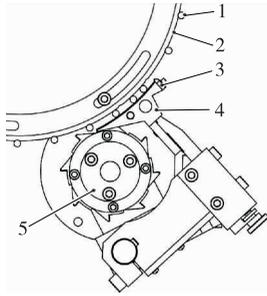
组的重要组成部分,主要由搓烟轮和搓板组成^[3],研究^[4]表明,搓烟轮和搓板表面的清洁度会直接影响到卷烟的搓接效果,如不及时清理其表面异物,会影响烟支的搓接质量和设备的稳定性。近年来,针对搓接部分的清洁已有一些研究,姜冬子等^[5]通过 PLC 控制铜刷和压缩空气,实现了对 ZJ112 型卷接机组搓板的自动清洁;王治伟^[6]采用高精度压差传感器和外置剔除阀,优化了清洁过程,减少了 ZJ19 型卷接机组的搓板堵塞次数,提高了设备的运行效率。但这两种方式不适用于超高速运行的 ZJ116A 型机组。研究拟设计一种针对 ZJ116A 型机组搓接部分的自动清洁装置,以期降低维保工作量,提高设备运行稳定性。

1 问题分析

卷接机组的烟支搓接工艺是以乳胶为黏接剂,通过搓板与搓烟轮将无嘴烟条、滤嘴和接装纸搓接在一起^[7]。如图 1 所示,ZJ116A 型卷接机组的搓接装置主要由搓板 4、启动轨 3、搓烟轮 2 以及归位轮 5 组成。搓烟轮 2 从靠拢轮处接收粘有接装纸纸片的组烟 1(带有接装纸片的烟条段和双倍长滤嘴组成),并将其吸入烟槽中。组烟 1 随着鼓轮转动到达启动轨处,进入搓接工作位置,随后启动轨将组烟 1 拨出烟槽,在搓烟轮 2 圆弧面与搓板 4 之间滚动,从而使接装纸片将组烟 1 紧密包裹粘合而形成双倍长度滤嘴烟支,最后在归位轮 5 的带动下落入烟槽中。从组烟被启动轨拨出烟槽开始,到滚出搓板,卷烟一直受到挤压,乳胶很容易溢出粘在搓板或搓烟轮表面上。溢出的胶水容易沾染上烟沫、纸屑、粉尘等,经长时间运行后,会在搓板和搓烟轮表面形成胶垢,影响后续烟支的搓接,导致烟支泡皱、空头等,甚至造成掉烟,使机组停机,影响卷烟的生产质量和生产效率^[8-9]。

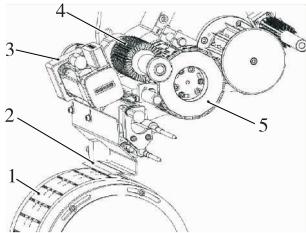
如图 2 所示,ZJ116A 型卷接机组的搓烟轮 1 上方设有一个铲刀装置 2,但只能对体积较大的杂物进行铲削清洁,而且铲刀装置和搓烟轮之间有一定的间隙,清洁效果不理想,有时反而将粘到搓烟轮表面的滤棒或水松纸片

基金项目:国家烟草专卖局科技项目(合同号:110201510210105)
作者简介:潘恒乐(1989—),男,常德烟草机械有限责任公司工程师,学士。E-mail:panhle@ccdtm.com
收稿日期:2020-03-21



1. 组烟 2. 搓烟轮 3. 启动轨 4. 搓板 5. 归位轮
图1 烟支搓接原理

Figure 1 The principle of cigarette rolling and assembling



1. 搓烟轮 2. 铲刀 3. 电机 4. 毛刷 5. 切纸轮
图2 搓烟轮铲刀

Figure 2 The blade of rolling drum

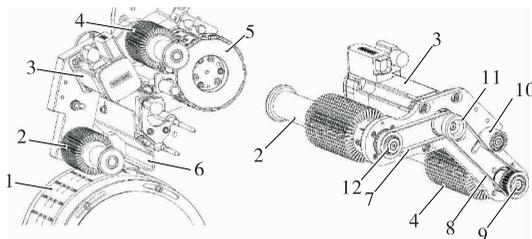
压实到鼓轮表面,且无法铲除,而搓板没有针对性地设计清洁装置。为清理搓接部分的胶垢和杂物,企业在每个班次交接班时至少需人工清理一次,维保工作费时繁琐,影响设备的运行效率。

2 设计方案

2.1 搓烟轮清洁机构

在ZJ116A机组中,电机3驱动毛刷4转动,对切纸轮5表面进行清洁(见图2),结合目前的布局,搓烟轮1上方还有较大的闲置空间,对原切纸轮自动清洁装置进行改进,使电机同时驱动两个毛刷转动,以实现切纸轮和搓烟轮表面的自动清洁。

采用CREO软件参数化设计^[10],得到改进后的毛刷清洁装置模型,见图3。设备运行时,电机3驱动带轮11转动,通过两个同步带7和8带动同步带轮9和12转动,



1. 搓烟轮 2,4. 毛刷 3. 电机 5. 切纸轮 6. 铲刀 7,8. 同步带 9,11,12. 带轮 10. 张紧轮

图3 搓烟轮清洁装置

Figure 3 The cleaning device of rolling drum

使两个毛刷2和4转动,实现同时清洁切纸轮和搓烟轮表面的目的。新型毛刷清洁装置因其自带动力,与搓烟轮相对速度可变,能更彻底地刷除搓烟轮的表面杂物,达到更好的清洁效果。同时还将毛刷4的法兰安装孔设计成腰形槽,用于调节毛刷相对搓烟轮的距离,当毛刷磨损难以有效清洁搓烟轮表面时,可以调整其与搓烟轮之间的位置,来保证毛刷对搓烟轮的压力,使毛刷能够继续使用,提高毛刷的使用寿命。

2.2 同步带的选型

为同时驱动2个毛刷,电机输出的带轮11相对于原带轮进行了加宽,便于同时安装2个同步带,其中带轮9、带轮11以及带轮12的齿数 $Z=22$,节距 $P=5.08$ mm。

根据分度圆直径计算公式[式(1)],求得 $d=35.57$ mm。计算公式:

$$d = \left(\frac{P}{\pi}\right) Z, \quad (1)$$

式中:

d ——带轮分度圆直径,mm;

P ——带轮节距,mm;

Z ——带轮齿数。

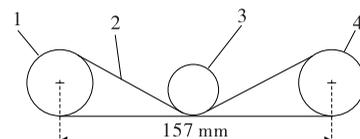
通过CREO软件建模,模拟同步带8被张紧到极限位置时情况,如图4所示,得到带轮11到带轮9的中心距 $L_1=157$ mm以及同步带8的节线长的最大值 $L_{max}=441.6$ mm。

同步带8的节线长的最小值为 $L_{min}=\pi d+2L_1\approx 425.7$ mm。根据计算结果,选择了型号为170XL037的同步带(德国Optibelt公司),该同步带的节线长 $L=431.8$ mm,则 $L_{min}<L<L_{max}$,通过张紧轮张紧即可满足使用要求。

2.3 搓板清洁机构

在搓接装置的右侧设计了一套搓板自动清洁装置,该装置包括机械部分、气动部分和电气控制部分。其结构如图5所示,机械部分主要由射流器4、支架5、管接头3等组成。管接头3装于射流器4右侧,另一头连接气管,射流器4通过支架5安装在搓板装置上,射流器4上有一排弧形气孔,当搓板处于非工作状态时,吹气管上弧形布局的气孔正好与搓板表面重合。

气动部分主要由一个两位三通电磁阀和单向节流阀



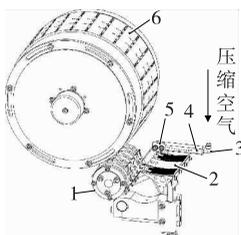
1. 带轮11 2. 同步带 3. 张紧轮 4. 带轮9

图4 同步带张紧的极限位置

Figure 4 Limit position of synchronous belt being tensioned

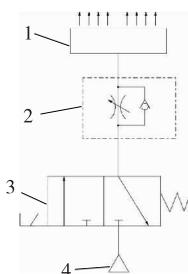
组成,电磁阀可以选用设备上的备用阀岛,气路示意图如图 6 所示。电磁阀控制气源的通断,当需要清洁搓板表面,电磁阀连通气路,压缩空气经过节流阀到射流器,再通过弧形布局的气孔清洁搓板表面的杂物。

ZJ116A 型卷接机组的电控系统采用德国 Beckhoff 公司的 IPC 控制技术^[11-12],所以利用 IPC 编写控制模块来控制清洁风运行。其控制流程见图 7,设备运行时,光电开关 B24M 识别到 10 个连续的空槽,发出报警信号,设备停止运行,搓板转到非工作位置,此时接近开关 B23M 检测到搓板并发出信号,两位三通电磁阀通电后换向,从而使压缩空气进入到射流器中,清洁搓板表面的杂物,清洁 2 s 后,两位三通电磁阀失电,在弹簧作用下,电磁阀复位,阻断了压缩空气的流通,射流器停止对搓板进行吹气清洁。或在设备运行前,压纸杆会提前将水松纸压到胶辊上,接近开关 B67M 检测到压纸杆并发出信号,电磁阀通电换向,压缩空气清洁搓板表面 2 s,然后电磁阀失电复位,射流器停止吹风。该控制系统能使搓板在设备运行之前和运行之后都能被清洁一次,尽可能地保证搓板工作表面的清洁。



1. 归位轮 2. 搓板 3. 管接头 4. 射流器 5. 支架 6. 搓烟轮
图 5 搓板清洁装置

Figure 5 The cleaning device of rolling plate



1. 射流器 2. 单向节流阀 3. 两位三通电磁阀 4. 气源
图 6 搓板清洁气动原理

Figure 6 The pneumatic principle of rolling plate cleaning equipment

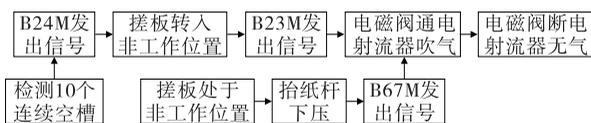


图 7 控制流程

Figure 7 The flow of control

3 应用效果

为验证改进效果,对常德烟草机械有限责任公司实验室 1 组 ZJ116A 型卷接机组进行改进及对比测试。

3.1 设计试验

3.1.1 材料与设备

白沙(硬)牌卷烟配套烟丝及辅料:长沙卷烟厂;

卷接机组:ZJ116A 型,常德烟草机械有限责任公司。

3.1.2 方法 将 ZJ116A 型卷接机组的运行速度设定为 14 000 Cig/min,每天运行 6 h,分别统计改进前后设备出现搓板堵塞次数,统计周期为 30 d。发生搓板堵塞后,若搓板和搓烟轮表面沾附纸片、烟条等明显异物时,则分别对两者进行人工清洁,并统计清洁次数。

3.2 数据分析

如表 1 所示,改进后的 ZJ116A 型卷接机组,其搓板堵塞由 36 次/月降低到 21 次/月,人工清理搓板的次数由 32 次/月减少到 16 次/月,人工清洁搓烟轮的次数由 28 次/月降低到 8 次/月,提高设备有效作业率,降低了维保强度。

表 1 改进前后的搓板堵塞和人工清洁次数统计

Table 1 The number of rolling plate jam and manual cleaning before and after modification

卷接设备	搓板堵塞次数	搓板人工清洁次数	搓烟轮人工清洁次数
改进前	36	32	28
改进后	21	16	8

4 结论

通过电机驱动毛刷清洁搓烟轮,采用设备 IPC 系统编写控制模块来控制压缩空气清洁搓板的工作面等方法,实现了对 ZJ116A 型卷接机组搓接的自动清洁,有效地清除了搓烟轮和搓板上的胶垢和异物。通过对改进前后的 ZJ116A 型卷接机组进行对比测试,结果表明:改进后提高了设备运行效率,降低了维保强度。但由于该装置巧妙利用了 ZJ116A 型机组的布局,只可在 ZJ116 系列机型上推广,无法直接应用于其他机型。实际运行过程中,影响烟支搓接的因素较多,虽然不能完全依靠该装置取代人工清洁,但该方法仍可有效降低清洁次数,提高设备运行的稳定性。

参考文献

[1] 王俊,潘恒乐. 新型链式废烟提升输送装置的研制[J]. 烟草科技, 2019, 52(4): 107-110.
[2] 潘恒乐,王俊. ZJ116A 型卷接机组卷烟长度调节装置的改进[J]. 湖南文理学院学报: 自然科学版, 2020, 32(1): 35-38.

(下转第 132 页)

- ting, 2002, 20(2): 125-131.
- [17] GATOS B, PRATIKAKIS I, PERANTONIS S J. Adaptive degraded document image binarization[J]. Pattern Recognition, 2006, 39(3): 317-327.
- [18] URIEL Feige. A threshold of $\ln n$ for approximating set cover[J]. Journal of the ACM, 1998, 45(4): 634-652.
- [19] AMBROS V. Threshold resummation of the structure function F_L [J]. Journal of High Energy Physics, 2009, 4(4): 81.
- [20] 陈琪, 熊博莅, 陆军, 等. 改进的二维 Otsu 图像分割方法及其快速实现[J]. 电子与信息学报, 2010, 32(5): 1 100-1 104.
- [21] SURAL S, QIAN Gang, PRAMANIK S. Segmentation and histogram generation using the HSV color space for image retrieval[C]// Proceedings International Conference on Image Processing. [S.l.]: IEEE, 2002: 589-592.
- [22] STRICKER M A, ORENGO M. Similarity of color images[J]. Proc Spie Storage & Retrieval for Image & Video Databases, 1995, 2 420: 381-392.
- [23] 杨红颖, 吴俊峰, 于永健, 等. 一种基于 HSV 空间的彩色边缘图像检索方法[J]. 中国图象图形学报, 2018, 13(10): 2 035-2 038.
- [24] ENRIQUE B, MUNTEANU C R, MAYKEL C M, et al. Net-net auto machine learning (AutoML) prediction of complex ecosystems[J]. Scientific Reports, 2018, DOI: 10.1038/s41598-018-30637-w.
- [25] CHEN Tian-qi, GUESTRIN C. XGBoost: A Scalable Tree Boosting System [C]// Acm Sigkdd International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining. [S.l.]: ACM, 2016, DOI: 10.1145/2939672.2939785.
- [26] SNOEK J, LAROCHELLE H, ADAMS R P. Practical bayesian optimization of machine learning algorithms[J]. Advances in Neural Information Processing Systems, 2012, 2: 2 951-2 959.
- [27] ZHENG Yu-ling, FRAYSSE A, RODET T. Efficient variational bayesian approximation method based on subspace optimization[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2015, 24(2): 681-693.
- [28] WU Jia, CHEN Xiu-yun, ZHANG Hao, et al. hyperparameter optimization for machine learning models based on bayesian optimization[J]. Journal of Electronic Science and Technology, 2019(1): 26-40.
- [29] 崔佳旭, 杨博. 贝叶斯优化方法和应用综述[J]. 软件学报, 2018, 29(10): 3 068-3 090.

(上接第 115 页)

- [3] YANG Zhen-lei, ZHAO Ling-yun, GU Liang-tian. The internet of things coffee vending machine [J]. Applied Mechanics and Materials, 2015, 734: 340-344.
- [4] GEORGE C D. Automated pickup & delivery system: US, 2014258168[P]. 2014-09-11.
- [5] 杨波. 无人微型超市的研究与设计[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2017: 40-42.
- [6] 徐晓东. 一种智能快递存取系统设计[J]. 现代制造工程, 2018(5): 50-55.
- [7] CHO Byungho, AHN Heuihak. Analysis and design of smart vending machine system based on IoT[J]. The Institute of Internet, Broadcasting and Communication, 2019, 19(3): 121-126.
- [8] 朱月松, 沙杰, 张坦, 等. 基于 PLC 的米/面一体售卖机控制系统设计与实现[J]. 食品工业, 2019, 40(3): 202-207.
- [9] 王克站. 自动售餐机控制系统设计与研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2017: 11-12.
- [10] 阮学云, 丁恒, 胡自然, 等. 一种智能立体旋转快速存取装置设计研究[J]. 机械设计与制造, 2018(9): 83-85, 89.
- [11] 丁雅东. 基于 STM32 的智能售餐机设计[D]. 淮南: 安徽理工大学, 2019: 30-32.
- [12] 徐灏, 邱宣怀, 蔡春源, 等. 机械设计手册: 第 4 卷[M]. 北京: 机械工业出版社, 1991: 260-261.
- [13] 买买提明·艾尼, 陈华磊, 王静. ANSYS Workbench 18.0 有限元分析入门与应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2017: 162-164.
- [14] 肖新帅. 集群式自动售货机控制系统设计[D]. 西安: 西安工程大学, 2019: 12-14.

(上接第 124 页)

- [3] 王伯楠, 杨维平, 李兴勇, 等. 烟支滤嘴搓接装置的优化设计[J]. 新技术新工艺, 2017(7): 25-27.
- [4] 唐根利. 接装机搓板形状结构不同与搓接质量关系的研究[C]// 中国烟草学会 2006 年学术年会论文集. 广州: 中国烟草学会, 2007: 913-922.
- [5] 姜冬子, 王金晨, 褚洪国, 等. YJ212 接装机搓板自动清洁装置的研究与设计[J]. 化工自动化及仪表, 2017, 44(4): 383-387, 412.
- [6] 王治伟. 基于 PLC 控制的 YJ29 接装机搓板堵塞装置的改进[J]. 工业控制计算机, 2010, 23(4): 100, 102.
- [7] 栗勇伟, 乔建军, 马少军, 等. 卷接机组烟支搓接质量的研究及改进[J]. 烟草科技, 2012(10): 24-27.
- [8] 白云飞. 烟支滤嘴搓接过程的分析与研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2018: 11-14.
- [9] 宋燕宏. 烟支滤嘴搓接质量分析与新型搓接方式研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2015: 28-31.
- [10] 陈国建. 基于 CREO 的机柜参数化设计[J]. 机械制造与自动化, 2014(6): 143-145.
- [11] 刘谦. ZJ17 卷烟机组控制系统改造[D]. 南宁: 广西大学, 2017: 16-21.
- [12] 占百胜. ZJ17 卷接机组 SRM 重量控制系统的 IPC 改造[J]. 科技创新导报, 2019, 16(29): 74-75, 77.