

滤棒成型机丝束恒张力控制系统的设计

吴树清

贵州中烟工业有限责任公司铜仁卷烟厂,贵州省铜仁市兴铜大道 554300

摘要:为解决丝束带从丝束包拉出过程中内部张力变化导致的滤棒吸阻、圆周等指标波动问题,采用闭环伺服控制原理,设计了丝束恒张力控制系统。系统由伺服电机、张力检测装置、丝束控制装置、附加开松器、控制系统、显示屏等组成。张力检测装置检测运行中丝束带张力变化情况,与来自成型机的速度同步信号进行比较,控制丝束控制装置转速,使丝束带内张力保持恒定。将该系统应用于ZL26C滤棒成型机,2个月的测试显示:改进后滤棒吸阻标准偏差降低20.62%,滤棒圆周标准偏差降低50.00%,表明该系统可显著提升滤棒质量稳定性。

关键词:滤棒成型机;丝束带张力;检测装置;伺服电机

中图分类号:TS433 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-0861(2020)09-0100-04

Design of constant tow tension control system for filter rod maker

WU Shuqing

Tongren Cigarette Factory, China Tobacco Guizhou Industrial Co., Ltd., Tongren 554300, Guizhou, China

Abstract: In order to reduce the fluctuations of draw resistance and circumference of filter rods caused by the variation of tension in the tow generated when it is pulled out of an opened two bale, a constant tension control system was designed on the basis of closed-loop servo control principle. The system consists of a servo motor, a sensor, a tow control device, an additional tow opener, a control system and a display screen. The sensor monitors the tension in the running tow, compares it with the synchronized speed signal coming from filter rod maker, and controls the rotation speed of the tow control device to maintain a constant tow tension. The system was applied to ZL26C filter rod maker, and the results of a two-month test showed that the standard deviation of draw resistance of filter rods reduced by 20.62% and that of circumference of filter rods decreased by 50.00%, which indicated that the system significantly promoted the consistency of filter rod quality.

Keywords: Filter rod maker; Tension of tow band; Sensor; Servo motor

滤棒成型机在生产中,将丝束包中的丝束拉出,经过三级开松^[1],对开松展宽的丝束喷洒塑化剂,再进行卷制成型与切割,制成符合要求的滤棒^[2]。丝束带拉出过程中,其内部张力^[3]会受到丝束卷曲特性^[4]、丝束包剩余高度、丝束带运行轨迹、丝束包绑扎区域的影响,进而影响开松效果,导致滤棒吸阻^[5-6]、圆周等指标波动。

为解决丝束带张力不稳定所带来的产品质量问题,侯昌信^[7]改进了高速滤棒成型机控制系统,优化了开松机构控制参数。刘建辉^[8]设计出丝束

工位转换装置,解决了丝束包在更换过程中的丝束带张力变化问题。王爽^[9]开发出丝束自动提升平台,采用液压连杆机构和光电监测装置控制平台自动升降,使丝束料位始终保持在5 cm高度差之内。吴佳旺^[10]设计了悬臂工作台,可自动调整丝束包高度,丝束用完后自动复位至地面。上述研究基本解决了丝束包高度变化带来的不利影响,然而在丝束带拉出过程中,还存在外界面、绑扎区、包心区不同位置丝束粘连强度不同造成的张力不稳定问题,进而影响滤棒质量,这一问题尚

收稿日期:2020-03-30 修回日期:2020-05-09

作者简介:吴树清(1976—),本科,工程师,高级技师,主要从事设备维护与管理工作。E-mail:343804480@qq.com

引文格式:吴树清.滤棒成型机丝束恒张力控制系统的设计[J].烟草科技,2020,53(9):100-103.(WU Shuqing. Design of constant tow tension control system for filter rod maker[J]. Tobacco Science & Technology, 2020, 53(9): 100-103.)

DOI:10.16135/j.issn1002-0861.2020.0169

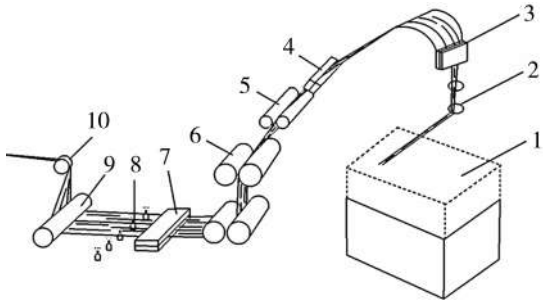
未得到解决。

为此,在 ZL26C 滤棒成型机组上,采用闭环伺服控制原理,设计了一种滤棒成型机丝束恒张力控制系统,以期解决不同状态下丝束带张力波动大的问题,改善滤棒吸阻及圆周的稳定性。

1 问题分析

1.1 系统结构

ZL26C 滤棒成型机中,丝束包通常是放置于地面上(使用 VGA 小车送料的则放置在自动进料平台上)。丝束带从丝束包 1 中拉出,先经过导丝环 2,到达一级空气开松 3,再经过二级空气开松 4 及预张紧辊 5,送入螺纹辊 6,经三级空气开松 7 进一步展宽,通过甘油喷嘴 8 施加甘油,最后经过输出辊 9 及成束辊 10 向下一工序输送,见图 1。



1. 丝束包 2. 导丝环 3. 一级空气开松 4. 二级空气开松 5. 预张紧辊 6. 螺纹辊 7. 三级空气开松 8. 甘油喷嘴 9. 输出辊 10. 成束辊

图 1 ZL26C 滤棒成型机丝束供给示意图

Fig.1 Schematic diagram of tow supplying in ZL26C filter rod maker

1.2 存在问题

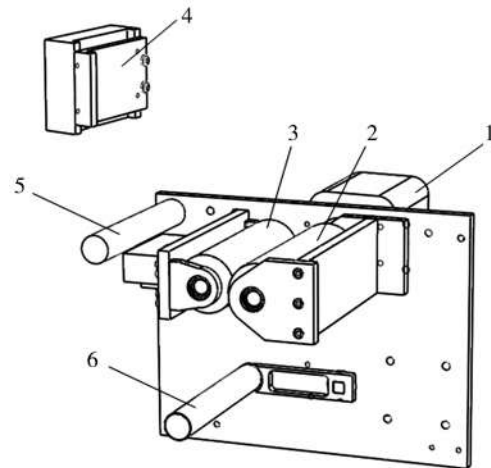
在生产过程中,丝束带拉出时的高度随使用量增加逐渐降低,丝束包不同位置丝束粘连强度不同,丝束带与导丝环之间形成的角度不断变化,都会导致进入一级空气开松的丝束带内部张力发生变化,进而影响丝束开松效果,影响滤棒质量稳定性。

2 系统设计

设计了一套独立的丝束恒张力控制系统,并安装于一级空气开松与二级空气开松之间。该系统主要由伺服电机 1、控制辊 2、控制压辊 3、张力检测装置 6、导辊 5、附加开松器 4、显示屏、电控系统等组成,见图 2。

其工作原理是:丝束带经过一级空气开松,进入控制辊 2 与控制压辊 3,系统处理器根据成型机的速度脉冲信号控制伺服电机 1 运转,张力检测装置 6 检测丝束带张力大小,并与设定张力进行比较。当检测到的丝束张力大于设定张力时,系

统处理器控制伺服电机 1 加速运转,增加供丝量,降低丝束张力;反之,则伺服电机 1 减速运转,进而将丝束带内部张力控制在设定范围内。附加开松器 4 主要起稳定丝束带的作用,使其在运动中更趋平稳,保证张力控制系统稳定工作。



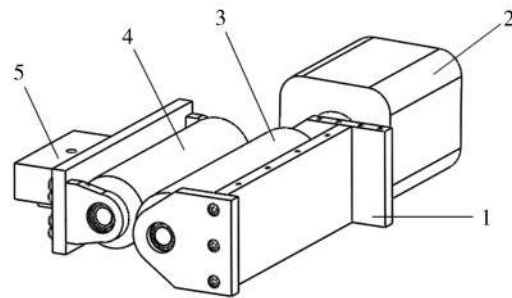
1. 伺服电机 2. 控制辊 3. 控制压辊 4. 附加开松器 5. 导辊 6. 张力检测装置

图 2 丝束恒张力系统装置示意图

Fig.2 Schematic diagram of constant tow tension system

2.1 丝束控制装置

丝束控制装置是恒张力控制系统的执行机构,主要完成丝束带的拉出,由支撑板 1、伺服电机 2、控制辊 3、控制压辊 4、气缸 5 等部件组成,见图 3。工作时,丝束带从控制辊 3 及控制压辊 4 之间穿过,伺服电机 2 带动控制辊 3 高速运转,气缸 5 处于伸出状态,将控制压辊 4 压向控制辊 3,并保持一定的压力,以防止丝束带在高速运动中打滑。



1. 支撑板 2. 伺服电机 3. 控制辊 4. 控制压辊 5. 气缸

图 3 丝束控制装置示意图

Fig.3 Schematic diagram of tow control device

2.2 控制辊

滤棒成型机最大生产速度为 600 m/min,设控制辊线速度 S 为 600 m/min,可满足滤棒成型机的生产要求。设伺服电机额定转速 $n=3\ 000$ r/min,由控制辊直径 $d=S/n\pi$ 可知, $d=63.66$ mm,为增加冗

余,取控制辊直径为 70 mm。

2.3 伺服电机

根据 YC/T 169.1—2002 规定,在长度为(1 000±1) m 条件下,消除二醋酸纤维丝束卷曲的负荷为(22.2±0.2) N^[11]。实际生产中丝束不会被完全拉伸,即:丝束在生产过程中所受拉力 F 不会超过(22.2±0.2) N。设控制辊所需扭矩与伺服电机提供扭矩相等,则:

$$M=(d/2) \times F=9\ 550P/n \quad (1)$$

式中: M 为控制辊所需扭矩, Nm; d 为控制辊直径, m; F 为施加给丝束的最大拉力, N; P 为电机功率, kW; n 为伺服电机额定转速, r/min。

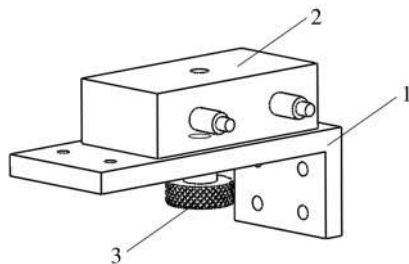
$$\text{可得 } P=(d/2) \times F \times n/9\ 550 \quad (2)$$

将已知参数代入式(2),可得伺服电机的必要功率 $P=0.244$ kW。

综合考虑控制压辊阻力、轴承的摩擦力以及成本等因素,选用额定功率 0.5 kW、额定转速 3 000 r/min 的伺服电机,可满足设备需求。

2.4 气缸座

气缸 2 是通过一个手柄螺丝 3 固定在气缸座 1 上,允许其左右摆动,以保证控制压辊对控制辊施加的压力在丝束带宽度方向上保持一致,防止丝束带跑偏,见图 4。



1. 气缸座 2. 气缸 3. 手柄螺丝

图 4 气缸座示意图

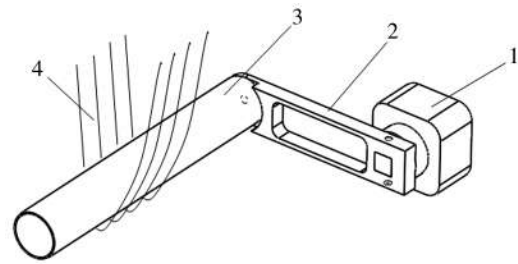
Fig.4 Schematic diagram of cylinder base

2.5 张力检测装置

丝束张力检测装置见图 5。丝束带 4 通过力臂杆 3 时,对力臂 2 施加一个向上的力,安装在力臂 2 末端的高灵敏度扭矩传感器 1 将检测到的丝束张力值,与设定值进行比较后,控制伺服电机加速或减速运行,保证丝束带内部张力稳定在设定范围内。

2.6 电气控制系统

电气控制系统主要由 PLC、F/V 脉压转换器、扭矩传感器、触摸屏、伺服控制器、伺服电机等组成,见图 6。主机编码器提供同步脉冲信号,经 F/V 脉压转换器转换成电压信号。扭矩传感器检



1. 扭矩传感器 2. 力臂 3. 力臂杆 4. 丝束带

图 5 丝束张力检测装置示意图

Fig.5 Schematic diagram of tow tension detection device

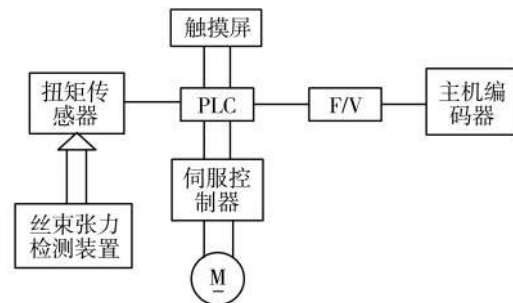


图 6 电气控制原理图

Fig.6 Schematic diagram of electrical control

测力臂杆运动趋势,并将这种运行趋势转换成电压信号。PLC 中央处理器处理上述两个信号,用于丝束恒张力系统伺服电机速度对主机速度的同步跟踪。

3 应用效果

3.1 材料与方法

材料:烟用二醋酸纤维素丝束 3.0Y32 000(珠海醋酸纤维有限公司);普通滤棒成型纸(浙江华丰纸业科技有限公司);烟用热熔胶(广东凯林科技股份有限公司);冷胶(长沙乐远化工科技有限公司)。

设备:ZL26C 滤棒成型机组(许昌烟草机械有限责任公司);综合测试台(成都瑞拓科技股份有限公司)。

方法:2019 年 8 月,将丝束恒张力控制系统安装于一级开松与二级开松之间,成型机组生产速度为 5 500 支/min,连续生产运行 2 个月,共提取 400 组数据,统计滤棒吸阻与圆周指标的平均值,与使用该系统前 2 个月内的数据进行比较。

3.2 结果

由表 1 可见,使用丝束恒张力控制系统生产的滤棒与未使用该系统生产的滤棒相比,其吸阻指标及圆周指标均有明显改善。

表 1 改进前后的滤棒吸阻和圆周质量稳定性对比

Tab.1 Comparison of consistencies of draw resistance and circumference of filter rods before and after improvement

	吸阻标准偏差/Pa	吸阻 CPK	吸阻变异系数/%	圆周标准偏差/mm	圆周 CPK	圆周变异系数/%
改进前	65.27	1.01	2.13	0.04	1.16	0.18
改进后	51.81	1.24	1.86	0.02	1.57	0.11
变化率	-20.62%	22.77%	-12.68%	-50.00%	35.34%	-38.89%

4 结论

采用闭环伺服控制原理设计了滤棒成型机丝束恒张力控制系统,解决了丝束带从丝束包中拉出时张力波动大,进而影响滤棒质量的问题。在 ZL26C 滤棒成型机组上的测试结果显示,改进后吸阻标准偏差降低 20.62%,圆周标准偏差降低 50.00%,说明该系统可明显改善滤棒吸阻及圆周指标的稳定性,使用效果良好。该系统可在同类型设备上推广应用。

参考文献

- [1] 陈萧. 烟滤棒成型设备开松机构的工艺参数优化[D]. 南京:南京理工大学,2010.
CHEN Xiao. Process parameter optimization for opening mechanism in cigarette filter rod forming equipment [D]. Nanjing: Nanjing University of Technology, 2010.
- [2] 《滤棒成型工专业知识》编写组. 滤棒成型工专业知识[M]. 郑州:河南科学技术出版社,2012.
Compilation Group of *Professional Knowledge of Filter Rod Forming Workers*. Professional knowledge of filter rod forming workers [M]. Zhengzhou: Henan Science and Technology Press, 2012.
- [3] 姜沛,樊文杰. 烟用丝束强伸度对滤棒指标的影响[J]. 河南纺织高等专科学校学报,2001(3): 50-52.
JIANG Pei, FAN Wenjie. Influence of elongation and tenacity of tow fiber for tobacco on filter stick index [J]. Journal of Henan Textile College, 2001(3): 50-52.
- [4] 常纪恒,常建勇,盛培秀,等. 丝束卷曲特性与滤棒物理特性的关系[J]. 烟草科技,2011(8):9-12.
CHANG Jiheng, CHANG Jianyong, SHENG Peixiu, et al. Relationships between tow crimp and physical characteristics of filter rod [J]. Tobacco Science & Technology, 2011(8):9-12.
- [5] 虞汉荣. 提高烟用醋酸纤维丝束质量稳定性[J]. 中

国纤检,2003(12):39-42.

- YU Hanrong. Improvement of quality consistency of cellulose acetate fiber tow for cigarettes[J]. China Fiber Inspection, 2003(12):39-42.
- [6] 张涛,杨利平,宗兆奇,等. 减少卷烟滤棒吸阻的波动[J]. 科技信息,2010(29):465-466.
ZHANG Tao, YANG Liping, ZONG Zhaoqi, et al. Reduction of fluctuation of draw resistance of cigarette filter rods [J]. Science & Technology Information, 2010(29):465-466.
- [7] 侯昌信. 高速滤棒成形机控制系统的改进[J]. 烟草科技,2002(9):35-37.
HOU Changxin. Improvement of control system in high-speed filter rod making machine [J]. Tobacco Science & Technology, 2002(9):35-37.
- [8] 刘建辉. 滤棒成型机丝束工位转换装置的设计[J]. 科学与财富,2013(4):113.
LIU Jianhui. Design of tow station conversion device for filter rod maker [J]. Science and Fortune, 2013(4): 113.
- [9] 王爽. 研制丝束自动提升装置 提高滤棒吸阻合格率[J]. 科学技术创新,2011(23):20.
WANG Shuang. Development of automatic tow lifting device to improve qualified rate of draw resistance of filter rods [J]. Scientific and Technological Innovation, 2011(23):20.
- [10] 吴佳旺. 卷烟滤棒成型机丝束张力控制的一种装置[J]. 企业技术开发,2009,28(12):115,118.
WU Jiawang. A tow tension control device for cigarette filter rod maker [J]. Technological Development of Enterprise, 2009,28(12):115,118.
- [11] YC/T 169.1—2002 烟用丝束测定系列标准 第 1 部分:丝束线密度[S].
YC/T 169.1—2002 Testing physical and chemical characteristics of tow for cigarette—Part 1: Total line density[S].

责任编辑 艾继涛