

传动带成型机张力控制系统的优化设计

俞鸿斌

(金华职业技术学院, 金华 321017)

摘要 通过对传动带成型机张力控制系统的控制方案进行比较与分析, 优化设计了以单片机为核心、以磁粉制动器为执行元件的恒张力控制系统。该张力控制系统采用智能调节, 能进行参数修改、调节变频器加减速曲线及时间常数, 可防止卷绕物拉断, 具有在线监视、通讯功能, 系统操作方便、直观, 排线间距控制精度较高, 能大幅度提高传动带成品率, 具有推广应用价值。

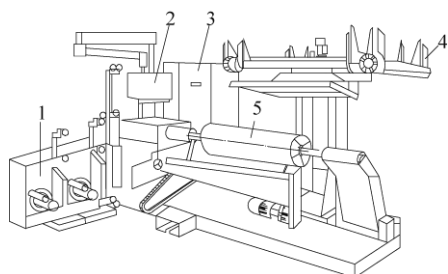
关键词 传动带 张力控制 优化设计 加减速曲线

传动带包括 V 型带、同步带等, 同步带传动是利用带齿与带轮的啮合来传输动力的新型传动方式, 它具有传动比准确、不需润滑、无滑差、无污染、传动效率高等优点。随着同步带在汽车和数控机床等机械行业应用的日益广泛, 国内许多传动带生产厂家现有的生产设备陈旧、技术落后、效率低、操作不便等弊端逐渐出现, 极大地制约着传动带的生产。要提高产品质量, 关键是要更新设备, 但进口设备价格昂贵, 因此研制控制精度高、操作方便、性价比高的新型传动带成型机非常重要。

在传动带生产过程中采用定张力成型设备是保证成型张力恒定和线绳排布均匀最重要的手段。笔者在分析了有关国内外资料的基础上, 本着系统可靠、实用、高性价比的设计原则, 通过对传动带成型机张力控制系统方案的比较与分析, 优化设计了以单片机和 PLC 为张力控制系统核心, 以磁粉制动器为执行元件的新型传动带成型机控制系统, 并对其进行了系统分析与研究。

1 传动带鼓式成型机组成介绍

传动带鼓式成型机主要由线绳导开装置、控制箱、电气控制柜、成型鼓、胶布搁置架等部分组成, 如图 1 所示。



1—线绳导开装置; 2—控制箱; 3—电气控制柜;

4—成型鼓; 5—胶布搁置架

图 1 传动带鼓式成型机

传动带鼓式成型机各部分的功能如下:

(1) 线绳导开装置。由伺服电机带动放线盘动作, 共两套, 可以实现排线时的放线工作及反向卷绕(收线)工作。

(2) 控制箱。由工控机和 PLC 组成, 以工控机为核心, 张力控制采用智能调节, 能进行参数修改与设定、在线监视、传送信息等, 完成主要控制功能; 在张力控制器中通过 PLC 引入主机启动和停止信号, PLC 负责按钮、行程开关和其它开关量信号输入、输出控制。

(3) 电气控制柜。电气控制柜内包括伺服驱动器、变频器、继电器、直流电源、空气开关、熔断器和接线排等。为减少干扰, 本设计将控制箱和电气控制柜分开布置, 采用三相浮地, 避免电源地线干扰。

(4) 成型鼓。又称工装鼓, 由变频器和主电机驱动, 用编码器进行反馈, 组成闭环控制。

(5) 胶布搁置架。分四个工位, 可以通过电机转动实现工位的转换。

2 传动带成型机张力控制方法分析与比较

2.1 张力控制要求

线绳张力的大小与恒定是影响传动带成型质量的一个重要因素^[1]。成型张力不均匀, 线绳就不能发挥其合力的作用, 遇到较强的冲击载荷时, 其实际强度只相当于部分线绳的强度, 传动带的实际拉伸强度因此会大幅度降低^[2]。

传动带成型线绳张力的控制具有如下要求:

(1) 要求能对线绳进行恒张力控制, 张力的在 5 ~60 N 范围内可调。

(2) 线绳可以是单根或双根, 如 V 型带为单根线绳缠绕成型, 而同步带则为双根线绳缠绕成型。当传动带为双根线绳缠绕成型时, 要求双根线绳的

张力大小一致。

2.2 张力控制方法分析

以下对国内外目前应用较多的传动带成型机张力控制方法进行分析。

(1) 加重外向锤法。早期传动带成型机中采用, 此方法不能根据张力的实际情况调节放线速度, 调节精度差。

(2) 机械式线绳法。国内部分传动带生产厂家的传统成型机上采用, 在线绳辊后部增加了一个摩擦片。其优点为可在一定程度上调整线绳张力; 缺点为反应不灵敏, 只具有有限反馈调节功能, 调节范围有限, 控制精度不高, 无法满足生产高质量、高性能传动带的要求。

(3) 直流电机驱动恒张力自动控制系统。进口成型机常用, 线绳辊采用直流电机驱动, 控制系统采用 PWM 调速, 有电流反馈、张力反馈等多环反馈控制。其优点为在一定范围内可对张力无级调节, 对冲击载荷有一定的缓冲作用, 可防止线绳因张力剧烈变化而断裂。其缺点为生产不同规格传动带时, 对张力进行连续调节不方便, 特别是当线绳运动中张力发生变化时, 浮动气缸动、静摩擦效应会导致浮动线轮反应不灵敏, 不易形成和保持动态平衡; 受各个环节摩擦力的影响, 张力难以精确控制^[3]。

(4) 伺服电机驱动张力控制系统^[4]。线绳导开装置采用交流伺服力矩控制和其它精密控制元件, 交流伺服电机取代了直流电机、电位计和浮动气缸。针对不同规格的传动带, 可通过调节伺服参数调整线绳张力。其优点为用伺服电机取代直流电机, 具有反馈回路, 控制精度较高, 提高了设备的可靠性。其缺点为系统通过改变伺服电机的制动力矩间接地调整线绳张力, 造成实际张力会因其它因素的变化而产生波动。同时该控制系统较复杂, 价格较高。

(5) 以磁粉离合器为执行元件的张力控制系统^[5]。采用磁粉离合器为执行元件, 以半径反馈器实施放卷筒半径反馈的张力控制, 系统的控制原理如图 2 所示。

该控制系统以工控机作为整个张力控制系统的核心, 用磁粉离合器作为执行元件。磁粉离合器的输出转矩等于线绳张力与放卷筒半径的乘积。为了保证线绳张力恒定, 在线绳放卷筒半径减小时, 磁粉离合器的输出转矩也随之减小。采用半径反馈装置检测放卷筒半径的实时变化, 经 A/D 转换反馈回工控机, 通过比较补偿、D/A 转换、PWM 驱动控制电

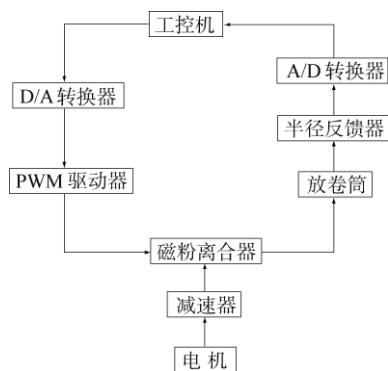


图 2 以磁粉离合器为执行元件的张力控制系统原理图

机转矩输出, 从而控制磁粉离合器的输出转矩, 以达到保持线绳张力恒定的目的。其优点为以工控机为控制核心, 控制系统可根据实际情况进行放卷筒半径的实时补偿和系统动态的滞后补偿, 从而使该系统达到较高的控制精度。其缺点为半径反馈器采用接触式测量方法, 测量元件与线绳会有摩擦磨损, 可采用非接触式测量装置进行改进。

(6) 以磁粉制动器为执行元件的张力控制系统^[6]。该控制系统的控制原理是基于力矩平衡原理。该控制系统以单片机为核心, 由放卷处的光电传感器和中间导辊处的光电编码器信号经计算得出放卷筒半径、角速度变化及惯量变化, 根据操作人员设定的张力值计算出磁粉制动器上应提供的阻力力矩, 将电动机与磁粉制动器用联轴器连接, 给磁粉制动器增加励磁电流, 磁粉制动器就可以提供一定的扭矩, 通过调节磁粉制动器的励磁电流达到恒张力控制的目的。其优点为以单片机为控制核心, 恒张力控制, 非接触式测量, 半闭环控制, 对系统启动和停止时线绳放卷筒角速度变化和惯量变化所引起的张力变化能进行补偿。

3 成型机的张力控制系统设计

通过以上分析, 采用以单片机为核心、以磁粉制动器为执行元件的恒张力控制系统具有较大的优越性, 新型传动带成型机的张力控制系统原理框图如图 3 所示。

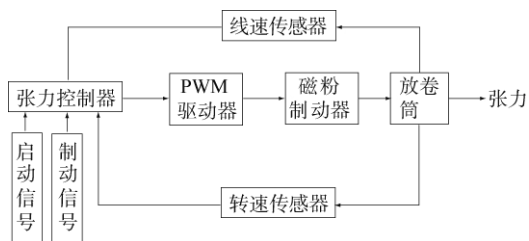


图 3 以磁粉制动器为执行元件的张力控制系统原理图

该张力控制系统以 MCS-51 单片机为核心, 由

接收放卷筒的光电传感器和光电编码器反馈信号计算出放卷筒半径、角速度变化及惯量变化,并根据操作人员设定的张力值计算出磁粉制动器上应提供的阻力矩,通过调节磁粉制动器的励磁电流,以达到恒张力控制的目的。

为适应传动带成型的间歇式工作状态,张力控制器采用智能调节:在张力控制器中通过 PLC 引入主机启动和停止信号,当系统启动开始排线时延时处理;而当系统停止排线(即线速度等于零)时控制器自动切换到手动工作状态。

除了放卷半径和启、停车对张力的影响外,放卷筒的同轴度误差及排线处模具的同轴度误差会引起线绳张力的波动,为消除这些波动,可在引线的导轮设计制造上采取措施。

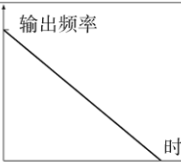
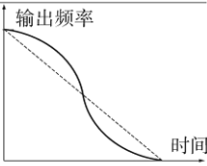
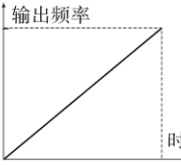
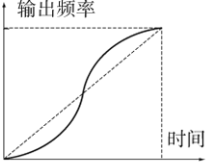
成型机的张力控制系统采用半闭环控制,为降低生产成本,磁粉制动器选用国产产品,国产磁粉制动器在励磁电流小时非线性程度比较严重,不同产品的转矩励磁电流特性曲线也不相同,为消除磁粉制动器的非线性引起的调节误差,控制器中设计了非线性补偿模块,用软件的方法进行补偿;可以修改变频器参数选择不同 U 型和倒 U 型加减速曲线,参见表 1,还可采用外接不同制动电阻的办法对不同磁粉制动器进行匹配。

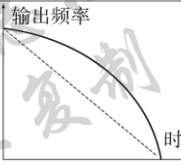
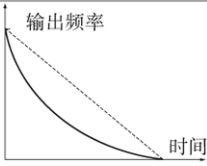
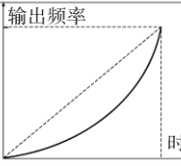
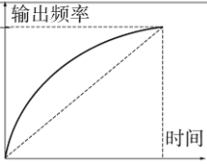
4 传动带成型机控制系统总体设计

传动带成型机控制系统采用工控机和 PLC 两级控制。PLC 负责按钮、行程开关和其它开关量信号模拟量的 A/D 采集,输入、输出控制。工控机完成主要控制功能,能进行参数修改与设定、在线监视、传送信息等。通过 I/O 口与 PLC 相连,通过 RS232 口与上位机进行相互通信,实时读取与设定 PLC 数据寄存器、定时器、计数器、输入输出状态等。传动带成型机总体设计如图 4 所示。绕线装置主要由步进电机、滚珠丝杆、导轮架组成。张力配重架主要由导向杆、变位监测器、E/P 气缸组成。

5 结语

传统成型机的张力控制方法使绕线张力不均匀,造成传动带强度降低,传动带运动跑偏,特别是精度要求较高的同步带产品成品率较低。笔者研制的自动排线张力控制系统采用单片机和 PLC 为张力控制系统的核心,以磁粉制动器作为执行元件,半闭环控制。这种新型传动带成型机能使同步带产品的成品率大幅度提高。目前该张力控制系统已经用于为浙江某厂研制的成型机上。通过对应用本系统

表 1 传动带成型机加减速曲线选择		
设置值	00	01
曲线	直线	S型曲线
A097(参数)		
A098(参数)		
说明	以直线加减速直到设定值	用于升降机、传动带等负荷

设置值	02	03
曲线	U型曲线	倒U型曲线
A097(参数)		
A098(参数)		
说明	用于成型机卷绕设备等张力控制中,可防止卷绕物拉断	

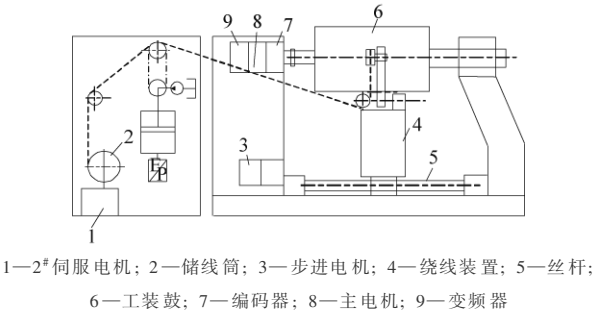


图 4 传动带成型机结构示意图

的传动带成型机进行一个批次同步带产品的考核,发现成品率大大提高,达 96%,且系统操作方便、直观,排线间距控制精度较高,达到了预期设计目标,具有推广应用价值。

该控制系统有如下特点:

(1) 采用磁粉制动器作为执行元件,以 MCS - 51 单片机为核心,采用半闭环控制,机械振动等干扰因素不会造成张力波动,系统运行平稳,尤其适合传动带成型等间歇式生产。

(2) 以 PLC 为控制核心,结合工业触摸屏技术实现恒张力控制,设计直观、方便、实用。

(3) 操作简单方便,性价比较高,并且具有较大的功能扩展空间,相对于其它张力控制系统成本更低。

(4) 放卷筒半径由光电传感器等非接触性测量得到,线速度和角速度经计算得到,比采用磁粉离合器为执行元件的张力控制系统中的接触式测量方法更先进。

(5) 采用半闭环控制,当张力受到机械摩擦和磁粉制动器非线性因素等的影响时能进行实时补偿,系统成本较低,控制精度较高,操作方便,性价比高,更适合我国国情。

(6) 相关技术可在其它传动带成型机上推广,既有广阔的应用前景,又有显著的经济效益。

参考文献

- [1] 张敦. 橡胶同步带的研制[J]. 橡胶工业, 2002, 49(1): 37-39.
- [2] 张传智. 橡胶同步带的损坏形式及改进措施[J]. 橡胶工业, 1996, 43(3): 182-184.
- [3] 张敦. 传动带成型用恒张力线绳导开装置的设计[J]. 橡胶工业, 1998, 45(2): 109-111.
- [4] 丁昌京, 杨道路. 切边 V 带成型张力控制系统新方案[J]. 橡胶技术与设备, 2000, 26(1): 46-47.
- [5] 王春香, 王永章, 付云忠, 等. 数控缠绕机精密张力控制系统[J]. 自动化仪表, 2000, 21(6): 36-37.
- [6] 杨姬君, 陈德传. 传动带成型机的张力控制系统[J]. 现代机械, 2002(1): 3-4.

OPTIMAL DESIGN ON TENSION CONTROL SYSTEMS OF TRANSMISSION BELT BUILDING MACHINE

Yu Hongbin

(Jinhua College of Science and Technology, Jinhua 321017, China)

ABSTRACT By comparing several different tension control systems for transmission belt building machine, the optimal constant tension brake control system which based on singlechip and magnatic powder brake was designed. The tension control system adopted intelligent adjustment, and the parameters could be modified to regulate the frequency converter acceleration/deceleration curves and acceleration/deceleration time constant for preventing the entanglement tension. It had on-line surveillance and communication function, the system was easy in operating and direct-viewing, the control accuracy of wire arrangement equidistance is higher too. As a result, the rate of finished transmission belt products could be greatly improved, the design was of great using value.

KEYWORDS transmission belt, tension control, optimal design, acceleration/deceleration curves

优惠销售 2000 ~2007 年中国工程塑料加工应用技术研讨会《论文集》及论文集光盘

中国工程塑料工业协会加工应用专委会为了配合 2000 ~2007 年先后召开的中国工程塑料加工应用技术研讨会共编辑、出版了 8 本《论文集》。其内容涉及工程塑料及通用塑料的合成与改性、加工、应用、测试、模具、设备新技术,以及文献综述、评论等,尤其突出了我国工程塑料行业“十一五”发展规划、加入 WTO 的对策等行业规划、政策。现尚有部分《论文集》以及应广大读者要求加工制作的论文集光盘,以优惠价格(含邮费)销售,欢迎订阅。

1. 《论文集》, 优惠价为 220 元/套, 单册价格如下:

《2007 年中国工程塑料复合材料技术研讨会论文集》, 论文 100 篇, 正文 343 页, 50 元/册;

《2006 年中国工程塑料加工应用技术研讨会论文集》, 论文 100 篇, 正文 346 页, 含中国工程塑料工业“十一五”发展规划, 45 元/册;

《2005 年中国工程塑料复合材料技术研讨会论文集》, 论文 100 篇, 正文 338 页, 40 元/册;

《2004 年中国工程塑料加工应用技术研讨会论文集》, 论文 100 篇, 正文 337 页, 35 元/册;

《2003 年塑料助剂和塑料加工应用技术研讨会论文集》, 论文 105 篇, 正文 373 页, 30 元/册;

《2002 年中国工程塑料加工应用技术研讨会论文集》, 论文 100 篇, 正文 351 页, 25 元/册;

《2001 年中国工程塑料加工及模具技术研讨会论文集》, 论文 80 篇, 正文 270 页, 20 元/册;

《2000 年中国工程塑料加工应用技术研讨会论文集》, 论文 100 篇, 正文 339 页, 20 元/册。

2. 论文集光盘, 优惠价为 160 元/盘。

本光盘除收录上述 8 本《论文集》的全部内容外, 还包括约 1600 人次的会议代表通讯录。

凡需购买《论文集》或论文集光盘的读者, 请尽快办理邮购手续。汇款时请注明“论文集”或“论文集光盘”。

邮局汇款

收款单位: 山东济南市 108 信箱杂志社 邮编: 250031

电话: (0531) 85878057 85878223 85878278

传真: (0531) 85947355 85878224

银行汇款

户名: 中国兵器工业集团第五三研究所

开户银行: 济南市工商银行经十一路支行

帐号: 1602001229014425546

网上订购 <http://www.epa1973.com>