

基于西门子S7-200的立式拉丝机控制系统设计

■ 桂林金格电工电子材料科技有限公司（广西 541004）袁有明 陈华鹏 冯 殷

摘要：本系统基于西门子S7-200PLC，对传统立式拉丝机控制系统进行技术改造，用PLC取代常规的继电器，以满足当前各种金属线缆材料生产的控制要求，减少设备的操作人员，提高生产效率及降低企业人力成本。

在当前金属加工制造业中，涉及的设备种类非常多，拉丝机就是其中之一，常见的拉丝机有立式拉丝机、直进式拉丝机、滑轮式拉丝机和卧式拉丝机等。主要应用在对铜丝、不锈钢丝等金属线缆材料的加工，属线缆金属制造行业极为重要的加工设备。

目前市面上传统的立式拉丝机在机构原理上较为简单，电气控制方面往往是一些简单的交流接触器、中间继电器、电位器、变频器、开关及按钮组成，其电气控制系统能够满足一般的手工铜丝拉拔工艺。对于操作者来说，一般每个操作者只能操作一台拉丝机。随着技术的不断发展，铜丝拉拔的工艺及生产成本需要大幅降低，但传统的立式拉丝机无法实现断丝停机、实现数字化拉拔工艺速度及提高产品质量。这些缺陷严重制约着拉丝机自动化生产工艺的发展，也无法提高企业的生产效率、降低人工成本。

针对上述问题，本文介绍了

一种基于西门子S7-200的立式拉丝机控制系统，利用PLC的逻辑控制功能，通过硬件及软件系统的设计，解决传统立式拉丝机的控制缺陷。

1. 立式拉丝机工作原理分析

立式拉丝机是利用铜丝具备的可延展性及模具的压缩使其直径变小，从而达到我们需要的线径大小，拉丝设备由放线和收线两部分组成，通过变频器或者机械调节达到两者统一的状态。传统立式拉丝机一般的拉丝工艺为：放线→拉丝模→收线。

丝材的放线，对于整个拉丝工艺环节来说，其控制没有过高的精度要求，大部分拉丝机的放线机构是通过机械放料盘实现，属于自由放线形式。

拉丝环节是拉丝机最为重要的工作环节。不同金属丝材，不同丝质品种和要求，拉丝工艺都有很大的不同。主要原因是丝材经过拉丝模后，直径由大变小，速度变快，导致容易发生断裂，生产工艺不稳定。

收线环节的工作速度决定了整个拉丝机械的生产效率，也是整个系统最难控制的部分。传统拉丝机的收线速度是通过电位器外加变频器进行变频调速，但根据丝材线径大小的不同，要求的收线速度也不同，电位器无法精确的数字化调速。

通过上述分析可知，传统立式拉丝机工艺简单，存在一些问题：

- ①放线部分出现丝材缠绕，机械放料盘旋转卡死，容易倒盘。如果操作人员没有及时停止设备，易造成设备损坏。
- ②在拉丝过程中，如果丝材在收线盘和拉丝模之间发生断裂，那么拉丝机将一直空转，通过拉丝模后的丝材在收线盘上自由旋转，容易刮伤丝材表面，造成丝材报废。
- ③随着产品质量要求的提高，拉丝工艺也将变得越来越复杂，电位器变频调速无法实现选择工艺进行自动化拉丝，而是需要人工设置电位器调速，容易产生人为误差，导致工艺的不稳定性。
- ④由于上述问题的出现，导致每个操作员只能操作一台设备，生产效率

低下,无法降低人工成本。

针对这些问题,本文提出一种新的立式拉丝机的工艺流程:放线→放线倒料检测→丝材断丝检测→拉丝模→收线。

可以看出,该方法在传统的拉丝工艺上,增加了放线倒料检测及丝材断丝检测两个工艺模块。这两个工艺过程不需要增加特别的操作步骤,因此操作员在操作过程中因增加的工艺模块所产生的额外时间几乎可以忽略不计。

立式拉丝机工作原理图如图1所示。在发生丝材缠绕,机械放料盘旋转卡死时,放线倒料检测装置启动,立即停止拉丝收线电机运行。丝材断丝检测装置实现断丝或拉丝结束自动停机功能。触摸屏模块提供了不同产品设置不同的工艺参数,操作者只需要调出相应的工艺单,拉丝速度将自动匹配,不需要手工设置,确保拉丝工艺的稳定性。同时,拉丝机因为以上故障自动停机后将实现一人多机操作,提高生产效率和降低人力成本。

2. 立式拉丝机控制系统设计

(1) 控制系统的硬件部分主要由PLC、触摸屏、变频器、放线倒料检测传感器和断丝检测传感器组成。PLC选用德国西门子S7-200系列,CPU型号为224XP。224XP自带14入/10出的数字信号接口,2路八位模拟输入及1路八位模拟输出信号,考虑到PLC与变频器的速度调节问题,将使用224XP自带的模拟量输出信号直接传输给变频器,再由变频器控制收线电机的转速,达到稳定调速的要求。放线倒料检测和丝材断丝检测都是使用E3F-DS30C4型光电传感器,0~24VDC直流开关量信号输出。触摸屏使用步科MT4230T,RS485通讯接口与PLC结合。变频器选用型号为EM303A的2.2kW正弦变频器,其模拟输入信号4~20mA,来自PLC模拟输出接口。其总控制系统结构原理如图2所示。

(2) 控制系统的软件设计主要是PLC程序设计和触摸屏页面程序设计。PLC主程序主要包括系统参数初始化,放线倒料检测传感器信号采集中断设计、断丝检测传感器定时计数设计、接受触摸屏参数设置及输出控制变频器信号设计。主程序流程图如图3所示。

检测丝材断丝停机是程序的核心部分,因为这部分程序决定了拉丝机能否实现自动化运行。对此,本系统设计方案如下:

如图1所示,先在放线倒料检测装置与拉丝模之间固定安装一套滚

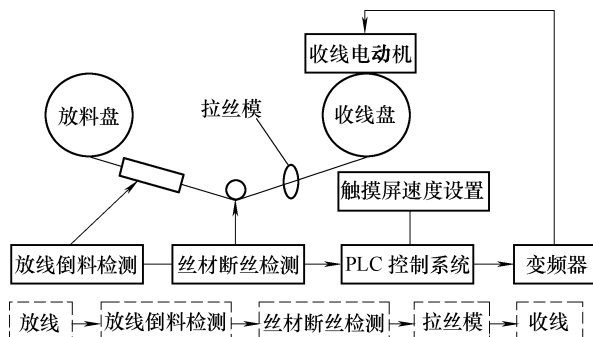


图1 立式拉丝机工作原理图

轮装置,滚轮圆盘上加工一个光电感应点,把滚轮压在丝材上,当丝材运动时滚轮旋转,光电传感器检测到滚轮圆盘上的感应点有变化时证明拉丝正常;反之,出现断丝或者拉丝结束,PLC输出控制变频器停止收线电动机,实现断丝停机。此方案程序复杂,需要把光电传感器的常开节点与PLC计数器相结合,还需要使用PLC内部定时器来定时扫描计数器的值。经过反复的系统测试,断丝(或拉丝结束)自动停机功能完全实现,符合了实际的设计需求。

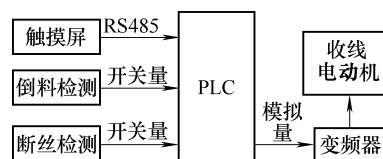


图2 控制系统结构图

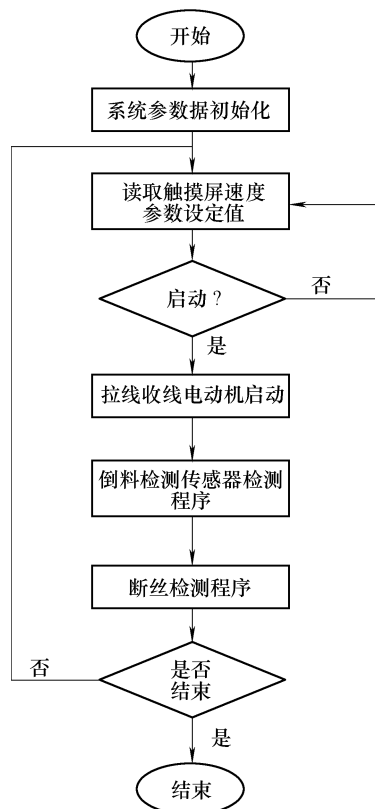
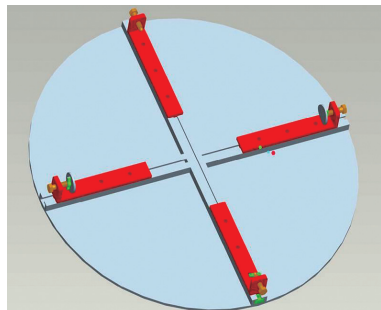


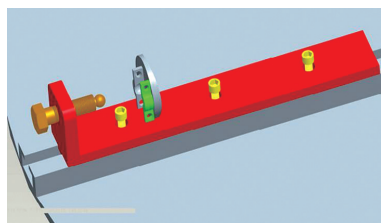
图3 主程序流程图

(下转第67页)

最大距离680mm,即机床最大加工高度为680mm,此高度能满足常规产品的加工需求,但我们希



(a) 整体图



(b) 端部放大图

图 4

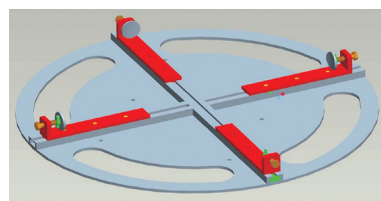


图 5

望实际加工高度再增大些,以满足特殊产品的加工要求。本机床的工作台和主轴是分开安装的,即工作台和主轴机械结构不是一体的,我们根据此结构特点,在机床基础上想办法,计划把工作台基础相对与主轴基础下降200mm,使工作台面距主轴端面最大距离增加为880mm。经过此基础改进,可使机床的实际加工高度增加200mm。

经与都江堰生产厂家的技术人员沟通后得知,此方法不会影响铣床的加工性能,可以实施。方案实施后,机床性能得到进一步提高。

5. 结语

经过一段时间的生产应用,木模铣床的加工范围得到了最大的扩展,加工效率显著提高:

(1) 辅助工作台使铣床的操作变得简单快捷,大幅提高了工人的工作效率,同时减轻工人的劳动强度。

(2) 改进后的铣床加工范围增大,满足了公司冷却壁产品模型加工的需要。

(3) 通过对机床基础的改进,增加了机床的实际加工高度,扩大了机床的使用范围,提高了设备的利用率。

(4) 专用刀具的设计应用,提高了铣床加工质量和加工效率;刀具在使用一段时间后需要重新打磨刀刃,因为刀具形状的限制,目前还不能使用自动磨刀机进行打磨,刀具磨损后的修磨,有待进一步改进。

参考文献:

- [1] 成大先. 机械设计手册[M]. 5版. 北京: 化学工业出版社, 2008.
- [2] 中国机械工程学会, 中国材料研究学会, 中国材料工程大典编委会. 中国材料工程大典[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.

MW (收稿日期: 20160825)

(上接第59页)

触摸屏的程序设计主要是人机交互界面,通过触摸屏可以控制拉丝机的运行及停止,根据不同材料及不同的拉丝规格设置相应的拉丝速度,形成拉丝工艺参数库。在拉丝前调取当前拉丝工艺,进行拉丝操作。

3. 结语

通过对传统立式拉丝机的电气自动化改造,用PLC逻辑控制的优点取代常规的中间继电器及

时间继电器,实现了拉丝机的倒盘、断丝及拉丝结束自动停机,稳定了拉丝生产工艺,大大提高了产品质量及生产效率,降低人力成本,为企业的发展提供了更多生存空间。

参考文献:

- [1] 凌松, 赵海彬, 张亮, 等. 基于PLC的银导爆索自动拉丝机控制系统设计[J]. 制造业自动化, 2015, 37 (23): 125-127.
- [2] 王永华. 现代电气控制及PLC应用技术 [J]. 中国科技信息, 2013 (21): 88-88.
- [3] 张智永. 基于PLC的直进式拉丝机变频改造控制系统的研究 [J]. 科技视界, 2015 (10): 27-27.

MW (收稿日期: 20160911)