

文章编号:1005-0523(2017)02-0124-04

调直切断机定长工艺的分析与改进

卢黎明,杨培义,胡 星,刘海涛

(华东交通大学机电与车辆工程学院,江西 南昌 330013)

摘要:针对东莞市Y企业钢铁线材工厂调直切断机线材质量精度较低的问题,提出调直切断机定长切断机构的改进方案。在调直机机械定长结构的基础上,详细分析定长切断系统存在较大误差的主要原因,同时,结合当前光电检测与传感器技术以及相关机械机构的衔接性,设计出一套新型定长切断系统帮助企业解决实际问题。通过工艺改进实证应用结果表明,该系统具有稳定性好、可靠性高、质量精度高等特点,能够较大幅度地减小定长切断误差,实现线材精确定长,提高生产效率。由此表明改进后的工艺具有一定的实用价值,对同行工艺改进具有指导意义和参考价值。

关键词:调直切断机;定长切断;光电检测;误差;精确定长

中图分类号:TP391

文献标志码:A

DOI:10.16749/j.cnki.jecjtu.2017.02.018

调直切断机(以下简称调直机)是工业和建筑行业不可或缺的重要设备。东莞市Y企业主要生产钢筋线材制成的拉丝制品和紧固件,公司致力于成为高品质线材制造商,为国内工业的发展贡献自己的力量。目前企业主要有调直切断机、拉伸机、精抽机、压扁机等机械设备。随着科学技术的发展和企业间竞争的日益白热化,客户对线材产品质量的要求愈发严格;因此,为迎合企业发展需求,提高调直切断机生产线材的质量精度已迫在眉睫^[1]。目前,大多数企业的调直切断机采用机械定尺定长机构,大批量线材在定长加工时存在较大的误差波动。对此,国内外相关学者作出了相关机构的改进或重新设计,其中2012年张军保和关世才等进行了棒材生产线成品飞剪优化剪切的研究^[2],2013年沈阳理工大学的陈百宁教授指导其学生丁立坤对金属管材定长飞剪系统进行了研究和设计^[3],2014年东华大学信息科学与技术学院卢萌萌与朱凌云等作出基于Somachine的飞剪定长控制的研究^[4],2015年燕山大学卢秀春教授指导学生王建上作出的高精度定尺剪切研究^[5]等等,虽然诸多学者对相关机构细节进行了改进,但经过验证,改进的机构只能解决一个或几个问题,而不能解决该机构存在的所有问题。本单位在企业的委托下,结合目前国内现有技术条件,考虑到成本、可靠性、精度、操作灵活性等方面的问题以及各个机构之间的衔接性和联动性,开发出一套新型半自动化定长切断系统,能够实现精确定长,满足客户订单质量要求,提高生产效率,特别是减轻或取代特殊条件下的人工定尺劳动。

1 当前调直机定长机构

当前定长机构大多数属于纯机械式定长方式。这种方式仅适用于线材行进和剪切速度要求不高的场合,自动化程度较低,实物如图1。

首先,原料线材处于盘条状态放置在转盘架上,盘条状线材将会在牵引辊的作用下先通过调直辊进行调直校准,然后穿过移动刀台进入到定长枪槽。定长枪槽与移动刀台之间靠螺栓进行连接,当线材需要定长

收稿日期:2016-08-04

基金项目:江西省自然科学基金项目(20142BAB206024,20161BAB206155);江西省科技计划项目(20143BBM26064)

作者简介:卢黎明(1963—),男,教授,硕士生导师,研究方向为机械设计及自动化和车辆轴承。

切断时,工人将定尺块人工移动到定长位置后紧固。接着,线材运行到定尺块位置后带动整个定长枪槽移动,移动刀台移动到锤头位置。锤头不停的上下移动,移动刀台在锤头的撞击下带动刀具向下剪切线材。在移动刀台向下切断线材的同时,带动落料压杆向下使落料传动杆旋转一定角度,完成整个定长剪切工序^[6]。

2 定长机构问题分析

当前调直机的机械式定长机构造成了线材不能实现精确定长。通过企业现场观察分析,定长设备经常出现连切现象,定尺效率低下,尤其根据订单要求在加工不同长度的线材时,工人每次必须通过用钢尺重新测量来调整定尺块的位置,定长精度误差波动比较大;其次,当线材调直后继续向前行进时,线材顶到定尺块后会出现一段较短的时间延迟才能把定长信号发送到切断机构,时间延迟的存在使得线材定长精度受到影响;除此之外,在线材接触到定尺块时,瞬时的碰撞对直径较小的线材造成弯曲磨损,影响了线材定长精度。具体线材以品名为中碳钢螺丝线横截面为圆形的线材为例,其材质为SWRCH 35 k,横截面直径规格为1.0~12.0 mm,订单精度要求为:当 $L \geq 1\ 000$ 时, $\alpha \leq 2.0$;当 $L \leq 1\ 000$ 时, $\alpha \leq 1.5$,其中 L 为订单线材长度, α 为误差精度,单位是mm。

经分析总结,当前调直机定长机构不能实现精确定长的原因主要有4个方面:

- 1) 锤头周期性上下移动,定长枪槽回位不及时造成连切^[7],造成线材不合格;
- 2) 人工调整定尺块位置,导致定长精度易波动;
- 3) 线材接触到定尺块后的时间延迟切断导致定长精度受到影响;
- 4) 定长枪槽中的定尺块与线材的瞬间触碰,造成碰撞性弯曲磨损。

经反复验证,上述问题均属于原有机机械式定尺机构故障;因此,必须要对相应机构进行分析改进才能解决实际难题。

3 解决方案

针对定长机构存在的主要问题,对机械式定长剪切系统作出改进,提出一套新型精确定长剪切方案,整体改进系统相关机构如图2。其中,1-移动导轨;2-夹紧机构;3-切断机构;4-进料孔;5-定长标尺;6-定长光电开关;7-落料挡板;8-定长底板。

定长工位总体结构由进料孔、定长标尺、定长光电开关和辅助落料挡板组成。其次,在线材进料处设有防摆口,进料孔的主要作用是引导调直后的线材进入定长工位,同时防止线材发生横摆,影响定长精度;定长标尺由两根方形钢材改造而成,其中一根装有具有精确刻度的钢尺,定长底板可以自由地在定长标尺上来回滑动和固定;光电开关加装在定长底板上,由红外传感器发射和接收装置组成^[8]。

改进时采用了光电传感器这种非接触式在线测量方式的控制设计^[9]。用光电传感器替换定尺块完成相应的定长动作及向切断机构发送切断指令,不仅能够降低人工劳动强度,而且消除了线材与定尺块碰撞,减小了定长时间延迟产生的定长精度误差。这种方法的应用较大幅度地解



图1 调直切断机定长机构

Fig.1 Fixed-length mechanism of straightening and cutting machine

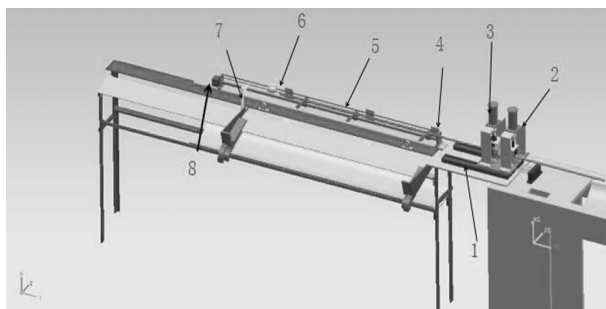


图2 调直机定长切断机构示意图

Fig.2 Fixed-length-cutting mechanism of straightening and cutting machine

决了线材不能实现精确定长的主要问题,提高了线材产品质量精度^[10]。

除此之外,定长机构中定长枪槽回位不及时造成的连切问题,具体是指线材在切断瞬间产生时间延迟,造成回位弹簧回位不及时,最终导致线材连切,解决定长机构中连切问题的关键就是如何将切断动作和线材行进的关系隔离开或者是将刀台及切断驱动和线材状态分开^[11]。其中,图 2 中夹紧机构和移动导轨既完成了线材的夹紧、相对位置的整定任务,又为线材的切断提供了基础。具体解决连切问题的改进方案机构如图 3、4。图 3 中主要组成部分为:1-回位弹簧;2-夹紧机构;3-切断机构;4-移动导轨。图 4 中:1-底座紧固孔;2-夹紧油缸;3-动作杆;4-摩擦底座。

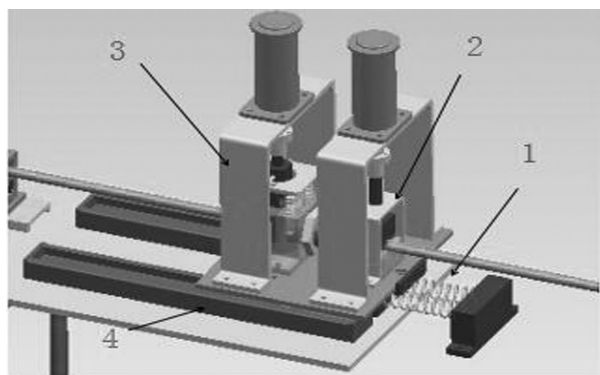


图 3 夹紧切断台
Fig.3 Clamping mechanism

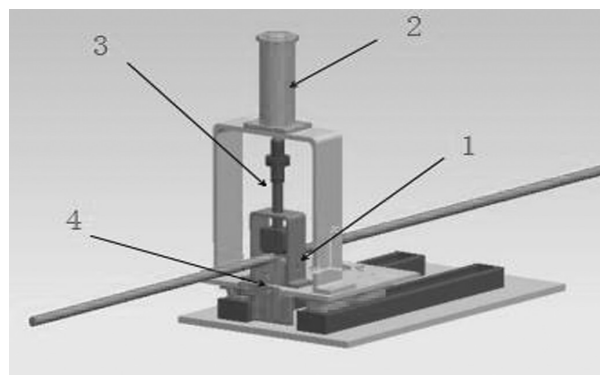


图 4 夹紧机构
Fig.4 Clamping mechanism

夹紧机构的主要作用是完成对线材的固定、夹紧,使得线材和整个移动台速度保持一致,达到相对静止的状态;切断机构的主要作用是根据图 2 中光电传感器发送过来的定长信号完成对线材的剪切动作,得到相对高精度线材;移动导轨的作用是在线材和移动台一同向前行进时,提供可靠的移动路径保证,在此过程中完成切断动作;回位弹簧的作用是在线材完成剪切后,将整个夹紧移动台恢复到初始位置完成下一周期的夹紧切断动作^[12]。

夹紧机构由夹紧驱动油缸、动作杆、摩擦底座、底座紧固孔组成。当接收精确定长信号后,夹紧油缸驱动动作杆将行进的线材固定在摩擦底座上,线材带动整个夹紧机构继续向前行进,完成剪切机构和线材之间的相对位置固定。其次,摩擦底座可以通过底座紧固孔进行快速地更换和紧固,应对不同直径线材的夹紧固定动作,这也使得此种设计方案比原有设备具有更为快捷的更换方式。

4 实践效果

此设计方案呈现出较为明显的优势。光电传感器的设计不但解决了当前线材定长切断生产过程中不能实现精确定长的问题,而且为后续的调直切断机整体自动化控制奠定了坚实的基础。除此之外,夹紧机构的设计更是简化了更换安装零部件的工作流程。

实践证明,当客户订单线材长度 $L \leq 1\,000\text{ mm}$ 时,原有调直机的切断长度误差范围控制在 $0 \leq \alpha \leq 2.5\text{ mm}$,改进后调直机的切断长度误差范围在 $0 \leq \alpha \leq 1.0\text{ mm}$ 。当 $L \geq 1\,000\text{ mm}$ 时,原有调直机的切断长度误差范围在 $0 \leq \alpha \leq 3\text{ mm}$,改进后调直机的切断长度误差范围变为 $0 \leq \alpha \leq 1.5\text{ mm}$ 。经过机构改进,提高了调直机的线材定长精度,满足客户订单要求,同时降低工人劳动强度。

综上所述,通过此项技术革新,提高了调直机的定长精度和调直机的可靠性、灵活性、稳定性,简化了机械结构,降低了劳动强度,同时增加了整体设备的技术含量;不仅提高了线材成品的档次,而且提高了企业的生产效率,为公司创造了不菲的经济效益,也为企业产品的市场推广与营销奠定了可靠的技术基础。

5 结语

1) 采用非接触式定长方式,光电传感器的设计加装,避免了线材在行进过程中由于定长造成的外力弯

曲,消除了由于原有定尺块产生的时间延迟效应,提高了定长精度与工作效率。

2) 光电定长开关的设计,当线材因订单需要更换定长尺寸时,只需要将光电定长开关所在的定长底座设置为相应的刻度即可,方便快捷。

3) 切断时线材与切断刀具等速同向移动设计,保证较好切口质量的同时保证不会发生干涉,消除了定长机构中存在的连切现象。总之,方案的改进设计,解决了当前存在的主要问题。

参考文献:

- [1] 卢黎明,王云峰. 调直切断机转鼓调直机构及液压切断系统的设计与分析[D]. 南昌:华东交通大学,2015.
- [2] 张军保,关世才. 棒材生产线成品飞剪优化剪切的研究[J]. 电气传动,2012,42(7):46-48.
- [3] 丁立坤. 金属管材定长飞剪系统的研究与设计[D]. 沈阳:沈阳理工大学,2013.
- [4] 卢萌萌,朱凌云. 基于 Somachine 的飞剪定长控制[J]. 实验室研究与探索,2014,33(10):129-132.
- [5] 卢秀春,王建上. 高精度飞剪定尺剪切精度研究[D]. 燕山:燕山大学,2015.
- [6] 田野. 我国钢筋调直切断机的现状及发展[J]. 沈阳建筑大学,2005(1):23-24.
- [7] 田野. 钢筋调直切断机连切问题的解决[J]. 沈阳建筑大学,2005(2):27-28.
- [8] 王哲,赵爱国. 数控机床定位精度的综合分析[J]. 机械设计与制造,2010(9):132-133.
- [9] 王建宏,许莺,熊朝华. 无人机编队飞行的自适应控制设计[J]. 华东交通大学学报,2016,33(1):1-8.
- [10] HU JIAO, QIAN XIAO, WANG CE, et, al. Fixed-length control system of flying shear based on motion controller[J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2005(2):247-249.
- [11] 张志娟. PLC 在自动剪板机中的精确定长裁剪方法[J]. 机床电器,2010(3):26-27.
- [12] 康双琦. 高速钢筋切断机液压剪切系统的设计与研究[D]. 燕山:燕山大学,2006.

Research and Improvement of Fixed-length Process of Straightening and Cutting Machines

Lu Liming, Yang Peiyi, Hu Xing, Liu Haitao

(School of Mechanical & Vehicle Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: Aiming at improving the wire quality precision of straightening and cutting machines in an armature wire factory in Dongguan, this paper proposes an improvement program of the fixed-length-cutting mechanism of straightening and cutting machines. On the basis of mechanical fixed-length mechanism of the straightening and cutting machines, the main reasons for higher errors in the fixed-length-cutting system are detailedly analyzed. Meanwhile, a new system of cut-to-length combining photoelectric detection and sensor technologies with the link of related mechanical mechanism is designed to solve enterprises' practical problems. With the application of real evidence through process improvement, the results indicate that this system has such features as sound stability, high reliability and superior quality precision, etc., which can reduce the errors of fixed-length-cutting and maintain precise fixed-length to improve productivity. It can be seen that the improved process has certain practical value, providing peer companies with implication and reference.

Key words: straightening and cutting machines; fixed-length cutting; photoelectric detection; error; precise fixed-length

(责任编辑 刘棉玲)