

新型钢坯电弧喷号机的研制

傅 旻, 张 恒, 潘存海

(天津科技大学机械工程学院, 天津 300222)

摘 要: 设计了一种新型的钢坯电弧喷号机, 该设备由机械系统和控制系统两大部分组成. 机械系统主要包括运动机构、刮鳞机构和写字机构 3 部分; 控制系统主要包括伺服控制、气动控制和 PLC 控制 3 部分; 通过 PLC 控制单元控制各个部分的运动, 从而在钢坯上完成去除氧化皮和喷号写字的工作. 实验表明, 系统工作稳定, 写字速度达到每分钟 15 个字符.

关键词: 电弧喷号机; 写字机构; PLC 控制

中图分类号: TH122

文献标志码: A

文章编号: 1672-6510(2012)01-0057-05

Development of a New Arc Spray Marking Machine of Steel Billets

FU Min, ZHANG Heng, PAN Cunhai

(College of Mechanical Engineering, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

Abstract: A new arc spray marking machine of steel billets was developed by means of combining the mechanical system and the control system. The mechanical system was made up of three parts: the moving mechanism, the scaling rust mechanism and the writing mechanism, and the control system was also made up of three parts: the servo control part, the pneumatic control part and the PLC control part. Under the control of PLC control part, the oxide skins of the steel billets were scaled and the spray marking movements on the steel billets were done. Experiments show that the new arc spray marking machine runs steadily, and its overspray speed can reach 15 characters per minute.

Key words: arc spray marking machine; writing mechanism; PLC control

在钢铁行业中, 为了便于实现生产管理和质量管理, 通常需要对企业所生产的钢坯进行编号, 将生产批号、生产时间等组成的唯一号码喷涂在钢坯的表面^[1]. 目前, 国内的钢铁企业一般采用人工写号的方法来进行钢坯标识, 不仅工人的劳动强度大、安全隐患多, 而且还容易出错, 易引起质量和管理问题. 因此, 采用自动喷号机对钢坯进行标识是大势所趋, 它不仅可以保证生产质量, 还可减轻维修人员和工艺人员的工作强度.

在国外, 如美国、日本等发达国家已经生产出了对钢坯进行自动标号的专用设备, 但是其辅助设备很多, 价格昂贵. 国内只有少数几家大型钢铁企业配备了进口喷号机^[2-3], 大部分钢铁企业无力投资配备. 而且, 进口设备的使用费用和维护费用都很高, 零部件均需进口, 维修极不方便.

在国内, 也有企业和科研机构根据国外的设备原型和国内企业的需求自主研发了喷号机, 如湖北省机电研究设计院设计的自动喷号机^[4]、浙江大学研制的方坯喷号机^[5]和武汉理工大学研制的热钢坯自动喷号机^[6]等. 虽然国内研制的这些自动喷号机能够完成对钢坯的喷号功能, 而且价格和维护费用低, 但也存在较多不足: (1) 机器响应速度慢, 喷号动作耗时长, 效率低; (2) 喷号运动的位置精度低, 喷号效果差; (3) 字体不够美观, 字迹不够清晰; (4) 应用范围有局限性, 无法推广使用; (5) 控制系统稳定性差, 在高温条件下无法长时间工作.

根据上述分析, 目前国内研制的自动喷号机还不能很好地适应钢坯行业提出的控制性能以及可靠性要求. 因此, 研制一种经济实惠、结构简单、功能稳定、符合现代钢坯生产行业的新型喷号机是企业的

急需.

1 系统设计

钢坯电弧喷号机主要由机械系统和控制系统两部分组成,如图1所示.

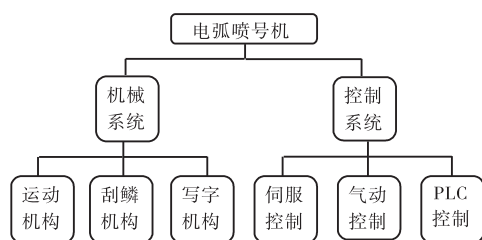


图1 钢坯电弧喷号机系统

Fig.1 System of the arc spray marking machine

机械系统由运动机构、刮鳞机构和写字机构3部分组成. 运动机构由横向运动和纵向运动两个部分组成. 刮鳞机构在气缸的作用下与钢坯接触,在横向运动的作用下通过刮鳞刀具除掉钢坯上的氧化皮. 写字机构在伺服电机的控制下利用压缩空气将熔融状

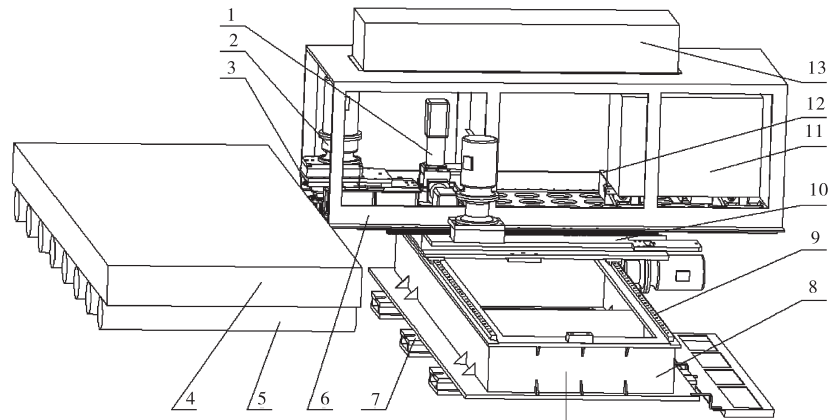
态的铝喷出,并且控制喷头的运动轨迹进行喷号写字.

控制系统由伺服控制、气动控制和PLC控制3部分组成. 控制系统通过分析传感器反馈回来的信息,检测当前控制任务的执行情况以及各个机构的位置,控制和协调机械系统的运动,完成喷号写字所需要的各个动作.

1.1 机械系统设计

钢坯电弧喷号机的机械系统主要由大底座、大箱体、线性滑轨、写字机构、刮鳞机构以及电机等组成,其结构如图2所示.

整体设备安置于大底座上,底座通过3个地面连接件和地脚螺栓固定在地面上. 支撑座通过线性滑轨和滑块连接在大底座上,并且可以通过电机的驱动沿着线性滑轨左右运动. 大箱体也通过线性滑轨和滑块连接在支撑座上,在电机的驱动之下可以沿滑轨做前后运动. 防撞机构、写字机构、刮鳞机构、电焊机及送丝机构等都固定在大箱体内,并且通过门和隔热板与外界分开,避免了因温度过高而造成机构功能的失效以及损坏(图2中门和隔热板已拆除).



1.写字机构; 2.刮鳞机构; 3.防撞机构; 4.钢坯; 5.钢坯传送装置; 6.大箱体; 7.地面连接件; 8.大底座; 9.线性滑轨
10.支撑座; 11.电焊机; 12. 送丝机构; 13. 通风道

图2 钢坯电弧喷号机结构示意图

Fig.2 Structure of the arc spray marking machine

1.1.1 传动装置

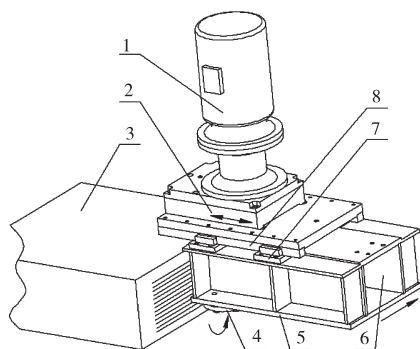
设备中的各个部件之间的相对运动都需要有较高的运动精度和定位精度,如大箱体与支撑座之间,支撑座与大底座之间,以及刮鳞机构中的传动箱与支撑底座之间,因此选用了台湾上银生产的HG系列的滚动摩擦式的线性滑轨^[7],可以大大降低部件之间相对运动的摩擦力,并且其随动性极好,有益于提高控

制系统的响应速度和灵敏度.

1.1.2 刮鳞机构

刮鳞机构主要由传动箱、刮鳞刀具和气缸等部件组成,其结构如图3所示. 当钢坯电弧喷号机开始工作时,电机通过传动装置带动刮鳞刀具转动,同时,高压气体进入气缸内推动传动箱向前运动,使刮鳞刀具接触钢坯,并随着大箱体作横向运动. 通过刮鳞机

构可以把钢坯上的氧化皮去掉, 为下一步写字机构在钢坯上喷号写字做准备。



1.电机; 2.传动箱; 3.钢坯; 4.刮鳞刀具; 5.支撑底座;
6.气缸; 7.滑块; 8.线性滑轨

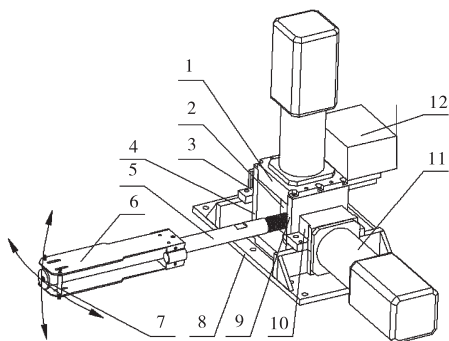
图 3 刮鳞机构

Fig.3 Scraping rust mechanism

刮鳞机构的滑动部分采用的是线性滑轨, 因而具有较高的运动精度, 选用电机转速为 1 400 r/min, 电机与刮鳞刀具之间通过传动箱里面的齿轮啮合传动。考虑到钢坯电弧喷号机的工作环境, 采用闭式的齿轮传动方式, 将传动齿轮封装在传动箱内, 润滑油通过传动箱上的注油孔注入, 这样就能避免外界杂物进入, 且润滑条件也比较好, 从而保证了传动精度, 也延长了齿轮的使用寿命。

1.1.3 写字机构

写字机构为钢坯电弧喷号机的核心部件之一, 该喷号写字机构由盖板、压板、转轴、摆杆、喷头、夹持装置及两个伺服电机等部件构成, 摆杆连接在中间的转轴上, 喷头固定在摆杆的前端, 前端与电焊机相连, 其结构如图 4 所示。



1.上盖板; 2.转轴; 3.支架右压板; 4.右侧板; 5.摆杆; 6.喷嘴夹持装置; 7.喷头; 8.大支架; 9.左侧板; 10.支架左压板; 11.伺服电机; 12.压块

图 4 写字机构

Fig.4 Writing mechanism

当写字机构开始工作时, 电焊机通电, 将喷头部位的铝丝熔化, 控制系统通过接收和分析各个传感器传回来的位置信息, 得出喷头的实际位置, 然后将下一步需要喷写的字符的轨迹命令传输给伺服系统, 通过伺服系统控制两个伺服电机的转动速度及转动方向, 形成需要书写的字符的轨迹; 同时, 高压气体在控制系统的控制之下将熔化的铝喷出, 实现其在钢坯表面喷号写字的功能。

通过综合分析和比较各种伺服电机和伺服系统的性能参数, 选用了 Panasonic 公司生产的型号为 MSMA 的伺服电机和型号为 MDDDT5540 的伺服驱动器, 能较好地实现喷号写字的功能。

1.2 控制系统设计

控制系统是钢坯电弧喷号机整个系统的核心部分, 由伺服控制、气动控制和 PLC 控制 3 部分组成。该系统采用闭环控制, 它们之间通过相互协调作用实现对钢坯电弧喷号机机械系统的运动控制, 从而实现喷号写字功能, 其原理框图如图 5 所示。

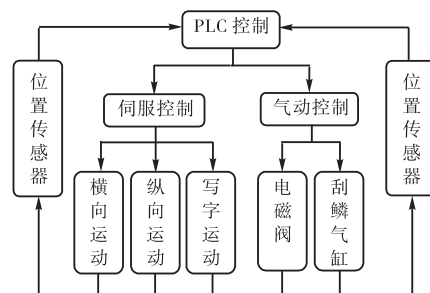


图 5 控制系统原理框图

Fig.5 Diagram of the control system

伺服控制部分包括伺服电机和伺服驱动器, 钢坯电弧喷号机的横向运动、纵向运动、写字运动都是由伺服系统控制完成的。其中, 伺服电机是执行部件, 通过伺服驱动器接收来自 PLC 控制单元的指令, 完成各个伺服电机的运动输出。

气动控制部分与 PLC 控制系统相配合, 通过控制电磁阀的开合, 从而控制写字机构部件中高压气体的喷出及刮鳞气缸的运动, 与伺服系统共同完成喷号写字过程。

PLC 控制部分是控制系统的核心部分, 钢坯电弧喷号机的所有动作都是根据 PLC 控制系统下达的指令完成的。它主要包括 PLC、电源、输入和输出信号及控制程序等。PLC 控制系统采用闭环控制, 通过对各个位置传感器反馈回来的位置信息加以分析, 控制和协调各个单元的动作, 从而完成喷号写字功

能. 通过分析和比较各种 PLC 的性能参数, 并根据控制要求综合考虑之后, 选用了德国西门子公司的 S7-300 系列, 其集成了性能稳定的控制系统, 采用模块化设计, 易于实现分布, 结构紧凑, 功能强大, 并且能够适应各种恶劣的工作环境, 选用 CPU 的型号为 315-2PN/DP.

钢坯电弧喷号机的工作过程如图 6 所示. 上电初始化后, 在 PC 控制界面输入所要喷印的字符, 输入完成后钢坯电弧喷号机开始工作. PLC 控制系统读取来自 PC 的信息并对其进行编码, 与此同时刮鳞机构开始进行除鳞工作, 大箱体也开始运行, 当到达合适的喷涂位置时停止, 同时, 写字机构进行复位回零操作. 在前面的动作都完成之后, 写字机构开始进行喷涂字符, 每喷完一个字符进行一次判断, 直到全部字符喷涂完毕. 最后, 写字机构复位回零, 大箱体回到原始位置, 喷号结束.

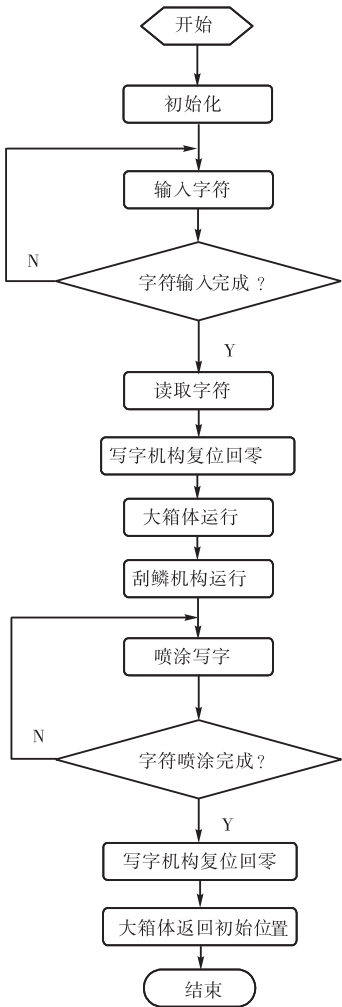


图 6 钢坯电弧喷号机工作过程的程序框图
Fig.6 Diagram of control system of the arc spray marking machine

2 实验及性能比较

所研制的钢坯电弧喷号机已经在现场调试完成, 其主要技术参数见表 1, 其喷号写字的实验结果如图 7 所示, 字符较美观.

表 1 钢坯电弧喷号机的技术参数
Tab.1 Technical parameters of the arc spray marking machine

参数名称	参数指标
外形尺寸/mm	4 600×3 600×2 300
喷印速度/(字符/min)	10~15
字符规格/mm	宽 35~70, 高 50~100
字符内容	0~9、A~Z、a~z、+、-、*/
功率/kW	14

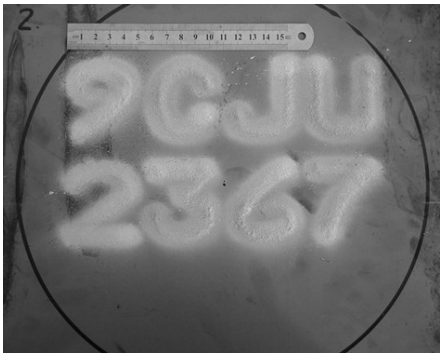


图 7 实验结果
Fig.7 Experimental results

实验结果表明, 所研制的钢坯电弧喷号机喷号写字速度最高能达到每分钟 15 个字符, 字符的最小尺寸为 35 mm×50 mm, 最大尺寸为 70 mm×100 mm, 字符的大小和形态可以通过改变参数设置在一定的范围内任意调节; 当喷头与钢坯表面之间的最短垂直距离保持在 15~25 mm 时, 字符的笔画宽度能够稳定地维持在 12 mm 左右; 字体形状美观, 结构匀称, 过渡圆滑, 不仅能够喷写阿拉伯数字, 还能够喷写英文字母和特殊标示符, 并且还能实现单行喷写和双行混合喷写.

国内所研制的喷号机或多或少都存在不足之处, 如浙江大学研制的方坯喷号机^[5]只能喷写阿拉伯数字, 字符高度调节范围较小, 为 80~100 mm, 且只能应用于小方坯; 武汉理工大学研制的热钢坯自动喷号机^[6]只能喷写 35 mm×10 mm 的字符, 且一次只能喷写 10 个字符; 而国外的喷号机价格太高, 大多数企业都无力配备. 相比之下, 本系统书写的字符大小在一定范围内可调, 且能混合喷写多种字符, 其适用性更广, 能满足目前钢坯喷涂的一般要求.

3 结 语

本文设计了一种新型的钢坯标记设备,介绍了系统的机械系统结构、控制系统结构及工作过程,并进行了实验研究.实验表明,系统运行稳定,喷涂效果良好,可广泛用于钢铁行业的热钢坯喷号.

参考文献:

- [1] 陆洪周,鲁清远,罗燕,等. 喷号机的研制与应用[J]. 连铸,2008(4):22-24.
- [2] 姜晓勇,项占琴,梁剑新. 热轧钢坯喷号机的研制[J].

工程设计,2001,29(4):191-194.

- [3] 陆笑容,陈洁. 钢板喷字机[C]//第一届全国流体动力及控制工程学术会议论文集(第二卷). 广州:机床与液压杂志社,2000:69-70.
- [4] 万兴奖,林奇青. 计算机控制热轧钢坯喷号机[J]. 机械与电子,1999(5):11-12.
- [5] 姜晓勇,孟爱华,项占琴. PLC 在热轧钢坯喷号机的应用[J]. 机电工程,2001,18(4):47-48.
- [6] 刘川. 热钢坯自动喷号机控制系统的研制[D]. 武汉:武汉理工大学信息工程学院,2008.
- [7] 靳钊,黄瑞贤,沈士杰. 精密直线导轨在热钢板喷字机三维运动的应用[J]. 科技风,2010(3):220-221.

责任编辑:常涛

(上接第 51 页)

- [2] 唐亚陆,汪文兵. 不锈钢柠檬酸钝化工艺研究[J]. 表面技术,2008,37(5):68-70.
- [3] 夏浩,周栋,丁毅,等. 304 不锈钢环保型酸洗钝化工艺及其性能研究[J]. 表面技术,2009,38(4):47-49.
- [4] 陈天玉. 不锈钢表面处理技术[M]. 北京:化学工业出版社,2004:198-237.
- [5] Murray M. Using surfactant free citric acid to passivate stainless steel [J]. Plating and Surface Finishing, 2002, 89(11):54-55.
- [6] 任东. 奥氏体和马氏体不锈钢的钝化[J]. 电镀与涂饰,1996,15(1):56-57.
- [7] Kremer L V. Improvements in passivation using citric acid formulations[J]. Surface World, 2006(3):20-26.
- [8] Gaydos S P. Passivation of aerospace stainless parts with citric acid solutions[J]. Plating and Surface Finishing, 2003,90(3):20-25.
- [9] 刘子灿. 马氏体、铁素体不锈钢无铬强力钝化液的制备方法及应用:中国,CN101760738A[P]. 2010-06-30.
- [10] 任凤英. 不锈钢钝化处理技术的应用和试验方法[J].

五金科技,2005,33(3):22-24.

- [11] 杨灵. 绿色双氧水钝化工艺[J]. 清洗世界,2005,21(6):16-19.
- [12] 马李洋,丁毅,马立群,等. 316 L 不锈钢柠檬酸钝化工艺及其耐点蚀性能研究[J]. 表面技术,2007,36(2):39-41.
- [13] 王斌,芦金柱,周培山,等. 316 L 不锈钢在高含氯乙二醇溶液中的腐蚀行为研究[J]. 材料导报:纳米与新材料专辑,2010,24(专辑 15):517-519.
- [14] 丁宝峰,吴荫顺,汪轩义,等. 316L 不锈钢无铬钝化工艺研究[J]. 腐蚀与防护,2001,22(12):520-522.
- [15] 赵麦群,雷阿丽. 金属的腐蚀与防护[M]. 北京:国防工业出版社,2002:80-83.
- [16] 姜波,张建斌,张建鹏. 低质量分数双氧水钝化技术[J]. 清洗世界,2010,26(4):15-17.
- [17] 李晟,齐达立,沈竞为,等. 锅炉酸洗钝化新工艺的试验研究及其应用[J]. 山东电力技术,1999(3):21-23.

责任编辑:周建军