



PLC 控制在 HW—LHG 型连铸火焰切割机中的应用研究

哈尔滨焊接切割成套设备有限公司 (黑龙江 150086) 薛立军 崔 玥 赵克华

摘要 本文对 HW—LHG 型连铸火焰切割机的系统结构进行了整体论述,并对 PLC 控制技术应用于连铸火焰切割机,以解决连铸生产线上铸坯的定尺长度精度测量、切割质量控制、友好人机界面的实现等关键技术进行了分析研究。

连铸方坯火焰切割机是炼钢行业方坯连铸生产线上的配套设备,用于将连续的热铸坯切割成规定尺寸的坯段。由于连铸火焰切割机要求在高温下长时间不间断运行,所以要求其具有极高的可靠性和良好的可维护性。但是,在我国现有的老式连铸火焰切割机中,多数是在美国 20 世纪 70 年代罗可普型(气动式)连铸火焰切割机的基础上设计的。由于采用了大量的机械控制和气缸传动,又没有合理的冷却手段,所以在连铸现场高温、高湿的恶劣环境中,使得可靠性和切割质量无法得到保证。我公司在吸收消化引进设备和归纳总结国内同类产品的基础上,结合多年生产数控切割机的经验,针对连铸方坯切割的特点研制开发了 HW—LHG 型连铸方坯火焰切割机,并实现了如下整机技术指标。

(1) 切割机与铸坯同步运行平稳、可靠、无滞后现象。

(2) 快速返回原点定位误差不超过 $\pm 3\text{mm}$, 快速返回速度最高可达 12m/min (可调)。

(3) 运动平稳、切割速度为 $200 \sim 500\text{mm/min}$ (可调)。

(4) 定尺测量系统工作可靠,综合定尺精度 $\pm 30\text{mm}$ 。

(5) 割缝宽度不大于 8mm , 割缝平齐无塌边现象。

一、系统结构及工作原理

HW—LHG 型连铸火焰切割机由控制系统、切割系统、冷却系统三部分组成,如图 1 所示。其中冷却系统由切割小车冷却系统、割枪-边缘探测臂冷却系统、小车导轨支架冷却系统三个分系统组

成。切割小车冷却系统由遍布于车厢底部与侧壁的冷却水箱组成。割枪-边缘探测臂冷却系统由一条单独的循环水路将割枪与边缘探测臂串联组成。小车轨道支架由方钢管制成,内通冷却水组成小车导轨冷却系统。在切割系统中割枪由变频器控制交流电机驱动,经两极涡轮蜗杆减速,输出端为四连杆机构,在带动链的高速端装有脉冲发生器。切割机与铸坯的同步运动,采用气动压臂式结构,定尺测量机构由推动气缸、测量辊和光电编码器组成。控制系统由 PLC 与变频器组成。

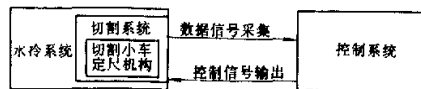


图 1 切割机系统结构图

系统工作原理如图 2 所示,首先定尺机构的测量辊被推动气缸推压在铸坯上,定尺机构发出定尺脉冲,PLC 捕捉脉冲判断出预压紧点与压紧点,发出信号使切割机开始工作,完成边缘探测、预热、切割等动作,当切割结束后压臂松开,小车返回,等待下一次切割。



图 2 系统工作原理

二、控制系统设计

1. 控制系统的硬件设计

控制系统选型的优劣直接影响到切割机的整体性能指标。既要简单可靠、可维护性强,又要满足

切割机的总体性能要求。考虑到连铸火焰切割机的控制大部分以时序为主,不需要常规数控系统所需的强大计算能力。为此经过比较、分析,最后选择以西门子 S7—200 216 型 PLC 为核心,富士变频器驱动,西门子 TD200 文本显示器为人机界面的小型控制系统如图 3 所示。S7—200 216 型 PLC 电源电压 120~230VAC,24 点输入 16 点输出,输出电流和为 10A 每组。富士变频器为 FRN5000G11S—4CX 型,额定容量 1.1kVA,额定输出电流 1.5A,电压/频率特性 320~480V、50Hz,输出频率 50~400Hz。所用电机为普通交流鼠笼电机 380V、50Hz、0.4kW。

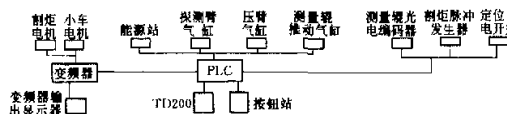


图 3 控制系统结构图

2. 软件总体结构

该系统不仅有普通的过程控制功能,还初始化了两个高速计数器用于定尺测量和切割控制。并且实现了与人机界面 TD200 文本显示器数据的实时传输。

控制软件分为程序主体块、切割过程控制块和切割速度控制块三部分。程序主体块负责程序的总体协调与初始化工作;切割过程控制块控制切割过程的全部时序;切割速度控制块控制切割过程中割炬运行速度的变化。三个程序块互相协调工作,实现对切割机的整体控制。

3. 关键技术分析

(1) 定尺的精确控制 HW—LHG 型连铸火焰切割机的定尺测量系统采用了一种新的设计思想,通过单独设计一个周长为一米的测量辊,在定尺系统工作时由推动气缸推动测量辊靠紧铸坯,测量辊在铸坯的带动下转动。辊轴水套内有一光电编码器,其脉冲输出速率为 1000 脉冲/r,在 PLC 中初始化了一个高速计数器接收光电编码器所发出的脉冲,并进行纪录。当所纪录的脉冲数(实际铸坯长度)到达预压紧定尺时,PLC 发出压臂预压紧信号,压臂预压紧在铸坯上滑动。当脉冲数正好达到定尺脉冲数时,PLC 发出压臂压紧信号,压臂压紧切割开始,高速计数器清零,开始从新计数。

由于采用 PLC 脉冲计数运算处理技术,大大提高了定尺测量的精确度,利用 PLC 控制实现了压臂的预压紧功能,将由机械传动所造成时间延迟产生的测量误差降到了最小,而且系统稳定可靠。

(2) 人机交互界面的实现 人机界面的设计除了传统的按钮站以外,还增加了切割过程数据显示模块和变频器输出显示模块两部分。切割过程数据显示模块可以实时显示与修改割枪预制行进距离、割枪实际行进距离、定尺长度、铸坯实际拉出长度及预热时间等切割数据。变频器输出显示模块可以实时显示变频器输出的电压、电流、频率和故障时的报警信息数据,并可以设定变频器的工作状态。

人机界面设计的核心是切割过程数据显示模块,通过使用西门子公司 TD200 文本显示器与 PLC 相协同工作来实现。利用程序开发平台的组态工具对 TD200 文本显示器初始化,其组态过程如图 4 所示。

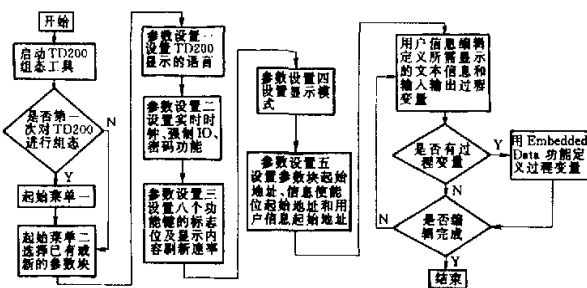


图 4 TD200 组态流程图

(3) 铸坯厚度与切割速度的匹配控制 在切割过程中由于割枪做圆弧运动,所以切割厚度是在不断变化的。这里采用了变厚度、变速度的思想,为割枪的运动设计了变速过程,依靠 PLC 与变频器互相协同实现。在割枪运动机构带动链的高速端装有脉冲发生器,当切割开始时,PLC 开始捕捉脉冲发生器所发出的脉冲,并计算出实际切割距离,利用实际切割距离与设定切割距离两个数据,经 PLC 内算法运算,得出变速点到达信息。每当一个变速点到达,PLC 发出信号,控制变频器驱动电机平滑变速,以此实现切割厚度与切割速度的匹配控制。

(下转第 12 页)

线,另1根电极线接焊枪,将热值开关2打开。

(4) 焊枪电极用2#电极。第一根钢棒放在离端部2mm外,用焊枪压住,并按下焊枪的控制开关不动并用焊枪压紧钢棒,停2s后松开开关,取下焊枪。按同样步骤焊完4根钢棒。再在两钢棒间和两端部焊上5个C-3号普碳钢球($\phi 1\text{mm}$)。

(5) 应用上述方案补焊其余两个划沟。

经打磨修平后检验,表面质量良好。经试样检验,C-3号堆焊层的硬度为256~288HV,符合HT200材料的硬度范围。

实例2:某工厂的一个仪器控制面板的冷冲模具,有一个直角棱边崩塌了13mm,塌边不平整,平均尺寸为水平和垂直方向各1.2mm。该模具材料为Cr12MoV,淬火+低温回火,表面硬度达60HRC。应用本发明技术修补规范如下:

(1) 用手砂轮修整崩塌棱边,成1.5mm×1.5mm的倒角,长度为15mm;用手扶薄片砂轮,在1.5mm×1.5mm斜坡中部靠下磨出一条深约0.20mm沟槽,最后用丙酮清洗打磨待修部位。

(2) 选用Cr-3号(即铬钢)细钢棒,尺寸为 $\phi 2\text{mm} \times 15\text{mm}$ 两根,Cr-3号球体($\phi 2\text{mm}$)2个。修补机的热值开关选择5号。

(3) 按实例1的工艺流程先补焊1根Cr-3号钢棒,然后用干净的钢丝刷(不可使用镀铜的钢丝刷)清理第一层堆焊层及相关部位,用丙酮清洗干净。

(4) 在第一层和倒角的上边之间焊补第二层,最后用研磨膏进行抛光处理。

经检验,修补质量达到要求。经试样测定,修补层硬度为59~61HRC,达到性能要求。

由上述两个实例可知,应用本技术能完成零件和模具表面局部损伤的修补,但关键的技术是必须根据损伤的形状、工作条件及性能要求,适当地选择修补材料,还需按技术要求作好预先处理的加工。

5. 结语

金属熔融合填充修补机很好的解决了工模具及金属零部件表面的砂眼、划伤、磨损等局部缺陷的修复难题,可使企业降低生产成本、提高经济效益,同时可节约资源,避免资源浪费,具有广阔的应用前景。

(20030112)

(上接第5页)

三、结语

HW-LHG型连铸火焰切割机于2000年11月通过了黑龙江省科委组织的专家鉴定,鉴定结论是该设备达到国内先进水平。经过在某钢厂三个月的现场试运转,证明HW-LHG型连铸火焰切割机达到了设计指标,系统满足了在连铸现场高温、高湿的恶劣环境下连续工作的要求。切割质量与定尺精度与现场老式罗可普型切割机相比显著提高,并且稳定可靠。但是也暴露出一些设计上的不足之处:如用电高峰期,钢厂动力电压过低影响切割机变频器功率的输出;减压阀的选择没有考虑到北方冬季的高寒气候,发生环境温度过低失效问题等。

以上问题经过改用更大功率的变频器,增加电机功率储备量,改用适应低温工作的减压阀得以解决。这说明PLC控制在连铸火焰切割机上的应用,有效地提高了连铸生产线的自动化程度,具有良好的应用前景。

(20021016)

(上接第7页)

天化防窜滚轮架的实测,其被测筒体直径为1.8m,受测端面误差为5mm,合同要求窜动量小于 $\pm 2\text{mm}$,连续2h运转,轴向窜动为零)。自适应过程的时间长短视焊件端面误差而定,对于端面误差在5mm的焊件,自适应过程在事先不用进行手动调节的情况下,大约15min后即可把窜动量限制在 $\pm 2\text{mm}$ 以内,大约经过0.5h后即可做到使焊件保持“零窜动”。

8. 控制理论的实现

再好的控制理论如果无法在实际控制系统中实现,也仅是一种在学术上的探讨而已;如果要将它制造成工业产品,还有许多困难要克服。我们是在可编程序控制器PLC上实现上述控制理论的。虽说PLC编程语句和相应的函数功能不够丰富,但从原理上说,只要具备记忆功能和判断功能,就能实现我们想要的控制算法。我们之所以选择PLC,就是因为PLC这一产品已适应于工业控制,况且它也具备计算机所应具备的一些基本功能。实践也证明了这一选择是正确的。

(20021026)