

·经验交流·

用 GE 90-70 PLC 实现加热炉步进梁的速度控制

高 红 华

(宝钢集团上海梅山有限公司 热轧板厂,江苏 南京 210039)

摘要:宝钢集团上海梅山有限公司热轧板厂原 1 号步进式加热炉的步进梁采用的是泵控系统,现场无传感器检测步进梁位移量,步进梁的动作全部靠手动操作,速度不易掌控,生产节奏也较慢。为适应生产的需要,加快轧制速度,2002 年投产的 2 号加热炉和 2007 年投产的 3 号加热炉均采用全自动控制,利用位移传感器检测步进梁的位移量,通过比例阀以及在 GE 90-70 PLC 程序中采用斜坡技术对步进梁运动进行加减速控制,达到控制步进梁运行速度的目的,实现对板坯的轻拿轻放。年产量由原来的几十万 t 发展到现在的 300 万 t,大大提高了生产节奏。

关键词: GE 90-70 PLC; 步进梁; 速度; 比例阀; 斜坡

中图分类号: TF063+.2; TP273 **文献标志码:** B **文章编号:** 1000-7059(2009)03-0059-04

Realization of speed control of walking beam in heating furnace with GE 90-70 PLC

GAO Hong-hua

(Hot Strip Mill of Shanghai Meishan Company, Baosteel Group, Nanjing 210039, China)

Abstract: Pump control system was used in walking beam control of the old No. 1 heating furnace in Hot Strip Mill of Shanghai Meishan Company. There is no sensor for detection of walking beam displacement, and walking beam was manipulated by hand, so that it is not easy to control the speed of walking beam and production rhythm was slow. To meet requirement of production and quicken rolling speed, No. 2 heating furnace was put into operation in 2002 and No. 3 in 2007. All automatic control was adopted, displacement of walking beam was detected by displacement transducer, and acceleration and deceleration control of walking beam was carried out through proportional valve and by use of slope technique in program of GE 90-70 PLC, thus, travelling speed of walking beam can be controlled and lift and release of slab can be operated lightly. Annual output of slab is developed from hundreds of thousands tons to three million tons, and production rhythm is improved greatly.

Key words: GE 90-70 PLC; walking beam; speed; proportional valve; slope

0 引言

宝钢集团上海梅山有限公司热轧板厂现有 3 座步进式加热炉,1 号加热炉运行时间最早、最长,采用的是手动操作,步进梁的运动是通过泵控来实现的,由于现场环境因素的影响,主泵零位易发生漂移,且不易调整,因此 2 号加热炉和 3 号加热炉步进梁的运动均采用阀控系统,通过 GE 90-

70 PLC 控制步进梁的所有运动。相对于泵控系统,阀控系统具有控制简单、维护方便、性能稳定等优点。

1 工艺描述

步进梁控制分为手动和自动,自动控制包括自动正循环、自动逆循环、停中位和踏步。正循环时步进梁的动作顺序是上升-前进-下降-后

收稿日期: 2008-12-08; 修改稿收到日期: 2009-03-16

作者简介: 高红华 (1978-) 女, 江苏宝应人, 助理工程师, 主要从事钢厂电气自动化相关方面的工作。

退;逆循环时步进梁的动作顺序是上升 - 后退 - 下降 - 前进;踏步的顺控就是上升 - 下降,板坯在炉内不作平移运动;停中位是把步进梁的活动梁停在与固定梁同一水平高度。在板坯较长时间停炉时,要求步进梁停在中位或进行踏步以避免板坯变形弯曲和黑印加重。

为减轻步进梁在抬起、放下板坯时对炉内固定梁机械的冲击,要求步进梁的运动速度可控。基于这种原因,采用 GE 90-70 PLC对液压站及步进机构进行控制,采用阀控的原理,通过步进梁液压缸内位移传感器的模拟量信号传到 PLC主机架内的模拟量输入模块来检测步进梁活动梁机构运动的位移,PLC根据读到的数据控制步进机构的运动速度,从而实现步进梁对板坯的轻拿轻放,使炉底机械平稳运行。

2 系统硬件结构

2.1 加热炉 PLC系统

加热炉 PLC系统配置包括:电源模块、CPU模块、底板框架、Profibus模块(VME模块)、TCP/IP Ethernet通信处理器模块、Genius总线控制模块、总线传输模块(BTM)、总线接收模块(BRM)、远程I/O扫描模块、开关量模拟量模块、分布式的 Genius I/O系统、高速计数器模块等。PLC系统分为主站和从站,主站和从站之间通过 Genius网络通信,利用 Profibus卡实现 PLC与传动装置之间的通信,一级机与二级机以及一级机之间通过以太网卡以 EGD方式通信。

2.2 步进梁控制系统

2号加热炉本体 PLC控制系统由一套 GE 90-70 PLC和现场传感器组成。其中 PLC由一个主站和四个远程站组成,步进梁控制系统由液压站远程 I/O站和主站共同完成,液压站远程 I/O柜包括 Genius总线接口单元、六块数字量输入模块和六块数字量输出模块,I/O模块负责现场的一些数字量输入/输出信号的采集,通过 Genius网络与 2号炉 PLC主站进行信号交换,步进梁位移传感器的模拟量信号送入主站的模拟量输入模板,由主站的一些智能模块来完成信号之间的转换,主站的模拟量输出模板将 PLC的给定信号输出到比例阀放大器,从而实现步进梁的控制,系统结构框图如图 1所示。

3 程序设计

整个系统的控制程序包括液压站系统和步进

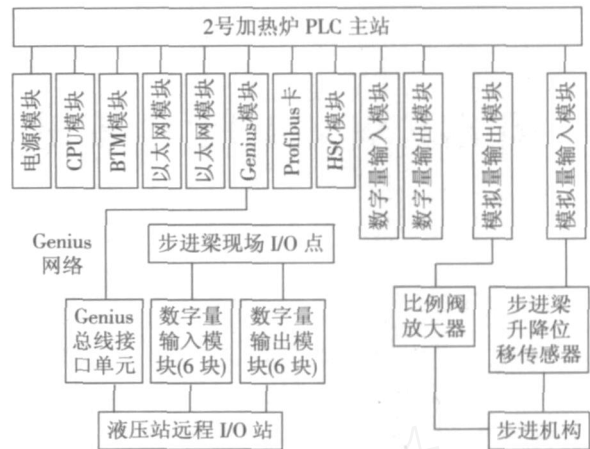


图 1 系统结构框图

Fig. 1 Diagram of system structure

梁控制系统两个部分。液压站系统由八台主泵和两台循环泵组成。通过安装在液压站系统上的检测元件,将系统压力、循环压力、油温、油箱液位和过滤器堵塞等信号送入 PLC,实现液压站系统的逻辑控制和报警功能。液压站的电磁阀用于实现步进梁的移动方向(上升、前进、下降、后退)的控制,比例阀用于对其速度进行控制。PLC根据步进梁的动作要求,输出 $-10 \sim 10$ V 的电压信号,经功率放大后转换成 $0 \sim \pm 800$ mA 的电流信号去控制比例阀的开度,进而实现对步进梁动作速度的控制。^[1]

正常情况下,由 L2 设定步进梁正循环功能。步进梁动作时与推钢机、抽钢机均有连锁,推钢机和抽钢机在原位是步进梁动作的最基本的条件。当步进梁前进总和达到最大或出炉侧激光检测器接通时,步进梁走完一个循环停止,等待抽钢。当装料空间到达时,推钢机动作,步进梁停止。下面仅介绍步进梁控制程序设计。

3.1 步进梁的位移检测

为了检测步进梁运行过程中的位置,实现对板坯的轻拿轻放的功能,共用了三个位移传感器来检测步进梁的位移量,升降两段各一个,平移一个,随着液压缸的移动,送入 PLC主站模拟量输入模块的步进梁位移传感器的读数不断发生变化。以计算步进梁平移距离为例,步进梁接到上升指令后启动,托起板坯时记下位移传感器的读数,到达前位时再记一次读数,二者之间的差值经过转换就是步进梁前进的距离。位移传感器输出到 PLC的是一个模拟量值,需要转换成步进梁前进或平移的距离,二者存在着一个换算关系,也就

是两者之间转换的一个标尺,公式如下:

$$S = (S_1 - S_2) \times C \div 1\ 000 \quad (1)$$

式中, S 为转换后的步进梁升降距离; S_1 为步进梁升降位移传感器读数; S_2 为修正值,即步进梁在下位时对应的位移传感器的读数; C 为步进梁升降标尺(步进梁升降 1 m 对应的位移传感器的读数变化值), 1 000 是坐标换算因子,将 m 转换成 mm。步进梁根据计算出的 S 值判断是否到了某个限位,每段位置采取不同的速度控制,最终达到轻拿轻放的目的。

3.2 步进梁的速度控制

由于步进梁控制方式为阀控,所以步进梁运行速度由比例阀开口度及阀两端压力差决定。压力差在调试完成后为一固定值,比例阀开口度由比例阀放大板的输入电压决定,该输入电压由 PLC 模拟量输出模板给定,在程序中改变模拟量输出给定就可以调节步进梁运行速度,见图 2。

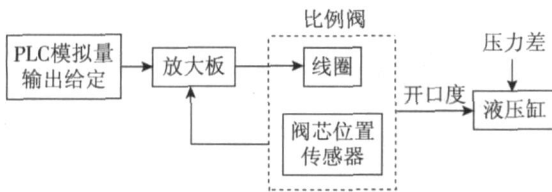


图 2 比例阀控制原理图

Fig. 2 Schematic diagram of proportion valve control

步进梁升降比例阀输出 0 ~ 10 V 的电压信号,平移比例阀输出 - 10 ~ 10 V 的电压信号,其电压的极性决定步进梁平移的方向。为了使步进梁不产生大的振动,应合理确定步进梁加减速度,即调整好放大板的输入电压。如步进梁上升托起板坯在接近固定梁时,应保持较低的速度,在升降和平移过程中接近终点时应逐渐减速停车。以上升曲线为例:步进梁上升分为四段,下位 ~ 800 mm 为 AB 段, 800 ~ 1 050 mm 为 BC 段, 1 050 ~ 1 600 mm 为 CD 段, 1 600 ~ 1 920 mm 为 DE 段。启动后,步进梁首先运行在加速段和匀速段,拐点 B 处电压为 5.8 V,程序中对应的值为 5 800 mV。此两段步进梁从静止加速到设计最高速,作上升移动;从拐点 B 到拐点 C,步进梁减速运行,电压降至 3.5 V,以低速接触并抬起钢坯,实现钢坯的轻拿;从拐点 C 到拐点 D,步进梁又加速到高速运行,电压升至 5.8 V;从拐点 D 开始,步进梁减速运行,电压降至 2.9 V,最后以较低速度到位,总行程约 200 mm,如图 3 所示。

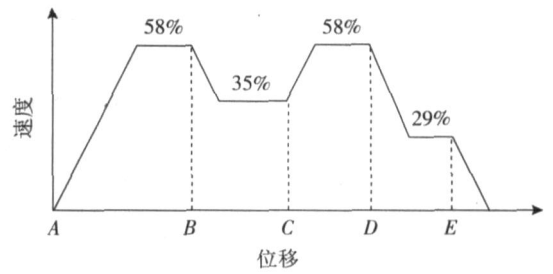


图 3 步进梁升降运动曲线

Fig. 3 Curve of walking beam s up and down movement

3.3 步进梁加减速控制的程序设计

步进梁在高速与低速之间切换时,要求有比较平缓的加速或减速过程,调节放大器上的斜坡时间电阻很难满足要求,所以在程序中动态调节放大板给定大小,即调整模拟量输出给定值的大小,用一个阶梯波模拟速度变化过程,达到调整步进梁速度的目的。步进梁在 $t_1 \sim t_2$ 时刻加(减)速运行时,放大器给定由 V_1 变为 V_2 ,在这一过程中满足:

$$V_2 = V_1 \pm a \times (t_2 - t_1) \div 0.032 \quad (2)$$

式中, V_2 为步进梁在 t_2 时的速度给定值; V_1 为步进梁在 t_1 时的速度给定值, mV; t_1, t_2 为采样时刻, s; a 为斜坡值, mV; 0.032 为 PLC 的一个扫描周期, s

式 (2) 说明在一个扫描周期 32 ms 内触发一次,放大器给定值增加(或减少)一个斜坡的值,直到达到给定值。这样就避免了由 0 直接跳到设定值所带来的冲击,减小了对步进梁的冲击和对油管的冲击力。以步进梁上升 AB 段的加速控制为例,程序流程如图 4 所示。

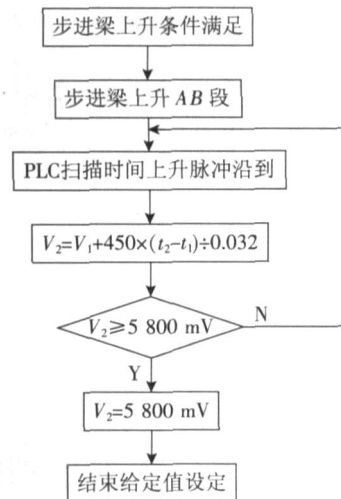


图 4 步进梁加速控制流程图

Fig. 4 Flow chart of walking beam accelerating control

图 4 中,当步进梁上升条件满足且在 AB 段上升时执行此程序,PLC 扫描时间上升脉冲沿是指每 32 ms 触发一次。为避免对步进机械产生冲击,比例阀放大板的给定输出从 0 加到 5 800 mV 约需 0.4 s,通过计算得出斜坡值 a 约为 450 mV。当给定不小于 5 800 mV 后步进梁以 5 800 mV 的速度给定匀速运动,直至到达 B 点。实际应用中,通过改变步进梁比例阀的给定值和斜坡值调节步进梁运动速度,实现步进梁对板坯的轻拿轻放功能。

4 结束语

自 2002 年投产以来,2 号加热炉运行至今基

本稳定,未出现大的问题,步进梁自动运行情况良好,故障率小于 2%。经过实践证明,步进梁比例阀控制系统设计合理、稳定性强、故障率低,能满足生产的需要。

参考文献:

- [1] 陈晓岚,胡晓波.用 PLC 实现步进梁的速度控制[J].电气应用,2006,25(6):33-35.
CHEN Xiao-lan, HU Xiao-bo. The velocity of the beam controlled by PLC[J]. Electrical Applications, 2006, 25(6): 33-35. [编辑:魏方]

(上接第 51 页)

人们认为选用 VC 方式或 DTC 方式的交流变频调速系统较为合理。特别是势能型负载的设备,须具备“励磁预置”功能,在选用交流调速系统时,必须选用 VC 方式或 DTC 方式的交流变频调速系统。如 AB 公司的 Power Flex 700、西门子公司的 6AS70 及 ABB 公司的 ACS800 等系统。

最后是风机、水泵类设备的电力拖动调速系统的选择,这类设备对调速系统的精度要求不高,其主要是基于节能的考虑,故我们认为这类设备

的调速拖动仅选用 $U/f=C$ 的正弦脉宽调制 (SPWM) 控制方式的变频器即可。若需参与流量闭环调节,即可选用电压空间矢量 (SVPWM) 控制方式的变频器。

4 结语

在无缝钢管生产线或类似生产线,特别是这类生产线的改造工程中的电力拖动调速系统的选择决策上,宜从经济、实用、维护方便、备件易购的角度出发,对性价比进行充分论证,作出对本企业最有利的判断和选择。 [编辑:沈黎颖]

(上接第 58 页)

从图 4 可以看出系统在达到温度平衡点时,加热炉温度非常平稳。通过这次对原有加热炉控制系统的升级改造,有效解决了温度滞后及受环境因素影响造成的系统反应慢、波动大等问题。

4 结论

以西门子 S7-300 PLC 为核心的加热炉温度控制系统,实现对 PD 控制参数的自整定,既保留了 PLC 控制系统的可靠性和灵活性等特点,又提高了控制系统的智能化程度,确保了模糊 PD 温度控制系统在加热炉温度控制系统中达到良好效

果。

参考文献:

- [1] 韦魏.智能控制技术[M].北京:机械工业出版社,2001.
[2] 刘普寅.模糊理论及应用[M].长沙:国防科技大学出版社,1998.
[3] 周荣富.模糊-PD 复合控制在燃烧控制系统中的应用[J].自动化信息,2006,57(1):75-79.
ZHOU Rong-fu. Application of fuzzy-PD complex control in combustion control system[J]. Automation Information, 2006, 57(1): 75-79. [编辑:魏方]

首钢大石河铁矿选矿 7 号布料小车远程控制试运行

为最大限度保护粉尘区岗位职工身体健康,给职工创造一个健康的工作环境,首钢大石河铁矿积极推进小车布料岗位远程控制项目。从 2007 年 11 月开始,他们与计控室合作,以破碎 7 号布料小车为试点开展小车远程手动控制改造试验。试验采用摄像头获取现场信息的方式,代替岗位现场监视,并通过电气改造将小车控制系统复制到远端,从而使岗位远离粉尘区。在改造过程中,有关技术人员攻关创新,解决了封闭滑线供电中断造成小车失控、8 号料斗满仓和 6 号皮带机头堵料以及自动运行等一系列问题,试验取得了初步成功,达到了操作岗位人员迁移到碎矿集中操作室进行远程操作的条件,不仅使岗位人员远离了粉尘现场,同时也为另外两辆小车改造提供了经验。该项目于 2008 年 4 月 14 日完成初步试验,进入试运行阶段。
(首钢矿业公司 党委宣传部 齐瑞普,乔玉良)