

加热炉步进液压系统设计与应用

孙冠功

(济南钢铁股份有限公司, 山东 济南250101)

摘要: 步进式加热炉炉底机械由于负载大, 对振动和定位要求高, 且液压系统具有较高的功率—质量比, 因此采用液压系统驱动。通过编码器控制系统电液比例阀的动作, 通过PLC编程设置加减速曲线, 既避免了冲击对设备造成的伤害, 又提高了系统的定位精度。

关键词: 加热炉; 步进梁; 液压系统; 定位精度

中图分类号: TG307 文献标识码: B 文章编号: 1004-4620 (2007) 05-0072-01

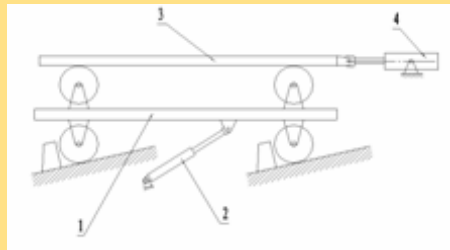
1 前言

济钢第一小型轧钢厂加热炉采用侧进侧出的双蓄热步进梁式加热炉, 步进机械动梁和钢坯总负荷为300 t, 动作周期为32~34 s。由于液压系统具有较大的功率—质量比, 并且易于实现预设动作要求, 因此采用液压系统驱动。

2 液压系统设计

2.1 机械动作要求

步进机械动梁结构示意图见图1。步进机械动梁运动轨迹示意图见图2。



1—提升框架; 2—升降油缸; 3—平移框架; 4—横移油缸

图1 步进机械动梁结构示意图

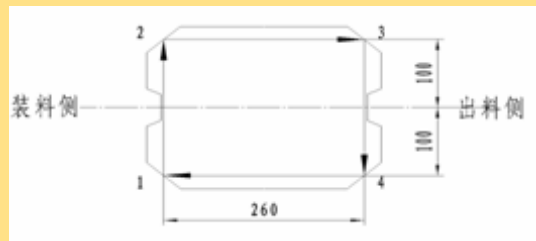


图2 步进机械动梁运动轨迹示意图

动作原理如下: 升降油缸活塞杆伸出, 步进梁由“1”点位开始向“2”点位作上升运动→平移油缸活塞杆缩回驱动平移框架前进, 步进梁由“2”点位运动到“3”点位→升降油缸活塞杆缩回, 驱动升降框架下落, 步进梁由“3”点运动到“4”点位→平移油缸活塞杆伸出, 平移框架后退, 步进梁由“4”点位运动到

“1”点位。此时，步进梁完成一个动作循环。

2.2 技术要求

2.2.1 技术参数 最大载荷300 t；步进周期32~34 s；升降油缸升、降时间各约10 s；平移油缸进、退时间各约7 s；升降油缸升、降距离±100 mm（以固定梁为基准）；平移油缸进、退距离±280 mm。

2.2.2 工艺要求 液压系统要求达到3个主要指标：1) 实现升降、平移预设速度一位移曲线；2) 运行轨迹不受载荷分配的影响；3) 液压系统可靠性高，易于维护。

2.2.3 技术难点 由于负载大，定位准确度要求高，系统运行和制动全部由油缸驱动。因此，在制定运行轨迹曲线时，需要合理地设定加速—匀速—减速曲线，既要满足运行周期和定位要求，又要尽可能降低由惯性力引起的冲击，以保护设备的运行稳定。

2.3 系统设计

2.3.1 系统分析 步进梁实现3种工艺动作：正循环、逆循环、踏步。对液压系统而言，无论执行哪种动作，该液压系统均可定义为开环速度控制系统，采用比例控制技术。步进梁的动梁在垂直和水平两个方向分别设置编码器，反映动梁垂直和水平方向的位置。升降油缸、水平油缸根据不同位置时的工艺要求，实现加速、减速、匀速，从而实现动梁对热坯的轻托、轻放，以及通过加、减速有效降低动梁因运动惯性引起的机械冲击。要保证在钢坯分布不平衡、载荷变化较大的情况下，系统能够继续按预设的动作曲线动作，保持步进梁和出钢节奏的稳定。因此，确定系统采用阀控形式。泵站为恒压源，调速型比例阀控制步进梁的动作。根据系统最低固有频率：

$$\omega_0 = (4 \times E \times A / L \times M) / 2 \times (1 + \alpha / 2) / 2,$$

式中 E 为液压油弹性模量； A 为油缸无杆腔面积； L 为油缸行程； M 为当量质量； α 为油缸有杆腔与无杆腔面积比。

通过计算，该套机械装置属于低频系统。因为系统属于开环控制系统，不存在稳定性问题。但加减速时间选择不当，系统依然会产生振动，影响系统位置精度。因此根据开环回路的原则，合理制定加减速十分必要。

2.3.2 系统设计 由于系统流量大，压力要求稳定，因此液压泵选用恒压变量泵。根据工艺要求，主控制阀选用比例阀，用以实现变速控制。同时为了保证升降油缸运行稳定，在系统中叠加了进口压力补偿器，通过液压缸A、B口的压力比较，及时调整进口压力，从而保证了油缸两侧的压差恒定，使得油缸在负载不同的情况下依然保持运行曲线和加速度曲线不变。

2.3.3 电气控制 当步进梁接到起升指令后启动，通过托钢点时自动记忆当前平移编码器的数值，然后根据步距计算出前位的平移编码器的数值，确保当步进梁下降到放钢点时本次前进的步距为给定的步距。

3 实施效果

由于该套系统采用比例换向阀对两组油缸进行控制，可以通过PLC程序对预设动作进行修改和完善，通过参数修改达到预期的目的，而不必进行硬件的修改和设备变更。设备投入运行后，步进机械运行稳定，冲击小，步进周期最快为32 s，达到了设计技术要求。在载荷分布不均衡的条件下同样能够保证步进机械按照预设的速度一位移曲线稳定运行。