

## 炼钢中间包塞棒液压伺服比例控制系统的应用

戴秀红, 白广旻, 隋艳君, 唐怀军

(济南济钢设计院, 山东 济南 250101)

**摘要:** 济钢第三炼钢厂中间包塞棒液压伺服比例控制系统采用伺服比例阀和伺服缸等, 系统设计完善, 功能齐全, 可实现塞棒位置的闭环控制, 保证了结晶器中钢水液面的稳定。

**关键词:** 塞棒; 阀组; 伺服比例阀; 闭环控制

中图分类号: TF341.1 文献标识码: B

### Application of Hydraulic Servo-proportion System Controlling Tundish Stopper on Steel-making Plant

DAI Xiu-hong, BAI Guang-min, SUI Yan-jun, Tang Huai-jun

(Jinan Jigang Institute, Jinan 250101, China)

**Abstract:** The hydraulic servo-proportion system controlling tundish stopper in No.3 steel-making plant of Jigang adopts servo proportion valve and servo cylinder, it is designed perfectly and has many functions. The system can control position of stopper on closed loop and ensures the level of molten steel steady in mould.

**Keywords:** stopper; valve manifold; servo-proportion valve; closed-loop control

## 1 前言

随着科技的进步, 以及用户对钢铁产品的质量要求越来越高, 钢铁企业都在钢铁产品的质量上攻关, 其中炼钢连铸坯的质量对轧材的质量有很大的影响。为了提高铸坯的质量, 采取了各种措施, 如结晶器液面控制、结晶器振动、软压下等。结晶器液面控制采用了涡流电磁检测液位、电气自动控制和中包的塞棒控制等技术。其中中包的塞棒控制是利用液压伺服比例控制系统, 控制伺服液压缸, 驱动塞棒升降来实现中包水口的控制。该系统具有自动、手动和紧急关闭三种功能, 在中包底部装有手动操纵杆可进行手动控制, 在故障状态下依靠蓄能器供油可完成水口的紧急关闭。

## 2 塞棒控制液压系统

### 2.1 塞棒控制液压站

塞棒控制和钢包滑动水口共用1个液压泵站, 使用难燃介质脂肪酸酯。

该泵站有2台恒压变量泵, 用一备一, 系统流量65L/min, 压力20MPa; 安全阀调压22MPa; 双筒高压过滤

器80L/min，过滤精度6 $\mu$ m，带有压力指示、远传和报警功能；压力继电器当压力油路中压力低于17MPa时报警，表明管路中压力太低，达不到系统要求工作压力，需检查系统，以防止事故的发生。

循环系统流量70L/min，压力0.6MPa；冷却器9kW，当油温低于40 $^{\circ}$ C时管路自动停止供水，当油温高于50 $^{\circ}$ C时自动开启供水；循环过滤器200L/min，过滤精度10 $\mu$ m。

油箱有效容积630L，带有数字式连续显示和远传液位计、油温计；设有高液位停止加油，低液位报警，最低液位停泵功能；油温低于30 $^{\circ}$ C时加热，高于40 $^{\circ}$ C时停止加热，最高50 $^{\circ}$ C，最低20 $^{\circ}$ C。

## 2.2 塞棒控制阀组

塞棒控制阀组见图1。

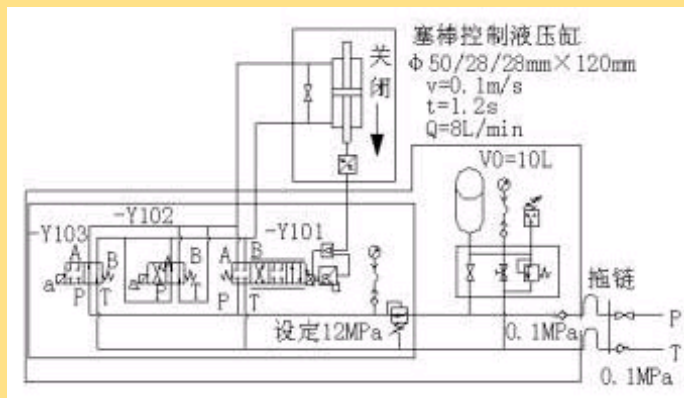


图1 塞棒控制液压阀组

2.2.1 塞棒的自动控制 该系统采用了伺服比例阀控制伺服液压缸的动作，伺服液压缸由奥地利Dorninger公司提供，通过滚轮导向的升降杆对塞棒进行控制，从而达到控制液流速度即控制结晶器内液面高度的目的。为防止钢水在塞棒上粘结，引起中包水口的堵塞，塞棒在位置调节的同时一直处于小幅低频振动状态，振动频率4Hz，振幅2mm。

塞棒控制阀组放置在中包车上，通过固定在拖链上的胶管与来自液压站的管路联结。蓄能器作应急动力源，为停电状态下塞棒的自动事故关闭提供压力油源；同时吸收管路压力脉动，降低减压阀前压力波动，提高伺服比例阀入口压力稳定性。

伺服比例阀控制液压缸的振动和移动，安装在油缸下部的位置传感器检测出油缸的位置，位置信号反馈到PLC，经过与输入指令信号比较计算，PLC通过放大器向伺服比例阀发出信号；同时伺服比例阀的阀芯位置检测信号也反馈给放大器，控制伺服比例阀的开启方向和大小，从而控制伺服液压缸动作的方向、速度和位移。其闭环位置控制方框图如图2所示。

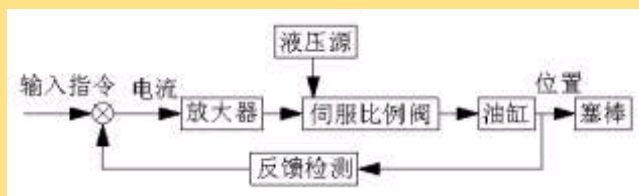


图2 塞棒位置控制方框图

伺服比例阀采用BOSCH产品，结构见图3。这是零遮盖的伺服比例阀，配备有一个比例电磁铁和一个位置

传感器。电磁铁失电时，阀处于附加的第4位，可实现断电时的安全保护。额定流量为24L/min。

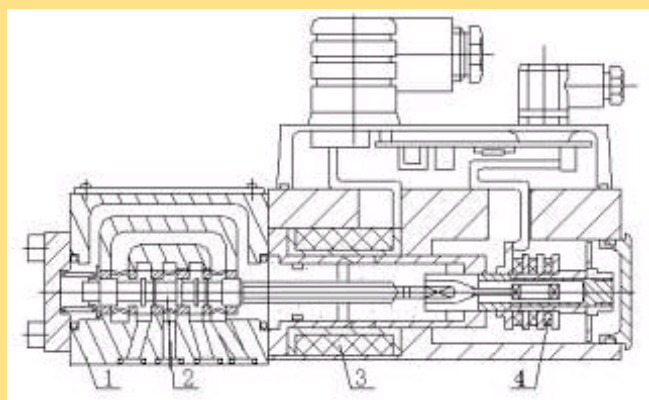


图3 伺服比例阀结构

1 阀体 2 阀芯 3 电磁铁 4 位置传感器

阀的实际流量为：

$$Q_{vx} = Q_{vnom} (\Delta P_x / \Delta P_{vnom})^{1/2} \quad (1)$$

式中  $Q_{vnom}$ —阀的额定流量（在阀单边压降为3.5MPa，输入额定电流时的流量）；

$\Delta P_x$ —阀的实际单边压降；

$\Delta P_{vnom}$ —阀产生额定流量的单边压降，等于3.5MPa。

该阀的流量特性和Bode图见图4。其中 $Q$ 为输入电流 $U_e$ 时伺服比例阀的输出流量。由图4可知，该阀额定电流下，-3db对应的幅频宽为40Hz，-90°对应的相频宽为100Hz，二者取其小值，其频宽为40Hz，完全能满足系统4Hz的低频振动要求。该阀在额定电流范围内，流量与电流成正比，没有零位死区，滞环小于0.2%，重复误差小于0.1%，响应时间小于10ms，温度漂移小于1%，能满足设备的控制精度要求。

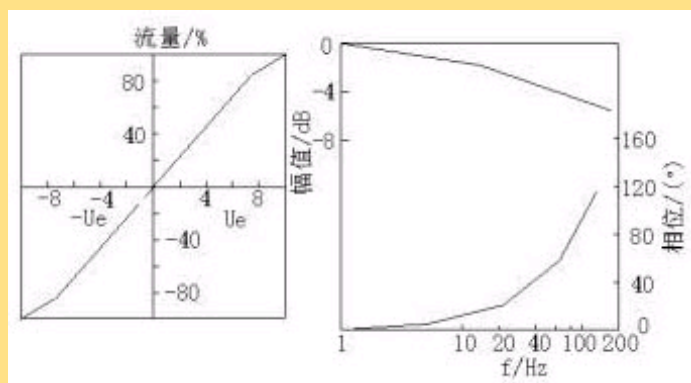


图4 伺服比例阀特性曲线

2.2.2 塞棒的手动控制 在塞棒的自动控制系统出现故障时，可以使用手动控制。图1中换向阀Y102和Y103电磁铁得电，液压缸的上、下腔油路沟通，手动塞棒机构，带动油缸随动，不会在油缸的缸腔内形成背压。保证了手动控制塞棒用力小，工作可靠。

2.2.3 塞棒水口紧急关闭在连铸机拉漏或出现其它故障时，需要紧急关闭中包水口。这时图1中所有换向阀失电，蓄能器中压力油经过Y103阀进入油缸上腔，塞棒下降，关闭水口，保证系统的可靠性，避免事故的发生。

### 3 应用效果

中包车塞棒液压伺服比例控制系统设计完善，功能齐全，能完成自动、手动和紧急关闭控制。液压阀站利用伺服比例阀代替伺服阀控制伺服缸，可以完成低频控制；阀芯为滑阀式，对系统清洁度的要求较低，而且结构简单，可以减少设备故障率，延长设备无故障运行时间，降低维修难度；伺服比例阀的价格远低于伺服阀，可以大大降低设备成本。该系统作为结晶器液位控制的主要手段，保证了结晶器中钢水液面的稳定，投用半年来，运行稳定，工作可靠，使用效果良好。

---

[返回上页](#)