

·冶金设备·

15 t 康萨克电渣炉电压摆动控制系统的改进

李宛州 王京春

林艳生

(清华大学自动化系, 北京 100084)

(冶金自动化研究设计院, 北京 100071)

摘 要 康萨克电渣炉通过控制炉电压摆动范围等效地保持电极距渣平面的距离不变, 从而保持了渣阻恒定及熔池形状不变, 以便获得高质量的电渣锭。根据对康萨克电渣重熔炉电压摆动控制原理的分析, 开发了一套新的控制系统。该系统已应用于邢台机械轧辊集团铸钢分厂康萨克 15 t 电渣重熔炉, 6 个月运行结果表明, 电渣炉电压摆幅控制在 ± 2.5 V, 电渣锭表面质量良好, 部分指标甚至优于原康萨克的电控系统。

关键词 电渣重熔 电压 摆动控制 渣阻

Development of Voltage Swing Control System of 15 t Consarc ESR Furnace

Li Wanzhou and Wang Jingchun

(Department of Automation, Tsinghua University, Beijing 100084)

Lin Yansheng

(Automation Research Institute of Metallurgical Industry, Beijing 100071)

Abstract It is available for Consarc ESR furnace through control of swing voltage to keep the distance between electrode and slag surface unchanged, in order to keep the shape of remelting pool unchanged during remelting and get high quality ESR ingot. Based on analysis of voltage swing control principle for Consarc ESR furnace, a new control system has been developed which has been serviced for a 15 t ESR furnace at a foundry of Xingtai Metallurgical Roller Group for 6 months. The results showed that with using the new control system, the voltage fluctuation of ESR furnace was controlled within ± 2.5 V and the surface quality of ESR ingot was excellent, some indexes were better than that of original one.

Material Index ESR, Voltage, Swing Control, Slag Resistant

康萨克电渣炉(表 1)^[1]采用熔速控制, 具有电子秤称重结构。因为电渣炉自耗电电极熔化速率由输入熔池的热流量 $Q = 0.24 RI^2$ 决定^[2], 已知熔速工艺曲线, 让渣阻 R 保持恒定, 调节电流 I

使实际熔速按给定工艺曲线递减最为方便。

康萨克电渣炉控制自耗电电极的升降, 使其与渣面保持合理的距离, 等效于渣阻恒定^[3]。

1 康萨克电渣炉摆动控制原理

康萨克电渣炉摆动控制系统(图 1)的关键是来自电网的电压波动幅值 ΔU_0 和炉口电压摆动幅值 ΔU_L 等一次信号的提取。因为摆动信号的幅值变化中包含有电网波动成分, 要精密测量因渣阻变化产生的摆动幅值变化信号, 就必须剔除其中由电网波动引起的干扰信号。

摆动参考电压 ΔU_R 设定了来自炉口的摆动幅值信号的作用大小。它和摆动电压相减得到摆动幅值的变化量 $E_i = \Delta U_R + \Delta U_0 - \Delta U_L$ 。因为参考电压设定的是自耗电电极距离渣液面的距离大小, 则 E_i 就是该距离的偏差。PID 积分器时间常数 $\tau_i = 10$ s。其比例增益 $K_p = 1$ 。

采用模拟电路可以实时抑制电网波动。因为最新的 PLC 系统其 DB 主模块一次循环时间也需

表 1 康萨克电渣炉主要技术参数

Table 1 Main technical parameters of Consarc ESR furnace

编号	名称	参数
1	最大熔炼能/t	16
2	变压器容量	10 kV/4 160 V 2 415 kVA
3	熔炼变压器容量	4 160 V/90 V 3 150 kVA
4	最大熔炼电流/A	350 000
5	动力电源	3 相 380 V
6	钢锭重量/t	15 13 10.5
7	结晶器尺寸/mm	$\Phi 110 \times 2\,700$ $\Phi 1060 \times 2\,700$ $\Phi 960 \times 2\,700$
8	电极尺寸/mm	$\Phi 800 \times 4\,000$ $\Phi 740 \times 4\,000$ $\Phi 680 \times 4\,000$
9	钢锭尺寸/mm	$\Phi 100 \times 2\,150$ $\Phi 1030 \times 1\,998$ $\Phi 930 \times 1\,980$
10	渣料消耗/kg	680 560 445
11	电极行程/mm	3 000
12	电极进给速度/mm·min ⁻¹	(DC)最大 150 (AC)最大 1 450
13	假电极尺寸/mm	$\Phi 340 \times 1\,200$
14	计算机型号	486

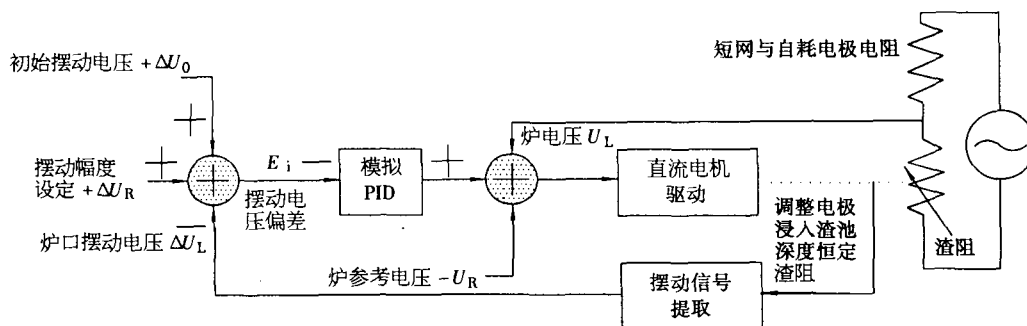


图1 康萨克电渣炉电压摆动控制结构

Fig. 1 Voltage swing control structure for Consarc ESR furnace

数毫秒,而且模拟输入模块是多通道共用一个A/D转换器,相邻通道转换时间差至少在20 ms(西门子SSM331),不能在同步抵消摆动电压中的电网波动成分。或者采用同步A/D采样技术获取同一时刻的电网波动与摆动电压测量值,它们之间完全没有相位差。或者采用模拟电路形式,通过运放输入端的实时相减抵消摆动电压中的电网波动成分。电路通过求和放大器对PID、炉电压 U_L 和炉电压参考设定值 $-U_R$ 三者求和。炉电压参考设定值 $-U_R$ 的作用是与炉电压相减之后取出炉电压中的波动成分。进而驱动升降杆上的自耗电电极在渣池中上下运动。

随着熔炼过程中自耗电电极不断的熔化,熔炼电流在递减,炉口电压随之下降,但工作中炉电压参考设定值是不变的,由于炉口电压下降,造成求和放大器输入的变化,可以被积分器的输出所抵消。因为积分器的输出是一个过程信号,一直在跟踪电极位置的变化造成的摆动幅值的变化。

2 系统改造

邢台机械轧辊集团铸钢分厂15 t电渣炉引进于上世纪90年代中期,长时间运行造成设备老化,电控系统经常出现故障。根据摆动控制原理,重新设计了一体化的摆动控制系统如图2,并且所有器件都来自国内采购或制造。

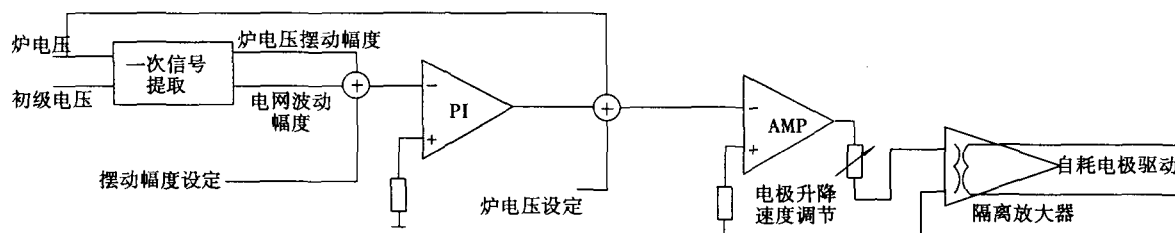


图2 新的一体化的电压摆动控制结构

Fig. 2 New integral voltage swing control structure for Consarc ESR furnace

分析表明,原系统的一次信号电路中二次滤波环节的隔直电容老化所产生的输出漂移是造成系统控制误差明显加大的主要原因,为此设计了温度补偿支路,以及选用优质钽电容代换原系统的普通电容。同时,将原系统的隔离放大器型号从ISO101改为ISO122,电路增加一个DC/DC模块,在1 500 VAC绝缘指标和0.02%精度条件下,器件成本不到原系统的1/4。

3 使用效果

本项目改造后的新系统投入运行半年以来,脱模之后的结晶钢锭不但保持了外表面光滑,渣

皮薄而均匀的特性。并且在重熔过程中的抗干扰能力也明显提高。使用新系统后,电渣炉炉电压摆动幅度始终控制在 ± 2.5 V。

参考文献

- 李宛州,王京春.邢台冶金轧辊集团康萨克电渣炉电控系统设计说明书.清华大学自动化系,2004.12
- 尧军平,耿茂鹏,马新生,等.调整功率对电渣重熔(ESR)熔池深度的影响.特殊钢,2004,25(3):23
- 马善凯.关于电渣炉表面摆动控制问题的研究.东北重型机械学院学报,1995(6):111

李宛州(1958-),男,博士,副教授,副所长,自动化研究。

收稿日期:2005-04-18