

电渣重熔渣料全自动烘烤装置的设计与应用

张东泽¹ 邓鑫^{2*} 张子娟¹ 高明昕²

1 中钢集团邢台机械轧辊有限公司 河北邢台 054000; 2 辽宁科技大学电子与信息工程学院 辽宁鞍山 114051

摘要: 为了防止电渣钢锭的氢含量过高, 电渣重熔所使用的渣料都需要进行高温烘烤, 去除渣料中存在的结晶水。传统渣料烘烤设备费时、费力、效率低下。本文设计了一套基于PLC控制系统的全自动电渣重熔渣料烘烤装置, 具有全自动上料、烘烤、渣料称重、出料和数据库记录, 等功能, 实际应用证明: 本装置实现了全自动化控制, 烘烤最高温度为400℃, 渣料称重精度达到0.1kg, 节省人力67%。

关键词: 电渣重熔, 渣料烘烤, PLC控制

电渣重熔冶金中, 渣料起着极为重要的作用, 主要体现在: 为自耗电极提供热量使其熔化; 吸附夹杂物提纯重熔钢锭; 渣皮起到隔热、绝缘、成形等作用^[1]。为了避免渣料中结晶水的存在, 使重熔过程中渣池氢氧等成分含量过高, 导致重熔钢锭出现白点等缺陷, 在渣料使用之前必须进行烘烤。目前大多数使用的仍然是传统的台车式电阻炉进行加热烘烤^[2], 烘烤不够均匀, 出装渣料过程依靠人力操作天车完成, 耗时长, 还会造成渣料的过程损失, 而且存在烫伤操作人员的风险。

本文设计了一套基于PLC控制系统的全自动电渣重熔渣料烘烤装置, 具有全自动上料、烘烤、渣料称重、出料和数据库记录, 等功能, 进而解决以上问题。

一、本装置的机械设备设计

本装置的机械设备由加料小仓、旋进式上料机、滚筒式电加热炉、取料小车等组成, 可实现渣料自动上料、取料、烘烤功能的主要设备。本装置的主要驱动方式有变频驱动和伺服驱动两种: 变频驱动主要应用于炉体姿态控制、上料机调速等功能, 依靠交流电机进行驱动控制; 伺服驱动主要用于运渣料小车的定位控制, 依靠交流伺服电机进行驱动控制。本装置的机械设备示意图如图1所示。

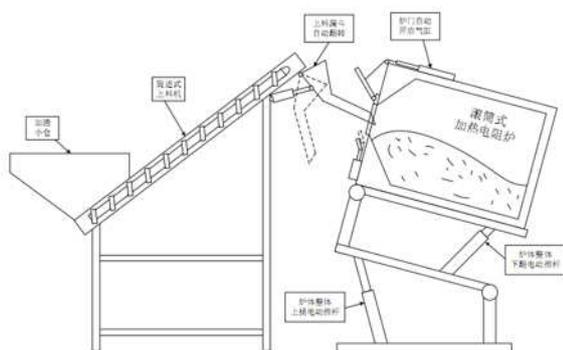


图1 本装置的机械设备示意图

二、渣料全自动烘烤装置控制系统设计

1. 本装置控制系统概况

本装置的控制系统主要由西门子1200PLC (1214CPU)、研华工控机、山特UPS、电度计量、PLC柜, 控制软件(对接上级MIS系统)等组成。主要生产工艺要求是电渣重熔渣料的全自动上料、烘烤及出料过程, 可实现渣料按照预制的生产调度, 全自动上料、烘烤和出料。总体装置能满足下列控制功能: 小仓自动上料; 大仓自动烘烤保温; 实时记录烘烤过程数据; 全自动控制上料、出料和称重; 小车自动运送渣料至指定工位; PLC控制系统全过程数据记录; 数据库与上级管理系统对接等功能。

2. 控制系统结构设计

PLC控制系统采用上、下位机二级监控系统, 下位机配置PLC, 上位机配置研华工控机, 对上料、烘烤、取渣、称重、运送过程进行全自动控制。本控制系统以PLC为核心控制器, 负责信号检测和所有过程的逻辑控制、物理量采集以及故障诊断, 实现上、下渣料和运送等动作的实时控制。全部数据都可上传至上一级生产管理系统, 并可以从上一级生产管理系统中读取工艺参数和生产调度信息。

PLC采用德国西门子公司公司的1200系列产品^[3], 结合先进的现场总线(Profibus-DP)通讯协议, 将PLC、各个驱动控制器、称重仪表以及上级管理系统连接起来。发生故障停电时, 控制系统采用UPS供电, 并实现在线转换, 后备供电时间15分钟。控制系统结构示意图如图2所示。

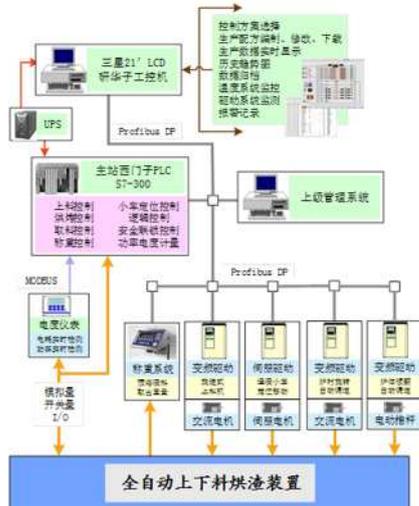


图2 电渣重熔渣料全自动烘烤装置控制系统结构示意图

三、渣料全自动烘烤装置控制流程设计

1. 上料

将渣料倒入加渣小仓中，旋进式上料机将渣料提升至上料速度连续可调，通过旋进式上料机将渣料提升至指定高度，炉门自动开关，炉体可上扬，通过上料漏斗翻转装置输送至加热炉内，以备烘烤。

2. 烘烤和取料

滚筒式电加热炉主要由电加热炉、驱动装置、加热控制柜、区域温度检测及控制系统等部分组成。该装置配置全自动PID加热工艺控制系统，对电加热炉的电流、电压和功率进行实时计量，并将数据传送到监控系统数据库。滚筒式电加热炉炉门可自动开关，炉体可向下倾翻，且可以通过调节驱动炉体下倾速度进而控制出渣速度，取出的渣料通过电磁振动导料槽送至接料漏斗。滚筒式电加热炉的渣料烘烤过程按照预制工艺曲线进行烘烤。完成烘烤后，电加热炉可继续加热保温。

3. 称重和运料

经过控制系统的计算，只要加热炉内还有足够的渣料，即可进行取料操作。称重系统的渣料称重精度达到0.1kg，并安装在运料小车上，运料小车采用伺服电机实现高精度定位控制，可满足为多台电渣炉使用渣料的需要。当运渣小车渣斗内的渣料重量达到设定时，控制系统将停止加料，完成一次称重取渣。运渣小车将根据生产调度的数据运输渣料至指定位置，并倾翻渣斗，倒出渣料。最后，将车载渣斗翻回，运渣小车返回电磁振动导料槽下方，等待下一次工作指令。

4. 剩余渣料处理

剩余渣料处理设备包括：振动给料槽旋转工作平台、余料输送接渣漏斗、余料输送管等。当运渣小车内渣料重

量达到设定值的95%后，首先关闭炉门，然后将炉体翻转回水平位置，同时停止给料槽出料，再将振动给料槽工作平台旋转至余料输送接渣漏斗上方，启动振动给料槽，将剩余渣料送至加渣小仓，待循环使用，避免浪费。

渣料全自动烘烤装置整个的工艺控制流程图如图3所示。



图3 电渣重熔渣料全自动烘烤装置工艺控制流程图

四、全过程监控管理系统设计

上位机管理监控组态界面选用WinCC软件，通过SIMATIC S7 Protocol Suite 驱动程序^[4]使PLC内部控制数据和WinCC进行通讯，并设计实现了以下功能：

(1) 全过程记录仓内实时工况

上位机记录炉内三个加热区的设定温度、实时温度、仓内剩余渣料重量、小车取渣重量等都可以在趋势内实时查看和历时追溯。

(2) 设定加热工艺数据

操作者可以在上位机通过键盘和鼠标对加热过程的工艺数据进行填写、更改和下载到仪表中执行，仪表通过与PLC进行通讯，使设备按照设定的工艺参数进行全过程自动烘烤，实现设备一键化操控。

(3) 在线监控各个设备的运行状态

实时主画面主要监控了加热炉体、小车、料斗、炉罐、提升机等主要设备的运行状态进行在线监控，便于检修人员以及操作人员远程操作及监控，提高工作效率。

(4) 故障报警

在装置的运行过程中，可以记录并保存上位机界面出现的所有报警。

(5) 渣料出炉记录报表等功能。

上位机为研华工控机配备21寸三星 LCD 显示器，整套装置操作方式分为本地手动和远程自动两种，远程自动操作距离为70米。对渣料称量、烘烤工艺、出装炉时间实行自动实时记录，取代之前的手动记录，实现工序控制过程历史查询。上位机监控系统部分界面如图4所示。



图4 本装置上位机监控系统部分界面

五、生产应用

对电渣重熔渣料全自动烘烤装置所烘烤的20炉渣料，烘烤最高温度为400℃，进行了粒度和水分的随机抽检，烘烤后的渣料状态为：颗粒度在1~11mm范围内，水分含量≤0.05%。

表1 抽检使用装置烘烤后20炉的粒度结果统计

粒度/mm	[1-3)	[3-5)	[5-7)	[7-9)	[9-11]	合计
炉数	2	5	8	4	1	20

表2 抽检使用装置烘烤后20炉的水分结果统计

水分/%	[0-0.01)	[0.01-0.02)	[0.02-0.03)	[0.03-0.04)	[0.04-0.05]	合计
炉数	8	9	2	1	0	20

根据实际应用情况，可知在使用该装置烘烤后的渣料粒度和水分均在工艺要求范围内；电渣锭表面质量较好，表面无明显渣沟波纹等缺陷；渣皮厚度均匀，自然脱落，渣冒厚度适中，无白点缺陷。

六、总结

(1) 设计完成了一套基于PLC控制系统的全自动电渣重熔渣料烘烤装置，实现了渣料一键式智能操作；

(2) 全过程只需要一个人操作，节省人力67%，并且基本没有渣料损失；

(3) 渣料烘烤最高温度为400℃，渣料称重精度达到0.1kg；

(4) 烘烤后的渣料颗粒度在1~11mm范围内，水分含量≤0.05%，电渣钢锭质量稳定。

参考文献：

[1]李正邦，电渣冶金理论与实践[M].冶金工业出版社,2010.

[2]倪强，解文书，5m×13m大型全自动台车式加热炉的研制与应用[J].工业炉,2007,29(6): 20-22.

[3]王晓瑜，基于SIMATIC S7-1200 PLC、WINCC和VVVF的电梯监控系统设计与仿真[J].自动化技术与应用,2018,37(9):81-84.

[4]西门子，SIMATIC HMI WinCC V7.0 SP1 MDM - WinCC: 通信系统手册[M]. 西门子(中国)有限公司,2008.