

蓄热式加热炉点火控制系统

梅 鏖, 王景存, 张 梁

(武汉科技大学 信息科学与工程学院, 武汉 430081)

摘要: 针对硅钢退火工序中传统加热工艺的能源利用率低、污染程度高、组网复杂、监测灵活性差等问题, 在充分研究蓄热式加热炉及配套的点火控制器工作原理的基础上, 设计了一套可以远程监测和管理的点火控制系统; 利用 PT100 温度传感器采集烟道温度数据, 单片机 C8051F060 作为数据处理核心, 将多台点火控制器与上位机进行组网通信, 通过数码管和按键进行人机交互, 配合温度检测和煤气阀门控制电路, 实现控制烧嘴合理运行; 结果表明, 各个点火控制器能够实时与上位机通讯, 吹扫、交替点火、正常燃烧等步骤能够正常进行, 减少了报警状态下的人工干预, 降低了劳动强度; 本系统成本较低, 可拓展性强, 易于安装和维护, 已经投入实际生产中, 并取得良好的效果。

关键词: 蓄热式加热炉; 温度传感器; 单片机; 组网通信

An Ignition Control System of Regenerative Heating Furnace

Mei Biao, Wang Jingcun, Zhang Liang

(College of Information Science and Engineering, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430081, China)

Abstract: For traditional heating process in silicon steel annealing process, such as low of energy efficiency, high of pollution degree, complex of networking, poor of monitoring flexibility. In the full study of regenerative heating furnace and the ignition controller on the basis of the principle of form a complete set, designing a set of remote monitoring and management of fire control system. Using PT100 temperature sensor to gather flue temperature data and microcomputer C8051F060 as the core of data processing, making more than one ignition controller network communication with PC, and interacting human through digital tube and buttons. Cooperate with temperature detection and gas valve control circuit, making control burner operate reasonable. Results show that various ignition controller can communicate with PC real-time. At the same time, proper steps such as purging, turning the ignition and normal combustion can run. Reducing manual intervention and the labor intensity. The system cost is low, expansible and easy to install and maintain, has devoted in the actual production, and achieved good effect.

Keywords: regenerative heating furnace; temperature sensor; single chip microcomputer; network communication

0 引言

随着煤炭等不可再生资源的减少, 加之雾霾天气的频繁出现, 人们都意识到节约能源、保护环境已刻不容缓, 而钢铁作为耗能巨大的行业之一, 能否做到节能减排将对整个生态环境产生重大影响。蓄热式加热炉利用余热回收装置, 交替切换空气与烟气, 使之流经蓄热体, 充分的利用高温烟气的物理热, 提高了整个设备的热量利用率、节约了能源 (一般为 20%~80%), 同时减少了 CO₂ 和 NO_x 的排放。本控制系统利用网络对整个硅钢轧制过程温度的监控, 通过软件对每台点火控制器的状态、排烟温度, 交替点火时间的调节, 使操作人员能够远程实时修改相关参数, 从而实现燃料的充分利用。

1 系统组成及原理

对于单台点火控制器而言, 其控制系统由温度检测电路, 控制电路, 通信电路组成, 他们在物理上相互独立, 在控制逻辑上相互关联^[1]。整个点火控制系统组成框图如图 1 所示。

温度传感器 PT100 对排烟道的温度进行检测, 经过调理电路把输出的模拟信号进行放大, 转换成数字信号传送给单片

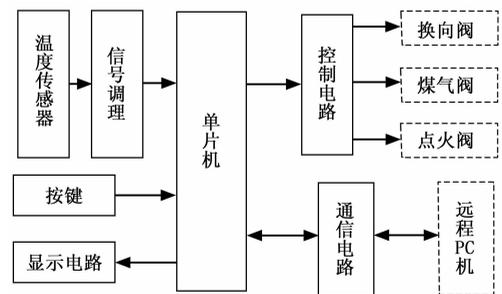


图 1 系统组成框图

机进行处理, 单片机通过对温度信号的分析, 合理的控制煤气阀、点火阀、换向阀的动作, 有条不紊的执行加热工艺流程的各个步骤。如此同时 PT100 把采集到的温度实时地显示在显示面板上, 通过按键对点火控制器进行复位、烘炉、修改参数等操作。若点火控制器挂在 RS485 总线上通信, 则能与远程 PC 机通信。

2 硬件设计

2.1 温度检测模块

在本系统中, 点火控制器的温度数据由传感器 PT100 采集调理和模数转换后由串口将数据传输到终端节点^[2]。为了减小整个系统检测环境中导线电阻引起的测量误差, 本设计采用三线制接法, 即在热电阻元件的一端接两根引线, 另一端接一根引线, 具体电路图如图 2 所示。

收稿日期: 2015-11-05; 修回日期: 2015-12-04。

作者简介: 梅 鏖(1989-), 男, 湖北省孝感市, 硕士研究生, 从事嵌入式系统及其应用方向的研究。

王景存(1963-), 男, 教授, 从事嵌入式系统及其应用和计算机控制方向的研究。

值。若超温, 则显示超温报警, 并返回到吹扫步骤中, 否则进行第 3 个判断。最后判断实时排烟温度是否大于设定温度值, 若大于, 则进入正常燃烧步骤, 否则回到交替点火步骤中继续执行。程序执行正常燃烧步骤时与上述过程类似, 需要进行超温判断并将实时排烟温度与设定温度值比较^[6]。不同的是, 如果实时排烟温度大于设定温度值, 则继续执行正常燃烧步骤; 如果实时排烟温度小于设定温度值, 则执行交替点火步骤。程序流程图如图 6 所示。

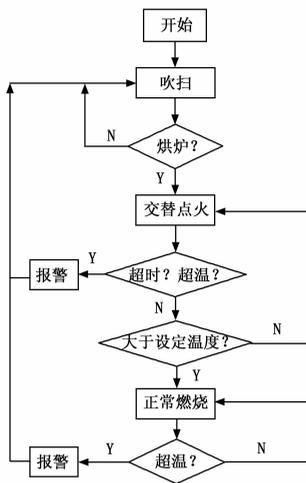


图 6 加热工艺程序流程图

3.2 通信电路的设计

将多台点火控制器挂在一条总线上, 通过时分复用方式进行通信。上位机每隔 1 秒钟向总线上发送一包数据, 数据包的格式如图 7 所示。

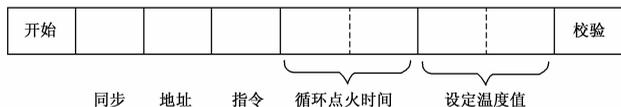


图 7 数据包格式一

其中:

第一个字节为数据包的开始字节 0xfa。

第二个字节为同步信号 0xf5, 所有的点火控制器都调整到同一时间基准。

第三字节为通信地址号, 每台点火控制器的通信地址号均不相同, 范围 1~36。

第 4 个字节为指令代码, 0xf1 表示复位, 0xf2 表示烘炉。

第五和第六个字节为循环点火时间, 范围为 10~9999 分钟, 两个字节均为百分制。

第七和第八个字节为设定温度值, 范围为 60~280 ℃, 两个字节均为百分制。

第九个字节为通信校验位, 旨在验证数据包的正确性。

如图 8 所示, 当点火控制器接收到来自上位机的同步信号后, 立即进行时间基准调整, 使通信时间起点统一。当到达本机的时间片段时, 也就是过了本机通信地址号 * 10 ms 后, 开始发送 14 个字节的数据包。发送完毕即完成此次通信。

4 试验结果与分析

经过多次的改进与优化, 本系统已经投入使用。在稳定的

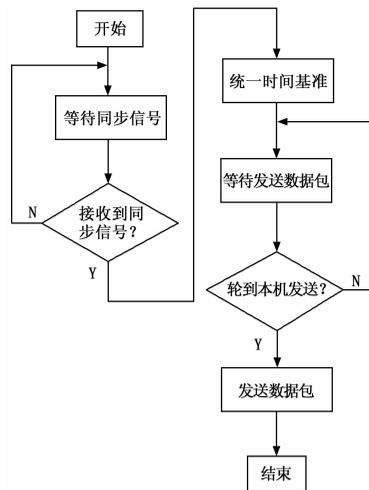


图 8 发送程序流程图

状态下, 记录点火控制器的运行状态, 并对温度和通信性能进行测试, 如表 1~2 所示。

表 1 运行状态下的温度测试

| 主阀 | 开 | 关 | 开 | 关 | 开 |
|----------|------|------|------|------|------|
| A \ B 通道 | A | A | B | B | A |
| 设定 T | 116 | 99 | 144 | 45 | 163 |
| 实测 T | 90 | 110 | 98 | 100 | 120 |
| 运行状态 | 正常燃烧 | 交替点火 | 正常燃烧 | 超时报警 | 正常燃烧 |

表 2 通信性能测试 (数据包)

| | | | | | | |
|------|-----|------|------|------|------|------|
| 发送包数 | 600 | 1200 | 1800 | 2400 | 3000 | 3600 |
| 接收包数 | 600 | 1200 | 1799 | 2396 | 2994 | 3592 |

5 结束语

本课题在充分研究蓄热式加热炉及配套的点火控制器工作原理的基础上, 设计了符合硅钢加热工艺流程的点火控制器^[6]。点火控制器以 C8051F060 单片机为数据处理和控制核心, 采用 PT100 温度传感器对排烟温度进行检测, 单片机根据排烟温度控制阀门的动作以达到控制烧嘴合理运行的目的。此外, 通过数码管和按键进行人机交互, 数码管显示实时排烟温度、报警状态、工作状态等信息, 按键能够实时修改相关参数等设置。

参考文献:

[1] 葛京鹏. 蓄热式烟气冷凝余热回收装置实验研究 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2011.
 [2] 杨红光. 蓄热式钢包烘烤器的设计及关键技术问题的研究 [D]. 沈阳: 东北大学, 2008.
 [3] 李宏洲, 赵 博, 武美玉等. 蓄热式加热炉节能生产实践 [J]. 河北企业, 2013 (1): 86-87.
 [4] 卢健儿, 左希庆. 基于 PLC 与组态王的轧钢蓄热式加热炉集散控制系统 [J]. 电气时代, 2007 (9): 66-68.
 [5] 方帅领, 王文胜. 蓄热式燃烧节能技术在熔铅锅上的应用 [J]. 有色冶金节能, 2012 (4): 32-33.
 [6] 汤 燕. 主变温度常见故障分析 [J]. 科技信息, 2010 (33): 10355.