

工业退火炉温度控制系统设计

Design for Industrial Annealing Furnace Temperature Control System

冯海涛 李界家

Feng Haitao Li Jiejia

(沈阳建筑大学信息与控制工程学院, 辽宁 沈阳 110168)

(School of Information and Control Engineering, Shenyang Jianzhu University, Liaoning Shenyang 110168)

摘要: 本文设计了一种工业退火炉温度控制系统, 针对连续燃烧和继电控制方式的缺点, 采用 PLC 作为控制器, 应用神经网络 PID 控制策略, 提高了温度控制的精度和系统运行的可靠性。

关键词: 退火炉; 脉冲燃烧; PLC; 神经网络 PID

中图分类号: TP273

文献标识码: B

文章编号: 1671-4792-(2010)5-0197-02

Abstract: For the shortcomings of continuous combustion and relay control mode, this paper designs a kind of industrial furnace temperature control system, using PLC as the controller, and using NNPID as the control strategy. It can simplify the combustion control and temperature control systems greatly, and significantly improved the precision of temperature control.

Keyword: Annealing; Pulse Combustion; PLC; NNPID

0 引言

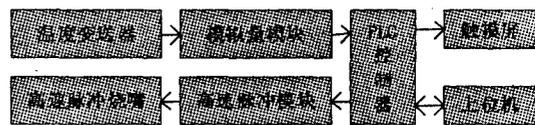
退火炉温度控制系统受诸如高温、灰尘、震动、电磁干扰等影响, 为解决上述问题, 须采用新型的燃烧控制方式和可靠稳定的控制策略。故本文对工业退火炉温度控制系统的设计具有重要现实意义和实际应用价值。随着工业炉的迅猛发展, 脉冲式燃烧控制技术应运而生, 取得了良好的控制效果。本文采用脉冲燃烧控制方式和神经网络 PID 控制策略, 提高了温度控制的精度。

1 退火工艺与脉冲燃烧控制

退火是将金属工件缓慢加热到一定的预定温度, 保持足够时间后, 以适宜速度冷却的一种金属热处理工艺。一般可分为升温段、保温段和降温段三个过程。脉冲燃烧控制采用的是一种间断燃烧的方式, 使用脉冲宽度调制技术, 通过调节燃烧时间的占空比实现窑炉的温度控制。退火温度控制由升温、保温、降温阶段组成。升温段为典型的线性升温过程, 预定温度为 960℃; 保温段为恒温过程, 保温约 20 分钟; 之后降温, 降温段先后分别采用速降与炉冷降温手段。针对这一退火过程, 采用了神经网络 PID 控制策略。

2 温度控制系统硬件设计

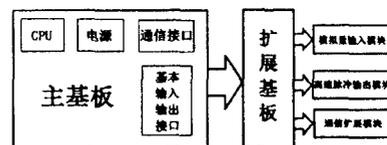
温度系统硬件结构如图一所示。本设计选用三菱 FX 系列 PLC 作为温度控制系统的主控制器。温度控制系统其输入模块的输入为模拟量, 用于输入温度变送器的模拟量信号



图一 温度系统硬件结构图

(温度检测值); 其输出模块的输出为高速脉冲信号, 用于输出 PLC 发出的数字信号(高速脉冲), 控制高速脉冲燃烧嘴, 以达到温度控制的目的。

PLC 控制器组成如图二所示。主基板上的通信接口(RS485)可以与上位机通信, 实现就地或远程上位机监控; 扩展基板也可以扩展通信接口, 连接 CRT 或者触摸屏, 实现就地或远程控制。

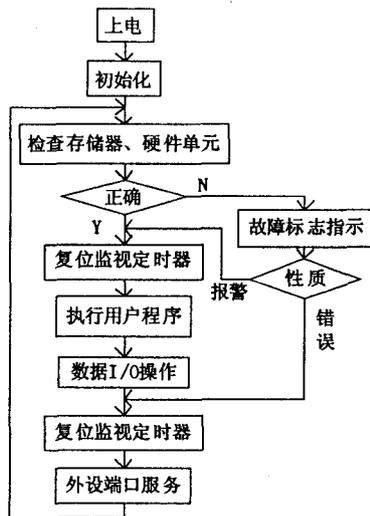


图二 PLC 控制器组成

3 温度控制系统软件设计

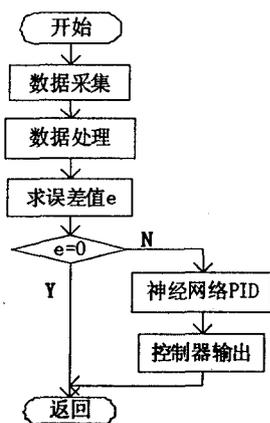
如图三所示, 为 PLC 系统执行流程, FX 系列的 CPU 采用分时操作的原理。本设计软件系统的整个扫描过程可以概括

地归纳为上电初始化、一般处理扫描、数据 I/O 操作、用户程序的扫描及外设端口服务五个阶段。每一次扫描所用的时间称为一个工作周期或扫描周期, PLC 的扫描周期与硬件特性和用户程序的长短有关。本系统根据程序设计容量, 所选 CPU 扫描周期为 150ms。



图三 系统软件流程图

用户程序如图四所示, 三菱 FX 系列可以采用过程控制模块、功能指令和自编程序等三种方法来实现闭环控制。本设计采用第三种方法, 即自编程序实现神经网络 PID 控制策略。

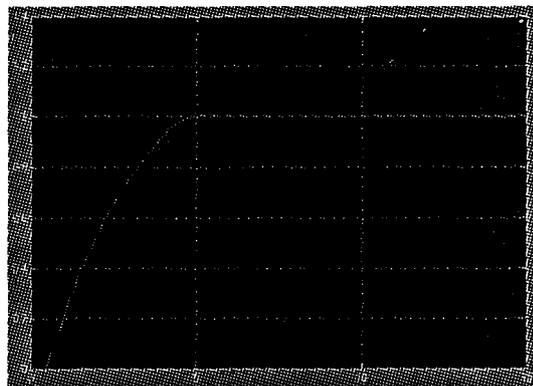


图四 神经网络 PID 控制结构图

PLC 在下一扫描周期读取温度测量值。此时的温度值作为测量值, 工艺曲线要求的温度值作为给定值, 计算结果作为输出决策, 直接送高速脉冲输出模块, 作为脉冲输出模块的设定值, 进行脉冲输出调整。调整后的高速脉冲驱动高速脉冲烧嘴, 控制炉内温度。

4 系统仿真

如图五所示, 系统进行了 MATLAB 仿真实验。从图中的阶跃响应曲线可以看出, 控制系统反映迅速, 且没有超调, 系统稳定, 达到了设计精度要求。



图五 MATLAB 仿真示意图

5 结束语

本文对工业退火炉温度控制系统进行了设计, 采用 PLC 控制脉冲燃烧, 针对特定的退火工艺, 运用了在线性系统有广泛应用的神经网络 PID 控制策略, 能够更加快速、准确地实现控制目标。

参考文献

- [1] 李善斌, 王怀彬. 脉冲燃烧器的工作原理与应用 [J]. 哈尔滨工业大学学报, 2004, 7(4): 20-25.
- [2] A.A.Putnam, F.E.Belles 著. 楼英译. 脉冲燃烧器的发展及应用 [J]. 家用燃气具, 2001, (1): 8-14.
- [3] 潘海鹏. 智能加热炉自动控制系统 [J]. 中国仪器仪表, 2004, (4).
- [4] 黄忠柱, 李军. 脉冲燃烧控制系统在台车式热处理炉上的应用 [J]. 工业生产, 2007, 3(29).