

计模糊控制器,从而完成控制任务,而传统的控制方法都要已知被控对象的数学模型才能设计控制器;它具有内在的并行处理机制,表现出极强的鲁棒性,对被控对象的特性变化不敏感,模糊控制器的设计参数容易选择调整;算法简单、执行快、容易实现,不需要很多控制理论知识。

加热炉在冶金、化工等工业生产过程中广泛地使用,加热炉的温度是生产工艺的一项重要指标,温度控制的好坏将直接影响产品的质量。热处理加热炉是一种改善金属材料及其制品(如机器零件、工具等)性能的工艺。根据不同的目的,将材料及其制品加热到适宜的温度、保温,随后用不同方法冷却,改变其内部组织以获得所要求的性能。热处理是提高金属材料及其制品质量的重要手段之一。

热处理加热炉具有大惯性、纯滞后等非线性以及时变的特点,开关炉门、加热材料、环境温度以及电网电压等都影响控制过程,基于精确数学模型的常规控制例如PID控制难以保证加热工艺曲线要求。作为非线性控制的一大分支,模糊控制在上述温度控制系统中可以得到较好的应用,本文介绍的即为基于PIC16F877单片机的加热炉模糊控制系统。

2. 模糊控制器的设计

本控制系统主要完成数据采集、温度显示、炉温控制、故障检测以及报警等功能,智能模糊控制器由单片机完成,采用规则自寻优的控制算法进行过程控制。加热炉采用双向可控硅控制,由单片机输出通断率控制信号,产生可控硅的过零触发脉冲。

整个系统的核心是模糊控制器,PIC16F877单片机是控制器的主体。它与若干扩展电路(程序存

储器、数据存储器、地址锁存器、地址译码器等)构成处理器模块。测温热电偶输出的mV信号经变送器芯片转换成0~10V的标准信号,再将此信号经A/D转换之后进入单片机,单片机根据输入的各种命令,通过模糊控制算法计算控制量,输出脉冲触发信号,通过过零触发电路驱动双向可控硅,从而控制热处理加热炉。此外,智能控制器还包括硬件看门狗电路、故障检测电路、数码显示电路以及电源等。

模糊控制器的主程序包括初始化、键盘管理及控制模块和显示模块的调用。温度信号的采集、数字滤波、标度变换、控制算法以及温度显示等功能的实现由各子程序完成。软件的主要流程是:利用PIC16F877单片机的定时器T0和软件计数产生采样周期,周期到,程序则转入控制模块,调A/D转换、数字滤波及标度转换模块得到炉温的反馈信号,根据偏差和偏差的变化率计算控制量,输出脉冲信号控制过零触发器。启动、停止以及给定值通过键盘利用外部中断产生,有按键输入时则调用中断服务程序。

3. 模糊控制算法的研究

模糊控制算法,是对手动操作者的手动控制策略、经验的总结。模糊控制算法有多种实现形式,采用应用最早、最广泛的查表法,可大大提高模糊控制的时效性,节省内存空间。

本系统的对象热处理加热炉是一种具有纯滞后的大惯性系统,用基于精确数学模型的常规控制难以保证加热工艺曲线要求。为此,选用模糊控制算法中的规则自寻优算法。算法的基本原理采用解析表达式描述的控制规则,它简单方便,易于处理。二维控制规则自寻优算法可以用解析表达式概括:

$$U = -[\alpha E + (1-\alpha)C] \quad (1)$$

其中:E、C、U为经过量化和模糊化的模糊变量,相应的论域分别为误差、误差变化率及控制量。 α 为调整因子。由式(1)描述的控制规则可看出,控制作用取决于误差及误差变化率,且通过调整 α 的大小,可以改变对误差和误差变化的不同加权程度, α 值一旦确定,在整个控制过程中就不再改变。但在实际系统中,系统在不同的状态下,对控制规则中误差E与误差C的加权程度有不同的要求。如误差较大时,控制系统的主要任务是消除误差,此时对误差的加权应该大些;当误差小时,控制系统的主要任务是使系统尽快稳定,减小超调,此时要求在控制规则中误差变化率的加权大些。为了得到好的控制性能,就要求 α 值在控制过程中可调整,即控制规则可在控制过程中在线修正。采用优化设计方法对 α 进行在线修正,如式(2)所示:

$$\begin{aligned} \alpha(k+1) &= \alpha(k) + 0.618 [1 - \alpha(k)] & |E| \geq 3 \\ 0.618\alpha(k) & & |E| < 3 \end{aligned} \quad (2)$$

4. 性能分析

本系统在仿真运行后,系统工作稳定,操作方便,各项指标都达到了设计要求。

5. 结束语

本文系统介绍了用单片机实现的热处理加热炉温度控制系统,由于控制对象是一种具有纯滞后的大惯性环节,采用智能模糊控制器可以达到理想的控制效果。经实验运行结果表明,本系统具有以下特点:

- (1) 控制方案合理,稳态精度高,超调小。
- (2) 结构简单,调试方便、抗干扰性强、鲁棒性好。

责任编辑 潘孟良