PLC在烧结炉温度控制系统中的应用

鲁富强

(包头稀土研究院,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 针对在永磁材料生产过程中需要控制精度、控制能力高稳定的恒温环境,介绍了烧结炉采用PLC的智能温度控制系统,能使温度控制在±5 ℃的误差范围内,利用PLC内嵌的PID控制器和外部温控电路实现温度的自动控制。

关键词: PLC; PID控制; 温度控制

中图分类号: TP273^{+}.5 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2017)01-0073-03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2017.01.022

Application of PLC in Sintering Furnace Temperature Control System

LU Fu-qiang

(*Baotou Rare Earth Research Institute, Baotou* 014010, *Nei Monggol, China*)

Abstract: In the paper, it is introduced PLC intelligent temperature control system is applied in Sintering furnace, aiming at the needs of control accuracy, high control and stable constant temperature environment in the process of permanent magnetic material production, meanwhile the temperature can be controlled within the error range of ±5 ℃. Use PID controller embedded in PLC and external temperature control circuit to achieve automatic temperature control.

Key words: PLC; PID control; the temperature control

温度是烧结炉控制系统的一个主要参数,能否成功地将温度控制在规定的范围内,成为温度控制成败的关键,由于烧结炉是一种非线性、纯滞后、大惯性、时变性和升温单向性的控制对象。对于快速准确地测量和控制实时温度,采用传统闭环模拟控制难以达到理想的效果。基于PLC的温度控制系统采用内部编程替代外部逻辑控制,而且在PLC控制器中扩充了PID控制功能,因此,在烧结炉温度控制系统中采用PLC控制能够达到温度控制最佳效果[1]。

1 烧结炉控制系统组成及原理

烧结炉是由炉体、真空系统、温度加热系统、控制系统组成。采用氮气和氩气环境保护下来进行稀土材料的正火和回火处理。温度控制系统是采用闭环控制,其设定值是预期的烧结炉温度,其反馈值可通过温度传感器来测定并将其转换为数字量,将设定值与温度传感器的反馈信号两者的差值送入PID控制器中,经PID运算处理后进行D/A变换,输出一个电压信号去控制继电器,从而来控制烧结炉温度。

收稿日期: 2016-12-06

基金项目: 内蒙古自然基金项目(2016MS0529)

作者简介: 鲁富强(1965-),男,内蒙古托克托县人,高级工程师,主要从事钕铁硼稀土永磁材料研究的性能检测及应用研发工作。

中国知网 https://www.cnki.net

2 PID控制烧结炉温度的控制系统

在PID温度控制系统中是将热电偶实时采集的温度值与设定值比较，差值作为PID控制器的输入，PID控制器处理后输出一定数值的控制量，经D/A转换为模拟电压量，控制被控对象进行加热。PID温度控制系统原理框图如图1所示。

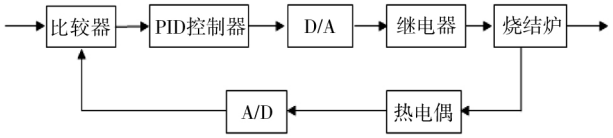


图1 烧结炉PID温度控制系统框图

PID控制将偏差的比例、积分和微分通过线性组合构成控制量，对被控对象进行控制。PID控制器中比例环节 K_p 增大，系统响应快，调节温度稳定时间变长；积分环节作用是消除静态误差，增强稳定性，积分作用取决于积分时间常数；微分环节作用是在负载发生变化及干扰较大或过程容量滞后较大的系统中，可以提高系统的控制质量。

PID参数的调整是非常重要的，实际应用中一般采用工程整定方法，主要依靠工程经验。PID参数的工程整定法主要有临界比例法、反应曲线法和衰减法. 由于PID控制器的输出为系统偏差的比例、微分和积分作用后的线性组合，所以PID参数整定是PID控制器控制性能好坏的关键。对具体被控对象进行PID控制器参数整定，采取扩充临界比例度法：①选择合适的采样周期 T；②逐渐增大比例系数 K_p，让控制器作纯比例控制，在系统出现临界振荡时，就是临界振荡周期 T_s 和临界振荡增益 K_s；③选择合适的控制度；④根据控制度查出对应参数。

PID控制虽然没有静态误差，但过渡过程长且超调量大。而且需现场整定PID参数，对于非线性、时变性的被控对象控制效果较差。为了克服PID控制之缺点采用PLC控制技术来测量控制炉温。

3 PLC控制烧结炉温度的控制系统

PLC是数字运算操作的电子系统. 它采用可编程的存储器，存储执行逻辑运算、顺序控制、定时计数、PID控制等操作的指令。故以PLC为控制核心的智能炉温控制，能够完成系统开关量的顺序控制和模拟量的连续控制要求。烧结炉温度控制系统选用热电偶扩展模块，集温度采集和数据处理于一身的专用智能温度模块，该模块能自动进行线性化处理，有冷端补偿功能，其使用非常方便，只要将热电偶接到接线端子上，不再需要任何外部变送器或外部电路，就能完成数据采集及数据处理功能[2]。PLC温度控制系统原理框图如图2所示。

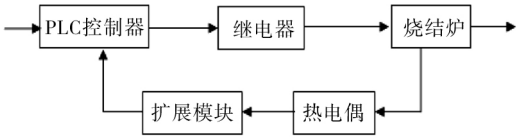


图2 烧结炉PLC温度控制系统框图

在温度控制系统中，热电偶温度传感器采集加热炉的温度数据传输到PLC控制器，PLC控制器将系统的温度设定值和采集值进行对比和运算，调整加热器输出，形成闭环控制系统，来实现温度的精确控制。因此，温度控制系统采用PLC控制能够较好地满足稀土材料的不同热处理制度要求，对于负载变化较大，温度调节范围较宽的情况下，能够最大程度地保证在不同热处理制度下的温度均匀性，并提高炉温调节的灵活性。

4 PLC控制温度的软件分析

4.1 温度参数补偿

烧结炉的温度指示的准确性是最主要的，在运行过程中，由于热电偶长期处于高温状态，时间长了，就会产生测量误差，甚至超差，这会对烧结炉的温度控制性能产生很大的影响，对于超差的热电偶必须进行更换，而差值在误差范围内，如果没有超差的热电偶，就需要对其温度指示进行校正，以保证测量值的准确性，从而保证温度控制精度和稳定性。

4.2 加热控制

加热控制参数设置，包括升温时间、保温时间以及各加热区的温度设定和目标温度等，以便于系统调整加热输出。另外，可以监控到各加热区的当前温度、目标温度、输出状态以及控温程序当前的运行阶段和状态。按照工艺要求输入程序进行控制，在运行过程中如果需调整控制参数，可点击“暂停”按钮暂停程序执行，修改完控制参数后，再点击“运行”按钮，即可按调整之后的控制参数继续执行[3]。

4.3 加热曲线

中国知网 https://www.cnki.net

从加热曲线中可以看出各个加热区的温度曲线记录，从而了解温度控制性能以及系统温度控制的响应速度。

5　结束语

加热炉温度控制系统采用 PLC 技术，就是通过 PLC 核心的闭环 PID 控制进行温度控制，使系统响应时间缩短，有效地提高了温度控制的稳定性、精确度，使温度控制精度达到 ±5 ℃的误差范围，具有较强的抗干扰能力，很好地解决了传统加热炉温控系统中出现的问题。

参　考　文　献

[1] 徐滤非. PLC 在温度控制系统中的应用 [J]. 现代电子技术，2004，(3)：65 – 67.

[2] 程武山. 智能控制理论与应用 [M]. 上海：上海交通大学出版社，2006.

[3] 朱红梅，潘美君. 西门子 PLC 在混合炉温度控制系统中应用 [J]. 电气自动化，2012，34(6)：85 – 86.

(上接第 68 页)

待两道环缝调整合格后进行焊接，5 名焊工同时对称施焊以控制焊接变形。焊接方法同单段环缝焊接方法一致，内外侧均采用多层多道焊，内侧先焊三层，接着外侧采用碳弧气刨清根后进行焊接，然后内外侧交替进行多层多道焊直到将焊缝填满为止。为避免产生焊接缺陷如气孔、夹渣等，对现场施焊环境要提前遮挡，调整好气体流量，每焊完一层都要采用砂轮对层间焊渣进行仔细清理，以确保焊缝一次探伤合格避免返修。

(2) 焊接完成 24 h 后对两道环焊缝进行 100% 超声波探伤检查，II 级合格

(3) 焊缝检查合格后采用陶瓷加热垫对两道环焊缝进行消除应力退火处理，退火温度控制在 600 ~ 650 ℃，保温 3 ~ 5 h，12 h 后降温至室温。

3　结束语

通过对炉壳各分段部分制作难点的质量控制，在制作过程中采取优化设计成型工装模具以及选择合理的定位装配等工艺措施，成功完成了 150 t 转炉炉壳的制作任务。在现场装焊完成经用户实际检测后获得了用户的好评，同时在后期投入使用过程中未出现炉壳变形及焊缝开裂等现象。

参　考　文　献

[1] 翟洪绪. 实用铆工手册 [M]. 北京：化学工业出版社，2004.

[2] 王政，刘萍. 焊接工装夹具及变位机械图册 [M]. 北京：机械工业出版社，1992.

[3] 斯重遥，周振丰. 焊接手册 – 材料的焊接 [M]. 北京：机械工业出版社，1995.

[4] GB 50403—2007，炼钢机械设备工程安装验收规范 [S].

中国知网　https://www.cnki.net