

泡沫玻璃窑炉温度控制系统的设计与应用*

杜先君

(兰州理工大学电信工程学院 兰州, 730050)

摘要: 针对泡沫玻璃生产线窑炉温度控制的工艺要求,设计并应用了PLC温度控制系统、PID控制算法。现场应用表明,该系统运行稳定可靠,设计先进,界面友好,控制精度高,具有较高的实用价值,从而保证了产品的质量,降低了能耗,提高了企业竞争力。

关键词: PID; 泡沫玻璃; 窑炉; 温度控制

Abstract: This paper introduce the temperature control system design for foam glass manufacturing with PLC controller and PID algorithm is used as the temperature control method. The result of application shows that the temperature control system has the advantages of stability, well designed and friendly interface. With the high accuracy of temperature control, it has a good help to keep the products quality and reduce the energy consumption. It also improved the competitiveness of enterprises and would be valuable in practice.

Key words: PID; foam glass; kiln; temperature control

中图分类号: TP273

文献标识码: B

文章编号: 1001-9227(2012)02-0098-02

1 泡沫玻璃及其生产工艺简介

泡沫玻璃是由碎玻璃(或是以 SiO_2 为主要成份的工业废渣)发泡剂、改性添加剂和发泡促进剂等,经过细粉碎和均匀混合后,再经过高温熔化,发泡、退火而制成的无机非金属玻璃材料,因内部含有大量直径为1~2毫米的均匀气泡结构组成而得名。其中吸声泡沫玻璃为50%以上开孔气泡,绝热泡沫玻璃为75%以上的闭孔气泡,制品密度为 $160 \sim 220 \text{kg/m}^3$,可以根据使用的要求,通过生产技术的变更进行调整^[1]。泡沫玻璃是一种具有力学强度高、导热系数小、热学性能稳定、热膨胀系数低、不燃烧、不变形、使用寿命长、工作温度范围宽、耐腐蚀性能强、无放射性、不吸水、不透湿、不受虫害、易加工可锯切等优点的轻质、保温隔热、吸声降噪的节能环保材料^[2],且着色后可成为一种新颖的装饰材料。

我国于1955年在沈阳陶瓷厂开始试制泡沫玻璃,发展至2004年我国泡沫玻璃的实际年产量约为7万 m^3 ,近年来产量有所提升,但仍无法满足日益增长的应用需求。2005年7月,JC/T647-2005《泡沫玻璃绝热制品》颁布实施,为厂家提高产品的质量提供了依据^[3]。

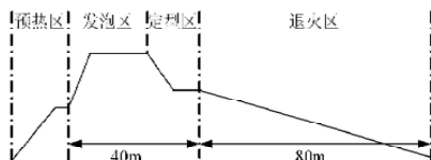


图1 工艺曲线

图1所示为泡沫玻璃生产线温度控制的工艺曲线。对于各阶段温度的精确控制是泡沫玻璃生产中产品质量的关键控制因素,正确合理地控制好各生产段的温度是泡沫玻璃生产中的关键技术。

2 控制系统设计

如图1所示,本系统的主要控制区域为40m发泡窑炉和80m退火窑炉。加热元件为电热丝,分别安装于上部、两侧以及下部,系统通过控制加热丝的电流作用时间以及大小来调节温区温度。PID控制在工业控制中是一种最基本、最常用的控制策略。因此在本项目的温度控制系统中我们主要采用PID控制器来控制加热丝所在温区的温度。对于典型的PID控制器其输出可以表示为:

$$u = K_p e(t) + K_i \int e(t) dt + K_D \frac{de(t)}{dt} \quad (1)$$

式中, $e=r-y$ 为坯料温度的输出误差(r 为设定值); y 为过程对象输出测量值; K_p 为比例增益、 K_i 为积分增益、 K_D 为微分增益,分别决定了比例控制、积分控制、微分控制作用的强弱。

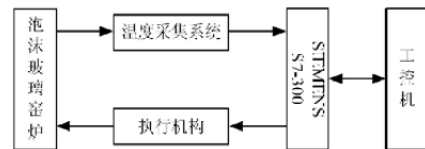


图2 系统组成原理结构图

图2为系统组成原理结构框图。本温度控制方案采用断续PID调温原理,即在一个采样周期中,根据温度设定值与测量值之间的误差进行PID运算,将PID运算结果转化为固态继电器在一个采样周期中的占空比,根据占空比的大小实现调节电加热丝的通断时间及电流,控制加热功

(下转第101页)

收稿日期: 2011-12-21

作者简介: 杜先君(1979-),男,浙江杭州人,博士研究生,讲师,主要研究方向为工业自动化,复杂系统建模与控制等。

* 基金项目: 甘肃省省长基金资助项目(GS015-A52-012); 甘肃省工业过程先进控制重点实验室科研基金资助项目(XGK0908)

4 实验分析

按如上程序设计的纵剪机组的控制面板如图6所示。读入板材数据文件后,根据板材速度以及成型板材的尺寸要求,自动生成控制所需参数。在完成各传感器信息的采集后,通过控制程序的设计,实现对各自由度电机的运动控制。在控制面板上,实时显示的是板材送料速度以及剪刀盘在各个方向上的运动情况。

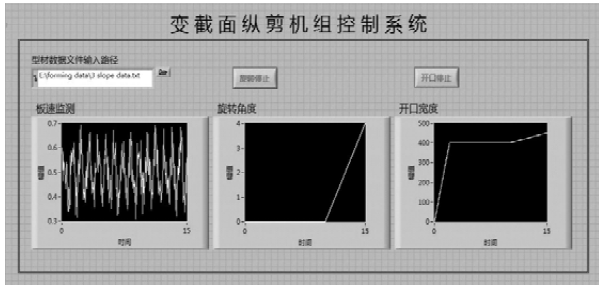


图6 变截面纵剪机组控制面板

5 结束语

虚拟仪器技术作为新兴的一种仪器仪表技术,具有易开发、易扩展、性能稳定等优点,已经广泛用于各类测量、测试以及仪器控制应用中。在PXI控制器上运行的运动控制器,不仅使电机的运动控制更加稳定可靠,而且由

于充分利用了虚拟仪器思想,方便灵活的软件结构,使得电机的控制形式也更为灵活多样,也能够更好地适应不同的控制策略,尤其适用于研发阶段的各类运动控制应用。

参考文献

- [1] 朱姗姗. 变宽度圆盘剪切机虚拟样机研究[D]. 北京: 北方工业大学, 2010.
- [2] Chaturi Singh, K. Podda. Implementation of a VI-Based Multi-Axis Motion Control System for Automated Test and Measurement Applications. TENCON 2008-2008 IEEE Region 10 Conference 2008:1-6.
- [3] 梁永忠, 高军礼, 邓则名. 基于LabVIEW的直线电机监测系统设计[J]. 机床与液压, 2010, 38(20): 80-82.
- [4] 王霞. 虚拟仪器的发展过程及应用[J]. 机械设计与应用, 2009, 4: 12-14.
- [5] 尔桂花, 窦日轩. 运动控制系统[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [6] 刁俊梅, 廖国华. 开放式PC型多轴运动控制系统[J]. 机床与液压, 2008, 36(11): 91-93.
- [7] 何丽娇, 张宪民, 王宇华. 二维定位平台的运动控制系统研究[J]. 机电工程技术, 2008, 37(1): 54-56.

(上接第98页)

率, 以实现对其温区温度的控制。

实际设计时, 我们首先定义 U_{max} 为PID输出的最大值, u 为PID控制算法实际控制量输出值, 那么在一个控制周期 T 内, 固态继电器输出占空比应为 $q = u/U_{max}$, 继电器接通时间为 $T_{on} = q \times T$ 。采取如此线性转换方法将PID控制器的输出量 u 转化为继电器输出 T_{on} 的控制策略, 实现了由“PID控制算法输出”到“继电器通断控制”的过渡与结合。实际运行结果显示, 窑炉温度的实际误差在 ± 5 以内, 较好的实现了窑炉温度的控制, 提高了产品质量。

3 工程应用

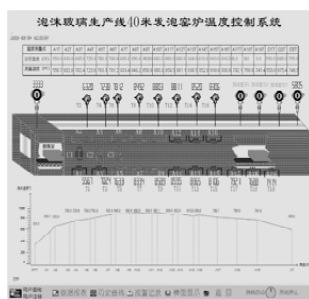


图3 系统组态软件监控界面图 (发泡窑炉)

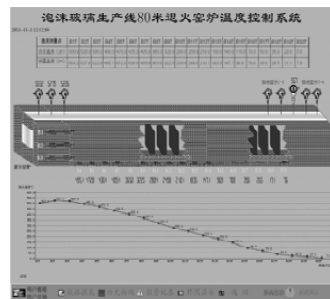


图4 系统组态软件监控界面图 (退火窑炉)

图3为实际应用中的发泡窑炉组态软件监控界面, 组态软件采用图灵开物Turing Control 7.3通用监控系统软件, 系统温度曲线与工艺要求非常接近。图4为实际应用

中的退火窑炉组态软件监控界面。现场实际运行结果显示, 温度曲线没有振荡的情形出现, 表示温度控制系统是有效的, 从而可以保证生产过程严格遵循生产工艺要求, 温区温度与坯料温度偏差控制在 ± 5 以内, 对产品质量的提高提供了保证, 同时降低了生产能耗。

4 结束语

该温度监控系统提供了极为灵活的动态图形和动画链接; 提供了实时的数据报表和直观的历史曲线; 提供了系统历史报警和报警参数的在线修改。此温度监控系统可以极大地提高了工厂的生产效率、提高了产品的质量、减少了企业对原材料的消耗。

实际运行表明, 整个系统运行稳定、可靠, 对各种坯料生产的不同工艺要求均能达到要求。在实际生产过程中升温过程平稳, 几乎不产生振荡, 且与时间呈线性关系, 各加热丝间温差保持在 ± 5 之间, 应用本方法后降低了能耗、缩短了生产时间, 降低了废品率、大幅提高了产品质量。同时本系统有很好的推广前景。

参考文献

- [1] 屈小伟, 龚海龙. 刍议泡沫玻璃性能与应用[J]. 科技信息, 2010 (19): 713.
- [2] 张剑波, 吴勇生, 张喜等. 泡沫玻璃生产技术的研发进展[J]. 材料导报, 2010, 24(15): 186-188, 192.
- [3] 张剑波, 吴勇生. 泡沫玻璃的研发进展[J]. 中国资源综合利用, 2010, 28(4): 25-30.