

[自控·检测]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2016.01.012

基于PID技术的大型烘房温度控制系统

刘亚亮¹, 高晓丁¹, 马瑞涛², 张亚明¹, 赵 霆¹

(1. 西安工程大学 机电工程学院, 陕西 西安 710048; 2. 郑州光力科技股份有限公司, 河南 郑州 450001)

摘 要:针对传统大型烘房温度控制不精确, 自动化水平低的问题, 设计了基于PID技术的大型烘房远程温度控制系统。系统通过中心PC机设置PID控制器参数和目标温度, 并将所设置参数传输到每个监控点的下位机上; 下位机对所监控区域的温度进行监控, 并通过PID控制器进行调节, 同时把所监控的温度信息上传给PC机。模拟实验的结果表明: 系统工作可靠, 控制精度高, 具有较高的自动化控制能力。

关 键 词:烘房; 温度控制; 单片机; PID控制器; LabVIEW软件

中图分类号: TP273

文献标志码: A

文章编号: 1005-2895(2016)01-0051-04

Temperature Control System of Large Drying Room Based on PID Technology

LIU Yaliang¹, GAO Xiaoding¹, MA Ruitao², ZHANG Yaming¹, ZHAO Ting¹

(1. College of Mechanical and Electrical Engineering, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China;

2. Zhengzhou Guangli Tech Development Co., Ltd., Zhengzhou 450001, China)

Abstract: In view of the temperature control of traditional large drying room not accurate and low automation level, the remote temperature control system of large drying room was designed based on PID technology; The PID controller parameters and target temperature of system was set up by center PC, and sent the parameters to each monitoring point of MCU; Temperature was monitored by MCU and adjusted by PID controller; At the same time the information of monitored temperature was sent to the PC. The simulation test of results show that the system is reliable, has a high control precision and high automatic control ability.

Key words: drying room; temperature control; Microcontroller Unit (MCU); PID controller; LabVIEW

目前, 大型烘房的温度控制一般都采用指针式温度控制仪表来实现。其参数设定、时间控制完全凭操作者的经验, 控制系统功能简单, 自动化控制程度低, 烘房内温度不均, 温度控制效果差。导致被烘干物的物理特性得不到可靠保证, 需要反复干燥; 或者是为保证干燥质量, 往往要延长干燥时间, 严重影响大型烘房的工作质量。针对这种状况, 设计了基于PID技术的大型烘房远程温度控制系统。系统通过上位PC机设置PID控制器参数和目标温度, 并将所设置参数传输到每个监控点的下位机上; 每个监控点的下位机对所监控区域的温度进行检测, 并通过PID控制器进行调节控制, 使温度值趋于给定值, 同时把所监控的温度信息上传给中心PC机^[14]。

1 系统的组成及工作原理^[5-7]

系统由中心PC机和若干个监控点(下位机)组成, 如图1所示。其中每个监控点由单片机、温度采集模块、PID控制模块、数传模块和LCD显示模块组成, 如图2所示。数据的发送和接收则通过SA68D21DL无线数传模块来实现。

系统检测温度通过DS18B20传感器, DS18B20实时对所监控区域的温度进行检测。单片机采集DS18B20的温度信息, 通过PID控制器控制和调节通风机或加热器来实现对所监控区域温度的调节。同时通过SA68D21DL无线数传模块将所监控的温度信息发送给上位PC机, PC机把下位机发来的数据进行存储和处理, 并用LabVIEW图形化操作界面实时显示各

收稿日期: 2015-08-25; 修回日期: 2015-11-20

作者简介: 刘亚亮(1989), 男, 山东鄄城人, 硕士, 主要研究方向为机械电子工程。E-mail: 1239354995@qq.com

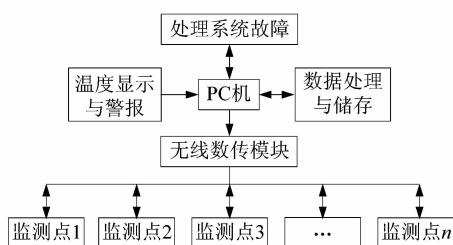


图1 系统总体方案原理图

Figure 1 Overall scheme schematic of system

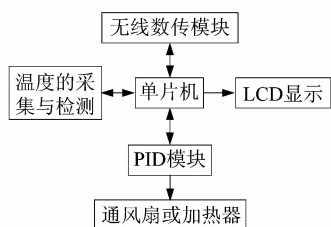


图2 监控点内部结构图

Figure 2 Internal structure diagram
of monitoring points

个监控点的温度变化^[8]。

2 系统的硬件设计

2.1 控制芯片

系统各监控点的主控制单元选用 ATMEL 公司的 AT89C52 芯片。芯片有外部中断 2 个,计数器 3 个和引脚 40 个,同时还有全双工串行通信口,此外还有空闲模式和掉电模式 2 种低功耗模式。上述特性可实现系统所要求的实时检测处理,无线通信以及 LCD 显示等功能。其最小系统电路如图 3 所示。

2.2 温度数据采集模块

温度数据的采集模块使用的是 DS18B20 型温度传感器,是美国 DALLAS 半导体器件公司在其前代产品基础上推出的单线数字化智能集成温度传感器,测温范围为 $-55 \sim +125\text{ }^{\circ}\text{C}$,精度可达 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,价格低廉。数据采集所使用的调理电路主要作用为放大信号和滤波,来达到 A/D 转换器输入端的电气参数要求。单片机和该传感器的电路连接如图 4 所示。

2.3 数据传输模块

模块的数据通信电路如图 5 所示,采用北京捷麦通信器材有限公司的 SA68D21DL 无线数传模块来实现,该模块的串口具有 TTL,RS232,RS485 半双工多种电平接口,传输距离可达 $100 \sim 2\,000\text{ m}$ ^[9]。

2.4 LCD 显示模块

采用 TJDM12864 作为下位机显示模块,主要显示的内容为当前时间,格式为年/月/日/时/分/秒,显示

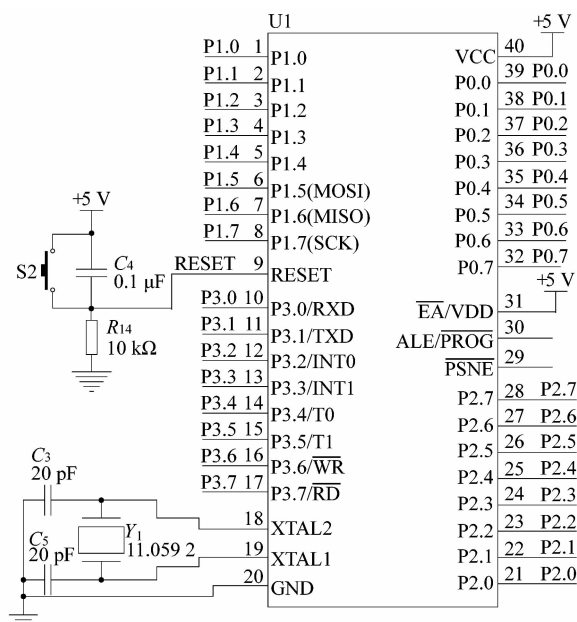


图3 最小系统电路图

Figure 3 Minimum circuit diagram of system

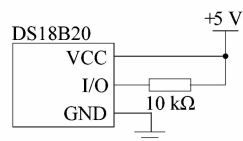


图4 DS18B20 和单片机的连接图

Figure 4 Connection diagram of DS18B20 and MCU

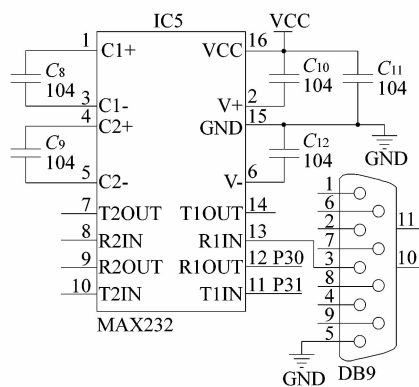


图5 数据通信电路图

Figure 5 Data communication circuit diagram

模块电路如图 6 所示。系统以 PA 口为数据端口,分别与图 6 的 DB0 ~ DB7 连接;以 PD0, PD1, PC2, PC3, PC4 作为控制端口,分别与图 6 的 LST, RW, RS, CS, E 端连接。

3 PID 控制器设计^[10-12]

PID 控制器的控制是一种采样控制,其控制量是根据采样时刻的偏差值来计算的。采样期间,控制器

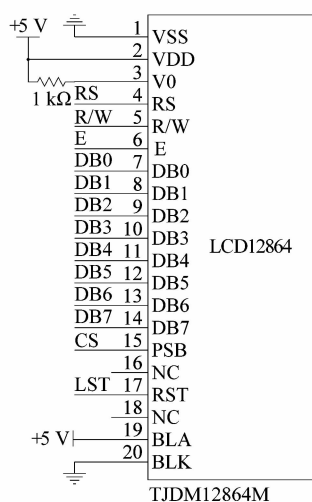


图6 TJDM12864 电路连接图

Figure 6 TJDM12864 circuit connection diagram

的输出值是积分控制、微分控制和比例控制的作用之和。为方便对烘房内的温度的变化情况实时监控,在系统中采用增量式 PID 算法,其算式如下:

$$\Delta u(k) = K_p(e(k) - e(k-1)) + K_i e(k) + K_d(e(k) - 2e(k-1) + e(k-2)) = K_p \Delta e(k) + K_i e(k) + K_d[\Delta e(k) - \Delta e(k-1)] \quad (1)$$

式(1)中: K_p 表示比例控制参数; K_i 表示积分控制参数; K_d 表示微分控制参数; $e(k)$ 表示温度的设定值和温度的监测值之差; $\Delta e(k) = e(k) - e(k-1)$,并且 $e(k-1)$, $e(k-2)$ 的初始值均为0。

显然,计算机控制系统的采样周期是恒定的,通过式(1)我们可以得出这样的结论:在比例、微分、积分控制参数确定的情况下,所需要的控制增量值 $\Delta u(k)$ 可由前3次测得的偏差值求得,通过加权处理之后可得到比较理想的结果。因为在该控制算法中,操作不当对 $\Delta u(k)$ 的影响不大,计算时,只需关注每次的采样结果,其他因素可排除在外。

系统采用的 Ziegler-Nichols 方法是基于系统稳定性分析的 PID 整定方法,方法简单,易于操作,并且在设计过程中不用考虑系统的特性要求,即可得到令人满意的控制效果。

具体操作为:

- 1) 构建闭环的回路系统;
- 2) 设置 K_i 和 K_d 的值为0,逐渐增加 K_p ,直到在输出得到一个持续稳定的振荡;
- 3) 记下振荡稳定时控制器类型P对应的临界增益值 K_c 及振荡周期值 P_c ;
- 4) 将 K_c 和 P_c 代入表1中计算 K_p, K_i, K_d 的值。

表1 PID 控制器参数整定

Table 1 Tuning of PID controller parameter

控制器类型	比例控制参数 K_p	积分控制参数 K_i	微分控制参数 K_d
P	$0.50K_c$	—	—
PD	$0.65K_c$	—	—
PI	$0.45K_c$	$0.85P_c$	$0.12P_c$
PID	$0.65K_c$	$0.50P_c$	$0.12P_c$

4 系统的软件设计^[13-16]

软件设计包括主程序、数据采集存储程序、数据处理程序、PID 控制程序以及 LCD 显示程序,用 C 语言实现。其软件设计的程序框图如图7所示。

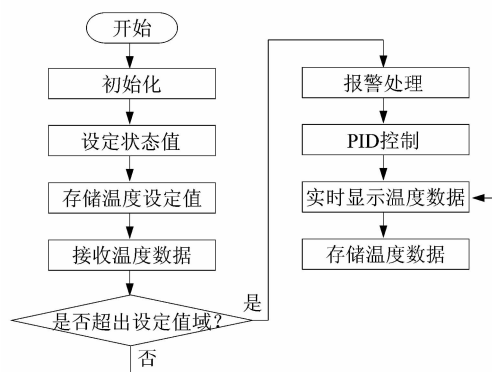


图7 程序框图

Figure 7 Block flow diagram

系统上电后,首先启动主程序完成处理器、传感器和 LCD 显示屏的初始化。在设定好系统的状态值后存储设定的温度值,然后接收温度数据并与预设的温度比较。当温度超出了设定值域,报警处理,并启动 PID 控制。该系统还可实时显示温度变化并存储数据,便于进一步分析研究。

5 系统的模拟实验

模拟实验选择在实验室的温度控制实验台上进行,使用 LabVIEW8.0 编程,并通过 PID 算法进行设计。在温度控制实验台上连接 6024E 数据采集卡,进行软件调试和修改人机界面,然后运行正确的软件和外部控制电路^[17-19]。

在模拟实验中,设定控制参数后设置1通道,通道增益设为1,温度为53℃。因为此过程对采样频率要求不高,故把采样频率设置为20 Hz。测得的温度变化曲线如图8所示。从输出曲线可以看出,该系统能够快速准确地实现温度的控制,还具有温度显示、温度报警和温度上下限值设置等功能,体现了该系统控制能力强和操作灵活的特点。

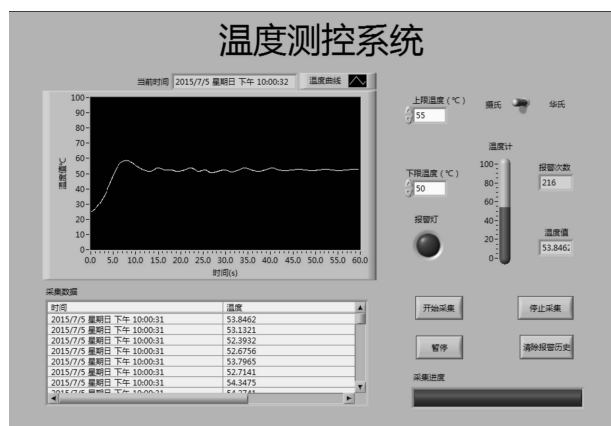


图8 温度变化曲线

Figure 8 Temperature change curve

6 结语

本文建立温度控制系统,通过模拟实验,结果表明系统工作可靠,控制精度高。可以实现温度数据的采集处理,还具有温度显示、温度报警和温度上下限值设置等功能。同时系统有很高的智能化和灵活性,能提高烘房内温度的控制精度,降低劳动强度。而且 LabVIEW 的图形化语言编程方式减少了用其他软件编程的繁琐,值得在生产中推广应用,对提高烘房温度的控制精度具有一定的意义。

参考文献:

- [1] 曾自力. 基于进化算法的 PID 控制系统设计方法研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2006: 5-6.
- [2] 吴宏鑫, 沈少萍. PID 控制的应用与理论依据[J]. 控制工程, 2003, 10(1): 37-42.
- [3] 王衍平. 单神经元 PID 算法在包装机温控系统中的应用[J]. 包装与食品机械, 2013, 31(3): 69-72.
- [4] 李学忠, 戴钧, 柳毅. 温控系统的智能优化方法研究与设计[J]. 机电工程, 2014, 31(7): 955-958.
- [5] 黄望军. 基于 LabVIEW 的温度控制系统设计[J]. 硅谷, 2008(22): 57-58.
- [6] 官伟. 基于 LabVIEW 的远程 PID 温度控制系统[J]. 科技致富向导, 2011(21): 184-185.
- [7] 殷斌. 基于单片机的温度控制系统的研究[J]. 机电工程, 2015, 32(6): 887-890.
- [8] LIAO Xiaohong. The development of an air-cooled absorption chiller concept and its integration in CHP systems [D]. Maryland: University of Maryland, 2005: 28-46.
- [9] 北京捷麦通信器材有限公司. SA68D21DL 无线数传模块产品说明[Z]. 北京: 北京捷麦通信器材有限公司, 2003: 1-2.
- [10] 赵合霞, 曹玲芝, 任亚萍. 数字温度传感器在粮仓远程温度测控系统中的应用[J]. 中国仪器仪表, 2004(3): 27-29.
- [11] 邹云飞, 高晓丁. 基于单片机的注塑成型机电液控制系统的设计[J]. 电子世界, 2013(12): 20-21.
- [12] 丁琳. 基于 LabVIEW 的养鸡场温度测控系统[J]. 电脑知识与技术, 2009, 15(35): 10092-10093.
- [13] 张翠, 高晓丁, 沈瑜. 基于 ARM 的摩擦焊机压力闭环控制系统的设计[J]. 机床与液压, 2011, 39(3): 86-87.
- [14] 张伟, 刘红丽. 基于 LabVIEW 的温度测控系统设计[J]. 国外电子元器件, 2008, 16(12): 19-21.
- [15] 段松凯, 梁家裴. 浅析小型室内养鸡场的温湿度控制[J]. 中小企业管理与科技, 2014(10): 308-309.
- [16] 张林, 丁健, 宋寅, 等. 基于虚拟仪器技术的温度测控系统设计[J]. 工业控制计算机, 2007, 20(3): 30-31.
- [17] 刘峰, 李爱宁, 孙士尉, 等. 冬枣恒温库无线监测系统[J]. 中国农机化学报, 2014, 35(4): 203-207.
- [18] 严圣琦. 基于 LabVIEW 的振动平台远程测控系统[J]. 工业控制计算机, 2013, 25(10): 16-17.
- [19] 孙丰敏. 基于 LonWorks 技术的分布式控制系统研究[D]. 南京: 南京理工大学, 2007: 50-51.

[信息·简讯]

· 行业简讯 ·

西门子推出适用于特殊环境的监控与操作产品

西门子推出专门应用于特殊环境下的操作、控制与监测的终端。全新监视器和面板式 PC 适用于诸如药品、食品、化妆品和精细化工等行业的卫生生产区, 并且满足化工、石油和天然气行业的要求。

全新不锈钢 Simatic Inox Pro 终端具备高达 IP66K 的防护等级。这些终端配有电阻式 19 英寸触摸屏, 表面贴有能够耐受化学腐蚀的防护膜, 此外还配备食品级密封件和防爆屏幕。不锈钢外壳采用 240 砂纸打磨, 表面十分光滑, 可防止污染。全新 Inox Pro 终端配备 19 寸显示屏, 有 IPC277D Inox Pro 工业 PC 和 IFP1900 Inox Pro 以太网显示器 2 款产品。各种型号的新设备均可安装在立臂或摇臂上。

全新耐用型 Simatic Ex OG 面板式 PC 专为化工、石油和天然气行业设计。该 PC 具备高达整机 IP66 的防护等级, 工作温度为 -40 ~ 65 °C。它适用于 1/21 和 2/22 类危险区域。全新 Simatic Ex OG 面板式 PC 提供 4:3 格式 15 英寸或 16:9 格式 22 英寸显示屏的版本。电容式多点触控玻璃显示屏配备自动亮度调节功能, 甚至在强光直射下也无反光。它易于操作, 甚至可以戴着手套进行触控。该工业 PC 搭载英特尔酷睿 i7 高速处理器, 配备 8 GB 内存和 300 GB SSD(固态硬盘)。Simatic Ex OG 面板式 PC 可配置 1 个支撑臂、台架或落地支架。用户可选配置还有摄像头、蓝牙、WLAN 和无线射频识别读取器。

(朱建芸)