

基于AT89C51单片机的烤箱温度控制系统的设计

赵恩

(宜昌市夷陵中学,湖北宜昌 443000)

摘要:控温,作为当今人们不断创新与研究的新重点对象,在生活实际中起到了相当重要的作用。电烤箱的诞生就是充分体现出当今人类智慧结晶的产物。本文着重将电烤箱研究模型,将单片机技术作为新鲜血液注入到电烤箱的设计中,从而起到精确、高效的控温作用。本文以电烤箱为例,通过对单片机系统等硬件系统和PID算法等软件模块的设计,完成了电烤箱温度控制系统。利用上述控温系统可以显著提升精确性与时效性,从而大大提高产品质量,降低成本,提高产率,以获得高效的控温产品。

关键词:单片机;温度控制;A/D转换;PID算法

中图分类号:TP273.5

文献标识码:A

文章编号:1671-2064(2017)04-0052-02

1 电烤箱温度控制背景介绍

在近几年里,电烤箱已逐渐成为许多家庭中的必备家电之一,由此观之,电烤箱的需求量还是很高的。然而市场中电烤箱的生产与创新却还有极大的提升空间,同时已经拥有电烤箱的家庭也对电烤箱的性能与功能提出了更高的要求,如果能够提高上述几点,对于能源节约、方便与否这些方面上还是能够起到相当大的作用。其次电烤箱用途也较广泛,烤鸡烤鸭、烘焙蛋糕、烘烤制作蛋挞时也都会借助于电烤箱的运行。本系统以单片机电路为设计核心,借此达到精确控制并及时反映的作用。

对国内而言,电烤箱的发展仍处于逐渐提升与进步的过程中,中国大多数家庭几乎都缺乏对电烤箱这种家电的了解,这也与国人的饮食风格有着密不可分的联系。中国的饮食大多以煮、炒、蒸、煎、炖等为主,而“烤”在中国传统文化当中从未占有较重要的地位,因而锅、微波炉与电器的普及程度要远大于电烤箱。然而近年来,随着国内外文化交流愈来愈密切,许多有别于传统饮食的食品逐渐进入中国人一贯的食谱中,致使中国家庭对电烤箱运用的越来越频繁,故而电烤箱的需求逐年上升,相比之下,国内对电烤箱的供应则落后了许多,品种大多较为单一,性能也参差不齐。这也正是一个良好的契机,为电烤箱在国内初步发展与普及提供了良好的契机,反观国外情况,“烤”在国外家庭中一直扮演着一个相当重要的部分,故电烤箱在国

外厨房中普及率丝毫不亚于国内厨房的电饭锅。而正因电烤箱的发展在国外成熟已久,创新与改良则成为了国外电烤箱进一步发展中亟待解决的一个环节。向国外千篇一律的电烤箱中注入新鲜的设计与创新,同时加强细节的处理以及功能、性能上的进一步完善可以使得电烤箱的发展迎来第二次巅峰。故研究电烤箱不论是国内或是国外都是具有很高的研究价值的。

本文所研究的温度控制系统以C51单片机为核心,以电烤箱为载体,硬件部分包括单片机电路,A/D转换模块,LED显示器等硬件设备,软件部分则由PID算法,温度采集系统,温度传感器组成,从而达到实时控温并及时反映。

2 电烤箱温度控制系统的架构

2.1 设计要求

(1)可以实现通过键盘输入0—1000摄氏度温度值,并能够实现对于温度上限值、下限值及目标值的任意设置。

(2)可以实现当烤箱温度小于下限值或大于上限值时声、光报警,且在正常温度值范围内声、光不报警。

(3)可以实现对于温度的设定,最终实际温度和目标温度基本接近,满足控制的稳态误差小于正负5%,调节时间在100—200s内变化。

(4)可以实现1s内对烤箱加热情况进行一次控制,使控制周期为1s内,对于温度控制有较好的作用。

2.2 变送器

此次所用传感器为pt100,它是一种热敏电阻,其工作原理为将温度变化转换为电阻阻值变化,与变送器一起将信号转换为标准信号输出。变送器原理如图1和如图2所示。

变送器将电阻信号转换成与温度成正比的电压,当温

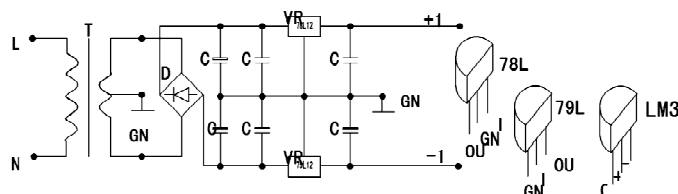


图1 变送器原理

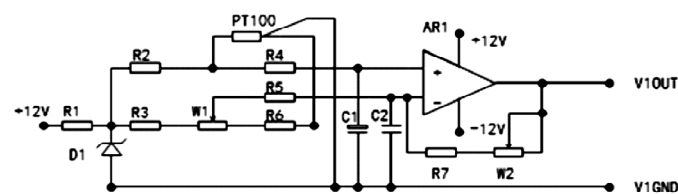


图2 变送器原理

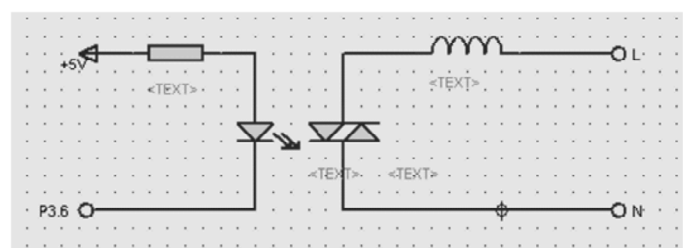


图3 SSR 固体继电器原理图

作者简介:赵恩,男,湖北宜昌人。

度在 $0^{\circ}\text{C} \sim +300^{\circ}\text{C}$ 时变送器输出 $-5\text{V} \sim +5\text{V}$ 左右的电压。

2.3 AD574A(起反馈作用)

A/D转换器也是对实时温度检测的准确性起着重要的作用,经过它将变送器送来的标准模拟信号转换为12位数字信号,经过标度变换达到实现温度检测的目的。

设D为N位二进制数字量,U_A为电压模拟量,U_{REF}为参考电压,无论A/D或D/A,其转换关系为

$$U_A = D \times U_{REF} / 2^N$$

(其中: $D = D_0 \times 2^0 + D_1 \times 2^1 + \dots + D_{N-1} \times 2^{N-1}$)

2.4 SSR 固体继电器(起执行器作用)

该SSR固体继电器在系统中有执行器作用,当P3.6口为低电平时,电路导通从而使电阻丝加热而使烤箱加热;当P3.6口为高电平时,电路不导通,则电阻丝不产生热量,烤箱停止加热。SSR固体继电器原理,如图3所示。

2.5 系统工作流程

通过对以上各个模块的深入研究,系统的功能设计可分为以下几个方面:(1)键盘管理:实时监控并测量键盘输入,预设温度值,控制系统开始运行;(2)显示:显示设置温度及当前温度;(3)温度检测及温度值变换:完成A/D转换;(4)温度控制:根据检测到的温度控制电炉工作;(5)报警:当预设温度与当前实时炉温超过最大设定限度时报警系统启动。

2.6 功能软件设计

(1)温度PID输出模块:用PID调节的时候误差差不多控制在3%以内。但同时温度过高后要等烤箱自然冷却。(2)温度检测模块:由ad转换器将实时测量的电压数值转变对应的电阻值再变成为实时温度数值。(3)温度PID控制模块:通过采用位置式PID控制算法,在此次具体采用的PID算法与以往状态相关联,数值的偏差在每次工作后不断积累,此时计算机的性能则格外重要,任何一出微小错误都会最终导致输出数值的偏差,因此通过不断调整阀门具体位置,可以很大程度上降低生产危险。(4)温度报警模块:当烤箱实时温度超出或低于最大和最低临界值时,报警工具

发生器则会立即反馈。(5)主程序模块:不同功能的切换时对各个标志位给定值的改变来实现的,flag1=1的作用是显示测定设定值,flag=0是显示最高和最低临界值,flag2=1是改变给定输入值,flag3=1是用来改变最高和最低临界值,flag4=1是开始测温和PID控制,flag5=1结束。(6)定时1s中断模块:定时模块本来是40ms采样一次但是我们认为采样周期有点短,这里我们用flag6增加10倍变成400ms采样一次。主程序模块流程,如图4所示。

3 系统测试与分析

本次系统控制中,我将系统程序主要分为以下几个模块:键盘设置、标度变换、增量式PID计算、中断产生PWM波、A/D转换、实时温度显示、越限报警等。在调试过程中,各部分都遇到了不同的问题,但经过老师指导和制定修改方案,都顺利的解决了问题,现将调试中遇到的困难和解决方法作归纳,以便日后查阅并引以为戒。

增量式PID计算调试。在此次烤箱温度控制系统中,该部分相对于控制系统中的控制器,所以它工作的好坏决定了控制系统的性能,决定着温度调节中的超调量和调节时间,故需要认真对待。

问题:对于PID,在查阅资料过程中有所了解,但对于其如何应用不是特别清楚,对于程序编写也较为陌生,需要花大量时间来理解。

解决措施:我决定采用增量式PID来控制烤箱,对烤箱加热与否,我知道,它受到高电平(单片机给1)则不加热,受到低电平(单片机给0)则加热,所以决定以控制占空比大小来控制其加热散热情况。我采用1S单片机产生一次中断来进行一次PID计算,并决定下一次占空比大小,根据实际中断编写程序,我知道想控制占空比大小,实质是控制temp值的大小,占空比 = temp/400(此处需参考实际中断程序),所以增量式PID输出值与u(k-1)决定输出值,经过一定处理即可得到temp值,达到控制目的。故在实际PID程序编写中,需要结合实际情况进行设计,对于P、I、D参数的确定,由于未求实际传递函数,故经多次试验得到基本参数,是一种经验值(P=5, I=30, D=0),经测试,实际效果较满意。超调量在正负3摄氏度之间变化,基本满足要求。

4 总结与展望

对于未来电烤箱的发展,我认为更多LED设备会以高科技少能耗的形式融入进来,全电子触屏并可远程控制,使电烤箱的动作更加方便。同时,更多的电烤箱进入千家万户,而其功能也将更加丰富,兼并的功效又能够满足未来人们更多的要求。智能控温的前景是一派光明的,而我认为更多不同类型的家电设施会逐渐合并,例如微波炉,电烤箱,蒸锅,可融合成为一体,为以后的空间的节省与操作的方便提供了更多想像空间。

不断改进控温系统,正所谓人类的需求即是发展的方向,它终会顺着人们更高的要求去不断创新,去产生更大的社会效应与经济效益,正是因为电烤箱具有极大的应用价值。

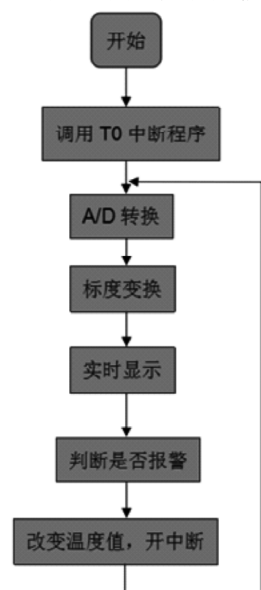


图4 主程序模块流程图