

# 微控制器 MSP430F149 在烤箱控制系统中的应用

敬 岚<sup>1</sup>, 朱海君<sup>1,2</sup>, 刘彩虹<sup>1,2</sup>, 刘亚利<sup>1,2</sup>, 高世伟<sup>1,2</sup>

(<sup>1</sup> 中国科学院近代物理研究所, 兰州 730000; <sup>2</sup> 中国科学院研究生院, 北京 100039)

**摘要:**介绍了美国 Texas Instruments 新一代 16 位 Flash 型 MSP430F149 系列微控制器的结构、特性和功能, 阐述了基于该控制器的烤箱控制系统的硬件组成和软件架构, 具有功能强、结构简单、可靠性高、抗干扰能力强、不需扩展外围器件等特点, 满足了烤箱控制系统中对温度的测控要求。

**关键词:** MSP430F149, 微控制器, 控制系统, 烤箱

**中图分类号:** TP275 **文献标识码:** A **文章编号:** 0258-0934(2004)06-0782-03

## 0 引言

微控制器 MSP430 是美国德州仪器 (Texas Instruments) 公司一种新型的混合信号处理器, 采用了最新低功耗技术, 具有非常高的集成度, 单片集成了多通道 12bit 的 A/D 转换、片内精密比较器、多个具有 PWM 功能的定时器、斜边 A/D 转换、片内 USART、看门狗定时器、片内数控振荡器 (DCO)、大量的 I/O 端口以及大容量的片内存储器, 单片可以满足绝大多数的应用需要。在运算速度方面, MSP430 微控制器能在 8MHz 晶体的驱动下, 实现 125ns 的指令周期。16 位数据宽度、125ns 的指令周期以及多功能的硬件乘法器 (能实现乘加) 相配合, 能实现数字信号处理的一些算法 (如 FFT 等)。该系列将大量的外围模块整合到片内, 结构灵活, 发展了芯片的综合控制功能。

烤箱控制系统采用 MSP430F149 微控制器。它是超低功耗 Flash 型 16 位 RISC 指令集微控制器, 具有强大的处理能力、丰富的片上外

围模块和方便高效的开发方式, 是 MSP430 系列中功能最强大的一款。MSP430F149 采用“冯-纽曼”结构, RAM、ROM 和全部外围模块都位于同一个地址空间内, 具有一个硬件乘法器、6 个 I/O 端口 (每个有 8 个 I/O 口)、1 个精确的模拟比较器、2 个具有捕捉/比较寄存器的定时器、8 路 12 位 A/D 转换器、片内看门狗定时器、2 个串行通信接口和 60kB 的 FlashROM、2KB RAM。MSP430F149 还具有强大的能, 其具有 48 个 I/O 引脚, 每个 I/O 口分别对应输入、输出、功能选择、中断等多个寄存器, 使得功能口和通用 I/O 口可以复用, 大大增强了端口功能和灵活性, 提高了系统的运行可靠性。

## 1 系统工作原理和基本组成

烤箱控制系统采用铂电阻 PT100 为测温元件, PT100 具有性能稳定、抗氧化能力强和测量精度高等优点。由 PT100 和电阻元件组成的桥式电路将由温度变化引起的铂电阻的阻值变化转换为电压信号输入放大器。因需通过连接导线将安装在测量现场的铂电阻接入控制台, 为了减小引线电阻的影响, 采用三线式接线法。温度测控系统在烤箱、加速器和 HIRFL-CSR 控制系统中的应用很广。

温度测控模块主要由以下几个单元组成:

收稿日期: 2003-10-14

作者简介: 敬岚 (1954—), 女, 甘肃兰州人, 中国科学院近代物理研究所副研究员, 硕士, 从事计算机控制与嵌入式技术研究。

PT100 测温单元、MCU 单元、HD7279A 模块、键盘和显示单元和驱动电路单元等组成。图 1 是该控制模块的系统结构图。

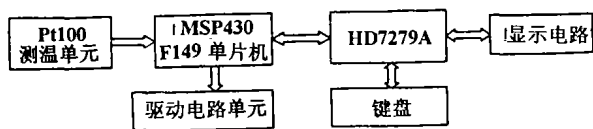


图 1 温度测控系统图

系统中各模块单元的功能如下：

1)PT100 测温单元：温度测量采用的传感器通常有多种，一般设计时要考虑应用场合、温度范围、复杂程度、价格因素等。本设计采用精度高、稳定性好、重复性好的铂电阻元件 PT100。在  $0 \sim 630.750^{\circ}\text{C}$  温度范围内，PT100 的温度-电阻特性如下： $R_t = R_0(1 + at + bt^2)$ ；其中， $a = 3.96847 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$ ， $b = -5.847 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 。特性中， $R_t$  为在温度  $T$  下的电阻值； $R_0$  为在零度时的电阻值。PT100 测温单元由精密电压源电路、测温电桥、电子开关选择电路等组成。在 MSP430F149 的控制下，分时将测温点温度传感器 PT100 送来的温度信号（电阻值）转换为电压信号。

2)MCU 单元：主要是 MSP430F149 及其外围电路，是整个控制系统的核心。由 PT100 测温电路送来的模拟电压信号输入微控制器的模拟比较器的 CA0 端，另一个模拟输入端 CA1 连接到内部参考源  $0.25V_{cc}$ ，经比较器和定时器组成的双积分 A/D 转换电路按照程序的控制要求，通过 HD7279A 和驱动电路来完成 LED 显示，接收键盘输入，与计算机的通讯等进行控制和操作。

3)HD7279A 显示驱动单元：HD7279A 是一种管理键盘和 LED 显示器的专用智能控制芯片，共有 28 个引脚。它能对 8 位共阴极 LED 显示器或 64 个 LED 发光管进行管理和驱动，同时能对多达  $8 \times 8$  的键盘矩阵的按键情况进行监视，具有自动消除键抖动并识别按键代码的功能，从而可以提高 CPU 工作的效率。HD7279A 和微处理器之间采用串行接口，其接口电路和外围电路简单，占用口线少。

4)驱动电路单元：在驱动电路中，为了保护小继电器，选择脉冲驱动，脉冲宽度为 1s，以使中间继电器能实现自锁的功能。继电器均选择 5V 直流驱动、负载为 220V/2A，继电器的型

号为 5VSPDT，线圈电阻为  $80\Omega$ 。中间继电器的型号是 JZ7-44，220 交直流驱动。三极管型号为 H8050，放大倍数 200。两个反向二极管 DA1、DA2 起保护继电器线圈的作用，两个电容器 CA1、CA2 用来防止触点两端电弧的产生。UA3 为中间继电器；UA4 为交流接触器，直接控制加热电阻丝的温度。

## 2 系统软件

微控制器 MSP430F149 是一种具有集成度高、功能丰富、功耗极低等技术特点的 16 位微控制器，代码存储空间从 1k 至 60k 不等。当程序量大于 8k 时，使用汇编语言会使软件设计工作的效率大大降低。用 C 语言程序设计来实现系统的应用软件开发，可以大大提高开发调试工作的效率；同时，所产生的文档资料也容易理解，便于移植。适用于 MSP430 系列的 C430 语言，与标准 C 语言兼容程度高。

MSP430 系列微控制器可以利用 IAR 公司提供的集成调试环境 Workbench 和 C430 语言调试器 C-SPY 进行编译，直接下载至片内 Flash 内存，脱机运行。整个用户界面友好，调试过程中可以在上层软件中看到各寄存器的内容并在线修改，支持单步运行，在线观察定义的各个变量实时值。采用把所有相关文件放入一个项目中的组织方式，编译运行时软件会自动将文件按内在联系自动组合在一起，支持 C 语言编程。

温度测控模块的程序分别由主程序、键盘处理子程序、显示子程序、定时子程序等组成。主程序主要完成系统的初始化、系统时钟的设置和调用子程序等功能。键盘输入采用扫描方式进行。每检测完温度后就与预设温度进行比较，并调用显示程序。当达到预设温度值时，调用定时子程序；当定时到达预设时间时，即转入下一步的预设温度和预设时间，进行温度采样，实时显示，并使驱动电路工作，直至完成所有预设步数为止。温度测控模块程序流程图如图 2 所示。

## 3 驱动电路原理图

图 3 中，P13 是升温脉冲，P12 是降温脉冲。当 P13 的电压由低变高时，三极管 QA1 导通，电器 UA1 吸合，负载线圈构成回路，从而

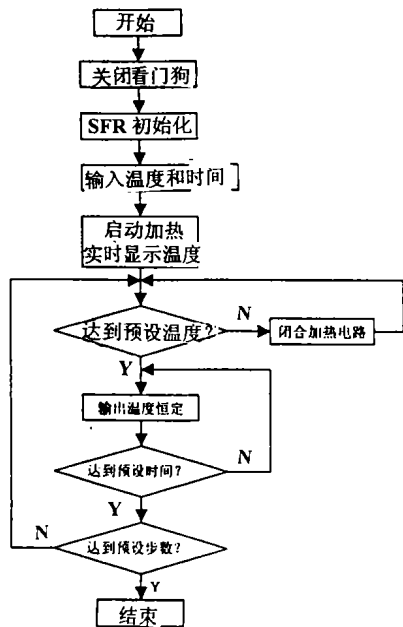


图2 温度测控模块程序流程图

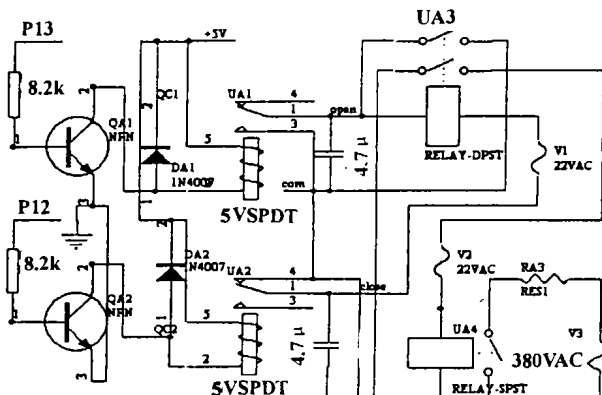


图3 驱动部分电路原理图

继电器 UA3 吸合, 并实现自锁, UA4 导通, 电

阻丝开始加温。1s 后, P13 的电压由高变低时, UA3 已经自锁, 继续工作; UA4 也继续加温。当 P12 收到脉冲变成高电平, 三极管 QA2 导通, UA2 工作, 使得自锁回路断开, UA3 停止工作, 常开触点断开; 脉冲结束以后, 所有继电器都停止工作, 从而达到降温的目的。驱动部分电路原理图见图 3。

#### 4 结语

采用 MSP430F149 微控制器完成的温度测量和控制系统具有抗干扰能力强, 可适应各种复杂的测温场合, 只需升级软件即可大幅度提高精度。在中国科学院近代物理研究所信息工程研究室同事和同学的协作下, 我们研发的这套温度测控系统, 温度测量具有很宽的调节范围, 测温精度高, 实用性强, 根据不同的需求可以应用于烤箱、加速器和 HIRFL-CSR 等控制系统中。

#### 参考文献:

- [1] 敬岚, 等. 加速器控制系统中的 32 路数字 I/O 模块设计[J]. 电气自动化, 2003, 25(Z06): 29.
- [2] 敬岚, 等. 基于 AT89C51 的云台镜头监控系统设计及其应用[J]. 电气自动化, 2003, 25(Z06): 59.
- [3] 敬岚, 等. 基于 MSP430F149 单片机的步进电机控制系统设计[J]. 电气自动化, 2003, 25(Z06): 125.
- [4] 凌振宝, 等. 基于 MSP430 单片机的智能变频器设计[J]. 仪表技术与传感器, 2003(8): 32.
- [5] MSP430X1XX Family User's Guide. Texas Instruments, 2000, 26-32.
- [6] MSP430X13X, MSP430X14X Data Sheet. Texas Instruments, 2000, 3-42.

## An oven control system Based on MCU MSP430F149

JING Lan<sup>1</sup>, ZHU Hai-jun<sup>1,2</sup>, LIU Cai-hong<sup>1,2</sup>, LIU Ya-li<sup>1,2</sup>, GAO Shi-wei<sup>1,2</sup>

<sup>(1)</sup>Institute of Modern Physics, CAS, Lanzhou of Gansu Prov. 730000, China;

<sup>(2)</sup>Graduate School, CAS, Beijing 100039, China)

**Abstract** This paper introduces the structure, principle and feature of new generation of 16 bit & Flash-type microcontroller which belongs to the Texas Instruments MSP430F149 series with low power consumption and high performance. Details of the hardware structure and analysis software of the oven control system based on the microcontroller are expatiated. This system has the characteristics of strong function, simple struction, high reliablity, strong noise resistances, no peripheral chip etc. The requirements of the temperature measurement and control system are fulfilled.

**Key words:** MSP430F149; microcontroller; control system; oven