

基于 MSP430F149 的重质油评价装置智能控制系统

Intelligent Control System of Heavy Oil Experimental Apparatus Based on MSP430F149

章 扬 张锡岭 (中国石油大学 计算机与通信工程学院 山东 东营 257061)

摘 要: 介绍了以 MSP430F149 单片机为核心的重质油评价装置智能控制系统,介绍了如何利用 MSP430F149 本身的优点并结合相关的外部电路实现实时温度测量与调节,电机和加热器控制、RS-485 总线接口设计等具体模块的设计方法。重点阐述了系统的结构,主要模块的硬件构成及系统软件的设计过程。评价装置在国内多家炼厂的实际应用表明,本控制系统能够完成评价装置所需要的测量与控制功能。

关键词: 单片机 MSP430F149 温度控制 RS-485 总线 模数转换

1 引言

随着炼厂加工原油的重质化、劣质化趋势和市场对液收产品需求的刺激,尤其是对柴油需求量的增加,迫使炼油厂必须提高加工深度,增加柴汽比。中国石油大学化学化工学院开发的重质油加工评价装置通过实验的方法为不同种类的重质油找出最合适的反应条件,提高整个反应的液收。控制系统通过控制反应炉加热的方式来控制重质油反应的温度,测试在各种温度条件下重质油的反应结果。由于温度对实验结果起着决定性的作用,所以控制系统是保证整个重质油加工评价装置正常运行的重要环节。

2 系统结构

本智能控制系统的核心采用 MSP430F149 微控制器,通过温度数据采集电路对实验装置中的加热炉、预热炉及反应器上盖的温度信息进行采集,并把采集到的数据通过 RS-485 总线发送到计算机显示;计算机端的程序是用 VB 编写,它能把从总线上收到的信

息换算成温度后存储并通过曲线的形式显示出来,可以根据预先设定的温度阈值和 PID 调节算法,进行自动的或者手动的调节,调节的控制信息通过 RS-485 发送到微控制器执行;为了方便操作,试验人员也可以通过实验装置上的面板来控制加热器和电机。重质油评价的实验模拟实际反应装置中的运行情况,每一次实验分为两到三个阶段,在每个阶段都需要设置相应的反应条件。

在本控制系统的具体实现中,由于实验对温度的精度要求较高,并且温度的范围也很大,故对 K 型热电偶进行分段线形优化和误差处理,使 A/D 之后的电压值与温度之间的简单更加简单和准确,以下是对整个系统的概述,其系统控制框图如图 1 所示:

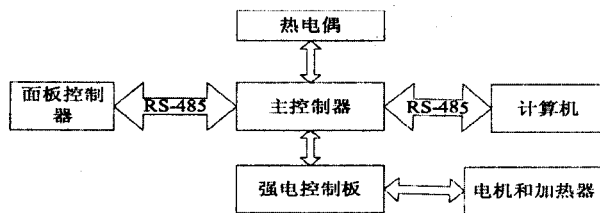


图 1 控制系统结构图

整个智能控制系统由以下 4 个部分组成：主控制器，这是整个控制系统的核心，它以 MSP430 微控制器为核心，采集热电偶变送器的电压值并通过 RS-485 总线发送给计算机，接收计算机或者面板控制器的控制命令控制强电控制板上的继电器和可控硅的通断；面板控制器，控制系统面板键盘输入及状态显示，用于接收面板的输入信息并通过 RS-485 总线发送给主控制器，并接收主控制器的命令来显示系统运行的状态；强电控制板，为了减少 220V 交流电对弱电系统的干扰，把继电器和可控硅集中到强电控制板，主控制器通过高低电平控制继电器和可控硅的通断，从而达到控制加热器和电机的目的；计算机端的程序是用 VB 编写，接收主控制器送过来的电压信号转换成温度信息，把以一定的格式记录下来供下一步的分析，通过曲线显示反应器、加热器、反应器上盖和预热器的温度，根据设定的温度阈值和控制算法完成对加热器的控制，用户也可以通过计算机远程控制加热器和电机的运行。

3 硬件电路结构

针对重质油加工评价装置对温度测控和对电机控制的特殊要求，我们特别设计了温度模拟量的数字化实时采集、控制信息的现场输入和中断输入及显示，继电器及可控硅控制电路等，通过在现场的安装与调试，本智能温度控制系统能很好地完成设计要求，其具体模块电路原理如下所述。

3.1 ADC 转换电路

MSP430F149 微控制器内置的 12 位精度的模数转换器带有采样保持功能，具有高速通用的特点。本设计采用了 8 个采集通道同时采集监控 8 个不同的对象，实际接入的只有反应器温度、加热器温度、预热器温度、反应器上盖温度和加热器高度 5 个对象，用户可以选择其中的 5 路通道接入，其它三路通道作为备用，提高了整个系统的可靠性。热电偶通过变送器后把电压送入 MSP430F149，为了防止外部干扰损坏单片机，使用 BAV99 来把电压钳制在 0~Vcc 之间。如图 2 所示：

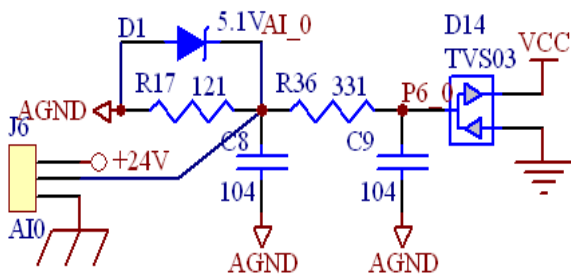


图 2 AD 转换电路

3.2 RS-485 通信电路

MSP430F149 微控制器与 RS-485 的接口采用 TI 公司生产的 SN65HVD3082 芯片。具体电路如图 3 所示：

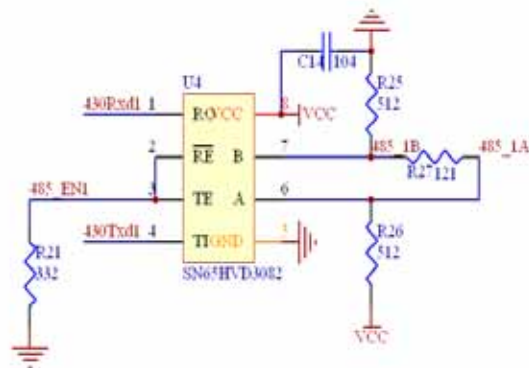


图 3 RS-485 通信电路

3.3 面板控制电路

面板控制电路包括 12 个按钮，状态显示电路包括 11 个发光二极管，由一个专门的 MSP430F149 来负责输入输出，按钮输入后通过 RS-485 总线把数据发送到主控制器，主控制器的状态数据也通过 RS-485 总线发送过来控制显示。按钮和发光二极管都由微控制器直接驱动，为节省成本，面板控制电路板与主控制板电路兼容。

3.4 继电器和可控硅控制电路

智能控制系统需要控制加热炉上下移动，预热器左右移动以及恒温水浴开关，这些都通过继电器来控制，由 MSP430F149 的 I/O 电平控制三极管的导通与断开来控制继电器开关，具体电路如图 4 所示：

当总线上有数据发送时，MSP430 的串口 UART0 将

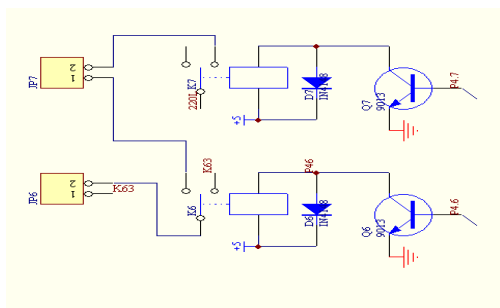


图 4 继电器控制电路

对于加热器、预热器、反应器上盖等较大电流的设备，采用可控硅来控制其通断，与继电器控制类似，也是由 MSP430F149 的 I/O 电平控制三极管的导通与断开来控制可控硅的开关，具体电路如图 5 所示：

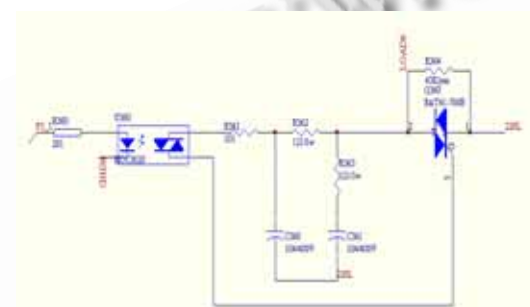


图 5 可控硅控制电路

4 软件设计

考虑到系统控制功能易于扩展的实际情况，采用了模块化的设计方案编写控制软件。整个控制系统有三套软件：面板控制板软件，主控制器软件和计算机端软件。其中面板控制板软件较为简单，在此不再赘述。

4.1 主控制器 MSP430 单片机编程

通过 MSP430 单片机的开发平台 IAR Embedded Workbench，采用 C 语言编写控制程序，顺利实现评价装置的各项功能。在软件实现中，采用模块化设计，将其控制功能分为主功能模块和子功能模块两部分。各模块功能说明及流程图如图 6。

4.1.1 主模块功能及流程

由于本模块主要用于监听 RS-485 总线上的数据帧，并通过串口中断源触发，所以上电后程序首先进行初始化，进入巡回模式，最后处于中断等待状态。

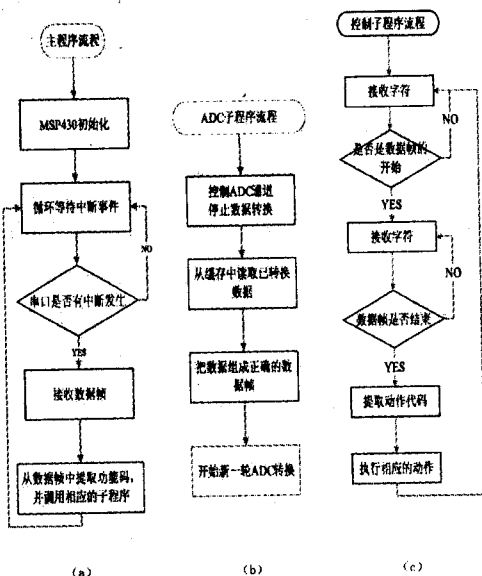


图 6 MSP430 单片机程序流程图

产生接收中断信号，模块对其中断事件进行处理，并接收总线所发送的数据帧，接收完毕后，调用相应的功能服务子程序，如图 6(a)所示。

4.1.2 ADC 转化子模块程序

MSP430F149 单片机采用 12 位 ADC 的序列通道多次转换模式进行工作。MSP430 模数转换电路通过对其模拟通道进行多通道重复的 ADC 转换，使其所采集的温度数据不断自动更新，并把二进制数据转换成字符串的形式存储在数组中。A/D 序列通道多次转换的停止控制通过软件 ENC 置位来实现，不影响采样值。为了提高对采集数据的线性化精度，并减少 MSP430F149 微控制器的运算量，在此处不对采集到的数据进行线性优化处理，把这一工作放到 PC 端来完成，如图 6(b)所示。

4.1.3 对仪器的控制及数据的读取

PC 控制端和仪器控制面板都可以通过 RS-485 总线发送数据来对仪器动作进行控制，PC 控制端还能够读取采集到的数据，这些都要通过主控制器来完成。该子功能模块的流程图如图 6(c)所示：

4.2 PC 控制端编程

计算机端的程序使用 VB 编写，使用串口与实验装置的主控制模块通信，完成的主要功能为：提供操

作界面并将操作人员的操作按照规定的命令格式生成命令并放入发送队列发送;采集各温度监控点的数据,由于采集到的数据为 ADC 之后的电压值,必须根据热电偶的特性得到真实的温度值,由于温度的范围较宽,采用分段线性化的方法来实现电压值到温度值之间的转换;把得到的温度值生成合适的曲线并显示,方便操作人员的操作;根据反应条件和实际的温度,用 PID 算法自动控制或者由操作人员手动控制加热器的通断,保证温度的稳定,实际实验表明,该实验装置采用自动控制能将温度误差控制在 ± 1 ,采用手动控制能将温度误差控制在 ± 0.5 。下图为在湖北荆门测出的实验曲线:

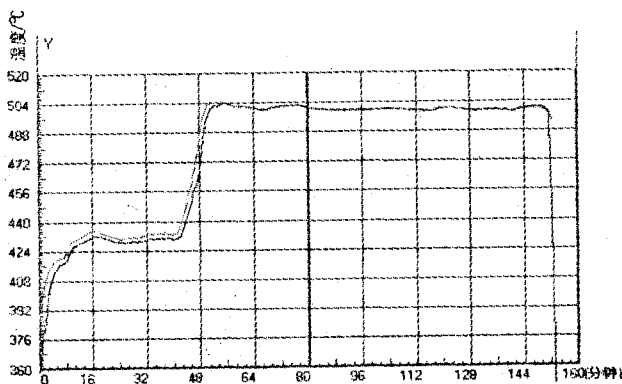


图 7 湖北荆门某次实验测出的实验曲线

5 结束语

TI 公司的 MSP430 系列单片机是一种超低功耗的混合信号控制器,Flash 型单片机具有更方便高效的开发调试环境,有着丰富的片内外设资源,为设计和实现提供了非常便利的条件,在此基础上设计的智能控制系统可以同时 8 路温度信号进行测量,并通过 RS-485 总线实现温度的远程测控。该重质油评价装置已经在中国石油大学胜华炼厂、山东齐鲁石化等国内 10 多家炼油单位使用,产生了良好的经济效益。

参考文献

- 1 MSP430x1xx Family User's Guide. 2002. Texas Instruments Incorporated.
- 2 MSP430x14x datasheets. 2002. Texas Instruments Incorporated.
- 3 魏小龙. MSP430 系列单片机接口及系统设计实例. 北京:北京:航空航天大学出版社, 2002.
- 4 沈建华,杨艳琴,翟晓曙. MSP430 系列 16 位超低功耗单片机原理与应用. 北京:清华大学出版社, 2004.