

基于 MSP430 单片机的城市燃气监测系统设计

王睿, 余有灵

(同济大学 电子与信息工程学院, 上海 200092)

摘要: 研究并设计了基于 16 位单片机 MSP430 的小区燃气流量监测和远程传输的一体化解决方案, 将传统的监测模块-安全栅-电源-传输电路进行一体化集成。引入了世界新兴的功能安全设计理念, 可以有效地提高燃气监测系统的可靠性并大幅度降低产品的硬件成本。

关键词: 单片机; 功能安全; 燃气监测; GPRS

中图分类号: TP368.1

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)04-0030-03

City gas monitoring system design based on the MSP430 MCU

Wang Rui, Yu Youling

(Collage of Electronic and Information Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: This paper gives a design of cell gas monitoring system based on the MSP430 MCU. Instead of traditional system, this solutions makes all the parts of the transmitter, isolated barriers and RTU into one. Especially, it is designed based on the newest function safety technology, which can effectively improve system reliability and reduce hardware costs.

Key words: MCU; function safety; gas monitoring system; GPRS

远程测控终端 RTU(Remote Terminal Unit)是 SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition)系统的基本组成单元,是对分布距离远、生产单位分散的生产系统的一种数据采集与监视控制系统,目前在工业领域有着日益广泛的应用前景。但是与之相对应的城市燃气领域由于技术的滞后和应用特点与 RTU 有着极大的不同,所以并无类似的产品。本设计就是基于这一前提,针对城市燃气系统开发的燃气监测系统,具有与 RTU 类似的功能,但是大幅度降低成本,适合在城市燃气领域广泛地应用。同时,本设计将国际新兴的功能安全理念引入设计中,填补了国产控制系统在这一领域的空白。

1 系统整体设计思路

系统主要由 AD 采样单元、中央处理单元、GPRS 信号远传单元和本安供电单元构成,如图 1 所示。系统接收来自气体流量计传输的 4 mA~20 mA 信号,该信号经过 AD 采样传输给中央处理单元转化为数字信号,再通过数字远传单元传输给远端的中央控制系统。

2 本安供电单元的设计

本安供电单元为一个多路本安电源,如图 2 所示。将 220 VAC 的市电经过整流滤波变成中央处理单元、GPRS 数字信号远传单元、AD 采样单元以及现场流量计所需要的供电电源。

《微型机与应用》2013 年 第 32 卷 第 4 期

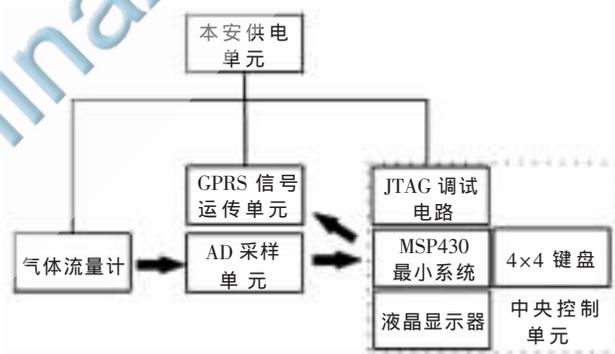


图 1 系统构成

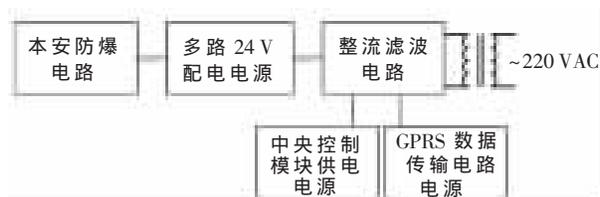


图 2 本安供电单元组成

由于该系统要应用于有防爆要求的燃气监测系统,所以系统整体有防爆要求。目前国内应用于燃气领域的防爆方式经常混合使用本安防爆和隔爆(防爆标志通常为 Exd II ia),本系统采用设计要求更高的本安防爆(防爆标志 EX II ia)设计。

欢迎网上投稿 www.pcachina.com 33

硬件纵横

Hardware Technique

本安防爆限能模块由齐纳二极管、功率电阻以及保险丝组成,如图3所示。由于绝大多数流量计使用24VDC供电,考虑一定的供电余量,最大配电电压选择30V。

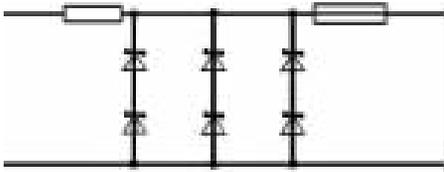


图3 本安防爆限能模块

按照《GB3836.4-2010 爆炸性环境 第4部分:由本质安全型“i”类保护的设》^[1]中对于本安电路电压和电流的相关要求,参考最小点燃曲线(如图4所示),有4种选择:I类设备、II类A/B/C型设备。I类设备对应矿井甲烷,II类设备对应氢气,在这里为了有更广泛的适应性,能够给流量计更广泛的供电能力,选择IIA类,可以得到最小点燃电流400mA。依据这一数据选择相应的齐纳管和限流电阻。

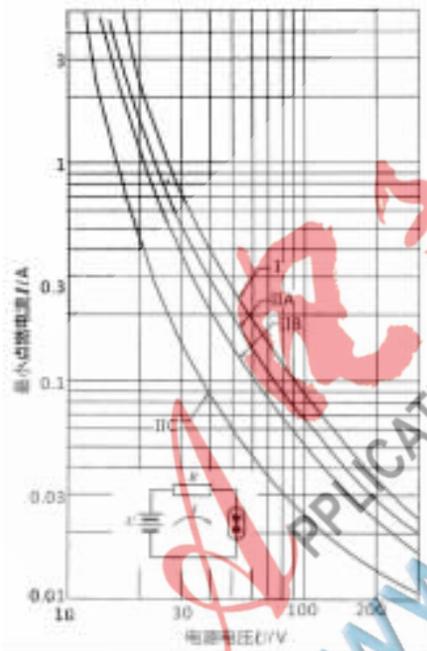


图4 最小点燃曲线

对于每一个配电支路,为了确保在故障状态下不会因为长时间的过电压或者过电流造成设备损坏或者本安限能电路失效,还需要增加保险丝,将限流水平选择在超过400mA时瞬间熔断作为选择标准。

3 AD采样单元电路设计

由于MSP430单片机自带16bit ADC,因此无需再选择其他ADC芯片,采样频率取100Hz。为了减小电路带来的误差,直接通过一个100Ω、精度0.1%的采样电阻将采集到的4mA~20mA电流转化为0.4V~2V的直流电压经过ADC采样给中央处理单元。整个系统的误差主要受采样电阻的精度影响,经过调整可以保证在0.1%F.S的水平。

34

4 中央处理单元电路设计

中央处理单元主要由MSP430单片机最小系统构成,包括电源电路、复位电路。此外,还需要JTAG调试电路、液晶显示电路(MSP430F4XX系列自带液晶驱动电路)以及一个4×4的键盘。

5 GPRS数据远传模块电路设计

MC351是Siemens公司推出的新一代无线通信GPRS模块,可以快速安全可靠地实现系统方案中的数据、语音传输、短消息服务(Short Message Service)和传真。模块的工作电压为3.3V~4.8V,可以工作在900MHz和1800MHz两个频段,所在频段功耗分别为2W(900MHz)和1W(1800MHz)。

MC135模块主要由GSM基带处理器、GSM射频模块、供电模块(ASIC)、闪存、ZIF连接器、天线接口六部分组成。作为MC35i的核心,基带处理器主要处理GSM终端内的语音、数据信号,并涵盖了蜂窝射频设备中的所有模拟和数字功能。在不需要额外硬件电路的前提下,可支持FR、HR和EFR语音信道编码^[2]。其电路结构如图5所示。

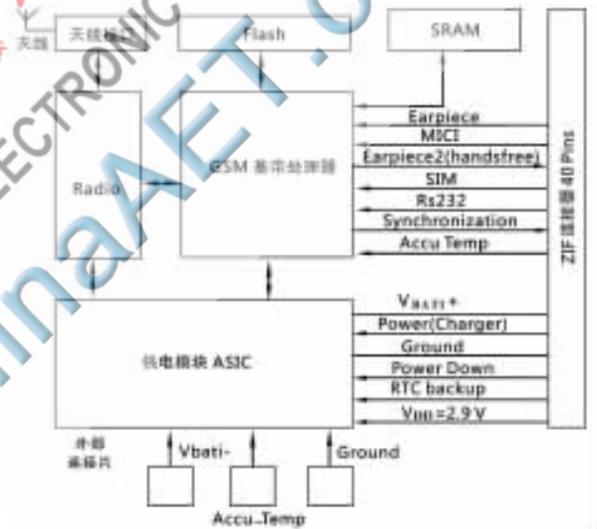


图5 MC135电路结构图

MC135模块需要在电源电路、启动电路、数据通信电路和SIM卡电路的支持下才能工作,由于MC135与中央控制单元的通信通过串口完成,因此还需要一个MAX3238为核心的串口通信电路与MSP430单片机的USCI串行通信电路相连。

在GPRS模块的支持下,系统可以有效地完成短消息收发、GPRS数据传输,甚至语音通信。

6 系统软件设计

系统的软件主要由上位机软件和下位机软件组成。上位机主要包括人机界面、调试模块、检验模块、数据显示和报警模块;下位机软件主要包括JTAG通信模块、GPRS通信模块和控制模块。上位机软件可以在Visual Studio 2005中的Visual Basic2005集成开发环境下完成;

《微型机与应用》2013年第32卷第4期

下位机软件主要在IAR Embedded Workbench for MSP430 v. 5.40 Evaluation version 环境下开发。流程图如图6所示。

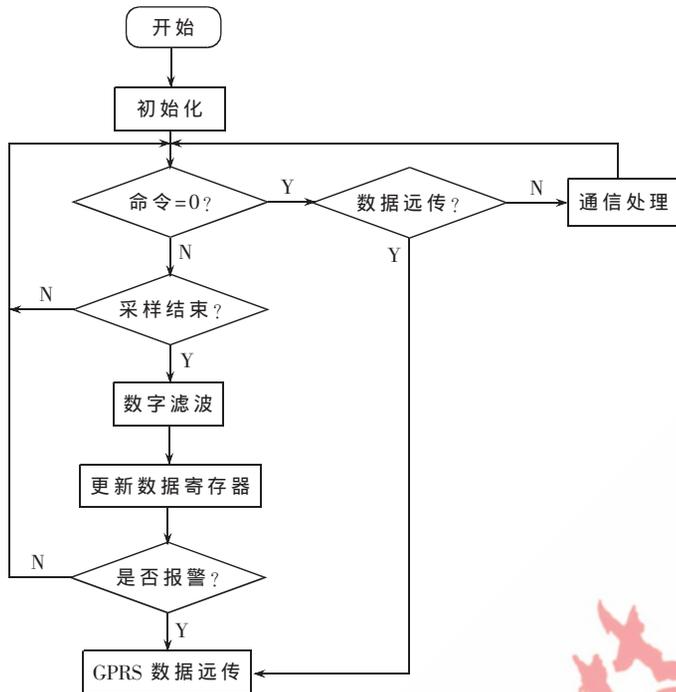


图6 软件设计流程

7 基于本系统的功能安全讨论

国际电工委员会(IEC)的标准 IEC61511 定义了一种有别于传统控制系统的安全仪表系统(简称 SIS)^[3],专用于各种危险场合来避免系统发生危险或者减小危险发生时对于人和环境的危害,近年来,这种系统有和传统控制系统融合的趋势。在本设计中,可以基于这一考虑,在之前的各项设计的基础上增加一个安全联锁控制模块,以提高系统整体的安全性。

在流量计的各个配电电路中增加一个继电器,系统关停时继电器开路。当系统完成自检后,继电器闭合,流量计开始工作。当检测到燃气流量异常时,首先进入报警,当流量计检测到流量超过安全上限后,切断流量计

电源;当流量计处于短线状态时,也切断流量计电源并报警。

除了电路上的安全联锁之外,依据 IEC61508 及 IEC61511 的相关要求对系统进行可靠性分析。为了进一步提高系统的可靠性和容错性,还要进行额外的故障插入测试,以避免由于误操作可能带来的隐患。

此外,依据 IEC61000 的要求,还要对系统进行电磁兼容性相关测试,以提高系统的可应用性。对于南方雷电多发区以及拥有大功率用电设备(比如电动机、发电机)的场合,其电磁环境复杂,如果没有良好的电磁兼容设计和相关测试,无法保证系统达到安全仪表系统所需要的安全等级。此外,依据 IEC61000 标准,在进行印刷电路板设计时也要遵循标准所涉及的各项制版要求。

本系统满足以上各项设计要求,功能全面、价格经济,安全性和可靠性较为突出,相比目前广泛使用的非集成燃气监控系统有着更好的应用前景。如果换用更为强大的 32 位单片机,进一步丰富功能模块(例如 RS485 通信电路、网络接口以及现场控制模块),可以全面替代目前使用的基于 PLC 的 RTU,广泛的应用于民用和工业现场。

参考文献

- [1] GB3336.4-2010 爆炸性环境 第四部分:由本质安全型“i”类保护的设备[S].中国国家标准化管理委员会,2010.
- [2] 曲广强,李丹,常国权. GPRS 无线通信模块 MC35I 及其外围电路设计[J].Journal Of Northeast Dianli University Science Edition, 2006,26(2):80-82.
- [3] 张建国.安全仪表系统在过程工业中的应用[M].北京:中国电力出版社,2010.

(收稿日期:2012-11-30)

作者简介:

王睿,男,1986年生,硕士研究生,助理工程师,主要研究方向:嵌入式系统与工业自动化。

余有灵,男,1973年生,副教授,主要研究方向:嵌入式系统。