

文章编号:1671-251X(2012)10-0070-03

赵光绪. 基于 PIC 单片机的本质安全型电流-频率转换电路设计[J]. 工矿自动化, 2012(10):70-72.

基于 PIC 单片机的本质安全型 电流-频率转换电路设计

赵光绪

(中煤科工集团重庆研究院, 重庆 400039)

摘要:针对模拟量传感器的信号输出形式存在多样性的问题,设计了一种基于 PIC 单片机的本质安全型电流-频率转换电路。该电路采用本质安全电源供电,将模拟量电流信号经高精度采样电阻接地转换为电压信号并送入 PIC 单片机的 A/D 采样口,由软件处理后转换为频率信号。实际应用表明,该电路能满足各种电流型传感器方便接入煤矿安全监控系统的需求。

关键词:煤矿; 安全监控; 电流型传感器; 本质安全型; 电流-频率转换; PIC 单片机

中图分类号:TD76 文献标志码:B 网络出版时间:2012-09-25 14:22

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20120925.1422.018.html>

Design of Intrinsic Safety Current-frequency Conversion Circuit Based on PIC Single-chip Microcomputer

ZHAO Guang-xu

(Chongqing Research Institute of CCTEG., Chongqing 400039, China)

Abstract: In view of problem of diversity existed in signal output forms of analog sensor, an intrinsic safety current-frequency conversion circuit based on PIC single-chip microcomputer was designed. The circuit uses intrinsic safety power supply, and converts analog current signal into voltage signal through grounded sampling resistance with high precision and the signal is sent to A/D sampling interface of PIC single-chip microcomputer, then the signal is converted into frequency signal after processed by software. The actual application shows that the circuit can meet with requirements of various current type sensors accessed in coal mine safety monitoring and control system.

Key words: coal mine, safety monitoring and control, current type sensor, intrinsic safety, current-frequency conversion, PIC single-chip microcomputer

0 引言

在各种煤矿安全监控系统中,多数厂家对模拟量信号的采集采用频率型信号传输方式。由于煤矿井下环境复杂,各种干扰源干扰着频率信号的传输,实际应用中发现频率信号传输存在着传感器冒大值、断线等问题。为了增强信号传输的质量,提高其抗干扰能力,部分厂家采用电流型信号传输方式。因此,各个厂家生产的模拟量传感器的信号输出形

式也就存在多样性。鉴此,笔者设计了一种基于 PIC 单片机的本质安全(以下称本安)型电流-频率转换电路,该电路满足各种电流型传感器方便接入煤矿安全监控系统的需求。

1 电路硬件设计

1.1 设计需求

(1) 由于煤矿安全设备输入电压等级比较多,需要设计宽范围输入电压,即工作电压为 DC9~

收稿日期:2012-07-24

作者简介:赵光绪(1980-),男,安徽灵璧人,助理研究员,主要从事煤矿安全监控系统的研发工作。E-mail:gxzhao2004@163.com

24 V。

(2) 电路工作电流 ≤ 40 mA。

(3) 模拟量输入范围为4~20 mA,即输入电流为4~20 mA。

(4) 模拟量输入范围对应模拟量输出频率:200~1 000 Hz,即输出频率为200~1 000 Hz。

(5) 高精度的模拟量转换设计,以满足各种不同安全监控系统信号处理的需求,即设计基本误差为标准值的0.3%。

1.2 电路整体结构

根据上述设计需求,基于PIC单片机的本安型电流-频率转换电路采用本安电源供电,将模拟量电流信号经高精度采样电阻接地转换为电压信号,该信号经过保护、滤波后进入PIC单片机的A/D采样口(为满足基本误差为标准值的0.3%的要求,选择的单片机内部至少要带12位A/D采样),该信号采样后经PIC单片机换算成定时器的初值,转换为频率信号,最后通过频率输出电路输出。该电路结构如图1所示。

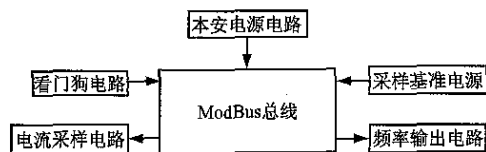


图1 基于PIC单片机的本安型电流-频率转换电路结构

1.2.1 本安电源及基准电源电路

根据设计需求(1)、(2),采用MP1593芯片作为本安电源核心器件。该芯片是美国MPS公司研制生产的一款降压型DC-DC器件,它采用8脚SOP封装,体积很小,允许输入的电压范围为DC 4.75~28 V,最高输出电流为3 A,最高工作效率为95%。MP1593的典型数据:当输入12 V、输出为5 V,且电流达到2.5 A时,其工作效率为90%。在这样高电压差、大电流的情况下,MP1593连续工作24 h也无需加装任何散热器,可见其功耗非常之小^[1-4]。另外,MP1593的外围电路也十分简单,非常容易应用。因此,采用MP1593能满足设计需求。

本安电源及基准电源电路如图2所示,将本安电源接入输入端子VIN,经过MP1593降压至V₁(DC5 V);采用肖特二极管、小电感、小电容的方式进行稳压、限流,在故障状态下产生的电火花和热效应均不能引起周围可燃性气体燃烧或爆炸^[5-6],以达到本安电路要求;采用CJT1117电源降压至V₂(DC3.3 V);V_{REF}采用ADR423芯片的外部基准电压。

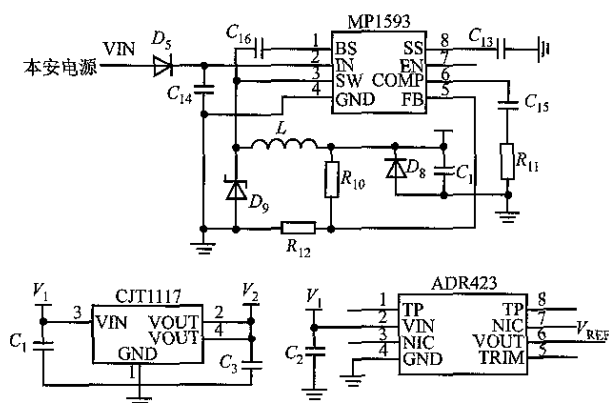


图2 本安电源及基准电源电路

1.2.2 单片机及外围电路

基于PIC单片机的本安型电流-频率转换电路选用PIC24系列单片机。该单片机采用RISC指令集、哈佛双总线结构,带有PLL的灵活而高速的低功耗集成振荡器,无需使用外部晶振,具有运行速度快、快速响应实时事件(快速中断响应,只需5个指令周期)、功耗低、可靠性高、性价比高等优点^[7],能满足设计需求。在电流采样电路中,采样电阻选择0.1%精密电阻,并带有保护单片机口线功能。在频率输出电路中,为了增强电路的远距离传输性能,采用N₁和N₁₅三极管来增强频率输出驱动能力。单片机及外围电路如图3所示。

2 电路软件设计

基于PIC单片机的本安型电流-频率转换电路主程序流程如图4所示。为了优化程序设计,A/D采样子程序采用中断方式,A/D采样使用单通道。由于采样定时器为定时输出模式,为了保证频率输出精度,A/D采样子程序采用中断采样完成后立刻退出中断的方式,不在中断程序中耽误时间,且在主程序中采用算术平均滤波法^[8]处理A/D采样的数据。

3 测试分析

为验证设计的本安型电流-频率转换电路的可行性,对6块电路模块进行了工作电流测试和输出频率值测试。测试设备包括1台直流稳压电源、1台示波器、1台万用表、1台电流信号源。测试结果如表1和表2所示。从表1可看出,当输入电压为DC9~24 V时,对应的电路工作电流 ≤ 40 mA;从表2可看出,选取4、8、12、16、20 mA为测试点,对应的输出频率误差值不超过标准值的 $\pm 0.3\%$ 。测试结果表明该电路满足设计需求。

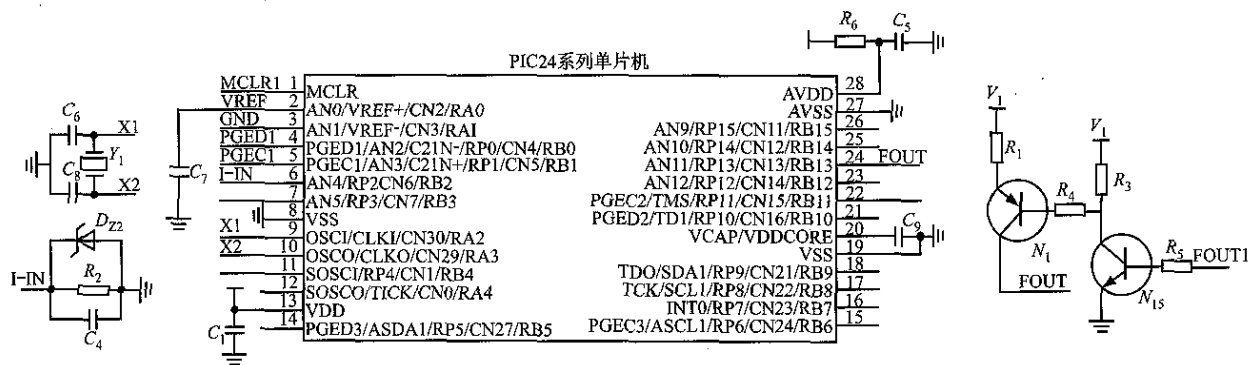


图3 单片机及外围电路

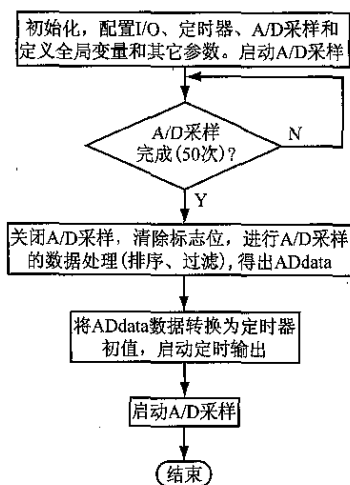


图4 基于PIC单片机的本安型电流-频率转换电路主程序流程

表1 6块电路模块的工作电流测试结果

输入电压 /V	工作电流/mA					
	1号	2号	3号	4号	5号	6号
9	32.21	31.47	29.47	31.62	30.49	32.15
12	28.50	26.12	27.56	27.51	27.60	28.12
15	23.78	22.45	23.42	23.18	23.44	23.81
18	20.75	20.17	20.34	20.11	20.79	21.15
24	16.75	16.47	16.52	16.71	16.37	16.48

4 结语

基于PIC单片机的本安型电流-频率转换电路具有精度高、成本低、电路简单、性能稳定、兼容性强的特点,特别适合应用于煤矿安全监控系统领域。目前,该转换电路已在一些煤矿成功应用,能满足各

表2 6块电路模块的输出频率测试结果

输入电 流/mA	输出频率/Hz						标准 值/Hz	最大误 差/%
	1号	2号	3号	4号	5号	6号		
4	200.2	199.7	200.3	200.2	199.8	200.4	200	0.200
8	399.5	399.9	400.3	399.3	400.9	399.8	400	0.225
12	599.4	601.7	599.7	601.2	599.6	600.7	600	0.283
16	802.4	800.9	799.1	801.3	801.0	798.9	800	0.300
20	997.3	999.6	1002.0	999.2	1002.9	999.1	1000	0.290

种电流型传感器方便接入煤矿安全监控系统的需求,增强了电流型传感器与煤矿安全监控系统的兼容性。

参考文献:

- [1] 张占松,蔡宣三. 开关电源的原理与设计[M]. 北京:电子工业出版社,2004.
- [2] 王水平,付敏江. 开关稳压电源——原理、设计与实用电路[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2004.
- [3] 胡建明,李杰,侯丽娟. 智能开关稳压电源的设计[J]. 天津工程师范学院学报,2008,18(3):32-35.
- [4] 陈文涛. 可调开关稳压电源的设计[J]. 电子元器件应用,2008(3):71-72.
- [5] 王文清,田柏林. 矿用本安直流稳压电源的设计与研究[J]. 煤炭科学技术,2008,36(10):66-69,72.
- [6] 王花鱼. 本质安全型开关直流稳压电源[J]. 山西煤炭,2000(2):43-46.
- [7] 罗翼,张宏伟. PIC单片机应用系统开发典型实例[M]. 北京:中国电力出版社,2005.
- [8] 周航慈,朱兆优,李跃忠. 智能仪器原理与设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2005.