

文章编号:1671-251X(2014)05-0012-03 DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2014.05.003  
杨绪军,程大伟,杨康. 矿用多参数气体流量传感器设计[J]. 工矿自动化,2014,40(5):12-14.

# 矿用多参数气体流量传感器设计

杨绪军, 程大伟, 杨康

(天地(常州)自动化股份有限公司, 江苏 常州 213015)

**摘要:**针对传统瓦斯抽放监测系统由于监测参数多而存在安装传感器多、铺设电缆多、安装维护不便等问题,设计了一种新型矿用多参数气体流量传感器。该传感器可测量管径为80~1 000 mm的管道内流速为0.3~30 m/s的气体流量,只需在管道上取一个安装孔,传感器接一根四芯监控电缆就可通过RS485将管道流量、温度和压力信号上传到传输分站。工业性试验结果表明,该传感器量程比大,稳定性好,减少了瓦斯抽放监测系统前期调研、施工和维护等工作量,具有较强的实用性。

**关键词:**瓦斯抽放; 气体流量传感器; 多参数; 流量; 温度; 压力

中图分类号:TD712.63 文献标志码:A 网络出版时间:

网络出版地址:

Design of mine-used multi-parameter gas flow sensor

YANG Xujun, CHENG Dawei, YANG Kang

(Tiandi (Changzhou) Automation Co., Ltd., Changzhou 213015, China)

**Abstract:** In order to solve problem that traditional gas drainage monitoring system needs many sensors, cables and has inconvenient installation and maintenance because of too many monitored parameters, the paper designed a new kind of mine-used multi-parameter gas flow sensor. The sensor can measure gas flow with flow rate between 0.3 m/s to 30 m/s in pipeline with diameter between 80 mm to 1 000 mm. The sensor only needs a mounting hole for installation, and uses a four-core cable to transfer signals of flow, temperature and pressure to transmission substation by RS485. Industrial test results show that the sensor has high range ratio, good stability and practicability, and can reduce workload of preliminary research, construction and maintenance of gas drainage monitoring system.

**Key words:** gas drainage; gas flow sensor; multi-parameter; flow; temperature; pressure

## 0 引言

在煤矿瓦斯抽放监测系统中,经常需要同时监测同一个管道位置的多个运行参数<sup>[1]</sup>,然而,目前煤矿井下瓦斯抽放监测系统中一种传感器一般只能测量一个参数,连接一根电缆到传输分站上,在瓦斯管道上取一安装孔。这样现场监测多个参数就要铺设很多电缆,取很多安装孔,导致安装和维护很不方便。市场上现有的V锥、涡街等流量计需要根据管道管径、管道内气体流速、测量量程比等参数进行定

制<sup>[2]</sup>,存在需要增加前期调研投入、发货周期长等问题。鉴此,笔者设计了一种矿用多参数气体流量传感器,该传感器可同时测量瓦斯管道内温度和压力,并可测量管径为80~1 000 mm的管道内流速为0.3~30 m/s的气体流量。

## 1 多参数气体流量传感器硬件设计

多参数气体流量传感器以ARM Cortex-M0 LPC1227为核心,由流量温度测量电路、压力测量电路、LCD显示电路、红外遥控电路以及RS485通

收稿日期:2013-08-08;修回日期:2013-09-17;责任编辑:胡娴。

基金项目:天地(常州)自动化股份有限公司研发项目(12SY018)。

作者简介:杨绪军(1986—),男,山西朔州人,助理工程师,硕士,主要从事煤矿仪器仪表研究工作,E-mail:xjyang1986@163.com。

信电路、频率输出电路等组成,如图 1 所示。

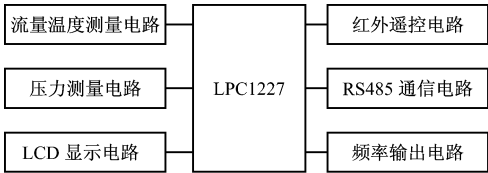


图 1 多参数气体流量传感器组成

1.1 流量温度信号处理

流量温度探头流速检测范围为 0.3~30 m/s, 温度范围为 0~100 ℃, 功耗约为 10 V/50 mA。该流量温度探头由测温探头、测速探头和固定基座组成,其中一只特制 pt200 和一只 pt1000 固定在测速探头里,一只 pt1000 固定在测温探头里,如图 2 所示。将流量温度探头通电后插入瓦斯抽放管道内, pt200 加热升高到一定温度。随着瓦斯流量的变化,测速探头输出与 pt200 温度对应的阻值,测温探头输出与环境温度对应的阻值。将测速探头和测温探头输出的 2 个阻值分别转换为电压信号,直接接入 AD7705 的 2 个 AD 转换通道,然后将转换结果通过 SPI 总线送入 LPC1227。

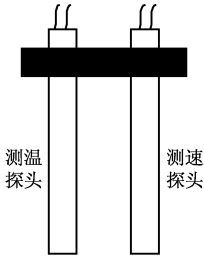


图 2 流量温度探头

1.2 压力信号处理

压力测量器件由国外的 MEMS 器件封装而成,具有 1.0 mA 直流输入,0~50 mV 电压信号输出,压力测量范围为 0~200 kPa。分别以 TL431 三段稳流可调基准源和 MCP6002 运算放大器为核心器件,设计直流输出和信号放大电路,最后信号输入 MCU 进行 AD 转换。直流输出电路如图 3 所示,其中 VS5 和 EXC\_P-分别接压力传感器的电源正负端。

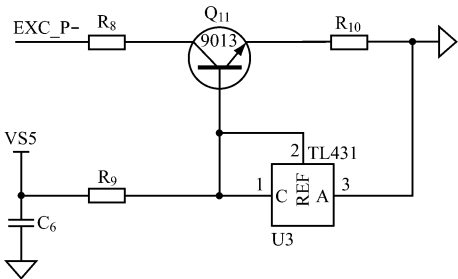


图 3 直流输出电路

1.3 抗干扰处理

多参数气体流量传感器主要安装于煤矿井下瓦斯抽放管路上,周围可能会有动力电缆的感应干扰、电动机及电气设备辐射干扰、电力变频器的干扰、井下接地网干扰、漏泄通信系统干扰等<sup>[3]</sup>。因此,进行如下抗干扰处理:① 使用 DC/DC 模块隔离传感器电源;② 流量和温度信号经过片外 AD 转换后,输出 SPI 信号,经过磁耦隔离进入 LPC1227 MCU 芯片;③ 流量温度信号处理部分、压力测量信号处理部分在供电和 PCB 布板上都充分隔离;④ RS485 信号和 200~1 000 Hz 频率输出信号均通过磁耦隔离。

2 多参数气体流量传感器软件设计

多参数气体流量传感器的软件采用 C 语言及模块化设计,主要实现基于 SPI 通信的流量和温度信号采集,流量、压力和温度信号运算处理,基于 I<sup>2</sup>C 通信的 LCD 段码液晶显示,遥控器参数设置,基于 Modbus-RTU 协议的 RS485 通信,200~1 000 Hz 频率输出等功能。

为提高传感器测量精度,在流量温度处理部分采取以下措施:① 在数据采集部分采用平均值滤波法,连续采集 10 组数据,去掉最小值和最大值,再计算其余 8 个数的平均值,以消除偶然脉冲引起的采样偏差;② 硬件电路采用实时温度补偿设计<sup>[4]</sup>,用实时采集到的流量数据补偿环境温度数据,消除了管道内气体温度突变引起的测量误差;③ 引入瓦斯和空气组分补偿算法,在仪表设置中可以打开该功能项进行现场标校,从而减小管道内不同组分气体引起的测量误差<sup>[5-6]</sup>。

为提高传感器实用性,在软件上采取以下措施:① 考虑到多参数气体流量传感器安装于瓦斯管道上,而该类管道一般都悬挂高处安装,因此,采用红外遥控按键方式设置参数;② 根据现场不同分站通信格式的要求,设计了基于标准 Modbus-RTU 协议的 RS485 和 200~1 000 Hz 频率输出 2 种通信方式;③ 根据现场瓦斯管径的不同,可以设置流量最大限输出,避免了以前不同传感器需要定制的弊端。

多参数气体流量传感器软件流程如图 4 所示。

3 多参数气体流量传感器测试及分析

传感器测试标定选用的设备是经过计量合格的 DHS-500×500/700×700-1 型环形低速风洞,该风洞提供的风速精确,稳定性好。传感器经风洞标

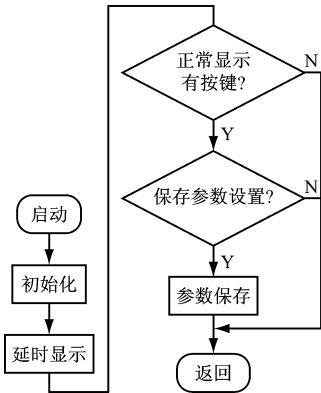


图 4 多参数气体流量传感器软件流程

定后,将算法写入程序内部,传感器显示流速值和风洞提供的流速值误差在 $\pm 2\%$ (FS)以内,满足煤矿实际精度要求。图 5 为传感器样机标定后的曲线拟合图。从 3 次不同时间的标定曲线可见,随着风速值  $S$  的增大,传感器采样值变化基本一致,该结果验证了所设计的多参数气体流量传感器的可行性。

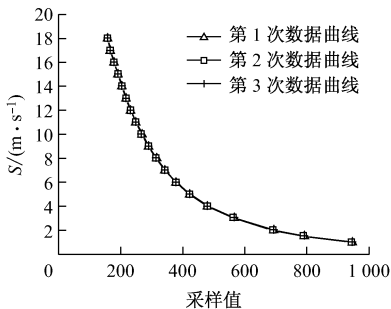


图 5 传感器标定曲线

4 结语

矿用多参数气体流量传感器可以同时测量管道内气体流量、温度和压力,集成度高,造价低,且减少了现场通信电缆铺设数量,降低了工程安装难度,减少了日常维护工作量;MCU 采用包含丰富的外设资源的 LPC1227,节约了很多昂贵的外围器件(如 AD 转换芯片),并且功耗低;该传感器完全满足 Ia 等级对插入瓦斯管道内传感器电流小于 100 mA 的要求。目前该传感器已经完成工业性试验,试验结果表明,该传感器在瓦斯管道环境中运行稳定,量程比大,精度高。

参考文献:

[1] 杨帆. 基于 MSP430F149 的矿用多参数传感器的设计[J]. 工矿自动化, 2010, 36(7): 15-18.

[2] 李成伟, 李朝辉, 戴景民, 等. 管道煤气热式质量流量计研制及标定技术研究[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2002, 34(3): 333-336.

[3] 邹哲强, 庄捷, 屈世甲. 煤矿井下中低频段电磁干扰测量与分析[J]. 工矿自动化, 2013, 39(5): 1-5.

[4] 路立平, 冯建勤, 鹿晓力. 温度传感器的热时间常数及其测试方法[J]. 仪表技术与传感器, 2005(7): 17-18.

[5] 杜水友, 章皓, 郑永军, 等. 最小二乘法拟合压力传感器二次曲线及精度分析[J]. 中国计量学院学报, 2005, 16(3): 185-187.

[6] 张世荣. 热式气体质量流量测量及补偿算法研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2007.