

矿井瓦斯安全检测系统的设计

陈勇孝 高冠周* 郎 洪 罗耀琛

(郑州工业大学计算中心) (河南漯河电视台, 462000)

摘 要 针对煤矿开采中存在有易爆炸气体瓦斯的问题,提出并设计安装了矿井瓦斯安全检测系统。该系统能够自动测试井下工作现场空气中的瓦斯含量,并将检测数据传输到地面监控中心的工控机系统,最后在 CRT 显示器上实时地显示出来。

关键词 瓦斯;传感器;工控机;防爆

中图分类号 TD 712.53

0 概述

煤矿开采中主要的有害气体为瓦斯,瓦斯的主要成份是甲烷 CH₄。因此,煤矿中瓦斯含量的检测实质上就是甲烷气体含量的检测。理论上讲,检测瓦斯含量的方法很多,如热导法、光干涉法、红外光谱吸收法、超声波测量法、气敏半导体法以及瓦斯催化剂元件法等^[1]。根据我们在生产现场的实际调查发现,瓦斯含量一般是采用手持式瓦斯检测仪表,通过技术人员定时地到井下生产现场(采面)直接测量,然后根据测量结果来决定生产的进度。如果瓦斯达到一定的含量,便通知生产人员停止工作,撤离现场,再加上一般的矿井分布面又较大,井下光源极弱,工作采面完全依靠工人随身携带的矿灯照明。由于诸多困难的存在,为测量一个采样点的数据,技术人员都要付出很大的劳动。因此说这种传统的方法效率低,它严重地制约着煤矿的安全生产和高效生产。

1 系统的总体结构

瓦斯安全检测系统硬件总体结构框图如图 1 所示,事实上它可被分成井下和井上两大部分,井下部分包括一体化的瓦斯传感变送器、+24 V 直流稳压电源、数据传输防爆电缆和测量风量用的负压力传感变送器等。井上部分有多芯数据传输电缆、监控室的工控机系统、CRT 显示器、打印机,以及信号接口转换板,数据采集板等。

从该系统的总体结构图可以看出,监控室的工控机是系统的核心,它负责对所采集到的各种数据进行处理、运算,最后输出结果的任务。

瓦斯传感变送器负责对瓦斯含量到电信号的变换,即将井下工作采面空气中瓦斯含量转换成标准的电信号(4~20 mA),并将该标准的电流信号经远距离传输电缆送达地面监控

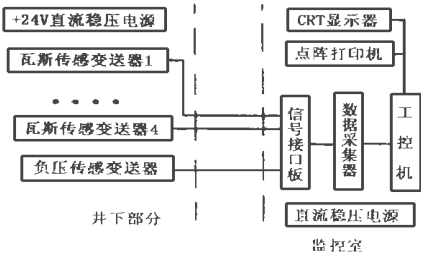


图 1 瓦斯检测系统总体结构框图

* (河南省医药公司, 郑州, 450002)
收稿日期: 1997—10—31; 修改稿返回日期: 1998—08—30
第一作者 男 1963 年 5 月生 学士学位 工程师

中心的信号接口转换板上,供数据采集板使用。

+24 V 直流稳压电源给瓦斯传感变送器提供能量,以便瓦斯传感变送器完成从物理量到电量的转换。

负压传感器用来测量矿井回风井的风量。在实际生产过程中,应根据瓦斯含量的高低来决定抽风机起停和抽风的强弱,以确保生产采面瓦斯含量控制在安全数据范围以内。

信号接口转换板主要完成电信号之间的转换,将标准的电流信号 4~24 mA 转换成标准的电压信号 1~5 V,并送到数据采集板中。

数据采集板完成各传感变送器送来的标准电压信号到数据量的转换,并送到工控机进行处理。

CRT 显示器及点阵打印机是实现检测结果输出打印的最终要求的,操作人员可根据需要显示或打印瓦斯含量、风量等实际的测试数据^[2]。

2 系统硬件设计

在设计本系统的硬件结构时,应充分考虑如下两个因素:一是减少硬件上的复杂性,使结构简单实用;二是充分利用现有硬件电路的各种功能,缩短开发设计周期。

2.1 瓦斯含量的检测

井下空气中瓦斯的含量(百分比浓度)使用瓦斯传感器进行检测,因此瓦斯传感器是系统中非常重要的单元。在选用瓦斯传感器时,一是测量精度要高,二是工作可靠,三是工作条件能适应恶劣环境的要求,最重要的是应具有防爆功能。通过慎重调研对比,最后选用了中美合资无锡梅恩安全设备有限公司的 SA-LEL 可燃气体传感变送器,它不必外加信号变送器,直接输出标准的电流信号。

该变送器可连续检测工作场所可燃气体最终爆炸极限以下的浓度,输出与浓度成正比的信号,该信号可方便地引入其它数据采集系统。

可燃气体浓度可表示为 3 个分区,它们是低于最低爆炸极限(Lower Explosive Limit)的欠量区,最低爆炸极限 LEL 与最高爆炸极限 UEL(Upper Explosive Limit)之间的爆炸区,高于最高爆炸极限的富量区。必须说明的是在富量区,可能由于外来空气的补充,使瓦斯含量降低,满足爆炸的浓度要求,因此该区也是十分危险的,如图 2 所示。

瓦斯传感变送器的主要性能指标如下:

测量范围 0~100%LEL,测量精度 $\pm 5\%$,面板数据显示 0~99%LEL,响应时间 $< 5\text{ s}$,输出信号 4~20 mA,最大负载 750 Ω ,最小负载 250 Ω ,功耗 $\leq 5\text{ W}$,供电电压 11 V~24 VDC(最大可达 30 VDC)。

该传感变送器的应用接线图如图 3 所示。

2.2 风量的检测

在回风井装有抽风机,抽风量的大小对生产面的瓦斯含量同样有关系,因此对抽风量的测量也很重要。当检测到的瓦斯含量较高时应加大抽风量,瓦斯含量较低时应维持一定量的抽风量。

抽风量的大小等于风速乘以截面积,而对风速的检测可转化为对负压的检测,用负压力传感器将负压信号转换成标准的电信号 4~20 mA,并经压力变送器将与压力成正比的电信号传送到信号接口板。

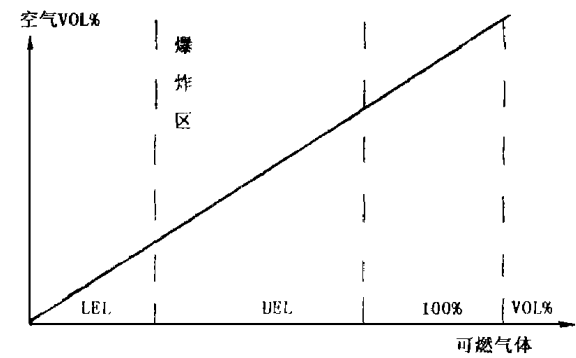


图 2 可燃气体的 3 个分区

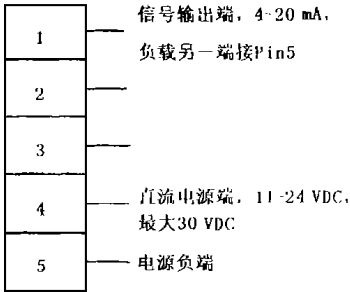


图 3 瓦斯传感变送器的接线图

压力传感器和差压变送器选用 CEMPX—4，它可用于测量气体、液体，适应各种苛刻的工作环境中，输出信号不受导线电阻和电磁干扰的影响，适应远距离的传输。

该传感变送器采用两线制，电源线与信号线共用。

负压传感变送器应用电路连接图如图 4 所示。

2.3 直流电源

整个系统使用两套直流电源，监控室用一般的通用直流稳压电源，为信号接口板、数据采集板等提供能量。

另一路为井下自行设计的专用直流稳压电源，这是由于传感器到监控室传输距离较远，用监控室的直流电源给传感器等供电时，导线压降大，经实际测试 30 VDC 的电源大部分被传输导线降完，实际到达传感器时不到 5 VDC，因此不能满足传感变送器正常工作的要求，为此我们专门设计了井下用的直流电源，该电源应防爆，实际采取的措施是将设计的专门直流电源放于防爆箱中，体积很小。

瓦斯传感变送器对电源的精度要求不高，从 11 V~24 VDC 均能稳定工作且输出信号与电源的波动无关。

3 安装调试

在硬件系统结构设计完成后，进入安装调试阶段。安装调试是该系统能正常运行的前提，我们着重加强两个方面的工作，一是防爆性，二是准确性。在防爆方面，采取了以下措施：

井下所有传输线按要求使用防爆电缆；所有接线端均安装在防爆接线盒内；所有传感变送器应具有防爆性；井下电源使用安全电压 36 V 以下；直流稳压电源安装在防爆箱内；随着生产现场采面的移动，传感变送器应能移动，即传输电缆长度设计留有余量（约 300 M）。

理论上讲，瓦斯的实际最低爆炸极限为 6%，考虑到检测精度和安全因数，该系统检测瓦斯含量的最大值定为 2%。这是因为根据“矿井生产规章”，当现场浓度到达 1% 左右时应

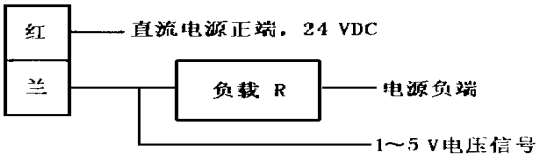


图 4 压力传感变送器连接图

停止生产,查找原因,并撤离人员。瓦斯浓度达到 6%时可能已发生爆炸,系统本身已经没有实用价值。

瓦斯传感变送器在使用时必须进行标定,根据瓦斯传感变送器最大测量浓度为 2%的设计指标,通过理论分析,可计算出传感器面板显示的数据与浓度及电流的对照表(表 1),根据此表可对传感器中的电位器 R7,R14,R5 进行零点及满量程调整。

表 1 浓度电流对照表

传感器 面板显示	瓦斯浓度 百分比	输出电流 mA	传感器 面板显示	瓦斯浓度 百分比	输出电流 mA
0	0.0	4	40	0.8	10.4
5	0.1	4.8	45	0.9	11.2
10	0.2	5.6	50	1.0	12.0
15	0.3	6.4	60	1.2	13.8
20	0.4	7.2	70	1.4	15.6
25	0.5	8.0	80	1.6	17.4
30	0.6	8.8	90	1.8	19.2
35	0.7	9.6	100	2.0	20.0

表 2 是实际测试的几个具体数据,经比较可知,测试数据与理论值相符合。

表 2 浓度电流实测表

面板显示	电流(mA)	浓度(%)
3	4.56	0.1
5	5.00	0.11
6	5.10	0.12
7	5.13	0.14
11	5.71	0.21
25	8.01	0.52

5 结束语

在该系统的设计中,始终贯穿安全第一的思想,但由于条件限制等原因,该系统有待进一步完善,本系统安装 4 路瓦斯传感器,当再增加测量点时,还需重新架设数据电缆线,扩充不易。

参考文献

1 徐志斌,卓 晴·一种新型便携式甲烷检测仪·电子技术应用,1996(3):28~29

2 陈勇孝,孙俊杰·烟机巡回检测系统的设计·郑州工学院学报,1996,17(2):82~86

Design of Gas Checking Safety for Coal Mine

Chen Yongxiao Lang Hong Gao Guanzhou Luo Yaochen
(Zhengzhou University of Technology) (Henan Medical and Anther Corporation) (Luohe Television)

Abstract This paper deals with the design of gas checking safety system for coal mine, which can be put into use for the purpose of monitoring the component of gas so as to keep the coal mine safe. The checked data of the system of this kind can be displayed directly on the CRT monitor.

Keywords gas;transducie;microcomputer in industry