

单片机控制的瓦斯(甲烷)警报断电仪

邓光荣 衡智

(机电系)

摘要 本文介绍国内首次应用单片机控制的瓦斯警报断电仪的结构和主要功能,着重讨论主机电路结构和工作原理,以及单片机在含瓦斯的矿井中应用时一些特殊问题的处理。

关键词 甲烷浓度, 甲烷浓度超限, 甲烷报警器, 断电仪, 本质安全兼隔爆, 传感器

前言

在煤矿井下生产中,根据安全规程规定,在含有瓦斯(CH_4)的矿井中,必须对采煤工作面、掘进工作面、串联通风工作面、机电洞室附近等现场的瓦斯浓度,自动地进行连续、长期的测量,并要求实现瓦斯超限报警、设备断电,瓦斯浓度 $\geq 3.0\% \text{CH}_4$ 时检测元体断电停测,风电瓦斯闭锁等多种控制,防止瓦斯事故发生,保证安全生产。因此,智能式甲烷传感器的研制,被列为国家七五科技攻关课题“矿井自然灾害和环境监测技术”的内容。根据这个课题要求,我们研制成ADJ—2型瓦斯警报断电仪,并于1987年10月通过煤炭部主持的技术鉴定,仪器定型并投入批量生产。产品于1988年初投放市场,在煤矿井下正常使用。

1 仪器结构和主要功能

1.1 仪器组成

ADJ—2型瓦斯警报断电仪由主机、瓦斯检测探头(简称探头)、声光警报箱(简称声光箱)三个部件组成。三部件之间联接如图1所示。主机为隔爆兼本质安全型,探头为本质安全兼隔爆型,声光箱为本质安全型。

1.2 主机电路结构

MCS—8748单片机是主机的核心。在片内1K程序的支持下实现仪器的各种控制功能。

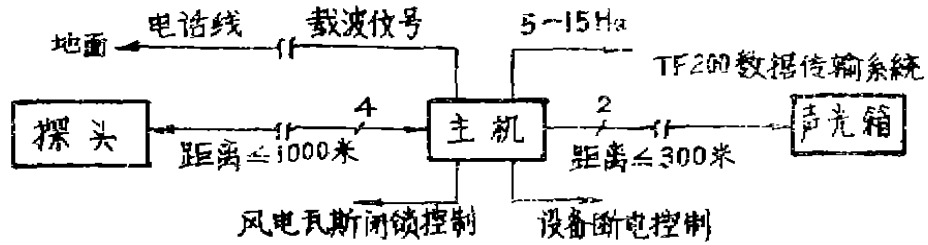


图1 仪器组成

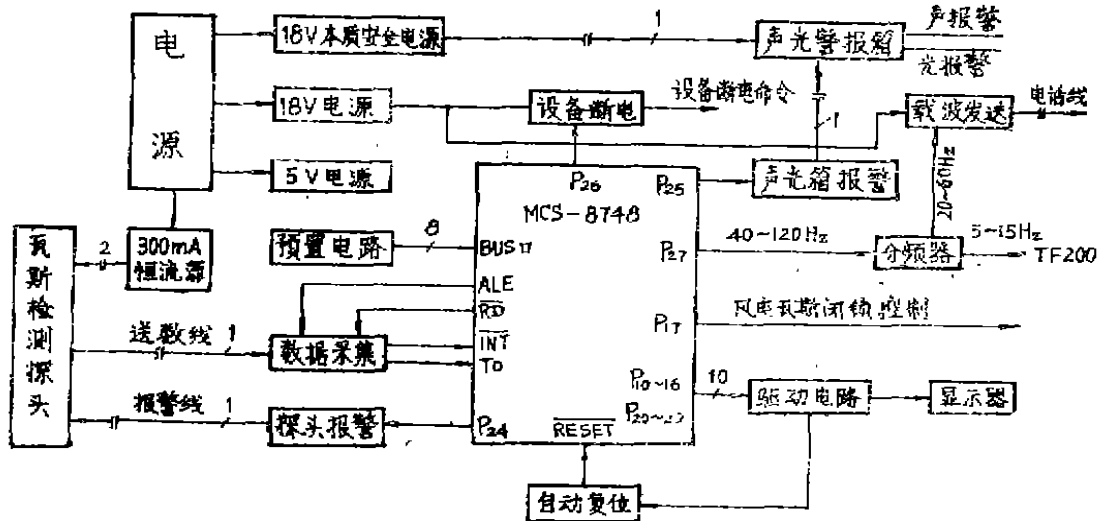


图2 主机电路结构

1.3 仪器的主要功能

- 1) 探头检测现场瓦斯浓度值，并在探头上数字显示检测到的瓦斯浓度值。
- 2) 探头将检测到的瓦斯浓度值变换成脉冲个数，然后以电流脉冲阵列的方式经电缆传送到主机，主机通过数据采集接口电路采集并用程序进行处理。
- 3) 根据井下现场安全生产的具体要求，主机通过预置电路设置报警点和断电点，主机再用程序确定和预置值相对应的解报点和复电点。
- 4) 主机将采集到的瓦斯浓度值送显示电路进行显示，完成对探头显示的跟踪。
- 5) 当采集到瓦斯浓度 \geq 预置的报警点时，主机向声光箱送去报警控制命令，向探头发去周期为4秒的报警控制脉冲，使声光箱和探头同时、异地进行声光报警，报警状态时，继续采集和处理。当瓦斯浓度值下降到解报点时，主机分别向声光箱和探头发解报命令，使其同时解除报警。
- 6) 当采集到的瓦斯浓度 \geq 预置的断电点时，主机发出设备断电控制命令，切断现场的一切非本质安全设备电源，本仪器不断电，断电状态继续采集和处理。当瓦斯浓度下降到复电点时，主机发出复电命令，实现设备复电。
- 7) 主机用程序将0~3%CH₄瓦斯浓度换算成40~120Hz频率信号，通过分频器

不间断地向外输出。二分类后的 20~60Hz 送数波发送电路,调制、放大后经井下电话线传到地面的瓦斯遥测仪,此时,仪器作为瓦斯遥测仪的井下检测装置;八分类后的 5~15Hz 频率信号直接和 TF200 数据传输系统接口,此时,仪器作为地面计算机监测系统的井下瓦斯检测设备。

8) 当采集到的瓦斯浓度 $\geq 3.0\%CH_4$ 时,主机停止采集,在片内 RAM 中建立起停测标志。停测状态时,主机显示不变的 3.00,并向探头不间断地发送报警控制脉冲,仪器呈持续报警状态。探头在停测控制逻辑电路控制下,使检测元件停止供电,实现停测,防止高浓度瓦斯激活检测元件。

9) 仪器具有风电瓦斯闭锁功能。开机上电时,检测现场瓦斯浓度 $< 1.0\%CH_4$,延时1分钟启动风机;若瓦斯浓度 $\geq 1.0\%CH_4$,风机不允许启动;风机一经启动,不允许风机断电停机。

10) 仪器具有自校功能。在探头上按一下自校按钮,探头就声光报警两次,主机显示 A.AA,说明探头和传输线路工作是正常的。

11) 仪器还具有:开机上电时,显示预置的报警点和断电点;预置错误的诊断和显示;复电重测处理;送数线断线显示;上电自动复位和事故自动复位等功能。

2 主机控制系统的特点

仪器使用在含瓦斯的矿井中,爆炸性环境对控制系统有许多特殊要求。

1) 主机、探头、声光箱三部件安放在不同的工作面,相互之间距离较远。因此,要求数据和控制命令的传输要正确无误;不同的控制命令和运行方式,要有不同的提示性显示;传输线必须复用,用同一条线传输几种信号,尽量减少传输线数量。

2) 仪器长期、连续运行在无固定操作人员监护的情况下,而且不允许发生误报警、误断电及其它误操作。因此,要求:控制系统有比较完善的抗干扰措施;对常见的故障要有自诊断和显示能力;事故状态时 CPU 能自动复位,从 OOOH 重新开始执行程序。

3) 电气技术性能:除了要满足常规的“电工电子产品基本环境试验规程”和“低压电器基本标准”外,更重要的是要满足“爆炸环境用防爆电气设备”,“隔爆型电气设备”,“增安型电气设备”,“本质安全电路和电气设备”等规程的有关规定。

为了满足这些要求,单片微机控制系统的设计在硬件和软件方面均应采取相应措施。下面列举两个电路,介绍实现这些要求的设计方法;同时,概述仪器的检验步骤和试验方法,如何保证仪器本身的安全性和控制的可靠性。

2.1 送数线的复用

主机和探头之间采用四芯不延燃电缆联接,其中两芯用作主机向探头供给 300mA 恒流,一芯用于探头向主机传输检测的瓦斯浓度和有关命令,称此线为送数线;余下一芯用于主机向探头发送报警控制脉冲和解除报警命令,称此线为报警线。线路联接如图 2 所示。

送数线通过数据采集接口和 CPU 连接,电路如图 3 所示。探头向主机送数周期为 4 秒。其中 2 秒探头向主机送数,CPU 完成数据采集;另外 2 秒探头不送数,主机完成报警、断电、停测等判断,瓦斯浓度值换算成对应的频率信号输出,测试 T。的状态判断有无复电重测命令和自校操作。因此,送数线担负着数据传送、复电重测命令、自校操作命令三种信号

的传送任务。

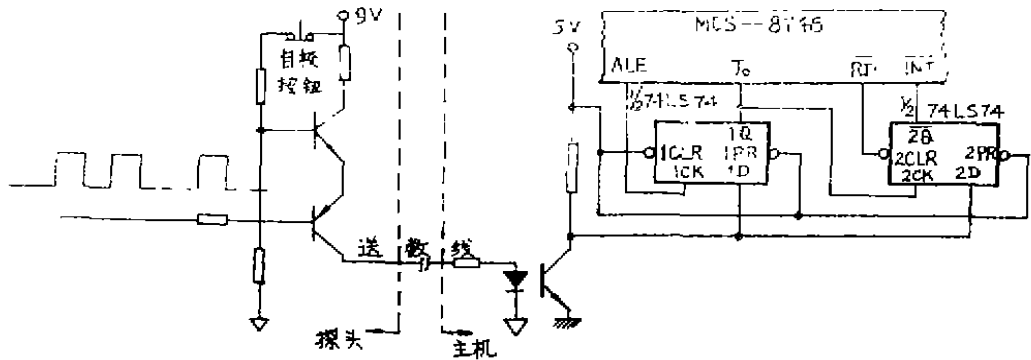


图3 数据采集接口

瓦斯浓度采集：选用负电流脉冲为送数脉冲。无脉冲时，送数线上有电流流过，光耦合器导通， T_0 为低电平， \overline{INT} 无效；每当一个负脉冲， T_0 变高一次， \overline{INT} 有效一次，向CPU提一次中断请求。在中断服务程序中，使累计输入脉冲个数的软件计数器加1，这样就完成了瓦斯浓度值的采集。在中断服务程序按安一条总线输入指令，用输入操作产生的 \overline{RD} 信号使触发器复位， \overline{INT} 失效，克服一次中断请求CPU会多次响应的错误。

命令判断：在不送数的2秒内，CPU测试 T_0 的状态。如无命令信号， T_0 维持低电平；如果 T_0 是高电平，说明自校按钮按下，使送数线中无电流，表明探头向主机送来命令信号。是何种命令？根据RAM中的停测标志来决定；停测标志有效，是复电重测命令，转复电重测处理程序；停测标志无效，是自校操作命令，转自校处理程序。任何情况下， T_0 都是高电平，表明送数回路开路，转断线故障处理程序，主机显示提示符合A.AA。

2.2 自动复位电路

自动复位电路如图4所示。它完成仪器上电复位和事故自动复位两种复位操作。

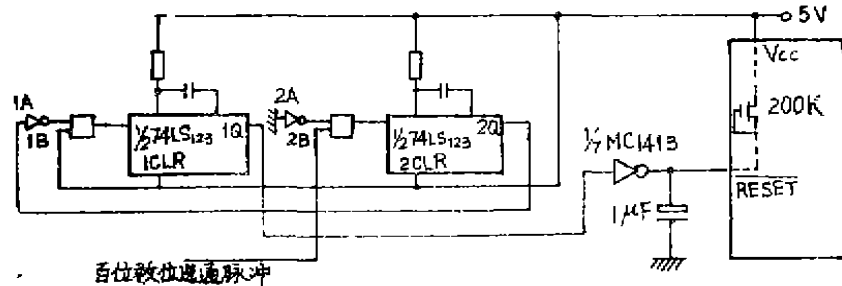


图4 自动复位电路

仪器上电时，电源Vcc通过 \overline{RESET} 端内接的200K电阻向1μF电容充电，在 \overline{RESET} 端产生一个宽度>10ms的低电平，自动完成仪器开机上电复位。

仪器正常工作时，主机显示器正常显示，在百位数数位选通脉冲的再触发作用下，触发器2处理于暂稳态，触发器1工作于稳态，1Q的低电平，经OC门反相后，维持 \overline{RESET} 端电平>3.8V CPU正常工作。

事故状态时,由于某种原因使程序跳码,程序陷入死锁,显示器无显示,触发器 2 由于无再触发脉冲,由暂稳态返回稳态,触发器 1 翻为暂稳态,1Q 的高电平,经 OC 门反相后,在 $\overline{\text{RESET}}$ 端产生复位低电平,使 CPU 复位。触发器 1 返回稳态时,触发器 2 又转为暂稳态,维持 $\overline{\text{RESET}}$ 端为高电平,CPU 恢复正常工作。

2.3 仪器的试验和检验

样机下井使用前,按照规程,需要进行严格的试验和检验。样机在工厂进行了十余类试验,再将技术文件和图纸送指定的煤研所审查,并对样机作隔爆性能、安全火花多种检验,合格后取得下井证明文件,再在井下连续进行三个月工业实验。

实践证明,已在天上、地面获得广泛应用的微电脑技术,同样也可用于环境恶劣的煤矿井下。

(编辑:刘家凯)

A METHANE ALARM AND POWER-OFF CONTROL DEVICE CONTROLLED BY A SINGLE-CHIP MIC- ROCOMPUTER

Deng Xianrong

Heng Zhi

ABSTRACT This paper presents the structure and main function of a methane alarm and power-off control device controlled by a single-chip microcomputer, which is first used in China. This paper mainly discusses the circuitry and working principle of a computer and how to solve some special problems when the single chip microcomputer is used in a coal mine where methane exists.

KEY WORDS methane content, methane content exceeding preset limit, methane alarm device, power-off controller, flameproof and intrinsically safe, sensor