

· 工程与实践 ·

ADJ-2型瓦斯警报断电仪的研制

(23)
131-134

衡智 李烈彪
(重庆建筑大学计算机科学系 630045)

TD712.55

摘要 简要叙述了ADJ-2型瓦斯警报断电仪的组成及工作原理,着重论述了本安兼隔爆探头的设计方法。

关键词 瓦斯检测,本质安全兼隔爆,断电仪,报警,本质安全,隔爆,煤矿瓦斯。
中图分类号 TD712.55

“ADJ-2型瓦斯警报断电仪”是煤炭部的重要科研项目,由重庆建筑大学和重庆煤矿安全仪器厂联合研制。

该仪器用于煤矿井下,对井下瓦斯(甲烷)自动连续进行测量,当发生甲烷浓度超限时,该仪器能自动检测,并进行声光报警、及时切断所有电气设备的电源,避免瓦斯事故的发生。

1 仪器的组成及工作原理

该仪器由智能型主机、探头、声光报警箱组成,如图1所示。

探头是仪器的重要组成部分,由探头气室(内装敏感器件—载体催化元件)、检测桥路、滤波电路、A/D转换器、LED显示显示器、自校电路、送数控制逻辑电路、声光报警电路、停测控制逻辑电路等组成,其工作原理为甲烷随风流进入探头气室,在载体催化元件表面无焰燃烧,元件表面温度上升,电阻值增大,经过桥路检测,产生比例于甲烷浓度的微弱电压信号,经滤波、A/D转换器,转换成以BCD码表示的数字信号,此信号一路经锁成、译码、驱动、送LED显示器,在煤矿井下的采掘面显示甲烷浓度现行值,另一路经送数控制逻辑电路转换成比例于甲烷浓度的脉冲序列,向主机发送。

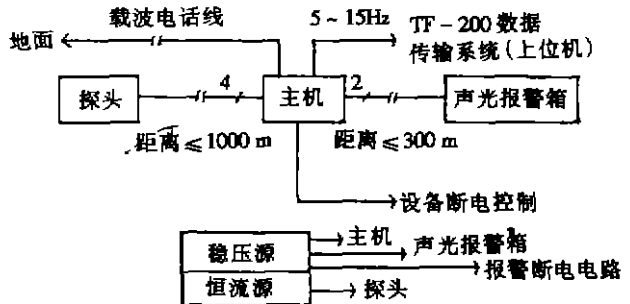


图1 仪器组成

收稿日期:1996-11-19

衡智,男,1942年生,讲师

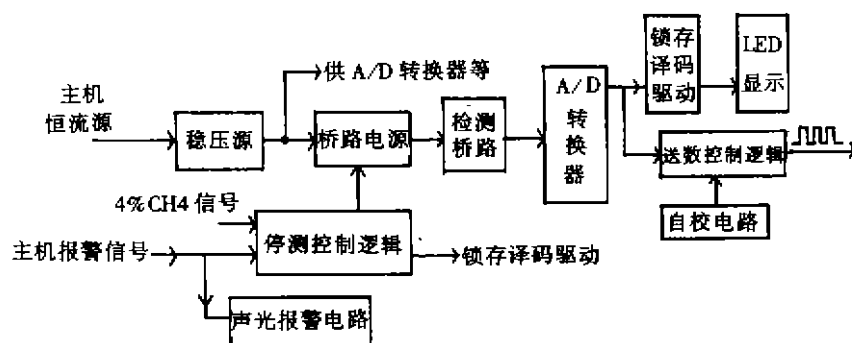


图 2 探头组成

主机由单片微处理器、报警脉冲发送电路、断电控制电路、向上位机数据传送电路等组成。主机采集探头传送来的脉冲序列，经数字滤波，变换成相应的甲烷浓度值，若甲烷浓度超过报警限，主机向探头发送报警脉冲，经声光报警箱实现工作现场的声光报警，通知工作人员疏散，并进行通风排出甲烷，若甲烷浓度值继续上升，达到 4% 断电浓度值，主机送出断电命令，切断井下电气设备电源，同时，为了保护探头载体催化元件在高浓度甲烷的环境中不受损害，主机控制探头停测逻辑电路切断流经载体催化元件的电流回路，并将探头显示锁存于 4.00。

主机在工作中还不断与上位机通讯，把检测的甲烷浓度值传送到井上总监控室。

2 仪器主要参数及功能

2.1 主要功能

1) 仪器探头为本质安全兼隔爆型。

2) 探头显示采用大屏幕发光数码管，显示特别清晰明亮。

3) 当瓦斯浓度超限、工作现场声光报警，在离声源 1 m 远处声压超过 80 dB、光报警亮度在暗处的能见度大于 100 m。

4) 当甲烷浓度大于 4.00 时，为保护探头桥路中的载体催化元件，探头电桥自动停测 10 min，当停测 10 min 后，仪器桥路又自动送电 20~30 s，如果风流中的甲烷浓度低于 4%，则探头桥路连续工作，否则又停测 10 min。探头这种自动复测功能其他断电仪所没有的。

5) 仪器的校准是定期地在探头处通入新鲜空气调节探头零点，以使探头指示为 0.00，然后再通入 1% 的标准甲烷样气，调节探头灵敏度电位器，使探头指示为 1.00，这样探头的测量精度就被校准了。另外，探头有自校功能。按压探头的自校按钮，自校电路工作，探头报警两次表明探头报警系统正常，同时主机显 A·AA 字样，这表明探头与主机之间的通讯是正常的。探头的校准与自校比其他的断电仪方便。

6) 当瓦斯浓度为 0~4% 时，仪器可输出 5~15 Hz 或 20~60 Hz、幅度不小于 60 mA 的电流脉冲，将这些比例于甲烷浓度的频率发送到上位计算机或井上地面监控室。

7) 仪器的断电接点容量为 660 V, 5 A, 可以切断磁力开关和 DW 型控制开关的电源, 这是其他断电仪所不能达到的。

2.2 主要参数

- 1) 测量范围: 0-4%CH₄
- 2) 测量误差: (0-1%) ± 0.10%CH₄ ;
(1% - 2%) ± 0.15%CH₄ ;
(2% - 4%) ± 0.2%CH₄ 。
- 3) 报警误差: 当环境温度变化不大于 ± 10℃ 时, 报警误差不超出 ± 0.05%CH₄。
- 4) 响应时间: 探头在静止风流中响应时间不大于 60 s; 在 3 m/s 的风流中响应时间不大于 30 s 。
- 5) 仪器使用环境温度和湿度温度: 0-35℃; 相对湿度: 98% 以内。
- 6) 仪器耗电功率: 不大于 50 VA 。

3 本质安全兼隔爆的设计

由于探头长期运行于可燃性甲烷的气体中, 根据煤炭安全规程, 探头必须为本质安全兼隔爆型, 仪器内部不能有成为点火源的电路, 确保当发生电路故障, 如短路、储能元件(电容电感)放电时不能引燃甲烷。煤矿安全规程规定: 本质安全型仪器总供电电流不得大于 300 mA。而载体催化元件的工作性能参数要求工作电流 200 mA。这样只剩 100 mA 电流, 既要满足探头三位高亮度、大电流的显示器的要求, 又要满足 40 mA 声光报警的需求, 还要提供集成电路正常运行以及脉冲传输和稳压电路所需电流。经综合考虑各种需求, 采用了分时技术和主机以恒流源向探头供电, 集成电路芯片选用 CMOS 器件的方案, 确保了总电流小于 300 mA 的规定, LED 显示方式采用了动态扫描工作方式, 使 LED 显示器所用最大电流不大于 56 mA; 报警时声光报警与探头的 LED 显示分时交替进行。

本质安全电路设计要求电路无故障时安全系数 $k = 2$, 在有一个故障时安全系数 $k = 1.5$ 保证仪器不仅在无故障时是安全的, 而且在有一个故障时也是安全的。设计时, 对每个元件作如下设计: 当此元件有故障(如电阻开路、短路、晶体管击穿、输出门击穿等)使其有关元件的总功耗小于该元件额定功率的 $2/3$, 使电容、电感这些储能元件在释放能量时产生的火花能量远小于引起瓦斯爆炸的着火界限, 达到本质安全电路的规定。

由于载体催化元件工作时电流有 200 mA, 甲烷在其表面无焰燃烧时, 表面温度会超过煤矿安全规程所许可的 150℃ 的工作温度。特专门设计了隔爆腔, 把载体催化元件放在隔爆腔内, 保证了当元件温度超过甲烷引爆温度 650℃ 时, 将甲烷燃烧爆炸限制在隔爆腔内, 不会由此引起井下瓦斯爆炸事故。

4 运行可靠性设计

为保证仪器长期可靠的运行, 我们采用了冗余技术、自动调零调节技术和自校技术。

探头供电采用了二路恒流源的供电冗余方案,正常运行时由一路恒流源供电,另一路作为后备源,当正常供电回路出故障,后备电源自动投入。而且这两路恒流源还有过压保护措施,当探头到主机的电缆砸断时,或者电缆长度超过 100 m 时,使恒流源输出电压升高到 20 V,这是很不安全的,这时过压保护电路动作,使输出电压迅速降到 3V。

A/D 转换器用双积分 A/D,并设计有自动零点调节电路,保证仪器长期稳定无零漂或小零漂的运行。

仪器有故障自诊断功能。设计了自校电路,工作人员可自校催化元件的精度(是否老化),检验报警回路运行情况,检验探头与主机长线传输的正确性。

主机软件设计了预置错误判断程序,供操作人员检查和进行更改,如果报警点、断电点未预置,主机显示 FFF;报警点 > 断电点,不允许,则主机显示 EEE。

本仪器经过工厂 4 个月型式实验,煤研所 4 个月安全火花与防爆电器实验,经矿井工业现场 3 个月的运行,证明本仪器设计是成功的,在由国家煤炭部主持的部级产品技术鉴定会上得到同行专家一致好评,技术水平属国内领先,并获得能源部“技术进步”三等奖。近年来,本仪器在全国各地统配煤矿上得到广泛的应用。

参 考 文 献

- 1 邓先荣,衡 智. 单片微机控制的瓦斯(甲烷)警报断电仪. 重庆建筑工程学院学报,1989,11(3):66~70

Developments of ADJ - 2 methane atarm and power-off control device

Heng Zhi Li Liebiao

(Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Chongqing Jianzhu University, 630045)

Abstract This paper recounts briefly the compositions and the operational principles of ADJ - 2 methane alarm and power-off control device, and particularly discusses the design thoughts on its detector and means to design it.

Key Words methane detection, flameproof and intrinsical safety, power-off controller

(编辑:刘家凯)