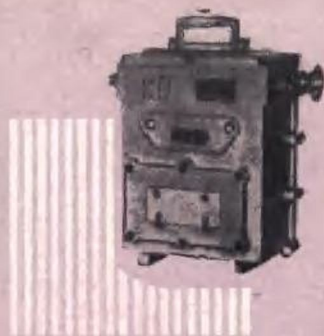




AYJ-1型 瓦斯遥测警报仪

苟兴贵 黄志浩 刘硕节 编著

煤矿安全仪器仪表丛书

煤矿安全仪器仪表丛书

AYJ-1型瓦斯遥测警报仪

苟兴贵 黄志浩 刘硕节 编著

煤炭工业出版社

内 容 提 要

本书对AYJ-1型瓦斯遥测警报仪的工作原理、电路组成、故障分析和使用维修的一些具体方法作了较详细的介绍,对瓦斯检测探头以及遥测系统的实际参数和实验结果也作了叙述。内容由浅入深,注重实用,并在每章后附有一些复习思考题,可供从事煤矿安全工作的干部、技术人员及工人阅读,也可作为仪器使用人员的培训教材,亦可供其他从事电子技术的人员参考。

责任编辑:李秀荣

煤矿安全仪器仪表丛书

AYJ-1型瓦斯遥测警报仪

苟兴贵 黄志浩 刘硕节 编著

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本787×1092¹/₃₂ 印张12⁹/₁₆插页1

字数271千字 印数1—3,200

1985年10月第1版 1985年10月第1次印刷

书号15035·2723 定价2.05元

前 言

矿井瓦斯与煤尘爆炸、煤与沼气突出、火灾是严重威胁煤矿安全生产的重大灾害。矿井安全监测仪器仪表和救护装备是预防和处理灾害的有力武器。为了使用好这些装置，切实保障煤矿井下工作人员的安全，特组织编写了《煤矿安全仪器仪表丛书》。

本《丛书》介绍了瓦斯检测、监视、遥测仪器；井下有害气体和矿尘测定仪表；自救、灭灾装备等。《丛书》主要介绍仪器仪表的原理、结构、组装、调试、操作、检验、修理及管理。内容力求实用，文字要求通俗易懂，以适合于从事煤矿通风、安全工作的干部、工程技术人员以及使用、维护安全仪器仪表的专业人员学习参考。亦可供现场生产技术管理人员、设计人员、煤矿学校和安全技术培训班的师生使用。

《丛书》由煤炭部安全局、制造局负责组织抚顺、西安、重庆安全仪器仪表厂、抚顺、重庆、上海煤机所，鹤壁矿务局，山西矿业学院等单位的有关同志参加编写。在编写过程中，曾得到编写单位的领导大力支持和有关同志的协助，谨此表示感谢。

本书是《丛书》中的一本，由苟兴贵同志编写第三、四、六、七、十四、十五、十六章，黄志浩同志编写第八、九、十、十一、十二、十三章，刘硕节同志编写第一、二、五、十七章。本书由煤炭部安全局技术处何振杰同志审阅。

目 录

第一章 仪器概述	1
第一节 AYJ-1型瓦斯遥测警报仪的功能及应用	1
第二节 仪器的组成及原理简介	3
第二章 仪器的供电系统	12
第一节 主机的供电系统	12
第二节 接收机的供电系统	13
第三章 仪器使用的直流电源	16
第一节 半波整流电路	16
第二节 桥式整流电路	20
第三节 倍压整流电路	24
第四节 稳压二极管和简单稳压电源	26
第五节 800电路板直流稳压电源	30
第六节 200电路板和300电路板直流稳压电源	37
第七节 310电路板直流稳压电源	48
第八节 稳压电源的主要技术指标和调整	56
第九节 常见故障及分析	59
第四章 稳流源电路	61
第一节 简单稳流电路	61
第二节 100电路板稳流电路	63
第三节 稳流值测量电路	66
第四节 辅助桥臂电路	70
第五节 断线故障指示电路	71
第六节 稳流源电路的主要技术指标和调整	73

第七节 常见故障及分析	74
第五章 瓦斯探头	77
第一节 测量瓦斯探头的简单分类及介绍	77
第二节 探头灵敏度与仪器灵敏度的关系	78
第三节 载体催化元件	79
第四节 测量电桥电路	90
第五节 探头的结构	93
第六节 常见故障及分析	94
第六章 差动放大器电路	99
第一节 双端输出差动放大器电路	99
第二节 具有发射极公共电阻的差动放大器电路	102
第三节 具有恒流源的差动放大器电路	104
第四节 仪器使用的差动放大器电路	107
第五节 差动放大器电路的主要技术指标及调整	112
第六节 常见故障及分析	113
第七章 电压叠加和电表指示电路	116
第一节 射极输出器电路	116
第二节 电压叠加电路	118
第三节 电表指示及电表指示值转换电路	122
第四节 电压叠加和指示电路的主要技术指标和调整	125
第五节 常见故障及分析	127
第八章 报警断电开关电路	129
第一节 基本开关电路	130
第二节 仪器使用的报警断电开关电路	145
第三节 报警断电开关电路的技术指标及调整	151
第四节 常见故障及分析	154
第九章 强力声光报警电路	157
第一节 安全灯电路和报警红灯电路	158
第二节 RC放(充)电式多谐振荡器电路	159

第三节	积分及功率放大电路	171
第四节	压控间隙振荡电路	175
第五节	强力声光报警电路的技术指标及调整	181
第六节	常见故障及分析	182
第十章	电压频率转换电路	185
第一节	遥测制式的选用和实现方法	185
第二节	脉冲变压器的一般特性	186
第三节	劳耶尔振荡器电路	191
第四节	劳耶尔振荡器电路的常见故障及分析	199
第五节	代劳耶尔振荡器电路	203
第六节	代劳耶尔振荡器电路的技术指标和 常见故障及分析	215
第十一章	载频振荡发送电路	219
第一节	LC谐振电路的特点及应用	219
第二节	载频振荡电路	238
第三节	缓冲放大器电路	248
第四节	丙类功率放大器电路	249
第五节	输出串联谐振电路	259
第六节	载频发送电路的技术指标及调整	262
第七节	常见故障及分析	265
第十二章	载频接收放大电路	269
第一节	平衡式双调谐输入电路	270
第二节	单调谐放大电路	277
第三节	检波电路	282
第四节	载频接收放大电路的技术指标及其调整和 测试	285
第五节	常见故障及分析	289
第十三章	低通滤波器电路	291
第一节	低通滤波器的工作原理	291
第二节	低通滤波器的技术指标和测试	299

第三节	常见故障及分析	301
第十四章	频率电压转换和电表指示电路	302
第一节	整形电路	302
第二节	微分电路和隔离二极管	306
第三节	单稳态电路	309
第四节	积分电路和射极输出器	322
第五节	指示电路	324
第六节	主要技术指标及调整	327
第七节	常见故障及分析	328
第十五章	接收机声光报警电路	331
第一节	声、光报警电路的工作原理	331
第二节	声、光报警电路的技术指标及调整	336
第三节	常见故障及分析	337
第十六章	自校报警电路	339
第一节	可调频率的自激多谐振荡器和微分电路	339
第二节	波段开关KB1的作用	344
第三节	主要技术指标及调整	347
第四节	常见故障及分析	348
第十七章	仪器的安装与使用	349
第一节	下井前的准备工作	349
第二节	仪器的安装	359
第三节	仪器的统调	366
第四节	仪器的维修和保养	369

附录

1. 主机、探头、声光箱、井下低通滤波器电原理图
2. 接收机、井上低通滤波器电原理图
3. 主机、探头、声光箱、井下低通滤波器元件参数表
4. 接收机、井上低通滤波器元件参数表

参考文献

第一章 仪 器 概 述

第一节 AYJ-1型瓦斯遥测警报仪的 功 能 及 应 用

一、矿井瓦斯

煤矿在生产和建井期间常常遇到瓦斯，如果不加注意，在一定的条件下会引起严重的事故，造成重大的生命和财产损失，因此对矿井空气中的瓦斯浓度进行连续监视是现代煤矿生产中必不可少的重要工作之一。

在煤矿中，从煤层和岩石中涌出的各种有害气体统称为矿井瓦斯。但是由于其主要成分是沼气即甲烷，因此，习惯上又把沼气（化学上称甲烷）叫做瓦斯。以后凡本书中所出现的瓦斯一律是指沼气（甲烷）。AYJ-1型瓦斯遥测警报仪就是用来监测低浓度瓦斯的一种现代化的电子仪器。

沼气的分子式为 CH_4 ，它是碳和氢化合而成的一种气体，无色、无味、无嗅、无毒，在标准状况下每一立方米的瓦斯重量为 0.716 公斤，比空气轻一半左右，因此它容易积存在巷道的顶部或掘进上山工作面的迎头上。

瓦斯与井下空气混合后，其体积的百分比叫瓦斯浓度。当瓦斯浓度小于5~6%时，只会在火源附近燃烧而不会爆炸；当瓦斯浓度大于14~16%时，一般也不会爆炸，但遇火能自行平静的燃烧；当瓦斯浓度在这两者之间时，遇到火源就具有爆炸性，所以5~6%的瓦斯浓度称为瓦斯爆炸下限，

14~16%的瓦斯浓度称为瓦斯爆炸上限，瓦斯浓度在9.5%时爆炸力最强。然而瓦斯燃烧或爆炸的浓度界限，并不是固定不变的，井下空气中混入煤尘和其它可燃气体，都可能引起瓦斯燃烧或爆炸界限的变化。

二、仪器的功能及作用

瓦斯遇到火源能够燃烧和爆炸的性质，是在瓦斯爆炸界限内发生的，为了避免爆炸事故发生，必须对瓦斯浓度进行长期、连续、自动的监视和记录，并且当瓦斯浓度达到一定值时能发出报警信号和切断用电设备的电源。AYJ-1型瓦斯遥测警报仪就具有这样的功能。

AYJ-1型瓦斯遥测警报仪能测量五个作业点的0~4%的瓦斯，每个作业点都通过电表在井下主机和井上接收机上指示出瓦斯浓度。每台主机内部都具有独立调整的报警点和断电点，当瓦斯浓度上升到报警点时它能带动声光箱发出强有力的声和光的报警信号。当瓦斯浓度上升到断电点时，它能带动仪器内的继电器提供一组断电触点来切断井下设备的电源。当瓦斯浓度降低到报警点或断电点以下时，它又能自行解除报警或自动复电。井下瓦斯浓度的信号是采用脉冲调制五路分频的载波技术，通过与电话线复用或其它专用线传输到地面，地面接收机除了能对井下各作业点进行对应跟踪指示之外，也有五个可调整的报警点，能对各测点的瓦斯浓度进行声光报警，各测点的瓦斯大小还能通过接收机输送给配套的自动记录仪，从而记下各作业点瓦斯浓度随时间变化的曲线。

这样，仪器就对矿井的瓦斯实现了就地监控和遥测记录，这对防止煤矿瓦斯事故的发生和矿井的通风管理自动化都有着重大的现实意义。

第二节 仪器的组成及原理简介

一、仪器的组成

AYJ-1型瓦斯遥测警报仪的组成包括：

1. AYJ-1型瓦斯遥测警报仪主机 五台
2. AYJ-1型瓦斯遥测警报仪探头 五个
3. AYJ-1型瓦斯遥测警报仪声光箱 五个
4. AYJ-1型瓦斯遥测警报仪井下低通滤波器 五个
5. AYJ-1型瓦斯遥测警报仪井上低通滤波器 五个
6. AYJ-1型瓦斯遥测警报仪接收机 一台
7. WXC-300型自动记录仪 一台

以及有关技术文件、备件、附件及专用工具。

仪器各组成单元的外形如图1-1所示。

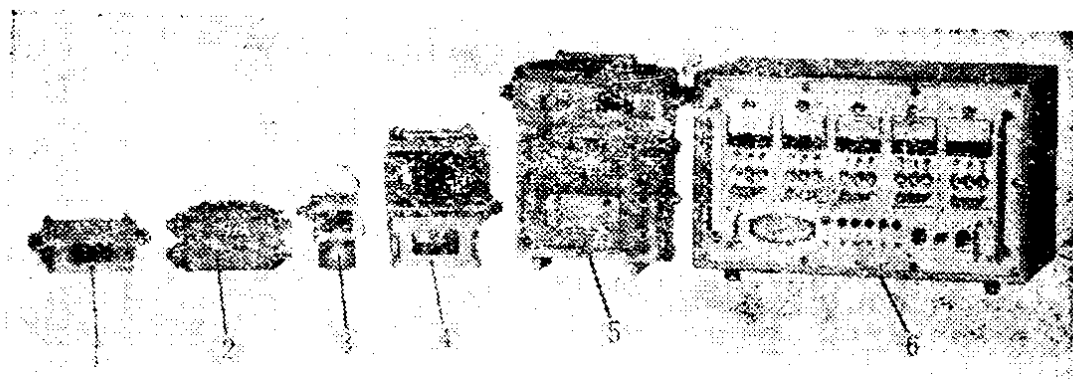


图 1-1 仪器各组成单元的外形图

1—井上低通滤波器；2—井下低通滤波器；3—探头；4—声光箱；
5—主机；6—接收机

二、仪器连接的示意图

AYJ-1型瓦斯遥测警报仪实际使用时，各部分互相连接的示意图如图1-2所示，图中没有使用五个井下低通滤波器和五个井上低通滤波器，所画的只是五路信号共用一对电话线时的连接方法。

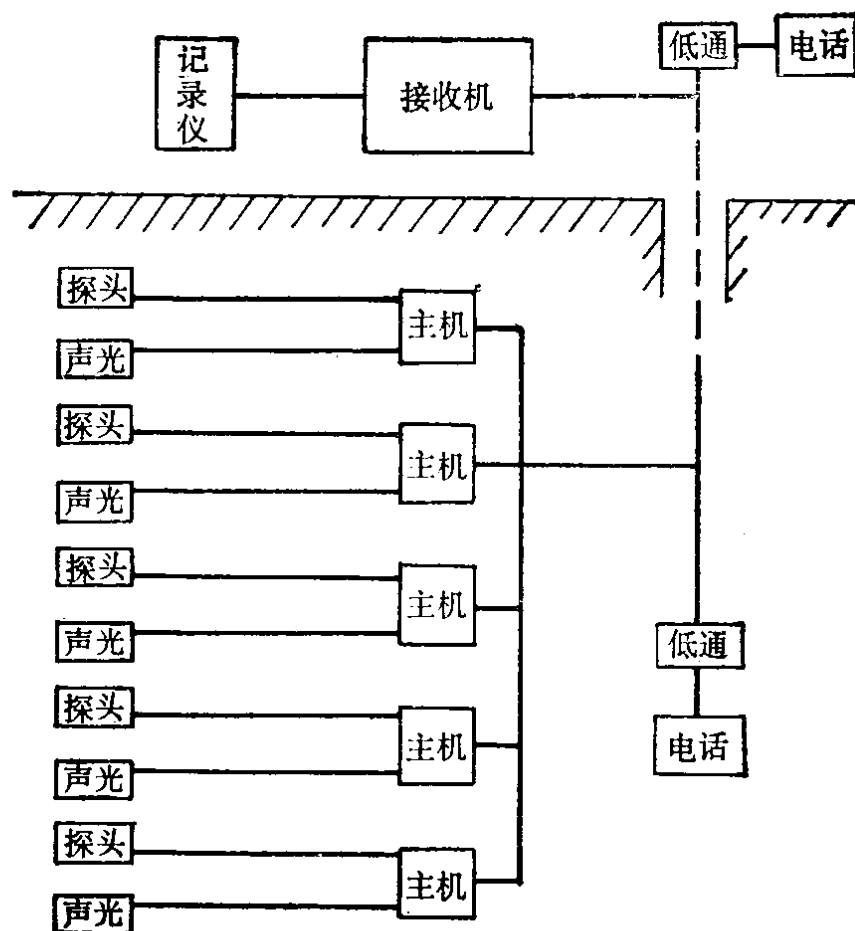


图 1-2 仪器各单元连接示意图

每台主机到探头和声光箱的电缆长度，可以在 0 至 500 米中选择。从主机到地面接收机的最大距离为 10 公里。

三、仪器的简单工作原理

AYJ-1 型瓦斯遥测仪的简单工作原理可用方框图表示在图 1-3 中。

当仪器通电之后，稳流源立即向探头提供恒定的工作电流，使载体催化元件工作，当瓦斯进入探头后，即在载体催化元件表面进行无焰燃烧，使催化元件的温度升高，电阻值增大，从而破坏了测量电桥的平衡，使电桥输出电压值上升，这个信号通过电缆输入主机的差动放大电路并经放大后

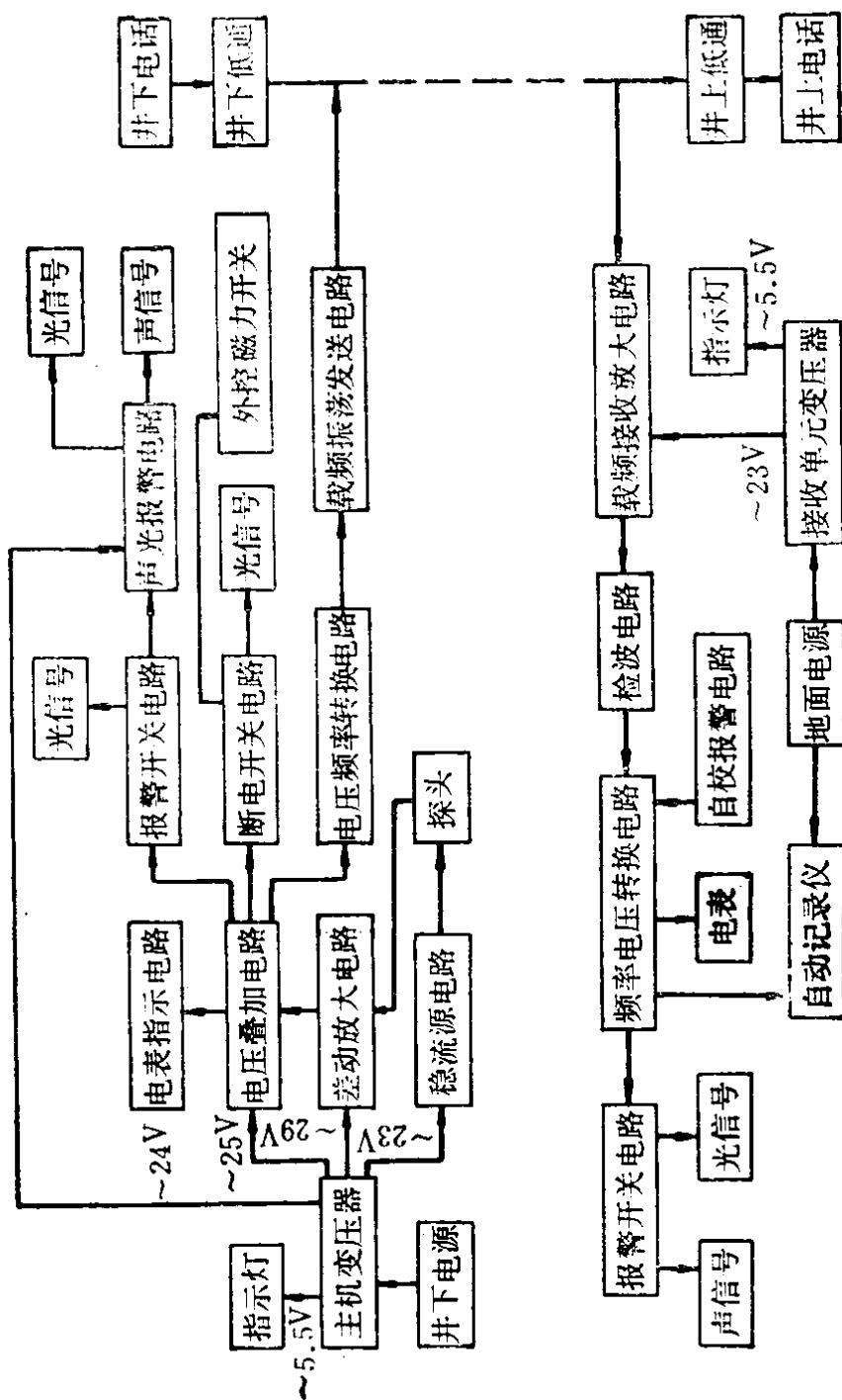


图 1-3 仪器工作原理方框图

进入电压叠加电路，再经电压叠加后分别送给四个电路，第一路给电表指示电路，它使电表指示出相应的瓦斯值；第二路给报警开关电路，如果信号电压达到开关电路的触发电压，则电路翻转，继电器吸合，接通主机上的红色报警灯电源和声光箱报警电源，使声光箱中的强力声光报警电路工作，发出强有力的起伏报警声和红色光信号；第三路给断电开关电路，当信号电压达到断电开关电路的触发电压时，则电路翻转使继电器吸合，接通主机内电表正上方的红灯电源并使外控磁力起动器的控制绕组断电，从而达到切断井下电气设备电源的目的；第四路给电压频率转换电路，该电路把直流电压转换成一定数目的方波信号，电压越高，方波的数目也越多。然后用这个方波信号去控制载频振荡发送电路的起振和停振，这样载频振荡发送电路就根据方波的个数发送出同样次数的载波信号，从而达到了脉冲调制的目的。发送出来的载波信号进入电话线，由于使用了低通滤波器，所以载波信号无法进入电话机干扰电话，而电话信号却可以方便的进入电话线照样实现井上井下的通信联络。而电话线上的载波信号只能进入地面接收机，被对应频率的接收单元的载频接收放大电路所接收，经接收、放大和检波后，转变成与主机内电压频率转换器输出的方波相同个数的脉冲，并进入频率电压转换电路，该电路将这脉冲信号转变成相应的电压，这个电压信号分成三路，一路进入电表，指示出井下的瓦斯值，从而实现了跟踪指示；一路进入报警开关电路，实现接收机的声、光报警；再一路送给自动记录仪，实现了地面对井下瓦斯浓度的记录。为了方便接收机报警点的调校，特设置了自校报警电路，该电路可以方便地通过调整多圈电位器来向频率电压转换电路发送一定数目的脉冲，从而模拟

井下信号的大小来改变接收机的指示，实现报警点的调校。

井下主机一共有五台，它们具有不同的载波振荡频率，地面接收机也有五个接收单元，它们分别具有和主机对应的载频接收电路，这样就可以五路信号共用一条电话线传输，从而实现了五路遥测。

四、原理图上电气元件的命名

为了便于大家读图，现将电气原理图上的各个元件的命名方法介绍如下：

井下主机部分的各块电路板分别命名为100~600板，探头为700板，声光箱为800板，井下低通滤波器为900板。而每块板上的电气元件则采用下标的办法相区别，例如100板上的第三个电阻则命名为 R_{103} ；200板上的第五个二极管则命名为 D_{205} ；600板上的第七个电容则命名为 C_{607} 。

井上接收机部分的各块电路板分别命名为310, 320, 330及井上低通滤波器的410板，而每块板上的电气元件仍采用下标的办法相区别。例如310板上的第五个三极管命名为 BG_{105} ，320板上的第十一个电阻则为 R_{211} 。

由于井下电气图与井上电气图是分开的，所以不会产生混淆。

另外凡是装在底板或外壳上的电气元件下标均以0开头，如：外壳上第一个电位器则为 WS_{001} ，外壳上第二个二极管则为 D_{002} ，外壳上第一个三极管则为 BG_{001} 等。

五、仪器主要技术指标

1. 测量瓦斯范围：

0~4%甲烷。

2. 测量误差：

测量范围为0~1%甲烷时，误差为 $\pm 0.1\%$ 甲烷。

测量范围为1~2%甲烷时, 误差为 $\pm 0.2\%$ 甲烷。

测量范围为2~4%甲烷时, 误差为 $\pm 0.3\%$ 甲烷。

3. 接收机跟踪指示误差:

测量范围为0~2%甲烷时, 误差为 $\pm 0.1\%$ 甲烷。

测量范围为2~4%甲烷时, 误差为 $\pm 0.15\%$ 甲烷。

4. 报警范围和指示误差:

在0.5~4%甲烷内任意可调。当环境温度变化不超过 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 时, 其误差不大于 $\pm 0.1\%$ 甲烷。

5. 报警方式和效果:

主机: 声, 防空警报声。扬声器最大输出功率不小于5瓦。

光, 红色信号。额定功率为5瓦。

接收机: 声, 蜂鸣器声。扬声器输出功率不小于50毫瓦。

光, 红色信号。额定功率为0.63瓦。

6. 警报解除方式:

自动: 当瓦斯浓度低于报警点0.10%时, 主机和接收机自动解除警报。

手动: 接收机声响可人工解除。

7. 断电范围和误差:

在0.4~4%甲烷内任意可调。当环境温度变化不超过 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ 时, 其断电误差不超过 $\pm 0.15\%$ 甲烷。

8. 断电后重新送电的瓦斯浓度:

当瓦斯浓度低于断电点0.15%时, 可以重新送电, 触点负荷直流28伏 $\times$ 5安, 交流115伏 $\times$ 5安, 均为无感负载。

9. 探头反应时间:

在静止风流中反应时间不大于60秒。在3米/秒的风流中反应时间不大于30秒。

10. 检测距离:

探头至主机距离在500米内。

11. 声光箱至主机距离:

在500米以内。

12. 遥测距离:

10公里以内 (当线路衰减为 4 分贝/公里时)。

13. 发送机输出功率:

不小于500毫瓦 (在100欧姆纯电阻负载上)。

14. 载波频率:

17千赫、20.5千赫、25千赫、30千赫、36千赫。

15. 载波频率漂移:

不超出 $\pm 0.5\%$ 。

16. 载波波形失真度:

小于1.5%。

17. 接收机灵敏度:

不劣于50毫伏。

18. 接收机选择性:

不小于30分贝 (输入信号偏离标频 $\pm 5\%$ 时)。

19. 仪器使用电源:

主机: 额定电压 (亦称标压) 36伏、127伏或380伏。

接收机: 220伏。

允许电压波动范围: $-20\% \sim +15\%$ 额定电压。

20. 仪器消耗功率:

主机不大于50伏安, 接收机不大于30伏安。

21. 仪器使用环境温度湿度:

主机: $0 \sim 35^{\circ}\text{C}$, 相对湿度98%以内。

接收机: $0 \sim 40^{\circ}\text{C}$, 相对湿度90%以内。