



中华人民共和国煤炭行业标准

MT/T 1098—2009

煤矿用光干涉式甲烷气体传感器

Optical interference type methane gas transducer for mine

本文件由矿山安全标准服务平台免费向社会提供，更多标准文件请关注矿山安全标准化技术委员会公众号，或通过国家矿山安全监察局-服务互动-矿山安全标准服务平台获取

根据国家矿山安全监察局公告（2026年 第2号），
自2026年4月21日起标准号变更为：KA/T 1098-2009

2009-12-11 发布

2010-07-01 实施

国家安全生产监督管理总局 发布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 产品分类和型号及基本参数 2

5 技术要求 3

6 试验方法 5

7 检验规则 10

8 标志、包装、使用说明书、运输和贮存 11

附 录 A(规范性附录)不同温度下水柱高度的校正 13

附 录 B(资料性附录)甲烷传感器%CH₄ 值仿真线的计算 14

前 言

本标准为强制性标准。

本标准由中国煤炭工业协会科技发展部提出。

本标准由煤炭行业煤矿安全标准化技术委员会气体检测及救护设备分会归口。

本标准起草单位：煤炭科学研究总院抚顺研究院、国家煤矿防爆安全产品质量监督检验中心、安标国家矿用产品安全标志中心、北京神州鼎天数码技术信息有限公司。

本标准主要起草人：余进、李国、李新年、付淑玲、朱龙辉、戎明彦、袁立清、王鹏、袁洪军、李振新、戴峻、王怡芳、陈青等。

煤矿用光干涉式甲烷气体传感器

1 范围

本标准规定了煤矿用光干涉式甲烷气体传感器的术语及定义、型号和分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本标准适用于煤矿井下有瓦斯气体和煤尘爆炸危险环境使用的煤矿用光干涉式甲烷气体传感器(以下简称传感器)。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB 191 包装储运图示标志(eqv ISO 480:1997)

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验A:低温(idt IEC 60068-2-1:1990)

GB/T 2423.4 电工电子产品基本环境试验规程 第2部分:试验Db:交变湿热试验方法(eqv IEC 68-2-30:1980)

GB/T 2423.5 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Ea和导则:冲击(idt IEC 68-2-27:1987)

GB/T 2423.8 电子电工产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Eb和导则:自由跌落(idt IEC 68-2-32:1990)

GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Fc和导则:振动(正弦)(idt IEC 68-2-6:1982)

GB 2829 周期检查计数抽样程序及抽样表(适用于生产过程稳定性的检查)

GB 3836.1 爆炸性气体环境用电气设备 第1部分:通用要求(eqv IEC 60079-0:1998)

GB 3836.4 爆炸性气体环境用电气设备 第4部分:本质安全型“i”(eqv IEC 60079-11:1999)

GB 4208 外壳防护等级(IP代码)(eqv IEC 529:1980)

GB 9969.1 工业产品使用说明书 总则

AQ 1043 矿用产品安全标志标识

AQ 6203 煤矿用低浓度载体催化式甲烷传感器

MT 28 光干涉甲烷测定器

MT/T 154.10 煤矿用安全仪器仪表产品型号编制方法和管理办法

MT 209 煤矿通信、检测、控制用电工电子产品通用技术要求

MT 210 煤矿通信、检测、控制用电工电子产品基本试验方法

MT/T 408 煤矿用直流稳压电源

3 术语和定义

3.1

显示值 displayed value

传感器显示的测量数值。

3.2

零点 zero point

传感器在清洁空气中正常工作时的显示值。

3.3

标定点 calibration point

传感器为满足测量准确度所选择的校准气样值。

3.4

报警点 alarm point

传感器依据使用要求所预先设置的报警启动值。

3.5

基本误差 basic error

在正常试验条件下确定的传感器测量误差值。

3.6

稳定性 stability

在规定的工作条件和时间内,传感器的零点和标定点保持在允许变化范围内的性能。

3.7

响应时间(T_{90}) T_{90} response time

甲烷浓度发生阶跃变化时,传感器输出达到稳定值的 90%的时间。

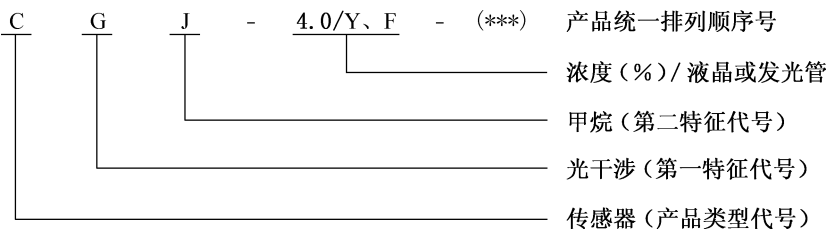
4 产品分类和型号及基本参数

4.1 产品分类

传感器可分为液晶、发光数码管两种显示方式。

4.2 型号

依据 MT/T 154.10 标准要求进行型号编制。



4.3 基本参数

传感器产品基本参数见表 1。

表 1 基本参数

序号	参数名称		规格等级要求
1	本质安全型直流电源电压(DC)等级		24 V、18 V、15 V、12 V、9 V
2	信号制式	电流型(DC)	1 mA~5 mA 或 4 mA~20 mA
		频率型(DC)	200 Hz~1 000 Hz,脉冲宽度不小于 0.3 ms
		数字信号型	传速率 1 200、2 400、4 800、9 600 bit/s,电平不小于 3 V
3	显示方式	液晶电平	强烈的背景光,大于 1 英寸,三位半显示甲烷浓度
		发光数码管	三位半 LED 数码管显示甲烷浓度
4	传感器量程		(0~10.0)%CH ₄

表 1(续)

序号	参数名称	规格等级要求
5	传感器声光报警功能	声级强度应不小于 80 dB(A); 光信号在暗处能见度应不小于 20 m; 绿色显示为正常工作,红色显示为报警, 红色加黄色显示为超限紧急报警(闪烁)
6	传感器连接电缆	传输电缆单芯截面积: $\leq 1.5 \text{ mm}^2$; 传输距离: $\geq 2 \text{ km}$; $R \leq 12.8 \text{ } \Omega/\text{km}$ 、 $C \leq 0.1 \text{ } \mu\text{F}/\text{km}$ 、 $L \leq 1 \text{ mH}/\text{km}$

5 技术要求

5.1 一般要求

5.1.1 传感器应符合本标准的要求,并按经规定的程序和国家授权的试验部门审批的图样和技术文件制造。

5.1.2 传感器及其相关联的设备应经通过国家授权的防爆检验机构联检。与传感器配套的关联设备应具有有效期内矿用产品安全标志证书。

5.1.3 传感器防爆型式:矿用本质安全型,防爆标志为“ExibI”。

5.2 工作环境条件

本产品应该在下列环境条件下正常工作:

- a) 温度: $-10 \text{ }^{\circ}\text{C} \sim +40 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度: $\leq 98\%$ ($+25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 时);
- c) 大气压力: $80 \text{ kPa} \sim 116 \text{ kPa}$;
- d) 风速:不大于 8 m/s ;
- e) 在煤矿井下环境有甲烷混合物(瓦斯)和煤尘爆炸性及瓦斯抽放管道用,无强烈振动及淋水的场所;
- f) 贮存温度: $-40 \text{ }^{\circ}\text{C} \sim +60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.3 外观及结构要求

5.3.1 传感器的显示窗应透光良好,数码、符号均应清晰完好。其表面、镀层或涂层不应有气泡、裂痕、明显剥落和斑点。设计结构应合理,坚固耐用。

5.3.2 传感器外壳、接插件和零件应采取防腐措施,金属零部件不应有锈蚀和其他机械损伤,涂、镀层应均匀、牢固,颜色一致;印制电路板应至少涂覆两次三防(防腐、防霉、防潮)漆。

5.3.3 外接插件应有明显的符号加以区别或采取防止误插的措施,所有功能指示灯应色彩分明,永久标志(铭牌)应清晰可见,安装牢固。

5.3.4 传感器采用环境扩散式取样,采样头应有防尘和防风罩,保证在正常情况下工作。

5.3.5 传感器外壳紧固螺栓应采用专用螺栓(特殊螺栓)实施安全保护,防止井下作业人员随意打开。

5.3.6 传感器应以体积百分比浓度表示测量值,采用数字显示(vol 单位体积摩尔),其分辨率应不低于 $0.01\% \text{ CH}_4$,并能表示值的正或负。

5.4 基本功能要求

5.4.1 传感器应有甲烷浓度、电源、报警、故障状态显示等功能。

5.4.2 传感器报警功能,当传感器的甲烷浓度达到预置的报警点时[在 $(0.5 \sim 2.5)\% \text{ CH}_4$ 之间可调,出厂时应设定 $1.00\% \text{ CH}_4$ 处],传感器应发出声、光报警信号。当甲烷浓度恢复到预置报警点以下时,应

能解除报警。

5.5 遥控器调校功能

传感器应具有机械式电位器调整,距离不小于 6 m 及 60°内的遥控器调校功能。

5.6 显示值的稳定性和基本误差

5.6.1 显示值稳定性

在(0~4.00)% CH₄ 范围内,当甲烷浓度保持恒定时,传感器的显示值或输出信号值(换算为甲烷浓度值)的变化量应不超±0.04% CH₄ 的规定要求。在(4.00~10.0)% CH₄ 范围内,当甲烷浓度保持恒定时,传感器的显示值或输出信号值(换算为甲烷浓度值)的变化量应不超过±0.3% CH₄ 的规定要求。

5.6.2 基本误差

传感器的分段基本误差在(0~10.0)% CH₄ 范围内应符合表 2 的规定。

表 2 基本误差

测量范围 %CH ₄	基本误差 %CH ₄
0.00~1.00	±0.10(真值误差)
>1.00~2.00	±0.20(真值误差)
>2.00~4.00	±0.30(真值误差)
>4.00~10.0	±0.50(真值误差)

5.7 工作电压范围

传感器一般应能在输入电压 9 V~24 V 范围内正常工作,其基本误差应不超过表 2 的规定。

5.8 传输距离

传感器应使用电缆的单芯截面积为 1.5 mm² 时,传感器与关联设备的最大传输距离应为 2 km,关联设备的显示值或输出信号值(换算为甲烷浓度)应不超过表 2 的规定。

5.9 工作稳定性

传感器连续工作 15 d 的基本误差应不超过表 2 的规定。

5.10 响应时间(T₉₀)

传感器的响应时间应不大于 30 s。

5.11 报警功能

5.11.1 传感器应能在测量范围内任意设置报警点,报警显示值与设定值的差值应不超过±0.04% CH₄。

5.11.2 在距传感器 1 m 远处的声响信号的报警声级强度应不小于 80 dB(A),黑暗中报警光信号在 20 m 远处应能清晰可见。

5.12 绝缘电阻

传感器本安端与外壳之间,常态下其绝缘电阻应不小于 50 MΩ;交变湿热试验后,应不小于 1.5 MΩ。

5.13 介电强度

传感器本安端与外壳之间应能承受 500 V、50 Hz、历时 1 min 的绝缘介电强度试验,应无击穿和闪络现象,且漏电流应不大于 5 mA。

5.14 风速影响

传感器在 8 m/s 风速条件下试验时,其指示值的漂移量应不超过±0.10% CH₄。

5.15 工作温度

传感器工作温度试验后,有温度变化引起的附加误差应符合下列要求:零点,不大于温度每变化 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\pm 0.10\%$ 时; $(0.00\sim 1.00)\%\text{CH}_4$, 不大于 $\pm 0.20\%\text{CH}_4$; $(1.00\sim 2.00)\%\text{CH}_4$, 不大于 $\pm 0.30\%\text{CH}_4$; $(2.00\sim 4.00)\%\text{CH}_4$, 不大于 $\pm 0.40\%\text{CH}_4$; $(4.00\sim 10.0)\%\text{CH}_4$, 不大于 $\pm 0.60\%\text{CH}_4$ 。

5.16 贮存温度

传感器经贮存温度试验后,应符合表 2 的规定。

5.17 交变湿热

传感器经交变湿热试验后应进行基本误差试验,应符合表 2 的规定,绝缘电阻、介电强度应符合 5.12, 5.13 的规定。

5.18 振动试验

传感器经振动试验后,接插件和零部件应无松动和脱落,并符合表 2 的规定。

5.19 冲击试验

传感器经冲击试验后,应无损坏痕迹,接插件和零部件无松动和脱落,并符合表 2 的规定。

5.20 跌落试验

传感器经跌落试验后,接插件、零部件应无松动和脱落,并符合表 2 的规定。

5.21 气密性试验

传感器在有效的外界压力的试验时,1 min 之内不应有超过 20 mm 水柱的下降。

5.22 防爆要求

5.22.1 传感器应采用矿用本质安全型的防爆结构且满足 GB 3836.1、GB 3836.4 的规定。

5.22.2 元件本安性能,传感器中任何与本质安全性能有关的元件,应符合 GB 3836.4 的规定。在正常工作和故障状态下,不得在超过元件安装条件和温度范围规定的最大电流、电压、功率额定值的 $2/3$ 的情况下工作。

5.22.3 外壳防护性能,传感器外壳防护性能应符合 GB 4208 中防护等级 IP54 的规定。

5.22.4 表面绝缘电阻,传感器采用塑料外壳时,外壳表面绝缘电阻应不超过 $1\times 10^9\ \Omega$ 。

5.22.5 外壳阻燃性能,传感器采用塑料外壳时,外壳阻燃性能应符合 GB 3836.1 中 7.4 的规定。

5.22.6 火花点燃,传感器应能通过 GB 3836.4 的 10.1~10.4 规定的火花点燃试验。传感器与关联设备通过 2 km 电缆(单芯截面积为 1.5 mm^2)连接后,应能通过 GB 3836.4 中 10.1~10.4 规定的火花点燃试验。

5.22.7 最高表面温度,传感器在正常工作和故障状态下,其元件、导线和外壳的最高表面温度应 $\leq 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.22.8 电气间隙、爬电距离,传感器外壳结构应符合 GB 3836.4 中第 6 章的规定。

5.22.9 本安工作参数,传感器本安技术参数应符合 GB 3836.4 的规定。

6 试验方法

6.1 环境条件

除环境试验或有关标准中另有规定外试验应在下列环境条件中进行:

- a) 温度: $+15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim +35\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度: $45\%\sim 75\%$;
- c) 大气压力: $80\text{ kPa}\sim 116\text{ kPa}$ 。

6.2 试验用气样和试验用主要仪器

6.2.1 试验用气样

空气中甲烷标准气样(以下简称标准气样)应采用经国家计量部门考核认证的单位提供的气样,其不确定度不大于 3% ,各项试验所用气样应符合表 3 的要求。

表 3 试验用气样

序号	试验项目	所需气样及取值范围,% CH ₄
1	基本误差试验	0.5、1.5、2.5、3.5(标定点 2.0)
2	响应时间试验	2.5
3	报警误差试验	0.70
4	零点校准试验	新鲜空气
注:标准气样值与标准气样标称值的允许偏离不超过±10%。		

6.2.2 试验用主要仪器设备

试验用主要仪器设备见表 4。

表 4 主要仪器设备

序号	仪器名称	测量范围	灵敏度或精度
1	转子流量计	30 mL/min~300 mL/min 或 60 mL/min~600 mL/min	2.5 级
2	秒表	分度值为 0.01 s	±0.1%
3	数字万用表	0 V~1 000 V,0 A~10 A	不小于 0.5 级
4	频率计	0 Hz~10 000 Hz	±0.1%
5	声级计	40 dB~130 dB	分辨率 0.1 dB
6	兆欧表	250 V	精度 10%
7	耐压击穿仪	6 kV	5.0 级应符合 MT 408 的规定
8	直流稳压电源	0 V~30 V	±0.1%
9	稳定性试验箱	9 V~24 V,0.5% CH ₄	±0.1%
10	液体(水柱或汞柱)压力式校验仪	0 kPa~10 kPa	±0.5 kPa
11	电子压力式校验仪	0 kPa~10 kPa	±0.5 kPa

6.3 外观及结构要求

用目测方法观察传感器外观及结构,应符合 5.3 的要求。

6.4 遥控器调校、显示值稳定性和基本误差、工作电压范围

6.4.1 传感器的遥控器调校功能

在所有需对传感器调校的试验中,应使用与传感器配套的遥控器来完成,遥控器使用方法按产品说明书规定。

在需要通气的试验中,除报警误差试验外,其余试验的通气流量应保持为产品企业标准规定的传感器校准时的流量(以下简称规定流量)。

6.4.2 传感器的显示值稳定性

待传感器零点在空气中稳定后,按规定流量,通入 2.00% CH₄ 的标准气样,3 min 后将传感器显示值调至与标准气样值一致,继续通气,再观察 1 min,记录 1 min 内传感器显示值的最大值和最小值的差值,重复测定三次,取最大值。

6.4.3 传感器的基本误差

6.4.3.1 传感器使用压力方法测试:在环境温度 20℃ 的条件下,将新鲜空气调整到传感器的零点,待零点稳定后按表 5 的规定压力进行测试,标定点每一点测试四次,取最大值(根据 MT 28 标准要求,如果

环境温度不是 20℃时,按附录 A 进行修正)。

表 5 压力对照表

甲烷浓度 %	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
压力 kPa	0	0.518	1.035	1.553	2.070	2.588	3.106	3.623	4.141	4.653	5.176
水柱高 mm	0	52.9	105.7	158.6	211.5	264.4	317.2	307.1	423.0	475.8	528.7

6.4.3.2 传感器使用标准气体方法测试:按规定流量,用空气和 2.00% CH₄ 的标准气样校准三次传感器(以下简称校准传感器),在以后的测定中不得再次校准。在环境温度为 20℃时,用干净的空气充满气体测定室和空气室,标定传感器测量零点,标定传感器的对应测量点(0~4.00)应在 2.00% CH₄, (0~10)应在 4.00% CH₄。反复四次,取算术平均值进行计算。

实测基本误差按式(1)计算:

$$\sigma = \frac{A_{n1} - A_{n0}}{A_m} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- σ——实测基本误差;
- A_{n1}——输出信号实测值或显示值;
- A_{n0}——输出信号或显示的标准值;
- A_m——传感器的量程。

6.4.4 传感器的工作电压范围

接上稳压电源,将稳压电源的输出分别调至产品企业标准规定的最高和最低工作电压,按 5.6 规定的方法对传感器进行显示值稳定性和基本误差测定。

6.5 传输距离

将传感器与关联设备通过不低于 2 km 的模拟电缆或仿真线(或单芯截面积为 1.5 mm² 的电缆,在该传感器的关联设备中应注明该种电缆的生产厂家及型号)连接(参见附录 B),由关联设备提供传感器所需电源。通气测试方法按表 1 的要求进行,记录关联设备的显示值或输出信号值(换算为甲烷浓度值)。重复测定四次,取 R=12.8 Ω/km 单芯、L=0.8 mH/km 单芯、C=0.06 μF/km 计算。

6.6 工作稳定性

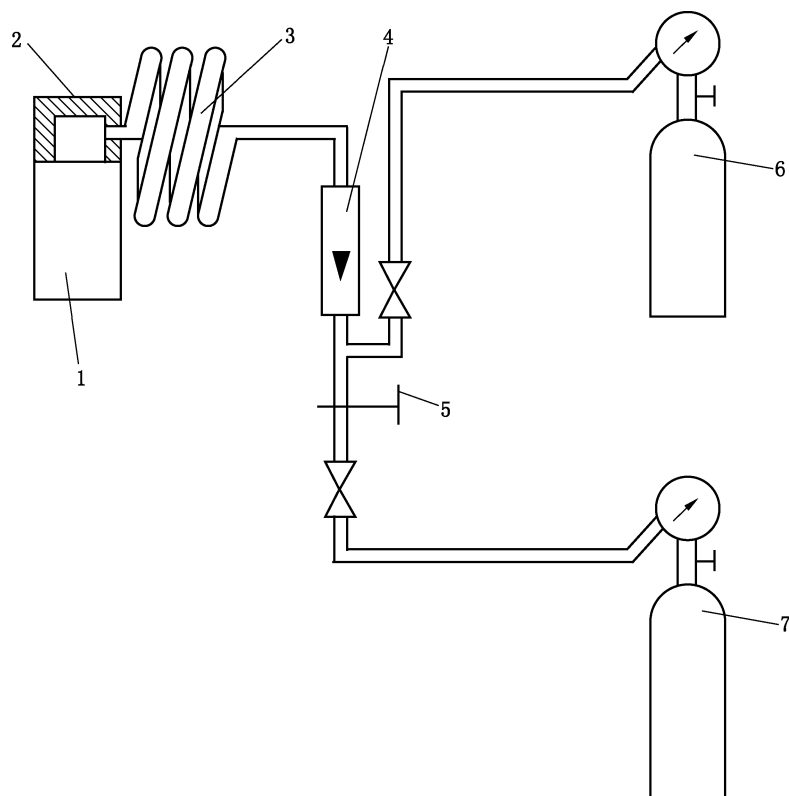
将调整好的传感器在空气中连续运行 15 d,每隔 24 h 记录零点,把传感器放入图 1 所示的装置中并按规定流量通入量程 50%左右的标准气样 3 min,记录显示值或输出信号值。试验期间不得调整传感器。

按式(2)计算误差:

$$\delta_0 (\delta_{1.5}) = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} - D \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- δ₀——零点的误差量;
- δ_{1.5}——1.5% CH₄ 甲烷浓度的误差;
- D——标准甲烷气体浓度(% CH₄);
- D_i——实际测量次数的显示值(% CH₄);
- n——实际测量次数。



1—传感器；2—注气装置；3—预热盘管；4—流量计；5—调节阀；6—试验气样瓶；7—纯氮气瓶

图 1 稳定性测定示意图

6.7 响应时间

将制造厂提供的扩散取样注气装置与传感器进气部位相接,按规定流量通入空气,待传感器零点稳定后,以相同的流量通入量程 50% 左右的标准气样 3 min,记录显示值。然后通入新鲜空气,待传感器的显示值达到原显示测量值 90% 所需要的时间,测量三次,取其算术平均值。

6.8 报警功能

6.8.1 报警值与设定值差值的测定

将传感器报警点设置在 1.0% CH_4 ,待传感器零点稳定后,缓慢通入表 2 所规定的甲烷浓度值的气样,记录出现声、光信号瞬间传感器的显示值,并计算设定警报点 % CH_4 浓度值与显示值的差值。

6.8.2 报警声级强度测量

报警声级强度用声级计测量,环境噪声应小于 30 dB(A)。将声级计置于传感器的报警声响器轴心正前方 1 m 处,测量三次,取其平均值。

6.8.3 报警光信号

试验在黑暗环境中距传感器的报警光信号 20 m 处观察。

6.9 绝缘电阻

按 MT 210 规定的方法进行测试。

6.10 介电强度

按 MT 210 及 GB 3836.4 中 10.6 规定的方法进行测试。

6.11 风速影响

将传感器放入通风试验装置中,在风流为零时调整好传感器的基准点,记录显示值,启动风机,调整风速为 $8^{+0.5}$ m/s。人为使传感器绕悬挂轴线方向转动,寻找其受风速影响的位置。固定此位置,每 30 s 记录一次指示值,共记录三次,取其算术平均值和基准点的差值作为漂移量。

6.12 工作温度

试验中向传感器通入标准气样的温度应与试验要求温度一致。

6.12.1 低温工作试验

按 GB/T 2423.1 中试验 Ab 规定的方法进行,在温度为 $(0\pm 3)^{\circ}\text{C}$ 条件下,将传感器通电,稳定 2 h 后,测定基本误差,以后每小时测定一次基本误差,测量三次,取其算术平均值作为测定值。

6.12.2 高温工作试验

按 GB/T 2423.2 中试验 Bb 规定的方法进行,在温度为 $(40\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 条件下,将传感器通电,稳定 2 h 后,测定基本误差,以后每小时测定一次基本误差,测量三次,取其算术平均值。

6.13 贮存温度

6.13.1 低温贮存试验

按 GB/T 2423.1 中试验 Ab 规定的方法进行,在温度为 $(-20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 条件下,持续时间为 16 h。传感器非包装,不通电,不进行中间检测。试验后,在试验箱中恢复到 5.2 规定的条件下保持 2 h,再测定基本误差。

6.13.2 高温贮存试验

按 GB/T 2423.2 中试验 Bb 规定的方法进行,在温度为 $(50\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 条件下,持续时间为 16 h。传感器非包装,不通电,不进行中间检测。试验后,在试验箱中恢复到 5.2 规定的条件下保持 2 h,再测定基本误差。

6.14 交变湿热

按 GB/T 2423.4 中试验 Db 规定的方法进行,在温度为 $(40\pm 2)^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 $(93\pm 3)\%$ 条件下,持续时间为 12 d。传感器非包装,不通电,不进行中间检测。试验后,在 5.2 规定的条件下保持 2 h,通入新鲜空气标定零点进行绝缘电阻与工频耐压试验后,再测定基本误差。

6.15 振动试验

按 GB/T 2423.10 中试验 FC 规定的方法进行,严酷等级:扫描频率范围 10 Hz~150 Hz,加速度幅值为 50 m/s^2 。扫频循环次数为五次。传感器包装、不通电,不进行中间检测。试验后,进行外观检查和测定基本误差。

6.16 冲击试验

按 GB/T 2423.5 中试验 Ea 规定的方法进行,严酷等级:峰值加速度为 150 m/s^2 ,脉冲持续时间为 $(11\pm 1)\text{ms}$,三个轴线每个方向连续冲击三次(共 18 次)。传感器包装、不通电,不进行中间检测。试验后,进行外观检查和测定基本误差。

6.17 跌落试验

按 GB/T 2423.8 中试验 Ed 规定的方法进行,严酷等级:跌落高度为 200 mm,以正常使用方向自由落向 500 mm 厚松木板面上共两次。传感器不包装,不进行中间检测。试验后,进行外观检查和测定基本误差。

6.18 气密性试验

依据 MT 28 的要求,将传感器的气样室和空气室压力达到平衡时,整机与压力计连接,外力施加 6.86 kPa(水柱高值 700 mm)压力,经 1 min 后观察水柱下降情况,应不小于 20 mm(水柱)。

6.19 在 6.13~6.17 每项试验后,检测性能前,允许重新校准传感器。

6.20 防爆试验

6.20.1 传感器的防爆性能试验方法按 GB 3836.1、GB 3836.4 中规定的方法进行,由国家授权的防爆检验机构进行。

6.20.2 元件本安性能检查,传感器有关的元件按 GB 3836.4 中第 7 章规定的方法进行。

6.20.3 外壳防护性能试验,传感器按 GB 4208 中规定的方法进行。

6.20.4 表面绝缘电阻试验,传感器塑料外壳按 GB 3836.1 中 23.4.7.8 规定的方法进行。

6.20.5 阻燃性能试验,传感器塑料外壳按 GB 3836.1 中附录 E 规定的方法进行。

6.20.6 火花点燃试验,传感器按 GB 3836.4 中 10.1~10.4 规定的方法进行;传感器与关联设备通过 2 km 的模拟电缆(或单芯截面积为 1.5 mm^2 的电缆)连接,联机火花点燃试验按 GB 3836.4 中的 10.1~10.4 规定的方法进行,模拟电缆按附录 B 仿真线,电缆模拟参数按 $R=12.8\ \Omega/\text{km}$ 单芯、 $L=0.8\text{ mH}/\text{km}$ 单芯、 $C=0.06\ \mu\text{F}/\text{km}$ 计算。

6.20.7 最高表面温度试验,按 GB 3836.4 中 10.5 规定的方法进行。

6.20.8 电气间隙和爬电距离试验,用游标卡尺进行测量。

6.20.9 本安工作参数测量,用经计量合格的仪表进行测量,所测得值不应超过标准中规定的工作电压、电流值。

7 检验规则

检验分出厂检验和型式检验,检验项目见表 6。

表 6 检验项目

序号	检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验
1	外观及结构要求	5.3	6.3	○	○
2	遥控器调校功能	5.5	6.4.1	○	○
3	显示值稳定性	5.6.1	6.4.2	○	○
4	基本误差	5.6.2	6.4.3	○	○
5	工作电压范围	5.7	6.4.4	○	○
6	传输距离	5.8	6.5	○	○
7	工作稳定性	5.9	6.6	○	○
8	响应时间	5.10	6.7	○	○
9	报警功能	5.11	6.8	○	○
10	绝缘电阻	5.12	6.9	※	○
11	介电强度	5.13	6.10	*	○
12	风速影响	5.14	6.11	—	○
13	工作温度	5.15	6.12	—	○
14	贮存温度	5.16	6.13	—	○
15	交变湿热	5.17	6.14	○	○
16	振动试验	5.18	6.15	—	○
17	冲击试验	5.19	6.16	—	○
18	跌落试验	5.20	6.17	—	○
19	气密性试验	5.21	6.18	○	○
20	元件本安性能检查	5.22.2	6.20.2	—	○
21	外壳防护性能试验	5.22.3	6.20.3	—	○
22	表面绝缘电阻试验	5.22.4	6.20.4	—	○
23	外壳阻燃性能试验	5.22.5	6.20.5	—	○
24	火花点燃试验	5.22.6	6.20.6	—	○

表 6 (续)

序号	检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验
25	最高表面温度试验	5.22.7	6.20.7	—	○
26	电气间隙与爬电距离测试	5.22.8	6.20.8	—	○
27	本安工作参数测量	5.22.9	6.20.9	○	○
注：表中“○”为检验项目，“—”为不检验项目，“※”表示绝缘电阻检测出厂检验只作常态，“*”为抽检项目，型式试验用压力方法进行测试。					

7.1 出厂检验

应由制造厂质量检验部门逐台进行,检验合格并发给合格证后方可出厂。

7.2 型式检验

7.2.1 有下列情况之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品试制定型鉴定或老产品转厂生产时;
- b) 正式生产后如结构、材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- c) 正常生产的传感器每三年一次;
- d) 停产两年以上再次恢复生产时;
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- f) 国家有关机构提出要求时。

7.2.2 型式检验应由国家授权的质量监督检验机构负责进行。

7.2.3 抽样

从出厂检验合格的传感器中按 GB 2829 规定的方法进行,抽样基数不少于 10 台,抽样数量不少于三台。

7.2.4 判定规则

受检传感器为三台。在检验中如其中有一台、一项不合格项目,项目加倍复检,如仍有不合格项目,判为不合格产品,否则为合格。

8 标志、包装、使用说明书、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 传感器的外壳明显处应设有“ExibI”标志和计量器具标志。

8.1.2 传感器的铭牌上应有下列内容:

- a) 产品型号和名称;
- b) 防爆标志;
- c) 防爆合格证编号;
- d) 煤矿安全标志编号;
- e) 制造计量器具许可证编号;
- f) 关联设备型号;
- g) 主要技术参数;
- h) 防护等级;
- i) 制造厂名称;
- j) 出厂编号和日期。

8.1.3 包装标志

- a) 发货标志应符合有关运输规定;
- b) 作业标志应符合 GB 191 的规定。

8.2 包装

8.2.1 包装应采用复合防护包装类型,具有防雨、防潮、防尘、防振能力。

8.2.2 包装箱内应有下列文件:

- a) 产品合格证;
- b) 产品使用说明书;
- c) 装箱单。

8.3 使用说明书

按 GB 9969.1 的规定编写。

8.4 运输

包装好的产品应适合公路、铁路、水路和航空运输。

8.5 贮存

产品应存放在通风良好的库房内,库内温度 $+5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+40\text{ }^{\circ}\text{C}$,不能与油类、腐蚀性药剂、有毒有害气体、蒸汽等物资混放。

附 录 A
(规范性附录)

不同温度下水柱高度的校正

用水柱压力法测定基本误差时的环境温度 t 不是 20℃ 时,水柱高度需用校正系数 U 进行校正。按式(A. 1)、式(A. 2)校正:

$$h_1 = U h_s \dots\dots\dots (A. 1)$$

式中:

h_1 ——温度 t 时的水柱高度;

h_s ——温度 20℃ 时的水柱高度。

$$U = (273.2 + t) \rho_{20} / (293.2 \times \rho_t) \dots\dots\dots (A. 2)$$

式中:

ρ_t ——温度 t 时的水的密度;

ρ_{20} ——温度 20℃ 时的水的密度。

不同温度的 U 值见表 A. 1。

表 A. 1 用水柱压力法时校正系数(U)

温度 ℃	校正系数	温度 ℃	校正系数	温度 ℃	校正系数	温度 ℃	校正系数
15	0.982 2	21	1.004	26	1.022	31	1.041
16	0.985 7	22	1.007	27	1.026	32	1.044
17	0.989 3	23	1.011	28	1.029	33	1.048
18	0.992 9	24	1.015	29	1.033	34	1.052
19	0.996 5	25	1.018	30	1.037	35	1.056
注:水柱高和校正系数可取三位。							

附 录 B
(资料性附录)

甲烷传感器 %CH₄ 值仿真线的计算

B.1 传感器 EEPROM 的分布

EEPROM 的位置	数据类型	数据
0	16 位无符号整数	模拟量长度
2	16 位无符号整数	低浓度报警设置点
4	16 位无符号整数	高浓度报警设置点
6	4 个字节 IEEE 浮点数	气体的零点常数 zcc
10	4 个字节 IEEE 浮点数	气体的量程常量 scc
16	4 个字节 IEEE 浮点数	零点温度补偿系数 ztc
18	16 位无符号整数	零点参考温度系数 ztp
20	4 个字节 IEEE 浮点数	量程范围温度系数 stc
24	16 位无符号整数	量程参考温度 stp
26	4 个字节 IEEE 浮点数	量程比率吸收率 sfa

B.2 设置零点

当执行零点操作时,EEPROM 中的 ztp 和 zcc 值将被计算和存储, zcc 是测量通道和参考通道原始数据的比率。无被检测的气体时的温度是内部热敏电阻的温度并被存在 ztp 中。

ztp = 无气体时的从内部热敏电阻读出的温度

$zcc = temp_gas / ref$

在这里:

ztp	无被测气体时的温度系数(被存到 EEPROM 中)
zcc	无被测气体时的测量端和参考端的比值(被存到 EEPROM 中)
$temp_gas$	测量气体通道的原始数值
ref	参考通道原始数据值

注意事项: ztc 的值根据现场的情况设置或改变。

B.3 设置量程

当计算量程时,需计算出 sfa 、 stp 和 scc 的值并存在 EEPROM 中,此时,从热敏电阻上读出温度值存在 stp 中。

stp = 从内热敏阻读出的参考温度

$sfa = 1 - [fas / (ref \times zcc) - ztc \times (stp - ztp)]$

在这里:

sfa	量程比例吸收率(存在 EEPROM 中)
stp	确定量程时的温度系数(存在 EEPROM 中)
$temp_gas$	气体测量端的原始数值
ref	参考端的原始数值
zcc	无被检测气体时的测量端与参端的比值(存在 EEPROM 中)
ztp	无被检测气体时的温度系数(存在 EEPROM 中)
scc	气体的量程常数 = 在量程范围内标准上升曲线的吸收率

B.4 需要将 mV 值的检测器信号、参考信号、热敏电阻值换算成 % CH₄ 时,应按如下公式换算:

$$fa = 1 - [temp_gas / (ref \times zcc)] \dots\dots\dots (B.1)$$

$$ztfa = 1 - fa - ztc \times (temp - ztp) \dots\dots\dots (B.2)$$

$$stfa = ztfa - stc \times (temp - stp) \times ztfa / (sfa + ztc) \times (temp - ztp) \dots\dots\dots (B.3)$$

$$fa = stfa \times scc \dots\dots\dots (B.4)$$

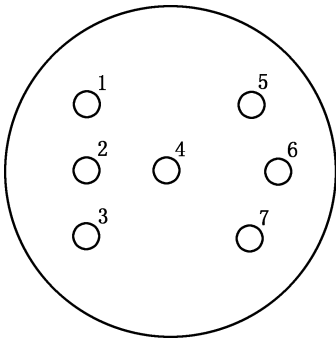
$$gas = (A \times fa^2 + B \times fa) / (C - fa) \dots\dots\dots (B.5)$$

上面公式中用到的参数定义如下：

<i>gas</i>	甲烷实时浓度值(%)
<i>temp_gas</i>	测量通道输出值(mV)
<i>ref</i>	参考通道输出值(mV)
<i>temp</i>	传感器的温度(由内部热敏电阻产生的,单位为℃)
<i>fa</i>	比例吸收率
<i>zcc</i>	无测量气体时的常数(从EEPROM中取数据)
<i>ztfa</i>	零点时的温度校正比例吸收率
<i>ztc</i>	零点时的温度系数(从EEPROM中取数据)
<i>ztp</i>	没有应用期间的温度(从EEPROM中取数据)
<i>stc</i>	由温度产生的漂移系数(从EEPROM中取数据)
<i>stp</i>	在漂移产生时的温度(从EEPROM中取数据)
<i>sfa</i>	漂移比例吸收率(从EEPROM中取数据)
<i>stfa</i>	量程确定温度校正比例吸收率
<i>scc</i>	气体的量程常数
<i>A</i>	标准上升系数:3.109 33
<i>B</i>	标准上升系数:0.560 2
<i>C</i>	标准上升系数:0.320 4

B.5 传感器的校正

传感器通过 PCB 电路板的插槽校正。焊接到引脚将会损坏传感器,浪费了有用的空间,一种合适的传感器的插槽如下：



PIN	FUNCTION
1	灯回路
2	灯电源+5 V
3	+5 V
4	测量输出
5	参考输出
6	热敏电阻输出地
7	备用输出孔

