



中华人民共和国煤炭行业标准

MT/T 447—1995

煤矿用电化学式氧气传感器 技 术 条 件

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 447-1995

1996-03-08 批准

1996-08-01 实施

中华人民共和国煤炭工业部 批 准

目 次

1	主题内容与适用范围	1
2	引用标准	1
3	技术要求	1
4	试验方法	2
5	检验规则	6
6	标志、包装、运输、贮存	7

煤矿用电化学式氧气传感器 技 术 条 件

1 主题内容与适用范围

本标准规定了煤矿用电化学式氧气传感器的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本标准适用于煤矿井下环境监测中使用的电化学式氧气传感器(以下简称传感器)。

2 引用标准

GB 191 包装储运图示标志

GB 2423.1 电工电子产品基本环境试验规程 试验 A:低温试验方法

GB 2423.2 电工电子产品基本环境试验规程 试验 B:高温试验方法

GB 2423.4 电工电子产品基本环境试验规程 试验 Db:交变湿热试验方法

GB 2423.5 电工电子产品基本环境试验规程 试验 Ea:冲击试验方法

GB 2423.8 电工电子产品基本环境试验规程 试验 Ed:自由跌落试验方法

GB 2423.10 电工电子产品基本环境试验规程 试验 Fc:振动(正弦)试验方法

GB 3836.1 爆炸性环境用防爆电气设备 通用要求

GB 3836.3 爆炸性环境用防爆电气设备 增安型电气设备“e”

GB 3836.4 爆炸性环境用防爆电气设备 本质安全型电路和电气设备“严

GB/T 4942.2 低压电器外壳防护等级

GB 10111 利用随机数骰子进行随机抽样的方法

GB 12358 作业环境气体检测报警仪通用技术要求

GB 365 电化学电极气体氧分析器

MT/T 408 煤矿用直流稳压电源

3 技术要求

3.1 产品应符合本标准要求,并按照经规定程序批准的图样和技术文件制造。

3.2 工作条件

温度:0~40℃

相对湿度:≤98%;

大气压力:80~110 kPa;

风速:0~81 m/s。

3.3 贮存温度为-40~60℃。

3.4 传感器必须采用本质安全型的防爆结构且满足 GB 3836.1、GB 3836.3、GB 3836.4 中的有关规。

3.5 电源:

应符合 MT/T 408 的要求。

3.6 输出信号制式:

电流:DC1~5 mA(负载电阻 0~500 Ω);

频率:5~5 Hz,200~1000 Hz(脉冲宽度大于 0.3 ms);

3.7 传感器应有适于井下安装的悬挂或支撑结构。

- 3.8 传感器外壳防护性能应符合 GB 4942.2 中 IP54 防护等级规定。
- 3.9 传感器用电缆的截面积应不大于 1.5 mm²；传感器的传输距离应不小于 1 km。
- 3.10 传感器外壳飞接插件和零件应采取防腐措施，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)绝缘漆。
- 3.11 传感器采用分体结构时其探头外接电缆长度应不小于 5 m。
- 3.12 传感器应以百分体积浓度表示测量值，采用数字式指示器指示测量数值时，其分辨率应为 0.1% O₂。
- 3.13 基本误差：
传感器的基本误差应符合表 1 的规定：

表 1 %O₂

测量范围	基本误差
0.0~25.0	±3%(满量程)

- 3.14 负载能力：
输出信号制式为电流量的传感器的负载电阻在 0~500 Ω 范围内变化时，其输出值的变化应不超过 3.13 的规定。
- 3.15 稳定性：
传感器连续工作 7 d 的基本误差应不超过 3.13 的规定。
- 3.16 响应时间：
传感器的响应时间应不大于 60 s。
- 3.17 警报功能：
- 3.17.1 具有警报功能的传感器应能在测量范围内任意设置警报点，警报值与设定值的差值应不大于 0.5% O₂。
- 3.17.2 警报声级强度在距其 1 m，远处的声响信号的声压级应不小于 80 dB(A)，光信号应能在黑暗环境中 20 m 处清晰可见。
- 3.18 传感器在 8 m/s 风速条件下其显示值的漂移量应不大于 ±0.5% O₂。
- 3.19 传感器在工作温度试验时，应符合 3.13 的规定。
- 3.20 传感器经贮存温度试验后，应符合 3.13 的规定。
- 3.21 传感器经湿热试验后，应符合 3.13 的规定。
- 3.22 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 3.13 的规定。
- 3.23 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脱落；并符合 3.13 的规定。
- 3.24 传感器经跌落试验后，接插件、零部件应无松动脱落；并符合 3.13 的规定。

4 试验方法

4.1 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：

温度：15~35 ℃；

相对湿度：45%~75%；

大气压力：86~106 kPa。

4.2 试验用气样和仪表

4.2.1 试验用气体

4.2.1 氮中氧标准气体：

其不确定度为 ±1% (以下简称标准气体)。

4.2.1.2 无氧气体(以下简称氮气):

99.9%的工业纯氮。

4.2.1.3 与标准气体钢,瓶配套使用的气体减压阀和压力表。

4.2.2 试验用仪表

4.2.2 气体流量计:

测量范围:30~300 mL/min;准确度:2.5 级。

4.2.2.2 秒表:

分度值为 0.01 s。

4.2.2.3 电位差计:

输入阻抗大于 100 M Ω ;0.5 级。

4.2.2.4 直流毫安表:

0~100 mA,0.2 级。

4.2.2.5 频率计:

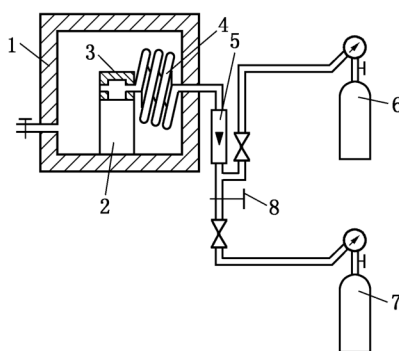
0~1000 kHz;准确度: $\leq 1 \times 10^{-6}$ 。

4.2.2.6 直流稳压电源:

输出电压:0~30 V;输出电流:2 A

4.3 基本误差测定

基本误差测定装置如图 1 所示。



1—试验箱;2—传感器;3—注气装置;4—预热盘管;
5—流量计;6—清洁空气瓶;7—试验气样瓶;8—调节阀

图 1 基本误差测定示意图

用制造厂提供的注气装置,按标定时的流量向传感器依次通入氮气、15%O₂ 和 25%O₂ 3 种气样。

每一种浓度的气样通入 3 min 后再读取显示值和输出信号值(换算为氧气浓度值)。重复测定 4 次,取其 3 次的算术平均值,均不应超过 3.12 的规定。

按式(1)计算误差 $\Delta(\%)$:

$$\Delta = \frac{A_i - A_n}{A_m} \times 100 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中 A_i ——显示值或输出信号值的平均值;

A_i ——标准气体的含氧量;

A_i ——测量范围。

4.4 负载特性试验

传感器稳定显示空气含量时外接负载电阻 $500\ \Omega$, 测出其输出信号值 S_a ; 然后测出输出电路短路时的信号值 S_b , 按式(2)计算 $\sigma(\%)$:

$$\sigma = \frac{S_b - S_a}{4\ \text{mA}} \times 100 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中 S_b ——负载电阻为 $500\ \Omega$ 时输出的信号值, mA;

S_a ——负载电阻为 $0\ \Omega$ 时输出的信号值, mA。

4.5 稳定性测定

把调整好的传感器放入图 1 所示的装置中, 连续运行 7 d, 每隔 12 h 测量空气中的含氧量, 记录指示值和输出信号值。试验期间不得调整传感器。

按式(3)计算稳定性 $W(\%)$:

$$W = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{A_m} \times 100 \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中 $A_{\max}$ ——读数最大值;

$A_{\min}$ ——读数最小值;

A_m ——测量范围。

4.6 响应时间测定

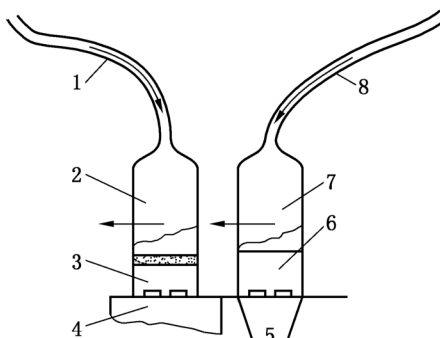
测定装置如图 2 所示。扩散取样头上应采用制造厂提供的注气装置。

4.6.1 用空气校正传感器

4.6.2 测定

通入氮气, 待显示值稳定后样停止通入氮气, 立即以标定流量通入空气, 3 min 后记录传感器的显示值达到空气含氧量 90% 的时间。

重复测量 3 次, 取其算术平均值。



1—清洁空气软管; 2—清洁空气注气装置; 3—扩散取样头; 4—传感器;
5—排气口; 6—通气罩支座; 7—试验气样注气装置; 8—试验气样软管

图 2 响应时间测定示意图

4.7 警报功能试验

4.7.1 警报值与设定值差值的测定

将传感器警报点设置在出厂时规定的数值上, 待传感器显示值稳定后, 缓慢通入略小于设定警报点氧气浓度值的气样, 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氧气浓度值与显示值的

差值。

4.7.2 警报声级强度测量

警报声响强度用声级计测量,环境噪声应小于 50 dB(A)。将声级计置于传感器的警报声响器轴心正前方 1 m 处,测量 3 次,取其算术平均值。

4.7.3 警报光信号

试验在黑暗环境中距传感器 20 m 处进行观察。

4.8 风速影响试验

将传感器悬挂于测试风洞中,在风速为零时传感器的显示值作为基准点。然后将风速调整为 $8_0^{+0.5}$ 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。

固定在此位置,每 30 s 记录 1 次指示值,共记录 3 次,取其算术平均值和基准点的差值作为漂移量。

4.9 工作温度试验

试验中需向传感器通入气样的温度应与试验要求温度一致。

4.9.1 低温工作试验

按 GB 2423.1 中试验 Ab 方法进行。在温度为 0 ± 3 °C 条件下,传感器通电,稳定 2 h 后,测定基本误差。以后每隔 1 h 测定基本误差 1 次,共 3 次。取其算术平均值作为测定值。

4.9.2 高温工作试验

按 GB 2423.2 中试验 Bb 方法进行。在温度为 40 ± 2 °C 条件下,传感器通电,稳定 2 h 后,测定基本误差。以后每隔 1 h 测定基本误差 1 次,共 3 次。取其算术平均值作为测定值。

4.10 贮存温度试验

4.10.1 低温贮存试验

按 GB 2423.1 中试验 Ab 方法进行。在温度为 -10 ± 3 °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 4.1 规定的条件下保持 4 h,再测定基本误差。

4.10.2 高温贮存试验

按 GB 2423.2 中试验 Bb 方法进行。在温度为 $+45 \pm 2$ °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 4.1 规定的条件下保持 4 h,再测定基本误差。

4.11 湿热试验

按 GB 2423.4 中试验 Db 方法进行。温度为 40 ± 2 °C,相对湿度 $93\% \pm 3\%$ 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 4.1 条规定的条件下恢复 2 h,再测定基本误差。

4.12 振动试验

按 GB 2423.10 中试验 Fc 方法进行。严酷等级:扫频频率范围 10~150 Hz,加速度幅值为 50 m/s^2 ,振动次数为 5 次。传感器不包装,不通电,不进行中间检测。试验后进行外观检查,再测定基本误差。

4.13 冲击试验

按 GB 2423.5 中试验 Ea 方法进行。严酷等级:峰值加速度为 500 m/s^2 ,脉冲持续时间为 $11 \pm 1 \text{ ms}$,3 个轴线每个方向连续冲击 3 次(共 18 次),传感器不包装,不通电,不进行中间检测。试验后进行外观检查,再测定基本误差。

4.14 跌落试验

按 GB 2423.8 中试验 Ed 方法进行。严酷等级:跌落高度为 0.5 m,以正常使用方向自由落向平滑、坚硬的混凝土面上共 2 次。传感器非包装,不通电,不进行中间检测。试验后进行外观检查,再测定基本误差。

5 4.10~4.14 每项试验后,检查功能前,允许重新校准传感器。

4.16 传感器的防爆性能试验方法按 GB 3836.1、GB 3836.3 和 GB 3836.4 的规定,由授权的防爆检验机构进行。

5 检验规则

5.1 出厂检验

5.1.1 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。

5.1.2 出厂检验项目见表 2。

表 2

序号	技术要求条款	出厂检验	型式检验
1	3.4	—	○
2	3.10	○	○
3	3.13	○	○
4	3.14	○	○
5	3.15	○	○
6	3.16	—	○
7	3.17.1	○	○
8	3.17.2	—	○
9	3.18	—	○
10	3.19	—	○
11	3.20	—	○
12	3.21	—	○
13	3.22	—	○
14	3.23	—	○
15	3.24	—	○
注:○表示必须进行的项目。			

5.2 型式检验

5.2.1 有下列情况之一时,应进行型式检验:

- 新产品或老产品转厂生产试制定型鉴定时;
- 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;
- 正常生产的传感器每 2 年 1 次;
- 停产 2 年以上再次恢复生产时;
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- 国家质量监督检验机构提出要求时。

5.2.2 型式检验项目见表 2。

5.2.3 型式检验应由煤炭工业部授权的质量监督检验机构负责进行。

5.2.4 抽样:

从出厂检验合格的传感器中按 GB 10111 规定的方法进行。抽样基数不少于 10 台,抽样数量不少于 3 台。

5.2.5 判定规则:

受检传感器为 3 台。如 3.10、3.13~3.23 中有 1 台项不合格,或不包括 3.13、3.15 和 3.17.1 的其他项目中有 2 台项不合格,则判该批产品为不合格。如不包括 3.13、3.15 和 3.17.1 的其他项目中有 1 台项不合格则对全项目加倍复检,如仍有不合格,则判该批传感器为不合格。

6 标志、包装、运输、贮存

6.1 标志

6.1.1 传感器的外壳明显处应设有“Ex”、“MA”和计量器具标志。

6.1.2 传感器的名牌上应有下列内容：

- a. 产品型号和名称；
- b. 右上角有“Ex”标志；
- c. 防爆标志；
- d. 防爆检验合格证编号；
- e. 煤矿安全标志编号；
- f. 制造计量器具许可证编号；
- g. 关联设备型号；
- h. 主要技术参数；
- i. 防护等级；
- j. 制造厂名称；
- k. 出厂编号或日期。

6.1.3 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。

6.2 包装

6.2.1 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。

6.2.2 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。

6.3 运输

包装好的产品应适于公路、铁路、水路、航空运输。

6.4 贮存

应存放在通风良好无腐蚀性气体的库房内。

附加说明：

本标准由煤炭工业部煤矿安全标准化技术委员会提出。

本标准由煤炭工业部煤矿安全标准化技术委员会气体检测救护设备分会归口。

本标准由煤炭科学研究总院重庆分院负责起草。

本标准主要起草人郭增生、邹集源、郭鹏、陈阳。

本标准委托煤炭科学研究总院重庆分院负责解释。

