****

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX- XXXX

### 开路式可燃气体探测报警器校准规范

Calibration Specification for

Open Path Combustible Gas Detection Alarms

### （征求意见稿）

**20xx―xx―xx发布 20xx―xx―xx实施**

国家市场监督管理总局 发 布

开路式可燃气体探测报警器

**JJF xxXX-xxxx**

校准规范

Calibration Specification for

Open Path Combustible Gas Detection Alarms

归口单位：全国环境化学计量技术委员会

主要起草单位： 青岛市计量技术研究院

中国计量科学研究院

中石化安全工程研究院有限公司

参加起草单位： 霍尼韦尔自动化控制（中国）有限公司

苏州市计量测试院

新疆维吾尔自治区计量测试研究院

本规范委托全国环境化学计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

夏 春（青岛市计量技术研究院）

刘沂玲（中国计量科学研究院）

李 剑（青岛市计量技术研究院）

张 贺 （中石化安全工程研究院有限公司）

参加起草人：

李恩华（霍尼韦尔自动化控制（中国）有限公司）

董亮华（苏州市计量测试院）

常新春（新疆维吾尔自治区计量测试研究院）

目 录

引言………………………………………………………………………………………（II）

1 范围……………………………………………………………………………………（1）

2 引用文件………………………………………………………………………………（1）

3 术语……………………………………………………………………………………（1）

4 概述…………………………………………………………………………………（1）

5 计量特性……………………………………………………………………………（2）

5.1 示值误差………………………………………………………………………（2）

5.2 重复性…………………………………………………………………………（2）

5.3 响应时间………………………………………………………………………（2）

5.4 漂移………………………………………………………………………………（2）

5.5 报警功能………………………………………………………………………………（2）

6 校准条件………………………………………………………………………………（2）

6.1 环境条件……………………………………………………………………………（2）

6.2 校准用计量器具及配套设备………………………………………………………（2）

7 校准项目和校准方法…………………………………………………………………（3）

7.1 外观、通电及报警功能检查………………………………………………………（3）

7.2 仪器的调整…………………………………………………………………………（3）

7.3示值误差………………………………………………………………………………（3）

7.4重复性………………………………………………………………………………（4）

7.5响应时间………………………………………………………………………………（4）

7.6漂移………………………………………………………………………………（4）

8 校准结果表达………………………………………………………………………（5）

9 复校时间间隔…………………………………………………………………………（6）

附录A开路式可燃气体探测报警器校准原始记录格式…………………………………（7）

附录B校准证书（内页）格式…………………………………………………………（8）

附录C开路式可燃气体探测报警器示值误差的不确定度评定实例…………………（9）

引 言

JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》和JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成本规范制定的基础性系列规范。

本规范的主要校准方法参考了GB 15322.4—2019《可燃气体探测器 第4部分：工业及商业用途线型光束可燃气体探测器》、GB/T 20936.4-2017《爆炸性环境用气体探测器 第4部分：开放路径可燃气体探测器性能要求》及JJG 693-2011《可燃气体检测报警器检定规程》等标准和技术法规。

本规范为首次制定。

开路式可燃气体探测报警器校准规范

1 范围

本规范适用于探测光路长度不大于100m，仪器量程为（0～5）LEL·m红外吸收原理的开路式可燃气体探测报警器的校准。

2 引用文件

JJG 693-2011 可燃气体检测报警器检定规程

GB 15322.4-2019 可燃气体探测器 第4部分：工业及商业用途线型光束可燃气体探测器

GB/T 20936.4-2017 爆炸性环境用气体探测器 第4部分：开放路径可燃气体探测器性能要求

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语

3.1 发射装置 transmitter

发射探测光束的探测报警器部件。

3.2 接收装置 receiver

接收探测光束的探测报警器部件。

3.3 积分浓度 integral concentration

可燃气体的浓度沿光路长度的数学积分值。

注：可燃气体的浓度以LEL为单位，光路长度以m为单位，积分浓度以LEL**·**m为单位。

4 概述

开路式可燃气体探测报警器（以下简称仪器）是基于可燃气体对红外光有选择性吸收这一原理，仪器发射装置发出的特定波长红外光通过可燃气体云团后，仪器接收装置接收气体吸收后的红外光，红外光的透光度和可燃气体的浓度遵循朗伯-比尔定律，可通过公式（1）计算可燃气体的浓度。

lg（I/I0）=Kbc （1）

其中A 为吸光度；I为接收光强度；I0为发射光强度；K为摩尔吸收系数，它与吸收物质的性质及入射光的波长λ有关；b为被测气体厚度；c为被测气体浓度。

仪器主要由发射单元、接收单元、信号处理单元以及显示单元组成。仪器主要用于固定连续监测环境空气中可燃气体的浓度，广泛使用于石油化工、天然气储存、市政燃气等行业和领域。

5 计量特性

5.1 示值误差

最大允许误差：±10%FS

5.2 重复性

重复性应不大于3%

5.3 响应时间

响应时间不大于10s

5.4 漂移

5.4.1 零点漂移：±1%FS

5.4.2 量程漂移：±1%FS

5.5 报警功能

具有报警功能的仪器，在其测量范围内应具有报警设定值，当仪器示值达到报警设定值时，应有声、光报警或者报警信号输出。当探测光束光路被遮挡时，仪器应能发出故障信号。

以上计量特性指标不适用于合格性判定，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：（0～40）℃。

6.1.2 相对湿度：≤85%。

6.1.3 工作环境应无影响仪器正常工作的电磁场及干扰气体。

6.2 校准用计量器具及配套设备

6.2.1 标准气室

标准气室应满足以下要求：

（1）标准气室镜片的透射率不小于90%；

（2）标准气室有效光程长度的扩展不确定度不大于1mm *k*=2；

（3）标准气室填充的零点气体应为高纯氮气；

（4）标准气室填充的气体标准物质为有证标准物质，相对扩展不确定度不大于2%（*k*=2）；

（5）标准气室填充的气体标准物质浓度不低于99.5%。

（6）应采用与仪器所测气体种类相同的气体标准物质，稀释气体应为氮气，如氮中甲烷、丙烷或者氮中甲烷丙烷混合气体等。若仪器未注明所测气体种类，可采用氮中甲烷气体标准物质。

注：将气体标准物质注入标准气室时，应注意防爆操作。

6.2.2 秒表：最大允许误差不超过±0.10 s/h

7 校准项目和校准方法

7.1 外观、通电及报警功能检查

7.1.1 外观及结构

仪器不应有影响其正常工作的外观损伤。仪器名称、型号、制造厂名称、出厂时间、编号、防爆标志及编号应齐全、清楚。仪器发射装置和接收装置应按照生产厂家的要求安装使用，光程中间无遮挡物。

7.1.2 通电检查

仪器通电后应能正常工作，显示部分清晰、完整。

7.1.3 报警功能检查

具有报警功能的探测器，在可燃气体积分浓度达到报警设定值时，需要检查并记录探测器报警动作值，观察探测器报警功能是否正常。当探测光束光路被遮挡时，仪器应能发出故障信号。

7.2 仪器的调整

按仪器使用说明书的要求对仪器进行预热，并调整光路，使仪器处于稳定的工作状态。将充满零点气体的标准气室放置于仪器的光路之中，使标准气室两侧镜片垂直于光路，透射光束位于气室两镜片中心部位，待示值稳定后，调整仪器的零点。再将约为满量程80%的标准气室放置于仪器的光路之中，待示值稳定后，调整仪器的示值与标准气室的气体积分浓度值一致。

7.3 示值误差

依次将气体浓度约为满量程20%、50%、80%的标准气室放置于仪器的光路之中，使标准气室两侧镜片垂直于光路，透射光束位于气室两镜片中心部位，待示值稳定后，记录仪器示值，重复测量3次，按公式（2）和公式（3）计算仪器的示值误差。

 （2）

式中： *C*0——标准气室的标准值（LEL·m）；

*C*——标准气体浓度值（LEL）；

*L*——气室两透镜内壁之间的距离（m）

 （3）

式中：——示值误差（%FS）；

——测量三次的示值算术平均值（LEL·m）；

*R* ——仪器量程（LEL·m）；。

取绝对值最大的作为探测器的示值误差。

7.4 重复性

将气体浓度约为满量程50%的标准气室置于仪器的光路之中，使标准气室两侧镜片垂直于光路，透射光束位于气室两镜片中心部位，待仪器示值稳定后，读取示值，重复测量6次。重复性以单次测量的相对标准偏差来表示，按式（4）计算仪器的重复性。

 （4）

式中：*C*i — 仪器第*i*次测量的示值；

— 仪器示值的算术平均值；

7.5 响应时间

将气体浓度约为满量程50%的标准气室置于仪器的光路之中，使标准气室两侧镜片垂直于光路，透射光束位于气室两镜片中心部位，读取稳定示值后，放入充满零点气体的标准气室，再放置上述浓度的标准气室，同时用秒表记录从放置气室瞬间起到仪器示值稳定值的90%时的时间，即为仪器的响应时间。重复上述步骤3次，取算术平均值作为该仪器的响应时间。

7.6 漂移

仪器的漂移包括零点漂移和量程漂移。

放置充满零点气体的标准气室至仪器示值稳定后，记录对应测量值*Z*0，然后将约为满量程80%的标准气室置于仪器的光路之中，使标准气室两侧镜片垂直于光路，透射光束位于气室两镜片中心部位，待示值稳定后，记录测量值*S*0，撤去标准气室，仪器连续运行6h，每间隔1h重复上述步骤一次。同时记录测量值*Z*i及*S*i（i=1，2，3，4，5，6）。按式（5）计算零点漂移。

 （5）

取绝对值最大的，作为仪器的零点漂移。

按式（6）计算量程漂移：

 （6）

取绝对值最大的，作为仪器的量程漂移。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书或校准报告上反映，校准证书或报告至少包括以下信息：

a）标题，如“校准证书”或“校准报告”；

b）实验室名称和地址；

c）进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；

d）证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；

e）送校单位的名称和地址；

f）被校对象的描述和明确标识；

g）进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的

接受日期；

h）如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；

i）校准所依据的技术规范的标识，包括名称及编号；

j）本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；

k）校准环境的描述；

l）校准结果及测量不确定度的说明；

m) 对校准规范的偏离说明；

n）校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识，校准员、核验员的签名以及校准日期；

o）校准结果仅对被校对象有效的声明；

p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。

9 复校时间间隔

仪器复校时间间隔由使用者根据仪器的使用情况、仪器本身性能等因素所决定，推荐复校时间间隔不超过1年。在相邻两次校准期间，如对仪器的检测数据有怀疑或仪器更换主要部件及修理后应对仪器重新校准。

附录A

开路式可燃气体探测报警器校准原始记录格式（参考）

送校单位： 证书编号：

仪器型号： 仪器编号：

制造厂商：

校准地点： 校准环境温度： ℃ 湿度： %RH

校准依据：

校准用气体标准物质：

校准员： 核验员： 校准日期：

1. 外观结构及通电检查：
2. 报警功能及遮挡检查：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准气室  标准值 | 仪器示值 | | | | | 响应时间 | | | |
| 1 | 2 | 3 | 平均值 | 示值误差 | 1 | 2 | 3 | 平均值 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. 示值误差及响应时间：
2. 重复性：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准气室标准值 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 平均值 | 重复性 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. 漂移：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 时间 | 0 | 1h | 2h | 3h | 4h | 5h | 6h |  |  |
| 零点示值 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 量程示值 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

附录B

证书内页格式

校准结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 校准项目 | 校准结果 | | |
| 外观、通电及  报警功能检查 |  | | |
| 示值误差 | 标准值 | 仪器示值 | 示值误差 |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
| 重复性 |  | | |
| 响应时间 |  | | |
| 零点漂移 |  | | |
| 量程漂移 |  | | |

校准结果的不确定度：

附录C

开路式可燃气体探测报警器示值误差的测量不确定度评定实例

C.1 概述

以一种检测甲烷的开路式长光程可燃气体报警器为例，评定其浓度示值误差的不确定度。

C.1.1 环境条件：符合本校准规范规定的环境条件

C.1.2 测量标准：

氮中甲烷气体标准物质：甲烷浓度：50.0%mol/mol 相对扩展不确定度为*U*r=1% *k*=2。

标准气室：有效光程长度：100mm、250mm、400mm，扩展不确定度不大于1mm *k*=2。

C.1.3 被较仪器：开路式可燃气体探测报警器。测量范围：（0~5）LEL•m。

C.1.4 测量方法：仪器通电充分预热，并调整光路，使仪器处于稳定的工作状态。依次将约为满量程20%、50%、80%的标准气室置于仪器的光路之中，待示值稳定后，读取示值，待示值稳定后记录，重复测量3次。3次示值的算术平均值与标准气室浓度值的差值为该仪器的示值误差。

C.2 建立数学模型

C.2.1 数学模型

 （C.1）

式中： *C*0——标准气室的标准值（LEL·m）；

——测量三次的示值算术平均值（LEL·m）；

——示值误差（LEL·m）

C.2.2 合成标准不确定度

合成标准不确定度按公式C.2计算，

= + （C.2）

C.2.3 灵敏系数

=  = 1 = -1

则：=  +  （C.3）

C.3 标准不确定度评定

C.3.1测量重复性引入的标准不确定度：

依次将标准值为1.0 LEL·m、2.5 LEL·m、4.0 LEL·m的标准气室置于仪器的光路之中，重复测量10次，测量结果见表C.1。

表C.1 各校准点测量结果 （LEL·m）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标准气室  标准值 | 仪器示值 | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 平均值 |
| 1.0 | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 0.9 | 0.90 |
| 2.5 | 2.4 | 2.5 | 2.5 | 2.3 | 2.4 | 2.5 | 2.4 | 2.3 | 2.5 | 2.4 | 2.42 |
| 4.0 | 3.9 | 3.8 | 3.9 | 4.0 | 3.8 | 3.9 | 4.0 | 3.9 | 3.8 | 4.0 | 3.90 |

各校准点分别按公式（C.4）计算实验标准偏差*s*，

 （C.4）

各校准点单次测量的标准不确定度按公式（C.5）计算，

 （C.5）

各校准点的标准不确定度的结果见表C.2。

表C.2 各校准点的标准不确定度计算结果 （LEL·m）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准气室标准值 | *s* |  |
| 1.0 | 0.067 | 0.039 |
| 2.5 | 0.079 | 0.046 |
| 4.0 | 0.082 | 0.047 |

C.3.2 标准气室浓度定值引入的标准不确定度：

标准气室浓度按公式（C.6）计算，

 （C.6）

式中： *C*0——标准气室的标准值（LEL·m）；

*C*——标准气体浓度值（LEL）；

*L*——气室两透镜之间的距离（m）

由于C和L相互独立，不相关，则：

= 

标准气室中填充的甲烷气体标准物质，相对扩展不确定度为*U*r=1% *k*=2，则标准气体浓度值的标准不确定度**为0.5%。

标准气室有效光程长度的扩展不确定度不大于1mm *k*=2，则各校准点的标准不确定度分别为：

校准点1.0 LEL·m：= = 0.5%

校准点2.5 LEL·m：= = 0.2%

校准点4.0 LEL·m：= = 0.125%

各校准点标准气室浓度定值引入的标准不确定度分别为：

=×1.0 =0.007 LEL·m

=×2.5 =0.013 LEL·m

=×4.0 =0.020 LEL·m

C.4 合成标准不确定度

C.4.1 标准不确定度分量一览表

各标准不确定度分量一览表见表C.3

表C.3标准不确定度分量一览表 （LEL·m）

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 不确定度来源 | 标准气室标准值 | 不确定度符号 | 标准不确定度值 |
| 测量重复性引入的标准不确定度 | 1.0 |  | 0.039 |
| 2.5 | 0.046 |
| 4.0 | 0.047 |
| 标准气室浓度定值引入的标准不确定度 | 1.0 |  | 0.007 |
| 2.5 | 0.013 |
| 4.0 | 0.020 |

C.4.2合成标准不确定度计算

根据式C.2，合成标准不确定度按式C.7计算：

= （C.7）

各校准点合成标准不确定度为：

校准点1.0 LEL·m：= = 0.040 LEL·m

校准点2.5 LEL·m：= = 0.048 LEL·m

校准点4.0 LEL·m：= = 0.051 LEL·m

C.5 扩展不确定度

取包含因子*k*=2，则各校准点示值误差的扩展不确定度按式C.8计算：

*U* = *k*× （C.8）

校准点1.0 LEL·m：*U* =0.08 LEL·m，*k*=2

校准点2.5 LEL·m：*U* =0.10 LEL·m，*k*=2

校准点4.0 LEL·m：*U* =0.11 LEL·m，*k*=2