



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

固定式氢气探测装置

Hydrogen detection apparatus - Stationary applications

(ISO 26142:2010, IDT)

(征求意见稿)

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

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 一般要求 4

 4.1 结构设计 4

 4.2 标记与标识 6

 4.3 说明书 6

 4.4 防振 7

5 性能要求 7

6 试验要求 7

附录 A （资料性 ） 可密封式扩散室 15

附录 B （资料性 ） 流式试验法 17

参考文献 20

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本标准等同采用ISO 26142：2010《固定式氢气探测装置》。

本文件由全国氢能标准化技术委员会（SAC/TC 309）提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

固定式氢气探测装置

1 范围

本标准定义了氢气探测装置的性能要求和试验方法,这些设备装置旨在测量和监测固定式应用中的氢浓度。本标准中的规定涵盖了适用于实现单级和/或多级安全操作的氢气探测装置,如根据氢浓度进行氮气吹扫或通风和/或关停系统。本标准不包含任何适用于整体安全系统的要求,以及此类装置的安装要求。本标准仅规定了适用于氢气探测装置的产品标准要求,如精度、响应时间、稳定性、测量范围、选择性和中毒等。

本标准旨在用于认证目的。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

ISO 14687-1:1999, 氢燃料——产品规范——第 1 部分:除用于道路车辆的质子交换膜(PEM)燃料电池外的所有应用

ISO 14687-1:1999/Cor. 2:2008, 氢燃料—产品规范—第 1 部分:除用于道路车辆的质子交换膜(PEM)燃料电池外的所有应用——技术勘误表 2

IEC 61000-4-1, 电磁兼容性(EMC)——第 4-1 部分:试验和测量技术——IEC 61000-4 系列概述

IEC 61000-4-3, 电磁兼容性(EMC)——第 4-3 部分:试验和测量技术——辐射、射频、电磁场抗扰度试验

IEC 61000-4-4, 电磁兼容性(EMC)——第 4-4 部分:试验和测量技术——电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

IEC 60079-0:2008, 易爆环境——第 0 部分:设备——一般要求

IEC 60079 (所有部分), 易爆环境

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

报警设定点(alarm set point)

氢气探测装置的一项固定或可调设置,用于选择氢体积分数。在该分数值时,将自动激活指示、报警或其他输出功能。

3.2

环境空气(ambient air)

氢气探测装置周围的正常气压。

3.3

吸气式氢气探测装置(aspirated hydrogen detection apparatus)

一种氢气探测装置，通过强制方式将待检测气体导入氢传感器（如使用气体采样泵或通过压差感应流量）对待检测气体进行采样。

3.4

清洁空气 (clean air)

指空气中不含易燃气体、干扰物质或污染物质以及灰尘。

3.5

控制装置 (control unit)

氢气探测装置的一部分，通常称为设备主体，不包括其远程传感器和连接装置（如有）。

3.6

数据收集间隔 (data collecting interval)

收集指示数据与修正下一个指示数据之间的时间间隔。

3.7

扩散室 (diffusion chamber)

在温度、湿度和试验气体体积分数受控条件下，可以加以密封的腔室，用于测试氢气探测装置。

3.8

故障信号 (fault signal)

可听、可见或与报警信号不同的其他各类信号，能够提供直接或间接警告与指示，即氢气探测装置未在正常运行。

3.9

最终指示值 (final indication)

当氢气探测装置达到稳定状态后给出的指示值。

3.10

氢气探测装置 (hydrogen detection apparatus)

与集成或远程氢传感器组装在一起，用于在规定测量范围内检测和测量氢体积分数。

注1 氢气探测装置可以设置单个或多个报警设定点。

注2 氢气探测装置可以包含单个或多个内置报警指示信号、报警输出触点和/或报警电信号。

3.11

氢传感元件 (hydrogen sensing element)

一种部件，提供与周围氢体积分数相关的可测量且不断变化的物理量。

3.12

氢传感器 (hydrogen sensor)

一种组件，包含一个或多个氢感应元件，还可以包含与氢传感元件相关联的电路元件，该元件提供与氢传感元件所提供物理量相关且不断变化的物理量或信号。

3.13

氢体积分数 (hydrogen volume fraction)

氢含量表示为在温度和压力分别为20° C和101325kPa的标准条件下，氢体积与气体混合物中所有成分总体积的比值

3.14

干扰物质 (interferant)

任何通过接触或粘附氢传感元件而影响氢传感元件灵敏度的物质。

3.15

闭锁报警 (latching alarm)

报警一旦激活，就需要刻意手动操作才能停用。

3.16

测量范围 (measuring range)

根据最低和最高氢体积分数定义的范围,氢气探测装置可以在此范围内按照指定精度测量氢体积分数。

3.17

多级检测 (multi-level detection)

通过多个报警设定点连续检测和监测氢体积分数。

3.18

额定电源电压 (nominal supply voltage)

与氢气探测装置制造商推荐的工作电压相对应。

3.19

中毒 (poisoning)

由任何永久性影响氢传感元件灵敏度的干扰物引起的一种现象。

3.20

远程氢传感器 (remote hydrogen sensor)

远程连接到氢气探测装置的氢传感器。

3.21

选择性 (selectivity)

相较于对其他气体的响应,氢气探测装置对氢气的响应灵敏度。

注 如果对氢气的选择性高,则结果更为明确,并且降低对其他气体的交叉灵敏度。

3.22

灵敏度 (sensitivity)

设备中已知体积分数的氢气产生的变化之比。

注1 根据上下文,这可以指设备将会检测到的氢体积分数的最小变化。

注2 高灵敏度意味着可以测量到低体积分数。

3.23

特殊状态 (special state)

指氢气探测装置状态,而非用于监测氢体积分数的设备状态,如预热、校准模式或故障状态。

3.24

稳定状态 (stabilization)

在这种状态下,每隔30秒对氢气探测装置连续进行三次读数,显示未出现大于试验气体体积分数5%的变化。

3.25

试验气体 (test gas)

氢气与清洁空气的混合物,且已知体积分数,用于氢气探测装置的性能测试。

3.26

响应时间 (time of response) T_{90}

当氢气探测装置处于预热状态时,在远程氢传感器或集成氢传感器入口处产生的从清洁空气到标准试验气体的瞬时变化与响应达到最终指示值规定的状态百分比(x)之间的时间间隔。

3.27

恢复时间 (time of recovery) T_{10}

当氢气探测装置处于预热状态时,在远程氢传感器或集成氢传感器入口处产生的从标准试验气体到清洁空气的瞬时变化与响应达到最终指示值规定的状态百分比(x)之间的时间间隔。

3.28

预热时间 (warm-up time)

从氢气探测装置接通电源到特殊状态指示灯熄灭的时间间隔，表明氢气探测装置正处于预热状态。

4 一般要求

4.1 结构设计

4.1.1 总则

专为危险区域而设计的氢气探测装置应符合IEC 60079-0和IEC 60079相关要求部分的要求。

4.1.2 外壳

专为危险区域而设计的氢气探测装置应符合IEC 60079-0和IEC 60079相关要求部分的要求。

4.1.3 测量范围

氢气探测装置的测量范围应由制造商予以明确。该测量范围应至少覆盖一个数量级。如果氢气探测装置使用两种或多种氢传感器技术或原理来实现较大的测量范围，则制造商应明确氢传感器数量和/或指定与每种氢传感器技术或原理相关的测量范围。

4.1.4 报警系统

4.1.4.1 报警

氢气探测装置应至少具有一个闭锁报警系统，设置固定或可调报警设定点。如果提供有两个或多个报警设定点，则可根据用户喜好，将较低的点设置为非闭锁型。当仍处于报警状态时，根据氢气探测装置的设计方式，除可选可听报警外，其他任何报警系统均应保持正常运行状态。所有报警设备应具有防干扰功能。

当空气中的氢体积分数低于等于 1×10^{-2} 时，应至少有一个报警设定点可供使用。

4.1.4.2 故障信号

氢气探测装置应在出现断电时提供故障信号。还应通过故障信号指示与任何远程氢传感器出现连接短路或开路。吸气式氢气探测装置应指示流动条件是否充足，并在出现流动故障时产生故障信号。

4.1.5 指示灯

4.1.5.1 电源指示

氢气探测装置应具有可视电源指示灯，清楚地指示氢气探测装置的电源处于打开或关闭状态。

4.1.5.2 记录信号

如果氢气探测装置的读取装置分辨率不足以证明符合本国际标准，制造商应确定合适的连接、指示或记录设备，以测试氢气探测装置是否符合本标准。

4.1.5.3 测量范围

应明确标明任何低于或超出范围值的测量。

如果氢气探测装置涉及多个测量范围，则应明确所选择的测量范围。

所有指示均可以通过单独的控制装置予以显示。

4.1.5.4 指示颜色

如果只有一个指示灯用于报警、故障或其他指示，则应使用红色。

如果使用单独的指示灯，则应按照以下顺序使用颜色：

- a) 报警指示用红色；
- b) 故障指示用黄色；
- c) 正常运行用绿色。

除颜色要求外，还应为指示灯添加标签以显示其功能。

4.1.6 调整位置

所有调整装置均应能防止对氢气探测装置造成任何未授权或无意干扰。示例包括程序设备（如键盘乐器）或机械装置（如需要使用工具的护盖）。

固定式防爆氢气探测装置或氢传感器应采用防爆外壳设计，如需使用任何调整设备进行常规重新校准、重置或类似功能操作，这些设备则可以从外部进入。

任何调整方法均不得有损氢气探测装置或氢传感器的防爆性能。

零位调整和信号放大调整应采用互不影响的设计机制。

4.1.7 软件控制氢气探测装置

4.1.7.1 总则

在设计软件控制氢气探测装置时，应考虑到程序故障所产生的风险。如果发生故障，则应具有手动超控开关。为了保护手动超控开关，未经授权人员不得使用。

4.1.7.2 转换误差

模拟值与数字值之间的关系应明确无误。输出范围应足以处理仪器规格范围内的全部输入值范围。如果超出转换范围，应提供明确指示。

设计过程中应考虑到模数转换器、计算转换器和数模转换器的可能最大误差。数字化误差造成的综合影响应不得大于本国际标准所要求的最小指示偏差。

4.1.7.3 特殊状态指示

氢气探测装置进入的所有特殊状态均应通过触点或其他可传输输出信号予以指示。

4.1.7.4 软件

应能识别所安装软件版本，如通过已安装存储元件上的标识、氢气探测装置的内部标识（如能查看）或外部标识、或通电或用户命令时的显示内容。

用户不得修改程序代码。

应检查参数设置，确定是否有效。应驳回任何无效输入。应设置访问障碍，防止未经授权人员更改参数，如利用软件中的授权代码进行集成，也可以通过机械锁实现。断电后以及进入特殊状态时，应保留参数设置。应在文档中列出所有用户可更改参数及其有效范围。

软件应采用结构化设计，以便于开展测试和维护。如果使用，应明确定义程序模块与其他模块的接口。

软件文档应包含在产品技术文件当中。文档应包含以下内容：

- a) 软件所属氢气探测装置；
- b) 软件版本标识；
- c) 功能说明；
- d) 软件结构（如流程表、NS图）；
- e) 任何软件更改，随附更改日期和新标识数据。

4.1.7.5 数据传输

氢气探测装置中处于不同空间位置的部件之间应能进行安全可靠的数字数据传输。因传输误差而造成的延迟不得将响应时间 T_{90} 延长至超出第6.4.13节规定的三分之一要求。如果是这样，氢气探测装置应进入指定特殊状态。指定特殊状态应在说明书中予以载明。

4.1.7.6 自检程序

自检程序应包含数字元件和数字功能。在检测故障时，氢气探测装置应进入指定特殊状态。指定特殊状态应在说明书中予以载明。

氢气探测装置应执行以下最低要求的自检程序：

- a) 监测数字元件的供电情况，时间间隔最长应为响应时间 T_{90} 的十倍；
- b) 具有自身时基的监测设备（如看门狗计时器）应与执行数据处理的数字元件部件独立工作；
- c) 按照流程监测程序和参数存储器，这些流程允许检测到单个比特错误；
- d) 应按照存储单元的易读易写性试验流程监测易失性存储器。

应在氢气探测装置开启后自动进行试验，并且每隔24小时或更短固定时间进行重复试验。

应测试所有可见和可听输出功能。试验应在开始操作后或根据用户请求自动进行。用户可能需要对结果进行验证。

4.1.7.7 功能概念

制造商应提供以下文档用于功能概念分析和评估：

- 测量程序（包括所有可能变动）；
- 所有可能特殊状态；
- 参数及其合理调整范围；
- 如何表示测量值和所有指示值；
- 报警和信号的产生；
- 自检程序的范围和性能；
- 远程数据传输的范围和性能。

4.1.8 可靠性

应根据公认的国际标准对氢气探测装置进行可靠性分析。制造商应一一记录可靠性分析结果以及所使用标准。

4.2 标记与标识

氢气探测装置和远程氢传感器（如使用）应具有清晰牢固的标记和标识，且至少满足以下要求：

- a) 名称和地址，包括制造商所在国家/地区；
- b) 引用了本国际标准；
- c) 产品系列或型号名称；
- d) 序列号；
- e) 如适用，根据IEC 60079的相关部分描述防爆类型的特定标识。

4.3 说明书

所有氢气探测装置应配备一本说明书，其中包含以下信息：

- a) 完整的操作说明、图纸和图表，以确保安全和正确地操作、按照和维护氢气探测装置；
- b) 操作说明和调整程序；
- c) 针对氢气探测装置常初检和校准的建议说明，包括现场校准套件的使用说明（如有）；
- d) 氢气探测装置的测量范围（见4.1.3）；
- e) 有关操作限制的详细信息（如适用），包括以下内容：
 - 1) 描述氢气探测装置对其他气体灵敏度的信息；
 - 2) 温度限制；
 - 3) 湿度范围；
 - 4) 电源电压限制；
 - 5) 所需互连电缆的相关特性和制作细节；
 - 6) 电池数据；
 - 7) 压力限制；
- f) 针对氢气探测装置、备件和配件的推荐存储条件（温度、湿度、压力）和存储寿命限制；
- g) 预期使用寿命；
- h) 关于有毒和干扰物质对氢传感器产生不利影响的信息；
- i) 对于吸气式氢气探测装置，说明最小和最大流量与压力，以及管道类型、最大长度和尺寸，以确保正常运行；
- j) 对于吸气式氢气探测装置，确保样品管路完好无损并提供适当流量说明；

- k) 说明所有报警和故障型号的性质与重要性、此类报警和信号的持续时间（如果有时间限制或属于非闭锁型），以及为使此类报警和信号静音或进行重置而可能制定的任何规定（如适用）；
- l) 有关确定故障可能来源的任何方法和任何纠正程序（即故障排除程序）的详细信息；
- m) 如何识别非闭锁型报警设备、输出或触点（如适用）；
- n) 推荐备件清单；
- o) 可选配件（如收集锥、防风雨装置）清单（如提供）、对应标识（如零件编号）以及它们对氢气探测装置特性的影响描述（包括响应时间和灵敏度）；
- p) 标明任何特殊使用条件；
- q) 由于氢气探测装置的特殊性质（如非线性响应）而需要的任何特殊说明或信息；
- r) 如适用，关于使用语音信号报警的说明，包括录制消息所用语言；
- s) 清楚显示或说明所有注意事项。

4.4 防振

制造商应妥善包装氢气探测装置，以防止在运输过程中由于振动而导致设备受损。氢气探测装置也应采用牢固型设计，以在使用过程中达到预期耐振性能。

5 性能要求

氢气探测装置应符合第6条所规定试验中的性能要求。

6 试验要求

6.1 一般试验要求

6.1.1 样本数

应使用一台氢气探测装置进行型式试验，但6.1.2节所规定的除外。

6.1.2 试验顺序

氢气探测装置应进行第6.4节所规定的所有适用试验。并应严格遵循以下试验顺序：

- a) 长期稳定性，如6.4.4.2节所述；
- b) 在测量范围以外操作，如6.4.16节所述；
- c) 中毒试验，如6.4.15节所述。

第6.4节规定其他试验都应按照制造商规定的顺序进行，在上述顺序之前和/或之后。对于这些试验，可以使用与上述试验顺序中所用样本不同的样本。

6.1.3 氢气探测装置试验前准备工作

氢气探测装置的准备与安装应符合典型应用场景需求和说明书要求，包括所有必要互连操作、初始调整和初始校准工作。在适当情况下，可以在每次试验开始前进行些许调整。

如说明书中所示，所有用于可选用途的配件（如锥件或防风雨装置）不得连接到氢气探测装置上。

6.2 试验设备

试验应使用可密封式扩散室（见附录A），或流式（见附录B）或罩式等替代设备。如使用流式或罩式设备，则应遵循该特定试验方法适用的试验程序。

如使用面具进行校准或将试验气体注入传感器，则该面具的设计和操作（尤其是罩内压力和速度方面）特性避免不了会影响氢气探测装置的响应时间或得到的结果。

在确定校准面具设计时，应详细咨询氢气探测装置的制造商。制造商可以随氢气探测装置一起提供合适的校准面具，以及用于校准气体时有关压力或流量的详细建议。

如使用氢体积分数大于等于4%的试验气体，则实验设备的每个元件都应符合IEC 60079-0:2008的I区要求。

6.3 常规试验条件

6.3.1 温度

除非另有规定，否则试验应在15℃至25℃的温度范围内进行，并且在整个试验期间温度应保持在±2℃以内。

6.3.2 压力

除非另有规定，否则试验应在80kPa至108kPa的压力范围内进行，并且在整个试验期间温度应保持在±1kPa以内。对于长期试验，应参照6.4.7节的压力试验结果考量压力变化的影响。

6.3.3 湿度

除非另有规定，否则试验应在20%至80%的相对湿度（RH）范围内进行，并且在整个试验期间RH应保持在±10%以内。

6.3.4 电压

除非另有规定，否则使用市电供电和固定直流电（DC）供电的氢气探测装置应在制造商推荐的电源电压和频率范围内（小于2%）运行。

6.3.5 方向

氢气探测装置应按照制造商推荐的方向进行试验。

6.4 试验方法

6.4.1 总则

本标准并不排除任何符合本标准性能要求的特定技术。如果本国际标准中规定的试验方法不适用于某项特定技术，则可以使用替代试验方法。在这种情况下，应报告所用替代试验方法和所得结果。

6.4.2 标准响应试验

6.4.2.1 标准试验气体

试验应按照每个数量级使用单一试验气体在测量范围内进行，氢体积分数位于该数量级的中点。如果测量范围小于两个数量级，则应使用在测量范围中点处具有氢体积分数的单一试验气体进行试验。如果测量范围大于两个数量级但小于三个数量级，则应使用两种试验气体。如果氢气探测装置使用两种或多种传感器且涉及不同的测量范围，则试验应使用在每个测量范围中点处具有氢体积分数的两种或多种试验气体进行试验。对于任何大于等于两个数量级的测量范围，每个数量级应使用一种试验气体。

本国际标准中描述的所有试验气体都应符合可追溯到国家或国际标准的检定试剂等级（如ISO 14687-1:1999中的A级）。

对于氢体积分数大于等于 10^{-3} 的试验气体，相对容差应为±5%且已知在±2%以内；对于氢体积分数小于 10^{-3} 的试验气体，相对容差应为±10%且已知在±2%以内。

如果试验气体的氢体积分数在爆炸范围之内，则可将氢气与氮气混合，但前提是氢气探测装置的测量功能不会受缺氧影响。否则，标准试验气体的氢体积分数可以尽可能靠近上述数值，超出爆炸范围之内。

6.4.2.2 试验程序

在常规试验条件下，远程氢传感器或集成氢传感器应置于清洁空气中，直至大气达到稳定状态。该指示应记录为偏移值。应将大气更改为试验气体，并记录最终指示值（详见附录A和B）。

6.4.3 测量范围和校准

6.4.3.1 氢气探测装置初步准备工作

如有必要，应按照制造商提供的说明书对氢气探测装置进行校准和调整，以获得正确指示值。

6.4.3.2 精度验证（校准曲线）

校准和调整应按照制造商推荐的规范进行。验证应在测量范围内每个数量级的基础上再加5个或更多个试验点进行。对于额外数量级，应至少在每个数量级的基础上再额外加4个试验点进行。如果测量

范围小于两个数量级，应使用至少5个试验氢体积分数，但可以按需添加额外的试验点。氢体积分数可以均匀分布，也可以按需调整分布。氢气探测装置应使用试验气体氢体积分数（按升序）的时间为3分钟，在此氢体积分数期间设备不接触清洁空气。

当氢体积分数达到最高值后，氢气探测装置应置于清洁空气中10分钟之久。此操作应连续进行三次。对于所有测量，最终指示值与试验气体氢体积分数之间的差异不应超出以下范围：

- a) 试验气体的氢体积分数小于等于 1×10^{-4} 时：小于制造商在说明书中明确的差异；
- b) 试验气体的氢体积分数大于 1×10^{-4} 且最大为 5×10^{-4} 时：为试验气体氢体积分数的 $\pm 1, 25 \times 10^{-4}$ 或 $\pm 50\%$ ，以较小者为准；
- c) 试验气体的氢体积分数大于 5×10^{-4} 且最大为 4×10^{-2} 时：为氢体积分数的 $\pm 6 \times 10^{-3}$ 或 $\pm 25\%$ ，以较小者为准；

- a) 试验气体的氢体积分数大于 4×10^{-2} 时：小于制造商在说明书中明确的差异。

注 如果氢气探测装置未显示氢体积分数小于或大于制造商规定的测量范围，则可根据相应容差对处于低值端或高值端的试验气体进行校正。例如，如果氢气探测装置的明确测量范围为 1×10^{-3} 至 4×10^{-2} 之间，且未显示氢体积分数大于 4×10^{-2} ，则可以使用氢体积分数为 $3, 4 \times 10^{-2}$ 的试验气体（通过从 4×10^{-2} 减去 0.6×10^{-3} 的容差限制）。

6.4.4 稳定性

6.4.4.1 重复性

第6.4.2节规定的标准响应试验应连续进行五次，待大气全部置换完后，将氢气探测装置置于试验气体中150 s，然后再置于清洁空气中300 s。在置于试验气体中150 s后，应收集试验气体的最终指示值。

对于每项试验，试验气体出现的短期差异不应超出以下范围：

- a) 试验气体的氢体积分数大于等于 1×10^{-3} 时：为试验气体氢体积分数的 $\pm 10\%$ ；
- a) 试验气体的氢体积分数小于 1×10^{-3} 时：为试验气体氢体积分数的 $\pm 5 \times 10^{-5}$ 或 $\pm 10\%$ ，以较大者为准。

6.4.4.2 长期稳定性

氢气探测装置应在清洁空气中连续运行三个月。在这个三个月期间，每隔两周应进行6.4.2节所述标准响应试验，并应记录试验气体的最终指示值。

对于每项试验，试验气体出现的短期差异不应超出以下范围：

- a) 试验气体的氢体积分数大于等于 1×10^{-3} 时：为试验气体氢体积分数的 $\pm 30\%$ ；
- a) 试验气体的氢体积分数小于 1×10^{-3} 时：为试验气体氢体积分数的 $\pm 5 \times 10^{-5}$ 或 $\pm 30\%$ ，以较大者为准。

6.4.5 报警设定点

6.4.5.1 总则

无论氢气探测装置设有内部预设式报警点，还是支持通过外部调整方法设置一个或多个报警设定点，对于氢气在适当设定点值下激活此类报警的情形，都应使用6.4.5.2节所述试验气体进行验证。

如果氢气探测装置具有多个报警设定点，则应针对每个报警设定点进行此项试验。

6.4.5.2 增加氢体积分数

对于外部可调式报警设定点，报警设定点应设置为比6.4.2.1节所规定试验气体的氢体积分数低50%，并将指示容差考虑在内。如果无法将报警设定点设置为此氢体积分数，则该报警设定点应尽可能靠近此氢体积分数。在这种情况下，对于内部预设式报警点，试验气体的氢体积分数应高于报警设定点50%。氢传感器应先置于清洁空气中，然后置于试验气体中。

应检查报警系统，验证它们是否处于运行状态。当氢气探测装置使用手动复位操作时，应在激活报警系统后检查手动复位功能。

6.4.6 温度

6.4.6.1 试验条件

此项试验应在试验箱内进行，该试验箱能够将氢气探测装置周围的环境温度保持在规定温度的 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 以内。当试验箱内温度（包括氢气探测装置）达到规定温度并趋于稳定时，应对氢气探测装置进行6.4.2节规定的标准响应试验，使用与试验箱内大气温度相同的清洁空气和试验气体。为了避免冷凝，清洁空气或试验气体的露点应低于试验箱的最低温度，并在试验过程中保持恒定。

对于配有远程氢传感器的氢气探测装置，应按照以下条件进行试验：

- a) 远程氢传感器应置于温度为 -20°C 、 20°C 和 50°C 的空气和试验气体中进行试验；
- a) 氢气探测装置的控制装置应置于温度为 5°C 、 20°C 和 50°C 的空气和试验气体中进行试验。

对于配有远程氢传感器的氢气探测装置，应置于温度为 -10°C 、 20°C 和 50°C 的空气和试验气体中进行试验。

6.4.6.2 试验要求

对于每个特定温度下获得的试验最终指示值与在 20°C 下获得的指示值之间的差异，不应超出以下范围：

- a) 试验气体的氢体积分数大于等于 1×10^{-3} 时：为试验气体氢体积分数的 $\pm 20\%$ ；
- a) 试验气体的氢体积分数小于 1×10^{-3} 时：为试验气体氢体积分数的 $\pm 5 \times 10^{-5}$ 或 $\pm 20\%$ ，以较大者为准。

拟用于特殊环境的氢气探测装置应在此特殊环境中进行试验。此类试验条件应在说明书中注明。

6.4.7 压力

应将氢气探测装置（包括吸气式氢气探测装置的吸气装置）置于允许大气压力变化的试验箱内，观察压力变化的影响。

标准响应试验应在100kPa、80kPa和110kPa的压力条件下进行，容差为 $\pm 3\text{kPa}$ 。在开始每项试验前，应将压力保持在规定水平5分钟。

对于80kPa和110kPa条件下和100kPa条件下获得的最终指示值之间差异，不应超出以下范围：

- a) 试验气体的氢体积分数大于等于 1×10^{-3} 时：为试验气体氢体积分数的 $\pm 30\%$ ；
- a) 试验气体的氢体积分数小于 1×10^{-3} 时：为试验气体氢体积分数的 $\pm 5 \times 10^{-5}$ 或 $\pm 30\%$ ，以较大者为准。

6.4.8 湿度

试验应在20%、50%和80%的相对湿度条件下进行，容差为 $\pm 3\%$ 。氢气探测装置应先在 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 温度和50%相对湿度条件下达到稳定状态。稳定后，应根据制造商的说明进行调整。对于每个湿度条件，应先将氢气探测装置置于清洁空气中15分钟或更长时间，然后置于与试验箱内湿度相同的试验气体中。

试验气体的氢体积分数应保持恒定，或者应适当考虑氢体积分数因水蒸气压而发生的任何变化。

对于在20%与80%相对湿度下和50%相对湿度与 40°C 温度下获得的最终指示值之间差异，不应超出以下范围：

- a) 试验气体的氢体积分数大于等于 1×10^{-3} 时：为试验气体氢体积分数的 $\pm 30\%$ ；
- a) 试验气体的氢体积分数小于 1×10^{-3} 时：为试验气体氢体积分数的 $\pm 5 \times 10^{-5}$ 或 $\pm 30\%$ ，以较大者为准。

6.4.9 防振

6.4.9.1 试验设备

振动试验机应具有振动试验台，该试验台可以产能够产生可变频率和可变位移（峰间值）的振动，并按照以下试验程序要求将试验设备安装到位。

6.4.9.2 试验程序

应按照与实际使用相同的方式，将氢气探测装置安装在振动试验台上，包括作为氢气探测装置标准件提供的任何弹性支架、载具或夹具。

报警设定点应设置为测量范围内最高值的20%。

氢气探测装置应通电安装在振动试验机上，并在每一个平面上连续振动，总共有三个平面，分别与氢气探测装置的三个主轴相平行。

氢气探测装置应在6.4.9.3节所述偏移或恒定加速度峰值规定的频率范围内振动，共有三个相互垂直的平面，在每一个平面上的振动时间为1小时。频率变化幅度不得超过每分钟10Hz。

在试验之前和结束时，都应先将氢气探测装置置于清洁空气中，然后置于标准试验气体中。

6.4.9.3 振动级

对于远程氢传感器或配有集成氢传感器的氢气探测装置，应使用以下振动级：

- 10 Hz至30 Hz，总偏移为1.0 mm；
- 31 Hz至150 Hz，加速度峰值为 19.6 m/s^2 。

对于配有远程氢传感器的氢气探测装置的控制装置，应使用以下振动级：

- 10 Hz至30 Hz，总偏移为1.0 mm；
- 31 Hz至100 Hz，加速度峰值为 19.6 m/s^2 。

6.4.9.4 容差

在施加振动操作之前和之后，最终指示值之间的差异不应超出以下范围：

- a) 试验气体的氢体积分数大于等于 1×10^{-3} 时：为试验气体氢体积分数的 $\pm 20\%$ ；
- a) 试验气体的氢体积分数小于 1×10^{-3} 时：为试验气体氢体积分数的 $\pm 1 \times 10^{-4}$ 或 $\pm 20\%$ ，以较大者为准。

氢气探测装置不得出现任何功能障碍、故障信号或受损，以免引发危险或虚假报警。

6.4.10 方位

对于远程氢传感器或配有集成氢传感器的氢气探测装置，应使用清洁空气和标准试验气体，按照标称方向和制造商说明书中所述方向限制范围内的角度进行试验，但在任何情况下，与标称方向之间的偏离不得小于 $\pm 15^\circ$ 。

对于定向状态下和标称方向下获得的最终指示值之间差异，不应超出以下范围：

- a) 试验气体的氢体积分数大于等于 1×10^{-3} 时：为试验气体氢体积分数的 $\pm 20\%$ ；
- a) 试验气体的氢体积分数小于 1×10^{-3} 时：为试验气体氢体积分数的 $\pm 1 \times 10^{-4}$ 或 $\pm 20\%$ ，以较大者为准。

6.4.11 吸气式设备的流量

吸气式氢气探测装置应通过改变试验气体的流量进行标准响应试验：

- 从130%的公称流量开始，容差为 $\pm 5\%$ ，或者，如果行不通，则直接从公称流量开始；
- 改为50%的公称流量，容差为 $\pm 5\%$ ，或者，4.1.4.2节中所述可以引发故障信号的流量（如果此流量值更大）。

对于流量上限和流量下限条件下获得的最终指示值之间差异，不应超出以下范围：

- a) 试验气体的氢体积分数大于等于 1×10^{-3} 时：为试验气体氢体积分数的 $\pm 20\%$ ；
- a) 试验气体的氢体积分数小于 1×10^{-3} 时：为试验气体氢体积分数的 $\pm 1 \times 10^{-4}$ 或 $\pm 20\%$ ，以较大者为准。

6.4.12 气流速度

6.4.12.1 试验条件

应将远程氢传感器或配有集成氢传感器的氢气探测装置置于流动室中来评估空气速度的影响，该流动室应便于加入清洁空气和标准试验气体。如果配有集成氢传感器的氢气探测装置由于体积太大而无法放入流动室内进行试验，则使用其他流量装置进行试验。无论是否使用流动室或其他流量装置，远程氢传感器或配有集成氢传感器的氢气探测装置的进气口应按照气流方向调整朝向，具体如下所示：

- a) 传感器直接朝向气流方向；
- a) 传感器朝向与气流方向不同；
- c) 传感器朝向与气流方向成直角。

注 对于因氢气探测装置的设计而在实际操作中不太可能出现的气流方向，或者制造商说明书明确禁止的气流方向，可以免于试验。

测量应在静态条件下进行，气流速度为3 m/s和6 m/s，容差为±0.2 m/s。

6.4.12.2 试验要求

对于3m/s及6m/s气流速度下与零气流速度下获得的最终指示值之间差异，不应超出以下范围：

- a) 试验气体的氢体积分数大于等于 1×10^{-3} 时：为试验气体氢体积分数的±20%；
- a) 试验气体的氢体积分数小于 1×10^{-3} 时：为试验气体氢体积分数的±30%。

6.4.13 响应时间和恢复时间

当置于清洁空气中时，氢气探测装置应处于通电状态，然后在一段间隔时间后（至少两倍于预热时间）且不断电的情况下，氢气探测装置或远程传感器应进行从清洁空气到标准试验气体、从标准试验气体到清洁空气的阶跃变化。应采用适合设备执行这些变化操作。

响应时间 $T_{90} \leq 30$ s。

还应测量恢复时间 T_{10} 。恢复时间 T_{10} 应小于等于60秒。

数据收集间隔应在1秒之内，以便评估 T_{90} 和 T_{10} 。

6.4.14 选择性

氢气探测装置对于其他气体的灵敏度，应使用6.4.2.2节规定的试验程序进行评估，但应使用表1中所列气体代替试验气体。表1中列出的每种气体都应进行单独试验，且不添加氢气。

表1 用于测试氢气探测装置对其他气体灵敏度的气体

气体名称	体积分数（在空气中）
甲烷	$5 \times 10^{-4} \pm 2 \times 10^{-5}$
异辛烷	$5 \times 10^{-4} \pm 2 \times 10^{-5}$
一氧化碳	$5 \times 10^{-4} \pm 2 \times 10^{-5}$

如果制造商强调了对表中未列出气体的选择性，则应另对氢气探测装置进行这些气体试验。

表1中所列制定气体的最终指示值不得比标准响应试验的最终指示值超出10%。

如果氢气探测装置未能通过此项试验，但符合本国际标准中的所有其他要求，则只要在试验报告和说明书中说明不符合选择性试验，即可视作该氢气探测装置符合本国际标准。

6.4.15 中毒试验

远程氢传感器或配有集成氢传感器的氢气探测装置应按照表2所列气体，逐一进行中毒试验。如果制造商声明已对以上任何气体的耐受性进行了优化，则应按照制造商指定的耐受水平对该气体进行试验。对于HMDS、SO₂、H₂S和NO₂，可以使用干式气体进行试验。

表2 用于中毒试验的气体清单

气体名称	体积分数（在空气中）
六甲基二硅烷（HMDS）	$1 \times 10^{-5} \pm 3 \times 10^{-6}$
SO ₂	$5 \times 10^{-4} \pm 15 \times 10^{-5}$
H ₂ S	$5 \times 10^{-5} \pm 15 \times 10^{-6}$
NO ₂	$2 \times 10^{-5} \pm 6 \times 10^{-6}$

在工作状态下，应将远程氢传感器或配有集成氢传感器的氢气探测装置置于表2所示每种气体中60分钟。在此60分钟之后，将远程氢传感器或配有集成氢传感器的氢气探测装置置于清洁空气中60分钟，保持工作状态，然后进行6.4.2节所述标准响应试验。

中毒试验之后进行标准响应试验和中毒试验之前进行标准响应试验得出的最终指示值之间差异不得超出 $\pm 20\%$ 。

6.4.16 在测量范围之外操作

配有集成氢传感器的氢气探测装置或远程传感器应进行从清洁空气到试验气体的阶跃变化,氢体积分数最小为ISO 14687-1:1999中的A级(接近100%)或大于等于测量范围上限的十倍。

该项试验可以使用附录A中所述小盒子测量方法。

A级氢体积分数应保持3分钟之久。传感器指示值应为100%测量范围,或者在使用A级氢体积分数的3分钟内超出测量范围。当达到报警设定点时,应激活闭锁报警。

然后,应将远程氢传感器或配有集成氢传感器的氢气探测装置置于环境空气中20分钟,随后记录指示值,并进行6.4.2节所述标准响应试验。

在置于环境空气中20分钟之后测得的指示值应小于测量范围下限。按照第6.4.2节标准响应试验所得最终指示值与试验气体氢体积分数之间的差额,不得超出校准试验的指定容差。

警告 — 在处理氢体积分数大于易燃下限的气体时,应采取安全预防措施。

6.4.17 供电波动

应在6.3节规定的常规试验条件下安装氢气探测装置,使用额定电源电压和额定频率(适当情况下)。对于配有集成氢传感器的氢气探测装置,应进行两次该项试验,一次使用具有最大电阻的互连电缆,一次使用具有最小电阻的互连电缆。

氢气探测装置应进行6.4.2节所述标准响应试验,分别在80%和115%的额定电源电压下进行。

如果制造商规定的电源电压与上述数值不同,则应按照制造商规定的电源电压上下限值对氢气探测装置进行试验。

对于在80%和115%额定电源电压下和额定电源电压下获得的最终指示值之间差异,不应超出以下范围:

- a) 试验气体的氢体积分数大于等于 1×10^{-3} 时:为试验气体氢体积分数的 $\pm 10\%$;或者
- a) 试验气体的氢体积分数小于 1×10^{-3} 时:为试验气体氢体积分数的 $\pm 5 \times 10^{-5}$ 或 $\pm 10\%$,以较大者为准。

6.4.18 电源中断、电压瞬变和电压阶跃变化

6.4.18.1 总则

应在6.3节规定的常规试验条件下安装氢气探测装置,如有可能,报警设定点应设置为测量范围上限的20%。然后,应将氢气探测装置置于清洁空气中进行6.4.18.2至6.4.18.4节规定的各项试验。在整个试验过程中,氢气探测装置不得产生虚假报警。

6.4.18.2 电源短时中断

电源中断应为10 ms,每隔10分钟随机重复一次,平均值为10 s。

6.4.18.3 电压瞬变

氢气探测装置应按照IEC 61000-4-4中2级严重程度进行试验。应采用试验机构内部试验程序进行型式试验。对于每条测试线路或测试终端,试验持续时间为1分钟。

6.4.18.4 无间断式电压阶跃变化

对于采用交流电(AC)和外部直流电(DC)供电的氢气探测装置,电源电压应增加10%,且在氢气探测装置达到稳定状态之前一直保持该值,然后降低该值,使得低于额定电压15%。每个阶跃变化都应在10毫秒之内完成。

6.4.19 重启后预热时间

氢气探测装置应在关闭后置于清洁空气中至少30分钟。应在清洁空气条件下开启氢气探测装置,并测量预热时间。根据4.1.7.3节要求,预热模式应显示为特殊状态,氢气探测装置将在5分钟之内自动切换至测量模式。置于清洁空气中5分钟之后,应立即对氢气探测装置进行6.4.2节规定的标准响应试验。最终指示值差异不得超出以下范围:

- a) 试验气体的氢体积分数大于等于 1×10^{-3} 时：为试验气体氢体积分数的 $\pm 20\%$ ；或者
- a) 试验气体的氢体积分数小于 1×10^{-3} 时：为试验气体氢体积分数的 $\pm 5 \times 10^{-5}$ 或 $\pm 20\%$ ，以较大者为准。

6.4.20 电磁抗扰

如有可能，报警设定点应设置为该项试验测量范围的20%。氢气探测装置（包括氢传感器和互连线路）应采用IEC 61000-4-1和IEC 61000-4-3中规定的EMC辐射抗扰试验所用试验方法。

试验要求应以2级严重程度为准，试验场强为3 V/m。

对于配有远程氢传感器的磁场系统，如果氢气探测装置（主机）用于安装通用机架或其同等设备，则应在制造商提供的外壳中对此类氢气探测装置单元进行这些试验。

说明书中应告知用户，此类氢气探测装置应与同一外壳进行搭配使用，以免产生不利磁场效应。

其他标准可能具有电磁辐射要求。

氢气探测装置在进行电磁抗扰试验时，应进行6.4.2节规定的标准响应试验。最终指示值之间的差异不得比试验气体的氢体积分数超出 $\pm 10\%$ 。氢气探测装置也不应出现任何功能故障或虚假报警。

6.4.21 现场校准用具

6.4.21.1 试验条件

如果氢气探测装置配有现场校准用具，则应进行以下试验：

- a) 按照6.4.3节要求，在6.3节规定的试验条件下，使用6.4节所述试验适用试验设备对氢气探测装置进行校准；
- b) 按照制造商提供的说明使用现场校准用具，以检查氢气探测装置的响应性能。

6.4.21.2 试验要求

容差应设置为如下：

- a) 试验气体的氢体积分数大于等于 1×10^{-3} 时：为试验气体氢体积分数的 $\pm 15\%$ ；
- b) 试验气体的氢体积分数小于 1×10^{-3} 时：为试验气体氢体积分数的 $\pm 5 \times 10^{-5}$ 或 $\pm 20\%$ ，以较大者为准。

附 录 A
(资料性)
可密封式扩散室

A.1 基本设置

扩散室的容积 ≥ 30 L。如需使用不同尺寸的扩散室进行多项试验时,则应对这点进行报告。在所有情况下,扩散室的内部容积是已知的。扩散室的构造方式应能够确保不会发生环境空气侵入或扩散室泄漏。扩散室应设有用于试验气体和接线端口的进气口,这些进气口应保持密封状态以防止泄露。应监测室内大气的温度和湿度。

扩散室应配有流量为 $0.5\text{ m}^3/\text{s}$ 的风扇,置于进气口前方,方向朝外。风扇应以大于等于 3 m/s 的风速不间断运行。在测量过程中应关停风扇。

注:风扇前测风速以最大风速值为准。

远程氢传感器或配有集成氢传感器的氢气探测装置应置于扩散室内,以免风扇气流受阻。对于带有远程氢传感器的氢气探测装置的控制装置,可以置于室体外部。当氢气探测装置预热稳定后,按照计算量将纯氢气通过扩散室进气口注入,且应留出几秒钟时间,让扩散室中的氢体积分数均匀化。在执行这些程序的过程中,搅拌风扇应保持不间断运行。应事先确定适当的等待时间,方法是找到氢体积分数达到稳定之前的实耗时间。等待期过后,应开始测量工作。

A.2 标准响应试验

标准响应试验应使用以下程序进行。

- a) 将远程氢传感器或配有集成氢传感器的氢气探测装置置于扩散室中,然后接通线路并启动。
- b) 用清洁空气吹扫扩散室,然后进行密封。风扇应一直运行,直至大气稳定,达到6.3节规定的常规实验条件。
- c) 将最小氢体积分数相当于ISO 14687-1:1999中A级(接近100%)的氢气通过扩散室进气口注入,同时当大气变为试验气体时,记录最终指示值。
- d) 应使用清洁空气置换全部试验气体。

如果压力明显增加,则静待至室内氢体积分数变得均匀,然后通过进气口释放氢气或其他方式解决问题。

在使用扩散室进行试验的情况下,可以使用饱和盐溶液法(OIML R 121^[17])来控制大气湿度。向室内注入精确量(通过注射器或受控时间流参数集取)的纯氢气。

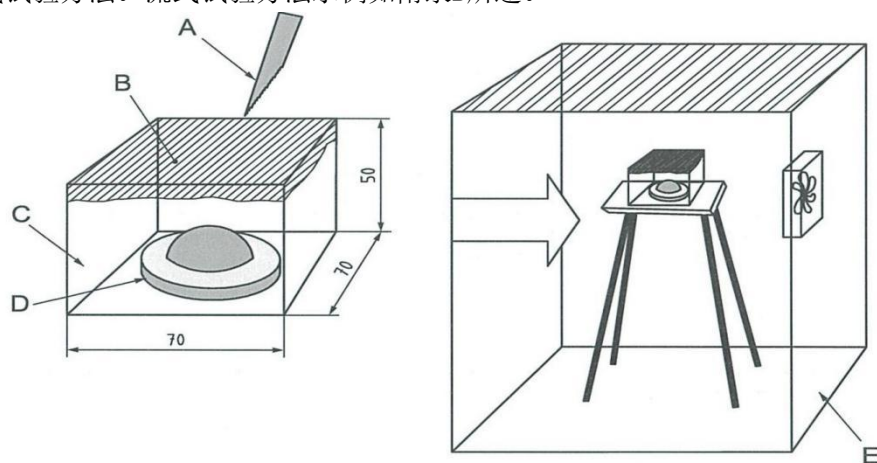
A.3 响应和恢复时间

该项试验应使用一个小開箱进行,其中包含远程氢传感器或配有集成氢传感器的氢气探测装置。该開箱示例如图A.1所示。这是一个亚克力塑料箱子(70mm×70mm×50mm)。箱子应采用橡胶膜密封,然后放入扩散室中。

操作程序如下所述。

- a) 应将远程氢传感器或配有集成氢传感器的氢气探测装置置于扩散室内并接通线路,然后将箱子密封起来。
- b) 箱体应放入符合A.1节要求的扩散室中,并应按照A.2节标准响应试验设定试验条件。
- c) 让扩散室内的大气稳定下来至少需要5分钟。稳定后,根据A.2节的清洁空气数据记录偏移量。
- d) 扩散室内的大气应由清洁空气置换为试验气体,并达到均匀状态。
- e) 应快速打开小箱子,并评估和记录响应时间 t_{90} 。可以使用任何适当方法快速打开小箱子,如割断密封件或其他方式。

在密室法中，可以通过打开室体以环境空气置换含氢空气来测试恢复时间。如需进行更精准试验，建议使用流式试验方法。流式试验方法示例如附录B所述。



关键部件

- A 刀具
- B 橡胶膜
- C 小箱子
- D 远程氢传感器或配有集成氢传感器的氢气探测装置
- E 扩散室

图 A. 1 响应时间试验使用的小箱子

附录 B
(资料性)
流式试验法

B.1 选择串联或并联式布置

由于一些传感器会消耗氧气（这可能会影响串联式布置中下游传感器的读数），因此在决定使用哪种布置方式进行流式试验法时，应考虑到这一点。

B.2 串联式布置

对于串联式布置，应将氢传感器置于试验歧管中（如图B.1所示），这是一根标称内径为25毫米的软管，配有紧密耦合法兰，布置方式分别为垂直方向成45° 和气流方向成90° 。

注 如果有两个以上受验传感器，可能需要额外的试验歧管。

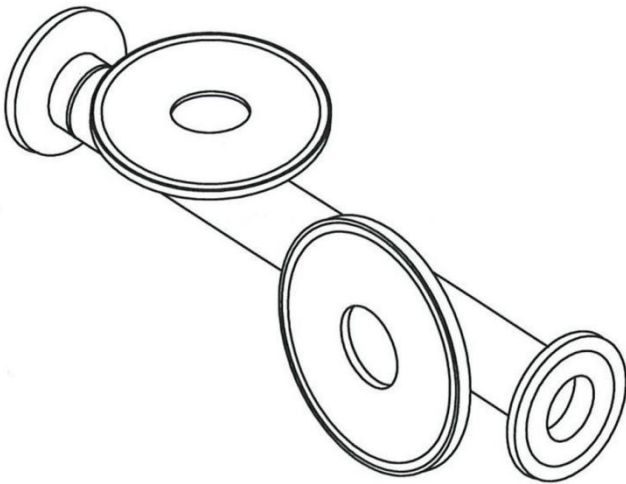
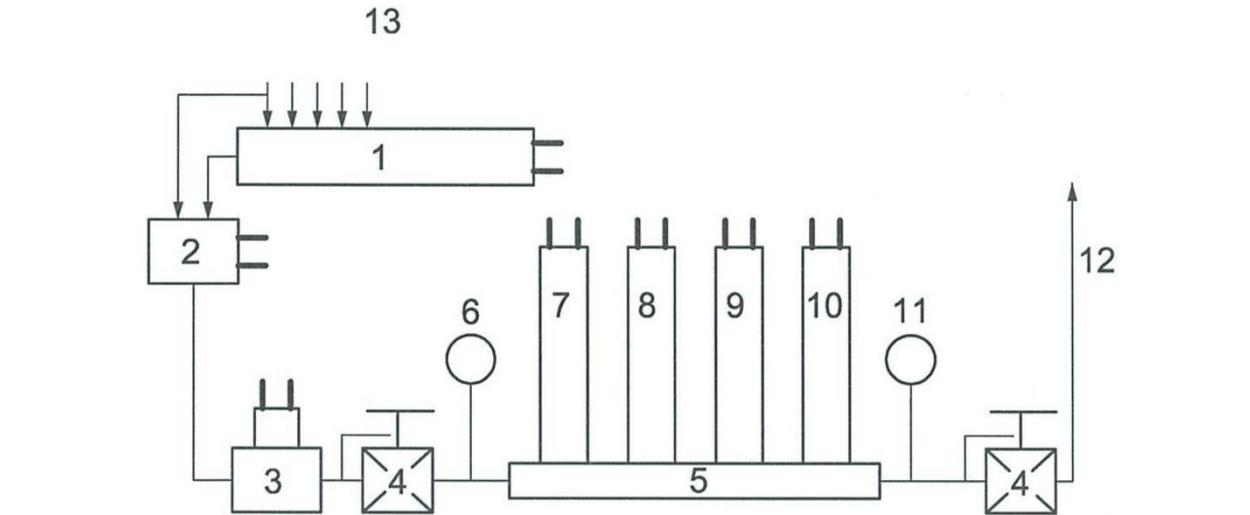


图 B.1 试验歧管（仅限两个传感器）

试验歧管应放置在流式试验装置中（如图B.2所示）。试验布置方式应包含试验气体选择器和开关，用于控制要使用的试验气体。随之，试验气体应先流经流量控制器（用于控制和测量气体流量）、背压调节器（用于调节试验气体供应导致的任何压力差）和歧管入口各传感器（温度、压力、湿度等传感器），然后再流入试验歧管。在试验歧管中，试验气体应按顺序依次流经氢传感器（1号参考传感器、1号试验传感器、2号试验传感器和2号参考传感器）。在试验歧管出口处，试验气体应先流经歧管出口各传感器和另一个背压调节器，然后才排放到环境空气中。

注1 整体试验气体流量和流速对于响应时间试验至关重要。这种布置方式可以用于多种不同的试验条件，如流量、温度、压力、湿度和气体成分会发生变化。

注2 串联式布置在试验歧管的入口和出口处均设有参考传感器，可以对上游传感器的氢耗情况进行很好的检测。换言之，如果参考传感器都提供相同的读数（在容差范围之内），则可以确定上游传感器的氢耗不会对下游传感器产生不利影响。



关键部件

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| 1 试验气体选择器 | 8 1号试验传感器 |
| 2 开关 | 9 2号试验传感器 |
| 3 流量控制器（MFC） | 10 2号参考传感器 |
| 4 背压调节器（BPR） | 11 歧管出口传感器（温度、压力、湿度等传感器） |
| 5 试验歧管 | |
| 6 歧管入口传感器（温度、压力、湿度等传感器） | 12 排气管道 |
| 7 1号参考传感器 | 13 试验气体 |

图 B.2 —B.2 流式试验布置方式（流程图）

B.3 并联式布置

在这种情况下，传感器采用并联配置方式进行布置（即总共X个传感器，每个传感器的流量为总流量的1/X）。因此，需要确保所有传感器不会因上游传感器的氢耗而导致氢体积分数发生变化。

注 通常由试验工程师决定使用串联式布置还是并联式布置。影响此决定的主要因素包括以下：

- 气体总流量；
- 每个传感器的氢耗量；
- 受验传感器的数量；
- 有无参考传感器。

B.4 流式试验法的优缺点

B.4.1 优点

流式试验法具有以下优点：

- 可以根据试验要求，选择串联或并联布置方式；
- 可以更改和控制以下气流特性：
- 压力（通过背压调节器）；
- 流量（通过流量控制器）；

- 温度（使用标准试验台配置）；
- 相对湿度（使用标准试验台配置）；
- 冻融（使用特殊试验台配置）；
- 实现自动化操作（使用标准试验台配置）；
- 试验协议标准化；
- 进行稳健性和可靠性试验（持续时间较长）；
- 能够模拟典型流式应用场景（汽车领域）；
- 可以同时试验多个传感器；
- 支持不同级别的复杂度和集成度；
- 设计简易，适用于标准燃料电池试验台。

B.4.2 缺点

流式试验法具有以下缺点：

- 有流量要求（无法准确模拟使用环境）；
- 需使用参考传感器（用于响应时间试验）；
- 很难控制某些气流特性（即RH）。

参 考 文 献

- [1] ISO/TR 15916, 氢气系统安全的基本考虑因素
 - [2] ISO/IEC 99: 2007, 国际计量词汇-基本和一般概念及相关术语 (VIM)
 - [3] IEC 60050-351, 国际电工词汇第351部分: 控制技术
 - [4] IEC 60079-1, 爆炸性环境 第1部分: 隔爆型设备保护
 - [5] IEC 60079-2, 爆炸性环境 第2部分: 增安型设备保护
 - [6] IEC 60079-7, 爆炸性环境 第7部分: 增强型设备保护
 - [7] IEC 60079-11, 爆炸性环境第11部分: 本质安全型设备保护
 - [8] IEC 60079-15, 爆炸性环境第15部分: 设备保护类型
 - [9] IEC 60079-18, 爆炸性环境第18部分: 设备保护封装
 - [10] IEC/TR 60079-20-1, 爆炸性环境第20-1部分: 气体和蒸汽分类的材料特性. 试验方法和数据
 - [11] IEC 60079-29-1, 爆炸性环境第29-1部分: 气体探测器. 易燃气体探测器的性能要求
 - [12] IEC 60069-29-2, 爆炸性环境第29-2部分: 气体探测器, 易燃气体和氧气探测器的选择、安装、使用和维护
 - [13] CSA C22.2第152号, 可燃气体检测仪器
 - [14] JIS M 7626, 固定式可燃气体报警器
 - [15] JIS M 7653, 便携式可燃气体检测仪
 - [16] OIML R 121, 对饱和盐溶液的空气相对湿度等级的认证
 - [17] JUL 2075, 气体和蒸汽探测器和传感器标准
-