

中华人民共和国工业和信息化部  
机械计量技术规范

JJF（机械）xxxx—2024

燃料电池汽车氢气排放分析仪校准规范

（报批稿）

Calibration Specification for Hydrogen Emission Analyzers of Fuel  
Cell Vehicle

202X—XX—XX 发布

202X—XX—XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布



# 燃料电池汽车氢气排放分析 仪校准规范

Calibration Specification for Hydrogen

Emission Analyzers of Fuel Cell Vehicle

JJF (机械)xxxx-2024

归口单位：中国机械工业联合会

主要起草单位：中国汽车工程研究院股份有限公司

中汽院新能源科技有限公司

中汽研汽车检验中心（天津）有限公司

参加起草单位：襄阳达安汽车检测中心有限公司

本规范委托中国机械工业联合会负责解释

**本规范主要起草人：**

李文芳（中国汽车工程研究院股份有限公司）

乐中耀（中国汽车工程研究院股份有限公司）

王 侃（中国汽车工程研究院股份有限公司）

周红均（中国汽车工程研究院股份有限公司）

李在春（中汽院新能源科技有限公司）

张 寅（中国汽车工程研究院股份有限公司）

王海军（中汽研汽车检验中心（天津）有限公司）

**参加起草人：**

涂远扬（襄阳达安汽车检测中心有限公司）

杨青清（中汽院新能源科技有限公司）

陈 曦（中汽研汽车检验中心（天津）有限公司）

崔垚鹏（中汽院新能源科技有限公司）

目 录

引言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 概述 ..... 1

5 计量特性 ..... 2

6 校准条件 ..... 2

6.1 环境条件 ..... 2

6.2 校准用标准器及其他设备 ..... 2

7 校准项目和校准方法 ..... 3

7.1 校准前的准备 ..... 3

7.2 示值误差 ..... 3

7.3 重复性 ..... 4

7.4 响应时间 ..... 4

7.5 稳定性 ..... 4

8 校准结果表达 ..... 5

9 复校时间间隔 ..... 5

附录 A（推荐性）采用流量控制器的校准方法 ..... 6

附录 B（资料性）氢气排放分析仪示值误差测量结果的不确定度评定示例 ..... 8

附录 C（资料性）校准证书或校准报告内容 ..... 12

附录 D（资料性）校准原始记录参考格式 ..... 13

# 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》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范编制工作的基础性系列规范。

燃料电池汽车氢气排放分析仪是一种专用设备，目前没有专门的校准规范，为了规范、统一燃料电池汽车氢气排放分析仪的校准，确保燃料电池汽车氢气排放分析仪能准确进行量值溯源，编写本规范。

本规范为首次发布。

# 燃料电池汽车氢气排放分析仪校准规范

## 1 范围

本规范规定了燃料电池汽车氢气排放分析仪的计量特性；给出了燃料电池汽车氢气排放分析仪的校准项目和校准方法。

本规范适用于燃料电池汽车氢气排放分析仪的校准，其它类似设备参照本规范。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 663-1990 热导式氢分析器检定规程

JJG 688-2017 汽车排放气体测试仪检定规程

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

GB/T 24548-2009 燃料电池电动汽车术语

GB/T 24549-2020 燃料电池电动汽车安全要求

GB/T 34593-2017 燃料电池发动机氢气排放测试方法

GB/T 37154-2018 燃料电池电动汽车 整车氢气排放测试方法

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 术语和计量单位

### 3.1 术语和定义

GB/T 24548-2009 界定的及下列术语和定义适用于本规范。

#### 3.1.1 燃料电池 fuel cell

将外部供应的燃料和氧化剂中的化学能通过电化学反应直接转化为电能、热能和其他反应产物的发电装置与电能进行相互转换的基本单元装置。

[来源：GB/T 24548-2009，3.1.1]

#### 3.1.2 燃料电池电动汽车 fuel cell electric vehicle

以燃料电池系统作为动力源或主动力源的汽车。

[来源：GB/T 24548-2009，3.1.2]

### 3.2 计量单位

燃料电池汽车氢气排放分析仪采用法定计量单位，氢气浓度测量结果用体积分数表示为“%”。

## 4 概述

燃料电池汽车氢气排放分析仪(以下简称氢气排放分析仪)主要用于燃料电池汽车整

车尾气排放中氢气浓度、燃料电池发动机废气排放中氢气浓度的测试和分析。氢气排放分析仪配置有高灵敏度的氢气传感器，其检测原理主要有催化燃烧型、金属氧化物半导体型、热导型等。氢气排放分析仪使用方式是连续性测量，采样方式是吸入式。

5 计量特性

- 5.1 氢气排放分析仪示值误差：±2.0%FS。
  - 5.2 氢气排放分析仪重复性不大于 1.0%。
  - 5.3 氢气排放分析仪响应时间不大于 30s。
  - 5.4 氢气排放分析仪稳定性：1h 内, 氢气排放分析仪的示值误差不超过±2.0%FS。
- 注：以上技术指标不作合格性判别，仅提供参考。

6 校准条件

- 6.1 环境条件
  - 环境温度：（5~40）℃；
  - 相对湿度：不大于 90%；
  - 大气压力：（86~106）kPa；工作环境应无影响仪器正常工作的电磁场及干扰气体，校准现场应采取安全措施并保持通风良好。

6.2 校准用标准器及配套设备

- 6.2.1 气体标准物质
  - 气体标准物质应是有效期内的有证标准物质。标准气体相对扩展不确定度应为（或优于）1%（ $k=2$ ）。校准用标准气体的标准值见表 1。

表 1 校准用标准气体的标准值

| 标准气体序号 | 标准气体名称     | 标准值  |
|--------|------------|------|
| 1 号    | 空气中氢气体标准物质 | 0.5% |
| 2 号    | 空气中氢气体标准物质 | 1.0% |
| 3 号    | 空气中氢气体标准物质 | 2.0% |
| 4 号    | 氮中氢气体标准物质  | 4.0% |
| 5 号    | 氮中氢气体标准物质  | 8.0% |

注：标准气体配置的标准值应不超过表 1 所规定标准值的±15%。

- 6.2.2 零点气体
  - 高纯氮气（纯度≥99.999%）。

- 6.2.3 电子秒表
  - 分辨力优于 0.1s。

- 6.2.4 配套设备
  - 气体流量计的测量范围不小于 500mL/min，准确度等级不低于 4.0 级。

使用与气体标准物质钢瓶配套的减压阀；要求减压阀、管路材质对被测气体应无吸附及化学反应。

抽气泵 1 个。

每个序号的标准气体都配置一个专用气袋（序号为 1，2，3，4，5），气袋容量不小于 20L。

## 7 校准项目和校准方法

### 7.1 校准前的准备

校准前检查氢气排放分析仪外观，各操纵部件的开关、按钮应操作灵活，各部分的连接应牢固、可靠、无松动，数字显示清晰；按照氢气排放分析仪使用说明书的要求进行气密性检查，确定没有影响计量特性因素后再进行校准。

按照氢气排放分析仪使用说明书的要求对设备进行预热稳定。

根据实际使用需求，在测量范围内选择 3~5 个校准点，建议选择 0.5%、1%、2%、4%、8% 这 5 个校准点。

每个气袋使用前都应该打开气袋开关，用抽气泵抽到近似真空，然后向气袋充入高纯氮气进行置换；再抽出气袋的高纯氮气，如此循环操作 2 次，关闭气袋开关。

注：本规范正文提及的校准方法，适用于氢气排放分析仪说明书中没有规定设备吸入氢气流量的值。如果氢气排放分析仪说明书中规定了设备吸入氢气流量的值，推荐采用附录 A 的方法进行校准。

### 7.2 示值误差

1) 首先通入零点气体，对氢气排放分析仪调零。

2) 按图 1 所示连接。关闭电磁开关阀，开启标准气体钢瓶的阀门，打开气袋开关，调节节流阀，使气袋充入容量（80~90）% 的标准气体。然后关闭节流阀，打开电磁开关阀，让氢气排放分析仪吸入 1 号专用气袋里的标准气体，等待氢气排放分析仪示值稳定后，记录示值。停止通气，让氢气排放分析仪排出标准气体，至设备回复零位。

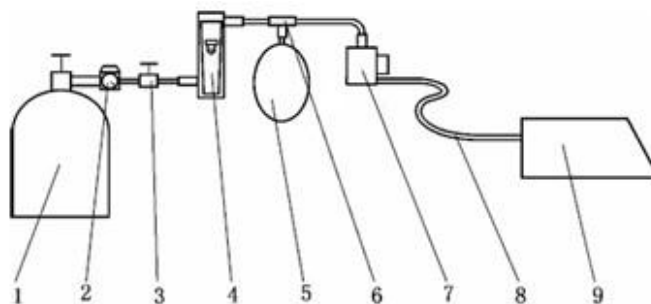


图 1 校准连接示意图

1—标准气体钢瓶；2—减压阀；3—节流阀；4—气体流量计；5—气袋；6—三通接头；7—电磁开关阀；8—氢气排放分析仪采样管；9—氢气排放分析仪

3) 按上述步骤 2) 重复测量 3 次。

4) 按上述步骤 2) 依次向氢气排放分析仪通入其它浓度的标准气体进行测量。重复测量 3 次。

4) 按公式 (1) 计算各校准点的示值误差，取绝对值最大的误差作为氢气排放分析仪的示值误差。

$$\Delta X_i = \frac{\bar{X}_i - X_{si}}{R} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

$\Delta X_i$  ——氢气排放分析仪第  $i$  ( $i=1, 2, 3, 4, 5$ ) 个校准点的示值误差, %FS;

$\bar{x}_i$  ——氢气排放分析仪第  $i$  个校准点三次示值的算术平均值, %;

$X_{si}$  ——第  $i$  个校准点气体标准物质的标准值, %;

$R$  ——氢气排放分析仪测量范围的上限, %。

### 7.3 重复性

1) 氢气排放分析仪预热稳定后, 通入零点气体, 对氢气排放分析仪调零。

2) 先按照上述 7.2 步骤 2) 通入 4 号标准气体, 待示值稳定后记录氢气排放分析仪相应示值。停止通气, 让氢气排放分析仪排出标准气体, 至设备回复零位。在相同条件下重复上述操作 6 次, 按公式 (2) 计算重复性。

$$S_r = \frac{1}{\bar{x}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (x_i - \bar{x})^2}{5}} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

$S_r$  ——单次测量的相对实验标准偏差, %;

$\bar{x}$  ——氢气排放分析仪 6 次示值的算术平均值, %;

$x_i$  ——氢气排放分析仪第  $i$  次测量的示值, %。

### 7.4 响应时间

通入零点气体, 对氢气排放分析仪调零。然后按照 7.2 步骤 2) 操作, 通入 5 号标准气体, 待氢气排放分析仪示值稳定后读取示值, 停止通气让设备示值回复到零位。再通入上述 5 号标准气体, 同时启动电子秒表开始计时, 当氢气排放分析仪示值达到上一次稳定值的 90% 时停止计时, 记下电子秒表显示的时间。按上述操作方法重复测量 3 次, 取 3 次时间的算术平均值作为设备的响应时间。

### 7.5 稳定性

1) 通入零点气体, 对氢气排放分析仪调零。

2) 按照 7.2 步骤 2) 操作, 向氢气排放分析仪通入 5 号标准气体, 待示值稳定后, 记录氢气排放分析仪示值, 停止通气让设备示值回复到零位。

3) 氢气排放分析仪继续运行, 每隔 30min, 重复步骤 2)。1h 共记录 3 次示值。

按公式 (3) 计算每次示值误差。

$$\Delta X_{si} = \frac{X_{si} - X_{ss}}{R} \times 100\% \quad (3)$$

式中:

$\Delta X_{si}$  ——通入 5 号标准气体氢气排放分析仪第  $i$  ( $i=1, 2, 3$ ) 次的示值误差, %FS;

$X_{si}$  ——通入 5 号标准气体氢气排放分析仪第  $i$  ( $i=1, 2, 3$ ) 次示值, %;

$X_{ss}$  ——5 号标准气体的标准值, %;

$R$ ——氢气排放分析仪测量范围的上限，%。

取 3 次示值误差的最大值作为稳定性结果。

## 8 校准结果表达

经校准的氢气排放分析仪，出具校准证书或校准报告，并注明校准项目、校准用标准器的溯源性及有效性说明、测量不确定度等。

## 9 复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过 1 年。由于复校时间间隔的长短是由设备的使用情况、使用者、设备本身质量等诸多因素所决定的，因此使用单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

## 附录 A (推荐性)

### 采用流量控制器的校准方法

#### A.1 校准项目和校准方法

##### A.1.1 校准前的准备

校准前检查氢气排放分析仪外观,各操纵部件的开关、按钮应操作灵活,各部分的连接应牢固、可靠、无松动,数字显示清晰;按照氢气排放分析仪使用说明书的要求进行气密性检查,确定没有影响计量特性因素后再进行校准。

按照氢气排放分析仪使用说明书的要求对设备进行预热稳定。

根据使用实际需求,在测量范围内选择 3~5 个校准点,建议选择 0.5%、1%、2%、4%、8%这几个校准点。

##### A.1.2 示值误差

1) 按图 A.1 所示连接标准气体、流量控制器和氢气排放分析仪。校准时,根据设备说明书的要求使用流量控制器控制标准气体的流量,并且必须保证旁通流量计有流量放空。

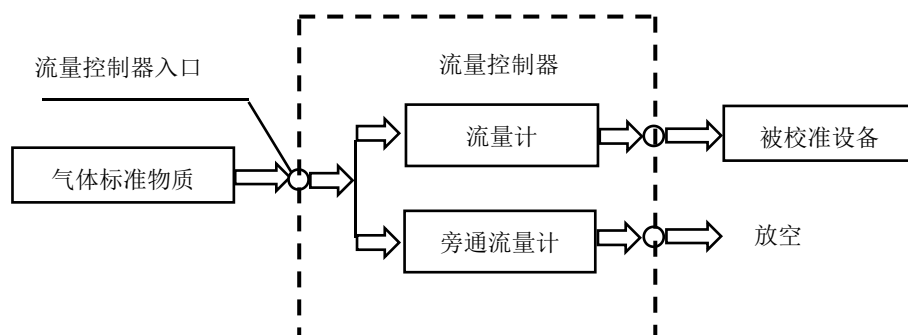


图 A.1 仪器校准方框图

2) 首先通入零点气体,调整氢气排放分析仪的零点。

3) 然后通入 1 号标准气体,记录氢气排放分析仪稳定时的示值。停止通气,让氢气排放分析仪排出标准气体,至设备回复零位。重复测量 3 次。

4) 按照上述步骤 3) 依次通入其它浓度的标准气体,依次记录氢气排放分析仪稳定时的示值。

5) 按正文中公式 (1) 计算各校准点的示值误差,取绝对值最大的作为氢气排放分析仪的示值误差。

##### A.1.3 重复性

1) 氢气排放分析仪预热稳定后,通入零点气体,对氢气排放分析仪调零。

2) 直接通入 4 号标准气体,待示值稳定后记录氢气排放分析仪相应示值。停止通气,让氢气排放分析仪排出标准气体,至设备回复零位。在相同条件下重复上述操作 6 次,按正文中公式 (2) 计算重复性。

##### A.1.4 响应时间

通入零点气体,对氢气排放分析仪调零。

然后通入 5 号标准气体,待氢气排放分析仪示值稳定后读取示值。停止通气,让氢气排放分析仪排出标准气体,至设备回复零位。再通入上述 5 号标准气体,同时启动电子秒表开始计时,当氢气排放分析仪示值达到上一次稳定值的 90%时停止计时,记下电子秒表显示的时间。按上述操作方法重复测量 3 次,取 3 次时间的算术平均值作为设备的响应时间。

#### A.1.5 稳定性

1) 通入零点气体,对氢气排放分析仪调零。

2) 向氢气排放分析仪通入 5 号标准气体,待示值稳定后,记录氢气排放分析仪示值。停止通气,让氢气排放分析仪排出标准气体,至设备回复零位。

3) 氢气排放分析仪继续运行,每隔 30min,重复步骤 2)。1h 共记录 3 次示值。

按正文中公式 (3) 计算每次示值误差。

取 3 次示值误差的最大值作为稳定性结果。

## 附录 B (资料性)

## 氢气排放分析仪示值误差测量结果的不确定度评定示例

## B.1 测量方法

用本规范规定的测量方法如正文 7.2 所述。

## B.2 测量模型

氢气排放分析仪示值误差测量模型：

$$\Delta X_i = \frac{\bar{X}_i - X_{si}}{R} \times 100\% \quad (\text{B.1})$$

式中：

$\Delta X_i$  —— 氢气排放分析仪第  $i$  ( $i=1, 2, 3, 4, 5$ ) 个校准点的示值误差, %FS;

$\bar{X}_i$  —— 氢气排放分析仪第  $i$  个校准点三次示值的算术平均值, %;

$X_{si}$  —— 第  $i$  个校准点气体标准物质的标准值, %;

$R$  —— 氢气排放分析仪测量范围的上限 ( $R=10\%$ ), %。

各输入量彼此独立不相关, 合成标准不确定度可按公式 (A.2) 计算得到：

$$u_c^2(\Delta X_i) = c_1^2 u^2(\bar{X}_i) + c_2^2 u^2(X_{si}) \quad (\text{B.2})$$

## B.3 灵敏系数

灵敏系数按公式 (B.3)、(B.4) 计算得到：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta X_i}{\partial \bar{X}_i} = \frac{1}{R} \times 100\% \quad (\text{B.3})$$

$$c_2 = \frac{\partial \Delta X_i}{\partial X_{si}} = -\frac{1}{R} \times 100\% \quad (\text{B.4})$$

## B.4 不确定度来源

校准试验是在本校准方法规定的条件下进行, 温度、湿度等环境条件对试验结果影响很小, 在不确定度的评定中可以忽略不计。因此不确定度的主要来源包括：测量重复性引入的标准不确定度分量, 可以通过多次独立重复测量, 属于 A 类评定；氢气排放分析仪读数分辨力引入的标准不确定度分量, 属于 B 类评定；标准气体定值引入的标准不确定度分量, 属于 B 类评定。

## B.5 标准不确定度评定

B.5.1 氢气排放分析仪测量重复性引入的标准不确定度  $u_1(\bar{X}_i)$ 

测量重复性引入的标准不确定度按 A 类评定。对被校氢气排放分析仪在重复性条件下重复测量 6 次, 得到测量数据如表 B.1 所示, 按照贝塞尔公式计算出各校准点的实验标准偏差  $S$ 。

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^6 (x_i - \bar{x})^2}{5}}$$

实际校准时, 取 3 次示值的算术平均值作为氢气排放分析仪的测量值, 则由氢气排

放分析仪测量重复性引入的标准不确定度分量  $u_1(\bar{x})$  按照下式进行计算:

$$u_1(\bar{X}_i) = \frac{s}{\sqrt{3}}$$

各个校准点的计算结果见表 B.1。

表 B.1 重复性测量数据与标准不确定度分量

(单位%)

| 标准气体参考值 | 测量值                                | 平均值  | $S$    | $u_1(\bar{X}_i)$ |
|---------|------------------------------------|------|--------|------------------|
| 0.5     | 0.48, 0.45, 0.49, 0.44, 0.49, 0.45 | 0.47 | 0.0225 | 0.0130           |
| 1       | 1.09, 1.06, 1.04, 0.98, 1.06, 1.04 | 1.05 | 0.0367 | 0.0211           |
| 2       | 2.05, 2.08, 2.11, 2.05, 2.07, 2.12 | 2.08 | 0.0298 | 0.0172           |
| 4       | 4.05, 4.02, 4.11, 4.05, 4.07, 4.09 | 4.07 | 0.0321 | 0.0185           |
| 8       | 7.93, 7.91, 7.85, 7.94, 7.89, 7.85 | 7.90 | 0.0389 | 0.0225           |

#### B.5.2 被校氢气排放分析仪读数分辨力引入的标准不确定度 $u_2(\bar{X}_i)$

被校氢气排放分析仪的分辨力为 0.01%，可认为区间半宽度  $a=0.005\%$ ，假设服从均匀分布，包含因子  $k=\sqrt{3}$ ，故  $u_2(\bar{X}_i) = \frac{a}{k} = \frac{0.005\%}{\sqrt{3}} = 0.00289\%$ 。

因为读数分辨力引入的不确定度与重复性引入的不确定度互有影响，为防止重复计算，只取其中较大的，所以氢气排放分析仪示值引入的标准不确定度  $u(\bar{X}_i) = u_1(\bar{X}_i)$ 。

#### B.5.3 标准气体定值引入的标准不确定度 $u(X_{si})$

对于氢气排放分析仪在满量程范围内，分别通入标准浓度值为 0.5%、1.0%、2.0%、4.0%、8.0% 的标准气体，标准气体的扩展不确定度为  $U_{rel} = 1.0\%$  ( $k=2$ )，则由标准气体产生的相对标准不确定度为 0.5%，则各个校准点标准气体引入的标准不确定度分别为：

标准值 0.5% 校准点：  $u(X_{si}) = 0.5\% \times 0.5\% = 0.0025\%$

标准值 1.0% 校准点：  $u(X_{si}) = 0.5\% \times 1.0\% = 0.005\%$

标准值 2.0% 校准点：  $u(X_{si}) = 0.5\% \times 2.0\% = 0.01\%$

标准值 4.0% 校准点：  $u(X_{si}) = 0.5\% \times 4.0\% = 0.02\%$

标准值 8.0% 校准点：  $u(X_{si}) = 0.5\% \times 8.0\% = 0.04\%$

#### B.6 标准不确定度汇总表

输入量的标准不确定度汇总于表 B.2。

表 B.2 标准不确定度汇总

(单位%)

| 标准不确定度<br>$u(x_i)$ | 不确定度来源    | 标准气体浓度 | 标准不确定度值 | $c_i$                       | $u(x_i)$ |
|--------------------|-----------|--------|---------|-----------------------------|----------|
| $u(\bar{X}_i)$     | 测量重复性     | 0.5    | 0.0130  | $\frac{1}{R} \times 100\%$  | 0.0130   |
|                    |           | 1      | 0.0237  |                             | 0.0211   |
|                    |           | 2      | 0.0172  |                             | 0.0172   |
|                    |           | 4      | 0.0185  |                             | 0.0185   |
|                    |           | 8      | 0.0225  |                             | 0.0225   |
| $u(X_{si})$        | 标准气体的不确定度 | 0.5    | 0.0025  | $-\frac{1}{R} \times 100\%$ | 0.0025   |
|                    |           | 1      | 0.005   |                             | 0.005    |
|                    |           | 2      | 0.01    |                             | 0.01     |
|                    |           | 4      | 0.02    |                             | 0.02     |
|                    |           | 8      | 0.04    |                             | 0.04     |

**B.7 合成标准不确定度评定**

测量模型为线性测量模型，各个输入量之间不相关，按照 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》中 4.4.2.2 中的规定，按照下式计算其合成标准不确定度：

$$u_c^2(\Delta X_i) = c_1^2 u^2(\bar{X}_i) + c_2^2 u^2(X_{si})$$

则氢气排放分析仪各个校准点的合成标准不确定度分别为：

标准值 0.5%校准点： $u_c(\Delta X_i) = 0.133\%FS$

标准值 1.0%校准点： $u_c(\Delta X_i) = 0.217\%FS$

标准值 2.0%校准点： $u_c(\Delta X_i) = 0.199\%FS$

标准值 4.0%校准点： $u_c(\Delta X_i) = 0.273\%FS$

标准值 8.0%校准点： $u_c(\Delta X_i) = 0.459\%FS$

**B.8 扩展不确定度评定**

取包含因子  $k=2$ ，则扩展不确定度为  $U = 2 \times u_c(\Delta X_i)$ 。

则氢气排放分析仪各个校准点的扩展不确定度分别为：

标准值 0.5%校准点： $U = 0.27\%FS$

标准值 1.0%校准点： $U = 0.44\%FS$

标准值 2.0%校准点： $U = 0.40\%FS$

标准值 4.0%校准点： $U = 0.55\%FS$

标准值 8.0%校准点：  $U = 0.92\%FS$

## 附录 C（资料性）

### 校准证书或校准报告内容

校准证书或校准报告至少包含以下内容：

- 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（如果不在实验室内进行校准）；
- 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) 客户的名称和地址；
- 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) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- 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) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准方法的偏离的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；
- 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。

附录D（资料性）

校准原始记录参考格式

校准证书编号：第 页 共 页

|       |            |             |  |
|-------|------------|-------------|--|
| 委托单位： | 委托单位地址：    |             |  |
| 仪器名称： | 型号规格：      |             |  |
| 制造厂：  | 出厂编号：      | 管理编号：       |  |
| 校准地点： | 温 度：_____℃ | 相对湿度：_____% |  |
| 校准依据： |            |             |  |

校准用主要计量标准器：

| 标准器名称 | 编号 | 技术特征 | 证书号/<br>有效期 | 溯源机构 | 测量范围 |
|-------|----|------|-------------|------|------|
|       |    |      |             |      |      |
|       |    |      |             |      |      |
|       |    |      |             |      |      |
|       |    |      |             |      |      |

D.1 示值误差

| 标准值（%） | 测量值（%） |   |   |     | 示值误差（%） | 测量不确定度（%） |
|--------|--------|---|---|-----|---------|-----------|
|        | 1      | 2 | 3 | 平均值 |         |           |
|        |        |   |   |     |         |           |
|        |        |   |   |     |         |           |
|        |        |   |   |     |         |           |
|        |        |   |   |     |         |           |
|        |        |   |   |     |         |           |
|        |        |   |   |     |         |           |

D.2 重复性

| 标准值（%） | 测量值（%） |   |   |   |   |   |     | 重复性（%） |
|--------|--------|---|---|---|---|---|-----|--------|
|        | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 平均值 |        |
|        |        |   |   |   |   |   |     |        |

D.3 响应时间

| 标准值（%） | 第1次（s） | 第2次（s） | 第3次（s） | 平均值（s） |
|--------|--------|--------|--------|--------|
|        |        |        |        |        |

D.4 稳定性

| 标准值（%） | 测量值（%） |       |    | 示值误差（%） |       |    |
|--------|--------|-------|----|---------|-------|----|
|        | 0min   | 30min | 1h | 0min    | 30min | 1h |
|        |        |       |    |         |       |    |

校准员：                      年        月        日                      核验员：                      年        月        日