

JJF

# 中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX-XXXX

## 勃氏透气仪校准规范

Calibration Specification of Apparatus for blaine method

(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

---

# 勃氏透气仪校准规范

Calibration Specification of  
Apparatus for blaine method

---

JJF XXXX-XXXX

**归口单位：**全国公路专用计量器具计量技术委员会

**主要起草单位：**贵州省质安交通工程监控检测中心有限责任公司

**参加起草单位：**国家道路与桥梁工程检测设备计量站

交通运输部公路科学研究所

中路高科交通科技集团有限公司

本规范委托全国公路专用计量器具计量技术委员会负责解释

**本规范主要起草人：**

李 斌（贵州省质安交通工程监控检测中心有限责任公司）

孟庆生（贵州省质安交通工程监控检测中心有限责任公司）

杨成铭（贵州省质安交通工程监控检测中心有限责任公司）

**参与起草人：**

郭鸿博（国家道路与桥梁工程检测设备计量站）

窦光武（交通运输部公路科学研究所）

刘 越（交通运输部公路科学研究所）

曹瑾瑾（中路高科交通科技集团有限公司）

---

# 目 录

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 目 录.....                  | III |
| 引 言.....                  | IV  |
| 1 范围.....                 | 1   |
| 2 引用文件.....               | 1   |
| 3 术语和计量单位.....            | 1   |
| 4 概述.....                 | 1   |
| 5 计量特性.....               | 3   |
| 6 校准条件.....               | 3   |
| 7 校准项目和校准方法.....          | 3   |
| 8 校准结果.....               | 4   |
| 9 复校时间间隔.....             | 5   |
| 附录 A 勃氏透气仪校准记录表格式.....    | 6   |
| 附录 B 校准证书内页格式.....        | 7   |
| 附录 C 圆筒试料层体积标定方法.....     | 9   |
| 附录 D 标准时间的测定.....         | 10  |
| 附录 E 勃氏透气仪测量不确定度评定示例..... | 12  |

# 引 言

JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定的基础性系列规范。

本规范为首次制定。

# 勃氏透气仪校准规范

## 1 范围

本规范适用于手动和自动勃氏透气仪的校准。

## 2 引用文件

本规程引用下列文件：

GB/T 8074 水泥比表面积测定方法 勃氏法

JC/T 956 勃氏透气仪

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

下列定义和术语适用于本规范。

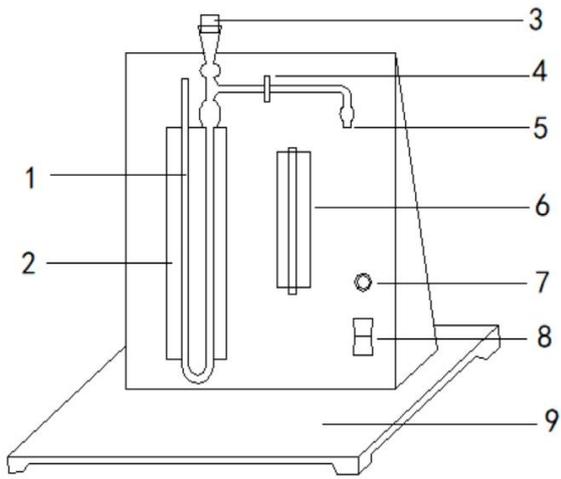
比表面积 specific area

单位质量的试样粉末所具有的总表面积，以平方厘米每克（ $\text{cm}^2/\text{g}$ ）或平方米每千克（ $\text{m}^2/\text{kg}$ ）来表示。

## 4 概述

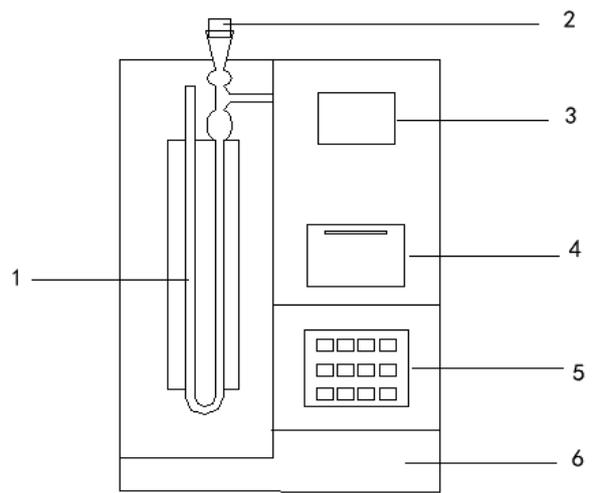
勃氏透气仪工作原理是根据一定量的空气通过具有一定空隙率和固定厚度的试样粉末层时，所受阻力不同而引起流速的变化来测定试样粉末的比表面积。

勃氏透气仪分为手动和自动两种。手动勃氏透气仪由透气圆筒、穿孔板、捣器、U形压力计、抽气装置等组成，结构示意图见图1。自动勃氏透气仪由透气圆筒、穿孔板、捣器、U形压力计、抽气装置、光电管、单片机等组成，结构示意图见图2。U形压力计、捣器、透气圆筒及穿孔板结构示意图见图3。



1-U形压力计；2-平面镜；3-橡皮塞；4-阀门；5-背后接微型电池泵；6-温度计；7-指示灯；8-启动开关；9-台座。

图1 手动勃氏透气仪结构示意图



1-U形压力计；2-橡皮塞；3-显示屏；4-结果打印口；5-按键盘；6-台座。

图2 自动勃氏透气仪结构示意图

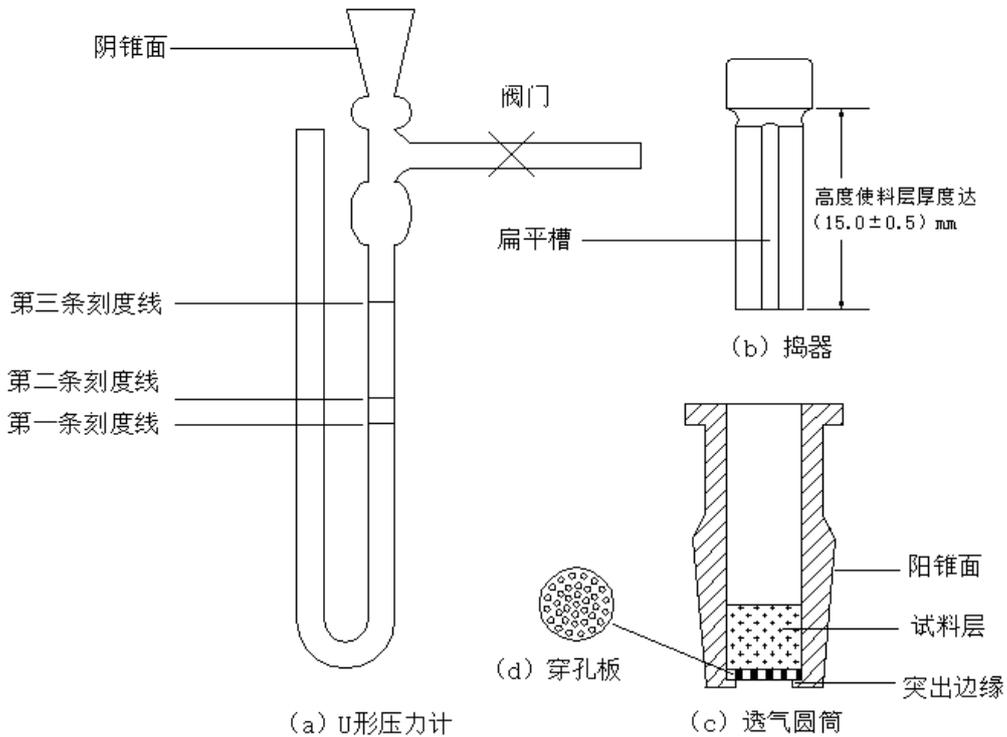


图3 U形压力计、捣器、透气圆筒及穿孔板结构示意图

## 5 计量特性

### 5.1 尺寸

透气圆筒内径： $12.70_0^{+0.05}$  mm。

透气圆筒内底面至顶面的深度： $(55 \pm 1)$  mm。

穿孔板厚度： $(1.0 \pm 0.1)$  mm。

当捣器放入透气圆筒中时，距穿孔板距离： $(15.0 \pm 0.5)$  mm。

### 5.2 相对示值误差

勃氏透气仪的相对示值误差在 2% 以内。

\*注：校准工作不判断合格与否，上述计量特性要求仅供参考。

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

勃氏透气仪应保持清洁，室内清洁、无腐蚀性气体，无振动干扰；

室内温度为  $(20 \pm 5)$  °C，校准过程中温度波动不超过 2°C；相对湿度小于 50%。

### 6.2 测量标准

游标卡尺：量程不小于 70mm，最大允许误差不超过  $\pm 0.03$ mm。

电子秒表：分度值 0.01s。

天平：量程不小于 100g，分度值 0.001g。

### 6.3 其他设备

水银：分析纯。

滤纸：符合 GB/T 1914 的中速定量滤纸。

校准用标准样品：GSB 14-1511 水泥细度和比表面积标准样品。

## 7 校准项目和校准方法

### 7.1 尺寸

#### 7.1.1 透气圆筒内径

用游标卡尺测量透气圆筒顶部以及底部内径，取相互垂直方向的 2 次测量值的平均值作为测量结果。

#### 7.1.2 穿孔板厚度

用游标卡尺测量，取相互垂直方向的 2 次测量值的平均值作为测量结果。

### 7.1.3 透气圆筒中捣器底面与穿孔板之间的距离

将透气圆孔放入透气圆筒，用游标卡尺测量透气圆筒内底面至顶面的深度  $L_1$ ，测量捣器底面至支持环下部的距离  $L_2$ ，按公式（1）计算捣器底面与透气圆筒中穿孔板之间的距离  $L_0$ 。

$$L_0 = L_1 - L_2 \quad (1)$$

式中：

$L_0$ ——捣器底面与透气圆筒中穿孔板之间的距离，mm；

$L_1$ ——透气圆筒内底面至顶面的深度，mm；

$L_2$ ——捣器底面至支持环下部的距离，mm。

### 7.2 相对示值误差

取校准用标准样品，重复测量 3 次（圆筒试料层体积标定方法见附录 C、标准时间测定方法见附录 D，按照式（2）计算每次比表面积试验测试值与对应标准值的差值，取最大偏差值的相对误差作为测试误差。如三次试验结果极差与平均值相差 2% 以上时，应重新试验。

$$\delta = \frac{s_1 - s_0}{s_0} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

$\delta$ ——相对示值误差；

$s_1$ ——测得的比表面积值，(cm<sup>2</sup>/g)；

$s_0$ ——标准试样的比表面积值，(cm<sup>2</sup>/g)。

## 8 校准结果

### 8.1 校准记录

校准记录格式参见附录 A。

### 8.2 校准结果的处理

校准证书内页格式参见附录 B，校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题，如“校准证书”；
- 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（如证书编号），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 (如型号、产品编号等);
- g) 进行校准的日期或校准证书的生效日期;
- h) 校准所依据的技术规范的标识, 包括名称和代号;
- i) 校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- j) 校准环境的描述;
- k) 校准结果及测量不确定度的说明;
- l) 校准员及核验员的签名;
- m) 校准证书批准人的签名;
- n) 校准结果仅对被校对象有效的声明。

## 9 复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过 12 个月。

复校时间间隔的长短受仪器的使用情况、使用频率、仪器本身质量等诸因素所决定的, 因此, 送校单位也可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

## 附录 A

## 勃氏透气仪校准记录表格式

表格编号: \_\_\_\_\_ 记录编号: \_\_\_\_\_ 第 页 共 页

送检单位: \_\_\_\_\_ 制造厂家: \_\_\_\_\_

型号规格: \_\_\_\_\_ 设备编号: \_\_\_\_\_

检定地点: \_\_\_\_\_ 环境温度: \_\_\_\_\_ 相对湿度: \_\_\_\_\_

| 序号 | 校准项目 |                      | 测值 ( $x_i$ ) / 观察情况              |                     |   | 测量结果 ( $\bar{x}$ ) |                                |    |
|----|------|----------------------|----------------------------------|---------------------|---|--------------------|--------------------------------|----|
| 1  | 透气圆筒 | 内径, mm               |                                  |                     |   |                    |                                |    |
|    |      | 试料层体积, $\text{cm}^3$ |                                  |                     |   |                    |                                |    |
| 2  | 穿孔板  | 厚度, mm               |                                  |                     |   |                    |                                |    |
| 3  | 捣器   | 扁平槽宽度, mm            |                                  |                     |   |                    |                                |    |
|    |      | 捣器与穿孔板距离 $L_0$ , mm  | 透气圆筒内底面至顶面的深度 $L_1$              | 捣器底面至支持环下部的距离 $L_2$ |   |                    |                                |    |
| 4  | 标准时间 |                      | 标准时间 (s)                         |                     |   |                    |                                |    |
|    | 仪器常数 |                      | 常数 k                             |                     |   |                    |                                |    |
| 5  | 示值误差 |                      | 下降时间 (s)                         | 1                   | 2 | 3                  | 标准值 ( $\text{cm}^2/\text{g}$ ) | 误差 |
|    |      |                      | 比表面积值 ( $\text{cm}^2/\text{g}$ ) |                     |   |                    |                                |    |

校准: \_\_\_\_\_ 核验: \_\_\_\_\_ 日期: \_\_\_\_\_

## 附录 B

### 校准证书内页格式

校准证书第 2 页

| 证书编号：××××××—×××× |      |                   |             |      |
|------------------|------|-------------------|-------------|------|
| 校准机构授权说明：        |      |                   |             |      |
| 校准环境条件及地点：       |      |                   |             |      |
| 温度               | ℃    | 地点                |             |      |
| 相对湿度             | %    | 其他                |             |      |
| 校准使用的计量（基）标准装置   |      |                   |             |      |
| 名称               | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | 计量（基）标准证书编号 | 有效期至 |
|                  |      |                   |             |      |
| 校准使用的标准器         |      |                   |             |      |
| 名称               | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | 校准/标准证书编号   | 有效期至 |
|                  |      |                   |             |      |
| 第×页 共×页          |      |                   |             |      |

## 校准证书内页格式

## 校准证书第 3 页

证书编号：××××××—×××××

## 校准结果

| 序号 | 校准项目      |                        | 测量结果 ( $\bar{x}$ ) |
|----|-----------|------------------------|--------------------|
| 1  | 透气圆筒      | 内径, mm                 |                    |
|    |           | 试料层体积, cm <sup>3</sup> |                    |
| 2  | 穿孔板       | 厚度, mm                 |                    |
| 3  | 捣器        | 扁平槽宽度, mm              |                    |
|    |           | 捣器与穿孔板距离<br>$L_0$ , mm |                    |
| 4  | 标准时间、仪器常数 |                        |                    |
| 5  | 相对示值误差    |                        |                    |

第×页 共×页

## 附录 C

### 圆筒试料层体积标定方法

#### C.1 范围

本附录规定了勃氏透气仪的圆筒试料层体积的标定方法

#### C.2 圆筒试料层体积的标定方法

用水银排代法测定圆筒的试料体积。将穿孔板平放入圆筒内，再放入两片滤纸。然后用水银注满圆筒，用玻璃片挤压圆筒上口多余的水银，使水银面与圆筒上口平齐，倒出水银称量 ( $P_1$ )，然后取出一片滤纸，在圆筒内加入适量 (约为 3.3g) 的试样，再盖上一片滤纸后用捣器压实至试料层规定高度。取出捣器用水银注满圆筒，同样用玻璃片挤压平后，将水银倒出称量 ( $P_2$ )，圆筒试料层体积按式 (1) 计算：

$$V = \frac{P_1 - P_2}{\rho_{\text{水银}}} \quad (1)$$

式中：

$V$ —透气圆筒的试料层体积， $\text{cm}^3$ ；

$P_1$ —未装试样时，充满圆筒的水银质量，g；

$P_2$ —装试样后，充满圆筒的水银质量，g；

$\rho_{\text{水银}}$ —试验温度下水银的密度， $\text{g}/\text{cm}^3$ 。

试料层体积要重复测定两遍，取平均值，计算精确至  $0.001\text{cm}^3$ 。

## 附录 D

### 标准时间的测定

#### D.1 范围

本附录规定了勃氏透气仪用试料细度和比表面积标准粉测定标准时间的方法。

#### D.2 圆筒试料层体积的标定方法

##### D.2.1 确定试样量

先将标准粉放入试验室恒温。将开封后的样品倒入不小于 100mL 广口密封瓶内，摇动 1min2min，使标准样品松散。静置两分钟后，打开瓶盖后称量使用。按式 $W = \rho V(1 - \varepsilon)$  计算并准确称至 0.001g。

##### D.2.2 试料层制备

将穿孔板放入透气圆筒内，取一片滤纸放入，并放平。将准确称至 0.001g 的标准粉倒入圆筒，使其表面平坦，再放入一片滤纸，用捣器均匀压实试料直至捣器的支持环紧紧接触圆筒顶边，旋转捣器 12 圈，慢慢取出捣器。

##### D.2.3 手动勃氏透气仪标准时间标定方法

透气试验将装好试料层的圆筒下锥面涂一层凡士林，把它连接到 U 形压力计上。打开电磁泵，打开阀门，缓慢地从压力计一臂中抽出空气，直到压力计内液面上升到扩大部下端时关闭阀门，关闭电磁泵。当压力计内液体的凹月面下降到第三条刻度线开始计时，当液体的凹月面下降到第二条刻度线时停止计时。记录液面从第三条刻度线到第二条刻度线所需的时间，精确至 0.1s。透气试验重复称取两次标准粉分别进行，当两次透气时间的差超过 1.0s 时，要测第三遍，取两次不超过 1.0s 的透气时间平均值作为该仪器的标准时间  $T_s$ 。

##### D.2.4 自动勃氏透气仪常数的标定方法

将装好标准样的圆筒下锥面涂一薄层凡士林，把它连接到 U 形压力计上。选择标定键，录入相关常数；按测量键进行透气试验。测定透气时间时要重复称取两次标准样，分别进行测定。当两次实验的常数相对误差超过 0.2% 时，要进行第 3 次实验，取两次常数相对误差不超过 0.2% 的平均数作为自动勃氏仪的标准常数，结果精确至该仪器显示的

位数。

## 附录 E

## 勃氏透气仪测量不确定度评定示例

## E.1 示值误差测量结果不确定度评定示例

## E.1.1 概述

## E.1.1.1 测量依据

JJF XXXX-XXXX

## E.1.1.2 环境条件

温度 20℃，相对湿度 48%。

## E.1.1.3 测量标准

符合 GSB 14-1511 规定的水泥细度和比表面积标准样品，比表面积值为 3650 (cm<sup>2</sup>/g)。

## E.1.1.4 测量标准

量程范围为 (0.1~999.9) s，精度为 0.1s 的全自动勃氏水泥比表面积测定仪。

## E.1.1.5 测量方法

按照 JJF XX-XXXX 《勃氏透气仪校准规范》中的相关规定进行。

## E.1.2 测量模型

勃氏透气仪的相对示值误差的测量模型为：

$$\delta = \left( \frac{s_1}{s_0} - 1 \right) \times 100\% \quad (1)$$

式中：

$\delta$ ——勃氏法比表面积测定仪相对示值误差；

$s_1$ ——样品比表面积测定值，cm<sup>2</sup>/g；

$s_0$ ——标准样品比表面积值，cm<sup>2</sup>/g。

根据对数关系公式 (1) 可写成如下:

$$\ln \delta = \ln s_1 - \ln s_0 \quad (2)$$

### E1.3 方差和灵敏系数

由 (1) 式的方差传播公式:

$$u_c^2(\delta) = c_1^2 u^2(T) + c_2^2 u^2(T_0) \quad (3)$$

式中:

$u_c(\delta)$  —— 相对示值误差的测量不确定度;

$u(T)$  —— 由勃氏透气仪的测量重复性引入的不确定度分量;

$u(T_0)$  —— 由标准试样引入的不确定度分量。

$$c_1 = \partial \Delta T / \partial T = 1$$

$$c_2 = \partial \Delta T / \partial T_0 = -1$$

所以 (2) 式简化为

$$u_c^2(\Delta T) = u^2(T) + u^2(T_0) \quad (4)$$

其中令

$$u_c = u_c(\Delta T)$$

$$u_1 = u(T)$$

$$u_2 = u(T_0)$$

则 (3) 式转化为

$$u_c^2 = u_1^2 + u_2^2 \quad (5)$$

式中:

$u_c$  —— 相对示值误差的测量不确定度;

$u_1$  —— 由勃氏透气仪的测量重复性引入的不确定度分量;

$u_2$  —— 由标准试样引入的不确定度分量。

### E.1.4 不确定度来源

根据以上测量模型以及测量方法, 其不确定度来源主要包括以下 2 个方面:

a) 勃氏透气仪的测量重复性引入的不确定度  $u_1$ ;

b) 标准试样引入的不确定度  $u_2$ 。

### E.1.5 测量重复性的标准不确定度 $u_1$ 分析

该不确定度为勃氏透气仪的测量重复性引入的标准不确定度  $u_1$ 。

按勃氏法比表面积测定仪的使用方法对标准值为的标准试样测量 10 次，测量结果示值数据如表 1 所示。由贝塞尔公式计算该次重复测量的实验标准差。

表 1 比表面积试验数据

|                                         | 测量次数           | 测量值    |
|-----------------------------------------|----------------|--------|
| 标准试样比表面积值<br>( $\text{cm}^2/\text{g}$ ) | 1              | 3652   |
|                                         | 2              | 3671   |
|                                         | 3              | 3645   |
|                                         | 4              | 3637   |
|                                         | 5              | 3650   |
|                                         | 6              | 3655   |
|                                         | 7              | 3652   |
|                                         | 8              | 3654   |
|                                         | 9              | 3652   |
|                                         | 10             | 3654   |
|                                         | $\bar{S}_1$    | 3652.2 |
|                                         | 测量重复性 $S(S_1)$ | 8.53   |
|                                         | $u_1$          | 0.23%  |

$$S(S_1) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (S_{1i} - \bar{S}_1)^2}{n-1}} \quad (6)$$

式中：

$S(S_1)$  —— 实验室标准偏差；

$S_{1i}$  —— 标准试样比表面积值， $\text{cm}^2/\text{g}$ ；

$\bar{S}_1$  —— 标准试样比表面积平均值， $\text{cm}^2/\text{g}$ 。

重复过程引入的不确定度  $u_1$  的取值

$$u_1 = 0.23\%$$

#### E.1.6 标准试样引入的标准不确定度 $u_2$ 分析

根据有证标准样品证书，标准试样的标称值为  $3650 \text{ cm}^2/\text{g}$ ，扩展不确定度  $U = 2, k = 2$ ，根据相对扩展不确定度为扩展不确定度除以所测结果的绝对值可得： $U_r = 0.05\%, k = 2$ ，

则相对标准不确定度  $u_2=0.025\%$ 。

#### E.1.7 测量不确定度汇总

| 序号 | 测量不确定度分量                   | 标准不确定度 |
|----|----------------------------|--------|
| 1  | 勃氏透气仪的测量重复性引入的标准不确定度 $u_1$ | 0.23%  |
| 2  | 标准试样引入的标准不确定度 $u_2$        | 0.025% |

#### E.1.8 合成标准不确定度的评定

各分量互不相关，合成标准不确定度为：

$$u_c^2 = u_1^2 + u_2^2 ; u_c = 0.23\%$$

#### E.1.9 扩展不确定度的评定

扩展不确定度  $U$  由合成标准不确定度  $u_c$  乘包含因子  $k$  得到，按专业具体情况和 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》要求，取包含因子  $k=2$ ，则扩展不确定度为：

$$U = u_c \cdot k = 0.46\%$$

#### E.1.10 不确定度分析结果

根据以上分析，可将相对示值误差测试的扩展不确定度表述为如下所示：

$$U = 0.46\%, \quad k = 2。$$