



湖北省地方计量技术规范

JJF (鄂) **—20**

罐内涂膜完整性测试仪校准规范

Calibration Specification for Internal Film Integrity Tester

(征求意见稿)

20**-**-**发布

20**-**-**实施

湖北省市场监督管理局 发布

罐内涂膜测试仪校准规范

Calibration Specification for

Internal Film Integrity Tester

JJF (鄂) **—20**

归口单位：湖北省市场监督管理局

主要起草单位：湖北省计量测试技术研究院

参加起草单位：国网湖北省电力有限公司营销服务中心（计量中心）

本规范委托湖北省计量测试技术研究院负责解释

本规范主要起草人：

张琼月（湖北省计量测试技术研究院）

陈媛媛（湖北省计量测试技术研究院）

田 天（湖北省计量测试技术研究院）

杨 栋（湖北省计量测试技术研究院）

参加起草人：

刘 莉（国网湖北省电力有限公司营销服务中心（计量中心））

吕馥香（国网湖北省电力有限公司营销服务中心（计量中心））

普 夏（湖北省计量测试技术研究院）

王 强（湖北省计量测试技术研究院）

目 录

引 言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 术语	1
3.1 示值误差	1
4 概述	1
5 计量特性	2
5.1 直流电压示值误差	2
5.2 直流电流示值误差	2
6 校准条件	3
6.1 环境条件	3
6.2 测量标准及其他设备	3
7 校准项目和校准方法	3
7.1 校准项目	3
7.2 校准方法	4
7.2.1 校准前准备	4
7.3 校准方法	4
8 校准结果表达	5
9 复校时间间隔	6
附录 A 直流电压示值误差测量不确定度评定示例	7
附录 B 直流电流示值误差测量不确定度评定示例	11
附录 C 时间测量不确定度评定实示例	14
附录 D 罐内涂膜完整性测试仪校准原始记录	17
附录 E 罐内涂膜完整性测试仪校准证书内页	18

引 言

JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1—2012《测量不确定评定与表示》共同构成支撑校准规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

罐内涂膜测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于罐内涂膜完整性测试仪（简称内涂膜测试仪）的校准，其他类似的内涂膜测试仪也可参照本规范进行校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJF1638-2017 多功能标准源校准规范

GB/T9106.1-2019 包装容器 铝易开盖两片罐

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。

3 术语

JJF 1001—2011、JJF 1034—2020 界定的及以下术语和定义适用于本规范。

3.1 示值误差

被测仪器示值与标准器的示值之差。

4 概述

罐内涂膜完整性测试仪是金属包装行业的常用仪器，主要用于空罐内涂膜完整性检测，通过测定电流值反映涂膜的完整性、内涂膜致密性。罐内涂膜如果不完整（如针孔、内涂膜脱落等），罐内物质会因金属腐蚀，影响产品的质量和贮存。

罐内涂膜完整性测试仪由主机和配套夹具组成，夹具配备两个电极。工作时，一个电极接罐体，罐内加特定电解溶液，另一电极浸入溶液中。主机在两个电极之间提供一个稳定的直流电压，仪器两个电极分别与电解溶液和罐体外壁接触形成电流通路。主机测量并显示实时电流值。罐内涂膜完整性越好，电路阻值越大，电流值越小。若完整性存在缺陷，电流值就越大。根据电流值的数据可以判断内涂膜完整性。如果内涂膜不完整（内涂膜不致密或者破损），电流值会超出规定值。

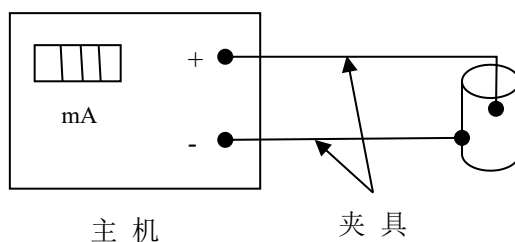


图1 罐内涂膜完整性测试仪工作示意图

5 计量特性

5.1 直流电压示值误差

直流电压示值误差均用公式（1）表示，相对示值误差用公式（2）表示。

$$\Delta_U = U_x - U_n \quad (1)$$

式中：

Δ_U ——直流电压示值误差，单位：V；

U_x ——被测内涂膜测试仪的输出电压值，单位：V；

U_n ——对应输出量的电压实测值，单位：V。

$$\gamma_U = \frac{\Delta}{U_n} \quad (2)$$

式中：

γ_U ——电压相对示值误差。

5.2 直流电流示值误差

直流电流示值误差均用公式（3）表示，相对示值误差用公式（4）表示。

$$\Delta_I = I_x - I_n \quad (3)$$

式中：

Δ_I ——直流电流示值误差，单位：mA；

I_x ——被测内涂膜测试仪的电流显示值，单位：mA；

I_n ——对应输出量的电流实测值，单位：mA。

$$\gamma_I = \frac{\Delta}{I_n} \quad (4)$$

式中:

γ_I ——电流相对示值误差。

6 校准条件

6.1 环境条件

环境温度: $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$;

相对湿度: $60\% \pm 15\%$;

交流供电电压: $220\text{V} \pm 22\text{V}$;

电源频率: $50\text{Hz} \pm 0.5\text{Hz}$ 。

注: 环境温度以及交流供电电压的允许偏差也可以参照仪器使用说明书中的规定。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 校准时所需的标准器及配套设备如下:

a) 数字多用表

直流电压测量范围: $10\text{mV} \sim 100\text{V}$;

直流电流测量范围: $1\text{mA} \sim 1\text{A}$ 且最小读数值不大于 0.1mA 。

b) 标准电阻箱

电阻值范围: $1\ \Omega \sim 10\text{k}\ \Omega$, 工作电流不小于 1A 或者

c) 滑动变阻器

工作电流不小于 1A 。

d) 电子秒表

测量范围: $0.01\text{s} \sim 60\text{s}$

6.2.2 校准装置对应功能的最大允许误差绝对值(或不确定度)应不大于被校内涂膜测试仪的对应功能的最大允许误差绝对值的三分之一。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

根据内涂膜测试仪的工作原理, 内涂膜测试仪需具备直流电压输出功能和直流

电流测量功能。校准项目见表 1。

表 1 校准项目一览表

序号	项目名称	校准方法的条款号
1	直流电压示值误差	7.3.2
2	直流电流示值误差	7.3.3
3	时间测量	7.3.4

说明：由于目前市场上被校内涂膜测试仪的功能不一致，故以上校准项目按照被校仪器的实际功能选择。

7.2 校准方法

7.2.1 校准前准备

校准前需要检查外观并通电检查。

- a) 被校内涂膜测试仪外观完好，无影响正常工作的机械损伤；
- b) 被校内涂膜测试仪仪器名称、型号、出厂编号、生产单位或商标等均应有明确标记；
- c) 各开关、按钮能正常工作，显示功能应正常。

按照被校内涂膜测试仪使用说明书的要求和规定进行预热和预调。

7.3 校准方法

7.3.1 校准点的选取

7.3.1.1 直流电压

市场上的内涂膜测试仪的输出电压范围在 1V~50V。电压测量校准点需根据被校仪器的型号选取。输出固定电压值的内涂膜测试仪只需测量一个点。输出电压可调的内涂膜测试仪按照仪器使用说明书和（或）客户要求均匀选取 3~5 个校准点。

7.3.1.2 直流电流

市场上的内涂膜测试仪的电流范围在 0.1mA~1A。测量时按照仪器使用说明书和（或）客户要求均匀选取 3~5 个校准点。

7.3.1.3 时间

按照内涂膜测试仪的功能，时间只能测量 4s，故时间测量只有一个校准点。

7.3.2 直流电压示值误差

直流电压示值误差的校准采用标准表法。

直接用数字多用表直流电压测量功能测量被校内涂膜测试仪的输出电压。连线如图 1 所示。

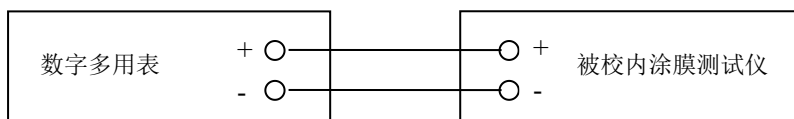


图 2 直流电压示值误差校准示意图

7.3.3 直流电流示值误差

直流电流示值误差的校准采用标准表法。

滑动变阻器或者直流电阻箱作为负载接入被校内涂膜测试仪的电压输出端，串联数字多用表形成回路。直流电压输出后，被校内涂膜测试仪显示实时电流值，此时数字多用表显示被校内涂膜测试仪的输出电流实测值。

连线如图 2 所示。

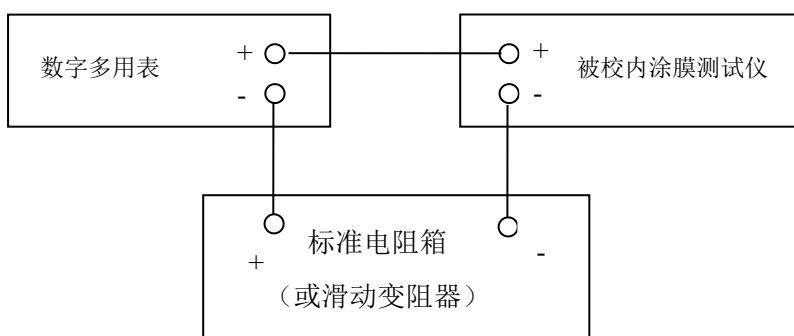


图 2 直流电流示值误差校准示意图

7.3.4 时间测量

时间测量采用直接测量法。

被校内涂膜测试仪如图 2 所示接线，电流测量启动，仪器开始计时，同时秒表开始计时。仪器屏幕显示 4s 时停止计时。重复 3 次测量，取平均值。

8 校准结果表达

校准后, 出具校准证书。校准结果应在校准证书上反映, 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收日期;
- 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) 对校准规范的偏离的说明;
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识;
- 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, 不得部分复制证书的声明。

校准结果不确定度评定示例见附录 A, 校准原始记录格式见附录 B, 校准证书内页格式见附录 C。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔为 1 年。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

直流电压示值误差测量不确定度评定示例

A.1 概述

A.1.1 环境条件：环境温度：22.1℃；相对湿度：65%。

A.1.2 被测对象：罐内涂膜完整性测试仪。

A.1.3 标准器：六位半数字多用表。

A.1.4 测量方法：标准表法

A.2 测量模型

$$\Delta = Y_x - Y_n \quad (\text{A1})$$

式中：

Δ ——示值误差；

Y_x ——被校内涂膜测试仪的输出值；

Y_n ——数字多用表的显示值。

A.3 不确定度传播率

由于各分量相互独立，则合成标准不确定度 $u_c(\Delta)$ 为：

$$u_c^2(\Delta) = c_1^2 u^2(Y_x) + c_n^2 u^2(Y_n)$$

其中灵敏系数：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta}{\partial Y_x} = 1$$

$$c_n = \frac{\partial \Delta}{\partial Y_n} = -1$$

A.4 测量不确定度的评定

根据 GB/T 17590-2008 《铝易开盖三片罐》中“7.6 罐体内涂膜完整性实验”中提到了对罐内涂膜完整性测试仪的要求，6.3V 是罐内涂膜完整性测试仪必须输出的电压值。目前市场上罐内涂膜完整性测试仪中，所有型号的仪器均可输出直流电压 6.3V。故以直流电压 6.3V 为例子开展不确定度评定分析。

A.4.1 不确定度来源

- 1) 数字多用表上级传递引入的标准不确定度分量 u_1 ;
- 2) 数字多用表年稳定性引入的标准不确定度分量 u_2 ;
- 3) 测量重复性引入的标准不确定度分量 u_3 ;
- 4) 数字多用表分辨力引入的标准不确定度分量 u_4 ;
- 5) 被校内涂膜测试仪分辨力引入的标准不确定度分量 u_5 。

A. 4. 2 由上级传递引入的标准不确定度分量 u_1

数字多用表上级传递引入的标准不确定度分量按 B 类评定, 由上级证书中, 6. 3V 的测量不确定度为 3×10^{-5} , 则由上级传递引入的标准不确定度分量为:

$$u_1 = \frac{U_{rel}}{k} = \frac{3 \times 10^{-5} \times 6.3V}{k} = 0.094mV, k = 2$$

A. 4. 3 数字多用表年稳定性引入的标准不确定度分量 u_2

查数字多用表技术说明书, 直流电压 10V 量程 6. 3V 点年稳定性为 $\pm (0.0020\% \times 6.3V + 0.0005\% \times 10V)$ 。年稳定性按均匀分布评定。则数字多用表年稳定性引入的标准不确定度分量为:

$$u_2 = \frac{0.0020\% \times 6.3V + 0.0005\% \times 10V}{k} \approx 0.11mV, k = \sqrt{3}$$

A. 4. 4 测量重复性引入的标准不确定度分量 u_3

测量重复性引入的标准不确定度分量按 A 类评定。用数字多用表重复测量 10 次被校内涂膜测试仪输出电压, 测量结果如表 A1 所示。

表 A1 直流电压测量的测量重复性数据

测量次数 n	数字多用表显示值/V
1	6.33
2	6.31
3	6.32
4	6.34
5	6.32
6	6.34
7	6.36

8	6.35
9	6.34
10	6.31
平均值	6.332
$s(y_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}$	0.0169

$$u_3 = s(y_i) = 16.9\text{mV}$$

A. 4. 5 数字多用表分辨力引入的标准不确定度分量 u_4

数字多用表测量 6.3V 时分辨力为 0.01mV。则数字多用表引入的标准不确定度分量为：

$$u_4 = \frac{0.01\text{mV}}{2\sqrt{3}} = 0.0029\text{mV}$$

A. 4. 6 被校内涂膜测试仪分辨力引入的标准不确定度分量 u_5

被校内涂膜测试仪输出 6.3V 时分辨力为 0.01V。则数字多用表引入的标准不确定度分量为：

$$u_5 = \frac{0.01\text{V}}{2\sqrt{3}} = 2.9\text{mV}$$

A. 5 不确定度分量汇总表

各不确定度分量汇总表如下所示。

表 A2 不确定度分量汇总表

不确定度分量	不确定度来源	不确定度分量	标准不确定度
u_1	数字多用表上级传递引入的标准不确定度分量	B 类	0.094mV
u_2	数字多用表稳定性引入的标准不确定度分量	B 类	0.11mV
u_3	测量重复性引入的标准不确定度分量	A 类	16.9mV

u_4	数字多用表分辨力引入的标准不确定度分量	B 类	0.0029mV
u_5	被校内涂膜测试仪分辨力引入的标准不确定度分量	B 类	2.9mV

A.6 合成标准不确定度

数字多用表分辨率引入的标准不确定度分量 u_4 远远小于其余四个分量,可以忽略不计。

u_1 、 u_2 、 u_3 、 u_4 和 u_5 独立不相关,则合成标准不确定度为:

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2} = 17.1\text{mV}$$

A.7 扩展不确定度

取 $k=2$, 扩展不确定度为:

$$U_c = ku_c \approx 34\text{mV} \approx 0.03\text{V}$$

相对不确定度为

$$U_{\text{rel}} = \frac{0.03\text{V}}{6.3\text{V}} \approx 5.4 \times 10^{-3}$$

附录 B

直流电流示值误差测量不确定度评定示例

B.1 概述

B.1.1 环境条件：环境温度：22.1℃；相对湿度：65%.

B.1.2 被测对象：罐内涂膜完整性测试仪。

B.1.3 标准器：数字多用表、标准电阻箱。

B.1.4 测量方法：标准表法

B.2 测量模型

$$\Delta = I_x - I_n \quad (\text{B1})$$

式中：

Δ ——示值误差；

I_x ——被校内涂膜测试仪的电流输出值；

I_n ——数字多用表的电流测量值。

B.3 不确定度传播率

由于各分量相互独立，则合成标准不确定度 $u_c(\Delta)$ 为：

$$u_c^2(\Delta) = c_1^2 u^2(I_x) + c_2^2 u^2(I_n)$$

其中灵敏系数：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta}{\partial I_x} = 1$$

$$c_2 = \frac{\partial \Delta}{\partial I_n} = -1$$

B.4 测量不确定度的评定

根据 GB/T 9106.1-2019《包装容器 铝易开盖两片罐》中“6.5 罐体内涂膜完整性实验”和 GB/T 17590-2008《铝易开盖三片罐》中“7.6 罐体内涂膜完整性实验”的要求，选取直流电流 10mA 为例开展不确定度分析。

B.4.1 不确定度来源

- 1) 数字多用表上级传递引入的标准不确定度分量 u_1 ;
- 2) 数字多用表稳定性引入的标准不确定度分量 u_2 ;
- 3) 测量重复性引入的标准不确定度分量 u_3 ;
- 4) 数字多用表分辨力引入的标准不确定度分量 u_4 ;
- 5) 被校内涂膜测试仪分辨力引入的标准不确定度分量 u_5 。

环境条件影响、电源稳定度等影响量引入的不确定度分量忽略不计。

B.4.2 由上级传递引入的标准不确定度分量 u_1

数字多用表上级传递引入的标准不确定度分量按 B 类评定, 由上级证书可知, 10mV 的测量不确定度为 5×10^{-4} , 则由上级传递引入的标准不确定度分量为:

$$u_1 = \frac{U_{rel}}{k} = \frac{5 \times 10^{-4} \times 10\text{mA}}{k} = 0.0025\text{mA}, k = 2$$

B.4.3 数字多用表稳定性引入的标准不确定度分量 u_2

查数字多用表技术说明书, 直流电压 10mA 量程 10mA 点年稳定性为 $\pm (0.050\% \times 10\text{mA} + 0.020\% \times 10\text{mA})$ 。年稳定性按均匀分布评定。则数字多用表年稳定性引入的标准不确定度分量为:

$$u_2 = \frac{0.050\% \times 10\text{mA} + 0.020\% \times 10\text{mA}}{k} = 0.004\text{mA}, k = \sqrt{3}$$

B.4.4 测量重复性引入的标准不确定度分量 u_3

测量重复性引入的标准不确定度分量按 A 类评定。调整电阻, 使被校内涂膜测试仪输出电流为 10mA。数字多用表重复测量 10 次。测量结果如表 B1 所示。

表 B1 直流电流测量的测量重复性数据

测量次数 n	输出值/mA	数字多用表显示值/mA
1	10.10	10.14
2	10.06	10.12
3	10.08	10.14
4	10.10	10.13
5	10.09	10.11
6	10.02	10.07

7	10.05	10.13
8	10.03	10.09
9	10.02	10.10
10	10.04	10.12
平均值	10.115	10.115
$s(y_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}$	0.023	

$$u_3 = s(y_i) = 0.023\text{mA}$$

B.5 不确定度分量汇总表

各不确定度分量汇总表如下所示。

表 B2 不确定度分量汇总表

不确定度分量	不确定度来源	不确定度分量	标准不确定度
u_1	数字多用表上级传递引入的标准不确定度分量	B 类	0.002mA
u_2	数字多用表稳定性引入的标准不确定度分量	B 类	0.006mA
u_3	测量重复性引入的标准不确定度分量	A 类	0.023mA

B.6 合成标准不确定度

u_1 、 u_2 、 u_3 独立不相关，则合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.024\text{mA}$$

B.7 扩展不确定度

取 $k=2$ ，扩展不确定度为：

$$U_c = ku_c = 0.048\text{mA}$$

相对不确定度为

$$U_{\text{rel}} = 4.8 \times 10^{-3}$$

附录 C

时间测量不确定度评定实示例

C.1 概述

C.1.1 环境条件：环境温度：22.1℃；相对湿度：65%。

C.1.2 被测对象：罐内涂膜完整性测试仪。

C.1.3 标准器：电子秒表。

C.1.4 测量方法：直接测量法

C.2 测量模型

$$T_x = T_n \quad (\text{A1})$$

式中：

T_x ——被校内涂膜测试仪的时间显示值；

T_n ——实测时间值。

C.3 不确定度传播率

由于各分量相互独立，则合成标准不确定度 $u_c(T_x)$ 为：

$$u_c^2(T_x) = c^2 u^2(T_n)^2$$

其中灵敏系数：

$$c = \frac{\partial T_x}{\partial T_n} = 1$$

C.4 测量不确定度的评定

根据 GB/T 9106.1-2019《包装容器 铝易开盖两片罐》中“6.5 罐体内涂膜完整性实验”和 GB/T 17590-2008《铝易开盖三片罐》中“7.6 罐体内涂膜完整性实验”的要求，罐内涂膜完整性测试仪需读取第 4 秒的电流值。所以只对这一个校准点开展不确定度评定。

C.4.1 不确定度来源

1) 测量重复性引入的标准不确定度分量 u_1 ；

2) 电子秒表年稳定性引入的标准不确定度分量 u_2 ；

3) 被校涂膜完整性测试仪分辨力引入的标准不确定度分量 u_3 ;

4) 电子秒表分辨力引入的标准不确定度分量 u_4 ;

C.4.2 测量重复性引入的标准不确定度分量 u_1

测量重复性引入的标准不确定度分量按 A 类评定。用数字多用表重复测量 10 次被校内涂膜测试仪输出电压, 测量结果如表 A1 所示。

表 C1 时间测量的测量重复性数据

测量次数 n	实测值/s
1	4
2	4
3	4
4	4
5	4
6	4
7	4
8	4
9	4
10	4
平均值	4
$s(y_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}$	0

因为时间测量的特殊情况, 经过计算, u_1 为 0。

C.4.3 电子秒表年稳定性引入的标准不确定度分量 u_2

电子秒表是一种稳定性非常好的计量仪器, 年稳定性引入的标准不确定度分量 u_2 可忽略不计。

C.4.4 被校涂膜完整性测试仪分辨力引入的标准不确定度分量 u_3

被校涂膜完整性测试仪时间测量分辨力为 1s, 则引入的标准不确定度分量为:

$$u_4 = \frac{1s}{2\sqrt{3}} = 0.29s$$

C.4.5 电子秒表分辨力引入的标准不确定度分量 u_4

电子秒表分辨力为 0.01s，远大于被校涂膜完整性测试仪分辨力，故被校涂膜完整性测试仪分辨力引入的标准不确定度分量 u_4 可忽略不计。

C.5 不确定度分量汇总表

各不确定度分量汇总表如下所示。

表 C2 不确定度分量汇总表

不确定度分量	不确定度来源	不确定度分量	标准不确定度
u_1	测量重复性引入的标准不确定度分量	A 类	0
u_2	电子秒表年稳定性引入的标准不确定度分量	B 类	0
u_3	被校涂膜完整性测试仪分辨力引入的标准不确定度分量	B 类	0.29 s
u_4	电子秒表分辨力引入的标准不确定度分量	B 类	0

C.6 合成标准不确定度

数字多用表分辨率引入的标准不确定度分量 u_4 远远小于其余四个分量，可以忽略不计。

u_1 、 u_2 、 u_3 和 u_4 独立不相关，则合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2} = 0.29s$$

C.7 扩展不确定度

取 $k = 2$ ，扩展不确定度为：

$$U_c = ku_c = 0.58s \approx 1s$$

附录 D

罐内涂膜完整性测试仪校准原始记录

委托方			
样品名称			
样品型号			
制造厂商			
出厂编号			
标准器名称			
标准器型号			
标准器编号			
标准器证书号			
证书有效期			
测量范围			
技术指标			
标准器状况	使用前 ☐ 正常 ☐ 不正常	使用后 ☐ 正常 ☐ 不正常	使用前 ☐ 正常 ☐ 不正常
技术依据			试验地点
温度			相对湿度
直流电压测量			
设定值	实测值		测量不确定度
直流电流测量			
标准电阻	显示值	实测值	测量不确定度
时间测量			
测量次数	实测值	平均值	测量不确定度
1			
2			
3			
校准员			校准日期
核验员			

附录 E

罐内涂膜完整性测试仪校准证书内页

直流电压测量			
设定值		实测值	测量不确定度
直流电流测量			
标准电阻	显示值	实测值	测量不确定度
时间测量			
显示值		实测值	测量不确定度

共__页 第__页
