

《罐内涂膜完整性测试仪校准规范》 试验报告

《罐内涂膜完整性测试仪校准规范》编写组

2023 年 8 月

《罐内涂膜完整性测试仪校准规范》试验报告

1. 概述（试验目的）

选取一台罐内涂膜完整性测试仪，按照校准规范中主要校准项目开展校准，根据测量数据分析测量不确定度，验证校准规范正确性和可行性。

2. 样品选型

根据罐内涂膜完整性测试仪的工作原理和使用覆盖面，选取应用最广的罐内涂膜完整性测试仪。

表 1 罐内涂膜完整性测试仪基本信息

设备基本信息			
设备名称	型号	制造厂商	编号
罐内涂膜完整性测试仪	DER-4	嘉仪仪器(香港)有限公司	DER20130304YLR
主要技术指标			
参数	输出范围	不确定度或准确度等级 或最大允许误差	备注
直流电压	6.3V	±2.5%	---
直流电流	0.01mA~500mA	±2.5%	---
时间	4 s	1 s	---
设备基本信息			
设备名称	型号	制造厂商	编号
罐体涂膜电流值测量仪	GTD-01	北京市康美克机电技术有限公司	A-1299
主要技术指标			
参数	输出范围	不确定度或准确度等级 或最大允许误差	备注
直流电压	0.1V~20V	±2.5%	---
直流电流	0.01mA~500mA	±2.5%	---

3. 试验条件

3.1 环境条件

试验地点：湖北省计量测试技术研究院光谷基地 B211

环境温度： 21.2℃ 相对湿度： 49%

试验时间：2023.03.15

试验人员：张琼月、陈媛媛

3.2 测量标准

表 2 标准器基本信息

名 称	型号规格	测量范围	不确定度 或准确度等级 或最大允许误差
数字多用表	34410A	DCV: 10mV~1000V DCI: 20μA~2A	DCV: 3×10^{-5} DCI: 3×10^{-4}
数字多用表	34465A	DCV: 10mV~1000V DCI: 20μA~2A	DCV: 3×10^{-5} DCI: 3×10^{-4}
标准电阻箱	ZX54	0.01 Ω ~10000 Ω	0.01 级
电子秒表	J 9 -2	0~24 h	MPE: ±0.5s/d

4. 试验项目和方法

4.1 直流电压

试验中采取规范中 7.3.2 的方法对罐内涂膜完整性测试仪的直流电压进行校准。

选用的标准器为数字多用表。

测试数据图下表所示。

表 3 直流电压测试数据

DER-4		
设定值 (V)	实测值 (V)	测量不确定度 ($k=2$)
6.3	6.03	0.03V
GTD-01		
设定值 (V)	实测值 (V)	测量不确定度 ($k=2$)
1.27	1.25	0.10V
6.00	6.01	0.20V
10.00	10.01	0.20V
18.92	18.73	0.20V

4.2 直流电流

试验中采取规范中 7.3.3 的方法对罐内涂膜完整性测试仪的直流电流进行校准。

选用的标准器为数字多用表和标准电阻箱。

测试数据图下表所示。

表 4 直流电流测试数据

DER-4			
标准电阻值 (Ω)	显示值 (mA)	实测值 (mA)	测量不确定度 (k=2)
1000.00	6.01	6.06	0.05mA
600.00	10.06	10.12	0.05mA
300.00	20.36	20.18	0.10mA
100.00	60.5	59.4	0.3mA
60.00	99.4	97.8	0.5mA
GTD-01			
显示值 (mA)	实测值 (mA)	测量不确定度 (k=2)	
1.9	1.98	0.10mA	
10.0	10.03	0.20mA	
30.1	30.01	0.20mA	
49.6	49.45	0.20mA	

4.3 时间

试验中采取规范中 7.3.3 的方法对罐内涂膜完整性测试仪的直流电流进行校准。

选用的标准器为电子秒表。因为只有型号为 DER-4 的罐内涂膜完整性测试仪有时间功能，所以只测量这一种型号的仪器。

表 4 直流电流测试数据

DER-4			
测量次数	实测值 (s)	平均值 (s)	测量不确定度 (k=2)
1	4	4	1s
2	4		
3	4		

5. 试验结果的不确定度

按照罐内涂膜完整性测试仪校准规范中测量不确定度评定示例中的方法，分别选取电压 6V 和 10mA 计算测量不确定度。

5.1 型号为 DER-4 的罐内涂膜完整性测试仪不确定度评定

DER-4 型罐内涂膜完整性测试仪电压输出出厂设置为 6.3V，故只能选取此电压值开展测量不确定度评定分析。

型号为 DER-4 的罐内涂膜完整性测试仪直流电压测量不确定度评定如下所示。

表 5 DER-4 型罐内涂膜完整性测试仪直流电压重复性测量数据

测量次数 n	数字多用表显示值/V
1	6.03
2	6.01
3	6.02
4	6.04
5	6.02
6	6.04
7	6.06
8	6.05
9	6.04
10	6.01
平均值	6.032
$s(y_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}$	0.0169

表 6 DER-4 型罐内涂膜完整性测试仪直流电压测量不确定度分量汇总表

不确定度分量	不确定度来源	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	0.01mV
u_2	数字多用表稳定性引入的标准不确定度分量	0.23mV
u_3	测量重复性引入的标准不确定度分量	16.9mV

取 $k = 2$ ，计算得扩展不确定度为

$$U_c = ku_c = 33.8\text{mV}$$
$$\approx 0.03\text{V}$$

型号为 DER-4 的罐内涂膜完整性测试仪直流电流测量不确定度评定如下所示，选取数据稳定的 10mA 开展分析。

表 7 DER-4 型罐内涂膜完整性测试仪直流电流 10mA 重复性测量数据

测量次数 n	数字多用表显示值/mA
1	10.14
2	10.12
3	10.14
4	10.13
5	10.11
6	10.07
7	10.13
8	10.09
9	10.10
10	10.12
平均值	10.115
$s(y_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}$	0.023

表 8 DER-4 型罐内涂膜完整性测试仪直流电流 10mA 测量不确定度分量汇总表

不确定度分量	不确定度来源	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	0.002mA
u_2	数字多用表稳定性引入的标准不确定度分量	0.006mA
u_3	测量重复性引入的标准不确定度分量	0.023mA

取 $k = 2$ ，计算得扩展不确定度为

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

$$\approx 0.05\text{mA}$$

型号为 DER-4 的罐内涂膜完整性测试仪时间测量不确定度评定如下所示。校准点只有 4 s 这一个点。故只对这一个点开展不确定度评定。

表 9 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

表 10 DER-4 型罐内涂膜完整性测试仪时间测量不确定度分量汇总表

不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度
u_1	被校内涂膜完整性测试仪分辨力引入的标准不确定度分量	0.29 s
u_2	测量重复性引入的标准不确定度分量	0

电子秒表年稳定性极好，可为 0。电子秒表分辨力为 0.01s，远远小于被校内涂膜完整性测试仪分辨力。所以这两项不确定度不予考虑。

取 $k = 2$ ，计算得扩展不确定度为

$$U_c = ku_c \approx 1s$$

5.2 型号为 GTD-01 的罐内涂膜完整性测试仪不确定度评定

GTD-01 型罐内涂膜完整性测试仪电压输出可调，10V 为电压中间值，数据稳定易测，故选取 10V 开展测量不确定度评定分析。

型号为 GTD-01 的罐内涂膜完整性测试仪直流电压测量不确定度评定如下所示。

表 11 GTD-01 型罐内涂膜完整性测试仪直流电压重复性测量数据

测量次数 n	数字多用表显示值/V
1	10.07
2	10.15
3	9.98
4	9.86
5	10.02

6	10.10
7	9.92
8	10.01
9	9.89
10	10.12
平均值	10.012
$s(y_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}$	0.0996

表 12 GTD-01 型罐内涂膜完整性测试仪直流电压测量不确定度分量汇总表

不确定度分量	不确定度来源	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	0.01mV
u_2	数字多用表稳定性引入的标准不确定度分量	0.23mV
u_3	测量重复性引入的标准不确定度分量	99.6mV

取 $k = 2$ ，计算得扩展不确定度为

$$U_c = ku_c = 199.2\text{mV}$$

$$\approx 0.20\text{V}$$

型号为 DER-4 的罐内涂膜完整性测试仪直流电流测量不确定度评定如下所示，选取数据稳定的 10mA 开展分析。

表 7 GTD-01 型罐内涂膜完整性测试仪直流电流 10mA 重复性测量数据

测量次数 n	数字多用表显示值/mA
1	9.86
2	10.02
3	10.08
4	10.19
5	10.12

6	10.06
7	10.1
8	9.98
9	10.02
10	9.91
平均值	10.034
$s(y_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}$	0.099

表 8 DER-4 型罐内涂膜完整性测试仪直流电流 10mA 测量不确定度分量汇总表

不确定度分量	不确定度来源	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	0.002mA
u_2	数字多用表稳定性引入的标准不确定度分量	0.006mA
u_3	测量重复性引入的标准不确定度分量	0.099mA

取 $k = 2$ ，计算得扩展不确定度为

$$U_c = ku_c = 0.198\text{mA}$$

$$\approx 0.20\text{mA}$$

在规定的试验条件下，罐内涂膜完整性测试仪采用规范中的方法，结果符合设备的技术指标要求。验证结果表明规范项目和技术要求合理、方法正确，可操作性较强。

6. 试验结果验证

6.1 试验结果分析

在规定的试验条件下，罐内涂膜完整性测试仪采用规范中的方法，结果符合设备的技术指标要求。验证结果表明规范项目和技术要求合理、方法正确，可操作性较强。

6.2 附录（试验记录）

见下页。

附录 1 原始记录（型号：DER-4）

罐内涂膜完整性测试仪校准原始记录

委托方	罐内涂膜完整性测试仪校准规范编制组		
样品名称	罐内涂膜完整性测试仪		
样品型号	DER-4		
制造厂商	嘉仪仪器(香港)有限公司		
出厂编号	DER20130304YLR		
标准器名称	电阻箱	数字多用表	电子秒表
标准器型号	ZX54	34410A	E7-2 II
标准器编号	152	MY47031245	自编号: HX-6988
标准器证书号	2022DW02250474	2023DW02310103	2023DW023100076
证书有效期	2023-8-17	2024-2-14	2024-01-30
测量范围	(0.01~111111.11) Ω	DCV: 50mV~1000V; DCI: 10μA~2A	0~24 h
技术指标	0.01 级	DCV: $U_{rel}=(2\sim3)\times 10^{-5}(k=2)$; DCI: $U_{rel}=(4\sim6)\times 10^{-4}(k=2)$;	MPE: ±0.5s/d
标准器状况	使用前 ☒ 正常 ☐ 不正常	使用前 ☒ 正常 ☐ 不正常	使用前 ☒ 正常 ☐ 不正常
技术依据	JJF(鄂)xxxx-20xx《罐内涂膜完整性测试仪校准规范》	试验地点	湖北省计量测试技术研究院光谷基地 B211
温度	21.2℃	相对湿度	49%
直流电压测量			
设定值 (V)	实际值 (V)		测量不确定度 (k=2)
6.3	6.28		0.03V
直流电流测量			
标准电阻值 (Ω)	显示值 (mA)	实测值 (mA)	测量不确定度 (k=2)
1000.00	6.3	6.06	0.05mA
600.00	10.06	10.12	0.05mA
300.00	20.36	20.18	0.10mA
100.00	60.5	59.4	0.3mA
60.00	99.4	97.8	0.5mA
时间测量			
测量次数	实测值 (s)	平均值 (s)	测量不确定度 (k=2)
1	4	4	1 s
2	4		
3	4		
校准员	张琼月	校准日期	2023 年 3 月 31 日
核验员	陈媛媛		

附录2 原始记录（型号：GTD-01）

罐内涂膜完整性测试仪校准原始记录

委托方	罐内涂膜完整性测试仪校准规范编制组		
样品名称	罐体涂膜电流值测量仪		
样品型号	GTD-01		
制造厂商	北京市康美克机电技术有限公司		
出厂编号	A-1299		
标准器名称	数字多用表		
标准器型号	34410A		
标准器编号	MY47031245		
标准器证书号	2023DW02310103		
证书有效期	2024-2-14		
测量范围	DCV: 50mV~1000V DCI: 10μA~2A		
技术指标	DCV: $U_{rel}=(2\sim3)\times10^{-5}(k=2)$; DCI: $U_{rel}=(4\sim6)\times10^{-4}(k=2)$;		
标准器状况	使用前 ☒ 正常 ☐ 不正常		
技术依据	JJF(鄂)xxxx-20xx《罐内涂膜完整性测试仪校准规范》	试验地点	湖北省计量测试技术研究院光谷基地 B211
温度	21.2℃	相对湿度	49%
直流电压测量			
设定值 (V)	实测值 (V)	测量不确定度 (k=2)	
1.27	1.25	0.10V	
6.00	6.01	0.20V	
10.00	10.01	0.20V	
18.92	18.73	0.20V	
直流电压测量			
设定值 (mA)	实测值 (mA)	测量不确定度 (k=2)	
1.9	1.98	0.10mA	
10.0	10.03	0.20mA	
30.1	30.01	0.20mA	
49.6	49.45	0.20mA	
校准员		校准日期	2023 年 3 月 15 日
核验员			