

发电机转子交流阻抗测试仪电压测量结果不确定度评定

1 概述

- 1.1 测量依据: JJF XXX-XXX 《发电机转子交流阻抗测试仪校准规范》。
- 1.2 环境条件: 温度 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 $\leq 80\%$ 。
- 1.3 测量标准: 发电机转子交流阻抗测试仪校验装置, 型 JZJY-1, 规格: (1~500) V。准确度: 0.1 级。
- 1.4 被测对象: 发电机转子交流阻抗测试仪, 型号: GD-603。
- 1.5 测量过程: 将发电机交流阻抗测试仪设置空载, 调节 JZJY-1 发电机转子交流阻抗测试仪校验装置, 得到电压值的测量结果与标称值比较。
- 1.6 评定结果的使用: 符合上述条件的测量结果, 一般可直接使用本不确定度的评定方法, 其中 ACV100V 点的测量结果的不确定度可直接使用本不确定度的评定结果。

2 建立测量模型

2.1 测量模型

$$V = V_x + \delta V_s$$

式中: V —发电机交流阻抗测试仪的测量结果, V;

V_x - 标准值, V;

δV_s - 标准装置不准对测量结果的影响, V。

2.2 灵敏系数:

$$c_1 = \frac{\partial V}{\partial V_x} = 1, c_2 = \frac{\partial V}{\partial \delta V_s} = 1$$

2.3 不确定度传播律

因各输入量彼此独立不相关, 所以

$$u_c(V) = \sqrt{u^2(V_x) + u^2(\delta V_s)}$$

3 全部输入量的标准不确定度评定

3.1 输入量 V_x 的标准不确定度分量 $u(V_x)$ 的评定

标准不确定度分量 $u(V_x)$ 主要由被测发电机交流阻抗测试仪的测量重复

性引起，采用 A 类方法评定。标准装置输出 100V 点，在重复性条件下连续独立测量 10 次，获得 1 组测得值 (V)：

100.05, 100.09, 100.16, 100.12, 100.08, 100.07, 100.10, 100.13, 100.04, 100.06

$$\bar{V} = 100.0790 \text{ (V)}$$

单次实验标准差

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{x_i} - \bar{V}_x)^2}{n-1}} = 0.0307 \text{ (V)}$$

3.2 输入量 δV_s 的标准不确定度分量 $u(\delta V_s)$ 的评定

标准装置电压档准确度等级为 0.1 级，则最大允许误差： $\pm (0.001 \times 100)$ V。输出 100V 时为 $\pm (0.001 \times 100)$ V = ± 0.1 V，则半宽度 $a=0.1$ V，在区间内可认为服从均匀分布，包含因子 $k=\sqrt{3}$ ，则

$$u(\delta V_s) = a/k = 0.1 \text{ V} / \sqrt{3} = 0.0577 \text{ V}$$

各个不确定度分量的汇总见表 1。

表 1 不确定度分量汇总表

标准不确定度 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度值	概率分布	c_i	$ c_i u(x_i)$
$u(V_x)$	被测测试仪器测量重复性	0.0307V	正态分布	1	0.0307V
$u(\delta V_s)$	标准装置	0.0577V	均匀分布	1	0.0577V

4 合成标准不确定度的评定

由 2.3 条，可得合成标准不确定度为

$$u_c = \sqrt{u^2(V_x) + u^2(\delta V_s)} = 0.0654 \text{ V}$$

5 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k=2$ ，扩展不确定度为

$$U = k u_c (V) = 2 \times 0.0654V \approx 0.13V$$

其相对扩展不确定度为

$$U_{rel} = 0.13\% , k=2$$

6 其他测量点的测量不确定度评定

根据上述同样的评定方法，对量程区间的其他测量点进行不确定度评定，得到结果见表 2。

表 2 常用检定/校准点的测量不确定度计算结果

测量点 (V)	不确定度分量 (V)		$u_c(V)$ (V)	$U (V)$ ($k=2$)	$U_{rel} (%)$ ($k=2$)
	$u (V_x)$	$u(\delta V_s)$			
10	0.0148	0.0058	0.016	0.03	0.32
50	0.0194	0.0289	0.035	0.07	0.14
500	0.0514	0.2887	0.293	0.59	0.12

7 校准和测量能力 (CMC)

取一台稳定性很好的发电机转子交流阻抗测试仪，用相同方法可得校准测量能力如下表：

测量点 (V)	不确定度分量 (V)		$u_c(V)$ (V)	$U (V)$ ($k=2$)	$U_{rel} (%)$ ($k=2$)
	$u (V_x)$	$u(\delta V_s)$			
10	0.0095	0.0058	0.011	0.02	0.22
100	0.0126	0.0577	0.059	0.12	0.12
50	0.0063	0.0289	0.030	0.06	0.12
500	0.0298	0.2887	0.290	0.58	0.12

发电机转子交流阻抗测试仪电流测量结果不确定度评定

1 概述

- 1.1 测量依据: JJF XXX-XXX 《发电机转子交流阻抗测试仪校准规范》。
- 1.2 环境条件: 温度 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 $\leq 80\%$ 。
- 1.3 测量标准: 发电机转子交流阻抗测试仪校验装置, 型 JZJY-1, 规格: (1~500) V。准确度: 0.1 级。
- 1.4 被测对象: 发电机转子交流阻抗测试仪, 型号: GD-603。
- 1.5 测量过程: 将发电机交流阻抗测试仪设置空载, 调节 JZJY-1 发电机转子交流阻抗测试仪校验装置, 得到电流值的测量结果与标称值比较。
- 1.6 评定结果的使用: 符合上述条件的测量结果, 一般可直接使用本不确定度的评定方法, 其中 ACI5A 点的测量结果的不确定度可直接使用本不确定度的评定结果。

2 建立测量模型

2.1 测量模型

$$V = V_x + \delta V_s$$

式中: V —发电机交流阻抗测试仪的测量结果, A;

V_x —标准值, A;

δV_s —标准装置不准对测量结果的影响, A。

2.2 灵敏系数:

$$c_1 = \frac{\partial V}{\partial V_x} = 1, c_2 = \frac{\partial V}{\partial \delta V_s} = 1$$

2.3 不确定度传播律

因各输入量彼此独立不相关, 所以

$$u_c(V) = \sqrt{u^2(V_x) + u^2(\delta V_s)}$$

3 全部输入量的标准不确定度评定

3.1 输入量 V_x 的标准不确定度分量 $u(V_x)$ 的评定

标准不确定度分量 $u(V_x)$ 主要由被测发电机交流阻抗测试仪的测量重复性引起，采用 A 类方法评定。标准装置输出 5A 点，在重复性条件下连续独立测量 10 次，获得 1 组测得值 (A)：

5.02, 5.01, 5.02, 5.04, 5.04, 5.06, 5.01, 5.03, 5.02, 5.01

$$\bar{V}=5.0260 \text{ (A)}$$

单次实验标准差

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{x_i} - \bar{V}_x)^2}{n-1}} = 0.0165 \text{ (A)}$$

3.2 输入量 δV_s 的标准不确定度分量 $u(\delta V_s)$ 的评定

标准装置电流档准确度等级为 0.1 级，则最大允许误差： $\pm(0.001 \times 5) \text{ A}$ 。输出 5A 时为 $\pm(0.001 \times 5) \text{ A} = \pm 0.005 \text{ A}$ ，则半宽度 $a=0.005 \text{ A}$ ，在区间内可认为服从均匀分布，包含因子 $k=\sqrt{3}$ ，则

$$u(\delta V_s) = a/k = 0.005 \text{ A} / \sqrt{3} = 0.0029 \text{ A}$$

各个不确定度分量的汇总见表 1。

表 1 不确定度分量汇总表

标准不确定度 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度值	概率分布	c_i	$ c_i u(x_i)$
$u(V_x)$	被测测试仪测量重复性	0.0165A	正态分布	1	0.0165A
$u(\delta V_s)$	标准装置	0.0029A	均匀分布	1	0.0029A

4 合成标准不确定度的评定

由 2.3 条，可得合成标准不确定度为

$$u_c = \sqrt{u^2(V_x) + u^2(\delta V_s)} = 0.167 \text{ A}$$

5 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k=2$ ，扩展不确定度为

$$U = k u_c(V) = 2 \times 0.0167 \text{ A} \approx 0.03 \text{ A}$$

其相对扩展不确定度为

$$U_{\text{rel}} = 0.67\% , k=2$$

6 其他测量点的测量不确定度评定

根据上述同样的评定方法，对量程区间的其他测量点进行不确定度评定，得到结果见表 2。

表 2 常用检定/校准点的测量不确定度计算结果

测量点 (A)	不确定度分量 (A)		$u_c(V)$ (A)	U (A) ($k=2$)	U_{rel} ($k=2$)
	$u(V_x)$	$u(\delta V_s)$			
10	0.0149	0.0058	0.016	0.03	0.32
50	0.0297	0.0289	0.041	0.08	0.17
100	0.0691	0.0577	0.090	0.18	0.18

7 校准和测量能力 (CMC)

取一台稳定性很好的发电机转子交流阻抗测试仪，用相同方法可得校准测量能力如下表：

测量点 (A)	不确定度分量 (A)		$u_c(V)$ (A)	U (A) ($k=2$)	U_{rel} (%) ($k=2$)
	$u(V_x)$	$u(\delta V_s)$			
5	0.0063	0.0029	0.007	0.01	0.28
10	0.0047	0.0058	0.007	0.01	0.15
50	0.0097	0.0289	0.030	0.06	0.12
100	0.0378	0.0577	0.069	0.14	0.14

发电机转子交流阻抗测试仪电阻测量结果不确定度评定

1 概述

- 1.1 测量依据: JJF XXX-XXX 《发电机转子交流阻抗测试仪校准规范》。
- 1.2 环境条件: 温度 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 $\leq 80\%$ 。
- 1.3 测量标准: 发电机转子交流阻抗测试仪校验装置, 型 JZJY-1, 规格: (1~500) V。准确度: 0.05 级。
- 1.4 被测对象: 发电机转子交流阻抗测试仪, 型号: GD-603。
- 1.5 测量过程: 将发电机交流阻抗测试仪设置空载, 调节 JZJY-1 发电机转子交流阻抗测试仪校验装置, 得到电阻值的测量结果与标称值比较。
- 1.6 评定结果的使用: 符合上述条件的测量结果, 一般可直接使用本不确定度的评定方法, 其中 $0\text{HM}100\ \Omega$ 点的测量结果的不确定度可直接使用本不确定度的评定结果。

2 建立测量模型

2.1 测量模型

$$V = V_x + \delta V_s$$

式中: V —发电机交流阻抗测试仪的测量结果, Ω ;

V_x —标准值, Ω ;

δV_s —标准装置不准对测量结果的影响, Ω 。

2.2 灵敏系数:

$$c_1 = \frac{\partial V}{\partial V_x} = 1, c_2 = \frac{\partial V}{\partial \delta V_s} = 1$$

2.3 不确定度传播律

因各输入量彼此独立不相关，所以

$$u_c(V) = \sqrt{u^2(V_x) + u^2(\delta V_s)}$$

3 全部输入量的标准不确定度评定

3.1 输入量 V_x 的标准不确定度分量 $u(V_x)$ 的评定

标准不确定度分量 $u(V_x)$ 主要由被测发电机交流阻抗测试仪的测量重复性引起，采用 A 类方法评定。标准装置输出 100 Ω 点，在重复性条件下连续独立测量 10 次，获得 1 组测得值 (Ω):

100.034, 100.026, 100.038, 100.058, 100.064, 100.026, 100.054, 100.037,
100.048, 100.046, 100.042

$$\bar{V} = 100.0425 \text{ (}\Omega\text{)}$$

单次实验标准差

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{x_i} - \bar{V}_x)^2}{n-1}} = 0.0130 \text{ (}\Omega\text{)}$$

3.2 输入量 δV_s 的标准不确定度分量 $u(\delta V_s)$ 的评定

标准装置电流档准确度等级为 0.05 级，则最大允许误差： $\pm(0.0005 \times 100)$ A。输出 100 Ω 时为 $\pm(0.0005 \times 100)$ Ω ，则半宽度 $a=0.05$ Ω ，在区间内可认为服从均匀分布，包含因子 $k=\sqrt{3}$ ，则

$$u(\delta V_s) = a/k = 0.05 \text{ }\Omega / \sqrt{3} = 0.0029 \text{ }\Omega$$

各个不确定度分量的汇总见表 1。

表 1 不确定度分量汇总表

标准不确定度 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度值	概率分布	c_i	$ c_i u(x_i)$
$u(V_x)$	被测测试仪测量重复性	0.0130 Ω	正态分布	1	0.0130 Ω
$u(\delta V_s)$	标准装置	0.0029 Ω	均匀分布	1	0.0029 Ω

4 合成标准不确定度的评定

由 2.3 条，可得合成标准不确定度为

$$u_c = \sqrt{u^2(V_x) + u^2(\delta V_s)} = 0.032 \Omega$$

5 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k=2$ ，扩展不确定度为

$$U = k u_c(V) = 2 \times 0.032 \Omega \approx 0.064 \Omega$$

其相对扩展不确定度为

$$U_{rel} = 0.064\% , k=2$$

6 其他测量点的测量不确定度评定

根据上述同样的评定方法，对量程区间的其他测量点进行不确定度评定，得到结果见表 2。

表 2 常用检定/校准点的测量不确定度计算结果

测量点 (Ω)	不确定度分量 (Ω)		$u_c(V)$ (A)	U (Ω) ($k=2$)	U_{rel} ($k=2$)
	$u(V_x)$	$u(\delta V_s)$			
20	0.0062	0.0058	0.009	0.017	0.08
40	0.0071	0.0115	0.014	0.027	0.07
60	0.0074	0.0173	0.019	0.038	0.06
80	0.0126	0.0231	0.026	0.053	0.07

7 校准和测量能力 (CMC)

取一台稳定性很好的发电机转子交流阻抗测试仪，用相同方法可得校准测量能力如下表：

测量点 (Ω)	不确定度分量 (Ω)	$u_c(V)$	U (Ω)	U_{rel}
------------------	---------------------	----------	------------------	-----------

	$u(V_x)$	$u(\delta V_s)$	(A)	(k=2)	(k=2)
20	0.0020	0.0058	0.006	0.012	0.06
40	0.0048	0.0115	0.012	0.025	0.06
60	0.0065	0.0173	0.019	0.037	0.06
80	0.0136	0.0231	0.027	0.054	0.07
100	0.0043	0.0289	0.029	0.058	0.06
