

JJF

福建省地方计量技术规范

JJF (闽) 1090-2018

试验变压器操作箱校准规范

Calibration Specification for Testing Transformer Operating Box

2018-04-15 发布

2018-06-15 实施

福建省质量技术监督局 发布

试验变压器操作箱 校准规范

Calibration Specification for

Testing Transformer Operating Box

JJF(闽)1090--2018

归口单位：福建省质量技术监督局

起草单位：福建省计量科学研究院

本规范委托福建省计量科学研究院负责解释

本规范主要起草人：

刘旗峰（福建省计量科学研究院）

参加起草人：

杨爱军（福建省计量科学研究院）

吕 丹（福建省计量科学研究院）

林 勇（福建省计量科学研究院）

林艳红（福建省计量科学研究院）

巫荣火（厦门中唐电气有限公司）

黄志煌（福建省计量科学研究院）

目 录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 概述.....	(1)
4 计量特性.....	(1)
4.1 输出电压基本误差.....	(1)
4.2 电流基本误差.....	(2)
4.3 输出电压持续（保持）时间测量基本误差.....	(2)
5 校准条件.....	(3)
5.1 环境条件.....	(3)
5.2 测量标准及其它设备.....	(3)
6 校准项目和校准方法.....	(3)
6.1 校准项目.....	(3)
6.2 校准方法.....	(3)
7 校准结果.....	(5)
7.1 校准原始记录及证书的格式.....	(5)
7.2 数据修约.....	(5)
7.3 校准记录.....	(5)
8 复校时间间隔.....	(6)

引 言

本规范依据 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《测量不确定度评定与表示》等基础性系列规范进行编制。

本规范为首次制定。

试验变压器操作箱校准规范

1 范围

本规范适用于与高压试验变压器配套使用，用于检测各种高压电气设备、电气元件、绝缘材料绝缘强度试验的操作箱，不适用于其它用途操作箱的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJF 795 耐电压测试仪检定规程

GB/T 7676.1 直接作用模拟指示电测量仪表及其附件

GB/T 13978 数字多用表

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于该规程；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

3 概述

试验变压器操作箱是由接触式调压器及控制、保护、测量、信号电路组成。它是通过输入 220V 或 380V 工频电源，调节调压器，以获得所需电压输出值。同时操作箱内装有输出电压表、电流表、过流保护电路和接地端子。

试验变压器操作箱输出电压的计算公式：

$$U_x = \frac{U_a}{K} \quad (1)$$

式中：

U_x —被测电压值；

U_a —操作箱的电压示值；

K —试验变压器的电压变比；

4 计量特性

4.1 输出电压基本误差

试验变压器操作箱输出电压基本误差用下式表示：

$$\delta_v = \frac{U_x - U_n}{U_n} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

δ_v —输出电压相对误差;

U_x —输出电压示值;

U_n —输出电压实际值;

试验变压器操作箱输出电压准确度等级与最大允许误差见表 1。

表 1 输出电压计量准确度等级

准确度等级	1 级	2 级	5 级	10 级
最大允许误差	±1%	±2%	±5%	±10%

4.2 电流基本误差

试验变压器操作箱电流基本误差用下式表示:

$$\delta_I = \frac{I_x - I_n}{I_n} \times 100\% \quad (3)$$

式中:

δ_I —电流的相对误差;

I_x —电流示值;

I_n —电流实际值;

试验变压器操作箱电流准确度等级与最大允许误差见表 2。

表 2 电流计量准确度等级

准确度等级	1 级	2 级	5 级	10 级
最大允许误差	±1%	±2%	±5%	±10%

4.3 输出电压持续（保持）时间测量基本误差

输出电压保持（持续）时间设定示值与实测值之差不应超过实测值得 5%，用下式表示:

$$S_T = \frac{T_x - T_n}{T_n} \times 100\% \quad (4)$$

式中:

S_T —输出电压持续时间的相对误差;

T_x —输出电压持续时间设定示值;

T_n —输出电压持续时间实测值;

5 校准条件

5.1 环境条件

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

5.1.2 相对湿度： $\leq 75\%$ ；

5.1.3 电源电压：

a) 电压：电源电压应有足够稳定度；

b) 频率： $(50 \pm 0.5) \text{ Hz}$ ；

5.2 测量标准及其它设备

5.2.1 依据所采用的校准方法，测量标准及设备主要有：

a) 数字多用表；

b) 标准电阻；

c) 可调电阻器；

d) 时间测量器。

5.2.2 校准时，测量设备应有足够的测量范围，同时确保由标准器，辅助设备及环境条件等所引起的扩展不确定度（ $k=2$ ）应不大于被校试验变压器操作箱相应参数的最大允许误差绝对值三分之一。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

校准项目见表 3。

表 3 校准项目一览表

序号	校准项目
1	电压
2	电流
3	电压持续时间

6.2 校准方法

6.2.1 校准前准备

6.2.1.1 外观

试验变压器操作箱面板，机壳或铭牌上应有以下主要信息：产品名称及型号、制造厂名称或商标、输出电压、输出电流等。试验变压器操作箱外壳应配有明确的接地端钮。试验变压器操作箱各功能开关，按键应灵敏可靠。应具备电压启动，复位键。

6.2.1.2 通电检查

通电后,各开关和按键应能正常工作,各种显示均应正常。

6.2.1.3 保护报警功能
当电流值超过设定电流值时,试验变压器能够自动切断输出电压及电流,同时发出报警信号。

6.2.1.4 零位电压保护功能

当电压不在零位位置时,不能启动电压输出。

6.2.2 试验变压器操作箱输出电压的校准

6.2.2.1 对试验变压器操作箱选择电压校准点应在 $20\%U_m \sim 100\%U_m$ 范围内,均匀选取校准点(或最近刻度点),且不少于五点。

6.2.2.2 试验变压器操作箱电压的校准按图 1 方法进行。

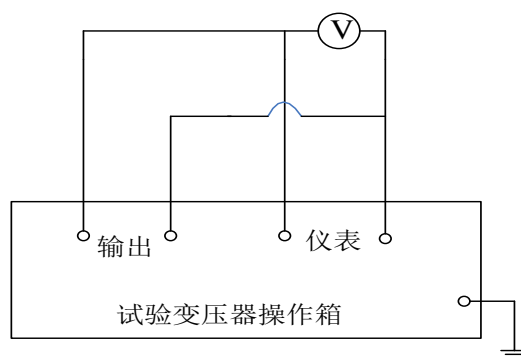


图 1 试验变压器操作箱电压的校准原理图

图中: V—数字电压表

6.2.2.3 对指针式表头的试验变压器操作箱应校正电压指示表头,使指针位于零位。

6.2.2.4 将试验变压器操作箱的电压示值调至第 6.2.2.1 条所规定的校准点(或指针分别对准带有数字标记分度线)上进行校准,读取数字电压表上的示值。

6.2.2.5 允许采用满足 5.2.2 条要求的其它方法校准电压。

6.2.3 试验变压器操作箱的电流校准

6.2.3.1 对试验变压器操作箱选择电流校准点应在 $20\%I_m \sim 100\%I_m$ 范围内,均匀选取校准点(或最近刻度点)且不少于五点。

6.2.3.2 试验变压器操作箱电流的校准按图 2 方法进行。

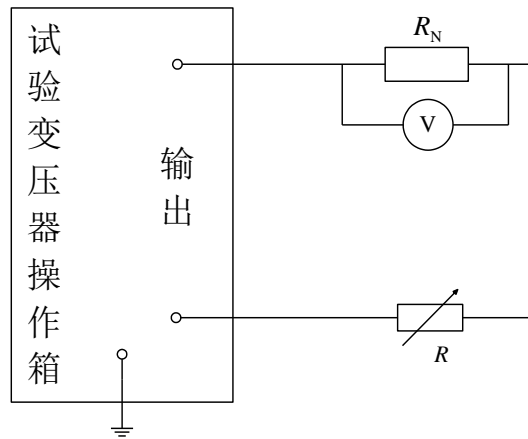


图2 试验变压器操作箱电流校准的原理图

图中：V—数字电压表；

R_N —标准电阻；

R —可调电阻；

- 6.2.3.3 对指针式表头的试验变压器操作箱，应校正电流指示表头，使指针位于零位。
- 6.2.3.4 将试验变压器操作箱的电流示值调至第6.2.3.1条所规定的校准点（或指针分别对准带有数字标记分度线）上进行校准，读取电流实际值。
- 6.2.3.5 允许采用满足5.2.2条要求的其它方法校准电流。
- 6.2.4 电压持续时间的校准
- 6.2.4.1 60s为必选点，在按下试验变压器操作箱计时器按钮的同时按下标准计时器，当发出切断信号时再次按下标准计时器。重复测量三次，三次测量结果的平均值即为电压持续时间实际值。
- 6.2.4.2 允许采用满足5.2.2条要求的其它方法校准时间。

7 校准结果

7.1 校准原始记录及证书的格式

参见附录A、附录B。

7.2 数据修约

被校操作箱的误差数据计算后，应采用4舍5入及偶数法则进行修约。末尾数修约到被校操作箱基本误差极限的1/10位，判断操作箱的误差是否超过基本误差极限时，应以修约后的数据为依据。

7.3 校准记录

校准记录应在校准证书上反应，校准证书至少包括以下信息：

- a) 校题：校准证书；
- 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) 校准证书的唯一性标识（如编号，每页及总页数的标识）；
- e) 送校单位的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期；
- h) 对校准的依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- i) 本次校准所使用的计量标准的溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准项目，校准结果及其测量不确定度说明；
- l) 校准证书签发人的签名、校验人的签名、批准人的签名以及签发日期；
- m) 校准结果仅对被校对象有效期的声明；
- n) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

8 复校时间间隔

建议复校时间间隔一般为1年。送检单位也可依据实际使用情况，自主决定复校时间间隔。

附录 A

试验变压器操作箱校准记录格式

委托单位						记录编号		
样品	名称					型号规格		
	制造厂				出厂编号			
标准器	名称	型号规格	出厂编号	证书号		技术特征		
技术依据						温度	℃	
校准地点						相对湿度	%	

校准结果:

一、外观:			二、通电检查:		
三、保护报警功能:			四、零位电压保护功能:		
五、电压:					
显示值	实际值	不确定度	显示值	实际值	不确定度
六、电流:					
示值	实际值	不确定度	示值	实际值	不确定度
七、电压持续时间:					
示值 (s)	测量值 (s)		实际值 (s)		不确定度

校准员: _____ 核验员: _____ 校准日期: _____

附录 B

试验变压器操作箱校准结果内页格式

1、外观：_____

2、通电检查：_____

3、保护报警功能：_____

4、零位电压保护功能：_____

5、电压：

显示值	实际值	不确定度	显示值	实际值	不确定度

6、电流：

示值	实际值	不确定度	示值	实际值	不确定度

7、电压持续时间：

示值 (s)	测量值 (s)			实际值 (s)	不确定度

附录 C

测量不确定度评定方法举例

C1 试验变压器操作箱输出电压示值误差测量结果不确定度评定

C1.1 概述

C1.1.1 环境条件：环境温度（20±5）℃，相对湿度≤75%。

C1.1.2 测量标准：数字多用表 型号 34401A 测量范围（0-750）V 最大允许误差±（0.06%×读数+0.03%量程）。

C1.1.3 被测对象：试验变压器操作箱，准确度级别 5.0 级。

C1.1.4 测量方法：采用数字多用表作标准来测量试验变压器操作箱电压示值误差。用数字多用表测量试验变压器操作箱的仪表两端电压。被测电压示值减去实际值即为示值误差。

C1.2 测量模型：

$$\Delta = V_X - V_N$$

式中：

V_X —被测试验变压器操作箱电压示值；

V_N —数字多用表的电压读数；

C1.3 标准不确定度分量的评定

C1.3.1 输入量 V_X 的标准不确定度 $u(V_X)$ 的评定

输入量 V_X 的标准不确定度 $u(V_X)$ 主要是试验变压器操作箱的测量不重复，可以通过连续测量得到测量列，采用 A 类方法进行评定。

对一台试验变压器操作箱选择交流电压 100V 点，分别连续独立测量 10 次，每次均重新调整零位，得到测量列为：

100V 交流电压进行 10 次连续测量，得到测量列

100.1V 101.5V 100.7V 101.0V 101.1V 101.3V 102.0V 101.2V 101.5V

100.6V

$$\text{实验标准差 } S = \sqrt{\sum_{i=1}^{10} (X_i - \bar{X})^2 / n(n-1)} = 0.54V$$

$$u(V_X) = S = 0.54V$$

自由度 $\nu(V_X) = 10 - 1 = 9$

C1.3.2 输入量 V_N 的标准不确定度 $u(V_N)$ 的评定

测量 100V 时, 数字多用表经上级传递合格, 制造厂说明书给出其交流电压 100V, 量程最大允许误差为 $e = \pm (0.06\% \times 100V + 0.03\% \times 100V) = \pm 9 \times 10^{-2}V$, 半宽度 $a = 9 \times 10^{-2}V$, 在区间内为均匀分布, 包含因子 $k_1 = \sqrt{3}$, 则

$$u(V_N) = a / k_1 = \frac{9 \times 10^{-2}}{\sqrt{3}} = 5.2 \times 10^{-2}V$$

估计 $\Delta u(V_N) / u(V_N) = 0.1$, 其自由度 $\nu(V_N) = 50$

C1.4 合成标准不确定度的评定

C1.4.1 灵敏系数

数学模型: $\Delta = V_X - V_N$

$$\text{灵敏系数: } C_1 = \frac{\partial \Delta}{\partial V_X} = 1$$

$$C_2 = \frac{\partial \Delta}{\partial V_N}$$

C1.4.2 标准不确定汇总表

标准不确定度分量 $u(X_i)$	不确定度来源	标准不确定度	灵敏系数	$ C_i u(X_i)$	ν_i
$u(V_Z)$	测量重复性	0.54V	1	0.54V	9
$u(V_N)$	数字多用表误差	0.052V	-1	0.052V	50

C1.4.3 合成标准不确定度的计算:

$$u_c(\Delta) = 0.54V$$

C1.5 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k=2$

则扩展不确定度 $U = k \cdot u_c(\Delta) = 2 \times 0.54 = 1.08V$

取 $U = 1.1V$

C2 试验变压器操作箱电流示值误差测量结果不确定度评定

C2.1 概述

C2.1.1 环境条件：环境温度（20±5）℃，相对湿度≤75%。

C2.1.2 测量标准：

C2.1.2.1 数字多用表：型号 34401A 测量范围(0-750)V 最大允许误差±(0.06%×读数+0.03%量程)。

C2.1.2.2 标准电阻 型号：BZ6 0.01Ω 0.01级。

C2.1.3 被测对象：试验变压器操作箱，准确度级别 5.0 级。

C2.1.4 测量方法：采用数字多用表和标准电阻作标准来测量电流示值误差。将标准电阻与试验变压器操作箱输出串联，调节电源，使回路电流达到电流值，用数字多用表测量标准电阻电位端上电压降。将电压降值除以标准电阻，即得出被测电流实际值。被测电流值减去实际值即为误差。

C2.2 测量模型：

$$\Delta = I_X - I_N = I_X - \frac{V_N}{R_N}$$

式中：

I_X —被测电流示值；

V_N —数字多用表读数；

R_N —标准电阻；

C2.3 标准不确定度分量的评定

C2.3.1 标准不确定度 $u(I_X)$ 的评定

输入量 I_X 的标准不确定度 $u(I_X)$ 的来源主要是被测电流的测量不重复引起的，采用 A 类方法。对一台试验变压器操作箱选择交流电流 10A 点，分别连续独立测量 10 次，每次均重新调整零位，得到测量列为：

9.98 A 9.89 A 9.87 A 9.93 A 9.94 A 10.08A 9.90A 10.16A 10.12A
10.04A

10A 时的 A 类不确定度的评定

$$\text{实验标准差 } S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (I_i - \bar{I})^2}{n(n-1)}} = 0.033A$$

$$\text{故 } u(I_X) = S(\bar{I}_X) = 0.033A$$

$$\text{自由度 } \nu(I_X) = 10 - 1 = 9$$

C2.3.2 标准不确定度 $u(I_N)$ 的评定

输入量 I_N 的标准不确定度 $u(I_N)$ 主要由标准数字多用表误差引起的, 采 B 类方法进行评定。

标准数字多用表经上级传递合格, 制造厂说明书给出其交流电压 100mV 量程最大允许误差为 $e_1 = \pm (0.06\% \times \text{读数} + 0.04\% \times \text{量程})$, 测量 10A ($R=0.01\Omega$) 时, $e_1 = \pm 0.1\text{mV}$, 半宽度 $a_1 = 0.1\text{mV}$, 在区间内为均匀分布, 包含因子 $k_1 = \sqrt{3}$, 则

$$u(V_N) = a_1 / k_1 = \frac{0.1}{\sqrt{3}} = 0.058\text{mV}$$

估计 $\Delta u(V_N)/u(V_N) = 0.1$, 其自由度 $\nu(V_N) = 50$

C2.3.3 标准不确定度 $u(R_N)$ 的评定

输入量 R_N 的标准不确定度 $u(R_N)$ 主要由标准电阻误差引起的, 采用 B 类评定方法。

10m Ω 标准电阻经上级传递合格, 其准确度级别为 0.01 级, $e_2 = \pm 0.01\% \times 10 = \pm 0.001\text{m}\Omega$, 半宽度为 $a_2 = 0.001\text{m}\Omega$, 在区间内为均匀分布, 包含因子 $k_2 = \sqrt{3}$

$$\text{则 } u(R_N) = a_2 / k_2 = \frac{0.001}{\sqrt{3}} = 0.00058\text{m}\Omega$$

估计 $\Delta u(R_N)/u(R_N) = 0.1$, 其自由度 $\nu(R_N) = 50$

C2.4 合成标准不确定度的评定

C2.4.1 灵敏系数

$$\text{数学模型: } \Delta = I_X - \frac{V_N}{R_N}$$

$$\text{灵敏系数: } C_1 = \frac{\partial \Delta}{\partial I_X} = 1$$

$$C_2 = \frac{\partial \Delta}{\partial V_N} = -\frac{1}{R_N}$$

$$C_3 = \frac{\partial \Delta}{\partial R_N} = -\frac{V_N}{R_N^2}$$

C2.4.2 合成标准不确定度汇总表

不确定度来源	标准不确定度	C_i	$ C_i u(X_i)$	V_i
$u(I_x)$ 测量重复性	0.033A	1	0.033A	9
$u(V_N)$ 数字多用表误差	0.058mV	$0.1\text{m}\Omega^{-1}$	0.0058A	50
$u(R_N)$ 标准电阻误差	0.00058m Ω	$1\text{mV}/\text{m}\Omega^2$	0.00058A	50

C2.4.3 合成标准不确定度 $u_c(\Delta)$ 的估算

测 10A 时, 输入量 I_x 、 I_N 与 R_N 彼此独立不相关, 所以合成标准不确定度按下式得到:

$$u_c(\Delta) = \sqrt{[C_1u(I_x)]^2 + [C_2u(V_N)]^2 + [C_3u(R_N)]^2} = 0.033\text{A}$$

C2.5 扩展不确定度的评定

测量 10A 时取包含因子 $k=2$

则扩展不确定度 $U = k \times u_c(\Delta) = 2 \times 0.033 = 0.066\text{A}$

取 $U = 0.07\text{A}$