



广西壮族自治区地方计量技术规范

JJF (桂) 61—2018

三相交直流仪表校准装置校准规范

Calibration Specification of calibration equipment for three-phase

AC&DC meter

广西市场监管局

2018—06—27 发布

2018—08—01 实施

广西壮族自治区质量技术监督局 发布

三相交直流仪表校准装置 校准规范

JJF (桂) 61—2018

**Calibration Specification of calibration equipment
for three-phase AC&DC meter**

归口单位：广西壮族自治区质量技术监督局

主要起草单位：广西壮族自治区计量检测研究院

参加起草单位：广西天湖计量检测有限公司

本规范条文由广西壮族自治区质量技术监督局负责解释

本规范主要起草人：

覃尚化（广西壮族自治区计量检测研究院）

全学明（广西壮族自治区计量检测研究院）

宋 洋（广西壮族自治区计量检测研究院）

谭 雯（广西壮族自治区计量检测研究院）

黎忠心（广西水利电业集团有限公司）

参加起草人：

郭木凤（广西天湖计量检测有限公司）

许 诚（广西壮族自治区计量检测研究院）

陈星宇（广西壮族自治区计量检测研究院）

李香桦（广西壮族自治区计量检测研究院）

邓家成（广西壮族自治区计量检测研究院）

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 示值误差	1
4.2 稳定性	2
4.3 三相不对称度	2
4.4 波形失真度及直流纹波含量	2
4.5 重复性	3
4.6 绝缘电阻	3
4.7 介电强度	3
5 校准条件	3
5.1 环境条件	3
5.2 校准标准器及其它设备	3
6 校准项目和校准方法	4
6.1 校准项目	4
6.2 校准方法	5
6.3 示值误差	5
7 校准结果表达	16
7.1 校准数据处理	16
7.2 校准原始记录	17
7.3 校准证书	17
7.4 校准结果不确定度评定	17
8 复校时间间隔	17
附录 A	18
附录 B	20
附录 C	21

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》进行制定。

本规范为首次发布。

广西市场监管局

三相交直流仪表校准装置校准规范

1 范围

本规范适用于准确度等级为 0.01 级及以下，具有直流电压、直流电流、直流电阻、和工频（45Hz～65Hz）的交流电压、交流电流、有功功率以及频率、相位、功率因数等输出功能的三相交直流仪表校准装置的校准，也适用于仅具有上述单一输出功能或组合输出功能的校准装置的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1284-2011 《交直流电表校验仪校准规范》

DL/T 1112-2009 《交、直流仪表检验装置检定规程》

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。凡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 概述

三相交直流仪表校准装置（以下简称装置）作为一种多功能标准信号源，能输出直流电压、交流电压、直流电流、交流电流、功率、频率和直流电阻等信号。装置主要由信号发生单元、放大单元、输出单元、控制单元等组成。

4 计量特性

4.1 示值误差

装置的示值误差用绝对误差表示形式为公式（1）或公式（2）。

$$\Delta = \pm (a\%A_x + b\%A_m), \text{ 且规定 } a > (2 \sim 5)b \quad (1)$$

$$\Delta = \pm (a\%A_x + n) \quad (2)$$

式中： Δ ——装置的示值最大允许误差；

A_x ----装置的输出值;

A_m ---装置所校量程的量程值;

a ---与输出有关的误差系数;

b ---与量程有关的误差系数;

n ---以数字表示的绝对误差项, $n = b\%A_m$ 。

装置的示值误差用相对误差表示形式为公式 (3):

$$r = \pm \left(a\% + b\% \frac{A_m}{A_x} \right) \quad (3)$$

或用引用误差表示形式为公式 (4):

$$r = \pm \left(a\% \frac{A_x}{A_m} + b\% \right) \quad (4)$$

装置的准确度等级划分及最大允许误差应符合表 1 的规定。

表 1 装置的最大允许误差

准确度等级	0.01 级	0.02 级	0.05 级	0.1 级
最大允许误差	$\pm 0.01\%$	$\pm 0.02\%$	$\pm 0.05\%$	$\pm 0.1\%$

4.2 稳定性

在常用负载范围内, 装置输出电压、电流、功率在 1min 内的稳定性应不超过表 2 的规定。

表 2 电压、电流、功率的稳定性最大允许误差

准确度等级	0.01 级	0.02 级	0.05 级	0.1 级
稳定性	0.005%	0.01%	0.02%	0.02%

4.3 三相不对称度

装置应能输出对称的电量, 设定装置对称输出时, 实际输出电压、电流、相位的不对称度应符合表 3 的规定。

表 3 电压、电流、相位的不对称度最大允许误差

准确度等级	0.01 级	0.02 级	0.05 级	0.1 级
电压不对称度	$\pm 0.3\%$	$\pm 0.3\%$	$\pm 0.5\%$	$\pm 0.5\%$
电流不对称度	$\pm 0.5\%$	$\pm 0.5\%$	$\pm 1.0\%$	$\pm 1.0\%$
相位不对称度	1°	1°	2°	2°

4.4 波形失真度及直流纹波含量

装置在常用输出负载范围内, 输出电压、电流的波形失真度及直流纹波含量应不超

过表 4 的规定。

表 4 电压、电流的波形失真度及直流纹波含量最大允许误差

准确度等级	0.01 级	0.02 级	0.05 级	0.1 级
波形失真度	$\pm 0.5\%$	$\pm 0.5\%$	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$
直流纹波含量	1%	1%	1%	2%

4.5 重复性

装置的重复性用实验标准差来表征,由试验确定的实验标准差应不超过装置最大允许误差的 1/5。

4.6 绝缘电阻

用测量电压为 1000V 的绝缘电阻表,测量装置的各个输出电路、辅助电源与不通电的外露金属部件之间,以及输出电压电路与电流电路之间的绝缘电阻,测量结果应不低于 10M Ω 。

4.7 介电强度

在装置的电源输入电路与不通电的金属外壳之间施加工频电压 2000V,历时 1min,应无击穿、飞弧现象。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度: $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ 。

5.1.2 环境湿度: $(50 \pm 20) \% \text{RH}$ 。

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

5.1.4 电源电压: $(220 \pm 22) \text{ V}$ 。

5.1.5 其他: 无影响测量结果的振动、电磁干扰、强光等。

5.2 校准标准器及其它设备

5.2.1 用于校准装置的标准器应满足以下条件:

5.2.1.1 校准时所需的标准器及配套设备见表 5,可根据被校装置的实际需求选择。

5.2.1.2 测量扩展不确定度应不大于被校装置最大允许误差绝对值的 1/3。

5.2.2 其他设备应满足以下条件

5.2.2.1 绝缘电阻表测试电压为 1000 V,准确度等级不低于 10 级。

5.2.2.2 耐电压测试仪输出电压不小于 2000 V，准确度等级不低于 5 级。

表 5 标准器及配套设备

序号	仪器设备名称	用途及说明
1	直流电压表	校准直流电压时使用
2	直流电流表	校准直流电流时使用
3	交流电压表	校准交流电压时使用
4	交流电流表	校准交流电流时使用
5	标准互感器	互感器法校准电流时使用
6	标准交直流转换标准器	交直流转换法校准电压时使用
7	标准功率表	校准交流功率、功率因数时使用
8	标准频率表	校准频率时使用
9	标准相位表	校准相位时使用
10	绝缘电阻表	绝缘电阻试验时使用
11	耐电压测试仪	介电强度试验时使用

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

装置校准项目

表 6 校准项目一览表

序号	校准项目	计量特性条款	校准方法条款
1	示值误差	4.1	6.3
2	稳定性	4.2	6.3.11
3	三相不对称度	4.3	6.3.12
4	波形失真度直流纹波含量	4.4	6.3.13
5	重复性	4.5	6.3.14
6	绝缘电阻	4.6	6.2.2
7	介电强度	4.7	6.2.3
注：根据装置的功能和用户的要求选择校准项目。			

6.2 校准方法

6.2.1 外观及工作正常性检查

外观检查内容包括：制造厂名、出厂编号、产品名称、型号；校验仪机壳、端钮等是否有碰伤或松动现象；转换开关、调节机构是否正常；各功能标识是否齐全正确。

6.2.2 绝缘电阻

用测量电压为 1000V 的绝缘电阻表，测量装置的各个输出电路、辅助电源与不通电的外露金属部件之间，以及输出电压电路与电流电路之间的绝缘电阻。

6.2.3 介电强度

在装置的电源输入电路与不通电的金属外壳之间；装置的输出电压、输出电流电路与不通电的外露金属部件之间；装置的电源输入电路与装置的输出电路之间；装置的输出电压电路与输出电流电路之间施加工频电压 2000V，历时 1min。

6.3 示值误差

6.3.1 校准点的确定

6.3.1.1 校准电压、电流时，基本量程均匀选取不少于 5 个校准点，其他量程不少于 3 个校准点（要考虑量程间覆盖和基本量程的最大误差点）。

6.3.1.2 校准交流有功功率时，电压、电流各选择 2~3 个量程，对其所有组合量程在功率因数 1.0 和 0.5（感性、容性）分别按三相四线、三相三线两种接线方式进行校准。

6.3.1.3 在校准频率时，在电压基本量程输出额定值，频率在其输出范围内，以 50Hz 为基准点，均匀选取不少于 3 个校准点。

6.3.1.4 在校准相位时，在基本量程输出电压、电流额定值，相位校准点在其输出范围内按照 30°步进原则选取，均匀选取不少于 3 个校准点。

6.3.1.5 校准功率因数时，在基本量程输出电压，电流额定值，选取 1.0、0.5（感性、容性）、0.866（感性、容性）作为校准点。

6.3.2 直流电压



图 1 直接比较法校准直流电压示值误差示意图

用直接比较法校准直流电压的示值误差,按图 1 连接设备,调节被校装置输出直流电压至设定值,读取装置和直流标准电压表的读数值,装置直流电压的示值误差公式按公式 (5) 计算:

$$r_{U_{dc}} = \frac{U_{dcX} - U_{dcN}}{U_{dcF}} \times 100\% \quad (5)$$

式中:

$r_{U_{dc}}$ ----装置输出直流电压示值误差,用百分数表示;

U_{dcX} ----装置输出直流电压的读数值, V;

U_{dcN} ----直流标准电压表的读数值, V;

U_{dcF} ----校准点所在量程上限值, V。

6.3.3 直流电流

6.3.3.1 直接比较法

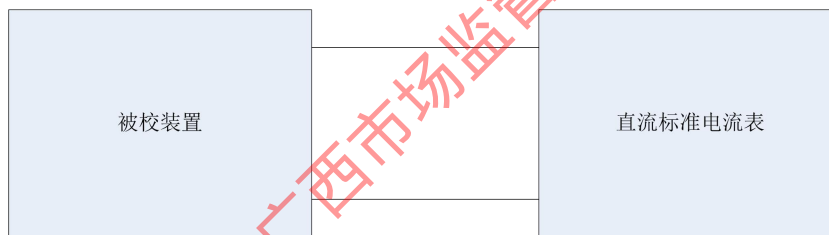


图 2 直接比较法校准直流电流示值误差示意图

按图 2 连接设备,调节被校装置输出直流电流至设定值,读取装置和直流标准电流表的读数值,装置直流电流的示值误差公式按公式 (6) 计算:

$$r_{I_{dc}} = \frac{I_{dcX} - I_{dcN}}{I_{dcF}} \times 100\% \quad (6)$$

式中:

$r_{I_{dc}}$ ----装置输出直流电流示值误差,用百分数表示;

I_{dcX} ----装置输出直流电流的读数值, A;

I_{dcN} ----直流标准电流表的读数值, A;

I_{dcF} ----校准点所在量程上限值, A。

6.3.3.2 电流电压转换法

如图 3 所示, 将直流标准电阻的直流段连接至被校装置的直流电流输出端, 将标准电阻的电压端连接至直流标准电压表。调节被校装置输出直流电流至设定值, 读取装置和直流标准电压表的读数值, 装置直流电流的示值误差公式按公式 (7) 计算:

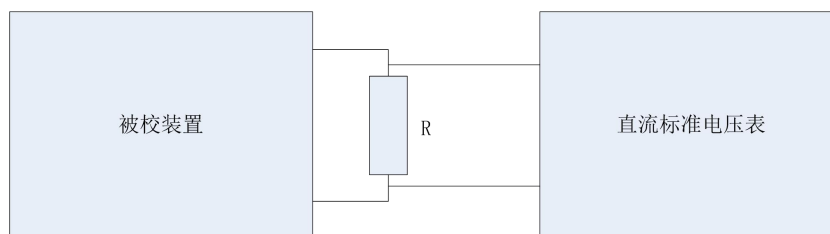


图 3 电流电压转换法校准直流电流示值误差示意图

$$r_{dc} = \frac{I_{dcX} - \frac{U_{dcN}}{R}}{I_{dcF}} \times 100\% \quad (7)$$

式中:

r_{dc} -----装置输出直流电流示值误差, 用百分数表示;

I_{dcX} -----装置输出直流电流的读数值, A;

U_{dcN} -----直流标准电压表的读数值, V;

I_{dcF} -----校准点所在量程上限值, A。

R -----直流标准电阻的电阻值, Ω 。

6.3.4 交流电压

6.3.4.1 直接比较法



图 4 直接比较法校准交流电压示值误差示意图

按图 4 连接设备, 调节被校装置输出交流电压至设定值, 读取装置和交流标准电压表的读数值, 装置交流电压的示值误差按公式 (8) 计算:

$$r_{Uac} = \frac{U_{acX} - U_{acN}}{U_{acF}} \times 100\% \quad (8)$$

式中:

r_{Uac} ----装置输出交流电压示值误差, 用百分数表示;

U_{acX} ----装置输出交流电压的读数值, V;

U_{acN} ----交流标准电压表的读数值, V;

U_{acF} ----校准点所在量程上限值, V。

6.3.4.2 交直流转换法

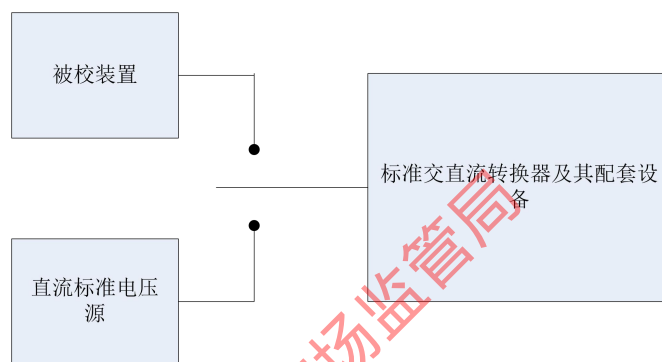


图 5 交直流转换法校准交流电压示值误差示意图

按图 5 连接设备, 分别调节被校装置输出交流电压和直流标准电压源输出直流电压到设定值, 读取装置输出交流电压的读数值和标准交直流转换标准器的交直流转换差值 (非直接显示的交直流转换标准器可以通过输出信号计算出交、直流转换差值)。装置每相输出交流电压的示值误差按公式 (9) 计算:

$$r_{Uac} = \frac{U_{acX} - U_0(1 - \delta)}{U_{acF}} \times 100\% \quad (9)$$

式中:

r_{Uac} ----装置输出交流电压示值误差, 用百分数表示;

U_{acX} ----装置输出交流电压的读数值, V;

U_0 ----直流标准电压源的读数值, V;

δ ----标准交直流转换器的交直流转换差值, %或 $\times 10^{-6}$;

U_{acF} ----校准点所在量程上限值, V。

6.3.4.3 过渡比较法

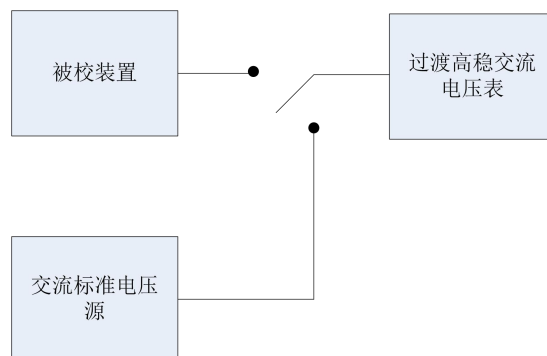


图 6 过渡比较法校准交流电压示值误差示意图

如图 6 所示, 首先将过渡高稳交流电压表与装置连接, 调节装置输出交流电压至设定值, 读取装置和过渡高稳交流电压表的读数值; 断开过渡高稳交流电压表与装置的连接, 将过渡高稳交流电压表与标准交流电压源连接, 调节交流标准电压源的输出电压, 使过渡高稳交流电压表保持与装置相同的读数值, 读取交流标准电压源的读数值。装置每相输出交流电压的示值误差按公式 (10) 计算:

$$r_{Uac} = \frac{U_{acX} - U_{acS}}{U_{acF}} \times 100\% \quad (10)$$

式中:

r_{Uac} ----装置输出交流电压示值误差, 用百分数表示;

U_{acX} ----装置输出交流电压的读数值, V;

U_{acS} ----交流标准电压源的读数值, V;

U_{acF} ----校准点所在量程上限值, V。

6.3.5 交流电流

6.3.5.1 直接比较法

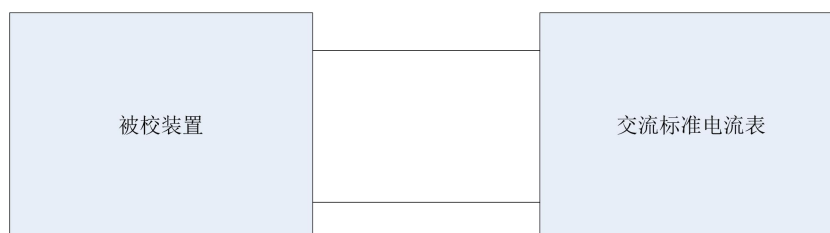


图 7 直接比较法校准交流电流示值误差示意图

按图 7 连接设备, 调节被校装置输出交流电流至设定值, 读取装置和标准交流电流表的读数值, 装置每相输出交流电流的示值误差按公式 (11) 计算:

$$r_{lac} = \frac{I_{acX} - I_{acN}}{I_{acF}} \times 100\% \quad (11)$$

式中:

r_{lac} ---- 装置输出交流电流示值误差, 用百分数表示;

I_{acX} ---- 装置输出交流电流的读数值, A;

I_{acN} ---- 标准交流电流表的读数值, A;

I_{acF} ---- 校准点所在量程上限值, A。

6.3.5.2 互感器法

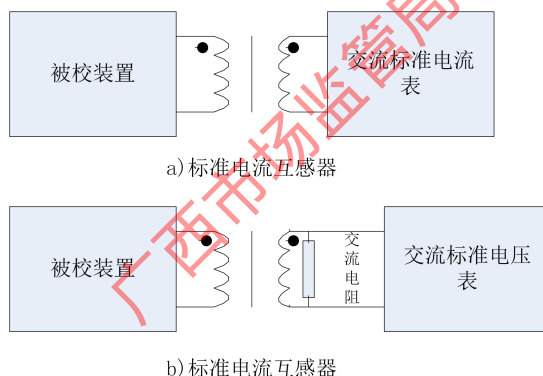


图 8 互感器法校准交流电流示值误差示意图

按图 8 所示连接设备; 装置的交流电流输出端接入标准互感器一次侧, 交流标准电流表 (如图 8a) 所示直接接入标准互感器的二次侧; 或如 (如图 8b) 所示经交流电阻接入标准互感器的二次侧, 调节装置输出交流电流至设定值, 读取装置和交流标准电流表的读数值, 按图 8a 连接的装置每相输出交流电流的示值误差按公式 (12) 计算:

$$r_{lac} = \frac{I_{acX} - k_I I_{acN}}{I_{acF}} \times 100\% \quad (12)$$

式中:

r_{lac} ---- 装置输出交流电流示值误差, 用百分数表示;

I_{acX} ---- 装置输出交流电流的读数值, A;

k_I ---- 标准电流互感器的变比;

I_{acN} ---- 交流标准电流表的读数值, A;

I_{acF} ---- 校准点所在量程上限值, A。

或按图 8b 连接的装置每相输出交流电流的示值误差按公式 (13) 计算:

$$r_{lac} = \frac{I_{acX} - k_I \frac{U_{acN}}{R_S}}{I_{acF}} \times 100\% \quad (13)$$

式中:

r_{lac} ---- 装置输出交流电流示值误差, 用百分数表示;

I_{acX} ---- 装置输出交流电流的读数值, A;

k_I ---- 标准电流互感器的变比;

U_{acN} ---- 交流标准电压表的读数值, V;

R_S ---- 交流电阻的阻值, Ω ;

I_{acF} ---- 校准点所在量程上限值, A。

6.3.6 交流有功功率

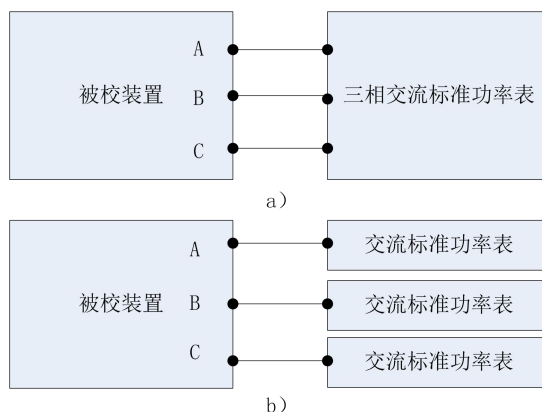


图 9 直接比较法校准交流功率示值误差示意图

按图 9 连接仪器, 调节装置输出有功功率至额定值, 读取装置和标准交流有功功率表的读数值。装置每相输出交流有功功率的示值误差按公式 (14) 计算:

$$r_p = \frac{P_X - P_N}{F_p} \times 100\% \quad (14)$$

式中:

r_p ---- 装置输出交流有功功率示值误差, 用百分数表示;

P_X ---- 装置输出交流有功功率的读数值, W;

P_N ---- 标准交流有功功率表的读数值, W;

F_p ---- 校准点所在量额定功率值, W。

6.3.6.1 按图 9a 连接仪器法测量三相有功功率时, 示值误差按公式 (14) 计算。

6.3.6.2 按图 9b 连接仪器法测量三相有功功率时, 示值误差按公式 (15) 计算。

$$r_p = \frac{P_X - \sum P_N}{F_p} \times 100\% \quad (15)$$

式中:

r_p ---- 装置输出交流有功功率示值误差, 用百分数表示;

P_X ---- 装置输出交流有功功率的读数值, W;

$\sum P_N$ ---- 各相标准交流有功功率表的读数值之和, W;

F_p ---- 校准点所在量程额定功率值, W。

6.3.7 频率



图 10 校准频率示值误差示意图

按图 10 连接仪器, 调节被校装置输出交流电压、频率至设定值, 读取装置和标准频率表的频率读数值。装置输出频率的示值误差公式 (16) 计算:

$$\Delta_f = f_X - f_N \quad (16)$$

式中:

Δ_f ---- 装置输出频率的示值误差, Hz;

f_x ---- 装置输出频率的读数值, Hz;

f_N ---- 标准频率表的读数值, Hz。

6.3.8 相位角



图 11 校准相位示值误差示意图

按图 11 连接仪器，调节被校装置电压与电流之间的相位角至设定值，读取装置和标准相位表的读数值。装置输出相位角的示值误差按公式（17）、（18）计算：

$$\Delta_\varphi = \varphi_x - \varphi_N \quad (17)$$

式中：

Δ_φ ---- 装置输出相位角的示值误差, (°);

φ_x ---- 装置输出相位角的读数值, (°);

φ_N ---- 标准相位表的读数值, (°)。

$$\gamma_\varphi = \frac{\varphi_x - \varphi_N}{\varphi_F} \times 100\% \quad (18)$$

式中：

γ_φ ---- 装置输出相位角的示值误差，用百分数表示；

φ_x ---- 装置输出相位角的读数值, (°);

φ_N ---- 标准相位表的读数值, (°);

φ_F ---- 相位角误差计算的基准值, 90°。

6.3.9 功率因数

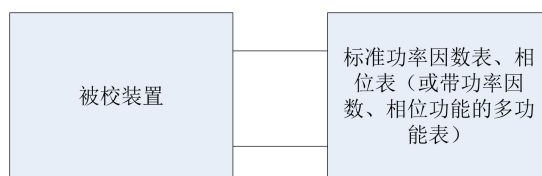


图 12 校准功率因数示值误差示意图

按图 12 连接仪器，调节被校装置输出功率的功率因数至设定值，读取装置和标准功率因数表（或参考标准相位表）的读数值。

6.3.9.1 选用标准功率因数表校准装置输出功率因数时，示值误差按式（19）计算：

$$\Delta_{PF} = PF_X - PF_N \quad (19)$$

式中：

Δ_{PF} ---- 装置输出功率因数的示值误差，无量纲；

PF_X ---- 装置输出功率因数的读数值，无量纲；

PF_N ---- 标准功率因数表的读数值，无量纲。

6.3.9.2 选用标准相位表校准装置输出功率因数时，示值误差按公式（20）计算：

$$\Delta_{PF} = PF_X - \cos \varphi_N \quad (20)$$

式中：

Δ_{PF} ---- 装置输出功率因数的示值误差，无量纲；

PF_X ---- 装置输出功率因数的读数值，无量纲；

φ_N ---- 标准相位表的读数值，无量纲。

6.3.10 直流电阻



图 13 校准直流电阻示值误差示意图

按图 13 连接仪器，调节被校装置的直流电阻至设置值，读取标准直流电阻表的读数值。校准 100Ω 及以下阻值电阻和 0.05 级及以上装置的直流电阻应采用四端接线法，

装置直流电阻的示值误差公式按式 (17) 计算:

$$\gamma_R = \frac{R_X - R_N}{R_N} \times 100\% \quad (21)$$

式中:

γ_R —— 装置直流电阻的示值误差, 用百分数表示;

R_X —— 装置直流电阻的标称值, Ω ;

R_N —— 标准直流电阻表的读数值, Ω 。

6.3.11 稳定性

在常用输出负载范围内和基本量程下, 选择本规范 6.3 相应的测量方法, 在规定时间内 (一般为 1 分钟) 连续测量采样值不少于 20 个, 交直流电压和交直流电流为额定输出的 100% 和 50%; 测量交流有功功率时, 电压、电流为额定输出的 100%, 功率因数为 1.0 和 0.5 (感性、容性), 分相功率与合相 (三相三线、三相四线) 功率均需测量, 交流测量时频率为 50Hz, 按公式 (22) 计算装置在规定时间内输出稳定性:

$$S = \frac{A_{\max} - A_{\min}}{A_0} \times 100\% \quad (22)$$

式中:

S —— 装置在规定时间内校准点输出的输出稳定性, 用百分数表示;

A_{\max} —— 装置规定时间间隔内校准点输出示值的最大值;

A_{\min} —— 装置规定时间间隔内校准点输出示值的最小值;

A_0 —— 被校准点的设置值。

6.3.12 三相不对称度

6.3.12.1 选择装置的基本电压、电流量程, 在额定的负载下, 调节装置输出额定三相电压和电流, 同时观察标准表, 直至三相电压和电流调节到最佳状态, 装置的不对称度按公式 (23)、(24) 计算:

$$\text{电压不对称度} = \frac{\text{相电压 (或线电压)} - \text{三相相电压 (或线电压) 平均值}}{\text{三相相电压 (或线电压) 平均值}} \times 100\% \quad (23)$$

$$\text{电流不对称度} = \frac{\text{相电流} - \text{三相相电流平均值}}{\text{三相相电流平均值}} \times 100\% \quad (24)$$

6.3.12.2 用三只(相)相位参考标准,在装置输出端同时测量任一相相电压和相电流之间的相位角,取相位角之间最大差值作为相间相位不对称度;测量任一相电压(电流)与另一相电压(电流)间的相位角,取其与 120° 的最大差值作为线间相位不对称度。测量分别在功率因数角为 0° 、 60° (感性、容性)、 90° (感性、容性) 时进行。改变相位角后,不允许分别调节相位。

6.3.13 波形失真度及直流纹波含量

选择装置基本量程,在常用输出负载范围内,用失真度测试仪或谐波分析仪、真有效值交流电压表及标准电阻进行测量;当需要将电流转换成电压或高电压转换成低电压测量时,选择转换器应为纯阻性负载。

6.3.14 重复性

重复性试验在装置基本量程的额定值进行,在常用负载下,分别测量装置输出的交流有功功率、频率、相位和交、直流电压以及交、直流电流的重复性;每次测量必须信号归零调整至测量状态,重复测量 10 次,按式 (25) 计算装置的重复性:

$$s = \frac{1}{\gamma} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\gamma_i - \bar{\gamma})^2}{n-1}} \times 100\% \quad (25)$$

式中:

s ----装置的重复性,用百分数表示;

γ_i ----第 i 次测量结果,量值单位对应各参量;

$\bar{\gamma}$ ----各次测量结果 γ_i 的平均值,与 γ_i 相同的量值单位;

n ----重复测量次数。

7 校准结果表达

7.1 校准数据处理

校准结果的数据应先计算后修约,修约应遵循四舍五入及偶数法则,保留的有效位数与测量结果不确定度的位数相一致。

7.2 校准原始记录

校准原始记录的格式参见附录 A。

7.3 校准证书

校准后的测试仪出具校准证书，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) 对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；

测量仪校准结果出具校准证书，校准证书应包括的信息及格式见附录 A。

校准证书内页格式见附录 B。

7.4 校准结果不确定度评定

校准结果的不确定度评定按照 JJF 1059.1-2012 进行，不确定度评定范例见附录 C。

8 复校时间间隔

送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间，建议复校时间间隔为 12 个月。

附录 A

三相交直流仪表校准装置校准原始记录格式

证书编号：

第×页，共×页

送校单位：				地 址		
被校仪器 信 息	仪器名称		型号规格			
	制造厂商		生产日期		出厂编号	
标准器 信 息	标准器名称	编号	不确定度或准确度 等级或最大允许误差		证书号	有效期至
校准信息	校准地点		校准员		核验员	
	校准日期		温 度	℃	湿 度	%RH
	校准依据	JJF (桂) XX—2018 《三相交直流仪表校准装置校准规范》				
校 准 结 果						
1、外观检查：		2、绝缘电阻：		3、介电强度：		
4、基本误差：						
量 限	输 出 值	实 际 值	误 差		测量不确定度	
5、稳定性：						
量 限	输 出 值	实 际 值		稳 定 度		
6、三相不对称度：						
量 限	输 出 值	实 际 值		不对称度		

7、波形失真度及直流纹波含量：			
量 限	输 出 值	实 际 值	失真度/纹波含量
8、重复性：			
量 限	输 出 值	实 际 值	重 复 性

广西市场监管局

附录 B

校准证书内页格式

1、外观检查:		2、绝缘电阻:		3、介电强度:	
4、基本误差:					
量 限	输 出 值	实 际 值	误 差	测量不确定度	
5、稳定性:					
量 限	输 出 值	实 际 值	稳 定 度		
6、三相不对称度:					
量 限	输 出 值	实 际 值	不 对 称 度		
7、波形失真度及直流纹波含量:					
量 限	输 出 值	实 际 值	失真度/纹波含量		
8、重复性:					
量 限	输 出 值	实 际 值	重 复 性		

附录 C

三相交直流仪表校准装置交流电压示值误差测量不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 测量方法：

依据 JJF (桂) XX-2018 《三相交直流仪表校准装置校准规范》

C.1.2 环境条件：

温度：20℃，湿度：60%RH。

C.1.3 测量标准：

标准设备名称	技术指标	
三相标准表	电压测量范围 (30~520) V	电流测量范围 (0~160) A
	0.01 级	

C.1.4 被测对象：

被测设备名称	技术指标
三相交直流仪表校准装置	0.05 级

C.1.5 测量过程：

采用直接比较法测量，调节被校三相交直流仪表校准装置（以下简称被校装置）A 相输出设定的交流电压值，待示值稳定后，读取三相标准功率电能表 A 相交流电压值，计算被校装置的示值误差。

C.1.6 评定结果的使用：

在符合上述条件的测量结果，一般可直接使用本测量不确定度的评定结果。

C.2 测量模型

C.2.1 测量被校装置电压示值误差的测量模型为：

$$\Delta U_{ac} = U_{acX} - U_{acN}$$

式中:

ΔU_{ac} ——交流电压的示值误差, V;

U_{acX} ——被测装置交流电压输出值, V;

U_{acN} ——参考标准交流电压表的读数值, V。

C.2.2 方差及灵敏系数

$$u_c^2(\Delta R) = c_1 u^2(R_X) + c_2 u^2(R_0)$$

式中, 灵敏系数 $c_1 = \partial(\Delta R) / \partial(R_X) = 1$, $c_2 = \partial(\Delta R) / \partial(R_0) = -1$

C.3 测量不确定度的分量评定

当被校装置输出交流电压值为 100V 时, 对被校装置展开不确定度评定。

C.3.1 由三相标准表的误差引入的不确定度分量 $u_1(\gamma)$, 用 B 类标准不确定度评定。

三相标准表在 100V 点的最大允许误差为 $\pm 0.01\% \times 100V$, 则其不确定度区间半宽为 0.01V, 按均匀分布计算。

$$u_1(\gamma) = 0.01 / \sqrt{3} = 0.0058 \text{ V}$$

C.3.2 由被校装置测量重复性引入的不确定度分量 $u_2(\gamma)$, 用 A 类不确定度评定。

对被校装置 100V 点进行 10 次反复测量数据如下:

测量序号	1	2	3	4	5
实测值 (V)	100.001	100.002	100.001	100.000	100.002
测量序号	6	7	8	9	10
实测值 (V)	100.001	100.000	100.001	100.002	100.000

$$\bar{x} = \frac{1}{10} (100.001 + 100.002 + 100.001 + 100.000 + 100.002 + 100.001 + 100.000 + 100.001 + 100.002 + 100.000) = 100.001 \text{ V}$$

$$\text{根据算术平均值标准偏差计算公式: } S(x_k) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2} = 0.00082 \text{ V}。$$

由于实际校准过程中, 采用两次测量平均值作为最终结果, 故 $u_2(\gamma) = 0.00082 \text{ V}$ 。

C.3.3 被校装置测量分辨力引入的不确定度分量 $u_3(\gamma)$, 用 B 类不确定度评定。

被校装置在 100V 的分辨率为 0.001V，则其不确定度分布半宽为 0.0005V，按均匀分布计算，则 $u_3(\gamma) = 0.0005 / \sqrt{3} = 0.00029 \text{ V}$ 。

C.4 合成标准不确定度计算

C.4.1 输出量标准不确定度一览表

序 号	标准不确定度分量	标准不确定度分类	不确定度来源	测量结果分布	标准不确定度分量(V)
1	$u_1(\gamma)$	B	标准器准确度	均匀	0.0058
2	$u_2(\gamma)$	A	重复性	正态	0.00082
3	$u_3(\gamma)$	B	被校装置分辨力	均匀	0.00029

考虑到被校装置的重复性与分辨力存在重复，在合成标准不确定度时将二者中较小值舍去，则：

$$u_c(\gamma) = \sqrt{\sum_{k=1}^2 u_k^2} = \sqrt{u_1(\gamma)^2 + u_2(\gamma)^2} = 0.0059 \text{ V}$$

C.5 扩展不确定度计算

取包含因子 $k=2$

$$U = k \times u_c(\gamma) = 2 \times 0.0059 \text{ V} = 0.012 \text{ V}$$

C.6 测量不确定度报告

由上述分析得到：三相交直流仪表校准装置示值误差的扩展不确定度为：

$$U = 0.012 \text{ V}; k=2$$

JJF (桂) 61-2018

广西壮族自治区
地方计量技术规范

三相交直流仪表校准装置校准规范

JJF (桂) 61-2018

广西壮族自治区质量技术监督局颁布