



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1619—2017

互感器二次压降及负荷 测试仪校准规范

Calibration Specification for Testing Instrument of Transformer
Secondary Loop Voltage Drops and Loads

2017-02-28 发布

2017-05-28 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

互感器二次压降及负荷

测试仪校准规范

Calibration Specification for

Testing Instrument of Transformer

Secondary Loop Voltage Drops and Loads

JJF 1619—2017

归口单位：全国电磁计量技术委员会高压计量分技术委员会

主要起草单位：国家高电压计量站

国网湖南省电力公司电力科学研究院

参加起草单位：国网四川省电力公司

国网青海省电力公司电力科学研究院

国网湖北省电力公司电力科学研究院

湖北省宜昌市计量检定测试所

本规范委托全国电磁计量技术委员会高压计量分技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

雷 民（国家高电压计量站）

岳长喜（国家高电压计量站）

罗志坤（国网湖南省电力公司电力科学研究院）

参加起草人：

卢 斌（国网四川省电力公司）

贾 柵（国网青海省电力公司电力科学研究院）

王作维（国网湖北省电力公司电力科学研究院）

陈 玉（湖北省宜昌市计量检定测试所）



目 录

| | |
|--|--------|
| 引言 | (II) |
| 1 范围 | (1) |
| 2 引用文件 | (1) |
| 3 术语和计量单位 | (1) |
| 3.1 电压互感器二次压降 | (1) |
| 3.2 电压互感器的二次负荷 | (1) |
| 3.3 电流互感器的二次负荷 | (1) |
| 4 概述 | (1) |
| 5 计量特性 | (2) |
| 5.1 绝缘水平 | (2) |
| 5.2 电压、电流百分表误差 | (2) |
| 5.3 分辨力 | (2) |
| 5.4 负荷容量 | (3) |
| 5.5 PT 二次压降 | (3) |
| 5.6 PT 二次负荷 | (3) |
| 5.7 CT 二次负荷 | (3) |
| 5.8 工作电压（电流）无关性 | (3) |
| 6 校准条件 | (3) |
| 6.1 环境条件 | (3) |
| 6.2 标准器及配套设备 | (4) |
| 7 校准项目和校准方法 | (4) |
| 7.1 校准项目 | (4) |
| 7.2 校准方法 | (4) |
| 8 校准结果的表达 | (7) |
| 9 复校时间间隔 | (8) |
| 附录 A 互感器二次压降测试仪比值差和相位差校准不确定度评定示例 | (9) |
| 附录 B 校准原始记录格式 | (13) |
| 附录 C 校准证书内页格式 | (15) |

引 言

本规范依据 JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》和 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》编制。

本规范为首次发布。



互感器二次压降及负荷测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于额定频率为 50 Hz，采用差值法原理的电压互感器二次回路压降测试仪和采用伏安法原理的互感器二次负荷测试仪（简称二次压降负荷测试仪）的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 169—2010 互感器校验仪

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

3 术语和计量单位

3.1 电压互感器二次压降 transformer secondary loop voltage drops

由电压互感器（以下简称 PT）二次回路的接触电阻、导线电阻及分布参数引起的互感器端电压与电能表端电压不相等而引起的相量差，包括比值差和相位差，单位分别为 % 和分（'）。

3.2 电压互感器的二次负荷 voltage transformer secondary loop loads

PT 二次所接的测量仪器、二次电缆间及二次电缆与地线间电容组成的总导纳，单位为西门子（S）。

3.3 电流互感器的二次负荷 current transformer secondary loop loads

电流互感器（以下简称 CT）二次所接测量仪器的阻抗、二次电缆和接点电阻的总阻抗，单位为欧（Ω）。

4 概述

二次压降负荷测试仪以同相分量 X 和正交分量 Y 为基本变量。

测量 PT 二次回路压降时，通过测量 PT 二次端电压和电能表端电压之间的比值差 f 和相位差 δ ，根据式（1）计算得出 PT 二次回路压降相对值。其中比值差 f 为同相分量，相位差 δ 为正交分量。在校准时， f 、 δ 为主要测量对象。

$$\Delta u = \frac{u}{100} \sqrt{f^2 + (0.0291\delta)^2} \quad (1)$$

式中：

Δu —— 压降相对误差，%；

f —— 比值差，%；

δ —— 相位差，（'）。

测量 PT 二次负荷时，通过测量 PT 二次回路的电导分量 G 和电纳分量 B ，根据

式 (2) 和式 (3) 计算得到 PT 二次负荷 S_{nPT} 和功率因数 $\cos\varphi_{PT}$ 的大小。其中电导分量 G 为同相分量, 电纳分量 B 为正交分量。在校准时, $G(\text{mS})$ 、 $B(\text{mS})$ 为主要测量对象。

$$S_{nPT} = U_e^2 \sqrt{G^2 + B^2} \quad (2)$$

$$\cos\varphi_{PT} = G / \sqrt{G^2 + B^2} \quad (3)$$

式中:

U_e —— PT 二次电压;

G —— PT 二次负荷中的电导分量;

B —— PT 二次负荷中的电纳分量。

测量 CT 二次负荷时, 通过测量 CT 二次回路的电阻分量 R 和电抗分量 X , 根据式 (4) 和式 (5) 计算得到 CT 二次负荷 S_{nCT} 和功率因数 $\cos\varphi_{CT}$ 的大小。其中电阻分量 R 为同相分量, 电抗分量 X 为正交分量。在校准时, $R(\Omega)$ 、 $X(\Omega)$ 为主要测量对象。

$$S_{nCT} = I_e^2 \sqrt{R^2 + X^2} \quad (4)$$

$$\cos\varphi_{CT} = R / \sqrt{R^2 + X^2} \quad (5)$$

式中:

I_e —— 电流互感器二次电流;

R —— 电流互感器二次负荷中的电阻分量;

X —— 电流互感器二次负荷中的电抗分量。

5 计量特性

5.1 绝缘水平

5.1.1 绝缘电阻

二次压降负荷测试仪工作时, 不接地的回路对金属外壳之间、交流电源插座 (若有) 和仪器金属外壳之间的绝缘电阻一般不小于 20 M Ω 。

5.1.2 绝缘强度

对于有 220 V 交流电源插座的仪器, 插座导体与仪器金属外壳之间能承受 1.5 kV、频率 50 Hz 的正弦波电压 1 min, 结果无异常。

5.2 电压、电流百分表误差

用于指示工作电压、电流大小的百分表的误差一般不超出式 (6) 给定的范围。

$$\Delta X = \pm (X \cdot a \% + n) \quad (6)$$

式中:

ΔX —— 电压、电流百分表的示值误差;

a —— 电压、电流百分表的准确度等级;

X —— 百分表的读数;

n —— 末位 1 个字。

5.3 分辨力

二次压降负荷测试仪的分辨力一般小于最大允许误差的 1/8。

5.4 负荷容量

二次压降负荷测试仪对被测试回路带来的负荷一般不超过 1 VA。

5.5 PT 二次压降

PT 二次压降包括同相分量比值差 f 和正交分量相位差 δ 。比值差 f 的测量范围一般为 $\pm(0.001\% \sim 19.99\%)$ ，相位差 δ 的测量范围一般为 $\pm(0.01' \sim 599')$ 。在表 1 的参比条件下， f 和 δ 的测量误差分别不超过式 (7) 和式 (8) 的限值范围，式中 D_x 和 D_y 取值应符合 JJG 169—2010 的规定。

$$\Delta X = \pm(X \cdot a\% + Y \cdot a\% + D_x) \quad (7)$$

$$\Delta Y = \pm(X \cdot a\% + Y \cdot a\% + D_y) \quad (8)$$

式中：

ΔX ——同相分量允许误差；

X ——同相分量示值的绝对值；

a ——准确度等级；

Y ——正交分量示值的绝对值；

D_x ——仪器同相分量最小分度值或量化值；

D_y ——仪器正交分量最小分度值或量化值。

表 1 二次压降负荷测试仪基本变量的参比条件

| 环境温度 | 相对湿度 | 电源频率 | 电源波形畸变系数 |
|--------|------|--------------|----------|
| 0℃~40℃ | ≤95% | 50 Hz±0.5 Hz | ≤5% |

5.6 PT 二次负荷

PT 二次负荷的测量范围一般为 $\pm(0.1 \text{ mS} \sim 50.0 \text{ mS})$ ，在表 1 的参比条件下，其同相分量电导 G 和正交分量电纳 B 的测量误差分别不超过式 (7) 和式 (8) 的限值范围。

5.7 CT 二次负荷

CT 二次负荷的测量范围一般为 $\pm(0.1 \Omega \sim 50.0 \Omega)$ ，在表 1 的参比条件下，其同相分量电阻 R 和正交分量电抗 X 的测量误差分别不超过式 (7) 和式 (8) 的限值范围。

5.8 工作电压（电流）无关性

二次压降负荷测试仪在其他电压或电流下的误差一般不超过其最大允许误差，且相对于额定电压或电流下的变化值一般不大于允许误差限值的 1/5。

注：以上指标不适用于合格性判别，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

环境条件要求如下：

- 实验室环境温度为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，相对湿度不大于 80%。
- 外界电磁干扰引起的误差，不大于被检二次压降负荷测试仪允许误差值的 1/10。
- 环境无可察觉的震动。

6.2 标准器及配套设备

6.2.1 测量标准及其他设备

实验室校准时，可使用互感器校验仪整体检定装置作为标准器。要求如下：

a) 整体检定装置引入的扩展不确定度小于被检仪器允许误差的 1/5。

b) 整体检定装置在校准二次压降负荷测试仪时，由二次压降负荷测试仪引起的负荷误差一般不超过整体检定装置误差限值的 1/5。

c) 整体检定装置的分辨力能满足校准二次压降负荷测试仪的要求。

d) 整体检定装置的工作电源和等效微差电源能给出与被校二次压降负荷测试仪相适应的幅值和相位连续可调的电流源与电压源信号。等效微差电源不稳定及波形失真引起的测量读数的标准偏差小于整体检定装置允许误差的 1/10。

e) 在校准周期内，整体检定装置的误差变化不大于误差限值的 1/3。

6.2.2 电源及调节设备

电源及调节设备有足够的容量，电源电压为 (220 ± 22) V，频率为 (50 ± 0.5) Hz，电源波形畸变系数应不超过 5%。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目见表 2。

表 2 校准项目一览表

| 序号 | 校准项目 | 校准方法条款 |
|----|-----------|--------|
| 1 | 外观检查 | 7.2.1 |
| 2 | 绝缘强度 | 7.2.2 |
| 3 | 内附百分表误差 | 7.2.3 |
| 4 | 分辨力 | 7.2.4 |
| 5 | 负荷容量 | 7.2.5 |
| 6 | PT 二次压降 | 7.2.6 |
| 7 | PT 二次负荷 | 7.2.7 |
| 8 | CT 二次负荷 | 7.2.8 |
| 9 | 电压（电流）无关性 | 7.2.9 |

7.2 校准方法

7.2.1 外观检查

外观检查用目测方法进行，外观满足以下要求：

a) 二次压降负荷测试仪的各接线端子及转换开关有标识；

b) 接线端子应有明显的相序标识；

c) 各转换开关转动灵活、定位准确；

d) 各接线端子空接，仪器通以供电电源，指示表或数字显示器应按仪器说明书要求有相应显示，仪器无异常过热、放电现象。

7.2.2 绝缘水平

用 500 V 兆欧表测量绝缘电阻，结果满足 5.1.1 的要求。

在插座导体与仪器金属外壳之间施加有效值 1.5 kV、频率 50 Hz 的正弦波电压 1 min，结果满足 5.1.2 的要求。

7.2.3 电压、电流百分表误差

用数字式电压表和电流表对内附百分表进行校准，电压百分表检验 100 V、100/ $\sqrt{3}$ V 挡，校准点为 80%、100%、120%；电流百分表检验 5 A、1 A 挡，检验点为 5%、20%、100%、120%。结果符合 5.2 的要求。

7.2.4 分辨力

a) 由整检装置输出标准同相信号 X_0 或正交信号 Y_0 ，此时被校测试仪显示为某一数值（可等于零或任何数值）。

b) 微调整检装置输出信号，使被校测试仪末位变化 10 个字，读出整检装置的标准值 X_1 或 Y_1 。

c) 则 $L_x = |X_1 - X_0| / 10$ 即为被校测试仪同相分量的分辨力， $L_y = |Y_1 - Y_0| / 10$ 即为被校测试仪正交分量的分辨力。

d) 结果符合 5.3 要求。

7.2.5 负荷容量

二次压降负荷测试仪工作回路的容量在其额定电压、电流下用伏安法测量，其中电压量和电流量的测量误差均应小于 3%。

7.2.6 PT 二次压降

7.2.6.1 校准点的选取

PT 二次压降校准包括三相四线方式 AO、BO、CO 回路及三相三线方式 AB、CB 回路。校准点的选取按照以下原则：

a) 试验时可采用同相分量与正交分量同时置同一数值的方法，选择三相四线（或三相三线）接线方式的全部测量回路的某一量程作为全校量程；

b) 全校量程的校准点包括该量程的正负最大示值点，以及以该量程的 20% 为间隔的示值点；

c) 另一接线方式的测量回路选取全检量程的 10% 和 100% 作为校准点；

d) 可根据用户的要求适当增加校准点。

7.2.6.2 试验方法和步骤

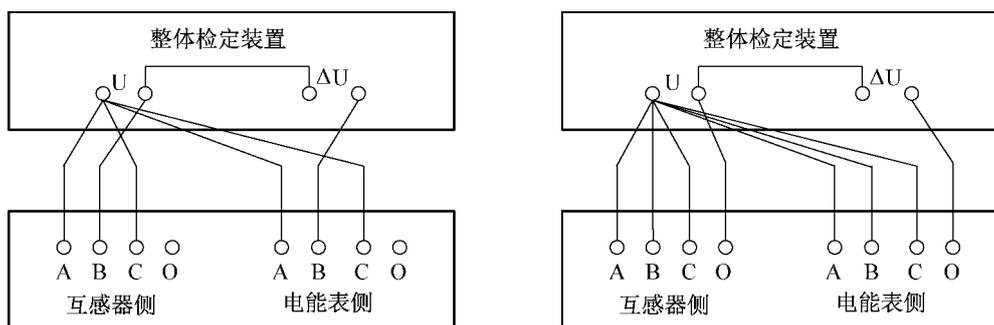
PT 二次压降校准的试验方法和步骤如下：

a) PT 二次压降测试仪按三相三线校准时，接线方式见图 1 (a)；PT 二次压降测试仪按三相四线校准时，接线方式见图 1 (b)。

b) 如图完成接线并检查无误后，首先测试被校仪器的零值误差（有零位自校功能的进行零位误差自动修正）。

c) 选择与接线方式相应的试验方法，在 7.2.6.1 中选定校准点进行误差测试。

d) 结果满足 5.5 的要求。



(a) 三相三线校准线路图

(b) 三相四线校准线路图

图 1 PT 二次压降校准接线图

7.2.7 PT 二次负荷

7.2.7.1 校准点的选取

PT 二次负荷按以下校准点选取：

a) 试验时可采用同相分量与正交分量同时置同一数值的方法。

b) 以工作电压 100 V、导纳量程 (0.0~1.0) mS 为全校量程；全校量程可选取 0.1 mS、0.2 mS、0.4 mS、0.6 mS、0.8 mS、0.9 mS 和 1.0 mS 等 7 个值作为校准点；工作电压 100 V 的其他量程和 $100/\sqrt{3}$ V 的全部量程可只校量程限值的 50% 和 100%。

c) 可根据用户的要求适当增加校准点。

7.2.7.2 试验方法和步骤

校准 PT 二次负荷的接线方式见图 2，试验步骤如下：

a) 将整检装置的功能开关置于导纳测量状态；

b) 调节整检装置的工作电压 \dot{U} 至规定值，调节整检装置的同相分量和正交分量置于某一校准点 X_0 和 Y_0 ，此时整检装置输出相应的等效微差电流 $\Delta \dot{i}$ ；

c) 待二次负荷测试仪示值稳定后，记录下其同相分量和正交分量的示值 X_1 和 Y_1 ，并按式 (9) 和式 (10) 计算出该示值与整检装置设定值的误差；

d) 结果满足 5.6 的要求。

$$\Delta X = X_1 - X_0 \quad (9)$$

$$\Delta Y = Y_1 - Y_0 \quad (10)$$

式中：

ΔX —— 被校仪器同相分量误差；

ΔY —— 被校仪器正交分量误差；

X_1 —— 被校仪器同相分量示值；

Y_1 —— 被校仪器正交分量示值；

X_0 —— 整检装置同相分量置数；

Y_0 —— 整检装置正交分量置数。

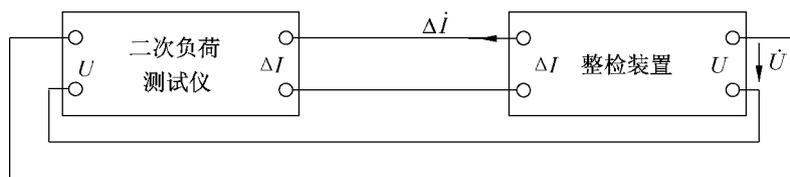


图 2 PT 二次负荷校准接线图

7.2.8 CT 二次负荷

7.2.8.1 校准点的选取

CT 二次负荷的校准点按以下原则选取：

a) 试验时可采用同相分量与正交分量同时置同一数值的方法。

b) 以工作电流 5 A、阻抗量程 (0.0~1.0) Ω 为全校量程；全校量程可选取 0.1 Ω、0.2 Ω、0.4 Ω、0.6 Ω、0.8 Ω、0.9 Ω 和 1.0 Ω 等 7 个值作为校准点；工作电流 5 A 的其他量程和 1 A 的全部量程可只校量程限值的 50% 和 100%。

c) 可根据用户的要求适当增加校准点。

7.2.8.2 试验方法和步骤

校准 CT 二次负荷的接线方式见图 3，试验步骤如下：

a) 将整检装置的功能开关置于阻抗测量状态；

b) 调节整检装置的工作电流 i 至规定值，调节整体检定装置的同相分量和正交分量置于某一校准点 X_0 和 Y_0 ，此时整检装置输出相应的等效微差电压 $\Delta \dot{U}$ ；

c) 待二次负荷测试仪示值稳定后，记录下其同相分量和正交分量的示值 X_1 和 Y_1 ，并按式 (9) 和式 (10) 计算出该示值与整检装置设定值的误差；

d) 结果满足 5.7 的要求。

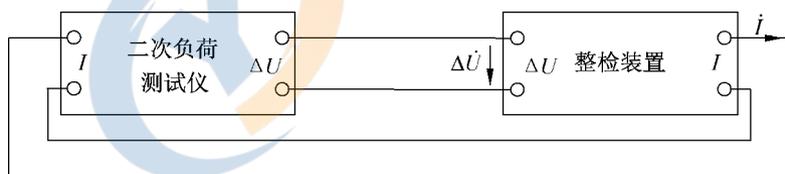


图 3 电流互感器二次负荷校准接线图

7.2.9 工作电压（电流）无关性

二次压降负荷测试仪示值与工作电压（或电流）的无关性试验可在误差测量过程中进行。

试验时选取电压（或电流）的最小量程挡、与百分表校准对应的工作电压（或电流）点和测量范围的最大部分、中间部分和最小部分三个示值点作为试验点，测量各电压（或电流）百分数下校验仪的示值。

结果满足 5.8 的要求。

8 校准结果的表达

校准结果应在校准证书（报告）上反映，校准证书（报告）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；
 - n) 校准证书和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，不得部分复制证书或报告的声明。
- 校准原始记录格式见附录 B，校准证书（报告）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。

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

互感器二次压降测试仪比值差和相位差校准不确定度评定示例

二次压降负荷测试仪的主要校准参数包括二次压降的同相分量比值差 f 和正交分量相位差 δ 、电压互感器二次负荷的同相分量电导 G 和正交分量电纳 B 、电流互感器二次负荷的同相分量电阻 R 和正交分量电抗 X 。本附录以比值差 f 和相位差 δ 校准结果中测量不确定度的评定为例，说明互感器二次压降负荷测试仪校准项目的测量不确定度评定的程序。由于校准方法和所用仪器设备相同或近似，其他项目校准结果中测量不确定度的评定程序类同。

A.1 校准依据及方法

(1) 校准依据：JJF 1619—2017《互感器二次压降及负荷测试仪校准规范》。

(2) 校准环境条件：温度 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，相对湿度不大于 80%。

(3) 测量标准：互感器校验仪整检装置，准确度 0.2 级。

(4) 被校对象：二次压降测试仪，准确度 2 级。

(5) 校准方法：将整检装置与被校二次压降测试仪按规定线路相连，由互感器校验仪整检装置给出参考值，记录被校二次压降测试仪的示值，将被校二次压降测试仪示值与整检装置给出的参考值相减，其差值即为被校二次压降测试仪的示值误差。

A.2 测量模型

$$\Delta X = X_x - X_N$$

式中：

ΔX ——二次压降测试仪的示值误差；

X_x ——二次压降测试仪的示值；

X_N ——互感器校验仪整检装置给出的参考值。

A.3 不确定度的来源分析与评定

A.3.1 校准结果不确定度来源

分析二次压降测试仪的校准过程，其校准不确定度来源主要有以下几项：

(1) 由测量重复性引入的标准不确定度 u_A ，采用 A 类方法评定；

(2) 由互感器校验仪整检装置引入的不确定度 u_{B1} ，采用 B 类方法评定；

(3) 由二次压降测试仪负荷引入的不确定度 u_{B2} ，采用 B 类方法评定；

(4) 由标准器在校准周期内误差变化引入的不确定度 u_{B3} ，采用 B 类方法评定；

A.3.2 重复性引入的不确定度评定

选取被校仪器示值误差最大的校准点进行重复性测量，以该点校准结果的相对误差作为 A 类不确定度分析对象，结果如表 A.1。

表 A.1 重复性测量结果

| 序号 | $f/\%$ | $\delta/(\prime)$ |
|-----|--------|-------------------|
| 1 | 1.005 | 0.991 |
| 2 | 1.007 | 0.993 |
| 3 | 1.004 | 0.994 |
| 4 | 1.003 | 0.996 |
| 5 | 1.002 | 0.995 |
| 6 | 1.001 | 0.994 |
| 7 | 0.999 | 0.995 |
| 8 | 1.003 | 0.996 |
| 9 | 1.001 | 0.995 |
| 10 | 0.999 | 0.994 |
| 平均值 | 1.002 | 0.994 |

用贝塞尔公式可算出单次校准标准差分别为：

$$s_f = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_i - \bar{f})^2}{n-1}} = 2.5 \times 10^{-3}$$

$$s_\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\delta_i - \bar{\delta})^2}{n-1}} = 1.5 \times 10^{-3}$$

则单次测量结果的相对标准偏差为：

$$u_{relf} = \frac{s_f}{\bar{f}} = 2.5 \times 10^{-3}$$

$$u_{rel\delta} = \frac{s_\delta}{\bar{\delta}} = 1.5 \times 10^{-3}$$

实际工作中取单次读数作为校准结果，所以校准结果的 A 类不确定度分量 $u_{Af} = 2.5 \times 10^{-3}$ ， $u_{A\delta} = 1.5 \times 10^{-3}$ ，自由度 $\nu_1 = 9$ 。由电磁干扰、电源频率、电源波动等因素影响引起的不确定度，已包含在重复性分量中，不再对这些分量进行单独评定。

A.3.3 由互感器校验仪整检装置引入的不确定度 u_{B1}

由互感器校验仪整检装置引入的不确定度，采用 B 类方法进行评定。互感器校验仪整检装置经上级鉴定合格，PT 同相和正交回路最大允许误差 $\epsilon = \pm 0.2\%$ ，其半宽 $a = 0.2\%$ ，在此区间内可认为服从均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，则标准不确定度：

$$u_{B1f} = a / \sqrt{3} = 1.2 \times 10^{-3}$$

$$u_{B1\delta} = a / \sqrt{3} = 1.2 \times 10^{-3}$$

A.3.4 由二次压降测试仪负荷引入的不确定度 u_{B2}

校准规范要求互感器校验仪整体检定装置在接入二次压降测试仪时，产生的负荷误差不得超过互感器校验仪整体检定装置误差限值的 1/3。取互感器校验仪整体检定装置误差限值为被校二次压降测试仪误差限值的 1/5，则负荷对校准结果的影响为 $2\%/15 = 1.33 \times 10^{-3}$ 。采用 B 类方法进行评定，按均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，标准不确定度：

$$u_{B2f} = 1.33 \times 10^{-3} / \sqrt{3} = 0.8 \times 10^{-3}$$

$$u_{B2\delta} = 1.33 \times 10^{-3} / \sqrt{3} = 0.8 \times 10^{-3}$$

A.3.5 由标准器在校准周期内误差变化引入的不确定度 u_{B3}

校准规范要求标准器在校准周期内误差变化不大于其误差限值的 1/3，互感器校验仪整体检定装置实际误差应不大于二次压降测试仪误差限值的 1/5，二次压降校验仪误差限值为 2%，对二次压降校验仪的影响量为 $2\%/15 = 1.33 \times 10^{-3}$ 。标准器稳定性变化采用 B 类方法进行评定，按均匀分布考虑，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，标准不确定度：

$$u_{B3f} = 1.33 \times 10^{-3} / \sqrt{3} = 0.8 \times 10^{-3}$$

$$u_{B3\delta} = 1.33 \times 10^{-3} / \sqrt{3} = 0.8 \times 10^{-3}$$

A.4 标准不确定度的合成

根据以上分析，可列出标准不确定度分量表，如表 A.2 所示。由于各分量间相互独立，则合成标准不确定度为：

$$u_{cf} = \sqrt{u_{Af}^2 + u_{B1f}^2 + u_{B2f}^2 + u_{B3f}^2} \approx 3.0 \times 10^{-3}$$

$$u_{c\delta} = \sqrt{u_{A\delta}^2 + u_{B1\delta}^2 + u_{B2\delta}^2 + u_{B3\delta}^2} \approx 2.2 \times 10^{-3}$$

表 A.2 不确定度分量表

| 标准不确定度评定方法 | 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 分布 | 灵敏系数 | 输出量的标准不确定度分量 |
|------------|----------|-----------|----|------|-------------------------------------|
| A 类 | u_A | 重复性测量 | 正态 | 1 | $u_{Af} = 2.5 \times 10^{-3}$ |
| | | | | | $u_{A\delta} = 1.5 \times 10^{-3}$ |
| B 类 | u_{B1} | 整检装置 | 均匀 | 1 | $u_{B1f} = 1.2 \times 10^{-3}$ |
| | | | | | $u_{B1\delta} = 1.2 \times 10^{-3}$ |
| B 类 | u_{B2} | 二次压降测试仪负荷 | 均匀 | 1 | $u_{B2f} = 0.8 \times 10^{-3}$ |
| | | | | | $u_{B2\delta} = 0.8 \times 10^{-3}$ |
| B 类 | u_{B3} | 标准器的稳定性 | 均匀 | 1 | $u_{B3f} = 0.8 \times 10^{-3}$ |
| | | | | | $u_{B3\delta} = 0.8 \times 10^{-3}$ |

A.5 扩展不确定度计算

取包含概率为 95%，包含因子 $k = 2$ ，所以扩展不确定度：

$$U_f = k u_{cf} = 2 \times 3.0 \times 10^{-3} \approx 6 \times 10^{-3}$$

$$U_\delta = k u_{c\delta} = 2 \times 2.2 \times 10^{-3} \approx 5 \times 10^{-3}$$

A.6 测量不确定度报告

2级二次压降测试仪校准扩展不确定度为：

$$U_f = 6 \times 10^{-3}, k = 2$$

$$U_\delta = 5 \times 10^{-3}, k = 2$$



附录 B

校准原始记录格式

互感器二次压降负荷测试仪校准原始记录（第 1 页）

| 试品基本信息 | | | | | |
|-------------------|---|----|--------|----------|--|
| 委托单位 | | | | 地 址 | |
| 仪器名称 | | | | 型号/规格 | |
| 生产厂家 | | | | 出厂编号 | |
| 测量范围 | | | | 准确度等级 | |
| 额定频率 | | | | | |
| 校准时使用的标准器 | | | | | |
| 标准器名称 | | | | 标准器型号/规格 | |
| 标准证书号 | | | | 有效期至 | |
| 不确定度或准确度等级或最大允许误差 | | | 标准测量范围 | | |
| 校准依据 | | | | 校准地点 | |
| 环境温度 | ℃ | 湿度 | %RH | 校准日期 | |
| 校准结果 | | | | | |
| 外观检查 | | | | 百分表 | |
| 绝缘电阻 | | | | 分辨力 | |
| 负荷容量 | | | | 电流/电压无关性 | |

互感器二次压降负荷测试仪校准原始记录（第 2 页）

| 误差数据记录 | | | | | | | | |
|------------------|--------|------------|--------|------------|-------|------------|-------|------------|
| 说明 | 受检仪器示值 | | 整检装置示值 | | 误差 | | 允许误差 | |
| PT 二次压降 | $f()$ | $\delta()$ | $f()$ | $\delta()$ | $f()$ | $\delta()$ | $f()$ | $\delta()$ |
| U_{a0} | | | | | | | | |
| U_{b0} | | | | | | | | |
| U_{c0} | | | | | | | | |
| PT 二次负荷 | $G()$ | $B()$ | $G()$ | $B()$ | $G()$ | $B()$ | $G()$ | $B()$ |
| 100 V | | | | | | | | |
| $100/\sqrt{3}$ V | | | | | | | | |
| CT 二次负荷 | $R()$ | $X()$ | $R()$ | $X()$ | $R()$ | $X()$ | $R()$ | $X()$ |
| 5 A | | | | | | | | |
| 1 A | | | | | | | | |
| 本次校准扩展不确定度为： | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

校准员：

核验员：

校准日期：

附录 C

校准证书内页格式

证书编号 ××××××—××××

| 校准机构授权说明： | | | | |
|--------------------|------|----------------|---------------|--------|
| 校准环境条件及地点： | | | | |
| 温度 | ℃ | 地点 | | |
| 相对湿度 | % | 其他 | | |
| 校准所依据的技术文件（代号、名称）： | | | | |
| 校准所使用的主要测量标准： | | | | |
| 名称 | 测量范围 | 不确定度/ 准确度等级 | 检定/校准 证书编号 | 证书有效期至 |
| | | | | |

注：

1. ×××××仅对加盖“×××××校准专用章”的完整证书负责。
2. 本证书的校准结果仅对所校准的对象有效。
3. 未经实验室书面批准，不得部分复印证书。

第×页 共×页

证书编号 ××××××—××××

校准结果

| 说明 | 整检装置示值 | | 仪器误差 | | 扩展不确定度 |
|------------------|---------|--------------|---------|--------------|--------|
| | f () | δ () | f () | δ () | |
| PT 二次压降 | | | | | |
| U_{a0} | | | | | |
| U_{b0} | | | | | |
| U_{c0} | | | | | |
| PT 二次负荷 | G () | B () | G () | B () | 扩展不确定度 |
| 100V | | | | | |
| $100/\sqrt{3}$ V | | | | | |
| CT 二次负荷 | R () | X () | R () | X () | 扩展不确定度 |
| 5A | | | | | |
| 1A | | | | | |

校准不确定度的评定和表述均符合 JJF 1059.1 的要求。

敬告：

1. 被校准仪器修理后，应立即进行校准。
2. 在使用过程中，如对被校准仪器的技术指标产生怀疑，请重新校准。
3. 根据客户要求和校准文件的规定，通常情况下____个月校准一次。

校准员：

核验员：

第×页 共×页