

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1584—2016

电流互感器伏安特性测试仪校准规范

Calibration Specification for Current Transformer

Volt—Ampere Characteristic Meters

2016-11-25 发布

2017-02-25 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

电流互感器伏安特性 测试仪校准规范

Calibration Specification for Current

Transformer Volt—Ampere Characteristic Meters

JJF 1584—2016

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

参加起草单位：国网浙江省电力公司电力科学研究院

国网山东省电力公司电力科学研究院

云南省电力科学研究院

国网湖北省电力公司电力科学研究院

国网山西省电力公司电力科学研究院

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：

章述汉（国家高电压计量站）

徐子立（国家高电压计量站）

参加起草人：

许灵洁（国网浙江省电力公司电力科学研究院）

朱振华（国网山东省电力公司电力科学研究院）

梁仕斌（云南省电力科学研究院）

阮 羚（国网湖北省电力公司电力科学研究院）

赵 园（国网山西省电力公司电力科学研究院）



目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语	(1)
3.1 伏安特性测试仪	(1)
3.2 励磁电流	(1)
3.3 额定拐点电势	(1)
3.4 励磁特性	(1)
3.5 伏安特性参比标准器	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(2)
5.1 电压	(2)
5.2 电流	(2)
6 校准条件	(2)
6.1 环境条件	(2)
6.2 校准用标准设备	(3)
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 校准结果表达	(6)
9 复校时间间隔	(7)
附录 A 电流互感器伏安特性测试仪测量不确定度评定示例	(8)
附录 B 校准原始记录格式	(12)
附录 C 校准证书内页格式	(13)
附录 D 插值算法计算伏安特性标准值	(15)
附录 E 伏安特性参比标准器的计量特性要求	(16)

引 言

本规范依据 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。



电流互感器伏安特性测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于电流互感器伏安特性测试仪的校准，也适用于具有电流互感器伏安特性功能的测试仪器的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 313—2010 测量用电流互感器

GB 20840.2—2014 互感器 第2部分：电流互感器的补充技术要求

GB/T 22071.1—2008 互感器试验导则 第1部分：电流互感器

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

3.1 伏安特性测试仪 Volt-Ampere characteristic meter

具有电流互感器伏安特性测量功能的测试仪器。

3.2 励磁电流 excitation current

电流互感器的一次绕组及其他绕组开路，额定频率的正弦波电压施加于二次端子上时通过二次绕组的电流值。

注：稳态保护用电流互感器的励磁电流采用方均根值表示；暂态保护用电流互感器的励磁电流采用峰值表示。

3.3 额定拐点电势 rated knee point e. m. f.

当互感器所有其他端子均开路时，施加于二次端子上的额定频率正弦波电势最小方均根值，当此值增加10%时，其励磁电流方均根值增加不超过50%。

注：实际拐点电势不小于额定拐点电势。

3.4 励磁特性 excitation characteristic

当电流互感器一次绕组和其他绕组开路时，施加于电流互感器二次绕组端子上的正弦波电势方均根值与励磁电流的关系，用曲线图或表格来表示。

注：这些数值涵盖的范围应足以确定从低励磁值直到1.1倍拐点电势值的励磁特性。

3.5 伏安特性参比标准器 V-I characteristic standard current transformer

伏安特性测试仪校准中使用的标准电流互感器，其励磁特性曲线经过标定并且性能稳定。

4 概述

伏安特性是一种电流互感器二次绕组正弦波电压值与励磁电流值的特性曲线，常用

曲线或表格列值形式表示。

电流互感器伏安特性测试仪（以下简称测试仪）的工作原理如图 1 所示。

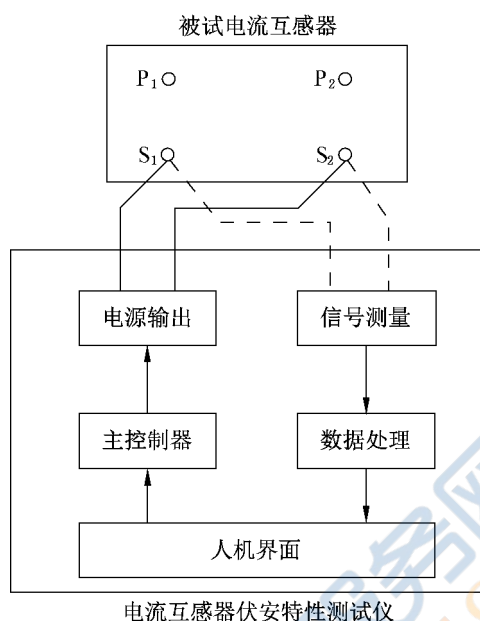


图 1 电流互感器伏安特性测试仪原理图

测试仪电源输出激励信号，施加到被校电流互感器的二次绕组端子，并测量二次绕组端子的反馈信号，通过数据处理计算得到被校电流互感器的伏安特性曲线及拐点电压和拐点电流等参数。测试仪的测试方式按输出电源频率可分为工频测试法和异频测试法，采用异频法的测试仪需将测量结果归算到工频。

5 计量特性

5.1 电压

在相同的参比电流值下，测试仪在全部量程内的电压测量误差一般不超过 $\pm 5\%$ 。

5.2 电流

在相同的参比电压值下，测试仪在全部量程内的电流测量误差一般不超过 $\pm 5\%$ 。

注：以上指标不是用于合格性判别，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

测试仪校准的环境条件应满足以下要求：

- 环境温度： $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ；
- 相对湿度：不大于 75%；
- 供电电源：频率 (50 ± 0.1) Hz，波形畸变系数不超过 3%；
- 校准过程中周围无影响被校测试仪性能的振动、冲击及电磁辐射等。

6.2 校准用标准设备

6.2.1 伏安特性参比标准器

伏安特性参比标准器应不带补偿绕组，其绝缘要求应满足 GB 20840.2—2014 中 5.3 规定，在校准过程中，其励磁特性稳定性的引入的不确定度不超过被校测试仪准确度等级对应允许误差限值的 1/5。

参比标准器配置可采用：

- a) 拐点电压 (0~100) V，P 级电流互感器一台；
- b) 拐点电压 (100~1 000) V，P 级电流互感器一台；
- c) 拐点电压 (1 000~3 000) V，P 级电流互感器一台；
- d) 拐点电压 (3 000~8 000) V，TPY 型电流互感器一台。

注：参比标准器的计量特性可参照附录 E。

6.2.2 电压互感器

电压互感器额定一次电压应高于伏安特性参比标准器的最大工作电压，电压互感器的实际误差不超过被校伏安特性测试仪电压测量误差限值的 1/5，且准确度等级不低于 0.02 级。

电压互感器配置可采用：

- a) 10 kV/100 V，0.02 级电压互感器一台；
- b) 2 kV/100 V，0.02 级电压互感器一台。

注：电压表的测量范围允许时可以不使用电压互感器。

6.2.3 电流互感器

电流互感器额定一次电流应高于伏安特性参比标准器的最大工作电流，电流互感器的实际误差不超过被校伏安特性测试仪电流测量误差限值的 1/5，且准确度等级不低于 0.02 级。

注：电流表的测量范围允许时可以不使用电流互感器。

6.2.4 电压表

电压表的交流电压测量范围应不小于电压互感器的二次端子电压范围，在电压测量范围内最大允许误差不应超过 $\pm 0.1\%$ 。

6.2.5 电流表

电流表应满足以下要求：

- a) 交流电流测量范围应能包含电流互感器的二次端子电流范围，在电流测量范围内交流电流测量最大允许误差不应超过 $\pm 0.2\%$ 。
- b) 包含有效值和峰值的测量功能；
- c) 电流表应具有测量 1 mA 对应的量程。

6.2.6 辅助设备

试验电源应采用稳频稳压电源，电源电压波形应近似于正弦波，其总谐波含量应不超过 3%。试验电源及调压器应具备足够的容量和调节细度。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

测试仪校准项目见表 1。

表 1 校准项目

序号	校准项目	计量特性条款号	校准项目对应条款号
1	电压	5.1	7.2.2
2	电流	5.2	7.2.3

7.2 校准方法

7.2.1 外观检查

测试仪外观检查应满足以下要求：

- 产品名称、型号、序列号、制造商名称或商标等标志清晰可辨、正确、不易脱落；
- 外壳各结构件之间的连接结合紧密、接触良好、无机械损伤；
- 控制键定位准确、接触可靠、操作灵活自如。

7.2.2 电压

测试仪电压按照以下方法进行校准：

a) 按 JJG 313—2010 中 5.3.4 规定的开路法对伏安特性参比标准器的二次绕组进行退磁。对于饱和电势过高的伏安特性参比标准器，可采用低频电源或直流电源进行退磁。

b) 按图 2 所示连接伏安特性参比标准器，工频电源输出端通过调压器连接至伏安特性参比标准器二次绕组端子 S_1 、 S_2 ，伏安特性参比标准器一次及其他绕组开路。电压互感器一次绕组端子并接于试验回路，二次绕组接电压表测量试验回路标准电压；电流互感器一次接线端子串接于试验回路，二次接线端子通过电流表测量试验回路标准电流。

c) 逐步升高电压使伏安特性参比标准器的电流/电压达到拐点电流/电压 ($I_{拐}/U_{拐}$)，继续施加试验电压直至被校测试仪的励磁电流达到 1 A (或接近 1 A 的最大电流值)，在标准拐点电流值与测试仪器励磁电流达到 1 A (或接近 1 A 的最大电流值) 之间均匀选择不少于 10 个参比电流点 (包括拐点)，记录参比电流值 I_0 和其对应的电压标准值 U_0 。升压过程应平稳缓慢，相邻参比电流值之间调节细度应不超过参比电流差值的 1/5。试验中应避免试验电源突然接通或分断，同时应无击穿或闪络等破坏性放电现象产生。

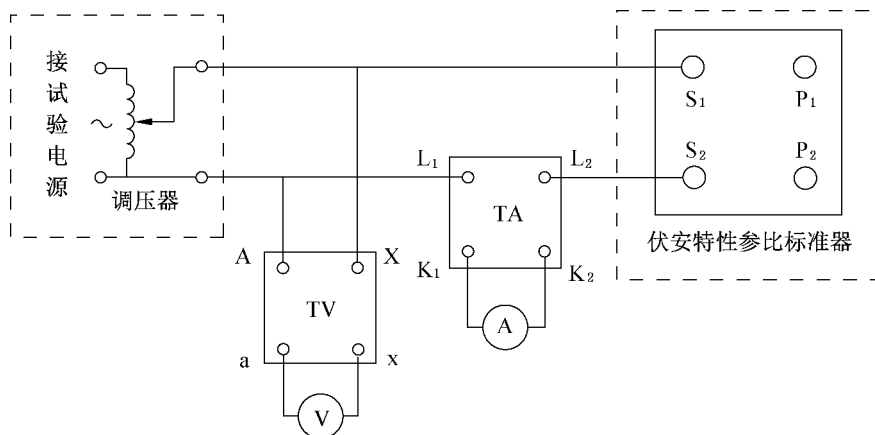


图 2 伏安特性参比标准器校准连接图

TV—电压互感器；A-X—电压互感器一次绕组接线端子；a-x—电压互感器二次绕组接线端子；TA—电流互感器；L₁、L₂—电流互感器对应一次的接线端子；K₁、K₂—电流互感器对应二次的接线端子；S₁、S₂—伏安特性参比标准器对应二次的接线端子；P₁、P₂—伏安特性参比标准器一次接线端子；V—电压表；A—电流表

d) 按 7.2.2a) 方法对伏安特性参比标准器二次绕组进行退磁，并按图 3 所示方法连接至被校测试仪。

e) 调整被校测试仪至工作状态，测量伏安特性参比标准器的伏安特性电流/电压 (I_1/U_1)。按照 7.2.2c) 中参比电流点，记录工频下对应的伏安特性电压测量值 U_1 ，其电压示值误差 δ_U 按式 (1) 计算：

$$\delta_U = \frac{U_1 - U_0}{U_0} \quad (1)$$

式中：

δ_U ——电压示值误差；

U_1 ——电压示值，V；

U_0 ——电压标准值，V。

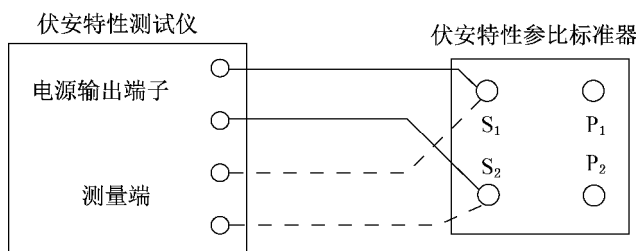


图 3 测试仪的校准连接

注：当标准装置无法直接读取所需要的电压标准值时，可参照附录 D 计算。

7.2.3 电流

测试仪的电流按照以下方法进行校准：

- 按 7.2.2a 方法对伏安特性参比标准器二次绕组退磁。
- 按 7.2.2b 方法连接伏安特性参比标准器。

c) 调整标准装置至工作状态，逐步升高电压使伏安特性参比标准器的电流/电压达到拐点电流/电压 ($I_{拐}/U_{拐}$)，在 0 V 至拐点电压 $U_{拐}$ 之间均匀选择不少于 10 个参比电压点（包括拐点），记录参比电压值 U_0 和其对应的电流标准值 I_0 记录。升压过程应平稳缓慢，相邻参比电压值之间调节细度应不超过参比电压差值的 1/5。试验中应避免试验电源突然接通或分断，同时中应无击穿或闪络等破坏性放电现象产生。

d) 按 7.2.2d 方法对伏安特性参比标准器退磁并连接至被校测试仪。

e) 调整被校测试仪的工作状态，使其测量伏安特性参比标准器伏安特性电流/电压 (I_1/U_1)。按照 7.2.3c 中参比电压点，记录工频下对应的伏安特性电流测量值 I_1 记录于附录 B 表 2，其电流示值误差 δ_I 按式 (2) 计算。

$$\delta_I = \frac{I_1 - I_0}{I_0} \quad (2)$$

式中：

δ_I —— 电流示值误差；

I_1 —— 电流示值，A；

I_0 —— 电流标准值，A。

注：当标准装置无法直接读取所需要的电流标准值时，可参照附录 D 计算。

8 校准结果表达

8.1 校准证书

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。
- 测试仪的测量不确定度评定见附录 A，校准原始记录格式见附录 B，校准证书内页

格式见附录 C。

9 复校时间间隔

电流互感器伏安特性测试仪的复校时间间隔由用户根据实际情况确定，建议一般不超过 1 年，修理和调整后，应随时校准。



附录 A

电流互感器伏安特性测试仪测量不确定度评定示例

A.1 电压的测量不确定度

A.1.1 测量方法

被校测试仪对伏安特性参比标准器的二次绕组进行测量，在相同参比电流值时，以测试仪的电压测量值与标准值按式（A.1）计算示值误差。以下以使用最大允许误差为 $\pm 0.05\%$ 读数的电压表和电压稳定性为 $\pm 0.02\%$ 读数伏安特性参比标准器在参比电流为0.5 A，电压标准值为100 V点为例进行评定。

A.1.2 测量模型

$$\delta_U = \frac{U_1 - U_0}{U_0} \quad (\text{A.1})$$

式中：

δ_U —— 电压示值误差；

U_1 —— 电压示值，V；

U_0 —— 电压标准值，V。

A.1.3 灵敏系数

由于 U_1 和 U_0 彼此独立，由公式（A.1）可得出电压测量的合成标准不确定度：

$$u_c(\delta_U) = \sqrt{\left[\frac{\partial \delta_U}{\partial U_1}\right]^2 u^2(U_1) + \left[\frac{\partial \delta_U}{\partial U_0}\right]^2 u^2(U_0)} \quad (\text{A.2})$$

U_1 的灵敏系数：

$$c_1 = \frac{\partial \delta_U}{\partial U_1} = \frac{1}{U_0} = 0.01 \text{ V}$$

U_0 的灵敏系数：

$$c_2 = \frac{\partial \delta_U}{\partial U_0} = -\frac{U_1}{U_0^2} = -0.01 \text{ V}$$

A.1.4 标准不确定度分量计算

A.1.4.1 电压示值的标准不确定度分量 $u(U_1)$

该不确定度分量主要来源于测量重复性引入的不确定度分量 u_1 。

表 A.1 中列出了伏安特性参比标准器电压值为100 V测量点的10次测量结果，测量结果的实验室标准差为不确定度分量 u_1 。

$$u_1 = \sqrt{\frac{\sum (U_i - \bar{U})^2}{n-1}} = 0.070 \text{ V}$$

表 A.1 10 次电压测试结果

电压标准值/V		100.0
测量次数	1	99.9
	2	99.9
	3	100.0
	4	99.9
	5	100.1
	6	100.0
	7	100.0
	8	99.9
	9	99.9
	10	100.0
实验室标准差/V		0.070 V

不确定度分量 $u(U_1) = 0.070 \text{ V}$

A.1.4.2 电压标准值的标准不确定度分量 $u(U_0)$

该不确定度分量主要来源于电压表电压准确度引入的不确定度分量 u_2 和伏安特性参比标准器电压值的稳定性引入的不确定度分量 u_3 ，两分量相互独立。

电压表电压值的最大允许误差为 $\pm 0.05\%$ 读数，在 100 V 时示值误差为 0.05 V，不确定度分量 u_2 按均匀分布估计，则

$$u_2 = 0.02 \text{ V} / \sqrt{3} = 0.029 \text{ V}$$

伏安特性参比标准器电压值的稳定性为 $\pm 0.02\%$ 读数，在 100 V 时示值误差为 0.02 V，不确定度分量 u_3 按均匀分布估计，则

$$u_3 = 0.02 \text{ V} / \sqrt{3} = 0.012 \text{ V}$$

不确定度分量 $u(U_0) = \sqrt{u_2^2 + u_3^2} = 0.031 \text{ V}$ 。

A.1.5 合成标准不确定度与扩展不确定度

电压示值误差校准结果的测量不确定度的来源及数值汇总于表 A.2 中。

表 A.2 电压测量不确定度的来源及数值汇总

序号	标准不确定度来源	符号	数值/V	灵敏系数 c_i /V
1	电压示值重复性	$u(U_1)$	0.070	0.01
2	电压表电压值准确度、伏安特性参比标准器电压稳定性	$u(U_0)$	0.031	-0.01

由于表 A.2 中各分量相互独立，故合成标准不确定度为：

$$u_{\text{crel}} = \sqrt{\left[\frac{\partial \delta_U}{\partial U_1}\right]^2 u^2(U_1) + \left[\frac{\partial \delta_U}{\partial U_0}\right]^2 u^2(U_0)} = 0.08\%$$

取包含因子 $k=2$ ，则测量结果的扩展不确定度为：

$$U_{\text{rel}} = 2 \times u_{\text{crel}} = 2 \times 0.08\% = 0.16\%$$

A.2 电流的测量不确定度评定

A.2.1 测量方法

被校测试仪对标准装置完成标定的伏安特性参比标准器的相同二次绕组进行测量，在相同参比电压值时，以测试仪的电流测量值与标准值按式（A.3）计算示值误差。以下以使用最大允许误差为 $\pm 0.1\%$ 读数的电流表和电流稳定性为 $\pm 0.02\%$ 读数的伏安特性参比标准器在参比电压 100 V、电流标准值为 0.5 A 点为例进行评定。

A.2.2 测量模型

$$\delta_I = \frac{I_1 - I_0}{I_0} \quad (\text{A.3})$$

式中：

δ_I —— 电流示值误差；

I_1 —— 电流示值，A；

I_0 —— 电流标准值，A。

A.2.3 灵敏系数

由于 I_1 和 I_0 彼此独立，由公式（A.3）可得出电流测量的合成标准不确定度：

$$u_c(\delta_I) = \sqrt{\left[\frac{\partial \delta_I}{\partial I_1}\right]^2 u^2(I_1) + \left[\frac{\partial \delta_I}{\partial I_0}\right]^2 u^2(I_0)} \quad (\text{A.4})$$

I_1 的灵敏系数：

$$c_1 = \frac{\partial \delta_I}{\partial I_1} = \frac{1}{I_0} = 2 \text{ A}$$

I_0 的灵敏系数

$$c_2 = \frac{\partial \delta_I}{\partial I_0} = -\frac{I_1}{I_0^2} = -2 \text{ A}$$

A.2.4 标准不确定度分量计算

A.2.4.1 电流示值的标准不确定度分量 $u(I_1)$

该不确定度分量主要来源于测量重复性引入的不确定度分量 u_1 。

表 A.3 中列出了伏安特性参比标准器电流值为 0.5 A 测量点的 10 次测量结果，测量结果的实验室标准差为不确定度分量 u_1 。

$$u_1 = \sqrt{\frac{\sum (I_i - \bar{I})^2}{n-1}} = 4.22 \times 10^{-4} \text{ A}$$

表 A.3 10 次电流测试结果

电流标准值/A		0.5
测量次数	1	0.498
	2	0.497
	3	0.498
	4	0.498
	5	0.498
	6	0.498
	7	0.497
	8	0.498
	9	0.498
	10	0.498
实验室标准差/A		4.22×10^{-4}

不确定度分量 $u(I_1) = 4.22 \times 10^{-4}$ A

A.2.4.2 电流标准值的标准不确定度分量 $u(I_0)$

该不确定度分量主要来源于电流表电流准确度引入的不确定度分量 u_2 和伏安特性参比标准器电流值的稳定性引入的不确定度分量 u_3 ，两分量相互独立。

电流表电流值的准确度为 $\pm 0.1\%$ 读数，在 0.5 A 时示值误差为 0.000 5 A，不确定度分量 u_2 按均匀分布估计，则

$$u_2 = 0.000\ 5\ \text{A} / \sqrt{3} = 2.89 \times 10^{-4}\ \text{A}$$

伏安特性参比标准器电流值的稳定性为 $\pm 0.02\%$ 读数，在 0.5 A 时示值误差为 0.000 1 A，不确定度分量 u_3 按均匀分布估计，则

$$u_3 = 0.000\ 1\ \text{A} / \sqrt{3} = 5.77 \times 10^{-5}\ \text{A}$$

不确定度分量 $u(I_0) = \sqrt{u_2^2 + u_3^2} = 2.94 \times 10^{-4}$ A

A.2.5 合成标准不确定度与扩展不确定度

电流示值误差校准结果的测量不确定度的来源及数值汇总于表 A.4 中。

表 A.4 电流测量不确定度的来源及数值汇总

序号	标准不确定度来源	符号	数值/A	灵敏系数 c_i/A
1	电流示值重复性	$u(I_1)$	4.22×10^{-4}	2
2	电流表电流值准确度、伏安特性参比标准器电流值稳定性	$u(I_0)$	2.94×10^{-4}	-2

由于表 A.4 中各分量相互独立，故合成标准不确定度为

$$u_{\text{crel}} = \sqrt{\left[\frac{\partial \delta_I}{\partial I_1} \right]^2 u^2(I_1) + \left[\frac{\partial \delta_I}{\partial I_0} \right]^2 u^2(I_0)} = 0.103\%$$

取包含因子 $k=2$ ，则测量结果的扩展不确定度为

$$U_{\text{rel}} = 2 \times u_{\text{crel}} = 2 \times 0.103\% = 0.21\%$$

附录 B

校准原始记录格式

电流互感器伏安特性测试仪校准原始记录

校准时使用的标准器					
名称	型号	准确度/不确定度 /最大允许误差	出厂编号	证书编号	证书 有效期
主要校准依据					
项目及名称					
校准地点			校准时间		
温度/℃			相对湿度/%		
校准结论及说明： 建议下次校准时间为：××××年××月××日之前。					

参比电流值/A	电压标准值/V	电压测量值/V	测量不确定度 ($k=2$)

参比电压值/V	电流标准值/A	电流测量值/A	测量不确定度 ($k=2$)

校准员： 核验员：

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

表 1 电压

参比电流值/A	电压标准值/V	电压测量值/V	测量不确定度 ($k=2$)

表 2 电流

参比电压值/V	电流标准值/A	电流测量值/A	测量不确定度 ($k=2$)

敬告：

1. 仪器修理后，请立即进行校准。
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. 为确保被校准仪器技术指标的准确可靠，建议下次校准时间为××××年××月××日之前。

校准人： 核验人： 批准人：

第×页共×页

附录 D

插值算法计算伏安特性标准值

伏安特性曲线中的任意标准值 (I_0, U_0) 可以利用已知的标准值通过插值算法计算。本规范中只介绍常用的插值算法。

D.1 线性插值

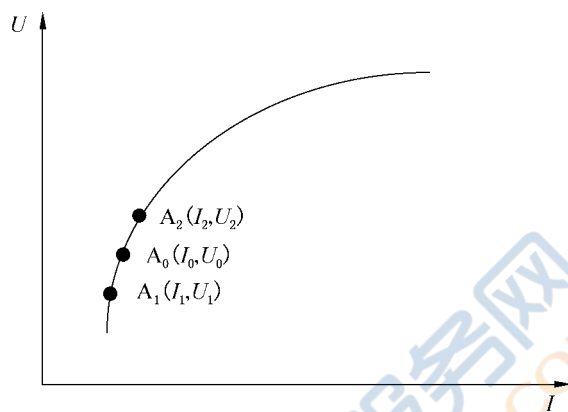


图 D.1 线性插值算法

见图 D.1, 已知伏安特性曲线上 A_1 标准电流/电压值为 (I_1, U_1) 、 A_2 标准电流/电压值为 (I_2, U_2) , 则曲线上 A_0 的标准电流/电压值 (I_0, U_0) 可按公式 D.1 计算:

$$U_0 = \frac{I_0 - I_2}{I_1 - I_2} U_1 + \frac{I_0 - I_1}{I_2 - I_1} U_2 \quad (\text{D.1})$$

D.2 二次插值

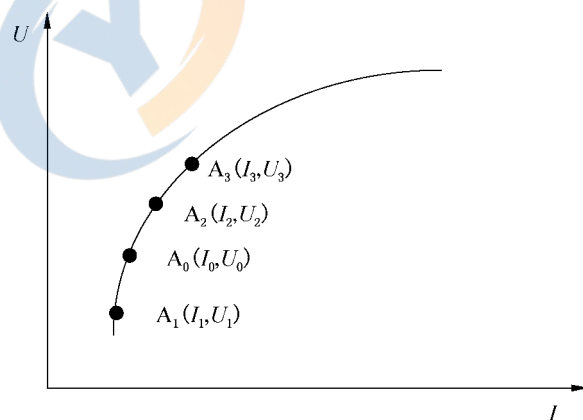


图 D.2 二次插值算法

见图 D.2, 已知伏安特性曲线上 A_1 标准电流/电压值为 (I_1, U_1) 、 A_2 标准电流/电压值为 (I_2, U_2) 、 A_3 标准电流/电压值为 (I_3, U_3) , 则曲线上 A_0 的标准电流/电压值 (I_0, U_0) 可按公式 D.2 计算:

$$U_0 = \frac{(I_0 - I_2)(I_0 - I_3)}{(I_1 - I_2)(I_1 - I_3)} U_1 + \frac{(I_0 - I_1)(I_0 - I_3)}{(I_2 - I_1)(I_2 - I_3)} U_2 + \frac{(I_0 - I_1)(I_0 - I_2)}{(I_3 - I_1)(I_3 - I_2)} U_3 \quad (\text{D.2})$$

附录 E

伏安特性参比标准器的计量特性要求

伏安特性测试仪校准时使用的参比标准器的计量特性可参照以下标准。

E.1 P级保护用电流互感器

标准准确度限值系数（ALF）为：

5, 10, 15, 20, 30。

保护用电流互感器的准确级是以最大允许复合误差的百分数来标称的，其后标以字母“P”和 ALF 值。

保护用电流互感器的标准准确级为：

5P 和 10P。

在额定频率和连接额定负荷时，其比值差、相位差和复合误差应不超过表 E.1 所列限值。负荷的功率因数应为 0.8（滞后），当负荷小于 5 VA 时应采用功率因数为 1.0。

表 E.1 P级保护用电流互感器的误差限值

准确级	额定一次电流下的比值差 %	额定一次电流下的相位差		额定准确限值一次电流下的复合误差 %
		(′)	crad	
5P	±1	±60	±1.8	5
10P	±3	—	—	10

E.2 TPY级保护用电流互感器

电流互感器连接额定电阻性负荷时，其比值差和相位差不应超过表 E.2 所列限值。

电流互感器连接额定电阻性负荷，在规定的工作循环（或对应于规定暂态面积系数 K_{td} 的工作循环）下，其暂态误差 $\hat{\epsilon}$ 应不超过表 E.2 所列限值。

表 E.2 TPY级保护用电流互感器的误差限值

准确级	额定一次电流下的比值差 %	额定一次电流下的相位差		在规定的工作循环条件下的暂态误差 %
		(′)	crad	
TPY	±1	±60	±1.8	$\hat{\epsilon} = 10$

对于 TPY 级铁芯，在适当值的额定等效极限二次电势 E_{al} 未超过磁化曲线线性段的条件下，暂态误差 $\hat{\epsilon}$ 可按公式 E.1 计算：

$$\hat{\epsilon} = \frac{K_{th}}{2\pi f_{\Gamma} \times T_s} \times 100\% \quad (\text{E.1})$$

式中：

K_{td} ——暂态面积系数；

f_r ——额定频率，Hz；

T_s ——二次回路时间常数，ms。

TPY 级保护用电流互感器的剩磁系数的限值 $K_R \leq 10\%$ 。

