

ICS 29.240.99

K 49

备案号: 53981-2016

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1561 — 2016

避雷器监测装置校准规范

Calibration specification of arresters monitoring device

杭州高电

专业高试铸典范

Professional high voltage test

高压测量仪器智造 | 电力试验工程服务

2016-01-07 发布

2016-06-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 概述	1
3 通用技术要求	1
4 计量特性	2
5 校准项目和校准方法	3
6 校准结果处理	6
7 复校时间间隔	6
附录 A (资料性附录) 阻性电流增量叠加比较法	7
附录 B (规范性附录) 校准原始记录内页格式	8
附录 C (规范性附录) 校准证书内页格式	11
附录 D (资料性附录) 测量结果不确定度评定示例	12

杭 州 高 电

专 业 高 试 铸 典 范

Professional high voltage test

高压测量仪器智造 | 电力试验工程服务

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的规则起草。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由全国高电压试验技术标准化分技术委员会归口。

本标准起草单位：中国电力科学研究院、国家高电压计量站、国网浙江省电力公司电力科学研究院、国网河北省电力公司电力科学研究院、国网江苏省电力公司电力科学研究院、国网天津市电力公司电力科学研究院、广西电网有限责任公司电力科学研究院、国网安徽省电力公司电力科学研究院、国网重庆市电力公司电力科学研究院、国网陕西省电力公司、国网山东省电力公司电力科学研究院、国网湖南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、上海思创电器设备有限公司。

本标准主要起草人：王斯琪、张军、雷民、徐征、詹洪炎、潘瑾、周志成、卢欣、尹立群、王贻平、侯兴哲、朱跃、朱振华、黄福勇、陈俊、付济良、肖莹、马勇、朱斌。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

杭 州 高 电 专 业 高 试 铸 典 范

Professional high voltage test

高压测量仪器智造 | 电力试验工程服务

避雷器监测装置校准规范

1 范围

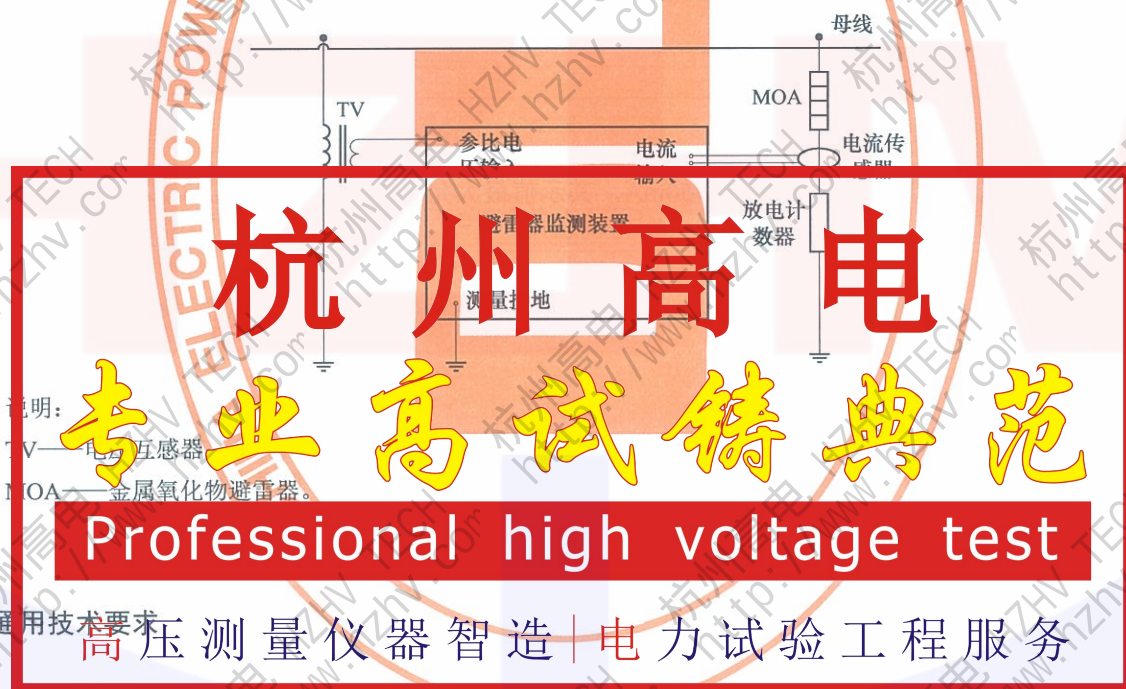
本标准规定了避雷器监测装置的校准条件、校准方法以及校准结果的处理和复校时间间隔等要求。

本标准适用于实验室以及现场环境下的金属氧化物避雷器在线监测装置（以下简称监测装置）的校准工作。

本标准不适用于避雷器放电计数器的校准。

2 概述

监测装置通常采用参比电压相位法，通过测量金属氧化物避雷器的全电流（ I_0 ）、阻性电流（ I_r ）、参比电压（ U ）及相位角等参数反映金属氧化物避雷器的运行状态。监测装置通常由参比电压测量部分、电流测量部分及相位测量部分组成。其接线示意图如图 1 所示。



3 通用技术要求

3.1 供电电源

对由交流工频电源供电的监测装置，供电电源应满足以下要求：

- 电源电压：220V（1±10%）；
- 电源频率：50Hz（1±2%）；
- 总谐波畸变率：≤5%。

3.2 安全性能

3.2.1 绝缘电阻

监测装置电源输入端与接地端子之间的绝缘电阻应不小于 20MΩ。

3.2.2 介电强度

监测装置电源输入端与接地端子之间应能承受工频 2kV、历时 1min 的耐压，无击穿和闪络现象。

4 计量特性

4.1 示值最大允许误差表示形式

监测装置示值最大允许误差可用两项误差之和所表示的绝对误差表示，其形式见式 (1)：

$$\Delta = \pm \left(\frac{a}{100} U_x + \frac{b}{100} U_m \right) \quad (1)$$

式中：

a —— 与被校监测装置读数有关的误差系数；

U_x —— 被校监测装置的显示值；

b —— 与被校监测装置满量程有关的误差系数；

U_m —— 被校监测装置的量程。

注： a 、 b 数值由生产厂家给出，若生产厂家未给出 b 值，则认为 b 值为零。

4.2 示值误差

4.2.1 全电流

监测装置全电流测量范围为 0.1mA ~ 50mA，其示值最大允许误差应不超过 $\pm (1\% \times \text{读数} + 0.1\text{mA})$ 。

4.2.2 阻性电流

监测装置阻性电流测量范围为 0.1mA ~ 1mA，其示值最大允许误差应不超过 $\pm (5\% \times \text{读数} + 0.1\text{mA})$ 。

4.2.3 容性电流

监测装置容性电流测量范围为 0.1mA ~ 10mA，其示值最大允许误差应不超过 $\pm (5\% \times \text{读数} + 0.1\text{mA})$ 。

4.2.4 电压

监测装置电压测量范围为 0.1V ~ 100V，其示值最大允许误差应不超过 $\pm (5\% \times \text{读数} + 0.1\text{V})$ 。

4.2.5 相位角

监测装置相位角测量范围为 0° ~ 360°，其示值最大允许误差应不超过 $\pm 0.1^\circ$ 。

4.3 校准条件

4.3.1 环境条件

校准时环境条件应满足以下要求：

- 环境温度：10℃ ~ 30℃；
- 相对湿度：≤ 80%；
- 电源电压：220V (1 ± 10%)；
- 电源频率：50Hz (1 ± 2%)；
- 总谐波畸变率：≤ 5%。

4.3.2 校准用标准装置

应使用具有全电流、阻性电流、容性电流、参比电压和相位角参考值等功能的标准装置实施校准工作。

标准装置的各校准参量引入的扩展不确定度 ($k=2$) 不应超过被校准监测装置对应参量允许误差限值的 1/5。

5 校准项目和校准方法

5.1 校准项目

校准项目见表 1。

表 1 校 准 项 目

试验项目	实验室环境	现场环境
安全性能	+	—
全电流	+	+
阻性电流	+	+
容性电流	+	—
参比电压	+	—
相位角	—	—

注：“+”为必须进行的试验项目，“—”为不做要求的试验项目。

5.2 校准方法

5.2.1 安全性能校准

使用 500V 绝缘电阻表测量监测装置电源输入端与接地端子之间的绝缘电阻，试验结果应满足 3.2.1 的要求。

5.2.2 介电强度

使用耐压测试仪对监测装置电源输入端与接地端子之间施加 2kV 工频电压 1min，试验结果应满足 3.2.1 的要求。

5.2.3 计量特性校准

5.2.3.1 一般要求

校准方法分为实验室校准及现场校准。

5.2.3.2 实验室校准

实验室校准接线示意图如图 2 所示。

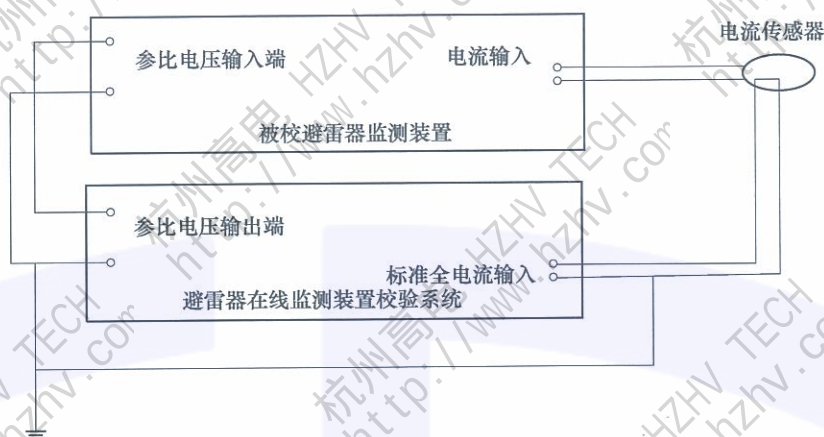


图2 实验室校准接线示意图

各参量校准方法如下：

- a) 全电流。按图2方式接线。标准装置输出的全电流分别设定为被校监测装置的全电流的10%、20%、40%、60%、80%、100%，施加标准信号后记录被校监测装置全电流示值，并按式(2)计算示值误差，其他校准点可根据需要增补。结果应满足4.2.1的要求。

$$\Delta I = I_x - I_s \quad (2)$$

式中：

ΔI ——被校监测装置全电流示值误差；

I_x ——被校监测装置全电流示值；

I_s ——标准装置示值。

- b) 阻性电流。将标准装置的参比电压输出设置为被校监测装置参比电压，标准装置输出的阻性电流分别为被校监测装置的阻性电流的5%、10%、20%、40%、60%、80%、100%，施加标准信号后记录被校监测装置阻性电流示值，并按式(3)计算示值误差，其他校准点可根据需要增补。结果应满足4.2.2的要求。

$$\Delta I_r = I_{rx} - I_{rs} \quad (3)$$

式中：

ΔI_r ——被校监测装置阻性电流示值误差；

I_{rx} ——被校监测装置阻性电流示值；

I_{rs} ——标准装置示值。

- c) 容性电流。将标准装置的参比电压输出设置为被校监测装置参比电压，标准装置输出的容性电流分别为被校监测装置的容性电流的5%、10%、20%、40%、60%、80%、100%，施加标准信号后记录被校监测装置容性电流示值，并按式(4)计算示值误差，其他校准点可根据需要增补。结果应满足4.2.3的要求。

$$\Delta I_c = I_{cx} - I_{cs} \quad (4)$$

式中：

ΔI_c ——被校监测装置容性电流示值误差；

I_{cx} ——被校监测装置容性电流示值；

I_{cs} ——标准装置示值。

- d) 参比电压。将标准装置的电流输出设置为零，电压输出为正弦波，改变参比电压的设置，使其分别为被校监测装置测量的80%、100%和120%，施加标准信号后记录被校监测装置参比电压示值，并按式(5)计算示值误差，其他校准点可根据需要增补。结果应满足4.2.4的要求。

$$\Delta U = U_x - U_s \quad (5)$$

式中：

ΔU ——被校监测装置参比电压示值误差；

U_x ——被校监测装置参比电压示值；

U_s ——标准装置示值。

e) 相位角。将标准装置输出电流与参比电压的角度分别设置为 0° 、 45° 、 75° 、 85° 、 90° 。施加标准信号后记录被校监测装置相位角示值，并按式 (6) 计算示值误差，其他校准点可根据需要增补。结果应满足 4.2.5 的要求。

$$\Delta \theta = \theta_x - \theta_s \quad (6)$$

式中：

$\Delta \theta$ ——被校监测装置相位角示值误差；

θ_x ——被校监测装置相位角示值；

θ_s ——标准装置示值。

5.2.3.3 现场校准

在现场进行校准工作时，可采用电流清零法和阻性电流增量叠加比较法进行校准工作。其中，电流清零法可分为短路电流清零法和注入电流清零法。阻性电流增量叠加比较法参见附录 A。

a) 短路电流清零法校准工作线路如图 3 所示。

断开被校监测装置与参比电压互感器二次端的连接，并短接被校监测装置的电流传感器。当被校监测装置示值接近 0mA （或小于 0.1mA ）时，按图 2 接入标准装置，并按 5.2.3.2 a) ~ 5.2.3.2 e) 实施校准。



图 3 短路电流清零法校准工作线路

b) 注入电流清零法校准工作线路如图 4 所示。

被校监测装置穿心线接入电流清零用电流传感器，并接入电流清零回路。调节标准装置电流输出，观察被校监测装置示值输出，当被校监测装置全电流示值接近 0mA （或小于 0.1mA ）时，按图 2 接入标准装置，并按 5.2.3.2 a) ~ 5.2.3.2 e) 实施校准。

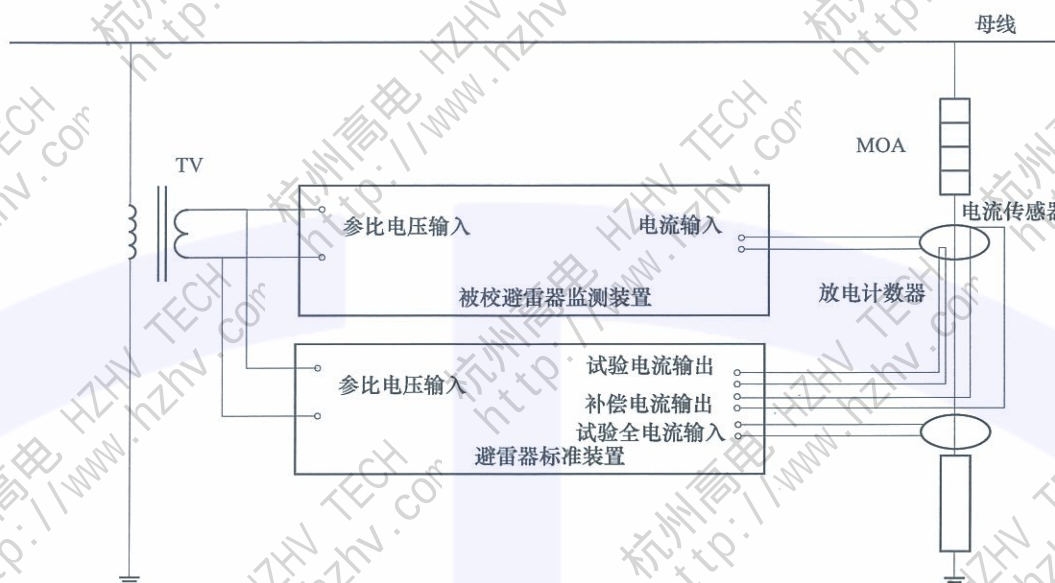


图4 注入电流清零法校准工作线路

6 校准结果处理

校准结果应记录在校准证书或校准报告上。校准证书或报告至少包括以下信息：

- 标题，如“校准证书”或“校准报告”；
- 承担校准任务的实验室名称和地址；
- 校准地点；
- 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- 申请校准单位名称及地址；
- 被校装置的主要技术参数及编号；
- 校准日期；
- 校准依据的标准规范；
- 校准用标准仪器设备的准确度、证书号、检定（或校准）单位和有效期限；
- 校准结果；
- 校准证书或校准报告签发人的签名及日期；
- 校准结果仅对被校对象有效的声明；

n) 未经承担校准任务的实验室批准，不得部分复制证书或报告的声明。

校准原始记录内页格式见附录 B，校准证书内页格式见附录 C，测量结果不确定度评定示例参见附录 D。

7 复校时间间隔

监测装置复校时间间隔宜为 2 年，或根据用户使用需求自行规定复校时间。

附录 A

(资料性附录)

阻性电流增量叠加比较法

若标准装置不具有注入电流清零法相关功能,可采用阻性电流增量叠加比较法进行校准,其接线按图 A.1 进行。试验方法如下:

- 记录参比测量装置示值 I_s 、 I_r 及被校监测装置示值 I_{x0} 和 I_{xr0} 。
- 使用标准装置向被校监测装置电流回路施加阻性试验电流,试验电流不应超过被校监测装置的测量上限,分别记录参比测量装置的示值 (I'_s 和 I'_r) 和被校监测装置示值 (I'_{x0} 和 I'_{xr0})。
- 按式 (A.1)、式 (A.2) 计算被校监测装置校准结果 I''_{x0} 和 I''_{xr0} 。

$$I''_{x0} = I'_{x0} - I_{x0} \quad (\text{A.1})$$

$$I''_{xr0} = I'_{xr0} - I_{xr0} \quad (\text{A.2})$$

- 按式 (A.3)、式 (A.4) 计算示值误差。

$$\Delta I_x = I''_{x0} - (I'_s - I_s) \quad (\text{A.3})$$

$$\Delta I_{xr0} = I''_{xr0} - (I'_r - I_r) \quad (\text{A.4})$$

- 结果应满足误差要求。



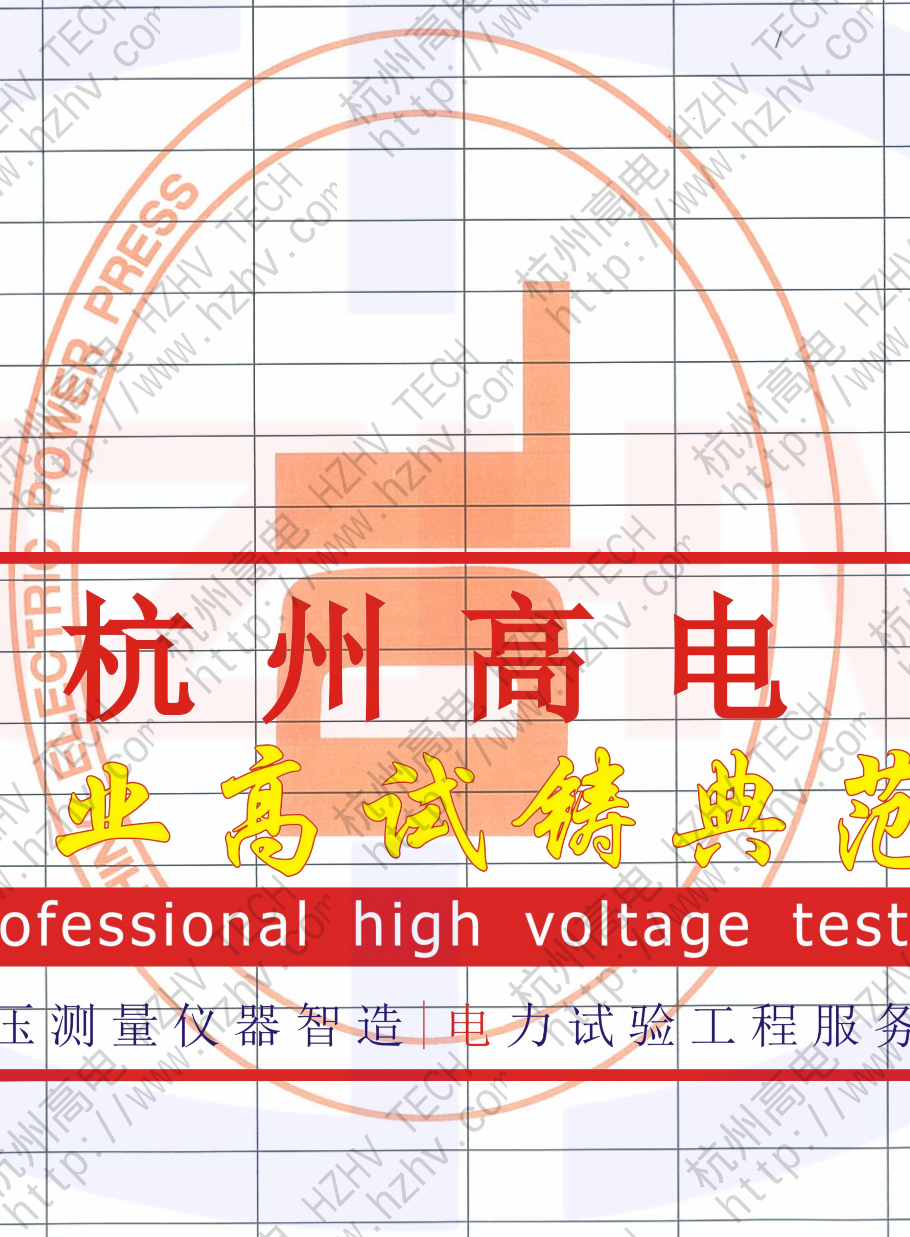
图 A.1 阻性电流增量叠加比较法校准接线图

附录 B
(规范性附录)
校准原始记录内页格式

原始记录格式第 1 页

试品参数	全电流测量范围:				
	最大允许误差:				
	阻性电流测量范围:				
	最大允许误差:				
	容性电流测量范围:				
	最大允许误差:				
校准时使用的标准器					
名称	型号	出厂编号	准确度/不确定度/最大允许误差	证书编号	证书有效期
避雷器监测装置					
校验系统					
主要校准依据					
项目及名称					
校准地点					
校准时间					
校准项目: 外观检查					
试品状态					
正常口 不正常口					
校准项目: 基本误差测量					
校准结果					
见试验数据表					
校准结论及说明					
试品校准结果扩展不确定度为 全电流: $U_{rel} =$, 包含因子 $k=2$ 。 阻性电流: $U_{rel} =$, 包含因子 $k=2$ 。 容性电流: $U_{rel} =$, 包含因子 $k=2$ 。 参比电压: $U_{rel} =$, 包含因子 $k=2$ 。 相位角: $U =$, 包含因子 $k=2$ 。					

全电流 标准值 (有效值) mA	全电流 试品示值 (有效值) mA	阻性电流 标准值 (有效值) mA	阻性电流 试品示值 (有效值) mA	容性电流 标准值 (峰值) mA	容性电流 试品示值 (峰值) mA
					/



杭 州 高 电

专 业 高 试 铸 典 范

Professional high voltage test

高压测量仪器智造 | 电力试验工程服务

原始记录格式第 3 页
试验数据表

参比电压标准值 V	参比电压试品示值 V
杭州高电 专业高试铸典范 Professional high voltage test 高压测量仪器智造 电力试验工程服务	

附 录 C
(规范性附录)
校准证书内页格式

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
杭州高电 专业高试铸典范 Professional high voltage test 高压测量仪器智造 电力试验工程服务				
注 1: 仅对加盖“校准专用章”的完整证书负责。 注 2: 本证书的校准结果仅对所校准的对象有效。 注 3: 未经实验室书面批准, 不得部分复印证书。				

附录 D
(资料性附录)

测量结果不确定度评定示例

按本标准进行的各项校准操作，所得结果的测量不确定度与使用的仪器及设备的计量特性有关。在仪器设备固定使用时，测量不确定度为确定值，不再重复分析。

D.1 测量结果不确定度的来源

以校准 BLCQ—H+型避雷器监测装置为例，试品的测量结果不确定度分量主要来源如下：

- a) 试品测量结果分散性引入的不确定度分量 u_1 ；
- b) 由标准装置示值误差限值引入的不确定度分量 u_2 ；
- c) 由标准装置分辨力引入的不确定度分量 u_3 ；
- d) 由标准装置示值漂移引入的不确定度分量 u_4 。

D.2 A 类方法不确定度评定

不确定度分量 u_1 ，参比电压 U_{ref} 设定值为 50V、全电流 I_t 设定值为 2mA、相角 θ 设定为 60° （对应阻性电流 I_r 为 1mA，容性电流 I_c 为 1.732mA）时重复 10 次测量数据见表 D.1。

表 D.1 观测结果的算术平均值

序号	U_{ref}/V	I_t/mA	I_r/mA	I_c/mA	$\theta/^\circ$
1	49.90	1.994	0.994	1.729	59.8
2	49.99	1.993	0.993	1.728	59.8
3	49.98	1.995	0.994	1.729	59.8
4	49.97	1.994	0.994	1.729	59.8
5	49.98	1.994	0.994	1.727	59.8
6	50.00	1.995	0.993	1.728	59.8
7	49.98	1.994	0.994	1.729	59.8
8	49.98	1.994	0.994	1.729	59.8
9	49.97	1.995	0.994	1.729	59.8
10	49.98	1.994	0.994	1.729	59.8
平均值 $\bar{x}$	49.984	1.9937	0.9938	1.7283	59.842
标准偏差 $S(x)$	2.2×10^{-4}	4.8×10^{-4}	5.2×10^{-4}	4.1×10^{-4}	0.008

注：由于在 A 类方法评估中已经包含了标准源的稳定性、环境温度变化、标准器的示值分辨力的因素，因此在 B 类方法评估中不再单独列举由上述因素引入的分量。

D.3 B 类方法不确定度的评定

D.3.1 参比电压

不确定度分量为 u_{2u} 。

由校准证书上给出标准源的示值误差限值为 $\pm 0.2\%$ ，置信概率未给出，按均匀分布考虑，查表得 $k=\sqrt{3}$ ，则由标准装置误差限值引入的不确定度分量 $u_{2u}=1\times 10^{-3}/\sqrt{3}=1.2\times 10^{-3}$ 。

D.3.2 全电流

不确定度分量为 u_{21} 。

标准源的示值最大允许误差为 $\pm 0.2\%$ ，置信概率未给出，按均匀分布考虑，查表得 $k=\sqrt{3}$ ，则由标准装置误差限值引入的不确定度分量 $u_{21}=1\times 10^{-3}/\sqrt{3}=1.2\times 10^{-3}$ 。

D.3.3 阻性电流

不确定度分量为 u_{2r} 。

标准源的示值最大允许误差为 $\pm 0.2\%$ ，角度设定值误差限值为 0.08° ，置信概率未给出，按均匀分布考虑，查表得 $k=\sqrt{3}$ ，则由标准装置输出阻性误差限值引入的不确定度分量 $u_{2r}=\sqrt{(0.2)^2+(0.2)^2}/\sqrt{3}=1.6\times 10^{-3}$ 。

D.3.4 容性电流

不确定度分量为 u_{2c} 。

标准源的示值最大允许误差为 $\pm 0.2\%$ ，角度设定值误差限值为 0.08° ，置信概率未给出，按均匀分布考虑，查表得 $k=\sqrt{3}$ ，则由标准装置输出容性误差限值引入的不确定度分量 $u_{2c}=\sqrt{(0.2)^2+(0.2)^2}/\sqrt{3}=1.6\times 10^{-3}$ 。

D.3.5 相位角

不确定度分量为 $u_{2\phi}$ 。

标准源的示值最大允许误差为 $\pm 0.1^\circ$ ，角度设定值误差限值为 0.08° ，置信概率未给出，按均匀分布考虑，查表得 $k=\sqrt{3}$ ，则由标准装置输出角度误差限值引入的不确定度分量 $u_{2\phi}=0.1^\circ/\sqrt{3}=0.058^\circ$ 。

D.4 标准不确定度分量表

D.4.1 参比电压

Professional high voltage test

表 D.2 B 类方法评定参比电压不确定度分量

标准不确定度分量	评定方法	不确定度来源	测量结果分布	标准不确定度分量值评估值
u_{1u}	A	检定重复性	正态	7.2×10^{-5}
u_{2u}	B	标准器	均匀	1.2×10^{-3}
u_{3u}	B	标准器	/	忽略
u_{4u}	B	标准器	/	忽略

D.4.2 全电流

全电流不确定度分量见表 D.3。

表 D.3 B 类方法评定全电流不确定度分量

标准不确定度分量	评定方法	不确定度来源	测量结果分布	标准不确定度分量值 评估值
u_{11}	A	检定重复性	正态	1.6×10^{-4}
u_{21}	B	标准器	均匀	1.2×10^{-3}
u_{31}	B	标准器	/	忽略
u_{41}	B	标准器	/	忽略

D.4.3 阻性电流

阻性电流不确定度分量见表 D.4。

表 D.4 B 类方法评定阻性电流不确定度分量

标准不确定度分量	评定方法	不确定度来源	测量结果分布	标准不确定度分量值 评估值
u_{1r}	A	检定重复性	正态	1.6×10^{-4}
u_{2r}	B	标准器	均匀	1.6×10^{-3}
u_{3r}	B	标准器	/	忽略
u_{4r}	B	标准器	/	忽略

D.4.4 容性电流

容性电流不确定度分量见表 D.5。

表 D.5 B 类方法评定容性电流不确定度分量

标准不确定度分量	评定方法	不确定度来源	测量结果分布	标准不确定度分量值 评估值
u_{1c}	A	检定重复性	正态	1.6×10^{-4}
u_{2c}	B	标准器	均匀	1.6×10^{-3}
u_{3c}	B	标准器	/	忽略
u_{4c}	B	标准器	/	忽略

Professional high voltage test

高压测量仪器智造 | 电力试验工程服务

D.4.5 相位角

相位角不确定度分量见表 D.6。

表 D.6 B 类方法评定相位角不确定度分量

标准不确定度分量	评定方法	不确定度来源	测量结果分布	标准不确定度分量值 评估值
$u_{1\theta}$	A	检定重复性	正态	0.008°
$u_{2\theta}$	B	标准器	均匀	0.58°
$u_{3\theta}$	B	标准器	/	忽略
$u_{4\theta}$	B	标准器	/	忽略

D.5 合成标准不确定度 u_c

合成标准不确定度 u_c 按式 (D.1) 计算。

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} \quad (\text{D.1})$$

合成标准不确定度计算结果如下：

- a) 参比电压: $u_{\text{crel}} = 1.2 \times 10^{-3}$;
- b) 全电流: $u_{\text{crel}} = 1.2 \times 10^{-3}$;
- c) 阻性电流: $u_{\text{crel}} = 1.6 \times 10^{-3}$;
- d) 容性电流: $u_{\text{crel}} = 1.6 \times 10^{-3}$;
- e) 相位角: $u_c = 0.058^\circ$ 。

D.6 扩展不确定度 U_{rel}

扩展不确定度按式 (D.2) 计算。

$$U_{\text{rel}} = k u_c \quad (\text{D.2})$$

式中：

U_{rel} —— 扩展不确定度，相对值；

k —— 扩展因子，通常取 2。

D.7 校准结果的表达

以相对值表示的测量结果扩展不确定度为：

- a) 参比电压: $U_{\text{rel}} = 2.4 \times 10^{-3}$;
- b) 全电流: $U_{\text{rel}} = 2.4 \times 10^{-3}$;
- c) 阻性电流: $U_{\text{rel}} = 3.2 \times 10^{-3}$;
- d) 容性电流: $U_{\text{rel}} = 3.2 \times 10^{-3}$;
- e) 相位角: $U = 0.116^\circ$;
- f) 扩展因子: 2。

杭州高电
专业高试铸典范

Professional high voltage test

高压测量仪器智造 | 电力试验工程服务

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准

避雷器监测装置校准规范

DL/T 1561—2016

中国电力出版社出版·发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepc-sgcc.com.cn>)

北京彩数数码印刷有限公司印刷

2016年7月第一版 2016年7月北京第一次印刷

Professional high voltage test

高压测量仪器智造 | 电力试验工程服务

统一书号 155123·3168 定价 11.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.3168