

JJF (浙)

浙江省地方计量技术规范

JJF (浙) ××××—2016

电容电流测试仪校准规范

Calibration Specification for Capacitive Current Testers

(报批稿)

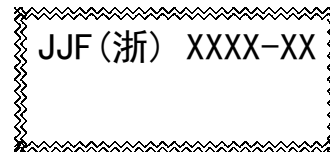
2016—××—××发布

2016—××—××实施

浙江省质量技术监督局 发布

电容电流测试仪校准规范

Calibration Specification for Capacitive Current
Testers



归口单位：浙江省质量技术监督局

主要起草单位：国网浙江省电力公司电力科学研究院

参加起草单位：国网浙江省电力公司舟山供电公司

杭州市质量技术监督检测院

国网浙江省电力公司嘉兴供电公司

本规范委托国网浙江省电力公司电力科学研究院负责解释。

本规范主要起草人：

宋琦华（国网浙江省电力公司电力科学研究院）

陈静萍（国网浙江省电力公司电力科学研究院）

贺友杰（国网浙江省电力公司电力科学研究院）

参加起草人：

周 芳（国网浙江省电力公司舟山供电公司）

范俊杰（杭州市质量技术监督检测院）

周 迅（国网浙江省电力公司嘉兴供电公司）

詹洪炎（国网浙江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
4 概述.....	1
5 计量特性.....	2
6 校准条件.....	2
7 校准项目和校准方法.....	2
8 校准结果表达.....	4
9 复校时间间隔.....	5
附录 A 测试仪工作原理图.....	6
附录 B 测量不确定度评定示例.....	7
附录 C 校准原始记录格式.....	10
附录 D 校准证书内页格式.....	12
附录 E 校准证书校准结果页格式.....	13

引 言

本规范依据国家计量技术规范 JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编制而成。

本规范是浙江省地方计量技术规范的首次制定。

电容电流测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于电容电流测试仪（以下简称测试仪）的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

DL/T 308—2012 《中性点不接地系统电容电流测试规程》

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

下列术语和定义适用于本规范。

3.1 电容电流 capacitive current

电容电流指无补偿的中性点不接地系统发生单相金属性接地时的容性电流。

3.2 电容电流测试仪 capacitive current tester

从电压互感器(PT)的二次侧测量配电网的电容电流的仪器。

4 概述

测试仪的工作原理是从 PT 二次开口三角处（见附录 A）向系统注入不同频率的电流信号（为了消除工频信号的干扰，频率不等于 50Hz），来测量电网的容性电流值及相应的电容值。测试仪由电源部分、恒流源部分、滤波器、采样单元、控制单元、显示单元等组成，见图 1。

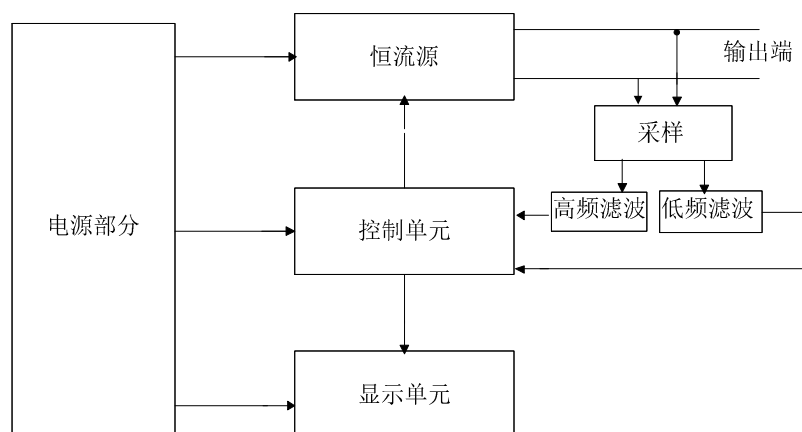


图 1 测试仪工作原理图

5 计量特性

5.1 电容值测量

5.1.1 测试仪的电容值测量范围：1 μ F~210 μ F。

5.1.2 测试仪的电容测量最大允许误差： $\pm 5\%$ 。

5.2 电容电流测量

5.2.1 测试仪的电容电流测量范围：1A~380A。

5.2.2 测试仪的电容电流测量最大允许误差： $\pm 5\%$ 。

注：以上条款不作为合格性判断依据，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：(20 $\pm$ 5) $^{\circ}$ C

6.1.2 环境湿度：(30%~80%) RH

6.1.3 周围无影响测试仪正常工作的强电磁场或机械振动。

6.2 供电电源条件

6.2.1 电源电压：(220 $\pm$ 22) V

6.2.2 电源频率：(50 $\pm$ 0.5) Hz

6.2.3 总谐波畸变率： $\leq 5\%$

6.3 测量标准及辅助设备

校准设备见表 1。

表 1 校准设备

序号	设备名称	性能指标
1	电容电流测试仪校验装置	相应参数的测量范围应覆盖被校测试仪，最大允许误差优于被校测试仪的 1/5

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

测试仪的校准项目如表 2 所示。

表 2 校准项目

序号	校准项目	校准
1	电容值校准	+
2	电容电流量校准	+
注：表中“+”表示必须校准。		

7.2 校准方法

7.2.1 电容值校准

校准按图 2 接线，设置电容电流测试仪校准装置的电容值，开始电容值校准。测试仪校准点选取测量范围的上限值和下限值，并在其测量范围内再均匀选取不少于 3 个点。也可根据客户要求选取校准点。待示值稳定后，读取被校测试仪显示值，误差按公式(1)计算。

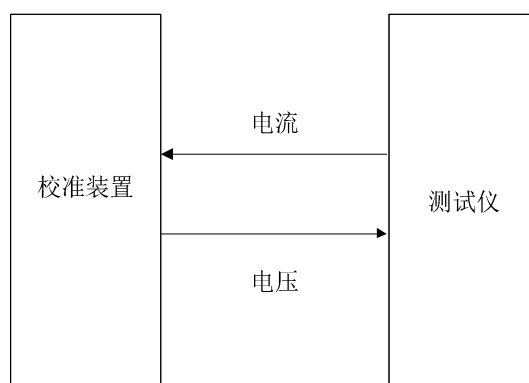


图 2 测试仪校准接线图

$$\delta_c = \frac{C_x - C_s}{C_s} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

δ_c ——电容值测量相对误差；

C_x ——被校测试仪电容值显示值， μF ；

C_s ——校准装置电容值， μF 。

7.2.2 电容电流量校准

校准按图 2 接线, 设置电容电流测试仪校准装置的电容电流量, 开始电容电流量校准。测试仪校准点选取测量范围的上限值和下限值, 并在其测量范围内再均匀选取不少于 3 个点。也可根据客户要求选取校准点。待示值稳定后, 读取被校测试仪显示值, 误差按公式 (2) 计算。

$$\delta_1 = \frac{I_x - I_s}{I_s} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中:

δ_1 ——电容电流量测量相对误差;

I_x ——被校测试仪电容电流量显示值, A;

I_s ——校准装置电容电流量值, A;

8 校准结果表达

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) 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。

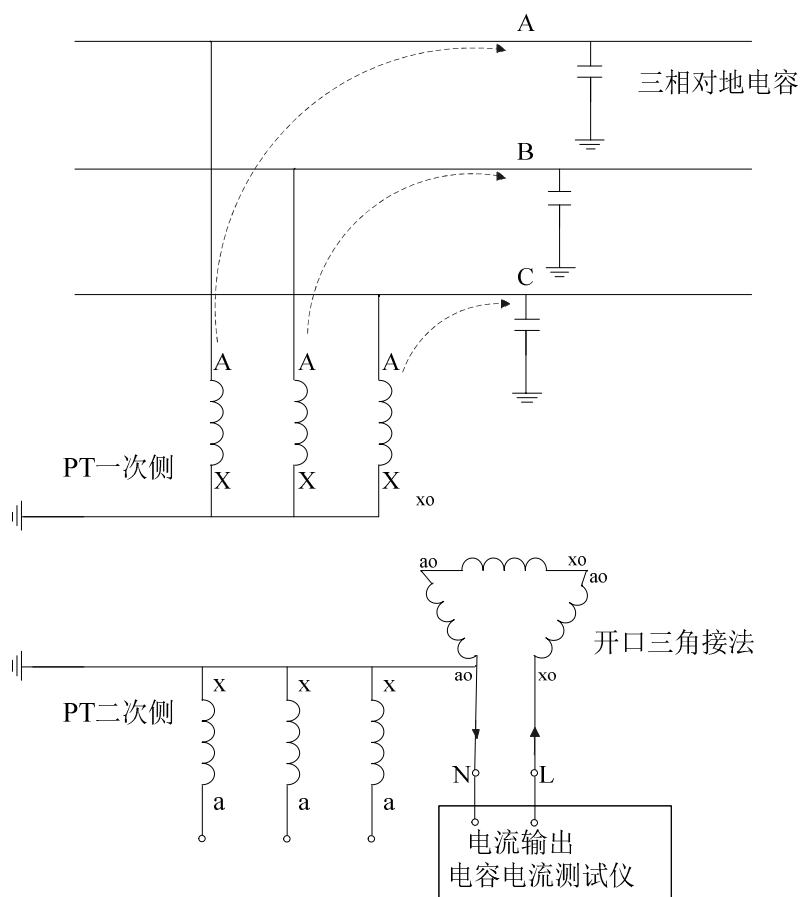
测试仪工作原理图见附录 A, 不确定度的评定与表示示例见附录 B, 校准原始记录格式见附录 C, 校准证书(报告)内页格式见附录 D, 校准证书(报告)结果页格式见附录 E。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔为 **1** 年, 也可根据实际使用情况决定复校时间间隔。

附录 A

测试仪工作原理图



附录 B

不确定度的评定与表示示例

B.1 概述

B.1.1 计量标准

主要计量标准设备为电容电流测试仪校准装置，其相应技术性能如下

序号	标准设备名称	技术指标
1	电容电流测试仪校准装置	电容值：1μF~250μF，准确度等级：0.5 级
		电容电流：1A~400A，准确度等级：0.02 级

B.1.2 被测对象

序号	被校设备名称	技术指标
1	电容电流测试仪	电容值测量范围：1μF~210μF 电容电流测量范围 1A~380A 最大允许误差：±5%

B.1.3 测量方法

采用电容电流测试仪校准装置对一台配网电容电流测试仪在环境温度为 23℃，相对湿度 66%RH 的条件下放置 24 小时后，按本规范 7.2 条进行校准。

B.2 测量模型

$$\Delta C = C_x - C_s$$

式中：ΔC——电容值测量相对误差；

C_x ——被校测试仪电容值测量示值，μF；

C_s ——校准装置电容值，μF。

B.3 不确定度传播率

$$u_c^2(\Delta C) = c_1^2 u^2(C_x) + c_2^2 u^2(C_s)$$

式中，灵敏系数 $c_1 = \partial(\Delta C) / \partial(C_x) = 1$ ， $c_2 = \partial(\Delta C) / \partial(C_s) = -1$ 。

B.4 不确定度评定

当电容电流测试仪校准装置设置输出值为 100μF 时，对被校测试仪电容值示值展开不

确定度评定。

B.4.1 由电容电流测试仪校准装置示值误差引入的不确定度分量 $u(C_s)$ ，为 B 类不确定度。

由校准证书给出的电容电流测试仪校准装置技术指标电容准确度等级为 0.5 级，按均匀分布考虑，包含因子 $k=\sqrt{3}$ ，则：

$$u(C_s) = 0.5\% \times 100\mu\text{F} / \sqrt{3} = 0.289\mu\text{F}$$

B.4.2 被校电容电流测试仪测量分辨力引入的不确定度分量 $u(C_{x1})$ ，为 B 类不确定度。

被校电容电流测试仪分辨力为 0.01 μF ，区间半宽度为 0.005 μF ，服从均匀分布：

$$u(C_{x1}) = 0.005\mu\text{F} / \sqrt{3} = 0.00289\mu\text{F}$$

B.4.3 由被校电容电流测试仪测量重复性引入的不确定度分量 $u(C_{x2})$ ，为 A 类不确定度。

对被校电容电流测试仪在标准电容值 100 μF 进行 10 次反复测量数据如下：

单位： μF

测量序号	1	2	3	4	5
被校显示值	99.88	99.85	97.45	98.44	99.64
测量序号	6	7	8	9	10
被校显示值	99.76	99.53	98.46	98.75	99.32

$$\text{算术平均值 } \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = 99.108 \mu\text{F}$$

$$\text{其标准差 } s(x_k) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (x_k - \bar{x})^2} = 0.804 \mu\text{F}$$

实际校准时以单次测量结果为最终测量结果，故 $u(C_{x2}) = s(x_k) = 0.804\mu\text{F}$

由于 $u(C_{x1}) < u(C_{x2})$ ，由被校测试仪示值引入的标准不确定度分量

$$u(C_x) = u(C_{x2}) = 0.804\mu\text{F}。$$

B.4.4 标准不确定度分量表

表 B.1 标准不确定度分量表

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	标准不确定度分量值 (μF)
$u(C_s)$	B	电容电流测试仪校准装置示值误差	均匀	0.289

表 B.1 (续) 标准不确定度分量表

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	标准不确定度分量值 (μF)
$u(C_x)$	A	被校测试仪测量重复性	正态	0.804

B.4.5 合成标准不确定度

经过分析不确定度的来源，其各分量互为独立量，则合成标准不确定度

$$u_c(C) = \sqrt{u(C_s)^2 + u(C_x)^2} = 0.854 \mu\text{F}$$

B.5 扩展不确定度计算

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度

$$U(C) = k \times u_c(C) = 2 \times 0.8545 = 1.7 \mu\text{F}$$

同样方法可得出电容电流量测量结果的不确定度。

附录 C

校准原始记录格式

送检单位				证书编号	
器具名称			型号规格		
出厂编号		出厂日期		技术指标	
制 造 厂					
校准日期		审 核 员		校 准 员	
环境温度		℃	环境湿度		%RH

1、校准依据：

(1)

2、校准时使用的计量标准器具：

型号及名称	
技术指标	
器具编号	
证书编号	
证书有效期限	

3、电容值校准

单位：μF

标准值	示值	测量不确定度

4、电容电流量校准

单位：A

标准值	示值	测量不确定度

5、备注：

附录 D

校准证书内页格式

证书编号 XXXXXX-XXXX

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 它		
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. XXXXX 仅对加盖“XXXXXX 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。

附录 E

校准证书校准结果页格式

证书编号 XXXXXX-XXXX

校 准 结 果

(校准项目及校准结果)

校准结果不确定度的评估和表述均符合 JJF1059.1 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 X 页 共 X 页