

JJF (浙)

浙江省地方计量技术规范

JJF (浙) 1139—2017

---

电力电容电感测试仪校准规范

Calibration Specification for Power Capacitance and Inductance Testers

2017—03—30 发布

2017—05—01 实施

---

浙江省质量技术监督局 发布

# 电力电容电感测试仪校准规范

JJF (浙) 1139-2017

Calibration Specification for Power

Capacitance and Inductance 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宁波供电公司

国网浙江省电力公司温州供电公司

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：

龚金龙（国网浙江省电力公司电力科学研究院）

王一帆（国网浙江省电力公司电力科学研究院）

万 鑫（国网浙江省电力公司电力科学研究院）

参加起草人：

姜炯挺（国网浙江省电力公司宁波供电公司）

陈 达（国网浙江省电力公司温州供电公司）

韩君令（国网浙江省电力公司电力科学研究院）

范 俊（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 测量不确定度评定示例.....	6
附录 B 校准原始记录格式.....	9
附录 C 校准证书内页格式.....	10
附录 D 校准证书校准结果页格式.....	11

# 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。

## 电力电容电感测试仪校准规范

### 1 范围

本规范适用于输出电压不高于 20V，输入电流 20A 及以下电力电容电感测试仪（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：

GB/T 1094.6—2011 电力变压器 第6部分：电抗器

DL/T 1220—2013 串联电容器补偿装置交接试验及验收规范

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

下列术语适用于本规范。

电力电容电感测试仪 power capacitance and inductance tester

对电力系统无功补偿用电容器、电抗器进行电容量和电感量测量的专用仪器。

### 4 概述

测试仪是在停电条件下测量电力电容器电容量和电抗器电感量的专用仪器。通常由测量主机和钳形电流互感器两部分组成，测量主机集恒压源单元、测量单元于一体。测量工作开始时，主机恒压源单元输出交流电压于被测对象，电流互感器反馈电流测量信号于测试仪主机，测量单元通过计算得到被测对象的电容量值和电感量值。测试仪工作原理图如图 1 所示。

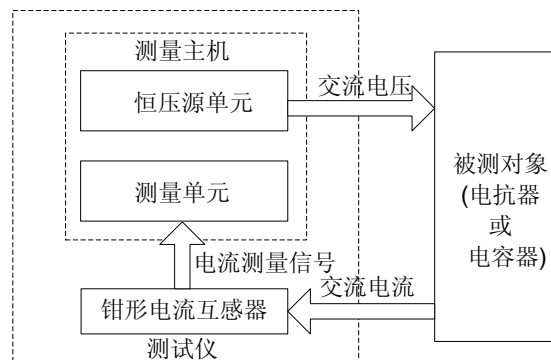


图 1 测试仪工作原理图

## 5 计量特性

### 5.1 电容量测量

5.1.1 测试仪电容量测量范围：0.1  $\mu\text{F}$ ~2000  $\mu\text{F}$ ；

5.1.2 测试仪电容量测量最大允许误差： $\pm 1\%$ ；

### 5.2 电感量测量

5.2.1 测试仪电感量测量范围：0.1 mH~5000 mH；

5.2.2 测试仪电感量测量最大允许误差： $\pm 3\%$ ；

注：以上指标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： $(20 \pm 5)$   $^{\circ}\text{C}$ ；

6.1.2 环境湿度： $(30\% \sim 80\%)$  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	电容电感测试仪校准装置	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

测试仪的校准项目见表 2。

表 2 校准项目

序号	校准项目	校准
1	电容量校准	+

表 2 (续) 校准项目

序号	校准项目	校准
2	电感量校准	+
注：表中“+”表示必须校准。		

## 7.2 校准方法

### 7.2.1 校准点的选取

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。

### 7.2.2 电容量校准

校准按图 2 接线，设置电容电感测试仪校准装置的电容值，开始电容量校准，待示值稳定后，读取被校测试仪显示值，误差按公式(1)计算。

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

式中：

$\gamma_c$ ——电容量测量相对误差；

$C_x$ ——被校测试仪电容量显示值， $\mu\text{F}$ ；

$C_s$ ——校准装置电容量值， $\mu\text{F}$ 。

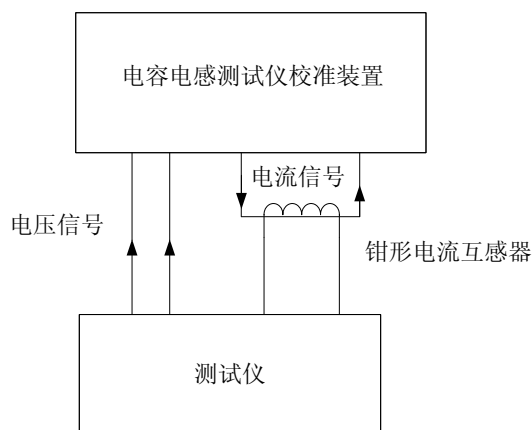


图 2 电容量、电感量校准接线图

### 7.2.3 电感量校准

校准按图 2 接线，设定电容电感测试仪校准装置电感值，开始电感量校准，待示值稳定后，读取被校测试仪显示值，误差按公式(2)计算。



$$\gamma_L = \frac{L_x - L_s}{L_s} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

式中:

$\gamma_L$ ——电感量测量相对误差;

$L_x$ ——被校测试仪电感量显示值, mH;

$L_s$ ——校准装置电感量值, mH。

## 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。

测量不确定度评定示例见附录 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, 校准证书校准结果页格式见附录 D。

## 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

## 测量不确定度评定示例

## 电容电感测试仪电容量测量结果不确定度评定

## A.1 校准设备与校准方法

校准设备采用电容量设定范围为 (0.01-2000)  $\mu\text{F}$ , 电感量设定范围为 (0.1mH~100H), 最大允许误差均为  $\pm 0.05\%R_d$  的电容电感测试仪校准装置。

校准方法参照本规范 7.2.2 进行。根据 JJF1059.1-2012 规定的方法, 对被校测试仪在 100 $\mu\text{F}$  校准点的电容量示值误差进行不确定度评定。

## A.2 测量模型

$$\Delta C = C_x - C_s$$

式中:  $\Delta C$ ——电容量示值误差,  $\mu\text{F}$ ;

$C_x$ ——被校测试仪电容量测量示值,  $\mu\text{F}$ ;

$C_s$ ——校准装置电容量值,  $\mu\text{F}$ 。

## A.3 不确定度传播率

由于各分量相互独立, 故合成标准不确定度为

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

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

## A.4 输入量的标准不确定度评定

A.4.1 由被校测试仪示值引入的标准不确定度分量  $u(C_x)$ A.4.1.1 由被校测试仪电容量测量重复性引入的标准不确定度分量  $u_1(C_x)$ 

为 A 类标准不确定度。对被检测试仪在 100 $\mu\text{F}$  校准点进行 10 次重复测量数据如下:

测量序号	1	2	3	4	5
显示值 ( $\mu\text{F}$ )	99.49	99.50	99.48	99.49	99.50
测量序号	6	7	8	9	10
显示值 ( $\mu\text{F}$ )	99.49	99.48	99.50	99.49	99.49

测量结果的算术平均值

$$\bar{C}_x = \frac{1}{10} (99.49 + 99.50 + 99.48 + 99.49 + 99.50 + 99.49 + 99.48 + 99.50 + 99.49 + 99.49)$$

$$= 99.491 \mu\text{F}$$

$$\text{单次测量结果实验标准差 } s(C_{xk}) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (C_{xk} - \bar{C}_x)^2} = 7.4 \times 10^{-3} \mu\text{F}$$

实际校准时，以单次测量结果为最终测量结果，故标准不确定度为：

$$u_1(C_x) = s(C_{xk}) = 7.4 \times 10^{-3} \mu\text{F}$$

A.4.1.2 由被校测试仪电容量测量分辨力引入的标准不确定度分量  $u_2(C_x)$

为 B 类标准不确定度。被校测试仪电容量测量分辨力为  $0.01 \mu\text{F}$ ，区间半宽为  $0.005 \mu\text{F}$ ，区间内服从均匀分布，包含因子  $k = \sqrt{3}$ ，则由被校测试仪电容量测量分辨力引入的标准不确定度分量：

$$u_2(C_x) = \frac{0.005 \mu\text{F}}{\sqrt{3}} \approx 2.9 \times 10^{-3} \mu\text{F}$$

由于  $u_1(C_x) > u_2(C_x)$ ，故由被校测试仪示值引入的标准不确定度分量  $u(C_x) = u_1(C_x) = 7.4 \times 10^{-3} \mu\text{F}$ 。

A.4.2 由电容电感测试仪校准装置电容量准确度引入的标准不确定度分量  $u(C_s)$

为 B 类标准不确定度。由电容电感测试仪校准装置上级溯源证书给出的校准不确定度及出厂技术指标得出，在  $100 \mu\text{F}$  校准点其最大允许误差为  $\pm 0.05 \mu\text{F}$ ，区间半宽为  $0.05 \mu\text{F}$ ，服从均匀分布，包含因子  $k = \sqrt{3}$ ，则标准不确定度分量  $u(C_s)$  为：

$$u(C_s) = \frac{0.05 \mu\text{F}}{\sqrt{3}} \approx 2.9 \times 10^{-2} \mu\text{F}$$

A.4.3 合成标准不确定度

由于各输入量的标准不确定度分量彼此独立不相关，则被校电容电感测试仪在  $100 \mu\text{F}$  校准点引入的合成标准不确定度  $u_c(\Delta C)$  为：

$$u_c(\Delta C) = \sqrt{u^2(C_x) + u^2(C_s)} = \sqrt{(7.4 \times 10^{-3})^2 + (2.9 \times 10^{-2})^2} \mu\text{F} \approx 2.99 \times 10^{-2} \mu\text{F}$$

#### A.5 扩展不确定度

取  $k_p=2$ ，则被校准电容电感测试仪在电容量  $100\mu\text{F}$  校准点的示值误差扩展不确定度

$U(\Delta C)$ 为：

$$U(\Delta C) = k_p \times u_c(\Delta C) = 2 \times 2.99 \times 10^{-2} \mu\text{F} \approx 0.6 \mu\text{F}$$

同样方法可得出电感量测量结果的不确定度。

## 附录 B

## 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)

## 2、校准时使用的测量标准

型号及名称			
技术指标			
器具编号			
溯源证书号			
证书有效期			

## 3、参量校准

电容量/( $\mu\text{F}$ )			电感量/(mH)		
标准值	显示值	扩展不确定度	标准值	显示值	扩展不确定度

## 4、备注:

## 附录 C

## 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“XXXXX 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 D

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