**中华人民共和国国家计量技术规范**

JJF XXXX—202X

电力电容电感测试仪校准规范

Calibration Specification of Power Capacitance and Inductance Testers

(征求意见稿)

20XX―XX―XX发布 20XX―XX―XX实施

**国家市场监督管理总局** 发布



电力电容电感测试仪测试仪校准规范

JJF XXXX-20XX

Calibration Specification of Power Capacitance and Inductance Testers

|  |  |
| --- | --- |
| 归 口 单 位： | 全国电磁计量技术委员会 |
| 主要起草单位： | 天津市计量监督检测科学研究院 |
|  |  |

本规范委托全国电磁计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

XXX 天津市计量监督检测科学研究院

XXX 天津市计量监督检测科学研究院

参加起草人：

目 录

[引 言 (II)](#_Toc202450882)

[1 范围 (1)](#_Toc202450883)

[2 引用文件 (1)](#_Toc202450884)

[3 术语 (1)](#_Toc202450885)

[3.1 电力电容电感测试仪 (1)](#_Toc202450886)

[4 概述 (1)](#_Toc202450887)

[5 计量特性 (2)](#_Toc202450888)

[5.1 电容量 (2)](#_Toc202450889)

[5.2 电感量 (2)](#_Toc202450890)

[6 校准条件 (2)](#_Toc202450891)

[6.1 环境条件 (2)](#_Toc202450892)

[6.2 供电电源 (2)](#_Toc202450893)

[6.3 测量标准及其它设备 (3)](#_Toc202450894)

[7 校准项目和校准方法 (3)](#_Toc202450895)

[7.1 校准项目 (3)](#_Toc202450896)

[7.2 校准方法 (3)](#_Toc202450897)

[8 校准结果表达 (6)](#_Toc202450898)

[9 复校时间间隔 (6)](#_Toc202450899)

[附录A 测量结果不确定度评定示例 (7)](#_Toc202450900)

[附录B 校准原始记录格式 (10)](#_Toc202450902)

[附录C 校准证书内页格式 (12)](#_Toc202450904)

引 言

JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》和JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范编制工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

电力电容电感测试仪校准规范

# 范围

本规范适用于工作频率为45 Hz～55 Hz的电力电容电感测试仪的校准。

本规范不适用于交流电桥、LCR测量仪等仪器的校准。

# 引用文件

本规范引用了以下文件：

JJF 1075 钳形电流表校准规范

GB/T 1094.6 电力变压器 第6部分：电抗器

DL/T 1220 串联电容器补偿装置交接试验及验收规范

DL/T 1694.8 高压测试仪器及设备校准规范 第8部分：电力电容电感测试仪

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（包括所有修改单）适用于本规范。

# 术语

下列术语和定义适应于本规范。

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

在停电条件下对电力系统用于无功补偿的电容器、电抗器进行电容量、电感量测量的专用仪器。

[DL/T 1694.8—2021，3.1]

# 概述

电力电容电感测试仪(以下简称测试仪)是在停电条件下对电力系统用于无功补偿的电容器、电抗器进行电容量、电感量测量的专用仪器。测试仪主要由测量主机和钳形电流传感器两部分组成，测量主机主要包括电压源单元、测量单元和微处理器。其基本原理是通过测量主机内部微处理器控制电压源输出交流电压施加于被测对象，钳形电流传感器将采样的电流信号反馈至测量单元，测量单元通过数据处理得到被测对象的电容量值、电感量值。测试仪工作原理图如图1所示。

被测品

电流传感器

电压

采样

信号

电流采样信号

交流电压

交流电流

钳形电流传感器

电压源单元

测量单元

微处理器

显示

打印

测量主机

测试仪

图1 测试仪工作原理图

# 计量特性

## 5.1 电容量

电容量测量范围：（0.1～2000）μF；

最大允许误差：±（1～3）%。

## 5.2 电感量

电感量测量范围：（0.1～5000）mH；

最大允许误差：±（1～3）%。

注：以上指标不是用于合格性判别，仅供参考。

# 校准条件

## 6.1 环境条件

环境温度：20℃±5℃；

相对湿度：30%～80%；

周围无影响仪器正常工作的电磁干扰，以及其他影响量。

## 6.2 供电电源

交流供电：电压220V±22V，频率50Hz±0.5Hz；

直流供电：当测试仪工作电源采用电池供电时，电池电压必须满足制造厂规定或标称使用的电压范围，且无压欠或电量不足提示。

## 6.3 测量标准及其它设备

6.3.1 校准时所需的标准器及配套设备

标准电容器（电容箱）、标准电感器（电感箱）或电容电感测试仪校准装置。

6.3.2 标准器的基本要求

校准时由标准器、辅助设备及环境条件所引起的扩展不确定度应不大于被校准测试仪最大允许误差绝对值的1/3（包含因子*k*取2）。

标准器的测量范围应能覆盖被校测试仪的量程。

校准时标准器的工作电流范围应能覆盖被校测试仪的工作电流。

# 校准项目和校准方法

## 7.1 校准项目

校准项目见表1。

表1 校准项目一览表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 校准项目 | 校准方法条款 | 计量特性条款 |
| 1 | 电容量 | 7.2.3 | 5.1 |
| 2 | 电感量 | 7.2.4 | 5.2 |

## 7.2 校准方法

7.2.1 外观及通电检查

a) 被校测试仪外形结构完好，外露件等不应损坏或脱落，机壳、端钮等不应有影响正常工作的机械碰伤，按键无卡死或接触不良的现象，应具备接地端子及明确的接地标识。

b) 被校测试仪应清晰标明产品名称、制造厂家、仪器型号、出厂编号和最大允许误差等信息。

c) 钳形电流传感器应有电流方向标记，钳口端面应清洁干净，并保证两端面接触完好，不应有可以引起测量错误和影响测量准确度的缺陷。

d) 交流供电测试仪的供电电压和频率标志应正确无误；直流供电的测试仪当欠电压时，应能显示欠压符号。

e) 通电检査被校测试仪各功能、量程切换应正常，显示的小数点位置应正确，字符段应完整无缺笔。

f) 应按照被校测试仪使用说明书的要求和规定进行预热。

7.2.2 校准点的选取原则

通常选取误差限最小的量程为基本量程。基本量程校准点应不少于5个，在测试仪基本量程的10%～100%之间均匀选取。非基本量程校准点应不少于3个，且须包含该量程的10%、50%及接近满量程的点。

同时，应参照被校测试仪使用说明书中对校准点的建议，并可根据实际情况或送校单位的要求合理选取校准点。

7.2.3 电容量示值误差的校准

测试仪的测量端子直接与校准装置或标准电容器相连接，并使测试电流方向与钳形电流传感器标注的电流方向一致。采用校准装置校准的接线图如图2所示，采用标准电容器校准的接线图如图3所示。保持钳形电流传感器钳口平面与测试导线垂直，且使测试导线处于钳形电流传感器钳口平面的几何中心位置。调节标准器至校准点，启动测试仪的测量开关，待被校测试仪的工作电压稳定后，读取其显示的电容量值。

测试仪电容量示值的绝对误差按公式(1)计算：

 （1）

式中：

——测试仪电容量示值的绝对误差，μF；

——被校测试仪电容量示值，μF；

——标准器标准电容值，μF。

被校测试仪电容量示值的相对误差按式(2)计算：

 （2）

式中：——测试仪电容量示值的相对误差。

测试仪

校准装置

*U*L

*U*L

*I*L

*I*h

*I*in

*U*H

*U*H

图2 采用校准装置校准接线图

测试仪

H

*U*L

*I*IN

*U*H

L

标准电容器（标准电感器）

图3 采用标准电容器（标准电感器）校准接线图

7.2.4 电感量示值误差的校准

测试仪的测量端子直接与校准装置或标准电感器相连接，并使测试电流方向与钳形电流传感器标注的电流方向一致。采用校准装置校准的接线图如图2所示，采用标准电感器校准的接线图如图3所示。保持钳形电流传感器钳口平面与测试导线垂直，且使测试导线处于钳形电流传感器钳口平面的几何中心位置。调节标准器至校准点，启动测试仪的测量开关，当被校测试仪的工作电压稳定后，读取其显示的电感量值。

测试仪电感量示值的绝对误差按公式(3)计算：

 （3）

式中：

——测试仪电感量示值的绝对误差，mH；

——被校测试仪电感量示值，mH。

——标准器标准电感值，mH。

被校测试仪电感量示值的相对误差按式(4)计算：

 （4）

式中：

——测试仪电感量示值的相对误差。

# 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) 校准证书或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。

# 复校时间间隔

建议复校时间间隔为1年。送校单位也可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

测量结果不确定度评定示例

A.1 概述

A.1.1 测量方法

以校准电力电容电感测试仪的电容量为例，按规范7.2.3的方法进行测量。

A.1.2 测量标准

电容电感测试仪校准装置，电容量：0.10μF～2000.00μF，电容量最大允许误差：±（0.2%×读数+0.05μF）。

A.1.3 环境条件

温度：20.6℃；相对湿度：52%。

A.1.4 被测对象

电力电容电感测试仪电容量测量的最大允许误差：±2%。

A.1.5 测量过程

采用直接测量法，用电力电容电感测试仪校准装置直接校准测试仪。调节电容电感测试仪校准装置的电容量，读取被校测试仪的显示值。此时，被校测试仪上的显示值与校准仪上的电容值之差即为被校测试仪的示值误差。

A.2 测量模型



式中：——测试仪电容量示值的绝对误差，μF；

——被校测试仪电容量显示值，μF；

——标准器标准电容值，μF。

A.3 方差和传播系数

传播系数：



方差:



A.4 标准不确定度评定

A.4.1 由测试仪测量重复性引入的标准不确定度分量

以100μF测量点为例进行示值测量结果的不确定评定。

用测试仪对所选100μF测量点在重复性测量条件下进行10次独立测量，测量数据见表A.1。

表A.1 重复性测量数据

|  |  |
| --- | --- |
| 测量点  测量次数 |  |
| 100μF |
| 1 | 100.3μF |
| 2 | 100.5μF |
| 3 | 100.5μF |
| 4 | 100.4μF |
| 5 | 100.3μF |
| 6 | 100.5μF |
| 7 | 100.3μF |
| 8 | 100.2μF |
| 9 | 100.3μF |
| 10 | 100.4μF |
|  | 100.4μF |
|  | 0.11μF |
| = | 0.11μF |

A.4.2 由电容电感测试仪校准装置引入的标准不确定度分量

校准装置量值传递合格，在100μF测量点最大允许误差为：±（0.2%读数+0.05μF）。校准装置引入的标准不确定度分量，采用B类方法进行评定，服从均匀分布，取包含因子*k*=，则: =*a*/*k*,计算结果见表A.2。

表A.2 电容电感测试仪校准装置引入的标准不确定度分量

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 测量点 | 最大允许误差 | *a* | = *a*/*k* |
| 100μF | ±（0.2%读数+0.05μF） | 0.25μF | 0.15μF |

A.5 不确定度分量的汇总表（见表A.3）

表A.3 不确定度分量的汇总表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量 | 不确定度来源 | 标准不确定度 |
| 100μF |
|  | 被检测试仪  测量重复性 | 0.11μF |
|  | 校准装置的最大允许误差 | 0.15μF |

A.6 合成标准不确定度





合成标准不确定度见表A.4。

表A.4 合成标准不确定度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 测量点 |  |  |  |
| 100μF | 0.11μF | 0.15μF | 0.19μF |

A.7 扩展不确定度

**=*k*× ，取*k*=2，由此得到100μF测量点校准结果的扩展不确定度为：

*U*=2×0.19=0.38μF≈0.4μF

换算至相对扩展不确定度为：



附录 B

校准原始记录格式

电力电容电感测试仪校准原始记录

证书编号：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 送校仪器信息： | | | | | | | | |
| 委托单号 | |  | | | 送校单位 | |  | |
| 名 称 | |  | | | 制造单位 | |  | |
| 型号/规格 | |  | | | 出厂编号 | |  | |
| 送校单位地址 | |  | | | 校准日期 | |  | |
| 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/  最大允许误差 | | | 证书编号 | | 证书有效期至  (YYYY-MM-DD) |
|  |  | |  | | |  | |  |

第 页 共 页

电力电容电感测试仪校准原始记录

证书编号：

校准结果记录

1. 外观及通电检查：

二、电容量校准

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 量程 | 标准值/μF | 显示值/μF | 示值误差/μF | 测量不确定度（*k*=2） |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

三、电感量校准

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 量程 | 标准值/mH | 显示值/mH | 示值误差/mH | 测量不确定度（*k*=2） |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

第 页 共 页

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/  最大允许误差 | | | 证书编号 | 证书有效期至  (YYYY-MM-DD) |
|  | |  |  | | |  |  |

第 页 共 页

证书编号 XXXXXX-XXXX

校 准 结 果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 一、外观及通电检查：  二、电容量校准   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 量程 | 标准值/μF | 显示值/μF | 示值误差/μF | 测量不确定度（*k*=2） | |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |   三、电感量校准   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | 量程 | 标准值/mH | 显示值/mH | 示值误差/mH | 测量不确定度（*k*=2） | |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |
| 说明：  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。： |
| 声明：  1．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本次所校准的计量器具有效。 |

校准员： 核验员：

第 页 共 页

**——————**

JJFXXXX—20XX