

JJF (浙)

浙江省地方计量技术规范

JJF (浙) 1138—2017

变压器绕组变形测试仪校准规范

Calibration Specification for Transformer Winding Deformation Testers

2017—03—30 发布

2017—05—01 实施

浙江省质量技术监督局 发布

变压器绕组变形测试仪 校准规范

JJF (浙) 1138-2017

Calibration Specification for Transformer

Winding Deformation 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：杭州市质量技术监督检测院

国网浙江省电力公司杭州供电公司

国网浙江省电力公司湖州供电公司

国网浙江省电力公司金华供电公司

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：

王异凡（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）

范俊杰（杭州市质量技术监督检测院）

参加起草人：

童跃升（国网浙江省电力公司电力科学研究院）

马 涛（国网浙江省电力公司杭州供电公司）

杜 赞（国网浙江省电力公司湖州供电公司）

楼 钢（国网浙江省电力公司金华供电公司）

目 录

引 言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语和计量单位.....	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 校准结果表达.....	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。

变压器绕组变形测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于频率响应分析法电力变压器绕组变形测试仪（以下简称测试仪）的校准，不适用于短路阻抗法或其它方法的测试仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

DL/T 911—2016 电力变压器绕组变形的频率响应分析法

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 术语和计量单位

下列术语和定义适用于本规范。

3.1 绕组变形 winding deformation

指电力变压器绕组在机械力或电动力作用下发生的轴向或径向形态变化，通常表现为绕组局部扭曲、鼓包或移位等特征。

3.2 幅频响应 frequency response

指在正弦稳态情况下，网络的传递函数 $H(j\omega)$ 幅值随 ω 的变化关系。

3.3 频率扫描 frequency sweep

连续改变外施正弦波激励信号源的频率，测量网络在不同频率下的输出信号与输入信号之比，并绘制出相应的幅频响应曲线。

4 概述

测试仪通过检测变压器各个绕组的幅频响应特性，根据幅频响应特性的差异，来判断变压器可能发生的绕组变形。测试仪的工作原理如图 1 所示。

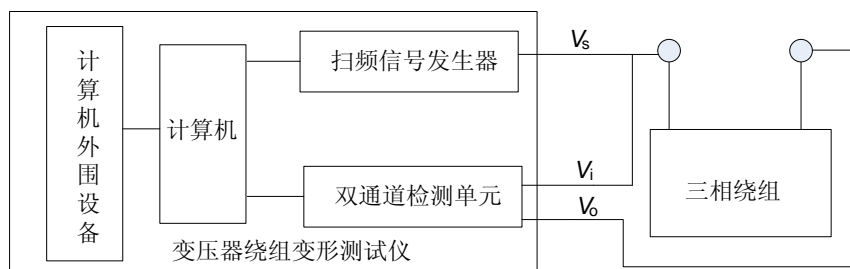


图 1 测试仪工作原理图

采用频率扫描方式, 改变外施正弦波激励源 V_S 的频率 f , 测量在不同频率下的测量端电压 V_0 和输入端电压 V_i 信号的幅值之比, 获得指定输入端和测量端情况下绕组的幅频响应曲线。

5 计量特性

5.1 扫频频率

5.1.1 测试仪扫频频率输出范围:1kHz—1MHz, 可分成若干个频段分别检测。

5.1.2 测试仪扫频频率输出最大允许误差:±1kHz。

5.2 幅值衰减值

5.2.1 测试仪动态幅值衰减值测量范围:-80dB—20 dB。

5.2.2 测试仪幅值衰减值测量最大允许误差:±1dB。

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±5) °C

6.1.2 环境湿度: (30%~80%) RH

6.2 供电电源条件

6.2.1 电源电压: (220±22) V

6.2.2 电源频率: (50±0.5) Hz

6.2.2 总谐波畸变率: ≤5%

6.3 校准设备及辅助设备

校准设备见表 1。

表1 校准设备

序号	设备名称	性能指标
1	变压器绕组变形测试仪 校准装置	幅值衰减范围: -80dB—20 dB, 最大允许误差: ±0.2dB
2	频率计	测量范围: 1kHz-1MHz, 最大允许误差: ±0.1Hz

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	扫频频率	+
2	幅值衰减	+

注：表中“+”表示必须校准。

7.2 校准方法

7.2.1 扫频频率

校准按图 2 接线，启动被校测试仪电源，设置被校测试仪频率点，开始频率校准，待示值稳定后，读取频率计显示值，误差按(1)式计算：

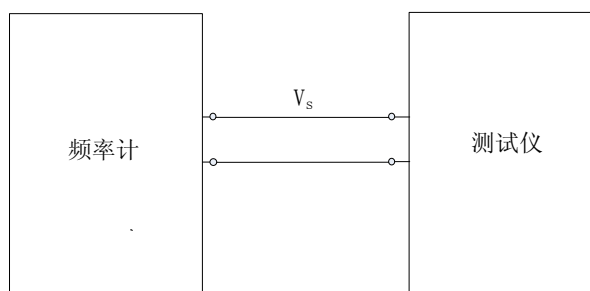


图 2 测试仪频率校准接线图

$$\delta_f = f_x - f_0 \dots\dots\dots(1)$$

式中：

δ_f ——扫频频率的误差；

f_x ——被校测试仪设置频率；

f_0 ——被校测试仪实测频率。

7.2.2 幅值衰减值

校准按图 3 接线，启动被校测试仪电源，开始幅值衰减值校准。校准点选取被校测试仪幅值衰减值测量范围的最大点和最小点，并在测量范围内再均匀选取 7 个点。幅值衰减值误差按(2)计算：

$$\delta_A = A_x - A_s \dots\dots\dots(2)$$

式中：

δ_A ——测试仪幅值衰减值测量误差；

A_x ——测试仪幅值衰减值测量值；

A_s ——标准装置幅值衰减值设置值。

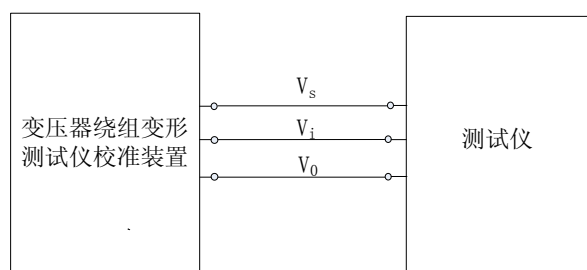


图3 测试仪幅值衰减值校准接线图

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 校准结果表达

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

变压器绕组变形测试仪幅值衰减结果不确定度评定

A.1 校准设备与校准方法

校准设备采用幅值衰减设定范围为-80dB—20 dB，最大允许误差为 $\pm 0.2\text{dB}$ 的变压器绕组变形测试仪校准装置。

校准方法参照本规范 7.2.2 进行。根据 JJF1059.1 规定的方法，对被校测试仪在频率 10kHz 时，-20dB 校准点的幅值衰减误差进行不确定度评定。

A.2 测量模型：

$$\Delta A = A_x - A_s$$

式中： ΔA ——幅值衰减误差，dB；

A_x ——被校测试仪幅值衰减测量示值，dB；

A_s ——标准装置幅值衰减量设定值，dB。

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

$$u_c^2(\Delta A) = c_1^2 u^2(A_x) + c_2^2 u^2(A_s)$$

式中，灵敏系数 $c_1 = \partial(\Delta A) / \partial(A_x) = 1$ ， $c_2 = \partial(\Delta A) / \partial(A_s) = -1$ 。

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不确定度分量 $u(A_x)$ A.4.1.1 由被校测试仪幅值衰减测量重复性引入的不确定度分量 $u_1(A_x)$

为 A 类标准不确定度。对被检测试仪在-20dB 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 (dB)	-20.250	-20.108	-20.260	-20.035	-20.105
测量序号	6	7	8	9	10
显示值 (dB)	-20.100	-20.150	-20.005	-20.315	-20.110

测量结果的算术平均值

$$\bar{A}_x = \frac{1}{10} (-20.250 - 20.108 - 20.260 - 20.035 - 20.105 - 20.100 - 20.150 - 20.005 - 20.315 - 20.110)$$

$$= -20.1438 \text{ dB}$$

$$\text{单次测量结果实验标准差 } s(A_{xk}) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (A_{xk} - \bar{A}_x)^2} \approx 0.1006 \text{ dB}$$

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：

$$u_1(A_x) = s(A_{xk}) = 0.1006 \text{ dB}$$

A.4.1.2 由被校测试仪测量分辨力引入的标准不确定度分量 $u_2(A_x)$

为 B 类标准不确定度。被校测试仪幅值衰减值测量分辨力为 0.001dB，区间半宽度为 0.0005dB，服从均匀分布（包含因子 $k = \sqrt{3}$ ），则由被校测试仪幅值衰减值测量分辨力引入的不确定度分量 $u_2(A_x)$ 为：

$$u_2(A_x) = \frac{0.0005 \text{ dB}}{\sqrt{3}} \approx 0.00029 \text{ dB}$$

由于 $u_1(A_x) > u_2(A_x)$ ，故由被校测试仪示值引入的标准不确定度分量 $u(A_x) = u_1(A_x) = 0.1006 \text{ dB}$ 。

A.4.2 由测试仪标准装置幅值衰减值准确度引入的不确定度分量 $u(A_s)$

为 B 类标准不确定度。由变压器绕组变形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 -20dB 校准点最大允许误差为 $\pm 0.2 \text{ dB}$ ，区间半宽为 0.2dB，区间内服从均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，则不确定度分量 $u(A_s)$ 为：

$$u(A_s) = \frac{0.2 \text{ dB}}{\sqrt{3}} \approx 0.12 \text{ dB}$$

A.4.3 合成标准不确定度

各测量不确定度分量彼此独立不相关，则被校测试仪在频率 10kHz 下，-20dB 校准点引入的合成标准不确定度 $u_c(\Delta A)$ 为：

$$u_c(\Delta A) = \sqrt{u^2(A_x) + u^2(A_s)} \approx 0.16 \text{ dB}$$

A.2.5 扩展不确定度

取 $k_p=2$, 则被校测试仪在幅值衰减值-20dB 校准点的示值误差扩展不确定度 $U(\Delta A)$ 为:

$$U(\Delta A) = k_p \times u_c(\Delta A) = 2 \times 0.16\text{dB} = 0.32\text{dB}$$

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		出厂技术指标	
制造厂					
测试日期		审核员		校准员	
环境温度		℃	相对湿度		%RH

1、校准依据

- (1)
- (2)

2、校准时使用的计量标准器具

型号及名称			
制造厂商			
技术指标			
器具编号			
证书有效期限			

3、扫频频率

频带	标称值 (kHz)	实测值 (kHz)

4、幅值衰减

显示值 (dB)	标准衰减值 (dB)					
扫频信号频率						

5、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	校准/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 XXXXXXX-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