

河北省地方计量技术规范

JJF(冀)113—2012

有载分接开关测试仪校准规范

Calibration Specification for
Detector of On-load Tap-changers

2012-09-26 发布

2012-12-01 实施

河北省质量技术监督局 发布

有载分接开关测试仪 校准规范

Calibration Specification for
Detector of On-load Tap-changers

JJF(冀)113—2012

本规范经河北省质量技术监督局于 2012 年 09 月 26 日批准，并自 2012 年 12 月 01 日起施行。

归口单位：河北省质量技术监督局

起草单位：河北省计量监督检测院

本规范主要起草人：

李德亨 (河北省计量监督检测院)

耿立峰 (河北省计量科学研究所)

参加起草人：

印志军 (河北省计量监督检测院)

于言龙 (河北省计量监督检测院廊坊分院)

李凌云 (河北省计量监督检测院)

魏 军 (河北省计量监督检测院)

王学民 (河北省计量监督检测院)

目 录

1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(1)
4.1 过渡电阻测量最大允许误差公式	(1)
4.2 过渡电阻测量分辨力	(2)
4.3 显示能力	(2)
4.4 过渡时间测量	(2)
4.5 恒压源	(2)
4.6 恒流源	(2)
4.7 绝缘电阻	(2)
4.8 工频耐压试验	(2)
5 标准条件	(2)
5.1 环境条件	(2)
5.2 校准器及其它设备	(2)
6 校准项目和校准方法	(3)
6.1 校准项目	(3)
6.2 校准方法	(3)
7 校准结果	(7)
8 复校时间间隔	(7)
附录 A 有载分接开关测试仪校准原始记录格式	(8)
附录 B 有载分接开关测试仪校准证书内页格式	(11)

有载分接开关测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于有载分接开关测试仪（以下简称测试仪）的校准。

2 引用文件

JJF 1059-1999 测量不确定度评定与表示

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

DL/T 846.8—2004 有载分接开关测试仪

使用本规范时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 概述

变压器有载分接开关测试仪是用于测量和分析变压器有载分接开关电气性能指标的综合测量仪器。它采用计算机控制，通过内部的恒流源或恒压源供电，可实现对带绕组、不带绕组变压器有载分接开关的过渡时间、过渡波形、过渡电阻、三相同期性等参数的测量，并自动分析出过渡时间、过渡电阻及三相不同期。

4 计量特性

4.1 过渡电阻测量最大允许误差公式

4.1.1 过渡电阻测量最大允许误差公式用以下形式表示。

4.1.1.1 用绝对误差的形式表示

$$\Delta R = \pm(a\%R_x + b\%R_m) \quad (1)$$

$$\Delta R = \pm(a\%R_x + n) \quad (2)$$

4.1.1.2 用相对误差的形式表示：

$$r_R = \pm \left(a\% + b\% \frac{R_m}{R_x} \right) \quad (3)$$

式中： ΔR ——用绝对误差形式表示的最大允许误差， Ω ；

R_x ——测试仪过渡电阻测量示值， Ω ；

R_m ——测试仪所测量程的满量程值， Ω ；

a ——与测试仪过渡电阻测量示值有关的系数；

b ——与测试仪满量程值有关的系数；

r_R ——用相对误差形式表示的最大允许误差。

n ——以数字表示的绝对误差项， $n = b\%R_m$ 。

4.2 过渡电阻测量分辨力

测试仪过渡电阻测量的分辨力应不低于最大允许误差的 1/10。

4.3 显示能力

显示能力需能连续变化。同时观察显示读数有无叠字、不亮、缺划等现象。还应检查小数点、单位符号等。

4.4 过渡时间测量

过渡时间的测量范围应不小于 250ms，分辨率为 0.1ms。过渡时间测量在 1ms~100ms 范围内最大允许误差为±1ms；过渡时间测量在 100ms~250ms 内，最大允许误差为±1%。

4.5 恒压源

测试仪内部恒压源在10min的测量时间内，输出电压的最大变化量（电压稳定度）应小于 1×10^{-3} 。纹波系数小于1.0%。

4.6 恒流源

测试仪内部恒流源在10min的测量时间内，输出电流的最大变化量(电流稳定度)应小于 1×10^{-3} ，纹波系数小于1.0%。根据需要也可以有不同的电流量程，在不同的电流量程，输出电流不低于额定电流。

4.7 绝缘电阻

测试仪电源输入端对机壳之间施加1000V的直流电压时，测得的绝缘电阻不应小于 $20M\Omega$ 。

4.8 工频耐压试验

测试仪电源输入端对机壳之间应能承受工频1.5kV历时1min耐压试验，不应出现击穿和飞弧现象。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度： $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度：40%~75%。

5.1.2 电源电压：交流 $220\text{V} \pm 22\text{V}$ ；频率 $50\text{Hz} \pm 1\text{Hz}$ 。

5.1.3 周围无影响测试仪正常工作的微波辐射或强电磁场。

5.1.4 校准时设备应良好接地。

5.2 标准器及其它设备

5.2.1 标准器

标准电阻器(箱)，准确度等级 0.1 级；测量范围 $0.1\Omega \sim 40\Omega$ ；

直流数字电压表，5 位半显示，准确度等级 0.02 级；

交流数字毫伏表，5 位半显示，准确度等级 0.02 级；

信号发生器，输出电压不小于 5V，频率稳定度 1×10^{-5} ，输出方波宽度可任意调整
数字示波器，采样频率 100MHz，时基准确度 1×10^{-5} ；

绝缘电阻表，电压 1000V，准确度不低于 10 级；

耐电压测试仪，准确度等级不低于 5 级；

其它设备：1k Ω 电阻，开关管。

5.2.2 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的 1/3。包含因子 k 取 2。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

6.1.1 外观检查、通电检查。

6.1.2 过渡电阻测量基本误差。

6.1.3 过渡电阻测量分辨力、显示能力的检查。

6.1.4 过渡时间测量基本误差

6.1.5 恒压源检测

6.1.6 恒流源检测

6.1.7 绝缘电阻测量

6.1.8 工频耐压试验

6.2 校准方法

6.2.1 外观检查

a) 测试仪的面板、机壳或铭牌上应有以下主要标志和符号：产品名称及型号、制造厂名称或商标、制造日期、出厂编号、最大允许误差。

b) 测试仪不应有影响功能的损伤，所有按键、功能开关等应灵敏可靠。

c) 测试仪外壳上必须具备可靠的、有明显标志的接地端子。

6.2.2 通电检查

测试仪的供电电源、显示器、开关等应能正常工作。

6.2.3 过渡电阻测量基本误差的校准

a) 校准的一般要求

1) 被校测试仪置于校准环境条件下不少于 2h，以消除温度梯度的影响。

2) 测试仪过渡电阻校准点选取原则为下限至上限均匀的选取，每相不少于 10 个校准点。

3) 对每个校准点读数一次。

b) 基本误差的校准

测试仪的测量端子直接与标准电阻器(箱)相接,调节标准电阻器(箱)至校准点,接通测试仪过渡电阻测量开关,当被校测试仪的工作电流或电压稳定后,读取被校准测试仪过渡电阻测量值。

测试仪过渡电阻测量示值的绝对误差按式(4)式计算:

$$\Delta R = R_x - R_0 \quad (4)$$

式中: ΔR ——测试仪过渡电阻测量示值的绝对误差, Ω ;

R_x ——测试仪过渡电阻测量的示值, Ω ;

R_0 ——标准电阻器(箱)实际值, Ω 。

被校测试仪过渡电阻测量示值的相对误差按式(5)计算:

$$r_R = \left(\frac{R_x - R_0}{R_0} \right) \times 100\% \quad (5)$$

式中: r_R ——测试仪过渡电阻示值的相对误差。

6.2.4 过渡电阻测量的分辨力

分辨力的检测一般在分辨力最高的量程范围进行。测试仪的测量端子直接与标准电阻器(箱)相接,调节标准电阻器(箱)使测试仪显示某一数值(可等于零和任意数值),同时从标准电阻器(箱)读取阻值 R_1 ,然后调节标准电阻器(箱),使测试仪末位数变化1个字,再读取标准电阻器(箱)的阻值 R_2 ,两次读数之差 $\Delta = |R_2 - R_1|$ 即为测试仪的分辨力。

6.2.5 显示能力的检查。

显示能力的检查可在通电检查时同时进行。调节标准电阻器(箱),观察测试仪的显示数字能否做连续变化,应符合4.3的要求。

6.2.6 过渡时间测量误差试验

按图1的接线方法接线,信号发生器输出标准方波分别给测试仪的三个通道。时间宽度按1ms~100ms和100ms~250ms分段进行测量,每段均匀选取10个测试点。

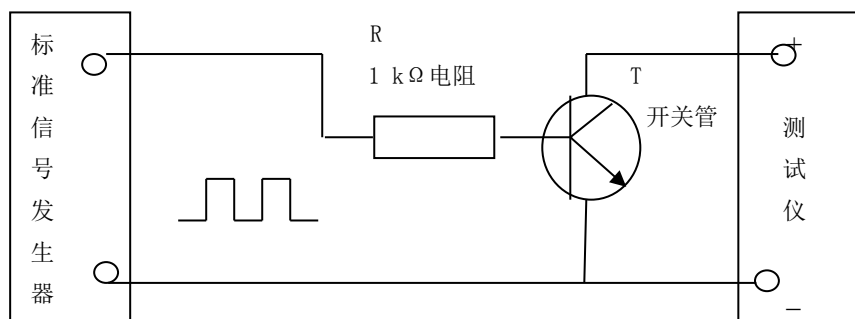


图1 动作时间测量误差检定接线方法

1ms~100ms测量范围内测量误差按式(6)计算:

$$\Delta t = t_x - t_0 \quad (6)$$

式中: Δt ——过渡时间测量误差, ms;

t_x ——测试仪过渡时间显示值, ms;

t_0 ——信号发生器输出标准时间, ms。

在100ms~250ms(不含100ms)测量范围内的测量误差按式(7)计算:

$$r_t = \frac{t_x - t_0}{t_0} \times 100\% \quad (7)$$

式中: r_t ——用相对形式表示的过渡时间测量误差

两段测量范围测试结果应满足4.4指标的要求。

6.2.7 恒压源检测

测试仪在正常工作状态下,用直流数字电压表测量每相恒压源电压,在10min内每相均匀读取不少于6个读数。按式(8)计算每相的稳定性误差:

$$r_U = \frac{U_{\max} - U_{\min}}{U_0} \times 100\% \quad (8)$$

式中: r_U ——稳定性误差;

U_{\max} ——在10min测量时间内的最大电压值, V;

U_{\min} ——在10min测量时间内的最小电压值, V,

U_0 ——直流电压输出标称值, V。

稳定度测量后,用交流数字毫伏表测量每相恒压源输出纹波电压有效值。纹波系数按式(9)进行计算:

$$K_U = \frac{U_{rms}}{U_0} \times 100\% \quad (9)$$

式中: K_U ——纹波系数;

U_{rms} ——纹波电压有效值, V

也可用高灵敏度示波器观测输出波形和纹波的峰峰值。纹波系数按式(10)进行计算:

$$K_U = U_{p-p} / 2U_0 \times 100\% \quad (10)$$

式中: U_{p-p} ——纹波电压的峰峰值, V;

测量结果应满足4.5的要求。

6.2.8 恒流源检测

测试仪在正常工作状态下,每相输出之间接一只标准电阻器(箱),用交流数字毫伏表测量纹波电压有效值或用示波器测量电源输出波形和纹波峰峰值,用直流数字电压表测量标准电阻两端电压,并在10min内每相均匀读取不少于6个读数。电流按式(11)进行计算:

$$I = U / R \quad (11)$$

式中:

I ——恒流源输出电流, A

R ——标准电阻, Ω ;

U ——标准电阻两端电压, V。

按式(12)计算每相的稳定性误差:

$$r_I = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_0} \times 100\% \quad (12)$$

式中: r_I ——稳定性误差;

I_{\max} ——在10min测量时间内的最大电流值, A;

I_{\min} ——在10min测量时间内的最小电流值, A,

I_0 ——直流电流输出实际值, A。

纹波电流按式(13)计算:

$$I_{rms} = \frac{U_{rms}}{R} \quad (13)$$

式中: U_{res} ——纹波电压有效值, V;

I_{rms} ——表示纹波电流

纹波电流峰峰值按式(14)计算:

$$I_{p-p} = \frac{U_{p-p}}{R} \quad (14)$$

式中: I_{p-p} ——纹波电流峰峰值, mA。

纹波系数按式(15)进行计算:

$$K_I = \frac{I_{rms}}{I_0} \times 100\% \quad (15)$$

式中: K_I ——纹波系数;

也可按式(16)进行计算:

$$K_I = I_{p-p} / 2I_0 \times 100\% \quad (16)$$

测量结果应满足4.6的规定。

6.2.9 绝缘电阻测量

测试仪处于非工作状态, 开关置于接通位置, 使用 1000V 的绝缘电阻表, 测量电源输入线(相中线连接到一起)与机壳之间的绝缘电阻, 绝缘电阻不小于 20M Ω 。

6.2.10 工频耐压试验

测试仪处于非工作状态，电源开关处于接通位置，电源输入端与机壳之间施加 50Hz、1.5kV 的正弦试验电压，保持 1min，不应出现飞弧和击穿现象。

7 校准结果

7.1 校准原始记录的格式见附录 A，校准后应出具校准证书。

7.2 数据修约

被校测试仪的误差数据计算后，应采用 4 舍 5 入及偶数法则进行修约，末位数修约到被校测试仪允许误差限的十分之一位。判断测试仪的误差是否超过基本误差限时，应以修约后的数据为依据。

7.3 测量不确定度评定与表示应符合 JJF1059-1999《测量不确定度评定与表示》的规定。

7.4 校准结果应在校准证书上反映。校准证书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（如果不在实验室内进行校准）；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 送校单位的名称和地址；
- 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受日期；
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对抽样程序进行说明；
- i) 对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) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；
- n) 校准结果仅对被校对象有效的说明；
- o) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

8 复校时间间隔

建议复校时间间隔一般为一年。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

有载分接开关测试仪校准原始记录格式

委托单位: _____ 地址: _____

仪器名称: _____ 规格型号: _____

生产单位: _____ 出厂编号: _____

准确度等级: _____ 证书编号: _____

校准依据: _____

标准器名称: _____ 规格型号: _____

出厂编号: _____ 准确度等级: _____

标准器证书号: _____ 有效期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

环境条件: 温度: _____ °C 相对湿度: _____ %

校准地点: _____

测量结果的不确定度: _____

校准员: _____ 核验员: _____

校准日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

校准结果:

一、外观及通电检查: _____

二、过渡电阻测量基本误差:

标准值(Ω)	A 相		B 相		C 相	
	显示值(Ω)	基本误差(Ω)	显示值(Ω)	基本误差(Ω)	显示值(Ω)	基本误差(Ω)

三、过渡电阻测量分辨力:

$R_1 =$ _____ Ω , $R_2 =$ _____ Ω , $\Delta = |R_2 - R_1| =$
 _____ Ω

四、显示能力的检查: _____

五、过渡时间基本误差

标准值 (s)	A 相		B 相		C 相	
	显示值 (ms)	基本误差 (ms)	显示值 (ms)	基本误差 (ms)	显示值 (ms)	基本误差 (ms)
标准值 (s)	显示值 (ms)	基本误差 (%)	显示值 (ms)	基本误差 (%)	显示值 (ms)	基本误差 (%)

六、恒压源检测

1 稳定度

测量次数		1	2	3	4	5	6	稳定度
电压值 (V)	A 相							
	B 相							
	C 相							

2 纹波系数

相	纹波电压	纹波系数
A 相		
B 相		
C 相		

七、恒流源检测

1 稳定度

测量次数		1	2	3	4	5	6	稳定度
电流值 (A)	A 相							
	B 相							
	C 相							

2 纹波系数

相	纹波电流	纹波系数
A 相		
B 相		
C 相		

八、绝缘电阻测量：_____

九、工频耐压试验：_____

附录 B

有载分接开关测试仪校准证书内页格式

校准所使用的计量标准名称：_____

规格型号：_____ 测量范围：_____

不确定度或准确度等级或最大允许误差：_____

计量标准证书号：_____ 有效期至：_____ 年_____ 月_____ 日

校准的环境条件： 温度：_____ °C 相对湿度：
%RH

校准地点：_____

校 准 结 果

一、外观及通电检查：

二、过渡电阻测量分辨力：

三、显示能力的检查：

四、绝缘电阻测量：

五、工频耐压试验：

六、过渡电阻测量基本误差：

标准值(Ω)	A 相		B 相		C 相	
	显示值(Ω)	基本误差 (Ω)	显示值(Ω)	基本误差 (Ω)	显示值(Ω)	基本误差 (Ω)

测量结果的不确定度：_____

七、恒压源检测

相	稳定度	纹波系数
A 相		

JJF(冀)113—2012

B相		
C相		

八、恒流源检测

相	稳定度	纹波系数
A相		
B相		
C相		

九、过渡时间测量基本误差

标准值 (s)	A 相		B 相		C 相	
	显示值 (ms)	基本误差 (ms)	显示值 (ms)	基本误差 (ms)	显示值 (ms)	基本误差 (ms)
标准值 (s)	A 相		B 相		C 相	
	显示值 (ms)	基本误差 (%)	显示值 (ms)	基本误差 (%)	显示值 (ms)	基本误差 (%)

测量结果的不确定度:

河北省
地方计量技术规范
有载分接开关测试仪校准规范

JJF(冀)113—2012

河北省质量技术监督局发布

*

河北省质量技术监督局委托
河北省计量监督检测院印刷

版权所有 不得翻印

*

880mm×1230mm 16开本

2012年10月第1版 2012年10月第1次印刷

定价:32元

