

贵州省地方计量技术规范

JJF (黔) 67-2022

变比测试仪校准规范

Calibration Specification for Ratio Tester

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

贵州省市场监督管理局 发布

变比测试仪校准规范

Calibration Specification for
Ratio Tester

JJF(黔) 67—2022

归口单位：贵州省市场监督管理局

主要起草单位：贵州省计量测试院

参加起草单位：南京丹迪克电力仪表有限公司

本规范主要起草人：

陈光贵（贵州省计量测试院）

邓 兵（贵州省计量测试院）

王嵘瑜（贵州省计量测试院）

参加起草人：

谢 鑫（贵州省计量测试院）

杜鸿程（贵州省计量测试院）

顾红波（南京丹迪克电力仪表有限公司）

徐新生（南京丹迪克电力仪表有限公司）

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)
4.1 组成.....	(1)
4.2 原理.....	(1)
5 计量特性.....	(2)
5.1 示值误差.....	(2)
5.2 分辨力.....	(2)
5.3 重复性.....	(2)
6 校准条件.....	(2)
6.1 环境条件.....	(2)
6.2 校准用设备.....	(3)
7 校准项目和校准方法.....	(3)
7.1 校准项目.....	(3)
7.2 校准方法.....	(3)
8 校准结果表达.....	(5)
8.1 校准记录.....	(5)
8.2 校准结果的处理.....	(5)
9 复校时间间隔.....	(6)
附录 A 变比测试仪示值误差校准结果不确定度评定示例.....	(7)
附录 B 变比测试仪校准原始记录格式(供参考).....	(10)
附录 C 校准证书内页格式(供参考).....	(11)

引 言

本规范依据 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》，并参考了 JJG 313-2010《测量用电流互感器检定规程》、JJG 314-2010《测量用电压互感器检定规程》、DL/T 963-2005《变压比测试仪通用技术条件》、DL/T 1221—2013《互感器综合特性测试仪通用技术条件》进行编制。

变比测试仪校准规范

1 范围

本规范适用于变比测量范围在 1~1000 的变比测试仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 313-2010 测量用电流互感器检定规程

JJG 314-2010 测量用电压互感器检定规程

DL/T 963-2005 变压比测试仪通用技术条件

DL/T 1221-2013 互感器综合特性测试仪通用技术条件

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于该规范；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

3.1 比值差 error of ratio

一次侧电压（电流）与二次侧电压（电流）的比例与标准比例之差。

3.2 相位差 error of phase

一次电压（电流）与二次电压（电流）相量的差值。

4 概述

4.1 组成

变比测试仪是测量互感器的比值差和相位差的专用仪器，通常由显示器、数据处理器、控制单元、传感器、升压器、升流器等组成。

4.2 原理

变比测试仪工作原理框图如图 1 所示，变比测试仪输出电压或电流到互感器的一次端，从互感器的二次端测量反馈回来的电压或电流，得到互感器一次端与二次端的比值和相位，变比测试仪自动将测得的比值和相位与设定的比值和相位进行比较，得出互感器的比值差和相位差。

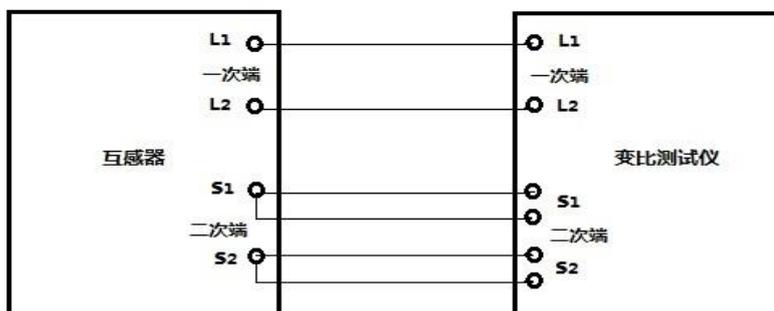


图 1 变比测试仪工作原理图框图

5 计量特性

5.1 示值误差

变比测试仪的比值差用相对误差表示，相位差用绝对值表示，准确度等级分为：0.05 级、0.1 级、0.2 级三个等级。等级对应的最大允许误差见表 1。

表 1 等级对应的最大允许误差

准确度等级	最大允许误差	
	比值差/%	相位差/′
0.05 级	±0.05	±2
0.1 级	±0.1	±5
0.2 级	±0.2	±10

5.2 分辨力

变比测试仪变比测量的分辨力应不低于其准确度等级对应的最大允许误差的 1/10。

5.3 重复性

变比测试仪的比值差和相位差的重复性应不大于其准确度等级对应的最大允许误差的 1/5。

注：以上技术指标不用于合格性判定，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：（15~25）℃。

6.1.2 相对湿度：（40~75）%。

6.1.3 供电电源：电压（220±22）V，频率（50±1）Hz，波形失真度小于5%。

6.2 校准用设备

标准器包括标准电压互感器、感应分压器、标准电流互感器、电流比例标准，电压比测量范围100V/100V~100000V/100V，电流比测量范围5A/5A~5000A/5A，标准器准确度等级应符合表2的规定。

表2 标准器准确度等级

被校变比测试仪准确度等级	标准器准确度等级
0.05 级	0.01 级
0.1 级	0.02 级
0.2 级	0.05 级

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目见表3。

表3 校准项目

序号	校准项目
1	示值误差
2	分辨力
3	重复性

7.2 校准方法

7.2.1 校准前准备

观察变比测试仪的铭牌，记录其名称、型号规格、制造厂、出厂编号以及技术指标等信息。检查外形结构是否完好，接线端子是否松动。

7.2.2 示值误差

7.2.2.1 校准电压比时，标准器应选取标准电压互感器或感应分压器。校准点应至少选取变比测试仪测量范围内的3个点，并应包括测量范围的上限和下限。

电压比校准接线按图2，在变比测试仪上设置标准器的二次负荷、变比、功

率因数等参数，用变比测试仪测量标准器的电压比值差和相位差，按下限点、中间点，上限点顺序进行校准，读取变比测试仪显示的测量值，取测量值的相反符号值作为校准结果。

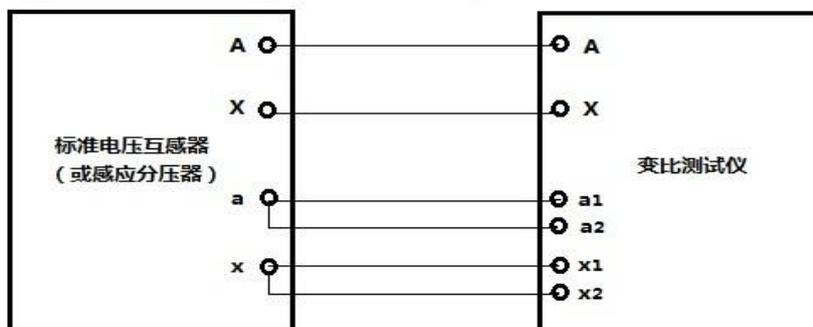


图2 电压比较校准接线图

7.2.2.2 校准电流比时，标准器选取标准电流互感器或电流比例标准。校准点应至少选取变比测试仪测量范围内的5个点，并应包括测量范围的上限和下限。

电流比较校准接线按图3，在变比测试仪上设置标准器的二次负荷、变比、功率因数等参数，变比测试仪测量标准器的电流比值差和相位差，按下限点、中间点，上限点顺序进行校准，读取变比测试仪显示的测量值，取测量值的相反符号值作为校准结果。

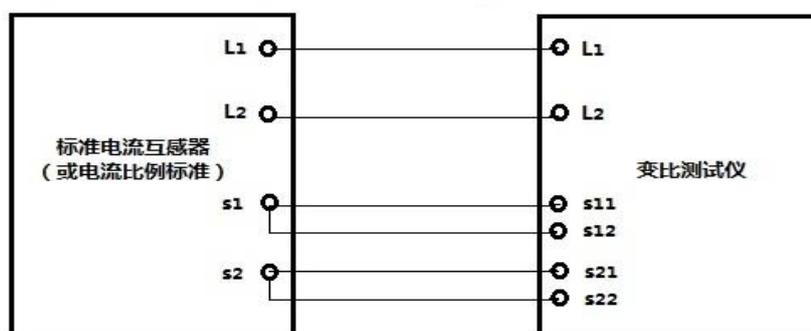


图3 电流比较校准接线图

7.2.3 分辨力

分辨力校准按7.2.2规定进行，观察测量结果，记录变比测试仪显示的比值差和相位差的最小变化值作为分辨力。

7.3.4 重复性

重复性在比值差最大的校准点和相位差最大的校准点分别进行，对该校准点连续测量10次，重复性按公式(1)计算。

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (1)$$

式中：

s ——重复性；

x_i ——单次校准值；

\bar{x} —— n 次校准值的平均值；

n ——校准次数，取值 10。

8 校准结果表达

8.1 校准记录

校准原始记录格式见附录 B。

8.2 校准结果的处理

校准证书内页格式见附录 C。校准证书应至少包括以下内容：

- 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) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- l) 对校准规范的偏离的说明；
- m) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务等效标识；
- n) 校准结果仅对被校对象有效的声明；

o) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。建议复校时间间隔不超过 12 个月。

附录 A

变比测试仪示值误差校准结果不确定度评定示例

A.1 概述

- A.1.1 被校对象：变比测试仪，准确度等级 0.05 级。
- A.1.2 校准用标准器：标准电流互感器，准确度等级 0.01 级。
- A.1.3 校准依据：JJF(黔)XXXX-2022《变比测试仪校准规范》。
- A.1.4 环境条件：温度：（15~25）℃，相对湿度：（40~75）%。
- A.1.5 校准方法：在变比测试仪上设置标准器的二次负荷、变比、功率因数等参数，变比测试仪测量标准器的电流比值差和相位差，读取变比测试仪显示的测量值，取测量值的相反符号值作为校准结果。

A.2 测量模型

- A.2.1 比值差测量模型按公式（A.1）建立。

$$\Delta f = -f_x \quad (\text{A.1})$$

式中：

Δf ——变比测试仪的比值差，%；

f_x ——变比测试仪读取的标准器的比值差示值，%。

- A.2.2 相位差测量模型按公式（A.2）建立。

$$\Delta \delta = -\delta_x \quad (\text{A.2})$$

式中：

$\Delta \delta$ ——变比测试仪的相位差，′；

δ_x ——变比测试仪读取的标准器的相位差示值，′。

A.3 不确定来源

不确定度来源主要为测量重复性引入的不确定度和标准电流互感器的误差引入的不确定度。

A.4 标准不确定度评定

A.4.1 由测量重复性引入的不确定度分量 u_1

直接用变比测试仪测量标准器 100A/5A 点 10 次, 比值差测量结果见表 A. 1、相位差测量结果见表 A. 2。

表 A. 1 比值差测量结果

测量序号	1	2	3	4	5	平值值
比值差 (%)	0.0091	0.0086	0.0095	0.0085	0.0092	0.00952
测量序号	6	7	8	9	10	
比值差 (%)	0.0106	0.0099	0.0096	0.0079	0.0123	

表 A. 2 相位差测量结果

测量序号	1	2	3	4	5	平值值
相位差 (′)	-0.025	-0.023	-0.029	-0.036	-0.018	-0.0297
测量序号	6	7	8	9	10	
相位差 (′)	-0.025	-0.036	-0.027	-0.036	-0.042	

由表 A. 1 和表 A. 2, 根据实验标准偏差公式: $s(x_i) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$, 可得测

量重复性引入的不确定度分量为:

a) 比值差: $u_1(f) = s(f_i) = 0.00124\%$;

b) 相位差: $u_1(\delta) = s(\delta_i) = 0.0075'$ 。

A.4.2 由标准电流互感器引入的不确定度分量 u_2

0.01 级标准电流互感器的比值差最大允许误差 $\pm 0.02\%$ 、相位差最大允许误差 $\pm 0.6'$, 假设均匀分布, 可得标准电流互感器引入的不确定度分量为:

a) 比值差: $u_2(f) = 0.02\% / \sqrt{3} = 0.01154\%$;

b) 相位差: $u_2(\delta) = 0.6' / \sqrt{3} = 0.3464'$ 。

A.5 合成标准不确定度

A.5.1 主要标准不确定度汇总

主要标准不确定度汇总表见表 A. 3。

表 A.3 主要标准不确定度汇总表

不确定度来源	参数	标准不确定度
由测量重复性引入的不确定度分量	比值差: $u_1(f)$	0.00124%
	相位差: $u_1(\delta)$	0.0075 ′
由标准电流互感器引入的不确定度分量	比值差: $u_2(f)$	0.01154%
	相位差: $u_2(\delta)$	0.3464 ′

A.5.2 合成标准不确定度计算

各项标准不确定度分量互不相关，则合成标准不确定度为：

a) 比值差: $u_c(f) = \sqrt{u_1(f)^2 + u_2(f)^2} = 0.0116\%$ ；

b) 相位差: $u_c(\delta) = \sqrt{u_1(\delta)^2 + u_2(\delta)^2} = 0.3465 ′$ 。

A.6 扩展标准不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则扩展标准不确定度为：

a) 比值差: $U = k \times u_c(f) = 2 \times 0.0116\% = 0.024\%$ ；

b) 相位差: $U = k \times u_c(\delta) = 2 \times 0.3464 ′ = 0.70 ′$ 。

附录 B

变比测试仪校准原始记录格式（供参考）

编号 _____

委托单位：_____ 联系信息：_____

设备名称：_____ 型号、规格：_____ 出厂编号：_____

制造单位：_____

校准环境条件及地点：_____ 温度：_____ °C 相对湿度：_____ %

校准所依据的技术文件（代号、名称）：_____

主标准器名称	测量范围	不确定度或准确度等级或最大允许误差	证书编号	证书有效期至 (YYYY-MM-DD)

1、示值误差：

	比值					
	比值差 (%)					
	相位差 (′)					

2、分辨力：_____

3、重复性：

测量序号	1	2	3	4	5	平均值
比值差 (%)						
测量序号	6	7	8	9	10	
比值差 (%)						
$s(f_i) =$						
测量序号	1	2	3	4	5	平均值
相位差 (′)						
测量序号	6	7	8	9	10	
相位差 (′)						
$s(\delta_i) =$						

测量结果不确定度：

校准：_____ 核验：_____ 校准日期：_____

附录 C

校准证书内页格式（供参考）

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	不确定度或准 确度等级或最 大允许误差	证书编号	证书有效期至 (YYYY-MM-DD)

证书编号 XXXXXX-XXXX

校准结果

1、 示值误差:

2、 分辨力:

3、 重复性:

测量结果不确定度:

以下空白

说明:

复校时间间隔由用户根据使用情况自行确定, 推荐为___个月。

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。

第 X 页 共 X 页

