

ICS 17.220.20

N 25

备案号: 16971-2006

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 967 — 2005

回路电阻测试仪与 直流电阻快速测试仪检定规程

Verification regulation of loop resistance tester and
DC resistance high-speed tester

2005-11-28 发布

2006-06-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发布

目 次

前言..... II

1 范围..... 1

2 概述..... 1

3 计量性能要求..... 1

 3.1 基本误差和准确度等级..... 1

 3.2 短时稳定性..... 2

4 通用技术要求..... 2

 4.1 外观..... 2

 4.2 绝缘电阻..... 2

 4.3 介电强度..... 2

 4.4 纹波..... 2

5 计量器具控制..... 2

 5.1 检定条件..... 2

 5.2 检定项目..... 3

 5.3 检定方法..... 3

 5.4 检定结果的处理..... 4

 5.5 检定周期..... 5

附录 A（资料性附录） 有源模拟电阻器检定工作原理..... 6

附录 B（资料性附录） 检定原始记录格式..... 8

前 言

本标准是根据原国家经济贸易委员会《关于下达 2002 年度电力行业标准制定和修订计划的通知》（国经贸电力〔2002〕973 号文）安排制定的。

本标准的附录 A、附录 B 为资料性附录。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由全国高电压试验技术标准化分技术委员会归口并负责解释。

本标准负责起草单位：武汉高压研究所。

本标准起草单位：河北省电力试验研究院、安徽省电力试验研究院、天津市电力科学研究院、湖北省电力试验研究院、温州市华特电气有限公司。

本标准主要起草人：雷民、高骏、郭守贤、卢欣、王永勤、卢军、薛伟华。

本标准首次发布时间：2005 年 11 月 28 日。

回路电阻测试仪与直流电阻快速测试仪检定规程

1 范围

本标准规定了回路电阻测试仪与直流电阻快速测试仪的计量性能、通用技术要求、计量器具控制和检定周期。

本标准适用于测量电阻上限为 20000μΩ，测量直流电流不低于 100A 的回路电阻测试仪和测量电阻上限为 200mΩ~2000Ω，对应测量直流电流 50A~0.001A 的直流电阻快速测试仪的首次检定、后续检定和使用中检验。

2 概述

回路电阻测试仪是用于测量断路器、隔离开关等设备接触点之间或导电回路电阻的测量仪器。直流电阻快速测试仪是用于测量变压器、大中型电机、互感器等设备线圈直流电阻的测量仪器。回路电阻测试仪和直流电阻快速测试仪（以下统称测试仪）都是采用四端钮伏安法测量电阻的工作原理，测试仪提供满足要求的恒定测试直流大电流。

3 计量性能要求

3.1 基本误差和准确度等级

3.1.1 基本误差

测试仪的基本误差公式可用下列形式之一表示。

a) 用两项误差之和的绝对误差来表示

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

或

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

式中：

R_x ——被检测测试仪的读数值（显示值）；

R_m ——被检测测试仪的量程；

a ——与读数有关的误差系数；

b ——与满刻度值有关的误差系数；

n ——固定误差项， $n=b\%R_m$ 。

a 、 b （或 n ）的数值由生产厂给出，若生产厂未给出 b （或 n ）值，则认为 b （或 n ）值为零。

b) 用与测试仪读数值之比的相对误差来表示

$$\gamma=\pm(a\%+b\%\frac{R_m}{R_x})$$

3.1.2 准确度等级

测试仪的准确度等级分为 0.1，0.2，0.5，1.0 和 2.0 共 5 个等级。每一个等级对应的允许误差及误差系数见表 1。

表 1 准确度等级与允许误差及误差系数

准确度等级	0.1	0.2	0.5	1.0	2.0
允许误差（ $R_x=R_m$ 时的相对误差），%	±0.1	±0.2	±0.5	±1.0	±2.0
误差系数，（ $a+b$ ）	≤0.1	≤0.2	≤0.5	≤1.0	≤2.0

对多量程测试仪，不同的量程允许有不同的准确度等级。

3.1.3 *b* 值的限制范围

3.1.1 误差公式中的 *b* 值应小于 *a* 值的 1/5。

3.2 短时稳定性

测试仪在规定的允许连续工作时间内,其误差的变化应不大于与其准确度等级对应的允许误差的 1/3。

4 通用技术要求

4.1 外观

测试仪外观应完好，各种调节旋钮、按键开关灵活可靠，数码显示部分不应出现重叠和不显示部分笔划现象。应有专用接地端子，且有明显接地标识。

测试仪上铭牌应明确标出：产品名称、制造厂、型号、出厂编号、出厂日期和准确度等级。

电流端、电压端以及各种调节旋钮、按键开关应标注有表明其功能的文字或符号，且含义应准确。

4.2 绝缘电阻

测试仪电源输入端与机壳之间的绝缘电阻应不低于 20MΩ。

4.3 介电强度

测试仪电源输入端与机壳之间应能承受 1500V、历时 1min 的工频耐压试验，而无击穿和飞弧现象。

4.4 纹波

测试仪输出直流电流的纹波所引起的误差应小于测试仪准确度等级对应的允许误差的 1/5。

5 计量器具控制

计量器具控制可分为首次检定、后续检定和使用中检验。

5.1 检定条件

5.1.1 标准器

检定测试仪时使用的标准器为标准电阻，标准电阻可分为无源标准电阻器和有源模拟电阻器，其技术要求符合下列条款的规定。

5.1.1.1 准确度等级

标准电阻的准确度等级在其额定工作电流范围内应满足表 2 的要求。

表 2 标准电阻的准确度等级

被检测试仪器准确度等级	标准电阻准确度等级
0.1	0.02
0.2	0.05
0.5	0.1
1.0	0.2
2.0	0.5

5.1.1.2 额定工作电流

标准电阻的额定工作电流应不低于被检测试仪器的工作电流。

5.1.1.3 结构

标准电阻的结构应为四端钮的直流标准电阻。

5.1.1.4 量程

标准电阻的量程范围应能满足被检测试仪器的测量范围。

5.1.1.5 对于有源模拟电阻器的要求

对于有源模拟电阻器除符合 5.1.1.1~5.1.1.4 的要求外,还应满足以下要求:

- a) 有源模拟电阻器电压端提供的标准电压的纹波应与被检测测试仪器测试电流的纹波一致,由此带来的误差应小于被检测测试仪器允许误差的 1/10。
- b) 有源模拟电阻器电压端提供的标准电压的稳定度应与被检测测试仪器测试电流的稳定度一致,由此带来的误差应小于被检测测试仪器允许误差的 1/10。

5.1.1.6 有源模拟电阻器的工作原理

有源模拟电阻器的工作原理参见附录 A。

5.1.2 测试电流连接导线

测试电流连接导线应有足够的截面,保证在测量过程中不应发热,由导线电阻引入的误差应小于被检测测试仪器允许误差的 1/10。

5.1.3 环境条件

5.1.3.1 检定时环境温度和湿度要求

检定时环境温度和湿度要求应满足表 3 中的要求。

表 3 环境温度和湿度要求

被检测测试仪器准确度等级	0.1, 0.2	0.5, 1.0	2.0
环境温度, ℃	20±2	20±5	20±10
相对湿度, %	≤80	≤80	≤80

如果标准电阻只能在较小的温度范围内保证准确度,应在标准电阻保证准确度所允许的温度范围内进行检定。

外界电磁场影响而引起的误差,应小于被检测测试仪器允许误差的 1/10。

5.1.3.2 定时供电电源要求

检定时供电电源应满足以下要求:

- a) 电源电压: 220V×(1±10%)。
- b) 电源频率: 50Hz×(1±1%)。

5.2 检定项目

测试仪器的检定项目按表 4 中的规定进行。

表 4 检 定 项 目

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
外观检查	+	+	+
绝缘电阻	+	+	-
介电强度	+	+	-
基本误差	+	+	+
短时稳定性	+	-	-
纹波	+	-	+
注: 表中“+”表示必须检定,“-”表示不检定。			

5.3 检定方法

5.3.1 被检测测试仪器存放时间。

被检测测试仪器应在表 3 规定的环境条件下存放不少于 8h。

5.3.2 外观检查

对新生产的测试仪，应符合 4.1 的规定。
对使用中和修理后的测试仪，允许有不影响计量性能 and 操作安全的外观缺陷。

5.3.3 绝缘电阻检测

用 500V 绝缘电阻表测量被检测试仪的电源输入端与机壳之间的绝缘电阻，结果应符合 4.2 的规定。

5.3.4 介电强度试验

在被检测试仪的电源输入端与机壳之间施加 1500V 工频电压，历时 1min，结果应符合 4.3 的规定。

5.3.5 基本误差检定

基本误差的检定采用标准电阻法，在保证不超过检定允许的总不确定度条件下，允许采用其他的检定方法，但需经上一级计量主管部门批准。但当检定数据有争议时，以本标准规定的方法为准。
检定时的接线图如图 1 所示。

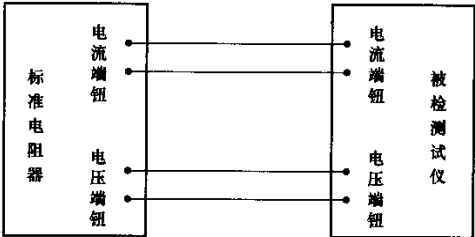


图 1 标准电阻法检定接线图

用专用导线将被检测试仪的测量电流端钮和测量电压端钮与所选定的标准电阻器的电流端钮和电压端钮对应连接起来。
记录标准电阻器的阻值和被检测试仪的指示值。

检定测试仪的检定点为被检测试仪电阻量程的 10%，20%，30%，40%，50%，60%，70%，80%，90%和 100%，共 10 个点。
检定多量程测试仪基本误差时，应对其全部量程进行检定。

5.3.6 短时稳定性测试

短时稳定性测试在测试仪的最小量程的上限检定点进行。在测试仪连续工作的 5min 中，观察并记录测试仪的指示值，其误差的变化应不大于与其准确度等级对应的允许误差的 1/3。

5.3.7 纹波测试

对测试仪的电流纹波进行测试时，可通过低阻值的电阻器，将电流信号转换为电压信号后再进行测试，测试结果应按 4.4 的要求。如果认为有必要，后续检定时也可进行纹波测试。

5.4 检定结果的处理

按附录 B 规定的格式和要求做好检定数据的原始记录。
检定数据按被检测试仪准确度等级的 1/10 进行修约。判断被检点误差是否合格，以修约后的数据为准。
根据检定数据计算出指示值 R_x 与实际值 R_N 的差值，即为示值的绝对误差 Δ ，并用下式判断被检测试仪的检定数据是否合格。

$$\Delta = R_x - R_N \leq \pm (a \% R_x + b \% R_m)$$

也可以采用相对误差表示，并用下式判断被检测试仪的检定数据是否合格。

$$\gamma = \frac{\Delta}{R_x} \leq \left(a \% + b \% \frac{R_m}{R_x} \right)$$

检定结果合格的测试仪出具检定证书，不合格的测试仪出具检定结果通知书，并在检定结果通知书上注明不合格的情况。

使用中的测试仪检定结果不合格的，根据用户要求能降级使用的，可以按所能达到的等级发给检定证书。

检定证书应给出实测数据或更正值。

5.5 检定周期

测试仪的检定周期为一年。使用频繁和降级使用的测试仪（包括超差后进行了误差调整的测试仪），检定周期应缩短为半年。连续两个检定周期检定合格的，误差变化不大于允许误差的 $1/3$ 的测试仪，检定周期可延长到两年。

附 录 A
(资料性附录)
有源模拟电阻器检定工作原理

A.1 有源模拟电阻器的分类

有源模拟电阻器可分为电流型有源模拟电阻器和电压型有源模拟电阻器。

A.2 电流型有源模拟电阻器

A.2.1 检定原理框图

电流型有源模拟电阻器的检定原理框图参见图 A.1。

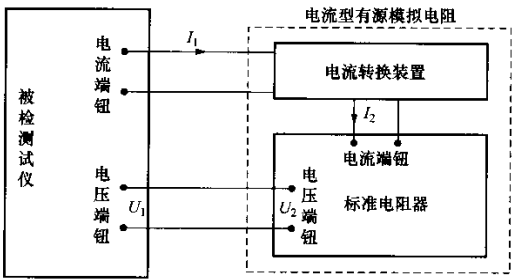


图 A.1 采用电流型有源模拟电阻器的检定原理框图

A.2.2 工作原理

电流型有源模拟电阻器是将被检测试仪器产生的大电流 I_1 通过电流转换装置按一定的比例转换成小电流 I_2 ，然后加在无源标准电阻器上，从而降低了对无源标准电阻器的功率要求。通过改变电流转换装置的变比或无源标准电阻器的阻值，即可调节检定时检定点的电阻值。

在标准电阻器上的电流 I_2 见下式

$$I_2 = \frac{I_1}{K}$$

式中：

K ——电流转换装置的变比。

在标准电阻器上产生的电压 U_2 见下式

$$U_2 = I_2 R = \frac{I_1}{K} R$$

式中：

R ——标准电阻器的阻值。

电压 U_2 也是加在被检测试电压端钮上的电压，所以

$$U_1 = U_2 = \frac{I_1}{K} R$$

因此，被检测试仪器所测的实际等效电阻值 R_1 见下式

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{I_1 R}{I_1 K} = \frac{R}{K}$$

由此可见，检定时，只需调节电流转换装置的变比（或标准电阻器的阻值），就可以得到不同阻值的检定点。

A.3 电压型有源模拟电阻器

A.3.1 检定原理框图

电压型有源模拟电阻器的原理框图参见图 A.2。

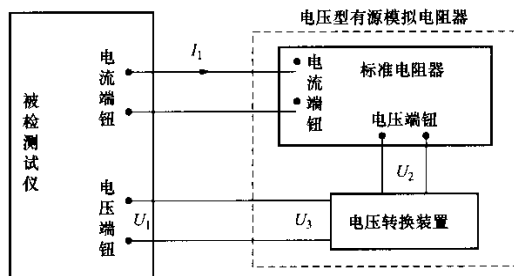


图 A.2 采用电压型有源模拟电阻器的检定原理框图

A.3.2 工作原理

电压型有源模拟电阻器是将无源标准电阻器电压端钮的电压 U_2 通过电压转换装置按一定的比例转换为 U_3 ，然后加在被检测试仪的电压端钮。通过改变电压转换装置的变比或无源标准电阻器的阻值，即可调节检定时检定点的电阻值。

设加在标准电阻器上的电流为 I_1 ，因此在标准电阻器电压端钮上产生的电压 U_2 见下式

$$U_2 = I_1 R$$

当电压变换装置的变比为 K 时，则电压变换装置的输出电压 U_3 见下式

$$U_3 = \frac{U_2}{K}$$

U_3 也是加在被检测试仪电压端钮上的电压，所以有

$$U_1 = U_3 = \frac{U_2}{K} = \frac{I_1 R}{K}$$

被检测试仪所测的实际等效电阻值 R_1 见下式

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{I_1 R}{I_1 K} = \frac{R}{K}$$

由此可见，检定时，只需调节电压转换装置的变比 K （或标准电阻器的阻值），就可得不同阻值的检定点。

附 录 B
(资料性附录)
检定原始记录格式

送检单位_____

仪器型号_____

出厂编号_____

准确度等级_____

制造厂_____

检定日期_____

检定时环境条件：温度_____

湿度_____

大气压_____

检定员_____

核验员_____

标准器名称、型号、编号_____

(一) 外观检查_____

(二) 绝缘电阻_____

(三) 介电强度_____

(四) 短时稳定性_____

(五) 纹波_____

(六) 基本误差_____

将测量结果填写到表 B.1 中。

表 B.1 基 本 误 差

量程	实际值（标准值）	被检测试仪显示值	误差 %

(七) 结论及说明
