

JJG

中华人民共和国国家计量检定规程

JJG ××××—20××

直流电阻测试仪

DC Resistance Meters

××××—××—××发布 ××××—××—××实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

直流电阻测试仪检定规程

Verification Regulation of DC Resistance Meters

JJG××××—20××

归口单位：全国电磁计量技术委员会

主要起草单位：

参加起草单位：

本规程委托全国电磁计量技术委员会负责解释。

本规程主要起草人：

X X X（起草人所在单位名称）

参加起草人：

X X X（起草人所在单位名称）

目 录

1	范围	(1)
2	引用文献	(1)
3	概述	(1)
4	计量性能要求	(2)
4.1	最大允许误差	(2)
4.2	准确度级别	(2)
4.3	稳定性	(2)
4.4	分辨力	(2)
4.5	工作电流	(2)
4.6	感性负载能力	(2)
4.7	消弧功能	(2)
5	通用技术要求	(3)
5.1	外观和通电检查	(3)
5.2	安全要求	(3)
6	计量器具控制	(3)
6.1	检定条件	(3)
6.2	检定项目	(5)
6.3	检定方法	(5)
6.4	检定结果的处理	(9)
6.5	检定周期	(10)
附录 A	电流比较仪法检定电阻示值误差	(11)
附录 B	电流比较仪法检定工作电流过冲	(12)
附录 C	直流电阻测试仪检定原始记录格式	(13)
附录 D	直流电阻测试仪检定证书内页格式	(14)
附录 E	直流电阻测试仪检定结果通知书内页格式	(15)

直流电阻测试仪检定规程

1 范围

本规程适用于新生产、使用中和修理后的额定电流 100mA~100A，数字式直流电阻测试仪的首次检定、后续检定和使用中检验。

2 引用文献

本规程引用下列文献：

JJF 1001—2018 通用计量术语及定义

JJF 1059—2017 测量不确定度评定与表示

GB/T 4793.1—2007 测量、控制和实验室用电器设备的安全要求, 第一部分：通用要求

使用本规程时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

3 概述

直流电阻测试仪（以下称直阻仪），主要用途是测量变压器、互感器、电机等感性绕组的直流电阻值的专用仪器。

直阻仪采用四线制测量法，主要原理通过输出一个直流电流，施加于被测试体的两个端钮之间，并测量电流流过被测体所产生的压降，然后通过电压和电流之比得出被测试体的直流电阻值。主要由直流恒流源、前置放大器、A/D 转换器、指示装置等部分组成，如图 1。

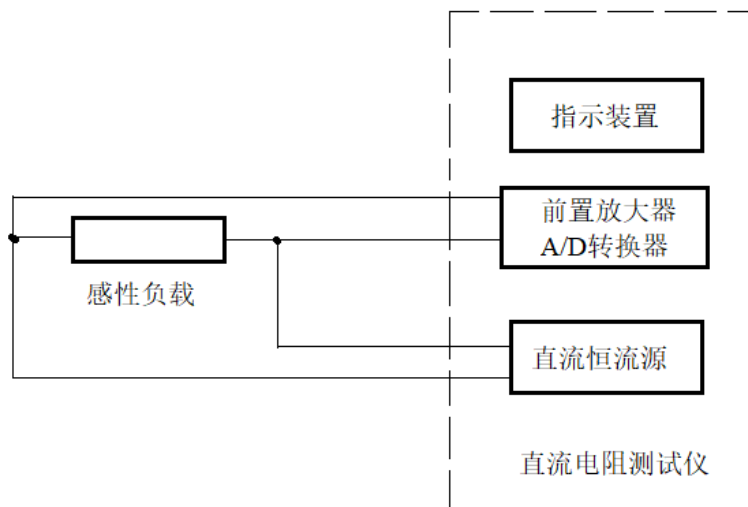


图 1 直流电阻测试仪原理图

4 计量性能要求

4.1 最大允许误差

直阻仪电阻最大允许误差的绝对形式见公式(1):

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

式中: Δ —用绝对误差的形式表示的最大允许误差;

R_x —直阻仪电阻示值;

R_m —直阻仪满量程值;

a —与直阻仪电阻示值有关的系数;

b —与直阻仪满量程值有关的系数。

4.2 准确度级别

4.2.1 直阻仪的准确度级别根据与测试仪电阻示值有关的系数 a 的划分, 共分为 0.1 级、0.2 级及 0.5 级三个级别, 其中系数 a 、 b 应满足 $a/b \geq 5$ 。

4.2.3 对多量程测试仪, 不同的量程允许有不同的准确度级别, 直阻仪的准确度级别及最大允许误差见表 1。

表 1 准确度级别与最大允许误差的关系

准确度级别	最大允许误差
0.1 级	$\pm 0.1\%$
0.2 级	$\pm 0.2\%$
0.5 级	$\pm 0.5\%$

4.3 稳定性

在测量范围内, 其它条件保持不变时, 测试仪在规定时间 (5min) 内, 示值相对于实际值的最大变化量, 不应超过其允许误差要求。

4.4 分辨力

分辨力应对应不大于准确度级别的 1/10。

4.5 工作电流

4.5.1 额定工作电流 I_0 最大允许误差为 $\pm 5\%$ 。

4.5.2 工作电流过冲

在直流电阻负载条件下, 工作电流接通时的电流过冲量应不大于 20%。

4.6 感性负载测量能力

直阻仪在进行感性负载测量时，应能测量出直流电阻值，示值应符合表 1 中的相应的准确度级别要求。

4.7 消弧功能

应具有消弧功能。

5 通用技术要求

5.1 外观和通电检查

5.1.1 直阻仪的面板、机壳或铭牌上应有以下主要标志和符号：产品的名称及型号、制造厂名称或商标、制造日期、出厂编号。所有的标志应清晰明显，接线端子完好，电压、电流端子有明确标志，无影响仪器性能的损伤。

5.1.2 直阻仪应采用四端测量结构。所有开关及按钮应灵活可靠。通电检查，电气工作性能正常，显示笔划应完整无缺。

5.2 安全要求

5.2.1 绝缘电阻

测试仪电源带电极与机壳之间、测量端子与机壳之间的绝缘电阻不应小于 $20M\Omega$ 。

5.2.2 介电强度

测试仪电源带电极与机壳之间施加 50Hz、有效值为 1.5kV 的试验电压，预置击穿报警电流整为 5mA，维持时间 1min，试验过程中不应出现飞弧和击穿现象。

6 计量器具控制

6.1 检定条件

6.1.1 环境条件

检定时的环境条件应符合下列规定：

6.1.1.1 环境温度： $(20\pm 5)^\circ\text{C}$ ；

6.1.1.2 相对湿度：40%RH~75%RH；

6.1.1.3 电源电压：

a) 电压：变化不超过电源额定电压的 $\pm 10\%$ ；

b) 频率： $(50\pm 0.5)\text{Hz}$ ；

c) 波形：正弦，波形失真度不大于 5%。

6.1.2 标准器

6.1.2.1 在检定时，由标准装置、环境条件及辅助设备引入的测量扩展不确定度（ $k=2$ ）应不超过被检测试仪器最大允许误差的 1/3。

6.1.2.2 检定时作标准用的标准器，其准确度级别至少应符合表 2 的规定。

表 2 标准器和被检仪器准确度级别关系对应表

被检测试仪器级别	标准器级别
0.1 级	0.02 级
0.2 级	0.05 级
0.5 级	0.1 级

6.1.3 检定设备及其要求

检定设备依据所采用的检定方法，主要有：

直流标准电阻器；

专用标准电感器；

采样电阻器；

数据采集仪；

绝缘电阻表；

耐电压测试仪。

6.1.4 直流标准电阻器应具有四端测量功能，其准确度等级应不超过被检测试仪器准确度等级指标的 1/4。直流标准电阻器的额定电流应不低于被检测试仪器的最大工作电流。

表 3 专用标准电感器电感值及工作电流要求

检定点电感值（50Hz或60Hz）	工作电流
2mH	100A
5mH	50A
10mH	10A
20mH	5A
100mH	1A

6.1.5 专用标准电感器，电感值的最大允许误差应不大于 $\pm 5\%$ ；工作电流值应满足表 3 的要求。

6.1.6 采样电阻器的额定电流不应小于被检直阻仪的工作电流，时间常数应小于

1ms。

6.1.7 数据采集仪为采样频率不应小于 1MHz 的数据采集仪或示波器，最大允许误差不大于±5%。

6.1.8 绝缘电阻表的准确度级别不低于 10 级，电压 500V；耐电压测试仪的准确度级别不低于 5 级。

6.2 检定项目

直阻仪检定项目见表 4。

表 4 检定项目

检定类别 检定项目	首次检定	后续检定	使用中检验
外观结构	+	+	+
电阻示值误差	+	+	+
稳定性误差	+	+	-
分辨力	+	+	-
工作电流示值误差	+	+	+
工作电流过冲的测量	+	-	-
感性负载测量能力	+	-	-
绝缘电阻	+	-	-
介电强度	+	-	-
消弧功能	+	-	-

注：符号“+”表示必须检定，符号“-”表示可不检定。

6.3 检定方法

6.3.1 外观结构

通过目测观察，外观和结构应符合第 5.1 条的要求。

6.3.2 电阻示值误差

6.3.2.1 电阻示值检定点的选取

检定点应在量程的 10%~100%之间均匀选取，选取检定点应满足量程连续性及均匀性原则。基本量程检定点不少于 5 个点；其他量程检定点不少于 3 个，

6.3.2.2 电阻示值误差

检定时标准器为标准电阻器。电阻示值基本误差的检定原理线路如图 1 所示。被检测试仪的电流输出端和电压采样端分别与标准电阻器的电流端和电压端

连接，调节标准电阻器至检定点，接通直阻仪测试开关，待被直阻仪的工作电流稳定后，读取被检测试仪的电阻指示值。被检测试仪电阻示值的绝对误差按式(3)计算。电阻示值误差应符合 4.1 要求。

$$\Delta R = R - R_0 \quad (3)$$

式中： ΔR —被检直阻仪示值的绝对误差；

R —被检直阻仪的电阻示值；

R_0 —标准电阻器实际值。

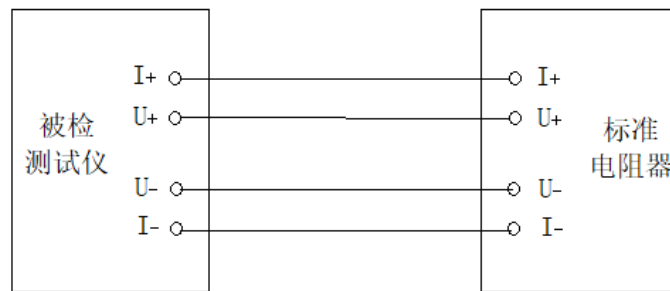


图 2 电阻示值误差的检定接线路

6.3.3 稳定性

稳定性检定接线方法与电阻示值误差检定的方法相同，在被检直阻仪最小量程上限附近值进行。接通直阻仪测试开关，在5min内时间内均匀读取不少于6个数值。稳定性按式(4)计算。稳定性应符合4.3要求。

$$r_1 = \frac{|R_{\max} - R_{\min}|}{R_0} \times 100\% \quad (4)$$

式中： r_1 —稳定性；

R_{\min} —被检测试仪的最小电阻示值；

R_{\max} —被检测试仪的最大电阻示值；

R_0 —标准电阻器的实际值。

6.3.4 分辨力

检定分辨力的接线方式与检定电阻示值误差接线方式相同，检定点在基本量程的1/2附近，调节标准电阻器使输出值改变量为被检测试仪准确度级别的1/10，这时被检测试仪示值应有的变化。分辨力应符合4.4要求。

6.3.5 工作电流误差

对工作电流定值的测试仪按标称额定电流值逐一检定。

(1)标准电流表法

接线如图 3 所示。将标准电流表、负载电阻与被检直阻仪的电流输出端串联，负载电阻值设置为被检直阻仪的测量上限值；被检直阻仪的电压采样端与负载电阻电压输出端连接。接通被检直阻仪测试开关，当被检直阻仪的工作电流稳定后，记录标准电流表电流示值。工作电流的示值误差按式（5）计算。额定工作电流应符合 4.5.1 要求。

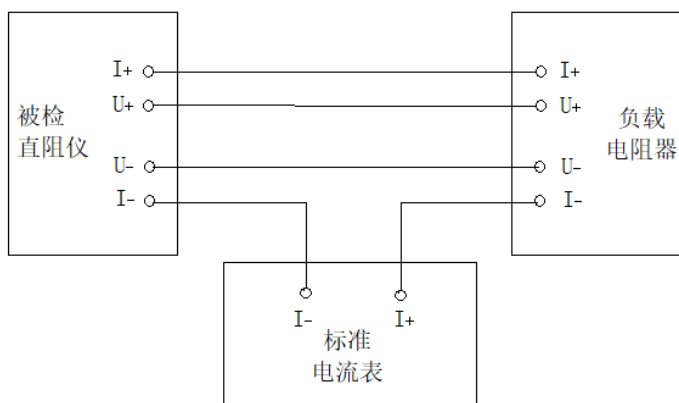


图 3 标准电流表法检定直阻仪工作电流的接线图

$$\Delta I = I - I_1 \quad (5)$$

式中： ΔI —被检测试仪工作电流的绝对误差；

I —被检测试仪的工作电流示值或标称值；

I_1 —标准电表示值。

(2)电阻电压法

接线如图 4 所示，直阻仪电流输出端及电压采样端分别与标准电阻器的电流端及电压端连接，直流电压表输入端与标准电阻器电压端连接，将标准电阻器设置为被检直阻仪上限值附近。接通被检直阻仪测试开关，当被检直阻仪的工作电流稳定后，记录直流电压表示值 U_0 及工作电流示值 I ，工作电流的示值误差按式（6）计算。额定工作电流应符合 4.5.1 要求。

$$\Delta I = I - \frac{U_0}{R_0} \quad (6)$$

式中： ΔI —被检直阻仪工作电流的绝对误差；

I —被检直阻仪的工作电流标称值；

U_0 —直流电压表示值,

R_0 —标准电阻器示值。

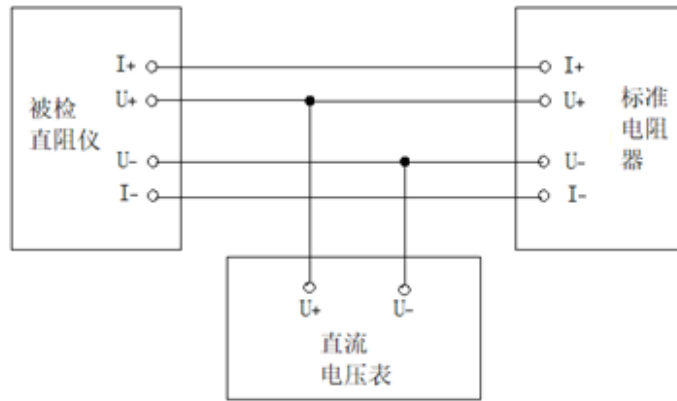


图4 电阻电压法检定直阻仪工作电流的接线图

6.3.6 工作电流过冲

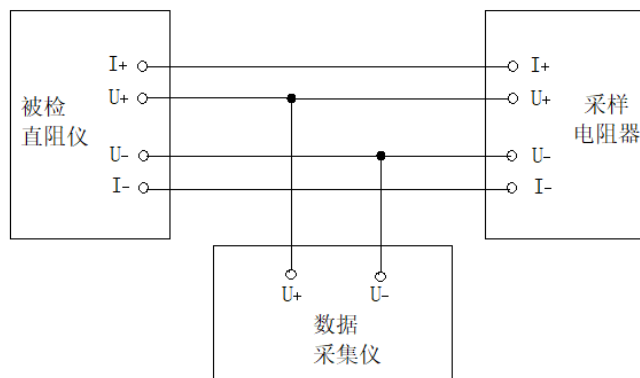


图5 工作电流过冲测量的接线图

工作电流过冲在直阻仪测量上限值检定，检定时数据采集仪输入端应与串联到工作电流回路的采样电阻器电压端连接，接线如图5所示。工作电流过冲应符合4.5.2要求。

6.3.7 感性负载测量能力

感性负载测量能力检定时，根据工作电流按表3要求选取适当的专用标准电感器，标准电阻器设置为直阻仪测量上限值。将专用标准电感与标准电阻器串联，接线如图6所示。当被检直阻仪工作电流稳定后，读取被检直阻仪示值，电阻示值误差应符合4.1要求。

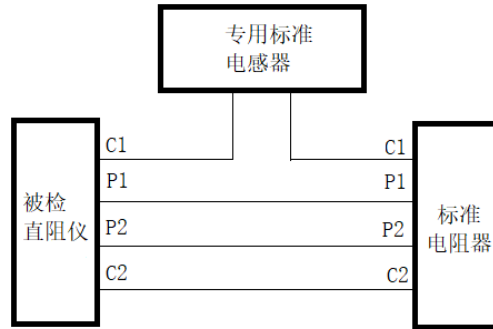


图6 感性负载测量能力测试接线图

6.3.8 消弧功能

消弧功能是在被检直阻仪电流输出回路中接入感性负载进行测量，当测量完成后，被检直阻仪应有放电指示显示已放电完毕，当移动电流夹具断开测量电流回路时，不应有电弧及放电现象，不应产生可能损坏直阻仪各项性能的反电动势。根据工作电流按表3要求选取适当的标准电感器，标准电阻器设置为直阻仪测量上限值。消弧功能可与感性负载测量能力检定同时进行，检定接线图如图6所示。

6.3.10 绝缘电阻

直阻仪处于非工作状态，电源开关置于接通位置。在电源带电极（L端和N端）与外壳之间、测量端子与机壳之间分别施加500V试验电压，在1min后读取绝缘电阻值。绝缘电阻应符合5.2.1要求。

6.3.11 介电强度

直阻仪处于非工作状态，电源开关处于接通位置，电源带电极（L端和N端）与机壳之间施加50Hz、有效值为1.5kV的正弦波试验电压，击穿报警预置电流设置为5mA，试验时间1min，试验期间不应出现飞弧和击穿现象。试验时试验电压应逐渐上升到规定值，以免出现明显的瞬变。绝缘强度应符合5.2.2要求。

6.4 检定结果的处理

6.4.1 检定结果的数据应先计算后修约，修约应遵循修约法则，保留的有效位数应使末位数与测量结果不确定度的有效位数相一致。由于数据修约引起的不确定度应不超过被检仪表允许误差绝对值的1/10。

6.4.2 根据修约后的数据，判断被检测试仪是否符合本规程相应级别的技术要求。被检测试仪所有项目均符合本规程相应级别的技术要求，判为该级别合格，否则判为不合格。不合格的测试仪允许降级使用。检定合格的出具检定证书，检定不合格的出具检定结果通知书。

6.4.3 检定证书和检定结果通知书应给出实际值,检定结果通知书还应指出不合格的项目。

6.5 检定周期

直流电阻测试仪检定周期最长不超过一年。

附录 A

电流比较仪法检定电阻示值误差

用直流电流比较仪检定直阻仪电阻示值误差的基本工作原理图如图 A1 所示。

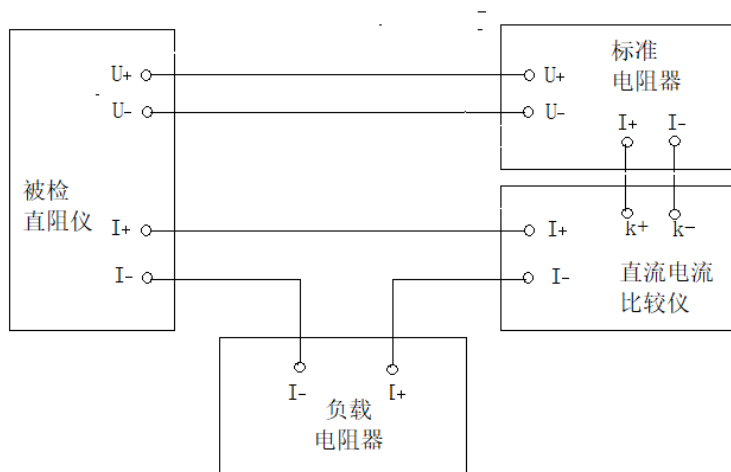


图 A1 电流比较仪法检定电阻示值误差接线图

直流电流比较仪的工作电流应与被检直阻仪工作电流相适应，电流比为 K ，负载电阻器的额定工作电流不应小于被检直阻仪工作电流，标称电阻值应在被检直阻仪工作范围内，标准电阻器的额定功率应满足检定要求，其示值为 R_1 。

检定直阻仪的示值误差由公式 (7) 计算，应符合 4.1 要求。

$$\Delta R = R - \frac{R_1}{K} \quad (7)$$

式中： ΔR —被检直阻仪示值的绝对误差；

R —被检直阻仪的电阻示值；

R_1 —标准电阻器实际值，

K —电流比较仪比值。

附录 B

电流比较仪法检定工作电流过冲

用直流电流比较仪检定直阻仪工作电流过冲的基本工作原理图如图 B1 所示。

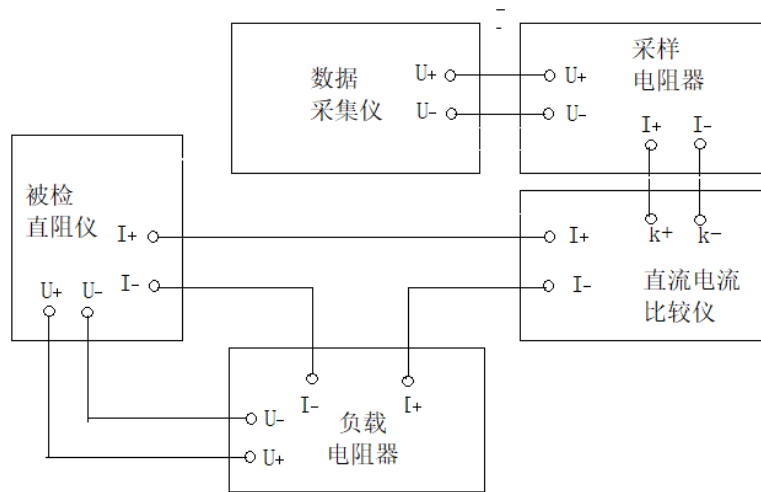


图 B1 电流比较仪法检定电流过冲接线图

直流电流比较仪的工作电流应与被检直阻仪工作电流相适应，直流电流比较仪的响应速度不应大于 0.1ms ，电流比为 K ，负载电阻器的应符合 6.1.6 要求，采样电阻器应与直流电流比较仪输出电流相适应，时间常数应小于 1ms 。工作电流过冲应符合 4.5.2 要求。

附录 D 检定证书/检定结果通知书内页格式（第 2 页）

证书编号 XXXXX-XXXX

检定机构授权说明				
检定环境条件及地点:				
温 度	℃	地 点		
相对湿度	%	其 他		
检定使用的计量（基）标准装置				
名 称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	计量（基）标准证书编号	有效期至
检定使用的标准器				
名 称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	检定/校准证书编号	有效期至

