

ICS 17.220.20

N 22

备案号: 16984-2006

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 980 — 2005

数字多用表检定规程

Verification regulation of digital multimeter

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 规范性引用文件..... 1

3 技术要求..... 1

4 检定条件..... 2

5 检定项目和检定方法..... 3

6 其他项目的检定和测试..... 9

7 检定结果处理与检定周期..... 12

附录 A（资料性附录） 数字多用表示值误差测量不确定度的评定 14

附录 B（资料性附录） 原始记录格式 16

前 言

数字多用表在电力系统中已广泛应用。本标准根据数字多用表的特点规定了一些具体的方法。

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。

本标准由国家电网公司计量办公室归口并解释。

本标准起草单位：华东电力试验研究院、四川电力试验研究院。

本标准主要起草人：卢有龙、卢美华、朱晓丽。

数字多用表检定规程

1 范围

本标准规定了数字多用表的技术要求、检定条件、检定项目和检定方法。

本标准适用于具有直流电压、直流电流、交流电压、交流电流、直流电阻测量功能数字多用表（以下简称 DMM）的检定。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

JJF 1059—1999 测量不确定度评定与表示

JJG 315—1983 直流数字电压表检定规程

JJG 598—1989 直流数字电流表检定规程

JJG 724—1991 直流数字欧姆表检定规程

3 技术要求

3.1 测量范围

3.1.1 直流电压：(0~1000) V。

3.1.2 交流电压：(0~1000) V (40Hz~100kHz)。

3.1.3 直流电流：(0~20) A。

3.1.4 交流电流：(0~20) A (40Hz~10kHz)。

3.1.5 直流电阻：(0~100) MΩ。

3.2 外观与通电检查

DMM 在正式检定时应根据以下内容进行外观和通电检查。

3.2.1 DMM 外形结构完好，面板各种标记、读数显示、制造厂家、型号、编号等均有明确标记。

3.2.2 DMM 的外壳、外露件不应损坏或脱落，端钮不应有碰伤或松动现象。

3.2.3 仪器附件、连接电缆应齐全，接口类型、供电电源电压、频率标志要正确无误。

3.2.4 仪器在外观检查后，应通电进行一般性功能检查。按被检表的量程和测量范围，从低到高依次输入适当的信号（直流电压、直流电流、交流电压、交流电流、电阻）。检查各测量功能的手动、自动量程切换和仪器工作是否正常。观察能否进行手动、自动或连续定时采样等。

3.2.5 DMM 在对其主要技术指标进行检定前应在恒温室内放置 24h 以上。

3.3 DMM 的误差

3.3.1 DMM 的误差通常有以下三种表达方式：

$$a) \quad \Delta = (\pm a\% U_x + b\% U_m) \quad (1)$$

式中：

U_x ——被检表的读数值（显示值）；

U_m ——被检表的满量程值；

a ——与读数值有关的误差系数；

b ——与满量程有关的误差系数;
 Δ ——绝对误差。

b)
$$\Delta=\pm (a\%U_x+n)$$
 (2)

式中:

n ——以数字表示的绝对误差项。

c)
$$\Delta=\pm (a\%U_x+b\%U_m+n)$$
 (3)

绝对误差 Δ 与被检表读数值之比为相对误差:

$$r=\pm(a\%+b\%\frac{U_m}{U_x})$$
 (4)

3.3.2 基本误差

DMM 是多功能、多量程的仪表,不同的功能、不同的量程允许有不同的误差。不同的时间间隔也可以有不同的误差。但对于 $3\frac{1}{2}$ 、 $4\frac{1}{2}$ 、 $5\frac{1}{2}$ 、 $6\frac{1}{2}$ 和 $7\frac{1}{2}$ 位显示的 DMM,其基本量程的年误差系数一般应符合表 1 的规定。

表 1 基本误差极限

位数	功能				
	直流电压	交流电压	直流电流	交流电流	直流电阻
	误差				
$3\frac{1}{2}$	$\leq 0.5\%$	$\leq 1\%$	$\leq 0.1\%$	$\leq 0.5\%$	$\leq 0.01\%$
$4\frac{1}{2}$	$\leq 0.05\%$	$\leq 0.5\%$	$\leq 0.1\%$	$\leq 0.5\%$	$\leq 0.01\%$
$5\frac{1}{2}$	$\leq 0.005\%$	$\leq 0.2\%$	$\leq 0.1\%$	$\leq 0.5\%$	$\leq 0.01\%$
$6\frac{1}{2}$	$\leq 0.005\%$	$\leq 0.1\%$	$\leq 0.05\%$	$\leq 0.3\%$	$\leq 0.005\%$
$7\frac{1}{2}$	$\leq 0.001\%$	$\leq 0.05\%$	$\leq 0.01\%$	$\leq 0.1\%$	$\leq 0.002\%$

注:误差数值为误差公式中年误差系数 $\pm(a+b)\%$ 。

3.4 准确度等级的确定

3.4.1 当 DMM 作计量标准用时可以对其进行定级,定级时应对各测量功能分别定级。级别可按 1、2、5 来划分,其定级的主要依据是以年稳定误差指标来划分。

3.4.2 要求定级的 DMM 应在标准条件下,经预热、预调(不校准),测试其年稳定误差。该误差不应大于 $\pm(a_2\%U_x+b_2\%U_m)$ 。 a_2 和 b_2 为被检表一年的误差系数。如被检表无一年的误差指标,可由检定机构按实测结果确定,但必须有三年的数据。

3.4.3 检定年稳定性后,再进行校准,并检定 DMM 各功能的基本误差,此误差应小于:

$$\Delta=\pm (U_xa\%+U_mb\%)$$
 (5)

满足以上规定的 DMM 可以进行定级(首次送检不予定级,应有连续三年的年稳定误差考核方可定级)。经过定级以后的 DMM 在使时可以进行预调,但不允许调整。

4 检定条件

4.1 检定装置要求

4.1.1 检定装置各功能的扩展不确定度(一般可取 2 倍的置信因子)一般小于被检 DMM 各测量功能所允许误差的 1/3。

- 4.1.2 检定装置各功能的重复性应小于被检 DMM 各测量功能所允许误差的 1/5~1/10。
- 4.1.3 检定装置各功能（除直流电阻外）的调节细度应小于被检 DMM 允许误差的 1/5~1/10。
- 装置的稳定度小于被检 DMM 允许误差的 1/5~1/10。装置的输出应能做到连续可调或外加设备（如计算机）进行调节。
- 4.1.4 检定装置的灵敏度应为被检 DMM 允许误差的 1/5~1/10。
- 4.1.5 装置应尽可能带有微机控制且具有 IEEE—488 或 RS—232 控制的功能，便于误差调整。
- 4.1.6 当检定装置的准确度以分时段给出时可以用不同时段的指标，但在检定时应明确各时间段的技术指标。
- 4.1.7 检定装置系统（包括测量线路）应有良好的屏蔽和接地措施，并远离强电、磁场以免外界干扰。
- 4.2 检定的环境条件
- 4.2.1 对 DMM 的检定应在表 2 的参比条件下进行。

表 2 DMM 检定的参比条件

影响量	参比值或范围	允许偏差
环境温度	20℃或 23℃	±2℃ ^a
环境湿度	(35~75) %RH	—
大气压	(86~106) kPa	—
交流供电电压	220V	±10%
交流供电频率	50Hz	±1%
交流供电波形	正弦波	失真度≤5%
直流供电电压	额定值	±1%
直流供电电压的纹波	—	$\Delta U/U_0 \leq 0.1\%$ ^b
外电磁场干扰	应避免	—
通风	良好	—
阳光照射	避免直射	—
工作位置	按产品标准规定	—

a 当检定六位半以上的 DMM 时应考虑环境温度的影响。

b ΔU 为纹波电压的峰值； U_0 为直流供电电压的额定值。

5 检定项目和检定方法

5.1 DMM 的检定项目

周期检定的 DMM 一般只进行示值误差的检定，修理后或新表可根据需要按本规程 6 的内容增加相应的测试项目。

5.2 DMM 的误差检定

DMM 的误差检定方法和标准设备种类很多，但从原理上一般可以归纳为两大类：

- 1) 标准源发生器法。
- 2) 直接比较法。

具体采用哪一种方法，可根据所具有的标准设备和被检表的级别选择一种最合适、最经济可靠而又简便的方法。下面按 DMM 的测量功能分别对直流电压、直流电流、交流电压、交流电流和直流电阻的误差检定分别进行论述。

5.3 直流电压的检定

5.3.1 检定点的选取原则：基本量程应选取 5 个~10 个检定点，其他量程选取 3 个检定点。非基本量程的测试点要考虑上、下量程的连续性及对应于基本量程的最大误差点。负极性可只检定每个量程的接

近满量程点。

5.3.2 直流标准电压发生器法：接线如图 1 所示。设直流标准电压发生器输出标准电压为 U_N （即实际值）。被检 DMM 的显示读数为 U_x ，则被检表的误差为：

$$\Delta=U_x-U_N \tag{6}$$

被检表的相对误差用百分数表示为：

$$\gamma=\frac{U_x-U_N}{U_x}\times100\% \tag{7}$$

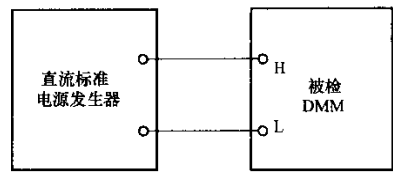


图 1 直流标准电压发生器法接线（一）

当被检 DMM 中直流电压的量程比标准电压发生器的最低量程小很多或两者量程不符时，可采用标准分压箱，经分压后再接到被检表上，其接线如图 2 所示。

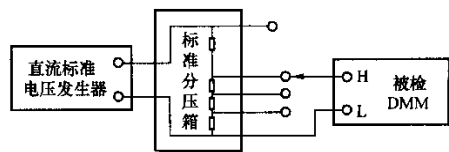


图 2 直流标准电压发生器法接线（二）

当接上分压器后，此时被检表的相对误差用百分数可表示为：

$$\gamma=\frac{U_x-\frac{U_N}{K}}{U_x}\times100\% \tag{8}$$

式中：

K ——分压系数。

当用分压器进行分压时，应考虑到被检表输入电阻和零电流的影响。

5.3.3 直接比较法（标准数字表法）：直接比较法的接线如图 3 所示。一般情况下标准数字电压表的位数应比被检表多一位。输出电压源要考虑其稳定度、调节细度与纹波等技术指标。一般来说稳定度应小于被校表允许误差的 1/5~1/10，调节细度应小于被检表允许误差的 1/10。纹波的影响不应引起标准表和被检表的跳字。对于标准表应保证其准确可靠，为此必须对标准表进行定期的检定和校准。标准表的误差可以按分时段指标来考虑。

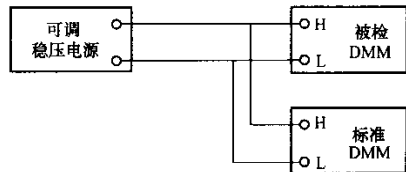


图 3 直接比较法接线

当可调稳压源输出一个电压，标准表的显示读数为 U_N ，被检表的显示读数为 U_x ，则被检表的相对

误差用百分数可表示为:

$$\gamma = \frac{U_x - U_N}{U_x} \times 100\% \quad (9)$$

如果标准表不满足被检表的量程, 或有时标准表只有某一个量程符合准确度的要求时, 可用标准分压箱来扩展量程, 如图 4 所示。

同理可得:

$$\gamma = \frac{U_x - KU_N}{U_x} \times 100\% \quad (10)$$

或者

$$\gamma = \frac{U_x - \frac{U_N}{K}}{U_x} \times 100\% \quad (11)$$

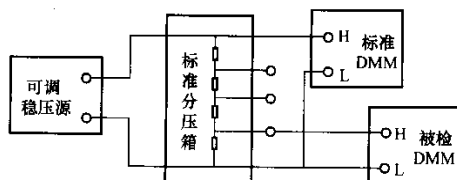


图 4 标准分压箱扩展量程接线

当用标准分压器时, 应考虑到被检表输入电阻和零电流的影响。

5.4 直流电流的检定

5.4.1 检定 DMM 中直流电流部分一般采用以下两种方法:

- 1) 直流标准电流源法;
- 2) 直接比较法 (标准数字电流表法)。

5.4.2 检定点的选取原则: 基本量程一般取 5 个~10 个检定点, 其他量程一般取 3 个检定点, 负极性可只检定每个量程的接近满量程点。

5.4.3 直流标准电流源法: 直流标准电流源法的接线如图 5 所示。

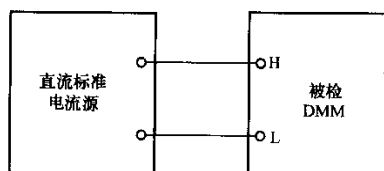


图 5 直流标准电源法接线

设被检表的显示数据为 I_x , 直流标准电流源输出的标准电流为 I_N (即实际值)。则被检表的绝对误差为:

$$\Delta = I_x - I_N$$

被检表的相对误差用百分数可表示为:

$$\gamma = \frac{I_x - I_N}{I_x} \times 100\% \quad (12)$$

这种检定方法的检定误差主要取决于直流标准电流源。

5.4.4 直接比较法: 直接比较法检定的接线如图 6 所示。即用一台直流标准数字电流表 (或具有电流功

能的标准 DMM) 与被检电流表串联后接到直流源的输出端。一般标准数字电流表的显示位数应比被检 DMM 电流功能的显示多一位、直流电流源应具有足够的稳定度与分辨率。

设标准表的显示值 (实际值) 为 I_N , 被检表的显示为 I_x , 则被检表的绝对误差为:

$$\Delta = I_x - I_N \tag{13}$$

相对误差为:

$$\gamma = \frac{I_x - I_N}{I_x} \times 100\% \tag{14}$$

这种检定方法的检定误差主要取决于标准数字电流表的误差及直流电流源的输出稳定度。

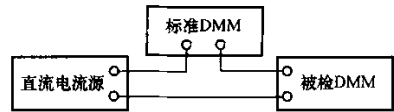


图 6 直接比较法检定接线

5.5 交流电压的检定

5.5.1 检定 DMM 中交流电压功能的检定可以采用下列方法:

- 1) 比较法;
- 2) 热电比较法;
- 3) 交流标准源法。

5.5.2 检定点的选取:

- 1) 基本量程选 5 个~10 个检定点 (频率为 50Hz 或 60Hz), 其他量程取 3 个点;
- 2) 为保证量程范围的连续性, 一般满量程附近和 1/10 量程作为检定点;
- 3) 基本量程中检定点选择应在整个量程中均匀分布, 在非基本量程中还要注意对应于基本量程最大误差的那些点或均匀地选取;
- 4) 频率响应为 40Hz、400Hz、1kHz、10kHz 的频率接近满量程的点。

5.5.3 比较法: 用比较法检定 DMM 中交流电压功能的连线如图 7 所示。

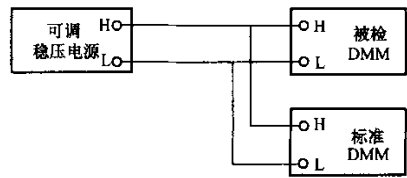


图 7 比较法检定接线

该方法是把被检表和标准交流电压表并联接到交流电压源上。

若标准表的示值为 U_N (即实际值), 被检表的显示值为 U_x , 则绝对误差为:

$$\Delta = U_x - U_N \tag{15}$$

相对误差为:

$$\gamma = \frac{U_x - U_N}{U_x} \times 100\% \tag{16}$$

在比较法中, 标准表应比被检表多一位, 并尽量选取与被检表的量程一致, 如果量程不一致则应计算出实际测量点上标准表的允许误差。交流源应具有足够的稳定度, 且能连续可调。稳定度应为被检表允许误差的 1/5~1/10, 调节细度应为被检表允许误差的 1/10。

5.5.4 热电比较法: 热电比较法的接线如图 8 所示。

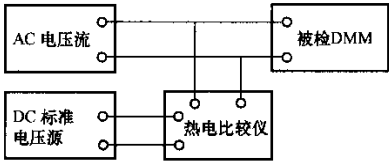


图 8 热电比较法接线

热电比较法是通过将热电式交直流转换标准先加入交流电压，而后加入直流标准电压，并调节输入的直流电压使其与交流电压所产生相等的热电动势。这时直流标准电压源的指示值 U_N 就等于交流电压的有效值，如果被检表的指示值 U_x ，则绝对误差为：

$$\Delta=U_x-U_N \tag{17}$$

相对误差为：

$$\gamma=\frac{U_x-U_N}{U_x}\times100\% \tag{18}$$

用热电比较法检定 DMM 的交流电压其检定装置的误差主要来源于交直流热电转换器的转换误差。

5.5.5 交流标准源法：交流标准源法检定 DMM 交流电压功能的接线如图 9 所示。

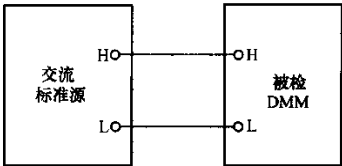


图 9 交流标准源法接线

若标准源的输出值为 U_N ，被检表的指示值为 U_x ，则绝对误差如下：

$$\Delta=U_x-U_N \tag{19}$$

$$\gamma=\frac{U_x-U_N}{U_x}\times100\% \tag{20}$$

用交流标准源法检定 DMM 中的交流电压误差的方法中，交流标准源的输出误差是标准装置的主要误差源。

5.6 交流电流的检定

5.6.1 检定 DMM 中交流电流功能的误差可以采用下列方法：

- a) 交流标准电流源法；
- b) 比较法（标准交流数字电流表法）；
- c) 热电比较法。

5.6.2 检定点的选取：基本量程应均匀地选取 5 个～10 个检定点（频率为 50Hz 或 60Hz），其他量程取 3 个检定点。

5.6.3 交流标准电流源法：交流标准电流源法的检定接线如图 10 所示。

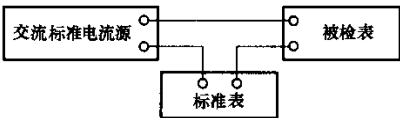


图 10 交流标准电流源法接线

设交流标准电流源输出的实际值为 I_N ，被检表示值为 I_x ，则绝对误差为：

$$\Delta = I_x - I_N \tag{21}$$

相对误差可表示为：

$$\gamma = \frac{I_x - I_N}{I_x} \times 100\% \tag{22}$$

用这种方法检定 DMM 中的交流电流，其装置的误差主要来源于交流标准电流源的输出误差。

5.6.4 比较法（标准交流数字电流表法）：比较法检定的接线如图 11 所示。

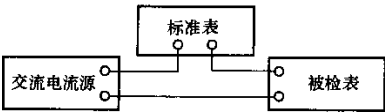


图 11 比较法检定接线

设标准交流数字电流表的示值（实际值）为 I_N ，被检表示值为 I_x ，则被检表的绝对误差为：

$$\Delta = I_x - I_N \tag{23}$$

相对误差如下：

$$\gamma = \frac{I_x - I_N}{I_x} \times 100\% \tag{24}$$

5.6.5 热电比较法：热电比较法的接线如图 12 所示。

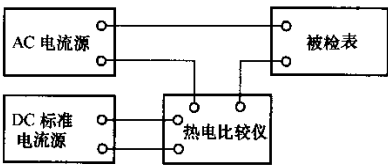


图 12 热电比较法

热电比较法是通过热电比较仪转换标准先加入一交流电流信号，此信号也同时加到被校电流表上，而后在热电比较仪上加入一直流标准电流，调节直流标准电流值使其与交流电流所产生的热势（热电比较仪的输出）相等。这时直流标准电流源的指标值 I_N 就等于交流电流的有效值，如果被检表的指标值 I_x ，则绝对误差为：

$$\Delta = I_x - I_N \tag{25}$$

$$\gamma = \frac{I_x - I_N}{I_x} \times 100\% \tag{26}$$

用电热比较法检定 DMM 的交流电流误差其检定装置的误差主要来源于交直流热电转换器的转换误差。

5.7 直流电阻的检定

5.7.1 检定 DMM 中直流电阻的检定可采用下列方法：

- 1) 标准电阻器法；
- 2) 电阻校验仪法。

5.7.2 检定点的选取：基本量程内一般取 5 个~10 个检定点，其他量程取 3 个检定点。鉴于目前检定装置的实际情况。DMM 中直流电阻的检定点也可只检定接近每个量程的满度点。

5.7.3 标准电阻器法。标准电阻器法检定的接线如图 13 所示。设直流标准电阻值为 R_N ，被检表的显示

读数为 R_x ，则被检表的绝对误差为：

$$\Delta = R_x - R_N \quad (27)$$

相对误差可以表示为：

$$\gamma = \frac{R_x - R_N}{R_x} \times 100\% \quad (28)$$

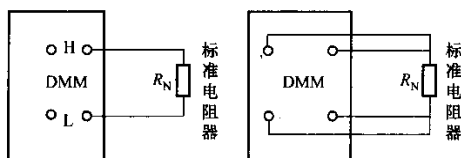


图 13 标准电阻器法

在检定低电阻量程时，为了消除引线电阻、接线电阻等的影响，一般在量程范围不大于 1000Ω 时（或按仪器说明书要求）采用四线接线。

在检定高电阻量程时，要注意屏蔽以防空间电磁干扰。

5.7.4 电阻校准仪法：用电阻校准仪法检定 DMM 中电阻功能的接线如图 14 所示。

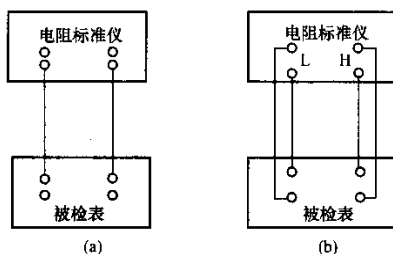


图 14 电阻校准仪法接线

(a) 两线接线；(b) 四线接线

设标准电阻校准仪的输出标准电阻量程为 R_N ，DMM 的显示读数为 R_x ，则被检表的绝对误差为：

$$\Delta = R_x - R_N \quad (29)$$

$$\gamma = \frac{R_x - R_N}{R_x} \times 100\% \quad (30)$$

6 其他项目的检定和测试

需要时可参考以下的方法增加其他测试项目。

6.1 分辨力的测试

一般只在各功能最小量程测被校表的最高分辨力（灵敏度），可采用具有高分辨力的测量装置进行测试。

例如由信号源输一直流电压信号使被检 DMM 中的直流电压显示值为某一读数，同时读出测量装置的示值 U_1 ；然后微调使被检 DMM 读数在末位上变化一个字，再读出测量装置的示值 U_2 ；两次装置示值之差 $\Delta U = U_2 - U_1$ 即为被检表的分辨力。其他功能的分辨力测试依次类推。

6.2 DMM 输入特性的测试

6.2.1 直流电压部分输入电阻和零电流的测试

直流电压部分的输入电阻是指 DMM 在直流电压的工作状态下, 改变输入电压, DMM 测量端子的输入电压变化量 ΔU 与其输入电流变化量 ΔI 之比。依此定义, 可用图 15 的接线来进行测试。

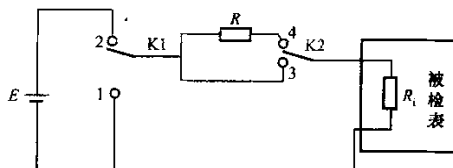


图 15 直流电压部分的输入电阻测试

可按下列方法来测试。当 K1、K2 处于下列位置时, 分别读取被检 DMM 的不同指示值:

- 1) K1 置于 1, K2 置于 3 时, 指示值为 U_{13} ;
- 2) K1 置于 1, K2 置于 4 时, 指示值为 U_{14} ;
- 3) K1 置于 2, K2 置于 3 时, 指示值为 U_{23} ;
- 4) K1 置于 2, K2 置于 4 时, 指示值为 U_{24} 。

根据上述读数, 可以按下列公式计算出被检表的输入电阻和零电流。

输入电阻:

$$R_i = \Delta U / \Delta I \quad (31)$$

$$\Delta U = U_{24} - U_{14} \quad (32)$$

$$\Delta I = \frac{U_{23} - U_{24}}{R} - \frac{U_{13} - U_{14}}{R} \quad (33)$$

零电流 $I_0 = (U_{14} - U_{13}) / R$, R 取 $10^5 \Omega \sim 10^7 \Omega$ 。

零电流也可以用微电流表进行测试。图 16 是用检流计的方法测试零电流的大小。

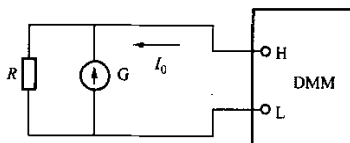


图 16 零电流测试

将检流计 G 接在 DMM 的输入端, R 为一分流电阻, 则零电流:

$$I_0 = \alpha C_1 (R + r) / R$$

式中:

α —— 检流计偏转格数;

r —— 检流计内阻;

C_1 —— 检流计灵敏度常数

6.2.2 交流电压输入阻抗的测试

交流电压部分的输入阻抗可等效为测量端的电容和并联电阻, 可用桥式平衡原理进行测试, 被检 DMM 处于交流电压工作状态, 感应分压器的变化为连续可变, R 为交流可变电阻箱, C 为可变电容箱, G 为灵敏度足够的交流指零仪。其测试电路如图 17 所示。

当电桥平衡时有以下关系式:

$$R_i = \frac{n_1}{n_2} R, C_i = \frac{n_2}{n_1} C$$

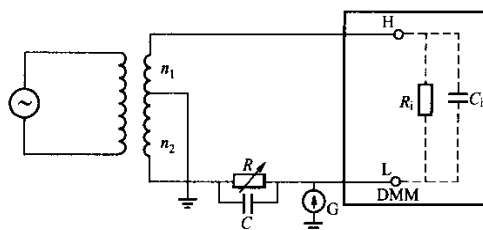


图 17 交流电压输入阻抗测试

6.2.3 串模干扰抑制比 (SMR) 的测试

SMR (NMR) 的测试电路如图 18 所示。图中 T 为隔离变压器, U_s 为交流电源, V 为交流电压表。一般在最小量程进行测试, 先在输入端加一电压 E , E 的电压值接近满度的 $1/2 \sim 1/3$, 并保持不变。然后再叠回交流电压 U_s , 并逐渐加大, 使被检 DMM 有一个 ΔU_{sm} 变化, 记下此时所加的交流电压峰值 U_{sm} 。串模干扰电压的大小应使被检表读数有明显变化, 但不超过允许电压值。

根据以上的测试可得串模干扰抑制比 SMR 的值。

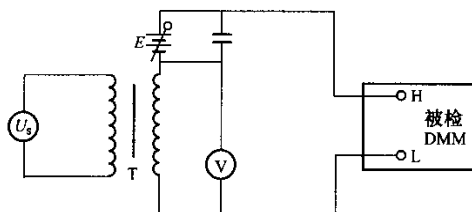


图 18 SMR (NMR) 的测试电路

$$SMR = 20 \lg (U_{sm} / \Delta U_{sm}) \text{ (dB)}$$

在测试中应注意:

- 1) 测试电路中的交流干扰源可用音频信号发生器或交流电压源。
- 2) 串模干扰电压的频率应与说明书所规定的一致。

6.2.4 共模干扰抑制比 (CMR) 的测试

测试共模干扰抑制比 (CMR) 的电路如图 19 所示。

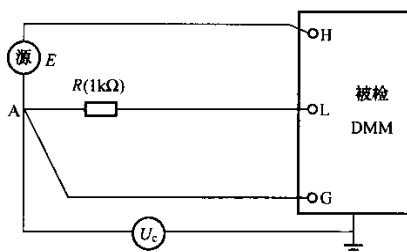


图 19 共模干扰抑制比 (CMR) 的测试

在被检表的输入端加电压 E (使 DMM 显示为刻度值的 $1/2 \sim 1/3$), 然后加入共模干扰电压 U_c (包括直流电压和交流电压两种情况)。逐渐增加 U_c 使 DMM 指示有一个明显的 ΔU_{cm} 变化为止。记下此时电压变化的读数 U_c , 则:

$$CMR_{\text{直流}} = 20 \lg (U_{c \text{ 直流}} / \Delta U_{cm}) \text{ (dB)}$$

$$CMR_{\text{交流}} = 20 \lg (U_{c \text{ 交流峰值}} / \Delta U_{cm}) \text{ (dB)}$$

6.2.5 波峰因数影响

波峰因数的测试电路如图 20 所示。

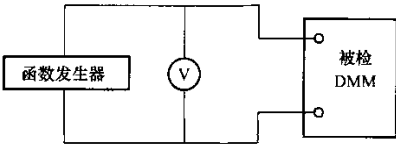


图 20 波峰因数的测试

波峰因数影响在 DMM 交流电压档测试。调节函数发生器输出一个已知波峰因数值的电压到 DMM 中, 改变波峰值的大小, 保持电压有效值不变, 观察并记下 DMM 示值的变化, 其影响应小于被检 DMM 技术指标的规定值。

6.3 其他性能测试

测定 DMM 的绝缘电阻可使用兆欧表, 试验电压按表 3 的规定, 试验部位如表 4 所述。

表 3 试验电压

被测 DMM 额定电压 V	试验电压 V
≤100	>100
>100~660	>500
>660~2000	>1000
>2000	>2500~5000

表 4 试验部位

试验部位	试验电压
电源输入端——机壳接地端或保护端	按表 3 的规定
仪表输入端——机壳接地端或保护端	按表 3 的规定
仪表输入端和保护端——电源输入	按表 3 的规定

7 检定结果处理与检定周期

7.1 检定结果的处理

7.1.1 DMM 的检定应有完整的原始记录, 并对原始数据进行正确的计算或必要的数学处理 (如检定标准装置加修正值或温度系数等)。检定原始记录一般保存两年。

7.1.2 给出检定数据的有效位数, 一般标准的位数比被检多一位。

7.1.3 检定记录的数据应先计算后化整, 由于化整带来的误差一般不超过被检表允许误差的 1/5~1/10。

7.2 检定结果的判断

7.2.1 据被检 DMM 的检定数据计算出显示值 U_x 与实际值 U_N 之差值, 即为示值的绝对误差 Δ , 则:

$$|\Delta| = |U_x - U_N| \leq |(a\%U_x + b\%U_m)| \tag{34}$$

用此结果判断被检 DMM 的检定数据是否合格。也可以用相对误差表示:

$$|\gamma| = \left| \frac{\Delta}{U_x} \right| \leq |(a\% + b\%)U_m / U_x| \tag{35}$$

7.2.2 要求定级的 DMM, 检定证书上要给出 24h 的基本误差和周期送检的年误差。

7.2.3 要求定级的 DMM, 计量部门按本规程的要求对各功能分别进行定级, 确定准确度级别并在检定

证书上给予说明。

7.2.4 不要求定级的 DMM 可按产品说明书的技术条件来判断合格与否。

7.2.5 对送检的 DMM 在检定证书上一般只给实测数据值。

7.2.6 检定合格的仪器发给检定证书，并注明有效期限，加盖检定专用章并作为标准计量器具使用。

7.2.7 检定不合格的仪器可根据具体情况发给检定不合格通知书。

附录 A

(资料性附录)

数字多用表示值误差测量不确定度的评定

以标准源法为例, 举例说明 DMM 测量不确定度的评定。

A.1 概述:

A.1.1 测量依据: DMM 检定规程。

A.1.2 测量环境: 温度: ($\times\times\sim\times\times$) $^{\circ}\text{C}$; 相对湿度: ($\times\times\sim\times\times$) %。

A.1.3 测量标准: 标准源名称、型号、测量范围、测量不确定度/准确度等级/最大允许示值误差。

A.1.4 被检对象: 被检表名称、型号、被检量程。

A.1.5 测量方法: 标准源法。

A.2 建立数学模型:

$$\Delta = U_x - U_N \quad (\text{A.1})$$

式中:

Δ ——被检表示值误差;

U_x ——被检表示值;

U_N ——标准源输出值。

A.3 输入量的标准不确定度评定: 根据数学模型, 被检表的测量不确定度取决于输入量 U_x 、 U_N 的不确定度。

A.3.1 标准不确定度的 $u(U_x)$ 的评定: 输入量 U_x 的标准不确定度主要是由被检表的分辨力、环境干扰等因素使电压示值测量不重复引起的。可用 A 类不确定度评定。

被检表选择被校量程的满量程 75%~95% 处一个点, 在相同条件下, 用同一台标准源在重复性条件下连续独立测量 n 次 (一般 n 取 10 次) 从而获得一组被检表示值测量值 U_{xi} ($i=1, 2, 3, 4, \dots, n$) (如 $i=10$, 则有 $U_{x1}, U_{x2}, U_{x3}, \dots, U_{x10}$ 共 10 个测量值) 然后求出 $u(U_x)$, 其过程如下:

1) 取平均值

$$\bar{U} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_{xi} \quad (\text{A.2})$$

2) 用贝塞尔公式求出实验标准差 $S(U_x)$:

$$S(U_x) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (U_{xi} - \bar{U})^2} \quad (\text{A.3})$$

3) 以实验标准偏差 $S(U_x)$ 表示标准不确定度 $u(U_x)$:

$$\text{取 } u(U_x) = S(U_x) \quad (\text{A.4})$$

A.3.2 标准不确定度 $u(U_N)$ 的评定: 输入量 U_N 的标准不确定度 $u(U_N)$ 主要是标准源的示值误差引起的测量不确定度, 可用 B 类不确定度评定, 最常用的 B 类不确定度评定方法有以下两种。

A.3.2.1 标准电压源经过校准, 可从校准报告 (或校准证书) 中获得标准不确定度 $u(U_N)$, 一般校准报告的结果给出的是扩展不确定度 $U(U_p)$ 及包含因子 $k(k_p)$, 此时 B 类不确定度的评定方法是:

$$u(U_N) = \frac{U}{k} \quad \left[\text{或 } u(U_N) = \frac{U_p}{k_p} \right] \quad (\text{A.5})$$

A.3.2.2 标准源经过上一级量值传递合格, 由生产商的技术说明书给出的量程准确度等级或最大允许误差, 从而可得出 U_N 分布区间的半宽度 a , 一般可以认为在区间 $[-a, a]$ 服从均匀分布, 此时的不确定度评

定方法是：

$$u(U_N)=\frac{a}{\sqrt{3}}$$

(A.6)

其他的 B 类不确定度评定方法可参阅 JJF 1059—1999 《测量不确定度评定与表示》有关条款。

A.4 合成标准不确定度的评定：

A.4.1 灵敏系数：

数学模型

$$\Delta=U_x-U_N$$

(A.7)

灵敏系数

$$C_x=\partial\Delta/\partial U_x=1$$

(A.8)

$$C_N=\partial\Delta/\partial U_N=-1$$

(A.9)

A.4.2 标准不确定度汇总表见表 A.1。

表 A.1 标准不确定度汇总表

输入量	不确定度来源	标准不确定度	灵敏系数
U_x	被检表示值测量重复性	$u(U_x)$	1
U_N	标准源示值误差	$u(U_N)$	-1

A.4.3 合成标准不确定度的估算：输入量 U_x 和 U_N 相互独立，因此合成标准不确定度可按下列公式得到：

$$u_c(\Delta)=\sqrt{\left[C_xu(U_x)\right]^2+\left[C_Nu(U_N)\right]^2}$$

(A.10)

A.5 扩展不确定度的评定：通常取包含因子取 $k=2$ ，扩展不确定度 U 的表达式：

$$U=ku_c(\Delta) \qquad (k=2)$$

(A.11)

A.6 测量不确定度的报告与表示：被校表的被校量程电压示值误差测量结果的不确定度用扩展不确定度表示。其有效位数取 1 位~2 位。

$$U=ku_c(\Delta) \qquad (k=2)$$

(A.12)

附录 B
(资料性附录)
原始记录格式

B.1 直流电压、电流原始记录表见表 B.1。

表 B.1 直流电压、电流原始记录表

送检单位_____	仪表名称_____	型 号_____
准确度级别_____	制造厂名_____	出厂编号_____
检定时使用的标准器:		
名 称_____	准确度级别_____	出厂编号_____
检定/校准时环境条件:	温 度_____℃	相对湿度_____%

检 定 结 果

[illegible]

备注:

检定日期_____年____月____日

检定员 _____ 核验员 _____

B.2 交流电压、电流、电阻原始记录见表 B.2。

表 B.2 交流电压、电流、电阻原始记录

送检单位_____ 仪表名称_____ 型 号_____

准确度级别 _____ 制造厂名 _____ 出厂编号 _____

检定时使用的标准器:

名 称 _____ 准确度级别 _____ 出厂编号 _____

检定时环境条件: 温 度 _____℃ 相对湿度 _____%

检 定 结 果

[illegible]

备注:

检定日期_____年____月____日 检定员_____ 核验员_____