

## 1 主题内容与适用范围

本标准规定了模拟电子电压表（以下简称电压表）性能特性的测试方法。  
本标准适用于检验国家标准GB 12116所规定的有关性能特性。

## 2 引用标准

GB 6592 电子测量仪器误差的一般规定  
GB 12116 模拟电子电压表通用技术条件

## 3 测试方法

### 3.1 总则

本标准中测试的性能特性项目和测试条件应符合GB 12116的有关规定。

#### 3.1.1 测试要求

- 3.1.1.1 所用测试仪器必须经过计量，并应符合GB 6592的有关规定。测试仪器的准确度与被测电压表准确度的比值应优于1:3。
- 3.1.1.2 非阻抗匹配的测试信号源的输出阻抗，应低于被测电压表输入阻抗的1/20。当输出阻抗不满足要求时，应采用阻抗转换方法。
- 3.1.1.3 测试所用仪器应按规定时间预热。
- 3.1.1.4 测试系统所有连接点的接触应可靠。测试连接应注意避免外部电磁感应。
- 3.1.1.5 被测电压表的任何预调都应在测量开始之前完成。
- 3.1.1.6 测试应在规定的环境下进行。

#### 3.1.2 测试准备

- a. 被测电压表按正常工作位置放置，连接好附件，按产品标准规定接好地线（或不接地）。
- b. 在接通电源之前，若放置的环境气候有变化，则应在试验环境条件之下放置1 h。除另有规定外，所有测试均应在稳定状态下进行。
- c. 设有机械零点调整的电压表，在接通电源之前调整好机械零点（在测试过程中不允许重调机械零点）。
- d. 接通电源，按规定时间预热被测电压表。
- e. 按产品标准规定进行必要的预调。

#### 3.1.3 测试程序

- a. 具有两个以上测量量程的电压表，应从最高灵敏度量程开始，依次向灵敏度低的量程测试。测试过程中转换量程时，允许调节电气零点，但不允许调节机械零点。
- b. 对直流电压表，测试应包括正极性和负极性。  
对交流电压表，产品标准规定基准频率时，在基准频率上测试。规定基准频率范围时，至少应在最高和最低两点上测试。

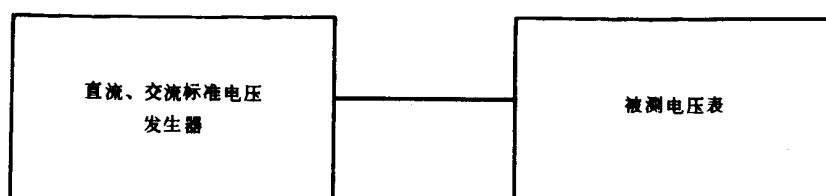
- c. 附件的测试一般与主机同时测试,也可单独进行。  
 d. 当确认变动测试程序对测试结果无影响时,允许产品标准变更测试程序。

### 3.2 误差和变动量测试

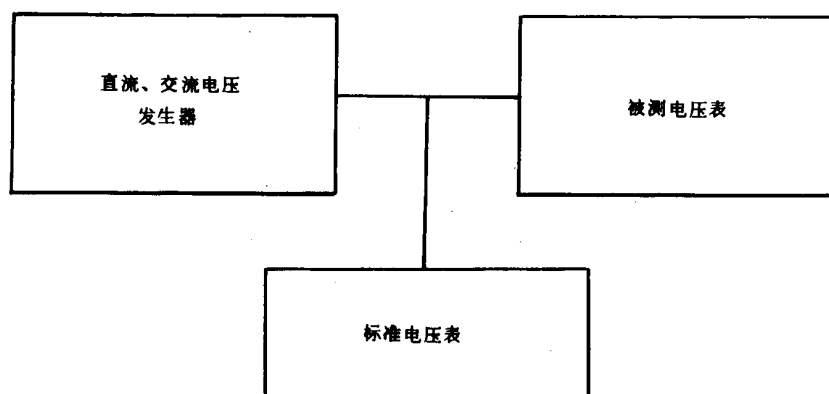
#### 3.2.1 直流和交流电压

##### 3.2.1.1 测试方框图

见图1(a)和图1(b)。



(a)



(b)

图 1 电压测试方框图

##### 3.2.1.2 测试步骤

将直流、交流电压发生器(或直流、交流标准电压发生器)的输出调至被测电压表测试点规定的指示值,读取标准电压表的电压值,并按式(1)计算测量误差:

$$\Delta = \frac{U_1 - U_2}{U_m} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:  $U_1$ ——被测电压表的指示值, V;

$U_2$ ——标准电压发生器或标准交、直流电压表的指示值, V;

$U_m$ ——被测电压表测试量程的满度值, V。

电压表的每一量程都必须进行测试。每一量程至少应在接近等分的三个分度上进行测试(但不得少于三点)。对应于优选的1:3比例分档,采用表1列出的测试点。

表 1 测试点

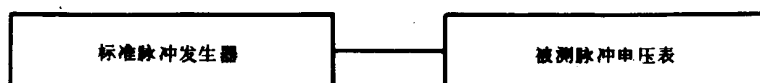
量 程 满 度	测 试 点		
	1	2	3
1	0.3	0.6	1
3	1	2	3

注：当测试信号频率较高时，应避免测试线过长或屏蔽不良所造成的影响。

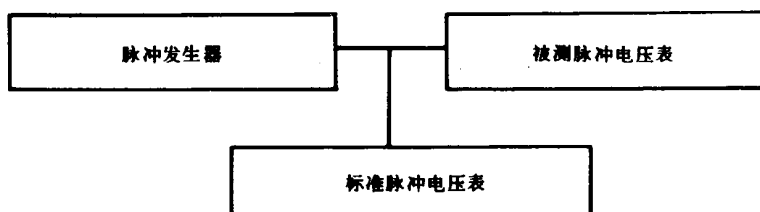
### 3.2.2 脉冲电压

#### 3.2.2.1 测试方框图

见图2(a)和图2(b)。



(a)



(b)

图 2 测试脉冲电压方框图

#### 3.2.2.2 测试要求

a. 脉冲信号发生器的输出波形应符合产品标准规定的脉冲波形参数，包括脉冲上升时间、下降时间、持续时间、过冲和脉冲重复频率。

b. 脉冲信号发生器应满足接入测试电路之后，信号波形仍然符合产品标准规定的脉冲参数要求。

#### 3.2.2.3 测试步骤

a. 按图2(a)或图2(b)的测试方框图连接。

b. 调节输入脉冲电压至使被测脉冲电压表的指示值为测试点规定的电压值，并读取标准脉冲电压表的指示值。按式(2)计算测量误差：

$$\Delta = \frac{U_1 - U_2}{U_m} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：\$U\_1\$——被测脉冲电压表的指示值，V；

$U_2$ ——标准脉冲电压表的指示值, V;

$U_m$ ——被测脉冲电压表测试量程的满度值, V。

注: ① 被测脉冲电压表必须分别用正脉冲、负脉冲和双峰脉冲(当具有峰-峰测试功能时)进行测试。

② 对每一量程至少应在接近等分的三个测试点上进行测试, 测试点按表1的规定。

### 3.2.3 温度影响的变动量

#### 3.2.3.1 测试方框图

见图1。

被测电压表置于恒温箱中。

#### 3.2.3.2 测试步骤

- 被测电压表在基准温度下预热、预调。调整电压发生器到规定的基准频率上。
- 调整电压发生器的输出为 $U_1$ , 其值约为被测电压表量程满度值的90%。
- 读出被测电压表的指示值 $U_2$ , 求出固有误差 $\Delta$ 。
- 将恒温箱调到+30℃或+10℃(或更小的温度间隔), 经热平衡和预调后, 保持电压发生器的输出 $U_1$ 不变, 读出被测电压表指示值 $U_3$ (或 $U_3'$ )。
- 温度每变化10℃引起被测电压表的测量误差为:

$$E_{30} = \frac{U_3 - U_1}{U_m} \times 100\% \quad (3)$$

$$E_{10} = \frac{U_3' - U_1}{U_m} \times 100\% \quad (4)$$

式中:  $E_{30}$ ——恒温箱温度为30℃时被测电压表的测量误差;

$E_{10}$ ——恒温箱温度为10℃时被测电压表的测量误差;

$U_1$ ——电压发生器的标准输出电压, V;

$U_3$ ——恒温箱温度为30℃时被测电压表的指示值, V;

$U_3'$ ——恒温箱温度为10℃时被测电压表的指示值, V;

$U_m$ ——被测电压表测试量程的满度值, V。

- 温度每变化10℃引起被测电压表的误差变动量为:

$$\delta = E_{30} - \Delta; \quad \delta' = E_{10} - \Delta$$

- 温度对被测电压表的影响为线性关系时( $\delta$ 与 $\delta'$ 的绝对值相等), 其变动量的温度系数 $\alpha$ 为:

$$\alpha = \frac{\delta}{\Delta t} = \frac{\delta}{10} \quad (5)$$

误差变动量或误差变动量的温度系数应符合产品标准的要求。

### 3.3 输入阻抗

#### 3.3.1 输入电阻

##### 3.3.1.1 测试方框图

见图3(a)和图3(b)。

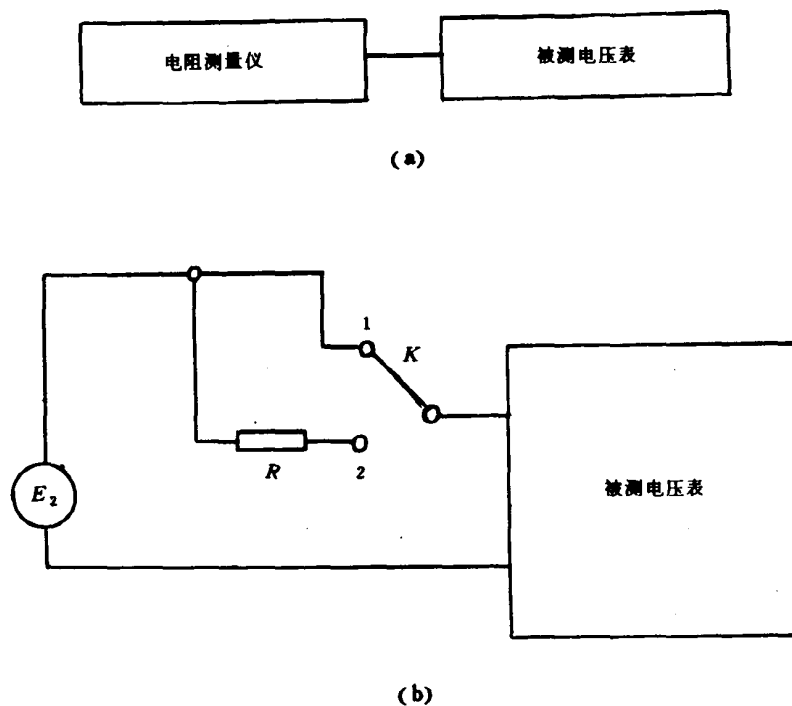


图 3 输入电阻测试方框图

**3.3.1.2 测试步骤**

- a. 按图3(a)连接, 直接测量输入电阻值 ( $\Omega$ )。
- b. 按图3(b)连接进行测试, 首先置开关K于“1”位置, 调节输入电压(直流电压或低频信号), 使被测电压表指示值为量程满度值 $E_0$ , 然后置开关K于“2”位置, 读取被测电压表的指示值 $E_2$ , 并按式(6)计算输入电阻 $R_i$ :

$$R_i = \frac{E_2}{E_0 - E_2} \cdot R \quad (6)$$

式中:  $R$ ——图3(b)中串接电阻 $R$ 的阻值,  $\Omega$ ;

$E_0$ ——量程满度值, V;

$E_2$ ——开关置于“2”时被测电压表的指示值, V。

注: ① 用于图3(b)测试方框图信号源的内阻应足够小, 它与输入电阻值相比应能忽略不计。

② 按图3(b)测试时, 串接电阻 $R$ 的选择, 通常应不大于被测电压表的输入电阻。

**3.3.2 输入电容****3.3.2.1 测试方框图**

见图4。

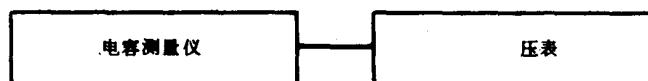


图 4 输入电容测试方框图

### 3.3.2.2 测试步骤

按图4连接,直接测出输入电容(pF)。

注:① 测试频率按产品标准规定。

② 测试输入电容应在规定的量程上进行。对输入电容是被测电压的函数的电压表,应按产品标准的规定,在指定测试电压下测试输入电容。

### 3.3.3 等效输入阻抗

对于输入阻抗不仅是被测信号频率的函数,并且是被测电压的非线性函数的电压表,输入阻抗的测量应在规定的量程和指定电压下进行。可用阻抗电桥、导纳电桥在产品标准规定的频率和电压下进行测试。当采用图3(b)串接大电阻的方法测量输入电阻,串接电阻 $R$ 的阻值一般应不大于额定输入电阻的五分之一。

## 3.4 频率特性

### 3.4.1 测试方框图

见图5。

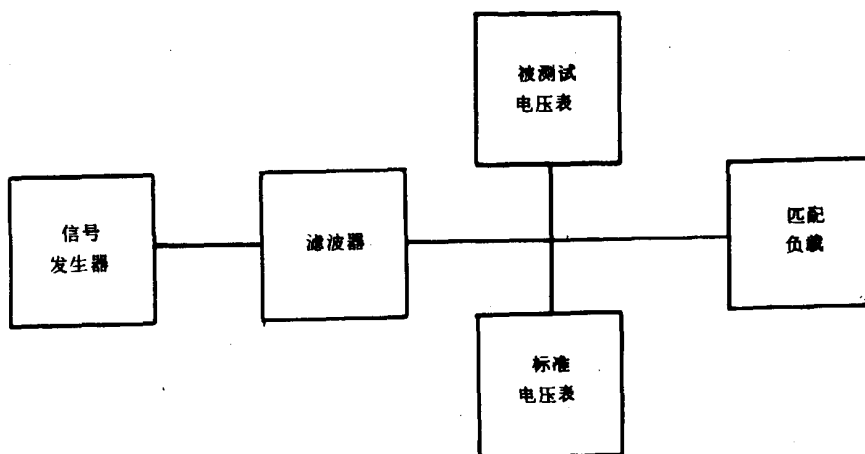


图5 频率特性测试方框图

### 3.4.2 测试步骤

a. 将信号发生器调到产品标准规定的被测信号频率,调节其输出电压,使标准电压表的指示值为规定测试电压,记下被测电压表的指示值,按式(7)计算频率特性误差:

$$\Delta_1 = \frac{V_f - V_{f0}}{V_{f0}} \times 100\% \quad (7)$$

式中:  $\Delta_1$ ——频率特性误差;

$V_f$ ——各被测频率上被测电压指示值, V;

$V_{f0}$ ——基准频率上被测电压表指示值, V。

频率特性误差 $\Delta_1$ 应不超过产品标准规定值。

b. 当频率特性误差不太大时(10%以下),允许改变测试频率时固定被测电压表的指示值,而读取标准电压表指示值来测定频率特性误差,并按式(8)计算频率特性误差:

$$\Delta_1 = \frac{U_{f0} - U_f}{U_f} \times 100\% \quad (8)$$

式中:  $U_{f0}$ ——基准信号频率下标准电压表指示值, V;

$U_f$ ——各被测频率下标准电压表指示值, V。

注: ① 当信号失真度符合产品标准要求时, 图 5 中的滤波器可以不用。

② 对于低频段测量, 图 5 中的匹配负载可以不用。

### 3.5 脉冲特性

#### 3.5.1 测试方框图

见图 6。

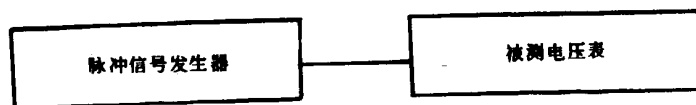


图 6 脉冲特性测试方框图

#### 3.5.2 测试步骤

按产品标准的规定, 改变脉冲信号发生器的波形和参数, 从被测电压表指示值的变化量, 按照公式 (2) 直接计算脉冲特性误差。

### 3.6 阻尼

按 GB 12116—89 中第 5.1.4 条的规定, 测试被测电压表的过冲和建立时间, 用秒表进行测量。

### 3.7 允许过负荷

按 GB 12116—89 中第 5.1.5 条的规定, 在加负荷之后直接进行测试。

### 3.8 叠加电压影响

按 GB 12116—89 中第 5.1.6 条的规定, 在施加额定叠加电压时直接进行测试。

### 3.9 指示值摆动

按 GB 12116—89 中第 5.1.7 条的规定直接观察。

### 3.10 电气零点不稳定性

按 GB 12116—89 中第 5.1.8 条的规定直接观察。

### 3.11 改变量程时电气零点的变化

按 GB 12116—89 中第 5.1.9 条的规定, 直接观察。

### 3.12 驻波系数

#### 3.12.1 测试方框图

见图 7。

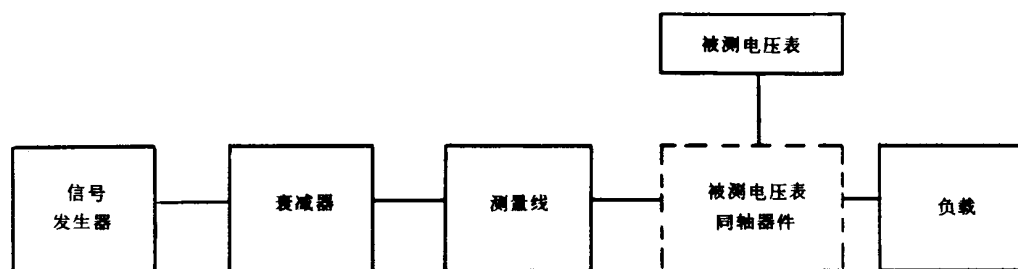


图 7 驻波系数测试方框图

#### 3.12.2 测试步骤

- a. 按图 7 连接。
- b. 接通电源预热。
- c. 测量系统的驻波系数。

注：① 测量线的系统驻波系数应符合产品标准规定值。若不符合，可增加阻抗调配器进行调配。

② 测试施加电压按产品标准的规定，不应使被测电压表超过量程的满度值。

③ 产品带有负载阻抗时，测试应采用产品负载阻抗。

④ 适用于双向测量的同轴器件，应分别进行双向测量。

### 3.13 最大允许输入电压

按GB 12116—89中第5.1.11条的规定，直接施加最大允许电压。然后检查被测仪器，仍应符合产品标准的要求。

### 3.14 共模抑制比

#### 3.14.1 测试方框图

见图8。

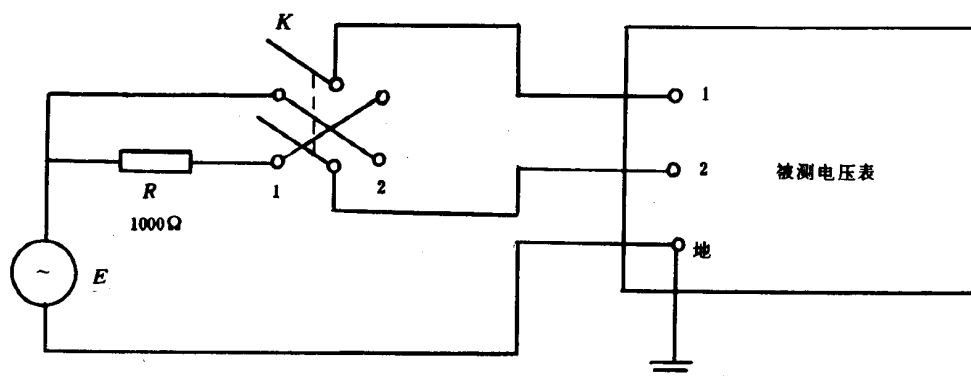


图8 共模抑制比测试方框图

#### 3.14.2 测试步骤

测试时，开关K分别置于“1”和“2”位置，加入规定的共模试验电压（直流或交流），使被测电压表发生变化，分别记下共模试验电压 $U_C$ 和被测电压表指示值的变化量 $\Delta U$ ，并按下式（9）计算共模抑制比（CMR）：

$$CMR = 20 \lg U_C / \Delta U \dots\dots\dots (9)$$

式中：CMR——共模抑制比，dB；

$U_C$ ——共模电压（直流或交流峰值），V；

$\Delta U$ ——电压表指示值的变化量，V。

以开关K置于“1”和“2”两位置最低的值为测试结果。

### 3.15 波形影响

测试方法由产品标准规定。

### 3.16 电源电压影响

按GB 12116—89第5.1.14条的规定，测试方法参照GB 6587.8，由产品标准具体规定。

### 3.17 预热时间

按GB 12116—89第5.1.15条的规定，预热时间的测试，在产品标准规定的量程进行。被测电压表接通电源的同时，加上被测量程满刻度的信号电压，从接通电源到电压表的指示值开始满足准确度要求所经历的时间为预热时间。

### 3.18 位置影响

按GB 12116—89中第5.1.16条的规定，测试位置影响，将电压表从基准位置分别左倾、右倾各5°；



前倾、后倾各 $5^\circ$ ，其指示值的变化应不超过规定值。

### 3.19 双通道电压表隔离度

按GB 12116—89第5.1.17条的规定，测试隔离度。

加信号电压于其中一通道，设加入信号电压为 $U_1$ ，从另一通道读取影响电压为 $U_2$ ，则隔离度 $G$  (dB) 为：

$$G = 20 \lg U_1 / U_2 \dots\dots\dots (10)$$

应在电压表规定的工作频率上限以内选择几个频率点测试隔离度。用同样方法测试另一通道。

### 3.20 附件电气性能

按GB 12116—89第5.1.18条的规定，测试附件性能，与上述电压表性能特性的测试方法相同，可参照以上各种测试方法，由产品标准加以规定。

---

#### 附加说明：

本标准由机械电子工业部七一〇厂负责起草。