

**Generic specification and test method
for distortion meters**

第一篇 通用技术条件

1 主题内容与适用范围

本标准规定了谐波失真度测量仪(简称失真仪)的术语、产品分类、通用技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存等。

本标准适用于谐波失真度测量仪,作为产品设计、鉴定、生产、使用、测试的共同技术依据,也是制订失真仪产品标准的依据。

本标准中的主要技术要求、试验方法、检验规则也适用于低频综合测量设备中的电压和谐波失真测量部件。

本标准不适用于非线性互调失真度测量仪和瞬态失真度测量仪。

2 引用标准

- GB 191 包装储运图示标志
- GB 4793 电子测量仪器安全要求
- GB 6587.1 电子测量仪器 环境试验总纲
- GB 6587.2 电子测量仪器 温度试验
- GB 6587.3 电子测量仪器 湿度试验
- GB 6587.4 电子测量仪器 振动试验
- GB 6587.5 电子测量仪器 冲击试验
- GB 6587.6 电子测量仪器 运输试验
- GB 6587.8 电子测量仪器 电源频率与电压试验
- GB 6592 电子测量仪器误差的一般规定
- GB 6593 电子测量仪器质量检验规则
- GB 6833.1~6833.10 电子测量仪器电磁兼容性试验规范
- GB 12116 模拟电子电压表通用技术条件
- GB 12117 模拟电子电压表测试方法
- GB 11463 电子测量仪器可靠性试验
- GB 11465 电子测量仪器热分布图
- GB/T 13166 电子测量仪器设计余量与模拟误用试验
- GB/T 14689 机械制图、图纸幅面与格式
- SJ 946 电子测量仪器电气、机械结构基本要求

3 术语

3.1 基波

非正弦波信号通过傅里叶级数变换分析,它是由若干个振幅不同、频率不同的正弦波信号组成的。其中与非正弦波信号频率相同的信号称为基波信号,其频率称为基波频率。

3.2 谐波

非正弦波信号通过傅里叶级数变换分析,它是由基波信号和若干个振幅不同、频率为基波频率整数倍的正弦波信号组成的。后者均称为谐波信号,其频率均称为谐波频率。

3.3 失真

3.3.1 幅频失真

非正弦波信号经过传输网络后,由于该网络对非正弦波信号中的基波分量和各次谐波分量有不等增益响应,因而使输出信号波形发生变化,这种波形变化称为线性幅频失真。

3.3.2 相频失真

非正弦波信号经过传输网络后,由于该网络对非正弦波信号中的基波分量和各次谐波分量有不同的相位延迟(超前或滞后),因而使输出波形发生变化,这种波形变化称为线性相频失真。

3.3.3 谐波失真

一个理想正弦波信号经过传输网络后,由于该网络的非线性工作特性,使其输出信号变为非正弦波信号,其中除具有基波信号外,同时还有若干个高次谐波信号,这种波形的变化称为谐波失真。

3.4 谐波失真度 THD_0

衡量一个非正弦波信号的失真程度,通常用谐波失真度描述。其理论定义为:总谐波信号的有效值电压与基波信号的有效值电压之比,取其百分比值。谐波失真度 THD_0 按式(1)计算:

$$\text{THD}_0 = \frac{\sqrt{u_2^2 + u_3^2 + \dots + u_n^2}}{u_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中: u_1 ——基波信号的有效值电压;

u_2, u_3, u_n ——各次谐波信号的有效值电压。

谐波失真度 THD_0 的测量方法应采用选频方法。

3.5 谐波失真度 THD

在实际中,对一个非理想正弦波信号的谐波失真度测量,通常采用基波抑制(滤除)方法。其定义为:总谐波信号的有效值电压与总信号的有效值电压之比,取其百分比值。谐波失真度 THD 按式(2)计算:

$$\text{THD} = \frac{\sqrt{u_2^2 + u_3^2 + \dots + u_n^2}}{\sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + \dots + u_n^2}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

由式(1)与式(2)经数学推导后,可得到 THD_0 与 THD (分别用 D_0 与 D 表示)之间的关系式,用式(3)与式(4)表示:

$$D_0 = \frac{D}{\sqrt{1 - D^2}} \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$D = \frac{D_0}{\sqrt{1 + D_0^2}} \quad \dots\dots\dots(4)$$

当标准失真值 $D_0 < 10\%$ 时, $D \approx D_0$ 。

当标准失真值 $D_0 > 10\%$ 时,应将 D_0 值依式(4)换算为 D 值做为标准失真值,与实测的 D 值进行误差计算。

3.6 总失真度(DISTN)

在通常的谐波失真度测量中,被测信号中包括有噪音分量,其总失真度按式(5)计算:

$$\text{DISTN} = \frac{\sqrt{u_2^2 + u_3^2 + \dots + u_n^2 + u_N^2}}{u_{in}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中： u_N ——噪音分量的有效值电压；
 u_{in} ——被测信号的有效值电压。

3.7 谐波失真度 THD_1

在通常的谐波失真度测量中，从总失真度中去掉部分高次谐波分量和噪音分量，其谐波失真度 THD_1 按式(6)计算：

$$\text{THD}_1 = \frac{\sqrt{u_2^2 + u_3^2 + \dots + u_n^2}}{u_{in}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中： u_n ——为高次谐波分量，一般保持到 5~10 次谐波。

3.8 谐波失真度 THD_2

在谐波失真度高速测量中，失真度分量中包括有 THD_1 分量和信号流程噪音，其谐波失真度 THD_2 按式(7)计算：

$$\text{THD}_2 = \frac{\sqrt{u_2^2 + u_3^2 + \dots + u_n^2 + u_{DN}^2}}{u_{in}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中： u_{DN} ——为信号流程引起的噪音有效值电压。

3.9 单次谐波失真度(HD)

在测量谐波失真时，仅考虑某次谐波分量影响的失真度，称为单次谐波失真度。它是从 THD_1 的谐波成份中，用狭窄的带通滤波器测量单一的谐波成份。单次谐波失真度 HD 按式(8)计算：

$$\text{HD} = \frac{u_n}{u_{in}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(8)$$

此处 u_n 通常取 2~5 次谐波。

3.10 固有噪音

由失真仪内部电路所产生的噪音。固有噪音的测试条件为：在失真仪输入端接规定电阻，其噪音量值由电压表显示。在全部频率范围内，取其稳定的最大值。

3.11 基波抑制

失真仪采用基波抑制电路程式时，该电路对被测信号中的基波分量滤除的程度。基波抑制通常以分贝值表示。

3.12 残余失真

在规定的测试条件下，残余失真是被测失真仪内部电路引入的失真、固有噪音以及残余基波分量的有效值之和。

3.13 基波抑制电路的谐波响应

失真仪采用基波抑制电路程式时，在基波分量被滤除的状态下，该电路对输入电压中二次以上谐波电压的响应程度。谐波响应通常以分贝值表示。

3.14 波峰系数(波高率)

为交流信号峰值电压的绝对值与其有效值之比。

3.15 有效值电压表

在规定的频率范围内，检波特性按平方律特性工作的电压表。其指示值与输入电压绝对值的有效值成正比。

3.16 平均值电压表

在规定的频率范围内，检波特性按平均值特性工作的电压表。其指示值与输入电压绝对值的平均值成正比。

3.17 准有效值电压表

在规定的频率范围内,检波特性按逼近平方律特性工作的电压表。当输入电压的波峰系数小于某一规定值时,其指示值与输入电压绝对值的有效值近似成正比。

3.18 波形误差

电压表电路为非平方律工作特性,对具有相同有效值电压的非正弦波信号和正弦波信号出现不同的指示值,这种指示值的偏离称为波形误差。

3.19 通用失真度测量仪

泛指频率范围在 2 Hz~200 kHz 以内,失真度量程范围在 100%~0.1%之内的失真仪。

3.20 高频失真度测量仪

频率范围在 200 kHz 以上的失真仪。

3.21 自动点频失真度测量仪

频率范围被设计在专用的若干频率点上,在这些频率上进行失真度测量时,能自动滤除基波分量的失真仪。

3.22 全自动失真度测量仪

在规定的频率范围内,均能自动滤除基波分量,其总失真度由自动量程电压表显示的失真仪。

3.23 低失真度测量仪

失真度测量范围在 30%~0.001%之间,一般应为自动调谐的失真仪。

3.24 程控失真度测量仪

在全自动失真度测量仪的基础上,设有标准接口电路,能接受系统控制进行自动失真度测量的失真仪。

3.25 同步失真度测量仪

仪器内部电路设计有音频信号发生器,其输出信号频率与失真度测量仪滤除的基波频率同步的失真仪。

4 产品分类

4.1 功能、特性分类

4.1.1 按频率范围分类

- a. 工频(50 Hz、100 Hz)失真仪;
- b. 低频(5 Hz~200 kHz)失真仪;
- c. 高频失真度测量仪。

4.1.2 按失真度测量范围分类

- a. 通用失真度测量仪;
- b. 低失真度测量仪。

4.1.3 按输入特征分类

- a. 平衡输入式;
- b. 不平衡输入式。

4.1.4 按测量通道分类

- a. 单通道;
- b. 双通道。

4.1.5 按基波抑制方式分类

- a. 连续型;
- b. 固定点频型。

4.1.6 按操作方式分类

- a. 手动调谐;

b. 自动调谐。

4.1.7 按电压表检波电路特性分类

- a. 有效值；
- b. 平均值；
- c. 准有效值。

4.1.8 按显示器分类

- a. 数字显示型；
- b. 非数字显示型；
- c. 混合型。

4.1.9 按有无程控分类

- a. 可编程型；
- b. 非程控型。

4.1.10 按其他有关特征分类

均应在产品标准的分类内容中标明。

4.2 结构分类

如：台式、便携式、装架式等。在产品标准中应标明结构型式。

4.3 电源分类

使用电源可分为直流、交流、交直流。

5 技术要求

5.1 一般要求

5.1.1 误差

a. 在制订产品标准时，应结合产品的性能特性给出不大于本标准规定的工作误差。工作误差可以按温度范围、频率范围、量程范围分别给出；

b. 产品标准中各种误差的给出，应符合 GB 6592 的有关规定。

5.1.2 工作位置

产品标准中应规定失真仪正常工作时，允许放置的位置状态。

5.1.3 预热时间

产品标准中应规定失真仪的预热时间。预热时间一般应不超过 30 min。

5.1.4 持续工作时间

产品标准中应给出失真仪允许持续工作的时间(不包括预热时间)。

5.1.5 供电电源

产品标准中应标明失真仪适用的供电电源类型，并给出电源电压和电源频率的允许误差范围。

5.1.6 外形尺寸

产品标准中应给出失真仪的外形尺寸。

5.1.7 质量

产品标准中应给出失真仪整机的质量。或分别给出各分机和附件的质量。

5.1.8 其他

本标准未作规定的技术要求，在产品标准中应结合产品的特性给出相应的技术要求，并应符合有关标准的规定。

5.2 外观、电气与机械结构要求

- a. 失真仪外观应整洁，整机结构应完整，装配应牢固可靠，应无机械损伤和镀涂层脱落等现象；
- b. 面板和表盘的字迹、标记、单位符号等均应正确、清晰，应无短缺、划伤现象；

- c. 各个机电控制件均应安装正确、牢固可靠、操作灵活；
- d. 其他要求应符合 SJ 946 的有关规定。

5.3 安全要求

应按照 GB 4793 的规定,在产品标准中应标明仪器所属的安全类别,并给出绝缘电阻、泄漏电流、介电强度电压的数值。

5.4 性能特性要求

5.4.1 电压测量

5.4.1.1 固有噪音

产品标准中应给出固有噪音电压(在输入端并接规定的电阻)。

5.4.1.2 范围

产品标准中应规定允许的电压测量范围。

5.4.1.3 引用相对误差(满刻度误差,以 1 kHz 为准)

产品标准中应给出不同电压量程的引用相对误差。其等级应优先选用 $\pm 1\%$ 、 $\pm 3\%$ 、 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 。

5.4.1.4 频率特性(以 1 kHz 为准)

产品标准中应给出电压测量的频率范围,并给出频率响应性能指标。

- a. 可以按不同电压量程给出频率特性；
- b. 可以按不同频段划分频率特性。

5.4.1.5 输入阻抗

产品标准中应给出电压表工作状态下的输入电阻,等效输入电容(选用 100 Hz~1 kHz 范围内的频率信号测试)。

5.4.1.6 波形误差

产品标准中应给出电压表工作时的最大波形误差。

5.4.1.7 输出监视

产品标准中应给出电压表指示在满刻度时,电压表输出端(接示波器端)的频率响应性能指标。

5.4.2 失真度测量

5.4.2.1 固有噪音

产品标准中应给出固有噪音电压(在输入端并接规定电阻),可以按不同频段给出固有噪音。

5.4.2.2 频率范围

产品标准中应给出失真度测量时的频率范围,可以采用点频方式,也可以采用连续频率方式。当采用连续频率方式时,可以划分几个频段。

5.4.2.3 频率误差

产品标准中应给出频率误差,并应优于 $\pm 5\%$ 。

5.4.2.4 输入电压范围

产品标准中应给出失真度测量时的输入电压范围,输入电压范围可以分段给出。

5.4.2.5 失真度量程范围

产品标准中应给出失真度量程范围,可以按不同频段给出失真度量程范围。

5.4.2.6 引用相对误差(满刻度误差)

产品标准中应给出失真度测量的引用相对误差,其等级应优先选用 $\pm 1\%$ (± 0.1 dB)、 $\pm 5\%$ (± 0.5 dB)、 $\pm 10\%$ (± 1 dB)、 $\pm 20\%$ (± 2 dB)、 $\pm 30\%$ (± 3 dB)。

- a. 可以按不同频段给出引用相对误差；
- b. 可以按不同量程范围给出引用相对误差。

5.4.2.7 基波抑制特性

产品标准中应给出对基波信号的抑制特性。

- a. 可以规定检测时的输入信号电压；
- b. 可以按不同频段给出基波抑制特性。

5.4.2.8 谐波响应特性

产品标准中应给出谐波频率响应特性。

- a. 测试信号的输入电压应与测试基波抑制特性时的输入电压相一致；
- b. 可以按不同频段给出谐波响应特性；
- c. 谐波频率响应,至少保证到3倍频。

5.4.2.9 残余失真

产品标准中应给出残余失真指标。

- a. 可以规定测试电压；
- b. 可以按不同频率范围给出残余失真。

5.4.2.10 输入阻抗

产品标准中应给出失真测量状态下的输入电阻、等效输入电容(选用100 Hz~1 kHz范围内的频率信号测试)。

5.4.3 视在功率

产品标准中应给出在额定工作条件下的视在功率,其误差应不超过 $\pm 20\%$ 。也可以同时给出视在功率和消耗功率。

5.5 环境条件适应性要求

应按照GB 6587.1的规定,在产品标准中应标明仪器所属环境组别,并给出仪器所适应的流通条件的等级。

5.6 可靠性要求

- a. 按照GB 11463的规定,在产品标准中应给出产品的平均无故障工作时间(MTBF)值；
- b. 可靠性试验时,检验的特性项目应按质量检验规则的有关规定进行。

5.7 热分布要求

实验样机阶段应按照热分布要求进行热分布试验,设计定型阶段应进行验证试验。

5.8 电磁兼容性要求

产品标准中应给出电磁兼容性要求。实验样机阶段应按照GB 6833.1~6833.10的有关规定进行电磁兼容性试验,设计定型阶段应进行验证试验。

5.9 设计余量及模拟误用要求

实验样机阶段按照GB/T 13166的要求进行设计余量及模拟误用试验,设计定型阶段应进行验证试验。

6 试验方法

6.1 试验要求

6.1.1 对失真仪的性能特性进行检测时,应按照产品标准规定的额定工作条件,并在不打开机箱的情况下进行。对基波抑制特性测试时,允许开箱进行。

6.1.2 各项试验中检验的特性项目与要求,除产品标准另行增加的外,均应按照表1、表2的规定进行。其测试方法,除产品标准另行增加项目的测试方法外,均应按照本标准中第二篇的规定进行。

6.1.3 试验用的标准测试仪器和设备应经过计量部门检定合格,并应稳定和处于有效期内。操作测试仪器和设备应符合有关规程规定,测试数据应准确。

6.1.4 试验室的环境条件(以下称为正常条件)除产品标准另有规定外,一般应接近GB 6587.1中的基准环境条件。

6.2 外观、电气与机械结构检查

按SJ 946及产品标准的规定,用目测法及相应的工具进行检查。对机电控制件的检查,应结合性能特性的测试进行。

6.3 安全试验

根据产品标准中标明的仪器的安全类别与基本安全要求,应按照GB 4793中规定的相应仪器安全类别的试验方法进行。

6.4 性能特性测试

应按照本标准中第二篇规定进行。

6.5 环境试验

6.5.1 温度试验

按照GB 6587.2的规定进行。

6.5.2 湿度试验

按照GB 6587.3的规定进行。

6.5.3 振动试验

按照GB 6587.4的规定进行。

6.5.4 冲击试验

按照GB 6587.5的规定进行。

6.5.5 运输试验

按照GB 6587.6的规定进行。

6.5.6 电源频率与电压试验

按照GB 6587.8的规定进行。

6.6 可靠性试验

根据产品标准中给出产品的平均无故障工作时间(MTBF)值,按照GB 11463及产品标准的规定进行。

6.7 热分布试验

按照GB 11465的规定进行。

6.8 电磁兼容性试验

按照GB 6833.1~6833.10的有关规定进行。

6.9 设计余量与模拟误用试验

按照GB/T 13166的规定进行。

7 检验规则

产品进行鉴定检验及质量一致性检验时,应按照GB 6593和本标准及产品标准的有关规定进行。

7.1 检验项目

产品标准应根据表1、表2的要求,确定产品检验的特性项目内容。对表1、表2中未包括的特性项目内容,应根据产品的具体情况,在产品标准中另行加以规定。

7.2 测试方法

按照本标准规定的试验方法和产品标准另行增加特性项目的测试方法进行。

7.3 试验报告格式

试验报告格式见附录A(参考件)。

续表 1

项目编号	特性项目名称	鉴定检验																										
		A 组 B 组												C 组												D 组	E 组	F 组
		温 度						湿 度						机 械						特殊环境	一次 性	可 靠 性						
常温	高温	基准	任选	下限	组合	基准	任选	上限	组合	高温前	高温后	基准	任选	下限	基准	任选	上限	基准	贮后	基准	振动	冲击	运输					
5.4.2.3	频率误差	●	—	○	●	●	○	●	●	●	●	●	●	○	●	●	○	●	●	○	●	●	●	●	●	—	—	●
5.4.2.4	输入电压范围	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.4.2.5	失真度量程范围	●	—	○	●	●	●	○	●	●	●	●	●	○	●	●	○	●	●	○	●	●	●	●	●	—	—	●
5.4.2.6	引用相对误差	●	—	○	●	●	●	○	●	●	●	●	●	○	●	●	○	●	●	○	●	●	●	●	●	—	—	●
5.4.2.7	基波抑制特性	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○
5.4.2.8	谐波响应特性	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○
5.4.2.9	残余失真	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○
5.4.2.10	输入阻抗	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.4.3	视在功率	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.6	可靠性要求	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	●
5.7	热分布要求	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.8	电磁兼容性要求	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○
5.9	设计余量要求	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.9	模拟误用要求	●	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

注：① ●表示必须进行检验的项目。
 ② ○表示需要时，进行检验的项目。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

8.1.1 产品的标志应符合 SJ 946 的有关规定。

8.1.2 包装储运指示标志应符合 GB 191 的规定。在产品包装箱外表面,应有以下的标志:

- a. 制造厂名或代号、商标;
- b. 产品名称、型号;
- c. 包装年、月或出厂年、月;
- d. 毛重;
- e. 包装箱的外形尺寸;
- f. 标明“精密仪器”、“小心轻放”、“请勿倒置”、“谨防受潮”等警句和图形。

8.2 包装

8.2.1 产品应按照国家 and 运输部门有关包装的规定及设计图纸的规定进行包装。也可按单独签订协议包装。包装箱内应有良好的防震性能,包装箱应有一定的强度和刚度。

8.2.2 包装时,应保证产品的完好性和成套性,并不应有任何机械损伤。每个包装箱内应放入装箱清单,在清单上应标明:

- a. 产品名称、型号;
- b. 技术说明书等随机文件的名称与数量;
- c. 附件、备用件、专用维修工具等的名称、型号或规格及数量;
- d. 装箱检查人员的姓名或代号及质量检验部门的印鉴。

8.3 运输

8.3.1 产品应按照国家 and 运输部门及产品标准的有关规定进行运输。

8.3.2 产品标准中应标明有关运输产品的规定。运输产品时,应小心轻放,不得倒置和摔掷。产品在运输过程中及堆码待运时,必须有蓬蔽遮盖,以防止雨雪浸淋及强烈的阳光曝晒。

8.4 贮存

8.4.1 产品标准中应规定产品包装完毕后,贮存产品仓库的环境条件和其他要求。

8.4.2 贮存在仓库内的产品,若贮存时间超过六个月时,则应从包装箱内取出,经通电复查合格后,再重新包装放入仓库内。

9 随机文件

9.1 产品出厂时,必须带有技术说明书或使用说明书及其他为用户所必需的技术文件,以使用户使用时查阅。随机技术文件编制的要求与内容,应符合 SJ 2259 的有关规定。

9.2 产品出厂时,应带有装箱清单(见 8.2.2 条),供用户在验收产品时清点核对。

第二篇 测试方法

10 对测试方法的一般要求

10.1 本标准仅规定了失真仪有关性能特性的测试方法。若采用其他先进的测试方法进行测量,在对测试数据有争议时,应以本标准的测试方法为准。

10.2 本标准中第一篇中未作规定的性能特性,若产品标准中有要求时,应规定其相应的测试方法。

10.3 本标准测试失真仪的性能特性时,应使其处在规定的额定工作条件内进行。测试室内的环境条件,若产品标准无特殊规定时,应符合本标准中第一篇中规定的室内环境条件。

10.4 除产品标准另行增加项目的测试方法外,测试失真仪的各项性能特性的程序和方法,均应按照本

标准的规定进行。

10.5 测试仪器、设备和被测失真仪均应经其规定的预热时间和预调后,才能进行测试。测试时,测试仪器、设备应始终处在其规定的工作条件范围内。

10.6 若无特殊规定时,测试仪器、设备和被测试失真仪之间(测试系统),应连接公共地线,以免产生不应有的干扰而影响测试结果。

10.7 测试误差的计算应符合本标准、产品标准及 **GB 6592** 的有关规定。

11 测试仪器、设备与要求

11.1 测试仪器、设备

11.1.1 信号发生器

- a. 标准正弦信号发生器(低失真);
- b. 平衡输出正弦信号发生器;
- c. 交流电压校准器;
- d. 标准失真源。

11.1.2 电压表

- a. 标准交流电压表;
- b. 有效值电压表;
- c. 选频电压表;
- d. 平衡输入电压表。

11.1.3 频率计

11.1.4 阻抗测量仪

- a. 电阻测量仪;
- b. 电容测量仪。

11.1.5 示波器

11.1.6 辅助设备

- a. 具有 $50\ \Omega$ 、 $75\ \Omega$ 特性阻抗的测试电缆;
- b. 三通连接器;
- c. 阻抗匹配器(匹配电阻);
- d. 标准电阻器(阻值应小于产品标准规定的输入电阻值);
- e. 标准衰减器;
- f. 转换开关;
- g. 其他。

11.2 要求

11.2.1 在产品标准中应标明测试仪器、设备的名称、型号、主要性能特性及其误差。

11.2.2 测试仪器、设备应符合 **GB 6592** 中 **3.5** 条的规定。

11.2.3 测试仪器、设备应定期经过计量部门检定合格,并应稳定可靠和处于有效期内。

12 测试方法

12.1 电压和失真度功能预测

为了能使一系列电气性能特性的测试顺利进行,在测试前应对被测失真仪进行功能正常性预测。其方法与步骤如下:

12.1.1 准备

12.1.1.1 测试仪器连接

按图 1 连接测试仪器和被测失真仪。

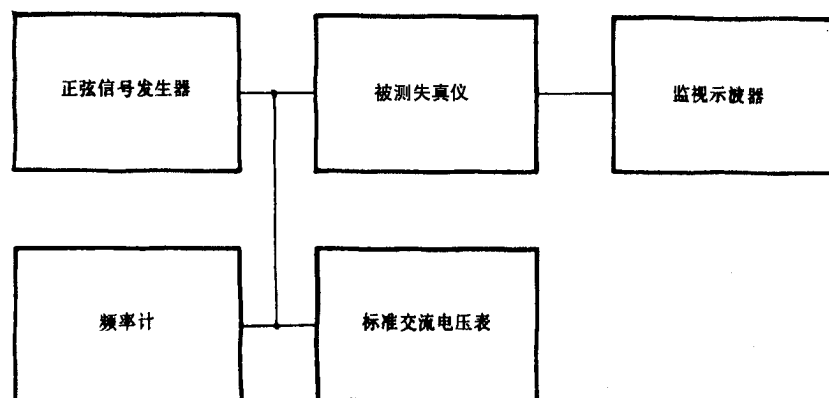


图 1

12.1.1.2 测试预调

- a. 检查与调整表头的机械零点(对具有表头指示的失真仪);
- b. 接通测试系统的电源,经规定的预热时间预热;
- c. 按产品标准的规定,进行必要的外部预调(一般不允许开箱调整)。

12.1.2 电压功能预测

将信号发生器输出 1 V 、 1 kHz 的信号,失真仪置于电压测量工作位置,其表头应有相应的 1 V 指示值。同时在监视示波器上应显出 1 kHz 的正弦波形。

12.1.3 失真度功能预测

将信号发生器输出为已标定失真度的 1 V 、 1 kHz 信号,失真仪置于失真度测量工作位置,对此信号经调谐滤除基波后,其失真仪指示值应在产品标准规定的误差范围之内。同时在监视示波器上能清楚地显示被测信号中的基波成分逐渐被滤除(抑制)的实况。

经上述电压和失真度功能预测后,若失真仪工作正常,即可进行性能特性的正式测试。否则,应按 GB 6593 的有关规定处理。

12.2 电压表性能特性测试

失真仪的电压表性能特性的测试,应按照 GB 12117 中的有关规定进行。本标准仅就与失真仪电压表性能特性测试有关的项目与方法规定如下:

12.2.1 固有噪声测试

- a. 将失真仪置于电压测量工作位置,电压表输入端并接产品标准规定的电阻;
- b. 将电压表量程开关旋钮或键钮置于最小量程的位置,读记稳定的电压表指示值,即为电压表的固有噪声。

12.2.2 电压量程范围及引用相对误差测试

按图 2 连接测试器。测试方法及步骤如下:

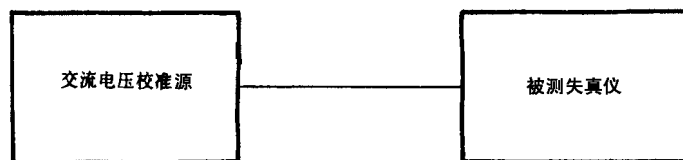


图 2

- a. 将失真仪置于电压工作位置,电压表衰减器置于最大量程档位置;
- b. 控制交流电压校准源输出为 1 kHz 信号,其输出有效值电压为失真仪电压表的最大量程值,此标准电压值记为 U_1 ,读记失真仪电压表的指示值为 U_2 ;
- c. 按照 GB 12117 的要求,在电压表的同一量程位置上,分别使交流电压校准源输出为电压表的满量程信号、 $2/3$ 、 $1/3$ 满量程信号,并分别读记失真仪电压表的指示值,如表 3 所示;

d. 按照表 1 要求,依电压表的量程,逐档相应改变交流电压校准源输出信号,读记各量程的 U_1 和 U_2 值;

e. 电压表的引用相对误差(满刻度误差)按式(9)计算:

$$\delta_v = \frac{U_2 - U_1}{U_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(9)$$

式中: δ_v ——电压表引用相对误差;

U_0 ——电压表各量程档的满刻度值, V;

U_1 ——对应于失真仪电压表各量程档的标准电压值, V;

U_2 ——失真仪电压表各量程档的指示值, V。

注: ① 利用标准衰减器测试失真仪电压表小量程的引用相对误差时,应消除标准衰减器的引入误差。

② 测试电压表引用相对误差的标准电压值 U_2 ,可以低于各量程档满刻度值的 5%~10%。

③ 对于高电压量程和最低电压量程的检测,应按照产品标准的规定进行。

表 3

量程 V	1/3 满刻度 V			2/3 满刻度 V			满刻度 V		
	指示值	标准值	误差 %	指示值	标准值	误差 %	指示值	标准值	误差 %
300									
100									
30									
10									
3									
1									
0.3									
0.1									
0.03									
0.01									
0.003									
0.001									

12.2.3 频率响应特性测试

按图 2 连接测试仪器(当交流电压校准源不足使用时,可用正弦信号发生器代替,改为按图 3 连接测试仪器)。测试方法与步骤如下:

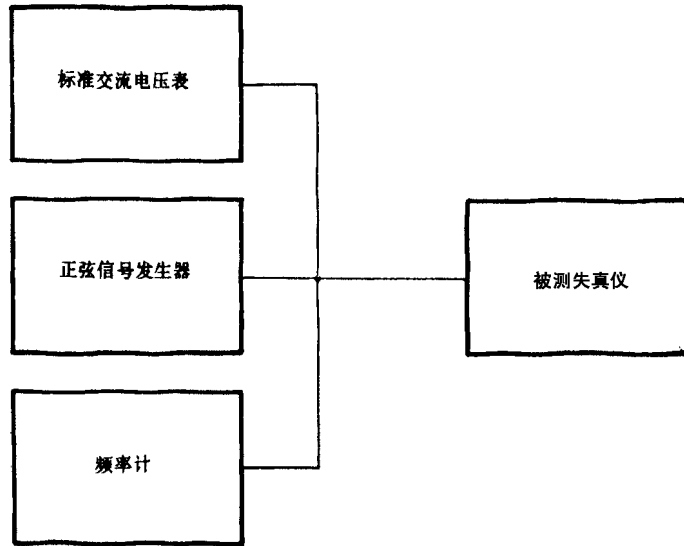


图 3

- a. 将失真仪置于电压测量工作位置；
- b. 控制交流电压校准源(或正弦信号发生器)输出 1 kHz 信号,其幅值为电压表各量程满刻度值 80%~90%的一个定值,分别读记电压表各量程的指示值为 U_1 ,并将 U_1 定为 1 kHz 的基准电压值；
- c. 保持交流电压校准源(当用正弦信号发生器时,输出幅值以标准交流电压表的指示值为准)的输出幅值不变,按产品标准规定频率范围内的测试频率,改变输出信号的频率(以频率计的指示值为准),分别读记电压表各量程的指示值为 U_2 ,其测试频率应不少于五点,其中必须包含上下限的端点频率；
- d. 电压表的频率响应误差按式(10)计算：

$$\delta_{U-f} = 20 \lg \frac{U_2}{U_1} \dots\dots\dots (10)$$

式中： δ_{U-f} ——电压表的频率响应误差,dB；

U_1 ——输入 1 kHz 信号时,电压表各量程的指示值,V；

U_2 ——输入不同频率信号时,电压表各量程的指示值,V。

注：对于高频率、高电压量程和低电压量程的检测,应按照产品标准的规定进行。

12.2.4 输入阻抗测试

12.2.4.1 输入电阻测试

按图 4 连接测试仪器。测试方法及步骤如下：

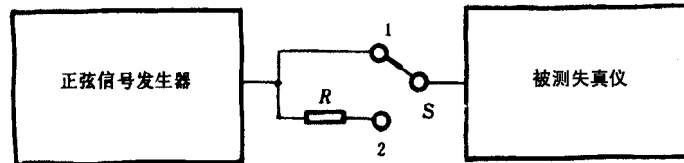


图 4

- a. 将失真仪置于电压测量工作位置；
- b. 将开关 S 置于“1”的位置；
- c. 按失真仪产品标准的规定,信号发生器输出低频信号,其幅度使电压表在相应量程下的满刻度指示值为 E_1 ；
- d. 将开关 S 置于“2”的位置,读记电压表的指示值为 E_2 ；
- e. 输入电阻按式(11)计算：

$$R_1 = \frac{E_2}{E_1 - E_2} R \dots\dots\dots (11)$$

式中： R_1 ——失真仪不平衡输入电压表的输入电阻值， $k\Omega$ ；
 R ——标准电阻器的阻值， $k\Omega$ ；
 E_1 ——未接入标准电阻器时失真仪电压表的指示值， V ；
 E_2 ——接入标准电阻器时失真仪电压表的指示值， V 。

注： R 为规定的标准电阻器，其值应不大于产品标准规定的输入电阻 R_1 的标称值。

12.2.4.2 输入电容测试

按图 5 连接测试仪器。测试方法及步骤如下：



图 5

- a. 将失真仪置于电压测量工作位置(不接通电源)；
- b. 按产品标准规定的频率和电压量程测试输入电容；
- c. 读记电容测量仪的指示值，即为该失真仪的输入电容值(应减去测试电缆的分布电容)。

12.2.5 波形误差测试

按产品标准规定的测试方法进行。

12.3 失真度测量性能特性测试

12.3.1 固有噪声测试

a. 接通失真仪的电源，将失真仪置于失真度测量工作位置，按产品标准规定的预热时间预热后，将失真仪输入端并接规定的电阻；

b. 将失真度测量时的校准器置于最大位置，在规定的频率范围内，由低到高或由高到低改变频率，并相应改变频率波段，读记不同频率时的噪声电压指示值；

c. 以上噪声电压指示值取其最大值，即为该失真仪测量失真度时的固有噪声。

12.3.2 频率范围及频率误差测试

按图 1 连接测试仪器。测试方法及步骤如下：

a. 将失真仪置于失真度测量工作位置；

b. 信号发生器分别输出为产品标准每个频段的上限值、中间值和下限值，其输出电压值为产品标准规定的测试电压值，按照测量失真度的方法，分别对上述信号进行失真度测量，调谐到最佳状态。读记频率计的实测值为 f_1 ，失真仪相应的频率指示值为 f_2 ；

c. 频率误差按式(12)计算：

$$\delta_f = \frac{f_2 - f_1}{f_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(12)$$

式中： δ_f ——测量失真度时的频率误差；

f_1 ——频率计测得的实际频率值；

f_2 ——失真仪相应的频率指示值。

d. 每波段的上、下限实测频率值即为频率范围。

12.3.3 输入电压范围测试

按图 1 连接测试仪器。测试方法及步骤如下：

a. 将失真仪置于失真度测量工作位置；

b. 信号发生器(已按输出电压标定失真度)分别输出为产品标准规定输入电压范围的上限值和下限值，其输出频率为产品标准规定的测试频率，按照测量失真度的方法，分别对上述信号进行失真度测量，其失真度测量结果应在产品标准规定的误差范围之内，读记标准交流电压表实测电压的上限值和下

限值,即为失真仪测量失真度时的输入电压范围;

c. 测试输入电压范围时的测试频率,每个频段应不少于三点,其中必须包含每个频段上下限的端点频率和一个中间频率(1 kHz)。

12.3.4 失真度量程范围及失真度引用相对误差测试

按图 6 连接测试仪器。测试方法及步骤如下:



图 6

a. 将失真仪置于失真度测量工作位置;

b. 标准失真源分别输出 1 V、不同频率、对应于失真仪各失真度量程的标准失真信号,按照测量失真度的方法,分别对上述标准失真信号进行失真度测量,其测量结果应在产品标准规定的误差范围之内,分别读记标准失真源输出的标准失真度值为 D_1 ,失真仪相应的失真度指示值为 D_2 ,则标准失真源输出指示的各失真度量程的上下限值,即为失真仪的失真度量程范围,测试频率每个频段应不少于两点,其中必须包含上限(或下限)的端点频率和一个中间点的频率;

c. 失真度引用相对误差(满刻度误差)按式(13)计算:

$$\delta_D = \frac{D_2 - D_1}{D_m} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(13)$$

式中: δ_D ——失真度引用相对误差;

D_m ——失真仪各失真度量程档的满刻度值;

D_1 ——标准失真源输出的不同标准失真度值;

D_2 ——失真仪相应的失真度指示值。

注:当标准失真源或标准正弦信号发生器输出信号的失真值大于 10% 时,应按照本标准中的公式(4)进行换算,然后才能进行失真度引用相对误差的计算。

12.3.5 基波抑制特性与残余失真特性测试

按图 7 连接测试仪器。测试方法及步骤如下:

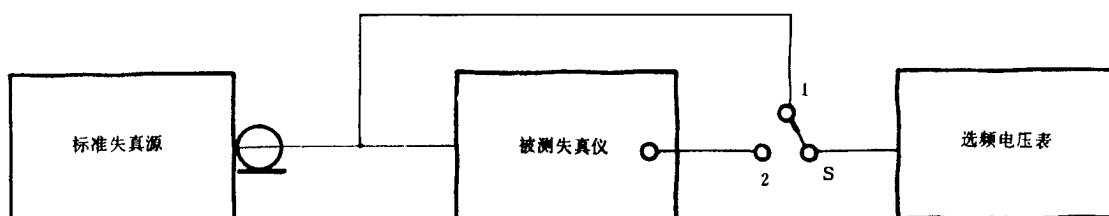


图 7

a. 标准失真源(也可用超低失真的正弦信号发生器代替)采用基波输出方式,其输出为 1 kHz、1 V(0 dB)的信号;

b. 将开关 S 置于“1”的位置,用选频电压表测出该信号的幅值,读数记为 U_1 ;

c. 将开关 S 置于“2”的位置,按照测量失真度的方法进行失真度测量,使失真仪对该信号的调谐滤除处于最佳状态,再用选频电压表测出残余基波信号的幅值,其读数记为 U_2 ,并读记失真仪电压表指示的失真信号幅值,读数记为 U_3 ;

d. 按照上述方法测出标准失真源输出为 1 V、不同频率信号时的 U_1 、 U_2 、 U_3 值,要求每个频段至少应测试三点,其中必须包含每个频段上、下限的端点频率;

e. 基波抑制特性与残余失真特性分别按式(14)与式(15)计算:

$$F_r = 20 \lg \frac{U_2}{U_1} \quad \dots\dots\dots(14)$$

式中： F_r ——失真仪的基波抑制特性，dB；

U_1 ——选频电压表测得标准失真源的输出基波电压值，V；

U_2 ——选频电压表测得失真仪输出的残余基波电压值，V。

$$D_r = 20 \lg \frac{U_3}{U_1} \dots\dots\dots(15)$$

式中： D_r ——失真仪的残余失真特性，dB；

U_1 ——选频电压表测得标准失真源的输出基波电压值，V；

U_3 ——失真仪测量失真度时，电压表的指示值，V。

12.3.6 谐波响应特性测试

按图 1 连接测试仪器。测试方法及步骤如下：

a. 信号发生器分别输出约 1 V 的一个固定电压值；其输出频率相应于失真仪各个频段中的频率，按照测量失真度的方法分别进行失真度测量；

b. 保持失真仪调谐状态不变，然后分别改变信号发生器的输出为 2 倍频信号，并保持其输出电压值不变，读记失真仪在“校准”状态下的 U_n 值，和在“失真度”状态下的 U'_n 值；

c. 按照上述方法可测出不同频率时失真仪的 2 次谐波的响应，每个频段测试频率应不少于三点（始、中、终点）；

d. 对于高次谐波响应的测试，应按上述测试方法进行，其测试的谐波次数按产品标准的规定进行；

e. 谐波响应特性按式(16)计算：

$$\delta_{v_n} = 20 \lg \frac{U'_n}{U_n} \dots\dots\dots(16)$$

式中： δ_{v_n} ——失真仪对 n 次谐波响应的误差，dB；

U_n —— n 次谐波输入时，失真仪的校准电压值，V；

U'_n —— n 次谐波输入时，失真仪在“失真度”状态时电压表的相应指示值，V；

n ——分别为 2、3、4……的自然整数。

12.3.7 输入阻抗测试

测试仪器连接、测试方法与误差计算均按 12.2.4 条的规定进行。此时应将失真仪由电压测量工作位置改为失真度测量工作位置。

注：若失真仪具有共同的阻抗变换电路，则可不再进行输入阻抗的测试。

12.4 其他性能特性测试

根据不同失真仪产品标准规定的要求，制订其相应的测试方法。

12.5 视在功率测试

按图 8 连接测试仪器。测试方法及步骤如下：

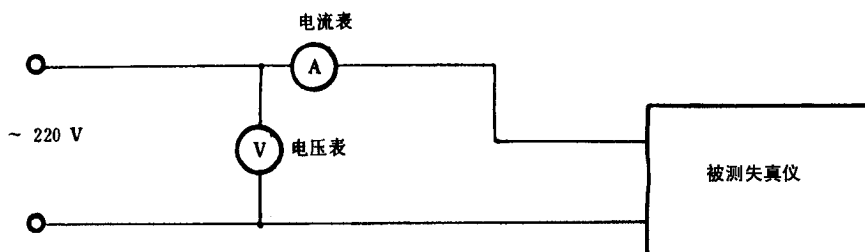


图 8

接通测试系统的电源，将失真仪置于电压或失真度测量工作位置，由电压表和电流表分别读记交流有效值电压和电流，并分别用 U 和 I 来表示；

视在功率按式(17)计算：

$$P = U \cdot I \quad \dots\dots\dots(17)$$

式中： P ——视在功率， $V \cdot A$ ；
 U ——交流电源的有效值电压， V ；
 I ——交流电源的有效值电流， A 。

附录 A
试验报告的格式与填写说明
(参考件)

A1 幅面

试验报告的幅面应符合 GB/T 14689 中的 A3 幅面的规定。

A2 试验报告的组成

封面；

总试验报告见表 A1；

A 组试验报告——特性测试报告见表 A2；

B 组试验报告——其他特性测试报告见表 A2；

C 组试验报告——气候环境试验报告及振动、冲击、运输试验报告见表 A3 及表 A4；

D 组试验报告——特殊环境试验报告(待定)；

E 组试验报告——一次性试验报告(待定)；

F 组试验报告——可靠性试验报告见表 A5。

A3 填写说明

A3.1 总试验报告

该报告是根据不同阶段的要求,由承担试验部门进行填写,并报上级。填写要求如下:

分组试验报告——填写分组试验报告的分组代号;

试验概况——填写分组试验中出现的故障现象及有关说明;

试验结果——填写试验结果、判断提议;

审核意见——填写对提议的复审意见,补充意见及初步结论;

上级意见——填写上级对试验结论的意见。

A3.2 A、B 组试验报告

为 A、B 组试验通用的报告,供选择 A 组或 B 组试验,填写要求如下:

试验项目——填写产品标准中的有关项目;

检验要求——应根据产品标准或其他有关规定,填写允许的极限值;

测试设备——填写对应于特性项目检验用的主要设备型号;

测试数据——填写实测数据;

备注——填写在试验中有必要进一步说明的现象。

A3.3 C 组试验报告

环境要求——填写额定使用范围内规定的误差极限。分段给出的误差,应在误差后的括号内注明分段范围。

其他同 A3.2。

振动、冲击、运输试验报告填写要求如下:

试验程序与测试数据——应填写与试验设备的性能指标或校准有关的数值;

检验项目——仅填写与机械环境有关的检验项目(见表 1、表 2);

检验要求——一般指产品给出的最大误差;

测试数据——当产品标准中未明确规定时,系指各种机械环境试验后,在正常条件下测试的数据;

备注——填写在试验中有必要进一步说明的现象。

A3.4 D 组试验报告(待定)。

A3.5 E 组试验报告(待定)。

A3.6 F 组试验报告

可靠性试验报告按有关标准规定填写。

表 A1 总试验报告

产品型号与名称:	产品标准代号:	试验组别:	试验报告编号:	第 号
制造单位:	送检单位:	送检数量:	送检性质:	送检日期: 年 月 日
分组试验报告:	共 页	试验周期:自 年 月 日至 年 月 日		
试验概况:				
试验结果:		审核意见:		上级意见:
例行试验室: 负责人:		质量检验科: 负责人:		单位名称: 负责人:
月 日		月 日		月 日

表 A5 F 组试验报告——可靠性试验报告 第 页 共 页

产品型号及名称		制造单位		制造日期:		年		批量生产数:		
试验方案		名称及编号		环境温度(长期保持): C		(工作 7 h		关机 1 h) × 3/d		
试验时间		特征值		电压: 198-220-242 V 各 1/3		Hz、		持续 小时		
自 月 日至 月 日		抽样台数		n: 台; 试验性质:		小时		自标值 Q:		
序号	失效机号	失效发生时间		失效现象	失效原因	失效元器件		失效类别		修理措施及时间
		月 日	失效时间			制造单位	出厂年月	一次	二次	
试验结果统计分析		点估计		相关失效数 r:	次	观察 Q:		小时		
失效原因分类百分比:		区间估计		置信度 C:	%	置信下限 Q _L :		小时		
元件		工艺		总失效次数:	次	累计最低累计通电时间:		小时		
设计		其他		试验结论:		备注:				
试验人:		记录人:		审核人:		批准:		年 月 日 (公章)		

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械电子工业部提出。

本标准由北京无线电仪器二厂和机械电子工业部电子标准化研究所起草。