

# 声发射检测仪器性能测试方法

## 1 范围

本标准规定了声发射检测仪器的性能测试方法,适用于声发射检测装置的前置放大器、主放大器、振幅鉴别器等部分的性能测试。

## 2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

JB/T 7406.2—1994 试验机术语 无损检测仪器

## 3 术语

本标准所用的术语除引用 JB/T 7406.2 外,还使用了下列术语:

### 3.1 门槛电压

振幅鉴别器的一个电压电平,用以鉴别比此电平大的信号。

### 3.2 仪器死时间

随一个声发射事件之后产生的时间间隔,在此时间内仪器不能进行所规定的工作。

仪器死时间包括过载恢复时间和延迟时间。

### 3.3 过载恢复时间

由于声发射事件振幅超过仪器的线性工作范围,在仪器中引起非线性电压或电流的时间间隔。

### 3.4 延迟时间

仪器在检测到的声发射事件结束之后人为设置的时间间隔,在此时间内不允许接收新事件。

### 3.5 信号过载点

当信号超过放大器线性工作范围时。输出信号振幅与输入信号振幅的比和在线性工作范围内所得到的输出与输入的比相差 3dB 的点。

### 3.6 动态范围

仪器所规定的最大信号电平与其噪声电平之比。

## 4 测试条件及测试用仪器设备

### 4.1 测试环境条件

测试的环境条件:温度为  $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度为 45%~75%,大气压强为 86kPa~106 kPa。在测试中不产生疑义时,可在温度为  $10^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$  的条件下进行。

在测试报告中应写明测试时的条件。

### 4.2 电缆线

采用与被测仪器配套的电缆线,所有参数的测试都采用此电缆线。

### 4.3 主要测试设备及其技术要求

4.3.1 主要测试设备见表 1。这些设备的主要技术要求不应低于附录 A(提示的附录)的规定。

表 1

序号	名称	备注
1	标准衰减器	见附录 A
2	信号发生器	见附录 A
3	双线示波器	见附录 A
4	有效值电压表	见附录 A
5	脉冲调制信号发生器	见附录 A

4.3.2 所用测试仪器应经过定期检验并在有效期内。

4.3.3 所用测试仪器在接入时,对被测量的影响应该是觉察不到的,或者是可以计算出来的。原则上。用此仪器测量时,测量中所产生的误差对于被测仪器的误差来讲可以忽略不计。

## 5 测试项目与测试方法

### 5.1 频带宽度

#### 5.1.1 测试设备

a)信号发生器; b)示波器; c)有效值电压表; d)标准衰减器。

#### 5.1.2 测试步骤

5.1.2.1 测试设备的连接方法如图 1。

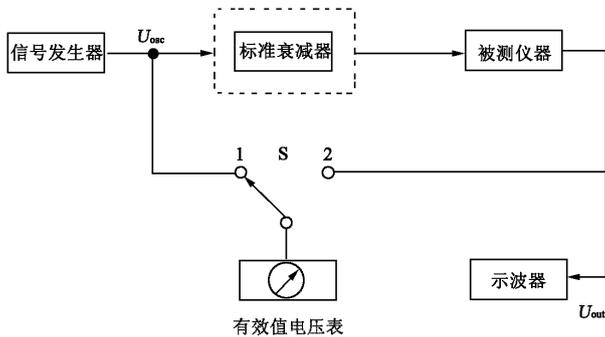


图 1  
注:测试仪器要求阻抗匹配。

5.1.2.2 标准衰减器调至零或适当位置。

5.1.2.3 由信号发生器输入信号,在输出端用示波器观察输出波形,并用有效值电压表测输出电压。

5.1.2.4 保持输入信号幅度不变,改变输入信号频率,使输出电压幅度达到最大值  $U_{max}$ 。

5.1.2.5 调节输入信号频率,读取输出电压幅度为  $U_{max}$  的 70.7% 时所对应的信号频率  $f_L$  和  $f_H$ , 则 -3 dB 频带宽度按公式(1)计算:

$$\Delta f = f_H - f_L \dots\dots\dots (1)$$

式中: $\Delta f$ ——频带宽度, kHz;  $f_H$ ——高频截止频率, kHz;  $f_L$ ——低频截止频率, kHz。

### 5.2 倍频程衰减

5.2.1 测试设备同 5.1.1。

## 5.2.2 测试步骤

5.2.2.1 测试设备的连接方法如图 1。

5.2.2.2 调节信号发生器,使输入信号频率为中心频率  $f_c$ ,此时读取所对应的输出电压值  $u_{out}$ 。 $f_c$  按公式(2)计算:

$$f_c = \frac{1}{2}(f_H + f_L) \dots\dots\dots (2)$$

式中:  $f_c$ ——中心频率, kHz。

5.2.2.3 调节输入信号频率至高频截止频率  $f_H$  的 2 倍频和低频截止频率  $f_L$  的 1/2 倍频,分别读取所对应的输出电压值  $U_{oj}$ ,则倍频程衰减按公式(3)计算:

$$K_j = 20 \log \frac{U_{out}}{U_{oj}} \dots\dots\dots (3)$$

式中:  $K_j$ ——倍频程衰减, dB。

## 5.3 增益

5.3.1 测试设备同 5.1.1。

### 5.3.2 测试步骤

5.3.2.1 测试设备的连接方法如图 1。

5.3.2.2 调节信号发生器的频率至仪器额定带宽的几何平均频率,按公式(4)计算:

$$f_M = (f_L \cdot f_H)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (4)$$

式中:  $f_M$ ——几何平均频率, kHz。

5.3.2.3 将转换开关 S 打到“1”位置,输入信号幅度调到仪器的动态范围内,用有效值电压表测其输入电压为  $U_{osc}$ 。

5.3.2.4 将转换开关 S 转到“2”位置,调节标准衰减器,使有效值电压表指示值  $U_{out}$  等于  $U_{osc}$  则标准衰减器的调节量即为被测仪器的增益值:

5.3.2.5 如无标准衰减器时,将转换开关 S 转到“2”位置后,测输出电压值  $U_{out}$ ,可按公式(5)计算出被测仪器的增益值:

$$K = 20 \log \frac{U_{out}}{U_{osc}} \dots\dots\dots (5)$$

式中:  $k$ ——被测仪器增益, dB;

$U_{out}$ ——输出电压有效值, V;

$U_{osc}$ ——输入电压有效值, V。

5.3.2.6 如对 5.3.2.5 测出的结果有争议时,以 5.3.2.4 测出的结果为准。

## 5.4 噪声

### 5.4.1 测试设备

a) 有效值电压表; b) 示波器。

### 5.4.2 测试步骤

5.4.2.1 测试设备连接如图 2。

5.4.2.2 用有效值电压表读取输出电压有效值为  $U_{out}$ ,则可按公式(6)计算噪声电平:

$$U_{ns} = \frac{U_{out}}{k} \dots\dots\dots (6)$$

式中:  $U_{ns}$ ——噪声电平,  $\mu V$ ;  $U_{out}$ ——输出电压,  $\mu V$ ;  $k$ ——放大倍数。

5.5 动态范围

5.5.1 测试设备同 5.1.1。

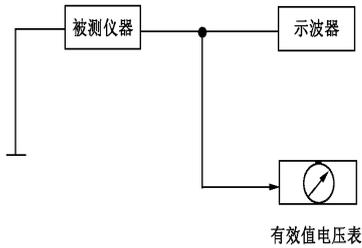


图 2

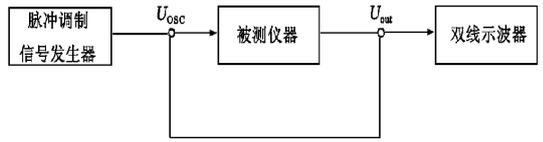


图 3

5.5.2 测试步骤

5.5.2.1 测试设备连接如图 1。

5.5.2.2 调节信号发生器,使输入信号频率为被测仪器的几何平均频率  $f_M$ ,用示波器观察输出波形。

5.5.2.3 逐渐增加输入信号幅度,观察输出波形,至输出波形无明显畸变时为止。由有效值电压表读取此时所对应的输出电压有效值为  $U_{out}$ ,按公式(7)计算出动态范围:

$$D = 20 \log \frac{U_{out,pp}}{U_{ns,pp}} \dots\dots\dots (7)$$

式中:  $D$ ——用分贝表示的动态范围, dB;  $U_{ou,pp}$ ——输出电压峰—峰值, V;  $U_{ns,pp}$ ——输出噪声电平峰—峰值, V。

注:输出电压峰—峰值和输出噪声电平峰—峰值由有效值换算。

5.6 过载恢复时间

5.6.1 测试设备

- a) 脉冲调制信号发生器;
- b) 双线示波器。

5.6.2 测试步骤

5.6.2.1 测试设备连接如图 3。

5.6.2.2 脉冲调制信号发生器的被调制信号频率调到几何平均频率和低频截止频率之间,使调制脉冲持续时间大到不影响过载恢复时间的测量,振幅为信号过载点的 10 倍,调制脉冲间隔时间大于过载恢复时间。

5.6.2.3 观察示波器输出波形,记录从输出信号开始畸变至消失为止的时间,即为过载恢复时间,如图 4 所示。

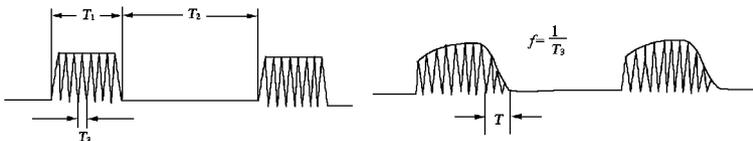


图 4

$T_1$ —调制脉冲持续时间;  $T_2$ —调制脉冲间隔时间;  
 $T$ —过载恢复时间;  $f$ —被调制信号频率

## 5.7 输入阻抗

### 5.7.1 测试设备

a)信号发生器；b)双线示波器；c)有效值电压表；d)阻抗(电阻、电容)。

### 5.7.2 测试步骤

5.7.2.1 测试设备连接如图5。

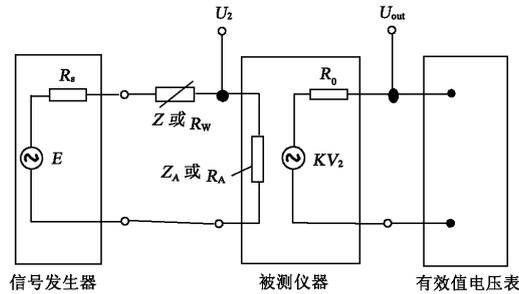


图5

5.7.2.2 首先使  $Z=0$ , 调节信号发生器, 使输入信号频率为被测仪器的几何平均频率, 振幅在动态范围之内, 用有效值电压表测输出电压为  $U_{01}$ 。

5.7.2.3 调节  $Z$  值, 使被测仪器输出电压  $U_{02}$  为  $U_{01}$  的 50% 左右。

5.7.2.4 用双线示波器测量  $Z_A$  两端电压相对于  $R_w$  两端电压的相位差  $\theta$ 。则此时的输入阻抗按公式(8)计算:

$$Z_A = \frac{U_{02}(R_s + Z) - U_{01}R_s}{U_{01} - U_{02}} \pm \angle\theta = R_A \pm jX_A \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:  $Z_A$ ——输入阻抗,  $\Omega$ ;  $Z$ ——可变阻抗,  $\Omega$ ;  $R_s$ ——信号发生器内阻,  $\Omega$ ;  $\theta$ ——相位差, rad;  $X_A$ ——输入电抗,  $\Omega$ 。

5.7.2.5 当  $Z_A$  为纯电阻时, 使  $Z$  也为纯电阻  $R_w$ , 然后按 5.7.2.2 的方法测出对应  $R_w=0$  时的输出电压  $U_{01}$  再调节  $R_w$ , 使对应的输出电压  $U_{02}$  等于  $U_{01}$  的 50%, 则此时的输入电阻按公式(9)计算:

$$R_A = \frac{\frac{1}{2}U_{01}(R_s + R_1) - U_{01}R_s}{U_{01} - \frac{1}{2}U_{01}} = R_1 - R_s \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:  $R_A$ ——输入电阻,  $\Omega$ ;

$R_1$ ——使输出电压降低 50% 时的  $R_w$  值,  $\Omega$ 。

## 5.8 输出阻抗

### 5.8.1 测试设备

a)信号发生器；b)电压表或示波器；c)高频电阻箱；

### 5.8.2 测试步骤

5.8.2.1 测试设备的连接方法如图6。

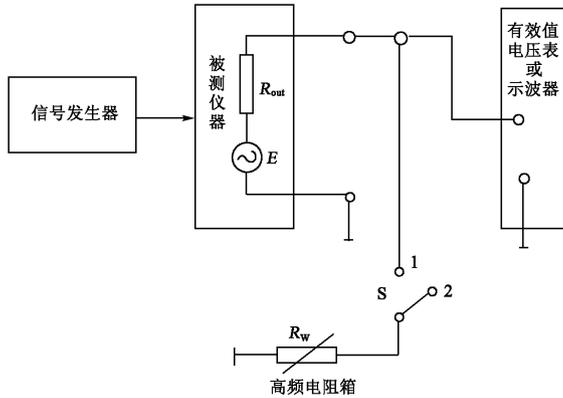


图 6

5.8.2.2 将 S 转到“2”位置. 调节信号发生器, 使输入信号频率为几何平均频率, 读取输出电压为  $U_{out} = U_{01}$ 。

5.8.2.3 将 S 转到“1”位置, 调节电阻箱, 使输出电压幅度降低 50%, 即  $U_{out} = \frac{1}{2}U_{01}$ , 记下此时电阻箱的电阻为  $R$ , 则输出电阻按公式(10)计算:

$$R_0 = R \dots\dots\dots (10)$$

式中:  $R_0$ ——输出电阻,  $\Omega$ 。

## 5.9 阈值电压

### 5.9.1 测试设备

a) 信号发生器; b) 示波器; c) 计数器。

### 5.9.2 测试步骤

5.9.2.1 测试设备连接方法如图 7。

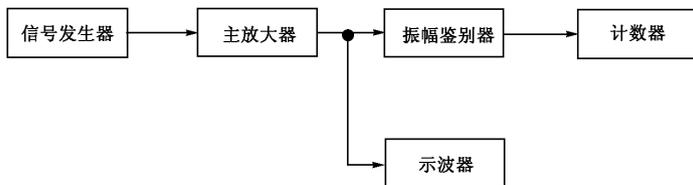


图 7

5.9.2.2 调节信号发生器, 使输入信号频率为被测仪器的几何平均频率, 输入信号幅度由小至大逐渐增加, 由示波器观察输出波形; 记录当计数器开始计数时的电压电平, 此电压电平即为阈值电压(浮动门槛除外)。

## 6 检验规则

6.1 声发射检测仪在定型和出厂时必须按本标准和产品标准的要求进行检验, 以确定是否符合本标准及产品标准规定的质量要求。

## 6.2 检验方式

检验方式分下列两种：

### 6.2.1 必检

声发射检测仪在定型和交收检验时必须按本标准及产品标准的要求进行全性能的质量检验。

### 6.2.2 抽检

对批量生产的产品须定期抽检,从批量产品中抽取一定数量的产品进行全性能的质量检验。

## 6.3 检验项目

声发射检测仪在必检和抽检时应按表 2 的规定项目进行。

表 2

序号	部件名称	测试项目	条文号	备注
1	前置放大器	频带宽度	5.1	
		增益	5.3	
		噪声	5.4	
		动态范围	5.5	
		过载恢复时间	5.6	
		输入阻抗	5.7	
		输出阻抗	5.8	
2	滤波器	频带带度	5.1	
		倍频程衰减	5.2	
3	主放大器	频带宽度	5.1	
		增益	5.3	
		动态范围	5.5	
		过载恢复时间	5.6	
		输入阻抗	5.7	
4	振幅鉴别器	输出阻抗	5.8	
		门檻电压	5.9	

## 附 录 A

(提示的附录)

### 测试用仪器设备主要技术要求

#### A1 标准衰减器

主要技术要求：

a) 衰减范围:0 dB~80 dB 或以上; b) 频率范围:0 NHz~2MHz 或以上; c) 衰减分档形式:至少应有 10 dB, 1 dB, 0.1 dB 三种衰减分档形式; d) 衰减误差:±A% ± 0.05 dB, A 为读数值,单位 dB; e) 特性阻抗:直流(50±1%)Ω 或(70±1%)Ω。

#### A2 信号发生器

主要技术要求：

a) 频率范围:0.5Hz~10MHz 或以上; b) 频率误差:1kHz ~ 10KHz,为±1.5%(满度值)+1/4 小刻度; 100 kHz,为±3%(满度值)+1/4 小刻度; 1 MHz,为±8%(满度值)+1/4 小刻度。

#### A3 双线示波器

主要技术要求

a) 频率范围:0MHz~40MHz 或以上; b) 时间轴最大误差为 $\pm 3\%$ 。

#### A4 有效值电压表

主要技术要求:

a) 电压范围:100 $\mu$ V~300 $\mu$ V; b) 频率范围:10 Hz~10 MHz。

#### A5 脉冲调制信号发生器

主要技术要求:

a) 调制输出幅度:0 V~10V; b) 被调制信号频率范围:60 Hz~1.5 MHz; c) 调制脉冲宽度范围:1ms~30 ms; d) 调制脉冲的间隔时间:20 ms~500ms。