



中华人民共和国国家标准

GB/T 6933—1995

短波单边带发射机电性能测量方法

Methods of measurement of electrical
performance for short wave
single-sideband transmitters

1995-04-06 发布

1995-11-01 实施

国家技术监督局 发布

短波单边带发射机电性能测量方法

代替 GB 6933—86

Methods of measurement of electrical
performance for short wave
single-sideband transmitters

1 主题内容与适用范围

本标准规定了短波单边带发射机(简称发射机)的电性能测量条件、定义和测量方法。

本标准适用于不带有完整天线的发射设备,其音频带宽不超过 10 kHz 的全载波(H3E)、减幅载波(R3E)和抑制载波(J3E),包括独立边带(B8E)的短波单边带发射机。也适用于可以兼容发射双边带调幅话(A3E)、等幅报(A1A、A1B)的短波单边带发射机。

本标准仅提供电气性能的测量方法及其有关条件的规定。测量项目以及性能指标按设备规范的规定。

对于特殊的发射机,本标准没有规定的电气性能项目的定义和测量方法,由供需双方协商自行规定。

2 引用标准

GB 6934 短波单边带接收机电性能测量方法

3 术语

3.1 标准试验调制 standard test modulations

标准试验调制(A)系指产生基准边带功率的 1 000 Hz 的正弦输入信号电平的调制。

标准试验调制(B)系指 1 000 Hz 和 1 600 Hz 两个正弦输入信号的调制,其中每一个正弦输入信号所产生的输出功率等于基准边带功率。

标准试验调制(C)系指 700 Hz 和 2 500 Hz 两个正弦输入信号的调制,其中每一个正弦输入信号所产生的输出功率等于基准边带功率。

注:标准试验调制(A)用于 H3E 发射类别发射机的邻道功率测量,标准试验调制(C)用于 R3E 或 J3E 发射类别发射机的邻道功率测量(见 6.5 条)。

3.2 基准边带功率 reference sideband power

基准边带功率系指测量额定射频输出功率时所确定的一个需要边带的功率。

3.3 额定射频输出功率 rated radio-frequency output power

额定射频输出功率系指制造厂规定的峰包功率,即在规定的工作条件下,发射机输出端连接规定的负载时,其输出端的有效功率。

3.4 频谱功率密度 spectral power density

频谱功率密度是在频率域内描述随机过程统计特性的一种量度,它表示随机过程的各个频率分量的强度或单位带宽内的平均功率。

3.5 规定带宽 specified bandwidth

国家技术监督局 1995-04-06 批准

1995-11-01 实施

规定带宽是指单边带发射机发送话音迭加一些基准频率所要求的带宽。

注：① 对于抑制载波(J3E)，其典型值为 2 400 Hz。

② 对于减幅载波(R3E)或全载波(H3E)，带宽扩展到包括载频，其典型值为 2 700 Hz。在这种情况下，载频为基准频率。

③ 对于在话音频带外(例如：高于话音频带)具有导频的发射机，其带宽扩展到包括导频。但是，导频频率总是落在信道间隔内。

④ 规定带宽的置定可高于或低于载频或基准频率。

3.5.1 带限频率 band limit frequencies

带限频率系指规定带宽的边界频率，该频率相对于以载频为零频率而言。

注：上边带带限频率通常用最低频率 $F_{\min}$ 和最高频率 $F_{\max}$ 来表示(例如：300 与 2 700 Hz, 0 与 2 700 Hz)。

下边带带限频率通常用负的最低频率 $F_{\min}$ 与负的最高频率 $F_{\max}$ 来表示(例如：-300 与 -2 700 Hz, 0 与 -2 700 Hz)。

但是，对本标准而言，上限和下限规定带宽对 $F_{\min}$ 和 $F_{\max}$ 均采用正值频率。在测量方法中，由本机振荡器的变化而引起的负值频率将不言而喻地被称为“减小”。

3.5.2 导频 pilot tone

导频系指接收机用以确定解调输出信号频率的参考频率。

注：① 该频率以载频为参考(该载频指定为零频率)。该频率可在所配置的信道内置于任意位置。

② 假如发射机在非调制状态下同时发送载波(减幅载波或全载波)和导频，则 6.5.2 条的测量方法无效。

4 标准试验条件

4.1 标准大气条件

除非另有规定，测量均应在以下标准大气条件下进行。

4.1.1 基准标准大气条件

如果被测参数随温度和(或)气压而变化的规律是已知的，则应在本标准 4.1.3 条中规定的试验标准大气条件下测量参数值。必要时，可以通过计算校正到下列基准的标准大气条件下的参数值。

温度：20℃；

气压：101.3 kPa。

注：由于相对湿度不能通过计算来校正，因此不予规定。

4.1.2 仲裁试验的标准大气条件

如被测参数随温度、气压和湿度变化的规律未知时，则通过协议，选择表 1 所列仲裁试验的标准大气条件之一进行测量。

当测量的温度不是 20℃或不是有关标准中规定的上述其他值时，可由供需双方协议，规定特定参数的合适极限值。

注：如果相对湿度对试验结果没有影响，则可不予考虑。

表 1

温度 ℃			相对湿度 %		气压 kPa
标称值	窄容差	宽容差	窄范围	宽范围	
20	±1	±2	63~67	60~70	86~106
23	±1	±2	48~52	45~55	86~106
25	±1	±2	48~52	45~55	86~106
27	±1	±2	63~67	60~70	86~106

4.1.3 试验的标准大气条件

测量和试验的标准大气条件范围见表 2。

表 2

温 度	相对湿度	气 压
15~35℃	45%~75%	86~106 kPa

当不能在标准大气下进行测量时,实际条件要在试验报告上写明。

在对所给定的设备进行的一系列测量中,作为整个试验的一部分,温度和相对湿度应大体稳定。

4.2 标准电源条件

电源的电压及其频率在发射机工作时的电源输入端测量。如果发射机接有不可拆卸的电线、电缆时,可在电源输入插头上测量,但要记录电线、电缆的类型、截面形状和长度等。

标准电源条件分直流电源、交流电源两种。

4.2.1 直流电源的标准试验电压

总直流电源标准试验电压按总标称电压计,其误差应为 $\pm 2\%$,脉动应小于 2% 。

4.2.2 交流电源的标准试验电压及其频率

无特殊规定时,标准试验电压为 220/380 V,其误差应为 $\pm 2\%$,标准试验频率为 50 Hz,其误差应为 $\pm 2\%$,谐波失真系数应小于 5% 。

5 补充试验条件

5.1 测量设备的连接

应仔细连接以保证测量设备和任何耦合装置对发射机的负载条件不会产生坏的影响。

5.2 具有可卸输入端子的发射机的输入信号测量设备

5.2.1 输入信号源

输入信号源由一个或多个音频信号发生器组成,音频信号发生器按图 1 所示连到发射机的输入端。

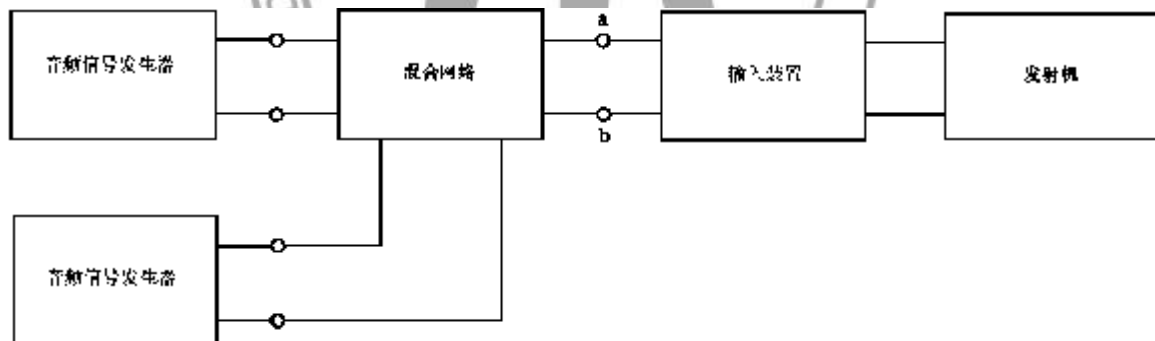


图 1

注：① 混合网络应具备对各个信号防止相互窜扰的能力。

② 输入装置可以是模拟网络、阻抗匹配网络、直通连接或任何其他规定的网络。

5.2.2 输入信号电压

图 1 所示装置的 a、b 两端的合成电压,用各音频信号发生器的电压来表示。

5.2.3 基准输入信号电压

系指产生标准试验调制(A)(见 3.1 条)的输入电压有效值。

5.3 调制限幅

除非另有规定,如果有调制限幅器,则应调到正常工作。

5.4 预加重

除非另有规定,如果预加重包括在发射机里,则预加重应该工作。

5.5 音频频带的限制

因为某些特性,如噪声和音频谐波失真取决于试验设备的音频带宽,因此只有当解调信号所占据的音频频带限制在规定的范围内时,才能获得重现的结果。

这种限制可以通过前面任何一个音频测量设备的频带限制滤波器来完成,这个滤波器可以合并并在测量设备里面。当测量残留哼声和噪声时,只需要规定滤波器的低通部分。

5.6 具有可卸天线端子的发射机的试验负载

当发射机进行试验时,将一个具有发射机制造厂所规定的额定阻抗和功率的非辐射性负载代替包括馈线在内的天线。

5.7 测量设备和要求

测量仪表的精度应保证所测指标的精度要求。例如,测量与频率误差有关的仪器设备,其频率准确度必须高一个数量级。

个别项目需适当选择测量仪表,防止仪表引入副作用。例如,测量互调,应避免信号发生器之间产生互调产物。

本标准推荐的一些通用测量仪器的主要性能见附录 A(补充件)。

5.8 测量工作场所条件

测量工作场所应清洁,不应存在有损害设备的气体、盐雾及强烈的日光辐射。应具有隔离工业干扰、火花干扰、天电干扰的措施。应避免明显的机械振动和冲击的影响。

6 电性能定义和测量方法

6.1 平均功率

6.1.1 定义

发射机在规定的条件下,在比最低调制频率相对应的周期长得多的时间内馈送到规定试验负载上的平均功率。

6.1.2 测量方法——热功当量法

可选用下列方法的一种方法,应注意保证测量的时间能满足 6.1.1 条的规定。

6.1.2.1 用水(或其他液体)冷却的电阻器作为试验负载的功耗元件,将高频能量转换为热量。有时也用液体本身作为功耗元件。消耗的平均功率可用公式(1)热平衡方程计算:

$$P = \rho C Q \Delta t \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中: P ——平均功率, W ;

ρ ——液体质量密度, kg/L (水的质量密度为 1);

C ——比热当量, $J/(kg \cdot ^\circ C)$ (水的比热当量为 4 187);

Q ——冷却液体的流量, L/s ;

Δt ——冷却液体的温升, $^\circ C$ 。

注: ① 为防止热辐射和对流损耗而造成的误差, Δt 应尽可能保持低值,只须温度计指示有足够的精度即可。进水口和出水口的温度计应分别放在电阻器附近。

② 发射机和试验负载均应有良好的高频屏蔽,以防止高频辐射影响某些测量元件(如水银温度计)的指示。

6.1.2.2 用水蒸发冷却的电阻器作为试验负载的功耗元件,在标准大气压力下,消耗的平均功率可用公式(2)计算:

$$P = 4187Q(\Delta t + 539) \dots\dots\dots(2)$$

式中： P ——平均功率，W；

Q ——冷却后蒸馏水的流量，kg/s；

Δt ——沸点 100℃与冷却后水的温差，℃。

注：① 试验负载应具有完善的水、汽分离装置，以防止蒸汽携带有未经汽化的水珠而造成很大的误差。

② 如果采用水冷冷凝器，可以通过测量两次水的温差和流量，再采用水冷电阻测量法的公式进行计算。这时未经汽化的水珠不会造成误差。

③ 由于冷凝后的蒸馏水的流量不稳，导致温差指示波动，读数可取平均值。

6.1.2.3 用风冷却的电阻器作为试验负载的功耗元件，在标准大气压力下，消耗的平均功率可用公式(3)计算：

$$P = \frac{348Q\Delta t}{t + 273} \dots\dots\dots(3)$$

式中： P ——平均功率，W；

Q ——空气流量，L/s；

Δt ——空气冷却前后的温差，℃；

t ——空气冷却前的温度，℃。

当风速不易测准时，可用直流或工频电源加热电阻器，用比较法读数，但应保持冷却风速恒定。

6.1.3 测量方法二——功率计法

a. 测量框图如图 2。



图 2

b. 发射机在规定的调制条件下按规定方法调机。

c. 若使用通过式功率计，则由通过式功率计（耦合器处于入射波方向）直接读出平均功率。

d. 若使用的匹配试验负载带有高频电流表，则按公式(4)计算平均功率：

$$P = I^2 R \dots\dots\dots(4)$$

式中： P ——平均功率，W；

I ——通过试验负载的高频电流有效值，A；

R ——试验负载的电阻，Ω。

6.2 峰包功率

6.2.1 定义

发射机在规定的调制条件下，在调制包络峰值处、高频一周期内馈送到规定试验负载上的平均功率。

单边带发射机的额定输出功率以峰包功率标称。

6.2.2 测量方法

在发射机输入端加上规定的调制信号,并按 6.1.2 条规定的方法之一或 6.1.3 条的方法测量平均功率。根据表 3 所列的与发射类别及所加调制信号相应的换算因子,估算出峰包功率。

换算因子是理论上的数据,由于发射机内的非线性或其他效应,峰包功率的估算结果会有误差,但在规定失真条件下,其误差在工程上可忽略。

6.3 相对音频互调产物电平

6.3.1 定义

当两个或更多音频信号通过信道时,由于音频和射频段的非线性而产生新的无用非谐波分量,其电平与基准边带电平之比称为相对音频互调产物电平。

6.3.2 测量方法

a. 测量框图如图 3。

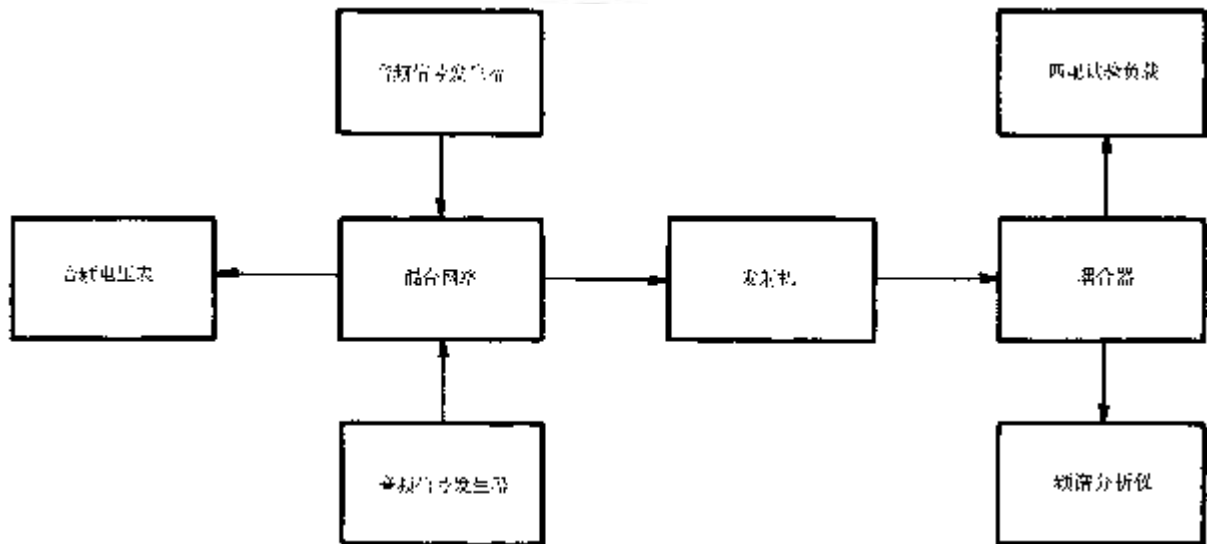


图 3
表 3

发射类别	调制信号	换算因子	
		载波功率	平均功率
		峰包功率	峰包功率
R3E (单边带话、减幅载波)	等幅双音正弦信号调制到峰包功率	0.025 (-16 dB)	0.379 (-4.2 dB)
H3E (单边带话、全载波)	对载波进行 100%调制的单一正弦振荡	0.25 (-6.0 dB)	0.500 (-3.0 dB)
J3E (单边带话、抑制载波)	等幅双音正弦信号调制到峰包功率	<0.000 1 (<-40 dB)	0.500 (-3.0 dB)
B8E 两个独立边带话、减幅载波或抑制载波	每一边带上的单一正弦振荡,调制到峰包功率,两个边带都调制到同一电平	减幅 0.025 (-16 dB)	0.379 (-4.2 dB)
		抑制 <0.000 1 (<-40 dB)	0.500 (-3 dB)

b. 按规定方法调好发射机,在输入端加入标准试验调制(B),调节电平至额定功率输出。

- c. 调节信号器使双音信号电平相等,再调节频谱仪使双音为 0 dB 位置。
- d. 观测各阶互调分量,并记下其中最大值。
- e. 步骤 d 与步骤 c 所记录的电平之差即为相对音频互调产物电平,用分贝表示。

注: ① 耦合器内不应接有二极管等非线性元件,可用电阻器、电容器或电感器构成耦合。

② 应注意发射机的高频屏蔽和滤波。

6.4 边带抑制

6.4.1 定义

在单边带信号产生过程中,对未用边带信号的抑制能力称为边带抑制。以未用边带信号电平与所用边带信号电平之比的分贝数表示。

6.4.2 测量方法

- a. 测量框图如图 3。两音频信号发生器取其中之一即可。
- b. 发射机上边带输入标准试验调制(A),调节音频信号发生器的输出电平,使输出功率为额定峰包功率的-3 dB。
- c. 调节频谱仪使该单音信号电平为 0 dB 位置。
- d. 观测未用边带(下边带)的信号分量。
- e. 步骤 d 与步骤 c 所记录的电平之差即为边带抑制能力,用分贝表示。
- f. 在规定通带范围内,保持输出功率不变,改变输入音频频率,测出不同频率下的边带抑制分贝数。
- g. 发射机下边带输入标准试验调制(A),重复步骤 b、c、d、e、f,测出下边带的抑制能力。

6.5 邻道功率

6.5.1 定义

在按信道划分的系统中工作的发射机,其邻道功率系指在规定的调制状态下,总输出功率中落在任何一个相邻信道的规定带宽内的那一部分功率。

邻道功率可采用功率测试接收机或频谱分析仪进行测量。功率测试接收机应具有一6 dB 的频率响应,该频率响应的带宽偏离发射机载波频率的数值由信道间隔来确定。除邻道功率外,本测量还提供了平均功率与邻道功率之比,单位用分贝表示。对本标准而言,该比值称为“邻道功率比”。

注: 本测量要求知道载波功率(见 6.1 条和 6.2 条)。

6.5.2 测量方法——功率测试接收机法

注: 本测量要求知道平均功率(见 6.1 条)。

6.5.2.1 测量步骤

- a. 测量框图如图 4。使用一个规定选择性的功率测试接收机。对该功率测试接收机的特性要求见附录 D(参考件)。
- b. 按规定操作发射机以获得额定射频输出功率。如果发射机使用非载波的导频,应记录其频率。

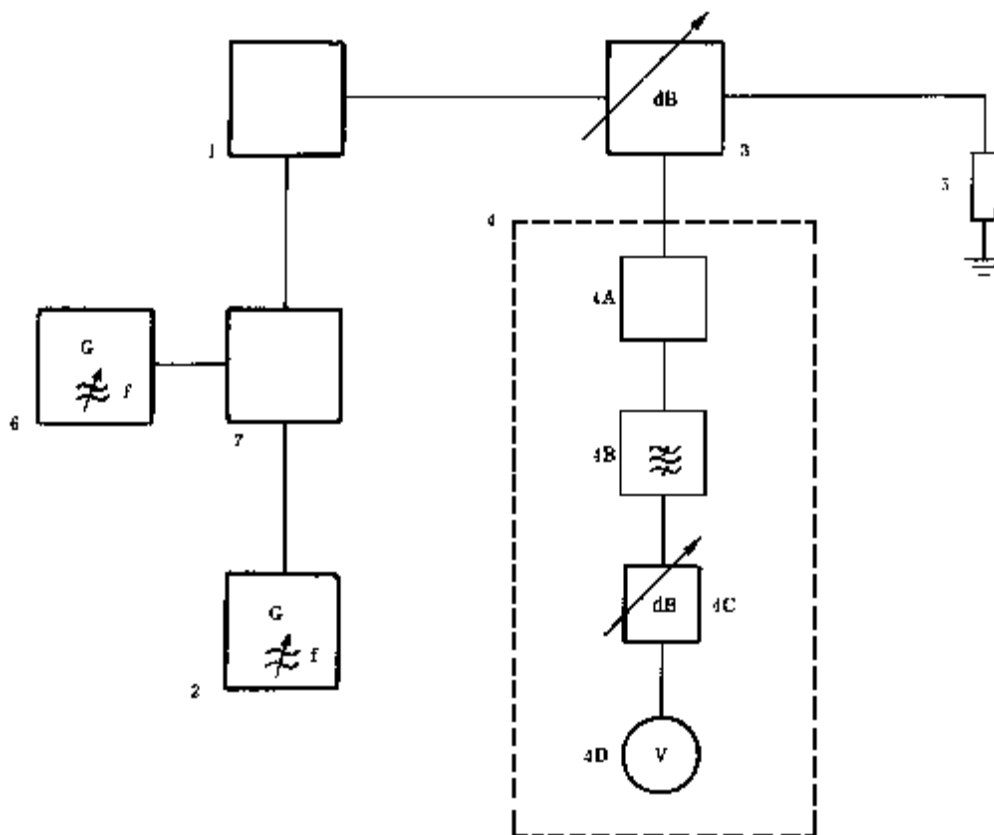


图4 邻道功率测量框图

1—被测发射机；2—音频信号发生器；3—耦合器/衰减器装置(可以合并到试验负载中)；
4—功率测试接收机(或频谱分析仪)，其中：4A—混频器和本机振荡器，4B—带通滤波器，
4C—中频衰减器(0~80 dB)，4D—有效值电压表(前端可设置中频放大器)；5—试验负载；
6—音频信号发生器；7—混合网络

c. 将中频衰减器(4C)置于某一高的衰减值(例如 70 dB)，然后调节耦合器/衰减器(3)，使得功率测试接收机的输入信号电平在其线性范围内。

d. 调节本机振荡器(4A)的频率，使得有效值电压表(4D)获得最大读数，记录这一读数和中频衰减器的衰减量，用分贝表示。

e. 去掉调制信号。

如果载波功率比功率测试接收机的可用灵敏度大 15 dB 以上，或者有一个导频，则着手进行步骤 f 以后的测量。

否则，用 1 000 Hz 频率调制发射机，并产生 50% 的额定射频输出功率的电平，以此边带频率作为导频信号用。

f. 提高和降低本机振荡器(4A)的频率，直到有效值电压表的指示减小 6 dB，记下这两个本机振荡频率。

g. 提高本机振荡频率，以达到表 4 中所给出的由发射机的发射边带、主要分量和邻道使用的边带通过适当的组合所产生的频率点上。

h. 用适当的标准试验调制(A)或(C)调制发射机，其输入电平比产生 50% 额定射频输出功率的电平大 10 dB。对于没有调制限幅器而以固定输入电平工作的设备，可用制造厂规定的输入信号电平进行测量。

i. 调节中频衰减器(4C)，使有效值电压表的指示与步骤 d 中所记录的大致相同。记录有效值电压

表的读数和中频衰减器的衰减量,用分贝表示。

j. 邻道功率比 A 是步骤 d 和 i 所记录的衰减器读数的差值,再加上(或减去)在这两个测量步骤中有效值电压表的读数的差值,记录这个数值。

k. 重复进行步骤 e 和 f 的测量。

l. 降低本机振荡器频率,以达到表 5 中所给出的,由发射机的发射边带、主要分量和邻道使用的边带通过适当的组合所产生的频率点上。

m. 重复进行步骤 h、i 和 j 的测量。

6.5.2.2 结果表示

a. 以 6.5.2.1 条步骤 j 所记录的比值 A 和 6.1 条所测得的平均功率 P_{ave} ,用公式(5)计算每一个邻道功率 P_{adj} (单位:W):

$$P_{adj} = P_{ave} \times 10^{-A/10} \quad \dots\dots\dots(5)$$

b. 记下每一个邻道的邻道功率比 A 。

c. 计算和表示功率测试接收机 6 dB 频带宽度。该带宽数值为 6.5.2.1 条中步骤 f 所记录的本机振荡器的两个频率的差值。

6.5.3 使用频谱分析仪的测量方法

本标准给出了两种使用频谱分析仪的测量方法。一种测量方法(见 6.5.4 条)是使用非数字存储频谱分析仪。当邻道功率的主要部分除噪声外包含一个或多个频谱分量时,使用非数字存储频谱分析仪的测量方法,其精度为 ± 2 dB。

表 4 上邻道的测量

	H3E/R3E	J3E
邻道使用上边带 发射频道使用上边带 载波 导频	Δf $\Delta f - P$	$\Delta f + m$ $\Delta f - P + (P/m)$
邻道使用下边带 发射频道使用上边带 载波 导频	$2\Delta f - M$ $2\Delta f - P - [P/M]$	$2\Delta f - M$ $2\Delta f - P - [P/M]$
邻道使用上边带 发射频道使用下边带 载波 导频	0 P	m $P + (P/m)$
邻道使用下边带 发射频道使用下边带 载波 导频	$\Delta f - M$ $\Delta f + P - [P/M]$	$\Delta f - M$ $\Delta f + P - [P/M]$

注:表中 m ——下限频率; M ——上限频率; P ——导频频率; Δf ——信道间隔; $[P/M]$ ——选择 P 或 M 中的较大值; (P/m) ——选择 P 或 m 中的较小值;“导频”包括具有很低载频电平的 J3E;有功率测试接收机时,“0”不进行测量。

表 5 下邻道的测量

	H3E/R3E	J3E
邻道使用上边带 发射频道使用上边带 载波 导频	$\Delta f - M$ $\Delta f + P - \lceil P/M \rceil$	$\Delta f - M$ $\Delta f + P - \lceil P/M \rceil$
邻道使用下边带 发射频道使用上边带 载波 导频	0 P	m $P + \lceil P/m \rceil$
邻道使用上边带 发射频道使用下边带 载波 导频	$2\Delta f - M$ $2\Delta f - P - \lceil P/M \rceil$	$2\Delta f - M$ $2\Delta f - P - \lceil P/M \rceil$
邻道使用下边带 发射频道使用下边带 载波 导频	Δf $\Delta f - P$	$\Delta f + m$ $\Delta f - P + \lceil P/m \rceil$

注：表中 m ——下限频率； M ——上限频率； P ——导频频率； Δf ——信道间隔； $\lceil P/M \rceil$ ——选择 P 或 M 中的较大值； $\lceil P/m \rceil$ ——选择 P 或 m 中的较小值；“导频”包括具有很低载频电平的 J3E；有功率测试接收机时，“0”不进行测量。

另一种测量方法(见 6.5.5 条)是使用数字存储频谱分析仪。当采用检波器校正系数 F_n 时,可在所有情况下使用,正弦分量和热噪声混合时, F_n 的典型值在 0~2.5 dB 之间。对于本标准, F_n 为 1 dB。附录 A(补充件)的 A1 章,给出了使用数字存储频谱分析仪的最大邻道功率比的测量方法。

6.5.4 测量方法二——非数字存储频谱分析仪法

6.5.4.1 测量步骤

a. 测量框图如图 4。使用一个频谱分析仪(4),调节频谱分析仪,其步骤如下:

- 调节分辨率和视频滤波器带宽到尽可能小的值,但不小于(规定带宽/200),不大于(规定带宽/40),并记录其数值为 R ;
- 调节总扫描宽度到尽可能小的值,但不小于规定带宽,并记录其数值为 B ;
- 调节扫描时间大于 $3B/R^2$ 。

调节耦合器/衰减器(3)以适合于频谱分析仪的输入特性。

b. 用标准试验调制(B)操作发射机,以获得额定射频输出功率。如果发射机使用非载波频率的导频,应记录其频率。

c. 调节耦合器/衰减器(3)和频谱分析仪的灵敏度,使频谱分析仪工作在线性范围内,并在荧光屏上显示出图形。

d. 调节频谱分析仪,使其显示图形的中心与发射机载波频率相一致。记录发射载频 C_i 和边带(如果有的话)的数值,用 dBm 表示。用公式(6)计算并记录所指示的载波功率 P_c (单位: dBm):

$$P_c = 10 \lg \sum_{i=1}^{i=n} 10^{C_i/10} \dots\dots\dots (6)$$

式中： n ——样品数。

e. 调节频谱分析仪，使其显示图形的中心与上邻道的中心频率相一致。

f. 采用标准试验调制(C)，并将该信号输入电平提高到比产生 50% 的基准边带功率的电平大 10 dB。

对于没有调制限幅器而以固定输入电平工作的设备，可用制造厂规定的输入信号电平进行测量。

g. 在规定的带宽内，确定邻道功率频谱的最大分量是否比最高的噪声功率电平大：

$$10\lg(B/R) + 3 \text{ dB}$$

若不满足上述条件，则可用 6.5.5 条的方法进行测量。

若满足，则记录规定带宽内的频谱分量 $A_1, A_2, \dots, A_n$ ，并用 dBm 表示。然后，用公式(7)计算并记录所指示的邻道功率 P_a (单位：dBm)：

$$P_a = 10\lg \sum_{i=1}^{i=n} 10^{A_i/10} \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中： n ——样品数。

h. 重复步骤 e 到 g，测量下邻道功率分量。

6.5.4.2 结果表示

a. 用公式(8)计算上邻道功率比 PR (单位：dB)：

$$PR = P_c - P_a \quad \dots\dots\dots(8)$$

式中： P_c ——6.5.4.1 条中步骤 d 所记录的载波功率，dBm；

P_a ——6.5.4.1 条中步骤 g 所记录的值，dBm (对上邻道)。

b. 重复上述步骤 a，对下邻道功率比进行计算。

c. 记录步骤 a 和 b 计算所得的 PR 中的较低值，即为邻道功率比 (ACPR)。

d. 用公式(9)计算邻道功率 P_{adj} (单位：W)：

$$P_{adj} = P \times 10^{-ACPR/10} \quad \dots\dots\dots(9)$$

式中： P ——按 6.1 条所测量的平均功率，W；

$ACPR$ ——步骤 c 记录的数值。

将此值记作为邻道功率。

e. 记录信道间隔、规定带宽和平均功率。

6.5.5 测量方法三——数字存储频谱分析仪法

6.5.5.1 测量步骤

a. 测量框图如图 4。使用一个数字存储频谱分析仪(4)，调节频谱分析仪，其步骤如下：

——调节频谱分析仪分辨率和视频滤波器带宽到尽可能小的值，但不小于 (规定带宽/200)，不大于 (规定带宽/40)，并记录其数值为 R ；

——调节总扫描宽度到尽可能小的值，但不小于规定带宽，并记录其数值为 B ；

——调节扫描时间大于 $3B/R^2$ 。

调节耦合器/衰减器(3)以适合于频谱分析仪的输入特性。

b. 用标准试验调制(B)操作发射机，以获得额定射频输出功率。如果发射机使用非载波频率的导频，应记录其频率。

c. 调节耦合器/衰减器(3)和频谱分析仪的灵敏度,使频谱分析仪工作在线性范围内,并在荧光屏上显示出图形。

启动数字存储频谱分析仪,记录在整个规定带宽内均匀分布的至少 200 个取样点的 C_i 值,用 dBm 表示。用公式(10)计算并记录所指示的载波功率 P_c (单位:dBm):

$$P_c = 10 \lg \sum_{i=1}^{i=n} 10^{C_i/10} \quad \dots\dots\dots(10)$$

式中: n ——取样数。

d. 调节频谱分析仪,使其显示图形的中心与上邻道的中心频率相一致。

e. 采用标准试验调制(C),并将该信号输入电平提高到比产生 50%的基准边带功率的电平大 10 dB。

对于没有调制限幅器而以固定输入电平工作的设备,可用制造厂规定的输入信号电平进行测量。

f. 启动数字存储频谱分析仪,记录与步骤 c 相应的,在整个规定带宽内均匀分布的取样点的 A_i 值,用 dBm 表示。用公式(11)计算并记录所指示的邻道功率 P_a (单位:dBm):

$$P_a = 10 \lg \sum_{i=1}^{i=n} 10^{A_i/10} \quad \dots\dots\dots(11)$$

式中: n ——取样数。

g. 重复步骤 d 到 f,测量下邻道功率分量。

6.5.5.2 结果表示

a. 用公式(12)计算上邻道功率比 PR (单位:dB):

$$PR = P_c - (P_a + 1) \quad \dots\dots\dots(12)$$

式中: P_c ——6.5.5.1 条中步骤 c 所记录的载波功率,dBm;

P_a ——6.5.5.1 条中步骤 f 所记录的值,dBm(对上邻道)。

注: 公式(12)中的 1 dB 的说明,见 6.5.3 条。

b. 重复上述步骤 a,对下邻道功率比进行计算。

c. 记录步骤 a 和 b 计算所得的 PR 中的较低值,即为邻道功率比($ACPR$)。

d. 用公式(13)计算邻道功率 P_{adj} (单位:W):

$$P_{adj} = P \times 10^{-ACPR/10} \quad \dots\dots\dots(13)$$

式中: P ——按 6.1 条所测量的平均功率,W;

$ACPR$ ——步骤 c 记录的数值。

e. 记录信道间隔、规定带宽和平均功率。

6.6 载波抑制

6.6.1 定义

发射机在没有任何给定的调制信号时的输出功率与额定输出峰包功率之比,用分贝数表示。

6.6.2 测量方法

a. 测量框图如图 3。

- b. 按 6.3.2 条步骤 b 和 c。
- c. 去掉音频调制,测出载波电平读数。
- d. 步骤 c 与步骤 b 所记录的电平之差,再加 -6 dB 后即为载波抑制。

注: ① 注意正确判断载波位置。

② 该指标也可在激励器输出端测量。

6.7 导频跌落

6.7.1 定义

在导频重置的状态下(例如减幅载波的发射类别 **R3E**),由于存在电源内阻及非线性失真,当信号出现时,会导致导频幅度降低,这种导频幅度的降低称导频跌落。该指标是在规定的重置导频电平(通常为额定峰包功率的 $-16\sim-26\text{ dB}$)下,单音信号高达额定峰包功率 -6 dB 时导频幅度的变化值,以分贝表示。

6.7.2 测量方法

- a. 测量框图如图 3。
- b. 按 6.3.2 条步骤 b 和 c。
- c. 切断双音调制信号,按规定电平重置导频。
- d. 接通双音调制信号中的任一单音信号,由频谱分析仪读出导频的变化分贝数。

注: ① 供电电网的内阻影响应忽略不计。

② 如供电电网无稳压措施,应扣除由于电源电压下跌造成的变化。

6.8 话路输入电平

6.8.1 定义

发射机达到额定输出功率时输入端所需的音频电平,以分贝毫瓦数表示。

6.8.2 测量方法

- a. 测量框图如图 5。

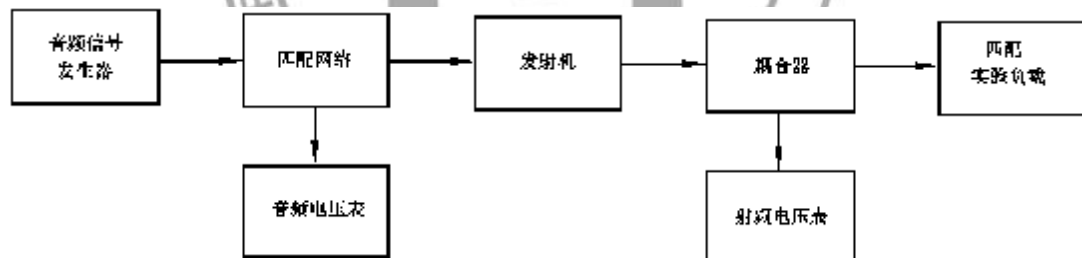


图 5

- b. 发射机按规定方法调机,话路输入电平增益置于最大。
- c. 输入标准试验调制(A),调节音频信号发生器的输出电平,使发射机达到额定输出功率的 -6 dB 。
- d. 读出音频电压表的数值折算成分贝毫瓦数,再加 6 dB 后,即为话路输入电平。

6.9 话路输入电平差异

6.9.1 定义

发射机达到额定输出功率时,上下两边带输入电平的差值,以分贝数表示(取绝对值)。

6.9.2 测量方法

a. 测量框图如图 5。

b. 按 6.8.2 条步骤 b、c、d 所述分别测出上、下边带的话路输入电平,取两者之差的绝对值。

注:两次测量时必须保持发射机状态不变。

6.10 音频频率调制特性(话路频率响应)

6.10.1 定义

在单边带话通带范围内,保持输入正弦音频信号幅度不变,发射机输出功率随音频频率变化而变化的关系,即为音频频率调制特性。

6.10.2 测量方法

a. 测量框图如图 5。

b. 发射机按规定方法调机,发射机上边带输入标准试验调制(A),并使(A)的电平降低 6 dB,记下功率计读数。

c. 保持音频输入电平不变,在通带范围内改变音频频率,记下功率计(或高频电压表)读数。

d. 步骤 c 与步骤 b 所记录的读数之比,用 dB 表示即为音频频率调制特性,最大值与最小值之比的分贝数为不均匀度。

e. 发射机下边带输入标准试验调制(A),重复步骤 b、c、d,测出下边带的音频频率调制特性和不均匀度。

注:① 如有自动增益控制或限幅器时,应保证自动增益控制或限幅器不起作用。

② 对 B8E 发射类别,为避免在不测试的话路输入端引进干扰,可在该输入端接一个等于额定输入阻抗的电阻器。

6.11 自动调制控制特性

6.11.1 定义

具有自动增益控制电路的发射机,在单边带话通带范围内,保持输入正弦信号频率不变,发射机输出功率随输入信号幅度变化而变化的关系即为自动调制控制特性。

6.11.2 测量方法

a. 测量框图如图 5。

b. 发射机按规定方法调机,发射机上边带输入标准试验调制(A),记下匹配试验负载内的功率计读数。

c. 保持输入信号频率不变,在规定的失真范围内改变输入电压幅度,记下匹配试验负载内的功率计读数。

d. 步骤 c 的读数与对应的输入电压的关系,即为该边带的自动调制控制特性。

e. 发射机下边带输入标准试验调制(A),重复步骤 b、c、d,测出下边带的自动调制控制特性。

f. 本测量方法对其他调制频率是有效的。

注:① 输入信号电压的上限不应超过引起大于规定失真时的电压值。

② 见 6.10.2 条注②。

6.12 总失真系数(音频正弦波的)

6.12.1 定义

总失真系数指除去基波分量的失真正弦信号的有效值与全信号有效值之比,用百分数表示,这个失真正弦信号包括相关的谐波分量、电源纹波和相关的非谐波分量。

6.12.2 测量方法

a. 测量框图如图 3。

b. 发射机输入端加入标准试验调制(A)。

c. 测量需要边带和落入需要带宽内、偏离调制频率整数倍的其他分量之间的相对电平,以 V 表示。

d. 在其他调制电平和(或)其他频率上进行重复测量。

6.12.3 结果表示

- a. 列表记录 6.12.2 条步骤 c 所有边带分量的相对电平。
- b. 按公式(14)计算总失真系数,用百分比表示:

$$d = 100 \sqrt{\frac{V_2^2 + V_3^2 + \dots + V_n^2}{V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + \dots + V_n^2}} \% \quad \dots\dots\dots(14)$$

式中: V_1 ——需要边带内调制频率基波射频分量的电压电平;

$V_2, V_3, \dots, V_n$ ——需要边带内调制频率的二次、三次…… n 次谐波射频分量和其他分量的电压电平。

6.13 发射机启动时间

6.13.1 定义

发射机从备用转变到发射的瞬间,直至发射机输出功率达到低于稳定状态值 3 dB 时所经过的时间。

6.13.2 测量方法

- a. 测量框图如图 6。

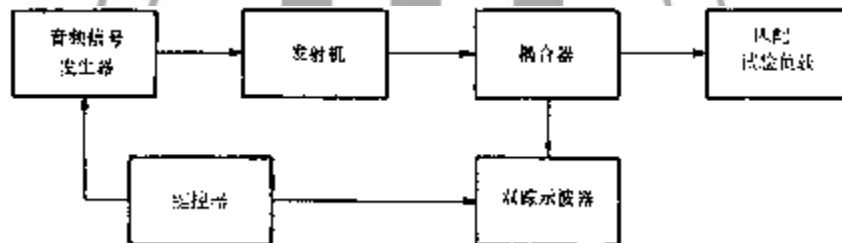


图 6

b. 发射机输出端通过耦合器联接一个具有水平扫描刻度的双踪示波器,以显示发射机输出信号的包络和控制信号。

c. 发射机置于发射功能,同时加标准试验调制(A),并触发示波器的水平扫描,也可以通过语音设备使发射机进入发射功能。

d. 测量发射机从进入发射的瞬间直至示波器上所显示的包络达到其稳定状态值的 70.7%时所经过的时间。

6.14 振幅键控速率

6.14.1 定义

振幅键控电报时,在规定的电报畸变条件下,可达到的传输速度。单位为 Bd。

6.14.2 测量方法

- a. 测量框图如图 7。

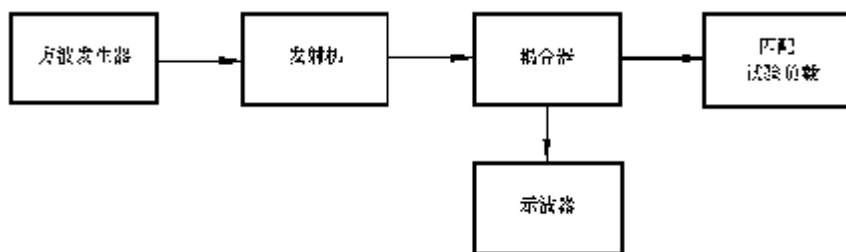


图 7

b. 发射机在振幅键控状态(等幅报)按规定方法调机,使在匹配试验负载上获得 -3 dB 的额定输出功率。

c. 调整方波发生器频率,观察包络波形,直至波形畸变到不允许的时候,记下这时的方波发生器的频率,即为待测的振幅键控速率,用 B_d 表示。

6.15 频率误差

6.15.1 定义

频率误差系指未调制载波频率与指配载波频率(指配载波频率是标称载波频率中的任何一个)之差,用 Hz 为单位来表示,或者指该差值与指配载波频率之比,用 $n \times 10^{-6}$ 表示。

6.15.2 测量方法

在未调制的情况下通过测量载波来确定频率误差。

测量设备的精度至少应优于被测设备规范所规定的频率容差 10 倍。如果载波电平对于直接测量显得太低,则当发射机用一个已知的确定频率(例如 $1\,000\text{ Hz}$)调制时,可以测量其边带分量频率。然后根据这个差值推算出频率误差。

必须注意保证测量不受无用调制产物(例如交流声)的影响。

如果需要,测量应在发射机配备工作的每个信道上重复进行。

具体的测量方法按后面的 6.16.2 条进行。

发射机在规定的极限使用条件下所测得的频率误差,即为最大频率误差,其测量方法见附录 B(参考件)。

6.16 频率稳定度

6.16.1 定义

在试验的标准大气条件下,发射机经规定预热时间后,在规定的持续时间内的最大频率变化值的一半与标称频率之比称为频率稳定度。

注:频率稳定度这一术语始终取决于工作和测量的持续时间,如持续时间为 1 d ,称日频率稳定度;如持续时间为一月,称月频率稳定度。

6.16.2 测量方法

6.16.2.1 测量方法一——直接计数法

a. 测量框图如图 8。

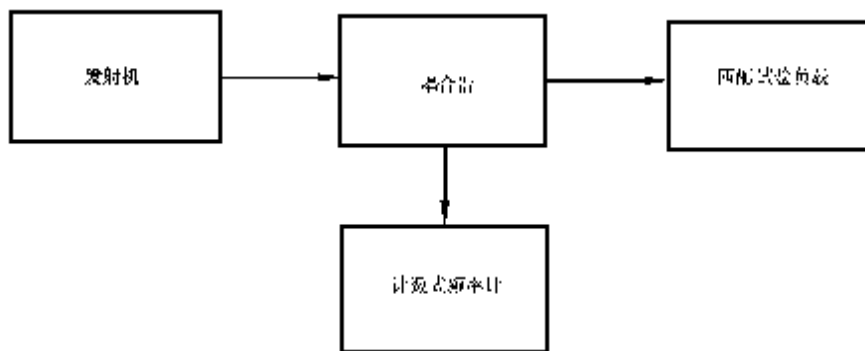


图 8

b. 发射机在没有任何调制情况下按规定方法调机,待其达到规定预热时间后,用计数式频率计直接测量载波频率值。

注:测量时应附加误差倍增器,以减小测量误差。

6.16.2.2 测量方法二——示波器法

a. 测量框图如图 9。

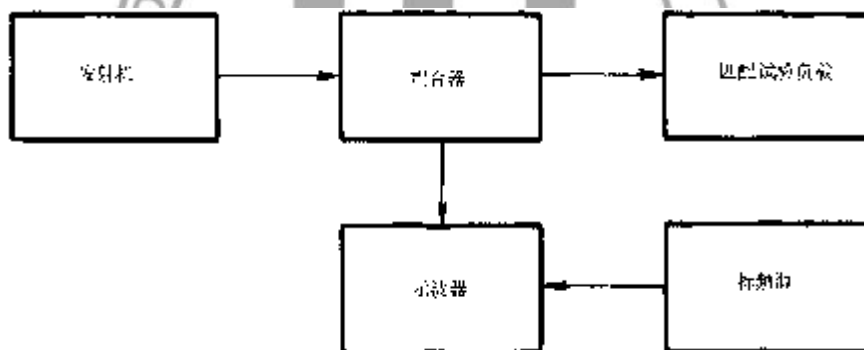


图 9

b. 发射机在没有任何调制情况下按规定方法调机,待其达到规定预热时间后将被测载频信号加入示波器 Y 轴,标频源输出信号加入示波器外同步输入端。被测频率和标频应相同,这时示波器显示一个周期的正弦波。

c. 用秒表记录单位时间内波形移动的周期数,测后按公式(15)计算:

$$\Delta f = \frac{N}{T} \dots\dots\dots (15)$$

式中: Δf ——测出的频率误差,Hz;

N —— T 时间内移动的波形周期数;

T ——测量时间,s。

注:① 对具有较高指标的发射机,采用示波器法较好。

② 注意波形移动方向,以便判断正负偏差。

6.17 哼声电平

6.17.1 概述

供电电源对信号寄生调制所产生的周期性噪声称为哼声。这些周期性噪声的频率等于交流电源电压的基频及其谐频。如供电电源频率为 50 Hz,则在信号两侧的 $\pm 50, \pm 100, \pm 150, \pm 200$ Hz……各处,都会产生这种周期性的噪声。

6.17.2 定义

当发射机信号电平为额定功率的 -6 dB 时,在有用边带内任一最大哼声与信号峰包功率之比称为哼声电平,以 dB 表示。

6.17.3 测量方法

- 测量框图如图 3。
- 发射机按规定方法调机,输入标准试验调制(A),使输出功率为额定功率的 -6 dB 。
- 将频谱仪扫描宽度置于 300 Hz ,扫描时间置于 10 s ,滤波器通带为 6 Hz ,使频谱仪显示的信号分量为 0 dB 。
- 测出需要边带内最大的哼声分量,加 -6 dB 即为哼声电平。

6.18 带内副波

6.18.1 定义

在额定平均功率下,在有用边带内组合频率分量(哼声除外)与信号电平之比,用 dB 表示。

6.18.2 测量方法

- 测量框图如图 10。
- 发射机在振幅键控报(等幅报)位置调机,使输出达到额定输出功率。

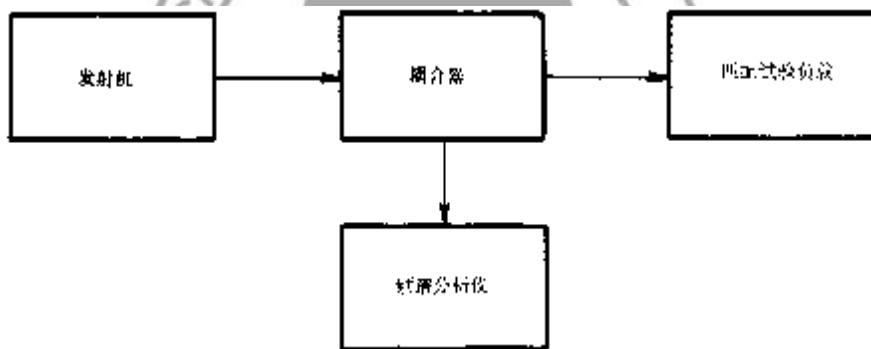


图 10

- 调节频谱分析仪,使信号电平为 0 dB 。
- 在载频两边规定的有用边带内,寻找 f_0 加减 n 倍尾数频率(标称频率的最后一位)的分量(n 为正整数),测得的最大分量与信号电平之比,即为带内副波的电平。

6.19 杂散窄带射频分量(残波辐射)

6.19.1 定义

杂散窄带射频分量包括谐波分量、非谐波分量和寄生分量,这些分量的特点:它是在不连续的频率上或在窄带内所产生的离散辐射。

不包括靠近需要边带邻近的分量(这种分量是发射信息调制过程中的产物)。

6.19.2 测量方法——替换法

- 测量框图如图 11。
- 用标准试验调制(A)调制发射机,调节选频电压表的频率至发射机输出信号的基波分量。并调节带阻滤波器,以使这一分量在选频电压表上的指示为最小。
- 调节选频电压表频率至第一个杂散窄带分量,记下其电平和频率。
- 在规定的频率范围内,对每一个杂散窄带分量进行重复测量。
如果需要知道每一个杂散窄带分量的绝对功率电平。则还应完成如下步骤。
- 将开关S扳向射频信号发生器,以代替发射机。调节射频信号发生器,使其顺次在步骤c和步骤d所找到的每一个杂散窄带分量的中心频率上工作。在每一个频率上调节射频信号发生器的输出,以获得步骤c和步骤d的相同电平读数。记下发生器每个窄带分量的输出电压和测量设备的输入阻抗。

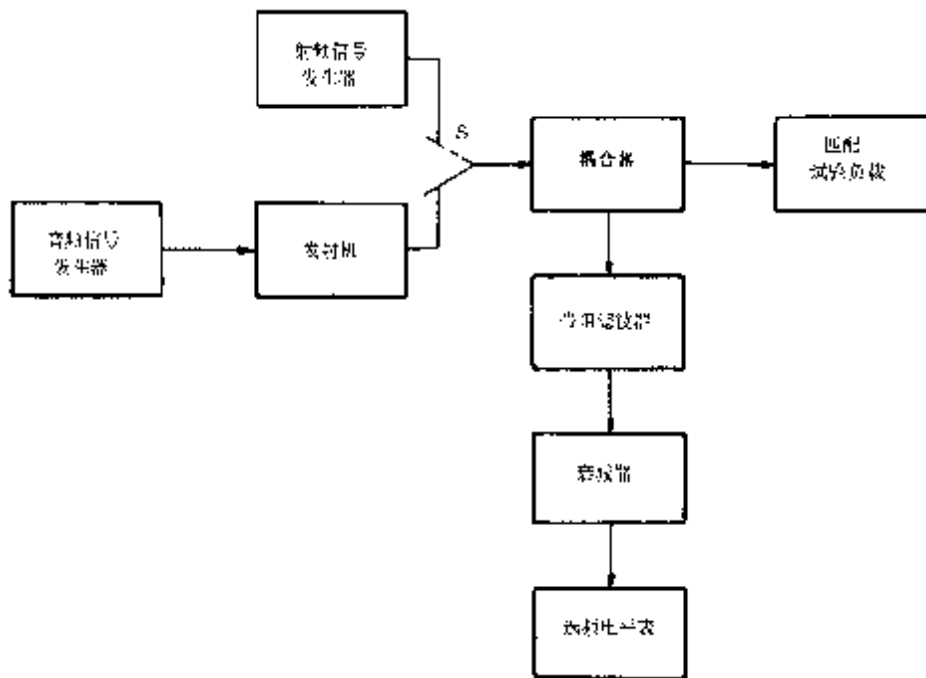


图 11

f. 由步骤 e 所记录的值, 计算杂散窄带射频分量的功率。它们与额定射频输出功率之比为相对值。用 dB 表示。

注: ① 带阻滤波器对基波信号衰减要求大于 20 dB, 射频选频电平表的输入回路选择性能满足要求时, 也可不加带阻滤波器。

② 仪器必须有良好的高频屏蔽。

6.19.3 测量方法二——直接法

a. 测量框图如图 12。

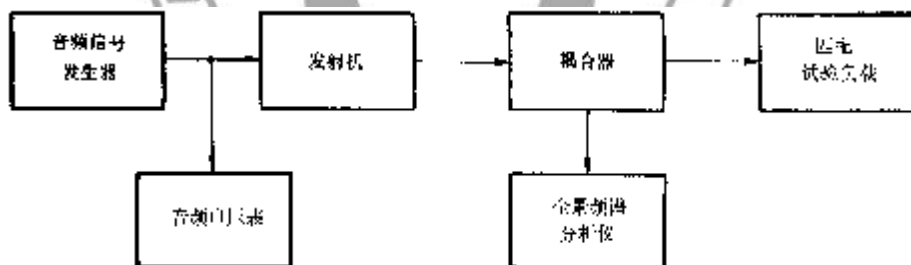


图 12

b. 用标准试验调制(A)调制发射机, 使发射机输出额定功率。

c. 调节全景频谱分析仪, 使有用信号处于 0 dB 位置。

d. 在全景频谱分析仪上观测各个杂散窄带分量, 记下数值。

e. 步骤 d 的读数与步骤 c 的差, 即为各个杂散窄带射频分量的相对值, 用 dB 表示。

f. 在发射机规定的工作频率范围内, 选择所需载频, 重复步骤 c、d、e, 测得各个载频工作时的杂散窄带射频分量。

6.20 杂散噪声(带外噪声)

6.20.1 定义

发射机杂散噪声是出现在发射机输出端的连续噪声频谱。用噪声频谱功率密度分贝/赫兹(dB/Hz)来表示。

6.20.2 测量方法

a. 测量框图如图 13。

b. 发射机不工作,按照 GB 6934 的规定,将一标准输入信号衰减至规定分贝数后(见 GB 6934 中表 3)加到混合网络的接口 B 和 D 端。

c. 调节两个射频信号发生器,以便在偏离发射机工作频带 Δf (例如 10 kHz)的频带内,产生标准试验调制,调节接收机接收此信号。

注:① 两个射频信号发生器的频率上这样选定的,其中之一模拟发射机的载波频率 $f_0 + \Delta f$,另一个模拟用标准试验调制(A)调制的边带信号 $f_0 + \Delta f + 1\,000\text{ Hz}$ 。

② 对 J3E 发射类别的测量仅需一个射频信号 $f_0 + \Delta f + 1\,000\text{ Hz}$ 。

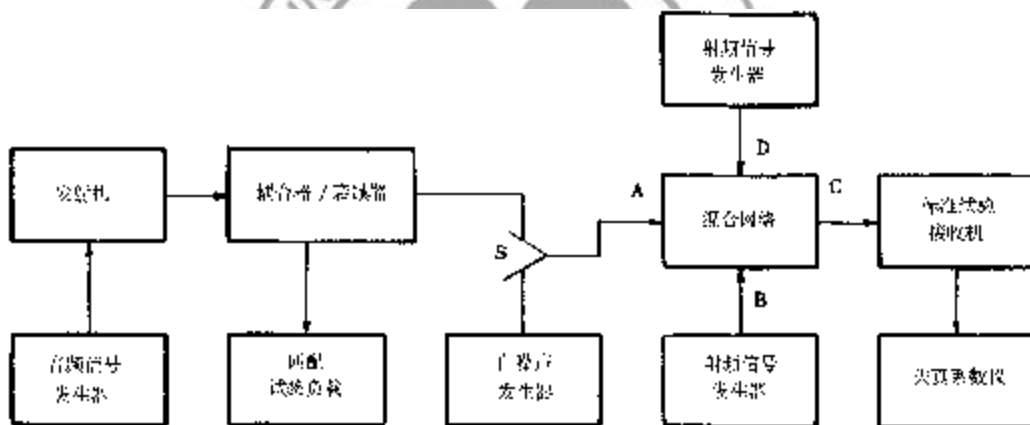


图 13

d. 按 GB 6934 调节接收机输入信号电平至大于基准灵敏度 3 dB。

e. 用标准试验调制(A)调制发射机,调节衰减器,以使接收机输出端的信纳德或信噪比降低至标准值(12 dB),记下衰减器的衰减量。

f. 记下试验接收机基准灵敏度。

g. 在标称载频上下的其他 Δf 上进行重复测量。

为了获得上述步骤 g 中每一个 Δf 上的发射机噪声频谱功率密度,则应继续进行下述步骤。

h. 发射机不工作,将开关 S 扳向白噪声发生器,按照上述步骤 c 和 d 调节射频信号发生器,由白噪声发生器提供某一电平的噪声频谱,以使接收机输出端的信纳德降低到标准值(12 dB),记下在白噪声发生器输出端的频谱功率密度 P ,用分贝/赫兹(dB/Hz)表示。

i. 计算发射机噪声频谱功率密度 N 。它等于 P 加上步骤 e 所记录的衰减器的衰减量。

注:若具有相位噪声测量仪,则可用该仪器测量。

6.21 带内噪声

6.21.1 定义

带内噪声系指落在有用频带内的任何不希望存在的随机噪声与额定输出功率之比,用分贝/赫兹(dB/Hz)表示,它不包括如串话或其他互调分量一类的失真分量。

6.21.2 测量方法

- a. 测量框图如图 3。
- b. 发射机在单边带位置调机,发射机上边带输入端加入标准试验调制(A),使输出达到额定功率的-3 dB。
- c. 调节频谱分析仪使信号电平为 0 dB。
- d. 切除调制信号,在规定的有用边带内寻找平均噪声分量。
- e. 频谱仪测得的平均噪声分量。加上一3 dB 再加 $-10\lg B_w$ 即为每赫兹带宽的带内噪声(其中 B_w 为频谱仪的中频带宽),用分贝/赫兹(dB/Hz)表示。
- f. 发射机在单边带位置调机,发射机下边带输入端加入标准试验调制(A),使输出达到额定功率的-3 dB。重复步骤 c、d 和 e。

注: ① 若整机测量困难时,本指标可在激励器输出端测量。

② 若具有相位噪声测量仪,则可用该仪器测量。

③ 见 6.10.2 条的注②。

6.22 相位抖动

6.22.1 定义

指发射机频率合成器输出信号的随机相位偏离其基准相位的瞬时变率。用($^{\circ}$)/10 ms 表示。

设频率合成器输出信号为:

$$e = A \cos[\omega_0 t + \varphi(t)] \quad \dots\dots\dots(16)$$

则相位抖动

$$\sigma\varphi = \frac{d[\varphi(t)]}{dt} \quad \dots\dots\dots(17)$$

6.22.2 测量方法

- a. 测量框图如图 14。
- b. 发射机在等幅报位置按规定方法调机,使发射机输出额定功率。
- c. 相位抖动自动测量系统的操作要求为:
 取样方式:连续;
 取样次数(N):101 次;
 取样组数(m):100 组;
 取样时间(τ):10 ms;
 自动测量系统测试带宽(ΔB): $\geq 10/\tau$ 。

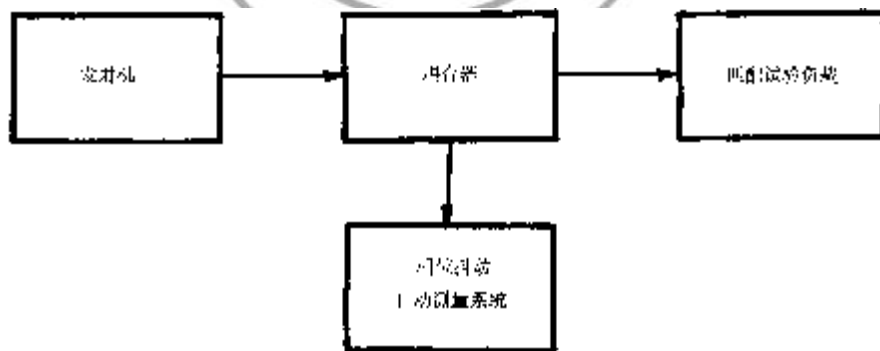


图 14

- d. 在发射机使用的频带内,任意选择载频工作,用计算时域测频器直接读出相位抖动值,用($^{\circ}$)/10 ms 表示。

注：① 本指标可在激励器输出端测量。

② 相位抖动自动测量系统可以是时域短稳自动测量系统，也可以是频域相位噪声分析仪。

6.23 群时延(包络时延失真)

6.23.1 定义

系指在规定的音频范围内，波群通过发射机信道时，各频率分量的最大时延差，用 ms 表示。

6.23.2 测量方法

a. 测量框图如图 15。

b. 发射机处于独立边带位置按规定方法调机，选择工作载频与标称频率相同。

c. 群时延测试仪发送通带内的某一音频，送入发射机上边带话路输入端，使发射机输出额定功率。

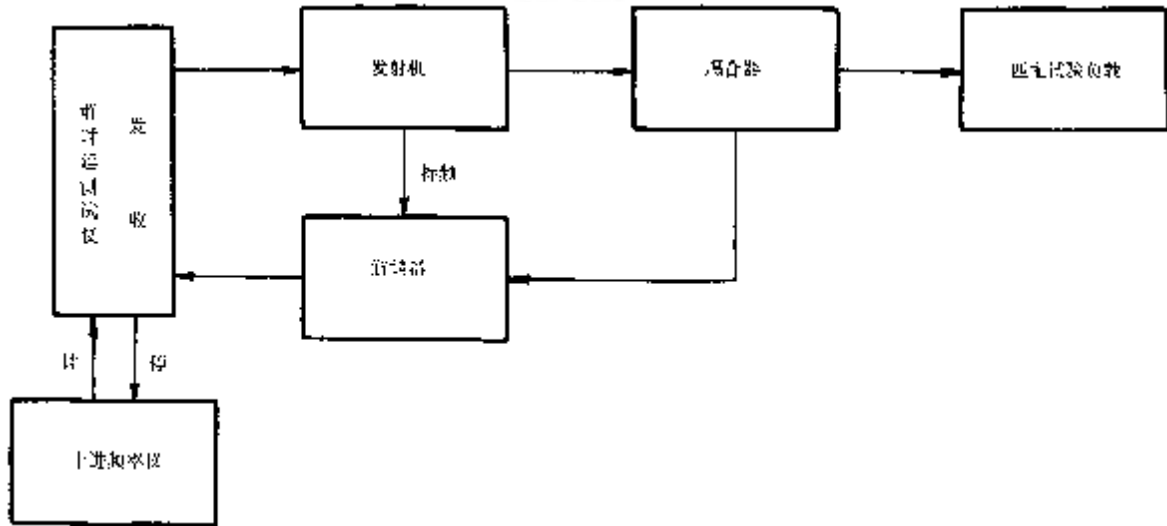


图 15

d. 经耦合所得已调波和发射机本身的标频信号同时加入解调器〔见附录 C(参考件)〕还原所得的音频信号送回群时延测试仪的接收端。

e. 由计数器直接读出该音频信号的群时延数值。

f. 改变通带内的音频，重复步骤 c、d、e，取最大的读数和最小的读数，两者之差即为该边带的群时延数值。

g. 音频信号送入发射机下边带话路输入端，重复步骤 c、d、e、f，得到下边带的群时延数值。

注：① 该指标可以在激励器(包含信道部分)输出端测得。

② 若群时延测试仪可直接读得群时延数值，则无须外接十进频率仪。

6.24 输入功率(电源消耗)

6.24.1 定义

在规定的工作和调制条件下，传输至发射机的功率，其中包括发射机正常工作所需要的辅助设备所吸收的功率，单位用瓦特。

6.24.2 概述

对直流电源而言，输入功率即指输入有效功率，对交流电源而言，输入功率包括输入有效功率(实际消耗功率)和输入视在功率。输入有效功率和输入视在功率之比，称功率因素，也就是电源的利用系数。

6.24.3 测量方法

a. 测量框图如图 5。

b. 发射机按规定方法调机，输入端送入标准试验调制(A)，使发射机达到额定输出功率。

6.24.3.1 直流电源的测量方法

用直流电压表和电流表测得的电压电流之乘积,即为输入有效功率。

6.24.3.2 交流电源的测量方法

a. 如使用单相电源

用功率表测量输入有效功率。

用交流电压表和交流电流表测得的线电压与线电流之乘积即为输入视在功率。

b. 如使用三相电源

用功率表分别测量每项的输入有效功率,然后计算三相之和。对于输入视在功率,用下述方法进行计算。

当电源系统对称加载时,输入视在功率等于线间电压与线电流的乘积再乘以 $\sqrt{3}$;

当电源系统不是对称加载也无中性电流时,输入视在功率等于线间电压平均值与三个线电流之和的乘积再除以 $\sqrt{3}$;

当电源系统不是对称加载有中性电流时,输入视在功率等于线与中性线之间的电压平均值与三个线电流之和的乘积。

注:当发射机同时由一个以上电源供电时,应测量每一电源供给的输入功率,然后相加得总输入功率。

6.25 总效率

6.25.1 定义

指发射机在规定的调制和同一工作条件下,提供给试验负载的平均功率与总输入有效功率之比,用百分比表示。

6.25.2 测量方法

a. 测量框图如图 5。

b. 发射机按规定方法调机,输入端送入标准试验调制(A),使发射机达到额定输出功率,测出功率计的读数。

c. 步骤 b 的读数与 6.24 条所测得的总输入有效功率之比即为总效率。

d. 改变发射机的载频,测得各载频下的总效率。

注:6.24 条和 6.25 条需同时进行测量。

6.26 机箱辐射

6.26.1 定义

系指发射机在输出功率为额定平均功率时,由机箱以及其他辐射源所产生的任何频率上的任何辐射。

6.26.2 测量方法

a. 测量框图如图 16。



图 16

b. 发射机在等幅报位置按规定方法调机,使输出功率达到额定输出功率。

c. 距机箱周围 0.3 m 处用场强计仔细寻找最大场强。

d. 转换发射机的工作频率,寻找出不同频率的最大场强。取最大值,单位用 V/m。

注:① 测量时应接屏蔽完善的馈线和匹配试验负载,以防止影响测量结果。

② 机箱周围 2 m 之内应无其它东西或反射物。

③ 发射机由机箱向空间辐射的残波,也按本测量方法测量。

6.27 发射机之间的互调

6.27.1 概述

本测量方法仅适用于接有同轴传输线的发射机。测试设备接在发射机的输出端,其特性阻抗应等于试验负载的阻抗。

6.27.2 定义

发射机之间的互调系指发射机输出电路中由于存在来自另外发射机的无用信号时所产生的互调产物。

对本标准而言,发射机之间的互调系指入射到被测发射机输出端的干扰功率的规定值与三阶互调产物功率之比,用 dB 表示。

注:这个比有时叫做“发射机互调变换损耗”。

6.27.3 R3E 和 J3E 发射类别的测量方法

a. 测量框图如图 17。

b. 发射机采用标准试验调制(A),并工作在额定输出功率,开关(4)置于 X 位置,调节选频电平表(3)(例如频谱分析仪)到发射机需要的边带频率上,记录此时的电平。

c. 调节射频测试信号源(9)的频率,使之高于发射机需要的边带频率 100 kHz。

d. 开关(4)转换到 Y 位置,在射频测试信号源(9)的频率上将选频电平表(3)调到最大读数,并调节测试信号电平到 10 mW。

e. 将开关(4)转换到 X 位置,调节选频电平表(3),在低于发射机需要的边带频率 100 kHz 处,使三阶互调产物的读数最大。

f. 测量装置中各种设备之间的不良匹配可通过调整传输线延伸器(5)来进行检查。如果互调产物的电平变化大于 1 dB,则应改善匹配,并重复步骤 d 的测量。

g. 记录互调产物电平。

h. 开关(4)转换到 Y 位置,记录选频电平表(例如频谱分析仪)的读数,该电平应比步骤 g 所测量的值至少低 10 dB,否则就说明产生此互调的源不是被测发射机,例如是射频测试信号源(9)或环流器(7)。这种现象应该消除,然后再重复步骤 e 到 g。

i. 计算步骤 d 所记录的 10 mW 的值与步骤 g 测得的无用信号电平的比值,用 dB 表示,该比值即为发射机之间的互调。

注:本标准规定了发射机之间的互调的测量步骤和数字值,该数值的获得可称为“按 GB/T 6933—1995 的方法”。若仅采用本标准测量方法的测量步骤,而不采用其数字值,为避免在采用本标准测量方法时带来含糊不清,当给出测量结果和设备规范时,对所使用的数字值应有明确的说明。

6.27.4 H3E 发射类别的测量方法

a. 测量框图如图 17。

b. 发射机(1)不加调制并在额定输出功率下工作,开关(4)置 X 位置,将选频电平表(3)(例如频谱分析仪)调到发射机的载波频率,记录此时的电平。

c. 调节射频测试信号源(9),使之高于发射机载波频率 100 kHz。

d. 开关(4)转换到 Y 位置,在射频测试信号源(9)的频率上将选频电平表(3)调到最大读数(如有必要),并调节测试信号电平到 10 mW。

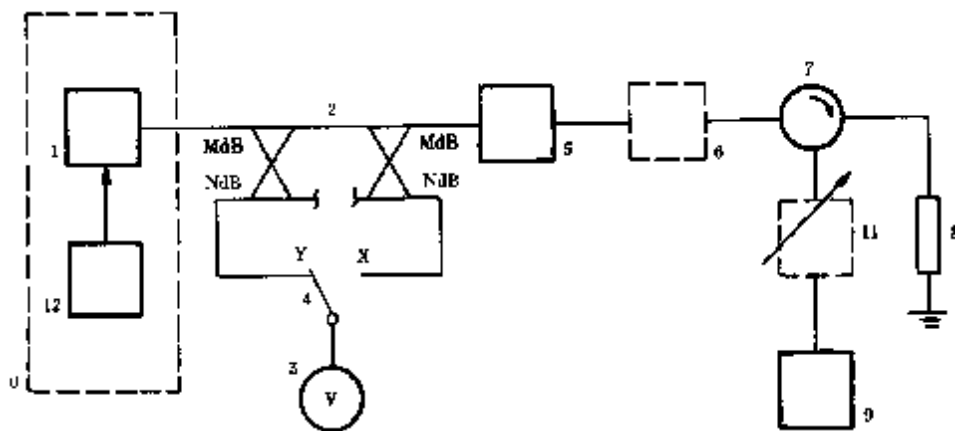


图 17 发射机之间互调的测量框图

- 1—被测发射机；2—两个具有相同耦合损耗的经校准的定向耦合器（见注①和②）；3—选频电平表；4—开关；
5—传输线延伸器（见注③）；6—衰减器（根据需要）；7—环流器；8—试验负载；9—射频测试信号源；
10—法拉第罩（根据需要）；11—衰减器（根据需要）；12—音频振荡器

注：① MdB 是耦合损耗，典型值为 20 dB ； NdB 是方向性，典型值为 40 dB 。

② 可以使用一个双定向耦合器代替两个相同的定向耦合器，另外，也可以用一个能旋转的单向耦合器以测量任一方向的功率，因此不需要用开关（4）。

③ 传输线延伸器可用来调节传输线的长度，以获得最大的互调失真。

e. 将开关（4）转换到 **X** 位置，调节选频电平表（3）（如有必要），在低于发射机载波频率 100 kHz 处，使三阶互调产物的读数最大。

f. 测量装置中各种设备之间的不良匹配可通过调整传输线延伸器（5）来进行检查。如果互调产物的电平变化大于 1 dB ，则应改善匹配，并重复步骤 d 的测量。

g. 记录互调产物电平。

h. 开关（4）转换到 **Y** 位置，记录选频电平表（例如频谱分析仪）的读数，该电平应比步骤 g 所测量的值至少低 10 dB ，否则就说明此互调的源不是被测发射机，例如是射频测试信号源（9）或环流器（7）。这种现象应该消除，然后重复步骤 e 到 g。

i. 计算步骤 d 所记录的 10 mW 的值与步骤 g 测得的无用信号电平的比值，用 dB 表示，该比值即为发射机之间的互调。

注：本标准规定了发射机之间的互调的测量步骤和数字值，该数值的获得可称为“按 GB/T 6933—1995 的方法”。若仅采用本标准测量方法的测量步骤，而不采用其数字值，为避免在采用本标准测量方法时带来含糊不清，当给出测量结果和设备规范时，对所使用的数字值应有明确的说明。

附录 A

主要测量仪器及其推荐特性 (补充件)

本附录所推荐的仪器及其特性,可作为本标准所述的测量方法在选择测量仪器设备时提供参考。

A1 频谱分析仪

A1.1 测量邻道功率所用的频谱分析仪

频谱分析仪是一种能显示出信号的功率或幅度随频率而变化的设备。

有些频谱分析仪装有数字取样装置,它们能使所显示的信号值数字化和储存,并显示在显示器上。存储取样的典型值高达 1 000,且取样数据可进行处理。

A1.2 频谱分析仪噪声功率性能

原则上,频谱分析仪的噪声功率应足够低,以致于不妨碍发射机邻道功率的测量。对任何型号的频谱分析仪,在测量邻道功率比时,由于频谱分析仪和发射机引起的总噪声功率可允许高达:

$$10\lg(\text{载波功率/所选择的分辨率带宽中的噪声功率}) - 3 \text{ dB}$$

式中,所选择的分辨率带宽中的噪声功率是集中在偏离载波一个规定信道间隔上的以 1 Hz 带宽所表示的频谱分析仪的边带噪声功率,乘以频谱分析仪所选择分辨率带宽的噪声带宽。

注:边带噪声功率值一般在频谱分析仪的技术说明书中给出。

对于数字存储频谱分析仪,由于发射机产生的剩余噪声功率在测量中已考虑进去,因此,在测量邻道功率比时,由频谱分析仪引起的噪声功率可允许高达:

$$10\lg(\text{载波功率/规定邻道带宽中的噪声功率}) - 3 \text{ dB}$$

式中,规定邻道带宽中的噪声功率是集中在偏离载波一个规定信道间隔上的以 1 Hz 带宽所表示的频谱分析仪的边带功率,乘以规定带宽。

A1.3 最大邻道功率比(数字存储频谱分析仪)

当数字存储频谱分析仪的噪声功率没有说明时,可用下列测量方法,以确定频谱分析仪用于测量邻道功率比时的适用性。本测量方法要求使用一个具有下述规定的噪声功率性能的信号发生器:在所关心的载波频率上,对受试无线电设备偏离一个信道间隔上,优于 -120 dB/Hz (相对于载波)。

- a. 将信号发生器的输出端直接接入数字存储频谱分析仪的输入端。
- b. 调节信号发生器,以产生一个 0 dBm 的未调制信号输出。其频率等于待测发射机的工作频率。
- c. 调节频谱分析仪,其步骤为:

——将分辨率和视频滤波器带宽置于尽可能的小值,但不小于(规定带宽/200),不大于(规定带宽/40),记录其数值为 R ;

——调节总扫描宽度到尽可能小的值,但不小于规定带宽,记录其数值为 B ;

——调节其扫描时间大于 $3B/R^2$ 。

注:规定带宽是可以用于预定邻道功率比的测量。

- d. 调节数字存储频谱分析仪,使显示图形的中心与信号发生器的载波频率相一致。

e. 调节数字存储频谱分析仪的灵敏度,使频谱分析仪工作在线性范围内,并在荧光屏上显示出图形。启动数字存储频谱分析仪,记录在规定的带宽内均匀分布的至少 200 个取样点的 C_i 值,用 dBm 表示。用公式(A1)计算并记录所指示的载波功率 P_c (单位: dBm):

$$P_c = 10\lg \sum_{i=1}^{i=n} 10^{C_i/10} \dots\dots\dots (\text{A1})$$

式中： n ——取样数。

f. 调节数字存储频谱分析仪，使其显示图形的中心与上邻道的中心频率相一致。

g. 启动数字存储频谱分析仪，记录与步骤 e 相应的，在整个规定带宽内均匀分布的取样点的 A_i 值，用 dBm 表示。用公式 (A2) 计算并记录所指示的邻道功率 P_a (单位：dBm)：

$$P_a = 10 \lg \sum_{i=1}^{i=n} 10^{A_i/10} \quad \dots\dots\dots (A2)$$

式中： n ——取样数。

h. 用公式 (A3) 计算最大邻道功率比 PR (单位：dB)：

$$PR = P_c - P_a - 3 \quad \dots\dots\dots (A3)$$

式中： P_c ——步骤 e 所记录的数值，dBm；

P_a ——步骤 g 所记录的数值，dBm。

i. 当步骤 h 计算的最大邻道比超过邻道功率比极限测量要求时，则数字存储频谱分析仪测量方法可以使用。

A2 音频信号发生器

- a. 频率范围：50 Hz～10 kHz；
- b. 频率刻度基本误差： $\pm(0.02f+1)$ Hz；
- c. 频率特性：50 Hz～10 kHz ± 1.5 dB；
- d. 输出波形的非线性失真：
电压输出：在 50 Hz～10 kHz 范围内，小于 0.2%；
- e. 最大输出时电压大于 5 V。

A3 音频电压表

- a. 电压：0～10 V；
- b. 频率：50 Hz～50 kHz；
- c. 测量误差：对于 1 kHz，不超过 3%。

A4 计数式频率计(外加误差倍增器)

- a. 频率范围：50 Hz～30 MHz；
- b. 输入阻抗：大于 1 M Ω ，电容量不大于 25 pF；
- c. 晶体稳定性和误差：优于被测指标一个数量级。

A5 功率计(匹配试验负载)

- a. 50 Hz～30 MHz，驻波比小于 1.2；
30～60 MHz，驻波比小于 1.3；
- b. 测量误差：小于 10%。

A6 射频电压表

- a. 频率范围：20 Hz～400 MHz；

- b. 交流电压:0~150 V;
- c. 测量误差:20 kHz~100 MHz 时,小于 3%;
- d. 输入阻抗:
当测量直流电压时,应大于 25 MΩ;
当测量交流电压时,则在 100 MHz 时应大于 50 kΩ。

A7 射频频选电平表

- a. 频率范围:95 kHz~60 MHz,刻度误差±3%;
- b. 灵敏度:优于 160 μV;
- c. 电表刻度:最小可读电平-100 dB;
- d. 互调失真:优于 55 dB。

A8 示波器

- a. 频率范围:10 Hz~30 MHz;
- b. 偏转灵敏度:小于 25 mV/cm;
- c. 探头输入阻抗:10 MΩ±10%,电容量小于 10 pF。

A9 标准试验接收机

标准试验接收机应指定为单边带接收机,此接收机应具有一个在 6 dB 衰减处小于 15 kHz 的带宽,在 6~85 dB 之间的最小选择性斜率应为 12 dB/kHz。

A10 群时延测试仪

A10.1 主机

- a. 测量频率范围:200 Hz~10 kHz;
- b. 调制频率:10 Hz;
- c. 最大测量时间:60 ms;
- d. 测量精确度:主机±50 μs;
主机、副机联用±100 μs;
- e. 输入、输出阻抗:600 Ω;
- f. 收、发信号电平:0~35 dB;
- g. 幅度特性误差:≤±0.5 dB。

A10.2 副机

- a. 接收频率:200 Hz~10 kHz;
- b. 发送频率:1 800 Hz;
- c. 调制频率:10 Hz;
- d. 输入输出阻抗:600 Ω;
- e. 收、发信号电平:
接收:手动 0~35 dB;
自动 0~20 dB;
发送:手动、自动均为 0~35 dB;
- f. 幅度特性误差:≤±0.5 dB。

A11 失真系数仪或信纳德(SINAD)表

- a. 频率范围:50 Hz~20 kHz,频率响应的变化不超过 0.1 dB;

b. 衰减:带阻滤波器在 1 000 Hz 的衰减优于 40 dB,但在 50~500 Hz 和 2~20 kHz 之间的衰减低于 0.5 dB;

注:如果 SINAD 表有固定的滤波器,则滤波器在 980~1 020 Hz 的频段内衰减应为 40 dB。

c. 频率在 300~3 000 Hz 范围内,由恒定振幅噪声源所产生的噪声经过滤波器的衰减其电平不应超过 1 dB;

d. 在峰值系数(峰值与有效值之比)为 3 或小于 3 时,电表指示是真的有效值。

A12 射频信号发生器

a. 频率范围:100 kHz~30 MHz,误差小于±1%;

b. 电压范围:0~1 V,误差小于±5%;

c. 内调制频率:400 Hz 和 1 000 Hz;

d. 调制度:0~100%可调;

e. 输出剩余电压:小于 0.3 μV。

A13 相位抖动自动测量系统(例如:时域短稳自动测量系统)

a. 频率范围:5 MHz~18 GHz(在 0.5~5 MHz 范围内也可测量,测量精度略差些);

b. 输入阻抗:50 Ω;

c. 输入幅度:-5~+10 dBm;

d. 取样时间:1 ms~10 s;

e. 测量精度: $3 \times 10^{-13}/\tau$ 。

A14 全景频谱分析仪

a. 频率范围:1 kHz~110 MHz;

b. 最大输入电平:13 dBm;

c. 频率精确度:在 0~110 MHz 调谐范围内为±1 MHz;
在 0~11 MHz 调谐范围内为±200 kHz;

d. 输入阻抗:50 Ω。

A15 十进频率仪

A15.1 频率测量

a. 频率范围:10 Hz~2 MHz;

b. 输入电平:正弦波:0.5~10 V(rms);
方波、脉冲波:1.5~30 V(峰-峰值)。

A15.2 时间测量

a. 测时范围:100 μs~10 s;

b. 测时精度: $3 \times 10^{-5}/8 \pm 1 \mu\text{s}$;

c. 输入电平:3~10 V(峰-峰值)。

A15.3 周期测量

a. 测量范围:100 μs~0.1 s;

b. 测量精度:±(0.5%+1 μs);

c. 输入电平:3~6 V(rms)。

A16 场强计

A17 白噪声发生器

A18 耦合器/衰减器

附录 B

最大频率误差的测量方法

(参考件)

B1 定义

发射机在规定的极限使用条件(如气候、电源、振动、冲击等)范围内最恶劣的组合状态下,经规定的预热时间后,实测载波频率与指配载波频率之差称为最大频率误差。

B2 测量方法

B2.1 极限使用条件组合的概念

由于多项极限使用条件综合模拟存在实际困难,故本标准采取单项模拟的办法进行测量。当模拟某项极限使用条件时,则其他诸因素均处于 4.2 条和 5.8 条所规定的条件。按 6.16.2.1 条或 6.16.2.2 条测量方法中的一种方法,分别测出各正常测量条件下和各极限使用条件下发射机经规定预热时间后的频率值,并计算出相应的频率变化值。将同向频率变化值相加,并加上试验前的正常测量条件下的频率偏差(代数相加),即得到正负两个方向最恶劣组合状态的频率偏差,取绝对值较大的一组数据作为最大频率误差。

该值与指配载波频率之比即为相对最大频率误差。

注:对于实际上不可能同时存在的极限使用条件的组合,如高温和低温,产生同向的频率偏差时,则只取其中频率偏差较大的一项数据。

举例:当指配载波频率 $f_0=10\text{ MHz}$,各单项模拟测量数据如表 B1 所示。

表 B1

Hz

试验项目		高温	湿度	低温	振动	运输	电源电压	
							+10%	-10%
试验前后实测频率 f 与 f_0 的偏差值	前	0.7	0.1	0.4	1.2	0.7	0.9	0.9
	后	0.2	0.6	0.3	0.7	0.9	0.9	0.9
Δf (试验前后频率偏差值之差)		-0.5	0.5	-0.1	-0.5	0.2	0	0

由表 B1 可知:高温、低温、振动三项产生负向频率偏差,其频率偏差值分别为 -0.5 、 -0.1 和 -0.5 Hz ,由于高温和低温实际上不可能同时存在,取两个频率偏差中较大的高温一项,故高温、振动组成“负向最恶劣组合状态”,其负向频率偏差值为:

$-0.5 + (-0.5) = -1\text{ Hz}$,将此数据和试验前正常条件下的频率偏差(即为高温试验前的频率偏差) 0.7 Hz 代数相加,则负向频率总偏差为: $-1 + 0.7 = -0.3\text{ Hz}$ 。

同理可得正向频率总偏差为： $0.5+0.2+0.7=1.4\text{ Hz}$ 。

取两组中绝对值较大的一组为最大频率误差，即：

$$\Delta f_{\max} = 1.4\text{ Hz}$$

相对最大频率误差为： $\frac{\Delta f_{\max}}{f_0} = \frac{1.4}{10^7} = 1.4 \times 10^{-7}$

B2.2 测量方法一——直接计数法

见 6.16.2.1 条。

B2.3 测量方法二——示波器法

见 6.16.2.2 条。

附录 C 群时延的测量原理 (参考件)

C1 原理

对于一般的信道系统，传输函数可以写成：

$$H(j\omega) = A(\omega) \cdot e^{-jB(\omega)} \quad \dots\dots\dots (C1)$$

式中： $A(\omega)$ ——幅度/频率特性；

$B(\omega)$ ——相位/频率特性。

则信道系统的群时延 $\tau(\omega)$ 定义为： $B(\omega)$ 对 ω 的一次导数。即：

$$\tau(\omega) = \frac{dB(\omega)}{d\omega} \quad \dots\dots\dots (C2)$$

用 ms 来表示。

为了不失真地传输信号，信道系统必须满足在信号所占的频带内幅频特性 $A(\omega)$ 为常数，相频特性 $B(\omega)$ 为线性关系。由于信道中电感、电容等的存在，上述关系一般都不能满足，这样将产生信号的失真，若将信号所占的频带分成无数足够小的区间，在这些小的区间认为它满足 $A(\omega)=\text{常数}$ ， $B(\omega)$ 为线性关系，而将这些无数足够小的区间特性相加，近似地就可以得出信道传输特性，也就是信道的群时延特性。

用 $\tau = \frac{\Delta B}{\Delta \omega}$ 来代替，即频率为 f 处的群时延数值，实际上就等于一个载频为 f 的窄带调幅信号，通过信道系统后，包络所产生的时延，所以群时延有时也称包络时延，但群时延与相位时延是两个不同的概念。

设已调幅波只包含两个频率分量：即：

$$\begin{aligned} & \cos(\omega_0 + \Omega)t + \cos(\omega_0 - \Omega)t \\ & = 2\cos\Omega t \cos\omega_0 t \end{aligned}$$

经过信道系统后， $(\omega_0 + \Omega)$ 和 $(\omega_0 - \Omega)$ 分量相位滞后分别为 φ_1 和 φ_2 ，则此波形为：

$$\cos[(\omega_0 + \Omega)t - \varphi_2] + \cos[(\omega_0 - \Omega)t - \varphi_1]$$

$$\begin{aligned}
&= 2\cos\left(\Omega t - \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2}\right)\cos\left(\omega_0 t - \frac{\varphi_2 + \varphi_1}{2}\right) \\
&= 2\cos\Omega\left(t - \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2\Omega}\right)\cos\left(\omega_0 t - \frac{\varphi_2 + \varphi_1}{2}\right)
\end{aligned}$$

比较上述两式不难看出,该调幅波的信号频率(即包络)和载波均滞后一个相角,对于包络通过信道系统后所产生的时延则为 $\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2\Omega}$ 。本标准的群时延测量电路就是根据上述原理构成的。

C2 测量方法

根据上述原理,本测量电路(如图 15)由信号源(群时延测试仪供给)、发射机和解调器三部分组成。测试时由信号源送出频率为 $F \pm 10 \text{ Hz}$ 的调幅信号(选出调幅波调制信号的频率)放大,限幅后获得零点。另一路经信道(发射机)返回送至被测通道,同样经全波检波、选频、限幅后获得零点。由于返回被测通道的信号经发射机后有一定的时延,因而两零点间存在着一定的差值,此差值即为所测的群时延数值。详见图 C1。

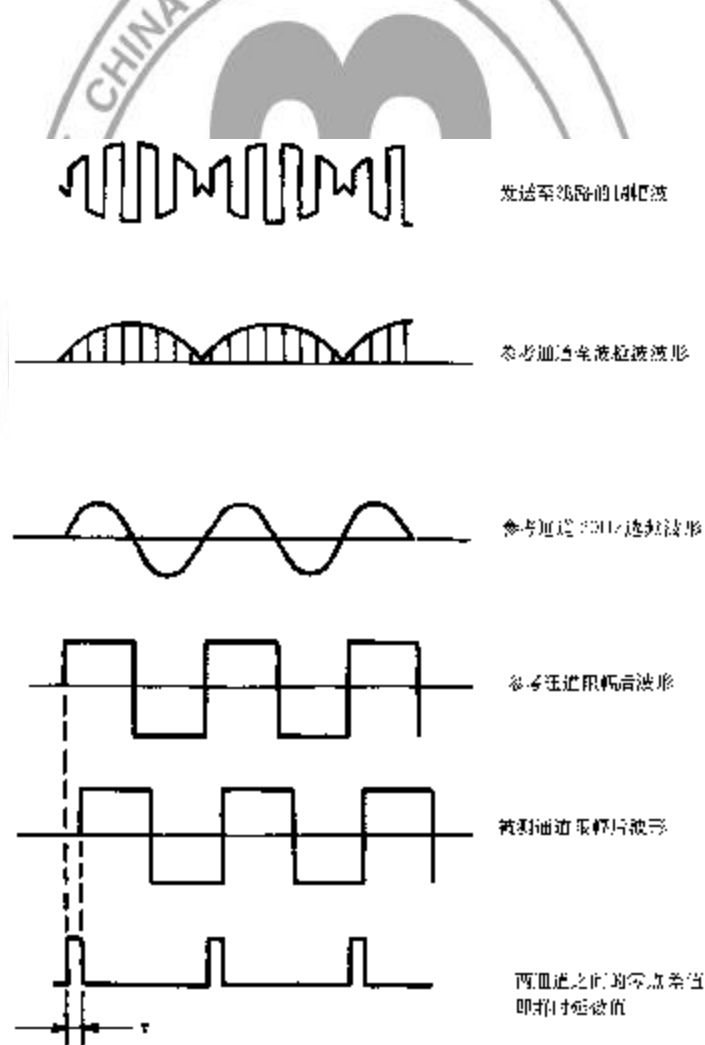


图 C1 群时延测试波形图

附录 D

功率测试接收机

(参考件)

采用功率测试接收机可测量发射机的邻道功率。功率测试接收机的测量框图见图 4。

功率测试接收机对测量基准功率与邻道功率之比应能达到测量精度为 ± 3 dB 的要求。为此,功率测试接收机应具有下列特性:

参考频率的测量,以及本机振荡器(4A)的频率设定应在 ± 10 Hz 范围内。

功率测试接收机的线性应该是:当输入电平在 100 dB 范围内变化时,读数的误差小于 1.5 dB。

中频衰减器(4C)应能在 80 dB 范围内进行调节。

衰减器和电表的组合应能使读数的分辨率达 0.5 dB。

有效值电压表的波峰系数应至少为 10。

本机振荡器混频器(4A)和任何放大器的噪声所产生的误差应小于 1.3 dB。该噪声将限制了最大比值的测量,例如 80 dB,除非将噪声电平降至最低,进行特殊测量。

如果在功率测试接收机的输出端上功率测量接收机的噪声功率小于总功率的 $1/4$ (-6 dB),则测量中噪声所引起的误差将是允许的。

用下列方法鉴定功率测试接收机是否满足这些要求:

a. 将具有在适当的邻道间隔上或在标称频率任一边的规定频率上的功率密度,相对于信号电平大约为 -120 dB/Hz 的信号源接到功率测试接收机的输入端。

b. 按本标准 6.5.2 条测量信号源邻道功率(未调制)。

发射机可测量的最大比值比步骤 b 所测得的值低 6 dB。

在测量具体的邻道功率比时,可用式(D1)确定允许的最大噪声功率密度值,用 dB/Hz 表示,它低于信号源的输出功率:

$$\text{dB/Hz(信号源)} = -A - 10 \lg B - 6 \dots\dots\dots (\text{D1})$$

式中: A ——所要求的邻道功率比, dB;

B ——功率测试接收机带宽, Hz。

测量结果取决于功率测试接收机的选择性。理想的状态是功率测试接收机应有一个矩形的选择性。具有如表 D1 和图 D1 所示幅频特性的功率测试接收机,可认为近似达到这一要求。

表 D1 功率测试接收机所要求的选择性

偏离参考频率 Hz	响 应 dB
-300	> -2
0	正好 -6
+300	< -40
+500	< -60
+700	$< -70^{1)}$

注: 在参考频率之间可找到一个或多个 0 dB。

两个参考频率之间的差值是功率测试接收机的带宽。功率测量接收机应有 2 400 Hz 的带宽。

用参考频率作为测量方法的调谐准则时,功率测试接收机的带宽不是很要紧的。带宽改变 $\pm 20\%$ 不致明显影响测量结果。

¹⁾功率测试接收机的噪声电平会妨碍该值的获得。

频率偏移的负号表示该偏移是向着功率测试频响的中心。

在两个 -300 Hz 频率之间,响应应保持在 $0\sim -2\text{ dB}$ 。

两个参考频率是:在最大响应指定为 0 dB 时,功率测试接收机的响应为 -6 dB 的两个频率点,这些参考频率是用来将功率测试接收机调到发射机标称频率两边上的规定频率点上。

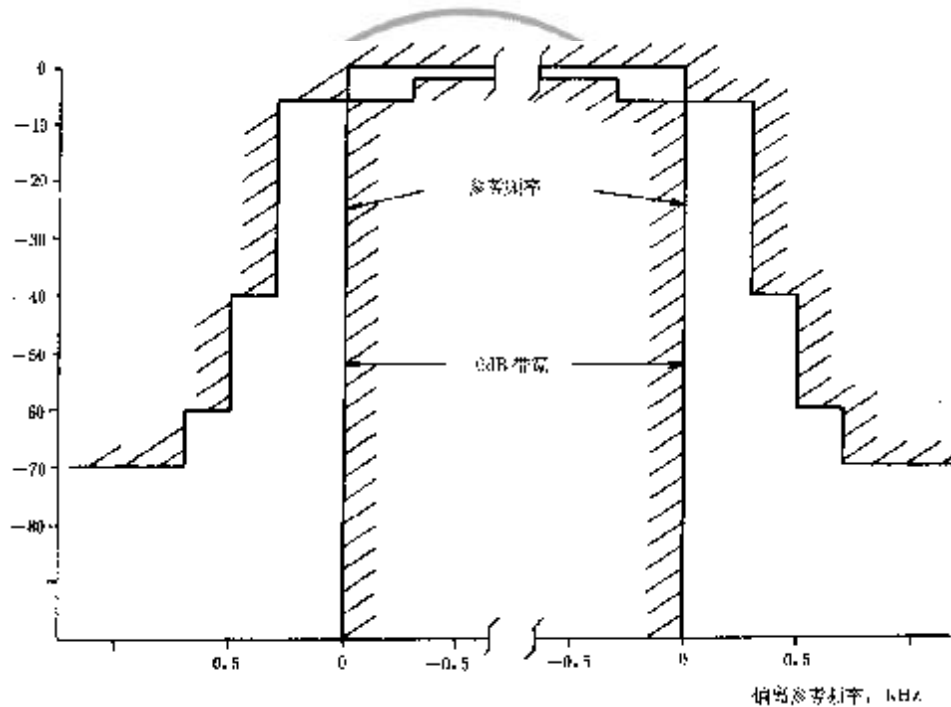


图 D1 功率测试接收机的选择性极限

附加说明:

本标准由中华人民共和国电子工业部提出。

本标准由电子工业部标准化研究所归口。

本标准由国营南京无线电厂负责起草。

本标准于 1986 年 9 月首次发布。