



中华人民共和国国家标准

GB/T 6934—1995

短波单边带接收机电性能测量方法

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

1995-04-06 发布

1995-11-01 实施

国家技术监督局 发布

目 次

1 主题内容与适用范围	(1)
2 引用标准	(1)
3 术语	(1)
3.1 音频试验负载	(1)
3.2 基准输出电平	(1)
3.3 信纳德	(1)
3.4 标准信纳德	(1)
3.5 信噪比	(1)
3.6 标准信噪比	(2)
4 标准试验条件	(2)
4.1 标准大气条件	(2)
4.2 标准电源条件	(3)
5 补充试验条件	(3)
5.1 输入信号源	(3)
5.2 测量设备的连接	(4)
5.3 音频频带的限制	(4)
5.4 测量设备的特性	(4)
5.5 测量工作场所条件	(5)
6 电性能定义和测量方法	(5)
6.1 频率误差	(5)
6.2 频率稳定度	(5)
6.3 基准灵敏度	(6)
6.4 大信号信噪比	(6)
6.5 音频响应	(7)
6.6 边带线性窜扰	(7)
6.7 群时延(包络时延失真)	(7)
6.8 中频选择性	(8)
6.9 总失真系数	(8)
6.10 相对音频互调(带内互调)	(9)
6.11 边带非线性窜扰	(9)
6.12 带外互调	(10)
6.13 邻近信号选择性	(11)
6.14 阻塞	(11)
6.15 倒易混频	(11)
6.16 中频抑制比	(12)
6.17 镜频抑制比	(12)

6.18 杂散频率抑制比..... (12)

6.19 组合音..... (13)

6.20 自动增益控制特性..... (13)

6.21 射频增益控制..... (13)

6.22 音量控制或线路电平调整..... (13)

6.23 传导杂散分量..... (14)

6.24 相位抖动..... (14)

附录 A 混合网络的示例(补充件) (16)

附录 B 测量仪器品种和射频信号发生器的特性(补充件)..... (17)

附录 C 互调输入截点值的测量(补充件)..... (18)

附录 D 人工电源网络(补充件)..... (19)

附录 E 最大频率误差的测量(参考件)..... (20)

中华人民共和国国家标准

短波单边带接收机电性能测量方法

GB/T 6934—1995

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

代替 GB 6934—86

1 主题内容与适用范围

本标准规定了短波单边带接收机(简称接收机)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接收设备,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)的短波单边带接收机。也适用于可以兼容接收双边带调幅话(A3E)、等幅报(A1A、A1B)的短波单边带接收机。

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。

对于特殊接收机,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 2421 电工电子产品基本环境试验规程 总则

3 术语

3.1 音频试验负载 audio-frequency test load

音频试验负载是代替接收机正常工作时所连接的负载的阻抗网络,它模拟正常负载和正常使用电缆的阻抗。网络由制造厂规定,通常用单一纯电阻组成。

3.2 基准输出电平 reference output level

接收机在规定的工作条件下,连接规定的音频试验负载时的有用输出功率,它用来做测量的基准电平。

3.3 信纳德 SINAD

音频试验负载上的有用信号加噪声加失真的输出功率和与噪声加失真的功率和之比:

$$\frac{S + N + D}{N + D} \dots\dots\dots (1)$$

式中: S——标准试验调制产生的有用音频信号;

N——标准试验调制的噪声;

D——标准试验调制的失真。

3.4 标准信纳德 standard SINAD

本标准规定,标准信纳德为 12 dB。

3.5 信噪比 signal-to-noise ration

音频试验负载上的有用信号加噪声的输出功率与噪声功率之比：

$$\frac{S+N}{N} \dots\dots\dots (2)$$

式中：S——标准试验调制产生的有用音频信号；

N——噪声。

3.6 标准信噪比 standard signal-to-noise ration

本标准规定，标准信噪比为 12 dB。

4 标准试验条件

除非另有规定，测量均应在标准试验条件下进行。

4.1 标准大气条件

标准大气条件符合 GB 2421 的规定。

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 C			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接收机工作时的电源输入端测量。如果接收机接有不可拆卸的电线、电缆时,可以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和交流电源两种。

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 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 输入信号源

5.1.1 具有适当天线接头的接收机测量用的输入信号源的配置

输入信号源应由射频信号发生器、传输线和阻抗匹配网络组成(见图1)。

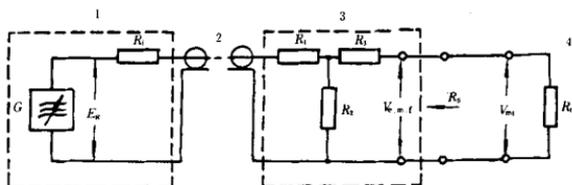


图1 输入信号源的配置

1—内阻为 R_1 的射频信号发生器;2—传输线;3—阻抗匹配网络(缓冲器,选择使用);

4—接收机标称输入阻抗 R_n ; R_2 —输入信号源内阻

匹配网络电阻值应按公式(3)、(4)、(5)选择:

$$R_2 = \frac{2\sqrt{NR_1R_n}}{N-1} \dots\dots\dots (3)$$

$$R_1 = R_1 \left(\frac{N+1}{N-1} \right) - R_2 \dots\dots\dots (4)$$

$$R_3 = R_n \left(\frac{N+1}{N-1} \right) - R_2 \dots\dots\dots (5)$$

式中: N ——要求的功率衰减比。

标称射频输入阻抗(R_n)由产品规范规定,当天线阻抗与此相同时,其设备的特性最佳。射频信号源输入信号电平可以表示为:

当输入信号源阻抗(R_2)等于接收机标称射频输入阻抗(R_n)时,呈现在输入信号源开路输出端的电

动势(图1中的 $V_{e.m.f.}$)或者当信号源阻抗(R_s)等于接收机标称射频输入阻抗(R_n)时,在阻抗等于 R_n 的负载两端测量电压,该电压值(V_m)是开路电动势($V_{e.m.f.}$)值的一半。

当电表所指示的 E_s 不是靠近接收机的输入端时,那末,除了考虑阻抗匹配网络的损耗外,还应考虑传输线的损耗。

5.1.2 标准输入信号

5.1.2.1 单边带(R3E、H3E、J3E)

标准输入信号是一个射频信号或者是用两个射频信号线性合成的信号,它模拟一个用1 000 Hz音频信号调制的单边带发射。

输入信号的频率和电平取决于它们所代表的发射类别。两个频率,一个代表载频,另一个代表边带频率,它们应这样选择;当解调时,它们将产生1 000 Hz的音频输出。当输入信号电平为60 dB μ V时,载波和边带的电平见表3。

表 3

发射类别	代 表 信 号	
	载 波	边 带
R3E	42 dB μ V	60 dB μ V
H3E	54 dB μ V	54 dB μ V
J3E	去掉载波或 ≤ 20 dB μ V	60 dB μ V

5.1.2.2 双边带调幅话(A3E)和等幅报(A1A、A1B)

双边带调幅话(A3E)的标准输入信号是一个调制频率为1 000 Hz,调制度为30%的射频信号。等幅报(A1A、A1B)的标准输入信号是一未调制的射频信号。它们的频率选择应保证接收机解调后会产生1 000 Hz的音频输出。

5.1.3 输入信号电平

已调制的输入信号电平用一正弦电压的有效值表示,它的峰值等于调制波包络顶部的一个射频周期的振幅。

注:5.1.2.1条规定的由载波和边带组成的输入信号电平应用它们的电压有效值之和数表示(即载波和边带的功率之和的均方根值)。5.1.2.2条规定的A3E的输入信号电平可以近似用载波电平表示。

任意的未调制的输入信号电平用电压有效值表示。

除非另有规定,有用和无用的输入信号电平都应用微伏数或者分贝微伏数记录。

5.1.4 几个信号源的混合网络

混合网络的示例见附录A(补充件)。

5.2 测量设备的连接

必须注意测量设备的输入阻抗不要影响接收机所规定的负荷条件。

5.3 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。

5.4 测量设备的特性

测量仪器品种和射频信号发生器的特性见附录B(补充件)。

5.4.1 真有效值电压表

测量信噪比,指示表的特性是很重要的。另外,对于某些特性,也需要测量实际的有效值电压。

5.4.2 失真系数或信纳德(SINAD)表

失真系数或信纳德(SINAD)表应具有下列特性:

- a. 在 50 Hz~20 kHz 的频率范围内,频率响应的变化不超过 0.1 dB;
- b. 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,电表指示是真有效值。

5.4.3 选择性的测量设备

选择性的测量设备,可能是选频电压表、频谱分析仪或者是校准的场强仪。这种测量设备的带宽应适用于进行的测量或者能把它调整到试验方法所规定的值。

5.5 测量工作场所条件

测量工作场所应清洁,不应存有损害设备的气体,盐雾及强烈的日光辐射。应有隔离工业干扰、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

除自动增益控制特性和音量控制等项目外,本标准规定的其他项目测量时,可以将接收机自动增益控制开关置于“断开”位置。

没有自动增益控制开关的接收机,保持自动增益控制原样。

6.1 频率误差

6.1.1 定义

接收机经规定的预热时间后,实测载波频率和标称载波频率的偏差程度,称为频率误差,用赫兹为单位来表示,或者指该差值与标称载波频率之比,用 10^{-6} 表示。

6.1.2 测量方法

6.1.2.1 测量方法一——标准频率源法

- a. 按图 2 连接设备。

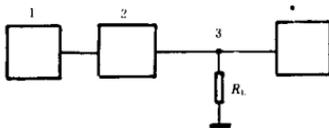


图 2 采用标准频率源测量接收机频率误差的框图

1—标准频率源;2—待测接收机;3—音频试验负载;4—计数式频率计

- b. 待测接收机工作频率置于偏离测试频率 f_0 (如 10 MHz) 为 f_1 (如 1 000 Hz) 的位置,待测接收机音频输出应为 f_1 ,由于接收机的频率误差,实际音频输出为 f 。 f 与 f_1 之差,即为接收机的频率误差。

6.1.2.2 测量方法二——时畴测频法

采用时畴测频仪,可直接在接收机“标频输出”端测量频率偏差值。

偏离标准试验条件下测量最大频率误差见附录 E(参考件)。

6.2 频率稳定度

6.2.1 定义

在试验的标准大气条件下,接收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

半与标称载波频率之比为频率稳定度。

持续时间为1 d,称日频率稳定度;持续时间为1月,则称月频率稳定度。

6.2.2 测量方法

a. 按6.1.2条测出规定持续时间内各间隔时间的频率偏差值。预热时间和测量时间间隔按设备规范的规定。

b. 找出最大偏差值和最小偏差值,并计算它们的差。

c. 步骤b计算结果的一半与标称频率之比,即为某时间的频率稳定度。

6.3 基准灵敏度

6.3.1 定义

系指在规定的频率和规定的调制下,接收机音频输出端获得标准信纳德或者标准信噪比时的输入信号电平。

6.3.2 测量方法

a. 按图3连接设备。发射类别J3E、A3E、A1A、A1B用单信号源,R3E和H3E用双信号源。

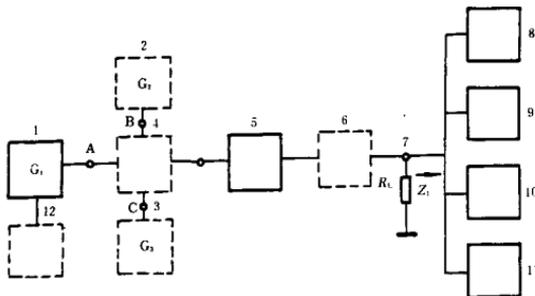


图3 测量接收机特性的框图

1—射频信号发生器 G_1 ; 2—射频信号发生器 G_2 , 按需设置; 3—射频信号发生器 G_3 , 按需设置; 4—匹配网络或混合匹配网络, 按需设置; 5—待测接收机; 6—频带限上滤波器, 按需设置; 7—音频试验负载; 8—音频频率计或计数式频率计; 9—失真系数仪, 按需设置; 10—音频电压表; 11—音频频谱分析仪或音频选频电压表, 按需设置; 12—音频信号发生器, 测量A3E的频率响应时用

注: 仪表8、9、10、11的输入阻抗 Z_i 必须满足: $Z_i \gg R_L$ 。

b. 将一标准输入信号加至接收机的输入端。

c. 调节接收机射频增益(或音量控制), 以获得基准输出电平。

注: 对于用于移动通信的单边带接收机, 有的没有射频增益控制功能, 则调节音量控制, 以获得基准输出电平。

d. 调节标准输入信号电平以产生标准信纳德或标准信噪比, 记下这时的输入信号电平(电动势)。

e. 步骤d所记录的电平就是基准灵敏度, 用微伏或分贝微伏表示。

本标准规定基准灵敏度指标可用输出信噪比的测量结果表示。即将标准输入信号电平调节在接收机规定的基准灵敏度值时, 测量出其输出信噪比。

6.4 大信号信噪比

6.4.1 定义

接收机输入较大信号, 此时接收机音频输出的信噪比, 称为接收机的大信号信噪比, 用分贝数表示。

6.4.2 测量方法

- a. 按图 3 连接设备。
- b. 将一标准输入信号加至接收机的输入端,并调节信号电平到规定值(例如电动势 56 dB μ V)。
- c. 调节射频增益(或音量控制),以获得基准输出电平。
- d. 测量信噪比并记录,用 dB 表示。

6.5 音频响应

6.5.1 定义

输入信号电平不变时,在规定的音频范围内,接收机输出电平随音频频率而变化的特性,称为音频响应,以最高输出电平和最低输出电平之比的分贝数表示。

6.5.2 测量方法一

- a. 按图 3 连接设备。测量 A3E 的频率响应时,需将音频信号发生器接到射频信号发生器 G_1 的调制输入端。
- b. 将一标准输入信号加至接收机输入端,并将其电平调到规定值(例如电动势 46 dB μ V),调节射频增益,以获得基准输出电平。
- c. 保持输入信号电平不变,在规定的音频范围内微调边带信号频率(双边带调幅话测量时,调节音频调制频率),测量接收机音频输出的最高电平和最低电平。
- d. 计算最高电平与最低电平之比,用 dB 表示。

注:在双边带调幅话(A3E)测量时,微调音频调制信号频率需注意保持调制度 30%。

6.5.3 测量方法二

- a. 按图 3 连接设备。接收机自动增益控制置于接通位置,当接收类别为 R3E 和 J3E 时,需将附加信号发生器 G_3 连至混合匹配网络的 C 端。
- b. 将一标准输入信号(60 dB μ V)加至接收机输入端(R3E、H3E、J3E、A3E)。
- c. 将需要的边带信号降低 10 dB(接收类别为 R3E 和 J3E 时)。
- d. 接收类别为 R3E 和 J3E 时,由附加信号发生器 G_3 取出一个(60 dB μ V)的信号加至接收机输入端,使接收机的输出端产生一附加频率为 1 600 Hz 的信号,以稳定接收机的增益。
- e. 调节接收机的音量控制,以产生基准输出电平。
- f. 保持输入信号电平不变,在规定的范围内改变需要边带信号的频率,并保持调制度不变。当使用附加信号发生器 G_3 时,在 1 600 Hz 附近测量时,必须移动附加信号发生器频率,以便使这个总的控制信号(用于稳定增益)刚好处在选频电压表的通带外边。记下每个音频频率和相应的输出电平。
- g. 这些试验也可以在其他需要边带信号上重复,但应注意避免接收机音频输出级过载。
- h. 计算步骤 f 记下的最高输出电平和最低输出电平之比,即为音频响应。用 dB 表示。

6.6 边带线性窜扰

6.6.1 定义

对于独立边带(B8E)接收机,音频输出所包含的另一边带窜扰电平与有用信号的基准输出电平之比,称为边带线性窜扰,用 dB 表示。

6.6.2 测量方法

- a. 按图 3 连接设备。
- b. 将一标准输入信号 J3E 加至接收机输入端,并将电平调节在规定的值(例如电动势 46 dB μ V)。
- c. 调节接收机射频增益(或音量控制),以获得基准输出电平。
- d. 保持输入信号电平不变,将其频率调至另一边带。
- e. 在规定的频率范围内变化频率。用音频频谱分析仪或选频电平表找出最大音频输出电平,记下此时的音频输出频率和电平。
- f. 步骤 e 所记录的电平与基准输出电平之比,即为某边带对另一边带的线性窜扰,用 dB 表示。

6.7 群时延(包络时延失真)

6.7.1 定义

系指在规定的音频范围内,波群通过接收机信道时,各频率分量的最大时延差,以 ms 表示。

6.7.2 测量方法

- a. 按图 4 连接设备。

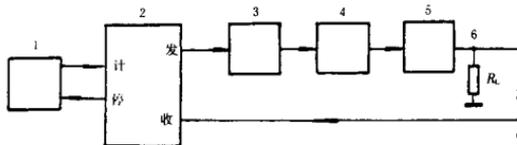


图 4 测量群时延的框图

- 1—计数式频率计,按需设置;2—群时延测试仪;3—射频信号发生器;4—匹配网络;
5—待测接收机;6—音频试验负载

b. 接收机和射频信号发生器均调谐在规定频率,输入信号电平调节在规定电平(如电动势 46 dB μ V),调节射频增益(或音量控制),以获得基准输出电平。

c. 群时延测试仪输出音频分别调谐在规定频率上,调节其输出电平,使射频信号发生器的输出信号调制度为 50%,测定对应输出音频的时延时间。

d. 计算最大时延差,用 ms 表示。

e. 独立边带(B8E)接收机,应分别测量上、下边带的时延时间和计算最大时延差。

6.8 中频选择性

6.8.1 定义

接收机选择有用信号和抑制邻近频率干扰的能力,称为接收机选择性。这种选择性主要决定于中频滤波器的特性,通常称为中频选择性,如用 6 dB 带宽、60 dB 带宽表示。

6.8.2 测量方法

- a. 按图 5 连接设备。

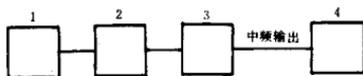


图 5 测量中频选择性的框图

- 1—射频信号发生器;2—匹配网络,按射频信号发生器的输出内阻设置;3—待测接收机;4—射频电压表

b. 接收机置于规定的测试频率,调节射频信号发生器,使其产生一电平为规定值(例如电动势 10 dB μ V),频率等于接收机工作频率的未调制输入信号。

c. 调节接收机射频增益,使其中频输出电压为某一规定值。

d. 在加大射频信号发生器输出电平(如 2 倍、1 000 倍)后,分别上下偏离射频信号发生器频率,使接收机中频输出电压不变,即可获得相应的带宽(如 6 dB、60 dB 带宽)。

注:如果待测的接收机没有中频输出端,也可以在音频输出端测量。

6.9 总失真系数

6.9.1 定义

总失真系数是除去基波分量的失真信号的有效值与完整信号的有效值之比,用百分数表示。失真信号包括相关的谐波分量、电源波纹和其他相应的非谐波分量。

6.9.2 测量方法

- a. 按图 3 连接设备。
- b. 将一标准输入信号加至接收机输入端,并将其电平调至规定值(如电动势 46 dB μ V),调节射频增益(或音量控制),以获得基准输出电平。
- c. 在音频试验负载上测量总失真系数。

6.10 相对音频互调(带内互调)

6.10.1 定义

当接收机接收由两个信号同时调制的适当类型的发射机的输入信号时,接收机非线性失真所产生的无用的非谐波输出分量电平与一个有用输出信号电平之比,即为相对音频互调,用 dB 表示。

6.10.2 测量方法

- a. 按图 3 连接设备,将附加射频信号发生器 G_3 连至混合匹配网络的 C 端。
- b. 射频信号发生器 G_3 无信号时,调节射频信号发生器 G_1 ,以产生一标准输入信号。发射类型 R3E 和 H3E 的标准输入信号,需要调节两个射频信号产生器 G_1 和 G_2 。并把标准输入信号调至规定值(例如电动势 60 dB μ V)。

c. 调节射频增益(或音量控制),使音频输出电平比基准输出电平小 6 dB。

d. 调节射频信号发生器 G_3 ,使接收机输入端在下列电平之一产生一个对应于 1 600 Hz 的边带。

R3E 60 dB μ V 电动势

H3E 54 dB μ V 电动势

J3E 60 dB μ V 电动势

e. 用音频频谱分析仪或音频选频电平表在接收机的输出端测量 1 000 Hz 分量的电平以及两个互调产物的频率和电平。

6.10.3 结果表示

计算 6.10.2 条测得的互调产物电平与 1 000 Hz 的有用信号电平之比,用 dB 表示,并按表 4 记录。

表 4

互调阶数	二		三		四		五		
互调频率计算式	$f_2 - f_1$	$f_2 + f_1$	$2f_1 - f_2$	$2f_2 - f_1$	$2f_2 - 2f_1$	$3f_1 - f_2$	$2f_2 - 3f_1$	$4f_1 - f_2$	$3f_2 - 2f_1$
互调频率 Hz	600	2 600	400	2 200	1 200	1 400	200	2 400	2 800
互调电平 dB									

6.11 边带非线性窜扰

6.11.1 定义

对于独立边带(B8E)接收机,两个位于另一边带内电平相等的无用输入信号,它们间的互调产物落在工作边带内,音频输出的互调电平与有用信号输出电平之比,即为边带非线性窜扰,用 dB 表示。

6.11.2 测量方法

- a. 按图 3 连接设备,将射频信号发生器 G_2 连至混合匹配网络的 B 端。
- b. 射频信号发生器 G_2 无输出时,调节射频信号发生器 G_1 ,以便将一标准输入信号 J3E 加至接收机输入端。并将其电平调至规定值(如电动势 46 dB μ V)。
- c. 调节接收机射频增益(或音量控制),使音频输出电平比基准输出电平小 6 dB。

d. 分别调节射频信号发生器 G_1 和 G_2 的频率至另一边带对应的 1 000 Hz、2 800 Hz 音频输出的频率上。

e. 用音频频谱分析仪或音频选频电压表测出 800 Hz 的三阶互调产物电平。

f. 计算步骤 e 所测得的电平与步骤 c 所获得的输出电平之比,即为某边带对另一边的三阶非线性窜扰,用 dB 表示。

6.12 带外互调

6.12.1 定义

当两个无用信号的频率 f_i (离有用信号频率较远的频率) 和 f_n (离有用信号频率较近的频率) 与有用信号频率 f_w 具有一种专门的频率关系时,由于它们之间互调在接收机输出端产生的无用信号响应,就是带外互调,如二阶、三阶带外互调。二阶互调的频率关系为:

$$f_w = f_i \pm f_n$$

一般使用的二阶互调的频率关系包括:

$$\begin{array}{l} f_n = f_w + \Delta f \\ f_i = 2f_w + \Delta f \end{array} \quad \text{或者} \quad \begin{array}{l} f_n = f_w - \Delta f \\ f_i = 2f_w - \Delta f \end{array}$$

三阶互调的频率关系为:

$$f_w = 2f_n \pm f_i$$

一般使用的三阶互调的频率关系包括:

$$\begin{array}{l} f_n = f_w + \Delta f \\ f_i = f_w + 2\Delta f \end{array} \quad \text{或者} \quad \begin{array}{l} f_n = f_w - \Delta f \\ f_i = f_w - 2\Delta f \end{array}$$

除非另有规定, f_n 与 f_w 的偏差 Δf 为 20 kHz。

6.12.2 测量方法一——大信号法

- 按图 3 连接设备,将射频信号发生器 G_2 连至混合匹配网络的 B 端。
- 将一标准输入信号加至接收机输入端,并将其电平调节在规定值(例如电动势 52 dB μ V)。
- 调节接收机射频增益,以获得基准输出电平。
- 使射频信号发生器 G_1 输出一无用的、未调制信号,其频率调至规定的 f_n 。
- 使射频信号发生器 G_2 输出一无用的、未调制信号,其频率调至规定的 f_i 。
- 同时逐渐地增加两个无用信号电平,直至接收机音频输出增加。
- 微调其中一个无用信号频率,使音频输出 1 000 Hz。
- 调节两个无用信号电平,使其在接收机的输入端相等。同时同步增大这两个无用信号电平,使音频输出低于基准输出电平 20 dB。记录此时的一个无用输入信号电平(端电压),即为带外互调,用 dB μ V 表示。

6.12.3 测量方法二——小信号法

- 按 6.3.2 测定基准灵敏度。记下这时的输入信号电平,用 μ V 或 dB μ V 表示。
- 按 6.12.2 步骤 d、e、f、g 调节无用信号频率和电平。
- 调节两个无用信号电平,使其在接收机输入端相等。同时同步改变这两个无用信号电平,使音

频输出达到基准输出电平,记录此时的一个无用信号输入电平。

d. 计算步骤 c 所记录的电平与基准灵敏度之比,即为带外互调,用 dB 表示。

6.12.4 测量方法三——互调输入截点值的测量方法

带外互调还可用互调输入截点值表示。测量方法参见附录 C(补充件)。

6.13 邻近信号选择性

6.13.1 定义

无用的邻近信号输入电平,使高出基准灵敏度 3 dB 的有用信号输出信纳德或信噪比下降到标准信纳德或标准信噪比,这个无用信号输入电平与基准灵敏度之比称为邻近信号选择性,用 dB 表示。

邻近信号频率与有用信号载频的上、下偏差在产品规范中规定。

6.13.2 测量方法

a. 按图 3 连接设备,并将附加射频信号发生器 G_3 (无用信号源)连至混合匹配网络 C 端。

b. 没有无用信号时,按 6.3.2 条测量基准灵敏度。记下这时的输入信号电平,用 μV 或 $\text{dB}\mu\text{V}$ 表示。

c. 增加有用输入信号 3 dB。

d. 在混合匹配网络的 C 端增加一无用的、未调制的输入信号。

e. 调节无用信号频率至接收机通带外,并调节到偏离有用信号载频上偏差和下偏差规定的数值。

在每个频率上调节无用信号电平,以便重建信纳德或标准信噪比。记下这时的无用信号输入电平,用 μV 或 $\text{dB}\mu\text{V}$ 表示。

f. 计算步骤 e 所测得的无用信号电平与基准灵敏度之比,较小值为邻近信号选择性。

g. 对于其他偏离频率、重复步骤 e 和 f 即可。结果可用表格形式表示。

6.14 阻塞

6.14.1 定义

某一规定频率的无用信号,使规定的有用信号输入电平(如电动势 $40 \text{ dB}\mu\text{V}$)产生的音频输出下降 3 dB,此时的无用信号输入电平称为阻塞,用 $\text{dB}\mu\text{V}$ 表示。

除非另有规定,无用信号频率与有用信号载频的偏差为 20 kHz。

6.14.2 测量方法

a. 按图 3 连接设备,并将附加射频信号发生器 G_3 (无用信号源)连至混合匹配网络 C 端。

b. 没有无用信号时,将一标准输入信号加至接收机输入端,使接收机输入信号电平(端电压)为一规定值(例如 $40 \text{ dB}\mu\text{V}$)。

c. 调节射频增益或(音量控制),以获得基准输出电平。

d. 在混合匹配网络 C 端增加一无用的、未调制的输入信号,将其频率调节到偏离有用信号载频上和下一个规定的偏差(20 kHz)。

e. 在每个频率上,调节无用信号输入电平,使有用信号音频输出下降 3 dB。记下此时的无用信号输入电平(端电压),用 $\text{dB}\mu\text{V}$ 表示。较小值即为阻塞。

6.15 倒易混频

6.15.1 定义

接收机带外无用信号与本机振荡的噪声混频,使落入中频通带的噪声激增,这种现象称为倒易混频。

除非另有规定,无用信号频率与有用信号载频偏离为 20 kHz,有用信号输入电平为 $10 \text{ dB}\mu\text{V}$ (端电压)。使有用信号输出信纳德或信噪比为 10 dB 时的无用信号输入电平,即为倒易混频,用 $\text{dB}\mu\text{V}$ 表示。

6.15.2 测量方法

a. 按图 3 连接设备,并将附加射频信号发生器 G_3 连至混合匹配网络 C 端。

b. 没有无用信号时,将一标准输入信号加至接收机输入端,使接收机输入信号电平(端电压)为

10 dB μ V。

- c. 调节接收机射频增益(或音量控制),以获得基准输出电平。
- d. 在混合匹配网络 C 端加一无用的、未调制的输入信号,其频率偏离有用信号载频为一规定值。
- e. 调节无用信号输入电平,直至接收机输出信纳德或信噪比为 10 dB。记下此时的无用信号输入电平,即为倒易混频,用 dB μ V 表示。

注:调节无用信号输入电平(步骤 e)时,如果接收机音频输出出现下降现象,下降不得大于 3 dB。

6.16 中频抑制比

6.16.1 定义

一个频率等于接收机中频的无用信号输入电平,使接收机的音频输出电平等于基准灵敏度时的输出电平,这个无用信号输入电平与基准灵敏度之比,即为中频抑制比,用 dB 表示。在多次变频的接收机中,有第一中频抑制比、第二中频抑制比等。

6.16.2 测量方法

- a. 按图 3 连接设备,并将附加射频信号发生器 G_3 (无用信号源)连至混合匹配网络的 C 端。
- b. 没有无用信号时,按 6.3.2 条测量基准灵敏度,记下这时的输入信号电平,用 μ V 或 dB μ V 表示。
- c. 没有有用信号时,将一无用的、未调制的高电平信号(如:100 dB μ V)加至混合匹配网络的 C 端。
- d. 调整 G_3 的频率至接收机的中频,并调整 G_3 的输出电平,使接收机的音频输出等于步骤 b 时的输出电平,记下这时接收机的输入信号电平,用 μ V 或 dB μ V 表示。
- e. 步骤 d 所记录的无用信号电平与基准灵敏度之比,即为中频抑制比,用 dB 表示。

6.17 镜频抑制比

6.17.1 定义

一个频率等于接收机镜像频率的无用信号输入电平,使接收机的输出电平等于基准灵敏度时的输出电平,这个无用信号输入电平与基准灵敏度之比,即为镜频抑制比,用 dB 表示。在多次变频的接收机中,有第一镜频抑制比,第二镜频抑制比等。

6.17.2 测量方法

- a. 按图 3 连接设备,并将附加射频信号发生器 G_3 (无用信号源)连至混合匹配网络的 C 端。
- b. 没有无用信号时,按 6.3.2 条测量基准灵敏度,记下这时的输入信号电平,用 μ V 或 dB μ V 表示。
- c. 没有有用信号时,将一无用的、未调制的高电平信号(如 100 dB μ V)加至混合匹配网络的 C 端。
- d. 调整 G_3 的频率至接收机的镜像频率,并调整 G_3 的输出电平,使接收机的音频输出等于步骤 b 时的输出电平,记下这时接收机的输入信号电平,用 μ V 或 dB μ V 表示。
- e. 步骤 d 所记录的无用信号电平与基准灵敏度之比,即为镜频抑制比,用 dB 表示。

6.18 杂散频率抑制比

6.18.1 定义

除中频、镜频以外的所有因变频技术和频率合成技术所引起的额外接收,通称为杂散频率干扰。一个无用信号输入电平,使接收机杂散频率干扰的输出电平等于基准灵敏度时的输出电平,这个无用信号输入电平与基准灵敏度之比即为杂散频率抑制比,用 dB 表示。

6.18.2 测量方法

- a. 按图 3 连接设备,并将附加射频信号发生器 G_3 (无用信号源)连至混合匹配网络的 C 端。
- b. 没有无用信号时,按 6.3.2 条测量基准灵敏度,记下这时的输入信号电平,用 μ V 或 dB μ V 表示。
- c. 没有有用信号时,将一无用的、未调制的高电平信号(如 100 dB μ V)加至混合匹配网络的 C 端。

- d. 在规定的测量频率范围内,变化无用信号频率,以搜索杂散频率响应。当发现无用信号的音频输出时,则仔细微调无用信号频率,使音频输出最大。
- e. 在每个杂散频率上,改变无用信号输入电平使接收机的音频输出等于步骤 b 时的输出电平,记下这时接收机的输入信号电平,用 μV 或 $\text{dB}\mu\text{V}$ 表示。
- f. 步骤 e 所记录的无用信号电平与基准灵敏度之比即为杂散频率抑制比,用 dB 表示。

6.19 组合音

6.19.1 定义

接收机内各本振信号及其组合所产生的音频输出称组合音,以组合音输出电平与标准信噪比输出时的噪声电平之比的分贝数表示。

6.19.2 测量方法

- a. 接收机天线输入端接一带屏蔽的等效天线电阻(如 $50\ \Omega$),音频输出端接音频试验负载和音频电压表。
- b. 将接收机各增益控制置于最大位置,在其工作频率范围内慢慢地变化接收机频率,以寻找组合音点。
- c. 找到组合音点后,把接收机偏调到组合音消失,调节射频增益(或音量控制),使音频输出的噪声电平为标准信噪比输出时的噪声电平(如 $-12\ \text{dBm}$)。记下此时的噪声电平,用 dBm 表示。
- d. 将接收机频率调谐到步骤 b 所找到的组合音点,微调频率使组合音输出最大,记下此时的音频输出电平,用 dBm 表示。
- e. 计算步骤 d 所记录的电平与步骤 c 所记录的电平之比,即为某组合音点的组合音,用 dB 表示。同时记录组合音点的频率。

6.20 自动增益控制特性

6.20.1 定义

接收机自动增益控制电路工作时,音频输出稳定后,其电平随接收机输入信号电平变化的特性。

6.20.2 测量方法

- a. 按图 3 连接设备。
- b. 将一标准输入信号加至接收机输入端,其电平调节在規定值。
- c. 接收机自动增益置于“接”(射频增益控制置于最大位置)。有音量控制的接收机,调节音量控制,以获得基准输出电平。
- d. 在规定的范围内,变化输入信号电平,测出相应的音频输出电平,并记录这些输入信号电平和与它对应的音频输出电平。

6.21 射频增益控制

本条仅适用于有射频增益控制的接收机。

6.21.1 定义

用人工操作对接收机的高频和中频进行增益控制的能力,称为射频增益控制。

6.21.2 测量方法

- a. 按 6.3.2 条测定基准灵敏度。
- b. 输入信号电平增大到規定倍数或分贝数,调节射频增益控制能使音频输出电平到基准输出电平。

注:凡高放增益与中放增益的调节旋钮(或按键)分开时,应分别测量高放增益控制和中放增益控制。

6.22 音量控制或线路电平调整

6.22.1 定义

用人工操作对接收机音频增益的控制能力称为音量控制。无音量控制的接收机,其线路输出电平可调范围称线路电平调整。

6.22.2 测量方法

- a. 按图 3 连接设备。
- b. 将一标准输入信号加至接收机输入端。
- c. 接收机自动增益控制置于“接”(射频增益控制置于最大位置),调节音量控制(或线路电平调整),分别测出总失真系数小于 10% 时的最大输出电平和最小输出电平。

6.23 传导杂散分量

6.23.1 定义

传导杂散分量是射频分量,它们的一般特点是在一个离散频率上或一段窄的频带上含有一个主要分量。它们可以存在在接收机天线或交流电源的端子上。

6.23.2 天线输入端传导杂散分量测量方法(天线端子的传导发射)

- a. 按图 6 连接设备,开关接到 A 点。关于人工电源网络的用途和电路图见附录 D(补充件)。

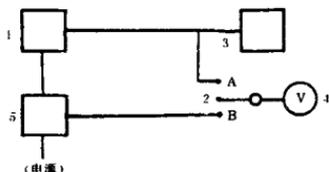


图 6 传导杂散分量测量框图

1—待测接收机;2—开关;3—试验负载;4—射频选频电平表;5—人工电源网络

- b. 接收机工作,调整操作开关(按键)及旋钮在基准灵敏度测量位置。在规定范围内调谐射频选频电平表,寻找杂散分量。

- c. 记录所找到的杂散分量的频率和电平。分别用 MHz 和 μV 或 $\text{dB}\mu\text{V}$ 表示。

注:① 对本测量而言,试验负载(3)的阻抗(包括选频电平表的影响),应等于接收机需要的源阻抗。

② 测量时应注意防止由辐射或通过供电线来的干扰电压进入测量设备内。

③ 本试验方法仅限于米波和分米波的情况。因为连接天线端口的试验负载两端测得的电压不足以反映出百米波情况的干扰,如果设备装在船上,则所得结果在很大程度上取决于天线对上部结构的位置。

6.23.3 交流电源输入端的传导杂散分量的测量方法(30 MHz 以下频率)

- a. 按图 6 连接设备,开关接到 B 点。
- b. 按 6.23.2 步骤 b、c 测量和记录结果。

6.24 相位抖动

6.24.1 定义

指接收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 $(^\circ)/10\text{ms}$ 表示。

设频率合成器输出信号为:

$$e = A\cos[\varphi_0 t + \varphi(t)] \quad \dots\dots\dots (6)$$

则相位抖动

$$\sigma\varphi = \frac{d[\varphi(t)]}{dt} \quad \dots\dots\dots (7)$$

6.24.2 测量方法

- a. 测量框图如图 7。
- b. 接收机在等幅报位置按规定方法调机,使接收机输出额定功率。
- 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): $\geq 10/\tau$ 。

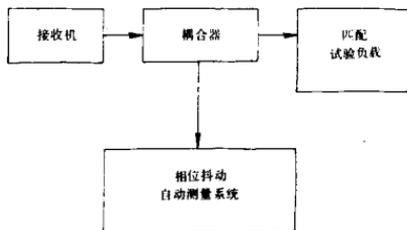


图 7 相位抖动测量框图

- d. 在接收机使用的频带内,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。

附录 A
混合网络的示例
(补充件)

A1 简单混合网络示例

图 A1 和图 A2 的电阻网络,适用于两个或三个信号发生器的输出信号的组合。

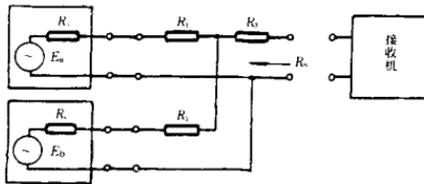


图 A1 两个信号发生器组成的网络

如果 $R_1 = R_2 = R_3 = \frac{R_1}{3}$, 则网络源阻抗 R_s 等于 R_1 , 在这种情况下, 网络衰减约 6 dB。

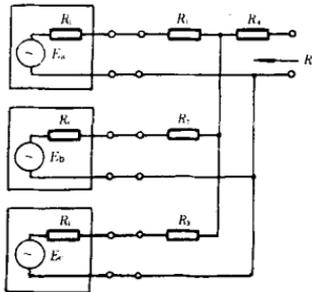


图 A2 三个信号发生器组成的网络

如果 $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = \frac{R_1}{2}$, 则网络源阻抗 R_s 等于 R_1 , 在这种情况下, 网络衰减约 10 dB。

A2 对信号发生器之间提供高度隔离网络的示例

图 A1 和 A2 所示的电阻网络不能对射频信号发生器(信号源)之间提供高度的隔离,因此在射频信号发生器的输出端会出现互调产物。本附录推荐采用的短波宽频带混合线圈网络可以降低这种作用。在测量高性能指标的接收机的带外互调时,可以采用这种网络。混合线圈网络如图 A3 所示。

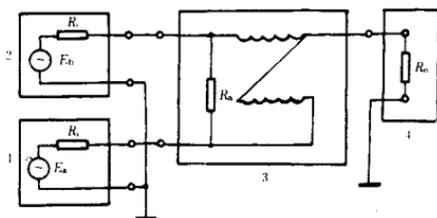


图 A3 混合线圈网络

1—射频信号发生器 G_1 ，内阻为 R_1 ；2—射频信号发生器 G_2 ，内阻为 R_2 ；3—包括平衡电阻 R_0 和双股并绕的两平行线圈的混合网络，两平行线圈构成 4:1 传输型变压器，传输线特性阻抗为 Z_c ；4—待测接收机，输入标称阻抗为 R_n 。

当 $R_n = \frac{R_1}{2}$ ， $R_1 = 2R_2$ ， $Z_c = R_1$ 时，该混合网络能对信号发生器之间提供高度隔离。

附录 B

测量仪器品种和射频信号发生器的特性 (补充件)

B1 主要仪器品种

主要仪器品种有：

- a. 射频信号发生器；
- b. 音频信号发生器；
- c. 计数式频率计；
- d. 音频频率计；
- e. 音频选频电平表；
- f. 音频频谱分析仪；
- g. 音频电压表；
- h. 失真系数仪；
- i. 群时延测试仪；
- j. 时畴测频仪；
- k. 射频选频电平表；
- l. 射频电压表；
- m. 频域相位噪声分析仪或时域短稳测量系统。

B2 射频信号发生器特性的试验方法

B2.1 射频信号发生器互调特性的试验方法

射频信号发生器之间的互调可以通过以下程序进行试验：

在混合网络和接收机之间放入一个可变的衰减器。增加衰减 1 dB,并以同样的量增加信号发生器的输出电压,以此保持接收机输入端原来的信号电平。

因为输出端的互调产物应保持不变,任何增加都是由信号发生器中的互调引起的。

B2.2 射频信号发生器噪声的试验方法

当射频信号发生器具有高的频谱噪声常数时,测量某些特性(如邻近信号选择性)可能是不正确的。

在 30 MHz 以下的频率,将一只在邻近信道上至少有 20 dB 衰减的晶体滤波器连接到射频信号发生器的输出端,以此来判断测量结果是否存在射频信号发生器噪声的影响。

附录 C

互调输入载点值的测量

(补充件)

C1 测量方法

C1.1 按图 3(见 6.3 条)连接设备。

C1.2 使射频信号发生器 G_1 输出一无用的、未调制信号,其频率调至规定的 f_n (见 6.12.1 条)。

C1.3 使射频信号发生器 G_2 输出一无用的、未调制信号,其频率调至规定的 f_i (见 6.12.1 条)。

C1.4 逐渐地增加二个无用信号电平 V_{i1} 和 V_{i2} 到规定电平,微调其中一个无用信号频率,使音频输出 1 000 Hz。

C1.5 调节接收机射频增益(或音量控制),以获得基准输出电平。

C1.6 保持接收机增益和频率不变,调节射频信号发生器 G_1 和 G_2 ,产生一标准输入信号加至接收机输入端。

C1.7 调节输入信号电平,以获得基准输出电平。并记下这个电平 V_s (端电压),用 dBm 表示。

C1.8 按公式(C1)或(C2)计算互调载点值。

C2 二阶互调输入载点值 IP_2

计算公式:

$$IP_2 = 2V_j - V_s \quad \dots\dots\dots(C1)$$

式中: V_j ——规定的二个等幅无用输入信号电平($V_{i1}=V_{i2}=V_j$),dBm;

V_s ——有用输入信号电平,dBm。

C3 三阶互调输入载点值 IP_3

计算公式:

$$IP_3 = (3V_j - V_s)/2 \quad \dots\dots\dots(C2)$$

式中: V_j ——规定的二个等幅无用输入信号电平($V_{i1}=V_{i2}=V_j$),dBm;

V_s ——有用输入信号电平,dBm。

附录 D

人工电源网络

(补充件)

D1 目的与要求

使用人工电源网络的目的是,将该网络接入接收机电源插头与供电电源之间,使接收机电源两端之间,有一特定的高频阻抗,同时隔离供电电源,以便使用非平衡输入的射频频电平表,测量对称干扰电压和非对称干扰电压。

该网络还应包括滤波器部分,用来滤除供电系统中存在的射频干扰。必要的,还应加辅助滤波器。

D2 实用人工电源网络

实际测量中,采用的实用人工电源网络电路如图 D1 所示。

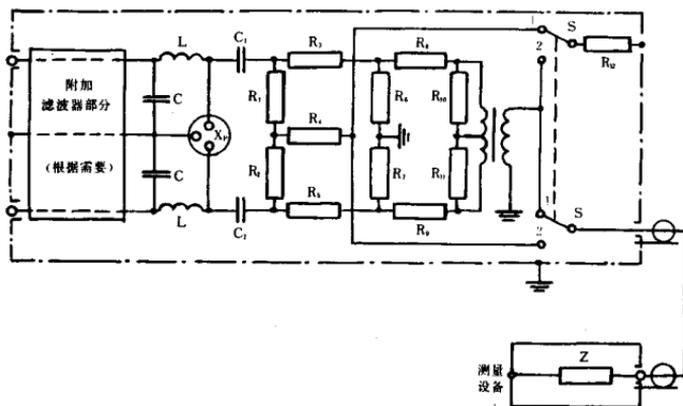


图 D1 实用人工电源网络电路图

X_p —连接被测接收机;S—开关,位置 1 为对称电压测量,位置 2 为非对称电压测量;

Z—射频频电平表的输入阻抗

网络电路参数,按射频频电平表输入阻抗不同而异,见表 D1。

表 D1

电平表输入阻抗		50 Ω	60 Ω	75 Ω
电阻 Ω	R1 R2	120(118.7)	110(112.2)	110(107.1)
	R3 R4	150(152.9)	160(169.7)	180(187.5)
	R5	390(390.7)	470(483.9)	620(621.4)
	R6 R7	270(275.7)	220(230.3)	180(187.5)
	R8 R9	22(22.8)	27(27.6)	36(34.5)
	R10 R11	110(107.8)	130(129.1)	150(161.3)
	R12	50	60	75
射频衰减 dB	对称分量	20(20.0)	20(19.7)	20(19.8)
	不对称分量	20(19.9)	20(19.8)	20(20.0)
射频阻抗 Ω	对称分量	150(150.0)	150(145.7)	150(151.2)
	不对称分量	150(148.0)	150(143.4)	150(145.2)
变压器 T 的圆比数		平衡(带中心头)/不平衡 = $\sqrt{2.5/1}$		

注：表中括号内数据为理论计算数据。

附录 E

最大频率误差的测量

(参考件)

E1 定义

接收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,实测载波频率与标称载波频率之差称为最大频率误差。

E2 测量方法

E2.1 极限使用条件组合下的最大频率误差

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 5.5 条所规定的条件。按 6.1.2.1 条和 6.1.2.2 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接收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。

该值与标称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,如高湿和低温,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：当标称载波频率 $f_0 = 10$ MHz,各单项模拟测量数据如表 E1 所示。

表 E1

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 E1 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 Hz、 -0.1 Hz 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:

$-0.5 + (-0.5) = -1$ 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: $-1 + 0.7 = -0.3$ Hz。

同理可得正向频率总偏差为: $0.5 + 0.2 + 0.7 = 1.4$ 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: $\frac{\Delta f_{\max}}{f_0} = \frac{1.4}{10^7} = 1.4 \times 10^{-7}$

E2.2 频率误差的测量方法

频率误差的测量方法见 6.1.2 条。

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。

本标准由国营江西无线电厂负责起草。

本标准主要起草人罗以文、许一峰、黄寿保。

本标准于 1986 年 9 月首次发布。