

半导体集成电路 射频发射器/接收器测试方法

1 范围

本文件规定了半导体集成电路射频发射器和接收器（以下简称器件）的电特性测试方法的基本原理和测试程序。

本文件适用于具有接收功能、发射功能、收发一体功能的一次变频射频发射器/接收器，其他类型的发射器和接收器可参考使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T4937.1-2006半导体器件机械和气候试验方法

GB/T 9178集成电路术语

SJ20612-1996微波电路参数文字符号

3 术语和定义

GB/T 9178界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

动态功耗 dynamic power consumption

器件输入端有激励信号且输出端有负载工作时，所消耗的总功率。

3.2

功率增益 gain

器件工作在规定的输入/输出功率条件下，输出功率与输入功率的比值。

3.3

功率增益平坦度 gain flatness

器件在规定的频率范围内和规定的输入/输出功率条件下，最大功率增益与最小功率增益的差值。

3.4

线性功率增益 linear gain

器件工作在输出功率变化量和输入功率变化量相同的区域，输出功率与输入功率的比值。

3.5

线性功率增益平坦度 linear gain flatness

器件在规定的频率范围内，在输出功率变化量和输入功率变化量相同的区域，最大线性功率增益与最小线性功率增益的差值。

3.6

输出功率 output power

器件在规定的输入功率条件下，测得的输出功率。

3.7

抗烧毁功率 anti-burnout power

在规定的时间内，器件输入端口所能承受的最大规定功率。

3.8

效率 efficiency

在器件规定的输出功率条件下，输出功率与动态功耗的比值。

3.9

功率增益可调范围 gain adjustable range

器件在规定的条件下，最大功率增益与最小功率增益的差值。

3.10

镜像抑制比 image rejection ratio

射频信号的中频输出功率和对应镜频信号下的中频输出功率的差值。

3.11

谐波抑制比 harmonics rejection ratio

基波信号功率与其谐波信号功率的差值。

3.12

本振抑制比 local oscillator rejection ratio

基波信号功率与本振信号功率的差值。

3.13

边带抑制比 side-band rejection ratio

基波信号功率与边带信号功率的差值。

3.14

杂散抑制比 spurs rejection ratio

基波信号功率与规定频率范围内最大杂散信号功率的差值。

3.15

P_{NdB} 压缩点 P_{NdB} compression point

随输入功率的增加，器件功率增益较线性功率增益下降NdB时的输入/输出功率。

3.16

输出二阶互调截止点 output of interception point of 2nd order product

基波信号输出功率与其二阶互调输出功率相等时的功率。

3.17

输入二阶互调截止点 input of interception point of 2nd order product

输出二阶互调截止点与线性功率增益的差值。

3.18

输出三阶互调截止点 output of interception point of 3rd order product

基波信号输出功率与其三阶互调输出功率相等时的功率。

3.19

输入三阶互调截止点 input of interception point of 3rd order product

输出三阶互调截止点与线性功率增益的差值。

3.20

通道建立时间 turn-on time

器件在控制信号作用下，通道开启到正常工作状态所需要的时间。

3.21

通道关断时间 turn-off time

器件在控制信号作用下，通道关断所需要的时间。

3.22

收发切换时间 transceiver switching time

器件在控制信号作用下，从接收工作状态到发射工作状态或发射工作状态到接收工作状态所需要的时间。

3.23

噪声系数 noise figure

输入信噪比与输出信噪比的比值。

3.24

端口回波损耗/电压驻波比 return loss/voltage standing-wave ratio

端口反射信号与输入信号的功率比值。

3.25

端口阻抗 impedance

输入/输出端口的阻抗。

3.26

群时延 group delay

规定带宽内信号时延的波动。

3.27

带内相位非线性 phase non-linearity

规定带宽内，相频曲线相对于线性相位的波动。

3.28

噪声基底 noise floor

指定频率范围内单位带宽噪声功率。

3.29

本振泄漏 local oscillator leakage

本振信号泄漏至其他端口的功率。

3.30

幅度稳定度 amplitude stability

幅频特性随工作时间的变化量。

3.31

相位稳定度 phase stability

相频特性随工作时间的变化量。

3.32

通道间相位一致性 phase consistency

不同通道间相频特性的差异。

3.33

通道间幅度一致性 amplitude consistency

不同通道间幅频特性的差异。

3.34

I/Q 相位误差 quadrature phase error

I/Q信号相位差与正交信号理论相位差的差值。

3.35

I/Q 幅度误差 quadrature gain error

I/Q信号幅度差。

3.36

调制精度 error vector magnitude

调制信号的矢量幅度误差。

3.37

邻信道功率抑制比 adjacent channel power ratio

主信道信号功率与邻信道信号功率的差值。

3.38

通道隔离度 channel isolation

通道间信号泄露的抑制度。

3.39

载波泄露 carrier leakage

调制信号功率与载波泄露功率的差值。

4 一般要求

4.1 总则

器件测试的具体要求应在相关详细规范中规定，若不指明出处，本文件中使用“按规定”或“规定”一词时，指按相关详细规范的规定。

4.2 环境要求

除另有规定外，所有测试应在GB/T4937.1-2006中第4章规定的环境条件下进行。

4.3 测试条件

除非另有规定，器件参数的测试应在符合器件详细规范的如下条件下进行：

- a) 环境温度；
- b) 工作电压；
- c) 控制电平；
- d) 本振端口频率和功率；
- e) 输入端口频率和功率。

4.4 测试系统及仪器设备

测试系统及仪器设备要求如下：

- a) 测试时应考虑在规定条件下测试电缆、衰减器、功放及滤波器等引入的误差；
- b) 测试用仪器的准确度应符合测试规定要求，校准合格，并在有效期内；
- c) 信号源、频谱仪和网络分析仪均需参考同步；
- d) 测试设备应按照说明书规定的预热时间充分预热，如说明书没有规定预热时间，一般预热时间为30min；
- e) 测试设备应接地良好。

4.5 测试注意事项

测试期间，应遵循以下事项：

- a) 若无特殊说明，测试期间，环境或参考点温度应符合器件详细规范的规定；
- b) 测试期间应避免外界干扰对测试精度的影响，测试设备引起的测试误差应符合器件详细规范的规定；
- c) 测试期间，施于被测器件的电参量的精度应符合器件详细规范的规定；
- d) 被测器件与测试系统连接或断开时，不应超过器件的使用极限条件；
- e) 若有要求时，应按器件详细规范规定的顺序接通电源；
- f) 测试期间，被测器件应满足阻抗匹配要求并避免出现自激现象；
- g) 测试期间，应对被测器件进行静电防护；
- h) 被测器件功耗大时，温度敏感参数应在上电后尽快测试或采用合理散热方式后测试；
- i) 若电参数值是由几步测试的结果经计算而确定时，这些测试的时间间隔应尽可能短；
- j) 除非另有说明，本文件电路图所示设备的输入/输出端口阻抗均为 $50\ \Omega$ ；
- k) 对于晶圆测试，应使用匹配的测试工装进行测试；
- l) 测试采用的电源电压、纹波及电源噪声电平应满足器件测试要求；
- m) 本文件中所有的修正或补偿均校准到被测器件的测试端面。

4.6 电参数符号

本文件采用的参数文字符号按SJ 20612-1996和表1的规定执行。

表1 电参数文字符号

符号	电参数
P_a	动态功耗
G_P	功率增益
ΔG_P	功率增益平坦度
G_{PLIN}	线性功率增益
ΔG_{PLIN}	线性功率增益平坦度
P_O	输出功率
P_{KSH}	抗烧毁功率
η	效率
GR	功率增益可调范围
R_{IMJ}	镜像抑制比
R_{HR}	谐波抑制比
R_{LO}	本振抑制比
R_{SB}	边带抑制比
R_{FS}	杂散抑制比
CP_N	P_NdB压缩点
$OIP2$	输出二阶互调截止点
$IIP2$	输入二阶互调截止点
$OIP3$	输出三阶互调截止点
$IIP3$	输入三阶互调截止点
t_{ON}	通道建立时间
t_{OFF}	通道关断时间
t_{TR}	收发切换时间

表2 (续)

符号	电参数
<i>NF</i>	噪声系数
<i>RL/VSWR</i>	端口回波损耗/电压驻波比
<i>Z</i>	端口阻抗
<i>tGD</i>	群时延
<i>PNL</i>	带内相位非线性
<i>N_{FL}</i>	噪声基底
<i>LOL</i>	本振泄漏
ΔP_O	幅度稳定度
$\Delta \theta$	相位稳定度
<i>P_{SER}</i>	通道间相位一致性
<i>A_{MER}</i>	通道间幅度一致性
<i>PE_{IQ}</i>	I/Q相位误差
<i>AE_{IQ}</i>	I/Q幅度误差
<i>EVM</i>	调制精度
<i>ACPR</i>	邻信道功率抑制比
<i>K_{ISO}</i>	通道隔离度
<i>CL</i>	载波泄露

5 详细要求

5.1 动态功耗 P_a (mW)

5.1.1 目的

在规定条件下，测试被测器件输入端有激励信号且输出端有负载工作时，所消耗的总功率。

5.1.2 测试原理

由公式 (1) 计算动态功耗：

$$P_a = V_{CC} \times I_a \dots \dots \dots (1)$$

式中：

P_a ——动态功耗，单位为毫瓦 (mW)；

V_{CC} ——施加给被测器件的工作电压，单位为伏 (V)；

I_a ——电流表测得的被测器件工作电流，单位为毫安 (mA)。

P_a 的测试原理框图见图1。

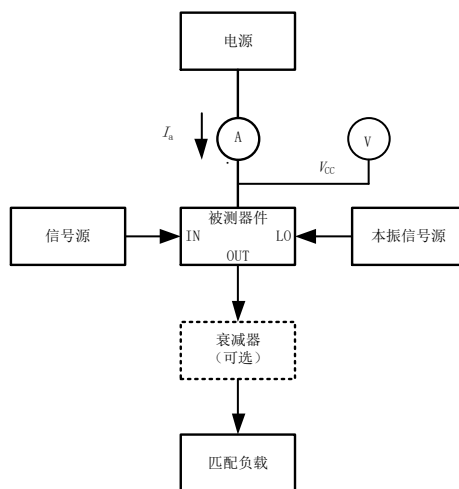


图1 动态功耗 P_a 测试原理框图

5.1.3 测试程序

测试程序如下：

- a) 将被测器件接入图 1 所示的测试系统；
- b) 接通电源，电源电压记为 V_{CC} ；
- c) 对被测器件施加规定的输入信号、本振信号，使被测器件处于正常工作状态；
- d) 测得电压表的电压 V_{CC} ，测得电流表的电流 I_a ；
- e) 由公式（1）计算动态功耗 P_a 。

5.1.4 测试设备

见4.4。

5.1.5 规定条件

见4.3。

5.2 功率增益 G_p (dB)

5.2.1 目的

在规定条件下，测试被测器件输出功率与输入功率的比值。

5.2.2 方法一

5.2.2.1 测试原理

由公式（2）计算功率增益：

$$G_p = P_o - P_i \dots\dots\dots(2)$$

式中：

- G_p ——功率增益，单位为分贝（dB）；
- P_o ——输出信号功率，单位为分贝毫瓦（dBm）；
- P_i ——输入信号功率，单位为分贝毫瓦（dBm）。

G_P 的测试原理框图见图2。

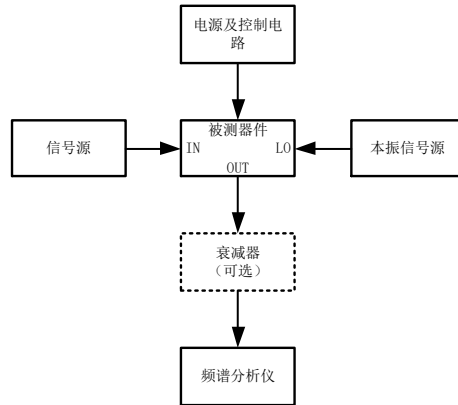


图2 功率增益 G_P 、功率增益平坦度 ΔG_P 、线性功率增益 G_{PLIN} 、线性功率增益平坦度 ΔG_{PLIN} 、输出功率 P_O 、功率增益可调范围 GR 、镜像抑制比 R_{IMJ} 、谐波抑制比 R_{HR} 、本振抑制比 R_{LO} 、边带抑制比 R_{SB} 、杂散抑制比 R_{FS} 、P_NdB 压缩点 CP_N 、幅度稳定度 ΔP_O 、通道间幅度一致性 AM_R 、邻信道功率抑制比 $ACPR$ 、载波泄露 CL 测试原理框图

5.2.2.2 测试程序

测试程序如下：

- 将被测器件接入图 2 所示的测试系统；
- 接通电源；
- 对被测器件施加规定的输入信号 P_i 、本振信号，使被测器件处于正常工作状态；
- 用频谱分析仪测得被测器件的输出信号功率 P_o ；
- 由公式 (2) 计算功率增益 G_P 。

5.2.2.3 注意事项

在被测器件输出端加入适当的衰减，确保频谱分析仪处于线性工作区。

5.2.2.4 测试设备

见4.4。

5.2.2.5 规定条件

见4.3。

5.2.3 方法二

5.2.3.1 测试原理

G_P 的测试原理框图见图3。

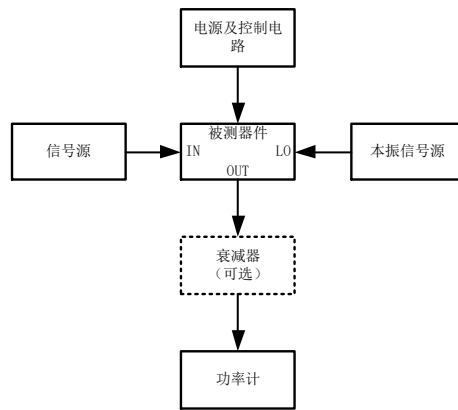


图3 功率增益 G_P 、功率增益平坦度 ΔG_P 、线性功率增益 $G_{P,LIN}$ 、线性功率增益平坦度 $\Delta G_{P,LIN}$ 、输出功率 P_O 、功率增益可调范围 GR 、 P_{NdB} 压缩点 CP_N 、幅度稳定度 ΔP_O 、通道间幅度一致性 AM_{ER} 测试原理框图

5.2.3.2 测试程序

测试程序如下：

- 将被测器件接入图 3 所示的测试系统；
- 接通电源；
- 对被测器件施加规定的输入信号 P_i 、本振信号，使被测器件处于正常工作状态；
- 用功率计测得被测器件的输出信号功率 P_o ；
- 由公式（2）计算功率增益 G_P 。

5.2.3.3 注意事项

在被测器件输出端加入适当的衰减，确保功率计处于线性工作区。

5.2.3.4 测试设备

见4.4。

5.2.3.5 规定条件

见4.3。

5.2.4 方法三

5.2.4.1 测试原理

G_P 的测试原理框图见图4或图5。

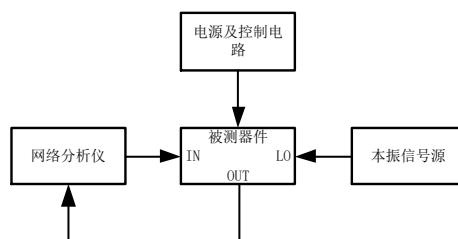


图4 功率增益 G_P 、功率增益平坦度 ΔG_P 、线性功率增益 G_{PLIN} 、线性功率增益平坦度 ΔG_{PLIN} 、输出功率 P_0 、功率增益可调范围 GR 、P_NdB 压缩点 CP_N 、输出二阶互调截止点 $OIP2$ 、输出三阶互调截止点 $OIP3$ 、噪声系数 NF 、群时延 t_{GD} 、带内相位非线性 PNL 、幅度稳定度 ΔP_O 、通道间幅度一致性 AM_{ER} 测试原理框图(两端口网络分析仪)

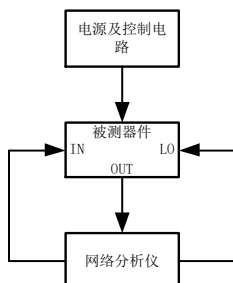


图5 功率增益 G_P 、功率增益平坦度 ΔG_P 、线性功率增益 G_{PLIN} 、线性功率增益平坦度 ΔG_{PLIN} 、输出功率 P_0 、功率增益可调范围 GR 、P_NdB 压缩点 CP_N 、输出二阶互调截止点 $OIP2$ 、输出三阶互调截止点 $OIP3$ 、噪声系数 NF 、群时延 t_{GD} 、带内相位非线性 PNL 、幅度稳定度 ΔP_O 、通道间幅度一致性 AM_{ER} 测试原理框图(四端口双源网络分析仪)

5.2.4.2 测试程序

测试程序如下：

- a) 按规定要求对网络分析仪进行设置和校准；
- b) 将被测器件接入图 4 或图 5 所示的测试系统；
- c) 接通电源；
- d) 对被测器件施加规定的输入信号、本振信号，使被测器件处于正常工作状态；
- e) 用网络分析仪测得被测器件的功率增益 G_P 。

5.2.4.3 注意事项

注意事项如下：

- a) 两端口网络分析仪，则按照图 4 原理进行测试，确保网络分析仪与本振信号源的参考信号同源；
- b) 四端口双源网络分析仪，则按照图 5 原理进行测试。

5.2.4.4 测试设备

除满足 4.4 外，网络分析仪还应满足带变频测试功能。

5.2.4.5 规定条件

见 4.3。

5.3 功率增益平坦度 ΔG_P (dB)

5.3.1 目的

在规定条件下，测试被测器件最大功率增益与最小功率增益的差值。

5.3.2 测试原理

由公式（3）计算功率增益平坦度：

$$\Delta G_P = G_{Pmax} - G_{Pmin} \dots\dots\dots(3)$$

式中：

ΔG_P ——功率增益平坦度，单位为分贝（dB）；

G_{Pmax} ——规定输入功率下和规定频率范围内测得的最大功率增益，单位为分贝（dB）；

G_{Pmin} ——规定输入功率下和规定频率范围内测得的最小功率增益，单位为分贝（dB）。

ΔG_P 的测试原理框图见图2或图3或图4或图5。

5.3.3 测试程序

测试程序如下：

- a) 将被测器件接入图 2 或图 3 或图 4 或图 5 所示的测试系统；
- b) 接通电源；
- c) 对被测器件施加规定的输入信号、本振信号，使被测器件处于正常工作状态；
- d) 在规定的频率范围内改变输入信号频率，由 5.2 测得规定输入功率下和规定频率范围内的最大功率增益 G_{Pmax} 和最小功率增益 G_{Pmin} ；
- e) 由公式（3）计算功率增益平坦度 ΔG_P 。

5.3.4 注意事项

注意事项如下：

- a) 在被测器件输出端加入适当的衰减，确保频谱分析仪或功率计处于线性工作区；
- b) 两端口网络分析仪，则按照图 4 原理进行测试，确保网络分析仪与本振信号源的参考信号同源；
- c) 四端口双源网络分析仪，则按照图 5 原理进行测试。

5.3.5 测试设备

除满足4.4外，网络分析仪还应满足带变频测试功能。

5.3.6 规定条件

见4.3。

5.4 线性功率增益 G_{PLIN} (dB)

5.4.1 目的

在规定条件下，测试被测器件工作在输出功率变化量和输入功率变化量相同的区域，输出功率与输入功率的比值。

5.4.2 方法一

5.4.2.1 测试原理

G_{PLIN} 的测试原理框图见图2或图3或图4或图5。

5.4.2.2 测试程序

测试程序如下：

- a) 将被测器件接入图 2 或图 3 或图 4 或图 5 所示的测试系统；

- b) 接通电源；
- c) 对被测器件施加规定的输入信号、本振信号，使被测器件处于正常工作状态；
- d) 改变输入功率，使输出功率变化量与输入功率变化量相同；
- e) 按 5.2 的规定测得功率增益，在输出功率变化量和输入功率变化量相同的区域测得的功率增益为线性功率增益。

5.4.2.3 注意事项

注意事项如下：

- a) 在被测器件输出端加入适当的衰减，确保频谱分析仪或功率计处于线性工作区；
- b) 两端口网络分析仪，则按照图 4 原理进行测试，确保网络分析仪与本振信号源的参考信号同源；
- c) 四端口双源网络分析仪，则按照图 5 原理进行测试。

5.4.2.4 测试设备

见4.4。

5.4.2.5 规定条件

见4.3。

5.5 线性功率增益平坦度 ΔG_{PLIN} (dB)

5.5.1 目的

在规定条件下，测试被测器件在输出功率变化量和输入功率变化量相同的区域，最大线性功率增益与最小线性功率增益的差值。

5.5.2 测试原理

ΔG_{PLIN} 的测试原理框图见图2或图3或图4或图5。

5.5.3 测试程序

测试程序如下：

- a) 将被测器件接入图 2 或图 3 或图 4 或图 5 所示的测试系统；
- b) 接通电源；
- c) 对被测器件施加规定的输入信号、本振信号，使被测器件处于正常工作状态；
- d) 在规定的频率范围内改变输入信号频率，由 5.4 测得规定输入功率下和规定频率范围内的最大线性功率增益 $G_{P\text{max}}$ 和最小线性功率增益 $G_{P\text{min}}$ ；
- e) 由公式 (3) 计算线性功率增益平坦度 ΔG_{PLIN} 。

5.5.4 注意事项

注意事项如下：

- a) 在被测器件输出端加入适当的衰减，确保频谱分析仪或功率计处于线性工作区；
- b) 两端口网络分析仪，则按照图 4 原理进行测试，确保网络分析仪与本振信号源的参考信号同源；
- c) 四端口双源网络分析仪，则按照图 5 原理进行测试。

5.5.5 测试设备

除满足4.4外，网络分析仪还应满足带变频测试功能。

5.5.6 规定条件

见4.3。

5.6 输出功率 P_0 (dBm)

5.6.1 目的

在规定条件下，测试被测器件对应规定输入功率时的输出功率。

5.6.2 测试原理

P_0 测试原理框图见图2或图3或图4或图5。

5.6.3 测试程序

测试程序如下：

- a) 将被测器件接入图2或图3或图4或图5所示的测试系统；
- b) 接通电源；
- c) 对被测器件施加规定的输入信号、本振信号，使被测器件处于正常工作状态；
- d) 用频谱分析仪或功率计或网络分析仪测得被测器件的输出功率 P_0 。

5.6.4 注意事项

注意事项如下：

- a) 在被测器件输出端加入适当的衰减，确保频谱分析仪或功率计处于线性工作区；
- b) 两端口网络分析仪，则按照图4原理进行测试，确保网络分析仪与本振信号源的参考信号同源；
- c) 四端口双源网络分析仪，则按照图5原理进行测试。

5.6.5 测试设备

见4.4。

5.6.6 规定条件

见4.3。

5.7 抗烧毁功率 P_{KSH} (dBm)

5.7.1 目的

在规定条件下，测试被测器件在规定时间内输入端口所能承受的最大规定功率。

5.7.2 测试原理

P_{KSH} 的测试原理框图见图6。

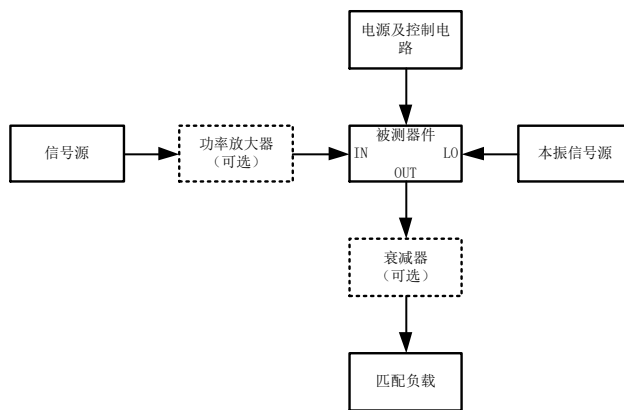


图6 抗烧毁功率 P_{KSH} 测试原理框图

5.7.3 测试程序

测试程序如下：

- a) 将被测器件接入图 6 所示的测试系统；
- b) 接通电源；
- c) 对被测器件施加规定本振信号；
- d) 对被测器件施加规定的抗烧毁功率 P_{KSH} ，同时开始计时；
- e) 当达到规定时间长度时，关闭信号源；
- f) 按照 5.1 和 5.2 测得被测器件的动态功耗 P_a 和功率增益 G_p ， P_a 和 G_p 应在规定范围内。

5.7.4 注意事项

注意事项如下：

- a) 在被测器件输入端加入适当的功率放大器，并用功率计进行功率校准，确保被测器件输入信号功率处于规定范围内；
- b) 被测器件的输出功率需在匹配负载的可承受功率范围内，若超出范围，需增加衰减器。

5.7.5 测试设备

见4.4。

5.7.6 规定条件

见4.3。

5.8 效率 η (%)

5.8.1 目的

在规定条件下，测试被测器件输出功率与动态功耗的比值。

5.8.2 测试原理

由公式（4）计算效率：

$$\eta = \frac{10^{P_o/10}}{P_a} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

式中：

η ——效率；

P_o ——输出功率，单位为分贝毫瓦（dBm）；

P_a ——动态功耗，单位为毫瓦（mW）。

η 的测试原理框图见图7。

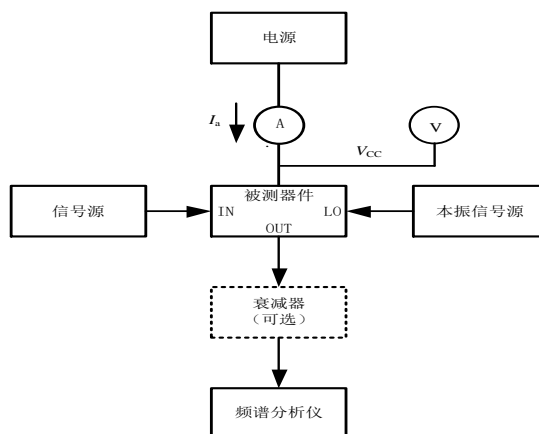


图7 效率 η 测试原理框图

5.8.3 测试程序

测试程序如下：

- 将被测器件接入图7所示的测试系统；
- 接通电源；
- 对被测器件施加规定的输入信号、本振信号，使被测器件处于正常工作状态；
- 由5.6测得被测器件的输出功率 P_o ，由5.1测得被测器件的动态功耗 P_a ，由公式（4）计算效率 η 。

5.8.4 注意事项

在被测器件输出端加入适当的衰减，确保频谱分析仪处于线性工作区。

5.8.5 测试设备

见4.4。

5.8.6 规定条件

见4.3。

5.9 功率增益可调范围 GR (dB)

5.9.1 目的

在规定条件下，测试被测器件功率增益的可调整范围。

5.9.2 测试原理

由公式（5）计算功率增益可调范围：

$$GR = G_{max} - G_{min} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

GR ——被测器件的功率增益可调范围，单位为分贝（dB）；

G_{max} ——被测器件的最大功率增益，单位为分贝（dB）；

G_{min} ——被测器件的最小功率增益，单位为分贝（dB）。

GR 测试原理框图见图2或图3或图4或图5。

5.9.3 测试程序

测试程序如下：

- a) 将被测器件接入图 2 或图 3 或图 4 或图 5 所示的测试系统；
- b) 接通电源；
- c) 对被测器件施加规定的输入信号、本振信号，调整被测器件处于最大增益工作状态；
- d) 按 5.2 的规定测得器件的最大功率增益 G_{max} ；
- e) 调整被测器件处于最小增益工作状态；
- f) 按 5.2 的规定测得器件的最小功率增益 G_{min} ；
- g) 由公式（5）计算功率增益可调范围 GR 。

5.9.4 注意事项

注意事项如下：

- a) 在被测器件输出端加入适当的衰减，确保频谱分析仪处于线性工作区；
- b) 两端口网络分析仪，则按照图 4 原理进行测试，确保网络分析仪与本振信号源的参考信号同源；
- c) 四端口双源网络分析仪，则按照图 5 原理进行测试。

5.9.5 测试设备

除满足4.4外，网络分析仪还应满足带变频测试功能。

5.9.6 规定条件

见4.3。

5.10 镜像抑制比 R_{IMJ} (dBc)

5.10.1 目的

在规定条件下，测试被测器件中频输出功率和对应镜频信号的中频输出功率的差值。

5.10.2 测试原理

由公式（6）计算镜像抑制比：

$$R_{IMJ} = P_o - P_m \dots\dots\dots (6)$$

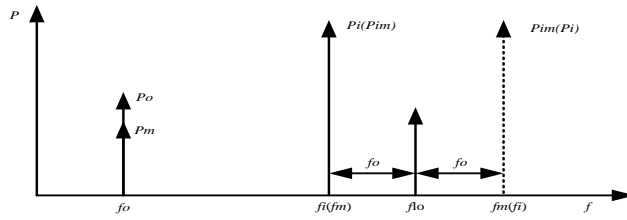
式中：

R_{IMJ} ——被测器件的镜像抑制比，单位为分贝（dBc）；

P_o ——射频信号的中频输出功率，单位为分贝毫瓦（dBm）；

P_m ——对应镜频信号的中频输出功率，单位为分贝毫瓦（dBm）。

R_{IMJ} 的测试定义见图8。



P_o ——射频信号的中频输出功率；
 P_m ——对应镜频信号的中频输出功率；
 f_o ——中频信号频率；
 f_i ——射频信号频率；
 P_i ——射频信号功率；
 f_o ——本振信号频率；
 f_m ——对应镜频信号频率；
 P_{im} ——对应镜频信号功率。

图8 镜像抑制比 R_{MJ} 测试定义

R_{MJ} 的测试原理框图见图2。

5.10.3 测试程序

测试程序如下：

- a) 将被测器件接入图 2 所示的测试系统；
- b) 接通电源；
- c) 对被测器件施加规定本振信号；
- d) 将输入信号源频率设置为 f_i ，给被测器件施加规定的输入功率 P_i ，用频谱分析仪测得射频信号输出功率 P_o ；
- e) 将输入信号源的频率设置为镜像频率 f_m （与本振频率 f_o 的差值为输出频率，并且符合 $f_m + f_i = 2f_o$ ），给被测器件施加规定的输入功率 P_{im} （需要保证 $P_i = P_{im}$ ），用频谱分析仪测得此时镜频信号输出功率 P_m ；
- f) 由公式（6）计算镜像抑制比 R_{MJ} 。

5.10.4 注意事项

在被测器件输出端加入适当的衰减，确保频谱分析仪处于线性工作区。

5.10.5 测试设备

见4.4。

5.10.6 规定条件

见4.3。

5.11 谐波抑制比 R_{HR} (dBc)

5.11.1 目的

在规定条件下，测试被测器件输出端口基波信号功率与其谐波信号功率的差值。

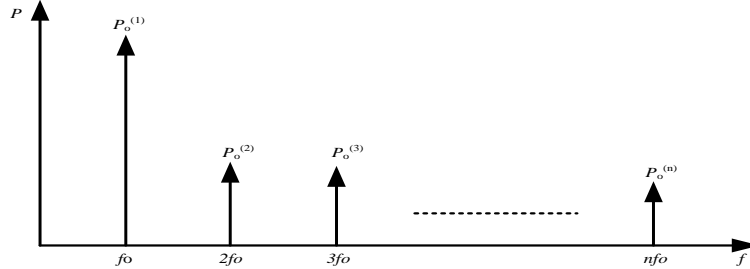
5.11.2 测试原理

由公式（7）计算谐波抑制比：

$$R_{HR}^{(n)} = P_o^{(1)} - P_o^{(n)} \dots \dots \dots (7)$$

式中：

- $R_{HR}^{(n)}$ ——被测器件第n次谐波抑制比，单位为分贝（dBc）；
 - $P_o^{(1)}$ ——基波信号功率，单位为分贝毫瓦（dBm）；
 - $P_o^{(n)}$ ——第n次谐波信号功率，单位为分贝毫瓦（dBm）。
- R_{HR} 的测试定义见图9。



- $P_o^{(1)}$ ——基波信号输出功率；
- $P_o^{(2)}$ ——二次谐波输出功率；
- $P_o^{(3)}$ ——三次谐波输出功率；
- $P_o^{(n)}$ ——n次谐波输出功率；
- f_o ——基波信号频率；
- $2f_o$ ——二次谐波信号频率；
- $3f_o$ ——三次谐波信号频率；
- nf_o ——n次谐波信号频率。

图9 谐波抑制比 R_{HR} 测试定义

R_{HR} 的测试原理框图见图2。

5.11.3 测试程序

测试程序如下：

- a) 将被测器件接入图 2 所示的测试系统；
- b) 接通电源；
- c) 对被测器件施加规定的输入信号、本振信号，使被测器件处于正常工作状态；
- d) 用频谱仪分别测得输出端频率 f_o 、 $2f_o$ 、 $3f_o \dots nf_o$ 处的功率 $P_o^{(1)}$ 、 $P_o^{(2)}$ 、 $P_o^{(3)} \dots P_o^{(n)}$ ；
- e) 由公式（7）计算谐波抑制比 $R_{HR}^{(n)}$ 。

5.11.4 注意事项

在被测器件输出端加入适当的衰减，确保频谱分析仪处于线性工作区。

5.11.5 测试设备

见4.4。

1.1.1 规定条件

见4.3。

5.12 本振抑制比 R_o (dBc)

5.12.1 目的

在规定条件下，测试被测器件输出端口基波信号功率与本振信号功率的差值。

5.12.2 测试原理

由公式（8）计算本振抑制比：

$$R_{LO} = P_o - P_{LO-o} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

- R_{LO} ——被测器件本振波抑制比，单位为分贝（dBc）；
 - P_o ——输出端口测得的基波信号功率，单位为分贝毫瓦（dBm）；
 - P_{LO-o} ——输出端口测得的本振信号功率，单位为分贝毫瓦（dBm）。
- R_{LO} 的测试原理框图见图2。

5.12.3 测试程序

测试程序如下：

- a) 将被测器件接入图 2 所示的测试系统；
- b) 接通电源；
- c) 对被测器件施加规定的输入信号、本振信号，使被测器件处于正常工作状态；
- d) 用频谱仪测得输出端基波信号的功率 P_o ，以及本振信号在该端口处的泄漏功率 P_{LO-o} ；
- e) 由公式（8）计算本振抑制比 R_{LO} 。

5.12.4 注意事项

在被测器件输出端加入适当的衰减，确保频谱分析仪处于线性工作区。

5.12.5 测试设备

见4.4。

5.12.6 规定条件

见4.3。

5.13 边带抑制比 R_{SB} (dBc)

5.13.1 目的

在规定条件下，测试被测器件输出端口基波信号功率与边带信号功率的差值。

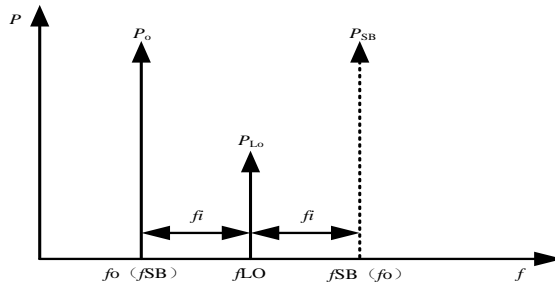
5.13.2 测试原理

由公式（9）计算边带抑制比：

$$R_{SB} = P_o - P_{SB} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

- R_{SB} ——被测器件边带抑制比，单位为分贝（dBc）；
 - P_o ——输出信号功率，单位为分贝毫瓦（dBm）；
 - P_{SB} ——边带输出信号功率，单位为分贝毫瓦（dBm）。
- R_{SB} 的测试定义见图10。



P_o ——基波信号输出功率；
 P_{LO} ——本振信号输出功率；
 P_{SB} ——边带信号输出功率；
 f_o ——基波信号频率；
 f_{LO} ——本振信号频率；
 f_{SB} ——边带信号频率；
 f_i ——输入信号频率。

图10 边带抑制比 R_{SB} 测试定义

R_{SB} 的测试原理框图见图2。

5.13.3 测试程序

测试程序如下：

- a) 将被测器件接入图 2 所示的测试系统；
- b) 接通电源；
- c) 对被测器件施加规定的输入信号、本振信号，使被测器件处于正常工作状态；
- d) 用频谱仪分别测得输出端基波信号 f_o 的功率 P_o ，边带信号 f_{SB} 的功率 P_{SB} ；
- e) 由公式（9）计算边带抑制比 R_{SB} 。

5.13.4 注意事项

在被测器件输出端加入适当的衰减，确保频谱分析仪处于线性工作区。

5.13.5 测试设备

见4.4。

5.13.6 规定条件

见4.3。

5.14 杂散抑制比 R_{FS} (dB)

5.14.1 目的

在规定条件下，测试被测器件输出端口基波信号功率与规定频率范围内最大杂散信号功率的差值。

5.14.2 测试原理

由公式（10）计算杂散抑制比：

$$R_{FS} = P_o - P_{spur} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

R_{FS} ——杂散抑制比，单位为分贝（dBc）；

P_O ——基波信号功率，单位为分贝毫瓦（dBm）；
 P_{spur} ——杂散信号功率，单位为分贝毫瓦（dBm）。
 R_{FS} 的测试原理框图见图2。

5.14.3 测试程序

测试程序如下：

- a) 将被测器件接入图 2 所示的测试系统；
- b) 接通电源；
- c) 对被测器件施加规定的输入信号、本振信号，使被测器件处于正常工作状态；
- d) 用频谱仪分别测得输出端基波信号 f_o 的功率 P_o ，及规定频率范围内最大杂散信号的功率 P_{spur} ；
- e) 由公式（10）计算杂散抑制比 R_{FS} 。

5.14.4 注意事项

在被测器件输出端加入适当的衰减，确保频谱分析仪处于线性工作区。

5.14.5 测试设备

见4.4。

5.14.6 规定条件

见4.3。

5.15 P_NdB 压缩点 CP_N (dBm)

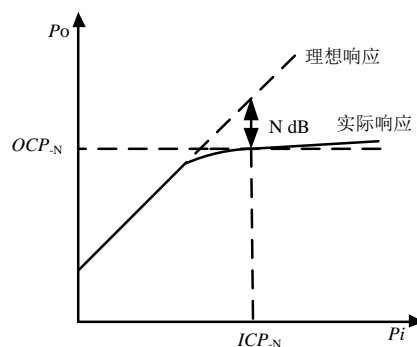
5.15.1 目的

在规定条件下，测试被测器件随输入功率的增加，器件功率增益较线性功率增益下降NdB时的输入/输出功率。

5.15.2 方法一

5.15.2.1 测试原理

CP_N 的测试定义见图11。



ICP_N ——输入 N dB 压缩点；
 OCP_N ——输出 N dB 压缩点；
 P_i ——输入器件的功率；
 P_o ——输出器件的功率。

图11 P_NdB 压缩点 CP_N 测试定义

CP_N 的测试原理框图见图2或图3。

5.15.2.2 测试程序

测试程序如下：

- a) 将被测器件接入图 2 或图 3 所示的测试系统；
- b) 接通电源；
- c) 对被测器件施加规定的输入信号、本振信号，使被测器件处于正常工作状态；
- d) 按 5.4 的规定测得线性功率增益；
- e) 增大被测器件的输入功率，按 5.2 的规定测得被测器件的功率增益，计算功率增益与线性功率增益的差值，当功率增益相比于线性功率增益下降 N dB 时，此时的输入/输出功率即为输入/输出 N dB 压缩点。

5.15.2.3 注意事项

注意事项如下：

- a) 在测试过程中，确保输入功率不超过器件抗烧毁功率；
- b) 在被测器件输出端加入适当的衰减，确保频谱分析仪或功率计处于线性工作区。

5.15.2.4 测试设备

见4.4。

5.15.2.5 规定条件

见4.3。

5.15.3 方法二

5.15.3.1 测试原理

CP_N 的测试定义见图11。

CP_N 的测试原理框图见图4或图5。

5.15.3.2 测试程序

测试程序如下：

- a) 按规定要求对网络分析仪进行设置和校准；
- b) 将被测器件接入图 4 或图 5 所示的测试系统；
- c) 接通电源；
- d) 对被测器件施加规定的输入信号、本振信号，使被测器件处于正常工作状态；
- e) 改变输入功率，用网络分析仪显示功率增益随输入/输出功率变化的曲线，测得与线性功率增益相比小 N dB 处的输入/输出功率，即为输入/输出 N dB 压缩点。

5.15.3.3 注意事项

注意事项如下：

- a) 在测试过程中，确保输入功率不超过器件抗烧毁功率；
- b) 两端口网络分析仪，则按照图 4 原理进行测试，确保网络分析仪与本振信号源的参考信号同步；
- c) 四端口双源网络分析仪，则按照图 5 原理进行测试。

5.15.3.4 测试设备

除满足4.4外，网络分析仪还应满足带变频增益压缩测试功能。

5.15.3.5 规定条件

见4.3。

5.16 输出二阶互调截止点 $OIP2$ (dBm)

5.16.1 目的

在规定条件下，测试被测器件基波信号输出功率与其二阶互调输出功率相等时的功率。

5.16.2 方法一

5.16.2.1 测试原理

由公式（11）、公式（12）、公式（13）、计算输出二阶互调截止点：

$$IM2_L = P_{2L} - P_{01} \dots\dots\dots (11)$$

$$IM2_H = P_{2H} - P_{02} \dots\dots\dots (12)$$

$$OIP2 = \text{Min}(P_{01} - IM2_L, P_{02} - IM2_H) \dots\dots\dots (13)$$

式中：

$IM2_L$ 、 $IM2_H$ ——二阶互调失真，单位为分贝（dB）；

$OIP2$ ——被测器件的输出二阶互调截止点，单位为分贝毫瓦（dBm）；

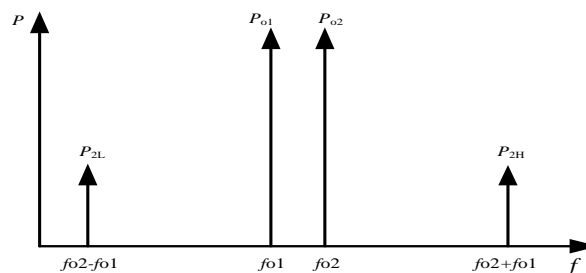
P_{01} ——输出信号频率 f_{01} 处功率，单位为分贝毫瓦（dBm）；

P_{02} ——输出信号频率 f_{02} 处功率，单位为分贝毫瓦（dBm）；

P_{2L} ——输出二阶互调信号频率 $f_{02} - f_{01}$ 处功率，单位为分贝毫瓦（dBm）；

P_{2H} ——输出二阶互调信号频率 $f_{02} + f_{01}$ 处功率，单位为分贝毫瓦（dBm）。

输出二阶互调截止点的测试定义见图 12。



P_{01} ——输出信号频率 f_{01} 处功率；

P_{02} ——输出信号频率 f_{02} 处功率；

P_{2L} ——输出二阶互调信号频率 $f_{02} - f_{01}$ 处功率；

P_{2H} ——输出二阶互调信号频率 $f_{02} + f_{01}$ 处功率；

f_{01} ——输出信号频率 1；

f_{02} ——输出信号频率 2；

$f_{02} - f_{01}$ ——输出二阶互调信号频率 1；

$f_{02} + f_{01}$ ——输出二阶互调信号频率 2。

图12 输出二阶互调截止点 $OIP2$ 测试定义

输出二阶互调截止点OIP2的测试原理见图13。

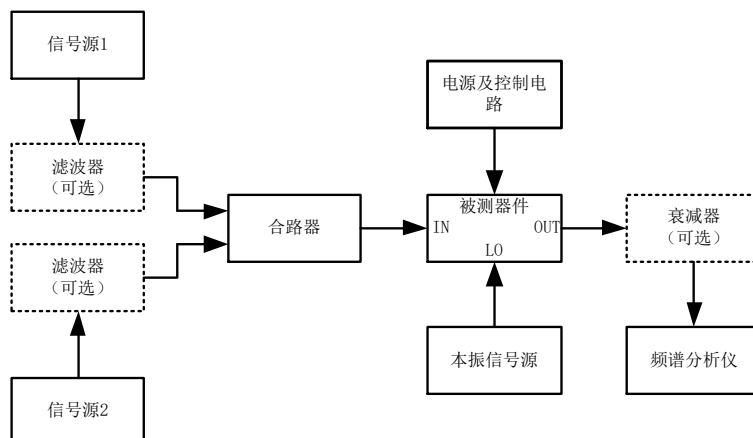


图13 输出二阶互调截止点 OIP_2 、输出三阶互调截止点 OIP_3 测试原理框图

5.16.2.2 测试程序

测试程序如下：

- 将被测器件接入图 13 所示的测试系统；
- 接通电源；
- 对被测器件施加规定的本振信号，使被测器件处于正常工作状态；
- 按规定设置信号源 1 和信号源 2，通过合路器后输入至被测器件输入端；
- 用频谱分析仪分别测得被测器件输出端频率为 $f_{o1}-f_{o2}$ 、 f_{o1} 、 f_{o2} 、 $f_{o1}+f_{o2}$ 处信号的功率，依次记为 P_{2L} 、 P_{o1} 、 P_{o2} 、 P_{2H} 。
- 由公式（11）、公式（12）、公式（13）、计算输出二阶互调点 OIP_2 。

5.16.2.3 注意事项

注意事项如下：

- 保证输出端 f_{o1} 和 f_{o2} 的信号功率 P_{o1} 和 P_{o2} 相等；
- 在被测器件输出端加入适当的衰减，确保频谱分析仪处于线性工作区；
- 根据被测器件的线性指标，考虑增加滤波器以降低信号源谐波分量引入的误差。

5.16.2.4 测试设备

见4.4。

5.16.2.5 规定条件

见4.3。

5.16.3 方法二

5.16.3.1 测试原理

OIP2的测试定义见图12。

OIP2的测试原理框图见图4或图5。

5.16.3.2 测试程序

测试程序如下：

- a) 按规定要求对网络分析仪进行设置和校准；
- b) 将被测器件接入图 4 或图 5 所示的测试系统；
- c) 接通电源；
- d) 对被测器件施加规定的输入信号、本振信号，使被测器件处于正常工作状态；
- e) 用网络分析仪测得被测器件的输出二阶互调截止点 $OIP2$ 。

5.16.3.3 注意事项

注意事项如下：

- a) 保证输出端 f_{o1} 和 f_{o2} 的信号功率 P_{o1} 和 P_{o2} 相等；
- b) 两端口网络分析仪，则按照图 4 原理进行测试，确保网络分析仪与本振信号源的参考信号同源；
- c) 四端口双源网络分析仪，则按照图 5 原理进行测试。

5.16.3.4 测试设备

除满足 4.4 外，网络分析仪还应满足带变频增益互调测试功能。

5.16.3.5 规定条件

见 4.3。

5.17 输入二阶互调截止点 $IIP2$ (dBm)

5.17.1 目的

在规定条件下，测试被测器件输出二阶互调截止点与线性功率增益的差值。

5.17.2 测试原理

由公式 (14) 计算输入二阶互调截止点：

$$IIP2 = OIP2 - G_{PLIN} \dots\dots\dots (14)$$

式中：

$IIP2$ ——被测器件的输入二阶互调截止点，单位为分贝毫瓦 (dBm)；

$OIP2$ ——被测器件的输出二阶互调截止点，单位为分贝毫瓦 (dBm)；

G_{PLIN} ——线性功率增益，单位为分贝 (dB)。

5.17.3 测试程序

测试程序如下：

- a) 按 5.4 测得被测器件的线性功率增益 G_{PLIN} ；
- b) 按 5.16 测得被测器件的输出二阶互调截止点 $OIP2$ ；
- c) 根据公式 (14) 计算被测器件的输入二阶互调点 $IIP2$ 。

5.17.4 注意事项

参照本文件 5.4.2.3，5.16.2.3 或 5.16.3.3。

5.17.5 测试设备

除满足4.4外，参照本文件5.16.2.4或5.16.3.4。

5.17.6 规定条件

见4.3。

5.18 输出三阶互调截止点 $OIP3$ (dBm)

5.18.1 目的

在规定条件下，测试被测器件基波信号输出功率与其三阶互调输出功率相等时的功率。

5.18.2 方法一

5.18.2.1 测试原理

由公式(15)、公式(16)、公式(17)计算输出三阶互调截止点：

$$IM3_L = P_{3L} - P_{o1} \dots\dots\dots (15)$$

$$IM3_H = P_{3H} - P_{o2} \dots\dots\dots (16)$$

$$OIP3 = \text{Min}(P_{o1} - IM3_L/2, P_{o2} - IM3_H/2) \dots\dots\dots (17)$$

式中：

$IM3_L$ 、 $IM3_H$ ——三阶互调失真，单位为分贝 (dB)；

$OIP3$ ——被测器件的输出三阶互调截止点，单位为分贝毫瓦 (dBm)；

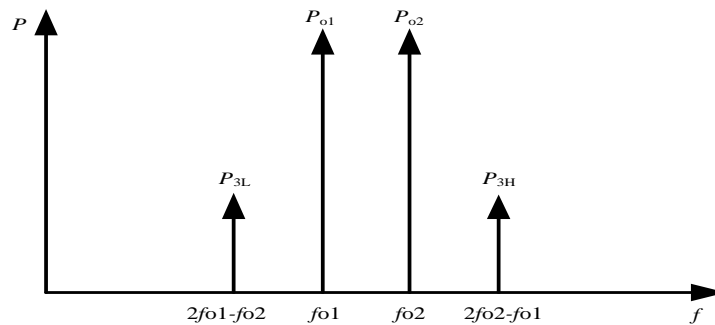
P_{o1} ——输出信号频率 f_{o1} 处功率，单位为分贝毫瓦 (dBm)；

P_{o2} ——输出信号频率 f_{o2} 处功率，单位为分贝毫瓦 (dBm)；

P_{3L} ——输出三阶互调信号频率 $2f_{o1} - f_{o2}$ 处功率，单位为分贝毫瓦 (dBm)；

P_{3H} ——输出三阶互调信号频率 $2f_{o2} - f_{o1}$ 处功率，单位为分贝毫瓦 (dBm)。

输出三阶互调截止点测试定义见图14。



- P_{o1} ——输出信号频率 f_{o1} 处功率 1；
- P_{o2} ——输出信号频率 f_{o2} 处功率 2；
- P_{3L} ——输出三阶互调信号频率 $2f_{o1} - f_{o2}$ 处功率 1；
- P_{3H} ——输出三阶互调信号频率 $2f_{o2} - f_{o1}$ 处功率 2；
- f_{o1} ——输出信号频率；
- f_{o2} ——输出信号频率；
- $2f_{o1} - f_{o2}$ ——输出三阶互调信号频率；
- $2f_{o2} - f_{o1}$ ——输出三阶互调信号频率。

图14 输出三阶互调截止点测试定义

输出三阶互调截止点 $OIP3$ 的测试原理见图13。

5.18.2.2 测试程序

测试程序如下：

- a) 将被测器件接入图 13 所示的测试系统；
- b) 接通电源；
- c) 加上规定的本振信号，使被测器件处于正常工作状态；
- d) 按规定设置信号源 1 和信号源 2，通过合路器后输入至被测器件输入端；
- e) 用频谱分析仪分别测得被测器件输出端频率为 $2f_{o1}-f_{o2}$ 、 f_{o1} 、 f_{o2} 、 $2f_{o2}-f_{o1}$ 处信号的功率，依次记为 P_{3L} 、 P_{o1} 、 P_{o2} 、 P_{3H} ；
- f) 由公式（15）、公式（16）、公式（17）、计算输出三阶互调点 $OIP3$ 。

5.18.2.3 注意事项

注意事项如下：

- a) 保证输出端 f_{o1} 和 f_{o2} 的信号功率 P_{o1} 和 P_{o2} 相等；
- b) 在被测器件输出端加入适当的衰减，确保频谱分析仪处于线性工作区；
- c) 根据被测器件的线性指标，考虑增加滤波器以降低信号源谐波分量引入的误差。

5.18.2.4 测试设备

见 4.4。

5.18.2.5 规定条件

见 4.3。

5.18.3 方法二

5.18.3.1 测试原理

$OIP3$ 的测试定义见图 14。

$OIP3$ 的测试原理框图见图 4 或图 5。

5.18.3.2 测试程序

测试程序如下：

- a) 按规定要求对网络分析仪进行设置和校准；
- b) 将被测器件接入图 4 或图 5 所示的测试系统；
- c) 接通电源；
- d) 对被测器件施加规定的输入信号、本振信号，使被测器件处于正常工作状态；
- e) 用网络分析仪测得被测器件的输出三阶互调点 $OIP3$ 。

5.18.3.3 注意事项

注意事项如下：

- a) 保证输出端 f_{o1} 和 f_{o2} 的信号功率 P_{o1} 和 P_{o2} 相等；
- b) 两端口网络分析仪，则按照图 4 原理进行测试，确保网络分析仪与本振信号源的参考信号同源；
- c) 四端口双源网络分析仪，则按照图 5 原理进行测试。

5.18.3.4 测试设备

除满足 4.4 外，网络分析仪还应满足带变频增益互调测试功能。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/006115004224010111>