

T/CIS

中国仪器仪表学会团体标准

T/CIS 33002—XXXX

5G 信号与频谱分析仪通用规范

General specification for 5G signal and spectrum analyzer

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国仪器仪表学会 发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 2

5 要求 2

 5.1 外观与结构 2

 5.2 接口 2

 5.3 功能 3

 5.4 性能 3

 5.5 安全性 7

 5.6 环境适应性 7

 5.7 电磁兼容性 7

 5.8 电源适应性 7

 5.9 可靠性 7

 5.10 维修性 7

 5.11 包装和运输 7

6 试验方法 7

 6.1 试验条件 7

 6.2 试验仪器或设备 7

 6.3 外观与结构 8

 6.4 接口 8

 6.5 主要功能 10

 6.6 主要指标 12

 6.7 安全性 29

 6.8 环境适应性 29

 6.9 电磁兼容性 29

 6.10 电源适应性 29

 6.11 可靠性 29

 6.12 维修性 29

 6.13 包装和运输 30

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国仪器仪表学会提出并归口。

本文件起草单位：中国移动通信有限公司研究院等。

本文件主要起草人：杨海俊等。

引 言

5G信号与频谱分析仪通过射频线缆或天线从5G通信设备接收射频信号，进行处理、分析，从而验证5G通信设备是否满足功能和性能需求，是5G通信设备在研制、生产、型号核准以及网络建设和维护过程中的重要工具。如何确保其功能和性能评价的一致性、准确性和权威性，目前国内外都没有统一的标准进行规范。为使5G信号与频谱分析仪的制造厂商、5G通信设备制造厂商、5G网络运营商以及相关业务主管部门的工作能够有据可依，特制定本文件。

5G 信号与频谱分析仪通用规范

1 范围

本文件规定了5G信号与频谱分析仪的外观与结构、接口、功能与性能、安全性、电磁兼容性、电源适应性、可靠性、维修性、包装和运输等各项要求，给出了检验这些性能的方法。
本文件适用于5G信号与频谱分析仪的研制、生产和检验。

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/T 6587-2012 电子测量仪器通用规范
- GB/T 11313.1 射频连接器 第1部分：总规范 一般要求和试验方法
- GB/T 11461-2013 频谱分析仪通用规范
- SJ 20914-2004 频谱分析仪通用规范
- JJF 1984-2022 电子测量仪器内石英晶体振荡器校准规范

3 术语和定义

GB/T 11461-2013和SJ 20914-2004界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

5G 信号与频谱分析仪 5G signal and spectrum analyzer
用于5G信号调制质量分析以及射频一致性测试的的综合性分析仪器。
注：以下简称“分析仪”。

3.2

分析带宽 analysis bandwidth
能够被数字化处理的瞬时频带宽度。

3.3

频率参考 frequency reference
在电子系统、通信设备和测量仪器中，用于提供高精度、高稳定度频率信号的基准源。

3.4

频率参考老化率 frequency reference aging rate
在恒定环境（温度、湿度等）下，基准源输出频率随时间变化的速率，通常以单位时间内的相对频率偏差表示。

3.5

频宽准确度 frequency span accuracy
频宽测量值和频宽标称值的差值与频宽标称值的比值。

3.6

绝对电平不确定度 absolute level uncertainty
测量信号的幅度值与真实值之间的差值。

3.7

输入衰减器转换不确定度 input attenuation switching uncertainty
输入衰减器切换过程中的真实衰减量与设置衰减量的差值。

3.8

邻道泄露比 adjacent channel leakage ratio, ACLR
主信道的发射功率与测得的相邻信道的功率之比。

3.9

误差矢量幅度 error vector magnitude, EVM
理想信号与经过均衡处理后的测量信号之间的差值。

3.10

频率范围 frequency range
在满足规定性能的条件下，分析仪能测量的最低频率到最高频率之间的范围。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

5G 第五代移动通信系统 (5th Generation mobile communication system)

5G NR 第五代通信新空口 (5G New Radio)

ACLR 邻道泄露比 (Adjacent Channel Leakage Ratio)

AM 幅度调制 (Amplitude Modulation)

EVM 误差矢量幅度 (Error Vector Magnitude)

FFT 快速傅里叶变换 (Fast Fourier Transform)

GPIO 通用接口总线 (General-Purpose Interface Bus)

IQ 同相和正交 (In-phase and Quadrature)

MTTR 平均修复时间 (Mean Time To Repair)

OFDM 正交频分复用 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)

RBW 分辨率带宽 (Resolution Bandwidth)

TDD 时分双工 (Time Division Duplexing)

5 要求

5.1 外观与结构

分析仪的外观应符合下列要求：

- 外表面清洁干净，没有油脂、焊剂等残余物；
- 涂镀层表面颜色均匀，无明显划伤、脱落、起皮、起泡、龟裂和锈蚀等疵病；
- 表面的各种文字和符号清晰、正确；
- 各零部件安装未出现松动，转动部分无卡死、松脱等现象；
- 紧固件、连接件外露的槽、孔、棱无起毛和损伤。

5.2 接口

5.2.1 射频输入接口

应符合GB/T 11313.1的要求，同时应使用1.85mm阳头。

5.2.2 通信接口

应具有以太网接口、GPIO等标准通信接口。

5.2.3 时基接口

时基接口应符合下列要求：

- 10 MHz 参考输入：输入功率 0 dBm~10 dBm、BNC 阴头连接器；
- 10 MHz 参考输出：输出功率 0 dBm~10 dBm、BNC 阴头连接器；
- 100 MHz 参考输入：输入功率 0 dBm~10 dBm、SMA 阴头连接器；
- 100 MHz 参考输出：输出功率 0 dBm~10 dBm、SMA 阴头连接器。

5.2.4 触发接口

触发接口应符合下列要求：

- a) 触发输入：BNC 阴头连接器；
- b) 触发输出：BNC 阴头连接器。

5.3 功能

5.3.1 5G 信号调制质量分析功能

5.3.1.1 下行链路分析

下行链路应至少具备下列分析功能：

- a) EVM 分析；
- b) ACLR 分析；
- c) 星座图分析；
- d) 频率误差分析；
- e) 平均功率、参考信号功率、OFDM 符号发射功率、峰均比等参数的测量分析。

5.3.1.2 上行链路分析

上行链路应至少具备下列分析功能：

- a) EVM 分析；
- b) ACLR 分析；
- c) 星座图分析；
- d) 频率误差分析；
- e) 平均功率、峰均比等参数的测量分析。

5.3.2 频谱分析测量功能

分析仪应支持频谱扫描，包括连续扫描、FFT步进扫描等扫描方式。

5.3.3 功率测量功能

分析仪应支持信道功率、占用带宽、邻道功率、功率统计、突发功率、杂散发射、频谱发射模板、谐波失真、三阶交调等多项功率测量。

5.3.4 触发功能

分析仪应支持自由和外部等多种触发方式。

5.3.5 IQ 分析功能

分析仪应具备IQ分析功能。

5.3.6 外扩频功能

分析仪可外接混频装置，通过本振输出、中频输入接口，实现扩频测量。

5.4 性能

5.4.1 频率范围

分析仪的频率范围2Hz~67GHz。

5.4.2 频率参考

分析仪的频率参考应符合下列要求：

- a) 老化率： $-1 \times 10^{-9}/\text{天} \sim +1 \times 10^{-9}/\text{天}$ ；
- b) 初始校准准确度： $-1 \times 10^{-8} \sim +1 \times 10^{-8}$ 。

5.4.3 频率读出准确度

$-(\text{频率读数} \times \text{频率参考准确度} + 0.10\% \times \text{频宽} + 5\% \times \text{分辨率带宽} + 2 + 0.5 \times \text{水平分辨率})\text{Hz} \sim +(\text{频率读数} \times \text{频率参考准确度} + 0.10\% \times \text{频宽} + 5\% \times \text{分辨率带宽} + 2 + 0.5 \times \text{水平分辨率})\text{Hz}$ 。

注：水平分辨率=频宽/（扫描点数-1），默认扫描点数为1001。

5.4.4 频宽准确度

分析仪的频宽准确度应为-0.2%~+0.2%。

5.4.5 扫描时间及准确度

扫描时间及准确度应符合表1的要求。

表1 扫描时间及准确度

频宽 Hz	扫描时间	准确度
0	1 μs~16000 s	±0.01%
≥10	3 μs~16000 s	——

5.4.6 分析带宽

分析带宽应为40 MHz~2 GHz（可扩展）。

5.4.7 分辨率带宽范围、准确度及选择性

分辨率带宽范围、准确度及选择性应符合表2的要求。

表2 分辨率带宽范围、准确度及选择性

项目		指标
分辨率带宽		1 Hz~20 MHz（1、2、3、5序列）
分辨率带宽准确度	1 Hz≤RBW≤1 MHz	±3%
	1 MHz<RBW≤20 MHz	±10%
选择性（-60 dB/-3 dB）		<5

5.4.8 分辨率带宽转换不确定度

分辨率带宽转换不确定度应符合表3的要求。

表3 分辨率带宽转换不确定度

分辨率带宽	分辨率带宽转换不确定度 dB
1 Hz、2 Hz、3 Hz、5 Hz、10 Hz、20 Hz、30 Hz、50 Hz、 100 Hz、200 Hz、300 Hz、500 Hz、1 kHz、2 kHz、3 kHz、 5 kHz、10 kHz、20 kHz、30 kHz、50 kHz、100 kHz、200 kHz、 300 kHz、500 kHz、1 MHz	-0.10~+0.10
2 MHz、3 MHz、5 MHz、10 MHz	-0.30~+0.30
20 MHz	-1.00~+1.00

5.4.9 相位噪声

相位噪声应符合表4的要求。

表4 相位噪声（载波 1 GHz）

偏离载波频率	相位噪声 dBc/Hz
100 Hz	≤-107
1 kHz	≤-125
10 kHz	≤-133
100 kHz	≤-135
1 MHz	≤-138

5.4.10 增益压缩

增益压缩应符合表5的要求。

表5 增益压缩（双音法测试，输入衰减器 0 dB，放大器关）

频率范围	增益压缩 dBm
$20\text{ MHz} < f \leq 5\text{ GHz}$	$\geq +10$
$5\text{ GHz} < f \leq 13.6\text{ GHz}$	$\geq +7$
$13.6\text{ GHz} < f \leq 43.5\text{ GHz}$	
$43.5\text{ GHz} < f \leq 67\text{ GHz}$	$\geq +5$

5.4.11 显示平均噪声电平

显示平均噪声电平应符合表6的要求。

表6 显示平均噪声电平（输入端口接 50 Ω 负载，输入衰减器 0 dB，归一化到 1 Hz）

频率范围	显示平均噪声电平 dBm
$9\text{ kHz} \leq f \leq 1\text{ MHz}$	≤ -135
$1\text{ MHz} < f \leq 10\text{ MHz}$	≤ -140
$10\text{ MHz} < f \leq 100\text{ MHz}$	≤ -147
$100\text{ MHz} < f \leq 1.2\text{ GHz}$	≤ -150
$1.2\text{ GHz} < f \leq 3.2\text{ GHz}$	≤ -148
$3.2\text{ GHz} < f \leq 6.5\text{ GHz}$	≤ -145
$6.5\text{ GHz} < f \leq 8\text{ GHz}$	≤ -144
$8\text{ GHz} < f \leq 18\text{ GHz}$	≤ -143
$18\text{ GHz} < f \leq 26.5\text{ GHz}$	≤ -137
$26.5\text{ GHz} < f \leq 40\text{ GHz}$	≤ -130
$40\text{ GHz} < f \leq 50\text{ GHz}$	≤ -127
$50\text{ GHz} < f \leq 54.8\text{ GHz}$	≤ -135
$54.8\text{ GHz} < f \leq 63.6\text{ GHz}$	≤ -133
$63.6\text{ GHz} < f \leq 67\text{ GHz}$	≤ -131
注：频率9 kHz以下的显示平均噪声电平受本振馈通、电源干扰等因素影响较大，无法保证分析仪的一致性，因此，本文件只规定了分析仪9kHz及以上频率的显示平均噪声电平。	

5.4.12 二次谐波截获点

二次谐波截获点功率应符合表7的要求。

表7 二次谐波截获点（输入衰减器 0dB）

频率范围	功率 dBm
$1\text{ MHz} \leq f \leq 100\text{ MHz}$	≥ 35
$100\text{ MHz} < f \leq 13.6\text{ GHz}$	≥ 45
$13.6\text{ GHz} < f \leq 33.5\text{ GHz}$	≥ 55

5.4.13 三阶截获点

三阶截获点功率应符合表8的要求。

表8 三阶截获点（输入衰减器 0dB）

频率范围	功率 dBm
$10\text{ MHz} \leq f \leq 300\text{ MHz}$	$\geq +15$
$300\text{ MHz} < f \leq 8\text{ GHz}$	$\geq +17$
$8\text{ GHz} < f \leq 13.6\text{ GHz}$	$\geq +11$
$13.6\text{ GHz} < f \leq 67\text{ GHz}$	$\geq +10$

频率范围	功率 dBm
注：频率10MHz以下的分析仪的三阶截获点受本振馈通、电源干扰等因素影响较大，不能很好反映分析仪内混频器的性能，因此，本文件只规定了分析仪10MHz及以上频率的三阶截获点。	

5.4.14 参考电平

参考电平应符合下列要求：

- a) 范围：-130 dBm~+30 dBm；
- b) 不确定度：-0.20 dB~+0.20 dB（参考电平-70 dBm~-10 dBm）。

5.4.15 显示刻度保真度

显示刻度保真度应为-0.20 dB~+0.20 dB。

5.4.16 频率响应

频率响应应符合表9的要求。

表9 频率响应

频率范围	频率响应 dB
10 MHz < f ≤ 3.6 GHz	-0.4~+0.4
3.6 GHz < f ≤ 8 GHz	-0.5~+0.5
8 GHz < f ≤ 22 GHz	-1.5~+1.5
22 GHz < f ≤ 26.5 GHz	-2.0~+2.0
26.5 GHz < f ≤ 50 GHz	-2.5~+2.5
50 GHz < f ≤ 67 GHz	-3.0~+3.0

5.4.17 绝对电平不确定度

绝对电平不确定都应为-0.25 dB~+0.25 dB（内部校准源频率）。

5.4.18 输入衰减器特性

输入衰减器应符合下列要求：

- a) 输入衰减器衰减范围：0~70 dB；
- b) 输入衰减器转换不确定度（内部校准源频率，相对于10dB衰减）：-0.2 dB~+0.2 dB。

5.4.19 输入电压驻波比

输入电压驻波比应符合表10的要求。

表10 输入电压驻波比（输入衰减器10 dB，DC耦合）

频率范围	输入电压驻波比
50 MHz ≤ f ≤ 4 GHz	<1.40
4 GHz < f ≤ 8 GHz	<1.50
8 GHz < f ≤ 18 GHz	<1.80
18 GHz < f ≤ 45 GHz	<1.70
45 GHz < f ≤ 48 GHz	<2.00
48 GHz < f ≤ 67 GHz	<2.20

5.4.20 视频带宽

视频带宽设置范围为1 Hz~20 MHz（1、2、3、5序列）。

5.4.21 最大安全输入电平

最大安全输入电平不小应于30 dBm。

5.4.22 5G NR EVM（输入电平≥-10 dBm）

在信道带宽为100 MHz的条件下，不同频率范围和子载波间隔的5G NR EVM应符合表11的要求。

表11 5G NR EVM 参考值

频率范围	子载波间隔	EVM
$450\text{ MHz} \leq f \leq 6\text{ GHz}$	30 kHz	$\leq 0.30\%$

5.4.23 ACLR

表12给出了不同频率范围、信道带宽和子载波间隔下，ACLR的值。

表12 ACLR（信号源在邻道陷波条件下）

频率范围	信道带宽	子载波间隔	ACLR dBc
$450\text{ MHz} \leq f \leq 6\text{ GHz}$	100 MHz	30 kHz	-58

5.5 安全性

除非另有规定，分析仪的安全性应符合GB/T 6587-2012中4.6的要求。

5.6 环境适应性

应在产品使用说明中给出分析仪适用的环境组别，分析仪的环境适应性应符合GB/T 6587-2012中4.7的规定。

5.7 电磁兼容性

除非另有规定，分析仪的电磁兼容性应符合GB/T 6587-2012中4.9的要求，试验时分析仪的工作状态为开机复位状态。

5.8 电源适应性

除非另有规定，分析仪的电源适应性应符合GB/T 6587-2012中4.10的要求。

5.9 可靠性

除非另有规定，分析仪的可靠性应符合GB/T 6587-2012中4.11的要求。

5.10 维修性

分析仪的MTTR应不超过2 h。

5.11 包装和运输

除非另有规定，分析仪的包装和运输应符合GB/T 6587-2012中4.8的要求。

6 试验方法

6.1 试验条件

除非另有规定，试验应在下述条件下进行：

- a) 温度：15℃～35℃；
- b) 湿度：25%RH～75%RH；
- c) 气压：860 hPa～1060 hPa；
- d) 电源：分析仪规定的标称直流或交流电源。

6.2 试验仪器或设备

表13给出了试验用仪器设备清单，所有试验用仪器或设备均应经计量部门检定合格并在计量有效期内方可使用。

表13 试验用仪器设备

序号	试验仪器或设备	要求
1	信号发生器	频率范围：250 kHz~67 GHz； 输出功率：-100 dBm~+15 dBm
2	矢量信号发生器	频率范围：100 kHz~40 GHz； 5G NR信号生成功能
3	函数发生器	频率范围：1 μ Hz~80 MHz； 波形：正弦、三角、方波等
4	低相噪信号发生器	输出频率点：1 GHz； 相位噪声：小于被测分析仪相位噪声6dB以上
5	功率计	频率范围：9 kHz~67 GHz
6	功率探头	频率范围：10 MHz~67 GHz； 功率测量范围：-30 dBm~+20 dBm
7	示波器	带宽： ≥ 350 MHz
8	功率放大器	最大输出功率： ≥ 1 W
9	精密可调衰减器	10 dB步进，共90 dB
10	衰减器开关控制器	输出电压：5 V、15 V和24 V
11	矢量网络分析仪	频率范围：50 MHz~67 GHz
12	频谱分析仪	频率范围：3 Hz~26.5 GHz
13	原子钟	频率稳定度： $<1 \times 10^{-10}$
14	大功率衰减器	最大承受功率：10 W
15	低通滤波器	带外抑制： ≥ 40 dB
16	陷波器	阻带抑制： ≥ 40 dB
17	功率分配器	频率范围：DC~67 GHz
18	射频定向耦合器	频率范围：300 kHz~4 GHz； 耦合度： ≥ 16 dB
19	定向耦合器	频率范围：2 GHz~67 GHz； 耦合度： ≥ 16 dB
20	50 Ω 匹配负载	频率范围：DC~67 GHz
21	泄漏电流耐压测试仪	漏电流0.5 mA~20 mA，电压242 V、3 kV、5 kV
22	数显兆欧表	测量电阻：0~500 M Ω
23	微欧标	测量精度：1 m Ω
24	高温交变湿热试验箱	温度：-70℃~+150℃； 湿度：25%RH~98%RH
25	电动振动台	垂直台：最大位移25 mm，最大频率3 kHz； 水平台：最大位移25 mm，频率范围5 Hz~1 kHz

6.3 外观与结构

采用目视、触摸的方式进行检验。

6.4 接口

6.4.1 射频输入接口

采用目测的方式进行检查。如有其他要求，按产品使用说明规定的方法进行检测。

6.4.2 通信接口

通信接口按下述步骤进行检验：

- 以太网接口：使用网线连接被测分析仪和具备以太网接口的主控计算机，在计算机程控软件中输入返回设备信息的程控命令，查看被测分析仪能否返回正确的设备信息。
- GPIB 接口：使用 GPIB 电缆连接被测分析仪和具备 GPIB 接口的主控计算机，在计算机程控软件中输入返回设备信息的程控命令，查看被测分析仪能否返回正确的设备信息。

6.4.3 时基接口

6.4.3.1 10 MHz 参考输入

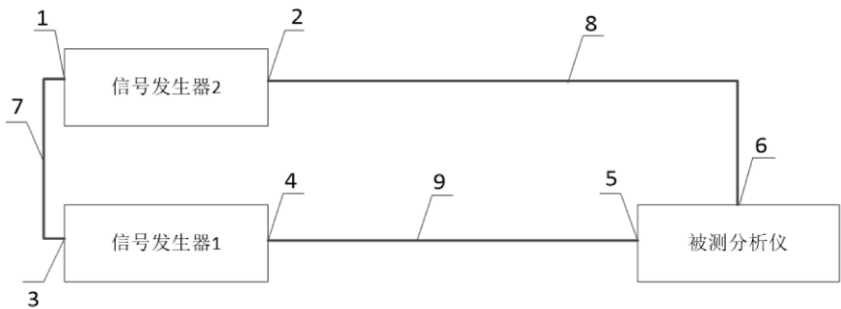
6.4.3.1.1 接口类型

目测检验接口类型是否为BNC阴头连接器。

6.4.3.1.2 输入功率

按下述步骤测量10 MHz参考输入功率：

- a) 按图 1 连接检测设备，信号发生器 2 为信号发生器 1 提供时基参考；
- b) 将信号发生器#1 的射频输出端口连接至被测分析仪的射频输入端口，信号发生器#1 设置输出频率 1 GHz，功率-20 dBm。将信号发生器#2 的射频输出端口连接至被测分析仪的“10 MHz 参考输入”端口，信号发生器#2 设置输出频率 10 MHz，功率 0 dBm；
- c) 设置被测分析仪中心频率为 1 GHz，频宽为 1 kHz，外部 10 MHz 参考。调节被测分析仪中心频率，使得信号发生器输出的 1 GHz 射频信号显示在分析仪屏幕中心；
- d) 信号发生器#2 的输出频率降低 1 Hz，此时如果被测分析仪射频信号频率测量值降低约 100 Hz，则判断被测分析仪外参考锁定；
- e) 在 0 dBm~+10 dBm 功率范围内任意改变信号发生器#2 的输出功率，查看被测分析仪射频信号频率测量值是否变化。如不发生变化，则判断输入功率符合要求。



标引序号说明：

- 1——信号发生器#2参考输出端口；
- 2——信号发生器#2射频输出端口；
- 3——信号发生器#1参考输入端口；
- 4——信号发生器#1射频输出端口；
- 5——被测分析仪射频输入端口；
- 6——被测分析仪10MHz参考输入端口；
- 7、8、9——射频电缆。

图1 10 MHz 参考输入功率检测设备连接示意图

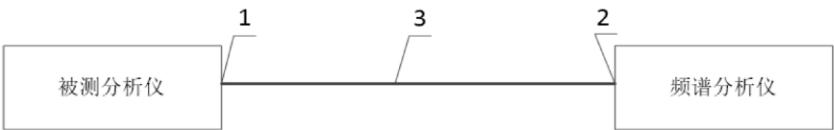
6.4.3.2 10 MHz 参考输出

6.4.3.2.1 接口类型

目测检验接口类型是否为BNC阴头连接器。

6.4.3.2.2 输出功率

按图2连接检测设备，被测分析仪的“10 MHz参考输出”端口连接至频谱分析仪的射频输入端口。频谱分析仪中心频率设置为10 MHz，频宽为100 kHz。查看10 MHz参考输出端口的输出信号功率是否为0 dBm~10 dBm。



标引序号说明：

- 1——被测分析仪10 MHz参考输出端口；
- 2——频谱分析仪射频输入端口；

3——射频电缆。

图2 10 MHz 参考输出功率检测设备连接示意图

6.4.3.3 100 MHz 参考输入

6.4.3.3.1 接口类型

目测检验接口类型是否为SMA阴头连接器。

6.4.3.3.2 输入功率

按图1连接测试设备，信号发生器2为信号发生器1提供时基参考。将信号发生器#1的射频输出端口连接至被测分析仪的射频输入端口，信号发生器#1设置输出频率1 GHz，功率-20 dBm。将信号发生器#2的射频输出端口连接至被测分析仪的“100 MHz参考输入”端口，信号发生器#2设置输出频率100 MHz，功率0 dBm。设置分析仪中心频率1GHz，频宽为1kHz，外部100 MHz参考。调节分析仪中心频率，使得信号发生器输出的1 GHz射频信号显示在分析仪屏幕中心。信号发生器#2的输出频率降低10 Hz，此时如果被测分析仪射频信号频率测量值降低约100 Hz，则判断被测分析仪外参考锁定。在0 dBm~+10 dBm的功率范围内任意改变信号发生器#2的输出功率，查看被分析仪射频信号频率测量值是否变化。如不发生变化，则判断输入功率符合要求。

6.4.3.4 100MHz 参考输出

6.4.3.4.1 接口类型

目测检验接口类型是否为SMA阴头连接器。

6.4.3.4.2 输出功率

按图2连接测试设备，被测分析仪的“100 MHz参考输出”连接至频谱分析仪的射频输入。频谱分析仪中心频率设置为100 MHz，频宽1 kHz，查看100 MHz参考输出端口输出信号的功率是否为0 dBm~10 dBm。

6.4.4 触发接口

按下述步骤检查触发接口：

- a) 触发输入：目测检验接口类型是否为 BNC 阴头连接器。
- b) 触发输出：目测检验接口类型是否为 BNC 阴头连接器。

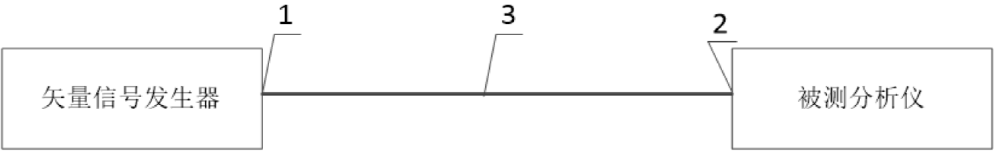
6.5 主要功能

6.5.1 5G 信号调制质量分析功能

6.5.1.1 下行链路分析

图3给出了下行链路分析功能测试设备连接示意图。按图3连接测试设备，矢量信号发生器射频输出端口连接被测分析仪射频输入端口。设置矢量信号发生器的输出频率为2.6GHz，输出功率为-10 dBm，选择NR-FR1-TM3_1a_TDD_100MHz_30kHz文件模板。设置被测分析仪为5G NR信号分析模式，选择下行链路功能。设置被测分析仪的中心频率为2.6 GHz，小区ID、BWP、时隙、信道、参考信号、调制方式等参数与矢量信号发生器文件模板一致。查看被测分析仪能否测量EVM、ACLR、星座图、频率误差、平均功率、参考信号功率、OFDM信号发射功率、峰均比等参数。

注：NR-FR1-TM3_1a_TDD_100MHz_30kHz文件模板为矢量信号定义的文件模板，该模板根据3GPP（第三代合作伙伴计划，the 3rd Generation Partner Project，缩写语3GPP）下行测试要求，配置了信道带宽、子载波间隔等测量参数。如果某些矢量信号发生器不支持该模板，也可根据3GPP要求，手动设置信道带宽、子载波间隔等测量参数。



标引序号说明：

- 1——矢量信号发生器射频输出端口；
- 2——被测分析仪射频输入端口；
- 3——射频电缆。

图3 下行链路分析功能测试设备连接示意图

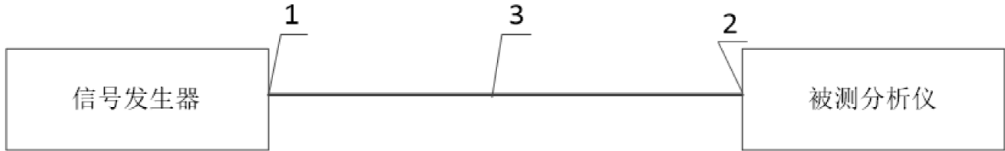
6.5.1.2 上行链路分析

按图3连接测试设备，矢量信号发生器射频输出端口连接被测分析仪射频输入端口。设置矢量信号发生器的输出频率为2.6 GHz，输出功率-10 dBm，选择TS38.141：G-FR1-A1-2文件模板。设置被测分析仪为5G NR信号分析模式，选择上行链路功能。设置被测分析仪中心频率为2.6 GHz，小区ID、BWP、时隙、信道、参考信号、调制方式等参数与与矢量信号发生器文件模板一致。查看被测分析仪能否测量EVM、ACLR、星座图、频率误差、平均功率、峰均比等参数。

注：TS38.141：G-FR1-A1-2文件模板为矢量信号定义的文件模板，该模板根据3GPP上行测试要求，配置了信道带宽、子载波间隔等测量参数。如果某些矢量信号发生器不支持该模板，也可根据3GPP要求，手动设置信道带宽、子载波间隔等测量参数。

6.5.2 频谱分析测量

图4给出了频谱分析测量功能测试设备连接示意图。按图4连接测试设备，信号发生器的射频输出端口连接被测分析仪的射频输入端口。设置信号发生器输出频率设置为1GHz，幅度-10 dBm。被测分析仪设置为中心频率1 GHz，频宽为10 kHz。设置被测分析仪扫描方式分别为连续扫描、FFT步进扫描，查看被测分析仪能否正常观察到频谱显示。



- 标引序号说明：
- 1——信号发生器射频输出端口；
 - 2——被测分析仪射频输入端口；
 - 3——射频电缆。

图4 频谱分析测量功能测试设备连接示意图

6.5.3 功率测量

按图4连接测试设备，信号发生器的射频输出端口连接被测分析仪的射频输入端口。设置信号发生器输出频率设置为1 GHz，幅度-10 dBm。设置被测分析仪中心频率为1 GHz，频宽为10 MHz。分别打开被测分析仪的信道功率、占用带宽、邻道功率、功率统计、突发功率、谐波失真、三阶交调、杂散发射、频谱发射模板测试模式，查看被测分析仪能否正常观察到频谱显示。

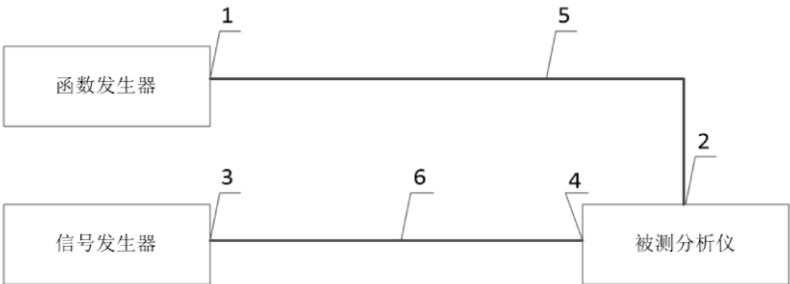
6.5.4 触发功能

6.5.4.1 自由触发

设置被测分析仪为自由触发方式，观察被测分析仪频谱轨迹能否正常刷新。

6.5.4.2 外部触发

图5给出了外部触发功能测试设备连接示意图。按图5连接测试设备，信号发生器的射频输出端口连接被测分析仪的射频输入端口，函数发生器的射频输出端口连接被测分析仪的触发输入端口。设置信号发生器输出频率为2 GHz，输出功率为-20 dBm，脉冲调试输出，脉冲宽度0.1 ms，脉冲周期0.2 ms；设置函数发生器输出频率为1 kHz，输出电压1 V，输出波形正弦波；设置被测分析仪中心频率为2GHz，频宽为10MHz，触发方式为外部触发。减小被测分析仪触发电平值，观察频谱轨迹能否正常刷新。



标引序号说明：
1——函数发生器射频输出端口；
2——被测分析仪触发输入端口；
3——信号发生器射频输出端口；
4——被测分析仪射频输入端口；
5、6——射频电缆。

图5 外部触发功能测试设备连接示意图

6.5.5 IQ分析功能

按图4连接测试设备，信号发生器的射频输出端口连接被测分析仪的射频输入端口。设置信号发生器的输出频率设置为1GHz，输出功率-10dBm。设置被测分析仪为IQ分析模式，中心频率为1 GHz，分析带宽40 MHz。打开时间概览、频谱图、幅度时间等窗口，查看被测分析仪能否正确显示测量频率、时间、幅度等参数。

6.5.6 外扩频功能

选择支持外部扩频功能的外扩频模块，按外扩频模块要求连接本振输出、中频输入。查看被测分析仪能否正常识别外扩频模块且正确测量扩频频段的射频信号。

6.6 主要指标

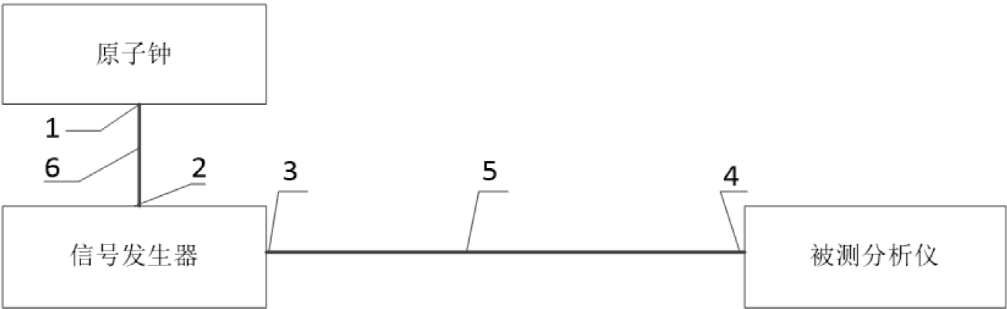
6.6.1 频率范围

6.6.1.1 测试设备

信号发生器、原子钟。

6.6.1.2 测试步骤

图6给出了频率范围测试设备连接示意图。



标引序号说明：
1——原子钟输出端口；
2——信号发生器10MHz参考输入端口；
3——信号发生器射频输出端口；
4——被测分析仪射频输入端口；
5、6——射频电缆。

图6 频率范围测试设备连接示意图

- 按下述步骤进行频率范围测试：
- a) 按图 6 连接测试设备，信号发生器射频输出端口连接被测分析仪的射频输入端口，原子钟射频输出连接至信号发生器 10 MHz 参考输入端口；
 - b) 设置原子钟输出频率为 10 MHz，输出功率在信号发生器 10 MHz 参考输入端口允许的功率范围内；
 - c) 设置信号发生器为外部时钟参考，输出功率 20dBm；
 - d) 设置分析仪频宽 20kHz；
 - e) 同时改变信号发生器和被测分析仪的频率（频率点应至少包含测量频率下限频率点和上限频率点），观察被测分析仪能否正确测量测试信号频率。

6.6.2 频率参考

按JJF 1984-2022中6.2.4的方法校准老化率；初始校准准确度按JJF 1984-2022中6.2.2进行测试。

6.6.3 频率读出准确度

6.6.3.1 测试设备

信号发生器、原子钟。

6.6.3.2 测试步骤

- 按下述步骤进行测试：
- a) 按图 6 连接测试设备，信号发生器射频输出端口连接被测分析仪的射频输入端口，原子钟射频输出连接至信号发生器 10 MHz 参考输入端口；
 - b) 设置原子钟输出频率为 10 MHz，输出功率在信号发生器 10 MHz 参考输入允许的功率范围内；
 - c) 设置信号发生器为外部时钟参考，输出功率-20dBm；
 - d) 设置信号发生器的输出频率和被测分析仪的中心频率为 f_0 ；设置被测分析仪的频宽、分辨率带宽、视频带宽、扫描时间等参数，读取被测分析仪的频率测量结果 f_s ；
 - e) f_s 与 f_0 的差值即为频率读出准确度；
 - f) 按产品使用说明测试其他频率点，重复步骤 a) ~e)，记录测量结果；
 - g) 查看频率读出准确度的所有测量结果是否在指标范围内。

注：如果被测分析仪的频率参考已检验合格，可不使用原子钟而通过采用信号发生器和被测分析仪共用参考频率的方法简化测试。

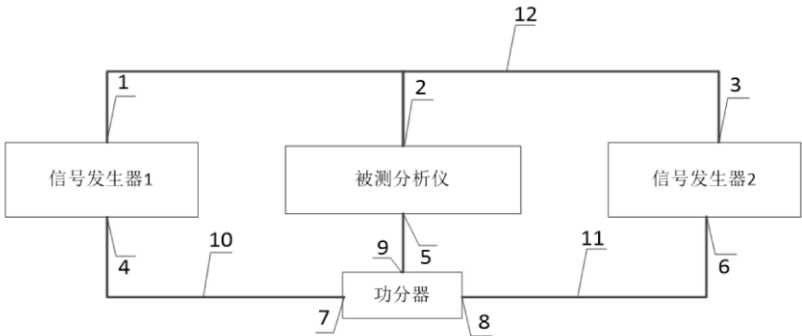
6.6.4 频宽准确度

6.6.4.1 测试设备

两台信号发生器、功率分配器。

6.6.4.2 测试步骤

图7给出了频宽准确度测试设备连接示意图。



标引序号说明：

- 1——信号发生器1参考输入端口；
- 2——被测分析仪参考输出端口；
- 3——信号发生器2参考输入端口；
- 4——信号发生器1射频输出端口；
- 5——被测分析仪射频输入端口；
- 6——信号发生器2射频输出端口；
- 7——功率分配器输出端口；
- 8——功率分配器输出端口；
- 9——功率分配器输入端口；
- 10、11、12——射频电缆。

图7 频宽准确度测试设备连接示意图

按下述步骤进行测试：

- a) 按图 7 连接测试设备，被测分析仪与两台信号发生器共用参考频率；
- b) 根据测试要求设置被测分析仪的中心频率 f_0 和频宽，设置分辨率带宽、视频带宽、扫描时间等参数为自动耦合；
- c) 设置信号发生器 1 的输出频率为 f_1 ($f_1=f_0-0.4\times SPAN$ ， $SPAN$ 为被测分析仪的频宽)，设置信号发生器 2 的输出频率为 f_2 ($f_2=f_0+0.4\times SPAN$) ；
- d) 在被测分析仪上读取 f_1 和 f_2 的差值 Δf ；
- e) 按公式 (1) 计算频宽准确度 S_δ ；

$$S_\delta = \left(\frac{\Delta f - 0.8SPAN}{0.8SPAN} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：
 S_δ ——频宽准确度；
 Δf ——两个信号的频率差值，单位为赫兹（Hz）；
 $SPAN$ ——被测分析仪频宽设置值，单位为赫兹（Hz）。
f) 查看频宽准确度是否均在规定范围内。

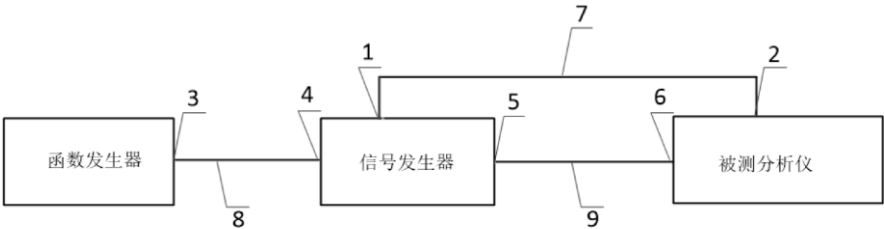
6.6.5 扫描时间

6.6.5.1 测试设备

函数发生器、信号发生器。

6.6.5.2 测试步骤

图8给出了扫描时间测试设备连接示意图。



- 标引序号说明：
- 1——信号发生器参考输入端口；
 - 2——被测分析仪参考输出端口；
 - 3——函数发生器射频输出端口；
 - 4——信号发生器外AM调制输入端口；
 - 5——信号发生器射频输出端口；
 - 6——被测分析仪射频输入端口；
 - 7、8、9——射频电缆。

图8 扫描时间测试设备连接示意图

按下述步骤进行测试：

- a) 按图 8 连接设备，函数发生器的射频输出端口连接信号发生器外 AM 输入端口，信号发生器射频输出端口连接被测分析仪的射频输入端口，被测分析仪与信号发生器共用参考频率；
- b) 设置被测分析仪中心频率为 f_0 、频宽为 0 Hz、扫描时间为 T_0 ，使用线性刻度模式，分辨率带宽和视频带宽为 2 倍信号带宽；
- c) 设置信号发生器输出频率为 f_0 ，调节输出功率电平，使被测分析仪显示波形位于显示屏中间；
- d) 设置函数发生器输出频率为 $10/T_0$ 、三角波输出；设置信号发生器 AM 调制源为“外部 AM 输入”，调节信号输出功率电平，使被测分析仪上显示的信号幅度占显示屏的 4 格~8 格；
- e) 被测分析仪执行单次扫描。读取显示屏测量波形左侧第 2 个峰值与第十个峰值之间的时间差 ΔT ；
- f) 按公式 (2) 计算扫描时间准确度 T_δ ；

$$T_\delta = \left(\frac{\Delta T \times 1.25}{T_0} - 1 \right) \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- T_δ ——扫描时间准确度；
- ΔT ——第 2 个峰值与第 10 个峰值之间的时间差值，单位为秒（s）；
- T_0 ——为被测分析仪扫描时间设置值，单位为秒（s）。

- g) 根据表 1 要求，设置不同的扫描时间，重复步骤 b)~f)，测量并计算其他扫描时间的扫描时间准确度；
 - h) 查看扫描时间及扫描时间准确度的测量值是否符合表 1 要求。
- 注：对于扫描时间上限的测试，考虑到测试时间可能会非常长，可视情况进行剪裁。

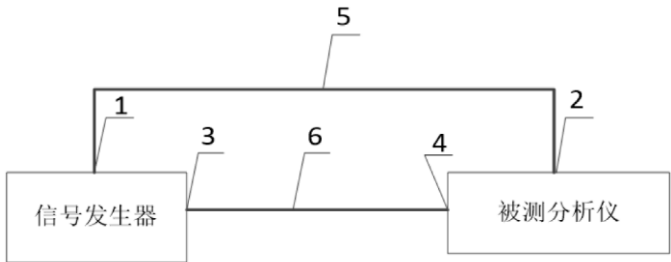
6.6.6 分析带宽

6.6.6.1 测试设备

信号发生器。

6.6.6.2 测试步骤

图9给出了分析带宽测试设备连接示意图。



- 标引序号说明：
- 1——信号发生器参考输入端口；
 - 2——被测分析仪参考输出端口；
 - 3——信号发生器射频输出端口；
 - 4——被测分析仪射频输入端口；
 - 5、6——射频电缆。

图9 分析带宽测试设备连接示意图

按下述步骤进行测试：

- a) 按图 9 连接测试设备，信号发生器的射频输出端口连接被测分析仪的射频输入端口，被测分析仪与信号发生器共时基参考；
- b) 设置被测分析仪为 IQ 分析模式，中心频率为 6GHz，分析带宽为待测值；
- c) 设置信号发生器输出频率为 6GHz，输出功率-10dBm，记录被测分析仪此时的功率测量值 A_0 ；

- d) 从 6 GHz 开始逐步减小信号发生器的频率值并同步读取被测分析仪测量射频信号的功率值 A_1 ；当 A_1-A_0 的差值为 -6dB 时，停止减小信号发生器频率并记录为左侧极限值 f_L ；如果 A_1 与 A_0 的差值始终无法小于 -6dB，则记录屏幕显示的最低频率值为 f_L ；
- e) 从 6GHz 开始增大信号发生器的频率值，同时测量记录此时的功率值 A_2 ；当 A_2 与 A_0 的差值为 -6dB 时，停止增加信号发生器频率并记录为右侧极限值 f_R ；如果 A_1 与 A_0 的差值始终无法小于 -6dB，则记录屏幕显示的最高频率值为 f_R ；
- f) 右侧极限值 f_R 与左侧极限值 f_L 的差值即为分析带宽实测值；
- g) 重复步骤 b) ~ f)，测量不同分析带宽下不同频率点的分析带宽实测值；
- h) 查看所有分析带宽实测值是否符合规定。

6.6.7 分辨率带宽范围、准确度及选择性

6.6.7.1 分辨率带宽范围

按下述步骤进行测试：

- a) 设置被测分析仪中心频率为 1GHz、频宽 1kHz、分辨率带宽 20MHz，观察被测分析仪分辨率带宽是否能正常设置；
- b) 分别设置被测分析仪分辨率带宽为 10MHz、5MHz、3MHz、2MHz、1MHz、500kHz、300kHz、200kHz、100kHz、50kHz、30kHz、20kHz、10kHz、5kHz、3kHz、2kHz、1kHz、500Hz、300Hz、200Hz、100Hz、50Hz、30Hz、20Hz、10Hz、5Hz、3Hz、2Hz、1Hz，观察被测分析仪分辨率带宽是否能正常设置。

6.6.7.2 分辨率带宽准确度

6.6.7.2.1 测试设备

信号发生器。

6.6.7.2.2 测试步骤

按下述步骤进行测试：

- a) 按图 9 所示连接测试设备，信号发生器的射频输出端口连接被测分析仪的射频输入端口，被测分析仪与信号发生器共时基参考；
- b) 设置被测分析仪中心频率为 f_0 、显示刻度为 1dB/格、视频带宽和扫描时间为自动，分辨率带宽为需要测量的带宽，频宽约为分辨率带宽的 2 倍；
- c) 设置信号发生器的输出频率为 f_0 ，调节输出功率，使信号显示在被测分析仪参考电平下 1 到 2 格；
- d) 打开被测分析仪频标，使频标位于信号峰值，然后激活差值频标功能；
- e) 从 f_0 开始，减小信号发生器频率，直到被测分析仪的差值频标读数为 -3dB ~ 0.02dB，记录信号发生器的频率为 $f_{L(-3dB)}$ ；
- f) 从 f_0 开始，增加信号发生器频率，直到被测分析仪的差值频标读数为 -3dB ~ 0.02dB，记录信号发生器的频率为 $f_{R(-3dB)}$ ；

$f_{R(-3dB)}$ 与 $f_{L(-3dB)}$ 的差值即为分辨率带宽实测值 RBW_{-3} ，按公式 (3) 计算分辨率带宽准确度 B_δ ：

$$B_\delta = \frac{(RBW_{-3} - RBW)}{RBW} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

式中：

B_δ ——为分辨率带宽准确度；

RBW_{-3} ——为分辨率带宽实测值，单位为赫兹（Hz）；

RBW ——为设置的分辨率带宽值，单位为赫兹（Hz）。

- g) 重复步骤 b) ~ f)，测量表 3 中其他不同分辨率带宽下的分辨率带宽准确度是否符合规定。查看所有挡位的分辨率带宽准确度是否符合要求。

6.6.7.3 分辨率带宽选择性

6.6.7.3.1 测试设备

信号发生器。

6.6.7.3.2 测试步骤

按下述步骤进行测试：

- 按图 9 连接测试设备，信号发生器的射频输出端口连接被测分析仪的射频输入端口，被测分析仪与信号发生器共时基参考；
- 设置被测分析仪中心频率为 f_0 、显示刻度为 1dB/格、视频带宽和扫描时间为自动，分辨率带宽为需要测量的带宽，频宽约为分辨率带宽的 2 倍；
- 设置信号发生器的输出频率为 f_0 ，调节输出功率，使信号显示在被测分析仪参考电平下 1 到 2 格；
- 打开被测分析仪频标，使频标位于信号峰值，然后激活差值频标功能；
- 从 f_0 开始，减小信号发生器频率，直到被测分析仪的差值频标读数为 -3dB~0.02dB，记录信号发生器的频率为 $f_{\text{左}(-3\text{dB})}$ ；
- 从 f_0 开始，增加信号发生器频率，直到被测分析仪的差值频标读数为 -3dB~0.02dB，记录信号发生器的频率为 $f_{\text{右}(-3\text{dB})}$ ；
- 设置被测分析仪显示刻度为 10dB/格、频宽约为分辨率带宽的 5 倍，打开频标，使频标位于信号峰值，然后激活差值频标功能；
- 从 f_0 开始，减小信号发生器频率，直到被测分析仪的差值频标读数为 -60dB~0.2dB，记录信号发生器的频率为 $f_{\text{左}(-60\text{dB})}$ ；
- 从 f_0 开始增加信号发生器的频率，直到被测分析仪的差值频标读数为 -60dB~0.2dB，记录信号发生器的频率为 $f_{\text{右}(-60\text{dB})}$ ；
- 按公式 (4) 计算分辨率带宽选择性 S ；

$$S = \frac{f_{\text{右}(-60\text{dB})} - f_{\text{左}(-60\text{dB})}}{f_{\text{右}(-3\text{dB})} - f_{\text{左}(-3\text{dB})}} \quad (4)$$

式中：

S ——分辨率带宽选择性；

$f_{\text{右}(-3\text{dB})}$ ——大于中心频率且与中心频率幅度响应相差 -3dB 处的频率，单位为赫兹 (Hz)；

$f_{\text{左}(-3\text{dB})}$ ——小于中心频率且与中心频率幅度响应相差 -3dB 处的频率，单位为赫兹 (Hz)；

$f_{\text{右}(-60\text{dB})}$ ——大于中心频率且与中心频率幅度响应相差 -60dB 处的频率，单位为赫兹 (Hz)；

$f_{\text{左}(-60\text{dB})}$ ——小于中心频率且与中心频率幅度响应相差 -60dB 处的频率，单位为赫兹 (Hz)。

- 重复步骤 b) ~ j)，测量并计算表 3 中其他不同分辨率带宽下的分辨率带宽选择性是否符合规定。

注：对于分辨率带宽 1MHz 以上的测试可能会受显示平均噪声电平影响，可适当提高信号发生器的输出功率，增大被测分析仪的幅度测量范围，并适当减小视频带宽，减小噪声的影响或测量 -40dB 带宽，详见产品使用说明。

6.6.8 分辨率带宽转换不确定度

6.6.8.1 测试设备

信号发生器。

6.6.8.2 测试步骤

按下述步骤进行测试：

- 按图 9 连接测试设备，信号发生器的射频输出端口连接被测分析仪的射频输入端口，被测分析仪与信号发生器共时基参考；
- 设置被测分析仪中心频率为 f_0 、参考电平为 0 dBm、显示刻度为 1dB/格、扫描时间为自动、分辨率带宽为定标分辨率带宽参考值、视频带宽与分辨率带宽比为 0.1、频宽约为分辨率带宽的 2 倍；
- 设置信号发生器的频率为 f_0 ，调节输出功率电平，使信号峰值显示在被测分析仪参考电平下 1 到 2 格；
- 打开被测分析仪频标，使频标位于信号峰值，激活差值频标功能；

- e) 在表 3 的分辨率带宽范围内改变分辨率带宽设置值，频宽约为分辨率带宽的 2 倍。重新调节频标到信号的峰值，读出差值频标的幅度值，该幅度值即为该分辨率带宽与定标分辨率带宽的分辨率带宽转换不确定度；
- f) 重复步骤 e)，测量表 3 中所有分辨率带宽的分辨率带宽转换不确定度，查看所有挡位是否都符合要求。

6.6.9 相位噪声

6.6.9.1 测试设备

低相噪信号发生器。

6.6.9.2 测试步骤

图10给出了相位噪声测试设备连接示意图。

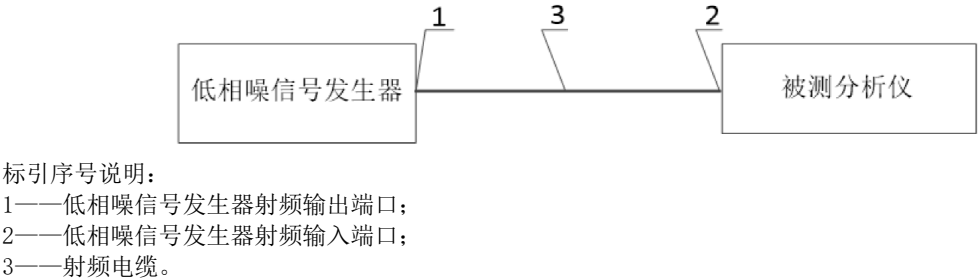


图10 相位噪声测试设备连接示意图

按下述步骤进行测试：

- a) 按图 10 连接测试设备，低相噪发生器的射频输出端口连接被测分析仪的射频输入端口；
- b) 设置低相噪发生器的输出频率为 1GHz，输出功率+5dBm；
- c) 设置被测分析仪的中心频率为 1GHz，频宽为相位噪声测试频偏的 2 倍，检波方式为功率平均，打开轨迹平均功能和噪声标记功能；
- d) 微调被测分析仪的中心频率，使得信号显示在屏幕中心；
- e) 调节被测分析仪的频标，使频标位于信号的峰值，然后激活差值频标功能；
- f) 调节活动频标到+ Δf 处（ Δf 为所要测量的偏离载波的频偏），读取差值频标的幅度读数作为+ Δf 频偏处相位噪声测量值；调节活动频标到- Δf 处，读取差值频标的幅度读数，作为- Δf 频偏处相位噪声测量值；
- g) 重复步骤 c) ~f)，测量不同偏离载波频率的相位噪声值，记录测试结果；
- h) 查看所有频偏处的相位噪声是否符合要求。

注：如果被测分析仪的本底噪声影响到相位噪声，可适当提高载波信号的功率。

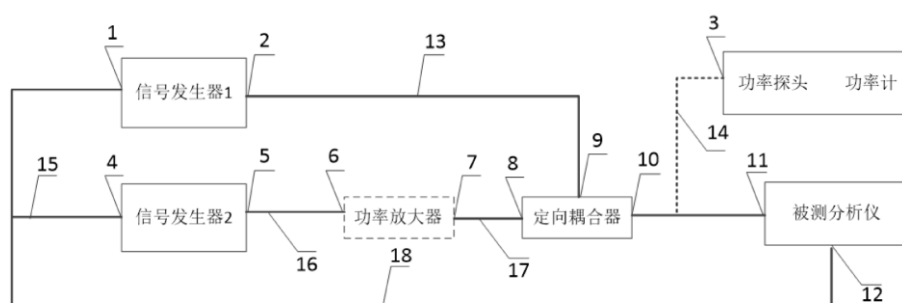
6.6.10 增益压缩

6.6.10.1 测试设备

两台信号发生器、功率放大器（可选）、定向耦合器、功率计、功率探头。

6.6.10.2 测试步骤

图11给出了增益压缩测试设备连接示意图。



标引序号说明：

- 1——信号发生器1参考输入端口；
- 2——信号发生器1射频输出端口；
- 3——功率探头射频输入端口；
- 4——信号发生器2参考输入端口；
- 5——信号发生器2射频输出；
- 6——功率放大器射频输入端口；
- 7——功率放大器射频输出端口；
- 8——定向耦合器输出端口；
- 9——定向耦合器耦合端口；
- 10——定向耦合器输入端口；
- 11——被测分析仪射频输入端口；
- 12——被测分析仪参考输出端口；
- 13、14、15、16、17、18——射频电缆。

图11 增益压缩测试设备连接示意图

按下述步骤进行测试：

- a) 按图 11 连接测试设备，信号发生器 1 的射频输出端口连接定向耦合器的耦合端口，信号发生器 2 的输出端口经功率放大器（可选）连接定向耦合器的输出端，定向耦合器的输入端先连被测分析仪，被测分析仪提供时基参考至信号发生器 1 和信号发生器 2。如果信号发生器 2 能够提供满足测试要求的大功率信号，也可以不使用功率放大器；
- b) 设置信号发生器 2 的频率为 f_1 ，功率输出 0dBm，关断信号发生器 2 的射频输出；
- c) 设置信号发生器 1 频率为 f_2 （ $f_2=f_1+3\text{MHz}$ ），功率电平-10dBm，射频输出开；
- d) 设置被测分析仪的中心频率为 f_2 、输入衰减器衰减量 0dB、参考电平-10dBm、频宽 10kHz、分辨率带宽 1kHz；
- e) 调节信号发生器 1 的输出功率，使信号发生器 1 的输出信号显示在被测分析仪参考电平下 1~2 格；
- f) 打开被测分析仪标记并移动至信号峰值，打开差值频标功能；
- g) 打开信号发生器 2 的射频输出。观察被测分析仪差值频标的幅度差值是否为-1dB。如果不等于-1dB，调整信号发生器 2 的输出功率，使得被测分析仪差值频标的幅度差值为-1dB；
- h) 关闭信号发生器 1 和信号发生器 2 的射频输出。定向耦合器的输入端口从被测分析仪输入端口取下，连接至功率计（含功率探头），在功率计上输入测试频率 f_1 ；
- i) 打开信号发生器 2 的射频输出。功率计读数即为频率 f_1 的增益压缩值；
- j) 重复步骤 b)~i)，测量其它频率点的增益压缩值。

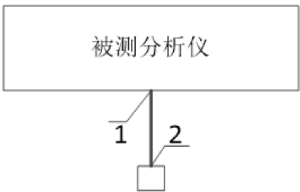
6.6.11 显示平均噪声电平

6.6.11.1 测试设备

50 Ω 匹配负载。

6.6.11.2 测试步骤

图12给出了显示平均噪声电平测试设备连接示意图。



标引序号说明：
1——被测分析仪射频输入端口；
2——50 Ω 匹配负载。

图12 显示平均噪声电平测试设备连接示意图

- 按下述步骤进行测试：
- a) 按图 12 所示，被测分析仪输入端口连接 50 Ω 匹配负载；
 - b) 根据表 6 的频率划段，设置被测分析仪起始频率和终止频率；
 - c) 设置被测分析仪输入衰减器衰减量 0 dB、参考电平-50dBm、检波方式选择功率平均，打开轨迹平均功能；
 - d) 打开标记功能，移动标记值轨迹峰值，设置被测分析仪中心频率为峰值标记频率值；
 - e) 设置频宽为 10kHz，打开噪声标记功能；
 - f) 读取轨迹峰值点的噪声标记值作为该频段显示平均噪声电平值；
 - g) 重复步骤 b)～f)，测量表 6 中其他频段的显示平均噪声电平值。查看所有频段的显示平均噪声电平是否均符合要求。
- 注：测试显示平均噪声电平时，需要剔除假响应点。

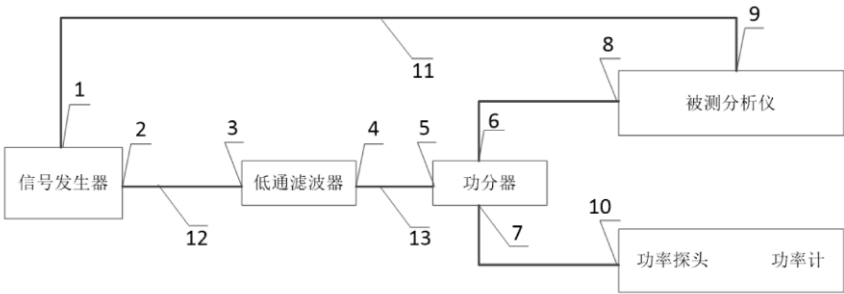
6. 6. 12 二次谐波截获点

6. 6. 12. 1 测试设备

信号发生器、低通滤波器、功率分配器、功率计、功率探头。

6. 6. 12. 2 测试步骤

图13给出了二次谐波截获点测试设备连接示意图。



标引序号说明：
1——信号发生器参考输入端口；
2——信号发生器射频输出端口；
3——低通滤波器输入端口；
4——低通滤波器输出端口；
5——功率分配器输入端口；
6——功率分配器输出端口；
7——功率分配器输出端口；
8——被测分析仪射频输入端口；
9——被测分析仪参考输出端口；
10——功率探头射频输入端口；
11、12、13——射频电缆。

图13 二次谐波截获点测试设备连接示意图

按下述步骤进行测试：

- 按图 13 连接测试设备，被测分析仪与信号发生器共时基参考，信号发生器射频输出端口经低通滤波器后连接功率分配器的输入端口，功率分配器的两个输出端口分别连接被测分析仪的射频输入端口和功率探头的射频输入端口；
- 设置信号发生器频率为 f_0 ，在功率计上输入测试频率 f_0 ，调节信号发生器的输出功率，使得功率计读数为 L_0 （ L_0 为被测分析仪在进行二次谐波截获点测量时的混频器电平值）；
- 设置被测分析仪的中心频率为 f_0 、输入衰减器衰减 0 dB、参考电平 -10dBm、频宽 10kHz、分辨率带宽 1kHz；
- 调节被测分析仪的参考电平，使被测信号峰值电平接近参考电平，读出信号峰值电平 L_1 ；
- 设置被测分析仪的中心频率为 2 倍 f_0 ，读出二次谐波失真信号 2 倍 f_0 的峰值电平 L_2 ；
- 按公式 (5) 计算二次谐波失真 ΔA ；

$$\Delta A = L_2 - L_1 \dots\dots\dots (5)$$

式中：

L_2 ——2 f_0 处测量的电平值，单位为（dBm）；

L_1 —— f_0 处测量的电平值，单位为（dBm）。

- 按公式 (6) 计算二次谐波截获点（SHI）；

$$SHI = L_0 - \Delta A \dots\dots\dots (6)$$

式中：

SHI——二次谐波截获点，单位为（dBm）；

L_0 —— f_0 处功率计读数，单位为（dBm）；

ΔA ——二次谐波失真，单位为（dB）。

- 在表 7 各频率划段内选取中间频率点重复步骤 b)～g)，测量二次谐波截获点并作为该频段二次谐波截获点测量值；

- 查看所有二次谐波截获点是否均符合要求。

注：图13中的低通滤波器用于滤除信号发生器输出信号的谐波，对于不同的测量频率点，选用截止频率不同的低通滤波器。

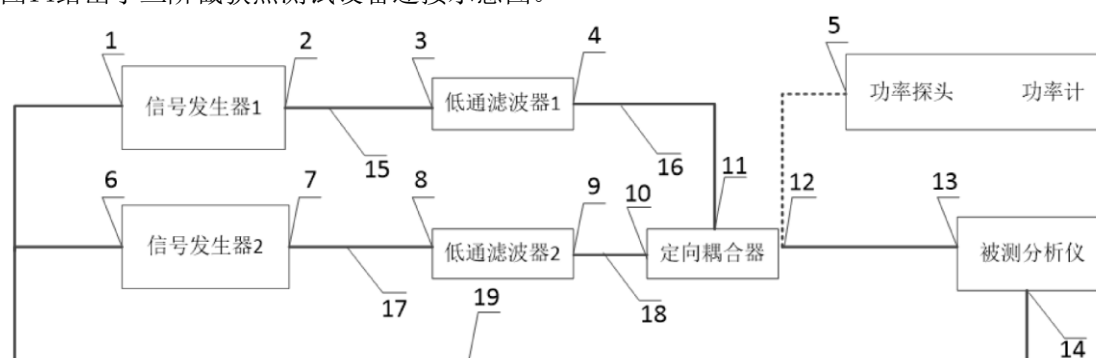
6.6.13 三阶截获点

6.6.13.1 测试设备

两台信号发生器、两个低通滤波器、定向耦合器、功率计、功率探头。

6.6.13.2 测试步骤

图14给出了三阶截获点测试设备连接示意图。



标引序号说明：

- 信号发生器1参考输入端口；
- 信号发生器1射频输出端口；
- 低通滤波器1输入端口；
- 低通滤波器1输出端口；
- 功率探头射频输入端口；
- 信号发生器2参考输入端口；

- 7——信号发生器2射频输出端口；
- 8——低通滤波器2输入端口；
- 9——低通滤波器2输出端口；
- 10——定向耦合器输出端口；
- 11——定向耦合器耦合端口；
- 12——定向耦合器输入端口；
- 13——被测分析仪射频输入端口；
- 14——被测分析仪参考输出端口；
- 15、16、17、18、19——射频电缆。

图14 三阶截获点测试设备连接示意图

按下述步骤进行测试：

- a) 按图 14 连接测试设备，信号发生器 1 的射频输出端口经低通滤波器 1 连接定向耦合器的耦合端口，信号发生器 2 的射频输出端口经低通滤波器 2 连接定向耦合器的输出端口。被测分析仪提供时基参考至信号发生器 1 和信号发生器 2；

注：低通滤波器用于滤除信号发生器的信号谐波。

- b) 定向耦合器的输入端口连接功率探头射频输入端口，先关断信号发生器 2 的射频输出，设置信号发生器 1 的频率为 f_1 ，功率计频率为 f_1 ，调节信号发生器 1 的输出功率电平，使得功率计的测量读数为-10dBm；
- c) 定向耦合器的输入端口从功率探头上取下再连接被测分析仪输入端口，设置被测分析仪的中心频率为 f_0 （通常， $f_0=f_1+25\text{kHz}$ ）、输入衰减器衰减量 0dB、参考电平-10dBm、频宽 200kHz、分辨率带宽 1kHz；
- d) 调节被测分析仪的参考电平，使信号峰值显示在参考电平上，搜索信号峰值，激活差值频标功能；
- e) 设置信号发生器 2 的频率为 f_2 （通常， $f_2=f_1+50\text{kHz}$ ），打开信号发生器 2 的射频输出；
- f) 将被测分析仪的频标移动至频率 f_2 上，调节信号发生器 2 的输出功率，使差值频标幅度差值为零，关闭差值频标；
- g) 搜索信号峰值，激活差值频标功能，将活动频标调谐到 $2f_1-f_2$ 、 $2f_2-f_1$ 两个交调失真信号中较高电平的信号峰值上，如图 15 所示，记录三阶交调失真的幅度差 ΔP ；

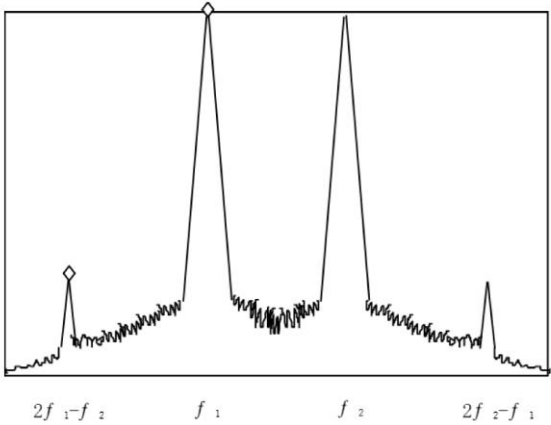


图15 三阶交调失真示意图

- h) 按公式(7)计算三阶截获点（TOI）；

$$TOI = -10 - \frac{\Delta P}{2} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

TOI——三阶截获点，单位为（dBm）；
 ΔP ——三阶交调失真的幅度差值，单位为（dB）。

- i) 在表 8 各频率划段内选取中间频率点重复步骤 b)～h)，测量三阶截获点并作为该频段三阶截获点测量值。查看所有三阶截获点测量值是否符合要求。

注：如果信号发生器1和信号发生器2的输出受负载牵引而影响测试结果，可在信号发生器1、2的输出端各加一隔离器，以减小对测试结果的影响。

6.6.14 参考电平

6.6.14.1 参考电平范围

设置被测分析仪标称的上限参考电平值并逐步减小参考电平值直至下限参考电平值，查看参考电平值能否正确显示。

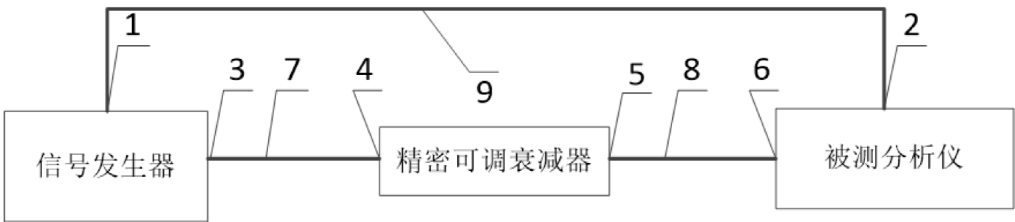
6.6.14.2 参考电平不确定度

6.6.14.2.1 测试设备

信号发生器、精密可调衰减器。

6.6.14.2.2 测试步骤

图16给出了参考电平不确定度测试设备连接示意图。



标引序号说明：

- 1——信号发生器参考输入端口；
- 2——被测分析仪参考输出端口；
- 3——信号发生器射频输出端口；
- 4——精密可调衰减器输入端口；
- 5——精密可调衰减器输出端口；
- 6——被测分析仪射频输入端口；
- 7、8、9——射频电缆。

图16 参考电平不确定度测试设备连接示意图

按下述步骤进行测试：

- a) 按图 16 连接测试设备，信号发生器射频输出端口通过精密可调衰减器连接被测分析仪射频输入端口，被测分析仪与信号发生器共时基参考；
- b) 设置被测分析仪中心频率为 f_0 、参考电平 0dBm、频宽 10kHz、分辨率带宽 1kHz、显示刻度 1dB/格；
- c) 设置信号发生器输出频率为 f_0 ，调整输出电平，使得信号峰值显示在被测分析仪参考电平下 2 至 3 格；
- d) 在被测分析仪上搜索信号峰值并激活差值频标功能；
- e) 按被测分析仪参考电平的标称步进量增大（或减小）精密可调衰减器的衰减量，同时减小（或增大）被测分析仪的参考电平，读取每次差值频标的幅度值，记为该参考电平下的参考电平不确定度；
- f) 重复步骤 e)，完成规定检验范围内的参考电平不确定度测试。选取测试得到的参考电平不确定度最大值（即绝对值最大者）作为最终的参考电平不确定度测试值，查看是否在规定范围内。

6.6.15 显示刻度保真度

6.6.15.1 测试设备

信号发生器、精密可调衰减器。

6.6.15.2 测试步骤

按下述步骤进行测试：

- 按图 16 连接测试设备，信号发生器射频输出端口通过精密可调衰减器连接被测分析仪射频输入端口，被测分析仪与信号发生器共时基参考；
- 设置被测分析仪中心频率为 f_0 ，参考电平为 0dBm，频宽 10kHz、分辨率带宽 1kHz、对数刻度、显示刻度 10dB/格；
- 设置精密衰减器衰减量为 0dB，设置信号发生器的输出频率为 f_0 ，调节信号发生器输出功率，使得信号峰值显示在被测分析仪的参考电平位置；
- 在被测分析仪上搜索信号峰值，激活差值频标功能；
- 增大精密可调衰减器的衰减量，记录被测分析仪差值频标的幅度读数 ΔA ；
- ΔA 的绝对值减去精密可调衰减器衰减量即为该显示位置的显示刻度保真度；
- 重复步骤 e)、f)，测量被测分析仪不同显示位置的显示刻度保真度。选取测试得到的显示刻度保真度最差值（即绝对值最大的）作为最终的显示刻度保真度测试值，查看是否在规定的范围内。

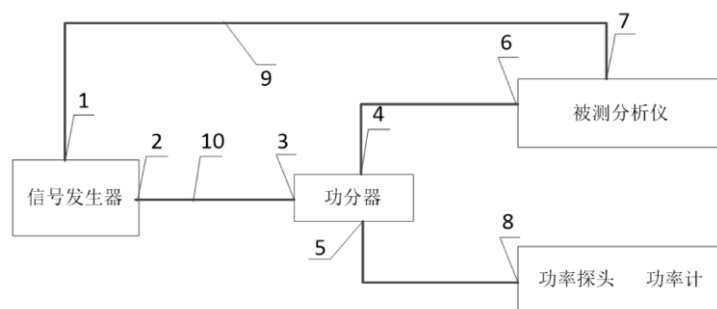
6.6.16 频率响应

6.6.16.1 测试设备

信号发生器、功率分配器、功率计、功率探头。

6.6.16.2 测试步骤

图17给出了频率响应测试设备连接示意图。



标引序号说明：

- 1——信号发生器参考输入端口；
- 2——信号发生器射频输出端口；
- 3——功率分配器输入端口；
- 4——功率分配器输出端口；
- 5——功率分配器输出端口；
- 6——被测分析仪射频输入端口；
- 7——被测分析仪参考输出端口；
- 8——功率探头射频输入端口；
- 9、10——射频电缆。

图17 频率响应测试设备连接示意图

按下述步骤进行测试：

- 按图 17 连接测试设备，被测分析仪与信号发生器共时基参考，信号发生器射频输出端口连接功率分配器的输入端口，功率分配器的两个输出端口分别连接至被测分析仪和功率探头的射频输入端口；
- 设置被测分析仪中心频率为 f_0 、频宽 100kHz、分辨率带宽 10kHz、参考电平 0dBm、输入衰减器 10dB、显示刻度 10dB/格；
- 设置信号发生器输出频率 f_0 ，输出功率-4dBm；
- 在功率计上输入测试频率 f_0 ，读取功率计测量结果为 L_1 ；

- e) 在被测分析仪上搜索信号峰值，读取信号峰值功率读数为 L_2 ；
- f) L_2 与 L_1 的差值即为频率点 f_0 的幅度误差 ΔL ；
- g) 在表 9 各频率划段内每 200MHz 选取一个频率点重复步骤 b) ～f)，测量幅度误差；
- h) 按表 9 频率划段选取各频率划段中步骤 g) 测量得到的正的最大幅度误差 $\Delta L_{\max}$ 和负的最小幅度误差数值 $\Delta L_{\min}$ ；
- i) 按公式(8)计算各频率划段的频率响应 ΔL_P ，查看所有频率响应是否在规定范围内。

$$\Delta L_P = \pm \frac{(\Delta L_{\max} - \Delta L_{\min})}{2} \dots\dots\dots (8)$$

式中：
 ΔL_P ——为各波段的频率响应，单位为（dB）；
 $\Delta L_{\max}$ ——为各波段正的最大幅度误差，单位为（dB）；
 $\Delta L_{\min}$ ——为各波段负的最小幅度误差，单位为（dB）。
注：如果被测分析仪的频率响应指标较高（例如小于0.4dB），可先用分析仪测量再用功率计测量，两种测量结果相减的方法计算频率响应。

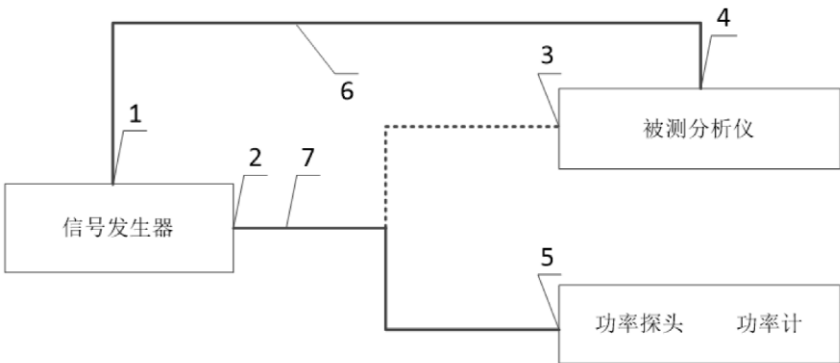
6.6.17 绝对电平不确定度

6.6.17.1 测试设备

功率计、功率探头。

6.6.17.2 测试步骤

图18给出了绝对电平不确定度测试设备连接示意图。



- 标引序号说明：
- 1——信号发生器参考输入端口；
 - 2——信号发生器射频输出端口；
 - 3——被测分析仪射频输入端口；
 - 4——被测分析仪参考输出端口；
 - 5——功率计射频输入端口；
 - 6、7——射频电缆；

图18 绝对电平不确定度测试设备连接示意图

按下述步骤进行测试：

- a) 按图 18 实线连接测试设备，信号发生器的射频输出端口连接功率探头射频输入端口，被测分析仪与信号发生器共时基参考；
- b) 设置信号发生器的频率为被测分析仪内部校准源频率，功率为-20dBm；
- c) 设置功率计频率为被测分析仪内部校准源频率，读取功率计功率读数 L_1 ；
- d) 按图 18 虚线连接测试设备，信号发生器的射频输出端口连接被测分析仪射频输入端口；
- e) 设置被测分析仪中心频率为被测分析仪内部校准源频率，频宽 100kHz、分辨率带宽 10kHz、参考电平 0dBm、输入衰减器 10dB、显示刻度 10dB/格；搜索信号峰值，读取信号峰值的功率电平值 L_2 ；
- f) L_2 与 L_1 的差值即为绝对电平不确定度；

g) 查看绝对电平不确定度是否符合规定要求。

6.6.18 输入衰减器特性

6.6.18.1 输入衰减器范围

6.6.18.1.1 测试设备

信号发生器。

6.6.18.1.2 测试步骤

按下述步骤进行测试：

- 按图 9 所示连接测试设备，信号发生器的射频输出端口连接被测分析仪的射频输入端口，被测分析仪与信号发生器共时基参考；
 - 设置信号发生器输出频率 f_0 ，输出功率-10dBm；
- 注： f_0 为频率范围内的任意频率点。
- 设置被测分析仪中心频率 f_0 ，频宽 1kHz，分辨率带宽 100Hz，输入衰减器 0dB，参考电平-5dBm；
 - 搜索信号峰值，执行差值标记；
 - 分别设置输入衰减器 2dB、4dB、6dB、8dB、10dB、20dB、30dB、40dB、50dB、60dB、70dB 档，查看被测分析仪能否正确指示衰减量。

注：本方法是以测试输入衰减器衰减范围0dB~70dB，衰减步进量2dB的分析仪为例。其他衰减范围和衰减步进量的衰减器可参考此方法。

6.6.18.2 输入衰减器转换不确定度

6.6.18.2.1 测试设备

精密可调衰减器、信号发生器。

6.6.18.2.2 测试步骤

按下述步骤进行测试：

- 按图 16 连接测试设备，信号发生器射频输出端口通过精密可调衰减器连接被测分析仪射频输入端口，被测分析仪与信号发生器共时基参考；
 - 设置被测分析仪中心频率为 f_0 ，输入衰减器衰减量 10dB，参考电平-70dBm，显示刻度 1dB/格、频宽 1kHz，分辨率带宽 100Hz；
- 注： f_0 为被测分析仪内部校准源频率。
- 设置精密可调衰减器衰减量为 70dB，设置信号发生器频率为 f_0 ，调整信号发生器的功率输出，使得信号峰值显示在被测分析仪参考电平下 2 到 3 格；
 - 在被测分析仪上搜索信号峰值，激活差值频标功能调；
 - 设置被测分析仪输入衰减器衰减量 0dB、参考电平-80dBm；设置精密可调衰减器衰减量为 80dB，记录被测分析仪的差值频标的幅度读数；
 - 设置被测分析仪输入衰减器衰减量 2dB、参考电平-78dBm；设置精密可调衰减器衰减量为 78dB，记录被测分析仪上差值频标的幅度读数；
 - 按照步骤 e) 和 f)，以 2dB 步进逐渐增大被测分析仪输入衰减器衰减量和参考电平，同时以 2dB 步进逐渐减小精密可调衰减器衰减量，记录被测分析仪输入衰减器各档的差值频标幅度读数；
 - 除被测分析仪输入衰减器 10dB 档外，其余各档位的差值频标幅度读数即为各档位输入衰减器转换不确定度；
 - 查看各档输入衰减器转换不确定度是否符合规定。

注1：本方法是以测试输入衰减器衰减范围0dB-70dB，衰减步进量2dB的分析仪为例，其他衰减范围和衰减步进量的输入衰减器可参考本方法。

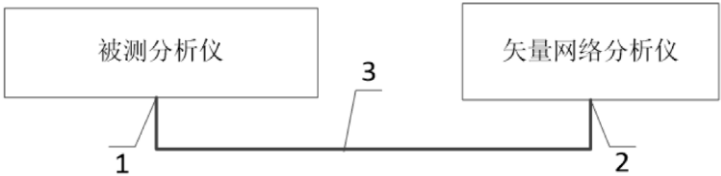
6.6.19 输入电压驻波比

6.6.19.1 测试设备

矢量网络分析仪。

6.6.19.2 测试步骤

图19给出了输入电压驻波比测试设备连接示意图。



标引序号说明：
1——被测分析仪射频输入端口；
2——矢量网络分析仪测试端口；
3——射频电缆。

图19 输入电压驻波比测试设备连接示意图

按下述步骤进行测试：

- a) 根据使用说明设置被测分析仪的工作状态；
- b) 设置矢量网络分析仪的频率范围等参数，对矢量网络分析仪进行测量校准；
- c) 按图 19 被测分析仪射频输入端口连接矢量网络分析仪测试端口，设置矢量网络分析仪为电压驻波比读取方式，按表 10 的频率划段在矢量网络分析仪测量得到的全频段驻波轨迹中读取各频率划段的电压驻波比的最大值，记录测试结果；
- d) 查看输入电压驻波比是否符合规定。

6.6.20 视频带宽

设置被测分析仪中心频率为1GHz、频宽1kHz、分辨率带宽1kHz，视频带宽分别为20MHz、10MHz、5MHz、3MHz、2MHz、1MHz、500kHz、300kHz、200kHz、100kHz、50kHz、30kHz、20kHz、10kHz、5kHz、3kHz、2kHz、1kHz、500Hz、300Hz、200Hz、100Hz、50Hz、30Hz、20Hz、10Hz、5Hz、3Hz、2Hz、1Hz，观察被测分析仪视频带宽是否能正常设置。

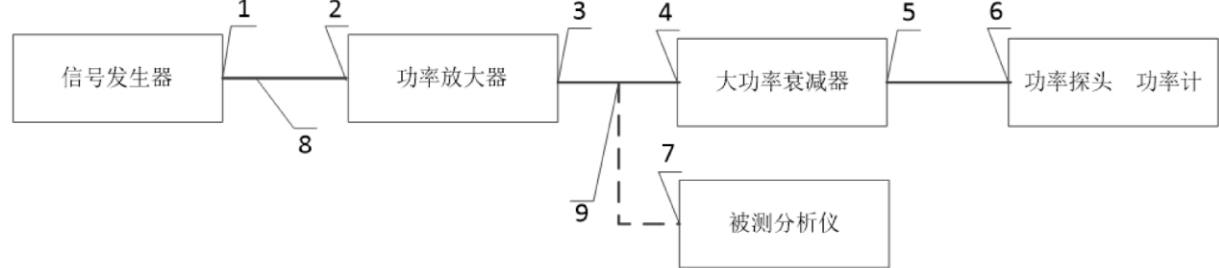
6.6.21 最大安全输入电平

6.6.21.1 测试设备

信号发生器、功率放大器、大功率衰减器、功率计、功率探头。

6.6.21.2 测试步骤

图20给出了最大安全输入电平测试设备连接示意图。



标引序号说明：
1——信号发生器射频输出端口；
2——功率放大器射频输入端口；
3——功率放大器射频输出端口；
4——大功率衰减器输入端口；
5——大功率衰减器输出端口；
6——功率探头射频输入端口；

7——被测分析仪射频输入端口；
8、9——射频电缆。

图20 最大安全输入电平测试设备连接示意图

按下述步骤进行测试：

- a) 按图 20 连接测试设备，信号发生器的输出端口经功率放大器、大功率衰减器后连接功率探头（大功率衰减器的衰减量应能保证输入到功率探头的信号功率不超过功率探头的最大允许输入功率）。功率计读数加上大功率衰减器的衰减量即为功率放大器输出端口的功率；
- b) 设置信号发生器输出频率为 3GHz，调节信号发生器的输出功率，使得功率放大器输出 30dBm 信号；关闭信号发生器输出，关闭功率放大器；
- c) 按图 20 虚线所示连接功率放大器输出端口至被测分析仪输入端，设置被测分析仪中心频率为 3GHz、频宽 10MHz、输入衰减器 30dB；打开功率放大器，打开信号发生器的射频输出；
- d) 功率放大器持续输出 1min 后，减小信号发生器输出功率，使得被测分析仪的信号峰值测量值约为-20dBm；
- e) 切换被测分析仪输入衰减器衰减量，检查被测分析仪能否正确测量信号。

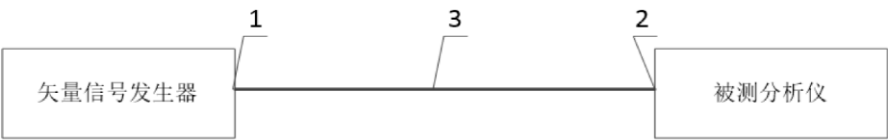
6. 6. 22 5G NR EVM（输入电平≥-10dBm）

6. 6. 22. 1 测试设备

矢量信号发生器。

6. 6. 22. 2 测试步骤

图21给出了5G NR EVM测试设备连接示意图。



标引序号说明：

- 1——矢量信号发生器射频输出端口；
- 2——被测分析仪射频输入端口；
- 3——射频电缆。

图21 5G NR EVM 测试设备连接示意图

按下述步骤进行测试：

- a) 如图 21 连接设备，矢量信号发生器输出端口连接被测分析仪输入端口；
- b) 信号发生器选择 5G NR 模式，设置中心频率为 2.6GHz，功率电平-10dBm，链路方向下行，测试模板选择 NR-FR1-TM3_1a_TDD_100MHz_30kHz 配置文件；
- c) 被测分析仪切换为 5G NR 信号分析模式，选择下行链路分析功能，设置中心频率为 2.6GHz，测试模板选择 NR-FR1-TM3_1a_TDD_100MHz_30kHz 配置文件，载波泄露处理方式“忽略 DC”；
- d) 调整分析仪输入衰减器和参考电平，确保被测分析仪无告警提示。调整完毕后，进行测量；
- e) 在被测分析仪显示星座图和结果摘要表等视图后，记录 EVM 值；

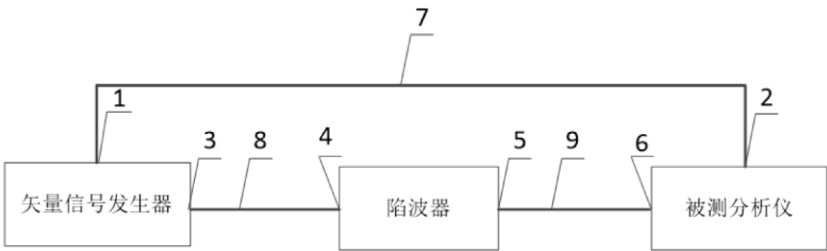
6. 6. 23 ACLR

6. 6. 23. 1 测试设备

矢量信号发生器、陷波器。

6. 6. 23. 2 测试步骤

图22给出了ACLR测试设备连接示意图。



- 标引序号说明：
- 1——矢量信号发生器触发输出端口；
 - 2——被测分析仪触发输入端口；
 - 3——矢量信号发生器射频输出端口；
 - 4——陷波器输入端口；
 - 5——陷波器输出端口；
 - 6——被测分析仪射频输入端口；
 - 7、8、9——射频电缆。

图22 ACLR 测试设备连接示意图

按下述步骤进行测试：

- a) 如图 22 连接设备，矢量信号发生器输出端口通过陷波器连接被测分析仪输入端口，矢量信号发生器的触发输出端口连接被测分析仪触发输入端口；
- b) 信号发生器选择 5G NR 模式，设置中心频率为 2.6GHz，功率电平 0dBm，链路方向下行，测试模板选择 NR-FR1-TM3_1a_TDD_100MHz_30kHz 配置文件；
- c) 打开被测分析仪邻道功率测试功能，设置中频频率 2.6GHz，依据 3GPP 规定的 ACLR 测试参数设置载波间隔、积分带宽，邻道隔道数量、分辨率带宽、视频带宽等参数（如果被测分析仪内含对应的 3GPP 测试模板，也可调用该测试模板）；
- d) 设置被测分析仪时间门的门控源为外部触发，设定门延时和门宽度（如 3.5ms）并设定门控扫描为开；
- e) 被测分析仪检波方式设置为功率平均，打开轨迹类型，平均次数 10 次；调整被测分析仪输入衰减器和参考电平确保被测分析仪无告警提示。如果被测分析仪具备噪声抵消功能，可打开噪声抵消功能优化噪声；
- f) 记录邻道和隔道低端、高端与载波的相对功率最大值作为该频点的 ACLR；
- g) 查看 ACLR 是否符合规定。

6.7 安全性

安全性试验按GB/T 6587-2012中5.8的试验方法进行。如用户有特殊要求，应按厂家产品标准中规定的试验方法进行。

6.8 环境适应性

环境适应性试验按GB/T 6587-2012中5.9的试验方法进行，环境组别为II组。如用户有特殊要求，应按厂家产品标准中规定的试验方法进行。

6.9 电磁兼容性

按GB/T 6587-2012中5.11的方法进行试验。如用户有特殊要求，按制造商的规定进行。

6.10 电源适应性

按GB/T 6587-2012中5.12的方法进行试验。如用户有特殊要求，按制造商的规定进行。

6.11 可靠性

按GB/T 6587-2012中5.13的方法进行试验。如用户有特殊要求，按制造商的规定进行。

6.12 维修性

按产品使用说明，选取输入衰减器作为故障点。使用计时器计时从输入衰减器更换至完成调试校准的全部时长。查看维修时间是否超过2h。

6.13 包装和运输

按GB/T 6587-2012中5.10的方法进行试验。
