ICS 31.190
CCS V 04

中华人民共和国国家标准

GB/T 47326—2026

北斗/全球卫星导航系统(GNSS)宽带射频芯片性能要求及测试方法

Performance requirements and test methods for wideband RF chip of BDS/GNSS

2026-03-31 发布　　2026-07-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前言 …… Ⅲ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语、定义和缩略语 …… 1
3.1　术语和定义 …… 1
3.2　缩略语 …… 2
4　功能与组成 …… 2
5　性能要求 …… 3
5.1　基本要求 …… 3
5.2　接口要求 …… 4
5.3　环境适应性要求 …… 5
6　测试方法 …… 5
6.1　测试条件 …… 5
6.2　基本性能测试 …… 6
6.3　接口测试 …… 11
6.4　环境适应性测试 …… 13

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。

本文件由中央军委装备发展部提出。

本文件由全国北斗卫星导航标准化技术委员会(SAC/TC 544)归口。

本文件起草单位：北京东方计量测试研究所、中国卫星导航工程中心、重庆西南集成电路设计有限责任公司、广州润芯信息技术有限公司、清华大学、和芯星通科技(北京)有限公司、中国船级社天津分社、北斗应用发展研究院、湖北省计量测试技术研究院、中国船舶集团有限公司第七〇七研究所、湖南矩阵电子科技有限公司。

本文件主要起草人：薛仁魁、兰雪梅、刘莹、王田、夏天、唐景磊、杨昆明、李雨濛、李振、李萌、杨文彬、封少东、崔晓伟、彭正交、赵寅秋、黄子涛、郭玉楠、宋鲁丹、卢欢欢、樊照子、葛久志、张灿、任俊杰、路寅、陈茁、方柯。

北斗/全球卫星导航系统(GNSS)宽带射频芯片性能要求及测试方法

1 范围

本文件规定了北斗/全球卫星导航系统(GNSS)宽带射频芯片的性能要求,描述了相应的测试方法。

本文件适用于北斗/全球卫星导航系统(GNSS)多通道多频点的宽带射频芯片(以下简称“宽带射频芯片”)的研制、生产和检测。

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 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验A:低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验B:高温

GB/T 39267—2020 北斗卫星导航术语

JJF 1188—2008 无线电计量名词术语及定义

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 39267—2020、JJF 1188—2008界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

带内平坦度 in-band spectrum ripple

工作频带内不同频率上的功率最大值和最小值的差值。

3.1.2

带外抑制度 out-of-band rejection

1.5倍3 dB带宽与(1.5倍～2倍)3 dB带宽内信号最大功率电平的差值。

注:用来描述对有用信号带宽以外信号的抑制程度。

[来源:GB/T 39267—2020,5.2.23,有修改]

3.1.3

等效噪声系数 equivalent noise coefficient

输入信噪比与输出信噪比的比值。

注:将实际噪声系数等效成理想无噪声输入的噪声系数,用来描述宽带射频芯片实际的内部噪声特性。

[来源:JJF 1188—2008,10.19,有修改]

3.1.4

输入电压驻波比　input voltage standing wave ratio

输入端口的驻波图形上电压最大值与电压最小值之比值。

注：用来衡量宽带射频芯片射频输入输出端口阻抗匹配的程度，表示反射信号的相对强度。

[来源：JJF 1188—2008，6.7，有修改]

3.2　缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ADC：模数转换器（Analog Digital Converter）

AGC：自动增益控制（Automatic Gain Control）

BDS：北斗卫星导航系统（BeiDou Navigation Satellite System）

Galileo：伽利略卫星导航系统（Galileo Navigation Satellite System）

GLONASS：格洛纳斯卫星导航系统（GLObal NAvigation Satellite System）

GNSS：全球卫星导航系统（Global Navigation Satellite System）

GPS：全球定位系统（Global Positioning System）

IF：中频（Intermediate Frequency）

LDO：低压差线性稳压器（Low Dropout Regulator）

PGA：可编程增益放大器（Programmable Gain Amplifier）

RF：射频（Radio Frequency）

SPI：串行外设接口（Serial Peripheral Interface）

4　功能与组成

宽带射频芯片是一款高精度射频芯片，输入射频信号经过放大、下变频、滤波和模数转换后输出基带信号，可支持独立控制的至少二个通道同时工作，每个通道均可覆盖 1.1 GHz～1.7 GHz 频段的卫星信号。

宽带射频芯片具有高集成度，由若干单元组成，一般包括：

a）　低噪声放大器：同时支持 1.1 GHz～1.7 GHz 频段内卫星信号的接收和放大；在整个带宽内以较低的噪声和较高的增益，实现对微弱信号的放大和对自身噪声减小的接收应用；

b）　混频器：将接收放大后的信号下变频为中频信号；

c）　滤波器：按系统要求产生 10 MHz～40 MHz 带宽的低通滤波，抑制带外不需要的信号；

d）　可变增益放大器：根据中频输出幅度大小调节可变增益放大器的增益，确保中频输出幅度稳定，ADC 正确量化；

e）　中频输出缓冲器：模拟/数字中频输出缓冲器，驱动后级 ADC 或数字基带处理单元；

f）　模数转化器：将模拟信号转换为数字信号；

g）　外设控制接口：实现系统的增益调控或者数字控制和功能配置；

h）　本振锁相环：本振锁相环模块产生出的本振信号供给混频器用作系统混频使用；

i）　采样时钟锁相环：锁相输出，用于 ADC 量化、采样和后级基带解算；

j）　低压差线性稳压器：将外部输入电压转换到系统核需要的稳定电压。

以二通道为例，宽带射频芯片组成框图如图 1 所示。

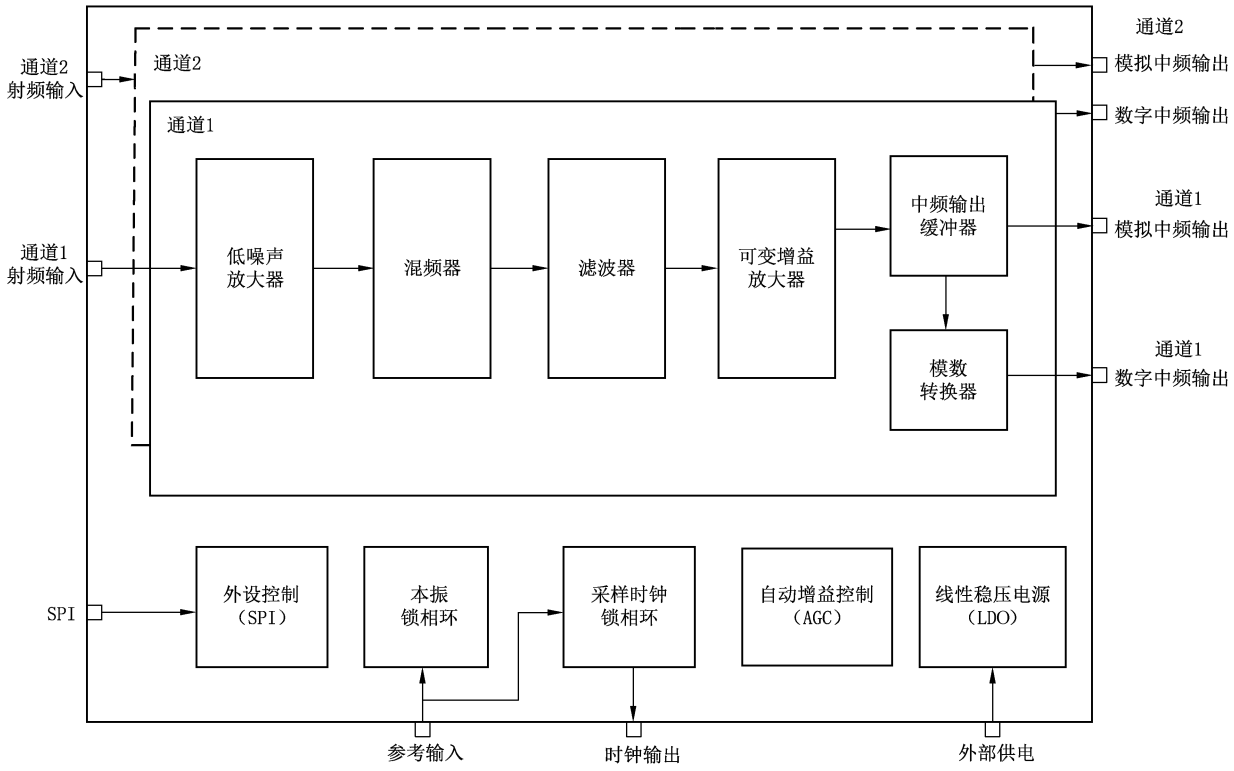


图 1　宽带射频芯片组成框图

5　性能要求

5.1　基本要求

5.1.1　工作频点

至少应支持 BDS B1I/B1C/B2a/B2b/B3I、GPS L1（C/A）/L1C/L2C/L5、GLONASS L1/L2/L3、Galileo E1/E5a/E5b/E6。

5.1.2　采样时钟抖动

采样时钟抖动应不大于 5 ps。

5.1.3　通道 3 dB 带宽

通道 3 dB 带宽可设置为 10 MHz～40 MHz。

5.1.4　带内平坦度

带内平坦度应不大于 1 dB。

5.1.5　带外抑制度

带外抑制度应不小于 20 dB。

5.1.6 输入信号电平

输入信号电平应为－100 dBm～－55 dBm。

5.1.7 增益控制范围

增益控制范围应不小于 60 dB。

5.1.8 1 dB 压缩点输入功率

1 dB 压缩点输入功率应不小于－35 dBm。

5.1.9 等效噪声系数

等效噪声系数应不大于 5 dB。

5.1.10 相位噪声

相位噪声应满足：

——≤－70 dBc/Hz@100 Hz；
——≤－80 dBc/Hz@1 kHz；
——≤－85 dBc/Hz@10 kHz；
——≤－90 dBc/Hz@100 kHz。

5.1.11 I/Q 适配误差

I/Q 适配误差应满足：

a) 相位误差在±1°以内；
b) 幅度误差在±0.5 dB 以内。

5.1.12 输入电压驻波比

输入电压驻波比应不大于 1.5。

5.1.13 通道隔离度

通道隔离度应不小于 40 dB。

5.1.14 功耗

多通道同时工作，单通道最大功耗应不大于 60 mW。

5.2 接口要求

5.2.1 射频信号输入

宽带射频芯片应支持每通道一路射频信号输入，射频信号频率满足 5.1.1 中的要求。

5.2.2 参考时钟输入

参考时钟输入应支持频率 10 MHz～40 MHz。

5.2.3 ADC 采样输出

应支持低相噪时钟采样信号输出，采样频率为 20 MHz～100 MHz。

5.2.4 中频信号输出

宽带射频芯片每通道输出中频信号，要求应包括：

a） 模拟中频 I/Q 差分输出；

b） 至少 2 比特数字中频 I/Q 输出。

5.3 环境适应性要求

应满足如下要求：

a） 工作温度：－40 ℃～85 ℃；

b） 贮存温度：－55 ℃～125 ℃。

6 测试方法

6.1 测试条件

6.1.1 环境条件

除另行规定外，所有测试应在以下条件下进行：

a） 温度：15 ℃～35 ℃；

b） 相对湿度：20%～80%。

如果实际测试条件不能满足上述环境条件，测试结果中应标明测试时实际的环境温度和相对湿度。

6.1.2 测试设备

测试用仪器设备均应经过计量部门检定合格，并在有效期内。主要测试仪器设备及要求见表 1。

表 1 主要测试仪器设备及要求

序号	设备名称	设备要求
1	频谱分析仪	频率测量范围：2 Hz～3 GHz； 本底噪声：≤－150 dBm/Hz； 相位噪声：≤－100 dBc/Hz@10 kHz，具备积分相位噪声功能
2	示波器	通道数不少于 2 个； 带宽：≥400 MHz； 采样率：≥1 GSa/s
3	矢量网络分析仪	端口数量不少于 2 个； 频率范围：250 kHz～3 GHz； 输出功率：－55 dBm～10 dBm； 动态范围：110 dB
4	信号发生器	频率范围：250 kHz～3 GHz； 电平范围：－120 dBm～10 dBm； 信号形式：单载波、扫频
5	直流稳压电源	电压范围：0～20 V； 电流范围：0～2 A

6.2 基本性能测试

6.2.1 工作频点

测试步骤如下。

a) 每个通道的输入端连接一个信号发生器，输出端连接到合路器，频谱分析仪输出的 10 MHz 信号作为宽带射频芯片的参考时钟输入，以二通道宽带射频芯片测试为例，按照图 2 所示连接设备。

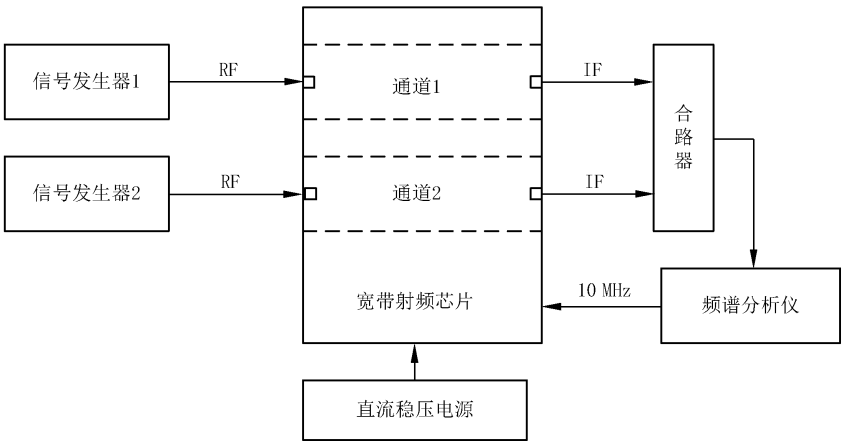


图 2 工作频点测试连接图

b) 设置频谱分析仪为频谱分析仪模式，起始频率为 1 MHz，截止频率为 50 MHz(起止频率设置应包含各通道输出的中频信号)。

c) 信号发生器输出电平为－100 dBm～－55 dBm 之间，以接收通道不饱和为宜。

d) 根据宽带射频芯片被测通道支持的频点范围(BDS B1I/B1C/B2a/B2b/B3I、GPS L1(C/A)/L1C/L2C/L5、GLONASS L1/L2/L3、Galileo E1/E5a/E5b/E6)，依次调整信号发生器输出信号频率，查看频谱分析仪上是否能同时看到稳定的多个信号，信号数量与通道数相同。

6.2.2 采样时钟抖动

测试步骤如下。

a) 按照图 3 所示连接设备，将宽带射频芯片的采样时钟信号连接至频谱分析仪。

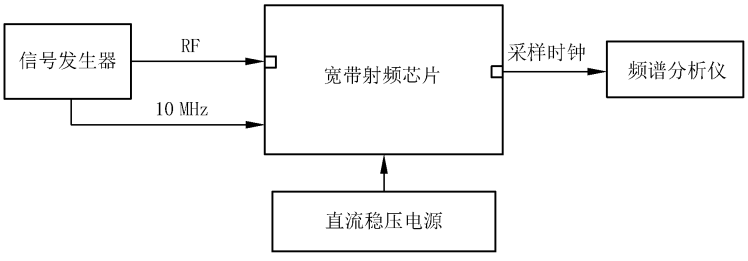


图 3 采样时钟抖动测试连接图

b) 设置宽带射频芯片的采样时钟频率。

c) 关闭信号发生器射频输出。

d) 打开频谱分析仪相位噪声测试功能，设置中心频率为采样时钟频率，参考电平为输入频谱分析仪的实际功率，起始频率和截止频率分别设置为 100 Hz、10 MHz。

e) 在频谱分析仪中选择积分相位噪声测试，积分带宽设置为 100 Hz～10 MHz，数据格式选择

Jitter 模式，记录测试结果。

6.2.3 通道 3 dB 带宽

测试应遍历各通道和支持的频点，测试步骤如下。

a) 按照图 4 所示连接设备，设置宽带射频芯片的工作频点和 3 dB 带宽（各通道内不同频点测试时可覆盖 10 MHz～40 MHz 范围内的最大、最小值即可）。

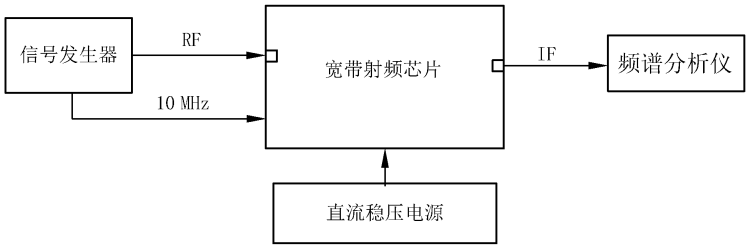


图 4 通道 3 dB 带宽测试连接图

b) 设置信号发生器为扫频模式，起始频率为被测通道信号本振频率－2 倍 3 dB 带宽值，截止频率为被测通道信号本振频率＋2 倍 3 dB 带宽值，输出电平在－100 dBm～－55 dBm 之间。

c) 设置频谱分析仪起始频率为 1 MHz，截止频率为被测通道频点 3 dB 带宽的 2 倍，并设置频谱分析仪检波器为有效值检波，最大保持模式。

d) 控制信号发生器输出射频信号，调整频谱分析仪 Marker 至被测信号对应的中频信号频率处，记录功率值，再调整 Marker 至右侧功率下降 3 dB 处，记录此处频率值，即为被测信号的 3 dB 带宽。

6.2.4 带内平坦度

测试应遍历各通道和支持的频点，测试步骤如下。

a) 按照图 4 所示连接设备，设置宽带射频芯片的工作频点和 3 dB 带宽。

b) 设置信号发生器为扫频模式，起始频率为被测通道信号本振频率－2 倍 3 dB 带宽值，截止频率为被测通道信号本振频率＋2 倍 3 dB 带宽值，输出电平在－100 dBm～－55 dBm 之间。

c) 设置频谱分析仪起始频率为 1 MHz，截止频率为被测通道频点 3 dB 带宽的 75%，并设置频谱分析仪检波器为有效值检波，最大保持模式。

d) 控制信号发生器输出射频信号，频谱分析仪在设置频率范围内搜索功率电平最大值（杂散信号除外）和最小值，二者之差即为带内平坦度。

6.2.5 带外抑制度

测试应遍历各通道和支持的频点，测试步骤如下。

a) 按照图 4 所示连接设备，设置宽带射频芯片的工作频点和 3 dB 带宽。

b) 设置信号发生器为扫频模式，起始频率为被测通道信号本振频率－2 倍 3 dB 带宽值，截止频率为被测通道信号本振频率＋2 倍 3 dB 带宽值，输出电平在－100 dBm～－55 dBm 之间。

c) 设置频谱分析仪起始频率为 1 MHz，截止频率为被测通道信号 3 dB 带宽的 2 倍，并设置频谱分析仪检波器为有效值检波，最大保持模式。

d) 控制信号发生器输出射频信号，频谱分析仪扫描范围为被测频率信号 1.5 倍 3dB 带宽，记录该范围内功率电平最大值。频谱分析仪再扫描（1.5 倍～2 倍）3 dB 带宽范围，记录该范围内功率电平最大值，二者之差即为带外抑制度。

6.2.6 输入信号电平

测试应遍历各通道和支持的频点，测试步骤如下。

a) 按照图 4 所示连接设备，设置被测宽带射频芯片工作频点，工作模式为 AGC 模式。
b) 设置频谱分析仪中心频率为被测频点对应的中频信号频率，将 Marker 置于中频信号峰值处。
c) 控制信号发生器输出射频信号，频率为被测信号频率，信号电平为－100 dBm，记录频谱分析仪上中频信号峰值功率。
d) 设置信号发生器输出信号电平为－55 dBm 时，记录频谱分析仪上中频信号峰值功率。

6.2.7 增益控制范围

测试应遍历各通道和支持的频点，测试步骤如下。
a) 按照图 4 所示连接设备，设置被测宽带射频芯片工作频点，工作模式为 PGA 模式。
b) 控制信号发生器输出射频信号，频率为被测信号频率，输出电平为－100 dBm。
c) 设置频谱分析仪中心频率为被测频点对应的中频频率，将 Marker 置于中频信号峰值处。
d) 调整被测宽带射频芯片增益控制电路，从最小值到最大值逐步调整增益控制信号。
e) 记录中频输出信号功率的最大值和最小值(要求中频输出信号与三次谐波信号之间的功率比优于 30 dB，避免中频通道饱和)，二者之差即为增益控制范围。

6.2.8 1 dB 压缩点输入功率

测试应遍历各通道和支持的频点，测试步骤如下。
a) 按照图 4 所示连接设备，设置被测宽带射频芯片工作频点，通道增益为 40 dB±1 dB。
b) 控制信号发生器输出射频信号，频率为被测信号频率，输出电平为－70 dBm。
c) 设置频谱分析仪中心频率为被测频点对应的中频频率，将 Marker 置于中频信号峰值处。
d) 控制信号发生器打开射频输出，以 0.5 dB 为步进，增加信号发生器输出功率，记录中频输出信号功率相对于线性响应值下降 1 dB 的点，其对应的输入功率(即信号发生器输出功率)即为 1 dB 压缩点输入功率。

6.2.9 等效噪声系数

测试应遍历各通道和支持的频点，测试步骤如下。
a) 按照图 4 所示连接设备，标定信号发生器与宽带射频芯片之间线缆的插入损耗为 L_1。
b) 设置被测宽带射频芯片工作频点为正频率(即本振频率＋中频频率)，被测通道增益为 60 dB。
c) 控制信号发生器输出射频信号，频率为宽带射频芯片的正频率，输出电平为－100 dBm。
d) 设置频谱分析仪内前置放大器开启，中心频率为被测频点对应的中频频率，SPAN 为 1.2 MHz，频谱分析仪检波器为有效值检波，扫描时间 10 s，设置 Marker 位于中频频率处，记录为 C，中频信号功率与射频信号输出功率之差为当前通道增益 G。
e) 控制信号发生器关闭射频输出，设置频谱分析仪进行带内积分功率统计，设置积分带宽 B 为 1 MHz，记录测试结果为 C_{PN}，则等效噪声系数按公式(1)和公式(2)计算。

$$N_0 = 10\log\left[10^{(C_{PN}/10)} - 10^{(C/10)}\right] - 10\log B \quad \cdots\cdots(1)$$

$$NF = 174 + N_0 - G - L_1 - 3 \quad \cdots\cdots(2)$$

式中：
N_0 ——单位时间单位带宽内的噪声功率与载波功率之差，单位为分贝(dB)；
C_{PN} ——带内积分功率，单位为分贝毫瓦(dBm)；
C ——中频载波功率，单位为分贝毫瓦(dBm)；
B ——积分带宽，单位为赫兹(Hz)；
NF ——等效噪声系数，单位为分贝(dB)；
G ——宽带射频芯片通道增益，单位为分贝(dB)；

L_1 ——信号发生器至射频芯片输入端线路损耗，单位为分贝(dB)。

f) 修改被测宽带射频芯片工作频点为负频率(即本振频率－中频频率)，信号发生器输出频率为宽带射频芯片的负频率，控制信号发生器输出射频信号，重复步骤 d)～步骤 e)，取正、负频率测试中的较大值作为该频点等效噪声系数的测试结果。

6.2.10 相位噪声

测试应遍历各通道和支持的频点，测试步骤如下。

a) 按照图 4 所示连接设备，设置被测宽带射频芯片工作频点。

b) 控制信号发生器输出射频信号，频率为被测信号频率，信号电平为－55 dBm。

c) 设置频谱分析仪分析模式为相位噪声测量模式，设置中心频率为被测频点对应的中频频率，参考电平为输入频谱分析仪的实际功率，相位噪声频偏测试点为 100 Hz、1 kHz、10 kHz、100 kHz，测试扫描完成后，记录各频偏的相位噪声测试值。

6.2.11 I/Q 适配误差

6.2.11.1 I/Q 适配幅度误差

测试应遍历各通道和支持的频点，测试步骤如下。

a) 按照图 4 所示连接设备，设置被测宽带射频芯片工作频点。

b) 控制信号发生器输出射频信号，频率为被测信号频率，信号电平为－100 dBm～－55 dBm 之间，以接收通道不饱和为宜。

c) 频谱分析仪分别连接宽带射频芯片模拟中频输出的 I 支路和 Q 支路信号，频谱分析仪中心频率为被测频点对应的中频频率，分别记录两支路信号对应的中频频率最高点功率电平，二者之差即为 I/Q 适配幅度误差。

6.2.11.2 I/Q 适配相位误差

测试应遍历各通道和支持的频点，测试步骤如下。

a) 按照图 5 所示连接设备，将被测宽带射频芯片的中频输出 I 支路信号和 Q 支路信号分别接至矢量网络分析仪的两个端口。

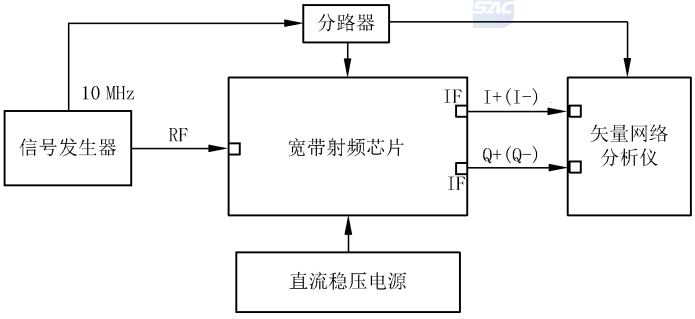


图 5 I/Q 适配相位误差测试连接图

b) 设置信号发生器频率为被测信号频率，信号电平为－100 dBm～－55 dBm 之间，以接收通道不饱和为宜。

c) 设置矢量网络分析仪为相位测量模式，频率为被测频点对应的中频信号频率，中频带宽为 30 Hz。

d) 设置被测宽带射频芯片工作频点。

e) 打开信号发生器的输出，矢量网络分析仪扫描输入的信号，得到第一次测量的相位差，记为 θ_1。

f) 固定矢量网络分析仪侧线缆端口，交换宽带射频芯片输出的I支路信号和Q支路信号，重新扫描输入的信号，得到第二次测量的相位差，记为θ_2，则相位误差按公式(3)计算。

$$\theta = \left| \frac{\theta_1 - \theta_2}{2} \right| - 90 \qquad \cdots\cdots(3)$$

式中：

θ ——相位误差，单位为度(°)；

θ_1 ——第1次测量的相位差，单位为度(°)；

θ_2 ——第2次测量的相位差，单位为度(°)。

6.2.12 输入电压驻波比

测试应遍历各通道和支持的频点，测试步骤如下。

a) 按照图6所示连接设备，首先对矢量网络分析仪进行校准：设置矢量网络分析仪输出功率为−30 dBm，测量参数为S11，显示方式为SWR，扫描范围起始频率和终止频率分别为宽带射频芯片支持的最低频率和最高频率，中频带宽100 Hz。



图6 输入电压驻波比测试连接图

b) 设置宽带射频芯片工作频点。

c) 设置矢量网络分析仪扫描中心频率为被测信号频率，扫描范围为被测信号带宽，在扫频范围内搜索电压驻波比最大值，即为被测信号的输入电压驻波比测试结果。

6.2.13 通道隔离度

测试应遍历各通道和支持的频点，测试步骤如下。

a) 测试各通道之间的隔离度，以二通道为例，按照图7所示连接设备，信号发生器1接入被测宽带射频芯片的通道1，信号发生器2接入被测宽带射频芯片的通道2。

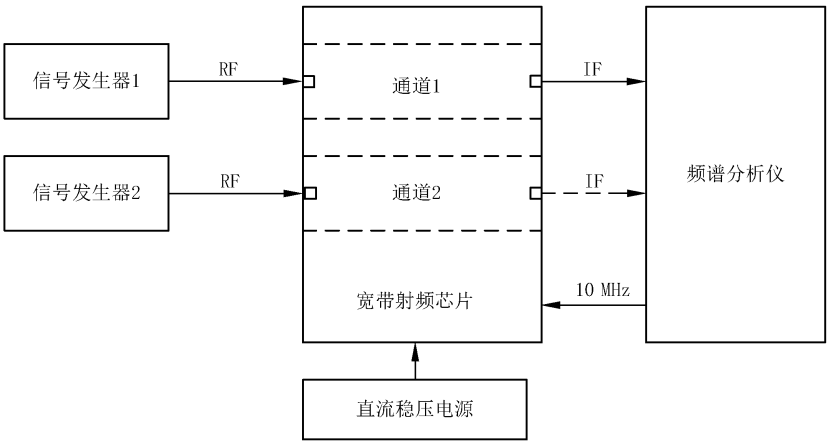


图7 隔离度测试连接图

b) 设置宽带射频芯片关闭AGC模式，设置被测通道为相同的频点。

c) 设置信号发生器 1 和信号发生器 2 的频率均为被测频点频率，信号功率为－55 dBm。

d) 设置频谱分析仪中心频率为被测频点的中频信号频率。

e) 将通道 1 的中频输出作为频谱分析仪的输入。

f) 打开信号发生器 1 的信号输出(此时信号发生器 2 的输出为关闭状态)，记录通道 1 的中频信号功率电平，记为 P_1。

g) 关闭信号发生器 1 的信号输出，打开信号发生器 2 的信号输出，记录通道 1 的中频信号功率电平，记为 P_2。

h) 通道 2 对通道 1 的隔离度，按公式(4)计算。

$$S_{12}=P_1-P_2 \qquad \cdots\cdots(4)$$

式中：

S_{12}——通道 2 对通道 1 的隔离度，单位为分贝(dB)；

P_1——通道 1 的信号功率电平值，单位为分贝毫瓦(dBm)；

P_2——通道 2 的信号功率电平值，单位为分贝毫瓦(dBm)。

i) 切换频谱分析仪的信号输入，将通道 2 的中频输出连接至频谱分析仪的输入端，重复步骤 f)～步骤 h)，分别记录通道 2 的中频信号功率电平，得到通道 1 对通道 2 的隔离度 S_{21}，取 S_{12} 和 S_{21} 中较差值作为通道 1 和通道 2 的隔离度测试结果。

j) 如存在三通道，则按上述步骤测试通道 1 与通道 3 之间的隔离度，通道 2 与通道 3 之间的隔离度。

6.2.14 功耗

测试步骤如下。

a) 每个通道的输入端连接一个信号发生器，输出端连接到合路器，频谱分析仪输出的 10 MHz 信号作为宽带射频芯片的参考时钟输入，以二通道宽带射频芯片测试为例，按照图 2 所示连接设备。

b) 设置信号发生器 1 和信号发生器 2 的频率分别为各通道支持的射频信号频率，信号功率为－70 dBm。

c) 设置频谱分析仪的起止频率，可覆盖各通道输出的中频信号频率即可。

d) 设置被测宽带射频芯片为宽带工作模式。

e) 打开信号发生器 1 和信号发生器 2 的信号开关。

f) 当频谱分析仪上稳定显示各中频信号时，记录宽带射频芯片连续工作时直流稳压电源的瞬时电压值 V_i 和电流值 I_i，工作 5 min 不少于 300 个采样值，按公式(5)计算总功耗，再根据通道数得到每通道的平均功耗。

$$P=\frac{1}{300}\sum_{i=1}^{300}V_iI_i \qquad \cdots\cdots(5)$$

式中：

P ——功耗，单位为毫瓦(mW)；

V_i ——第 i 个瞬时电压采样值，单位为伏特(V)；

I_i ——第 i 个瞬时电流采样值，单位为毫安(mA)。

6.3 接口测试

6.3.1 参考时钟输入

测试步骤如下。

a) 按照图 8 所示连接设备，将信号发生器 2 的射频输出连接至宽带射频芯片的参考输入端。

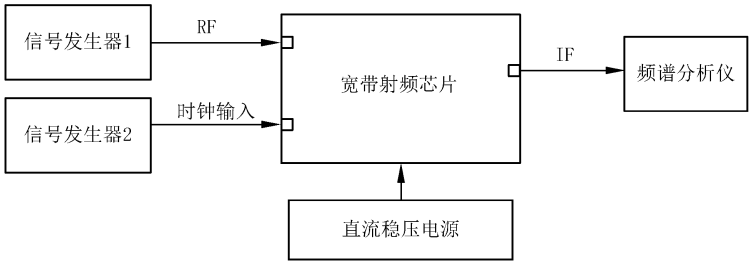


图 8　参考时钟输入测试连接图

b）　设置宽带射频芯片工作频点，工作模式为 PGA 模式。

c）　设置信号发生器 1 的频率为步骤 b)中设置的频率，输出电平为－100 dBm。

d）　设置频谱分析仪中心频率为步骤 b)中工作频点对应的中频信号频率，将 Marker 置于中频信号峰值处。

e）　设置信号发生器 2 输出信号分别为 10 MHz～40 MHz 范围内任意三个值，如：10 MHz、16.9 MHz、40 MHz，电平为－10 dBm，查看频谱分析仪上峰值信号频率是否为中频信号频率。

6.3.2　ADC 采样输出

测试步骤如下。

a）　按照图 9 所示连接设备，宽带射频芯片采样时钟输出端连接到示波器的一个端子。

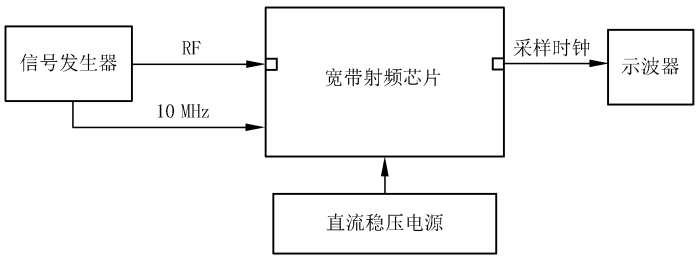


图 9　ADC 采样测试连接图

b）　分别设置宽带射频芯片的采样时钟频率为 20 MHz、60 MHz 和 100 MHz。

c）　调整示波器显示，查看并记录宽带射频芯片输出的采样时钟信号频率。

6.3.3　中频信号输出

测试应遍历各通道和支持的频点，测试步骤如下。

a）　按照图 10 所示连接设备，将宽带射频芯片被测通道的输出数字中频 I＋/Q＋(或 I－/Q－)信号分别连接到示波器的两个端子。

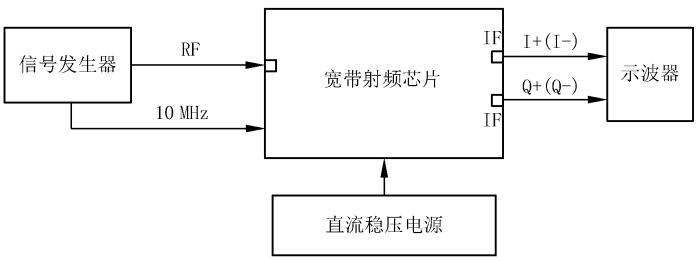


图 10　中频信号输出测试连接图

b) 设置信号发生器输出频率为被测频点频率，输出电平为－100 dBm～－55 dBm 之间，以接收通道不饱和为宜。
c) 调整示波器显示，查看信号是否不少于 2 bit，且信号波型为稳定的方波，相位差为 90°。
d) 将宽带射频芯片输出的模拟中频 I＋/I－（或 Q＋/Q－）信号分别连接到示波器的两个端子。
e) 调整示波器显示，查看信号波型是否为稳定的正弦波且相位差为 180°。

6.4 环境适应性测试

6.4.1 高温工作

按照 GB/T 2423.2 规定的方法进行试验。温度稳定 1 h 后，按 6.2.9 和 6.2.10 对宽带射频芯片进行等效噪声系数和相位噪声测试。

6.4.2 低温工作

按照 GB/T 2423.1 规定的方法进行试验。温度稳定 1 h 后，按 6.2.9 和 6.2.10 对宽带射频芯片进行等效噪声系数和相位噪声测试。

6.4.3 高温贮存

按照 GB/T 2423.2 规定的方法进行试验。在温度恢复 2 h 后，按 6.2.9 和 6.2.10 对宽带射频芯片进行等效噪声系数和相位噪声测试。

6.4.4 低温贮存

按照 GB/T 2423.1 规定的方法进行试验。在温度恢复 2 h 后，按 6.2.9 和 6.2.10 对宽带射频芯片进行等效噪声系数和相位噪声测试。