

双路微波发生器

(BZMW10GCP)

测试报告

测试设备	ADF4368 + HMC553ALC3B 混频器
测试仪器	Keysight 频谱仪 + Keysight 示波器
报告日期	2026 年 4 月 13 日

目 录

1. 测试概述	1
2. 系统架构	2
3. CH1 通道测试结果	3
4. CH2 通道测试结果	20
5. 非直流输入测试结果	33
6. 隔离度/泄漏测试	36
7. 示波器时域测试结果	38
8. 测试总结	50

1. 测试概述

1.1 测试设备

- 微波源: 基于 ADF4368 和混频器 HMC553ALC3B
- 频谱分析仪: Keysight Spectrum Analyzer
- 示波器: Keysight Infiniium DSA-X 92504A (25 GHz, 80 GSa/s)

1.2 测试频段

- 频段 1: 6.65 - 7.65 GHz
- 频段 2: 9.05 - 10.15 GHz

1.3 测试条件说明

文件名格式: {ADF 频率}-{IF 信号}

ADF 频率单位: MHz (如 6650 代表 6.65 GHz)

IF 信号说明:

- - 直流: 数值代表直流电压(mV), 如 1000 代表 1000mV 直流
- - 交流: {频率 M}-{峰峰值 mV}, 如 10-500 代表 10MHz 频率、500mV 峰峰值
- 后缀: -2, -3, -4 等代表不同的 Span 和 RBW 设置

2. 系统架构

测试系统连接图

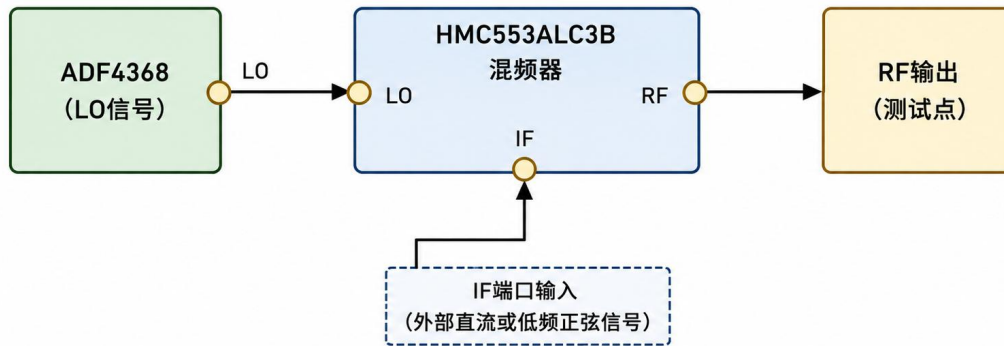


图 2.1

端口说明:

- LO 端口: ADF4368 输出高频信号
- IF 端口: 外部输入信号（直流或低频正弦信号）
- RF 端口: 混频器输出，测试测量点

3. CH1 通道测试结果

3.1 【6.65 GHz】测试

测试条件: ADF4368 输出 6.65 GHz, IF 输入: 1000 mV 直流

文件名	Span	RBW	中心频率	峰值功率	备注
图 3.1.1	61.90 MHz	5.1 kHz	6.650003 GHz	-0.82 dBm	宽频带概览
图 3.1.2	1.000 MHz	11 Hz	6.6500055 GHz	-1.17 dBm	窄带详细分析
图 3.1.3	50.00 kHz	11 Hz	6.65000900 GHz	-1.24 dBm	超窄带相位噪声分析

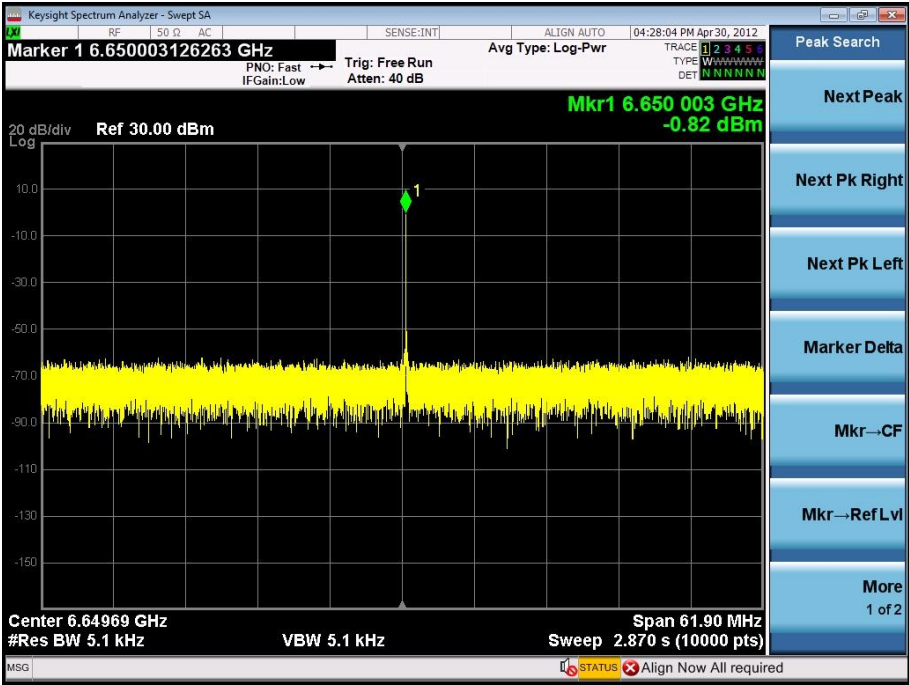


图 3.1.1

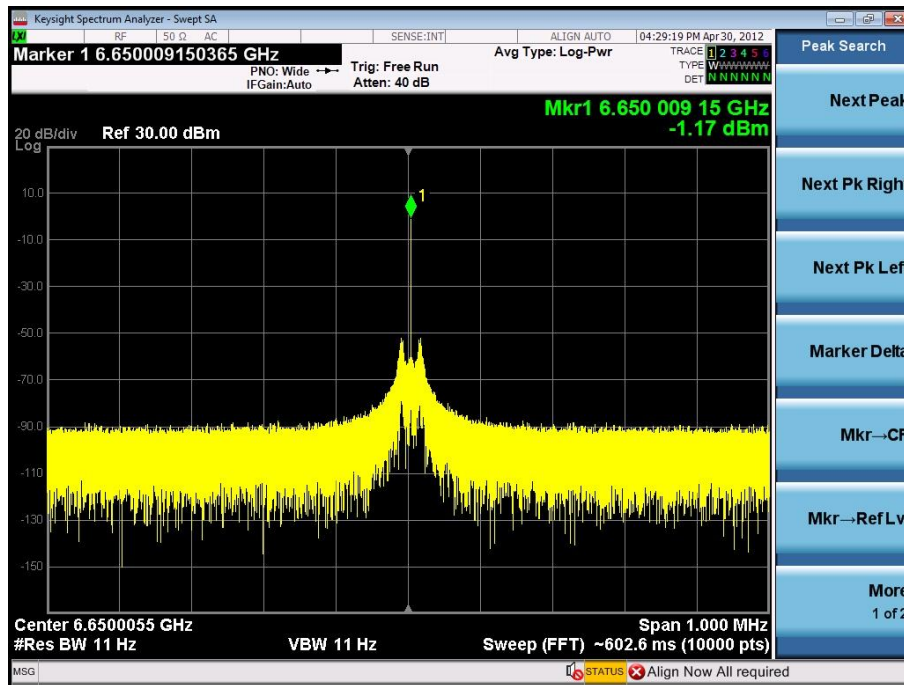


图 3.1.2

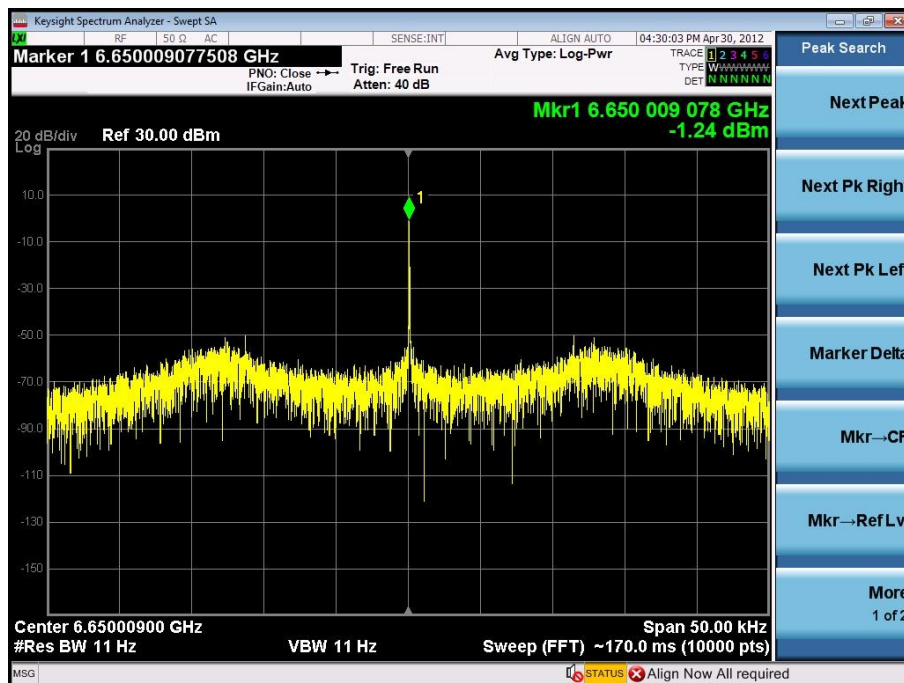


图 3.1.3

3.2 【7.15 GHz】测试

测试条件: ADF4368 输出 7.15 GHz, IF 输入: 1000 mV 直流

文件名	Span	RBW	中心频率	峰值功率	备注
图 3.2.1	50.00 kHz	11 Hz	7.15000975 GHz	-5 dBm	窄带分析(标记未定位)
图 3.2.2	50.00 MHz	11 kHz	7.150007 GHz	-0.99 dBm	宽频带概览
图 3.2.3	500.0 MHz	11 kHz	7.15001 GHz	-2 dBm	超宽频带(标记偏移)
图 3.2.4	1.000 kHz	1.0 Hz	7.150009408 GHz	-5.30 dBm	超窄带相位噪声分析

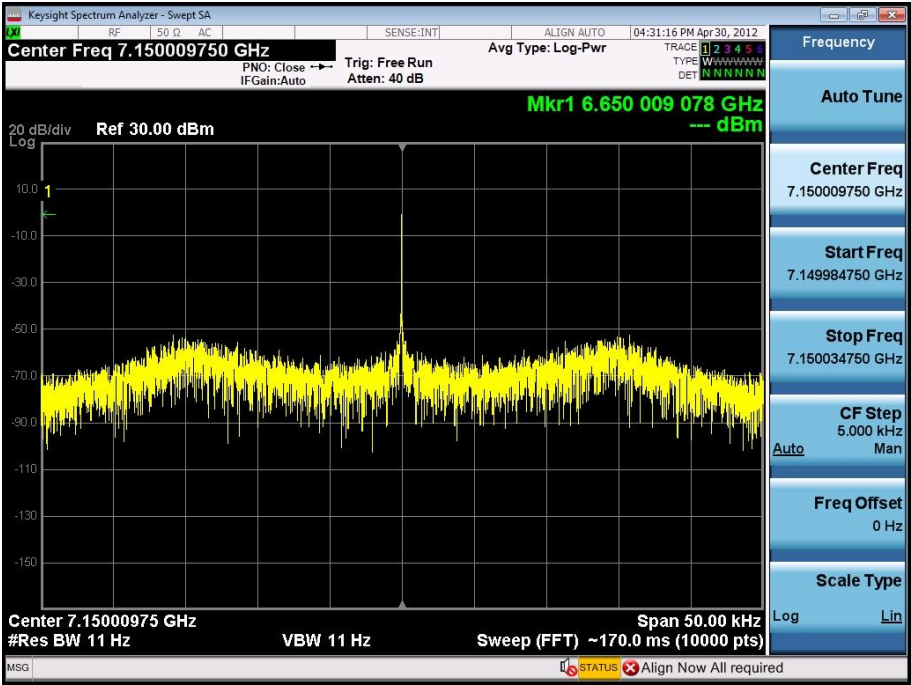


图 3.2.1

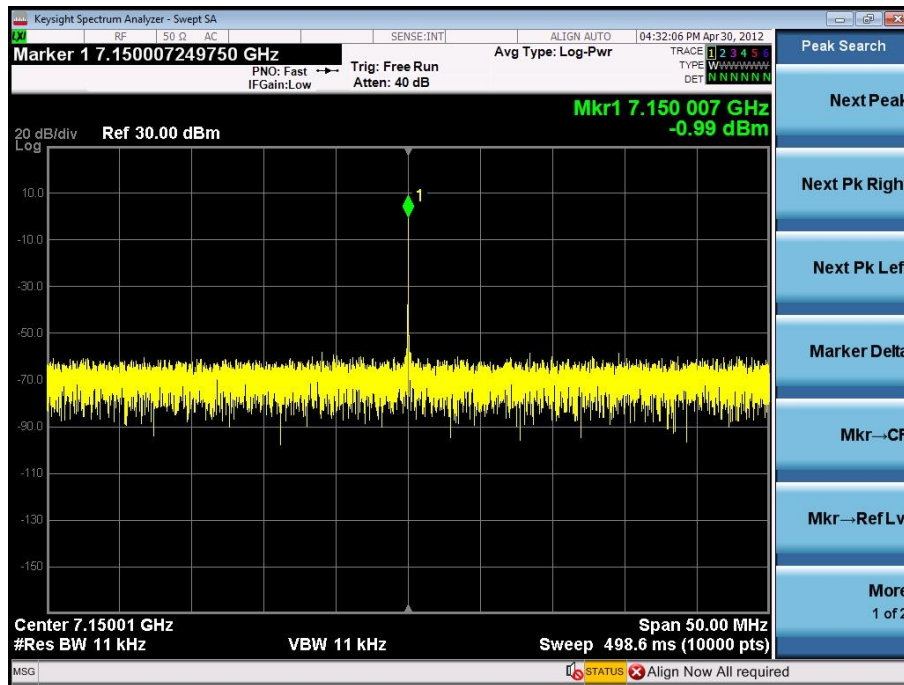


图 3.2.2

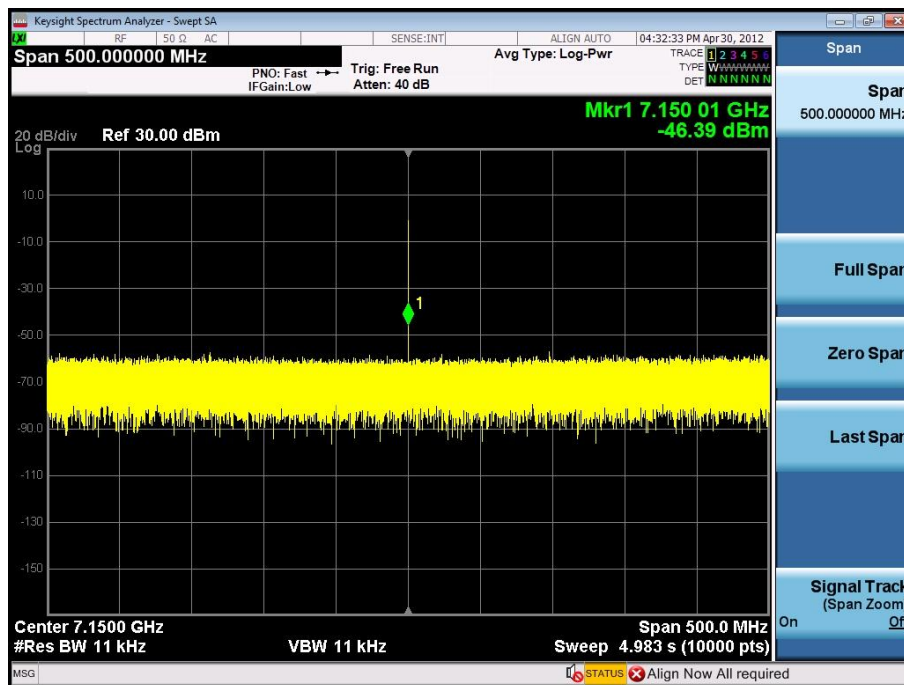


图 3.2.3

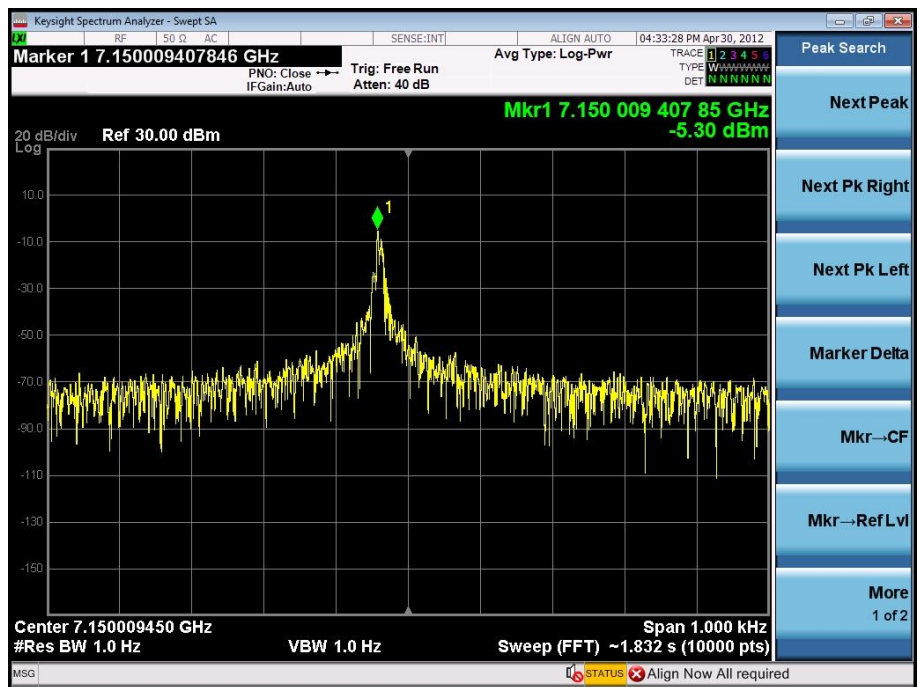


图 3.2.4

3.3 【7.65 GHz】测试

测试条件: ADF4368 输出 7.65 GHz, IF 输入: 1000 mV 直流

文件名	Span	RBW	中心频率	峰值功率	备注
图 3.3.1	50.00 MHz	5.1 kHz	7.65000 GHz	-0.1dBm	宽频带概览(标记未定位)
图 3.3.2	500.0 MHz	51 kHz	7.6500 GHz	-0.1dBm	超宽频带(旧标记残留)
图 3.3.3	150.0 kHz	5.1 Hz	7.650010368 GHz	-0.62 dBm	窄带相位噪声分析

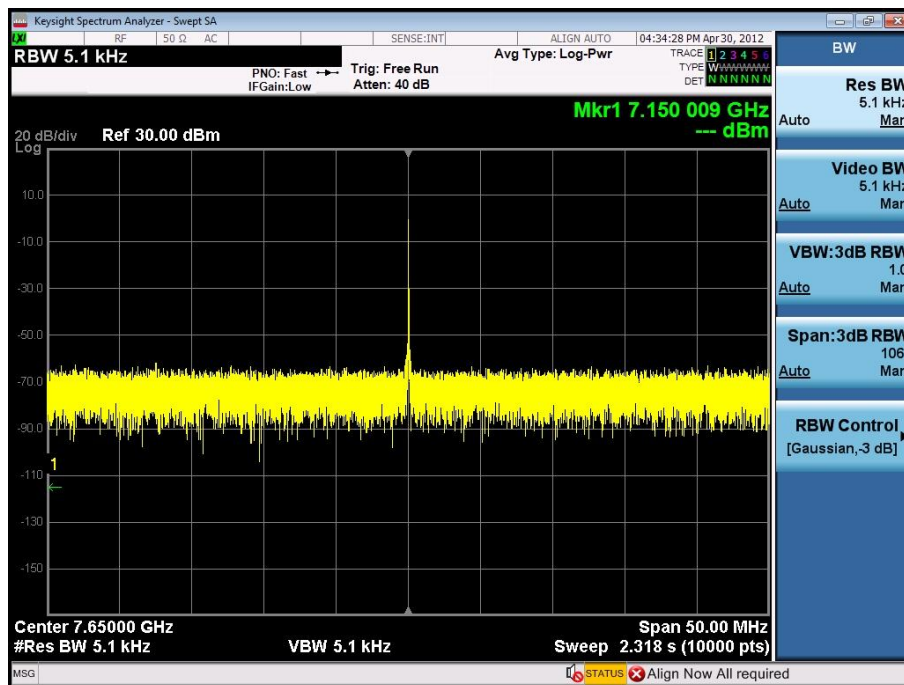


图 3.3.1

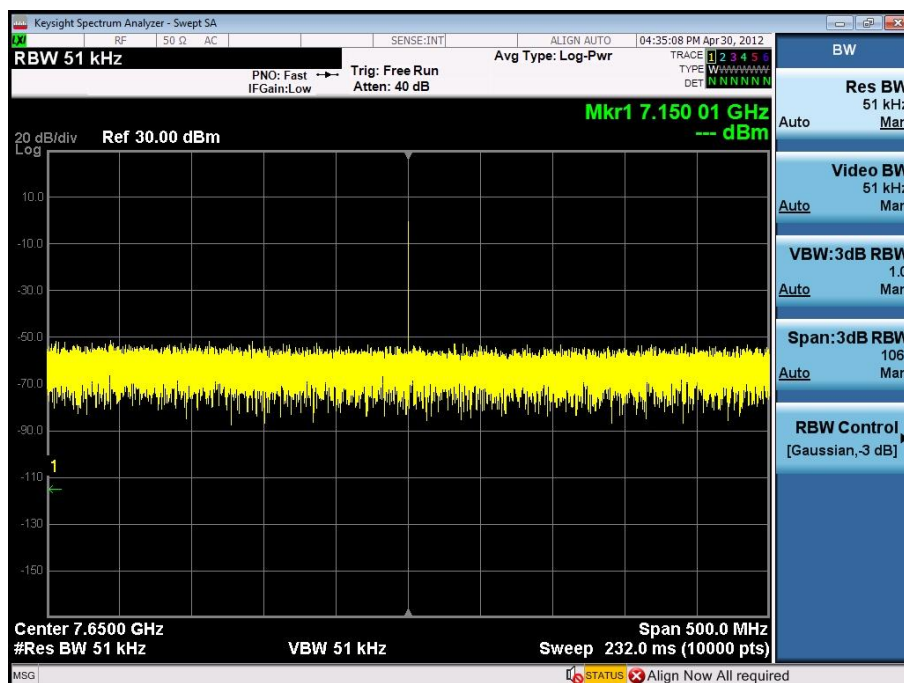


图 3.3.2

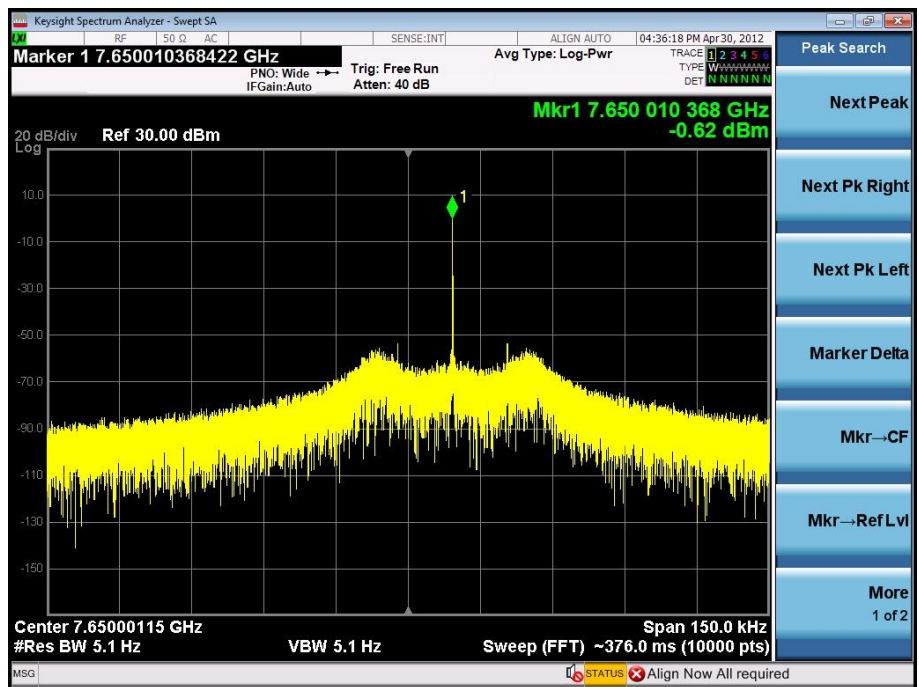


图 3.3.3

3.4 【9.05 GHz】测试

测试条件: ADF4368 输出 9.05 GHz, IF 输入: 1000 mV 直流

文件名	Span	RBW	中心频率	峰值功率	备注
图 3.4.1	92.60 kHz	5.1 Hz	9.05000900 GHz	-5 dBm	窄带分析(标记未定位)
图 3.4.2	5.000 MHz	5.1 Hz	9.05000900 GHz	-5 dBm	宽频带(旧标记残留)
图 3.4.3	451.0 kHz	5.1 Hz	9.05000900 GHz	-5 dBm	窄带(旧标记残留)

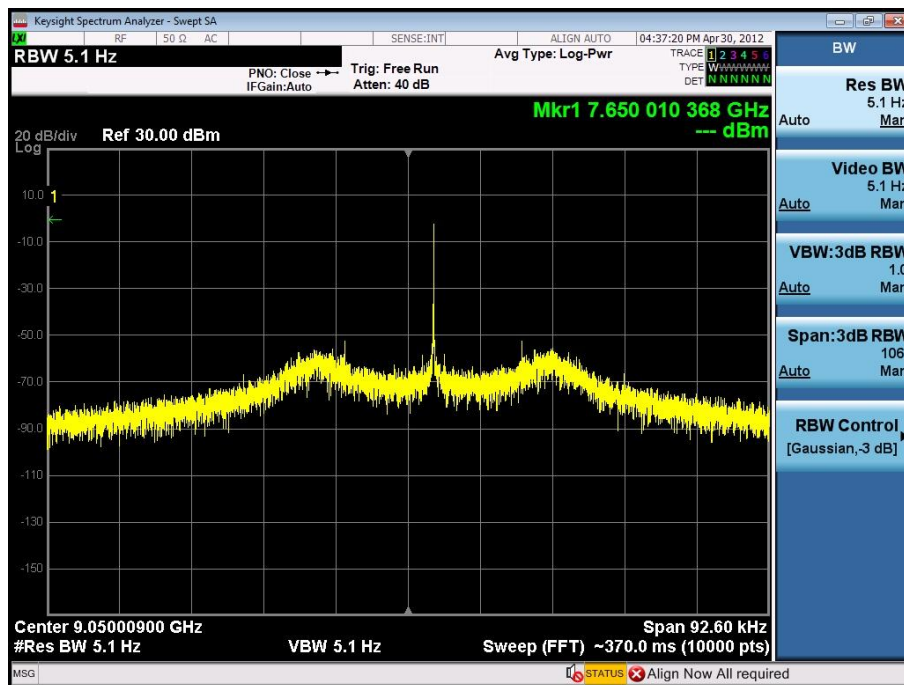
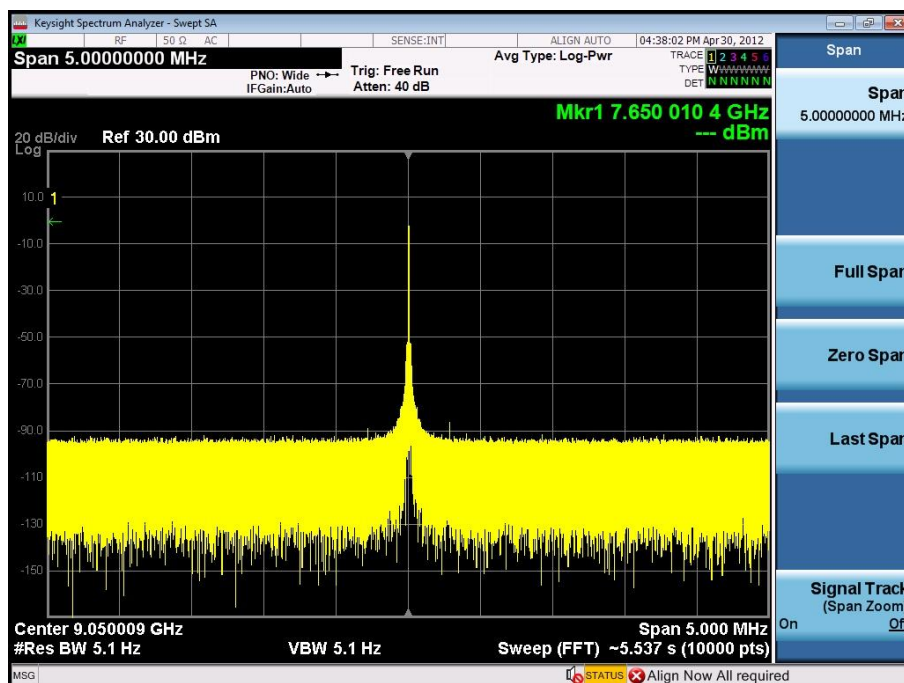


图 3.4.1



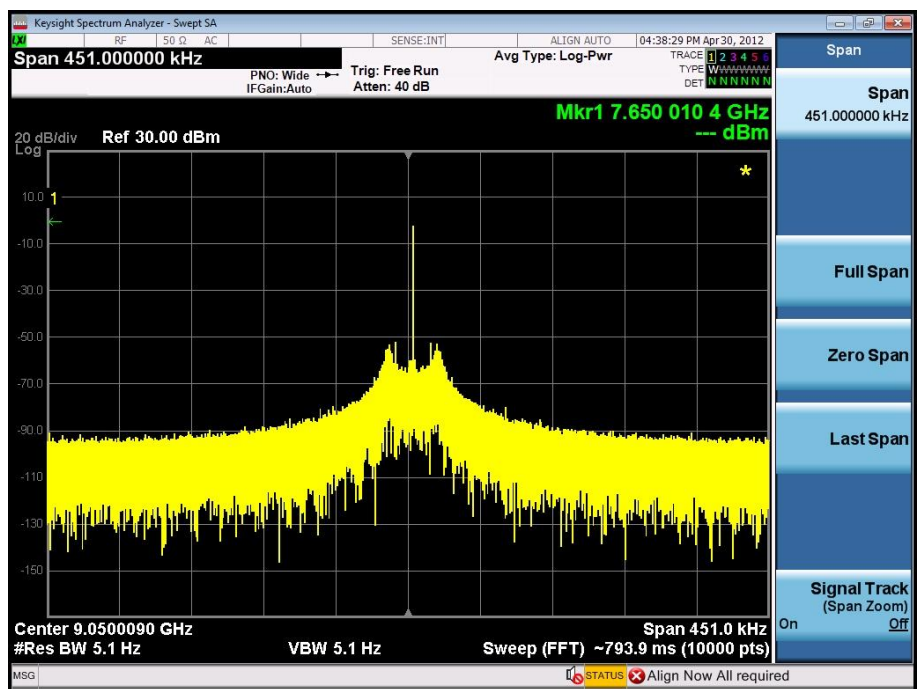


图 3.4.3

3.5 【9.55 GHz】 测试

测试条件: ADF4368 输出 9.55 GHz, IF 输入: 1000 mV 直流

文件名	Span	RBW	中心频率	峰值功率	备注
图 3.5.1	451.0 kHz	5.1 Hz	9.55000000 GHz	-5 dBm	窄带分析(标记未定位)
图 3.5.2	5.000 MHz	5.1 Hz	9.55000000 GHz	-6 dBm	宽频带(旧标记残留)
图 3.5.3	264.0 kHz	5.1 Hz	9.55000000 GHz	-5 dBm	窄带(旧标记残留)
图 3.5.4	6.230 kHz	1.0 Hz	9.55000000 GHz	-6dBm	超窄带(旧标记残留)
图 3.5.5	800 Hz	1.0 Hz	9.550012445 GHz	-5dBm	超窄带相位噪声分析

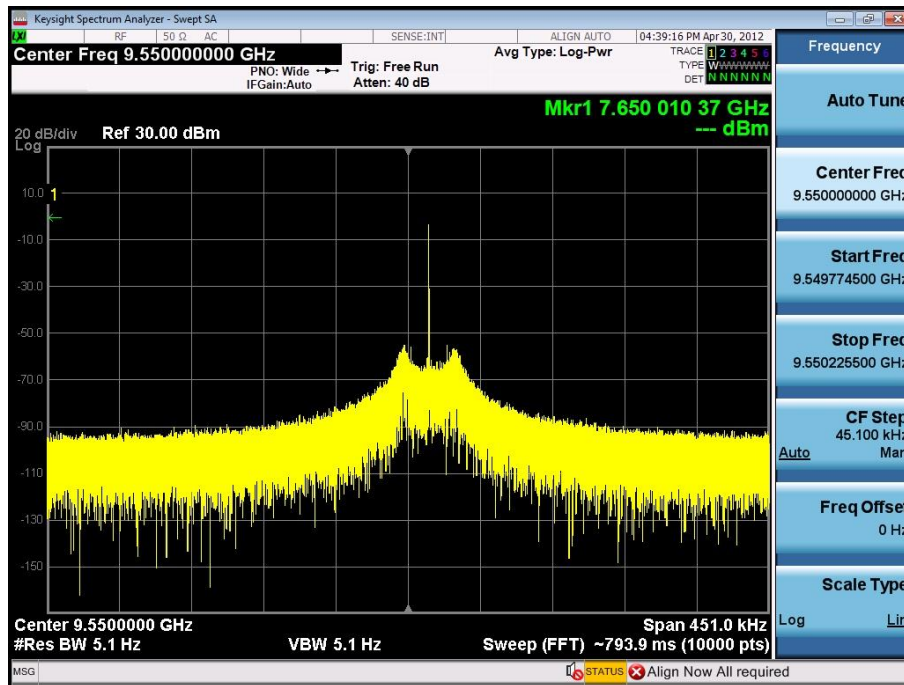


图 3.5.1

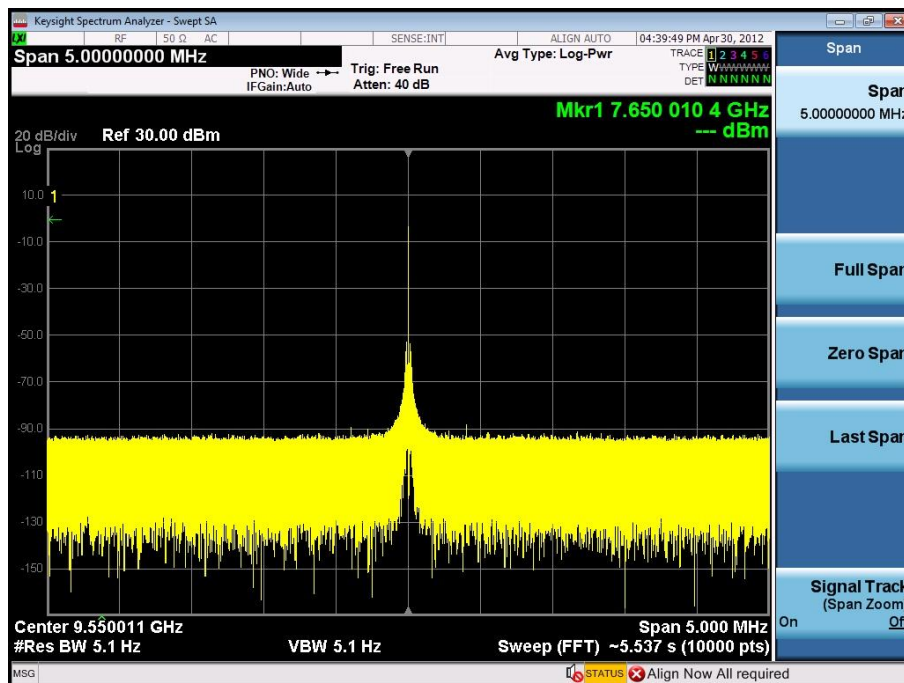


图 3.5.2

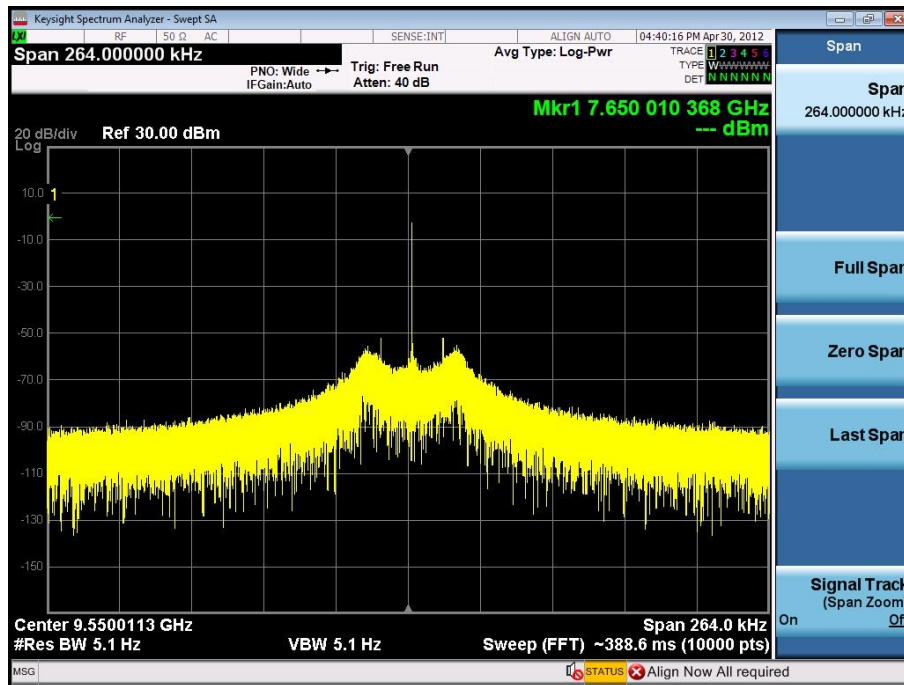


图 3.5.3

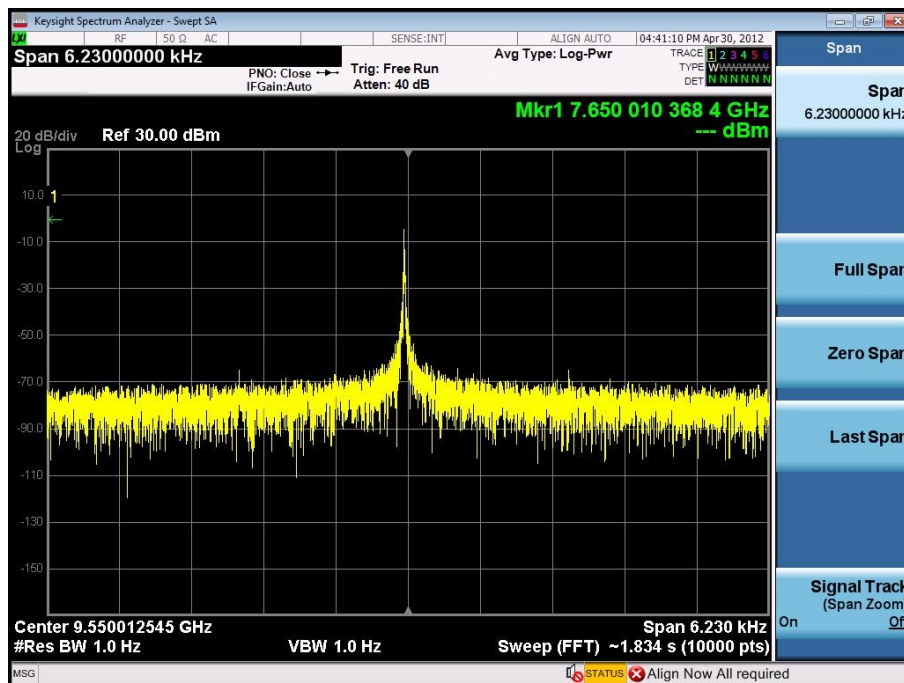


图 3.5.4

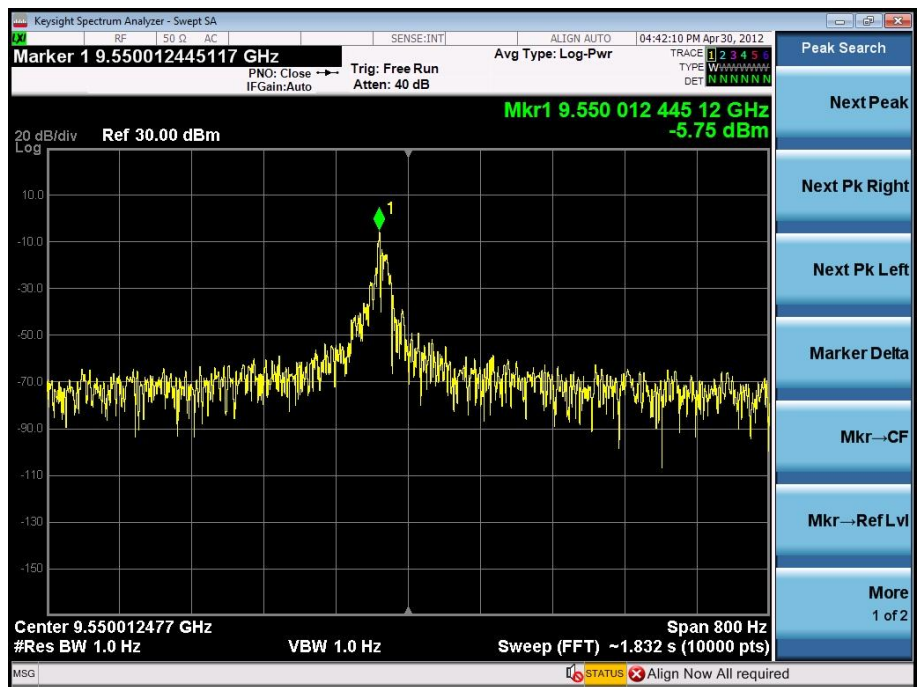


图 3.5.5

3.6 【10.05 GHz】 测试

测试条件: ADF4368 输出 10.05 GHz, IF 输入: 1000 mV 直流

文件名	Span	RBW	中心频率	峰值功率	备注
图 3.6.1	5.000 MHz	7.5 kHz	10.050000 GHz	-2.78 dBm	宽频带概览
图 3.6.2	1.380 MHz	10 Hz	10.05001277 GHz	-3.17 dBm	中频带分析
图 3.6.3	68.50 kHz	1.0 Hz	10.050012787 GHz	-6.55 dBm	窄带相位噪声分析
图 3.6.4	970 Hz	1.0 Hz	10.050012759 GHz	-8.57 dBm	超窄带相位噪声分析

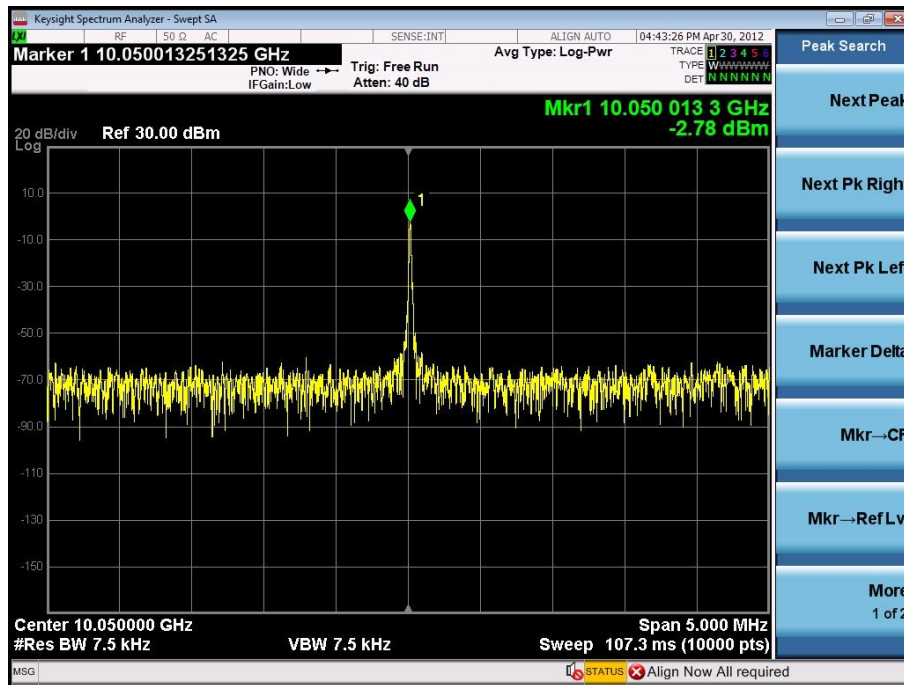


图 3.6.1

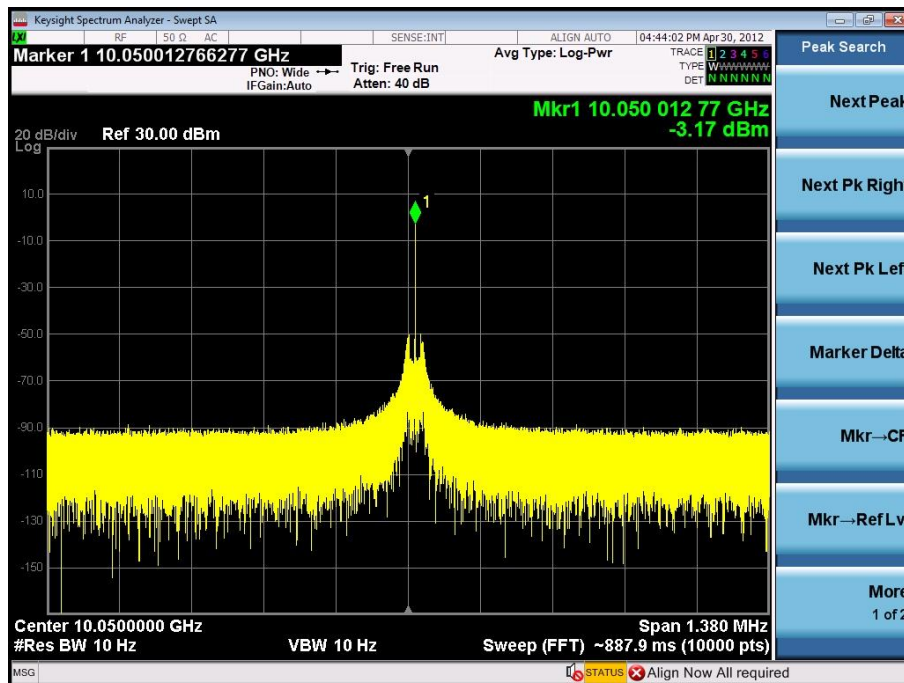


图 3.6.2

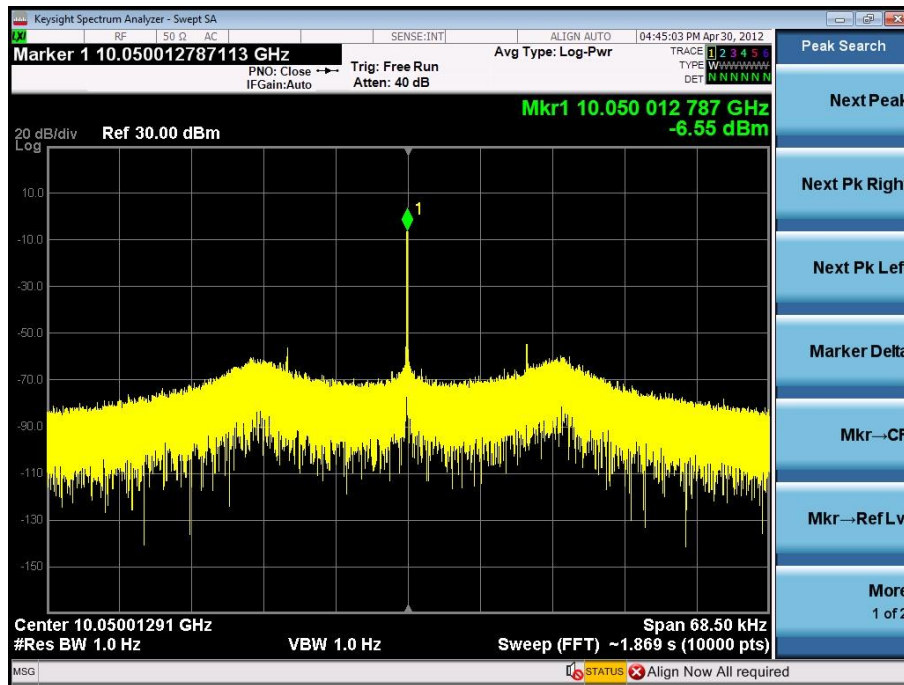


图 3.6.3

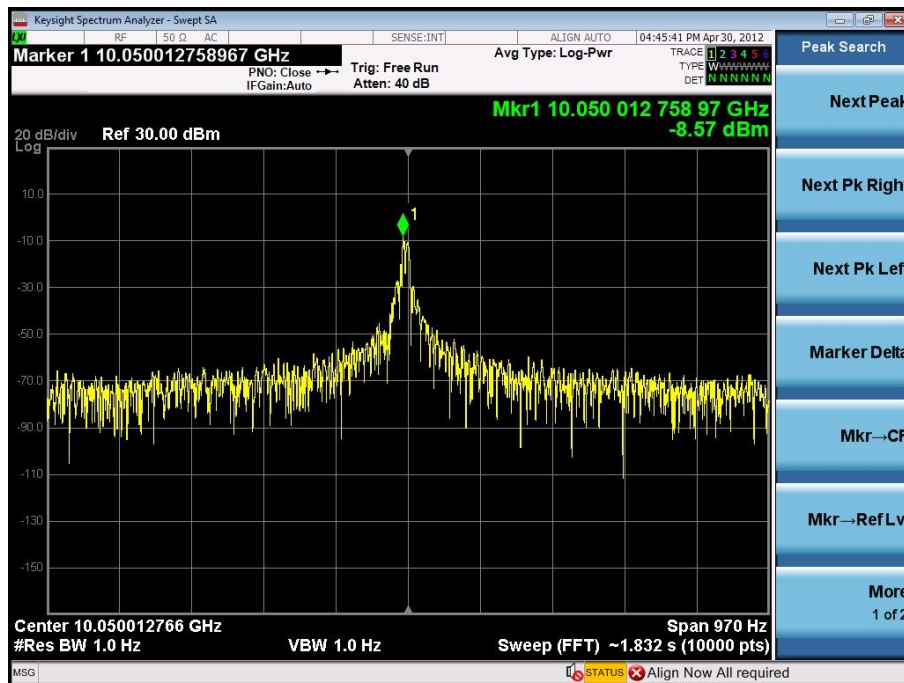


图 3.6.4

3.7 10.15 GHz 测试

测试条件: ADF4368 输出 10.15 GHz, IF 输入: 1000 mV 直流

文件名	Span	RBW	中心频率	峰值功率	备注
图 3.7.1	5.000 MHz	5.1 kHz	10.150000 GHz	-2.69 dBm	宽频带概览
图 3.7.2	5.000 MHz	5.1 Hz	10.1500123 GHz	-2.73 dBm	宽频带高分辨率
图 3.7.3	50.00 kHz	5.1 Hz	10.150012403 GHz	-3.46 dBm	窄带相位噪声分析
图 3.7.4	964 Hz	1.0 Hz	10.150012331 GHz	-7.08 dBm	超窄带相位噪声分析

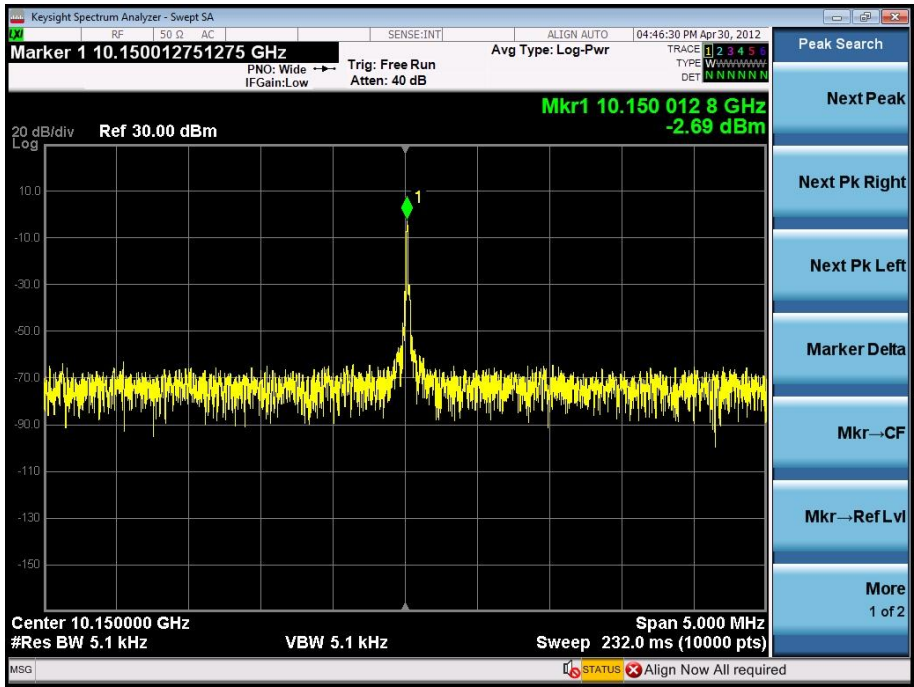


图 3.7.1

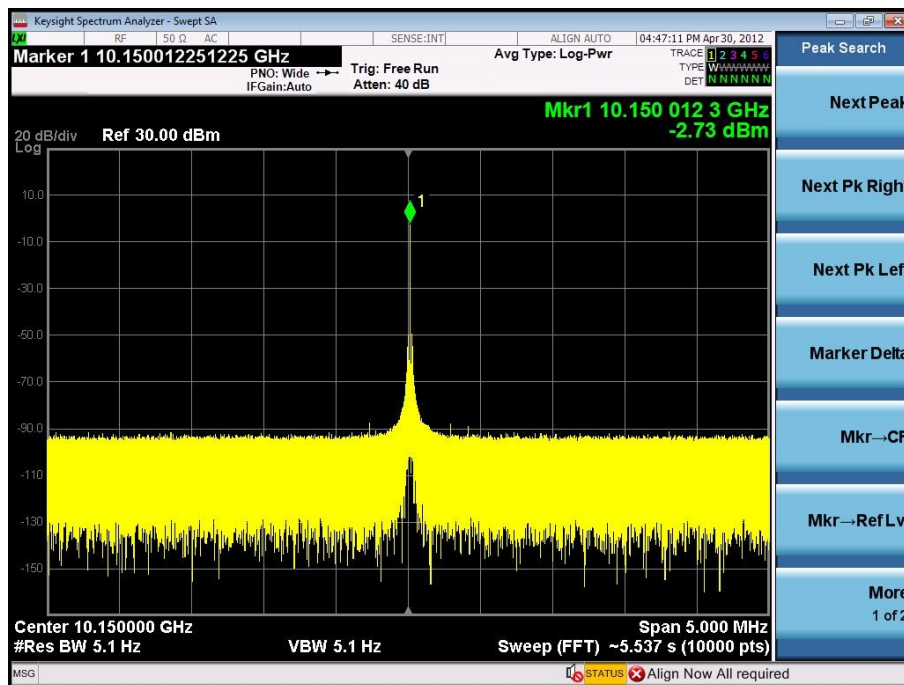


图 3.7.2

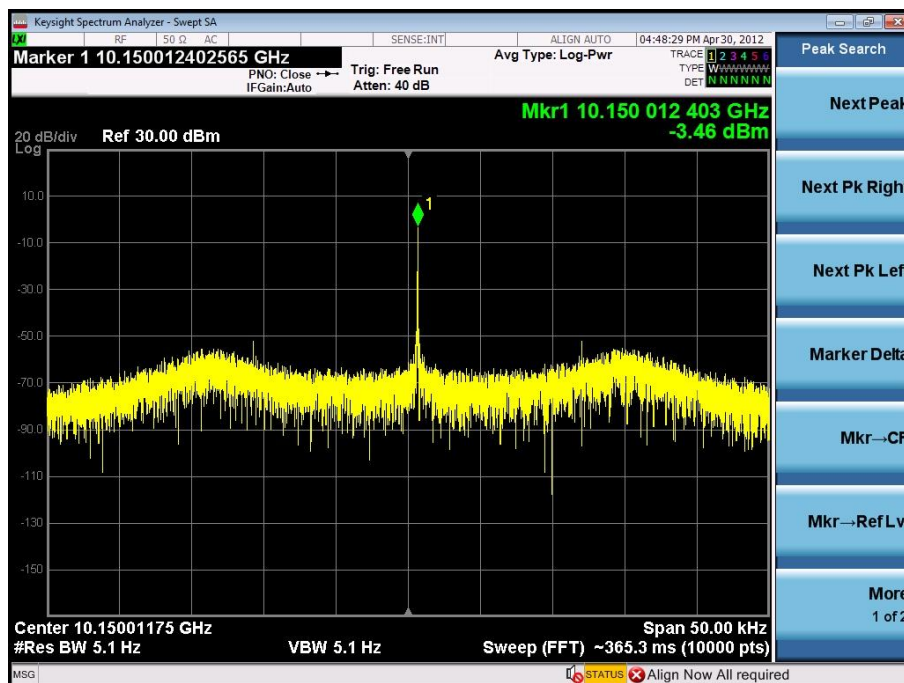


图 3.7.3

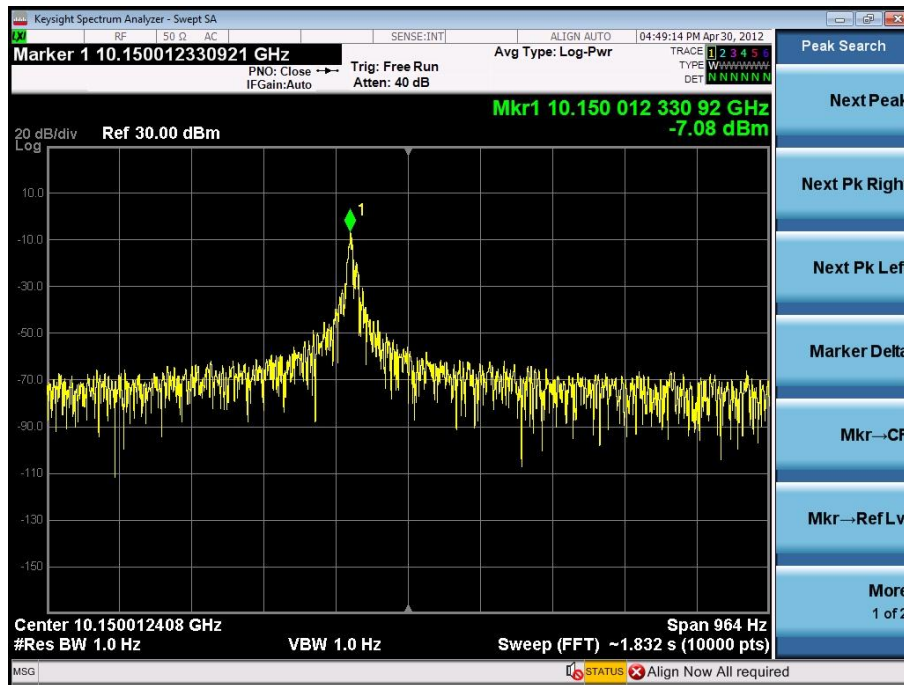


图 3.7.4

4. CH2 通道测试结果

CH2 通道与 CH1 通道测试相同频点，用于对比两个通道的性能差异。

4.1 【6.65 GHz】测试

测试条件: IF 输入: 200/500/1000 mV 直流

文件名	Span	RBW	中心频率	峰值功率
图 4.1.1	1.000 MHz	10 Hz	6.65000000 GHz	-9.54 dBm
图 4.1.2	114.0 kHz	10 Hz	6.650007234 GHz	-9.78 dBm
图 4.1.3	1.000 MHz	10 Hz	6.65000745 GHz	-13.98 dBm
图 4.1.4	1.000 MHz	10 Hz	6.65000725 GHz	-26.52 dBm

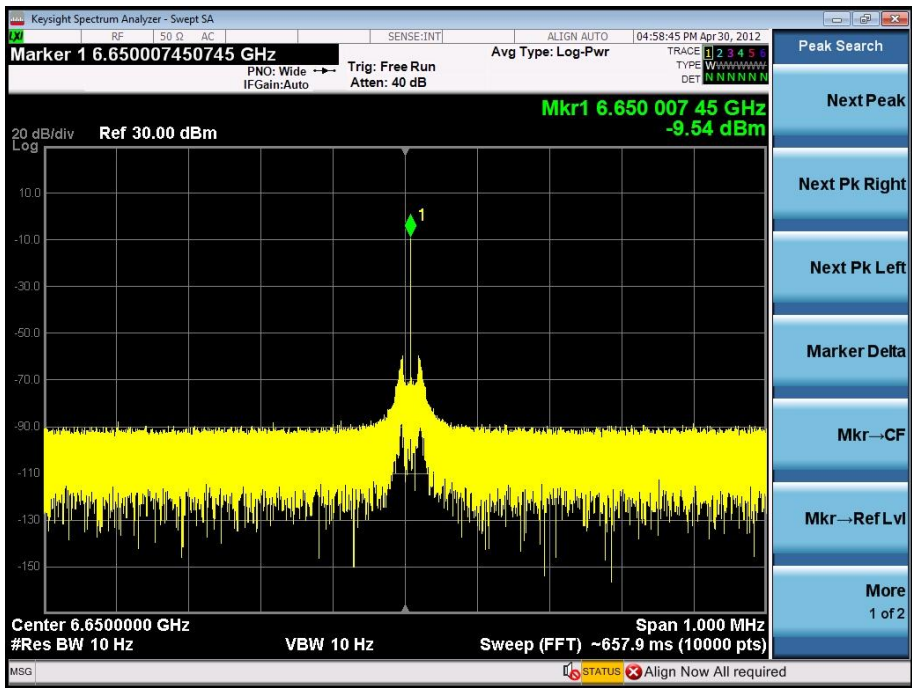


图 4.1.1

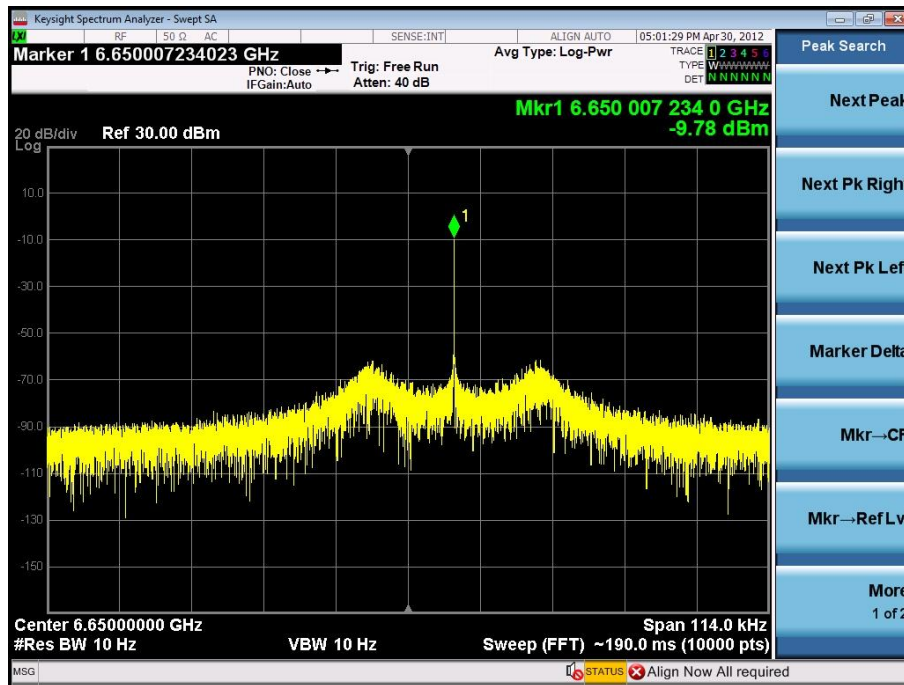


图 4.1.2

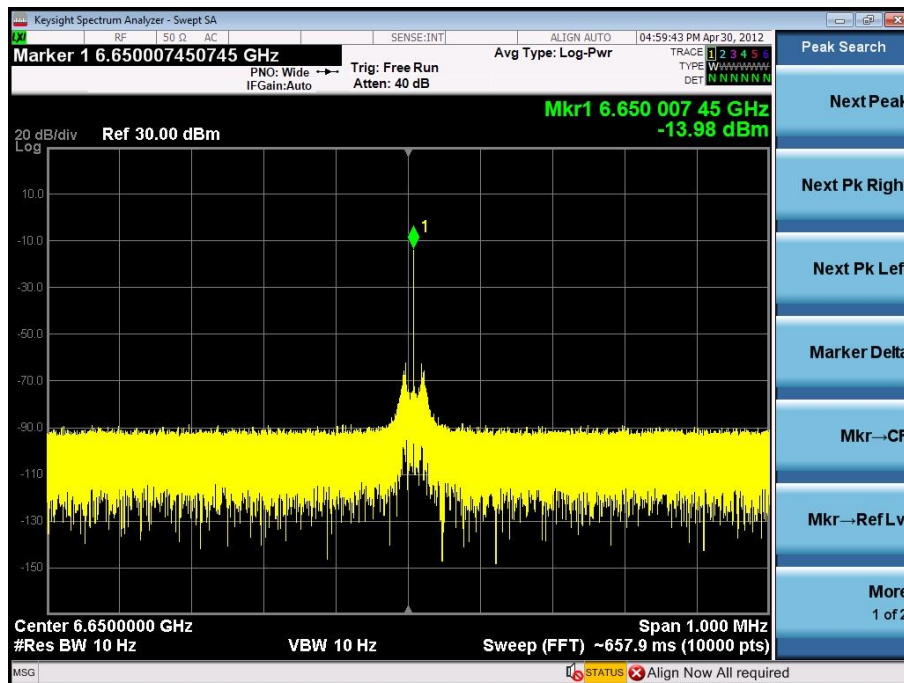


图 4.1.3

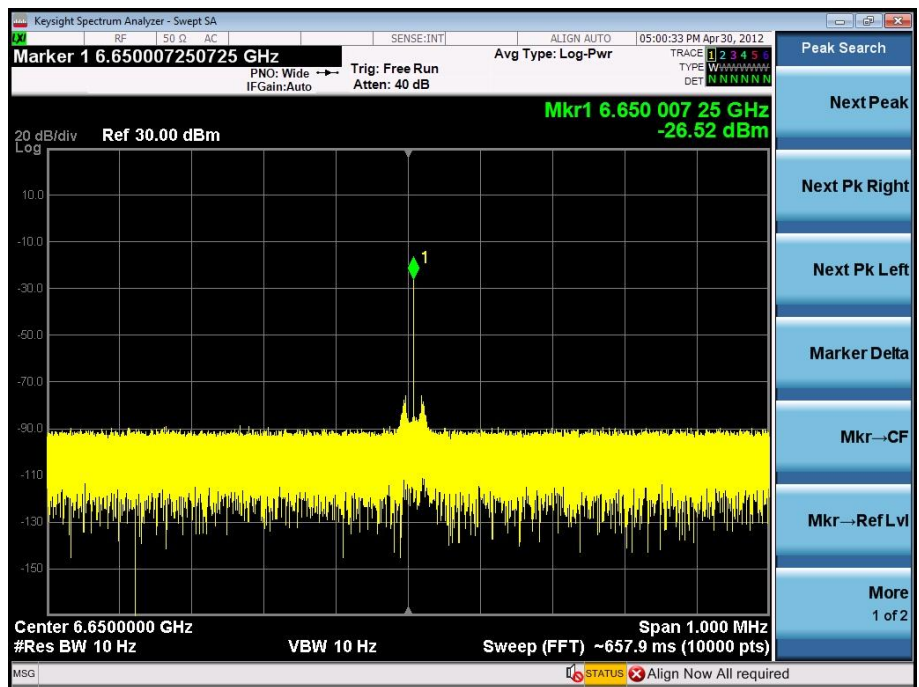


图 4.1.4

4.2 【7.15 GHz】测试

测试条件: IF 输入: 500/1000 mV 直流

文件名	Span	RBW	中心频率	峰值功率
图 4.2.1	114.0 kHz	10 Hz	7.150007793 GHz	-9.99 dBm
图 4.2.2	114.0 kHz	10 Hz	7.150007816 GHz	-14.41 dBm
图 4.2.3	452 Hz	1.0 Hz	7.150007729 GHz	-15.44 dBm

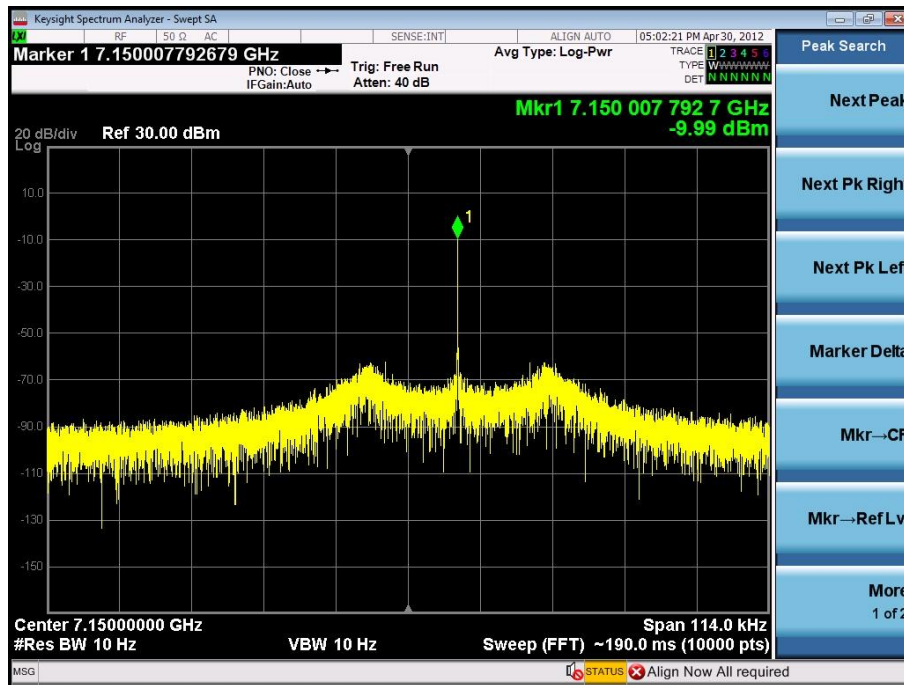


图 4.2.1

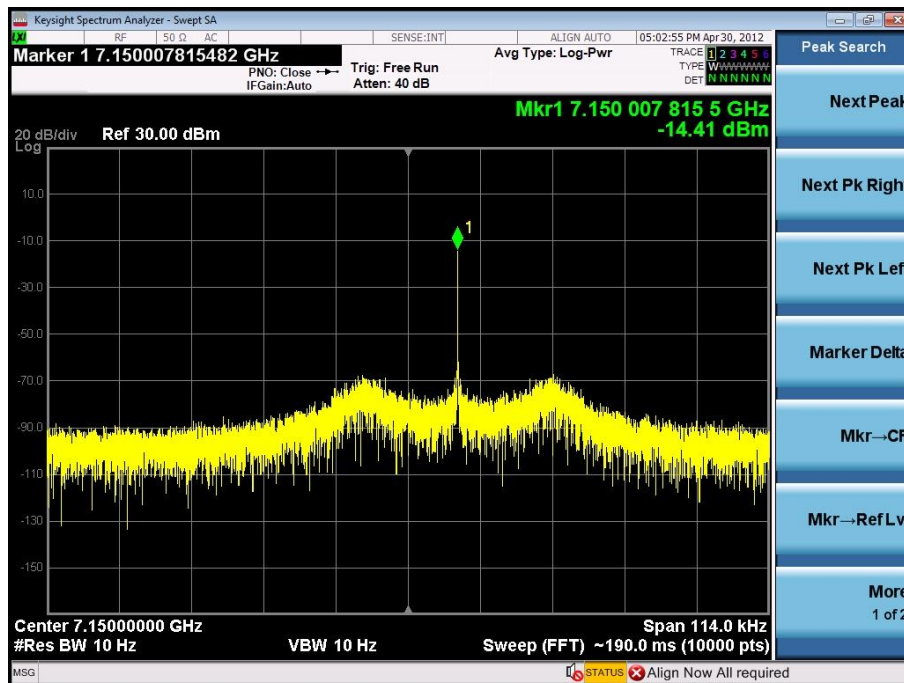


图 4.2.2

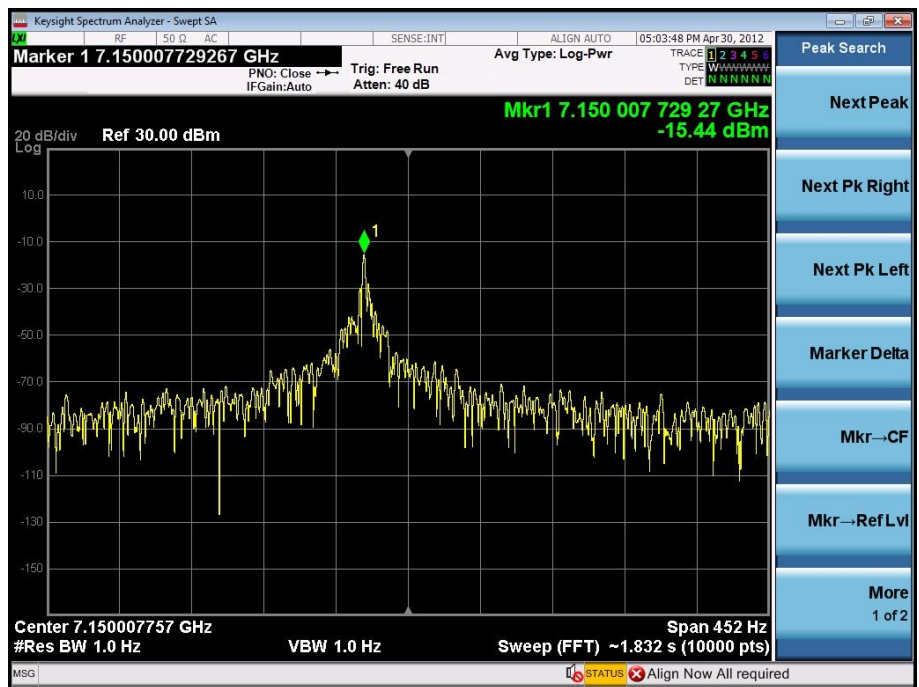


图 4.2.3

4.3 【7.65 GHz】测试

测试条件: IF 输入: 500 mV 直流

文件名	Span	RBW	中心频率	峰值功率
图 4.3.1	10.00 MHz	1.0 kHz	7.6500085 GHz	-14.34 dBm
图 4.3.2	48.00 kHz	5.1 Hz	7.650008501 GHz	-14.34 dBm

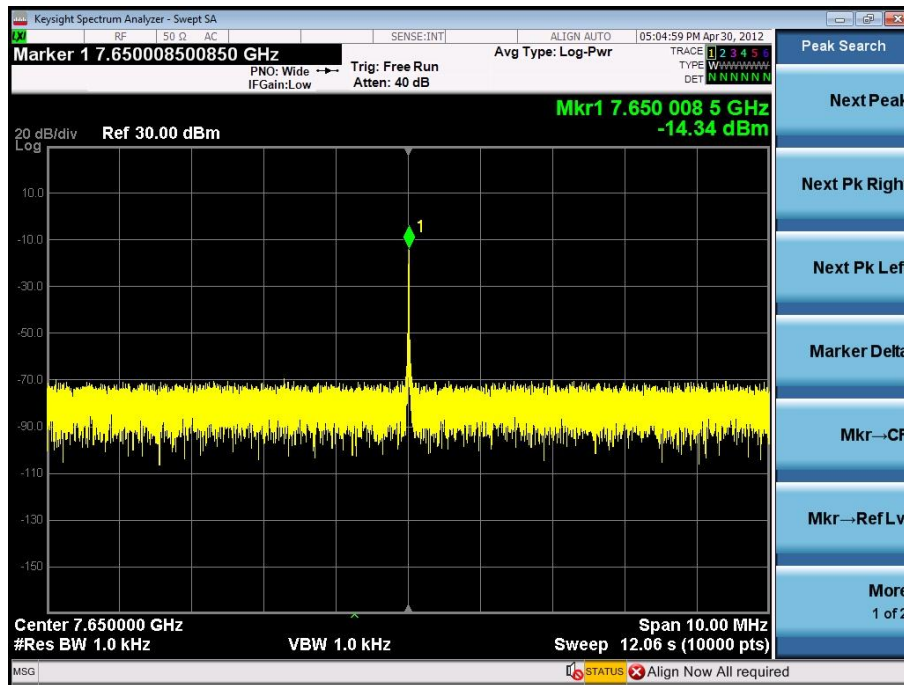


图 4.3.1

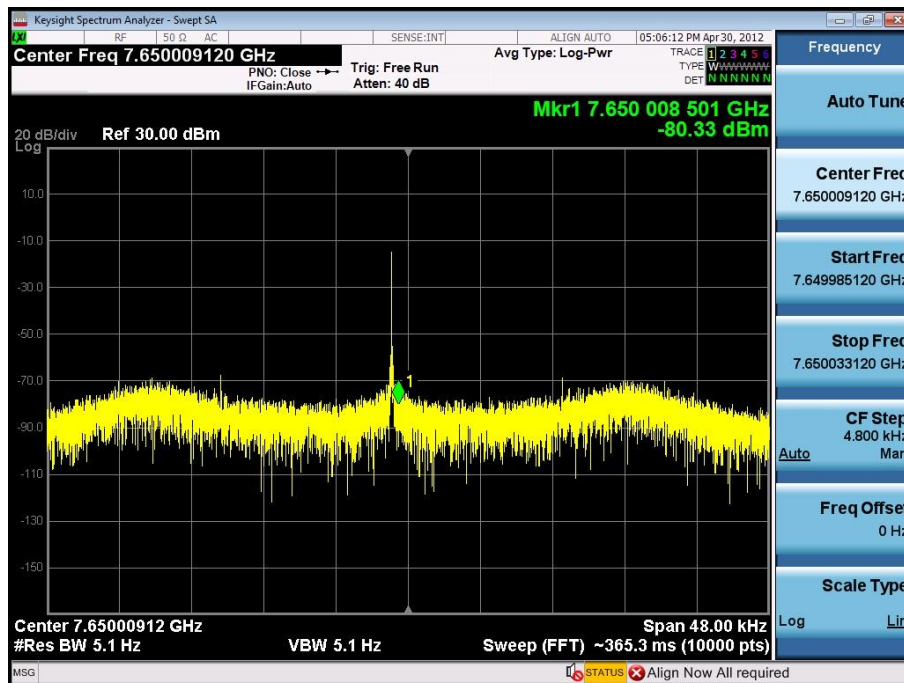


图 4.3.2

4.4 【9.05 GHz】测试

测试条件: IF 输入: 500/1000 mV 直流

文件名	Span	RBW	中心频率	峰值功率
图 4.4.1	48.00 kHz	5.1 Hz	9.05000816GHz	-13dBm
图 4.4.2	48.00 kHz	5.1 Hz	9.050009612 GHz	-12.05 dBm
图 4.4.3	1.035 MHz	5.1 Hz	9.05000966 GHz	-11.72 dBm

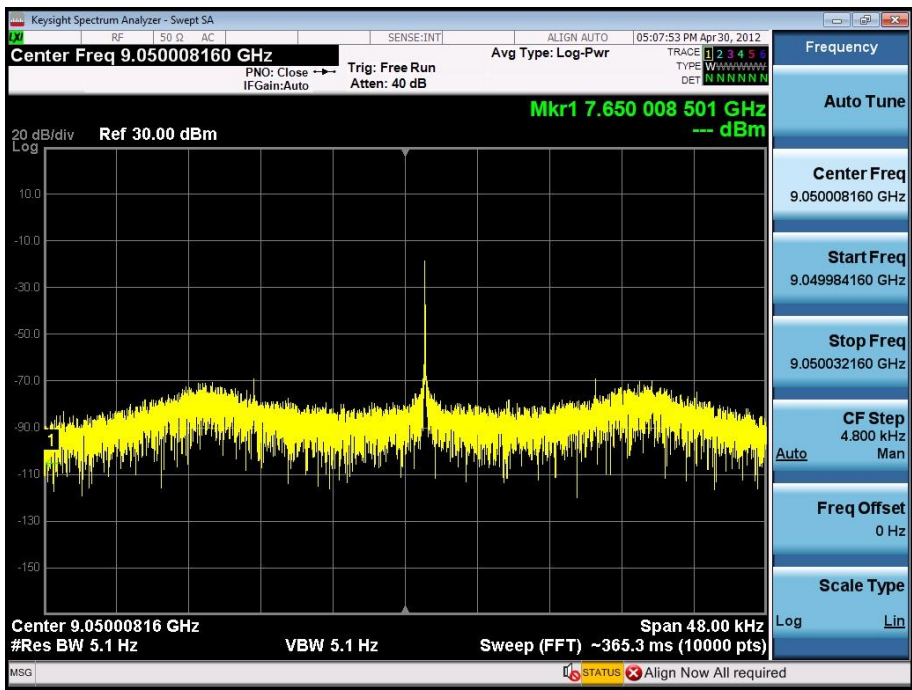


图 4.4.1

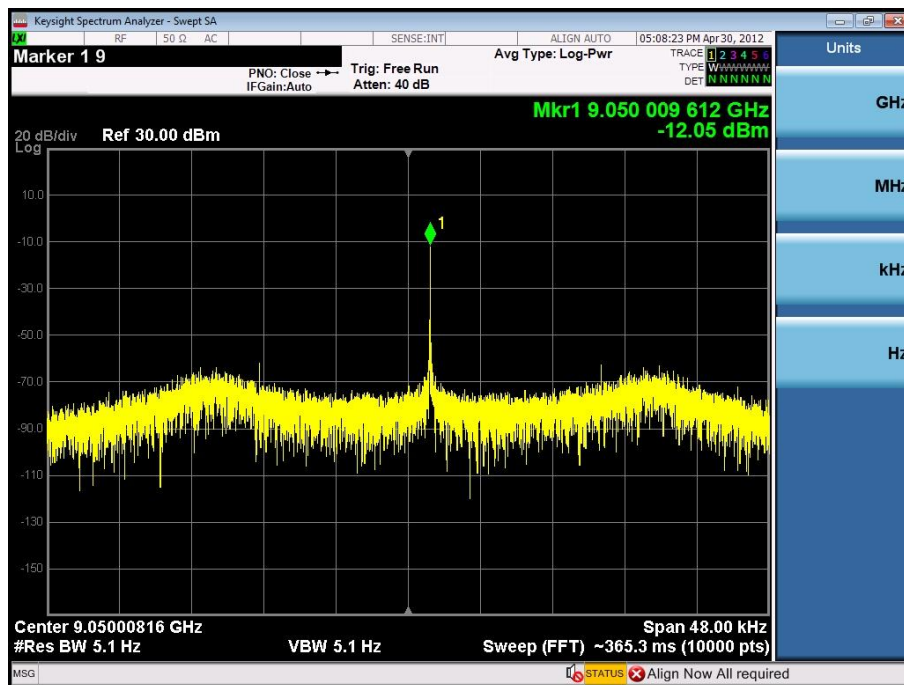


图 4.4.2

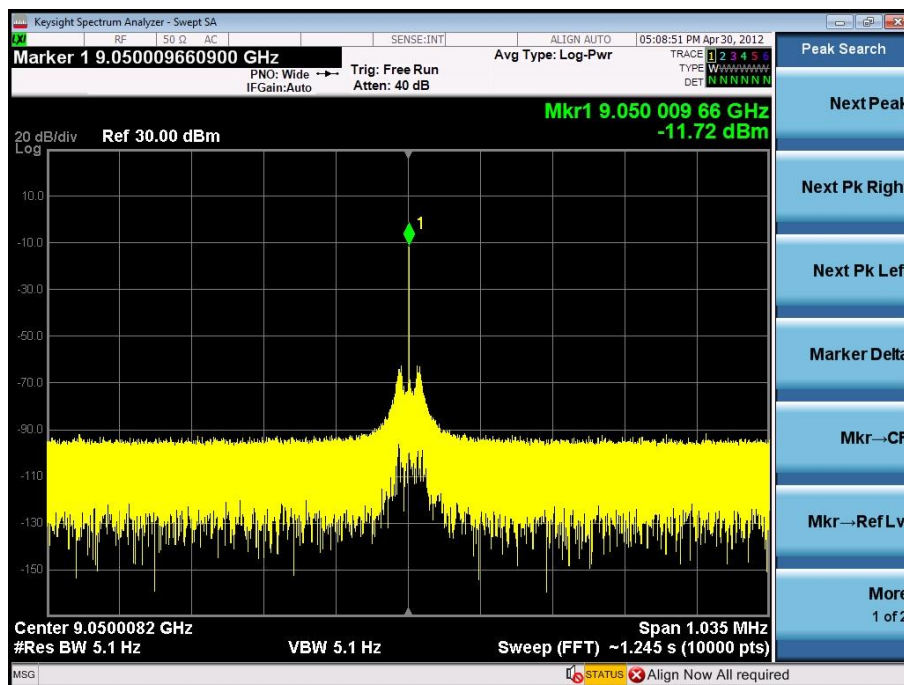


图 4.4.3

4.5 【9.55 GHz】测试

测试条件: IF 输入: 1000 mV 直流

文件名	Span	RBW	中心频率	峰值功率
图 4.5.1	1.035 MHz	5.1 Hz	9.55001040 GHz	-12.47 dBm
图 4.5.2	73.00 kHz	5.1 Hz	9.550010363 GHz	-13.51 dBm
图 4.5.3	654 Hz	1.0 Hz	9.550010245 GHz	-17.16 dBm

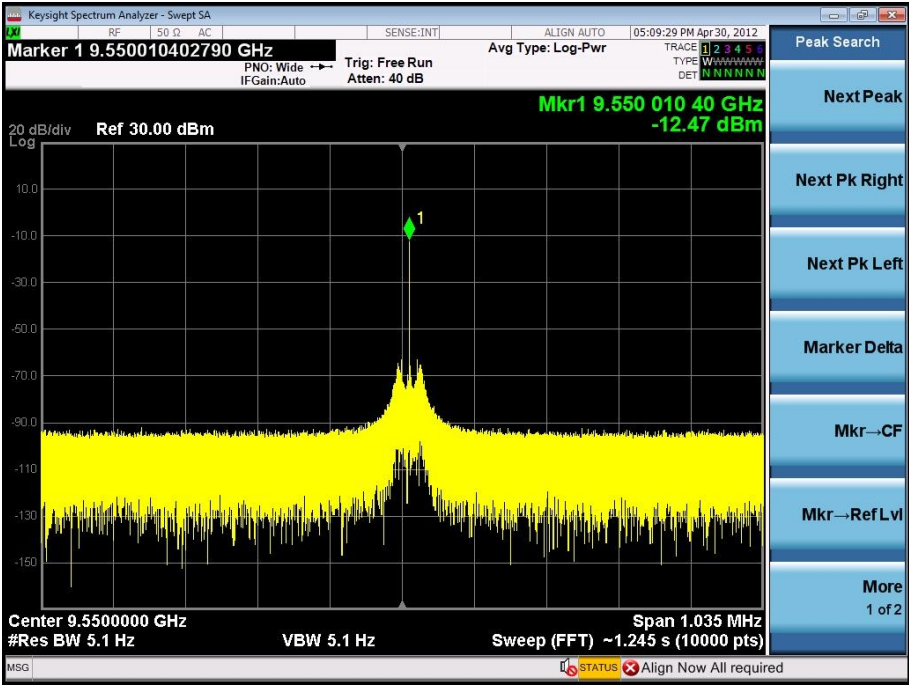


图 4.5.1

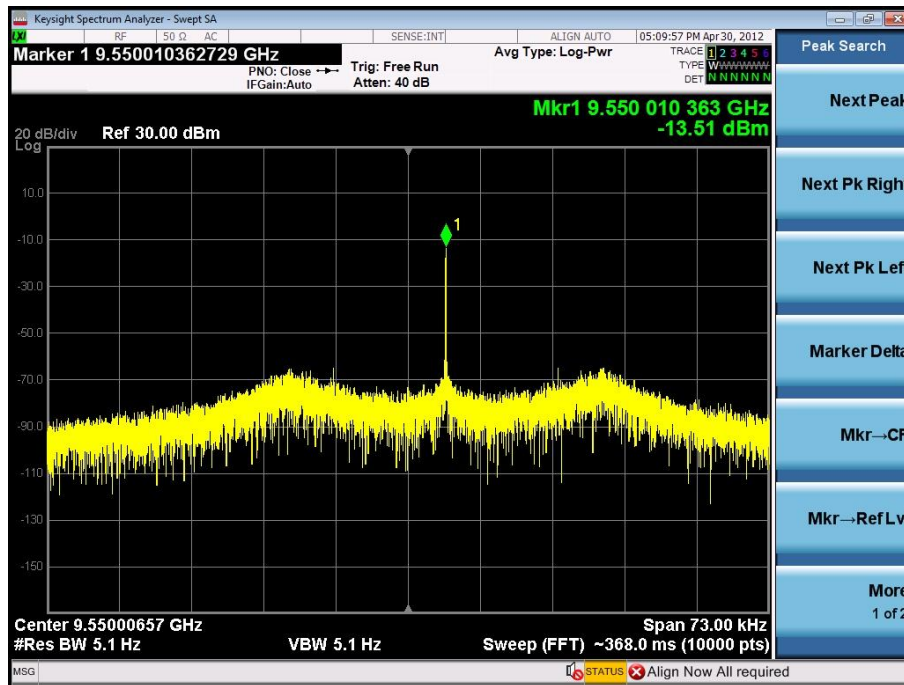


图 4.5.2

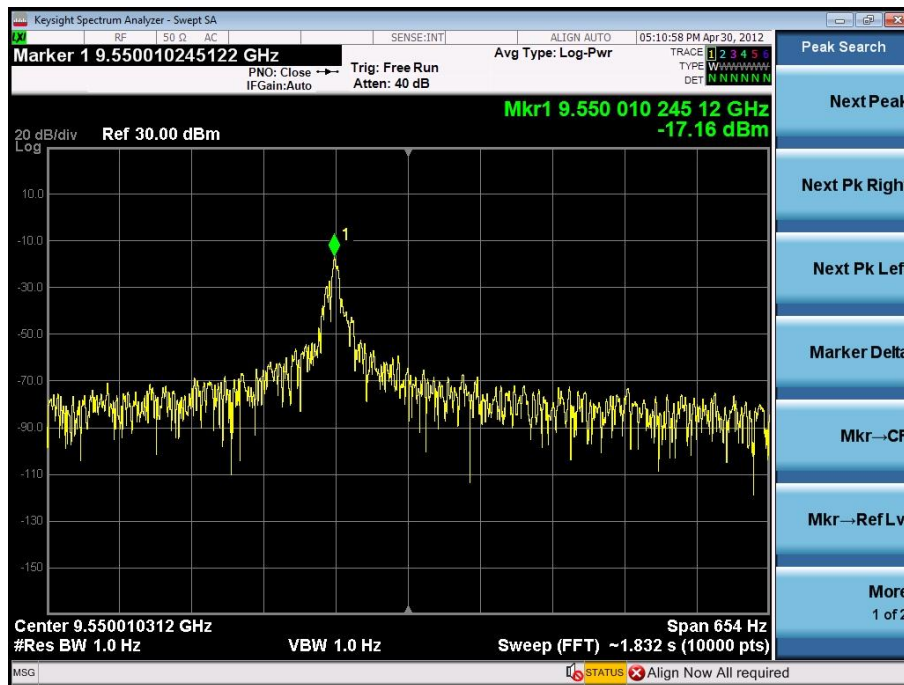


图 4.5.3

4.6 【10.05 GHz】测试

测试条件: IF 输入: 1000 mV 直流

文件名	Span	RBW	中心频率	峰值功率
图 4.6.1	1.000 MHz	20 Hz	10.05GHz	-13 dBm
图 4.6.2	56.00 kHz	20 Hz	10.05GHz	-12 dBm

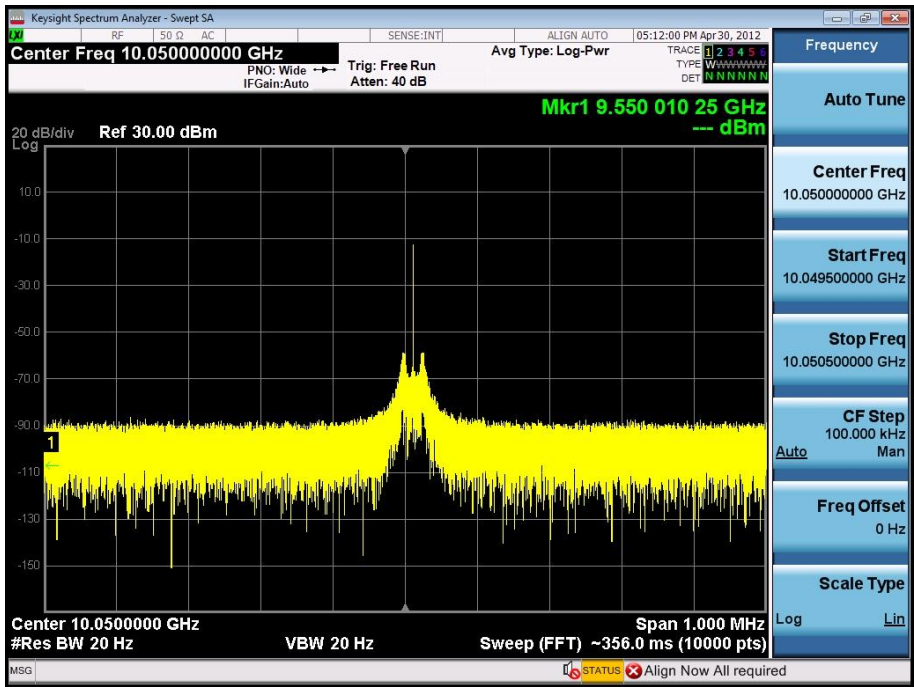


图 4.6.1

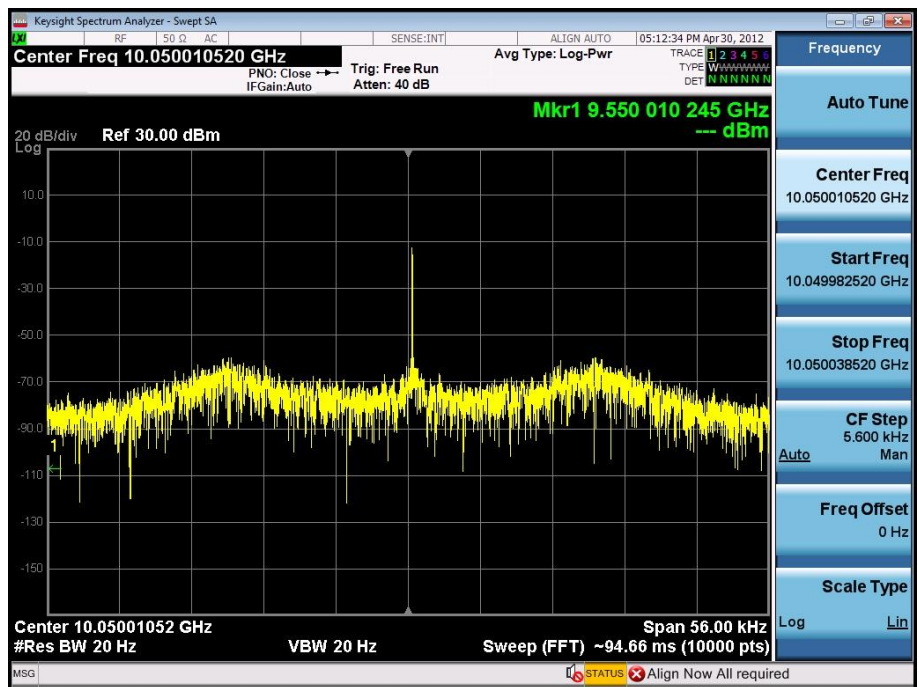


图 4.6.2

4.7 10.15 GHz 测试

测试条件: IF 输入: 1000 mV 直流

文件名	Span	RBW	中心频率	峰值功率
图 4.7.1	655.0 kHz	20 Hz	10.15001012 GHz	-12.87 dBm
图 4.7.2	48.80 kHz	20 Hz	10.150010007 GHz	-12.92 dBm

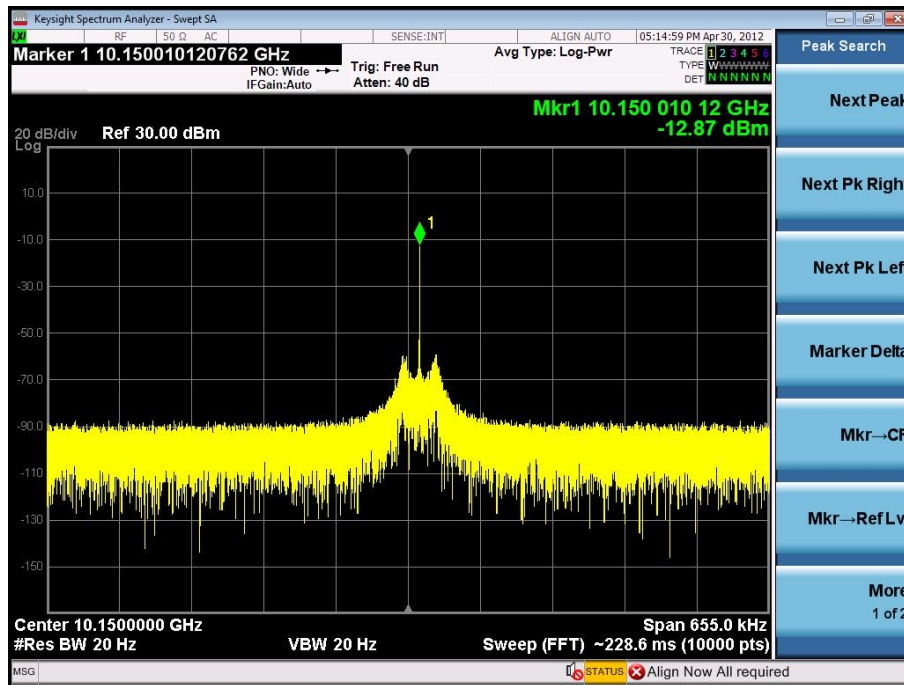


图 4.7.1

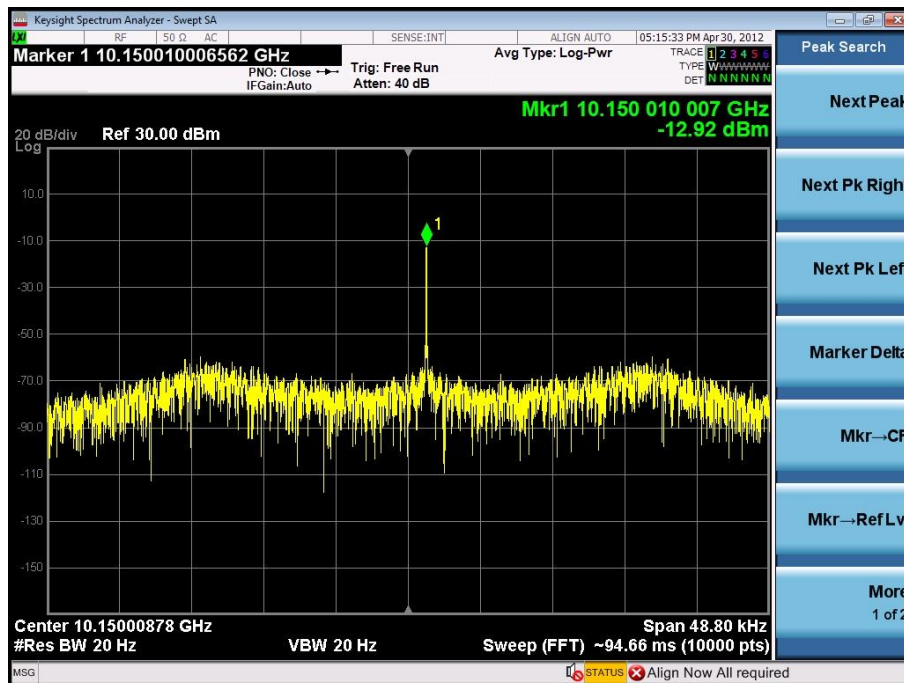


图 4.7.2

5. 非直流输入测试结果

5.1 【10.15 GHz + 10 MHz】 混频测试

5.1.1 【500 mV】 峰峰值输入

测试条件: ADF4368 输出 10.15 GHz, IF 输入: 10 MHz, 500 mVpp

文件名	IF 频率	IF 幅度	Span	RBW	峰值功率
图 5.1.1	10 MHz	500 mVpp	57.00 MHz	10 kHz	-18 dBm @ 10.160185 GHz

分析: 可见多个混频产物, 包括 LO 泄漏、IF 泄漏和混频产物

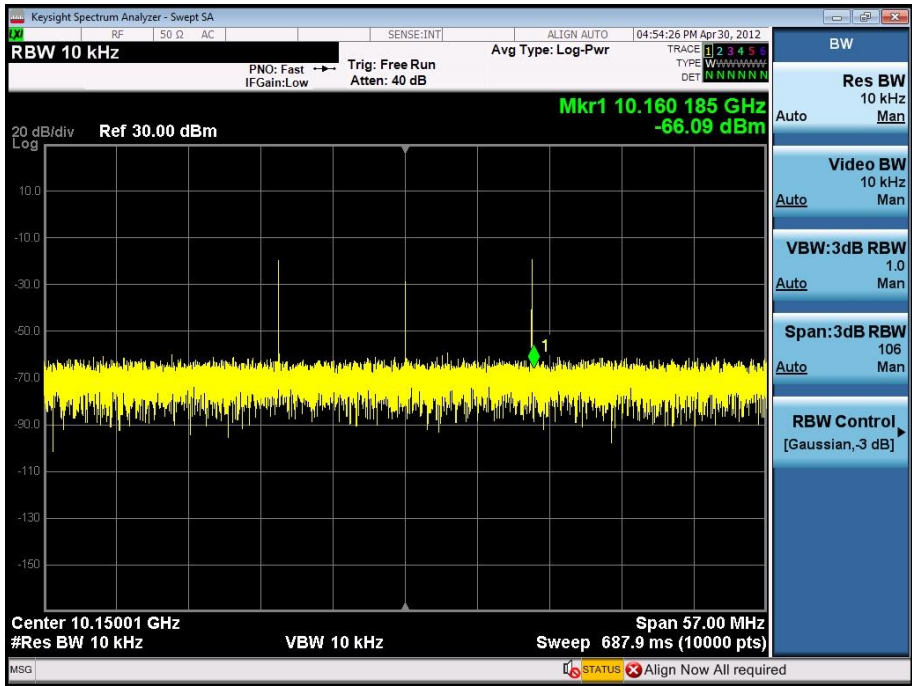


图 5.1.1

5.1.2 【1000 mV】 峰峰值输入

测试条件: ADF4368 输出 10.15 GHz, IF 输入: 10 MHz, 1000 mVpp

文件名	IF 频率	IF 幅度	Span	RBW	峰值功率
图 5.1.2	10 MHz	1000 mVpp	57.00 MHz	3.0 kHz	-13.25 dBm @ 10.160014 GHz

分析: 混频效率显著提高, 输出功率从-66 dBm 提升到-13 dBm

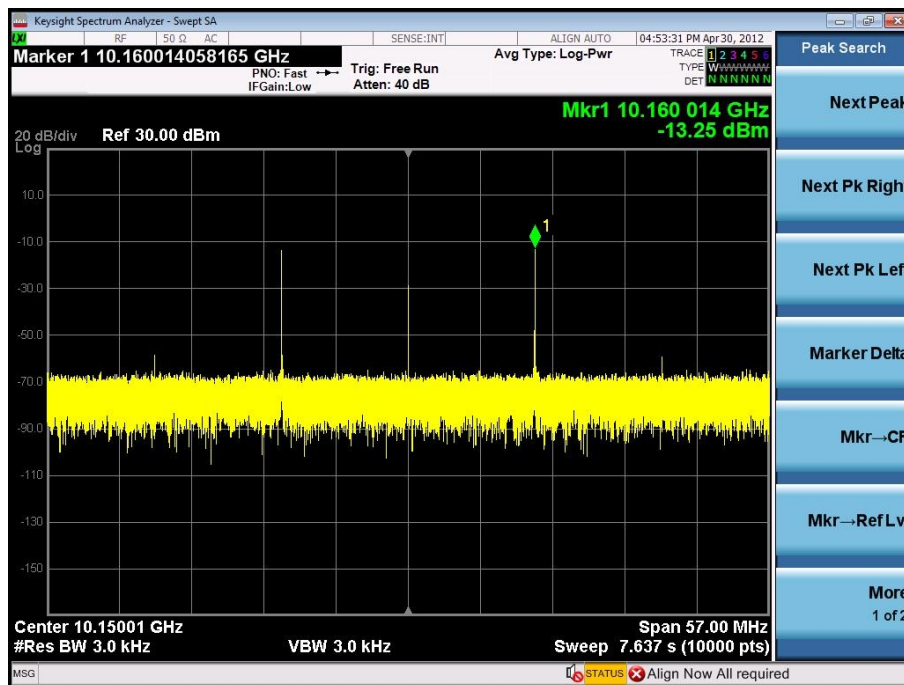


图 5.1.2

5.2 【10.15 GHz + 25 MHz】混频测试

测试条件: ADF4368 输出 10.15 GHz, IF 输入: 25 MHz, 1000 mVpp

文件名	IF 频率	IF 幅度	Span	RBW	峰值功率
图 5.2.1	25 MHz	1000 mVpp	100.0 MHz	5.1 kHz	-12.85 dBm @ 10.175020 GHz
图 5.2.2	25 MHz	1000 mVpp	57.00 MHz	3.0 kHz	-12.78 dBm @ 10.175020 GHz

分析: 混频产物 $LO + IF = 10.15 + 0.025 = 10.175$ GHz (符合预期)

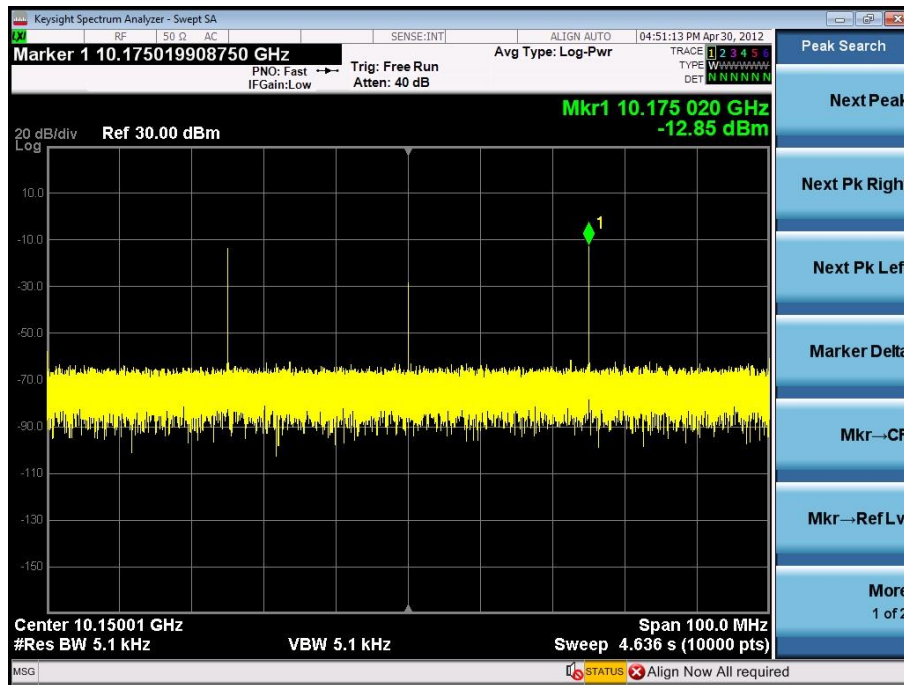


图 5.2.1

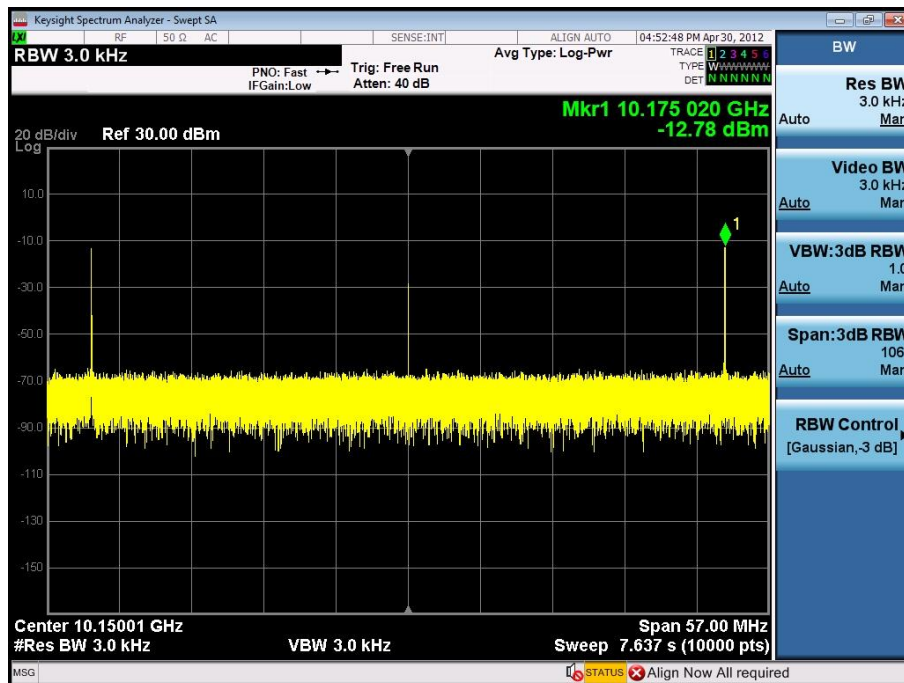


图 5.2.2

6. 隔离度/泄漏测试

该组测试用于测量系统的隔离度和泄漏情况。

文件名	ADF 输出	IF 输入	Span	RBW	峰值功率	备注
图 6.1	关闭	关闭	48.80 kHz	20 Hz	-79.38 dBm	本底噪声测量
图 6.2	关闭	1000 mV DC	48.80 kHz	20 Hz	-97.22 dBm	IF 泄漏测试
图 6.3	10.15 GHz	关闭	48.80 kHz	20 Hz	-34.60 dBm	LO 泄漏测试

分析:

- 本底噪声: 约 -80 至 -97 dBm
- LO 泄漏: -34.60 dBm (需要改善隔离度)
- IF 到 RF 的隔离: 良好 (-97 dBm)

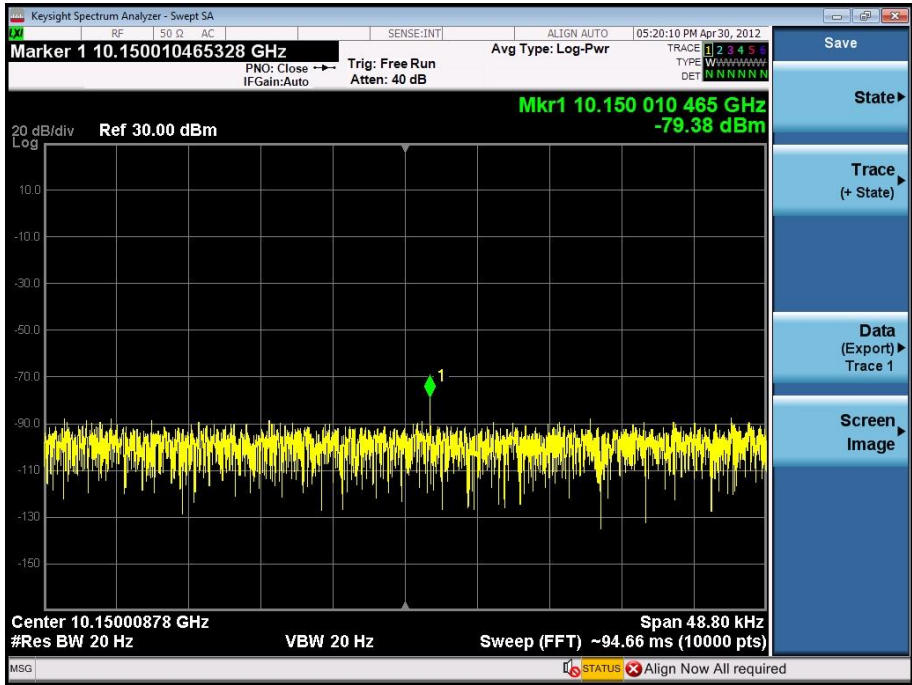


图 6.1

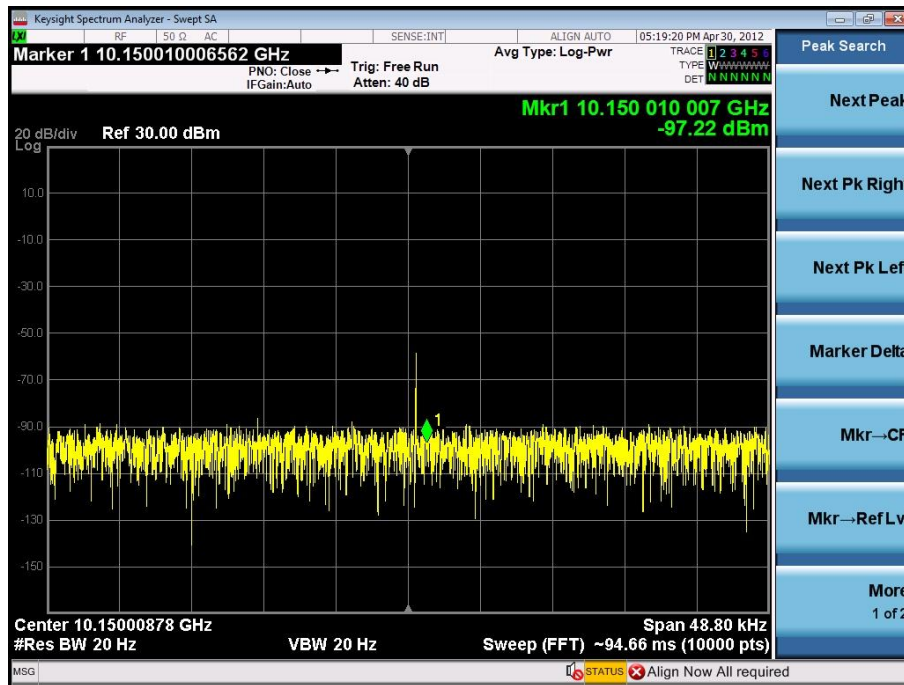


图 6.2

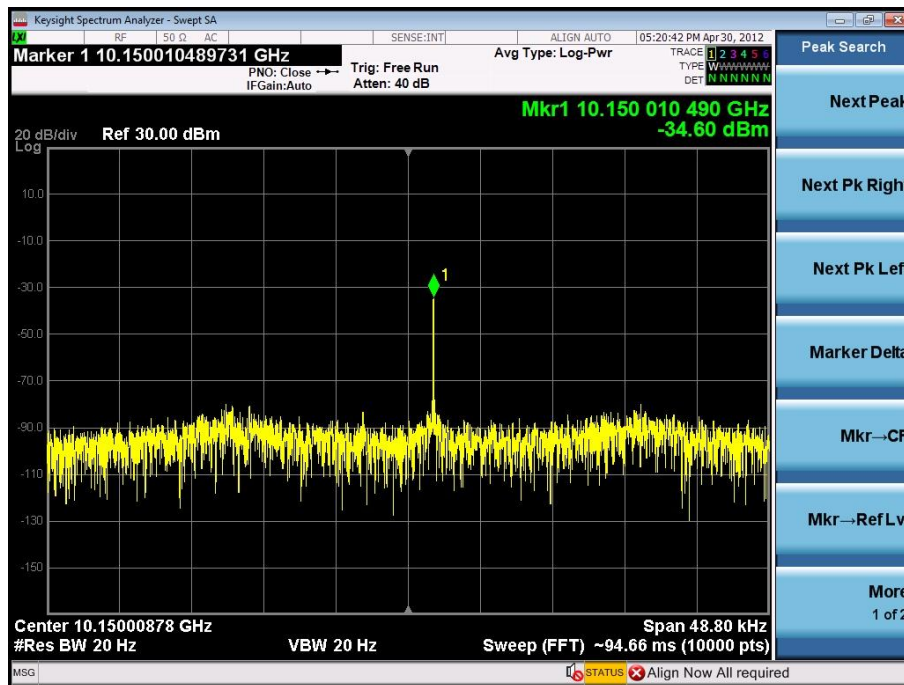


图 6.3

7. 示波器时域测试结果

使用 Keysight Infiniium DSA-X 92504A 示波器（25 GHz，80 GSa/s）对微波源输出进行时域测量。

7.1 【10.15 GHz】单频信号时域波形

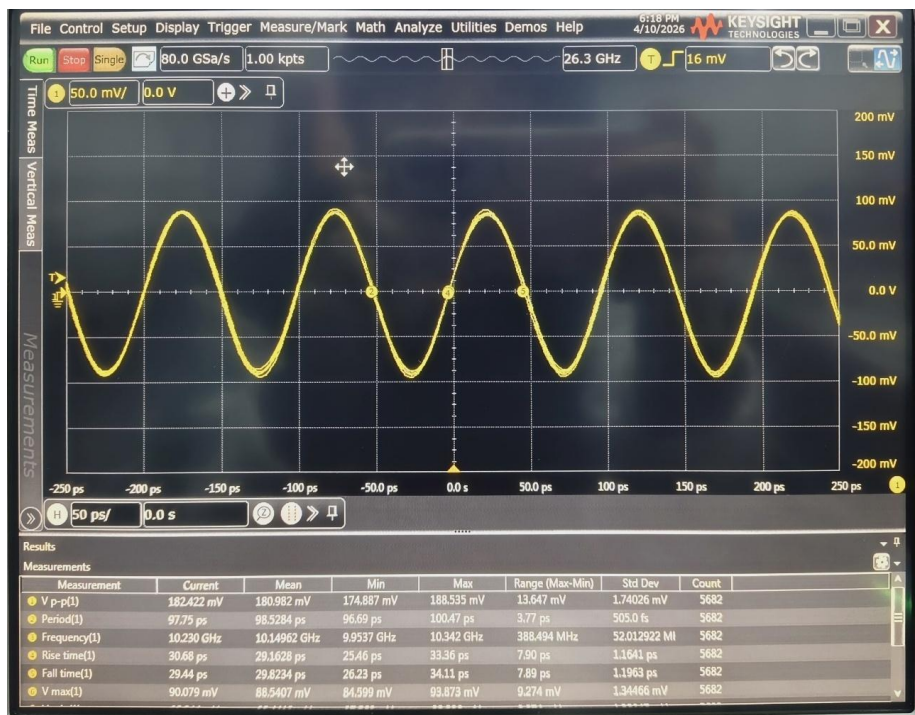


图 7.1.1

测量频率 10.230 GHz，Vpp = 182.4 mV，周期 97.75 ps。波形为清晰正弦波，信号质量良好。

7.2 【10 MHz + 10.15 GHz】混频包络

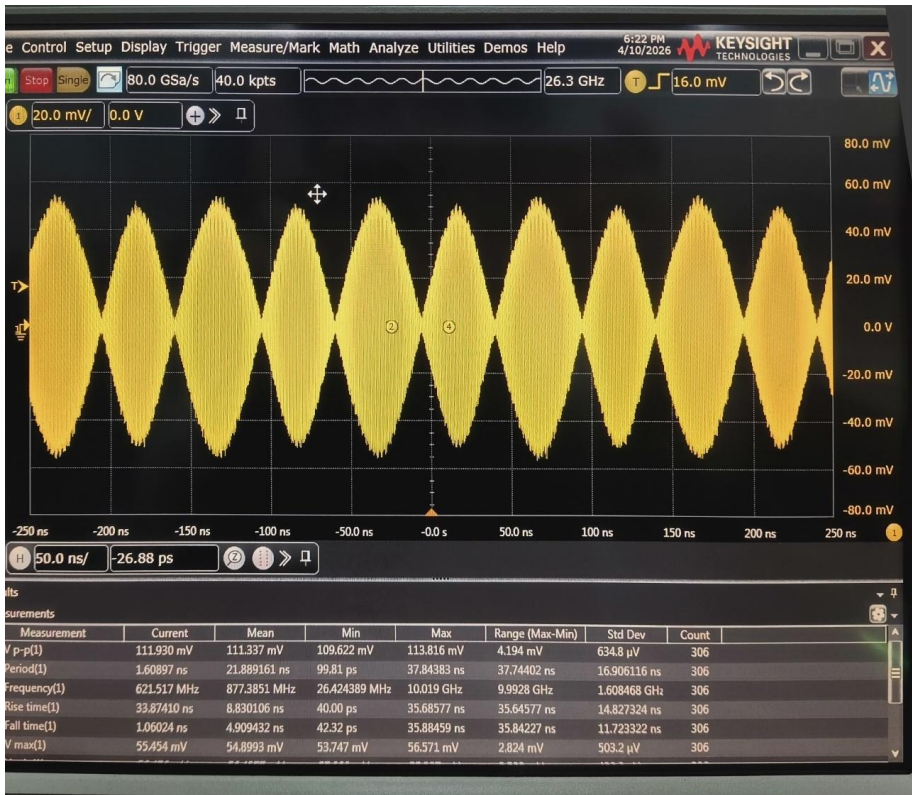


图 7.2.1

IF 为 10 MHz 信号与 10.15 GHz LO 混频后的时域包络。

7.3 【10 MHz + 10.15 GHz】混频包络放大视图

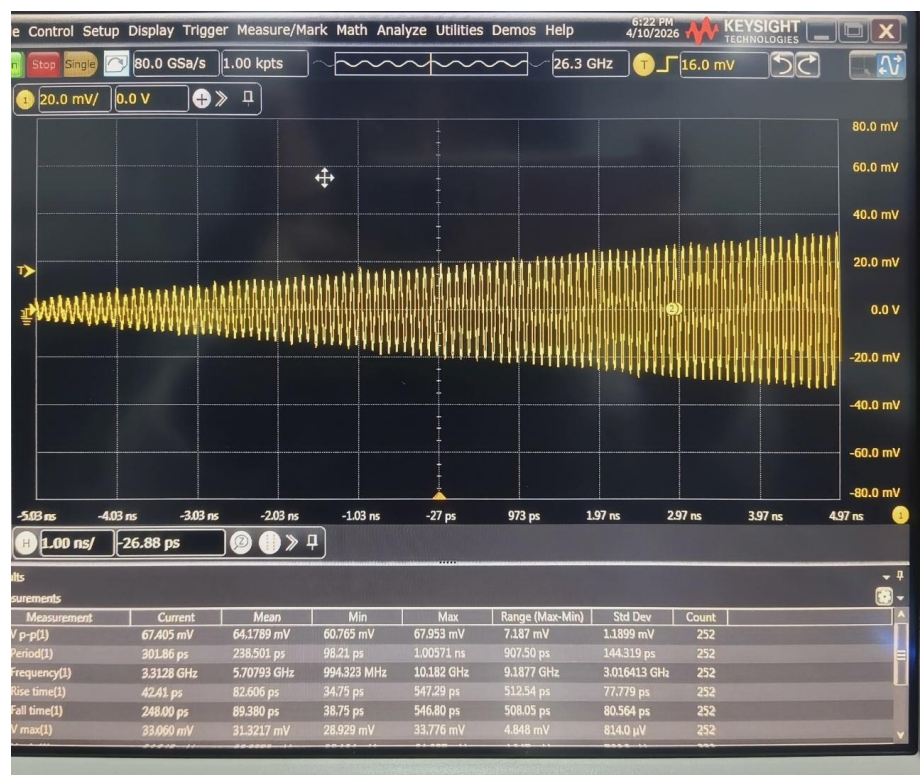


图 7.3.1

对混频输出的包络细节进行放大观察。

7.4 【10.15 GHz + 10 MHz】混频输出

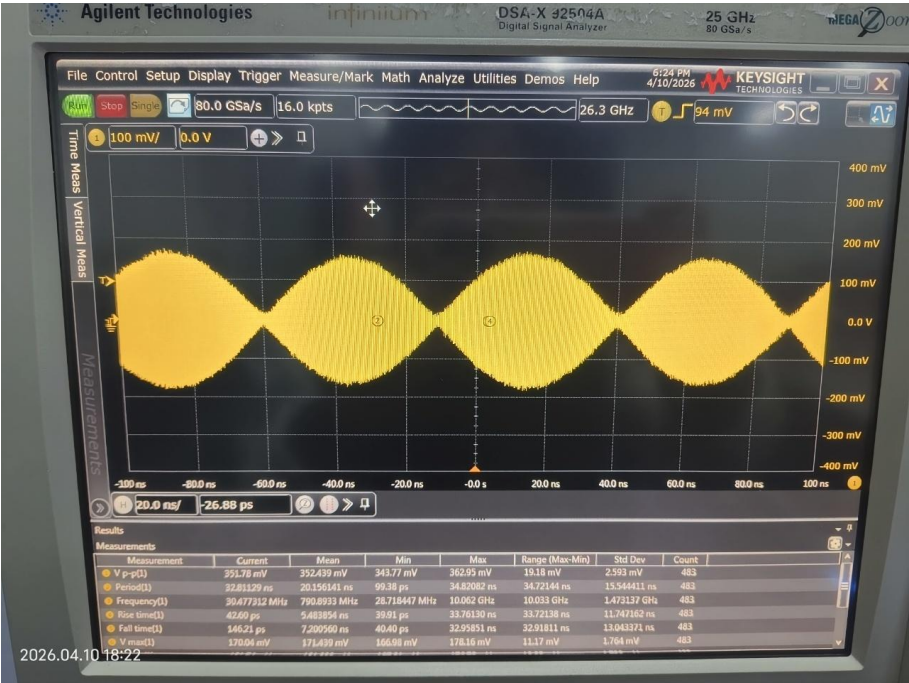


图 7.4.1

混频输出的时域包络信号。

7.5 【10.15 GHz + 10 MHz】混频输出

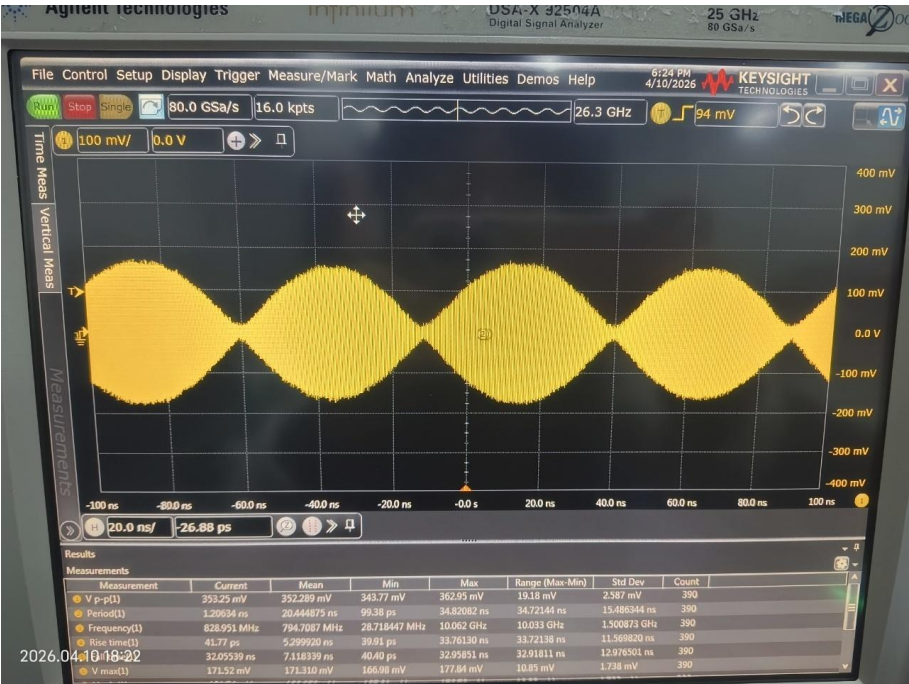


图 7.5.1

混频输出的另一时域视图。

7.6 【7.15 GHz】单频信号时域波形

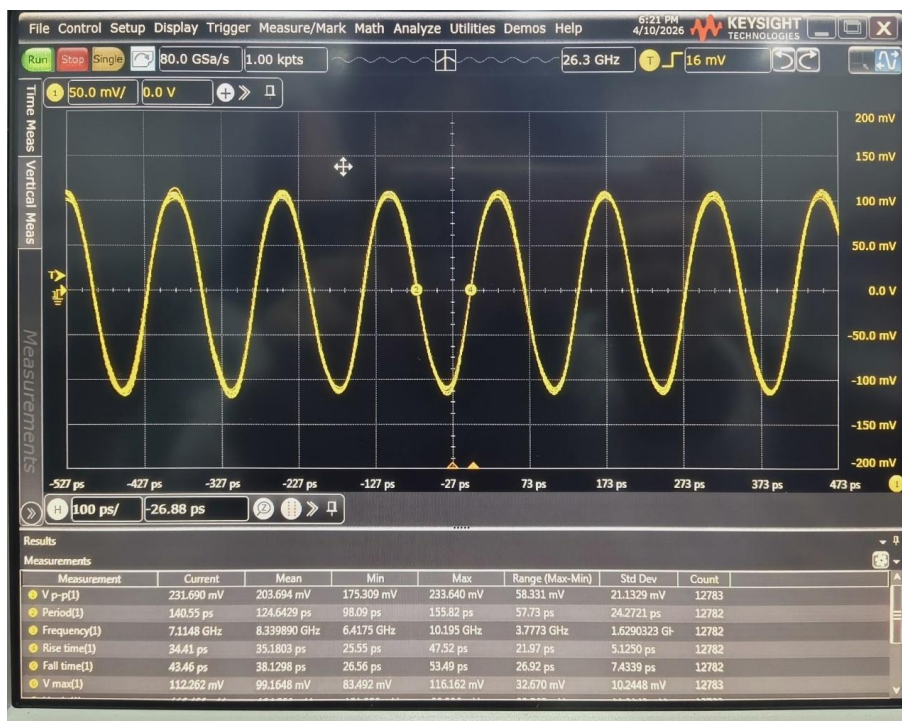


图 7.6.1

测量频率 7.15 GHz，Vpp = 231.7 mV，周期 140.55 ps。信号纯度好，正弦波形规整。

7.7 【6.65 GHz】单频信号时域波形

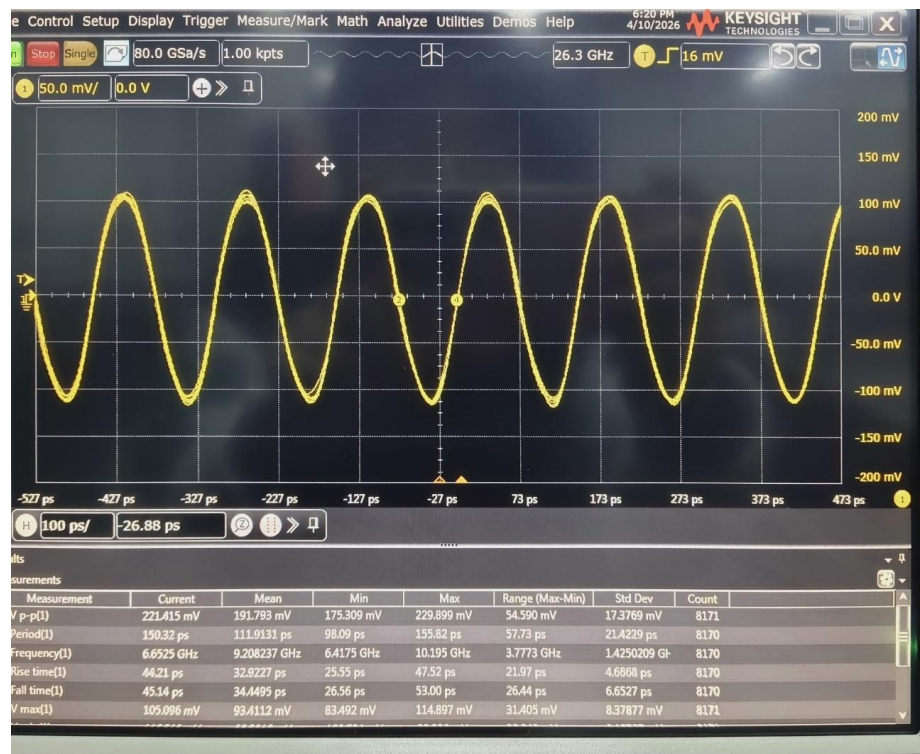


图 7.7.1

测量频率 6.65 GHz，Vpp = 221.4 mV，周期 150.32 ps。输出波形稳定，信号纯净。

7.8 【10 GHz】 单频信号时域波形

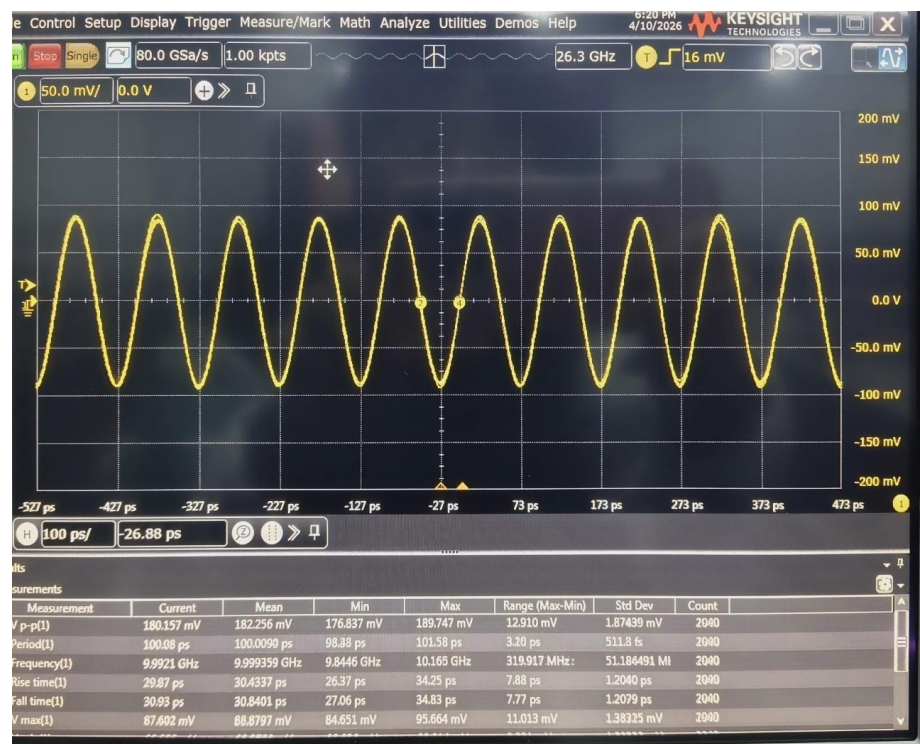


图 7.8.1

测量频率 10 GHz，Vpp = 180.2 mV，周期 100.08 ps。波形清晰。

7.9 【10.15 GHz】单频信号

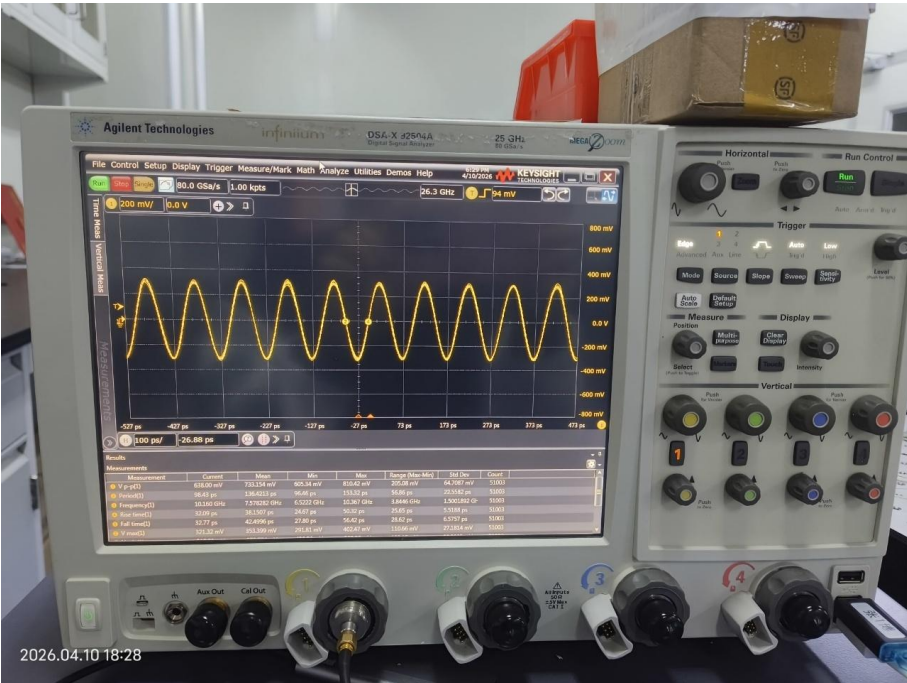


图 7.9.1

测量频率 10.150 GHz，Vpp = 685.6 mV。此为示波器屏幕实物拍照，展示高幅度输出。

7.10 【10 GHz】单频信号时域波形

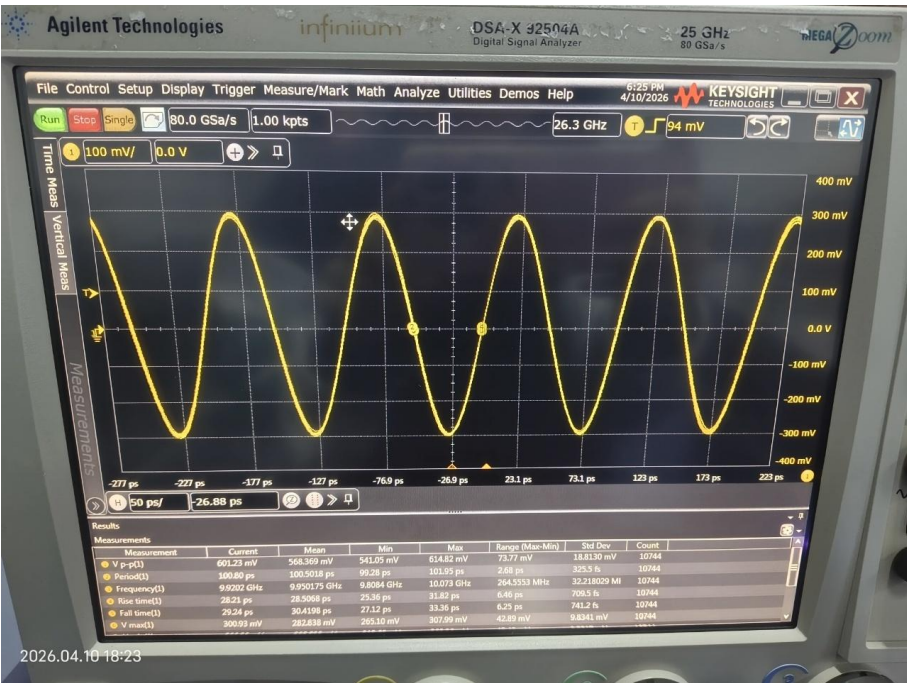


图 7.10.1

测量频率 9.950 GHz, $V_{pp} = 601.3$ mV, 高幅度输出, 波形完整。

7.11 【6.65 GHz】单频信号时域波形

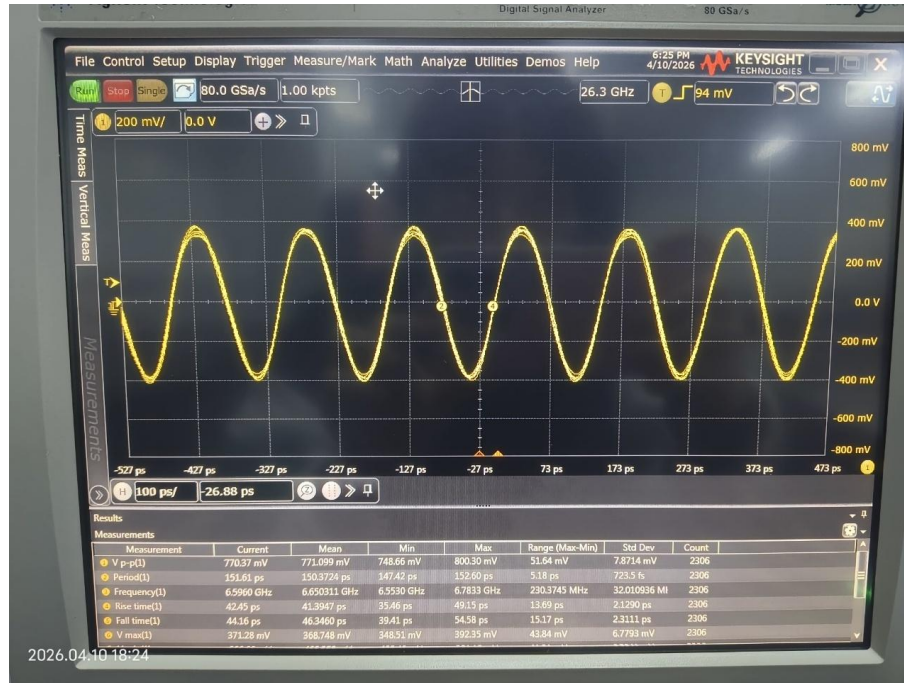


图 7.11.1

测量频率 6.660 GHz, $V_{pp} = 770.7$ mV, 周期 151.61 ps。高幅度输出, 信号质量优良。

7.12 混频包络信号

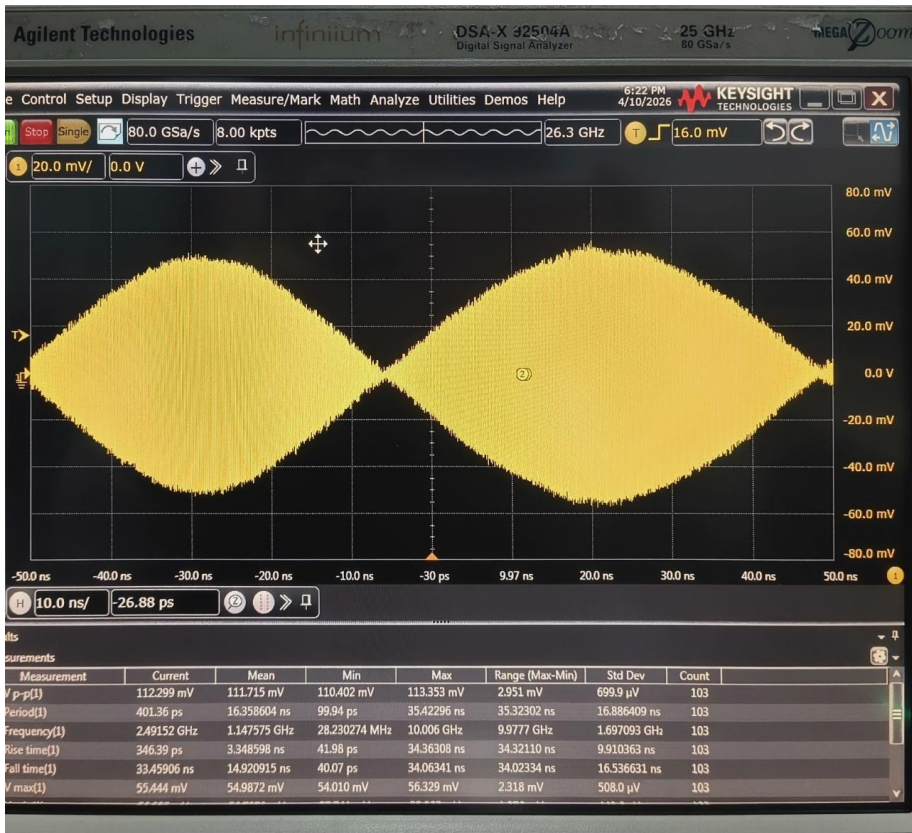


图 7.12.1

混频产物的时域包络。

7.13 【9.95 GHz】单频信号时域波形



图 7.13.1

测量频率 9.95 GHz，Vpp = 563.2 mV，周期 100.32 ps。接近设计频率，输出稳定。

7.14 【9.95 GHz】单频信号时域波形

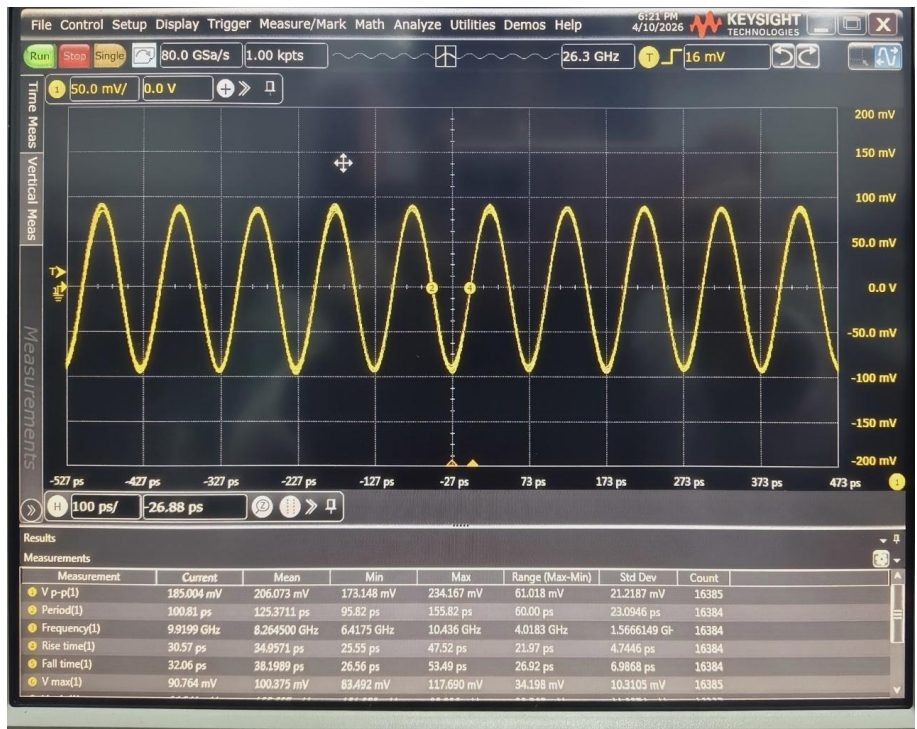


图 7.14.1

测量频率 9.95 GHz，Vpp = 185.0 mV，周期 100.81 ps。较低幅度的输出测量。

8. 测试总结

8.1 输出功率 (CH1 通道, 1000mV DC 输入)

频率	输出功率	备注
6.65 GHz	-0.82 dBm	宽带 Span 61.9MHz
7.15 GHz	-0.99 dBm	宽带 Span 50MHz
7.65 GHz	-0.1 dBm	宽带 Span 50MHz
9.05 GHz	-5 dBm	窄带 Span 92.6kHz
9.55 GHz	-5 dBm	窄带 Span 451kHz
10.05 GHz	-2.78 dBm	宽带 Span 5MHz
10.15 GHz	-2.69 dBm	宽带 Span 5MHz

8.2 输出功率 (CH2 通道)

频率	IF 输入	输出功率
6.65 GHz	1000 mV	-9.54 dBm
6.65 GHz	500 mV	-13.98 dBm
6.65 GHz	200 mV	-26.52 dBm
7.15 GHz	1000 mV	-9.99 dBm
7.15 GHz	500 mV	-14.41 dBm
7.65 GHz	500 mV	-14.34 dBm

9.05 GHz	1000 mV	-12.05 dBm
9.05 GHz	500 mV	-13 dBm
9.55 GHz	1000 mV	-12.47 dBm
10.05 GHz	1000 mV	-13 dBm
10.15 GHz	1000 mV	-12.87 dBm

8.3 混频效率

LO 频率	IF 频率	IF 幅度	输出功率	混频效率
10.15 GHz	10 MHz	500 mVpp	-18 dBm	中低
10.15 GHz	10 MHz	1000 mVpp	-13.25 dBm	中
10.15 GHz	25 MHz	1000 mVpp	-12.85 dBm	中

8.4 隔离度

测试项	测量值
LO 泄漏	-34.60 dBm
IF 泄漏	-97.22 dBm
本底噪声	-80 ~ -97 dBm

8.5 结论与建议

1. 输出功率: CH1 通道各频点输出功率在 -0.1 ~ -5 dBm 范围内, 6.65 GHz 为 -0.82 dBm, 7.65 GHz 为 -0.1 dBm (最佳), 10 GHz 频段约 -2.7 dBm, 9 GHz 频段约 -5 dBm
2. 频率精度: 各频点实测频率与设定频率偏差在 kHz 量级, 频率合成精度良好
3. CH2 通道: 输出功率在 -9.5 ~ -14 dBm 范围内 (1000mV 输入), 比 CH1 低约 10 dB。IF 输入幅度对输出功率影响明显, 200mV 输入时功率降至 -26.52 dBm
4. 混频效率: IF 输入幅度对混频效率影响显著, 10 MHz@500mVpp 输出 -18 dBm, 1000mVpp 时提升至 -13.25 dBm
5. LO 泄漏: LO 泄漏为 -34.6 dBm, 建议增加隔离措施改善
6. IF 隔离: IF 到 RF 的隔离度良好 (-97 dBm)
7. 时域信号: 示波器测量显示各频点输出波形清晰, 正弦信号纯度好, 无明显波形畸变