

AN12165

QN908x 射频评估测试指南

第 1 版 — 2018 年 5 月

应用笔记

文档信息

信息	内容
关键词	GFSK、BLE、RF、Tx 功率、调制特性、频率偏移和漂移、频率偏差、灵敏度、C/I 抑制。
摘要	本文档提供了 QN908x 射频评估测试的方法，用于评估 BLE 和 GFSK 应用的射频性能。



修订历史

版本号	日期	说明
0	2018 年 4 月	初版发布。
1	2018 年 5 月	修改了 BLE 射频测试的固件项目名称。

1. 介绍

本文档提供了用于 BLE 和 GFSK 应用的 QN908x MCU 的射频评估和认证测试。它包括测试设置、测试过程、设备和有助于构建性能测试的软件工具。射频评估测试用于评估 QN908x 射频性能。

整个测试案例是使用 QN908x DK 板完成的。关于 QN908x DK 板的更多信息，请参见 QN908x DK 用户指南（文档 [QN908x-DK](#)）。

由于 QN908x 为不同的应用提供了 BLE 和通用 GFSK，因此有不同的方法用于射频测试。散射参数测试包括以史密斯图表显示的回波损耗和阻抗。

2. 测试摘要

2.1 射频测试案例

射频测试包括 BLE DTM 测试、GFSK 射频测试和正常射频测试。

BLE DTM 测试包括 Tx 发射测试和 Rx 接收测试。

Tx 发射测试：

- Tx 输出功率（最大和平均功率）。
- 载波频率偏移和漂移。
- 调制特性（频率偏差）。
- Tx 的带内发射。

Rx 接收测试：

- Rx 敏感度。

GFSK 射频测试包括 Tx 发射测试和 Rx 接收测试。

Tx 发射测试：

- Tx 功率（最大和平均功率）。
- 载波频率偏移。
- 调制特性（频率偏差）。
- FSK 误差。
- Tx 带内发射。
- Tx 带外杂散。
- 相位噪声。

Rx 接收测试：

- Rx 敏感度。
- Rx 载波/干扰抑制。

2.2 测试设置

2.2.1 测试条件

- 芯片电源 $V_{cc}=3.0\text{ V}$ 。
- 晶体频率：16 MHz 或 32 MHz。
- 该测试在室温下进行。

2.2.2 设备清单

这是 BLE 和 GFSK 射频测试程序中使用的设备：

- 频谱分析仪。
- MXA 信号分析仪 (Keysight N9020B) 。
- 射频信号发生器 (Keysight N5182B) 。
- 网络分析仪 (Keysight E5080A) 。
- CMW270 无线通信测试仪/综测仪

2.2.3 测试射频电缆

QN908x 射频信号是由 DK 板上的走线射频连接器测试的。这个射频连接器是由村田公司制作的，有一个射频开关。有一个同轴连接器测试探针（零件编号 MXHQ87WJ3000）。MXHQ87WJ3000 的插入损耗约为 1.5 dB，在进行灵敏度和输出功率测试时必须考虑到这一点。

2.2.4 带扩展板的 RS232 接口

在使用 CMW270 仪器系统进行射频连接性 DTM 测试时，必须有一块扩展板来匹配从 UART 到 RS232 接口的信号电压水平。RS232 扩展板是由 QN908x DK 板通过连接器供电的。两块板的连接方式如图 1 所示。

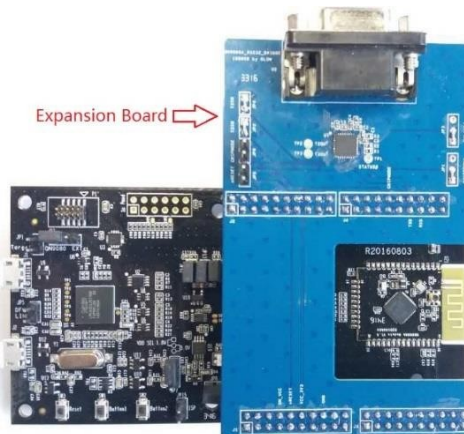


图 1. 带扩展板的 RF DTM 测试

3. BLE 的射频测试

3.1 Tx 测试

3.1.1 Tx 输出功率

Tx 输出功率是由 CMW270 设备在 DTM 模式下测量的。

测试方法：

- 使用 SDK 中的 “*hci-black-box*” 项目并将其下载到 EUT 上。
- 将 EUT 连接到 CMW270 设备，并将 CWM270 设置为环回模式。
- 选择 “TX 测量功率与时间” 选项。

测试结果：

- Tx 输出功率测试结果包括平均功率、峰值功率、峰值功率和平均功率之间的 delta 值以及泄漏功率。测试结果如图 2 所示。

TX Measurement Power vs. Time				
Statistics	Current	Average	Max	Min
Average Power [dBm]	-0.94	-0.94	-0.94	-0.96
Peak Power [dBm]	-0.65	-0.65	-0.61	-0.69
Peak Power - Average Power [dB]	0.29	0.29	0.33	0.26
Leakage Power [dBm]	-68.83	-70.13	-68.31	-72.26

Statistic Count	Out of Tolerance
100 / 100	0.00 %

图 2. Tx 输出功率

3.1.2 Tx 调制测量

Tx 调制是由 CMW270 设备在 DTM 模式下测量的。

测试方法：

- 使用 SDK 中的 “*hci-black-box*” 项目并将其下载到 EUT 上。
- 将 EUT 连接到 CMW270 设备，并将 CWM270 设置为环回模式。
- 选择 “TX 测量调制” 选项。

测试结果：

- Tx 调制测量测试包含频率精度、频率偏移和频率漂移的频率偏差 ($\Delta f1$ 和 $\Delta f2$)。其中，在 “00001111” 8 位子序列有效载荷下测试 Freq. Dev. $\Delta f1$ ，在 “10101010” 8 位子序列有效负载下测试 Freq. Dev. $\Delta f2$ 。测试结果如图 3 所示。

TX Measurement Modulation				
$\Delta f 2$ 99.9% [kHz]	225.6			
Statistics	Current	Average	Max	StdDev
Freq Accuracy [kHz]	-0.1	-0.2	-0.9	0.2
Freq Offset [kHz]	0.4	0.0	0.7	0.4
Freq Drift [kHz]	0.5	0.2	1.2	0.5
Initial Freq Drift [kHz]	0.1	0.2	0.9	0.2
Max Drift Rate [kHz/50 μ s]	0.4	0.0	-0.9	0.5
Statistics	Current	Average	Max	Min
Freq Dev $\Delta f 1$ avg [kHz]	NCAP	NCAP	NCAP	NCAP
Freq Dev $\Delta f 1$ min [kHz]	NCAP	NCAP	NCAP	NCAP
Freq Dev $\Delta f 1$ max [kHz]	NCAP	NCAP	NCAP	NCAP
Freq Dev $\Delta f 2$ avg [kHz]	227.9	227.8	228.3	227.2
Freq Dev $\Delta f 2$ min [kHz]	225.8	226.0	226.8	225.1
Freq Dev $\Delta f 2$ max [kHz]	229.4	229.5	230.4	228.8
Statistic Count	Out of Tolerance	Nominal Power		
100 / 100	0.00 %	-0.94 dBm		

图 3. Tx 调制测量

调制比平均 $\Delta f 2$ /平均 $\Delta f 1$ 是最小的测量频率偏差（平均 $\Delta f 2$ ）与最大的频率偏差（平均 $\Delta f 1$ ）的比率。这个结果不提供给 LE 编码的 PHY。

3.1.3 Tx 带内发射

Tx 带内发射是由 CMW270 设备在 DTM 模式下测量的。

测试方法：

- 使用 SDK 中的 “*hci-black-box*” 项目并将其下载到 EUT 上。
- 将 EUT 连接到 CMW270 设备上，并将 CWM270 设置为环回模式。
- 选择 “频谱 ACP” 选项，并选择 “所有通道” 或 “ACP+/-5 通道” 测量模式。

测试结果：

- Tx 带内发射扫描了所有的 LE 通道（它们被分析为 1-MHz 半通道，并以 2401 MHz, 2402 MHz, ..., 2480 MHz 为中心。）测试结果如图 4 所示。

Spectrum ACP		
Channel	Frequency [MHz]	Ptx [dBm]
---	2401.00	-71.42
0	2402.00	-71.57
---	2403.00	-71.55
1	2404.00	-71.49
---	2405.00	-71.37
2	2406.00	-71.68
---	2407.00	-71.93
3	2408.00	-71.82
---	2409.00	-71.70
4	2410.00	-71.41

Statistic Count: 6 / 6

Nominal Power: -0.90 dBm

No. Of Exceptions: 0

图 4. 所有通道的带内发射

Tx 带内发射扫描了 ACP +/-5 通道。测试结果如图 5 所示。

Spectrum ACP		
Relative Channel	Frequency [MHz]	Ptx [dBm]
-5	2430.00	-70.41
---	2431.00	-70.14
-4	2432.00	-70.37
---	2433.00	-70.05
-3	2434.00	-69.81
---	2435.00	-69.49
-2	2436.00	-68.90
---	2437.00	-68.55
-1	2438.00	-55.76
---	2439.00	-22.95
0	2440.00	-1.70
---	2441.00	-22.04
1	2442.00	-55.97
---	2443.00	-68.70
2	2444.00	-68.80
---	2445.00	-69.53
3	2446.00	-69.73
---	2447.00	-70.26
4	2448.00	-70.21
---	2449.00	-70.39
5	2450.00	-70.49

Statistic Count: 6 / 6

Nominal Power: -0.91 dBm

No. Of Exceptions: 0

图 5. 带内发射 ACP +/-5 通道

在测试结果中，相对信道号表示中心频率相对于当前射频频率的偏移，以 2 MHz 为单位。2 MHz 的值对应于 LE 频道的带宽。

3.2 Rx 测试

3.2.1 Rx 灵敏度

Rx 灵敏度是由 CMW270 设备在 DTM 模式下测量的。

测试方法：

- 使用 SDK 中的 “hci-black-box” 项目并将其下载到 EUT。
- 将 EUT 连接到 CMW270 设备上，并将 CWM270 设置为环回模式。

- 触发：自由运行。
 - 数字解调：
 - 调制格式：2-FSK。
 - 采样率：1 MHz。
 - 测量过滤器：无
 - 参考滤波器：高斯。
 - BT：0.5。
 - 选择并打开“FSK 测量时间 (IQ)”、“解调位”、“频谱”和“解调结果”测量窗口。
- 测试结果：
- Tx 输出功率的测量结果在“解调结果”栏中。[图 8](#) 显示了 GFSK 数据速率为 250 kbit/s 时的 Tx 输出功率测量结果。

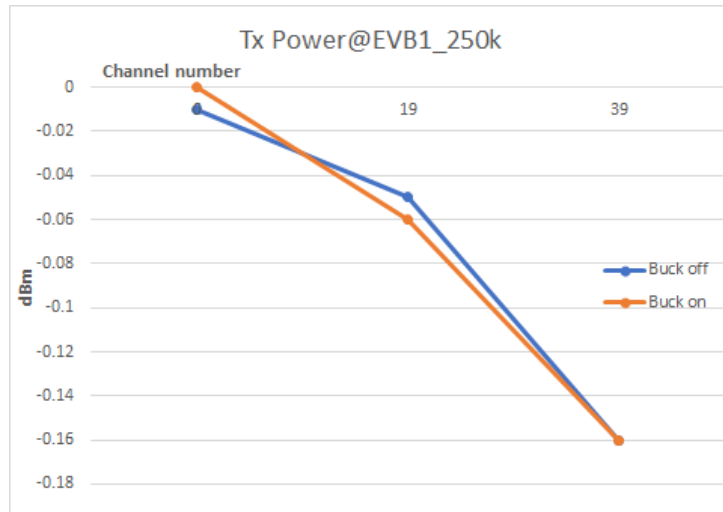


图 8. Tx 输出功率 @ 250 kbit/s

4.1.3 载波频率偏移

载波频率偏移是由 MXA 信号分析仪测量的。

测试方法：

- 使用“QN908x GFSK 测试”项目并将其下载到 EUT。
- 将 EUT 设置为带有调制信号的 Tx 连续模式。
- 将 N9020B 设置为矢量信号分析模式。
 - 触发：自由运行。
 - 数字解调：
 - 调制格式：2-FSK。
 - 采样率：1 MHz。
 - 测量过滤器：无。

– 参考滤波器：高斯。

– BT：0.5。

- 选择并打开“FSK 测量时间 (IQ)”、“解调位”、“频谱”和“解调结果”测量窗口。

测试结果：

- 载波频率偏移的测量结果在“解调结果”栏中。[图 9](#)显示了 GFSK 数据速率为 250 kbit/s 时的载波频率偏移测量结果。

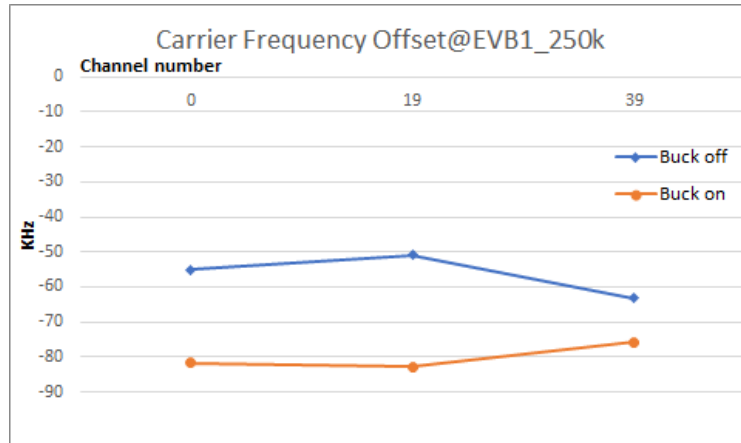


图 9. 载波频率偏移 @ 250 kbit/s

[图 10](#)显示了 GFSK 数据速率为 500 kbit/s 时的载波频率偏移测量结果。

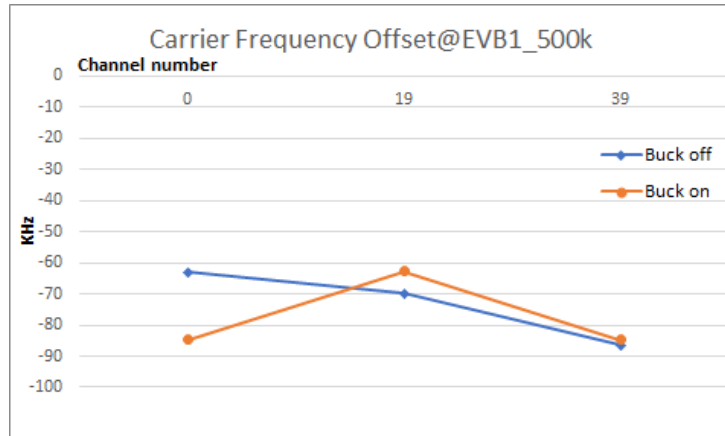


图 10. 载波频率偏移 @ 500 kbit/s

4.1.4 调制特性

频率偏差由负载为 0x0F 和 0xAA 的 MXA 信号分析仪测量。

测试方法：

- 使用“QN908x GFSK 测试”项目并将其下载到 EUT。
- 将 EUT 设置为带有调制信号的 Tx 连续模式。

- 将 N9020B 设置为矢量信号分析模式。
 - 触发：自由运行。
 - 数字解调：
 - 调制格式：2-FSK。
 - 采样率：1 MHz。
 - 测量过滤器：无。
 - 参考滤波器：高斯。
 - BT：0.5。
- 选择并打开“FSK 测量时间 (IQ)”、“解调位”、“频谱”和“解调结果”测量窗口。

测试结果：

- 频率偏差的测量结果在“解调结果”栏中。
- [图 11](#) 显示了在降压状态下 GFSK 数据速率为 250 kbit/s 时的频率偏差测量结果。

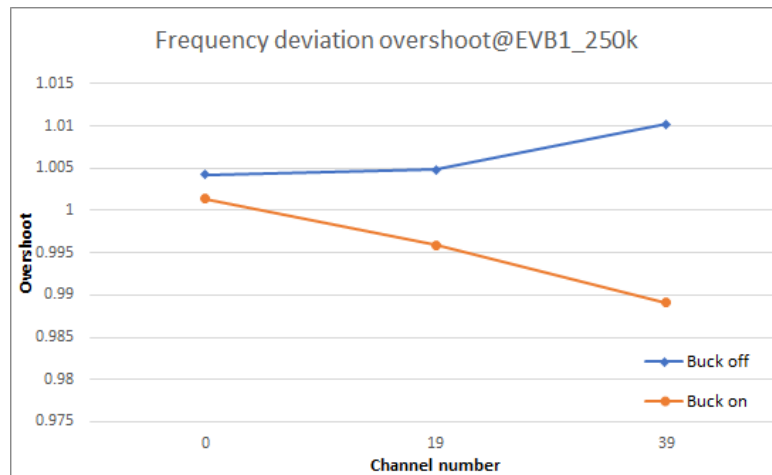


图 11. 降压时的频率偏差 @ 250 kbit/s

- 对频率偏差测试有一个定义，即 $\Delta f1$ 的有效载荷是 0x0F， $\Delta f2$ 是 0xAA。
- 调制比率应该是 (平均 $\Delta f2$ /平均 $\Delta f1$) ≥ 0.8 。

图 12 显示了 GFSK 数据速率为 250 kbit/s 时的调制比。

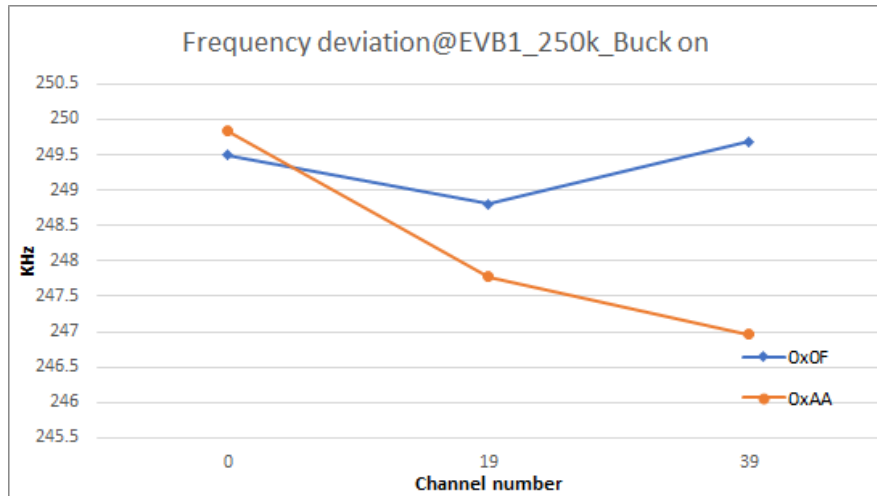


图 12. 频率偏差超调 @ 250 kbit/s

图 13 显示了 GFSK 数据速率为 500 kbit/s 时的频率偏差超调。

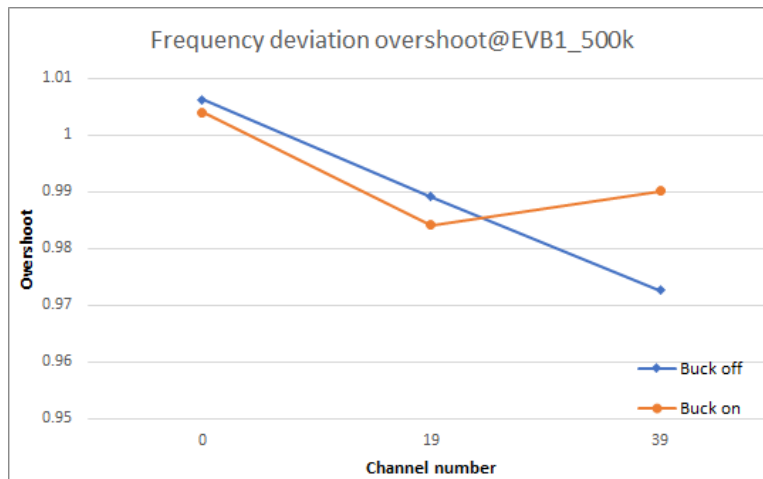


图 13. 频率偏差超调 @ 500 kbit/s

4.1.5 FSK 误差

FSK 是误差由 MXA 信号分析仪测量的。

测试方法：

- 使用“QN908x GFSK 测试”项目并将其下载到 EUT。
- 将 EUT 设置为带有调制信号的 Tx 连续模式。
- 将 N9020B 设置为矢量信号分析模式。
 - 触发：自由运行。
 - 数字解调：
 - 调制格式：2-FSK。
 - 采样率：1 MHz。
 - 测量过滤器：无。
 - 参考滤波器：高斯。
 - BT：0.5。
- 选择并打开“FSK 测量时间 (IQ)”、“解调位”、“频谱”和“解调结果”测量窗口。

测试结果：

- FSK 误差测量结果在“解调结果”栏中。
- [图 14](#) 显示了 GFSK 数据速率为 250 kbit/s 时的 FSK 误差。

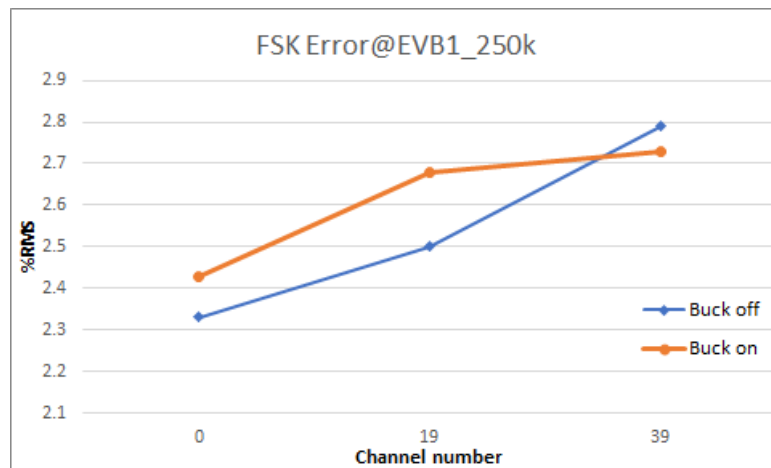


图 14. FSK 误差 @ 250 kbit/s

- [图 15](#) 显示了 GFSK 数据速率为 500 kbit/s 时的 FSK 误差。

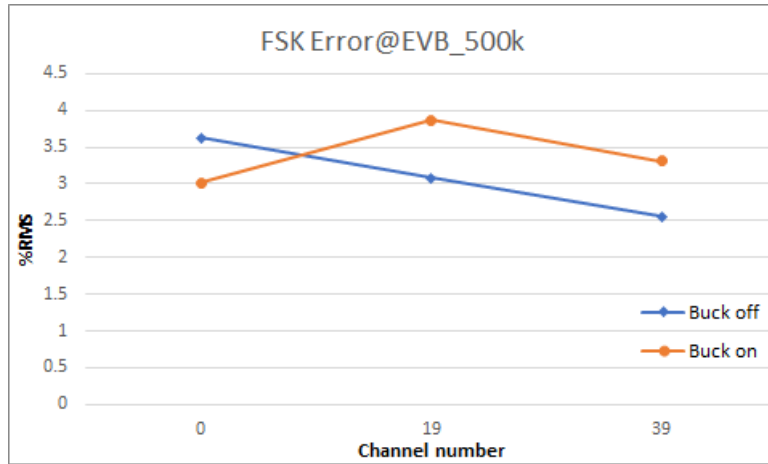


图 15. FSK 误差 @ 500 kbit/s

4.1.6 Tx 带内发射

Tx 带内发射是由 MXA 信号分析仪测量的。EUT 处于 2440 MHz 的突发发射模式下。

测试方法：

- 使用 “QN908x GFSK 测试” 项目并将其下载到 EUT。
- 将 EUT 设置为带有调制信号的 Tx 连续模式。
- 将 N9020B 设置为 BLE 带内发射模式。
 - 触发：自由运行。
 - 中心频率：2440 MHz。
 - 范围：81 MHz。
 - RBW：100 kHz。

测试结果：

- [图 16](#) 显示了 GFSK 数据速率为 250 kbit/s 时的 Tx 带内发射。

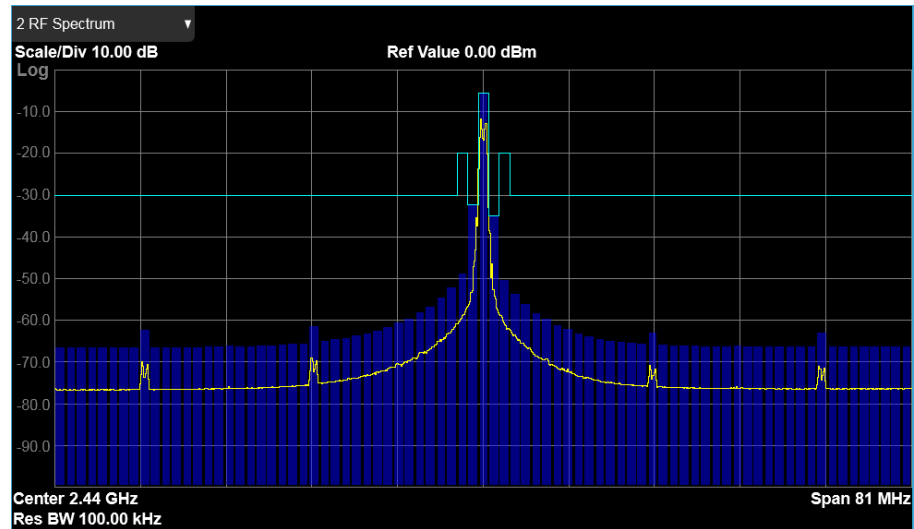


图 16. 降压时的 Tx 带内发射 @ 250 kbit/s

4.1.7 Tx 带外杂散

Tx 的带外杂散是由 MXA 信号分析仪的频谱分析功能测量的。EUT 的测试频率为 2426 MHz。

测试方法：

- 使用“QN908x GFSK 测试”项目并将其下载到 EUT。
- 将 EUT 设置为带有调制信号的 Tx 连续模式。
- 将 N9020B 设置为频谱分析仪模式。
 - 触发：自由运行。
 - 范围：30 MHz 到 12.75 GHz。
 - RBW：100 kHz (30 MHz – 1 GHz)，1 MHz (1 GHz – 12.75 GHz)。

测试结果：

- [图 17](#) 显示了 GFSK 数据速率为 250 kbit/s，频段为 30 MHz 至 1 GHz 的 Tx 带外杂散。

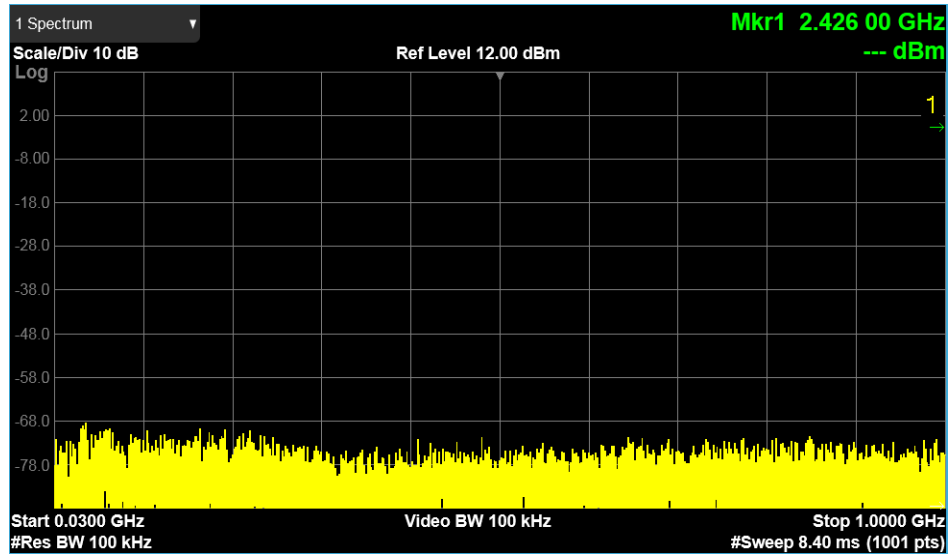


图 17. Tx 带外杂散 @ 250 kbit/s

- 图 18 显示了 GFSK 数据率为 250 kbit/s，频段为 1 GHz 至 12.75 GHz 的 Tx 带外杂散。

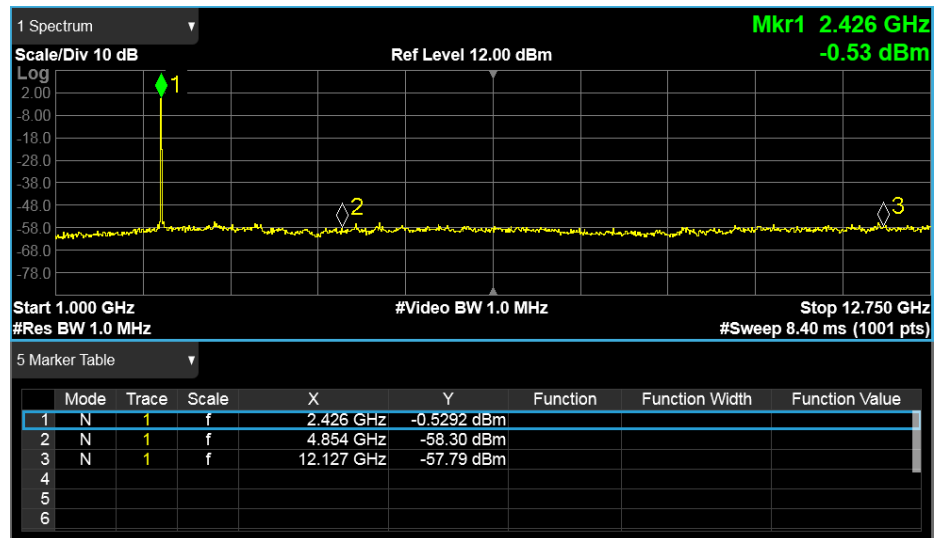


图 18. Tx 带外杂散 @ 250 kbit/s

4.1.8 Tx 相位噪声

Tx 相位噪声是由 MXA 信号分析仪测量的。EUT 的测试频率为 2426 MHz。

测试方法：

- 使用“QN908x GFSK 测试”项目并将其下载到 EUT。
- 将 EUT 设置为未调制信号的 Tx 连续模式。
- 将 N9020B 设置为相位噪声模式。
 - 触发：自由运行。
 - 开始偏移：1 kHz。
 - 停止偏移：10 MHz。

测试结果：

- [图 19](#) 显示了 GFSK 数据速率为 250 kbit/s 时的 Tx 相位噪声。

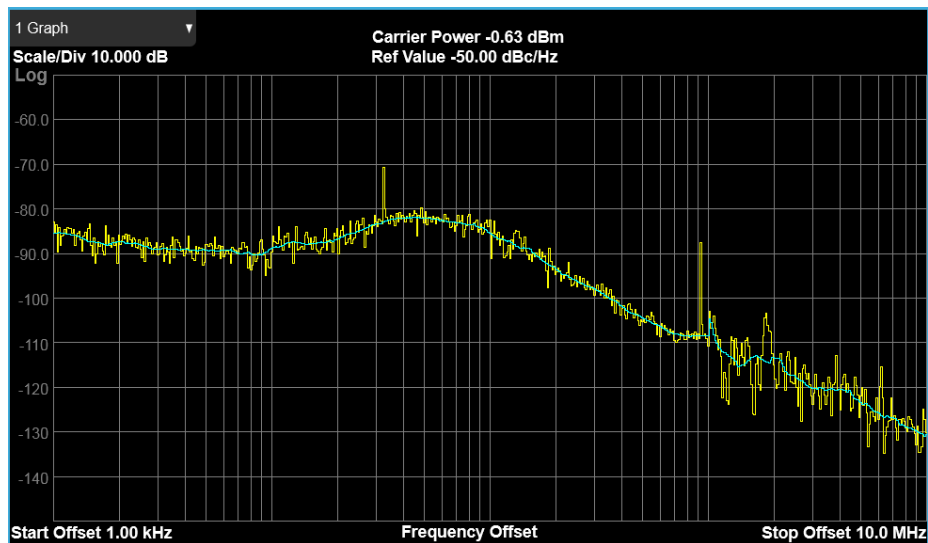


图 19. 相位噪声 @ 250 kbit/s

4.2 Rx 测试

4.2.1 测试设置

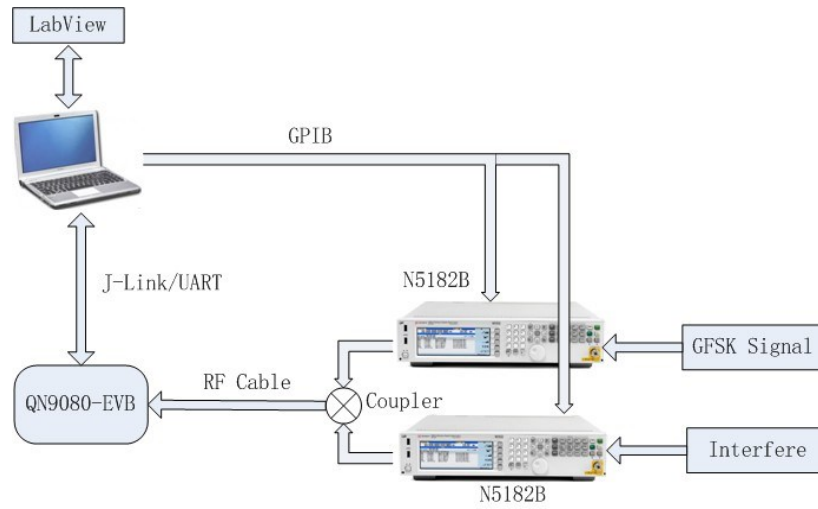


图 20. 使用 N5182B 的 GFSK Rx 灵敏度测试

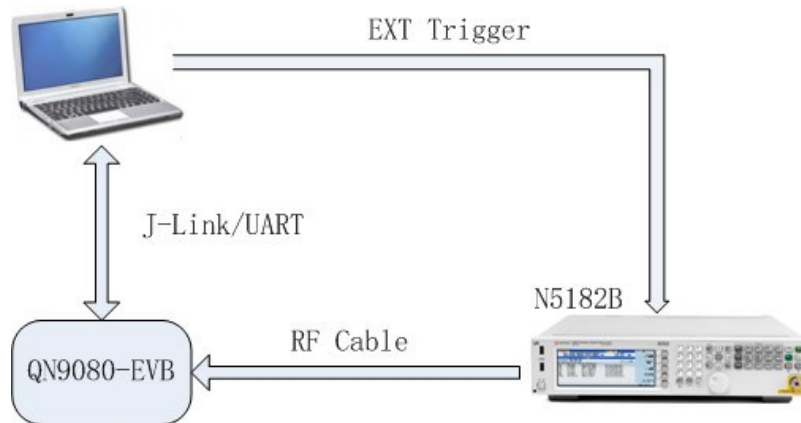


图 21. 用 N5182B 进行 GFSK Rx 干扰测试

4.2.2 Rx 灵敏度

Rx 的灵敏度是通过读取内部寄存器“VALID_PCK_NUM”的值来测量的，该寄存器是一个用于接收有效包的计数器。GFSK 信号在输出到 EUT 之前由射频发生器产生和调制。对于 250 kbit/s 和 500 kbit/s 的数据速率，其中一个源 GFSK 数据文件包含 50 个 GFSK 数据包。触发发生器 30 次，发送 1500 包，并计算 EUT 的 PER 率。标准是 1500 个包 30.8% 的丢失阈值。

测试方法：

- 使用 “QN908x GFSK 测试” 项目并将其下载到 EUT。
- 将 EUT 设置为不同数据速率 (250 kbit/s 或 500 kbit/s) 的 Rx 模式。
- 将 N5182B 设置为 ARB 模式。
 - 频率：2401 MHz (频道频率：1MHz)。
 - 振幅：-95 dBm (降低接收功率水平，直到达到 PER 阈值 30.8%，1500 个包)。
 - ARB 设置：
 - 波形：500 kbit/s 数据速率的 GFSK REP2 文件和 250 kbit/s 数据速率的 GFSK REP4 文件。
 - 采样率：8 MHz。
 - 触发：单一触发。
 - 触发源：EXT。

测试结果：

- Rx 灵敏度测试结果包含通道 0、通道 19 和通道 39 (三通道测试数据)。PER 率显示在 RFCOMM 软件中，Rx 灵敏度功率水平取自 N5189B。PER 率显示在图 22 中。

```

----- Rx test -----
Rx start
trigger 0 pck num is 40
trigger 1 pck num is 74
trigger 2 pck num is 111
trigger 3 pck num is 150
trigger 4 pck num is 184
trigger 5 pck num is 222
trigger 6 pck num is 255
trigger 7 pck num is 290
trigger 8 pck num is 327
trigger 9 pck num is 361
trigger 10 pck num is 400
trigger 11 pck num is 437
trigger 12 pck num is 477
trigger 13 pck num is 517
trigger 14 pck num is 553
trigger 15 pck num is 589
trigger 16 pck num is 628
trigger 17 pck num is 664
trigger 18 pck num is 701
trigger 19 pck num is 740
trigger 20 pck num is 779
trigger 21 pck num is 817

trigger 9 pck num is 361
trigger 10 pck num is 400
trigger 11 pck num is 437
trigger 12 pck num is 477
trigger 13 pck num is 517
trigger 14 pck num is 553
trigger 15 pck num is 589
trigger 16 pck num is 628
trigger 17 pck num is 664
trigger 18 pck num is 701
trigger 19 pck num is 740
trigger 20 pck num is 779
trigger 21 pck num is 817
error rate: 25.40%
total received pck num: 1119
  
```

图 22. Rx 灵敏度 PER 率

图 23 显示了 GFSK 数据速率为 250kbit/s 时的 Rx 灵敏度。

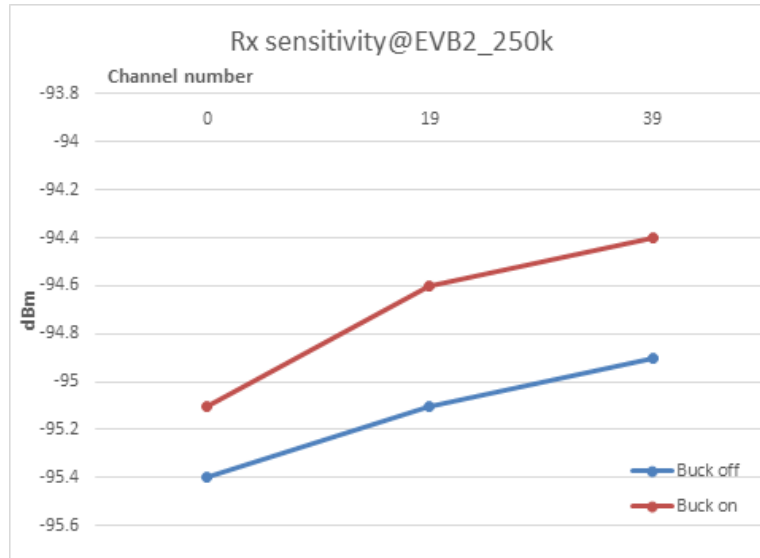


图 23. Rx 灵敏度测试 @ 250 kbit/s

图 24 显示了 GFSK 数据速率为 500 kbit/s 时的 Rx 灵敏度。

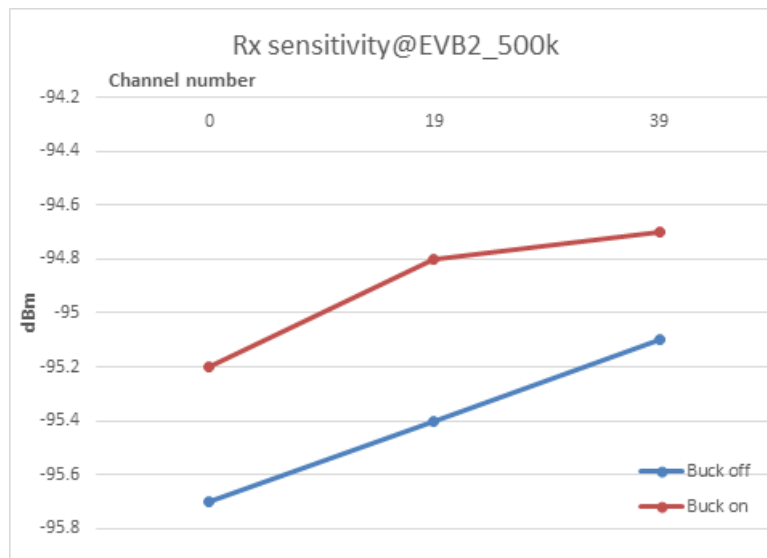


图 24. Rx 灵敏度测试 @ 500 kbit/s

4.2.3 Rx 载波/干扰抑制

Rx 载波/干扰抑制是由两个 N5182B 射频发生器测量的。一个发生器用于发送想要的 GFSK 信号，第二个发生器用于发送干扰信号。测试的通道是 2426 MHz。

测试方法

- 使用 “QN908x GFSK 测试” 项目并将其下载到 EUT。
- 将 EUT 设置为不同数据速率 (250 kbit/s 或 500 kbit/s) 的 Rx 模式。
- 将想要的 N5182B 信号发生器设置为 ARB 模式。
 - 频率：2425MHz (频道频率：1 MHz)。
 - 振幅：-67 dBm (所需信号功率被设置为-67 dBm)。
 - ARB 设置：
 - 波形：500 kbit/s 数据速率的 GFSK REP2 文件和 250 kbit/s 数据速率的 GFSK REP4 文件。
 - 采样率。8 MHz。
 - 触发：单一触发。
 - 触发源：EXT。
- 将干扰信号发生器 N5182B 设置为 ARB 模式。
 - 频率：2424 MHz (通道频率偏移=[fTx +/- n MHz] , n=1,2,3,4,5)。
 - 振幅：增加干扰信号的功率水平，直到达到 PER 阈值 30.8% , 1500 包。
 - ARB 设置：
 - 波形：500 kbit/s 数据速率的 GFSK REP2 文件和 250 kbit/s 数据速率的 GFSK REP4 文件。
 - 采样率：8 MHz。
 - 触发：单一触发。
 - 触发源：EXT , LabView 控制或手动操作。

测试结果：

- GFSK 数据速率为 250 kbit/s 的 Rx 载波/干扰抑制，如[图 25](#)所示。

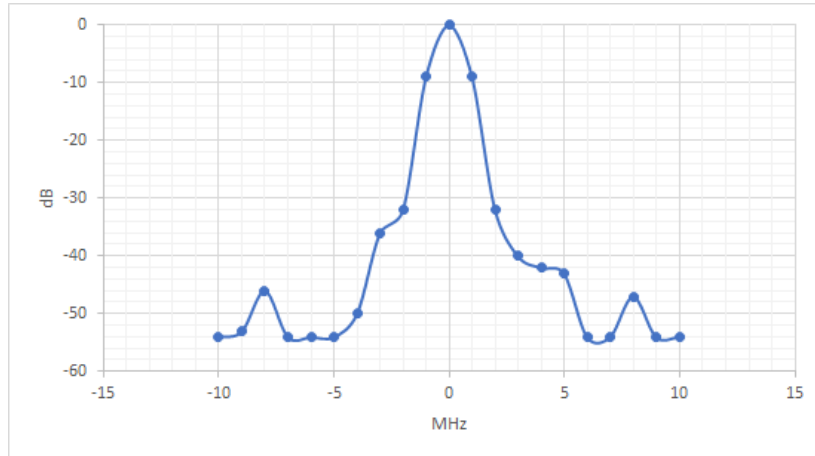


图 25. Rx 载波/干扰抑制测试 @ 250 kbit/s

在 GFSK 数据速率为 500 kbit/s 的情况下，Rx 载波/干扰抑制如图 26 所示。

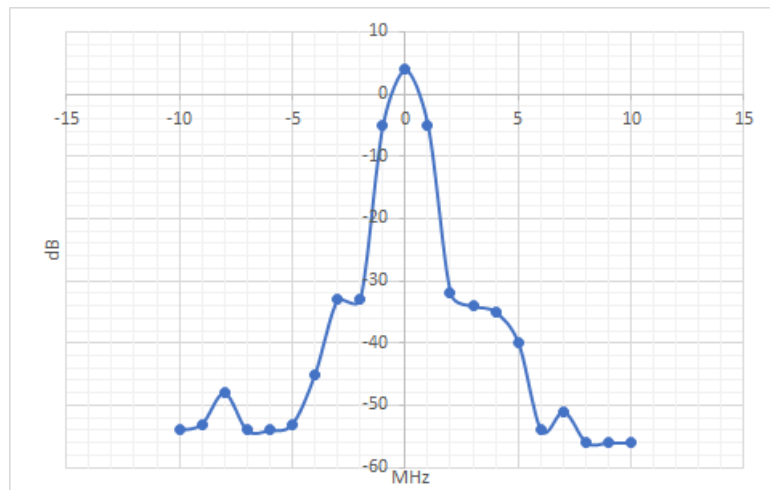


图 26. Rx 载波/干扰抑制测试 @ 500 kbit /s

5. 散射参数

5.1 测试设置

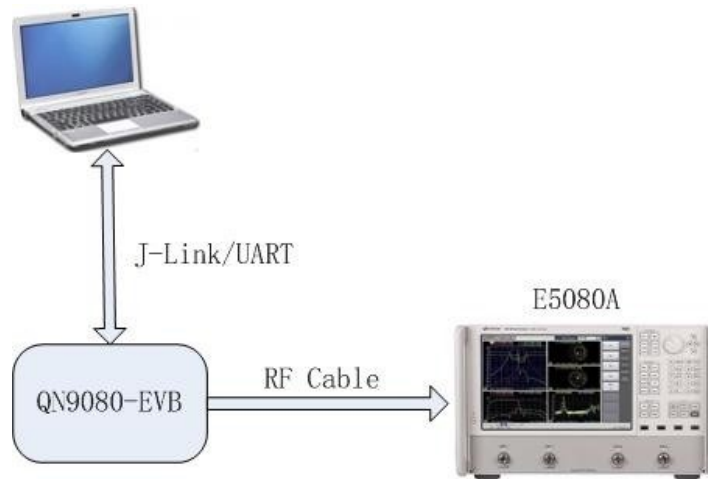


图 27. 带史密斯图表的 Rx 散射参数

5.2 RX 的散射参数

Rx 散射参数由 E5080A 网络分析仪测量。

测试方法：

- 使用“QN908x GFSK 测试”项目并下载到 EUT。
- 将 EUT 设置为 Rx 模式。
- 将 E5080A 设置为 S11 测量模式。
 - 频率：2 GHz 到 3 GHz。
 - 测量：S11。
 - 格式：史密斯图表。

测试结果：

- Rx 散射参数测试结果如图 28 所示。

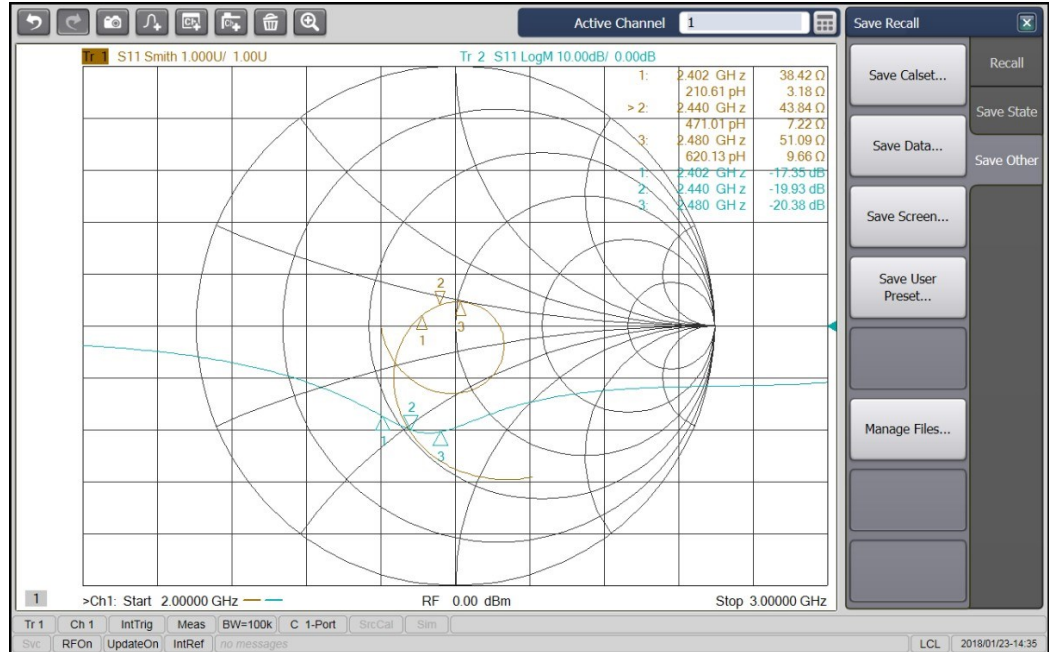


图 28. 带史密斯图表的 Rx 回波损耗

5.3 TX 的散射参数

Tx 散射参数由网络分析仪 E5080A 测量。

测试方法：

- 使用“QN908x GFSK 测试”项目并下载到 EUT。
- 设置 EUT 为 Tx 模式。
- 将 E5080A 设置为 S11 测量模式。
 - 频率：2 GHz 到 3 GHz。
 - 测量：S11。
 - 格式：史密斯图表。

测试结果：

- Tx 散射参数测试结果如图 29 所示。

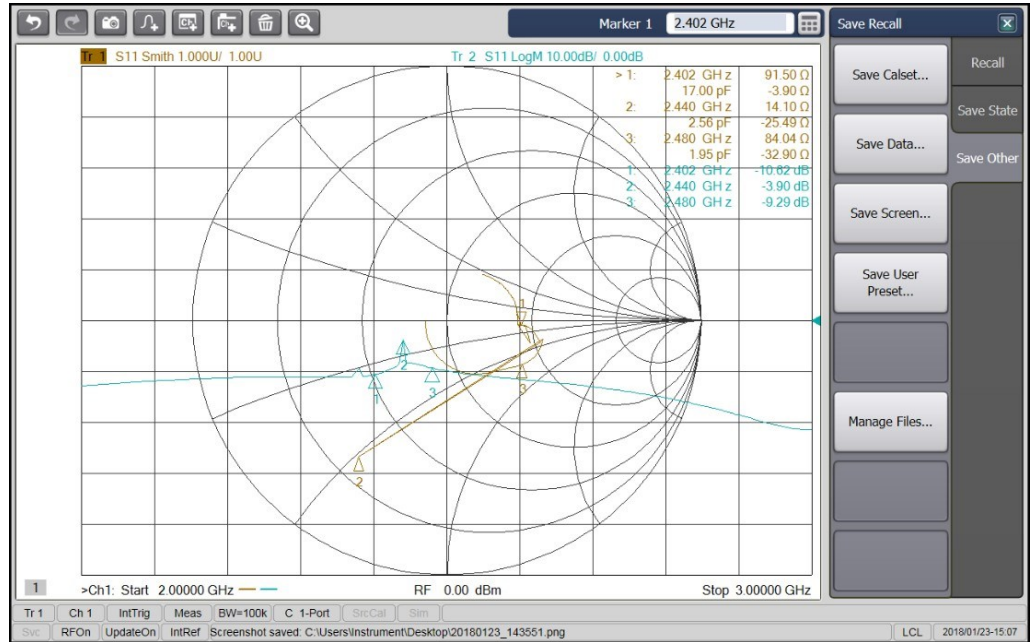


图 29. 带史密斯图表的 Tx 回波损耗

6. Legal information

6.1 Definitions

Draft — The document is a draft version only. The content is still under internal review and subject to formal approval, which may result in modifications or additions. NXP Semiconductors does not give any representations or warranties as to the accuracy or completeness of information included herein and shall have no liability for the consequences of use of such information.

6.2 Disclaimers

Limited warranty and liability — Information in this document is believed to be accurate and reliable. However, NXP Semiconductors does not give any representations or warranties, expressed or implied, as to the accuracy or completeness of such information and shall have no liability for the consequences of use of such information. NXP Semiconductors takes no responsibility for the content in this document if provided by an information source outside of NXP Semiconductors.

In no event shall NXP Semiconductors be liable for any indirect, incidental, punitive, special or consequential damages (including - without limitation - lost profits, lost savings, business interruption, costs related to the removal or replacement of any products or rework charges) whether or not such damages are based on tort (including negligence), warranty, breach of contract or any other legal theory.

Notwithstanding any damages that customer might incur for any reason whatsoever, NXP Semiconductors' aggregate and cumulative liability towards customer for the products described herein shall be limited in accordance with the *Terms and conditions of commercial sale* of NXP Semiconductors.

Right to make changes — NXP Semiconductors reserves the right to make changes to information published in this document, including without limitation specifications and product descriptions, at any time and without notice. This document supersedes and replaces all information supplied prior to the publication hereof.

Suitability for use — NXP Semiconductors products are not designed, authorized or warranted to be suitable for use in life support, life-critical or safety-critical systems or equipment, nor in applications where failure or malfunction of an NXP Semiconductors product can reasonably be expected to result in personal injury, death or severe property or environmental damage. NXP Semiconductors and its suppliers accept no liability for inclusion and/or use of NXP Semiconductors products in such equipment or applications and therefore such inclusion and/or use is at the customer's own risk.

Applications — Applications that are described herein for any of these products are for illustrative purposes only. NXP Semiconductors makes no representation or warranty that such applications will be suitable for the specified use without further testing or modification.

Customers are responsible for the design and operation of their applications and products using NXP Semiconductors products, and NXP Semiconductors accepts no liability for any assistance with applications or customer product design. It is customer's sole responsibility to determine whether the NXP Semiconductors product is suitable and fit for the customer's applications and products planned, as well as for the planned application and use of customer's third party customer(s). Customers should provide appropriate design and operating safeguards to minimize the risks associated with their applications and products.

NXP Semiconductors does not accept any liability related to any default, damage, costs or problem which is based on any weakness or default in the

customer's applications or products, or the application or use by customer's third party customer(s). Customer is responsible for doing all necessary testing for the customer's applications and products using NXP Semiconductors products in order to avoid a default of the applications and the products or of the application or use by customer's third party customer(s). NXP does not accept any liability in this respect.

Export control — This document as well as the item(s) described herein may be subject to export control regulations. Export might require a prior authorization from competent authorities.

Translations — A non-English (translated) version of a document is for reference only. The English version shall prevail in case of any discrepancy between the translated and English versions.

Evaluation products — This product is provided on an "as is" and "with all faults" basis for evaluation purposes only. NXP Semiconductors, its affiliates and their suppliers expressly disclaim all warranties, whether express, implied or statutory, including but not limited to the implied warranties of non-infringement, merchantability and fitness for a particular purpose. The entire risk as to the quality, or arising out of the use or performance, of this product remains with customer.

In no event shall NXP Semiconductors, its affiliates or their suppliers be liable to customer for any special, indirect, consequential, punitive or incidental damages (including without limitation damages for loss of business, business interruption, loss of use, loss of data or information, and the like) arising out of the use of or inability to use the product, whether or not based on tort (including negligence), strict liability, breach of contract, breach of warranty or any other theory, even if advised of the possibility of such damages.

Notwithstanding any damages that customer might incur for any reason whatsoever (including without limitation, all damages referenced above and all direct or general damages), the entire liability of NXP Semiconductors, its affiliates and their suppliers and customer's exclusive remedy for all of the foregoing shall be limited to actual damages incurred by customer based on reasonable reliance up to the greater of the amount actually paid by customer for the product or five dollars (US\$5.00). The foregoing limitations, exclusions and disclaimers shall apply to the maximum extent permitted by applicable law, even if any remedy fails of its essential purpose.

6.3 Licenses

Purchase of NXP <xxx> components

<License statement text>

6.4 Patents

Notice is herewith given that the subject device uses one or more of the following patents and that each of these patents may have corresponding patents in other jurisdictions.

<Patent ID> — owned by <Company name>

6.5 Trademarks

Notice: All referenced brands, product names, service names and trademarks are property of their respective owners.

<Name> — is a trademark of NXP Semiconductors N.V.

7. 目录

1.	介绍	3	6.3	许可	26
2.	测试摘要	3	6.4	专利	26
2.1	射频测试案例.....	3	6.5	商标	26
2.2	测试设置.....	4	7.	目录	27
2.2.1	测试条件.....	4			
2.2.2	设备清单.....	4			
2.2.3	测试射频电缆.....	4			
2.2.4	带扩展板的 RS232 接口.....	4			
3.	BLE 的射频测试	5			
3.1.1	Tx 输出功率.....	5			
3.1.2	Tx 调制测量.....	5			
3.1.3	Tx 带内发射.....	6			
3.2	Rx 测试.....	7			
3.2.1	Rx 灵敏度.....	7			
4.	GFSK 的射频测试	8			
4.1	Tx 测试.....	8			
4.1.1	测试设置.....	8			
4.1.2	Tx 输出功率.....	8			
4.1.3	载波频率偏移.....	9			
4.1.4	调制特性.....	10			
4.1.5	FSK 误差.....	13			
4.1.6	Tx 带内发射.....	14			
4.1.7	Tx 带外杂散.....	15			
4.1.8	Tx 相位噪声.....	17			
4.2	Rx 测试.....	18			
4.2.1	测试设置.....	18			
4.2.2	Rx 灵敏度.....	19			
4.2.3	Rx 载波/干扰抑制.....	21			
5.	散射参数	23			
5.1	测试设置.....	23			
5.2	RX 的散射参数.....	23			
5.3	TX 的散射参数.....	24			
6.	法律声明	26			
6.1	定义.....	26			
6.2	免责声明.....	26			

Be aware that important notices concerning this document and the product(s) described herein, have been included in the section 'Legal information'.