N4010A WLAN 系统测试操作指南

安捷伦科技应用技术工程师 于涛

N4010A 是一款通用的多制式无线连接测试仪,通过加载不同的选件,可完成蓝牙,WLAN 和 ZigBee 系统设备的射频指标测试,帮助您在研发,集成,验证和制造环境中完成相应的工作。

N4010A 中集成了矢量信号发生器和宽带信号分析仪,方便易用,并且配备多种按技术规范开发的软件工具,可帮助工程师实现 802.11 a/b/g/n 器件和模块发射机和接收机的测量。

本文详细介绍了使用 N4010A 进行 WLAN 802.11 a/b/g/n 系统手动测试的步骤,供大家参考。

1. 建立连接

WLAN 802.11 a/b/g/n 的信号播放和信号分析软件均运行于外置电脑中,因此在开始测试前,先要建立电脑与 N4010A 之间的通信连接。

1.1 启动 WLAN 测量软件

在开始->所有程序中运行 N4010A WLAN 测量软件 Virtual Front Panel。

💼 Agilent N4010A WLAN Test Suite	×	🛅 Example Programs	۲
💼 Agilent Signal Studio	×	😭 About Agilent N4010A WLAN Test Suite	
💼 Agilent 89600 VSA	×	👔 Agilent N4010A WLAN Test Suite Documentation	
🛅 Hewlett-Packard		💐 Virtual Front Panel	

图一 N4010A WLAN 信号播放及分析软件启动示意图

1.2 选择总线地址,建立连接

	Virtual F	ront Panel	
Format-Independent Measurement Instrument Control Demo Lo	s Power vs Time IQ Capture G ss Compensation OFDM Standards	Gated Spectrum DSSS s Measurements DSSS	Power Ramp Spectral Mask AWG Control (Standards Measurements OFDM Demod DSSS
Connection Instrumen t USB0::2391::4607::6B45	✓ Load Standard Files Use External 100012 Reference	4 Create Dispose	Port 1 Port 2
Select the instrument in the "Select Instrument" bu	he Instrument Explorer tree and tton. Ensure your IO Library i www.agilent.com/find/iosuite	d double click, or p is pre-configured.	ress (3)
LIXINI 72250 ASRL1 GOM (::INST) ASRL0 ASRL2 GOM (::INST) ASRL2 GOM (::INST) ASRL2 GOM (::INST) GM (:INST) GM (INST) GM (:INST) GM (:INST	0 0x0957 : 0x11FF : GB45140218 : 1N	STR)	Select Instrument Refresh Instrument List
			Cancel
图二 N4	010A WLAN 信号播放	放及分析软件	-电脑连接建立示意图

(1) 点击仪器总线及地址选择按钮....,弹出 "Choose an instrument..."对话框。N4010A 支持的总线有 GPIB 总线,LAN 总线,USB 总线,方便用户使用;

- (2) 在 "Choose an instrument..."对话框里选择总线及相应的地址;
- (3) 点击"Select Instrument"按钮;
- (4) 点击"Create"按钮。激活"Load Standard Files"选择框可在软件与仪器连接的过程 中将标准的 Segment 文件和相应的 Sequence 文件下载入仪表中;
- (5) 建立连接成功后,相应的界面如下图所示:



图三 连接建立成功示意图

2. 接收机测试

2.1 测试示意图

WLAN 802.11a,b,g Receiver Test



图四 接收机测试框图

如上图所示,在 WLAN 设备的接收机(比如说参考灵敏度测量项)测试过程中,首先要通过 WLAN 信号生成软件 Signal Studio 生成标准的或客户自定义的波形下载入 N4010A; 然后通过外置控制电脑(Control PC)分别控制 N4010A 发射波形、待测件接收波形,N4010A 和待测件之间的射频信号收发通过射频线缆或夹具完成;最后在控制电脑内计算 BER/FER/PER 参数,进行待测件接收机性能的评估。

2.2 建立 Signal Studio 与仪器的连接

用于编辑测试波形文件的 Signal Studio 安装在 PC 机上,用于编辑测试波形文件,并将 生成文件下载至 N4010A 中。下图所示为如何在 Signal studio 软件与 N4010A 之间建立连接。

Agilent Signal Studio for 802	2.11 WLAN	
File Plot Configuration Help		
Signar Configuration	Payload Setup	
Modulation: CCK -	🛿 Signal Generator IO Connection 🛛 💽 🗖	
Data Rate: 11(DSSS) 💌		
Preamble Long -	Connection: TCP/P	•
Scrambler: On	Configuration	Bytes
Pwr Ramp: Linear 💌	4 dames 455 1/1 110 225	8ytes
Cha	Address (150:141.110.250	
Idle Interval: 100 u		Frms
 Signal Generation Set 		
Oversampling Ratio: 4	Status:Succeed	
		es Edge
Filter Type: Gaussian		_ow
Signal Generator Co		
Frequency: 2.412 G	OK Cancel	
Calculate		

图五 Signal Studio 与电脑连接建立示意图

- (1) 选择 Configuration->N4010A I/O;
- (2) 选择总线类型;
- (3) 输入总线地址;
- (4) 点击"Check",进行仪表连接的确认,如果软件与仪表正确连接,则会返回"Succeed" 状态,点击 OK,进入波形设置窗口。

2.3 配置并下载波形文件

N4010A Signal Studio 的界面如下图所示:

Pot Configuration Help Signal Configuration GAM64 GMultipoint Setup Data Rate: 54 (OFDM) Multipoint Setup	Payload Setup ✓ MAC Header Setup ✓ MAC FCS Service Field: 0
Scrambler: On Interleaver Active	Data Type: 01s Data Length: 1024 Bytes Total Length: 1058 Bytes
Channel: 14 - 2484 MHz Idle Interval: 100 us Subcarrier Setup	Multiframe Control
Oversampling Ratio: 2 Mirror Spectrum Windowing Length: 2 Filter Type: Gaussian • bT: 0.5 Symb:	Signal Information Projected Length: 11200 Samples Event 1 Mkr: 1st Symbol, Rising Edge Event 2 Mkr: RF Blanking, Active Low
Signal Generator Configuration Fc: 2.484 GHz Amplitude:	Name: WLan Advanced

图六 Signal Studio 波形编辑界面

Signal Configuration

Channel: 按照 channel 编号选择需要测试的频点;

Preamble Format: OFDM 对应 802.11 a/g, DSSS 对应 802.11b, HT 对应 802.11n;

Data Rate: 选择需要测试的速率;

Modulation: 选择需要测试的调制方式;

Framed/Unframed: Framed 是以 burst 的方式突发, unframed 是连续发射。测试时应选用 Framed;

Idle Interval: 设置 frame 之间的发射间隔,以 100 至 200us 为宜; 其它设置可以保持默认值。

Payload Setup

选择 Payload Setup 区域的 setup 键,可看到如下图所示界面:

Frame Control	Duration/ ID	Address 1	Address 2	Address 3	Seq. Control	Address 4
0800	0000	FFFFFFFFFFF	00000000000	000000000000000000000000000000000000000	0000	00000000000
		🔽 Enable	🔽 Enable	🔽 Enable	🔽 Enable	🔽 Enable
		ОК	T.	Can	cel	

图七 MAC 地址编辑窗口

 Frame Control:
 设为 0800 或根据用户需求自定义;

 Duration ID:
 设为 0000 或根据用户需求自定义;

 Address 1:
 设为 FFFFFFFFFF 或根据用户需求自定义;

 其它设置可以保持缺省值。

Signal Generation Setup

设置可以保持缺省值。

Multiframe Control

Number of frames:设置一个波形文件中包含的 frame 的数目,以1为宜。

Signal Generator Configuration

Fc: 应与 channel 设置一致;Amplitude: 设置合适的发射功率;Name: 给生产的波形文件命名,例如 OFDM_54M。

设置完成之后即可选择 Download 将生成的波形文件下载至 N4010A 中。

2.4 将波形文件保存至非易失存储器

N4010A 内部有内存和硬盘两块存储区域,分别存储 Volatile 波形和 Non-volatile 波形。 其中 Volatile 波形存储于内存,是掉电易失波形,即仪表关机后会丢失; Non-volatile 波形存储于硬盘中,是掉电非易失波形,即仪表关机后仍能保存在仪表内。

N4010A 进行播放的波形是从内存中读取的,即 Volatile 波形。为了防止波形丢失,我 们需要将波形文件保存至非易失存储器即硬盘内。

在 N4010A Virtual Front Panel 中选择 AWG Control 页,出现如下界面:

Virtual F	Front Panel
Instrument Control Demo Loss Com DSSS Demod IIn Demod Format-Indepe Spectral Mask AWG Control Calibrat	pensation OFDM Standards Measurements DSSS Standards Measurements OFDM Demod ndent Measurements Power vs Time IQ Capture Gated Spectrum DSSS Power Ramp ion Data
Ouptut Stttings Output Fower (dBm -75 Offset freq Ofz): 0	Seguences Vol. Seg WV Seg Vol Marker WV (Get List Load CSV Delete
High power mode Adjust Free Space Vol Seg: 264332288 NV Seg: 200704	Load Save Copy -> NV Delate Flay
Vol Mar: 66083072 NV Mar: 200704 Sequence: 200704	Play OFIM Play RSS 607Pm JFSK 1000 SEQ 907Pm JFSK 1000 SEQ 907Pm JFSK 1000 SEQ 1105S 0CK 1024 SEQ Play Custom 40 MHz 1607Pm JFSK 1000 SEQ 2407Pm JFSK 1000 SEQ 3007Pm JFSK 1000 SEQ 3007Pm JFSK 1000 SEQ
Operations	11105S2_10248 12048 12011

图八 AWG 界面图

依次执行如下操作:



图九 保存非易失文件示意图

- (1) Get list,刷新波形列表;
- (2) 选中要被保存的波形;
- (3) 点击 Copy->NV,完成波形保存。

2.5 制作 sequence 文件

N4010A 的波形按照播放方式分为两类: Segment 和 Sequence。

其中 Segment 就是我们在 2.3 节中配置并下载入仪表的一个波形文件,而 Sequence 是由若干个 Segment 首尾相连组成的一个波形文件。两者的区别是 Segment 波形播放时,只要我们不手动停止,波形就会不停的播放,而 Sequence 波形播放时,在重复播放了一定的次数后,波形就不再播放了。

在实际的生产测试过程中,一般用的都是 Sequence 波形播放方式,播放的次数一般为 1000,即 1000 个 Segment 组成一个 Sequence 文件。

下面我们来描述如何制作 Sequence 文件。



图十 Sequence 文件制作示意图

- (1) 选中一个 Segment 文件;
- (2) 输入 Sequence 文件包含 Segment 文件的个数;
- (3) 点击 Make Seq;
- (4) 输入 Sequence 文件的文件名, 然后保存;
- (5) Load 第(4) 步里保存的 Sequence 文件;
- (6) 在 Sequence 文件列表里查看文件名。

2.6 播放 sequence 文件

nie Help			
	Agilent N40	10A WLAN Test Harness	
In a start of the			
Frequency 241200000 3 MirrorFrequen False	Format-Independent Measurements Gated Sp	ectrum DSSS Spectral Mask DFDM Spectral Mask AV	VG Control
PowerRange 0	Ouplut Settings	Segments	Sequences
UeeAlternateS False	Dutruit Power (dBm): -76 4	Vol. Seg NV Seg Vol Marker NV Narker	
Instrument Information	Control Leaves (Control - Control -		Load Cet List
DriverVersion V3.0.1 Beta	Offset freq (Hz): 0	Get List	Deinte
InstrumentFilm A 03 00.01 InstrumentMar Adject Technologies	Hich power mode Adapt		Select
InstrumentMoc N4010A		Load Save	(Comment Comment
InstrumentOpt True	Free Space	Conv.o.NV Delete	Saled DSSS
InstrumentOpt True	1015-0		Sel Datan 40 MHz
InstrumentOpt Tiue	Vol beg	- 17 m	Concernent in the second
InstrumentOpt True	rev aeg.	ritig	
InstrumentOpt True	14.1 Marc	Play OFDM Play DSSS	SOFUM_BPSK_10008.SEQ
InstrumentSen GB44280107	Mar Mar		11DSSS CCK 10248.SEG
	TEV PILL.		120 FDM_QP SK_1000B.SEQ
Instrument state	6	PayCustom 42 MHz	180FDM_GPSK_1000B_SEQ
Calibration/Vest False	Sequence:		240FDM_16QAM_1000B_SEQ
			350FDM_15LAM_1000B_5EQ
Measurement attributes	Update	11DSSS_CCK_10248.WF1	SAOFOM BAGAM 1000B SEG
FramesUsed 1		180EDM_0PSK_1000B_WE1	SB00TEST.SEQ
MaxPacketLer 0.00097		240FDM_160AM_1000B.WF1	
MaxSymbols U 16		360FDM_16QAM_1000B.WF1	
WindowType Gaussian		480FDM_64QAM_1000B.WF1	
Misc		S4OFDM 64QAM 1000B WF1	
Nessurement 2		BOFOM BESK 1000B/WF1	
Outputs	0	DAMP TEST WEM	
TTLOutest Low	Operations	SINE TEST WEN	
TTLOutest0 Low	CW Toxe		
TTIOuteut1 Law	CHINE		
TTIO dead? Law			
TTIOutrat2 Low			
Triangles			
Trianer Delev. 0	3000		
Triangle beloy of			Meke Sequence
inggerneicon ic-Us			
TriggerLevel 0.02			Iteration Count: 1000
inggerscyle magLevel			
CalibrationNeeded ndicates whether the instrument			Make Seq

图十一 Sequence 文件播放示意图

- (1) 在 Segment 文件列表中确保相对应于待播放的 Sequence 文件的 Segment 文件被正确 加载;
- (2) 选中待播放的 Sequence 文件;
- (3) 设置正确的中心频点;
- (4) 设置正确的射频信号功率值;
- (5) 设置正确的采样速率(点击 Select OFDM 或 Select DSSS 会自动设置正确的采样速率 值);
- (6) 根据待播放的波形,选择合式的调制方式,OFDM 对应于 802.11a/g, DSSS 对应于 802.11b;
- (7) 点击 Trigger, 触发波形输出。

3. 发射机测试

3.1 测试示意图



WLAN 802.11a,b,g Transmitter Test

图十二 发射机测试框图

如上图所示,在 WLAN 设备的发射机(比如说发射功率,误差矢量幅度 EVM 等测量项)测试过程中,首先要通过待测件的驱动程序控制待测件发射信号,待测件输出的射频信号通过射频线缆或夹具输入至 N4010A;然后通过控制总线(LAN,GPIB,USB)将 N4010 采样后的数据送至安装于电脑中的信号分析软件 89601 / 89607 / Virtual Front Panel 中进行分析。

我们以 Virtual Front Panel WLAN 信号分析软件为例,说明如何进行 WLAN 系统发射机的测试。

3.2 建立 Virtual Front Panel 与仪器的连接

请参考第1.2节中的内容。

3.3 DSSS 802.11b 信号分析

3.3.1 测试设置

如下图所示,在进行射频信号分析前,必须进行正确的仪表设置:

Ξ	Input control					
	Frequency	2412000000				
	MirrorFrequency	False				
	PowerRange	0				
	UseAlternateSync:	False				
	图十三 N40104	A Input control 设置界面				
	🗆 🖩 easurement at t	tributes				
	FramesUsed	1				
	MaxPacketLength	0.00097				
	MaxSymbolsUsed	16				
	PrimaryRFPort	FrontPanel				
	WindowType Gaussian					
图	— 日十四 N4010A Mea	surement attributes 设置界面				

Ξ	Triggering	
	TriggerDelay	0
	TriggerHoldoff	1E-06
	TriggerLevel	0.02
	TriggerStyle	MagLevel

图十五 N4010A Triggering 设置界面

N4010A 带有 Autorange 功能,可以根据输入信号的特性,自动调节 Power Range, Trigger Level, Max Packet Length, Max Symbol Used 等参数,方便客户使用。

Autorange 的使用非常简单,主要分为三步:

Autorange		Autorange	
Power Range (dBm):	Guard Interval Ila/g I	Power Range (dBm): (2) 17	Guard Interval 11a/g 11n/20MHz
Trigger Level (V):	C Long	Trigger Level (V): 0.12589	3 Cong
Max Packet Length (s):	C Short	Max Packet Length (s): 0.00096	47 C Short
Max Symbols Used:	Se	Max Symbols Used:	(3) Set

图十六 Autorange 使用方法示意图

- (1) 根据输入信号的类型,点击 11 b, 11a/g, 11n/20MHz, 11n/40MHz 四个按钮中的一个;
- (2) N4010A 会根据输入信号的特性,自动计算设置参数值;
- (3) 点击 Set 按钮, 激活自动设置参数值。

3.3.2 DSSS 信号 Carrier Suppression, Frequency Error, EVM 测试

Instrument Control Dem	o Loss Compensation OFDM Sta	andards Measurements	DSSS Standards	Measurements	OFDM Demod
Carrier Suppression		Frequency	Error		
26.92 dB	Min: 24.3	-18.489	ppm	Min: -18	. 518
	Max: 27.13			Max: -18	. 481
10 Force Mul	ti Force Once Init	10	Force Multi	Force Once	Init
EVM					
13.83 % RMS	Min: 13.83				
ModuLatio n: CCK11	Max: 14.14				
10 Force Mul	Lti Force Once Init				

图十七 DSSS 标准测量项界面

- 选中 DSSS Standard Measurement 选择框; (1)
- (2) 点击 Force Multi, Force once 或 Init 按钮进行测量,其中 Force Multi 是进行连续多次 测量,测量在次数由左边的数字输入框决定(默认是 10), Force Once 是进行单次测 量, Init 是初始化测量。

3.3.3 DSSS 信号解调测试

DSSS Demod 11- David Researcher To david H			TO Custome	Citra	S
DSSS Demod 11n Demod Format-Independent M Burst Goo ✓ EVM: 14.115% RMS Peak EVM: 58.146% (over 1k chips) Freq Err: -44677 Hz IQ Offset -34.92 dB Bit Rate Dsss11Mbps Mod Type: CCK11 Chip Clk Er -18.538 ppm Hdr Stat Okay Mac Stat Okay Mac Stat Okay Mac Stat Okay Mac Stat Okay	Gated Power Gated Power Left Time O Right Tim 11 Power: Equalization Type Normal Enhanced	zs Time E-08 -42.0 Refer © Gau © Ra:	IQ Capture	Gated Type	Spec
10 Force Multi			I	init)

图十八 DSSS 解调测量项界面





DSSS 信号频谱辐射模板测试 3.3.5



图二十 DSSS 信号频谱辐射模板测量项界面

3.3.6 非标准测试

非标准测试是一些独立于特定调制方式(OFDM/DSSS)的测量项。 在进行 CW Frequency Offset 测量项的测量时,待测件需要发射连续波信号。

DSSS Demod 11n Demod Format-Independent Measurements Fower vs Time IQ Capture Gated Spectrum DSSS Power Ramp

Power 18.17 dBm dBm Bandwidth © 22MHz © 40MHz © 0n © 0ff	Multi-Step Power Messurement Interval: Measurement Time Period: Num Steps:		250 300 5 +	μs μs	
	Index	Result			
	0	18.11796			
	1	18.1454			
	2	18.1634			
10 Force Multi Init	3	12.28115			
	4	18.15015			
CW Frequency Offset					
564.17 Hz Nin: 546.65					
Mex: 573 57					
	10	Force Multi		Init	
Force Multi					

图二十一 非标准测量项界面

3.4 OFDM 802.11a/g 信号分析

3.4.1 测试设置

与 DSSS 信号的设置类似,请参考第 3.3.1 节。

3.4.2 OFDM 信号 Center Frequency Leakage, Frequency Error, EVM, Spectral Flatness 测试



图二十二 OFDM 标准测量项界面

3.4.3 OFDM 信号解调测试



图二十三 OFDM 解调测量项界面



3.4.4 OFDM 信号频谱辐射模板测试

图二十四 OFDM 频谱辐射模板测量项界面

3.4.5 非标准测试

DSSS Demod 11n Demod Format-Independent Measurements Power vs Time IQ Capture Gated Spectrum DSSS Power Ramp

Power	dBm Peak Power On © Off	Multi-Step Power Measurement Interval: Measurement Time Period: Num Steps:		250 300 5 ÷	μs μs
		Index	Result		
		0	10.95237		
		1	10.59066		
		2	7.632133		
10 Force Multi	Init	3	5.214599		
		4	9.538411		
CW Frequency Offset	Min: 686.89				
	Max: 1046.54				
10 Force Multi	Init	10	Force Multi		Init

图二十五 非标准测量项界面