

WiFi 装备测试交流

汪宇翔

www.huawei.com

目录

- 第一章 **WIFI 介绍**
- 第二章 WIFI 射频指标介绍
- 第三章 机顶盒产品产线 WIFI 校准及测试
- 第四章 注意事项

IEEE 802.11 与 Wi-Fi

- 1990 年 IEEE 802 标准化委员会成立第 11 个工作组，即 IEEE 802.11 WLAN (Wireless Local Area Network) 标准工作组。1997 年发布了首份物理层标准。
- 802.11 有不少称谓，例如无线以太网（Wireless Ethernet），强调其与传统有线以太网（802.3）之间的血缘关系；Wi-Fi（Wireless Fidelity）是目前比较热门的名字，Wi-Fi 是 Wi-Fi 联盟所推广的互用性认证计划。联盟本身是由 802.11 设备厂商组成的商业组织，包括贸易协会、测试机构及标准制定机构。
- 随着 WLAN 的发展，其标准也经历了一个快速发展的过程。802.11a、802.11b、802.11g、802.11n 已经成为主流的 WLAN 标准，并为众多厂商所采用。
- 目前主流芯片厂商：Ralink、Atheros、Broadcom、Realtek（新兴厂家）

Wi-Fi Certification

Wi-Fi® Interoperability Certificate

Certification ID: 24567832AP



This certificate represents the capabilities and features that have passed the interoperability testing governed by the Wi-Fi Alliance.
Detailed descriptions of these features can be found at www.wi-fi.org/certificate

Certification Date: February 14, 2004
Category: Access Point
Company: Name of Company
Product: Wireless LAN Access Point/Router Model#EX1010
Model/SKU #: EX1010

This product has passed Wi-Fi certification testing for the following standards:

IEEE Standard	Security	Quality of Service	Public Access
802.11a 802.11b 802.11g 802.11n	WPA - Personal WPA - Enterprise WPA2 - Personal (802.11i) WPA2 - Enterprise (802.11i)	WME (802.11e EDCA profile) WMM (802.11e HCCA profile)	
Regulatory 802.11d 802.11h	Supplicant EAP-TLS EAP-TTLS/MSCHAPv2 EAP-TTLS/PAP PEAPv0/EAP-MSCHAPv2 PEAPv1/EAP-GTC PEAPv1/EAP-MD5 EAP-SIM Authentication Server EAP-TLS EAP-TTLS/MSCHAPv2 EAP-TTLS/PAP PEAPv0/EAP-MSCHAPv2 PEAPv1/EAP-GTC PEAPv1/EAP-MD5		

For more information: www.wi-fi.org/certified_products



Certificate is optional in package

Logo on product packaging (mandatory)

802.11a/b/g/n 比较

Item	802.11b	802.11a	802.11g	802.11n
Standard Approved	Sept. 1999	Sept. 1999	June.2003	Sept.2009
Available Bandwidth	83.5 MHz	300 MHz	83.5 MHz	83.5/300 MHz
Frequency Band of Operation	2.4 GHz	5 GHz	2.4 GHz	2.4/5 GHz
# Non-Overlapping Channels (US)	3	24	3	3/24 20 MHz channels
Data Rate per Channel	1 – 11 Mbps	6 – 54 Mbps	1 – 54 Mbps	1 –600 Mbps
Modulation Type	DSSS, CCK	OFDM	DSSS, CCK, OFDM	DSSS, CCK, OFDM, MIMO

目录

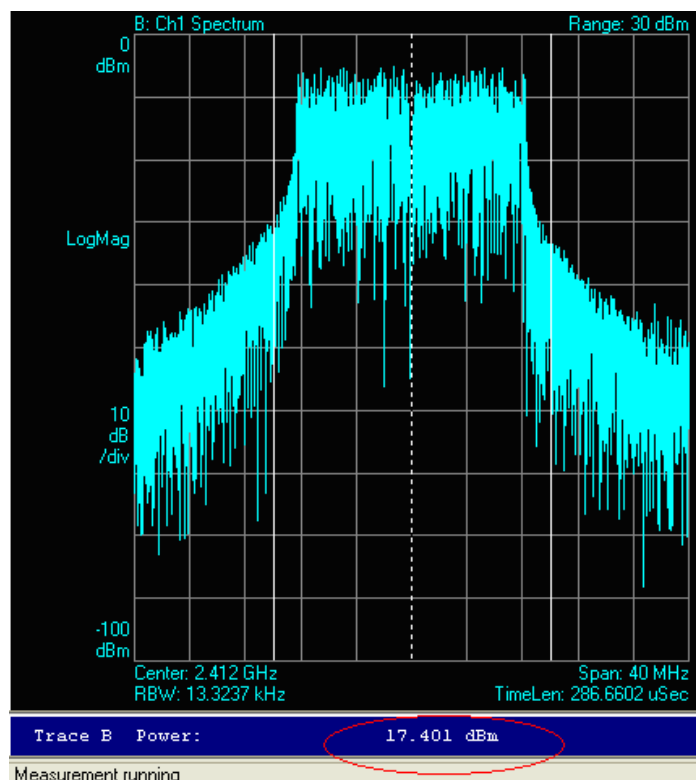
- 第一章 WIFI 介绍
- 第二章 **WIFI 射频指标介绍**
- 第三章 机顶盒产品产线 WIFI 校准及测试
- 第四章 注意事项

WIFI 射频指标介绍

- 发射功率 (Transmit power)
- 发射频谱模板 (Transmit spectrum mask)
- 中心频率误差 (Transmit center frequency tolerance)
- 误差矢量幅度 (Error Vector Magnitude)
- 中心频率泄漏 (Transmit center frequency leakage)
- 频谱平坦度 (Spectral flatness)
- 功率上升下降时间 (Transmit power-on and power-down ramp)
- 接收灵敏度 (Receiver minimum input sensitivity)
- 最大接收电平 (Receiver maximum input level)
- 接收邻道抑制 (Adjacent channel rejection)
- 接收非邻道抑制 (Non-adjacent channel rejection)

射频基本指标

➤ 发射功率 (Transmit)



$$P = A + G + 10 \log (1/X)$$

P: 等效全向辐射功率

A: 平均传导发射功率

G: 天线增益

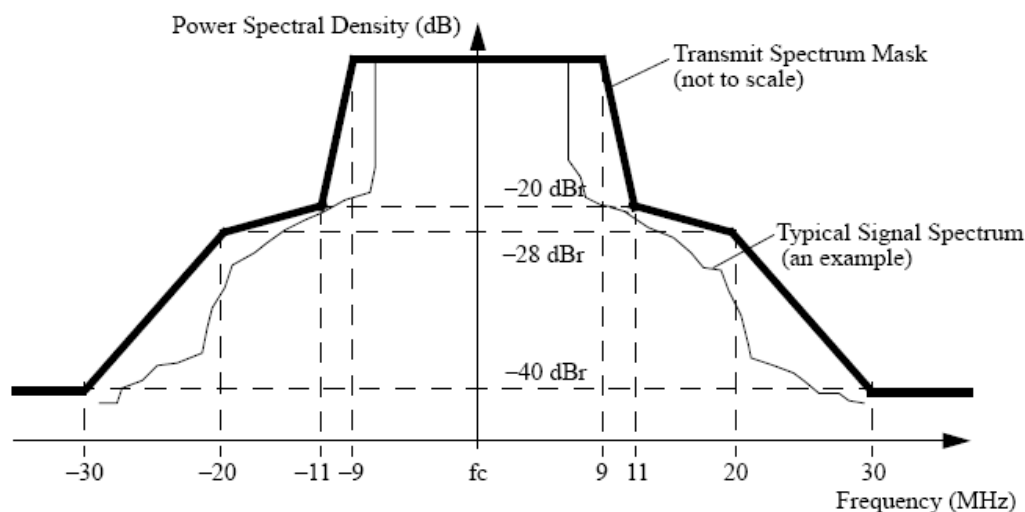
X: 信号占空比

用 Agilent 89600 Vector Signal Analyzer 软件测试，在正确解调模式下，频谱积分功率是对每个脉冲积分所得，已把占空比计算在内，故读取的功率等于 $A + 10 \log (1/x)$ 。

普通功率计测试结果为平均功率，应记为 A。

射频基本指标

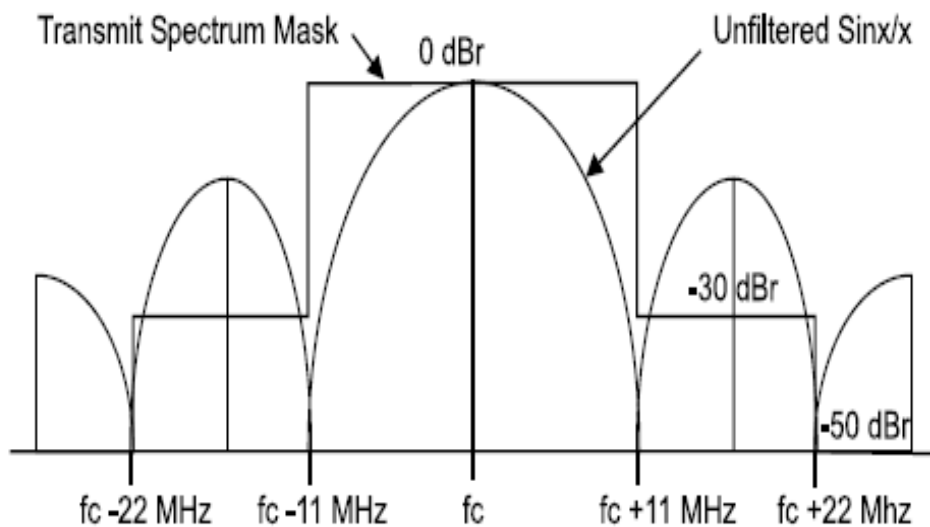
➤ 发射频谱模板 (Transmit spectrum mask)



在 802.11a 和 802.11g 的 OFDM 模式中，要求发射频谱的 0dBr (dB relative to the maximum spectral density of the signal) 带宽不超过 18MHz，在偏离中心频率 11MHz 处达到 -20 dBr，在偏离中心频率 20 MHz 处达到 -28dBr 以及在偏离中心频率 30MHz 及以上频率处达到 -40dBr。

射频基本指标

➤ 发射频谱模板（Transmit spectrum mask）



在 802.11b 和 802.11g 的 ERP-DSSS 模式中，要求发射频谱在

$$f_c - 22\text{MHz} < f < f_c - 11\text{MHz}$$

$$f_c + 11\text{MHz} < f < f_c + 22\text{MHz}$$

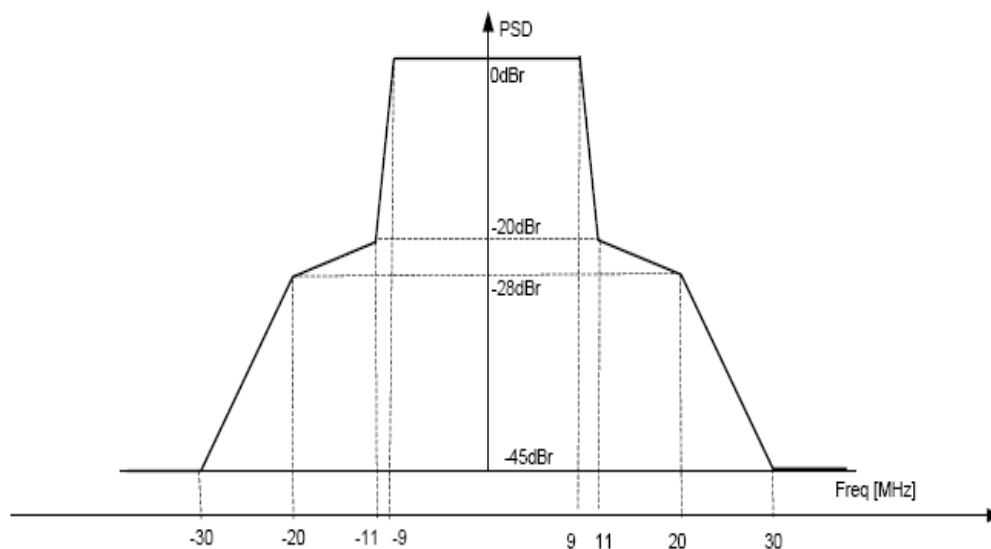
的范围内小于 - 30dB (dB relative to the SINx/x peak)，且在

$$f < f_c - 22\text{MHz} \text{ \& } f > f_c + 22\text{MHz}$$

的范围内小于 - 50dB。其中 f_c 表示信道中心频率。

射频基本指标

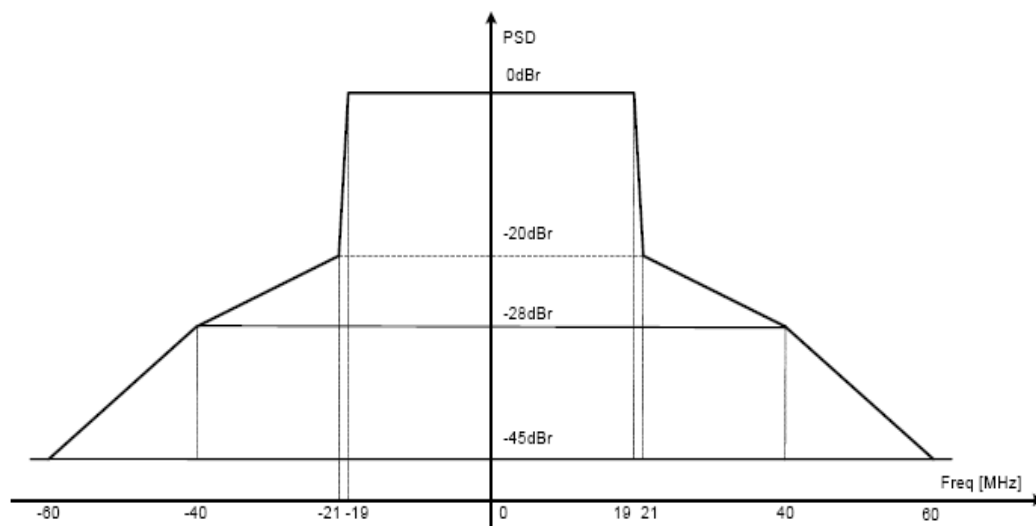
➤ 发射频谱模板 (Transmit spectrum mask)



在 802.11n 的 20MHz OFDM 模式中，要求发射频谱的 0dBr (dB relative to the maximum spectral density of the signal) 带宽不超过 18 MHz，在偏离中心频率 11 MHz 处达到 -20dBr，在偏离中心频率 20MHz 处达到 -28dBr 以及在偏离中心频率 30MHz 及以上频率处达到 -45dBr 和 -53dBm/MHz。

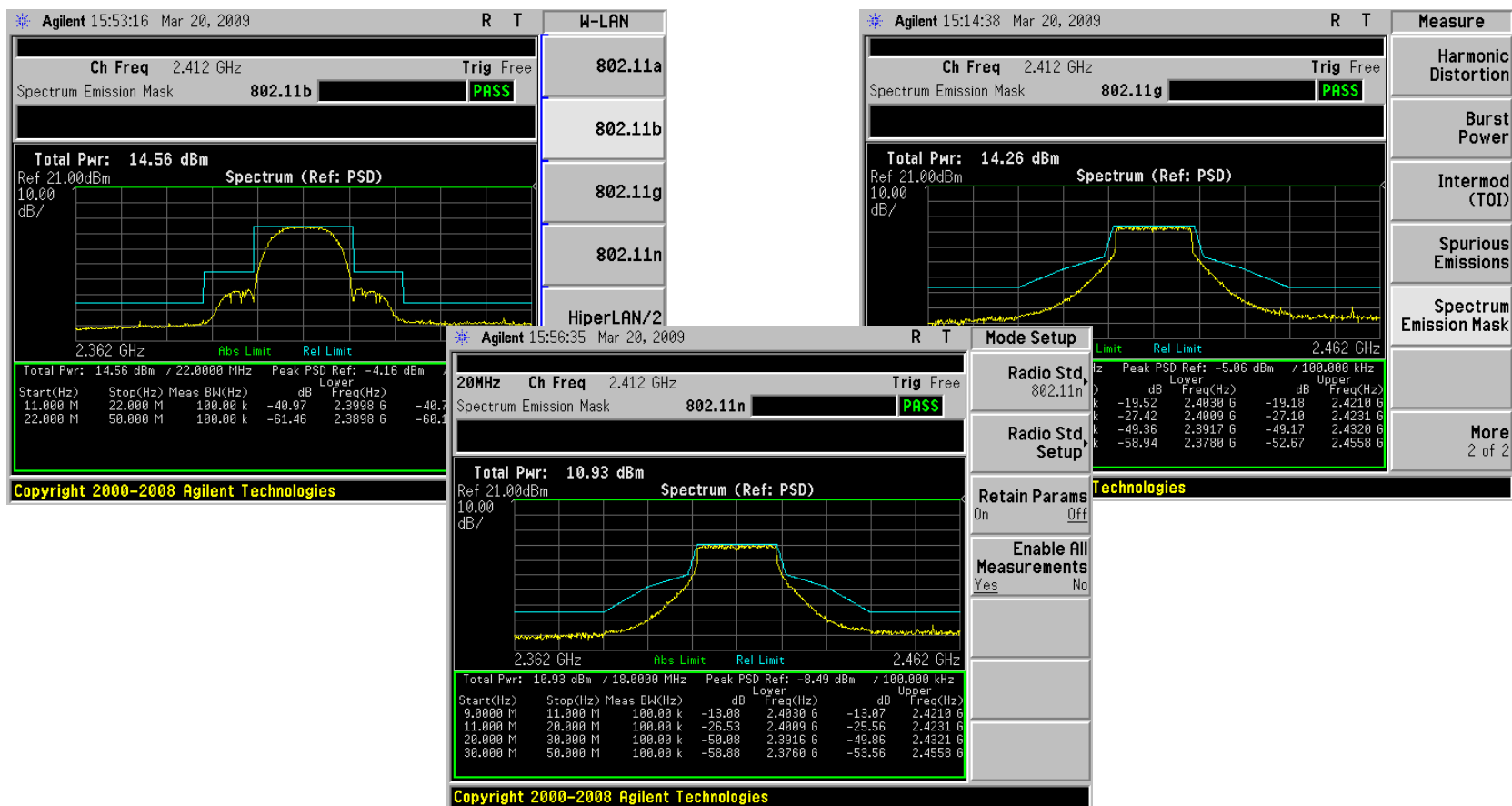
射频基本指标

➤ 发射频谱模板 (Transmit spectrum mask)



在 802.11n 的 40MHz 模式中，要求发射频谱的 0 dBr 带宽不超过 38 MHz，在偏离中心频率 21 MHz 处达到 -20 dBr，在偏离中心频率 40 MHz 处达到 -28 dBr 以及在偏离中心频率 60MHz 及以上频率处达到 -45 dBr 和 -56dBm/MHz。

射频基本指标



射频基本指标

- 中心频率误差 (Transmit center frequency tolerance)

$$\text{中心频率误差} = \frac{f_c - f_0}{f_0} \times \frac{1}{10^6} (\text{ppm})$$

D: Ch1 DSSS Syms/Ers						Range: 10 V			
802.11b 1000 chip Peak EVM = 14.134						%			
EVM	= 11.141	%rms	19.989	% pk at chip	83				
Mag Err	= 9.0642	%rms	-19.513	% pk at chip	83				
Phase Err	= 3.7145	deg	-11.185	deg pk at chip	2437				
Freq Err	= -28.298	KHz	IQ Offset	= -43.688	dB				
Quad Err	= 1.2385	deg	Gain Imb	= 0.151	dB				
Sync Corr	= 0.99409		SymClkErr	= -11.41	ppm				
Status	= SFD OK, Header OK								
BurstType	= CCK11/short								
Octets	= 2334	Bit	Rate	= 11.000	Mbps				
		Data	Len	= 1.6980	msec				
0	10100000	FFFFFFF	FFFF0444	44444440	0AAAAAAA	AA0002D8	26B28000	0000FFE1	1D9AED85
36	3324EA7A	D2397097	570A547D	2D086D0D	BA8F6759	C7A2BF34	CA183053	93DF92EC	A7158ADC
72	F486554E	182140C4	C4D5C691	8ACDE7D1	4E093217	DF03FFE1	1D9AED85	3324EA7A	D2397097
108	570A547D	2D086D0D	BA8F6759	C7A2BF34	CA183053	93DF92EC	A7158ADC	F486554E	182140C4
144	C4D5C691	8ACDE7D1	4E093217	DF03FFE1	1D9AED85	3324EA7A	D2397097	570A547D	2D086D0D
180	BA8F6759	C7A2BF34	CA183053	93DF92EC	A7158ADC	F486554E	182140C4	C4D5C691	8ACDE7D1
216	4E093217								

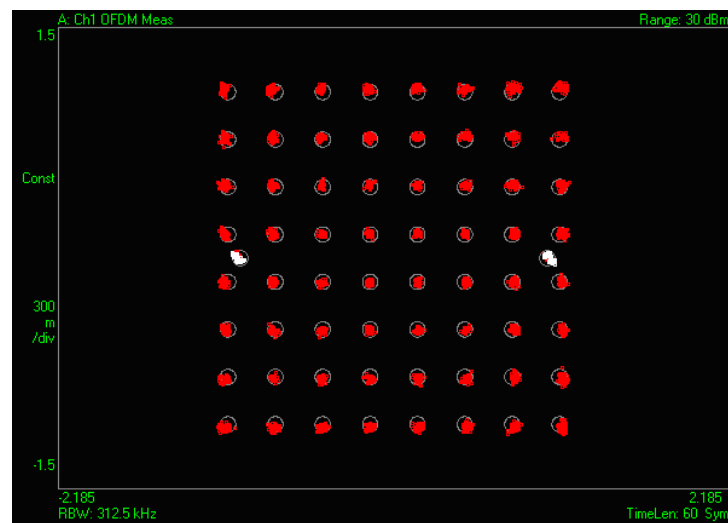
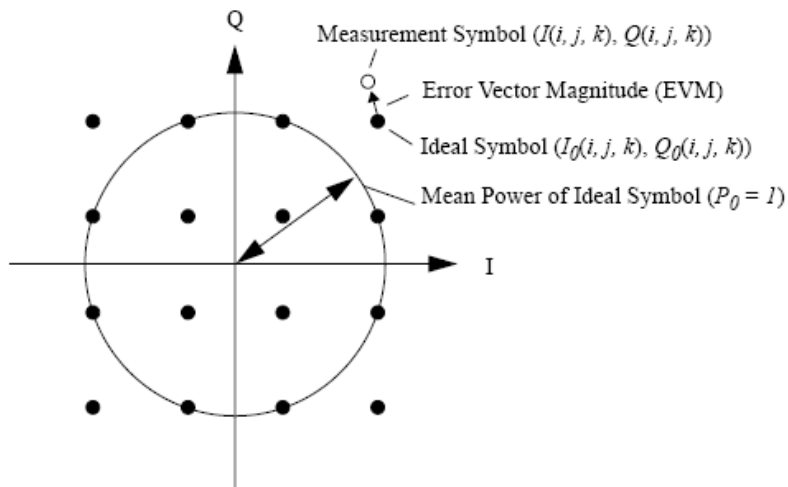
D: Ch1 OFDM Syms/Errs				RMS:1				Range: 30 dB			
EVM	= -30.517	dB	EVM	= 2.9795	%rms						
PilotEVM	= -30.143	dB	CPE	= 710.13	m%rms						
Freq Err	= -28.859	kHz	IQ Offset	= -36.46	dB						
Quad Err	= 1.1903	deg	Gain Imb	= 0.106	dB						
Sync Corr	= 0.93474		SymClkErr	= -11.68	ppm						
Mod Fmt = 64QAM											
Octets = 2334											
Code Rate = 3/4											
Symbols = 87											
Bit Rate = 54.000 Mbps											
0 00000000 00010000 00000001 01010000 01010101 01010000 0000 01 01000000 00010001											
36 01000000 00000100 00010000 00000000 00252804 293A0126 13003E37 310C2825 0E08350C											
72 013F1E35 17010C 1E190234 3D310106 04323D08 043E1423 12162700 002A0615 38381E3F											
108 30291701 353C341C 293F0539 060C2F2C 2F011019 320C0212 070A30 341C3201 25142827											
144 1F3A311E 013C251C 3A00041D 34130F22 131E2633 013C022C 32280702 2713373D 220C0128											
180 2F002529 0F 0911 3628082E 01232713 090A0638 1A072138 011D0035 28241636 26071423											
216 21003339 393E3533 152F2E08 18061600 39231634 2C2C 31 01181801 2E000F15 10313233											
252 3A102C04 332E2701 340E2409 181E311E 2312002F 18170D36 2D301818 3936370F 00342835											
288 073129 143E3110 2D17002C 04053510 380A1926 1206251E 01372A18 0F383C14 3D360700											
324 35382201 15133418 3D020720 2D002C17 0E0A1226 3F0831 16313100 06043115 1E062E16											
360 29101A28 32012005 061D320A 2F26260E 01372227 13122236 03352839 0E2D0126 2A070831											
396 27 2E16 0701272C 01080138 1028220F 140A0B15 16350000 3E19271E 132F281A 06002315											
432 0510192C 0F2F2511 38050800 232C1B2E 0016 06 08382404 13000320 36220838 073E1C18											
468 213C1601 04281800 1A362E18 040E0003 18333036 2D153A19 10150027 001E3637 1A0E3A											
504 303B3A23 02370018 173A2A3F 1838353E 27210818 0117292E 2A0C060A 280E0800 20033532											
540 37153618 132A3932 0F002E37 1A2C1E3C 3F0833 370D3900 26031236 26330A13 081F3309											
576 2701390E 18132432 2D37182E 00051912 283D260C 37022726 2F330015 00342D17 25 0107											
612 200A2329 00080415 04021D1E 160C203D 373C0110 2B101000 08053F24 00011A0D 05132C07											
648 2C0B1C12 02352801 0904133E 393E 14 06190026 01013918 373F290C 15281432 2F2E3500											

Limit: 5 GHz 频段, 发射中心频率容限 < ±20 ppm

2.4 GHz 频段, 发射中心频率容限 < ±25ppm

射频基本指标

➤ 误差矢量幅度（Error Vector Magnitude）



$$Error_{RMS} = \frac{\sum_{i_f=1}^{N_f} \sqrt{\frac{\sum_{i_s=1}^{N_{SYM}} \left[\sum_{i_{ss}=1}^{N_{SS}} \left(\sum_{i_{sc}=1}^{N_{ST}} ((I(i_f, i_s, i_{ss}, i_{sc}) - I_0(i_f, i_s, i_{ss}, i_{sc}))^2 + (Q(i_f, i_s, i_{ss}, i_{sc}) - Q_0(i_f, i_s, i_{ss}, i_{sc}))^2) \right) \right]}{N_{SYM} \times N_{SS} \times N_{ST} \times P_0}}}}{N_f} \quad (20)$$

射频基本指标

- **误差矢量幅度 (Error Vector Magnitude)**
- 802.11b 要求最差 Peak EVM<35 % (1000 个 chip)
- 802.11a 和 802.11g 的 OFDM 模式要求 relative constellation RMS error

和 EVM

Data rate (Mbit/s)	Relative constellation error (dB)	EVM (% RMS)
6	-5	56.2
9	-8	39.8
12	-10	31.6
18	-13	22.3
24	-16	15.8
36	-19	11.2
48	-22	7.9
54	-25	5.6

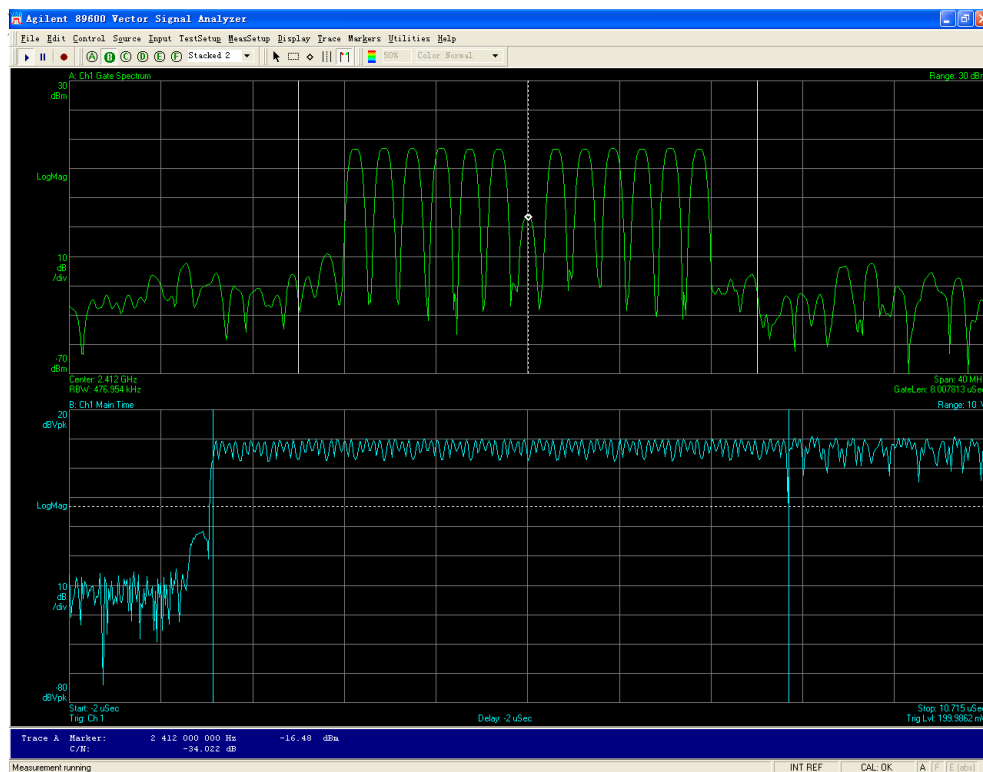
射频基本指标

- **误差矢量幅度（Error Vector Magnitude）**
- 802.11n OFDM 模式要求 relative constellation RMS error 和 EVM

Modulation	Coding rate	Relative constellation error (dB)
BPSK	1/2	-5
QPSK	1/2	-10
QPSK	3/4	-13
16-QAM	1/2	-16
16-QAM	3/4	-19
64-QAM	2/3	-22
64-QAM	3/4	-25
64-QAM	5/6	-28

射频基本指标

➤ 中心频率泄漏（Transmit center frequency leakage）



802.11a：中心频率泄漏 $< -15\text{dBr}$ （相对于全部发射功率）；

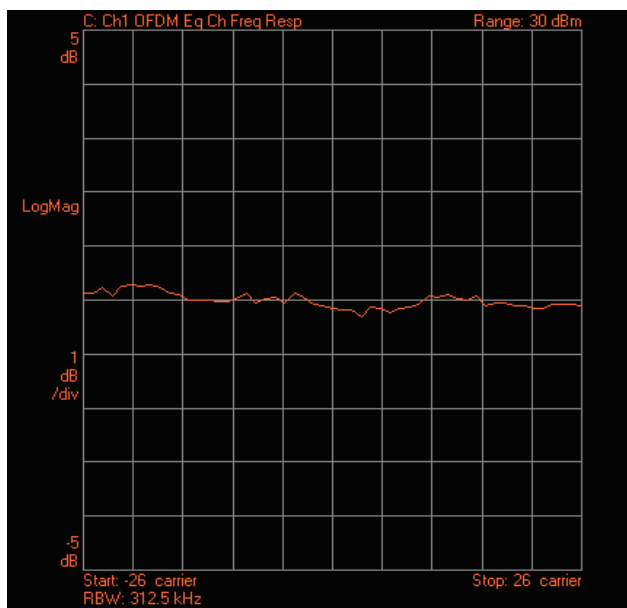
802.11b：RF 载波抑制 $> 15\text{dBr}$ （相对 $\text{SIN}(x)/x$ 功率谱峰值）；

802.11g：中心频率泄漏 $< -15\text{dBr}$ （相对于全部发射功率）；

802.11n：20 MHz channel 中心频率泄漏 $< -15\text{dBr}$ （相对于全部发射功率）；40MHz channel 中心频率泄漏 $< -20\text{dBr}$ （相对于全部发射功率）；其中 Upper 或 lower 20 MHz 中心频率泄漏 $< -17\text{dBr}$ （相对于每个 20 MHz channel 全部发射功率）；或者等效为 $< 0\text{dBr}$ （相对于其余子载波平均功率）。

射频基本指标

➤ 频谱平坦度 (Spectral



子载波编号	起伏
$\pm 1 \sim \pm 16$	$\pm 2\text{dB}$
$\pm 17 \sim \pm 26$	$+2/-4\text{dB}$

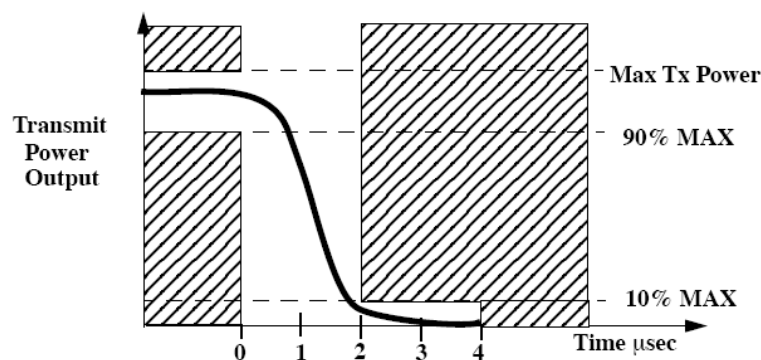
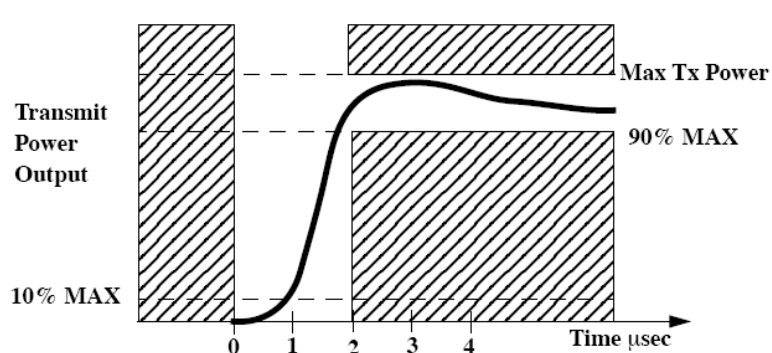
802.11n 频谱平坦度 limit

信道带宽	子载波编号	起伏	参考平均功率子载波编号
20MHz	$\pm 1 \sim \pm 16$	$\pm 2\text{dB}$	$-16 \sim -1$ & $+1 \sim +16$
20MHz	$\pm 17 \sim \pm 28$	$<+2/-4\text{dB}$	$-16 \sim -1$ & $+1 \sim +16$
40MHz	$\pm 2 \sim \pm 42$	$\pm 2\text{dB}$	$-42 \sim -2$ & $+2 \sim +42$
40MHz	$\pm 43 \sim \pm 58$	$<+2/-4\text{dB}$	$-42 \sim -2$ & $+2 \sim +42$
40MHz(MC S32&non-HT)	$\pm 6 \sim \pm 31$, $\pm 33 \sim \pm 42$	$\pm 2\text{dB}$	$\pm 6 \sim \pm 31$ & $\pm 33 \sim \pm 42$
40MHz(MC S32&non-HT)	$\pm 43 \sim \pm 58$	$<+2/-4\text{dB}$	$\pm 6 \sim \pm 31$ & $\pm 33 \sim \pm 42$

802.11a/g 频谱平坦度 limit

射频基本指标

➤ 功率上升下降时间 (Transmit power-on and power-down ramp)



功率上升下降时间只针对 802.11b

Limit: 发射功率从最大功的 10 % 上升到 90 % 的时间 $< 2\mu\text{s}$;

发射功率从最大功率的 90 % 下降到 10 % 的时间 $< 2\mu\text{s}$ 。

射频基本指标

➤ 接收灵敏度（Receiver minimum input sensitivity）

各模式下灵敏度测试的误包率 / 误帧率要求：

802.11a：PSDU 长度为 1000 bytes，误包率（PER）<10%

802.11b：PSDU 长度 1024 octets，误帧率（FER）<8 %（11Mbit/s CCK 调制）

802.11g：PSDU 长度为 1000 bytes，误包率（PER）<10%（ERP-OFDM 模式）ERP-DSSS 模式

802.11n：PSDU 长度为 4096 octets，误包率（PER）<10%（non-STBC modes, MCSs 0-31, 800 ns GI, and BCC）

灵敏度要求在每个接收天线连接器处测量。空间流的数量应该等于发射的 STA 天线端口的数量，同时也等于 DUT 输入端口的数量。每个 STA 的发射输出端口应该通过电缆与一个 DUT 的输入端口连接。

射频基本指标

➤ 接收灵敏度（Receiver minimum input sensitivity）

802.11a/g 接收灵敏度及邻道、非邻道抑制要求

Data rate (Mbits/s)	Minimum sensitivity (dBm)	Adjacent channel rejection (dB)	Alternate adjacent channel rejection (dB)
6	-82	16	32
9	-81	15	31
12	-79	13	29
18	-77	11	27
24	-74	8	24
36	-70	4	20
48	-66	0	16
54	-65	-1	15

射频基本指标

➤ 接收灵敏度（Receiver minimum input sensitivity）

802.11n 接收灵敏度及邻道、非邻道抑制要求

Modulation	Rate (R)	Adjacent channel rejection (dB)	Non-adjacent channel rejection (dB)	Minimum sensitivity (dBm) (20 MHz channel spacing)	Minimum sensitivity (dBm) (40 MHz channel spacing)
BPSK	1/2	16	32	-82	-79
QPSK	1/2	13	29	-79	-76
QPSK	3/4	11	27	-77	-74
16-QAM	1/2	8	24	-74	-71
16-QAM	3/4	4	20	-70	-67
64-QAM	2/3	0	16	-66	-63
64-QAM	3/4	-1	15	-65	-62
64-QAM	5/6	-2	14	-64	-61

射频基本指标

➤ 最大接收电平（Receiver maximum input level）

- 802.11a：对任何基带调制，天线输入功率 $\leq -30\text{dBm}$ 时，满足一个长度为 1000 bytes 的 PSDU 误包率（PER） $<10\%$ 。
- 802.11b：对于 11 Mbit/s CCK 调制，天线输入功率 $\leq -10\text{dBm}$ 时，满足一个长度为 1024 octets 的 PSDU 误帧率（FER） $<8\%$ 。
- 802.11g：对任何支持的调制信号和数据速率，天线连接器处输入功率 $\leq -20\text{dBm}$ 时，满足一个长度为 1000 bytes 的 PSDU 误包率（PER） $<10\%$ 。
- 802.11n：对任何基带调制，在各天线处，输入功率 $\leq -30\text{dBm}$ 时（5 GHz band）或 $\leq -20\text{dBm}$ 时（2.4 GHz band），满足一个长度为 4096 octets 的 PSDU 误包率（PER） $<10\%$ 。

射频基本指标

- **接收邻道抑制（ Adjacent channel rejection ）**
- 802.11a：保持信号强度在相应速率灵敏度之上 3dB，加大干扰信号功率，直到 PER 等于 10%（PSDU 长度 1000 bytes），此时的干扰信号功率与期望信号功率的差就是相应的邻道抑制。邻信道中干扰信号是与待测信道信号一致的非同步 OFDM 信号。
- 802.11b：邻道抑制定义为在同一信道组中间隔大于 25MHz 的两信道的抑制。邻道抑制 35dB（11Mbit/s CCK 调制方式，一个长度为 1024 octets 的 PSDU 误帧率（FER）<8%）。
- 邻道抑制的测试方法如下：输入 11Mbit/s CCK 调制信号，其功率在 18.4.8.1 定义的灵敏度之上 6dB，在邻信道（间隔大于 25MHz）输入以相同方式调制的信号，并满足发射频谱模板要求，在 18.4.8.1 定义的灵敏度之上 41dB，且该邻信道信号由独立信号源产生，不能由参考信号的频率搬移产生。在此条件下，测得的 FER 要求小于 8%。
- 802.11g：在 2.4GHz 频带邻道间隔定义为 25MHz。测试方法同 802.11a。ERP-DSSS 模式的邻道抑制遵循 11b 要求。
- 802.11n：测试方法同 802.11a，PSDU 长度 4096 octets，对 20MHz 信道带宽，在 5GHz 频带，相邻信道间隔 20MHz，在 2.4GHz 频带，相邻信道间隔 25MHz。
- 对 40MHz 信道带宽，相邻信道中心频率间隔 40MHz。
- 干扰信号要求是与待测信道信号一致的非同步 OFDM 信号，且最小占空比为 50%。

射频基本指标

- **接收非邻道抑制（Non-adjacent channel rejection）**
- 802.11a：保持信号强度在相应速率灵敏度之上 3dB，加大干扰信号功率，直到 PER 等于 10%（PSDU 长度 1000 bytes），此时的干扰信道信号功率与待测信道信号功率的差就是相应的非邻道抑制。非邻信道中干扰信号是与待测信道信号一致的非同步 OFDM 信号。
- 802.11n：PSDU 长度 4096 octets，对 20MHz 信道带宽（5GHz 频带），非邻道中心频率间隔在 40MHz 以上。对 40MHz 信道带宽（5GHz 频带），非邻道中心频率间隔在 80MHz 以上。
- 干扰信号要求是与待测信道信号一致的非同步 OFDM 信号，且最小占空比为 50%。非邻道抑制只针对 5 GHz 频段而言，2.4GHz 频段不要求。所有非邻道抑制只在 non-STBC 模式 MCSs 0 ~ 31, 800 ns GI, and BCC 下测试。

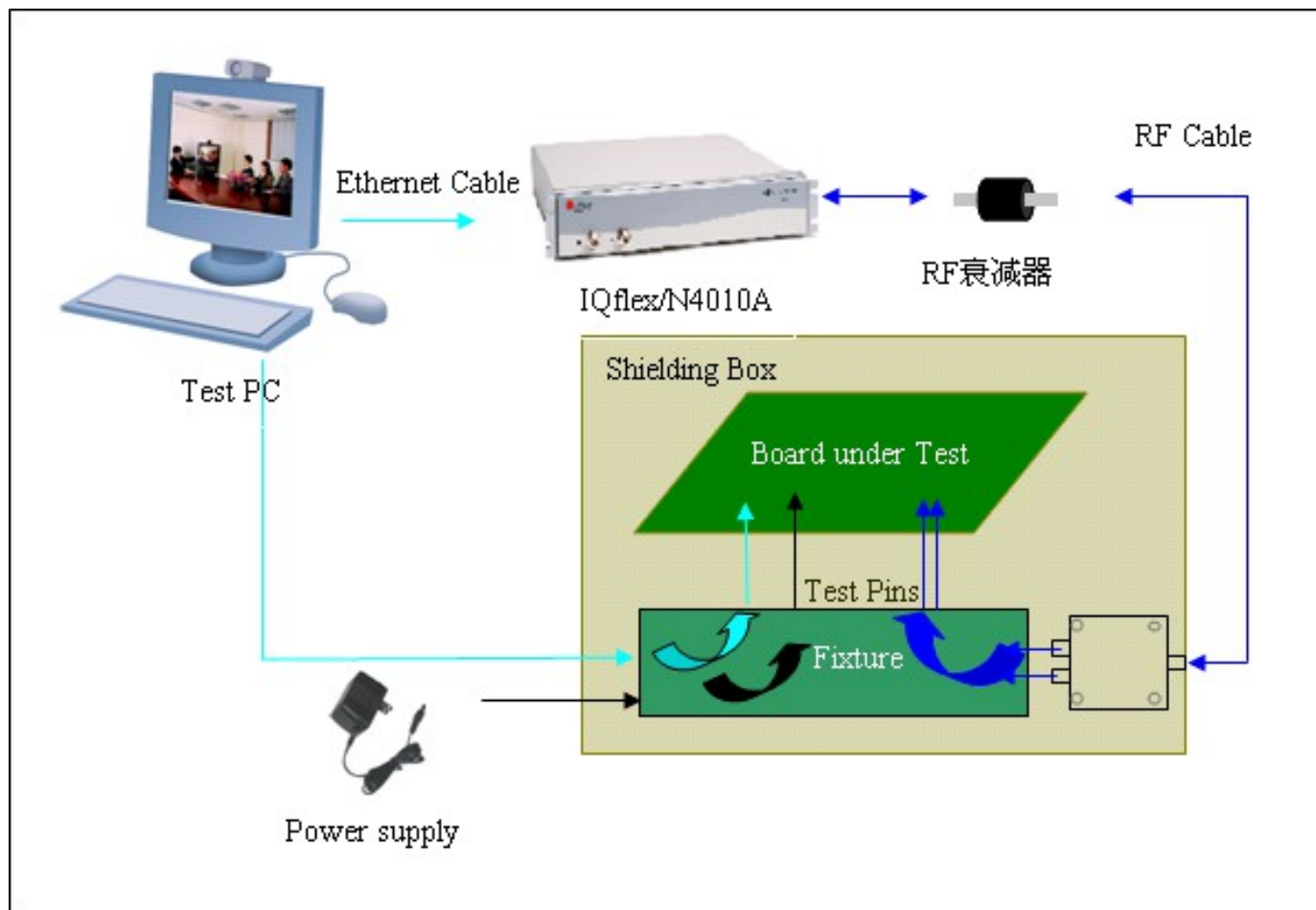
生产测试指标

式 指标	速率模	11b		11g		HT20		HT40	
	1M	11M	6M	54M	MCS0	MCS7	MCS0	MCS7	
功率	N	1、6、11	N	1、6、11	N	1、6、11	N	3、11	
频偏	N	N	N	6	N	N	N	N	
EVM	N	1、6、11	N	1、6、11	N	1、6、11	N	3、11	
频谱模版	N	1、6、11	N	1、6、11	N	1、6、11	N	3、11	
接收灵敏度	N	1、6、11	N	1、6、11	N	N	N	3、11	

目录

- 第一章 WIFI 介绍
- 第二章 WIFI 射频指标介绍
- 第三章 机顶盒产品产线 WIFI 校准及测试
- 第四章 注意事项

生产测试环境



校准原理

- 为什么要校准？

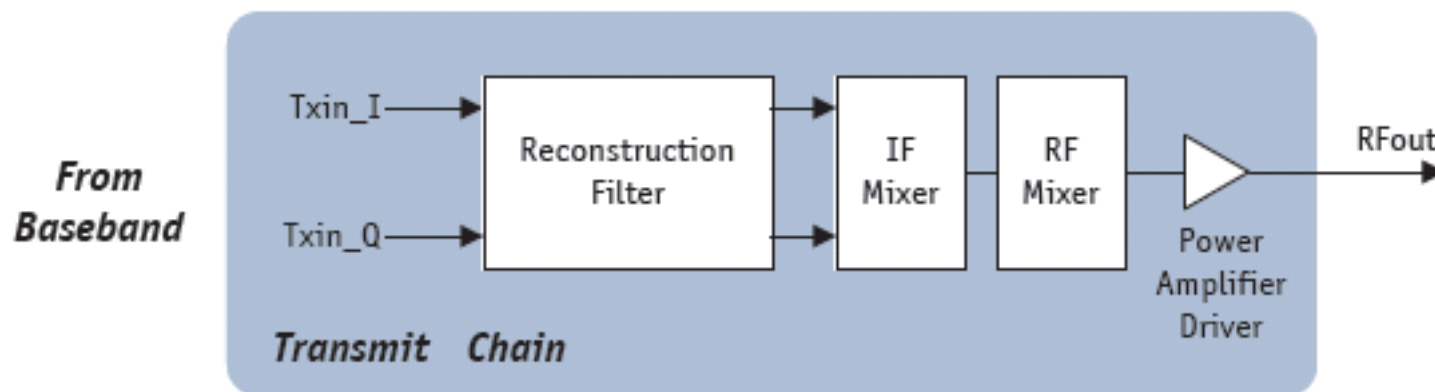
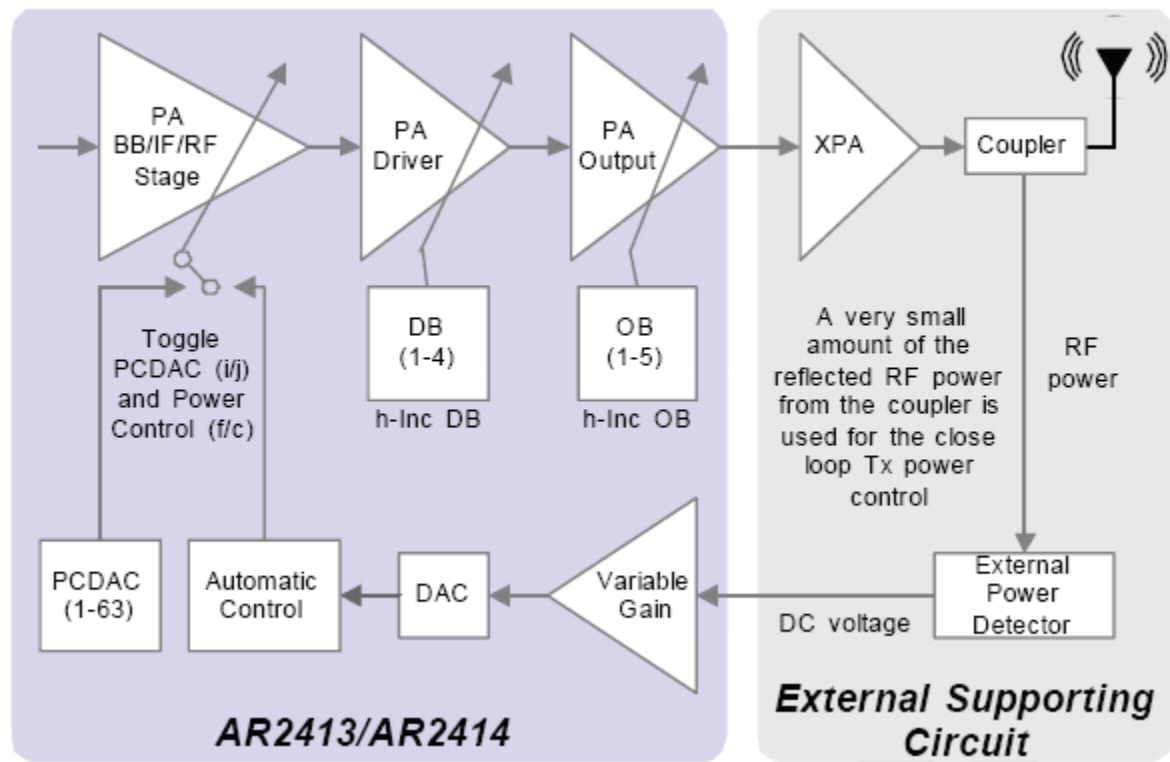
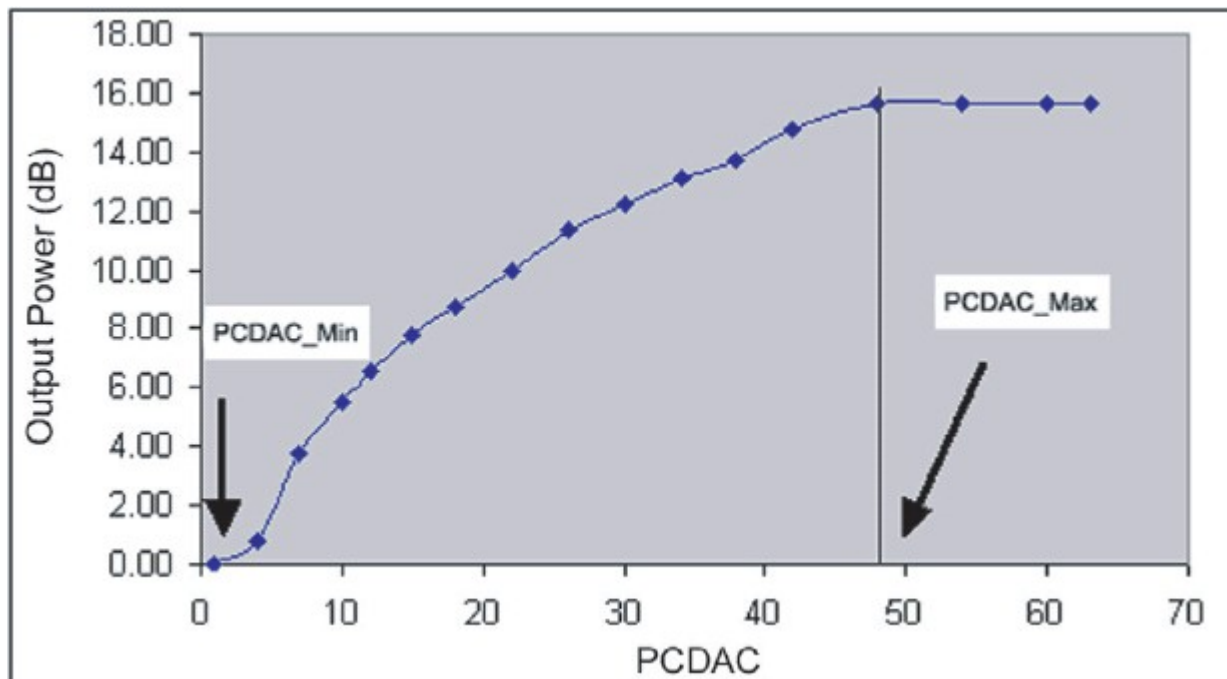


Figure 5-3. Radio Transmit Chain Block Diagram

校准原理



校准原理



校准过程 (Ra link)

调频偏：

```
iwpriv ra0 set ATE=ATESTART  
iwpriv ra0 set ATEDA=00:11:22:33:44:55  
iwpriv ra0 set ATESA=00:0C:43:30:52:30  
iwpriv ra0 set ATEBSSID=00:11:22:33:44:55  
iwpriv ra0 set ATETXFREQOFFSET=27  
iwpriv ra0 set ATECHANNEL=6  
iwpriv ra0 set ATETXMODE=2  
iwpriv ra0 set ATETXMCS=3  
iwpriv ra0 set ATETXBW=0  
iwpriv ra0 set ATETXGI=0  
iwpriv ra0 set ATETXLEN=1024  
iwpriv ra0 set ATETXANT=1  
iwpriv ra0 set ATETXPOW0=16  
iwpriv ra0 set ATETXPOW1=0  
iwpriv ra0 set ATETXCNT=0  
iwpriv ra0 set ATE=TXFRAME
```

校准过程 (Ra link)

调功率

```
iwpriv ra0 set ATE=ATESTART  
iwpriv ra0 set ATEDA=00:11:22:33:44:55  
iwpriv ra0 set ATESA=00:0C:43:30:52:30  
iwpriv ra0 set ATEBSSID=00:11:22:33:44:55  
iwpriv ra0 set ATETXFREQOFFSET=27  
iwpriv ra0 set ATECHANNEL=6  
iwpriv ra0 set ATETXMODE=2  
iwpriv ra0 set ATETXMCS=3  
iwpriv ra0 set ATETXBW=0  
iwpriv ra0 set ATETXGI=0  
iwpriv ra0 set ATETXLEN=1024  
iwpriv ra0 set ATETXANT=1  
iwpriv ra0 set ATETXPOW0=16  
iwpriv ra0 set ATETXPOW1=0  
iwpriv ra0 set ATETXCNT=0  
iwpriv ra0 set ATE=TXFRAME
```

校准过程 (Ra link)

功率差值

iwpriv wl0 e2p DE=7777 iwpriv wl0 e2p E8=8899
iwpriv wl0 e2p E0=9999 iwpriv wl0 e2p EA=6688
iwpriv wl0 e2p E2=7788 iwpriv wl0 e2p EC=9999
iwpriv wl0 e2p E4=9999 iwpriv wl0 e2p EE=6688
iwpriv wl0 e2p E6=6688

DEh	6666	TX power for CCK 5.5M/11M	TX power for CCK 1M/2M
E0h	6666	TX power for OFDM 12M/18M	TX power for OFDM 6M/9M
E2h	6666	TX power for OFDM 48M/54M	TX power for OFDM 24M/36M
E4h	6666	TX power for HT MCS=2,3	TX power for HT MCS=0,1
E6h	6666	TX power for HT MCS=6,7	TX power for HT MCS=4,5
E8h	6666	TX power for HT MCS=10,11	TX power for HT MCS=8,9
EAh	6666	TX power for HT MCS=14,15	TX power for HT MCS=12,13
ECh	6666	TX power for STBC MCS=2,3	TX power for STBC MCS=0,1
EEh	6666	TX power for STBC MCS=6,7	TX power for STBC MCS=4,5

校准过程 (Ra link)

写校准参数

天线 0 功率参数

iwpriv ra0 e2p 52=0808

iwpriv ra0 e2p 54=0808

iwpriv ra0 e2p 56=0808

iwpriv ra0 e2p 58=0808

iwpriv ra0 e2p 5A=0808

iwpriv ra0 e2p 5C=0909

iwpriv ra0 e2p 5E=0909

写校准参数

天线 1 功率参数

iwpriv ra0 e2p 60=0808

iwpriv ra0 e2p 62=0808

iwpriv ra0 e2p 64=0909

iwpriv ra0 e2p 66=0909

iwpriv ra0 e2p 68=0A09

iwpriv ra0 e2p 6a=0A0A

iwpriv ra0 e2p 6c=0A0A

写校准参数

频偏参数

iwpriv ra0 e2p 3A=011E

校准过程 (Realtek)

- **ifconfig wlan0 up**
- **iwpriv wlan0 mp_start**
- **iwpriv wlan0 mp_bandwidth 40M=0,shortGI=0**
- **iwpriv wlan0 mp_rate 135**
- **iwpriv wlan0 mp_channel 1**
- **iwpriv wlan0 mp_ant_tx a**
- **iwpriv wlan0 mp_txpower patha=45,pathb=0**
- **iwpriv wlan0 mp_ctx background,pkt**
- **iwpriv wlan0 mp_ctx stop**
- **iwpriv wlan0 mp_stop**
- **ifconfig wlan0 down**

• **back**

校准测试过程 (Realtek)

- `iwpriv wlan0 efuse_set`
`wmap,50,7812B0E950C43754B8CC292a2b2d3030`
- `iwpriv wlan0 efuse_set`
`wmap,60,2b2c2d2f3132000000110101ddcdcc`

接收过程 (Realtek)

- **ifconfig wlan0 up**
- **iwpriv wlan0 mp_start**
- **iwpriv wlan0 mp_arx_start**
- **iwpriv wlan0 mp_rate 22**
- **iwpriv wlan0 mp_bandwidth 40M=0,shortGI=0**
- **iwpriv wlan0 mp_channel 1**
- **iwpriv wlan0 mp_ant_rx a**
- **iwpriv wlan0 mp_query**

测试过程——常用仪器

- IQFlex
- IQView
- PXI
- IQNXN
- IQ2010

目录

- 第一章 WIFI 介绍
- 第二章 WIFI 射频指标介绍
- 第三章 机顶盒产品产线 WIFI 校准及测试
- 第四章 注意事项

测试环境搭建

- 1、正常生产测试时，首先按照使用说明书正确连接仪器；
- 2、使用网分测试当前连接的线损，要从仪器端连接到夹具探针，对于没有使用的端口需要连接 50 欧姆的负载；
- 3、每次测试前清洗夹具；
- 4、如果有金板，最好使用金板验证一下环境的连通性；
- 5、wifi 测试一定要使用屏蔽箱；
- 6、最好在夹具上连接上 10dBm 的衰减器；
- 7、请使用性能良好的线缆；

测试过程中

- 1、分板时一定要清理单板，防止 Rf_Switch 座被污染，并在生产过程中减少粉尘对单板污染；
- 2、佩戴防静电装备，包括防静电手套，防静电环等。
- 3、放板时，将单板放在夹具上，保持单板与夹具紧密接触；
- 4、双手均匀用力压合夹具；
- 5、测试过程中使用无水乙醇每隔 2 小时清洗一次夹具，测试失败时需要清洗夹具和单板 Rf_Switch 座子；
- 6、对于测试失败三次以上的单板拿出来单放，送修；
- 7、换班时，一定要做好交接工作，避免集中爆发式误测；

禁忌事项

- 1、禁止临时更换条码；
- 2、已测单板和未测单板分开存放，减少重复测试；
- 3、所有仪器务必接地，禁止直接切断电源；
- 4、严禁修改产测数据；
- 5、严禁产线普通员工安装装备软件、修改装备属性页等破坏测试环境的操作；如有特殊需要，请组长更新测试环境；

耦合测试

- 1、按照装备使用说明书搭建好测试环境，将夹具固定在屏蔽箱中间，不要靠近屏蔽壳；
- 2、如果有金板，将金板预热 1 分钟测试，调整损耗，使测试功率在 15dBm，测试 5 次以上，记下所有测试结果取平均值 M1；
- 3、选取 10pcs 单板，预热一分钟后，在排除坏板的情况下（功率很低）将所有单板测试通过，所有单板测试结果取平均值 M2，保证
- $|M2-M1| < 3$ ；
- 4、根据 M2 值确定当前传播损耗值，目标中心功率为 15dBm；

问题探讨。

Thank you

www.huawei.com