

Wi-Fi 硬件参数及测试

1、无线产品指标

一般的无线产品，接口物理层都应该是符合 GB 标准的，工作频率范围 2400MHz~2483.5MHz。2.4GHz 频段信道方案有 13 个，但互相不干扰的信道只有 3 个，比如常用的 1、6、11 信道。本文主要是针对 2.4GHz 频段。

由于此文参考标准 WIFI 测试及性能规范，某些数据标准已经比较久远，市面上一般已经普及了 11n/150M 的产品，但是其射频指标的意义及衡量的标准大多数不会改变，此文主要是描述了指标与性能之间的关系，标准及测量只做为参考。

2、发射功率

定义

此值表征的是设备发送无线信号强度的大小，在满足频谱版、EVM 性能的前提下，功率越大，性能越好。

无线发射功率指用于衡量发射信号系性能的高低，发射功率越大，无线信号传输的距离就越远，覆盖的范围就越广，穿透力越强。发射功率理论上可以无限大，但是技术规范 and 成本影响，发射功率是有限的，并且，功率越大能耗就越大。

标准

我国的无线产品行业标准规定等效全向辐射功率应满足：

a 天线增益小于 10dBi 时，不大于 100mW 或 20dBm。（一般都是这个功率范围内）

b 天线增益不小于 10dBi 时，不大于 500mW 或 27dBm。

测量

可使用功率计，矢量信号分析仪，IQview/nxn 测试。

3、发射频谱模板

定义

无线频谱模板可以衡量发送信号的质量和対相邻信道的干扰抑制能力，测试出来的频谱模板越小，离给定的模板越远，其性能越好。

这个一般是测试时用上，在一般的产品手册上不会呈现此项指标，我们的产品手册上也没有。

标准

根据标准的频谱模板观察。11b/g/a 发射功率频谱模板要求

测量

将待测设备处于发射状态，用矢量信号分析仪观察其波形。在给定模板线以下为及格。

4、发射功率动态范围

定义

在限定误码率的情况下，发射的最大功率和最小功率的比值。在动态范围之内，能保持稳定输出。

标准

室内放装型(100mW， b/g/n)

功率值（dBm）	2412MHz（dBm）
20(满功率)	20 ± 1.5
17(-3dB)	17 ± 1.5
14(-6dB)	14 ± 1.5
11(-9dB)	11 ± 1.5

5、接收灵敏度

定义

在保证通信质量(限定误码率)的情况下，接收机所需的最小平均接收功率。

与发射功率相对应，用于表征设备的接收性能。接收灵敏度越好，接收到的有用信号越多，其无线覆盖范围就越大。

标准

一般的 11n 产品，接收灵敏度为-85dBm。在正常情况下，受自然界电磁噪声等影响还有电子元件固有噪声的影响，通常认为-123dBm 被认为是纯硬件能做到的接收灵敏度的极限值。

11n 接收灵敏度

数据速率	接收机灵敏度
802.11a/g 数据速率 (Mbps)	接收机门限电平 (dBm)
	FER<10%
	(PSDU=1024Bytes)
54	-69
802.11n HT20 数据速率 (MCS)	接收机门限电平 (dBm)
	FER<10%
	(PSDU=1024Bytes)
0/8	-82
1/9	-79
2/10	-77
3/11	-74
4/12	-70
5/13	-66
6/14	-65
7/15	-64

测量

测量时，设备处于接收状态，用 IQview/NXN 信号发生器发送特定包文件，不断更改输出功率，直到误码率满足规范的要求。记录数据。如果链路有衰减，如衰减 2dB，灵敏度为测出数值-2dB。

或者不断固定发射功率，不断调整衰减器的大小，直到误码率超过规定数值的瞬间，记录此衰减值。灵敏度则为测试的数值-衰减值。

6、频率容限

定义

发射所占频带的中心频率偏离指配频率，或发射的特征频率偏离参考频率的最大容许偏差。

标准

发射速率	2412MHz (ppm)	2442MHz (ppm)	2472MHz (ppm)
54Mbps	±20	±20	±20

测量

用频谱分析仪测试(对应于单载波测试)时按如下设置：

参考电平适当、RMS 检波、中心频率为信道中心频率、SPAN=100kHz，RBW=VBW=100kHz，SWT 自动。

计算方法：

$-106\text{ppm}=\text{中心频率误差}$

7、占用带宽

定义

无线通信产品的占用带宽是指：通信产品的整个信道发射出来的能量(功率)所占用的宽度。针对无线通信产品来说，其的占用带宽是确定的，不能超过其确定的带宽范围，也就是不能占用其他通信产品的频谱资源。一般来说如果占用的宽度过大，会导致自身信道功率超标，占用宽度不够信道功率就会过小，从而实现不了产品的通信功能

标准

发射速率	2412MHz 时占用带宽	2442MHz 时占用带宽	2472MHz 时占用带宽
11g 设备： 54Mbps	≤16.6MHz	≤16.6MHz	≤16.6MHz

8、杂散发射

定义

指的是落在载波中心频率 2.5 倍信道以外的带外辐射功率电平。杂散发射包括：谐波辐射，寄生辐射，互调产物和变频产物。

标准

参考带宽 (BWr) 内的杂散发射功率电平限值	
30-1000MHz	$\leq -36\text{dBm}/100\text{kHz}$
2.4-2.4835GHz	$\leq -33\text{dBm}/100\text{kHz}$
3.4-3.53GHz	$\leq -40\text{dBm}/1\text{MHz}$
5.725-5.85GHz	$\leq -40\text{dBm}/1\text{MHz}$
1-12.75GHz 其它频段	$\leq -30\text{dBm}/1\text{MHz}$

9、向量误差幅度（EVM）

定义

EVM 是发射信号的理想的测量分量 I（同相位）和 Q（正交相位）（称为基准信号“R”）与实际接收到的测量信号“M”的 I 和 Q 分量幅值之间的矢量差。

当设备处于发送状态时，EVM 与发送功率相关联，发送功率越大，矢量误差被放大越多，在测试结果上，就是 EVM 越大发送信号质量越差。是一个表征信号发送质量好坏的指标。

标准

发射速率	2412MHz
54Mbps	≤ -25 (dBm)
MCS7	≤ -28 (dBm)
MCS15	≤ -28 (dBm)

10、最大输入电平

定义

最大输入电平是标准 WIFI 产品接收性能的参数，在接收灵敏度一定的情况下，最大输入电平越大，表示产品的动态范围越大。

标准

对于 11M/CCK 调制，输入电平为-10dBm，PSDU 长度为 1024 字节时，FER 应小于 8×10^{-2} 。

对于 2.4GHz 频段任何速率的 OFDM、DSSS-OFDM 调制，最大输入电平为-20dBm，PSDU 长度为 1000 字节时，PER 应小于 10%。

标准	FER 误码率(%)	速率 (Mbit/s)	最大输入电平 (dBm)
11g	10	6、9、12、18、24、36、48、54	-20
11a	10	6、9、12、18、24、36、48、54	-30
11n	10	所有基带调制	-30

测量

IQView 分别发送不同数据速率、PSDU 长度为 1024bytes 的调制信号，在不同数据速率下，通过改变 DUT 接收到的信号强度，当误包率满足统计要求(11b 设备：PER $\leq 8\%$ ；其它设备：PER $\leq 10\%$)时，记录 DUT 能接收到的最大的信号强度；

11、相邻信道抑制

定义

相邻信道的定义就是，信道组内间隔 $\geq 25\text{MHz}$ 的任意两个信道。邻道抑制比主要取决于滤波器的带外抑制性能，此干扰来自无线设备生成的信号缺陷所致。从射频发出的信号可能会生成超出其许可频带范围的一些频率。称为边带发射。这部分的能量可以被过滤，将其干扰降至最低。邻道抑制差会导致邻道信号接收信号，严重影响接收信噪比。

标准

对于 11M/CCK 调制，相邻信道抑制定义在信道组内的间隔 $\geq 25\text{MHz}$ 的任意两个信道之间，当 PSDU 长度为 1024 个字节，FER 为 8×10^{-2} 时，相邻信道抑制应 $\geq 35\text{dB}$ 。

对于 2.4GHz 频段任何速率的 OFDM、DSSS-OFDM 调制，相邻信道抑制定义在组内的间隔 $\geq 25\text{MHz}$ 的任意两个信道之间，当 PSDU 长度为 1000 个字节时，PER 小于 10%时，11b/g/a 相邻信道的抑制应不低于下表的要求。

数据速率 (Mbit/s)	邻道抑制比 (dB)
54	-1

11n (20M) 不低于以下要求:

数据速率 (Mbit/s)	邻道抑制比 (dB)
MCS0	16
MCS1	13
MCS2	11
MCS3	8
MCS4	4
MCS5	0
MCS6	-1
MCS7	-2

测量

- a 配置 DUT 工作于 CH1;
- b 用主信号源分别发送不同数据速率、PSDU 长度为 1024bytes 的调制信号, 在不同数据速率下, 通过改变 DUT 接收到的信号强度, 使信号幅度到 DUT 接收口的功率为相应速率下灵敏度加上 3dB (11b 设备为 6dB);
- c 邻道信号源发相同数据速率的信号, 且频率与主信号频率间隔 25MHz ($\pm 25\text{MHz}$), 调节邻道支路上衰减, 使能满足测试软件统计在该数据速率下 DUT 主信道频率 PER 在 10%左右 (11b 设备的 PER 为 8%), 此时 DUT 接收口处主信号电平与邻道信号电平的差值为所记录的邻道抑制值, 并记录该值
- d 重复步骤 2-3 分别测试 DUT 在 CH7、CH13 的邻道抑制比, 并记录;