

从无线理论出发去提升用户体验

信锐网技术有限公司

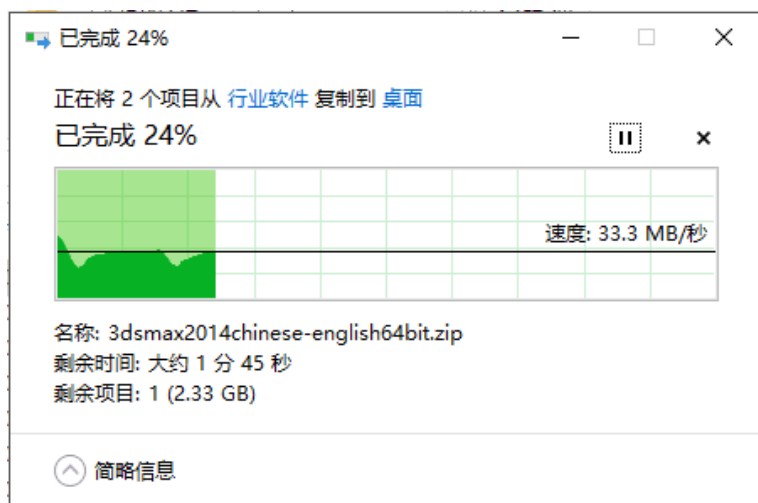
信锐客服部

2017 年 3 月 19 日

第 1 章 关于无线协商速率与 MIMO

1.1.无线协商速率

协商速率不是实际下载速率，协商速率可以简单的理解为最大的理论速率，实际速率一般都比协商速度要小不少。但是可以肯定的是无线终端连接无线 AP 之后，无线终端的协商速率越大，实际的数据传输速率也就越大



1.2.关于 MIMO

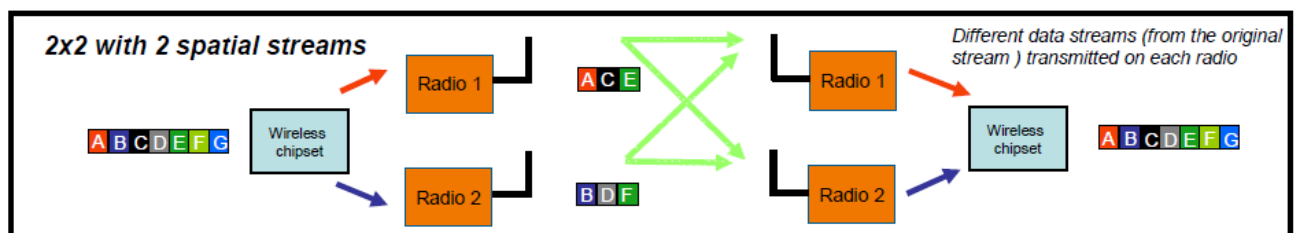
MIMO(Multiple-Input Multiple-Output)技术指在发射端和接收端分别使用多个发射天线和接收天线，使信号通过发射端与接收端的多个天线传送和接收，从而改善通信质量。它能充分利用空间资源，通过多个天线实现多发多收，在不增加频谱资源和天线发射功率的情况下，可以成倍的提高系统信道容量，显示出明显的优势、被视为下一代移动通信的核心技术（注：从 802.11n 协议开始支持 MIMO 技术）

无线电发送的信号被反射时，会产生多份信号。每份信号都是一个空间流。使用单输入单输出（SISO）的系统一次只能发送或接收一个空间流。MIMO 允许多个天线同时发送和接收多个空间流，并能够区分发往或来自不同空间方位的信号。MIMO 技术的应用，使空间成为一种可以用于提高性能的资源，并能够增加无线系统的覆盖范围

提高信道的容量：MIMO 接入点到 MIMO 客户端之间，可以同时发送和接收多个空间流，信道容量可以随着天线数量的增大而线性增大，因此可以利用 MIMO 信道成倍地提高无线信道容量，在不增加带宽和天线发送功率的情况下，频谱利用率可以成倍地提高

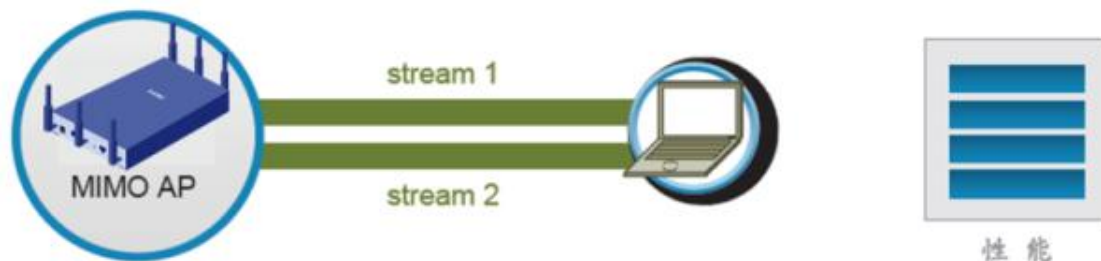
提高信道的可靠性：利用 MIMO 信道提供的空间复用增益及空间分集增益，可以利用多天线来抑制信道衰落。多天线系统的应用，使得并行数据流可以同时传送，可以显著克服信道的衰落，降低误码率

MIMO 技术通俗的理解就是：信息被分割并以多个空间数据流传输



MIMO (Multiple Input, Multiple Output)

信息被分割并以多个空间数据流传输



发送端和接受端
同时参与

同一无线通道上同
时传输

增加了带宽

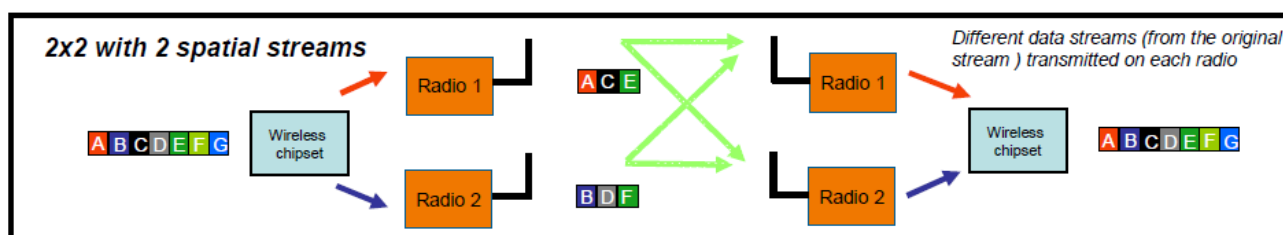
需要 MIMO 客户
端支持

1.3.双频与双流的区别

双频中的“频”是指频段，一系列连续的频率组成了频段。国家规定了各个应用使用的频段范围，不同应用只能在要求频段范围内选择一个频率，避免互相影响。最早只有 2.4GHz 频段，但是由于不够用引进了 5.8GHz 频段，因此就有了双频的概念，现在越来越多的终端同时支持 2.4G/5.8G 频段



双流中的“流”是指空间流，是 MIMO 技术中无线 AP 和无线终端能够同时发送和接收数据的“数据传输通道”。它是工作在一个信道中，如下图就是两条空间流的数据传输，发送方将“ABCDEFGH”这一串数据在某一个信道中（如信道 6），通过 MIMO 技术进行两条空间流的同时数据传输，接收方也以两条空间流进行数据接收（这一点也论证了为什么 MIMO 技术能够提高信道利用率以及提升数据传输速率）



第 2 章 影响协商速率的因素

2.1.802.11 协议族所逐步实现的物理速率

1999 年，802.11 的基础协议完成了 WLAN 的基本架构定义，并定义了两种调制模式和速率，为 WLAN 提供了 1Mbps 和 2Mbps 的物理接入速率

1999 年，802.11b 协议直接致力于物理速率的提升，在 802.11 的基础上提出了“High Rate”的概念，通过调制模式 CCK，将 WLAN 的最大物理接入速率从 2Mbps 直接提升到 11Mbps

1999 年，802.11a 的问世一方面跳出了原来 2.4GHz 频段的限制为 WLAN 应用争取了更多的空间媒介资源（5GHz 的三段频点，可以提供多达 13 个不重叠的工作信道），另外一方面则通过 OFDM 调制模式又一次将物理速率提升到了 54Mbps。如果单单从数据的传输速率角度，该物理速率已经是一个骄人的成绩，在当时一定程度上可以和以太网网络进行比较和抗衡

2003 年，OFDM 调制模式引入到 2.4GHz 推出了 802.11g 协议，该协议在 802.11b 的基础上扩充支持了 OFDM 调制模式，使得 WLAN 在 2.4GHz 上也能够实现 54Mbps 的物理传输速率。802.11g 并没有为 WLAN 协议的物理速率的提升，而只是对于已有技术的扩展应用

2009 年，长达 10 年的沉默后 802.11n 协议的推出重新对 WLAN 物理速率进行了一次洗牌，从调制模式开始、引入了 MIMO 技术、实现了 2 个信道的捆绑使用，甚至对信号间隔调整，将 WLAN 的物理传输速率推到了 300Mbps，特别在 3 条流的基础上可以达到 450Mbps 的物理速率

2.2.几种常见的最大协商速度

54M 是 802.11g 规范下所能达到的最大速度（11g 技术不支持 MIMO，无法绑定信道，带宽很低，目前已经淘汰，市面上很难买到此类网卡）

72M 是 802.11n 规范下，单 MIMO，20Mhz 频宽下面所能达到的最高速度（目前很多机器配的是螃蟹卡，典型的是 X220 T420 等一些机器上面配的 Realtek bgn 1x1 的网卡，此类网卡在没开 40Mhz 频宽的时候就会出现这个速度，想要提速，建议在网卡和路由器上同时开启 40Mhz 频宽的设置，开启后速度可提升至 150M）

144M 是 802.11n 规范下，2X2 MIMO，20Mhz 频宽下面所能达到的最高速度（支持 2X2 MIMO 的网卡至少也是中端网卡了，典型的有 X220 T420 这代机器使用的 intel 的 6200 系列以及现在最新的 T440 X240 上面用的 intel Dual Band Wireless-N 7260 还有 Intel Wireless-N 2200 等，想要提速也很简单，同上面 72M，只要开启 40Mhz 带宽就可以提升到 300M）

150M 是 802.11n 规范下，单 MIMO，40Mhz 频宽下面所能达到的最高速度（非常常见的一个速度，大多数手持 11n 设备，都能达到，详见 72M 说明）

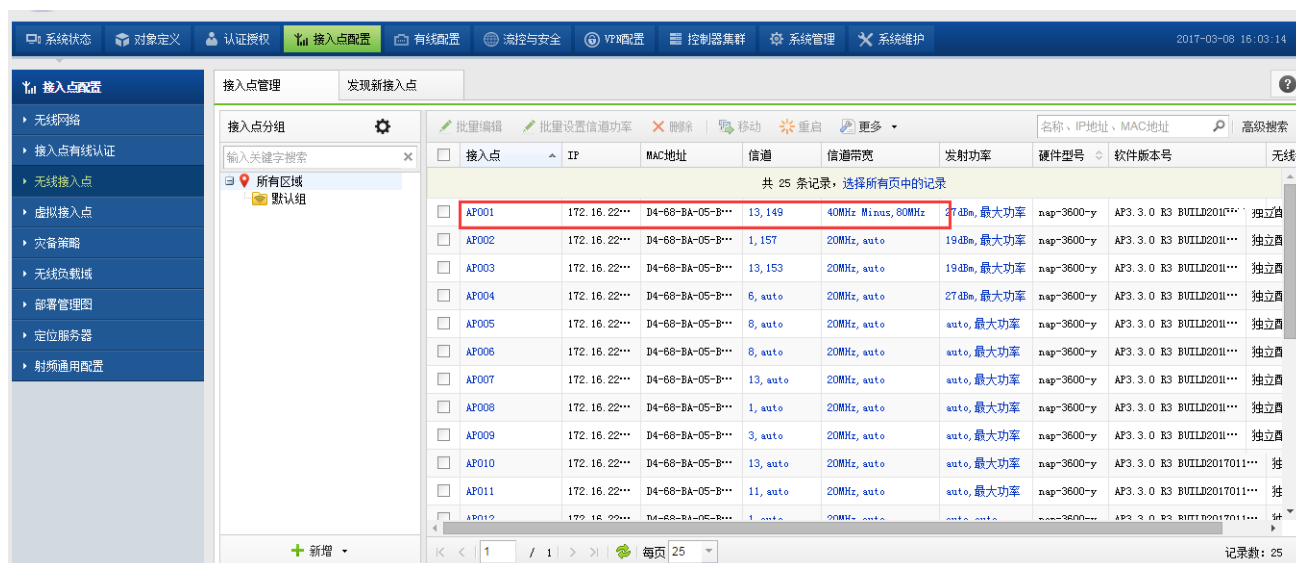
300M 是 802.11n 规范下，2X2MIMO，40Mhz 频宽下面所能达到的最高速度（同样也比较常见的速度，

详见 144M 说明，能达到此速度以及以上的设备建议使用 5G 频段）

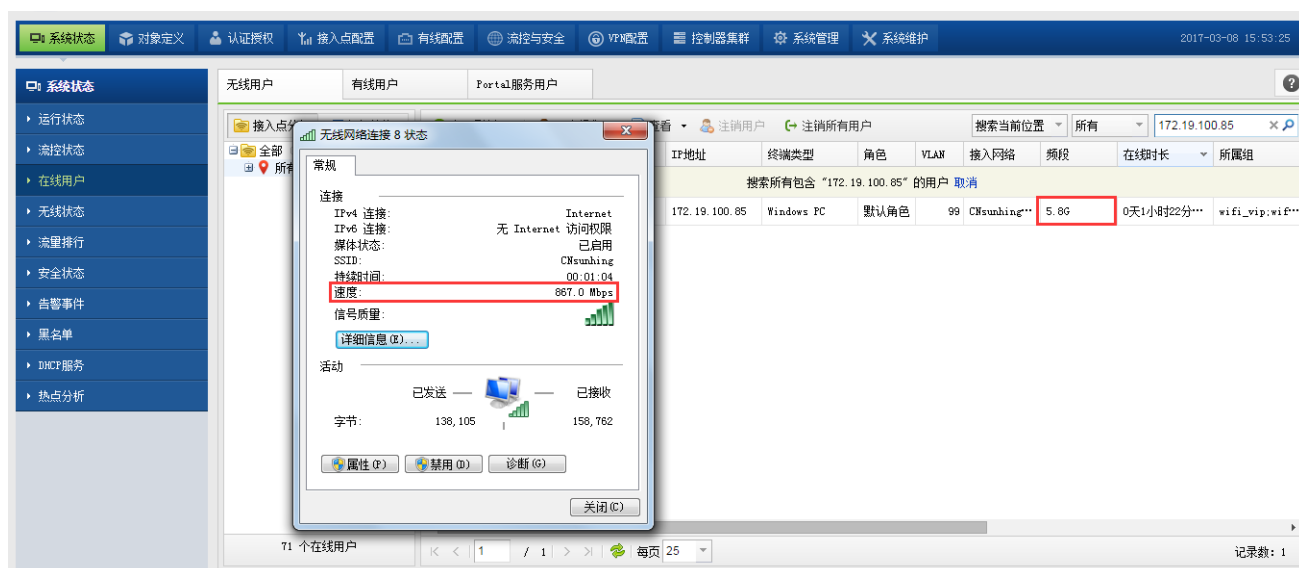
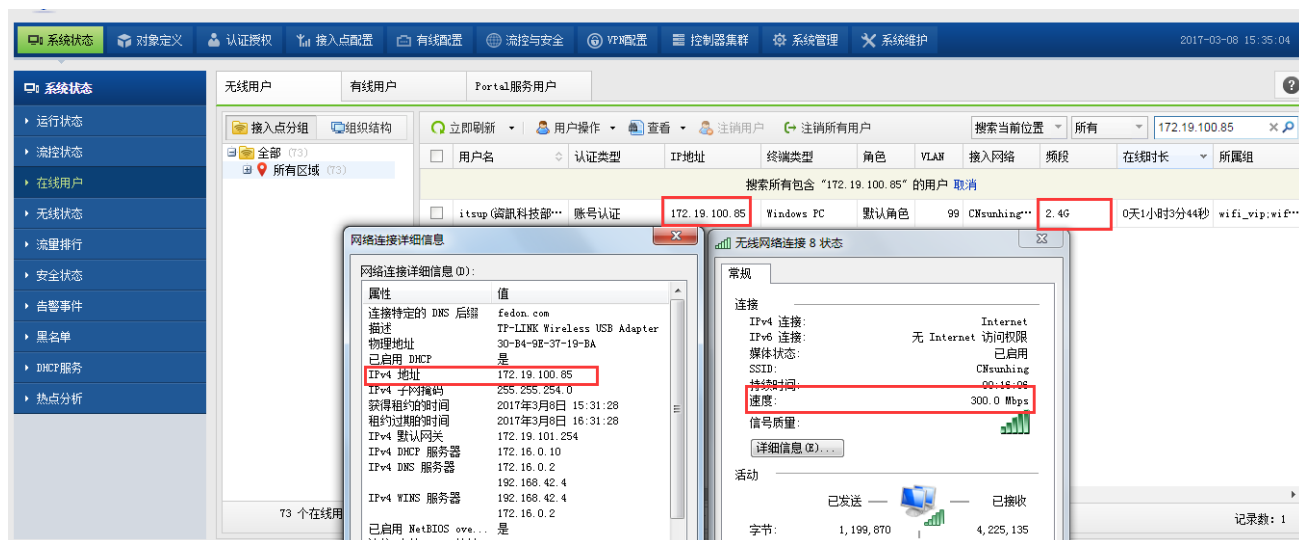
450M 是 802.11n 规范下，3X3MIMO，40Mhz 频宽下面所能达到的最高速度（最典型的是 X220 T420

这代机器上配的 Intel 的 6300 要三根天线同时收发才能达到这个速度，是 11n 时代笔记本最高的速度了，如果没有开启 40Mhz 频宽，协商速度会跌落到 216M）

867M 是 802.11ac 规范下，2X2MIMO，80Mhz 频宽下面所能达到的最高速度（802.11ac 是最新的无线规格，由于使用了更大的频宽，因此在 2 根天线的情况下面就能大幅超越 11n 下面 3 根天线的速度，能达到 867Mhz 的高速度，典型的产品就是现在 T440 X240 上面使用的 intel Dual Band Wireless-AC 7260 是目前的旗舰产品，但是此类高速只能在 5Ghz 频段下面实现）



名称	IP	MAC地址	信道	信道带宽	发射功率	硬件型号	软件版本号	无线网
AP001	172.16.22...	D4-68-BA-05-B...	13, 149	40MHz, auto	27dBm, 最大功率	nap-3600-y	AP3.3.0 R3 BUILD201...	独立
AP002	172.16.22...	D4-68-BA-05-B...	1, 157	20MHz, auto	19dBm, 最大功率	nap-3600-y	AP3.3.0 R3 BUILD201...	独立
AP003	172.16.22...	D4-68-BA-05-B...	13, 153	20MHz, auto	19dBm, 最大功率	nap-3600-y	AP3.3.0 R3 BUILD201...	独立
AP004	172.16.22...	D4-68-BA-05-B...	6, auto	20MHz, auto	27dBm, 最大功率	nap-3600-y	AP3.3.0 R3 BUILD201...	独立
AP005	172.16.22...	D4-68-BA-05-B...	8, auto	20MHz, auto	auto, 最大功率	nap-3600-y	AP3.3.0 R3 BUILD201...	独立
AP006	172.16.22...	D4-68-BA-05-B...	8, auto	20MHz, auto	auto, 最大功率	nap-3600-y	AP3.3.0 R3 BUILD201...	独立
AP007	172.16.22...	D4-68-BA-05-B...	13, auto	20MHz, auto	auto, 最大功率	nap-3600-y	AP3.3.0 R3 BUILD201...	独立
AP008	172.16.22...	D4-68-BA-05-B...	1, auto	20MHz, auto	auto, 最大功率	nap-3600-y	AP3.3.0 R3 BUILD201...	独立
AP009	172.16.22...	D4-68-BA-05-B...	3, auto	20MHz, auto	auto, 最大功率	nap-3600-y	AP3.3.0 R3 BUILD201...	独立
AP010	172.16.22...	D4-68-BA-05-B...	13, auto	20MHz, auto	auto, 最大功率	nap-3600-y	AP3.3.0 R3 BUILD2017011...	独
AP011	172.16.22...	D4-68-BA-05-B...	11, auto	20MHz, auto	auto, 最大功率	nap-3600-y	AP3.3.0 R3 BUILD2017011...	独
AP012	172.16.22...	D4-68-BA-05-B...	1, auto	20MHz, auto	auto, auto	nap-3600-y	AP3.3.0 R3 BUILD2017011...	独



2.3.频宽的选择

由于 2.4G 频段资源严重不足，只有 3 个不重叠信道，干扰很大，而且看了上面你会发现，追求高带宽基本上都会去开 40MHz 的频宽，其实这个所谓 40Mhz 频宽原理很简单，一个信道频宽是 20Mhz，40Mhz 频宽就是将相邻的两个信道绑定起来，达到高的吞吐量（这也就是为什么在打流测试或者 AP 吞吐性能测试的时候建议大家使用 40Mhz 频宽），但是 2.4G 频段一共才 3 个独立的信道，你使用两个信道以后，周围只要有其他无线 AP，就会对你的无线系统造成很大的干扰，会导致你实际使用体验很不理想（这也就是为什么

么 2.4G 在实际使用过程中推荐大家频宽仅开启 20Mhz)，因此强烈大家有条件的去选择 5Ghz 频段，简单的说 5Ghz 频段信道更多，而且使用的人少，传播距离也短，几乎没什么干扰，能配合最新的无线技术达到超高的速度，目前 802.11AC 协议仅支持 5G 频段

参数配置

默认使用分组上的无线参数，如需单独配置，请勾选并设置以下选项。

☐ 工作模式	☒ 信道功率	☒ 子网配置	☐ 射频参数	☐ 隧道参数	中继网桥	☐ 其他配置
-------------------------------	--	--	-------------------------------	-------------------------------	------	-------------------------------

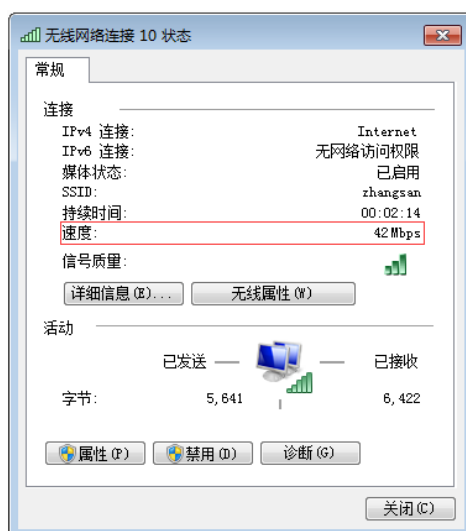
2.4G频段	☒ 启用
5.8G频段	

网络协议:	b/g/n
信道带宽:	20 MHz
信道:	自动 (默认)
发射功率:	20 MHz 40 MHz Minus 40 MHz Plus

1 16 40 80 Max

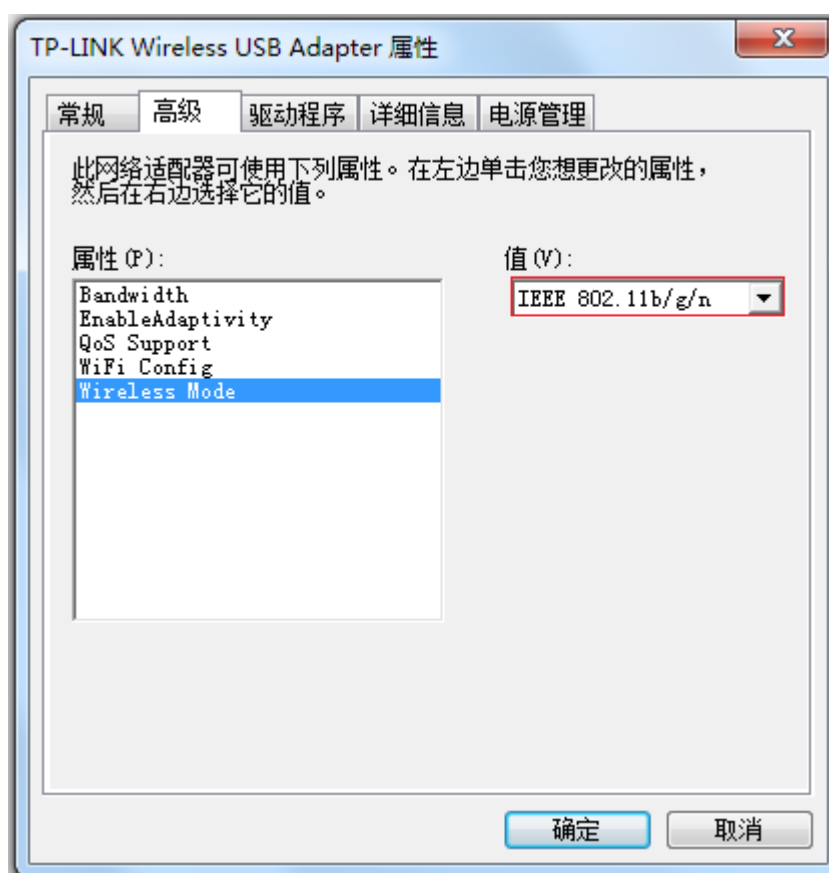
2.4.影响协商速率的因素

无线终端连接路由器的无线信号后，终端上显示的无线速率较低，如下图：



2.4.1. 终端支持的无线最高速率

无线网卡或无线路由器支持的无线最高速率较低，如果二者之一为 54Mbps，则连接时协商的最高速率只能达到 54Mbps。笔记本的无线网卡的最高速率可以在桌面右键点击计算机（或我的电脑），选中管理，依次点击：设备管理器 >> 网络适配器，找到无线网卡，查看其支持的协议。如下图，如果无线模式只支持 802.11b/g，则网卡支持的最高无线速率为 54Mbps。其他模式下无线网卡的最高速率上文中提到

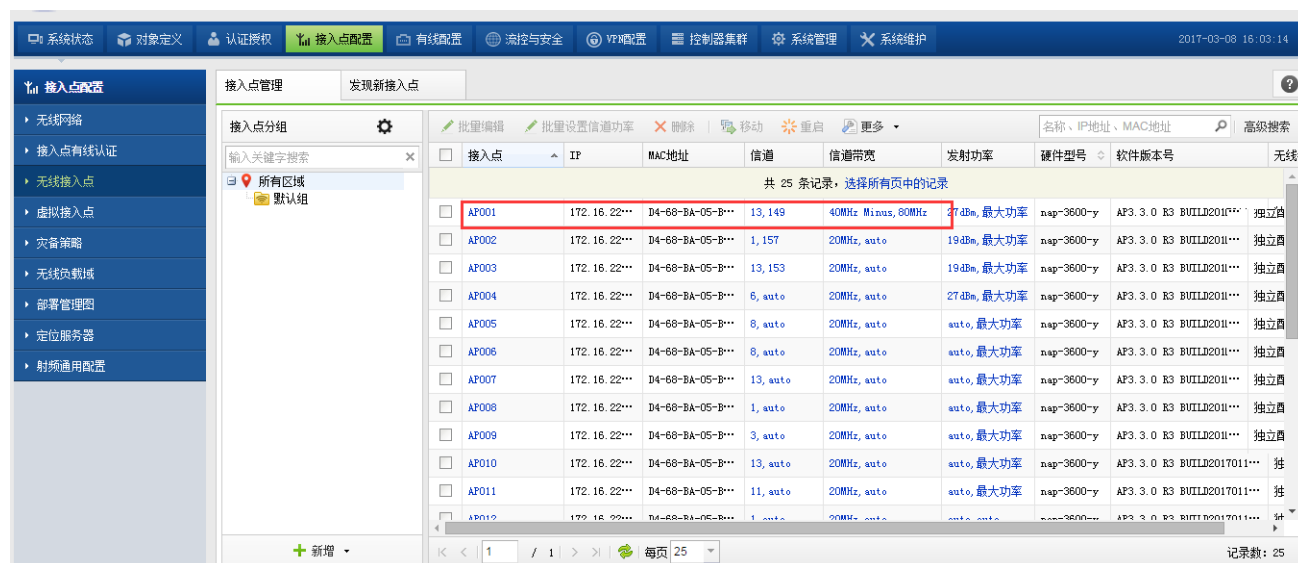


2.4.2. 无线信号强度

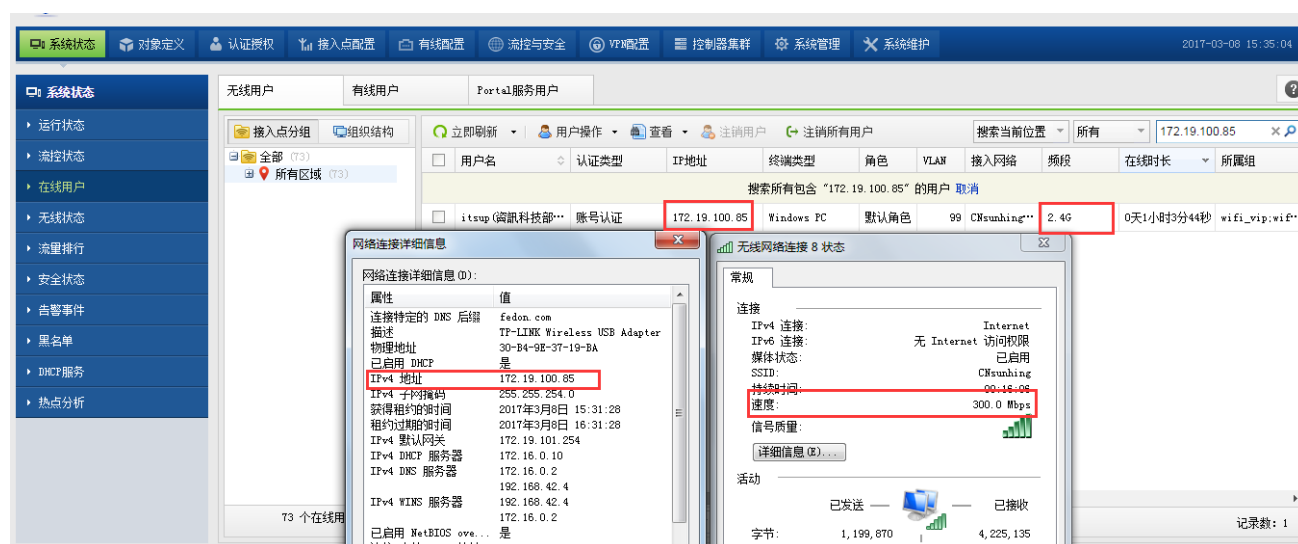
无线终端搜索到的无线信号强度较弱，会影响到无线协商速率。建议将无线终端靠近路由器，在近距离下连接信号，且尽量避免穿过太多墙体或障碍物

2.4.3. 无线 AP 频宽的设置

相同的频段、位置的情况下，增大 AP 的信道带宽能够增加无线的协商速率，如下图：将 2.4G 频段的频宽改为 40Mhz，能够显著的增加无线终端的协商速率。5G 频段也是同样的效果，增大频宽能够增加终端的协商速率



接入点	IP	MAC地址	信道	信道带宽	发射功率	硬件型号	软件版本号	无线
AP001	172.16.22...	D4-68-BA-05-B...	13,149	40MHz Minus, 80MHz	17dBm, 最大功率	nap-3600-y	AF3.3.0.R3.BUILD2011...	独立
AP002	172.16.22...	D4-68-BA-05-B...	1,157	20MHz, auto	19dBm, 最大功率	nap-3600-y	AF3.3.0.R3.BUILD2011...	独立
AP003	172.16.22...	D4-68-BA-05-B...	13,153	20MHz, auto	19dBm, 最大功率	nap-3600-y	AF3.3.0.R3.BUILD2011...	独立
AP004	172.16.22...	D4-68-BA-05-B...	6, auto	20MHz, auto	27dBm, 最大功率	nap-3600-y	AF3.3.0.R3.BUILD2011...	独立
AP005	172.16.22...	D4-68-BA-05-B...	8, auto	20MHz, auto	auto, 最大功率	nap-3600-y	AF3.3.0.R3.BUILD2011...	独立
AP006	172.16.22...	D4-68-BA-05-B...	8, auto	20MHz, auto	auto, 最大功率	nap-3600-y	AF3.3.0.R3.BUILD2011...	独立
AP007	172.16.22...	D4-68-BA-05-B...	13, auto	20MHz, auto	auto, 最大功率	nap-3600-y	AF3.3.0.R3.BUILD2011...	独立
AP008	172.16.22...	D4-68-BA-05-B...	1, auto	20MHz, auto	auto, 最大功率	nap-3600-y	AF3.3.0.R3.BUILD2011...	独立
AP009	172.16.22...	D4-68-BA-05-B...	3, auto	20MHz, auto	auto, 最大功率	nap-3600-y	AF3.3.0.R3.BUILD2011...	独立
AP010	172.16.22...	D4-68-BA-05-B...	13, auto	20MHz, auto	auto, 最大功率	nap-3600-y	AF3.3.0.R3.BUILD2017011...	独
AP011	172.16.22...	D4-68-BA-05-B...	11, auto	20MHz, auto	auto, 最大功率	nap-3600-y	AF3.3.0.R3.BUILD2017011...	独
AP012	172.16.22...	D4-68-BA-05-B...	1, auto	20MHz, auto	auto, auto	nap-3600-y	AF3.3.0.R3.BUILD2017011...	独



用户名	认证类型	IP地址	终端类型	角色	VLAN	接入网络	频段	在线时长	所属组
itvup (資訊科技部...)	账号认证	172.19.100.85	Windows PC	默认角色	99	CNshunh...	2.4G	0天1小时3分44秒	wifi_vip:wif...



2.4.4. 无线干扰

无线 AP 或无线终端的使用环境中，如果存在较多的其他无线信号，相互之间产生干扰，会影响无线终端的协商速率或导致无线协商速率不稳定

建议无线终端尽量远离无线鼠标、无线键盘、蓝牙等设备，并在无线 AP 中，尝试调整无线信道为 1、6、11，或者扫描软件（如 Inssider）扫描一下当前环境中存在的其他无线信号的干扰，选择一个较为干净的信道进行部署

2.5.关于“为什么信号很强，但是数据传输很慢”的通俗解释

大多数人对 WIFI 技术都有一个很大的误区，就是认为信号越大越好，穿墙能力越大越好。其实不是这样的。无线网络和有线网络不同，无线网络是一个冲突域（所有连接上无线 AP 的手机、笔记本电脑等，在传输数据时都是在争抢同一个信道资源进行数据传输），人越多，实际可用总带宽会越小，还有同频干扰等因素，实际使用时的速度很难一概而论。WIFI 技术最怕的就是“冲突”，冲突大了，严重的会导致整个系统瘫痪，不知道大家是不是体验过，在一些有公共热点的地方，你手机能收到信号，并且信号满格，但是你

始终就是无法连上网络，其实这个问题的罪魁祸首就是“冲突”，因为运营商在建设无线网络的时候，用大功率天线把信号打的很远，导致“冲突域”太大，能收到信号的人太多，导致的结果就是大家都无法和 AP 正常通信

原理是这样的，用人说话来举例。当在一个教室里面，有很多人，都和老师在对话，你能听到其他人在和老师说话的时候，你就不会随意插嘴，肯定是等他说完了你再说，这个时候就很有条理，效率也很高。因为很简单，你能听到他们说话的声音，但是假设教室很大，你听不到其他人是否在和老师对话，那你就只能想说话的时候就朝着老师喊话，如果这时候别人和老师对话中，那你们就有了冲突，只能都等待（专业术语解释就是有隐藏节点问题）。所以你如果功率开的过大，有过多的人使用无线网络，那些终端互相都听不到对方的“声音”那反而是最大的问题

有了上面的理论基础，大家就会明白，为什么无线 AP 穿墙效果都那么差，说白了一方面是因为无线设备发射功率限制，最重要的问题就是在于即使你功率大到能穿墙到很远的地方，你的无线效果一定很差的。因为大功率导致的大覆盖面积引起隐藏节点问题的出现，以及大功率导致的大的噪声都是很致命的。这些也不是 WIFI 技术创立的初衷

由上面得出的结论，如果你需要部署 WiFi 覆盖的面积非常大（类似于有多层的别墅），结构很复杂千万不要想着用一个 AP 开到最大功率就实现无线高速的覆盖，即使是可以那速度也是无法忍受的，无线速度要想快，就要想着如何压缩覆盖范围，降低发射功率（这个结论可能很多同事都很吃惊，没错这就是 WIFI），降低使用人数，如果人数多或者面积大，用多个 AP，用不同的频段错开部署，才能实现高密度的无线覆盖，用户的体验效果才会更好

还有一个是 wifi 技术的发展方向，今后 wifi 为向着高频，短距离发展，在很近的距离，60GHz 的频段下面，速度甚至可以达到几十 G，以后电脑互联的接口，显示接口等都是可以用高频 WiFi 来替代的。室内的覆盖以后流行的，也是用 5G 频段来覆盖一个小房间，这种模式，能达到很高的速度，极佳的用户体验

第 3 章 注意事项

1、要想跑出高速率，除了 AP 的性能要好之外，无线终端（用户的手机、电脑）的无线网卡性能也要匹配。比如我司一款支持 2X2MIMO 的 AP，而客户的电脑网卡只是支持一条流的数据传输，那最终的数据传输效果也是能受限于这台一条流的网卡

2、802.11AC 协议只支持 5G 频段