

探索5G时代的WiFi6应用

导语近半年来，5G网络的消息和应用层出不穷，5G的商用牌照也已发布，三大运营商也迫不及待的发布对5G的部署及规划。在人们对5G展示最大热情的时候，作为一直以来和蜂窝网络势均力敌的wifi也不甘落后，WIFI6悄然面世。润欣科技在无线通信行业有深厚的技术沉淀，积累了丰富的应用经验，所以想借此机会跟大家一起探讨交流wifi6的发展与应用。

本文主要分为4个部分：

1. wifi的发展历程及WIFI6技术革新
2. wifi6和5G的对比，以及这两种技术互利共赢的方式
3. 高通新一代的wifi6芯片QCA6391
4. wifi6芯片的新增RF性能以及测试挑战

一、Wifi的发展历程及WIFI6技术革新

wifi的发展历程



第一代无线局域网协议推出于1997年，其物理层工作在ISM的2.4G频段，数据传输速率为2Mbps。由于它在传输速度和传输距离上的表现都不太好，因此并未被大规模使用。

1999年，IEEE制定了802.11a标准，直接将其频段定在了5GHz，使物理层的最高速率达到了54Mbps，但是，802.11a产品中5GHz的组件研制成功太慢，再加上802.11a的一些弱点和一些地方的规定限制导致802.11a也没有被广泛的采用。

802.11b协议，几乎和11a同时制订。11b协议基于2.4GHz频率，最大的传输速度只有11Mbps，相比于11a来说虽然速率低了很多，但凭借着在传输距离和穿墙能力上的优势及当时802.11a的核心芯片研发进度缓慢的原因，11b迅速占领了市场。

802.11g协议推出于2003年7月，是IEEE制订的第三代Wi-Fi标准。它继承了802.11b的2.4GHz频段和802.11a的最高54Mbps传输速率。同时，它还使用了CCK技术后向兼容802.11b产品。

随着互联网发展，在线图片、视频、流媒体等服务对无线局域网技术提出了更高的带宽要求，为满足用户需求，

2009年，IEEE宣布了新的802.11n标准，802.11n协议凭借MIMO、波束成形及40MHz绑定等技术使最高传输速率达到了600Mbps。

2016年7月IEEE推出了第5代Wi-Fi标准802.11ac，11ac工作在5GHz的频段上，在提供良好的后向兼容性的同时，把每个通道的工作频宽由802.11n的40MHz，提升到80MHz甚至是160MHz，再加上大约10%的实际频率调制效率提升，最终理论传输速度由802.11n最高的600Mbps跃升至1Gbps。

2018年10月3日，Wi-Fi联盟（Wi-Fi Alliance）将基于802.11ax标准的WiFi协议正式纳入正规军，成为第六代WiFi技术。借着这个机会，联盟又将WiFi规格重新命名，之前标准802.11n改名WiFi 4，标准802.11ac改名WiFi 5，新标准802.11ax改名WiFi 6。

Wifi6的技术革新

802.11ax又被称为“高效率无线标准”（High-Efficiency Wireless, HEW），将大幅度提升用户密集环境中的每位用户的平均传输率，有效减少网络拥塞、大幅提升无线速度与覆盖范围。其实，设计802.11ax的首要目的是解决网络容量问题，因为随着公共Wi-Fi的普及，网络容量问题已成为机场、体育赛事和校园等密集环境中的一个大问题。那么作为新一代WiFi协议的11ax具体都有哪些技术上的突破呢？

1、wifi6支持2.4G与5G

802.11ax协议基于2.4GHz和5GHz两个频段，这种双频段，并非是ac双频路由器那样不同的频段对应不同的协议，ax协议本身就支持两个频段。这显然迎合了当下物联网、智能家居等发展潮流。对于一些对带宽需要不高的智能家居设备，可以使用2.4GHz频段去连接，保证足够的传输距离，而对于需要高速传输的设备，就使用5GHz频段。

2、支持1024-QAM，数据容量更高

从调制上看WiFi 5是256-QAM，WiFi-6是1024-QAM，前者的数据流最大支持4个，后者则最大支持8个，因此WiFi 5的理论吞吐量可以做到3.5Gbps，而WiFi 6则可以做到惊人的9.6Gbps。

3、支持完整版的MU-MIMO

MIMO（Multiple-Input Multiple-Output）即为多输入多输出技术，是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，实现以更小的代价达到更高的用户速率，从而改善通信质量。实际上IEEE在802.11n协议时代就引入了MIMO技术，而MU-MIMO技术可以理解为它的升级版或者是多用户版本。

通俗来说，以前在802.11n上面的MIMO只能说是SU-MIMO即单用户MIMO，传统的SU-MIMO路由器信号呈现一个圆环，依据远近亲疏，依次单独与上网设备进行通讯。当接入的设备过多时，就会出现设备等待通讯的情况；更为严重的是，这种依次单独的通讯，是基于设备对AP（路由器或热点等）总频宽的平均值。也就是说，如果拥有100MHz的频宽，按照“一次只能服务一个”的原理，在有3个设备同时接入网络的情况下，每个设备只能得到约33.3MHz频宽，另外的66.6MHz则处于闲置状态。即在同一个Wi-Fi区域内，连接设备越多频宽被平均得越小，浪费的资源越多，网速也就越慢。



MU-MIMO路由器则不同，MU-MIMO路由的信号在时域、频域、空域三个维度上分成三部分，就像是同时发出三个不同的信号，能够同时与三部设备协同工作；尤其值得一提的是，由于三个信号互不干扰，因此每台设备得到的频宽资源并没有打折扣，资源得到最大化的利用，从路由器角度衡量，数据传输速率提高了3倍，改善了网络资源利用

率，从而确保Wi-Fi无间断连接。MU-MIMO技术就是赋予了路由器并行处理的能力，让它能够同时为多台设备传输数据，极大地改善了网络拥堵的情况。在今天这种无线联网设备数量爆发式增长的时代，它是比单纯提高速率更有实际意义的。

值得一提的是WiFi5中也使用了MU-MIMO功能，但它天生不足：设备需要连接在同一5G频段下，要全部支持MU-MIMO功能。且设备数量要刚刚好才能触发这个功能。最重要的一点是WiFi5下的MU-MIMO功能只支持数据下行，上传数据时还是走得SU-MIMO。而WiFi6给我们带来了完整版的MU-MIMO功能——至少它支持数据上行和下行。相比于WiFi中最大的4×4 MU-MIMO规格，WiFi6拥有了8×8 MU-MIMO——最多可以同时支持向8个终端传输数据。如此一来适用的场景便多了许多，这时MU-MIMO才到了真正能用的地步。

4、OFDMA技术

长久以来，WiFi一直采用OFDM作为核心传输方案。

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 即正交频分复用技术，是由多载波调制发展而来的一种实现复杂度低、应用最广的一种多载波传输方案。OFDM主要思想是：将信道分成若干正交子信道，将高速数据信号转换成并行的低速子数据流，调制到在每个子信道上进行传输。正交信号可以通过在接收端采用相关技术来分开，这样可以减少子信道之间的相互干扰 (ISI)。每个子信道上的信号带宽小于信道的相关带宽，因此每个子信道上可以看成平坦性衰落，从而可以消除码间串扰，而且由于每个子信道的带宽仅仅是原信道带宽的一小部分，信道均衡变得相对容易。用一个简单的例子来说明：假设我们现在有很多车要从A地到B地，没有使用OFDM技术之前，路是一条路，所有的车四处乱开，横冲直撞，结果谁都快不了。现在使用了OFDM技术，将一条大路划分为很多个车道，大家都按照车道驾驶，这样既可以提高速度，又能减少车与车之间的干扰。同时这条道的车多了，就匀一点到那条车少的道上去，管理上也方便很多。



OFDMA技术是在OFDM的基础上加入多址（即多用户）技术，演进而来的。OFDMA将帧结构重新设计，细分成若干资源单元，为多个用户服务。以20MHz信道为例，在OFDM方案（即11n/ac）里每一帧由52个数据子载波组成，但由于这一帧只为一个终端服务。传输的数据包过小时（像聊天记录），空载的子载波也无法分配给其他终端。而在OFDMA方案（即11ax）里每一帧由234个数据子载波组成，每26个子载波定义为一个资源单元，每个资源单元可以为一个终端服务，这样每一帧就可以同时为9个用户服务。用卡车拉货来解释这个技术最方便直观了。OFDM方案是为每一个客户发一次货车。不管货物多少，来一单发一趟，这样不免就有货车空载的现象。而OFDMA方案会将多个订单合在一起发货，让卡车尽量满载上路，使得运输效率大大提升。

不但如此，WiFi6下OFDMA和MU-MIMO的效果可以叠加。两者呈现出一种互补关系，OFDMA适用于小数据包的并行传输提高信道利用率和传输效率。而MU-MIMO则适用于大数据包的并行传输，提高单用户的有效带宽，同样能减少时延。

5、TWT机制

TWT机制是专门针对类似智能家居这样的低速设备而设置的。例如配置2.4GHz频段、20MHz频带的WiFi设备。路由器会自动生成一个数据交换用的唤醒时间，在网络数据传输不高的时段去依次唤醒这些低速设备进行数据交换。（比如下载最新数据库，上传生成数据等操作）这样就可以有效避免网络拥堵。这也是一种优化网络带宽利用率的技术

手段。

以上5项技术，他们每一项都有独当一面之处，再相互结合之后可以让wifi6迸发出更高的性能，未来2-3年，wifi6会逐渐普及，并取代wifi5。

二、5G和wifi6的对比及二者之间的共存

比起最近比较热门的5G，WiFi6有哪些优缺点呢？那这两者之间会是怎样的存在关系呢，接下来，我会从以下4个方面来分享下5G和wifi6的优缺点；从而来和大家说明为什么共存是5g和wifi6最好的归宿。而不是5G取代WiFi6。

5G和WiFi6的对比

1. 应用场景：5G是运营商部署的网络，5G的应用是面向eMBB（大流量移动宽带业务）、mMTC（大连接物联网业务）和uRLLC（超高可靠超延通信）场景的，以室外为主，5G在工业互联网，车联网无人驾驶等领域有强烈的需求。而WiFi6主要以室内短距离覆盖为主，Wi-Fi6的应用可以在eMBB和mMTC场景作为5G的补充。是企业办公的不二选择。为企业更加智能化提供更多选择。另外，从家庭用户的使用角度来看，只有wifi6才能发挥出5G的最大功效。

2. 从技术层面

理想速率，wifi6的高速是通过MU-MIMO和OFDMA实现的。采用1024QAM，带宽最高160MHZ，天线数量最多8T8R，理想速率为9.6Gbps。5G的高速是通过大规模的MIMO无线电技术实现，大规模的MIMO无线电技术采用几十到几百个天线用于传播无线电信号，理想速率达到10Gbps，两者理想速率相差不大。

覆盖范围，覆盖范围是和发射强度有关的，Wi-Fi6 AP国家的认证要求发射功率不超过0.2W，，覆盖范围约五百到一千平米；一个室外5G基站发射功率可达60W，其覆盖是公里级的。就覆盖面积来说，5G优于wifi6。

室内单用户体验：Wi-Fi6 AP最高可以是8T8R，实际速率至少为3Gbps-4Gbps。典型的室内5G小基站天线一般是4T4R，实际速率是1.5Gbps-2Gbps。所以，单设备的性能Wi-Fi6会优于5G。

3. 频谱资源：wifi6支持的频段是2.4GHz和5.8GHz，这些频谱资源是免费的，成本相对较低。5G支持1Ghz以下的低频段，1GHz到6Ghz的中频段，24/30Ghz到300GHz的高频多（也成为毫米波），虽然5G的频谱资源很宽，很广，但是这些频段都是需要授权的，中国是发牌照，国外是以拍卖的形式为主。成本非常高。

4. 建设成本：5G网络因信号易衰减，需经过严密规划仿真验证，此外，5G频带和波长的特点需要5G基站更密集，导致投入基站成本高。之前运营商在4G的投资在8千亿，而5G的投资是4G的2-4倍。相比较而言，wifi6的升级仅需升级主芯片，且主芯片都是ASIC，成本本身就低于5G所需的FPGA芯片；光纤入户或者进入企业后，只需要购买整机Wi-Fi6 AP即可实现部署，成本相对基站而言非常低廉。再加上当前主流的电脑、手机、pad以及无线终端均支持wifi接入，wifi6的应用就更容易迭代出新了。

5G和wifi6的共存

前段时间中国联通官方微博爆出：通过华为Wi-Fi 6技术进行网络拓展，采用联通5G网络接入，将深圳地铁福田枢纽建成全国首个应用Wi-Fi 6技术的地铁车站，实现5G与Wi-Fi6技术的完美融合，开启了Wi-Fi6轨道行业应用的元年。

在深圳地铁车站采用的华为Wi-Fi6技术和设备可以提供4倍于传统Wi-Fi的带宽，单个AP支持用户数提升4倍，平均时延降低50%，覆盖范围提升20%。

而对于消费者而言，使用5G和wifi6技术来实现随身WiFi也可以实现高带宽，低时延便捷使用的特点。比如高通现有的方案SDX55平台搭载wifi6芯片（通过PCIe-G3进行通讯）

三、高通新一代wifi6芯片---QCA6391

QCA6391是一款高度集成的SOC芯片，主要应用于IOT，支持802.11ax WI-FI

及蓝牙5.1，QCA6391支持2.4G与5G实时双频工作，也就是常说的DBS功能。

特性：

支持11ax协议并向后兼容 802.11a/b/g/n/ac

支持2x2的MU-MIMO

支持双MAC的DBS功能，2x2的工作模式下，吞吐量最高可以达到1774.5 Mbps

2.4G的信道带宽为20/40 MHz,5G的信道带宽为 20/40/80MHz

支持动态频率选择

芯片采用了单端射频输入输出接口，

LTE与wifi共存

wifi与蓝牙共存

需要晶体或者主平台产生48MHz参考时钟，

支持外接FEM来实现高功率。

另外256脚的NSP封装

四、802.11ax的RF性能及测试

11ax技术引进了先进的OFDMA和1024-QAM调制技术，对芯片的RF也有了更高的要求，接下来，和大家分享一些RF的新要求及测试难点。

1. 严格的EVM规定：我们都知道11ax采用了1024QAM更高阶的调制编码技术，对应的，MCS相比802.11ac有提升，从原来的MCS9（256QAM）提升到了MCS11（1024QAM）再加上子载波的间隔也从原来的312.5KHz降到了78.125KHz，这意味着调制信号的星座点密度有了更高的要求。映射到我们的RF指标上，就是EVM。与802.11ac中-32dB的EVM要求相比，该标准针对最高传输速率指定的EVM要求为-35dB。而对射频前端PA的EVM要求更高，目标规范需达到-47dB的EVM。

为满足这种新的、更为严格的EVM要求，测试仪器要求其EVM噪声水平应远低于DUT。据我所知，Litepiont 罗德等wlan仪器厂商的仪表EVM噪声是做到了-51db的。

2. 绝对与相对频率错误

802.11ax新引进的OFDMA技术，不仅要求所有用户同时传输，而且还要求OFDMA AP可根据用户对带宽的需求来动态地改变用户所占用频谱的数量。这两种要求显著提高了WIFI频谱的复杂度，时序同步，频率对齐以及相应时间等特性就变得很重要。

绝对频率错误参数：待测件会传送802.11ax讯号框架，而测试仪器则会使用标准参考来测量频率和频率偏移。结果将与目前802.11ac规格的所述数据相似，限制约为 $\pm 20\text{ppm}$ 。

相对频率错误：测试程序包含两个步骤。首先，测试仪器会将触发帧传送给待测件。待测件将依照取自于触发帧的频率和频率信息进行自适应。接着，待测件会使用已修正频率的帧做出回应，而测试仪器则会测量这些框架的频率错误。在载波频率偏移和时序补偿完成后，而我们需要确认的是：通信可以在400ns的短帧间间隔(SIFS)内传输，并在350Hz范围内与AP时钟同步。从而确认这个指标是ok的。

3.功率控制

上面我们也提到 OFDMA技术旨在多用户共享频谱，但是如果AP侧 接到不同用户功率差异过大，会导致载波间的干扰，功率泄露等一系列的问题，从而影响传输质量，所以功率控制是我们必须重视的一个指标。

在802.11ax中，AP是可以命令station根据AP侧的目标RSSI（信号强度）来提高或降低功率的，从而使多个用户到达AP侧的功率等级一致。

控制发射功率的算法：

1. station估算路径损耗。AP的发射功率 - station处测得RSSI（信号强度）
2. station算自身的发射功率并发送信号：目标RSSI（信号强度）+第一步估算出来的路径损耗

4.MU-MIMO功能测试

若在MIMO作业中使用多达8个天线测试802.11ax装置，其结果可能会与个别及连续测试每个信号链路大不相同。举例来说，来自各个天线的信号可能会对彼此造成负面干扰，并影响到功率和EVM性能，进而对传输率带来负面且显著的影响。

测试仪器需要支持每个信号链的局部振荡器亚毫秒同步化，以确保多个通道的相位微调 and MIMO性能不会发生问题。

以上大概就是11ax RF 新的要求和测试。11ax还在继续规范中。测试需求也会根据协议的规范来继续改进。测试仪器厂商及芯片厂商也在不断优化设备及测试方案。让我们以一个最好的姿态来迎接wifi6时代的到来。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/150554.html>