

# Wi-Fi6 同步 5G 启航，共享万物互联时代盛宴

## 通信行业深度报告

随着 5G 牌照的发放以及 Wi-Fi 6 标准的相继落地，2019 年成为两个主流无线通信标准商用元年。纵观现代移动通信发展，Wi-Fi 和蜂窝通信一直以来都是互补的角色，在技术标准、应用场景方面也逐步趋同。鉴于固网宽带无与伦比的性价比，配合 Wi-Fi 提供的稳定连接，历代 Wi-Fi 在应用方面相对于蜂窝网络更为领先，技术迭代周期相较蜂窝网络更短，从而也为历代移动蜂窝网络的大规模应用需求打下坚实基础。我们认为，Wi-Fi 6 的推出将同步 5G 建设，一方面缓解运营商日益增长的流量压力，另一方面也可通过化整为零的快速建设，帮助培育 5G 未来应用生态，同时 Wi-Fi 6 将驱动 WLAN 产业升级换代，产业链有望重点受益。

### ► Wi-Fi 6 标准落地，面向万物互联应用全面优化。

Wi-Fi 联盟于 2019 年 9 月正式推出 Wi-Fi6 认证计划，意味着 Wi-Fi6 的标准正式统一落地。相较于上一代 Wi-Fi，Wi-Fi6 通过采用 OFDMA、MU-MIMO、TWT 等新兴技术，实现了峰值速率提升 37%，达到了 9.6Gbps，接入容量提升 4 倍，终端功耗降低 30% 以上，以万物互联为目标应用场景实现全面优化。随着 iPhone11、三星 S10 等主流终端对 Wi-Fi6 的率先支持，Wi-Fi6 的普及有望加速。根据 Dell' Orol 预测，Wi-Fi6 的 AP 出货量将在 2019 年达到总出货量的 10%，并于 2023 年提升到 90%，实现快速出货。我们认为，Wi-Fi6 的建设或将驱动无线宽带建设新一轮发展机遇。

### ► Wi-Fi 与蜂窝网络互为补充，长期将保持同步演进。

相较于蜂窝网络的升级和建设，Wi-Fi 由于采购和使用的主体不仅限于运营商，因此可以通过化整为零的方式实现相关技术和产品生态的快速迭代。通过对比两者的发展历史，我们发现 Wi-Fi 技术每一代所用时间大约只有移动网络的一半左右，因此 Wi-Fi 能在网络连接带宽以及应用使用体验方面保持长期竞争力，并持续帮助蜂窝网络技术发展以及培育移动互联网生态的建立。另外，在 3G 之后随着 LTE 技术的发展以及持续提高的覆盖率，Wi-Fi 的建设主体逐步从运营商过渡到企业以及商业体。日益提升的 Wi-Fi 技术在提升个人用户使用体验以及 IoT 接入能力之余，通过 LBS 等支持园区工业互联网以及商业体的 Wi-Fi 将数据变现。我们认为，未来 Wi-Fi 将作为固网的延伸与蜂窝网络持续演进，共筑万物互联生态。

### ► Wi-Fi6 驱动升级换代机遇，产业链重启受益新周期。

根据 Wi-Fi 联盟预计，2018 年全球 Wi-Fi 经济价值预计达到 1.96 万亿美元，2023 年将达到 3.47 万亿美元。在企业 WLAN 领域，鉴于工业以及商业信息化的需要，WLAN 作为一个成熟且经济的无线宽带连接方案，其接受程度将随着物联网以及园区宽带网络的发展而持续提升，预计 2023 年中国商用 Wi-Fi 市场规模将达到 41.09 亿元。我们认为，Wi-Fi6 的到来恰逢其时，可实现对即将到来的万物互联以及 AR/VR、高清视频等对带宽、接入容量要求更高的应用生态的率先支持，从而驱动整个产业的升级换代机遇，带来产业链从芯片到模组到应用的快速发展机遇。

### 投资建议

随着 Wi-Fi6 和 5G 的到来，技术进步将支撑整体移动通信向着更高带宽、更大容量以及万物互联的方向持续演进，而应用生态的建立将拉动无线基础设施建设。在 WLAN 领域，由于化整为零的建设特点，其应用生态有望率先成熟，从而驱动企业 WLAN 建设需求，因此推荐在企业 WLAN 持续领先的上市公司：紫光股份（新华三 WLAN 多年来国内份额第一）、星网锐捷（锐捷网络 2018 年 12 月 IDC 中国企业 WLAN 排名第二）。另外，我们认为在 WLAN 领域的领先地位有望拉动新华三以及锐捷网络在交换机、

### 评级及分析师信息

行业评级：推荐

### 行业走势图



分析师：吴彤

邮箱：wutong@hx168.com.cn

SAC NO: S1120519060001

联系人：柳珺廷

邮箱：liujt@hx168.com.cn

联系电话：010-51662928

### 相关研究

1. 星网锐捷中报点评：掘金云计算时代机遇，ICT 产业持续优化升级

2019.08.30

2. 紫光股份中报点评：营收稳步增长，IT 服务业务扩能，研发增大助力“智能+”未来

2019.08.25

路由器等后端设备的销售，构筑较强的综合信息化能力。另外，随着无线技术在带宽方面的升级，固网接入也必将迎来带宽的升级，我们认为在接入网方面具备较强领先能力并持续巩固 10GPON、WiFi6 路由器、5G CPE 等产品的**天邑股份**等将受益电信运营商接入网升级机遇。最后，产业链相关公司包括持续推进 Wi-Fi 6 产品研发、量产和市场推广的**剑桥科技**等也有望重点受益。

**风险提示**

WLAN 技术发展不及预期，产业链成熟相对较晚；WLAN 相关应用不及预期，产业发展滞后；物联网发展不及预期，Wi-Fi6 升级动力不足等。

**盈利预测与估值 (2019.10.14)**

股票代码	股票名称	收盘价 (元)	投资评级	重点公司 EPS (元)				P/E			
				2018A	2019E	2020E	2021E	2018A	2019E	2020E	2021E
002396.SZ	星网锐捷	30.77	买入 (维持)	1.00	1.25	1.54	1.88	31	25	20	16
000938.SZ	紫光股份	32.14	增持 (维持)	0.83	0.98	1.15	1.37	39	33	28	23

资料来源: wind, 华西证券研究所

正文目录

1. Wi-Fi 持续演进, Wi-Fi 6 面向应用全面优化 .....	5
1.1. Wi-Fi 6 元年: iPhone11、S10 率先支持, 生态有望加速培育 .....	5
1.2. 历史演进: Wi-Fi 催生宽带无线互联时代, Wi-Fi 6 面向万物互联时代 .....	8
1.3. Wi-Fi 6 的市场空间巨大, 升级换代激活新一轮产业机遇 .....	11
2. 5G 建设投资较大周期拉长, Wi-Fi 6 推出或可缓解流量增长冲击并培育新兴应用 .....	14
2.1. 5G vs Wi-Fi6: 目标场景&底层技术逐渐趋同 .....	14
2.2. Wi-Fi 与蜂窝移动通信互补关系将长期存在 .....	19
3. Wi-Fi 6 推动全产业链升级换代机遇 .....	26
3.1. 芯片: 巨头割据, Wi-Fi 6 升级预备 .....	26
3.2. 模组: 面向应用, 产业链中移趋势明显 .....	28
3.3. 应用先驱动 Wi-Fi6 未来加速普及 .....	30
4. 投资建议 .....	36
4.1. 星网锐捷—企业 WLAN 领先厂商, 云生态运营 .....	36
4.2. 紫光股份—WLAN 市场领先, 率先出货 Wi-Fi 6 .....	38
4.3. 天邑股份—主营宽带网络终端设备, 积极布局 5G&Wi-Fi 6 .....	40
4.4. 剑桥科技—ICT 终端设备行业翘楚, 发力光模块业务 .....	42
5. 风险提示 .....	43

图表目录

图 1 WLAN 技术组成 .....	5
图 2 Wi-Fi 6 统一认证徽章 .....	6
图 3 上、下行通道 (ADSL 信道结构) .....	7
图 4 万物互联的数字化基础 .....	7
图 5 5G 三大应用场景 .....	7
图 6 Wi-Fi 标准演进历程 .....	9
图 7 2018 年全球 Wi-Fi 经济价值 .....	10
图 8 智能手机增长驱动力 .....	11
图 9 企业 Wi-Fi 设备出货量占比预测 .....	11
图 10 2018 年 Q2—2019Q2 全球前五 WLAN 公司 .....	12
图 11 中国 WLAN 市场规模 .....	13
图 12 2017 年中国 WLAN 市场厂商占比 .....	13
图 13 Wi-Fi 和 4G/3G/2G 的移动设备联网占比 .....	13
图 14 Wi-Fi 和 4G/3G/2G 的移动设备联网变化趋势 .....	13
图 15 100Mbps 及以上接入速率的固定互联网宽带接入用户占比情况 (2018.08—2019.08) .....	14
图 16 OFDM vs OFDMA 工作模式 .....	15
图 17 OFDMA RU 分配实例 .....	15
图 18 MU-MIMO 技术 .....	16
图 19 OFDMA + M-MIMO 构筑 Wi-Fi 6 高性能底层基础 .....	16
图 20 目标唤醒时间 TWT .....	17
图 21 TMT&OFDMA .....	17
图 22 BSS-Color 技术示意图 .....	18
图 23 256-QAM 与 1024-QAM 的星座图对比 .....	18
图 24 Wi-Fi 与移动通信网络标准对比 .....	19
图 25 运营商公司提供的 PWLAN 网络逻辑组网图 .....	22
图 26 三大运营商 4G 套餐资费表 .....	23
图 27 各网络制式流量成本变化 .....	23
图 28 华为 VoWi-Fi 解决方案 .....	24

图 29 美国运营商 Wi-Fi 和流量统计 (2018.02)	24
图 30 各种无线通信技术优势场景	25
图 31 优先支持 Wi-Fi 与 4G/5G 的应用终端	25
图 32 Wi-Fi 芯片构成	27
图 33 2018 年全球 Wi-Fi 芯片市场份额	27
图 34 企业对于 Wi-Fi 的需求	31
图 35 不同 Wi-Fi 标准下的接入量与人均带宽关系	32
图 36 IoT 技术趋势	33
图 37 物联网设备连接数增长	33
图 38 万物互联未来预测	33
图 39 全球市场 VR/AR 出货量及连接类型预测	34
图 40 VR/AR 9 大规模应用预期	35
图 41 智慧工厂——AGV 无人叉车	36
图 42 Wi-Fi 工业物联网示意图	36
图 43 锐捷网络 Wi-Fi6 产品	37
图 44 星网锐捷营业收入情况(亿元)	38
图 45 星网锐捷 2019H1 主营业务收入分布	38
图 46 紫光股份营业收入情况(亿元)	40
图 47 紫光股份 2019H1 主营业务收入分布	40
图 48 公司 Wi-Fi6 产品入库中国电信采购库	41
图 49 天邑股份营业收入情况(亿元)	42
图 50 天邑股份 2019H1 主营业务收入分布	42
图 51 剑桥科技营业收入情况(亿元)	43
图 52 剑桥科技 2019H1 主营业务收入分布	43
表 1 Wi-Fi6 相比 Wi-Fi5 优势	6
表 2 第一批指定为 Wi-Fi 6 认证的产品	7
表 3 Wi-Fi 6 终端速度对比	8
表 4 Wi-Fi 标准发展历程	9
表 5 Wi-Fi 6 工作进度时间	10
表 6 无线短距离通信技术	10
表 7 Wi-Fi 6 重点升级功能	11
表 8 OFDMA 和 MU-MIMO 对比	16
表 9 蜂窝移动通信&Wi-Fi 发展	20
表 10 各大运营商 WLAN 战略	21
表 11 3G 技术与 WLAN 技术比较	21
表 12 中国电信 2019 年 WLAN 设备采购中标企业	26
表 13 全球 Wi-Fi 芯片厂家	28
表 14 Wi-Fi 模块分类	29
表 15 Wi-Fi 模块厂商	29
表 16 Wi-Fi6 应用场景	31
表 17 未来媒体带宽需求	34
表 18 VR 应用对于宽带要求	35
表 19 高清视频带宽要求	35
表 20 公司 2018 年来 WLAN 中标统计	37
表 21 紫光旗下新华三集团发展历程	39

## 1. Wi-Fi 持续演进，Wi-Fi 6 面向应用全面优化

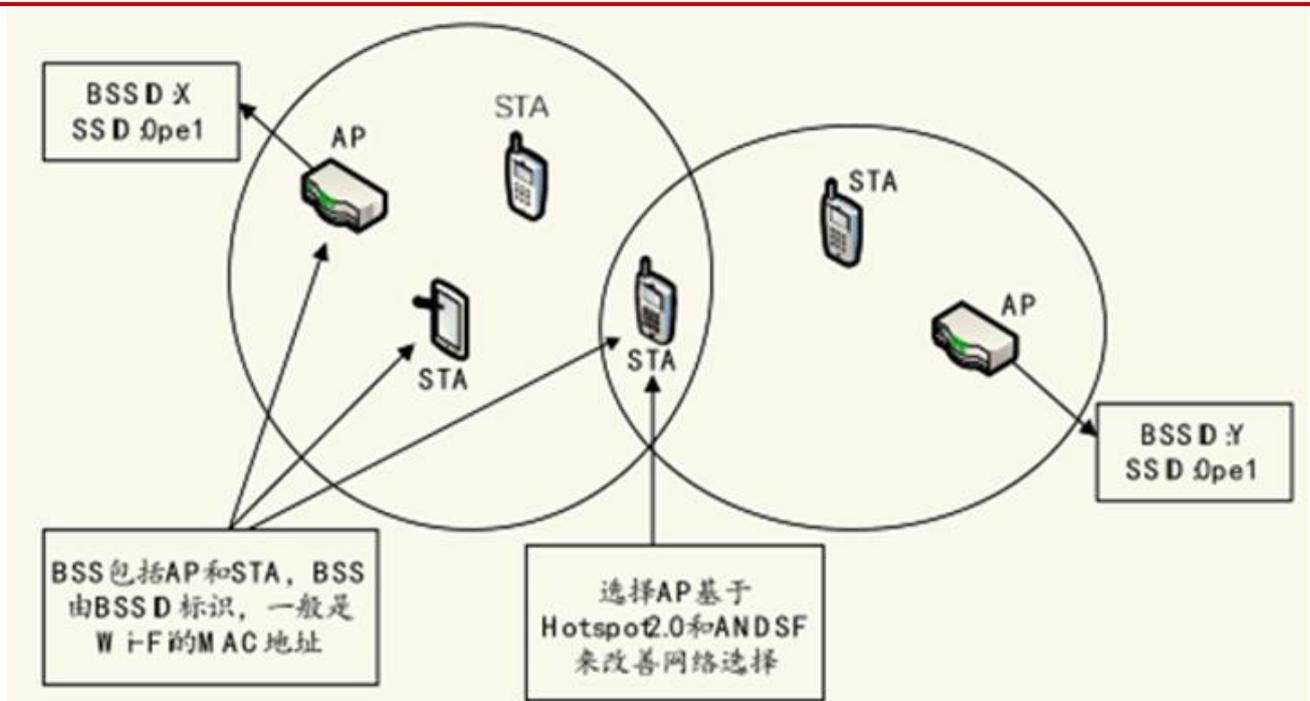
### 1.1. Wi-Fi 6 元年：iphone11、S10 率先支持，生态有望加速培育

Wi-Fi 诞生 20 年来，已成为当今世界无处不在的技术，为数十亿设备提供连接，其重要性、应用价值及商业价值被行业广泛认可。Wi-Fi 也是越来越多的用户上网接入的首选方式，在无线化、小型化的背景下，有逐步取代有线接入的趋势。

Wi-Fi 是一种允许电子设备连接到一个无线局域网(WLAN)的技术，通常使用 2.4G UHF 或 5G SHF ISM 射频频段，主要包括 802.11b、802.11a、802.11g、802.11n、802.11ac 和 802.11ax 等标准。连接到无线局域网通常是有密码保护的；但也可以是开放的，这样就允许任何在 WLAN 范围内的设备可以连接上。为适应新的业务应用和减小与有线网络带宽的差距，每一代 802.11 的标准都带来接入速度的提升。随着技术的进步以及接入需求多样化提升，Wi-Fi 技术开始在性能、容量及覆盖效果等多方面持续创新以提高人们的使用体验。

Wi-Fi 6 是由 WFA (Wi-Fi Alliance, Wi-Fi 联盟是一个非盈利性组织，旨在推广 Wi-Fi 技术并对 Wi-Fi 产品进行标准化认证) 提出的对于 Wi-Fi 的新命名方式，以便于 Wi-Fi 新技术的推广。其中，Wi-Fi 5 对应 802.11ac；Wi-Fi 6 对应 802.11ax。

图 1 WLAN 技术组成



资料来源：《WLAN 与 2G/3G/4G 四网协同运营分析》，华西证券研究所整理

Wi-Fi 6 认证计划启动，2019 年成为通信行业的“5G”+“Wi-Fi6”元年。2019 年 6 月 3 日，工信部宣布发放 5G 商用牌照，我国正式进入 5G 商用元年。另外，在 9 月 16 日，Wi-Fi 联盟推出了 Wi-Fi 6 认证计划，该计划旨在统一使用 Wi-Fi 6 设备

的标准，参与认证的制造商可在其设备包装上标注 Wi-Fi 6 认证徽章，意味着 Wi-Fi 6 的标准正式统一落地。和上一代的 Wi-Fi 5 技术标准相比，Wi-Fi 6 的数据传输速度提高了四成，能够支持现实增强和虚拟现实技术，扩大了网络容量，提供更优质的网络服务。**Wi-Fi 6 理论上的最快传输速率 9.6Gbps，比 Wi-Fi 5 (802.11ac) 快 37%，这个速度与 5G 的速度 10Gbps 相差无几。**

因此，Wi-Fi6 将是 5G 网络互补的要素，在网络密度需求快速上升之下，Wi-Fi6 将扮演对无线通讯网络终端客户，在物联网、智慧医疗、智慧城市等新兴应用的强力支援角色。

图 2 Wi-Fi 6 统一认证徽章



资料来源：Wi-Fi 联盟，华西证券研究所整理

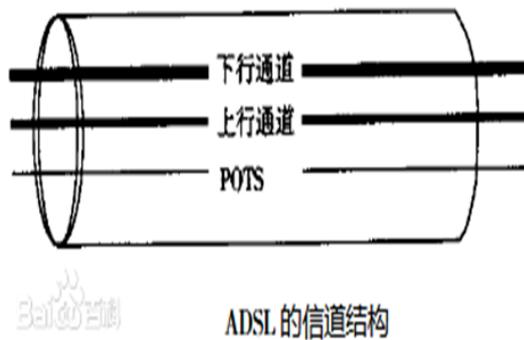
表 1 Wi-Fi6 相比 Wi-Fi5 优势

Wi-Fi6	Wi-Fi5
理论带宽9.6Gbps	理论带宽6.9Gbps
AP接入容量是11ac(Wi-Fi5)的4倍，支持更多的终端并发接入	
终端功耗节约30%以上，满足物联网终端对低功耗的要求	

资料来源：华西证券研究所

Wi-Fi 标准迎来重大升级，Wi-Fi6 与 5G 技术共同构建万物互联的世界。自 1999 年以来，Wi-Fi 标准历经了五个主要版本，目前正面临历史上最重大的升级。从 Wi-Fi1 到 Wi-Fi 5 可以被认为是在 802.11 原始标准基础上的增量改进。Wi-Fi6 则是第一个为万物互联的世界而优化设计的 Wi-Fi 标准，它的核心假设之一是上传和下载速度需要对称。Wi-Fi6 设想的应用场景是万物互联互通的世界，信息实时传输，时延一般以毫秒计算。假若按照 ADSL 设计的上行速率小于下行速率，导致信息的传输速率受到较低速率的环节影响，对于信息传输速率要求较高的应用场景，例如 VR/AR、无人驾驶、视频会议等场景，需要上行速率和下行速率相当，因此 Wi-Fi6 设计上传和下载速度对称，满足互联互通要求。较早版本的 Wi-Fi 标准的假设是 Wi-Fi 作为有线接入的补充，所以预计数据的下载量将远大于上传量，因此下行速率高于上行速率，是一种非对称的接入方式，不再适用于万物互联时代的物联网需求。

图3 上、下行通道 (ADSL 信道结构)



资料来源：百度百科，华西证券研究所整理

图4 万物互联的数字化基础

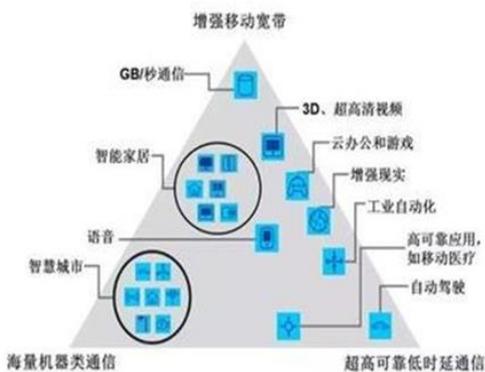


资料来源：《ZK research》，华西证券研究所整理

5G 网络促进 Wi-Fi 技术升级提速，推动多场景应用全面发展。由于 5G 网络速度更快、延迟更低，随着 5G 网络的发展，必将催生更多的 AR、VR、智慧家居等 5G 应用，同时也会极大促进光纤宽带的升级和提速，千兆光纤将逐步进入家庭，而千兆光纤搭配 Wi-Fi6 路由器也将成为最主流的上网配置。Wi-Fi6 路由器的无线网络速度更快、稳定性更好、延迟更低、辐射更低，配合高速光纤网络，可以轻松应对目前主流的网络应用，亦可轻松支持未来的 5G 应用。

我们认为，从通信发展历史来看，一直以来有线宽带在速度和带宽方面都是领先无线网络，随着 5G 的建设，千兆网络建设包括 10GPON 等将在高速低延时网络应用的驱动下实现快速发展。工信部表示 2019 年，将继续开展网络提速降费，启动宽带网络“双 G 双提，同网同速”行动，加快固定宽带千兆应用推广。随着固网宽带建设和升级加速，以及数字终端无线化趋势演需，Wi-Fi 将依旧占据性价比优势，并可为 5G 的未来大规模普及培育新兴应用，包括：VR/AR、工业物联网、智慧城市等。Wi-Fi 路由器以及组网相较于 5G 更加经济，可以在 5G 建设初期化整为零，实现优先部署。

图5 5G 三大应用场景



资料来源：ITU-2000，华西证券研究所整理

表2 第一批指定为 Wi-Fi 6 认证的产品

第一批指定为 Wi-Fi 6 认证的产品
Broadcom®BCM4375
Broadcom® BCM43698
Broadcom® BCM43684
Cypress CYW89650 Auto-Grade Wi-Fi 6 Certified
Intel® Wi-Fi 6 (Gig+) AX200 (for PCs)
Intel® Home Wi-Fi Chipset WAV600 Series (for routers and gateways)
Marvel 88W9064 (4x4) Wi-Fi 6 Dual-Band STA
Marvell 88W9064 (4x4) + 88W9068 (8x8) Wi-Fi 6 Concurrent Dual-Band AP
Qualcomm® Networking Pro 1200 Platform
Qualcomm® FastConnect 6800 Wi-Fi 6 Mobile Connectivity Subsystem
Ruckus R750 Wi-Fi 6 Access Point

资料来源：华西证券研究所

Wi-Fi 6 高调起步，全面普及尚需时日。目前上市手机中仅有苹果 iPhone11、三星 Galaxy S10 等少数几款终端支持，但随着 Wi-Fi6 标准的逐渐普及和支持更多新手机的上市，支持 Wi-Fi6 标准将成为智能终端标配。Wi-Fi 6 认证计划已经获得行业厂商支持，其中包括华硕，AT&T, Boingo, Broadcom, 思科, 康卡斯特, 英特尔, Netgear, 高通, 三星, TP-Link 和小米等公司，预计未来将有大批量网络设备广泛支持 Wi-Fi6。

目前支持 Wi-Fi6 的千兆无线路由器的价格普遍在 1000-2000 元左右，相比主流路由器产品百元左右的价格，Wi-Fi6 路由器的价格明显偏高。未来，随着支持 Wi-Fi 6 标准设备的增加，整体芯片成本有望随着规模增长而快速下降，Wi-Fi6 的普及程度也将会提升。

根据 TP-Link 所做实验，Wi-Fi 6 的投入可以让支持 Wi-Fi 6 的设备包括 iPhone 11 系列、Galaxy S10 系列在近距离相比 AC1200 Wi-Fi 5 路由器无线峰值速率最高可提升 67.3%。在中远距离，无线速率最高可提升到 4.2 倍。

表 3 Wi-Fi 6 终端速度对比

WAN-5G	TL-XDR3020	TL-WDR5620 千兆版
iPhone11	819Mbps	553Mbps
iPhone11 Pro Max	850Mbps	558Mbps
三星S10	855Mbps	578.071Mbps
AX200	934.856Mbps	578.071Mbps
TL-XDN8180	924.495Mbps	552.488Mbps

资料来源：Tp-link，华西证券研究所

华为公司预测，2019 年支持 Wi-Fi 6 芯片出货量占总出货量 10%，到 2023 年将达到 90% 左右。这次向 Wi-Fi 6 标准的迁移，给保持技术创新领域的芯片厂商们提供了又一个机会窗口，将会帮助其实现收入 and 市场份额的增长。未来 2-3 年，Wi-Fi 6 将在 Wi-Fi 市场上快速普及，并将成为主流。

## 1.2. 历史演进:Wi-Fi 催生宽带无线互联时代，Wi-Fi 6 面向万物互联时代

20 年无线 Wi-Fi 发展成果显著，技术变革瞄准无线宽带有效提升。无线 Wi-Fi 20 年的发展历程，其实就是人们对高带宽不断追求的过程，Wi-Fi 技术不断进行更新换代，变革的主要目的是提高带宽，满足人民高密度通信要求。IEEE 802.11 是 IEEE 中负责无线局域网的协议标准的工作组。该组织先后制定了数个成功的 WLAN 协议，如 11g、11n 及 11ac。1997 年 IEEE 制定出第一个无线局域网标准 802.11，数据传输速率仅有 2Mbps。1999 年 IEEE 发布了 802.11b 标准。802.11b 运行在 2.4 GHz 频段，传输速率为 11Mbps，是原始标准的 5 倍。同年，IEEE 又补充发布了 802.11a 标准，采用了与原始标准相同的核心协议，工作频率为 5GHz，最大原始数据传输率 54Mbps，达到了现实网络中等吞吐量(20Mbps)的要求，由于 2.4GHz 频段已经被到处使用，采用 5GHz 频段让 802.11a 具有更少冲突的优点。

进入新世纪后，Wi-Fi 几乎每经过 4-5 年左右就会出现一次技术变革，最近一次发布的 Wi-Fi6 标准 (802.11ax)，频段继承了 2.4GHz 和 5GHz 两个频段，最大传输速率达到 9.6Gbps。

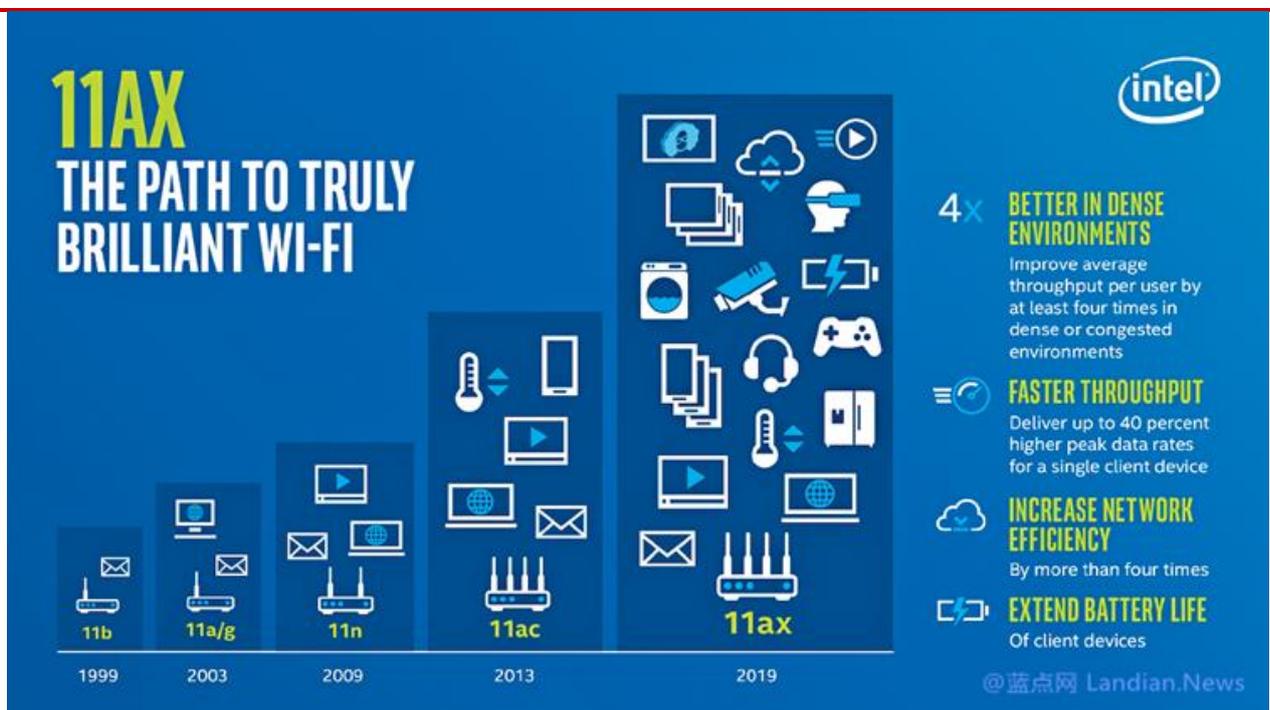
表 4 Wi-Fi 标准发展历程

时间	1997	1999		2003	2009	2013	2015		2019
Wi-Fi	Wi-Fi1	Wi-Fi2		Wi-Fi3	Wi-Fi4	Wi-Fi5		Wi-Fi6	
标准	802.11	802.11b	802.11a	802.11g	802.11n	802.11ac wave1	802.11ac wave2	802.11ax	
频段	900,2.4GHz,IR	5GHz	2.4GHz	2.4GHz	2.4/5GHz	5GHz	5GHz	2.4/5GHz	
最大传输速率	1-2Mbps	11Mbps	54Mbps	54Mbps	600Mbps	433-1270Mbps	2167Mbps	9.6Gbps	

资料来源：华为 Wi-Fi6 技术白皮书，华西证券研究所

从 Wi-Fi 演进历程，我们不难发现，Wi-Fi 从最早的仅支持简单通信、到随后的多面体通信以及实时视频通信，2013 年发布的 Wi-Fi5 开始支持工业互联网以及移动互联网通信，最后到 2019 年的 Wi-Fi 6 开始以万物互联为发展目标。因此，Wi-Fi6 在密度链接、网络效率、能耗等方面实现了全面的提升。

图 6 Wi-Fi 标准演进历程



资料来源：Intel，华西证券研究所整理

Wi-Fi 经过了近 20 年的发展，取得了巨大的成功，Wi-Fi 的最大贡献是将人们从传统的有线网络里解放出来，为个人用户、企业及运营商提供了各种服务。在全球范围内，Wi-Fi 联盟 2018 年有关 Wi-Fi 经济价值的报告预计，2018 年全球 Wi-Fi 经济的价值预计会达到 1.96 万亿美元，在 2023 年，Wi-Fi 的经济价值预计会超过 3.47 万亿美元。但同时，随着新产品、新技术的革新，无线网络现在及未来也面临着新的挑战，因此，新一代的 Wi-Fi6 标准也应运而生。

表 5 Wi-Fi 6 工作进度时间

11ax 工作组进展表	
2014年5月	工作组正式成立
2016年11月	Draft 1.0 版本
2017年9月	Draft 2.0 版本
2018年5月	Draft 3.0 版本
2019年1月	Draft 4.0 版本
2019年7月	发起最终投票
2020年1月	Final 802.11 Approval (计划)

资料来源：锐捷网络，华西证券研究所

图 7 2018 年全球 Wi-Fi 经济价值



资料来源：Wi-Fi 联盟，华西证券研究所整理

除了 Wi-Fi 这一代表性的无线短距离通信技术外，还有蓝牙技术，Zigbee，RFID 等几种典型、常用的无线短距离通信技术。与这些技术相比，Wi-Fi 技术具有速度高、部署简单、成本低等优点，获得广泛认可，成为企业，家庭自建网络首选，能够适应地铁、商场、机场等高密度通信场景。

表 6 无线短距离通信技术

无线短距离通信技术	传输距离	带宽	频段	优点	缺点	应用场景
Bluetooth	50m	1-24Mbps	2.4GHz	功耗低，组网简单，成本低	距离近，组网设备数量少，安全性差	各类数据/语音近距离传输，如耳机、手机
Zigbee	10-100m	250kbps	2.4GHz	功耗低，自组网，成本低	速率低，稳定性差	家庭自动化，工业现场控制，环境控制，医疗护理等传感器
RFID	10cm-10m	1Mbps	125KHz; 13.56MHz; 433MHz; 2.4GHz等	读写速度快，穿透性好，可重复使用，数据记忆量	安全性差，标准化差	资产管理，门禁，停车场等
NFC	20cm	106kbps	13.56MHz	功耗低，建网速度快，安全性好	传输距离近，速率低，无法验证身份	目前最大应用场景是手机支付
LiFi	10m,具体依赖无遮挡光	>10Gbps	光传输	速度快，安全性好	通信距离受障碍物影响，反向通信受限，易受干扰	目前以科学研究作为主，缺少实际应用
WiFiHaLow	100-1000m	4Mbps	900MHz	功耗低，传输距离远，穿透性好	速率低，支持的产品较少	智能家居，工业控制等
Wi-Fi	50-200m	<10Gbps	2.4GHz; 5GHz	速率高，部署简单，成本低	5G射频穿透性差	企业，园区自建网络，高密度场景

资料来源：华为白皮书，华西证券研究所

**技术升级，核心功能多重突破。**与前几代 Wi-Fi 标准相比，Wi-Fi6 有着更快速的连接速度、更高效的联机效率与更安全的传输方法。在此基础上，Wi-Fi6 扩展了 Wi-Fi 的其他核心优势，具体包括经济的性能、高效的运营、安全保障、易用性、自我部署和长期兼容性，同时还支持高可靠的用户体验需求。同 5G 标准目标趋同，Wi-Fi 6 的设计一开始就考虑了万物互联、大带宽等面向新兴应用需求。

在商业应用方面，Wi-Fi6 网络的新速度和带宽可为客户提供更快的访客 Wi-Fi，并且还可以为诸如信标之类的连接设备供电以向购物者提供附加服务，新技术的效率可以降低网络和设备本身的成本，使小型企业能够利用这些新技术。在家庭方面，随着越来越多的智能家居产品以及智能终端产品的联网接入，Wi-Fi6 面对高并发场景的能力以及可提供超高带宽的能力都将变得非常必要。另外，随着千兆网络的未来普及，支持更高带宽接入速度的 Wi-Fi 6 势必将同步普及。

表 7 Wi-Fi 6 重点升级功能

Wi-Fi 6高级功能包括：	
正交频分多址 (OFDMA)	在高需求环境中有效地共享信道以提高网络效率并降低上行链路和下行链路流量的延迟
多用户多输入多输出 (MU-MIMO)	允许一次传输更多下行链路数据，并使接入点能够同时向更多设备传输数据
160 MHz 信道	增加带宽，以低延迟提供更高的性能
目标唤醒时间 (TWT)	显著改善 Wi-Fi 设备（如物联网设备）的电池寿命
1024 正交调幅模式 (1024-QAM)	通过在相同数量的频谱中编码更多数据来提高 Wi-Fi 设备的吞吐量
发送波束成形	在给定的范围内实现更高的数据速率，从而提高网络容量

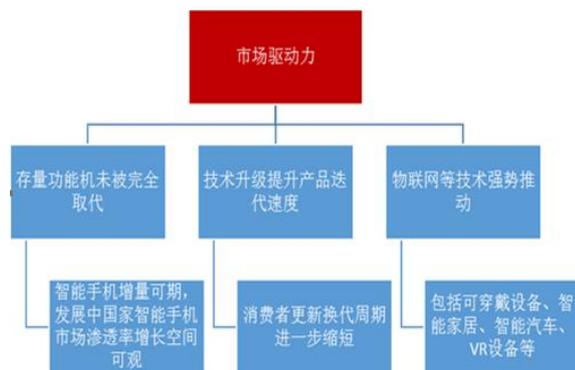
资料来源：华西证券研究所

### 1.3. Wi-Fi 6 的市场空间巨大，升级换代激活新一轮产业机遇

Wi-Fi 功能成为设备标配，Wi-Fi 广泛渗透至消费类电子等行业。2000 年以来全球累计交付了超过 200 亿部携带 Wi-Fi 功能的设备，当前 Wi-Fi 在智能手机和笔记本电脑中的配售率已经接近 100%，而且 Wi-Fi 的采用正在快速扩展到创新性消费类电子设备、物联网 (IoT) 和车辆中。只要有 Wi-Fi 连接可用，即使用户有足够的运营商流量，很多用户也会选择使用 Wi-Fi 连接，因此，Wi-Fi 几乎是所有电子设备的标准配置。

当前智能手机、平板电脑爆发式增长热潮有所消退，但相关市场的稳定增长依然具有较强的确定性，主要驱动力包括：(1) 存量功能机尚未被完全替代，智能手机增量需求可期，发展中国家智能手机渗透率增长空间依然可观；(2) 技术升级提升产品迭代速度，消费者更新换代周期进一步缩短。2-3 年更换新机几乎成为常态，持续的产品更新需求促进了智能手机市场的持续发展。(3) 随着物联网等技术的强势推动，形式多样的终端类型层出不穷，作为新兴移动智能终端领域的可穿戴设备、智能家居、智能汽车、VR 设备等，都很有可能催生巨大的潜在市场。2019 年市场上逐渐出现支持 Wi-Fi6 标准的终端设备，而且会逐渐形成燎原之势，搭载最新技术 Wi-Fi6 标准的终端数量预计将呈指数级增长。

图 8 智能手机增长驱动力



资料来源：移动智能终端行业分析，华西证券研究所整理

图 9 企业 Wi-Fi 设备出货量占比预测



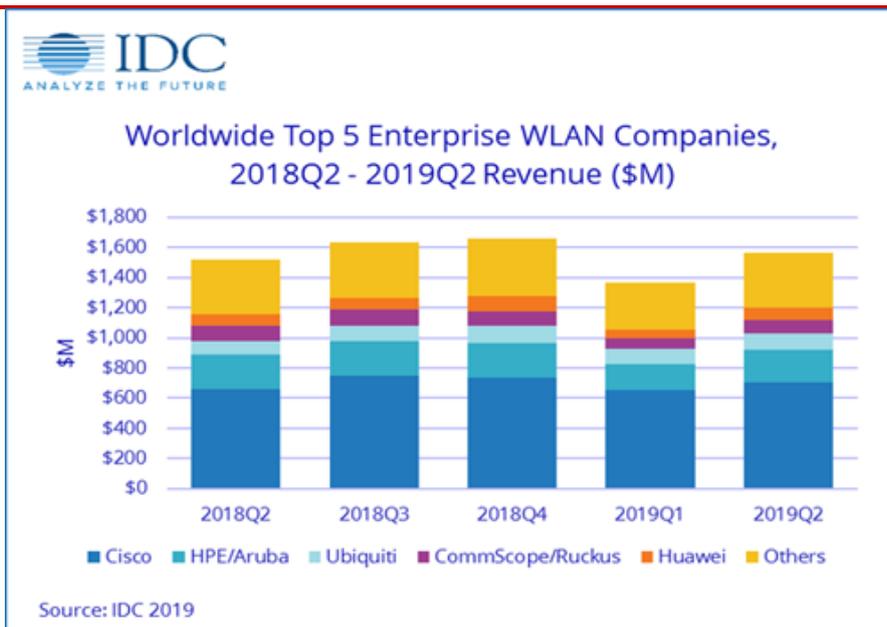
资料来源：Dell’ Oro，华西证券研究所整理

根据 IDC 最新发布的全球季度 WLAN (2019Q2) 跟踪结果，企业部门 WLAN 在第二季度同比增长 3.1%，达到近 16 亿美元。企业 WLAN 市场目前由 802.11ac 标准主导，

该标准占企业依赖接入点(AP)出货量的 86.8%，占 WLAN 依赖 AP 收入的 92.3%。2019 年第二季度，802.11ac 标准占据了 52.6%的出货量和 75.2%的收入。下一代标准 802.11ax，也被称为 Wi-Fi 6，将在 2019 年下半年和 2020 年增加市场份额。根据 Dell'Oro 公司预测，从 2020 年开始 11ax 市场占有率将明显增长，随着 Wi-Fi 6 芯片的成熟及支持 Wi-Fi 6 终端的日益普及，Wi-Fi 6 将成为市场的主流，到 2023 年，预计支持 11ax 的企业级室内 AP 出货量将达到 30M Units，占全球企业级室内 AP 出货量的 90%。

全球企业无线局域网市场的状况各不相同，802.11ax 标准将为企业带来新一轮的更新周期，预计将推动市场变革。世界前五大企业级 WLAN 设备供应商思科、阿鲁巴 HPE、Ubiquiti、康普/Ruckus 以及华为，在 2019 年第二季度的 WLAN 收入表现也有所不同。思科的全球企业 WLAN 收入在 2019 年第二季度同比增长 6.3%，环比增长 7.2%。思科在第二季度的全球市场份额为 44.9%，略高于该公司在 2018 年第二季度的 43.6%份额。阿鲁巴 HPE 收入在 2019 年第二季度同比下降 4.2%，但比 19 年第一季度增长 29.6%。阿鲁巴 HPE 的市场份额在 2018 年第二季度为 14.0%，低于 2018 年第二季度的 15.1%。Ubiquiti 在 2019 年第二季度同比增长 22.4%。Ubiquiti 在 2018 年第二季度占企业市场 6.8%，高于 2019 年第二季度的 5.7%。康普/Ruckus 在 2019 年第二季度同比下降了 11.4%，比上一季度增长了 24.3%。康普/Ruckus 现在占企业 WLAN 市场的 5.8%，高于 2018 年同期的 6.7%。华为在 19 年第二季度上涨了 8.2%，使该公司的市场份额为 5.4%，而在 2018 年第二季度的市场份额为 5.1%。

图 10 2018 年 Q2—2019Q2 全球前五 WLAN 公司



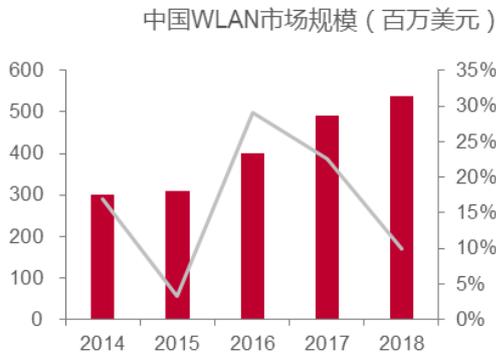
资料来源：IDC 2019, 华西证券研究所整理

国内 WLAN 市场在 2018 年同比增长 9.9%，受 4G 不限量流量套餐和投融资减少的影响，国内 WLAN 建设开始放缓。进入到 2019 年，随着适配 802.11ax 的新一代终端设备亮相，预计将会引领新一轮的增长。

根据 IDC 2017 年统计数据，国内 WLAN 三大厂商新华三、锐捷网络、华为的市场占比总计超过 7 成，成为国内 WLAN 市场版图的主要占有者，其中新华三、锐捷网络和华为的市场占有率分别为 33.97%、20.65%和 19.23%，相比较第四名深信服旗下信

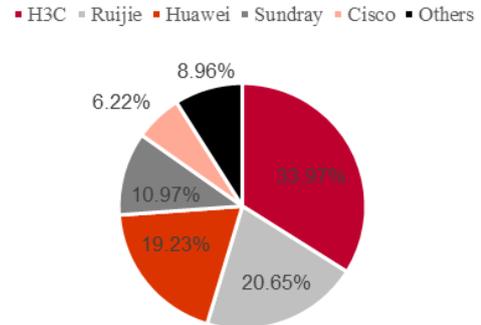
锐 (Sundray) 技术、思科等厂家, 市场占有率优势明显, 同时中国 WLAN 市场经过多年的竞争已经逐步完成了市场向巨头集中的过程。

图 11 中国 WLAN 市场规模



资料来源: IDC 中国, 华西证券研究所

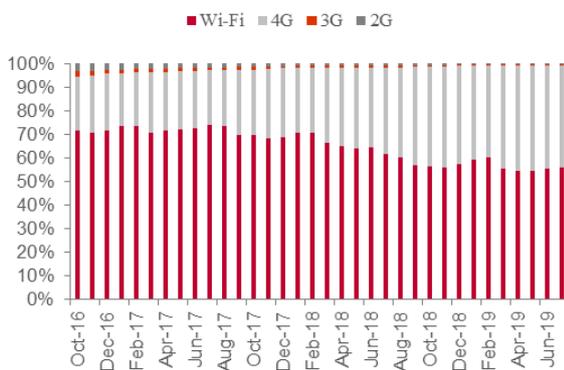
图 12 2017 年中国 WLAN 市场厂商占比



资料来源: IDC 数据, 华西证券研究所整理

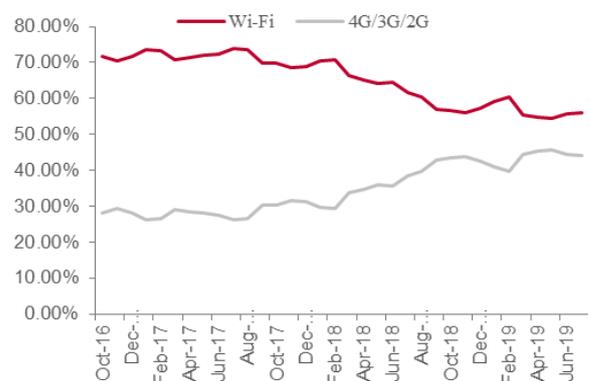
移动设备联网流量的 Wi-Fi 占比有所降低, 但仍然是主流连接方式。根据 wind 数据显示, 2016 年末 Wi-Fi 在移动设备联网中占据的比例高达 71.87%, 相应的 4G/3G/2G 在移动设备联网占比分别为 23.81%、1.78%、2.54%。随着移动通信技术的进步和普及, 4G 通信连接移动设备的占比在 2019 年 7 月占比达到 43.29%, 而 3G/2G 占比分别下降至 0.33%、0.40%, 技术较为落后的 3G/2G 技术将会逐渐退出历史舞台。另一方面, Wi-Fi 技术也在不断进行升级换代, 其在移动设备联网中的占比虽然在 2019 年 7 月份降低至 55.98%, 但仍占据主流地位。在可以期望的未来里, Wi-Fi 技术将会继续在无线通信里占据重要位置, 并且不断进行技术进步, 新发布的 Wi-Fi6 技术标准, 将有望和 5G 技术一起形成互补, 构建万物互联的世界, 成为移动互联网流量的主流技术之一。

图 13 Wi-Fi 和 4G/3G/2G 的移动设备联网占比



资料来源: wind, 华西证券研究所

图 14 Wi-Fi 和 4G/3G/2G 的移动设备联网变化趋势

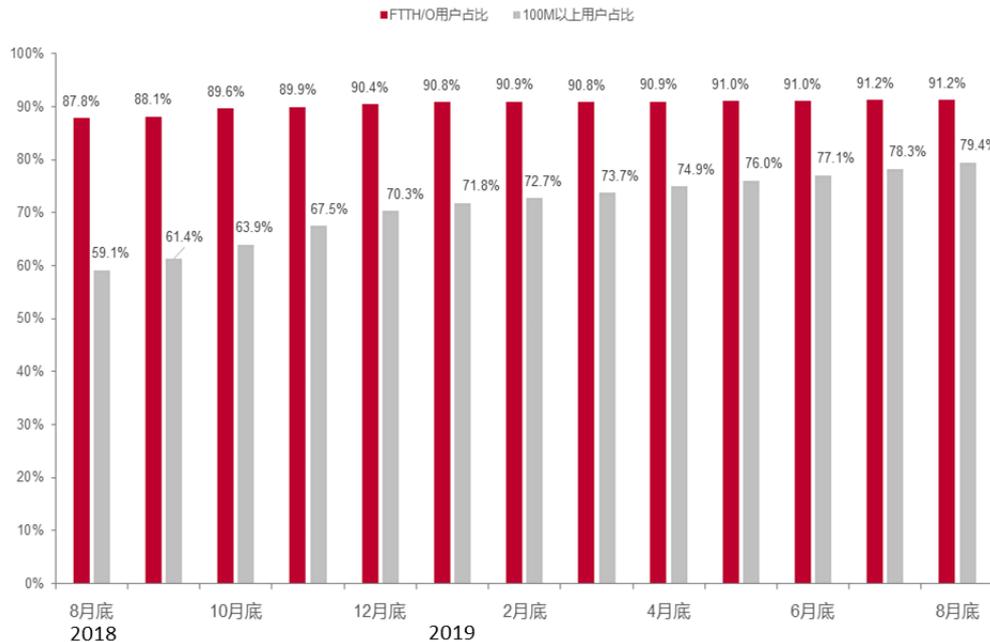


资料来源: wind, 华西证券研究所

另外, 今年 5 月, 工信部、国资委下发《关于开展深入推进宽带网络提速降费支撑经济高质量发展 2019 专项行动的通知》, 提出开展“双 G 双提”, 推动固定宽带和移动宽带双双迈入千兆 (G 比特) 时代。为响应“双 G 双提”号召, 中国移动发布

了“双千计划”、中国电信发布了“智慧双千兆”战略、中国联通也提出了“云网融合”战略，全面推动个人业务、家庭业务、政企业务的提速提质。据统计，截至8月底，我国已有41个省份运营商发布了千兆（10G PON）商用套餐，全国1000M以上接入速率的固定互联网宽带接入用户达50.9万户。Wi-Fi 6在千兆网络的推动下，将作为解决“最后一米”的关键无线接入技术而有望重点受益。

图 15 100Mbps 及以上接入速率的固定互联网宽带接入用户占比情况（2018.08-2019.08）



资料来源：工信部，华西证券研究所

综上，我们认为Wi-Fi 无论是商业应用或个人移动互联应用，随着应用带宽需求的增加以及物联网驱动的联网设备的增加，传统的Wi-Fi 在面对新兴应用的场景下其性能将显得捉襟见肘。另外，固网宽带价格相比于流量价格依旧存在较大优势，而Wi-Fi 作为将固网宽带快速转为无线接入的方式，将依旧占据移动互联接入的主流位置。再者，随着万物互联时代的到来以及在高清、低延时等应用驱动之下，Wi-Fi 6的出现恰逢其时，将助推Wi-Fi 技术和应用的持续升级换代，产业链也将再次迎来发展机遇。随着5G建设的开启，以5G为目标应用场景的设备和应用将逐步普及，考虑到5G建设周期相较于4G或更长，通过Wi-Fi 接入的方式有望缓解流量增长的压力以及培育更多高带宽、高速接入的应用，培养用户习惯。

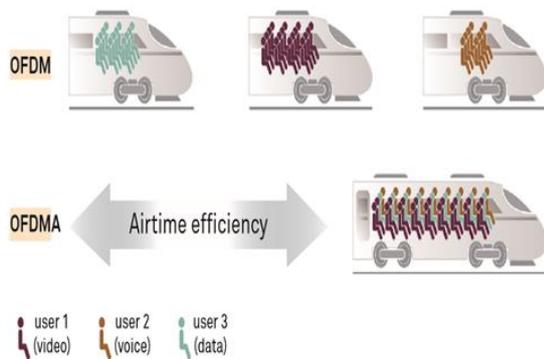
## 2. 5G 建设投资较大周期拉长，Wi-Fi 6 推出或可缓解流量增长冲击并培育新兴应用

### 2.1. 5G vs Wi-Fi6: 目标场景&底层技术逐渐趋同

Wi-Fi 6(802.11ax)继承了 Wi-Fi 5(802.11ac)的所有先进 MIMO 特性，并新增了许多针对高密部署场景的新特性。Wi-Fi 6 的核心新特性包括：(1) OFDMA 频分复用技术；(2) DL/UL MU-MIMO 技术；(3) 更高阶的调制技术 (1024-QAM)；(4) 空分复用技术 (SR) & BSS Coloring 着色机制；(5) 扩展覆盖范围 (ER)。

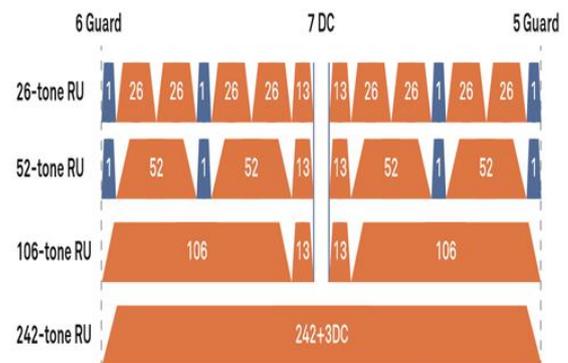
**OFDMA：正交频分多址 Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA)：**OFDMA 是 OFDM 技术的演进，将 OFDM 和 FDMA 技术结合，在 4G 通信标准中被采用。Wi-Fi 6 标准里也采纳了这种技术来提高频谱的利用效率。在传统方式中，每个用户要发送数据（无论数据包的大小）都会占用整个信道，由于无线网络中传输大量的管理帧与控制帧，这些帧虽然数据包小但还是要占有整个信道，就像一辆大公共汽车只拉了一个乘客；将无线信道划分为多个子信道（子载波），形成一个个频率资源块，用户数据承载在每个资源块上，而不是占用整个信道，从而实现在每个时间段内多个用户同时并行传输，不必排队等待、相互竞争，提升了效率，降低了排队等待时延。

图 16 OFDM vs OFDMA 工作模式



资料来源：华为 Wi-Fi6 技术白皮书，华西证券研究所整理

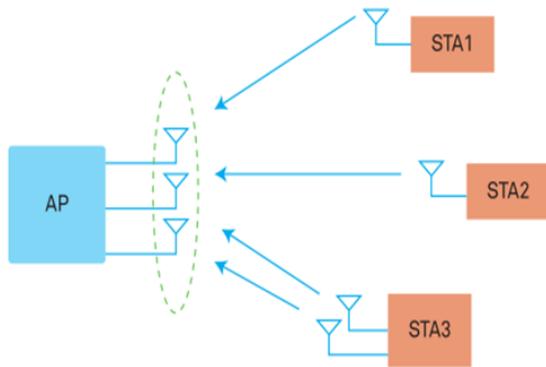
图 17 OFDMA RU 分配实例



资料来源：华为 Wi-Fi6 技术白皮书，华西证券研究所整理

MU-MIMO 在 802.11ac 就已经引入，但 802.11ac wave2 的 Downlink MU-MIMO 也成为最大的亮点之一，其 AP 节点可以同时向多个支持 MU-MIMO 的客户端发送数据包，解决了无线 AP 之前一次只能和一个终端通信的问题。Wi-Fi 6 保持了这一技术，并发扬光大，可以同时支持向 8 个终端发送数据。而且 Wi-Fi6 里将支持 Uplink MU-MIMO，最多支持 8 个 1x1 用户的并发上行。

图 18 MU-MIMO 技术



资料来源：华为 Wi-Fi6 技术白皮书，华西证券研究所整理

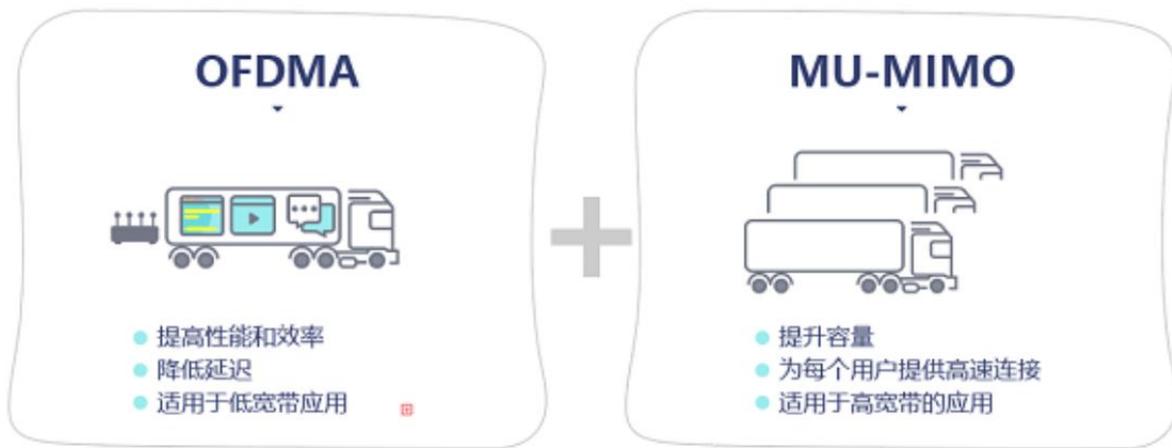
表 8 OFDMA 和 MU-MIMO 对比

OFDMA	MU-MIMO
提升效率	提升容量
降低时延	每用户速率更高
最适合低带宽应用	最适合高带宽应用
最适合小包报文传输	最适合大包报文传输

资料来源：华为 Wi-Fi6 技术白皮书，华西证券研究所

总结来说，OFDMA、MU-MIMO 分别从频率空间和物理空间两方面提高多路并发处理能力，从而带来整体网络性能和速度的极大提高，全面优化用户和应用体验，更好的适应万物互联以及高带宽、多并发场景应用。从频率以及物理空间寻求信道增益也是 5G 相对于 4G 持续演进的重要方向。

图 19 OFDMA + M-MIMO 构筑 Wi-Fi 6 高性能底层基础



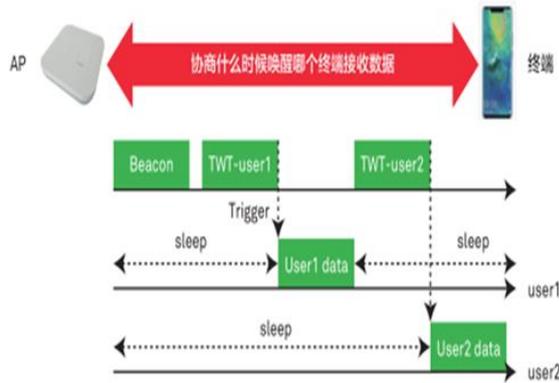
资料来源：锐捷网络官网，华西证券研究所整理

11ax 的一个主要目标是改善性能的同时保持或改进电力消耗，可以看到在 IoT 发展的背景下，电力消耗与网络性能摆在了同样重要的位置上。历代的 802.11 标准中存在一些节电机理，它们在 11ax 中也将继续被支持。目标唤醒时间 TWT (Target Wake Time) 是 Wi-Fi 6 支持的另一个重要的资源调度功能，它允许设备协商什么时候和多久会唤醒发送或接收数据，无线接入点可以将客户端设备分组到不同的 TWT 周期，从而减少唤醒后同时竞争无线介质的设备数量。TWT 还增加了设备睡眠时间，从而大大提高了电池寿命。

TWT 功能充分体现了 Wi-Fi 6 拥抱物联网的决心，是对“使用 Wi-Fi 耗电快”最有力的回应。TWT 可以为电池供电的 IOT 设备节约 30% 以上的电量，使 Wi-Fi

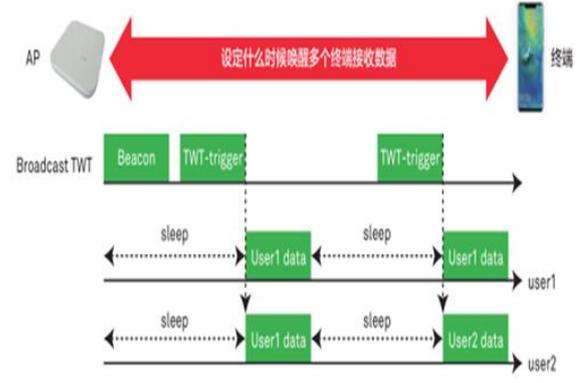
真正成为 IoT 传输标准中的重要一员。TWT 可配合 OFDMA 技术，采用一种称为“广播 TWT”操作，AP 可以设定编排议程并将 TWT 值提供给多个 STA，这样一来，双方之间就不需要存在个别的 TWT 协议，同时唤醒多个设备，实现传输视频、语音和数据等不同业务的多设备并行连接，并根据不同业务调整流量比例和优先级，从而提升用户体验。

图 20 目标唤醒时间 TWT



资料来源：华为 Wi-Fi6 技术白皮书，华西证券研究所整理

图 21 TWT&OFDMA

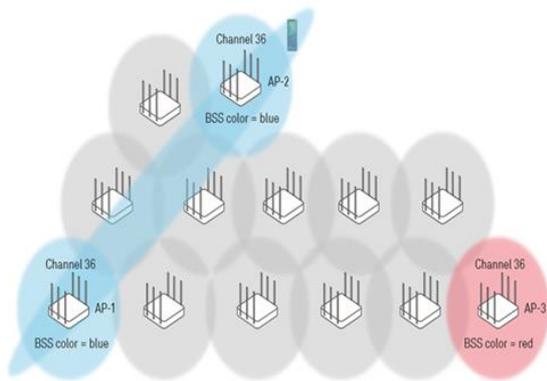


资料来源：华为 Wi-Fi6 技术白皮书，华西证券研究所整理

为了提高密集部署环境中整体性能以及频谱利用效率，Wi-Fi 6 提出信道空间复用技术——BSS (Basic Service Set) -Color，即在帧结构中增加 6bit 的标识符，区分不同 AP 相同信道的 BSS。标识符置于报文头部，这样 AP 收到非自己的报文时无需像以前那样整包解封装后才丢掉，只要解封装物理导码即可丢弃从而避免冲突，这样使用信道资源更有序、更确定，从而大幅提升密集环境中系统整体性能，同时有效避免了在部署多个 AP 时出现的同频干扰问题。

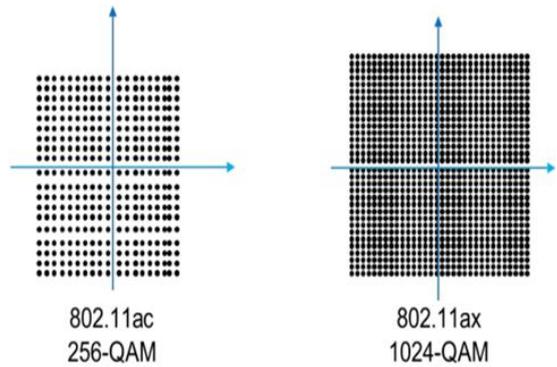
802.11ax 标准的主要目标是增加系统容量，降低时延，提高多用户高密场景下的效率，但更好的效率与更快的速度并不互斥。802.11ac 采用的 256-QAM 正交幅度调制，每个符号传输 8bit 数据 ( $2^8 = 256$ )，802.11ax 将采用 1024-QAM 正交幅度调制，每个符号位传输 10bit 数据 ( $2^{10} = 1024$ )，从 8 到 10 的提升是 25%，也就是相对于 802.11ac 来说，802.11ax 的单条空间流数据吞吐量又提高了 25%。

图 22 BSS-Color 技术示意图



资料来源：华为 Wi-Fi6 技术白皮书，华西证券研究所整理

图 23 256-QAM 与 1024-QAM 的星座图对比

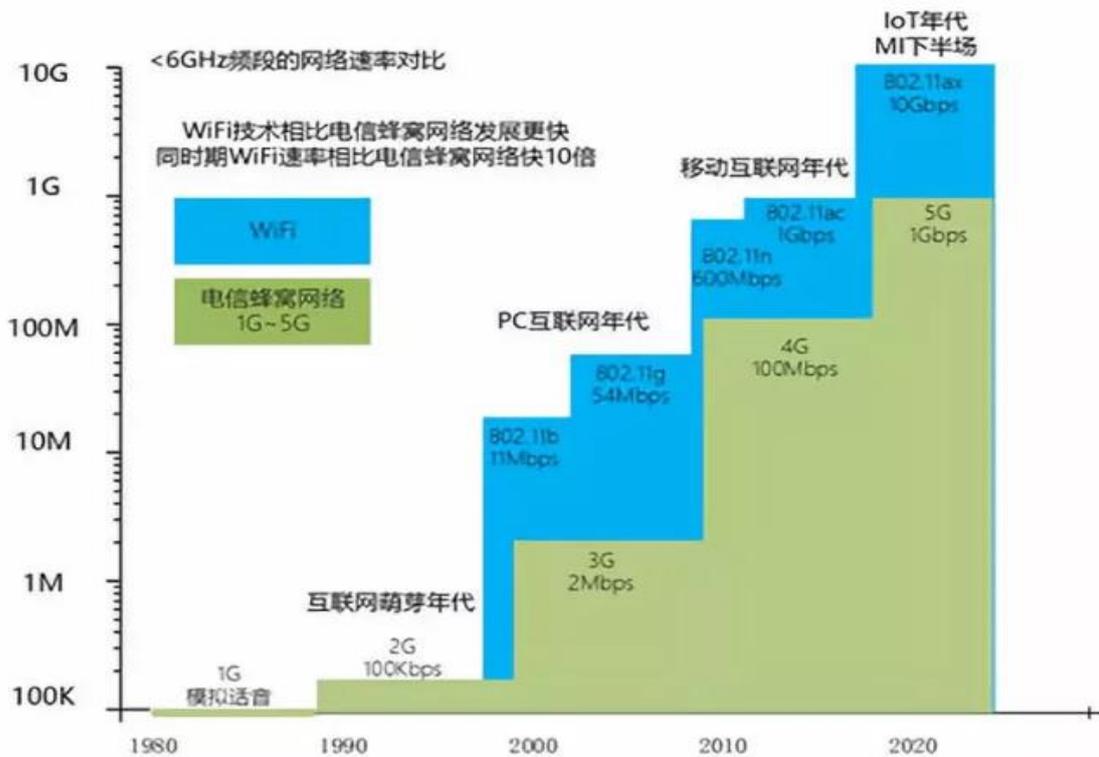


资料来源：华为 Wi-Fi6 技术白皮书，华西证券研究所整理

Wi-Fi 6 依旧支持 2.4G、5G 两个频段，现阶段仍有数以亿计的 2.4GHz 设备在线使用，对有些流量不大的业务场景（如电子围栏、资产管理等），终端设备非常多，使用成本更低的仅支持 2.4GHz 的终端是一个性价比非常高的选择。在无线化的驱使下，越来越多的联网终端采用电池供电，电池的耐用性不仅于业务以及使用频率相关，在无线通信中能耗与信号接入质量同样息息相关。当信号变差时，移动终端为了确保给用户提供一个良好的体验，会自动增加发射功率来提升信号质量，这就导致电池耗电量增加。由于 Wi-Fi 的信号源基本是在室内范围，而 5G 信号在室外较远的基站，这样就导致移动终端上传数据时，Wi-Fi 的传送距离远远小于 5G 信号。通常情况下 5G 的通信距离是 Wi-Fi 的几千倍以上，这样就需要手机的信号发射强度大大增加，也就增加了耗电量。

一般而言，每一代移动蜂窝网络标准的升级，都涉及到运营商大量的资本开支以及相对较长周期的基站建设和室内覆盖等庞大的工程量。而反观 WLAN 网络，使用和建设主体一般是运营商、园区、商业体以及个人消费者等，因此可将整体的升级换代化整为零，从而在资本开支以及工程建设方面有望领先运营商的升级周期。因此平均来看，Wi-Fi 每升级一代所用的时间大约只是移动网络的一半左右，所以从最新的 Wi-Fi6 开始，速率有望持续领先于移动网络。

图 24 Wi-Fi 与移动通信网络标准对比



资料来源：飞天联合，华西证券研究所整理

综上所述，对比 5G 最重要的 3 个特征是高速、大容量、低时延，Wi-Fi 6 在升级中都相应考虑，因此 Wi-Fi 6 将推动 Wi-Fi 继续成为有线宽带的无线延续以及移动网络的有力补充。同时，我们看到 Wi-Fi 6 的演进与 5G 的演进在技术底层以及目标使用场景优化方面存在明显的趋同。一方面，Wi-Fi 6 和 5G 都通过持续改进优化提高频谱利用率和空间利用率，并优化高并发和低延时应用。另一方面，都将物联网连接作为目标优化设计场景重点，能耗和连接数成为两个标准考虑重点。

## 2.2. Wi-Fi 与蜂窝移动通信互补关系将长期存在

从 1G 到 5G，整个移动蜂窝通信标准经历了快速的演进，带宽、时延、覆盖等关键指标都实现了飞跃性的发展，从而也推动了移动应用从简单的通话到现在的万物互联发展进程。而最初作为 LAN 网络的无线延伸的 WLAN 技术在诞生之后也经历持续和快速的演进，并在此过程中和运营商的无线网络一直都是互为补充，相互促进。

2019 年，作为 5G 技术以及 Wi-Fi 6 技术元年，我们预计两种主流无线通信技术未来将依旧保持互补的角色定位，5G 将更多完成无线网络的广域覆盖为移动终端提供广域高质量的带宽接入，而 Wi-Fi 技术将作为有线宽带的延伸提供更加定制化、更加具备性价比以及更加稳定的室内或者园区等无线接入服务。

表 9 蜂窝移动通信&Wi-Fi 发展

移动无线通信	1G	2G		3G	4G	5G	
时间	1980s	1990s		2000s	2010s	2020s	
速率	10Kbps	150Kbps		1Mbps-6Mbps	10-100Mbps	10Gbps	
应用	语音	短信		上网	视频	万物互联	
代表设备	“大哥大”	诺基亚		智能机	Ipad	R/可穿戴设备	
Wi-Fi标准	—	Wi-Fi 1	Wi-Fi 2	Wi-Fi 3	Wi-Fi 4	Wi-Fi 5	Wi-Fi 6
时间	—	1997年	1999年	2003年	2009年	2013、2015年	2019年
速率	—	1-2Mbps	54Mbps	54Mbps	600Mbps	2167Mbps	9.6Gbps

资料来源：华为《认识 5G, 发展 5G》白皮书，华西证券研究所

### 2.2.1. 2G 时代 Wi-Fi 成为无线宽带通信主流

2G 一般定义为无法直接传送如电子邮件、软件等信息的通信方式，最早的文字简讯也从此开始。第二代移动通信具备高度的保密性，系统的容量也在增加，同时从这一代开始手机也可以上网了，不过人们只能浏览一些文本信息。第一款支持上网的手机是诺基亚 7110，它的出现标志着手机上网时代的开始，而那个时代 GSM 的网速仅有 9.6KB/s。

在 2G 时代，由于 2G 网络的传输速率低、网络不稳定、维护成本高等原因，并不是网络通信的主要方式，2G 时代上网浏览的主要是文本等流量需求较少，网速要求低的内容。相反不限流量、网速较快的 Wi-Fi 成为无线宽带通信的主流方式。另外，鉴于我国 3G 建设大幅滞后海外发达国家，因此在我国依旧处于 2G 时代，海外的成熟带有 Wi-Fi 功能的设备大幅流入我国市场，Wi-Fi 市场一度成为三大运营商的重要竞争市场。各大运营商纷纷看好 WLAN 的公共热点应用，相互间展开了“圈点运动”。竞争加剧，拉动了投资，使 WLAN 的公共热点应用市场持续升温。

表 10 各大运营商 WLAN 战略

WLAN战略	公司或业务	内容
国内运营商 WLAN战略	中国网通	“无线伴侣” 中国网通是国内第一家WLAN接入服务提供商,2001年原小网通率先推出“无限伴侣”的品牌,并于2001年10月在上海召开的APEC会议上成功实现无线接入服务。目前,中国网通突破了电信分拆时的南北分界线,分别在包括上海、深圳和广州等在内的南方城市 and 北京等地的商务热点地区开通了WLAN接入。据悉,中国网通2002年就已经“圈楼”2000余栋,其中已有,1400栋开通了宽带业务,每栋楼的用户覆盖率达30%。用户只要在笔记本电脑内置了无线网卡,并购买中国网通的“无限伴侣”计费卡,输入用户名和密码经系统验证后,就可以自由上网。中国网通的无线上网卡,还可以提供漫游服务,在中国网通网点的覆盖范围。国内可以“一次认证,全国通用”。
	中国电信	“天翼通” 面对中国网通在南方的大规模“抢点”,中国电信与中国网通之间的“抢点大战”也打响了。中国电信的WLAN服务开始于2002年4月,其品牌是“天翼通”。至2002年8月,上海电信已建成公共热点地区30个,广东电信也在广州以及深圳的机场、酒店和会展中心等50多个地方为用户提供无线宽带接入服务。中国电信与中国网通在南方的“抢点大战”才告一段落。另外,中国电信借助自身固网的优势,在2003年积极开展“ADSL网络快车+天翼通WLAN”的组合业务模式,大力发展WLAN在家庭中的应用。
	中国移动	“WLAN+GPRS” 中国移动将WLAN定位为GPRS的补充,没有将WLAN作为一项单独业务推出,而是将它整合到了已有的“随e行”业务中,既保障了“随e行”品牌的延续性,也增强了“随e行”品牌的知名度。中国移动推出的“WLAN+GPRS”无线数据业务捆绑方案,实现了GPRS广域无线覆盖和热点地区WLAN高速接入的自由转换,并用统一的认证系统&计费系统,通过手机账号支付,实现了单一账单服务,充分发挥了移动运营商的优势。
	中国联通	“WLAN+cdma 2001 x” 中国联通是目前国内唯一一家综合性电信运营商,自然不会错过WLAN带来的商业机遇。WLAN在热点地区海量信息下载,可为中国联通的高端用户提供更好的服务。它与cdma 2001 x结合起来,互为补充,可以积累3G的运营经验。但中国联通起步较晚,许多热点地区已经被“抢占”。在WLAN与cdma 2001 x结合过程中,如何克服WLAN在计费、鉴权和安全方面的缺陷,还没有成熟的技术解决方案。中国联通目前还没有推出WLAN服务,但可以预计,中国联通下一步也将进入这个市场,并选用WLAN+cdma 2001 x的模式。
海外运营商 WLAN战略	美国	T-Mobile国际公司、Voice Stream 目前美国是WLAN业务应用最多的国家,DT公司下属的T-Mobile国际公司和Voice Stream无线通信公司与星巴克咖啡店连锁公司合作,在星巴克遍及全美约1200个分店内提供WLAN服务,顾客可以查收电子邮件、使用互联网在线观看影片或是通过WLAN服务下载多媒体内容并付费。
	英国	BT (BT Openzone) 英国电信公司 (BT)从2002年8月1日开始推出公共WLAN服务BT Openzone, BT与希尔顿酒店集团合作,计划在其全球拥有的几百个酒店 (特别是在机场酒店)中提供WLAN服务, BT的WLAN接入点主要部署在机场、酒店、会议中心、火车站和咖啡馆等。计划到2005年中期在上述公共热点地区建成4000个接入点。
	日本	NTT DoCoMo (Mzone) 2002年7月,开始提供NTT DoCoMo商业化的Mzone服务!这项称为“Mzone”的服务在管理带来了困难,而且一旦出现故障,调度往往没有余地。取消端局间的直达电路后,路由方向的简化使端局到汇接局之间的电路得到了整合。因此无论从资源管理,电路安排的合理化还是从日常维护方面来说都是最佳的选择方案。

资料来源:华为《认识5G,发展5G》白皮书,华西证券研究所

### 2.2.2. 3G 时代 WLAN 建设加大, 培育移动互联生态

3G 网络, 主要指的是支持高速数据传输的第三代移动通信网络技术。3G 与 2G 网络的主要区别在于传输声音和数据连接的速度上。可以在全球范围内实现无线漫游, 处理图像、声音和视频的多媒体形式, 提供网页浏览、电子商务和会议通话的信息服务。

WLAN 无线局域网主要给高速数据速率提供管理上的便捷、安全, 以实现快捷的漫游切换等特点。根据下图对比数据来看, 3G 时代, WLAN 技术无论是在带宽还是成本方面都具备优势。

表 11 3G 技术与 WLAN 技术比较

项目	下行理论峰值速率 (Mbps)	小区平均吞吐率 (Mbps)	用户实际体验速率 (kbps)	扩容成本 (元/载扇)	扩容效益 (元/kbps)
EV-DOA	3.1	1.25	300	15000	12
W-HSPA	14.4	3.9	500	30000	7.7
TD-HSPA	2.8	1.12	200	13000	11.6
WLAN	54	25	>500	5000	0.2

资料来源:《3G 网络与 WLAN 协同规划之探讨》, 华西证券研究所

3G 网络的目标应用包括视讯通信、视频传输等由于受限于成本以及终端还有整体应用成熟度, 因此整体而言不及预期。以中国为例, 经过 2009 年 1 年时间的建设,

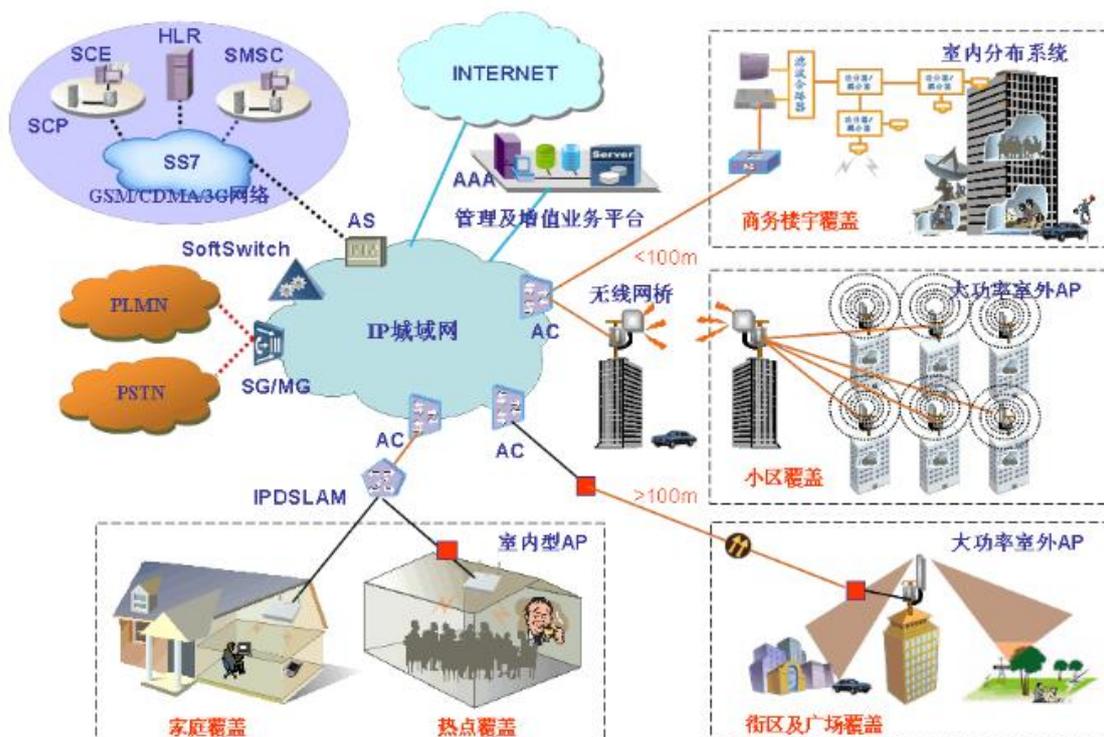
3G 网络初具规模。但是 3G 网络由于数据流量不够高、资费贵等原因，在某些要求大流量、高速度的网络场景中并不适用。

而另一方面，随着 Wi-Fi 商业化越来越成熟，Wi-Fi 终端遍布全球各个角落，从热点覆盖到区域覆盖，形成一张不可被忽略的网络。中高端智能手机也逐步实现了对 Wi-Fi 的支持，以 iPad 为代表的平板电脑广为流行，互联网多媒体应用日益昌盛，微博、微信、互联网在线视频等成为人们生活不可缺少的一部分。但是蜂窝网络发展相对滞后，拥有大量用户的 GSM 网络不堪重负，3G 网络发展不均衡，急需提升用户感知和用户体验，因此对 WLAN 网络建设提出新的需求。

对于运营商而言，一方面要提升用户的感知，另一方面需要让蜂窝网络减负，使得网络均衡良性发展。因此 WLAN 建设力度开始加大，从家用级到企业级最后步入电信级的可运营、可管理的网络。人们通过电信级的 WLAN 不仅实现对多媒体业务的访问，也能像移动网络一样实现无缝的漫游。另外，在 3G 时代由于中国移动 TD-SCDMA 技术在技术成熟度以及生态成熟度方面都落后于中国电信的 CDMA2000 以及中国联通 WCDMA，然后移动互联网时代逐渐展开，用户对流量和带宽的需求逐渐成提升，因此中国移动在 3G 时代大力投入 WLAN 建设以弥补在 3G 蜂窝网络的不足。

因此，3G 时代运营商力推 Wi-Fi 的主要动力正是来自于数据业务方面的压力。尤其对“60%的移动语音/数据流量和 80%的 3G 数据流量都是在室内传输的，包括办公室、家庭和公交站”的中国市场而言更是如此。因此，在这种环境下，移动性高、成本低、建设速度快的 WLAN 网络能有效地对移动数据起到分流、减负作用。在移动网络建设的同时配合 WLAN 部署，以 WLAN 分担移动网络的承载压力，实现 3G 网+WLAN 网的“无缝连接”体验，已经成为了运营商建网的标准方案。

图 25 运营商公司提供的 PWLAN 网络逻辑组网图



资料来源：H3C—运营商 WLAN 解决方案，华西证券研究所整理

### 2.2.3. 4G 时代，流量降价以及 Wi-Fi 探针带来 Wi-Fi 流量下降

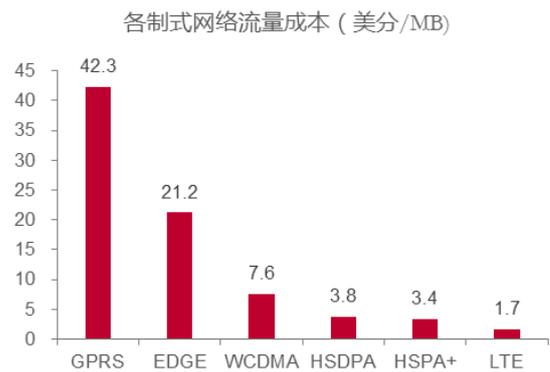
4G 时代，单位流量成本的大幅下降和网络速度的快速提升，催生了众多的移动互联网应用。运营商通过与内容、游戏等服务提供商的深度合作，为用户提供低成本的定向服务套餐，如与视频、小说等内容提供商合作定向业务。对于用户流量的使用进行智能管理，精确的流量监控与使用提醒，帮助用户进行更安全更有效的流量使用，流量经营产生革命性的变化。

图 26 三大运营商 4G 套餐资费表



资料来源：凤凰科技，华西证券研究所整理

图 27 各网络制式流量成本变化

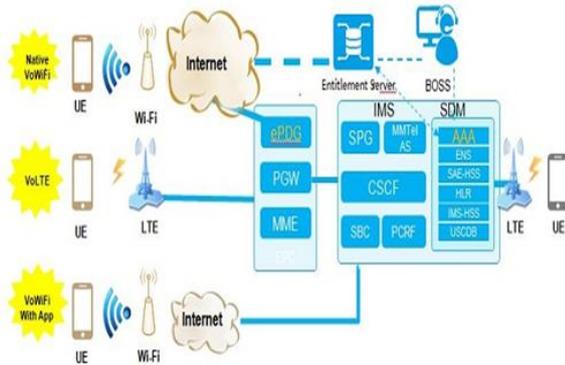


资料来源：GSA (2014)，华西证券研究所

4G 时代的数据流量费用和网络速度都极大的满足了移动互联网应用的需求，但是 Wi-Fi 由于其自身的一些独特优势（性价比高、终端普及率高、流量成本低、室内带宽更稳定等），Wi-Fi 与蜂窝网络共存，成为无线通信网络的重要组成部分。

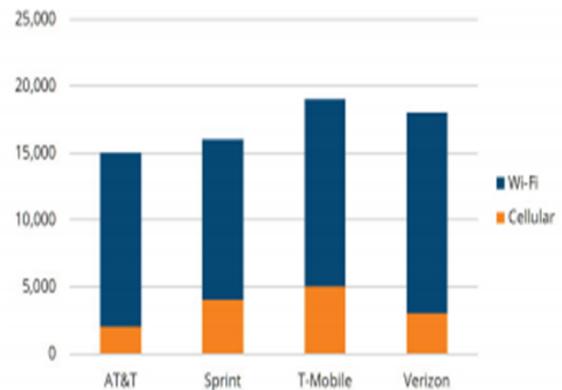
另外，4G 时代运营商推进 VoLTE 技术进步，相对应的在 Wi-Fi 领域部分运营商推出了 VoWi-Fi 技术。Voice over Wi-Fi（也叫 Wi-Fi calling），是用户使用具有 VoWi-Fi 能力的智能终端，在 Wi-Fi 环境下能够通过传统的拨号方式进行语音和视频通话。华为 VoWi-Fi 解决方案支持 3GPP VoWi-Fi 标准架构，基于华为 EPC (ePDG)、SigleSDB (3GPP AAA) 和 IMS 作为核心控制架构，使普通用户能够通过 Wi-Fi 热点接入网络，享受高清音视频，以及与 VoLTE 之间的无缝切换。

图 28 华为 VoWi-Fi 解决方案



资料来源：华为，华西证券研究所整理

图 29 美国运营商 Wi-Fi 和流量统计 (2018.02)



资料来源：Strategy Analysis，华西证券研究所整理

VoWi-Fi 有效的解决了 VoLTE 建网初期的覆盖不足的问题，降低了 MVNO 的空口租赁成本，提供低廉的国际漫游成本。除此之外，运营商可以通过 VoWi-Fi 吸引更多的用户群或者设计更具有吸引力的套餐包来留住用户，从而增加运营商的整体竞争力，获取更多的收益。

在 4G 时代，WLAN 对于运营商依旧具备较大商业价值，根据 Strategy Analysis 统计 2018 年 2 月份，美国几大运营商的 Wi-Fi 流量依旧大幅超过其蜂窝通信的流量，因此 Wi-Fi 网络在 4G 时代将依旧是缓解运营商流量压力的主流选择，特别是对于移动基站覆盖不足的场景。同时，在各商业场景和工业互联网场景中，基于 WLAN 的数据运营以及位置服务也逐步体现价值，因此 WLAN 的采购和建设主题逐渐从运营商向园区、商业业主以及工业区转移。

#### 2.2.4. Wi-Fi6 与 5G 峰值相近，将作为重要补充，特别是室内覆盖

鉴于 Wi-Fi 和 5G 标准持续的演化，以及各自目标的应用场景互补性强，我们认为 5G 到来之后，Wi-Fi 不仅不会被淘汰，而会不断演进，5G 与 Wi-Fi 在工业互联网领域都有巨大的应用与想象空间，两者不是取代关系，而是将长期保持相互促进、竞争与共存的关系。

首先，Wi-Fi6 的优势之一就是速度可达到将近 10Gbps，5G 无线网络的理论最高共享速度可达 10 Gb/s 至 20 Gb/s。Wi-Fi6 和 5G 的速度取决于多种因素，因此实际应用不一定能达到这些理论最高速度。这些因素包括连接到单个 5G 蜂窝小区的设备数量，以及 5G 联网设备和 5G 铁塔之间的距离和障碍物。最终，如果 Wi-Fi6 部署的设计和构建适当，与 5G 备选方案相比，单个无线连接很可能将拥有更高的吞吐量和更低的延迟。除提供同量级的速度外，Wi-Fi6 还可在一组设备中拆分网络容量。华为 Wi-Fi 6 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%。此外还加入了第三代相控阵智能天线，确保用户有良好的信号覆盖；智能调优技术自动检测空口质量，智能优化网络，有效提升网络容量和用户体验；智能应用加速技术，多队列分组调度，不惧拥塞，业务时延低至 10 毫秒。

第二，Wi-Fi 路由器/AP 相较于宏基站更加靠近用户端，因此上传信息时其传输距离远远小于 5G 信号，通常情况下 5G 通信距离是 Wi-Fi 的几十倍以上，这就需要手机信号发射强度更大，因此也将不可避免地增加了耗电量。5G 网络技术采用的是超高频频谱，频率越高衍射现象越弱，穿越障碍的能力也就越弱，所以 5G 信号的衰弱

是很强的，如果保持 5G 信号的覆盖需要比 4G 建设更多的基站。从应用场景上考虑，对于建筑物这种固定物体，Wi-Fi 相对 5G 的优势就更加明显，尤其是要重点研究 Wi-Fi 6 在智慧园区、社区、商圈、楼宇等中的广泛应用价值和成本优势。越来越推广的智能家居，几乎都是需要联网使用的，Wi-Fi 的存在就使这一功能成为了可能。

因此，在室内环境以及园区环境中，WLAN 技术将是获得能耗、带宽较好均衡的最好无线解决方案。

图 30 各种无线通信技术优势场景



资料来源：eepw，华西证券研究所整理

图 31 优先支持 Wi-Fi 与 4G/5G 的应用终端



资料来源：飞天联合，华西证券研究所整理

另外，在进入 5G 时代的初期，相关的 WLAN 采购依旧进行。2019 年 6 月 6 日，中国电信阳光采购网公示了 2019 年 WLAN 设备集中采购中标企业。

表 12 中国电信 2019 年 WLAN 设备采购中标企业

中标候选顺序	公司	投标报价
第一中标候选人	新华三技术有限公司	1.03亿元人民币
第二中标候选人	锐捷网络股份有限公司	8822万元人民币
第三中标候选人	中兴通讯股份有限公司	9868万元人民币
第四中标候选人	上海寰创通信科技股份有限公司	9735万元人民币
第五中标候选人	杭州全维技术股份有限公司	9323万元人民币

资料来源：eepw 中国电信，华西证券研究所

综上所述，WLAN 定位于无线局域网，随着近年来无线化终端的发展以及宽带接入速度的提升，伴随着 WLAN 自身在技术和应用方面的进化，WLAN 技术逐渐成为固网宽带接入的有效延伸，在运营商、园区、商业区以及个人家庭等应用场景实现较大规模应用。相较于移动蜂窝网络，WLAN 技术标准同步演化，两者在多项技术方面逐步趋同，未来演进都目标万物互联的多应用场景。同时，相较于运营商集中升级换代的蜂窝移动网络所需的大规模资本开支，WLAN 技术的普及更多的是化整为零的多应用场景生态，因此相较于移动蜂窝网络，WLAN 技术标准的迭代周期在 3 年左右，也因此技术在应用生态的建设引导方面，WLAN 为移动通信标准探索和验证了方向。基于历史数据来看，WLAN 标准的普及为蜂窝网络的应用生态的建立打下了基础，并持续培育用户习惯和相关生态。最后，我们认为随着 5G 和 Wi-Fi6 技术的发展，未来特别是在 5G 网络建设初期，4G、5G、WLAN (Wi-Fi5&Wi-Fi6) 等多制式网络仍将长期并存并协同发展，共同满足多场景的需求，推动万物互联生态的形成。

### 3. Wi-Fi 6 推动全产业链升级换代机遇

#### 3.1. 芯片：巨头割据，Wi-Fi 6 升级预备

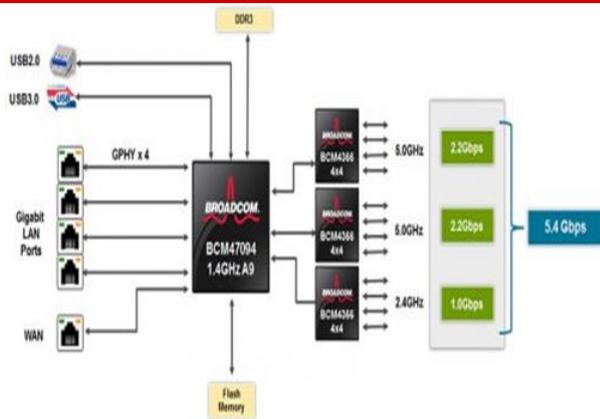
随着物联网的不断普及，电视机，摄像头，贩卖机，越来越多的设备上搭 Wi-Fi 芯片，据统计，目前 Wi-Fi 芯片的出货量每年超过 10 亿片，而且还在增加。其中智能手机几乎占 Wi-Fi 芯片组出货量的一半，智能手机一般搭 1x1 天线的 11ac 芯片；移动笔记本以 2x2 天线的 11ac 芯片为主。而且几乎所有的终端都同时支持 2.4G、5G Wi-Fi。企业 Wi-Fi 以 2x2 及 4x4 芯片为主，3x3 芯片在 11ac wave2 阶段逐步被 4x4 芯片取代。另外支持 11n 的企业级芯片预计在 2019 年会完全退出历史舞台。

2018 年下半年，芯片厂商已经开始为 Wi-Fi 6 的芯片做准备，纷纷推出支持 Wi-Fi6 的全系列芯片。这些芯片大多是基于 802.11ax 标准的 draft2.0 或 3.0 方案，可以实现对 Wi-Fi 6 主要功能的支持，并有望通过升级满足 Wi-Fi 联盟的 Wi-Fi 6 认证。2019 年初，大量搭载 Wi-Fi 6 芯片的无线 AP 及移动终端将出现在市场上。支持 Wi-Fi 6 的芯片天线模式主要以：1x1, 2x2, 4x4 与 8x8 为主，其中无线

AP 以 5G 射频支持 2x2, 4x4 与 8x8 为主, 移动终端、笔记本及 IoT 设备将以支持 1x1 及 2x2 天线为主, 全部支持 2.4G 与 5G 双射频。预估具有 Wi-Fi 6 标准的芯片, 全球出货量将由今年的约 3 亿套, 快速成长到 2022 年的超过 20 亿套, 市场规模大幅超越 5G 基带芯片的出货规模。

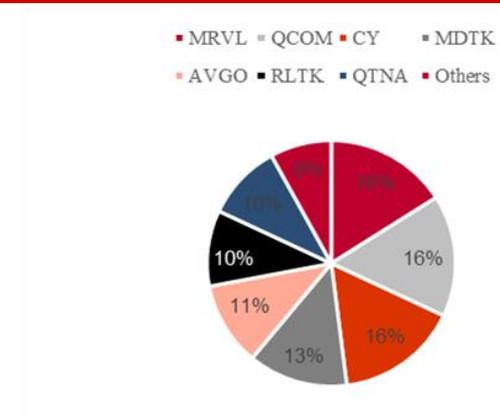
近几年关于 Wi-Fi 模组的重点正从手机、平板向物联网迁移, 推动 Wi-Fi 芯片和标准的低功耗转型, 而这一转型也为众多产业链企业创造了发展机会, 例如国外芯片原厂高通、Broadcom、Marvell、TI 等; 中国台湾 MTK、瑞昱等; 大陆乐鑫、新岸线、联盛德、南方硅谷等。目前, 包括 Broadcom, Celeno, 英特尔, Marvell, 高通, 联发科和 Quantenna 都在制造预标准的 Wi-Fi 6 芯片组, 并且几家供应商已经推出了企业级接入点草案, 包括 Aerohive Networks, Aruba Networks 和华为。

图 32 Wi-Fi 芯片构成



资料来源: Netgear, 华西证券研究所整理

图 33 2018 年全球 Wi-Fi 芯片市场份额



资料来源: 恩智浦投资峰会, 华西证券研究所整理

表 13 全球 Wi-Fi 芯片厂家

芯片厂家	总部	主推 Wi-Fi 芯片	主营
博通 (Broadcom)	美国	—	无线半导体设计制造、计算和网络设备、数字娱乐、宽带接入产品、移动设备的片上系统和软件解决方案。
高通(Qualcomm)	美国	QCA4002/4004, 下一代芯片是 Atheros4010	骁龙 (Snapdragon) 移动处理器平台, 组, 3G/4G 芯片组, 系统软件及和产品、无线解决方案等。
美满科技(Marvell)	美国	88NW300 等	体系架构
联发科(MTK)	中国台湾	MT7681 等	无线通讯及数字多媒体芯片整合系统解决方案。
德州仪器 (TI)	美国	CC3200	半导体开发设计制造、模拟电路部件制造、创新性数字信号处理研究制造、传感控制、教育产品和数字光源等。
瑞昱半导体(Realtek)	中国台湾	RTL8711 等	设计、测试及销售各类型应用, 主要产品有 Communications Network ICs、Computer Peripheral ICs、Multimedia IC。
芯科实验室 ((Silicon Labs)	美国	WF111、WF121、WGM110	模拟调制解调器芯片, GSM/GPRS 收发器, VoIP 器件。
亚信电子	中国台湾	—	专业的网络相关设计厂商, 专注于提供各式连网解决方案, 客户群包括业界知名网络设备公司。
新岸线	北京	NL6621 等	计算机系统 IC、GSM/WCDMA 双模单芯片、WIFI 基带射频及低功耗 MCU, 3D 手势体感处理 IC、电源管理 IC。
乐鑫信息科技(上海)有限公司	上海	ESP8266 等	专业移动通讯和物联网解决方案供应商、WIFI 蓝牙无线系统级芯片。物联网无线通信芯片供应商。公司致力于物联网领域专用无线通信芯片
北京联盛德微电子有限责任公司	北京	W500 等	的开发与应用, 旗下产品主要应用于智能家电、智能家居、医疗监护、视频监控、行业应用等物联网领域。
南方硅谷	深圳	SSV6060P 等	提供无线通信芯片和解决方案的公司。
澜起科技(上海)有限公司	上海	M88WI6032D	全球领先的模拟与混合信号芯片供应商, 目前专注于为家庭娱乐和云计算市场提供以芯片为基础的解决方案。公司主要产品为机顶盒芯片。
瑞芯微(Rockchip)	福州	RKi6000	手机、平板电脑、通讯平板、个人电脑、电视机顶盒、智能电视、电子书、WiFi/蓝牙音频。
全志(Allwinner)	珠海	G102 芯片 (全球首颗 WiFi 音箱专用芯片)	多核智能终端应用处理器、智能电源管理芯片。
灵芯微电子科技(苏州)有限公司	苏州	GKM910 芯片	IEEE802.11abg WLAN 射频芯片、集成移动电视接收和宽带无线传输的多功能 WLAN 射频芯片、移动多媒体广播 (CMMB) 接收射频芯片以及 DVB-S 数字卫星电视调谐器芯片、GPS 射频芯片等多款高端集成电路产品。

资料来源: 华西证券研究所

### 3.2. 模组: 面向应用, 产业链中移趋势明显

Wi-Fi 模块又名串口 Wi-Fi 模块, 属于物联网传输层, 功能是将串口或 TTL 电平转为符合 Wi-Fi 无线网络通信标准的嵌入式模块, 内置无线网络协议 IEEE802.11b.g.n 协议栈以及 TCP/IP 协议栈。传统的硬件设备嵌入 Wi-Fi 模块可以直接利用 Wi-Fi 接入互联网, 是实现无线智能家居、M2M 等物联网应用的重要组成部分。

Wi-Fi 模块可分为三类：(1) 通用 Wi-Fi 模块，比如手机、笔记本、平板电脑上的 USB 或者 SDIO 接口模块，Wi-Fi 协议栈和驱动是在安卓、Windows、IOS 的系统里运行并需要非常强大的 CPU 来完成应用；(2) 路由器方案 Wi-Fi 模块，典型的是家用路由器，协议和驱动是借助拥有强大 Flash 和 Ram 资源的芯片加 Linux 操作系统；(3) 嵌入式 Wi-Fi 模块，32 位单片机，内置 Wi-Fi 驱动和协议，接口为一般的 MCU 接口如 UART 等。适合于各类智能家居或智能硬件单品。

表 14 Wi-Fi 模块分类

分类	协议和驱动	适用范围
通用Wi-Fi模块	安卓、Windows、IOS系统	手机、笔记本、平板电脑上的USB或者SDIO接口模块
路由器方案Wi-Fi模块	Flash和Ram资源的芯片加Linux操作系统	家用路由器
嵌入式Wi-Fi模块	32位单片机，内置Wi-Fi驱动和协议，接口一般为MCU接口，如UART等	各类智能家居或智能硬件单品

资料来源：百度百科，华西证券研究所

Wi-Fi 模块工作方式可分为两类：(1) 主动型串口设备联网，由设备主动发起连接，并与后台服务器进行数据交互(上传或下载)的方式。典型的主动型设备，如无线 POS 机，在每次刷卡交易完成后即开始连接后台服务器，并上传交易数据。PUSH 型串口设备联网的拓扑结构如右图所示。其中，后台服务器作为 TCP Server 端，设备通过无线 AP/路由器接入到网络中，并作为 TCP Client 端；(2) 被动型串口设备联网，在系统中所有设备一直处于被动的等待连接状态，仅由后台服务器主动发起与设备的连接，并进行请求或下传数据的方式。典型的应用，如某些无线传感器网络，每个传感器终端始终实时的在采集数据，但是采集到的数据并没有马上上传，而是暂时保存在设备中。

Wi-Fi 模块的海外厂商主要包括日本村田、TDK、太阳诱电，韩国的三星机电等；国内厂家包括中国台湾的正基科技、海华科技，大陆的博鹏发科技、必联电子等都能够提供相应的 Wi-Fi 模块。其中，Wi-Fi 模块的主控芯片生产厂家为博通、高通、联发科等全球领先的芯片制造商。

表 15 Wi-Fi 模块厂商

公司	总部	WiFi 模块主控芯片	主营
村田(muRata)	日本	博通、TI	电容器，电感器(线圈)，静音元件/静音滤波器/静电保护器件，电阻器，热敏电阻，传感器，时钟元件，声音元件，电源，微型机电产品，RFID 设备 Matching Devices，滤波器，电路基板，负离子发生器/臭氧发生器等。
环旭电子股份有限公司 (USI)		高通、博通、MTK	WiFi ADSL、WiMAX、WiFi AP、WiFi Module、Blue-Tooth Module，产品主要应用于电脑、无线网卡，移动产品，，模块组装服务等领域。
TDK	日本	博通	一些被动元件。
太阳诱电 (Taiyo-Yuden)	日本	—	太阳诱电 (Taiyo-Yuden) 也有做用 WiFi 芯片做的 WiFi 模组。
三星机电	韩国	三星	三星机电也有做用 WiFi 芯片做的 WiFi 模组。
正基科技	中国台湾	博通	正基科技也有做用博通 WiFi 芯片做的 WiFi 模组，应用于 OTT 盒子等。
海华科技 (AzureWave)	中国台湾	Marvell、博通、高通 Atheros、 MTK 雷凌	提供 Wi-Fi、Bluetooth、3G、GPS、DTV、Digital Camera 等模块产品的创新研发，可广泛应用于消费性电子产品、嵌入式系统、手持式装置、行动连网产品、家电产品及工业用设备等领域。
群登科技股份有限公司	中国台湾	南方硅谷 6060P、联发科 MT7688 等。	提供无线连接解决方案。产品线包括 WiFi，蓝牙，GPS，LTE 甚至针对机器对机器(M2M)物联网(IoT)容制模块。
深圳市博鹏发科技	深圳	联发科 MT7601 等	专业从事无线互联网相关的射频系列模组应用方案、产品的综合解决平台的高

股份有限公司 (RF-LINK)			新技术企业。目前经营的产品线有：无线网络 WIFI 接入模组、无线路由应用模组、无线蓝牙数传模组、无线蓝牙音箱模组、NFC 通讯模组、GPS 导航模组、Zigbee 控制模组、无线通讯模组等等，以及相关模组应用解决方案。
深圳市必联电子有限公司 (B-link)	深圳	Marvell 88MW300, 联发科 MT7681	一家全球品牌的智能无线网络设备与智能云无线模块生产厂商，集产品研发、制造、销售、商业智慧 WiFi 工程软件与技术服务于一体。产品涵盖：智能无线路由器、营销广告路由器、智能云无线网卡、随身 WiFi、无线猫、MiFi 3G/4G 路由器、AC 控制器、AC+AP 商业智慧 WiFi 工程解决方案、交换机、智能云 WiFi 模块、WiFi 蓝牙模块、Zigbee 模块、无线路由模块等。
深圳市科中龙光电科技有限公司	深圳	瑞昱 RTL8711	专业从事网络通讯设备研发、生产。
深圳市欧智通科技有限公司	深圳	瑞昱 RTL8188ETV、 RTL8711、RTL8812、 RTL8811、RTL8192、 RTL8723、RTL8189, 高通 QCA6174、QCA9377	产品包括:IEEE802.11b/g/n 系列无线网卡、WI-FI 模组、IEEE802.11ac 5G 无线网卡、移动电源 3G 无线路由器、IOE 智能串口通讯装置等。
上海庆科信息技术有限公司 (MXCHIP)	上海	博通、ST	公司致力于研发、技术人员的培养，与全球顶级半导体厂商紧密合作推出了一系列嵌入式 Wi-Fi、ZigBee、BLE、NFC 等模块产品，其产品在无线和方面拥有多项专利，已经成功批量应用于智能家电、照明、安防、健康、娱乐等领域，全球范围内服务的客户如海尔、美 A.O.史密斯等多达 800 多家国内外企业。
上海汉枫电子科技有限公司	上海	Marvell 88MW300 等	专业从事嵌入式无线通讯领域设计开发、生产、销售和完整物联网解决方案（云服务和智能终端应用程序）为一体，广泛应用于智能家电，手持移动设备，医疗和工业检测仪表，智能电网，物联网等领域。
博联 (Broadlink)	杭州	Marvell、MTK 等	自主研发的 WiFi 物联网传输模块、云计算平台和智能终端 APP 的应用，为各类家电厂商提供成熟完整的智能家电解决方案。同时，BroadLink 为广大用户提供 DIY 智能插座、智能遥控、家庭空气质量分析仪等智能家居产品。
江波龙电子 (longsys)	深圳	高通	公司以存储为核心,主要从事消费类、嵌入式、无线、系统及金融安全等存储应用定制化设计、创新型技术产品的研发、生产和全球销售。
济南有人物联网技术有限公司	济南	TI CC3200、Marvell、Realtek 等	从事串口联网通讯的厂商，三大核心业务：“串口转以太网”、“串口转 WIFI”、“串口转 GPRS”。
深圳安信可科技有限公司	深圳	乐鑫 ESP8266	—
锐凌微南京电子科技有限公司	南京		专业的嵌入式无线和物联网核心产品及系统解决方案供应商。公司提供基于嵌入式无 (WiFi/BT/GPS) 为底层技术的高性能、高集成度物联网核心模块及系统产品、基础云端及终端应用系统平台，提供客户多样化的涵盖云端服务、终端服务、智能设备的“交钥匙”完整解决方案。
深圳市奥金瑞科技有限公司	深圳	联发科 MT7610、RT3070、RT5350、RT5572	以(数字多媒体、无线网络)产品研发、生产、销售为一体的高新科技型企业。
深圳市海凌科电子有限公司	深圳	MT7681、MT7688K、RT5350 等	专业提供物联网智能家居 WIFI 模块产品的研发、生产、销售为一体的技术型企业。
深圳市红心物联科技有限公司	深圳	联盛德 HED10W07SN、RT5350	集 wifi 智能家居、无线 wifi 医疗传输、工业无线数据采集、无线遥控玩具等方案定制开发，并自主独立研发、销售 wifi 模块的创新型高技术企业。优势：定制工业 WiFi 模块，以及高速 spi 转 WiFi 模块。
深圳市天工测控技术有限公司	深圳		专业从事 GNSS、WiFi、蓝牙等无线产品的研究和应用。
杭州德澜科技有限公司	杭州	高通 AR9331、高通 QCA4004	内领先的物联网产品与服务供应商。
利尔达科技集团股份有限公司	杭州		提供物联网嵌入式技术解决方案的高科技企业。
香港新力维股份有限公司	中国香港		WiFi 模块、无线视频模块,Zigbee 模块,串行 WIFI 模块, Iphone 和 Android 的软件应用程序、无线智能家居控制设备,等无线控制系统。

资料来源：华西证券研究所

### 3.3. 应用先导驱动 Wi-Fi6 未来加速普及

无线网络凭借部署容易、建设成本低、适用环境广泛等优势，被广泛应用于终端设备，物联网，VR/AR，4K 视频等领域。据华为 Wi-Fi6 技术白皮书的介绍，未来 Wi-Fi6 的应用场景包括视频会议，4K 视频，游戏，VR，企业办公物联网等多个方面，所需带宽速度最高达到 300Mbps，时延最低 10-20ms。基于企业无线网络，使得办公、生产现场的数据能够通过无线网络直接上传和共享，极大的提高了企业办公和生产效率。随着更多更大范围的应用加入无线网络，甚至工业通讯也开始利用无线网络，如今的企业无线网络不再仅仅是释放一个无线信号和快速安全的无线接入，特别是 VR、4K 视频、AGV 工业应用等大带宽低时延的无线应用将快速崛起，从现在开始，企业在建设无线网络时就需要考虑应对未来的行业应用，同时还要兼顾工业生产物联场景，实现大互联。

表 16 Wi-Fi6 应用场景

场景	应用	宽带	时延
办公	视频会议	30Mbps	100ms
	4K无线投屏	50Mbps (峰值)	50ms
	VoIP	512kbps	20ms
	VR360直播	50Mbps	10-20ms
	会议直播	30Mbps	50ms
教育	手游	3Mbps	80ms
	互动游戏	200Mbps(全交互)	10-20ms
	党课VR	200Mbps(全交互)	10-20ms
	VR远程教育	60Mbps	10-20ms
医疗	AR增强现实	60Mbps	20ms

资料来源：华为 Wi-Fi6 技术白皮书，华西证券研究所

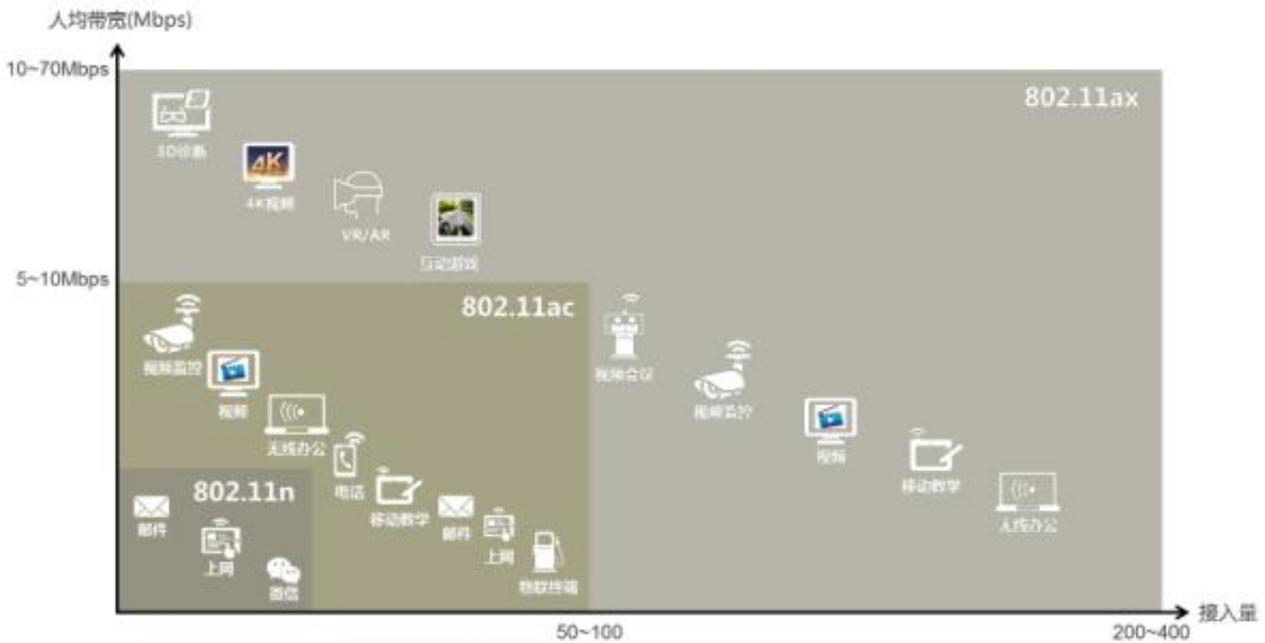
图 34 企业对于 Wi-Fi 的需求



资料来源：物联网分析，华西证券研究所整理

随着视频会议、无线互动 VR、移动教学等业务应用越来越丰富，Wi-Fi 接入终端越来越多，IoT 的发展更是带来了更多的移动终端接入无线网络，甚至以前接入终端较少的家庭 Wi-Fi 网络也将随着越来越多的智能家居设备的接入而变得拥挤。因此 Wi-Fi 网络仍需要不断提升速度，同时还需要考虑是否能接入更多的终端，适应不断扩大的客户端设备数量以及不同应用的用户体验需求。

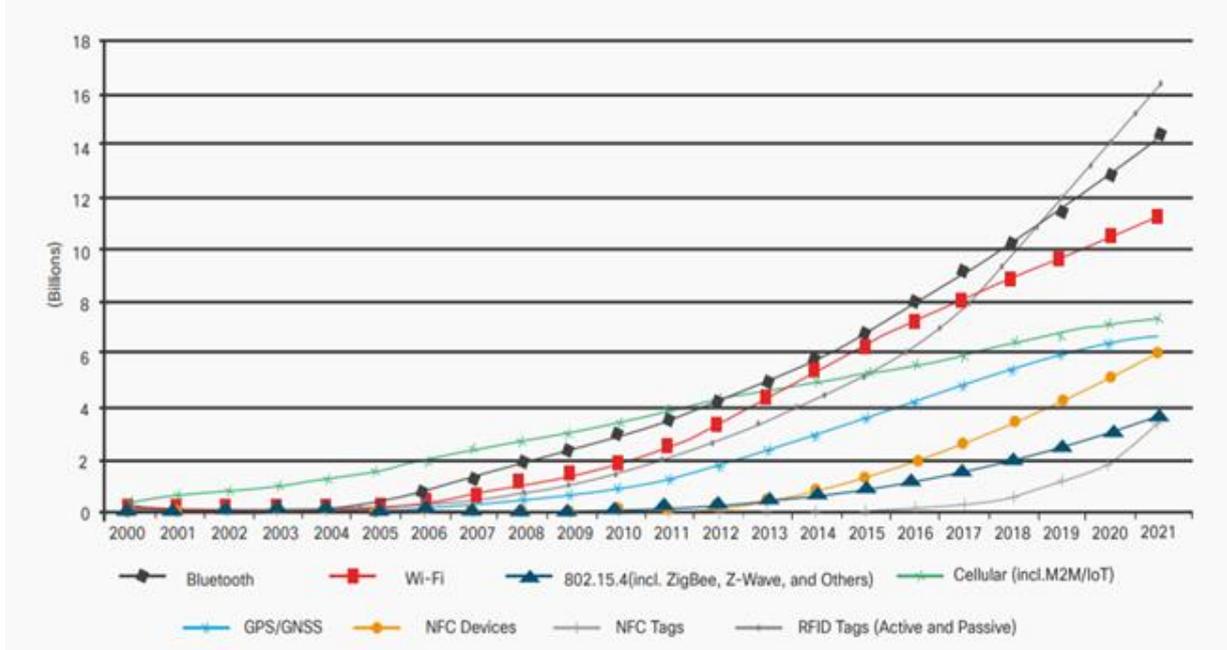
图 35 不同 Wi-Fi 标准下的接入量与人均带宽关系



资料来源：华为 Wi-Fi 6 技术白皮书，华西证券研究所整理

在企业端，随着物联网的发展，安全和高效的接入数以百计的物联网设备已经成为越来越严峻的考验。相较于传统的 IT 设备例如笔记本电脑、手机，IoT 设备对耗电量、安全性以及稳定性有较高的要求，以往这些要求往往需要通过有线网络或者运营商网络来支撑，然而随着技术的发展，以 Wi-Fi 为基础的企业级网络接入由于其经济性以及容易维护等特点越来越多地被选作室内 IoT 平台。根据 Cisco 预测，Wi-Fi 未来将依旧是仅次于蓝牙和 NFID 的主流 IoT 无线连接技术。

图 36 IoT 技术趋势

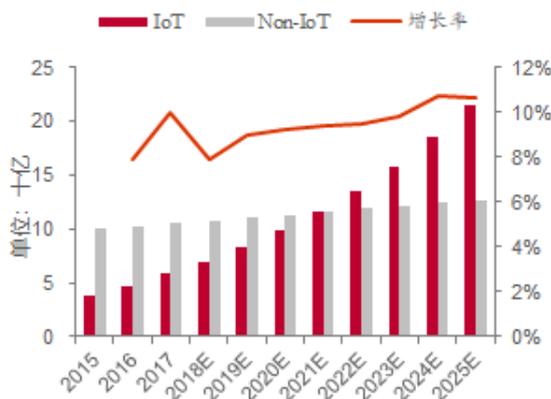


资料来源: Cisco VNI, 华西证券研究所整理

### 3.3.1. 物联网连接设备持续增长，构建未来万物互联互通世界

2018 年物联网连接数达到 70 亿套，根据物联网分析预测，未来数年里，物联网连接数将以每年接近 10% 的增长率发展，到 2025 年，预计突破 200 亿套。

图 37 物联网设备连接数增长



资料来源: 华为 Wi-Fi6 技术白皮书, 华西证券研究所整理

图 38 万物互联未来预测



资料来源: 华为 Wi-Fi6 技术白皮书, 华西证券研究所整理

无线网络与企业新技术新产业发展息息相关，企业智能化过程中会用到大量的物联网 (IoT) 设备，平滑地引入物联网并进一步强化业务应用并非易事。Wi-Fi6 已经从安全、接入、容量、时延及节电等方面为物联网做好了充分准备。同时 Wi-Fi 作为数据的重要入口，为大数据分析提供各种数据来源，有了物联网设备的加持，大数据分析在准确性及内容上进一步加强。

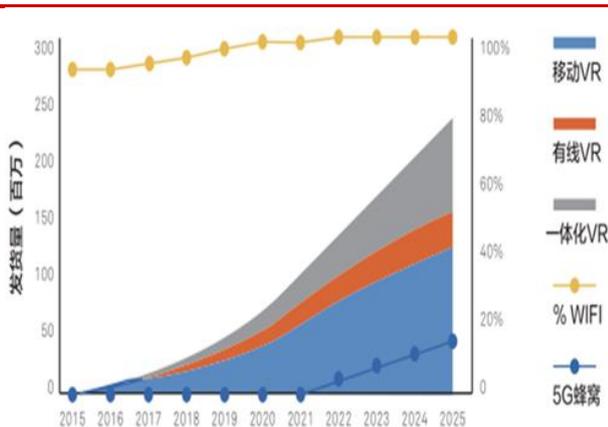
因此，我们认为数以百亿计的移动终端互联，海量边缘数据产生、计算与传输，越来越多的超融合应用，快速、稳定、安全、智能的企业 Wi-Fi 网络，将为企业数字化转型的成功保驾护航。

### 3.3.2. VR/AR 产业迅速发展，虚拟现实技术增强用户体验

AR/VR 通过遮挡用户的现实视线，将其感官带入一个独立且全新的虚拟空间，为用户提供更深入、代入感更强的体验；AR 能够补充或增强用户眼中的现实世界。VR/AR 的出现使视频体验从平面扩展到了立体沉浸，改变了人们的生活方式。传统的 VR/AR 头盔笨重、难以长时间佩戴、视频图像不清晰导致头晕和目眩等不好体验。但随着 5G 及 Wi-Fi 6 的逐步普及，传输速率的极大提升及时延的降低，VR/AR 的用户体验会有很大提升。随时随地体验 5G 及 Wi-Fi6 带来的高质量 AR/VR，并逐步降低对终端和头盔的要求，实现云端内容发布和云渲染，是未来的发展趋势。

从市场预测来看，2018 年全球 VR/AR 设备发货量约在 1000 万台，据预测到 2025 年全球 VR/AR 出货量将暴增至 2.5 亿台，而且几乎 100% 的设备都支持 Wi-Fi 连接。据华为无线应用场景实验室 (Wireless X Labs) 和 ABI Research 估计，到 2025 年 AR/VR 市场将创造 2920 亿美元的价值 (AR: 1510 亿美元，VR: 1410 亿美元)。

图 39 全球市场 VR/AR 出货量及连接类型预测



资料来源: Wireless X labs, ABI Research, 华西证券研究所整理

表 17 未来媒体带宽需求

技术	普通4K	标准4K	4K+	普通8K	标准8K	8K+	VR	VR+
分辨率	3840* 2160	3840* 2160	3840* 2160	7680* 4320	7680* 4320	7680* 4320	3840* 2160	6800* 41320
帧率	30P	60P	120P	30P	60P	120P	120P	120P
色深	8bit	10bit	12bit	8bit	10bit	12bit	12bit	12bit
压缩算法	H.265							
平均码率	15M	30M	50M	60M	120M	200M	200M	800M
带宽需求	22.5Mbps	45Mbps	75Mbps	90Mbps	180Mbps	300Mbps	300Mbps	1.2Gbps

资料来源: 飞天互联, 华西证券研究所

不同阶段 Cloud VR 业务 (VR 云化将进一步降低网络时延和带宽) 对网络带宽和时延要求也不同, 视频业务要实现舒适体验, Wi-Fi 网络时延要在 20ms 以内, 同时单终端带宽还需要有 75Mbps 以上; 交互式 VR 业务则要求时延在 15ms 以内, 同时单终端带宽高达 260Mbps。

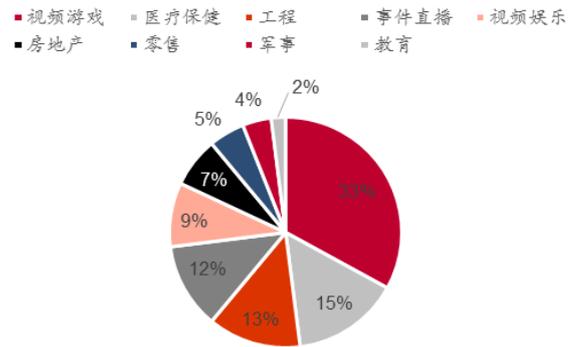
目前主流 VR/AR 应用有两大类: 基于全景视频技术的在线点播和事件直播; 基于计算机图形学的 VR/AR 单机游戏、VR/AR 联网游戏、VR/AR 仿真环境等。高盛预测, 2025 年 VR/AR 将在游戏、直播、医疗保健、房地产、零售、教育等 9 大行业得到广泛应用。

表 18 VR 应用对于宽带要求

阶段		起步阶段	舒适体验阶段	理想体验阶段
Cloud VR 视频业务	宽带要求	>60Mbps	>75Mbps	>230Mbps(12K)
	RTT时延要求	<20ms	<20ms	<20ms
	丢包要求	$9 \times 10^{-5}$	$1.7 \times 10^{-5}$	$1.7 \times 10^{-5}$
Cloud VR 强交互业务	宽带要求	>80Mbps	>260Mbps	>1Gbps(12K)
	RTT时延要求	<20ms	<15ms	<8ms
	丢包要求	$1 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-5}$

资料来源：华为 Wi-Fi6 技术白皮书，华西证券研究所

图 40 VR/AR 9 大规模应用预期



资料来源：华为 Wi-Fi6 技术白皮书，华西证券研究所整理

### 3.3.3. 4K 视频高清体验，画面清晰流畅

Wi-Fi6 的网速高、不限流量、时延低的特性还能满足 4K 视频的要求，4K 不仅仅是视频分辨率的提升，还带来了视频质量的 4 大优化：首先是画面更清晰；其次是画面更流畅；再次是色彩更真实；最后是色彩更自然。一般情况下，4K 视频流的码率是相同帧率 / 相同压缩编码方式的全高清（FHD）视频流码率的 4 倍以上，对网络带宽的要求也随之大幅增长。从这个趋势来看，Wi-Fi 承载运营级 4K 视频要求单终端至少 50M 带宽，在将来单终端需要有 100M 的带宽。

表 19 高清视频带宽要求

4K 商用节奏		2014-2016	2015-2016	2017-2019	2020+
		入门级 4K 4k@30p 8bit	运营级 4K 4k@60p 10bit	极致 4K 4k@120p 12bit	8K 8k@120p 12bit
码率	直播	25-30M	25-35M	25-40M	50-80M@H.266
	点播	12-16M	20-30M	18-30M	35-60M@H.266
宽带要求		>30M	>50M	>50M	>100M

资料来源：华为 Wi-Fi6 技术白皮书，华西证券研究所

当面对单终端 100M 以上的带宽需求时，目前主流的 Wi-Fi 技术已经逐渐捉襟见肘，未来 10G PON 配合 Wi-Fi 6 技术的升级在家庭端将成为发展趋势。带宽需求的增长和 Wi-Fi / PON 接入升级，在未来几年将呈现相互驱动发展的局面。

### 3.3.4. AGV（无人化），工业物联网，未来智慧工厂的方向

智慧工厂是传统制造型企业工厂改造的目标，也是未来企业必须拥有的生产化技术。无人化则是未来智慧工厂的大趋势，而替代人工完成包括物件运输、分拣等环节的机器人无疑是智慧工厂的重要设施，越来越多的货物搬运工作将交由 AGV 小车完成。移动搬运机器人 AGV 叉车从简单的把货物搬运到指定的位置，技术发展到大数据、

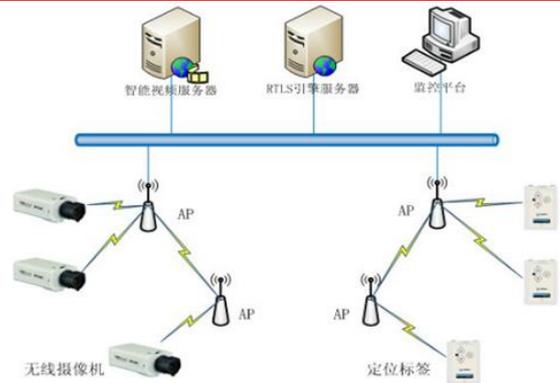
物联网、云计算等贯穿于产品设计中，让移动搬运机器人 AGV 叉车成为一种实时感应、安全识别、多重避障、智能决策、自动执行等多功能的新型智能工业设备。作为在工业场合运行的设备，首先需要确保通讯的可靠性，同时，由于 AGV 小车装卸作业需要往返于不同工作区域且各个位置金属遮挡面不同，要求 Wi-Fi 既要做到无死角覆盖，又要 AGV 小车能够在多个 AP 之间无损漫游，确保与后台的交互正常无误。

图 41 智慧工厂——AGV 无人叉车



资料来源：智慧工厂中的 AGV 无人叉车，华西证券研究所整理

图 42 Wi-Fi 工业物联网示意图



资料来源：华为 Wi-Fi6 技术白皮书，华西证券研究所整理

因此，我们认为在 5G 之余，Wi-Fi 6 将构成未来工业互联网底层链接生态的关键一环。Wi-Fi 工业物联网管控方案包括 Wi-Fi 智能视频系统、Wi-Fi 人员/设备定位系统、Wi-Fi 通信网络系统组成。通过这些系统的集成，可以实现在 Wi-Fi 覆盖的网络，对于复杂的人员/设备进行定位和追踪监测任务，准确的搜索到目标，实现对目标的实时定位和监管。由此为基础，Wi-Fi 将在工业物联网系统里，发挥重要的作用。

## 4. 投资建议

### 4.1. 星网锐捷—企业 WLAN 领先厂商，云生态运营

**坚持创新驱动发展战略，推动智慧产业优化升级，实现业绩稳步增长。**公司的企业级网络、云计算、通讯、支付、数字娱乐等优势产业，继续保持较快的上升势头。2019 年上半年，公司实现营业收入人民币 33.27 亿元，比上年同期减少 5.43%。归属于上市公司股东的净利润人民币 1.57 亿元，比上年同期增长 34.22%。公司作为领先的 ICT 解决方案提供商，近年来通过有效的内生外延实现多元发展。在完成资源整合的同时，公司盈利能力以及产品竞争力都得到了有效地提升，凭借技术实力将全面受益云计算以及 5G 建设带来的发展机遇。

**WLAN 份额保持领先，Wi-Fi6 技术产品领先布局。**公司在 WLAN 市场份额保持领先，根据 IDC2018 年 12 月数据，公司 WLAN 市场份额国内排名第二。公司多年来始终聚焦企业级网络解决方案，凭借领先的一体化综合实力以及过硬的技术实力，多年来保持 WLAN 市场领先。2015 年以来，公司持续为阿里云栖大会提供 WLAN 解决方案，树立万人 Wi-Fi 无线体验标杆。另外，在近年来的运营商 WLAN 招投标中，公司多次斩获大标，一方面体现了公司较强的核心竞争力，另一方面也说明 WLAN 作为蜂窝网

络的补充依旧受到运营商青睐。在 Wi-Fi6 技术研发和产品化方面，公司同样保持领先，公司在 2017 年率先发布了基于 802.11ax 平台的全新产品 RG-AP860-I。

表 20 公司 2018 年来 WLAN 中标统计

时间	公司	份额	项目	中标产品
2018	国软吉讯科技有限公司	50%以上份额	首批动车组Wi-Fi设备招标	APRG-MTF-df520号
2018	中国移动通信有限公司	份额超过70%	2019年政企客户WLAN设备集中采购	包括室内高窗壁挂型AP、室外高窗壁挂型AP、单频面板型AP、双频面板型AP以及管理容量最大为256 AP和1024 AP的多载AC控制器产品
2018	中国邮政集团	—	全国生产网一级骨干网项目	RG-RSR77-X路由器
2018	中国邮政集团	—	云数据中心项目	RG-N18018-X云架构数据中心核心交换机等
2018	国家电子政务外网管理中心	—	国家电子政务外网平台二期工程	包括RG-RSR7708-X路由器、RG-RSF30-X路由器、RG-S8612E等多型号交换机，以及RG-AP720-I无线接入设备
2018	中国联通	中标份额30%	2018-2019年度沃云平台网络设备集采	包含4槽位核心(Spine)交换机、万兆(Leaf)交换机、千兆交换机、25G交换机、32*100G汇聚交换机
2019	国软吉讯科技有限公司	—	2019年第一批动车组Wi-Fi设备招标(再次中标)	—

资料来源：锐捷网络，华西证券研究所

图 43 锐捷网络 Wi-Fi6 产品



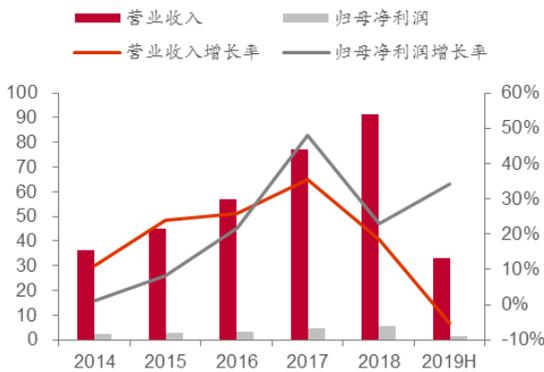
资料来源：锐捷网络，华西证券研究所整理

云计算业务不断发展，构建云生态运营。2019 年上半年，升腾资讯的云桌面和智能终端产业牢牢把握住了“云教育”、“云办公”、“智慧营业厅”等市场机遇。智能终端产品线重点聚焦金融行业（银行、保险、邮政），构建生态圈，在金融行业的品牌影响力不断提升，产品全面入围中国工商银行、中国建设银行、中国农业银行、中国银行、中国交通银行、中国邮政储蓄银行六大国有控股商业银行以及众多股份制以及其他商业银行，成为金融行业有竞争力的智慧营业厅解决方案提供商；云桌面产品线加强渠道建设，取得初步成效，产品销售有较大增长，同时在新产品方面推出采用龙芯、兆芯等国产化芯片的安全可控的国产化云桌面解决方案，满足客户需求的能力进一步提升。

全面受益云计算时代机遇，数据中心交换机进驻运营商及互联网厂商。公司 2018 年底中标中国移动公布 2018 年数据中心交换机集采（重新招标），并获得 70% 的集采份额，凸显公司日益提升的数据中心交换机实力。随着 5G 建设的开启，5G 网络相较于 4G 将在速率、带宽、响应时延等方面具备较大提升，必将带来云计算、物联网更大规模的普及以及数据流量的持续增长。另外，在数据中心交换机市场，公司相关产品在通过阿里的前期示范应用之后，已经开始进入腾讯、字节跳动、美团等市场，考虑到约 80% 的流量发生在数据中心内部，未来公司有望随着互联网厂商在数据中心的持续投入以及流量的快速增长而持续受益。

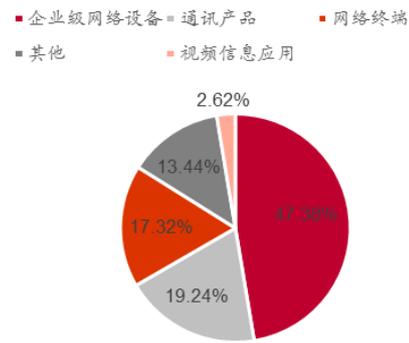
我们认为，公司一直以来都是国内自主可控排头兵，持续围绕政府、医疗、教育等领域的需求，推出一系列采用龙芯、兆芯等国产化芯片的安全可控的国产化云桌面解决方案。同时，公司中标中移动项目有望成为突破口进入运营商数通市场，未来将有望受益于 5G、物联网带来的流量增长需求。

图 44 星网锐捷营业收入情况(亿元)



资料来源: Wind, 华西证券研究所

图 45 星网锐捷 2019H1 主营业务收入分布



资料来源: Wind, 华西证券研究所

## 4.2. 紫光股份—WLAN 市场领先，率先出货 Wi-Fi 6

**营业收入稳步增长，数字化设施及服务业务占比提升。**2019 年上半年，公司营业收入实现稳步增长，达到 228.74 亿元；实现归属于上市公司股东的净利润 8.47 亿元，同比增长 15.51%。围绕着“智能数字平台”，公司推出了多款新产品，持续重点打造深度洞察、AI 赋能、统一运维、主动安全、自动调优、敏捷开放六大关键能力，并增强数字大脑“4+N”的协同能力，智慧应用项目不断落地和深入。

**领先的数字化服务能力，完整的数字化产品与技术，丰富的行业信息化建设和运营经验。**经过多年的行业应用积累，公司在政府、运营商、金融、能源、教育、电力、医疗、交通、制造、互联网等众多行业拥有庞大、稳定的客户基础。根据 IDC2018 年相关统计数据，公司 H3C 品牌产品在国内企业级市场中，交换机、路由器、WLAN 产品的市场占有率分别为 33.2%、27.2%、31.1%，位居市场前列。

**IT 全产业链布局的端到端交付能力。**在“云服务”战略指导下，公司全面、深度布局“云网”产业链，打造全产业链服务体系，从硬件、软件、解决方案、行业生态等各个层面为客户数字化转型提供强有力的支撑。拥有从传统网络到新网络（SDN/NFV）到 IOT 的完备连接能力、从私有云到产业云及行业云的“全栈式”服务能力、从平台数据引擎到行业数据引擎的大数据服务能力、全方位的主动安全防护能力、从数字化转型到专业化交付到一体化运维的全生命周期服务能力以及数字生态伙伴的汇集能力，提供全面的数字化解决方案与行业应用。公司打造高度融合的新 IT 生态圈，目前已有超过 1 万家的生态合作伙伴。同时，随着紫光集团公有云——“紫光云”的西南大区、华北大区、华东大区、华南大区数据中心节点全面上线，不仅为公司提供更加丰富的应用场景部署能力，并且使公司能为客户提供更加多样化、综合的交付服务。

**持续领先的产品与技术创新能力。**公司以技术创新为核心引擎，在北京、杭州、南京、合肥、郑州、成都、重庆等地设有研发中心，拥有多支具有丰富经验和优秀技术能力的研发团队，研发人员占公司总员工人数超过 30%，其中控股子公司新华三集团有限公司研发人员比例超过 50%。近年来，公司不断加大在云计算、大数据、信息安全、物联网、存储、行业应用等方面的研发投入，数字化技术创新贯穿从数字化基础设施、数字化平台解决方案到数字化应用解决方案多个层级，不仅形成了丰富的产品线，并且推出了众多国内技术领先的解决方案，以持续创新引领市场应用。目前，公司专利申请总量累积达到 10,100 余件，其中 90%以上是发明专利。公司是中国网络空间安全协会理事会员、中国可信计算联盟理事会成员、中国云安全联盟（C-CSA）

成员单位，并参与制定国家信息安全委员会新一代防火墙、安全态势感知两项国家技术标准。2019年上半年，公司研发投入18.22亿元，同比增长15.21%。研发费用占营收比创下8%的新高。

公司率先发布 Wi-Fi6 系列产品，进一步提升网络平台的安全性、隐私性、稳定性及连接速度，持续在教育、运营商等市场获得规模突破，并以最大份额中标部分运营商2019年WLAN设备集采项目。在IDC发布的《中国WLAN市场跟踪报告，18Q4》中，紫光旗下新华三集团以31.1%的市场份额位列中国企业级WLAN市场占有率第一的位置。从2009年到2018年，新华三已连续十年蝉联中国企业级WLAN市场占有率第一，彰显了新华三在WLAN领域领先的技术实力与始终如一的可靠品质。新华三是国内最早做WLAN产品的厂商之一，从2003年发布了第一款产品——FAT AP WA1208E，到2017年推出全球首款802.11ax AP WA6528。经过十余年的创新、积累，为长久的领先积攒了足够多的能量。截至当前，新华三已推出三百余款场景化产品和解决方案，获得超过750项专利技术。另外，新华三是国内为数不多有着非常全面服务体系的厂商，原厂服务资源覆盖700+城市，有超过1500个服务认证伙伴以及两万多名星级认证服务工程师，国内一流。

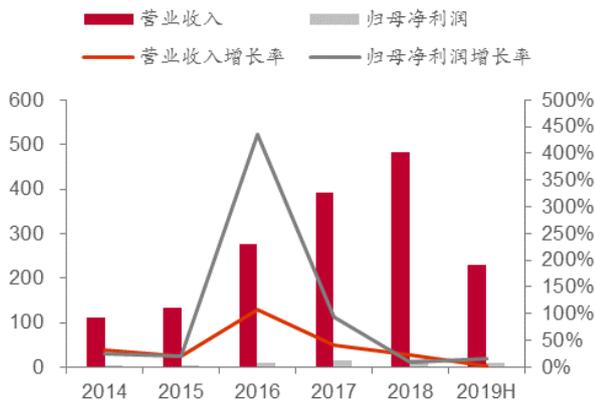
表 21 紫光旗下新华三集团发展历程

紫光旗下新华三发展历程	
时间	产品/成就
2003	发布第一款FAT AP WA1208E
2006	发布第一款AC WX5002；推出AC+FIT AP架构
2007	发布有线无线一体化管理平台、核心AC插卡
2008	全球首发万兆AC WX6100；服务2008北京奥运会
2009	首次实现国企企业级WLAN市场占有率第一
2010	参与WLAN技术标准制定，2篇RFC获IETF发布；中标西安地铁二号线CBTC线路
2012	中国最大规模802.11n无线方案；服务浙江大学
2013	首发802.11ac(wifi5),千兆AP WA4620
2014	服务APEC等重大国内外赛事盛会
2015	首创三射频AP WA4330；进军物联网领域，发布物联网AP WA4320i-X-R
2016	发布绿洲平台，建立Wi-Fi联接生态体系，年度AP出货量超过100万台
2017	发布全球第一款802.11ax(Wi-Fi6) AP WA6528,荣获德国点红设计奖；发布室外物联宏基站WA5630X
2018	连续十年稳居IDC中国企业级WLAN榜首；国内公务机搭载Wi-Fi系统首飞成功
2019	以用户体验为中心，向云无线、智无线、泛无线持续演进

资料来源：《中国WLAN市场跟踪报告，18Q4》，华西证券研究所

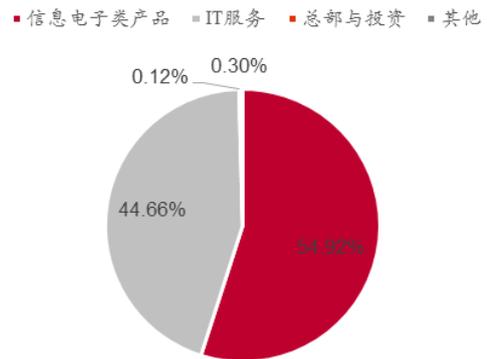
我们认为，随着“数字大脑”计划的不断施行和5G商用化落地，公司赋能“云网端”产业链。同时云计算市场和5G发展的广阔空间，也为公司带来了新的成长机遇。最后，公司有望凭借在WLAN市场的绝对领先地位，以及在Wi-Fi 6产品化以及技术方面的积累构筑的领先优势，持续受益Wi-Fi6驱动的市场机遇。

图 46 紫光股份营业收入情况(亿元)



资料来源: Wind, 华西证券研究所

图 47 紫光股份 2019H1 主营业务收入分布



资料来源: Wind, 华西证券研究所

### 4.3. 天邑股份—主营宽带网络终端设备，积极布局 5G&Wi-Fi 6

专业从事宽带网络终端设备，立足于光通信产业和移动通信产业。2019 年上半年，公司实现营业收入 12.14 亿元，较上年同期降低 16.66%；实现属于上市公司股东的净利润 0.86 亿元，较上年同期增长 1.65%。公司产品和服务广泛运用于通信网络中的接入网系统，主要服务于通信运营商等大型集团公司；针对国际市场，目前产品已出口至欧洲、非洲、亚洲等多个国家和地区。

**坚持技术和产品创新，充分发挥快速定制及持续投入的研发优势。**公司按照核心产品系列，结合未来产品发展、市场及运营商需求，整合研发资源，调整研发中心组织架构，在研发中心下设 PON 研发部（成都、上海、深圳研发部）、视频研发部、无线研发部（上海、成都研发部）、光产品研究室、结构和材料研究室、研发管理部等，同时设立专家委员会，通过自主开发、与科研院所产学研合作等多种研发模式，在升级生产生产工艺、提高产品性能、开发新产品等方面不断进步，为公司丰富产品、技术创新提供保障。公司目前拥有各类专利 161 项、软件著作权 20 项，分布于四大核心产品系列。

**完善的营销服务网络，助力与通信运营商建立持续、稳定的业务关系。**公司国内营销服务网络已覆盖全国 31 个省及直辖市，并和同行业公司进行合作，共同拓展国内市场；加强国际市场营销力量和采用多元化营销策略，与相关厂商合作，加快国际市场的拓展力度。公司各部门与服务网点的业务立体交叉推进，迅速、准确的了解客户潜在技术开发需求，为客户提供售前、售中、售后技术支持和服务，使公司能在最短的时间内为客户提供高效服务。

**积极实施“宽产品线”和定制化策略，形成通信配套设备全系列“一站式”供应能力。**目前公司的产品及服务已经广泛进入通信网络中的接入网系统，形成四大核心系列产品。同时，公司充分发挥核心科研队伍的创新才能，根据通信行业发展趋势开发新技术产品，在稳固原有产品链的基础上，进一步拓展 5G 微基站、5G CPE、10G PON 宽带终端、宽带融合终端、IPTV 机顶盒（4K、8K）、Wi-Fi6 AP 等新产品，以巩固产品链齐全的优势。

图 48 公司 Wi-Fi6 产品入库中国电信采购库

■ 您现在的位置： 首页 > 产品库 > 平板电脑详细信息



**天邑 TY-300**

品牌：天邑  
 参考价格（元）：419  
 入库时间：20190911  
 重量：318.6  
 尺寸：216×159×40  
 集约机型：2019-09-11 16:07:20  
 合约价格（元）：

**基本信息**

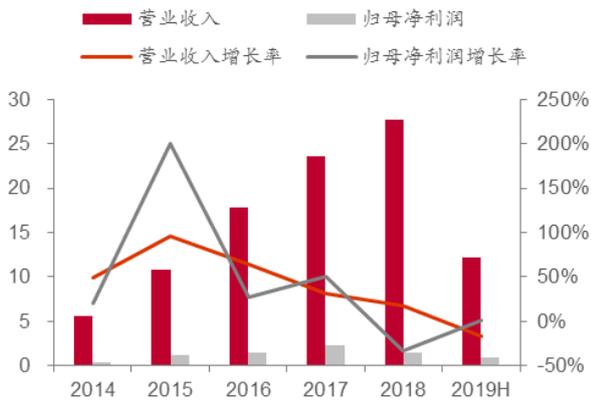
售后网点

终端厂商：	四川天邑康和通信股份有限公司
终端品牌：	天邑
终端型号：	TY-300
产品别名：	双频千兆路由器
终端类别：	无线路由器

资料来源：Wind，华西证券研究所整理

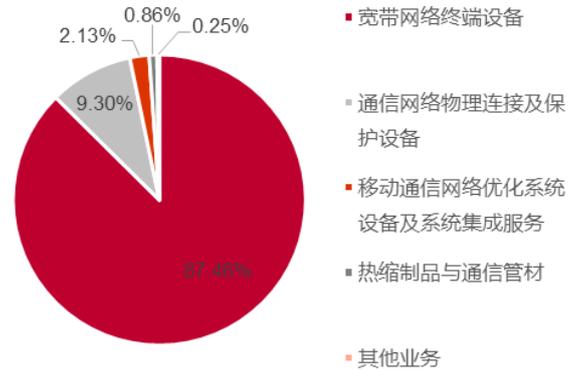
我们认为，公司专注于宽带网络终端设备，在 5G 研发市场积极布局，同时紧抓接入网 10GPON 以及 Wi-Fi6 升级机遇，另外公司未来在光通信领域的优势持续巩固公司拥有宽带接入产品具备自主研发、生产、市场及售后服务完整的产业链，具有较强的综合优势以及产业协同能力，发展前景可期。

图 49 天邑股份营业收入情况(亿元)



资料来源: Wind, 华西证券研究所

图 50 天邑股份 2019H1 主营业务收入分布



资料来源: Wind, 华西证券研究所

#### 4.4. 剑桥科技—ICT 终端设备行业翘楚，发力光模块业务

公司主营业务为基于合作模式（主要为大客户定制的 JDM 和 ODM 模式）进行家庭、企业及工业应用类电信宽带接入终端、无线网络与小基站、交换机与工业物联网基础硬件产品的研发、生产和销售。上半年，公司实现营业收入 14.50 亿元，同比增长 1.40%，实现归属于上市公司股东的净利润 583.12 万元，同比下降 17.50%。

**贯彻“预研一代、研发一代、生产一代”的核心发展思路。**公司坚持先进研发和智能制造双引擎驱动成长，坚持在工程技术、效率驱动两个层面持续创新。在双引擎驱动创新的战略指导下，公司持续进行规模化的研发投入，与供应商和合作伙伴在技术上深度合作，通过整合技术，符合市场趋势的新产品不断丰富、技术性能持续提升。同时在前瞻性技术上不断加大预研投入，密切跟踪产业动向，随着产品技术标准和需求的更新换代，迅速进入新的产品和技术领域。公司在美国硅谷和日本的研发中心也已投入使用，全球化的研发中心布局，围绕市场、客户需求进行高效研发，是保持公司核心竞争力、实现长远发展的关键。

**以效率驱动生产制造，提升智能制造水平。**坚持在信息化与自动化方面的研发投入，以提高智能制造水平。公司在智能制造上积极投入，打造了机器人手臂、自动化流水线等智能制造项目。基于工业 4.0 的制造及管理平台技术是公司根据产品的生产流程自主研发的生产信息化系统，公司充分利用自身在工业物联网方面的技术优势，以信息化平台为主要依托，逐步实现产品智能化、装备智能化、生产智能化、管理智能化、服务智能化，该平台已初步构建完成，整体水平处于行业先进水平。

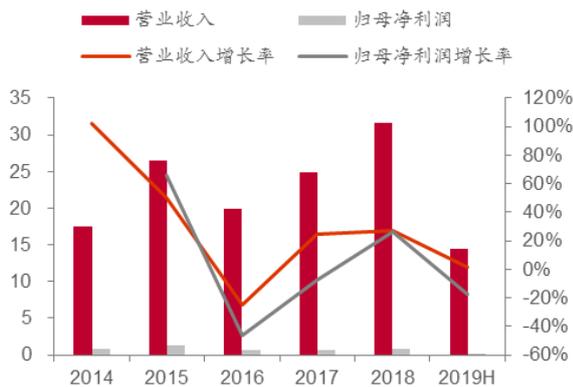
**JDM、ODM 并重，开拓适应行业发展的新模式。**ICT 行业技术与应用发展与更迭较快，产业链分工与协作关系不断发生变化。面对行业的迅速变迁，公司依托核心研发能力，适应产业链分工，形成了 JDM、ODM 并重的模式，保持了竞争地位。目前，公司已能够提供包括整体软件、标准硬件设计，以及定制化产品（按需研发）等各项服务，并通过持续参与各类白盒设备等开放硬件的产业合作，开拓适应行业发展的新商业模式。

**公司的 WLAN 产品主要包括企业及运营商机 WLAN 产品、AP 产品、家用无线互联产品。**实现无线接入和无线互联，应用于电信、企业及各种商业环境（不含工业物联网应用）。当前，公司 WLAN 产品线全力推进 Wi-Fi 6 产品的开发、量产和市场推广。

综合产品服务、客户资源、管理团队、国际化分工合作优势，实现公司的可持续发展。公司拥有自样品研发设计，到产品中试，到规模化生产的全线基础。在报告期内，公司客户资源不断开拓，目前主要客户已基本涵盖了下游全球主要的通信设备提供商。通过并购业务，公司还新增加了 ICT 设备制造商和数据中心运营商等大客户。公司管理团队具有国际化背景，深刻理解当今互联网+趋势下和工业 4.0、信息化下的社会大变革趋势，洞悉产业、市场和企业环境面临的不确定性，实现技术、市场和产品的迭代与创新。公司在美国硅谷设立研发中心和销售团队，及时了解最新技术以及美国大客户的新需求；公司日本研发中心与光芯片供应商在同一办公楼内工作，便于沟通与合作；公司上海研发中心与制造中心，与中国发达的供应链紧密合作，不断降低产品造价和生产成本；公司在东南亚的生产基地，可避免因国际贸易摩擦产生的额外征税。公司独特的美国、日本、中国和东南亚四地分工合作，具有极大的协同优势。综合以上优势，公司形成了研发、智能制造的技术核心优势，这些技术优势加上奋斗精神，形成了公司核心能力的护城河，使公司能在激烈的市场竞争中不断克服内部、外部、行业、潜在威胁带来的各种困难，为股东创造价值，实现公司的可持续发展。

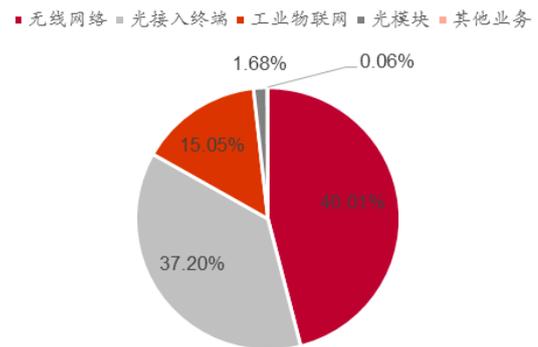
我们认为，公司作为加快转型升级、继续巩固和强化公司在 ICT 终端设备领域的优势，公司加大整体研发资源的投入，提升综合能力，未来成长前景可期。

图 51 剑桥科技营业收入情况(亿元)



资料来源：Wind，华西证券研究所

图 52 剑桥科技 2019H1 主营业务收入分布



资料来源：Wind，华西证券研究所

## 5. 风险提示

- 1) 技术发展不及预期，产业链成熟相对较晚：Wi-Fi 6 作为一个新推出标准，将依赖整体的产业链成熟带来规模效应从而降低成本加大普及力度，如果技术发展不及预期整体生态成熟或延迟。
- 2) 相关应用或不及预期，产业发展或偏慢：Wi-Fi 6 的推广离不开整体应用生态包括高清视频、AR/VR 等对带宽和延时有更高要求应用的驱动，如果相关应用驱动不足，
- 3) 物联网发展不及预期，Wi-Fi6 升级动力不足：Wi-Fi 6 的核心目标场景之一是物联网的链接，如果物联网的整体发展不及预期，企业升级 Wi-Fi 的动力或不足。

### 分析师与研究助理简介

吴彤：工学博士，新加坡科技发展局工作经验，4年证券研究经验，专注通信行业研究。

柳珏廷：理学硕士，2年证券研究经验，主要关注5G相关产业链研究。

### 分析师承诺

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，保证报告所采用的数据均来自合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

### 评级说明

公司评级标准	投资评级	说明
以报告发布日后的6个月内公司股价相对上证指数的涨跌幅为基准。	买入	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数达到或超过15%
	增持	分析师预测在此期间股价相对强于上证指数在5%—15%之间
	中性	分析师预测在此期间股价相对上证指数在-5%—5%之间
	减持	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数5%—15%之间
	卖出	分析师预测在此期间股价相对弱于上证指数达到或超过15%
行业评级标准		
以报告发布日后的6个月内行业指数的涨跌幅为基准。	推荐	分析师预测在此期间行业指数相对强于上证指数达到或超过10%
	中性	分析师预测在此期间行业指数相对上证指数在-10%—10%之间
	回避	分析师预测在此期间行业指数相对弱于上证指数达到或超过10%

### 华西证券研究所：

地址：北京市西城区阜成门外大街22号外经贸大厦9层

网址：<http://www.hx168.com.cn/hxzq/hxindex.html>

## 华西证券免责声明

华西证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司签约客户使用。本公司不会因接收人收到或者经由其他渠道转发收到本报告而直接视其为本公司客户。

本报告基于本公司研究所及其研究人员认为的已经公开的资料或者研究人员的实地调研资料，但本公司对该等信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。本报告所载资料、意见以及推测仅于本报告发布当日的判断，且这种判断受到研究方法、研究依据等多方面的制约。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及预测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息始终保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者需自行关注相应更新或修改。

在任何情况下，本报告仅提供给签约客户参考使用，任何信息或所表述的意见绝不构成对任何人的投资建议。市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告视为做出投资决策的惟一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在任何情况下，本报告均未考虑到个别客户的特殊投资目标、财务状况或需求，不能作为客户进行客户买卖、认购证券或者其他金融工具的保证或邀请。在任何情况下，本公司、本公司员工或者其他关联方均不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告而导致的任何可能损失负有任何责任。投资者因使用本公司研究报告做出的任何投资决策均是独立行为，与本公司、本公司员工及其他关联方无关。

本公司建立起信息隔离墙制度、跨墙制度来规范管理跨部门、跨关联机构之间的信息流动。务请投资者注意，在法律许可的前提下，本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，也可能为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。在法律许可的前提下，本公司的董事、高级职员或员工可能担任本报告所提到的公司的董事。

所有报告版权均归本公司所有。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处为华西证券研究所，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。