



深圳市共熵产业与标准创新服务中心

SHENZHEN GONGSHANG INDUSTRY AND STANDARD INNOVATION SERVICE CENTER

WLAN的技术发展趋势及洞察

2022年11月4日

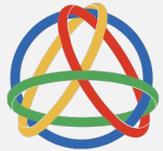




当前最典型的五层通信技术

典型的五层通信	典型产品或技术	数量	距离	速率	我国所处的竞争位置
高轨卫星导航	GPS/Glonass/ Galileo/北斗	31颗/24颗 /4颗/59颗	2万公里	1M~10Mbps	战略意义, 重点追赶
低轨卫星通信	Starlink	已发射1900 颗, 总计划 4.2万颗	2000公里	100M~300Mbps	战略意义, 刚刚起步, 有巨大差距
固定互联网	路由器、光网络	数十万个站 点, 数百万 套设备	1公里~ 1000公里	100Mbps~800Gbps	后来居上, 取得全球领 先, 受到阻力
宏蜂窝无线网络	5G/4G/3G/2G	上百万个站 点, 数百万 套设备	100米~ 1公里	10Mbps~1Gbps	后来居上, 取得全球领 先, 受到阻力
无线局域网	Wi-Fi	数千万个接 入节点	20米	100Mbps~10Gbps	不断追赶, 希望能在未 来5年有所超越



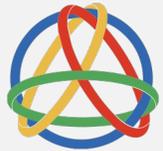


Starlink: 未来可能对6G无线通信产生一定程度的威胁



- Starlink 是一个卫星互联网星座——在 2023 年之后提供卫星个人通信服务——由 SpaceX 运营，为 39 个国家/地区提供卫星互联网接入覆盖。它的目标是全球覆盖。
- SpaceX 于 2019 年开始发射 Starlink 卫星。截至 2022 年 7 月，Starlink 由 3,000 多颗在低地球轨道 (LEO) 上量产的小型卫星组成，它们与指定的地面收发器进行通信。截至 2022 年 6 月，Starlink 为超过 500,000 名用户提供互联网访问。
- 位于华盛顿雷德蒙德的 SpaceX 卫星开发设施拥有 Starlink 研究、开发、制造和轨道控制团队。SpaceX 在 2018 年 5 月估计，设计、建造和部署星座的长达十年的项目成本至少为 100 亿美元。2017 年 2 月，文件显示 SpaceX 预计到 2025 年其卫星星座的收入将超过 300 亿美元，而其发射业务的收入预计将在同年达到 50 亿美元。

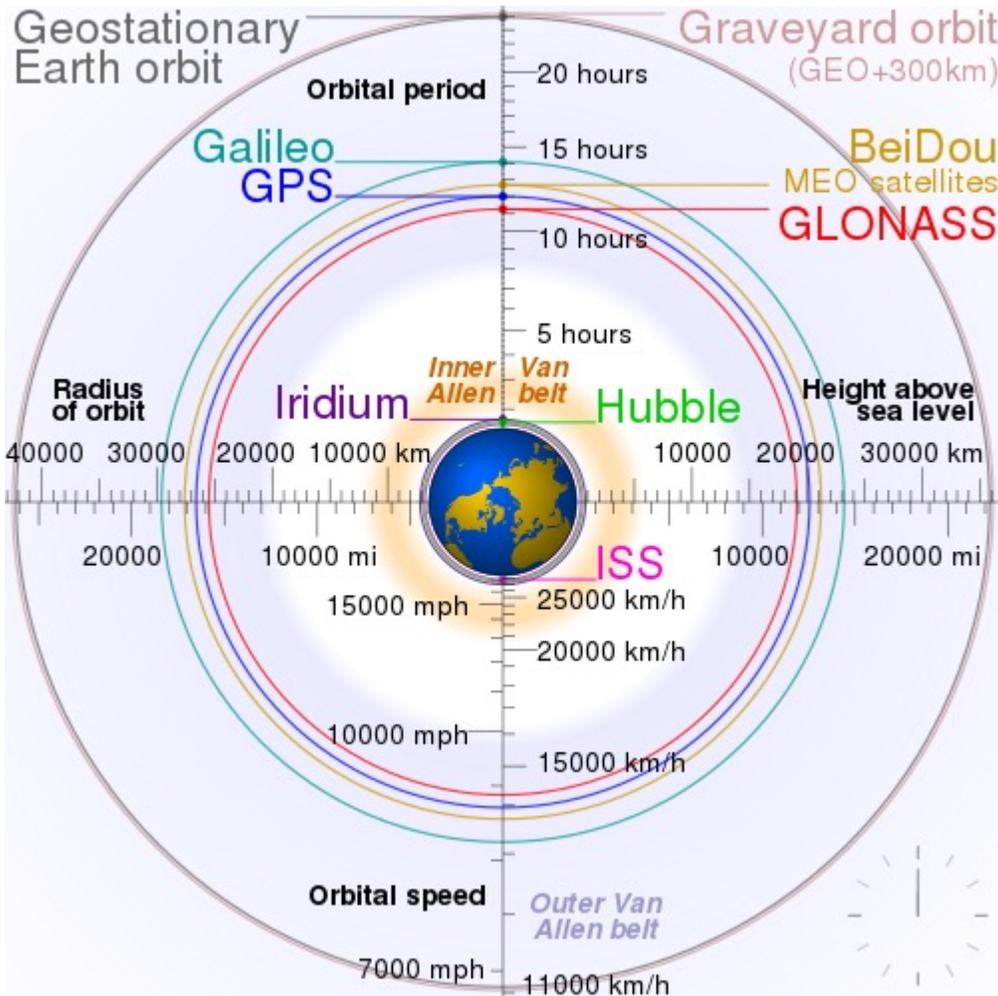




Starlink：低轨卫星的“跑马圈地”是战略性的投入，存在降维打击可能



- 低地球轨道 (LEO) 是环绕地球的轨道，周期为 128 分钟或更短（每天至少运行 11.25 次轨道）。
- 外层空间中的大多数人造物体都在 LEO 中，高度从不超过地球半径的三分之一。
LEO 区域一词也用于 2,000 公里 (1,200 英里) (大约地球半径的三分之一) 以下的空间区域。穿过该区域的轨道上的物体，即使它们的远地点更远或处于亚轨道，也会被仔细跟踪，因为它们会给许多 LEO 卫星带来碰撞风险。
- 迄今为止，所有载人空间站都在 LEO 内。从 1968 年到 1972 年，阿波罗计划的登月任务将人类送出 LEO。自阿波罗计划结束以来，没有任何载人航天飞行超出 LEO。



- 2019 年 10 月 15 日，美国联邦通信委员会 (FCC) 代表 SpaceX 向国际电信联盟 (ITU) 提交了申请，以安排额外 30,000 颗 Starlink 卫星的频谱，以补充 FCC 已批准的 12,000 颗 Starlink 卫星。
- 天文学家对星座对地面天文学的影响以及卫星将如何增加已经拥挤的轨道环境提出了担忧。SpaceX 已尝试通过对 Starlink 卫星进行多项升级来缓解天文学问题，旨在降低其运行期间的亮度。这些卫星配备了以氙为燃料的霍尔推进器，使它们能够在生命结束时脱离轨道。此外，这些卫星旨在根据上行跟踪数据自动避免碰撞。





未来的通信格局，可能会这样被改写.....

空



- 提供覆盖全球的位置信息



- 向更长距的方向发展，向外太空中继的方向发展

天



- 提供覆盖全球的无线宽带



- 向下积压5G/6G的市场空间，并统一提供云服务

移



- 提供覆盖全球的智能化车辆



- 车辆转化为无线基站，并自组网，既是移动终端，又是移动基站

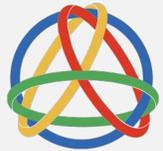
地



- 提供无处不在的免费短距接入



- 基于数十亿只智慧终端遍布全球，形成可以互通的自组织网络



WFA: 2000年成立了“Wi-Fi Alliance” (Wi-Fi联盟)



The worldwide network of companies that brings you Wi-Fi®

1999年，几家富有远见的公司联合起来组成了一个全球性非营利性协会——无线以太网兼容性联盟（Wireless Ethernet Compatibility Alliance, WECA），其目标是使用一种新的无线网络技术，无论品牌如何，都能带来最佳的用户体验。在2000年，该小组采用术语“Wi-Fi”作为其技术工作的专有名称，并宣布了正式名称：Wi-Fi Alliance。





Wi-Fi的发展历史：从夏威夷大学到卡内基梅隆大学，从FCC到ERC.....

1971年

- 夏威夷大学创建了无线分组数据网络**ALOHAnet**，该网络以UHF（超高频）无线电波运行。

1985年

- 联邦通信委员会（FCC）开放了无线频谱的ISM（工业，科学和医学）频段，开放的频段包括：915 MHz，2.4GHz和5.8GHz。

1988年

- NCR开始基于直接序列扩频的WLAN产品开发。

1990年

- 成立**IEEE 802.11工作组**。
- NCR发布915 MHz的WaveLAN，提供2 Mbps速率。

1991年

- WLAN标准要求**在IEEE 802.11工作组中达成一致**。
- **欧洲研究委员会（ERC）将2.4 GHz ISM频段分配给WLAN使用**。

1993年

- AT&T发布2.4 GHz的WaveLAN，提供2 Mbps速率。
- IEEE 802.11从NCR，Symbol Technologies和Xircom的提案中选择了MAC协议的基础。
- **AT&T在卡内基梅隆大学完成了WaveLAN的首次大规模安装**。

1994年

- 由国家科学基金会资助，卡内基梅隆大学的Alex Hills博士于1993年构思的无线研究计划“Wireless Andrew”开始实施，最初覆盖了校园内的7座建筑物，后来扩展到了校园中所有的学术和行政大楼。

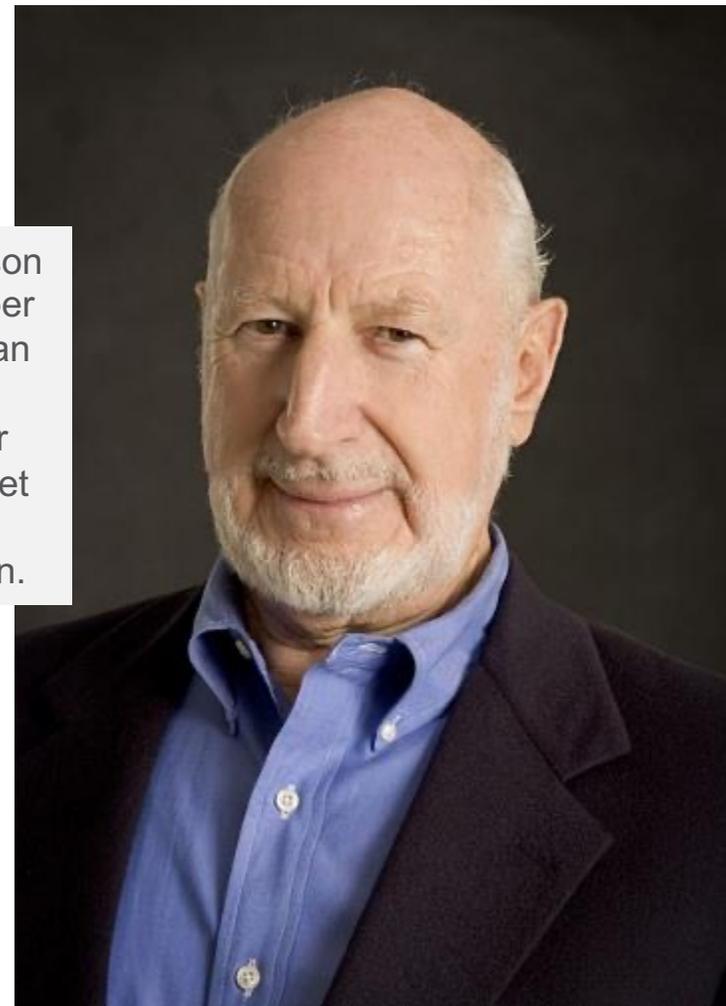
1995年

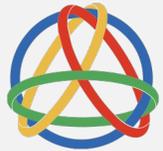
- Wayport首次部署“**热点 (hotspots)**”。

1997年

- **IEEE 802.11标准的第一个版本IEEE 802.11-1997发布，提供最高2 Mbps的链接速度**。

Norman Manuel Abramson (April 1, 1932 – December 1, 2020) was an American engineer and computer scientist, most known for developing the ALOHAnet system for wireless computer communication.





Wi-Fi的发展历史：IEEE 802.11a、b、g、i、e.....n、ac.....推陈出新

1999年

- 六家技术公司成立了**无线以太网兼容性联盟 (WECA)**，致力于通用兼容性和优质用户体验。

1999年-2000年

- **IEEE 802.11**的第一个修订版IEEE 802.11-1999于1999年8月10日发布，并成为ISO标准ISO/IEC 8802-11:1999。两个修正案**IEEE 802.11a-1999**于1999年12月30日正式发布，**IEEE 802.11b-1999**于2000年1月20日发布。802.11b在2.4GHz频段上提供最高11 Mbps的连接速度，取得了市场成功。**802.11a将正交频分复用 (OFDM) 引入802.11**，使用5GHz频段提供最高54 Mbps的速率，但由于工作频段不同，新设备想要利用802.11a提供的高速率又要与庞大的802.11b设备基础保持向后兼容性会增加成本，且在1999年-2000年期间，美国非军事使用的5 GHz频段仅限于部分信道，故而802.11a未能流行开来。

2000年

- 无线以太网兼容性联盟 (WECA) 更名**Wi-Fi联盟 (Wi-Fi Alliance, 缩写WFA)**，并引入术语“**Wi-Fi**”。第一款Wi-Fi CERTIFIED产品发布。

2003年

- **IEEE 802.11g-2003修正案**发布，将正交频分复用 (OFDM) 应用到2.4GHz频段上，提供最高54 Mbps的速率，并与802.11b保持向后兼容性和互操作性，802.11g在市场上取得了成功。**Broadcom在IEEE 802.11g修正案发布之前发布了基于802.11g标准草案的芯片**，为后来行业参与者基于标准草案抢先发布产品进入市场的行为开创了先例。
- **世界无线电大会在5GHz频段为无线接入系统分配了额外的455 MHz频谱。**
- 为应对Wi-Fi网络暴露出来的安全性问题，Wi-Fi联盟基于IEEE 802.11i标准草案推出**Wi-Fi Protected Access (WPA)**认证作为过渡。

2004年

- **IEEE 802.11i-2004修正案**发布，Wi-Fi联盟开启Wi-Fi CERTIFIED WPA2认证以增强Wi-Fi安全性。
- Wi-Fi联盟基于IEEE 802.11e标准草案推出Wi-Fi CERTIFIED WMM认证，在Wi-Fi网络中增加了服务质量 (QoS) 功能。

2005年

- **IEEE 802.11e-2005修正案**发布，为802.11带了**服务质量 (QoS) 增强功能**，Wi-Fi联盟推出Wi-Fi CERTIFIED WMM-Power Save认证，用以改善移动设备的电池寿命并提高通过Wi-Fi网络传输语音呼叫的效率。
- “Wi-Fi”被韦氏大学词典 (Merriam-Webster's Collegiate Dictionary) 收录。





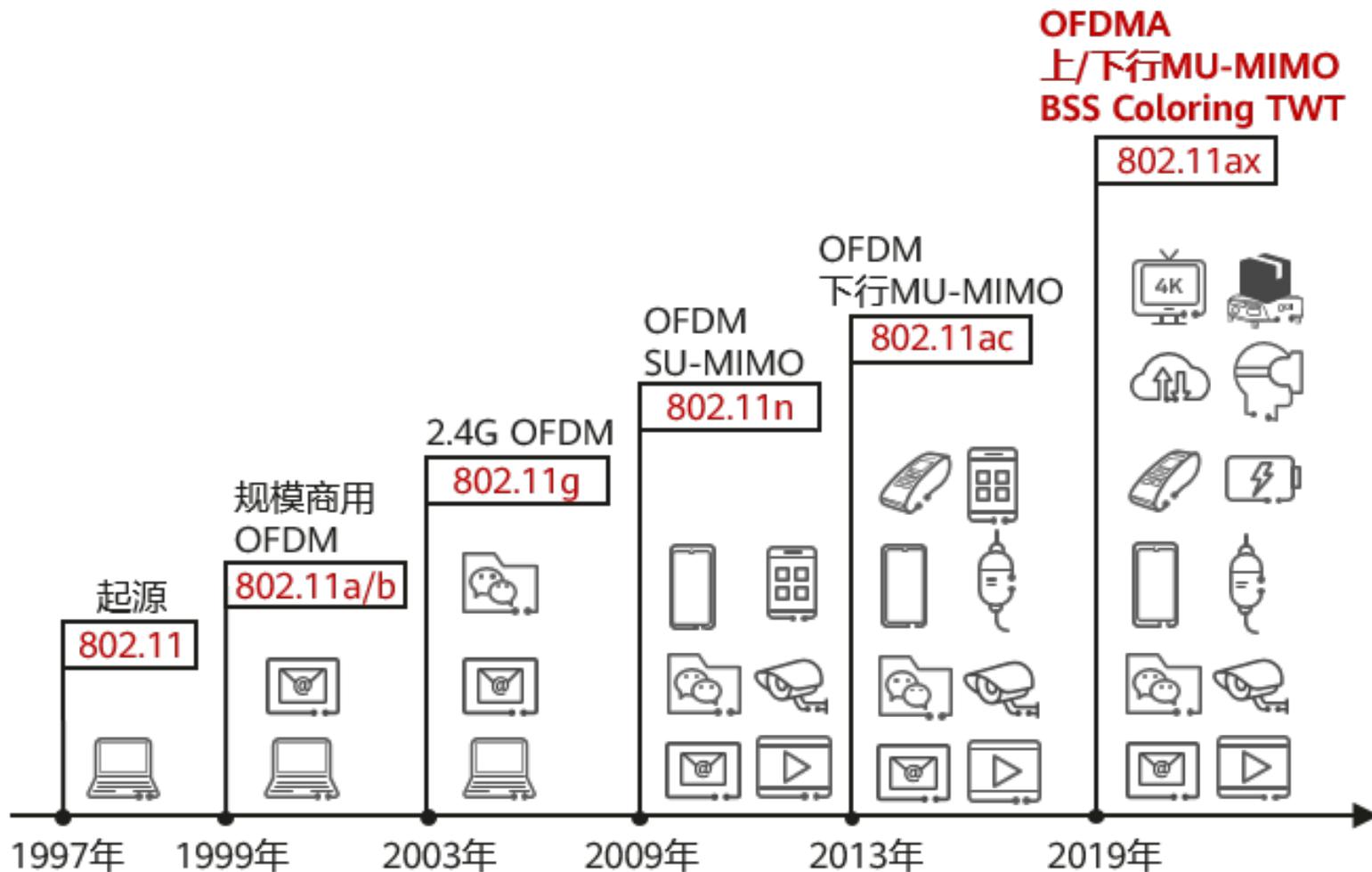
Wi-Fi的发展历史：IEEE 802.11a、b、g、i、e.....n、ac.....推陈出新

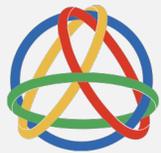
标准	时间	速率Mbps	频段GHz	安全	带宽MHz	调制方式	MiMo	信道	兼容性
802.11 (WiFi)	1997	1 2	2.4	WPA	20	DSSS,FHSS	——		
802.11b (WiFi1)	1999	11	2.4	WPA	20	DSSS	——	3	WiFi认证
802.11a (WiFi2)	1999	54	5	WPA	20	OFDM	——	12	不兼容b/g
802.11g (WiFi3)	2003	54	2.4	WPA	20	DSSS,OFDM	——	3	兼容b
802.11n (WiFi4)	2009	600	2.4&5	WPA2	20/40	64-QAM OFDM	4*4 MIMO	13	兼容a/b/g
802.11ac (WiFi5)	2013	6928	5	WPA2	20,40,80,80 +80,160	256-QAM OFDM	4*4 MIMO DLMU-MIMO	13	兼容a/n
802.11ax (WiFi6)	2019	9600	2.4&5	WPA3	20,40,80,80 +80,160	1024-QAM OFDMA	8*8 UL/DL MU-MIMO	13	兼容a/n/ac
802.11ax (WiFi6E)	2021	9600	2.4&5&6	WPA3	20,40,80,80 +80,160	1024-QAM OFDMA	8*8 UL/DL MU-MIMO	13	兼容a/n/ac





Wi-Fi的发展历史：IEEE 802.11标准族的发展，场景日趋丰富





Wi-Fi的发展历史：Wi-Fi 4, Wi-Fi 5, Wi-Fi 6.....



Wi-Fi世代列表

2007年

- 鉴于2005年至2006年期间市场参与者抢先推出所谓“pre-n”或“draft-n”产品，IEEE采取非常规措施将2007年初形成的IEEE 802.11n草案D2.0公开发布，Wi-Fi联盟基于草案D2.0在2007年6月开启Wi-Fi CERTIFIED 802.11n draft 2.0认证计划，以确保在802.11n标准获批之前发布的产品具有互操作性。

2009年

- IEEE 802.11n-2009修正案发布，为802.11引入MIMO技术，该技术允许更多的天线创建更多的数据流，最大传输速率可达600 Mbps。Wi-Fi联盟开启Wi-Fi CERTIFIED n认证计划，更新了Wi-Fi CERTIFIED n标志，以Wi-Fi CERTIFIED标志左边字母的变化表明与802.11 a/b/g产品的向后兼容性。

2013年

- Wi-Fi CERTIFIED ac认证打破了1G速率障碍。

2018年

- Wi-Fi联盟引入Wi-Fi 6, Wi-Fi 5和Wi-Fi 4行业命名。WPA3继续Wi-Fi安全演进。

2019年

- Wi-Fi CERTIFIED 6开创了Wi-Fi新时代。

世代名称	IEEE标准	最大速率 (Mbit/s)	上市时间 (年)	频率 (GHz)
Wi-Fi 7	802.11be	40000	待定	2.4/5/6
Wi-Fi 6E	802.11ax	600 ~ 9608	2020	2.4/5/6
Wi-Fi 6			2019	2.4/5
Wi-Fi 5	802.11ac	433 ~ 6933	2014	5
Wi-Fi 4	802.11n	72 ~ 600	2008	2.4/5
Wi-Fi 3	802.11g	6 ~ 54	2003	2.4
Wi-Fi 2	802.11a	6 ~ 54	1999	5
Wi-Fi 1	802.11b	1 ~ 11	1999	2.4
Wi-Fi 0	802.11	1 ~ 2	1997	2.4

注：Wi-Fi联盟未定义 Wi-Fi 0/1/2/3 的世代名称





“Generational Wi-Fi”营销计划：Wi-Fi 4，Wi-Fi 5，Wi-Fi 6

Wi-Fi以IEEE 802.11为标准，Wi-Fi联盟在2018年发起“Generational Wi-Fi”营销计划，**基于主要的Wi-Fi技术（PHY）版本，引入了更容易让消费者了解的“Wi-Fi世代名称”（Wi-Fi generation names），格式为“Wi-Fi”后跟一个整数，并鼓励采用世代名称作为行业术语。世代名称不影响以前的认证程序名称，对于以前的认证程序（例如Wi-Fi CERTIFIED ac或更早的程序），继续使用原始认证程序名称。Wi-Fi联盟没有为Wi-Fi 4之前的Wi-Fi世代分配新名称。**

- **第一代**，以[IEEE 802.11原始标准](#)为准，工作频段为2.4GHz，最高速率半双工2 Mbit/s。
- **第二代**，以[IEEE 802.11b](#)为准，工作频段为2.4GHz，最高速率半双工11 Mbit/s，认证计划为“Wi-Fi CERTIFIED b”。
- **第三代**，以[IEEE 802.11a](#)为准，工作频段为5GHz，最高速率54 Mbit/s，认证计划为“Wi-Fi CERTIFIED a”。基于[IEEE 802.11g](#)、2.4GHz工作频段、最高速率半双工54 Mbit/s，认证计划为“Wi-Fi CERTIFIED g”。
- **第四代**，以[IEEE 802.11n](#)为准，世代名称为“Wi-Fi 4”，信道宽度20MHz、40MHz，工作频段为2.4GHz和5GHz，最高4条空间流，最大副载波调制64-QAM，最高速率半双工600 Mbit/s，认证计划为“Wi-Fi CERTIFIED n”。
- **第五代**，以[IEEE 802.11ac](#)为准，世代名称为“Wi-Fi 5”，信道宽度20MHz、40MHz、80MHz、80+ 80MHz、160MHz，工作频段为5GHz，最高8条空间流，最大副载波调制256-QAM，最高速率半双工6.9 Gbit/s，认证计划为“Wi-Fi CERTIFIED ac”。
- **第六代**，以[IEEE 802.11ax](#)为准，世代名称为“Wi-Fi 6”，信道宽度20MHz、40MHz、80MHz、80+ 80MHz、160MHz，工作频段为2.4GHz和5GHz，最高8条空间流，最大副载波调制1024-QAM，最高速率半双工9.6 Gbit/s，认证计划为“Wi-Fi CERTIFIED 6”。





各大公司已经陆续推出Wi-Fi 7的芯片及解决方案



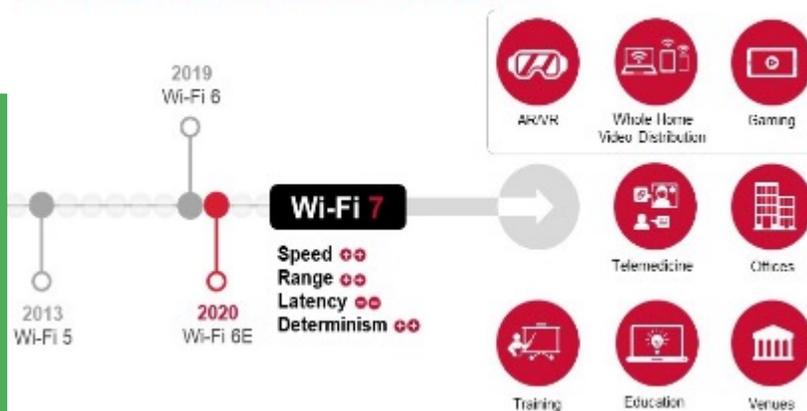
Qualcomm Wi-Fi 7 Pro Promises Ultra Low Latency And Game Changing 33Gbps Bandwidth

Redefining high performance
Extremely High Throughput | Deterministic Latency

Qualcomm networking pro series
Wi-Fi 7

Peak system PHY rate: **33 Gbps**
Wireless PHY rate per channel: **10+ Gbps**
User capacity per channel: **500+ Users**

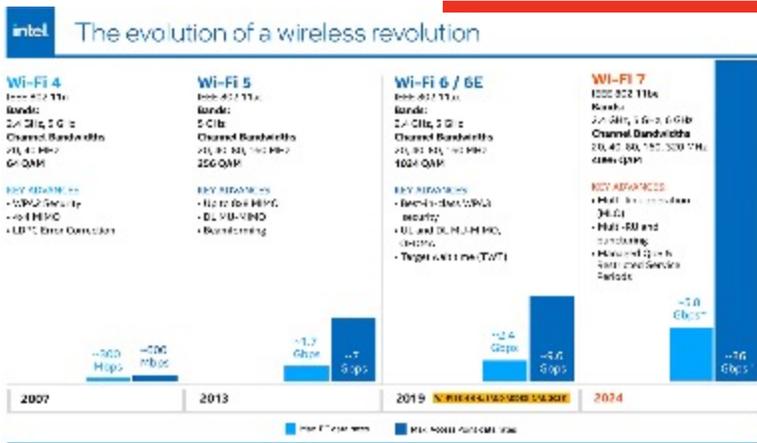
Wi-Fi 7 Delivers Value for the Next Decade



Wi-Fi 7 is tailor-made for this and bridges our mobile devices with multi-gig broadband entering our homes, venues and offices.



Intel Preparing Wi-Fi 7 / 802.11be / EHT Support For The Linux Kernel



Wi-Fi 7 Support

- One of the first adopters of Wi-Fi 7 technology
- 2.4X speed, lower latency, better interference mitigation
- Demoing Wi-Fi 7 technology at CES 2022

MEDIATEK

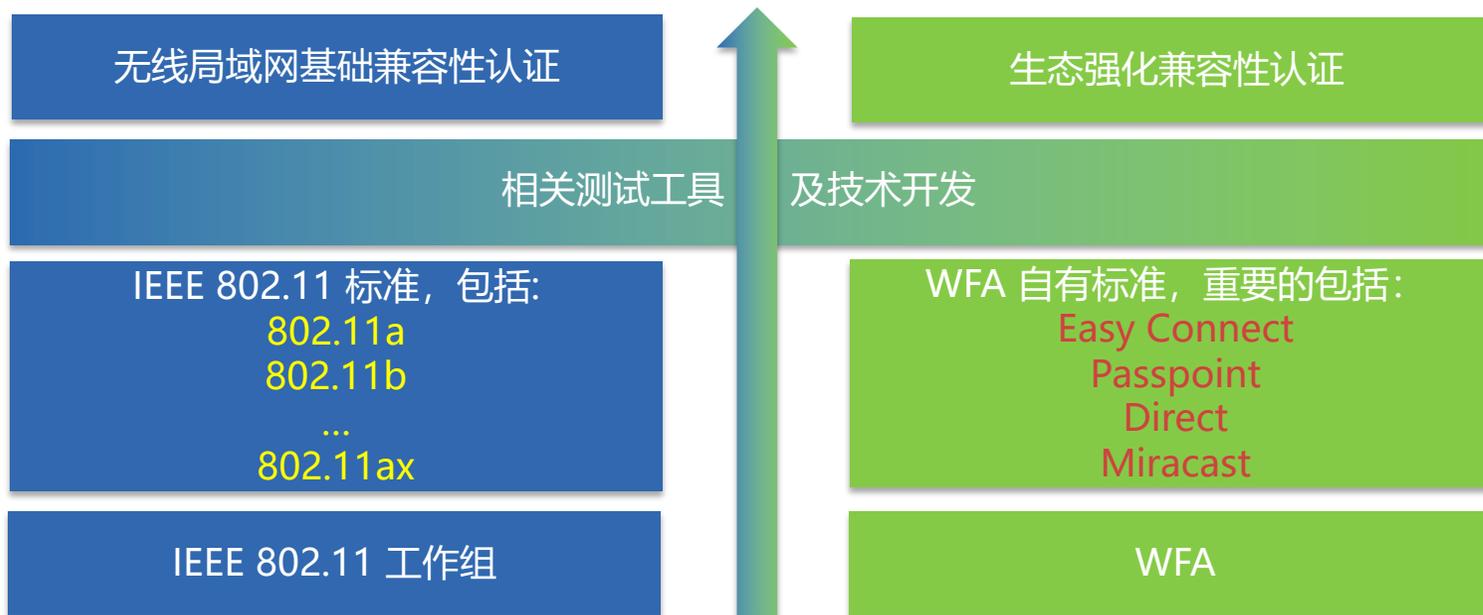
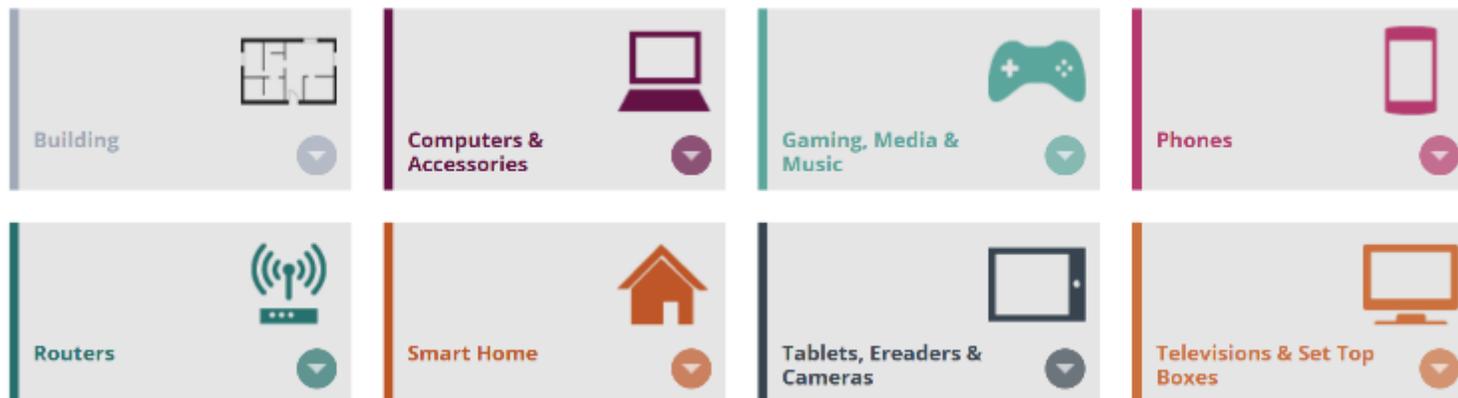


Along with Intel, Qualcomm, Broadcom, and MediaTek are also preparing to release Wi-Fi 7-based products.



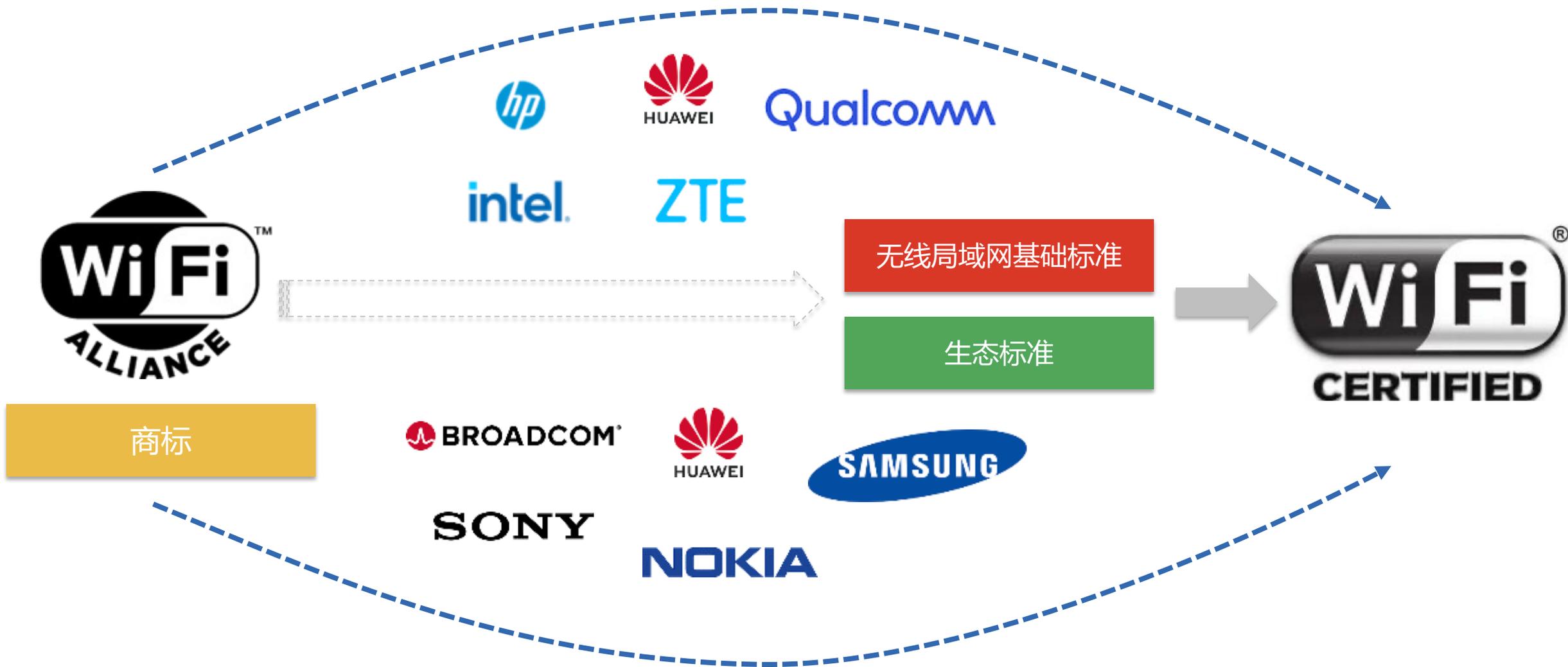


WFA 通过制定行业技术标准、管理测试认证，推动 Wi-Fi 市场快速发展



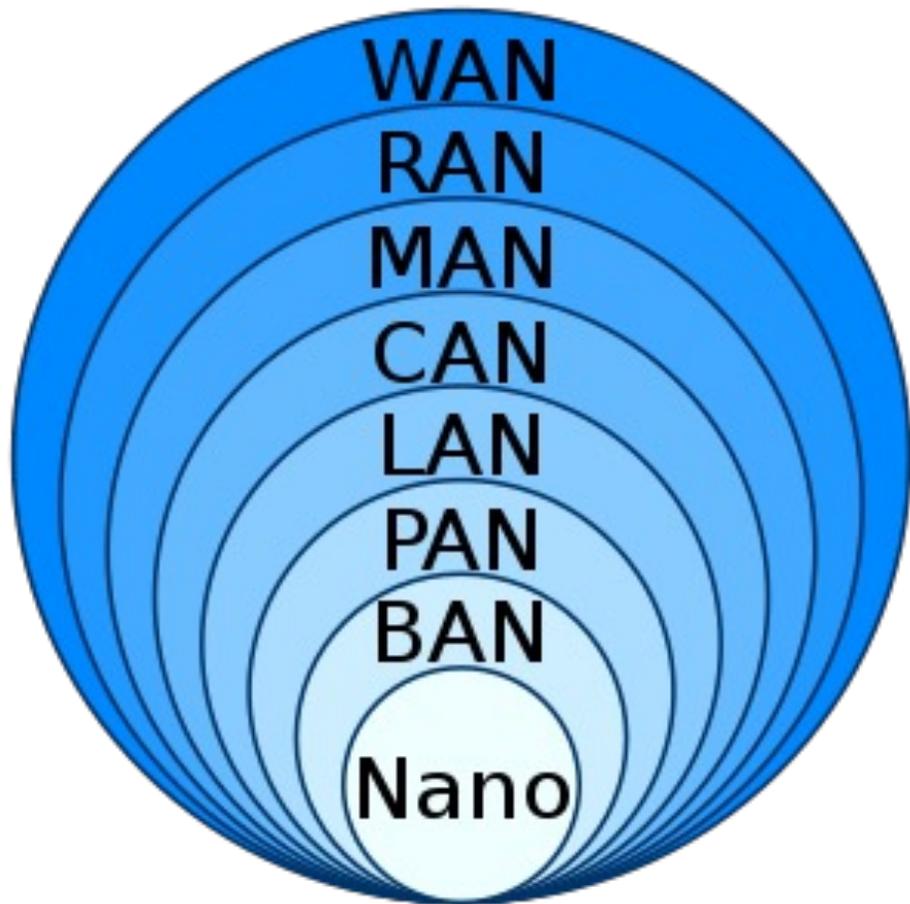


充分利用认证的先发优势，—— 形成 Wi-Fi 的生态





按空间范围定义的计算机网络类型，以及LAN在其中承上启下的位置



Wide Area Network

Regional Area Network

Metropolitan Area Network

Campus Area Network

Local Area Network

Personal Area Network

Body Area Network

2B市场

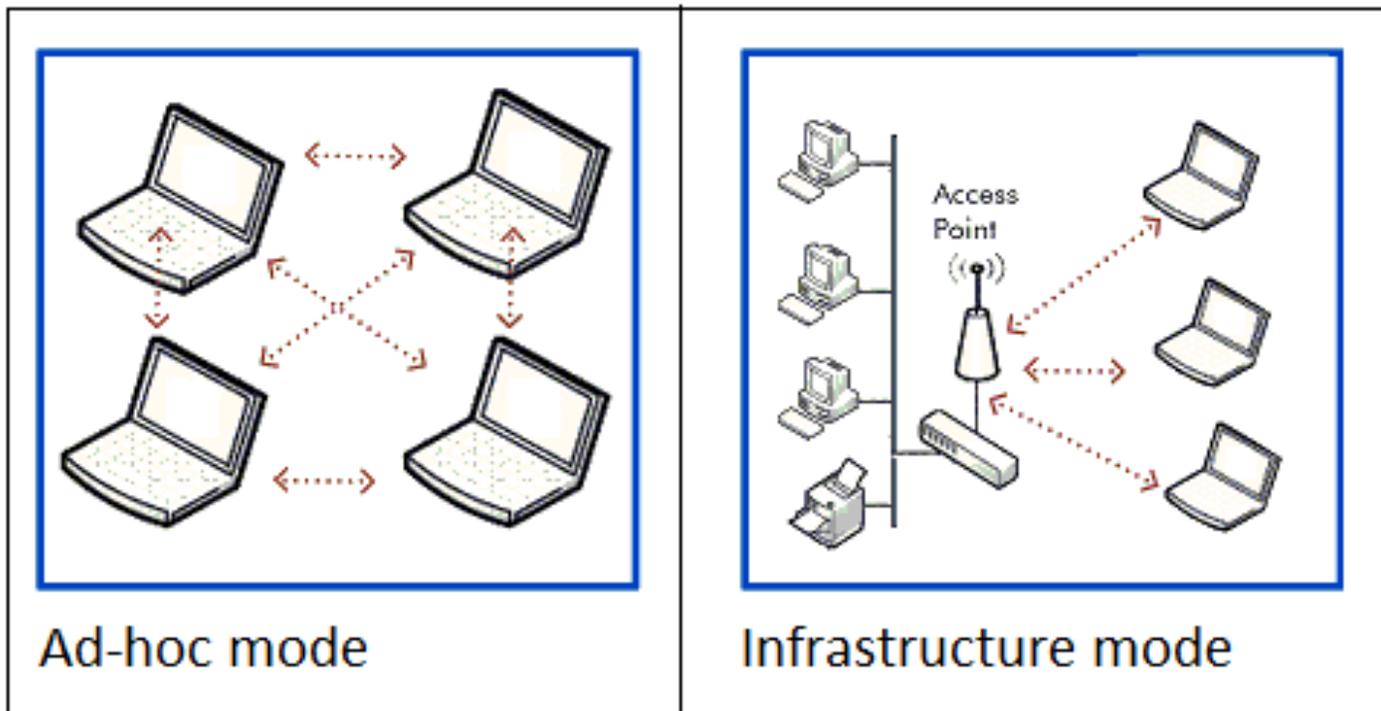
2C市场



WLAN的两种典型操作模式：Infrastructure模式 & ad hoc模式

IEEE 802.11 有两种基本操作模式：**基础设施模式 (Infrastructure)** 和**自组织模式 (ad hoc)**。

在 **ad hoc 模式** 下，移动单元直接进行对等通信



在**Infrastructure模式**下，移动单元通过无线接入点 (WAP) 进行通信，该无线接入点还充当与其他网络（例如局域网或互联网）的桥梁

注：Ad hoc 是一个拉丁短语，字面意思是“to this”。在英语中，它通常表示针对特定目的、问题或任务的解决方案。



对标生态链各关键环节的领头羊：美国公司及相关机构占主导地位

Qualcomm

BROADCOM

ESPRESSIF
乐鑫科技

IEEE Standards

IEEE
802.11

MEDIATEK

芯片

模组

协议



标准

产品

NETGEAR

ASUS

D-Link



工具

应用

平台



1. 芯片
2. 模组
3. 协议
4. 产品
5. 平台
6. 应用
7. 工具
8. 标准





Wi-Fi生态链（部分）国内/海外力量对比

MAXSCEND
HISILICON

RichWave
立積電子
Qualcomm

BROADCOM

QORVO
all around you

SKYWORKS

muRata
INNOVATOR IN ELECTRONICS

射频

ASR
MICROELECTRONICS

TRD
ductor
创耀科技

BEKEN
博通集成电路

ESPRESSIF
乐鑫科技

HISILICON

REALTEK

Qualcomm

MEDIATEK
聯發科技

BROADCOM

芯片/模组

JCG
捷稀

ZTE

H3C

HUAWEI

CISCO

TP-LINK
The Reliable Choice

NETGEAR

头部设备

Linux

FreeBSD

HyperWRT

OpenWrt
WIRELESS FREEDOM

第三方固件

WiFi

IEEE
802.11™

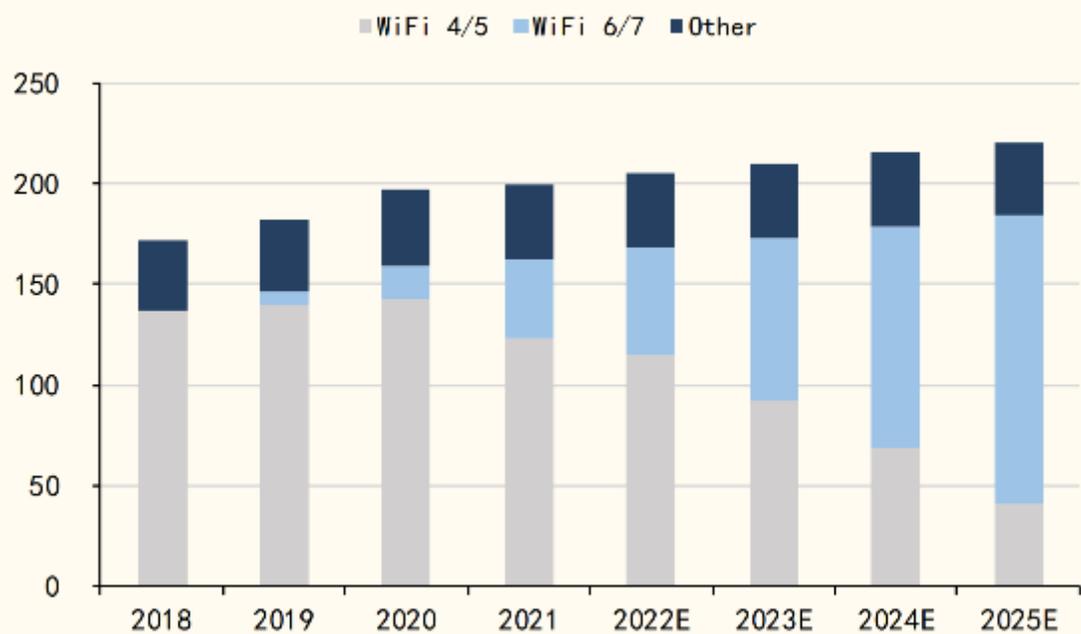
标准





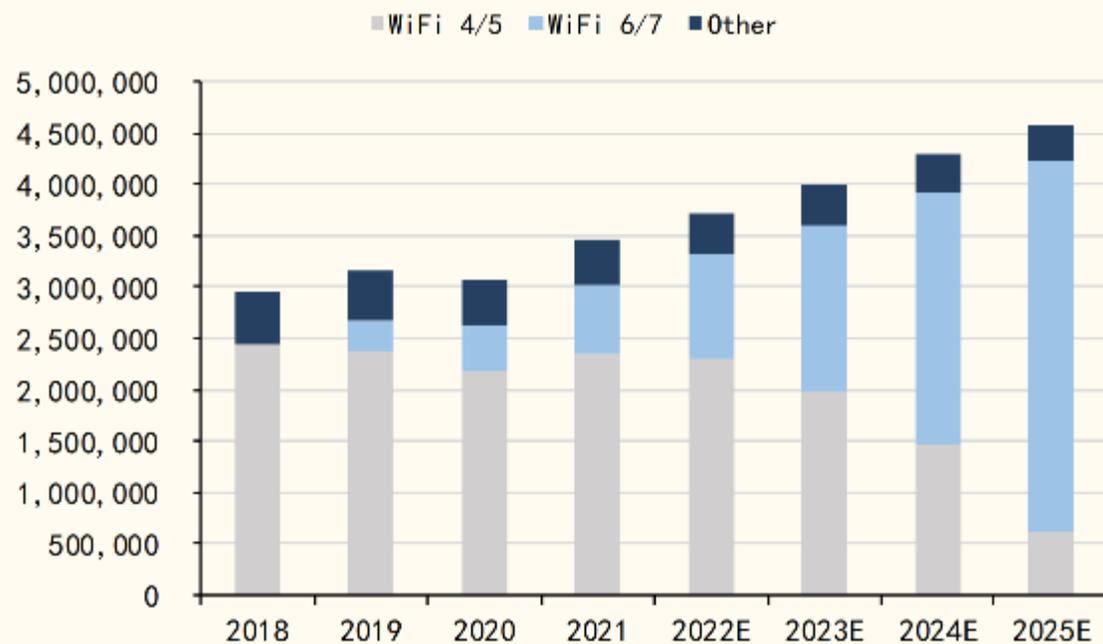
全球Wi-Fi芯片市场份额预测：Wi-Fi 6/7将大幅度增长，成为主流

图表 2: 2018-2025 年全球 WiFi 芯片市场份额预测 (单位: 亿美元)



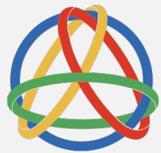
来源: Global Market Insights、国金证券研究所

图表 3: 2018-2025 年全球 WiFi 芯片出货量预测 (单位: 千颗)



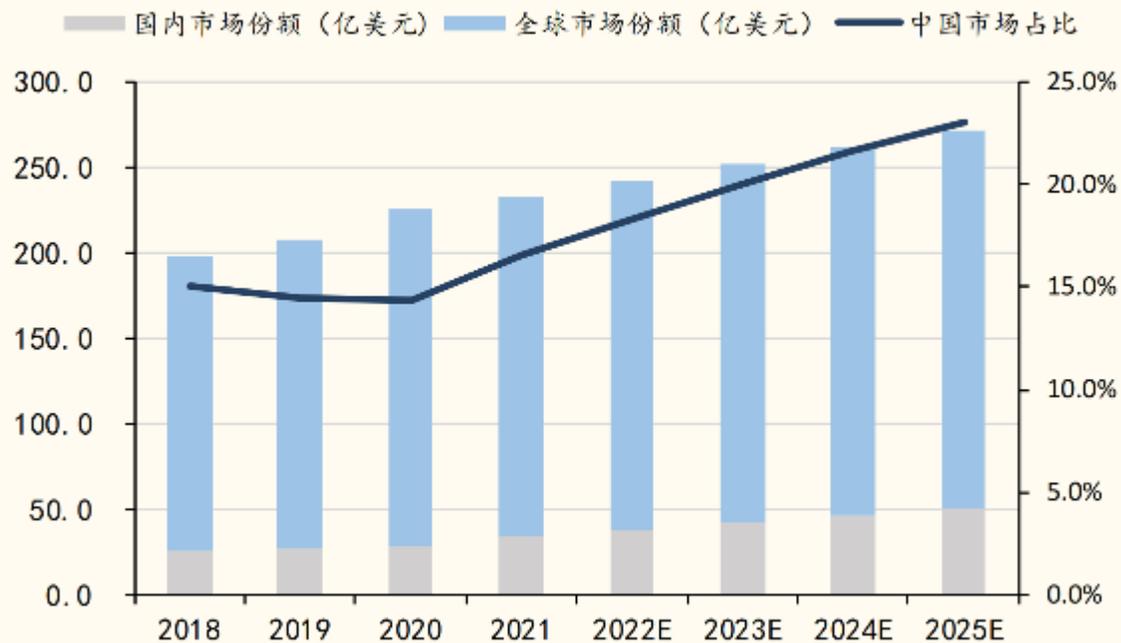
来源: ABI Research、国金证券研究所





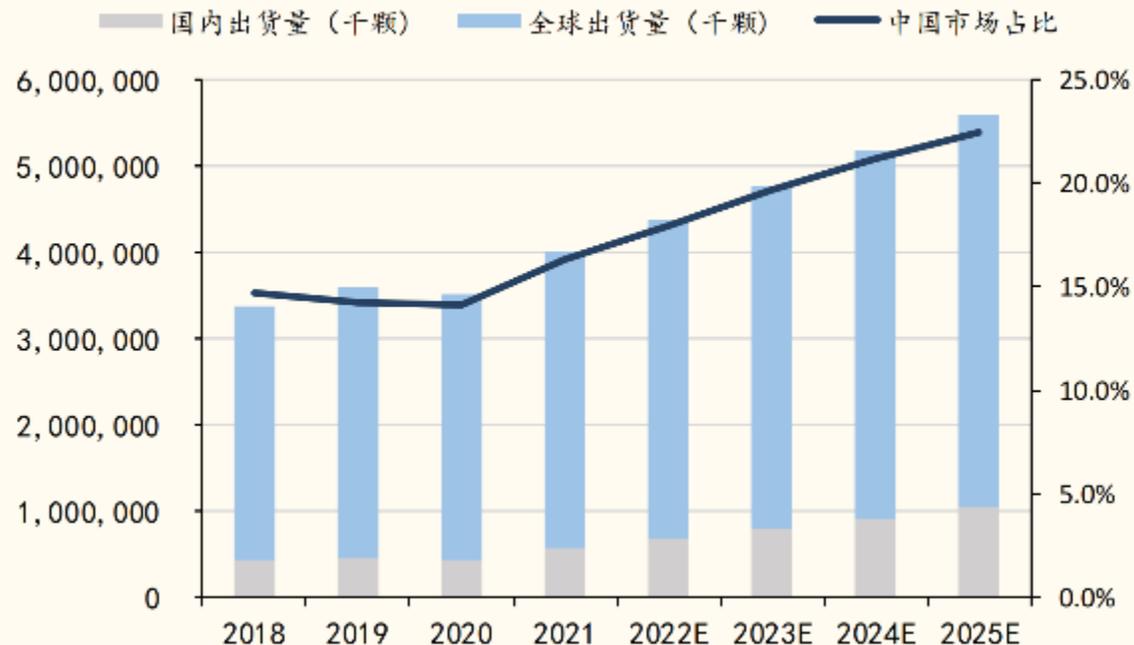
中国Wi-Fi芯片占全球1/5~1/4的市场份额，未来几年稳步增长

图表 4: 2018-2025 年国内 WiFi 芯片市场份额以及占比预测 (单位: 亿美元)



来源: 亿渡数据、国金证券研究所

图表 5: 2018-2025 年国内 WiFi 芯片出货量以及占比预测 (单位: 千颗)



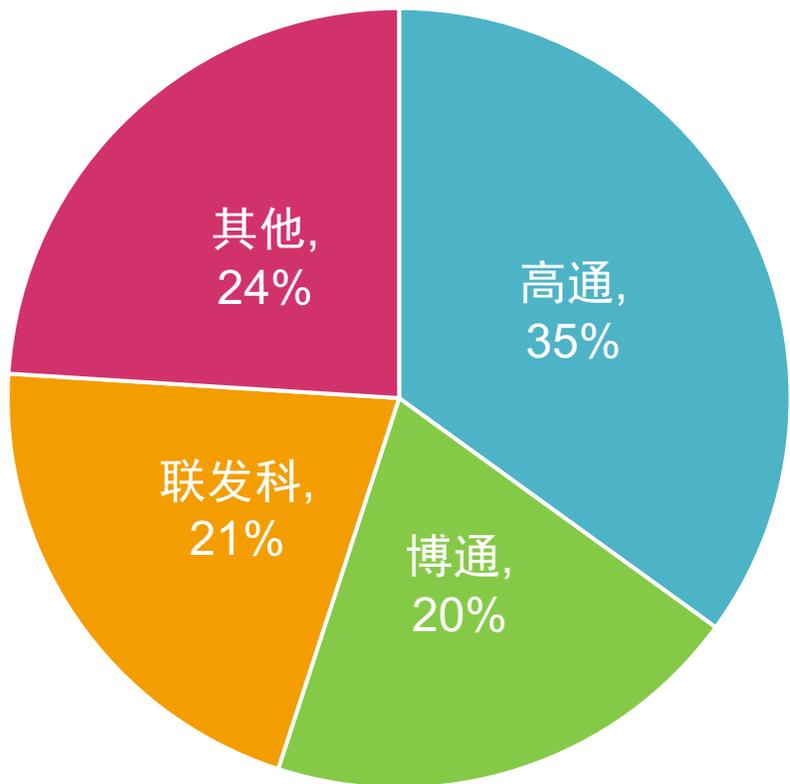
来源: ABI research、国金证券研究所





Wi-Fi芯片市场份额，美国公司占据半壁江山，全球Top3主导市场

Wi-Fi芯片市场份额

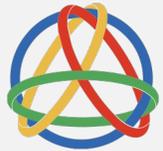


图表 21: WiFi 芯片相关公司基本数据

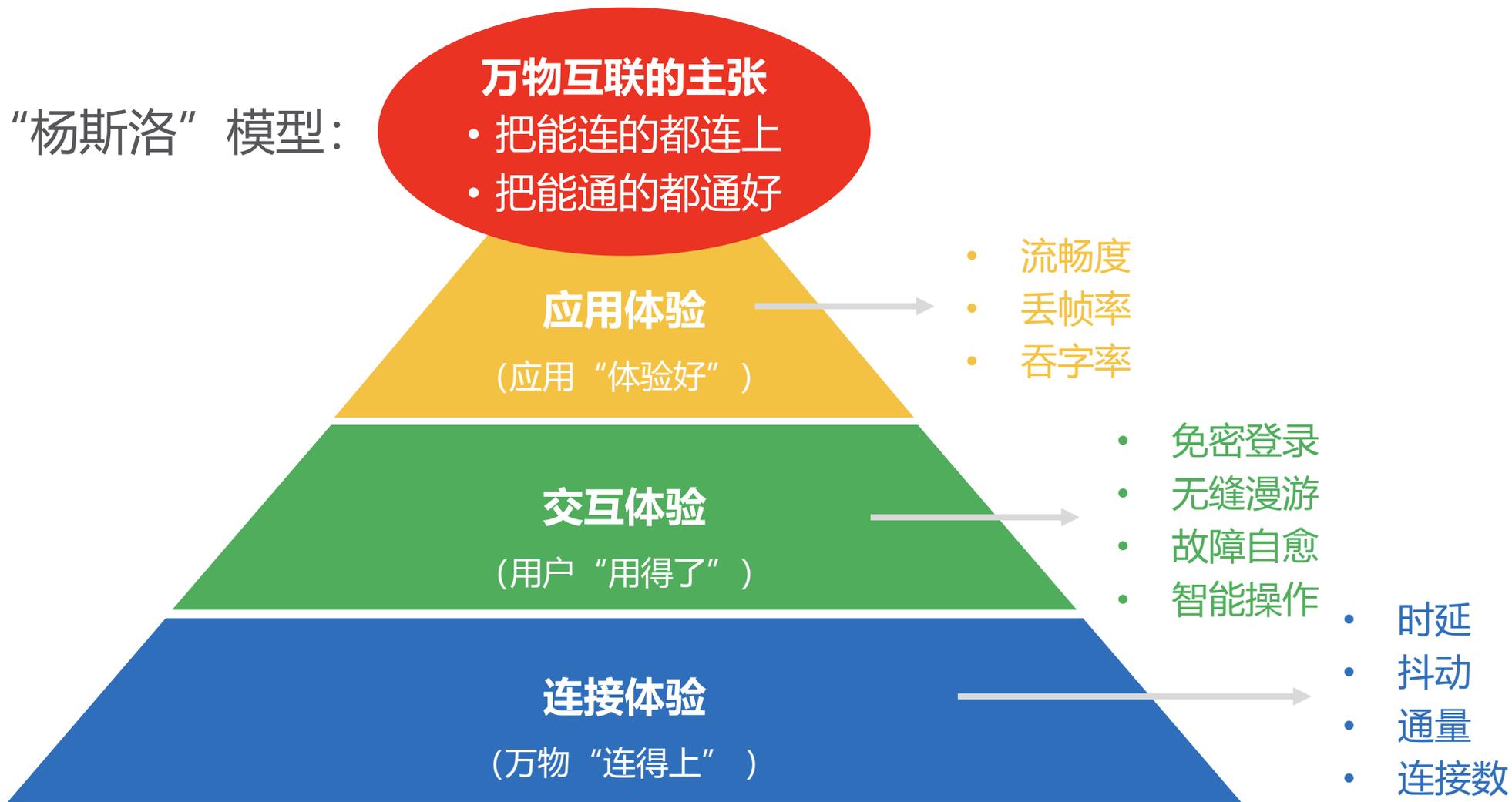
公司名称	股票代码	市值 (10 亿美元)	2022 年营收 (10 亿美元)	WiFi 营收占比	WiFi 产品种类及应用领域	主要终端客户
博通	AVGO	229.83	32.08	20%	智能手机/路由器 WiFi 芯片	苹果、三星
高通	QCOM	151.11	44.20	8%	智能手机 WiFi 芯片	小米、Oppo、vivo
联发科	2454	44.69	19.89	25%	智能手机/路由器 WiFi 芯片	OPPO、vivo、小米
瑞昱	2379	6.94	4.06	40%	路由器/物联网 WiFi 芯片	中兴
乐鑫科技	688018	1.20	0.28	99%	物联网 WiFi 芯片	涂鸦智能、小米
博通集成	603068	0.66	0.23	12%	物联网 WiFi	美的、涂鸦智能、金溢科技、雷柏科技、大疆科技
创耀	688259	0.86	0.16	5%	路由器 WiFi 芯片	首迈通信, Alpha, 建汉科技
翱捷	688220	3.88	0.52	7%	物联网 WiFi 芯片	美的、上海麦汇
立积电子	4968	0.67	0.17	94%	WiFi 射频元件	华硕、三星、LG、TCL、联想、TP-LINK

来源: iFind, 彭博, 国金证券研究所



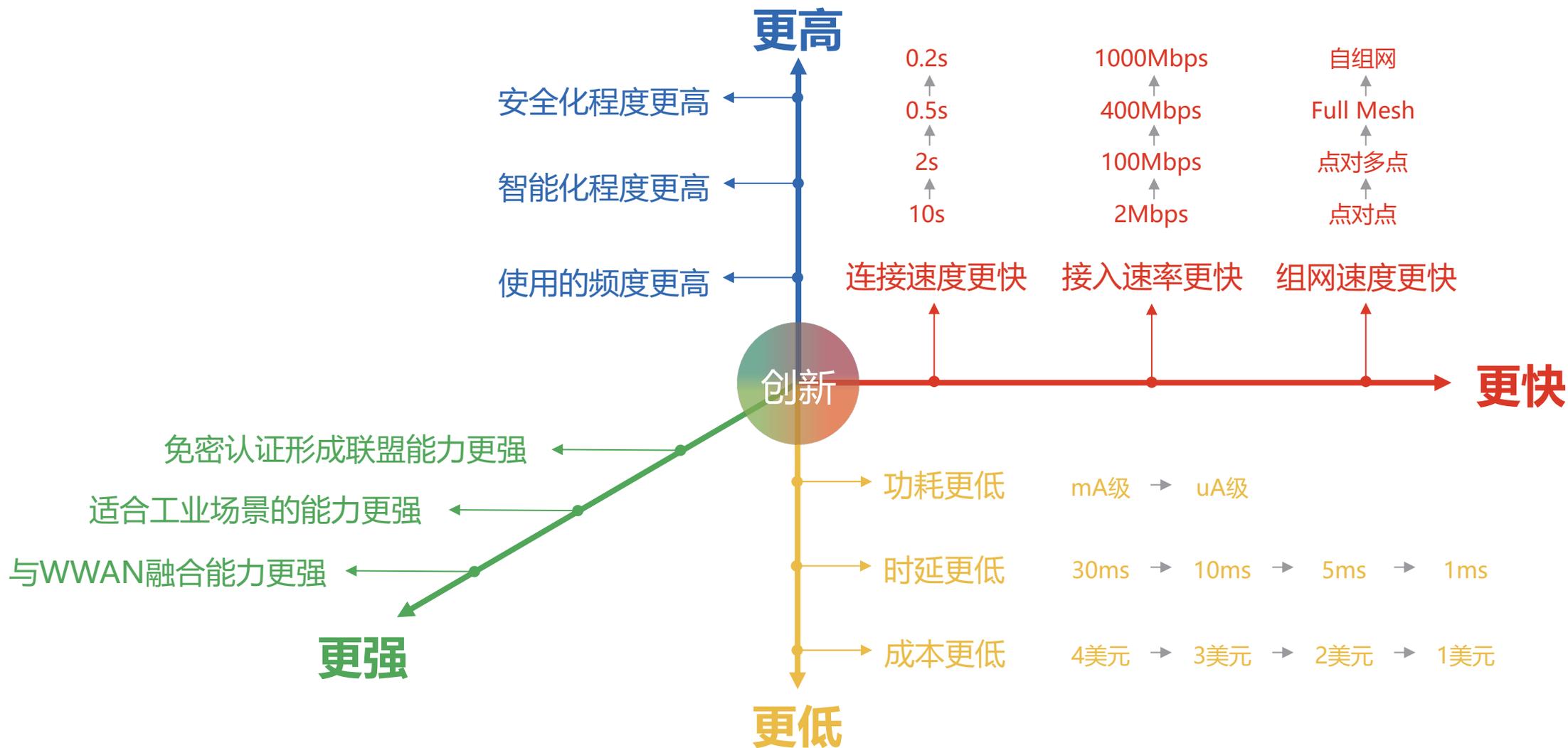


WLAN体验提升的方向：连接体验 → 交互体验 → 应用体验



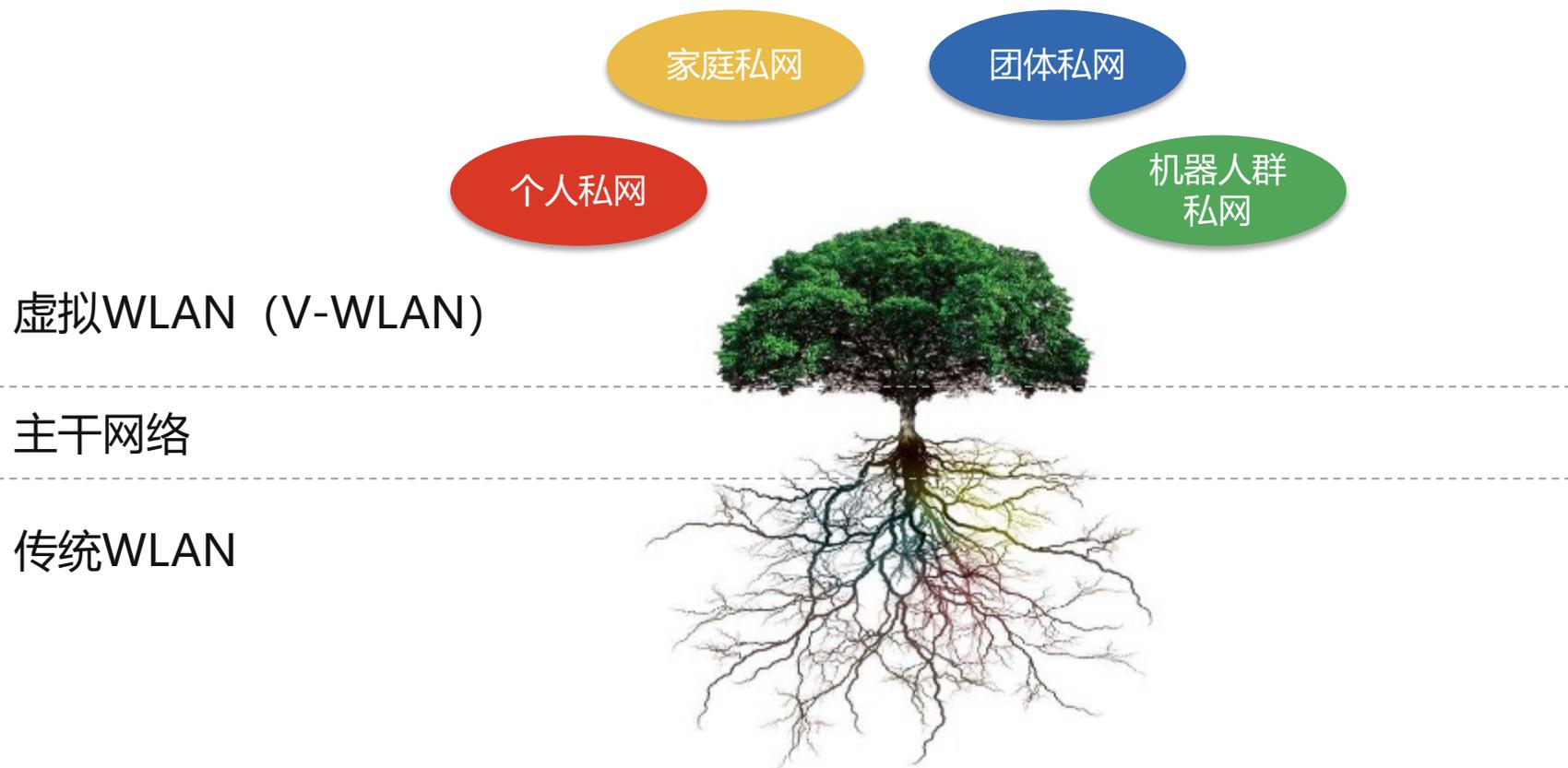


WLAN技术创新的方向：更快、更高、更强、更低



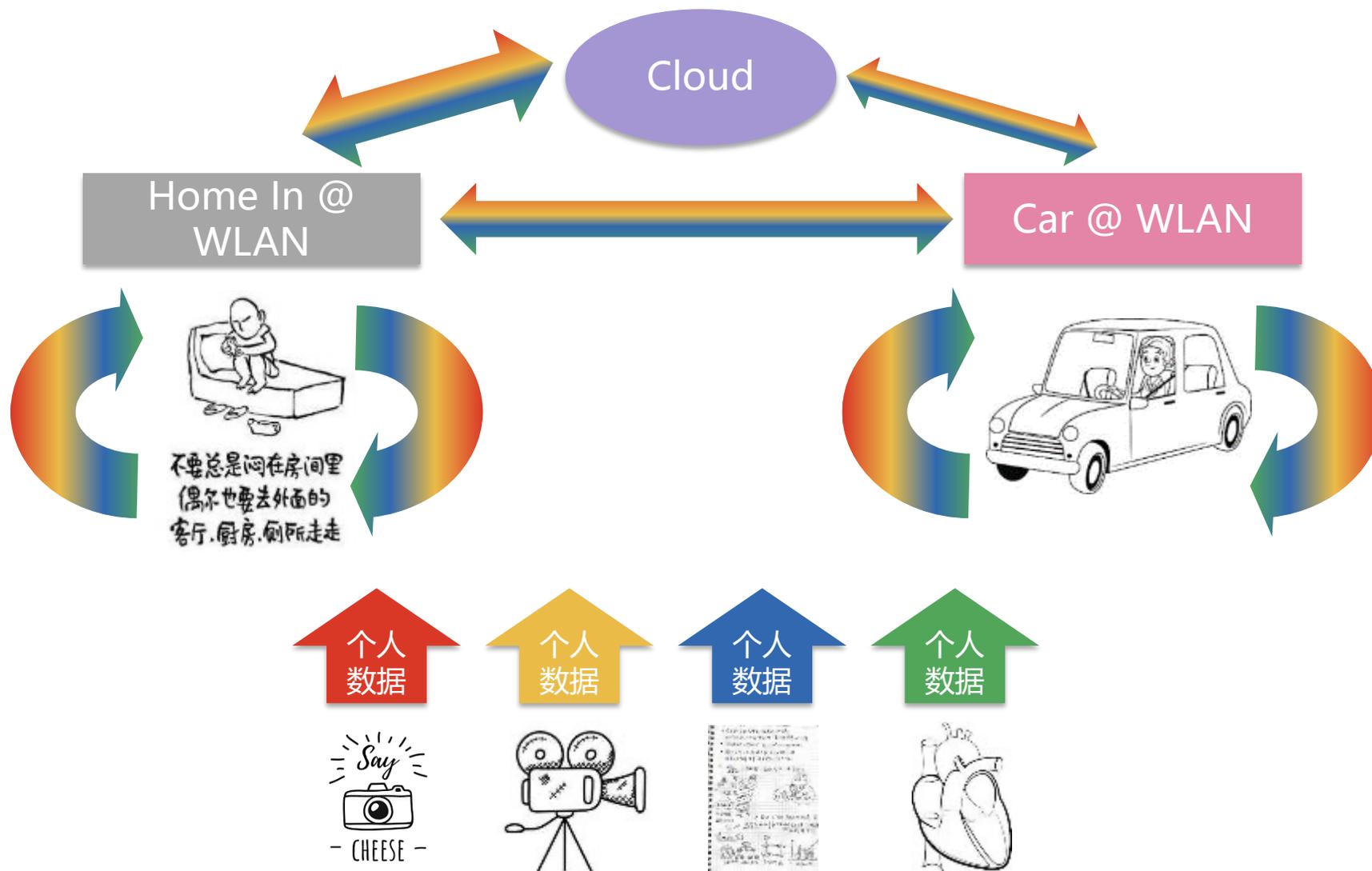


WLAN将保持对互联网的树根属性，并融入 5G / 6G，担任小基站的角色



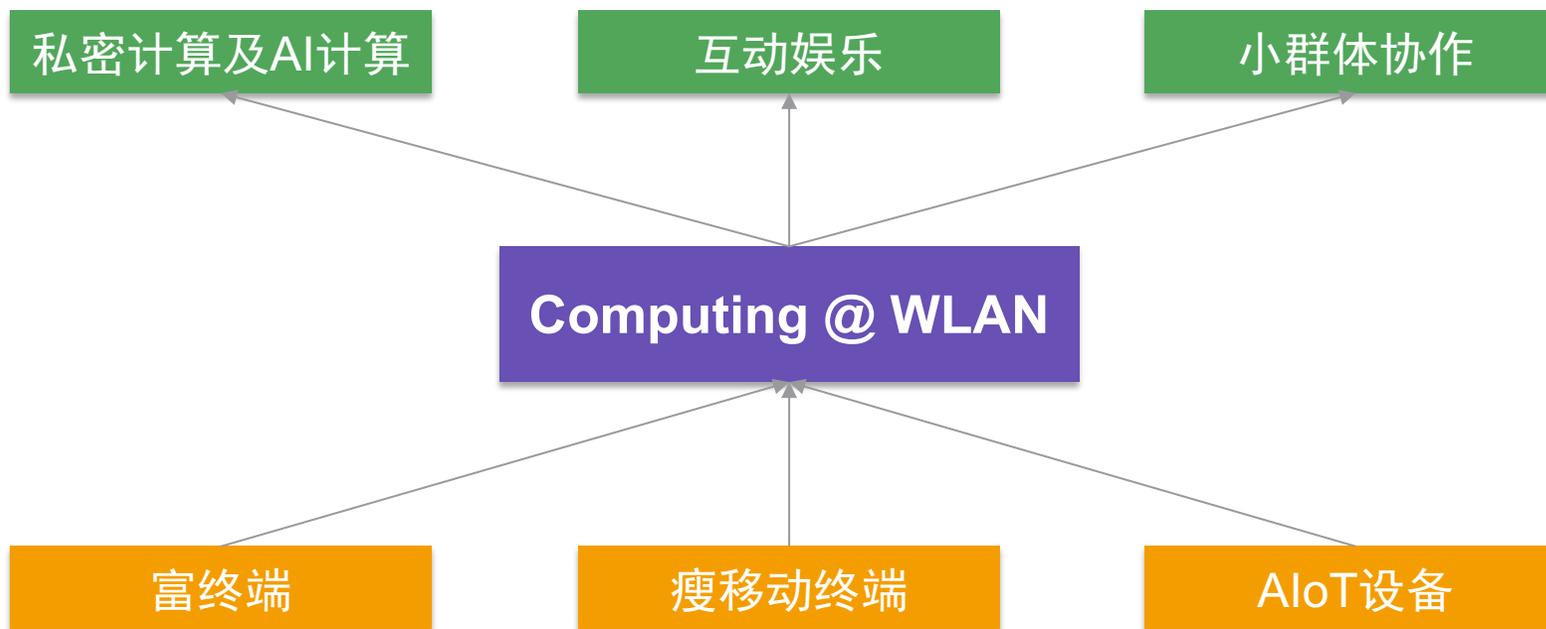


强化 WLAN 品牌，由网络节点向数据节点转型，成为私人数据的“家”



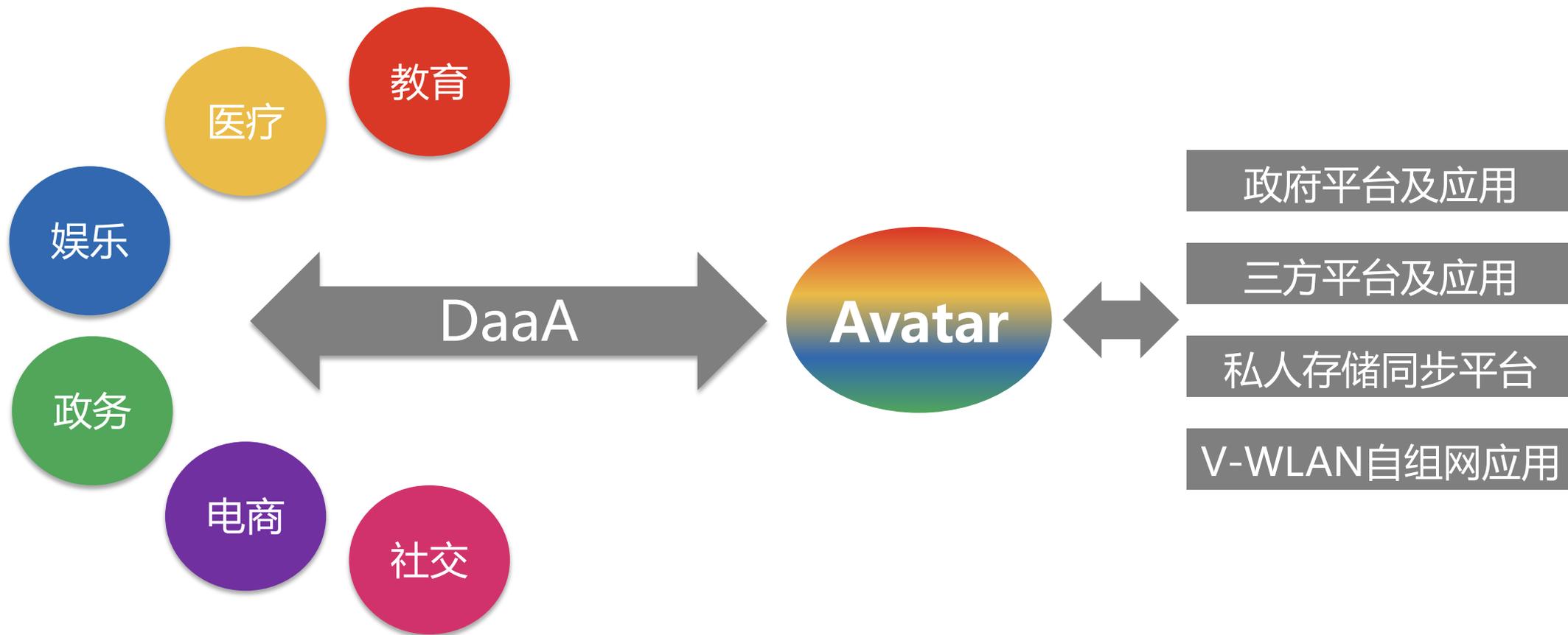


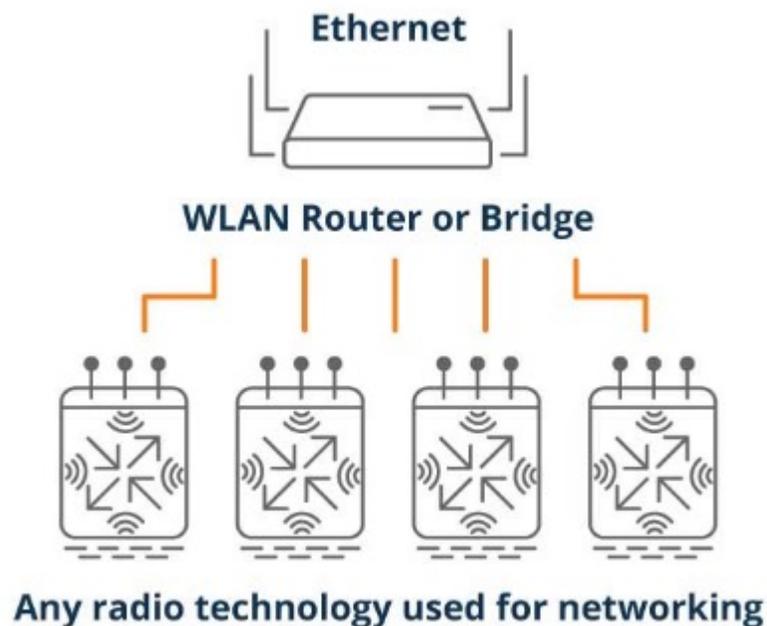
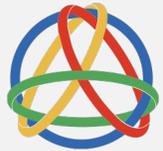
利用WLAN形成基于小群体的计算协作关系，实现算力共享、安全计算





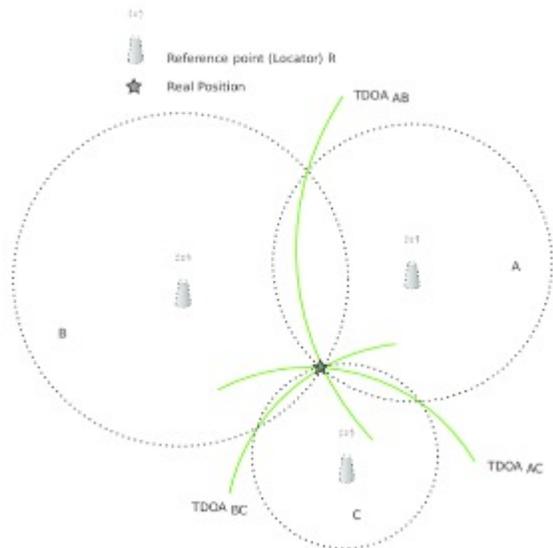
围绕WLAN产生的数据，具有较强个人画像属性：数据即分身（DaaA）



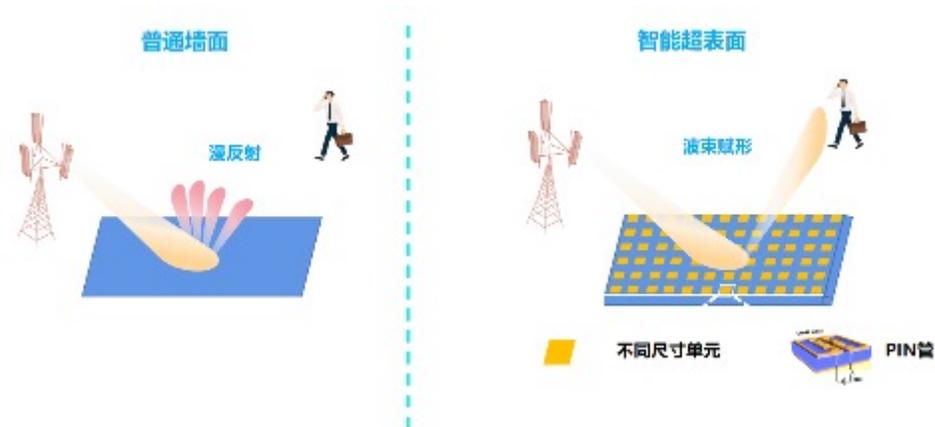


- 1. 多协议WLAN互联网关：**提供高性能WLAN技术（如Wi-Fi等）与低功耗低成本WLAN技术（如BLE、Zigbee、Z-Wave、6LoWPAN等）的互联互通研究。目前，多协议互联互通都是在IP层以上完成，甚至到应用层解决。本研究项目旨在能否把互联互通的能力下降至链路层，降低对设备性能的依赖，提高系统的可靠性。
- 2. 发起开源项目——**WLAN互联网关与WWAN技术（GSM/GPRS、LTE、LTE-M、NB-IOT、LoRa）的协作研究。可以考虑融入OpenHarmony项目。





1. **WLAN定位**: 目前, 互联网很火的POI就是使用Wi-Fi的RSSI信号指纹提供室内定位。能不能扩展到RSRP、RSRQ、SINR、CINR等其他信号, 甚至扩展到其它WLAN技术, 如BLE、Zigbee、Z-Wave、6LoWPAN等, 通过无线信号空间大数据提高定位精度和速度。

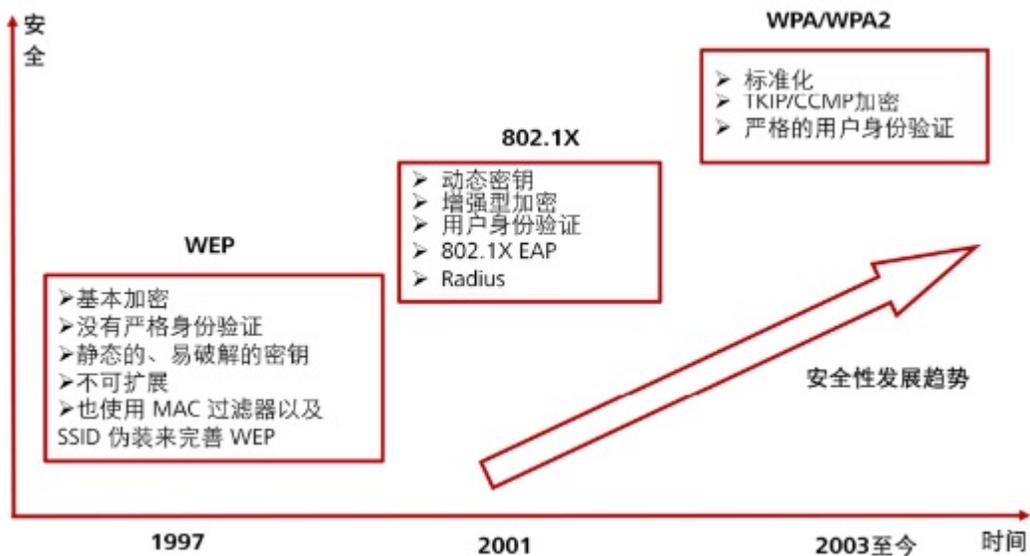


2. **RIS智能超表面技术**: 从改善无线通讯空间电磁环境的角度来提高现有无线通讯节点的性能, 包括但不限于通讯距离、传输速度等。



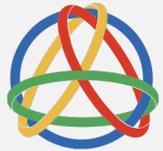


兼容地区性数据安全算法及证书



1. 在**WLAN数据加密标准**中，各成员机构可提出符合本国利益的加密算法，加入到**自定义加密算法**选项中。
2. 在**WLAN访问认证标准**中，各成员机构可加入**自定义**的数字签名算法、密钥交换协议、密钥封装机制和公钥加密与解密算法，包括数字签名生成算法和验证算法及其相应的流程，作为基于数字证书的PKI/CA体系的补充。

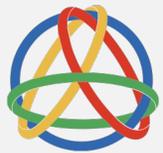




各行业典型WLAN案例1：佛山照明的家用智能可控照明方案



- 佛山照明与华为合作
- Works with HUAWEI HiLink
- 佛山照明简约吸顶灯，适用华为智选HiLink智能Wi-Fi，客厅卧室语音APP



各行业典型WLAN案例2：Bus Wi-Fi车载多媒体方案



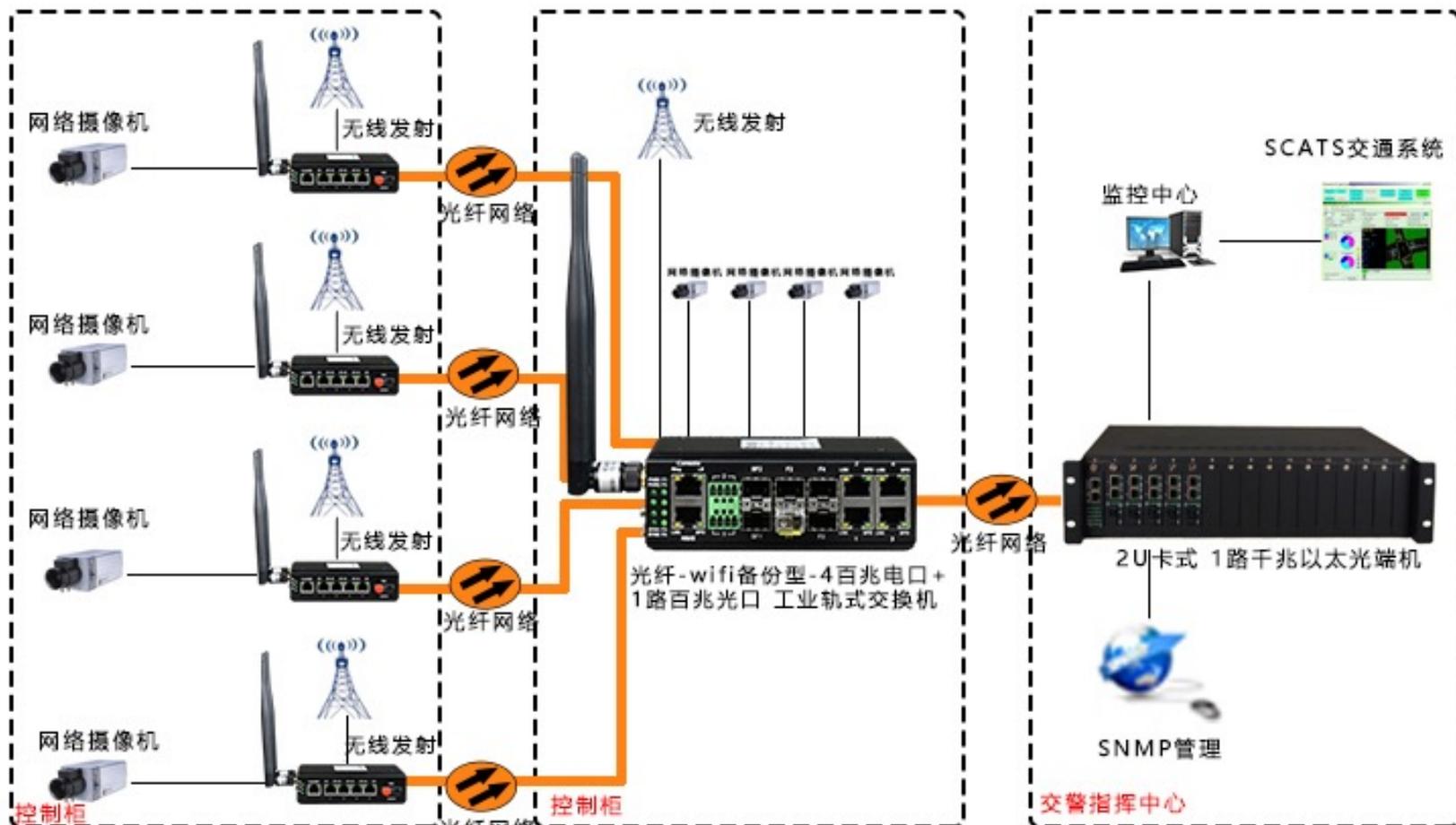
- 采用3G/4G/5G作为车辆的上行
- 采用Wi-Fi作为WLAN的车内方案
- 云端部署Wi-Fi管理平台

- 利用3G/4G/5G解决移动性的问题
- 利用WLAN解决某些设备无宏蜂窝无线模块问题
- 多设备共享车载多媒体终端的带宽





各行业典型WLAN案例3：采用光纤+Wi-Fi备份的方案进行工业级视频监控

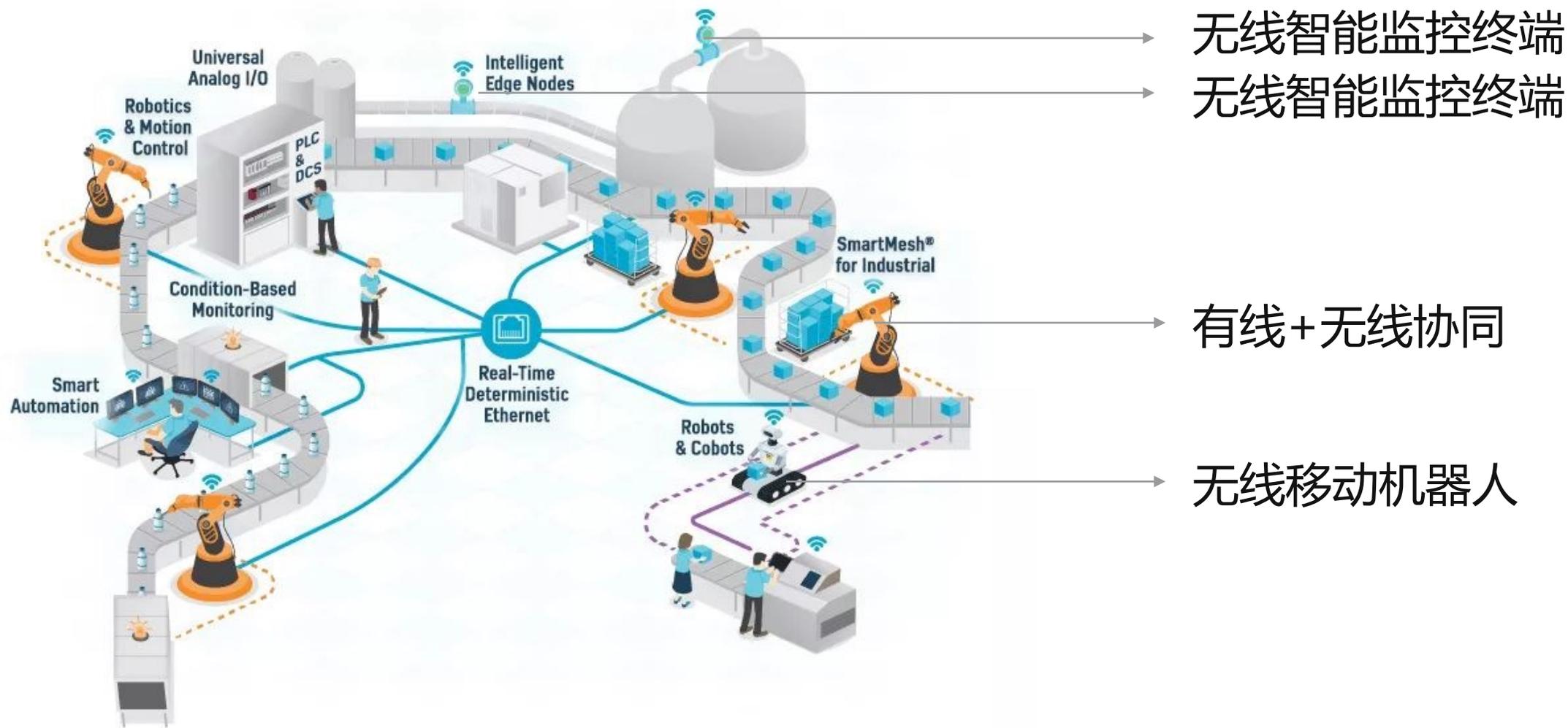


- 采用光纤+Wi-Fi备份的方式，可以既保证了系统的稳定性及带宽需求，又能兼顾在光纤不可达情况下整体方案的灵活性
- 备份方案还可以在某条传输链路发生故障时进行另一链路的备份，增加了整个系统的稳定性



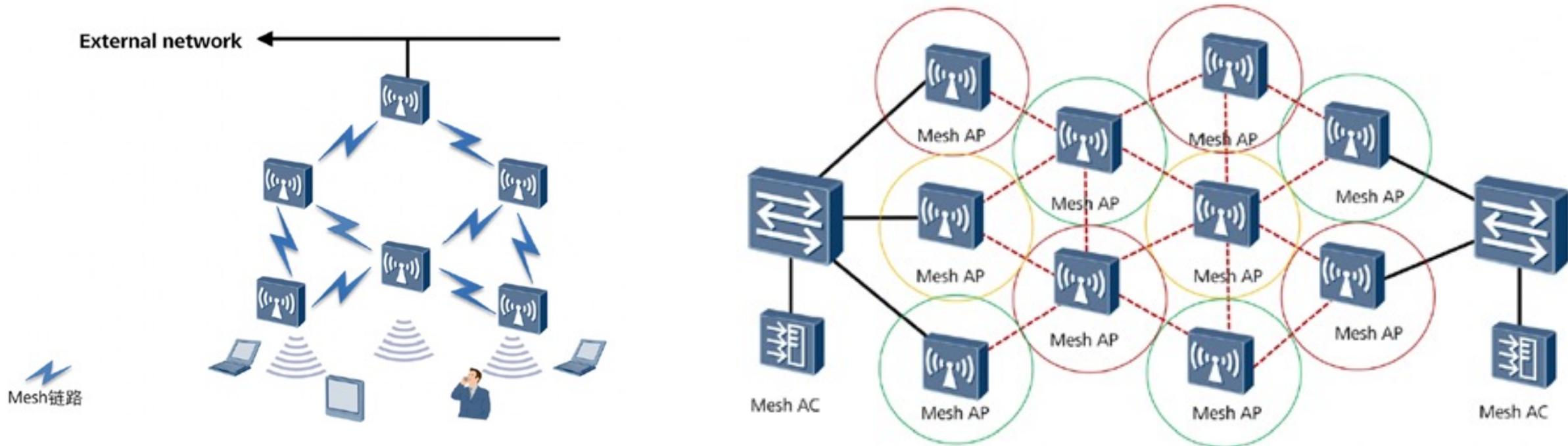


各行业典型WLAN案例4：生产线场景，实时有线网络+WLAN智能终端





各行业典型WLAN案例5：采用Mesh模式的WLAN自组网方案



- 通过WLAN的Mesh自组网方案，可以较为有效地解决多个无线AP之间信号重叠覆盖的问题，以及各碎片化的AP覆盖区之间的协同问题，从而形成了一张相对完整的更大的WLAN。



各行业典型WLAN案例6：推动SDR发展，为异构WLAN建立标准，应对复杂场景下的组网需求



牧场



林场



无人机



渔港



Wi-Fi



Wi-Fi





请关注并联系我们



微信公众号



共熵大家庭



邮件联系

机构合作：

contact@comentropy.org

媒体合作：

media@comentropy.org

我们的官网

<https://www.comentropy.org/>





为人类文明与
科技进步而奋斗