



空口智连：无线网 络与移动网络全景



汇报人：甘芝清 黄慧雯 林银蕊

汇报日期：2025/12/28





目录

CONTENTS



- / 01. 无线网络版图速览
- / 02. Wi-Fi高速局域网
- / 03. 短距与城域无线
- / 04. 移动IP与蜂窝根基
- / 05. 从2G到5G的跃迁
- / 06. 融合与展望





无线网络版图速览

01



从Wi-Fi到5G：无线技术家族画像

无线并非一张网，而是一族网，各司其职，覆盖从米到千米的连接需求。



WPAN (蓝牙)

米级覆盖，低功耗



WLAN (Wi-Fi)

百米级覆盖，热点高速



WMAN (WiMAX)

千米级覆盖，城域宽带



蜂窝网络 (5G)

广域覆盖，无缝移动

无线链路的三大共通难题

碰撞

衰减与
干扰

移动与
寻址

共享媒介，信号冲突。需要
MAC协议 进行协调。

开放环境，信号脆弱。需要
调制编码 增强鲁棒性。

节点移动，地址断裂。需要
移动性管理 保持连接。



Wi-Fi高速局域网

02



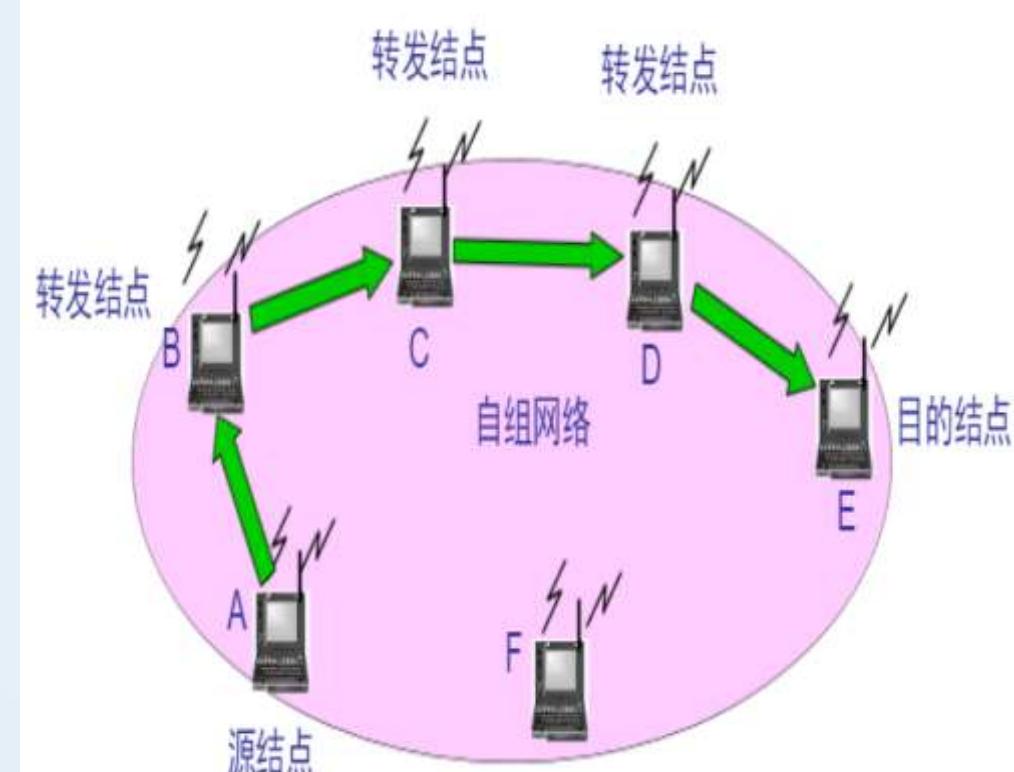
802.11拓扑：BSS与Ad-hoc双模并行

基础设施模式 (Infrastructure)



以AP为中心，所有STA经由BSS接入DS，形成可扩展的ESS网络。易于管理和扩展。

自组织网络模式 (Ad-hoc)



STA自组IBSS，无需AP。适合会议或救灾快速建网，但管理复杂。

CSMA/CA：先听后说再预约

无线无法边发边检碰撞，因此采用“碰撞避免”思路，通过DIFS、退避、RTS/CTS三组提前锁定信道。

载波监听 (CS)

监听信道是否空闲，等待
DIFS时间。

多点接入 (MA)

信道空闲后，执行随机退避，
避免冲突。

碰撞避免 (CA)

通过RTS/CTS预约信道，解决
隐藏终端问题。

关键机制：帧间间隔 (IFS) 定义了不同优先级帧的等待时间，高优先级帧等待时间短，可优先获得信道，从而引入QoS思想。



短距与城域无线

03



蓝牙与ZigBee：十米内的低功耗接力

蓝牙 (Bluetooth)

目标：音频、文件传输、可穿戴设备连接。

速率：经典蓝牙 ~3 Mbps, BLE 更低。

功耗：中等，BLE 功耗极低。

技术：采用跳频扩频 (FHSS) 技术抗干扰。

ZigBee

目标：工业控制、智能家居等物联网领域。

速率：低速率 (~250 kbps)。

功耗：极低，电池可工作数年。

技术：支持 Mesh 路由，可组成大规模网络。
。

WiMAX：城域无线宽带的得与失

IEEE 802.16 技术先进，提供“最后一公里”无线宽带接入，但最终在商业上落败于 LTE。

技术亮点

OFDMA、MIMO、宏覆盖(可达50km)。

失败启示

标准先进 ≠ 商业成功。生态构建、频谱政策、运营商协同至关重要。

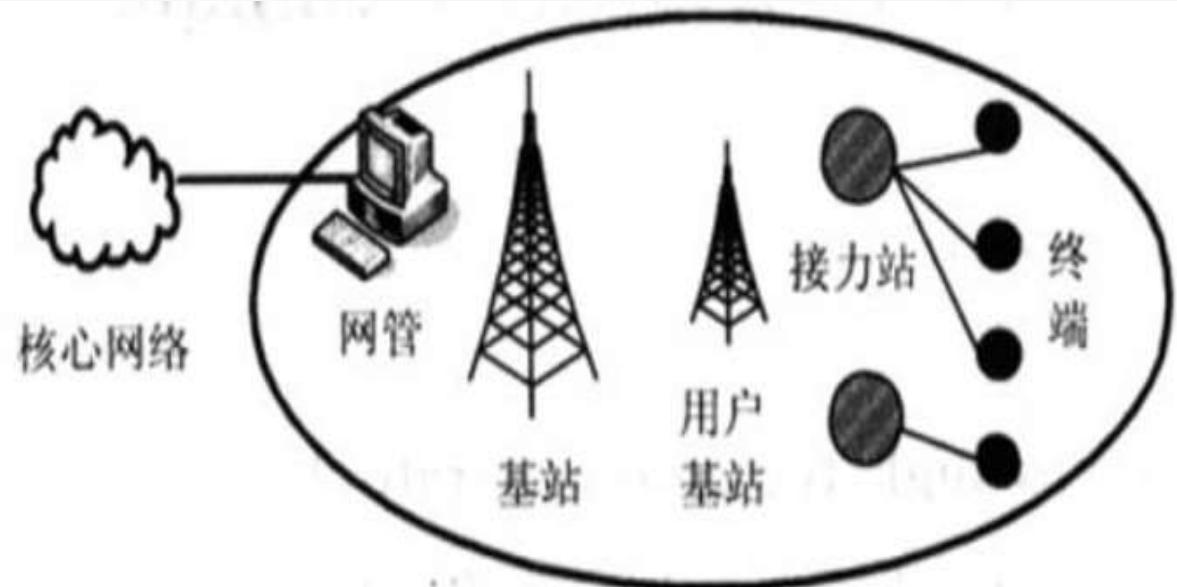


图 1 WiMAX 网络体系结构



移动IP与蜂窝根基

04



移动IP：让地址随人走

通过“家乡地址”保身份，“转交地址”报位置，解决节点跨子网时的连接断裂问题。

通信者

发送数据到MN的家乡地址。

原始数据

家乡代理 (HA)
截获数据，通过隧道转发。

隧道封装

外地代理 (FA)
解封装，交付给移动节点。

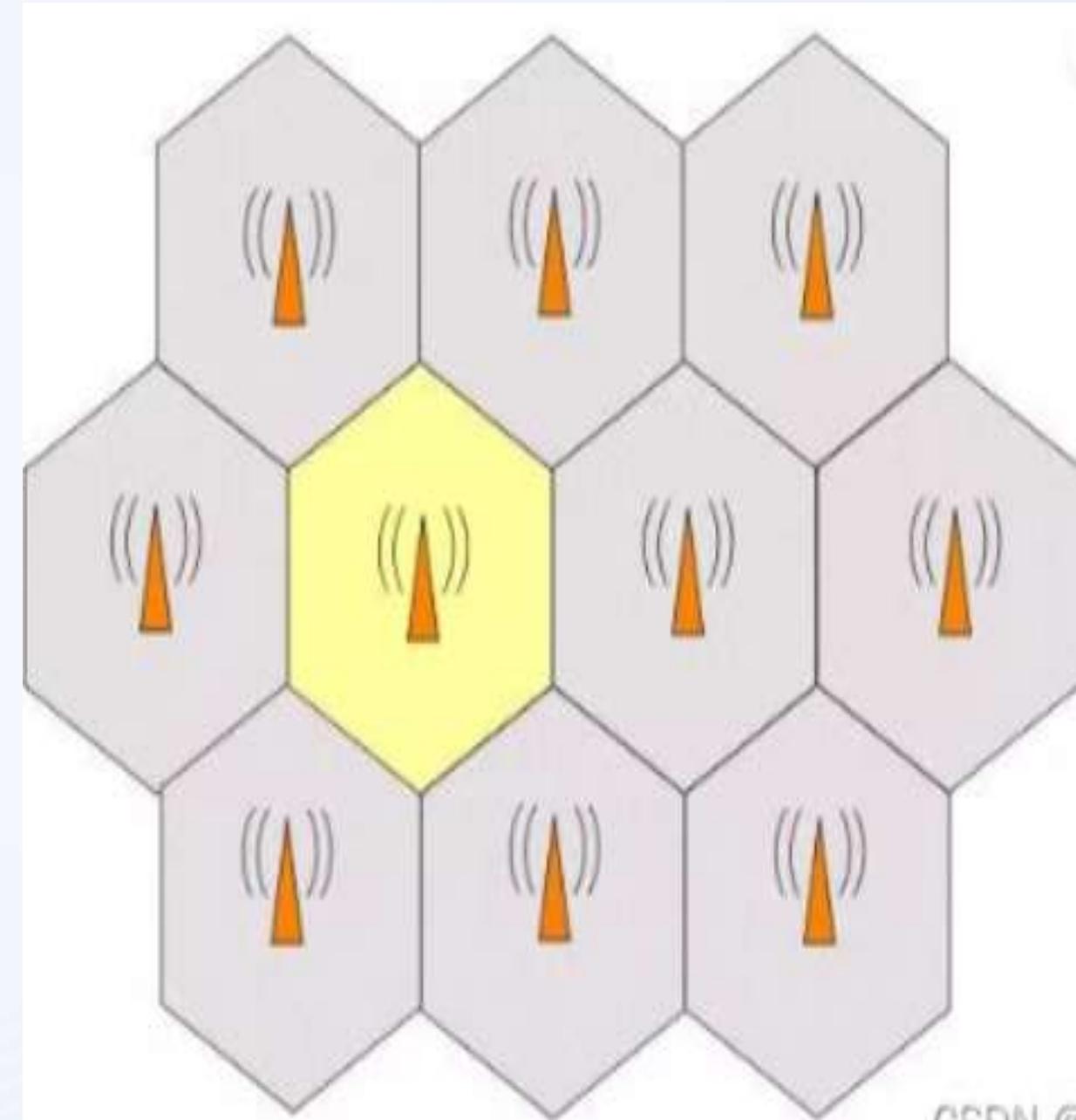
核心挑战：三角路由存在次优路径问题，催生了MIPv6、PMIPv6等优化方案。

蜂窝原理：频率复用 与小区切换

将地理区域划分为六边形小区，通过 **频率复用** 提升容量，通过 **小区切换** 保障移动中的通话连续性。

频率复用：以几何距离换信干比，将有限的频率资源重复使用。

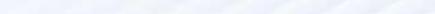
小区切换：当用户移动时，将连接从一个基站转移到另一个基站。





从2G到5G的跃迁

05



代际跃迁：从电路语音到全IP宽带

移动通信的代际跃迁，核心是核心网的革命，从电路交换到分组交换，再到云原生，驱动了无线接入技术的全面革新。



2G

数字语音

电路交换



3G

多媒体

分组交换



4G LTE

全IP宽带

扁平化架构



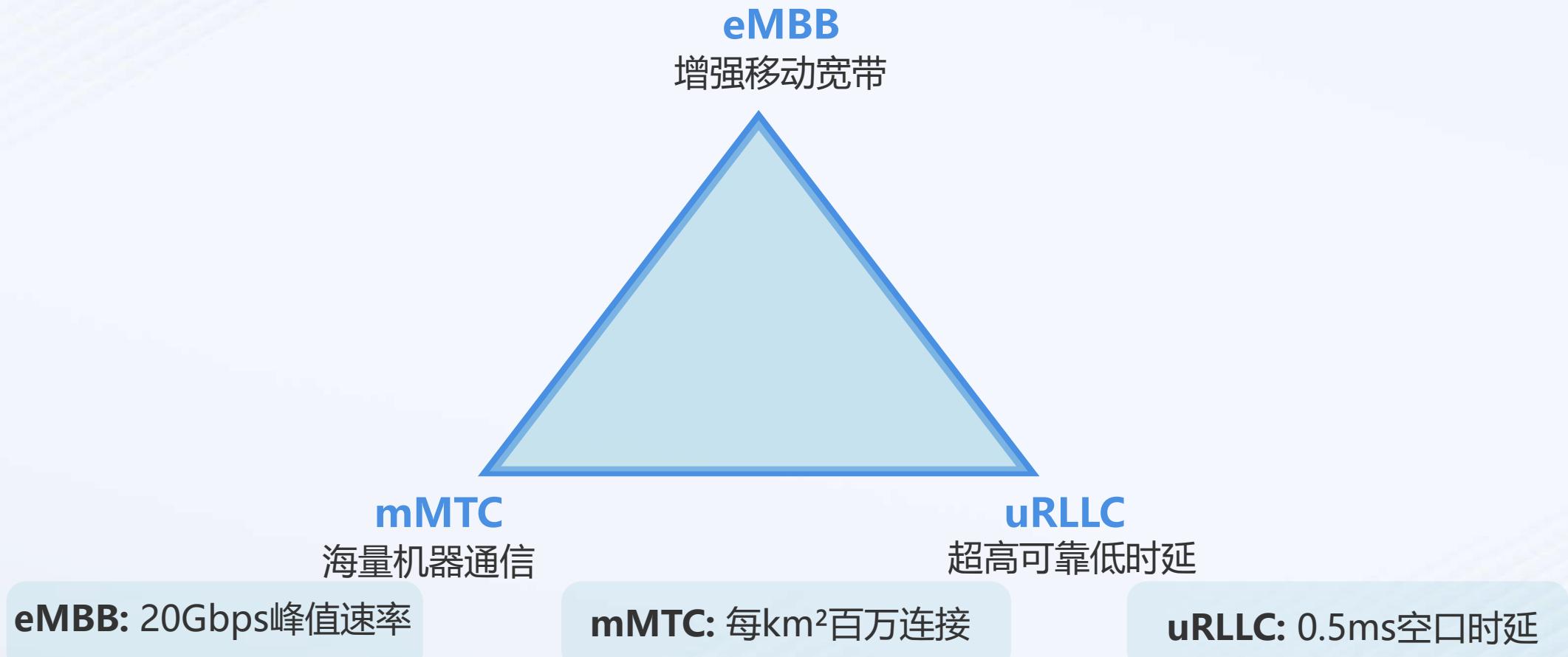
5G

万物互联

云原生/切片

5G三角：三大场景定义万物互联

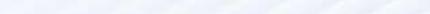
5G不是一条速度赛道，而是三条并行赛道，共同支撑万物互联的愿景。





融合与展望

06



Wi-Fi与蜂窝：竞合终局是融合

技术路线相互渗透，未来接入架构将是无感切换、动态选网、资源池化的智能网络。

Wi-Fi 借鉴蜂窝

- 引入OFDMA、BSS Coloring提升密集部署性能。
- 向6GHz新频段扩展，获得更宽连续频谱。
- 增强漫游和切换能力，向企业级应用渗透。

蜂窝借鉴 Wi-Fi

- 利用未授权频谱 (LAA/eLAA) 提升容量。
- 小型基站 (Small Cell) 降低部署成本。
 -
- 网络架构向扁平化、虚拟化发展。

空口无限：迈向智能原生网络

无线侧从协议竞争走向平台融合，移动侧从管道经营转向切片运营。AI将全面渗透，实现网络自配置、自修复、自优化。

未来展望

当6G把感知、通信、计算一体集成，人类是否还需要区分“无线”与“移动”？





THANK YOU FOR READING!

感谢您的观看

汇报人：甘芝清 黄慧雯 林银蕊

汇报日期：2025/12/28

