

实现毫米波移动化 释放全部5G潜能

骆涛博士

工程技术高级总监

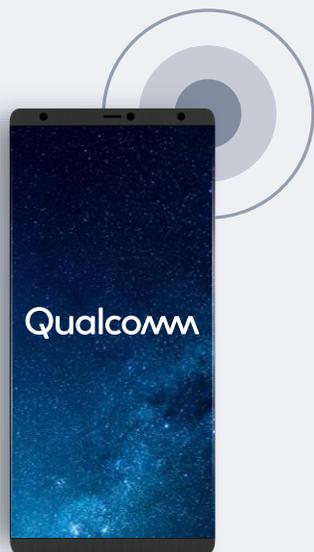
Qualcomm Technologies, Inc.

30多年来一直引领移动创新



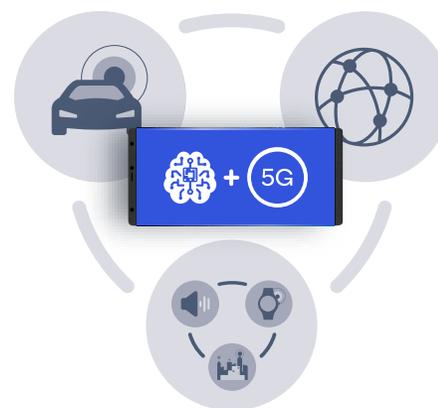
数字化移动通信

从模拟通信到数字通信



重新定义计算

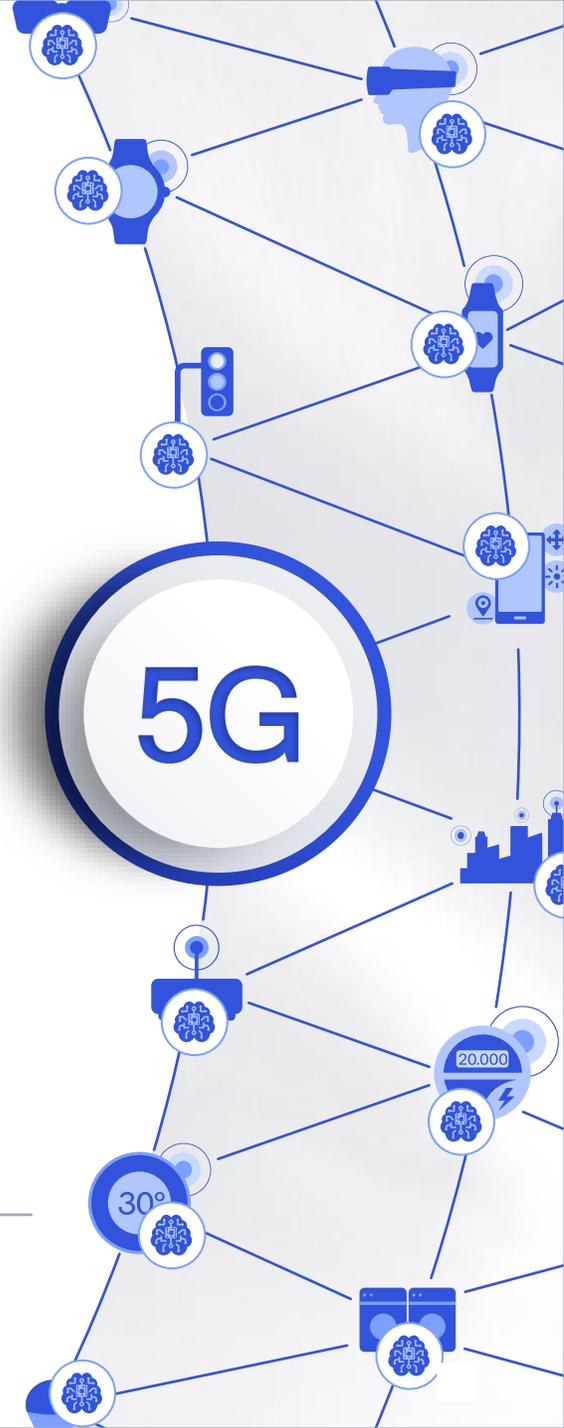
从台式电脑到智能手机



变革众多行业

在无线边缘连接万物

变革世界连接、计算和沟通的方式



5G领导力的基础是技术领导力

早期研发和技术发明对推动生态系统向前发展至关重要



携手合作伙伴实现5G愿景

到2035年，5G赋能的产品和服务将创造13.2万亿美元经济产出*



*数据来源: Qualcomm委托、IHS Markit独立研究的《5G经济》报告

5G商用不断扩展



5G 6GHz以下

5G 6GHz以下+毫米波
(已发布或在计划中)

欧洲

16 个国家的34家运营商

北美

2个国家的9家运营商

亚洲

6 个国家的16家运营商

中东及非洲

8 个国家的17家运营商

拉丁美洲

2 个国家的2家运营商

东南亚

4 个国家的7家运营商

35+

超过35个国家
已部署商用5G网络

80+

超过80家移动运营商现已部署
商用5G网络

2亿

2020年5G手机出货量
预计将达到2亿部

5G智能手机



5G模组



热点及CPE



Qualcomm
snapdragon

强劲的5G终端动能
众多产品已经发布
或正在开发中

移动宽带新突破——实现毫米波的移动化



数千兆级数据速率
支持大带宽（数百MHz）

更大容量
支持密集的空间复用

更低时延
带来全新机遇



在室外支持丰富的媒体和娱乐
—增强低频段



室外毫米波卸载室外低频频段的负载，
为室内释放更多容量



为云计算提供大带宽



无延迟的体验
—如多人游戏



为场馆提供密集的室内和
户外连接



全新室内机会—如联网企业
场景



为家居提供光纤般的宽带
服务—固定毫米波



扩展至智能手机以外的领域
—如智能制造



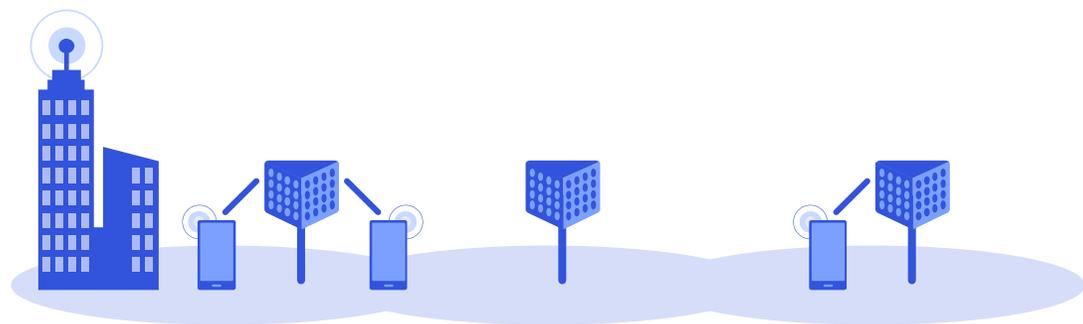
5G NR毫米波 将支持全新及增强的 移动体验

- 堪比光纤的数据速率
- 低时延支持实时交互
- 海量容量支持无限数据
- 每比特成本更低

5G NR毫米波将带来新一波机遇

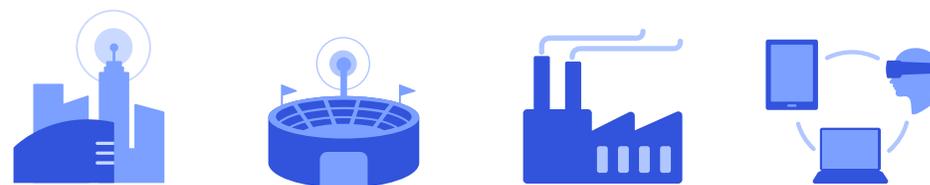
面向室外部署...

- 显著提升当下移动体验——初期侧重于智能手机
- 部署主要由运营商驱动——初期侧重于城市人口密集区域



面向室内部署...

- 与Wi-Fi提供的现有无线服务互补——同时扩展至全新终端类型
- 带来卓越速度和无限容量，支持增强体验



为移动生态系统创造价值

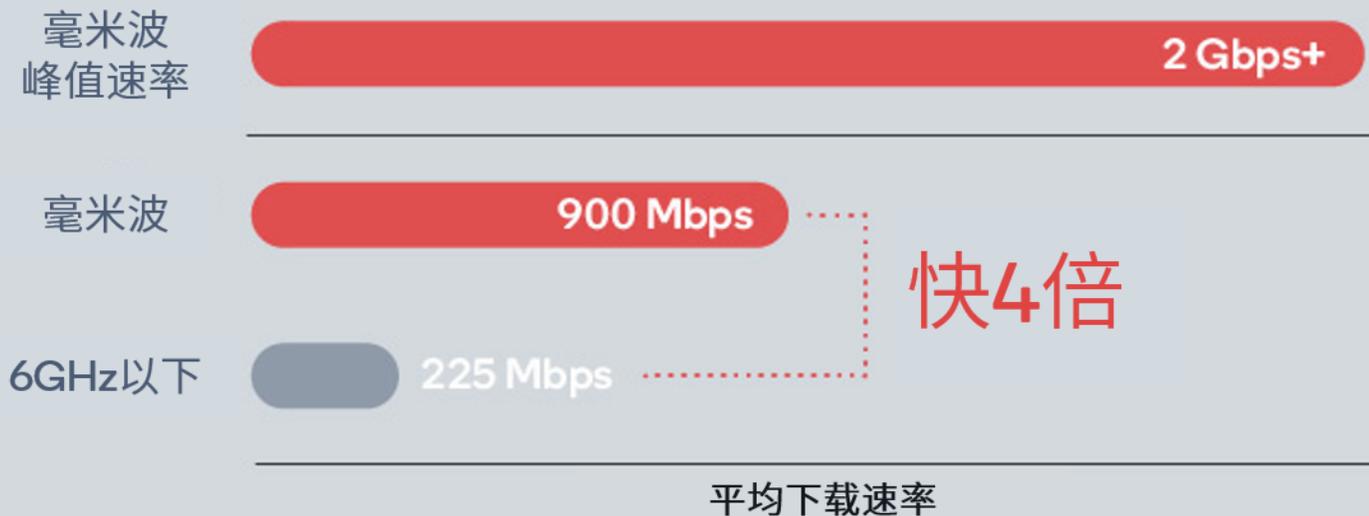
运营商、服务提供商、场馆所有者、设备厂商、终端厂商...

5G毫米波提供极大网络容量

基于Ookla近期分析结果

搭载骁龙调制解调器及射频系统的终端的平均5G下载速率比4G LTE快5倍

5G毫米波下载速率超过2Gbps



基于Speedtest Intelligence针对Qualcomm产品展开的数据分析结果，数据来源是2020年第一季度Qualcomm提供的芯片组在美国5G测速结果最高的1%数据。对Ookla商标的使用已获授权，对其商标的转载已获许可。

SPEEDTEST[™]
by OOKLA



克服毫米波移动化的挑战

我们证明了毫米波可以用于移动通信



覆盖范围有限且成本昂贵

较大的路径损耗意味着覆盖范围仅限于数百英尺，因此需要大量小型基站



借助共址实现显著覆盖

窄波束宽度的模拟波束成形可克服路径损耗。利用现有站址开展全面的系统仿真实验



仅支持视距（LOS）¹传输

手部、身体、墙体、植被、雨滴等物体的阻挡会严重影响信号的传播



支持视距和非视距（NLOS）¹传输

利用路径分集和反射，引领先进的波束成形和波束追踪技术发展



仅可用于固定用例

业经验证的毫米波商用部署仅面向无线回传和卫星



支持稳健的移动性

实现稳健性并通过自适应波束导向与切换实现切换，以克服手部、头部、身体和植被的阻挡



要求终端外形尺寸较大

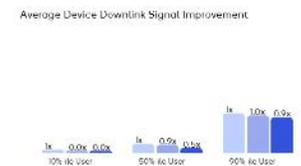
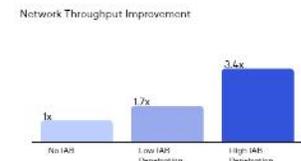
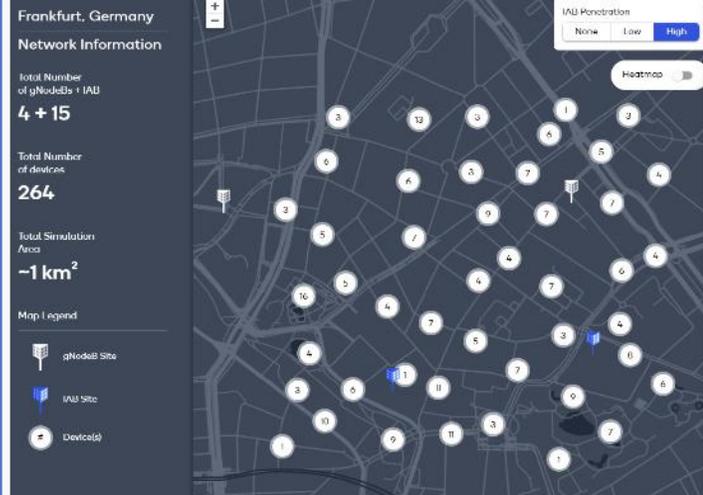
由于带宽更大，从本质而言毫米波能耗更高，这为外形尺寸较小的终端带来严峻的散热挑战



已在智能手机中实现商用

已经发布调制解调器、射频和天线产品，应对外形尺寸和散热的挑战，推动终端创新

随着5G移动毫米波演进 持续突破技术边界



37%

Average Power Saving Enhancement

Enhanced Carrier Aggregation

+

Wake-up Signal

+

C-DRX (Baseline)

先进的5G毫米波OTA测试网络

- 符合3GPP标准、基于28GHz频段800MHz带宽的5G毫米波网络
- 实现人群阻挡和高速移动下的鲁棒性测试（比如在无人机上搭载移动终端进行测试）
- 基于5G、边缘云和终端侧处理的无界VR体验

5G移动毫米波技术演进

- 对Rel-16+新功能的系统仿真
 - 集成接入与回传
 - 多个发射接收点
 - 增强的终端节电特性



持续推动5G技术演进

持续扩展至全新的垂直领域、部署、用例和频谱



Rel-15侧重于eMBB

- 5G NR的基础
- 智能手机、固定无线接入、PC
- 扩展至新的市场和行业

Rel-16行业扩展

- eURLLC和面向工业物联网的时间敏感网络
- 免许可频谱部署NR (NR-U)
- 定位
- 5G V2X直连多播
- 带内eMTC/NB-IoT

Rel-17+未来长期扩展

- 低复杂度NR-Light
- 无界XR
- 更精准的定位及更多特性

1. 3GPP的起始时间表示研究包获得批准（研究项目->工作项目->规范），该时间与上一个版本有重叠并持续至下一个版本开始之后（功能冻结和ASN.1的完成）

企业室内部署

办公室、会议室、礼堂



室内/室外场馆

大型会议中心、音乐厅、体育场



交通枢纽

机场、火车站、地铁站



将毫米波扩展至室内部署、公共网络及企业专网



带来数千兆比特速率和无限容量



支持智能手机之外的终端
—笔记本电脑、平板电脑、XR等



通过共址来利用现有的Wi-Fi或蜂窝网络

推动5G扩展

我们的基础科技发明
为5G奠定基础

Rel.15
eMBB扩展



支持URLLC的
工业物联网



5G NR C-V2X、
智慧交通



未来的垂直行业、
服务、终端



共享和免许可频谱



全新终端类型
例如无界XR设备



汽车



全新终端类型
例如连线XR设备



智能手机

Rel.16-17



笔记本电脑



固定无线接入



企业专网



5G 海量物联网



5G广播



毫米波演进
(室内、企业)



6GHz以下演进
全新用例

支持毫米波的5G NR增强特性

已完成的Release 16项目



集成接入及回传 (IAB)

支持小基站灵活部署，在接入和回传中重用频谱和设备



增强型波束管理

通过全波束优化和多天线面板波束支持以改善时延、鲁棒性和性能



节电特性

最大化终端休眠期，以降低功耗并支持更快的链路反馈



双连接优化

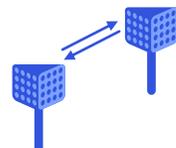
降低终端初始接入时延，并在连接多个节点时改善覆盖



定位

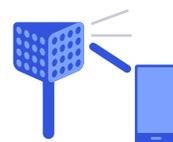
初步满足定位精度需求：80%的情况下可实现室内3米和室外10米的定位精度

Release 17及未来版本项目



优化IAB支持分布式部署

引入全双工运行和移动中继，以提升容量、覆盖和服务质量



优化的网络覆盖和波束管理

减少系统开销、增强性能（例如：波束选择）、提高网络覆盖



拓展频谱支持

支持从52.6GHz到71GHz的频段及免许可频谱



eMBB之外的全新用例

将毫米波支持扩展至直连通信、URLLC和工业物联网用例（例如：NR-Light）

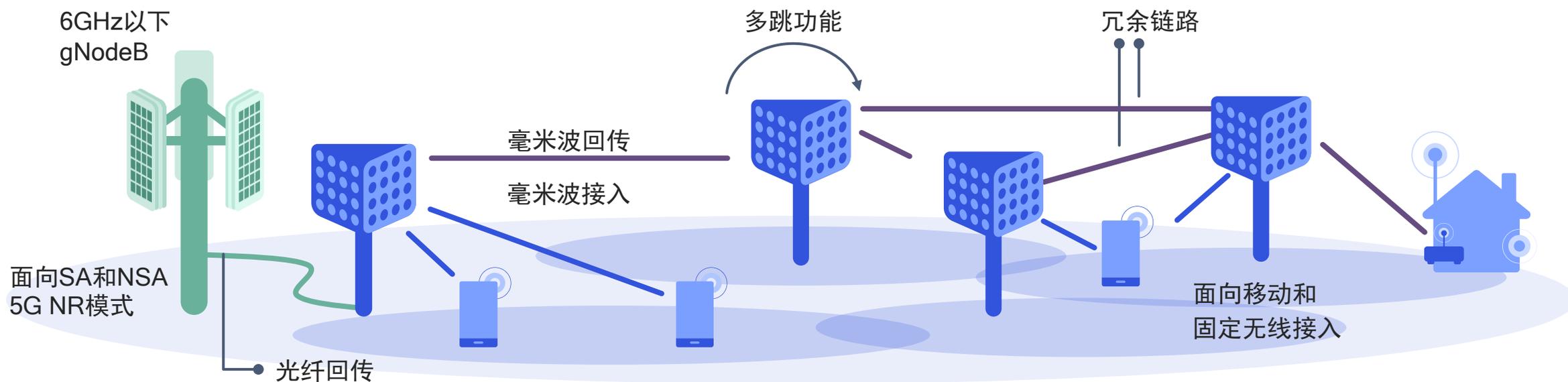


增强定位技术

为广泛用例提供定位性能增强——实现厘米级精度，更低时延和更高的容量

5G NR 毫米波 IAB¹支持更具成本效益的密集部署

提升覆盖范围与容量，同时控制回传成本



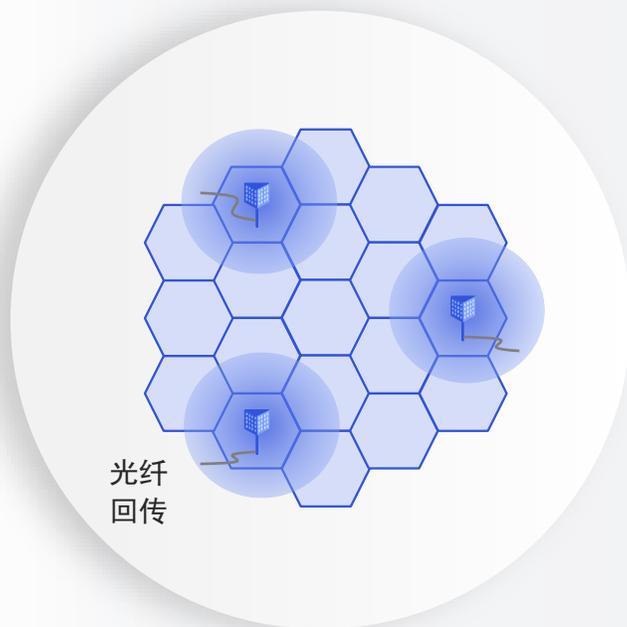
1. 集成接入与回传

传统的光纤回传用于毫米波
基站站点成本高昂

- 毫米波对小基站部署有内在需求
- 将光纤铺设到每一个基站站点不太可行且成本过高
- 与接入相比，毫米波回传的覆盖范围更大
- 毫米波接入与回传可灵活共享通用资源

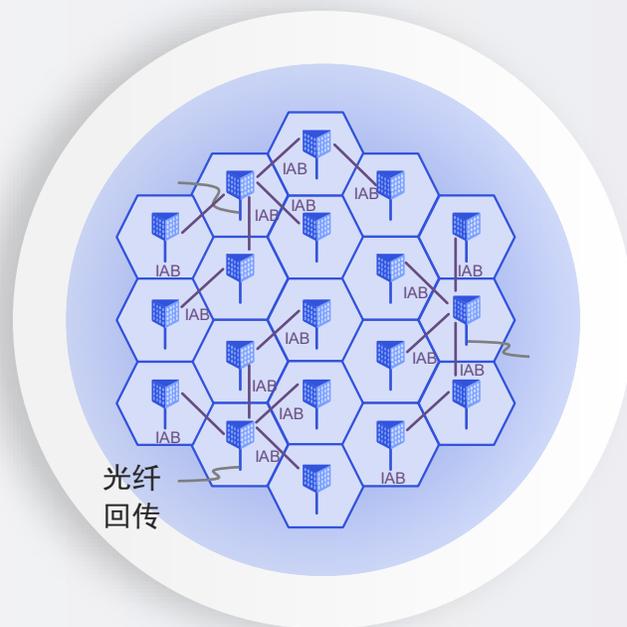
支持灵活的网络部署战略

IAB可支持快速且成本高效的5G NR毫米波网络扩建



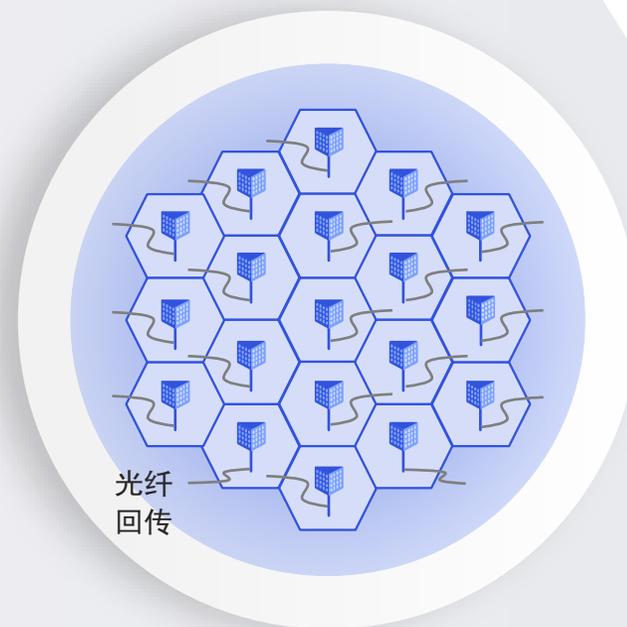
基于Rel-15的早期5G NR毫米波部署

利用有限/现有光纤链路，开始将全新5G NR毫米波基站连接起来



利用IAB扩大5G NR毫米波覆盖

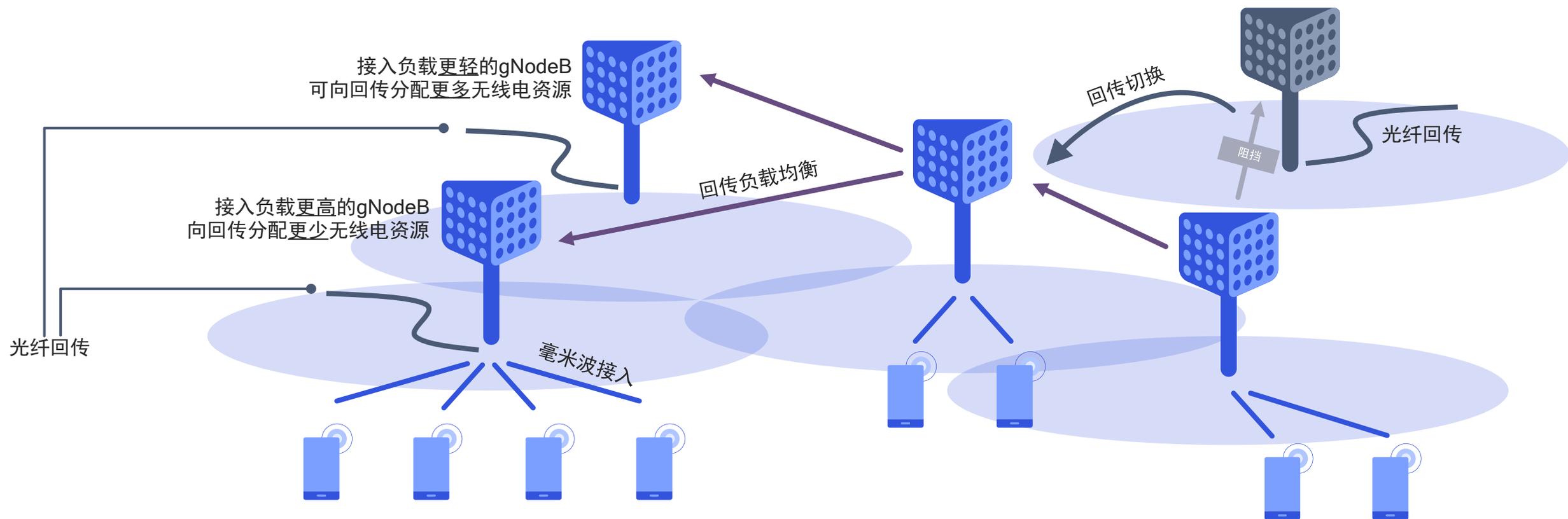
利用有限/现有光纤链路，开始将全新5G NR毫米波基站连接起来



借助新增光纤支持流量快速增长

随着容量需求的增长，面向部分IAB节点部署全新光纤链路

动态拓扑结构调整支持更高的效率和可靠性



接入和回传之间
极其灵活的资源分配

在不同gNodeB上支持
不同的接入-回传分割

动态回传切换
减轻遮挡/干扰问题

通过部署IAB 扩展毫米波覆盖

基于28GHz频段5G NR毫米波的
端到端系统仿真

德国法兰克福

仿真实验总面积:

~1 km²

gNodeB总数量:

7

IAB节点总数量:

28

终端总数量:

300

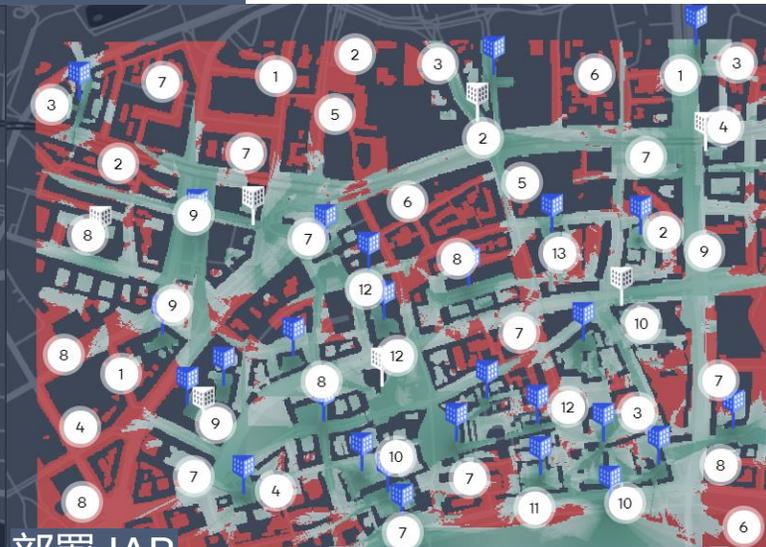
[点击观看完整演示视频](#)



毫米波覆盖仿真实验结果



无 IAB



部署 IAB

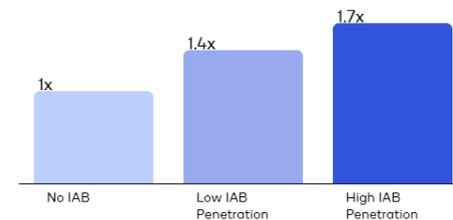
图例

 gNodeB 站址

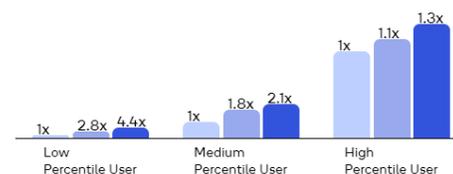
 IAB 站址

毫米波终端

平均下行链路信号提升



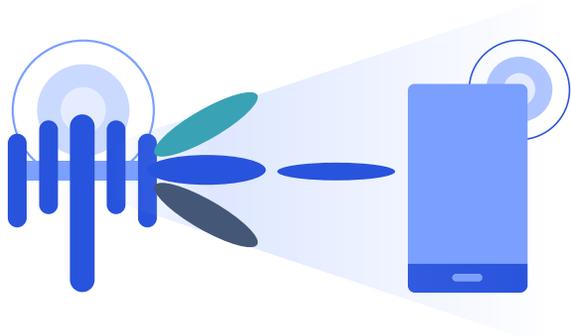
网络吞吐量提升



以通用架构扩展毫米波频谱



1.Rel-15支持450MHz至6 GHz; 2.为了支持60GHz全球免许可频段, SCS从具有相同特性 (例如波形) 的24.25-52.6GHz频段进行扩展



提升可靠性

- 支持多波束重复
- 在上行和下行支持更稳健的波束故障恢复机制¹



提高性能

- 多天线面板支持以提升吞吐量和分集
- 上/下行波束选择解耦，实现双向最佳性能²

1. 包括主动波束切换、小基站波束故障恢复和上行波束故障恢复；2. 基于终端的波束管理还有助于满足最大暴露允许值（MPE）要求；例如，手指放在贴片天线顶部时，MPE明显低于其它情形（+34dBm vs. +8dBm）

进一步增强毫米波波束管理



进一步提升 5G NR毫米波能效

关注联网模式节电特性
- 3GPP Rel-16



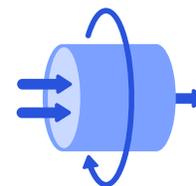
终端辅助节电

终端向网络提供更多信息（例如电池电量和温度），支持选择载波或功率模式¹



多面板波束管理

终端提供天线面板信息，以支持更高能效的波束扫描/切换



高效载波聚合运行

通过减少盲解码数量降低功耗



集成式WUR²支持C-DRX 波束管理³

波束成形的唤醒信号能够提升波束配对成功率并延长休眠时间⁴

1. 例如，在节电模式期间采用更低阶/载波聚合；2. 唤醒接收器；3. 基于联网状态下的非连续接收；
4. 与C-DRX基线相比，节省10%至80%的电量，取决于导通时间（Ton）和周期时间（Tcycle）配置。

5G时代

万物智能互联

面向今后十年的
统一连接架构

下一代技术飞跃带来
全新能力和效率

持续演进

5G

Rel-15
侧重于eMBB

Rel-16/17
扩展至全新行业

Rel-18/19/20及未来版本
持续推动5G普及

6G

强劲的5G发展势头为
5G全球扩展拉开序幕

历史经验表明
“十年磨一G”



谢谢！

请关注我们的新浪微博：[@Qualcomm中国](#)

欲了解更多信息，请访问我们的网站：www.qualcomm.cn，

或博客：<http://blog.sina.com.cn/qualcommchina>

Nothing in these materials is an offer to sell any of the components or devices referenced herein.

©2018-2019 Qualcomm Technologies, Inc. and/or its affiliated companies. All Rights Reserved.

Qualcomm is a trademark of Qualcomm Incorporated, registered in the United States and other countries. Other products and brand names may be trademarks or registered trademarks of their respective owners.

References in this presentation to “Qualcomm” may mean Qualcomm Incorporated, Qualcomm Technologies, Inc., and/or other subsidiaries or business units within the Qualcomm corporate structure, as applicable. Qualcomm Incorporated includes Qualcomm’s licensing business, QTL, and the vast majority of its patent portfolio. Qualcomm Technologies, Inc., a wholly-owned subsidiary of Qualcomm Incorporated, operates, along with its subsidiaries, substantially all of Qualcomm’s engineering, research and development functions, and substantially all of its product and services businesses, including its semiconductor business, QCT.