

2020年4月

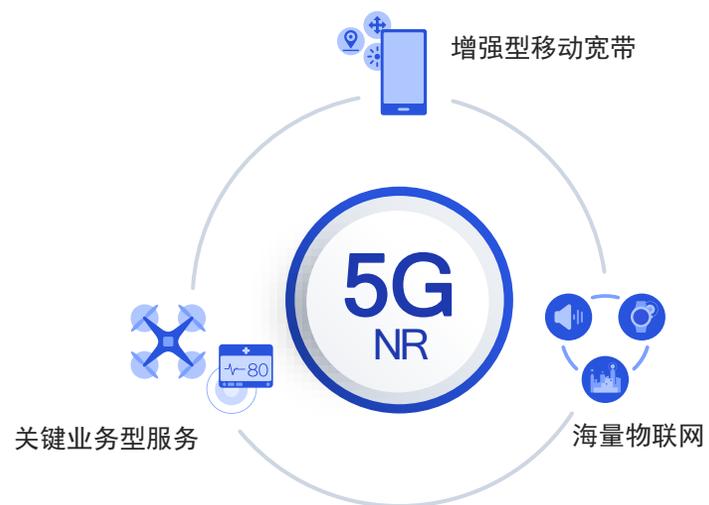
Qualcomm

# 5G的未来发展

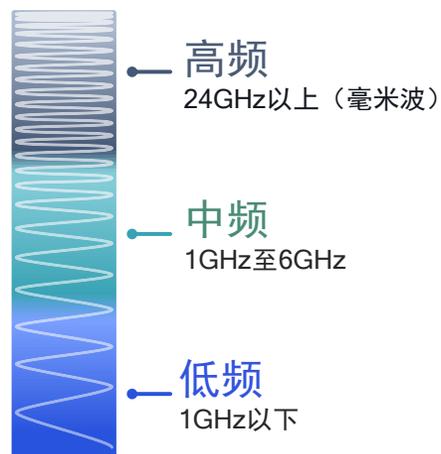
徐皓博士

Qualcomm中国区研发负责人

# 5G NR: 功能更强大的统一空口



多样化服务



许可/共享/免许可

多样化频谱



多样化部署

1/10  
端到端时延

10倍  
吞吐量

3倍  
频谱效率

100倍  
网络容量

100倍  
网络效率

10倍  
连接密度

# 持续推动5G在全球的规模化部署

45+

45+家OEM厂商已经推出  
或宣布推出5G终端

345+

全球119个国家的345+家  
运营商正在投资5G

10亿+

2023年，全球5G连接数预计  
将超过10亿，比4G获得同样  
连接数的速度整整快了2年

50+

50+家运营商部署5G商用网络

7.5亿

2022年5G手机出货量预计  
将达到7.5亿部

28亿

2025年5G连接数预计  
将达到28亿

	<1GHz	3GHz	4GHz	5GHz	24-28GHz	37-40GHz	64-71GHz	>95GHz
	600MHz (2x35MHz)	2.5/2.6GHz (B41/n41)	3.45-3.55GHz 3.55-3.7GHz 3.7-4.2GHz	5.9-7.1GHz	24.25-24.45GHz 24.75-25.25GHz 27.5-28.35GHz	37-37.6GHz 37.6-40GHz 47.2-48.2GHz	64-71GHz	>95GHz
	600MHz (2x35MHz)		3.55-3.7 GHz		26.5-27.5GHz 27.5-28.35GHz	37-37.6GHz 37.6-40GHz	64-71GHz	
	700MHz (2x30 MHz)		3.4-3.8GHz	5.9-6.4GHz	24.5-27.5GHz			
	700MHz (2x30 MHz)		3.4-3.8GHz		26GHz			
	700MHz (2x30 MHz)		3.4-3.8GHz		26GHz			
	700MHz (2x30 MHz)		3.46-3.8GHz		26GHz			
	700MHz (2x30 MHz)		3.6-3.8GHz		26.5-27.5GHz			
	700MHz	2.5/2.6GHz (B41/n41)	3.3-3.6GHz	4.8-5GHz	24.75-27.5GHz	40-43.5GHz		
	700/800MHz	2.3-2.39GHz	3.4-3.42GHz 3.42-3.7GHz 3.7-4.0GHz		5.9-7.1GHz	25.7-26.5GHz 26.5-28.9GHz 28.9-29.5GHz	37.5-38.7GHz	
			3.6-4.1GHz	4.5-4.9GHz	26.6-27GHz 27-29.5GHz	39-43.5GHz		
	700MHz		3.3-3.6GHz		24.25-27.5GHz 27.5-29.5GHz	37-43.5GHz		
			3.4-3.7GHz		24.25-27.5GHz	39GHz		

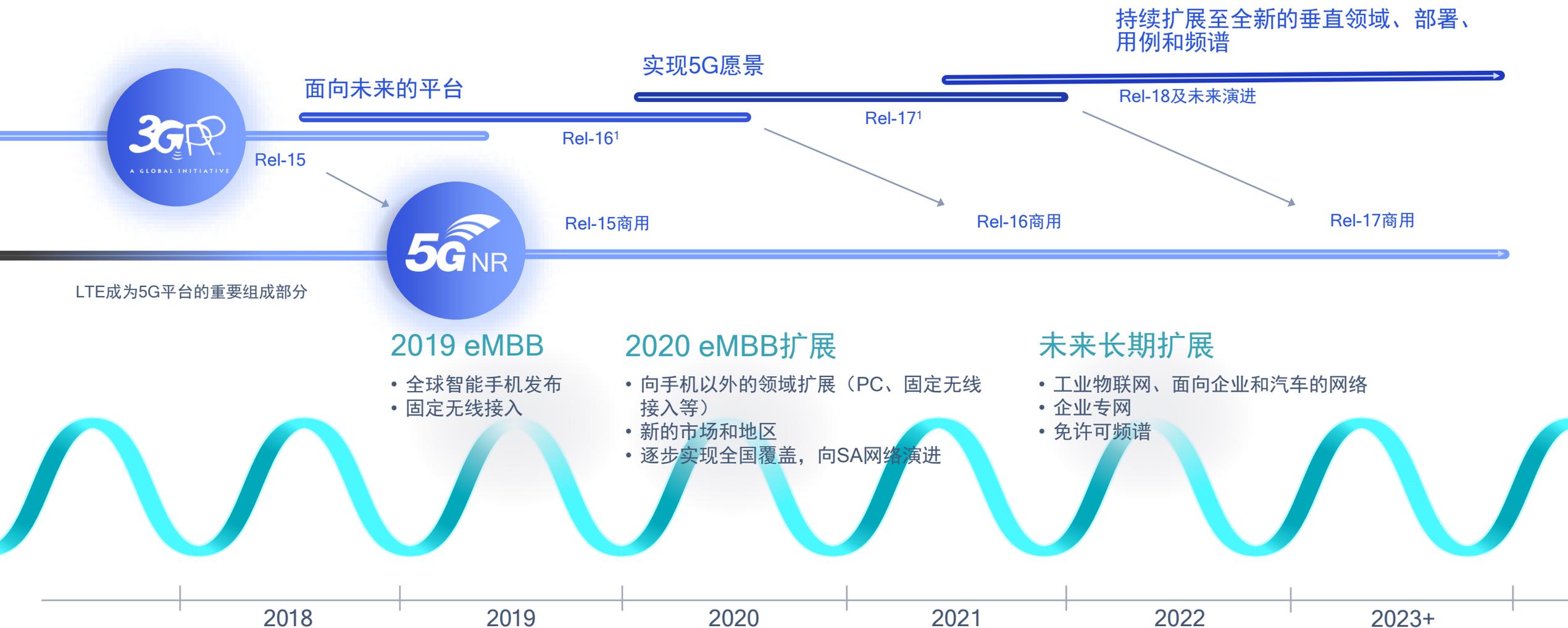
# 全球5G频谱划分/计划一览

5G面向多样化的频段/频谱类型

全新5G频段

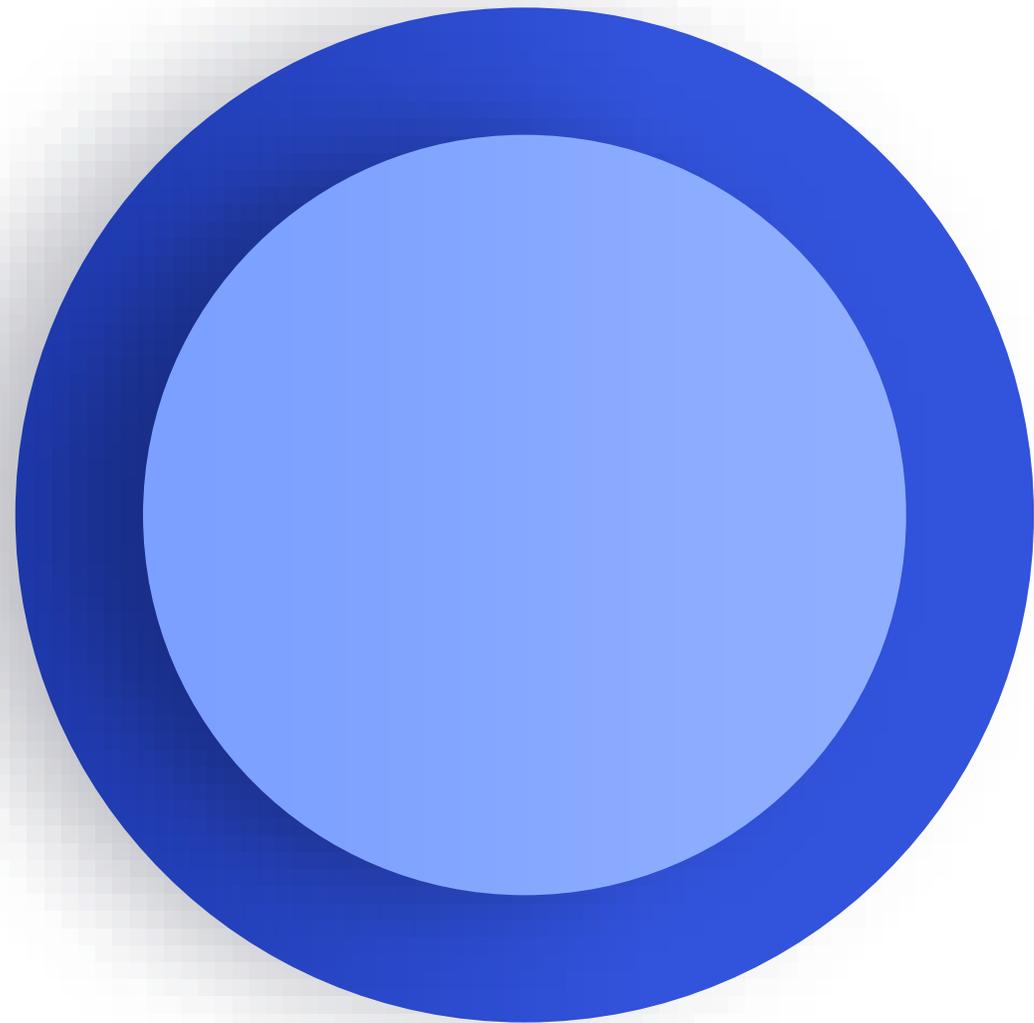
-  许可频段
-  免许可/共享频段
-  现有频段

# 持续推动5G NR扩展



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）

# Qualcomm 5G研发 先进技术展示视频



# 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

# 持续增强eMBB基础技术

## 从Rel-15获得经验

Rel-16继续优化，Rel-17中增加新特性



Rel-15

## 基础

覆盖范围、容量、时延、节能、移动性



增强型DL/UL MIMO和多发射点



C-DRX和两步RACH  
支持终端的节电特点



更稳健的移动性，在转换期间  
实现中断的最小化



集成接入/回传支持，以实现更便捷的  
毫米波部署

免许可

免许可频谱，包括独立接入和  
许可辅助接入



增强型低/中频段和毫米波载波聚合  
与异步DC

## 部署

新频谱、拓扑结构、集成回传 ...



进一步提升MIMO，支持  
更高的移动性等特性



面向空闲数据和少量数据，  
进一步支持终端的省电特性



进一步增强移动性，支持  
混合拓扑结构

## 全新服务

时延、可靠性、定位，面向XR等用例



增强型IAB  
全双工和空间复用



支持最高到114.25GHz的超高频段



> 4 Rx、1024-QAM、多SIM卡  
等其它用例

Rel-16

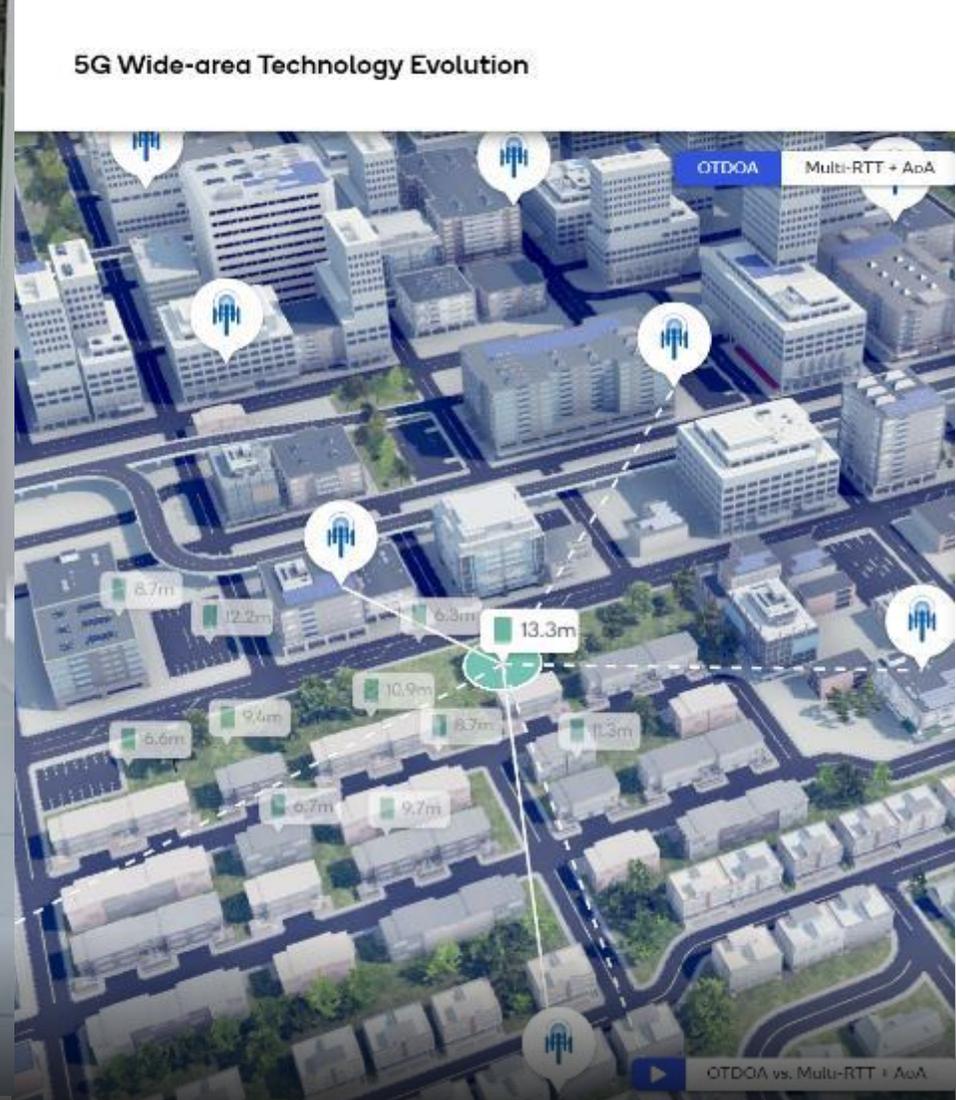
Rel-17:  
可能的技术方向



64 Transceiver Units  
(TxRUs)

## 广域5G演进

- 支持每赫兹50bits/s、无界AR的大规模MU-MIMO OTA测试
- 面向定位功能的全双工系统模拟；端到端数据管理



5G Wide-area Technology Evolution

## Qualcomm: 利用端到端系统原型加速5G创新

验证我们先进的系统设计，推动标准化进程

优化5G算法，进一步提高性能和效率

展示将5G扩展至全新用例的未来系统性能

# 分布式处理的新时代



## 至关重要的终端侧处理

在严格的功耗、散热和尺寸限制下实现优化

当下的卓越体验持续改进

## 分离式渲染

5G

低时延  
高容量  
可靠链接

## 通过边缘云处理增强

显著提升的包络功率——超越PC级别

利用边缘云渲染来增强终端侧渲染



## 移动毫米波演进

- 支持稳健移动性、更广覆盖范围、无界VR的多RRH OTA测试
- 面向集成接入及回传（IAB）、多TRP、终端节能特性的系统模拟



# Qualcomm: 利用端到端系统原型加速5G创新

验证我们先进的系统设计，推动标准化进程

优化5G算法，进一步提高性能和效率

展示将5G扩展至全新用例的未来系统性能

# 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

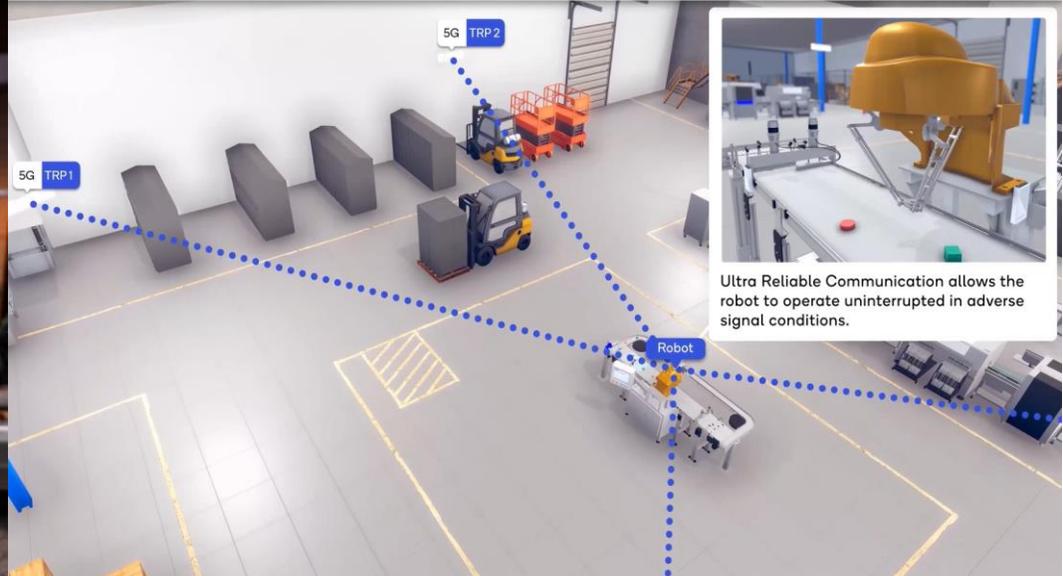


通过共址来利用现有的Wi-Fi或蜂窝网络

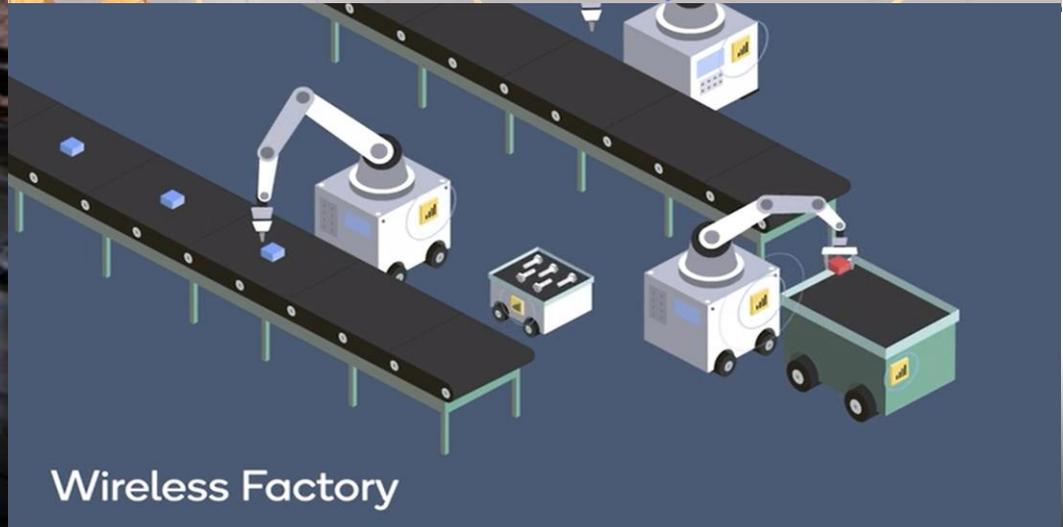


## 工业物联网扩展

- 在生产线上进行时间敏感网络（TSN）和eURLLC用例的OTA现场演示
- 利用多TRP进行亚米级定位功能的OTA现场演示



Ultra Reliable Communication allows the robot to operate uninterrupted in adverse signal conditions.



Wireless Factory

# Qualcomm: 利用端到端系统原型加速5G创新

验证我们先进的系统设计，推动标准化进程

优化5G算法，进一步提高性能和效率

展示将5G扩展至全新用例的未来系统性能

# 5G



## 5G企业专网

- 唯一网络ID
- 集成和独立架构
- 无缝回落至公共网络



## 许可、共享和免许可频谱

- 利用NR-U，5G NR将支持：
- 许可频谱
  - 共享频谱
  - 免许可频谱



## 超可靠低时延通信 (URLLC)

- 低时延
- 超高可靠性
- multi-TRP协作多点 (CoMP)
- 服务多路复用
- 增强移动性



## 时间敏感网络 (TSN)

- 5G以太网
- 确定性网络 (Deterministic Networking)
- 终端时间同步



## 定位

- 基于网络和设备
- 工业物联网要求

5G NR支持众多当前的  
工业物联网用例

3GPP Rel-16将带来  
更多功能

# 5G NR精准定位 赋能广泛的 全新垂直用例

- 支持室内&室外定位
- 与现有定位技术互补，例如GNSS<sup>1</sup>、信标、传感器、Wi-Fi/蓝牙
- 支持更高定位精度及更低时延，以满足多样化的服务需求<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 全球卫星导航系统包括北斗系统、伽利略卫星导航系统、GPS系统以及Glonass系统；  
<sup>2</sup> TS 22.261中定义的5G定位需求



室内导航



智能制造



互联医疗



供应链可视性



5G NR  
定位



公共安全



互联企业



无人机追踪



智慧零售



Use Case Animation

Network Layout

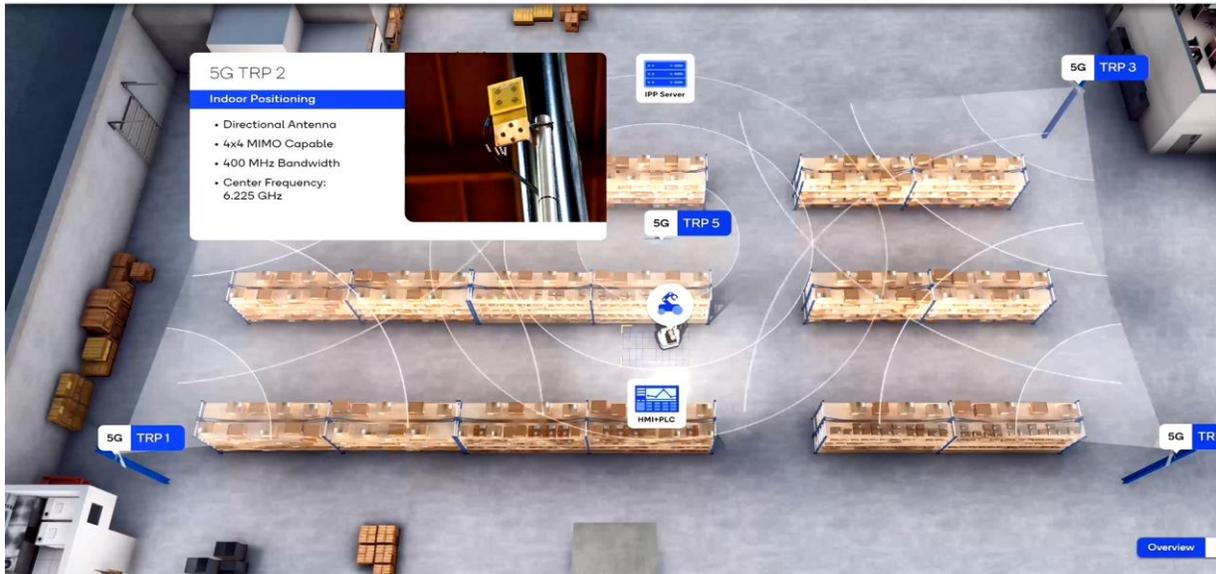
Indoor Positioning



Use Case Animation

Network Layout

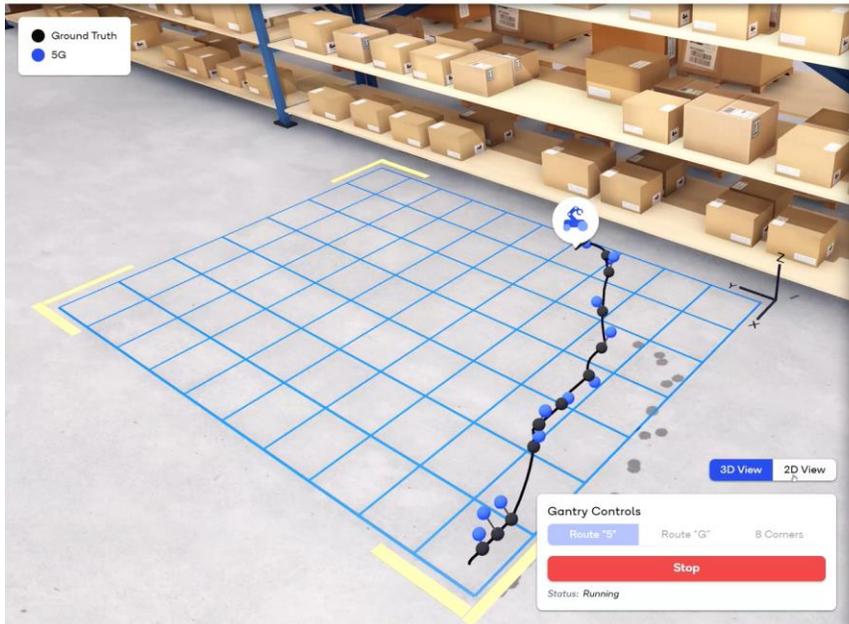
Indoor Positioning Test



Use Case Animation

Network Layout

Indoor Precise Positioning Test



Video Feed   Summary Results

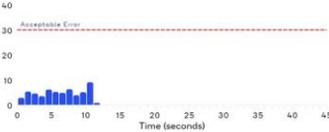
Video from San Diego, CA

Feed 1   Feed 2



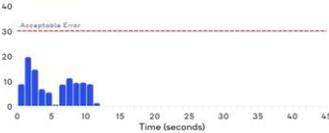
**Horizontal Plane Accuracy (x,y)**

Absolute Distance Error (cm)



**Vertical Plane Accuracy (z)**

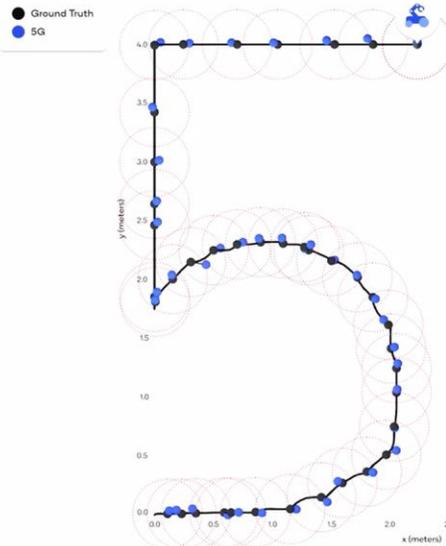
Absolute Distance Error (cm)



Use Case Animation

Network Layout

Indoor Precise Positioning Test

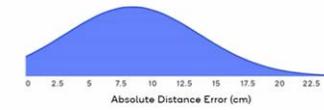


Video Feed   Summary Results

**3D Positioning Accuracy (x,y,z)**

Probability Density Function

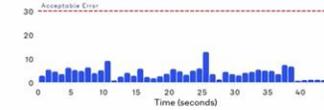
PDF   CDF   CCDF



**Horizontal Plane Accuracy (x,y)**

Absolute Distance Error (cm)

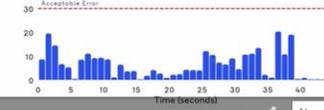
Acceptable Error



**Vertical Plane Accuracy (z)**

Absolute Distance Error (cm)

Acceptable Error

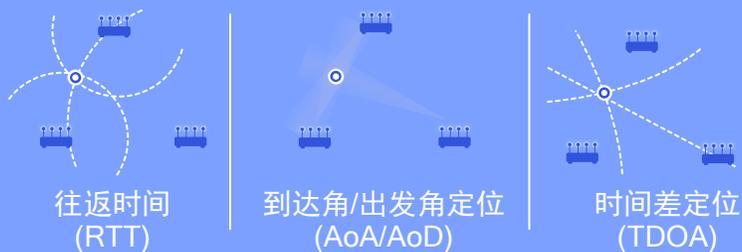


# 推动5G NR定位技术演进，充分满足5G需求

## Rel-17将在LTE和5G NR Rel-16基础上继续演进

### Release 16

初步满足精度要求：80%的时间能实现室内3米和室外10米的定位精度



### 单基站定位



### Release 17

提升功能和性能满足广泛用例需求

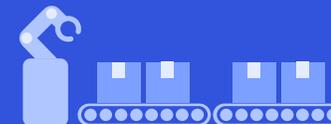
#### 亚米级精度

满足0.3米以内的绝对精度要求<sup>1</sup>



#### 更低时延

降低定位时延至10毫秒以内<sup>3</sup>



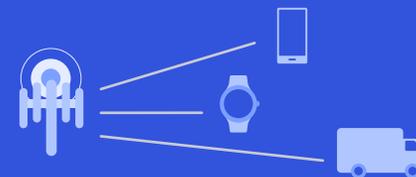
#### 新场景评估

面向工业物联网环境支持新的信道模型



#### 更高能力

同时支持数百万部终端，比如物联网、汽车等



## Emergency Vehicle

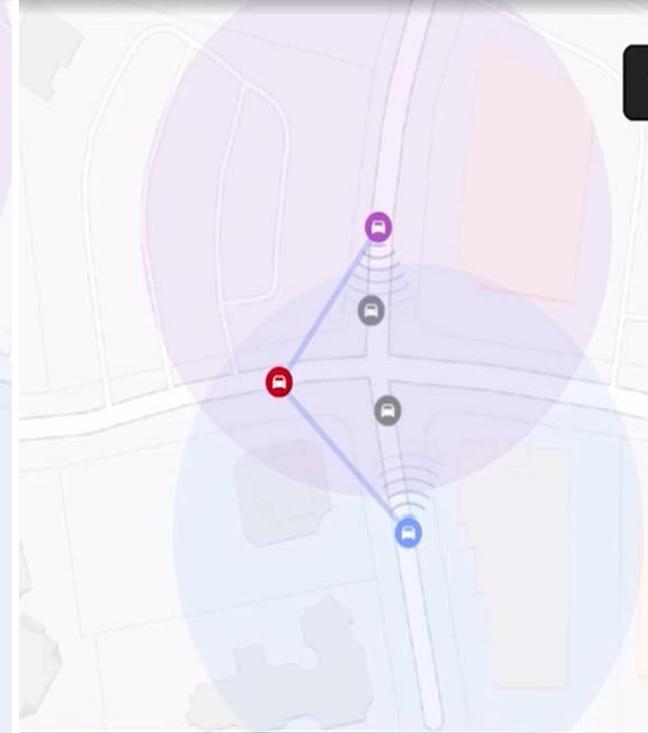


Target Range  
70 meters

Car B  
15mph

Target Range  
80 meters

Car A  
22mph



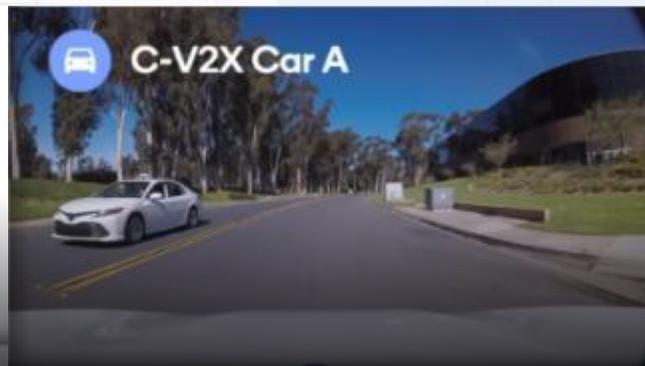
## 5G C-V2X

- 基于距离可靠性的传感器共享的交互测试和OTA测试，旨在帮助驾驶者在颇具挑战性的无线环境下缩短反应时间



**Slow Down**

Not safe to cross intersection



# Qualcomm: 利用端到端系统原型加速5G创新

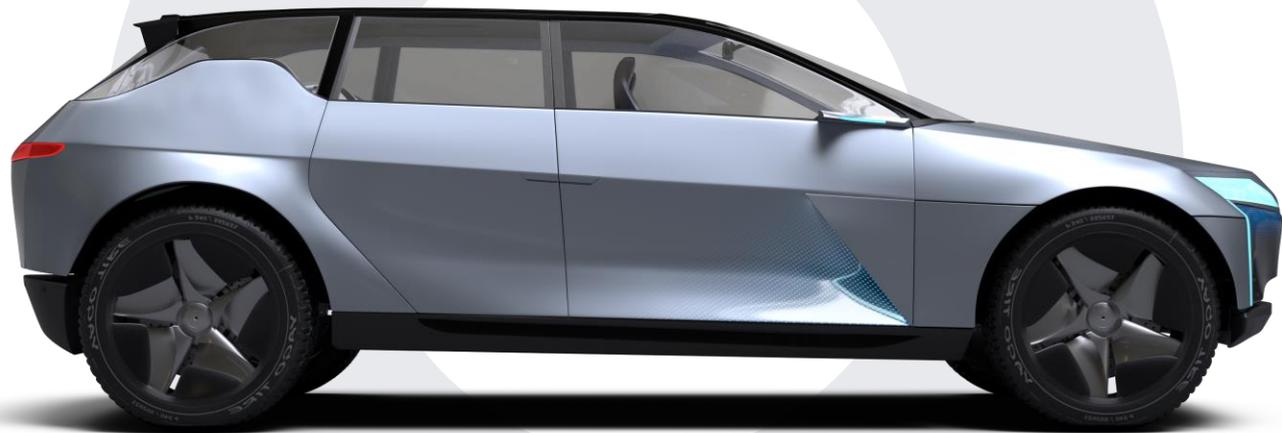
验证我们先进的系统设计，推动标准化进程

优化5G算法，进一步提高性能和效率

展示将5G扩展至全新用例的未来系统性能

# 5G NR C-V2X

带来全新效益



增强的情境感知

传感器共享

协作式驾驶/意图共享

基础设施状况实时更新



## 增强的安全性

实时情境感知和全新类型传感器数据的共享  
将安全性提升到全新水平



## 减少行车时间/提高能源效率

协作式驾驶能减少行车时间和能源消耗



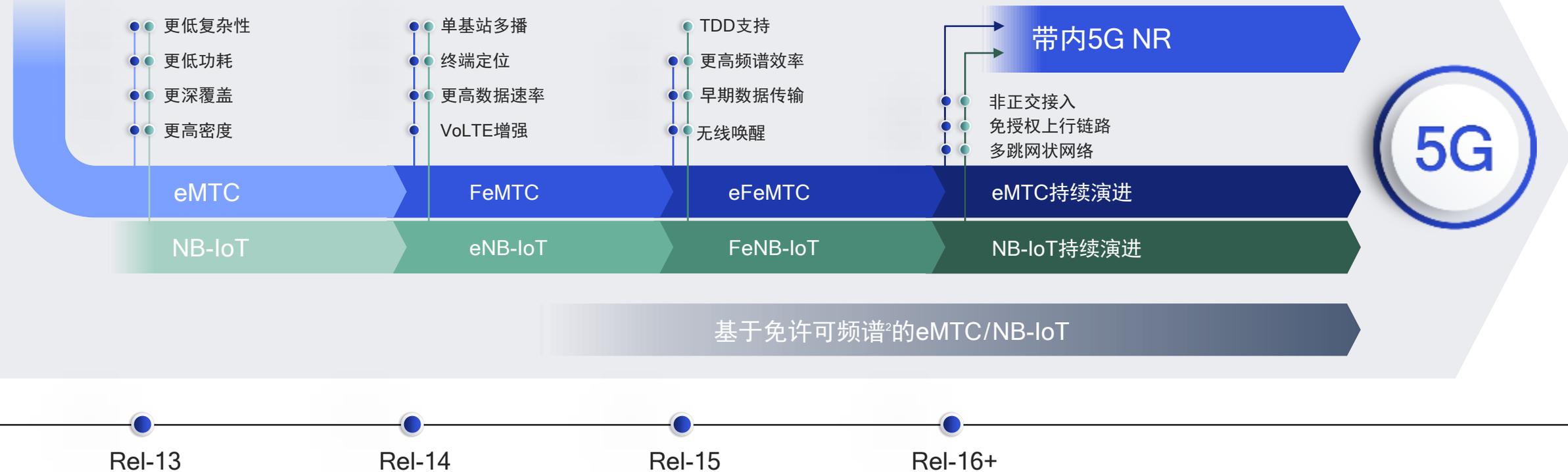
## 加速网络效应

传感器共享及路侧基础设施部署可在部署初期  
即带来众多效益

# 持续演进以满足未来海量物联网需求

## 对5G至关重要——LTE IoT有望满足IMT-2020<sup>1</sup>要求

LTE Cat-1及以上  
(Rel-8+)



1.由《ITU ITU-R M.2083-0建议书》定义，2015年9月；2.MulteFire联盟标准

# 利用NR-Light扩展5G终端生态系统

高效支持更多终端类型：可穿戴设备、物联网终端等

## 5G NR——功能更强大的统一空口 支持广泛的5G终端类型

### 5G IoT<sup>1</sup> – eMTC/NB-IoT

最低复杂度终端，例如低复杂度、低功耗、  
对时延不敏感的应用



智慧城市  
(例如电表/水表)



低端工业物联网应用  
(例如传感器)



低端可穿戴设备



低端资产跟踪设备

### 5G NR-Light

较低复杂度终端<sup>2</sup> – 例如采用性能提升的半双工控制信道  
设计以降低带宽占用<sup>3</sup>



高端可穿戴设备



智能电网



高端物流跟踪设备



健康状况监测



工业摄像头

### eMBB和URLLC

较高性能终端 – 例如高吞吐量、低时延  
终端



高端智能手机



高端工业物联网应用  
(例如机器人)



联网笔记本  
电脑



扩展现实  
(XR)

<sup>1</sup> 也包括卫星接入；<sup>2</sup> 150 Mbps下行速率以及50 Mbps上行速率，10-30毫秒的时延，10<sup>-3</sup>至10<sup>-5</sup>的可靠性，143 dB MCL的网络覆盖；<sup>3</sup> 例如：20 MHz

# 5G是面向未来十年的创新平台

面向未来的  
统一平台

实现5G愿景

全新部署，全新频谱，  
全新用例、全新垂直领域...

只有全新平台才能支持  
一些将在未来产生的需求

市场需求：5G赋能的增强/新兴/未知服务

愿景形成

6G

历史数据表明  
“十年磨1G”

下一代技术飞跃，  
带来全新性能  
的同时降低成本

5G NR

Rel-15  
最初：eMBB

Rel-16  
扩展至全新产业

Rel-17

Rel-18

Rel-19

Rel-20

Rel-21及未来版本

持续演进

研发方向：推动5G的增强，为下一代技术飞跃奠定基础

技术突破，硬件演进，全新架构，处理能力/AI/内容的分布...

An aerial photograph of a long, curved bridge spanning across a wide body of water. The bridge is illuminated with lights, and the sky is a vibrant mix of orange, pink, and purple, suggesting a sunset or sunrise. In the background, a city skyline is visible on the left, and mountains are on the right. The overall scene is serene and modern.

Qualcomm

— 随5G 至万物 —

发明时代已经到来



# Thank you

Follow us on:    

For more information, visit us at:

[www.qualcomm.com](http://www.qualcomm.com) & [www.qualcomm.com/blog](http://www.qualcomm.com/blog)

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.