

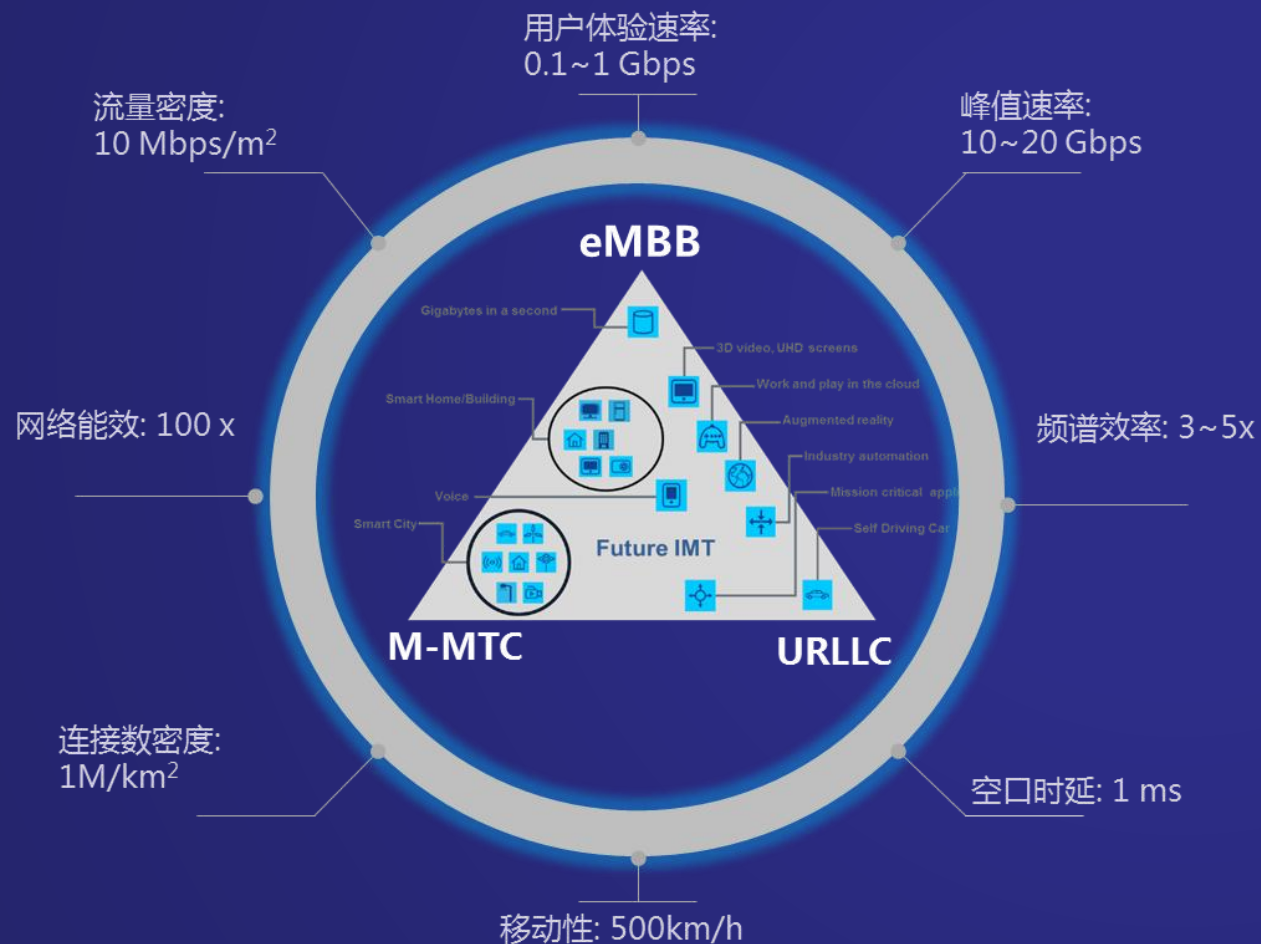
# 5G无线技术试验进展及后续计划

IMT-2020(5G)推进组  
2016.09.22

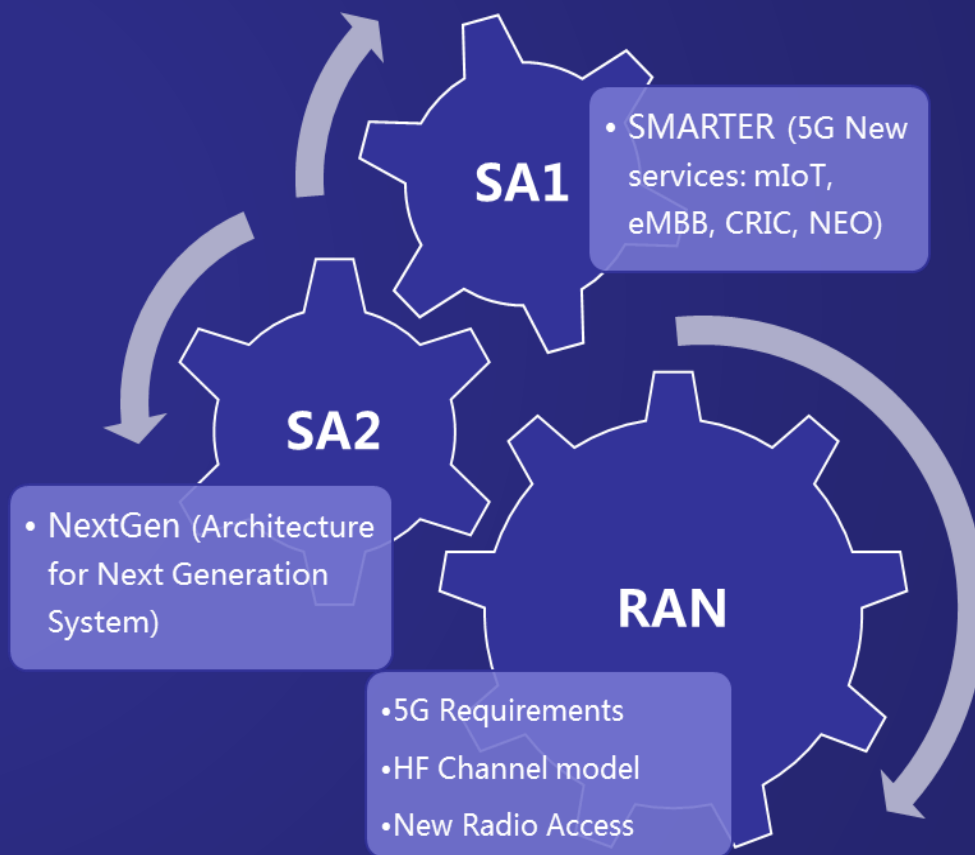


# 5G已进入标准研制的关键时期

## ITU : 发布5G愿景



## 3GPP : 全面启动5G标准研究



# 中国启动5G技术研发试验

总体目标：推动5G关键技术研发，验证5G技术方案，支撑全球统一5G标准研制



邀请国内外主要运营、设备、芯片、仪表企业和研究机构共同参与

研究



运营



设备



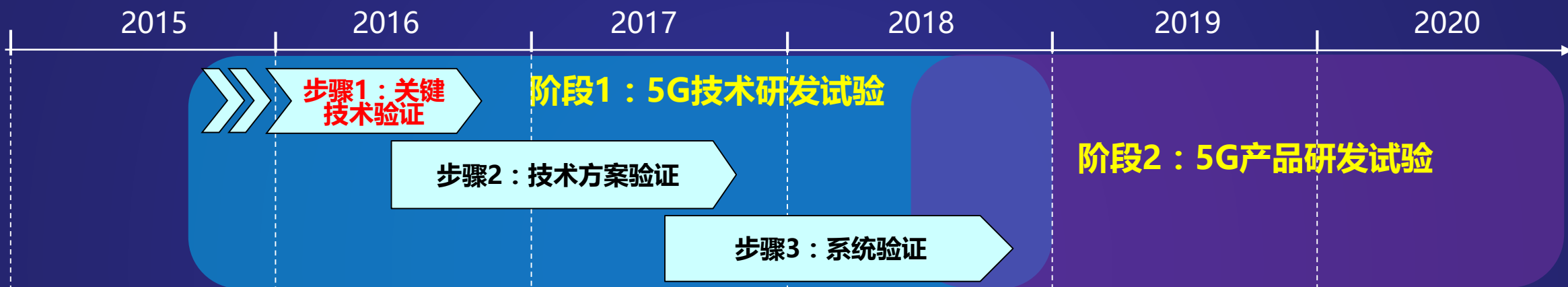
芯片



仪表



# 5G技术研发试验总体规划



## 5G技术研发试验分三步实施：

- 关键技术验证（~2016.9）：单点关键技术样机功能和性能测试
- 技术方案验证（2016.6~2017.9）：针对不同厂商的技术方案，基于统一频率，统一规范，开展单基站性能测试和无线接入网和核心网增强技术的功能、性能和流程测试
- 系统验证（2017.6~2018.10）：开展5G系统的组网技术功能和性能测试；5G典型业务演示

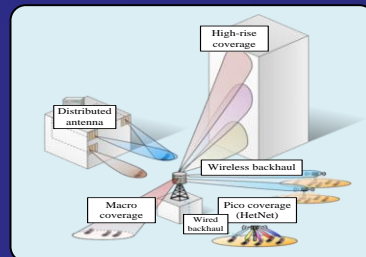


# 5G技术研发试验第一阶段目标与内容

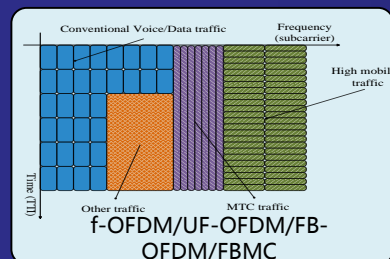
- **目标**：针对5G潜在关键技术开展技术验证，推动5G关键技术的研发，完善5G关键技术性能，促进5G关键技术标准共识形成
- **要求**：推进组制定了统一的关键技术测试规范，厂商可在自有外场或实验室开展测试



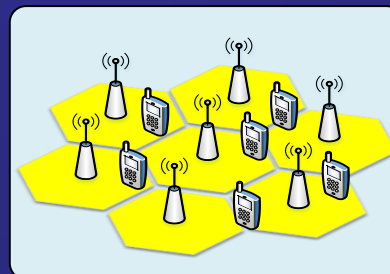
大规模天线



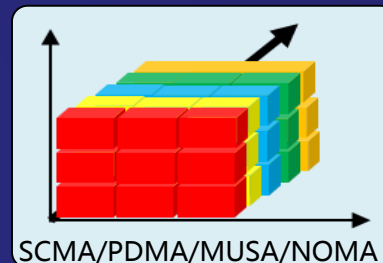
新型多载波



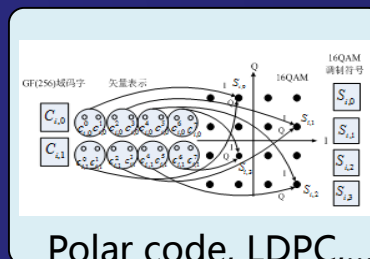
超密集组网



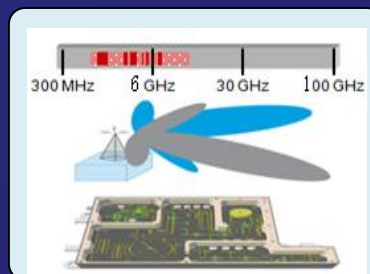
新型多址



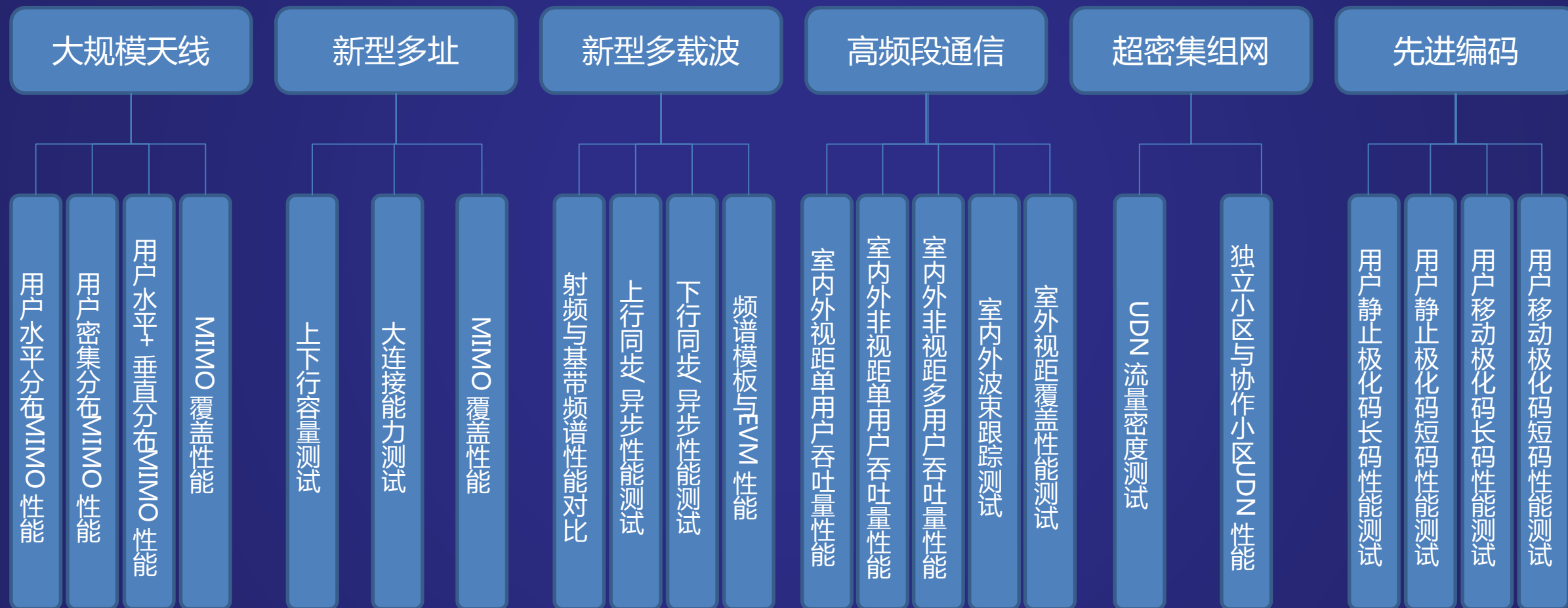
先进编码










高频段通信



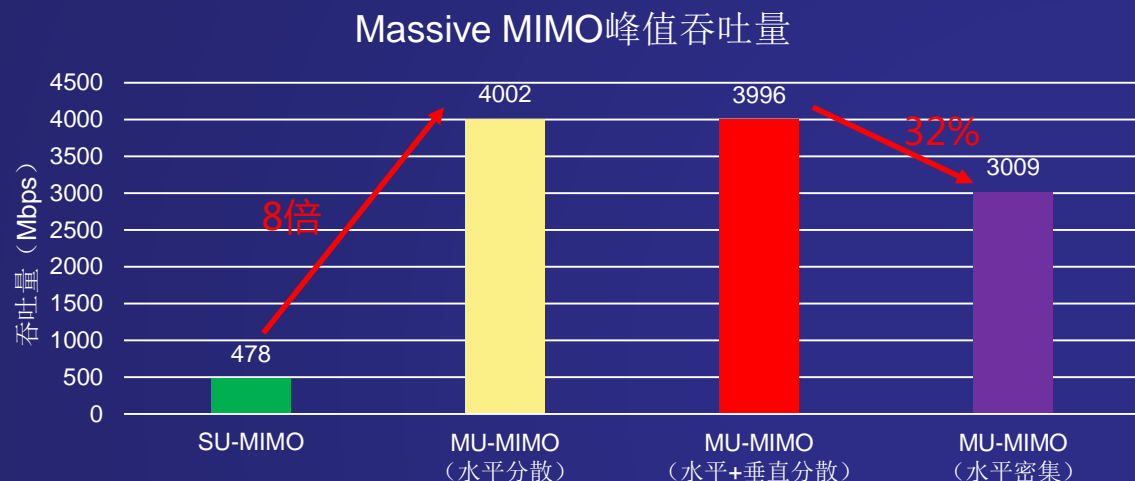
# 第一阶段（关键技术）测试规范



# 第一阶段测试完成情况

	大规模 天线	新型多址	新型 多载波	高频段 通信	极化码	超密集 组网	全双工	空间调制
	●	●	●	●	●		●	
				●				
	●	●	●	●				
			●	●				●
	●		●	●				
	●	●				●		
	●							

# 测试结果—大规模天线



基站

基站

- 256天线
- 128通道

终端

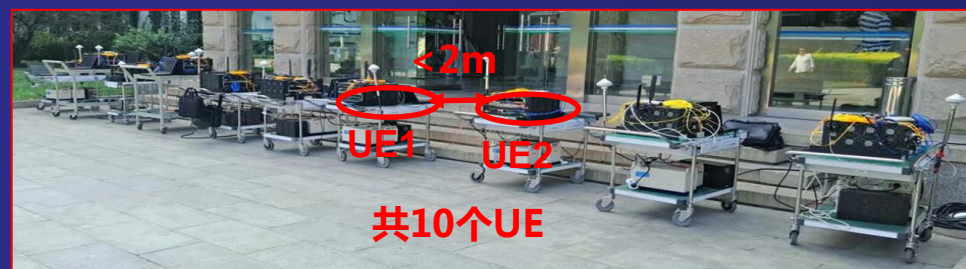
- 10UE
- 双流/UE



终端

- 华为、中兴、大唐、诺基亚和上海贝尔、英特尔完成了大规模天线性能测试
- 大规模天线技术测试重点验证了用户在密集和分散分布、水平分布和水平+垂直分布场景下的性能
- 大唐测试结果表明：在用户水平分散分布与水平+垂直分散分布两个测试场景下，峰值吞吐量~4Gbps@100MHz，相比于单用户双流的峰值速率（478Mbps），增益超过8倍
- 用户分布的相关性对MU-MIMO的性能影响比较大

密集分布

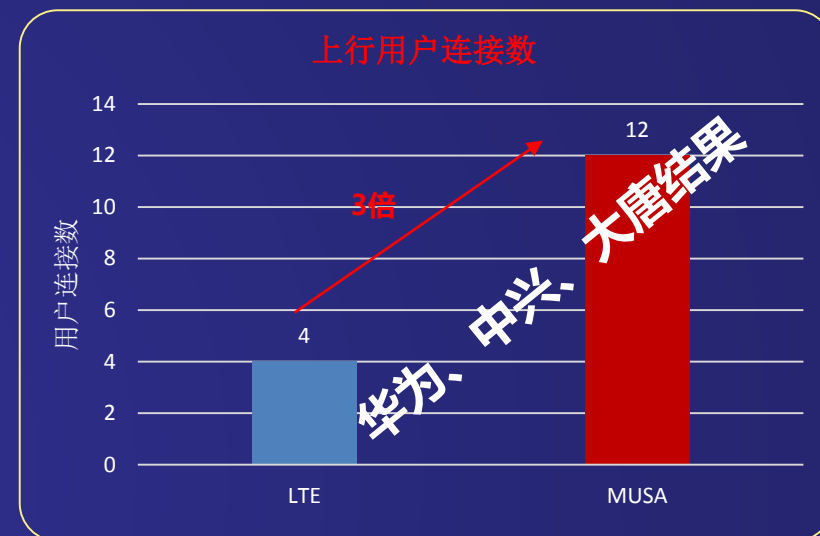
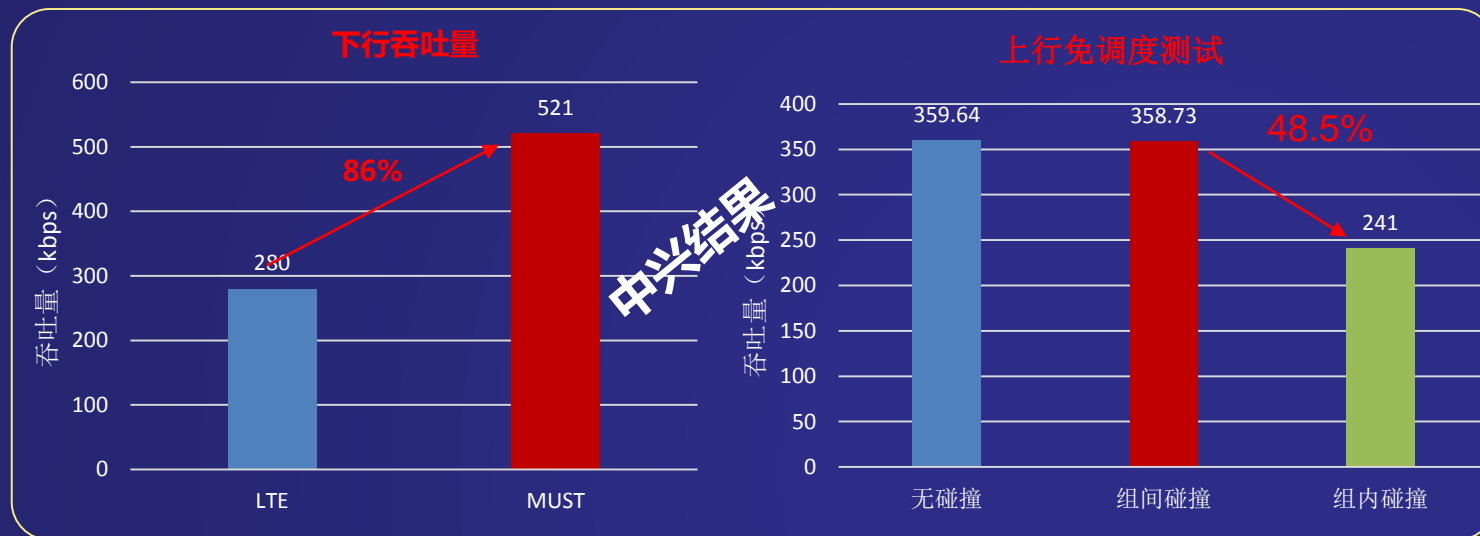


分散分布

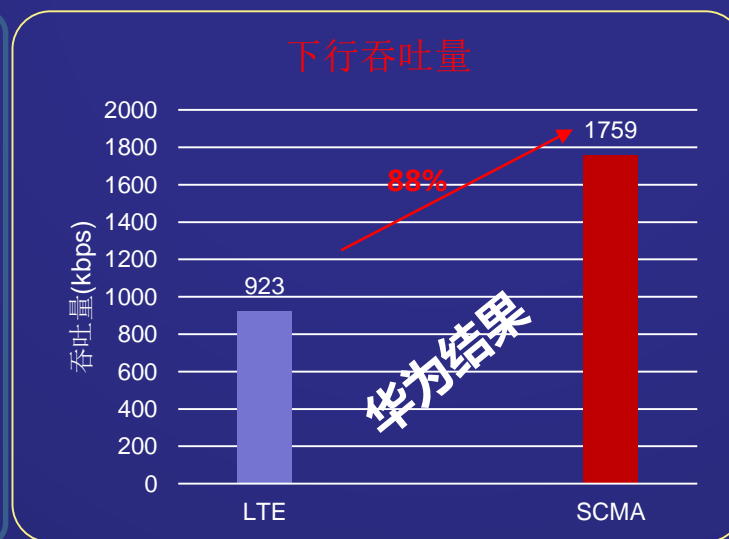




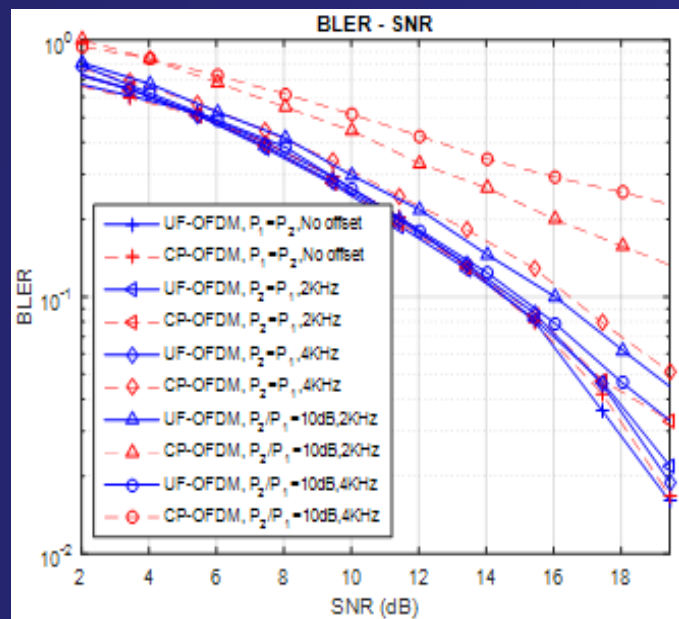
# 测试结果—新型多址



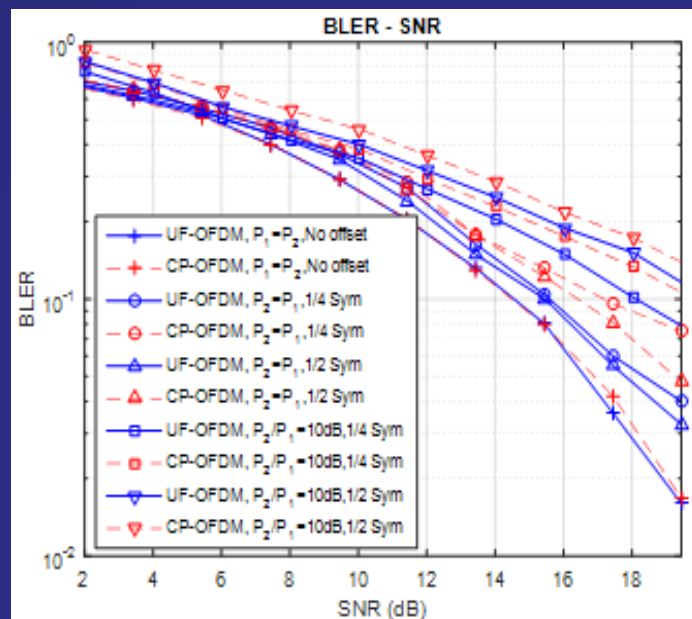
- 华为 (SCMA)、中兴 (MUSA)、大唐 (PDMA) 完成了新型多址技术的性能测试
- 新型多址技术重点针对上行用户连接能力、下行吞吐量性能以及上行免调度能力进行测试
- 相比于LTE, 华为、中兴下行吞吐量性能增益超过**86%**; 华为、中兴、大唐上行用户连接能力均可提升**3倍**; 中兴还进行了上行免调度性能测试



# 测试结果—新型多载波

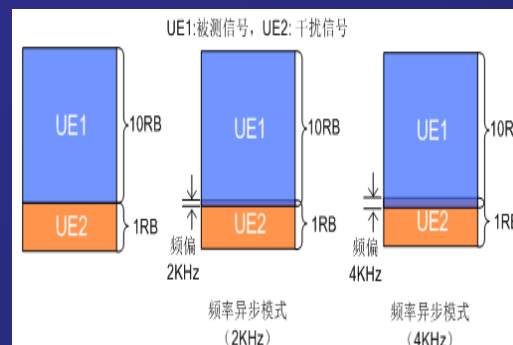


上行频偏性能

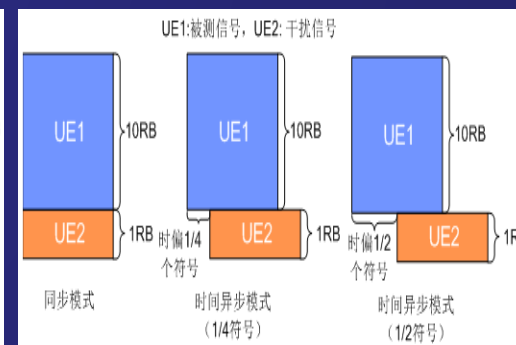


上行时偏性能

- 华为 (f-OFDM)、中兴 (FB-OFDM)、诺基亚和上海贝尔 (UF-OFDM) 完成了新型多载波技术的测试
- 新型多载波技术主要验证存在时偏和频偏的异步情况下CP-OFDM与新型多载波技术的性能对比
- 诺基亚上海贝尔测试结果表明：
  - 在干扰功率比信号功率高10dB，频偏4kHz时，UF-OFDM性能基本无损失，CP-OFDM性能**下降6dB**
  - 当同步偏差1/2符号时，UF-OFDM比CP-OFDM性能好**2dB**

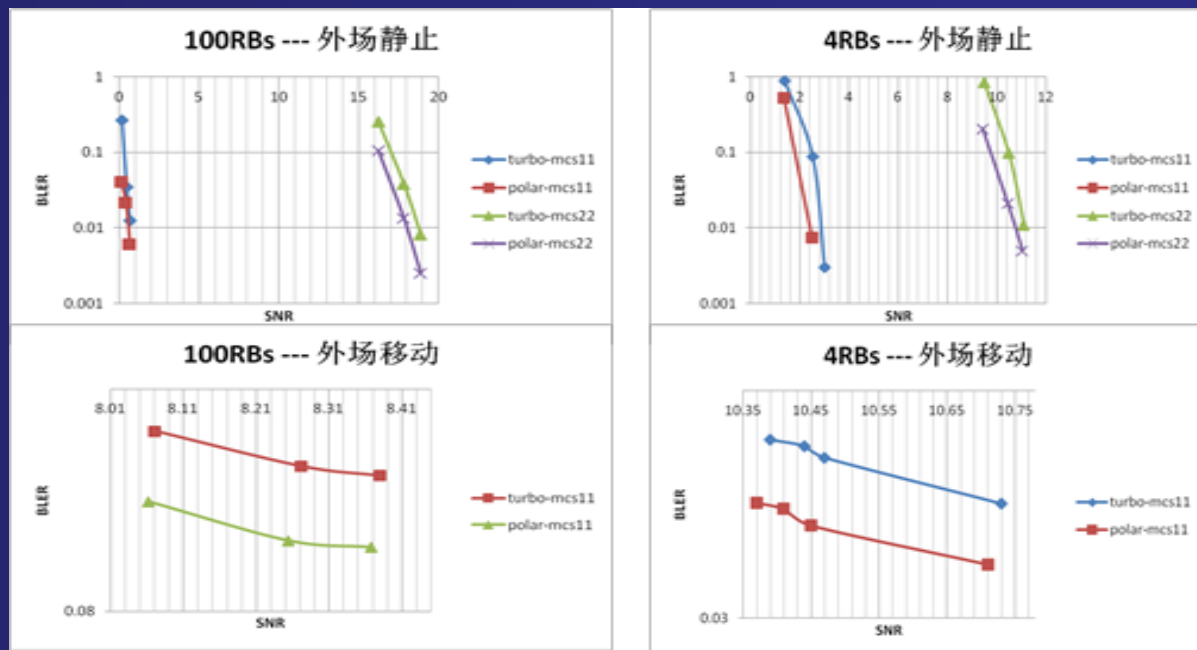


频偏示意图

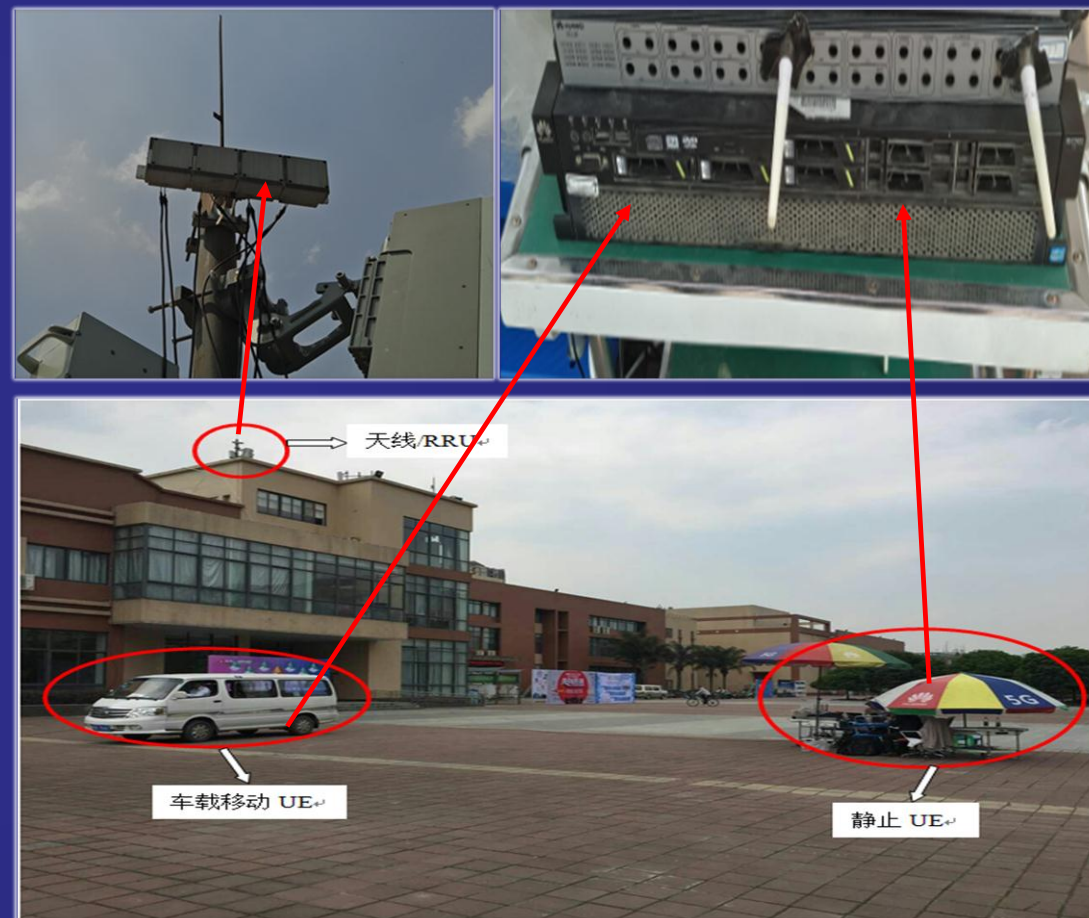


时偏示意图

# 测试结果—Polar Code



- 华为测试了Polar Code在静止和移动场景下的BLER性能，验证Polar Code在移动互联网和物联网业务情况下的性能
- 相对于Turbo码
  - 在静止场景下：短码长性能增益**0.35-0.48dB**，长码长性能增益**0.35-0.6dB**
  - 在移动场景下：短码长性能增益约**0.34dB**，长码长增益约**0.37dB**

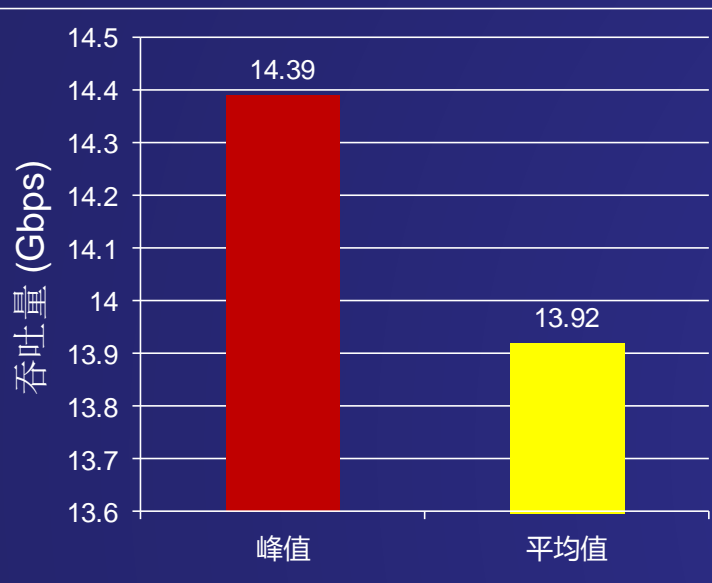


Polar Turbo

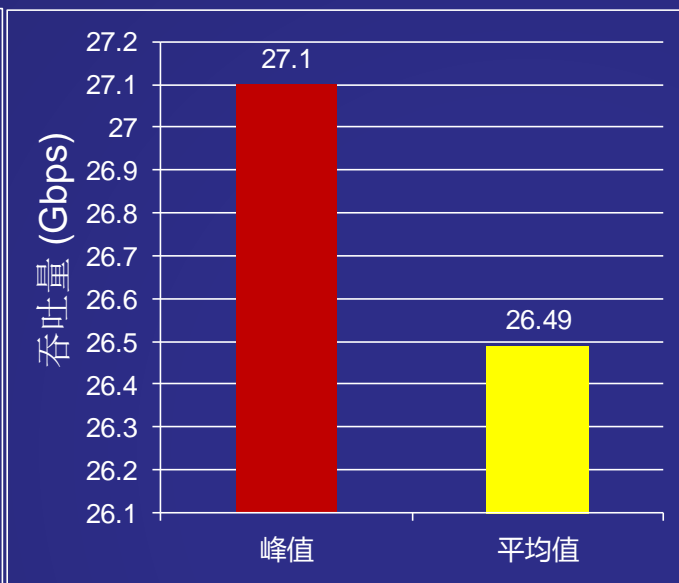




# 测试结果—Polar Code+高频通信



单用户测试结果



多用户测试结果

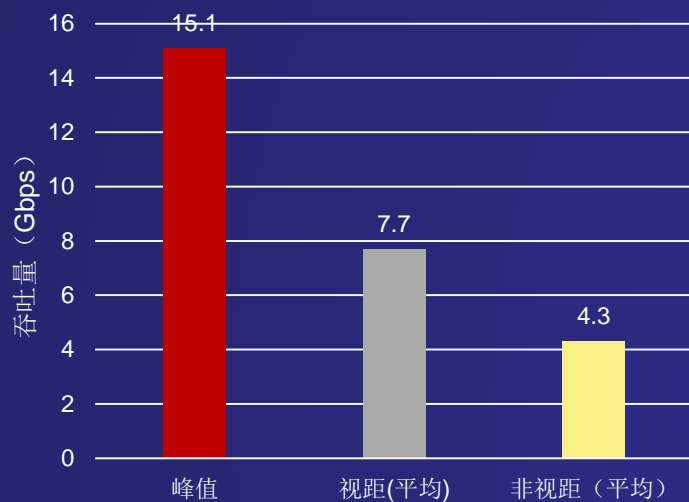


- 华为测试了Polar Code在高频场景下系统性能，验证了Polar Code和高频结合支持高速率、大容量数据传输的可行性
- 华为测试结果表明 (**73GHz, 2流/UE**)
  - 单终端峰值速率可达**14Gbps@2GHz**，两个终端同时工作，峰值速率可达**27Gbps@2GHz**
  - Polar Code可支持>20Gbps高速数据传输，性能稳定

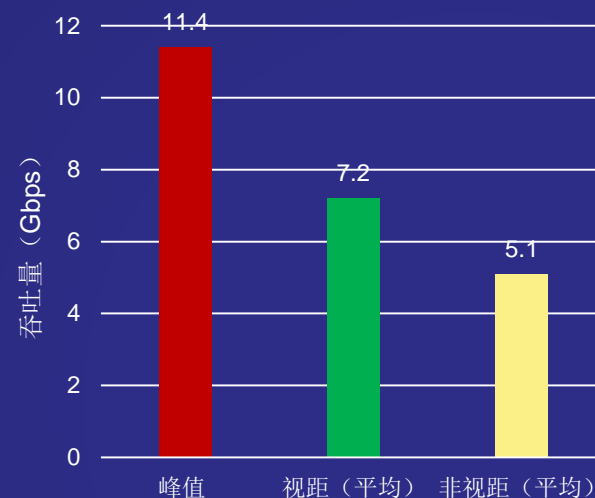




# 测试结果—高频段通信



室内测试结果

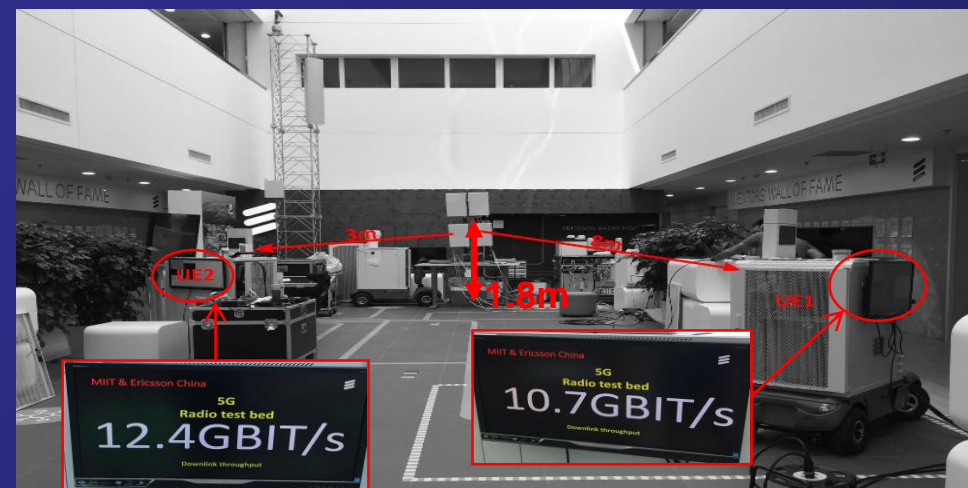


室外测试结果

- 爱立信 (15GHz)、中兴 (15GHz)、三星 (28GHz)、诺基亚和上海贝尔 (28GHz) 和华为 (73GHz) 完成了高频段测试
- 爱立信高频测试结果：
  - 室内单终端峰值速率可达**15.1Gbps**；两个终端同时工作峰值速率合计可达**23.1Gbps**；视距/非视距环境平均下行吞吐量分别为**7.7Gbps**和**4.3Gbps**
  - 室外单终端峰值速率可达**11.4Gbps**；两个终端同时工作峰值速率合计可达**21.1Gbps**；视距/非视距环境平均下行吞吐量分别为**7.2Gbps**和**5.1Gbps**
  - 可有效支持波束跟踪和切换



室外测试场景



室内测试场景

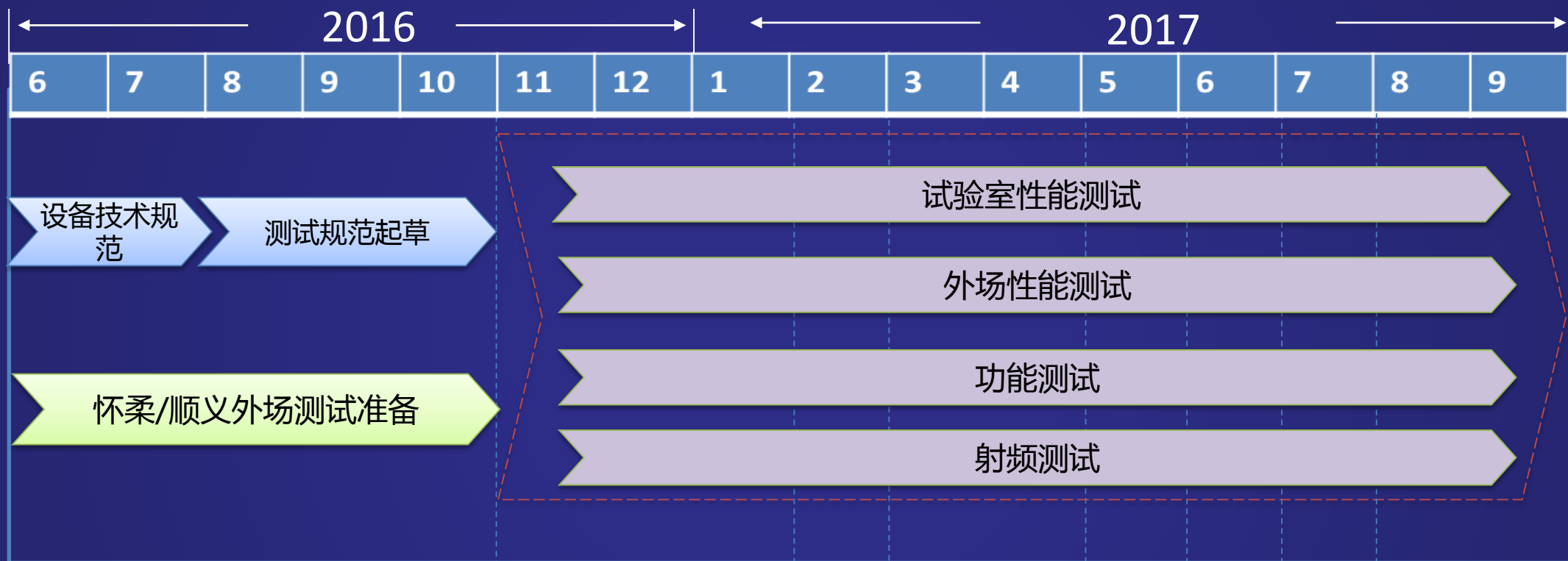
# 第一阶段试验小结

- 华为、爱立信、中兴、三星、大唐、英特尔和诺基亚和上海贝尔完成了5G技术研发试验第一阶段测试
- 通过测试，各项关键技术的性能得到初步验证，**测试结果基本符合预期**
  - **大规模天线**：测试结果表明，相对于LTE-A，大规模天线可实现**3~4**的频谱效率提升，结合多址、编码等关键技术，可满足ITU频谱效率指标（3-5倍）提升需求
  - **新型多址**：相比于LTE，采用新型多址技术可获得**86%以上**的下行频谱效率提升和**3倍**上行用户连接能力提升
  - **极化码**：相比于传统的Turbo码，在静止和移动场景下可获得**0.3~ 0.6 dB**的性能提升，同时，与高频段通信结合可实现**>20Gbps**的数据传输能力，验证Polar Code能够很好地支持ITU定义三大场景
  - **高频段通信**：验证了高频段技术方案的可行性，同时，证明了利用高频通信技术可满足**10-20 Gbps**的ITU峰值速率指标要求
  - **新型多载波**：通过大幅度降低带外泄露，可有效支持相邻子带的异步传输，可满足5G系统在**统一技术框架**基础上支持不同场景差异化技术方案的需求

# 第二阶段测试的目标与要求

- **目标：**针对5G技术方案试验样机开展单站性能测试，验证不同厂商技术方案性能，支撑5G国际标准制定，引导芯片与仪表厂商积极参与，为培育5G产业链奠定基础
- **要求：**
  - **统一测试平台：**怀柔、顺义外场和MtNet试验室
  - **统一测试要求：**
    - 基于统一的设备规范研发设备样机
    - 基于统一的测试规范进行测试
    - 统一开放接口，引入第三方测试仪表，组织系统厂商与芯片仪表厂商开展多方对接测试
  - **统一试验频率：**
    - 低频：3.4-3.6GHz频段
    - 高频：鼓励系统厂商开展高频样机研发与测试，在高频试验频率未定的情况下，可先开展实验室测试

# 第二阶段测试计划



- **测试规范**：目前已完成5G技术研发试验第二阶段设备规范的起草工作，10月份将完成测试规范的制定
- **测试内容**：第二阶段测试重点针对连续广域覆盖、热点高容量（低频/高频）、低时延高可靠、低功耗大连接以及混合场景下的技术方案开展实验室和外场性能测试、功能测试和射频测试
- **第二阶段测试计划今年年底启动**



# 第二阶段测试规范框架

## 测试规范

- 10月份完成第二阶段测试规范起草
- 测试规范按5G典型场景划分，内容包括：
  - 实验室/外场性能测试：引入第三方仪表
  - 功能测试：实现系统厂商与芯片/仪表厂商的多方对接测试
  - 射频测试：基于第三方仪表测试被测样机主要的射频性能

连续广域覆盖

热点高容量-低频/高频

低时延高可靠

低功耗大连接

其它混合场景

## 规范内容

实验室性能测试

外场性能测试

实验室功能测试

射频性能测试

# 总结

- 5G技术研发试验第一阶段工作已顺利完成，大规模天线、新型多址、先进编码、高频通信等创新技术的性能得到验证，能够为5G国际标准研制提供支撑
- 第二阶段试验将基于统一平台、统一试验频段、统一设备和测试规范开展，并引入第三方芯片/仪表厂商，推动系统厂商与芯片/仪表厂商多方对接测试
- 基于5G技术研发试验平台，进一步加强开放与合作，支持全球统一5G标准及产业发展



# 谢谢！

2016.9.22