

A vertical orange bar is positioned on the left side of the page, extending from the top of the main text area down to the bottom of the page.

迎接5G时代的 海量连接

运筹当下，决胜未来

5G开启万物互连的世界

第五代移动网络 (5G) 正在开辟一个万物互连的新世界。

5G网络中，数据传输速率将大幅提升，而可连接设备数量也将呈爆炸式增长，我们很快就能够徜徉在万物互连的世界中（图1），而不再仅限于用户到用户和用户到设备之间的通信。据预测，到2025年，接入5G网络并实现互连的设备将达250亿台。¹

图1：从1G到5G的演变

1980年代 1G 模拟时代			2.4 kbps	
1991年 2G 数字时代		短信/彩信		64 kbps
1998年 3G 移动互联网时代		短信/彩信 互联网接入 视频通话 移动电视		2,000 kbps
2008年 4G 移动互联网时代		短信/彩信 互联网接入 视频通话 移动电视 游戏服务 云计算		100,000 kbps
2020年 5G 万物互联		短信/彩信 互联网接入 视频通话 高清移动电视 虚拟现实增强现实 云计算 机器人 汽车		超过1 Gbps

5G是对现有4G网络的覆盖，因为它不仅改变了蜂窝网络，也是对Wi-Fi和遥测等通信网络的整合（表1）。

¹ GSMA : The Mobile Economy 2017

5G开启万物互连的世界

表1：5G相较于4G的全方位性能提升

网络	数据传输速率	时延	移动性	频谱效率	连接密度
5G	>100Mb/s (平均值) >10,000Mb/s (峰值)	约1ms	>500km/h	预计超过4G的两倍	每平方千米超过100,000名活跃用户
4G	>25Mb/s (平均值) >150Mb/s (峰值)	通常为50ms左右；对于双向无线接入网为10ms	功能上可高达350km/h	下行：0.1-6.1 b/s/Hz 上行：0.1-4.3 b/s/Hz	每平方千米约2000名活跃用户

下一代移动通信网络联盟（NGMN）指出：“5G作为一个端到端的生态系统，使万物互连的移动社会成为可能。它通过现有的和新兴的用例，稳定可靠的体验，为客户及合作伙伴创造价值，打造可持续的商业模式。”²

在不久的将来，5G应用无处不在，而我们将亲自体验个中乐趣。例如，你可以使用虚拟现实（VR）耳机虚拟试衣和在家购物；无人驾驶汽车可以自动导航并载你到最喜欢的餐厅享用晚餐；调温器会根据你的到达时间和天气状况，同步预热、预冷至设定温度。

5G赋能

- ☑ 流畅且逼真的视频流
- ☑ 高清视频下载只需几秒钟
- ☑ 车联网与无人驾驶汽车
- ☑ 5G助力IoT生态系统连接智能家居等设备
- ☑ 网络驱动技术进一步扩展：智能交通灯、无线传感器、移动可穿戴设备和车对车通信

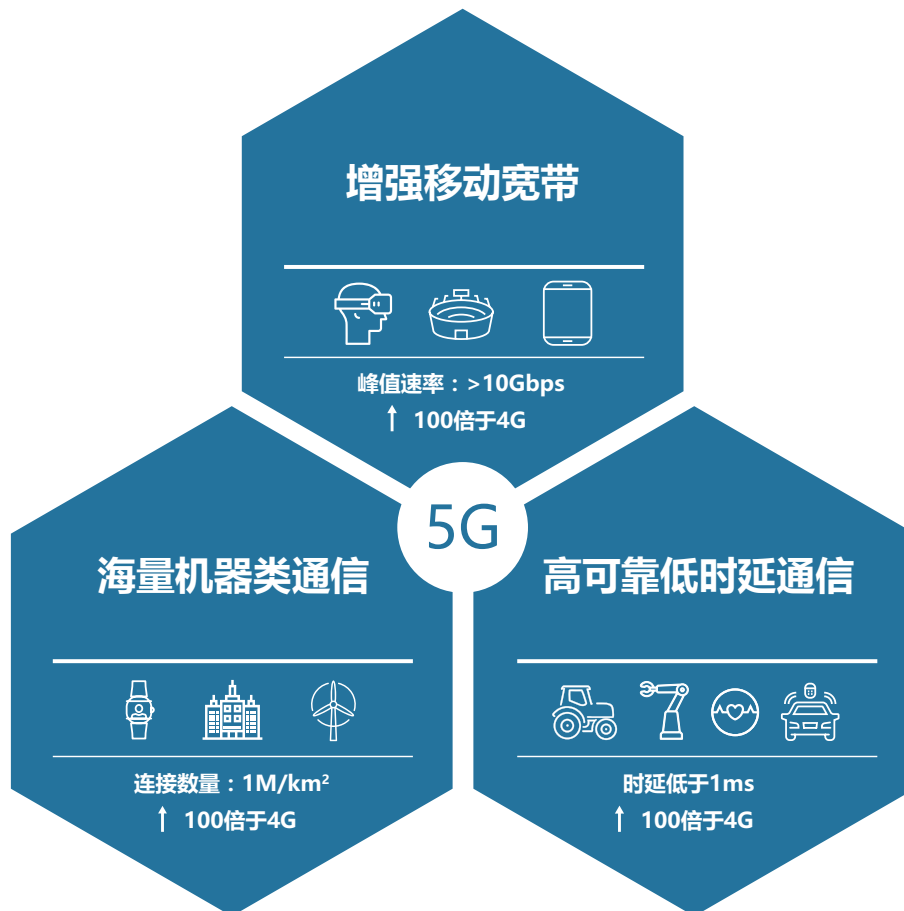
5G技术将与移动通信技术、大数据、物联网和云计算等深度融合，并充分释放潜力，助推医疗健康、智能汽车、智能家居、工业自动化等领域的数字化转型。

² GSMA Intelligence-Understanding 5G : Perspectives on future technological advancements in mobile, December 2014.

5G开启万物互连的世界

5G将主要应用于增强移动宽带、高可靠低时延通信、海量机器类通信三大类场景，先进可靠的连接是实现5G用例的最关键驱动因素之一（图2）。

图2：5G三大类应用场景



移动用户

到2025年，独立移动用户的数量预计将达到59亿，相当于全球人口的71%。（GSMA The Mobile Economy 2018）

移动数据流量

2016年至2021年，全球移动数据流量预计将增长七倍，并以46%的平均年复合增长率快速增长，到2021年，将达到每月48.3 EB（艾字节）。（Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2016–2021）

5G开启万物互连的世界

增强移动宽带 (eMBB)

基于用户对日益数字化生活方式的需求，专注提供对带宽要求极高的服务。该场景典型应用主要包括虚拟现实 (VR) 和增强现实 (AR)、8K视频和3D视频。在亚太国家的引领下，特别是奥运会主办国韩国和日本，eMBB用例有望实现快速增长。2018年2月举办的平昌冬季奥运会实现了5G网络的首次测试和运用。该试点项目包含30项赛事的实时或按需VR覆盖和无处不在覆盖各场馆的5G网络支持，并实现了低时延地实时控制。

高可靠低时延通信 (uRLLC)

旨在满足特定数字行业的严苛要求，并致力于提供对时延极其敏感的服务。uRLLC典型用例包括无人驾驶汽车、公交运输系统、无人机、远程医疗、智能电网监控。另外，时延对于云VR用例也至关重要，亚毫秒级的时延有助于确保出色的用户体验。

海量机器类通信 (mMTC)

旨在满足对进一步发展的数字社会的需求，随着移动网络业务范畴的扩展，电信网络生态环境的丰富，mMTC侧重于提供对连接密度要求较高的服务，典型应用包括智慧城市、工业自动化和智慧农业。

4K电视机 - 到2021年，预计一半以上 (56%) 联网平板电视为4K电视，高于2016年的15%。已安装和在用的4K电视数量将从2016年的8500万台增加到2021年的6.63亿台³

虚拟现实和增强现实 - 2016年至2021年间，VR/AR 流量预计将增长20倍，平均年复合增长率为82%。⁴

车联网 - 到2020年，预计道路上将有2.5亿辆实现新的车载服务和自动驾驶功能的联网车辆。⁵

物联网连接 - 物联网 (IoT) 连接 (蜂窝网和非蜂窝网) 的数量预计将在2017年至2025年间增加三倍以上，达到250亿。⁶

移动通信技术和服务 - 2017年，移动技术和服务在全球产生了4.5%的GDP (国内生产总值)，贡献了3.6万亿美元的经济增长值。到2022年，该贡献值预计将达到4.6万亿美元，占GDP的5%。⁷

³Cisco Visual Networking Index Predicts Global Annual IP Traffic to Exceed Three Zettabytes by 2021

⁴Cisco Visual Networking Index Predicts Global Annual IP Traffic to Exceed Three Zettabytes by 2021

⁵<https://www.gartner.com/newsroom/id/2970017>

⁶GSMA The Mobile Economy 2018

⁷GSMA The Mobile Economy 2018

5G：以架构驱动，以连接赋能

迈向更大容量的时代

5G将极大地、数量级地提升网络性能，实现更大容量、更低时延、更高移动性、更准确的终端位置、更高的可靠性和可用性。⁸

为了达到5G所预期的大容量，可以采用三种与频谱部署战略紧密相关的无线电方法：
1) 多部署小基站提高网络密度；2) 提高频谱效率；3) 增加更多频谱

频谱是5G时代关键而稀缺的资源，sub-1 GHz、1-6 GHz和6 GHz以上，前两个通常称为sub-6 GHz，这三个关键频率范围各具特点，将提供广泛的覆盖范围，以支持所有5G用例。

频谱部署非常关键，特别是蜂窝网络流量持续增长，增强移动宽带（eMBB）将成为消费者的核心价值主张。美国和中国以不同的方式分别引领第一轮5G部署：中国首要的部署重点是针对IoT用例的C频段（3-5 GHz）；而美国则重点部署高频段的毫米波（mmWave，24 GHz以上）固定无线接入和低频段（600 MHz）。

长远来看，有限的频谱利用率、系统提升容量和低于10毫秒的时延，都将限制C频段实现增强移动宽带（eMBB）。为了实现连续高带宽的要求，也需考虑毫米波（mmWave）频段部署。

随着4K/8K超高清视频应用的快速增长、AR/VR应用的不断增加，5G需要就4G网络容量进行补充提升。

基于当前技术和商业考量，混合网络部署将具有更高可行性，即在主要城市部署毫米波（mmWave），在郊区和小城市则部署sub-6 GHz，5G网络将与4G网络共存。

⁸ The 5G Infrastructure Public Private Partnership (5G PPP): 5G Vision

5G：以架构驱动，以连接赋能

这些关键频段能够实现网络容量的大幅增加，从而支持高带宽应用。同时，利用波束成形等技术，可以使无线信号实现高度定向而避免过多干扰，从而提高频谱利用率。然而，随着载波频率的提高，路径损耗和衍射损耗都会有所增加，大气效应也需要考虑。

目前，全世界已经针对不同频段，特别是3.5 GHz和26/28 GHz进行了大量的5G测试。30多个地区都计划在未来两年内分配部署这两个频段的频谱。（图3）

针对不同频段及类型的定制解决方案

图3：全球5G频段分配现状或分配目标

	<1GHz	3GHz	4GHz	5GHz	24-28GHz	37-40GHz	64-71GHz
美国		600MHz (2x35MHz) 2.5GHz (LTE B41)	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
加拿大		600MHz (2x35MHz)	3.55-3.7GHz		27.5-28.35GHz	37-37.6GHz 37.6-40GHz	64-71GHz
欧盟		700MHz (2x30MHz)	3.4-3.8GHz	5.9-6.4GHz	24.5-27.5GHz		
英国		700MHz (2x30MHz)	3.4-3.8GHz		26GHz		
德国		700MHz (2x30MHz)	3.4-3.8GHz		26GHz		
法国		700MHz (2x30MHz)	3.46-3.8GHz		26GHz		
意大利		700MHz (2x30MHz)	3.6-3.8GHz		26.5-27.5GHz		
中国			3.3-3.6GHz	4.8-5GHz	24.5-27.5GHz	37.5-42.5GHz	
韩国			3.4-3.7GHz		26.5-29.5GHz		
日本			3.6-4.2GHz	4.4-4.9GHz	26.5-28.5GHz		
澳大利亚			3.4-3.7GHz		24.25-27.5GHz	39GHz	

新5G频段

许可的
未经许可的/共享的

现有频段

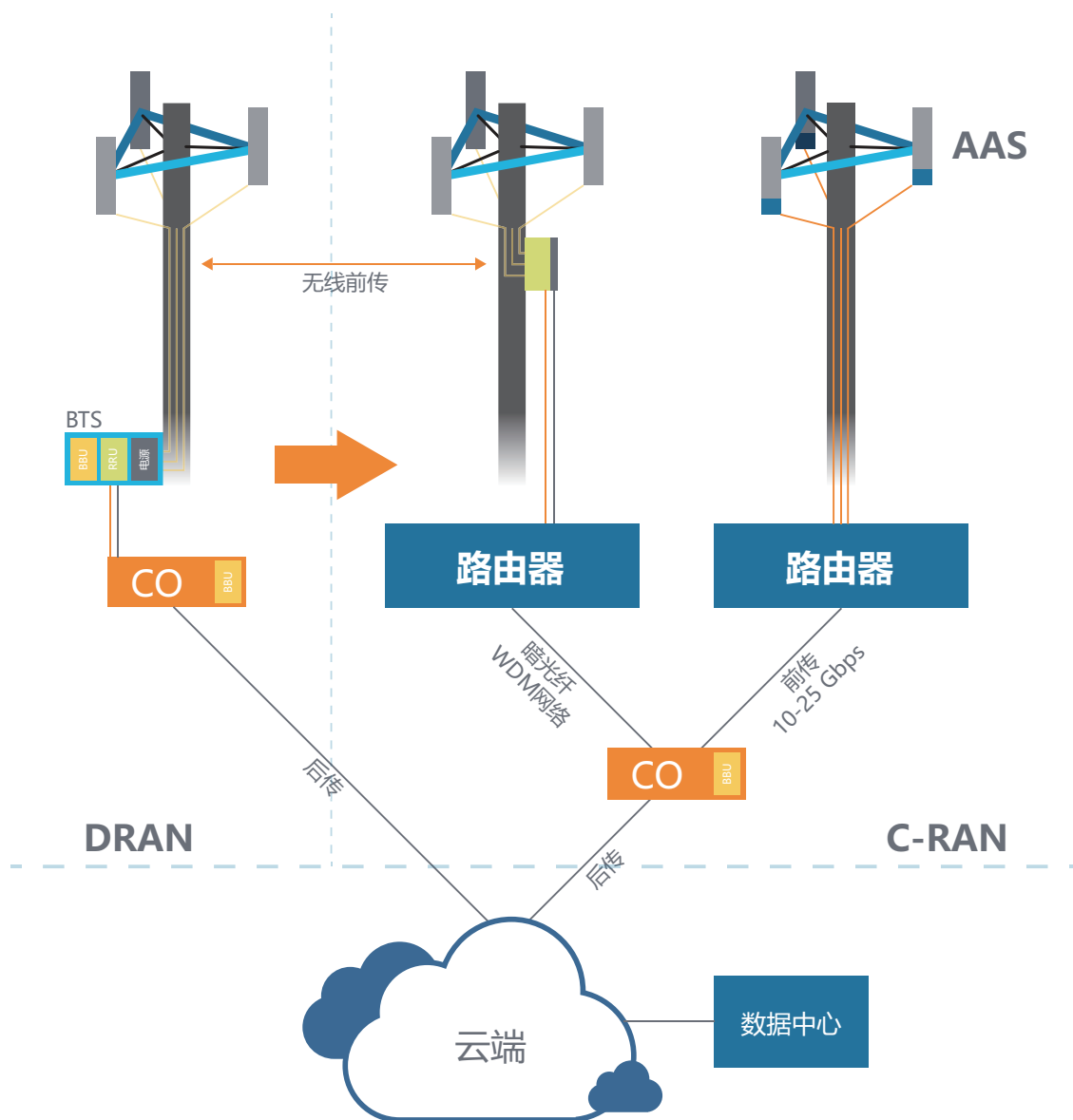
⁹ Qualcomm Technologies, Inc.

5G：以架构驱动，以连接赋能

演进中的架构

5G需要大量频谱来大幅增加网络容量，支持更高速率和更低时延。架构升级和连接技术的进一步发展将有助于发挥5G的全部潜力（图4），以下是影响5G连接的三个关键性架构演变：

图4：演进中的架构



5G：以架构驱动，以连接赋能

1. 大规模多输入多输出（MIMO）有源天线系统（AAS）

5G移动网络通过增加无线电和整个系统布局新功能来满足更高密度的网络需求。在传统3G和4G网络中，射频拉远单元（RRU）与外部天线相连接，而在5G网络中，该单元将被拓展为有源天线系统（AAS）或具有大量天线元件的有源相控阵天线（大规模APAA's）（图5），即将电子元件嵌入天线系统，并在较宽的频谱范围（600 MHz至28 GHz及以上）工作。密集区域内的互补系统拥有大量天线，能够支持多用户MIMO（MU-MIMO），从而为该主系统提供支持（图6）。用于互补系统的天线配备了控制电子元件，需要新的连接解决方案。特别是6GHz及更高频率的网络主要依赖高度集成的系统，其中的射频集成电路（RFIC）通常在其芯片组上表面集成天线。

图5：4G网络与未来5G网络的比较¹⁰

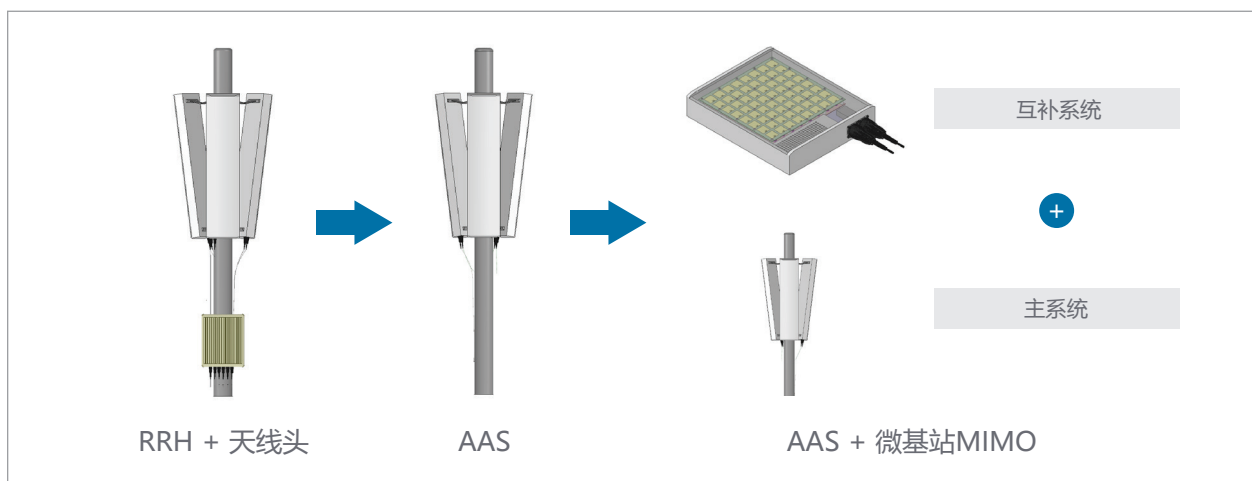


¹⁰Mitsubishi Electric Corporation, "Mitsubishi Electric's New Multibeam Multiplexing 5G Technology Achieves 20Gbps Throughput", No. 2984, Tokyo, January 21, 2016

5G：以架构驱动，以连接赋能

5G将提升大规模有源天线系统的复杂性，需要天线更小、天线与滤波器和功率放大器的集成度更高。作为定制嵌入式天线解决方案的提供商，TE提供各种定制天线解决方案，可以满足您应用的机械限制，设计和制造符合最严苛工作要求的天线。此外，TE的高速输入/输出（I/O）、内部连接器和布线解决方案、经济高效的RF同轴电缆解决方案和天线模块都非常适合下一代天线系统。

图6：射频拉远头（RRH）和天线的架构演变为有源天线系统（AAS）为主系统配备小型蜂窝MIMO的互补系统



2. 5G传输网络架构前传中采用新的传输技术

5G将用于支持非常大的网络容量。因此，可能需要升级前传到基带单元（BBU）、后传和传输网络，以支持不断增加的流量需求。通过TE的高速I/O产品组合包括SFP28、microQSFP、QSFP28和FullAXS连接器等作为可行的高速高密度解决方案，整个网络能够支持更大量的高速光纤连接。小基站在5G时代的作用非常关键，利用sub-6 GHz（6GHz以下频谱技术）和mmWave（毫米波）技术，它们能够增加网络密度并带来短程解决方案。TE能够为6 GHz以下的频谱部署提供广泛的防电磁干扰（EMI）天线和产品组合。

我们的高速产品组合还能够支持（在更接近小基站位置）更深的光纤穿透来后传来自小基站的流量。

5G：以架构驱动，以连接赋能

3. 采用C-RAN

5G网络中，云化概念将会在无线接入网络和核心网络领域得到更广泛的应用。C-RAN（Cloud RAN 云无线接入网络）架构主要将BBU处理资源集中化，并采用虚拟化等云技术。集中化阶段是将BBU集中到一个或多个信号塔提供服务的公共位置，从而大大降低了土地、电力、冷却和运营的费用。云阶段将以BBU硬件设施虚拟化，使其能够在现有的商用服务器上运行。BBU池化以及SDN（软件定义网络）、NFV（网络功能虚拟化）、网络切片和虚拟化等众多云技术的使用，将需要高速、大数据量、高密度、可靠兼顾的连接解决方案。

TE的连接解决方案超越了当今架构中速度和带宽的极限，解决了新兴5G移动网络中数据传输速率、信号和功率等极具挑战的难题，将在基站和光传输中发挥重要作用。我们不但具备天线专业知识，我们的高速板对板和线缆解决方案还为背板和中面提供更高的带宽。利用我们在数据中心和云技术领域的专业知识，为您提供高速I/O解决方案、高速线缆解决方案、高速板对板解决方案和电源解决方案。

整个移动行业方兴未艾而又几多变数，到2025年众多行业里程碑式的事件将不断涌现：随着5G技术的迅猛发展，美国预计于2018年推出5G商用网络；亚洲、北美和欧洲的主要市场也将于未来三年部署商用网络（表2）；2017年12月完成的5G标准支持5G新空口非独立部署规范（NSA 5G NR）；5G商用在2018年平昌冬奥会完成首秀，都明确了5G驱动未来的渴望。

5G蓄势待发，是2018年世界移动通信大会（MWC）上令人瞩目的焦点。领先的设备制造商纷纷推出了众多创新产品：华为发布了其首款3GPP标准的5G商用芯片——巴龙5G01和基于该芯片的首款3GPP标准5G商用终端——华为5G CPE（Consumer Premise Equipment，5G用户终端）。爱立信展示了5G的超低延迟（仅6毫秒）；英特尔展示了首款搭载5G基带的二合一设计概念PC产品；三星宣布其完整的商用固定无线接入（FWA）5G解决方案已成为全球首个获得美国联邦通信委员会（FCC）批准的解决方案。

¹¹ The Mobile Economy 2018

5G触手可及

表2：5G运营商部署计划——时间、频谱、部署范围

国家	运营商	5G部署计划	
中国	中国移动	2018年底进行5G外场测试；2019年试商用；2020年实现正式商业服务	
	中国联通	2020年推出5G商业服务但逐步推广；与4G长期共存	
韩国	中国电信	2017-2018年户外5G测试；2019年商业试用，2020年5G进行规模化推广，并与4G共存一段时间	
	KT	2018年冬奥会期间进行28 GHz网络初步试点；并计划布局3.5 GHz和28 GHz 5G网络的商业服务	
日本	NTT	2018年开始推广全国性5G FTTH网络；日本没有频谱拍卖 - 由政府免费分配	
	Softbank	2017年在东京进行4/4.5 GHz以及28 GHz的测试；计划于2020年进行商业部署	
美国	Verizon	2018年在11个城市进行FWA测试；使用mmWave技术在28 GHz、39 GHz频段进行商用5G FWA的部署	
	AT&T	2018年末部署基于标准的5G网络	
	T-Mobile	2019年针对物联网进行600 MHz的5G网络部署；2020年在全国范围内全面覆盖5G网络	
欧洲	多家运营商	Sprint	2019年末部署2.5 Ghz频段的5G网络
		到2020年，欧洲监管机构（European Regulator）力争在每个国家的一个城市5G市场进行推广，3.5 Ghz频段为首要部署频段，各运营商都预留了5G计划。	
俄罗斯	MTS	2018年迎接2018年FIFA世界杯并扩大LTE网络以增加容量。将在目标区域部署5G，但覆盖区域与LTE不同	

携手TE，蓄势待发

5G将实现更快的传输速率、更强大的数据交换网络和更实时无缝的通信，大力推动对先进和创新连接解决方案的需求。

TE能够满足您所有的连接需求，是您首选的一站式解决方案提供者。

TE矢志创新，凭借我们遍布全球的生产基地、广泛的产品组合以及专业的本土化工程专业知识，助力合作伙伴赢得5G时代的新机遇。