



[ericsson.com/
mobility-report](http://ericsson.com/mobility-report)

爱立信移动 市场报告

2018年6月

发行人致辞

2018：移动行业至关重要的一年

在过去的20年里，移动行业经历了一系列重大的里程碑事件，我们的社会也随之发生了翻天覆地的变化。2009年，移动数据流量首次超过移动语音流量，但在当时，人们着实很难想象到如今移动技术的使用情况。

然而，今年注定将被载入史册，因为在今年，更大的社会变革将拉开帷幕。5G和物联网（IoT）有望实现新的功能和用例，这不仅影响到消费者服务，还将影响正在经历数字化转型的各个行业。2018年，5G网络将首次亮相，蜂窝物联网也将实现大规模部署。

这需要许许多多行业参与者和监管机构在频谱、标准和技术领域协调沟通、共同努力。目前，各方正在推进多项合作，本期《爱立信移动市场报告》将深入研究未来5年内能够推动移动行业发展的趋势。

蜂窝物联网正在快速发展，我们也据此大幅提高了预测。预计到2023年，蜂窝物联网连接数将达到约35亿。这一快速增长趋势必将影响到多个市场的不同行业和企业。

5G将投入商用，并将首先发生在增强型移动宽带用例中。到2023年底，5G签约用户数将达到10亿，由5G带来的流量将占移动数据总流量的20%。2020年，第三代芯片组将正式推出并涉及各种不同频段，预计将成为5G签约用户数大幅增长的推动力量。

在低、中和高频段为5G保留合适的频谱在短期内尤为重要。各国推动全球频谱统一是确保5G广泛部署和实现规模经济效益的关键。

与此同时，大多数服务提供商争相制定相关计划，利用最新技术对现有4G网络进行升级改造，以满足日益增长的流量需求并提升客户体验。

对于习惯了智能手机用户和移动流量高速增长的行业而言，2018年似乎并无不同。然而，随着5G和物联网的发展，我相信今年将成为我们行业至关重要的一年。

希望这份报告对您而言既有趣又有用。

发行人

Fredrik Jejdling

爱立信执行副总裁兼网络业务部主管

重要贡献者

执行编辑：Patrik Cerwall

项目经理：Anette Lundvall

编辑：Peter Jonsson, Stephen Carson

预测分析：Richard Möller

文章作者：Peter Jonsson, Stephen Carson, Ritva Svenningsson, Per Lindberg, Kati Öhman, Tomas Sandin, Luis Rangel, Ida Sorlie, Sebastian Elmgren, Athanasios Karapantelakis, Lasse Wieweg, Mikael Halen, Jonas Edstam, Ricardo Queirós, Frank Muller, Lisa Englund

合著文章作者：Roger Kirby (瑞士电信)

目录

	2017	2023	CAGR
全球移动签约用户数	78 亿	89 亿	2%
全球智能手机签约用户数	43 亿	72 亿	9%
全球移动宽带签约用户数	53 亿	83 亿	8%
全球LTE签约用户数	27 亿	55 亿	12%
全球每部活跃智能手机每月的数据流量	3.4GB	17GB	31%
全球月度移动数据总流量	15EB	107EB	39%

了解更多

扫描二维码, 或访问

www.ericsson.com/mobility-report



预测

- 04 2018年第一季度移动用户数
- 06 移动用户变化趋势
- 08 5G终端发展趋势
- 09 VoLTE发展趋势
- 10 各地区用户数展望
- 12 2018年第一季度移动流量
- 13 按应用类型划分的移动流量
- 14 移动数据流量发展趋势
- 16 物联网发展趋势
- 17 网络覆盖率
- 18 网络演进

文章

- 20 客户眼中的网络性能
- 24 实现智能制造
- 26 利用机器智能管理网络
- 29 确保合理分配5G频谱

- 32 方法
- 33 术语表
- 34 全球和区域关键数字

本文档的内容基于大量理论条件和假设, 爱立信对于本文中的任何陈述、说明、承诺或疏漏不承担任何责任和义务。爱立信可随时自行更改本文的内容, 且对更改的后果不承担任何责任。

本中文报告翻译自原始英文文件, 原文件于2018年6月出版, 请以英文原文为权威版本。

2018年第一季度 移动用户数

2018年第一季度，全球新增移动签约用户9800万，移动签约用户总数达到79亿。

全球移动用户数以4%的年增长率不断增加，在2018年第一季度达到了79亿。本季度，在新增用户数方面，中国排名第一(+5300万)，其次是印度(+1600万)、印度尼西亚(+600万)、尼日利亚(+300万)和孟加拉国(+200万)。本季度中国出现的高增长可能是运营商之间激烈竞争的结果，推动签约多项业务的用户数增长。

移动宽带签约用户数¹年同比增长了20%，仅在2018年第一季度就新增了2亿，现在的总签约用户数为55亿。

2018年第一季度，LTE签约用户新增2.1亿，总用户数达到了29亿。本季度，WCDMA/HSPA用户净增1000万。

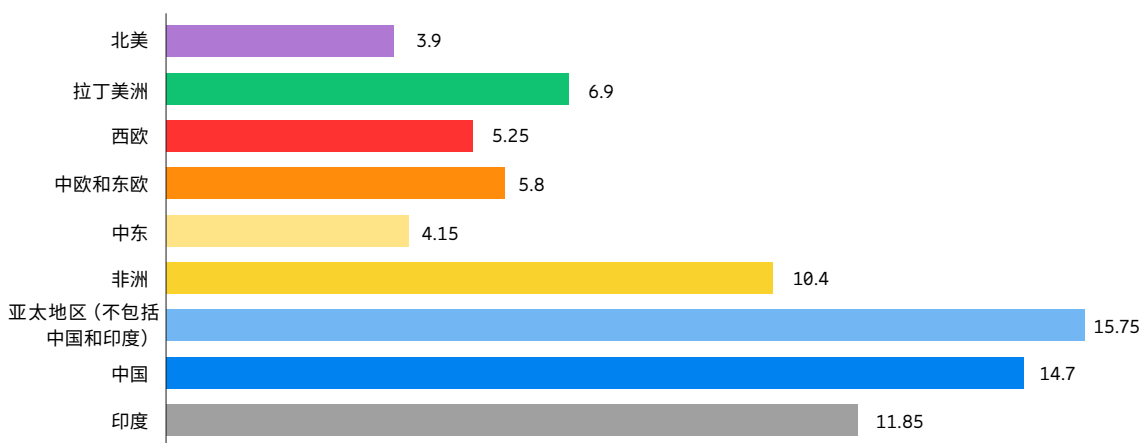
本季度，仅使用GSM/EDGE服务的用户数量减少了9000万，使用其他技术的用户数量减少了约3200万。

智能手机用户数占到手机签约用户总数的60%。2018年第一季度，智能手机售出了约3.4亿部，略有下滑，占售出手机总数的85%左右。

55亿

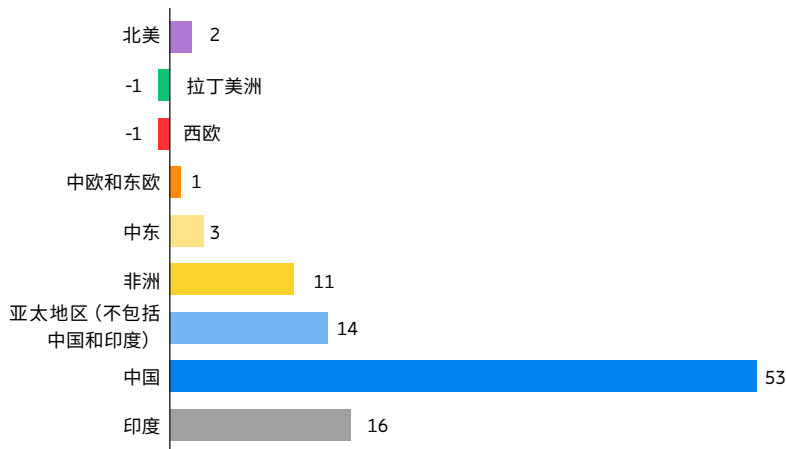
目前移动宽带签约用户数为55亿。

2018年第一季度移动签约用户数（亿）



¹移动宽带包括HSPA (3G)、LTE (4G)、5G、CDMA2000 EV-DO、TD-SCDMA和Mobile WiMAX等无线接入技术

2018 年第一季度新增移动签约用户数 (百万)



9800万

2018年第一季度全球新增移动签约用户9800万

2018 年第一季度净增用户数最多的前 5 大国家

1 中国	净增5300万
2 印度	净增1600万
3 印度尼西亚	净增600万
4 尼日利亚	净增300万
5 孟加拉国	净增200万

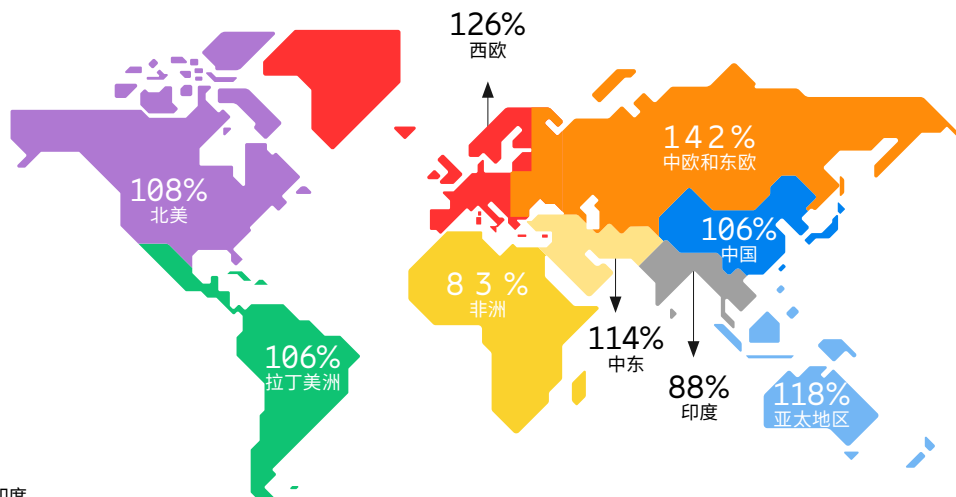
许多国家/地区的移动签约用户数超过了人口总数，这主要是因为并非所有注册用户都是活跃用户，而且有些用户使用多个终端，或者针对不同的呼叫服务使用不同的运营商。

这就是用户数小于签约数的原因。目前全球有53亿移动用户，而签约数为79亿。

104%

2018年第一季度全球移动签约普及率为104%

2018 年第一季度全球移动签约普及率 (人口百分比)



*不包括中国和印度

移动用户变化趋势

首批 5G 商用网络将在 2018 年出现。

5G 标准化工作计划正在加速推进，3GPP R15 针对非独立 5G 新空口 (NR) ¹ 的标准已在 2017 年底完成。针对独立组网 5G NR 的标准将于 2018 年 6 月完成。标准化工作计划的加速将推动 5G 在若干市场的早期部署。

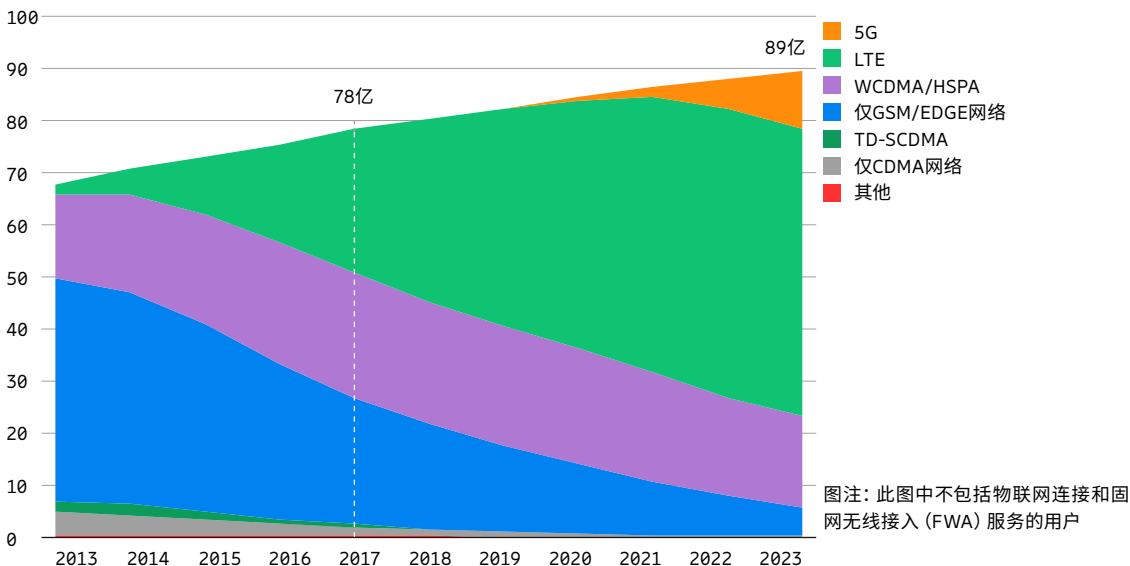
美国运营商将率先推出 5G 商用服务。该国四大运营商已公开宣布，将于 2018 年底至 2019 年中开始提供 5G 服务。预计其他最先出现 5G 大规模部署的国家包括韩国、日本和中国。在全球范围内，大多数 5G 网络

部署将从 2020 年开始启动。预计到 2023 年底，eMBB（增强型移动宽带）5G 用户数将超过 10 亿，占移动签约用户总数的 12%。

到 2017 年底，LTE 已成为主流移动接入技术，签约用户数到 2023 年底将达到 55 亿。届时，LTE 用户数占移动用户总数的比例将超过 60%。WCDMA/HSPA 的签约用户数预计在 2018 年将略有下降，然而到 2023 年，其签约用户数仍将占签约用户总数的 20% 左右。

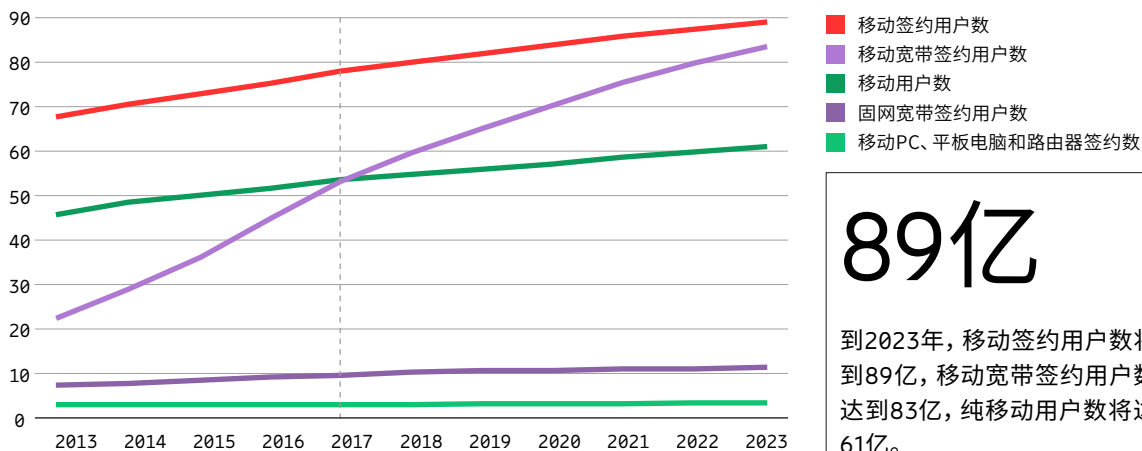
5G 用户数的计算方式为，接入 5G 网络，且该终端支持 3GPP R15 所定义的 5G 新空口 (NR)，则视其为 5G 签约用户

按技术划分的移动签约用户数（亿）



¹非独立 5G 新空口将利用现有 LTE 无线网和演进分组核心网作为移动性管理和覆盖的锚点，同时添加新的 5G 无线接入载波，以保证 5G 用例的实现

签约数和用户数 (亿)



89亿

到2023年底，移动签约用户数将达到89亿，移动宽带签约用户数将达到83亿，纯移动用户数将达到61亿。

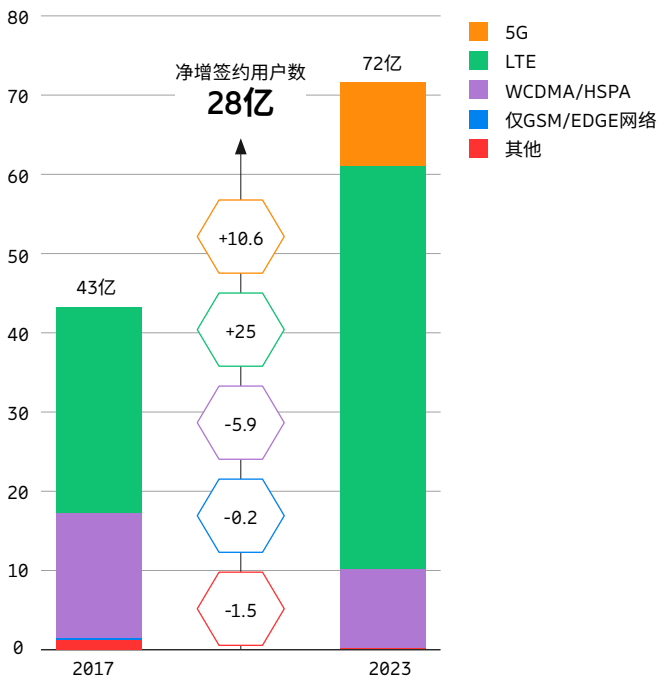
截至2023年底，预计移动宽带签约用户数将占到签约用户总数的近95%

预计到2023年底，移动签约用户数将达到89亿。移动宽带签约用户数将达到83亿，占移动签约用户总数的近95%。到2023年底，纯移动用户数预计将达到61亿。

在有些地区，移动宽带将作为固网宽带的补充，而在有些地区将成为主要的访问模式²。带有移动功能的PC和平板电脑的签约用户数有望适度增长，到2023年将达到3.2亿。

随着终端价格的不断降低，智能手机的普及率将继续上升。截至2017年底，智能手机签约用户数为4.3亿，其中95%为3G和4G用户。2023年，智能手机签约用户数预计将达到7.2亿，而且几乎全部使用移动宽带。

按技术划分的移动签约用户数 (亿)



²由于家庭、企业和公共接入点往往都是多人使用，因此固定宽带用户数至少是固定宽带连接数的3倍。这与移动电话的情况恰恰相反，移动电话的签约用户数要多于它的实际用户数

5G终端发展趋势

所有新的移动标准都要经历创建互联互通的终端生态合作体系这一过程——首先是芯片组实现互联互通，然后是终端。

为了支持新标准，移动网络基础设施需要在分配的频段上与终端协同工作。目前，5G时代已指日可待。

下图根据继3GPP标准公布后推出的第一代芯片组，对5G终端的发展趋势进行了汇总。2020年，第三代芯片组将正式推出，5G终端数量预计将大幅增长。

固定无线接入和纯数据终端

由于5G能够提供比4G更大的容量，因此运营商将能够提供更具差异化的新服务，包括向新客户群提供宽带接入和纯数据连接。

这些类型的连接使用的是固定无线宽带的客户设备（CPE）和袖珍路由器，通常比传统移动宽带更加稳定。此类终端可一次服务多个用户，并且可以直接连接到电源插座或更

大的电池，使得固定无线成为5G早期入门级终端类别。第一代5G纯数据终端预计将于2018年下半年推出。

增强型移动宽带和智能手机

目前，普通的高端智能手机支持GSM、WCDMA和LTE，可在20多个频段工作。未来，智能手机将不断演进，能够在现有LTE频段以及待分配给5G的更高频段支持5G。由于可能涉及多个频段的使用，这将为终端生态合作体系带来新的挑战，包括同一部智能手机需要使用从低到超高的频率，同时应用LTE和5G（聚合）。这需要更高效的技术、组件和流程。首批中频5G商用智能手机预计将于2019年初问世，并有望在2019年初至年中支持超高频段。

首批3GPP 5G智能手机将于2019年初推出。

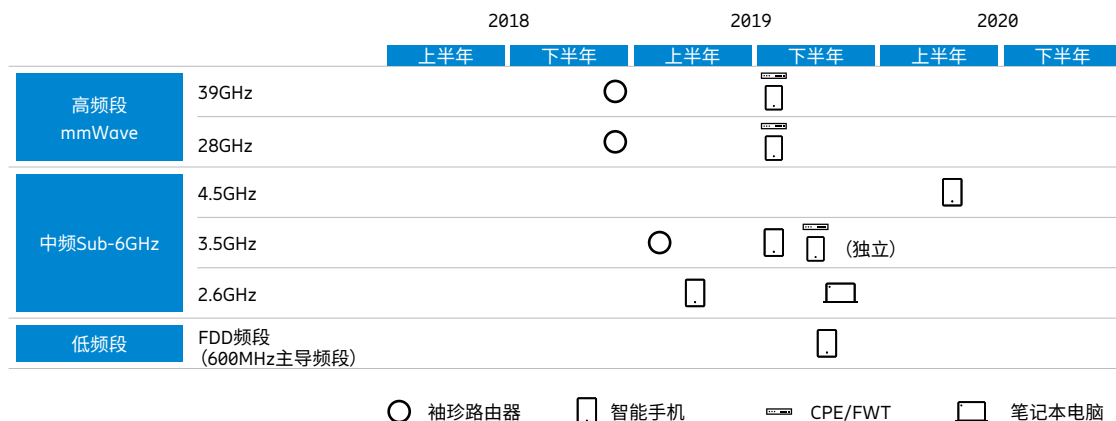
工业和物联网

5G还有望支持不同行业的多种用例。第一批支持超低时延通信的模块化5G终端预计将于2020年推出，适用于工业流程监测和控制。

到2023年5G终端数量将达到10亿

新的蜂窝网络技术在兼容终端中的初始普及率通常较低，5G也不例外。随着成本和价格不断降低，终端销量将逐渐增加，再加上芯片组和终端的代际更替，普及步伐将逐渐加快。到2023年，全球增强型移动宽带5G终端数量预计将达到10亿。

5G终端发展趋势（3GPP）



注：该图显示非独立5G新空口的终端可用性，而在3.5GHz频段，既包含非独立5G新空口，还包含独立5G新空口

VoLTE发展趋势

截至 2017 年底，VoLTE 签约用户数¹超过了 6.1 亿。

VoLTE为使用LTE、Wi-Fi和5G网络的不同终端设备实现个人和企业通信互通奠定了基础。

VoLTE现已在全球70多个国家和地区的145个网络上推出²。到2023年底，VoLTE签约用户数预计将达54亿，占全球LTE和5G用户总数的80%左右。

使用VoLTE实现新的消费者和企业用例

VoLTE通过IMS（IP多媒体子系统）提供，允许运营商基于LTE、Wi-Fi和5G网络在智能手机和其他终端上同时交付高质量的通信和数据服务。

目前，一些运营商已开始着手在基于云的核心网中部署VoLTE，以实

现更具成本效益的网络运营和更快的网络扩容。这种网络演进基于网络功能虚拟化(NFV)，可加快新业务的推出。3GPP标准认为，VoLTE技术将成为5G语音呼叫的基础。

作为高清语音服务的补充，其他已经可以推出的服务包括：Wi-Fi呼叫、高清语音+（借助增强型语音服务(EVS)编解码器提高通话的语音质量和音乐）、视频通信、IP消息及聊天机器人和内容共享呼叫。智能手机和平板电脑等多台终端可共享同一个电话号码（多终端），同时一部电话可使用多个电话号码（多角色）。

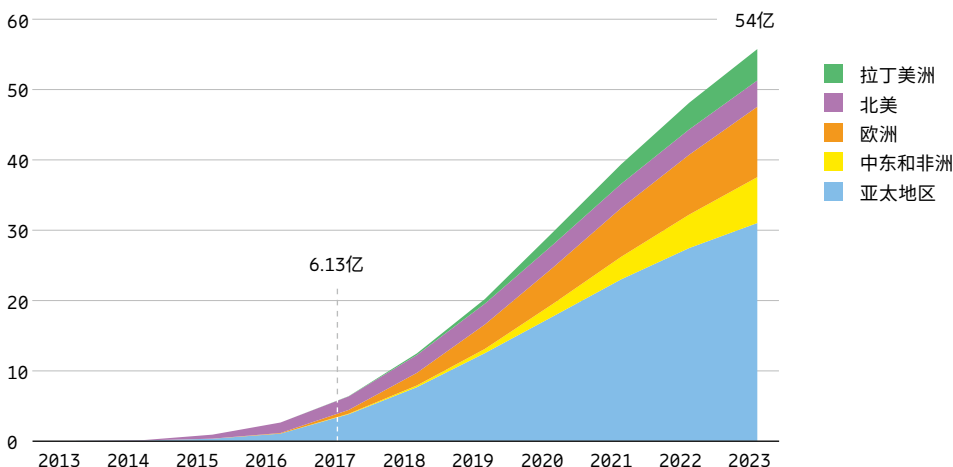
目前，运营商正在探索5G时代的新通信服务用例，如增强现实(AR)和虚拟现实(VR)。

支持VoLTE的新终端

目前，市场上有1500多种VoLTE终端³。蜂窝智能手表是最新的商用VoLTE终端类型之一。作为多终端场景的一部分，智能扬声器等终端也可支持IMS。

在支持Cat-M1的物联网芯片组、设备和网络基础设施上正在开启VoLTE功能，并在探索新用例。通过整合基本的语音呼叫功能，许多物联网用例可从中受益。例如，在辅助生活的场景中或提高业务绩效的用例中。

按地区划分的 VoLTE 签约用户数（亿）



¹至少每月进行一次VoLTE呼叫的用户即为VoLTE签约用户

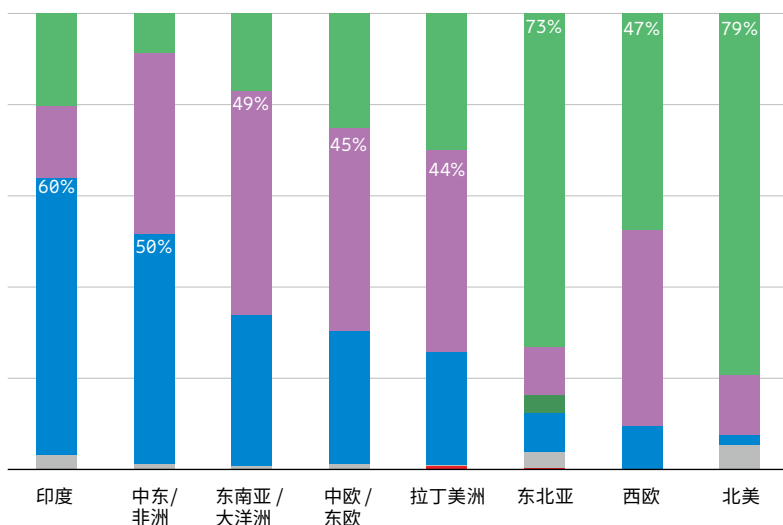
² GSA (2018年4月)

³ GSA (2018年5月)，支持不同的地区和频率

各地区用户数展望

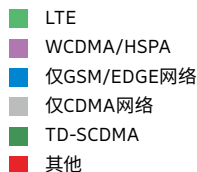
移动宽带¹推动各地区的签约用户数增长。

按地区和技术划分的移动签约用户数，2017年（百分比）



68%

在全球范围内，移动宽带用户数现在占移动用户总数的68%。



在**印度**，仅使用GSM/EDGE网络的人数在2017年仍为主流，占移动用户总数的60%以上。2016年底至2017年初，印度LTE用户数强劲增长，主要是由于一家运营商提供了免费的语音和数据流量套餐。因此，截至2017年底，印度LTE签约用户数占移动用户总数的20%。

印度预计将继续推进先进技术转型之旅，到2023年，LTE用户数有望占到移动用户总数的78%。5G签约业务预计将于2022年推出。

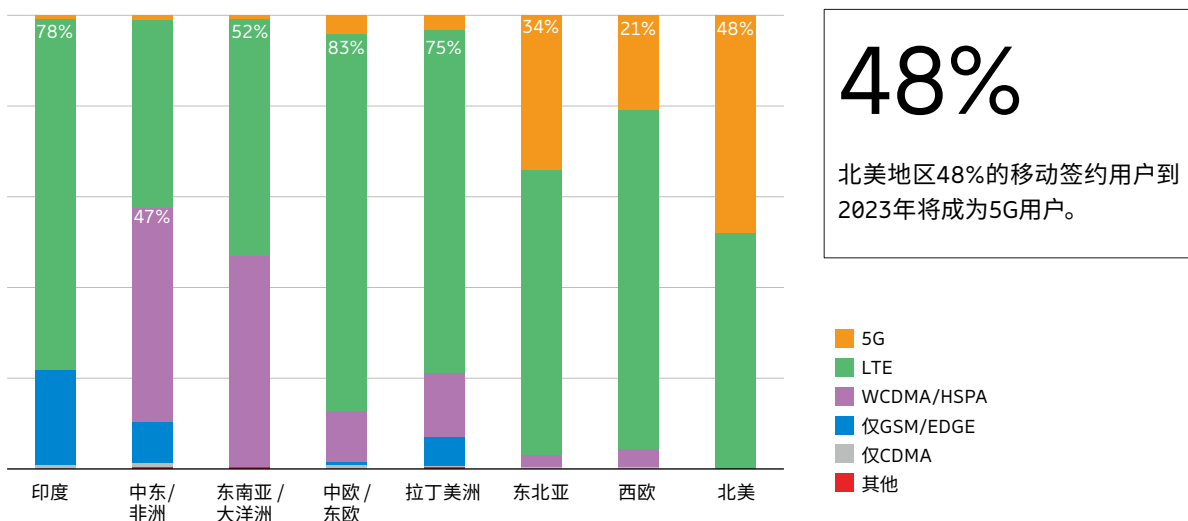
中东和非洲地区有70多个国家，是一个多元化地区。截至2017年底，在中东和北非地区，近20%的移动签约用户为LTE用户，而在撒哈拉以南非洲地区，LTE用户数仅占移动用户总数的5%左右。该地区在预测期内将不断发展，到2023年，90%的签约用户将成为移动宽带用户。这种增长趋势背后的推动因素包括年轻人数量的不断增加，他们掌握的数字技能与日俱增，以及智能手机价格的下降。预计中东和北非地区的5G签约用户数将在2021年大幅增加，撒哈拉以南非洲地区的5G签约用户数将于2022年大量增加。

东南亚和大洋洲既包括拥有全球最先进网络的发达国家，又拥有最近才推出LTE技术的发展中经济体。到2023年，预计该地区LTE用户数将占到移动用户总数的52%。该地区的5G签约业务预计将于2021年推出。

在**中欧和东欧**，从WCDMA/HSPA向LTE的迁移正在加紧进行。预计LTE到2019年将成为主导技术，到2023年，LTE用户数将占到移动用户总数的83%左右。首批5G签约用户预计将在2020至2021年期间出现，到2023年将占到用户总数的5%左右。

¹ 移动宽带包括HSPA (3G)、LTE (4G)、5G、CDMA2000 EV-DO、TD-SCDMA和Mobile WiMAX等无线接入技术

按地区和技术划分的移动签约用户数，2023年（百分比）



在**拉丁美洲**，WCDMA/HSPA目前是主流无线接入技术。在预测期内，技术分布将发生重大变化。预计2018年LTE将成为主导技术，到2023年，LTE用户数将占到移动用户总数的75%。未来几年内，5G将进行首次试验和部署。

北美、东北亚和西欧在全球移动宽带用户数中占有很高的份额。这些地区内的国家多属发达经济体，因此该地区的信息通信技术普及率较高。

北美地区拥有最高的LTE用户占比，接近80%。预计北美地区还将领衔5G网络发展，目前地区内的领先运营商已纷纷表示有意先行部署5G。基于5G的固定无线服务将于2018年下半年推出，首批基于3GPP标准的移动5G服务将于2018年底推出。到2023年底，北美地区48%以上的移动用户将成为5G用户。

在东北亚，LTE用户数的占比高达73%。中国在全国范围内部署了LTE，到2017年底，中国的LTE签约

用户数将达近10亿。5G将率先在韩国、日本和中国部署。就整个地区而言，到2023年，5G签约用户将占到该地区移动用户总数的34%。

在西欧，LTE于去年年底成为了主导接入技术，占用户总数的近50%。该地区的WCDMA/HSPA签约用户数有所下降，但该技术仍占移动用户总数的40%以上。首批5G签约用户预计将于2019年出现。到2023年底，该地区5G用户数将占到移动用户总数的21%。

2018年第一季度移动流量

移动数据流量¹在2017年第一季度至2018年第一季度期间增长了54%。

移动流量的增长一方面是因为智能手机用户数的增加，另一方面是因为以更高分辨率观看更多的视频内容使得每名用户所生成的平均数据流量有所增加。

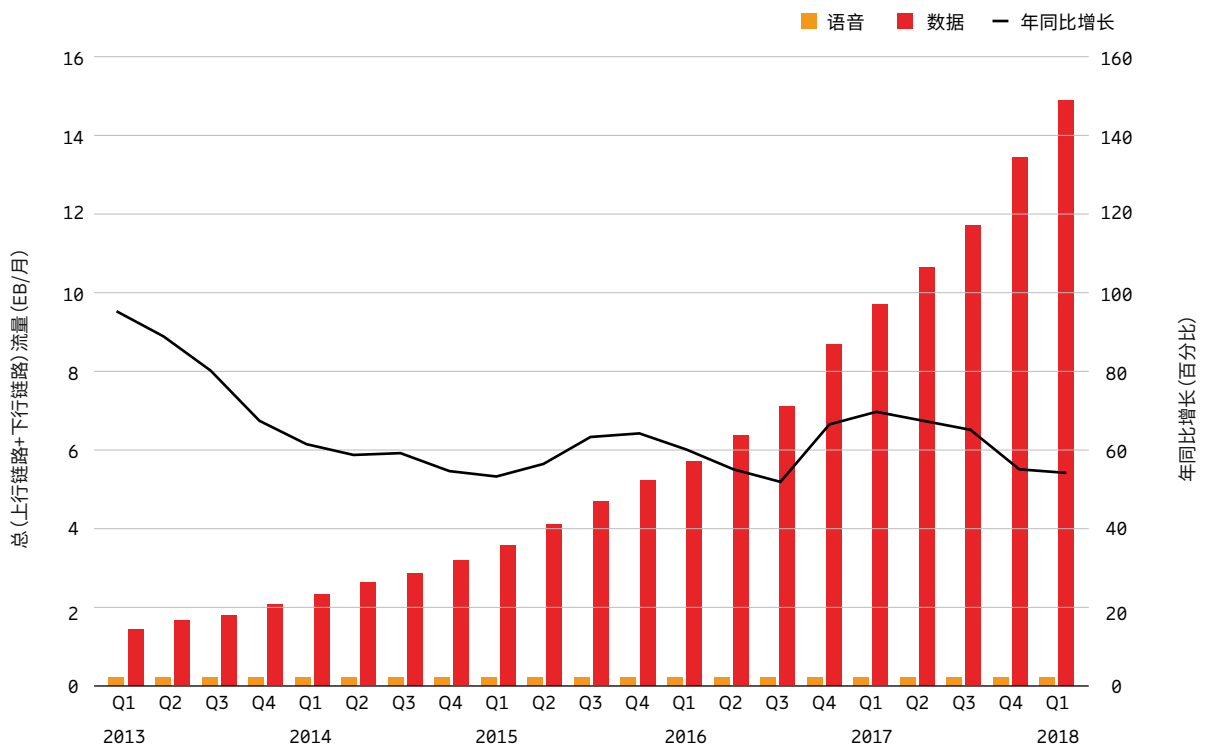
下图显示了从2013年第一季度至2018年第一季度全球每月数据和语音流量的总体情况，以及移动数据流量的同比变化情况。

2018年第一季度，移动数据流量年同比增长了约54%。这与2017年第

四季度的增长相类似，但远远低于前4个季度65%至70%的增长率。从2016年第四季度开始，受印度免费数据流量产品的影响，全球流量增长显著高于其长期趋势线，由此提升了2018年第一季度流量的对比基数。

季度环比增长约11%。

不同的市场、地区和运营商之间的流量水平差异很大。



信息来源：爱立信流量测量（2018年第一季度）

¹流量中不包括DVB-H、Wi-Fi或Mobile WiMAX。数据流量中包括VoIP流量

按应用类型划分的移动流量

移动网络的视频流量继续增长，具体原因包括观看时间的增加，其他媒体中越来越多的嵌入式视频，以及向更高分辨率的发展演进。

预计移动视频流量将以约45%的年增长率增长，这种增长态势将一直持续到2023年，届时，移动视频流量将占到移动数据总流量的73%。尽管社交网络流量在未来六年内预计将以31%的年增长率增长，但由于视频流量增长强劲，社交网络所产生的流量相对份额将从2017年的12%降至2023年的约8%。

不同分辨率的流媒体视频会在很大

程度上影响所消耗的数据流量。观看高清视频（720p）而非标清视频（480p）通常会使得数据流量增加一倍，而观看全高清视频（1080p）则会使流量再次翻倍。

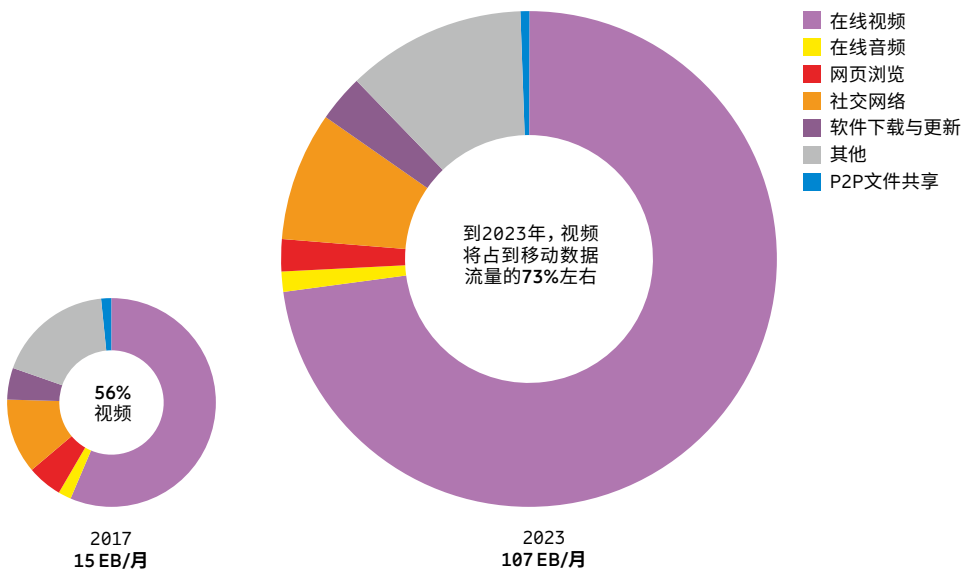
随着沉浸式视频格式（如360度视频）的增加，这一趋势也将影响数据流量使用。例如，YouTube 360度视频消耗的带宽相当于相同分辨率下普通YouTube视频的4~5倍。

爱立信Mobility Calculator
www.ericsson.com/mobility-report/mobility-calculator

在发布本期《爱立信移动市场报告》的同时，我们还推出了一款新的交互式Web应用，目的是探索各种应用类型的使用与每用户每月流量之间的关系。借助该应用，分析人员或业务规划人员将能够快速、便捷地查看向更高分辨率演进与每用户每月流量增长之间的联系。其目的是为了定期更新应用类型和相关数据速率以及新洞察。



按应用类型划分的月度移动数据流量（百分比）



移动数据流量发展趋势

到 2023 年，20% 的移动数据流量将由 5G 网络承载。

在各地地区，每部智能手机每月产生的移动数据流量均呈增长态势。北美地区的智能手机流量最高，在2017年底，每部智能手机产生的月流量达到了7.2GB。到2023年底，每部智能手机产生的月流量将增长至49GB。其次是西欧，在2017年底，该地区每部智能手机产生的月流量达到了4GB，到2023年底将达到25GB。

在全球范围内，推动实现流量增长

的因素包括终端功能的改进、更有吸引力的流量套餐以及数据密集型内容的增加等。随着虚拟现实和增强现实技术的广泛普及，内容对流量的消耗会更大。

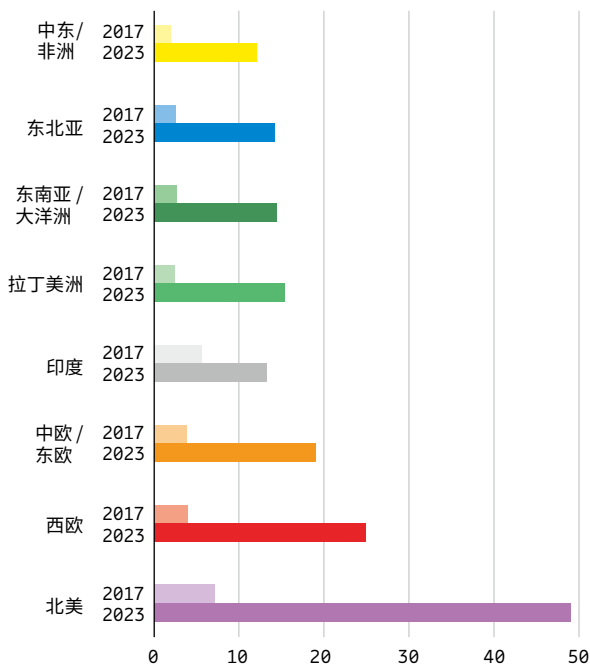
预计移动数据总流量将增加近8倍
移动数据总流量有望以43%的复合年增长率（CAGR）上升，到2023年底达到107EB/月。届时，全球20%的移动数据流量将由5G网络承载，是目前4G/3G/2G总流量的1.5倍。

在先行部署5G的地区，5G流量的占比将高于20%。

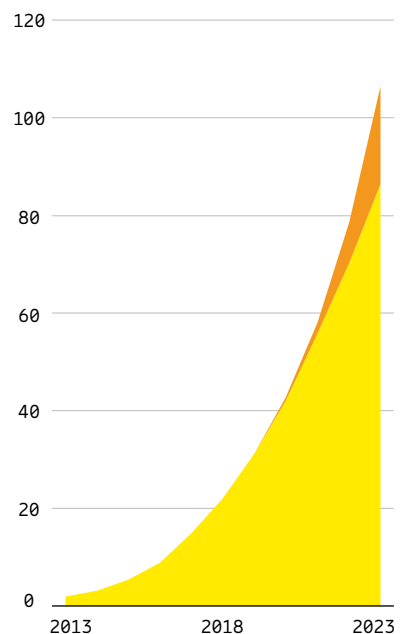
目前，5G流量预测不包括固定无线接入（FWA）服务产生的流量，然而，由于FWA是某些地区的5G早期用例，因此可能会对预测数字产生重大影响，具体取决于该项服务的市场普及率。

目前，智能手机产生的数据流量占到了数据总流量的近85%，预计到2023年底将达到95%。

每部活跃智能手机生成的移动数据流量（GB/月）

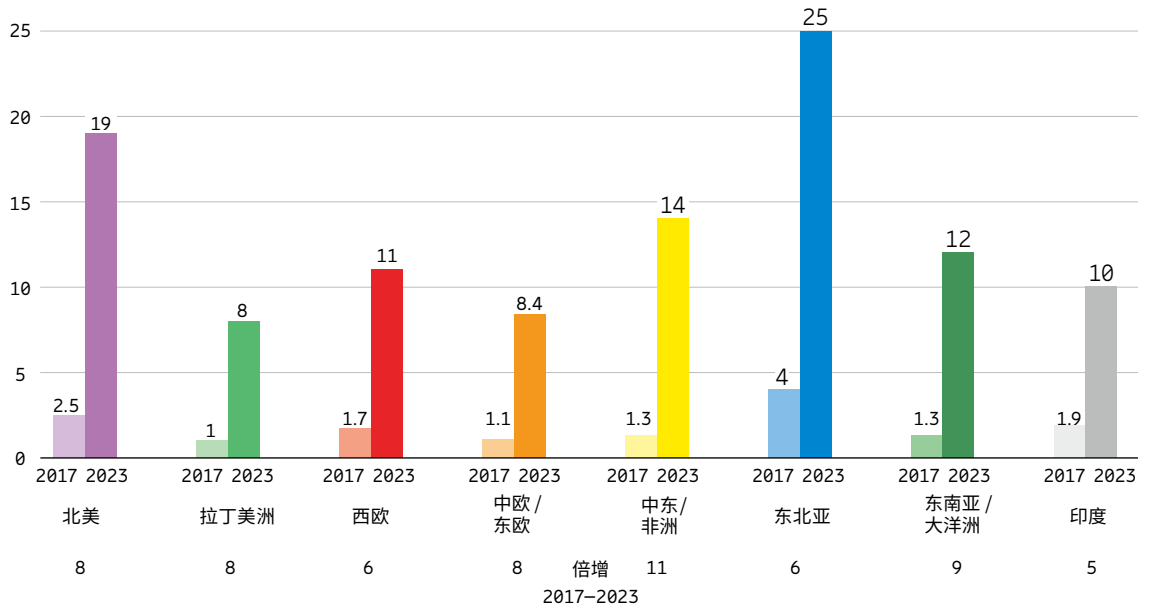


全球移动数据流量（EB/月）





按地区划分的移动数据流量 (EB/月)



东北亚地区将保持全球移动数据流量的最大占比

作为人口最多的地区，东北亚拥有最大的全球移动数据流量占比，截至2017年底，占比达到了27%。这一情况将一直持续到2023年，届时，该地区的移动数据总流量预计将达到25EB/月。东北亚地区的移动宽带用户数预计将继续快速增长。到2023年底，中国有望再增3.35亿移动宽带签约用户，推动中国的数据流量增长至18EB/月。

由于LTE签约用户数强劲增长，截至

2017年底，印度移动数据总流量为1.9EB/月，到2023年，预计总流量将增长5倍，达到10EB/月。

在预测期内，中东和非洲地区的移动数据流量将增长11倍，这主要得益于智能手机的广泛普及以及网络性能投资的增加。到2023年，该地区的移动数据总流量将达到近14EB/月，位列全球增长率榜首。

在北美和西欧地区，移动数据占全球总流量的比例要高于其签约用户数量所对应的比例。这是因为，随着完善的LTE网络的构建、高端用户

终端普及率的提高，以及提供大数据流量的经济型套餐的推出，该地区的签约用户平均拥有很高的数据使用量。随着宽带密集型服务（如视频）和VR/AR等新应用的数据流量的增加，到2023年，北美地区的移动数据总流量将超过19EB/月，西欧地区将达到11EB/月。

到2023年，东北亚地区的移动数据流量将达到25 EB/月。

物联网发展趋势

预计到2023年，蜂窝物联网连接数将达到35亿，以每年30%的速度增长。

由于中国正在大规模部署蜂窝物联网，因此我们对蜂窝物联网连接数的预测几乎翻了一倍。预计到2023年，蜂窝物联网连接数将达到35亿，其中东北亚地区将占到22亿。

物联网为企业提供了提高效率 and 提升客户价值的机会。然而，物联网技术格局依然比较分散。NB-IoT和Cat-M1等新兴大规模物联网蜂窝技术方兴未艾，推动蜂窝物联网连接在2017至2023年间以30%的复合年增长率增长。这些互补技术基于同一LTE承载网络支持形形色色的低功耗广域（LPWA）用例。参见右侧的联网终端预测表格，其中蜂窝物联网连接是广域物联网的一部分。

Cat-M1和NB-IoT的商用部署

移动运营商已使用Cat-M1和NB-IoT在全球部署了60多张蜂窝物联网网络¹。在北美地区，物流和车队管理等物联网应用主要由Cat-M1技术支持。中国选择使用NB-IoT技术进行全国部署，以支持智慧城市（如电表）和智能农业等用例。这两项技术并行部署，在全球各地相互补充。

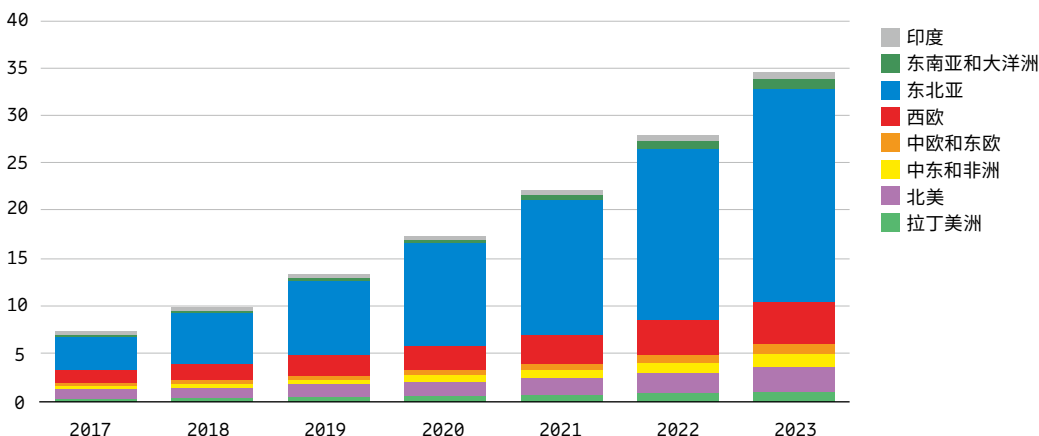
大规模部署以及由此产生的大批量芯片组将降低芯片组的价格，从而进一步加快蜂窝物联网连接的增长。

联网终端（亿）

物联网	2017	2023	CAGR
广域物联网	8	41	30%
蜂窝物联网 ²	7	35	30%
短程物联网	62	157	17%

其他终端			
PC/笔记本电脑/ 平板电脑	16	17	0%
手机	75	86	2%
固定电话	14	13	0%
联网终端总数	175	314	11%

按地区划分的蜂窝物联网连接（亿）



¹GSA (2018年4月)

²这些数字也包含在广域物联网数字中

网络覆盖率

2023年，5G将覆盖全球20%以上的人口。

一直以来，移动服务提供商主要致力于在世界各地居民的居住地为其提供充足的无线电信号，这被定义为人口覆盖率（相对于地理覆盖率）。如今，移动网络覆盖约95%的全球人口，并且还在不断扩展。

移动服务的使用已从以语音为主，发展为以信息、因特网接入以及各种智能终端上多种多样的应用为主，这对网络性能提出了更高的要求。

LTE部署发展势头强劲

就扩展速度和用户数增长速度而言，LTE是迄今为止部署速度最快的移动通信技术。LTE只用5年时间便覆盖了25亿人口，而WCDMA/HSPA达到这一水平历时长达8年。

促使LTE部署提速的因素有多种。预计物联网服务将迎来快速增长，由于传感器网络安装在农村或林区等人口密度较低的地区，因此对地理覆盖率提出了更高的要求。

目前LTE人口覆盖率超过了60%，预计到2023年将达到85%以上。

5G人口覆盖率预测

过去，移动接入技术率先在城市地区部署，然后逐渐扩展到郊区和主要的高速公路网络。

同样，预计5G也将首先在密集的城市地区部署，以支持增强型移动宽带服务。然而，推动5G发展的用例

要求各异。预计5G的首个商业用例将是FWA。基于5G的FWA主要部署在家庭，可用于替代固定宽带非常有限的地区，这意味着初始覆盖会在郊区等地方开展。其他用例将来自汽车、制造业、公用事业和医疗保健等行业，这将催生专门覆盖特定区域的需求。

根据所使用的频段和相应的无线传播特点，5G覆盖扩展可分为以下三大类：

1. 在现有LTE频段进行部署

这可以通过部署新无线基站或安装新软件来实现。许多网络可快速进行升级换代，在现有LTE频段支持5G服务，例如，在LTE和5G之间实现频谱共享，从而在中低频段支持5G服务。

2. 在6GHz以下的新频段上部署无线基站

从覆盖角度而言，这种部署类似于现有的LTE部署。

3. 在毫米波频段进行部署

使用先进的天线波束赋形可扩展这些高频段固有的有限覆盖范围。

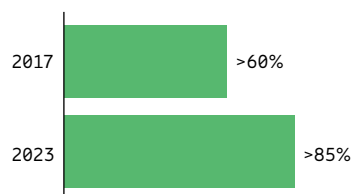
鉴于上述选项，预计5G发展趋势将存在更大的不确定性。预计到2023年，5G覆盖率将超过20%。

按技术划分的全球人口覆盖率¹

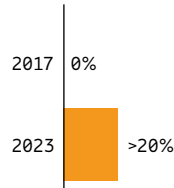
3GPP蜂窝技术的总人口覆盖率



LTE



5G



¹这些数字是指每类技术的人口覆盖率。对这些技术的使用能力受到接入终端及签约注册等诸多因素的影响

网络演进

除增强型移动宽带用例外，随着网络的不断发展，一系列新的行业、企业和住宅用例也应运而生，其中包括住宅用固定无线接入（FWA）和工业用分布式云。

FWA面临的机遇

全球有近22亿户家庭，预计到2022年仅不到50%的家庭将拥有固定宽带连接。在许多国家，继续建设固定宽带基础设施在经济上已变得不太可行。3GPP蜂窝技术的高人口覆盖率，以及速度日益提高的移动网络的不断部署（参见下图）为FWA部署带来了机遇。

FWA市场不断发展

各行各业对FWA产生兴趣的原因如下：

- 网络性能不断提升，使之成为固定宽带强有力的竞争解决方案
- 在全球范围内推出了更多的频谱
- 每千兆字节的网络成本逐步下降，为运营商创造了有利的业务环境
- 人们对互联网接入和视频流服务的需求与日俱增
- 它为移动运营商带来了新的收入来源
- 多国政府纷纷资助宽带部署，并将其作为刺激经济增长的手段

在全球范围内，FWA市场可分为以下三个细分市场：

1. 无线光纤

这是与固定宽带接入存在竞争关系的市场领域，它推动了用户对更高带宽产品的需求，其目标是提供类光纤速度，以满足家庭流媒体服务（如电视和视频）需求。典型的数据速率需求范围为100Mbps-4000Mbps。

2. 精确创建

该细分市场提供某些xDSL，但能够提供固定宽带替代方案的商业案例有限。典型的数据速率需求范围为50Mbps-200Mbps。

3. 全民联网

在该领域，几乎不存在固定宽带的替代解决方案，人们主要通过智能手机访问移动网络。典型的数据速率需求范围为从10Mbps-100Mbps。

FWA网络演进方法

性能良好的移动宽带网络是提供FWA服务的基础。要实现盈利，就需要探索网络演进最佳方法。运营商正在考虑一种“三步走”方法：

1. 利用现有资产

这包括利用现有资产，如现有无线站点、已部署频段的备用负载及相关的已部署无线基站、基带和传输设备。

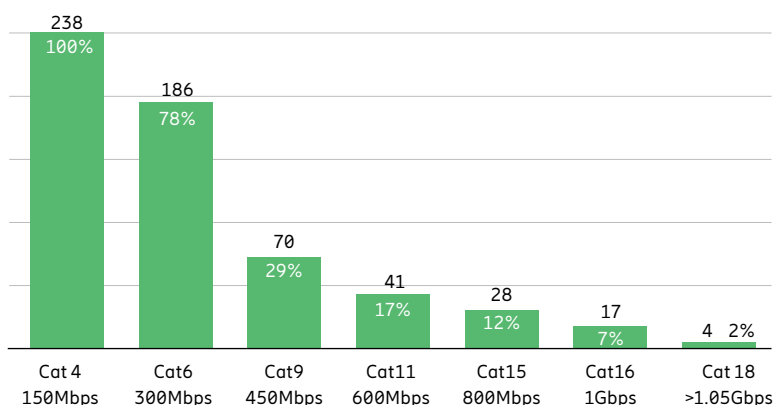
2. 扩展频谱和网络功能

包括扩展频谱以及无线网功能，如高阶调制、多输入多输出（MIMO）和波束赋形、增加高阶扇区化和5G NR接入。

3. 增加网络密度

这包括使用宏蜂窝和小蜂窝来增加无线网的网格。

支持 Cat 4、Cat 6、Cat 9、Cat 11、Cat 15、Cat 16 和 Cat 18 终端的 LTE-Advanced 网络的占比和数量



共计21个千兆网络已投入商用。

信息来源：爱立信和GSA（2018年4月）

请参阅第24页了解更多有关实现智能生产的信息

分布式云架构面临的机遇

网络正在不断发展，以应对具有不同需求的新用例，这些需求涉及移动性、数据传输速率、时延、可扩展性、安全性、完整性、可靠性和可用性等多个方面。分布式云架构可满足上述需求，它支持将应用部署在中心站点、分布式站点和边缘站点，以满足特定用例的需求。

与中心站点相比，在离用户更近的地点提供服务可减少网络传输时延，并加快内容交付、操作和控制速度。在网络边缘附近的执行工作负载也降低了对回程带宽和容量的需求，此外，在多个站点分配工作负载和存储可提高网络可用性。

生产用例需求

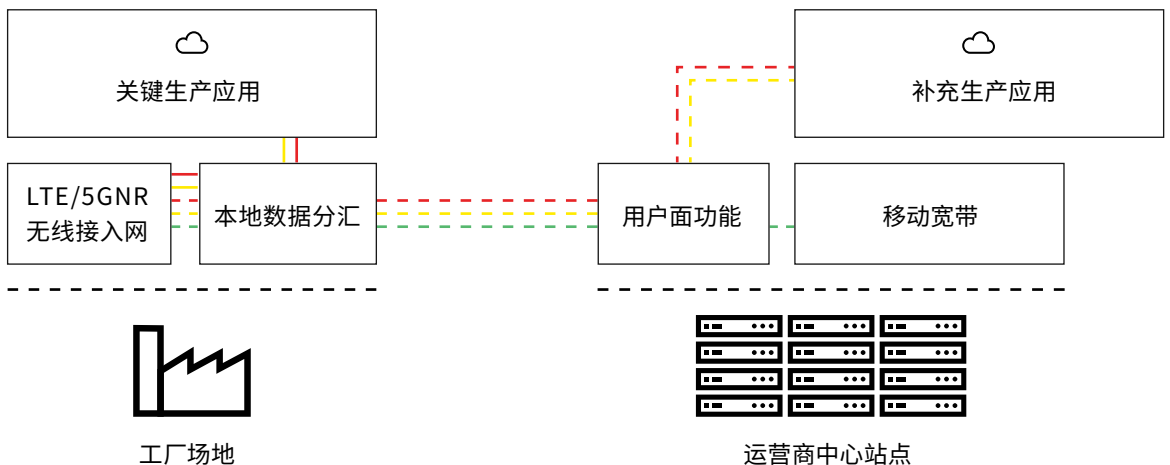
在制造业，工作流程数字化催生了低时延、实时性能、移动性、增强安全性和超可靠性及高可用性等需求。这些需求可通过分布式云架构具备的功能来解决。

然而，工厂的连接需求与用例/应用存在很大的相关性，因此网络也需要支持服务差异化。一些用例可借助演进的4G(LTE)技术来解决，而生产和机器人控制等用例可能需要达到1毫秒-10毫秒的时延，只有5G技术才能实现如此低的时延。对某些用例而言，在中心站点执行应用最有利，对其他用例而言，则是在边缘站点执行应用最有利（从业务和用例角度而言），因此需要具体问题具体分析。

借助边缘计算进行内部蜂窝网络部署

蜂窝网的功能可满足制造业的连接需求。要实现智能生产，根据工厂的用例需求和数字化战略，有不同的网络部署选项可供选择，其中一种方案是使用虚拟化和专用核心网(DECOR)来映射本地专用网和在移动运营商公共网内运行的虚拟网。可使用一体化专用无线基站和演进分组核心网在内部部署4G和5G网络，以确保站点的本地流量。在这种情况下，使用本地数据分汇在内部部署蜂窝网络可确保在本地获取关于生产情况的关键数据，并使用服务质量(QoS)机制满足用例需求并优化可靠性和时延。此外，这也意味着关键应用可独立于大网络，在本地执行。

使用本地数据分组在内部部署蜂窝网络



客户眼中的网络性能

了解客户满意度、体验和网络性能之间的关系是设计网络以提升客户忠诚度的关键所在。

在竞争日益激烈的瑞士市场，有一点变得愈发清晰，那就成功吸引并留住客户的关键在于提供卓越的客户体验。瑞士电信开展了一项有关网络改进前后客户满意度的调查，了解客户如何看待网络性能以及在使用应用时影响他们满意度的因素。

这些分析结果为建立全国性关键服务性能指标 (S-KPI) 衡量计划¹提供了重要依据，这一计划与客户满意度息息相关，并可通过分析无线接入网 (RAN) 和非RAN问题的根本原因进行优化。

提升RAN的性能

2017年，瑞士电信通过扩容并引进演进型网络架构，在苏黎世中部对

其移动网络进行升级，目标是尽管应用的要求愈发严苛，而且网络流量也日益增多，但也要提升客户体验。该项目还计划在部署5G之前，为在全国部署达到千兆传输速度的网络做好准备。

在三个多月的时间里，移动网络进行了一些改进，包括向集中式 RAN (C-RAN) 架构演进和引入软件协调站点间载波聚合。

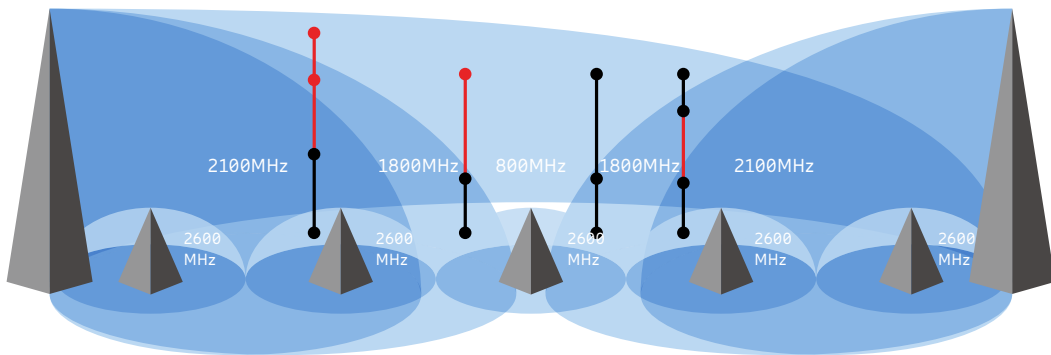
当运营商在宏蜂窝和小蜂窝内汇聚和跨蜂窝汇聚时，实现性能增益的可能性会增加，这将带来更高的数据传输速率并提升客户体验。该解决方案还可以提高网络效率，降低每千兆字节的成本。通过这种方式，网络可以得到有效协调，以实现性能最大化。

本文由爱立信与瑞士通信行业领先的运营商——瑞士电信合作编写。瑞士电信为家庭用户提供一系列宽带、数字电视和移动通信服务，也是企业ICT服务、云计算服务和安全服务的主要供应商。



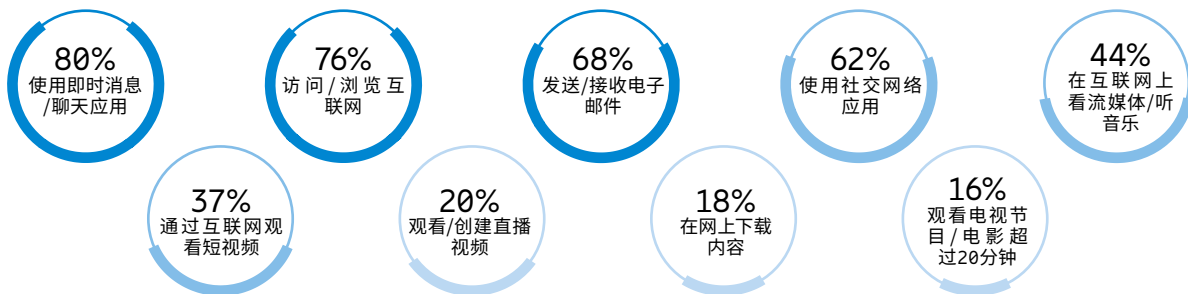
集中式 RAN 和协调软件支持跨宏蜂窝和小蜂窝进行站点间载波聚合

- 站内载波聚合
- 站点间载波聚合



¹关键服务性能指标 (S-KPI) 从端到端的角度衡量在应用层感知到的用户体验 (从应用服务器到用户设备)

智能手机用户每天在测试区进行的活动 (百分比)



信息来源: 瑞士电信和爱立信消费者和行业研究室 (2017)

受访人群: 测试区每天在智能手机上使用这些服务的瑞士电信用户

了解网络性能的影响

瑞士电信在一些测试区改进了移动网络的性能, 并借助这次升级对那些每月在同一区花费大量时间的消费者进行满意度调查, 从而了解网络性能提升对用户体验的影响, 并总结出了以下几点:

- 在4G网络上使用的应用和服务 (受访者自我评估, 通过网络数据验证), 参见上图
- 网络改进前后的问题和客户体验
- 客户如何评估移动网络的性能
- 推动网络满意度提升的因素和向他人推荐瑞士电信的意愿

提高最低速率, 提升客户满意度

网络改进前, 客户对数据密集型应用速度的满意度最低, 尤其是在上

传/下载照片和使用流媒体传输音乐和视频时更是如此。瑞士电信在提升网络后对调查结果进行了比较, 认为提高最低速率有助提升客户体验。

网络性能提升后, 测试区内用户设备 (UE) 的独立活动速率测试分析显示, 最低速率增加了33%, 达到8.5Mbps。

客户调查数据显示, 42%在日常生活中观看流媒体的客户和24%的其他受访者认为获得了更好的体验。这表明使用大量数据的用户从网络改进中受益。这些改进使消费者向他人推荐移动网络的意愿提高了11个百分点, 同时也将批评者减少了26%。

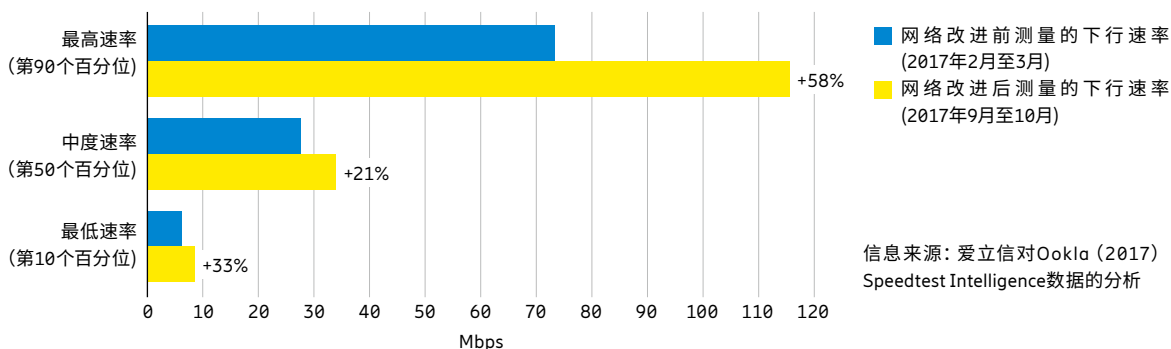
11pp

网络改进使消费者向他人推荐移动网络的意愿提高了11个百分点。

33%

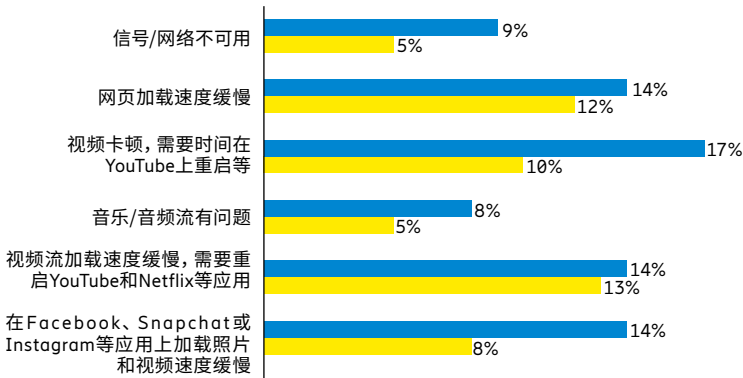
网络改进后, 测试区内用户设备 (UE) 的独立活动速率测试分析显示, 最低速率增加了33%。

在测试区测量的下行网络速率 (Mbps)



信息来源: 爱立信对Ookla (2017) Speedtest Intelligence数据的分析

受访者表示他们在测试区使用智能手机“经常遇到”的问题（百分比）



■ 网络改进前
■ 网络改进后

注: 按不满程度高低排序, 由高至低

信息来源: 瑞士电信和爱立信消费者和行业研究室 (2017)

客户评估网络性能时最重要的标准

网络性能提升后, 受访者对网络覆盖度、可靠性和速率的满意度有所提高。

当被问及如何评估网络的性能时, 客户列举的最重要五大标准 (按照重要程度排序) 是:

1. 打开网页所需的时间
2. 在聊天应用中传输照片和视频所需的时间
3. 电子邮件附件的下载速度
4. 视频流启动时间
5. 视频流卡顿频率

但在日常生活中观看视频的消费者认为评估网络性能时, 视频启动时间和卡顿比电子邮件附件的下载速度更为重要。

速度这一可量化的性能对大多数受访者来说并不重要。只有10%的受访者表示速度测试应用的结果是他们评估网络性能的最重要标准。近四分之三的受访者甚至都不了解无限数据业务提供的最大速率²。

相比之下, 对移动网络感到不满的顾客对他们的标准进行了不同排序。对他们来说, 衡量网络性能的最重要指标是视频卡顿, 其次是速度测试应用的结果。其中一个原因可能是, 这类用户年轻且有较强的数字化意识, 因此高性能视频对于

他们的满意度至关重要。移动网络改进减少了常常让受访者备受困扰的问题 (见上图)。最令人沮丧的问题是网络不可用, 这类问题减少了近一半。第二大令人沮丧的问题是网页打开速度缓慢, 这类问题只是略有改善, 而客户报告的第三大令人沮丧的问题视频卡顿则大幅减少。

视频流体验对于客户满意度和忠诚度至关重要

作为第二轮调查的一部分, 瑞士电信在对网络进行改进后, 询问了有关视频体验的详细问题。视频体验的几个方面在客户满意度和相对重要性方面排序不同。虽然客户对视频的质量最为满意, 但视频满意度最重要的两个方面是播放的顺畅度 (无视频卡顿) 以及加载和启动视频所需的时间 (参见下页图表)。

结果还表明, 消费者对视频流的满意度与其整体满意度密切相关。在对视频流体验感到满意的消费者中, 80%也对移动网络体验感到满意。此外, 72%对视频流体验不满的用户对移动网络体验也不满意。对视频流满意的用户更愿意向他人推荐瑞士电信的移动网络。在对视频流满意的用户中, 88%表示在未来12个月内无意更换运营商。但是在对视频体验不满的用户中, 只有35%表示不会更换运营商。

8/10

在对视频流体验感到满意的消费者中, 80%也对移动网络体验感到满意。

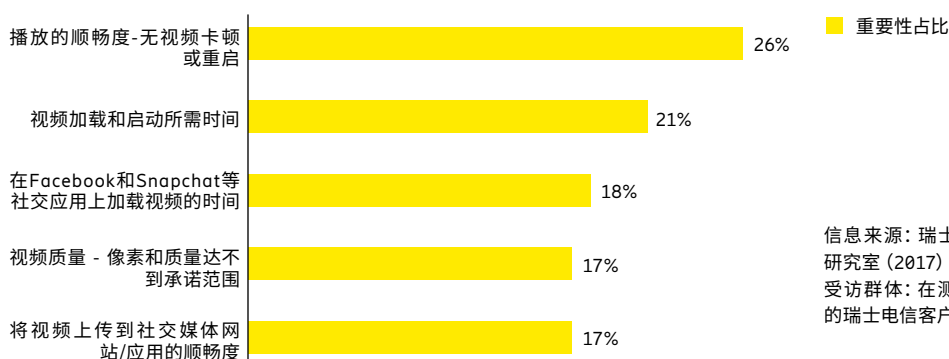
这些结果表明, 视频流体验对于客户满意度和忠诚度至关重要, 尤其是对年轻用户而言, 端到端网络设计和优化应设定目标改善这种体验。

优化体验时的端到端要求

这些结果表明, 提升移动网络无法改进客户体验的方方面面。提升RAN无法完全解决所有的客户体验问题。从端到端的视角找到瓶颈并优化性能非常重要, 包括应用本身、客户终端和通过互联网的路径数据。若网页下载速度缓慢, 则须确保内容分发网络 (CDN) 的运行效率或须迅速排除域名系统 (DNS) 中的故障, 从而缩短互联网上的响应时间。

² 调查受访者是后付费用户, 享有套餐规定的不限数据流量和最大速度 (例如: 最大2Mbps、最大10Mbps或最大50Mbps)

视频各方面在推动视频流相关满意度方面的相对重要性



信息来源：瑞士电信和爱立信消费者和行业研究室（2017）
受访群体：在测试区使用智能手机观看视频的瑞士电信客户

将客户体验目标转化为网络增强功能

本文所述的客户研究项目确定了对客户满意度影响较大的关键性能指标 (KPI)。两个最重要的S-KPI是：

- 网页下载时间 - 客户评估网络的最重要标准
- 视频卡顿 - 对移动网络满意度影响较大的标准

借助这些S-KPI，可识别、测量并优化相应的网络性能KPI，最终提高客户满意度并提高客户忠诚度。

瑞士电信根据这些结果采取了进一步的措施，并使用无源探头测量这些指标和其他S-KPI。可以在整个网络观察这些指标的状态。

S-KPI方法揭示了应用和服务的性能，不仅揭示单个蜂窝中的性能，而且也揭示客户在蜂窝间移动时的性能，从而发现监控各蜂窝时遗漏的问题。S-KPI与RAN数据相关，包含在客户带时间戳的端到端会话记录中。根据这些指标再对网络进行优化，改善性能不佳的S-KPI。

运营商应基于S-KPI探索设计和优化其网络的方法，这些方法需要能准确反映客户对网络性能的看法，并对客户满意度非常重要。

这项调查的洞察清楚表明，移动网络应基于KPI进行设计和优化，这些KPI需要能够准确反映客户对网络性能的感知，并对客户满意度和忠诚度非常重要。这些研究结果提供了一种与客户沟通移动网络实际优势以及客户可以直接受益的方面，如网页快速下载和无间断视频流。

本文所述客户研究项目和相关分析结果是了解客户满意度、客户体验和网络性能之间关系的重要一步。瑞士电信从调查网络改进对客户体验和满意度的影响开始着手。一旦了解其中的因果关系，问题就可以得到扭转；可以从客户体验开始，然后测量相关的S-KPI并优化网络以最大化提高满意度和忠诚度。未来还将对这种方法进行进一步探索和测试，以充分发挥潜力。

研究方法和细分

这项调查由爱立信消费者和行业研究室合作进行，期间共邀请8000名瑞士电信客户参加。在这些客户中，有750人同意参加，他们每个月都在测试区度过至少40个小时，其中四分之三在当地生活或工作。其他人经常在这个热门地区购物，与朋友或客户见面并在餐馆用餐。

整个调查分为两个阶段：网络改进前以及网络改进一个月后。150名受访者同时参加了这两期调研，对网络提升前后的体验进行直接对比。

受访人群男女各占一半，大部分为年轻人。只有17%的受访者年龄在50岁以上，而45%的受访者年龄在30岁以下。大多数受访者（83%）被瑞士电信归为高级数字用户³。几乎所有受访者都购买了不限量数据套餐，但套餐的最大速度（大部分在10Mbps和50Mbps之间）各不相同。

³瑞士电信根据数字消费终端（包括智能手机、平板电脑、电视和计算机）的使用情况对家庭用户进行细分。术语“高级数字用户”是指那些在日常生活中对新技术表现出浓厚兴趣并乐于使用这类新技术的客户。

实现智能制造

有了蜂窝连接的新标准，工厂中的几乎所有资产都可以连接并进行管理以解决运营挑战。

为了打造竞争力，生产商不仅设法提高生产效率，同时还致力于提供更多的定制化产品组合。这要求能够集成操作流程和生产线并进行调整，以实现快速的配置更改并加快交货时间，而不会影响安全性或质量。

运营挑战可以通过三大用例类别解决（见下图）。为了实现这些用例，需要以高效自动化的流程，完成大规模、多样化的资产连接。蜂窝网络所具备的特点使这一目标的实现成为可能。

利用蜂窝连接释放价值

蜂窝网络满足一系列要求，以支持各种生产用例，从而可以借助通信系统安全高效地优化生产变量¹。它们支持大规模实时数据采集和分析，以提高工厂的智能自动化并实现适应性生产。蜂窝连接还可实现快速、经济高效的生产线变更，并集成和优化相关工作流。

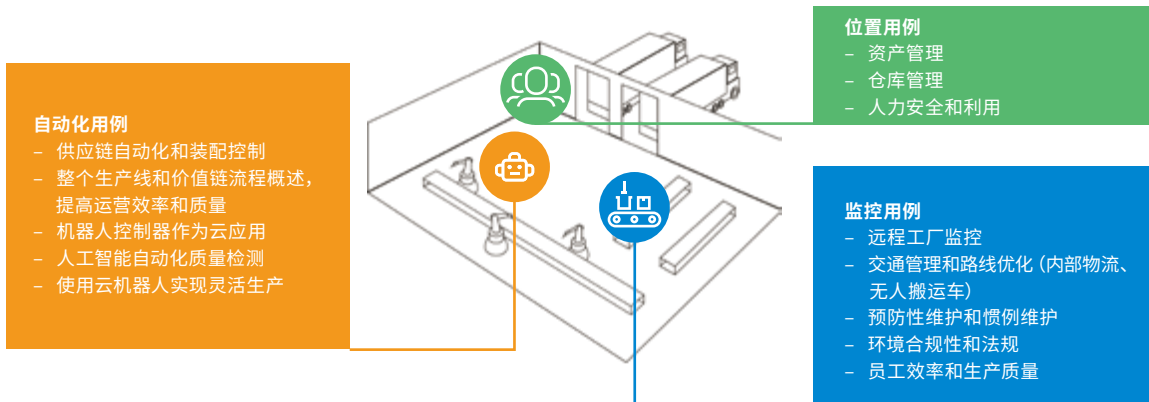
相比之下，固定有线网络主要支持固定机器关键应用，而Wi-Fi则支持非关键的大规模应用。在这两种情况下，扩展连接的操作并不可行，因为电缆的安装和维护成本很高，而且Wi-Fi无法保持较高的网络性能。

借助蜂窝网络，应对制造业的工作流程挑战

随着生产商不断优化生产中的各个变量，安装的连接基础（固网或Wi-Fi）也受到挑战。生产现场不仅包括固定式机器，还有很多可以移动的设备，例如旋转式、移动式机器和便携式物品（工具、材料、手机和平板电脑），所以使用固定有线网络无法管理所有变量。

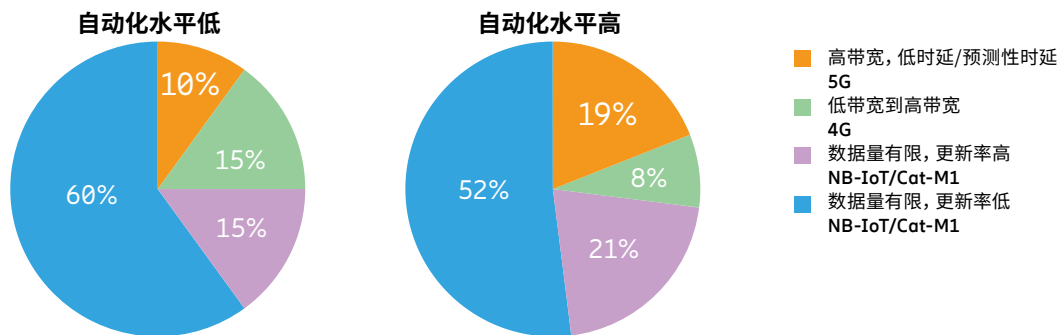
通过连接基础设施、设备和人力，蜂窝连接最大限度地采集数据并根据不同的工作流程提供可执行的洞察。

数字工厂中蜂窝网络实现的用例示例



¹生产变量是生产最终产品所需的所有信息，包括所有材料和工艺

在典型的智能生产场所，支持用例所需的各种连接终端预计占比



终端、数据量和网络需求不断增长
到2023年，全球物联网 (IoT) 连接数量预计将达到35亿。工厂资产、设备、车辆和工艺的数字化意味着联网终端的数量将呈指数增长。典型智能制造所需的联网终端预计为每平方米0.5个。²这一结果基于潜在用例和可从连接中受益的资产计算。

上图说明了在全面部署的智能工厂中，蜂窝连接需求的分布（支持前面提到的用例）。每种联网终端³的占比取决于该站点自动化程度的高低⁴。向更高级别的自动化发展演进将提高5G联网终端的比例。高带宽和始终如一的低时延对于支持大数据量和实时关键数据以及确保一致和安全的通信必不可少。

用例：利用增强现实技术降低成本
蜂窝网络实现的大多数用例将降低

工厂的运营成本。其中一个例子是使用增强现实 (AR) 技术对资产和产品进行测试和检查。指南和背景信息赋予工作人员相应的能力，使其能以更高的质量执行测试及维护。

该用例已在爱沙尼亚的一家工厂部署，从而不断提高产品质量并缩短交付周期。借助劳动力利用率的提高和废品率的减少，使总成本降低了25%。

定制化生产需要量身定制的网络
尽管在整个制造链中，效率和质量改进对成功至关重要，但真正竞争力将依赖于可定制或适应性生产。

网络连接也必须根据使用情况进行定制，以便在扩展联网终端数量的同时提供具有成本效益的性能。

蜂窝技术使用服务质量 (QoS) 机制，具有处理不同用例服务需求的能力。随着生产商实现数字化并需要超出工厂范围的更多网络功能来连接物流、供应商和其他工厂，这一点变得愈发重要。

生产工作不仅仅包括工厂现场的资产和流程。生产效率也取决于资源的及时到位。而且，产品在市场上的成功取决于持续的客户反馈和共同创造。因此，如下图所示，整个生态合作体系的协作带来了更高层次的产品和服务定制化。基于4G和5G技术的蜂窝连接提供了实现智能生产所需的移动性、安全性、可用性和可靠性。

未来的联网制造业



联网物流

该工厂与更广泛的网络、其他工厂和物流集成。

- 在整个生产过程安全地跟踪物流
- 了解车辆的精确位置



联网站点

工厂车间是一个具有多种需求的高度专业化环境。

- 极高的可靠性和低时延
- 安全的高可靠性、高可用性网络



公司和产品实现全球互联

在全球连接和维护工厂运输、安装和交付的产品。

- 新形式的客户互动
- 实现新服务和伙伴生态合作体系

²平均数量基于不同生产基地的数据。在密集区域，连接密度可达每平方米一个联网终端

³具体生产基地的精准分配数据取决于通信需求

⁴自动化水平是指从手动操作到全自动操作的连续性 (柏拉所罗门等, 2000年)

利用机器智能管理网络

计算能力、云架构、数字化和大数据分析等领域的进步，为利用人工智能（AI）开创了新机遇。



人工智能的运用，正在经历从模仿人类行为的用例，向利用人类能力构建大型复杂系统飞跃。在人工智能领域，机器智能，作为一门通过推理和规划技术来增强机器学习结构与建模的学科，已经取得了飞速发展。

过去六十年以来，人工智能的发展一次又一次地重复着让人欣喜与失望的过程，人们有时对人工智能感到十分乐观，有时又因为人工智能无法满足日益膨胀的期望而感到失望。如今，人们对人工智能领域再次产生了浓厚兴趣，这已然不是什么秘密。但是这一次，这种势头将会一直延续下去。基于人工智能的工具和技术正在快速渗透到数字世界的各个角落，在移动网络运营和维护中的新发展便是最好的证明。

管理日益复杂的移动网络

从增强型移动宽带到物联网（IoT），5G将助力移动网络满足各种各样的需求。就服务的终端数量而言，移动网络正在迅速增长而且变得日益复杂，但是我们可以利用经验丰富的网络工程师和技术人员的技能来应对这一挑战。我们可以利用人工智能和机器学习在自主管理的网络运营环境中以及向作业现场传播这些人员的专业知识，协助执行安装和维护任务。

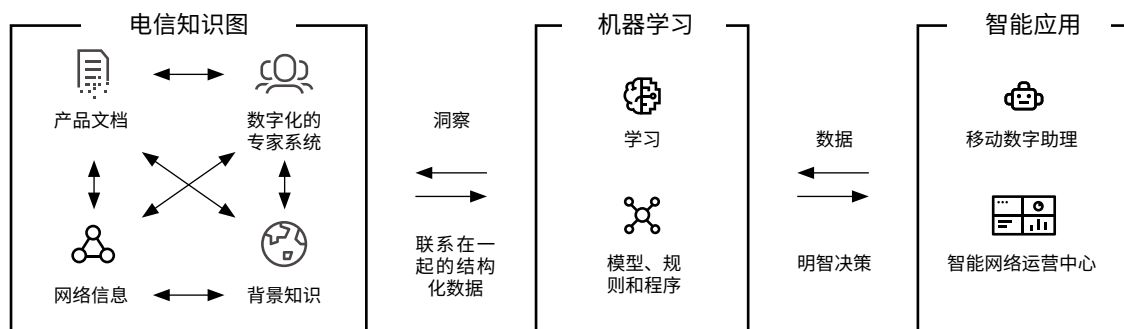
机器学习结合推理与规划，共同构成机器智能

机器学习软件以结构化数据为输入，来构建模型、规则和程序，然后再将收集到的结果应用于新数据，从而实现基于机器的自动决策。例如在机器学习的基础上进一步添加

推理和规划等其他人工智能技术，则可以创建出我们称之为“机器智能”的应用。

经验丰富的工程师和技术人员的技能，可以通过人工智能和机器学习达到更广泛的应用。

结构化知识在实现机器智能和智能应用中发挥的作用



通过结构化知识实现机器智能

知识采集以及随后将知识组织成相互关联的知识领域图乃是开发自动决策系统的基石。在电信行业，专家大脑中的知识或以自然语言记录的知识 - 如产品说明、故障报告和客户支持请求等 - 必须转换为机器可读的结构化数据。

结构化数据又被称为“电信知识图”（参见上图）。图中的信息也需相互关联 - 例如，将解决特定网络问题的产品说明书与故障报告相关联，以使用户可通过查阅故障报告，及利用经验丰富的现场技术人员的实践知识，来了解如何解决该领域问题。

本文通过两个原型来说明如何使用电信知识图自动执行各项网络运营与维护任务：

1. 可实现网络运营中心 (NOC) 自动运行的应用，有助于网络出现可通过机器解决的问题时进行自我恢复
2. 移动数字助理，可指导现场技术人员解决硬件相关差错故障

智能网络运营中心

作为电信网络的集中监控中心，网络运营中心的主要作用是通过故障管理和性能管理来保持网络的可用性和运营效率。

如今，常见的网络运营中心问题主要是通过技术人员进行处理：由他们分析接收到的告警（故障管理）、确定告警状况发生的根源并采取适当的解决措施。这些工作都需要相关领域技术专家开发解决方案，但是随着网络技术和网络架构的不断发展演进，此类解决方案将变得愈发复杂，难以实施和维护。

原型网络运营中心软件可借助机器学习智能技术实现自动故障管理。它能够：

- 基于历史信息绘制综合条件图（使用模式挖掘技术对跨域告警进行智能分组，以实施检测）
- 使用机器学习技术，基于综合条件形成规则
- 基于规则检测事件
- 确定问题根源，并将问题根源与系统或解决方案文档中的解决程序相映射，从而采取适当的解决措施

该原型可生成不受技术、拓扑结构和基础设施架构影响的规则，因此，它是一种可重复使用的组件，能够为进一步应用于事件检测与分析生成数据行为模式。

随着洞察、规则、策略和工作流程的不断发展与完善，网络管理基本上将成为全自主运行。网络将能够预测出即将发生的故障状况，并自动采取纠正措施。

知识采集以及随后将知识组织成相互关联的知识领域图乃是开发自动决策系统的基石。

智能数字助理

智能数字助理是一种应用机器智能来在无线基站现场执行相关任务的方式。无线基站的安装、配置和维护费用高昂且耗时。移动终端应用可通过执行诊断和故障排除任务，为技术人员提供帮助，减少他们在现场花费的时间，同时提高质量保证水平。

该原型软件可同时利用可视对象检测技术以及带语义注释的产品文档来指导技术人员完成指定任务¹。例如，在排除电缆适配器故障时，可视对象检测和增强现实（AR）应用能够识别并指出故障端口，还能显示排障步骤。

再例如，该应用也可用于识别并定位无线基站的各种组件。通过点击屏幕上的组件图像，技术人员可从文档中检索出关于该组件的更多信息。下图显示了智能数字助理的使用过程。

机器智能可用于为故障排除过程准备电信知识图。需要准备两组输入数据：一组用于对象检测器的图像，以及产品文档。产品文档中对硬件组件的描述，还需与被检测对象相关联，反之亦然。

可视对象检测器基于卷积神经网络（CNN）架构，该系统可一步执行以下任务：

- 从输入图像像素中提取特征
- 预测可视对象的类型
- 预测可视对象在场景中的位置

对象检测器可在客户端-服务器配置（在搭载强大图形处理器的设备上运行）中使用，也可作为独立应用（在技术人员的智能手机或平板电脑上运行）发挥作用。

产品文档通常采用HTML或PDF文件格式，并采用松散定义的结构。为

确保文档内容能被对象检测器正确理解并提供给技术人员，需要借助“知识提取”的过程将文档内容转换为机器可读格式。为此，需通过软件来提取信息并将其转换成图表等结构化信息模型。

机器智能将在网络运营中发挥重要作用

机器智能现已跨过了实验室测试阶段，将越来越多地应用到移动网络运营与维护等实践工作中。机器智能将使您可以充分利用网络工程师和技术人员的专业知识，一边轻松应对日益增长的系统规模和复杂性，一边提高生产率。

机器智能将使您可以一边轻松应对日益增长的系统规模和复杂性，一边提高生产率。

技术人员正在使用智能数字助理开展无线基站维护工作



¹ www.ericsson.com/thinkingahead/the-networked-society-blog/2018/04/19/machine-intelligence-when-automation-is-not-an-option/#more-11693

确保合理分配5G频谱

5G 服务部署的战役已经打响，移动宽带行业获批在不同无线频段部署网络服务。



移动宽带行业和国际电信联盟 (ITU) 在通往5G的旅途中已走完了很长一段征程。但当涉及到无线频谱问题时，这条道路并不总是平坦的。为确保在各国之间合理分配5G频谱，他们尚需开展大量工作。鉴于5G网络已开始部署到新频段，频谱分配已成为急待解决的问题。

在2019年11月召开的世界无线电通信大会 (WRC-19) 上，国际电信联盟成员国将有望就高频段 (24.25GHz至86GHz) 内的5G频谱分配方案达成一致。这些频段通常被称为“毫米波” (mmWave) 频段，使用3GPP规定的5G新空口 (NR) 技术，对支持大量全新行业应用至关重要。

为确保5G服务能够成功满足数据速率和容量需求，国际电信联盟成员国必须在WRC-19会议上达成共识，以便在适当的频段和条件下提供足够的频谱带宽。这里的“条件”是指在某一频段内使用5G所需满足的要求，其中包括与相邻频段中用例共存的要求。

商业前景

移动数据流量预计在未来六年中将增长八倍。新应用 将会不断涌现，

如增强现实 (AR)、虚拟现实 (VR)、以及其他越来越逼真的视频应用，因此安全性和可靠性需求将日益增长。此外，未来六年中，连接物联网 (IoT) 的新终端数量有望达到数十亿，从而在移动网络中创建出种类繁多的商业用例并提出各种需求。

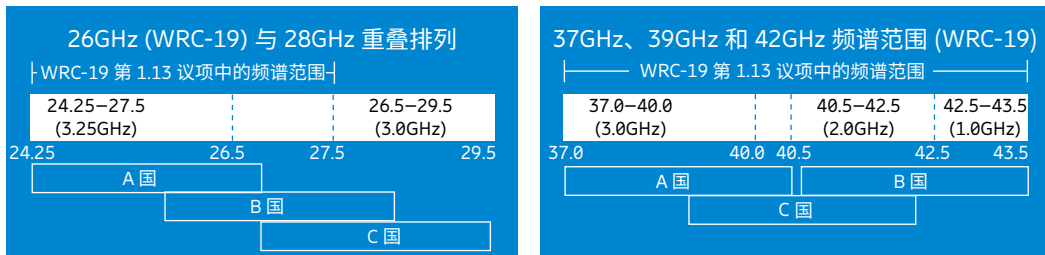
为满足这些需求，5G服务提供商将需要足够的频谱带宽。鉴于无线电波传播特性因频段而异，因此，确保分配适当的频段组合以同时满足覆盖范围 (低频段/中频段) 和容量需求 (高频段) 将非常重要。

国际电信联盟在WRC-15会议或更早的会议上已就分配给5G服务的许多低频段达成了共识。各成员国现在正忙于在各自国内合理分配这一频谱。如上文所述，5G的高频段分配事宜预计将在WRC-19会议上最终敲定。

即便如此，随着5G部署继续飞速发展，许多国家已自行采取措施来分配某些频段 - 既发生在WRC-19会议召开之前，又不在WRC-19会议第1.13议项的范围之内。这将有助于加速部署5G服务，但同时也需要有关部门开展大量工作，以协调这些频段在不同国家之间的分配。

为确保5G成功满足数据速率和容量需求，做好全球频谱分配协调工作至关重要。

证明频谱分配协调可为建立“调谐范围” (tuning ranges) 创造机会的两个例子



5G频段

28GHz、26GHz、37GHz和39GHz频段等高频段，有望率先应用于5G服务部署。2018年底或2019年初，28GHz频段可能会在某些国家得到使用，而其他高频段预计将在2019年底开始使用。

1GHz以下的低频段，因为其有利于无线电波传播的特性，具有覆盖偏远地区和建筑物内部的能力而受到关注。预计到2018年底，600MHz频谱范围内的新频段将会提供用于5G服务部署。

1GHz和7GHz之间的部分中频段预计也将在多个国家进行分配。3.3GHz-5GHz之间的中频段可能会在2020年左右推出，其被视为用于陆地5G接入网的重要频谱资源。中频段因为其能在传播特性（覆盖范围）与带宽（容量）之间提供有利的“中间地带”而备受青睐。

当然，服务提供商已开始使用一些频段。一般来说，包括低频段（600MHz、700MHz、800MHz、850MHz和900MHz）及中频段（1.5GHz、1.7GHz、1.8GHz、1.9GHz、2.1GHz、2.3GHz和2.6GHz）在内的所有当前3GPP频段未来都有可能作用于5G服务部署。这些频段及其组合将对5G实现足够的覆盖范围和网络容量至关重要，以支持增强型移动宽带、物联网、行业自动化、关键任务型商业用例以及公共保护和

灾难救援（PPDR）服务。

此外，3GPP近期还启动了一项独立研究项目，以研究5G服务应用6.5GHz频段（5,925MHz-7,125MHz）的可行性。

协调的重要性

如上文所述，许多国家都已等不及在WRC-19会议上正式出台5G条例和规范，纷纷开始尝试部署商用5G新空口，尤其是在26.5GHz-29.5GHz频谱（28GHz频段）之间。例如：

- 在美国，联邦通信委员会（FCC）已就28GHz频段内的移动用例出台了管理规范（建议将卫星用例放在次要位置）及其他监管条例。37GHz和39GHz频段也正在准备投入早期使用。
- 韩国已在2018年平昌冬奥会上成功完成了在26.5GHz-29.5GHz频段的5G准商用试验。这项活动为5G的商业部署奠定了基础，28GHz频段的频谱拍卖有望将在2018年进行。
- 日本拟在2020年东京夏季奥运会上全面应用5G商用网络。2018年和2019年间，日本还将在3.7GHz、4.5GHz和28GHz频段内开展更大规模的准商用外场测试。
- 欧洲和中国的监管机构计划于2020年之前在26GHz频段部署5G商用网络。此外，他们还表示有兴趣在42GHz频段部署5G网络。

- 印度正考虑在24.5GHz-29.5GHz频段以及37GHz、39GHz和42GHz频段部署5G商用网络。

许多国家都已等不及在WRC-19会议上正式出台5G条例和规范，纷纷开始尝试部署商用5G新空口。

鉴于这些情况，就拟用频段进行国际协调对于5G发展仍然至关重要。各国也许并不总能在特定的频段范围内使用完全相同的频段。移动行业正尝试通过建立技术“调谐范围”来解决这一缺陷。“调谐范围”是指一个频率范围，在这个频率范围内，行业可从技术上减少不同国家在不同频段部署网络服务的问题，同时仍能开发出可在各国之间漫游使用而且方便消费者使用的手持设备和终端。在这些调谐范围内保持合理的频率分配将为整个移动行业带来诸多裨益，支持移动行业实现网络基础设施、移动宽带终端及物联网终端的规模经济性。

上图通过两个示例说明了调谐范围内的合理频率分配带来的重大影响。图中将WRC-19第1.13议项中的频段与一些主要5G部署国所分配的频段进行了映射。如果更多的国家遵从这些调谐范围，5G服务的全球覆盖能力将会大大提升。



5G更先进的服务需要更宽的带宽

早期部署5G NR服务的各国必须能够应对缺乏足够许可频谱的风险，认清这一风险非常重要。5G服务的峰值数据速率和容量预计都将大大提升，因此需要分配到能够提供极宽带宽的频谱资源。基于速率和容量需求，这些服务将需要10GHz-15GHz或更高的总体带宽（带宽需求随服务的部署而增加），即24.25GHz-86GHz频段范围内的千兆赫兹信道块。这是WRC-19会议需要考虑的另一个5G频谱分配问题。

回传频谱是5G传输网络的关键

WRC-19会议需要讨论的另一个关键问题是如何满足额外回传容量的需求。现有微波频段（如26GHz和28GHz）最终可能必须经过重整才能支持5G接入网。这些发展似乎存在冲突，但可通过适当的国家频谱管理解决。

例如，国际电信联盟正研究是否在WRC-19会议上讨论对5G移动接入网开放32GHz频段（31.8GHz-33.4GHz）的问题。但因未得到足够的内部支持，该频段目前更倾向于作为关键微波回传频段替代26GHz和28GHz频段重整，因此被视为全

球回传频段的强有力备选项。

E频段（71GHz-76GHz与81GHz-86GHz配对）是全球一致认可的基本回传频段。但国际电信联盟在准备WRC-19会议时也对它开展了5G移动接入用例研究。E频段提供极宽的带宽，可在几公里内保持10Gb/s甚至更高的吞吐量。如果能借助微波多频段增强放大器技术，就像接入网中的载波聚合，则该距离可进一步延长至10公里左右。

从长远来看，支持高达100Gb/s的吞吐量显然需要更多的回传频谱。为满足不断发展的5G回传需求，欧洲的W频段（92GHz-115GHz）和D频段（130GHz-175GHz）规范已进入最终确定阶段，美国也于近期开始制定相关规范。

面向专用网络的本地许可

各国在分配频谱时，还需考虑到需要本地许可的专用网络的发展。一些国家正在考虑授予（或授权服务提供商出租）频谱供当地使用。

有些国家希望将频谱资源更多提供给本地实体，因此可能会将频谱分配范围限定在由不动产限定的区域内，比如工厂里。这取决于各国的

决策，目前尚不清楚各国是否以及如何为专用网络分配频谱资源。

国家为移动宽带服务提供商配合适频段内的足够频谱资源使用许可，是加快5G服务部署步伐的基础。

采取行动，尽早充分实现早期5G部署的潜力

为充分实现早期5G网络部署的潜力并满足日益增长的网络性能需求，世界各国均需付出巨大努力，将未充分利用的频谱资源重新分配用于5G服务。在以下情况下，该过程可以为服务提供商、电信行业和消费者带来最大裨益：

- 通过国际统一协调来分配高频段
- 授权使用能满足5G接入性能需求的带宽
- 为高吞吐量回传系统分配适当的频谱
- 对频谱使用设置适当的条件
- 考虑调谐范围

国家为移动宽带服务提供商配合适频段内的足够频谱资源使用许可，是加快5G服务部署步伐的基础。

方法



预测方法

爱立信定期进行预测，以支持内部决策和规划以及市场传播。本移动市场报告的预测期为六年，并随着每年11月份的报告发布预测期向后推一年。本报告中的用户数和流量预测基于各种来源的历史数据，并根据爱立信的内部数据进行了验证，包括客户网络中的大量测量数据。未来发展的评估基于宏观经济趋势、用户趋势（爱立信消费者和行业研究室调查研究）、市场成熟度、技术发展预期和各种其他资料，如国家/地区或区域级行业分析报告以及内部假设和分析等。

如果基本数据发生变更，例如运营商报告更新了用户数，爱立信可能修改相关历史数据。

移动用户包括所有移动技术。爱立信根据手机和网络能够提供的最先

进的技术划分用户，数字进行了四舍五入，因此可能与实际总数略有不同。关键数字表中的用户数已经四舍五入至十万单位。然而，出于突出显示的目的，本文在表达用户数时通常以十亿或亿为单位。复合年增长率(CAGR)已被四舍五入为整数百分比，流量则以两位数表示，如69GB/月或8.5GB/月。

流量是指移动接入网中的汇聚流量，但不包括DVB-H、Wi-Fi或Mobile WiMAX流量。语音流量包括VoIP。

流量测量

新终端和应用的出现都会影响移动网络。当设计、测试和管理移动网络时，运营商需要深入并及时了解不同终端和应用的流量特性。爱立信定期对全球所有主要区域的100多个现网进行流量测量，针对一些选定的商用WCDMA/HSPA和LTE网络，还

会进行详细的流量测量，旨在发现不同的流量模式。在爱立信分析师拿到数据之前，所有用户数据都已进行匿名处理。

人口覆盖率的测量方法

人口覆盖率是使用区域人口和领土分布数据库，基于人口密度估算得出的。我们将把这个数字与无线基站(RBS)现有用户的专有数据相结合来估算每个RBS对每类人口密度群（从大都市到荒野乡村分为六类）的覆盖率。基于该数据，我们将能够估算出某项技术对每个区域的覆盖率及其代表的人口百分比。通过在整个地区和全球层面上对这些区域性数字进行求和，我们将能够计算出每项技术的世界人口覆盖率。

术语表

2G: 第二代移动网络(GSM、CDMA 1x)

3G: 第三代移动网络(WCDMA/HSPA、TD-SCDMA、CDMA EV-DO、Mobile WiMAX)

3GPP: 第三代合作伙伴计划

4G: 第四代移动网络(LTE、LTE-A)

5G: 第五代移动网络(标准化过程中)

应用: 可下载并在智能手机或平板电脑上运行的软件应用程序

CAGR: 复合年增长率

Cat-M1:用于物联网连接的3GPP标准化低功耗广域(LPWA)蜂窝技术。Cat-M1是可以部署在LTE网络上、旨在处理从简单到复杂的各类物联网应用的解决方案

CDMA: 码分多址

dB: 在无线传输中,分贝是一个对数单位,可用于对通过媒体发射器传输至接收器的信号增益或损耗轻松求和

DL: 下行链路

EB: 艾字节, 10^{18} 字节

EDGE: GSM演进增强型数据速率

EPC: 演进分组核心网

GB: 千兆字节, 10^9 字节

GHz: 千兆赫兹, 10^9 赫兹(频率单位)

Gbps: 千兆比特每秒

GSA: 全球移动供应商协会

GSM: 全球移动通信系统

GSMA: GSM协会

HSPA: 高速分组接入

ICT: 信息和通信技术

IMS: IP多媒体子系统

ITU: 国际电信联盟

IoT: 物联网

Kbps: 千比特每秒

LTE: 长期演进

MB: 兆字节, 10^6 字节

MBB: 移动宽带(定义为CDMA2000 EV-DO、HSPA、LTE、Mobile WiMAX和TD-SCDMA技术)

Mbps: 兆比特每秒

MHz: 兆赫兹, 10^6 赫兹(频率单位)

MIMO: 多输入多输出是指在无线设备上使用多个发射器和接收器(多个天线)以提高性能

移动PC: 定义为内置移动式调制解调器或外接USB数据卡的笔记本电脑或台式机终端

移动路由器: 一种终端,一侧通过蜂窝网与互联网连接,另一侧通过WiFi或以太网与一个或多个客户端连接(如PC或平板电脑)

NB-IoT: 用于物联网连接的3GPP标准化低功耗广域(LPWA)蜂窝技术。NB-IoT是既可部署在LTE网络上又可单独部署的窄带解决方案,旨在处理具有超低吞吐量的物联网应用

NFV: 网络功能虚拟化

NR: 3GPP Release 15定义的新空口

OS: 操作系统

PB: 拍字节, 10^{15} 字节

QAM: 正交振幅调制

SDN: 软件定义网络

短程物联网: 主要由通过非授权无线技术相连接的设备组成,范围一般不超过100米,如Wi-Fi、蓝牙和Zigbee。此类别还包括通过固定线路局域网和电力线技术相连接的设备

智能手机: 带有操作系统的手机,能够下载和运行应用,例如iPhones、Android操作系统手机、Windows手机,还包括Symbian和Blackberry操作系统手机

TD-SCDMA: 时分同步码分多址

TDD: 时分复用

VoIP: IP语音(互联网协议)

VoLTE: GSMAIR.92规范所定义的LTE语音系统,是包括IP多媒体子系统(IMS)、演进分组核心网(EPC)、LTERAN、用户数据管理及OSS/BSS在内的端到端移动系统

UL: 上行链路

WCDMA: 宽带码分多址

广域物联网: 由使用蜂窝连接的设备以及非授权低功耗技术(如Sigfox和LoRa等)组成

全球和区域关键数字

爱立信移动市场展示平台

(Ericsson Mobility Visualizer)

利用爱立信新的交互式Web应用，了解本《移动市场报告》中的实际和预测数据。它包含一系列数据类型，包括移动签约用户数、移动宽带签约用户数、移动数据流量、每种应用类型的数据流量、VoLTE统计、每台终端每月数据使用量以及物联网连接终端预测。您可以导出数据，在出版物中使用生成的图表，但需注明爱立信是信息来源。

如需了解更多信息

请扫描QR码，或访问www.ericsson.com/mobility-report/mobility-visualizer



全球关键数字

移动签约用户	2016	2017	2023 预测值	CAGR** 2017-2023	单位
全球移动签约用户数	7,500	7,790	8,880	2%	百万
- 智能手机签约用户数	3,760	4,330	7,170	9%	百万
- 移动PC、平板电脑和移动路由器*的签约用户数	240	250	320	4%	百万
- 移动宽带用户数	4,450	5,300	8,330	8%	百万
- 移动签约用户数，仅使用GSM/EDGE	2,970	2,420	520	-23%	百万
- 移动签约用户数，WCDMA/HSPA	2,300	2,390	1,750	-5%	百万
- 移动签约用户数，LTE	1,890	2,740	5,490	12%	百万
- 移动签约用户数，5G			1,080		百万

移动流量*

- 每部智能手机生成的数据流量	2.2	3.4	17	31%	GB/月
- 每台移动PC生成的数据流量	7.8	9.8	27	18%	GB/月
- 每台平板电脑生成的数据流量	3.6	4.6	13	18%	GB/月

总流量***

移动数据总流量	8.8	15	107	39%	EB/月
- 智能手机	7.2	13	100	41%	EB/月
- 移动PC和路由器	1.3	1.6	4.4	19%	EB/月
- 平板电脑	0.3	0.5	1.8	26%	EB/月
固网数据总流量	70	80	250	20%	EB/月

* 活跃的终端

** CAGR依据未四舍五入的数字计算

*** 数字按照四舍五入计算 (参见方法)，因此而计算出的综合数字可能和实际数字有些许差距

¹ 这些数字也包含在东北亚地区的区域性数字之中

² 这些数字不包括巴基斯坦

³ 这些数字也包含在中东和非洲地区的区域性数字之中

区域关键数字

移动签约用户数	2016	2017	2023 预测值	CAGR** 2017-2023	单位
北美	380	390	450	2%	百万
拉丁美洲	690	690	730	1%	百万
西欧	520	520	550	1%	百万
中欧和东欧	580	590	620	1%	百万
东北亚	1,720	1,830	2,090	2%	百万
中国 ¹	1,320	1,420	1,590	2%	百万
东南亚和大洋洲	1,070	1,130	1,290	2%	百万
印度、尼泊尔和不丹	1,160	1,200	1,390	2%	百万
中东和非洲 ²	1,380	1,440	1,760	3%	百万
撒哈拉以南非洲 ³	660	680	930	5%	百万
智能手机签约用户数					
北美	290	310	400	4%	百万
拉丁美洲	380	420	550	5%	百万
西欧	370	400	490	4%	百万
中欧和东欧	220	250	450	10%	百万
东北亚	1,290	1,400	1,980	6%	百万
中国 ¹	1,050	1,150	1,560	5%	百万
东南亚和大洋洲	470	560	1,050	11%	百万
印度、尼泊尔和不丹	270	380	970	17%	百万
中东和非洲 ²	470	610	1,280	13%	百万
撒哈拉以南非洲 ³	230	290	750	17%	百万
每部智能手机生成的数据流量*					
北美	5.2	7.2	49	37%	GB/月
拉丁美洲	1.7	2.5	15	35%	GB/月
西欧	2.7	4.0	25	36%	GB/月
中欧和东欧	2.7	3.8	18	29%	GB/月
东北亚	1.3	2.6	14	32%	GB/月
中国 ¹	0.93	2.3	12	32%	GB/月
东南亚和大洋洲	1.8	2.7	14	32%	GB/月
印度、尼泊尔和不丹	4.1	5.7	13	15%	GB/月
中东和非洲	1.3	2.0	12	35%	GB/月
撒哈拉以南非洲 ³	1.0	1.4	6.9	31%	GB/月
每部智能手机生成的数据流量*					
北美	1.8	2.5	19	40%	EB/月
拉丁美洲	0.67	1.0	8.0	41%	EB/月
西欧	1.2	1.7	11	36%	EB/月
中欧和东欧	0.71	1.1	8.4	40%	EB/月
东北亚	2.0	4.0	25	35%	EB/月
中国 ¹	1.1	2.7	18	38%	EB/月
东南亚和大洋洲	0.79	1.3	12	44%	EB/月
印度、尼泊尔和不丹	1.0	1.9	10	32%	EB/月
中东和非洲	0.69	1.3	14	49%	EB/月
撒哈拉以南非洲 ³	0.22	0.36	4	49%	EB/月

关于爱立信

爱立信助力通信运营商捕捉连接的全方位价值。我们的业务组合跨网络、数字服务、管理服务和新兴业务，帮助我们的客户提高效率，实现数字化转型，找到新的收入来源。爱立信持续投资创新，从固定电话到移动宽带，致力服务全球数十亿用户。爱立信在斯德哥尔摩纳斯达克交易所和纽约纳斯达克交易所上市。

更多信息请访问www.ericsson.com

欢迎关注

爱立信官方微信



更多信息，请联系
rnea.china.marketing@ericsson.com

©爱立信（中国）通信有限公司
版权所有2018