



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

爱立信 移动市场报告

2021年11月

发行人致辞

激动人心的时代

在过去的10年里,移动技术对社会和商业产生了难以置信的影响,超出了所有人的想象。值此《爱立信移动市场报告》发布十周年之际,我们将回顾过去十年中影响移动通讯发展的一些关键趋势和重大事件。

与其只是回顾过去,不如反思过去十年的经验,并将它们应用于未来,这会更有意义。过去十年发生了很多变化,但是如果与我们预期的下一个十年相比,这些变化可能微不足道。当我们把目光投向2027年,并考虑到那时的5G签约用户数(据估计,届时会有近一半的移动签约用户使用5G网络),我们很容易发现,这些数字所表达的,是我们行为、生活和工作方式的持续变化。

目录

预测

- 04 《爱立信移动市场报告》的十年发展历程
- 08 5G移动签约用户预计将超过4G用户
- 10 每个地区的移动通信服务都将是5G占主导
- 12 拉丁美洲的5G现状:深入观察
- 14 按不同速度等级收费的5G固定无线接入服务层出不穷
- 16 5G推动服务套餐创新
- 17 当今的5G终端不仅速度快、可折叠且连接无处不在
- 18 2G和3G网络的份额持续下滑,而宽带物联网的使用仍持续增长
- 19 移动网络流量稳定增长
- 20 智能手机和视频推动移动数据流量增长
- 22 5G网络覆盖仍保持强劲势头

这场新冠疫情大流行向我们展示出事物变化的速度之快,并体现出数字基础设施对社会的重要性。5G正进入一个新阶段,不仅消费者将享受新应用带来的好处,企业和行业也将有机会利用5G带来的新能力。毫无疑问,变化的步伐将继续加快,5G将在我们的生活中发挥愈加关键的作用。

《爱立信移动市场报告》将继续秉承使命,作为移动行业的灯塔,尽其所能,为未来的行业发展送去一些光明。

希望您觉得这份报告既有趣又有用!

Fredrik Jejdling

爱立信全球执行副总裁兼网络业务部总经理

文章

- 24 构建5G基础设施,打造数字化未来
- 28 建设网络基础设施,促进数字化转型
- 32 内容到达时间(Time-To-Content, TTC):网络性能的客观指标
- 34 打造可持续的网络
- 36 方法
- 37 术语表
- 38 全球和区域关键数据

到2027年,近一半的移动签约用户将使用5G网络。

49%

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
 文章合著者: Rachit Saxena (Telia), Dave Lu (远传电信, Far EasTone), Ilyas Celik (stc)

文章作者: Peter Jonsson, Stephen Carson, Steven Davies, Per Lindberg, Greger Blennerud, Karen Fu, Bilal Bezri, Jawad Manssour, Shi Theng Khoo, Fredrik Burststedt, Jennifer Walker, Ove Persson, Jens Malmödin, Olivia Thell, Alejandro Ferrer, Anders Carlsson P, Kevin Hume, Luciana Leite, Adriana Margarita Mahecha Segura

10年巨变

47亿

4G用户数, 已从900万飙升,
至2021年底预计达到47亿。

55亿

智能手机新增用户数, 突破
55亿。

300

移动网络的数据流量几乎是
2011年的300倍。

《爱立信移动市场报告》 的十年发展历程

2011年11月，爱立信发布了第一份《流量与市场数据报告》。一年后，报告改名为《爱立信移动市场报告》，由此展开了爱立信移动行业研究的历程……

第一份研究报告的导语是这么说的：

“2011年，智能手机产生的流量将翻3倍。到2016年，占地球陆地总面积不到1%的地区用户，将制造总移动流量的近六成。我们正生活在激动人心的时代里。”

这一段话描述了塑造过去十年移动市场的一些基本事件，它们的影响比我们写作时所能意识到的还要大。如今，移动技术迅速发展，移动设备激增（几乎每个人都随身携带智能手机），它们影响了我们的日常生活，也改变了我们的行为方式。我们很荣幸能够通过这份报告，多年来一直密切地关注这个令人兴奋的行业。

回顾《爱立信移动市场报告》（我们通常称之为EMR）的历史，我们能够发现很多移动行业的变化——不仅是某种情况为什么会发生（或没有发生），还包括那些影响行业的大趋势和颠覆性事件。我们撰写了90多篇文章（有时甚至比预测数据还要好看），它们描述了大的发展趋势，讨论了各种内容：从视频流和移动网络在驾驶中的使用（mobile tethering driving usage），到人工智能和专用网络创造的价值。

4G发展初期给我们的启示——确定正确的驱动因素

2011年11月，大多数移动网络上的大部分数据流量是由连接蜂窝网络的笔记本电脑产生的——由少量用户生成很大比例的数据流量。智能手机越来越受欢迎，全球已经约有7.2亿智能手机用户。就在2009年底（第一份报告发布的两年前），月度数据流量首次超过语音流量，4G也是在那一年推出。

鉴于当时可见的市场驱动因素，我们低估了智能手机和4G签约用户的增长速度（因此也低估了手持设备流量的增长速度），同时高估了连接4G网络的笔记本电脑和平板电脑的潜在增长速度，因为智能手机成为了通过Wi-Fi连接其他设备到移动网络的首选设备。







早期报告给我们的一个重要教训是，一旦一项移动标准成为全球标准，覆盖到大量人口，且围绕该标准的生态系统也建立起来，那么大众对它的接受度可能会比最乐观的预测结果还要快。对于4G而言，这种大规模的市场增长发生在2014到2015年。当时4G网络的全球人口覆盖率达到40%左右。

建成的生态系统意味着新的商业机会

如果报告发布的最初几年，4G网络、智能手机和应用生态系统只是刚刚进入大众市场，那么在之后的几年，我们会发现，这个建成的生态系统引发了一系列颠覆性事件：新的商业模式产生，新的公司进入市场，竞争也变得激烈起来。在此期间，由于新技术的产生，网络的性能不断提高，再加上视频内容的增加，又进一步推动了移动数据流量的消耗和3G用户向4G的迁移。这最终促使行业利用4G高速联网能力去服务新的细分市场。

对比我们在2015年11月进行的预测和2021年的最新评估数据，可以清楚地发现，我们正确预测了这个行业增长的最重要参数——智能手机签约用户。然而，由于4G的推出速度快于预期，流量增长也更为迅猛。2017年商定的5G标准化时间表的进展加快，自然也导致5G的普及速度比2015年预计的要快。对于手机签约用户数的过高估计，是由于被动签约用户数量的不确定性，以及双卡双待的兴起，但这对实际用户或网络流量的影响不大。

图1: 预测数据与最新数据的对比

	预测的2016年数据 (于2011年11月预测)	2016年 实际数据	预测的2021年数据 (于2015年11月预测)	2021年预估数据 (全年数据)
 移动签约用户数	84 亿	74 亿	91 亿	81 亿
 移动PC/平板签约用户数	5.5 亿	1.8 亿	3.5 亿	3 亿
 智能手机签约用户数	26 亿	37 亿	64 亿	63 亿
 4G签约用户数	5.1 亿	20 亿	41 亿	47 亿
 5G 签约用户数	-	-	1.5 亿	6.6 亿
 每部手机的平均流量	800 MB/m	1.9 GB/m	8.5 GB/m	11.4 GB/m
 总移动流量	4.6 EB/m	6.7 EB/m	51 EB/m	65 EB/m



颠覆性事件促进增长

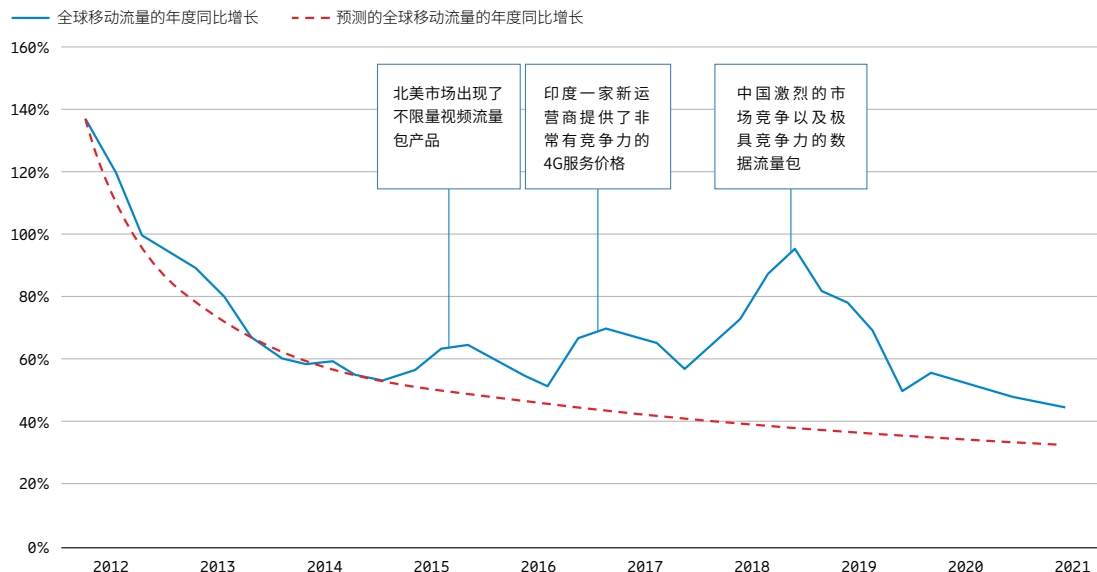
全球移动流量的年度同比 (Year-over-year) 增长显示,一些大型市场发生了颠覆性事件,对全球范围内的整体流量造成了影响。图2显示了流量的年度变化曲线上的一些起伏,强调了移动流量增长不仅是由需求驱动的,而且对网络能力、运营商收费、流量塑造和市场法规也很敏感。

2015年,美国一家一级运营商开始为市场上一些最具吸引力的视频服务提供无限制的数据包产品。竞争对手很快推出了类似的产品,导致全球范围的移动网络流量都出现大幅增长。

2017年,印度市场出现了又一个意想不到的流量增长事件。原因是一家新运营商提供了非常有竞争力的4G服务价格,吸引了大量新的智能手机用户,且每台智能手机的流量使用都非常高。如今,印度次大陆是“每台智能手机使用流量”最高的地区之一。

4G在中国的普及要晚于其他许多市场。2018年,由于出现了极具吸引力的新产品和异常激烈的竞争,中国市场的流量出现了令人难以置信的增长,这对全球的数字都产生了巨大的影响。需要知道的是,在2018年,全球流量已经比3年前高出3到4倍,并且年增长率仍处在90%以上的区间。

图2: 全球移动流量的年度同比增长



¹全球移动供应商协会 (2021年10月)。

展望未来——未来的需求产生于今天

如今,移动网络承载的流量几乎是2011年的300倍,不包括固定无线接入 (FWA),网络速度增长了数百倍,目前市场上有近2万种不同的4G设备¹。如果没有行业的规模化能力以及网络效率的不断提高,这是不可能实现的。

最大的问题是如何将过去的经验应用于未来。预测未来仍将是困难的工作。从表面上看,似乎可以很直接地预测5G签约用户数还将持续增长,因此每台设备的流量也将持续增长。然而,随着5G网络的人口覆盖范围增加,我们可能会看到一些新的颠覆性事件的发生。可能在本世纪20年代中期,这些事件将以全新的方式利用5G能力,可能会出现新设备、新商业模式或新的应用。随着镜像世界 (mirror world)、超级连接能力 (hyperconnectivity) 和人工智能的出现,工业和企业的数字化进程也有可能比我们今天所能想象的还要快。

除此之外,还有一些全球的社会和地缘政治力量将不可避免地改变我们的未来。气候危机和全球市场分化 (global fragmentation),以及新冠疫情的影响,将增加人们的虚拟联系,并改变我们的行动、生活和工作方式。

但不管这些潜在的力量将如何影响移动产业,可以确定的是,我们仍然生活在一个激动人心的时代!

移动网络承载的流量几乎是2011年的300倍。

300

如今拥有手机的用户多了大约20亿。

20亿

预测

已有数据显示:5G时代已经到来。5G的普及速度将比之前任何一代移动技术都要快。

6.6亿

预计到今年年底,全球将有6.6亿5G签约用户。

23%

5G移动设备将贡献23%的全球流量。

8亿

到2027年,固定无线连接数将达到2.3亿,为超过8亿人提供宽带服务。

51%

到2027年,大规模物联网将占到蜂窝物联网连接的51%。

5G移动签约用户预计将超过4G用户

到2027年底，5G签约用户将突破44亿大关。

运营商继续推进5G部署，全球已有180多家运营商推出了商用5G服务¹。

第三季度5G签约用户²增加了9800万，共计约5.7亿。我们估计，到今年年底，5G签约用户将超过6.6亿。这比我们之前预估的要多，主要是由于在中国和北美地区，5G终端价格在不断下降，促进了5G服务需求的提高。目前，东北亚的5G用户渗透率最高，其次是北美、海湾合作委员会（简称海合会，Gulf Cooperation Council）国家和西欧。预计到2027年，北美地区的5G签约用户比例将达到90%，渗透率将居所有地区之首。

5G签约用户数的增长速度预计将明显快于2009年4G（LTE）上市后的增长速度，将比4G早2年达到10亿。这主要是因为与4G相比，中国更早地参与5G业务，有数家供应商更及时地推出了5G终端，且5G终端的价格下降速度比4G终端要快。我们预测到2027年底，全球5G签约用户将达到44亿，大约占到当时移动签约用户总数的49%。到2027年，以签约用户数计算，5G将成为主流移动接入技术。

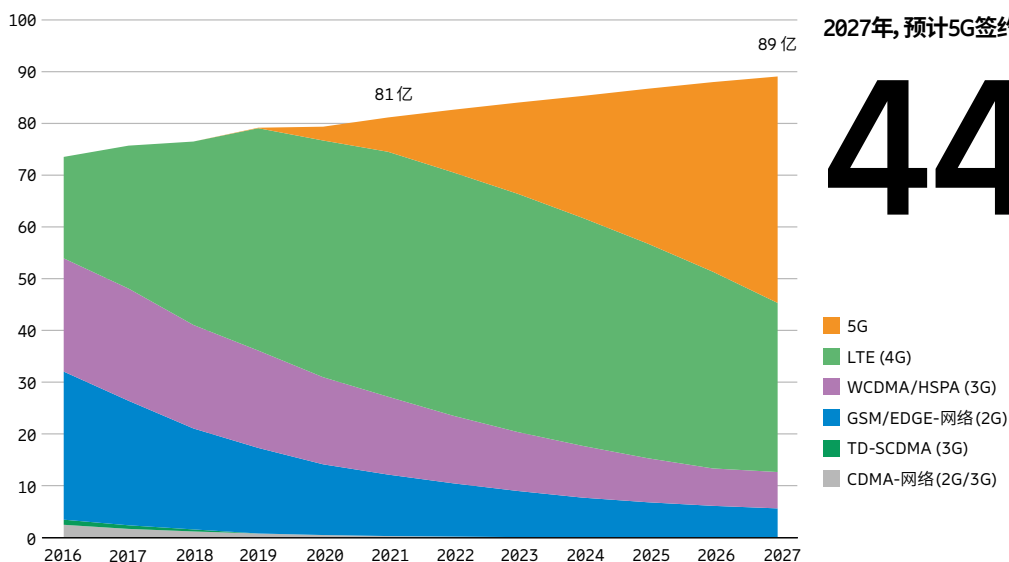
在2021年第三季度，4G签约用户增加了约4800万，目前总数超过了46

亿。预计2021年第四季度，4G签约用户将达到47亿的峰值，但随着越来越多的用户向5G迁移，到2027年底，这一数字将下降至33亿左右。

3G签约用户减少了4500万，而仅使用GSM/EDGE网络的用户在本季度减少了4300万，其他技术的用户³减少了约500万。

本季度，中国净新增用户最多（+2300万），其次是印度尼西亚（+700万）和加纳（+500万）。

图3: 按技术划分的移动签约用户数 (亿)



2027年，预计5G签约用户将达到44亿。

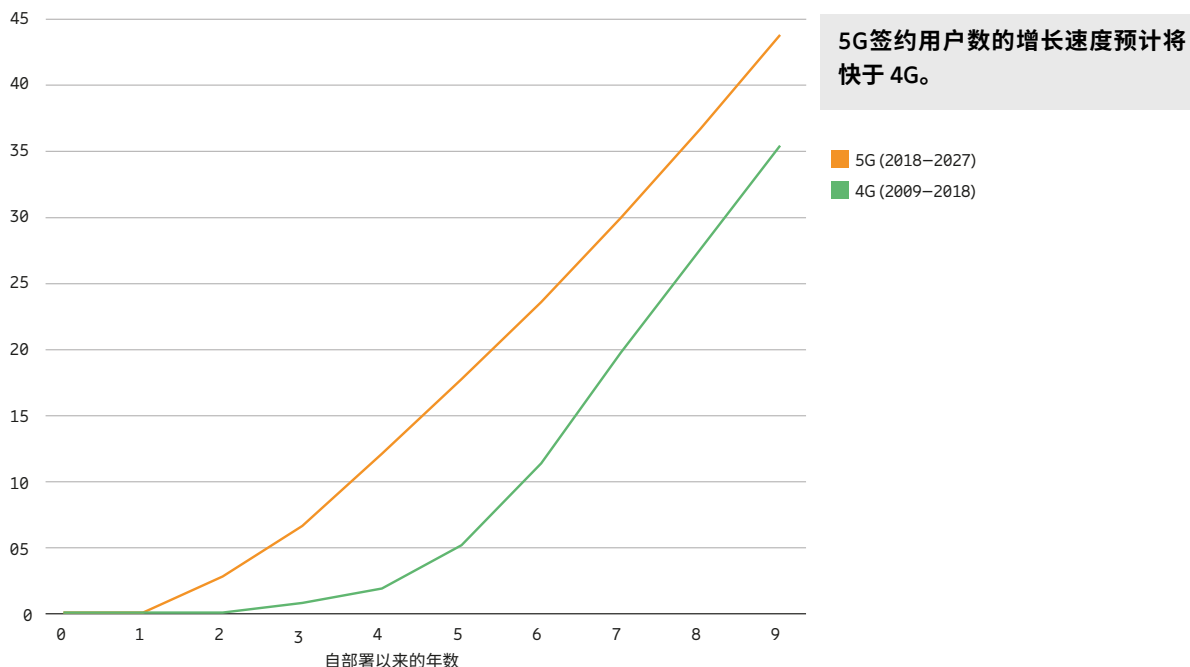
44亿

¹GSA (2021年10月)。

²根据3GPP第15版的规定，如果用户使用的终端支持新空口（NR）并且能够连接到5G网络，则将其计为5G签约用户。

³主要是指CDMA2000 EVDO、TD-SCDMA和Mobile WiMAX。

图 4: 5G 和 4G 部署前几年的签约用户年增长率对比图 (亿)



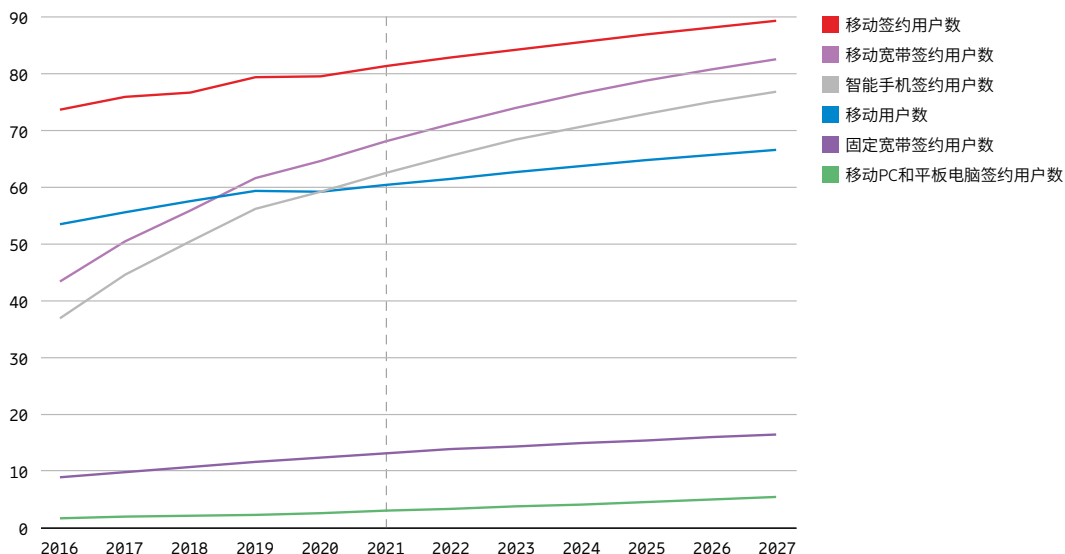
移动宽带签约用户日益增加

现在, 移动签约用户数大约在81亿左右。我们预计到2027年底该数字将增长至89亿, 其中92%是移动宽带签约用户。到本预测期结束时, 移动用户数预计将从2021年第三季度的60亿增长到67亿。

智能手机签约用户数不断增加, 预计到2021年底将达到63亿, 占到手机签约用户总数的77%。预计到2027年, 该数字将达到77亿, 占到移动签约用户总数的86%。

预计从现在起直到2027年, 固定宽带签约用户数有望实现4%的年增长⁴。固定无线接入 (FWA) 的连接数将以每年17%左右的速度强劲增长。而移动PC和平板电脑的签约用户数量同期将保持适度增长, 到2027年有望达到5.4亿。

图 5: 签约数和用户数 (亿)

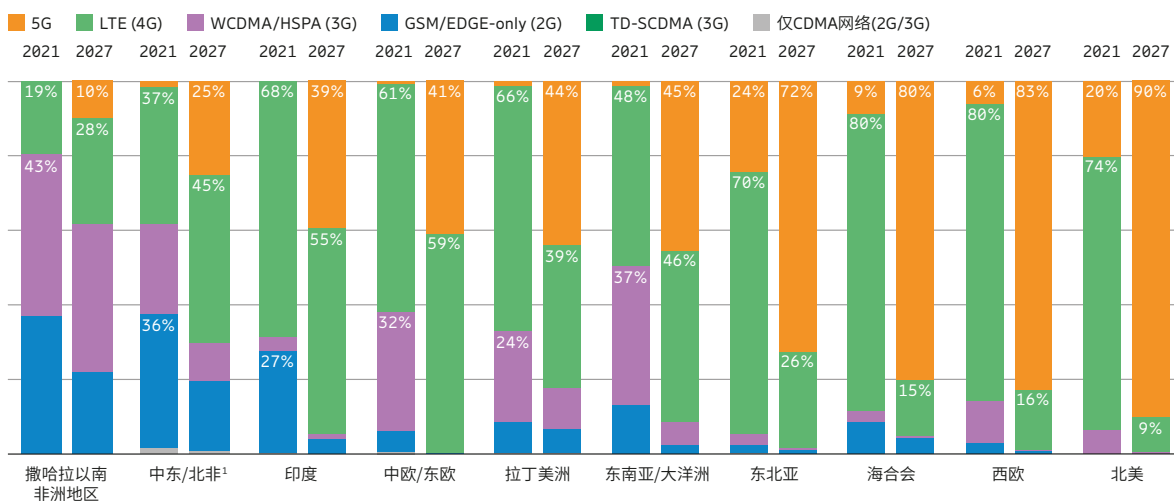


⁴由于家庭、企业和公共接入点往往都是多人使用, 因此固定宽带用户数至少是固定宽带连接数的 3 倍。这与移动电话的情况恰恰相反, 移动电话的签约用户数要多于它的实际用户数。

每个地区的移动通信服务都将是5G占主导

移动宽带签约用户数目前占移动签约用户总数的84%。

图 6: 按地区和技术划分的移动签约用户数(百分比)



撒哈拉以南非洲地区

在撒哈拉以南非洲地区,由于移动用户普及率低于全球平均水平,因此在本预测期内,移动用户将继续增长25%。截至2021年底,4G签约用户将占到签约用户总数的20%左右,在本预测期内,移动宽带²签约用户数预计将有所增加,占到移动签约用户总数的78%。虽然5G和4G的用户数量在未来6年内将继续增长,但到2027年,HSPA仍将是主导技术,份额为40%。移动宽带签约用户数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等等。在本预测期内,预计5G签约用户数将在2022年开始明显增加,到2027年约占到移动签约用户总数的10%。

中东和北非

在中东和北非地区,截至2021年底,约37%的移动签约用户使用LTE。预计该地区在本预测期内将继续发展演进,到2027年,约有81%的签约用户使用移动宽带,LTE将成为主导技术,其签约用户将占移动签约用户总数的45%。到2026年达到50%的峰值,之后随着越来越多的用户向5G迁移,该比例将有所下降。到2027年,该地区的5G签约用户数有望达到2.1亿左右,约占移动签约用户总数的25%。

海湾合作委员会(GCC)

海湾合作委员会国家是中东和北非地区的一部分,也是全球最先进的信息技术市场之一,到2021年底,超过91%的移动签约用户使用的是移动宽带,预计到2027年这一比例将

达到96%。4G是主导技术,截至2021年底,约占签约用户总数的80%。然而,随着5G普及在本预测期内进入快车道,预计2027年大部分移动签约用户将迁移到5G,5G签约用户将超过6500万,约占移动签约用户总数的80%。

印度

在印度地区,预计2027年,4G仍将是主导技术,但4G签约用户数将从2021年的7.9亿下降到2027年的7.1亿,年均下降2%。因此,随着签约用户向5G迁移,4G签约用户数在移动签约用户总数中的占比将从2021年的68%下降至2027年的55%。

¹ 所有中东和北非地区的统计数据均包括海合会国家。

² 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。

到2027年底，5G签约用户数预计将增加至5亿，占到印度移动签约用户总数的39%左右。2021年，智能手机签约用户数预计将增至8.1亿，按7%的预计复合年增长率来计算，到2027年将达到12亿。智能手机签约用户在2021年占到移动签约用户总数的70%，预计到2027年将达到94%左右，这是由于智能手机在印度的迅速普及。

中欧和东欧

在中欧和东欧，4G是主流技术，到2021年底占到签约用户总数的61%。到2027年，4G仍将是主流技术，预计将占移动签约用户总数的59%，而5G签约用户预计将占到41%。在本预测期内，随着用户向4G和5G迁移，WCDMA/HSPA签约用户数在签约用户总数中的占比将从32%降至几乎为零。

迄今为止，该地区大约有25个5G网络已投入商用。

拉丁美洲

在拉丁美洲，LTE在本预测期内仍是主流无线接入技术，签约用户数在2021年底约占到移动签约用户总数的66%，预计到2027年将降至39%。考虑到用户逐渐迁移到LTE和5G，我们将WCDMA/HSPA占比的估计值从24%大幅下调至11%。该地区已经在向5G迈进，包括哥伦比亚、巴西、秘鲁和波多黎各在内的10个国家/地区已推出商用5G服务。到2027年底，5G签约用户将占到移动签约用户总数的44%，成为主流无线接入技术。

东南亚和大洋洲

该地区的移动签约用户数现已超过11亿，就2021年第三季度的净新增用户而言，印度尼西亚位居全球第2位。该地区5G签约用户数到2021年底将接近1500万，在未来几年将强劲增长，预计到2027年将达到约5.6亿。

该地区不断越过重要的技术里程碑。在澳大利亚，运营商使用毫米波（mmWave）频率进行测试，实现了5Gbps以上的5G宽带速率。澳大利亚的某些地区已着手在不同的频段部署商用毫米波5G。新加坡已经开通了全球首批5G独立组网（SA），为开发新的5G用例带来了可能性。

马来西亚正在寻求一种截然不同的5G部署方法。与现有的4G网络不同，马来西亚将5G频谱分配给一个国有专用媒介，以构建和管理全国性5G网络。然后，运营商将能够通过批发协议接入该网络，向用户提供5G服务。预计商用5G服务将于2021年底在多个城市推出。

东北亚

在东北亚，运营商继续投资进行5G部署，以进一步推动5G签约用户增长。目前运营商重点关注提高5G全国覆盖率。与此同时，5G签约用户快速增长，再加上供应商纷纷推出多款新的5G终端设备，对运营商的财务业绩产生了积极影响。中国和韩国等领先5G市场的主要运营商报告称，2021年5G签约用户对移动服务收入和每用户平均收入（ARPU）产生了积极影响。

在本预测期结束时，预计该地区的5G签约用户数将超过16亿，5G签约用户渗透率将达到72%。

西欧

在西欧，4G是主流接入技术，到2021年底占签约用户总数的80%。随着用户向5G迁移，到2027年，LTE占比将下降到16%，WCDMA/HSPA占比将下降至几乎为零。大约60家运营商在该地区推出了5G服务。预计到2027年底，5G签约用户的渗透率将达到83%。

北美

在北美，5G商用进入快车道。该地区的运营商已经推出了主要聚焦移动宽带和固定无线接入（FWA）的商用5G服务。该地区增加了C频段频谱，有助于提供始终如一的5G用户体验。固定无线接入将在弥合数字鸿沟方面发挥重要作用，因为新冠疫情暴露了教育、远程办公和小企业存在的巨大缺口。到2027年，我们预计该地区将有4.1亿名5G签约用户，占到移动签约用户总数的90%。

到2027年，北美地区的5G签约用户将占到移动签约用户总数的90%。

90%

拉丁美洲的5G现状： 深入观察

拉丁美洲对5G的兴趣日益浓厚，5G的部署和普及带来了巨大的机会，有助于整个拉美地区的经济复苏和社会包容性。

在新冠疫情期间，移动宽带在连接方面发挥了关键作用，在没有部署或只有少量固定宽带的情况下，人们往往用移动宽带满足自己的上网需求。在数字化转型过程中，5G技术在促进创新、提高竞争力和生产力的作用不容小觑，各地区普遍热衷于部署5G技术。

拉丁美洲地区应优先考虑部署稳定、超快速和价格实惠的移动宽带服务，以弥合数字鸿沟。固定无线接入（FWA）也可作为一个用例，推动实现商业和社会目的。

5G助力经济复苏

由于新冠疫情的影响，拉丁美洲在2020年经济收缩了6.8%，预计2021年GDP将增长5.2%，实现部分恢复。然而，要实现全面复苏依然面临较大的挑战，整个地区存在持久而广泛的社会和经济问题。拉丁美洲和加勒比经济委员会（拉加经委会，ECLAC）预测，到2022年，该地区各国将平均增长2.9%，这意味着与2021年的反弹相比，增长速度将放缓¹。

频谱

拉美各国计划在2021年底到2022年上半年实施若干频谱分配计划。拉丁美洲仍可以在中频段（3.3–3.7GHz）进行频谱协调，同时能够与现有的技术共享低频频谱。

大规模部署5G

哥伦比亚、巴西、秘鲁和波多黎各等国已经推出了5G商用服务。继巴西、智利和多米尼加共和国最近成功地拍卖了频谱后，预计更多的国家/地区将在2022年部署新的5G服务。许多运营商（至少在15个国家）继续测试5G技术，为即将到来的频谱拍卖做准备。

展望

预计到2027年底，5G签约用户将占拉丁美洲移动签约用户总数的44%，每部智能手机的平均流量将达到35GB/月。

5G网络部署为该地区的发展带来了重大机遇。去年曾预测拉丁美洲地区产业数字化会催生一个庞大的市场，每年带来的价值将超过210亿美元，从长远来看，这一关键基础设施将提高地区竞争力，推动GDP增长5%以上。

弥合拉丁美洲的数字鸿沟

固定无线接入（FWA）作为可实现“人人享有连接”（Connect the Unconnected）的解决方案得到认可。该地区的许多国家一直在测试技术并制定计划，目前正在积极部署FWA。固定无线接入适用于传统固定宽带难以接入的地点。据统计，拉丁美洲有2.44亿人（占总人口的三分之一）无法上网²。新冠疫情大大推动了该地区的数字化转型。

智利、哥伦比亚和墨西哥等国在企业及员工的数字化转型方面取得了进展，但在该地区的大多数国家，农村和城市地区之间仍存在巨大差距。

美洲开发银行（IDB）发表的一份研究报告指出，如果拉丁美洲和加勒比地区成功地推动数字化连接，便能够促进可持续经济增长，同时大幅增加就业³。根据这项研究，缩小与经合组织（经合发组织）国家的差距可为该地区创造1500多万个工作岗位，使该地区的GDP提高7.7%，生产力提高6.3%。

尽管该地区为增加连接实施了多项举措，但仍存在亟待解决的滞后问题。政府、组织和企业必须协同合作，以实现经济增长和社会包容性目标。

5G和专用网络赋能工业4.0

5G具有的性能非常适合商业和工业领域的新用例。5G部署是数字化转型和工业4.0的催化剂。拉丁美洲是具有全球影响力的工业中心。采矿、制造业、海港、机场、仓库和发电厂都在开发创新的解决方案，努力抓住专用网络的新机遇。

一家墨西哥矿业公司将部署一个专用网络，覆盖3个地下铜矿，作业深度为地下约1千米。

¹ 拉丁美洲和加勒比经济委员会，www.cepal.org/es。

² 同上。

³ 美洲开发银行（IDB），《宽带发展指数年度报告》（Informe anual del Índice de Desarrollo de la Banda Ancha）（2020年）。



预计到2027年底, 拉丁美洲5G签约用户将占到移动签约用户总数的44%。

44%

这将是拉丁美洲第一个部署在地下采矿生产环境中的支持5G的蜂窝网络, 表明未来在该行业和该地区建立专用网络潜力巨大。矿场将使用700MHz频段上20MHz带宽的专用网络, 实时监测数千米矿山隧道内的采矿机、传感器和电力系统。使用该专用网络, 矿场可远程控制通风并通过智能头盔实时定位工人, 还能发送紧急消息或提供关键任务一键通语音和一键通视频通信。所有这些用例都有助于显著改善员工安全、提高生产力和降低运营费用。

5G消费者潜力

预计到2030年, 增强型移动宽带将为拉丁美洲5G市场产生284亿美元/年的收入。此外, 5G FWA市场有望在连接农村地区 and 扩大宽带覆盖方面发挥巨大作用。预计到2030年, 5G FWA的市场价值将接近40亿美元, 签约用户将达到2100万。一方面保持这种迅猛发展的势头, 另一方面加快5G商业部署和普及, 双管齐下可助力该地区从新冠疫情中恢复⁴。

图 7: 按技术划分的拉丁美洲移动签约用户 (百万)

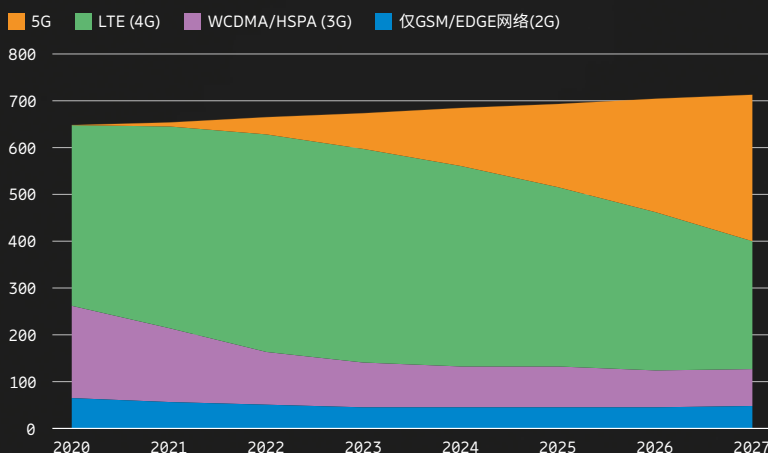
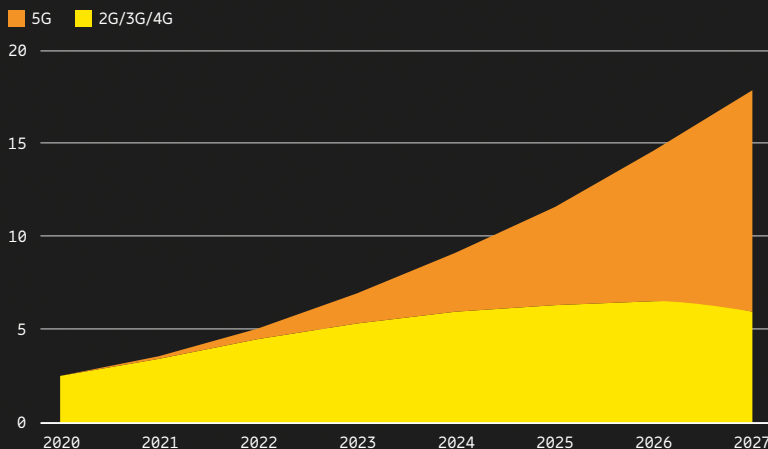


图 8: 拉丁美洲移动数据流量 (EB/月)



⁴爱立信消费者和行业研究室分析,《利用5G消费者潜力的研究——拉丁美洲》(Harnessing the 5G consumer potential study, Latin America) (2020年11月)。

按不同速度等级收费的5G固定无线接入服务层出不穷

超过75%的运营商现在提供固定无线接入(FWA)服务,其中大多数都是尽力而为的服务(best effort),但是运营商越来越倾向于按速度等级收取资费来创收。

超过75%的运营商现在提供FWA服务

2021年10月,爱立信第6次更新了其对全球运营商提供的FWA零售套餐的研究。在所研究的312家运营商中,有239家提供FWA服务,全球平均占比为77%。在过去3年中,推出FWA服务的运营商数量增加了一倍多。

提供5G FWA服务的运营商快速增加在过去6个月中,提供5G FWA服务的运营商从46家增加到57家,增加了近25%。在中东和非洲,5G FWA增长势头强劲,过去6个月开通的5G FWA服务有60%是在这两个地区部署的。

在过去6个月中,提供5G FWA服务的运营商增加了近25%。

~ 25%

图 9: 全球范围内提供FWA的运营商的数量

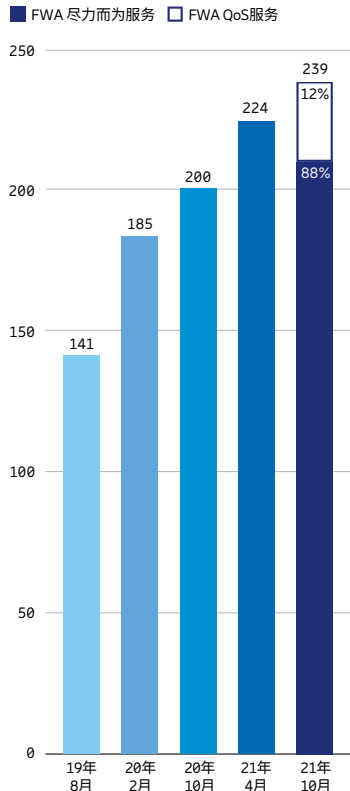


图 10: 各地区提供FWA的运营商的百分比

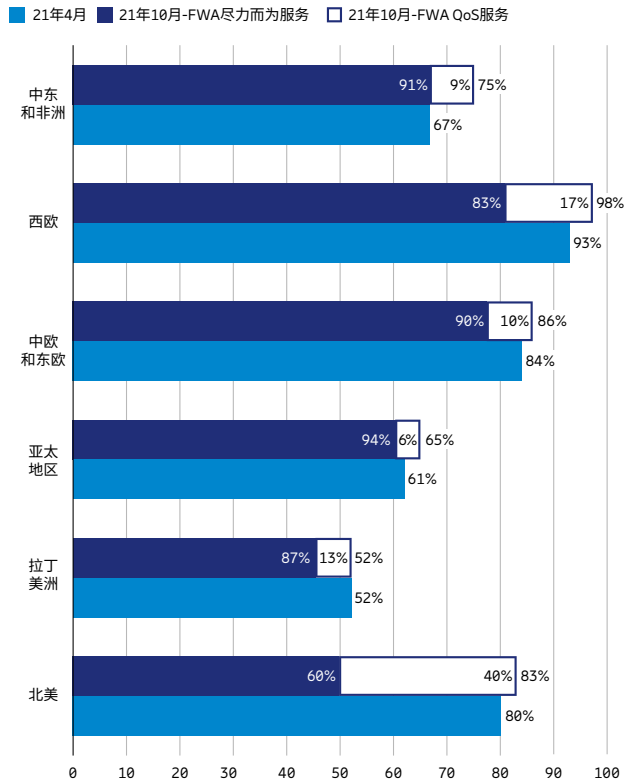
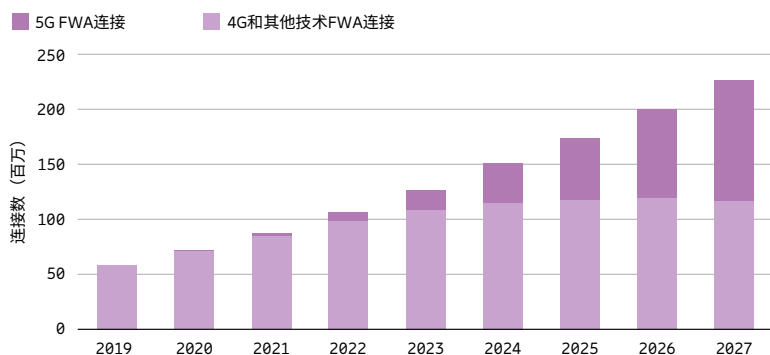


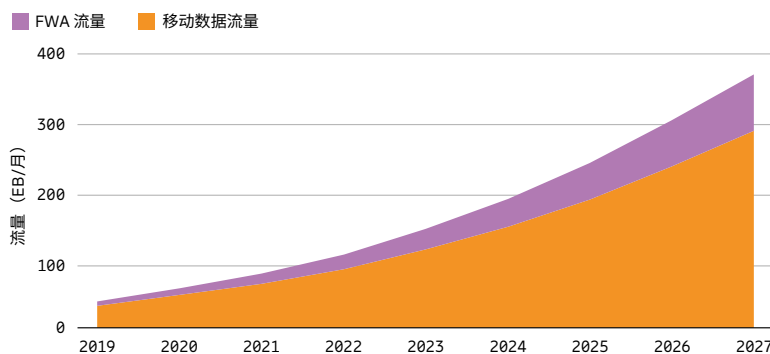
图 11: FWA连接



FWA的定义

FWA指通过支持移动网络的客户端设备 (CPE) 提供宽带接入的连接。这包括各式各样的CPE, 如室内 (桌面和窗户) 和室外 (屋顶和壁挂式) 的客户端设备。不包括电池供电的便携式Wi-Fi路由器或上网卡。

图 12: 移动数据和FWA流量



具有不同速度等级的FWA QoS服务快速增长

大多数 (88%) FWA服务都是尽力而为服务, 基于使用量 (GB/月) 制定月度流量资费方案。只有大约12%的运营商提供FWA QoS服务, 这可以看作运营商“按不同速度”销售FWA服务, 一如他们销售基于光纤的宽带服务。所有QoS服务中, 有40%的等级为“基础级”, 具有平均/典型的网速。剩下60%是更高级的QoS服务, 执行“按速度等级收费”, 如100Mbps、300Mbps和500Mbps。提供5G FWA服务的运营商更可能提供QoS服务, 56家运营商中有17家 (30%) 提供了QoS服务。北美是5G FWA普及率最高的地区, 有40%的服务基于QoS。

现在, 每个地区都有50%的运营商提供FWA

从地区细分来看, 每个地区都有超过50%的运营商提供FWA服务。在西欧, 几乎所有运营商都提供FWA服务

(98%), 该地区的5G FWA服务占比最高, 几乎占全球同类服务的40%。过去6个月, 中东和非洲的增长最快, 提供FWA服务的运营商从67%增加到75%。

到2027年, FWA连接将增长近3倍

一些运营商开始提供FWA连接服务, 但在全球范围来看, 数量仍然有限。根据最新的FWA CPE出货量调查¹和爱立信自己的研究, 我们预计到2021年底, FWA连接将接近9000万。预计到2027年, 这一数字将增长近3倍, 达到近2.3亿, 其中5G FWA连接将增加到1.1亿左右, 几乎占FWA连接总数的50%。

FWA数据流量预计将增长近6倍

到2021年底, FWA数据流量将占全球移动网络数据总流量的15%以上, 预计到2027年, 这一数字将增长近6倍, 达到82EB, 占到全球移动网络数据总流量的20%以上。

到2027年, FWA将为超过8亿人提供宽带服务

FWA对社会的实际意义远大于FWA的连接数, 根据地区人口统计情况, 一个FWA连接能够为一个家庭中的3到5人提供连接。预计到2027年底, FWA连接数将达到近2.3亿, 相当于超过8亿人可以使用无线宽带连接。

到2027年, FWA将为超过8亿人提供宽带服务。

8亿

¹ GSA (2021年9月)。

5G推动服务套餐创新

现在, 50%以上的运营商提供某种形式的基于服务的连接。

套餐中允许的流量在不断增多, 与此同时, 运营商也在增加服务的种类和选项, 供消费者选择。值得注意的是, 用户越来越多地使用基于服务的连接, 替代不限流量套餐。我们可以将其看作围绕特定服务类型甚至多种服务定制的附加套餐。过去, 这些连接包(connectivity packs)的主要服务目标是社交媒体、音乐和视频流。大约52%的运营商提供此类套餐。

新冠疫情似乎起到了推波助澜的作用, 推动运营商提供这类基于服务

的连接包, 特别是针对视频会议服务。

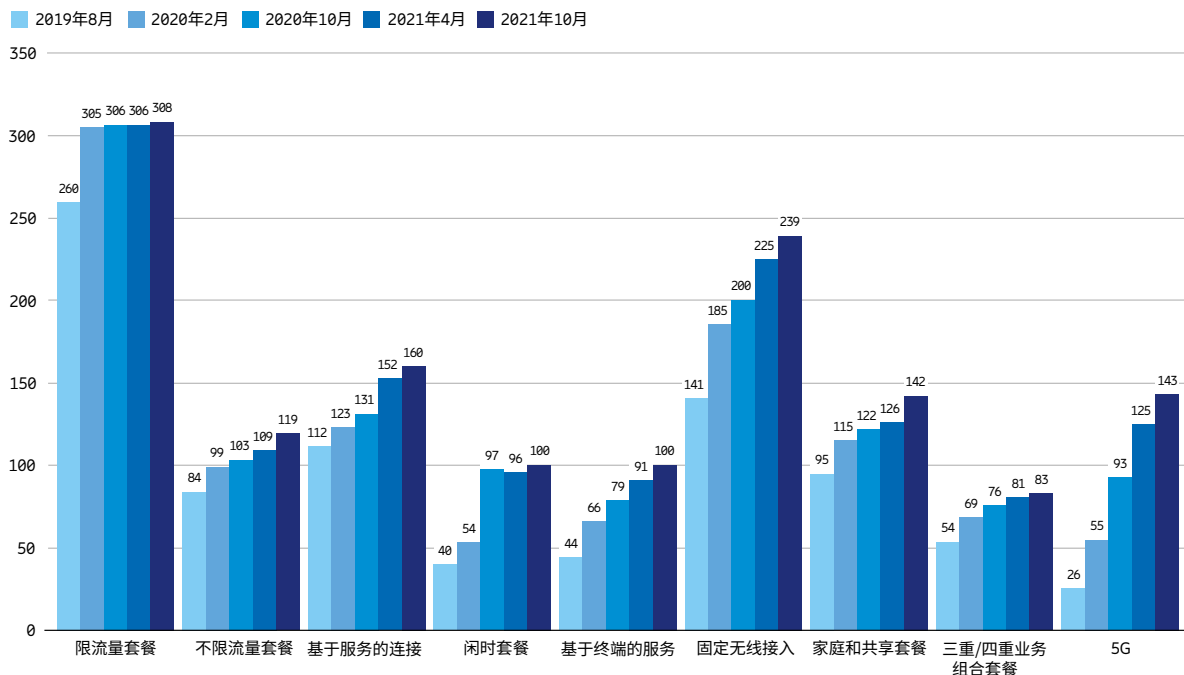
如今, 甚至出现了更高级的连接包。例如, “工作和教育包”, 它包含数GB的折扣流量包, 可用于视频会议、网络浏览、视频流和办公软件套件服务。2021年, 我们发现针对云游戏的套餐与日俱增。

越来越多的运营商提供不限流量高级套餐, 从6个月前的35%增加到37%左右。最近还出现了一个趋势, 那就是设置限定条件, 其中包括

对连接或使用物联网设备的限制, 以及家庭或终端设备套餐中可共享数据量的限制。超过80%有上述条件限制的运营商已推出了5G商用服务。

近46%的受访运营商现已推出面向智能手机的5G服务, 其中约36%的运营商的5G服务资费高于可比4G服务。超过三分之一的5G运营商将媒体内容与签约捆绑在一起。按不同速度等级收费也被用作一种行之有效的手段, 与不限流量和限流量套餐结合在一起, 刺激消费者提高资费等级。

图 13: 提供各种服务的运营商数量



当今的5G终端不仅速度快、可折叠且连接无处不在

5G手机销量猛增，在技术周期的第10个季度，5G手机的市场份额超过了同期4G手机。

5G在网络和终端设备领域的普及势头强劲：

- 超过400款5G智能手机已经发布或投入商用。
- 与2020年上半年相比，2021年上半年全球智能手机出货量增长了19%¹。但供应问题可能会对2021年下半年的出货量产生负面影响。
- 5G终端出货量与2021年初的预测持平或超出了预期。
- 5G手机在技术周期的第10个季度，占到全球手机销量的23%，而同期4G手机仅占全球手机销量的8.7%。
- 具有新空口（NR）载波聚合功能的终端正在成为主流。
- 预计对扩展现实（XR）用例的大量投资将推动对时间关键型通信服务（包括网络切片）的需求。

独立组网迈出新步伐

尽管部署了5G独立组网的市场已经有成熟的终端设备供应，但5G独立组网（SA）的发展速度比最初预期的要慢。中频频谱的可用性仍然是影响市场发展的重要因素。

中国和北美是最早推出5G SA的市场。现在，运营商已经在韩国、新加坡和泰国等市场以及欧洲的部分市场推出了商用SA服务。

我们仍然预计运营商将在2021年底或2022年初首次推出商用5G原生NR语音（VoNR）服务。

运营商一直使用6GHz以下的频段（即sub-6GHz频段）提供5G SA服务。

为了最大限度地提高用户体验，可以使用NR-NR双连接（NR-DC）将毫米波频段与sub-6GHz频段组合。到今年年底，NR-DC将获得芯片组层面的广泛支持，并有望在2022年在终端设备中实现商用。

毫米波终端变得经济实惠

随着毫米波终端领域的竞争日益加剧，价格持续下降。最近，出现了售价仅为300美元左右的新型毫米波终端。芯片性能继续提升，我们预计在这一价格范围内，竞争将加剧。

可折叠手机成为潮流

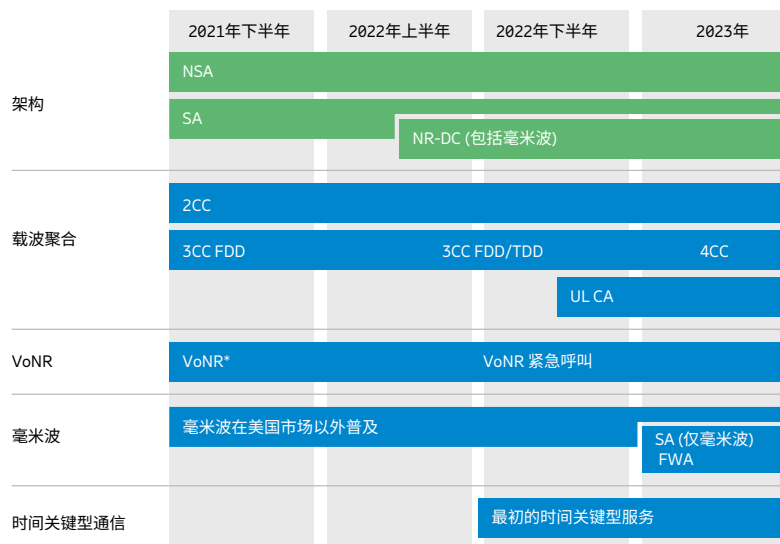
最初，折叠屏是高端手机独有的特点，折叠屏手机的价格比普通旗舰智能手机高很多。然而，随着创新的概念设计

不断涌现，可折叠手机的价格开始大幅下跌。终端制造商正在投资这项技术，目前看来，可折叠智能手机还将继续发展。

时间关键型通信

目前在终端和网络领域，另一个激发灵感的服务类别是时间关键型服务，它结合了VR、XR和AR眼镜等新形式。时间关键型通信被视为5G的下一个前沿领域，大型科技公司在这方面正投入大量资源进行探索。时间关键型通信将对芯片组、终端和网络提出新的要求，以保证确定性时延，增强用户体验。运营商将朝这个发展方向迈出第一步。随着网络中5G流量的增加，未来还会需要更精细的功能。

图 14：5G技术市场就绪情况



*商用服务激活还取决于5G覆盖范围。

注：该图说明了网络功能的可用性以及终端的支持情况。

¹《IDC全球手机季度跟踪报告》(IDC Worldwide Quarterly Mobile Phone Tracker)。

2G和3G网络的份额持续下滑，而宽带物联网的使用仍持续增长

2021年，宽带物联网（4G/5G）的发展将超过2G和3G，在全球物联网应用中占有最大份额。

宽带物联网主要包括需要高吞吐量、低延迟和大数据量的广域用例。到2027年底，蜂窝物联网连接的40%将是宽带物联网，而大多数宽带物联网将采用4G技术连接。随着5G新空口（NR）被同时引入到新频段中，该领域的速率将普遍大幅提高。

与此同时，大规模物联网技术NB-IoT和Cat-M¹——主要由广域用例组成，连接大量具有长电池寿命且较低吞吐量的低复杂度、低成本终端——继续在全球部署。尽管这些大规模物联网技术目前的用户群相对较小，但在本预测期内其规模有望超过宽带物

网。到2027年，这些技术预计将占有蜂窝物联网连接的51%。

自2019年以来，通过2G和3G连接的物联网终端数一直缓慢下滑。

Telia的反思

2021年，Telia公司在北欧和波罗的海地区网络的物联网终端数同比增长了30%²，是2020年增长率的两倍多，尤其是十几岁的青少年占比出现较大增幅。

这一增长主要得益于大规模智能电表部署采用的是低功耗广域（LPWA）网络以及嵌入式通用集成电路卡（eUICC）的普及³。由于Telia网络支持NB-IoT和Cat-M协议，以及客户对低功耗广域能力和价值的日益了解，消费者对这些技术的兴趣显著上升。低功耗广域终端和应用程序生态合作体系的不断扩大也进一步助推了这一增长，不仅降低了部署成本，现成的终端模块和电池寿命的延

长还促进了这些设备的快速普及。

除智能电表外，Telia在智能楼宇、交通和物流、安全和监控应用以及汽车领域也取得了喜人的增长。汽车更有可能利用4G/5G的网络功能。在汽车行业中，4G终端的平均月数据使用量为1GB，而2G/3G智能电表的平均月数据使用量为10MB。随着市场从传统物联网转向宽带物联网，Telia在北欧和波罗的海的2G和3G网络逐步退服退网，其5G网络正在如火如荼地部署，5G的新功能将有力地补充和加强4G网络。NB-IoT和Cat-M技术都是5G标准的一部分，非常适合5G时代的大规模物联网应用，是替代2G/3G用例的自然之选。Telia预计，随着生态合作体系不

断发展，满足市场对各种物联网用例日益高涨的需求，低功耗广域和宽带物联网将持续增长。



“《Telia的反思》”（Telia's reflections）是与Telia公司的全球物联网部门合作编写的，Telia全球物联网部门为各大公司和行业提供物联网解决方案。Telia提供通信服务，满足数百万用户的连接、沟通、工作和娱乐需求。

图 15: 物联网连接 (亿)

IoT	2021	2027	CAGR
广域物联网	21	59	19%
蜂窝物联网 ⁴	19	55	19%
短程物联网	125	243	12%
物联网连接总数	146	302	13%

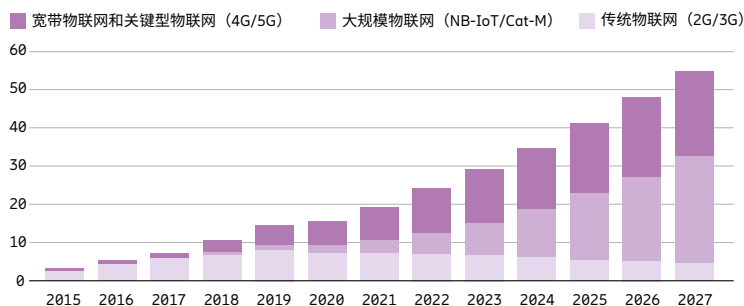
¹ Cat-M 包括Cat-M1和Cat-M2。现在只支持Cat-M1。

² 12个月的数据，截至2021年8月。

³ eUICC 提供了灵活性，它支持无线配置和开通功能。

⁴ 这些数字也包含在广域物联网数字中。

图 16: 物联网连接 (亿)



注: 该图显示了提供的网络功能以及终端对这些功能的支持情况。

移动网络流量稳定增长

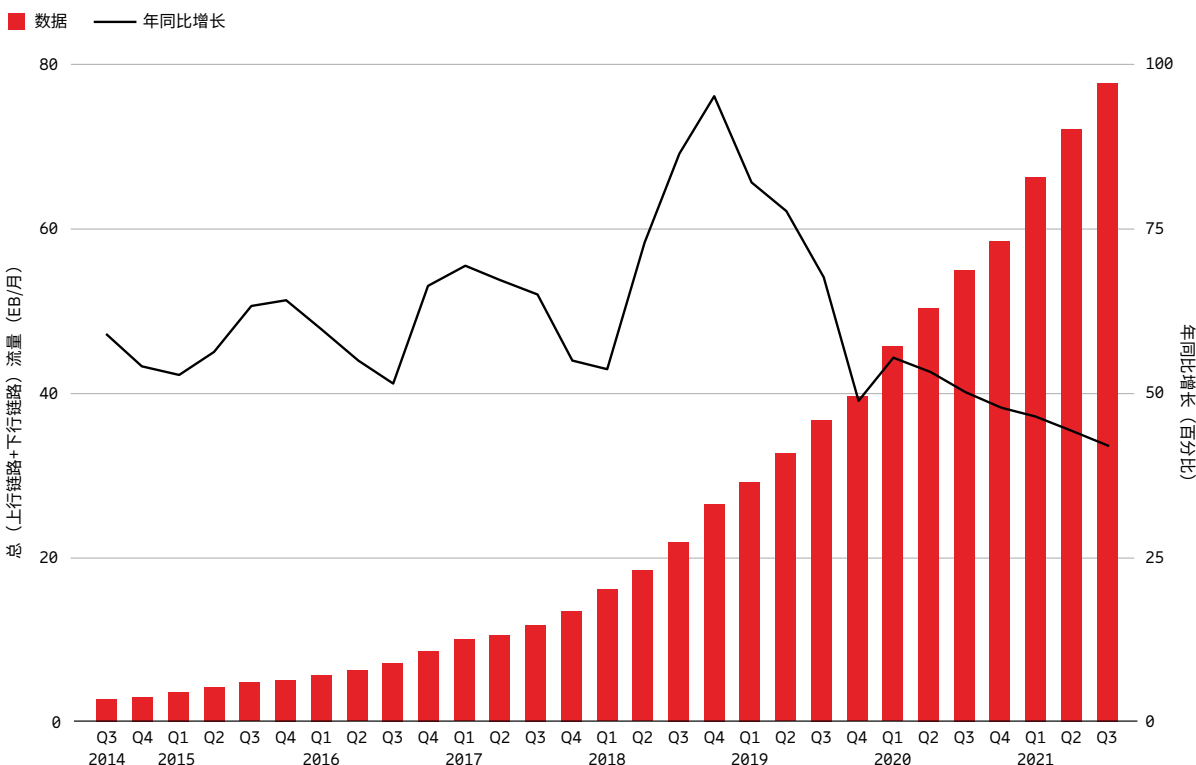
2020年第三季度至2021年第三季度, 移动网络数据流量增长了42%。

与2021年前几个季度一样, 继2018年和2019年上半年出现流量增长超常高峰之后, 2021年第三季度同比增长率已恢复到预期水平, 为42%。

移动网络数据流量季度环比增长率约为8%。从绝对数据来看, 这相当于在一个季度内每月增加了5.6EB, 增加的流量就相当于2016年第一季度流量的总额。2021年第三季度, 月移动网络数据流量总计达到78EB左右。

从长期来看, 流量¹的增长一方面是因为智能手机用户数的增加, 另一方面是因为观看更多的视频内容导致每用户平均数据流量的增长。图17显示了从2014年第三季度至2021年第三季度全球每月网络数据流量的净增量 and 总量, 以及移动网络数据流量的同比变化情况。

图 17: 全球移动网络数据流量和同比增长率 (EB/月)



注: 移动网络数据流量还包括固定无线接入 (FWA) 服务产生的流量。

¹流量中不包括DVB-H、Wi-Fi或Mobile WiMAX, 但是包括VoIP流量。

智能手机和视频推动移动数据流量增长

到2027年,全球62%的智能手机流量将由5G网络承载。

全球移动数据总流量(不包括固定无线接入(FWA)服务生成的流量)继续增长,到2021年底有望达到65EB/月,到2027年有望增长近4.4倍,达到288EB/月。全球移动网络总流量(包括固定无线接入服务生成的流量)到2021年底有望达到80EB/月,到2027年底有望达到370EB/月。

到2021年底,全球智能手机的月平均流量将达到11.4GB,到2027年底预计将达到41GB。

智能手机继续成为推动这一趋势的主力军,是移动数据流量的主要生成者,目前占比为约97%,这一份额预计在本预测期内将有所增加。

目前,视频流量占移动数据总流量的69%,预计到2027年该比例将增至79%。

在本预测期内,人口众多的5G早期部署地区可能会引领流量增长。到2027年,我们预计62%的移动数据总流量将由5G网络承载。

各地区的流量增长差异巨大

年度间的流量增长可能极不稳定,各国之间可能也有很大差异,具体取决于当地市场的发展动态。纵观全球,每部智能手机移动数据流量的增加主要归功于3个驱动因素:终端功能的改进、数据密集型内容的增加以及已部署网络的性能持续改进带来的数据使用量增加。

到2027年,印度的智能手机签约用户有望超过12亿

由于新冠疫情,印度越来越依赖电信网络来满足个人和企业的需求,无论是远程医疗咨询、在线订购、在线教育、内容观看还是视频会议等。

纵观全球,每部智能手机的平均流量已达到11.4GB。

11.4

由于消费者依靠移动网络保持联络和在家办公,2021年印度地区每部智能手机的平均流量达到18.4GB/月,而2020年的平均流量是16.1GB/月。印度地区智能手机的平均流量在全球排名第二,预计到2027年每部智能手机平均流量将进一步增加至约50GB/月。运营商为签约套餐提供的具有竞争力的定价、智能手机价格更可接受以及人们上网时间的增加都有助于该地区月移动数据用量的增长。

2021年,印度的移动数据总流量已从2020年的每月9.4EB增长到每月12EB,预计到2027年将增长4倍多,达到每月49EB。这两个因素:智能手机用户数的快速增长(包括农村地区的增长),和智能手机平均用量的增加。

图 18: 全球移动网络数据流量(EB/月)

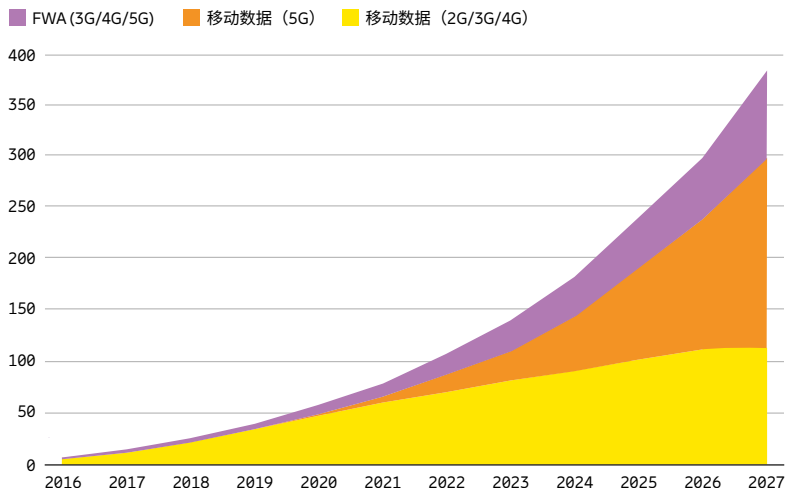
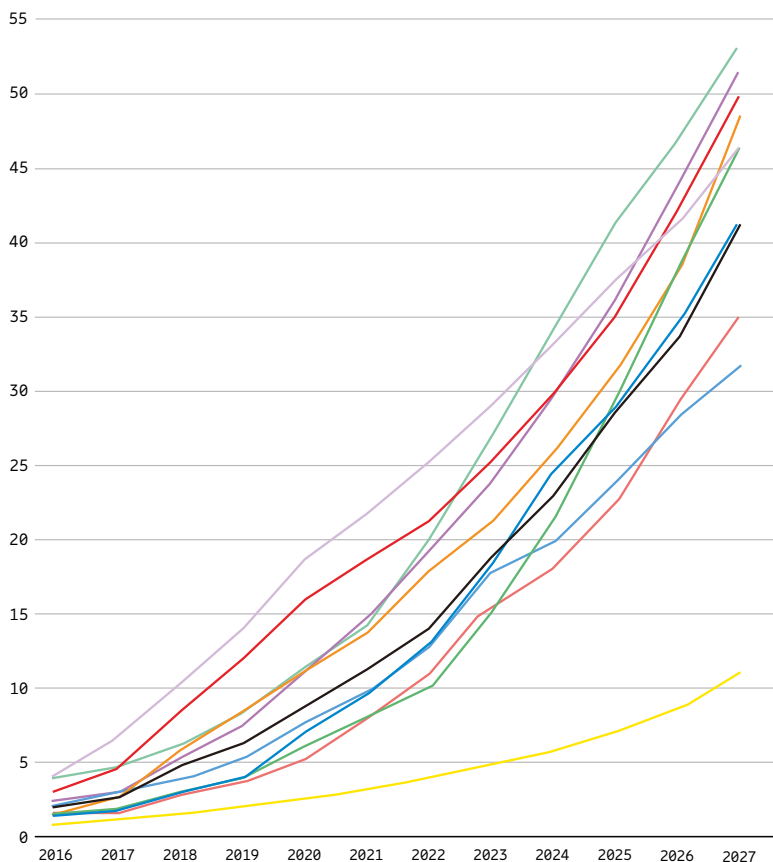


图 19: 每部智能手机产生的移动数据流量(GB/月)



地区	2021	2027	CAGR 2021- 2027
北美	14.6	52	24%
西欧	15.2	51	23%
印度	18.4	50	18%
东北亚	13.9	48	23%
东南亚和大洋洲	8.0	46	34%
海合会	22	46	13%
中东和北非	9.6	41	27%
全球平均	11.4	41	24%
拉丁美洲	7.9	35	28%
中欧和东欧	9.9	32	22%
撒哈拉以南非洲	2.9	11	25%

北美流量数据的增长取决于5G服务的普及

预计到2027年,北美移动数据月平均用量将达到每部智能手机每月52GB。熟悉智能手机的用户群和视频丰富的应用程序,再加上给力的流量套餐,将共同推动流量增长。虽然智能手机平均流量短期内已具备强劲增长的可能,而使用AR/VR的沉浸式消费者服务则有望在长期内带来更高的增长率。到2027年,北美的5G签约用户普及率将达到90%,在所有地区中最高。

西欧的流量增长方式与北美相似。然而,市场情况更加分散,导致5G在大众市场的普及将更加缓慢,但到2027年,西欧的智能手机平均流量将达到51GB/月,与北美地区的数字接近。

东北亚的月5G移动数据使用量持续增长 视频观看、远程办公、移动游戏以及AR/VR等新型流媒体是推动东北亚地区移动数据使用增长的重要原因。据估计,到2021年底,东北亚每智

能手机月数据用量将从2020年底的11GB增加到13.9GB。作为领先的5G市场,东北亚地区有望继续高速增长,预计2027年智能手机平均数据流量将达到48GB/月。

在本预测期内,**中东和北非**地区预计是增长率第三高的地区,在2021年至2027年间,移动数据总流量将增加近6倍。到2027年,该地区智能手机平均数据流量预计将达到41GB/月。到2020年底,**海合会(GCC)**国家的每部智能手机数据流量全球最高,达22GB/月。到本预测期结束时,该地区智能手机平均数据流量预计将达到46GB/月。

在本预测期内,**撒哈拉以南非洲**地区移动数据流量增长率预计将位居第二,但基数相对较小,到2027年,总流量将从2021年的每月1.3EB增长到每月7.6EB。在本预测期内,智能手机平均流量预计将达到11GB/月。

在东南亚和大洋洲,智能手机数

据流量将以全球最快的速度增长,到2027年将达到每月46GB,复合年增长率为34%。移动数据总流量将相应地增长,复合年增长率为39%,达到每月46EB,4G用户的继续增长和5G的普及是主要推动因素。

在本预测期内,**拉丁美洲**的发展趋势与东南亚和大洋洲类似,而各个国家/地区的智能手机流量平均增长率将有很大不同,流量增长是由覆盖范围的扩大和4G(最终是5G)的持续采用推动,这与智能手机签约用户的增加以及智能手机平均数据使用量的增加有关。2027年,拉丁美洲智能手机平均数据流量预计将达到每月35GB。

在中欧和东欧,4G和5G的采用也推动了增长。在本预测期内,智能手机月平均流量预计将从每月9.9GB增加到32GB。

需要注意的是,各地区月数据消费量存在很大差异,一些国家/地区和运营商的月消耗量要比区域平均水平高出许多。

5G网络覆盖仍保持强劲势头

5G有望成为历史上部署最快的移动通信技术，预计2027年将覆盖全球约75%的人口。

到2020年底，全球4G人口覆盖率超过80%，预计2027年将达到95%左右。4G网络也在不断发展，以提供更高的网络容量和更快的数据速率。目前共有796个商用4G网络，其中336个已升级为LTE-Advanced，另有47个商用千兆LTE网络已经问世。

2021年5G预计将覆盖超过20亿人口

5G网络的扩展继续加速，到目前为止，全球已有180多个5G商用网络问世。2021年底，5G预计将覆盖超过20亿人口。

我们估计，到2027年底5G将覆盖全球约75%的人口。这一较高的人口覆盖率将得益于几大因素的推动，其中之一是印度等人口大国将实现较高的5G人口覆盖率。5G仍有望成为历史上部署最快的移动技术。

退网(Network sunsets)成为现实

随着全球4G和5G网络的持续扩建，以及相应的能力提升，“退服退网”(sunsetting)及关闭传统技术(即2G/3G)已经势不可挡。释放更多4G和5G频段可以进一步增强网络。

全球出现了三波不同的“退网潮”(wave)：

- 第一波“退网潮”：主要是指北美、东北亚、澳大利亚和新西兰的部分地区正关闭2G网络。已经开始很久了。接下来是3G的退服退网，预计将在2025年左右。
- 第二波“退网潮”：西欧对2G的依赖更大，因此第二波“退网潮”是从3G的退服退网开始。这一趋势预计将延续到2025年左右，与第一波“退网潮”中3G的退服退网同步进行。

第二步是2G的退服退网，预计要到2030年左右才能完成。频谱共享之类的技术，使得2G在一个很“薄”的层面得以维系和保留。这波“退网潮”还包括东南亚部分地区和北美其它地区。

- 第三波“退网潮”：包括世界上4G和5G技术普及率较低的地区，主要是在东欧、非洲、中东和东南亚其它地区。在这些地区，未来几年3G对于提供移动宽带仍然至关重要。2G和3G可能都在2030年左右退服退网。海合会国家是个例外，这些国家的计划介于第一波“退网潮”和第二波“退网潮”之间。

图20: 按技术划分的全球人口覆盖率¹

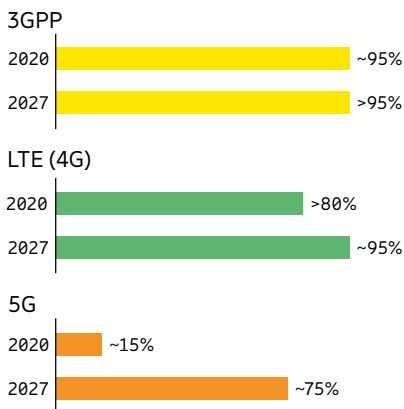
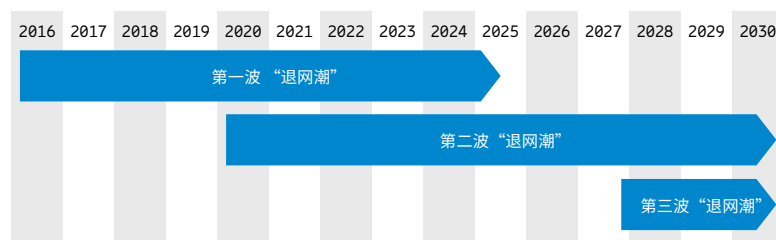


图21: 传统技术退服退网时间表



注：这是基于当前数据对可能发生的情况进行的一个整体描述。当然，有些国家/地区和运营商并不遵循这三波主流“退网潮”。

¹ 这些数字是指每项技术的人口覆盖率。使用该项技术的能力取决于接入终端和签约用户等诸多因素。

文章

这是移动网络展现绝妙创新的时代。这些文章探讨了如何使网络变得更快、更可持续，如何助力经济复苏。



携手远传电信(FET)，我们探索强大的5G基础设施如何成为数字化未来的基础。



沙特阿拉伯王国看好数字化未来；了解沙特电信公司(Saudi Telecom Company, stc)如何利用5G部署实现这一愿景。



智能手机实验室的一项研究表明，网络浏览对下行吞吐量的要求比视频更高——这对运营商而言意味着什么？



过去10年，移动数据流量增长了287倍——面对如此之高的流量增长率，运营商如何保持网络的可持续发展？

构建5G基础设施, 打造数字化未来

高性能网络是数字化转型的基础。

中国台湾远传电信(FET)正构建5G网络,旨在实现卓越的网络性能和覆盖,最大限度地提升客户体验。网络基础设施是满足客户通过数字化方式获取医疗保健、娱乐、教育、电子商务和信息的日常和即时需求不可或缺的基础。中国台湾远传电信为消费者、企业和社会提供易于访问且安全的数字化环境。

强劲的需求推动数据流量增长

中国台湾是个竞争激烈的市场,有5家运营商为总计2950万移动签约用户提供服务。台湾的每用户移动数据使用量为全球最高,但台湾的运营商在由第三方机构主导的全球移动网络体验基准评测中仍名列前茅。台湾首个商用5G网络已于2020年年中问世,旨在通过增加容量提高性价比,满足人们对移动数据日益增长的需求,并实现需要更多网络带宽和更低延迟的新数字化服务,打造令人满意的服务体验。

2017年,中国台湾每用户的平均移动数据流量是东北亚地区平均流量的5倍多(台湾每用户月平均移动数据流量为13.7GB,而东北亚地区每用户月平均移动数据流量为2.6GB)。随着各大运营商在2018年以相对较低的价格(每月15美元)推出无限量数据套餐,中国台湾平均移动数据使用量大幅增加,2019年达到每月18GB。这两年来,数据使用量进一步增加,2021年达到每月26GB左右。目前,由于中国台湾大部分移动用户拥有无限量数据套餐并对移动

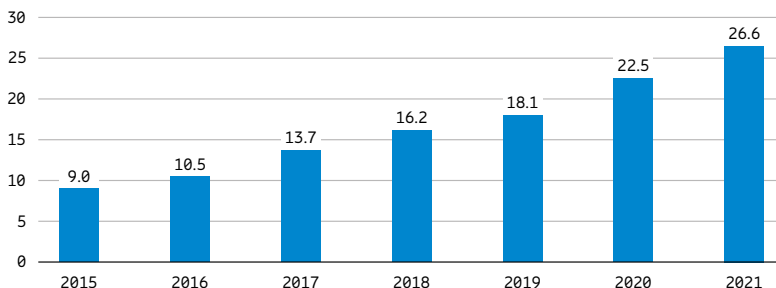
服务有强劲需求,移动数据的使用量很高。

利用AI实现高性价比的网络部署

远传电信是中国台湾三大运营商之一,拥有约700万移动签约用户。在台湾的所有运营商中,远传电信的每用户平均收入(ARPU)¹最高,约为20美元。在5G服务推出之前,远传电信每用户平均收入一直在下滑,但由于5G用户的贡献更高,其每用户平均收入现在正在增长。2020年7月,远传电信推出了5G商用服务,到2021年8月其5G普及率达14%(100万签约用户),其目标是到2021年底使5G普及率达到20%。

远传电信最初的5G网络部署策略是在中频3.5GHz(80MHz带宽)上大规模、快节奏、广覆盖地部署高质量5G新空口(NR)设备,大大提高了网络速度。远传电信随后将在低频段部署5G NR,并启用5G NR载波聚合,以提高吞吐量和中频段覆盖率。持续的外场测试为规划、设计、调整和优化网络性能提供了宝贵的洞察。部署4G网络时,地理位置的选择单纯基于技术考量。

图22: 中国台湾每用户的移动数据流量 (GB/月)



¹ 2021年第二季度每用户综合平均收入。

注:包括所有运营商的用户。数据截至2021年9月。



本文与中国台湾领先的运营商远传电信合作撰写,远传电信提供电信和数字化应用服务,帮助人们保持联络,是每个人数字化生活的最佳合作伙伴。

部署5G网络时,选址是基于AI对实际流量使用和用户行为的分析。借助更精确的性价比分析,可以优先考虑最迫切需要增强容量的站点。然而,优化网络部署不仅要考虑站点级决策,还要考虑如何在簇中部署5G,以在整个网络实现更好的网络优化和调优。中频段的5G部署使远传电信的5G人口覆盖率在前12个月达到75%,其目标是到2021年底达到90%。

新冠疫情对数据使用量的影响

2021年5月19日，中国台湾当局将新冠疫情警报级别提高至3级，这表明该病毒正在广泛传播。因此，台湾各地都出台了出行和聚集限制。疫情使移动数据消费模式发生了重大变化，流量消费从人口稠密的城区转到住宅区。人们的出行情况发生了改变，远传电信约10%的用户一直待在家里办公，部分4G网络出现了高负载。

在疫情爆发之前，移动流量高峰时段通常为晚上7:00至晚上11:00，但实施防控措施后，随着在家办公和远程学习课程的开始，早上7:00流量的使用就开始高涨，全天的繁忙时段更长。在三级防控措施期间（5月至7月），增长最快的服务主要是商业通信服务、视频会议和流音频/视频内容。在这3个月的防控期内，数据流量增长了19%，这很难管理，因为网络工程师无法前往站点安装额外的网络容量。

在新冠疫情封控期间提升网络性能

远传电信调整了其网络部署策略，以根据客户行为的变化调整并进一步

提升网络性能，满足消费者日益增长的流量需求。远传电信没有采用让维护人员在实地考察来添加额外的频谱资源和硬件的方案，而是优先考虑调整和激活软件功能。提高灵活性以更动态地向高负载网络区域分配资源，其重要性是显而易见的，可以利用不同的技术来实现：

- 新的客户关系管理 (CRM) 系统，支持确定客户投诉最多的区域
- 利用流量检测功能 (TDF) 准确确定流量模式出现变化的区域
- 在核心网中使用流量检测功能实施正确的公平使用策略
- 确定最拥堵的区域并优化用户载波数量的使用，例如每个用户不再使用3CC²载波聚合，而是使用1CC——降低每个用户的峰值吞吐量，并允许更多用户共享频谱资源以确保用户体验

采用这些技术后，90%网络拥塞区域的客户投诉大幅下降，减少了80%。

在新冠疫情封控期间，客户行为的变化和数据使用量的增加凸显了消费者需要快速可靠的宽带连接。远传电信很快就意识到需要敏捷的响应来释放网络资源，以满足消费者日益增长的流量需求，并把重点放在保持高客户满意度上。

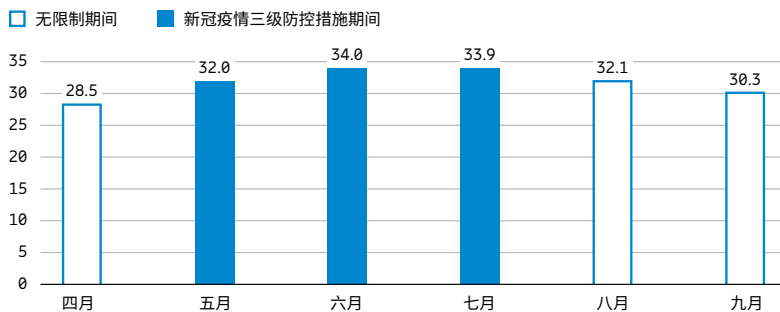
5G用户比4G用户使用的数据更多

4G网络的负载已经很高，因此用户纷纷升级到5G，以体验更好的网络性能。2021年9月，39%的5G用户生成的流量经由5G网络承载，这些用户有25%的时间连接到5G网络。远传电信无限量5G套餐用户的平均数据使用量为60GB/月，而类似套餐的4G用户平均数据使用量为51GB/月，相差约20%。而在每月平均数据使用量较高的领先5G市场-韩国，5G无限量套餐用户与4G无限量套餐用户的消费差距约为35%（2021年9月，韩国5G无限量套餐数据使用量为39.1GB，4G无限量套餐消费量为28.8GB）。在这两个市场中，从4G升级到5G的先行采用者在使用更高分辨率或VR/AR格式的数据和服务上花费的时间更多，这是4G和5G用户的数据消费差异原因所在。

远传电信用户目前月平均数据使用量很高，主要原因有：

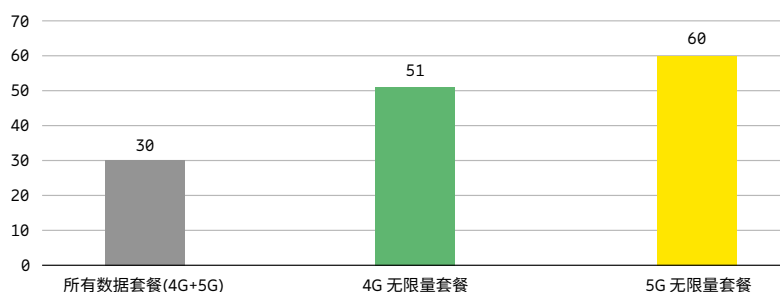
- 视频流媒体服务的高使用率
- 很多用户使用无限量4G和5G数据套餐
- 使用无限量数据套餐，消费者通过移动网络持续使用手机，而不是偶尔切换到Wi-Fi，这在疫情期间尤为明显
- 随着新终端能力的不断发展和5G网络性能的提升，消费者的数据消耗日益增加，即终端驱动流量增长
- 快速扩大了5G的人口覆盖，在部署的头12个月就实现了75%的人口覆盖

图23: 远传电信每用户的移动数据流量 (GB/月)



信息来源: 中国台湾通讯传播委员会 (NCC)。

图24: 2021年9月远传电信每用户移动数据流量 (GB/月)



信息来源: 远传电信。

² 每个聚合载波称为分量载波 (CC)。每个分量载波的带宽可以是1.4、3、5、10、15或20MHz，最多可聚合5个分量载波，因此支持的最大带宽为100MHz。(www.3gpp.org)。

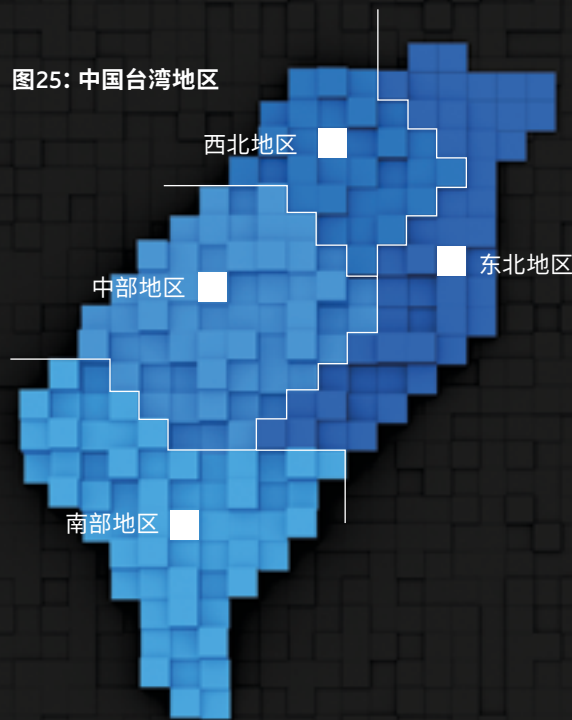
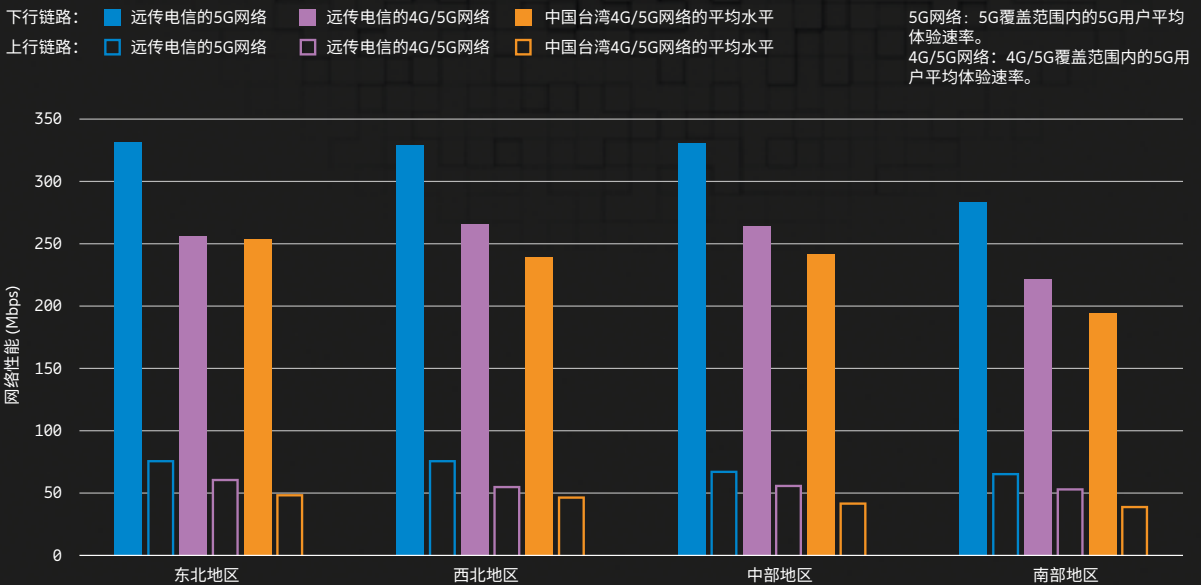


图26: 用户平均体验速率



信息来源:2021年第3季度爱立信外场测试。

注:外场测试结果比第三方公布的网络性能数据略低。差异主要与测试方法有关,外场测试使用完全缓冲下载。因此,数据传输是在原始网络负载基础上进行的。5G速率采样频率为3.5GHz。

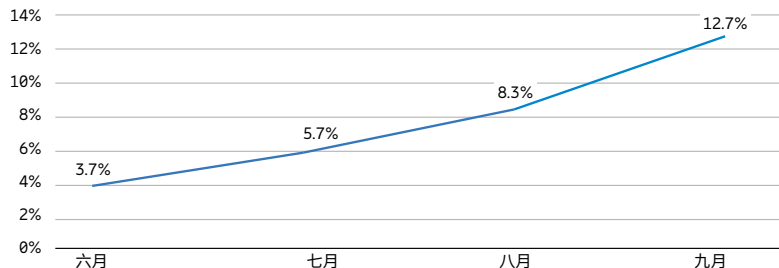
网络性能提升带来更高的满意度

中国台湾的运营商将5G网络性能作为在竞争激烈的市场中脱颖而出的关键。远传电信通过快速部署和不断优化5G网络提升了网络性能,上行和下行速率均优于台湾三大运营商的平均速率。

这种对网络性能的高度关注已经得到了回报。远传电信消费者研究表明,5G用户的净推荐值(NPS)高于4G用户的净推荐值。

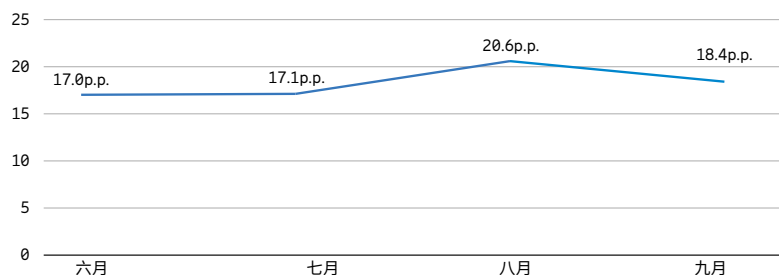
这种差异得益于更好的5G网络性能。远传电信采用了有针对性的方法来实现这一目标,在7000个确定的农村地区进行扩容,以改善智能手机体验,提高客户满意度。

图27: 远传电信的净推荐值 (4G用户和5G用户)



注: 基于远传电信每月对现有客户的定期调查。

图28: 远传电信5G用户和4G用户的净推荐值差异 (百分比)



信息来源: 远传电信 (中国台湾)。

注: 基于远传电信每月对现有客户的定期调查。

2021年9月, 远传电信5G用户的净推荐值比4G用户的净推荐值高出约18个百分点。

18

视频流服务受5G用户欢迎

远传电信奉行长期、专注的消费者服务策略, 旨在提供高质量的5G网络性能。目前消费者从4G升级到5G的主要驱动力是, 改进的网络性能使移动互联网用户流媒体服务的体验得到提升。从4G升级到5G的消费者有与以往类似的使用行为, 主要使用OTT, 但能以更高分辨率传输更多视频。5G用户使用最多的服务是视频流和云游戏。然而, 5G服务的使用尚未带来可观的流量。

级各种5G服务套餐的现有内容和优势。这将有助于进一步推动用户采用5G套餐, 推动价格溢价, 使5G套餐变得与4G服务套餐不同。远传电信提供更多数据套餐选项, 并吸引客户订购5G高级套餐, 提高每用户平均收入。截至2021年第二季度, 远传电信超过85%的5G用户使用的数据套餐价格为36美元, 甚至更高。

远传电信超过85%的5G用户使用的数据套餐价格为36美元, 甚至更高。

85%

远传电信的5G数字娱乐服务包括4K视频流、VR和多视图内容、无损音质的音乐流和云游戏, 这些服务提升了用户体验, 并让5G变得与4G不同。所有5G套餐都包括多视图流媒体服务, 而只有购买了四个高级服务套餐的用户才可享受VR服务。

5G为企业带来新机会

远传电信最初专注于快速部署高质量的广域5G网络, 以解决消费者开展业务的需求。远传电信致力于通过伙伴关系和协作开发新的创新5G服务, 同时继续提高网络质量。实施新的网络功能, 将带来各种各样的服务, 同时使运营商获得更高的网络灵活性和更快的上市时间。

与此同时, 远传电信已与企业和公共部门启动了多项举措, 以通过智能制造、智慧城市、汽车智能交通系统、港口、采矿和医疗保健 (如远程医疗) 等领域的5G应用来提高其服务和效率。这是一些新兴业务领域, 将受益于5G网络带来的可靠性、安全性、高数据速率和低确定性延迟。

5G提供更多套餐选项, 提高每用户平均收入

远传电信提供一系列5G数据套餐, 根据价格、数据限额、最高速度和增值服务而异。远传电信未来的一项重要策略是添加新的内容和终端, 同时升

可以想象, 5G网络基础设施是支持客户日常生活各个方面的基础。随着数字未来变为现实, 更多应用和服务将应运而生, 帮助消费者实现无忧生活。

建设网络基础设施, 促进数字化转型

沙特阿拉伯王国 (KSA) 正在经历一场彻底的、全国性的数字化转型。加大5G投资和建立坚实的基础设施以扩大覆盖范围是实现未来愿景的关键。

在欧洲数字竞争力中心最近发布的《2021年数字化新星报告》¹中, 沙特在G20国家中排名第二, 综合排名较前一年上升了20位。该报告分析了140个国家在过去3年里的数字竞争力表现, 并进行了排名。根据评估标准, 实施公有部门和私有部门合作以促进创新和创业的国家名列前茅。排名的跃升反映了沙特在发展电信基础设施的数字化能力方面的雄心和进展。这也是沙特“2030愿景”的一部分。

沙特于2016年提出“2030愿景”倡议。当时, 沙特政府开始通过经济多样化和发展卫生、教育、基础设施、娱乐和旅游等公共服务部门来减少对石油的依赖。在这一倡议下, 几个数字项目应运而生。其中包括运营商和政府合作建设坚实的电信基础设施。这是沙特“国家转型计划”的内容, 是“沙特2030愿景”的组成部分, 目的在于加强固定和移动网络的基础设施。

沙特正处于转型阶段, 在坚实的电信基础设施建设的支撑下, 数字化是其未来几年的国家级优先发展事项。在2018至2020年期间, 作为数字赋能者 (the digital enabler) 的沙特

电信公司 (简称stc) 向100多万户家庭推出高速固定宽带连接 (光纤), 并为约50万户家庭提供了固定无线宽带连接, 从而让3000多个偏远地区的260多万人连入网络。此外, 4G移动网络也进行了大规模的现代化改造和扩展, 从而提高了网络性能。stc与沙特通信和信息技术委员会 (CITC) 合作, 部署了6万个Wi-Fi热点, 服务各类公共场所, 例如医院、购物中心和城市公园, 为用户提供每天2小时的免费上网服务, 从而进一步提高沙特的数字化水平。

stc是世界上首批推出5G服务的运营商之一, 自2019年6月开始提供商用服务。它已经在136个县 (governorates) 中的56个县中的75个城镇中心部署了约6200个5G站点。5G网络的部署是stc提高网络性能的战略基石。然而, 2020年新冠疫情爆发, 移动数据的需求激增, 并迅速超过了预测的数据流量增长。为此, stc加快了5G部署的步伐, 提高网络容量, 保证客户服务和网络性能的连续性。此外, stc为遏制疫情扩散, 还启动了数个与医疗部门有关的数字项目, 例如加强患者和医生之间联系的项目, 还有远程管理、存储和显示医学影像的项目。



本文与stc合作撰写。stc是沙特阿拉伯王国领先的数字赋能者, 为中东和北非地区的客户提供创新的数字服务和平台。

5G网络部署战略

stc是沙特最大的数字赋能者, 拥有约2000万移动签约用户, 占有40%的市场份额。stc于2019年6月推出了5G商用服务, 目前拥有150多万5G用户。自商用服务推出以来, stc的5G网络不断扩展, 目前的人口覆盖率已达到32%, 目标在2022年底达到42%。

¹ 欧洲数字竞争力中心 (The European Center for Digital Competitiveness), 《2021年数字化新星报告》 (Digital Riser report 2021), (2021年9月), digital-competitiveness.eu/digitalriser.

stc的4G用户的平均月数据消耗量(包括所有类型的终端)为43GB,而stc的5G用户的平均月数据消耗量为101GB。这种差异主要是由于5G固定无线接入的用户产生的数据量更高,以及使用无限量5G套餐的用户更多。自2020年12月以来,5G活跃用户数以每月12%的速度增长,而且随着设备供应商越来越多地推广5G终端产品,预计增长速度还会更快。

stc最初的网络部署战略是将5G覆盖扩展到沙特全国,从而:

- 加速5G普及,增强客户体验
- 解决商用数据使用需求,同时保持网络下行速度性能排名第一
- 使用先进的5G用例和功能,实现新的服务和产品
- 加速网络创新
- 通过建设坚实的网络基础设施,加快数字化转型

沙特移动用户对新一代技术的需求远高于行业平均水平,从而加速了沙特5G覆盖范围的扩张。精准的5G部署战略也改善了网络下行和上行速度。stc使用高级分析法来发现5G投资的重点领域并优先向这些领域投入,从而产生最大的价值和投资回报。

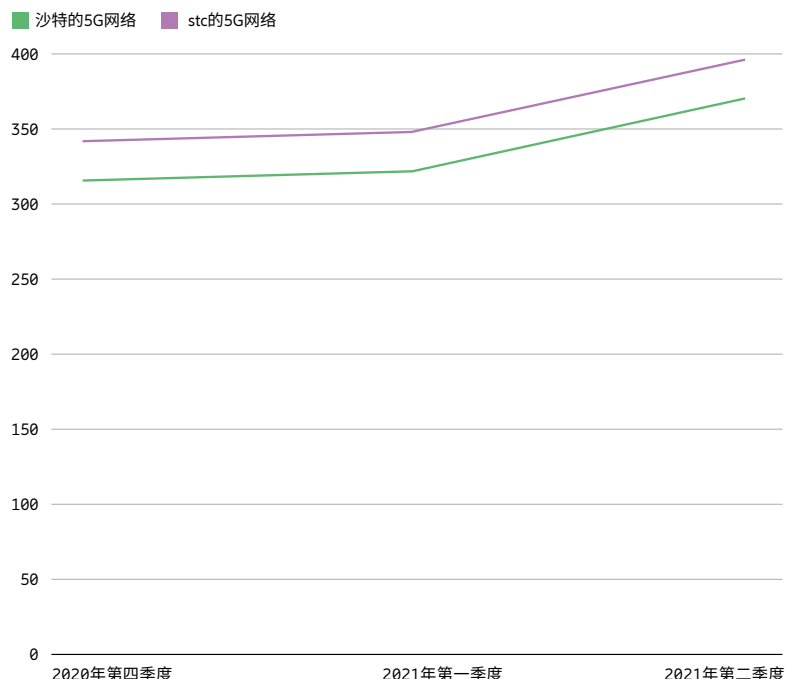
加大网络性能投入力度

对移动网络性能的重点投入,使沙特跻身于移动网络速度基准测试的顶级国家之列(该测评由外部机构执行²)。自2020年第一季度以来,移动网络的平均下行速度增加了3倍,从56Mbps上升到147Mbps³。在stc的移动网络中,下行和上行链路的平均性能比沙特通信行业的平均性能高出约10%。在2021年第二季度,在stc网络中使用5G的平均下载速度为398Mbps,比第一季度的平均348Mbps增长了14%。而沙特通信行业在2021年第二季度的5G平均下载速度为370Mbps⁴。stc网络性能的提高取决于不断开展新项目,利用新技术,扩大、改善和升级原有的网络基础设施。

5G 消费者产品

stc目前提供一系列预付费和后付费5G流量包、5G FWA和5G MiFi包。stc的6个后付费5G流量包,从21美元的6GB(+6GB社交媒体)流量包,一直到138美元的无限量数据包(两个无限量套餐中最便宜的那个)。stc的两款无限量套餐中,包括了一项视频流媒体服务的订阅,作为增值服务提供给用户。其他服务(如stc合作伙伴提供的应用商店展示廊、游戏、视频和音频流媒体服务的订阅)可以直接记在后付费月账单上,或在预付费时从信用额度中扣除。移动数据套餐中没有5G服务溢价。所有拥有5G设备的签约用户都可以访问5G网络。

图29: 5G 网络性能, 平均下行速度对比 (Mbps)



在2021年第二季度,沙特通信行业的5G平均下载速度是370Mbps。

370

² 示例详见: opensignal.com/2021/04/15/benchmarking-the-global-5g-experience-april-2021。

³ 沙特通信和信息技术委员会 (Communications and Information Technology Commission), citc.gov.sa。

⁴ 平均下载速度的计算囊括了沙特所有运营商网络的下载速度。

弥合数字鸿沟

stc扩大网络覆盖范围,提升和优化固定和移动宽带网络性能,还有一个重要目的,那就是进一步弥合人口密集地区和偏远地区之间的数字鸿沟。基础设施应支持向消费者、企业和社会提供高质量的 (flawless) 在线服务,如电子教育、电子政府和电子商务。这些都是“2030愿景”战略框架下, stc要为沙特做出的贡献。

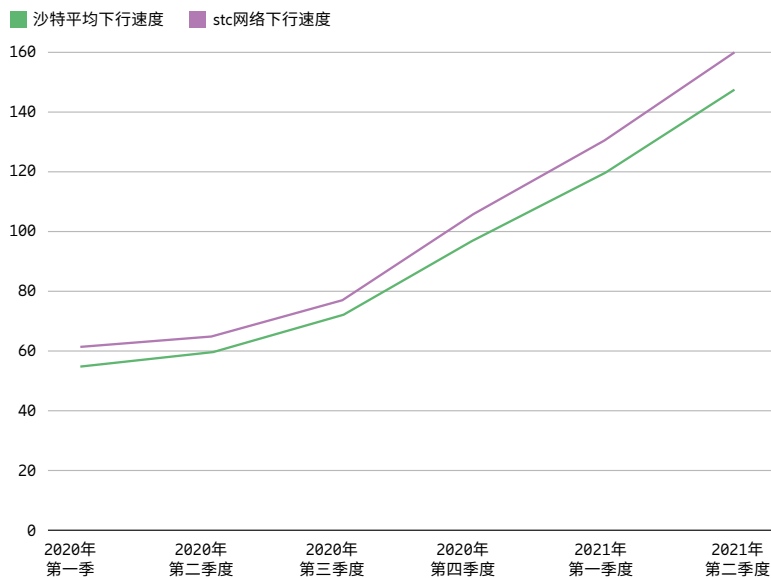
沙特“2030愿景”的一项关键原则是,“接入互联网”应该是沙特所有人的基本权利,无论他们的经济状况如何。

stc正致力于通过建立实现这一愿景所需的信息通信基础设施来弥合数字鸿沟。只有促进和发展高质量、可靠、可持续和耐用的电信网络基础设施,才能支持沙特的社会经济发展,提高人们的数字素养和技能。而5G正是加速消费者和企业数字化转型所必需的连接基础设施的关键技术。

关注5G用例重点领域

5G移动服务的增长在沙特实现经济现代化和数字化的总体规划中起着至关重要的作用。为了充分利用5G网络能力, stc目前正在探索新的创新解决方案和服务。其中一项就是为企业家及其企业确定新的商业模式,使他们能够在最新网络技术和服务的支持下进行业务转型。为此, stc与诸多国际企业共同建立了合作创新中心,帮助沙特企业开发解决方案,加快创新和数字化进程。

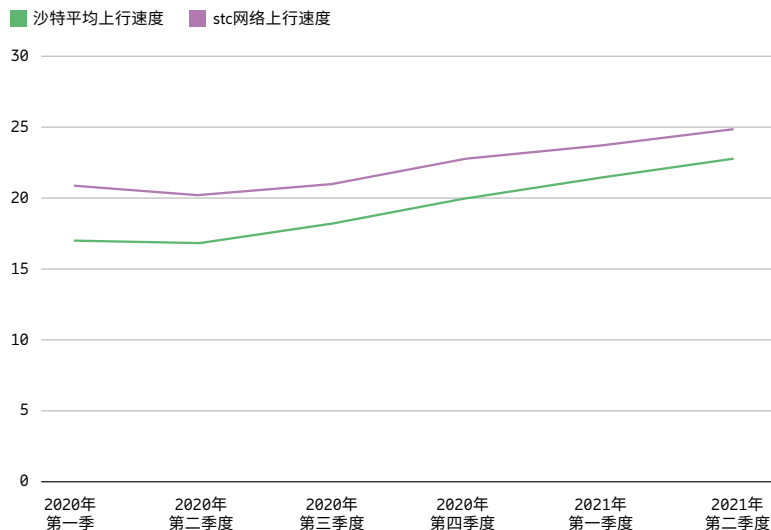
图30:移动网络性能(所有技术),平均下行速度对比(Mbps)



自2020年第一季度以来,沙特的平均下行速度增加了3倍,达到147Mbps。

147

图31:移动网络性能(所有技术),平均上行速度对比(Mbps)



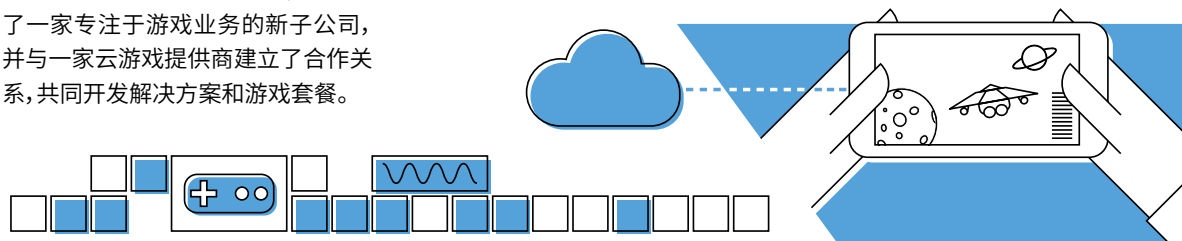
在stc的移动网络中,下行和上行链路的平均性能比沙特通信行业的平均性能高出约10%。

10%

5G用例重点领域

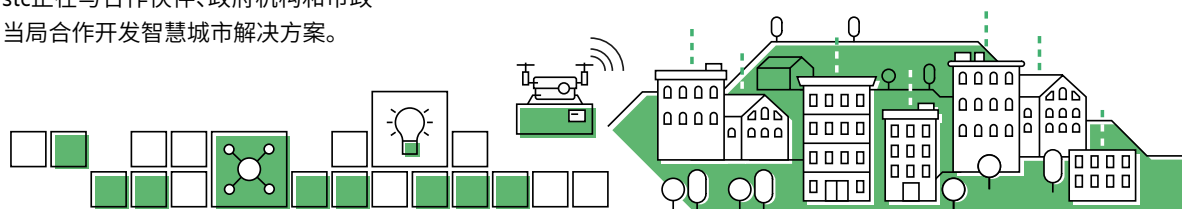
游戏

利用5G网络的超低时延能力，stc成立了一家专注于游戏业务的新子公司，并与一家云游戏提供商建立了合作关系，共同开发解决方案和游戏套餐。



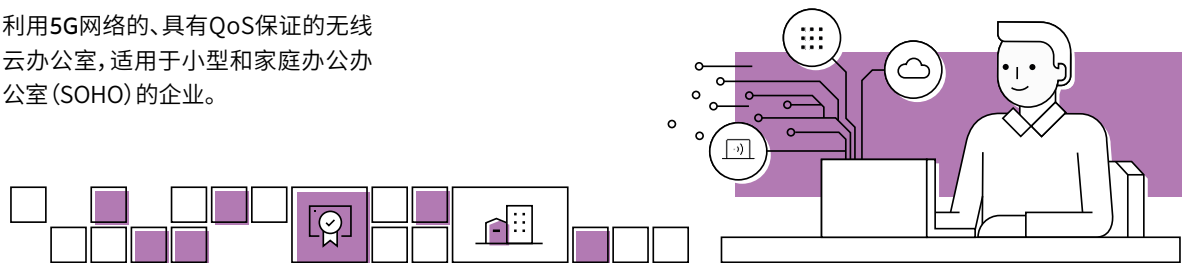
智慧城市

stc正在与合作伙伴、政府机构和市政当局合作开发智慧城市解决方案。



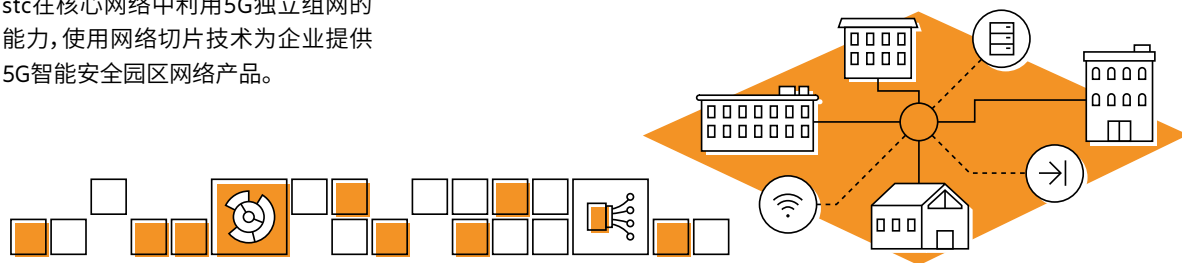
SOHO

利用5G网络的、具有QoS保证的无线云办公室，适用于小型和家庭云办公室 (SOHO) 的企业。



5G安全园区网络

stc在核心网络中利用5G独立组网的能力，使用网络切片技术为企业提提供5G智能安全园区网络产品。



用例探索依赖于高性能网络的可用性。这种网络可以在概念验证试验条件有限的情况下立即显示出价值，同时准备好向更多行业扩展。

stc部署的5G和物联网网络，还将支持NEOM新城的发展。NEOM新城位于沙特西北部，计划打造成跨界

城市，旨在成为未来可持续发展城市的典范，整合“智慧城市”技术，使居民和企业的日常事务都能受益。

这座城市还将开办一个创新中心，用于展示各类应用，包括虚拟现实、增强现实、智能家居开发、自动驾驶汽车以及居民与数字基础设施之间的互动。

内容到达时间 (Time-To-Content, TTC) : 网络性能的客观指标

运营商意识到良好的用户体验是提高客户满意度的关键。增强用户体验还能减少用户流失率并提高财务回报。本文概述了一种客观的方法,用以测量网络性能并确定性能基准,从而为用户提供良好的使用体验。

视频流占移动网络流量的大部分,因此成为网络性能改进的重点领域。压缩技术和自适应机制在降低视频到达时间 (time-to-play) 和适应不断变化的网络条件方面非常有效。尽管数据流能得到缓冲,但相比之下,web服务对网络性能的要求却更高,因为它需要即时响应。因此,满足网页浏览的需求也将满足其他许多用例的需求,包括高清视频流和社交媒体。

Web服务是交互式的,这意味着每次用户通过单击链接或填写表单做出选择或发送请求时,它都会设置一个延迟,而这会直接影响用户体验。Web服务与视频等服务不同,后者的用户倾向于在内容上停留更长的时间。服务的响应能力以秒为单位来衡量,虽然良好的内容到达时间 (time-to-content, TTC) 在很大程度上取决于网页内容和用户期望,但也有些客观尺度可以对它进行衡量,比如谷歌在其Core Web Vitals 开发框架¹中定义的指标。

网页浏览与视频流的区别

网页需要从服务器获取许多对象才能组成一个完整的页面。网页的设计和类型会对TTC产生重大影响,如图32所示。此外,web服务通常与内容交互,产生更多用户的请求,而每个请求都有自己的TTC延迟。这与视频流服务不同,视频流的特征是在一个请求完成之后,用户会收看一段时间的视屏。而web服务的交互性和TTC要求即时的响应速度。

爱立信智能手机实验室使用最近发布的旗舰移动设备,利用谷歌Chrome浏览器测试网页下载速度。实验室还采用了谷歌的“Largest Contentful Paint”(LCP)度量来确定页面的主要内容在设备上渲染的速度。

相比之下,视频流媒体服务的用户体验受视频到达时间和播放延迟的影响。视频流能使用缓冲功能应对网络吞吐量不稳定的影响。

“视频”也是包括VR、AR和游戏在内的新媒体服务的一个关键元素。这些新媒体都是实时服务,通常不能缓冲,就像大多数当前的视频流服务一样。因此随着时间的推移,除了网页浏览和相关服务外,它们对网络性能的要求也会越来越高。目前的共识是,在2025年之前,这些实时应用还不会成为移动通信的主要组成部分。

爱立信智能手机实验室的研究

我们选择了50个流行的网站,并在一个自动化的实验室环境中进行了测试。图32显示了在不同下行吞吐率条件下网页的TTC数值。这些网页的TTC结果是在从1到30Mbps的每个吞吐量条件下计算的。结果表明可用下行吞吐量和TTC之间有很强的关联。

结果表明,随着下行链路的吞吐量(x轴)增加,TTC(y轴)呈下降趋势。

我们还采用了回归模型,用来拟合可以代表下行链路吞吐量与TTC关系的曲线。回归分析中涉及的因素包括设备性能、网络时延和网页内容大小,这些因素又被应用于2025年网络性能的模式预测(图33)。

有些网站有意精简网页内容,以便快速加载,减少对吞吐量等因素的依赖。然而,大多数网站的网页内容都很更丰富,对吞吐量的依赖度也更高。通过使用上四分位数(即前75%的网站)而不是中位数衡量吞吐量需求,这个结果能够代表大部分网站的表现。

使用TTC量表将网站分为优秀(<1.5s)、良好(1.5-2.5s)、一般(2.5-4.0s)或差(>4.0s),我们可以得出满足某个TTC目标所需的吞吐量。例如,根据2025年的模型预测结果,低于1.5s的TTC目标将需要至少20Mbps的吞吐量(图33)。

对运营商的启示

运营商可以在优化其网络时采用这种方法。在实时网络数据会话中进行的吞吐量测量,以及在网络节点中的性能计数器上进行的记录,可以对其进行基准测试并用坐标系描述。这将有助于在小区层面识别问题并优先进行网络提升。无论投入水平如何,这样做都能对用户体验产生最大的影响。

¹ Web Vitals, 性能健康的站点的基本指标, web.dev/vitals.

爱立信智能手机实验室研究结果摘要

图32: 在自动化实验室环境下进行的网页内容下载测试

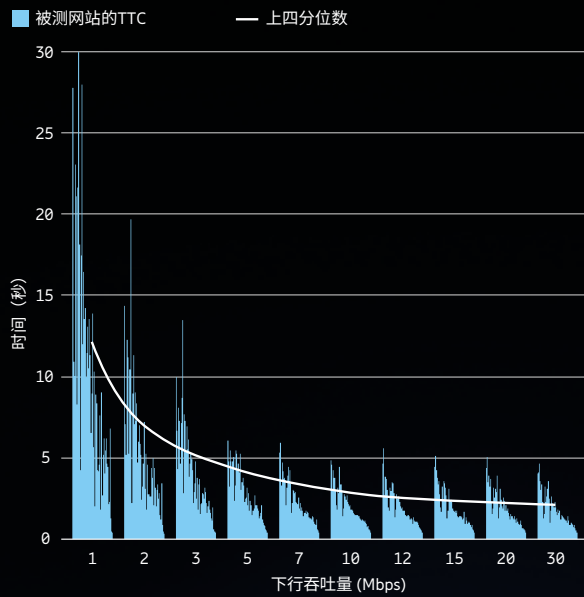
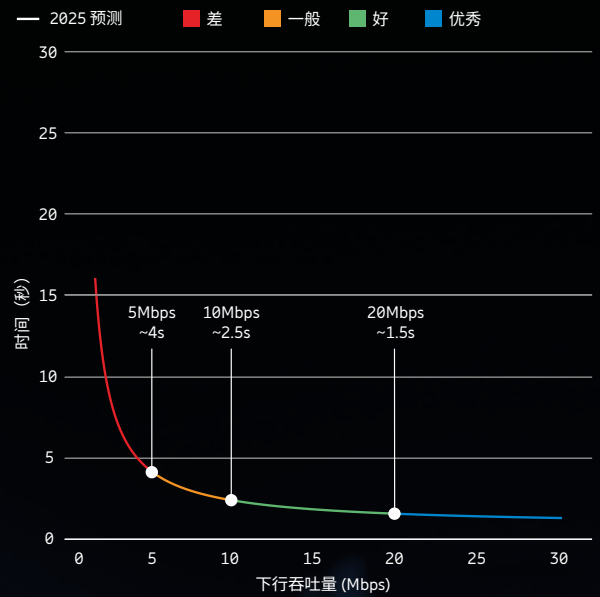


图33: 2025年模型的TTC目标



打造可持续的网络

287x
移动流量

移动数据流量预计将增长4倍以上，到2027年达到每月288EB。运营商必须在扩容的同时减少能源消耗，努力减少碳排放。

移动签约用户从2011年的60亿增长到2021年的81亿，同期智能手机用户从7亿增长到63亿，推动流量从每月不到0.25EB增长到每月65EB（几乎增长了300倍）。这种流量增长得益于人口覆盖率的增加，以及多代移动技术并行运营。

虽然过去10年流量呈指数级增长，但运营商的全球网络能耗仅增长了64%，从91太瓦时增加到估计的150太瓦时。这说明流量增长与能耗增长之间的相关性较弱，但与新频段和设备的部署有更强的关联。这反映在使用多代移动技术的人口覆盖范围的日益扩大。

技术创新，应对挑战

主要技术的创新使得移动网络在只消耗少量额外能源的情况下支持明显更高的流量。在5G标准和规范的帮助下，创新技术不断推出和部署，不仅支持着日益提高的数据需求，而且有助于降低能源消耗。

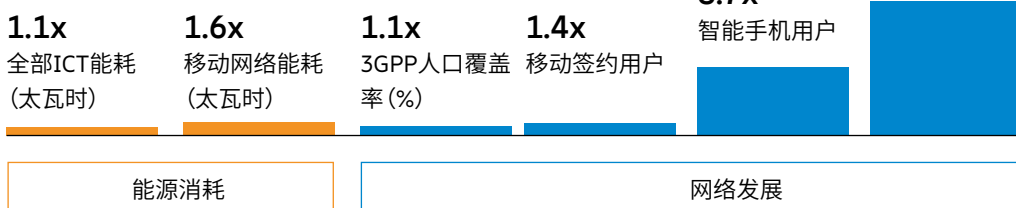
无线接入网(RAN)是需要重点关注的领域，因为它的能耗占到移动网络总能耗的绝大部分。

支持流量增长的一个创新领域是频谱效率的演化¹。随着每一代移动技术的发展，频谱效率显著增加，其中5G的频谱效率比4G增长了200%。这取决于信号调制改进和带宽增加带来的规模效应，它们防止了能源消耗像流量增长那样的指数级增加。

在检查典型的网络流量模式时，可以观察到数据传输中存在几个短间隔，即使在高负载时段也是如此。在这些间隔中，通过快速将组件调到睡眠模式，并在下次传输开始时才再次激活它们，可以有效地降低功耗。更长的间隔意味着更多的部件可以休眠，从而进一步降低能源消耗。

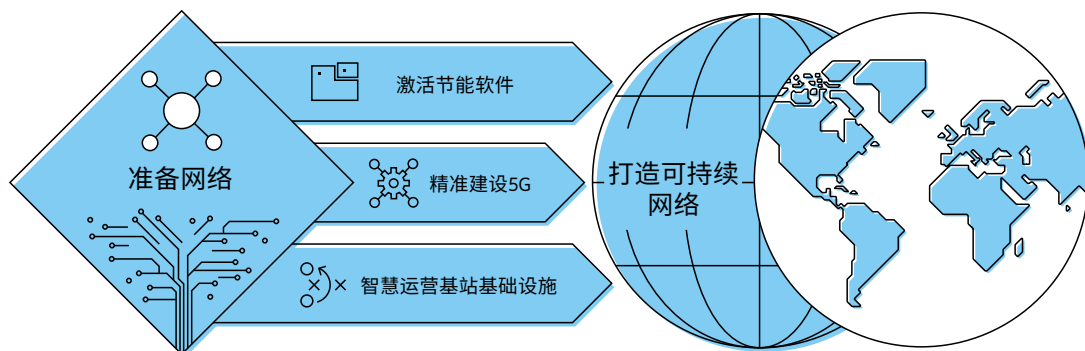
在4G标准中，微睡眠(Micro Sleep)和其他节能功能可以运行的间隔非常短，最多0.2毫秒。5G新空口(NR)标准是基于对无线网络中典型流量活动的了解以及对无线网络中设备睡眠的需求而设计的。这使得5G NR能够更好地支持节能功能。

图34:10年增长因素



¹ “频谱效率”在这里指每秒、每赫兹、每小区的比特值（本质上是在某个带宽下，每小区的信息率）。

图35: 应对移动网络能效问题的整体办法



在独立组网模式下，强制传输的间隔最长可达20ms，而在非独立组网模式下，时长可达160ms，是4G的100到800倍。此外，5G NR在频域中需要的始终开启的信号传输要少得多。

在敲定5G NR标准时，有一个重要考虑因素就是无线网络卓越的能效。与前几代相比，它的超精益设计为大幅降低网络能耗创造了新的可能。它还具有更高的容量，这样每种服务产生的负载在总容量中的占比很低。再加上设备休眠更长、更深，可以让5G NR产品的能耗大幅降低，最终降低了整个网络的能耗。

运营商可采用的节能整体方法

自3G以来，每一代新移动技术的部署都会引发人们对移动网络能耗增加的担忧，5G也不例外。有人担心，如果5G为满足日益增长的流量需求而像前几代那样部署，移动网络的能源消耗将大幅增加。然而，尽管历史数据显示，随着时间的推移，全球能源消费呈上升趋势，但上升幅度并不像早期预测的那么显著。利用新一代移动设备带来的效率收益，结合新的创新运营方法，能够将网络能耗保持在可控的水平上。

为了满足行业对净零碳排放的期望，需要一种打破全球网络能耗上升趋势的方法。领先的运营商正在使用整体方法来应对这一挑战，从而将能耗逐步降低。这是通过将网络现代化

与可应用于网络设计、构建和能源智能运营的新特性和功能相结合而实现的，如图35所示。除了这种整体方法外，改用可再生能源也对实现总体减排至关重要。

精准建设5G基础设施

有广泛的设备覆盖不同的部署场景，使网络能够精确构建。为了适应更多的位置，最新的大规模MIMO采用了超轻设计，尺寸更小、更节能。英国沃达丰公司(Vodafone UK)在基站层面展示了这一点，该公司在伦敦办公室Speechmark的屋顶上安装了天线。最新的天线集成无线解决方案的部署，使设备的每日能耗比前几代平均下降了43%，在非高峰时段下降了55%。所有这些都仍然满足了站点的流量需求。

全面解读印尼Indosat Ooredoo高能效移动服务

印度尼西亚的Indosat Ooredoo面临的挑战是，如何在降低网络KPI的情况下，在包含有68个宏基站的高负载4G住宅群中实现功耗降低。为了实现这一目标，他们采取了一种整体的方法，包括利用节能软件和智能运营站点的基础设施。4G的节能功能主要体现在睡眠模式上，总能耗节省高达16%。通过将人工智能和数据分析应用于3000个通信基础设施的智能管理上，Indosat Ooredoo进一步提高了运营效率，此外还降低了3.6%的能源费用。

将可再生能源引入移动网络站点

向可再生能源的转型，不仅仅体现在购买可持续能源上。德国电信(Deutsche Telekom)为实现净零排放的目标果断决策，首次将太阳能引入商业移动宽带站点。

这些12平方米的太阳能电池板于2020年下半年安装在德国电信位于德国迪特海姆(Dittenheim)的移动站点。2021年7月，它们平均贡献了该站点总电力供应的14%。在中午12点至下午2点之间，供电比率能增大到约83%。由于太阳能电池板的安装，该站点6月份的平均太阳能收集量达到11.5kWh/天，晴天时增加到15.1kWh/天。太阳能预计将贡献RAN站点全年(包括冬季)总电能的11%左右。

移动网络只是一个开始

使用可再生能源、实现设备现代化和充分利用当今移动网络的节能能力可以立即产生积极的影响，推动运营商向净零排放的目标迈进。

相比之下，这样做带来的社会影响还要更大。“连接”是一种使能技术，在应对气候变化方面，它是一种快速、可扩展的工具。事实上，数字技术可能是世界上应对气候危机最强大的可扩展的工具。作为一个加速器，它可以在2030年²之前将全球碳排放量减少至多15%，并通过影响消费者和商业决策以及系统转型，间接支持额外35%的减排量。

² 指数路线图(2020年1月), exponentialroadmap.org。

方法

预测方法

移动签约用户

数字四舍五入

用户

移动数据流量

人口覆盖率

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6年,并在每年11月份的报告中向后推进一年。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、市场成熟度、技术发展预期和各种其他资料,如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。

移动签约用户

移动签约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。我们按技术划分的移动签约用户根据其可以使用的最高技术进行划分。在大多数情况下,LTE签约用户还包括能够接入3G(WCDMA/HSPA)和2G(GSM或CDMA)网络的用户。如用户与支持3GPP R15中指定的新空口终端相关联并连接到5G网络,则将其计为5G用户。移动宽带包括无线接入技术HSPA(3G)、LTE(4G)、5G、CDMA 2000 EV-DO、TD-SCDMA和Mobile WiMAX。不包括不含HSPA和GPRS/EDGE的WCDMA用户。

爱立信移动市场展示平台

利用爱立信交互式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。

固定无线接入(FWA)是通过支持移动网络的客户端设备(CPE)提供宽带接入的连接,包括室内(桌面和窗口)和室外(屋顶和壁挂式)CPE,不包括使用电池的便携式Wi-Fi路由器或适配器。

数字四舍五入

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)根据基础、未四舍五入的数字计算,然后被四舍五入为整数百分比,流量则以两位或三位数表示。

用户

签约数和用户数之间存在较大差异。这是因为许多用户有多项订阅服务。造成这种情况的原因可能包括用户对不同类型的呼叫使用优化签约,最大限度地扩大覆盖范围及针对移动PC/平板电脑及手机使用不同的签约,以降低流量费用。此外,从运营商数据库删除非活跃签约用户需要一些时间。因此,签约普及率可能超过100%,如今在许多国家都是如此。然而,在一些发展中国家和地区,多人共享一个签约业务屡见不鲜,例如,通过家庭或社区共享电话。

移动网络流量

爱立信定期对全球所有主要区域的100多个真实网络进行流量测量,并将这些测量结果用作计算全球总移动流量的代表性基础。移动网络数据流量还包括由FWA业务产生的流量。针对一些选定的商用网络,还会进行详细的流量测量,旨在了解移动数据流量是如何发展的。这些测量不包括用户数据。请注意,《爱立信移动报告》的全球和区域数据流量预测,代表了一个月内所有网络的估计流量。高流量区域的流量(按吞吐量计算)将远远高于平均流量。

人口覆盖率

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基站对每类人口密度群(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。通过汇总这些区域性数据,我们将能够计算出每项技术的世界人口覆盖率。

免责声明

本文档的内容基于许多理论相关性和假设。爱立信不受本文件中任何声明、陈述、承诺或遗漏的约束,也不对其负责。此外,爱立信可在任何时候自行决定更改本文档的内容,并不对此类更改的后果承担任何责任。

如需了解更多信息

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



术语表

2G: 第二代移动网络 (GSM、CDMA 1x)	EN-DC: EUTRA-NR双连接	NB-IoT: 用于物联网连接的3GPP标准化的低功率广域 (LPWA) 蜂窝技术
3CC: 三分量载波	FDD: 频分双工	NR: 3GPP R15定义的新空口
3G: 第三代移动网络 (WCDMA/HSPA、TD-SCDMA、CDMA EV-DO、Mobile WiMAX)	GB: 千兆字节, 10 ⁹ 字节	NR-DC: NR-NR双连接
3GPP: 第三代合作伙伴计划	Gbps: 千兆比特每秒	PB: 拍字节, 10 ¹⁵ 字节
4G: 第四代移动网络 (LTE、LTE-A)	GHz: 吉赫兹, 10 ⁹ 赫兹 (频率单位)	短距物联网: Seg主要由通过未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
4K: 在视频中, 水平显示分辨率为4000像素。3840 × 2160 (4K UHD)分辨率在电视和消费媒体中使用。在电影放映行业, 4096 × 2160 (DCI 4K)占主导地位	GSA: 全球移动供应商协会	智能手机: 带有操作系统的手机, 能够下载和运行应用, 例iPhone、Android操作系统手机、Windows手机, 还包括Symbian和Blackberry操作系统手机
5G: 第五代移动网络 (IMT-2020)	GSM: 全球移动通信系统	退网: 关闭老旧移动技术的过程
5G TF: 预标准化的3GPP NR技术论坛开放规范	GSMA: GSM协会	TD-SCDMA: 时分同步码分多址
AI: 人工智能	HSPA: 高速分组接入	TDD: 时分双工
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	Kbps: 千比特/秒	VoIP: IP语音 (互联网协议)
AR: 增强现实。现实环境的交互式体验, 通过计算机生成的感知信息“增强”驻留在现实世界中的对象上	LTE: 长期演进	VoLTE: GSMA IR.92规范所定义的LTE语音系统
ARPU: 每用户平均收入	MB: 兆字节, 10 ⁶ 字节	VR: 虚拟现实
CAGR: 复合年增长率	Mbps: 兆比特/秒	WCDMA: 宽带码分多址
Cat-M1: 用于物联网连接的3GPP标准化低功率广域 (LPWA) 蜂窝技术	MHz: 兆赫兹, 10 ⁶ 赫兹 (频率单位)	广域物联网: 使用蜂窝网络或非授权低功耗技术 (如Sigfox和LoRa) 连接的设备组成的网络
CDMA: 码分多址	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	
dB: 在无线传输中, 分贝是一个对数单位, 可用于从发射器传输至接收器的信号增益或损耗的求和	mmWave: 毫米波是极高频范围 (30-300GHz) 内的无线电波, 波长在10mm至1mm之间。在5G环境中, 毫米波指24至71GHz之间的频率 (按惯例, 26GHz和28GHz这两个频率范围包含在毫米波范围内)	
EB: 艾字节, 10 ¹⁸ 字节	移动宽带: 采用5G、LTE、HSPA、CDMA2000EV-DO、MobileWiMAX和TD-SCDMA等无线接入技术的移动数据业务	
EDGE: GSM演进增强型数据速率	移动PC: 定义为带有内置蜂窝芯片或外部USB收发器的笔记本电脑或台式PC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Wi-Fi或以太网与一个或多个客户端连接 (如PC或平板电脑)	

全球和区域关键数据

全球关键数据

	2020	2021	2027 预测值	CAGR* 2021-2027	单位
移动签约用户					
全球移动签约用户数	7,970	8,140	8,940	2%	百万
•智能手机签约用户数	5,910	6,260	7,700	3%	百万
•移动PC、平板电脑和移动路由器的签约用户数	270	300	540	10%	百万
•移动宽带用户数	6,470	6,820	8,260	3%	百万
•移动签约用户数, 仅使用GSM/EDGE	1,370	1,200	560	-12%	百万
•移动签约用户数, WCDMA/HSPA	1,690	1,510	700	-12%	百万
•移动签约用户数, LTE	4,590	4,740	3,280	-6%	百万
•移动签约用户数, 5G	274	660	4,390	37%	百万
•固定无线接入连接	72	88	230	17%	百万
固定宽带连接	1,250	1,320	1,650	4%	百万
移动数据流量					
•每部智能手机生成的数据流量	9.1	11.4	41	24%	GB/月
•每台移动PC生成的数据流量	16	17	26	7%	GB/月
•每台平板电脑生成的数据流量	8.1	9.3	22	15%	GB/月
总流量**					
移动数据总流量	49	65	288	28%	EB/月
•智能手机	47	63	281	28%	EB/月
•移动PC和路由器	0.5	0.6	2.4	24%	EB/月
•平板电脑	1.1	1.3	4.1	21%	EB/月
固定无线接入	9.5	14.5	82	34%	EB/月
移动网络总流量	59	80	370	29%	EB/月
固网数据总流量	170	220	550	17%	EB/月

区域关键数据

	2020	2021	2027 预测值	CAGR* 2021-2027	单位
移动签约用户数					
北美	390	400	460	2%	百万
拉丁美洲	650	660	720	1%	百万
西欧	510	510	520	0%	百万
中欧和东欧	560	560	560	0%	百万
东北亚	2,070	2,130	2,260	1%	百万
中国 ¹	1,600	1,630	1,690	1%	百万
东南亚和大洋洲	1,130	1,150	1,230	1%	百万
印度、尼泊尔和不丹	1,130	1,150	1,280	2%	百万
中东和北非	710	720	830	2%	百万
海湾合作委员会(GCC) ²	75	76	82	1%	百万
撒哈拉以南非洲地区	820	860	1,080	4%	百万
智能手机签约用户数					
北美	320	330	360	1%	百万
拉丁美洲	500	520	590	2%	百万
西欧	410	400	440	1%	百万
中欧和东欧	390	390	430	1%	百万
东北亚	1,860	1,950	2,140	2%	百万
中国 ¹	1,460	1,510	1,610	1%	百万
东南亚和大洋洲	840	910	1,120	3%	百万
印度、尼泊尔和不丹	730	810	1,200	7%	百万
中东和北非	420	450	620	6%	百万
海湾合作委员会(GCC) ²	61	63	72	2%	百万
撒哈拉以南非洲地区	440	500	800	8%	百万

区域关键数据

LTE签约用户数	2020	2021	2027 预测值	CAGR* 2021-2027	单位
北美	340	290	40	-28%	百万
拉丁美洲	390	430	280	-7%	百万
西欧	390	410	80	-23%	百万
中欧和东欧	300	340	330	-1%	百万
东北亚	1,670	1,490	590	-14%	百万
中国 ¹	1,260	1,080	350	-17%	百万
东南亚和大洋洲	470	560	560	0%	百万
印度、尼泊尔和不丹	680	790	710	-2%	百万
中东和北非	220	260	380	6%	百万
海湾合作委员会(GCC) ²	60	61	12	-23%	百万
撒哈拉以南非洲地区	127	170	300	11%	百万

5G签约用户数	2020	2021	2027 预测值	CAGR* 2021-2027	单位
北美	14	80	410	31%	百万
拉丁美洲	1	8	310	N/A	百万
西欧	7	31	430	56%	百万
中欧和东欧	0	2	230	N/A	百万
东北亚	247	517	1,630	21%	百万
中国 ¹	228	460	1,310	19%	百万
东南亚和大洋洲	3	15	560	N/A	百万
印度、尼泊尔和不丹	0	0	500	N/A	百万
中东和北非	1	10	210	N/A	百万
海湾合作委员会(GCC) ²	1	6	65	47%	百万
撒哈拉以南非洲地区	0	3	100	N/A	百万

每部智能手机生成的数据流量	2020	2021	2026 预测值	CAGR* 2020-2027	单位
北美	11.1	14.6	52	24%	GB/月
拉丁美洲	5.9	7.9	35	28%	GB/月
西欧	11.2	15.2	51	23%	GB/月
中欧和东欧	7.6	9.9	32	22%	GB/月
东北亚	11.0	13.9	48	23%	GB/月
中国 ¹	11.4	14.5	50	23%	GB/月
东南亚和大洋洲	6.1	8.0	46	34%	GB/月
印度、尼泊尔和不丹	16.1	18.4	50	18%	GB/月
中东和北非	7.0	9.6	41	27%	GB/月
海湾合作委员会(GCC) ²	18	22	46	13%	GB/月
撒哈拉以南非洲地区	2.2	2.9	11.0	25%	GB/月

移动数据总流量	2020	2021	2027 预测值	CAGR* 2021-2027	单位
北美	3.7	4.9	20	26%	EB/月
拉丁美洲	2.5	3.5	18	31%	EB/月
西欧	4.3	5.7	21	24%	EB/月
中欧和东欧	2.4	3.1	11	24%	EB/月
东北亚	18.3	24	93	25%	EB/月
中国 ¹	15.0	20	74	25%	EB/月
东南亚和大洋洲	4.7	6.5	46	39%	EB/月
印度、尼泊尔和不丹	9.4	12	49	27%	EB/月
中东和北非	2.6	3.8	23	34%	EB/月
海湾合作委员会(GCC) ²	0.9	1.1	2.6	16%	EB/月
撒哈拉以南非洲地区	0.86	1.3	7.6	35%	EB/月

¹ 这些数据也包含在东北亚地区的区域性数字之中。² 这些数据也包含在中东和北非地区的区域性数字之中。

* 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。

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 2021