



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

爱立信 移动市场报告

2023年6月

发行人致辞

满足不断演进的网络需求

在卓越的连接性与新机遇的推动下，全球各地的运营商继续追加5G投资。尽管地缘政治持续动荡，部分国家/地区的宏观经济放缓，但5G发展的势头仍然强劲。

新的5G大市场正在出现。印度正在推进大规模网络部署，进而成为全球增长最快的5G市场。5G是印度实现其“数字印度”愿景的关键所在。新的5G大市场正在出现。印度正在推进大规模网络部署，进而成为全球增长最快的5G市场。5G是印度实现其“数字印度”愿景的关键所在。与此同时，在北美地区，随着中频频谱的开放，北美运营商现在能为众多用户提供优越的多频段5G体验。

目前全球5G签约数已超过10亿。在过去的两年中，领先的5G市场的运营商实现了

不俗的收入增长。然而5G的推广仍在进行中。尽管5G中频频谱支持更高容量，而且覆盖范围良好，能为用户带来绝佳的体验，但是它目前仅覆盖了全球约25%的4G站点，其中北美领先，欧洲随后。

随着全球移动网络数据流量的持续增长（预计到2028年复合年增长率约为25%），智能网络的现代化已经势在必行。在提升移动用户体验的同时管理这种增长需要持续的网络演进。值得注意的是，与当初4G网络的扩展相比，5G中频带的建设会更加节能、更具成本效益。

在本期报告中，我们基于对不同地区的移动网络的数据流量增长和模式的分析，为大家分享了一些有关未来网络演进的关键因素的见解。

随着您逐步深入研读本期报告，您会发现，爱立信正在着手解决下一波5G应用带来的挑战。我们强调，必须建立用于评估移动质量体验（QoE）的新模型，以便设计满足未来服务性能需求的网络。另外，随着移动设备上增强现实（AR）服务的使用量增长，移动网络需要为更高的性能要求做好准备，主要方法是在现有站点上添加新的频谱和功能。我们还以新加坡电信在2022年新加坡大奖赛上部署5G网络切片为例，展示了差异化连接服务的商业机会。

我相信您会发现这份报告很有吸引力。当您在探索5G应用和网络演进时，希望这份报告能够为您提供有用的见解。

Fredrik Jejdling

爱立信全球执行副总裁
兼网络业务部总经理

目录

预测

- 04 2023年5G移动签约数预计将达到15亿
- 05 领先5G市场的收入继续增长
- 06 各地区的5G签约数都在增加
- 08 东北亚：深入观察
- 10 智能手机市场低迷无碍5G发展
- 11 2G/3G物联网连接下降
- 4G/5G物联网连接增长
- 12 超过100家运营商现已提供5G FWA服务
- 14 5G继续推动移动服务套餐制定的创新
- 16 高数据使用量用户推动移动流量增长
- 18 移动网络流量在两年内几乎翻了一番
- 19 5G五年内将推动所有移动数据增长
- 21 5G人口覆盖率已达到35%

文章

- 23 探索流量模式推动网络演进的方式
- 26 探索5G网络的差异化服务
- 30 移动网络促进AR业务的使用
- 33 移动体验质量：
新业务的网络就绪
- 36 方法
- 37 术语表
- 38 关键数据

执行编辑：Peter Jonsson
项目经理：Anette Lundvall
预测分析：Richard Möller
编辑：Stephen Carson,
Steven Davis

文章合著者：

Martin Bäckström, Greger Blennerud,
Fredrik Burstedt, Marko Cejvan,
Yossi Cohen, Gunnar Heikkilä, Josip Jelic,
Doroteja Kobescak, Fredric Kronestedt,
Per Lindberg, Peter Linder, David Lindero,
Jun Ying Liu, Karl Olsson, Natasa Pipic,
Eliane Semaan, Raymond Soh,
Tomislav Tolic, Kenneth Wallstedt,
Li Yang G, Jialong Zhang

文章作者：

Cheong Hai Thoo, Terrance Lai,
Kuan Wai Mun, Lynette Poh,
Harish Nambiar, Cara Foong,
Hian Hou Chua

5G正在迅猛发展。预计今年5G签约数将突破15亿，仅今年一年就能增加5亿。这一增长是在宏观经济面临困境的情况下实现的。目前全球已经有大约240个商用5G网络投入运营，而前20个5G市场的运营商也随着签约渗透率的提高实现了收入增长。

预测

预计到2023年底，全球每部智能手机的月平均数据使用量将超过20GB。

20_{GB} 7%

全球前20个5G市场的运营商的收入正在上升，在过去两年里增加了7%。

7%

现在有100多家运营商提供5G固定无线接入服务。

100

到2023年底，全球5G移动签约数将达到15亿。

15_亿

2023年5G移动签约数预计将达到15亿

2023年第一季度, 5G签约总数达到了11亿, 新增1.25亿。

尽管全球经济疲软, 地缘政治充满不确定性, 但是运营商仍在继续部署5G, 其中约有240家运营商已经在全球推出了5G商用服务。5G独立组网(SA)的部署也在继续, 已有35家运营商部署或开通了5G SA服务¹。运营商为消费者推出的最常见的5G服务有增强型移动宽带(eMBB)、固定无线接入(FWA)、游戏和基于AR/VR的服务。

北美地区5G签约数增长强劲

北美5G签约²渗透率高于预期, 截至2022年底, 该地区的5G签约渗透率最高, 为41%。其次是东北亚, 渗透率为30%, 再次是海湾

合作委员会国家, 为18%, 之后是西欧, 为13%。预计到2028年, 北美的5G普及率最高, 为91%, 其次是西欧, 为88%。2028年, 预计北美的5G渗透率最高, 为91%, 其次是西欧, 为88%。

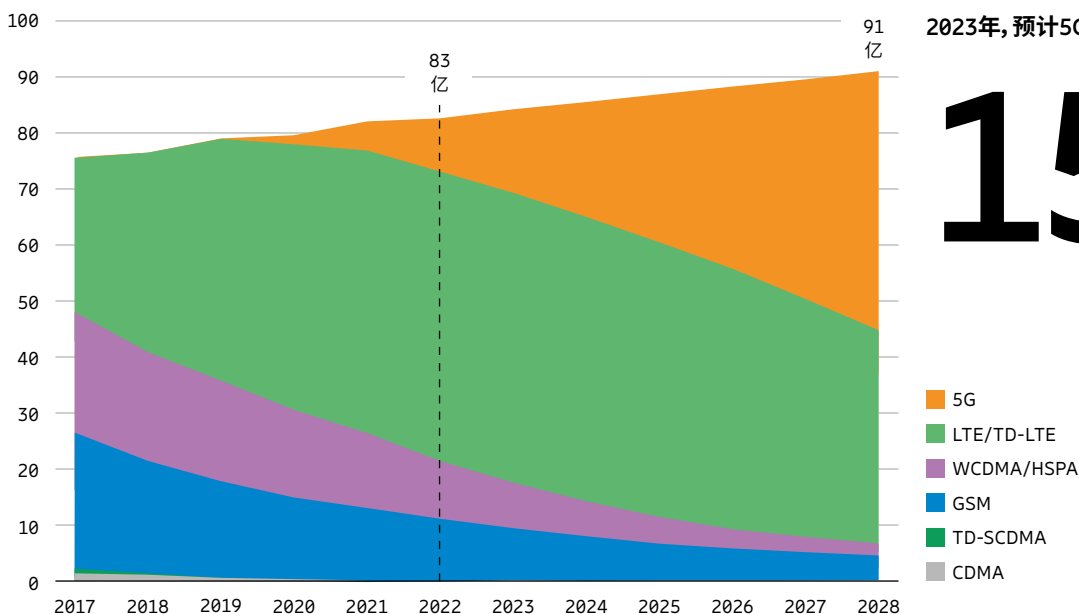
考虑到一些国家的频谱拍卖延期和持续不利的宏观经济条件, 我们对全球5G签约数预测做了调整。到2028年底, 预计全球5G签约数将达到46亿, 占移动签约总数的50%以上。到2028年, 5G将成为签约数最多的移动接入技术。4G的签约数仍在增加, 在2023年第一季度增长了5900万, 达到

52亿。随着用户迁移到5G, 4G签约数预计将从今年开始下降, 到2028年底将降至38亿左右。

本季度, 3G签约数减少了8500万, 而仅使用GSM/EDGE的签约数减少了5900万, 其他技术³减少了约400万。

中国、孟加拉国和尼日利亚是本季度新增签约数最多的国家, 每个国家新增了400万。

图1: 按技术划分的移动签约数 (亿)



2023年, 预计5G签约数将达到15亿

15 亿

¹ GSA (2023年5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签约数。

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

领先5G市场的收入继续增长

借力5G功能,前20个5G市场在过去两年里收入增长了7%,创造了巨大的商业价值。

通过分析领先5G市场,我们发现5G签约率越高,服务收入就越高。根据爱立信的调查数据和分析,2022年第四季度¹,这种收入趋势仍在继续。如图2所示,在前20个5G市场²推出5G服务后,过去两年的收入以3.5%的复合年增长率增长,累计增长了7%。

在通胀飙升的时代,运营商如何提升5G的价值

历史经验告诉我们,运营商很难根据通货膨胀来相应地提高移动签约业务的资费。随着近期许多地区通货膨胀的飙升,为了应对通货膨胀的压力,一些运营商已经开始根据消费者价格指数(CPI)来调整资费。

但到目前为止,这种调整幅度远低于通胀水平,而且也没有普遍采用。由于这些调整仅适用于新签或续签的合同,对2022年的收入增长影响微乎其微。

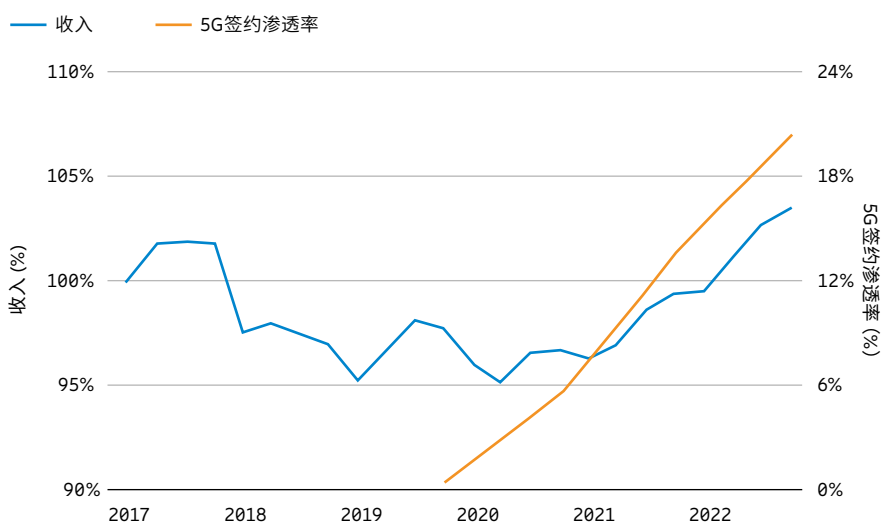
消费者不会因为被动的价格调整而多花钱,但是5G服务的推出却能让它们体验到更加多样化和丰富的服务,这也给了运营商一个主动提升移动资费的机会。

新的5G服务提升了连接的价值

5G提供了更大的流量包、更高的速度和更好的用户体验,这些对消费者和企业客户都有新的价值。这些价值也让运营商有机

会增加销售和收入。从图2中的收入趋势可以看出,运营商已经开始从这种价值捕获中受益。随着5G网络和生态系统的日益完善,更多的服务和应用将不断涌现,为客户带来更多的价值。

图2: 收入与5G签约渗透率对比图——前20个5G市场 (以2017年第一季度为基准, 百分比)



信息来源: 爱立信对TechInsights数据的分析, 2022年第四季度。

方法

我们按照5G签约渗透率的高低,选出了前20个5G市场。然后,以2017年第一季度为基准,计算了这些市场中每个运营商的收入相对变化。为了消除季节性因素的影响,我们用4个季度的滚动平均值来衡量收入变化。最后,我们对各个运营商的收入变化求平均,得出了前20个5G市场的总体收入变化情况。

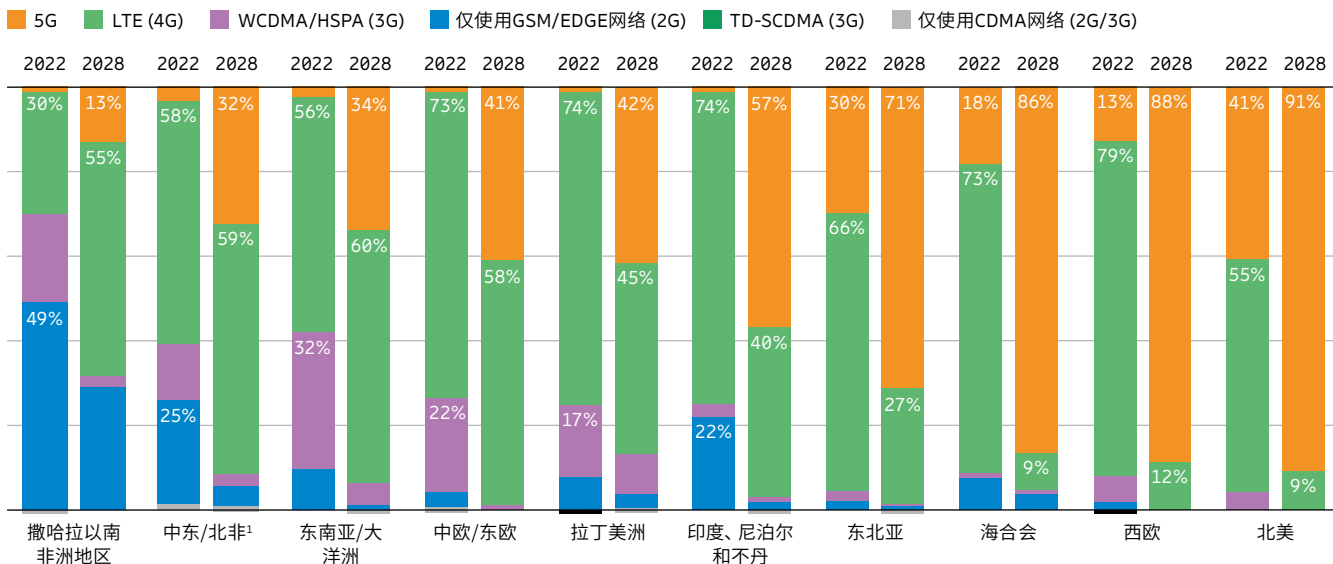
¹ 《爱立信移动市场报告-商业评论版》(Ericsson Mobility Report – Business Review edition) (2023年2月)。

² “前20个5G市场”包括以下国家/地区: 澳大利亚、巴林、中国、丹麦、芬兰、中国香港、爱尔兰、日本、科威特、摩纳哥、挪威、卡塔尔、沙特阿拉伯、新加坡、韩国、瑞士、中国台湾、阿联酋、英国、美国。

各地区的5G签约数都在增加

北美的用户普及率很高,截至2022年底,该地区的5G签约渗透率达到41%。

图3: 按地区和技术划分的移动签约数 (%)



撒哈拉以南非洲地区

虽然宏观经济不景气,但撒哈拉以南非洲国家有很多年轻人,对连接有很高的需求,所以仍将投入资金建设网络基础设施。这将为运营商开辟新的增长空间,主要来自于高级移动流量套餐和增值服务(如手机银行和手机支付等)。

向4G网络的迁移仍在进行中。预计到2028年,4G将成为新增签约的主力,到预测期结束占到移动签约总数的50%以上。2G虽然因为设备价格低、服务资费低、农村用户多而仍有重要地位,但从现在到2028年预测期结束,其签约数将下降到签约总数的29%。

由于基数较小,5G签约数的增长速度最快。到目前为止,撒哈拉以南非洲已有10多个国家推出了5G商用网络,还有更多国家也在计划部署5G网络,因此我们预计到2028年5G签约数将占到签约总数的13%。

中东和北非

运营商继续投资4G,预计2022年至2028年间,其签约数将以每年4%的速度增长,到预测期结束将占该地区签约总数的60%左右。

随着越来越多的国家纷纷发放许可证和分配频段,以鼓励5G网络建设,5G签约数将快速增长,预计到2028年将占签约总数的32%。4G和5G是主要的技术,因为它们能够

满足高带宽和低延迟的服务需求,并提供各种价格合理的设备选择。因此,在2022年至2028年的预测期内,2G签约数将急剧减少,到预测期结束只占签约总数的5%左右。

移动金融服务有望继续保持增长态势,因为移动连接数量不断增加,基本转账业务也不断拓展。此外,商户支付、汇款、保险等其他服务也将促进移动金融服务的普及。

¹ 所有中东和北非的数据均包括海合会国家。

海湾合作委员会 (GCC)

海合会国家在全球5G网络部署和服务提供方面走在了前列，得益于强有力的监管政策和框架，以及公共部门的多项推动措施，5G市场快速增长。预计从2022年至2028年，5G签约数将从1300万增长到7000万，到预测期结束将占到签约总数的86%。

相比之下，4G目前占签约总数的73%，但随着大量用户转向5G，享受增强型移动宽带 (eMBB) 和固定无线接入 (FWA) 等多样性的服务，预计4G签约将以每年29%的速度减少。此外，随着各行业纷纷展开重大的数字化转型项目，运营商也将继续开拓企业领域的业务。

中欧和东欧

中欧和东欧的5G技术普及和签约业务的增长通常比西欧地区慢。部分原因是频谱分配较慢，以及消费者对于升级到更昂贵的签约业务意愿较低。到2022年底，4G仍然是中欧和东欧地区的主流技术，约占签约总数的73%。该地区移动签约数的增长已经趋于平缓，预计未来几年将接近零增长。然而，用户从2G/3G向4G迁移的趋势仍然很强劲，预计将一直持续到2024年。从2025年起，5G将成为唯一增长的签约业务类型。

在预测期内，3G签约数将继续大幅下降，其在移动签约总数中的占比将从22%降至仅1%。

东南亚和大洋洲

5G在该地区的覆盖率不断提高。截至2022年底，马来西亚和菲律宾分别有约50%和66%的人口可以使用5G。与此同时，澳大利亚和泰国超过80%的人口可以接触到这项技术，新加坡在2022年中期就已实现了超过95%的覆盖率²。印度尼西亚的领先运营商利用现有频谱推出了5G商用服务，同时期待新的5G频段的释放，以便扩展网络。越南的运营商也在等待频谱可用的同时，积极开展试验。由于一些国家的频谱拍卖延迟和增长速度不及预期，我们对之前6.2亿

的预测做出了适当的调整，认为到预测期结束，5G签约数将达到约4.3亿。尽管如此，运营商仍然致力于为消费者和企业提供创新的产品和服务。例如，他们利用5G独立组网 (SA) 功能来构建网络切片用例。另外，还推出了5G FWA服务，为家庭和企业提供高速的互联网接入。澳大利亚和菲律宾的运营商继续扩展其5G FWA商用产品，印度尼西亚也在使用sub-6频谱和毫米波进行5G FWA试验。此外，运营商还积极与合作伙伴建立关系，拓展其5G生态系统。

拉丁美洲

4G目前是该地区占主导地位的无线接入技术，截至2022年底，占签约总数的74%。4G签约数增长强劲，2022年新增了约6000万。然而，随着用户向4G和5G迁移，3G签约数正在减少。许多运营商将在未来两年内关闭3G网络，以便将无线频谱重新用于4G部署。

由于5G在该地区的普及比较缓慢，且宏观经济状况预计仍比较艰难，5G签约数的预测提前了一年。截至2022年底，5G签约数约为700万。预计从2024年起，将出现更大规模的增长。到2028年底，5G将占移动签约总数的42%。

印度、尼泊尔和不丹

继2022年10月初在印度推出5G服务后，印度的运营商正在积极部署5G网络，覆盖各大城市，由于5G服务的定价具有吸引力，以及5G智能手机日益普及，到2022年底，5G签约数已达到约1000万。预计到2023年底/2024年初，全印度范围内的5G网络将覆盖更多人口，进一步促进签约增长。到2028年底，5G签约数将达到7亿，占该地区移动签约总数的57%。eMBB和FWA是5G的初始应用场景，但未来还有更多的行业和垂直领域将受益于5G技术。

与此同时，4G仍然是该地区连接和数据增长的主要驱动力，但未来将日渐式微，预计将从2022年的8.2亿下降到2028年的5亿。该地区的移动签约总数将在2028年增长到12亿。

东北亚

该地区的运营商一直积极投资5G网络建设，以提高覆盖率和容量，特别是室内覆盖率。2022年，5G签约数继续强劲增长，新增约2.4亿。5G是唯一增长的签约业务类型，预计到2024年底，该地区的5G签约数将达到11亿。5G签约数快速增长，再加上市场不断推出新的5G终端设备，对运营商的财务业绩产生了积极影响。中国大陆、中国台湾和韩国等领先5G市场的主要运营商报告称，5G签约数的增加对移动服务收入和每用户平均收入 (ARPU) 都产生了积极影响。

西欧

西欧的4G网络部署广泛，是所有地区中4G渗透率最高的地区，截至2022年底，其占移动连接的79%。但今年5G签约数增长强劲，从2021年的3200万增长到2022年底的6900万。

预计从2023年开始，该地区4G签约数将减少，而5G签约数将大幅增加。在该地区，5G签约数到2023年底将达到1.43亿，到2028年底，渗透率将达到88%。未来几年，许多运营商的3G网络将关闭，以便把频谱复用给4G和5G网络。

北美

中频频谱可以提供更好的覆盖和速度，让许多用户享受到多频段5G的优势。2023年，5G的普及率继续强劲增长，预计到年底签约数将超过2.5亿。北美各地的运营商提供的宽带套餐种类越来越多，使客户可以轻松找到合适自己的5G服务产品。其中FWA是推动北美固定宽带增长的主要技术，它可以为家庭和小型企业提供高速的互联网接入。5G还将在企业领域发挥重要作用，为分支机构和移动专业人士提供WLAN。预计到2028年，北美的5G签约数将达到4.1亿，占到移动签约总数的90%以上。

² 这些国家/地区的人口覆盖率数据是根据各地区运营商的报告而得出的。

东北亚：深入观察

东北亚地区由5个各具特色、充满活力的市场构成，它们是现代数字创新的中心，而5G是一项推动创新的关键赋能技术。

东北亚地区的运营商在早期5G部署方面投入了大量资金。其中韩国率先开通了5G商用网络，到2020年，该地区的其它4个市场也都实现了5G网络覆盖。目前，该地区的5G人口覆盖率和签约率在全球范围内处于领先地位。

该地区汇集了5G生态系统各个领域的重要参与者，包括优秀的运营商、移动基础设施供应商、芯片组制造商、终端供应商和OTT提供商。可通过提高资费、聚合多样化的内容和推出新服务，如固定无线接入（FWA）和网络切片等方式在该地区实现5G货币化。

在宏观经济强劲、运营商财务业绩良好以及无线和数字产业生态系统完善的共同推动下，监管机构和运营商都迫切地希望成为5G领导者。但在最近几个季度，他们

扭转了这一局面，目前ARPU缓步增长。此外，他们还积极探索企业和消费者金融服务带来的其他收入机会。

与东北亚的一些国家相比，日本在中频部署方面还有提升空间，中频可帮助消费者体验高性能5G。预计运营商将加快5G部署方面的投资，特别是中频部署。这将为消费者带来丰富的体验，并有助于实现5G货币化。

中国大陆：5G规模领先

2023年是5G在中国投入商用的第四个年头。截至今年第一季度末，中国共建了264万个5G基站，覆盖了2.6 GHz和3.5 GHz的中频mMIMO、可覆盖全中国的FDD 700 MHz和2.1 GHz，以及众多的专用5G室内基站。目前，移动签约中有三分之一是5G签约。2022年，中国市场上已交付了超过2亿部5G智能手机，占全球出货量的35%。

在5G商用启动后的第二年，就实现了向独立组网（SA）的升级。现在，所有的5G基站和大部分5G智能手机都支持SA功能。目前，超过95%的5G流量由5G SA技术承载。在独立组网技术的加持下，新网络功能已经商用了一年多，这些功能包括用于灵活地进行服务分离和打造差异化产品的网络切片，以及快速实现语音演进的新空口语音（VoNR）。3GPP R17的RedCap可降低成本、功耗和网络资源需求，目前正在进行蜂窝物联网解决方案的现场试验。

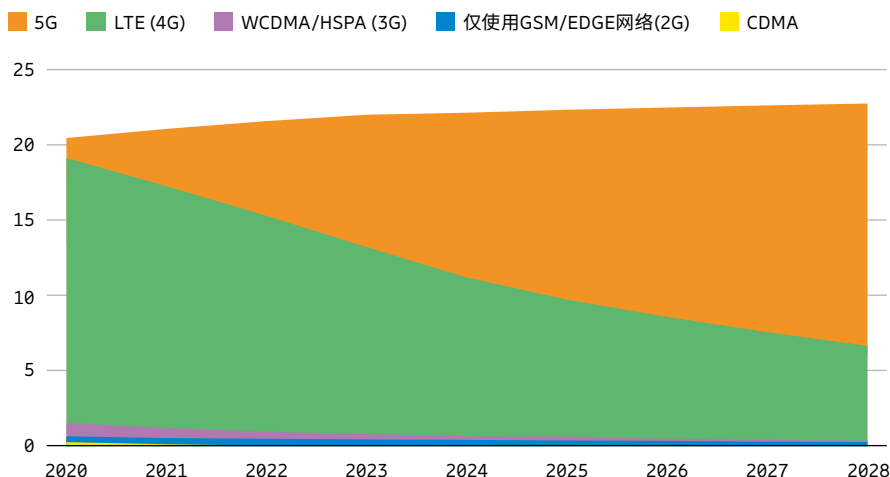
中国大陆的运营商抢占先机，充分利用先行部署5G SA的优势，将5G专用网络作为新的增长引擎。根据工信部的数据，到2022年，中国已经有超过1.4万个采用网络切片技术的虚拟专用网络投入使用¹。

日本：技术创新，部署稳健

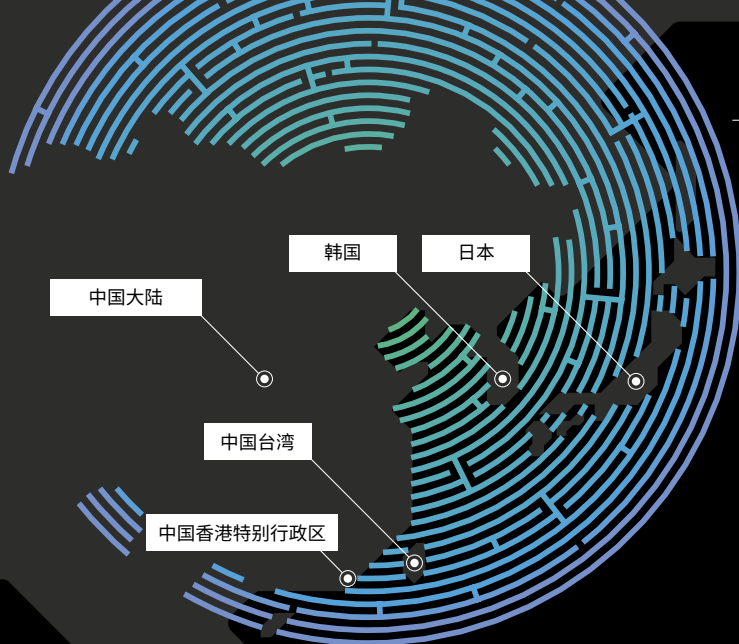
日本移动市场非常重视引进先进技术和实现可持续发展。日本的主要运营商正在积极探索云无线接入网（RAN）的潜力，力求在这项技术上取得领先地位。此外，运营商还制定了雄心勃勃的计划，即到2030年实现自身活动的碳中和，助力日本的可持续发展。

在日本运营商的电信业务中，政府主导的一项倡议迫使他们推出更低廉的资费方案，导致每用户平均收入（ARPU）自2020年3月以来下降。

图4：按技术划分的东北亚地区移动签约数（亿）



¹ 工信部（MIIT），www.miit.gov.cn/zwgk/zcjd/art/2023/art_9f5022af3cdf48789484117d9da03c58.html。



韩国：在5G采用和服务创新方面处于领先地位

韩国运营商自2019年4月推出5G商用服务以来，一直走在5G部署和性能的前沿。他们主要部署5G中频，目前还没有提供低频或高频服务。然而，5G的人口覆盖率已经达到了94%。为了在郊区和农村地区扩大5G覆盖范围，运营商引入了RAN共享，以降低部署成本。运营商计划在2024年实现全国人口的100%覆盖。

截至2023年2月底，韩国的5G签约渗透率达到了37%，5G签约用户产生的流量占移动数据总流量的78%。与所有类型数据

流量套餐的平均值相比，月均5G数据消耗量约为4G用户的3.6倍。而与无限流量套餐相比，5G数据消耗量是此类套餐的1.6倍。韩国政府支持运营商的5G目标，并尽量满足其容量需求，计划将额外的频段分配给三家运营商。其中3.40–3.42 GHz频段已经被分配。韩国运营商积极推动可再生能源的利用，以实施RE100路线图，这是一项旨在为商业活动提供100%可再生能源的国际气候倡议²。为了实现货币化，韩国运营商提供包括AR和VR服务在内的多种服务捆绑方案，并利用人工智能、数据中心和云计算拓展企业市场。

中国台湾：专注于提升5G性能

中国台湾的运营商不断优化网络性能，在第三方和当地的基准测试中名列前茅，也经常在全球5G基准测试中位居前列。

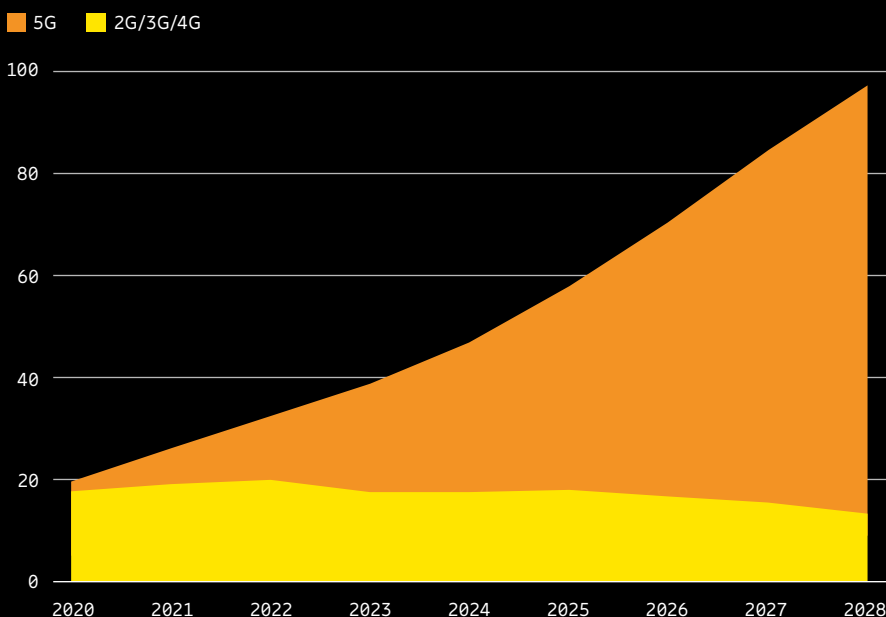
2023年第一季度，该地区5G签约数达到了700万，渗透率高达30%。该地区的主要运营商预计，到2023年底，渗透率将进一步提升至40%。在过去的24个月里，5G的普及也带动了移动服务ARPU的增长。

由于该地区民众普遍使用无限流量套餐，月均数据消耗量高居全球之首，平均达到30GB。当地一项调查显示，有46%的消费者即使在家里也更倾向于通过移动网络上网。

中国香港特别行政区：积极部署5G

虽然中国香港的移动签约总数未增长或略有增长，但向5G的迁移仍在继续，渗透率从2021年底的20%左右提高到2022年底的30%以上。2023年前景乐观，预计5G的普及将有所加速，而且疫情后漫游业务的收入也将恢复。该地区的运营商把5G FWA和企业解决方案作为新的业务增长点。

图5：东北亚地区移动数据流量 (EB/月)



² RE100, www.there100.org。

智能手机市场低迷 无碍5G发展

高端市场一直保持弹性，全球市场领导者的表现好于平均水平。全球智能手机出货量预计将在2023年下半年复苏。

- 2022年第四季度，智能手机市场延续了前三个季度的下滑趋势，出现了两位数的跌幅。这一趋势在2023年初仍在持续，第一季度全球出货量同比下降了13%¹。
- 目前已经有870多款5G智能手机推出市场，其中2023年以来就有80多款。
- 预计2023年5G智能手机将占有所有智能手机出货量的62%²。
- 尽管可折叠手机的出货量在2022年增长了26%，但这一类别仅占智能手机市场的1%。

网络切片与5G SA的演进

用户设备路由选择策略 (URSP) 能够让设备根据使用的应用程序自动选择网络切片，

这一功能已经在运行Windows 11的笔记本电脑上实现。越来越多的运营商在其网络中启用新空口独立组网功能 (NR SA)。由于非独立组网 (NSA) 和独立组网功能可以在同一个网络中共存，并且具有SA功能的设备保留了对5G NSA模式的支持，许多SA部署是分步进行的。设备制造商可以在进行充分测试后升级设备上的软件。随着网络和设备中载波聚合能力的增强，SA方案在数据速率方面与NSA不相上下，同时增加了新5G核心网络的许多优势。

RedCap——新晋玩家

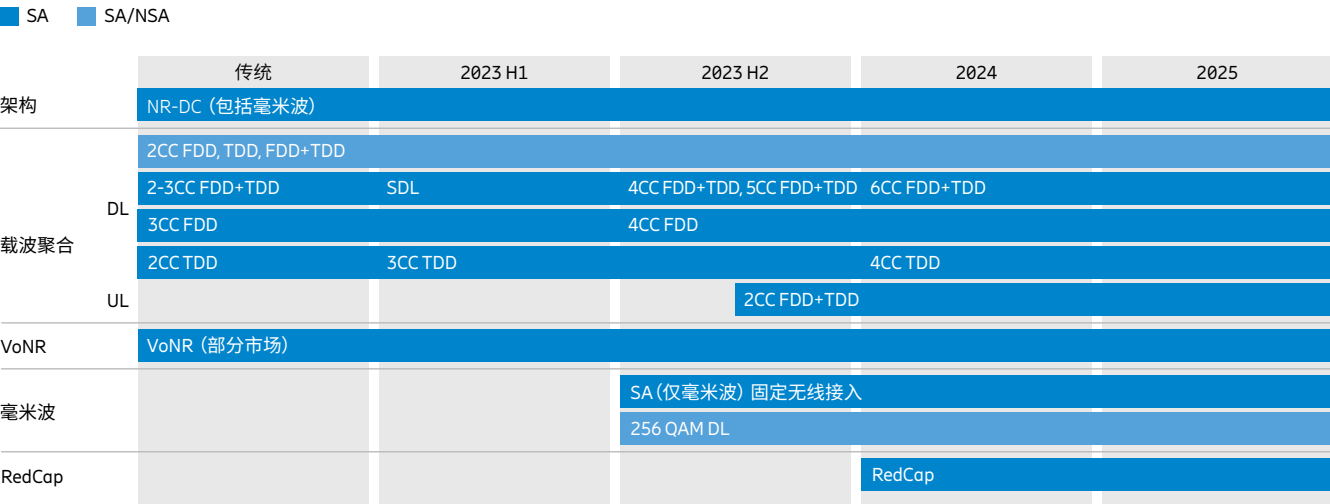
为了支持更多的5G应用场景，第一批降低能力 (RedCap) 设备已经发布，这些设备基于3GPP R17标准，进一步加强了SA技术。它们预计将面向目前LTE Cat-4设备的市场，例如

智能手表、口袋路由器和物联网设备。第二批RedCap设备正在开发中，它们将与使用LTE Cat-1的低成本物联网设备展开竞争。

非地面网络 (NTN)

普通智能手机开始支持非地面连接功能，这是去年的一个新进展。卫星网络可以在全球几乎任何地点提供户外覆盖，但难以达到地面网络的容量水平。最初的计划基于专有解决方案，主要针对紧急情况和个人安全等场景。而基于3GPP的NTN技术则有望在全球范围内广泛开辟这个市场。

图6: 5G技术市场准备情况



注: 该图展示了网络功能的可用性以及设备的支持情况。

¹ 信息来源: Canalsys。

² 信息来源: IDC。

2G/3G物联网连接下降 4G/5G物联网连接增长

LTE Cat-1设备正在被广泛用于各种用例。

大规模物联网技术NB-IoT和Cat-M可以支持涉及大量低复杂度、低成本、电池寿命长且只有中低吞吐量的设备的广域用例。这两项技术继续在全球各地推广。在全球范围内，125家运营商已部署或推出NB-IoT商用网络，56家已推出Cat-M，40家已部署这两种技术¹。通过这些技术连接的设备数量在2022年底已达到近5亿台。网络功能的增强推动了大规模物联网技术的增长，通过频谱共享实现了频分双工(FDD)频带中的4G和5G大规模物联网技术的共存。

通过2G和3G连接的物联网设备数量正在缓慢下降。由于这两种技术的退出率在未来几年将继续上升，因此，到2028年结束前，其每年的负增长率都将保持在15%

左右。2022年，宽带物联网(4G/5G)连接数达到13亿，成为连接蜂窝物联网设备的所有技术中份额最大的技术。这部分主要包括广域用例，它们需要比大规模物联网设备支持更高的吞吐量、更低的时延和更大的数据量。支持10Mbps下行链路和5Mbps上行链路速率的LTE Cat-1设备正在被广泛用于各类用例。宽带物联网将随RedCap的引入得到进一步加强。到2028年底，预计近60%的蜂窝物联网连接将是宽带物联网连接，其中4G连接占大多数。随着5G新空口(NR)在新旧频谱中的引入，该部分的数据吞吐速率将大幅增加。

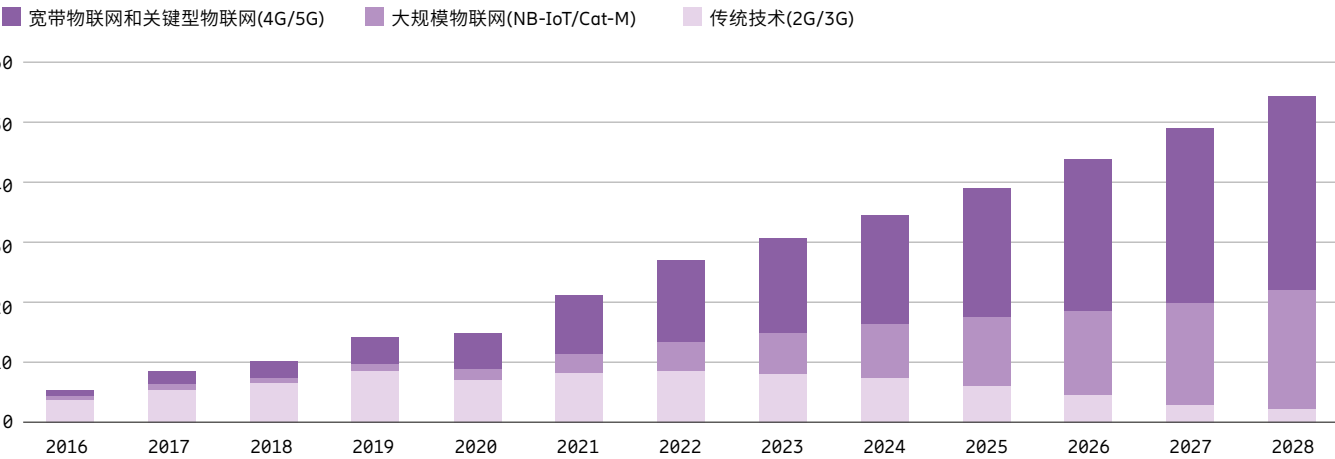
就蜂窝物联网连接数量而言，东北亚是全球领先的地区，预计2023年将超过20亿。

图7: 物联网连接 (亿)

物联网类型	2022	2028	CAGR
广域物联网	29	60	13%
蜂窝物联网 ²	27	54	12%
短程物联网	102	287	19%
总计	132	347	18%

注: 基于四舍五入的数字。

图8: 不同类别和技术的蜂窝物联网连接数量 (亿)



¹ 来源: GSA (2023年3月)。
² 广域物联网的数据包含这部分的数据。

超过100家运营商现已提供5G FWA服务

在受访的100多家提供固定无线接入 (FWA) 的运营商中, 约40%现已提供5G FWA服务。北美和西欧地区的采用率最高, 近70%的运营商现已通过5G提供FWA服务。

FWA稳步增长, 主要体现在:

- 提供FWA的移动运营商的数量
- 提供5G FWA的运营商的比例
- 采用基于速度的资费结构的运营商比例
- 提供的流量, 即连接数和每条连接使用的流量总数都在增加

FWA的全球发展态势

爱立信对移动运营商的零售套餐的最新研究¹显示, 约有80%的移动运营商现已开始提供FWA服务, 高于2022年11月的77%。

目前有超过100家运营商通过5G提供这项服务, 约占FWA运营商总数的40%。

基于速度的资费计划继续增长

基于速度的资费计划通常用于固定宽带服务, 例如通过光纤或电缆提供的服务。这类计划能被消费者充分理解, 使运营商能够充分利用FWA作为宽带的替代方案实现盈利。超过四分之一的FWA运营商现已提供基于速度的资费计划 (也称为服务质量或QoS)。剩下四分之三的运营商仍在采用基于流量的资费计划 (即每月数个GB的流量包), 提供尽力而为服务。

各地区情况不同

提供FWA服务的运营商比例在各地区差异很大:

- 在北美、西欧、中欧和东欧以及中东和非洲, 超过80%的移动运营商现已提供FWA服务。
- 目前, 北美是参与调研的所有运营商都提供FWA服务的地区。
- 在北美, 提供基于速度的资费计划的运营商比例最高, 达到90%。
- 在北美和西欧, 约70%的FWA运营商提供5G FWA服务。

图9: 2020到2023年间全球的运营商对FWA服务的提供情况

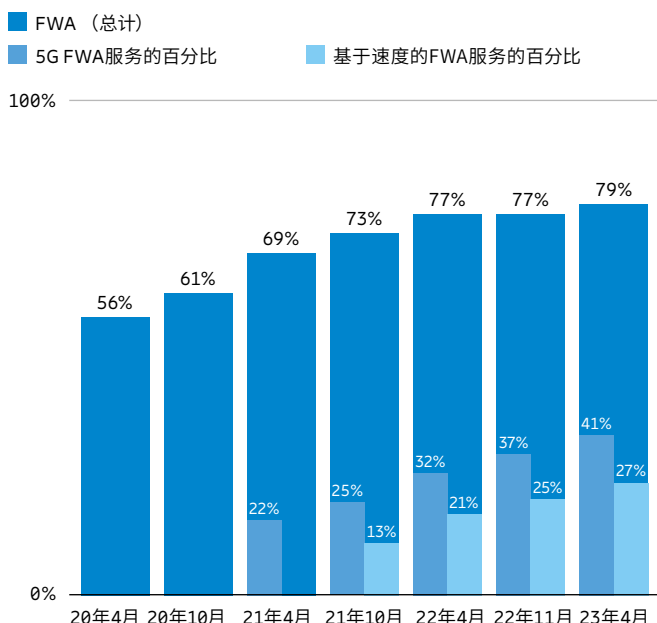
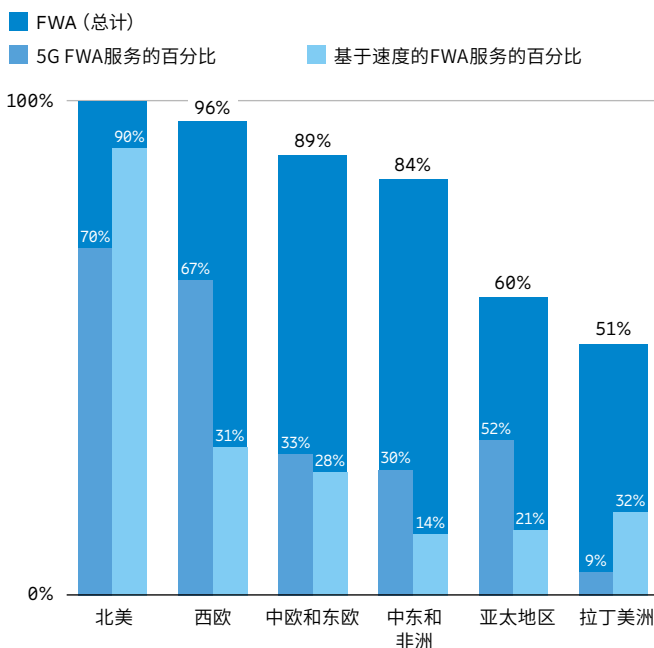
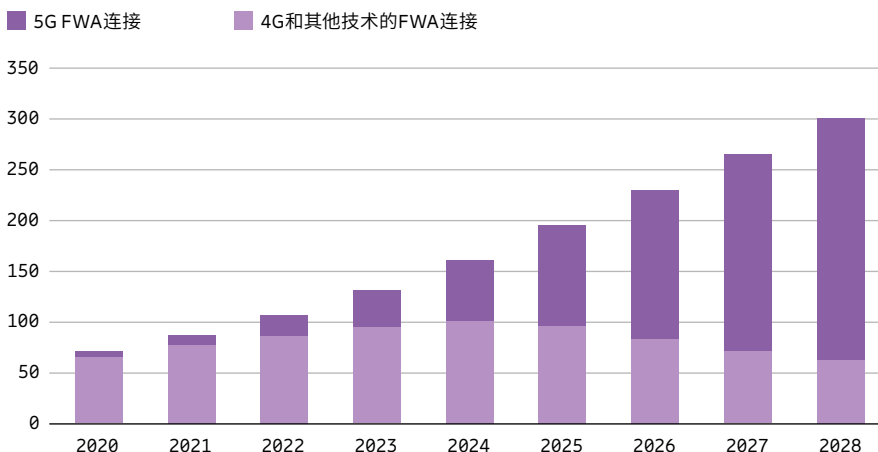


图10: 2023年各地区运营商对FWA服务的提供情况



¹ 约占全球移动收入90%的310家运营商。

图11: FWA连接数 (百万)



FWA的定义

FWA是通过支持移动网络的客户端设备 (CPE) 提供主要宽带接入的连接技术。这涉及各种类型的CPE, 如室内型 (桌面和窗户) 和室外型 (屋顶和壁挂式)。不包括电池供电的便携式Wi-Fi路由器或上网卡。

FWA运营商的发展情况

- 美国两家领先的运营商总共拥有超过500万条5G FWA连接。
- 挪威的一家运营商成为欧洲第一家关闭铜线DSL网络的公司, 将5.1万条连接替换为FWA服务。由此节约的能源相当于挪威一座中型城市一年的耗电量。
- 阿曼 (43%的宽带连接是FWA) 在2022年实现了95%的5G FWA年收入增长。
- 印度一家主要运营商表示, 未来2至3年内, 将通过5G FWA服务和光纤相结合的方式为1亿家庭和企业提供服务。
- 日本已成为所有主要运营商都提供5G FWA的首批国家之一, 包括对FWA和/或电池供电的袖珍路由器服务的5G独立组网支持。

到2028年, FWA连接预计将超过3亿

预计到2028年, FWA连接数将从2022年底的1亿增至3亿。这一数字占固定宽带连接的17%。在这3亿多的连接中, 预计近80%是5G FWA连接。

到2028年, 亚太地区 (APAC) 的FWA连接数将占到全球总数的近一半

该预测囊括了新兴市场5G FWA的宏伟目标, 即新兴市场将增加连接数和5G FWA连接的份额。大型高增长国家 (如印度) 5G FWA的数量增加, 有可能推动整个5G FWA生态系统的规模经济, 从而产生更多人们负担得起的CPE, 进而对低收入市场产生积极影响。

预计到2028年, 亚太地区的FWA连接数将增长近3倍, 在全球FWA连接中的份额将从36%增加到46%。

FWA对全球移动数据流量的影响

2022年末, FWA数据流量占到全球移动网络数据流量的21%, 预计2028年将增长近6倍, 达到143 EB, 约占移动数据流量总数的30%。

到2028年, 5G将占FWA连接的近80%。

80%

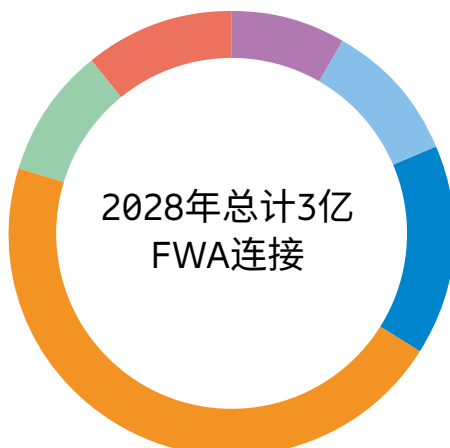
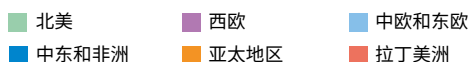
亚太地区的FWA连接数将占到全球总数的近一半。

50%

到2028年, FWA将占到全球移动数据流量的30%。

30%

图12: FWA连接的地区分布: 2022-2028



5G继续推动移动服务套餐制定的创新

随着5G逐渐成为消费者默认的选择，运营商正在激励前代网络的签约用户迁移到5G。

重要洞察

- 随着5G日渐成熟，运营商正使其成为消费者的标准选择。只有22%的5G运营商以不同的价格提供5G和4G服务。
- 约58%的5G运营商提供包含娱乐服务的套餐，如电视和音乐流媒体或云游戏平台。
- 在国家层面，不同运营商提供的智能手机和签约服务的价格和套餐之间基本或根本没有差异。

爱立信对全球310家移动运营商提供的零售套餐进行的一项最新研究¹表明，随着5G日渐成熟，运营商正使其成为消费者的标准选择。在提供5G服务的182家运营商中，只有22%表示消费者需要为了获得5G服务补差价。2022年12月和2023年1月进行的访谈显示，许多运营商都计划主动地将用户迁移到5G，因为5G是一项更高效的技术。随着5G的成熟以及运营商积极将用户从上一代网络中迁移过来，使用前代网络的用户数量预计将继续降低。

对“仅SIM卡计划”默认采用长期合同的做法在运营商中似乎仍在继续，并且不断扩展。大多数运营商都将网站上的默认合同选项设置为24个月，而不是30天。

此外，大多数运营商都对24个月的合同选项提供折扣，以激励用户选择该选项，而不选择30天的选项。99%的受访运营商提供某种形式的数据桶（data buckets），43%的运营商向消费者提供至少1个无限量数据包。5G运营商通常提供更多的无限量套餐，有时会将数据桶套餐限定为预付费套餐。在提供无限量数据包的运营商中，约有17%附带一些边界条件。附带此类条款和条件的运营商大多数（79%）是5G运营商。

基础服务方面继续往复变化，自上一次调研以来的6个月内，已有16家运营商完全取消了无限量服务，另有17家开始提供此类套餐，占到参与调研的移动运营商总数的10%以上。类似的变化在过去也出现过，表明这方面存在一些不确定性并且运营商在反复进行大量尝试。例如，有些运营商将无限量套餐从常规服务中移除，只为订阅了固定和移动服务捆绑包的签约客户提供该套餐。

在取消了无限量套餐的运营商中，70%现已开始提供基于服务的连接包。这种类型的连接包允许消费者购买某种形式的附加包，例如“流媒体通行证”，从而以有吸引力的价格观看视频，不使用基础桶中的数据。

提供某种类型的基于服务的连接的运营商总数已从179家减少到176家。但以视频流、云游戏或高清音频等数据密集型服务为主要目标的运营商数量基本未变（119家）。这一领域可以看到一些变化，提供月度无限量套餐的运营商数量略有减少，而提供基于时间的套餐的运营商数量有所增加。这些服务要么被设计为“小时桶”（buckets of hours），例如一个月内可以消费的固定视频流流量，要么被设计为连续几个小时的无限量数据消费，消费者只需在开始看电影或玩游戏之前“按需”购买。

疫情期间出现的一种新型连接套餐通常是为在家工作或学习的用户打折提供流量。这些类型的套餐始于东南亚，后扩展到东欧，现也出现在一些拉美国家。

只有22%的5G运营商以不同于4G的价格提供5G服务。

22%

¹ 2023年5月。

内容聚合和游戏吸引着消费者采用5G

提供包含各种流行娱乐服务的捆绑包的做法很常见，这类服务包括电视和音乐流媒体或云游戏平台。大约58%的5G运营商正在以各种形式开展这项工作。最常见的做法是随着价格档次的提高而增加捆绑服务的价值（内容）。提供增值服务的另一种做法是运营商充当内容聚合者。在这种情况下，运营商提供了一个菜单，消费者可以从各种（有时是数量非常庞大的）月度或年度签约选项中进行选择。大多数情况下，无论消费者在哪一档，都有可选服务的菜单，而且消费者在添加服务的数量方面几乎具有完全的灵活性。最积极主动的运营商在客户签约购买智能手机或SIM卡的过程中明确推广这些服务。这样提供的增值服务不仅限于数字内容或流媒体服务，而且还可以包括足球季票、烹饪课程或瑜伽课程等。对消费者来说，除了能够在一个地方找到所有的服务并以一种简单的方式签约外，这种做法的另一个主要优势在于当消费者选择其中的两项或多项服务时，通常可以打个小折扣。

使用速率等级细分产品

在2022年11月更新的研究中，我们发现24%的5G运营商将智能手机的速率等级作为价格差异化的参数。尽管在本次调研中，5G运营商的总数已从174家增加到182家，但这一数字仍为24%。在这些运营商中，约68%将速率等级与数据桶结合使用，39%的运营商使用混合版本（速率与数据桶和无限套餐结合使用）。两家仅提供4G服务的运营商也使用速率来区分套餐。

这种模式在无限服务比例最高的西欧最常见。在西欧，约60%的运营商将速率等级与数据桶结合使用，15%的运营商使用混合版本。

产品服务缺乏本地差异性

在全球层面，不同国家/地区之间的差异相当大，消费者使用的套餐种类以及可供消费者选择的套餐种类都在增加。但在国家/地区层面，往往基本或根本没有差异。对于正在考虑购买新手机或签约服务的消费者来说，国内运营商提供的价格和套餐通常

非常相似。这在似乎更关心价格而不是其他差异化因素的西欧尤其明显。偶尔会有一两家中小型运营商试图简化服务，只提供两到三个套餐，但这种情况极为罕见。大多数情况下，他们都只是在模仿更大规模的竞争对手，以稍低一些的价格吸引消费者。因此，新推出的套餐模式过不了几个月就会被其他运营商所效仿。

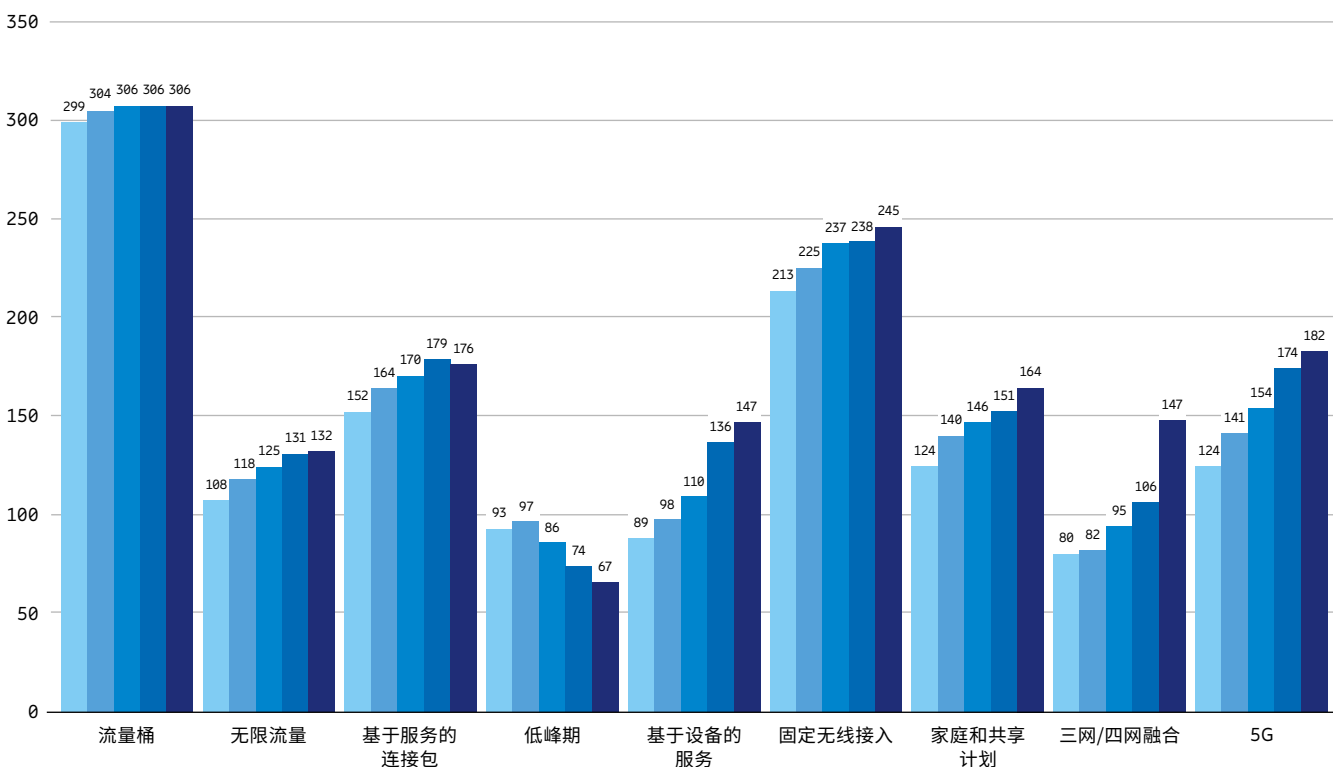
这一点在引入新模式的国家尤其明显，例如速率等级。在存在速率等级服务的大多数国家，大多数或几乎所有的运营商都提供这项服务。然而，中小型运营商凭借在所有价格档次都提供最高速度的服务脱颖而出也是很常见的情况。

约58%的5G运营商提供包含娱乐服务的捆绑包。

58%

图13: 运营商数量 (按提供的服务类型划分)

■ 2021年4月 ■ 2021年10月 ■ 2022年4月 ■ 2022年11月 ■ 2023年4月



注：“低峰期”包括为鼓励在低流量时段（通常是夜间）使用服务而提供的折扣。“基于设备的服务”是指使用SIM/eSIM的消费者物联网服务，通常是智能手表或包/狗跟踪器。包括移动网络、固定宽带、固定电话和电视/媒体服务在内的组合服务被称为“三网/四网融合”。

高数据使用量用户推动移动流量增长

数据流量的很大一部分是由少数用户产生的,各签约用户群使用的应用组合也不尽相同。

两个高级移动宽带市场的移动网络流量测量数据显示,不同签约用户群使用应用的情况既有相似之处也有差异。

分析基于对欧洲和北美两个商用4G和5G网络的流量测量数据进行,只考虑了设备在蜂窝网络上消耗数据的情况,并根据签约用户的月度数据用量将其分为不同的群组。

70%的流量来自前10%的用户

不同群组的签约用户分布和数据消耗情况因市场而异,主要取决于可用的数据套餐方案。然而,数据消耗占比最高的用户(按数据消耗量计算)对流量的贡献通常非常相似。在研究采样的两个网络中,约70%的总流量由前10%数据消耗量最大的用户产生。在北美网络中,每月消耗超过20GB的用户仅占有所有用户的约14%,但他们产生的流量占总流量的80%。在欧洲网络中也发现了类似的情况,每月消耗超过20GB的用户占有所有用户的约17%,但其数据使用量占总流量的81%。在北美网络中,每月数据消耗超过50GB的用户仅占约5%,在欧洲网络中,每月数据消耗超过50GB的用户占7%。在欧洲网络中,使用量很小的用户(即每月消耗不到5GB的用户)在所有用户中占比63%。在这些用户中,有相当一部分流量(16%)来自通信服务(即讯息、网络电话、视频通话等)和网页浏览,而超过30%的流量来自各种长尾应用¹。

样本网络中的应用组合和各种流量占比

在分析样本网络中的应用组合和各种流量占比时,应该考虑到它们不代表总流量的绝对占比,因为有些流量无法被分类。例如,在各种签约用户群中,视频流量的绝对占比可能都更高,因为一部分被包含在“其他”类别中。然而,分析不同签约用户群应用组合的相对变化仍然能够反映出不同的数据消费模式。

视频消费:在所有签约用户群中,视频消费都占据着主导地位。密集使用量用户(Intense)和使用量超高用户(Extreme)视频观看量占比最高,在样本网络总流量中占比超过60%²。在两个样本网络中,与使用量很小的用户(light)相比,密集使用量用户视频观看量占比增加了超过20个百分点。

社交网络:社交网络是仅次于视频的第二大数据消费应用。在两个样本网络中,使用社交网络最多的是使用量较小的用户(Moderate)和中等使用量用户(Medium)。

音频:样本网络的音频流量存在差异,北美网络各个签约用户群的音频流量占比为2-3%,而欧洲网络的音频流量占比不到1%。

游戏³和软件下载:游戏和软件下载的流量占比相对较低。就游戏而言,未达到密集使用量级别的用户游戏和软件下载的流量占比都低于1%,只有在流量使用量更高的用户中占比才有所增加。这表明,与其他用户群相比,数据用量高或超高的用户更有

可能下载软件和玩游戏。欧洲网络中数据用量超高的用户游戏流量占比约为3%,北美网络中数据用量超高的用户的游戏流量占比约为2%。

在这两个网络中,数据用量超高用户软件下载、文件共享和游戏的流量占比都显著高于其他各用户群。

高使用量用户点播视频的流量占比增长

在两个样本网络中,社交媒体生成的视频流量占比正在下降,而点播(VoD)流媒体服务的流量占比呈上升趋势,无论是数据使用量很小的用户还是使用量超高用户。

北美:社交媒体生成的视频流量占比从88%下降到49%,而点播流媒体服务的流量占比从4%上升到23%。

在北美网络中,YouTube在所有用户群中视频流量占比最高,使用量较小的用户和中等使用量用户占比最高。其次是Facebook和TikTok,包括高使用量用户(Heavy)。对于每月数据消费超过50 GB的签约用户群体,TikTok的流量占比高于Facebook。

欧洲:社交媒体生成的视频的流量占比从93%下降到71%,而点播视频流媒体服务的流量占比从1%上升到17%。

在欧洲网络中,Facebook在所有用户群中视频流量占比都最高,其中在使用量很小的用户和使用量较小的用户中占比最高。

¹ 例如:电子邮件、位置服务、照片分享、天气、在线状态、健康或健身。

² 未分类的视频流量属于“其他”类别的一部分。

³ 包括基于应用和云的游戏。

图14: 欧洲运营商: 不同签约用户群的签约用户和流量占比

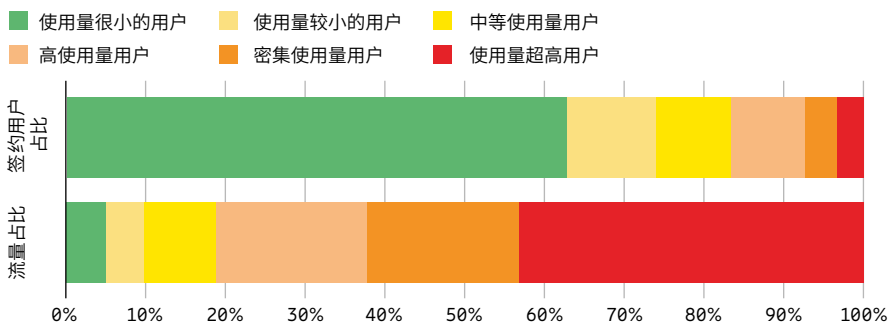


图15: 北美运营商: 不同签约用户群的签约用户和流量占比

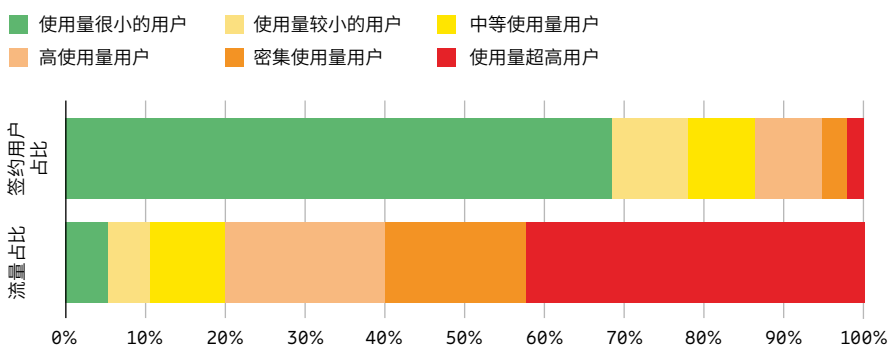


图16: 欧洲运营商: 不同签约用户群各类应用流量

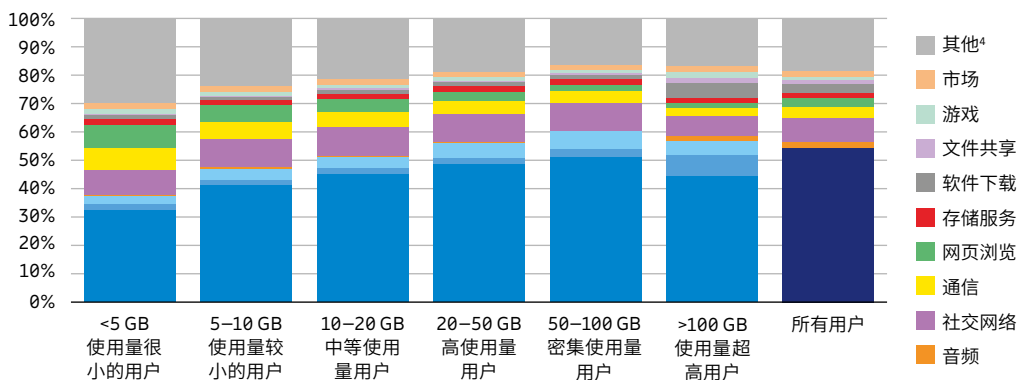
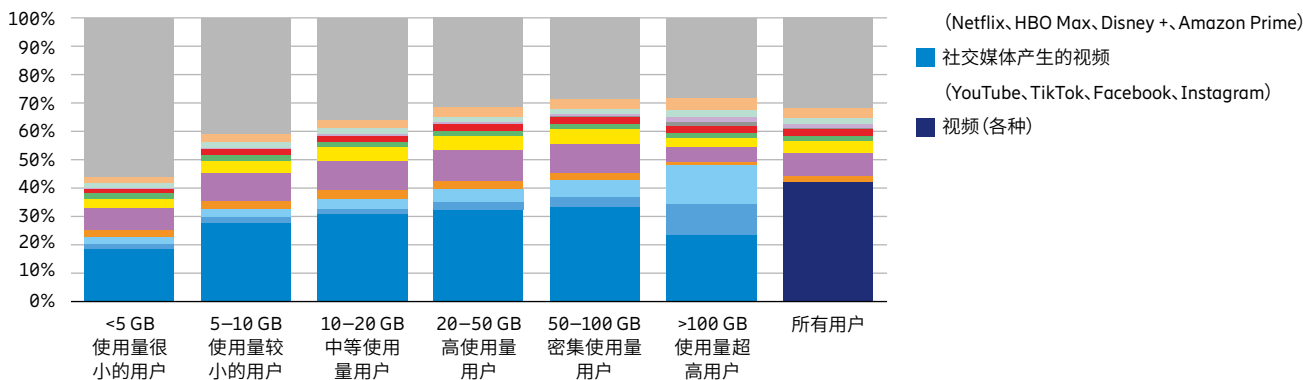


图17: 北美运营商: 不同签约用户群各类应用流量



在两个样本网络中，使用量很小的用户至密集使用量用户的Netflix的流量占比为1-5%，而使用量超高用户（每月超过100 GB）视频流量占比约13%。

在两个样本网络中，Facebook和YouTube视频流量占比都最高，对于各签约用户群来说，Facebook和YouTube总占比通常为50-60%。

在两个样本网络中，Facebook在各用户群的视频流量中占比都很高，但随着数据消费的增加，其占比显著下降。YouTube的流量占比也呈现出类似的趋势，而TikTok的流量占比则随着数据消费的增加呈上升趋势。

视频的影响

视频对于各高级移动宽带市场的数据消费和流量总量有显著的影响。这一趋势是由密集使用量用户和使用量超高用户所推动的，他们的视频消费占比最高。在使用量很小的用户至使用量超高用户中，各签约用户群视频流量的占比不同，社交媒体生成的视频占比减少，而点播流媒体服务的占比则有所提高。

⁴ “其他”包括未分类的流量和权重过低的服务的流量，与图中分类的流量相比，这部分流量所占份额过小。“其他”的很大一部分可能是视频流量。

⁵ “未分类”包括无法识别为特定服务的视频流量，或者与分类的流量相比，这部分流量所占份额过小。

移动网络流量在两年内几乎翻了一番

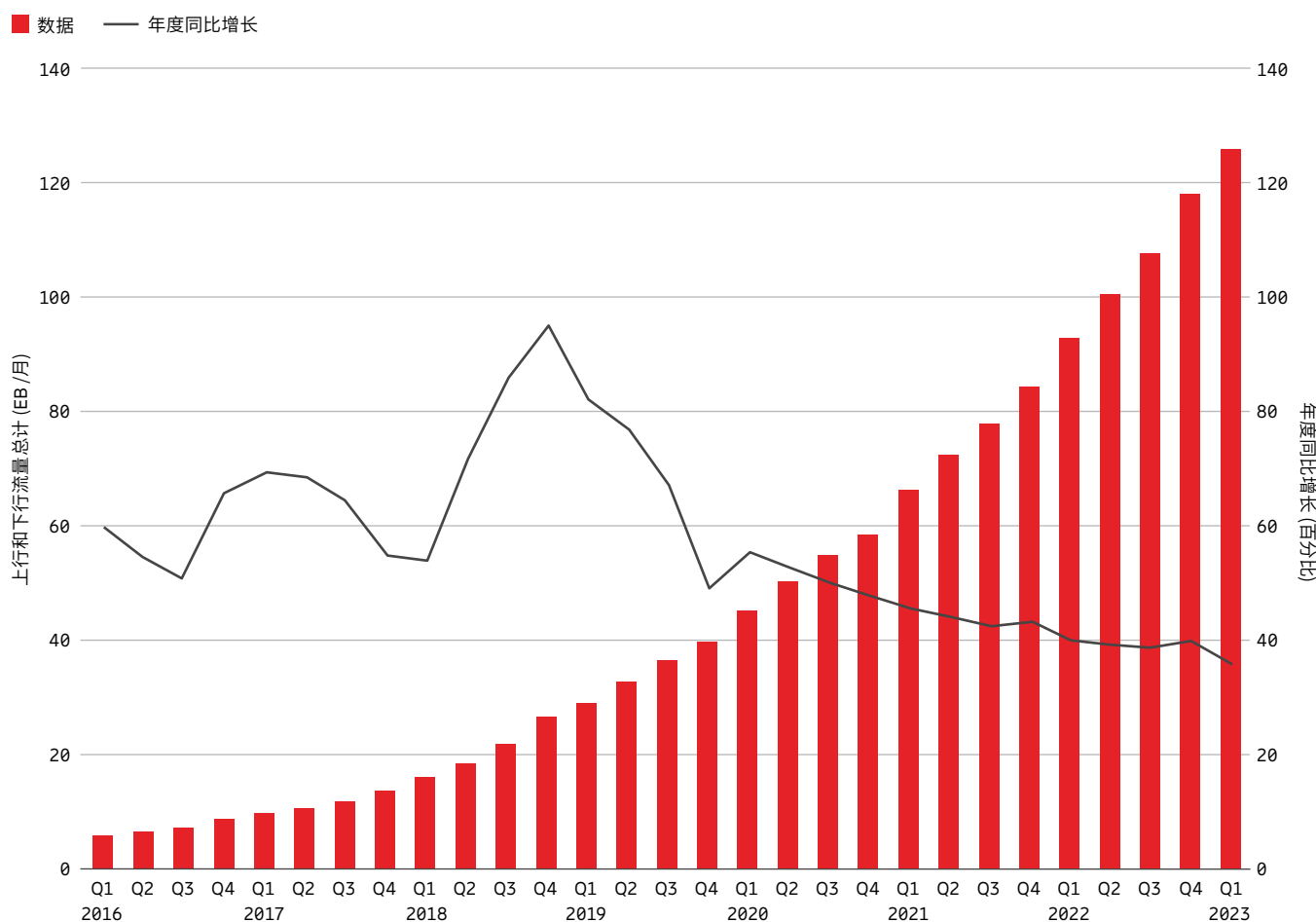
移动网络数据流量在2022年第一季度到2023年第一季度之间增长了36%。

2022年第四季度至2023年第一季度，移动网络数据流量的环比增长约为7%。每月全球移动网络数据流量达到约126 EB。从绝对数字来看，这意味着移动网络流量在短短两年内几乎翻了一番，2021年第一季度时每月只有66EB。

从长期来看，流量¹的增长是由智能手机签约数增加和平均每个签约的数据量的增加推动的，主要是由视频内容观看量的增加所推动的。

图18显示了2016年第一季度至2023年第一季度全球月度网络数据流量的净增加量和总流量，以及移动网络数据流量同比增长百分比。

图18: 全球移动网络数据流量和同比增长百分比 (EB/月)



来源:爱立信流量统计 (Q1 2023)。

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 流量不包括DVB-H、Wi-Fi或移动WiMAX。但包括VoIP。

5G五年内将推动所有移动数据增长

到2027年，随着4G流量的下降，所有移动数据流量的增长都将来自5G。

全球移动数据总流量，不包括固定无线接入（FWA）产生的流量，2022年底达到了每月93 EB左右，预计2028年将增长3.5倍，达到每月329EB。包括FWA在内，到2022年底，移动网络总流量达到了每月118EB左右，到2028年底将达到472EB。截至2028年的预测流量增长有一个前提假设，即XR服务，包括AR、VR和混合现实（MR）的初步增长将在预测期的后期发生。然而，如果这类服务的增长高于预期，那么到预测期截止前的数据流量增长可能会比当前预测的更高，尤其是上行链路流量。目前，视频流量估计占有所有移动数据流量的71%左右，预计2028年这一比例将增至80%。

在预测期内，提前推出5G的热门市场可能会在流量增长方面领先。2022年末，5G在移动数据流量中的份额约为15%，相比2021年末的9%有所提高。预计到2028年，这一份额将增至66%。

不同地区流量增长情况不同

流量增长在不同的年份可能会有很大的波动，并且根据当地市场的动态，不同国家的流量增长也会有很大差异。在全球范围内，每部智能手机移动数据流量的增长可归因于三个主要驱动因素：设备能力的提高、数据密集型内容的增加以及由于部署的网络的性能持续改善而导致的数据消耗的增长。

举例说明，这些差异反映在撒哈拉以南非洲地区和海湾合作委员会（GCC）国家之间。撒哈拉以南非洲的平均每部智能手机的月移动数据使用量约为4.7GB，而海湾合作委员会各国的平均每部智能手机的月数据使用量2022年底达到26GB。2023年，预计全球平均每部智能手机的数据使用量为20GB，到2028年底将达到47GB。

在北美，预计2028年平均每部智能手机的月移动数据使用量将达到58GB。无限量的数据计划以及5G网络覆盖范围和容量的提高日益吸引着新5G移动和FWA签约用户。每分钟使用产生的数据流量将随着游戏、XR和基于视频的应用的增长而显著增加。这些体验需要更高的视频分辨率、增加的上行链路流量，以及更多地将数据处理从设备卸载到云端，以满足用户的需求。2028年，我们预计北美5G签约渗透率将是所有地区中最高的，超过90%。

在**西欧**，服务使用和流量增长预计将遵循与北美类似的模式。尽管更加分散的市场形势延缓了5G在大众市场的普及，但到2028年，每部智能手机的数据使用量预计将达到每月56GB，接近当时北美的使用量。

图19: 全球移动网络数据流量 (EB/月)

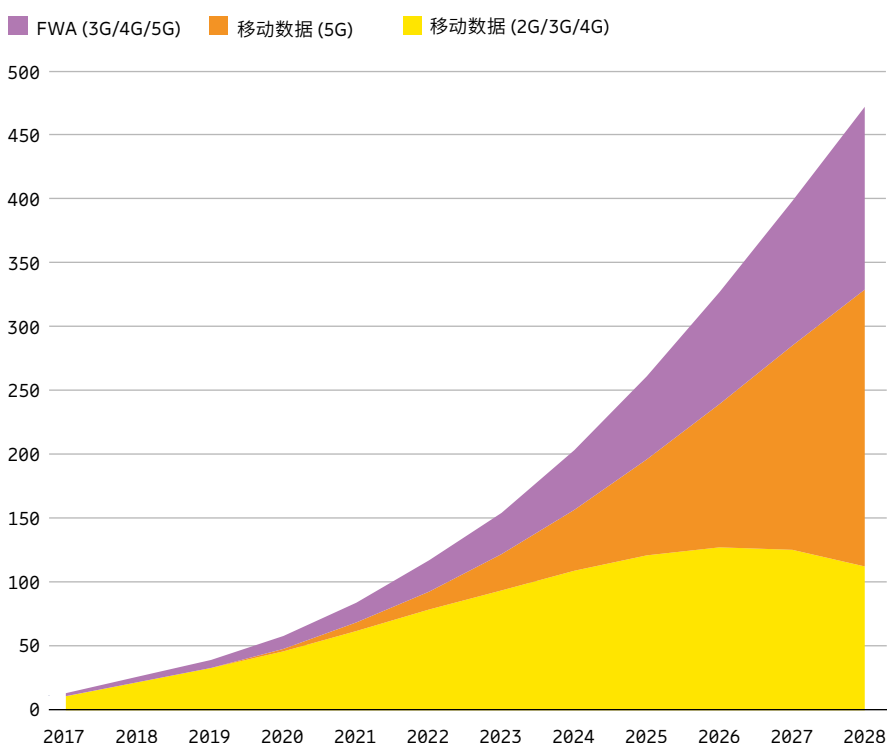
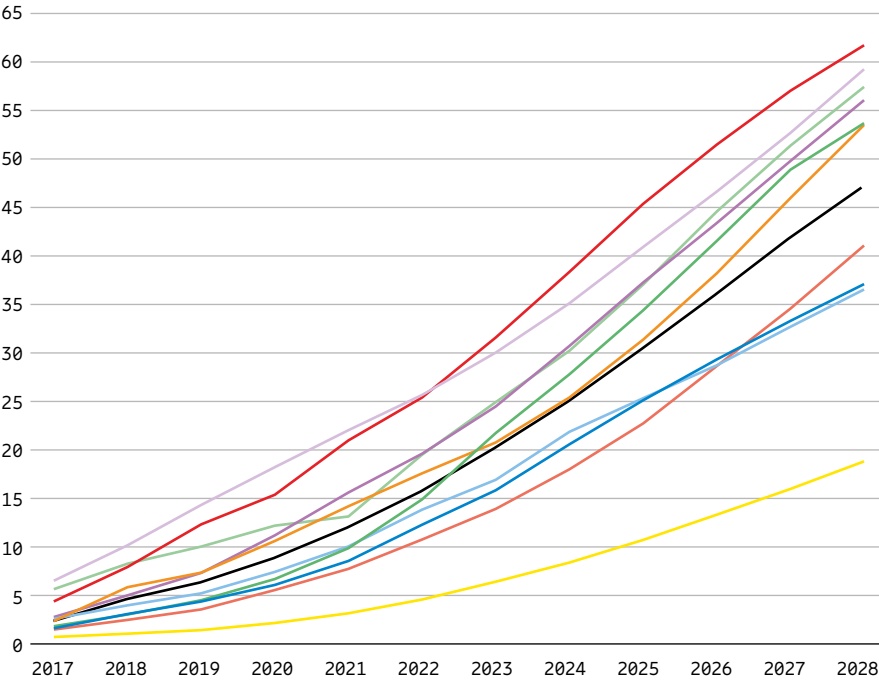


图20: 每部智能手机的移动数据流量 (GB/月)



预计到2028年, **东北亚**地区在全球移动数据流量总量中所占的份额将达到30%左右。该地区5G签约用户目前数据使用量平均是4G签约用户的2-3倍。随着越来越多的4G签约用户迁移到5G, 平均每部智能手机的移动数据流量将增加, 并在2028年达到每月54GB。视频是主要的流量类型。运营商预计, 随着新视频服务(例如高清视频和XR服务)的推出, 流量将进一步增长。

撒哈拉以南非洲预计将是移动数据总流量增长最快的地区。2022年至2028年, 随着撒哈拉以南非洲各个运营商继续投资4G并将用户从传统的2G/3G网络迁移到4G网络, 其流量将每年增长37%。这种数据流量的增加主要是由于智能手机的流量增加了4倍, 2028年每部活跃智能手机的平均数据量将达到每月19GB。

在**中东和北非**地区, 由于更多的签约用户转向4G, 当前5G覆盖的势头增加了用户的接受度, 再加上有吸引力的服务和更经济的智能手机的推出, 数据流量也将实现增长。2022年至2028年, 中东和北非地区总数据流量将以每年27%的速度增长, 预测期末每个智能手机的月数据使用量为37GB。尽管

总体签约用户量增长缓慢, 但海合会(GCC)国家仍将经历数据流量的增长, 因为每个智能手机的数据使用量将以每年15%的速度增长, 达到每月平均59GB。这将对数据密集型服务的需求增长所推动。5G的各种工业用例也将促进总数据流量的增加。

在**印度、尼泊尔和不丹**, 移动网络在推动社会和经济包容方面继续发挥着关键作用。事实上, 增强型移动宽带正成为印度政府“数字印度”愿景的基础, 将印度转变为一个数字赋能的社会和知识经济体。

印度(还有GCC国家)地区平均每部智能手机的数据流量是全球最高的。预计将从2022年的每月26GB增长到2028年的每月62GB左右, 复合年均增长率CAGR为16%。印度地区的移动数据总流量预计将从2022年的每月18 EB增长到2028年的每月58 EB, 复合年均增长率CAGR为22%。这是由智能手机用户数量的高速增长和平均每部智能手机的数据使用量的增加所推动的。印度的智能手机签约用户占移动签约用户总数的比例预计将从2022年的76%增长到2028年的93%。

地区	2022	2028	CAGR 2022-2028
印度、尼泊尔、不丹	26	62	16%
海合会国家	26	59	15%
北美	20	58	20%
西欧	20	56	19%
东北亚	18	54	20%
东南亚和大洋洲	15	54	24%
全球平均	16	47	20%
拉丁美洲	11	41	25%
中东和北非 ¹	12	37	20%
中欧和东欧	14	37	18%
撒哈拉以南非洲	4.7	19	26%

东南亚和大洋洲的每部智能手机的移动数据流量继续强劲增长, 预计到2028年将达到每月54GB左右, 复合年增长率为24%。

在预测期内, **拉丁美洲**各个国家的智能手机数据流量增长率大相径庭。流量增长是由覆盖范围扩大和4G(最终是5G)的持续强劲增长所推动的, 这与智能手机签约数的增加和平均每部智能手机的数据使用量的增加有关。预计2028年, 平均每部智能手机的数据流量将达到每月41GB。

在**中欧和东欧**, 2024年前, 2G和3G签约用户向4G的迁移将推动流量增长, 2024年后, 5G有望取代前几代技术, 成为签约数最多的技术。在预测期内, 平均每部智能手机的月数据流量预计将从每月14GB增加到约37GB。

特别需要注意的是, 所有地区的每月数据消费量都存在显著差异, 一些国家和运营商的每月数据消费量远高于地区每月数据消费量平均值。

¹ 所有中东和北非地区的统计数据均包括海合会国家。

5G人口覆盖率已达到35%

在全球范围内, 5G中频人口覆盖率已达到30%左右。然而, 在中国以外, 这一比例仅略高于10%。地区之间的差异很大, 从7%到90%不等。

2022年底, 全球4G人口覆盖率超过85%, 预计2028年将超过95%。目前, 全球部署了816个4G网络。其中, 336个已升级为LTE-Advanced, 62个千兆LTE网络已投入商业运营¹。

5G的建设仍在继续, 全球已有240多个网络投入商业运营。到2022年底, 5G人口覆盖率已达到35%左右, 预计到2028年将增加到约85%。

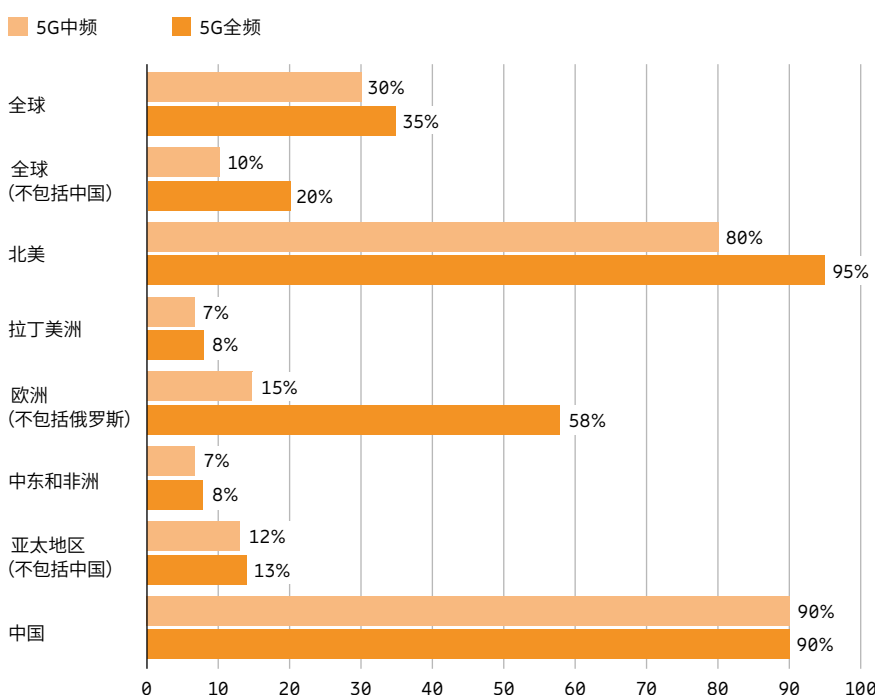
不同地区5G人口覆盖率有很大差异

中频段是提供5G体验的最佳选择, 因为它既有高容量又有良好的覆盖范围, 在大多数市场都可以使用结合低频FDD 5G载波, 它可以提供全覆盖和移动性。2022年底, 全球5G中频段人口覆盖率达到30%, 但不包括中国预计将略高于10%。

在不同地区, 5G总人口覆盖率以及中频覆盖率有很大差异。例如, 拉丁美洲和中东非洲地区的中频人口覆盖率达到约7%, 5G总人口覆盖率也类似, 约为8%。

中国的5G人口覆盖主要依靠中频, 覆盖率达到约90%。在欧洲各国, 5G覆盖率有很大差异, 总体人口覆盖比例为58%, 而中频覆盖率仅为15%左右(这些数据未包括俄罗斯)。这是因为一些国家的中频频段可用性有限, 导致5G主要在低频频段部署。北美的5G部署涵盖了低、中、高三个频段。多家运营商已经在低频频段部署了5G, 覆盖约95%的人口。近年来, 北美中频频段的部署也很迅速, 目前覆盖率已达到约80%。

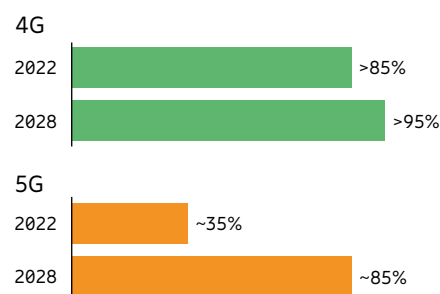
图21: 按地区划分的世界人口覆盖率和中频覆盖率 (2022年底)



注: 这些数字指的是每项技术的覆盖范围。利用技术的能力取决于设备可用性和签约业务等因素。

¹ 爱立信和 GSA (2023年5月)。

图22: 全球人口覆盖率 (按技术划分)



到2022年底, 全球5G人口覆盖率达到35%

35%

高级服务和新设备(包括AR、VR和混合现实)的推出,将推动流量进一步增长。流量模式的改变,也将对网络提出新的要求。确保这些服务的成功,意味着让网络做好准备应对增加的需求,并确保各项服务可行,能够商业化。本期报告的文章重点介绍了为未来需求做好准备,讨论了建模场景、所需的网络能力和现网切片的实施经验。这些文章讨论了运营商如何满足消费者和企业对服务质量的需求和期望。



人口稠密的城市地区对流量的需求比农村地区高1000倍。通过对北美和欧洲网络的分析,本文为运营商提供了设计网络时应考虑的有关位置以及流量消耗模式的见解。



通过向5G客户提供优质服务,可以成功变现网络切片。新加坡电信在新加坡大奖赛上提供网络切片服务的事例就证明了这一点。本文以新加坡电信为例,探讨了5G差异化服务的未来。



预计未来几年AR使用量以及对网络容量的需求将加速增长。本文通过一个建模场景,显示了AR需求增长预计将超过移动宽带容量增长,并讨论了需要做到哪些事情才能跟上AR的步伐。



消费者对移动QoE的期望会随着新服务的推出而增长,与此同时,对于提高移动网络性能的需求也将增加。然而,衡量移动QoE的传统方法实用性有限,我们必须开发新的模型来衡量移动QoE。

文章

探索流量模式推动网络演进的方式

为了实现最佳的5G性能,必须根据特定位置的需求在整个网络中提供覆盖和容量。

重要洞察

- 人口稠密的城市地区的流量需求比农村地区高出1000倍。
- 现在有更多的服务需要考虑上行链路性能。这对于像XR这样的对上行链路有严格要求的新服务尤为重要。
- 5G的推广远未完成。5G中频段仅覆盖了全球约25%的4G站点,其中北美领先,欧洲随后。

移动网络在RAN领域必须不断发展,利用中频带和毫米波来满足容量和速度需求。但并非所有位置都需要相同的性能。我们对一些北美和欧洲网络的不同位置的数据流量增长和模式进行了详细分析,其结果证实了这一点。这也为网络演进提供了关键的见解和考量。

不同位置的流量增长并非毫无差别

通过分析西欧和北美的几个网络中不同位置的流量增长(人口稠密的城市地区、一般城市地区、郊区和农村地区)时,我们可以清楚地发现签约用户集中度的差别。

方法

在对西欧的流量模式分析中,我们从4个网络收集流量数据,包括来自18个位置的21个数据集,收集时间是2021年第3季度和2022年第3季度。对于北美,我们从3个网络的12个位置收集了30个数据集,收集时间是2022年第1季度。

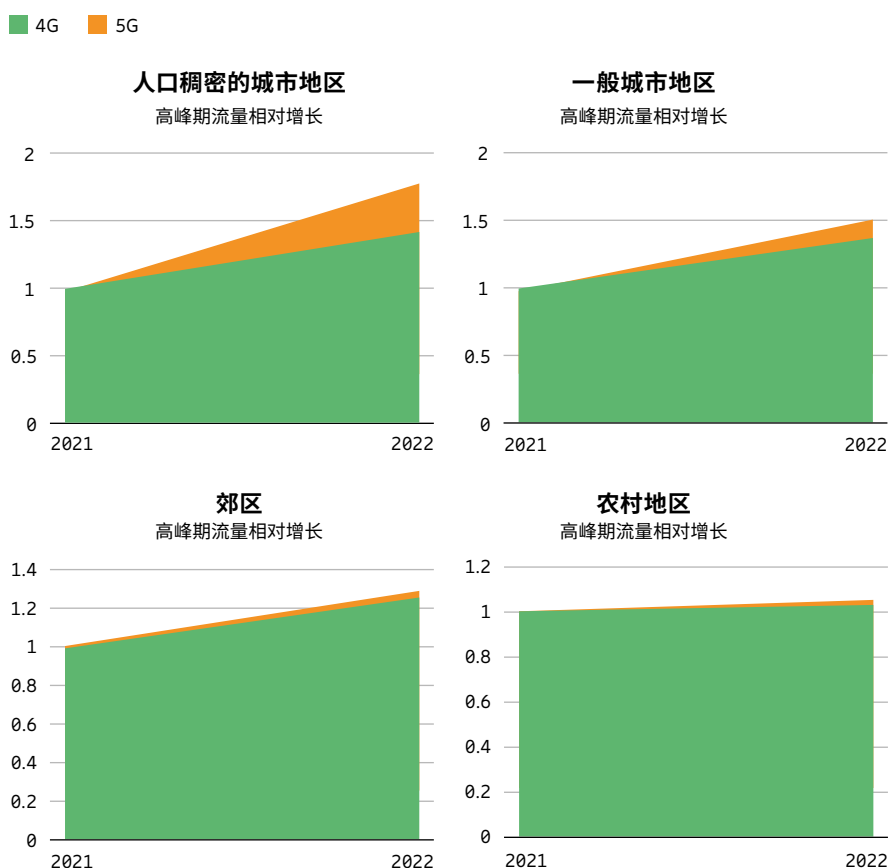
在西欧和北美,人口稠密的城市地区的流量需求要比人口稀少的农村地区高出500到1000倍。

图23显示了2021年至2022年,西欧网络的四种不同位置在高峰期的流量相对增长率。最近一年的数据显示,流量增长最高的位置是人口稠密的城市地区和一般城市地区,增长率高达80%。但农村地区的增长率要低得多,甚至不足10%。农村地区5G

流量比例较低,是因为当前网络部署阶段人口覆盖率尚且不足,但也有农村地区5G设备渗透率较低的原因。

在比较北美和西欧时,我们在2022年的流量分析中可以观察到几个关键差异。首先,北美人口稠密的城市地区和一般城市地区的流量需求都较高。其次,在所有位置,5G都占到数据流量的大部分。5G可能是城市地区流量增加的主要驱动因素。

图23: 西欧网络高峰期的相对流量增长率, 按位置类型划分



流量行为推动不同位置的流量需求增长

为了支持网络演进策略,我们有必要更详细地了解不同位置的流量模式和行为。了解白天的人口密度非常重要,尤其是在人口密集度从稠密到一般的城市地区,因为西欧和北美流量最高的时候都在中午。图24显示,在西欧,人口密集的城市地区的流量高峰期出现在中午,而农村地区的流量高峰期在晚上。农村地区可能是受到固定无线接入(FWA)签约的影响,那里的固定无线接入签约的使用率要高得多。北美遵循类似的模式,这两个地区(城市地区和郊区)流量模式都平坦得多,最高流量水平在中午到傍晚之间分布得更均匀,然后才出现下降。

按位置分析流量表明,与其他位置相比,高峰期的人口稠密的城市地区的上行链路占总流量的比例更大。在北美,人口稠密的城市地区上行链路流量约占总流量的14%,而农村地区仅占大约9%。传统意义上,对于移动宽带和FWA服务,上行链路对整体用户体验的影响较小。然而,随着更多以上行链路为中心的服务的出现,运营商现在还需要考虑上行链路性能,尤其是在人口稠密的城市地区。这样做是为了迎接对上行链路要求更高的新服务(如XR),这类新服务将对网络提出更苛刻的需求。

对各位置的网络数据的调查表明,尽管城市地区的总流量明显较高,但高峰期会有个别最高流量出现在郊区,这种差异在西欧更为明显。这表明在考虑网络容量要求时,我们必须既考虑人口密度,又考虑每个用户的峰值使用量。

中频部署方面北美领先欧洲

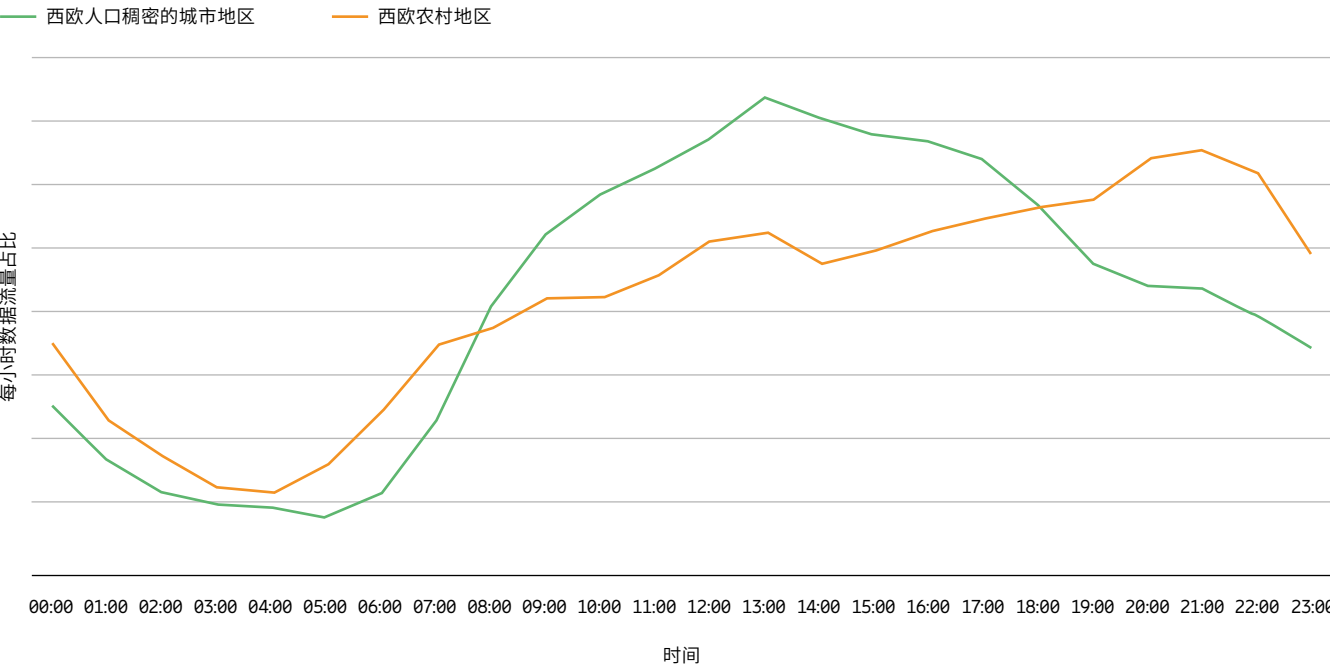
在全球范围内,5G人口覆盖率在2022年底达到35%。然而,当我们看带来网络性能飞跃的中频部署时会发现,只有约25%的4G站点进行了升级,而在中国以外,这一比例降至20%左右。本文所研究的各个地区存在显著差异,其中北美的覆盖率超过30%,而欧洲仅略高于10%。

从具体的网络来看,自2019年以来,5G已在西欧和北美进行商业部署,但5G部署远未完成。在欧洲,郊区和农村地区增加了一些站点的5G部署(总计约占全部站点的5-10%),以满足更高的覆盖预期和许可义务。通过分析西欧的网络,我们发现,为了满足网络覆盖,运营商主要侧重于部署频分双工(FDD)的新空口(NR)站点,而为了满足容量需求,运营商主要是部署中频段时分双工(TDD)站点。

通过研究西欧和北美网络的不同位置的5G部署,这两个地区的网络部署状态可见一斑,如图25所示。该图显示了已升级到5G NR FDD的站点的比例,并与添加了中频段TDD或毫米波5G载波的站点的比例作比较。根据特定站点的容量需求,中频段TDD和毫米波载波可以在同一站点共存。值得注意的是,虽然西欧5G NR FDD标准与北美一样高(在某些情况下甚至更高),但其中大部分是通过频谱共享实现的。这提供了更高水平的覆盖范围,但没有相同水平的容量、时延或上行链路能力。

北美从5G部署的早期阶段开始,就一直关注中频带和毫米波,以提供更高的容量和覆盖范围。毫米波能够为人口稠密的城市地区和一般城市地区带来更高的网络容量。自从我们收集数据集以来,北美运营商继续稳步部署中频带,北美现在部署的站点数量已经高于全球平均水平。

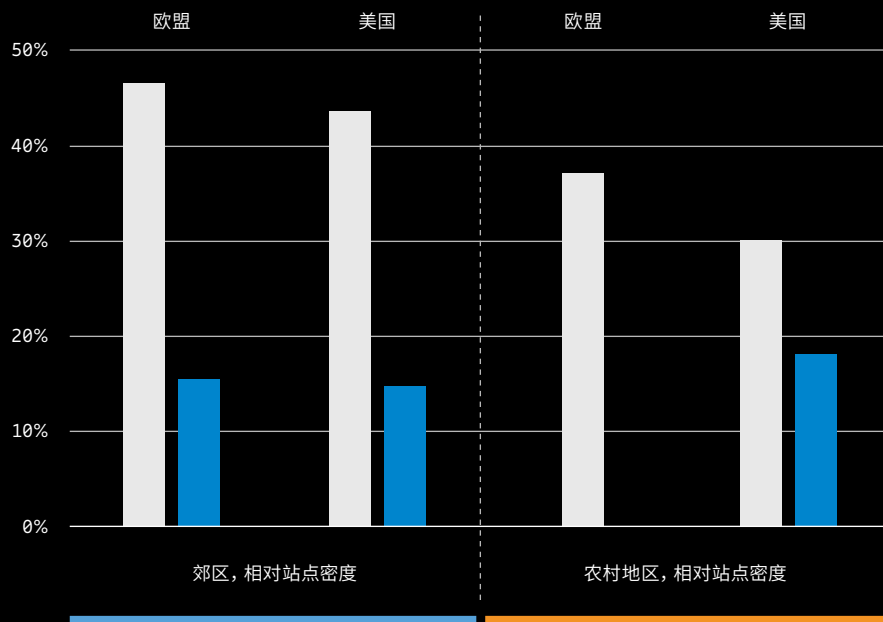
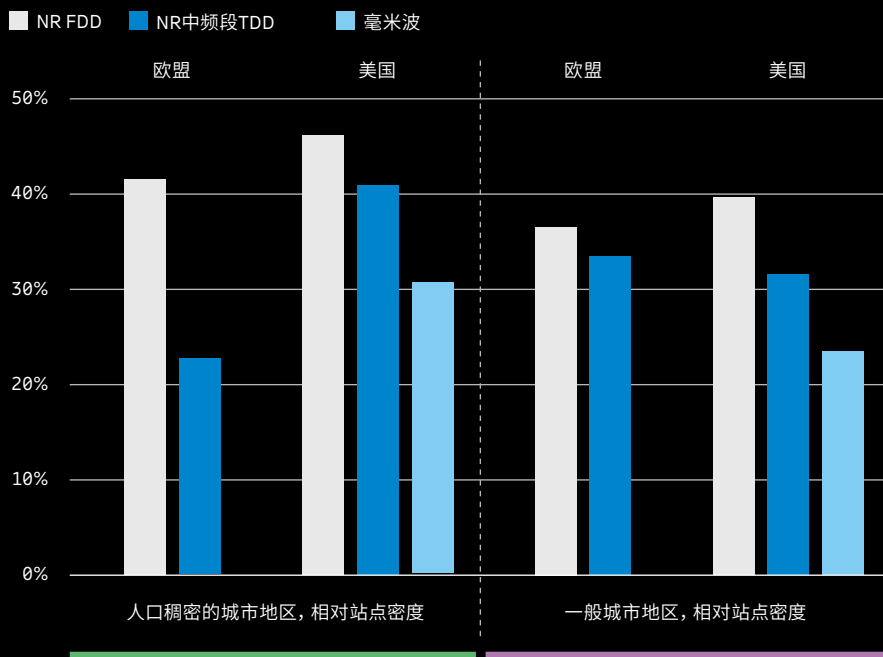
图24: 西欧典型24小时内的每小时流量



5G的推广远未完成

网络部署涉及覆盖站点和容量站点。覆盖站点提供基本的地理覆盖,而容量站点在覆盖范围良好且用户密度高的位置增加了额外的容量。为了实现最佳的5G性能,必须保证整个网络的覆盖和容量。用5G升级覆盖站点可以扩展覆盖范围,但还需要升级容量站点以实现大多数用户的5G服务。我们的分析表明,首先,目前仍有很多站点没有5G,需要升级到5G以增强网络覆盖范围。其次,许多站点没有额外的容量维度和中频TDD部署,以实现5G性能的飞跃。没有网络演进,资源利用率就会升高,导致用户体验不佳。因此,必须保持峰值利用率,或者在理想情况下,随着时间的推移降低峰值资源利用率,以提供更高的速度,并确保高质量的用户体验。

图25: 5G部署的相对站点密度



探索5G网络的差异化服务

在2022年新加坡大奖赛(GP)上,新加坡电信成为全球首家在重大体育赛事中部署5G网络切片的服务提供商,并展示了差异化连接服务的商业机会。

重要洞察

- 在网络切片的支持下,新加坡大奖赛的赛车迷们享受了高质量的视频流,将他们的观赛体验提升到一个新的水平。
- 与4G服务相比,基于5G网络切片的消费者服务必须更具吸引力、价值和差异化优势。
- 网络切片能够为不同的细分市场引入新的商业模式。

新加坡是一个岛国,面积与美国纽约市相似,人口约600万。2022年7月,它成为世界上第一个5G独立组网(SA)完全覆盖的国家(覆盖率95%)。

新加坡政府资讯通信媒体发展局(IMDA)¹正在推动一项国家数字化转型计划,该计划强调了世界级5G基础设施对于实现创新用例和行业转型的重要性。IMDA采取的举措包括鼓励和促进行业参与者相互合作的新政策。此外,IMDA的举措包括:

- 与建设局(BCA)合作,开发由5G支持的建筑信息模型(BIM)系统,以提高建筑业的生产力和安全性

- 与陆路交通管理局(LTA)合作,探索5G在自动驾驶汽车技术中的应用
- 与能源市场管理局(EMA)合作,调查5G在智能电网技术中的潜力
- 与一家跨国汽车制造商合作,部署由5G支持的机器人,帮助运输车辆制造材料,用于开发新加坡首个按订单生产(BTO)型电动汽车(EV)工厂
- 与医疗行业合作。这是5G实施的关键领域。其潜在应用包括远程医疗监控和远程诊疗

新加坡电信推出5G SA网络,旨在支持消费者、企业和公共部门领域的新数字增长机会。其5G战略包括向着具有智能编排功能的全自动网络演进,使消费者和企业能够按需签约多种产品、服务或用例。

部署覆盖全国的5G SA网络

2021年5月,新加坡电信推出了全球首个全国性5G SA网络,尽管当时由于新冠疫情,网络部署面临重重挑战。目前,它已通过3.5 GHz TDD和2.1 GHz频段实现了超过95%的全岛覆盖率。截至2023年3月,已有超过760,000名用户注册了5G签约业务。就前10个最常用的应用程序而言,4G和5G用户

的行为大致相似,他们的社交媒体和视频应用程序的数据使用率很高。随着由5G支持的新应用(如AR和VR)变得越来越普遍,这种情况预计将发生变化。然而新加坡电信已经看到5G客户的数据消耗量明显增加。这部分归因于客户能够通过5G网络体验更高质量的视频和更丰富的媒体,从而获得更好的客户体验。

新加坡5G实施面临的挑战

新加坡电信认为,扩展的5G SA网络覆盖范围与网络切片功能相结合,是释放新客户价值的关键。其5G SA网络部署战略的一个重要部分就是覆盖700多个室内位置、地下站点和流量需求巨大的地铁线路。然而,考虑到新加坡的大部分地理区域是人口稠密的城市地区,确保高层建筑和地下区域的网络覆盖一直是一个重大挑战。



本文由爱立信与新加坡领先的通信和数字服务提供商新加坡电信(Singtel)合作撰写。新加坡电信致力于捕捉5G时代尚未开发的数字增长。

¹ www.imda.gov.sg/How-We-Can-Help/5G-Innovation.

新加坡电信必须克服的主要挑战是：

- 视距障碍：墙壁、地板和其他障碍物会是一个重大挑战，因为它们会造成信号阻塞，导致覆盖范围差。
- 信号衰减：高层建筑和地下区域通常会使用吸收或反射5G信号的材料，导致信号衰减。
- 空间有限：高层建筑和地下区域通常空间有限，因此安装5G天线或小型蜂窝具有挑战性。
- 高密度地区：新加坡是一个高密度城市，容易出现流量拥堵，导致客户体验较差。
- 成本高：由于安装过程的复杂性和挑战性，在高层建筑和地下区域部署5G基础设施的成本可能很高。

为了克服这些挑战，基础无线设施规划设计需要足够健全，包括部署适当数量的蜂窝基站，以确保5G覆盖，并以最佳方式使用所有可用的5G频段。随着5G流量的强劲增长，网络需要能够处理要求苛刻的用例，并且仍然能够为一般用户提供所需互联网流量。切片、无线资源分区²和服务质量（QoS）等网络技术对于有效管理不同的用例和流量需求越来越重要。

网络切片带来新机会

5G网络切片使多个独立的逻辑网络能够存在于同一个物理网络基础设施上。每个切片都充当一个隔离的端到端网络，以适应不同的应用程序对安全性、可靠性和性能的要求。它使运营商能够从提供一刀切的无线连接转变为针对特定用例提供对应的服务和定制性网络切片。随着5G网络功能的发展，切片将从提供基本功能的“静态”（预配置类型）发展为随着客户需求变化而创建、部署和修改的“动态”（按需配置类型）。后者将通过自动化部署和操作实现切片的准时和快速交付。对于运营商而言，基于切片可观测性、服务编排、自动化和服务水平协议（SLA）进行收费是管理和变现网络切片的关键。

网络切片将在支持不同的QoS和基于服务的连接产品方面发挥重要作用。对于大多数运营商来说，网络切片目前仍处于试用、探索和学习他人经验的阶段。

利用网络切片技术实现差异化客户服务

2022年，新加坡电信采用了以测代学的方法来确保网络切片正确实施。两个绝佳的测试机会是10月的新加坡大奖赛和12月的世界杯足球锦标赛。

新加坡电信是世界上第一家使用无线资源分区并在实时5G SA网络中为新加坡大奖赛提供端到端网络切片的运营商。超过30万观众在滨海湾地区参加了此次活动，他们集中在赛道周围很小的区域内。体育直播通常会在繁忙和拥挤的无线环境中遇到滞后、抖动和其他干扰，这会对观看体验产生负面影响。鉴于F1赛车可以达到超过300公里/小时的速度，在场的车迷们会想要观看到整个F1赛道上的比赛实况。这为测试5G网络切片的能力提供了一个绝佳的机会。为此，新加坡电信专门部署了一个网络切片，为订阅了新加坡电信视频流平台（CAST）上的Sports Plus服务的用户专享。该切片进行了核心网、传输网和无线网的端到端设计和配置，以实现更高的吞吐量和稳定的低时延。此外，新加坡电信为无线站点专门分配了一个无线资源分区，为赛事区域中的无线资源提供保护。

由于有了网络切片，新加坡大奖赛上的高级套餐用户能获得437 Mbps的平均网速。

437

² 无线资源分区是一种毫秒级调度分配频谱资源的软件解决方案。

图26：新加坡电信对近期至中期网络切片用例的展望

细分市场	1–2 年	2–4 年
 消费者	独立客制化切片	自动驾驶汽车
	智能家居设备	远程办公
 企业	物流和交通运输	智慧城市
	智能工厂和工业物联网	远程培训教育
	医疗	
 公共部门	公共安全和应急服务	智能电网
	智能交通基础设施	智能水管理
	公共无线网络	

与4G签约用户相比，5G签约用户可以在这个比赛周末以9.90新元的价格购买CAST Sports Plus套餐来获取流媒体服务，在赛道区域的任何地方享受出色的视频体验。4G签约用户由于网络流量拥堵严重，下行链路吞吐量较低（平均4.2 Mbps），只能体验较低的视频质量，而5G高级套餐用户由于下行链路吞吐量高（平均437 Mbps），能够体验全高清的流视频。5G网络切片的价值在于保证用户在无线资源受限的条件下享受无缝视频流。

这次5G网络切片的实测只是个开始，新加坡电信旨在借此机会学习如何为特定用例实施正确参数设置，并进行无线资源管理。客户没有为网络切片功能支付额外费用。网络切片是手动预配置的，而且新加坡电信努力确保在每个赛道区域中均匀创建切片。未来，这一过程将实现自动化，以提高效率并实现扩展。网络切片编排将是此过程的一个关键组成部分，它将提供网络切片管理功能，包括切片规划、生命周期管理和配置。另一个重要方面是实施切片可观测性解决方案，以提供对切片性能的实时可见性。这样可以根据流量模式的变化

即时进行相应调整。同样，5G SA网络切片和无线资源分区在整个新加坡网络上的扩展，将为订阅了Singtel TV计划的5G用户提供世界杯足球比赛的全高清视频流。

从首次网络切片实施学到的经验

通过以测代学的方法，新加坡电信能够更好地了解网络切片和无线资源分区机制的实际运作。在设计5G网络以满足消费者和企业要求更苛刻的用例时，需要依赖这一点。同样重要的是，要为“切片区域”制定良好的流量预测，并且不要降低切片和非切片用户的网络维度。使用网络切片的高级套餐用户与普通用户相比，应该在体验上具有明显差异。在实时5G网络中实现无线资源分区意味着工程师能够更好地理解该功能的实际运作。例如，在某些情况下，对一般用户和高级用户使用无线分区会导致意外结果。随后，工程师根据该事件的洞察修改了网络切片设计。另一个经验是服务开通的无缝体验，使客户可以轻松方便地签约服务并立即享受它。基于新加坡大奖赛的经验，新加坡电信已经认识到部署网络切片以支持其他地域有限区域（如购物区、会议中心、体育场馆、校园、工厂、机场和矿场）

的新用例的商业潜力。基于网络切片的服务也可以在这些地域有限区域动态创建和部署，在有需要时满足特定需求。通过对这些领域的客户和市场的研究和洞察，可以发现那些能够从差异化服务产品中受益的客户群。

网络切片商业化的机会

新加坡电信旨在通过市场研究和调查来了解如何捕获企业业务需求，以便为当前需求定制切片功能，并为未来构建服务演进路线图。随着新用例和商业模式的发展，运营商将更好地了解不同客户群所偏好的5G性能水平。因此，构建一个网络切片基础非常重要，使得运营商可以在获得有关客户的新见解后对切片服务进行扩展。

网络切片可以为不同市场带来新的业务模型，参见图 27。

可以提供的新服务包括针对特定服务的定制签约和基于地理位置的签约，以满足特定的客户需求，如下所示。

图27：网络切片为不同市场带来的机会



- B2B需求:**
- 物流管理/港口运营，确保通过5G远程操作自动导引车（AGV）的服务能够实现
 - 监控/安保，确保视频源以可靠的上传速度通过5G持续传输
 - 医疗应用，确保可以通过稳定的5G连接执行远程诊断

- B2C需求:**
- 基于应用程序的服务，通过不同的应用程序签约来区分用户体验
 - 通过网络切片增强签约用户的安全性
 - 优先访问（基于位置/地理位置）服务，按位置（例如在游戏热点区域）提供差异化的用户体验

新加坡电信认为安全切片是早期最有前途的企业用例之一。图 26 显示了新加坡电信对近期到中期网络切片用例的展望。

从网络切片实施学到的经验

网络切片技术是实现连接层中流量隔离的出发点。它将演变为用户设备路由选择优先级（URSP）技术，实现动态切片，使得流量可以在设备中通过用户应用程序自动进行隔离。运营商需要与设备制造商密切合作，以塑造满足市场需求的URSP能力。

面向消费者市场的5G网络切片的主要上市挑战是创造有吸引力且有价值的服务，这些服务要与当前的4G服务不同。5G独立组网和网络切片带来了新的功能，例如数据优先级、更快的速度和更低的时延。但是，这些功能需要结合具有明确价值主张的、目的性明确的用例，以推动消费者采用。新加坡电信一直在努力发现潜在5G用例，将其非5G客户群迁移到5G签约服务，以便他们能够享受5G独立组网和基于网络切片的的服务的全部好处。

在设计网络切片时，需要在可用的网络资源内平衡优先业务和正常业务的用户体验。对于拥挤的活动，具有QoS保证的网络切片也必须在高无线噪声环境中运行。因此，需要准确预测用户的流量需求，以平衡优先级和非优先级服务之间的资源分配。由于客户期望他们的服务体验质量是优质的，因此与OTT服务提供商的合作对于确保端到端服务的优先级非常重要。

随着网络切片需求的增加，运营商需要实现更高级的网络和服务编排功能。服务保障将变得非常重要，特别是对于执行任务关键型活动的行业，他们需要明确定义的服务水平协议。

移动网络促进AR业务的使用

视频、消息和多媒体服务目前主导着移动宽带网络流量，其中大部分来自视频流。然而，随着AR流量的增长，运营商需要解决有关网络覆盖范围、容量和性能的问题。

重要洞察

- 在广域用例中使用AR的设备和应用程序的增长预计将在本十年的后半期加速。
- 移动网络需要重新调整规模，以处理这些新的实时服务的流量和性能要求。
- 新的解决方案将利用额外的频谱并使用能够实现更高的效率的新功能，并辅以增加无线接入网 (RAN) 密度。

AR使用户能够体验叠加在物理世界上的信息或数字对象。增强水平可以从简单的信息显示，到呈现出适应动态环境的完全的数字对象，就像它们实际存在于其中一样，允许多个用户同时与它们交互。这些新服务有望促进工业和商业流程的数字化飞跃，并提供新的通信方式。消费者也将受益，因为这些技术也应用于娱乐、游戏和社交媒体。

当所有关键要素都充分发展到足以支持大规模服务时，AR生态系统就走向了一个转折点，预计这将在这十年的后半期实现。生态系统中的关键要素包括有吸引力的设备和应用程序，这些设备和应用程序通过计算卸载到边缘云来实现，而这将需要高质量的移动连接。

因此，我们通过定义参数来建模一个场景，使无线网络容量能够与预期的流量需求进行比较，并探索增加无线网络容量以支持AR服务增长的替代方案。

方法

洛杉矶是一个以密集的低层建筑为主的都市，我们用洛杉矶的数据模拟移动宽带和AR流量组合的网络影响。这是在一系列围绕2030年AR采用的假设下完成的。这次模拟的目的是探索移动网络需要为增加的需求做好准备的运行条件，以及处理预期需求所需的额外无线网络容量。

我们预测了移动数据流量以确定其增长率，并考虑了AR流量场景。预测的每台设备的平均每月移动数据流量以GB为单位，而总移动流量以EB为单位。

爱立信的模拟显示，洛杉矶等地区的无线网络容量将在2030年左右勉强满足移动宽带流量需求。

这次模拟假设了所有当前可用的频谱都已部署，并考虑了行业预测的5G性能演进。值得注意的是，上行链路在满足预计的流量需求方面将面临挑战。事实上现在已经需要增加额外的容量，例如增加中频频谱部署。

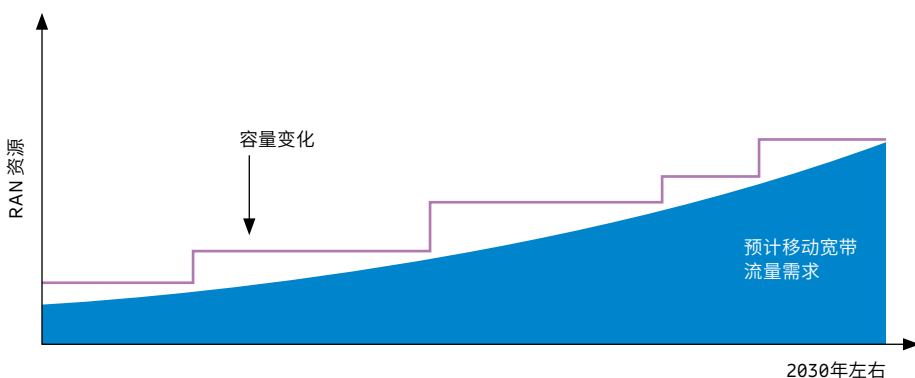
爱立信模拟使用的频谱：

- 2x20 MHz 低频段 FDD
- 2x40 MHz 中频 FDD
- 1x120 MHz 中频 TDD
- + 毫米波

2030年移动宽带流量和模拟参数：

- 用户密度：~10,000/km²
- 签约用户数量相对稳定不变
- 平均宏观层站点间距离：700 m
- 总流量需求（上行链路和下行链路）：每月 63 GB
- 上行链路占总流量需求的份额：15%
- 繁忙时段的流量份额：10%
- 每个签约用户的繁忙时段上行链路吞吐量：69 kbps

图28：移动宽带流量和容量的变化



鉴于AR市场的发展,AR用户可能会在同一时间段内要求无线网络容量。这可能有几种情况,每种情景都有不同的容量要求,且高于预期的移动宽带流量需求。对AR眼镜销量增长的预测显示,到2030年,北美地区AR眼镜销量将增加到2000万至3500万只。假设续订率约为30%,则到2030年AR头显的安装基数将达到3000万至5000万,相当于智能手机签约渗透率的10-15%。

移动宽带和AR应用生成的流量类型不同。AR的采用将产生巨大的无线网络的容量需求,具体取决于云计算卸荷和使用的水平。相对于(尽力而为的)移动宽带,由于连续的高分辨率视频流以及边缘云计算卸荷,AR用户将消耗更多比特。

此外,AR的每比特无线网络资源消耗更高,因为它对实现良好用户体验所需的确定性时延和高可靠性有严格的裕度。移动宽带和AR流量之间的差异尤其体现在上行链路流量。图29显示了AR用户相对于移动宽带用户在繁忙时段对移动无线网络的影响。

我们在AR的计算卸荷场景中模拟了每天两小时重度使用AR的流量配置(50Mbps下行链路和10Mbps上行链路的峰值流量速度)。确定性时延设置为20毫秒往返时间,可靠性设置为99%。然后将结果与2030年移动宽带用户的预计流量进行比较。在这种情景下,上行链路和下行链路的容量需求都会显著增加,但是由于上行链路预计将成为瓶颈,因此我们呈现的结果将集中于上行链路。

这项模拟表明,AR用户在繁忙时段消耗的上行链路比特大约是移动宽带用户的3倍。相对于移动宽带尽力而为的服务质量,AR流量每比特平均需要4倍的无线网络容量。在此期间,这总共比移动宽带用户的上行链路无线网络容量要求高出12(即3x4)倍。

在繁忙时段内,这个用户渗透率较低的服务要消耗12倍于移动宽带用户消耗的容量,这是对网络提出的重大要求。鉴于10-15%的渗透率(取自上面AR眼镜的预估安装基础),我们看到与仅具有移动宽带流量的网络相比,该网络的上行链路流量负载相对增加了一倍以上(2.1-2.7倍)。增加的流量负载对网络性能提出了额外的要求,以便能够提供额外的容量。

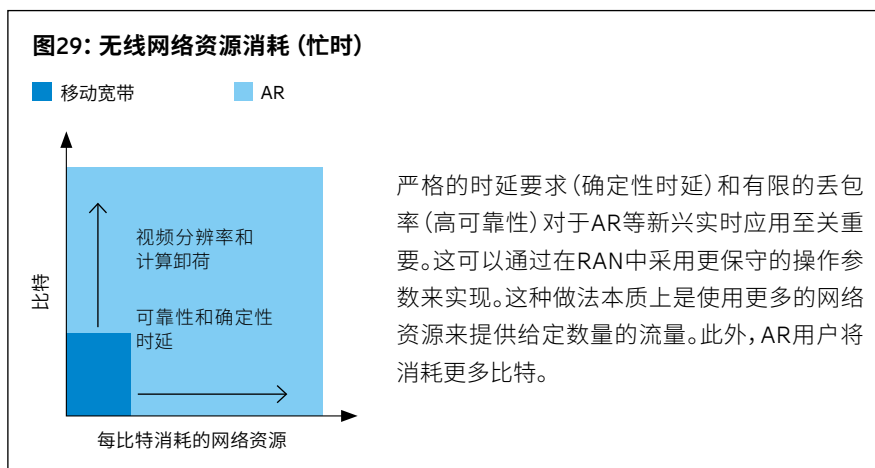
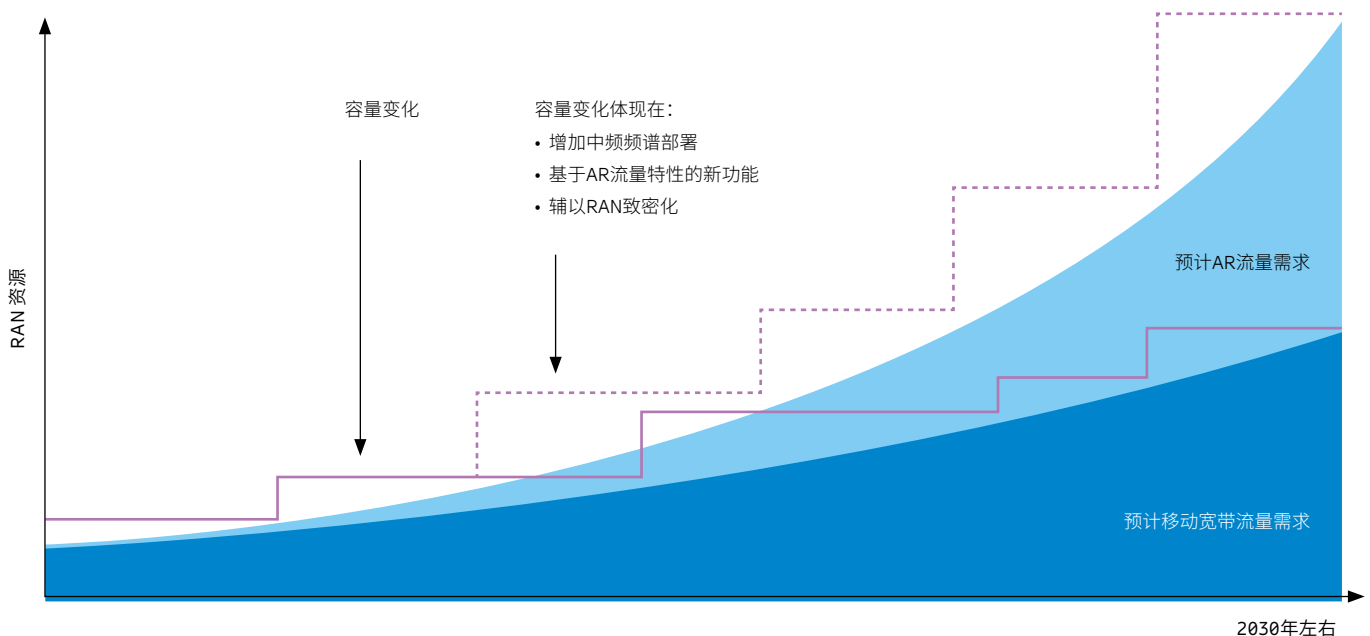


图30: AR和移动宽带的流量和容量变化



有几种解决方案可以解决此问题：

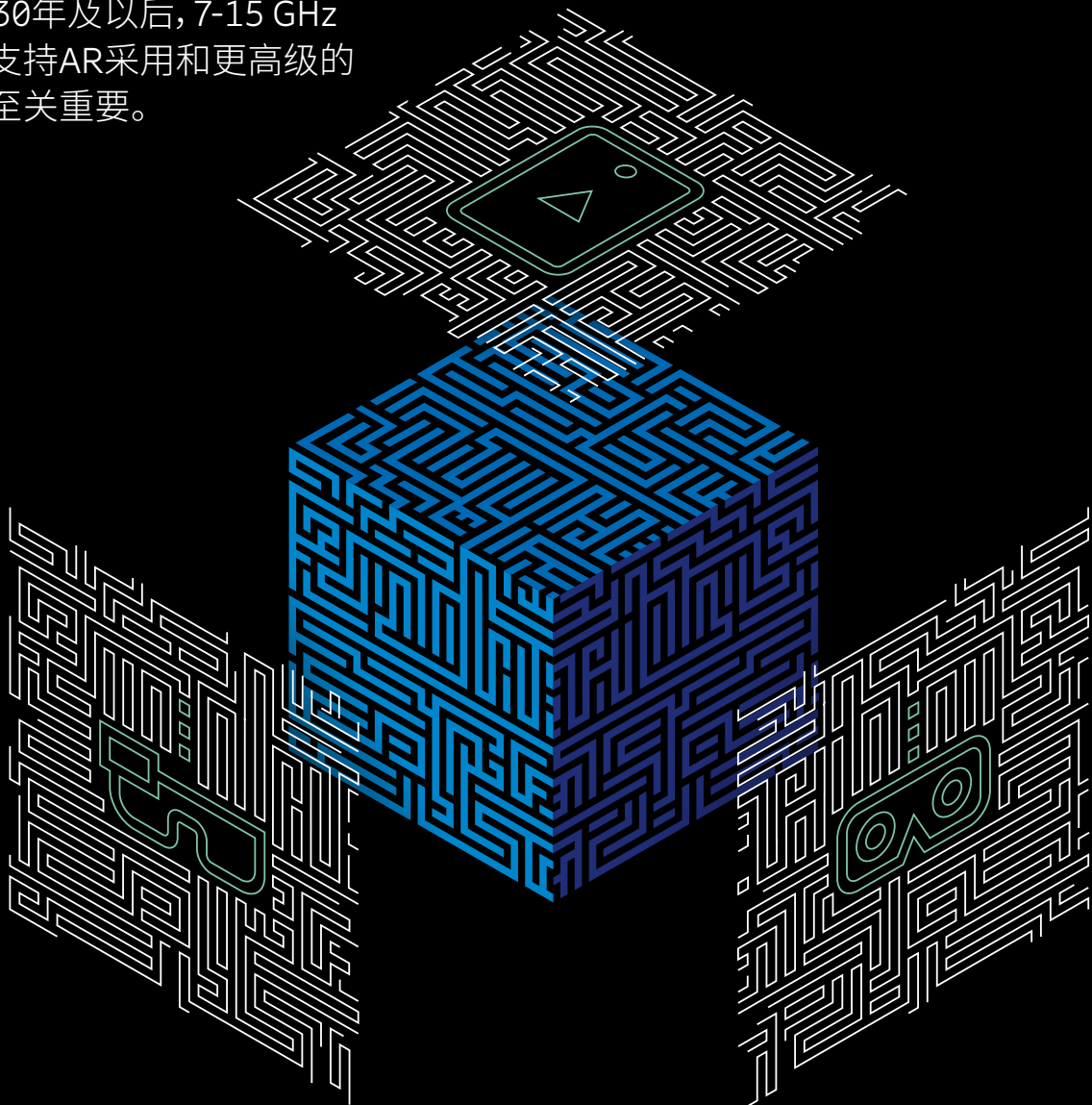
- 部署中频频谱来增加容量。根据国家/地区的不同，新增中频段可能在 3.3–4.2 GHz、4.4–5 GHz 和 6.425–7.125 GHz 频率范围内。一些 3.3–4.2 GHz 和 4.4–5 GHz 频段已经在世界部分地区获得许可，并且有支持这些频段的设备生态系统。在国际电联 2023 年世界无线电通信大会（WRC-23）上，人们正在讨论 6.425–7.125 GHz 频段的 IMT 识别问题，相应的生态系统也正在开发中，而且该频段已被纳入 3GPP 标准（3GPP n104）。6.425–7.125 GHz 频段是大规模协调广域许可使用的关键机会，在许多情况下，也是最后可用的中频段资源。

- 开发新的功能来增加容量和改善覆盖范围。一个例子是基于吞吐量和时延要求的智能流量频段转换。另一个示例是优化调度，通过允许在给定的时延预算内进行额外的重新传输来减少时延并提高可靠性。
- RAN 致密化。但是，它会导致高成本和长交货时间。

在所研究的 AR 场景中，这些解决方案本身都不足以解决 2030 年的容量差距。需要将这三者结合起来才能满足未来的网络需求。移动宽带流量增加，AR 流量增加，再加

上云计算卸荷需要达到一定水平，这些都预示着巨大的网络负载需求。到 2030 年，现有站点网络上的可用频谱和 5G 性能演进将无法这一需求。在现有站点上增加频谱和功能将是满足未来网络需求的第一步，与此同时，还要按时间地点的需要来实现网络致密化。从长远来看（2030 年及以后），7-15 GHz 厘米级频谱对于支持 AR 采用和更高级的用例至关重要。

在 2030 年及以后，7-15 GHz 对于支持 AR 采用和更高级的用例至关重要。



移动体验质量： 新业务的网络就绪

下一波5G应用将带来新的网络需求挑战。运营商将不得不应用新的模型来评估移动体验质量 (QoE)，以设计支持未来应用性能需求的网络。

重要洞察

- 从美国网络捕获的数据显示，与4G相比，5G大大提高了视频流质量。
- 应用开发人员和网络规划人员需要一种新的方法来评估新兴移动服务的QoE。
- 随着新服务的采用，对于继续提高移动网络性能的需求也不断提高，以此满足新移动体验的要求，以及用户对QoE日益高涨的期望。

第一波5G主要为智能手机用户的现有应用带来了增强的用户体验。预计下一波5G将出现新型应用和用例，这将给网络带来向客户提供足够的移动QoE的新挑战。移动用户体验是应用程序质量和网络质量的综合。运营商需要一些对体验进行评级的方法，并在市场上得到客户的肯定，让消费者和企业知道，运营商提供的移动服务体验是可以信赖的。最终，这将影响客户愿意为服务支付的费用多少。

预测移动体验质量的模型

QoE原本的测量方法是通用的，与特定的应用程序和网络组合无关。用户对网络质量的期望通常以三种方式衡量：

- 人口覆盖率 (在低频或中频频谱中使用特定蜂窝接入技术(4G,5G) 的百分比)
- 无线信号强度 (在设备上测量并显示为1-4格)
- 速度测试 (用户在给定时间内、在给定位置上启动的吞吐量峰值速率测试)

这些只是针对用户的基础网络质量测试指标。但如果作为规划网络以获得更高级体验的输入，其价值有限。另一种方法是计算各种移动体验的质量，这需要使用从设备检索的辅助数据点并通过以下方式进行分析：

- 统一捕获来自不同服务、设备、测量方式和设备提供商的数据
- 应用算法和标准化模型，以测量一组特定的数据点并关联特定服务的QoE

国际电联电信标准化部门 (ITU-T) 着手标准化移动QoE并确保一个宽泛的基准供模型使用。ITU-T Rec. P.1203是世界上第一个用于衡量视频流服务长时间观看会话QoE的标准，该标准已经建立多年。用于测量云游戏¹和视频电话²QoE的模型正在开发中。

这些模型将依赖于的一组数据点作为输入，还需要知悉它们对QoE的影响，并将计算得出的总体评分作为输出。

爱立信与Ookla合作，于2023年第一季度在美国开展了一个全国性的数据收集项目。所有数据点都是从使用三大运营商的移动网络的智能手机中统一捕获的，并根据上述方法使用这些数据评估移动QoE。研究的三种体验是视频流 (分辨率从144p到4K)，移动游戏和视频会议。所有这些服务都是成熟的，客户期望通过蜂窝网络获得高质量的服务。结果表明，需要持续改进网络性能，才能为这些类型的应用提供一致的QoE。为云游戏和扩展现实 (XR) 应用提供良好QoE的总体网络就绪性仍处于起步阶段。

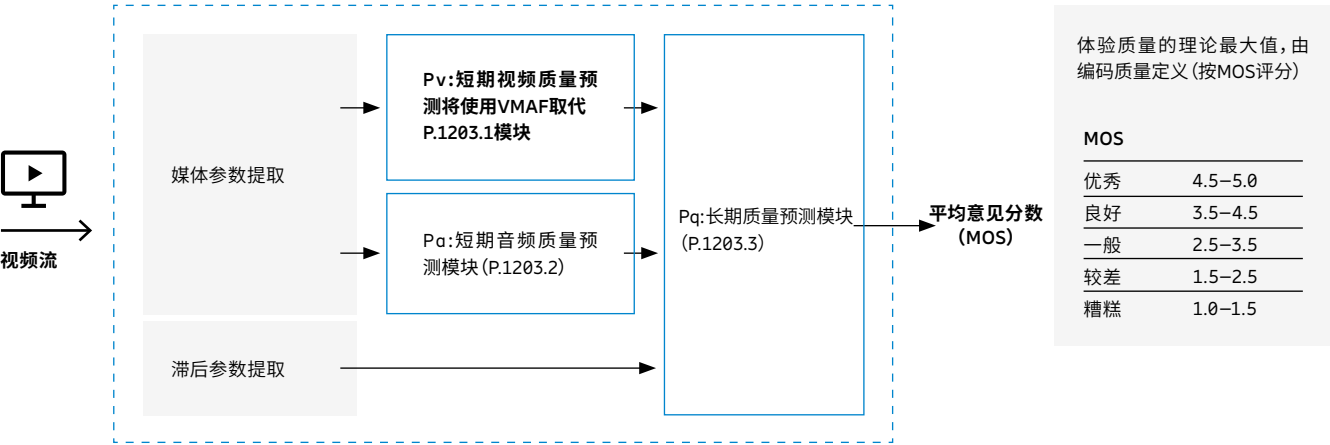
建模移动视频流的体验质量

视频是蜂窝网络中的主要流量类型，其使用量持续增长。预计到2028年，蜂窝网络中所有数据流量中的80%将是视频流量 (见第19页)。视频消费逐渐从广播转向流媒体，移动视频质量也在向全高清、2K和4K分辨率发展。然而，移动视频的用户体验取决于许多可衡量的方面，例如固有编码质量 (受分辨率、帧速率和编解码器的影响) 和动态质量效果 (例如内容到达时间、重新缓冲和基于通道容量的分辨率调整)。

¹ ITU-T 工作项目 P.BBQCG, www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_item.aspx?isn=17809.

² G.CMVTQS, www.itu.int/ITU-T/workprog/wp_item.aspx?isn=17785. 注意：视频电话与视频会议不同，但仍类似于双方视频电话会议。

图31: 视频流质量模型



视频QoE是充分研究过的，它依赖于5G之前的标准化模型，例如ITU-T P.1203标准³。这包括用于估计短期视频 (P.1203.1) 和音频 (P.1203.2) 质量的模块，以及一个集成模块 (P.1203.3)，用于估计由于通道适应和停滞而导致的最终会话质量。短期视频质量分数被输入到集成模块中，然后将最终质量分数显示为整个体验的单个平均意见分数 (MOS)，分值从1到5。这是一个客观模型，旨在模仿人类的行为和感知，产生类似在实验室环境中对一组人进行主观视频质量测试所产生的MOS值。

在这项研究中，爱立信信用基于开源代码的视频多方法融合方法 (VMAF) 算法取代了P.1203.1模块，因为P.1203.1不支持一些常用的编解码器⁴。由于测试视频是已知的，并且是预编码的，VMAF可以离线用于评估所用分辨率的视频编码质量，而P.1203.3用于添加动态效果，如内容到达时间、重新缓冲和分辨率调整。模型生成的QoE度量值 (输出) 表示为整个体验的单个平均意见分数 (MOS)，分值从1到5 (参见图31)。此图显示P.1203体系结构，其中VMAF替代了P.1203.1。

该模型依赖于由分辨率定义的理论最大值，其中标清 (SD) 是在智能手机上提供良好体验 (MOS 3.5-4.5) 的最低可能分辨率，而优秀的体验 (MOS 4.5-5) 至少需要全高清分辨率 (参见图 32)。

对于移动视频流QoE的见解

当把该模型 (图 31) 应用于通过美国的商用网络交付的移动视频流时，我们发现：

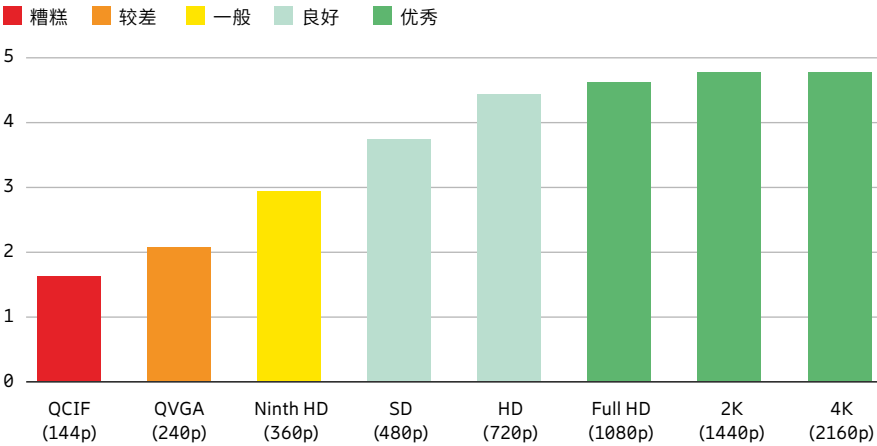
- 61% 的移动视频流实现了优秀的质量 (MOS 4.5-5)。
- 3家大型运营商的测量结果为44-72%。运营商之间的差异与使用的频谱和网络部署策略有关。高分辨率样本有限，仅占所有测量的视频流的12% (2K) 和4% (4K)。
- 只有13%的视频流质量不太好 (低于3.5 MOS)。糟糕的无线条件是40%的不良体验的根本原因，主要体现在射频 (RF) 强度差，射频质量差，或两者兼而有之。

- 与 4G 和 Wi-Fi 相比，5G 提高了视频流质量。具有优秀质量的流媒体比例从58% (4G) 增加到72% (5G)。与Wi-Fi相比，QoE差距从22%下降到8%。5G弱化了Wi-Fi以前的流媒体质量优势。

对于移动游戏QoE的见解

三分之二的移动应用收入来自移动游戏⁵，我们正处于第四次游戏浪潮 (继主机、PC 和移动游戏之后) 的开端，如今运营商越来越多地提供云游戏。本文研究的从移动应用游戏到移动云游戏的过渡将实质性地改变网络性能要求。对于在智能手机或平板电脑上以应用⁶的形式执行的移动游戏，其QoE取决于时延、丢包率和抖动。我们对捕获的数据应用了一个简单的评估模型来评估这些参数，以得出QoE评价：

图32: 将视频流式传输到智能手机的理论最大MOS值



³ 爱立信，视频QoE，利用标准满足不断提高的用户期望 (2017年6月)。

⁴ GitHub, VMAF。

⁵ Data.ai, State of Mobile 2023 (2023年1月11日)。

⁶ 不传输视频分量，只传输上行和下行链路中的元数据。

- 57%的移动游戏体验质量为优秀。基于移动应用的游戏对时延敏感。但是，运营商之间的时延差异有限，所有3个一级运营商的QoE都在54-58%的范围内。从4G到5G的转变，使具有优秀QoE的游戏会话占比增加了6个百分点。
- 服务器位置会因时延过长而影响移动游戏QoE。位于美国的服务器（82%提供优秀质量）和位于其他地方的服务器（38%提供优秀质量）在移动游戏QoE方面存在差异。

在这种情况下，我们使用一个简单的评估模型来评估QoE。但还需要做更多的工作来更深入地了解哪些参数会影响移动用户所能感知到的游戏的QoE。

对于移动视频会议QoE的见解

新冠疫情导致在家办公的人普遍采用了2D视频会议服务。这项服务不仅会继续存在于线上线下混合的工作场所，而且还将向沉浸式3D通信发展。虽然PC目前作为工作和家庭视频会议的平台占据主导地位，但移动设备在工作场所和通勤时的重要性与日俱增。移动视频会议的QoE取决于视频分辨率和往返时延。移动视频会议与使用固定网络连接的视频会议有几个方面的不同。通常移动视频会议不使用4K和2K的高分辨率，并且不同视频会议服务之间全高清（1080p）和较低分辨率的使用略有不同。视频会议本质上对时延敏感，但直到往返时延下降到约 100 毫秒后才会有所感知。

为了建立一个标准化模型，我们使用了与视频流相同的分辨率基准（参见图 32）。

分辨率估计值来自视频会议服务启动时的可用比特率。网络时延的影响评估利用了ITU-T G.107模型，该模型最初是为语音质量预测而定义的，因为相比视频时延，用户往往对音频时延更敏感。我们得出的主要结论是：

- 79%的移动视频会议体验（4G）为优秀质量，吞吐量和时延变量均达到优秀质量的阈值
- 88%的移动视频会议体验（5G）为优秀质量，比4G的79%跃升了9个百分点

- 5G成为了实现最佳移动视频会议整体QoE的网络，甚至比Wi-Fi领先3个百分点

新型移动体验的网络就绪性

本文中描述的方法，对于新型体验最具价值。应用开发人员和网络规划人员都需要新的工具来评估QoE。但是，QoE模型是特定于体验的，需要针对云游戏和XR等新型体验进行标准化。

作为分析的一部分，我们检查了现有网络满足这些类型服务的下行链路、上行链路和时延质量阈值的能力。移动云游戏和AR用例对于5G连接的要求不同：

- 移动云游戏⁷：10 Mbps 下行链路、5-9 Mbps 上行链路和 30-75 ms单向时延
- AR⁸：2-60 Mbps下行链路、2-20 Mbps 上行链路和 5-50 ms单向时延

通过对测量的下行链路吞吐量和往返时延进行建模，我们测量了新型服务的网络就绪情况，按模型化服务访问尝试的百分比展示如下：

- 移动云游戏：40%的服务的吞吐量和时延值满足最低要求
- AR：3-32%的服务的吞吐量和时延值满足最低要求

AR的网络就绪情况的巨大差异取决于AR的“风格”，以及每种风格在需求范围中的位置。远程渲染所需的服务器位置对数据点收集的结果与时延有很高的影响。随着AR风格、服务器位置、模型开发和数据点收集的成熟，网络就绪性最初的分散的值将被特定值所取代。

高比例（61%）的移动视频流体验被评为“优秀质量”，而满足移动云游戏（40%）和AR（3-32%）体验的最低要求的网络百分比比较低，这表明仍然需要持续的5G网络演进。这对于满足对网络性能有更高要求的新型业务是必要的。

性能需要进一步提高

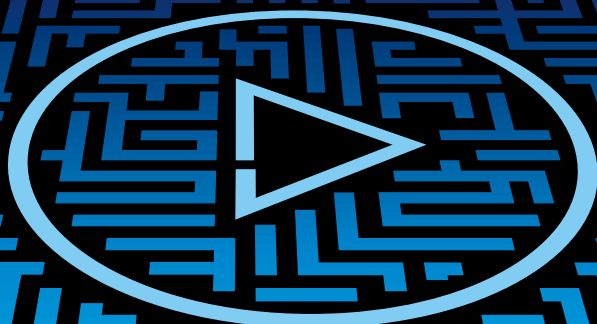
为具有高网络性能要求的新体验定义QoE评级模型的工作仍有待推进。但是，定义模型的工作和捕获数据点以预测体验质量的工作可以并行进行，这样模型和强大的数据集就可以在标准完成之前指导网络演进计划。随着新服务的采用，运营商需要继续提高移动网络性能，以满足新的移动体验的需求，以及用户对QoE不断增长的期望。

⁷ Xbox Game Pass要求，微软。

⁸ “XR和5G：通过时间关键型通信大规模扩展现实”（2021年8月24日）。

“优秀”体验质量的移动视频流占比从4G的58%上升到5G的72%。

72%



方法

预测方法

移动签约业务

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月份的报告中向前推进一年。本报告中的签约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

移动签约包括所有移动技术。爱立信根据手机和网络能够提供的最先进的技术划分签约类型。我们按技术划分的移动签约类型，是根据其可以使用的最高技术进行划分。在大多数情况下，LTE (4G) 签约还包括能够接入3G (WCDMA/HSPA) 和2G (GSM或CDMA) 网络的签约。如某签约与支持3GPP R15中规定的新空口的终端相关联并连接到5G网络，则将其计为一个“5G签约”。移动宽带包括无线接入技术HSPA(3G)、LTE(4G)、5G、CDMA2000 EV-DO、TD-SCDMA和Mobile

Wi-MAX。不包括不含HSPA和GPRS/EDGE的WCDMA用户。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，流量则以两位数表示。

签约用户

签约数和签约用户数之间存在较大差异。这是因为许多用户有多项签约业务。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更优的签约，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需要一些时间。因此，签约渗透率可能超过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。

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，包括移动签约数、移动宽带签约数、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
ericsson.com/mobility-visualizer



术语表

2CC: 二分量载波

2G: 第二代移动网络 (GSM, CDMA 1x)

3CC: 三分量载波

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

4CC: 四分量载波

4G: 第四代移动网络 (LTE、LTE-A)

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

5G: 第五代移动网络 (IMT-2020)

AI: 人工智能

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

ARPU: 每用户平均收入

CAGR: 复合年增长率

Cat-M1: 用于物联网连接的3GPP标准化低功率广域 (LPWA) 蜂窝技术

CDMA: 码分多址

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

EB: 艾字节, 10¹⁸字节

EN-DC: EUTRA-NR双连接

FDD: 频分双工

FWA: 固定无线接入

GB: 千兆字节, 10⁹字节

Gbps: 千兆比特每秒

GHz: 吉赫兹, 10⁹赫兹 (频率单位)

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

IoT: 物联网

Kbps: 千比特/秒

LTE: 长期演进

MB: 兆字节, 10⁶字节

Mbps: 兆比特/秒

MHz: 兆赫兹, 10⁶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

mmWave: 毫米波是极高频率范围 (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)

移动宽带: 采用5G、LTE、HSPA、CDMA 2000EVDO、Mobile WiMAX和TD-SCDMA等无线接入技术

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)

MOCN: 多运营商核心网

MORAN: 多运营商无线接入网

MR: 即混合现实, 它是一种沉浸式技术, 可让真实世界和虚拟环境的元素彼此融合、完全交互

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

净零排放: 国际电联标准 (ITU) 将其定义为未来的一种状态, 在这种状态下, 所有可以减少的排放都减少了, 通过碳去除技术进行同类或永久性清除, 以平衡剩余的排放

NR: 3GPP R15定义的新空口

NR-DC: NR-NR双连接

NSA 5G: 非独立5G是在传统4G/LTE内核上运行的5G无线接入网络 (RAN)

PB: 拍字节, 10¹⁵字节

RedCap: 降低能力

SA: 独立组网

短距物联网: 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

退网: 关闭老旧移动技术的过程

TD-SCDMA: 时分同步码分多址

TDD: 时分双工

VoIP: IP语音 (互联网协议)

VoLTE: GSM R9.22规范所定义的LTE语音系统

VR: 虚拟现实

WCDMA: 宽带码分多址

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

XR: 即扩展现实, 它是虚拟或真实与虚拟结合环境的总称, 包括增强现实 (AR)、虚拟现实 (VR) 和混合现实 (MR)

关键数据

全球关键数据

移动签约数	2021	2022	2028 预测值	CAGR* 2022–2028	单位
全球移动签约数	8,200	8,260	9,100	2%	百万
• 智能手机签约数	6,160	6,420	7,740	3%	百万
• 移动PC、平板电脑和移动路由器的 签约数	390	410	660	8%	百万
• 移动宽带用户数	6,770	7,030	8,490	3%	百万
• 移动签约数, 仅使用GSM/EDGE	1,290	1,100	440	-14%	百万
• 移动签约数, WCDMA/HSPA	1,330	1,030	220	-22%	百万
• 移动签约数, LTE	5,050	5,160	3,800	-5%	百万
• 移动签约数, 5G	510	950	4,620	30%	百万
• 固定无线接入连接	88	107	300	19%	百万
固定宽带连接	1,360	1,450	1,800	4%	百万
移动数据流量					
• 每部智能手机生成的数据流量	12.2	16	47	20%	GB/月
• 每台移动PC生成的数据流量	17	20	30	7%	GB/月
• 每台平板电脑生成的数据流量	9.5	11.2	27	16%	GB/月
总流量**					
移动数据总流量	69	93	329	23%	EB/月
• 智能手机	66	90	320	24%	EB/月
• 移动PC和路由器	0.6	0.8	2.1	17%	EB/月
• 平板电脑	2.1	2.4	6.7	18%	EB/月
固定无线接入	15.6	24	143	34%	EB/月
移动网络总流量	84	118	472	26%	EB/月
固网数据总流量	220	270	600	14%	EB/月

区域关键数据

移动签约数	2021	2022	2028 预测值	CAGR* 2022–2028	单位
北美	400	410	450	2%	百万
拉丁美洲	700	710	790	2%	百万
西欧	540	540	560	0%	百万
中欧和东欧	570	570	560	0%	百万
东北亚	2,110	2,160	2,270	1%	百万
中国 ¹	1,640	1,680	1,740	1%	百万
东南亚和大洋洲	1,150	1,140	1,290	2%	百万
印度、尼泊尔和不丹	1,140	1,110	1,230	2%	百万
中东和北非	750	730	880	3%	百万
海湾合作委员会(GCC) ²	74	75	80	1%	百万
撒哈拉以南非洲地区	860	900	1,070	3%	百万
智能手机签约数					
北美	310	320	340	1%	百万
拉丁美洲	550	560	670	3%	百万
西欧	400	420	450	1%	百万
中欧和东欧	380	390	430	2%	百万
东北亚	1,900	1,970	2,130	1%	百万
中国 ¹	1,500	1,560	1,650	1%	百万
东南亚和大洋洲	890	930	1,120	3%	百万
印度、尼泊尔和不丹	800	840	1,140	5%	百万
中东和北非	550	560	800	6%	百万
GCC ²	61	63	71	2%	百万
撒哈拉以南非洲地区	370	410	690	9%	百万

区域关键数据

LTE 签约数	2021	2022	2028 预测值	CAGR* 2022–2028	单位
北美	320	230	40	-25%	百万
拉丁美洲	460	520	360	-6%	百万
西欧	440	430	60	-27%	百万
中欧和东欧	350	410	330	-4%	百万
东北亚	1,590	1,420	630	-13%	百万
中国 ¹	1,200	1,050	480	-12%	百万
东南亚和大洋洲	560	640	770	3%	百万
印度、尼泊尔和不丹	780	820	500	-8%	百万
中东和北非	370	420	520	4%	百万
GCC ²	58	55	7	-29%	百万
撒哈拉以南非洲地区	183	270	590	14%	百万
5G 签约数	2021	2022	2028 预测值	CAGR* 2022–2028	单位
北美	55	166	410	16%	百万
拉丁美洲	3	7	330	N/A	百万
西欧	32	69	490	39%	百万
中欧和东欧	1	5	230	N/A	百万
东北亚	397	637	1,610	17%	百万
中国 ¹	353	560	1,310	15%	百万
东南亚和大洋洲	9	25	430	N/A	百万
印度、尼泊尔和不丹	0	10	700	N/A	百万
中东和北非	11	22	290	N/A	百万
GCC ²	6	13	70	31%	百万
撒哈拉以南非洲地区	1	3	140	N/A	百万
每部智能手机生成的数据流量	2021	2022	2028 预测值	CAGR* 2022–2028	单位
北美	13	20	58	20%	GB/月
拉丁美洲	7.8	11	41	25%	GB/月
西欧	16	20	56	19%	GB/月
中欧和东欧	10.2	14	37	18%	GB/月
东北亚	14	18	54	20%	GB/月
中国 ¹	15	18	47	17%	GB/月
东南亚和大洋洲	10	15	54	24%	GB/月
印度、尼泊尔和不丹	21	26	62	16%	GB/月
中东和北非	8.7	12	37	20%	GB/月
GCC ²	22	26	59	15%	GB/月
撒哈拉以南非洲地区	3.3	4.7	19	26%	GB/月
移动数据总流量	2021	2022	2028 预测值	CAGR* 2022–2028	单位
北美	4.6	6.7	21	21%	EB/月
拉丁美洲	3.8	5.3	24	28%	EB/月
西欧	6.0	8.0	23	20%	EB/月
中欧和东欧	3.1	4.3	12	19%	EB/月
东北亚	23	30	97	22%	EB/月
中国 ¹	20	26	84	22%	EB/月
东南亚和大洋洲	8.3	12.8	55	27%	EB/月
印度、尼泊尔和不丹	14.1	18	58	22%	EB/月
中东和北非	4.3	6.2	27	27%	EB/月
GCC ²	1.1	1.3	3.3	17%	EB/月
撒哈拉以南非洲地区	1.08	1.7	11.4	37%	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。

更多信息请访问爱立信中国官网 www.ericsson.com/cn

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 2023