



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

# 爱立信 移动市场报告

2024年6月

# 发行人致辞

## 5G:通过创新赋能数字化转型

领先的通信运营商正致力于打造性能卓越、开放且可编程的5G网络,我们即将迎来充满激情的未来。目前,无论是消费者还是企业,所使用的主要连接服务仍基于“尽力而为(best-effort)”性能模式。而利用5G独立组网(SA)架构的高性能、开放、可编程网络,不仅为服务创新开辟了新天地,也为以性能为导向的商业模式带来了新的可能。

5G是推动企业和社会数字化转型的创新平台。在本期《爱立信移动市场报告》中,我们带您深入了解一家领先运营商如何构建可编程网络,以及如何基于差异化连接和开放网络基础设施,开启了以性能为导向的商业模式的新纪元。

在预测方面,我们对比之前的报告,对移动网络数据流量的预测值进行了下调。主要原因是2023年下半年,监管机构和运营商报告的主流市场数据量有所减少。然而,2023年至2029年的年度移动数据流量增长率预测仍然保持不变,只是基数有所下降。

5G的部署仍在持续进行中,远未完成。我们预计,全球各地5G签约数将持续强劲增长,2024年5G签约数将新增约6亿。为了充分发挥5G的潜力,需要持续推进5G SA的部署,并进一步增加中频站点的密度。到目前为止,大约有50家运营商在公共网络中部署或推出了5G SA,而全球范围内5G中频覆盖范围的扩大,则主要得益于印度和北美的大规模部署。

然而,在全球范围内,除了中国大陆以外,只有大约25%的基站升级到了5G中频。

在本期《爱立信移动市场报告》中,我们还将探索5G中频对提升用户体验的重要作用。我们发现,当智能手机用户连接到5G中频网络时,无论是上网浏览还是观看流媒体视频,都能享受到更快的内容到达时间和更优质的整体体验。

此外,本期报告还将介绍企业如何在5G创新计划的框架下,提前接触到5G网络的新功能,并通过跨行业合作,开发和测试新的连接解决方案。

我相信您会对这份报告感兴趣,并且在您探索5G不断演进的趋势时,希望这份报告能够为您提供有用的洞察。

**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 2029年5G移动签约数预计将接近56亿
- 05 2024年,智能手机市场迎来复苏
- 06 各地区的5G签约数都在增加
- 08 北美地区:深入观察
- 10 移动网络数据流量
- 11 到2029年,5G将占移动数据流量的约75%
- 13 差异化连接推动业务增长和服务创新
- 14 内容到达时间:5G中频的出色用户体验
- 16 利用5G能力实现创新的移动服务套餐
- 18 目前,40%的固定无线接入(FWA)运营商提供基于速度的FWA服务
- 20 5G中频人口覆盖率达到35%

### 文章

- 22 NorthStar 5G网络如何激发创新
- 26 借助5G网络提升客户体验
- 30 构建高性能可编程网络
- 33 让5G连接深入到地下
- 36 方法
- 37 术语表
- 38 全球及地区关键数据

**执行编辑:**Peter Jonsson  
**项目发起人:**Patrik Cerwall  
**项目经理:**Anette Lundvall  
**预测分析:**David von Koch  
**编辑:**Steven Davis

### 文章合著者:

Haseeb Akhtar, Tina Barnes, Ruchika Batra, Greger Blennerud, Lisa Englund, Eric Ericsson, Hans Hammar, Ahmad Husseini, Christian Jansson, Sobaan Kazi, Aziz Koleilat, Per Lindberg, Peter Linder, Reiner Ludwig, Marcelo Malizia, Mike Murphy, Ravi Shekhar Pandey

### AstaZero 作者:

Jesper Blidkvist, Timo Kero, Fredrik Åkeson

### Telia 作者:

Ivan Bretan, Jenny Gustavsson

**Airtel 作者:**Sawan Gupta

**AT&T 作者:**Dean Bragg, Robert Soni

**Rogers 作者:**Anand Arulanantham

# 预测

在本预测期结束前,就签约数而言,5G有望成为主流的移动接入技术。虽然5G的人口覆盖率正逐步扩大,但在中国大陆以外,全球只有约25%的基站部署了5G中频。5G中频在覆盖范围和容量之间找到了完美的平衡点,同时提升了用户体验——这一点从某领先运营商的实测数据中得到了验证。随着5G日渐成熟,众多运营商预计将开始着手开发并提供差异化连接服务。

56亿

到2029年,5G移动签约数预计将接近56亿。

40%

目前,已有40%的FWA运营商推出了基于速率的资费方案。

97%

某领先运营商的测量数据显示,在使用5G中频的所有用户活动中,有97%的情况下内容到达时间不到1.5秒。

90%

在北美地区,到2029年,5G预计将占有所有移动签约数的90%。

# 2029年5G移动签约数预计将接近56亿

2024年第一季度，全球5G签约数新增1.6亿，总数超过17亿。

2028年，就签约数而言，5G有望成为最主要的移动接入技术。2029年，全球5G签约数<sup>1</sup>有望接近56亿，占同期移动签约总数的60%。预计到2029年，北美地区的5G渗透率可能仍然最高，达到90%，海湾合作委员会（GCC）地区和西欧地区预计分别以89%和86%紧随其后。

## 撒哈拉以南非洲地区的前景更加光明

到2029年，撒哈拉以南非洲地区的5G签约数预计将超过3.2亿，占同期所有移动签约数的28%。这一预测较我们之前的报告有所上调，反映出该地区的前景更加光明，这得益于低频和中频段的频谱释放，以及更加经济实惠的终端。

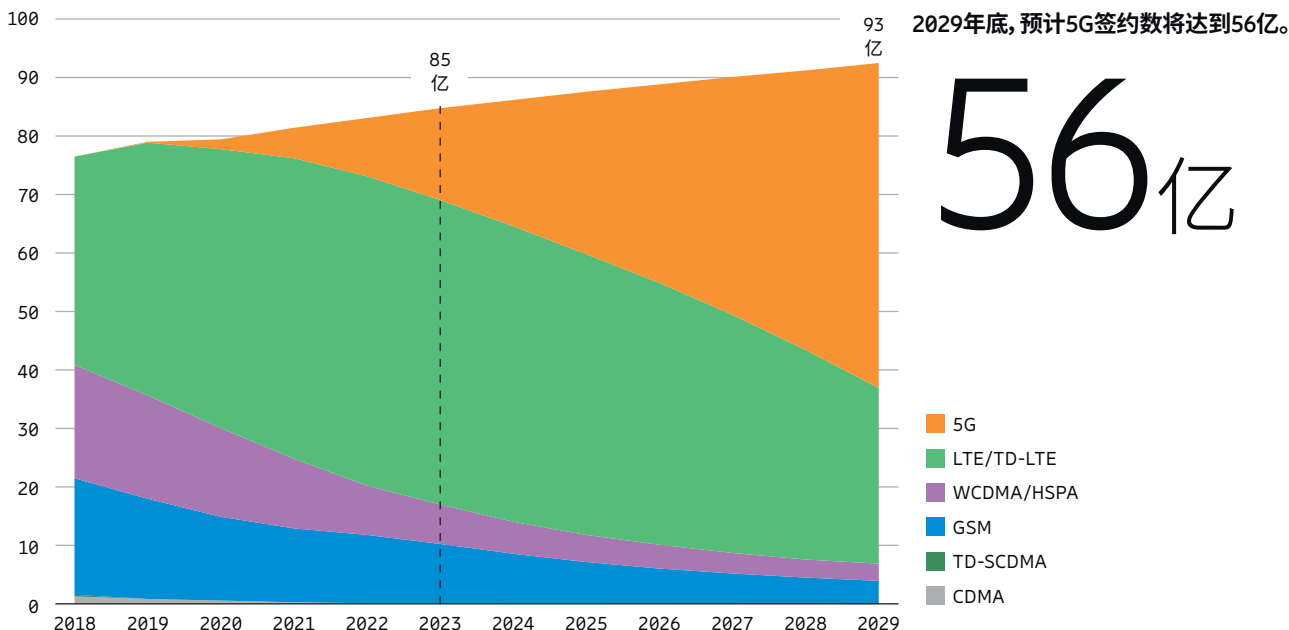
到2023年底，北美地区的5G签约渗透率全球最高，为59%。其次是东北亚地区，5G渗透率为41%，再次是海湾合作委员会（GCC）国家，为34%，之后是西欧，为26%。2024年第一季度，5G签约数增长了1.6亿，总数达到17亿。

4G签约数在2024年第一季度减少了2600万，目前总数为52亿。随着签约用户不断迁移到5G，4G签约数将逐渐减少，预计到2029年底，将降至30亿左右。在第一季度，3G签约数减少了3700万，2G签约数减少了4100万。

在全球各地，2G和3G网络的退网正在继续。这一过渡的时间表因国家和运营商而异，但预计未来几年3G网络的淘汰将比2G更为迅速。例如，目前欧洲大多数运营商正在关闭3G网络，以便将频谱重新分配用于4G和5G，同时保留2G网络以支持传统的物联网服务。

目前，大约有300家运营商已推出商用5G服务，其中约50家已经部署或推出了5G独立组网（SA）<sup>2</sup>。

图1: 按技术划分的移动签约数 (亿)



<sup>1</sup> 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。

<sup>2</sup> GSA和爱立信（2024年5月）。

# 2024年, 智能手机市场 迎来复苏

具备生成式AI (GenAI) 能力的芯片组以及不连接服务器就能处理AI的手机 (终端侧AI) 已经上市。这些终端可能塑造新的用户行为, 并改变未来用户消费应用和服务的方式。

在经历了近三年的下滑之后, 2024年第一季度智能手机出货量实现了6%的同比增长<sup>1</sup>。在高端终端领域, AI驱动的智能手机日益普及, 而中低端市场也在更新产品并实现了两位数的增长。同时, 由于消费者对经济和环境问题的日益关注, 最近几个季度智能手机的更换周期有所延长。然而, AI和为终端侧AI打造的新芯片可能促使更多用户升级他们的终端。

2024年, 预计将有多款新的XR终端设备上市, 但它们在大众市场的普及程度仍然有限。

## 终端准备迎接独立组网

5G非独立组网 (NSA) 网络在市场上占主导地位, 但转向5G独立组网 (SA) 架构很有吸引力。

SA架构提供更大的灵活性、可扩展性并支持新服务和应用的发展, 使运营商能够为不同的用例定制网络切片, 并为时间关键通信提供优质支持。终端领域支持从NSA转向SA:

- 许多终端已经支持5G网络切片, 而且从Android 13和iOS 17开始, 开发人员可以在应用中加入与运营商提供的网络切片特性 (例如更低时延或更高带宽) 相匹配的功能和能力。
- 轻量化 (RedCap) 设备正日益走俏市场, 目前已有超过五家调制解调器供应商支持这种设备。多个厂商提供模块支持, 终端产品也在不断涌现。2024年, 轻量化设备市场预计将包括路由器、摄像头甚至联网的笔记本电脑, 而轻量化手环可穿戴设备和首批工业终端预计将从2025年开始上市。

- 低成本终端将在5G智能手机市场的持续增长中发挥重要作用, 因为低价位将促使对价格敏感的细分市场用户替换4G终端。业界正在推广仅支持SA的终端, 这些终端具有LTE回退功能但不支持NSA, 针对不到100美元的智能手机细分市场。

## 上行链路成为焦点

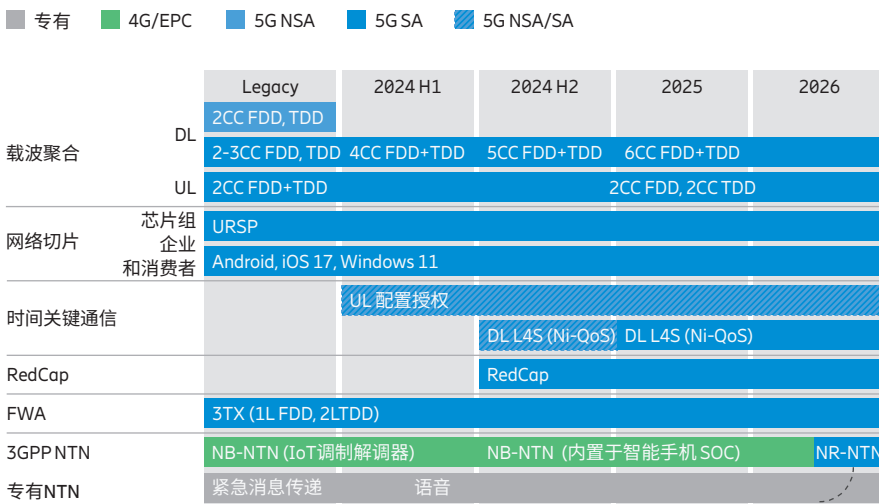
在下行链路方面, 未来一到两年内, 高端终端将支持低频和中频的6载波聚合, 速度将超过3.5 Gbps。

与下行链路相比, 5G的上行性能并没有太大提高。2024年, FDD和TDD载波聚合开始在高端终端的上行链路中出现。未来, FDD-FDD和TDD-TDD频谱也将在上行链路中聚合。在FWA领域, 使用超过两个上行天线也是提高上行链路性能的一种方式, 而且高端FWA细分市场对这一解决方案也表现出了兴趣。

## 智能手机上的NB-NTN

窄带非地面网络 (NB-NTN) 催生了许多新用例, 包括资产跟踪、远程监控和紧急服务。这些功能在2023年首次引入终端, 终端生态系统正努力将NB-NTN集成到片上系统 (SOC) 中, 首批芯片组将在2024年推出, 最初支持文本消息和低数据速率服务。从2025年开始, 终端预计将支持5G NR-NTN。使用3GPP版本的卫星通话可以统一行业, 专注于开发统一标准, 惠及所有需要在没有蜂窝覆盖的区域通信的智能手机用户。

图2: 5G终端技术市场就绪情况



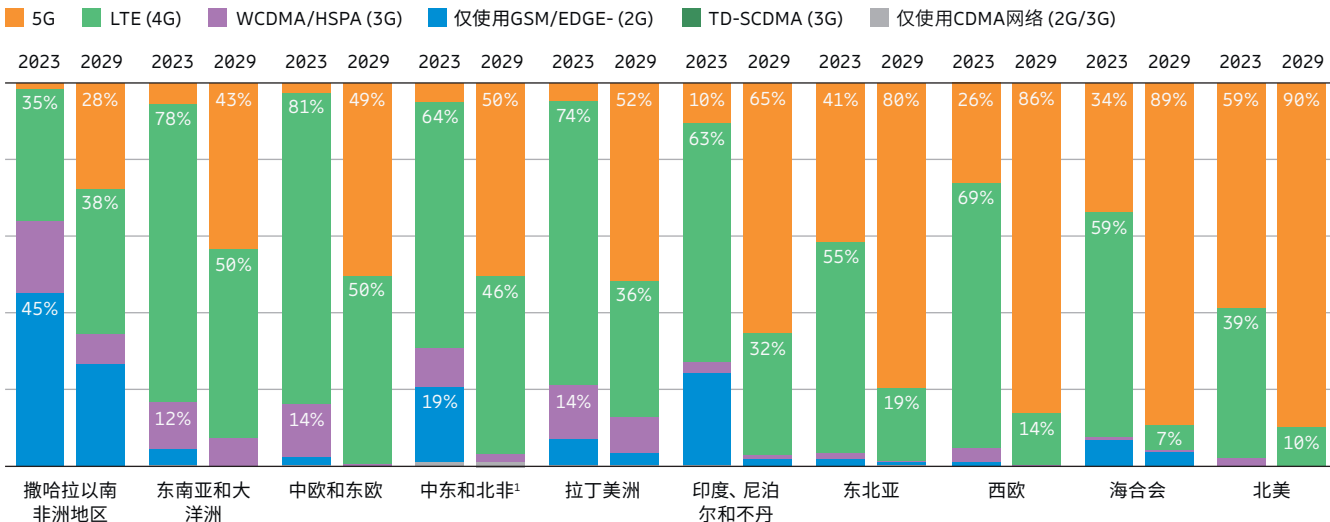
注: 该图展示了网络功能的可用性以及终端设备的支持情况。

<sup>1</sup> Counterpoint (2024年5月)。

# 各地区的5G签约数都在增加

北美地区的5G普及率很高,截至2023年年底,该地区的5G签约渗透率达到59%。与此同时,印度的5G渗透率也已达到10%。

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

撒哈拉以南非洲地区的经济发展前景乐观,预计在接下来的五年里,增长率将保持在3%至5%<sup>2</sup>。这一地区的电信业正处于上升期,这得益于年轻人口的增加和对移动数据及高级服务需求的持续增长。

据预测,从2023年至2029年,该地区的移动签约数将以每年4%的速度稳步增长。推动这一增长的主要动力包括年轻一代进入职场和智能手机价格的日益亲民。政府推广互联网接入的各项计划也将起到推波助澜的作用。

得益于频谱资源的增加和亲民的5G终端价格,5G签约数预计将迎来强劲增长,到2029年预计将达到3.2亿。运营商将重点布局城市网络,吸引消费能力较强的用户群体,这将是推动增长的又一关键因素。

到2029年,5G预计在总签约数中排名第二,占比达28%。同时,4G将以每年5%的速度稳定增长,在2029年成为签约数占比最大的业务,达到38%。

随着4G技术的普及,3G签约数将逐渐减少,预计在2029年仅占总移动签约数的8%。尽管2G签约数预计也将下降,但在2029年仍将保持27%的高占比。

除了签约服务之外,运营商还在积极拓展业务范围,涉足金融科技服务领域,如移动支付(包括银行业务),以满足高移动渗透率环境中无银行账户人群的需求。智能手机数量预计将从2023年的4.6亿增长至2029年的7.9亿,进一步推动数据使用量的增加。

## 中东和北非

尽管一些国家的经济面临挑战,但中东和北非地区的电信行业增长依然稳定,预计2023年至2029年期间,签约总数将以2%的年均增长率增长。智能手机签约数预计将以相同的速度增长,到2029年达到7.5亿。

5G将成为签约数增长最快的领域,预计在网络覆盖范围扩大和5G智能手机价格亲民的双重推动下,其年增长率将达到51%。2029年,5G预计将在签约总数中占比最大,达到50%,而4G的占比则将降至46%。由于移动渗透率高,运营商将不断丰富其服务内容,包括电子健康和移动金融服务等。预计到2029年,3G签约数预计将降至2%,而2G签约数将几乎消失。

<sup>1</sup> 所有中东和北非地区的数据均包括海合会国家。

<sup>2</sup> 国际货币基金组织(IMF),“区域经济展望:撒哈拉以南非洲”(2024年4月)。

## 海湾合作委员会(GCC)

海湾合作委员会(GCC)地区凭借出色的移动渗透率、城市化水平和强劲的消费者购买力,已经发展成为一个高度成熟的市场。

这里的运营商正在经历一场转型,从“电信运营商”转变为“科技公司”,他们正在简化网络架构并推出各种数字化服务,包括工厂网络自动化、人工智能、物联网和内容服务。

预计到2029年,5G将成为该地区的主导技术,占据近90%的移动签约市场,签约数将超过8000万。与此同时,4G签约数将显著减少,到2029年将仅占签约总数的7%。

在中东和非洲地区,固定无线接入(FWA)的连接数量预计将大幅增长,因为运营商将寻求从5G网络中盈利,并为那些光纤覆盖有限的地区提供连接服务。

## 东南亚和大洋洲

预计到预测期结束时,该地区的5G签约数将达到5.6亿左右。随着签约用户逐渐迁移到5G网络,澳大利亚、马来西亚、新加坡和泰国的5G签约用户基数持续增长,这得益于更加亲民的5G终端、促销方案、折扣以及运营商提供的大流量数据套餐。在这些市场中,5G签约用户已占到总签约用户基数的20%以上<sup>3</sup>。

在5G技术较为成熟的澳大利亚和新加坡,运营商继续专注于利用创新提升网络速度、扩大覆盖范围以及提供差异化服务。而在菲律宾,尽管5G网络覆盖在过去一年有所扩大,但5G的渗透率和数据使用量水平仍然较低。在印度尼西亚,由于运营商正在等待分配中频段频谱以扩大5G网络覆盖,导致5G签约用户增长受限。印度尼西亚的运营商已在2021年利用2.3 GHz、2100 MHz和1800 MHz频段推出了5G服务。其他国家,如越南,最近完成了5G中频段频谱的拍卖,预计将在未来6至12个月推出商用5G服务。

## 中欧和东欧

从历史上看,该地区的技术采用和签约普及一直比西欧慢,5G的部署也因国家而异。部分原因是由于频谱分配过程缓慢,例如波兰的频谱拍卖直到2023年10月才结束。

与之相反,捷克共和国部署了中欧地区最大规模的5G专用网络之一。考虑到波兰拥有庞大的制造业基础和工业5G频谱的可用性,预计波兰也会很快跟进。

4G目前是占主导地位的技术,预计到2023年底将占签约总数的81%。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。

## 拉丁美洲

4G签约数仍在增长,目前是地区的主流技术。在2023年将新增约1300万,预计到2023年底,它将占签约总数的74%。然而,随着签约用户向4G和5G迁移,3G签约数将逐渐下降。

目前,该地区的许多国家正在拍卖5G频谱。2023年,哥伦比亚、乌拉圭和阿根廷成功完成了频段拍卖,而墨西哥、巴拉圭、萨尔瓦多和哥斯达黎加预计将在2024年进行5G拍卖。多米尼加共和国已计划在2024年进行频谱资源招标,以扩大国内的覆盖并重新分配未使用的资源。拟拍卖的频谱包括700 MHz、2300 MHz和3600 MHz频段。秘鲁的拍卖预计将在2025年左右进行。

由于该地区的宏观经济困难,5G签约数增长一直很缓慢,2023年底,5G签约数达到约3300万。5G签约数将在2024年后迎来快速增长,到2029年底,5G将占移动签约总数的52%。

## 印度、尼泊尔和不丹

在印度、尼泊尔和不丹,得益于5G网络的大规模部署、广泛的网络覆盖以及亲民的5G服务,印度的5G签约数到2023年底达到了约1.19亿。到2029年底,5G签约数预计将达到约8.4亿,届时将占该地区移动签约总数的65%。增强型移动宽带和FWA正成为5G的初期使用案例。该地区的移动签约总数预计将从2023年的12亿增长到2029年的13亿。4G仍然是该地区连接和数据增长的主要推动力。然而,随着5G的迅速普及,4G将日渐式微,预计4G签约数将从2023年的7.4亿下降到2029年的4.1亿。

## 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。2023年,5G签约数继续强劲增长,新增了2.34亿,总数达到了9.08亿。5G是唯一增长的签约业务类型,预计到2029年,该地区的5G签约数将达到18亿。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签约用户的增加对服务收入和ARPU都产生了积极影响。该地区对基于轻量化(RedCap)设备的新5G物联网解决方案有浓厚的兴趣。例如,在中国大陆,监管机构正在推动生态系统更快地做好准备,并计划到2024年在所有主要城市实现城市区域覆盖。三家运营商已在2024年初声称提供商用轻量化服务。

## 西欧

尽管该地区的5G签约普及率落后于其他发达市场,但今年5G签约数增长强劲,从2022年的7200万增长到了2023年底的1.43亿。该地区的5G渗透率达26%,但各国之间存在差异。英国和芬兰是最早推出5G服务的市场之一,已经实现了相对较高的渗透率,而其他市场的渗透率则较低。随着用户向5G迁移,4G签约数预计将大幅下降。预计到2029年底,5G签约数将达到4.8亿左右,届时渗透率将达到86%。

## 北美

中频频谱的增加使许多用户能够享受到更优质的多频段5G体验。2023年,5G的普及率继续强劲增长,年底签约数接近2.6亿。预计到2029年,北美的5G签约数将达到约4.3亿,占到移动签约总数的90%。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。

<sup>3</sup> 基于运营商(泰国、澳大利亚)、监管机构(新加坡)和政府声明(马来西亚)的数据。

# 北美地区：深入观察

美国和加拿大虽然使用的频段不同，但在全国范围内部署5G网络方面都取得了显著成就。

在每一期《爱立信移动市场报告》中，我们都会深入观察一个特定地区的趋势，这次我们研究了北美地区的美国和加拿大。

在美国，超过3亿人（占90%）居住在三大一级运营商提供5G低频覆盖的区域，而2.1亿至3亿人享有5G中频覆盖<sup>1</sup>。此外，美国已在主要城市地区部署了5G毫米波技术。这些重要的部署展示了该国在部署5G的5年里对技术进步和创新的持续承诺。

## 智能手机移动宽带

快速的网络建设使得5G智能手机签约数增长速度超越了以往几代技术。目前，北美有59%的智能手机签约数是5G，其中53%的美国签约用户和37%的加拿大签约用户对5G服务表示满意<sup>2</sup>。

随着5G的推出，运营商现在开始推出多种流量套餐，而不光是快速可靠的连接服务。四个5G流量套餐构建模块尤为突出：市场细分、差异化连接、服务捆绑和商业捆绑。这些构建模块是针对每个目标细分市场在两到四个流量套餐的基础。

强大的网络满足客户不断增长的数据流量需求，结合吸引力十足的资费方案，使得月度后付费用户流失率不到1%<sup>3</sup>。借助5G，运营商已扭转4G时代每签约用户收入下降之势，实现了增长。尽管收入增长仍低于通货膨胀率，但依靠连接、终端和应用的创新，有望充分实现5G的潜力。

## FWA媲美光纤，甚至超越有线服务

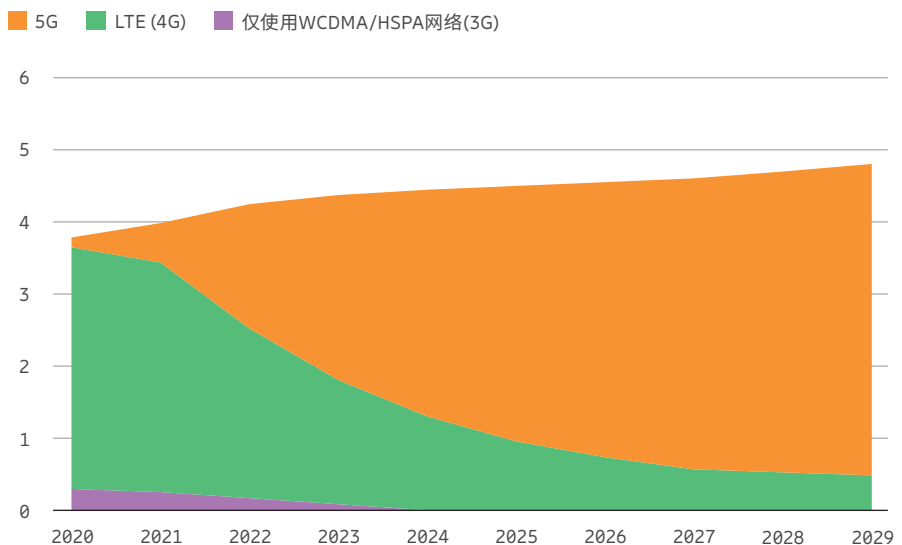
固定无线接入（FWA）迅速成为5G的第二大应用场景，在2024年第一季度已覆盖美国约900万个商业和住宅区<sup>4</sup>。这一扩张得益于创新解决方案，这些方案为FWA提供了完整的价值主张，为广泛的用户群体提供了可靠的高速连接。

5G中频的性能已经缩小了与有线基础设施的性能差距。美国联邦通信委员会（FCC）最近将固定宽带的标准提升至100/20 Mbps，FWA可以通过5G中频和低频达到这一标准。

最初推出的5G FWA注重简单性、室内自装设备以及优惠的价格方案。但在过去一年中，运营商开始更加谨慎地定价，减少促销活动甚至提高价格。此外，运营商还推出了新的FWA产品，包括专注于家庭体验的服务、漫游FWA以及新型室外自装接收器。

经历三年的增长后，FWA已经占据了所有固定宽带的净增长份额，其净推荐值与光纤相当，超越了有线服务。

图4：按技术划分的北美地区移动签约数（亿）



<sup>1</sup> 季度报告：AT&T、Verizon和T-Mobile。

<sup>2</sup> 爱立信消费者研究室，《5G价值：将性能转化为忠诚度》（2023年10月）。

<sup>3</sup> 季度报告：AT&T、Verizon和T-Mobile。

<sup>4</sup> 季度报告：AT&T、T-Mobile、USCC和Verizon。





北美地区广泛的5G渗透和高人口覆盖率为该地区的创新活动提供了肥沃的土壤。

### 使用5G网络的主要场所

一开始,美国市场就采用了毫米波技术,在人口密集或商业需求未得到满足的地区部署5G网络。这种部署主要分为两类:一是为特定商业活动而建的5G专网;二是在某个地点既服务消费者又服务企业的混合型公共/专用网络。

5G网络最初在体育场馆和大型场所部署,现已覆盖超过100个体育赛事和音乐会场地,为我们提供了如何从少数重点使用场所扩展到更多小型关键场所的宝贵经验。

5G最初部署在2020年年度美式足球决赛的场馆,一开始向所有球迷提供公共5G服务。随后,这项服务扩展到所有职业足球比赛场馆,以及其他职业体育赛事场地。这些市场达到饱和时,服务进一步扩展到了大学体育场馆。在美国,座位数超过2万个的体育场馆多达243个,提供了巨大的市场机会。

公共5G网络初具规模后,体育场馆进入了第二阶段的创新,专注于支持场馆内的所有商业运营。5G技术帮助在入口处进行票务和安全检查,连接食品和商品销售点,同时也为专业摄影师和电视摄制组提供便利的摄像机连接服务。

这种模式可以作为将5G服务扩展到其他使用场所的范例,比如服务于游客和企业的场所,例如:

- 机场(美国有64个机场,分别承载了超过全国0.5%的旅客流量)
- 酒店(美国有70家客房数量超过1000间的酒店)
- 大学(美国有279所研究型大学)

从大规模开始,逐步缩小规模,也是工厂、港口、仓库、军事基地和矿山领域专有网络发展的方向。上几代蜂窝网络是为支持大型公共网络而设计的。而现在,专有网络的挑战在于从每个类别的最大使用场所开始,逐步扩展到更小的地点,以实现市场覆盖的最大化。

### 美国和加拿大存在明显差异

美国和加拿大在5G部署方面存在重大差异。美国的运营商在低、中、高频段都部署了5G,而加拿大则主要在低、中频段部署。美国分配了150 MHz的未授权/共享CBRS频谱(3.55–3.70 GHz),而加拿大分配了80MHz(3.90–3.98 GHz)。在采用FWA方面,美国处于领先地位,而在光纤占宽带连接总数的比例上,加拿大(30%)高于美国(22.6%)<sup>5</sup>。

### 美国的技术生态系统

美国的技术生态系统因拥有强大的5G基础设施而受益,这为下一代技术创新奠定了基础。与此同时,美国早期的4G基础设施建设也为美国主导的数字经济铺平了道路。

移动操作系统和智能手机是推动移动宽带生态系统发展的关键。System-on-a-chip、服务器硬件、云执行环境、超大规模云基础设施、移动操作系统和终端等领域,都是两家或更多美国公司主导着全球市场。美国的芯片、服务器和云服务提供商正在推动向云原生核心和无线接入网(RAN)的转变。对于那些希望在家庭和办公室之外安全连接个人办公设备的混合模式办公人员来说,5G变得日益重要。在部署周期的后半阶段,我们预计美国的技术生态系统将进一步扩展,具备强大垂直集成能力的美国系统集成商、应用开发人员,以及《财富》500强企业,都将在本土验证解决方案,之后再向全球推广,特别是在实现5G、人工智能和云计算相结合的创新时。

<sup>5</sup> OECD(经合组织)宽带报告(2024年3月)。

# 移动网络数据流量

从2023年第一季度到2024年第一季度，移动网络数据流量增长了25%。

从下面的图表可以看出，相较于之前的报告，2022年第一季度之后的年度移动网络数据流量增长已进行了下调。这种调整反映了基础数据的变化，尤其是监管机构和运营商报告，在2023年下半年，一些人口密集市场的数据使用量出现了减少。

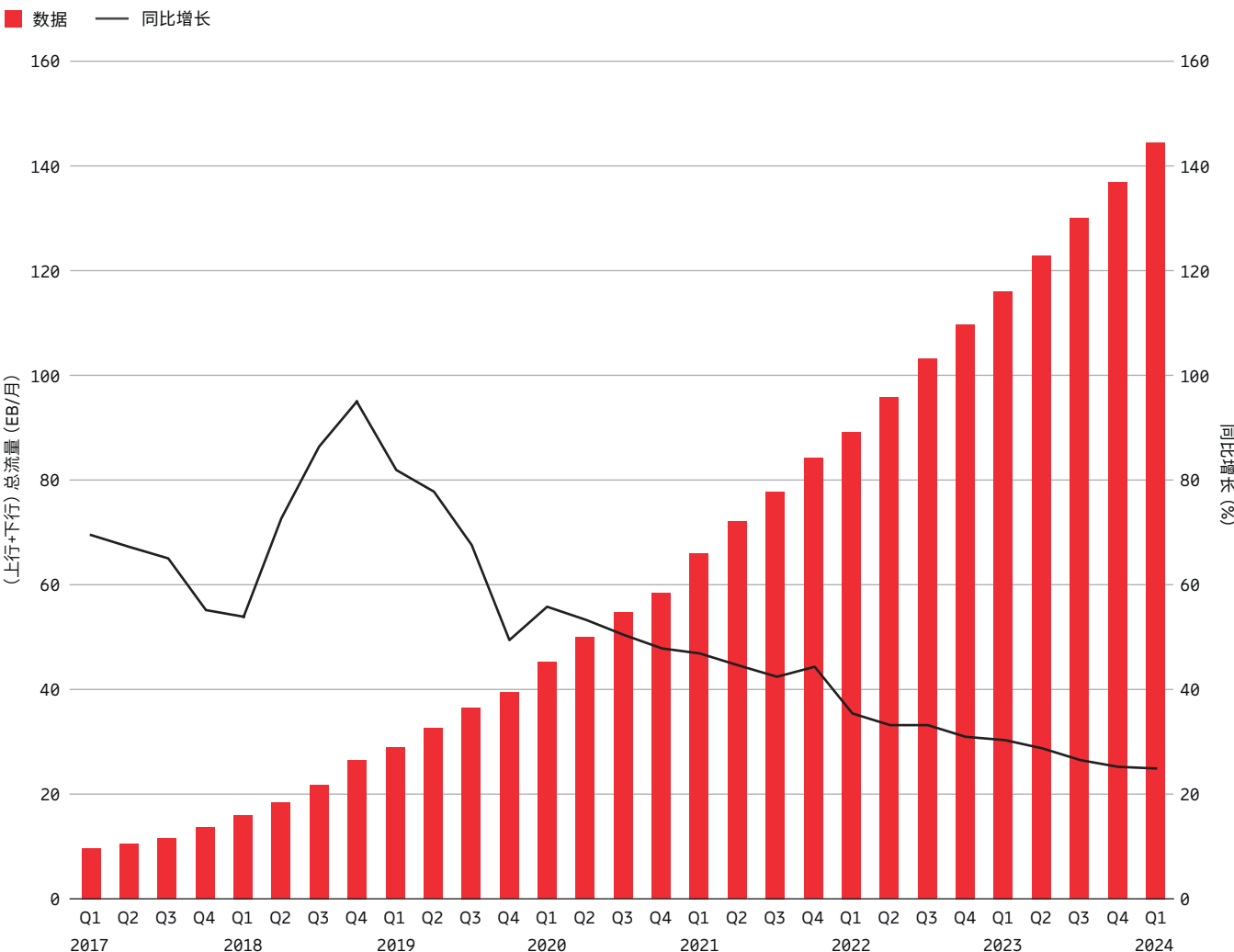
从2023年第四季度到2024年第一季度，移动网络数据流量环比增长了约6%，全球月移动网络数据流量达到了145EB。

智能手机签约数越来越多，每签约的平均数据量也越来越大，视频内容观看是

主要原因。这些因素推动了流量的持续增长。截至2023年底，视频流量已占到所有移动数据流量的73%。

图5显示了从2017年第一季度至2024年第一季度全球月度网络数据流量总计，以及移动网络数据流量的同比增长百分比。

图5: 全球移动网络数据流量和同比增长 (EB/月)



注:移动网络数据流量也包括由固定无线接入服务产生的流量。

# 到2029年, 5G将占移动数据流量的约75%

签约用户迁移到下一代移动技术是推动流量增长的因素之一。

如第10页所述, 与上一份报告相比, 移动网络数据流量数据有所下调。这主要是由于监管机构 and 运营商报告, 在2023年下半年, 人口密集市场的数据使用量在减少。

然而, 虽然起始基数相对较小, 但从2023年至2029年, 全球移动数据流量的年增长率预计将保持不变。全球移动数据流量总量 (不包括固定无线接入 (FWA) 服务产生的流量) 预计将增长约3倍, 到2029年达到每月313 EB。若计入FWA贡献的流量, 移动网络总流量预计将增长约3.5倍, 到预测期结束时将增至每月466 EB。

截至2023年底, 5G流量在移动数据总流量中的占比已从2022年底的17%上升至25%。预计到2029年, 这一比例将增长到约75%。

### 预测工作面临的挑战

预计到2029年, 移动数据流量将以约20%的复合年增长率 (CAGR) 增长。在预测期内, 不同地区的移动数据流量年增长率将以不同的速度放缓。预计到2027年, 移动数据流量年净增量将达到顶峰, 随后进入一个相对平稳的阶段。由于调整后的起始基数较小, 因此即便增长率保持不变, 我们对2029年的总数据流量预测也低于先前的估计。

影响预测数据的因素有很多。为了更直观地展示这些挑战, 报告中的图8和图9分别显示了移动数据总流量 (EB/月) 和每部在用智能手机使用的数据流量 (GB/月) 的高增长率与低增长率场景。

移动数据流量的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, 不同地区、市场和运营商之间也存在显著差异。至于2029年的数据流量预测会接近高增长率还是低增长率场景, 以下几个因素可能会起到决定性作用:

- 全球宏观经济形势的变化 (如通货膨胀和利率变动)
- 在印度、拉丁美洲、东南亚和非洲地区, 签约用户逐渐迁移到新一代移动技术
- 智能手机出货量的变化
- 新的消费类应用 (如XR)、新的先进设备和人工智能工具的普及
- FWA连接日益普及, 正在改变FWA和移动数据流量的占比
- 已部署网络的性能持续改进

正如过去几年所看到的, 宏观经济形势可能会随着全球通货膨胀、利率变动和其他因素而发生重大变化。这会对消费者为移动服务付费的意愿产生重大影响, 从而影响移动数据的使用量。

在印度、拉丁美洲、东南亚和非洲等关键地区, 预计未来几年将有大量用户迁移到新一代移动技术。这些用户未来的流量使用模式将受到网络能力、资费方案和可用服务的影响。

图6: 全球移动网络数据流量 (EB/月)

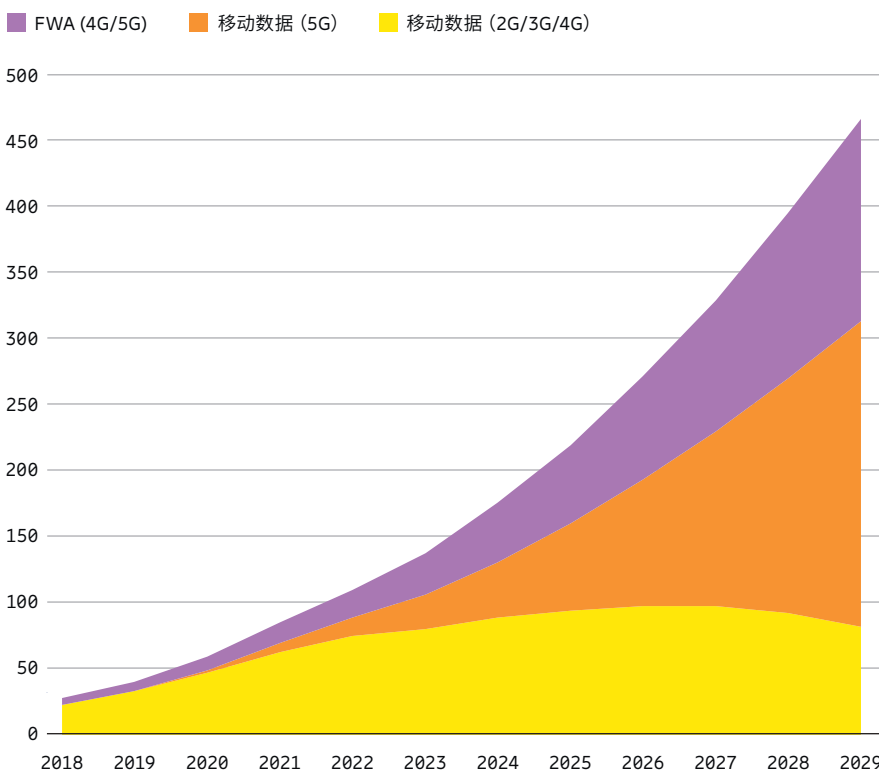
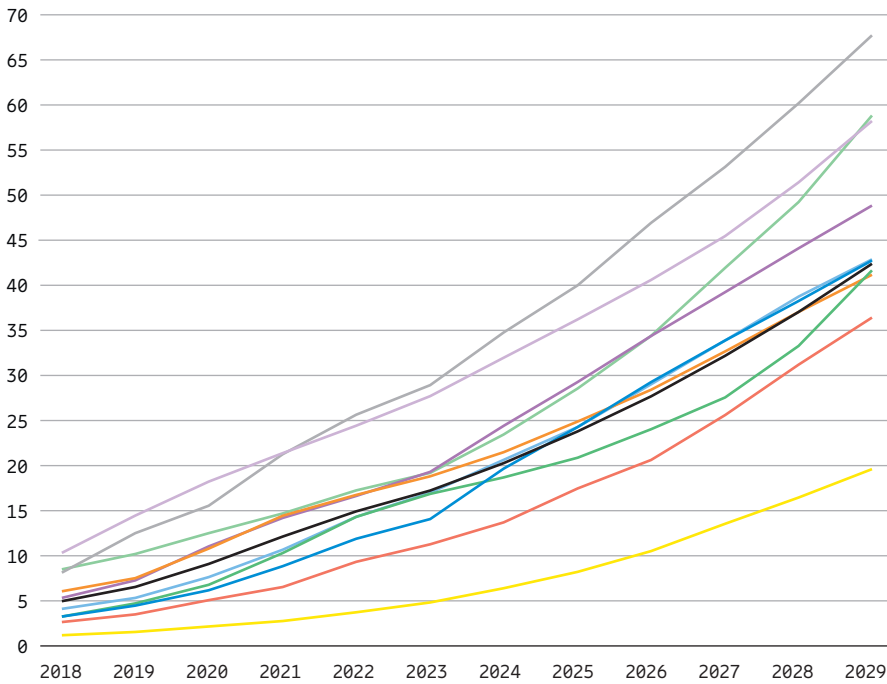


图7: 每部在用智能手机使用的移动数据流量 (GB/月)



地区	2023	2029	CAGR 2023-2029
印度、尼泊尔、不丹	29	68	15%
北美	19	59	21%
海合会国家	28	58	13%
西欧	19	49	17%
中东和北非 <sup>1</sup>	14	43	20%
中欧和东欧	17	43	17%
东南亚和大洋洲	17	42	16%
全球平均值	17	42	16%
东北亚	19	41	14%
拉丁美洲	11	36	22%
撒哈拉以南非洲地区	5	20	26%

截至2029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。

在固定宽带连接有限的地区,由于固定无线接入(FWA)的持续普及,家庭流量很可能会从智能手机转移到FWA,特别是在流媒体服务方面。这一转变可能会影响到这些地区的每部智能手机使用的平均流量数据(以GB计)。

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已部署网络性能的持续改善而导致的数据消耗的增长。

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。

图8: 全球移动数据流量场景 (EB/月)

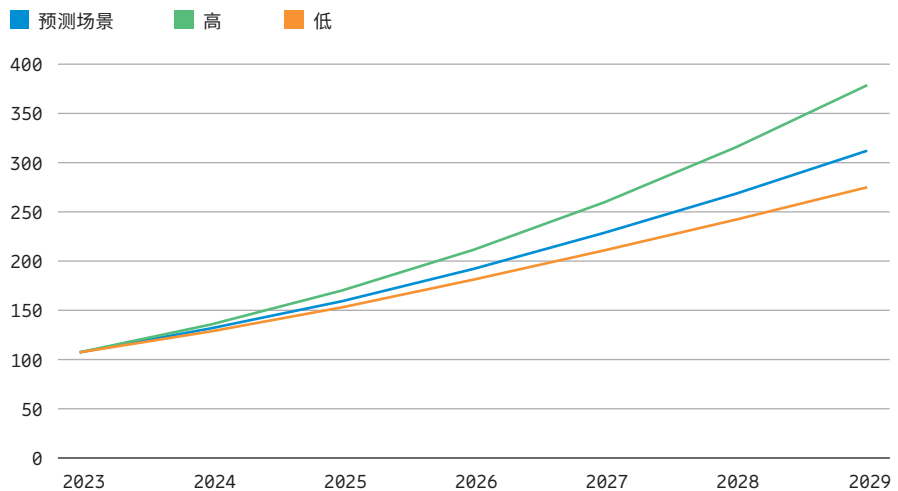
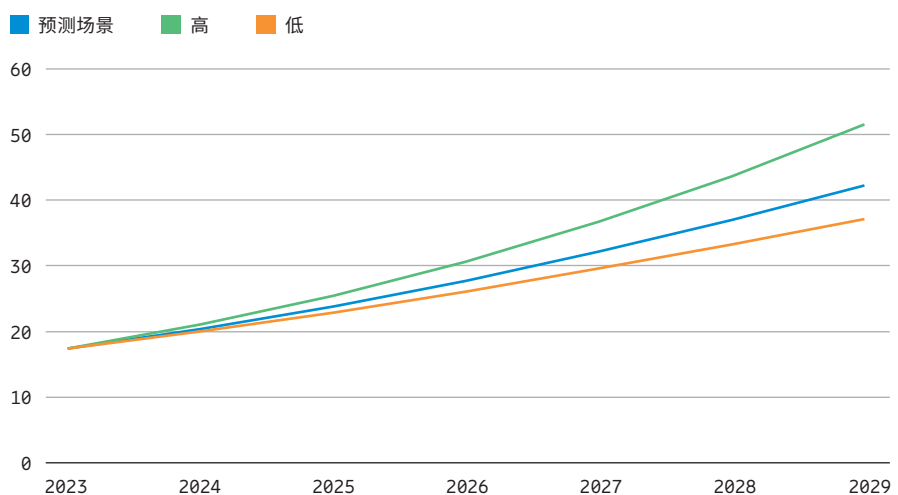


图9: 全球每部在用智能手机的移动数据流量场景 (GB/月)



<sup>1</sup> 所有中东和北非地区的统计数据均包括海合会国家。

# 差异化连接推动业务增长和服务创新

运营商为消费者和企业提供的主要连接服务基于“尽力而为” (best-effort) 性能模式。随着采用5G独立组网 (SA) 架构的高性能可编程网络的出现，我们迎来了推动服务创新和采用性能导向商业模式的新机遇。

在数字化、自动化和电气化的浪潮中，社会和商业环境正在经历深刻的变革。云计算、人工智能 (AI) 和移动连接等技术成了推动这场变革的主要驱动力。人工智能技术的重要性不断增加，正越来越多地用于为交通、能源、教育和日常生活等领域开发智能解决方案。同时，为了确保特定流量和应用的性能水平可预测，业内正大力增强移动连接，以补充当前的“尽力而为”<sup>1</sup>移动宽带服务。预计，这将为企业和社会带来经济效益，并助力政府实现可持续发展目标。

## 赋能新服务

5G独立组网提供多种先进功能，如网络切片、无线资源分区和增强型流量调度，有望实现性能可预测的差异化连接。这些功能具有端到端编程能力，不仅可以满足消费者和企业应用的多样化性能需求，还为应用服务提供商 (ASP) 打造了一个以用户为中心的5G创新平台。应用服务提供商可以充分理解和利用这个平台，并在需要特定

移动网络服务时付费。这些性能级别可以作为签约服务提供，也可以通过API接入，为市场带来了全新的商业模式。

5G创新平台集可预测的性能和网络API于一身，将帮助应用服务提供商开发增强型应用，从而加速企业和整个社会的数字化进程。

## 引导数据流

为了便于应用服务提供商充分利用这个5G创新平台，帮助开发创新的服务，业内将无线数据传输性能划分为四个类别。这样，应用服务提供商只需回答两个简单问题，就能轻松地将流量划分到合适的性能类别。第一个问题是，应用是否需要传输固定数量的数据，或者能否根据可用的吞吐量进行调整？第二个问题是，应用是否必须实时接收数据，还是可以缓冲？

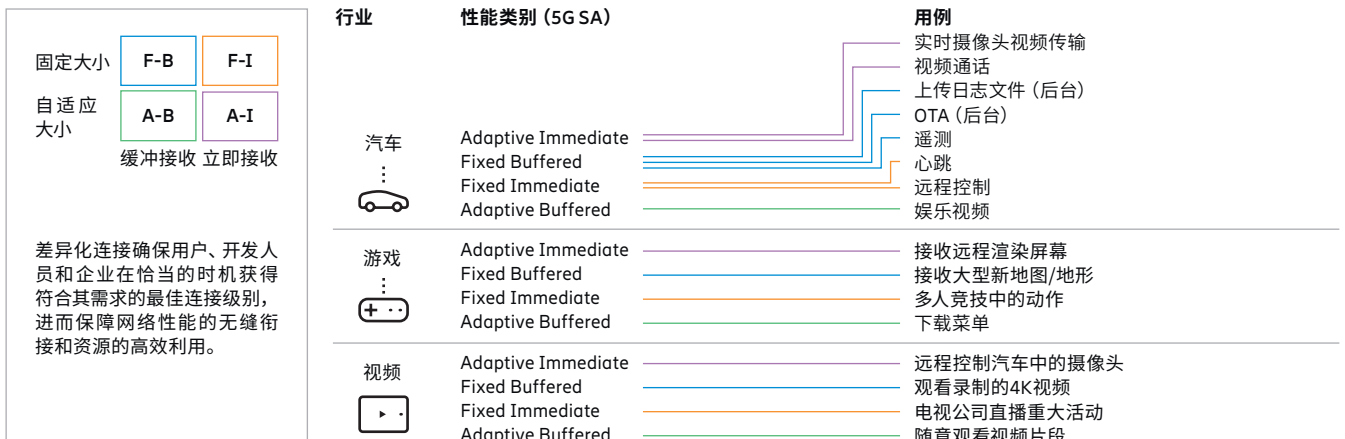
对这两个问题的回答决定了应该将数据流划分到哪个性能类别。

通过为不同级别的网络性能设定溢价，运营商就能够提供满足各种客户需求的服务，从而开辟新的收入渠道。通过提供性能级别不同的服务，可以帮助他们实现盈利性业务增长。

**性能类别**按照数据传输的方式（固定还是可调整）以及数据消费的需求（即时处理还是先缓冲再使用）被细分为四个不同的类型。

**性能级别**提供了一个框架，进一步细化每个类别的具体能力和特征。例如，在“Adaptive Buffered”类别中，需要保证在98%的时间内，传输速率能够超过2 Mbps。“Fixed Immediate”类别则要求在95%的时间内，时延保持在90毫秒以下。

图10: 汽车、游戏和视频用例的四个性能类别



<sup>1</sup> “尽力而为”移动宽带是指运营商不保证特定性能水平的服务。

# 内容到达时间:5G中频的出色用户体验

使用5G中频网络的智能手机用户将享受更快速的内容加载,从而获得更加卓越的用户体验。

## 重要洞察

- 一家领先运营商的测量结果显示,在5G中频,97%的用户活动内容到达时间不到1.5秒。相比之下,使用5G低频段和4G网络(所有频段)时,这一比例分别为67%和38%。
- 要实现卓越的智能手机用户体验,无论用户身处何处,“点击”后下行吞吐量必须保持在20 Mbps以上。
- 领先的运营商正在推广5G中频的部署,旨在提升智能手机用户体验,同时减轻经常拥堵的低频段的负担。

内容到达时间是指从用户“点击”到视频开始播放或完成网页加载的时间。消费者研究表明,内容到达时间对移动宽带用户体验有很大影响;消费者希望能随时随地即时访问内容,特别是在智能手机上显示5G图标时。良好的用户体验对于最大限度地减少客户流失、保持客户满意度和忠诚度至关重要。

爱立信智能手机研究室(Ericsson SmartphoneLab)的一项研究表明,考虑到当今最常用的网络和流媒体视频内容,出色的智能手机用户体验需要在点击时立即提供至少20 Mbps的下行吞吐量和1 Mbps的上行吞吐量<sup>1</sup>。超出这个速度范围后,用户体验的进一步提升将非常有限。

## 为什么内容提供商重视内容到达时间

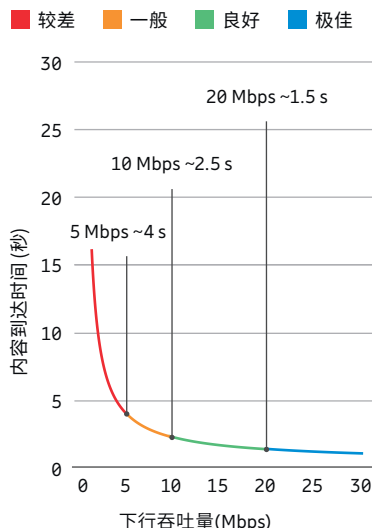
内容到达时间,作为评估用户体验的关键指标,一直是内容提供商行业关注的焦点。为了最大限度地缩短这一时间并提升用户体验,诸如内容分发网络(CDN)等专门的行业分支应运而生。目前,大多数将用户体验放在首位的在线公司都已将CDN纳入其运营战略。这样做的目的在于维护品牌形象、留住客户以及提升转化率。对于任何在线公司来说,稳定地保持较短的内容到达时间至关重要。在5G和4G网络中,内容到达时间主要取决于用户“点击”时设备可用的上传和下载速度<sup>2</sup>。

## 利用5G中频提升用户体验

图11所示的内容到达时间模型基于Google<sup>3</sup>提出的用户体验评级标准,并新增了“极佳”这一级别,形成了从“极佳”(<1.5秒)到“较差”(>4.0秒)的用户体验评级体系。根据该模型,要实现“极佳”级别的内容到达时间,下行吞吐量需至少达到20 Mbps。

在北美某商业移动宽带网络中的测量分析显示,对于通过5G中频、5G低频和4G(包括所有频段)连接网络的用户,内容到达时间存在显著差异。测试人员测量了用户在一周内全天候(24小时)的每一次网络体验,并基于从无线接入网中收集的数十亿个数据样本进行了分析。

图11: 内容到达时间用户体验模型



## 方法论

爱立信智能手机研究室(Ericsson SmartphoneLab)开展了一项研究<sup>4</sup>,深入探讨了内容到达时间与点击时刻的吞吐量(设备在内容到达时间阶段可用的下行吞吐量)之间的关系。为了揭示这一关系,研究团队选取了包括视频流媒体、社交媒体、电子商务、媒体新闻和企业网页在内的多种内容类型进行分析。研究结果如图11所示,同时考虑了预期的流行内容数量增大(以MB计)及设备处理能力提升等多种因素。

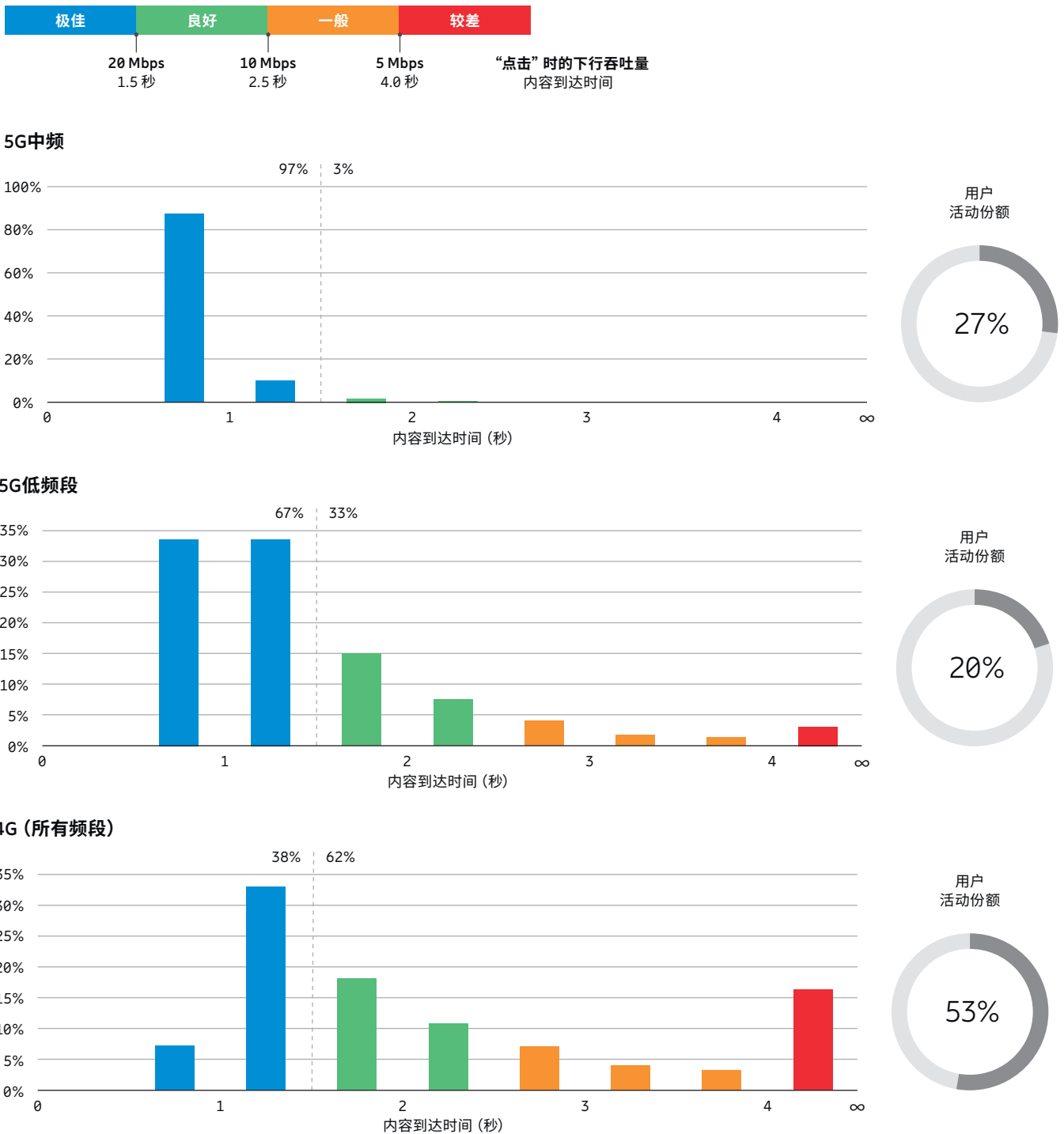
<sup>1</sup> 注:对于视频会议,建议上行吞吐量至少达到4 Mbps,以获得最佳性能。请访问:learn.microsoft.com/en-us/microsoftteams/prepare-network。

<sup>2</sup> 爱立信,“谁关注5G网络的峰值下载速度?”(2022年1月18日)。

<sup>3</sup> web.dev,“优化最大内容绘制”。

<sup>4</sup> 《爱立信移动市场报告》,“内容到达时间(Time-To-Content, TTC):网络性能的客观指标”(2021年11月)。

图12: 北美地区网络用户体验



根据图11所示的关系,我们将每个用户点击时刻的吞吐量样本与内容到达时间样本相对应。结果如图12所示。分析显示,在5G中频,97%的用户活动内容到达时间不到1.5秒。相比之下,在5G低频段,这一比例为67%,而在4G网络(所有频段)中,仅为38%。

这项分析表明,在提升用户体验方面,5G技术相较于4G有着明显优势。中频频谱在覆盖范围和容量之间找到了一个理想的平衡点,有效地弥合了低频和高频频段在

速度、容量、覆盖范围和渗透方面的差距。通过聚合中频载波与现有的低频载波,不仅可以扩展中频的覆盖范围,还可以减轻经常拥塞的低频段的负载。这一策略显著提升了这两个频段的用户体验。目前,领先的运营商正致力于在全国范围内推广5G中频的部署,希望借此提供始终如一的卓越用户体验。

**提高整个网络的容量,确保出色的用户体验**  
同一地点上有多台设备同时活动时,容易

导致无线接口拥塞,造成下载速度变慢。随着一天中人口密度的变化,网络的不同区域会出现不同程度的大流量负载。例如,早晨时段,公交车站和火车站附近的人口密度通常较高,而城市商业区则要低一些。为了确保用户在使用智能手机时获得卓越的体验,即便在人流密集的区域和高峰时段,用户每次点击时其智能手机的下行吞吐量也应保证至少达到20 Mbps。

# 利用5G能力实现创新的移动服务套餐

爱立信对全球308家移动运营商提供的零售套餐的最新研究<sup>1</sup>显示，5G服务正在逐渐成为消费者的标准选择，尤其是高ARPU值市场。

## 重要洞察

- 在一些市场，运营商开始利用5G独立组网(SA)带来的能力，推出差异化连接服务。
- 不限流量套餐与市场份额的变化之间并无直接关系。
- 竞争环境缓和了产品基本特性的变化，并削弱它们的长期影响。

目前，全球约有50个网络实施了5G独立组网(SA)。在逐步推出5G服务的市场中，运营商正打着5G+的口号进行宣传，并在流量套餐中加以体现。在一些市场，运营商开始利用5G SA带来的能力，推出差异化连接服务。

其中一些服务是通过固定无线接入(FWA)提供的，保证了至少与固定宽带相当的最低速度或宽带连接质量。

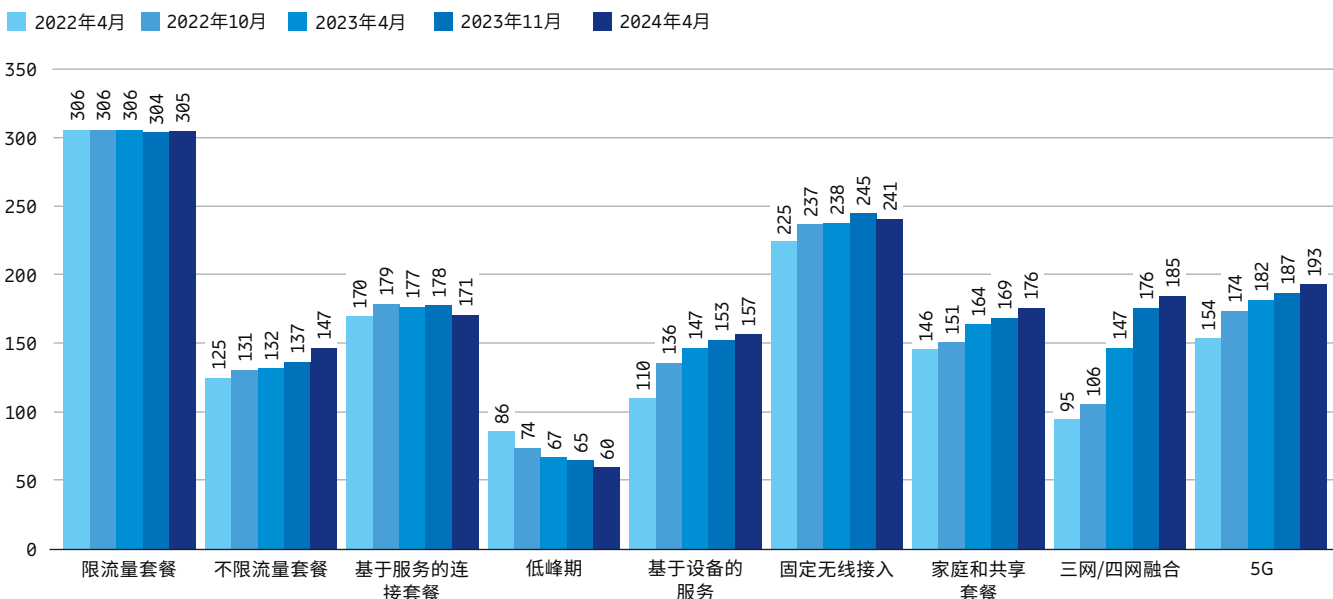
差异化服务的另一个重点领域是上行连接，比如用于现场直播或流媒体的服务。这些服务主要面向专业和国家级广播公司，或需要更稳定的上行链路，以在社交媒体平台上分享其内容的网红。

大约99%的受访运营商提供某种形式的限量套餐，而约48%的运营商为用户提供了一种或多种不限流量套餐。在这方面，地区差异非常显著，尤其是西欧地区，有89%的运营商在其资费结构中包含了不限流量套餐。

已经推出5G服务的运营商提供不限流量套餐的比例远高于仅提供4G服务的运营商，分别是64%对22%，几乎是后者的三倍。

此外，运营商定期更改资费方案已成为行业常态，有时甚至会有结构性变化。我们的研究显示，尽量减少可用套餐的数量，或者将所有套餐统一升级为包含5G服务，已成为行业内的一种流行做法。运营商实行这种策略，一个原因可能是为了简化结构，降低过于复杂的套餐目录的成本。另一个原因可能是为了提高ARPU值；大多数市场上的竞争都非常激烈，运营商们互相观察，经常模仿对方的成功做法，或是寻找新的途径以减少对市场份额和收入的重大影响。

图13: 运营商数量(按提供的服务类型划分)



<sup>1</sup> 2024年4月。



### 不限流量套餐无助于增加市场份额

虽然推出不限流量套餐是运营商在产品结构上的一项重要变革,但一旦推出不限流量套餐,将无法再提供更高级别的限流量套餐。这意味着数据流量会无限增长,但不会增加收入,因此必须使用其他手段和标准进行细分。这些手段可能包括使用网速作为区分因素,或提供额外的内容或增值服务。推出不限流量套餐的动机通常是为了扩大用户群和增加数据使用量。

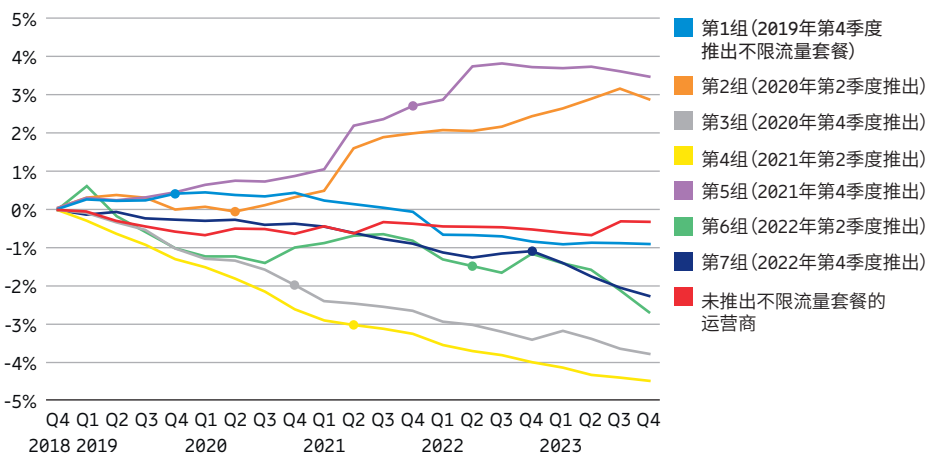
一个有趣的问题是,一家或几家运营商推出不限流量套餐,是否会对其签约用户市场份额产生明显影响。从2019年年初到2023年第四季度,我们每半年收集一次服务套餐数据。我们将这些数据与同期的财务报告进行了对比分析,发现了一些趋势。

在西欧的17个主要市场中,不限流量套餐的使用率最高。按照推出不限流量套餐的时间(季度),我们将12个市场上的41家运营商进行了分组和命名,并绘制了2018年以来各组的综合市场份额变化图。由于其中5个市场在分析期间没有显著变化,或者所有运营商都在同一时间段(相差不到半年)内推出了不限流量套餐,因此我们的分析未包括这些市场。尽管如此,分析结果并未显示出明确的规律和关联,如图14所示。

图中的小圆点代表各运营商推出不限流量套餐的具体季度。其中,只有第2组(2020年第二季度推出)的四家运营商在推出不限流量套餐后实现了持续的市场份额增长。而第5组(2021年第四季度推出)的三家运营商的市场份额在推出不限流量套餐之前就已经开始增长。其他运营商在推出不限流量套餐前后的市场份额要么保持不变,要么呈下降趋势。总体来看,那些从未推出不限流量套餐的运营商似乎并未受到其他运营商的太大影响,他们的市场份额走势与最早推出不限流量套餐的运营商相似。

此外,在收入增长方面,增长最强劲的反倒是从未推出不限流量服务的运营商组和一家到2021年第四季度才推出不限流量套餐的老牌运营商。

图14: 西欧推出不限流量套餐的运营商所占的市场份额变化



### 市场深入观察

西欧的大部分市场与全球其他地区相似,通常在首家运营商推出新服务后的不到一年到一年半内,其他竞争者也会相继推出类似的服务。这实际上表明,不限流量套餐已不再是市场上的独特卖点,其他因素逐渐成为影响市场份额的关键。

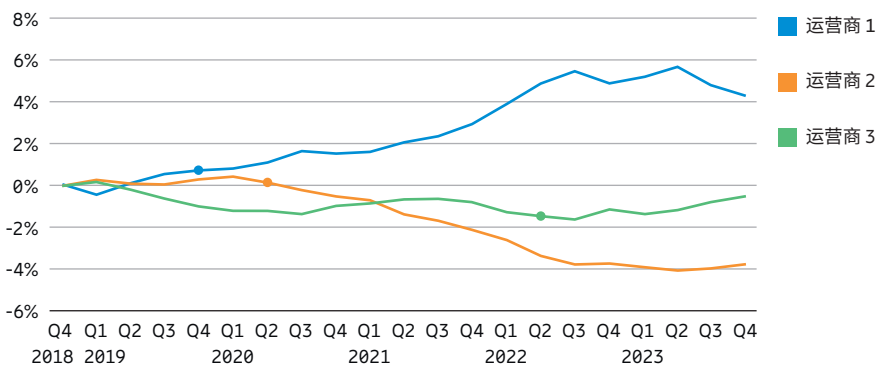
尽管如此,在六个市场中,至少有一家运营商在首家推出不限流量套餐的两年多后才跟进,或者至今一直未推出。对这些市场的单独分析显示,大体模式与之前相似。仅在一个市场中,最早推出不限流量套餐的运营商在推出后不久便实现了持续的市场份额增长(见图15)。而在另外四个市场,情况却恰恰相反,最先推出不限流量套餐的运营商反而在失去市场份额。还有一个市场的情况是,运营商的市场份额在推出不限流量服务的两年后才开始增长,因此这一增长并不能直接归因于套餐变更。

总之,市场份额是许多因素共同作用的结果,其他因素对市场份额数字的影响可能更大;价位和营销信息以及服务打包方式都在不断变化,而且很多甚至大多数变化往往会受到竞争对手的挑战和反击。

### 利用更多差异化服务增加收入

上一份报告中讲到,各个市场上的消费者可选择的服务之间几乎没有差异<sup>2</sup>。在西欧等成熟市场,单个运营商的市场份额的变化,只是因为签约用户在不同运营商之间转移。总体市场规模保持不变,当竞争者试图缓解这些变化时,最终的结果可能导致整体收入减少和市场萎缩。基于当前的发现,寻求新的解决方案来满足用户需求显得尤为重要,这些解决方案要可持续,特别是在有效增加收入方面。这很可能意味着,运营商需要提供更多差异化服务,而且必须远超当前研究显示的水平。

图15: 某市场上一家运营商在率先推出不限流量套餐后的市场份额增长情况



<sup>2</sup> 《爱立信移动市场报告》,“利用5G优势提供移动服务套餐”(2023年11月)。

# 目前, 40%的固定无线接入(FWA)运营商提供基于速度的FWA服务

目前, 40%的FWA运营商提供基于速度的资费方案, 相比之下, 一年前只有27%, 表明市场增长势头强劲。

过去一年, FWA稳步增长, 主要体现在以下几个方面:

- 通过5G网络提供该服务的运营商比例增加
- 提供基于速度的资费方案的运营份额增加
- 流量增加, 包括连接数和每条连接使用的流量总量

## 全球FWA持续增长

爱立信对移动运营商的零售套餐的最新研究<sup>1</sup>显示, 约有80%的运营商现已开始提供FWA服务。目前有128家运营商通过5G提供这项服务, 占FWA运营商总数的53%。

## 基于速度的资费方案继续增长

基于速度的资费方案通常用于固定宽带服务, 例如通过光纤或电缆提供的服务。这种资费模式已为消费者所熟知, 使运营商能够充分利用FWA作为宽带的替代方案实现盈利。目前, 有40%的FWA运营商提供基于速度的资费方案, 相比一年前的27%有了显著增长。其余60%的FWA运营商仍在采用基于流量的资费方案, 即每月数个GB的流量包。

图16: 2021-2024年间全球运营商对FWA服务的提供情况

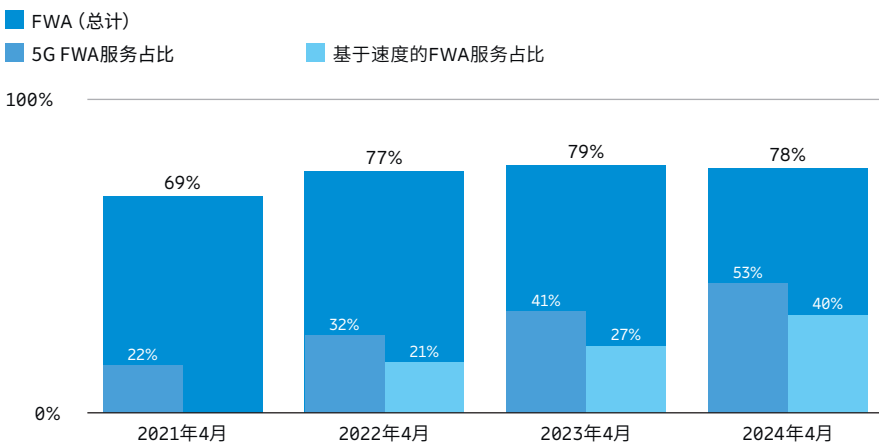
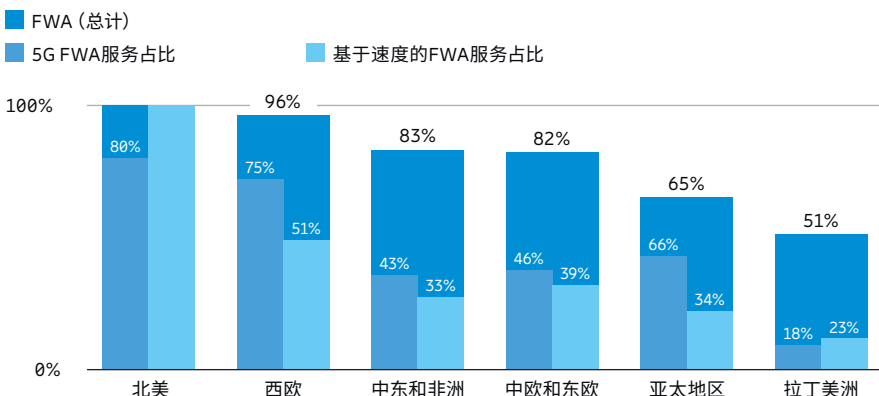


图17: 2024年各地区运营商对FWA服务的提供情况



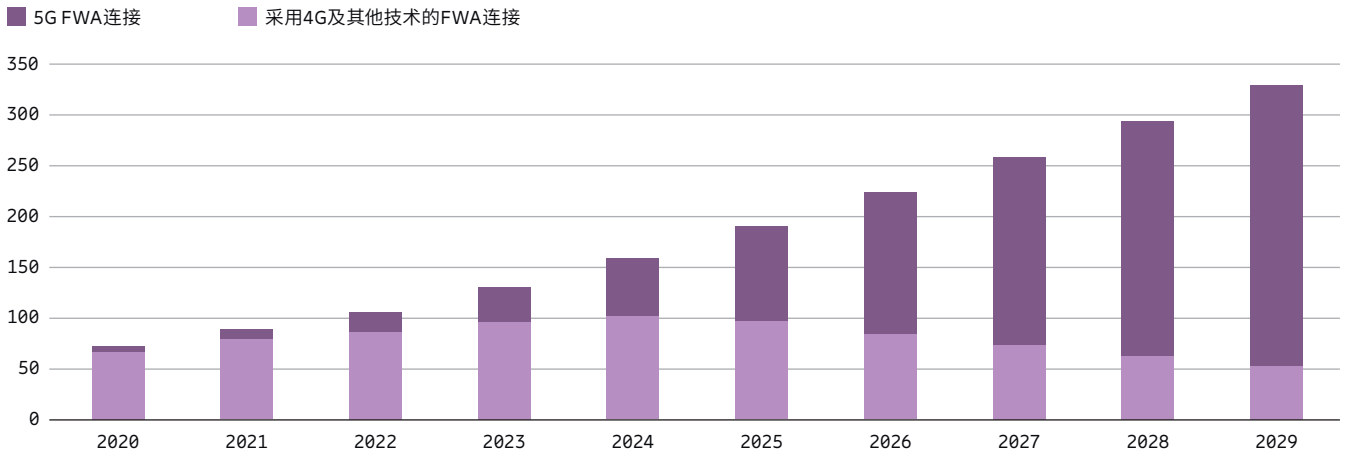
## 各地区情况不同

提供FWA服务的运营商比例在各地区差异很大:

- 在六个地区中, 四个地区有超过80%的运营商现已提供FWA服务, 显示出FWA在全球范围内的广泛普及。
- 目前, 北美是提供FWA服务的运营商比例最高的地区, 所有运营商都提供基于速度的FWA服务, 其中80%的运营商通过5G网络提供这些服务。
- 在过去的一年里, 西欧在基于速度的FWA产品方面实现了最快速增长, 提供FWA服务的运营商比例从30%增长到了50%, 在全球排名第二。
- 在中东和非洲地区, 提供5G FWA服务的移动运营商比例也稳健增长, 从30%增至43%; 同时, 提供基于速度的资费方案的运营商比例也从14%增至33%。

<sup>1</sup> 约占全球移动收入90%的310家运营商。

图18: FWA连接数 (百万)



**FWA运营商的发展情况**

- 在过去的一年里,有18家运营商在新兴市场推出了5G FWA服务,约占全球新服务的65%。这些服务是在人口密集的国家推出的,如印度、巴西和尼日利亚。
- 截至2024年4月,全球有128家运营商提供5G FWA服务,其中54家来自新兴市场,占比达到42%。
- 芬兰和印度的两家运营商已经推出了基于5G独立组网(SA)的高级FWA连接服务。这些服务利用网络切片技术,提供可靠、有保证的服务,例如8K视频等高性能体验。
- 在美国,四大运营商的FWA连接数量呈现出强劲的增长势头,从2023年第一季度的500万连接激增至一年后的近900万。

- 最近的调查显示,FWA的财务影响也日益凸显。美国的一家运营商报告其FWA季度收入达到了4.52亿美元,同比增长76%。而东北亚一家领先运营商的FWA收入增长了40%,实现了高达80%的息税折旧摊销前利润率。

**到2029年,FWA连接预计将超过3.3亿**

预计到2029年底,FWA连接数将从2023年底的1.3亿增至3.3亿。这一数字占固定宽带连接的18%。在这3.3亿的连接中,预计近85%是5G FWA连接。

**到2029年,亚太地区的FWA连接数将占全球总数近50%**

该预测囊括了新兴市场5G FWA的宏伟目标,

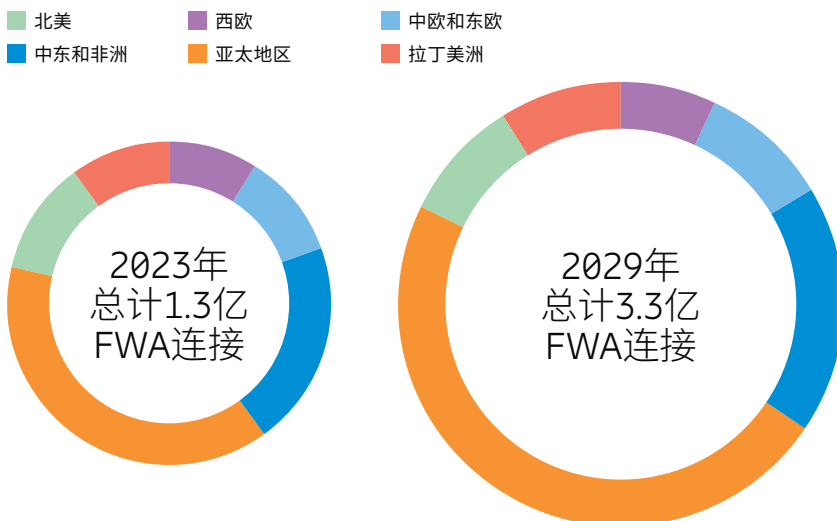
即新兴市场将增加连接数和5G FWA连接的份额。大型高增长国家(如印度)的5G FWA数量增加,有可能推动整个5G FWA生态系统的规模经济,使得客户端设备(CPE)价格更加亲民,进而将对低收入市场产生积极影响。

预计到2029年,亚太地区的FWA连接数将增长3倍多,在全球FWA连接中的份额将从39%增加到48%。

**FWA对全球移动数据流量的影响**

截至2023年底,FWA数据流量占全球移动数据总流量的22%,预计在预测期内将增长5倍以上,到2029年达到154 EB,届时将占移动网络数据总流量的30%以上。

图19: FWA连接的地区分布: 2023-2029



过去一年里,所有新推出的5G FWA服务中有65%来自新兴市场。

65%

# 5G中频人口覆盖率达到35%

中国大陆外其他地区的5G中频人口覆盖率已经达到35%。北美和印度地区迅速部署，中频覆盖率分别达到了85%和90%。

5G的建设仍在继续，全球已有约300个网络投入商业运营。截至2023年底，全球（不包括中国大陆）5G人口覆盖率达到40%左右，预计到2029年将增加到约80%。目前，全球部署有830个4G网络，其中346个已升级为LTE-Advanced，161个为千兆LET网络<sup>1</sup>。截至2023年底，4G全球（不包括中国大陆）人口覆盖率已超过85%，预计2029年将达到95%以上。

## 不同地区5G人口覆盖率的巨大差异

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

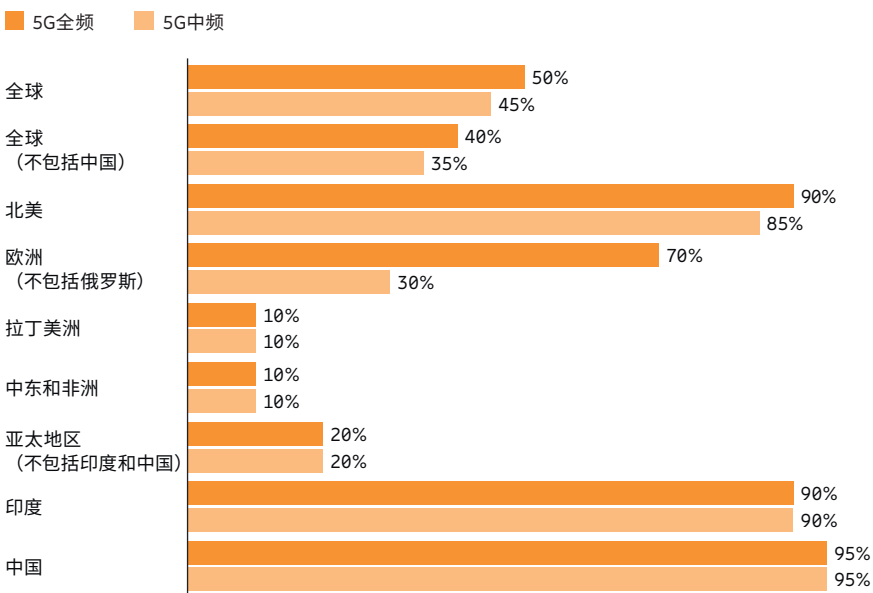
市场都可以使用。结合低频FDD 5G载波，它可以提供全覆盖和移动性。截至2023年底，全球（不包括中国大陆）5G中频人口覆盖率达到35%，但是各地区之间的覆盖率却有所差异。在拉丁美洲、中东和非洲，无论是全频覆盖率还是中频覆盖率，均未超过10%。而在亚太地区（不包括中国和印度），这一比例已经达到20%。同时，截至2023年底，欧洲的5G全频人口覆盖率已达到70%，但中频覆盖率仅为30%，两者之间的差距显著<sup>2</sup>。这是因为一些国家的中频频段可用性有限，导致5G主要在低频段部署。

为了实现完整的5G体验，这些地区仍需进一步扩展网络覆盖。中国大陆以外地区的覆盖率增长主要由印度和北美的大规模中频部署带动。

截至2023年底，印度已经完成了广泛的中频网络建设，使得其5G人口覆盖率超过了90%。北美的运营商已经在低、中、高三频段部署了5G，低频段目前覆盖了约90%的人口。他们也大规模部署了中频，人口覆盖率在2023年底达到了约85%。

尽管全球范围内的5G覆盖率有了显著提升，但在全球（不包括中国大陆）所有基站中，仅有大约25%升级到了中频5G。

图20: 按地区划分的世界人口覆盖率和中频覆盖率 (到2023年底)



注: 这些数字是四舍五入的, 且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。

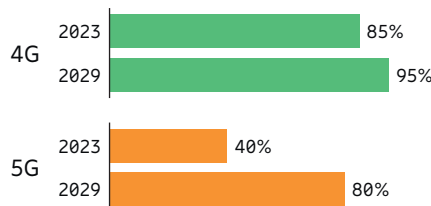
<sup>1</sup> 爱立信与GSA合作 (2024年5月)。

<sup>2</sup> 这些数据未包括俄罗斯。

到2029年底, 全球 (不包括中国大陆) 5G人口覆盖率将达到约80%。

# 80%

图21: 全球 (不包括中国大陆) 人口覆盖率 (按技术划分)



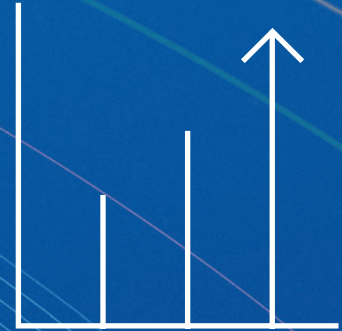
注: 之前版本的《爱立信移动市场报告》中的类似图表中包括了中国的覆盖数据。

# 文章

5G是创新的跳板，运营商正期待借此推动变革。在后面的文章中，我们探讨了与Telia及AstaZero合作打造的智能交通系统的未来，Airtel的5G网络为印度企业创造的转型机会，与AT&T携手构建可编程网络的可能性，以及如何与Rogers携手在地下部署5G网络。



在AstaZero测试场，通过NorthStar网络建立的5G独立组网(SA)连接提供有效手段，推进智能交通系统的发展。



Airtel在印度广泛部署的5G网络为企业带来了转型机会，同时通过更广泛的5G网络覆盖和更高的速度改进了消费者体验。



网络可编程性为AT&T带来必要的敏捷性和可靠性，帮助轻松满足日益增长的差异化服务需求。



每年有超过3亿乘客乘坐多伦多地铁。请看Rogers如何部署地下5G网络，让他们在通勤时能互联互通。

# NorthStar 5G网络如何激发创新

通过NorthStar尽早利用全新的5G网络功能,使瑞典的领先企业能够开发并测试新的差异化连接解决方案。AstaZero正利用这一机会,引领自动驾驶汽车解决方案和主动安全系统发展浪潮。

## 重要洞察

- 5G技术,尤其是网络切片,蕴含巨大潜力,有望制定汽车通过差异化连接进行通信的新标准。
- 在安全的环境中利用5G技术,将帮助加速开发新的更安全、更可持续的交通解决方案。
- AstaZero探索汽车行业用例,但基于连接特征提供不同网络性能级别的模式在所有行业都可产生共鸣。



Telia是瑞典市场领先的运营商,为北欧和波罗的海地区提供创新的服务,帮助打造数字化程度更高、更可持续的社会。

## AstaZero

AstaZero是全世界第一个全规模测试场,专门设计用于帮助开发先进的汽车技术和主动安全系统。AstaZero归瑞典科学技术研究院(RISE)所有,工业合作伙伴包括沃尔沃集团、沃尔沃汽车、斯堪尼亚、高通和APTIV。

### 测试场

AstaZero的测试场位于瑞典哥德堡郊外,提供一个受控环境来测试主动安全系统、自动驾驶和车对车通信。它通过NorthStar创新计划的5G网络<sup>1</sup>接入尖端5G技术,并利用这一技术手段,以高速公路、城市道路和乡间小路等真实交通环境为测试背景,全面测试自动驾驶和主动安全系统相关用例下的汽车性能和安全性。这些研究工作将对推进下一代汽车安全和自动化的发展做出重大贡献。

### 面向汽车应用的5G网络切片

自动驾驶汽车所在的系统环境比传统交通基础设施要复杂得多。要推进自动化交通技术的发展,需要持续研发系统集成、网络安全、边缘计算和连接解决方案。通过建立一个共享和测试新想法的协作论坛,AstaZero希望加速全球向安全、可持续的自动化交通的过渡。

利用5G网络切片,AstaZero可以针对特定应用和客户需求创建定制的连接。每个网络切片都作为一个独立实体运行,有着自己独特的资源、特征和性能参数,包括带宽、时延及可靠性。对于自动驾驶汽车来说,至关重要的一点是要确保远程操作人员能实时了解车辆周围的情况,以便快速应对意外出现的障碍物。这就需要低时延的网络连接。

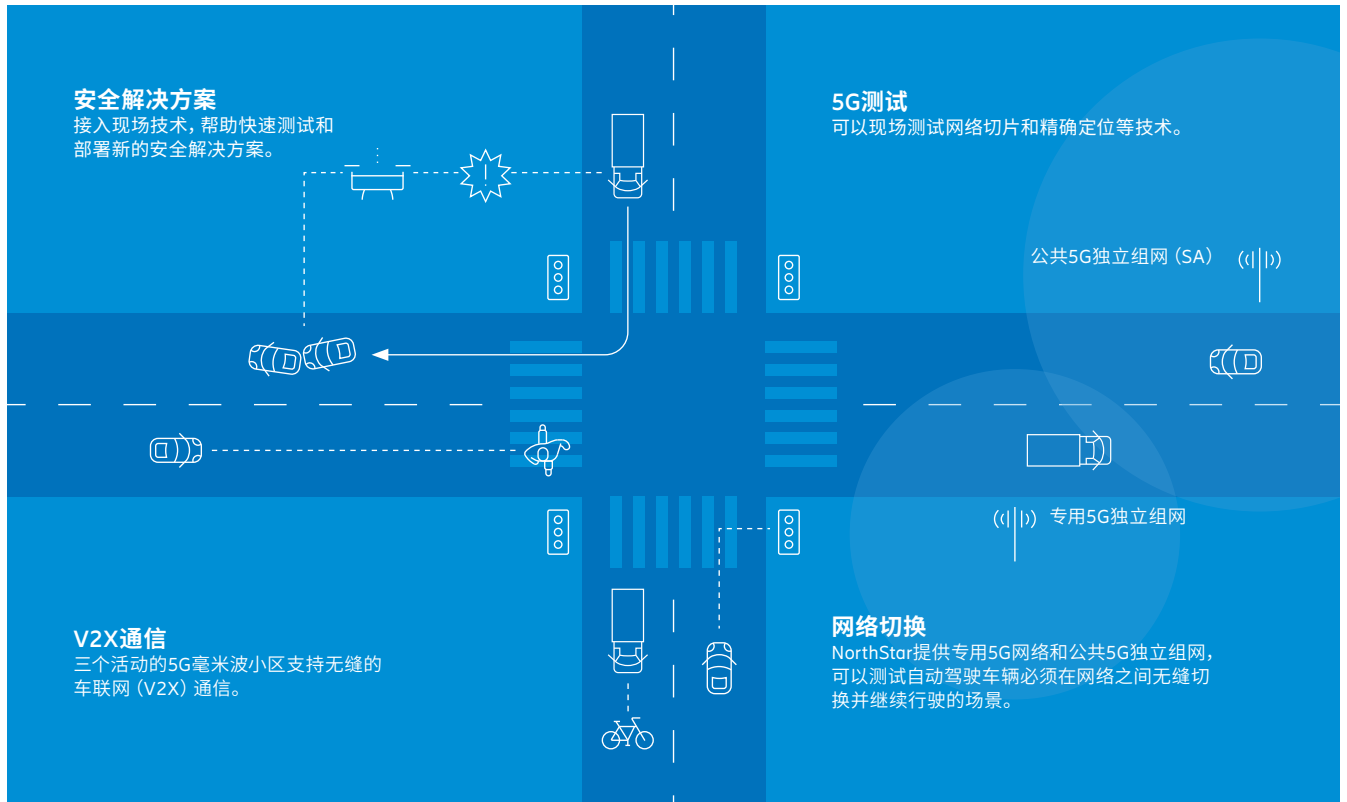
同样,视频传输需要足够的带宽来维持一定质量的视频分辨率,使远程操作人员能够准确地检测和识别远处的物体,如车辆或动物,并采取必要的行动。AstaZero的一个关键研究领域是促进运营商和原始设备制造商(OEM)之间的合作和对话,使双方都能对每项特定测试的端到端要求及所需的网络能力达成共识。这对于正确配置适合每个用例的网络切片至关重要。AstaZero展示了5G网络切片和服务质量(QoS)功能在各种测试用例中的实际应用,将自己定位为在汽车测试场实施这一功能的先锋。不管是在研究还是客户项目中,目前正在测试和展示的一个特定项目是远程车辆操作,其中时延要求和控制信号数据流的可靠性是各种操作的核心。

### 无需重新配置即可实现远程控制

NorthStar的5G创新网络的一个独特之处是,它能够在不同位置间共享设置,在不同地方间建立连接。这意味着可以在不同位置上建立相同配置的测试场景。例如,这一能力允许AstaZero将远程操作车辆的控制中心转移到Telia Sweden位于斯德哥尔摩的总部,或者参加测试的客户公司内部。利用NorthStar的网络实例,AstaZero可以完美复制测试场地上使用的设置。这样就可以从不同位置上远程操作AstaZero测试场上的被测车辆,而无需进行任何额外的配置。

<sup>1</sup> Telia专门构建的移动网络,与其公共5G网络并行运行。

图22: 哥德堡AstaZero测试场的能力



### 远程操作测试设置

在远程操作测试期间, 会在一个远程位置上搭建一个控制塔, 而远程操作的车辆仍在AstaZero测试场。测试车辆配备了摄像头, 从驾驶员座位的角度传输视频流。远程控制中心可以设在商业合作伙伴的办公室内, 这样就可以在无需人员亲自在场的情况下从远程操作测试场上的车辆。

地理围栏解决方案确保车辆永远不会离开指定的安全驾驶区域, 而且操作人员可以通过视频流跟踪车辆的位置。这些信息与速度及行驶方向等其他关键数据一同传输到控制中心。

各种视频流通过视频流软件进行处理, 以确保远程操作人员能够接收到进行测试所需的所有必要信息。这种设置需要高性能的网络连接, 适应需要高吞吐量和恒定时延的特定工作负载。在整个测试过程中, 所有关键基础设施都连接到优先级更高的切片, 确保关键信号始终得到优先处理。

### 利用多个切片

在AstaZero测试场, 测试人员针对这样一个测试场景对网络进行了配置, 使车辆可以通过5G网络从远程进行操作, 同时利用不同的网络切片运行多个汽车应用程序。这就需要管理来自测试车辆的三个4K视频流和来自静止车辆的一个视频流, 此外还要处理地理围栏数据和监控实际测试的定位数据, 并从车辆上传大量测试数据。出现网络拥塞时, “尽力而为”切片上的视频流质量出现了明显下降, 而使用“高优先级”切片的测试车辆没有遇到这个问题。同样, 对远程操作车辆的控制也未受影响。通过将关键数据分配到专用网络切片, 就可以确保以定义的性能级别持续传输这些数据; 相比之下, 通过“尽力而为”切片传输的非关键数据可能会受到拥塞的影响, 或可能无法满足特定的带宽或QoS要求。

### 远程控制车辆的5G网络切片

测试场上有两辆车, 包括AstaZero的测试车辆。它配备了一个线控驱动套件, 一个全面的硬件套件和软件系统, 实现对汽车刹车、油门和转向的电子控制。这种设置使车辆可以完全自动驾驶。系统中集成了一个额外的软件层, 使其能够连接到测试场上的测试编排平台<sup>2</sup>和地理围栏解决方案。这种配置还可以帮助直接从任何给定位置上的方向盘和踏板向车辆发送控制信号, 使远程操作人员能够从远程控制车辆。此外, 测试车辆中还安装了一个用于精确定位的导航系统。这样, 测试工程师就能够汇总和提炼车辆的定位数据, 并提取详细记录车辆各方面行为的时间同步日志。

为了保持与5G网络的稳定连接, 帮助执行特定测试用例, 测试车辆还配备了汽车天线<sup>3</sup>、Wi-Fi路由器<sup>4</sup>和连接到一台工业5G路由器的全球导航卫星系统 (GNSS) 天线<sup>5</sup>。

<sup>2</sup> 测试基础设施执行iso22133标准。

<sup>3</sup> 410–3,800 MHz; 4X4 LTE (MIMO), 6.2dBi。

<sup>4</sup> 2X2 Wi-Fi (MIMO), 7 dBi。

<sup>5</sup> 21 dBi。

这种设置使测试车辆能够接收卫星定位数据并连接到测试场上的4G/5G网络。这样就可以直接在车辆中运行各种应用程序，并将相关数据发送到中央监控系统，如测试编排软件或地理围栏解决方案。重要的是，从测试场上的物体传输位置数据和其他信息的能力不仅限于车辆。例如，演示中使用了联网背心来说明如何保护测试场上易受伤的行人和工作者。通过将测试场上人员身穿的高可见性背心连接到地理围栏解决方案，就可以在测试期间有人进入限制区域时启用紧急停止功能。

AstaZero测试车辆连接到具有以下数据流的高优先级切片。这些数据流由各5G QoS标识符(5QI)值定义，对应切片内的不同QoS级别。5QI是3GPP定义的唯一标识符，用于根据具体QoS要求来管理不同类型的网络流量并分配优先级。它用于确保每种类型的流量都能获得适当的服务质量级别，如低时延、高吞吐量或可靠性。一般认为，5QI级别越高，在网络中获得的服务质量也越高：

- 高优先级车辆控制信号(5QI-235)<sup>6</sup>。在这个演示案例中，设置包括来自手动控制器的USB over IP信号，但配置设计得很灵活，使将来的演示可以与方向盘及踏板一同使用相同的软件。这些信号连接到测试车辆线控驱动系统中集成的软件层，实现对车辆的全面控制。
- 实际定位数据和大型二进制文件形式的模拟数据流(5QI-9)。

图24: 网络切片负载测试

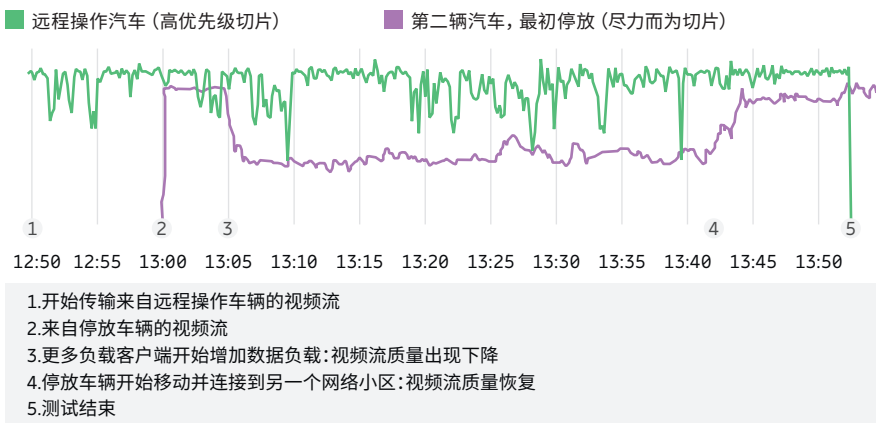
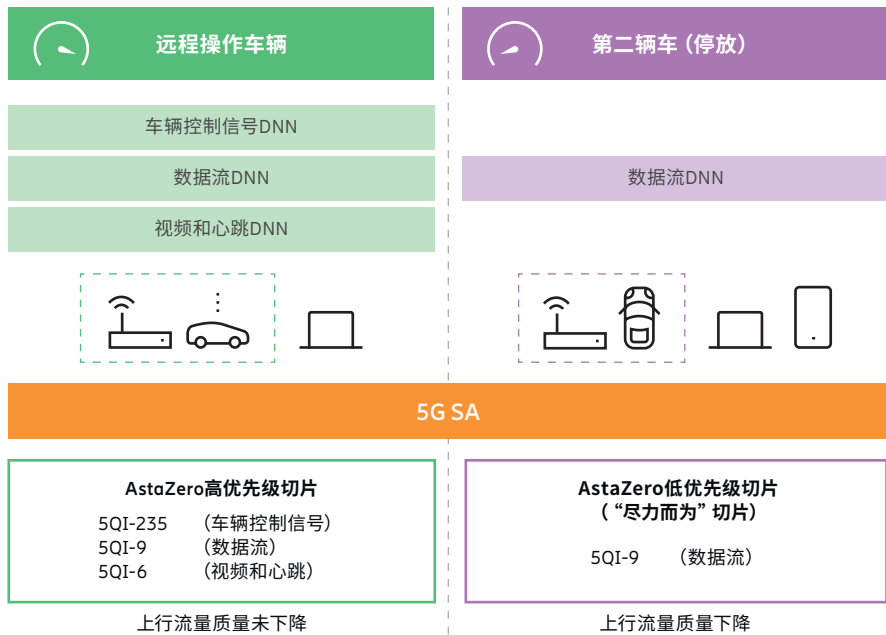


图23: 演示的高级设置及5G网络切片



- 视频和心跳流(5QI-6)。该视频流使远程操作人员能够从控制中心看到与车内相同的视角。心跳功能确保视频流的传输始终不间断。

此外还为一辆车设置了低优先级网络切片（“尽力而为”切片），其中包含数据流(5QI-9)。

数据网络名称(DNN)用于识别流量并将其路由到特定网络切片。如本演示设置所示，在创建特定设置时，决定通过特定切片传输哪些数据至关重要，以确保能够持续传输关键数据(在本例中为远程操作车辆的控制信号和视频)。

随着网络变得拥堵，“尽力而为”切片上的固定(停放)车辆的视频流开始出现质量下降，而对远程控制的测试车辆的操作未受影响。当固定车辆移动至无拥塞的另一个小区时，其视频流质量得以恢复。

#### 安全可靠的连接

一个主要研究目标是探索自动驾驶车辆如何保持安全可靠的连接，并确定合适的切片和QoS级别。这样就可以确保在将自动驾驶车辆的测试场地从AstaZero的封闭区域转移到公共道路时，可实现关键测试数据的无缝传输。在公共道路上使用NorthStar实施支持5G的通道<sup>7</sup>，就可以安全、无缝地将已在测试场内证明成功的配置移植到这些通道中，而无需额外的网络配置。

例如，我们可以通过AstaZero的专用网络来操作自动驾驶卡车，复制港口或物流中心的场景，并无缝过渡到公共网络，反映车辆离开港口或物流中心真实场景。然后，可以在任何支持NorthStar的其他地点上部署控制中心，就好像AstaZero测试场上的演示中一样，以允许从远程操作车辆或显示车辆性能。

<sup>6</sup> 此用例中的5QI-235并非由3GPP定义。

<sup>7</sup> 该项目由欧盟联合资助，属于其“连接欧洲设施2数字部分”计划下的项目。



### 通过差异化连接创造价值

AstaZero测试场案例展示了5G SA的能力，凸显了全新连接技术带来的前所未有的价值。对于汽车行业，它展示了网络变化、中断、拥塞或其他参数等基本方面如何影响系统组件及相关的数据库。例如，这有助于我们更好地了解如何确保车辆安全系统能够即时、安全而可靠地接收信息。而这样就可以更深入地了解应用程序和功能的设计要求，以及需要满足哪些网络性能要求才能支持其功能。

不同的连接特征会影响应用程序有效运行所需的网络性能级别。通过深入了解这些要求，就能确定哪种类型的连接适合特定任务。例如，在控制远程操作车辆的移动方面，具有超低时延的切片至关重要，而对于处理车辆的背景状态数据，如燃料水平，“尽力而为”切片就已足够。了解了这一点，应用程序和服务设计人员就可以开发新功能或显著改进现有功能——依赖于适合特定目的、基于性能的连接，而不是依赖于尽力而为的连接方案。

为了推进智能交通系统的发展，5G独立组网必须支持多种用例，帮助开发能确保服务水平且吸引人的服务。此外，由汽车行业生产商和合作伙伴组成的更广泛生态系统必须团结一致，发展支持车对车 (V2V)、车对基础设施 (V2I)、车对行人 (V2P) 和车对网络 (V2N) 通信的能力。

虽然AstaZero项目探索的是汽车行业用例，但基于连接特征提供网络性能级别的模式能够在所有行业引起共鸣。

## NorthStar计划

### NorthStar 5G网络

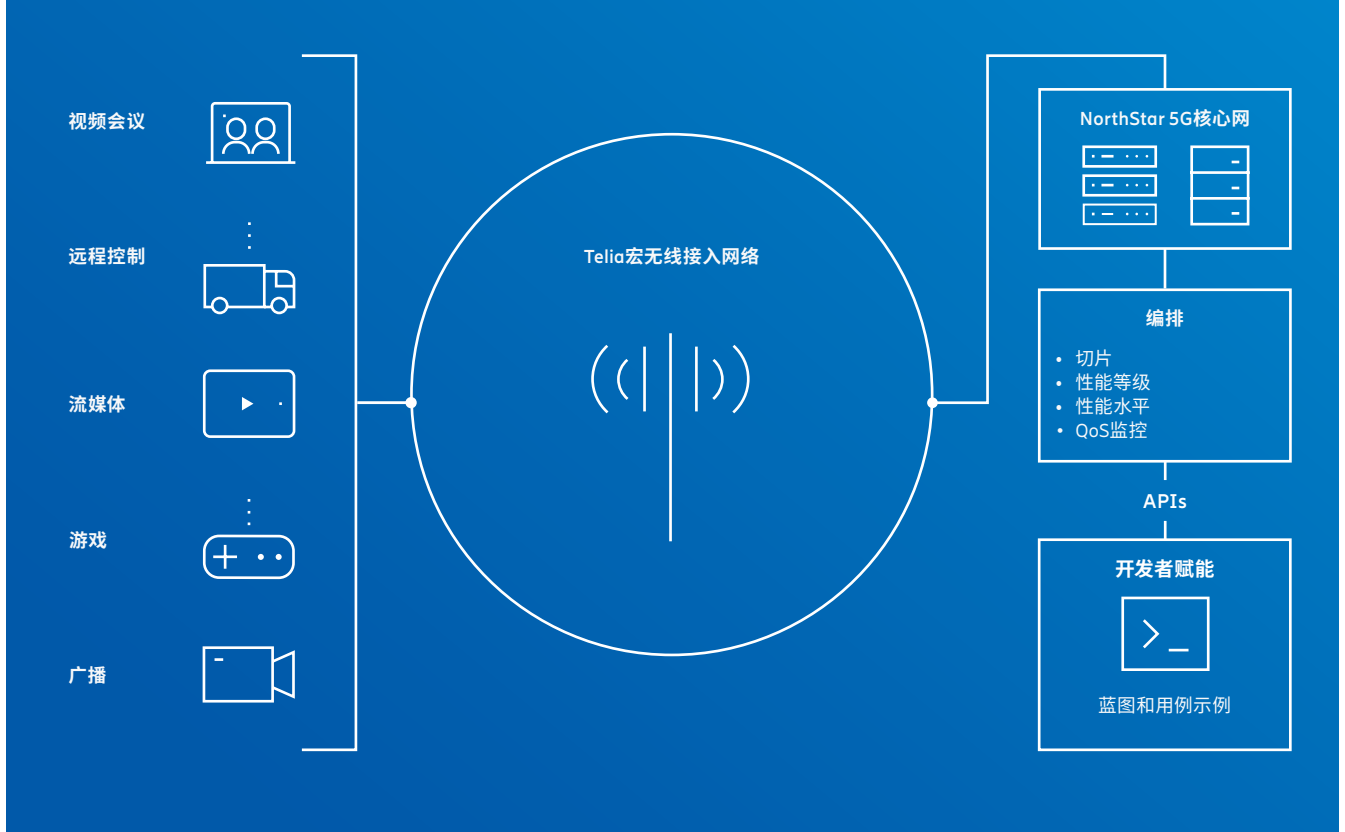
NorthStar是一个面向工业企业的5G创新计划，旨在帮助开发和实施能提高效率、增强安全性和可持续性的数字解决方案。它包含一个由Telia运营、与其公共5G网络并行运行的专用移动网络。

NorthStar快速采用面世的最新5G技术，并独家提供给任何位置上的客户和合作伙伴，使他们能在开发、测试新的

先进解决方案并从中盈利方面抢得先机。除了5G技术层面，该计划还寻求在企业、初创公司、学术界和公共部门之间建立新的合作模式，以打造更可持续、更有韧性的社区。它将来自Telia及其客户和各行业合作伙伴的专家及专业人士聚集在一起。NorthStar的客户还可以在测试现场和研发中心等地构建专用网络基础设施，并将其连接到创新网络。客户可以同时利用公共网络和专用网络，因此无论

身在何处都能访问创新中心。客户可以探索的技术领域例子包括网络切片、高精度定位、高可用性和低时延。Telia之所以能提供这种高级服务，部分是因为它致力于推动IT支持系统的发展，以适应行业和客户需求。这一转型之旅是Telia实现其宏伟目标，基于差异化连接来运营和扩展服务并从中盈利的关键工具。

图25: NorthStar 5G创新网络支持多种用例场景



# 借助5G网络提升客户体验

Bharti Airtel希望利用广泛部署的高性能5G网络,提供卓越的用户体验,同时抓住新商机。

## 重要洞察

- Airtel大量投资于4G和5G网络及其数字化平台,提升客户体验,改进运营表现。
- 预计5G将是Airtel实现其战略优先目标的关键,包括吸引和留住高价值客户以及向上扩展数字化解决方案。
- Airtel与制造、出行、医疗、港口、矿业、物流和先进机器人等行业的企业合作,利用5G技术帮助他们实现企业转型。

## 印度积极采用5G技术

印度的数字化转型愿景旨在利用技术推动经济增长、改善治理并提高公民的生活质量。这一愿景包括将数字接入和服务扩展到社会各个领域、促进创新和填补数字鸿沟的举措。在实现这一愿景的过程中,5G技术有望通过提供速度更快、更有差异化优势、更可靠的连接带来革命性变化。这将推动新兴技术的广泛普及,促进智慧城市和物联网生态系统的发展,帮助实现各种数字化服务和应用的无缝整合。

2022年项目启动后,印度以最快的部署速度,进行大规模5G网络建设。借此,印度的移动下载速度中位数在2022年9月至2023年8月间增长了259%,在Speedtest Global Index™中的排名从第119位上升到了第47位<sup>1</sup>。

到2024年4月,印度的排名进一步上升到了第15位。印度市场上价格合理的5G设备也为5G技术在该国的普及起到了推波助澜的作用。2023年,印度的5G智能手机出货份额超过了52%<sup>2</sup>,100-199美元价格区间的手机增长势头尤其强劲。

面对快速增长的移动服务需求,再加上持续进行的数字化转型,印度运营商正在实施多样化的策略,以扩大数字接入范围,为各个细分市场提供服务。

## 战略优先事项

Airtel大量投资建设全国性数字基础设施,包括以支持印度的数字化转型为目标的一个5G网络。公司通过四个主要业务部门提供广泛的连接和数字化服务。这四个业务部门分别是移动宽带、固定宽带、数字电视(直接入户(DTH),卫星电视)和Airtel Business(企业服务)。公司提供的消费者服务组合包括数字银行、移动支付和音乐流媒体,而企业服务包括物联网网络即服务(NaaS)、通信平台即服务(CPaaS)和广告解决方案。

过去两年中,Airtel实施了一套以吸引高价值客户为目标的战略,通过捆绑产品提升其产品组合的价值,通过广泛使用数字工具来改进客户体验,并构建面向未来的数字网络。除了部署5G网络,公司还大力优化4G网络,以改进客户体验。Airtel正发掘数据的巨大潜力,将客户洞察和渠道策略统一起来,有效地确定并吸引客户,最大化其营销工作的影响。



本文是与Airtel合作撰写的。Airtel是一家全球通信解决方案提供商,在南亚和非洲地区的17个国家拥有超过5亿客户。该公司在全球移动运营商中排名前三,其网络覆盖超过20亿人口。

## 瞄准高价值客户群

在增加ARPU值方面,Airtel的消费者业务战略的核心是实现客户群体的高端化。这一目标通过为不同细分市场客户群定制具有吸引力的服务来实现。该策略旨在鼓励各种客户群:

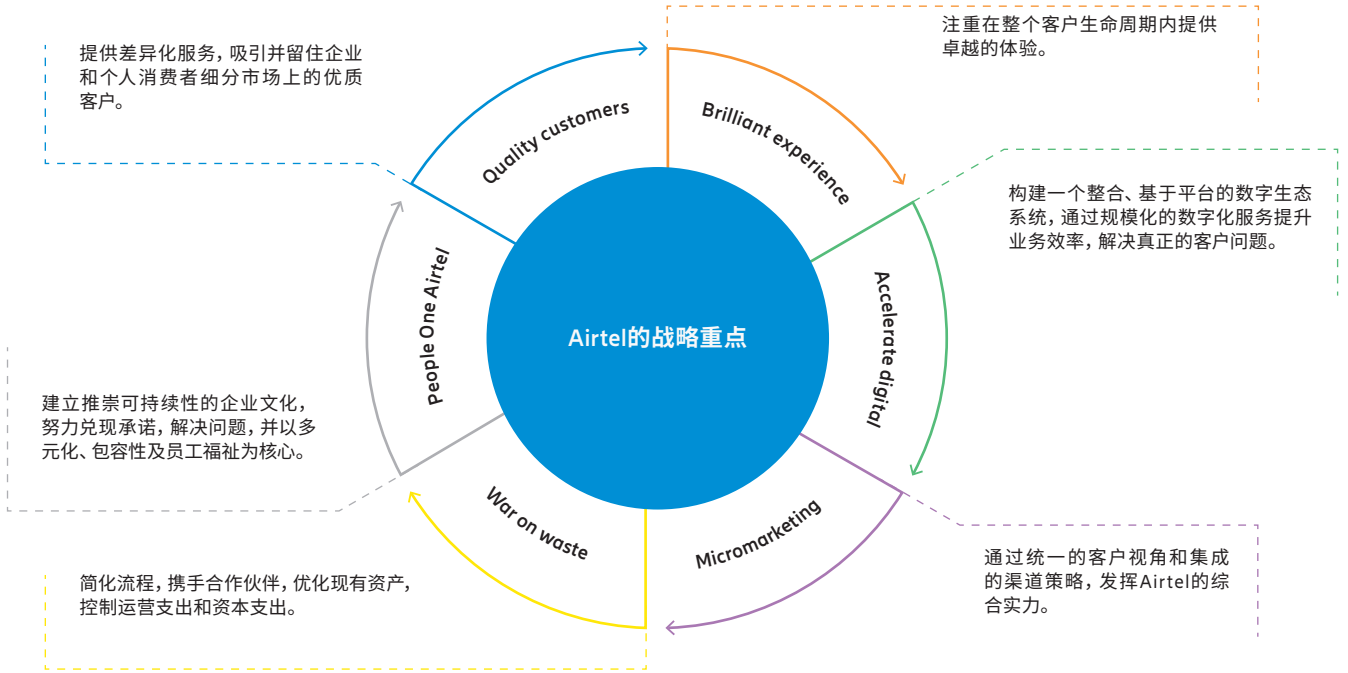
- 从功能手机升级至智能手机
- 从预付费方案转变到后付费方案
- 升级至融合服务,让签约用户能够将移动、光纤、卫星电视等任意两种或更多服务合并在一个服务计划中,并通过单一账单完成结算
- 为不同客户群体提供定制的数字服务,开展实时营销,简化在线升级流量套餐和内容捆绑包的流程,以提高客户忠诚度

不管是在消费者还是企业细分市场,高价值客户都是关键的目标群体,特别是在前150个大城市中。为了帮助升级到融合服务,Airtel还推出了一种一站式家庭解决方案。

<sup>1</sup> speedtest.net/global-index。

<sup>2</sup> Counterpoint,“2023年印度智能手机市场保持平稳;苹果手机出货量首次突破1000万大关”(2024年1月31日)。

图26: Airtel的战略重点



客户可以将光纤、DTH或移动等两种或多种服务捆绑在一起, 通过一个账单付费, 使用一个客服号码, 通过一支专门的客户关系经理团队获取服务, 优先处理故障和问题。

**提供卓越的客户体验**

Airtel注重通过关注客户满意度和忠诚度来留住现有客户并吸引新客户, 例如提供反应迅速的客户服务、用户友好的数字界面和个性化服务。

为了确保出色的网络性能, 公司不断优化网络。通过在印度各地实施旨在优化网络的项目, 公司成功降低了客户流失率。公司还启动了一项高价值客户体验计划, 借助数字模块, 根据用户体验KPI主动识别网络中表现不佳的部分和区域。然后, 公司优先对这些区域进行优化和扩容, 显著减少了客户报告的问题。

Airtel投资部署了自动化和人工智能/机器学习(AI/ML)技术, 实现了运营流程的数字化。这不仅通过更快地解决客户投诉和查询改进了客户体验, 还提高了网络效率。公司还开发了一种内部工具, 即Airtel自我优化网络(A-SON), 用于预测网络性能下降并主动调整网络, 以提升客户体验。

公司引入了先进的AI/ML用例, 实现了智能网络故障排除, 包括自动纠正小区邻接关系、大气波导干扰缓解(4G)、负载均衡以及睡眠小区的检测和修复。

**5G部署方法**

2022年10月, Airtel在印度推出了5G服务, 并在一年内迅速扩展到超过3500个城镇和约20000个村庄。扩大5G网络覆盖范围的策略与4G相同, 即优先考虑5G设备普及率较高的地区。截至2024年3月, Airtel已在印度的大多数城市中心区域实现了5G覆盖, 5G签约用户数接近7200万, 约占其客户总数的20%。

Airtel在技术选择方面做出了正确的战略决策, 对5G服务的快速推出起到了关键作用。公司选择了全球广泛采用且成熟的5G非独立组网(NSA)架构, 因此得以更快地将服务推向市场, 并提高了资本支出效率。5G NSA以现有的4G网络层为中心, 并利用现有的演进分组核心(EPC)来扩展指定服务区域的5G覆盖, 从而减少了资本投资。此外, 公司还从战略高度出发, 决定专门为其5G网络部署Massive MIMO无线技术。借助Massive MIMO的波束成形、空间复用和空间分集等能力, 公司增加了网络容量, 扩大了覆盖范围并提升了整体用户体验。

4G网络中的载波聚合进一步增强了新空口(NR)载波。公司优化了网络参数以满足小区边缘用户的需求, 并采取了专门措施来减少上行干扰。

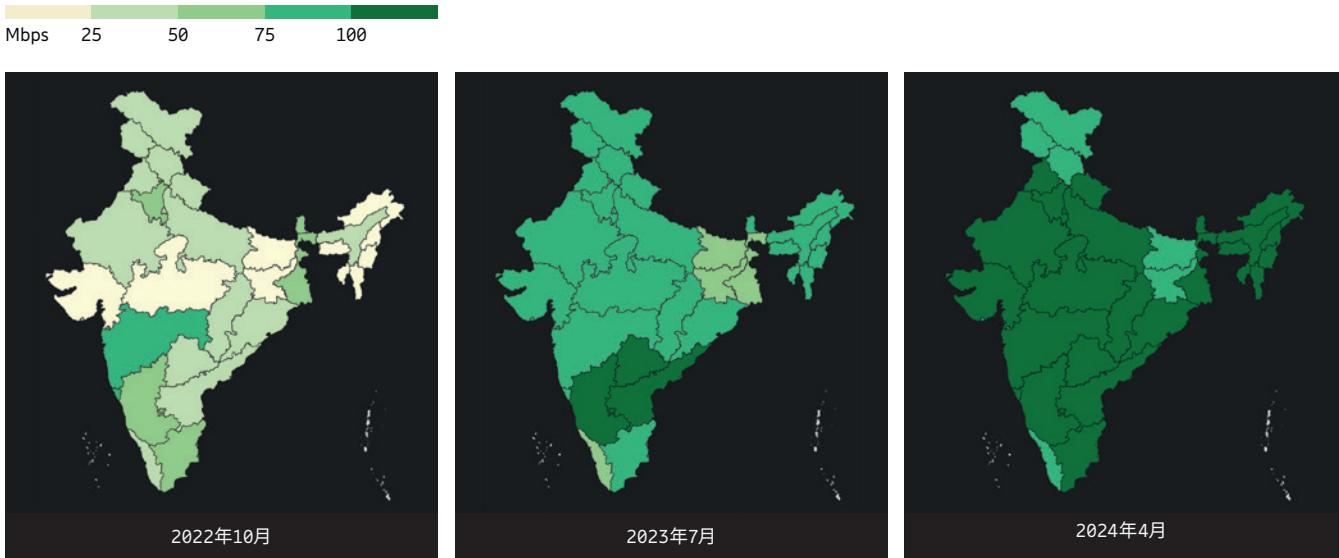
Airtel的高性能5G网络集Massive MIMO无线的技术优势和部署便利性于一身, 改善了用户体验, 提升了客户满意度。Airtel的5G网络客户享受到了比传统网络快20-30倍的网速, 用户体验也有了显著提升。

目前, Airtel正在进行试验, 与5G NSA同步运行5G SA, 希望实施5G SA和5G NSA双模式网络, 利用两种架构的能力来增强其服务组合。Airtel正与设备制造商合作, 以在智能手机中结合NSA和SA功能以及载波聚合功能。随着流量越来越多地从4G过渡到5G网络, 中频段频谱正在从4G重新分配给5G网络, 这有助于增强室内环境中的5G覆盖。公司拥有850/900 MHz、1.8 GHz、2.1 GHz、2.3 GHz、3.3 GHz和26 GHz频段的频谱。

**利用数字化工具加快5G部署**

在印度部署5G网络的过程中, Airtel运用了一系列数字工具和数据科学方法。在规划阶段, 公司采用了一套全面的多技术无线规划与优化解决方案, 针对潜在市场设计了合适的站点覆盖解决方案。

图27: Airtel印度网络的性能



注:Airtel 4G/5G网络接入情况。各区域根据下行吞吐量(0至100 Mbps)进行了着色。  
资料来源:基于Airtel对众包数据的分析。印度:2022年10月、2023年7月和2024年4月。

通过迭代不同的实施场景并模拟预期的覆盖区域和流量模式,Airtel迅速制定了最优的网络计划,加快了部署进程。

此外,公司还在部署阶段开发了一种内部工具,并广泛用于简化整个部署流程。从提出服务请求的初始阶段到基础设施准备,再到最后的站点安装,该工具无缝地提供了一个易于使用的管理平台,供各利益相关方监督整个过程。同时,公司还通过数字化转型简化了站点验收流程。

公司为此部署了一种自主设计的先进网络测试解决方案。该方案自动完成了单小区功能测试(SCFT)、集群驱动日志处理和报告生成,实现了自动验收,大大提高了部署和站点整合流程的效率。此外,它还基于新集成站点的预测覆盖范围自动生成了行驶路线,并提供了对现场驱动测试团队的实时监控。

### 抓住5G FWA机遇

由于新冠肺炎疫情带来的变化,如远程办公、数据用量的增长和设备的普及,印度国内对家庭互联网的需求急剧上升。由于光纤入户仅覆盖了3400万住宅,因此5G FWA服务有望成为填补数字鸿沟的重要手段,并创造大好机会。

在光纤基础设施不足的印度农村和城市地区,Airtel计划解决最后一英里连接问题。5G FWA被看作是蕴含巨大商业化潜力的重要用例。一旦网络中实施了独立组网(SA)技术,FWA还将成为首批利用新演进架构的应用之一。目前,印度已有25个城市通过户外客户端设备(CPE)实施了FWA。Airtel正准备在2024年第二季度扩大FWA的部署范围并加快部署步伐。

5G服务通过CPE提供给消费者家庭和商业场所,确保了一致的网络可用性和高吞吐量。Airtel提供多种经济实惠的套餐,网速最高可达100 Mbps。

公司还在探索适合多住户单元的解决方案,希望允许多家住户通过一台CPE设备连接网络。目前的创新尝试包括测试毫米波频谱的使用。Airtel已在其网络中成功演示了用于FWA的毫米波5G功能。测试过程中的峰值速度达到了4.7 Gbps,证明能够满足未来大容量网络的需求。

### 抓住企业机遇

Airtel在班加罗尔的一个制造工厂部署了印度的首个5G专用网络,实施了两个工业级用例,以提高质量和运营效率。Airtel正与制造、出行、医疗、港口、采矿、物流和先进机器人等行业的企业合作,利用5G技术帮助他们完成公司转型,增加收入。

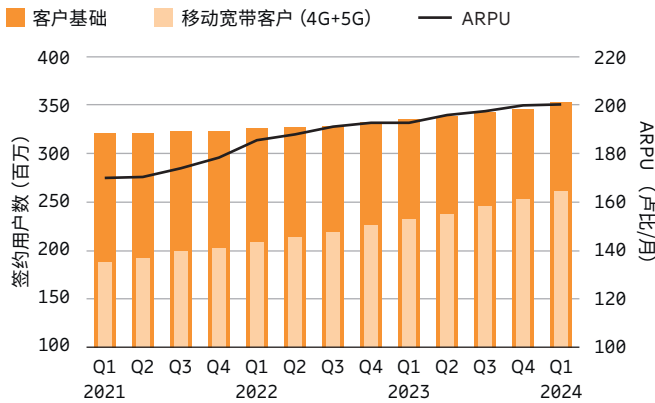
公司进行了广泛的试验,包括针对智能库存和仓库异常检测等用例的试验,以及针对制造车间、联网工厂、联网一线工人和联网救护车等用例的试验——所有这些用例都将从5G技术的进步中受益。Airtel选择主要在企业专用5G网络中部署SA,帮助他们利用可靠、安全、敏捷的连接来改进现场运营。

目前,Airtel正在印度实施多个项目。这些项目所处的阶段各不相同,有的处于概念验证阶段,有的处于商业部署阶段,包括北部的钢铁制造厂、南部的汽车制造厂和仓库以及西部的矿业公司。公司希望通过其解决方案,帮助这些企业受益于5G的独特优势。

此外,Airtel还计划利用其全面的CPaaS、NaaS、IoT、云和安全解决方案组合,为企业客户提供广泛的增值解决方案。公司还利用宏蜂窝5G网络,为印度各地的企业提供高速无线连接选项,以及多协议标签交换(MPLS)和SD-WAN产品。

公司还实施多个倡议,以建立一个更广泛的生态系统,开发既适合消费者又适合企业的5G用例和应用程序。这包括与各种学术机构合作,作为印度政府在学术机构建立100个5G实验室这一倡议的一部分,共同开发5G解决方案和用例。

图28: 2021-2024年Airtel签约用户和在增加ARPU值方面



注: 移动签约用户数、混合ARPU值和流量指标均来自公司财务报告。

这些实验室旨在帮助开发利用5G服务的应用程序,如智能课堂、精准农业、智能交通系统和医疗保健行业应用。

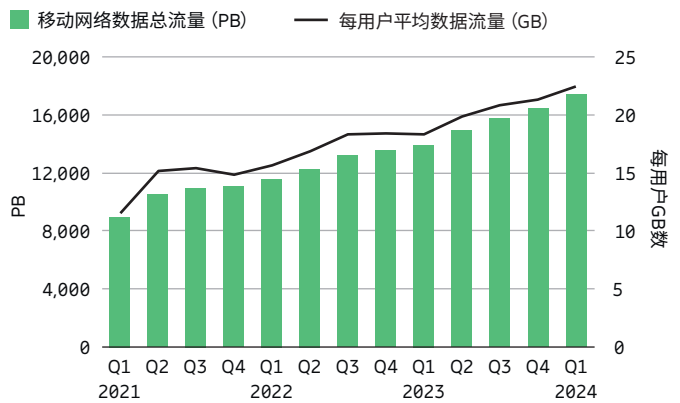
**业务增长态势**

在过去三个财年, Airtel的业务绩效有所改善;从2021年到2024年,其无线服务收入的复合年增长率(CAGR)达到了12%。ARPU的增加主要归因于以下三个因素:功能手机升级至智能手机、预付费转为后付费,以及通过数据货币化和国际漫游组合增加的钱包份额。公司的策略是吸引更高价值的后付费签约用户,同时鼓励现有客户升级到更高价值的套餐。在过去两个季度,44%的在增加ARPU值方面来自于客户从预付费转为后付费、2G向4G的过渡以及数据使用量的增加。

目前, Airtel在4G流量套餐中免费提供5G连接。通过改善客户的网络使用体验,最初的5G部署成了留住现有客户群、吸引新签约用户并通过增加数据使用量增加收入的杠杆。Airtel相信,将来,面向企业的5G FWA服务和5G专用网络将继续帮助增加收入。

提升用户体验是Airtel吸引高价值签约用户的策略的支柱,在2024财年帮助使公司的移动宽带客户数增长了12%,将ARPU值提高了8%。在过去3年中,总移动网络数据流量增长了93%。从2021年3月到2024年3月,每位签约用户的数据用量从每月16.4GB增加到了22.6GB<sup>3</sup>。

图29: 2021-2024年Airtel移动网络数据流量增长



**切片技术和轻量化 (RedCap) 设备带来的新机遇**

在印度,制造业、医疗、农业和智慧城市等多个行业越来越多地部署物联网解决方案,以提高效率和生产力,改进客户体验。政府在智慧城市和数字化基础设施建设方面的倡议及投资进一步推动了物联网市场的增长。

对Airtel来说,物联网是增速最快的业务领域之一。公司已经开始与一家电力传输公司合作,向2000万家庭部署智能电表。

目前,物联网应用主要依赖NB-IoT以及4G LTE设备。然而,随着5G SA网络架构的演进和轻量化 (RedCap) 5G NR设备的面世,潜在用例的范围正在扩大。轻量化 (RedCap) 设备的时延更短,能耗更低,同时可为消费者和企业用户开辟广泛的新用例。Airtel还在测试端到端网络切片,推动面向多个行业的新商业模式创新和用例开发,创造了新的收入机会。5G网络切片允许在物理5G网络基础设施中创建多个虚拟网络,分别针对医疗、交通和制造业等不同行业的特定用例和需求进行定制。这样就可以提高服务灵活性,而且能够以出色的安全性、隔离和适当的特征更快地交付服务,以满足签订的服务等级协议 (SLA) 要求。这些技术进步是未来通信网络的重要基石,并将在工业4.0转型中发挥关键作用。Airtel继续探索新途径以提升网络性能,增强数字包容性,帮助企业实现运营流程数字化,并在国内建立强大的5G生态系统。

**案例研究:在制造车间部署专用5G网络**

印度工程领域的一家领先集团公司以率先采用先进技术而闻名,包括SAP实施和数字工厂项目。但是,由于现有Wi-Fi网络的覆盖和时延问题,该公司在工厂内部署工业自动化和数字化用例方面面临多重挑战,此外还有网络控制和可视性差的问题,导致整体生产力低下。

从根本上来讲,公司的网络基础设施是瓶颈,影响了他们的日常生产运营。因此,公司部署了一个专用5G网络以改善

运营,并计划在占地165英亩的制造厂中部署该解决方案,以缓解上述挑战。

该项目的实施为公司带来了明显的好处。凭借99.9%的出色正常运行时间保证和冗余覆盖,公司现在可以利用不间断连接并从中受益。此外,时延缩短到了20-25毫秒,加快了网络响应速度,实现了实时通信。更重要的是,先进的5G网络连接确保了可为各种设备提供可靠、持久的连接,并为未来业务增长和创新奠定了坚实的基础。

<sup>3</sup> Airtel统计的是每签约用户每月的GB数,而第39页印度地区的平均每月数据使用量是每部在用智能手机的GB数。

# 构建高性能可编程网络

AT&T正踏上构建开放可编程网络的新征程。这一转型标志着告别一刀切、尽力而为的移动宽带服务模式,开启新纪元,向基于性能、以差异化连接和开放网络基础架构为依托的商业模式演进。

## 重要洞察

- 高性能可编程移动网络具有以下特点:
  - 开放性:开放的生态系统、开发工具、接口和技术。
  - 敏捷性:能够迅速融合创新技术及特性。
  - 优化:持续利用基于AI/ML的预测性分析,提升维护效率、性能和用户体验。
  - 可靠性:主动预防网络问题,确保为关键应用提供低时延和高可靠性服务。
  - 质量:在确保安全和隐私的前提下提供一致的用户体验。
- AT&T正在改进其网络,满足不断增长的用户需求,应对日益提升的复杂性,而不增加总体拥有成本,同时市场上保持竞争优势。

目前,AT&T的全国性5G网络覆盖全美近24,900个城镇的3亿多人。AT&T的5G网络正借助快速、可靠而安全的连接,帮助消费者、企业、急救人员和政府机构实现创新。

AT&T决定向开放式可编程网络转型,是因为对定制化网络服务的需求不断增长。这些服务能够满足用户、应用程序、设备和企业的动态、多样化的需求。例如,在大型活动期间为视频直播提供很高的上传速率,为云游戏玩家提供低时延服务,为关键任务流程提供有保证的服务特性等。在网络演进过程中,AT&T将利用智能自动化技术,使网络更加灵活、高效而且响应迅速。

### 通过可编程网络提供差异化连接服务

无线接入网(RAN)的可编程性是一项重大技术进步,推动着网络向自适应能力更强、更高效和个性化的方向发展。借助智能应用程序(rApp)和服务管理与编排(SMO)框架,将智能可编程能力直接集成到RAN层,就可以交付优化的网络性能和差异化连接。差异化连接指利用网络切片,在上行和下行两个方向上提供一系列定制的性能特性(如吞吐量、时延和抖动)的能力。这些特性与特定服务区域内应用程序的需求相匹配,以确保可预测的体验。为此,必须通过观测能力进行监控,以确保向客户交付这些特性。

例如,并非所有类型的视频流量都有着相同的要求:

- 如果是休闲类观看,“尽力而为”服务已足够
- 如果观看4K视频,能够支持大流量的以流量为中心的服务可能更加合适
- 实时摄像头视频流需要低时延服务
- 对于现场直播,需要完全专用的连接服务,上行链路上同时需要大数据量和低时延

灵活的网络能够满足不同的需求,将推动创新,并满足消费者和企业客户不断变化的动态需求。通过按需质量(QoS)API或终端的用户设备路由选择策略(URSP),可以请求不同类型的连接特性。

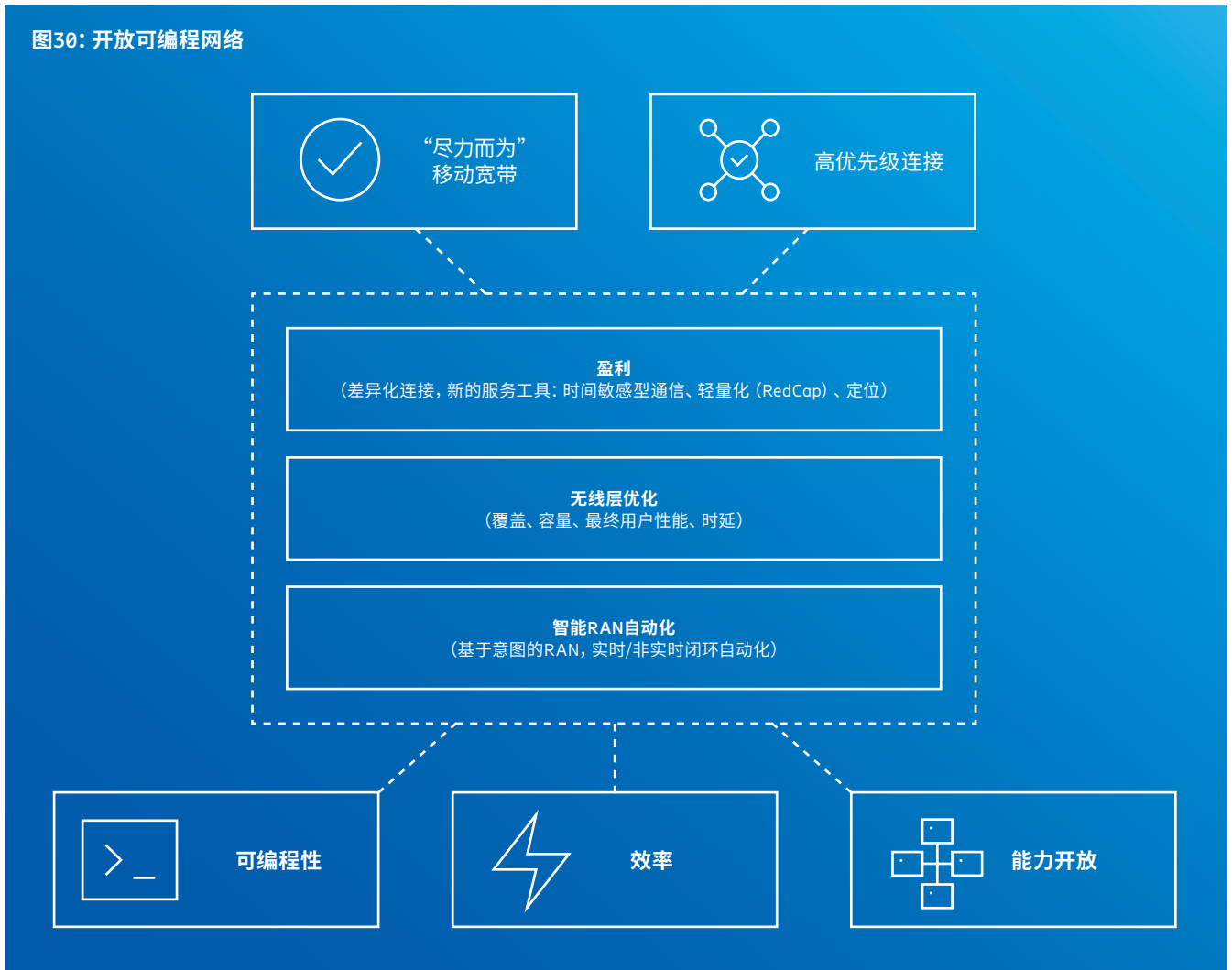
### 通过RAN数据扩充实现网络优化

5G技术的演进催生了性能需求各异的多样化用例。可编程性可以利用O-RAN联盟定义的标准接口,帮助微调RAN行为,进而简化这些复杂网络的管理工作。这些接口可帮助开发人员开发便携式应用程序(使用R1接口的rApp),管理RAN网元的行为(使用A1策略接口),对RAN网元执行操作、管理和维护(OAM)(通过O1接口)。这些开放接口受标准化软件开发套件(SDK)支持,可促进rApp创新生态系统的发展。



本文是与AT&T合作撰写的。AT&T是一家知名跨国运营商,拥有北美最大的通信网络<sup>1</sup>。

<sup>1</sup> 对运营商拥有和运营的网络进行比较得出的结果。在加拿大等国家,AT&T没有自有网络覆盖。



数据扩充在实现RAN优化能力方面起着至关重要的作用。真正的可编程性通过以下方式实现：借助基于网络数据的全面洞察来增强决策制定，进而实现更加精确的网络管理和动态性能调整。SMO提供的高级数据管理功能可以实现更广泛的低时延访问，动态地移动和控制实现这种可编程性所需的网络数据。

由于网络中的高效数据管理控制和移动，及时准确地分发多样化的数据源将显著增强优化逻辑并提高RAN性能。数据可以来自RAN内部，如小区流量和使用模式，也可以来自外部，如天气预报和物联网设备互动，为实现更有效的网络优化提供全面视角。例如，根据恶劣天气预报，可能会分配额外的网络资源，以应对预报期间可能出现的更大使用量。

作个对比，在目前的网络中，RAN生成的数据到达自我优化网络 (SON) 平台的一般时延为25至40分钟。而在AT&T的SMO试验中，由于高效的数据管理控制和移动，同样的数据只需几分钟就可以提供给rApp。帮助实现这一效率提升的一个关键因素是从聚合事件流模式转向了基于事件的RAN遥测数据收集和报告模式，使数据只需几秒钟就能到达SMO的数据收集器。

**SMO的范围及通过rApp实现的可编程性**

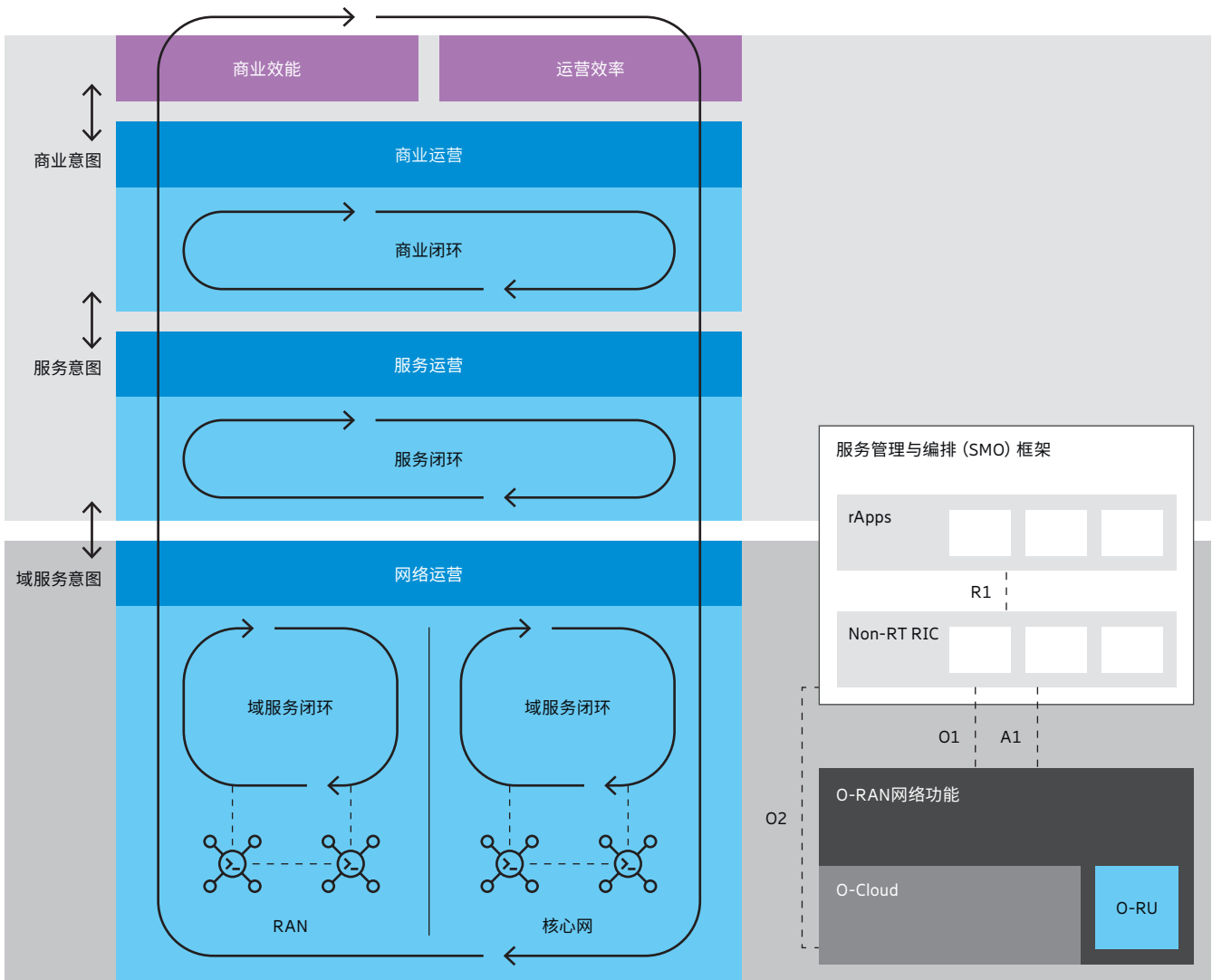
可编程性通过rApp开创了网络管理的新范式。这些rApp利用实时数据进行网络优化、网络修复、网络部署和网络演进。SMO能够监控比单个NodeB更广阔的地理区域，在更广泛的网络区域内实现一致且全面的网络优化，从而改进整体服务交付和服务等级协议 (SLA) 管理。

创建一个涵盖多个SMO实例的“单一控制面板”，可以实现高效的网络管理。所有这些进步将使网络能够逐步演进，而不是进行大规模升级。这也使运营商能够在这些领域以循序渐进的投资方式来采用新技术。

**通过意图驱动的网络实现差异化连接**

网络可编程性的一个基本组成部分是意图驱动的操作，它在传统RAN配置方法的基础上增加了一个抽象层。这样，运营商就能够指定期望实现的结果或者说“意图”。然后，由网络通过SMO、rApp、RAN和其他服务及网络保障功能中嵌入的复杂算法以自主方式实现这些“意图”。网络可编程性将网络操作与业务目标统一起来，帮助创建差异化连接选项，满足不同客户的需求，从而实现前所未有的服务差异化，而这是传统运营模式所无法实现的。

图31: 意图驱动的网络



最近的一次基于意图的自动化概念验证证明, 自动化解决方案能够满足用户对定义的最低或限定数据速率以及限定时延的要求 (例如确定的性能水平: 1 Mbps的吞吐量, 50毫秒的时延), 以支持用于内容消费、生成或商业流程的新应用和服务。在这次概念验证中, 即使在拥塞情况下, 固定无线接入的用户体验也得到了改善, 并达到了限定的吞吐量和时延要求。

### AT&T网络中的实施

在利用网络可编程性增强服务差异化、探索新的运营模式和迅速推出新产品以把握市场机会方面, AT&T引领着行业发展潮流。通过开展初步意图驱动网络概念验证和试验, AT&T正在探索该技术的潜力, 了解它能否带来切切实实的优势, 如更大的网络灵活性和出色的服务质量等。

此外, AT&T还部署了智能自动化平台作为基础架构, 彰显了公司对这一先进网络范式的承诺。这个智能自动化平台可帮助在RAN中有效地实施可编程性, 确保在不久的将来网络能够广泛支持定制的差异化连接, 以满足具体的客户要求和不断变化的市场需求。

### 展望未来

AT&T正处于构建可编程网络的初期阶段, 标志着它正告别传统的一刀切、尽力而为的移动宽带服务模式, 开启新纪元, 向基于性能、以差异化连接为依托的商业模式转变。目前, 公司正在探索的一个关键课题是为核心网和RAN网络开发一个融合的SMO框架, 交付统一的无线网络管理和自动化解决方案, 有效地提供对整个移动网络的端到端可视性。

在业务层面, 他们继续突破极限, 探索在整个生态系统中实现差异化连接。公司进行概念验证, 并已推出商业化产品, 包括AT&T Turbo——一种旨在为消费者提供更佳体验的高级连接服务。



# 让5G连接深入到地下

Rogers进行了一项具有里程碑意义的投资，通过一套中立主机解决方案在多伦多地铁全线开通了5G服务，为所有用户提供连接服务，而不受其运营商限制。

## 重要洞察

- 该解决方案满足了消费者对无限制的可靠连接的需求，自部署完成以来每天的平均数据使用量达到了16TB。
- 该中立主机解决方案的部署仅用了三周时间，使所有乘客都可以享受5G连接服务。
- 新的5G能力将为消费者应用和公共安全应用场景带来新服务。



Rogers通信公司是一家加拿大通信和媒体公司，面向加拿大各地的家庭和企业客户提供无线、有线、媒体、电视、互联网和电话产品。

Rogers为超过3100万加拿大人提供5G无线服务覆盖，并致力于在更多地方提供快速可靠的网络服务。Rogers收购了BAI Canada及其传统多伦多地铁蜂窝基础设施，获得了在多伦多公交公司(TTC)系统内构建未来网络的权利，就是很好的例证。

## 在地下部署5G

多伦多地铁是北美地区客流量排名第四的公共交通系统，每年服务超过3亿乘客，共有75个地铁站和80公里的隧道。然而，在多伦多这个加拿大人口最多的城市，尽管5G覆盖已经非常广泛，但一旦用户进入地下，就再也无法享受可靠的连接。地铁乘客只能在有蜂窝网络的地方(站台、大厅和大约25%的隧道中)拨打911，无论他们使用的是哪家运营商的服务。

2023年9月，Rogers承诺在很短的时间内提供一个可正常运行的中立主机环境。这将使加拿大的所有无线用户都能在多伦多的地铁中使用他们的设备，无论他们的运营商是哪家。这将在传统分布式天线系统(DAS)基础上构建，最初只能支持一个频段。增强安全保护，让乘客能够在紧急情况下可靠地联系911，一直是该项目的关键驱动因素。

## 具有挑战性的部署

在规划对现有DAS系统进行长期现代化改造的同时，Rogers还需要满足一项监管要求，即必须在要求的三周时间内提供一种临时解决方案，为该地区的所有运营商提供临时托管服务。此外，任何地铁站或隧道内的所有升级工作，包括增强型911(E911，即911紧急定位服务)测试<sup>1</sup>，都必须在凌晨2:00至6:00的维护时间窗口内进行。Rogers必须迅速行动，在紧迫的三周时间内解决地铁系统中最繁忙和最关键部分的服务缺口，提供所需的连接能力。

Rogers选择执行一套完整的部署计划，包括网络设计和网络部署所需的物流工作，以在目标地铁站、大厅和一些地铁隧道内进行网络改进和扩展。这表明他们愿意以一种创新的方式应对挑战。

图32为多伦多地铁运营图，突出显示了蜂窝服务覆盖情况。在2023年8月开始的第一阶段，公司升级了最初只提供3G和4G服务的传统系统，主要为Rogers客户提供5G覆盖。黄色框内为目前可提供3G、4G和5G服务的区域，主要为Rogers客户提供服务，这是在2023年11月开始的第二阶段完工后的情况。在第一和第二两个阶段，开始提供多运营商服务的时间分别为2023年10月和2023年12月。

## 满足消费者需求

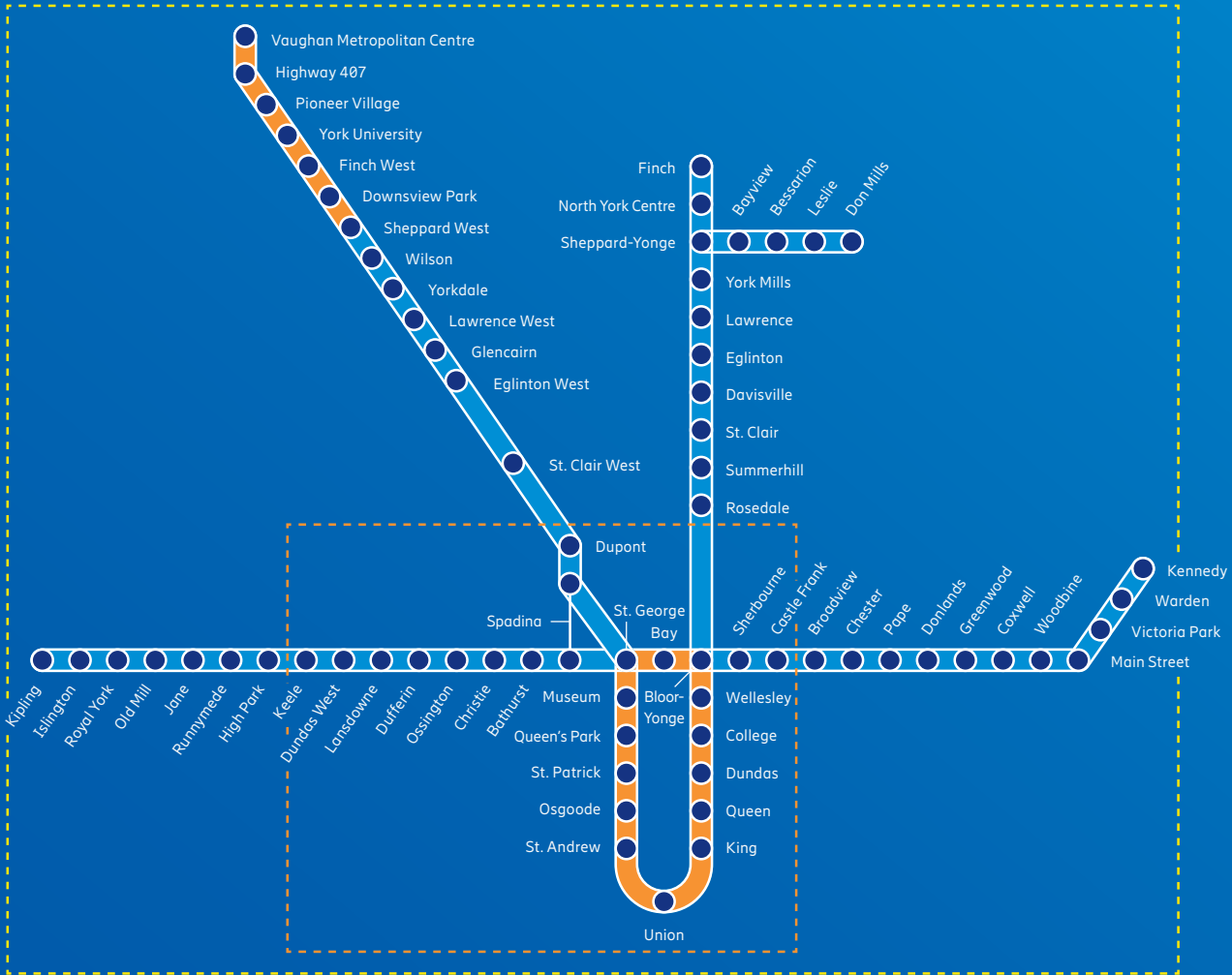
2023年，爱立信消费者研究室对加拿大人对5G的看法进行了一次调研。调研显示，地铁和机场等关键场所的网络性能与消费者的推荐意愿(称为净推荐值(NPS))之间存在相关性<sup>2</sup>。调查发现，在本次部署之前，接受调查的加拿大5G用户中有约30%每周乘坐地铁，其中三分之一的人表示他们在乘坐地铁时受连接问题困扰。对于在乘坐地铁时遇到连接问题的人来说，NPS下降了11个百分点。这些发现表明需要投资改进地铁系统中的网络性能，以提高消费者满意度和体验。在Rogers完成收购并对地铁网络进行了升级和扩展后，乘客在2024年1月平均每天使用16TB的数据，充分显示了升级客户体验的必要性和紧迫性。

<sup>1</sup> 在北美，E911自动向紧急服务机构提供呼叫者的位置。

<sup>2</sup> 爱立信消费者研究室，5G价值：将性能转化为忠诚度(2023年10月)。

图32: 地铁蜂窝服务图

- 站内5G网络覆盖
- 隧道内5G网络覆盖
- Rogers 5G网络覆盖第一阶段: 2023年8月/2023年10月开始提供多运营商服务
- Rogers 5G网络覆盖第二阶段: 2023年11月/2023年12月开始提供多运营商服务



地铁隧道内的5G网络覆盖不仅使乘客可以更可靠地使用911紧急服务,也满足了他们在通勤途中对网络连接的需求。自从完成5G网络部署后,乘客每天使用的平均数据量达到了16TB。

资料来源: Rogers网站, 2024年2月。

### 打造全民皆宜的解决方案

Rogers面临的重大挑战之一是急需为另外两家主要运营商的用户提供网络连接。公司不得不对整个系统进行升级，增加更多频段以确保兼容多家运营商。因此，Rogers设计了一个三方多运营商核心网络(MOCN)，为其他运营商提供相同的3G、4G和5G网络覆盖。不管是在移动核心层还是IP传输层，都需要面对一系列关键挑战。

与任何MOCN架构一样，各运营商网络之间的连接都需要IP传输网络，来将流量从共享RAN(3G、4G和5G)传输到各自的核心网。由于时间紧迫，无法建立新的连接，Rogers采取了一种前所未有的方法。设计团队利用了Rogers与一家合作伙伴(运营商1)之间的现有连接，并且如图33所示，将运营商1的网络作为中转IP网络，来建立与另一家合作伙伴(运营商2)的连接。原本用于其他目的的连接带来了与时延有关的路由挑战。为了缓解影响，设计团队巧妙地采用了不对称路由策略，以缩短使用最多的下行链路的时延。这一策略是确保提供出色用户体验的关键。

### 交付优化的服务

Rogers使用功率通道劈裂，将一个射频单元用于两个扇区的信号发送。这样就减少了射频单元的占用空间，因为只需使用一台无线设备而不是两台。

然而，由于需要将不同运营商的多个频段引入到传统的分布式天线系统(DAS)中，并混用不同的频道和技术，导致DAS系统中出现了噪声问题。为了确保为乘客提供良好的使用体验，每个部分都需要进行故障排除和优化。而为了提升射频性能，Rogers使用主动式DAS硬件和网络管理用户界面，通过降噪优化了DAS。此外还优化了一些关键参数，包括：

- 对于通过有源DAS实现信号拉远的部署场景，扩展小区覆盖范围
- 光纤距离更远时的流量时延
- 所有移动性参数，实现隧道间和隧道与车站扇区间平滑切换
- AI驱动的下行链路适配和数据感知的上行链路调度

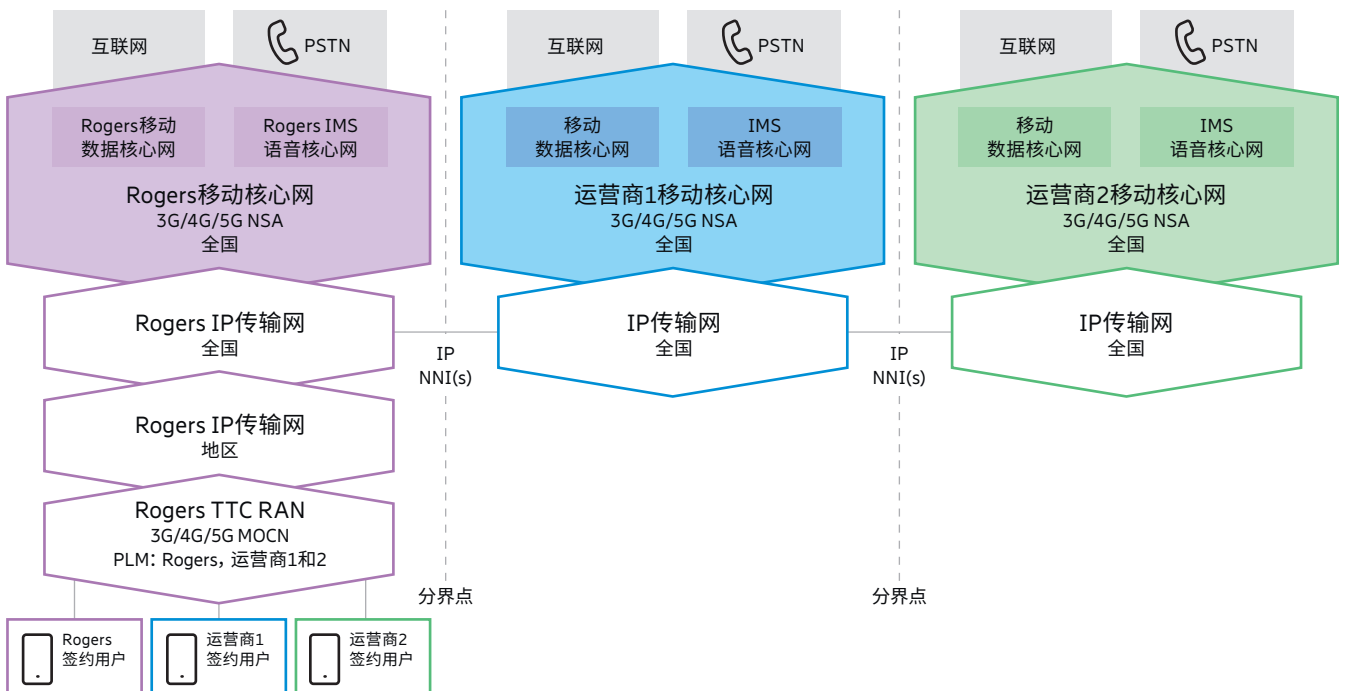
### 面向未来的网络战略

在最初的三周内，Rogers为所有乘客提供了5G服务，使他们能够在整个地铁系统中可靠地连接到5G网络并访问911。预计，5G网络的建设将需要大约两年时间。这是因为，为了确保地铁系统正常运营，为乘客服务，可用的夜间施工时间非常有限。为了改进网络并扩展现有3G和4G网络的蜂窝容量，需要对光纤网络和无线设备进行全面升级，以便为数百万用户提供5G移动服务。

在任何网络现代化改造战略中，提高能效都是一个关键考虑因素。因此，Rogers在网络设计中也考虑到了这一点，例如，通过功率分流技术，使1,900 MHz频段的无线设备可以同时用于3G和4G网络，并将其他运营商的频段整合到系统中，而不是额外部署新的无线设备。此外，一系列软件功能可以在不降低网络性能的情况下实现大幅度能源节约，如发射器微睡眠(在不需要传输数据时关闭无线发射器)和深睡眠(在低流量时段使无线设备进入休眠状态)。这些降低能耗的软件解决方案利用了负载变化，使现代无线设备的功耗在满流量和无流量时段之间的变化幅度可以达到97%。在高峰和非高峰时段以及地铁停运时都会出现这种情况。

在下一阶段的部署中，新实现的5G独立组网(SA)能力将为消费者应用和公共安全用例开创新的服务可能性。这可能包括利用轻量化(RedCap)技术的监控摄像头、用于紧急服务的网络切片，或面向消费者的增强视频流服务。为了实现这些能力的演进，支持未来服务，未来网络战略将包含室内小型基站，因为相对于DAS，它们可以提供更大的吞吐量，尤其是在上行链路上，进而为新兴的上行链路密集型服务铺平道路。

图33: MOCN的部署



# 方法

## 预测方法

爱立信定期进行预测，以支持内部决策和规划以及市场传播。《爱立信移动市场报告》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 (有些市场上的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 WiMAX。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大约100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FWA生成的流量。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，《爱立信移动市场报告》的全球和区域网络数据流量预测，代表了一个月内所有网络的估计流量。大流量区域的流量 (吞吐量) 将远大于平均流量。

## 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《爱立信移动市场报告》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](http://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,  $10^{18}$ 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,  $10^9$ 字节

**Gbps:** 千兆比特每秒

**GHz:** 吉赫兹,  $10^9$ 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,  $10^6$ 字节

**Mbps:** 兆比特/秒

**MHz:** 兆赫兹,  $10^6$ 赫兹 (频率单位)

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

**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)

**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,  $10^{15}$ 字节

**RedCap:** 轻量化

**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 IR.92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

	2022	2023	预测值 2029	CAGR* 2023-2029	单位
<b>移动签约数</b>					
全球移动签约数	8,320	8,500	9,260	1%	百万
• 智能手机签约数	6,570	6,930	8,100	3%	百万
• 移动PC、平板电脑和移动路由器的签约数	230	260	490	12%	百万
• 移动宽带用户数	7,050	7,390	8,820	3%	百万
• 移动签约数, 仅使用GSM/EDGE	1,160	1,010	380	-15%	百万
• 移动签约数, WCDMA/HSPA	850	670	290	-13%	百万
• 移动签约数, LTE	5,290	5,210	3,010	-9%	百万
• 移动签约数, 5G	1,000	1,580	5,560	23%	百万
• 固定无线接入连接	107	131	330	17%	百万
<b>固定宽带连接</b>	<b>1,450</b>	<b>1,530</b>	<b>1,850</b>	<b>3%</b>	<b>百万</b>
<b>移动数据流量</b>					
• 每部智能手机生成的数据流量	15	17	42	16%	GB/月
• 每台移动PC生成的数据流量	19	22	34	8%	GB/月
• 每台平板电脑生成的数据流量	11	14	32	16%	GB/月
<b>总流量**</b>					
移动数据总流量	88	106	313	20%	EB/月
• 智能手机	87	104	307	20%	EB/月
• 移动PC和路由器	0.8	1	2.4	17%	EB/月
• 平板电脑	0.7	0.9	2.7	21%	EB/月
固定无线接入	22	30	154	31%	EB/月
移动网络总流量	110	137	466	23%	EB/月
固网数据总流量	270	330	660	12%	EB/月

## 区域关键数据

	2022	2023	预测值 2029	CAGR* 2023-2029	单位
<b>移动签约数</b>					
北美	430	440	480	2%	百万
拉丁美洲	710	720	780	1%	百万
西欧	540	550	560	0%	百万
中欧和东欧	560	560	560	0%	百万
东北亚	2,160	2,200	2,290	1%	百万
中国 <sup>1</sup>	1,690	1,730	1,790	1%	百万
东南亚和大洋洲	1,140	1,160	1,300	2%	百万
印度、尼泊尔和不丹	1,150	1,180	1,290	1%	百万
中东和北非	730	730	830	2%	百万
海湾合作委员会(GCC) <sup>2</sup>	75	77	91	3%	百万
撒哈拉以南非洲地区	900	950	1,170	4%	百万
<b>智能手机签约数</b>					
北美	360	380	400	1%	百万
拉丁美洲	570	600	690	3%	百万
西欧	470	480	490	0%	百万
中欧和东欧	410	450	450	0%	百万
东北亚	2,020	2,070	2,180	1%	百万
中国 <sup>1</sup>	1,600	1,640	1,720	1%	百万
东南亚和大洋洲	950	970	1,150	3%	百万
印度、尼泊尔和不丹	810	880	1,200	5%	百万
中东和北非	560	640	750	2%	百万
GCC <sup>2</sup>	63	66	80	3%	百万
撒哈拉以南非洲地区	420	460	790	9%	百万

## 区域关键数据

LTE签约数	2022	2023	预测值 2029	CAGR* 2023–2029	单位
北美	240	170	50	-19%	百万
拉丁美洲	520	530	280	-10%	百万
西欧	430	380	80	-23%	百万
中欧和东欧	410	460	280	-8%	百万
东北亚	1,400	1,220	440	-16%	百万
中国 <sup>1</sup>	1,050	890	260	-18%	百万
东南亚和大洋洲	840	910	640	-6%	百万
印度、尼泊尔和不丹	780	740	410	-9%	百万
中东和北非	420	470	380	-3%	百万
GCC <sup>2</sup>	55	46	6	-29%	百万
撒哈拉以南非洲地区	267	330	440	5%	百万
5G签约数	2022	2023	预测值 2029	CAGR* 2023–2029	单位
北美	173	257	430	9%	百万
拉丁美洲	10	33	400	N/A	百万
西欧	72	143	480	22%	百万
中欧和东欧	6	14	280	N/A	百万
东北亚	674	908	1,820	12%	百万
中国 <sup>1</sup>	569	771	1,500	12%	百万
东南亚和大洋洲	33	61	560	N/A	百万
印度、尼泊尔和不丹	10	119	840	N/A	百万
中东和北非	18	36	420	N/A	百万
GCC <sup>2</sup>	13	26	81	21%	百万
撒哈拉以南非洲地区	3	11	320	N/A	百万
每部智能手机生成的数据流量	2022	2023	预测值 2029	CAGR* 2023–2029	单位
北美	17	19	59	21%	GB/月
拉丁美洲	9.3	11	36	22%	GB/月
西欧	17	19	49	17%	GB/月
中欧和东欧	14	17	43	17%	GB/月
东北亚	17	19	41	14%	GB/月
中国 <sup>1</sup>	17	19	41	13%	GB/月
东南亚和大洋洲	14	17	42	16%	GB/月
印度、尼泊尔和不丹	26	29	68	15%	GB/月
中东和北非	12	14	43	20%	GB/月
GCC <sup>2</sup>	24	28	58	13%	GB/月
撒哈拉以南非洲地区	3.7	5	20	26%	GB/月
移动数据总流量	2022	2023	预测值 2029	CAGR* 2023–2029	单位
北美	6.3	7.4	24	22%	EB/月
拉丁美洲	4.6	5.8	22	25%	EB/月
西欧	7	8.3	22	17%	EB/月
中欧和东欧	4.5	5.8	15	17%	EB/月
东北亚	29	33	78	15%	EB/月
中国 <sup>1</sup>	25	29	65	15%	EB/月
东南亚和大洋洲	12	15	44	20%	EB/月
印度、尼泊尔和不丹	17	21	67	21%	EB/月
中东和北非	5.9	7.9	28	24%	EB/月
GCC <sup>2</sup>	1.2	1.5	3.7	17%	EB/月
撒哈拉以南非洲地区	1.4	2	13	38%	EB/月

<sup>1</sup> 这些数据也包含在东北亚地区的区域性数字之中。<sup>2</sup> 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](http://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](mailto:rnea.china.marketing@ericsson.com)

© 爱立信 (中国) 通信有限公司  
版权所有 2024