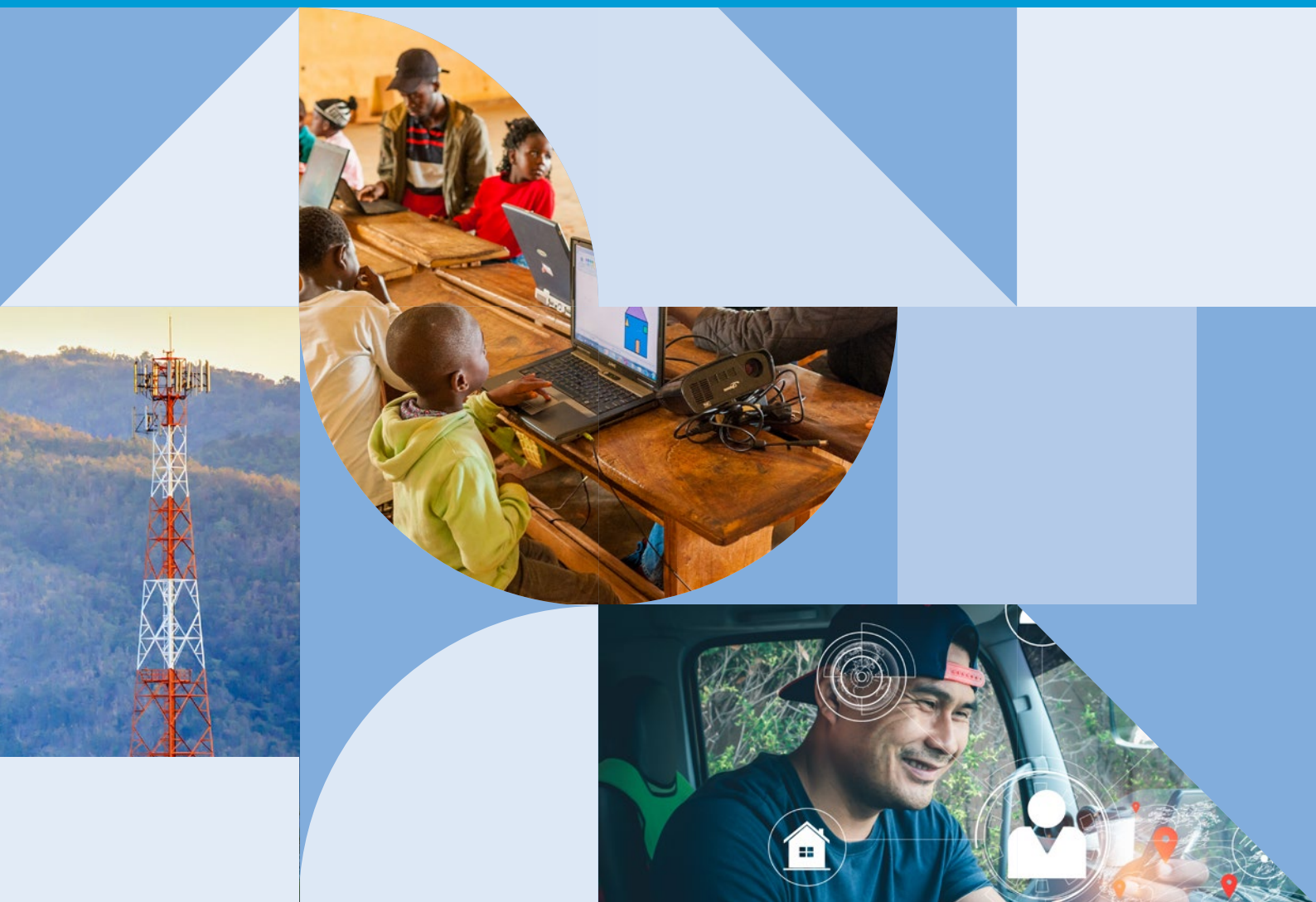


第1研究组 第1号课题

发展中国家的宽带部署战略和政策



ITU-D第1/1号课题输出成果报告

发展中国家的宽带部署战略和政策

2018-2021年研究期



发展中国家的宽带部署战略和政策：2018-2021年研究期ITU-D第1/1号课题输出成果报告

ISBN 978-92-61-34475-7（电子版）

ISBN 978-92-61-34485-6（EPUB版）

ISBN 978-92-61-34495-5（Mobi版）

© 国际电联 2021

国际电信联盟，Place des Nations, CH-1211 日内瓦，瑞士

部分版权所有。该作品通过创作共享署名-非商业-共享3.0 IGO许可（CC BY-NC-SA 3.0 IGO）向公众授权。

根据本许可证的条款，如果作品被适当引用，您可以出于非商业目的复制、重新分发和改编作品。在使用该作品时，不应建议国际电联认可任何具体的组织、产品或服务。不允许未经授权使用国际电联的名称或标志。如果您改编作品，那么您必须在相同或等效的创作共享许可下使您的作品获得许可。如果您创作了这部作品的译文，您应该加上下面的免责声明以及建议的引文：“这部译文不是由国际电信联盟（ITU）创作的。国际电联对本译文的内容或准确性不承担任何责任。英文原版须为具有约束力的权威版本”。欲了解更多信息，请访问：

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/>。

建议的引文。发展中国家的宽带部署战略和政策：2018-2021年研究期ITU-D第1/1号课题输出成果报告。日内瓦：国际电信联盟，2021年。许可证：CC BY-NC-SA 3.0 IGO。

第三方材料。如果您希望重用本作品中属于第三方的材料，如表格、图形或图像，则您有责任确定是否需要该重用的许可，并从版权所有那里获得这一许可。因侵犯作品中任何第三方拥有的内容而导致索赔的风险需完全由用户承担。

一般免责声明。本出版物中使用的名称和材料的表述并不意味着国际电联或其秘书处对任何国家、领土、城市或地区或其当局的法律地位，或对其边界或界线的划定表达任何意见。

提及特定公司或某些制造商的产品并不意味着国际电联认可或推荐这些公司或产品优先于未提及的其他类似性质的公司或产品。除了错误和遗漏之外，专有产品的名称用大写字母区分。

国际电联已采取所有合理的预防措施来核实本出版物中包含的信息。然而，资料的发行没有任何明确或隐含的担保。资料的解释和使用责任由读者自负。在任何情况下，国际电联都不对其使用而造成的损害负责。

封面图片鸣谢： Shutterstock

鸣谢

国际电联电信发展部门（ITU-D）研究组提供了一个中立性平台，来自世界各地的政府、业界、电信组织和学术界的专家可汇聚一起，制定解决发展问题的实用工具和资源。为此，ITU-D的两个研究组负责在成员所提出输入意见基础上制定报告、导则和建议。研究课题每四年在世界电信发展大会（WTDC）上决定。国际电联成员于2017年10月在布宜诺斯艾利斯举行的WTDC-17上商定，在2018-2021年期间，第1研究组将在“发展电信/信息通信技术的有利环境”的总体范围内处理七项课题。

本报告是针对**第1/1号课题 – 发展中国家的宽带部署战略和政策** – 编写的，由ITU-D第1研究组的管理班子进行全面指导和协调。该研究组由主席Regina Fleur Assoumou-Bessou女士（科特迪瓦）领导，并得到以下副主席的支持：Sameera Belal Momen Mohammad女士（科威特）、Amah Vinyo Capo先生（多哥）、Ahmed Abdel Aziz Gad先生（埃及）、Roberto Hirayama先生（巴西）、Vadim Kaptur先生（乌克兰）、Yasuhiko Kawasumi先生（日本）、Sangwon Ko（韩国）、Anastasia Sergeevna Konukhova女士（俄罗斯）、V́ctor Martínez先生（巴拉圭）、Peter Ngwan Mbengie先生（喀麦隆）、Amela Odošašć女士（波斯尼亚和黑塞哥维那）、Kristián Stefanics先生（匈牙利）（于2018年辞职）和Almaz Tilenbaev先生（吉尔吉斯斯坦）。

该报告由第1/1号课题共同报告人Vadym Kaptur先生（乌克兰波波夫敖德萨国家通信学院）（第1章首席编辑）和Fred Ongaro先生（肯尼亚）（第2章首席编辑）与以下副报告人协作撰写：Turhan Muluk先生（美国英特尔公司）（第1章编辑和第3章首席编辑）、Mohamed Amine Benziane先生（阿尔及利亚电信公司，阿尔及利亚）（第1-4章编辑）、Aminata Niang Diagne女士（塞内加尔）（第3章编辑）、Jane Coffin女士（互联网协会（ISOC））（第4章首席编辑）、Charles Zoë Banga先生（中非共和国）（第4章编辑）、Karma Jamyang先生（不丹）、Issoufi K. Maiga先生（马里）、Jean Marie Maignan先生（海地）、Luc Servais Missidimbazi先生（刚果）、Abdoulaye Ouedraogo先生（布基纳法索）、Ümit Nevruz Özdemir（土耳其电信公司，土耳其）张乾女士（中国）和张春飞（Chunfei Zhang）先生（中国（2018年辞职））。

特别感谢上述章节编辑，包括Stanislas Kanvoli先生（科特迪瓦）（第2章编辑）、Imani K. Ellis女士（美国Cheek Sy）（第2章编辑）和Yahya Al-Hajri先生（阿曼）（第4章编辑）的奉献、支持和专业知识。

本报告是在ITU-D研究组联系人、编辑以及出版物制作团队和ITU-D研究组秘书处的支持下编写的。

目录

鸣谢.....	iii
内容提要.....	vii
引言和背景.....	viii
第1章 – 不同宽带接入技术的趋势以及部署和监管方面的考虑	1
1.1 宽带接入技术的标准化趋势.....	1
1.1.1 移动宽带.....	2
1.1.2 固定宽带.....	6
1.1.3 下一代卫星宽带.....	6
1.2 国家固定和移动宽带发展计划的趋势.....	8
1.3 监管、投资程序和公私伙伴关系的趋势.....	10
1.3.1 解决市场操纵和竞争.....	12
1.3.2 频谱改革铺开.....	12
1.3.3 服务质量和体验越来越重要.....	12
1.3.4 VoIP.....	12
1.3.5 携号转网.....	13
1.3.6 简化和融合许可制度.....	13
1.3.7 数字经济税收：构建步骤.....	13
1.3.8 基础设施共享.....	13
1.3.9 开放监管过程.....	14
1.4 发展中国家的国际连接趋势.....	14
1.5 宽带部署过程中的能力建设和决策支持趋势.....	15
1.5.1 为国家和地方利益攸关方开展宽带部署和数字平等能力建设.....	16
1.5.2 美国农村宽带网络规划和能力建设讲习班.....	16
1.5.3 妇女、ICT和发展.....	17
1.5.4 国际电联频谱管理培训计划.....	17
1.5.5 ICT和无障碍获取的案例研究及资源.....	17
第2章 – 宽带战略、政策和法规，包括融资机制.....	19
2.1 宽带政策.....	19
2.1.1 创造宽带需求.....	19
2.1.2 保护知识产权.....	20
2.1.3 审查税收政策和监管费用.....	20
2.1.4 简化通行权.....	20
2.1.5 鼓励公私伙伴关系.....	21
2.1.6 投资最新的创新技术.....	21
2.1.7 促进本地互联网交换点的建立和使用.....	22

2.1.8	鼓励试点	22
2.1.9	将宽带基础设施划归关键基础设施	22
2.1.10	其他政策	22
2.2	监管干预	22
2.2.1	响应性监管框架	23
2.2.2	竞争市场	23
2.2.3	频谱资源的分配	24
2.2.4	制定和落实基础设施共同部署与共享的导则	24
2.2.5	价格监管	25
2.2.6	其他监管	25
2.3	部署战略	25
2.3.1	正式宽带计划的制定与实施	25
2.3.2	鼓励共享部署计划	26
2.3.3	政府资助连接政府机构	26
2.3.4	政府直接投资	26
2.3.5	建设社区网络	27
2.4	融资机制	28
2.4.1	公用事业模式	28
2.4.2	公私合作融资模式	29
2.4.3	运营商出资模式	29
2.4.4	采用逆向拍卖促进最后一英里连接	30
2.4.5	选择最合适的融资模式	30
第3章 – 向高速高质量的宽带网络过渡		31
3.1	高速高质量宽带的重要性	31
3.2	向高速高质量的宽带网络过渡	32
3.2.1	向高速高质量的移动宽带网络过渡（5G）	32
3.2.2	向高速高质量的无线宽带网络过渡	33
3.2.3	向高速高质量的固定宽带网络过渡	33
3.3	最佳做法导则	34
3.4	国家/区域示例	35
第4章 – 宽带部署的间接问题		41
4.1	IPv4向IPv6过渡	41
4.2	使用基于虚拟网络功能（VNF）和软件定义网络（SDN）的网络	42
4.2.1	软件定义网络（SDN）	42
4.2.2	在分段路由-MPLS服务提供商网络中应用SDN	43
4.2.3	电信云	43
4.3	互联网交换点（IXP）的发展	44
4.3.1	不丹的IXP	44

4.3.2 关于CGIX（刚果共和国）和GAB-IX（加蓬）IXP互连互通的谅解备忘录范本	44
第5章 – 结论	45
Annex 1: Key takeaways from workshops/seminars and other activities related to the Question.....	46
Annex 2: Case studies	49
Abbreviations.....	51

内容提要

本报告是研究发展中国家的宽带部署战略和政策的国际电联电信发展部门（ITU-D）第1研究组第1/1研究课题所取得的工作结果。

报告包括各国在推动可负担宽带网络发展方面的经验和采取的最佳实践；为刺激宽带网络投资而采取的战略；有关宽带基础设施部署办法的信息；概述从窄带向高速高质量宽带网络过渡的基本原则；与宽带网络部署的运营和技术问题相关的案例研究；举例说明消除宽带基础设施部署遇到的实践和监管障碍；概述各国在IPv4向IPv6过渡方面的经验；以及宽带部署的其他间接问题。

报告**第1章**概述了不同宽带接入技术的趋势以及部署和监管方面的考虑，包括宽带接入技术的标准化趋势；国家固定和移动宽带发展计划的趋势；监管、投资程序和公私伙伴关系的发展趋势；以及宽带部署过程中的能力建设和决策支持的趋势。

第2章研究了宽带战略、政策和法规，如监管干预、部署战略和融资机制等。包括响应性监管框架概述、竞争市场、频谱资源的分配原则、实施基础设施的联合部署与共享准则、价格监管，以及有关宽带规划的制定与实施的信息。

第3章集中讨论了向高速高质量宽带网络过渡，概述了移动宽带网络（5G）、其他无线宽带网络以及固定宽带网络的基本原则。还包括最佳实践准则和国家与地区案例概述。

第4章内容与宽带部署的间接问题有关，包括IPv4向IPv6过渡，使用基于网络功能虚拟化（NFV）和软件定义网络（SDN）技术的网络，以及互联网交换点（IXP）的发展。

第5章是对前几章结论的总结。

引言和背景

宽带技术正在从根本上改变我们的生活方式。宽带基础设施、应用和服务提供了促进经济增长、加强沟通、提高能源效率、保护地球和改善人民生活的重要机遇。宽带接入已对世界经济产生了重要影响。快速演进和新的商业机遇正在推动数字技术的快速、不均衡发展。¹

根据国际电联的数据，2019年是首次全球一半以上的国家和地区开始全年登录互联网参与全球数字经济。国际电联最新数据显示，目前仍然有约49%的世界人口没有连接网络（国际电联，2020年估计）。²

在全球大流行时代，伴随疫情而来的保持社交距离要求引发的封锁限制了人们的活动，甚至在自己社区内的活动，网络连接一跃成为提供教育、医疗等基本服务和保持商业运转的一种关键手段，有时甚至是唯一手段。新冠疫情使社会裂缝需要更大的救济。在这困难时期，因处于社会边缘的人没有网络连接，无论是经济原因还是地理原因造成的，如住在农村地区的人，数字鸿沟有进一步扩大的风险。这种数字鸿沟不仅存在于发展中国家和发达国家之间，也存在于发展中国家与发达国家的城市/城郊和农村人口之间。除非鸿沟得到巧妙和周到的解决，否则它很可能会在此次全球大流行期间扩大。专家表示，此次疫情可能会持续一段时间—尤其是考虑到传染风险和全球有效疫苗的研发与分配尚无确定的时间框架。³

发展中国家已向现有的移动网络投入了一万多亿美元，而且每年还在继续投入数十亿美元。根据国际电联的统计数据，⁴移动网络覆盖了发展中国家96.7%的人口（3G网络覆盖了93%的人口；4G网络覆盖了85%的人口）。下一步是将这些移动网络转变成高速高质量的5G智能网络。⁵因此，5G技术目前受到了极大关注，5G被定位为支持数据和分析用例的智能网络，推动各种使用场景发展。例如，5G被视为帮助发达国家和发展中国家充分利用物联网（IoT）、云计算、机器对机器（M2M）和数据分析等新技术的使能技术。新冠疫情亦清楚表明了5G的重要性，详细信息参见国际电联疫情网络研讨会上的演讲“5G和人工智能对疫情（COVID-19）的重要性”。⁶

此次疫情大流行还展示了不同信息通信技术（ICT）在确保连通性方面的重要性。⁷更多信息请参见国际电联“制定应对疫情大流行的电信-信息通信技术应急计划指南”⁸、全球网络复原力平台（Reg4Covid）平台⁹和信息社会世界峰会（WSIS）的应对冠状病毒特别报告。¹⁰

¹ 国际电联和联合国教科文组织。宽带可持续发展委员会。《2019年宽带状况：宽带是可持续发展的基础》。2019年9月，日内瓦。

² 国际电联统计数字。

³ 爱立信有限公司（美国）提交的ITU-D SG1 SG1RGQ/382号文件。

⁴ 国际电联。ITU-D。《衡量数字发展：2020年的事实和数字》。2020年，日内瓦。

⁵ 英特尔公司（美国）提交的ITU-D SG1 SG1RGQ/375(Rev.1)号文件。

⁶ Turhan Muluk和Mario Romao（Intel）。《5G和AI对疫情大流行（COVID-19）的重要性》。2020年7月6日举办了“利用ICT打击疫情大流行的新型电子卫生解决方案”国际电联网络研讨会。

⁷ EMEA卫星运营商协会（ESOA）提交的ITU-D SG1 1/441号文件。

⁸ 国际电联。ITU-D。《为响应疫情大流行制定电信/ICT应急计划的指南》。2020年，日内瓦。

⁹ 国际电联。《全球网络复原力平台（#REG4COVID）》。

¹⁰ 信息社会世界峰会（WSIS）。WSIS清点工作ICT案例存储库。《新冠响应-专项报告》。（零号草案，2020年9月10日）。

数字素养有限者可以通过人工智能（AI）和高速宽带网络有效地使用互联网。他们可以通过与人工智能数字语音助理（DVA）对话获取在线服务。数字语音助理有助于缩小文盲在获得有价值信息和服务方面的差距，这些服务涉及从教育、农业到网上医疗保健的多个方面。¹¹

¹¹ 英特尔公司（美国）提交的ITU-D SG1 [1/462+附件](#)号文件。

第1章 – 不同宽带接入技术的趋势以及部署和监管方面的考虑

在现代信息社会里，电信是世界经济的一个重点，它决定着各成员国的竞争力水平。市场竞争鼓励不同的利益攸关方去跟踪和预测电信行业的主要趋势，以便投资最有效的办法，实现现代电信网络的快速发展和成本效益。

在影响现代电信业发展的所有要素中，下列要素对宽带部署的影响最大：

- 宽带接入技术的标准化；
- 国家固定和移动宽带发展计划；
- 监管、投资程序和公私伙伴关系；
- 宽带部署过程中的能力建设和决策支持。

1.1 宽带接入技术的标准化趋势

对宽带接入技术的研究和标准化趋势的理解与技术更新演进密不可分。普遍做法是对各代移动通信技术使用商业名称，如1G（AMPS、TACS、NMT），2G（TDMA、CDMA、GSM、PDC），3G（IMT-2000、WCDMA、CDMA2000、UMTS），4G（IMT-Advanced、LTE-Advanced、WiMAX）以及5G（IMT-2020）。在信息通信领域，术语“代”的另一个用法是作为术语“下一代网络（NGN）”的一部分。

为了使现代网络建设原则的研究任务具体化，可根据哪个发展和实施阶段为宽带部署提供了重要技术理念，采用多代技术。

1类代：过去的几代

G-3（G“减”3）代：当下通常不再用于建设新的通信网络的技术。例如，1G移动通信技术以及BPON（宽带无源光网络）和模拟电视广播技术等。

G-2（G“减”2）代：继续用于确保老旧用户设备兼容性的技术。例如，2G移动通信技术以及EPON（以太网无源光网络）、ADSL和DOCSIS 1.0等技术。

2类代：当今的几代

G-1（G“减”1）代：由于与G+1代（下文）相关的更有前景的技术的发展，今天较少用于建设宽带接入网络的技术。这些技术受到了很好的研究、标准化和商业化。例如，3G移动通信技术，以及GPON、ADSL2+、VDSL和DOCSIS 2.0等技术。

G+1 (G “加” 1) 代: 积极用于建设宽带接入网络的技术。这些技术也受到了很好的研究、标准化和商业化。例如, 4G移动通信技术以及XG-PON1、Vectored VDSL和DOCSIS 3.0等技术。

3类代: 未来的几代

G+2 (G “加” 2) 代: 目前处于实验性实施和/或标准化阶段的技术。例如, 5G移动通信技术以及100 EPON、G.fast和DOCSIS 3.1等技术。

G+3 (G “加” 3) 代: 目前以创新理念和原则的形式呈现的技术, 正在经受研究和批准。

1.1.1 移动宽带

对于发展中国家的大多数人口来说, 移动式是接入互联网的主要途径。移动互联网通过助推数字包容性发展和支持提供各种基本服务, 如移动支付、移动农业服务以及移动卫生保健和教育服务等, 带来了广泛的社会和经济裨益。另外, 有证据表明, 移动连接水平较高的国家在实现他们对联合国可持续发展目标 (SDGs) 的承诺方面取得的进展最大。¹

尽管有移动电话的发展、服务的多样性以及这项技术的特殊性, 仍有许多人还没有享受到移动宽带带来的好处。²

GSMA的移动连接指数 (Mobile Connectivity Index) 支持移动行业实现“人人相连, 万物相连, 实现更美好的未来”的承诺。³可在线⁴查看移动连接指数。该指数将35个指标划分成12个维度和四大促成因素, 将各维度的得分累加起来, 得出每个促成因素的分数。得分在0-100范围内。

移动连接指数衡量170个国家在影响移动互联网采用的几大促成因素方面的表现。此数据可以帮助移动行业及其他利益攸关方了解可以在哪些方面集中采取行动, 大力推进移动互联网的发展。

受4G LTE应用消费需求的部分推动, 移动宽带用户数量继续强劲增长。目前在多个地区, 4G LTE都是在国内获得宽带和接入4G网络服务的主要途径。去年, 移动宽带用户数量大幅增长, 尤其是低收入国家, 覆盖范围几乎翻了一番。现在, 全球所有移动用户有一半以上使用的是LTE和更高代的4G技术。

第一和第二代无线网络主要提供话音业务, 此后的3G和4G的重点转移到了数据和移动宽带。虽然移动宽带未来仍将继续关注5G, 但预期它将会支持范围更为广泛的各种使用场景。诚然, 5G的定位是支持数据和分析型使用案例的智能网络, 协助其以前所未有的方式推动新产业的发展。5G可使发展中国家充分利用人工智能、云计算、M2M、数据分析等新技术。

¹ GSMA提交的ITU-D SG1 [1/244](#)号文件。

² 高等跨国电信学校 (塞内加尔) 提交的ITU-D SG1 [1/30](#)号文件。

³ GSMA提交的ITU-D SG1 [1/247](#)号文件。

⁴ GSMA。 [GSMA移动连通性指标](#)。

发展中国家90%以上的宽带用户使用移动宽带，为了充分享受移动宽带的各种好处，成功向5G迁移非常重要。5G/IMT-2020将为发达国家和发展中国家提供新应用和新业务。实际上有些5G/IMT-2020应用对发展中国家而言更为重要，例如智能交通系统、电子卫生、网络教育、智能电网、电子农业和救灾等。发展中与新兴经济体正在跨越过时技术且日益移动化。5G将对这些经济体产生重大的经济影响。⁵

手机的普遍拥有和使用可加快向数字化时代迈进，改变数百万人的日常生活 – 尤其会影响妇女、贫困者和住在边远农村地区的人，并促进他们的经济体的发展，为所有人谋福利。⁶

Wi-Fi

Wi-Fi是最为广泛采用的无线技术。⁷Wi-Fi的普遍性、灵活性和可负担性在推动新兴市场互联互通数量增长方面发挥了作用，它是弥合新兴市场数字鸿沟的有力工具，也是提高物联网和M2M应用的驱动者。Wi-Fi和IMT都需要达到5G要求。Wi-Fi承载了大部分无线数据流量，并将继续这样做。

自1997年Wi-Fi标准获得批准以来，Wi-Fi在不断演进。标准的更新改进了空中接口（IEEE 802.11n, IEEE 802.11ac, 以及最终的IEEE 802.11ax（Wi-Fi 6）），增加了新的频段（60 GHz上的WiGig, 适用于IEEE 802.11ad和IEEE 802.11ay标准, 以及适用于IEEE 802.11ax标准的6 GHz），且跟上了安全需求的变化（WPA、WPA2、WPA3）。另外，Wi-Fi联盟和无线宽带联盟（WBA）引入了新功能以改善流量管理，方便用户访问和身份验证、漫游、语音呼叫，以及更笼统地说，支持新用例。向后兼容和互操作性对Wi-Fi成功与否具有关键作用，它们提供的连续性既为市场增长奠定了基础，也使供应商、服务提供商和用户受益。Wi-Fi网络可逐渐演进，增加新功能、提高性能，同时支持旧有设备。例如，无需为了连接一个Wi-Fi 6接入点（AP）而更换设备，且新的Wi-Fi 6设备仍将能够连接旧有的接入点（但因为某些信道带宽可能不可用，所以并不是都能从Wi-Fi 6受益）。

当前，Wi-Fi 6因在吞吐量、频谱效率和设备续航时间上的提高，吸引了大部分注意力，但Wi-Fi的演进覆盖了更多内容，包括流量管理、安全、新的频段以及与蜂窝网络的集成，以便适应新用例。在满足不同流量需求和应用要求方面，蜂窝和Wi-Fi仍将保持互补性，同时进一步集成，共享它们之间的流量。

6 GHz频段对非授权访问可用，将进一步推动Wi-Fi在无线互联网服务提供商（WISP）中的使用。比如，美国联邦通信委员会（FCC）于2020年4月采取行动增加了非授权频段的供应，使得6 GHz频段上有1200 MHz的频谱可供非授权使用。这些规则将迎来下一代Wi-Fi – Wi-Fi 6。

要扩展Wi-Fi的功能、灵活性和效率，并提高它在特殊用例中的性能，还有许多其他演进路径：

- 60 GHz频段上的多千兆比特连接（WiGig, IEEE 802.11ad, IEEE 802.11ay），在最高流量环境下、在无线回程和固定无线访问或家庭或某些应用或设备在短距离内需要

⁵ 国际电联和联合国教科文组织。宽带可持续发展委员会。2018年的宽带状况：宽带催化可持续发展。日内瓦，2018年9月11日。

⁶ 电信发展局第1/1号课题牵头人提交的ITU-D SG1 SG1RGQ/75号文件。

⁷ 英特尔公司（美国）提交的ITU-D SG1 1/230号文件。

非常高的吞吐量的其他室内环境下（如，AR/VR、360度视频、家庭视频投影机），提供更高的容量密度。

- IEEE 802.11ay通过使用信道绑定和8x8 MIMO，支持超过100 Gbit/秒的峰值数据速率，强化了最初基于IEEE 802.11ad的WiGig标准。
- 远程、低功率的设备连接（HaLow，IEEE 802.11ah）将为物联网或工业物联网部署做好准备。虽然连接可能在kbit/秒的范围内，但设备可能以月/年为单位，对续航时间要求很高。Wi-Fi HaLow技术在非授权的900 MHz中操作。

Wi-Fi联盟估计2018年全球Wi-Fi的经济价值为1.96万亿美元，并预估到2023年这一数字将超过3.47万亿美元。Wi-Fi在四大范畴对经济的影响最大：

1. 开发替代技术扩大消费者的选择；
2. 打造创新商业模式提供独特服务；
3. 为固定和移动网络扩大通信服务的访问；
4. 补充电缆和蜂窝技术，提高它们的有效性。⁸

LTE

长期演进（LTE）和LTE-Advanced是实用且备受欢迎的技术。经过改进的无线电能力将使移动宽带业务更高效，提供更高的质量并在LTE网络的基础上实现多组新业务。第三代合作伙伴计划（3GPP）版本13/14定义了这些功能，并且统称为“LTE-Advanced Pro”。

LTE-Advanced Pro是在不久的将来助力移动网络发展的关键技术，并介绍了频谱效率方面的下一步工作—三维（3D）波束赋形，又被称为“全维度MIMO”（FD-MIMO）。增加基站的收发机数量是释放更高频谱效率的关键。⁹

5G（IMT-2020）

首批5G（IMT-2020）商业业务已开启，今后几年我们将在全球看到更多业务的启动。¹⁰

虽然在研究周期早期便采用毫米波技术的经济体取得了更大的经济效益，但在研究的最后几年，后来才采用这项技术的经济体的毫米波贡献率超过了早期采用者。

随着电信行业加快5G技术的商用，投资5G技术的运营商数量在大幅增长。全球电信运营商已宣布参加5G演示、实验室测试和现场试验。¹¹

5G是有史以来发展最快的移动技术。¹²到2020年，5G网络已覆盖世界人口的15%（11.7亿人），我们可以想象全球覆盖的发展将是如何迅猛（城市和农村地区）。尽管

⁸ 英特尔公司（美国）提交的ITU-D SG1 [1/379](#)号文件。

⁹ 阿尔及利亚电信SPA（阿尔及利亚）提交的ITU-D SG1 [1/323](#)号文件。

¹⁰ 英特尔公司（美国）提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/243](#)号文件。

¹¹ 英特尔公司（美国）提交的ITU-D SG1 [1/227](#)号文件。

¹² 英特尔公司（美国）提交的ITU-D SG1 [1/462+附件](#)号文件。

人们正面临全球疫情大流行和经济挑战，但5G的用户增长速度仍是4G LTE的四倍。从2019年第三季度到2020年第三季度，全球增加了2.25亿5G用户，这是4G LTE花了四年时间才实现的壮举。据爱立信称，¹³到2026年，全球60%的人口将享受5G覆盖，5G用户预计将攀升至35亿。在正确政策和法规的指导下，我们可以进一步加快从现有移动宽带网络向5G网络的过渡，以实现数字公平和可持续发展目标。

2020年底，61个国家的5G商用网络数量达到了143个。截至2020年7月底，126个国家/地域的392家运营商宣布它们在投资5G。到了2020年8月，已确定83家以上运营商在投资5G FWA业务。5G设备的数量继续攀升，于2021年3月超过600款。截至2021年3月，已揭晓了628款设备，在过去三个月间增加了21%。¹⁴

全球监管机构要么在5G竞拍阶段，要么在咨询和规划5G频率分配的过程。同时，运营商还在研究许多候选频段。

5G智能高速宽带业务的可用性对发展中国家的未来非常重要。5G是实现数字化转型的关键技术。5G、人工智能和物联网之间互相补充。根据IHS，到2035年，5G将助力实现12.3万亿美元的全世界经济产出。麦肯锡预测，与当前全世界经济产出相比，到2030年，AI有潜力逐步增加16%，或者说约13万亿美元，到2025年，物联网的总经济影响将可能达到每年11.1万亿美元。发展中国家有机会从5G、物联网和人工智能中获取最大收益。¹⁵

近几十年见证了国际电联在—项技术过渡到另一项技术的过程中所发挥的重要作用，如，模拟广播向数字广播的过渡，IPv4向IPv6的过渡。虽然这些课题还在国际电联研究组和其他相关会议的日程之中，但5G部署带来的激动之情应被这项技术的进展速度等问题所中和。

发达国家和发展中国家都应抓住向5G过渡这个机遇。然而，应制定一张明确且协调的时间表，帮助决策者和监管机构跟上这项技术到目前为止无约束的采用速度。¹⁶

人们对5G的期望很高—千兆速度带来更好的最终用户体验、新应用、新商业模式和新业务，更好的网络性能和可靠性。

然而，今天，5G的实施还面临一些挑战。实施政策/监管机制和商业激励的缺乏，如补助或刺激5G网络投资的公私伙伴关系等，都是令人担忧的主要问题。

国际电联2018年的报告《迎接5G的到来：机遇与挑战》突出强调了16大问题以及应对措施，供决策者在制定5G网络投资刺激战略时予以考虑。它们共同代表了一种强大手段，调整应对迁移各主要问题的总体方式，并适时审慎地着手加速推进向5G的过渡。¹⁷

与此同时，5G还面临高基站密度和高功耗的问题。如何确保以高效低成本的方式为5G基站供电已成为一个迫切问题，需要在5G商用网络建设阶段解决。其中一种可能的解决方案是集中建设各种主电站和分支电站，提供三维空间分散供电。¹⁸

¹³ 爱立信。爱立信移动性报告。斯德哥尔摩，2020年11月。

¹⁴ 全球移动供应商协会（GSA）。5G报告。

¹⁵ 英特尔公司（美国）提交的ITU-D SG1 1/378号文件。

¹⁶ 科特迪瓦提交的ITU-D SG1 SG1RGQ/214号文件。

¹⁷ 电信发展局第1/1号课题牵头人提交的ITU-D SG1 SG1RGQ/74号文件。

¹⁸ 中国提交的ITU-D SG1 1/340号文件。

1.1.2 固定宽带

虽然全球固定电话签约量在继续减少，但固定宽带签约量却在持续增加。根据国际电联最新统计数据，2020年的固定宽带连接数量（11.78亿）多于2019年的固定电话连接数量（9.15亿）。

在42%的国家中，一半以上的固定宽带下载速度快于10 Mbit/秒，已超过“连通目标2030”设定的到2023年达到40%的目标。

发达国家的固定宽带签约增速在放缓，因为这些国家已接近饱和水平。由于固定宽带连接通常由所有家庭成员共享，所以普及率不太可能高于50%。事实上，排名最高的几个国家的普及率为每100名居民中有40到45份签约，而所有发达国家的平均水平为32.7。相比之下，发展中国家在经历了2012年和2013年的放缓之后，在过去五年里，增速一直在加快，2019年达到了每100名居民中有11.4份签约。这仍然留下了充足的进一步增长空间。最不发达国家（LDC）的基数虽然非常低，但增长也很强劲。

虽然发达国家几乎不存在最低速度级别（≥256 kbit/秒到<2 Mbit/秒）的签约，但这在最不发达国家中依然是一个非常现实的情况，2017年，它们30%的固定宽带连接速度仍然低于2 Mbit/秒。

2017年，就速度不低于10 Mbit/秒的固定宽带签约而言，亚太地区所占比例最高，为89%，欧洲以87%紧随其后。另一方面，非洲和阿拉伯国家在2017年仍然有较高比例的用户签约速度低于2 Mbit/秒，分别为39%和31%。

1.1.3 下一代卫星宽带

卫星的全球覆盖和直接可用性使它成为连接世界各地的人的关键。^{19,20}卫星系统及时为发展中国家提供宽带连接，其质量和服务水平与发达国家的卫星连接相同。虽然目前有许多卫星宽带技术可用，但新一代卫星系统将进一步扩大天基服务的能力。这其中包括低地球轨道（LEO）和中地球轨道卫星（MEO）系统，以及使用多点波束的高通量卫星（HTS）或超高通量卫星（VHTS）系统。卫星系统越来越多地作为卫星-地面混合系统部署，从而为建设多重网络做出贡献。

直接使用50-100 Mbit/s的可用卫星宽带连接用户对郊区、低密度和较偏远地区具有重要意义。如上所述，在其他独立解决方案经济上不可行的地方，往往利用卫星来回程移动基站或实现社区Wi-Fi。卫星技术已被用于实现地面移动网络从2G到3G和4G的可负担扩大与升级，且通常结合地面固定链路并为其提供复原力保护。此类技术对于在移动环境、飞机和船舶内为乘客提供连接以及临时和紧急情况下使用亦很重要。因此，卫星系统凭借其经济高效地覆盖所有地理区域和快速部署的能力，为点对点（P2P）微波回程提供了令人信服的替代方案。本报告附件3提供了发展中国家如何使用卫星系统的实例。

随着新冠肺炎大流行的肆虐，人们感到迫切需要确保完全连通，因此就更加凸显出卫星的作用。全球有7.5亿多人（约占全球人口的10%）生活在农村和偏远地区，仍然没有移动宽带（3G或更高的连接）覆盖。²¹过去一年，这种覆盖不足影响了固定和无线宽带

¹⁹ ESOA提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/320](#)号文件。

²⁰ ESOA提交的ITU-D SG1 [1/441](#)号文件。

²¹ GSMA。互连互通的社会。[2019年移动互联网连通性的状况](#)。伦敦，2019年7月。

进一步融合的宽带部署，如今包括卫星在内的移动宽带往往会一并部署。²²实施基于多种技术的解决方案可以(i)缩短连通社区所需时间，(ii)降低推广成本，同时在发展中国家实现有意义的连接。²³例如，移动运营商继续与卫星运营商合作，通过使用卫星回程连接到互联网骨干网，将3G和4G网络的覆盖范围扩展到农村和偏远地区。其结果是原本完全不相连的地区带来了移动连接方面的变革。²⁴

卫星对5G的贡献

展望未来，卫星亦为5G网络提供回程传输。虽然有些应用需要低延迟，但最常见的宽带应用（如电子邮件、网页浏览、视频流或云文件同步）则没有此需求，而是更倾向于可靠的连接、高可用性和低成本。²⁵最近部署和即将部署的中低地球轨道非对地静止（non-GSO）卫星轨道系统现在可以提供支持广泛应用的低延迟连接。

鉴于有必要确保为可能多的公民提供宽带连接，欧洲委员会将未来的5G架构描述为异构网络，即包括卫星网络在内的网络的网络。²⁶国际电联题为“为5G做好准备：机遇和挑战”²⁷的报告以及欧洲邮电主管部门大会（CEPT）电子通信委员会（ECC）280号报告²⁸中提出的建议，表示支持这一方法。相应地，5G标准制定机构3GPP正在移动运营商的积极支持下，开展将诸如卫星之类的非地面网络完全集成入5G网络的技术标准化工作。²⁹因此，发展中国家有机会从5G、物联网和人工智能中享受到最大的成果。

5G的卫星部分将使用高中低无线电频率（S、L、C、Ku、Ka、Q-V波段）。发展中国家要从各种宽带连接中受益，以满足其多样化和不断变化的需求，就需要更新其信息通信技术政策和监管框架，使其能够反映当前的技术状况，同时保持技术中立，激励在未来持续投资于不同的解决方案。上述政策包括频谱政策，该政策应保护现有用户，允许未来部署不同的宽带解决方案，并执行国际电联世界无线电通信大会（2019年，沙姆沙伊赫）（WRC-2019）的决定。该届大会就未来的IMT/5G服务、卫星和其他服务做出了规定，并指出各项服务的作用。

得益于卫星系统广泛的业务覆盖能力且其更受物理攻击和自然灾害伤害的可能性更低，因此预计无论是单独操作的卫星还是与地面系统结合的卫星均将：

- 促进5G业务在地面5G网络无法覆盖的无服务地区（隔绝/偏远地区、航空器或船舶上）和服务欠缺地区（例如郊区/农村地区）迅速以经济的方式推出
- 以经济高效的方式提升有限地面网络的性能，包括增强其支持关键5G服务的韧性

²² 全球卫星联盟（GSC）。[全球卫星业与新冠疫情](#)。

²³ Xataka（墨西哥）。Internet de 18 Mbps a 12 pesos la hora: probamos el internet de Viasat para comunidades de México en donde apenas llega la luz. 2018年7月23日更新。[西班牙语]。

²⁴ SES。新闻。新闻稿。[“居家”规则下的阿拉斯加市乡村SES网络和OptimERA扩容](#)。2020年4月21日。

²⁵ Imitiaz Parvez及同事。[有关5G低延迟的调查：无线接入网（RAN）、核心网和高速缓存解决方案](#)。arXiv: 1708.02562v2 [cs.NI]，2018年，5月29日。

²⁶ 欧洲委员会。打造欧洲的数字未来。[5G研究和标准](#)。

²⁷ 国际电联。[为5G做好准备：机遇与挑战](#)。日内瓦，2018年。

²⁸ CEPT。电子通信委员会（ECC）。ECC第280号报告。[5G的卫星解决方案](#)。2018年5月18日批准。

²⁹ NGMN新闻。新闻稿。[NGMN联盟与ESOA成员协作利用非地面网络拓展农村联通性](#)。德国，法兰克福，2020年2月5日。

- 通过对M2M/物联网设备或移动平台上（乘用运载工具，如飞机、船舶、高速火车和公共汽车）的乘客提供业务连续性，或确保在任何地方业务的可用性，尤其是对于关键的未来铁路/水上/航空通信，增强5G业务的可靠性
- 通过对传输数据至网络边缘或者甚至用户终端提供有效的组播/广播资源，实现5G网络的可扩展性。

预计5G系统中的非地面网络部分将在以下垂直行业发挥作用：交通、公共安全、媒体和娱乐、电子卫生、电子学习、能源、农业、金融和汽车。³⁰

1.2 国家固定和移动宽带发展计划的趋势

国际上已将宽带网络视为重要的公共基础设施。它们在促进经济发展、转变增长动力和提高长期竞争力方面发挥着越来越重要的作用。它们的发展已成为衡量一国综合国力的重要标准。世界各国都已将宽带纳入优先发展范围。³¹

国家之间、社会阶层之间、有时甚至一国内部在虚拟社会的注册用户数量、互联网使用量和类型方面都有所不同。这取决于这些国家的文化、地理指标和互联网发展率。了解互联网和宽带业务用户在特性和数量上的社会差异，有助于根据该社会的技术发展水平解决数字鸿沟问题。可以通过将宽带发展作为一项优先工作和向需要更多相关服务的地区提供相关服务来解决这个问题。其中一种可能的优先处理方式是对人们进行社会调查，了解他们在宽带使用方面的需求。例如，2017年开展的“伊朗互联网社会调查”使用不同指标帮助对比了该国各个地区和行业的公民使用宽带业务和虚拟网络的情况。³²

根据国际电联电信/ICT监管数据库，相较于2010年时的136个，到2019年底，超过164个国家已通过了国家宽带计划。³³

各国在国家宽带计划中为自己设定的主要目标包括：

- 建设宽带基础设施
 - 用宽带连接各家各户
 - 促进宽带业务的使用
- 推广使用宽带的公共服务。

国家宽带计划实施资金的主要来源包括：

- 公私伙伴关系（PPP）
- 政府补助/直接补贴
- 普遍服务基金。

³⁰ 阿尔及利亚电信SPA（阿尔及利亚）提交的ITU-D SG1 [1/326](#)号文件。

³¹ 中国提交的ITU-D SG1 [1/351](#)和[1/456](#)号文件。

³² 伊朗伊斯兰共和国提交的ITU-D SG1 [1/73](#)号文件。

³³ 国际电联[ICT之眼](#)。

少数国家已将国家宽带计划的替代方案纳入了国家总体发展战略、数字议程或经济刺激战略。截至2019年底，有119个国家报告可提供这种文件。而且，几乎所有这些文件都涉及宽带发展计划的某些方面。

宽带基础设施建设仍然是国家宽带计划中最普遍的趋势之一。

人们清楚地认识到信息通信技术对最不发达国家的重要性。可持续发展目标9.c明确提到，到2020年在最不发达国家以低廉的价格普及使用因特网。目前还没有适用于最不发达国家提高连通性的单一模型，但迄今为止取得的进步表明，竞争、必要时的公共干预、开放访问、基础设施共享，以及在第一、中间和最后一英里的私人投资都具有重要作用。政策失败，如市场集中、陷入困境的私有化、过度征税和对国际门户的垄断控制等，仍然是阻碍最不发达国家宽带发展的主要瓶颈。³⁴

在发达国家方面，欧盟理事会通过了《提升欧盟的数字和经济竞争力及数字凝聚力》的结论，它强调了千兆网络社会对一个有竞争力、创新和高度数字化的欧洲的重要性。

2019年7月，英国发布了《电信、无线电频谱管理和邮政服务战略重点声明》，明确要在全国家范围内部署千兆宽带。

德国提出了“千兆德国”的2050年愿景，希望通过促进宽带基础设施建设，使人人都能享受“快速互联网接入”。

早在2012年4月，韩国便实施了“千兆韩国”战略，目标是到2020年实现100%的千兆宽带覆盖。目前，千兆宽带网络覆盖了该国90%以上的家庭。韩国也发布了“5G+计划”，在五大核心服务和十个行业里加快5G商用发展。

美国发布了“5G FAST计划”³⁵，包括三大部分：

1. 加快拍卖，将更多频谱推向市场，加快5G商用
2. 更新基础设施政策，简化基站部署流程，推动5G网络快速部署
3. 调整过时的法规，鼓励5G投资和创新。

2019年4月，中国政府发布了一份政策性文件，深入推进宽带网络提速降费，提出推动固定和移动宽带“双G双提”。³⁶

因此，确保所有公民，无论他们身处何地，皆能访问尽可能最好的国际基础设施的战略，是一个重要的公共政策优先事项，它以及在不断变化的数字环境中确保服务质量亦都将助力可持续发展目标的实现。

³⁴ 国际电联和UN-OHRLLS。ITU-D。主题报告。LDC和小岛屿发展中国家。ICT、LDC和SDG：在最不发达国家实现普遍提供且价格可承受的互联网服务。日内瓦，2018年。

³⁵ 美国提交的SG1RGQ/328(Rev.1)号文件。

³⁶ 电信发展局提交的1/32号文件。

1.3 监管、投资程序和公私伙伴关系的发展趋势

在第四次工业革命中，数字化正在日益从根本上变革着社会和经济并颠覆着多个行业。与此同时，全球信息通信技术（ICT）监管在过去的10年中历经发展，不断平稳变革。³⁷

技术进步促成了新的社会现象和商业模式，对我们个人和专业生活的方方面面产生影响 – 并使监管格局面临挑战。认识到新兴技术的潜力以及政策和监管框架对其成功可能产生的影响，监管机构应鼓励采用拓展边界并为实现数字化转型创造条件的监管方式。

为支持数字化转型渗透各行各业并影响所有行业市场，我们需要有利于投资的政策和监管框架。

ICT政策和监管框架需与时俱进、灵活便利、以激励为基础并以市场为驱动，以支持各行各业和各地地理区域的数字化转型。下一代协作式ICT监管措施和工具将为监管机构和政策制定者在实现数字化转型机遇最大化的过程中开拓新的前沿。

光纤的高速度意味着家庭互联网接入水平在提高，同一家庭中可多人同时使用可用连接，不受任何流共享影响。长距离高速度将有助于新产品和新服务的开发（三网融合和四网融合），以及必要的应用的开发，即，远程办公和远程医疗，促进发展。光纤是原移动（现在合并了）运营商的第二收入来源，通过出售其光纤回程和骨干网络的过剩容量来盈利。此外，为了使5G、物联网、人工智能和大数据带来的可能性充分最大化，可靠的固定宽带连接很必要。

当前，宽带仍然对实现可持续发展目标和国际电联“连通目标2020”起关键作用，协助发展中国家提高它们的固定宽带部署水平具有重要意义，尤其是要通过下列几点：

- 建立激励性监管框架，促进固定宽带投资；
- 与利益攸关方合作制定ICT基础设施部署计划；
- 与私营部门和国际组织建立持久伙伴关系。³⁸

国际电联ICT监管跟踪系统跟踪各国的五代监管过渡情况。它涵盖了监管的早期阶段 – 政府作为决策者、监管机构和行业主体，逐步向充分竞争的环境发展，监管机构在这个环境中与其他行业合作协调统一整个ICT生态系统的监管，确保卫生、教育和贸易等重点行业系统化使用ICT。

经历第一代监管的国家需为宽带市场投资与创新创造一个有利环境。包括行业自由化、现国有运营商私有化，以及政策、监管机构和行业运作职能分离，以便鼓励竞争和外国直接投资，推动普遍接入、创新、技术中立、内容交付和消费者保护。

发达国家的大多数监管机构已进入了第五代监管时代，它们推动监督ICT行业发展的不同部门实现协同监管，包括那些参与数字普惠金融、竞争、消费者保护、数据保护和法律服务的部门。然而，尚没有一个最不发达国家达到了第五代监管，或者建设了

³⁷ 电信发展局第6/1号课题牵头人提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/56+附件](#)号文件。

³⁸ 科特迪瓦提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/28](#)号文件。

合作、协作和共享信息的能力，以便应对不同行业面临的共同挑战，包括接入、互操作性、安全、隐私、数据完整性、信任、服务质量和价格。

我们已确定了七项设计原则，以应对源自协作式监管的新技术格局和商业模式：³⁹

- i. 为实现数字化转型，政策和监管应该更加全局化：跨行业协作以及得到重新审视的监管方式，如共同监管和自我监管，可以带来基于共同目标（如社会和经济利益以及创新）的新形式的协作式监管。
- ii. 政策和监管应以协商和协作为基础：就像数字跨越经济部门、市场和地理区域一样，监管决策应该容纳市场所有利益相关方、市场参与者、学术界、民间团体、消费者协会、数据科学家、最终用户和不同行业的相关政府机构的期望、想法和专业知识。
- iii. 政策和监管应以证据为基础：证据对于正确理解所涉问题并确定解决问题的方案及其影响至关重要。具有适当权威性的衡量基准和指标可以指导监管机构制定并执行规则，提高监管决策的质量。
- iv. 政策和监管应以结果为基础：监管机构需要研究解决最紧迫的问题，例如市场壁垒，并促进形成合力。监管机构对新技术做出监管响应的理由应是对消费者、社会、市场参与者和投资流动以及国家总体发展的影响。
- v. 政策和监管应以激励为基础：协作式监管是由领导力、激励和回报驱动的。监管机构应保持有广泛现成的投资激励措施，为市场创新和转型提供动力，同时最大限度地为消费者带来利益。
- vi. 政策和监管应是易于调整的、平衡的和有的放矢的：法规制定是一项关于灵活性的工作 – 不断改进、完善和调整监管做法。在监管中平衡处理新业务比以往任何时候都更加微妙。与市场 and 消费者保持密切、持续的联系对于使数字化走上实现社会和经济目标的正确轨道非常重要。
- vii. 政策和监管应侧重于建立信任和鼓励参与：协作式监管为共同创造双赢主张提供了空间，在提高业界参与度的同时，努力实现监管目标。信任已成为监管进程的基础，支撑着数字化的发展。

供监管机构采用的五类主要衡量基准：⁴⁰

- i. 连接对应（Connectivity mapping）：跟踪多种不同的数字基础设施的部署可以为监管过程提供信息，并方便监管机构确定市场差距和市场利益相关方，从而将之转化为投资和增长的机会。
- ii. 市场表现指标：指标有助于监管机构根据社会和经济目标评估数字服务细分市场的表现，并确定政策和监管的优先行动领域。

³⁹ 国际电联。全球监管机构专题研讨会（GSR）。最佳做法导则：快速推进全民数字连接。GSR-19，[维拉港（瓦努阿图）](#)，2019年7月9-12日。

⁴⁰ 同上。

- iii. 监管成熟度和协作式监管水平的衡量：监管衡量基准准确描述数字市场政策和监管框架的发展状况。它们有助于跟踪进展，确定监管框架中的趋势和差距，为进一步监管改革提供依据，以实现充满活力和具有包容性的数字产业。
- iv. 影响力评估：将基于可靠数据的定量和定性计量经济研究相结合，可以使监管机构探索、理解和量化数字技术、市场参与者或监管如何在经济上促进更大的数字生态系统的增长并使其更具包容性。
- v. 基于既定权威性指标的监管路线图，路线图可以指导监管机构以更快、更有针对性的方式实现数字连接目标。

过去十年见证了ICT监管框架的重要发展。许多国家协调了它们在主要领域的监管方式（通常根据同行的成功经验），在过去十年中，这些都有助于影响ICT监管。

1.3.1 解决市场操纵和竞争

迄今为止，已有180个国家开放了它们的移动宽带市场进行竞争，122个国家放宽了它们的国际门户。这些监管变化助力了全球数字包容性的扩大，并促成了数字平台的出现。

1.3.2 频谱改革铺开

自2G通信出现以来，频谱改革已普遍存在，试图将频谱作为实现经济政策目标的一种方式。随着3G和4G技术的成熟，监管机构对移动运营商和服务提供商引入了更多监督。现在，约有47家监管机构承担起了频谱监督和执行的独家任务。同时，监管机构亦引入了灵活、适应自身情况的监管做法。值得注意的是，截至2019年底，已有151个国家允许频段迁移，64个国家引入了频谱交易。因模拟向数字的迁移，至少90个国家重新分配了它们的数字红利频谱，其中约90%重新分配给了移动业务。这些发展为5G的最初和后续启动、它们对基础设施的要求以及在其基础上提供的服务奠定了基础。

1.3.3 服务质量和体验越来越重要

服务质量（QoS）和体验质量（QoE）是推动新技术采纳的重要因素。如果一项服务不可靠，它将很可能不会成为主流。服务质量和体验质量方面的有效监管工具和广泛监管授权可助力数字服务取得成功。截至2019年底，近170个国家发布了QoS监督要求。在超过155个国家中，ICT监管机构负责QoS的责任措施和监督。而且，从移动支付到电子卫生服务，移动宽带业务的服务质量是数字服务成败的关键。

1.3.4 VoIP

VoIP（互联网协议语音）已成为迄今为止最成功的数字应用之一。处理VoIP有多个选择，但它们都处于同一监管频谱上。现已证明，永久性封锁使用VoIP业务既不可取也不完全可行。2019年底，已有160个国家允许个人用户使用VoIP。约有30个国家仍然禁止VoIP，而且这些国家中的大部分都没有在可预见的未来进行解禁的计划。

1.3.5 携号转网

过去10年里，手机已成为许多消费者的主要通信媒介。携号转网是提高手机竞争力和降低消费价格的重要因素。截至2019年底，已有87个国家实施了手机携号转网；另有33个国家要求实施，但尚未落实。虽然固定电话携号转网落后于手机携号转网，但在过去十年间已有近60个国家授权或执行了固定电话携号转网。

1.3.6 简化和融合许可制度

经营许可是进入繁荣的数字市场的钥匙，向运营商和服务提供商开放可有效增强竞争，助力新的商业模式的建立。到2019年底，已有超过119个国家推出了统一许可或一般授权制度。为了寻找连接和服务提供的替代和补充性解决方案，自2010年以来，已新有约58个国家推出了频谱许可豁免制度。这使得公共（通常免费）Wi-Fi系统能够在全球占据一席之地，并进一步为5G铺平道路。

1.3.7 数字经济税收：构建步骤

数字经济税收是全球面临的一项挑战，人们正在制定各种解决方法。无论是在地区还是国际层面，政府都应在数字服务税收事务上进一步密切协作。

- 鉴于税收决策属于财政部和税务机关而不是电信/ICT主管机构的职责范围，建立有效的协同监管机制很重要，例如，在做决定之前与各方合作。这有助于评估各项税收对服务质量和数量可能产生的扭曲影响，以及人们可能失去的福利。
- 政府不应以短期收入为目标，损害国家的长期经济利益。
- 最好是通过财政性、准财政性及其他激励方式，鼓励运营商和服务提供商降低资费（比如对电信/ICT设备和终端取消关税），而非过度征税。
- 政府应促进下列方面的政策：
 - i. 鼓励平衡和协调的税收；
 - ii. 避免给所有利益攸关方带来过重负担；
 - iii. 推动数字生态系统中的所有行业主体进行创新和有效竞争；
 - iv. 将可负担性作为优先事项。

1.3.8 基础设施共享

基础设施共享和开放接入是大多数可负担宽带接入促进战略的主要内容，⁴¹过去十年间，少数国家已推出了允许移动运营商共享基础设施的监管措施。随着物联网的出现，共享实践将成倍增加，从被动到主动再到频谱共享，并将涉及广泛的技术和监管实践。

⁴¹ 黑山提交的1/447号文件。

1.3.9 开放监管过程

监管过程本身已变得更加开放和协同。协同监管的势头稳步增强，除了成功完成监管改革的市场主体圈外，还联合了来自整个行业的同行监管机构，这很可能会随着新技术的发展及其引起的社会和经济现象而持续下去。

受市场新动力和社会期待的推动，ICT监管机构已开始与市场主体和更广泛的生态系统利益攸关方进行磋商。过去十年里，在做重要决策之前进行公共协商已在150多个国家成为强制要求。

1.4 发展中国家的国际连接趋势

随着宽带使用的爆炸性增长，用户的带宽需求出现极大增长，导致国际容量需求飙升。2014年，估计国际容量使用年增长44%左右。新兴市场的增速最快，2010年至2014年，非洲、亚洲和中东年增长在50%左右，反映了更大的被抑制需求。⁴²

由于可用供给、竞争水平和底层基础设施成本的不同，各个地区的国际容量价格有很大不同。大容量海底电缆线路的容量批发价格通常定为10 Gbit/秒波长，且不同线路的价格有很大差异。全球枢纽的中转容量成本非常低，这突出表明发展中国家需要建立自己的区域交通整合点。

对国际互联网连接产生影响的因素包括：

- 本地人口的宽带和电话使用率：在许多人无法负担宽带接入费用或有其他基础限制（如，电力有限）的国家，对国际容量的需求相对较低。
- 一国在向邻国提供国际容量方面的作用：一些国家会为邻国运输国际流量，大部分通常因为下游国家的
 - i. 本地应用和内容的可用性；
 - ii. 本地网络之间的互连互通水平；
 - iii. 该国的语言孤立程度；
 - iv. 国际内容的阻塞水平。

国际连接面临的阻碍包括：

- 国际连接项目可能会受延迟影响；
- 交叉连接成本高；
- 开放接入/平等接入模型挑战；
- 登陆站费用和本地所有权要求。

⁴² 国际电联。ITU-D。监管和市场环境。[尽可能在发展中国家提供国际连接：确保全球数字包容的战略](#)。日内瓦，2016年。

1.5 宽带部署过程中的能力建设和决策支持趋势

新的信息通信服务需求的快速增长以及信息交换量的增加正在推动电信运营商定期更新其网络。⁴³

为网络建设选择具体的架构模型是一项重要任务，通常按照下列方式之一进行：

- 评估当前趋势和分析最佳做法。
- 专家对现状的评估。
- 经济可行性评估模拟。

所有这些方式均有它们自己的优缺点。例如，评估当前趋势虽然很简单，但会导致选择的某些解决方案不适合具体实际。专家评估可能带有较高的主观性，有时甚至缺少经济评估。

作为解决该问题的一个原则，需要根据模拟情况提出技术经济理由，同时对接入网络的建设成本进行一致性评估。在比较经济和技术特征后，可能从前瞻性角度达成解决方案，作为进一步详细设计和建设网络的基础。

显然，提出这样一个技术经济理由往往需要大量的时间和资金。因此，全球的网络设计者正努力开发不同的技术和工具，作为宽带网络发展领域的专家系统，实现这些过程的自动化。

国际电联发布了ICT基础设施业务规划工具包。⁴⁴这款新工具包受实施过程中的实际经验启发，为监管机构和决策者对拟议的宽带基础设施安装和部署计划进行准确的经济评估提供了一种清晰实用的方法。

该工具包计划：

- 作为监管机构和决策者扩展宽带网络部署和接入的实用手册
- 提出成功实施ICT基础设施发展商务规划的关键要素
- 介绍和阐释基础设施安装和部署计划的最佳做法及其经济可行性评估，以支持决策
- 针对最普通的项目提供量化示例，例如光纤骨干网、无线宽带网络（包括4G）和光纤到户（FTTH）接入网络项目的建设。⁴⁵

国际电联“最后一英里互联网连接工具包”⁴⁶是为支持各成员国选择具有可持续性的连接方案而开发的。它提供了支持各成员缩小连接差距的导则和工具，旨在支持各成员国设计、规划和落实最后一英里连接解决方案。包括确定无连接区域和选择可持续的技

⁴³ 敖德萨国家电信学院（ONAT）（乌克兰）提交的ITU-D SG1 1/42号文件。

⁴⁴ 国际电联。主题报告。[信息通信技术基础设施业务规划工具包](#)。日内瓦，2019年。

⁴⁵ 电信发展局第1/1和4/1号课题牵头人提交的ITU-D SG1 1/394号文件。

⁴⁶ 国际电联。[最后一英里互联网连接工具包：连接发展中国家未连接者的解决方案](#)。草案 - 2020年1月20日。

术、财务与监管解决方案，确保相关连接服务的可负担性和无障碍接入。该工具包整合了现有资源，形成可用基础，它们是提供和扩展最后一英里连接的必要条件。⁴⁷

1.5.1 为国家和地方利益攸关方开展宽带部署和数字平等能力建设

截至2019年，尚有2 200万美国人无法获得可负担、可靠的现代高速宽带能力，其中有1 500万或73%居住在农村地区。美国国家电信和信息管理局（NTIA）的“宽带美国”计划正在引领美国当局使用所有可用工具来教育、集合和协助宽带利益攸关方提高连接水平的工作。它包含农村家庭、农场、小型企业、制造基地、部落社区、交通系统、卫生保健设施和教育机构。

“宽带美国”是希望扩大其宽带容量并提高数字包容性的社区的战略顾问。该团队将利益攸关方联合起来解决问题，促成新兴政策，将社区与其他联邦机构和资金来源联系起来，并解决跨机构协作遇到的障碍。每个社区都是独一无二的，因此“一刀切”的方法不会奏效。

可以参考一些经验教训：

- 让地方利益攸关方参与进来。将来自地方学校和图书馆的利益攸关方纳入商会、地方政府机构和地方互联网服务提供商（ISP）。
- 鼓励公私伙伴关系。农村社区由于人口密度低、较长的中程网络或险峻的地形，面临非常高的部署成本。通过建立合作伙伴关系、共同承担资金成本，可以解决上述经济挑战，提升盈利潜力。
- 不是所有情况都适合同一种方法。每个社区都是独一无二的，所以适用于一个农村社区的技术方案或伙伴关系并不是对所有社区都奏效。
- 创造、集中和广泛共享信息。为宽带信息打造一站式服务将使农村社区更容易找到它们需要的资源。⁴⁸

1.5.2 美国农村宽带网络规划和能力建设讲习班

“农村宽带讲习班”的协同设计目的是打造宽带规划的实地能力，帮助培养地方宽带团队，以及改进拨款和贷款申请渠道。讲习班的短期目标是启发、告知和行动。

每个讲习班的受众包括：市长、城市管理者、议会；技术领袖、首席信息官、首席技术官；教育领袖、学校的首席信息官、主任；互联网服务提供商（ISP）、服务提供商；经济发展领袖、商会；图书馆馆长；非盈利伙伴；地方商业领袖；以及市民。

可以参考一些经验教训：

让社区工作重点推动这个过程。例如，如果工作重点在消防安全，那么你的外联团队将需要林务局和消防部门以及道路部门；如果工作重点在教育，那么你将需要教师、学生、图书管理员、商人和慈善家。

⁴⁷ 电信发展局提交的ITU-D SG1 [1/362+附件](#)号文件。

⁴⁸ 美国提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/347](#)号文件。

鼓励社区的深度参与和外联。成功的项目会将社区里的一系列利益攸关方联合起来，如政府、产业和学术界，以改善卫生、教育、就业机会与交通等目标。

在实践中演示宽带应用并邀请地方领袖介绍惠益。人们希望向他们的同侪学习。保持它的地方性会让它变得真实和产生共鸣。

采用区域多国办法。为了使项目经济有效，有时项目需要将邻居或伙伴纳入其中。区域项目可提供更强大的规模经济，创造共享资源和推动创新的新机遇。

利用联邦数据，赋能地方用户贡献自己的智慧。对数据进行解释，使它们本地化、易于可视化和使用。这为更好地理解 and 解读数据提供了上下文。

培养双赢伙伴关系。无论是正式还是非正式伙伴关系，无论是否是通过合同建立，这些伙伴关系的核心始终在于角色清晰明确，所有各方都认为他们能从协议中受益。

利用地方资产。任何基于社区的规划过程，核心都是对资产和差距进行可靠的评估。这应包括资产清单和公共通行权的详细信息。

清楚阐述宽带愿景。有人称之为“愿景”，有人称之为“电梯游说”。

敦促伙伴须未雨绸缪。⁴⁹

1.5.3 妇女、ICT和发展

不断变化的信息通信技术在持续变革和改变人们的生活和工作方式。要促进妇女赋能和性别平等，妇女和女童须能获取和理解这些技术。ICT向妇女提供了建立和强化其业务、成为更有贡献的公民和领袖的机遇。然而，素养、获取机会、技能、资源及其他因素方面的性别数字鸿沟使妇女无法获得ICT提供的机遇和好处。性别平等对实现可持续发展和确保不让任何人掉队至关重要。但是，世界距离实现ICT领域的性别平等依然存在很大距离。因此，必须继续和加强利用ICT促进妇女和女童发展的工作，直至不再存在数字鸿沟。⁵⁰

1.5.4 国际电联频谱管理培训计划

2016年，非洲高级电信学院（AFRALTI）与国际电联建立了伙伴关系，向其成员和地区其他实体提供“频谱管理培训计划”（SMTP）⁵¹。在此期间，AFRALTI亦开始了将SMTP作为一个硕士项目的认证程序。除此之外，计划开设一年期的频谱监测硕士课程，作为SMTP的一部分。这是一个面对面项目，将利用频谱管理的实际问题教授学生。

1.5.5 ICT和无障碍获取的案例研究及资源

GSMA的“辅助性技术计划”旨在推动新兴市场中的残疾人士进一步获取和使用移动技术，最大限度地增加社会经济包容机会。⁵²以下列举了GSMA发布的报告：

⁴⁹ 美国提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/348](#)号文件。

⁵⁰ 美国提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/187](#)号文件。

⁵¹ 非洲高级电信学院（AFRALTI）（肯尼亚）提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/64+附件](#)号文件。

⁵² GSMA提交的ITU-D SG1 [1/385](#)号文件。

- 《了解移动残疾差距》（Understanding the mobile disability gap）；
- 《移动运营商如何提高对残疾人的包容性》（How mobile operators are driving inclusion of persons with disabilities）；
- 《缩小难民环境下的移动残疾差距》（Bridging the mobile disability gap in refugee settings）。

第2章 – 宽带战略、政策和法规，包括融资机制

每个司法辖区的目标均是：及时完成宽带部署，为经济做出应有贡献，行业在提供可负担和高质量的宽带服务方面具有竞争力。放眼全球各司法辖区，尚有许多公民无法获得高速宽带服务。农村和低收入社区尤其如此。

我们注意到，在某些情况下宽带可用性不一定意味着签约服务的用户数量增加。虽然宽带部署和宽带新签约数量在继续增长，但城市和高收入地区的增速大幅超过农村和低收入地区。这可能是由于素养水平低、相关本地内容的可用性低、宽带服务价格高、电力连接水平和道路网络差等方面⁵³。因此，要推动宽带部署，政策和监管干预需要注意这些方面和其他相关领域。

2.1 宽带政策⁵⁴

近几年，ICT行业发展迅速，市场自由化和私有化助力实现更健康的竞争，也增加了私营部门的投资。为了保持这种增长，并确保世界人口继续享受宽带福利，我们需要强化当前的政策和监管环境，使它们变得更加透明和支持更多对本行业的投资。

一项有效的政策，其目的应是推动实现最大范围的宽带覆盖，保障宽带服务的安全和高质量，提高民众的数字素养，以及启发丰富的内容和应用来支撑对服务的需求。

一些国家提出了有效的国家宽带政策，处于不同的实施阶段。尽管如此，各司法辖区仍有机会进行一系列广泛的监管改革，为宽带部署和使用创造有利的环境。

在制定政策时，需要考虑许多决定计划成功与否的关键因素，这一点很重要。这些因素可能包括国家电信网络建设的差异性和特殊性；影响ICT发展可能性的地理和气候特征；国民经济在刺激ICT发展投资方面的投资吸引力水平；国家监管对ICT市场发展的影响力；以及ICT领域的公共管理特点等。对国内和国际趋势开展相关研究以便制定和实施正确的政策也很重要。⁵⁵

下文重点介绍了其他地方实施的一些政策，以供在进行宽带政策决策时参考。

2.1.1 创造宽带需求⁵⁶

宽带发展受宽带服务需求的驱动。投资者通常会被能够实现投资回报的领域吸引。因此，我们需要加强对宽带服务的需求，使基础设施部署具有商业意义⁵⁷。下列是决策者，尤其在发展中国家，提高宽带服务需求可采用的不同方法：

⁵³ 苏丹提交的ITU-D SG1 [1/279](#)号文件。

⁵⁴ 基于[国际电联电信监管手册](#)。国际复兴开发银行（IBRD），世界银行，InfoDev和国际电联，2011年4月。

⁵⁵ ONAT（乌克兰）提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/363](#)号文件。

⁵⁶ 布隆迪提交的ITU-D SG1 [1/28](#)号文件。

⁵⁷ 苏丹提交的ITU-D SG1 [1/279](#)号文件。

i. 数字素养计划

作为一个政策事项，数字素养计划应整合到基础教育系统和高等院校中。教育系统也应关注创新文化的培养，通过技术解决当地问题。

资助培训和提高认识的一种方式是在监管机构批准的情况下自行开展活动。监管机构还可以指明用于此类活动的最低金额。

ii. 开发本地化内容和应用

缺少足够的和相关的本地化数字内容与应用是一些司法辖区在宽带使用方面遇到的主要障碍。有必要构建一个创新框架，推动为当地居民创建应用和内容，以鼓励宽带签约。

iii. 可负担设备的可用性

无论是在办公室、家庭还是旅行途中，设备都有助于接入宽带服务。减税、简化许可流程、提供土地以鼓励当地制造/组装，以及进口零部件等激励措施的提供，有助于实现设备对大众的可用性。

iv. 政府档案数字化

对任何一个国家来说，政府都是最大的数据来源，全体公民皆依靠它实现关键服务。政府档案数字化可达到鼓励公民参加素养计划、购买数字设备并最终签约宽带服务以访问政府档案和服务的理想效果。

2.1.2 保护知识产权

为了鼓励创新者，政府应采取措施保护他们的知识产权。⁵⁸

2.1.3 审查税收政策和监管费用⁵⁹

部署宽带基础设施需要大量投资设备和土木工程施工。参与部署的实体可能需要为购买的物料和设备以及部署过程中提供的服务缴税。这些税收不幸增加了部署宽带基础设施的成本并减少了可用资金。因此，税收和监管费用可能会阻碍投资者尝试投资宽带部署。为了鼓励私营部门尝试投资服务欠缺地区，尤其是投资回报低的低收入地区，有必要审查税收和监管费用框架。

2.1.4 简化通行权⁶⁰

当运营商希望在私有土地地上或地下铺设基础设施时，它们需要首先征得业主的批准，获得这样做的权利。运营商需与业主签订协议获得进入私人财产的权利。由于运营商必须首先协商通行权的问题，最后再付款，所以这代表着及时部署宽带基础设施可能

⁵⁸ 科特迪瓦提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/165](#)号文件。

⁵⁹ 马拉维提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/TD/1](#)号文件。

⁶⁰ 科特迪瓦提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/28](#)号文件。

遇到的一个障碍。协商双方还可能无法达成协议，从而拒绝其他有资格的公民获得宽带服务的必要权利。

鉴于通行权发挥的作用，各国政府需要制定政策，在必要时提供不同的访问权、通行权制度和通行权定价制度。这可能包括：

- i. 要求在任何与交通、供电和供水以及国家土木工程施工有关的基础设施项目中，提供电信/ICT网络和基础设施。
- ii. 要求地产开发商在楼宇中提供宽带电信基础设施。
- iii. 不得拒绝任何希望为了向住户提供连接而自费在物业中安装宽带电信基础设施的运营商或服务提供商。

2.1.5 鼓励公私伙伴关系

为了有限的政府资源，各工作重点之间存在相互竞争的关系，与宽带部署相比，卫生、食品和住房等更加迫切。为了保证宽带的及时部署，政府有必要做出坚定的承诺，并与产业开展广泛协作确保它的成功。⁶¹公私伙伴关系（PPP）是促成不同利益攸关方共同投资，支持在商业潜力有限、具有投资风险的地区扩大网络覆盖的有效机制。公私伙伴关系也可以利用公私合力，在没有充足经济潜力吸引私人投资的地区部署和经营网络基础设施。⁶²

公私伙伴关系可采取下列形式：

- i. 私营部门领导的伙伴关系 – 私营实体拥有和运营着网络，而政府机构通过监管支持、规划和资金支持该企业。
- ii. 政府领导、私营部门支持的伙伴关系 – 公共部门实体负责领导和拥有网络。在这种安排下，私营伙伴负责建设、运营和维护基础设施，一方面是为了换取财务收益，另一方面是为了通过铺设的基础设施提供服务。
- iii. 共同所有的伙伴关系 – 在这种安排下，私营实体和公共实体共同投资网络基础设施和共享容量。

公私伙伴关系有许多优点，如，高质量的基础设施解决方案，更多接触创新设计和融资渠道的机会等。另外，私营实体还可以起到抑制政府不切实际的期望的作用。

在用尽所有其他有利政策和监管措施，通过市场驱动机制实现覆盖范围最大化之后，应考虑公私伙伴关系。

2.1.6 投资最新的创新技术

在基础设施很可能得不到充分开发的发展中国家，这点尤其重要。投资最新技术可确保民众能够利用它带来的好处，包括更快的速度，高效率和更好的性能，以及低成本等。

⁶¹ 马拉维提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/TD/1](#)号文件。

⁶² GSMA提交的ITU-D SG1 [1/391](#)号文件。

2.1.7 促进本地互联网交换点的建立和使用

互联网连接之所以又慢又贵，尤其在发展中国家，其中一个原因是本地流量通过距离本地用户成千上万英里的服务器进行路由。高效的IXP是降低宽带总成本的关键，尤其是在内容往往是国际化内容的发展中国家，产生了大量资本外流。跨网络的缓存有助于ISP通过存储网页内容并从本地网络提供服务，来提供网络上的流行内容，从而在向最终用户交付更高速的网页访问时节省带宽。⁶³这需要启用国家数据流量交换中心，⁶⁴本地和区域IXP，使互联网服务提供商和网络运营商在其网络内有效路由本地流量，从而提高宽带服务的质量、降低总体成本。

2.1.8 鼓励试点

鉴于宽带部署属于资本密集型项目，因此项目管理决策失误可能会导致巨额损失。在开始全面部署之前，管理层最好先进行一个试验阶段，选择服务提供商的强制性招标程序通常没有这个阶段。这样一来，部分注意力将放在这类创新项目的定性、协作问题上。⁶⁵

2.1.9 将宽带基础设施划归关键基础设施

发展中国家宽带基础设施部署面临的一大挑战是盗窃和破坏产成的不安全感。为了鼓励投资，各国政府应将宽带基础设施划归为关键基础设施，并提供必要的安全保护，包括采取措施遏制网络犯罪。⁶⁶

2.1.10 其他政策

其他相关政策包括：

- i. 提供政府通行权，放宽施工许可、地役权和政府垂直资产（如建筑物和塔楼）的访问权限。
- ii. 要求水、桥、路、电网等所有公共基础设施项目为宽带设施做好准备。
- iii. 制定政策，促进在国家、州或市一级向运营商互联开放的公共网络模式的开放接入。

2.2 监管干预

可实施的一些监管干预包括：

⁶³ 韩国提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/210](#)号文件。

⁶⁴ 伊朗科技大学（伊朗伊斯兰共和国）提交的ITU-D SG1 [1/80](#)号文件。

⁶⁵ 印度提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/32+附件](#)号文件。

⁶⁶ 布隆迪提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/167](#)号文件。

2.2.1 响应性监管框架

如果允许同一参与者参与政策制定与实施，我们将能更好地应对行业挑战。⁶⁷ 有必要建立一个平台，使行业主体可以在平台上发表它们对影响宽带部署的监管政策的意见。平台也可以向行业主体提供机遇，共享有关产品或服务推出的信息，避免重复工作。为了支持新技术的快速采用，各司法辖区应采用技术中立的监管框架，使运营商能够探索可用的服务提供办法⁶⁸。

监管框架应响应新进入市场的运营商和替代运营商的需求。监管规定应允许新进入者与现任运营商直接竞争宽带基础设施的部署。现任电信运营商也应受到同样的待遇；有了有利的政府监管和融资援助，电信服务提供商将能够轻松部署宽带基础设施。

许可制度应给部署基础设施、服务未覆盖地区的运营商提供定时目标。^{69,70} 未满足许可规定的义务应得到强制执行处罚，例如罚金或吊销许可。根据这些要求，监管机构应定期接收运营商的部署计划，然后对宽带部署的覆盖时间表进行评估和审批。这种安排使各国政府能够确保服务覆盖了偏远和人口稀少的农村地区。对运营商来说，为了向当地民众提供电信服务而在这些地区建设和运营基站，经济上不可行。

监管制度应通过消除额外不必要的延迟和成本障碍，向公众提供先进的无线服务，来支持宽带的及时部署。⁷¹

改善部署环境的行动可包括：

- 简化无线基础设施审查流程；
- 解决州和地方政府不必要的放慢部署速度和增加无线基础设施部署成本的行为；
- 对无线部署的环境保护法规进行现代化。

其他监管方式包括：使用更加细粒度的许可方式（如，免除专用网络和非盈利组织的许可），为社区网络制定特殊许可，或者适用于针对小型运营商和服务无连接人口的运营商、鼓励使用简单授权或通知系统的现有豁免。⁷²

2.2.2 竞争市场

根据国际电联的调查，近80%的成员国出现了市场增长，由于这些市场的竞争性质，这是可能的。因此，各司法辖区需要评估当前的法律和监管干预是否是为了确保具有竞争性的市场实际达到了它们的目的，或者相反，这些政策和监管干预是否变得负担过重，且只是为了妨碍宽带服务的投资和部署，这点很重要。

⁶⁷ 巴西提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/195](#)号文件。

⁶⁸ 科特迪瓦印度提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/28](#)号文件。

⁶⁹ 哈萨克斯坦提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/176](#)号文件。

⁷⁰ ESOA提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/320](#)号文件。

⁷¹ 美国提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/328\(Rev.1\)](#)号文件。

⁷² 发展通信协会（APC）提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/385+附件](#)号文件。

促进私人投资与竞争的政策将确保宽带网络会响应市场信号和社会需要。^{73,74}这包括采用技术中立的规则，从而刺激竞争加剧。它们将持续提供更高的质量，也将推进支持开放、可互操作、安全、可靠的互联网的治理和监管模型的发展。

2.2.3 频谱资源的分配

实现可持续宽带部署需要充足的频谱资源分配。支持新兴产业与技术的额外频谱分配将极大地助力推动及时部署。各司法辖区有必要采纳基于市场的战略，积极推动频谱进入商业市场，支持宽带部署。频谱的分配和指配应尽可能采用灵活的许可方式开展，即公开透明的规则制定流程，以便接收所有相关方的输入意见，并采用技术中立规则来容纳各种技术和商业计划。⁷⁵

频谱规则也应允许对频谱进行重新管理，以便实施最新技术，和根据每一届世界无线电通信大会（WRC）的成果将频谱分配变化快速纳入国家频段计划。⁷⁶

其他供参考的频谱措施包括：⁷⁷

- 确保为部署多种技术提供频谱
- 留出IMT频谱用于农村连接
- 为IMT许可建立使用或共享机制
- 对微波实施动态的频谱共享监管和宽松的许可监管。

2.2.4 制定和落实基础设施共同部署与共享的导则⁷⁸

许多运营商更愿意投资它们自己的基础设施，这是一项成本高昂的工作，很少有人能够轻松管理。尽管其他运营商和市场主体提供了未充分利用的资源，但情况依然如此。结果便是较高的服务成本、多次部署造成环境退化、服务质量差，以及农村和低收入地区投资水平低。⁷⁹共同部署和共享基础设施将为相关各方带来监管和经济利益。在规划、建设和运营不同行业的基础设施网络时尤其如此，需要遵循以下原则：

- 在共同的线路上最大限度地减少基础设施的重复建设；
- 尽量减少对环境的影响；
- 制定基础设施网络的长期战略规划，并考虑到技术的融合和有关各方之间的合作关系；
- 尽量降低建设的经济成本；

⁷³ 美国提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/194](#)号文件。

⁷⁴ ESOA提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/320](#)号文件。

⁷⁵ 美国提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/328\(Rev.1\)](#)号文件。

⁷⁶ 纳米比亚提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/92](#)号文件。

⁷⁷ 发展通信协会（APC）提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/385+附件](#)号文件。

⁷⁸ 中国提交的ITU-D SG1 [1/241](#)号文件。

⁷⁹ A.S.波波夫敖德萨国家电信学院（乌克兰）提交的ITU-D SG1 [1/275](#)号文件。

- 开放接入并缩小数字鸿沟。

从广义上说，基础设施共享可分为两类：

1. 被动共享，即共享非电子基础设施，如，电力、站址、铁塔、遮盖物、杆、管、设备间和安全等。
2. 主动共享，需要共享电子基础设施，如，接入或核心网络。

应制定好政策鼓励更加深入的共享安排，包括频谱共享。⁸⁰这些导则应禁止在已有基础设施的地方部署基础设施。鼓励投资者使用资金在无服务和/或服务欠缺地区部署急需的基础设施。为了使其有效，有必要监管该基础设施的服务价格，并确保维持较高的标准，推动形成一个有竞争力和成本效益的环境。

因此，共同部署和共享会保障电信市场的公平竞争，鼓励运营商更加注重提高产品和服务质量。基础设施共享有许多优点，包括节省设备成本、降低许可费用，以及在低人口密度地区共担风险。这使各实体能够将频谱集中起来，提高效率和降低频谱成本，鼓励新进入者，并最终加快部署时间。

2.2.5 价格监管

为了鼓励宽带需求增长，监管机构可考虑用最高价格监管取代最低价格监管。一般而言，最低价格监管会引起供给增加但需求减少，因为消费者面对着更高的价格。⁸¹

2.2.6 其他监管

其他应予以考虑的监管包括数据保护、网络中立、版权法、地方和区域IXP等。

2.3 部署战略

应予以考虑的一些战略包括：

2.3.1 正式宽带计划的制定与实施

在国家、州/省和地方政府制定并通过正式宽带计划后，宽带部署可以轻松实现。计划可有效评估和满足宽带需求，推动采取行动解决宽带问题，制定必要的目标以及取得实际成果。

国家宽带计划的一些基本目标包括：使全体公民都能接入宽带互联网，鼓励生产本地化内容，实现公共服务数字化，鼓励新的参与者，发展民众的数字素养，以及建立数字安全和信心，创造必要条件建立公民和企业使用数字技术的信心。⁸²

⁸⁰ 马里提交的ITU-D SG1 [1/222](#)号文件。

⁸¹ 韩国提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/210](#)号文件。

⁸² 马里提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/TD/9](#)号文件。

宽带计划是一种实用和可操作的规划工具，有助于各国缩小高速和可靠宽带接入方面的数字鸿沟。宽带计划的制定过程可能包括对当前的国家基础设施与市场的诊断，以及行业监管框架概述，数字网络的目标情况，分析实现该目标的前进道路，和通过行动计划与实施战略实施路线图的建议。⁸³

2.3.2 鼓励共享部署计划

共同部署和共享基础设施的一个最主要的障碍是，在部门之间、关于获取基础设施的国家政策和各国政策之间缺乏协调，包括与正在实施的大型基础设施项目有关的不同行业监管机构之间缺乏协调。幸运的是，因为共同部署和共享，**thanks to co-deployment and co-sharing**可以利用其他行业（例如运输、能源等行业）的基础设施，来优化铺设光纤电缆（FOCL）的成本⁸⁴。

应鼓励运营商和公共实体定期共享部署计划，作为基础设施部署计划的信息。这将保证有效利用可用的基础设施开发资源，并尽量减少不必要的多次部署。⁸⁵

2.3.3 政府资助连接政府机构

医院、学校和图书馆等政府机构可用作在全国扩大宽带基础设施的关键承租人。可通过政府直接投资、普遍服务基金、贷款担保、拨款和税收优惠等推广这些机构的连接。⁸⁶这样一来，为服务这些机构而建设的基础设施也可以通过私人提供商以一定的成本提供给社区内的其他人/机构使用。

社区电信中心的建设便是这样一个举措，它包括公用设施中的互联网连接和计算机设备，供居民使用和提供各种服务，如，远程医疗、远程办公、电子农业、电子旅游、电子政务、远程教育和电子商务等。⁸⁷该使用什么样的技术是这类农村项目应考虑的一大问题，它应该既可靠又具有成本效益。

作为最佳做法，向政府机构提供宽带不应仅限于公共提供商。从市场上淘汰这些关键大客户只会阻碍私营部门的投资。

2.3.4 政府直接投资

政府投资可以通过下列形式：

i. 建设国家政府骨干基础设施

随着城乡数字鸿沟不断扩大，政府可直接投资国家骨干基础设施的部署来缩小差距。这种基础设施可用于向公共机构提供连接，向私营运营商出售过剩容量，完成最后一英里连接。

⁸³ 布基纳法索提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/178](#)号文件。

⁸⁴ A.S.波波夫敖德萨国家电信学院（乌克兰）提交的ITU-D SG1 [1/275](#)号文件。

⁸⁵ 科特迪瓦提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/28](#)号文件。

⁸⁶ 布隆迪提交的ITU-D SG1 [1/28](#)号文件。

⁸⁷ 喀麦隆提交的ITU-D SG1 [1/125 \(Rev.1\)](#)号文件。

ii. 电力公司拥有的网络

上个世纪，全球实施了战略将电网延伸至农村地区。这些电网已经拥有通行权，并提供塔架、电线杆和管道接入其运营区域内几乎所有的家庭和企业，并配备现有的系统和员工。应制定政策鼓励电力企业与私营电信运营商和政府协作，扩大宽带基础设施。在它们的支持下，电力企业能够提供最佳解决方案，扩大覆盖范围至农村地区。

iii. 城市网络

城市网络由都市/城市建设和所有。

iv. 服务欠缺地区与无服务地区的宽带部署

为服务欠缺地区和无服务地区部署宽带基础设施时，应做出财政上可行的可持续投资决策⁸⁸。但是，如果商业上可行的可持续投资和服务运作无法持续，换言之，出现市场失灵的情况，那么政府应发挥积极作用，援助无服务和无服务欠缺地区，不能丢下它们。因此，虽然市场是影响宽带投资的关键因素，但政府需要对发生市场失灵的地区进行干预，促进宽带连接。对于运营商不是自愿提供服务的无服务地区和服务欠缺地区，应保证政府采取行动，扩大宽带基础设施覆盖这些地区，包括采取政策措施，提供具体援助和降低部署费用。换言之，政府应资助无服务地区和服务欠缺地区的网络，并在市场自己无法提供服务时，建立激励制度。⁸⁹此操作应建立在技术中立的基础之上，考虑到与宽带部署有关的所有权的可靠性和总体成本。

为了实现普遍服务，需要支持低收入地区使用宽带服务，让穷人支付非常低的费用，甚至让他们免费享受移动互联网接入。面向贫困人口的移动产品和宽带可以包括特殊的折扣套餐。为了大多数人的利益，政府可以在一些地区部署宽带，包括建立电信中心、提供公共场所的Wi-Fi接入以及升级移动网络基础设施以提供宽带接入。⁹⁰

2.3.5 建设社区网络⁹¹

一些地区因人口密度低、每户平均收入低和地形复杂等因素，投资收益往往很低，商业ISP互联网服务提供商通常认为在这些地区部署可负担宽带不是一个可行的商业模式。为了填补这些连接空白，各社区可部署自我维持的网络，作为商业提供商的补充。因此，社区网络是连接生态系统的一个重要部分，以可负担的方式帮助连接无连接地区。另外，社区网络有助于将数字技能和工具带到农村地区、偏远地区和服务欠缺地区。

由于社区网络的规模较小和地方性，它们的后勤与管理费用较低。从经济角度来说，这些因素使社区网络变得可持续。另外，因为社区网络经常使用太阳能和风能等可再生能源，所以社区网络具有环境可持续性。然而，这些网络面临许多挑战，如，获得融资机制，获得适当的许可/授权框架，以及获得必要的电磁频谱和基础设施等。

⁸⁸ 韩国提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/210](#)号文件。

⁸⁹ ESOA提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/320](#)号文件。

⁹⁰ ITU-D SG1 [1/375](#)号文件。

⁹¹ 互联网协会（ISOC）提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/338](#)号文件。

在监管方面，政府应考虑为非盈利运营商和小型运营商制定有利的规定和政策。这可能包括为地方社区制定许可豁免条款或无许可和宽松许可，且申请简单易懂，申请和续期费用低或无费用。简化繁琐的监管义务，如年度报告要求等，将减少不必要的负担。

对于在地理范围广的地区授予独家使用而非共用部分频谱的传统的许可政策，政府也应进行审查。独家使用可能会导致大部分频谱未使用或未被充分使用，并且把可能会连接这些地区的社区网络排除在外。

落实创新融资渠道是这些网络成功的关键，包括众包、共享收入的模型、认购费、私人资助和政府资助。虽然这些网络的启动成本比其他连接方式低，但由于它们通常是在低人口密度地区以及低收入社区启动，所以获得政府资助可以成为它们成功的一大助力，大有裨益。通常，在社区网络建立起来并达到一定的经济平衡和规模后就不需要这些资金了。

2.4 融资机制

有两大财务因素决定着宽带项目的成败：金融投资模式和融资模式。

投资模式会考虑所有的收入流以及与项目有关的资本和运营开支。更重要的是，它通过衡量内部收益率（IRR）和净现值（NPV），决定着项目的商业可行性。这对于确保实现资本密集型项目的可持续性目标确实至关重要。

另一方面，在提出一种合适的投资办法时，除对项目股权、债务或公共资金的依赖外，还需要考虑它们是否适合该地理情况和市场，这一点很重要。在确定融资结构时应开展尽职调查，因为这通常会给资金提供者带来压力，并最终影响项目的可行性。

为宽带部署融资可能是件花费高昂的事情，对内陆国家来说更是如此。有一种融资方式是参与项目的成员国/司法辖区共同制定一个区域倡议。开展跨国项目不仅能降低成本，还能减少与获得监管批准有关的挑战。⁹²可利用的宽带融资来源包括拍卖、行为调整声明、普及化基金、税收减免以及特许经营合同。⁹³

下列出资机制可供考虑：⁹⁴

2.4.1 公用事业模式

在这种模式下，政府可通过普遍服务基金（USF）的分配款（如，阿根廷、日本、韩国、英国和法国）、开发银行的低息贷款以及国家拨款为宽带部署出资。

这种商业模式可采取几种形式，如：

- i. 国家开放接入网络：在这种模式下，政府会买下私营运营商的资产，政府可以选择在未来向私人投资者开放公共实体的所有权。另外，政府还会进行投资，将覆盖范

⁹² 巴西提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/185](#)号文件。

⁹³ 巴西提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/195](#)号文件。

⁹⁴ 肯尼亚提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/253](#)号文件。

围扩大到服务欠缺地区。届时，将允许私人服务提供商以规定的价格在平台上提供服务。

- ii. 国家开放接入替代载体：国家政府建设一个独立于其他现有网络的全新的国家网络。新的基础设施有助于打破现任运营商运营期间可能出现的潜在瓶颈价格。
- iii. 资助政府机构的最后一英里连接。

传统上，普遍服务基金（USF）被用来向服务欠缺地区提供话音服务。⁹⁵ USF基金也可用来支持数字素养计划，在需要时，与运营商共同资助基础设施部署，以及向公立学校、医院和政府行政中心提供连接。有必要明确界定USF管理层与监管机构之间的职责。普遍服务管理层的职责限于基金的运作，而监管机构的职责应侧重于监管，包括批准预算、计划和评估⁹⁶。

附带多种条件的高息贷款是不利于发展中国家加快部署的一大障碍。⁹⁷各司法辖区应仔细考虑发展伙伴提出的模式产生的影响，尤其是长远影响，这点很重要。这种协商银行贷款或金融机构贷款以达成场外交易合同的融资模式往往给发展中国家带来重大问题，如，装置不合格、基础设施重复，以及过高的不合理的市场价格。

2.4.2 公私合作融资模式

这种模式常见于资本密集型项目，如，国家骨干网。PPP模式主要有三种：

- i. 公共实体的作用限于赞助者，帮助私营实体获得免税融资。
- ii. 公共实体的责任限于为私营实体在项目中的债务提供担保。
- iii. 最常见的是公共实体与私营实体共同建立特殊目的机构，由投资者持有该机构的所有权。在这种模式下，贷款以项目的预计收入为基础，贷款方限制收入并持有项目资产的抵押品。这种模式的成功取决于是否准备好了适当的风险缓解机制。公共资金通常用于防范影响盈利能力的风险因素。

近期，各国政府一直在为宽带基础设施项目的部署与OTT和金融机构建立伙伴关系。财务问题是基础设施建设面临的一大挑战，因此，获得可负担的金融资本是关键。这些伙伴关系提供了大量优势，包括促进问责制和透明制的建立。它们提高了官方发展援助的可能性，提供了无需消耗资源便能获得新技术的完美途径。

2.4.3 运营商出资模式

私营服务提供商对项目承担所有股权和债务的所有权。资金可以从内部获得，并辅以债务融资，或者在某些情况下，运营商可以完全利用债务融资为项目提供资金。通常情况下，根据项目风险和公司的加权平均资本成本（WACC），按照协商利率从贷款人处获得贷款。

这种模式主要有两种：

⁹⁵ 卢旺达提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/11](#)号文件。

⁹⁶ 美国提交的ITU-D SG1 [1/327\(Rev.1\)](#)号文件。

⁹⁷ 马里提交的ITU-D SG1 [1/222](#)号文件。

- i. 运营商根据它们的市场份额地位和市场的宽带需求承担为宽带部署融资的唯一责任。
- ii. 竞争性合作，即两家或两家以上的运营商签订协议部署基础设施。然后，针对被动式基础设施的建设与运营，每一方均会分配到不同的角色，并为项目带来一套能力。

2.4.4 采用逆向拍卖促进最后一英里连接

逆向拍卖是使用有限的政府资金为偏远的服务欠缺地区进行宽带连接融资的一种方式，美国已成功实施这种方式，为宽带基础设施项目提供资金，提高全国的宽带连接水平，和缩小数字鸿沟。人们使用这种模式来将有限的政府资金以有效、高效的方式分配给宽带提供商，为难以到达的地方实现最后一英里宽带部署和连接⁹⁸。

在逆向拍卖中，宽带提供商相互竞争，将宽带扩建至无服务地区的一些具体地点，以获得最低金额的政府补贴。报价代表宽带供应商将接受这个得到政府支持的数额，承诺向一个地区的指定地点提供宽带覆盖，同时仍然盈利。在针对质量作出调整后，以最低价格中标的宽带提供商将获得这笔资金，并需要在指定的几年时间里实现中标地区指定地点的100%覆盖。

与传统方式相比，逆向拍卖在实现政府的连接政策目标方面具有一些优势。首先，通过根据提供的服务的质量（速度、使用限额、延时等）调整报价，逆向拍卖可同时包含多种服务（卫星、固定无线，光纤等），并找到每个地区最适合的服务。其次，通过同时考量许多无服务和难以提供服务的地区，逆向拍卖可以有效地把政府资金分配至政府支持将产生最大影响的地区。

2.4.5 选择最合适的融资模式

值得注意的是，目前尚没有一种完美的宽带部署出资模式。某种模式可能适合某个项目，但决策者应根据具体的市场特征选择最佳模式，这很重要。因此，最好将两种或更多种出资方式结合起来，分散风险，同时利用它们的各种项目经验。服务提供商的财务实力不同，待部署的技术不同，出资受到的限制也随之不同。

待部署的项目的地理位置不同，最合适的模式也不同。鉴于城市和市心地区存在更多的潜在用户，若政府与私营部门共同投资部署被动式基础设施将产生潜在好处。政府可利用私营部门的优势，通过开放接入模式控制市场，获得有吸引力的融资条件。这种模式确保了项目能够很快变得自给自足，并利用产生的现金流提供额外的投资资金。

考虑到用户数量少、收益率低的挑战，为农村地区选择最合适的融资机制是一个比较棘手的问题。有两种模式已被用于农村地区且被证明有用：一方面，用公共资金资助整个项目，另一方面，政府向私营实体提供补贴，让其尝试进入农村地区。

⁹⁸ 美国提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/209](#)号文件。

第3章 – 向高速高质量的宽带网络过渡

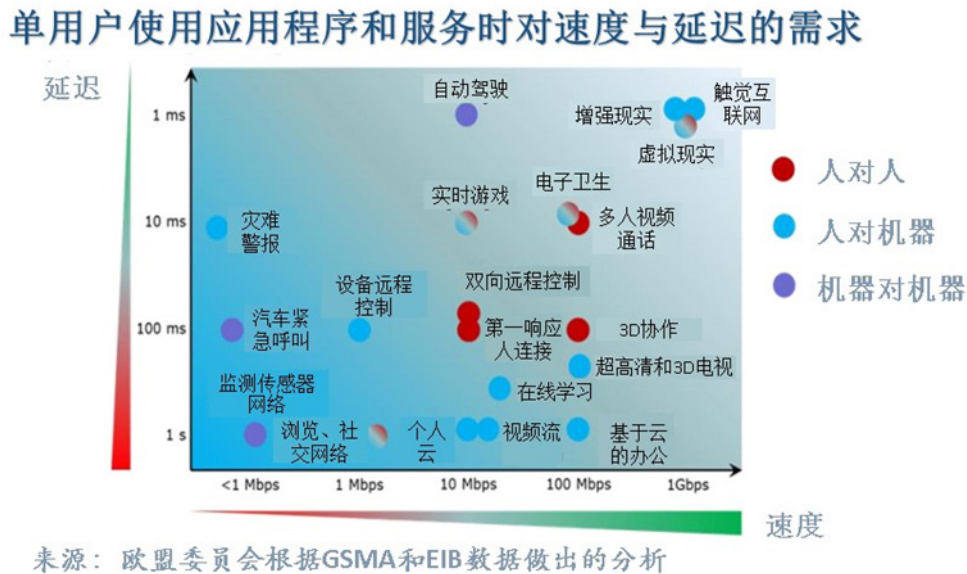
3.1 高速高质量宽带的重要性

发展中国家需要从低速宽带网络过渡到高速高质量的宽带网络。正如发达国家那样，这种过渡对享受数字转型带来的社会和经济利益也至关重要。⁹⁹

2017年世界电信发展大会（2017年，布宜诺斯艾利斯）（WTDC-17）的成果，包括第1/1号课题的定义，WTDC关于协助落实IMT和未来网络的第43号决议（2017年，布宜诺斯艾利斯，修订版），以及强调高速高质量宽带对发展中国家的重要性的区域倡议。¹⁰⁰ 在发展中国家，超过90%的宽带用户在使用移动宽带网络。因此，向5G（IMT-2020）（一种高速高质量移动宽带网络）的过渡非常重要。

下载和上传速度能够决定宽带用户可以使用哪些应用程序。图3.1展示了应用程序或服务的单次使用对互联网连接速度与响应能力的需求。对于多重使用来说，这种需求更高，而且已经成为一种常态，因为一个用户经常同时使用多个应用（比如看电视和使用社交网络），一个连接常常同时为多个用户服务（有孩子的家庭、中小企业以及学校和图书馆等组织）。

图3.1: 高速宽带的重要性



来源：欧盟委员会根据GSMA和EIB数据做出的分析

低延迟、可靠性和有保障的服务水平是高质量宽带服务的重要因素。

⁹⁹ 英特尔公司提交的ITU-D SG1 SG1RQ/69号文件。

¹⁰⁰ 国际电联。世界电信发展大会（2017年，布宜诺斯艾利斯）最后报告（WTDC-17）。日内瓦，2018年。

尽管各个具体服务或应用存在各类延迟要求，但有些需要低延迟的应用包括：¹⁰¹

- 工厂自动化：机床操作等应用可能会允许低至0.25毫秒的延迟。
- 智能交通系统（ITS）：ITS的道路安全要求延迟在10毫秒左右。
- 机器人和远程呈现：用手掌接触一个物体可能要求延迟低至1毫秒。
- 虚拟现实：360 高清虚拟现实要求延迟达到1毫秒。
- 卫生保健：远程诊断、远程手术和远程康复可能要求延迟在1毫秒左右。
- 高级游戏：沉浸式娱乐和高质量的可视化人机交互可能要求延迟达到1毫秒。
- 智能电网：电网的动态激活和失活要求延迟在1毫秒左右。
- 教育文化：触觉互联网支持的多模式人机界面可能要求延迟低至5毫秒。
- 精准农业：与农用机器人和无人机进行实时连接，实现不到1秒延迟的最佳性能要求。
- 紧急情况、灾难和公共安全：5G也将对关键任务应用发挥重要作用，如，具有高准确性、低延迟等特征的早期预警系统（地震、海啸及其他自然灾害）。
- 残疾人：新型创新应用将需要低延迟的实时通信。
- 语音翻译：实时语音翻译将需要非常低的延迟。

3.2 向高速高质量的宽带网络过渡

3.2.1 向高速高质量的移动宽带网络过渡（5G）

不同于之前几代移动网络，5G预计将从根本上改变通信技术在社会中发挥的作用。从技术上来说，相较于4G LTE（IMT-Advanced），5G是一个为了达到ITU-R M.2083和M.2150（IMT-2020地面无线接口的详细规范）规范规定的IMT-2020要求而设计的系统。¹⁰² 5G将提供更加先进和增强的能力。我们注意到，5G的目标是提供20倍于4G LTE的峰值数据率（速度）、10倍的低延迟（响应能力）和三倍以上的频谱效率。5G的用例主要分为三类：增强移动宽带（eMBB）、大规模物联网（Ma-IoT）和超可靠低延迟通信（URLLC）。对这三类用例的要求以及对每一类中的各个用例的要求均有很大不同。¹⁰³

为了挖掘5G的潜力，各司法辖区可以考虑采取许多战略，包括为商业市场释放更多频谱，推动无线基础设施部署，以及对现有规定现代化，推动更多光纤部署等。为使可能的措施产生重大影响，监管机构必须积极与所有相关利益攸关方接触。

¹⁰¹ Imitiaz Parvez及同事。有关5G低延迟的调查：无线接入网（RAN）、核心网和高速缓存解决方案。arXiv: 1708.02562v2 [cs.NI]，2018年，5月29日。

¹⁰² 国际电联。有关IMT愿景—“2020年及之后IMT未来发展的框架和总体目标”的ITU-R M.2083建议书，以及有关IMT-2020地面无线接口详细规范的ITU-R M.2150建议书。

¹⁰³ 英特尔公司提交的ITU-D SG1 1/224号文件。

为5G部署留出的频段可细分为三大类：1 GHz以下的频段，1-6 GHz频段和6 GHz以上的频段。1 GHz以下的频段适合支持物联网服务，以及将移动宽带覆盖范围从城市扩大到郊区和农村地区。1-6 GHz频段为5G服务提供了合理的综合覆盖范围与容量。得益于可以实现增强移动宽带应用的超大带宽，6 GHz以上频段提供了重要的容量。

多种多样的要求和频谱需求表明，引入5G有许多办法，而且为了支持所有用例需要不同的频段。因此，运营商必须考虑不同办法的可行性，能否满足其最初计划用例的需求，以及其选择与其他办法的互操作性，以便确保其网络在支持全球互操作性的同时，有效地交付用例。¹⁰⁴

3.2.2 向高速高质量的无线宽带网络过渡

Wi-Fi等无线技术的演进对提高宽带接入（尤其在农村地区）具有重要影响。为了推动此类部署，鼓励各司法辖区增加免许可频谱的供应。这将对迎来Wi-Fi 6等对IoT发展起重要作用的新一代技术很关键。允许未经授权的设备与授权服务提供商共同接入该频谱。¹⁰⁵

3.2.3 向高速高质量的固定宽带网络过渡¹⁰⁶

数字化转型引发了数据需求的激增，为在全球大规模部署国际光纤基础设施开辟了道路。然而，仍有大量的人口中心（尤其在发展中国家）没有光纤连接，还有许多其他人口中心只连接了高成本的或不可靠的光纤线路。广泛多样性和可负担连接方程式中的许多因素都突出表明，需要采用综合方法来提供国际光纤基础设施的可负担接入。

目前，与光纤服务价格相比，铜缆接入批发价格更低，更具有竞争性，不利于光纤的采用。在铜缆向光纤的过渡过程中，尚没有对最合适的定价方式达成共识。国家监管机构（NRA）应考虑允许现任运营商在提供光纤接入服务时，尽快退出铜缆接入产品，以防损害价格更高的光纤业务的商业用例。NRA可以考虑制定政策和财务激励机制鼓励从铜缆向光纤的迁移，刺激光纤服务的部署与采用。

铜缆向光纤过渡举例：

- **澳大利亚政府**实施了一个2020年的最后期限，届时，所有经营场所均须完成铜缆向光纤的迁移。2014年，澳大利亚电信（Telstra）（澳大利亚）开始关闭通过其铜缆网络提供的服务。受政府资助的国家宽带网络公司（NBNetCo）已在澳大利亚推动大规模光纤连接，它将在其提供光纤业务的地方关闭铜缆网络。
- 自2018年开始，**Verizon（美国）**请求监管批准在选定的市场迁移其铜缆网络。Verizon在弗吉尼亚州、纽约州、新泽西州、宾夕法尼亚州、罗德岛、马萨诸塞州、马里兰州和特拉华州通过其光纤基础设施交付服务，并希望在这些州停止铜缆设施的维护。
- **爱尔兰电信监管机构ComReg**发起了关于其现任运营商Eir在部分地区（尤其是光纤广泛覆盖的地区）从铜缆向光纤过渡的可能性咨询。

¹⁰⁴ 美国提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/328\(Rev.1\)](#)号文件。

¹⁰⁵ 同上。

¹⁰⁶ 国际电联。ITU-D政策和监管。[2018年全球ICT监管展望](#)。日内瓦，2018年。

- 2018年4月，**新加坡电信（Singtel）（新加坡）**宣布中止其基于铜缆的ADSL网络，因为它正在这座城市加快推动其商业和个人客户采用光纤服务。
- 根据铜缆网络解除管制计划，**Chorus（新西兰）**正在着手自2020年开始在与光纤接入网络有竞争的地方，解除对其铜缆网络的监管。

3.3 最佳做法导则

以下为向高速高质量的宽带网络过渡所适用的最佳做法导则：¹⁰⁷

- 针对高速宽带网络投资对数字化转型与经济的重要性，获得最高级别（总统、总理）的政治支持。
- 针对向高速宽带网络的过渡，制定国家/区域战略和目标。
- 制定宽带和5G计划/战略，同时考虑到若干技术的互补性。
- 在国家/区域数字化转型（数字经济）计划中，将向高速宽带网络的过渡列为优先事项。
- 与电信运营商和行业协作，设立国家高速宽带连接委员会。
- 在城市和农村地区、城市/乡村、学校/大学、医院/卫生诊所、政府部门、中小企业、交通（公路、铁路、港口、机场）、工业、商业和农业领域确定高速宽带连接的重点覆盖范围。
- 向5G提供充足的频谱，在获得许可的3G/4G频段采用技术/服务中立的方式过渡到5G。
- 向最新的先进Wi-Fi技术提供充足的频谱。
- 为卫星的使用提供充分的频谱，包括针对高容量的卫星业务。
- 在城市和农村地区实施高速固定无线接入（FWA）技术。
- 推动基于设施的竞争。
- 支持电信运营商通过不同的激励补贴、健全的税收政策、基础设施共享、许可费和条件以及普遍服务基金（USF）等金融支持，进行高速宽带网络投资。
- 与市政当局和地方当局合作，以整合需求，降低通行权费用，确定蜂窝塔站点等。
- 推动投资新的光纤网络和其他高速无线宽带基础设施。
- 向高速宽带网络和接入项目提供USF的有效使用。
- 为高速宽带网络制定出资模式。

¹⁰⁷ 英特尔公司（美国）提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/371\(Rev.1\)](#)号文件。

- 考虑通过开发电子农业、电子健康、在线学习和智慧城市等联合项目，从不同部委和市政府的预算/资金中获益。
- 采取措施降低基础设施部署成本。
- 对宽带相关设备和服务实行健全的税收制度，降低拥有成本，使高速宽带更实惠。
- 绘制国家宽带地图，并确定高速宽带接入的现有资源和差距。
- 认真考虑许可条款中的义务，以满足特定的覆盖范围、部署、速度或其他服务质量要求，或维护市场竞争。
- 落实有效的ICT政策和规定，为部署光纤、DOCSIS电缆和5G移动等超高容量网络（VHCN）铺平道路。
- 在国家层面，规划和分配/扩大海底和区域/国家骨干网的容量。
- 通过提高宽带意识和数字素养，重视高接触分配渠道的推广，以及加快高速宽带的使用来刺激需求。
- 增加相关的本地化内容与应用，尤其是与教育、政府服务和经济生产力有关的内容和应用。

3.4 国家/区域示例

根据日本的经验，部署5G基础设施可以采用这样一种可能的战略：将它与5G使用推广结合起来，就像一枚硬币的两面。¹⁰⁸

通过“本地5G”等允许农村地区建设自己的点状5G网络的举措，农村地区可从5G受益。否则，5G商用服务在农村地区的部署将晚于城市地区。5G正在创造许多不同类型的价值，并且预期可以满足农村或地区需求，解决本地社区在许多领域面临的挑战，如，日常生活、工业、卫生保健和灾害响应等。

自2017财年以来的三年里，日本总务省（MIC）一直在开展全面的5G示范测试，目标是在2020年启动5G商用服务，开创新市场。

“本地5G”是总务省提出的一项新举措，它允许本地企业和地方政府等各种实体在它们的大楼和经营场所灵活地建设和使用点状网络。根据“本地5G”，地区实体可在在全国范围的商业移动运营商覆盖之前，甚至在商用网络覆盖范围之外，建设和部署它们自己的网络。

在越南，使用固定宽带和移动互联网接入的用户数量逐年递增。移动宽带用户从近几年部署的强健的4G网络基础设施和即将到来的5G网络中获益最多。自2019年以来，越南一直在测试5G，还在2020年制定5G商用部署路线图。越南目前在制定数字化转型战略，以期利用工业革命4.0取得的成就到2025年实现该目标，届时，宽带互联网将覆

¹⁰⁸ 日本提交的ITU-D SG1 [1/361](#)号文件。

盖越南的全部社区。到2030年，5G移动网络将覆盖全国，所有公民将能够接入低费用的宽带互联网。¹⁰⁹

巴西采取了非对称措施，作为在中小城市宽带和高速网络区域部署方面加强竞争的工具。2019年下半年，固定宽带表现出了平稳增长，尤其是具有三大特征：区域提供商集团在净增加方面处于领先地位，与更大的集团相比，在2019年增长了3.5倍；光纤连接数量增长；以及速度上的提高，超过34 Mbit/秒。¹¹⁰

区域提供商从20世纪90年代下半期开始运营，最初使用的是拨号网络。对提高接入速度和融合监管框架的需求对这些公司产生了影响，促使它们创建了自己的网络，最初使用的是ADSL技术，后来使用光学技术。区域提供商遍布巴西，并在99.8%的巴西城市中运营。

由于海底光缆的保障，小岛屿国家的国际连接都在不断改善，而这些国家与世界上其他国家的连接实际所依赖的仅是几条光缆。这些国家的用户对光缆所带来的改善，包括多样化的宽带服务和服务质量都感到满意。

问题在于这些国家的市场非常有限，运营商发现很难收回投资。小岛屿国家的人口太少，难以为运营商带来足够的业务量和收入，因此，用户实际使用的容量只占提供给它们的容量的很小一部分。此类岛屿国家要部署宽带只能根据适合其人口规模的模式进行部署，因为适用于大国的最佳做法可能会给小岛国带来问题。

科摩罗在海底光缆连接方面投入了大量资金，有巨大的通信容量可以使用。科摩罗目前正在使用的容量只占所购买容量的22%，只达到了理论可用容量的4%。因此，这项基础设施的使用效率极低。十年来，随着本地工业和数字服务的部署发生了重大变化，科摩罗必须调动这种潜力来推动其社会经济发展。¹¹¹

在**乍得**，¹¹²使用光纤链路的宽带电信基础设施由以下构成：

- 第一条是通过邦戈尔连接恩贾梅纳和喀麦隆；
- 第二条是连接恩贾梅纳和苏丹港；
- 第三条链路被称为“跨撒哈拉骨干网”。

规划一个遍布全国的光网有助于结束乍得不同地区的数字孤立。光纤的部署有助于互联网在乍得的普及，成为促进发展的工具，让尽可能多的人使用。

中非共和国¹¹³与**喀麦隆**和**刚果共和国**的光纤连接（CAB）项目已经进入实施阶段，建成后，它将能接入大西洋的海底电缆。项目是在2018年1月非洲开发银行（AfDB）集团和欧盟在班吉与中非共和国政府签署共同出资协议之后开始的。中非共和国段的内容包括：

¹⁰⁹ 越南提交的ITU-D SG1 [1/357\(Rev.1\)](#)号文件。

¹¹⁰ 巴西提交的ITU-D SG1 [1/387](#)号文件。

¹¹¹ 科摩罗提交的ITU-D SG1 [1/333](#)号文件。

¹¹² 乍得提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/185](#)号文件。

¹¹³ 中非共各国提交的ITU-D SG1 [1/29](#)号文件。

- i. 安装超过1 000公里的光纤，实现与喀麦隆和刚果共和国的连接；
- ii. 依据“ITU-T D.50建议书增补2：有关降低国际互联网互连成本的指导原则”，建立一个与电子行政管理平台连接的国家数据中心和IXP，以降低国际互联网连接的成本。¹¹⁴

在CAB的运营和管理方面，中非共和国选择了开放接入的方法，希望能够形成公私合作伙伴关系。中非共和国依法成立的运营商，例如传统的国有运营商Socatel，与其它四家私营移动运营商已受邀参股负责CAB电缆管理和运营的新公司。

从战略上看，高成本效益的CAB电缆将释放中非共和国其余14个县与CAB及其沿途服务区连接的资本，从而提升这些地区及边远农村地区的ICT连通水平。最后一英里技术（Wi-Fi、WiMAX、3G和4G）将用于连接中非共和国CAB附近的村庄和专区，从而将他们融入国家和国际网络。

在**印度**，¹¹⁵海底电缆项目的实施将给安达曼和尼科巴群岛的居住者提供稳健可靠的电信设施。它将提高这些岛屿的旅游业发展潜力，有助于实现普遍服务义务的基本目标：实现普遍可用性、普遍价格可承受性和普遍无障碍获取。在这个项目中获得的经验可用在未来项目里，包括，在大陆和阿拉伯海上的拉克沙群岛之间铺设海底电缆。未来，这条海缆可成为南亚区域合作联盟（SAARC）电缆的一部分，或者连接到缅甸，作为印度东北部地区的另一条连接路线。另外，还可以进一步延伸，覆盖东南亚国家联盟（ASEAN）地区。

目前，安达曼和尼科巴群岛通过卫星链路与大陆连接。没有其他连接方式，如果卫星链路发生故障，这些岛屿与该国其他地方的连接将被完全切断。人们已强烈感受到没有一个与大陆连接的稳健可靠的电信网络所带来的不便，尤其是发生自然灾害和灾难的时候。

向这些岛屿提供电信连接是一项巨大挑战，不仅是与大陆相连，还有岛屿间通信。该国人口相对较少，大约380 000人，散布在许多小岛上，因此，对许多电信服务提供商来说，向所有有人居住的岛屿提供电信服务不是一个可行的商业提案。几乎没有几家电信服务提供商在这些岛上推出了服务。

向这些岛屿提供电信服务面临的一些具体挑战包括：

- i. 没有可用的海底电缆：当前，这些岛屿没有可用的与大陆连接的海底电缆，限制了向安达曼和尼科巴群岛的居民提供高速的数据和话音服务。
- ii. 卫星带宽费用高：由于没有海底电缆连接，与大陆的电信连接以及岛屿之间的电信连接只能通过卫星链路提供。目前，卫星带宽的费用非常高，也依赖于卫星在这些岛屿上的足迹。出于这些因素，向这些岛屿提供电信服务在商业上不可行。
- iii. 地形挑战：安达曼和尼科巴群岛散布在孟加拉湾，全长约780公里，地理区域总面积为8249平方公里。¹¹⁶只有布莱尔港有机场与大陆连接。由于交通限制，从一个岛

¹¹⁴ 国际电联，[ITU-T D.50建议书增补2](#)，降低国际互联网连接成本的导则。

¹¹⁵ 印度提交的ITU-D SG1 1/57号文件。

¹¹⁶ 人口普查局 - 安达曼和尼科巴群岛。[2011年印度人口普查安达曼&尼科巴](#)。系列- 36，XII-A。

屿去另一个岛也是一项挑战。这些岛屿还易发生自然灾害，如，地震、海啸、气旋以及其他海上干扰。

- iv. **基础设施成本较高：**与大陆相比，基础设施建设成本更高。劳动力和雇员大多来自大陆，给任何项目都增加了成本。由于岛屿之间的距离较远，而且一些岛上没有可用的码头设施，物料和人员的运输是一项巨大挑战，在基础设施建设总成本中占了一大部分。
- v. **土地和供电限制：**电力供应主要通过柴油动力设备产生。频繁的功率波动和有限的电力供应阻碍了现有电信基础设施的持续运营。由于没有可用的交通设施，岛上的柴油供应本身也很稀缺，进一步阻碍了可靠的电力供应。环境保护法限制了林地里的活动，且禁止征用当地居民拥有的部落土地的法律几乎没有给电信基础设施的安装留下空间。

考虑到这些挑战和商业上不可行的情况，政府感到有必要介入，利用普遍服务义务基金（USOF¹¹⁷）在安达曼和尼科巴群岛上扩大和发展电信基础设施与连接。印度政府批准了一项提议，通过一条专用的海底光缆在大陆（位于泰米尔纳德邦的金奈）与布莱尔港以及其他七座岛屿之间提供直接通信链路。

海缆将为安达曼和尼科巴群岛提供恰当的带宽和电信连接，用于实施电子政务举措和建设企业与电子商务设施。

在**欧洲**，最近的欧盟委员会政策框架¹¹⁸强调了NGN技术的重要性，将NGN部署纳入了推动经济和社会发展的增长战略。为了充分收获ICT带来的好处，并保持国际市场上的竞争力，已将广泛和稳定接入高速互联网基础设施与服务定为目标。

设定的2020年目标：

- 向欧盟（EU）所有成员国提供30 Mbit/秒或以上的覆盖。
- 50%的家庭宽带速度达到100 Mbit/秒或以上。

在每位用户均接入NGN之前，仍然有必要采取行动。2014年，只有68%的欧盟家庭能够接入30 Mbit/秒的带宽。应对挑战，为高质量和具有成本效益的宽带基础设施融资是一个关键因素。在投资高速数字网络的背景下，绘制宽带基础设施地图是助推决策者提前规划的关键成功因素。

绘制宽带基础设施地图可以使许多利益攸关方受益。例如，对于需要评估政策干预的决策者和监管机构来说，当需要做出关于国家援助的计划时，他们需要大规模的独立测量来评估网络性能，而投资规划或市场研究可以帮助电子网络基础设施的拥有者和电子通信服务运营商。意识到绘制宽带基础设施地图的重要性和好处之后，**阿尔巴尼亚**电子和邮政通信管理局（AKEP）建立了一个宽带基础设施地图绘制系统。

¹¹⁷ 《印度电报法案（修正案）》通过后，要求以合理可负担的价格向居住在农村和偏远地区的人提供电信服务接入，印度普遍服务义务基金随之于2002年4月1日成立。该基金的来源是普遍服务税，按照除增值服务提供商以外的所有电信服务提供商调整后的总收入的5%征收。

¹¹⁸ 电信发展局第1/1和第5/1号课题牵头人提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/46](#)号文件。

虽然初步建设是由外部承包商开展的，AKEP制定了有关使用工具和升级系统的附加系统要求以便达到他们的要求，尤其是针对定期和特别分析与报告。AKEP也在欧洲对其他绘制工具开展了基准研究，并发现，**斯洛文尼亚**正在使用的宽带地图绘制工具较好。

2016年2月，在国际电联的帮助下提出了一个结对概念，斯洛文尼亚电子通信网络和服务局（AKOS）与AKEP合作开展了一个项目，绘制斯洛文尼亚的电信基础设施地图。

黑山电子通信和邮政服务局（EKIP）开发了一个映射宽带基础设施和宽带网络以及宽带基础设施计划的系统，并配备了一个满足其分析和报告要求的工具。持续监测映射趋势是有效发展宽带网络的重要工具。¹¹⁹

欧洲的宽带连接现状¹²⁰及其现代化趋势无法满足不断增长的对更快更好的互联网（在超大容量网络的帮助下才能实现）的需求。它们是欧洲公民和企业开发、交付和享受在线商品、应用程序和服务所必需的。电子商务能否成功，电子健康应用是否可靠以及游戏和流媒体中的音视频内容提供的用户体验均取决于网络的质量。

超高容量网络也是最大程度地发挥欧洲数字经济的潜力所必需的。瞬时传输和高可靠性将使成百上千台机器在行业、专业化或国内场景中实现实时合作。普遍性将实现汽车的自动驾驶。响应性和可靠性是助力医生开展远程手术，助力城市适应能源消耗或交通信号灯以反映实时需求的关键因素。上传/下载速度快，企业可以与许多位于不同地方的人举行高清（HD）视频会议，或者使用通用软件在云端工作。学生将能够学习位于其他成员国的大学所提供的课程。

超高容量网络是确保领土凝聚力，让欧洲每个社区中的每一位公民都成为数字化单一市场的一员，并从中受益所需要的。欧洲的发展、就业、竞争力和凝聚力都需要超高容量网络。近期一项研究估计，5G顺利部署后可以为四个行业（汽车、卫生保健、交通和公用事业）每年带来1130亿欧元的利益，企业、消费者和社会都可以广泛地从中受益。

为了更加精确地定义欧洲未来的互联网连接应该是什么样子，制定了一系列2025年网络部署目标。旨在依靠超高容量网络，建立一个千兆社会，确保数字化单一市场使所有人受益。

在过去的几年里，**西班牙**推出了一系列新的批发服务。¹²¹这种新的基准服务被称为“新以太网宽带服务”（NEBA，西班牙语Nuevo servicio Ethernet de Banda Ancha的缩写）。这项新服务是2级比特流服务，允许替代运营商既可以接入铜缆网络的用户，也可接入光纤到户网络（FTTH）的用户。

新以太网宽带接入服务允许替代运营商直接连接到地区级以太网网络（第2层）。新以太网宽带接入服务既可以接入铜缆网络也可以接入光纤网络服务，当前吞吐量可以达到同步每秒600兆比特（仅限光纤）和三种QoS模式（尽力而为模式、黄金模式和实时模式），以确保数据包丢失、延迟和抖动率达到特定级别。

¹¹⁹ 黑山提交的ITU-D SG1 1/447号文件。

¹²⁰ 英特尔公司（美国）提交的ITU-D SG1 SG1RGQ/70号文件。

¹²¹ Axon伙伴集团咨询公司（西班牙）提交的ITU-D SG1 1/158号文件。

从技术角度来看，新以太网宽带接入相关服务主要在以下两个方面与以前的产品存在不同：

- 在开放系统互联（OSI）的第2层完成互连，而不是在第3层完成互连。
- 这些服务可以接入FTTH辅助设备，而传统服务只能接入铜缆网络。

像非洲其他国家一样，**布隆迪**¹²²已意识到电信会给社会带来什么。为了创建布隆迪的未来，政府决定制定一项宽带政策，作为所有电信/ICT利益攸关方的路线图。

对布隆迪来说，宽带 – 或者高速 – 战略的目的是推动建立一个知识社会，社区均能接入国家的高速连接，促进所有公民的社会经济发展。它亦符合政府的ICT发展愿景。2016年12月19日，皮埃尔·恩库伦齐扎（Pierre Nkurunziza）作为布隆迪总统表示，政府的愿景是到2025年，让布隆迪成为区域的ICT卓越中心。

布隆迪的国家宽带计划的总体目标是实现公民社会经济利益的最大化，尤其是：

- 推动该国的宽带部署（分阶段）；
- 提高宽带的使用和用户数量；
- 确保以可负担的价格提供宽带服务。

该计划的预期成果是极大提高宽带互联网的普及率。所有主要城市均应有一个光纤网络。

布隆迪“宽带2025”战略：该战略明确了如何尽快提供实现宽带连接所需要的手段，并以可负担的成本在全国范围内运行相关服务。落实该宽带战略需要巨大投资。

宽带基础设施的安装主要有三大投资和出资来源：

- 民间金融；
- 政府出资；
- 公私伙伴关系出资。

宽带战略的目标是提供一份路线图，说明利用数字技术将布隆迪变成一个新兴社会所需要的所有短期、中期和长期措施。战略的落实需要国家、地方主管部门、执行委员会和议会做出长期承诺，采取大量行动，以及私营部门的有力参与。

¹²² 布隆迪提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/167](#)号文件。

第4章 – 宽带部署的间接问题

4.1 IPv4向IPv6过渡

在任何一个国家发展信息技术，使用互联网协议第6版（IPv6）及其相关战略都是必然的。

布隆迪¹²³正在准备从互联网协议第4版（IPv4）向IPv6迁移。2017年8月30日，该国的监管机构 – 电信监管局（ARCT）与法语国家大学协会（AUF）、非洲网络信息中心（AFRINIC）以及布隆迪互联网接入提供商（CBINET）共同为布隆迪主管部门组织了一个主题为IPv4向IPv6迁移的提高认识的讲习班。IPv6更加可靠，而且提供了许多优势，包括可靠性、复原力、灵活性、互操作性、兼容性和高安全性。

伊朗伊斯兰共和国¹²⁴通过国家的协调管理和软硬件基础设施建设，实现了IPv6的发展和从IPv4向IPv6的迁移。

伊朗伊斯兰共和国开展的最重要的活动有：

- IPv6孤岛在基础设施通信和伊朗主要运营商中的实施
- 在该国各大学和其他组织的参与下，由通信和信息技术部建立起伊朗IPv6任务组
- 成立IPv6国家队
- 绘制IPv6迁移地图
- 制定IPv6实施要求指导
- 撰写IPv6对ICT设备的要求的文件。

在**墨西哥**¹²⁵，联邦电信研究院（IFT）制定了推动和促进向使用IPv6协议过渡的举措。IFT建设了一个微型网站，提供有关在墨西哥采用IPv6后将带来的好处和进步。该微型网站的受众为互联网用户、学术界、产业界、对这一行业感兴趣的人士、附属机构以及联邦、州和市级实体。

在**阿曼**，¹²⁶电信管理局（TRA）于2018年4月发布了针对所有公共和私营实体的国家IPv6过渡计划，强调要按照指定的时间框架遵守该行动计划。

为了实现下列目标，TRA建立了一个任务组来制备“国家IPv6过渡计划”，并监管它的实施：

- 通过各项举措，推动IPv6在阿曼的采用
- 便利连接到阿曼政府网络（OGN）的政府实体部署IPv6

¹²³ 布隆迪提交的ITU-D SG1 [1/28](#)号文件

¹²⁴ 伊朗伊斯兰共和国提交的ITU-D SG1 [1/78](#)号文件

¹²⁵ 墨西哥提交的ITU-D SG11/[185](#)号文件

¹²⁶ 阿曼提交的ITU-D SG11/[204](#)号文件

- o 指示政府实体、银行、油气公司等到2020年迁移到IPv6
- o 为IPv6在全国范围的实施解决问题，包括地址分配、迁移流程、设备、人力和政策协助等。

中非共和国也发生了IPv6革命¹²⁷。为了确保IPv4向IPv6的顺利过渡，确保获得主要利益攸关方的必要政治意愿和方向，考虑到该国的社会经济情况和军事与政治背景，战略目标已被分为三类：

- i. 针对一般行政管理的目标；
- ii. 针对电信运营商和互联网访问提供商（IAP）；
- iii. IPv4向IPv6迁移之前的过渡流程。

IPv6地址与IPv4地址不兼容，一台只有IPv6地址的主机和另一台只有IPv4地址的主机通信，会给主管部门和利益攸关方（包括运营商和IAP）带来问题。因此，在完全迁移到IPv6之前，需要准备好临时规定。这个过渡阶段的目标是使拥有IPv6和/或IPv4地址的中非工作场所能够相互通信，同时IPv6路由器在全国范围内在国家层面逐步上线。第二阶段涉及将双栈扩展到中非互联网的大部分。因此，将逐渐越来越不需要隧道。最后一个阶段是在国家层面逐步抛弃IPv4。

ARIN（五个区域性互联网注册管理机构（RIR）之一）维护着一个被称为“ARIN团队”（www.teamarin.net）的社区博客，作为向个人、企业、民间团体和政府介绍互联网社区面临的问题的公共服务。“ARIN团队”还有一个IPv6案例研究库，提供了已在IPv6之旅中取得进展的组织的详细说明¹²⁸。

博客方面，来自政府、私营部门和学术界等不同组织的嘉宾作者提供了在各个层面克服挑战方法的资料，分享与IPv6实施有关的所有机遇，并鼓励其他人或其他组织采用IPv6。查看这些案例研究可登陆<https://teamarin.net/get6/ipv6-case-studies/>。

4.2 使用基于虚拟网络功能（VNF）和软件定义网络（SDN）的网络

4.2.1 软件定义网络（SDN）

SDN¹²⁹有下列原则：

- 控制计划与数据计划相分离或分散；
- 中央控制；
- 使用脚本语言（Python、C/C++、Java、R、Ruby等）通过API的可编程性和自动化。

SDN是用户使用户能够直接编程、安排、控制和管理网络资源的一套技术，它以动态和可扩展的方式促进网络服务的设计、交付和运营。

¹²⁷ 中非共和国提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/27](#)号文件

¹²⁸ 美国互联网号码注册机构（ARIN）提交的ITU-D SG1 [1/221](#)号文件。

¹²⁹ 阿尔及利亚电信SPA（阿尔及利亚）提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/339](#)号文件。

SDN可提供下列高级能力：

— 可编程性

SDN应用可通过标准化编程接口对网络资源的行为进行定制化，实现网络控制和管理功能。该接口的用户可能是网络提供商、服务提供商以及包括最终用户在内的客户。这使SDN应用能够根据它们的需求实现网络资源的自动化运营。

— 资源抽象

得益于相关的标准化信息和数据模型，编程人员可以适当地抽象和理解、安排、控制和/或管理底层网络资源的属性和行为。这些模型为物理或虚拟化网络资源提供了详细的抽象解释。

4.2.2 在分段路由-MPLS服务提供商网络中应用SDN

分段路由是源路由的一个现代变种，它简化了网络，从中间路由器中去除了网络状态信息，并将路径状态信息放入了包报头。¹³⁰在转发平面上，分段路由可以利用MPLS或IPv6。当分段路由使用多协议标签交换（MPLS）转发平面时，它被称为“SR-MPLS”。SR-MPLS既支持IPv4底层也支持IPv6底层。SDN的引入对分段路由-MPLS网络的自动化和可编程性起着重要作用，它具有许多优点。分段路由（IETF名称：SPRING）淘汰了MPLS信令协议，如LDP和RSVP，从而简化了网络。SDN控制器的一大优势是它能够提供带宽预留，而分段路由本身在这方面做得不好。

4.2.3 电信云

电信云¹³¹是从通信服务提供商（CSP）向数字服务提供商（DSP）发展的必不可少的一环。电信云结合了云计算、网络功能虚拟化（NFV）和SDN的优势。

电信云旨在通过开发可以在商用现成（COTS）硬件上运行的软件，将云计算模式带入电信基础设施中，实现虚拟网络功能（VNF）。

扁平化、可扩展的云架构为了实现更大的灵活性和移动性，增加了对稳健的覆盖层（虚拟网络）的需求，以及对底层物理网络极大简化的操作模型的需求。SDN尝试通过允许网络和网络功能与服务能够以可编程的形式进行任意组合组装来满足这些要求，从而按需、快速产生独一无二、隔离且安全的虚拟网络。¹³²

¹³⁰ 阿尔及利亚电信SPA（阿尔及利亚）提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/362](#)号文件。

¹³¹ 阿尔及利亚电信SPA（阿尔及利亚）提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/330\(Rev.1\)](#)号文件。

¹³² 阿尔及利亚电信SPA（阿尔及利亚）提交的ITU-D SG1 [SG1RGQ/337](#)号文件。

4.3 互联网交换点（IXP）的发展

4.3.1 不丹的IXP

不丹信息通信部（MoIC）信息技术和电信局（DITT）正在廷布的廷布科技园建立IXP，即不丹互联网交换中心（BIX）¹³³。不丹互联网交换中心是不丹互联网进行互连互通的一个开放式中立平台。不丹互联网交换中心实行成员制，向所有合格的实体—网络运营商、服务提供商、基础设施运营商和内容提供商开放，自愿参加。互联网交换点基础设施由一台支持1 Gbit/秒和10 Gbit/秒端口速度的以太网交换设备构成，还包括一台提供不丹互联网交换中心成员列表、加入信息、综合流量图的网络服务器主机，和一个提供互联网交换点现有前缀列表的窥镜。互联网交换点基础设施根据互联网交换点委员会的要求还可以添加其他设备。

4.3.2 关于CGIX（刚果共和国）和GAB-IX（加蓬）IXP互连互通的谅解备忘录范本

如刚果和加蓬共和国案例所述¹³⁴，相邻两国的IXP主管部门之间签署的MoU范本有助于不同国家建设互联网交换点。本MoU允许负责IXP管理的实体加强国家之间的合作。它促进了互联网数据服务器在全球的建设，对于推动宽带发展是一项有前途的政策。

¹³³ 不丹（阿尔及利亚）提交的1/34号文件。

¹³⁴ 刚果共和国提交的SG1RGQ/18号文件。

第5章 – 结论

- 在现代信息社会里，电信是世界经济的一个重点，它决定着各成员国的竞争力水平。市场竞争鼓励不同的利益攸关方去跟踪和预测电信行业的主要趋势，以便投资最有效的办法，实现现代电信网络的快速发展和成本效益。
- 在影响现代电信业发展的所有要素中，下列要素对宽带部署的影响最大：
 - 宽带接入技术的标准化；
 - 国家固定和移动宽带发展计划；
 - 监管、投资程序和公私伙伴关系；
 - 宽带部署过程中的能力建设和决策支持。
- 当下，主要有三大宽带接入技术在继续发展：移动宽带、固定宽带和卫星宽带。对于发展中国家的大多数人口来说，移动式是接入互联网的主要途径。虽然固定电话签约量在继续下降，但固定宽带签约量却在持续增加。卫星的全球覆盖和直接可用性使它成为连接世界各地的人的关键。
- 国际上已将宽带网络视为重要的公共基础设施。它们在促进经济发展、转变增长动力和提高长期竞争力方面发挥着越来越重要的作用。它们的发展已成为衡量一国综合国力的重要标准。世界各国都已将宽带纳入优先发展范围。
- 在第四次工业革命中，数字化正在日益从根本上变革着社会和经济并颠覆着多个行业。与此同时，全球信息通信技术监管在过去的10年中历经发展，不断平稳变革。
- 为支持数字化转型渗透各行各业并影响所有行业市场，我们需要有利于投资的政策和监管框架。
- 监管制度应通过消除额外不必要的延迟和成本障碍，向公众提供先进的无线服务，来支持宽带的及时部署。
- 在国家、州/省和地方政府制定并通过正式宽带计划后，宽带部署可以轻松实现。计划可有效评估和满足宽带需求，推动采取行动解决宽带问题，制定必要的目标以及取得实际成果。
- 发展中国家需要从低速宽带网络过渡到高速高质量的宽带网络。正如发达国家那样，这种过渡对享受数字转型带来的社会和经济利益也至关重要。

Annex 1: Key takeaways from workshops/seminars and other activities related to the Question

ITU Regional Workshop on Broadband Development (Dushanbe, Tajikistan, 29-30 May 2018)

The ITU Regional Workshop on Broadband Development, which was held in Dushanbe, Republic of Tajikistan,¹³⁵ was devoted to topical issues such as:

- global trends in broadband strategy and policy, including activities of international organizations;
- overview of initiatives and programmes that are related to broadband deployment in developing countries;
- selecting appropriate technologies for broadband deployment in rural and remote areas;
- technical, organizational and economic aspects of broadband networks design and implementation;
- case studies of broadband deployment in developing countries.

Conclusions and recommendations:

- I. There is a need for more active involvement of educational and academic institutions along with national research and educational networks in the region in the activities of ITU-D, as well as other international organizations involved in the development of infocommunications infrastructure.
- II. The importance of further research in developing newer methods of telecommunication networks designing should be stressed.
- III. The high value of the implementation results of the regional initiative “Broadband access development and introduction of broadband in CIS” approved at WTDC-14 (Dubai, United Arab Emirates) should be noted along with the need for spreading information on these results among the communications administrations of the region.
- IV. The need for further research of the issues of classifying broadband Internet access as a universal service along with mechanisms for organizing public-private partnerships, in order to ensure access to them in hard-to-reach and remote areas, including rural areas.
- V. The advisability of more active involvement in the work of the ITU-D of private companies, which have practical experience in the development of broadband access infrastructure, including access in hard-to-reach and remote areas as well as in rural areas.
- VI. The importance of the communications administrations of the region to provide on time the information required for the calculation of the ICT Development Index (IDI), taking into account the most relevant changes in the methodology of its calculation.
- VII. The need to increase reliability of the international telecommunication infrastructure in the region due to the increase in the number of inter-country interconnections and their throughput.
- VIII. The importance of developing and improving State strategies for the development of broadband access networks, including aspects of building human resources for the design, construction and maintenance of modern infocommunication infrastructure.

¹³⁵ ITU-D SG1 Document [SG1RGQ/8](#) from ONAT (Ukraine).

Regional workshop on emerging technologies (Algiers, Algeria, 14-15 February 2018)

Conclusions and recommendations on 5G/IMT 2020 from the Algiers workshop included the following:¹³⁶

- i. Telecommunication operators can act as facilitators in the transformation towards a digital economy. Relying on all IP and softwarized networks and the use of SDN and virtualization technologies play an important role in that regard.
- ii. Open standards for 5G will be vital for access to the technology, in particular for developing countries.
- iii. Various opportunities are offered by 5G to developing countries, yet key issues have to be addressed, including ensuring that technical expertise is developed and that an R&D ecosystem is facilitated. Countries in the region should adopt a phased deployment strategy, with a gradual upgrade of their current networks while ensuring return on investment.
- iv. 5G standardization must ensure that the technology meets different requirements, including different frequency bands for broad spectrum coverage, standards for infrastructure flexibility and agility to support a large variety of applications and business models, end-to-end quality of service and management coping with the increased complexity due to network softwarization, full fixed-mobile convergence with both service and network benefits, and network integration of machine-learning technologies with their potential for network design, operation and optimization.
- v. ITU-T Study Group 13 plays the leading role within ITU-T when it comes to IMT-2020 standardization (“IMT-2020” is the standard and set of specifications for 5G established by ITU) and has adopted a “deliverable package” approach (one package for each key technical area, such as slicing, and FMC) to facilitate the understanding of the standards framework by the user community.

Facilitating 5G roll-out and adoption will depend on adopting the right regulatory policy:

- i. ensure fair/non-discriminatory spectrum auctions;
- ii. prioritize infrastructure deployment, not state revenues;
- iii. reform planning and administrative rules;
- iv. create the right incentives for investment in 5G;
- v. enable efficient network management, thus allowing innovative services with specific quality needs to develop;
- vi. support fibre backhaul by ensuring access to passive infrastructure for fibre roll-out;
- vi. ensure the public sector acts as an early adopter of 5G.

ITU regional week on Emerging technologies for sustainable development and digital transformation in the Arab region (Dubai, UAE, 26-29 August 2019)

The activities of the ITU regional week on Emerging technologies for sustainable development and digital transformation in the Arab region were organized by ITU and hosted by the Telecommunications Regulatory Authority (TRA) of the United Arab Emirates and the University of Dubai, with collaboration from the National Telecommunications Regulatory Authority of Egypt (NTRA). The meeting was supported by Intel, GSMA and Global Innovation and Entrepreneurship (GIE), with contributions from Huawei, Siemens, Google, Nokia, Ericsson, Microsoft, Sharjah Research Technology and Innovation

¹³⁶ ITU-D SG1 Document [1/55](#) from the BDT Focal Point for Question 3/1

Park Free Zone (SRTI Park), Weightless SIG-UK, National Digital Transformation Unit of Saudi Arabia and HERE Technology.¹³⁷

These activities included:

- An ITU-GSMA 5G capacity-building training programme, held on 26-27 August 2019, was organized and delivered by GSMA's instructor Mr Michele Zarri, Technical Director, Networks and Technology.
- A subregional Hackathon for the Gulf region on IoT, big data and smart cities, organized by Arab IoT and AI Challenge stakeholders and supported by ITU, was held on 26-27 August 2019.
- The 4th ITU Annual Forum on "IoT, big data, smart cities and societies" for the Arab region was held on 28-29 August 2019.

¹³⁷ ITU-D SG1 Document [SG1RGQ/245](#) from the BDT Focal Point for Question 1/2

Annex 2: Case studies

Satellite broadband¹³⁸

Viasat [Community Wi-Fi in Mexico](#)

Viasat connects underserved communities in rural, suburban and urban locations of Mexico to high-speed broadband through the Community Wi-Fi programme, based on a very small aperture terminal (VSAT) located at a store or other location in a community. The terminal is connected to a router and modem, which is in turn connected to a Wi-Fi antenna that creates a local Wi-Fi network extending up to 500 m in each direction.

Hughes Express Wi-Fi in Mexico

The integration of optimized high throughput satellite (HTS) and the powerful JUPITER VSAT with advanced wireless Wi-Fi radio access technologies provides a reliable and cost-effective solution for the fast deployment of new broadband Internet connectivity services to geographically dispersed underserved and unserved areas where terrestrial infrastructure is not available, is highly unreliable or is not feasible to implement due to high CAPEX and low average revenue per user (ARPU). Hughes Express Wi-Fi has been successfully tested and implemented in Mexico. It provides guaranteed network performance and high-quality broadband service to end users.

iMlango, Avanti connecting schools in Kenya

iMlango provides a learning platform that delivers content in multiple formats to students and teachers. The high-speed reliable broadband connectivity delivered in each of the iMlango schools is provided over Avanti's super-fast HTS Ka-band satellites that have 100 per cent coverage across Kenya, thus ensuring that even the most remote/rural schools are included.

SES (satellite operator) providing 3G in Chad

Many parts of Chad, a landlocked country in north-central Africa, have been notoriously hard to reach for MNOs, due to its sheer vastness, lack of terrestrial infrastructure and extensive flooding during rainy seasons. By leveraging SES's fully managed satellite backhaul service driven by its multi-orbit fleet, a mobile operator, Tigo Chad, has been able to expand coverage into the country. Using a combination of SES's high-capacity, low-latency O3b MEO constellation, and GSO satellites, the solution allowed Tigo Chad to introduce 2G and upgrade to 3G in rural and previously unserved areas.

SES MEO backhaul in the Democratic Republic of the Congo

Gilat Telecom has expanded its partnership with SES to provide more bandwidth to rural areas. It extends services to customers such as Orange DRC in the Democratic Republic of the Congo (DRC) – a landlocked country – beyond Kinshasa and Lubumbashi, reaching unserved or underserved Kisangani, Mbuji-Mayi and Bunia. Under the new agreement, Gilat Telecom is using multiple Gbit/s of bandwidth on the O3b MEO system and is now also adding services via SES's GEO satellites.

¹³⁸ ITU-D SG1 Document [SG1RGQ/318+Annexes](#) from ESOA

[From 3G to 4G in Peru *with SES*](#)

In Iquitos, Peru, SES partnered with Axesat to provide a managed network solution using SES's O3b MEO satellites to upgrade ENTEL's network in the city from 3G to 4G-LTE. Iquitos, Peru's sixth-largest city, borders the Peruvian Amazon, and is only accessible by air or water. As a gateway to the Amazon rainforest, the city of close to 500 000 residents is a major centre for finance, sales, transportation and tourism, with a growing market in timber, petroleum, and oil and gas production.

[Supporting faster 3G services in the Central African Republic *with SES*](#)

Orange will be using the SES IP Transit solution to deliver faster 3G services and better-quality Internet connections for enterprises. The solution will be delivered by SES, using its MEO fleet and extensive ground infrastructure. Customers of Orange Central African Republic will have access to unparalleled availability and speed of Internet services, which has not been available earlier in the country with its challenging terrain and lack of terrestrial infrastructure, resulting in low Internet penetration.

[Burkina Faso connectivity solution *with SES*](#)

An entire end-to-end solution is being provided by SES, including terrestrial wireless communication and integration with the already available fibre backbone network to connect 881 sites in Burkina Faso, enhancing connectivity and providing e-government, e-education and e-health services. This project is part of an agreement concluded with Lux Dev and the Government of Burkina Faso to roll out nationwide connectivity and further drive innovation in the country. Several entities came together to make this a reality, including Lux Dev (funding), the Government of Burkina Faso (funding and owning the project on the ground) and SES.

[TeleGlobal-Bakti project in Indonesia *by SES*](#)

Under an agreement signed in 2019, Teleglobal and SES Networks will be partnering with the Indonesian Ministry of Communication and Information Technology's universal service obligation (USO) project via its USO agency, **Badan Aksesibilitas Telekomunikasi dan Informasi (BAKTI)**, to provide broadband Internet access and mobile backhaul services to up to 150 000 sites in remote parts of the country. It will use 1.3 GHz of capacity on SES's high-throughput satellite (HTS), SES-12, operating in geostationary Earth orbit.

[Intelsat *community Wi-Fi for refugee camp in Ghana*](#)

Globally there are nearly 25.4 million refugees, over half of whom are under the age of 18. At the end of 2016, Africa hosted 5 531 693 refugees. This was surpassed only by Asia, with 8 608 597 refugees. The lack of digital connectivity increases the vulnerability of people who were forced to flee by depriving them of opportunities for communication, information, education, financial transactions, and self/community/social development work.

[Intelsat 'Internet for All' pilot project in South Africa](#)

The 'Internet for All' initiative brings together stakeholders from the public and private sectors, non-profit organizations, academia, international organizations, donors and civil society to create multistakeholder partnerships aimed at bridging the digital divide. Intelsat has developed a pilot programme aimed at testing commercial and social scenarios that may impact the roll-out of the 'Internet for All' programme to rural areas in developing countries.

Abbreviations

Abbreviation	Term
3GPP	3rd Generation Partnership Project
ADSL	asymmetric digital subscriber line
AI	artificial intelligence
AMPS	advanced mobile phone service
AR	augmented reality
ARPU	average revenue per user
BPON	broadband passive optical network
CDMA	code-division multiple access
CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations
DOCSIS	data over cable service interface specification
EIB	European Investment Bank
eMBB	enhanced mobile broadband
EPON	Ethernet passive optical network
FOCL	fibre-optic cable lines
FTTH	fibre-to-the-home
FWA	fixed wireless access
GPON	gigabit passive optical network
GSM	Global System for Mobile Communications
GSMA	GSM Association
HD	high-definition
HTS	high-throughput satellite
IAP	Internet access provider
ICT	information and communication technology
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
IMT	International Mobile Telecommunications
IoT	Internet of Things

(continued)

Abbreviation	Term
IIoT	industrial Internet of Things
IPV4 / IPV6	Internet Protocol version 4 / Internet Protocol version 6
ISP	Internet service provider
ITS	intelligent transport system
ITU	International Telecommunication Union
ITU-D	ITU Telecommunication Development Sector
ITU-R	ITU Radiocommunication Sector
ITU-T	ITU Telecommunication Standardization Sector
IXP	Internet exchange points
LDC	least developed country
LEO	low Earth orbit
LTE	Long-Term Evolution
M2M	machine-to-machine
MEO	medium Earth orbit
MIMO	multiple-input multiple-output
MoU	memorandum of understanding
MPLS	multiprotocol label switching
NGN	next-generation network
non-GSO	non-geostationary satellite orbit
NMT	Nordic Mobile Telephone
NFV	network functions virtualization
NRA	national regulatory agency
OTT	over-the-top
PDC	personal digital cellular
PPP	public-private partnership
P2P	point-to-point
QoE	quality of experience
QoS	quality of service
SAARC	South Asian Association for Regional Cooperation
SDGs	United Nations Sustainable Development Goals

(continued)

Abbreviation	Term
SDN	software-defined networking
SMEs	Small- and medium-sized enterprises
TACS	total access communication system
TDMA	time-division multiple access
UMTS	Universal Mobile Telecommunications Service
URLLC	ultra-reliable low latency
VDSL	very high-speed digital subscriber line
VNF	virtual network function
VHCN	very high-capacity network
VHTS	very high-throughput satellite
VoIP	voice over Internet Protocol
VR	virtual reality
WBA	Wireless Broadband Alliance
WCDMA	wideband code-division multiple access
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WPA	Wi-Fi protected access
WRC	World Radiocommunication Conference
WSIS	World Summit on the Information Society
WTDC	World Telecommunication Development Conference

国际电信联盟 (ITU)
电信发展局 (BDT)
主任办公室
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

电子邮件: bdtdirector@itu.int
电话: +41 22 730 5035/5435
传真: +41 22 730 5484

数字网络和社会部 (DNS)
电子邮件: bdt-dns@itu.int
电话: +41 22 730 5421
传真: +41 22 730 5484

非洲

埃塞俄比亚

国际电联
区域代表处
Gambia Road
Leghar Ethio Telecom Bldg. 3rd floor
P.O. Box 60 005
Addis Ababa
Ethiopia

电子邮件: itu-ro-africa@itu.int
电话: +251 11 551 4977
电话: +251 11 551 4855
电话: +251 11 551 8328
传真: +251 11 551 7299

美洲

巴西

国际电联
区域代表处
SAUS Quadra 6 Ed. Luis Eduardo
Magalhães,
Bloco "E", 10^o andar, Ala Sul
(Anatel)
CEP 70070-940 Brasilia - DF
Brazil

电子邮件: itubrasilia@itu.int
电话: +55 61 2312 2730-1
电话: +55 61 2312 2733-5
传真: +55 61 2312 2738

阿拉伯国家

埃及

国际电联
区域代表处
Smart Village, Building B 147,
3rd floor
Km 28 Cairo
Alexandria Desert Road
Giza Governorate
Cairo
Egypt

电子邮件: itu-ro-arabstates@itu.int
电话: +202 3537 1777
传真: +202 3537 1888

欧洲

瑞士

国际电联
欧洲处
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
电子邮件: euregion@itu.int
电话: +41 22 730 5467
传真: +41 22 730 5484

副主任兼行政和运营 协调部负责人 (DDR)

Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

电子邮件: bdtdeputydir@itu.int
电话: +41 22 730 5131
传真: +41 22 730 5484

数字化发展合作伙伴部 (PDD)

电子邮件: bdt-pdd@itu.int
电话: +41 22 730 5447
传真: +41 22 730 5484

数字知识中心部 (DKH)

电子邮件: bdt-dkh@itu.int
电话: +41 22 730 5900
传真: +41 22 730 5484

喀麦隆

国际电联
地区办事处
Immeuble CAMPOST, 3^e étage
Boulevard du 20 mai
Boîte postale 11017
Yaoundé
Cameroon

电子邮件: itu-yaounde@itu.int
电话: +237 22 22 9292
电话: +237 22 22 9291
传真: +237 22 22 9297

巴巴多斯

国际电联
地区办事处
United Nations House
Marine Gardens
Hastings, Christ Church
P.O. Box 1047
Bridgetown
Barbados

电子邮件: itubridgetown@itu.int
电话: +1 246 431 0343
传真: +1 246 437 7403

亚太

泰国

国际电联
区域代表处
Thailand Post Training Center
5th floor
111 Chaengwattana Road
Laksi
Bangkok 10210
Thailand

邮寄地址:
P.O. Box 178, Laksi Post Office
Laksi, Bangkok 10210, Thailand

电子邮件: ituasiapacificregion@itu.int
电话: +66 2 575 0055
传真: +66 2 575 3507

塞内加尔

国际电联
地区办事处
8, Route des Almadies
Immeuble Rokhaya, 3^e étage
Boîte postale 29471
Dakar - Yoff
Senegal

电子邮件: itu-dakar@itu.int
电话: +221 33 859 7010
电话: +221 33 859 7021
传真: +221 33 868 6386

智利

国际电联
地区办事处
Merced 753, Piso 4
Santiago de Chile
Chile

电子邮件: itusantiago@itu.int
电话: +56 2 632 6134/6147
传真: +56 2 632 6154

印度尼西亚

国际电联
地区办事处
Sapta Pesona Building
13th floor
Jl. Merdan Merdeka Barat No. 17
Jakarta 10110
Indonesia

邮寄地址:
c/o UNDP – P.O. Box 2338
Jakarta 10110, Indonesia

电子邮件: ituasiapacificregion@itu.int
电话: +62 21 381 3572
电话: +62 21 380 2322/2324
传真: +62 21 389 5521

津巴布韦

国际电联
地区办事处
TelOne Centre for Learning
Corner Samora Machel and
Hampton Road
P.O. Box BE 792
Belvedere Harare
Zimbabwe

电子邮件: itu-harare@itu.int
电话: +263 4 77 5939
电话: +263 4 77 5941
传真: +263 4 77 1257

洪都拉斯

国际电联
地区办事处
Colonia Altos de Miramontes
Calle principal, Edificio No. 1583
Frente a Santos y Cia
Apartado Postal 976
Tegucigalpa
Honduras

电子邮件: itutegucigalpa@itu.int
电话: +504 2235 5470
传真: +504 2235 5471

独联体国家

俄罗斯联邦

国际电联
区域代表处
4, Building 1
Sergiy Radonezhsky Str.
Moscow 105120
Russian Federation

电子邮件: itumoscw@itu.int
电话: +7 495 926 6070

国际电信联盟
电信发展局

Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

ISBN: 978-92-61-34475-7



瑞士出版
2021年, 日内瓦