

最后报告
ITU-D第2研究组

第25/2号课题

发展中国家的宽带 通信接入技术(包括IMT)



ACCESS
TECHNOLOGY
FOR DEVELOPING
COUNTRIES

2010-2014年第5研究期
电信发展部门



联系我们

网站: www.itu.int/ITU-D/study_groups
国际电联电子书店: www.itu.int/pub/D-STG/
电子邮件: devsg@itu.int
电话: +41 22 730 5999

第 25/2 号课题
发展中国家的宽带通信
接入技术（包括 IMT）



ITU-D 研究组

作为电信发展局知识共享和能力建设议程的后盾，ITU-D 研究组支持各国实现其发展目标。通过推动为减贫和经济社会发展进行 ICT 知识的创建、共享和运用，ITU-D 研究组鼓励为成员国创作条件，利用知识更有效地实现其发展目标。

知识平台

ITU-D 研究组通过的输出成果和相关参考资料，被用于 193 个国际电联成员国的政策、战略、项目和特别举措的落实工作。这些活动还有助于巩固成员的知识共享基础。

信息交换和知识共享中枢

共同关心议题的共享是通过面对面会议、电子论坛和远程与会，在鼓励公开讨论和信息交流的气氛中实现的。

信息存储库

研究组成员根据收到的供审议的输入文件起草报告、导则、最佳做法和建议书。信息通过调查、文稿和案例研究采集，并通过内容管理和网络发布工具提供成员方便地使用。

第 2 研究组

第 2 研究组由 WTDC-10 受命研究涉及信息通信基础设施和技术发展、应急通信和适应气候变化等领域的九项课题。着重为在规划、发展、实施、运营、维护和持续提供电信服务过程中能够优化用户得到的服务价值，并能最合适、最成功地提供服务的方法和方式。该工作包括将具体工作重点放在宽带网络、移动无线电通信和农村与边远地区的电信/ICT、发展中国家对频谱管理的需要、ICT 在缓解气候变化对发展中国家的影响中的使用、用于减轻自然灾害和赈灾的电信/ICT、合规性和互操作性测试及电子应用，特别强调通过电信/ICT 手段支持的应用。该项工作还研究探讨信息通信技术的实施，同时兼顾 ITU-T 和 ITU-R 开展研究的成果以及发展中国家的优先事宜。

第 2 研究组与 ITU-R 第 1 研究组一道共同负责涉及第 9 号决议（WTDC-10，修订版）问题的研究 – 各国，特别是发展中国家对频谱管理的参与。

本报告是由来自不同主管部门和组织的众多志愿人员编写的。文中提到了某些公司或产品，但这并不意味着它们得到了国际电联的认可或推崇。文中表述的仅为作者的意见，与国际电联无关。

目录

	页码
内容提要	1
1 宽带的重要性	2
1.1 宽带的社会效益和经济效益	2
1.2 宽带应用	9
1.3 与宽带技术部署相关的性别问题	11
1.4 残疾人获取宽带服务	12
2 宽带政策	12
2.1 加速宽带发展的监管战略（即国家宽带计划，普遍服务基金）	12
2.1.1 部署	13
2.1.2 部署	14
2.1.3 衡量标准和披露	14
2.1.4 普遍服务基金	15
2.1.5 频谱	16
2.2 监管机构在推广低成本宽带方面的最佳做法导则	17
2.3 运营机构促进宽带部署的战略	19
3 宽带技术	20
3.1 部署方面的考虑：有线与无线	20
3.2 有效使用无线通信的技术措施	24
3.3 有线宽带接入技术	25
3.4 包括 IMT 在内的无线宽带接入技术	30
3.5 卫星宽带接入技术及解决方案	32
3.5.1 概述	32
3.5.2 卫星宽带的能力和特性	32
3.5.3 卫星群特性	33
3.5.4 系统和部署方案及考虑	36
3.6 宽带接入的回程技术	38
3.6.1 地面无线回程	39
3.6.2 卫星回程解决方案	43
3.6.3 光纤回程网	45
3.6.4 海底光缆回程	45
I Annexes	47
Annex I: Country Experiences	49
Annex II: Definition of Question 25/2	50
Annex III: Other ITU Sector Relevant Recommendations and Reports	53

	页码
II Acronyms/Glossary	56
III References	59

图目录

	页码
图 1.1-1: 宽带投入如何推动经济	5
图 1.1-2: 不同时期宽带普及率提高 10%对 GDP 造成的影响	6
图 1.1-3: 宽带对 LAC 国家 GDP 的影响	7
图 1.1-4: 每例 3G 连接所使用移动数据量翻倍对人均 GDP 增长的影响	8
图 3.1-1: 有线和无线典型用户吞吐率的发展	21
图 3.1-2: 用于扩容的 Femto 小区	22
图 3.2-1: 宏蜂窝与微蜂窝之间的效率比较	24
图 3.3-1: 远程 SHDSL DSLAM 配置	26
图 3.3-2: 无源光网络 (PON) 架构	28
图 3.5.3.1-1: 提供宽带 (IP 数据包) 服务的多波束卫星系统	34
图 3.6.1.1-1: PtP 链路	40
图 3.6.1.1-2: PtMP 链路	40
图 3.6.1.1-3: 网状网	41
图 3.6.1.3-1: 情形示例 1	42
图 3.6.1.3-2: 情形示例 2	43
图 3.6.1.3-3: 情形示例略语记号	43
图 3.6.2-1: 卫星回程网络情形示例	45

表目录

	页码
表 2.3-1: 运营机构的特殊需求	19
表 3.1-1: 宽带方法的优势和缺点	23
表 3.2-1: 不同类型蜂窝小区规模	25
表 3.3-1: 有线接入网数据传输标准	27
表 3.3-2: ITU-T FTTx 有线宽带标准摘要	29
表 3.3-3: 定义家庭网络标准的 ITU-T 建议书	29

第 25/2 号课题

发展中国家的宽带通信 接入技术（包括 IMT）

内容提要

“到 2010 年底，全球移动宽带签约用户数量已超过固定宽带签约用户数量。移动宽带的急速发展意味着在四年内，移动宽带签约用户将占整体宽带签约用户的 80%，成为进行互联网连接的主要手段。预计新兴市场的移动宽带将在 2010 至 2015 年间从占总体宽带签约用户的 37%增加到 79%。”¹

ITU-D 第 2 研究组第 25 号课题的主要任务是帮助发展中国家了解使用有线和无线技术进行地面和卫星通信的不同宽带接入技术，包括国际移动通信（IMT）。本报告涵盖在部署宽带接入技术方面涉及到的技术问题，具体明确影响此类技术有效部署的相关因素及这些技术的应用，重点是得到认可的或正在由 ITU-R 和 ITU-T 进行研究的技术和标准。本报告的目的是探讨有线和无线宽带接入技术的未来发展趋势、确定对过渡做出规划和实施的方法、考虑相关趋势，包括部署、所提供的服务和监管方面问题、明确应得到研究的关键要素，以便于部署将 IMT 卫星和地面部分综合一体的系统，同时提供有关实施影响和 IMT-Advanced 方面的信息。本报告所含信息包括源自国际电联其它两个部门的信息、ITU-D 第 2 研究组有关农村技术的第 10 号课题开展的工作以及联合国宽带委员会近期完成的工作。更多信息可直接从上述各方面了解。

应当指出，“宽带”一词有多种不同定义。不同国家、技术和国际机构使用该术语的不同定义。1990 年，国际电联将宽带无线接入（BWA）定义为“宽带接入，其连接速率高于一次群速率。”²在 ITU-D 第 2 研究组第 25/2 号课题范围内，存在若干有关宽带定义的替代提案。然而，课题组未对任何一个所提议的定义达成一致意见，且课题组认为，它没有权利代表国际电联提出新的术语定义。

¹ “有关移动宽带的十个事实”，Darrell West，布鲁金斯技术创新中心，2011 年 12 月 8 日

² ITU-R F.1399 建议书 – 无线接入的术语词汇（2001 年）

1 宽带的重要性

1.1 宽带的社会效益和经济效益

“宽带互联网接入能够提高生产力，促进经济增长，因此，宽带应该在发展战略中占据核心地位。宽带网络（固定和移动）对于所有需要高速数据传输的现代通信和信息服务，都是必不可少的。此类服务包括：企业文件的传输、电视及高速互联网等。高速互联网的连接可以获取一系列内容丰富的服务，诸如：语音、视频、音乐、电影、广播、游戏和出版物。

宽带网络提高了现有服务的效率和可及性，并为未来的未知应用提供额外的容量。事实上，宽带网络对于因电信、媒体和计算机网络的融合而正在信息通信技术领域发生的变革具有举足轻重的意义。融合进程可包括：

- 服务融合，服务提供商能够通过同一个网络提供多种服务；
- 网络融合，一项服务可以在多个网络中传输；以及
- 企业融合，公司可借助企业融合进行合并或开展跨部门合作。

在技术和需求的推动下，融合给市场结构和业务模式带来了巨大变化。

越来越多的证据表明，宽带对于个人、公司和社区都产生了相当大的经济影响。个人日渐借助宽带获取知识和技能，以增加就业机会。在引入宽带的发展中国的农村地区，村民和农民们可以更好地了解有关粮食市场价格，培训和就业机会方面的信息。在发达国家和发展中国的城市地区，越来越多的个人正在通过宽带网络上结识的对等群体构建自己的社交圈。这些群体可推动经济一体化并促进发展。博客（网志或在线日记）、维基（用户能够提交内容并进行编辑的网站）、视频分享站点及其它类似网站提供了新颖、分散、动态的信息获取和传播途径，令个人能够更好地为知识经济做好准备（Johnson, Manyika 与 Yee, 2005 年）。”³

宽带除有益于个人获取知识和技能外，还为增加全球就业机会做出了贡献。例如，在孟加拉，信息通信技术（ICT）行业（特别包含宽带）的贡献分为四个方面：行业“直接”就业，或价值链上的参与方直接雇佣工人；“支持”就业，由外包工作以及政府就创建就业机会活动收取的税收创造；“间接”贡献（包含其他成本和利润）；“诱发”就业，后者系指雇员和其他受益方通过消费（从而创建了额外就业机会）而创造的工作岗位。最近，仅诱发就业一项就在孟加拉创造了 110 万个工作岗位⁴。根据 Deloitte 的研究，预计美国在宽带技术方面的投资将在 2012 至 2016 年期间带来 730 亿的 GDP 增长和 731 000 至 771 000 个新的工作岗位。⁵

³ 《陆地移动手册》第 5 卷（宽带无线接入系统）（25/4 号文件）

⁴ 孟加拉国，2/INF/36 号文件“孟加拉电信/信息通信技术发展统计数据 and 战略行动规划：农村和偏远地区”

⁵ “有关移动宽带的十个事实”，Darrell West，布鲁金斯技术创新中心，2011 年 12 月 8 日

“宽带提供了潜在的解决方案，能够在发展中国家和发达国家提供教育。宽带网络可以提供信息、互动性和共享的资源，并帮助每个人获得同等的机会。网上教育正在缓解培训教师资源的瓶颈问题。联合国教科文组织（UNESCO）的估计数据表明，到 2015 年“千年发展目标”完成日期之前，全世界需要增加一千万名教师。⁶许多国家已经在积极推行网上教师强化培训课程，但要做的事情还很多：特别是要使宽带接入的价格尽快变得可以承受，尤其是在发展中国家。既为学生也为其生活的社区设计的公私合作伙伴关系（PPP）模式（例如国际电联提出的“连通学校，连通社区”举措）对于加快弥合宽带鸿沟可以发挥很大的作用。”⁷

对儿童教育进行投资将产生极大收益，并将使相关国家顺利实现向信息社会的过渡。许多国家目前都在进行有关宽带过渡方面的教育投资。这些国家使用普遍服务基金和其他政府收入来源资助这些项目。每年，相关国家政府传统教育系统方面投资数十亿美元，包括向学生免费提供课本、黑板等等。全球每年学生教育的花费约为 **30 000 亿美元**⁸。不能有效及时使用普遍服务基金（USF）也是诸多国家的常见问题。如果相关国家将传统教育系统过渡到基于 ICT 的教育系统，则不仅能够使教育更加有效，而且将确保所有学生均能获得在知识经济和社会中取得成功的技能，这种技能对于相关国家政府在全球保持竞争能力至关重要。符合预期行为和结果的有效政策对于创建取得成功和加速过渡的条件必不可少。

“利用信息通信技术和宽带促进普及初等教育不应只限于男孩和女孩，也可以包括那些没有上学机会的男人和妇女。各种研究结果均表明，识字的和受过教育的妇女让孩子上学的可能性要大一些。另外，信息通信技术和宽带还可以促进为残疾人提供的包容性教育。很多一直使用电视和收音系统的学校现在开始转向网络学习，因为这种在网络学习机会具有内在的互动性。就有效教育服务的开发而言，基于宽带的信息通信技术应用不仅应被视为一种教学工具，其本身也够得上一门课程”。⁹

“高速互联网连接可以使大城市以外的医务工作者通过可视电话会议、互动式讨论论坛和社交网站获得高质量的培训，交流经验和信息。宽带服务使妇女得以便利地获得有关计划生育、卫生和其他生育健康方面的信息，包括可视内容、本地语言信息以及符合其文化背景的内容。准妈妈和新妈妈可以更多地了解有关分娩、自己和孩子感染或生病的早期征兆方面的信息。连接“智能”移动电话的宽带应用或连接移动宽带网络的便携式计算机可以帮助医务工作者建立和访问网上病人档案，并将健康信息发送给决策者和研究人员。能接入互联网的社区中心应承担的一项重要且不断加强的任务就是提供基本连接和健康信息，特别是为农村和偏远地区的妇女。¹⁰宽带互联网还可以提供有力的研究和监测工具，更有效地处理疾病。例如给分支杆菌结核菌染色体排序或利用卫星绘制可能发现携带疟疾的蚊子的位置地图。社区信息通信技术中心使女童和妇女可以获得有关防治性传播疾病（包括艾滋病）的客

⁶ 来源：2010 年世界电信/信息通信技术发展报告，下列网站提供：http://www.itu.int/ITU-D/ict/publications/wtdr_10

⁷ 宽带委员会，“2010 年领导人的当务之急：用宽带打造未来”，2010 年，第 41 页，下列网站提供：http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_1.pdf

⁸ http://s3.amazonaws.com/zanran_storage/www.nextupresearch.com/ContentPages/2493178098.pdf

⁹ 宽带委员会，“2010 年领导人的当务之急：用宽带打造未来”，2010 年，第 41-42 页，下列网站提供：http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_1.pdf

¹⁰ 宽带委员会，“2010 年领导人的当务之急：用宽带打造未来”，2010 年，第 43-44 页，下列网站提供：http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_1.pdf

观如实的信息。携带艾滋病毒的妇女可以收到有关预防将艾滋病毒传播给胎儿的处置方法的信息。社区信息通信技术中心还可以为妇女提供有关抵御和治疗疟疾、结核病及其他疾病的有用信息。”¹¹

另一个宽带业务帮助儿童预备应对紧急情况和自然灾害的示例可见于附件 I 中的“大家准备好！移动安全项目”。

“宽带接入可以通过降低交易成本和提高生产力推动公司发展。然而，实现这些绩效改善还取决于公司整合其技术、商业和组织战略的能力。如果能够充分渗透，宽带可促使公司频繁、有效地使用各类在线应用和服务，从而可以改善业务流程，引进新的业务模式，推动创新，并扩展业务关系。一份涉及阿根廷、巴西、智利、哥伦比亚、哥斯达黎加和墨西哥这六个拉丁美洲国家中 1 200 家公司的业务和技术决策制订者的研究表明，宽带部署可以极大地改善业务运作，其中包括开展业务的速度和时机、流程再造、流程自动化、数据处理以及组织内部的信息传播（动态研究集团，2005 年）。

媒体、出口和其它信息密集型行业的公司是宽带和公司业务流程结合的最大受益者。Clarke 和 Wallsten（2006 年）针对 27 个发达国家和 66 个发展中国家开展了一项研究，研究发现，在这些国家中，互联网用户数量每增长 1 个百分点，出口便增加 4.3 个百分点。资料显示，使用无线宽带的美国保险公司每天处理索赔的效率提高了 25% 或更多（Sprint 公司，2006 年）。因宽带接入而明显获益的其它行业还包括咨询、财会、市场营销、房地产、旅游和广告业。

宽带服务同样给全世界各地的本地社区带来了巨大的经济利益和新的机遇。加拿大、英国和美国的研究表明，宽带接入对创造就业、社区的团结稳定、零售和税收具有积极的经济影响（Ford 和 Koutsky，2005 年；Kelly，2004 年；战略网络集团，2003 年；Zilber, Scheier 和 Djwa，2005 年）。在发展中国家的农村地区，社区已开始提供让当地居民能够了解新的市场和服务信息的宽带业务和应用。这方面的一个主要例子就是促进农产品买方和卖方的信息交流和价值创造的信息系统，这种服务改善了农村居民的收入和生计。而在以前，只有最大且最富裕的地方才能享有这种服务。”¹²例如在孟加拉（该国多数居民不具备直接上网的手段），人们通过设立在城市和农村地区的电信中心使用互联网。许多这些电信中心可能不具备固定互联网基础设施，但却使用移动宽带来运营业务。这些信息中心/接触点不仅成为许多农村居民了解数字生活方式的窗口，而且中心提供的诸如水电费付费、移动资金转账和经互联网的廉价电话等服务使其生活提高了一个档次。这些服务中心提供现代化宽带设施并努力使农村地区的人们熟悉现代技术¹³。宽带业务为当地社区提供辅助的例子可见于附件 1 中的“3G 网络实现渔区改善”。

“此外，经济合作发展组织（OECD）正在开展的一项量化分析的初步结果显示，宽带覆盖范围的扩大会极大影响劳动生产力。根据此项分析，在低收入 OECD 国家中，宽带价格似乎也是劳动生产力的重要驱动因素，宽带价格越低，劳动生产力的增长率似乎越高。在 OECD 国家中，2009 年的宽带普及率每提高 1 个百分点（例如，从 23.3% 升至 24.3%），劳

¹¹ 宽带委员会，“2010 年领导人的当务之急：用宽带打造未来”，2010 年，第 44 页，下列网站提供：
http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_1.pdf

¹² LMH-BWA

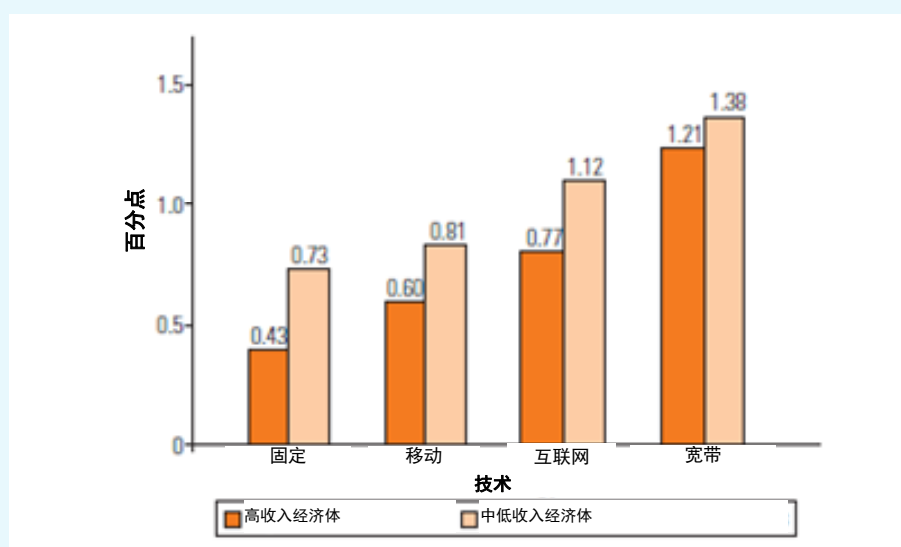
¹³ 孟加拉国，2/INF/36 号文件“孟加拉电信/信息通信技术发展统计数据和战略行动规划：农村和偏远地区”

动生产力的增长率便高出 0.02 个百分点。宽带普及率提高 5 个百分点即会带来劳动生产力增长率上升 0.07 个百分点。

管理咨询公司 Booz & Company¹⁴在 2009 年开展的一项研究发现，“如果某一特定年度的宽带普及率提高 10%，劳动生产力增长率则会在此后的 5 年中提高 1.5%。” Booz & Company 的报告还显示，“宽带普及水平较高的国家的国内生产总值（GDP）增长率会比普及水平较低的国家高出 2%。”另一家管理咨询公司麦肯锡（McKinsey & Company³）估测，“家庭宽带普及率提高 10% 会推动国家 GDP 增长 0.1% 至 1.4%。”

“对于中低收入发展中国家而言，宽带是经济增长的关键驱动因素，且世界银行的一项研究显示，宽带普及率每提高 10%，GDP 增长率会增加 1.38 个百分点 – 高于其它任何一种电信服务（见图 1.1-1）。全球经济危机爆发以来，许多国家已将扩大宽带网络覆盖范围作为其经济刺激计划的重要组成部分¹⁵。”¹⁶

图1.1-1：宽带投入如何推动经济



来源：世界银行（2009年）

注：纵轴代表宽带普及率每增长10%所带来的经济增长率的升幅。

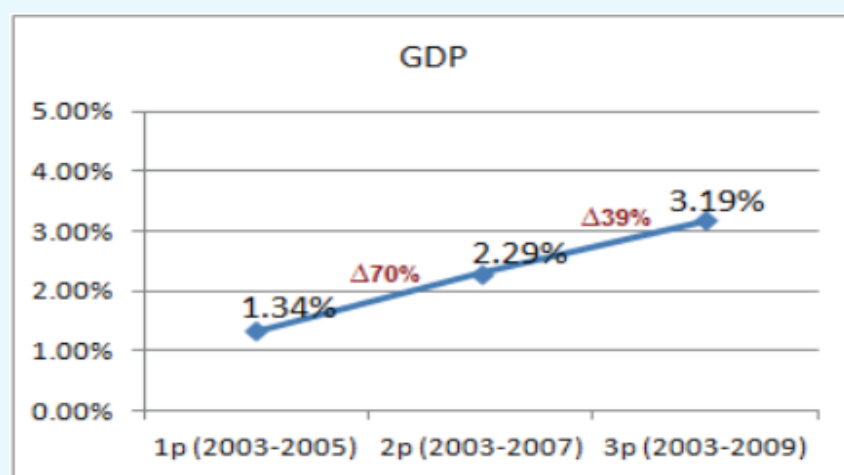
¹⁴ Booz & Company “数字公路：政府在 21 世纪基础设施建设中的作用，2009 年

¹⁵ 国际电联，“应对危机：信息通信技术刺激有关促进经济增长的计划（2009 年），下列网站提供：http://www.itu.int/osg/csd/emerging_trends/crisis/fc01.html

¹⁶ 宽带委员会，“宽带：进步的平台”，2010 年，下列网站提供：http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_2.pdf

更近一个时期的研究继续发现宽带接入和经济增长之间存在联系。2012 年 11 月，美洲开发银行（IDB）发布了一份有关“宽带在拉丁美洲和加勒比国家的社会经济影响”的报告，显示“宽带普及率提高 10%，带来了人均 GDP 平均 3.19% 的增长”。¹⁷ 如下图 1.1-2 所示，结果证实“随着时间推移，一个国家的人均宽带用户数量越多，宽带用户的增量对该国 GDP 的影响越大”。¹⁸

图1.1-2：不同时期宽带普及率提高10%对GDP造成的影响



来源：美洲开发银行（2012年）

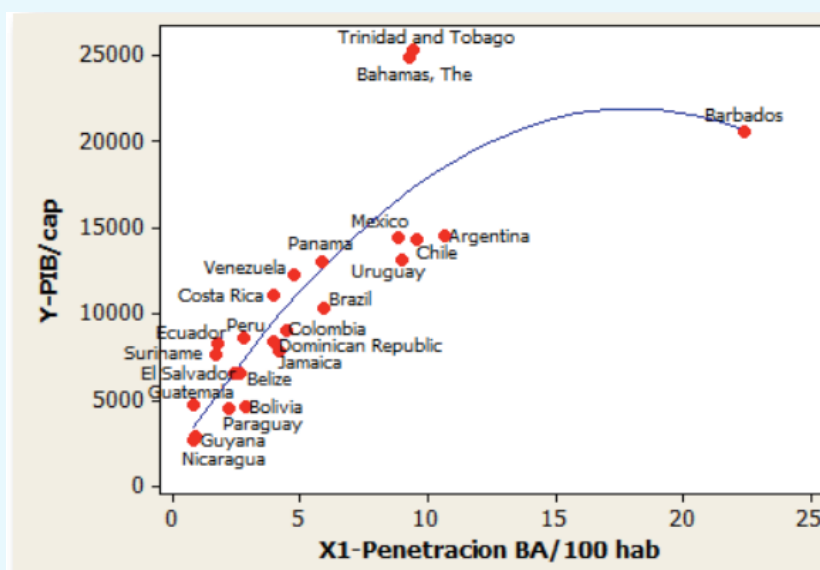
美洲开发银行进一步指出，在拉丁美洲和加勒比国家，宽带普及率与人均 GDP 之间呈二次方关系。如下图 1.1-3 所示，“当宽带普及率提高时，更贫穷国家（宽带用户数量更少的国家）的 GDP 增幅大于更富裕的国家（宽带用户数量更多的国家）”。¹⁹

¹⁷ 美洲开发银行，“宽带在拉丁美洲和加勒比国家的社会经济影响”，2012 年 11 月，第 9 页，下列网站提供：<http://www.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2013/11427.pdf>

¹⁸ 同上

¹⁹ 同上，第 10 页

图1.1-3：宽带对LAC国家GDP的影响



来源：美洲开发银行（2012年）

关于无线宽带的使用及其对人均 GDP 的影响，GSM 协会、德勤和思科最近发布了一项研究，评估了对发达国家和发展中国家 3G 连接与经济增长之间关系的计量经济学分析，结果显示，“与整体移动普及率不相上下但 3G 普及率较低的国家相比，3G 连接占比更高国家的人均 GDP 增长更显著。”²⁰研究表明，“2008 至 2011 年间，3G 普及率高出 10% 的国家，其人均 GDP 的年均增长率也高出 0.15%”。例如，研究发现，“2008 至 2011 年，印度尼西亚的 3G 业务平均普及率为 10%，如果每 100 例连接中增加 10 例 3G 连接（在现有的 10% 的 3G 普及率水平上增长 100%），能使 GDP 人均增长率提高 1.5 个百分点”。²¹

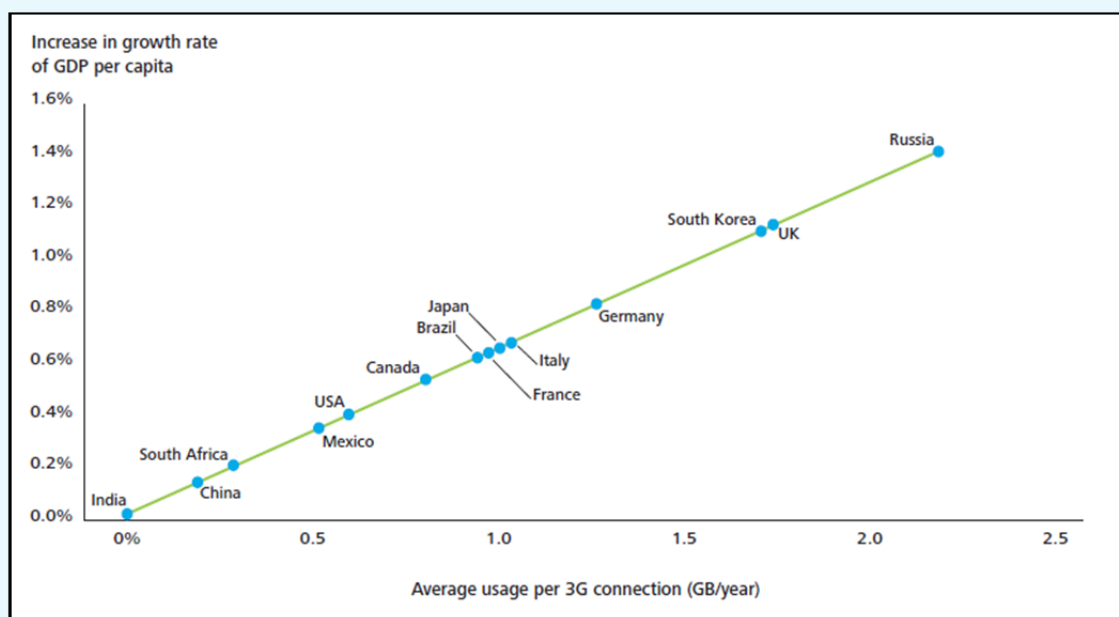
此外，GSM 协会的研究还发现，每例 3G 连接所使用的移动数据量与经济增长也呈正相关关系，能够带动经济增长。研究显示，“2005 至 2010 年间，如果使每例 3G 连接所使用的移动数据量翻倍，这些国家的 GDP 增长率将能每年高出 0.5%”（见图 1.1-4）。²²

²⁰ GSM 协会，“移动电话对经济增长有何影响？”2012 年 11 月，第 5 页，下列网站提供：<http://www.gsma.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2012/11/gsma-deloitte-impact-mobile-telephony-economic-growth.pdf>

²¹ 同上，第 6 页

²² 此研究使用的数据涉及 14 个国家，包括巴西、加拿大、中国、法国、德国、印度、意大利、日本、韩国、墨西哥、俄罗斯、南非、英国和美国。见 GSMA 报告第 7-8 页

图1.1-4：每例3G连接所使用移动数据量翻倍对人均GDP增长的影响



来源：德勤分析（GSM协会报告，2012年11月）

“在马来西亚，国家宽带举措的目标是在 2010 年底使宽带普及到 50%的家庭。根据 2008 年的统计数据，通信和多媒体行业在该国 GDP 收入中占 6.1%。²³韩国在宽带迅猛发展的 1995 至 2005 年的十年内，电信业务和宽带对 GDP 的贡献增加了一倍以上，从 2.05%增加至 4.99%。”²⁴

“由于宽带网络拥有促进经济发展的巨大潜力，因此，宽带网络应以可承受的价格予以普及，并应成为国家发展战略的重要组成部分。然而在当前阶段，发展中经济体中仅有极少数的人口可以获取宽带网络。2007 年，低收入经济体中接入宽带网络的平均人口比例不足 5%，且绝大部分都分布在城市中心。就此而言，发展中国家正在错过一次绝佳的发展机遇。”²⁵由于认识到了这一差别，因此，诸如孟加拉等许多其他国家正在做出极大努力，通过其“数字孟加拉”计划制定“连接未被连接者”的愿景，这在很大程度上取决于诸如国际移动通信（IMT）等宽带创新并通过在孟加拉适当部署宽带技术来实现真正的社会发展²⁶。

“近年来，人们逐渐认识到，宽带是一项具有普遍经济效益的服务。宽带在经济上的重要性可以通过道路、铁路、电力等其它基础设施领域内的类似变化予以说明。这些基础设施服务均改变了居民、企业和政府的经济活动；有益于新的活动的开展；并使国家具备了获取竞争优势和相对优势的能力。尽管在初期投入时，这些优势几乎难以预见，但此类基础设施

²³ 马来西亚通信和多媒体委员会的“国家宽带举措”（2010 年）

²⁴ “宽带：进步的平台”，宽带委员会 2010 年报告摘要。数据由宽带委员会报告和 BWA 手册结合得出。

²⁵ LMH-BWA

²⁶ 孟加拉国，2/INF/36 号文件“孟加拉电信/信息通信技术发展统计数据和战略行动规划：农村和偏远地区”

已经很快成为经济生活和活动中不可或缺的部分。有关宽带将为经济和社会变量带来预期转变效益的类似设想促使许多政府设定了宏伟的宽带部署目标。据此得出的主要结论便是，宽带可对增长产生巨大影响，应成为国家发展和竞争战略的核心。

尽管宽带的发展历史很短，但其增长作用却超过了固定和移动电话以及互联网等通信技术（图 1）。因此，各国目前阶段在宽带普及率方面的差距也许会使先采用宽带技术的国家享受到巨大的长期增长效益。此外，ICT 对于发展中国家的增长推动作用明显强于发达国家。

世界银行的经验性研究结果表明，无论是发达国家还是发展中国家都可以通过宽带获益良多。发达国家的宽带普及时间相对较长，因此在现阶段可以获益更多。随着宽带订户数量的增加以及宽带支持的应用达到特定规模，发展中国家也可以享受到宽带以及其它一切通信技术的福祉。”²⁷

促进这一更强有力的经济增长的关键因素是使用宽带的更广泛的产品和服务生态系统，以及由于创新服务所带来的效率的提高。随着更多人使用宽带，节能系统将在未来宽带产品和服务生态系统中发挥关键性作用。低成本计算有助于降低产品和服务的成本，使消费者受益，并增强经济的竞争力。这在提供相关工具、以便于人们在宽带网络上创建新的应用和服务将不可或缺。

新一代计算机芯片是更加智能的数字电子产品的核心特征，这种产品可以测量、管理和控制消费型电子设备和 IT 设备的性能。

增加宽带接入的核心是产品专为满足新兴市场需求而设计的竞争市场。

“宽带在促进增长和提高竞争优势方面的巨大潜力能否得以发挥将取决于各国政府能否认识到这一机遇，以及能否通过监管和政策改革、战略投资以及公共-私营伙伴关系确保营造支持宽带发展的环境。此外，宽带效益的全面实现还需要开发新的内容、服务和应用，并提高人力资源的能力，将这些技术应用于经济活动中。毫无疑问，宽带应该成为国家发展战略的核心内容。”²⁸

1.2 宽带应用

“随着宽带网络的推出和容量的提高，必须在同时创建使用宽带的应用，这是因为需求的改善往往能带动供应的增长。以下简要概述了一些可通过宽带网络提供的服务（这类服务范围广泛且仍在快速扩展），并说明了它们对社会的影响。

例如电子商务，就是一个越来越被人熟悉的领域。据一份报告显示²⁹，2012 年全世界十几亿用户将在“企业对消费者交易”上花费相当于超过一万亿美元的支出，而“企业对企业交易”的价值则将是 10 倍之多。宽带加快了整个交易过程，使得买方和卖方可以更快、更便捷地进行交易，也因此更具吸引力。

²⁷ LMH-BWA

²⁸ LMH-BWA

²⁹ IDC “预计到 2013 年接入互联网的移动装置数量将超过十亿”（2009 年）

金融交易和银行业也通过宽带实现快速增长。在移动设备方面，移动银行（m-banking）在发展中国家内尤为重要，其中很多人本来无法获取这类业务。据预测，截至 2012 年，全世界约有 1.9 亿消费者将使用移动支付，新兴市场增长率最快。³⁰

各国政府也越来越多地使用宽带服务提供在线门户网站。公民可以通过这些门户网站接收信息，并与政府主管部门进行互动（例如，申请执照等）。当政府部门系统通过宽带网络进行协调后，它们自身效率将得到极大提高。

全球成人中依然有 17%，也就是 7.96 亿的人没有任何阅读能力。其中三分之二为妇女。很多国家的教育质量一直很差。数百万儿童在小学毕业时读写和数字能力远远低于预期水平。ICT，特别是互联网已显示，它们对实现“普及教育”的目标可以发挥举足轻重的作用。这是创造知识社会的关键因素之一。互联网，特别是宽带的出现为进一步全面利用 ICT 通过教育深化和了解知识带来了广阔的机遇，也为教育促进文化包容、和平建设和对日益关联的世界的理解发挥作用。

医疗可能是受宽带影响的最重要的领域之一。据估计，全世界至少有 5 万亿美元用于提供医疗服务³¹，但通过使用基于宽带的远程医疗业务，可节约 10% 到 20% 的成本。如果不设有这类系统，很多人可能无法得到充分的医护：据一份世界卫生组织的报告³²显示，世界范围内短缺近 430 万医务人员，最贫穷国家的情况最为严重。通过宽带提供的医疗咨询、监测、诊断和培训可为克服这些差距提供巨大帮助。”³³

世界多个地区正在将无线技术应用于卫生部门，尤其是通过采取建立公共-私营部门合作伙伴关系的举措，来实现这种应用。这种合作伙伴关系的一个例子可见于附件 I 中的“移动卫生信息系统：为医疗保健人员提供获取信息的途径”。

宽带视频可成为各行业专业人员培训的有力工具。宽带视频和其他应用可用于学校、家庭或其他地点（无论多么偏僻）等各层面的教育之中。为农村和偏远地区教育带来益处的计划包括有助于将大学整个课程资料下载到移动电话上的计划。这种计划至少可使全球近 250 万学生受益。在小学，由政府资助的计划为每个儿童提供一台手提电脑，并为每个学校都提供互联网接入。这种综合性手段将教育出“获得连接”的一代新人，他们将能够从在互联网上提供的所有教育资料的获取中受益。

“与此同时，数字化通过宽带、电子报刊、电子书籍、网上科技刊物和数字图书馆提供越来越多的信息，从而在很多国家改变了人们获得知识的方式并改变了我们的阅读或研究的方式。”³⁴

³⁰ Gartner 研究 – “Gartner 指出，2009 年全球移动支付用户数量将增加 70%”（2009 年）

³¹ 波士顿咨询集团（2011 年）

³² 世界卫生组织和全球卫生人力联盟的“扩大和普及相关项目，拯救生命”（2008 年）

³³ 宽带委员会，“宽带：进步的平台”，2011 年宽带委员会报告概要，第 21 页，下列网站提供：
http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_2.pdf

³⁴ 宽带委员会，“宽带：进步的平台”，2011 年宽带委员会报告概要，第 14 页，下列网站提供：
http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_2.pdf

“宽带的强大功能也用于对通过卫星或直接传感技术收集的重要环境数据加以收集、交流和分析。这些信息可用于预测水灾或饥荒等自然灾害。

在发生自然灾害时，地面通信网络通常遭到损害或破坏，这时无线宽带技术可提供一个可靠的通信平台。此外，宽带亦可为灾区提供远程医疗等服务。”³⁵

“科学研究在很大程度上得益于宽带网络。不仅研究人员可以快速地交换各种数据，新的研究方式有助于攻克高难度研究课题。分布式或“网格”计算机可使成千上万台小型计算机联合起来分析大量数据并将结果发送至中央点。

从更广泛的意义上来说，“云计算”的出现使信息交流简便易行，个人和企业无需将大量数据和程序存储在自己的计算机里。这种系统以宽带网络为基础节省了大量硬件、软件、场地和人员成本。一项市场分析预测³⁶表明，至少有 52 个国家可以从云计算服务中获得收益，从 2009 至 2013 年间增加的纯新业务收入约 8 000 亿美元。

气候变化是极端天气事件的起源。应对气候变化可以通过宽带为各工业部门提供能源效率。通过网络来跟踪货物的射频识别（RFID）标签可以改善库存控制和分配，意味着减少道路上的卡车数量。

当涉及到电力供应本身时，“智能电网”可让电力公司限制损失，防止停电，并为客户提供实时信息。客户可利用这类信息在家里或在企业内管理自己的能源使用。此外，由于整个电网内的需求不断波动，智能电网使本地发电（包括来自可再生能源的发电）更容易整合、存储和共享。”³⁷

1.3 与宽带技术部署相关的性别问题

“在许多新兴经济体和农村地区，妇女仍属于社会和经济边缘化群体，受教育水平较低，就业前景比较渺茫。虽然许多国家在小学教育方面已经实现或基本实现了性别平等 – 在发展中世界，1999-2008 年间的女童和男童入学差距已经从 91:100 缩小至 96:100 – 但其它领域的进展却仍旧非常缓慢。妇女在弱势就业或不稳定就业中的比例偏高。在某些国家，妇女在非农业部门就业的劳动力中仅占 20%，而在农业部门中，妇女的收入仍旧很低。”³⁸

相比男人而言，妇女受到贫困的影响更大，因此帮助妇女创业和/或就业是应对贫困的有效战略，信息通信技术和宽带有助于妇女掌握功能性读写能力，更多地参与技能培训。格莱珉银行在孟加拉国取得的经验表明，用过具备基本功能的手机的妇女可能更愿意通过使用信息通信技术来获取信息或寻找就业机会。在附件 I 的“移动微型特许经营和应用实验室举措”案例中，缺乏服务的居民（大多数为妇女）使用移动技术获得了特别的商业机会，并学到了使自己脱贫所需的技能。

³⁵ 宽带委员会，“宽带：进步的平台”，2011 年宽带委员会报告概要，第 14 页，下列网站提供：
http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_2.pdf

³⁶ IDC “帮助复兴：信息技术、软件的经济影响以及微软生态系统对全球经济的影响”（2009 年）

³⁷ “宽带：进步的平台”，2010 年宽带委员会报告概要，第 22-23 页，下列网站提供：
http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_1.pdf

³⁸ 2010 年千年发展目标进展报告，纽约联合国，见 <http://www.un.org/millenniumgoals>

ICT 和宽带是实现妇女赋权和性别平等的关键所在。ICT 和宽带是创造教育和就业机会以及获取信息的绝佳手段，并可以消除妇女过去一直遭受的许多歧视。ICT 和宽带给教育和工作带来的灵活性可以帮助妇女更好地投入工作，也有助于解决移动性的问题。此外，ICT 和宽带亦可被用来影响公众对待性别平等的态度，为妇女成为教育工作者和活动人士创造机会，并为性别平等和妇女参政提供更多的沟通和组织活动的机会。

ICT 和宽带在因果两个方面都与妇女赋权和性别平等直接相关：提高妇女接入 ICT 和宽带的水平将有助于实现这些目标，而实现性别平等可以提高妇女接入 ICT 和宽带的水平。主要的利益攸关方必须开发面向针对某个性别的或不分性别的技术和应用项目，以确保宽带缩小而不是加大性别差距。”³⁹

1.4 残疾人获取宽带服务

无障碍获取工作是国际电联的核心工作之一。ITU-D 一直在积极研究解决该问题，同时是国际电联/G3ict 政策制定机构实施《残疾人权利公约》联合工具包的合作伙伴。残疾人电子无障碍获取政策工具包是有关残疾人无障碍获取的权威性资源，并在下列网站提供：<http://www.e-accessibilitytoolkit.org/>。

在 ITU-D 内部，第 20-1/1 号课题负责研究解决“残疾人和具有特殊需求的人们对电信/信息通信技术服务的无障碍获取”。第 20-1/1 号课题 [2010 年报告](#) – 残疾人无障碍获取电信服务 – 包含详细的供监管机构考虑的相关导则和最佳做法。

2 宽带政策

2.1 加速宽带发展的监管战略（即国家宽带计划，普遍服务基金）

“今天，我们已经有了可提供支付得起的宽带业务的技术。竞争、政府支持政策和运营商战略是提供支付得起的宽带业务的关键因素。适当政策和规定的拖延出台或无所作为造成发展中国家数十亿美元的经济损失并对公民的生活质量产生不良影响。”⁴⁰

“国家元首或政府首脑的政治意愿和领导能力是面向未来的网络经济所不可或缺的。经济发展需要面向未来的愿景、思路和轻重缓急的确定。宽带必须纳入国家发展政策，以宽带作为发展的动力。很多国家已将宽带和 ICT 投资纳入刺激计划并探索新的发展国家宽带基础设施的融资方案。

公共部门应在消除影响普及宽带的障碍和因素以及应影响投资的障碍方面发挥关键作用，政府还可利用税收政策为宽带投资提供长期激励机制并利用电子政务拉动更多需求。短期内重要的是考虑如何满足移动宽带对无线电频谱日益增加的需求。必须特别关注无线电频谱的可用性和可支付性，因为它是无线宽带增长的关键使能因素。公平竞争和新的业务以及监管改革和公平的许可程序应在以技术和中立的方式划分无线电频谱时得到考虑。”⁴¹

³⁹ “2010 年领导人的当务之急：用宽带打造未来”，宽带委员会，2010 年

⁴⁰ 英特尔公司，2/23 号文件“人人都可承受的宽带”

⁴¹ 宽带委员会，“2010 年领导人的当务之急：用宽带打造未来”，2010 年，下列网站提供：http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_1.pdf

宽带委员会最近发布的一项关于国家宽带规划的研究显示，2013 年中期，全世界有约 134 个以上的规划正在实施。⁴² 附件 I 纳入了其中两个规划 – “连通阿根廷”和“宽带实施参考规划”。

在着手制定有效的宽带政策之前，必须与诸多相关方面（包括监管机构、各省市政府、公用事业服务提供商和国家经济中其他非电信部门）协调决策。整体宽带生态系统是一个庞大的系统，因此，了解供需方面的经济职能至关重要。宽带需求受到若干因素的影响，其中包括宽带服务价格、收入水平和承受能力、社会文化问题以及便于获取的程度。同样，诸多因素影响宽带的供给（部署），如网络部署成本、技术限制和监管政策。在制定政策过程中，必须将所有这些影响供需的因素考虑在内。例如，在许多情况下，政府需要出台刺激需求的举措。此外，为了鼓励部署宽带和制定支持这一工作的政策，需要在各具体方面（接入、骨干网和国际连接）形成健康的供应链、合理的商业模式和有效规则。⁴³

大多数监管机构制定的宽带政策的目标都是实现质量优良、覆盖面广且价格可承受的宽带部署。为了实现这一全球性的宽带目标，每个国家的国家宽带/ICT 计划均应从以下几个方面制定宽带目标：(1) 部署（网络覆盖）；(2) 采用（宽带订购/服务和设备）；(3) 度量标准和公布（标准和服务质量）；(4) 普遍服务基金（补贴）；以及(5) 频谱（指配）。⁴⁴

这些方面的内容将在下文一一阐述：

2.1.1 部署

“问题：一个国家的宽带基础设施部署水平由拥有宽带网络接入（无论是否订购宽带服务）的个人、中小企业（SMB）、学校、医疗机构和/或家庭的百分比来衡量。通常情况下，建议采用下文所述的“两步走”部署方法。

虽然个别宽带绩效和质量因数对于衡量宽带的采用情况非常重要（见下节有关“采用”的讨论内容），但衡量部署情况的最常用因数还是网络速度。不同国家、技术和国际组织对宽带速度有多种不同定义。例如，国际电联定义的宽带便是高于一次群速率（1.544/2.048 Mbps）的连接技术。⁴⁵

目标：各国应重点关注为每户家庭和每个潜在用户提供优质宽带部署这一长期目标。然而，国家宽带/ICT 计划还应同时考虑政府在连接社区重要租户（如政府建筑、学校、医院、网吧、企业、社区中心和其它公共场所）方面的目标和补贴（见下文有关“普遍服务”的讨论内容）。这些目标应该体现为时间表形式，并规定相应时间内各领域的宽带覆盖率，以及应有的宽带绩效和质量（例如，高峰时段实际宽带速度所应达到的最小值）。在以合理宽带速度连接所有社区实体之后，关注重点应该转变为将宽带覆盖面扩大到每户家庭。

考虑到当前和预期的私营宽带部署水平，这些目标应该明确规定特定时间段内宽带覆盖人口（范例：家庭、学校等）的比例，以及宽带部署应该达到的绩效和质量目标。

⁴² 宽带委员会，“规划促进步：为什么国家宽带规划很重要”，2013 年，第 7 页，下列网站提供：<http://www.broadbandcommission.org/documents/reportNBP2013.pdf>

⁴³ 埃及，2/INF/44 号文件，“影响宽带服务需求和宽带网络部署的各项因素分析”

⁴⁴ 英特尔公司，2/24 号文件“国家宽带/ICT 规划：成功政策目标”

⁴⁵ ITU-T I.113 建议书（1997 年）和 ITU-R F.1399 建议书（2001 年）

在新兴市场中，国家应根据当地条件，确保大部分居民均能尽快享受到初期速度至少为 1-2 Mbps、优质且价格可承受的宽带接入。此外，在宽带部署仅覆盖极少数家庭或未覆盖任何家庭的新兴市场中，可以为所有宽带平台设置统一的初期绩效目标。然而，如果国家计划在较长时间内同时为终端用户部署有线和无线网络，其国家宽带计划应意识到，由于两种网络在覆盖面、服务和基础设施方面的固有差距，基于不同平台的宽带速度将会在后来几年中发生变化。

随着使用不同接入技术的宽带覆盖日渐普遍和成熟，不同的最后一英里宽带平台应该拥有不同的速度目标；例如，从现在算起未来 5 年的目标分别是：有线宽带：100/20 Mbps；固定无线宽带：20/5 Mbps；移动无线宽带：10/2 Mbps。此外，已经拥有多个网络且网络初期最低速度已被消费者接受的国家可以以五年为间隔，设置宽带部署目标，提高宽带速度，而宽带部署水平较低的国家则应缩短目标间隔期，并按照上文所述，重点关注基础宽带服务的部署。

2.1.2 部署

问题：宽带部署是指使用宽带技术和宽带设备（例如个人电脑（PC）、手提电脑、上网本、个人数字助手（PDA）、智能手机）接入互联网。虽然政策制定者普遍关注宽带部署，但宽带采用问题也同等重要。国家的宽带采用水平也许只是简单地通过定期使用宽带的家庭/人口比例来衡量。在某些市场中，按使用情况计费是普遍的接入形式；因此，在某些情况下，宽带采用目标也许不能仅局限于每月订购（宽带服务）用户这一衡量标准。在宽带部署水平极低或根本未部署宽带的情况下，国家也许希望将初期重点放在以政府实体、学校、医院、网吧、企业、社区中心和其它公共场合的使用水平为基础的宽带采用（使用）目标上。虽然包含社区接入在内的采用目标在短期内较有意义，但英特尔公司还是鼓励各国同时重点关注家庭层面的长期采用情况。

目标：国家宽带/ICT 计划的重点应该是在家庭层面实现普遍宽带采用，包括价格可承受的 PC/宽带项目以及数字素养培训。仅仅部署宽带网络还不足以确保大多数居民采用宽带技术；在理想的状态下，各国应建立相应的机制，帮助低收入、低学历和其他弱势居民获取宽带服务和设备、政府电子服务以及帮助其理解宽带与生活的相关性的适当培训（见下文有关“普遍服务”的讨论内容）。

宽带部署已经覆盖大多数家庭的国家应根据当地情况和过去增长情况制定相应国家宽带计划，旨在实现年增长率较高的家庭采用水平。例如，在 5 年内，使家庭宽带采用率从当前的 X% 提高到 Y%（例如，从当前的 65% 提高到 85%）。相比而言，对于家庭接入宽带基础设施率未达到应有水平的国家而言，宽带采用目标应该与宽带部署目标保持同步 - 以期两者均能在当前基础上实现快速增长；然而，英特尔公司建议各国在设置宏伟的部署及采用目标的同时，还应开展年度进展监督。

2.1.3 衡量标准和披露

问题：追踪国家宽带目标的实现情况需要准确、一致且恰当的测量标准和方法。这些测量标准可以分为两类：(1) 全国范围的顶级指标，如可获取宽带服务的家庭数量；和(2) 专门针对某一特定服务产品的次级衡量标准（服务质量），例如下载/上传吞吐量、延迟和包丢失。

顶级的宽带/ICT 数据和指标对于衡量数字鸿沟必不可少。⁴⁶这些测量标准可以评估 ICT 的接入情况（部署）、使用情况（采用）和影响。这些指标主要是政策制定者 – 以及像英特尔公司这些与政策制定者合作的实体 – 评估国家整体的宽带和 ICT 水平以及制定相应政策实现 ICT 效益最大化的工具。⁴⁷

联合国贸易和发展会议（联合国贸发会议）建立了一套制定和协调用于衡量 ICT 的顶级指标或衡量标准的程序。⁴⁸联合国贸发会议的核心清单包含 50 项 ICT 指标，用于衡量 ICT 基础设施和接入、家庭和个人的 ICT 接入和使用、企业的 ICT 接入和使用、ICT 行业、ICT 商品贸易以及教育使用的 ICT 等多个方面。⁴⁹

需要注意的是，这些指标虽仍待完善，但包括所有联合国机构、世界银行和国际电联在内的各类国际机构都在采用。简言之，这些指标是“全世界认可的起点”，但是不应限制各国使用自有的、范围更广的内部测量标准。

目标：国家宽带计划中至少应该含有这些建议使用的顶级国际认可指标的次级指标。需要重申，各国政府应该为每一项 ICT 指标设定相应的目标，以及追踪目标实现情况的年度报告程序。对于次级衡量标准而言，政府应鼓励自发使用行业自身制定的质量和绩效标准，以追踪相应时间内服务质量的改进和/或退化情况。

随着国家宽带市场日趋成熟，政府应确定宽带绩效的基线标准⁵⁰并促进有针对性地、自发地披露具体条件（例如实际上传/下载速度、价格、包丢失和延迟等）。宽带提供商应向消费者提供有关服务计划的实用信息，以使用户可以在知情的情况选择相应服务。

2.1.4 普遍服务基金

问题：普遍服务补贴是提高服务欠缺群体的电信连通性的一项重要手段。许多国家已经建立了普遍服务基金（USF），但大部分普遍服务基金根本未得到充分利用，发展中国家尤甚。大部分 USF 只是为语音业务设立的，但许多国家、发展机构和非政府组织（NGO）都支持建立和改革 USF 项目，从而帮助扩大和确保消费者的受益程度。各国政府应建立或扩大 USF 的共用基金，除了语音电信业务外，还应为宽带/ICT 的采用和部署分配 USF。

目标：国家宽带计划应纠正 USF 效率低下的问题，并调整普遍服务项目的重点，为宽带部署和采用提供支持。此外，还可以开展有针对性的宽带/ICT 补贴项目。各国应该为宽带服务和设备建立一项 USF 或替代性的宽带/ICT 专项基金，并尽快实现现有 USF 分配从基础电话服务过渡为宽带服务。理想情况下，各国应通过普通税收为这些项目筹集资金；如果这一做法不可行，国家可以通过向全体终端用户收取固定费用的方式募集 USF。

⁴⁶ 联合国贸发会议 698

⁴⁷ 联合国贸发会议 619

⁴⁸ 联合国贸发会议 575，联合国贸发会议对各国可比较信息通信技术指标的定义/分析，以及制定的旨在收集这些指标的方法；帮助相关国家开展数据统计能力建设；充实并完善全球信息通信技术指标数据库；联合国贸发会议 606

⁴⁹ 联合国贸发会议 604

⁵⁰ 根据当地情况，政府为有线、固定无线和移动无线单独确定基本性能衡量指标可能是适当做法

国家宽带/ICT 计划应支持反向拍卖等市场机制，在技术中立和竞争性中立的基础上筹集普遍服务基金。国家宽带计划还应支持利用普遍服务加速实现需求端的目标（例如提高宽带采用水平）。在这方面，普遍服务和/或宽带/ICT 专用基金可用于资助低收入家庭购买宽带服务和设备（如消费宽带设备）。

发展中国家可以将国家宽带/ICT 计划的初期目标重点放在使用 USF 增强对宽带服务的支持，并提高社区中心、网吧或其它公共场所的宽带采用水平方面。这迈出了具有重要意义的第一步，但与此同时，各国还应该设置相应的长期目标，即建立 USF 为家庭接入宽带服务提供支持。如本文“采用”部分所述，各国应将在家庭层面采用无所不在、高质量且价格可承受的宽带服务作为一项长期目标。

基于宽带的教育

实行基于宽带的教育要求不同部委之间开展协作和协调，同时需使用普遍服务基金和政府其他资金渠道。每一个政府主管部门都可从与信息通信技术部协作成立“国家教育过渡规划委员会”开始。该委员会可由 ICT、教育、财政 - 经济、发展/规划、科技部以及监管机构和普遍服务基金管理机构的代表组成。委员会应制定国家教育过渡计划并对之予以实施。另一重要因素是取得从国家总统（主席）到总理的政府最高层的支持。因此，委员会还应包含来自总统和总理办公室的相关人员。实施国家教育过渡计划将有利于实现基于宽带的教育，这将在短期内大大提高宽带和 ICT 的普及率，并加速通达全体公民。政府管理机构在开始制定计划时可组织召开“国家教育过渡”会议，并邀请 ICT、教育、财政 - 经济、规划、科技部以及普遍服务基金管理机构的代表和国家主席（总统）及总理办公室相关人员参加。

国家教育过渡计划的制定

- 制定有关以宽带连接所有学校的计划。
- 制定在学校提供互动白板的计划。
- 制定有关所有学生和教师及其家人均能获取个人电脑的计划。
- 制定有关教育所有教师和学生如何使用 ICT 的计划。
- 制定有关提供数字教育中心的计划。
- 制定有关为低收入学生家庭进行家庭宽带连接补贴的计划。
- 制定有关在学校进行互联网公共接入（社区接入中心）的计划，以提供电子政务、电子卫生、电子农业等服务。
- 制定有关将数字素养纳入电子政务服务之中的计划。

2.1.5 频谱

问题：在大多数情况下，无线宽带是实现无所不在且价格可承受的宽带接入的最有效机制。如果适当的公共政策能够得以落实，消费者便可以借助当前新颖强大的宽带无线技术（如 IMT），充分享受优质移动宽带带来的效益。全球移动宽带需求正在以惊人的速度不断增长，但在许多国家中，适合此类服务的新频谱却非常稀缺。过去，各国曾经用多年时间指配或重新调整频谱资源，以提高频谱使用效率。考虑到当前的需求情况和技术的快速进步，简化频谱分配和指配程序从而使消费者受益变得比以往任何时候都更加重要。

目标：为了推动宽带投资和基于设施的竞争，国家宽带/ICT 计划应该支持技术中立且服务灵活的频谱政策。”⁵¹政府主管机构在制定国家宽带/ICT 计划时应考虑到下列方面：

- 频谱使用效率是频谱划分的适当目标，有助于实现宽带覆盖带来的广泛社会经济效益。
- 其频谱划分方法应能激励运营商加速网络部署。
- 基础设施合理化和资源共享方案能够提高网络部署的经济效益（投资回报）。
- 与区域或全球统一频谱保持一致能促进形成规模经济，以降低设备成本。

ITU-R 出版了有关无线宽带技术频率安排的建议书，包括 ITU-R M.1036 建议书 – 在《无线电规则》（RR）为 IMT 确定的频段内实现国际移动通信（IMT）的地面部分所需的频谱安排（03/2012），该建议书鼓励使用统一频谱。

2.2 监管机构在推广低成本宽带方面的最佳做法导则

宽带委员会得出结论，下列措施对于成功部署全国性宽带基础设施至关重要：

- “基础设施政策应考虑到快速的技术进步，重点关注更大的目标，而非针对某个具体技术组合。传统的基础设施（或缺乏此类基础设施）既是约束，也是机遇。
- 将基础设施目标与设施的公有权问题和竞争在带动私营投资方面的作用分开。
- 必须尽可能消除限制网络或基础设施接入的定价或其它障碍。网络间的互连互通必须稳健、低价、高效。
- 维持网络优势中的灵活性和创新性至关重要。必须能够附加新的应用和接入设备（例如智能手机）– 这比替换核心基础设施的做法更加容易，且费用更低。
- 将物理网络与其中传输的业务和功能相分离，并且为了保证竞争和技术发展，应避免基础设施和某项特别业务之间的关联过于紧密。
- 人们可能更愿意将光纤网络作为骨干有线基础设施的首选，但光纤网络必须得到快速发展的无线基础设施的补充，随着技术的发展，后者将以更为经济的方式提供更高带宽。
- 应促进并鼓励实施基础设施共享；政策制定机构应考虑确保应用和业务之间形成合力的最佳方式。这意味着采用综合、跨部门的方法。

一些向监管机构⁵²开放的备选方案如下：

- 通过开放市场、允许外资所有权等做法争取尽量加大投资力度。这就包括允许宽带提供商提供全方面的业务和应用，例如语音、互联网接入及视频/多媒体节目的“多网合一”。

⁵¹ 英特尔公司，2/24 号文件“国家宽带/ICT 规划：成功政策目标”，做过细微的编辑改动

⁵² 见 2003-2009 年有关不同监管主题的“全球监管机构专题研讨会（GSR）”最佳做法导则，下列网站提供：<http://www.itu.int/ITU-D/treg/bestpractices.html>

- 通过采用技术中立方法和行政程序简单灵活的执照发放制度（通过一般授权和多业务/统一许可证的方式，方便新的参与方进入市场）构建适应性监管框架。
- 创建一种能鼓励潜在的多种业务宽带提供商的监管框架。除大规模全国性网络运营机构外，监管机构可赋予大学和政府机构、本地社区以及小规模企业部署宽带接入网络的能力。这可能包括为各类潜在宽带提供商定制适用的监管框架：
 - 为小型宽带提供商定制的监管框架将促使、鼓励本地社区提供商利用宽带技术的潜力，并在农村地区实现更广泛的宽带接入；
 - 可鼓励具有竞争力的大型运营机构通过基础设施共享安排，确保网络向所有具有竞争力的运营机构开放，将网络扩展至农村地区；
 - 可给予具有竞争力的大型运营机构激励政策部署网络，并获取适当回报；
 - 监管机构可从普遍接入基金或间接的财务收益（如税务豁免）中向各类宽带提供商提供直接、目标明确的补助，从而鼓励宽带接入网络的部署。
- 将监管关注点从零售转向批发市场；即，通过确保替代性运营机构可获取主导参与方的基础设施（通过诸如管道共享、本地环路和子环路分拆、比特流接入、网络和设施共享等的无源共享方式）以提供具有竞争力的融合业务，从而避免不必要的基础设施重复建设并降低成本。
- 创建一种非对称的监管制度，防止占主导地位的运营机构制约宽带接入市场的竞争发展。
- 与其他政府机构或政府部委开展合作，在更广泛的战略目标框架内，共同制订措施，激励对于业务和应用的需求，例如通过宽带将公共机构（特别是公共管理部门、学校、图书馆和医院）、企业和住宅用户连接起来，促进经济发展、数字包容性、社会凝聚力和平等的机会。
- 通过释放必要的频谱，鼓励部署无线宽带接入网络，同时考虑到需求的范围。可通过技术中立方法将这一策略增加到频谱分配中。
- 鼓励建造光纤骨干网络，以提高有线和无线宽带技术的能力。这些步骤包括：形成与交通运输和能源基础设施项目的协同作用，以及为 2G 移动运营商提供激励机制，促使他们使用光纤网络取代微波链路。这也意味着这类通信资源的所有者均有可能将未使用的容量租赁给他人用于商业部署。
- 将宽带接入发展战略与帮助人们用上个人电脑或其他设备的努力联系起来。（特别是在有待部署宽带网络的地区）建立政府资助的互联网信息亭和接入终端。

监管机构在审议和实施新的战略时，这些方案需灵活使用。”⁵³

宽带政策应努力鼓励所有技术的同等使用和发展。建议监管机构和政策制定机构采用下列最佳做法，以帮助推动采用有关宽带部署的卫星解决方案：

⁵³ 宽带委员会，“宽带：进步的平台”，宽带委员会 2010 年报告概要，下列网站提供：
http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_1.pdf

- 宽带计划 – 将卫星技术纳入国家宽带计划之中（频谱获取、筹资、部署等）。
- 频谱获取 – 在国家频率划分表中将卫星固定业务（FSS）的频率划分（包括 Ka 频段）与国际电联频率划分表相统一。
- 同为主要业务的共用 – 遵守国际电联《无线电规则》有关卫星系统与地面无线系统之间的共用条款。
- 许可 – 在宽带服务方面，精简有关卫星运营商和国家服务提供商的许可程序，以方便发展“开放天空”的容量接入。
- 卫星设备 – 加速审批新的具有宽带能力的卫星设备：型号核准、确认、进口/出口收费和程序。
- 频谱收费 – 考虑采用较低收费方式，同时考虑到社会经济发展和其他需满足的需求；保持更高带宽服务最终用户的较低下传成本，以帮助实现宽带部署政策的目标。

2.3 运营机构促进宽带部署的战略

“尽量降低基础设施成本的是发达和发展中国家的运营机构共同关注的问题。但是，由于发展中国家的普及率和每用户平均收益（ARPU）值都较低，这一局限比发达国家更为严重。因此，从运营机构的角度来看，需要一种监管环境，可以最大限度地减少实施和推出成本（如可持续覆盖义务、低许可费用、选择可实现具有成本效益的网络部署的替代技术、使用低频率频段的可能性、基础设施共享）。此外，由于在大多数发展中国家内，移动网络比固定网络提供更广泛的覆盖，这些国家的主管部门可能希望支持将这类网络用于固定/数据应用。”⁵⁴

表2.3-1: 运营机构的特殊需求

项目	运营机构的需求与基本理由 ⁵⁵
费用	费用应尽可能低，理由是，对绝大多数的人口来说，用于电信/娱乐的可自由支配预算是很少的。 演变/转换资本支出（CAPEX）和运营费用（OPEX）的回收
固定的无线接入	一些运营机构可能会在乡村地区提供针对 IMT-2000 业务的固定无线接入
覆盖率和部署工作	在某些情况下，管制机构设置的目标覆盖率/业务普及率和推出进度。 需要实现的 IMT-2000 系统覆盖目标应与现有的 IMT-2000 之前系统保持一致。 推广工作必须与运营机构的商业和用户的利益保持一致

⁵⁴ 向 IMT-2000 系统过渡手册增补 1 第 1 修订版（25/2/2 号文件）

⁵⁵ 向 IMT-2000 系统过渡手册增补 1 第 1 修订版（25/2/2 号文件），其中的编辑改动是将“IMT-2000”改成了更宽泛的术语“IMT”（国际移动通信）

项目	运营机构的需求与基本理由 ⁵⁵
转变时间	从现有“移动”/“固定”向 IMT-2000 过渡的时间段。在决定和最终确定转变问题上，运营机构应拥有最大的灵活性
大宗应用	远程教育、远程医疗保健、电子政务等应用可能需要用到 IMT-2000 技术
政府支持	政府应为基础设施和/或高级应用提供补助（不是针对基础设施，而是使所有方经济上都能承受得起各项业务，包括一般服务义务）
贬值	在等待 IMT-2000 需求的过程中，投资的新基础设施可能变得过时
IMT-2000 频段	要求取得适当的频段和准确的频谱。使用低于 1 GHz 的频率，以及根据 WRC/WARC 决定分配未来的频段，将有利于实现成本效益高的覆盖。使用和谐的 IMT-2000 频段有利于降低费用，并推动世界范围内的漫游
技术和管理条件	频谱使用条件（执照发放/漫游/覆盖率/运营机构的其他义务）
基础设施共享	为提高推广速度和增加覆盖率（VNO – 虚拟网络运营机构），应鼓励资源（无线电/网络）共享，以便提高新技术的部署速度，降低运营机构的成本
卫星部件	IMT-2000 系统卫星部件的使用
市场分析和商业案例	如何开展市场分析/商业案例分析？（人口的文化程度，可自由支配的收入……）
业务和应用	<ul style="list-style-type: none"> - 较低的准入费用将降低服务提供商的准入成本 - 以经济上能够承受的价格，将 IMT-2000 用于边远村落的远程教育、乡村经济发展、互联网接入
来自多个供货商的设备可用性	<ul style="list-style-type: none"> - 多个供货商的存在提高了竞争力，使价格有利于运营机构 - 降低了运营机构对供货商的依赖 - 在众多团体的广泛参与下，实现多供货商制度的标准化，并最终形成开放的标准

亦请见附录 I 中列出的案例研究。

3 宽带技术

3.1 部署方面的考虑：有线与无线⁵⁶

随着无线技术在全球通信基础设施中所占的比例越来越高，了解整体宽带发展趋势以及有线和无线技术之间的作用是非常重要的。有线和无线技术有时相互竞争，但在大多数情况下它们互为补充。通常情况下，无线网络的回程传输和核心基础设施是基于有线方法（光纤或铜）实现的。这可以如同适用蜂窝网络一样适用于 Wi-Fi 网络。

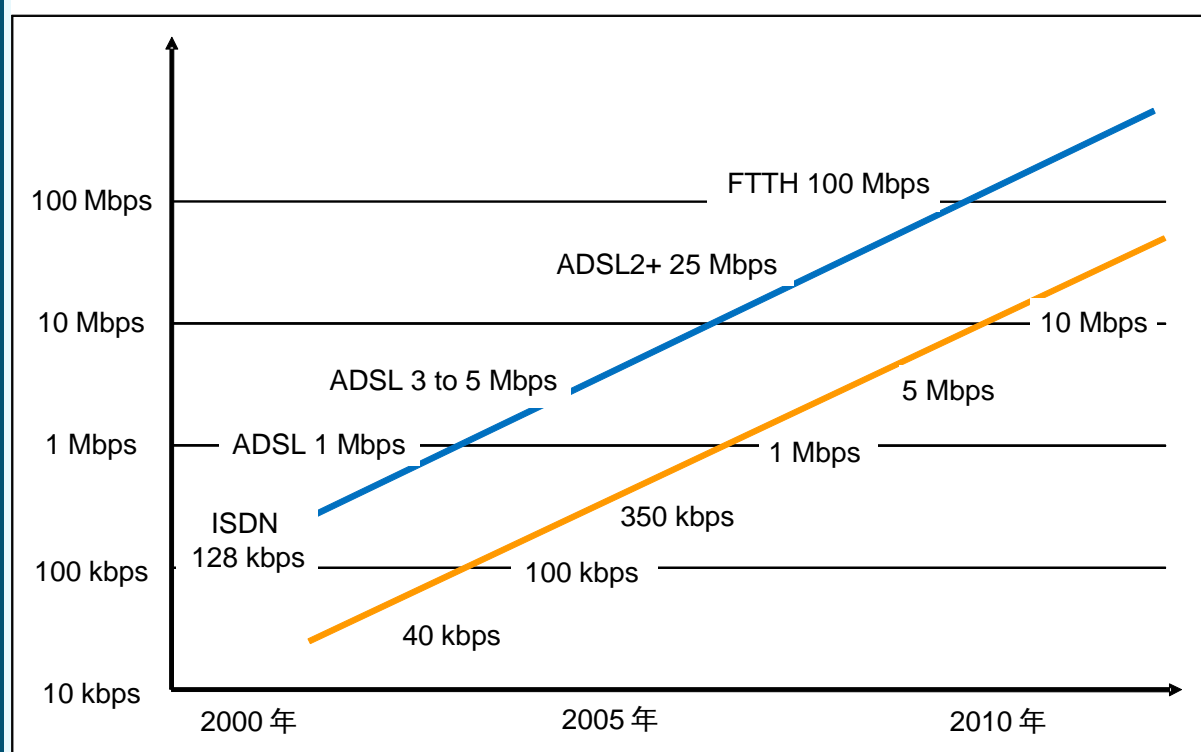
鉴于光纤链路的固有容量超过整个可用的无线电频率（RF）频谱的容量，因此通过无线链路的数据流将仅占全球通信总流量的一小部分。然而，无线技术在联网和通信中发挥着深

⁵⁶ 第 3.1 节的大部分内容源自宽带无线接入（BWA）系统的陆地移动手册（LMH）第 5 卷（25/2/4 号文件），有一些编辑改动

远作用，因为它提供两个基本功能：移动性和接入。移动性是指在静止或运动中不受限制的通信。接入是指跨越地理区域轻松提供的通信服务（无论是电话或互联网），通常比有线方法更容易完成通信（特别是在现有通信基础设施极少的绿地情况下）。因此，鉴于这些特点，移动通信量可能比有线通信少，但对于世界通信的整体贡献以及社会、政治和经济影响，与有线通信同样重要。

移动电话在全球范围内的巨大成功，以及目前日益增长的移动数据使用，展示了对于移动通信的强烈需求。Portio 研究机构于 2012 年 4 月预测，到 2015 年年底，全球移动数据收入将以 13.2% 的年度复合增长率增长，达到 5399 亿美元。⁵⁷ 但是，使用无线技术接入的问题则更为复杂。必须考虑到无线技术和有线方法在性能和容量方面的比较，有线基础设施可能已提供的功能，以及有线技术的持续发展。尤其是，有线网络一直具有更大的容量，长期以来提供更快吞吐率。图 3.1-1 显示了典型用户吞吐率的发展，其中有有线技术的速率一直为无线技术的 10 倍。

图3.1-1：有线和无线典型用户吞吐率的发展



移动宽带将引人注目的高速数据服务与移动性相结合。因此，在考虑移动宽带能够成功应对的许多不同市场时，所产生的机会是无限的。在发展中国家内，移动宽带技术毫无疑问将满足企业和高端移动工作者和消费者的需求，对他们来说，移动宽带可作为一个高成本效

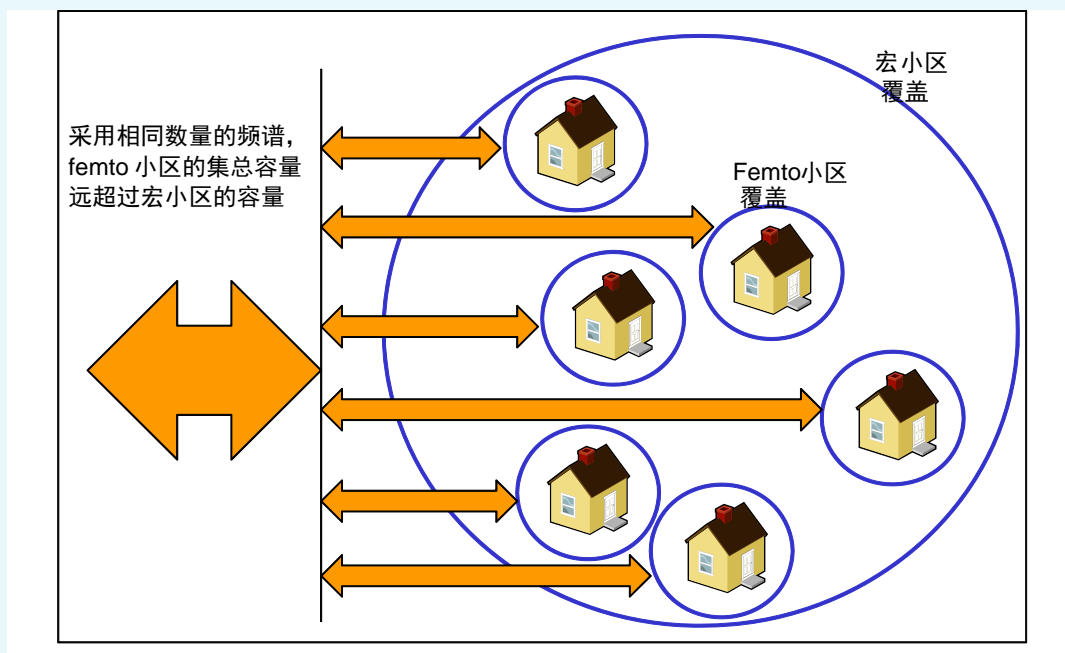
⁵⁷ “Portio 研究机构移动世界概况”，2012 年，Portio 研究机构，2012 年 4 月

益选择，与家庭使用的数字用户线（DSL）展开竞争。有些情况下，可能根本无法通过 DSL 获得宽带服务，因此移动宽带成为了唯一可行的连接选择。

用户随时随地连接的愿望将成为需求的主要来源。尽管用户对于社交网络、搜索信息服务以及互联网业务的需求增加了对于移动宽带能力的需求，大多数移动宽带的早期使用者都是企业用户。更好的连通性是指企业更加高效。因此，企业的宽带连通性采用如早期的移动电话使用一样，关注相同的“外观和感觉”。在 20 世纪 90 年代初，医生、律师、销售人员和管理人员都已拥有了家庭电话和办公桌电话，甚至接待员亦如此。连接蜂窝网络带来的生产力提高加速了世界各地的移动宽带增长。总体而言，无论是在商业还是在我们的个人生活中，语音和数据世界正迅速成为一个必须不受限制且始终保持连接的世界。

虽然大多数宽带无线接入（BWA）系统目前正提供约 2 Mbit/s 的吞吐量，但这与许多用户使用的基本 DSL 或电缆调制解调器业务相比，无线系统的整体容量普遍低于有线系统。当无线技术与一些运营商正在部署到用户家中的光纤对比时，这一点尤为明显。随着有线运营商希望通过下一代电缆调制解调器业务、甚高速数字用户线（VDSL）或光纤向用户家庭或企业提供 20 到 100 Mbit/s 的传输速率 – 尤其是高清晰度 IP 电视（IPTV）等服务 – 新的问题是，是否可能使用无线方法来匹配这些速率？从纯粹的技术角度来看，答案是“是”；但从实际的角度来看，却是“否”。只有通过使用大量频谱（通常多于目前的宽带无线接入系统可用的频谱）以及相对较小的小区才能达到上述速率。否则，根本不可能每月提供数百个千兆字节，且用户使用广域无线网络的宽带连接很快就可消耗掉这些字节。考虑到今天的高清晰度（HD）电视的内容要求 6 至 9 Mbit/s 的持续连接，一个用户可以基本上消耗掉一个小区扇区的全部容量。解决这类高数据消耗的一种可行的无线方法是分级小区方法，如图 3.1-2 中所示毫微微（Femto）小区。但这一方法的先决条件是具有现有的有线互联网连接（如 DSL）。

图3.1-2：用于扩容的Femto小区



目前较合适的做法是在没有好的有线替代解决方案时将无线技术用于接入。因此，发展中国家有意利用宽带无线技术。运营机构可以经济高效地部署语音（本身要求带宽较低）和低速数据业务，这改变了这些领域中的业务模式动态，主要是因为缺乏有线产品。在低容量开展部署（按每平方公里每秒比特数（比特/秒）进行测量），意味着使用较大的小区，从而减少蜂窝站数量并大大降低部署成本。

表 1 总结了无线和有线宽带方法的优势和缺点。

表3.1-1: 宽带方法的优势和缺点

	优势	缺点
蜂窝移动宽带	持续连通性。 跨区域广泛的宽带能力。 为缺乏有线基础设施的地区提供良好的接入解决方案。 通过 Femto 小区提供容量/覆盖增强方案。	容量低于有线方法。 通过未来演进来服务于 IPTV 等高带宽应用。
有线宽带	以甚高数据速率提供高容量宽带。 向极高吞吐速率演进。	部署新网络的费用高，尤其是在缺乏基础设施的发展中经济体中。

然而，这种情况并非静止不变。从长远来看，许多发展都可能使高容量的宽带无线系统比有线方法更具有竞争力。这些发展包括降低部署成本的网状能力、更高的频谱效率、低成本的商品化基站以及移动宽带系统的未来频谱分配。但是，此类发展的成功在某种程度上都属于推测性的，依赖于包括技术和宽带应用演进在内的许多其它发展。

有一些无线设备支持的新宽带接入技术，通过动态频谱接入（DSA）使用认知无线电系统（CRS）技术来确定可用的频率。一些国家正在进行这些技术的商业部署和试验，在当地监管机构的允许下，在未经使用的电视频段（“电视空白频谱”）使用这些技术。其中一个商业试点的案例可见于附件 I。

ITU-R 的几个研究组正在对这种技术解决方案展开研究。评估这种方案实施尤其在发展中国家所涉及的技术、经济学和监管层面时，将有必要结合其他相关研究，考虑研究组的研究结果。

蜂窝移动宽带技术明确针对用户需求以及他们的成功。蜂窝移动宽带的发展路线图中对持续的性能和能力提高做出了预测，并提供了实现行之有效的商业模式的技术手段。随着移动宽带的应用领域不断拓展，蜂窝技术将继续为今后的新商业机会提供一个具有竞争力的平台。⁵⁸

本文附件 I 中有一个主管部门对不同宽带接入技术的分析示例 – “评估不同接入技术选项”。提交给该研究课题的其他案例研究显示，主管部门往往会支持能满足其公民需求的技术。这些技术包括 IMT、卫星、光纤等。附件 I 中有几个案例研究的示例。

⁵⁸ BWA 系统的 LMH 手册第 5 卷（25/2/4 号文件）

3.2 有效使用无线通信的技术措施

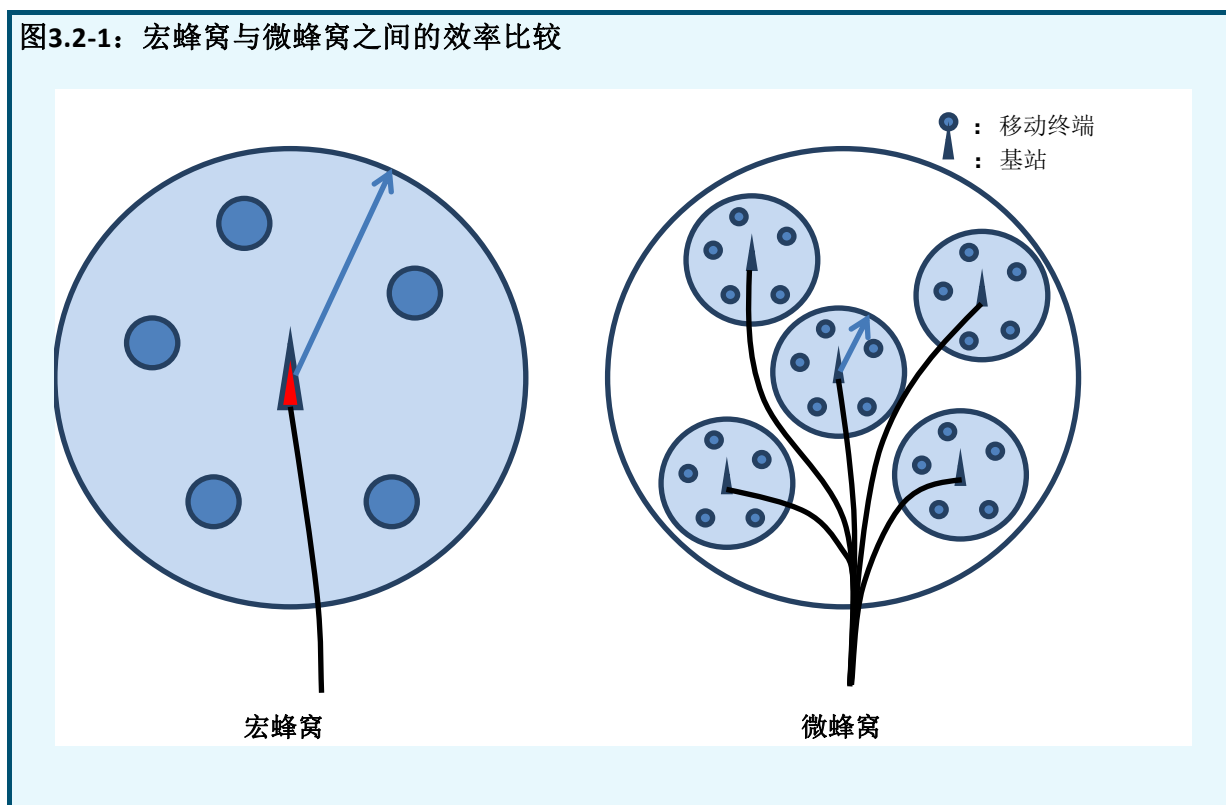
无线通信不同于有线通信，因此确保容量充足是关键性问题。有鉴于此，无线通信运营商主要关心如何获得足够频谱来满足容量需求。然而，无线通信可用的频谱十分有限，为此，我们必须考虑采用其他措施来确保这一可用频谱得到更有效的使用。

- **使用更小的蜂窝**

宏蜂窝基站通常可用一个基站即覆盖大范围面积。另一方面而言，宏蜂窝基站覆盖的在用用户数量往往少于在同一地区使用多个微蜂窝基站而服务的用户数量（见图 3.2-1）。换言之，宏蜂窝的频率使用效率低于微蜂窝。

微蜂窝基站的输出功率较弱，无线电信号传播距离较短，这意味着，可以在最大限度地降低干扰的同时重复使用相同频率。

图3.2-1：宏蜂窝与微蜂窝之间的效率比较



然而，运营商可以灵活设计网络，以便于使用覆盖半径低于特定基站最大可用半径的宏蜂窝。换言之，运营商可改变蜂窝小区规模，以满足容量需求。这有助于运营商在需要更小蜂窝半径时将蜂窝小区更紧密组合一起并使用微蜂窝。

表3.2-1：不同类型蜂窝小区规模

蜂窝小区规模	宏蜂窝	微蜂窝	微微蜂窝	毫微微小区 (Femto Cell)
蜂窝小区规模范围	从数百米到数公里	从数十米到数百米	从数米到数十米	数米
典型应用	户外	户外/户内	主要用于屋内、地下室、及高层建筑的上层	通常用于别墅/房间和办公室内

- 应对无线流量快速增长的其他措施
 - 根据流量数量计费
 - 限制（极大）大数量用户
 - 数据卸载

为有效提供高速无线数据，运营商有时鼓励用户充分利用频率使用效率极高的诸如毫微微小区或 Wi-Fi 接入点等更小的基站，之后将流量路由至固定通信系统，由此则可免去干扰之忧。这种方式被称作“数据卸载”（Data Offload）。

[ITU-R M.2243 号报告](#) – 全球移动宽带部署的评估以及国际移动通信预测 – 附件 5 – 应对移动宽带流量增长的多种不同措施 – 提供有关旨在解决无线流量增长的相关技术信息。

3.3 有线宽带接入技术⁵⁹

有线宽带网络 – ISDN

综合业务数字网（ISDN）是人们在构建完全数字化电话/电信网络方面的尝试（不同于在模拟交换电路上使用调制解调器）。ISDN 为每一用户提供一个或两个 64 kb/s 的数字业务信道和一个 16 kb/s 的数字信道。这一网络的设计初衷是为了以数字形式经传统遗留公众交换电话网（PSTN）以标准网络和设备接口传输话音、数据、图像和视频。ITU-T 在 1980 年即制定出了有关该应用的标准，并反映在 ITU-T I 系列建议书、特别是 ITU-T I.120 和 I.210 建议书之中。

1988 年，ITU-T I.121 建议书发布，该建议书阐述增强型 ISDN 业务（通过实现多个 64 kb/s 信道的多路复用并使用异步传送模式（ATM）管理来实现）。尽管 ISDN 在若干领域找到了专门应用，如视频会议和音频记录，但从来未被作为消费宽带接入技术，只有一时间 ISDN 信道数量达到过 2500 万的德国是个明显的例外。

⁵⁹ 摘自 ITU-T 第 15 研究组的出版物：“[有线宽带接入网络和家庭网络](#)”，<http://www.itu.int/pub/T-TUT-HOME-2011>

有线宽带网络 – DSL

ISDN 未被作为有线宽带接入技术采纳的原因有几个，包括标准制定工作推迟，未能赶上视频和互动应用的发展步伐，消费解决方案复杂，以及网络运营商的营销有限。然而，对于 ISDN 部署的致命打击是作为有线宽带技术的数字用户线路（DSL – 最初称作“数字用户环路”）的急速发展和商业化。

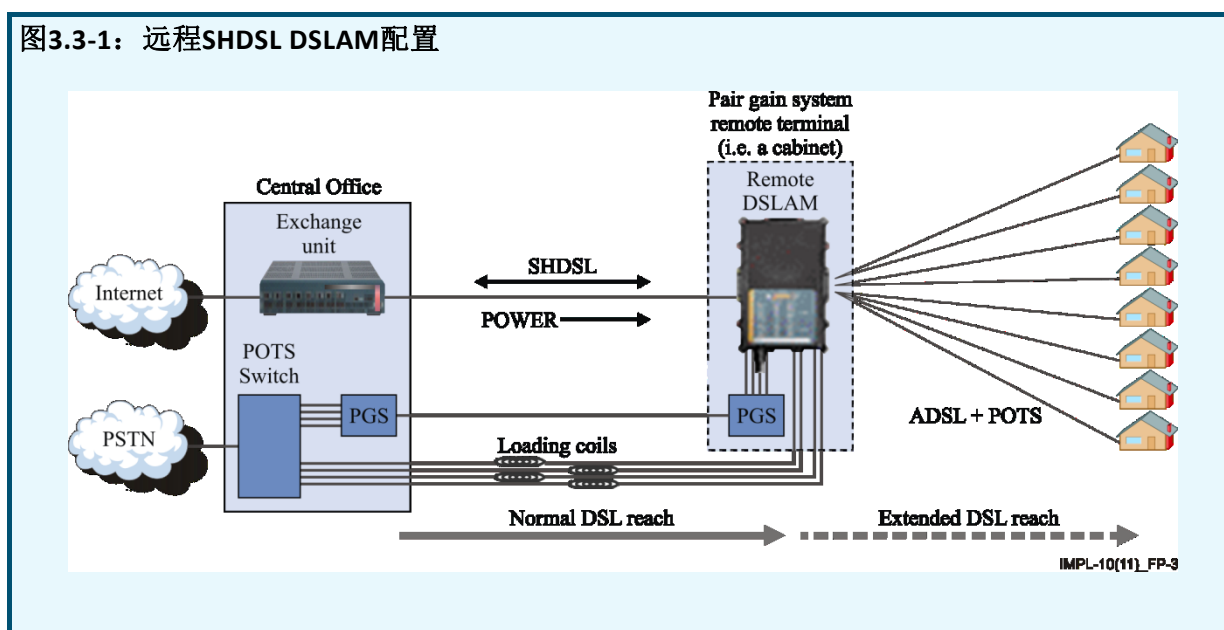
DSL 利用高于话音业务的频率经 PSTN 传送数字宽带信号，因此，不同于调制解调器，客户可同时使用电话和计算机，并保留传统遗留的接口和设备（如模拟电话）。例如，在最常见的 DSL 商业实施 – 非对称 DSL（ADSL）中，宽带信号在 25 至 1104 kHz 的频率上传送。

注 – 在该技术文件中，“宽带”这一术语的使用旨在说明要求传输信道能够支持大于一次群速率的系统。

此后，为满足不同应用（如企业（对称或 SDSL）、学术（对称高速或 SHDSL）和视频（极高速 DSL 或 VDSL））的要求，开发了若干经变化发展的 DSL。通过改变功率电频和频谱特性、采用先进调制技术、信道绑定和噪声管理，实现了性能方面的改进。目前还存在先进的 ADSL 和 VDSL，如 ADSL2、VDSL2 和 ADSL2+。

DSL 使用传统 PSTN 物理设备的优点被若干因素消解。随着网络运营商 DSL 调制解调器（DSLAM – DSL 接入多路复用器）与用户 DSL 调制解调器距离之间的加大，用户数据速率或速度会降低。其常见解决方法是通过远程终端（RT）将 DSLAM 置于网络内，从而缩短通向用户的环路。图 3.3-1 即是 SHDSL 的此种配置示例。

图3.3-1：远程SHDSL DSLAM配置



PSTN 上的 DSL 性能还受到物理设备质量的限制。受到老化、疲劳、腐蚀或处置和安装不当损坏的旧电缆可降低 DSL 的能力。即便是较轻和细的线缆（0.4 毫米至 0.9 毫米）或不同粗细线缆的合并使用都会降低 DSL 的能力，从而损害其服务。

表3.3-1：有线接入网数据传输标准

调制解调器	数据速率*	应用	建议书
ITU-T V.90	56 kbit/s	数据和互联网接入	ITU-T V.90
ISDN BRI	144 kbit/s	2B (2 x 64 kbit/s) + D (16 kbit/s)	ITU-T I.432.x series
HDSL	2,048 kbit/s	2-3 对上 1.5 – 2.0 Mbit/s 的对称 业务	ITU-T G.991.1
SHDSL	768 kbit/s	单对上的 HDSL	ITU-T G.991.2
ADSL	6 Mbit/s / 640 kbit/s	互联网接入以及多媒体数据库、视频分配	ITU-T G.992.1
ADSL2	8 Mbit/s / 800 kbit/s		ITU-T G.992.3
ADSL2+	16 Mbit/s / 800 kbit/s		ITU-T G.992.5
VDSL	52 Mbit/s / 2.3 Mbit/s	互联网接入 + 高清晰度电视 (HDTV) 在更长环路上服务更多用户的互联网接入 + HDTV	ITU-T G.993.1
VDSL2	100 Mbit/s		ITU-T G.993.2
VDSL2 vectoring			ITU-T G.993.5

* 下行（网络到用户）/上行（用户到网络）。单数值是对称的。DSL的速率“可达到”表中的数值。

最后，DSL 的性能受到分配区域内用户数量以及同一线缆上不同业务共存情况的影响。传送 DSL 的 TWP 产生的噪声会使其它成对分配线缆的业务质量下降，其补救措施是消除噪声和选择频谱（常见于先进 DSL 技术，如最近的 VDSL2 矢量规范）。这些技术以及信道（对）绑定的采用将通过铜线对向消费者提供的理论带宽提高到了约 1 Gbit/s（取决于距离）。

自 20 世纪 90 年代末开始，ITU-T 即在发布有关 DSL 的标准。表 3.3-1 对这些标准以及电话调制解调器和 ISDN 标准做出总结。

有线宽带网络 – DOCSIS

20 世纪 60 年代和 70 年代，人们对视频服务的需求促使相关方面筹集资金建造有线电视（CATV）网络，甚至达到了其用户接入可与 PSTN 一争高下的程度。到 20 世纪 90 年代，许多这些小型系统均被整合为大型“多业务运营商”（MSO）系统中，这些运营商看到了数字通信的发展机遇，并将其作为一种收入来源（网络投资回报）。1997 年，经有线业务接口的数据规范（DOCSIS）发布。该规范将高速数据通信增加到现有 CATV 系统中。MSO 采用 DOCSIS 在其视频网络上提供竞争性数据通信，且随着互联网协议语音（VoIP）的发展，还提供与 POTS 类似的业务。最新版本标准 – DOCSIS 3.0 – 将从网络到终端的 8 个信道进行绑定，向光节点提供 343 Mbit/s 的速率。MSO 采用该技术可向用户提供高达 100 Mbit/s 的接入速率。

采用 DOCSIS 通过 CATV 网络提供数字业务不属于本技术文件的范围，但 ITU-T 通过 ITU-T J 系列建议书阐述有关这一应用的标准。

有线宽带网络 – FTTx

电话运营公司做出的有效反应是以光纤取代 PSTN。光纤能够在接入网中提供消耗带宽多的综合语音、数据和视频业务，距离超过 20 公里（是采用 DSL 系统的 TWP 线缆距离的 4 倍以上）。

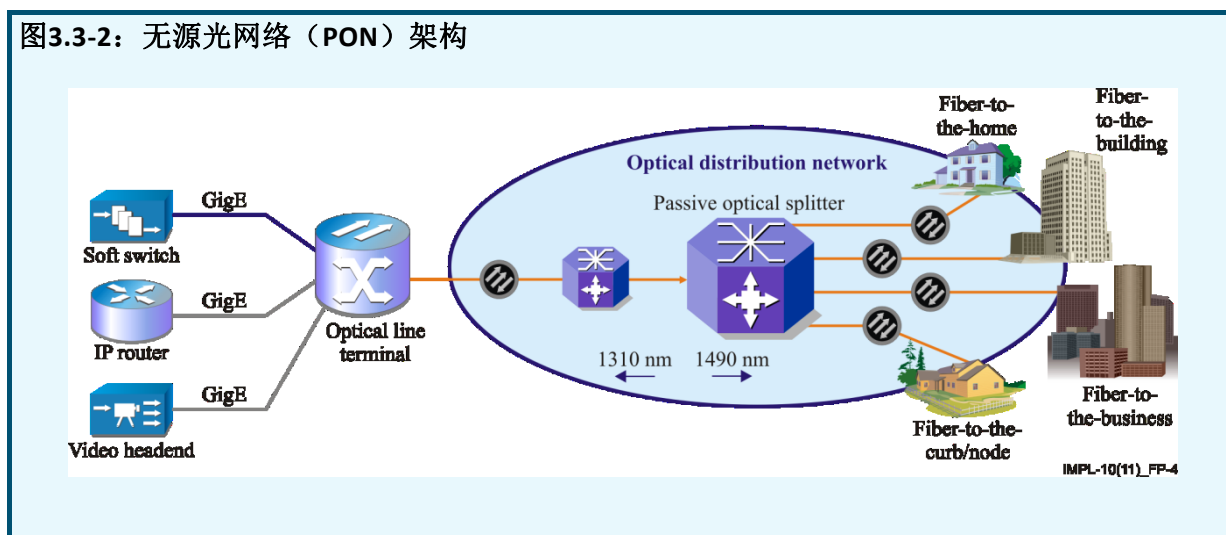
光纤有线宽带网可有若干不同配置，如，光纤到户（FTTH）、光纤到大楼（FTTB）、光纤到路边（FTTC）和光纤到节点（FTTN）。在上述各种情况中，光纤网络都在光网络单元（ONU，也称作光网络终端或 ONT）上得到终接。

不同 FTTx 版本由 ONU 所处地点区分。FTTH 中的 ONU 位于用户所在地，是运营商与客户设施之间的界限。FTTB 和 FTTC 的 ONU 则是若干用户的共同接口（如，公寓楼的地下室或电话线杆），服务经客户现有 TWP 分支电缆（drop cables）提供。FTTN 的 ONU 则置于在用网络节点上，为数十到数百用户提供服务（服务通过现有 TWP 本地环路提供）。

事实上，这些配置代表了接入网中不同程度的光纤部署，是相互补充的宽带技术（固定和无线）。例如，用以缩短用户环路长度和提高 DSL 可用性的远程终端（RT）常常通过光纤与电话交换机连接（“回程连接”），特别是这些远程终端可转换为互联网协议（IP）。VDSL 常用来在 FTTB 和 FTTC 中由 ONU 提供服务，无线宽带接入则通常通过光纤进行“回程连接”，在诸如长期演进（LTE）等的“4 代”服务中尤其如此。

FTTx 拥有两种常见架构：“点到点”（PtP）和无源光网络（PON）。在 PtP 配置中，企业局域网（LAN）被用于电话接入网，并在 ONU 至电话机之间进行专门光纤连接（一根或两根光纤）。在 PON 网络中，若干 ONU（通常不超过 32 个）共享连接至网络的单一光纤连接，通常该连接在无源网络节点上进行分路（split），图 3.3-2 提供相关示例。PON 的未来配置 – 波分（WDM）PON – 以光栅取代分路器，从而使每个用户都能由一条专门信道，即波长，提供服务。

图3.3-2：无源光网络（PON）架构



自 20 世纪 90 年代起，ITU-T 一直在制定有关 FTTx 的标准，具体反映在 ITU-T G.98x 系列建议书中 – 本地和接入网的光线路系统。PtP 标准描述 100 Mbit/s 和 1 Gbit/s 的双向业务。PON 系统是在带宽基于 ISDN 一次群的基础上发展起来的，从电话交换机到网络的速率范围为若干 Mbit/s 到 10 Gbit/s。目前已发布了旨在提供信息的增补和实施指南。表 3.3-2 对 ITU-T 的主要 FTTx 标准做出总结。

表3.3-2：ITU-T FTTx有线宽带标准摘要

ITU-T G.982	光接入网，支持最高为 ISDN 一次群速率或等同比特率的业务
ITU-T G.983.x	基于无源光网络（PON）的宽带光接入系统
ITU-T G.984.x	具有千兆比特能力的无源光网络（GPON）
ITU-T G.985	基于 100 Mbit/s 点到点以太网的光接入系统
ITU-T G.986	基于 1 Gbit/s 点到点以太网的光接入系统
ITU-T G.987.x	具有 10-Gigabit（千兆比）能力的无源光网络（XG-PON）系统
ITU-T G.988	ONU 管理和控制接口规范（OMCI）

家庭联网

随着家庭宽带有线网络性能的增强，人们对家庭网络的性能也有了更高的期望。在家庭网络中，单个设备能力大为改善：大屏幕高清晰度电视（HDTV）、多个个人电脑（PC）（每台个人电脑的计算能力都更高于上一代的行业范本）、游戏操纵杆的规模已缩小到火柴盒大小的个人娱乐装置。由此产生了将其连接成网的机遇。此外，一些未来研究者还预测普遍家电（电冰箱、恒温器）、保安系统、能源使用和奇异应用（如在早上和晚上拉开和拉上百叶窗和窗帘）的连网。

然而，这种完全连网家庭的乌托邦愿景面临着若干挑战，除非家庭网络可以利用现有物理设备（如家庭供电、电话或同轴电缆网络），否则在任何家庭建造有线家庭网络都是十分昂贵的，从社会角度而言，也是令人望而却步的。此外，普遍大众的素养和能力也不同于训练有素的电话公司安装人员。对于热情高涨的负责安装复杂家庭网络的人员而言，其客户甚至不能将两条线连在一起。

为解决这一问题，ITU-T 近期已开始起草 ITU-T G.99xx 系列建议书，为将现有普遍家庭连线用作家庭网络提供所需收发信机的标准。表 3.3-3 总结 ITU-T 的主要家庭网络标准。

表3.3-3：定义家庭网络标准的ITU-T建议书

ITU-T G.9901 ITU-T G.9902 ITU-T G.9903 ITU-T G.9904	经电力线操作的家庭网络收发信机
ITU-T G.9951 ITU-T G.9952 ITU-T G.9953	经电话线操作的家庭网络收发信机
ITU-T G.9954	经电话线和同轴电缆操作的家庭网络收发信机
ITU-T G.996x	经电话线、同轴电缆和电力线操作的家庭网络收发信机
ITU-T G.9972	有线家庭网络收发信机的共存机制（电话线、同轴电缆和电力线）
ITU-T G.9970	家庭网络通用传送架构
ITU-T G.9971	IP 家庭网络的传送功能要求

由于认识到在制定有线宽带接入网和家庭网络标准过程中，需要进行强有力的领导并开展协调工作，因此，ITU-T 指定 ITU-T 第 15 研究组为“接入网络传送（ANT）牵头研究组”。因此，ITU-T 第 15 研究组制定并发布了本技术文件，旨在帮助所有有关方面 – 主管部门、网络运营商、厂商和用户 – 了解和使用 ITU-T 有关阐明有线宽带接入网和家庭网络标准的建议书。

更多国际电联相关文件见附件 3，这些文件可能提供有关有线系统的有益参考信息。

3.4 包括 IMT 在内的无线宽带接入技术

“目前存在若干基于不同标准的无线宽带接入（BWA）系统和应用，每一种系统和应用是否适合需要取决于用途（固定与游牧/移动）、性能和地理环境情况。在固定基础设施不完美的国家，可以更容易地部署 BWA 系统，以便在人口密集的城区和较偏远地区向民众提供服务。一些用户可能只需要短距离的互联网接入，其他用户可能要求进行长距离宽带接入。此外，同样还是这些用户，但他们可能要求其 BWA 应用是游牧式的、移动的、固定的，或是这三种形式的组合。总而言之，目前存在若干多接入解决方案，选择实施哪种方案取决于需求的相互作用、满足这些需求的各种技术的使用、频谱可用性（许可与非许可频谱）和提供 BWA 应用和服务所需的网络规模（局域网与城域网的综合考虑）。”⁶⁰

[ITU-R M.1801 建议书](#)包含“在 6 GHz 以下频段运行的包括移动和游牧式应用在内的移动业务宽带无线接入系统的无线电接口标准”。这些标准支持城区、郊区和农村地区通用宽带互联网数据和实时数据等广泛应用，包括话音和视频会议等应用。ITU-R M.1801 建议书包含下列标准：

- （附件 1）ARIB HiSWANa
- （附件 1）ETSI BRAN HiperLAN 2
- （附件 1）IEEE 802.11-2012 第 17 分节（前 802.11a）
- （附件 1）IEEE 802.11-2012 第 18 分节（前 802.11b）
- （附件 1）IEEE 802.11-2012 第 19 分节（前 802.11g）
- （附件 1）IEEE 802.11-2012，由 IEEE 802.11n 修正（第 20 分节）
- （附件 2）IMT-2000 CDMA 直接扩展
- （附件 2）IMT-2000 CDMA 多运营商
- （附件 2）IMT-2000 CDMA TDD
- （附件 2）IMT-2000 FDMA/TDMA
- （附件 2）IMT-2000 OFDMA TDD WMAN
- （附件 2）IMT-2000 TDMA 单运营商

⁶⁰ LMH-BWA

- （附件 3）LTE-先进
- （附件 4）IEEE 802.16 WirelessMAN/ETSI HiperMAN
- （附件 5）ATIS-0700004.2005，大容量空分多址（HC-SDMA）
- （附件 6）eX 扩展全球平台：XGP
- （附件 7）IEEE 802.20
- （附件 8）YD/T 1956-2009 SCDMA 宽带无线接入系统标准的空中接口。

ITU-R M.1457 和 ITU-R M.2012 建议书分别提供国际移动通信 – 2000（IMT-2000）和国际移动通信 – 先进（IMT-Advanced）的地面无线电接口规范。这些建议书所述具体信息涉及在所有现代商业移动电话和移动宽带网络中使用的空中接口。ITU-R M.1457 建议书概括和详细阐述每一个 IMT-2000 无线电接口的规范：

- （第 5.1 节）IMT-2000 CDMA 直接扩展
- （第 5.2 节）IMT-2000 CDMA 多运营商
- （第 5.3 节）IMT-2000 CDMA TDD
- （第 5.4 节）IMT-2000 TDMA 单运营商
- （第 5.5 节）IMT-2000 FDMA/TDMA
- （第 5.6 节）IMT-2000 OFDMA TDD WMAN

ITU-R M.2012 建议书包含“先进国际移动通信地面无线电接口的详细规范”。该建议书概括和详细确定了 IMT-Advanced 的两个无线电接口的规范：

- （附件 1）LTE-Advanced 无线电接口技术规范
- （附件 2）无线 MAN-Advanced 无线电接口技术规范

ITU-R M.1450 建议书阐述“宽带无线局域网的特性”，其中包含技术参数、有关无线局域网（RLAN）标准的信息和操作特性。此外，ITU-R M.1450 建议书还描述宽带 RLAN 的基本特性及其系统设计总体指南。该建议书包含各项宽带 RLAN 标准，且附件中的信息为有关 RLAN（包括特性）的一般信息。建议书还提供如何获得完整标准的信息。

ITU-R M.1450 建议书包含下列标准：

- IEEE 802.11-2012 标准第 17 节，普遍称作 802.11b
- IEEE 802.11-2012 标准第 18 节，普遍称作 802.11a
- IEEE 802.11-2012 标准第 19 节，普遍称作 802.11i
- IEEE 802.11-2012 标准第 20 节，普遍称作 802.11n
- IEEE 802.11ac
- IEEE 802.11ad-2012 标准

- ESTI BRAN HIPERLAN2
- ARIB HiSWANa

ITU-R M.1450 建议书各附件包含下列信息：

- 附件 1 – 获得有关 RLAN 标准的更多信息
- 附件 2 – 宽带 RLAN 的基本特性及部署总体指南
 - 移动性
 - 操作环境和接口考虑
 - 包括固定应用在内的系统架构
 - 频率共享环境下的接口技术
 - 一般特性

3.5 卫星宽带接入技术及解决方案

3.5.1 概述

宽带接入是经济发展的一项重要指标。目前各国政府正在更多地制定有关确保所有公民均能获取接入的目标和战略，但在农村和偏远地区却遇到了实现目标的挑战。如果不综合采用多项宽带技术，包括有线、光纤、无线和卫星，则许多国家将无法实现其宽带目标。地面基础设施往往集中在城市中心，农村和偏远地区覆盖有限，阻碍了这些地区的人们从信息社会中受益。卫星网络、地面设备和应用的持续进步使卫星技术日益成为成本效益很高的解决方案，从而构成通信和宽带接入战略以及国家宽带规划的关键组成部分，在确保偏远和农村地区的覆盖方面尤其如此。

基于卫星的互联网和宽带服务为人们带来了机遇，可将未提供地面（有线或无线）服务或部署成本高昂的最偏远地区连接起来。随着需求的不断加大以及农村的发展或普遍宽带接入战略的实施，农村和偏远地区对卫星解决方案的需求与日俱增，其中包括通过政府引导的项目或通过公共 - 私营部门合作开展工作，以提高接入。本节概要介绍目前可用的和正在出现的一些卫星宽带接入解决方案，其中诸多目前正在发展中国家市场得到部署。

一些基于卫星的接入技术的主要目标是为固定地点提供宽带，而其它一些技术则旨在为移动终端提供宽带，后者可在移动中使用，或在临时固定地点使用。

3.5.2 卫星宽带的能力和特性

在发达和发展中国家市场，卫星业务日益作为互联网和宽带接入解决方案得到实施。基于卫星的服务具有诸多优点，在地面基础设施有限的偏远和农村地区尤其如此，其中包括：

- 全球各个角落的无所不在的覆盖；
- 成本效益高和易于落实的解决方案，即使在偏远和农村地区也是如此；
- 无需进行重大地面基础设施投资；

- 可为大量最终用户服务；
- 可进行大规模网络部署；
- 固定和移动应用；
- 在出现灾害或紧急情况时，依然提供可靠和备份服务。

随时在全球加以部署

卫星具有独特的区域和全球覆盖能力，因此可利用现有卫星资源立即提供互联网和宽带连接，甚至为偏远地区提供这种连接。这就使人们能够按照市场需求灵活扩大服务范围，即时和方便地覆盖农村地区。对发展中区域尤为重要，可在无需进行巨大资本投资或实施昂贵的扩展项目前提下，实现最终用户和社区的连接。一旦卫星系统投入运营，则可通过便于部署和安装的地面终端进一步拓展连接。随着用户的增加，其所带来的规模经济将降低设备成本，从而使卫星解决方案更具竞争力，因为其拓展不像光纤技术那样会受到距离或地点的影响。

此外，由更高 PFD 水平促成的高密度、小天线服务为实现成本效益更高的连接带来了机遇。随着下一代卫星网络的问世，容量进一步加大，速度进一步提高，因此，时延更低的相关方案使卫星技术成为了更加诱人的技术手段。

3.5.3 卫星群特性

卫星系统可置于对地静止轨道（GSO）或非对地静止轨道（NGSO）之中，二者都有其独特的特性。

3.5.3.1 GSO

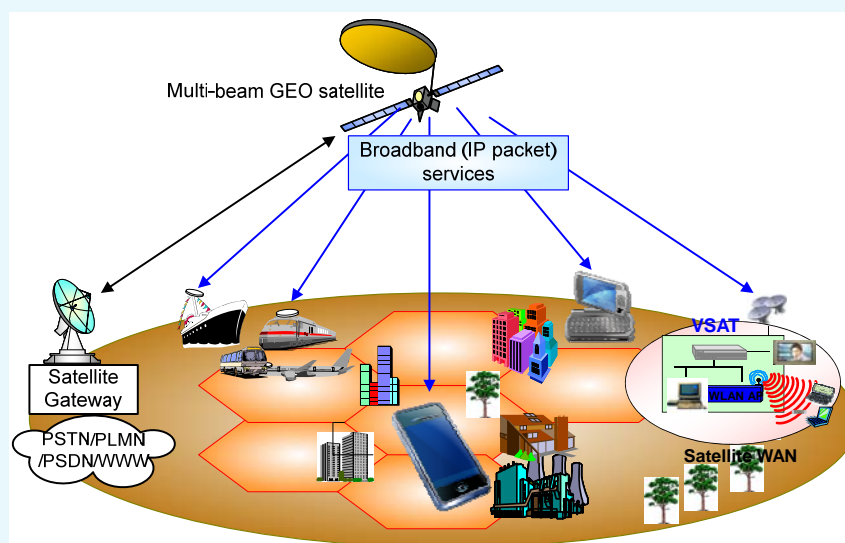
对地静止轨道（GSO）卫星通信系统可为固定或移动用户终端提供宽带服务。通过采用大型卫星天线，可为小用户终端提供宽带服务，从而充分利用大型卫星天线的增益。在同一服务区，具有多波束天线的 GEO 卫星系统比具有单个全球波束天线的系统有更高的容量。⁶¹

S.1 具体说明提供宽带（IP 数据包）服务的多波束卫星系统。为移动用户提供的服务通过固定地球站（FES）和卫星与地面核心网连接。FES 是将用户服务与地面网进行连接和关口站。当卫星具有星载处理（OBP）能力时，可进行适应性资源分配。⁶²

⁶¹ S. Egami, “Ka 频段的电源共享多波束移动卫星”（“A Power-Sharing Multiple-beam Mobile Satellite in Ka Band”），IEEE 通信选题期刊，第 17 卷，第 2 期，第 145-152 页，1999 年 2 月

⁶² K. Lim、S. Kim 和 H.-J. Lee, “多波束卫星系统中移动数据包服务的适应性无线电资源配置”（“Adaptive Radio Resource Allocation for a Mobile Packet Service in Multibeam Satellite Systems”），ETRI 期刊，第 27 卷，第 1 期，第 43-52 页，2005 年 2 月

图3.5.3.1-1：提供宽带（IP数据包）服务的多波束卫星系统



最先进技术

对于服务不足或建造地面设施的代价令人望而却步的社区而言，宽带卫星可成为实现宽带普及目标的可行方法。⁶³目前，大多数卫星互联网服务的数据速率低于多个国家监管机构所规定的最低数据速率。⁶⁴然而，在提供卫星互联网服务过程中可使用诸多先进技术，并将其定性为宽带服务。为获得政府有关提供宽带互联网服务方面的补贴，卫星公司必须实现其各自国家战略所确定的最低数据速率。

目前全球若干公司正在开发高吞吐量卫星（HTS），可以实现为宽带确定的最低数据速率。例如，预计美国的 HTS 开发商可分别为用户提供 2-10 Mbit/s 和 5-25 Mbit/s 的下行数据速率。⁶⁵然而，这些 HTS 将在 GEO 中运行，因此，比低地球轨道（LEO）和中地球轨道（MEO）卫星更易受到时延影响。时延过大会阻碍人们对实时互动应用的采用。然而，对于仅要求尽力而为的网络性能的应用（如电子邮件和网上浏览等），时延问题并非十分重要。为克服时延这一困难，一家公司目前正在开发通过 MEO 卫星提供的卫星宽带互联网服务。⁶⁶具体开发工作包括部署若干 MEO 卫星（距离是 GEO 卫星的五分之一），这些卫星使用灵活

⁶³ Sastri L. Kota、Kaveh Pahlavan、Pentti Leppanen, 用于互联网接入的宽带卫星通信, Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, 2003 年 10 月

⁶⁴ 国际电联, “宽带的诞生——常见问题”, 2007 年 6 月, <http://www.itu.int/osg/spu/publications/birthofbroadband/faq.html>; 美国联邦通信委员会 (FCC), “有线竞争局提交第 706 节报告和宽带数据采集命令” (“Wireline Competition Bureau presentation of the section 706 report and broadband data gathering order”), 2008 年 3 月; 加拿大工业部, “加拿大宽带: 连接加拿大农村人口——常见问题” (“Broadband Canada: Connecting Rural Canadians – FAQ”), 2009 年 10 月, http://www.ic.gc.ca/eic/site/719.nsf/eng/h_00004.html#BPQ5

⁶⁵ FCC, “连通美洲: 国家宽带计划” (“Connecting America: the national broadband plan”), 2010 年 3 月, <http://www.broadband.gov/download-plan/>

⁶⁶ O3b 网络, 2010, <http://www.o3bnetworks.com/>

点波束为发展中国家提供互联网宽带服务。通过降低卫星与地球之间的距离，往返时延将降低。

使用 Ku 和 Ka 频段的宽带卫星系统

可通过使用诸如 Ku 和 Ka 频段等高频率频段的卫星系统有效满足人们对宽带服务日益增长的需求。特别应当指出，卫星系统可能是唯一可行的为水上和空中设备提供高速互联网和电视（TV）服务的手段。在此情况下，利用安装在移动车辆上的有源阵列天线来跟踪卫星并提供无缝连接。

对于 Ka 频段的宽带卫星系统而言，提供从卫星关口站到用户终端连接的前向链路上的流量大大高于反向链路上的流量（后者提供从用户终端到卫星关口站的连接）。ITU-R S.1709 建议书包含三项接口标准，可用于宽带卫星网络的实施。⁶⁷

使用 L 频段（1.5/1.6 GHz）的宽带卫星系统

1.5/1.6 GHz 附近划分给 MSS（卫星移动业务）的频段由 NGSO 和 GSO MSS 网络使用。目前为用户提供的服务包括从低数据速率（如话音和 SCADA⁶⁸）服务到速率达到约 500 kbit/s 的宽带速率服务（GSO MSS 系统提供）。未来数据速率可进一步提高。目前提供一系列终端，其中包括用于船舶和航空器的带有跟踪天线的终端和小型手持及便携终端。

目前提供的一些服务使用 ITU-R M.1850 建议书所述 IMT-2000 卫星系列中的无线电接口。

3.5.3.2 NGSO

使用非对地静止卫星轨道（NGSO）的卫星系统通常其轨道高度低于对地静止卫星（GSO）系统，后者的运行高度约为 36 000 公里。有一类 NGSO 卫星系统使用中地球轨道（“LEO”），即，围绕赤道的椭圆轨道。其他在低地球轨道（LEO）运行的 NGSO 卫星系统有时在围绕赤道的圆形倾斜轨道中，对诸如斯堪的纳维亚等高纬度国家可以提供更好覆盖。还有其它一些 MEO 系统采用轨道一点离地球更近、但相对一点离地球更远的椭圆轨道。

MEQ 卫星系统的设计具有若干主要优点：

高可用性：对于内陆国家以及某一国家的农村和偏远地区而言，并非总能提供光纤。此外，GSO 系统可能无法全面覆盖特定国家或区域（如太平洋岛国）。

- 成本可承受：与 GSO 具有的容量或建造和维护数千公里的光纤基础设施或数百个无线电发射塔相比较，MEQ 的设计在将城市和城镇相互连接方面带来极大成本的节省。拥有若干小到中型城镇的农村地区在启动服务时可以用很低的资本投入实现低时延和高速度的互联网连接。
- 高吞吐量：吞吐量的衡量方法是每秒兆比特（Mbps）的稳定状态流量，这对于下载大型文档、观看视频或其他带宽要求很多的应用而言十分重要。目前提议的 NGSO 系

⁶⁷ ITU-R, “全球宽带卫星系统空中接口的技术特性”（“Technical characteristics of air interfaces for global broadband satellite systems”），ITU-R S.1709-1 建议书，2007

⁶⁸ SCADA 的全称为“监督控制和数据获取”

统提供可扩展带宽和点波束（在光纤前根据任何地点情况得到调整、随着人口分布情况的变化而变化，或按照市场需求的变化而变化），从而加大了在国内部署宽带和移动话音服务的灵活性。

- 低时延：时延是指每一数据包往返于计算机和服务器之间的时间。时延决定了网页装载的速度以及在线协作应用功能的良好运行程度。GSO 卫星系统的时延约为 500-600 毫秒（ms），与之相比，处于离地球 8000 公里高度的 MEO 系统的客户到关口站的时延<150ms，十分接近纯地面光纤网的时延，且对于提供实时交互式应用至关重要。此外，由于目前蜂窝回程流量主要为话音流量，因此，MEO 系统的这种低时延非常有利于实现高质量话音服务，对回程而言是一个极好的解决方案。如果未来数字基础设施将成为真正的经济引擎，那么网络运营商必须考虑除高吞吐量外，如何将低时延作为成功实施宽带网络的一项主要驱动因素。
- 公众受益巨大：随着电信和移动运营商在考虑如何通过拓展网络来履行其在自己国家农村和偏远地区提供服务的义务，政府也在评估在加速将宽带技术部署到最需要的地区方面所发挥的作用。MEO 卫星波束具有的灵活性为政府提供了重要的实现其国家宽带计划目标的工具（许多国家均已宣布制定了雄心勃勃的具体实施计划）。此外，MEO 卫星所具有的容量使其能够成为一种在灾害恢复工作中易于部署的高速度通信骨干网，并为长距离光缆（国内光缆或为相关国家服务的海底光缆）提供极为关键的备份手段。

相互连接的世界使人们能够实现更大程度的相互理解、共享构思，对经济增长、知识开发和提高政府效率具有明显影响。然而，这种连通一体的世界需要通过现代化的和灵活可靠的通信基础设施实现。

中距离传输媒介

MEO（“中地球轨道”）卫星系统为国家电信运营商、移动运营商、互联网服务提供商（ISP）、大型企业和政府机构提供了理想的“中等距离”中继和回程容量。由于 MEO 卫星系统比对地静止卫星系统更接近于地球，因此，其信号时延低很多，这对于当今诸多以 IP 为基础的宽带服务而言至关重要。

MEO 卫星系统不仅时延低，而且带宽范围大、吞吐量高，因此，对于传统地面和对地静止卫星技术没有或无法提供必要宽带容量的偏远和农村地区而言，提供了急需的中等距离传输手段。

3.5.4 系统和部署方案及考虑

最近几年来，卫星在为地面基础设施（如 xDSL 或有线）无法通达的地区提供宽带服务，以及在灾害和其它故障情况下为地面链路提供备份方面已变得不可或缺。

3.5.4.1 VSAT（甚小孔径终端）

全世界发展中国家都随着电子政务举措、企业网络的出台和农村地区对宽带需求的加大，经历着 VSAT 部署的巨大发展。同时，电视、移动电话和移动宽带服务也不断增长。公司及其在城区和农村工作的人员越来越多地依赖可靠和可扩展的连接来收发电子邮件、进行网上浏览和接入内联网，因此，企业或组织的 VSAT 网络日益必不可少。这些网络在出现灾害或其他故障时为关键性网络提供备份或备用连接方面亦至关重要。

此外，对于发展中国家而言，直接到户的卫星宽带服务不断增长。寻求在农村和偏远地区提供替代互联网接入方案的服务提供商发现卫星宽带技术是一种十分诱人的解决方案，这是一种已得到证明和易于部署的方案。

3.5.4.2 社区接入点

VSAT 和无线综合一体的解决方案对于诸多农村应用而言十分有效。农村地区人口往往集中在乡村内或乡村周边，且多数人口居住在 1 至 5 公里的范围之内。一个 VSAT 通过在最后一英里的连接中使用本地环路即可为整个村庄提供服务。无线的其他优点包括跨越河流和其它障碍物，因此在无法解决线缆盗窃的情况下，它提供一种更加可靠的连接。

其中一个可行方案为 VSAT、无线本地环路基站和太阳能系统（三者均安装在 10 米高的塔杆上）综合一体的系统。这类系统易于安装，有助于克服建筑物带来的障碍，解除了供电之忧，且非常安全。

卫星 VSAT 互联网连接加由多用户使用的 WiFi 本地接入可带来市场所需的每用户更低成本，在农村和偏远地区尤其如此。卫星连接将互联网流传输至乡村，WiFi 接入点将该连接拓展至家庭、学校和公共建筑。用户通过签约订购或其他联合付费方式共同负担设备和连接费用。

降低成本的主要因素包括：

- 使用低成本设备 - 现成、开放标准设备（DSL/WiFi/线缆调制解调器）充分利用了大规模生产。将基于广泛认可的国际标准的卫星设备综合一体可大大降低设备成本。
- 实现每关口站的最大签约用户数量 - 更多的签约用户能够降低每用户的设备成本。此外，更大的签约用户基数可实现更高效的单一连接共享。其关键问题是拓展标准 WiFi 设备的距离，以方便由单一 VSAT 为整个乡村提供服务。

这种解决方案将交互式卫星宽带服务与现有最后一英里基础设施，如铜线、有线电视线缆或无线网络综合一体。一个中心卫星天线安装在汇集点上，即社区街道的机柜、有线电视前端或 WiFi 塔杆上。之后，通过现有最后一英里基础设施或 WiFi 接入向最终用户提供宽带连接，所有家庭都可以实现速度最高为 8 Mbit/s 的互联网接入。最终用户无需在家安装卫星天线，仅需为 DSL 连接和标准宽带设备付费。

3.5.4.3 频谱考虑

所使用频段可对所需碟型天线尺寸及其能力带来影响：

- L 频段（1.5/1.6 GHz）由 NGSO 和 GSO MSS 系统使用。GSO MSS 系统在卫星平台上使用大型天线（如 10-20 米直径天线），以便在地球表面提供很多小型点波束。这有利于使用小型移动终端（如笔记本电脑尺寸的终端）来提供宽带连接。由于该范围可用频谱有限，因此数据速率有限（目前约为 500 kbit/s）。L 频段频率实际上不会受到传播损伤影响。具体应用包括偏远地方工作人员（如矿工、赈灾机构工作人员和记者）的互联网接入。
- C 频段（4/6 GHz）的传输要求使用更大的碟型天线，因为该频率范围的传输波长更长。与更高的频段相比，C 频段传输受雨衰和其他天气情况的影响更小，因为该段频谱具有十分有利的传播特性。具体应用包括 GSM 回程、公众交换网络、企业网和互联网中继。

- Ku 频段（11-12/14 GHz）的波长更短，方便采用更小的碟型天线（与 C 频段相比）。然而，更高的频率使 Ku 频段更易受到诸如雨衰等大气情况影响。具体应用包括 VSAT、农村电话和宽带、卫星新闻采集、回程链路、可视会议和多媒体。
- Ka 频段（20/30 GHz）比 Ku 频段的波长更短，因此方便使用尺寸更小的碟型天线；然而，其传输也更易受到不良天气情况的影响。可在此频段实现高带宽交互式服务，包括高速互联网、可视会议和多媒体应用。

通过 C 频段提供的服务是全球电信基础设施的至关重要的组成部分。C 频段固定卫星服务在雨衰情况下比 Ku 和 Ka 频段网络的可靠性和可用性更高，并通过使用全球波束实现广泛的区域性覆盖。基于这些原因，通常 C 频段是地域广和/或经常受恶劣天气影响的发展中国家偏远地区实现连接的首选频段。

3.5.4.4 减缓干扰

为落实更广泛的宽带战略而考虑部署卫星通信的国家应采取步骤，确保卫星和地面网络能够在无干扰环境中运行。ITU-R 已针对 IMT 的部署研究了卫星和地面网络进行共享的影响，并提出了有效的部署指南。

例如，为了在最易受到雨衰影响的国家（赤道附近热带地区）提供安全的 IMT 回程网络，或支持卫星宽带部署，4200 MHz 以下分配给卫星固定业务（FSS）的频谱应得到保护，免受其他业务的干扰。国际电联的相关报告包括：

- ITU-R S.2199 号报告 – 3 400-4 200 MHz 频段中宽带无线接入（BWA）系统与卫星固定业务（FSS）网络之间兼容性的研究；
- ITU-R M.2109 号报告 – 3 400-4 200 和 4 500-4 800 MHz 频段内先进 IMT 系统与卫星固定业务的对地静止卫星网络之间的共用研究。

这些考虑对于支持关键性服务（如电子政务或应急通信应用）的卫星宽带网络至关重要。

附件 III 列出在卫星系统方面提供有益参考信息的一系列 ITU-R 建议书。

3.6 宽带接入的回程技术⁶⁹

任何数据服务的一个关键构成成分都是回程（backhaul），将来自蜂窝站址的流量路由至核心网中。

回程线路可经由有线或无线网络。以下各节概述不同回程解决方案，如通过地面无线网络，卫星回程和光纤，包括海底光缆。

⁶⁹ 第 4.5 节摘自 Transfinite 系统有限公司发布的白皮书《移动回程——无线解决方案》，下列网站提供：<http://www.transfinite.com/papers/backhaul.pdf>，此处有略微编辑改动

3.6.1 地面无线回程

可用若干技术将蜂窝站址与核心网进行连接，其中特别包括：

- 点对点（PtP）：这是传统技术，采用细窄的铅笔状波束连接两点，其中一点为蜂窝站址
- 点对多点（PtMP）：在该方式中，一端使用较宽波束，以使其覆盖可能包含若干蜂窝小区的相对较大地区
- 多点到多点或网状：在此，蜂窝站址与多个其它蜂窝站址通信，流量在这些站址之间得到路由

无线回程可采用频分双工（FDD）模式，其中包含一对频率，每一方向一个；或时分双工（TDD）模式，在上行/下行链路之间共用容量。

最有效的技术解决方案将取决于回程要求，其中包括：

- 需连接的站址数量
- 其地点和可接入性
- 每一站址的现有通信设施
- 流量特点（平均、峰值、突发性等）
- 在整个部署期间的可扩展性
- 可靠性和灵活性。

此外，当然还存在预算限制和设备成本之间的比较。

随着需求和技术的变化，解决方案可能会发生变化，因此可综合采用 PtP、PtMP 和网状网技术。

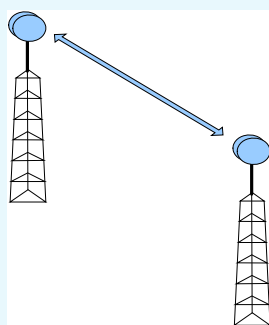
必须完成若干任务：

- 选择合适的架构和拓扑
- 选择频段
- 获得合适频谱
- 频率规划和干扰分析。

3.6.1.1 选择架构

每一类无线回程都具有其优势和弱势。

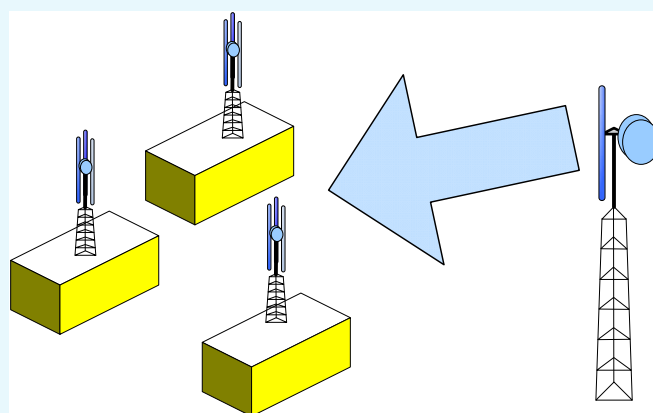
图3.6.1.1-1: PtP链路



这些链路使用高度定向天线提供两个固定地点之间的容量，其频谱效率很高，并可以提供极高的数据速率（高达 Gbps）和服务质量（QoS）（如 99.999%的可用性）。

可随时向多个厂商购买设备，其功能特性众多，能够提高链路稳定性和性能（如低噪声、更高的调制、自适应调制和自适应功率控制）。也可随时使用若干频段的频谱，并利用很低的资本投资快速部署链路。其弱势在于每一个蜂窝站址都至少需要一个天线，且在微微蜂窝以及使用道路设施（如电线杆）的地方安装 PTP 存在困难。为了实现与核心网的连接，可能需要以菊花链形式连接链路，在站址之间可能不存在视距环境（line of sight）的城区尤其如此。

图3.6.1.1-2: PtMP链路



PtP 链路的一个问题是，每次安装一个新的蜂窝站址都需要在另一个站址安装与之连接的专门天线。此外，链路容量是按照蜂窝高峰数据速率需求设置的，因此，容量多数时间不会得到使用。

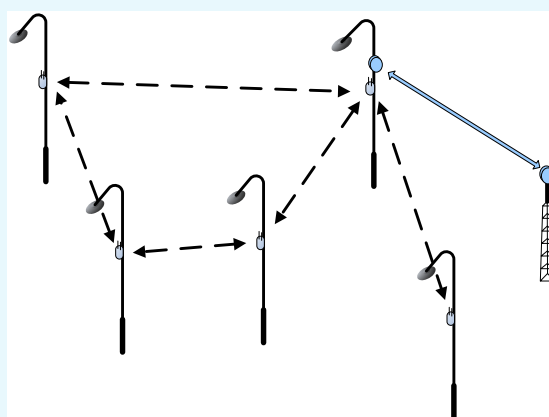
PtMP 系统通过在中心地点设置扇形天线解决这一问题，该天线可覆盖含有诸多蜂窝站址的广泛区域。如果增加蜂窝，则无需改变汇集台站，因为可对现有天线进行重复使用。此外，容量在所有站址之间共享，因此，可按照所有蜂窝小区的峰值需求设定带宽，对于突发流量（如网上浏览）而言，这大大低于每一个蜂窝小区汇集一起的峰值需求。

PtMP 系统的一个问题是其中心台站天线的宽波束频谱效率低于多个高度定向天线的频谱效率。一些无线电规划工具在管理 PtP 和 PtMP 的同频率操作时存在问题。为此，并非所有监管机构都颁发允许进行逐个站址许可的许可证，因此，需要在拍卖中购买频谱块。

当蜂窝小区十分小时，设备小巧十分重要（如，安装在电线杆上的设备）。可能没有地方安装定向天线，同时，保持抛物碟型天线指向的精确度也十分困难。此外，在城区难以找到与中心站址之间的视距环境。

由于以上原因，一些组织对网状回程予以了考虑和研究。

图3.6.1.1-3：网状网



如在屋顶以下设置多个小型蜂窝小区（如在电线杆上），则难以获得回程链路所需的视距条件。

此外，由于需要部署诸多站址，因此，尽可能降低安装成本十分重要。其中一个解决方案是使相互通信的每一个站址都作为网状网中的一个节点运行，最好能够自动配置无线部分。流量通过网状网汇集，直到到达可能是光纤、亦或是点到点链路的接入节点。每一个站址在网络中都作为节点运行，有利于灵活地从其它站址路由流量，并允许自动引入新的站址。

网状网的一个问题是流量不断积累，因此，最接近接入节点的链路会发生拥塞。此外，一些规划工具可能难以将低增益网状网引入频谱规划之中。为此，一些监管机构将这类技术限于在许可监管不多的频段内使用，而这些频段可能变得拥塞，导致服务质量下降。

3.6.1.2 许可模式

无线回程可使用一系列不同频段，常常取决于所用架构。

可采用若干不同监管模式提供频谱，其中包括：

免许可：此方面的示例包括 2.4 GHz WiFi 频段和 5.1 GHz RLAN 频段，在这些频段中，可在无许可证的情况下购买和启动设备。

许可监管较少频段：在一些国家，诸如 5 GHz、60 GHz 和 70 / 80 GHz 频段的较高部分只进行简单的登记许可，监管机构不进行任何兼容性研究或规划工作，用户可使用一系列经登记的系统（对频段进行自我管理）。例如，在出现干扰时，人人往往设想登记最早的组织将具有优先权。

站址许可：这是提供 PtP 回程的传统方式。在此，监管机构或经批准的第三方需进行频谱管理工作，包括频率规划和干扰分析。需许可的频段范围十分广泛，包括但不限于 1.4、6、7、12、14、18、23、25、28、32、36 和 42 GHz。

频谱块许可：在此情况下，监管机构通常通过拍卖提供整块用户（如运营商）可自行管理的频谱。

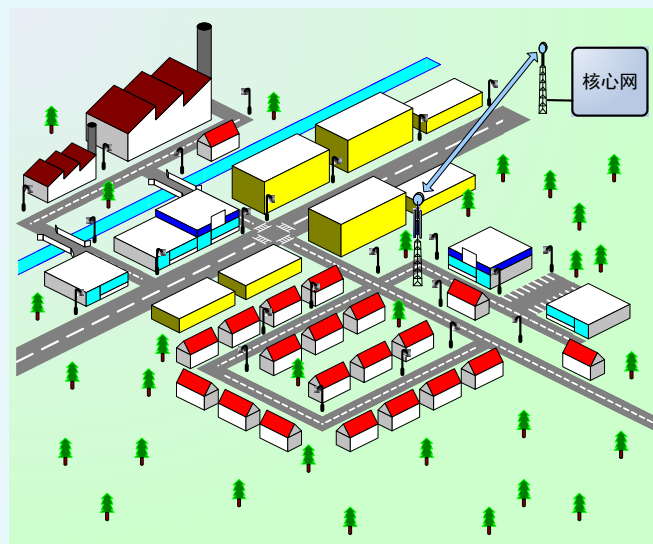
在此必须克服一些一般性限制（频率、地理区域、最大 EIRP、频谱块边缘掩膜等）。除此之外，还存在灵活使用频谱块的问题。可用频段取决于国家监管机构，但在英国，这些频段为 10、28、32 和 40 GHz 频段。

3.6.1.3 情形示例

有时可能需要综合使用所有这些技术和许可模式来提供综合一体的、成本效益很高的回程解决方案。

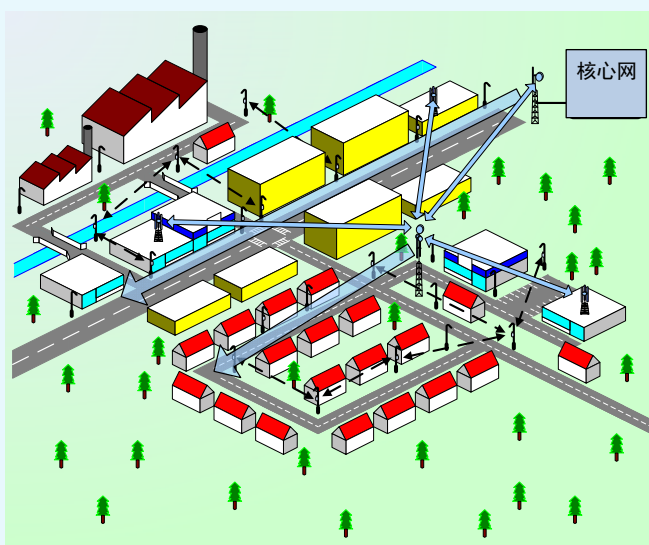
现在考虑一下下述情形示例。最初，网络上的主要流量是话音或低数据速率信息，因此，在回程方面设置一个使用 PtP 链路的基站即可：

图3.6.1.3-1：情形示例1



随着流量的增加，需要一个更全面的解决方案：

图3.6.1.3-2：情形示例2

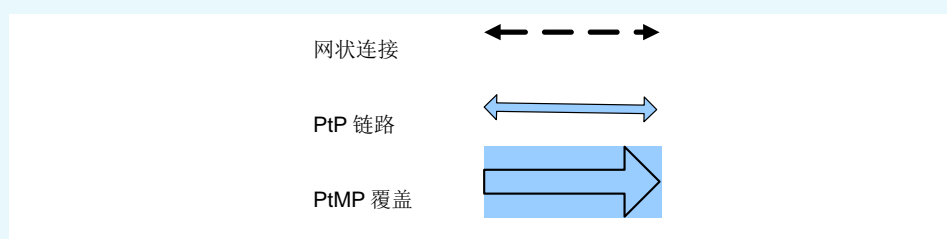


现通过以下设施进行覆盖：

- 3 个安装在屋顶的基站；
- 15 个安装在电线杆上的微微蜂窝。

该示例表明可如何结合使用 PtP、PtMP 和网状网链路来提供回程（由以下使用略语记号的图表示）：

图3.6.1.3-3：情形示例略语记号



附件 III 列出的 ITU-R 系列建议书提供有关无线回程的有益参考信息。

3.6.2 卫星回程解决方案

基于卫星的 GSM 回程方案在拓展全球、特别是发展中国家市场的移动电话和移动宽带网络覆盖方面发挥着日益重要的作用。在技术进步基础上，已出现了成本效益更高和更强健的卫星解决方案，使其成为移动网络部署中不可分割的组成部分，在农村和偏远地区尤其如

此。随着政府确保为所有公民提供移动连接的工作的深入，卫星回程方案将在为地面技术本身不能构成经济可行的方案地区提供连接方面继续发挥重要作用。

在设计蜂窝基础设施时，卫星通信是关键组成部分，它提供与核心网进行连接的价格可承受、可靠的宽带回程链路。移动交换中心和基站控制设备可通过卫星进行连接，克服了由距离、地貌或地面基础设施带来的障碍，并加大网络覆盖范围。

卫星固定业务可以：

- 在地面连接无法通达的地区提供回程覆盖；
- 以价格可承受的移动回程快速拓展网络；
- 随着业务的发展，或为了满足临时热点（如音乐会、展会或体育运动会）的需求，对网络进行调整；
- 实现网络多样化，包括实现灾害情况下的网络冗余；
- 用于不具备其他连接手段的移动车辆或闭塞环境，如船舶和航空器，或石油和天然气平台。

卫星回程的益处

使用卫星回程扩展宽带服务在覆盖、成本、安全和冗余方面均具有益处。对地静止轨道（GEO）卫星可为很大地区提供回程服务，而基础设施支出却最小。卫星回程解决方案有助于运营商将基站置于能为公民带来最大益处的地方，同时几乎无需顾忌地面基础设施所处地点。由于光纤拓展非常依赖距离核心网的距离和地点，因此，卫星可能是支持农村或偏远地区基站回程的最低成本解决方案。

此外，使用卫星回程还实现了连接冗余。光纤骨干网受损可能导致地面基站与主要网络断开，而卫星回程具有的额外分集（diversity）能确保该连接不被中断，即便地面基础设施遭到严重损坏。

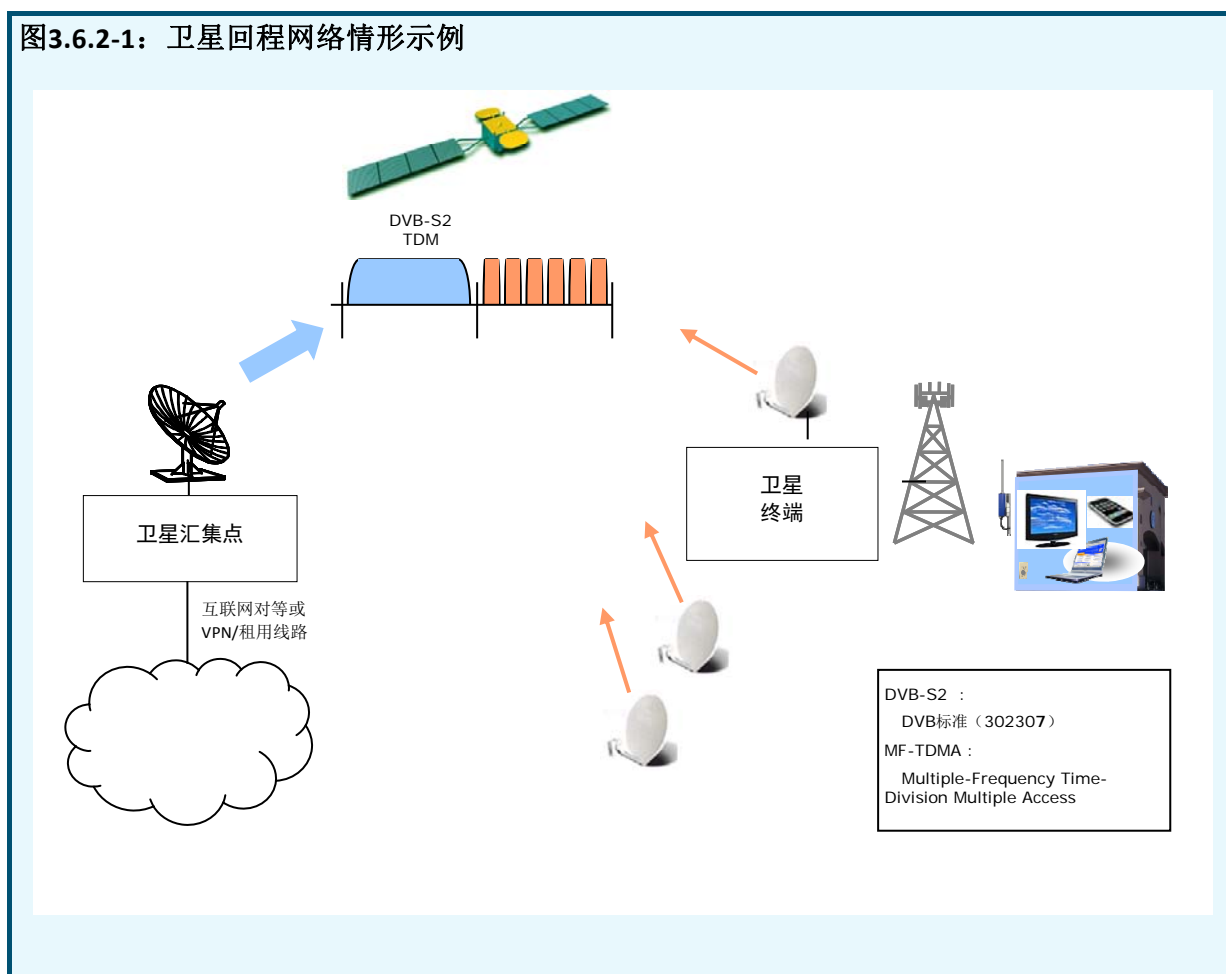
随着各国更多地寻求部署 LTE 网络，卫星系统已表明，通过其高吞吐量回程，可支持这些更高带宽的传输。

中地球轨道（“MEO”）卫星回程

由于 MEO 卫星系统比对地静止卫星系统更接近于地球（比后者近 4 倍），因此，其信号时延大大降低，这对于蜂窝回程和当今诸多基于 IP 的服务和宽带服务是十分可取的。MEO 卫星比对地静止卫星更小，因此其建造和发射费用更低。MEO 卫星具有动态可调点波束，可轻而易举地瞄准回程的偏远或闭塞地区，并视需要移至其他地区。

卫星回程网络示例

图3.6.2-1：卫星回程网络情形示例



随着人口密集区域移动普及率的提高，发展中国家的移动运营商在越来越多地使用由卫星提供的 GSM 回程来进一步扩大卫星覆盖范围，从而深入至农村市场。卫星是唯一将未连接和连接不足的地区连接一起的经济可行手段。随着最近 IMT 牌照的拍卖以及网络上高吞吐量数据服务的推出，回程需求将呈指数增长。

3.6.3 光纤回程网

见上述第 3.3 节以及附件 III 中的参考信息。

3.6.4 海底光缆回程

海底光缆为世界各国之间提供了极为关键的国际电信链路。海底光缆通过光缆登陆站在相关国家终接。“接入便利收费”（AFC）是由国际长途业务运营商（ILDO）/互联网服务提供商（ISP）向光缆登陆站拥有方支付的费用，以获得海底光缆提供的国际带宽。

有关非歧视性接入海底光缆登陆站的规则

相关主管部门为保证平等接入而纳入其规则中的要点如下：

- 1 海底光缆登陆站拥有方（OCLS）须在公平和非歧视的条款和条件下为任何符合条件的国际电信实体提供其光缆登陆站接入权。
- 2 OCLS 须以特定格式向监管机构提交“光缆登陆站参考互连要约（CLS RIO）”，其中包括有关接入设施和共置设施的条款和条件（包括需由其批准的、在其海底光缆登陆站登陆的海底光缆设施）。
- 3 得到监管机构的批准后，OCLS 须在其网站上公布 CLS-RIO。
- 4 接入便利收费（AFC）是由国际长途业务运营商（ILDO）/互联网服务提供商（ISP）向光缆登陆站拥有方支付的费用，以获得海底光缆提供的国际带宽。为进一步确保 OCLS 与 ILDO/ISP 之间保持稳定关系，监管机构可提出有关海底光缆登陆站的估算接入便利收费和确切接入便利收费。

I Annexes

Annex I: Country Experiences

Annex II: Definition of Question 25/2

Annex III: Other ITU Sector Relevant Recommendations and Reports

II Acronyms/Glossary

III References

Annex I: Country Experiences

Country/Entity	Source Document	Technology	Hyperlink to documents on Case Study website
BDT	25/2/5	WiMAX/Microwave Backhaul	Case study on project in Burundi is not available in case study library
Democratic Republic of Congo/ARPTC	25/2/6	WiMAX/WiFi/VSat/GSM/CDMA/Fiber Optic Cable	Case study from D.R. Congo is not available in case study library
Rwanda/Rwanda Utilities Regulatory Agency	25/2/7	WiMAX/WCDMA	Case study from Rwanda is not available in case study library
Egypt/NTRA	25/2/40 and 2/312	A variety of access technologies	Evaluating different access technology options
Japan/KDDI	25/2/43	WiMAX	Mobile WiMAX in Japan
Qualcomm Inc. (United States) (Project in South Africa)	25/2/50	IMT	Mobile Health Information System: Providing Access to Information for Health Care Workers
Qualcomm Inc. (United States) (Project in Indonesia)	25/2/51	IMT	Mobile Microfranchising & AppLab Initiatives
Argentine Republic	25/2/52	Satellite, Terrestrial Broadcast, Fiber	Argentina Conectada (Argentina Connected)
Qualcomm Inc. (United States) (Project in Brazil)	2/339	IMT	Fishing the 3G Nets
Qualcomm Inc. (United States) (Project in P.R. China)	2/340	IMT	Let's Get Ready! Mobile Safety Project
China Telecommunications Corporation (P.R. China)	2/321		Introduction of China Telecom's fiber Cities Broadband Development Experience
Intel Corporation (United States)	2/333		Reference Broadband Implementation Plan
Microsoft Corporation (United States)	2/338		Mawingu: Providing broadband access using TV White Spaces in Kenya

Annex II: Definition of Question 25/2

Question 25/2: Access technology for broadband telecommunications including IMT, for developing countries

1 Statement of the situation

ITU-D Study Group 2 will provide developing countries with an understanding of the different technologies available for broadband access using both wired and wireless technologies for terrestrial and satellite telecommunications, including International Mobile Telecommunications (IMT). Study Group 2 will continue to cover the technical issues involved in deploying broadband access technologies, including the integration of such access network solutions in existing and future network infrastructures, provide guidelines for broadband access development, taking into account the fact that the standardization of broadband access technologies is a priority in the strategic plan of ITU, and respond to the initiatives of all developing countries (as proposed by the six WTDC regional preparatory meetings (RPMs)).

2 Question for study

Identify the factors influencing the effective deployment of broadband wireline, wireless and satellite access technologies and their applications, with a focus on technologies and/or standards recognized or under study by the other two ITU Sectors.

- a. Examine wired and wireless broadband access technologies and their future trends;
- b. Identify methodologies for migration planning and implementation of broadband wired and wireless technologies, taking into account existing networks, as appropriate;
- c. Consider trends of broadband access technologies; deployments, services offered and regulatory considerations;
- d. Continue to identify ways and means of implementing IMT, using terrestrial links and satellites;
- e. Identify key elements to be studied in order to facilitate the possible deployment of systems integrating satellite and the terrestrial component of IMT (see Recommendation 206 (WRC-07));
- f. Provide information on the specific impact of the implementation of broadband wired and wireless means, including IMT, on underserved populations, including persons with disabilities;
- g. Provide information on IMT-Advanced systems based on the advice of Working Party 5D of ITU-R Study Group 5.

3 Expected output

- a. Yearly progress report on the above study items including a matrix of different broadband access technologies, both wired and wireless, terrestrial and satellite, with yearly updates;
- b. Analysis of the factors influencing the effective deployment of broadband access core technologies;
- c. A set of guidelines for broadband access deployment that could be delivered inter alia through training seminars in accordance with the BDT Programme 4;
- d. A handbook on IMT deployment in developing countries to replace the Handbook on Deployment of IMT-2000 systems (2003). This handbook will be the result of study group collaboration between ITU-R Study Groups 4 and 5, ITU-T Study Group 13 and the Rapporteur's Group dealing with this Question as part of ITU-D Study Group 2;
- e. Draft Recommendation(s), as appropriate and if justified.

4 Timing

The interim report on this Question is expected by 2012. The final report is expected in 2013 at the end of the ITU-D study period.

5 Proposers

Arab States, United States.

6 Sources of input

- 1) Results of related technical progress in relevant ITU-R and ITU-T Study Groups, in particular Working Parties 5D (Question 77) and 5A of Study Group 5 and Working Parties 4A, 4B and 4C of Study Group 4, and in ITU-T in particular Study Group 15 (Question 1) and Study Group 13 (Question 15).
- 2) ITU publications on both broadband and IMT.
- 3) Relevant reports of national and/or regional organizations in developing and developed countries.
- 4) Contributions on experiences with the implementation of relevant networks in developed and developing countries.

4bis) Contributions of Sector Members on the development of broadband access technologies for wired, wireless and satellite.

- 1) Relevant inputs from service providers and manufacturers.

7 Target audience

a. Target audience

Target audience	Developed countries	Developing countries ⁽¹⁾
Telecom policy-makers	Yes	Yes
Telecom regulators	Yes	Yes
Service providers/operators	Yes	Yes
Manufacturers	Yes	Yes

^[1] This includes least developed countries (LDCs), small island developing states (SIDSs), landlocked developing countries (LLDCs), and countries with economies in transition.

b. Proposed methods for implementation of the results

The work of the Rapporteur's Group will be conducted and publicized through the ITU-D website as well as through the publication of documents and appropriate liaison statements.

8 Proposed methods for handling the Question

The Question will be handled by a Rapporteur's Group of ITU-D Study Group 2.

9 Coordination

In order to coordinate effectively and avoid duplication of activities, the study should take into consideration:

- outputs from the relevant ITU-T and ITU-R Study Groups;
- the relevant outputs from ITU-D Questions;
- inputs from the relevant BDT programme(s);
- inputs from those involved in the implementation of the study of IMT systems.

10 Relevant programme

Programme 1 will be the relevant programme.

11 Other relevant information

Resolution 43 as revised by WTDC-10 should be taken into consideration.

Annex III: Other ITU Sector Relevant Recommendations and Reports

Wireline Broadband Access Technologies

- [“Access Network Transport Standards Overview”](#), is produced by ITU-T WP1/15, under Question 1/15, as the Lead Study Group on Access Network Transport (ANT) activities. The Standards Overview contains ANT scenarios, and Annex 2 of the Overview contains a detailed list of Standards and Recommendations from ITU and various Standardization Bodies.
- [“Wireline broadband access networks and home networking”](#) is produced by ITU-T SG15. It is an ITU-T Technical Paper in Series G: Transmission Systems and Media Digital Systems and Networks. It was published in December 2011.

Wireless Broadband Access Technologies[, including IMT]

- [Recommendation ITU-R M.687](#), “International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000)”
- [Recommendation ITU-R M.819](#), “International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000) for developing countries”
- [Recommendation ITU-R M.1036](#), “Frequency arrangements for implementation of the terrestrial component of International Mobile Telecommunications (IMT) in the bands identified for IMT in the Radio Regulations (RR)(03/2012)”
- [Recommendation ITU-R M.1224](#), “Vocabulary of terms for International Mobile Telecommunications (IMT)”
- [Recommendation ITU-R M.1450](#), “Characteristics of broadband radio local area networks”
- [Recommendation ITU-R M.1457](#), “Detailed specifications of the terrestrial radio interfaces of International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000)”
- [Recommendation ITU-R M.1579](#), “Global circulation of IMT-2000 terrestrial terminals”
- [Recommendation ITU-R M.1580](#), “Generic unwanted emission characteristics of base stations using the terrestrial radio interfaces of IMT 2000”
- [Recommendation ITU-R M.1581](#), “Generic unwanted emission characteristics of mobile stations using the terrestrial radio interfaces of IMT 2000”
- [Recommendation ITU-R M.1645](#), “Framework and overall objectives of the future development of IMT-2000 and systems beyond IMT-2000”
- [Recommendation ITU-R M.1768](#), “Methodology for calculation of spectrum requirements for the future development of IMT-2000 and systems beyond IMT-2000”
- [Recommendation ITU-R M.1801](#), “Radio interface standards for broadband wireless access systems, including mobile and nomadic applications, in the mobile service operating below 6 GHz”
- [Recommendation ITU-R M.1822](#), “Framework for services supported by IMT”
- [Recommendation ITU-R M.1850](#), “Detailed specifications of the radio interfaces for the satellite component of International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000)”
- [Recommendation ITU-R M.2012](#), “Detailed specifications of the terrestrial radio interfaces of International Mobile Telecommunications Advanced (IMT-Advanced)”
- [Report ITU-R M.2038](#): Technology trends (as they relate to IMT-2000 and systems beyond IMT-2000)”
- [Report ITU-R M.2039](#), “Characteristics of terrestrial IMT-2000 systems for frequency sharing/interference analyses”[Report ITU-R M.2072](#), “World mobile telecommunication market forecast”

- [Report ITU-R M.2078](#), “Estimated spectrum bandwidth requirements for the future development of IMT-2000 and IMT-Advanced”
- [Report ITU-R M.2079](#), “Technical and operational information for identifying spectrum for the terrestrial component of future development of IMT-2000 and IMT-Advanced”
- [Report ITU-R M.2242](#), “Cognitive radio systems specific for IMT systems”
- [Report ITU-R M.2243](#), “Assessment of the global mobile broadband deployments and forecasts for International Mobile Telecommunications”

Satellite Broadband Access Technologies and Solutions

Tables S.2 and S.3 below list the ITU-R Recommendations and Reports related to broadband satellite systems and technologies.

Table S.2

List of ITU-R Recommendations and Reports related to satellite broadband systems and technologies

ITU-R No.	Title
Rec. S.1709-1	Technical characteristics of air interfaces for global broadband satellite systems
Rec. S.1782	Possibilities for global broadband Internet access by fixed-satellite service systems
Rec. S.1783	Technical and operational features characterizing high-density applications in the fixed-satellite service
Rec. S.1806	Availability objectives for hypothetical reference digital paths in the fixed-satellite service operating below 15 GHz
Rec. BO.1724-1	Interactive satellite broadcasting systems (television, sound and data)
Rec. S.1001-2	Use of systems in the fixed-satellite service in the event of natural disasters and similar emergencies for warning and relief operations.
Rep. S.2151	Use and examples of systems in the fixed-satellite service in the event of natural disasters and similar emergencies for warning and relief operations
Rec. M.1854-1	Use of mobile-satellite service in disaster response and relief
Rep. M.2149	Use and examples of mobile-satellite service systems for relief operation in the event of natural disasters and similar emergencies
Rec. SNG.1710	Satellite news gathering carriers universal access procedures

Table S.3

List of ITU-R Recommendations and Reports related to performance enhancement techniques to provide satellite broadband access services

ITU-R No.	Title
Rec. S.1061-1	Utilization of fade countermeasure strategies and techniques in the fixed-satellite service
Rec. S.1711-1	Performance enhancements of transmission control protocol over satellite networks
Rep. S.2148	Transmission control protocol (TCP) over satellite networks
Rec. S.1878	Multi-carrier based transmission techniques for satellite systems
Rep. S.2173	Multi-carrier based transmission techniques for satellite systems
Rec. S.1897	Cross-layer QoS provisioning in IP-based hybrid satellite-terrestrial networks
Rep. S. 2222	Cross-layer QoS for IP-based hybrid satellite-terrestrial networks

Terrestrial Wireless Backhaul

General technical information:

- Rec. ITU-R F.1101, Characteristics of digital fixed wireless systems below about 17 GHz
- Rec. ITU-R F.1102, *Characteristics of fixed wireless systems operating in frequency bands above about 17 GHz*

More detailed information relevant to fixed backhaul systems:

- Rec. ITU-R F.746, Radio-frequency arrangements for fixed service systems
- Rec. ITU-R F.752, Diversity techniques for point-to-point fixed wireless systems
- Rec. ITU-R F.755, Point-to-multipoint systems in the fixed service
- Rec. ITU-R F.1093, Effects of multipath propagation on the design and operation of line-of-sight digital fixed wireless systems
- Rec. ITU-R F.1668, Error performance objectives for real digital fixed wireless links used in 27 500 km hypothetical reference paths and connections
- Rec. ITU-R F.1703, Availability objectives for real digital fixed wireless links used in 27 500 km *hypothetical reference paths and connections*.

II Acronyms/Glossary

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
ADSL2	Advanced version of ADSL
ADSL2+	Advanced version of ADSL
ANT	Access Network Transport
ARPU	Average Revenue Per User
ATM	Asynchronous Transfer Mode
BWA	Broadband Wireless Access
CAPEX	Capital Expenditure
CATV	Community Antenna Television
CDMA	Code Division Multiple Access
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specification
DSL	Digital Subscriber Line
DVB	Digital Video Broadcasting
EIRP	Equivalent Isotropic Radiated Power
EPON	Ethernet Passive Optical Network
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FDD	Frequency Division Duplex
FTTC	Fibre to the Curb
FTTB	Fibre to the Building
FTTC	Fibre to the Curb
FTTH	Fibre to the Home
FTTN	Fibre to the Node
FTTx	Fiber to the X, i.e. any of the above
FWA	Fixed Wireless Access
GDP	Gross Domestic Product
GEO	Geostationary Earth Orbit
GPON	Gigabit-capable passive optical networks
GSO	Geostationary Orbit Satellite
HDSL	High-bit Rate Digital Subscriber Line
HDTV	High Definition Television
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
ICT	Information and Communication Technologies
IMT	IMT-2000 and IMT-Advanced
IMT-2000	International Mobile Telecommunications (Recommendation ITU-R M.1457)
IMT-Advanced	International Mobile Telecommunications-Advanced (Recommendation ITU-R M.2012)

ISP	Internet Service Provider
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
iTV	Interactive Television
LAN	Local Area Network
LEO	Low Earth Orbit
LMH-BWA	Land Mobile (including Wireless Access) – Volume 5: Deployment of Broadband Wireless Access Systems
LTE	Long Term Evolution
MEOs	Medium Earth Orbit Satellites
NGSO	Non-Geostationary Orbit
OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access
OMCI	ONU management and control interface specification
ONU	Optical Network Unit
OPEX	Operating Expenditures
PtMP	Point-to-Multipoint
PtP	Point-to-Point
PC	Personal Computer
PDA s	Personal Digital Assistants
PON	Passive Optical Network
PPPs	Public-Private Partnerships
PSTN	Public Switched Telephone Network
QoS	Quality of Service
RF	Radio Frequency
RLAN	Radio Local Area Network
RT	Remote Terminal
SHDSL	Symmetric High Speed DSL
TDD	Time Division Duplex
TD-SCDMA	Time Division Synchronous Code Division Multiple Access
USF	Universal Service Fund
VoIP	Voice-over-Internet Protocol
VDSL	Very High-Speed DSL
VDSL2	Advanced version of VDSL

VSAT	Very Small Aperture Terminal
WAN	Wide Area Network
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access
WCS	Wireless Communication Services
WDM	Wavelength Division Multiplex
WiFi	Wireless Fidelity
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WMAN	Wireless Metropolitan Access Network
XG-PON	10-Gigabit-capable passive optical networks

III References

1. References used in the text of the World Bank publication that is included in Section 1.1 and excerpted from [LMH-BWA](#) (Document [25/2/4](#))
 - Johnson, B., J. M. Manyika, and L. A. Yee. 2005. “The Next Revolution in Interactions.” *McKinsey Quarterly* 4: 20–33.
 - Momentum Research Group. 2005. “[Net Impact Latin America: From Connectivity to Productivity](#).” Momentum Research Group, Austin, TX..
 - Clarke, George, and Scott Wallsten. 2006. “Has the Internet Increased Trade? Evidence from Industrial and Developing Countries.” *Economic Inquiry* 44 (3): 465–84.
 - Sprint. 2006. “[Sprint Mobile Broadband: Enhancing Productivity in the Insurance Industry and Beyond](#).” Sprint.
 - Ford, George S., and Thomas M. Koutsky. 2005. “[Broadband and Economic Development: A Municipal Case Study from Florida](#).” *Applied Economic Studies* (April): 1–17.
 - Kelly, D. J. 2004. “[A Study of Economic and Community Benefits of Cedar Falls, Iowa’s Municipal Telecommunications Network](#).” Iowa Association of Municipal Utilities, Ankeny, Iowa.
 - Strategic Networks Group. 2003. “[Economic Impact Study of the South Dundas Township Fiber Network](#).” Prepared for the U.K. Department of Trade and Industry, Ontario. .
 - Zilber, Julie, David Schneier, and Philip Djwa. 2005. “You Snooze, You Lose: The Economic Impact of Broadband in the Peace River and South Similkameen Regions.” Prepared for Industry Canada, Ottawa.
 - Qiang, Christine Zhen-Wei. 2009. “Telecommunications and Economic Growth.” Unpublished paper, World Bank, Washington, DC.
2. “[Broadband: A Platform for Progress](#)”, Full Report. Broadband Commission, 2011
3. “[Broadband: A Platform for Progress](#)”, Summary Broadband Commission, 2011
4. “[A 2010 Leadership Imperative: The Future Built on Broadband](#)”, Broadband Commission, 2010
5. “National Broadband/ICT Plans: Policy Objectives for Success” – Document [2/24](#) (Intel Corporation, United States)
6. “Affordable Broadband for Everyone” – Document [2/23](#) (Intel Corporation, United States)
7. Rev.1 of Supplement 1 to Handbook on Migration to IMT-2000 Systems (Document [25/2/2](#))
8. “[Land Mobile \(including Wireless Access\) – Volume 5: Deployment of Broadband Wireless Access Systems](#)”(LMH-BWA) – Document [25/2/4](#)
9. Statistics and Strategic Action Plan of Telecommunication/ICT Development in Bangladesh: Rural and Remote Areas – Document [2/INF/36](#)
10. Analysis of Factors that Influence both the Demand of Broadband Services and the Deployment of Broadband Networks – Document [2/INF/44](#) (Egypt)
11. “[Ten Facts About Mobile Broadband](#)” by Darrell West, Center for Technology Innovation at Brookings, 8 December 2011
12. “[Mobile Backhaul – The Wireless Solution](#)”, a White Paper by Transfinite Systems Ltd.

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

副主任

兼行政和运营协调部负责人 (DDR)

电子邮件: bdtdeputydir@itu.int

电话: +41 22 730 5784

传真: +41 22 730 5484

基础设施、环境建设和

电子应用部 (IEE)

电子邮件: bdtiee@itu.int

电话: +41 22 730 5421

传真: +41 22 730 5484

创新和

合作伙伴部 (IP)

电子邮件: bdtip@itu.int

电话: +41 22 730 5900

传真: +41 22 730 5484

项目支持和

知识管理部 (PKM)

电子邮件: bdtipkm@itu.int

电话: +41 22 730 5447

传真: +41 22 730 5484

非洲

埃塞俄比亚

国际电联

区域代表处

P.O. Box 60 005

Gambia Rd., Leghar ETC Building

3rd floor

Addis Ababa – Ethiopia

电子邮件: itu-addis@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

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

塞内加尔

国际电联

地区办事处

19, Rue Parchappe x Amadou

Assane Ndoye

Immeuble Fayçal, 4^e étage

B.P. 50202 Dakar RP

Dakar – Sénégal

电子邮件: itu-dakar@itu.int

电话: +221 33 849 7720

传真: +221 33 822 8013

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

美洲

巴西

国际电联

区域代表处

SAUS Quadra 06, Bloco “E”

11^o andar, Ala Sul

Ed. Luis Eduardo Magalhães (Anatel)

70070-940 Brasília, 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

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 0343/4

传真: +1 246 437 7403

智利

国际电联

地区办事处

Merced 753, Piso 4

Casilla 50484, Plaza de Armas

Santiago de Chile – Chile

电子邮件: itusantiago@itu.int

电话: +56 2 632 6134/6147

传真: +56 2 632 6154

洪都拉斯

国际电联

地区办事处

Colonia Palmira, Avenida Brasil

Ed. COMTELC/UIT, 4.º piso

P.O. Box 976

Tegucigalpa – Honduras

电子邮件: itutegucigalpa@itu.int

电话: +504 22 201 074

传真: +504 22 201 075

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: itucairo@itu.int

电话: +202 3537 1777

传真: +202 3537 1888

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: itubangkok@itu.int

电话: +66 2 575 0055

传真: +66 2 575 3507

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 10001 – Indonesia

邮寄地址:

c/o UNDP – P.O. Box 2338

Jakarta 10001 – Indonesia

电子邮件: itujakarta@itu.int

电话: +62 21 381 3572

电话: +62 21 380 2322

电话: +62 21 380 2324

传真: +62 21 389 05521

独联体国家

俄罗斯联邦

国际电联

地区办事处

4, Building 1

Sergiy Radonezhsky Str.

Moscow 105120

Russian Federation

邮寄地址:

P.O. Box 25 – Moscow 105120

Russian Federation

电子邮件: itumoskow@itu.int

电话: +7 495 926 6070

传真: +7 495 926 6073

欧洲

瑞士

国际电联

电信发展局 (BDT) 欧洲处 (EUR)

Place des Nations

CH-1211 Geneva 20 – Switzerland

Switzerland

电子邮件: eurregion@itu.int

电话: +41 22 730 5111



国际电信联盟

电信发展局

Place des Nations

CH-1211 Geneva 20

Switzerland

www.itu.int