

培育互联互通：亚太经合组织中的低轨卫星机遇

亚太经合组织电信与信息工作组

2025年8月



Asia-Pacific
Economic Cooperation



**Asia-Pacific
Economic Cooperation**

培育互联互通：亚太经合组织中的低轨卫星机遇

亚太经合组织电信与信息工作组

2025年8月

APEC项目：TELWG 101 2024A

由 Ann Katsiak 制
作

为亚太经合组织秘书处 35恒隆路 新加坡 119616
电话：(65) 68919 600 传真：(65) 68919 690 电子
邮件：apec.org@info
网站：www.apec.org

© 2025 亚太经济合作组织秘书处

APEC#225-TC-01.1

致谢

这项研究由美国亚太经合组织-RISE计划制作，该计划由美国政府资助，并由卡杜斯公司的Nathan执行。该研究的主要作者是Access Partnership的朱莉安娜·拉米雷斯、哈姆扎·哈米德和彼得·洛夫洛克，卡杜斯公司的安·卡西亚克参与了审阅和意见输入。美国亚太经合组织-RISE在国务院网络空间与数字政策局以及东亚及太平洋事务局（EAP）的指导下进行。

内容

执行摘要	1
1. 简介	2
2. 挑战与机遇	4
2.1 来自低轨宽带卫星连接的监管挑战和最佳实践	4
2.2 社会和经济机遇	8
3. 监管发展与许可要求	9
3.1 频谱资源	10
3.2 授权条件	11
3.3 相关发展	12
4. 推荐	17
附件一：成员国及其相关机构	20
附件二：研讨会日程	21
附件三：研讨会总结报告	24
参考文献	27

首字母缩写词

ACMA 澳大利亚通信和媒体管理局

APEC 亚太经合组织

Apec tel 69 69th 电信与信息工作组会议

词典 信息和通信技术部

EAP 东亚及太平洋事务

FCC 联邦通信委员会

FSS 固定卫星业务

GDP 国内生产总值

GEO 地球同步赤道轨道

GSO 地球静止轨道

HTS 高通量卫星

IFT 联邦电信学院

IMDA 信息通信媒体发展局

物联网 物联网

ISAM 在轨服务、组装和制造

ISED 创新、科学和经济发展加拿大

国际电信联盟 国际电信联盟

LEO 低地球轨道

MNO 移动网络运营商

美国宇航局 国家航空航天局

NBTC 国家广播电信委员会

NGSO 非地球静止轨道

NICTA 巴布亚新几内亚国家信息和通信技术管理局

NTC 国家电信委员会

美元 美元

美国 美国

VPN 虚拟专用网络WRC 国际电信联盟世界无
线电大会

执行摘要

由于成本高昂且延迟能力高，最初市售的卫星通信系统只能为大实体提供服务，例如企业（如石油和采矿公司、银行机构）或政府机构。然而，技术进步和日益激烈的竞争已大幅降低了成本，使卫星通信对所有人更加普及。

低地球轨道（leo）卫星的增长尤其具有影响，提供高速、低延迟和高容量的连接。然而，低地球轨道宽带卫星部署带来了复杂的监管挑战，包括轨道资源管理、频率协调以及各种其他许可问题。需要适当的监管监督以防止干扰并确保竞争性市场仍然是政策制定的核心关注点。促进低地球轨道卫星市场的竞争对于推动创新、降低成本和提高消费者服务质至关重要。

本文分析了低轨宽带连接的变革潜力及其提供的众多机遇，例如提升偏远地区的连接性、增加连接性服务供给、实现公共安全和国内安全提升，以及增强可用服务的质量。本文还呈现了针对亚太经济合作组织（APEC）区域内提供低轨卫星服务的法律与监管环境的研究和背景评估。同时讨论了监管框架中的可能最佳实践，强调了亚太经合组织经济体中近期的监管发展。

以下各节概述了预见的和估计的效益，以及LEO卫星宽带连接出现所带来的挑战。它们讨论了LEO服务的必要许可条件，并突出了某些新兴的最佳实践。第三节简要概述了APEC经济体中与LEO卫星宽带连接相关的监管发展。结论提出了具体的考虑因素，以促进关于应该推进以利用LEO卫星连接的潜在要素的讨论，从而帮助APEC经济体有效地应对所描述的挑战。

本文件是亚太经合组织项目的一部分，其目标是为政策制定者、监管者和公民社会利益相关者提供一个提出和实施所需监管或其他变更的框架

经济将允许近地轨道卫星服务为服务不足的地区和社区提供宽带互联网接入。相关研讨会于2024年9月在第69届会议的边缘举行。th 电信与信息工作组会议 (APEC TEL 69)。研讨会议程和研讨会总结报告可在本报告的附件中找到。

1. 简介

商业卫星的出现标志着电信和航天技术历史上的一个转折点。地球同步轨道上的第一颗商业通信卫星，也被称为“早鸟”并由国际通信卫星组织 (Intelsat) 建立，于1965年4月6日由美国国家航空航天局 (NASA) (NASA, 2010) 发射升空。这颗卫星旨在克服当时可用技术面临的挑战，并通过大西洋转发信号以实现稳定的实时通信。

在其早期阶段，卫星通信是一种只有大型企业和政府机构才能使用的国际连接工具。这主要是因为卫星通信所需的基础设施，包括地面站、大型天线和复杂的接收设备，主要由国家经营的企业运营，而这些企业并不专注于为中小企业和消费者或家庭提供直接连接。2010年代，能够提供宽带互联网服务的地球静止轨道 (GEO) 卫星的出现标志着转折点，因为它们开始在解决数字鸿沟和将连接带到全球方面发挥关键作用。

几十年来，地面和空间网络技术的进步、竞争加剧、发射成本下降以及规模经济等因素显著降低了卫星通信的成本。近年来，近地轨道非地球静止轨道 (NGSO) 卫星的出现改变了市场格局，这意味着更小、成本更低的卫星现在可以提供多种服务，包括高速、低延迟、大容量的直接到消费者连接。

例如，包括地球静止轨道 (GSO) 和NGSO的高通量卫星 (HTS) 的市场机会在2024年至2032年期间估计为1360亿美元，预计这种连接的97%的供应将由NGSO系统提供 (Euroconsult, 2024)。近地轨道卫星用于多种应用和服务，包括物联网

物联网连接性、直连蜂窝通信、地球观测、导航、海事通信、研究、回程和宽带。

用于宽带连接的莱奥卫星星座一直是极具前景的领域。制造和发射卫星的成本降低、地面设备成本的减少，以及卫星服务提供商之间竞争的加剧，已导致消费者能够负担得起更多的订阅计划。许多终端用户现在了解到卫星连接的个人使用可能性，正是由于这些最近的进展。此外，宽带连接解决方案的日益普及——例如能够覆盖地面连接无法部署或实施成本过高的地区的卫星服务——为弥合数字鸿沟、提升偏远和欠服务地区连接性提供了机遇。

低地球轨道卫星星座的出现带来了国际和国内层面许多新的监管挑战。首先，在国际层面，确保无线电频率及相关轨道的合理、高效和经济的利用至关重要。在国内监管层面，监管机构必须处理频率协调以防止干扰并确保竞争。低地球轨道卫星宽带连接的日益普及和采用促使监管机构重新考虑传统的许可方案，包括技术参数的定义、是否允许网络许可或包罗万象的许可、频谱的可用性、用户设备的移动以及认识到低地球轨道系统在弥合数字鸿沟方面的潜力。

本文件概述了亚太经合组织各经济体中低轨道宽带卫星的部分国内监管和许可发展情况。它阐述了低轨道卫星连接的潜在社会效益，并强调了轻触式、有效的监管框架在为经济发展和数字接入开辟新机遇方面的重要性。通过促进竞争和确保频谱资源的公平接入，这些框架可以推动创新、降低成本并提高服务质量。

下列部分详细阐述了预见的和估计的收益，以及LEO卫星宽带连接出现所带来的挑战。它讨论了LEO服务的所需许可条件，并重点介绍了某些新兴的最佳实践。第三部分简要概述了APEC经济体中与LEO卫星宽带连接相关的监管发展。结论提供了一组初步

为亚太经合组织经济体有效利用低轨卫星连接的潜力提供建议，重点在于增强竞争、确保频谱可用性以及促进数字接入。

2. 挑战与机遇

莱茵宽带的连接对亚太经合组织经济体构成的主要挑战和机遇是什么？本节概述了一些挑战以及亚太经合组织经济体可以考虑的行动项目，以最大限度地发挥该技术的效益。

2.1 来自近地轨道宽带卫星连接的监管挑战和最佳实践

新出现的低地球轨道卫星星座由于卫星运营商数量增加、其创新部署、空间站和地面站数量众多、技术要求以及卫星服务整体可用性扩展而挑战传统和既有的监管框架。这些星座正在使现有的监管框架承受压力，而这些框架主要是为少数专注于政府、企业 and 大规模广播用户且位于固定地点的电信运营商制定的。当今的卫星创新更强调对消费者的服务、移动性和中小型企业。根据有关卫星服务的国际最佳实践，主要挑战和改进机会总结如下：

- **着陆权**：最初在 20 世纪 80 年代被视为保护国内卫星的措施，允许外国卫星在特定经济区域内传输和接收的授权要求可能会限制或延迟有益服务的部署，并且，除非进行现代化改造，否则会对服务可用性造成障碍。虽然着陆权仍然是必要的，但更新这些要求以反映不断变化的技术和竞争格局对于促进 LEO 高效部署至关重要。

当频率协调程序在双方进行时 连接性。

在国内和国际层面，一个简单的轻量级行政登记，在需要时，可以在不影响服务可用性的情况下满足国内管理需求。

- **频谱可用性**：Leo卫星宽带服务主要在传统上识别的 **K频段** (17.8-18.6 GHz和18.8-19.3 GHz (下行) 和27.5-30.0 GHz (上行))和 **Ku波段** (10.7-12.7 GHz

(下行)和14.0-14.5 GHz(上行)。这些频率的分配在国际层面上为固定卫星服务(FSS)进行了协调,国际电信联盟(ITU)已定义了技术参数,以允许卫星服务在这些频率范围内运行。

然而,在国内层面,一些经济体将部分Ku和Ka频段资源用于更小的范围(例如,Ka频段的27-29 GHz或Ku频段的14-14.25 GHz),或者仅允许在这些范围内更少的应用(例如,不分配频谱用于移动地球站或便携式地球站)。频谱可用性降低可能导致提供给终端用户的服务质量下降,因为卫星提供商在规划和设计满足数据需求网络方面能力减弱,或者在与其他运营商争夺相同资源,这也可能限制创新。

亚太地区需要日益紧迫地解决这些限制和差异。关于多个低轨星座共存以及确保新进入者市场准入的行动也开始成为监管机构关注的议题。例如,一些监管框架允许将频谱全部分配给新进入者,前提是它们满足某些法律和技术资格要求,并且能够与现有系统(如广播卫星服务和固定卫星服务计划)在国内和国际上协调。如果一旦技术参数定义,如果存在协调工作失败。无干扰风险,应考虑全Ku和Ka频段的频谱可用性。

- **国内网关：**从技术和经济角度来看,在提供服务的每个司法管辖区部署系统并不需要网关。建立不必要的卫星网关要求对网络的设计和运营产生重大影响,并代表卫星提供商高昂的运营成本。它还使监管机构处于设计实际星座的角色。尽管如此,许多经济体仍然实施这一要求,以授权运营商提供国内宽带卫星连接。通常,这基于对确保政府控制或访问的担忧。存在替代的监管措施,可以避免不必要的物理网关基础设施。

例如，允许提供商使用移动网络运营商（mno）的本地基础设施通过其网络传输流量，或实施虚拟专用网络（vpn）连接将流量路由到合法的国内政府实体，可能满足访问要求。

总而言之，存在替代不必要的网关要求的方法。

- **网络许可或通用许可：**要使近地轨道（leo）卫星宽带星座能够高效运行并向广阔地区提供连接，需要许可制度，允许以低成本部署地球站以扩大覆盖范围，并有效分配最终用户终端。传统的许可条件，要求每个地球站或最终用户终端部署时都需要单独授权，或需要提供其部署信息（例如，地理位置），与现代Leo系统的配置不匹配，对卫星运营商来说成本高昂，并增加了国内当局的管理负担。历史监管制度是基于这样一种假设，即只会有一小批地球站，而不是如今Leo系统所能实现的数百或数千个地球站。

当此类法规实施时，服务的部署会延迟，而服务提供商所面临成本通常转嫁给消费者，这意味着服务将以更高的价格提供。一种允许大量预期地球站（也称为全面或网络许可）的许可方案，对于宽带卫星连接的有效部署是有帮助的。

- **频谱资源：**频谱资源的分配和管理对于低轨卫星宽带服务的有效部署至关重要。频谱使用和许可费用需要更新以反映针对更广泛人群的新全面/网络发展。监管框架应确保频谱资源以鼓励提供商间竞争的方式提供，促进宽带消费者互联网服务以竞争性价格快速部署。

频谱用于提供卫星宽带互联网，为监管机构在制定收费标准时应考虑的社会经济效益，特别是激励服务在服务不足和服务未覆盖社区的实施（前沿经济，2022年）。虽然频谱定价仍然是一个重要的考虑因素，但必须确保费用基于成本并反映频谱资源的实际使用情况，而不是成为进入的障碍。

修订频谱费用及其收费条件，采取与增加互联互通和向更多社区提供服务所带来的经济效益相匹配并促进其发展的方式，可能比从许可方收取的高费用带来更大的收益。

- **最终用户终端成本：** 由于技术创新，过去五年卫星终端用户设备的价格大幅下降。然而，对于中低收入家庭来说，它们仍然很昂贵。终端的大规模生产和降低进入市场的相关成本将有助于使终端用户设备价格合理。销量将推动成本下降并提高可用性。

通常，与满足设备型式认证或合格认定相关的成本，例如进口程序，会通过提高服务价格的方式转嫁给消费者（ADB, 2021）。简化型式认证条件，修订最终用户终端设备的进口管制，
减少 简化进口程序，包括承认互惠
监管负担和成本，使得由于大规模生产和将终端推向市场的成本较低，能够向消费者提供更低的价格。

- **重新评估本地实体的所有权和国外所有权限制：** 设立法律实体（本地分支机构或实体）既耗时又昂贵，可能构成市场进入的潜在障碍。此外，当地实体
监管机构 限制可能阻止运营商进入市场。
应评估要求本地机构或外国所有权限制作为提供卫星宽带连接的先决条件的必要性。虽然一些法规并未明确要求本地存在，但实际考量往往需要它来满足各种
许可证文件本身建立监管 监管要求。
控制和可以作为执行许可证条件的依据，通过暂停或撤销。

目前，提供leo宽带连接服务的主要供应商包括星链（spacex公司）、oneweb（目前为eutelsat集团的eutelsat/oneweb部分）、即将推出的kuiper（亚马逊公司）、卫星弹性、互联和安全性基础设施（或通过欧盟安全连接计划进行的iris²）、telesat、国网以及千帆/g60。一个值得注意的发展是，传统的卫星供应商和gso系统的所有者开始与leo供应商合作，以他们的名义提供服务，但利用

通过转售模式从非地球静止轨道（NGSO）星座获得连接性。这是一个卫星连接性和运营商及服务之间创造竞争的交汇领域。

因此，低轨连接的供应超越了上述运营商，并催生了多轨道弹性的无缝连接解决方案。这些方案现由传统卫星行业提供商提供，例如Intelsat、Viasat/Inmarsat、EchoStar/Hughes、SES以及作为Eutelsat集团一部分的OneWeb（Kratos，2023年）。多个低轨卫星运营商的出现为增强市场竞争提供了机会。监管框架应设计为降低新进入者的进入壁垒，鼓励创新，并确保所有提供者拥有公平的竞争环境。

这些技术和商业进步以及与其他网络的融合可以带来显著的连接性增强和创新服务的机会。为了完全实现这种发展，随着系统的日益复杂，相关监管调整的需求变得紧迫。应对这些机会将解锁巨大的社会和经济机遇，如下所述。

2.2 经济机遇

将互联网接入率提高10%将使移动宽带的人均国内生产总值（GDP）提高2.5-2.8%，使固定宽带的人均GDP提高2.0-2.3%（国际电信联盟，2019年）。这种影响在低收入经济体中比在高收入经济体中更为显著——恰是需求更大的地方。此外，低地球轨道宽带连接还可以用于为地面（移动）服务提供中继，从而进一步扩展连接选项，使经济影响翻倍——或更多。

值得注意的是，卫星宽带连接的一个优势在于其能够在基础设施部署少于其他解决方案的难以进入的地区，包括农村地区运行。这对于弥合数字鸿沟尤为重要。2018年，据估计全世界90%的人口已覆盖移动宽带。截至2024年，这一比例仅增长了四个百分点，说明了在全球许多地区解决昂贵的最后一公里问题的普遍困难。此外，几乎所有高收入经济体的城市地区以及98%的农村地区都已覆盖。因此，现有的覆盖率差距几乎全部对应发展中经济体农村地区的人民（ITU，2023）。

与高收入经济体相比，中等偏下收入经济体的移动宽带篮子可负担性低5.5倍，低收入经济体则低20多倍。如果在低收入经济体中有固定宽带订阅，其成本相当于平均月收入的1/3 (ITU, 2023)。

这是 LEO 宽带连接解决方案可以为终端用户提供直接互联网接入，或以越来越有成本竞争力的价格和服务质量实现其他技术的扩展的地方。例如，预计到 2030 年，至少有 5 亿人将使用卫星宽带连接。到同一年，家庭的相关收益估计为 520 亿美元，是 2022 年计算的 2 倍。这一数字代表了从改进的连接中获得的收益总额，例如信息、在线服务、教育、医疗保健和其他基本服务的获取增加。(Valdani Vicari & Associati; LS Telecom, 2023)。

为了实现增加互联网接入和由低地球轨道宽带连接的特殊性所释放的潜在效益和影响，必须解决上一节中描述的监管挑战。值得注意的是，低地球轨道宽带服务提供商已经运营了大约五年，许多经济利益和增长据估计已经在短期内获得。

许多亚太经合组织经济体正在改革其监管环境，以实现多个运营商的接入。此外，一些经济体已经实施了监管更新，以应对现有挑战，如下一节所述。

3. 监管发展与许可要求

本节探讨了部分亚太经合组织经济体近期低轨宽带监管发展情况，以突出几个监管框架的演变，以及亚太经合组织经济体提出的可预见的行动和优先事项。本研究旨在为进一步的分析和讨论提供输入。

值得注意的是，本节仅涵盖地面段的连通性和监管体系，包括安装和运营地球站以及向消费者提供连通性服务的规定和要求。它与指导亚太经合组织经济体国内规则的关联性并不相关。

空间段，对应于卫星的发射以及管理当局必须与国际电信联盟（ITU）进行的通报和协调程序，以实现频谱和相关轨道资源的有效利用，以及在不对他服务造成有害干扰的情况下在空间中运行星座。

3.1 谱资源

在运行提供宽带服务的低地球轨道卫星星座的频谱要求方面，所有主要运营商¹使用 **K 频段**

(17.8-18.6 GHz和18.8-19.3 GHz (下行) 和27.5-30.0 GHz (上行))和 **Ku波段** (10.7-12.7 GHz (下行) 和 14.0-14.5 GHz (上行))。如前所述，这些频段属于国际协调的FSS频谱，通过国际电信联盟世界无线电大会（WRC）的谈判制定，并包含在国际电信联盟无线电规则中。)

此外，一些运营商已经开始测试提供服务 **V波段** (37.5-42.0 GHz (下行) 和 47.2-50.2 GHz 和 50.4-52.4 GHz (上行))，这有助于增加数据容量，因为更高的频谱频率可以每秒传输更多信息。然而，使用频谱的一部分 **V波段** 在国际层面，关于卫星服务的问题仍在讨论中。

在不同的亚太经合组织成员国的电信频率分配框架内，FSS系统继续被放置在上述频段内，大多数经济体遵循国际ITU分配。然而，这些频段用于卫星服务的分配以及获得此类分配的复杂性在亚太经合组织成员国之间存在显著差异。

例如，一些经济体，如新西兰，已定义“分类许可证”或“通用许可证”，仅授权在符合技术要求的前提下使用频谱。因此，无需申请许可证或支付费用。同时，加拿大、智利、日本和墨西哥等经济体简化了频谱分配的许可程序，通常在六个月或更短的时间内完成程序。在澳大利亚和美国等其他经济体，近地轨道系统根据其各自的国际电信联盟空间分段条件进行许可，地面站有时则单独许可。

¹星链, OneWeb, Telesat, Kuiper。

集体或分组许可，或单独为网关。相比之下，为文莱达鲁萨兰；印度尼西亚；巴布亚新几内亚；或菲律宾等其他亚太经合组织经济体提供卫星服务而获得频谱频率分配，实质上需要更长的时间范围并完成更多要求；在某些情况下，许可需要与当地运营商建立业务关系。

3.2 许可条件

提供利奥宽带互联网服务的规则反映了每个亚太经合组织经济体中一套不同的许可条件。通常要求的授权包括：

- **着陆权：** 允许一颗外国卫星向该市场以及在该经济体上提供传输容量。
- **电信牌照或网络服务提供商牌照：**
授权允许提供商运营网络并向第三方或公众提供服务。这些可以是单一类型，或包括区分网络运营和业务开通的子分类。
- **频谱许可：** 允许提供商在一系列频率上使用频率并在经济中运营地球站的频率分配。
- **无线电设备执照：** 一项额外的授权，用于操作某些情况下不在频谱许可证范围内的地面站。
- **型式认证：** 也称为型式认证，这指的是对所用设备的验证，以确保其符合技术要求、对人类健康安全，并且不会造成有害干扰。在某些经济体中，这通过地球站许可证程序进行处理。

具体要求因经济体而异，通常反映当地监管环境的复杂性、参与电信和航天服务的程度、服务商进入市场的难度以及整体市场成熟度。例如，澳大利亚、智利、日本、新西兰和中华台北等经济体，为了促进竞争和宽带接入，已选择简化许可证框架和条件，以降低新服务商进入市场的障碍。

其他经济体需要额外的、明确的报告要求，例如加拿大；墨西哥；秘鲁；以及美国。虽然这些要求可能看似更复杂，但它们旨在确保透明度和合规性，这可以为市场参与者提供一个清晰且可预测的框架。

如前几节所述，近五年有效运营和市场可用性期间，低轨卫星连接服务的出现已经扰乱了市场并挑战了监管框架。² 这种快速变化凸显了监管演变的必要性。然而，亚太经合组织经济体的监管机构和政策制定者正在抓住机遇，制定和发展新政策。

3.3 相关发展

以下是一些亚太经合组织经济体在低地球轨道宽带监管方面近期发展的一些例子。

- **澳大利亚：** 澳大利亚通信媒体管理局（ACMA）已发布多项许可制度更新，以承认和适应低地球轨道卫星服务，包括与ITU层面的决定进行协调，例如移动地球站的操作以及国际移动通信（IMT）卫星直通移动业务的指导。此外，2022年10月，成立了一个低地球轨道卫星工作组。首份报告于2024年4月24日发布（低地球轨道卫星工作组，2024），其中包含五个方面的建议：数字包容性、普遍服务、直通设备服务、紧急情况下的弹性和冗余性、商业和经济利益。

- **加拿大：** 加拿大创新、科学和经济发展部（ISED）最近更新了多项法规，以适应非政府组织（NGSO）卫星服务的许可特殊性，包括频谱费用和技术参数等方面的考虑（ISED，2023）。此外，《2023年至2027年频谱展望》（ISED，2023）对低地球轨道（LEO）卫星服务有以下说明：

²ngso星座概念在三十多年前被提出，并在上世纪90年代开始向市场提供；然而，当时的技术成本太高昂，地面服务（移动电话）取得了更大突破，提供了更便宜、更便捷的解决方案（butash, garland, & evans, 2021）。

- 谱系展望承认了对卫星连接的需求增加，特别是对非地球静止轨道卫星（NGSO）和创新应用的需求，这些应用需要额外的频谱可用性，并定义了随着市场巩固，需要继续关注该问题并监测进展的需要。
- 谱系展望还设想了对监管环境的重新思考，以促进低地球轨道和近地轨道卫星运营商的增长。
- **智利：**历史上，智利的监管框架在南美洲是最简单的之一。没有着陆权要求，一种技术中立许可制度，授权最长可达30年，并可续期（Subtel，2019）。
 - 该国是南美洲2022年和2023年最早向LEO卫星提供商发放许可证的经济体之一，由于整体营商环境较为便利以及对其他南美经济体而言简化的许可证条件，提供商已选择智利设立运营机构以在该地区提供服务。
 - 《数字转型蓝图2035》（联合国拉美和加勒比经济委员会，2024年）强调低轨道卫星连接在为农村和分散人口提供互联网接入方面的作用。该蓝图承认需要采取技术中立策略，以促进基础设施部署，并通过使用频谱资源激励创新，以覆盖服务不足的地区，特别是人口密度低、商业案例具有挑战性的地区。
- **墨西哥：**2023年，联邦电信研究所（IFT）修订了卫星服务提供规则（IFT，2023），旨在结合近期技术发展，允许创新，并方便国内外服务提供商接入。总体而言，墨西哥的许可制度在技术上保持中立。尽管许可条件包括需要落地权且只有国内实体有资格申请许可，但多家卫星服务提供商已在墨西哥提供服务，低轨卫星服务提供商已获得许可或宣布了墨西哥的投资计划。此外，卫星运营商需要将其收入的百分比上缴政府，这可能会影响部分服务提供商对市场的吸引力。
- **巴布亚新几内亚：**2023-2024年，巴布亚新几内亚国家信息通信技术管理局（NIC TA）举行公开咨询，以征求

行业和利益相关方就LEO卫星服务许可的适当安排进行磋商（NICTA，2024年）。咨询认识到有必要更新一些与该技术相关的许可条件，并遵循技术中立最佳实践，还认识到LEO解决方案应具备实施普遍接入和服务项目的资格。

- **菲律宾：**认识到改善连接性以及卫星服务在弥合差距中的作用，特别是考虑到其地理环境，2021年，信息和通信技术部（DICT）发布了第002号文件（DICT，2021），通过修改其着陆权要求以及从宽带连接获取频谱，旨在通过卫星技术显著扩大互联网服务。根据新规则，卫星提供商被允许将其容量直接销售给国内牌照持有者。为了提供宽带互联网服务，国内牌照持有者需遵守更简单、更快捷的许可制度，从而促进其获取频谱频率。此外，国家电信委员会（NTC）负责确保有足够的频谱资源可用于提供宽带卫星连接。

- **新加坡：**由于固定宽带的大量部署，新加坡的互联网接入非常普及（ITU，2024）。然而，国内外政策都承认低轨宽带连接的好处，并将其识别并纳入国内框架，以下发展情况证实了这一点。

- 莱奥卫星宽带服务公司受限于设施运营许可框架和基于服务的运营许可框架。具体而言，其服务属于指南中“卫星移动电话或数据服务”的范围（IMDA，2023）。2023年新加坡数字连接蓝图（通信与信息部；IMDA，2023）将促进莱奥卫星服务增长（包括监管层面）视为进一步发展新加坡数字基础设施的关键领域。港口和机场容量的扩展被确定为新加坡莱奥卫星技术最具潜力的领域之一。蓝图还宣布将开展工作以确保频谱资源充足，并提高现有许可框架的清晰度。

- **泰国:** 国家广播电视和电信委员会 (NBTC) 于2023年修订了其许可证框架，以更好地适应外国卫星运营商的复杂性 (NBTC , 2024)。根据新制度，希望使用外国卫星提供服务的运营商必须申请三个独立的许可证：网关站设施、上行和下行卫星信号着陆权以及商业服务。这取代了以前的单一许可证制度，使流程更加严格。虽然这些变化旨在提供更结构化和全面的监管方法，但它们也引入了额外的步骤，可能会增加许可流程的复杂性和持续时间。尽管监管发生变化，但实施挑战仍然存在。

- **美国：** 美国是率先修改监管框架以允许低轨卫星服务的经济体之一，包括频率分配、干扰问题、服务可用性和许可条件。联邦通信委员会 (FCC) 发布了首个承认卫星和地面技术互补性的规则，特别是在缺乏覆盖的地区 (FCC, 2024)。此外，FCC推出了措施以简化卫星许可规则和程序，以促进卫星空间和地面站的许可 (包括非地球静止轨道固定卫星服务系统)，以及其他目的。(FCC, 2023)。其他具体行动包括：

- 2023年，作为满足太空新时代需求的空间创新议程的一部分，FCC成立了一个专门的空间局来处理与卫星通信和其他在轨活动相关的政策许可事宜(FCC, 2023)，以促进商业太空服务的部署，简化监管流程，并支持新技术和新进入者进入市场。

- 2023年4月，美国联邦通信委员会 (FCC) 发布了关于非政府运营航天飞机系统 (NGSO) 固定卫星服务系统间频谱共享的新规则 (FCC , 2023)。该规则确立了在美国同一处理周期内获得许可或获得市场准入的NGSO FSS运营商必须善意协调，并为早期获得许可的提供商授予的保护设定一个日落期，旨在让新进入者在日落期结束后以平等的基础共享频谱。该规则基于这样一种理解，即促进卫星提供商之间的协调以及定义技术参数将允许NGSO系统的共存，并将促进宽带NGSO卫星服务和竞争的发展。

– 2024年1月，FCC通过了一项复议令，该令向卫星运营商就卫星机动性披露要求以及“自由飞行”部署设备的使用、进行重新接触风险分析的方法，并明确了大型卫星系统适用0.99处置可靠性目标的适用性。委员会还澄清了评估和限制在太空中释放持久性液体的要求，委员会的轨道碎片规则适用于非美国许可的空间站，并通过将FCC授权的近地轨道卫星在任务完成后可在轨道上停留的时间从25年缩短至5年来进行澄清。

– 2024年9月，美国联邦通信委员会（FCC）通过新规则，在17.3-17.8 GHz频段为非地球同步轨道（NGSO）固定卫星服务开放1300兆赫兹的连续频谱。此举提高了频谱利用率，促进了竞争，并扩展了卫星运营商提供先进服务的能力，包括为服务不足地区提供高速互联网接入。

– 2024年2月，委员会提出了一份用于从事在轨服务、组装和制造（ISAM）活动的站的频谱许可框架。ISAM活动是一个快速加速创新和经济机遇的领域。作为其太空创新议程的一部分，FCC提议对其第25部分规则进行修改，以支持这些新型太空活动的发展。

上述措施体现了对低轨卫星技术提升连接性、激发创新与竞争活力、弥合数字鸿沟的变革潜力的清晰认识。在轻松且智能的监管环境下，存在关键步骤，这些步骤促进了低轨卫星服务的部署，并为亚太经合组织经济体的未来增长奠定了基础。这些步骤包括：

- 实施技术中立许可框架，以使当前和未来的创新能够轻松部署，并加快所有经济领域获得新技术好处的进程。

- 解决频谱分配问题，并持续监测技术发展，以有效管理这一所有无线通信的原始材料。

- 简化市场准入规则，以影响经济各行业可获得的成本和服务种类。
- 应对新的监管演变领域，以使低轨星座发挥作用，及时提升5G连接和其他应用。
- 结合 itu 的决定、建议、技术标准和最佳实践，同时减少国内监管负担，以增加竞争。

将现代监管框架纳入卫星技术有助于确保所有亚太经合组织经济体，以与其独特的国内需求 and 能力相一致的速度，为数字连接的集体进步做出贡献并从中受益。下一节将进一步阐述这些建议。

4. 建议

立足亚太经合组织经济体中良好的实践和成功案例，支持低地球轨道卫星连接，同时承认需要平衡市场准入条件与公共政策重点，本节阐述了应推进的潜在要素，以利用低地球轨道卫星连接的效益。

分享关于频谱使用的知识和能力。

注意到亚太经合组织各经济体在国际最佳实践的实施以及纳入新技术规则方面存在差异，监管机构应分享频谱和许可专业知识，并扩展能力建设机制。从这一合作中受益的主题包括监管最佳实践以及协调频率使用以避免有害干扰并确保与其他卫星和地面服务共存的应用案例。

确保为低地球轨道（LEO）服务提供充足的频谱可用性是另一个重要议题；因此，亚太经合组织经济体应考虑分享频谱共享和动态频谱接入技术的见解，以最大限度地提高可用频谱的效率使用，采取行动满足日益增长的卫星连接需求，并从不同经济体规则的实施中学习经验。监管机构应优先考虑频谱资源的有效分配和管理，以支持低地球轨道卫星服务的发展。这包括：

- 将频谱费设定在基于成本并与频谱资源实际使用相一致的水平上，避免收取没有实际用途的费用。
- 在制定频谱费时，考虑增加连接性的经济效益，以激励在农村和连接较少的地区部署服务。
- 简化许可流程，以减少进入障碍，并促进供应商之间的竞争。
- 认识不同类型的费用（地面站、着陆权、频谱），并帮助确保其结构支持卫星宽带服务的经济可持续发展。

考虑安全和技术选择

共享和保护卫星通信安全、保护用户数据以及确保合规性的实践和测试可能有益，包括考虑各经济体的不同方法。分享实例有助于识别可能影响成本和部署速度以实现这些重要目标的选项。此外，讨论增强安全性和隐私的技术选择可以提供对有效实践的进一步见解。

优先考虑在亚太经合组织经济体之间进行标准化或简化的市场进入要素的机会，以增强竞争力，并为低地球轨道宽带提供激励措施，以帮助弥合数字鸿沟

重新考虑获取降落权相关的一些复杂性，例如评估本地实体或存在作为申请执照的必要条件，或修改接受亚太经合组织经济体内设立的法律实体的可能性，也将降低进入壁垒，减少服务提供成本，提高竞争力。

激励低轨道（LEO）供应商将其覆盖范围扩展到未服务区域是消除亚太经合组织经济体数字鸿沟的重要里程碑。降低金融障碍可以包括实施鼓励供应商确保服务到服务不足或未服务区域的计划，连接家庭和社区，并为学校、医院、社区中心以及类似机构提供Wi-Fi解决方案。

多个监管机构已经探索并实施了这些项目，它们可以在亚太经合组织经济体内部探索，以建立最佳实践和用例。同样地，借鉴亚太经合组织经济体之间的地理多样性，可以探索针对农村和偏远地区的政策解决方案和激励措施的最佳实践和解决方案。经济体可以通过主动在亚太经合组织经济体之间分享这些经过验证的有效经验和实践，来支持区域连接性和经济发展。

总的来说，亚太经合组织经济体为提升近地卫星连接性的协同努力能够显著弥合数字鸿沟，增加竞争，并促进广泛增长。在监管框架、技术标准和安全措施方面的合作能够增强农村地区的连接性，并推动创新和经济发展的进程。通过利用集体智慧并采纳最佳实践，成员国能够帮助确保近地卫星服务的变革性好处得到充分发挥。

附件一：成员经济体及其相关机构

成员经济	相关机构
澳大利亚	澳大利亚通信和媒体管理局 (ACMA)
文莱达鲁萨兰国	信息技术产业署 (AITI)
加拿大	创新、科学和经济发展加拿大 (ISED)
智利	电信次署 (SUBTEL)
中华人民共和国	工业和信息化部 (MIIT)
中国，香港	通信事务管理局 (OFCRA)
印度尼西亚	通信与信息技术部 (Kominfo)
日本	内部事务和通信部 (MIC)
大韩民国	韩国通信委员会 (KCC)
马来西亚	马来西亚通讯多媒体委员会 (MCMC)
墨西哥	联邦电信研究所 (IFT)
新西兰	商业、创新与就业部 (MBIE)
巴布亚新几内亚	国家信息和通信技术管理局 (NICTA)
秘鲁	交通部及通讯部 (MTC)
菲律宾	国家电信委员会 (NTC)
俄罗斯联邦	联邦通信和信息监督局 科技与大众传媒 (Roskomnadzor)
新加坡	资讯通信媒体发展局 (IMDA)
中华台北	国家通信委员会 (NCC)
泰国	国家广播通信委员会 (NBTC)
美国	联邦通信委员会 (FCC)
越南	越南通信 Authority (VNTA)

附件二：研讨会日程



Agenda

Workshop on Expanding Broadband Access through Low-Earth Orbit (LEO) Satellite Communications Systems

September 12, 2024

Classico Room, Sheraton Maria Isabel Hotel

Mexico City, Mexico

SESSION	
8:30 – 9:00 am	Registration and Arrival
9:00 – 9:15 am	Welcome and Opening Remarks Jai Nair , U.S. TEL Working Group Head of Delegation, U.S. Department of State
Session 1 9:15 – 10:15 am	The Impact of LEO Satellites on Bridging the Digital Divide <i>LEO satellite technology is an alternative to traditional broadband services that has the potential to narrow the digital divide and increase broadband internet access in unserved and underserved areas and communities, ultimately providing sustained economic benefits to communities across many APEC economies. This session will share an economy's perspective in the implementation of LEO satellite technology, assessment of how these services can expand connectivity in underserved areas and populations, and the regulatory considerations required for authorization and launch of services.</i> Dennis Morales , Director, Infostructure Management Bureau, Department of Information and Communications Technology, The Philippines Dr. Sayuri Adriana Koike Quintanar , Researcher in Vertically Integrated Markets in Telecommunications and Broadcasting Networks, Federal Telecommunication Institute, Mexico
10:15 – 10:45 am	Coffee Break
Session 2 10:45 am – 12:15 pm	Lessons Learned in LEO Deployment: Perspectives from Economy Regulatory Bodies <i>In this session, economies in various stages of deployment or pre-deployment will share the legal and regulatory considerations necessary for implementing LEO satellite technology. Economies will detail licensing requirements, the role of domestic regulatory bodies, legislative and/or regulatory hurdles faced in implementation, and perspectives</i>

	<i>on how to promote cooperation on regulatory approaches to expand broadband access.</i> <i>Moderated by: Peter Lovelock, Chief Consulting & Innovation Officer, Access Partnership</i> Clare Spring, Department of Infrastructure, Transport, Regional Development, Communications and the Arts, Australia Dr. Anna Christina Situmorang, Head of Innovation and Working Program Intensification, Spectrum Policy and Planning, Ministry of Communication and Informatics, Indonesia María Fernanda Sánchez Zavala, Director of Technical Analysis and Orbital Resources, Spectrum Unit, Federal Telecommunication Institute, Mexico Geoffrey Carr, Foreign Affairs Officer, Office of Technology Security, Information & Communications Policy, U.S. Department of State
12:15 – 1:30 pm	Lunch
Session 3 1:30 – 2:30 pm	Solutions for a Robust Regulatory Framework <i>This session will offer a perspective on what regulatory changes are needed to realize the economic benefits of LEO and the benefits of a fair and competitive LEO market. This session will also explore how to address <u>interests</u> of different stakeholders ranging from customers, governments, and service providers.</i> <i>Moderated by: Jai Nair, U.S. TEL Working Group Head of Delegation, U.S. Department of State</i> Zach Blackburn, Lead, Licensing and Regulatory Affairs, Americas, Amazon Kuiper Peter Lovelock, Chief Consulting & Innovation Officer, Access Partnership Juliana Ramirez Echeverry, Senior Practice Manager, Global Government Advisory, Access Partnership
2:30 – 3:00 pm	Coffee Break
Session 4 3:00 – 3:30 pm	The LEO Business Model <i>This session will showcase the different use cases of LEO and offer a business perspective. This session will discuss customer base, points of entry, pricing, and which industries are turning to LEO, such as its use for emergency services.</i> Israel Rosas, Director, Partnerships and Internet Development, Internet Society
Session 5 3:30 – 4:15 pm	Breakout Groups

	<i>This breakout session will delve into the legal and regulatory considerations for deploying LEO satellite technology and how cooperation on these regulatory approaches could expand broadband access.</i>
4:15 – 4:30 pm	Report Back and Closing Remarks

附件III：研讨会总结报告

地球低轨道（LEO）卫星通信系统扩展宽带接入工作坊总结 2024年9月12日 墨西哥城，墨西哥

2024年9月12日，美国举办了一个研讨会，旨在延续2023年TEL研讨会，介绍低地球轨道（LEO）卫星技术，将其作为传统宽带服务在难以到达和未充分服务区域的一种替代方案。2024年9月的研讨会重点关注经济体为将LEO卫星通信服务引入其电信系统，以缩小数字鸿沟，增加未服务和未充分服务区域及社区的宽带互联网接入，最终为众多亚太经济合作（APEC）经济体内的社区提供持续的经济效益所采取的政策和监管框架。该研讨会为经济体提供了一个讨论制定LEO有利监管环境的途径的论坛，以及政府可以应对监管格局和许可要求的各种方式。

在由美国电信与信息（TEL）工作组代表团首脑Jai Nair的开幕致辞后，研讨会以介绍低轨道卫星对弥合数字鸿沟的影响开始。墨西哥和菲律宾这两个近期获得授权提供低轨道卫星通信服务经济的代表分享了他们的经验。菲律宾信息和通信技术部（DICT）基础设施管理局局长Dennis Morales讨论了其部门通过公共场所的Wi-Fi站点为每位菲律宾人提供免费互联网接入的努力。DICT与私营部门合作，在卫生中心、地方社区中心、州立大学和托儿中心提供了2,192个免费Wi-Fi低轨道卫星站点。他指出，由于低轨道卫星服务的设置和基础设施要求比其他选项更简单，因此它们在突发事件期间，包括应急响应和停电期间，具有特别显著的影响。在菲律宾概述之后，墨西哥联邦电信研究所电信与广播网络垂直一体化市场的研究员Sayuri Adriana Koike Quintanar博士讨论了她最近进行的学术研究，该研究计算了扩展宽带服务的成本。她展示的研究涉及计算将宽带服务扩展到缺乏保证移动覆盖（3G、4G或5G）地区的成本。这是通过两个不同的模型完成的：一个基于卫星技术，另一个使用无线网络解决方案。使用低轨道卫星可以降低连接成本，但实际连接成本取决于规模和用户数量。她还进一步展示了关于初始低轨道投资的成本和年度化成本的分析，以便让参与者了解他们如何可以在自己的经济中进行这种分析，并指引参与者查看研究链接，该链接包含在她的演示文稿中。

第二次会议从监管角度讨论了在近地轨道部署方面得出的经验教训。来自澳大利亚政府基础设施、交通、区域发展、通信和艺术部的克莱尔·斯普林

介绍了澳大利亚利用低轨卫星服务缩小偏远原住民社区连接差距的经验。她讨论了澳大利亚的普遍服务义务，以确保澳大利亚境内无论居住或工作地点如何，每个人都能获得基础固定电话和宽带服务。她表示，2022年成立的澳大利亚LEOSat工作组对阐明LEOSat在未来电信政策中的作用至关重要。接着，印度尼西亚通讯与信息部创新与工作项目强化、频谱政策与规划负责人安娜·克里斯蒂娜·西图莫朗博士分享了2045年印度尼西亚数字愿景，该愿景支持政府、经济和社会层面的数字融合。她谈到了印度尼西亚卫星通信的频率许可类型，并描述了目前正在执行2045年印度尼西亚数字愿景的服务提供商范围。墨西哥联邦电信研究院技术分析与轨道资源、频谱部门负责人玛丽亚·费尔南达·桑切斯·扎瓦拉随后讨论了国内框架是否需要更新或变得更加灵活，以应对卫星通信的最新需求。她还讨论了关于使用低轨进行业余卫星、科学、气象、地球观测、学术界、全球导航、终端用户通信、数据中继和物联网（IoT）的国际规定。讨论随后转向美国国务院技术安全、信息与通信政策办公室的外交官杰弗里·卡尔。他强调，他的办公室理解技术正在发展，法规变更总是需要的。因此，经济体需要成为分享最佳实践的解决方案的一部分，并与互联网服务提供商（ISP）建立伙伴关系，为公司创造本地存在。他强调，在频谱协调等议题上，全球经济之间的国际协调与合作至关重要，并且低轨有几个用例，包括紧急和最后一英里服务交付，后者与亚太经合组织经济体特别相关。

第三次会议探讨了实现低地球轨道经济利益以及公平竞争低地球轨道市场的必要监管变化。会议强调，在亚太经合组织经济体中，低地球轨道应用具有重大机遇，并加强了行业合作伙伴为低地球轨道政策框架发展提供关键输入的必要性，以反映当今的问题。Access Partnership全球政府咨询业务的高级实践经理朱莉安娜·拉米雷斯·埃切维里概述了亚太经合组织关于低地球轨道卫星机遇的研究。她建议，在过去四年中，通过连接新客户仅增长了4%，因为剩余的未连接消费者是架设最后一公里的最高边际成本人群，包括低收入社区和农村社区。她强调了亚太经合组织经济体采取的行动，并强调知识共享和能力建设对于解决安全和隐私问题以及允许宽带提供商弥合数字鸿沟至关重要。然后，亚马逊凯珀美洲许可证和监管事务负责人扎克·布莱克本分享了亚马逊低地球轨道宽带服务提供商计划，其延迟在30至50毫秒之间，与地面选项相当。该服务提供飞机、火车和船只的连接性，亚马逊可以大规模生产设备。他讨论了如何利用良好的监管实践来支持像亚马逊凯珀这样的低地球轨道服务提供商，以使其适合其目的。主持人 贾伊·奈尔

以问答形式结束了会议，涵盖各种回程和任务后合规性问题。

第四次会议重点介绍了低轨业务模式，互联网协会合作伙伴关系与互联网发展总监以撒·罗萨斯讨论了互联网为所有人服务，以及低轨卫星技术如何帮助每个人接入互联网。他讨论了低轨面临的挑战，包括可负担性、容量、竞争和部署。他概述了人们对低轨的兴趣，因为它们能够提供低延迟、高速连接，支持实时通信，并显著降低卫星开发和火箭发射的成本。以撒·罗萨斯与彼得·洛夫洛克一起回答了与会者的提问，包括最后一公里社区接入宽带连接面临的其他障碍、政府和民间社会如何考虑外部性以及如何确保经济协调。

研讨会的最后一节包含一个互动活动，参与者讨论了围绕低轨卫星通信的三个关键问题。当被问及使其经济能够实现低轨卫星通信服务的主要挑战是什么，或者他们期望的主要挑战是什么时，参与者指出需要协调和许可证、监管和监管框架以适应服务、设备认证以及经济可持续用例、分散人口、可负担性以及如何在现有网络和当前服务提供商中发挥作用竞争。当被问及低轨卫星通信服务在其经济中填补什么差距以及其经济如何在其整体电信网络背景下看待低轨卫星通信服务时，参与者分享了一份长长的服务清单。这些服务包括应急响应、电子服务（如电子健康和教育）、安全 and 环境监测、蜂窝回传、工业互联以及制造业和采矿业的工业应用。当被问及他们希望在未来的TEL中看到低轨卫星服务的哪些其他方面时，参与者表示他们希望了解频谱问题的协调、如何管理行政挑战、如何更好地理解商业模式，以及标准和良好实践以共享知识的一致性。

研讨会强调亚太经合组织在共享低轨卫星服务扩展最佳实践以确保普遍连接方面所拥有的机遇。与会者和参与者强调了通过良好的监管实践和加强经济协调来改善连接并利用低轨卫星技术优势和未来努力的当前及未来努力。

参考文献

数字连接与低地球轨道卫星星座。 ADB. (2021).
亚洲和大洋洲的机会。 马尼拉：亚洲开发银行。来自 [https://www.adb.org/sites/default/files/publication/696521/sdwp-076- 数字连接-低地球轨道卫星.pdf](https://www.adb.org/sites/default/files/publication/696521/sdwp-076-数字连接-低地球轨道卫星.pdf)

巴塔什，T.，加兰，P.，& 伊万斯，B. G. (2021)。非地球静止卫星
国际卫星杂志 轨道通信卫星。
通信与网络，1-5. 来自 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/sat.1375>

智利2035数字转型战略：一份路线图 CEPAL. (2024).
有效连通性。 圣地亚哥：拉丁美洲和加勒比经济委员会 (CEPAL)。

Circular 002. DICT. (2021). 马尼拉：信息和通讯技术部。从 https://dict.gov.ph/wp-content/uploads/2021/09/DC_UP-ONAR.pdf 获取。

非地球静止轨道星座重新定义 Euroconsult. (2024年4月25日).
高通量卫星市场格局 从 Euroconsult 获取：<https://www.euroconsult-ec.com/press-release/non-geostationary-orbit-constellations-redefining-the-high-throughput-satellites-market-landscape/>

太空局和办公室的设立 FCC. (2023).
国际事务以及消费者和政府事务局重组以及总经理办公室重组
华盛顿特区：联邦通信委员会。来源：<https://www.federalregister.gov/documents/2023/04/10/2023-07066/establishment-of-the-space-bureau-and-the-office-of-international-affairs-and-reorganization-of-the>

加速卫星和地面站的初始处理 FCC. (2023).
应用。 华盛顿特区：联邦通信委员会。从<https://www.federalregister.gov/documents/2023/12/06/2023-26699/expediting-initial-processing-of-satellite-and-earth-station-applications>获取

修订非地球静止轨道频谱共享规则 FCC. (2023).
固定卫星服务系统。IB卷宗号21-456。 华盛顿特区：联邦通信委员会。从 <https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-23-29A1.pdf> 获取

单一网络未来：太空补充覆盖； FCC. (2024).
空间创新。 华盛顿特区：联邦通信委员会。从<https://www.federalregister.gov/documents/2024/04/30/2024-06669-单一网络未来太空补充覆盖空间创新>

确保频谱的优化价值。一份报告 前沿经济学。 (2022)。
DSIT. 伦敦：科学与技术创新部 (DSIT) 。来自https://assets.publishing.service.gov.uk/media/63fcc234e90e0740d6029a5e/Frontier_Economics_-_Ensuring_optimal_value_from_spectrum_-_2023_Publication_v2.pdf

重新思考本地网关：一个卫星行业的视角。 GSOA. (2024). 布鲁塞尔：全球卫星运营商协会。获取自 <https://gsoasatellite.com/wp-content/uploads/GSOA-National-Gateway-Paper-Aug-24.pdf>

通过该协议，联邦 института 全体 IFT.(2023).
电信发布卫星通信领域的监管规定。 墨西哥城：联邦电信 института。从 https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5677587&fecha=23/01/2023#gsc.tab=0 获取

提供设施运营许可证 IMDA. (2023年9月6日). .
从IMDA获取：<https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/regulation-licensing-and-consultations/licensing/licensees/fbo/5-starlink-fbo-licence-redacted.pdf>

CPC -2-6-03 申请提交程序 ised. (2023).
通用地球站频谱许可证。 渥太华：加拿大创新、科学和经济发展部 (ISED) 。来源：
<https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/learn-more/key-documents/procedures/client-procedures-circulars-cpc/cpc-2-6-03-procedure-submission-applications-generic-earth-station-spectrum-licences>

创新、科学和经济发展加拿大 ised. (2023).
(ISED) 渥太华：创新、科学和经济发展加拿大 (ISED)。来自 <https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/spectrum-allocation/spectrum-outlook-2023-2027>

政策、许可和技术框架咨询 ised. (2024).
用于补充卫星移动覆盖。 渥太华：加拿大创新、科学和经济部 (ISED)。从<https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/learn-more/key-documents/consultations/consultation-policy-licensing-and-technical-framework-supplemental-mobile-coverage-satellite>获取

发达国家、内陆发展中国家和小岛屿发展中国家宽带的经济影响。一个 ITU. (2019).
实证研究。 国际电信联盟。来自 https://www.un.org/ohrrls/sites/www.un.org.ohrrls/files/19-00328_1h_economic_impact_of_broadband.pdf

衡量数字发展：2023年事实与数据。 ITU. (2023). 日内瓦：
国际电信联盟。来源于 <https://www.itu.int/itu-d/reports/statistics/facts-figures-2023/>

固定宽带互联网套餐 ITU. (2024). 从国际电信联盟数据枢纽获取：<https://datahub.itu.int/data/?e=SGP&c=&i=34616>

卫星运营商转向多轨道：什么 克洛斯。(2023年9月20日)
关于地面？从Kratos国防与安全解决方案处获取：<https://www.kratosdefense.com/constellations/articles/satellite-operators-move-to-multi-orbit-what-about-the-ground>

2023 主席报告。 近地轨道卫星工作组。(2024).堪培拉：近地轨道卫星工作组。来自<https://www.infrastructure.gov.au/sites/default/files/documents/low-earth-orbit-satellite-working-group-2023-chairs-report-19april2024.pdf>

新加坡的 通信与信息部；IMDA。(2023).
数字连接蓝图 从IMDA获取：<https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/programme/digital-connectivity-blueprint/digital-connectivity-blueprint-report.pdf>

国际卫星一号：卫星界的“早鸟” NASA. (2010). 从 NASA 获取：
https://appel.nasa.gov/2010/02/25/ao_1-7_sf_history-html/

国家广播公告 NBTC. (2024).

电信委员会关于使用外国卫星提供服务许可标准和方法的文件。

曼谷：国家广播和电信委员会。从 https://www.nbtc.go.th/law/law_noti/nbtc_notification/%E0%B8%AB%E0%B8%A5%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B9%80%E0%B8%81%E0%B8%93%E0%B8%91%E0%B9%8C%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B8%B0%E0%B8%A7%E0%B8%B4%E0%B8%98%E0%B8%B5%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%AD%E0%B8%99%E0%B8%B8%E0

地球低轨道运营许可 NICTA. (2024).

巴布亚新几内亚的卫星服务。 莫尔兹比港：国家信息和通信技术管理局。从 <https://www.nicta.gov.pg/cp-0-29/> 获取

授权程序手册。 subtel.(2019). 智利圣地亚哥：电信次级秘书处。从 https://www.subtel.gob.cl/wp-content/uploads/2019/06/Manual_Tramites_Autorizaciones_Concesiones.pdf 获取

社会经济价值 瓦尔达尼 维卡里 & 伙伴；LS 电信。(2023)。

卫星通信。 布鲁塞尔：GSOA。从https://gsoasatellite.com/wp-content/uploads/GSOA-VVA_LSTelcom_Socio-Economic-Value-of-Satcom_Final_FINAL-en.pdf获取