

星链手机直连卫星业务商业模式及组网方式

薛元星, 赵 治, 段乔曼

(中国卫星网络集团有限公司, 北京 100029)

摘要: 首先简要比星链、AST SpaceMobile 和 Lynk Global 3 家低轨卫星通信公司的手机直连卫星计划, 其中星链已成功进行了测试, 而 AST SpaceMobile 和 Lynk Global 尚未取得显著进展。虽均处于较早期阶段, 但 3 家公司的技术路径展示了未来手机直连卫星的技术趋势。针对已经取得初步成功的星链, 分析其商业模式, 对比探索未来空天地一体化的主要技术路线成为业内的热点课题。以星链的公开信息为基础, 采用商业模式画布理论就其手机直连卫星业务进行深入分析, 从价值主张、产品服务、关键资源、客户细分、成本构成、客户关系和渠道通路、合作伙伴、收入来源等方面梳理星链手机直连卫星的业务特征和工作方式, 进而对星链组网的技术路线进行探讨, 对比分析自建核心网和共享核心网两种技术路径, 推断出星链合理的组网技术方案。

关键词: 星链; 手机直连卫星; 商业模式; 组网

中图分类号: TP393

文献标志码: A

doi: 10.11959/j.issn.2096-8930.2024020

Starlink Business Model and Network Mode Under the Direct-to-Satellite Service of Mobile Phone

XUE Yuanxing, ZHAO Zhi, DUAN Qiaoman

China Satellite Network Group Co., Ltd., Beijing 100029, China

Abstract: The paper initially provided a brief comparison of the direct-to-satellite solution of three LEO satellite communication companies: Starlink, AST SpaceMobile and Lynk Global. While Starlink has successfully conducted with SMS, Voice and Data service test, AST SpaceMobile and Lynk Global have not made significant progress. Although all are in early stages, their technological paths demonstrate the future trends of direct-to-satellite communication. Focused on Starlink's success, the paper analyzed its business model and explored the primary technological pathways for future integration of space, air and ground telecommunication systems, which was a hot topic in the industry. Based on publicly available information about Starlink, the paper utilized the business model canvas theory to delved into its direct-to-satellite service, detailing aspects like core value, key resources, customer segments, cost structure, customer relations, key partnership, and revenue streams. It then discussed Starlink's network architecture strategies, compared and analyzed the self-built core network and shared core network approaches, ultimately inferring the most viable network technology solution for Starlink.

Keywords: Starlink, direct-to-satellite, business model, network architecture

0 引言

(1) 星链

根据星链公开的信息, 手机直连卫星服务可提供文本短消息、语音、数据和物联网 (IoT) 业务, 服务范围为主地面运营商合作伙伴所在的国家。星链试验卫星已于 2024 年 1 月 2 日发射。根据来自 T-Mobile 的信息, 2024 年 1 月 8 日星链使用美国 T-Mobile 的频谱试验卫星已经实现成

功发送和接收文本短消息, 并且计划于 2025 年推出语音、数据和物联网服务。

与星链展开合作的地面运营商合作伙伴主要包括: 美国的 T-Mobile、加拿大的 Rogers、日本的 KDDI、澳大利亚的 Optus, 新西兰的 ONE NZ, 瑞士的 SALT 以及智利的 ENTEL。相关合作伙伴的官网上也对手机直连卫星业务的情况和进展进行了解释。

其中 Optus 公开的信息中有价值的内容包括: 手机直

连卫星业务的服务范围不包括澳大利亚政府规定的无线电静默区等区域；任何运营商的用户都可以使用手机直连卫星功能进行紧急呼叫。

ONE NZ 公开的信息包括：整个新西兰本土，以及最远至近岸 12 英里（1 英里 ≈ 1.61 km）的范围内都会提供手机直连卫星服务；将使用中频频谱，即 ONE NZ 被授权的 LTE 频谱；对于运营商的任何用户，都可以使用紧急呼叫。

星链公开的信息宣称使用现有的 LTE 终端，只要在露天环境就可以实现手机直连卫星，对手机的硬件、固件和 App 都没有特殊要求，提供和地面蜂窝网络无差别的文本短消息、语音和数据服务；并且明确具备手机直连功能的星链卫星上搭载了 LTE 网络的无线基站（eNodeB，eNB）调制解调器。

具备手机直连功能的卫星初期将搭乘猎鹰 9 号火箭进入轨道，后期将改用星舰。新进入轨道的卫星将通过激光链路星座组网。

（2）AST SpaceMobile

2023 年 4 月，AST SpaceMobile 公司宣称联合美国运营商 AT&T、日本运营商乐天以及英国运营商沃达丰，打通了普通手机直连卫星的语音电话，并且明确未来会支持 2G 到 5G 技术的手机直连^[1]。此次通信利用的是 AST SpaceMobile 公司位于 515 km 低轨轨道的 Blue Walker 3 卫星，天线展开面积约 64 m²，使用的频率是 AT&T 的 LTE band5。不过 AST 并未明确何时推出手机直连卫星的商业服务。根据其公开的测试信息，核心网方案可能与星链类似，采用共享地面运营商核心网方案。

（3）Lynk Global

另一个低轨卫星公司 Lynk Global 也和星链一样，与一些地面运营商合作推出手机直连卫星业务，根据 Lynk Global 公布的专利申请，其可能使用的核心网组网方案为自建核心网方案，即卫星运营商核心网作为拜访地网络，对地面运营商核心网作为归属地网络的漫游方式。但目前尚未有大规模商用的消息，无法验证其组网方案的真实性。此外，目前公开的测试信息表明

Lynk Global 采用了 LTE 体制，而规划中会支持 2G 至 4G。由于其相关专利申请时间为 2021 年^[2]，5G 技术尚未规模商用，因此不排除 Lynk Global 未来会有支持 2G 至 5G 体制的计划。

1 手机直连卫星技术路线

对星链、AST SpaceMobile 与 Lynk Global 的路线进行对比分析^[3]，内容见表 1。

星链、AST SpaceMobile 和 Lynk Global 当前采用 4G 的技术路线，而卫星寿命约为 7 年，手机的更新周期为 3 至 6 年，随着技术的演进以及设备的更新换代，星链在数年后不排除采用先进的 5G 非地面网络（Non-Terrestrial Network, NTN）或 6G^[4]体制。Lynk Global 采用自建核心网方案的信息来源于 2021 年，但目前并无公开的实际组网信息，后来星链和 AST SpaceMobile 开展测试的共享核心网方案则很可能是未来主流卫星运营商采用的组网方案。下面主要以星链为主，分析手机直连卫星业务下卫星通信的商业模式和组网方式。

2 星链手机直连卫星的商业模式分析

商业画布理论^[5]是进行商业模式分析的主流方法论之一，它采用价值主张、关键资源、产品服务、客户细分、成本构成、客户关系、渠道通路、合作伙伴和收入来源等 9 个方面对商业模式进行探讨。接下来按照商业画布理论结合星链及其合作伙伴公开的信息来对其手机直连卫星业务的商业模式进行简要分析。

2.1 价值主张

星链的价值主张是“connecting the unconnected”即连接未连接的一切。其价值主张决定星链手机直连卫星业务具备服务的普遍性。全球 5G 业务渗透率截至 2022 年年底只有 12%，因此星链选择基于地面无线电通信频率的 LTE 体制而非 5G 体制，对于数以十亿计的存量手机用户来说更具有普遍性。当前华为与天通、苹果与全球星（GlobalStar）的手机直连需要手机集成额外的芯片，采用

表 1 技术路线对比

对比项	星链	AST SpaceMobile	Lynk Global
采用频率	地面无线通信频率	地面无线通信频率	地面无线通信频率
测试体制	LTE	LTE	LTE
计划支持体制	尚不明确	2G 至 5G	2G 至 4G
核心网方案	共享核心网	共享核心网	自建核心网

专有的卫星通信体制，终端使用成本高，不具备普遍性。而 3GPP 中的 NTN^[6]也需要在手机终端上进行适当的开发改造工作，不适用于全球大量的存量手机，两种手机直连卫星业务的技术路线从当前的服务普遍性角度看不如星链的选择。

2.2 产品服务

星链手机直连卫星提供的产品服务是基于近地轨道（Low Earth Orbit, LEO）卫星的语音、文本短消息、数据及物联网业务。

2.3 关键资源

星链具备的关键资源主要是其计划运营的由 2 016 颗卫星组成的巨型 LEO 星座，可向全球提供手机直连卫星信号的覆盖。其独有的低成本卫星制造及火箭发射技术是星链的成本和技术优势。为了向终端客户提供手机直连卫星业务，星链需要的关键资源包括用于太空组网的 LEO 卫星星座、星载 eNB 基站设备、星载 eNB 使用的无线频谱资源、地面蜂窝网络的 LTE 频谱资源、卫星馈电落地的地面站、服务于关键业务的核心网等。首先，为了实现 LTE 体制和频率的手机直连卫星业务，星上 eNB 使用的无线频率需要采用地面蜂窝网络的 LTE 频率。不同于卫星的空间无线电通信频率采用先到先得的使用方式，地面无线电通信频率因其天然的稀缺性在各个国家的无线电管理机构都有着较为严格的监管，且各国地面运营商被无线电管理机构授权的频谱也大相径庭。

星链构建的基于 LEO 的卫星星座，为了提供手机直连卫星网络的全球覆盖，必然需要合法地在各个国家使用地面无线电通信频率，这也注定了星链需要依托于其服务国家的合作伙伴，发挥合作伙伴作为地面运营商的优势，充分利用其已有的频谱资源。其次，紧紧围绕星链具备的关键资源加上合作伙伴提供的频谱资源，还是无法提供文本短消息、语音和数据等关键业务。如星链所宣称的，它实现了太空中安装蜂窝基站 eNB 的信号塔。根据 3GPP 中 LTE 组网架构^[7]，还需 LTE 的数据核心网（Evolved Packet Core, EPC）和 LTE 及 5G 的语音业务核心网（IP Multi-Media Subsystem, IMS）作为另一项关键资源，实现对星载基站的控制，提供对终端用户的身份认证、接入控制、承载管理、业务供给、计量计费等功能。核心网是整个蜂窝网络的控制和转发核心，决定了用户的码号资源使用、拨号方案、录音通知等涉及用户感知的方面，也涉及用户数据的转发路径。因此，核心网是星链实现组网方式中的关键环节。

2.4 客户细分

星链不认为自己的手机直连卫星业务性能和容量能够替代地面无线网络，并宣称只是作为地面网络的补充，其客户细分为在各个国家地面蜂窝移动通信网络覆盖盲区的手机及物联网终端设备的用户，满足基本通信需求的同时也向非合作地面运营商终端用户提供紧急呼叫业务。

2.5 成本构成

星链手机直连卫星的成本构成主要为网络运行及支撑成本、折旧及摊销、人工成本、销售及营业成本等。其中网络运行及支撑成本主要分为网络及基础设施建设成本、运行维护成本、资源使用成本等。建设成本对于星链手机直连卫星业务来说主要为星载 eNB 及卫星制造成本、火箭发射成本、地面站网建设成本；运行维护成本包括星座运行及维护成本和地面站网使用维护成本；资源使用成本包括地面无线通信频率使用、能源使用等成本。对于其主要成本构成中合作伙伴提供的关键资源之外的成本，星链都有业界领先的掌控力，能够有效地维持其在市场上的成本优势。

2.6 客户关系和渠道通路

在客户关系和渠道通路方面，星链手机直连卫星业务并不直接面向终端客户，合作地面运营商的签约客户就是星链手机直连卫星的潜在客户群，客户关系的维系依赖其地面运营商合作伙伴。在这样的策略下，星链可以充分利用地面运营商已有的品牌优势、渠道通路及其成熟的运营模式大幅降低客户关系维护成本。

2.7 合作伙伴

在星链手机直连卫星业务中，合作伙伴是非常关键的，星链官方信息显示，首批合作伙伴为分布全球的 6 家地面移动通信运营商，它们为星链提供了大量终端客户，同时维系客户关系，提供渠道通路，提供关键资源，甚至所在国家提供必要的政策法规方面的支持。

2.8 收入来源

星链手机直连卫星业务的收入来源具体方案尚不清晰，没有公开的信息表明其是按照终端用户的语音通话时长、数据流量或消息条数计费，还是由其合作伙伴按照星链提供的太空基站覆盖范围结算。前者更像是面向 C 端的运营商方式，而后者更趋近于地面运营商和铁塔公司间的结算方式。其收入来源会影响星链商业模式的盈利能力，但无论如何由于星链的成本构成具有较大优势，因此可以预计在提供手机直连卫星业务上，星链如果采用和竞争对手相同的价格，必然会获得巨大的利润。

3 星链的手机直连卫星组网方式分析

3.1 核心网

由上述分析可知,控制管理星载 eNB 的核心网部署方案将是星链手机直连卫星组网及后续开展商业运营的关键。目前,技术路线的选择上可考虑两种核心网组网方案,一是自建核心网方案,二是共享核心网方案。

3.1.1 自建核心网方案

自建核心网方案即星链自建 EPC 以及 IMS^[8]网络,与合作地面运营商之间打通核心网网间漫游的接口进行组网,星链对全球位置追踪区、小区进行规划,同时使用星链申请到的频谱组建一张覆盖全球的统一网络并提供接入服务。终端用户接入星链时,星链根据用户 ID 和用户所处的追踪区位置信息决定是否提供服务,并通过网间互联接口访问归属网络的归属用户服务器(Home Subscriber Server, HSS)获取用户进一步的信息以使用户接入管理。在这种方式下用户的数据流经星链(拜访地)核心网服务网关(Serving Gateway, SGW)和合作地面运营商(归属地)核心网数据网关(Packet Data Network Gateway, PGW),双方都有计费信息,按照当前普遍的国际漫游的方式进行网间结算。

对于这种方式,天然存在一些难以解决的问题。

一是频率问题,星链使用的频率需要符合被服务国家的无线电频率监管要求。而按公开的信息各国用于 LTE 地面无线通信的频率规划完全不同,且按照不同频段分配给了不同的地面运营商,因此这种方式意味着星链必须向各个服务的国家申请 LTE 频点供星链使用,实际操作难度很大。

二是星链在提供服务地区使用的公共陆地移动通信网络的身份标识号(Public Land Mobile Network Identity Document, PLMN ID)和国家代码问题。按照 ITU 相关规定^[9],星链应向相关管理机构申请移动国家代码(Mobile Country Code, MCC)和移动网络代码(Mobile Network Code, MNC)组成 PLMN ID。目前唯一采用这种方式的海事卫星 Inmarsat 向 ITU 申请了 PLMN ID 为 90111,国家代码为+870,其终端拨打任何其他地面运营商的号码都需要加上相应的国家代码,作为被叫,其他地面运营商主叫终端也需要加上+870 的 Inmarsat 完整移动用户号码(Mobile Subscriber International ISDN/PSTN Number, MSISDN)方能打通。海事卫星系统因为采用专有终端,没有异网漫游的场景,如果星链使用自建核心网,以漫游的方式向相关国家提供服务,则用户在使用手机直连卫星

业务时,其拨号方案应类似国际漫游的场景,主被叫业务必须带上相应的国家代码,只有拨打星链自己的号码才可以直拨。此情况下,实现澳大利亚和新西兰合作伙伴宣称的本地化紧急呼叫号码的方案相对复杂。

三是服务覆盖区域问题。鉴于澳大利亚和新西兰的地面合作伙伴已经明确了与星链合作的地理区域的服务范围,也符合政府监管的要求,经过政府授权地面运营商提供的服务范围。目前服务范围严格限制在合作伙伴所在国家的陆地、湖泊以及近岸 12 海里(1 海里 ≈ 1.25 km)海域,且不包含政府规定的无线电静默区。因此,研究星载 eNB 和地面 EPC 核心网协同组网技术,以精准控制星链的无线电波束覆盖区域,合理规划卫星波束的波位以符合被服务国家的规定,是需要重点考虑的技术问题。

最后,如采用自建核心网方案,所有的控制信息和通信内容需绕道星链核心网,再传递到提供服务的国家的地面运营商,难以满足各国政府对数据出境的限制要求。

3.1.2 共享核心网方案

显然上述种种问题都是自建核心网方案所面临的技术挑战,另一种组网方案为共享核心网方案。共享核心网方案具有天然的优越性,即星链并不依靠自己的核心网为合作伙伴所在国家提供服务,而是通过在合作伙伴所在国家建设地面站,实现服务卫星的本地化配置上注及 eNB 的回传信号馈电落地,直接接入合作地面运营商的核心网,向当地终端用户提供和本地地面蜂窝网络无差别的蜂窝网络服务。

显然使用这样的方案,上述种种难题都将迎刃而解。因为使用了合作地面运营商本地化配置,星链使用的频谱就是该国合作地面运营商获准使用的频谱,符合所在国家的无线电管理要求;面向不同国家的客户细分,使用合作伙伴的 PLMN ID、国家代码以及各种相关 ID(包括小区编码、追踪区编码、用户号码等),实现就像本地网络一样的拨号方案,播放本地化的录音通知,给终端用户与地面蜂窝网络无差别的服务感知;所有的控制信息和通信内容都不离开服务国家的国境,在降低时延、提升用户服务感受的同时满足了大部分国家数据监管的要求。因此可以基本推断星链会采用共享核心网方案,使用合作伙伴的核心网是非常合理的技术路径。

下面将按照共享核心网方案对星链手机直连卫星业务的工作方式进行梳理,明确其技术路线的关键点及优势劣势,如图 1 所示。

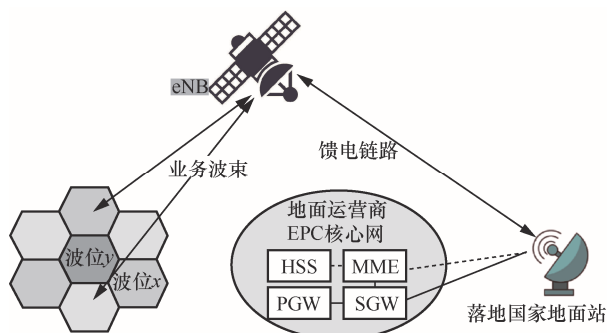


图1 星链组网原理

3.2 地面站

星链应在合作地面运营商的所在国家建设地面站，其站址选取可以根据地理覆盖需要或业务重点区域等原则选取，并应充分考虑卫星过境时的服务连续性。

地面站应经过地面承载网与合作伙伴的核心网互联，实现对星上eNB的业务管理。部分地面站应具备星载eNB的管理功能，相当于集成了接入网网管操作维护中心（Operation and Maintenance Center, OMC），能够实现按照合作地面运营商需要的无线参数进行指令上注，完成服务卫星eNB的本地化配置。地面站组成及分布如图2所示。

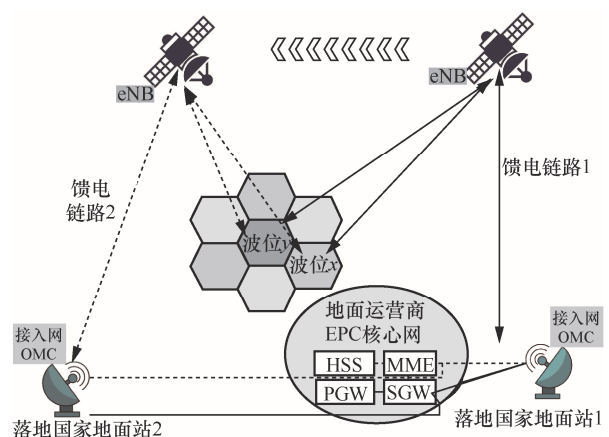


图2 地面站组成及分布

卫星通过馈电链路与地面站连接，并将星载eNB连接至地面合作伙伴运营商的EPC核心网。卫星应具备根据星历以及馈电链路状态选择地面站进行馈电落地的能力。

如果地面站的馈电链路发生了切换，星载eNB对EPC的连接是需要进行拆除重建还是保持之前的连接是一个需要考量的问题，也是目前3GPP R19正在研究的重要议题之一^[10]，具体的取舍应取决于地面运营商的网络布局和使用策略。

3.3 星载eNB

星链实现手机直连卫星业务主要依赖星载eNB规划的波位，即支持的LTE频段的无线业务波束。具备手机直连卫星能力的低轨卫星围绕地球倾斜轨道高速旋转，当卫星过境服务国家时，在仰角足够的情况下先和该国家的第一个地面站建立馈电连接，激活本地化的星载eNB配置数据，包括合作地面运营商授权的PLMN ID、合作地面运营商可以使用的频点、合作地面运营商规划的卫星追踪区（Tracking Area, TA）分区等，完成星载eNB的初始化。然后星载eNB连接地面运营商的移动通信管理实体（Mobility Management Entity, MME），开始向规划波位地区的终端提供服务。eNB入境示意如图3所示。

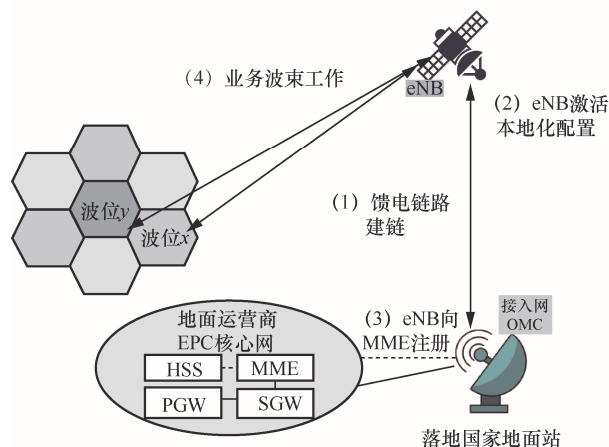


图3 eNB入境示意

当服务卫星离境时，星载eNB应有退出机制，不应再向之前服务的国家使用合作地面运营商指定的频率提供服务，可以进入无线电静默状态，等待为下一个国家提供服务。

此时从地面核心网MME的角度出发，可以看到星载eNB随卫星离境而掉站。在这种场景下是否需要星载eNB主动拆除到MME的连接是3GPP R19正在热议的问题^[10]，但从地面蜂窝网络维护经验看上述操作大可不必。一是因为在地面运营商的日常维护中掉站的场景并不罕见，即使星载eNB主动注销，与掉站相比，对终端用户的业务影响区别也不大；二是因为低轨卫星具有连续覆盖性，地面相关波位的覆盖任务会由后续过境的卫星接手，对于核心网MME来说，虽由不同的星载eNB提供波束覆盖，但是覆盖范围并没有变化。eNB离境示意如图4所示。

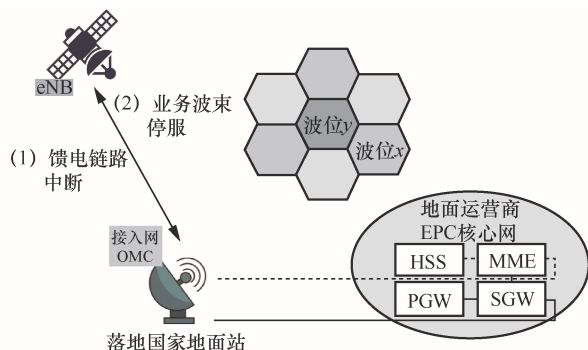


图 4 eNB 离境示意

3.4 计费

手机直连卫星业务的计费方式是和商业模式中收入来源息息相关的,如采用共享核心网的方式,由于星链只提供了接入网,没有自己独立的核心网,因此只能依赖合作地面运营商的 EPC/IMS 核心网进行计费,相关的计费信息可以依据无线接入类型 (Radio Access Type, RAT) 为 LEO 的条件检出相关计费数据记录 (Charging Data Recording, CDR)^[11]。星链的共享核心网方式不能像国际漫游业务中拜访地运营商那样,即通过拜访地 SGW 中的 CDR 对归属地运营商的话单准确性进行核对,只能选择依靠合作条款进行约束,并充分相信合作伙伴及合作伙伴生成的 CDR 信息。

另外一种方式是服务打包,面向合作伙伴并不根据实际的业务使用情况进行收费,而是基于覆盖区域范围、网络容量及可用服务时长进行打包收费。

具体使用哪种方式获得收入来源尚无公开的明确信息,随着手机直连卫星业务的大规模展开,相关方式会变得更加清晰。

3.5 波位

在共享核心网方案中,星载 eNB 的业务波束应按照特定规则对地面进行波束覆盖,相关区域应被划分为若干个波位,每一个波位为用户寻址的基础单位,类似于地面蜂窝网络中的小区。波位的规划应该在很大程度上和 TA 规划相结合^[12],这些工作需要合作地面运营商和星链共同完成。

3.6 服务连续性

星载 eNB 随 LEO 卫星高速运动,在这种场景下,即使用户相对静止依然会发生跨越 eNB 的 X2 切换,且可能同时发生基站数据回传接口馈电链路的切换,如何在这种情况下保持服务的连续性是当前 3GPP R19 研究的重点问题之一^[13]。此外卫星网络和地面 4G 网络甚至 5G 网络之间的切换也是服务连续性方面需要研究的问题。采用共享

核心网方案,由地面运营商的 EPC 核心网统一进行用户接入管理具有简化星地网络切换逻辑,提升通信服务连续性的优势。

3.7 终端-卫星-终端通信

按照星链之前公开的信息,其用于支持手机直连卫星业务的二代卫星是具备星间链路的,因此如果两颗卫星分别为不同的终端用户服务,利用两颗卫星之间的星间链路,是可以建立起 UE-Satellite-UE (终端-卫星-终端) 的用户面端到端通道,而不经馈电落地转发。星间链路为 UE-Satellite-UE 的手机直连卫星业务提供了一张卫星之间互相连接的天基承载网,如何实现天基承载网的路由管理,并与业务相结合是需要深入研究的一个方向。

目前业界普遍的思路^[10],需要在卫星上集成服务网关-用户平面 (Serving Gateway-User Plane, SGW-U) 和数据网关-用户平面 (Packet Data Network Gateway-User Plane, PGW-U) 等用户平面设备,实现 SGW 和 PGW 的控制平面/用户平面分离,由地面的服务网关-控制平面 (Serving Gateway-Control Plane, SGW-C) 和数据网关-控制平面 (Packet Data Network Gateway-Control Plane, PGW-C) 协助建立端到端专载后,经由星上 SGW-U 和 PGW-U 实现 UE-Satellite-UE 的数据业务转发。星间链路实现 UE-Satellite-UE 通信如图 5 所示。

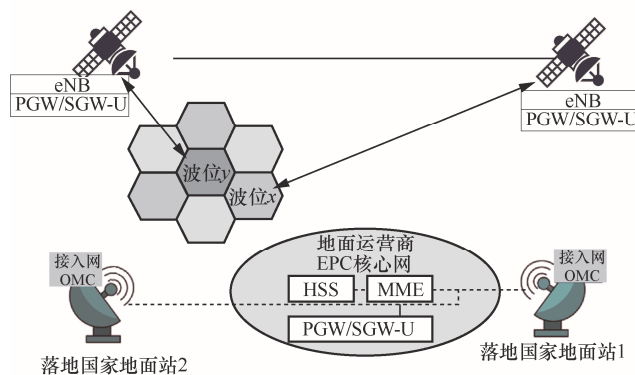


图 5 星间链路实现 UE-Satellite-UE 通信

3.8 终端用户的知情权

对于华为天通模式,因为用户使用卫星通信需要有复杂的对星过程,且对自己使用卫星网络进行通信完全知情,因此卫星通信的费率高于地面移动通信是很容易被接受的。对于共享核心网的组网方案,即使用户终端经由星链的星载 eNB 附着于网络,但终端使用的 PLMN ID 并未发生变化,终端上显示的网络名称和地面网络也并无差

异,用户无从感知。如使用手机直连卫星业务和普通地面网络采用不同的费率,如何让终端用户感知自己使用了卫星网络是一个需要研究的课题。按照3GPP体制,用户从LEO卫星接入,其RAT应为LEO,后续需要规范终端行为,在使用RAT为LEO的情况下需要有明确的提示信息,以保证用户对使用手机直连卫星网络知情,并为之支付合理的费率。

如果仅仅考虑LEO卫星是合作地面运营商的覆盖扩展,而不因为用户使用卫星网络单独收取昂贵的费用,则无须对用户进入卫星覆盖时进行单独的提醒,也无须改造和规范终端行为,可通过短信或者广告形式通知,提示用户今后可能在某些情况下进入卫星网络覆盖,告知用户此行为不会为用户带来额外的费用,并提示用户关于手机在卫星网络下是否有额外耗电等相关事宜。

4 结束语

本文基于星链及其地面运营商合作伙伴公开的信息,对星链手机直连卫星业务的商业模式进行了分析,并由此对星链手机直连卫星业务的组网方式进行讨论,就其优劣势以及需要研究的关键问题进行探讨,旨在为业界的技术工作者提供一种思路。

参考文献:

- [1] WEISSBERGER A. AST SpaceMobile completes 1st ever LEO satellite voice call using AT&T spectrum and unmodified Samsung and Apple smartphones[P]. 2023-04-26.
- [2] SPEIDEL T R, MILLIER C E. Cellular core network and radio access network infrastructure and management in space: US20220052753[P]. 2022-02-17.
- [3] 孙耀华, 彭木根. 面向手机直连的低轨卫星通信: 关键技术、发展现状与未来展望[J]. 电信科学, 2023, 39(2): 25-36.
SUN Y H, PENG M G. Low earth orbit satellite communication supporting direct connection with mobile phones: key technologies, recent progress and future directions[J]. Telecommunications Science, 2023, 39(2): 25-36.
- [4] 吴晓文, 焦侦丰, 凌翔, 等. 面向6G的卫星通信网络架构展望[J]. 电信科学, 2021, 37(7): 1-14.
WU X W, JIAO Z F, LING X, et al. Outlook on satellite communications network architecture for 6G[J]. Telecommunications Science, 2021, 37(7): 1-14.
- [5] The business model canvas, alexander osterwalder[Z]. 2004.
- [6] 3GPP. System architecture for the 5G system (5GS); Stage 2: TS 23.501[S]. 2024.
- [7] 3GPP. Universal mobile telecommunications system (UMTS); General packet radio service(GPRS) enhancements for evolved universal terrestrial radio access network(E-UTRAN) access: TS 23.401[S]. 2024.
- [8] 3GPP. TISPA-N; IP multimedia subsystem (IMS); Functional architecture: TS 23.417[S]. 2024.
- [9] ITU. The international identification plan for public networks and subscriptions[Z]. 2017.
- [10] 3GPP. Study on integration of satellite components in the 5G architecture; Phase 3: TR 23.700-29[S]. 2024.
- [11] 3GPP. Telecommunication management; Charging management; 5G data connectivity domain charging; Stage 2: TS 32.255[S]. 2021.
- [12] 缪德山, 柴丽, 孙建成, 等. 5G NTN 关键技术研究及演进展望[J]. 电信科学, 2022, 38(3): 10-21.
MIAO D S, CHAI L, SUN J C, et al. Key technologies and evolution of 5G non-terrestrial network[J]. Telecommunications Science, 2022, 38(3): 10-21.
- [13] 3GPP. Study on Integration of satellite components in the 5G architecture; Phase 2: TR 23.700-28[S]. 2024.

[作者简介]



薛元星 (1979—), 男, 硕士, 现就职于中国卫星网络集团有限公司, 长期从事移动通信核心网方案设计工作, 主要研究方向为空天地一体化网络的组网方案及相关领域的标准化。



赵治 (1980—), 男, 硕士, 现就职于中国卫星网络集团有限公司, 主要研究方向为空天地一体化网络的组网方案及相关领域的标准化。

段乔曼 (1992—), 女, 硕士, 现就职于中国卫星网络集团有限公司, 主要从事移动通信与卫星通信相关领域的研究和设计工作。