

面向国际化的卫星互联网商业运营平台

曾文龙, 赵 双, 陈少鹏, 金 涛, 江 昶
(中国星网网络应用有限公司, 重庆 401120)

摘 要: 通过对卫星互联网商业前景的定量分析和国际化业务运营服务模式的分析, 说明开展卫星互联网运营服务的必要性, 以及进一步研究如何建设面向国际化的卫星互联网商业运营平台的重要性。在此基础上, 重点研究运营平台中台化弹性可伸缩的架构, 针对国际化运营提出分级协同的部署架构和机制, 针对全球市场运营进行多租户管理方法研究, 并提出卫星互联网运营商与地面运营商融合运营的建设思路, 为未来卫星互联网运营平台的建设提供参考。

关键词: 卫星互联网; 国际化; 运营平台; 中台化; 多租户

中图分类号: TP393

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.2096-8930.2023046

Internationalized Satellite Internet Business Operation Platform

ZENG Wenlong, ZHAO Shuang, CHEN Shaopeng, JIN Tao, JIANG Chang
China Satellite Network Application Co., Ltd., Chongqing 401120, China

Abstract: Through quantitative analysis of the business market prospects for satellite internet and analyses of international business operation service models, the study explained the necessity of conducting satellite internet operation service. Therefore, further research on how to establish an internationalized satellite internet business operation platform becomes particularly important. On this basis, it primarily discussed a mid-tiered architecture with flexibly and scalability for the operation platform, proposes a tiered collaborative deployment architecture and mechanism for international operations, conducts research on multi-tenant management methods for global market operations, and suggests a roadmap for the integration of satellite internet operators with ground operators, which is providing valuable guidance for the future development of satellite internet operation platform.

Keywords: satellite internet, internationalized, operation platform, middle-tier, multi-tenant

0 引言

以“星链”(Starlink)为代表的卫星星座开始规模化提供全球通信服务, 促使各主要国家愈发重视卫星互联网的战略地位及产业布局, 并加快低轨通信卫星的部署进程。我国低轨卫星系统技术逐步完善, 正加速实施和部署多个卫星星座, 积极构建辐射全球的新型卫星互联网。

卫星互联网运营平台是将卫星能力产品化、产品服务化的重要载体, 是卫星互联网系统能力的对外开放的窗口, 是其全球商业运营的使能平台, 对卫星互联网运营平台的研究和分析将有助于卫星互联网商业模式的落地实践, 有助于卫星互联网应用服务产业链的发展, 是探索与

地面移动网络融合形成天地一体化信息网络的桥梁。“星链”已经开始拓展全球市场, 在终端、应用服务、运营平台已经形成较为完整的端到端商业模式, 我国的卫星互联网如何将卫星能力转变成产品能力进而进行商业变现还有许多问题亟须探讨。本文旨在从卫星互联网国际化市场评估和业务分析出发, 对国际化的卫星互联网商业运营平台开展研究。

1 卫星互联网国际化市场评估

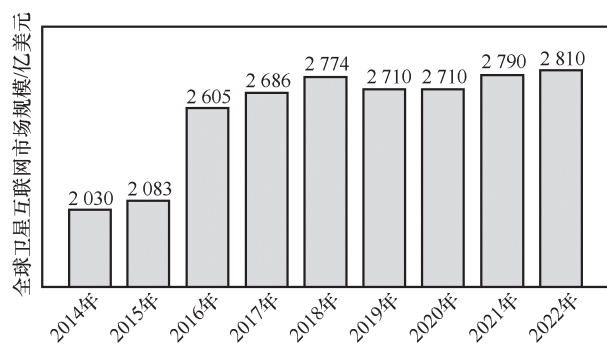
卫星互联网天然具备面向全球用户提供服务的能力, 可以从应用场景、国际竞争和经济实现 3 个方面对其国际化市场进行评估。

(1) 应用场景方面,传统地面通信系统在海洋、沙漠和山区等偏远地区建设网络的难度大且运营成本高^[1],目前全球约有 70% 的地理空间,涉及 30 亿人口未实现互联网覆盖,卫星互联网利用自身广域覆盖的优势,为地面网络建设困难的区域提供通信服务,可专注发展增量用户和拓展细分市场。例如偏远地区宽带连接、航空海洋互联网接入、应急救援紧急通信、政府和企业海外机构的安全通信等。除了上述典型的应用场景,我国卫星互联网的国际化市场拓展和运营还承载了更为重要的使命,卫星互联网国际化拓展能为发展中国家提供普遍电信服务,推动世界范围内网络空间的共享、共建、共治,支撑构建网络空间命运共同体,提升我国的国际影响力。

(2) 国际竞争方面,卫星频率轨道资源有限且遵循“先到先得”的分配原则,越来越多的国家和商业公司正加快低轨卫星星座的建设步伐,抢占先发位置,占据有限的频率轨道资源。规模组网后,会尽快地转入全球商业运营阶段。截止到 2023 年 7 月,“星链”共计发射 4 746 颗卫星,处于运行状态的有 4 375 颗,基本完成了北美、欧洲和大洋洲的区域覆盖,为 50 多个国家和地区提供宽带互联网服务,用户数量突破 150 万。因此,我国的卫星互联网应在系统建设和运营应用阶段与各类国际用户需求深度绑定。

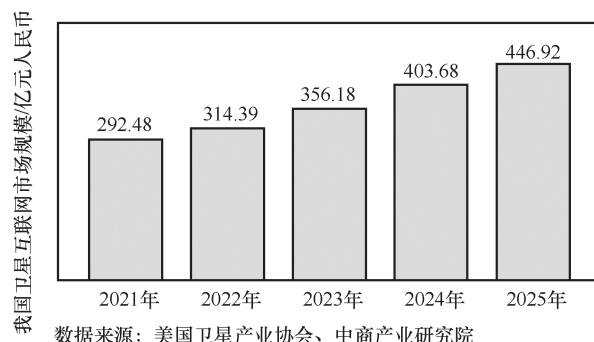
(3) 经济实现方面,卫星互联网国际化运营和拓展是实现企业和系统可持续发展的必由之路。从市场规模来看,根据美国卫星产业协会(SIA)的统计数据,2014 年至 2022 年,全球卫星互联网产业市场规模从 2 030 亿美元增加到 2 810 亿美元,尽管在过去几年中市场增速有所波动,但在 2020 年以后,市场规模有了较为明显的增长,表明全球互联网市场进入了稳健的增长阶段。

全球卫星互联网市场规模如图 1 所示,2021–2025 我国卫星互联网市场规模如图 2 所示。



数据来源: 根据美国卫星产业协会及《卫星应用》期刊数据整理得出

图 1 全球卫星互联网市场规模



数据来源: 美国卫星产业协会、中商产业研究院

图 2 2021–2025 年我国卫星互联网市场规模

我国卫星互联网市场规模 2021 年约为 292.48 亿元人民币,预计 2025 年约为 446.92 亿元人民币,年复合增长率 11.2%。从整体规模来看,随着国家出台的多项鼓励政策,国内卫星互联网市场规模虽有大幅增长,但在全球市场份额中占比较小,因此,在抓住国内卫星互联网良好发展机遇的同时,应积极开展国际化运营,通过为海外用户实现多场景赋能来获得经济收益,这有助于增加企业市场收入来源,支撑系统可持续地迭代升级及优化。

2 卫星互联网国际化业务分析

卫星互联网不同于传统地面网络的平面形态,具有立体的空天组网能力,改变了通信网络的组网拓扑,其国际化业务具有不同的特点和属性。

(1) 市场准入,卫星互联网作为新型通信基础设施,全球各国都设置了相应的市场准入条件。

(2) 频率落地,各国均提出需要申请频率许可,需要完成与当地运营商的频率协调和规避。

(3) 信息安全,数据传输既要满足我国的相关网络安全和信息安全法规要求,同时也要满足国外当地数据合规性要求,部分国家明确提出数据需要在当地汇聚和留存,提出本地化运营要求。

(4) 经营许可,部分国家对于运营牌照持有主体的资质有一定的限制条件。

多样的服务诉求,不同的政策法规和差异化的准入条件,对卫星互联网业务提出了灵活多样的运营要求。基于对卫星互联网国际化业务特点和运营条件的研究,分析和总结出卫星互联网国际化拓展中的几类典型运营模式。

(1) 卫星互联网运营商利用端到端的完整的通信网络和运营平台,通过垂直一体的方式在属地国为移动用户提供数据和语音服务。这种模式一般适用于用户规模大、服务要求差异小的地区,对卫星运营商的能力提出了较高要

求,需要直接投资属地国的卫星和地面系统的建设和终端用户的市场拓展^[3],对运营平台的分级一体化运营也提出了新的要求。

(2) 卫星互联网运营商通过不同程度地开放通信网络和业务支撑系统,支持不同类型的虚拟运营商,实现卫星通信业务转售的商业模式。一是开放通信网络,通常主要与本地运营商合作,利用本地运营商的品牌优势、客户资源和销售渠道,弥补卫星互联网国际化拓展和运营的约束和限制,满足不同国家和地区的用户需求;二是开放业务支撑系统能力,在卫星互联网市场开拓初期,针对业务量较小的地区,采用与国际代理商^[3]合作的方式,让其复用卫星互联网运营平台提供的业务支撑能力开展业务拓展,如何为不同的代理商提供灵活的业务适配并保障其数据安全对运营平台的设计带了较大的挑战。

(3) 随着协议体制的逐步一致,终端将具备同时接入地面移动网络和卫星网络的能力。一方面可以与地面运营商合作,为其存量用户在没有地面移动网络覆盖的区域提供卫星互联网服务,将地面移动运营商庞大的用户群体导入卫星互联网中;另一方面在有地面网络覆盖的区域,可以为卫星互联网用户选择更廉价的地面连接链路。通过两种方式与地面运营商深度合作运营,协同创新,共享收益,进而推进卫星通信系统与地面通信系统逐步进入用户融合、产品融合和系统融合^[4-5]的新阶段。此种运营模式可能演变成成为卫星互联网运营商国际化运营的主要形式并承载大量国际用户。

综上,卫星互联网面向全球运营的灵活的业务特点和复杂的运营模式,使得运营平台既要应对“区域差异,需求多样”的挑战,又要达到“统一架构,集约运营”的目标,需要从以下几个方面展开深入研究。

一是,在国际化运营中不同国家和地区有不同的法规、文化和市场需求,运营平台应用研究如何实现国际化分级协同,以便在不同国家和地区灵活适应各种情况,同时能保证运营平台为一个有机的整体。

二是,面向全球广阔的市场,为不同的代理商提供独立的、安全的租户空间,以确保数据隔离和合规性,这有助于管理渠道伙伴的运营活动,为他们提供定制的工具和资源。

三是,在国际化商业运作的背景下,地面融合运营至关重要,需研究如何有效地整合地面运营商的客户、产品和资源,以提供天地一体化的一致性服务,以快速满足市场的需求。

3 卫星互联网运营平台研究

面向数智驱动、泛在连接和虚实相生的新通信时代,电信 IT 面临着许多挑战,电信管理论坛(TMF)^[7]通过行业经验、最佳实践和行业标准来推动电信行业的领先发展,推出业务流程框架、信息框架、应用框架,以指导电信行业的发展。其中应用框架(GB929 TMF Application Framework)支持松耦合的功能架构,可以直接指导运营平台的架构设计。应用框架的各域划分如图 3 所示。



图 3 应用框架的各域划分

参考 TMF 应用框架通过分层解耦的整体架构设计,可以弹性满足多级部署、多场景灵活适配、多网络融合的业务场景。其中前台渠道构成了前端平台,每个前台系统代表一个用户触点,是企业与最终用户之间的关键接口。与此同时,中台是企业级能力复用平台,通过解耦企业信息化系统的架构、组件化服务、能力平台等方法,实现对各种细粒度能力的识别和平台化积累。这使得企业可以更灵活地复用自身能力,推动前台服务规模化创新,更好地满足用户的需求,有助于企业实现自身能力与用户需求的持续对接,提高服务质量。运营平台应用框架如图 4 所示。

中台^[9]体系包括业务中台、网络中台、数据中台和技术中台等核心组成部分。这些中台相互合作,业务中台扮演牵引者的角色,协调网络中台、技术中台和数据中台之间的合作,构建一个有机的闭环,促进数据的流通和各种能力的共享与协同。这有助于全面提升网络、市场、服务、安全、管理等各个环节的智能化水平,从而提高整体运营的效率和质量。

企业在中台能力充分沉淀之后,需要对多个中台的能力进行整合和协同,以满足服务领域的各种能力供应、需求、运营和管理的要求,实现全方位、全生命周期的管理。运营中心扮演着各类中台的场景整合和支持中心的角色,同时也是 IT 和业务人员之间的连接纽带,负责承载多个中台上的业务场景,支持中台能力的上线、下线,以及分

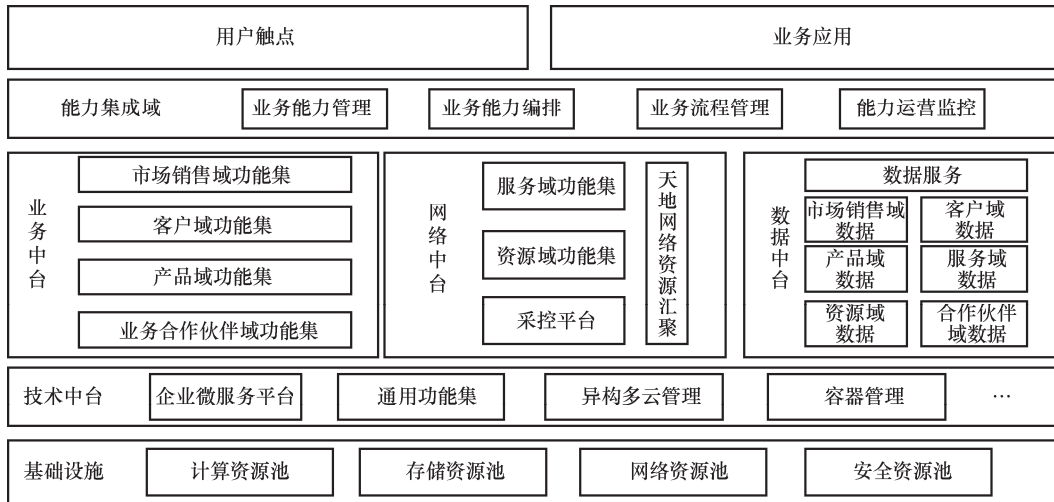


图 4 运营平台应用框架

类展示等任务。通过流程串联、数据共享以及灵活的编排，运营中心以敏捷的方式支持前台各类场景应用的开发，提供针对融合场景的运营管理。

业务中台具备市场销售域功能集、客户域功能集、产品域功能集和业务合作伙伴域功能集；数据中台具备将市场销售域数据、客户域数据、产品域数据、服务域数据、资源域数据、合作伙伴域数据转化为数据服务的能力；网络中台包含服务域功能集、资源域功能集和采控平台，具备融合天地网络资源的能力。技术中台具备企业微服务平台、通用功能集、异构多云管理、容器管理等公共能力，适配面向国际化部署的异构基础资源。通过中台化能力建设赋能前台业务端到端受理及数据运营分析场景。

3.1 运营平台国际化分级协同

为满足面向国际化卫星互联网商业运营的特点，需要对全球卫星互联网业务进行统一管理和结算，也要对全球市场开拓提供有效的支撑，同时还要积极发展代理商和合作伙伴共同开展行业市场运营。为满足卫星互联网业务多级开展统一管理的需求，初步设计 3 级 6 类运营参与主体。

(1) 全球级：全球卫星互联网业务运营主体。

全球级运营主体是全球业务的管理者，负责制定运营战略目标和全球运营体系，它管理海外市场的拓展合作，管理各类国家级运营主体，制定各国家级运营主体的卫星使用量结算规则、各国家运营主体之间的漫游结算规则以及与其他电信运营商的网间漫游结算规则。

(2) 国家级：国家级运营主体，海外合作运营商。

国家级运营主体是指在某个国家，依托已经建成的信关站，可直接开展电信业务的企业。

国际合作运营商是指海外市场中由本国企业开展自主运营服务业务，成为卫星互联网运营商战略合作伙伴，利用星座资源或者信关站资源开展本国运营服务业务的企业。

(3) 行业级：国家级运营主体发展的本国范围内的代理商、合作伙伴。

本地渠道商是国家级运营主体在本国范围内发展的，代理其产品和服务的企业，在国家级运营主体给它的授权范围内，代理销售卫星互联网产品和服务。

本地合作伙伴是国家级运营主体在本国范围内发展的，能够利用自身资源、产品、服务优势，与卫星互联网产品和服务进行结合的合作伙伴，包含应用类合作伙伴、资源类合作伙伴等。

本地虚拟运营商是国家级运营主体在本国范围内发展的通信服务提供商，依赖国家级运营主体提供的基础设施来提供服务，可以拥有自己的运营服务系统并集成国家级运营中心提供的开放能力接口。

根据不同的运营主体的业务特点，通过业务驱动规划面向国际化的运营平台采用全球－国家两级运营中心，将在此基础上推进中台建设，以全球一体的两级架构满足不同的运营主体，共同开展覆盖全球的卫星互联网业务运营的需求，实现能力汇聚，提供跨中台、跨域的多形态融合业务支撑。

两级运营中心均基于业务中台、数据中台、网络中台提供的业务能力、数据分析能力、网络汇聚能力，支撑业务场景运营；基于技术中台提供流程编排、服务编排组件进行业务场景的管理，基于技术中台提供的能力集成管控

平台、微服务网关进行针对业务场景的能力接入/接出管控、能力调用路由、能力运行的运维监控。国际化运营中心两级协同如图5所示。

国家级运营中心拉通属地全域的能力，提供跨中台业务场景的编排能力。通过业务场景的收敛为属地前台应用的开发提供场景模板和能力支持，提升应用开发的效能。全球级运营中心支撑跨国家、跨中台、跨系统的多形态融合业务场景，拉通全网能力，共享全网服务，实现面向全网业务的敏捷赋能。通过两级运营中心实现两级业务协同，对全网和属地实现业务场景化运营、需求快速响应和资产管理等功能。

两级运营中心需统一规划，并建立全球服务治理规范和两级业务能力运营规范，明确全网应用管理流程和相关职责。纵向整合国家级和全球级运营中心，实现两级标准化服务能力的融合，通过全网服务网关两级节点实现两级服务的发现和路由，通过两级业务能力运营流程实现两级业务能力灵活互动和调度，推动两级中台能力拉通和服务共享，进而实现全球级集中运营和国家级独立运营支撑的协同发展。全球级运营中心主要提供全网服务能力视图，实现全网服务注册、服务管理，实现系统间服务调用、实时监控，连接各个国家级运营中心，监视全球运营情况，管理海外市场拓展和跨国结算，对大客户提供一站式服务。国家级运营中心主要提供国家属地服务能力视图，实现属地内服务注册、服务管理，实现属地内部系统服务调用、实时监控，并利用两级协同机制优先使用全球集中化相关的功能及能力，提供属地内2B2C营业受理，且承担

着所服务国家的生态合作运营、客户运营、产品运营以及市场运营的职责。

3.2 运营平台多租户管理

软件即服务（SaaS）是云计算的一种主要服务模式，它已经改变了传统的软件销售方式，而是提供了服务。用户无须再担心应用的部署和维护，只需提供服务地址即可使用。在SaaS模式下，相似需求的用户被称为租户，他们以租户的形式租用软件。在多租户SaaS服务中，SaaS提供商为多个租户提供软件服务，以实现规模经济效益，通过资源共享来降低成本并提高收益。多租户系统的成熟度通常可通过资源共享程度来衡量。其中，将应用实例共享给多个租户的模式被认为是成熟度最高的方式，这有助于提高资源利用率，降低应用程序的维护和升级成本。

在软件实现层面，SaaS对软件开发带来的改变在于其提出了“多租户”这一概念，两个公司（租户）租用同一个部署在服务运营商处的服务，租户对服务进行定制，形成自己看到的软件形态，不同租户公司内部的用户所看到的是不同的软件，彼此之间相互透明。

采用多租户应用^[8]技术构建运营中心，可以应对多渠道、多模式运营带来的挑战，降低运营成本。以虚拟化、高可靠、高安全的计算设备、存储设备、网络设备、安全设备为基础底座，依托技术中台、数据中台、网络中台打造按照业务独立中心的业务中台，各中心可根据业务场景按需插拔、按业务量按需扩缩容，通过服务集成与能力开放形成各类应用，并对管理人员和渠道/代理商等以租户级别开放服务，整体架构如图6所示。

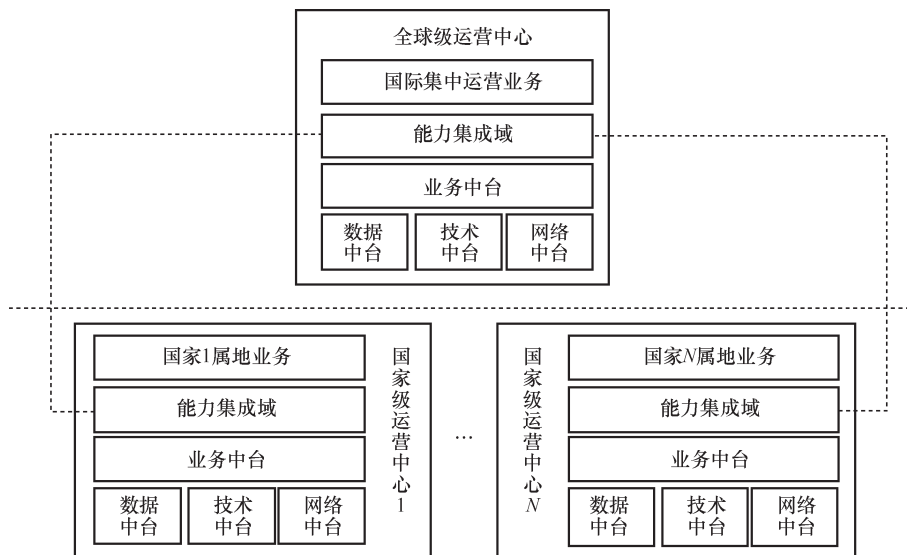


图5 国际化运营中心两级协同

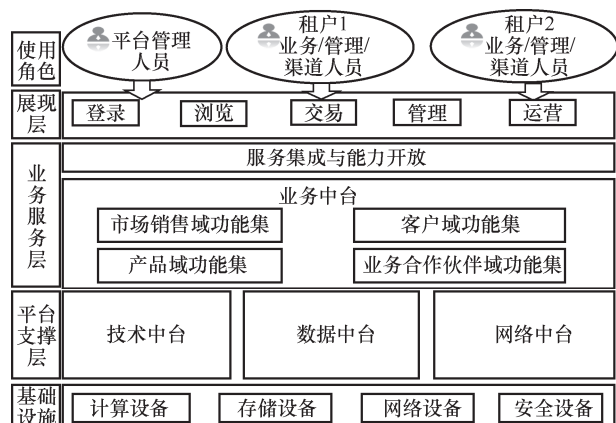


图6 多租户运营平台架构

多租户应用是一种软件架构，在这种架构中多个租户共享硬件资源，硬件资源提供共享的应用和数据库实例，每个租户可认为自己独占资源，应用实例提供高度的定制以满足租户所需。一个租户会有多个用户，每个租户交互界面、工作流程、SLA 均可个性化定制。多租户应用架构如图7所示，整体分为门户层、界面层、服务层、数据层。

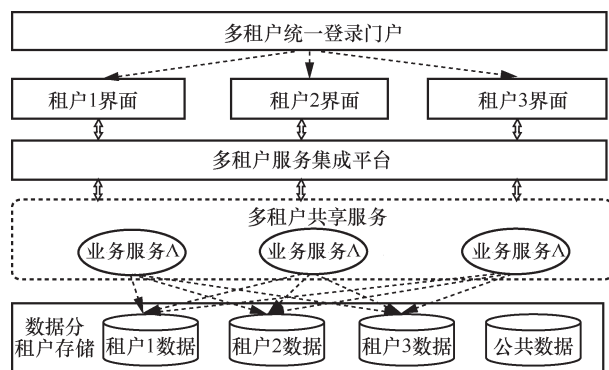


图7 多租户应用架构

门户层：多租户统一登录门户根据不同的登录用户信息进行界面路由跳转到不同租户的 Web 界面。

界面层：不同的租户界面在统一的框架下进行个性化定制，调用业务服务时会携带租户标识。

服务层：业务服务统一共享，负载均衡，根据界面层传递的租户参数动态访问不同租户的数据。

数据层：数据集中存储，实例数据通过租户标识加以区分与隔离，根据租户标识访问不同的租户数据，公共基础数据统一配置。

(1) 多租户运营平台特性

一是，应用多屏适配，客户体验一致，一次开发，处处运行。跨各类主流桌面浏览器，并为智能终端（iOS、Android 等）进行适配，为用户提供一致的跨平台应用体验；

二是，融合统一的业务中心化管理，交易、物流、支付、计费、结算、资源等业务中台服务充分复用；

三是，数据安全隔离，实例数据、规格数据根据租户标识进行隔离；

四是，流程安全隔离，业务处理通过配置不同流程进行隔离，业务流程隔离实现对不同租户的个性化业务需求，业务流程隔离实现对不同租户业务的个性化处理，相互之间互不影响。

(2) 为渠道/代理商带来的价值

一是，技术支持和基础设施方面：提供技术和相关基础设施，包括无线网络接入、数据中心、服务器、存储等，使代理商无须自行建设和维护庞大的通信基础设施，这降低了渠道/代理商的资本支出和运营成本。

二是，运营业务支持方面：为渠道/代理商提供多租户隔离的运营服务保障，包括计费、结算、客户管理、销售渠道管理等，这有助于渠道/代理商更有效地管理其业务运营。

三是，市场准入方面：帮助渠道/代理商更容易地进入卫星互联网市场，克服了进入市场所需的技术障碍，这使代理商可以更迅速地提供卫星互联网服务，迅速抢占市场份额。

四是，业务灵活性方面：通过多租户运营中心的服务个性化定制特性，可以根据渠道/代理商的特定需求进行调整和配置，渠道/代理商可以选择特定的服务组合，以满足市场定位和战略。

五是，运营效率：通过多租户运营中心为代理商“搭台唱戏”，渠道/代理商可以专注于核心运营活动，无须花费大量时间和精力来管理和维护通信基础设施，提高了运营效率。

六是，创新方面：渠道/代理商和运营商合作，共同开放创新的卫星互联网服务，以满足不同市场和客户的需求，这有助于代理商在竞争激烈的市场中实现差异化服务，运营商可以通过与代理商的合作沉淀出更好的共性服务。

3.3 与地面运营商融合运营

IMT-2030(6G)推进组发布的《6G 总体愿景与潜在关键技术》白皮书指出：目前全球仍有超过 30 亿人没有基本的互联网接入，其中大多数人分布在农村和偏远地区，地面通信网络高昂的建网成本使电信运营企业难以负担。无人区、远洋海域的通信需求，如南极科学考察的高速通信、远洋货轮的宽带接入等无法通过部署地面网络来满足。除了地球表面，无人机、飞机等空中设备也存在越来越多的连接需求。随着 6G 技术的发展以及业务的逐渐融合和部署场景的不断扩展，卫星网络与地面蜂窝网络相互

融合,将构建起全球广域覆盖的卫星互联网和无缝立体的超级链接应用场景,为用户提供无处不在、永远在线的宽带移动通信服务。

因此,卫星互联网运营平台需要具备与地面运营商融合运营的能力。一方面可以从地面运营商庞大的用户群体中获取卫星互联网客户群并向其提供天地一体化的应用服务;另一方面可以通过卫星互联网的全球互联和数字科技发展缩小覆盖鸿沟(生活在没有移动网络覆盖区域的人数)和用户使用鸿沟(生活在移动网络所覆盖的地区却没有使用移动服务的人数),不断推进卫星通信系统与地面信息通信系统深度融合,逐步形成覆盖全球、天地一体的信息网络,为陆海空天各类用户提供全球信息网络服务。

一是,客户融合运营的能力。首先需推动用户信息融合共享的标准制定,进而卫星互联网运营平台具备用户信息的共享管理能力、与地面运营商的业务结算能力,向全球移动用户提供卫星互联网服务。

二是,产品融合运营的能力。卫星互联网运营平台需要提供与地面通信网络互联互通的语音、数据、物联网、位置服务、行业创新应用等多类型多形态的产品定义、产品定价、产品发布等产品运营能力,催生各种爆款产品及应用,推动全球移动用户消费全面升级。

三是,资源融合运营的能力。卫星互联网运营平台需要具备对天地网络资源进行汇聚、统筹及一体化设计编排调度的能力,推动实现卫星通信系统、导航系统、遥感系统与地面信息通信系统资源的深度融合,面向全球移动用户提供天地一体的信息网络及创新应用服务。

4 结束语

运营平台作为卫星互联网的重要IT支撑系统,应具备弹性灵活的机制、分级协同的架构、多租户的管理模式,以应对国际化复杂多样的市场需求和场景。运营平台作为卫星互联网开展运营服务的基础平台和开放创新的公共平台,推进卫星互联网运营模式的发展和成熟、汇聚产业力量融合协同,创新发展是它的使命任务。随着6G技术的不断发展,卫星互联网和地面移动网络的融合成为一种必然,运营平台旨在汇聚跨行业产业力量,开展创新产品和应用的开发和设计,关键技术验证、优化,以及商业模式探索、孵化等,打造一个真正富有活力的“卫星互联网+千行百业”的跨行业跨地域的融合创新平台。

参考文献:

- [1] 付书航,周笛,盛敏,等.空天地海一体化网络体系架构与网络切片技术[J].移动通信,2021,45(5):8-14.
- [2] FU S H, ZHOU D, SHENG M, et al. An architecture and network slicing technology in space-air-ground-sea integrated network[J]. Mobile Communications, 2021, 45(5): 8-14.
- [3] YAO H P, WANG L Y, WANG X D, et al. The space-terrestrial integrated network: an overview[J]. IEEE Communications Magazine, 2018, 56(9): 178-185.
- [4] 董育萍.利用虚拟移动网络运营优化移动国际漫游[J].现代电信科技,2010,40(1):28-32.
- [5] DONG Y P. An approach to improve international roaming service through mobile virtual network service[J]. Modern Science & Technology of Telecommunications, 2010, 40(1): 28-32.
- [6] 汪春霆,李宁,翟立君,等.卫星通信与地面5G的融合初探(一)[J].卫星与网络,2018(9):14-21.
- [7] WANG C T, LI N, ZHAI L J, et al. Discussion on the integration of satellite communication and ground 5G (I)[J]. Satellite & Network, 2018(9): 14-21.
- [8] 魏肖,张景,全子傲,等.天地一体多业务融合的物联网架构和关键技术[J].天地一体化信息网络,2022,3(3):1-12.
- [9] WEI X, ZHANG J, QUAN Z A, et al. The architecture and key technologies of the Internet of things with integration of heaven and earth and multi services[J]. Space-Integrated-Ground Information Networks, 2022, 3(3): 1-12.
- [10] STRASSNER J. TMF white paper on NGOSS and MDA[J]. TM Forum, April, 2004.
- [11] SMIDOVYCH L, DAVYDOVSKIY Y. Processes of the telecom operator's information architecture transformation[J]. Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, 2022 (19): 47-54.
- [12] 侯青军,王成龙,张辉,等.一种基于TMF规则的能力共享平台设计实现[J].中国新通信,2018,20(3):71-73.
- [13] HOU Q J, WANG C L, ZHANG H, et al. Design and implementation of a capability sharing platform based on TMF rules[J]. China New Telecommunications, 2018, 20(3): 71-73.
- [14] 陈新宇.中台战略:中台建设与数字商业[M].北京:机械工业出版社,2019.
- [15] CHEN X Y. Iddle Office Iddle office construction and digital commerce[M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2019.
- [16] 顾欣,倪晓熔,刘昭,等.电信运营商中台能力运营中心建设思路[J].电信科学,2021,37(6):174-182.
- [17] GU X, NI X R, LIU Z, et al. Construction ideas of the middle platform capability operation center of telecom operators[J]. Telecom-

munications Science, 2021, 37(6): 174-182.

- [11] KWOK T, NGUYEN T, LAM L. A software as a service with multi-tenancy support for an electronic contract management application[C]//Proceedings of 2008 IEEE International Conference on Services Computing. Piscataway: IEEE Press, 2008: 179-186.

[作者简介]



曾文龙（1986—），男，硕士，中国星网网络应用有限公司高级工程师，主要研究方向为应用系统与运营服务技术。



赵双（1983—），男，硕士，中国星网网络应用有限公司工程师，主要研究方向为卫星通信、移动通信。



陈少鹏（1985—），男，硕士，中国星网网络应用有限公司高级工程师，主要研究方向为卫星互联网运营平台技术及应用服务产品设计。



金涛（1979—），女，硕士，中国星网网络应用有限公司教授级高级工程师，主要研究方向为大数据、人工智能领域。



江昶（1990—），男，博士，中国星网网络应用有限公司工程师，主要研究方向为卫星互联网市场运营、运营服务平台技术。