

卫星与5G融合通信组网探索

Exploration of Satellite and 5G Integrated Communication Network

周德山¹,王 燕²,钟 颢²,黄桂东¹(1. 中讯邮电咨询设计院有限公司广东分公司,广东 广州 510627;2. 中国联通海南分公司,海南 海口 570100)

Zhou Deshan¹,Wang Yan²,Zhong Ting²,Huang Guidong¹(1. China Information Technology Designing & Consulting Institute Co., Ltd. Guangdong Branch,Guangzhou 510627,China;2. China Unicom Hainan Branch,Haikou 570100,China)

摘要:

梳理卫星通信发展历程和卫星通信的优势和不足,提出卫星通信和5G融合通信的5个内涵和层次,介绍卫星和5G融合通信的案例——“海陆通一体化通信”在海南联通的应用,借助5G的NFV、CUPS和5G微基站等技术,探讨卫星通信和5G融合的初步思路、组网架构等。

关键词:

卫星通信;5G;融合通信;组网架构

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2020.09.010

文章编号:1007-3043(2020)09-0049-04

中图分类号:TN915

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

Combing the development history and the advantages and disadvantages of satellite communication, it proposes five connotations and levels of fusion communication with satellite communication and 5G. Then it introduces the application case of satellite and 5G integrated communication called integrated communication between land and sea in Hainan. And finally, it discusses preliminary ideas and networking architecture of satellite and 5G integrated communication, with the help of 5G NFV, CUPS, 5G small base station technologies.

Keywords:

Satellite communication; 5G; Fusion communication; Networking architecture

引用格式:周德山,王燕,钟颢,等. 卫星与5G融合通信组网探索[J]. 邮电设计技术,2020(9):49-52.

0 前言

4G时代,电信运营商的移动网络虽然覆盖了全球90%人口,但却只覆盖了不到20%的全球区域。与4G相比,5G在速率、连接数、时延3个方面有巨大改善,主要面对3个核心应用场景:增强移动宽带(eMBB)、海量机器通信(mMTC)和超高可靠低时延通信(uRLLC)。5G相比4G LTE的提升也是全方位的,并实现接入类型多样性。

全球绝大多数通信卫星以GEO卫星为主,不同高度的卫星产生的时延不同,地球同步卫星数据传输延

迟大,为500 ms左右,而低轨卫星则能极大缩短时延,时延在50 ms以内,与地面光纤网络相当,这也使其可以支持在线游戏或视频聊天等基于实时数据传输类应用,可以满足除了部分超低时延场景外的其他5G场景需求。

要实现万物互联的愿景,卫星通信是其中重要一环,卫星通信与5G融合将在应急搜救、无人区广域覆盖、智能船舶、海洋牧场、无人船、智能航运和海事监测及国防等业务应用上发挥重要作用。

1 卫星通信的优势和不足

通信卫星按运行轨道分可为静止轨道卫星和非静止轨道卫星,非静止轨道卫星又可以分为低轨道卫星

收稿日期:2020-07-30

(500~3 000 km)、中轨道卫星(3 000~10 000 km)和高轨道卫星(10 000 km以上)。

1958年12月,美国宇航局发射了“斯柯尔”(SCORE)广播实验卫星,进行磁带录音信号的传播,拉开了卫星通信的序幕,早期的卫星通信多以军事用途为主。1962年7月,美国AT&T发射的“电星一号”(TELESTAR-1)低轨道卫星实现横跨大西洋两岸的电话和电视服务,奠定了商用卫星的技术基础。到了20世纪90年代,美国摩托罗拉公司为了给全球提供移动通信服务,提出了由77颗近地卫星组成的星群让用户从世界上任何地方都可以打电话的铱星计划,虽然由于移动通信的快速发展最后宣告失败,但也为卫星全球组网,尤其是为现在的“星链”提供了宝贵的经验。

星链是美国太空探索技术公司的一个项目,计划有大约1.2万颗卫星(其中1 584颗将部署在地球上空550 km处的近地轨道)组成,在全球范围内提供低成本的互联网连接服务。

卫星通信具有以下明显的优势。

a) 通信距离远,覆盖范围广,静止卫星最大的通信距离达18 000 km,单颗地球同步卫星覆盖范围可达地球表面积的42.5%。

b) 以广播方式工作,在卫星天线波束覆盖的整个区域内的任何一点都可以设置地球站,这些地球站可共用一颗通信卫星来实现双边或多边通信,即进行多址通信。

c) 通信容量大,适用多种业务传输。卫星通信使用微波频段,可以使用的频带很宽。一般C和Ku频段的卫星带宽可达500~800 MHz,而Ka频段可达几个GHz。

d) 机动灵活的广域组网能力,卫星通信的高功率密度与灵活的多点波束能力加上星上交换处理技术,为通信网络的组成,提供了高效率 and 灵活性。

e) 不受地面灾害等恶劣气候的影响,在面对抗震救灾或国际海底光缆的故障时,卫星通信是一种无可比拟的重要通信手段。

同时,卫星通信也有不足之处,主要表现在以下几个方面。

a) 传输时延大,在地球同步卫星通信系统中,通信站到同步卫星的距离最大可达40 000 km,电磁波以光速(3×10^8 m/s)传输时单程需要时间约0.27 s。

b) 高纬度地区难以实现卫星通信。

c) 卫星在太空的恶劣环境中工作,存在日凌中

断、星蚀和雨衰现象。

d) 卫星发射的成功率为80%,卫星的寿命为几年到十几年,发展卫星通信需要长远规划和承担发射失败的风险。

2 卫星和5G融合通信的分类

卫星通信与5G融合的过程不是一蹴而就的,需要分阶段实施,根据实现的难易程度,划分为以下5个层次。

a) 覆盖融合:卫星网络与5G网络采用不同的技术标准,相互独立,卫星用于地面无线基站覆盖的补充,主要用于人烟稀少的广域区域覆盖。

b) 业务融合:两者仍然独立组网,但能够提供相同或相似的业务质量,在部分服务QoS指标上到达一致水平。

c) 用户融合:保证用户不换卡不换号,使用同一个用户身份(码号),统一的计费规则,网络按需选择利用卫星或者地面网络提供服务。

d) 体制融合:采用相同的架构、传输和交换技术,用户终端、关口站或者卫星载荷可大量采用地面网技术成果。

e) 系统融合:星地构成一个整体,提供用户无感的一致服务,采用协同的资源调度、一致的服务质量、星地无缝的漫游。

从需求发展的角度和3GPP等组织开展的5G NTN工作来看,当前设计目标至少是实现第体制融合。

3 卫星通信与移动通信融合应用

海南海陆通项目实现业务融合,借助VoWiFi技术,为用户提供在陆地和海洋情形下的相同通话质量。

卫星通信是目前最好的一种海上通信方式,然而卫星通信设备的价格比较昂贵(几千到几万都有),通信资费也高(以最便宜海事卫星电话为例,不区分主叫和被叫,按分钟收费,在中国区域每分钟收1.6元,国际区域每分钟6.8元)。因此,卫星电话的个人拥有者极少,通常为企业单位购买使用。企业单位为了控制生产成本会对卫星电话的使用进行严格的限制,员工个人在非紧急情况下是不允许使用的。在缺乏有效的通信手段的情况下,人们要承受长期失去亲友联络的思念之苦,甚至在遇到危险的时候也无法及时向外界发出求救信号,从而造成严重生命和财产损失。

针对海上通信的痛点和目前卫星通话资费贵的问

题,运营商可与卫星公司合作,实现渔船用户在海上工作时,能基于卫星通道拨打和接听电话,同时为渔船用户提供上网服务,当渔民登岸时,可以用在岸用户同样的手机通话和移动上网服务。

渔民在海上的语音通话流程主要包括以下几个步骤。

- a) 卫星接收终端(ZXHY-KU619),在渔船上接收卫星信号,在渔船上形成Wi-Fi环境。
- b) 用户通过卫星通道接入到北京的地面站。
- c) 卫星地面接收站通过北京到海南的专线连到某联通公司。
- d) 最终通过I-SBC接入移动IMS,实现VoWiFi拨打电话。

渔民在海上的移动上网的流程主要包括以下几个步骤。

- a) 卫星接收终端(ZXHY-KU619),在渔船上接收卫星信号,在渔船上形成Wi-Fi环境。
- b) 用户通过卫星通道接入到地面站,通过地面站互联网专线接入公众互联网,实现互联网业务。
- c) 由合作方租赁运营商互联网专线通道,上网业务经运营商DNS寻址后,业务流量本地疏通。
- d) 由运营商负责互联网信息安全的监管。

4 卫星与5G的混合组网方案

3GPP从R14开始着手开展星地融合的研究工作。在3GPP TS 22.261中,对卫星在5G系统中的角色和优势进行了探讨,作为5G多种接入技术之一,卫星在一些要求广域覆盖的工业应用场景中具有显著优势。

为实现像卫星这样非可信 Non-3GPP 用户的接

入,3GPP在5G网络架构中新增N3IWF网元,实现用户鉴权和用户面路由的协议映射,Non-3GPP用户接入5G路由具体如图1所示。

目前,从卫星网络的业务构成来看,与地面网络互通仍然占据主要份额。短期内卫星网络仍然是以透明转发为主要工作模式,长期来看,卫星和5G架构的研究主要面对用户的接入和星上转发时的业务连续性,具体需要解决以下问题。

a) 如何实现与5G统一的空中接口,实现5G用户在卫星和5G网络下的无缝接入。

b) 中低轨道的卫星运行速度特别高,单独一颗卫星为用户单独提供服务的时间只有十几到几十分钟,在高速运动状态下,如何实现切换和保证业务连续性。

对于卫星和移动通信采用统一的空中接口的演进很早就开始了,早期的MSAT系统采用地面模拟蜂窝网技术;Thuraya系统在设计过程中采用了类似GSM/GPRS体制的GMR标准;低轨卫星星座铱星和Global-Star的空中接口则是以GSM和IS-95作为蓝本。Imarsat-4卫星系统采用的IAI-2标准以及ETSI发布的S-UMTS标准均基于WCDMA框架设计。2016年发射的天通一号卫星在空中接口的设计上也借鉴并部分采用了3GPP的标准。

5G时代采用小基站技术,使5G基站在卫星上部署成为可能,将接入网gNB基站部署在卫星上,实现空地的空中接口一致,然后借助星间网络将基于IP承载业务和信令传递给核心网。

5G时代核心网采用NFV架构,实现CU和DU的分离,核心网用户面处理网元为UPF,借助NFV技术,在卫星上部署UPF网元,可以实现用户数据流量的转

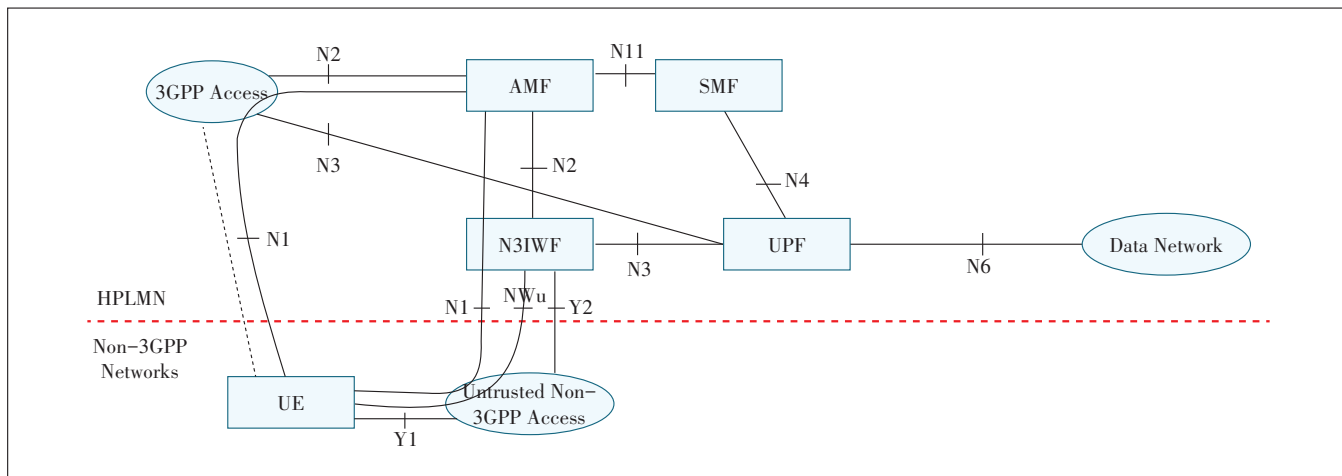


图1 3GPP新增N3IWF实现Non-3GPP接入

发。未来卫星和5G通信混合组网架构如图2所示。

核心网功能当然也可以全部部署在星上,但是受

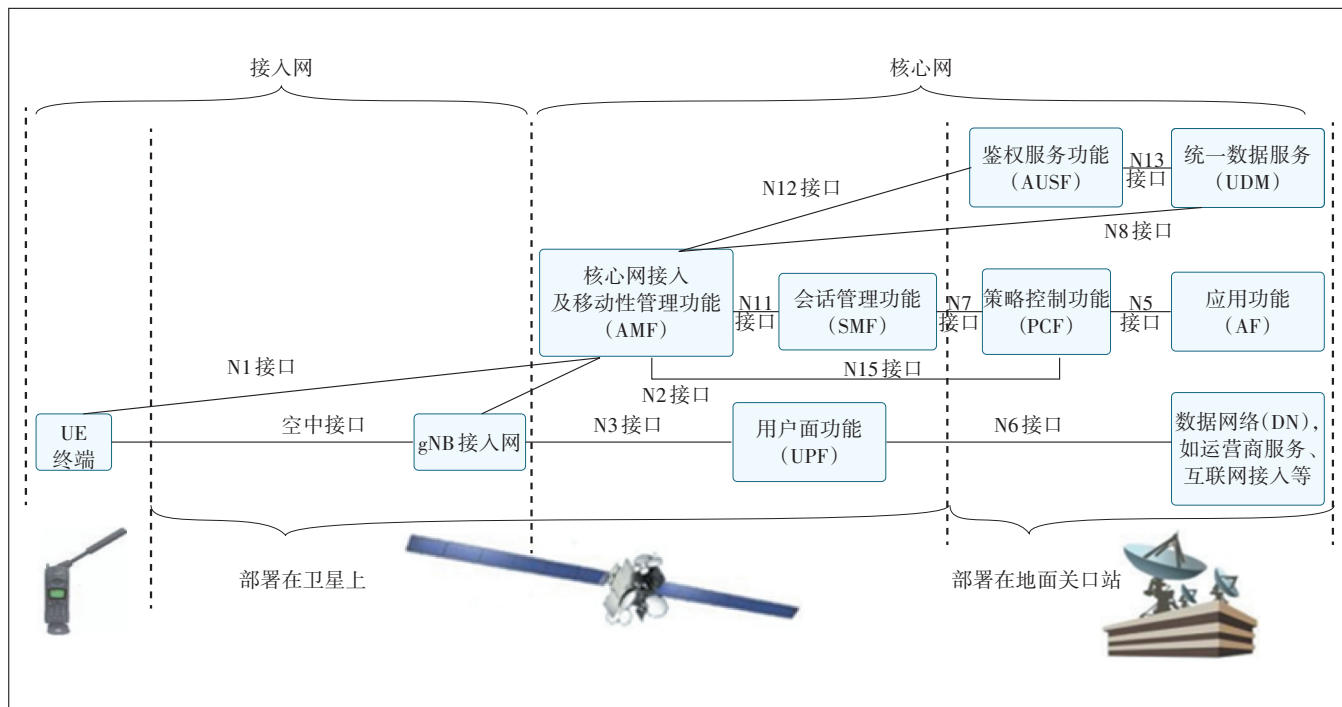


图2 卫星和5G融合组网架构

限于星上功率、处理能力以及星地链路长延时、大动态等,考虑到卫星的体积有限,运力和存储资源有限,因此不建议将全部核心网功能放到卫星上面。

5 结束语

未来类似海南海陆通融合的业务将会越来越多,与卫星的融合通信也是未来5G的发展趋势之一。本文通过介绍卫星通信优缺点,提出了卫星通信和5G通信融合的5个层次,以海南海陆通项目为切入点,引入未来卫星和5G通信的研究重点和混合组网架构要求,对后续运营商等业界相关领域的部署研究具有一定的参考意义。

参考文献:

[1] General Packet Radio Service(GPRS)enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN)access; 3GPP TS 23.401[S/OL]. [2020-03-12]. ftp://ftp.3gpp.org.
[2] 3rd Generation PartnershipProject; Technical Specification Group Core Network and Terminals; 5G System; Unstructured Data Storage Services; 3GPP TS 29.598[S/OL]. [2020-03-12]. ftp://ftp.3gpp.org.
[3] YI B, WANG X, LI K, et al. A Comprehensive Survey of Network Function Virtualization[J]. computer Networks, 2018, 133: 212-262.
[4] NI J, LIN X, SHEN X. Efficient and Secure Service-oriented Authen-

tication Supporting Network Slicing for 5Genabled IoT [J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2018, 36(3): 644-657.

[5] 王俊,杨进佩,梁维泰,等.天地一体化网络信息体系构建设想[J].指挥信息系统与技术,2016(4):59-65.
[6] 曹钟慧.运营商角度的物联网技术发展应用浅析[J].移动通信, 2016(15):30-35.
[7] 姜春起.5G网络技术研究现状和发展趋势[J].电子技术与软件工程,2018(2):28.
[8] 武伟坤.物联网安全关键技术与挑战[J].密码学报,2015,2(1): 40-53.
[9] 赵明宇,严学强.SDN和NFV在5G移动通信网络架构中的应用研究[J].移动通信,2015(14):64-68.
[10] 尤肖虎,潘志文,高西奇,等.5G移动通信发展趋势与若干关键技术[J].中国科学:信息科学,2014(5):551-563.
[11] 杜滢,朱浩,杨红梅,等.5G移动通信技术标准综述[J].电信科学,2018,34(8):2-9.

作者简介:

周德山,毕业于暨南大学,工程师,硕士,主要从事核心网相关咨询、规划和设计工作;王燕,毕业于武汉理工大学,工程师,学士,主要从事核心网项目管理、设计和建设工作;钟颀,毕业于北京信息工程学院,工程师,学士,主要从事核心网和IP网络等维护、技术管理工作;黄桂东,毕业于华南师范大学,高级工程师,硕士,主要从事核心网相关咨询、规划和设计工作。