

5G专网与多卫星系统协同在应急领域的应用

Application of 5G Private Network and Multi-satellite System Cooperation in Emergency Field

胡悦¹,高功应²,朱斌¹,时鹏³(1. 中国联通研究院,北京 100048;2. 中国联合网络通信集团有限公司,北京 100032;3. 中讯邮电咨询设计院有限公司郑州分公司,河南 郑州 450007)

Hu Yue¹, Gao Gongying², Zhu Bin¹, Shi Peng³(1. China Unicom Research Institute, Beijing 100048, China; 2. China United Network Communications Group Co., Ltd., Beijing 100032, China; 3. China Information Technology Designing & Consulting Institute Co., Ltd. Zhengzhou Branch, Zhengzhou 450007, China)

摘要:

随着5G和卫星网络新技术的不断发展成熟以及国家卫星互联网战略布局,如何结合5G专网及多类型卫星系统特性在应急等场景应用是研究的重要议题。梳理了当前应急业务需求及痛点、近年卫星通信和5G专网技术发展背景和特点,提出一种5G专网协同多卫星系统在应急业务领域应用的方案模式,并详细阐述了其架构、各部分功能以及关键实现设备的技术点。最后对该融合协同网络应用愿景、意义进行了描绘,并给出了运营业务发展建议。

关键词:

5G专网;卫星网络;应急业务;网络协同

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2023.03.014

文章编号:1007-3043(2023)03-0072-04

中图分类号:TN929.5

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

With the development and maturity of 5G and satellite network technology, and the strategic layout of national satellite Internet, how to combine the characteristics of 5G private network and multi-type satellite system in emergency scenario is an important research topic. The current emergency service needs and pain points, the background and characteristics of satellite communication and the development of 5G private network technology in recent years are summarized. A scheme of 5G private network cooperative multi-satellite system application in emergency service field is proposed, and the architecture, functions of each part and the technical points of key implementation devices are described in detail. In the end, it describes the vision and significance of the application, and gives some suggestions for the operators to develop their business.

Keywords:

5G private network; Satellite network; Emergency services; Network coordination

引用格式:胡悦,高功应,朱斌,等. 5G专网与多卫星系统协同在应急领域的应用[J]. 邮电设计技术,2023(3):72-75.

1 背景

近些年来,重大自然灾害、工业事故、恐怖袭击等突发事件给政府及人民带来了巨大的经济损失和人员伤亡。应急通信网络通过预防与预警、应急响应、后期处置等工作,在自然灾害、事故灾难、公共卫生、社会安全等突发事件情况下实现通信保障,确保重要通信安全畅通。但当前普遍采用的应急通信系统较为独立封闭,并存在与地面移动通信系统不互通、应急场景下终端操作不便、受卫星资源限制无法覆盖或

不稳定、时延高等问题。

随着我国5G基础设施的逐步完善,5G基础网络能力快速提升,5G专网可根据客户需求提供大上行、超高可靠、超低时延、5G切片、5G高精度同步、5G高精度定位、广域漫游、二次认证、能力开放等30项以上关键网络差异化能力。5G专网赋能应急通信领域可使应急通信更加灵活,同时减少对周边各环境因素的要求,为抢险救灾提高了效率、争取了宝贵的时间,并提高了应急服务保障的服务质量和用户体验。

同时,由于卫星通信技术的发展,特别是低轨卫星通信技术的发展,卫星通信在速率和时延上已经可以满足大多数5G业务场景的需求。卫星通信网络与

收稿日期:2023-01-13

5G地面通信网络在技术上已具备融合的基本条件,逐步向不同轨道多卫星系统融合、通信遥感导航卫星融合、地面与卫星系统协同融合等趋势发展。通过构建架构、功能、接口、流程一体化的天地一体5G网络,能够实现覆盖融合、系统融合、网络融合和业务融合,在提高网络资源利用率的同时,为用户提供全球全域无缝连接、业务连续性和通信服务保障,使能丰富多样的通信业务和应用,具有重要的经济和社会效益。

本文首先结合应急场景当前的需求和痛点,对5G专网、卫星通信以及星地融合的发展趋势进行了概述,其次介绍了应急业务领域应用的现状和5G专网在该领域应用的方案及模式,并着重介绍了方案中实现5G专网与多卫星系统协同的关键技术点和功能实体,最后结合研究内容进行了总结和展望。

2 5G专网在应急业务领域的应用

2.1 现有应急通信方式分析

应急通信专业机构主要职责一般为:战时为中央和各级党政军机构“指挥系统”提供应急通信保障;平时为抢险救灾、各种突发事件和重大国务活动、军事活动提供应急通信保障。在面对一系列突发性事件时,借助应急指挥通信车移动的灵活性以及快捷的部署能力,为相应指挥处理工作的高效开展提供保障。应急指挥车到达现场后,通过通信系统将图像和声音传送到数十公里或数百公里外的应急中心,可实现音视频采集与传输、对外宣传、会议决策、自备电及外接电源、照明等基本功能。采集到的音频和视频信号传输到指挥车再到后方指挥中心,基于指挥平台的信息采集和集成功能,实现重大事件和突发事件的现场疏导和决策处理。

传统的应急通信车通信方式主要分为车载4G无线通信、微波通信和卫星通信,其中:车载4G无线通信通过车载路由器、移动通信模块接入运营商4G基站,或通过光纤接入的方式接入运营商核心网,完成语音及数据信息的交互;微波通信由无线电对讲机技术发展而来,采用短波或超短波的方式实现调度、组呼以及快速呼叫的功能;卫星通信是在空间技术和地面微波通信的技术基础上,利用人造地球卫星做中继站用以转发无线电波,以实现2个或2个以上个体或单位之间通信的通信手段。3种通信方式的优点和不足如表1所示。

现有的车载4G通信需要通过车载路由器、移动通

表1 3种通信方式的优点和不足

通信方式	优点	不足
车载4G无线通信	接入运营商网络通信质量有保障;通信覆盖面积广;受环境因素影响小	需要无线网络覆盖通过终端或光纤方式接入运营商网络;接入终端过多时会抢占通信资源
微波通信	组网简单,方便快捷;可一呼通同响,便于统一指挥执行	网络覆盖面积有限;单项传呼,无法获得被叫用户状态,沟通成本高;无法实现数据类信息的交互
卫星通信	通信覆盖率高;设备简单,重量轻,便于装在应急通信车上,受天气影响小	传输时延大;可同时接入终端数量少;通信链路单条带宽速率有限;成本较高

信模块接入运营商4G基站或光纤接入的方式接入运营商核心网完成语音及数据信息的交互,存在一定局限性。例如,部分灾区环境恶劣,通信设施(基站/回传光纤/供电线路等)损毁严重,救援人员手机终端无法正常接入运营商基站进行通信;通过光纤接入运营商的通信方式不能深入灾区重点区域,且应急通信车失去了灵活机动特性,功能性有所缺失;无法对注册终端接入控制,加大了通信资源有限的利用成本,降低了通信效率。

通过上述综合分析,3种应急通信方式各有利弊,通常组合起来共同完成在抢险救灾或重大事件保障工作中的通信工作。然而,因为移动网络技术发展催生的各种多媒体业务形态以及应急场景本身的环境局限等原因,车载4G通信已经不能满足当前应急通信的需求。

2.2 5G专网与多卫星系统协同应急业务方案

结合当前5G网络及卫星通信的发展趋势,本文提出5G专网与多卫星系统协同的应急业务方案,充分发挥高通量卫星及低轨卫星的传输优势,将运营商语音及数据访问等5G业务无差异化地延伸至远洋海域、地面灾害等应急场景,保障在灾害地区应急时稳定便捷的通信。在保障业务稳定性和功能性的前提下,充分利用不同轨道卫星特性,与5G专网资源整合,利用“5G泛在接入+卫星通道”达到1+1>2的业务体验。

方案以5G专网基础能力为底座,结合多卫星系统协同接入的解决方案,解决带宽受限问题,将多链路带宽捆绑,增加优化带宽及服务时长。同时结合应急机动场景下的业务需求,提供包括但不限于如下的基础及增强功能。

- a) 应急专网内部人员间的3G/4G/5G语音通话、短信及数据访问功能。
- b) 应急专网与外部移动通信网络间的3G/4G/5G

语音通话、短信及数据访问功能。

c) 应急网络资源编排和分配优化,实现业务路由的智能选择。

d) 互联网应用在应急场景的操作优化,解决大网损坏时,APP应用及短信等不能使用的问题。

e) 集群认证功能,针对特定应急用户群体增加认证能力。

f) 快速部署方案,对5G应急专网实现解耦和简化,满足快速与大网互通和随机随时接入需求。

g) 5G消息、短信与应急通信系统的紧密联动及高效精准投送方案。

h) 其他运营商增值业务,如语音增强(实时翻译)、NEF能力开放、QoS控制等的融合应用方案。

3 5G专网与多卫星系统协同组网方案与实现

3.1 系统架构

5G专网与多卫星系统协同应急业务方案的系统基础架构如图1所示,按照所属网络及功能可大致分为5G应急专网、多卫星系统网络、融合接入及控制3个部分。其中5G应急专网、多卫星系统网络为对应体系下的标准网元及设备组成,不需要定制;融合接入及控制为匹配该专网业务方案的定制化功能设备簇。

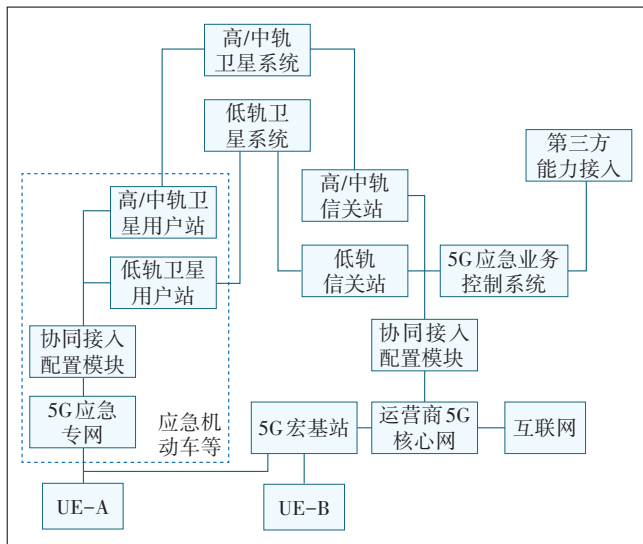


图1 5G专网与多卫星系统协同应急业务方案系统架构

3.2 系统功能与实现

对系统架构的5G应急专网、多卫星系统网络、融合接入及控制3个部分进行功能介绍。

3.2.1 5G应急专网

作为本系统方案业务功能的主要实现部分,5G应

急专网可部署在应急机动车、大型无人机、移动飞艇等业务接入侧,根据部署环境和业务需求,灵活调整专网部署模式和对应网元实体及功能。

在虚拟专网模式下,基于运营商5G核心网提供的DNN、QoS优先级配置和切片等特性满足用户对应急专网隔离性和性能方面的需求;在混合专网模式下,负责数据转发的UPF网元下沉,满足数据不出场和业务隔离等需求;在独立专网模式下,部分5GC网元下沉(如AMF、SMF等),UDM不下沉,基础语音业务仍使用大网的IMS实现业务功能。

3.2.2 多卫星系统网络

卫星通信在星地融合的网络架构中,既可作为基站传输通道,也可直接为用户终端(手机或者其他形态)提供接入。本应用方案为基站传输通道的卫星系统融合架构,采用“卫星+基站”的方式,用户通过符合蜂窝移动通信网络标准的终端直接接入基站,基站再通过卫星传输至核心网,卫星通信作为传输网络的一部分拓展基站的覆盖。

一套完整的卫星传输网络系统包含卫星用户站、星上卫星系统、卫星信关站3个部分。本方案可同时多个不同的卫星系统网络作为业务传输链路,连接5G应急专网和运营商5G核心大网。单一的业务数据源可通过反向复用多个卫星系统信道用于传输,然后在接收端重新聚合,实现多种接入协议的融合及转换,使传输数据具备不同维度策略的分流/并流传输能力,提高应急专网的可用性和传输效率。

3.2.3 融合接入及控制

该部分包含2个独立的功能设备,分别为协同接入配置模块和5G应急业务控制系统。

协同接入配置模块部署在卫星传输网络的两侧,分别同5G应急专网及运营商5G核心网互通,单一的数据源通过反向复用多个信道用于传输,然后在接收端重新聚合,实现多种接入协议融合及转换,使传输数据具备不同维度策略的分流/并流传输能力。

5G应急业务控制系统部署在靠近运营商核心网大网一侧,并与其对接,实现5G应急专网业务的精准控制编排、权限管理、第三方能力接入及开放等。

3.3 协同组网关键技术

作为多个系统的卫星通信网络与5G地面通信网络在技术及业务方面融合的可行性落地应用方案,协同组网的关键功能实体——协同接入配置模块是关键技术的实现网元。协同接入配置模块能够实现低

轨卫星和中高轨卫星资源的按需合理分配的目标,具体功能设计及技术点如下。

3.3.1 网络部署位置

协同接入配置模块在网络中的部署位置包含以下2个位置。

a) 接入侧:位于5G基站和各种不同卫星网络用户站之间。上行方向,将5G基站来的流量通过不同的策略路由到不同的卫星链路进行传输,下行方向,接收不同的卫星链路流量并汇聚传输到5G基站。

b) 网络侧:位于各种不同卫星网络信关站和5G核心网之间。上行方向,将不同卫星的信关站数据汇聚并传输到外部核心网,下行方向,将核心网下发的流量根据不同的策略路由到不同的信关站进行传输。

协同接入配置模块处理的流量包括5G N1、N2、N3、N9以及SNMP的网络管理流量。

3.3.2 自适应分流/聚合功能

协同接入配置模块可按配置的时间间隔动态监控每个连接链路的带宽,并根据每个连接的可利用率来分配传输对应数量的数据包,然后数据包将在接收终端经过纠错后重新合并还原到原始数据。

3.3.3 应用层流量检测和识别功能

当TCP或UDP数据流通过协同接入配置模块时,系统会读取IP数据包内承载的ISO应用层数据并进行重组,从而得到整个应用层数据流的内容,然后按照系统定义的管理策略对流量进行管理、监控操作。

3.3.4 可配置策略的分流功能

模块可以根据不同的策略模板,手动或远程配置不同的分流策略,便于根据不同成本的链路流量消耗或者不同的卫星传输特性,有针对性地设置和调节。例如,有些用户希望优先使用4G网络,其次选择使用卫星提供的网线链路(成本因素);或者优先采用高轨卫星传输信令面数据(稳定)及低轨卫星传输用户面数据(高效),其次选择使用高轨卫星传输用户面数据,策略场景举例如下。

场景1:协同接入配置模块能够根据配置的策略,选择将信令面流量通过高轨卫星用户站传输,将用户面流量通过低轨卫星用户站传输。

场景2:协同接入配置模块能够根据配置的策略,选择将信令面和用户面流量都通过低轨卫星传输。

场景3:协同接入配置模块能够根据配置的策略,选择将流量按照一定比例分别通过低轨卫星+高轨卫星进行传输。

3.3.5 传输链路检测功能

模块能够根据不同的策略快速检测当前配置的卫星链路状态,并能实时维护各条链路状态。当某条卫星链路检测故障时,模块能自动将该链路置为故障状态,后续当该链路恢复后,模块能够根据策略或者实时检测,自动将链路从故障状态切换到可用状态。

3.3.6 自动切换链路功能

当目前正在传输中的链路出现故障时,模块能够自动选择其他可用的链路进行传输。如当前是通过高轨卫星链路进行传输,当检查到高轨卫星链路出现故障时,模块能够按照策略自动选择其他可用的高轨卫星链路或者低轨卫星链路进行传输。

4 总结及展望

“5G专网+卫星”星地融合网络将卫星通信网与地面通信网各自的优势相结合,使通信网络边界拓展到无人区、海洋、天空,可实现通信网络在任意时间、任意空间的全覆盖,真正实现全球用户无缝通信连接的愿景目标,具有很强的社会意义和经济意义。本文探讨的方案能够充分利用已部署的部分低轨卫星资源,同时协同中高轨卫星资源,通过基于地面运营商5G通信网络业务选路的优化控制,实现高中低轨卫星与5G网络协同可靠的“星网云端”的融合应急通信业务。随着5G网络演进及低轨卫星的全面覆盖,该业务可随着方案部署地区低轨星座的服务情况不断优化,充分发挥低轨卫星低时延和高轨高通量卫星广覆盖的资源优势,提供高质量可靠的5G星地融合服务,为运营商优化网络和业务创新以及探索6G天地一体化提供参考。

参考文献:

- [1] 3GPP. Service requirements for the 5G system: 3GPP TS 22.261 [S/OL]. [2022-12-05]. [ftp://ftp.3gpp.org/Specs](http://ftp.3gpp.org/Specs).
- [2] 3GPP. Study on using satellite access in 5G: 3GPP TR 22.822 [S/OL]. [2022-12-05]. [ftp://ftp.3gpp.org/Specs](http://ftp.3gpp.org/Specs).

作者简介:

胡悦,毕业于西安电子科技大学,工程师,硕士,主要从事核心网技术及星地网络融合、5G消息相关领域的研究工作;高功应,毕业于华中科技大学,高级工程师,硕士,主要从事核心网规划、方案、新技术、数字化运营等研究工作;朱斌,毕业于北京邮电大学,高级工程师,硕士,主要从事5G网络及能力开放研究、天地一体化新技术跟踪及创新业务产品研究工作;时鹏,毕业于西安电子科技大学,工程师,硕士,主要从事无线通信、卫星通信相关咨询、设计工作。