

# 基于IoT NTN 实现卫星语音通信的关键技术研究

■ 中国电信股份有限公司卫星应用技术研究院 李芸 商鹏程 李彦坤 李阳 赵冬

近年来,随着商业航天的兴起,卫星制造和发射成本大幅降低,星载天线技术快速发展,为卫星通信产业注入了新的活力。同时,随着通信芯片、终端能力的提升,基于星地网络融合的公众手持终端直连卫星逐步成为现实。“手机直连卫星”具有丰富的应用场景和迫切的用户需求,特别在保障救援、紧急救助和应急通信等情况下,为用户提供保底通信保障,而实时语音通信能力是此类应用场景下的必要需求。

本文针对卫星通信系统高时延、高路径损耗及容量受限等制约实时语音通信的问题,从网络优化角度出发,提出了基于IoT NTN(基于非地面网络的物联网终端接入)技术的公众型手持终端语音能力增强解决方案。

## 需求和现状研究

### 需求概述

卫星通信具有覆盖范围广、实时性强、抗干扰能力强等特点,可在无地面网络覆盖区域或地面常规通信基础设施遭到破坏的情况下提供独立的应急通信服务。在应急救援场景下,通信双方迫切需要在短时间内建立低时延、高可靠的实时交互,因此,卫星通信的实时语音能力是必不可少的。在抢险救灾场景下,基于卫星语音通信的应急指挥调度系统具有高度灵活性,是构建国家

应急救援通信体系的基础。在户外应急场景下,大众可通过具备卫星语音通话功能的手机向外界求援。

相比于GMR(地球静止轨道移动无线电接口)等传统的卫星移动通信体制,5G NTN体制在标准演进、产业驱动、星地融合等方面具有天然优势。然而当前国内尚无商用的移动通信卫星资源,能够满足现行标准下NR NTN(基于非地面网络的5G智能终端接入)在带宽、链路预算等方面的要求,因此基于IoT NTN实现卫星语音通话功能的探索引起业界的关注。

### 现状和可行性分析

近年来,国内外IoT NTN应用创新快速发展。国际方面,海事卫星与联发科开展了多次基于IoT NTN技术的双向卫星通信试验,并宣布未来将联手打造智能手机、物联网设备、汽车等终端的双向卫星通信功能。国内方面,科研机构与设备制造商、卫星运营商等产业链上下游企业基于3GPP R17标准,在芯片、终端模组、网络设备等方面联合进行了多次星地融合通信试验验证,实现了IoT NTN端到端全链路技术贯通。当前IoT NTN多采用短报文和物联网业务先行模式,未来一旦支持卫星语音通信,可进一步构建基于NTN产业生态的ToC应急通信网,形成显著的商业模式竞争优势。

在5G NTN演进过程中,为满足用

户的语音通话需求,业界以IoT NTN标准体制为基础,开展了语音增强方案研究,提出三种解决方案。方案一采用多域体制融合思路,提出基于新增信令网关的语音优化解决方案,可有效减少终端与卫星的信令交互,节约卫星资源。方案二为基于Web-RTC(源自网页的实时通信)架构的语音通话解决方案,使用自定义接口实现语音协议的定制化,可大幅提升语音信令交互效率。方案三为基于IMS(IP多媒体系统)信令优化的语音增强解决方案,通过精简SIP/SDP(会话初始协议/会话描述协议)流程及字段,可缩短终端与IMS网络的交互时延,提升交互效率。

从当前阶段研究成果来看,优化现有地面体制,压缩星地语音交互信令开销,是IoT NTN实现语音业务的重要基础。现有地面4G/5G移动通信网络语音业务采用IMS架构,为实现与地面语音通信体制兼容,产业各方致力于创新基于IMS优化的语音通话方案,在网络及芯片侧开展定制化研发,精简信令流程,优化低速语音编解码算法,以更好支持IoT NTN场景下的语音通话功能。

## 基于NTN实现卫星语音通信的关键技术

### 网络架构优化

鉴于IoT NTN体制本身的网络特性,

为满足卫星通信网络演进过程中用户语音通话的需求,可以借鉴现有地面蜂窝网络的体制及建设方案,压缩星地语音交互信令开销。现有地面4G/5G移动通信网络语音业务采用IMS网络架构,在卫星网络中对该架构进行优化,可以实现卫星与地面语音通信体制的兼容。

在信令交互方面,考虑在终端和IMS网络间使用精简的IMS SIP信令,对IMS进行增强,实现精简SIP和标准SIP的转换,在IMS网络和地面网络间使用标准的SIP信令进行交互。

在语音媒体流交互方面,为了实现低速语音媒体流传输,在终端和IMS网络网关中部署低速语音编解码器。其中,在终端和IMS语音网关间,语音流采用低速的语音编解码交互;在IMS语音网关处,实现低速语音编码和标准语音编码之间的转换。

### 核心网UP面承载语音解决方案

IoT NTN无线侧数据传输支持CP(控制面)模式和UP(用户面)模式。CP模式支持数据通过NAS信令传输,承载数据少,适合物联网突发小包业务;UP模式通过建立正常的无线承载DRB(数据无线承载)进行数据传输,适合持续性数据业务。

在IoT NTN体制中,UP模式仅支持两个DRB,无法同时承载数据和语音业务。对于卫星移动通信而言,语音是重要业务。本文考虑在UP面实现的三种承载(数据承载、语音信令承载和语音媒体流承载)可在不同业务间自动切换,即随着业务的变更为用户更新不同的承载。

考虑对基站进行增强,通过设定网络触发条件,使得基站在某些条件下释放数据承载并建立语音承载。该过程中终端收到了网络触发的承载释放,可能导致终端发起TAU(跟踪区域更新)

过程,造成信令消耗,因此也需要对终端进行部分增强。当用户停止语音通话时,语音承载释放,此时网络应具备退回至数据承载的能力。

### SIP精简方案

#### 1. IMS SIP精简原则分析

由于NTN网络的空口资源有限,标准的IMS SIP信令消息冗长,终端呼叫建立时间较长,导致语音建立成功率降低。用较小的信令长度优化语音建立信令交互流程,缩短呼叫建立时长,是IoT NTN实现语音业务支持能力的主要方法。现有地面网络语音业务以VoNR、VoLTE为主,为推动与5G NTN网络架构的互联互通,以及向未来语音业务平滑迁移,应优先考虑基于IMS优化的语音网络架构。

具体信令优化可基于但不限于如下原则:第一,SIP头部名称使用缩写格式编码,SIP中未定义缩写的头部名称不进行自定义处理;第二,UE发送给IMS的SIP消息部分参数可在空口省略,之后由IMS网络功能添加;第三,UE发送的SIP/SDP消息IPv6地址编码使用简化格式;第四,部分语音(可根据优先级或资源实时情况)省略信令交互步骤。

除上述信令精简外,在地面网络引入增强型语音信令网关设备,支持卫星通信语音编解码协商和转换,在SIP消息精简方案中屏蔽UE与IMS网络间语音媒体流的差异。

NTN网络带宽资源有限、时延较高,SIP信令需适配NTN网络的性能特征,简化信令交互的复杂度、降低时延。为实现基于IMS网络的SIP消息精简,终端与IMS部分网络功能需进行增强,屏蔽SIP信令在终端与标准IMS网络之间的消息差异化,使得IMS网络在保障终端用户呼叫体验的同时,提升网络交互效率。

#### 2. 时延分析

涉及IoT NTN语音通信的传输时延包括终端声码器时延、基带时延、卫星空口时延、基站协议栈时延、核心网到IMS用户面时延、IMS用户面语音编解码转换时延、大网处理时延、大网终端处理时延等。受限于空口带宽(无法频繁发包)和高轨卫星远距离传输,上行时延集中在声码器模块和卫星空口传输,约占整体时延的80%;下行时延集中在卫星空口传输和IMS语音转换过程,约占整体时延的80%。

分析显示,通过包压缩、声码器优化、编解码优化可有效减少语音包在卫星接入场景下的传输时延,提升NTN网络语音通话用户体验。

### 总结与展望

本文以3GPP前期研究及标准化进程为基础,提出可支持语音通信的IoT NTN融合组网架构和体制优化方向,并综合考虑卫星资源受限及时延较高的网络特性,针对语音交互信令的精简与优化提出了解决方案,降低星地语音交互信令对星地资源的消耗,保证卫星接入场景下的语音业务质量。但仍存在一些关键问题有待研究,例如卫星通信空口时延相对较高,需进一步对协议进行适配和优化,对网元进行功能及性能上的增强;又如卫星动态变化导致多普勒频移影响语音信号质量和稳定性,需要通过算法及编解码能力的增强,提高语音业务的稳定性。

业界已经开启对于下一代实时语音通信的研究,在科技创新、用户需求、网络演进的驱动下,“虚实共生、沉浸多感、类人智能、万物智联”将成为未来实时通信的发展愿景。NTN网络作为未来天地融合、泛在连接的重要技术,具有广阔的应用前景和实际意义,是实现泛在实时、多维连接、高质量通信服务的重要基石。CW