

# 面向NTN的网络管理标准 进展和研究

Progress and Research on Network Management Standards for NTN

李静, 崔航, 贺琳 (中国联通研究院, 北京 100048)  
Li Jing, Cui Hang, He Lin (China Unicom Research Institute, Beijing 100048, China)

## 摘要:

对NTN网络管理的关键技术进行深入探讨, 涉及管理架构、网络切片管理方案以及邻区关系和PCI冲突解决方案, 这些方案旨在适应NTN引入卫星带来的不同需求。此外, 还深入研究了IoT NTN网络管理的关键技术, 涵盖了不连续卫星覆盖下的网络管理和监测下行空口时延的解决方案。

## 关键词:

NTN; 5G; 卫星; IoT  
doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2023.11.003  
文章编号: 1007-3043(2023)11-0014-04  
中图分类号: TN927  
文献标识码: A  
开放科学(资源服务)标识码(OSID): 

## Abstract:

It deeply discusses the key technologies of NTN network management, including management architecture, network slice management scheme and PCI conflict resolution, in order to meet the different needs brought by the introduction of NTN satellites. In addition, the in-depth study of the key technologies of IoT NTN network management are conducted, which covers the solution to the network management and monitoring of DL air delay under discontinuous satellite coverage.

## Keywords:

NTN; 5G; Satellite; IoT

引用格式: 李静, 崔航, 贺琳. 面向NTN的网络管理标准进展和研究[J]. 邮电设计技术, 2023(11): 14-17.

## 0 引言

随着5G技术的快速发展, 无线通信领域正在进入一个崭新的时代, 其中卫星通信的重要性日益凸显<sup>[1]</sup>。在3GPP标准化组织中, 为了满足卫星通信的需求, 一系列针对非地面网络(NTN)的项目已经启动。这些项目旨在将5G技术与卫星通信相融合, 以提供更广泛、更强大的通信覆盖。3GPP标准化组织一直致力于推动卫星通信与5G技术的融合, 为此在RAN组和SA组

都启动了一系列关键的标准化项目。

从R15版本开始, 3GPP启动了与卫星通信相关的SI/WI项目, 本文聚焦于3GPP SA5工作组所开展的相关项目, 在R17版本中, SA5启动了FS\_5GSAT\_MO项目, 该项目研究了卫星组件的商业角色、服务和5G网络管理编排等关键问题, 并提出了相关解决方案。这一工作的成果包含在3GPP TR 28.808<sup>[3]</sup>中, 包括了与网络切片管理、卫星管理和卫星监控相关的用例、需求和解决方案。这些成果为卫星通信与5G技术的融合奠定了坚实的基础。在R18版本中, 3GPP继续深化了卫星通信与5G技术的融合工作, SA5工作组在FS\_IoT\_NTN项目中继续深入研究, 研究了NR NTN和

基金项目: 国家重点研发计划(2020YFB1808000)

收稿日期: 2023-09-04

IoT NTN 的网管运维工作。这项工作的成果包含在 3GPP TR 28.841<sup>[4]</sup>中,包括了卫星管理架构、与具有再生/透明卫星的 NTN 管理相关的用例和解决方案。这些成果进一步完善了卫星通信与 3GPP 技术的标准化工作。这一项目于 2023 年 6 月成功结项,而相应的 OAM\_NTN WI 项目正在 R18 版本中进行,预计将在 2023 年底之前完成。未来 R19 版本的标准化工作,将重点考虑卫星接入的各个方面,同时结合 RAN 和 SA 领域的相关工作,这些工作方向将在 R19 版本中成为潜在的标准化内容,涵盖了多个关键方面的研究,包括管理和编排能力、存储转发卫星操作、端到端管理以及移动性管理增强。这些工作的推进将有助于进一步推动卫星通信与 3GPP 标准的融合,为未来的网络提供更广泛的覆盖和更多的创新应用。

NTN 网络包括 2 种主要类型,即 NR NTN 和 IoT

NTN,以满足不同类型终端的接入卫星的需求。NR NTN 主要面向宽带卫星通信,IoT NTN 主要面向窄带物联网卫星通信应用。为了支持非地面网络,NTN 网络通过地球同步轨道(GSO)、非地球同步轨道(NGSO),以及高空平台系统(HAPS)等多种平台进行接入,其中,NGSO 包括低地球轨道(LEO)和中地球轨道(MEO)。

## 1 NR NTN 网络管理标准化关键技术

### 1.1 管理架构

带有卫星接入和卫星回传的 NR NTN 网络架构如图 1 所示。可以基于此来考虑 NR NTN 网络的管理架构。目前在带有卫星的 5G 网络中,卫星以透明模式传输用户数据。在使用卫星作为回传的 5G 网络中,卫星网络作为 gNB 和 5GC 之间的传输网络。

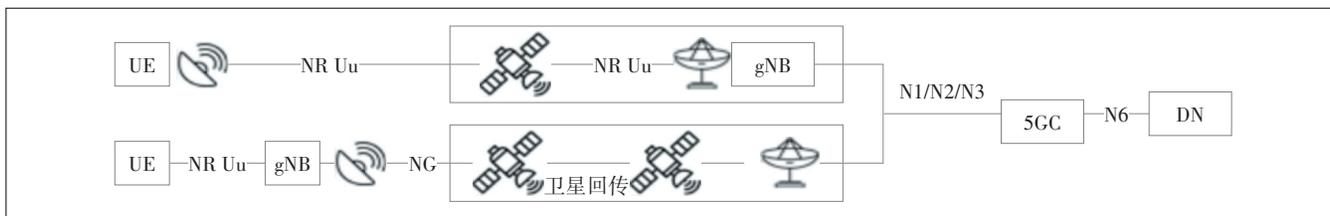


图1 带有卫星的NR NTN网络架构示意

基于带有卫星的 NR NTN 网络架构,在研究 3GPP 与卫星相关的 5G 网络管理标准化时,引入了 3 种不同的管理架构,以满足 NTN 引入的不同场景和需求<sup>[2]</sup>。

#### 1.1.1 支持 NR 接入 NTN 的管理架构

该架构考虑了 UE 通过 NR 接入 NTN 的情况,同时也考虑了 UE 通过地面无线接入技术(Terrestrial RAT)接入的情况。如图 2 所示,3GPP 管理系统负责管理 5G 网络,包括非地面和地面网络,且 3GPP 管理系统通过 API 与通信服务客户或垂直行业客户交互,同时为 UEs 提供服务。

#### 1.1.2 支持 non-3GPP 接入 NTN 的管理架构

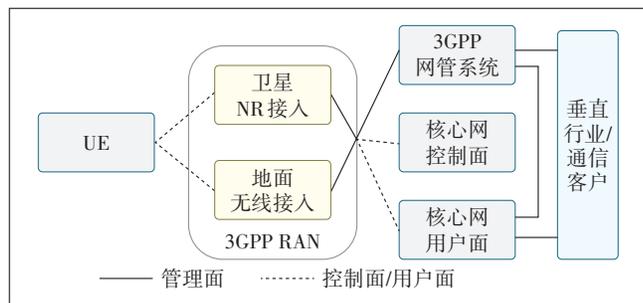


图2 支持NR接入NTN的管理架构

该架构适用于 UE 通过非 3GPP 接入 NTN 的情况。如图 3 所示,3GPP 管理系统负责管理 3GPP 和非 3GPP 接入,包括非地面和地面网络,且 3GPP 管理系统通过 API 与通信服务客户或垂直行业客户交互,同时为 UEs 提供服务。

#### 1.1.3 支持卫星提供 5G 回传的管理架构

该架构考虑了卫星提供 5G 回传服务的情况。如图 4 所示,在这一架构下,3GPP 管理系统可以直接管理卫星传输网,或与卫星传输网管理系统协同工作,同时仍然管理 5G 网络,通过 API 接口与通信服务客户或垂直行业交互,并为 UEs 提供服务。

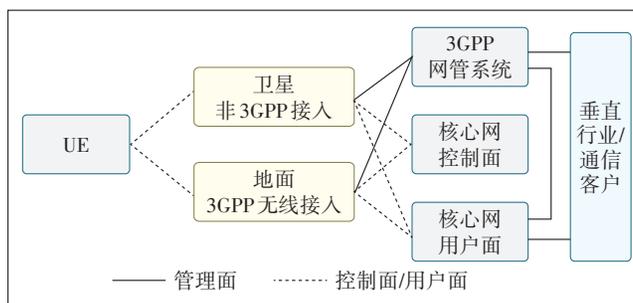


图3 支持非3GPP接入NTN的管理架构

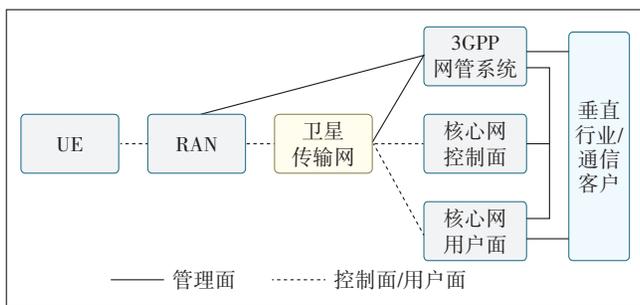


图4 支持卫星提供5G回传的管理架构

这三种管理架构的引入为NTN网络管理提供了更多的灵活性,能够适应不同类型的5G网络中集成卫星的应用场景。通过明确定义不同管理架构的功能和接口,有助于管理NR接入NTN、非3GPP接入NTN以及卫星提供5G回传的3种应用场景,为5G NTN网络提供了多样化的管理解决方案。

### 1.2 支持卫星相关的网络切片管理方案

在NR NTN网中,网络切片管理方案对于确保高效的资源分配和满足不同网络切片的需求是至关重要的。本文将探讨以下网络切片管理方案,以支持与卫星相关的网络切片实例。通过将卫星纳入切片管理范畴,能够更灵活地优化网络资源,扩大覆盖范围,并满足多样化的通信需求。

如3GPP TS 28.541<sup>[5]</sup>中所述,网络切片管理接口可以引用1个或多个ServiceProfiles,这些ServiceProfiles描述了与网络切片相关的要求属性。在实例化专用的NetworkSliceSubnet时,可以将NTN纳入网络切片实例中。为了实现这一目标,ServiceProfile应该包括NTN专属的要求属性。大部分情况下,为地面网络定义的切片要求属性也适用于NTN。例如,时延的要求属性规定了通过RAN、核心和传输网的数据包传输时延的服务需求,对于NTN,这一切片要求属性适用于卫星切片,用来描述最大500 ms往返时延的卫星切片的时延服务要求。

可能影响NTN使用的切片要求属性是覆盖区域的要求属性。这个要求属性确定了切片可访问的地理区域。在GSMA NG.116<sup>[6]</sup>中有2种定义网络切片的覆盖区域的提案,一种是通过列出提供切片的gNBs和/或扇区,另一种是通过指定特定的地理区域。在某些情况下,由于指定卫星gNB的覆盖区域可能是非静止的(如没有固定波束的MEO和LEO卫星),因此对于NTN的切片应用,更倾向于使用地理区域来指定覆盖区域。

### 1.3 解决邻区关系和PCI冲突的网络管理解决方案

NTN中的卫星可以是低轨道(LEO)、中轨道(MEO)、同步轨道(GEO)卫星或多种轨道卫星组合。LEO和MEO卫星相对于地面是非静止的,在卫星轨道上高速运行,因此卫星波束的覆盖区域不断变化,如图5所示。这在3GPP TR 38.821<sup>[7]</sup>的8.5.3节中也有更详细的描述。NTN包含透明转发和再生转发2种模式。在透明转发模式下,卫星不进行数据解调/解码等处理,只对接收信号进行放大、变频以及转发。卫星通过卫星地面站与位于地面的gNB连接;在再生模式下,卫星在对接收信号放大、变频、转发过程中会进行解调/解码等处理,相当于在卫星上实现基站全部或部分功能,此外,再生模式可通过卫星间链路与其他卫星gNB进行通信。对于移动波束的MEO和LEO卫星,由于小区覆盖区域不固定在地球上的特定位置,卫星的覆盖区域可能跨越多个国家,因此卫星gNB的相邻(地面)小区可能会不断变化。这可能导致NTN小区的覆盖区域与地面小区重叠,从而不断出现邻区小区关系重配置以及PCI(Physical Cell Identity)冲突和/或PCI混淆等问题。为了解决这些问题,可以使用/扩展3GPP TS 28.313<sup>[8]</sup>的自组织网络的自动邻区关系(Self-Organizing Network Automatic Neighbor Relation, SON ANR)和自组织网络中的物理小区标识(Self-Organizing Network Physical Cell Identity, SON PCI)重配置功能,使其支持连续移动的小区。SON PCI重配置过程可能在NTN小区和地面小区之间发生PCI冲突时解决PCI冲突。SON ANR可以用于在NTN小区覆盖区域移动过地球大气层时自动配置新的邻区。SON ANR和SON PCI功能应满足每5~30 s移动卫星带来的新邻区需求。对于具有固定地球波束的GEO卫星或具有固定覆盖区域的MEO和LEO卫星,无需调整SON

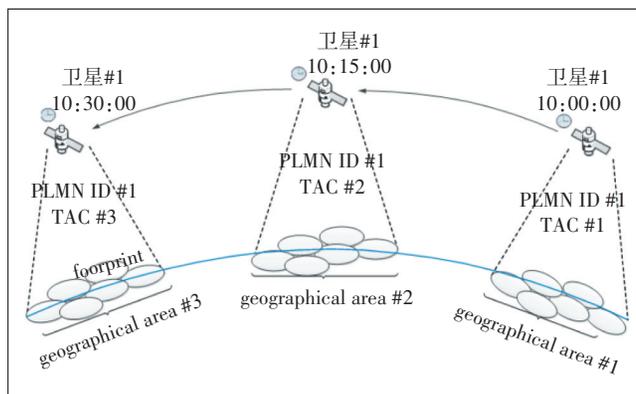


图5 MEO或LEO卫星在多个地理区域上飞行的示意

ANR和SON PCI重配置功能。

## 2 IoT NTN 网络管理标准化关键技术

### 2.1 解决不连续的卫星覆盖的网络管理方案

IoT NTN中,尤其是在使用MEO/LEO卫星或卫星星座时,存在不连续覆盖的情况。为了解决覆盖空洞或不连续的卫星覆盖问题,可以使用卫星辅助信息(如星历信息)。物联网终端能够基于卫星辅助信息来预测不连续的覆盖情况。网管系统应向提供非地面接入的基站提供以下IoT-NTN卫星星历信息,如3GPP TS 38.300<sup>[9]</sup>中所述,星历信息有2种格式,一种是包含卫星位置和速度状态向量;另一种是卫星轨道六根数格式。此外,网管还会向基站提供与星历表数据相关联的显式历元时间以及NTN网关的位置信息。

除了卫星星历数据,3GPP网络管理系统还可以向AMF提供卫星覆盖可用性的信息。卫星覆盖可用性信息描述了卫星在特定区域提供覆盖的预期可用时间和地点。这些信息不是针对特定UE的,可以被AMF应用于该区域内的任何UE。该解决方案考虑使用网络配置(例如TA列表)来表示预期的卫星/卫星星座覆盖可用的相关的时间和位置信息。

### 2.2 支持监测NTN下行空口时延的管理解决方案

与传统的地面情况相比,NTN UE与MEO/GEO卫星之间的往返时延可能相对较大,针对这种情况,需要引入新的HARQ机制来处理这些高延迟。在3GPP TR 38.821<sup>[7]</sup>中提出了对MEO和GEO卫星优化HARQ进程的建议,其中包括增加HARQ进程数量,并在增加的HARQ进程数量仍不足的情况下禁用HARQ反馈。

下行空口平均时延的测量(3GPP TS 28.552的5.1.1.1.1)和下行空口分布时延的测量(3GPP TS 28.552的5.1.1.1.2)根据HARQ反馈消息来判断RLC SDU数据包是否被物联终端成功接收。但是,当NTN网络禁用HARQ反馈时,没有HARQ反馈会影响该测量的使用。为了解决这一问题,建议对这2个测量项进行改进,以确保无论HARQ反馈是否启用,都能够准确测量下行空口的时延,从而提高NTN网络的性能和可靠性。该解决方案可以考虑定义不依赖于HARQ反馈的时延测量方法,以确保即使没有HARQ反馈,也可以获得准确的时延测量结果。

## 3 总结

本文在NR NTN网络管理标准化方面,强调了网

络管理架构的重要性,并考虑3种不同的管理架构。还讨论了如何通过网络切片管理方案有效地支持卫星以满足不同卫星类型的需求。此外,讨论了解决邻区关系和PCI冲突网络管理方案的实现方法,以提高网络性能和可靠性。而在IoT NTN网络管理标准化方面,探讨了如何解决不连续的卫星覆盖下的网络管理问题,以确保设备能够在卫星信号覆盖变化时无缝切换,保持连通性。同时,还介绍了监测下行空口时延的解决方案,以确保数据传输的可靠性。综上所述,3GPP在NTN网络管理标准化方面的工作取得了显著进展,并不断提高NTN网络的性能、可靠性和管理能力。随着5G和物联网的不断发展,这些标准将为未来的卫星通信提供坚实的基础,为各种应用场景提供更强大的支持,从而推动整个行业的发展。期待未来的研究和标准化工作能够进一步完善和丰富这些关键技术,以满足不断增长的通信需求。

### 参考文献:

- [1] 牛憶莹,周瑶,刘吉凤,等. 面向5G与低轨卫星网络融合的频谱共用研究[C]//5G网络创新研讨会(2022)论文集. 北京:中国电子科技集团公司第7研究所《移动通信》杂志社,2022:436-441.
- [2] 朱斌,何建炜,王光全,等. 星地融合网络架构及关键技术研究[J]. 邮电设计技术,2022(7):56-60.
- [3] 3GPP. Study on management and orchestration aspects of integrated satellite components in a 5G network; 3GPP TR 28.808 [S/OL]. [2023-08-10]. <ftp://ftp.3gpp.org/Specs/>.
- [4] 3GPP. Study on management aspects of Internet of things (IoT) non-terrestrial networks (NTN) enhancements; 3GPP TR 28.841 [S/OL]. [2023-08-10]. <ftp://ftp.3gpp.org/Specs/>.
- [5] 3GPP. Management and orchestration; 5G network resource model (NRM); stage 2 and stage 3; 3GPP TS 28.541 [S/OL]. [2023-08-10]. <ftp://ftp.3gpp.org/Specs/>.
- [6] GSMA. Generic network slice template; GSMA NG. 116 [S/OL]. [2023-08-10]. <https://www.doc88.com/p-94459506701517.html>.
- [7] 3GPP. Solutions for NR to support non-terrestrial networks (NTN); 3GPP TR 38.821 [S/OL]. [2023-08-10]. <ftp://ftp.3gpp.org/Specs/>.
- [8] 3GPP. Management and orchestration; self-organizing networks (SON) for 5G networks; 3GPP TS 28.313 [S/OL]. [2023-08-10]. <ftp://ftp.3gpp.org/Specs/>.
- [9] 3GPP. NR; NR and NG-RAN overall description; stage-2; 3GPP TS 38.300 [S/OL]. [2023-08-10]. <ftp://ftp.3gpp.org/Specs/>.

### 作者简介:

李静,高级工程师,主要从事移动通信无线技术研究、工业互联网技术研究等相关工作;崔航,工程师,主要从事空天地一体化网络架构、无线技术研究等相关工作;贺琳,高级工程师,主要从事移动通信网络无线新技术研究等工作。