

5G 非地面网

临菲歌

总概：5G 非地面网（Non-Terrestrial Networks, NTN）的通信实质上是落实在卫星通信上。正因为卫星通信具有覆盖广，不易受地面障碍和攻击等特性，非地面网的研究已被纳入 3GPP 有关 5G 标准的讨论。

5G 非地面网的必要性

现今，在地面 5G 网络无法覆盖的区域，如：孤立/偏远区域，飞机或船只上；无法充分服务的区域，如：郊区/农村，想要以经济有效的方式促进 5G 服务的，提高网络性能反而限制了地面网络。

为 M2M / IoT 设备或移动平台上的乘客（例如，乘用车，飞机，轮船，高铁，公交车）提供服务连续性；或确保无处不在的服务可用性，尤其是针对于关键通信，未来铁路/海上/航空的通信。

实现 5G 网络可扩展性，通过提供有效的多播/广播资源，向网络边缘甚至用户终端传送数据。

5G 非地面网的好处

无论是单独运行的非地面网络还是集成的地面和非地面网络，它们都将对覆盖范围，用户带宽，系统容量，服务可靠性或服务可用性，能耗，连接密度产生深度影响。而非地面网络的角色主要体现在非地面网络组件支持服务于 5G 用例。当然，虽然卫星系统的传播延迟对于某些要求超低延迟的应用可能是个问题，但是众所周知，因为其可靠性和大覆盖范围，卫星通信依旧对于包括公共安全通信在内的关键通信具有其独特的重要性。由此，未来 5G 非地面网将

在以下垂直行业中发挥作用：运输，公共安全，媒体和娱乐，eHealth，能源，农业，金融，汽车。

非地面网的标准化

- 在 RAN#75 中批准了第一个有关 NR 支持非地面网的研究项目。其目的旨在研究信道模型（传输条件，移动性），同时并确定可能需要进一步评估的任何关键区域。对于信道模型，主要致力于研究 3GPP 信道模型用于非地面网络的可行性。如果有必要，确定并研究新的信道模型。另一方面，针对所提出的部署方案，确定 NR 上潜在的关键影响区域。
- 在 RAN#83 中“NR 支持非地面网络的解决方案”被通过。在 TR38.311 中最初确定的潜在影响，并在需要时确定相关解决方案，包括：物理层控制程序（例如 CSI 反馈，功率控制）；上行链路 Timing advance/RACH 过程，包括 PRACH 序列/格式/消息；适当的使物理层的重传机制具有更高的延迟容忍度，包括解除 HARQ 机制的能力。通过链路级和系统级模拟在选定部署方案中对 NR 的性能评估。

在层 2 及以上和 RAN 架构上，有四点研究目标：1. 传播延迟：确定层 2（MAC，RLC，RRC）的时序要求和解决方案，以支持考虑 FDD 和 TDD 双工模式的非地面网络传播延迟，包括无线电链路管理；2. 在切换方面，研究并确定移动性要求和可能需要的必要测量，用于某些非地面空间骨干移动设备（例如非地面稳态卫星）之间的切换，而这些移动设备可以更高的速度经过可预测的路径；3. 涉及 NTN 的 NG-RAN 和基于地面的 NG-RAN 接入或者两个基于 NTN 的 NG-RAN 的双向连接；4. 在架构上，确定 5G 无线接入网的架构来支持非地面网的需求。

非地面网的覆盖模式

通常卫星或者飞行器会在给定区域上产生多个波束，而且这个波束的轨迹呈现为椭圆形。波束轨迹可以按照卫星或飞行器在其轨道上的运动而在地面上移动。或者，波束轨迹可以固定指向地面上，在这种情况下，波束的指向机制（如：机械或电子转向功能）就可补偿卫星或飞行器的移动。

表 1. 典型波束轨迹大小

属性	对地静止地面轨道	非对地静止地面轨道	空中轨道
波束轨迹直径	200-1000 Km	100-500 Km	5-200 Km

多种 NTN 接入网络的典型波速方向见图 1.

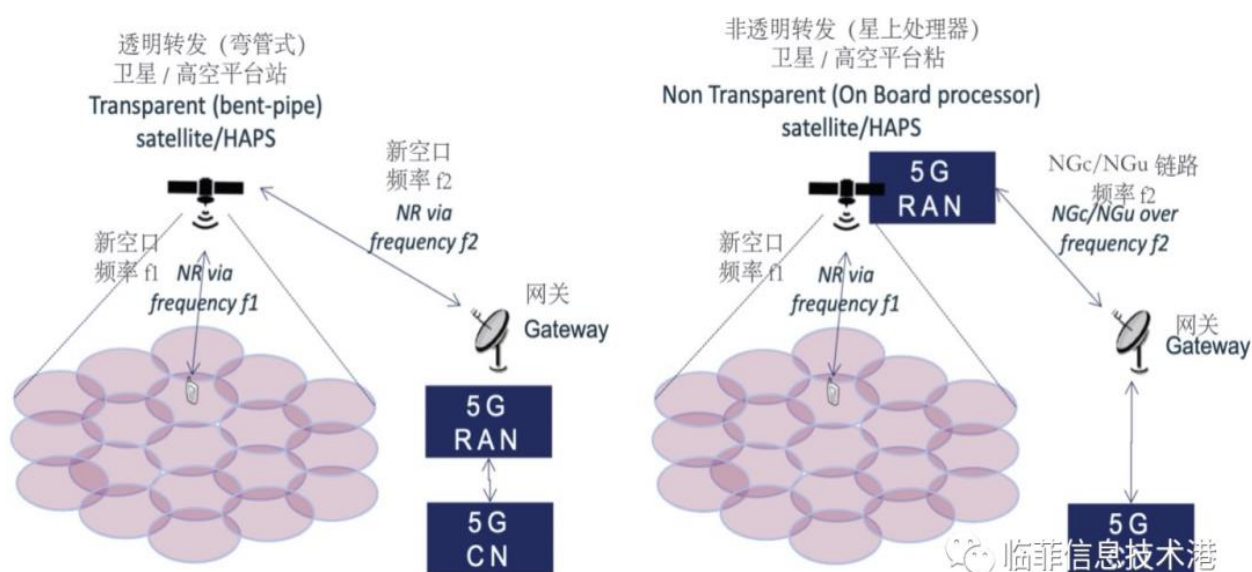


图 1: NTN 波束

可选非地面网络架构

基于[1]中描述的 RAN 架构，在 5G 上下文中可能的 NTN 架构如下所列 [3]:



图 2: 基于卫星/航天器的弯管载荷和地面 gNB，NTN 具有为 UE 提供服务的接入网

图 2 中，卫星可以透明转发的方式在 gNB 和 UE 间中继与卫星“友好”的 NR 信号。



图 3：基于带有星载 gNB 的卫星/航天器，NTN 具有为 UE 提供服务的接入网

图 3 中，搭载全部或者部分 gNB 功能的卫星或航天器可以生成与卫星“友好”的 NR 信号并发送给 UE，或者接收从 UE 发送的卫星“友好”NR 信号。而这一切的前提是需要足够的星载处理能力才能部署 gNB 或中继节点的功能。



图 4：基于卫星/航天器的弯管载荷，NTN 具有服务于中继节点的接入网

在图 4 中，卫星/航天器可在 gNB 和中继节点间以透明转发的方式中继卫星“友好”NR 信号。

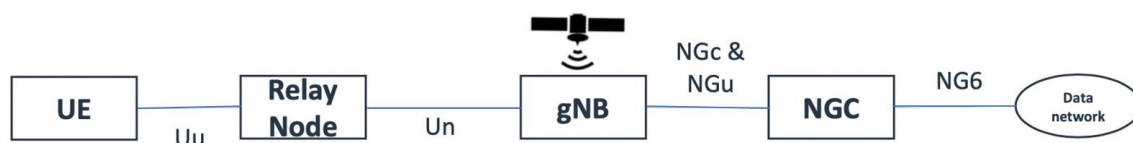


图 5：基于卫星/航天器的 gNB 功能，NTN 具有可服务中继节点的接入网

在图 5 中，具有 gNB 全部或部分功能的卫星/航天器可生成/接收中继节点的卫星“友好”NR 信号。前提是需要足够的星载处理能力才能部署 gNB 或者中继节点。

* 在上述图中，卫星指代的是卫星平台和航天器平台。

非地面网的频谱

卫星和航天器系统在 ITU-R /national 分配的频段内运行。

非地面网部署方案

根据 TR38.913 [4] 的第 6.1.12 节 “Satellite extension to Terrestrial” 中定义的 NTN 背景和部署方案，以下是 NTN 参考的部署方案列表：

表 2. NR-NTN 研究中的非地面网部署方案 [3]

Main attributes	Deployment-D1	Deployment-D2	Deployment-D3	Deployment-D4	Deployment-D5
Platform orbit and altitude	GEO at 35 786 km	GEO at 35 786 km	Non-GEO down to 600 km	Non-GEO down to 600 km	UAS between 8 km and 50 km including HAPS
Carrier Frequency on the link between Air / space-borne platform and UE	Around 20 GHz for DL Around 30 GHz for UL (Ka band)	Around 2 GHz for both DL and UL (S band)	Around 2 GHz for both DL and UL (S band)	Around 20 GHz for DL Around 30 GHz for UL (Ka band)	Below and above 6 GHz
Beam pattern	Earth fixed beams	Earth fixed beams	Moving beams	Earth fixed beams	Earth fixed beams
Duplexing	FDD	FDD	FDD	FDD	FDD
Channel Bandwidth (DL + UL)	Up to 2 * 800 MHz	Up to 2 * 20 MHz	Up to 2 * 20MHz	Up to 2 * 800 MHz	Up to 2 * 80 MHz in mobile use and 2 * 1800 MHz in fixed use
NTN architecture options (See clause 4)	A3	A1	A2	A4	A2
NTN Terminal type	Very Small Aperture Terminal (fixed or mounted on Moving Platforms) implementing a relay node	Up to 3GPP class 3 UE [2]	Up to 3GPP class 3 UE [2]	Very Small Aperture Terminal (fixed or mounted on Moving Platforms) implementing a Relay node	Up to 3GPP class 3 UE [2] Also Very Small Aperture Terminal
NTN terminal Distribution	100% Outdoors	100% Outdoors	100% Outdoors	100% Outdoors	Indoor and Outdoor
NTN terminal Speed	up to 1000 km/h (e.g. aircraft)	up to 1000 km/h (e.g. aircraft)	up to 1000 km/h (e.g. aircraft)	up to 1000 km/h (e.g. aircraft)	up to 500 km/h (e.g. high speed trains)
Main rationales	GEO based indirect access via relay node	GEO based direct access	Non-GEO based direct access	Non-GEO based indirect access via relay node	Support of low latency services for 3GPP mobile UEs, both indoors and outdoors
Supported Uses cases, see clause 4	1/ eMBB: multi-connectivity, fixed cell connectivity, mobile cell connectivity, network resilience, Trunking, edge network delivery, Mobile cell hybrid connectivity, Direct To Node multicast/ broadcast	1/eMBB: Regional area public safety, Wide area public safety, Direct to mobile broadcast, Wide area IoT service	1/eMBB: Regional area public safety, Wide area public safety, Wide area IoT service	1/ eMBB: multi-homing, fixed cell connectivity, mobile cell connectivity, network resilience, Trunking, Mobile cell hybrid connect	1/ eMBB: Hot spot on demand

参考文献

- [1] 3GPP TR 38.801: "Technical Specification Group Radio Access Network; Study on new radio access technology: Radio access architecture and interfaces (Release 14)".
- [2] 3GPP TS 36.101: "Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio transmission and reception (Release 14)".
- [3] 3GPP TR 38.811: " Technical Specification Group Radio Access Network; Study on New Radio (NR) to support non-terrestrial networks (Release 15)".
- [4] 3GPP TR 38.913: "Study on Scenarios and Requirements for Next Generation Access Technologies (Release 14)".



临菲信息技术港



临菲信息技术港公众号



临菲学堂