



白皮书

# 卫星为 5G 提供先进的 非地面网络基础设施

5G 是无线通信技术演进道路上的一大转折点。与 4G 相比，它的速度、时延、容量、灵活性以及可靠性都有极大提升，为新的使用模式敞开了大门。然而，5G 也对网络的正常运行时间和覆盖范围提出了更高要求，因此无线行业需要开发和采用新的支柱技术。

此前的蜂窝网络技术完全是基于地面网络基础设施开发的，而 3GPP 打算将卫星加入 5G 网络中，有力地补充地面 5G 网络的性能。这些非地面网络 (NTN) 将会把 5G 的触角延伸到缺少地面基础设施的地区。NTN 还可以增强机器对机器 (M2M) 和物联网 (IoT) 设备的业务连续性，提升任务关键型通信的可靠性。它们还能为飞机和火车等移动平台上的乘客提供稳定的 5G 覆盖。

5G NTN 将在交通、公共安全、医疗、能源、农业、金融和汽车等许多行业发挥至关重要的作用。



本白皮书概要介绍了  
以下内容：

- 5G 标准中非地面网络 (NTN) 的起源
- NTN 的优势
- 5G NTN 使用场景
- NTN 的测试要求

## 为什么使用非地面网络

3GPP 第 17 版标准定义了为支持 NTN 而开发的 5G 新空口 (NR) 增强功能。5G NTN 标志着蜂窝网络从此开始使用卫星通信。

将卫星链路引入 5G 标准主要出于以下几个原因。最主要的理由是卫星链路不依赖地面基础设施也能进行通信。移动网络运营商 (MNO) 可以利用卫星通信向缺乏基础设施的地区提供 5G 业务。卫星通信还支持移动网络运营商在地面网络中断的情况下 (例如发生了自然灾害时) 正常提供业务。

卫星通信还让 5G 业务扩展到更广泛的移动平台。例如, 卫星通信可以在无法建设地面网络基础设施的偏远地区为飞机、船舶和火车提供业务。

5G NTN 的另一个优势是卫星链路可以扩展现有的地面网络或“填充”其空隙。例如, 位于覆盖边缘或难以到达地点的 M2M 和物联网应用可以通过卫星宽带链路接入 5G。

图 1 显示了几种不同的 NTN 部署场景, 它们同时使用了卫星和高空平台 (平流层中的气球、飞艇或无人机系统)。

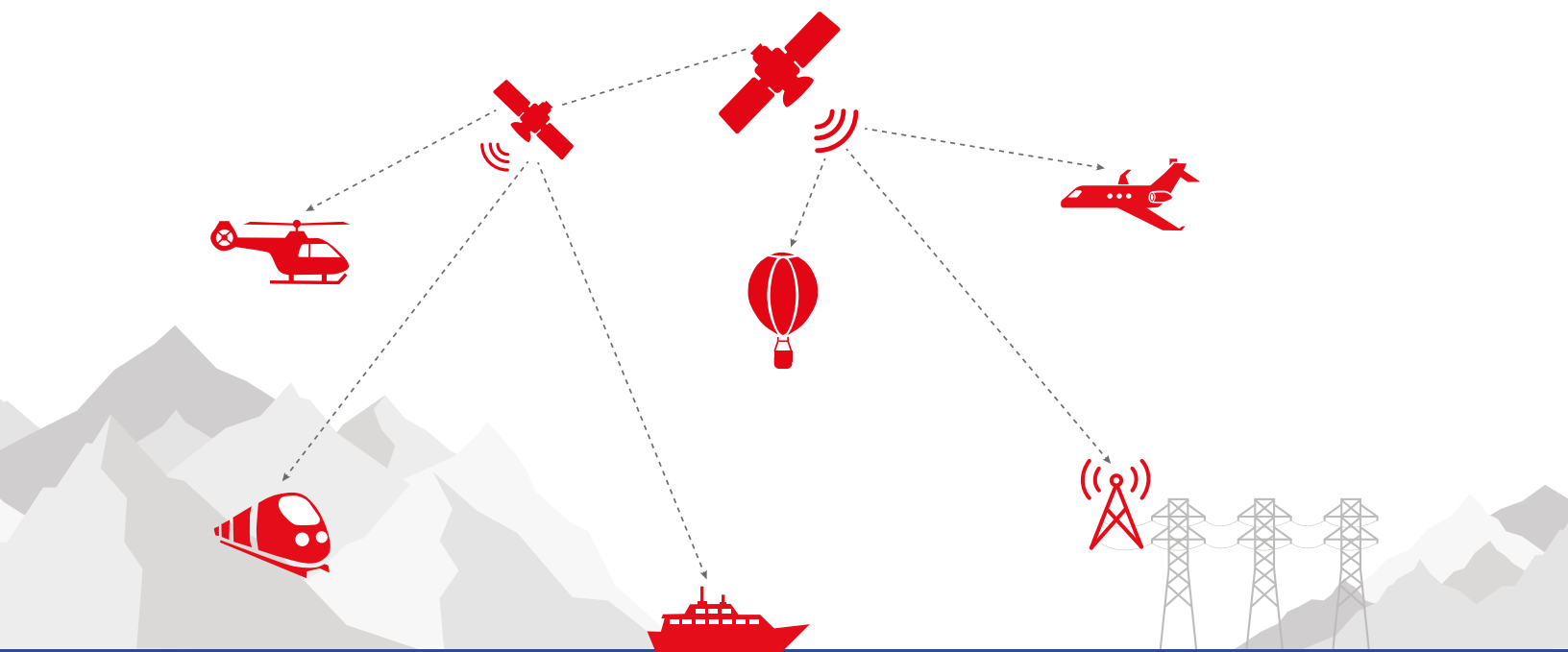


图 1. 卫星链路为移动平台和孤立平台提供 5G 连接

## 使用场景

与前几代通信技术相比，5G 可以支持时延要求更严格的链路。由于往返低地球轨道的信号需要一定的时间来传输，因此 5G NTN 卫星通信链路应当支持时延不太重要的特殊应用，减轻地面网络承受的通信压力。在确定 NTN 可以支持哪些应用时，时延要求是必须考虑的一个关键因素。

3GPP 定义了几个 5G NTN 使用场景，其中一部分场景如下：

- 多重连接——作为 5G NTN 的主要使用场景之一，多重连接使用户设备 (UE) 能够同时连接地面链路和卫星链路。在这个使用场景中，时间敏感的低时延流量通过地面链路传输，而任务不重要的流量则通过卫星链路传输。
- 固定蜂窝连接——帮助偏远地区或工业场所（如海上石油平台）的用户能够使用 5G 业务。
- 移动蜂窝连接——有助于为飞机和高铁乘客提供无缝的 5G 移动蜂窝网络覆盖。这个过程会在可以使用地面网络的地方使用地面网络，在无法使用地面蜂窝网络的偏远地区使用卫星链路。

## 其他使用场景

覆盖范围有缺口的地面网络可以结合卫星链路一起实现无缝覆盖。接入点能够确定何时采取何种方式将流量从地面网络转发到卫星网络。同样，5G NTN 可以增强网络弹性，通过并行聚合多个网络连接防止网络完全中断，从而保持关键网络的高可用性。

该技术还有助于搭建广域物联网卫星链路，辅助地面网络为时延相对较长的应用提供广域物联网服务，例如能源网络、交通运输和农业应用。直接卫星链路还可以支持公共安全机构、警察、消防部门和医院之间的紧急通信。

5G NTN 还可以改善直连节点广播或直连移动广播，以便通过电视、多媒体或广播播放紧急业务消息。

# 5G NTN 的测试要求

对于卫星通信系统而言，在部署之前发现问题至关重要。在运行的卫星通信系统中发现问题，解决起来的成本可能比在指定系统特性时发现同样的问题高 1,000 倍。因此，设计人员必须尽可能准确地仿真可能影响通信链路和设备的各种现象。

现代卫星系统的实用测试平台应当能够准确仿真相关的轨道参数。该平台还必须能够对高速卫星以及通过远距离链路与卫星互连的高空平台进行测试。仿真链路距离的传统方法是添加缓冲，模仿有时延的信号路径。通过增减时延，可以仿真卫星和移动平台（载有连接卫星的终端）的运动。

单链路卫星通信系统的测试以往一直是使用信道仿真器。然而，现代系统由于采用了卫星网状网络、在单颗卫星内安装多个转发器等技术，复杂性大大增加。测试含有多颗卫星的系统比执行传统的单卫星链路仿真要复杂得多。

然而，信道仿真器提供了一个平台，该平台可以模拟维持卫星链路的无线信道，以便同时测试和仿真整个设备网络。网络级测试可以测试多个节点，揭示子系统集成所导致的潜在问题。

设计人员在开发过程中必须跟踪硬件和软件的迭代。他们需要建立标准化的操作环境，这样才能客观地对不同版本进行比较。为了完全控制操作环境，信道仿真器可以提供一个公正的平台来评测性能，并对不同设备和软硬件版本进行比较（图 2）。



图2. 卫星通信系统与地面网络之间的信道仿真器



信道仿真器为构建理想的 5G NTN 卫星测试台奠定了基础。不过，它只是一个必要的组成部分。要搭建一个完整的测试台，我们还需要使用其他几种测试测量仪器来弥补信道仿真器的不足。这些额外需要的设备包括信号生成、信号分析、网络分析和软件仿真等工具。

## 结论

5G 与之前的蜂窝技术不一样，它结合使用了卫星和高空平台来增强地面 5G 网络的性能。5G NTN 可以扩大覆盖范围，提高可靠性并能为偏远地区提供业务。

5G NTN 的主要用途包括：

- 在服务质量不佳的地区提供多重连接
- 在偏远地区提供固定蜂窝连接
- 在船舶或飞机上提供移动蜂窝连接
- 提供关键网络弹性
- 将业务部署到偏远地区或遭受自然灾害影响的区域
- 提供无线接入网 (RAN) 设备，在网络边缘卸载和存储流量

想要成功部署和维护 5G NTN，必须对卫星系统进行严格测试。信道仿真器为现代卫星系统提供了一个重要的测试平台，这些系统通常都采用了非常复杂的技术，例如网状网络、在单颗卫星内配备多个转发器等等。通过实施信道仿真，设计人员将能够测试和仿真复杂系统，包括轨道参数、高速卫星以及与卫星互连的高空平台。

如需了解关于 5G 的更多信息，请访问：

[是德科技 5G 解决方案网页](#)

如欲了解更多信息，请访问：[www.keysight.com](http://www.keysight.com)

如欲获得是德科技的产品、应用和服务信息，请与是德科技联系。

如需完整的联系方式，请访问：[www.keysight.com/find/contactus](http://www.keysight.com/find/contactus)

