

# 了解 5G 共存测试要求

现在的频谱已经非常拥挤，如果再增加 5G 通信，那么出现干扰的可能性会显著增加。

2017 年 12 月，5G 新空口（NR）第 15 版发布，它为实现超快下载速度、可靠低时延连接以及未来几年数十亿新物联网设备的联网奠定了坚实基础。5G NR 采用了可扩展的参数集、灵活的波形和新的频谱，从而建立了一个稳固的框架，能够应对 5G IMT-2020 所设想的许多不同用例。

频谱是实现这些目标的关键推动因素之一。新分配的工作频段能够支持更高的数据吞吐量和更大的容量。然而，当今的频谱已经非常拥挤，引入新的工作频段会增加边带干扰的可能性，并且在某些情况下可能会与之前分配的频谱（如卫星和军事应用）重叠。5G NR 的工作频谱与现有蜂窝频段相邻，有时甚至与其他无线通信系统处于相同频谱中，这就造成了新的共存问题。作为设备设计人员，您需要确保自己的 5G NR 设计达到目标性能，并解决与 4G、Wi-Fi 和其他无线通信系统共享重叠频谱或存在边带干扰的问题，使 5G NR 系统能够与其他无线系统良好共存。



“共存”的字面含义包括两个方面：“同时共存”和“尤其是作为一个策略问题彼此和谐共处。”两者均适合 5G，而且与 5G 有关。任何给定的通信系统是否能够达到预期的性能水平，取决于它能否与其他系统和谐共存。<sup>1</sup>

1. [www.merriam-webster.com/dictionary/coexist](http://www.merriam-webster.com/dictionary/coexist)

## 美国频率分配——无线频谱

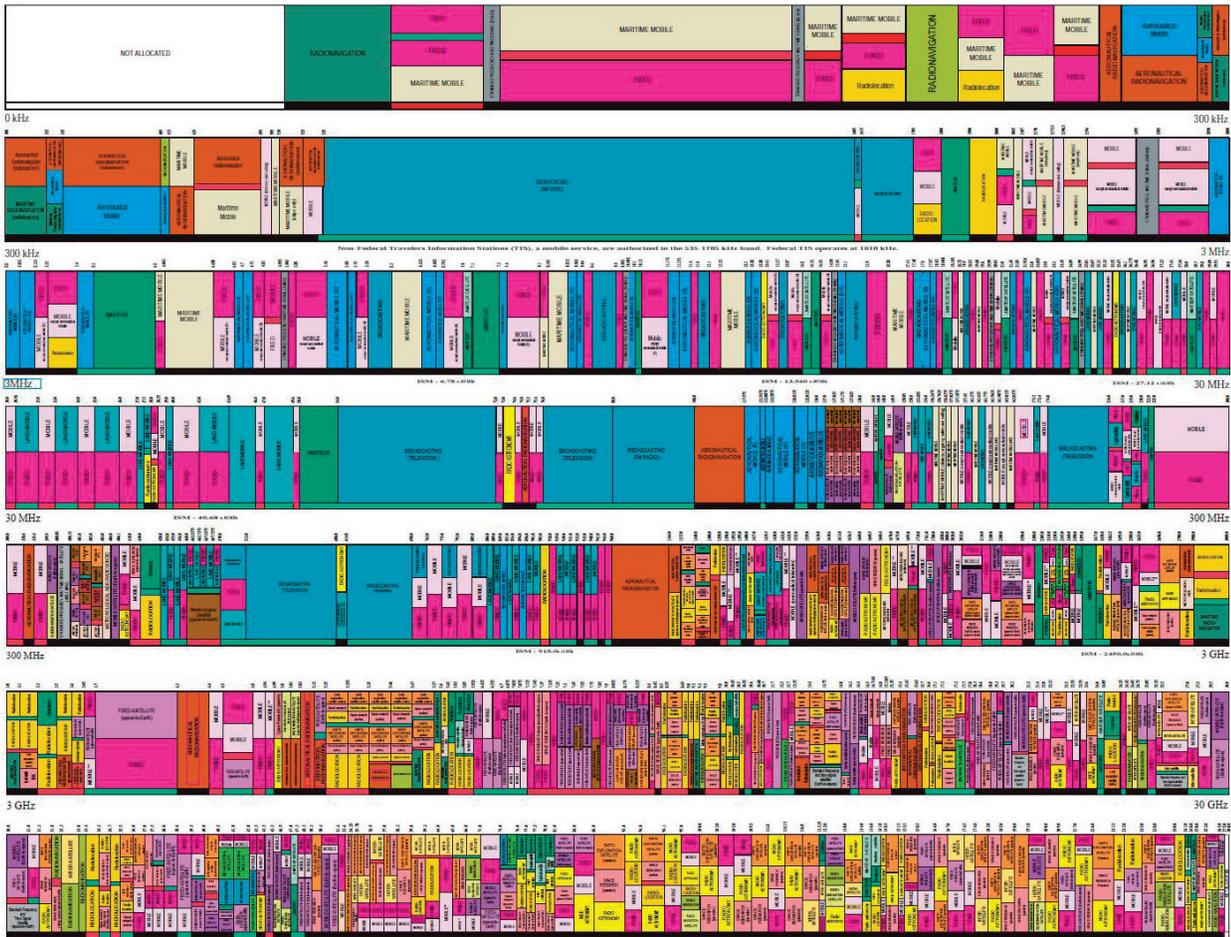


图 1：美国商务部展示当前的频谱密度<sup>2</sup>

## 5G 频谱共存问题

5G NR 使用了一些重新分配的 LTE 工作频段，并且增加了 sub-6 GHz 和毫米波频率的新频段。在频率范围 1 (FR1) 中，从 3.3 GHz 到 5 GHz 之间有三个新的工作频段，它们可以增加 6 GHz 以下的覆盖范围和容量。在新频率范围 2 (FR2) 中，工作频段处于 24.25 GHz 到 40 GHz 之间，它们提供更宽的信道带宽，能够支持高数据吞吐量应用，如 4K 或 8K UHD 电影流。最初的 FR2 实施预计将于 2018 年底推出，主要是固定点对点宽带应用。能够同时在 FR1 和 FR2 频段内运行的移动设备预计最早也要到 2019 年才会出现。

2. [https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/january\\_2016\\_spectrum\\_wall\\_chart.pdf](https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/january_2016_spectrum_wall_chart.pdf)



频率范围 1: 400 MHz 至 6 GHz	频率范围 2: 24.25 至 52.6 GHz	
在频段中添加 1.5 GHz 的新频谱	在频段中添加 8.25 GHz 的新频谱	目前正在研究最高达到 90 GHz 的频率，以便在未来版本中使用。
n77: 3.3–4.2 GHz n78: 3.3–3.8 GHz n79: 4.4–5 GHz	n257: 26.5–29.5 GHz n258: 24.25–27.5 GHz n260: 37–40 GHz	

表 1: 新 5G NR 工作频段

频段编号前的字母“n”表示此频段是 5G NR 工作频段。但是，每个地区都对频谱的分配和使用做出了自己的规定。

在许多频谱中都有可能遇到 5G NR 共存问题。为了实现更高的数据吞吐量并更有效地利用频谱，4G LTE Advanced Pro 提供了 LTE 免许可（LTE-U）、许可辅助接入（LAA）和 MulteFire 技术，允许在免许可频谱中使用 LTE。LAA 使用 4G 网络作为锚点并实施了先听后说的策略，以确保在免许可的频谱中没有任何其他操作。由于在相同频段中使用了许多协议的不同序列，LAA 需要仔细的共存设计与测试。

除了现有的 4G 工作频段外，5G 中频段（3.3-4.2 GHz、3.3-3.8 GHz、4.4-5 GHz）需要与 2.4 GHz 和 5 GHz Wi-Fi 网络中的 IEEE 802.11ac 和 802.11ax 共存。如果没有对各个频段进行恰当地滤波，来自互调产物的发射可能会产生杂散，对这些频段造成干扰。还有一种建议是使用免许可的 ISM（工业、科学和医疗）频段作为辅助信道，这又创建了一个共享频谱场景，需要进行测试。

关于在新 5G 工作频段内共享许可和免许可频谱的问题，许多国家或地区还没有制定明确的政策和程序。在美国，商用 LTE 网络有时可能与美军雷达系统共享使用频谱。在这样的情况下，谁的优先级更高？如何管理频谱分配？有许多问题需要答案。3GPP 在 5G NR 第 II 阶段开始研究许可和免许可频谱共享的问题，并计划于 2019 年底发布规范。



2016 年 7 月，FCC 在高频频谱中为固话和移动运营商分配了 11 GHz 的频谱，用于无线宽带通信应用，包括 3.85 GHz 的许可频谱和 7 GHz 的免许可频谱，覆盖 27.5 GHz 至 28.35 GHz、37 GHz 至 38.6 GHz 和 38.6 GHz 至 40 GHz 频段。其中一些频谱与新分配的 5G NR 工作频段重叠，也与 27.5-29.5 GHz 固定卫星业务（FSS）地球站上行链路和 37.5-40 GHz FSS 下行链路的工作频段重叠。今年早些时候，FCC 拍卖了 28 GHz 和 24 GHz 频段中的 UMFUS 许可证。已经有美国服务提供商计划于 2018 年早些时候在 28 GHz 和 39 GHz 频段上开通固定无线类型业务。

共用无线电波给运营商和设备制造商带来了更大的负担，因为他们需要确保 5G 与现有商用无线基础设施、非军用雷达信号以及美国国防部（DoD）等机构的军事应用都能良好共存。为了减轻干扰的影响并确保设备和网络具有可预测和可靠的特性，必须在可控共存场景中评测设备的工作性能。我们从以下两个角度来讨论共存：

- **最小化干扰。**要让发射机满足发射要求，特别是在频段边缘，必须将带内和带外发射控制到最小，以免与其他接收机形成干扰。设计人员需要确保设备不会对设备内的其他无线元件、信道或相邻频谱中的其他无线信号造成干扰。
- **在共享频谱内运行。**想要扩展设备性能和吞吐量，比较成熟可行的方法是利用许可可共享频谱。一种与共享频谱共存的成熟方法是检测共享频谱内的活动，然后仅在信道空闲时进行传输。检测、分配和重新分配频谱需要一定的时间，这为设备用户带来了固有的服务质量问题。

## 最小化干扰

正如前几代无线标准一样，3GPP 一致性测试是确保设备达到最低性能水平的有效手段。一致性测试为发射机中的互调和杂散发射以及接收机中的带内和带外阻塞等测试提供合格/不合格结果。但是，这些测试并不能指示设备与极限值的接近程度。发射机的谐波、互调杂散或频谱再生发射仍然可能对其他无线通信系统形成干扰。作为设计人员，您必须对共存问题进行评测，例如：

- 干扰的波形如何相互作用？
- 需要多少带内和带外抑制？
- 需要多大的保护频段？

通过在多个工作频段再现不同的干扰场景，设计人员可以识别带内和带外问题。5G NR 中使用的 CP-OFDM 已知具有高旁瓣或带外发射，可能会影响到相邻用户。通过邻道泄漏比（ACLR）和频谱发射模板（SEM）等频谱测量，您可以对潜在信号干扰有一定了解。



这些测量需要带宽大于 1 GHz 的信号发生器和信号分析仪，以观察带外性能：

- 解调信号的误差矢量幅度（EVM）可以说明共存是否良好，或是说明测量的信号内是否存在干扰。
- 解调信号并查看星座图和每个子载波的 EVM，可以看到干扰的影响。
- 比特误码率（BER）和吞吐量是指示接收机性能的另外两个指标。根据有干扰信号时的 BER 变化，可以确定两个波形之间的保护频段要求。

图 2 显示了 5G NR 解调信号以及邻近 LTE 信号的测量结果，从多个方面显示了每个信号的评测质量。通过并排呈现，设计人员可以看到每个载波的结果以及彼此之间的相互作用，而使用其他方式可能无法看到这些结果。



图 2：5G NR 波形生成和分析测试台解决方案，用于创建 5G 和 4G LTE 共存场景并进行设备确认测试

用多台信号发生器生成多个信号，这样做的成本非常高。仿真工具提供了一个环境，可以将多个波形合并到单个共存场景中，并利用减损进行分析，或者将其导入波形发生器，以便从单个通道进行回放。这样，您就可以通过实际减损（如互调失真以及内、外部产生的杂散信号）来进行算法测试。

1. <https://www.keysight.com/en/pd-2567072/5g-waveform-generation-and-analysis-testbed-reference-solution?cc=US&lc=eng>

## 在共享频谱内工作

在共享频谱环境中工作的设备需要能够感知其环境，并根据给定频谱的规则或策略组调整自身特性。虽然策略仍在定义之中，但对于商业运营商来说，可能性最大的情况是只使用现有运营商未使用的频段。

频谱共享需要新的测试方法来验证基站和设备是否能够正确执行新算法并确保遵守规则。这可能需要无线系统或调制解调器：

- 感知其他发射机的频谱
- 感知其位置
- 根据给定位置的策略调整特性

将测试台与远程传感器相结合，可以使用真实的干扰源来评测无线算法。在这种情况下，远程传感器会捕获频谱并下载到任意波形发生器（AWG），任意波形发生器会据此在实验室环境下重建捕获的场。结合使用被测设备（DUT），您可以直接分析被测设备对频谱环境的响应，或者将其输入到仿真模型中进行后期处理或用于测试接收机的 BER/BLER（比特误码率/误块率）。图 3 所示为开发和测试空白感知算法的测试装置。

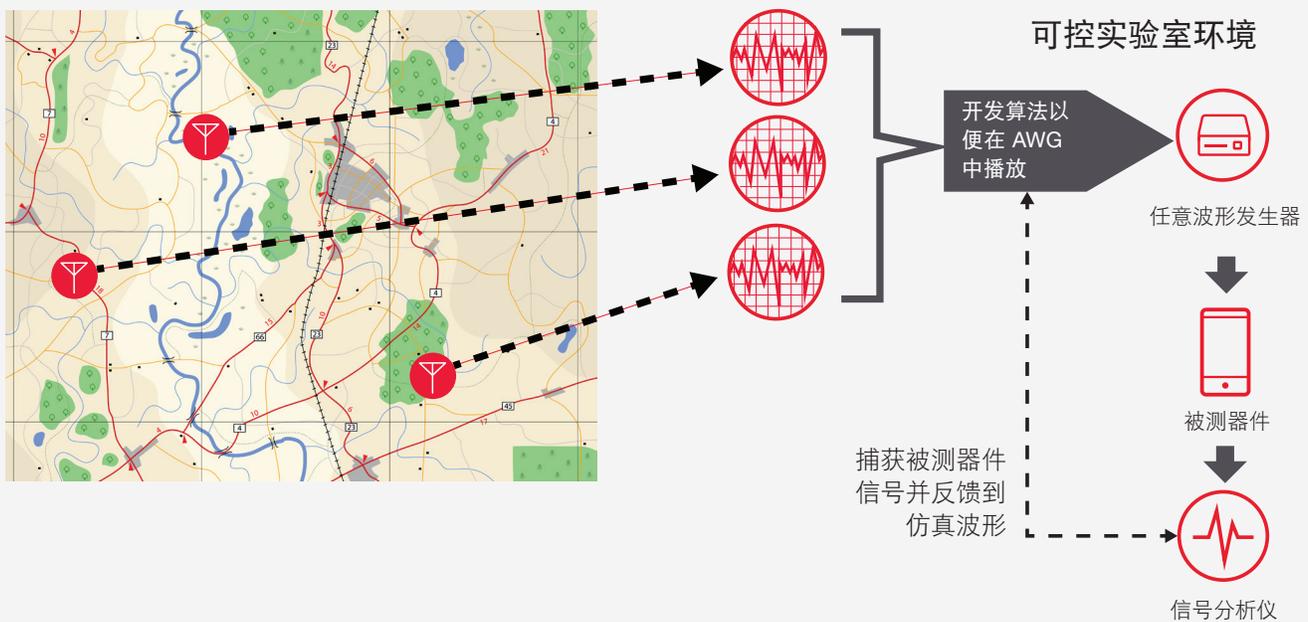


图 3：使用射频传感器提供真实分析场景

设备在现场工作时，必须能够在传输之前检测现有运营商是否在使用频谱。设备需要感知其位置并监测频谱，在某些情况下，如果主用户进入频谱，该设备还要停止发射。通过使用网络仿真器，您可以对不同的场景进行测试，确保设备具有正确的特性和控制能力，符合设计目标。

如果能够将真实的频谱环境与可控且可重复的研发实验室环境相结合，那么您就可以在将无线硬件部署到现场之前，及早了解问题并加速算法开发和测试。

## 结论

5G 必然会与 4G、Wi-Fi 以及其他商用和军用无线通信系统共存。共存的发展带来了许多新的挑战。您需要确保自己的设备达到其性能目标，同时又不会对其他设备形成干扰。共享频谱的情况需要引入复杂算法，用于监测和检测频谱中的其他用户。

您必须拥有适合的工具，以便在不同带宽、频率和不断变化的信道条件下探索与 5G 信号共存的场景。是德科技的 5G 解决方案十分灵活且可以扩展，因此您可以逼真地仿真、生成和分析从 sub-6 GHz 到毫米波频率的宽带信号。通过整合真实环境，您可以在实验室环境下尽早分析和识别问题，加速您的 5G 设备设计。

访问是德科技**5G 资源中心**了解关于新兴标准、技术和最佳实践的最新信息。下载教程、应用指南、案例研究等。

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

如需了解关于是德科技产品、应用和服务的更多信息，  
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)

