



5G

5G新无线电到来的解决方案：  
革命性的应用速度超乎您的想象

Sky5™

白皮书作者

**Kevin Walsh**  
移动营销高级总监

**David R. Pehlke**博士  
系统工程高级技术总监

**Dominique Brunel**  
标准化技术总监

**Laurent Noel**  
标准化高级首席工程师

作者要感谢相关领域专家作出的重大贡献：  
Jin Cho  
Fred Jarrar

目录

执行摘要 ..... 3

**GPP Release 15摘要:**

**早期5G框架 ..... 3**

    Release 15中的RFFE关键点 ..... 4

    多输入多输出 (MIMO) 技术与天线影响 ..... 4

    非独立模式下的双连接 (4G/5G) ..... 4

**所有频谱均为5G, 但并非所有频谱都相同..... 6**

**5G NR所面临的新挑战..... 6**

**6 GHz以下5G NR射频前端的要素..... 7**

    6 GHz以下5G NR射频前端的要素 ..... 7

    宽带PA ..... 9

    集成高性能低噪音放大器..... 9

    宽带滤波器技术 ..... 9

    天线输出和快速探测参考信号 (SRS) 跳频 ..... 10

**实施场景: 启用5G的UE将是什么情形? ..... 10**

    在低于3 GHz频带下执行FDD LTE转移频段..... 10

**上所述: 双链接4G LTE/5G NR射频前端是什么样子? ... 11**

**5G商业网络展望 ..... 12**

**总结: 开启革命性通信技术的新时代 ..... 12**

**联系信息 ..... 13**

**参考资料 ..... 13**

**其他资源..... 14**



## 执行摘要

随着人们对无所不在的无线连接需求的不断增长，以及新型的、之前无法想像的应用不断涌现，如自动驾驶车辆、人工智能、远程医疗和虚拟现实，预计5G也将实现快速增长。5G将是革命性的技术，能够大幅增加数据吞吐量，降低延时，其速度可比4G快100倍。其结果是，5G朝着商业应用前进的速度比预期要快的多。考虑到这一点，移动运营商正在进行近期的战术性布局，以确保在2018年下半年和2019年，5G演示硬件能顺利上市。

本白皮书探讨了推出5G技术的切实可行的先行步骤，重点放在6 GHz以下频谱，因为毫米波应用标准尚未定义。我们采取的做法不是要赞成任何特定的解决方案；相反，这里会介绍Skyworks认为今后几年间可能发生的趋势。此外，我们的框架主要侧重于6 GHz范围以下的5G射频前端（RFFE）的实际解决方案。为帮助读者准确理解“切合可行”的含义，Skyworks将介绍其将如何及早实施5G的观点，特别是增强型移动宽带应用，或在3GPP用语中被称为eMBB。我们的目标是描述一下对未来的一些合理期望，并将其与当前的4G LTE Advanced Pro关联起来，了解制造商如何满足新的需求。我们将介绍如何及早推出5G，如何将这些标准引入网络和设备，以及随着5G的商业化程度不断提高，在未来几年内我们可以预见哪些变化。

由于我们对于之前的标准拥有数十年的经验，加上我们掌握的系统和技术专门知识，Skyworks完全能够满足与5G相关的、更强大、更复杂的架构需求。

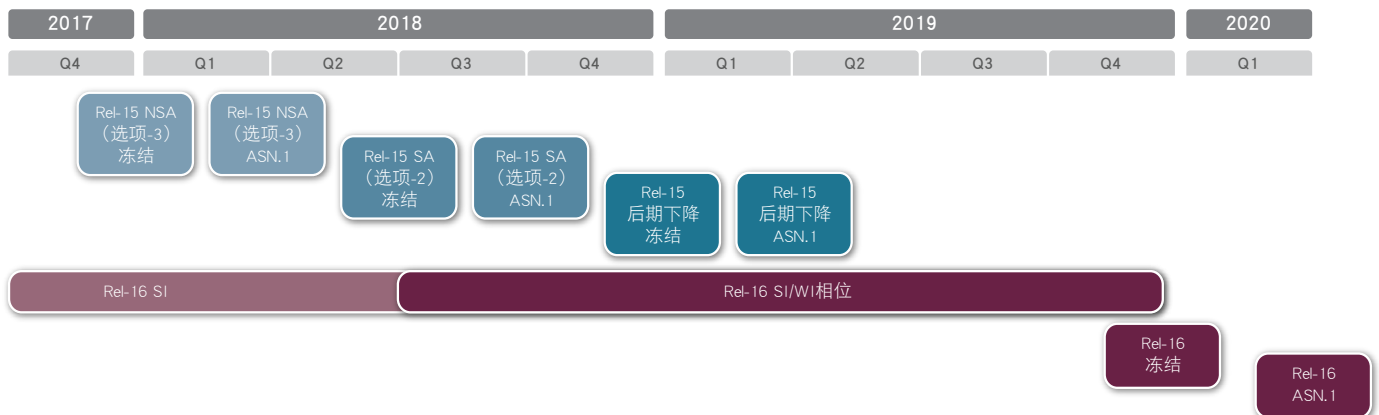
## 3GPP Release 15摘要： 早期5G框架

3GPP的Release 15标志着5G开始进入商业应用。在未来的几十年，其影响将渗透到多方市场——从电信到工业、医疗、汽车、互联家庭和智能城市以及其他新出现的、尚不可预见的市场。

我们预计，即便额外的网络配置将标准完成时间延后约六个月左右，支持商业5G网络的框架将于2020年完成部署。这一更新标准包含了若干更改，用于确保交付所有全新无线电（NR）架构选项，并最终确定选项3a（非独立）和选项2（独立）。此次更新还将包括进一步开发独立式的5G NR规格以及改进早期的一些工作。Release 16有可能稍加更改和改进，被用于将NR用在非授权频段上，预计在Release 17中将会大幅更改。

通过当前的Release 15技术，移动运营商、设备制造商和芯片组供应商有信心有能力推进实质性的开发工作，为商业部署提供支持。我们完全可以期待在2019年见证商业产品的推出和发布，并在2020年迎来更大规模的网络部署。

在下面的章节中，我们将探讨Release 15的一些关键点，特别强调其对于射频前端的影响。



### 1 Rel-15和Rel-16中对5G标准的3GPP多阶段开发

## Release 15中的RFFE关键点

5G标准从4G LTE中汲取了大量的经验和教训，包括已证实可支持更高数据传输速率的许多概念。这种演变和对现有技术的依赖性让4G中的多种技术得以被集成到5G的最初部署之中，从而迅速产生优势，而不需要等待未来发布新版本。最初部署也会采用E-UTRA（演进的通用陆地无线接入网络）NR双连接（EN-DC）组合，其中NR始终与LTE链接相关联。

## 多输入多输出(MIMO)技术与天线影响

Release 15早期版本中的一个关键要点是4x4下行链路MIMO将被强制应用，特别是在2.5 GHz以上（包括n77/78/79和B41/7/38）频段。此规格的起草者意识到4x4下行链路的优势，以及它对于数据传输速率和网络容量的影响，因此将其作为5G第一个实施阶段的基本要求。

四个MIMO层的存在不仅可提高下行链路的数据传输速率，也意味着在用户设备（UE）中将存在四个单独的天线，从而增加了射频前端设计团队的自由度。

虽然上行链路2x2MIMO的部署并非是一个强制性特征，却是移动运营商强烈期望的一个额外特征。在用户设备（UE）中拥有2x2上行链路MIMO需要用两个5G NR发射功率放大器（PA）从单独的天线传递信号。使用更高频率的时分双工（TDD）频谱，如n41、n77、n78和n79以及其他TDD频段时，这一特征将更为有益。它使上行链路数据。上行链路数据传输速率有效增加一倍，可缩短上行链路脉冲，并灵活应用5G帧计时，从而增加下行链路子帧的数量。下行链路的数据传输速率有可能提高33%。然而，当下行链路数据传输速率非常高时，UE发出的快速而持续的CQI和ACK/NACK应答会对上行链路提出挑战，并需要对5%至6%的下行链路数据传输速率提供支持。因此，上行链路数据传输速率可最终限制下行链路的数据传输速率，且在未采用上行链路MIMO时，覆盖区域和下行链路最大数据传输速率将受到上行链路数据传输速率性能的限制。

第二个传输路径的进一步应用是一种新的传输模式，被称为“2Tx相干传输”。这可有效使用分集原则，重点利用网络的下行链路一侧，额外实现1.5-2 dB的传输分集增益，这对于

解决上行链路网络性能有限的根本性问题至关重要。研究<sup>[1]</sup>表明，上行链路信道的改进等同于增加小区边缘范围大约20%。这一点为什么如此重要？运营商报告，大部分移动电话都在建筑结构内部打出（约75%的电话都是从家庭或办公室内部拨出），这会导致信号衰减，小区半径下降。换言之，电话从小区边缘拨出，其实际位置远离基站。因此，朝向这一端所做的任何调整都将被运营商所肯定，并有助于最大程度降低5G网络的成本。

除了改善小区边缘性能之外，2x2上行链路MIMO也可以提高频谱效率。因为5G NR大多数是2 GHz以上的TDD技术，而TDD小区很可能部署为高度不对称结构，下行链路具有较高优先级（如80%下行链路，20%上行链路），改善频谱效率对于实现较高的小区容量非常关键。

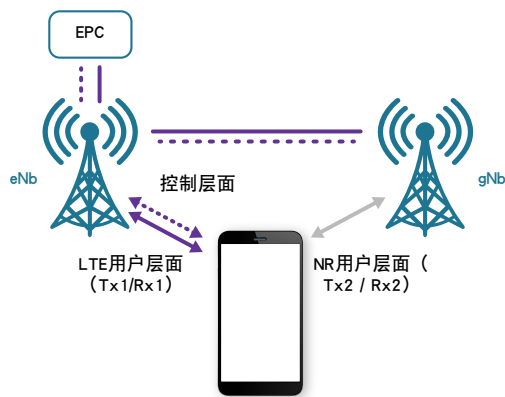
### >> 关键见解

- 5G设备需要4x4下行链路MIMO，在2.5 GHz至6 GHz频谱，多数能支持2x2上行链路MIMO。

## 非独立模式下的双连接(4G/5G)

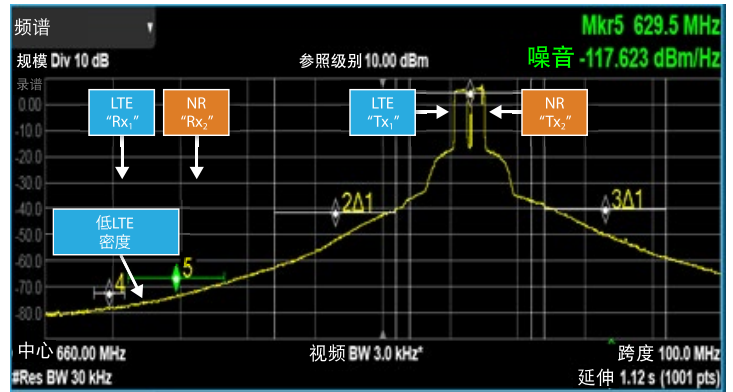
在Release 15的初始阶段，移动运营商会强调建立双连接非独立（NSA）运营方式框架的重要性。从本质上讲，双连接NSA网络部署意味着将5G系统覆盖到现有的4G核心网络之上。双连接意味着基站和UE之间的控制和同步是通过4G网络执行，而5G网络是附着在4G锚定上的补充无线电接入网络。在这一模型中，4G锚定利用现有4G网络来建立关键链路，同时用覆盖的5G来传递数据/控制。正如您可以想象的那样，增加了一个新的无线电，也就是5G新无线电，外加现有的4G LTE多频带载波聚合，对系统性能、尺寸和制止干扰机制来说，都为设计新的5G NR射频前端模块产生了更多新的挑战。

NSA选项-3a网络拓扑的简化视图（见图 2）表明，在早几代的5G网络中，移动性主要通过LTE无线电锚定（控制和用户平面）处理。这种结构利用LTE原有的覆盖面以确保服务传输的连续性并逐步推出5G小区。它当然是实施5G最可行的方法，同时可确保在回传和网络基础设施还没有升级到5G的区域保持数据连接的完整性。但是，这需要UE默认在标准化波段和无线电接入技术（FDD、TDD、SUL、SDL）的所有可能组合中，对LTE（Tx1/Rx1）和NR（Tx2/Rx2）载波的同步双上行链路传输提供支持。正如您可能期望的那样，这就产生了一个技术壁垒，即如何在一个小的设备里运行多个单独的无线电和频段。如果加上TDD LTE锚定点，网络运行可能是同步的，在这种情况下，运行模式将限于Tx1/Tx2和Rx1/Rx2，或异步，后者需要采用Tx1/Tx2、Tx1/Rx2、Rx1/Tx2、Rx1/Rx2技术。如果LTE锚定为频分双工（FDD）载波，TDD/FDD频段间运行需要采用同步Tx1/Rx1/Tx2和Tx1/Rx1/Rx2。在所有情况下，因为控制平面信息将由LTE无线承载运输，确保对LTE锚定点上行链路的速度进行保护，这一点非常重要。



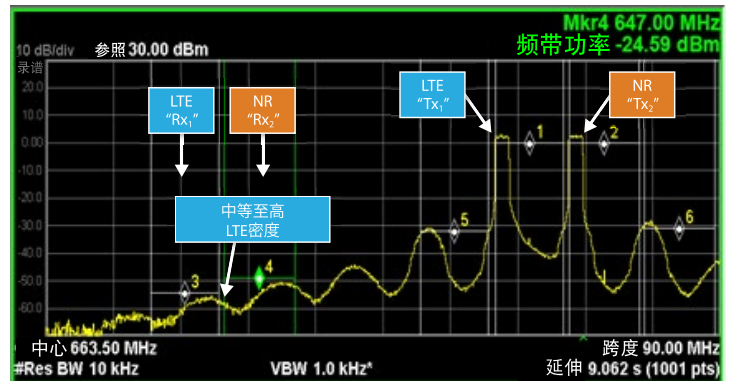
2 NSA选项-3a双连接网络部署

取决于Tx1和Tx2载波频率及其相对间距，交调失真点（IMD）产品可能落在LTE Rx锚定点频带上，并导致LTE灵敏度下降。图3显示了一个带内LTE-FDD 10 MHz（左载波）和NR-FDD 10 MHz（右载波）NSA部署生成的IMD产品示例。



3 带内连续资源块(RB)分配双LTE-FDD 10 MHz（左载波）和NR-FDD 10 MHz（右载波）传输中功率放大器处观察到的IMD产品示例。

在下面的示例中，落在LTE Rx1频段中的噪音上升导致中度灵敏度下降。然而，NR和LTE上行链路分配存在多种可能的组合，在某些情况下可能导致较高的灵敏度下降。图4展示了带内EN-DC非连续RB运行导致的LTE接收器（锚定点）灵敏度下降较高的示例情况。



4 带内非连续资源块(RB)分配LTE-FDD 10 MHz（左载波）和NR-FDD 10 MHz（右载波）传输中功率放大器处观察到的IMD产品示例。

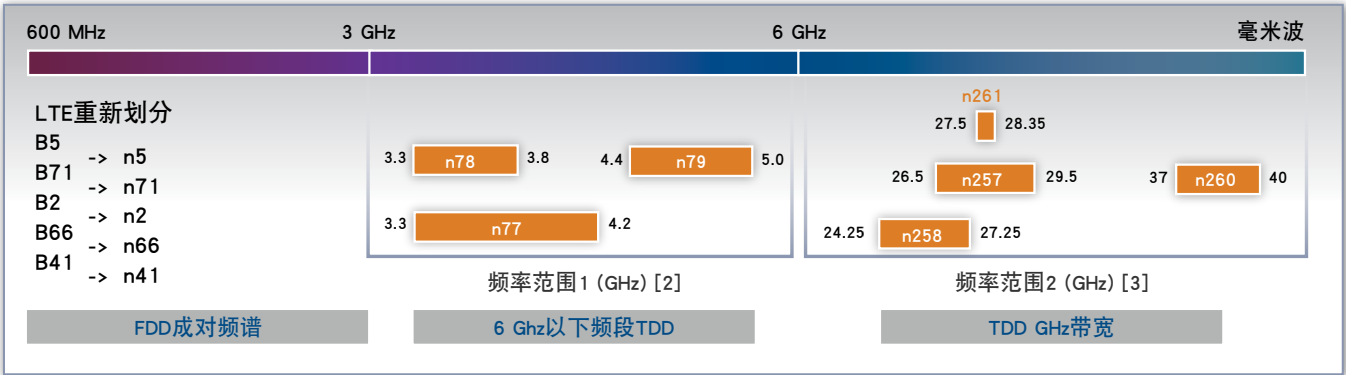
RFFE解决方案提供商负责尽可能缓解干扰，以便在UE中最大范围利用信号。双传输LTE/NR共存和5G UE的复杂性对于NR射频前端提出了更大的挑战。

第二阶段的Release 15将包括独立（SA）运行，它使用5G核心网络，不需要反向兼容4G LTE。然而，本白皮书的假设是5G的初步部署着重于5G的NSA为转移频段的主要部署战略。因为SA预期将被用于3 GHz以上的新频谱之中。

虽然4G载波聚合导致Tx/Rx组合的绝对容量增加，增加5G NR以及2x2上行链路MIMO等因素引发的挑战会引发一些不便，但Skyworks的系统和工程团队正在勤奋工作，力求解决RFFE中出现的许多问题，请见以下章节中的说明。

>> 关键见解

双连接意味着基站和UE之间的控制和同步通过4G网络执行，而5G网络是附着在4G锚定上的补充无线电接入网络。



5 5G NR高频谱概述

所有频谱均为5G，但并非所有频谱都相同

在短短的一年中，5G执行的蓝图已经有了显著的进展。在2017年初进行的讨论重点是TDD频谱和3.5和4.5GHz频段，当时只有三个波段。这先进技术是易于管理的、是有针对性的导入。时至2018年，基本上，任何和所有移动运营商都将是5G NR的候选人（参见图5）。

对5G公告的快速回顾表明，运营商不仅着眼于6 GHz以下频谱，为对5G NR提供支持，还将利用大量新的毫米波频谱，同时寻求将其LTE资产迁移到较低的频段。因此，运营商所拥有的所有频谱资产都将兼容5G网络中。

可以预计，利用这些频谱组合将给消费者带来更丰富的移动数据体验。以前的讨论表明，提高带宽并增加MIMO的阶数是实现这一增强用户体验的关键所在；每个运营商以独特的方式将以4G和5G为基础的双连接系统的组合集成在一起，为客户提供不断转变的体验。

5G NR所面临的新挑战

通过之前的信息，现在需要深刻反思新的5G无线电技术对于智能手机设计人员及其射频前端领域的设计人员带来哪些挑战。下面的列表并非详尽无遗，它仅表示我们在开始开发商用5G产品时的一些问题。

信道带宽更宽

- 6 GHz以下的新频段的带宽占用百分比(n77 = 24%, n78 = 14%, n79 = 12.8%)比当前频段(B41 = 7.5%, B40 = 4.2%, 5 GHz Wi-Fi = 12.7%)相对要大得多。
- 在频段n41、n77、n78、n79、NR的瞬时信号调制带宽扩展到100 MHz。
- 对于非连续模式，连续带内EN-DC瞬时带宽为120 MHz和196 MHz。
- 传统包络跟踪（ET）技术在60 MHz以上难以展开。虽然行业期待新的ET技术可以满足100 MHz挑战，在早期概念验证工作中将需要用到平均功率跟踪（APT）。



## 高功率用户设备(HPUE) - 功率级别2

(特指TDD频段n41/77/78/79)

- 如前所述，运行HPUE或功率级别2（单个天线上+26 dBm）相对于功率级别3将增加+3 dB的辐射功率输出。
- PA需要以更窄的波形满足更高的运行功率输出。
- 优化系统设计对于最大程度降低PA输出端的损耗，实现HPUE优势非常关键。

## 远离信道边缘的5G NR内部分配可以在更高功率之下传输

- 如果缩小波形分配距离通道边缘存在一个指定的偏移距离，5G NR需要的最大功率衰退（MPR），或功率回退操作减少。这使得上行链路调制阶数上的功率大幅增加，在LTE网络上解决了一个根本性的覆盖面问题：在小区边缘缩小RB分配上的传输和SNR受到上行链路功率限制的问题。

## 5G NR新波形和256 QAM上行链路

- 新的5G波形，特别是循环前缀正交频分多路复用（CP-OFDM），具有较高的峰均比，因此要比常规的LTE波形需要更多的功率补偿。
- 在上行链路信号中将采用256 QAM调制以提高数据传输速率。要将射频前端的总误差向量幅度（EVM）保持在3%以下，这将对PA和收发器带来挑战。
- 必须对带内失真、帧速率和限幅等问题加以管理，以实现最佳效率。

## 对4x4下行链路MIMO、2x2上行链路MIMO和相干2Tx传输模式提供成本高效的支持

- 在3GPP中，n7、n38、n41、n77、n78、n79需要4x4下行链路MIMO——作为单独频段或频段组合的一部分运行。由于下行链路数据传输速率和频谱效率加倍后可实现显著优势，以及相对于2x2下行链路模式，接收分集增益高达3 dB的优势，这一特征具有较高的优先级。
- 将把重点放在实现这一新的特征时，降低附加项目的尺寸和成本上。

## 新的5G NR频谱

- 在这些设备之中，新的6 GHz以下频段将从3 GHz扩展到6 GHz。
- 整个行业需要保持当前性能，同时运行在更高频率之下，这样频率的增加将会推动整个射频前端实现改进。
- 也存在新的天线多路复用和调谐挑战，以及设备内与5 GHz WiFi无线网络共存的问题。

## 非独立双链接和上行链路载波聚合(CA)交调

- 非独立运行需要双连接，意味着LTE锚定和5G之间存在上行链路CA。随着带宽实质性增加，在这些带宽中的无线电信道数量也大幅增加，维持的可接受功率所面临的挑战也更为复杂。

## 转移4G LTE频段带内共存

- 随着运营商尝试寻找可用的5G频谱，带内共存将在很多频段内强制存在。
- 互调失真（IMD）和射频前端线性度将会成为新的5G NR RFFE中的棘手问题。

## 5G NR所需的新技术 - 启用RFFE

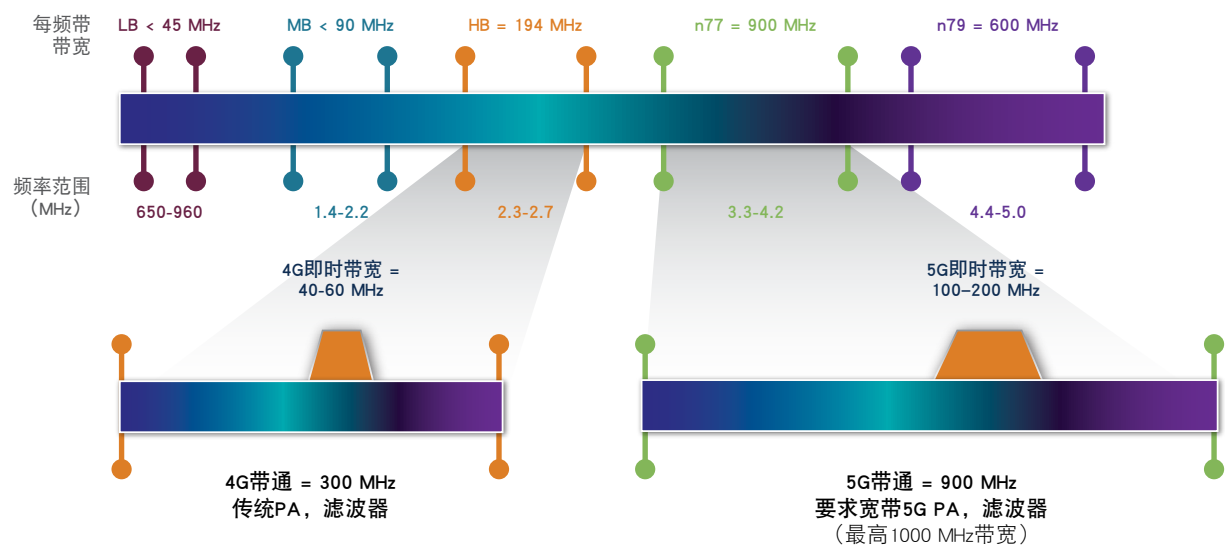
这就引导我们讨论双链接5G RFFE将需要哪些技术，包括当前技术和新技术。总体看，把两个带宽，一个低于3 GHz和一个3 GHz至6 GHz之间，对技术要求分开进行审查有一定的道理如图6所示。

考虑4G LTE转移时，重要的是要理解，其将通过常规的PA和滤波技术在相对较窄的信道内发生。而在低于3 GHz的FDD频段上有望对PA输出功率和线性度实现一些改进，当今在同一PA双工器路径下4G LTE和5G NR可实现足够性能。这意味着，即便未针对5G进行优化，当前的低频带技术也是充分的，但如果对输出功率和线性度稍作改进，低频带技术也可以针对5G NR性能进行优化。

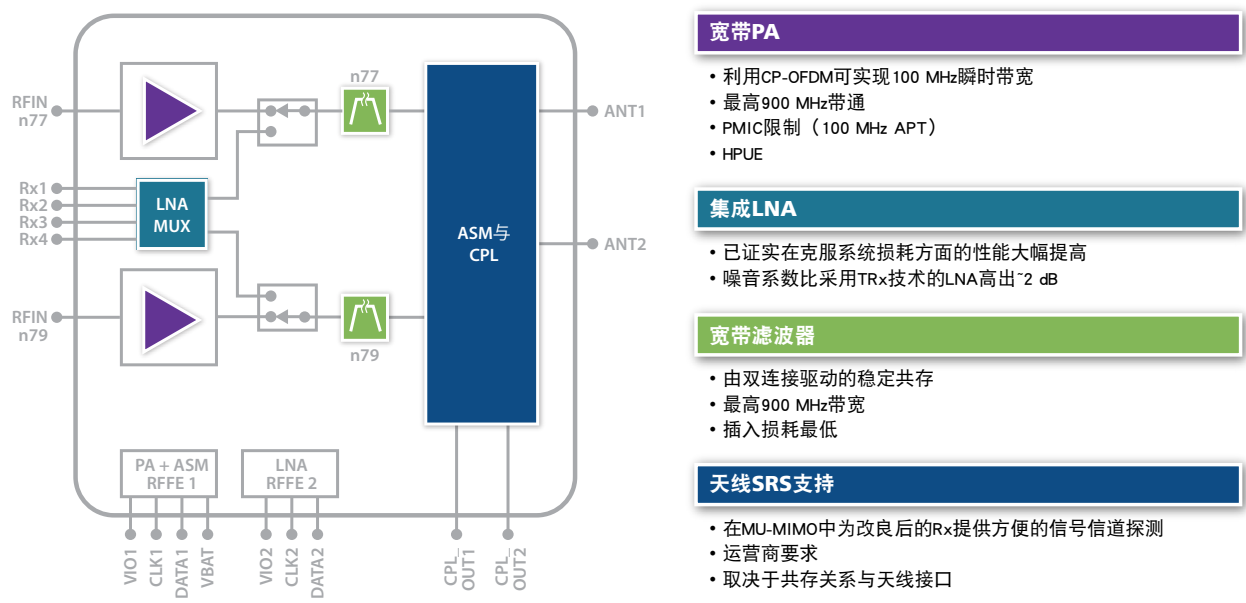
## 6 GHz以下5G NR射频前端的要素

现在您可能会问：如果3 GHz以下频段可针对5G NR性能进行优化，那么6 GHz以下RFFE有哪些要求？

为简化讨论，本节着重在6 GHz以下n77、n78和n79频带射频前端的实际例子。本例旨在说明在6 GHz以下频带设计5G NR的重要标准，如下面的图7所示。我们还将讨论5G频谱、波形和调制对于射频前端模块各个组成部分的影响。



6 5G NR需要宽带拓扑



7 6 GHz以下5G NR发射/接收模块的要素



## 宽带PA

n77和n79频谱的3GPP要求指明，在上行链路中的分量载波需要100 MHz的瞬时带宽。这要比将当前采用20 MHz信道载波聚合的LTE标准的支持范围拓展到40至60 MHz要严格得多。

预计早期的5G系统将要求在APT模式下运行PA，以便容纳更宽的带宽信号。因此，如果在APT条件下运行PA，用户可以期待100 MHz信道。与此相反，常规ET要在40至60 MHz的范围之外运行将面临极大挑战。为了扩展ET调制器的带宽以便达到100 MHz，除了解决幅度/相位延迟不匹配敏感性、记忆效应管理、电容性负载的限制、带外Tx放射和LTE锚定频带互调之外，还需要增加功耗。虽然在开发过程中存在几项新技术有望将ET扩展到运行带宽，预计需要几年时间才能实现商业化。设计人员面临的挑战是，在当前最先进的瞬时带宽放大两到三倍的条件下实现更好的PA性能，同时其CP-OFDM调制率的峰值均值更高，而通频要比当前的4G LTE 3 GHz以下频段大幅增加。

除了增加信道带宽之外，运营商对于高功率UE容量表现出浓厚兴趣，特别是与6 GHz以下频段相关的TDD频段。目前，对于采用2x2上行链路（同时采用两个发射器）还是单个发射器尚存在着一些不确定性，这意味着与类似的4G产品相比，PA不仅需要提供行业领先的输出功率，而且要在较宽的带宽和较高频率下提供。在无ET调制情况下，在较高频率下满足更高的输出功率要求向设计团队提出了新的难题。

为了满足这一新的、具有挑战性的更宽信道带宽和HPUE的性能要求，Skyworks的工程师已开发了新的PA拓扑结构，可在更高的频率和更大的信道带宽上实现线性PA性能。这些新的体系结构必须能够在更严格的运行条件下大幅超越以往的LTE性能。

## 集成高性能低噪音放大器

在安装6 GHz以下模块时，将接收LNA功能集成在模块之内能大幅增加灵活性，并实现性能增值。在图7中，两个接收LNA针对n77、n78和n79频段做了优化。集成的LNA已证实可增强性能，同时能克服系统损失，特别是在各种射频结构的高频滚降导致插入损耗较高的高频区域内。

通常情况下，集成LNA也将导致系统噪声数字降低约1.5至2.0dB，这与在收发器上或附近布置离散LNA的替代方法相比，可直接改善接收器灵敏度。

## 宽带滤波器技术

对于采用6 GHz以下新TDD频谱的应用，除了在日本等特定地区，传统的4G几乎不存在。虽然仍存在许多3GPP规约的段（B42/43/48），但它们尚未针对LTE大规模推出商业应用，仅代表更大NR频带定义的一个小子集。在这一领域，我们将看到n77、n78和n79射频前端模块的迅速部署。然而，我们应该注意到，这些新的5G NR频带的通频要大得多。例如，n77的通频为900 MHz——几乎等于相对带宽的25%，是5 GHz WiFi无线局域网频带的两倍——而n79的通频为600 MHz。在这两种情况下，我们会发现，传统的声学滤波器不太适合这些极宽通频带。

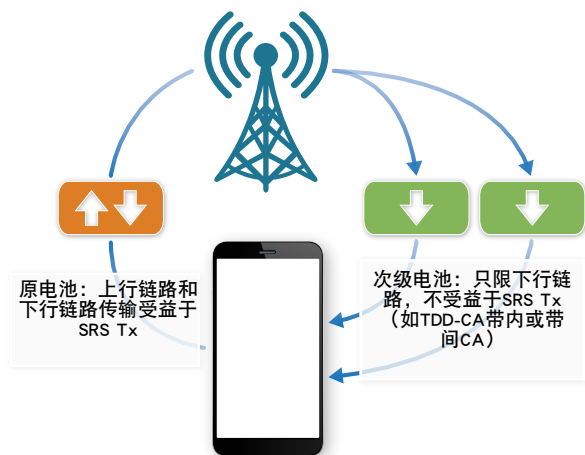
还有更多其他复杂情况决定着5G NR的宽带滤波器要求的范畴。例如，如果我们假设具有单独高频带天线和无共存要求的理想环境，就可以得出简单的滤波器响应。另一方面，如果我们考虑一个更复杂的无线电环境，例如，一个带有WiFi无线电及多路无线电环境，您将会发现滤波器的要求变得严格得多。

因此，在指定最佳滤波器时，重要的是要注意到的无线电环境、天线拓扑结构和共存要求。换言之，随后匹配FEM的滤波器设计和天线拓扑必须经过定制，以便符合特定使用情况或应用。Skyworks有专门的技术来定制5G NR滤波器，以适应任何一种极端的使用情况。

## 天线输出和快速探测参考信号(SRS)跳频

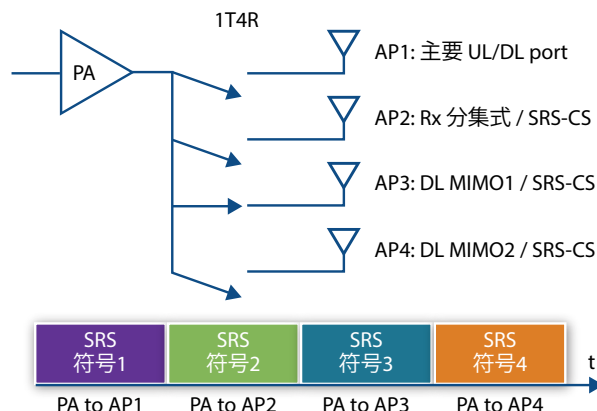
天线配置将在主流5G产品中发挥至关重要的作用。虽然在未来的18个月内市场需求将会慢慢地变得明朗，对于支持哪种可选特征仍存在一些不确定因素。

一种特征是快速跳频探测参考信号（SRS），它使用UE内的发射器发送一系列的已知符号给UE内所有下行链路接收天线上，以便更好地校准MIMO信道和改善下行链路信噪比（SNR）。这一过程对于增强MIMO和波束成形非常关键。SRS载波的切换（SRS-CS）已于LTE Release 14中有所介绍，用以协助eNodeB（eNB）获得TDD LTE CA场景中的次级TDD小区的信道状态信息（CSI）。在Release 14之前，仅主要小区可以从SRS UE传输中受益，因此，在次级小区上的下行链路传输在设计时没有考虑CSI（图8）。



8 NSA选项-3a双道传输

SRS传输切换（SRS-TS）允许UE将其SRS传输发送到其他所有可用的天线端口上。假定TDD运行时的通道互惠仍有效，此功能使得gNB或5G NR基站能预测“仅”在次级下行链路小区上的CSI。将这一概念应用于多用户MIMO（MU-MIMO）可进一步增强网络性能，进而提高消费者的5G体验。



9 在1 Tx/4x UE体系结构中从SRS-TS到其余3个可用的Rx天线端口(AP)的示例

图9提供在支持1 Tx/4 Rx运行的UE体系结构上，SRS快速跳频传输到任何接收下行链路天线端口的示例。这一计划要求射频开关将UE发射链路发送到其余3个Rx天线端口中的每一个。

在5G NR中，同一体系结构存在关联性——假定通道互惠性适用，SRS-TS允许gNB评估小区CSI。这对于高频下的MU-MIMO性能和MIMO性能是必不可少的，特别是由于信道相干时间很短，只有快速SRS跳频才能提供足够的MIMO信道估计的情况下。

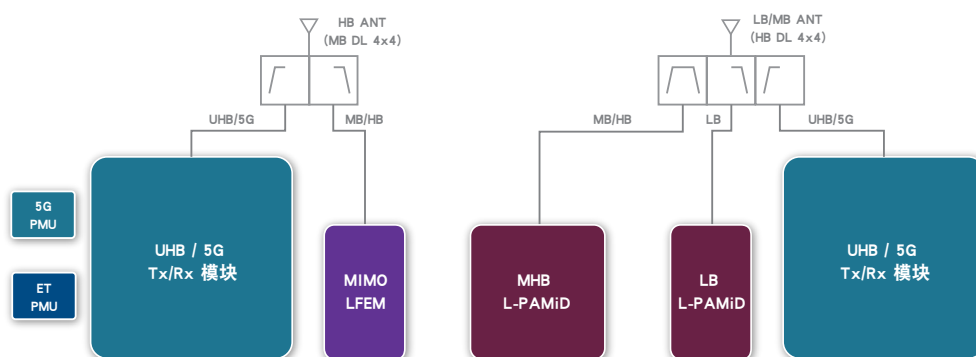
## 实施场景：启用5G的UE将是什么情形？

现在让我们来看看在几种不同的使用情况下，新的5G NR特征的典型执行情况将会怎么样。

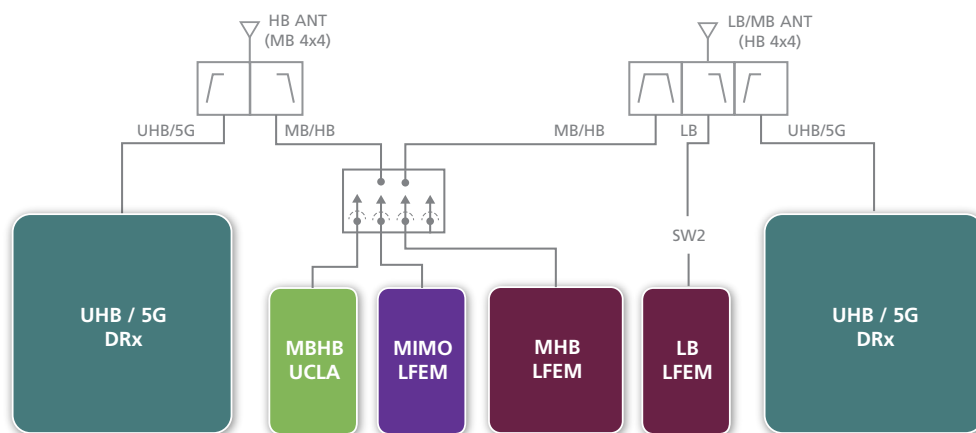
### 在低于3 GHz频带下执行FDD LTE转移频段

前面的章节谈到了新的TDD频段中尚未开发的运行情况，称为6 GHz以下范围。在本节中，我们将带您快速了解一下不同的使用情况——尤其是有些运营商计划如何将其LTE频段转移到5G NR。通过当前的4G PA路径运行5G NR调制时有两个主要区别：(1)在接收端，滤波器带宽和隔离可能必须更改，以及(2)在传输端，PA可能需要逐渐增加线性度和功率容量。

最初，LTE针对5G NR的迁移可采用市场上当前采用的，带有集成双工器的低、中、高频段功率放大器模块实现。然而，随着我们距离2020年商业网络推出的时间越来越近，仍需要对PAMiD作出一些改进，以便同时容纳4G和5G LTE的转移操作。



10 发送(Tx)方框图



11 接收(Rx)方框图

## 综上所述：双链接4G LTE/5G NR射频前端是什么样子？

在图10和11中，Skyworks演示了双连接智能手机的可能解决方案。实现同样的目标有许多方法。然而，使用4G核心前端并增添5G NR模块以支持覆盖5G性能和双连接，提供了一种简单而直接的解决方案。图10和11展示的是主传输路径上的常规PAMiD设备和分集式天线一侧的分集接收组件。这是双链接RFFE的核心4G模块的标准实施情况。

为了实现6 GHz以下UE的最佳性能，在频带n41、n77、n78和n79中对于传输能力存在一些额外要求，以便支持2x2上行链路MIMO。特别在新的n77、n78和n79频带中，这意味着需要增加一个5G NR PAMiD模块，以及两个额外的分集接收组件以支持下行链路4x4 MIMO能力。

## 5G商业网络展望

随着我们逐渐接近5G的商业应用，5G要求会如何发展？

如前所述，标准、运营商要求、设备制造商计划和芯片组架构将在2018和2019年最终完成。在过渡期间，该行业将演示切实可行的5G合规性和测试方法和计划，以便在2019年下半年和2020年初的时间范围内实现商业化。

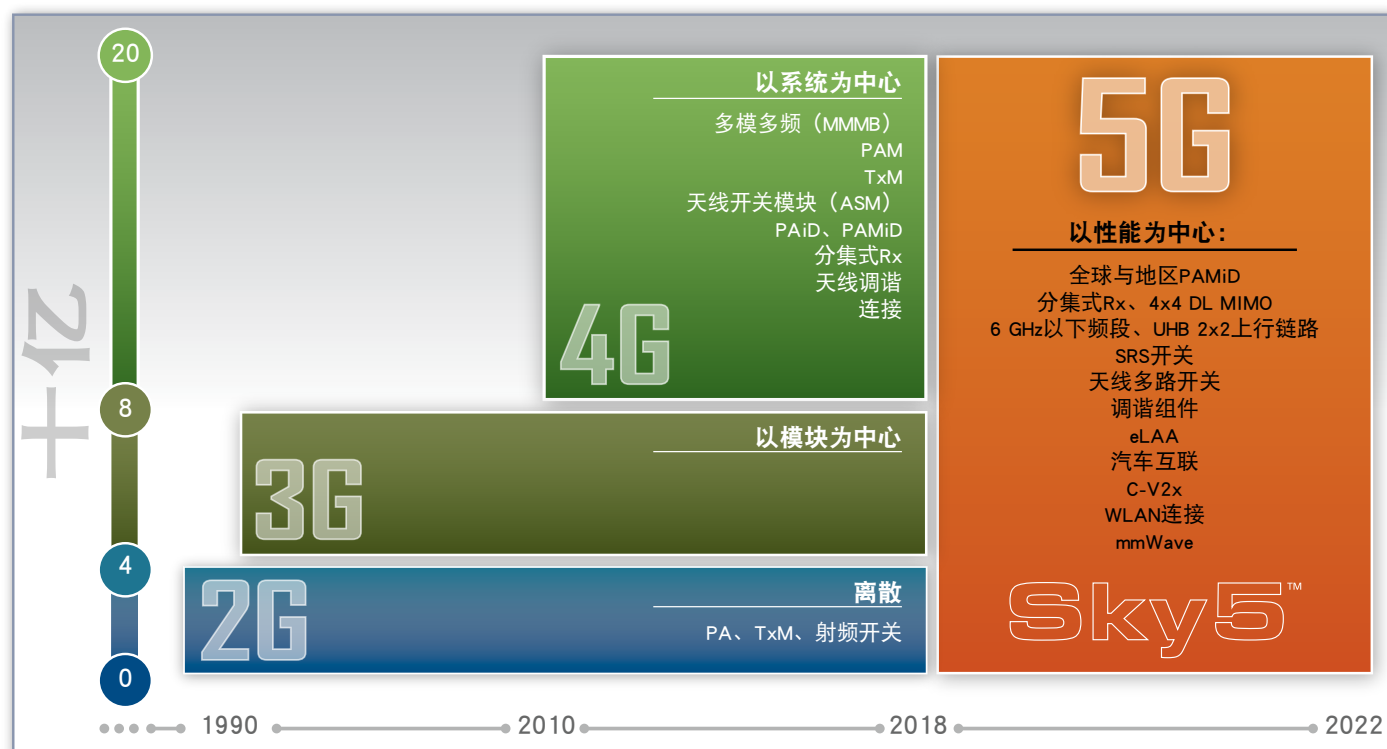
时间非常紧迫，需要建立生态系统的所有组件，并且标准化设备，安装小型基站、测试设备和芯片组，并协调智能手机原始设备制造商，以提供突破性的解决方案。

虽然我们预期会发生变化，但我们相信，在本白皮书中描述的过程能够及时向市场提供切实可行的、开创性的性能解决方案。

## 总结：开启革命性通信技术的新时代

通过与移动网络运营商、终端设备制造商和芯片组合作伙伴的多次对话，很显然5G将比大多数人所预测的要来得更快。与前几代技术一样，过渡到新技术总是机遇与挑战并存。Skyworks对于数代的无线标准具有数十年的经验，具备强大的技术广度和专业知识，足以应对这些挑战，并提供日益广深的解决方案，以推动5G的愿景和承诺。

从早期的2G通信到更数字化的3G WCDMA和4G LTE无线标准，每一代的创新与制造中，Skyworks都处在核心地位（见图12）。5G也不会例外。5G将提升系统性能的标准，并将推进尺寸、集成、共存和调制失真方面的改革，以满足日益扩张的市场设计标准，如增强型移动宽带（eMBB）、移动车联网（C-V2X）和低延迟通信。Skyworks正通过其Sky5™统一平台努力确保生态系统和平台早日就绪，确保无缝过渡到这一令人兴奋的、之前无法想像的应用新时代。



12 累计批次





## 其他资源

### 5G展望： 未来趋势实务指南

Skyworks的第一部关于5G技术的白皮书检视了LTE网络的现状，探讨了使其进一步发展以交付5G用户体验的方式，并确认了支持数据吞吐量实现100x增进所需的工具和技术。鉴于蜂窝标准已有很大的变化，Skyworks解答了行业发展到5G的“未来趋势”问题。

### 5G五分钟简介！

想要快速了解5G以及它如何彻底改变我们日常生活中的无线网络连接？Skyworks提供了一个简单易懂的视频供您参考！



我们邀请您观看我们的“5G五分钟简介”视频，这是我们的系列视频中的第一部，Skyworks的首席技术官Peter Gammel在里面介绍了5G的重要组成要素，以及这些要素对于5G技术发展的意义。请访问我们的视频页面[www.skyworksinc.com/skyworks\\_video.aspx](http://www.skyworksinc.com/skyworks_video.aspx)观看视频！



微信扫描二维码关注  
Skyworks







[www.skyworksinc.com](http://www.skyworksinc.com)