

# 重新构想面向下一代移动设备的 天线设计解决方案

下一代移动设备的快速创新带来了天线实现方面的重大工程挑战。关键在于，由于蜂窝、Wi-Fi、超宽带 (UWB)、毫米波 (mmW) 和 GPS 标准规定了新频段和提出了新要求，使得 5G 手机的射频路径通常为 LTE 手机的两倍多。然而，空间不足限制了增加新天线及/或在多个频段之间共享天线的能力，从而引发了更复杂的问题。工业设计创新（如可折叠或可卷曲屏幕以及使用虚拟控件取代物理按钮）对天线设计和布局带来了明显限制。增加载波功率要求与 OME 系统效率目标和改进（如电池使用寿命）之间的冲突也带来了额外挑战。Qorvo 在帮助企业解决棘手射频问题方面拥有丰富的经验，其重新构想 Qorvo 天线解决方案 (QASR) 可帮助工程师应对空间、设计和性能挑战，以便利用射频架构中的天线功率。

## 快速发展的移动行业

随着智能手机和可穿戴设备制造商与移动运营商竞相提供更大覆盖范围、更高数据速率、全新的无线通信功能和变革性工业设计，移动行业的创新步伐继续快速前进。

智能手机制造商开始扩大产品系列的 5G 支持，以满足视频流、视频会议、音乐和游戏等数据密集型服务日益增长的需求。因此，用于高端手机的 5G 高带宽 6 GHz 以下频段 (n77/n78 和 n79) 和更宽毫米波频段 (n257-n261) 如今也开始用于中端和大众市场手机。在增加射频复杂性的同时，5G 不仅需要增加新的蜂窝频段，还需要在更高频段上支持 4x4 MIMO，以实现更快的数据传输速度。

制造商还在手机中增加了更多非蜂窝频段，以提供更快的网络，支持新的定位服务。例如：Wi-Fi 6E/7 将 Wi-Fi 扩展到 6 GHz 频段，并提供超宽的 160-320 MHz 信道，以便为高清流传输、虚拟现实和点对点游戏等应用提供更高的性能，同时缓解 Wi-Fi 频谱广泛使用所造成的拥堵。



由于蜂窝、Wi-Fi、超宽带 (UWB)、毫米波 (mmW) 和 GPS 标准规定了新频段和提出了新要求，使得 5G 手机的射频路径通常为 LTE 手机的两倍多。

最初用于高端手机的 UWB 技术，如今也开始用于中端和大众市场手机。UWB 能够以前所未有的精度（误差在几厘米内），在室内或室外计算距离和位置，并且开始支持全新的定位应用和设备。顾名思义，UWB 使用的信道宽度至少为 500 MHz，频率范围为 3.1-10.6 GHz，目前移动应用主要使用的频率范围为 6-9 GHz。制造商还开始增加新的 GPS L5 和 L2 频段，这为任务关键型应用提供了更高定位精度等各种优势。

图 1. 射频挑战形势也愈加严峻。



@ 2021 Qorvo US, Inc.

与此同时，随着移动运营商寻求优化现有频谱的使用，以提高数据速率，智能手机开始增加越来越多的多蜂窝频段复杂组合。许多运营商开始使用 EN-DC (E-UTRAN 新无线电 — 双连接)，这样就可以通过使用 4G 锚频段与 5G 数据频段组合在某些地区更快地部署 5G 数据速率。载波聚合 (CA) 整合了多个分量载波 (CC)，以实现更大带宽和更高数据速率。随着组合选项中添加了越来越多的频段，CA 现在也开始变得越来越复杂。5G 定义了数百种最多可达 16 个 CC 的新组合，每种组合的连续带宽可达 100 MHz，总聚合带宽可达 1 GHz 左右。其中包括具有挑战性的两个或多个低频段新聚合，如欧洲或亚洲的 B20 + B28 组合和北美的 B5 + B12、B13 或 B14 组合，它们具有更大范围和更大吞吐量等优势。

制造商还开始采用更高的发射功率，以扩大高频信号的覆盖范围，因为高频信号的传播距离不及低频信号。2 级功率可使天线的发射功率翻倍（达到 26 dB），目前已经广泛使用，而业界目前也开始探索能使功率进一步增加两倍（至 29 dB）的 1.5 级功率。

## 工业设计创新

由于制造商在寻求新方法来实现产品差异化，并提供令人欣喜的全新消费者体验，智能手机工业设计也开始快速发展。变革性设计包括可卷曲屏幕的手机和可折叠屏幕的翻盖手机。环绕手机边框的屏幕具有前沿的时尚外观，同时尽可能扩大消费者可用的屏幕面积。物理按钮开始被虚拟控件所取代，虚拟控件通常位于手机的下边框或侧边框。此外，制造商还在不断增加用户看重的其他新功能，如更出色的显示屏、更多的摄像头、多种生物识别认证方法、更高质量的扬声器和更大的电池。虽然它们对消费者极具吸引力，但这些功能会占据空间，从而减少射频前端 (RFFE) 可用的空间，而且它们还会对 RFFE 组件和天线的位置带来新的限制。

这些趋势导致了使用蜂窝和/或非蜂窝连接的小型物联网 (IoT) 设备爆炸式增长，包括手表、其他可穿戴设备和小型跟踪设备。在这些设备中，空间至关重要，而将射频内容压缩到微型空间中也非常重要。

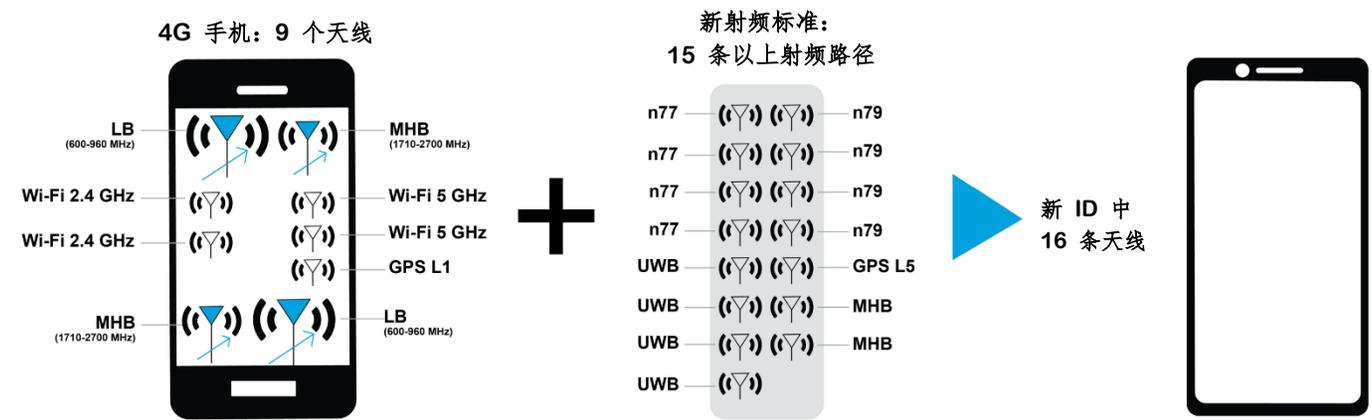
## 天线挑战

连接和工业设计方面的这些创新给致力于下一代智能手机和其他移动设备的工程师带来了各种相互关联的天线挑战。

### 射频路径翻了两倍多

增加新的蜂窝和非蜂窝频段大大提高了移动设备中射频路径的总数。支持 mmW 频段和 UWB 的典型 5G 手机的射频路径是典型 4G 手机的两倍多。每条射频路径都需要连接至天线，但要将天线的数量翻倍根本不可能。这是因为手机内部可用空间有限：增加天线数量意味着它们必须彼此靠近，从而会降低天线之间的隔离度。这会导致耦合相关问题，从而增加 RFFE 中存在非线性元件的可能性，使接收器的灵敏度降低。

图 2.4G 至 5G 过渡增加了射频限制。



考虑到固定外形尺寸中可实现的天线总数限制，处理射频路径数量增长的逻辑方法就是增加每个天线的带宽，以支持更多频段。然而，这种方法也会带来挑战。天线带宽越宽，损耗往往就越大。它们可能需要更多空间，因为天线的尺寸是由其支持的最低频率决定的。此外，使用单根天线同时发射和接收多个频段会提高混合信号产生非线性杂散发射的风险。解决这些问题并非易事：需要进行仔细分析并采用专门的天线设计技术，同时在 RFFE 中结合适当的滤波和路由解决方案。

### 超宽带

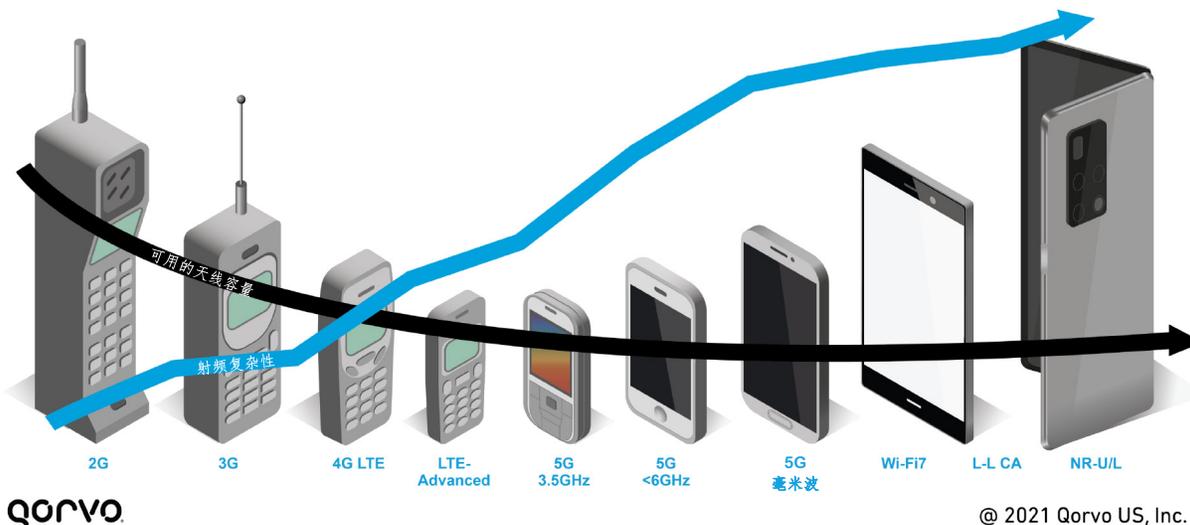
支持 UWB 需要使用 3 或 4 根相对较大的贴片天线，而这会占用手机内原本就很拥挤的大量空间。因此，制造商开始寻找将其中一些天线组合在一起的方法，以减少所需的整体空间。另一个考量就是，是否将一根天线置于手机的边框，以实现出色的全方位测距性能。

### 载波聚合和 EN-DC

CA 和 EN-DC 频段组合的快速增加加剧了天线挑战。如今，可实现的聚合包括高、中、低频段的数百种不同组合。既包括每个频率范围内的多频段组合（如低-低或中-中聚合），也包括不同频谱范围内的频段组合（如低-中和低-中-高聚合）。此外，每个 CC 的最大带宽也在增加。4G 将载波带宽限制在 20 MHz，而 5G 则将最大连续带宽增加至 45 MHz（用于 2300 MHz 以下频段），最高可达 100 MHz（用于 2300 MHz 以上频段）。

因为天线总数有限，每根天线可能都需要在非常宽的频率范围内 (600 MHz-5000 MHz) 提供高性能宽带发射和接收信号。

图 3. 射频复杂性随着标准的成熟、ID 的变化和复杂性的增加而增加。



© 2021 Qorvo US, Inc.

低-低聚合带来了一些最具挑战性的天线设计问题。移动手机通常使用位于手机顶部和底部的两根主要天线来支持低频段。这些天线位置最大限度地减少了用户与手机交互会降低性能的可能性，因为消费者通常将手放在手机两侧，而不是顶部和底部。关键在于，低-低聚合可能需要使用支持低频段发射的第三根天线。这意味着，制造商需要在手机内找到更多空间来放置这根天线，并确保所选天线位置在所有使用条件下都能够提供足够的性能。

## 更高 Tx 功率

PC 2 和 PC 1.5 规格中定义的更高功率输出会影响智能手机的电池使用寿命。这也意味着，RFFE 内部的所有后 PA 组件（包括天线调谐器）都需要处理更多功率。这通常意味着需要使用更大的组件，但考虑到空间限制，这成为一大问题。输出功率的增加也意味着 RFFE 组件将生成更高电平的杂散信号，从而需要额外关注如何缓解灵敏度降低和 RSE 问题。

## 新设计可缩小天线空间

采用可折叠和可卷曲屏幕的新手机设计带来了一系列天线挑战。手机必须能够在不同的物理状态下（卷曲或展开、折叠或打开）运行，这严重限制了天线的潜在位置，并且还可能需要使用不同的天线材料。更大的挑战是，设计的限制可能意味着天线必须置于次优位置，这使其性能更容易受到人类交互的影响。天线接地可能会受影响，从而影响辐射效率。为确保在所有使用条件下的运行效率，需要仔细设计和定位天线。

图 4. 复杂的创新型工业设计增加了复杂性。



QORVO

© 2021 Qorvo US, Inc.

使用软件定义的虚拟按钮代替机械按钮会带来额外的天线挑战。将这些按钮置于手机底部可最大限度地提高便利性和用户可用的屏幕空间，但这也意味着它们可能会干扰过去放置在此位置的主天线。

## 谁将率先解决挑战？

正如本文所展示的，下一代移动设备带来了相当多的天线设计和工程问题。那么，谁将率先解决挑战？除了克服极其困难的挑战所带来的当之无愧的自豪感，赢得创新竞赛的团队将在消费者支持之争中具有显著的竞争优势。

## QASR 如何提供帮助

重新构想 Qorvo 天线解决方案 (QASR) 在帮助智能手机工程师解决下一代智能手机和其他设备所面临的的天线挑战方面独具优势。



Qorvo 致力于投资能够促进创新并支持手机持续发展的技术。然而，创新技术本身不足以解决棘手的射频问题。因此，Qorvo 与移动行业紧密合作，帮助工程师解决每种移动设备面临的独有设计问题。Qorvo 在帮助制造商将创新解决方案融入智能手机和其他设备方面拥有极其丰富的经验，包括：

- 业界首款天线调谐器，可帮助提高更广泛频段中的天线效率。
- 了解天线复用器、新路径和标准的组合，以解决和简化新兴的复杂场景。
- 推动新型定制技术的发展，以满足天线调谐、传输功能和射频路由方面的 5G 需求。

QASR 可帮助您应对空间、设计和性能挑战，以便利用射频架构中的天线功率。