



全球首款 5G RF 前端模块

Qorvo Inc.
北卡罗莱纳州格林斯博罗

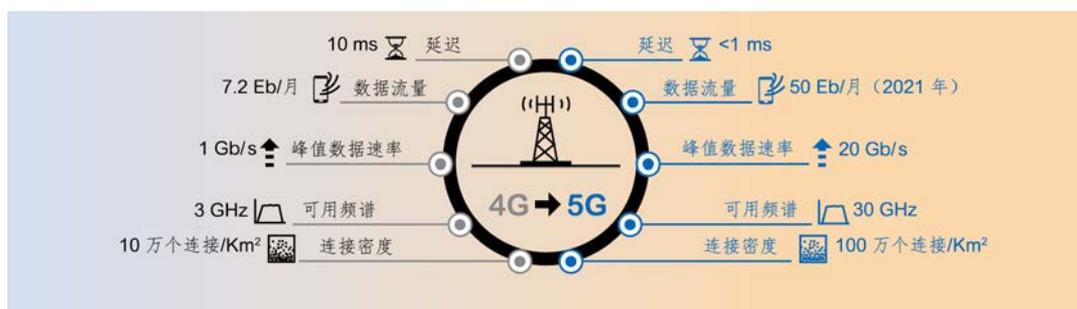
随着市场对移动视频和其他应用的需求日益增长，为智能手机和其他移动设备提供 5G 的日程也不断加快。2017 年 3 月，3GPP 标准组批准了一项新的 5G 非独立 (NSA) 无线电标准。这项标准让移动运营商可以利用其现有的 4G 基础设施提供 5G 增强型移动宽带 (eMBB) 服务。因此，5G 移动部署预计最早于 2019 年开始，初期 5G 实施将使用 3.3 和 3.8 GHz 之间的频率。

在移动带宽方面，5G 将作为 4G 的补充而非取而代之。采用载波聚合的 LTE Advanced 和 LTE Advanced Pro 网络有望提供高达 1 Gbps 左右的峰值数据速率，足以满足许多应用的需求。5G 将大幅提高峰值网络速度——高达 10 Gbps 左右，以支持带宽密集型应用，例如直播视频和增强现实 (见图 1)。与 5G 独立 (SA) 规范不同，5G NSA 使用现有的 4G LTE 无线电和核心网络作为“锚”，搭配 5G 数据载波进行控制和管理。

为支持 5G，移动设备 RF 前端 (RFFE) 面临巨大挑战，包括新频段、海量带宽、高

输出功率以及 4G 和 5G 波形。作为全球首款 5G 移动 RFFE，Qorvo QM19000 旨在应对这些挑战。如图 2 中所示，QM19000 将功率放大器 (PA)、低噪声放大器 (LNA)、发送/接收 (Tx/Rx) 开关和宽带滤波器集成到单个模块中，支持高达 400 MHz 的带宽，频率范围为 3.3 至 4.2 GHz。

5G 对 RFFE 功效和线性度的要求非常复杂，因为在区域应用中，3.5 GHz 频段已经用于 LTE，需要具备向后兼容性。例如，5G 信号比 4G 中使用的信号宽得多；单个 4G LTE 载波最大提供 20 MHz，而 5G Tx 信号带宽的一般目标是 100 MHz。对于 4G，包络跟踪 (ET) 广泛用于移动前端以最大程度提高功效；它不能用于 5G，因为当今的包络跟踪器支持的最大带宽为 40 MHz。5G 必须使用平均功率跟踪 (APT) 模式 (即固定电压)，而非 ET。PA 必须为 5G 传输提供高线性效率，同时在将 ET 用于 4G 信号时提供高饱和效率。QM19000 支持高级电源管理，可使模块在 ET 和 APT 模式之间切换。



▲ 图 1 5G 与 4G 性能比

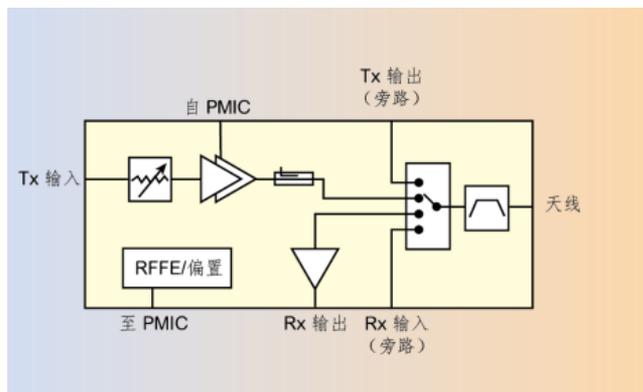
产品特性

其他挑战在于，5G 规范定义了两个可选波形：循环前缀正交频分复用 (CP-OFDM) 和离散傅立叶变换扩展 OFDM (DFT-S-OFDM)。CP-OFDM 在资源模块中提供了很高的频谱封装效率 (高达 98%)，

并为多路输入多路输出 (MIMO) 提供了良好的支持。当运营商优先考虑尽可能提高网络容量时 (例如在密集城市环境中)，可能会使用该波形。与 LTE 的情况相比，CP-OFDM 和海量带宽组合会大幅提高峰值功率比 (PAR)，要求增加 PA 中的回退值，以避免超出规定限值。因此，PA 必须在较宽功率水平范围内提供高能效和高线性度。RFFE 也必须支持 DFT-S-OFDM，这是用于 LTE 上行链路的同一波形，其频谱封装效率更低，但范围更广。

5G RFFE 还需要支持 2 级功率 (一种更高输出功率规范)，以克服高频下的更大传播损耗。2 级功率最初批准用于特定的 4G 频段，可将天线的输出功率倍增至 26 dBm。对于 5G SA，2 级功率是所有新频段的基准要求。

为同时满足 4G 和 5G 的所有 Tx 要求 (包括饱和及线性效率)，QM19000 搭载了一个采用 Qorvo GaAs HBT5 工艺制造的两级 PA。除了提高效率外，HBT5 还可在 5G 所用的高频下提供比 SiGe 等其他技术更高的增益。HBT5 PA 还具备支持更高功率输出所需的热性能，并采用 Qorvo CuFlip 铜凸块封装技术实现高效散热。即使是 HBT PA，也需要额外的放大来满足更高输出功率 (例如 2 级功率) 的特定要求。若使用 CP-OFDM，收发器驱动电平预计会降低多达 3 dB，此时可能还需要额外增益。



▲ 图 2 QM19000 RFFE 模块的功能。

QM19000 搭载了一个额外的可变增益放大器以满足这些需求。

在支持 5G 性能要求的同时，QM19000 还有助于智能手机制造商在严格的限制内提供复杂的 RF 功能。例如，MIMO 是提供 5G 所承诺的高数据速率的关键所在。设备制造商应该会将 4×4 MIMO 用于下行链路，而一些实施方案可能为上行链路额外提供 2x MIMO。这意味着制造商需要整合更多 RF 链，而智能手机中分配给 RF 内容的空间是基本固定的。QM19000 等高度集成的模块对于实现这一目标至关重要。

5G 将逐渐涵盖一系列不同的用例，每种用例都会带来新的 RF 挑战。Qorvo 将不断扩展旨在应对这些挑战的 5G 解决方案产品组合，而 QM19000 正是其中之一。

Qorvo Inc.
北卡罗莱纳州格林斯博罗
www.qorvo.com