

5G RedCap: 对物联网设备 RF 要求的潜在影响

引言

全球 5G 网络部署正在如火如荼地展开, 预计到 2023 年, 5G 连接的数量将超过 10 亿。截止目前, 5G 主要用于智能手机和固定无线接入 (FWA) 应用。虽然这些都是关键用例, 但 5G 的潜在应用将更为广泛, 未来几年, 5G 的应用范围将会继续扩大, 涵盖更多应用和设备类型。

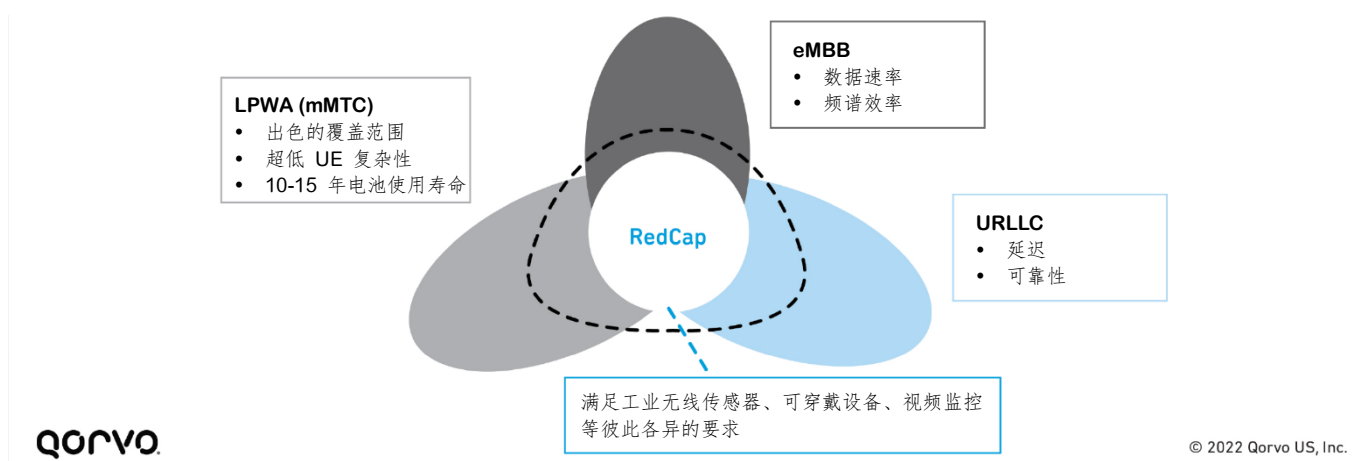
在这一发展过程中, 制定 5G Reduced Capability (RedCap) 标准是非常重要的一步。这是针对不断发展的庞大物联网 (IoT) 环境开发的第一个 5G 标准。RedCap 旨在满足物联网设备的需求, 这些设备需要使用比现有 5G 方案尺寸更小、更简单、成本更低的 RF 解决方案, 并且电池使用寿命更长。3GPP 版本 17 中定义了第一版 RedCap 规范草案, 并于 2022 年中期最终定稿, 预计芯片组和最终用户产品将在未来 1-2 年内上市。这些规范侧重三大应用领域: 可穿戴设备、工业无线传感器和视频监控。

本白皮书深入探讨 RedCap 规范、物联网应用要求、开发时间表, 以及对物联网设备制造商和无线网络运营商在 RF 要求方面的潜在影响。

为何需要 RedCap?

5G 最终会支持无数的现有用例和新用例。这些用例一般可以分为三个大类。每个大类都有不同的要求, 如图 1 所示。RedCap 将在三个大类的基础上支持具有低到中等 RF 要求的应用小类。

图 1. RedCap 融入 5G 环境。



带给物联网设备制造商的优势

对于物联网设备制造商而言，RedCap 不仅具有 5G 优势，而且 RF 复杂性和成本低于现有的 5G 解决方案。关键优势包括可提供比现有的低功耗广域 (LPWA) 物联网网络标准 LTE-M 和 NB-IoT 更快的速度。此外，制造商可以根据特定物联网应用的需求，从各种 5G RedCap 服务中选择，提供不同的数据速率、延迟和不同级别的可用性。

带给运营商的优势

RedCap 将有助于运营商从非独立的 5G 网络（要求他们维持 4G 链路，以进行设备连接）过渡到独立的 (SA) 5G 网络。SA 网络为运营商带来了巨大的成本和效率优势。SA 网络还提供新的创收机遇；运营商可以利用 5G 的动态网络分段功能针对不同的应用提供定制服务，并连接数百万台新设备。

RedCap 应用

3GPP 版本 17 中最初定义的 RedCap 规范主要针对三种用例：可穿戴设备、工业无线传感器和视频监控。这些用例在无线数据速率、延迟、可用性、尺寸和电池使用寿命等方面具有不同的要求，如表 1 所示。

表 1. 3GPP 版本 17 中 RedCap 的目标用例。

用例	设备示例	数据速率	延迟	可用性和可靠性	电池使用寿命	尺寸
可穿戴设备	智能手表、VR 头显、健康监测仪	5-50 Mbps DL、2-5 Mbps UL (峰值速率高达 150 Mbps DL/50 Mbps UL)	不适用	不适用	至少几天，最多可达 1-2 周	紧凑
工业无线传感器	运动、压力、温度、湿度传感器，许多现有应用和新应用（例如无线自动驾驶叉车）	2 Mbps	<100 ms	99.99%	至少几年	不适用
视频监控	智慧城市、工厂、农业	基本应用：2-4 Mbps， 高端应用：7.5-25 Mbps	<500 ms	99%-99.9%	不适用	不适用

RF 挑战和解决方案

为了满足物联网设备的需求，相对于之前的 5G 解决方案，RedCap RF 解决方案必须减小尺寸、提高电池寿命并降低成本。为了实现这些目标，RedCap 要求其 RF 复杂性必须低于智能手机中的 5G RF 解决方案。RedCap 设备与智能手机不同，它不需要极高的数据速率，因此降低复杂性是可行的。

表 2 列出了 RedCap 设备与 5G 智能手机在 RF 要求方面的主要差异。

表 2. RedCap 设备与 5G 智能手机的 RF 要求

	频率范围 1 (<7 GHz)		频率范围 2 (mmWave)	
	智能手机	RedCap 设备	智能手机	RedCap 设备
最大带宽	100 MHz	20 MHz	200 MHz	100 MHz
最多天线数	2 个或 4 个，取决于频段	1 个或 2 个，取决于频段	2	1
最大 MIMO 层/Rx 链数	2 个或 4 个，取决于频段	1 个或 2 个，取决于频段	2	1
EN-DC 支持	必需	非必需	必需	非必需
最大下行链路调制	256 QAM	64 QAM	64 QAM	64 QAM
双工操作	全双工 FDD 或 TDD	半双工 FDD 或 TDD	TDD	TDD
最大发射功率	2 级功率 (26 dBm) 或 3 级功率 (23 dBm)	3 级功率 (23 dBm)	3 级功率	7 级功率



以下几点展示了 RedCap 与 5G 智能手机 RF 解决方案之间的不同如何帮助降低功耗、尺寸和成本：

- **更窄带宽。**在 5G 频率范围 1（频段 < 6 GHz）内，RedCap 设备只需支持 20 MHz 最大带宽，而智能手机需要支持 100 MHz。这有助于降低功耗，延长电池使用寿命。
- **更少的频段。**高端 5G 智能手机可能包含 50+ 频段，以支持全球使用，而 RedCap 设备支持的频段数量较少，所以成本更低，尺寸更小。高端可穿戴设备（例如高端智能手表）可能还包含区域频段子集，以及一些国际漫游频段。而更简单的物联网设备只需少量几个频段，尤其是这些设备设计用于单个地点时。
- **仅支持独立的 5G 网络。**RedCap 设备无需支持非独立网络，所以无需同时具备两个活跃的 Tx 链，以提供 4G/5G 双路连接 (EN-DC)。这大大降低了 RF 复杂性、解决方案尺寸和功耗。
- **无 2G/3G 支持。**RedCap 设备无需支持传统的 2G/3G 网络，所以不需要配备会产生大量功耗的 2G/3G PA。
- **无载波聚合 (CA)。**RedCap 设备一次只需使用一个频段，而 5G 智能手机需使用 CA 同时在多个频段通信，以实现更高的数据速率。因此，RedCap 解决方案无需使用复杂的滤波器来支持 CA。这有助于降低插入损耗、复杂性和成本。低插入损耗意味着功耗更低，电池使用寿命更长。
- **更少的天线和 Rx 链。**RedCap 设备对 MIMO 的要求比 5G 智能手机更低。智能手机在大部分频段都必须支持 4x4 下行链路 MIMO，这需要使用 4 个手机天线和 4 个独立的 Rx 链；而 RedCap 设备只需要支持 1 个或 2 个手机天线和 Rx 路径，具体取决于频段。这有助于降低电流消耗、解决方案尺寸和成本。而且使制造商更容易设计高度紧凑的可穿戴设备和其他物联网设备。
- **FDD 频段中的半双工通信。**RedCap 在 FDD 频段中使用半双工通信，而不是全双工通信。因此，一些 RedCap 应用，例如库存/资产追踪器，可能无需配备用于支持全双工通信的双工器。这些应用可以使用更简单的滤波器和开关，从而降低了成本和插入损耗。

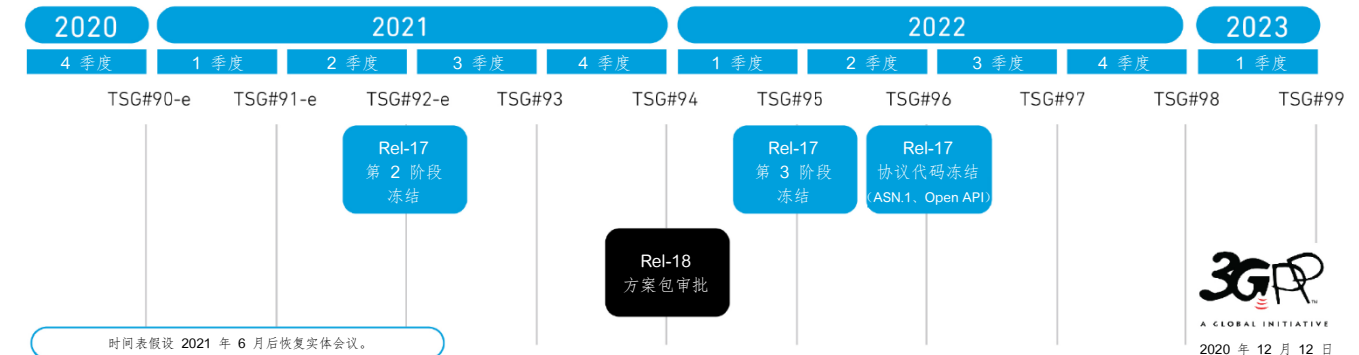
- **更低的发射功率要求。** RedCap 设备的最大功率输出要求一般都低于智能手机。这有助于降低功耗，延长电池使用寿命。
- **集成。** RedCap RF 解决方案的集成水平因应用而异。对于有些可穿戴设备，尺寸至关重要，所以高端智能手表都倾向于采用高度集成的解决方案。对于其他应用，例如监控摄像头，尺寸不太重要，因此可以选用集成水平较低的解决方案，以降低成本。

RedCap 时间表

第一版 RedCap 规范于 2022 年中期在 3GPP 版本 17 中最终确定，但对于这项标准，这只是第一步。芯片组和 RF 解决方案一般会在标准最终确定后约一年推出，使用这些解决方案的最终产品则在约两年后（例如，2024 年）问世。届时，许多运营商将转向采用独立的 5G 网络，以支持 RedCap 设备。

同时，3GPP 仍在继续改进 RedCap 标准，并定义版本 18 中将要包含的新功能。3GPP 还在探寻新的方式来进一步降低 RF 复杂性和成本，并延长电池使用寿命。目前考虑的具体功能包括：

- **定位。** 改善 RedCap 应用的窄带 (NB) 定位。
- **降低速度，** 使 RedCap 功能得以在更低层次的 LPWA 网络中使用，其带宽可能降低至 5 MHz。
- **侧行链路** – 与其他 5G 设备直接通信。例如，智能手表能够直接与手机或耳机通信，而无需通过 5G 基站进行通信。这会减少延迟并降低功耗。



© 2022 Qorvo US, Inc.

结论

RedCap 是对物联网设备制造商可用的蜂窝网络选项的一个重要补充。RedCap 前景可期，物联网制造商将会获得比目前可用的 5G 解决方案尺寸更小、成本更低、功耗更低的 RF 解决方案。这有助于制造商生产支持 5G 网络的紧凑型物联网设备，不仅可延长电池使用寿命，而且与使用旧物联网网络标准的设备相比，可实现更高的数据速率。

© 08-2022 Qorvo US, Inc. 版权所有 | QORVO 是 Qorvo US, Inc. 的商标。