

在 5G 世界中将高精度时间分配给光网络

Microchip Technology
频率和时间体系业务部
新兴产品主管
Eric Colard

移动运营商正在 LTE-Advanced 网络和 5G 网络的部署领域大力投资，这将为蜂窝通信和连接带来重大变革。不过，他们面临着巨大的风险：通过这些网络提供的高性能移动服务非常依赖于 GPS 和其他被称为全球导航卫星系统（GNSS）的其他类似区域性星座提供的精确时间，以便同步无线电、支持新应用并最大程度地减少干扰。如果由于干扰、欺骗、故障或其他事件导致 GPS/GNSS 无法使用，则引发的服务中断将对系统性能造成灾难性的影响。



正如电网极易受到可能导致大规模火灾（如最近加利福尼亚州发生的大火）的气候、炎热、大风和干燥植被的影响一样，5G 网络也很容易受到精确时间分配中断的影响，甚至可能导致整个系统中断。新技术能使移动运营商保护其网络免受这些威胁的影响。这些技术在利用现有部署的同时，创造了在长距离上分配超高精度时间的新架构。它们不仅将附加成本降至最低，还提供了必要的性能来满足 5G 的高要求。

技术趋势

最新的 LTE-Advanced 和 5G 移动网络带来了巨大的容量和带宽增长，可用于向消费类、工业、城市和特定细分市场提供新服务。从智能手机的高带宽视频传输，到自动驾驶汽车、智能城市以及智能工厂的物联网（IoT），这些新服务都依赖于大量的传感器、基站和其他设备的同步。

要做到这一点，需要在长距离上传递非常精确的时间。没有它，移动运营商将无法通过最大限度地减少中断和风险来充分利用部署投资。此外，他们还必须制定能够在 GPS/GNSS 故障时发挥作用的计划。与此同时，他们需要有效利用光网络和其他现有基础设施，这样便无需在暗光纤上进行昂贵的新投资。

标准机构对精确的时间和同步定义了非常严格的要求，例如主参考时钟（PRTC），其中包括 100 纳秒（ns）的 PRTC A 类（PRTC-A）、40 ns 的 PRTC B 类（PRTC-B）和 30 ns 的增强型 PRTC（ePRTC）的性能规范。为了满足这些要求，必须要有高质量的时间源，并且需要一种非常有弹性、高效且高性能的分配机制来将时间从源传输到各种使用时间的设备（即基站、传感器和车辆等）。

依靠 GPS/GNSS 满足这些要求的问题在于，鉴于端点的密度越来越高，其部署成本可能会很高。此外，位于蜂窝基站的 GNSS 接收机存在一个技术漏洞。一旦 GNSS 接收机由于任何原因无法正确跟踪卫星，就必须迅速停止使用无线电，以避免因无线电使用的振荡器技术的保持期短而引起的干扰问题。由于这些技术和财务方面的考虑，运营商迫切需要在多地减少甚至消除对 GNSS 的依赖的解决方案。

运营商的其他考虑因素包括：使用网络时从源到端点的时间分配；网络节点；以及这些网络节点可以支持的各种同步功能。通常，精确时间协议（PTP）最高级时钟位于授时链的开头，并且符合 100 ns PRTC-A 或 40 ns PRTC-B 的性能规范，因此它可以在 +/-1.5 微秒内将精确时间传递到链的末端。路径上的网络节点通常嵌入了满足 A 类（50 ns）或 B 类（25 ns）的时间边界时钟（T-BC）功能。

需要一种新型时间分配架构来满足这些要求和考虑因素，以允许运营商保护其移动网络免受 GNSS 中断的影响，并在长距离上分配精确时间以覆盖全国。此外，这种架构还必须提供必要的性能，以满足 5G 需求的端到端预算。

一种不同的时间分配架构

高精度时间分配架构应具备多种功能，使运营商能以最有效的方式消除 GPS/GNSS 漏洞，并解决其 5G 网络中的其他挑战。此架构应：

- 充分利用现有的光网络（从而避免高昂的暗光纤费用）
- 使用专用的 lambda 以便以最快的方式传输时间
- 最大限度地保护冗余时间源，此时间源满足 30 ns ePRTC 的最高性能，并采用铯原子钟和 GNSS 的组合
- 提供两个时间流向（东和西），这样便可在从源到端点的过程中出现任何问题时利用冗余路径
- 拥有一系列高精度边界时钟（HP BC），可满足当今标准（T-BC D 类 5 ns）规定的最高性能水平的要求

这种类型的多域架构提供了冗余式、亚微秒级的端到端授时功能，适合在数百英里范围内以较低的成本传递每节点 5 纳秒的高性能精确时间分配。



这种解决方案的一个示例是 Microchip 的 TimeProvider 4100，它既可以配置为在授时链的源端具有 PRTC-A 和 PRTC-B 时间传递功能的 ePRTC，也可以配置为光网络路径上的 HP BC。此外，还可以根据应用特定的要求配置这类产品，以实现端到端授时，并在长距离上拥有达纳秒级的精确时间传递能力。

确保精确的授时

下一代高性能移动服务成功与否将取决于运营商能否顺利解决当今的关键 GPS/GNSS 漏洞。干扰、欺骗、故障或其他事件会导致 5G 网络同步无线电、支持应用和将干扰降至最低所需的精确 GPS/GNSS 授时中断。最新的高精度时间分配架构以最小的附加成本降低了这些风险，并为运营商提供了所需的性能来支持要求较高的新 5G 服务（从基于 IoT 的应用到智能手机上接收高带宽视频）。

欲了解更多信息，请访问：

<https://www.microchip.com/design-centers/synchronization-and-timing-systems>。