

高精度授时如何改变 5G 基础设施游戏规则

作为连续 4 年被写入中国政府工作报告、并领衔“新基建”的重要基础科技，5G 在扩展连接、带动经济增长、改善人们生活质量以及加速相关产业数字化转型升级等各个方面的重要性不言而喻。

根据 IHS Markit 独立研究的《5G 经济》报告 2020 年更新版，预计到 2035 年，5G 将创造 13.1 万亿美元的全世界经济产出，全球 5G 资本支出和研发投入将增长 10.8%，年均投入高达 2650 亿美元。

工信部的最新数据显示，截止 2020 年底，中国新增 5G 基站 58 万个，推动共建共享 5G 基站 33 万个，年初制定的“所有地市均实现 5G 覆盖”的目标已经实现。

而全球 5G 连接数将在 2023 年突破 10 亿，这比 4G 时代实现 10 亿连接数的时间整整提前了 2 年。可以看出，尽管全球经济受到疫情影响，但 5G 赋能的经济产出的增长趋势几乎保持不变。

打造电子系统最精准的心跳

解读 5G 的角度很多，但今天我们想从被称为“电子系统心跳”的时钟谈起。

“时钟 IC”是一个广义上的术语，用于描述可在电子系统中生成、调制、操纵、分发或控制时序信号的集成电路。在目前最先进的电子和通信系统中应用时，时钟 IC 还必须能够生成精确的时钟脉冲，并持续可靠地分发该信号以供系统中的各种计时设备使用，以满足多类型应用对“高精度授时”的需要。

其实，我们所熟悉的 4G/5G 通信系统就是“高精度授时”的重要应用场景之一。由于 4G/5G 网络采用 TDD 时分复用模式，在大速率数据传输过程中，对时间同步精度要求极高，例如以 TD-LTE 为代表的 TDD 时分系统时间同步要求在 $\pm 1.5 \mu\text{s}$ 。如果通信设备之间时间不同步，就将影响基站切换和漫游等通信业务的正常进行。

● 5G 之前的网络是如何授时的？

无线网络精确时间的主要来源一直是全球定位系统（GPS）和构成全球导航卫星系统（GNSS）的区域卫星星座。其中，GPS 是全球第一个部署的定位、导航和授时（PNT）的卫星星座。借助精心设计的 GPS 授时接收机技术，GPS 用户可以从 GPS 卫星上的同步原子钟中恢复极其精确的授时。

目前，除 GPS 外，全球范围内还部署了多个用于授时的 GNSS 技术，包括 Galileo（欧盟）和北斗（中国）等。以北斗为例，北斗卫星导航系统的时间被称作 BDT，属原子时，可以溯源到中国国家授时中心的协调世界时 UTC，与 UTC 的时差控制准确度小于 100 ns。

● 再强的 GNSS，也有短板

虽然 GNSS 卫星授时精度更高，覆盖能力更强，但也面临着巨大的风险——如果由于干扰、欺骗、故障或其他事件导致 GPS/GNSS 无法使用，引发的服务中断将对系统性能造成灾难性的影响。正如电网受到火灾/雪灾影响断网一样，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。

此外，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），5G 移动网络带来的巨大容量和带宽增长是此前无法想象的。这些新服务不但依赖于大量的传感器、基站和其他设备的同步，还需要在长距离上传递非常精确的时间，导致 5G 网络端点密度和依靠 GPS/GNSS 进行授时的成本越来越高。

- 新型时间分配架构

运营商迫切需要可以更多地减少甚至消除对 GPS/GNSS 依赖的解决方案。那么，有没有这样一种新型的时间分配架构，既能够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，还能够提供必要的性能以满足 5G 需求的端到端预算？

答案是肯定的。

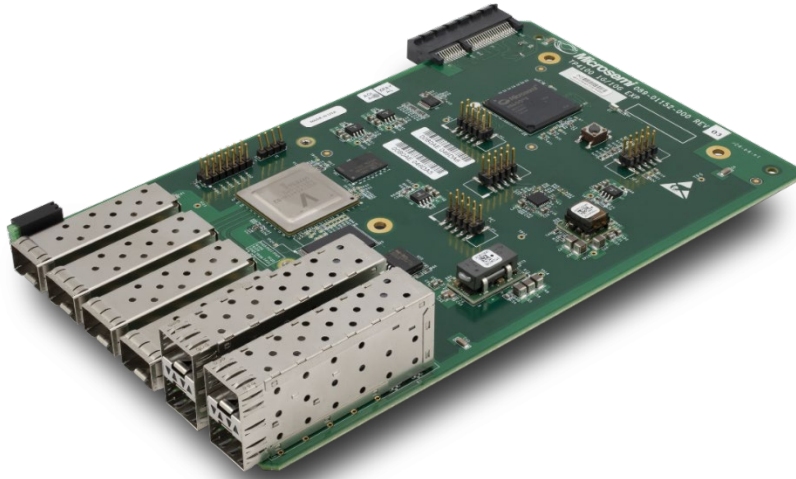
增强型 PRTC（ePRTC）标准是应对新型授时架构挑战的理想选择。它是 ITU-T（ITU 电信标准化部门）为提高时间精度而定义的主参考时钟（PRTC）的几个版本之一。PRTC A 类可以满足相对于协调世界时（UTC）的 100 ns（纳秒）精度要求；PRTC B 类更精确，精度达 40 ns；增强型 PRTC 具有符合 ITU-T G.8272.1 定义的 30 ns 最高精度。

ePRTC 的独特设计使其具有最大弹性，能够使用铯钟作为参考时钟保持 14 天或更长时间，同时在整个长时间中断期内与 UTC 的最大偏差维持在 100 ns，这将成为 5G 移动运营商部署 ePRTC 的关键优势。如果 GPS 关闭，整个网络范围内的服务交付都将保持无缝切换，从而确保所需时间来修复 GPS 中断或在 GPS 长时间不可用的情况下保持运行。

- TimeProvider 4100

ePRTC 解决方案的典型示例来自 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。

TimeProvider 4100 是一种采用 IEEE1588 协议的主时钟，包括最新的 ITU-T G.8275.1 和 G.8275.2 1588 相位规范，同时也符合中国通信行业 YD/T 2375-2019 高精度时间同步技术标准要求。TimeProvider 4100 支持用于 PTP、网络时间协议（NTP）、同步以太网（SyncE）和 E1/T1 的广泛端口扩展。2.1 软件版本在早期版本的基础上增加了关键的软件增强功能，提供一个虚拟的主参考时钟（vPRTC）。虚拟 PRTC 能够设计冗余的精确时间分布架构，以在光纤网络上进行相位保护。



TimeProvider 4100 1GE/10GE 扩展模块

Microchip 的 vPRTC 多域架构是一种经济高效的解决方案，可利用现有的光纤网络和专用 lambda 精确、安全地传输时间，避免高成本的暗光纤费用使用，在地区和国家网络上提供高性能、冗余、低于 5 纳秒的精确时间分布。此外，2.1 版本符合 PRTC-B 性能标准（根据 ITU-T G.8272），支持单一形状参数系统中的 1G、10G、网络时间协议（NTP）和精确时间协议（PTP），并引入了具有信息摘要（MD5）安全算法的网络时间协议守护进程（NTPd）。

而 Microchip 在今年年初发布的 2.2 版 TimeProvider[®] 4100 主时钟产品，更是在 2.1 版本的基础上引入了创新的冗余架构以提供全新的弹性水平，从而满足 5G 网络对冗余、弹性和安全的精确授时和同步解决方案的基本需求。



Microchip 2.2 版 TimeProvider[®] 4100 主时钟产品

结语：

时序可能是 5G 系统中最大的潜在故障点，并可能影响性能、可靠性和营收。

考虑到如何最大程度地减少使用 GPS 站点，同时保留极具弹性的精确时间架构，以确保 GNSS 中断期间客户服务的连续性？使用 5G 网络时从源到端点的网络节点如



何构成，时间如何分配，以及这些网络节点可以支持哪些同步功能？等问题正成为运营商最大的关注点，作为一家能够提供包括高性能时钟同步、时钟管理和多类型振荡器在内的整体系统解决方案的公司，Microchip 正携手生态系统合作伙伴，共同打造“电子系统最精准的心跳”。