

# PTP测试应用

Hammadoun Dicko, 传输与数据通信业务部门产品专家

4G/LTE网络部署和运营商以太网服务带宽需求增加推动了新回程网络技术的开发。蜂窝和无线网络运营需要同步，因为基站必须同步以便在它们之间切换呼叫，尽可能减少掉话并确保正确计费。由于精准时间协议（PTP）可提供相位和频率信息，因此迅速成为分组网络的首选同步技术。

## 什么是1588V2/PTP?

PTP持续交换带时间戳的相应分组，在分组网络中提供很高的时钟精度。在该协议中，高精度时钟源（称为主时钟）会生成时间戳通告。它还响应来自边界时钟的时间戳请求，从而确保边界时钟和从时钟与主时钟精确同步。依赖强大的保持能力、精确的集成时钟以及在不同PTP设备之间交换时间戳，可将频率和相位精度维持在亚微秒范围内，从而确保整个网络内的同步。



图1: PTP网络

PTP部署的目的非常简单：通过交换时间戳，从时钟可判断与主时钟之间的偏移，并自我调整。这样做可以在分组分布中实现频率和相位同步。

## PTP用例

PTP是一种基于分组的技术。因为PTP所用的同步分组在整个网络的主时钟和主节点间转发，所以会受到时延（延迟）、时延变化（分组抖动）和帧丢失的影响。虽然同步信息流被赋予非常高的优先级，同步分组仍会出现拥塞以及路由和转发问题（如失序分组和路由摆动）。寄主时钟的保持电路必须足够稳定才能在同步分组出现网络事件时保持同步。

除了测试分组参数以确保其满足服务等级协议（SLA）外，在某些情况下，鉴定同步信号的频率测量结果也可能极为关键。本文详述了几个用例。表1总结了不同的同步测试应用。

服务开通	时间	人员	测试	持续时间	产品
以太网回程和PTP客户端开通	将信号塔投入使用时进行	现场技术人员	<ul style="list-style-type: none"> <li>› EtherSAM (Y. 1564)</li> <li>› PDV、QL测量</li> <li>› 客户端仿真</li> </ul>	30分钟至1小时	NetBlazer系列
同步网络安装	在部署同步网络或添加主时钟时进行	网络工程师	<ul style="list-style-type: none"> <li>› 漂移测量</li> <li>› DV、PDV、偏移</li> <li>› 从时钟/客户端仿真</li> </ul>	24至48小时	SyncWatch-110
故障诊断					
基本故障诊断	分组指标问题/从时钟有缺陷	现场技术人员	<ul style="list-style-type: none"> <li>› EtherSAM (Y. 1564)</li> <li>› PDV、QL测量</li> <li>› 客户端仿真</li> </ul>		NetBlazer系列
高级故障诊断	时钟输出有误/主时钟有缺陷	网络工程师	<ul style="list-style-type: none"> <li>› TIE、MTIE</li> <li>› DV、PDV、偏移</li> <li>› 从时钟/客户端仿真</li> </ul>		SyncWatch-110

表1. 同步应用

## 服务开通

因为PTP依赖于分组网，所以在部署前鉴定分组指标非常重要。服务开通应该包括两个阶段：（1）分组级SLA鉴定与（2）PTP指标鉴定。应该在每激活一个信号塔时，都进行这两个测试。

### 分组级测试

ITU-T Y. 1564模拟PTP服务，并增加占用带宽的背景数据流，从而模拟多服务场景。该方法的优点包括提供背景数据流的指标，从而在网络出现拥塞时证明PTP信息流以及PTP信息流的影响。

可在PTP信息流起始的通道两端分别部署一台EXFO NetBlazer系列测试仪。可将它们安装在主时钟所在的中心位置，也可安装在PTP信息流终结的基站处。可以在该处测量关键性能指标（KPI），如吞吐量、分组时延变化和分组时延。

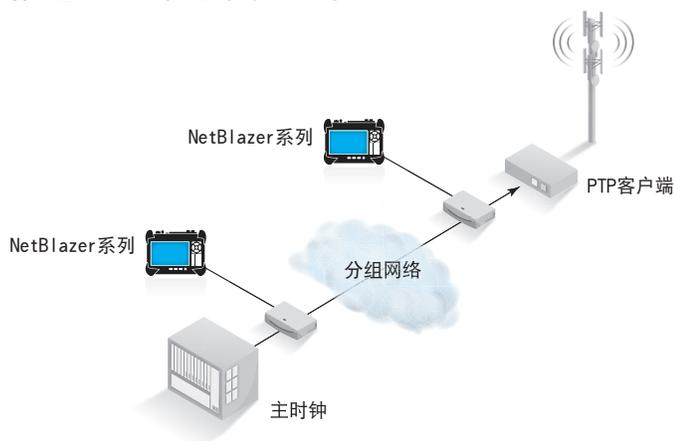


图2: 使用NetBlazer开通服务

### PTP测试

在鉴定完SLA后，可开始测试PTP服务。在测量分组指标后，验证与主时钟的基本连接，从而确保主时钟和从时钟之间的通信正常。该测试用于鉴定关键指标，如分组时延变化。也可以测量主时钟的质量，从而确保其位于可接受范围之内。

上述两个服务开通测试是任何PTP客户端部署的最低要求。

EXFO的NetBlazer系列测试仪是完成上述任务的最佳解决方案。它支持EtherSAM测试（Y. 1564）功能，使用户能够提供每个方向的KPI，如分组时延变化、帧丢失和吞吐量，从而鉴定分组级服务开通。其PTP测试解决方案还可鉴定与主时钟之间的通信，并提供所接收时钟信号的时延变化和质量情况。



图3: 使用NetBlazer进行PTP测试

### 时钟输出测试

每次在实施新的同步网络或增添新的主时钟时，都需要进行以下测试。PTP部署的目的是通过分组网络将时钟信息传输到客户端或边缘设备，这些信息包括频率和相位特性，可追溯到主参考时钟。由于上述原因，测量客户端或边缘设备输出时钟的性能和稳定性也非常重要。为此，需要将输出时钟与非常稳定、精确的参考时钟进行对比。最大时间间隔误差（MTIE）指在一段时间内两个时钟之间的最大相位偏差，用于预测时钟的频率稳定度。接下来，也必须判断和鉴定PTP分组指标，如分组时延变化和时延。常用的同步性能测试方法需要稳定的参考时钟，并连续24-48小时测量数据。这样做可确保能够估算时钟在不同网络负载条件下的长期稳定度。

借助EXFO的SyncWatch-110设备，网络工程师可通过时间间隔误差（TIE）和最大时间间隔误差（MTIE）来测量时钟性能。它是一款功能强大的测试解决方案，支持PTP和传统同步指标，使运营商能够参照多个稳定的参考时钟来测量网络同步性能，从而确保最高准确度。

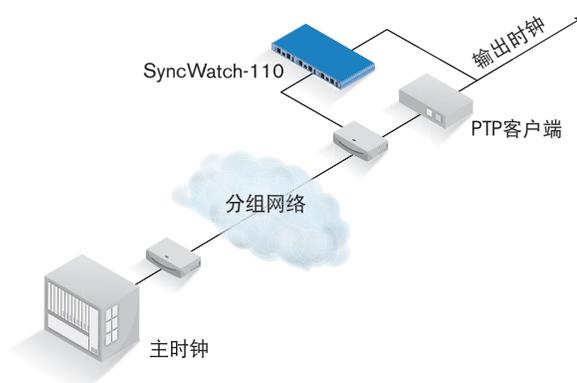


图4: 使用SyncWatch-110进行PTP性能测试

## 故障诊断

导致同步故障的因素可能有很多。在使用PTP进行同步的情况下，分组性能会影响客户端算法，并依赖于该算法，这使得故障诊断变得更加复杂。导致时钟输出故障的原因可能包括：

- › PTP流的PDV或延迟
- › 设备故障（从时钟或主时钟）
- › PTP至信号转换（PTP-to-signal-conversion）算法

## 基本故障诊断

现场技术人员可使用NetBlazer系列来测试与分组有关的问题和从时钟故障。在这种情况下，它应与被测的从时钟使用相同的以太网链路进行连接，或连接到相同的以太网交换机上（图2）。

接下来，NetBlazer设备会模拟从时钟，与主时钟相连，并使用PTP协议测量时延和时延变化（图3）。然后，可将这些指标与开通时获得的指标相比较，看看是否不一致。如果这些指标超出了SLA参数，则问题出在分组网络内。

如果时延变化在接受的性能范围内，则可认为是主时钟或从时钟出现问题。在这种情况下，时钟的质量和和其它PTP指标可帮助判断问题根源并提供指导。

## 高级故障诊断

同步问题的诊断也可能会非常复杂，尤其当这个问题是简单的故障诊断工具无法发现的设备（主时钟或从时钟）故障，或PTP算法问题时更是如此。在这些情况下，需要更高级的故障诊断工具。

EXFO的SyncWatch-110也是完美的高级故障诊断解决方案。为了模拟从时钟，可将SyncWatch-110直接与边缘从时钟相连，测量输出时钟并将之与稳定的参考时钟进行比较。除了模拟从时钟，SyncWatch-110还可用来模拟主时钟，向客户端时钟提供时间信号。

PTP从时钟的性能在很大程度上取决于用来模拟时钟输出的算法。通常情况下，从时钟会使用一些分组来调整时钟，避免时钟输出出现较大的变化。由于每个算法都是厂商私有，因此即使在相同的网络条件下，性能也可能会不同。SyncWatch-110可根据与主时钟交换的PTP分组，模拟时钟信号，从而实现简单的算法诊断。然后，可将该信号与稳定的参考时钟信号对比，从而测量TIE和MTIE。

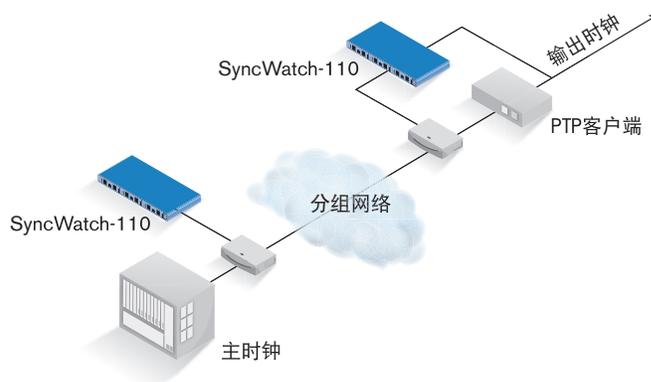


图5: 使用SyncWatch-110进行高级故障诊断

## 结束语

EXFO能够提供完整的PTP网络同步测试解决方案。NetBlazer系列可提供现场技术人员部署和诊断以太网与PTP服务所需的全部指标。此外，SyncWatch-110是网络工程师进行PTP性能测试和高级故障诊断的完美解决方案。