

OTN+PTN 联合组网模式

一、 OTN、PTN 技术简析

OTN 技术：

OTN 是由 DWDM 技术演进而来，并在其基础之上，遵循 G.709 协议制定的标准，重新对 OTU 的线路侧接口进行封装，而且可以按需灵活的引入电交叉光交叉（ROADM）。这一改变使其在 OAM、业务调度能力等方面大幅领先 DWDM，继承了 DWDM 大容量、长距离的传送能力，因此 OTN 技术被看作是最有竞争力的下一代骨干网传送技术。

PTN 技术：

PTN 的出现在一定程度上颠覆了传统光传输产品的许多特性，其保留了 MSTP 的易管理、维护性和多种业务保护能力，同时对传统的交叉核心部分进行了全面的改造，实现了由电路交换机制向分组交换机制的演进，具备了弹性带宽分配、统计复用和差异化服务能力。PTN 的核心技术决定了其在承载 IP 类业务具备天然的优势。

二、 为什么要采用 OTN+PTN 联合组网？

在探讨 OTN+PTN 联合组网问题之前，首先让我们分析一下各自技术的优缺点，做到善用其长，优势互补，组建一个高效、安全的下一代传送网。

OTN 技术优势：

OTN 优势在于擅长解决 IP 业务的超长距离、超大带宽传输问题，可以为大量的 2.5 Gbit/s、10 Gbit/s 甚至 40 Gbit/s 等大颗粒业务提供传输通道，这是 PTN 难以达到的。但是 OTN 的带宽分配也是刚性的，带宽利用率不高，难以对较小颗粒业务进行处理。

PTN 技术优势：

PTN 技术的妙处在于完美的结合了数据技术与传输技术，来自数据方面的大容量分组交换/标签交换技术，QoS 技术，来自传送的 OAM 管理，50ms 保护和同步，可以使运营商的基础网络设施获得最大的技术优势，增强未来快速部署新应用的灵活性和降低成本。PTN 的优势体现在小颗粒 IP 业务的灵活接入、业务的汇聚收敛上，而并不擅长对大量的大颗粒业务的传送。

无论是从业务的长距传输，还是未来 IP 类业务的迅猛增长角度来考虑，采用 OTN+PTN 联合组网模式均显得非常必要。考虑到联合组网模式的诸多优势，除了在没有 OTN 或者短期内 OTN 无法覆盖至骨干核心点的地区，均建议采用联合组网的方式进行城域本地网的建设。OTN+PTN 联合组网模式凭借其强大的 IP 业务接入、汇聚及灵活调度能力，将有利于

推动城域传输网向着统一的、融合的扁平化网络演进，是各个运营商组建下一代传输网的最佳选择。

三、采用 OTN+PTN 怎么组网？

OTN 作为具有光电联合调度的大容量组网技术，电层实现基于子波长的调度，如 GE、2.5G、10G 颗粒；光层调度以 10G 或 40G 波长为主，主要定位于网络中的骨干/核心层。而 PTN 与 MSTP 类似，多应用于网络的汇聚/接入层。

在现网中，往往核心骨干层采用 OTN，汇聚层及以下采用 PTN 组网，充分利用 OTN 将上联业务调度至 PTN 所属业务落地站点。在联合组网模式中，OTN 不仅仅是一种承载手段，而是通过 OTN 对骨干节点上联的 GE/10GE 业务与所属交叉落地设备之间进行调度，其上联 GE/10GE 通道的数量可以根据该 PTN 中实际接入的业务总数按需配置，从而极大地简化了骨干节点与核心节点之间的网络组建，避免了在 PTN 独立组网模式中，因某节点业务容量升级而引起的环路上所有节点设备必须升级的情况，极大的节省了网络投资,其典型的组网下图 1 所示。

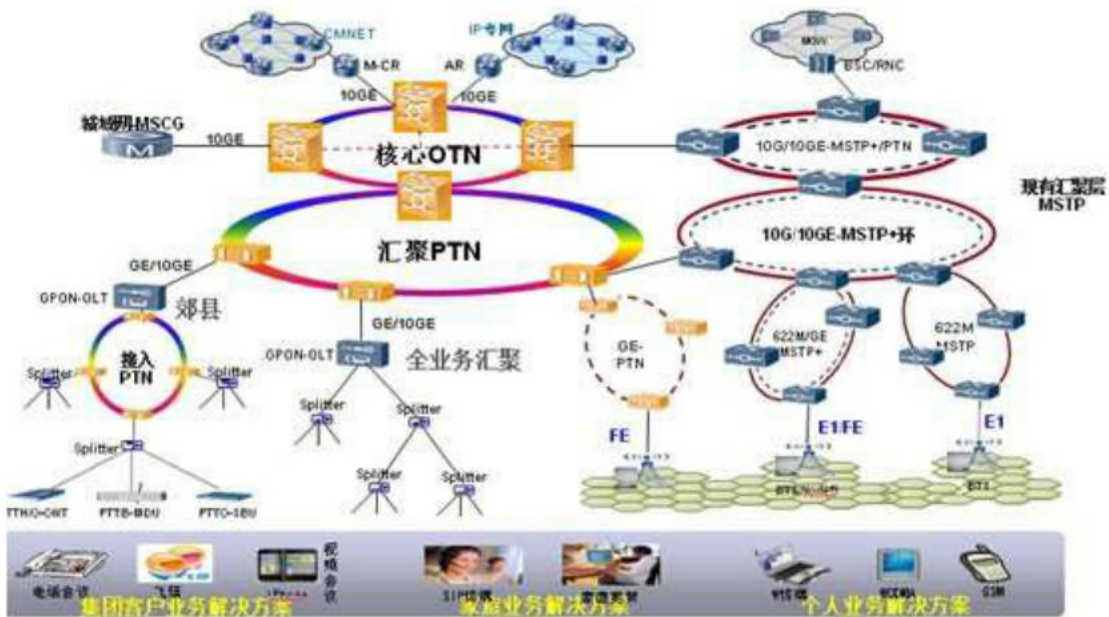


图 1:OTN+PTN 联合组网模式

四， OTN+PTN 联合组网要注意什么？

OTN 和 PTN 作为新的技术形态，还没有长时间的大规模的组网经验，往往在实际组网中两者互相影响、相辅相成，因此，在采用 OTN+PTN 联合组网模式时要考虑的问题往往较多，既有各个层面技术本身的限制，又有 OTN、PTN 之间相互牵联，需要在规划建设时进行周密考虑，统一布署。

设备互通性问题：PTN 和 OTN 都是新兴的技术，OTN 则继承了 DWDM 的大容量传送的功能的同时，引入了基于波长、子波长的灵活调度功能，OTN 其最大的特点在于采用全开放式的系统架构，与其承载的业务是客户层与服务层的关系，可以说是先天的透明的传输平台。对于 OTN+PTN 联合组网的方式也不例外，OTN 作为透明的传送平台，为汇聚层及接入层的 PTN 提供传送通道，两者之间服务层和客户层的关系，相互独立，非常类同于已经大量部署的 WDM 和 SDH 网络关系。OTN 承载 PTN，就像 WDM 承载 SDH 一样。

精确时间同步问题：时间同步是 3G 移动制式提出的新需求，特别是对中国三大运营商而言，目前没有一张精确的时间同步网，因此在建设传输网时，尤其要注意精确的时间同步问题。从地面传送时间同步的技术体制来看，主要通过 IEEE 1588v2 协议完成精确的时间同步。由于采用 OTN+PTN 的联合组网模式，OTN 设备部署在网络的骨干核心层，PTN 设备部署在汇聚和接入层，而时间源首先部署在本地网核心机房 RNC 侧，首先 RNC 将时间同步信息传递给核心层 PTN，核心层 PTN 再传递给核心层的 OTN 设备，OTN 设备依次传送给 PTN 设备进行全网的精确时间同步。从目前 PTN 承载 1588V2 协议已经成为 PTN 一项基础技术，主流厂家已经经过了大量的测试。如果采用 OTN+PTN 的联合组网模式后，则要求 OTN 支持相关精确时间传送的功能，目前这属于一个新的研究课题，并且现实需求已经非常明显，但技术的成熟度显然还没有达到与 PTN 传送时间同步相提并论的阶段。从主流厂家 OTN 传送时间同步的技术来看，目前实现方案主要有三种，10GE/GE 的透传方案、OSC 带外传送方案以及 OTN 带内开销传送方案，实际组网中可根据需求以及不同方案传送的优缺点进行选择或组合应用。

保护问题：网络的安全性高于一切，无论采用 OTN、PTN 组网，都需要对网络的保护进行统一的考虑。OTN 设备部署在网络的骨干核心层，PTN 设备部署在汇聚和接入层，各个层面之间往往需要大量的业务互通和调度，对于业务需要进行端到端或分段的保护。

接口问题：在城域网和本地网中，往往数据业务占据了业务的主流，特别是 GE、10GE 业务更是占据了主导地位。当采用 OTN+PTN 联合组网模式时，存在着大量的 PTN 与 OTN 客户侧接口通过 GE、10GE 接口进行业务对接，应注意在组网中接口的一致问题，以 10GE 信号为例，在 ITU-T 在 G.709 和 G.sup43 中定义了几种 10GE LAN 信号在 OTN 网络中的映射方式，包括标准 GFP-F 方式 G.sup43 6.2、ODU2e 方式 G.709 17.1.4 和扩展的 GFP-F/OPU2 方式 G.709 17.3.1，应保持封装以及映射信号的一致性问题。

网管问题：从网管的角度来看，一般而言，目前业内主流厂家的 PTN 与 OTN 均可以实现共网管平台，以方便网络的维护。在 PTN 与 OTN 联合组网模式下，OTN 往往在骨干层是核心层，PTN 定位在汇聚、接入层，各个层面之间往往需要大量的业务互通和调度，因此无论从业务的开通，还是从网管自身的维护需要，都提出了更高的要求。

网络的维护问题：在城域网和本地网，设备层次多，组网复杂，给网络的故障定位带来不小

的难度。当采用 OTN+PTN 联合进行组网时，PTN 与 OTN 技术都继承了 SDH 强大的层次化 OAM 管理机制，业务封装都会有相应的丰富的开销进行监控，PTN 的 OAM 包括客户层 OAM，信道层 OAM，通道层 OAM 和段层 OAM，OTN 支持六级的 TCM、SM、PM 等，每一层都提供故障和性能的 OAM，以实现在不同层面实时、精确的故障定位功能。

附：湖北移动 OTN+PTN 联合组网方案介绍

以 IP 业务为主的数据业务是当今世界信息产业发展的主要推动力，随着国内宽带互联网业务的迅猛发展，对传输带宽产生了巨大的需求。湖北移动作为湖北省领先的移动运营商，其 IP 业务正逐步成为最主要的收入来源之一。湖北移动现有的传输网络经过多期的建设和扩容，已经难以满足了社会和经济发展的需求。为了给社会提供更高品质的移动通信以及宽带互联网服务，湖北移动骨干传输网必须提升对业务的支撑和保障能力，在经过长期的技术论证，并且经过严格的设备选型与测试，湖北移动最终决定选择烽火通信进行战略合作，采用 OTN+PTN 联合组网技术共同构建武汉、黄石、黄冈、咸宁等地市的下一代光传送网络，其典型组网结构如下：

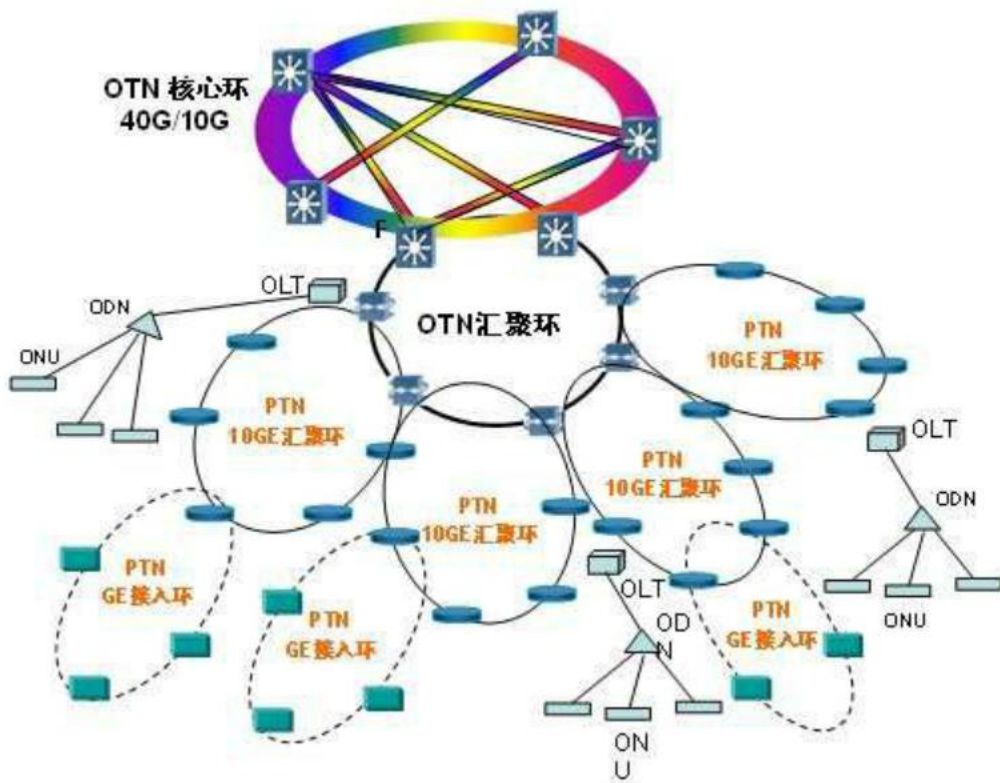


图 2：湖北移动 OTN+PTN 联合组网整体架构

在湖北移动全业务承载网中，骨干汇聚层由 OTN 设备完成调度，工程按照业务区划分共新建大量汇聚节点，组建了高速 OTN 系统环网，每个环网在核心节点均考虑双节点落地实现负载分担，有效提高核心层系统容量，同时可抵抗单节点失效带来网络风险。每个业务区的 OTN 系统作为此业务区内所有业务的上联汇聚节点，业务区的 OTN 设备构成全

网 OTN 汇聚层，可快速实现大容量、大颗粒业务的灵活调度。在每个业务区内采用 PTN 设备作为业务区内基站业务、专线业务的接入和汇聚节点，所有业务区的 PTN 汇聚节点成分组化的汇聚层，从而打造安全、高效、电信级的 IP 多业务承载平台。网络各接入节点与基站连接全部采用 FE 的光口对通，所有 PTN 业务在 OTN 汇聚节点的 PTN 设备与 OTN 对接，在核心节点大容量 PTN 设备实现业务的重新整合以及与业务层面的灵活沟通，网络模型和业务组织如下图所示：

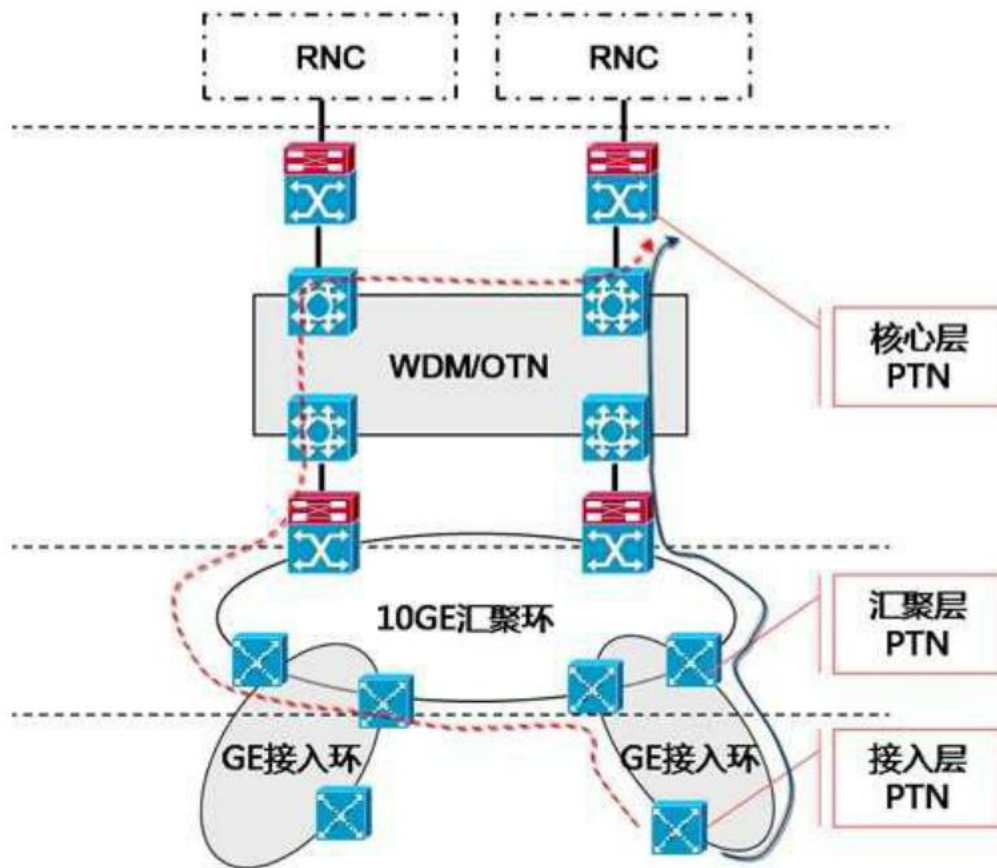


图 3：湖北移动 OTN+PTN 联合组网网络模型与业务组织图

新建的 OTN 网络，可以用于承载现网所有的数据业务，其大容量又很好的满足了今后的业务扩容需求，对于网络的平稳渐进的发展奠定了良好的基础。OTN 客户侧可灵活接入 GE、2.5G 等业务，实现 GE、2.5G 业务在同一个波道混传，有效提高波道利用率。通过 OTN 的灵活保护机制实现业务端到端的保护能力及多重保护机制的实现。新建的 PTN 汇聚网络，通过大容量的设备实现数据业务的高效、安全承载；汇聚环速率达到 10GE，汇聚节点设备提供大量 GE/FE 接口，满足汇聚环内大量 GE/FE 业务的传输，并保证带宽；接入环速率达到 GE，接入容量成倍增加。

考虑到未来网络平滑演进，湖北移动经过充分论证，最终选择烽火通信全业务承载网解决方案，以系列化的 OTN 和 PTN 设备为承载平台共建湖北移动 OTN+PTN 下一代传送

网络。该解决方案包括了 FONST3000/4000、CiTRANS 660、CiTRANS 640、CiTRANS 620 等最新 OTN、PTN 传送产品，SmartWeaver 智能控制平面及 OTNPlanner 网络规划工具，全面涵盖骨干、汇聚到接入各网络层面。本次工程充分考虑了设备升级性以及扩容性，在业务规模不断扩大时，可以在 OTN 平台上可以向更大容量升级，单系统可以扩容到 96 波，单波道容量可以达到 40G 乃至 100G，核心层网络的巨大扩容空间，使得后期的网络调整量非常小，仅通过增加单板就可以满足 3 到 5 年业务容量增长的需求。在工程的建设当中，克服了建设工期短、3G 业务突发性强、带宽需求增长迅速等诸多方面的困难，最终通过 OTN+PTN 混合组网方案，协助武汉、黄石、黄冈、咸宁、黄冈移动打造了一张安全、高效、电信级的 IP 化城域传送网。经过双方的共同努力，湖北移动的 PTN/OTN 已经实现了实际业务加载，率先在全国实现了 PTN/OTN 工程的商用，具有里程碑的意义。

总结

总之，OTN 和 PTN 作为新兴的技术，将在下一代的光传送网发挥中流砥柱的作用。从技术角度而言，PTN+OTN 联合组网模式已经完全可行，并且在很多省市的建设中得到了充分的验证；但从另一方面来考虑，限于技术本身发展时间较短，技术发展较快，而且在网络中没有长时间的大规模部署经验，还有很多未知的问题需要进一步深入研究和探讨。笔者相信，随着技术的进一步成熟和发展，OTN、PTN 技术的应用会迎来更加广阔的发展空间。