

构建下一代接入网技术

作者：Jim Theodoras, ADVA Optical Networking

用于住宅和商用环境的下一代接入网必须采用下一代网络技术，WDM-PON 就是其中之一。

随着对光纤到桌面或光纤到户 (FTTH) 等需求越来越多地出现在招标文件 (RFP) 里，陈旧的 PON 网络结构正面临巨大的带宽压力。现在，在很多具有前瞻思维的技术人员心中，WDM-PON 已成为下一代接入网 (NGA) 的代名词。这种逐渐现身的网络结构能够平衡已有技术和协议标准，可以有效地为商业和住宅应用提供没有距离限制的、可控的连接带宽。

新的需求与落后的技术

将到达桌面的链路带宽扩展到吉比特，正在逐渐成为商业应用的必备筹码。而且 1Gbps 速率也正在向住宅用户渗透。事实上，家庭环境中各类高速设备的数量一直不断增加，已经使得住宅的带宽开始超过办公场所。

在 FTTx 刚刚出现时——那时带宽需求和地域范围都比较小——用户利用基于 TDM 的点对多点 PON 技术共享传输带宽，并限制邻里或办公大楼的接入光纤数量。由于 TDM-PON 技术天生就缺乏可控性，导致传输范围有限，而且分配给每用户的可用带宽的增长潜力也非常有限。

譬如，在基于 TDM 的带宽共享方法中，不同用户时隙间需要留有保护频带，这导致链路利用率不高。而且，随着 TDM-PON 带宽的增长，保护频带在可用带宽容量中所占的比例会大大增加，最终甚至会超过有用数据本身所占的比例。

在 TDM-PON 的支持者大肆宣传他们的传输速率可以从 1G 升级到 10G 时，这种最新一代 10G 技术甚至无法保证每位用户能获得 1Gbps 的速率，最终导致无法达到下一代住宅和商业应用所需要的带宽。采用这种陈旧的 PON 架构，网络管理员甚至无法追上目前带宽需求增长的现实。

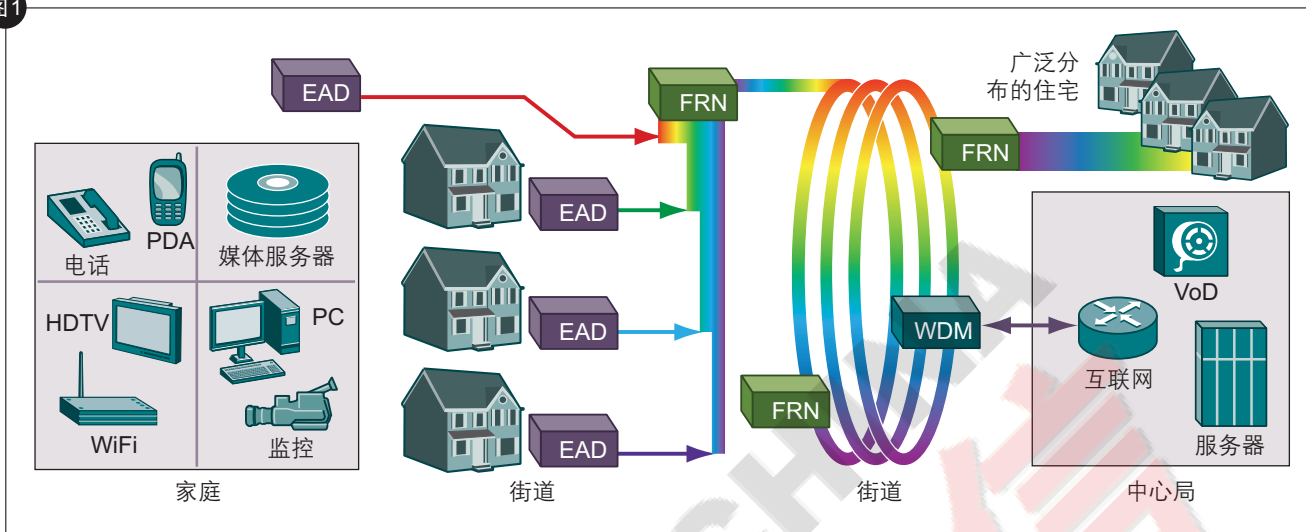
WDM-PON 提供了解决方案

网络管理员需要一个更加经济高效、更加可控的用户带宽分离方法。这种方法的灵活性必须更强，能够在传输

距离远大于 20km (TDM-PON 的典型传输范围) 的范围内输送高带宽、低延时的业务。下面这些特征为网络管理员照亮了走向 WDM-PON 的道路：

- 带宽分离：通过为用户指配时隙的方法分配带宽资源，是 TDM-PON 共享带宽的主要手段。而 WDM-PON 会为不同用户、应用和 / 或任何业务类型指配唯一的以太网虚连接 (EVC)，这些虚连接由光信号的不同波长承载。不再需要昂贵的“突发模式”电子器件，也不需要阻碍网络可控性的冗余保护带宽。每个用户和应用都会得到专属的 EVC 和 WDM-PON 波长。而且每个用户的每个应用都可以独立建立、独立监管。以太网流量也不需要协议转换，就可以在统一的 WDM 接入网、城域网和核心网中无缝传输。
- 灵活性：WDM-PON 不需要独特的“生态系统”，包括私有的协议、特殊的光子器件和定制的线缆等。它只需要使用商业量产的设备，并能与现有的接入设备完美配合。WDM-PON 引入的一个新型关键元件是适应宽温度范围的“灵活远端节点” (FRN)，可以以无源或有源方式工作 (不供电或供电)。FRN 主要部署在 WDM 传输变速器和用户驻地设备 (CPE) 之间，完成多路电 EVC 和一根光纤中光传输信道的汇聚，这根光纤用于连接核心网和接入网。(当然管理员也可能会在第二根缆线中部署 1+1 备份链路)。
- 传输范围：传输范围也将极大地得到扩展。假设终端节点和分离器间的距离相同，与 TDM 方式相比，WDM-PON 能够在传输网络上直接放大光信号，因此可以实现任何距离的传输。因此，在各个标准组织还在通过大量努力以实现 TDM-PON 传输范围达到 20km 的时候，WDM-PON 已经可以很容易地延伸到几百公里以外了。对管理员而言，这意味着更少的设备投入，整个网络所需的场地、供电和制冷要求都随之降低，并最终降低整个网络的成本。同时，网络中的每条链路还能报告延时等参数。

图1



WDM-PON 用于 FTTH 环境，能够在非常广的地域范围内，为不同用户提供定制业务。

向 WDM-PON 迁移可以逐步进行，现场施工并不需
要开展额外的培训。唯一的新单元 FRN 靠近 CPE 侧，可
以部署在地下室、壁橱、机箱或本地交换局内。在核心网
部分，已有的 WDM 传输平台、物理设备和管理软件都可
以继续使用。在用户侧，WDM-PON 可以通过在已部署
的 CPE 中插入光端口的方式实现部署。在 CPE 上安装增
强的收发器模块可以增强业务可靠性，并带来新的运行、
管理、维护和配置功能。

WDM-PON 是现有网络进化显而易见而又无可避免的
宿命。多波长编码和光放大技术的突破已经为 WDM 赢得
了一个稳定的扩展基础。从核心网到回传网，再到今天，
得益于运营级以太网协议的发展，WDM 技术又将进入住
宅和商业业务领域。

到网络边缘或到办公桌前

另一个将 WDM-PON 技术推向网络管理员，并成为
NGA 技术的力量来源于对住宅和商业多样化业务的接入
能力。

假设一位运营商将向 50000 位住宅用户提供服务。这
些用户一部分分散在农村地区，一部分住在郊区，还有一
部分住在类似公寓等的高密度住宅区内。其中一些用户使
用拨号上网，一些使用 DSL，还有一些采用现有的 PON
链路。这些不同的用户组群之间可能相距上百英里。一个
完整的 NGA 必须将这些分散的用户汇聚到同一个虚拟网
络中来。

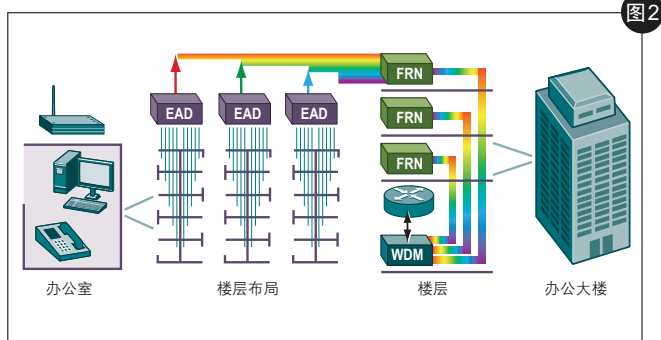
WDM-PON 是目前唯一能够满足以上要求的 NGA 技

术。在住宅业务中（图 1），每个从家庭中出来的数据流，
包括笔记本、PDA、HDTV 等，都将通过 EVC 分离，并
以以太网的形式在网络边缘和核心网中传输。

类似的，在商业应用环境中（图 2），WDM-PON 能
够提供类似内网一样的链路。譬如在办公楼的每一层放置
一台 FRN，用以将每个办公桌上的以太网接入设备产生的
流量汇聚到一起。这些以太网接入设备通过 Cat5 线连
接，以复用的方式保证每个办公桌都能获得所需的网络
带宽。FRN 将每层的流量汇聚后，会通过 WDM 再汇聚，
并做适当的成形和打标后交给 IP 路由器。通过提前将流
量做适当的汇聚，可以减少路由端口数，提高路由的运行
效率。

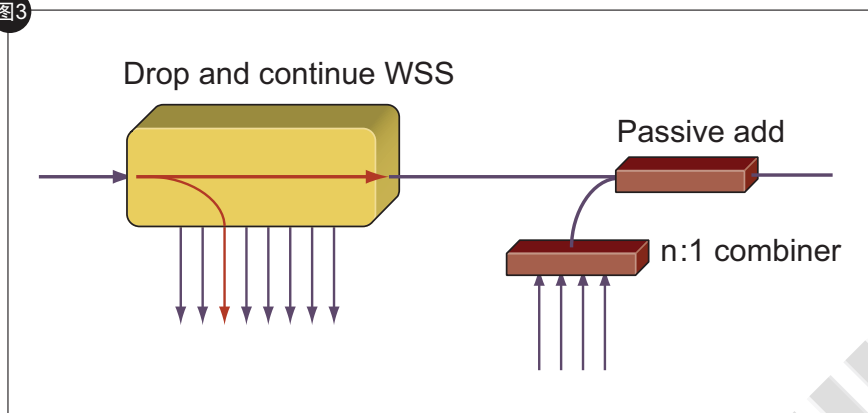
真正的下一代接入技术

WDM-PON 基于已有的 WDM 传输和 CPE 设备，保
证网络进化可以逐渐推进，同时它又保证住宅或商业应用



WDM-PON 用于商业环境，提高了目前桌面连接的带宽，能够提供更高带宽、
更有效率的业务。

图3



“下路和继续”ROADM架构。

其它节点。波长上路可通过传统的无源耦合器实现。这种“下路和继续”架构在直通路径和阻断波长上仍然提供每信道的功率控制，是目前最经济的无色下路架构。

随着WSS的应用越来越靠近网络边缘，其对成本也越来越敏感，而ROADM中成本最高的部件就是WSS，所以削减整个器件成本的方法就是按照网络边缘的需求使用特别设计的低端口数的WSS。

滤波性能可以通过确定每个波长的这些参数来完整描述。

目前的传输系统的速率和调制格式都在经历着快速的变化，运营商不愿意部署可能限制它们的未来选择的WSS。所以，WSS厂商就要提供既满足运营商现有要求也能满足其未来要求的WSS。

尽管长途网架构和城域网存在差别，城域网拥有更多的邻近节点，但是用于网络不同部分的技术正在趋于融合。最明显的证据就是城域网中越来越多地采用50GHz信道间隔，而这之前几乎只用于长途网。器件结构和性能的改进保证了在长途网和城域网中采用相同的产品越来越经济。这就缩短了系统开发周期，也减少了备件库存，当然，网络的互操作性也更好。灵活的WSS可以配置为50GHz或100GHz信道间隔，同时支持混合信道，也有助于实现前述目标。

对光通信行业进行预测总是很危险的。但是光核心网架构的下一个重大进步很可能是WSS与 $m \times n$ 光交换机相结合实现真正无色、无方向的交换功能。

走向网络边缘

尽管核心网在快速地采用基于WSS的ROADM，但是在网络边缘采用波长交换架构的速度还是比较慢的。然而，部署WSS在某些情况下的经济性已经很高了，如利用WSS技术的优势支持高带宽的FTTH业务如视频点播和IPTV。

网络边缘应用WSS的一个方法就是使用“下路和继续”ROADM架构(图3)。WSS能够交换一个或多个波长到下路端口之一，从而实现不需要额外滤波的无色下路。它还能配置为将一个给定波长的一部分功率交换到一个下路端口，同时余下的功率继续通过直通端口到达网络中的

这种WSS必须同时支持50GHz和100GHz信道间隔，支持混合信道，可选用“下路和继续”节点架构。这些性能必须以更低的价格和更小的器件体积实现。另外，更低的功耗将能增加器件封装密度。

高端口数复用解复用WSS

WSS发展的一个最终应用可能是 1×23 无色复用解复用器。经过适当的设计，可能以很高的集成度实现很高端口数的WSS。与使用可调滤波器的分立器件相比，这种WSS将能更好地满足体积、成本、插入损耗的要求。再一次，应用目标很可能是50GHz信道间隔。[LWC](#)

上接第9页

能够获得所需的带宽。拨号接入(56 kbps)实现了第一台网络应用——例如网上购物或远程登录办公室的内网。宽带接入(1Mbps)实现了全新的应用——网络社交或在线协作。而业界专家普遍认为，下一代住宅和商业用户的应用至少需要1Gbps的带宽，这在今天还只是处于想象阶段。而现有网络向类似WDM-PON等NGA架构的大范围迁移可能还要等到下一次经济海啸过后。

不论是部署光纤到户还是部署光纤到桌面，全球各地的网络管理员都在力求提高接入网能力，为用户提供高达1Gbps的连接。今天，能够达到这一带宽，具备高可控性和灵活性，以及更大的覆盖范围，同时能够实现网络中任何地方，每位用户、应用和链路的组织和管理的只有NGA架构，而这就是WDM-PON。[LWC](#)