



## WDM PON 设备浅析

宋国栋

烽火通信科技股份有限公司

随着“宽带中国”概念的提出以及“三网融合”的进一步发展,我国宽带市场即将迎来新一轮的建设高峰。目前接入网中应用的主要是 EPON 和 GPON 设备,随着“物联网”、“云计算”的出现,用户后续对带宽的需求将进一步提高,继续使用 EPON 和 GPON 设备将无法满足不同用户需求,因此,如何提高接入网带宽是运营商和设备厂商需要解决的难题。

### 1 TDMA PON 设备面临的问题

TDMA PON 设备在下行方向采用广播方式进行数据传输,使用波长为 1 490 nm;上行方向采用时分复用(TDMA)方式进行数据传输,使用波长为 1 310 nm。因此,TDMA PON 设备不可避免地面临如下问题。

#### (1) 数据安全问题

TDMA PON 设备在下行数据传输时采用广播方式,一个 ONU 将会收到同一个 OLT 下其他 ONU 的数据,这对于数据安全将是一个考验。越来越多的用户数据中包含用户的银行账号和密码信息,所以普通用户也会更加注重网络中的数据安全问题。虽然可以通过相关的三重搅动和 AES 对数据进行加密,但这又会带来新的开销,浪费一定的带宽。

#### (2) 运行维护成本问题

TDMA PON 设备中的 ONU 都是被动式发光的,只有在 OLT 分配的发光时隙内才能发光,ONU 的激光器工作在突发模式。激光器从关断到正常发光需要一个建立过程,所以 ONU 设备需要缩短这个时间,这会增加一定的设备成本。与此同时,每个 ONU 到 OLT 的距离不同,且不同 ONU 随温度、环境变化而产生的时延也不同,因此 OLT 在分配时隙时需要对时延进行补偿。由此可见,在 TDMA PON 中,必须严格控制上行方向时隙,否则会造成数据冲突。

#### (3) 带宽限制问题

TDMA PON 设备在上行方向采用时分复用的数据传输

方式,所有 ONU 在上行方向共享带宽。TDMA PON 中采用了 DBA 和 SBA 机制来控制带宽的分配,但带宽利用率不高。虽然 GPON 设备中引入了 T-CONT 的概念,能够在一定程度上提高上行带宽利用率,但当 PON 口下所带的 ONU 增多时,会不可避免地减小已运行 ONU 的带宽,所以上行带宽受到了很大的限制。下行方向是广播方式,带宽也受限于 10 Gbit/s 内,想要进一步提高传输速率比较困难。

TDMA PON (EPON, GPON, 10 Gbit/s EPON, XG-PON) 的拓扑结构如图 1 所示。

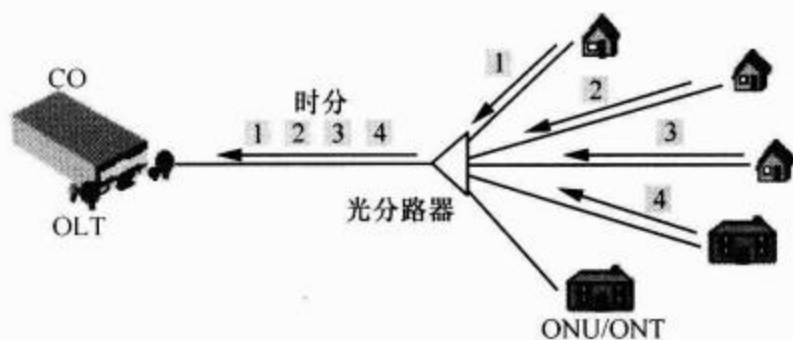


图 1 TDMA PON 的拓扑结构

### 2 WDM PON 设备概念的提出

对于如何进一步提高 PON 的网络速率,目前有如下两种方法。

#### (1) 提高单波传输速率

这种方法就是在传统 EPON 和 GPON 设备上进一步提高下行速率,下行使用 1 490 nm 波长,上行采用 1 310 nm 波长,也是目前各大设备厂商正在研究的 10 Gbit/s EPON、10 Gbit/s GPON 和 XG-PON。由于此种方法依然使用 TDMA,因此也存在上文中提到的相关问题。

#### (2) 扩展多波道传输,提高速率

这种方法是利用光纤传输的高带宽特性,在一根光纤上传输多个波长,从而提高整体传输速率。WDM PON 的拓扑结构如图 2 所示。

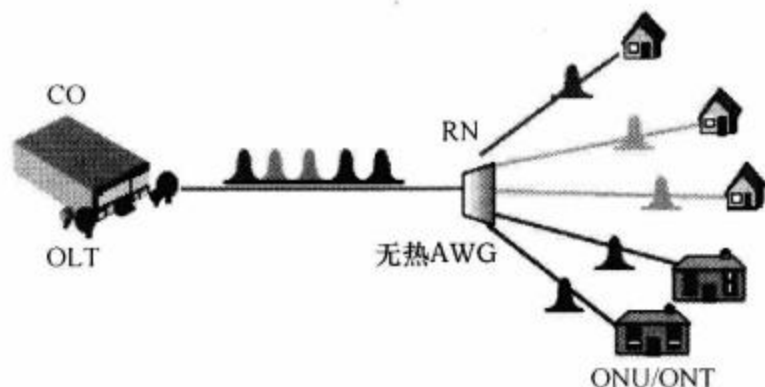


图2 WDM PON的拓扑结构

WDM PON系统由光线路终端(OLT)、远端节点(RN)和光网络单元(ONU)(也称作光网络终端(ONT))组成。下行方向,OLT将不同ONU的数据加载在不同波长上,通过WDM器件将不同波长的信号耦合到一根光纤中传送到RN,通过RN的解复用功能,把同一根光纤中传输的信号分解成不同波长的信号分配给不同的ONU。上行方向,不同ONU使用不同波长,在RN处耦合成一个波长在光纤上传输,在OLT端通过WDM器件,由接收单元进行接收。

和TDMA PON相比,WDM PON具有很大优势:

- 采用点到点传输,不需要对带宽进行分配,每一个ONU独享带宽,不会随着ONU的增加而减小;
- 由于中间采用无热光栅,与无源光分路器相比,其插入损耗更小;此外,光接收机工作在较低比特率,灵敏度极高,因此在激光器输出功率相等的情况下,其传输距离更远;
- ONU上行方向使用不同波长,和OLT之间是点到点传输,安全性能更高;由于ONU在发送数据时不需要等待,传输效率更高。

WDM PON在ONU波长的选择上也将面临一定的问题,目前主要有如下3种解决方案。

#### (1)ONU采用固定波长

此种方式就是ONU工作在某一设定的固定波长,不同的ONU使用不同的波长。各个ONU的工作是分离的,不需要定时和同步网络。

#### (2)ONU采用可调谐波长

此种方式就是ONU波长不固定,是可以调谐的。在上行方向上,OLT动态为每个ONU分配波长,网络具有重构性。但在此种方案中,ONU需要配置一个用于控制信道的专用发射机和一个用于发送数据的可调谐发射机,这会造成成本增加。但上行波长是动态分配的,可以支持更多的ONU,同时上行波长利用率也有所提高。

#### (3)ONU采用无色

此种方式中,ONU的特定波长选择是由光栅完成的,不需要对ONU做出特殊需求,是目前使用最多的方法之一。

WDM PON可以结合TDMA PON,成为WDM-TDM PON,可以进一步提高PON的接入能力,如图3所示。

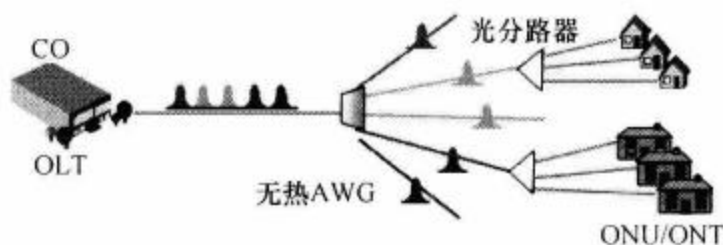


图3 WDM-TDM PON的网络拓扑结构

### 3 WDM PON设备面临的问题

- 器件成熟度不高:由于WDM PON概念提出时间较短,目前只有极少数厂商能够研制出WDM PON,能够生产其设备芯片的厂商更是寥寥无几,目前相关器件的成熟度不是很高,相关芯片的稳定性也有待检验。
- 设备成本较高:由于目前生产WDM PON设备及相关器件的厂商较少,在缺少竞争的机制下,价格都偏高;且WDM PON中的相关设备都需要有波分复用和解复用器件,从而也会相应提高生产成本。
- 缺乏统一标准:WDM PON目前既没有国际标准,也没有国家标准,都是各厂商按照自己的思路进行设计和生产,缺乏互通性。

### 4 烽火通信的WDM-TDM PON设备

烽火通信研制出的WDM-TDM PON系统是业界第一款单纤32波,每波支持1:64分路,传输距离达20 km的xPON系统,目前已完成内场测试,将于近期开通现场实验工程。该系统采用业界首个局远端双“无色”光模块设计,具有业界最高的单纤接入速率(对称40 Gbit/s)以及业界最高的业务单板端口密度;采用WDM和TDM混合模式的PON结构,可以兼容现有的1 Gbit/s/2.5 Gbit/s/10 Gbit/s EPON、GPON和P2P等多种光纤接入技术;通过WDM方式可以承载现有CATV业务,方便地实现“三网融合”业务接入,实现了我国下一代光纤接入技术研究的新跨越。

虽然受目前器件成熟度、设备成本和标准化程度等方面的限制,只有少量商用产品在实验局部署,但也应该看到WDM PON技术正在不断地完善。后续WDM PON设备的成熟指日可待。 □