

Exploration of Various Fiber Optic Access Technologies for FTTH

Yuxiao Cheng

Hubei Radio and Television Information Network Co., Ltd. Xiangyang Branch, Xiangyang, Hubei, 441000, China

Abstract

With higher demands from users for broadband access, the cost of fiber to home implementation is gradually decreasing, and fiber to home broadband access technology is rapidly developing, the fiber to home broadband access method will gradually mature. On the basis of a detailed analysis of the advantages, disadvantages, and application scenarios of various fiber optic access technologies currently used to achieve fiber to the home, this paper proposes that GEAPON and GPON are the two most promising fiber optic access technologies for future implementation, it also introduces the key technologies of GEAPON, which are relatively mature in current standards and equipment.

Keywords

FTTH; MSTP; point-to-point Ethernet; EPON / GEAPON; GPON

FTTH 各种光纤接入技术探讨

程雨潇

湖北省广播电视信息网络股份有限公司襄阳分公司, 中国·湖北 襄阳 441000

摘要

随着用户对宽带接入提出更高需求, 光纤到户实现成本逐渐下降, 光纤接入技术快速发展, 光纤到户宽带接入方式将逐渐成熟。论文在对目前实现光纤到户的各种光纤接入技术的优势、缺点、应用场合进行详细分析的基础上, 提出GEAPON和GPON是将来实现光纤到户两种最具潜力的光纤接入技术, 并对当前标准和设备比较成熟的GEAPON关键技术进行介绍。

关键词

FTTH; MSTP; 点对点以太网; EPON/GEAPON; GPON

1 引言

首先, 随着用户对宽带接入提出越来越高的要求, 现有的宽带接入方式, 如 ADSL 和 LAN 接入, 由于存在传输距离短、接入带宽有限、安全性不高、QoS 没有很好的保证等问题, 已越来越不能满足用户的需求。

其次, 光接入技术快速发展, 从有源光接入技术 (PDH、SDH、MSTP、点到点以太网系统) 发展到 PON 无源光接入技术 (APON、BPON、GPON、EPON、GEAPON)。

最后, 由于光纤本身的成本, 光收发模块、OLT 和 ONU 的设备成本以及现有光纤到户的配套成本不断下降, 使得目前实现光纤到户的设备成本和线路成本比以前有了大幅度的下降。

综上所述, 光纤到户接入方式逐渐成熟, 目前也逐渐成为中国和其他国家通信行业的热点。在不久的将来必将成为

为用户接入的重要手段。然而, 在目前众多的光纤接入技术中, 哪种光纤接入技术比较适合 FTTH 的大规模发展呢?

2 有源光纤接入技术

2.1 PDH

PDH 技术以其成熟性在光接入领域得到广泛应用, 其安全可靠性和高 QoS 保障性能, 使其在一段时间内仍然是电信运营商重要的光纤接入技术方式。但是传统 PDH 技术在接入应用中不可避免存在一定局限性, 主要体现在: ①缺乏统一的网络管理; ②组网能力欠缺; ③对业务的保护能力差; ④对急剧增长的 IP 数据业务缺乏有效的承载手段; ⑤扩容升级缺乏灵活性; ⑥接口单一, 设备层叠, 外部线缆连接比较多, 故障点增多, 给维护带来困难。PDH 光接入技术主要应用于点对点小容量专线企业用户^[1]。

2.2 SDH

在目前政企客户光纤接入中应用的比较多的 SDH, 与 PDH 相比, 有如下明显优点: ①统一的比特率, 统一的接口标准, 便于设备间的互联; ②网络管理能力大大加强;

【作者简介】程雨潇 (1985-), 男, 中国湖北襄阳人, 本科, 工程师, 从事地市级广电传输网络运维研究。

③具有自愈保护功能。SDH 主要缺点在于是为传输 TDM 信息而设计的。该技术缺少处理基于 TDM 技术的传统语音信息以外的其他信息所需的功能，不适合于传送 TDM 以外的 ATM 和以太网业务。SDH 光接入技术主要应用于点对点大容量专线企业用户、局间或汇接点 (POP) 间通信。

2.3 MSTP

基于 SDH，同时实现 TDM、ATM、以太网等业务接入、处理和传送，提供统一网管的 MSTP，具有如下优势：

- ①提供多种物理接口，满足新业务快速接入。在保证兼容传统 TDM 业务的同时，能够提供多业务灵活接入。典型的业务主要有 IP、ATM、SDH、FR。
- ②由于它是基于现有 SDH 传输网络的，可以很好地兼容现有技术，保证现有投资。
- ③ MSTP 采用 VC 虚级联技术，有效地利用带宽并实现了较小颗粒的带宽管理。
- ④ MSTP 采用 LCAS 技术，保证了在不中断数据流的情况下动态地调整虚级联的个数。
- ⑤ MSTP 技术支持网状、树型、星型、多环切接等组网方式，这样可以提高网络的可扩展性，便于灵活高效的配置系统环境；
- ⑥ 传输的高可靠性和自动保护恢复功能。MSTP 继承了 SDH 的保护特性，小于 50ms 的自动保护恢复保证用户对服务的满意程度。

MSTP 的缺点主要有：①带宽利用率较低；②最大提供的带宽有限；③主要实现二层功能以及较为简单的三层功能；④灵活提供业务能力不足；⑤光纤的占用较多。MSTP 的应用场合主要定位于局间或汇接点间通信以及大型企事业用户的点到点通信。

2.4 点到点以太网系统

点到点以太网系统是最直接的以太网光纤接入技术。每个用户通过一根 / 对光纤直接连接到局端以太网交换机的一个用户光接口。在点到点以太网系统方式中，通过扩充的以太网 OAM 协议，可以通过局端交换机对用户端设备进行远程管理，从而提供电信级可运营、可管理的以太网接入方式。

其优点主要有：①接入带宽高，网络升级方便；②网络层次简单，接入网和用户以太网无缝连接；③以太网交换机放在大楼、小区或者局端机房，局端和用户端之间直接通过光纤连接，整个接入网络结构简单；④业务开通率高，投资回收快；⑤通过局端交换机可以对用户端设备进行远程管理，在局端就可以轻松进行线路检测、故障定降低了维护难度。

其缺点主要有：①需要重新铺设光纤线路；②每个用户占用一根 / 对光纤，光纤数量多，施工较困难；③因为以太网技术的固有机制不提供端到端的包时延、包丢失率和带宽控制，难以保证实时业务的服务质量，提供 TDM 业务比较困难；④维护成本很高；⑤缺乏安全机制保证。

2.5 应用场合

用户很密集时，机房空间需求和成本也随之迅速增加，

因而不太适合高密集用户区域，比较适合分散用户接入。

3 无源光纤接入技术

无源光网络 (PON) 是指在 OLT (光线路终端) 和 ONU (光网络单元) 之间的光分配网络 (ODN) 没有任何有源电子设备。在光分支点不需要节点设备，只需要安装一个简单的无源光分路器，因此具有节省光缆资源、带宽资源共享、节省机房投资、安全性高、综合建网成本低、维护成本低、可靠性高等优点。

PON 光纤接入技术的缺点主要是初期投资成本太高以及其拓扑结构使用户不具有保护功能或保护成本太高。PON 光纤接入技术的应用场合主要适合于分散的小企业和居民用户，特别是那些用户区域较分散，而每一区域用户又相对集中的小面积密集用户地区。

目前基于 PON 的光纤接入技术有 APON、BPON、GPON、EPON 和 GEPON 等 5 种，由于 APON 和 BPON 是基于 ATM，而 ATM 不是发展方向，而且其速率有限，设备复杂，满足不了用户高带宽和低成本的要求，因此 APON 和 BPON 不是发展方向，论文主要介绍 EPON/GEPON 和 GPON 光纤接入技术，如表 1 所示。

表 1 EPON/GEPON 和 GPON 光纤接入技术

| 性能 | GPON | EPON |
|-----------------|--------------------------|-------------------|
| 下行线路速率 (Mbit/s) | 1244/2488 | 1250 |
| 上行线路速率 (Mbit/s) | 155/622/1 244/2 488 | 1250 |
| 线路编码 | NRZ | 8B/10B |
| 以太网传送效率 | 上行 93%， 下行 94% | 上行 61%， 下行 73% |
| 分路比 | 64-128 | 32-64 |
| 最大传输距离 (km) | 60 | 20 |
| TDM 支持能力 | TDM over ATM 或 Packet | TDM over Ethernet |
| 视频支持能力 | 支持有线电视和 IPTV | 不支持有线电视 |
| 安全性 | 支持高级封装标准 (AES) | 未定义 |
| 管理 (OAM) | 提供标准 ONT 管理 控制标准 | 以太网 (可选 SNMP) |

3.1 EPON/GEPON

EPON/GEPON 是 IEEE 提出的基于以太网的 PON 技术，已形成标准 802.3ah，该标准主要是设备商推动的。

其优势主要有：①消除了 ATM 层，降低设备复杂度和实现难度，从而降低成本；②速率更高，上下行带宽高达 1Gbit/s；③标准和设备成熟。

其缺点主要有：①难以支持以太网以外的业务，特别是实时性要求要的 TDM 业务；②传输效率低，由于线路编码、承载层、传输汇聚层、业务适配效率等方面的原因，使得传输效率很低，仅为 GPON 的一半。

应用场合主要定位于为用户提供数据业务接入,以商业用户和个人用户为主。

3.2 GPON

GPON是ITU-T提出的基于ATM和GFP的PON技术,已形成标准G.984.1和G.984.2,该标准主要是运营商推动的,因此具有更周到的运营利益考虑,速率更高,可达2.4Gbit/s;具有通用的映射格式可适应任何新老业务;具有丰富的运行、管理、维护和配置(OAM&P)特点;对各种业务均具有很高的传输效率,即便对于TDM业务也能高效无开销地传送。

其优势主要有:①速率更高,达到2.5Gbits/s;②传输效率更高;③能够有效承载TDM业务。

其劣势主要有:①硬件实现难度大,成本高;②设备和标准不太成熟。

应用场合主要定位于为高端用户提供数据、语音业务和专线接入,以大客户和商业用户为主。

4 GEPON 关键问题和技术

4.1 测距、同步

测距技术是TDMA方案中的一个关键问题。它实质上是上行信号的同步问题。由于各ONU距OLT的光纤路径不同和各ONU元器件的不一致性造成OLT与各ONU间的环路延时不同,而且由于环境温度的变化和器件老化等原因,环路延时也会发生不断的变化。

因此必须引入测距技术对上述原因引发的时延差异进行补偿,以确保不同ONU所发出的信号能够在OLT处准确地按时隙复用在一起,避免由于上行时隙间的不同步而导致在OLT上发生信号碰撞的现象。GEPON中采用的同步技术是绝对时钟(ATs)技术,包括ATs的插入和提取等。OLT有一个本地时钟计数器,该计数器对时间颗粒计数。当OLT发送MPCP时,它就将本地时钟计数器的值,即绝对时钟插入到其时间标签域中。ONU中也有一个本地时钟计数器。这个计数器也是对时间颗粒计数。但是,ONU无论何时接收到OLT发送的MPCP帧,就要将这个所携带的新的时间标签值来刷新自己的本地时钟计数器的值^[2]。

当ONU发送MPCP时,它也要将自己的时钟计数器的值映射到时间标签域中。OLT将对接收到的ONU的时间标签进行检查。时间标签测距法就是通过时间标签在OLT与ONU之间的传递,计算接收的时间标签值和OLT本地时钟之间的差来得到ONU的RTT值。OLT只要接收到了ONU的MPCP帧,就要进行测距。

4.2 突发发送和接收

与所有的采用TDMA技术的PON一样,GEPON中也面临着上行信号的突发发送和接收的问题。由于不同的ONU到达OLT的距离不相等以及每一个ONU的光模块发

出的光信号的强度不同,造成了OLT的接收机接收到的信号功率在每一个时隙都不相同,导致OLT容易产生误判。

为了解决OLT误判的问题,有两种方法,一种是要求ONU动态调整发光功率,另外一种是要求OLT动态调整判决电平。前一种方法对ONU提出更高的要求,成本较高,后一种方法实现简单,成本较低,目前大部分采用后一种方法。

4.3 安全性问题

由于GEPON下行是一个共享网络,因此用户安全也是GEPON中比较受到关注的一个问题。为了确保用户数据的安全,目前主要采用两种方式,一种是为每个ONU分配唯一的LLID,另外一种是采用AES128加密技术对用户数据进行加密,ONU将定时产生新的密钥,并发送到OLT,OLT根据一定算法将ONU产生的密钥转换成真正的加密图样,对下行数据流进行加密

4.4 QoS 问题和 DBA 技术

由于以太网中的数据流具有很强的突发性,如果采用静态的带宽分配方案,就会产生带宽利用率低下或带宽分配不公平的现象。因此,为提高带宽利用率,在GEPON中采用动态的带宽分配机制。采用DBA的好处在于不但可以提高带宽利用率,还可以采用带宽调度算法来保证某些优先级高的业务的QoS。DBA能确保用户所签订的服务等级合同(包括最小带宽、最大带宽和延时敏感性)得到公平的执行。在签订SLA时可以规定业务和用户的优先级。高优先级的业务或用户可以优先获得网络资源。在确保所有的业务或者用户的最小带宽得到保障的情况下,可以动态地分配剩余带宽,供突发性较强的业务使用。

4.5 MPCP 技术

MPCP是一种多点控制协议,指明了OLT和ONU之间的控制机制,其功能主要有:①控制网络启动导入过程,即ONU的注册过程;②给终点站(ONU)分配带宽;③询问来自终点站(ONU)的带宽请求。

5 结语

综上所述,各种光纤接入技术都有其最佳使用场合和时机,PDH、SDH和MSTP最适合企事业单位,点到点以太网系统适合在低密度用户分散地区应用,PON光纤接入技术最适合新建或改建的密集用户区应用,其中又以GEPON和GPON光纤接入技术在FTTH将来大规模发展中最具潜力。

参考文献

- [1] 罗娅萍,孙慰.浅谈光纤设备通信原理及其布线技术[J].中小企业管理与科技,2014(28):301-302.
- [2] 马强,韩加祥,成明.光纤通信技术的发展与展望[J].科学咨询,2010(1):58-59.