

实现三网融合的 FTTH 工程设计

季伟^{1,2}, 刘永辉², 刘剑², 崔卫²

(1. 山东大学信息科学与工程学院, 济南 250100; 2. 浪潮集团有限公司, 济南 250100)

摘要: 光纤到户作为一种能够高效承载语音、数据、视频等多业务、具有超高带宽的网络解决方案, 引起人们越来越多的兴趣, 被公认为是接入网发展的最终目标。文章给出了基于 GPON 技术实现 FTTH 的基本设计方案, 施工方式和测试验收标准, 基于该方案实现了“三网融合”和全业务高速接入。

关键词: 光纤到户、千兆无源光网络、光链路单元、光网络单元

中图分类号: TN929.11 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-5561(2010)05-0013-03

Relizes FTTH engineering design which three networks fuse

Ji Wei^{1,2}, Liu Yong-hui², Liu Jian², Cui Wei²

(1. School of information science and engineering, Shandong University, Jinan 250100, China; 2. The corporation of inspur, Jinan 250100, China)

Abstract: Fiber to the home (FTTH) is an attractive technology, which can implement all-services: video, audio and data efficiently accessing with high bandwidth. We propose a project design to the FTTH based on GPON. The scheme can achieve all services accessing. The network construction method and system test criterion are also proposed.

Key words: FTTH, GPON, OLT, ONU

0 引言

随着近年来宽带网的不断发展, 全国各地的电信、广电运营商都在积极建设光纤到户 FTTH (Fiber To The Home) 项目。无源光网络 (Passive Optical Network, PON) 技术是 FTTH 解决方案中最具吸引力的技术, 基于 PON 结构将光纤铺设至用户家中, 综合为用户提供语音、数据、视频, 以及 IPTV、高清电视等业务, 从而彻底解决接入瓶颈, 实现接入网发展的终极目标^[1,2]。为此, 本文给出了基于 GPON (千兆无源光网络) 技术实现 FTTH 的基本设计方案。

1 GPON 技术

GPON 是一种新型的光纤接入网技术, 它采用无源光网络传输结构, 提供全业务接入, 并能够很好地保证 QoS (服务质量), 提供丰富的 OAM&P (操作、维护、管理和运营) 等^[3]。GPON 系统的具体组成如图 1 所示。

收稿日期: 2009-12-24。

基金项目: 山东省中青年科学家奖励基金 (2007BS01006) 资助; 山东省博士后择优 (200701008) 资助; 中国博士后科学基金 (20070421086) 资助; 山东省科技攻关项目 (2007CG30004006, 2008CG10001005) 资助; 山东省自然科学基金 (ZR2009Q014) 资助。

作者简介: 季伟 (1978-), 男, 副教授, 研究方向为光纤通信系统与网络。

与另外一种基于以太协议的 EPON 技术相比, GPON 所具有的优势首先体现在对更高接入速率、更高的分光比和更远传输距离等方面的支持。在网络建设及运营成本方面, GPON 的标准完善, 在设备互通性、网络规模部署和运营等方面具有更多优势^[4], 随着应用规模的增大, GPON 设备的成本将会下降得更快。

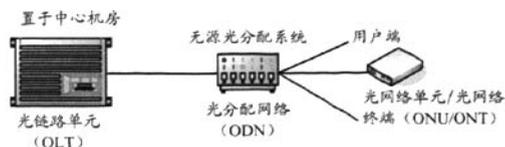


图 1 GPON 网络结构

2 FTTH 工程设计

本工程基于 GPON 技术完成光纤到户网络设计。工程实施对象为新建高档国际化社区, 共有楼房 6 栋, 每栋楼 32 层高, 每层有住户 2、4、6 户不等, 计有 11 个单元, 住户数量约 1100 户。基于 FTTH 网络, 为整个小区提供数据、语音、CATV 视频业务、高清互动点播和时移等业务, 实现三网融合和全业务高速接入。根据小区的具体规模, 在前端机房设计放置 1 台爱立信

季伟,刘永辉,刘剑,等:实现三网融合的 FTTH 工程设计

BLM1500 OLT 设备,设备中配置 18 个 GPON 接口。每个 PON 口通过 1:64 分光,完成 64 个 ONU 用户的业务承载。前端机房到小区的传输距离为 5km

系统前端机房结构如图 2 所示。OLT 外接 48V 通信直流电源,通过千兆上联口连接至 Internet、高清 VoD 和 NGN 网络,完成数据、视频和语音业务的接入。OLT 的 18 个 PON 口通过 18 根光纤跳线输出。经过复用、调制后的高清数字电视信号由 CATV 光发射机完成电/光转换,输出至 EDFA 系统。EDFA 中完成 1:3 的光分路/放大,通过 3 个 1:8 的光分路复用器,与 18 个 PON 口的光信号完成波分复用,以 18 条光跳线输出。考虑到 1550nm 光信号的特点,系统的光接口形式为 SC/APC。最后经过熔接成缆后,用 24 芯主干光缆完成信号的远距离传输至目的小区。

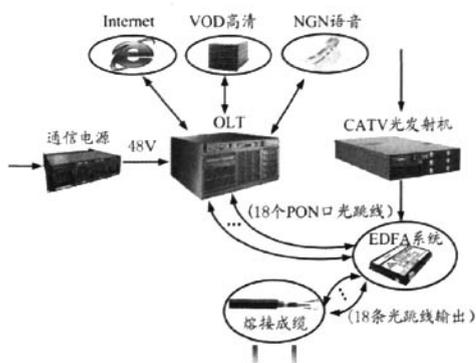


图 2 前端机房的组成结构

综合考虑施工灵活性、后期维护的便利、线路综合损耗及成本等因素,工程中采用二级分光方式,选择 1:2 和 1:32 的光分路器。基于二级分光的灵活光分路比,根据具体楼层结构,ODN 放置在最合适的位置,方便工程实施和后期维护,同时减少了入户皮线光纤长度,节省了工程成本。

根据具体的施工环境,每栋楼放置 6 个 ODN 设备,具体的入户线结构如图 3 所示。主干光缆到楼,对应本楼的 3 根主干光纤,通过 1:2 光分路器,完成 6 个 1:32 ODN 设备的连接。两个 ODN 分别放置在两个单元的 25 层,完成 21~30 层用户的光纤接入。两个 ODN 各放置在两个单元的 15 层,完成 11~20 层用户的光纤接入。两个 ODN 各放置两个单元的 5 层,完成本楼剩余用户的接入。

ODN 输出的光纤配线连接至用户家中的光纤面板盒,通过光纤跳线连接至用户的爱立信 T067G ONU 设备,完成光纤到户的网络施工。ONU 设备安装在用

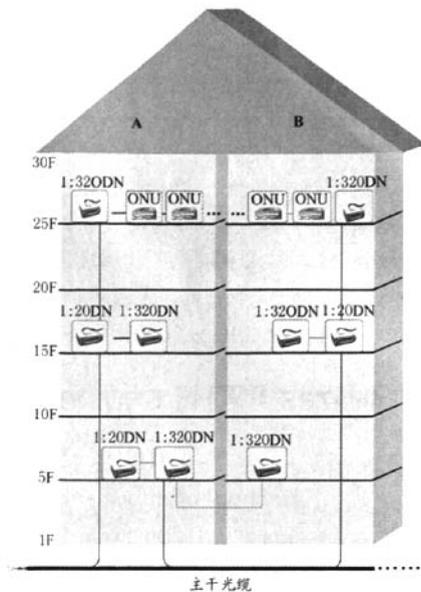


图 3 光纤入户系统结构图

户家中,实现光纤到户以及业务的高速接入。ONU 的下行输出接口包括以太网接口、POTS 语音接口和有线电视射频接口,从而实现电信、广电和计算机网络的“三网合一”以及数据、视频和语音业务的“三重播放”,同时整个网络还具有高可信的服务质量保障和网络运行状态的可控、可管。

在施工过程中,由于 GPON 网络中使用的各种光纤光缆较多,既有从 OLT 到 ODN 的主干光缆,也有大量到用户楼栋、家中的分支光缆,需根据小区里的管线资源和房屋资源对 OLT 等设备进行合理布局,以提高设备和光缆的利用率,减低成本。集中放置各种前端设备的机房,其供电、防雷、防尘、接地、消防、隔音等需符合相关建设标准,以保证 FTTH 网络的工作可靠性。安装在用户家中的 ONU 接口比较多,与电话、电视、电脑间用不同的线缆连接,如何在用户家中完成多种线缆的安装是值得重视的问题。由于采用了大量的以太网技术,会出现以太网环境适应性差的问题。大约每两年需更换一次 RJ45 接头,以太交换模块的原始设计环境是采用卡接式连接,一旦 RJ45 插座簧片失效或表层过度氧化,都将导致接触不良,使网络工作不稳定。

3 FTTH 工程测试

对基于 GPON 技术的 FTTH 工程进行验收测试,主要测试项目包括系统设备性能、光信号功率及传输质量和业务承载性能三个方面。

3.1 系统设备的性能测试

3.1.1 物理信号

OLT 光发送功率和光接收功率分别为: $-4\sim-2\text{dBm}$ (1490nm)和 $-28\sim-8\text{dBm}$ (1310nm); ONU 光发送功率和 ONU 光接收功率分别为: $-4.0\sim-2.0\text{dBm}$ (1310nm)和 $-24.0\sim-8.0\text{dBm}$ (1490nm)、 $2\sim-8\text{dBm}$ (1490nm)。CATV 光的 1550nm 光发射机,光波长为 $1550\pm 5\text{nm}$,光输出功率 $\geq 7\text{dBmW}$,链路 $C/N \geq 53\text{dB}$, $CTB \geq 65\text{dB}$, $CSO \geq 65\text{dB}^{\text{D}}$ 。

3.1.2 OLT 与 ONU 的互通测试

ONU 的自动侦测、注册时间,OLT 对 ONU 各端口端口的管理、VLAN 划分、带宽指定或动态分配、基于 IGMP 的组播管理等。

3.2 系统传输功率测试

FTTH 工程中光接入网的传输损耗要求如下。
G.652 单模光纤衰耗: $\leq 0.2\text{ dB/km}$ (1310nm)。光纤跳纤、尾纤插入损耗: $0.1\sim 0.3\text{dB}$ 。法兰盘插入损耗: $\leq 0.2\text{dB}$ 。1:2 光分路器损耗: $\leq 4.0\text{dB}$ 。1:32 光分路器损耗: $\leq 16\text{dB}$ 。回波损耗方面各连接头和焊点要求大于 50dB 。

根据功率冗余,重点考虑系统中 1550nm 光信号的损耗。功率损耗计算: 1:32 和 1:2 分光损耗 $16\text{dB}+4\text{dB}=20\text{dB}$ 。光纤传输损耗: $0.2\text{dB}\times 5=1\text{dB}$ 。光纤连接(包括熔接、活动接头): $0.2\text{dB}\times 8=1.6\text{dB}$ 。传输线路总损耗: $20\text{dB}+1\text{dB}+1.6\text{dB}=22.6\text{dB}$ 。根据 ONU 对 1550nm 光信号的接收范围,为使 ONU 处 1550nm 的输入功率在 -3dBm 左右,EDFA 分光、复用后的单口输出功率应保证在 19dBm 以上。此外,通过光时域反射计和光谱仪等设备,对工程中各个节点的损耗和各节点的光信号传输质量进行直观检测。

3.3 业务承载性能测试

系统业务承载性能的测试包括: ①对数字电视业务的承载,ONU 的 RF 输出电平在 14.5 dBmV 左右,与高清机顶盒连通后,测试不同频点信号强度,节目接收数量和图像、声音质量。②对高清 VoD 业务的承载,ONU 的快速以太网接口与高清机顶盒的以太网连接,测试访问 Web 服务器速率、页面显示质量,测试点播的反应时间和高清视频流的速率、播放质量等。③对话音业务的承载,测试话路接续时间以及通话质量。④对于 Internet 数据业务,测试数据传输速率、文件下载/上传速率、网站访问速率等。

4 结束语

GPON 作为目前较先进、应用较广的光纤接入技术,在实现光纤到户后,可以方便开展原有的数字电视、互动点播的业务以及语音、数据等业务,实现“三网融合”和全业务的高速接入。本文给出了基于 GPON 技术实现 FTTH 的基本设计方案,施工方式和测试验收标准,为大规模开展基于光纤到户的接入网工程建设提供设计参考和理论依据。

参考文献:

- [1] 王晓军.建设 HFC 网络回传通道促进数字互动电视发展[J].中国有线电视,2005.18.1820~1824;
- [2] 原荣.宽带光接入网[M].北京:电子工业出版社,2003.
- [3] ITU-T Recommendation G.984.1~2003, Gigabit-capable passive optical networks (GPON): General characteristics [S].
- [4] ZHENG Jun, MOUFTAH H T. Media Access Control for Ethernet Passive Optical Networks: An Overview [J]. IEEE Commun.Mag, 2005, 43 (02): 145~150.
- [5] 周卫东,罗国民,朱勇,等.现代传输与交换技术[M].北京:国防工业出版社,2003.

敬告作者

为广泛构架起作者和读者之间的桥梁,本刊加入了 CNKI 中国期刊全文数据库等数据期刊网,即每期刊物出版后,我们将把同样的数据送至上述数据库或网站,使信息能以最快的速度国际化、网络化。其中稿费已包含于本刊一次性所附作者的稿费中。

为尊重作者的著作权,如果有作者不同意将出版后的文章进入上述数据库或网站,来稿时敬请注明,否则将视为同意,谢谢合作。

《光通信技术》编辑部