

# FTTH 解决方案白皮书

文档编号：【在此键入文档编号】	文档版本：V2005-4-1
撰稿：毛新芳	日期： 2005.4.1
审核：高鹏 何岩	日期： 2005.4.4
批准：李永红	日期： 2005.4.4
读者对象：烽火通信产品行销工程师，希望了解烽火 FTTH 解决方案的运营商技术人员	

## 撰写说明

国内 FTTH 市场逐渐启动，烽火基于 EPON 技术的 FTTH 解决方案已经趋于成熟，故产品行销部撰写此文，分析当前宽带接入网建设思路，介绍 FTTH 解决方案的特点、优势、实施方法等，目的在与使本公司的行销和技术人员了解 FTTH 解决方案的各个要素，同时也可提供给运营商技术人员参阅。

## 修订记录

修订序号	修订日期	描述	修订者	版本
1	2005.4.1	撰写初稿	毛新芳	V200504-01
2	2005.4.4	修改部分描述性语言，对内容提出增补建议	高鹏	V200504-02
3	2005.4.4	增补产品描述、功能支持方面的内容	毛新芳	V200504-03
4	2005.4.19	更改产品名称	田亚军	V200504-04
5				
6				
7				
8				
9				

# 目 录

快速进入 点击页码 

<b>1</b>	<b>概述</b> .....	<b>1</b>
1.1	几种主要的 FTTH 方案.....	1
	BPON (APON) .....	1
	EPON .....	2
	GPON.....	3
	P2P-Ethernet.....	4
1.2	不同 FTTH 方案的比较.....	4
1.3	结论.....	5
<b>2</b>	<b>基于 EPON 的 FTTH 解决方案</b> .....	<b>6</b>
2.1	设备方案 .....	6
	总体方案.....	6
	光纤接头设计.....	7
	光功率预算 .....	7
2.2	业务方案 .....	8
	语音业务.....	8
	CATV 业务.....	9
	IPTV 业务.....	10
2.3	线路方案 .....	11
	线路设计.....	11
	线缆选择.....	13
2.4	工程资源设计.....	14
	设备安装空间.....	14
	电源.....	15
	网络接口资源.....	15
2.5	运维解决方案.....	15
	网管方案.....	15
	AAA 运维方案.....	16
<b>3</b>	<b>烽火通信 FTTH 工程案例</b> .....	<b>17</b>
3.1	武汉长飞小区.....	17
3.2	湖北网通南湖都市桃源 FTTH 工程.....	17
3.3	武汉电信紫菘小区 .....	17
<b>4</b>	<b>结束语</b> .....	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>附 设备简介</b> .....	<b>20</b>
5.1	EPON 综合业务局端机 (AN5116-01) .....	20
5.2	BP5000 系列 EPON 综合业务远端机 .....	20

随着 ADSL、LAN 等宽带接入的普及，以及业务类型从简单的邮件收发、网页浏览发展到在线游戏、视频点播等对实时性和带宽需求较高的业务，一部分用户提出了更高带宽、对称接入等需求；而另一方面，一直以来制约“光纤到户”的主要因素——成本已逐步走低，如光纤每公里价格已跌至百元以下，光收发模块价格也只需 200 元，且进一步下降的趋势非常明显，因此，“光纤到户”越来越被运营商所重视，成为最具发展潜力的宽带接入解决方案。

本文档的内容是关于 FTTH 整体解决方案的介绍，针对不同的用户情况，分别描述了设备选择、组网，并针对具体的业务要求，提出了有针对性的解决方案建议。

另外，本文还考虑了布线、施工中的注意事项和规范，以及运营商关注的运维方案。

## 1 概述

### 1.1 几种主要的 FTTH 方案

FTTH 这个名词仅仅界定了“光纤到户”，具体采用什么样的拓扑结构、用什么方法实现多业务的接入都没有界定，因此目前有很多种技术都可以实现 FTTH。

从拓扑结构上看，FTTH 可以分为点到点（以下简称 P2P）和点到多点（以下简称 P2MP）两种。最常见的 P2P 的光纤接入技术就是我们所熟悉的使用光纤收发器的以太网接入，这种方式采用成对的光收发模块；P2MP 的光纤接入技术有一个专用的名词叫做 PON（无源光网络），根据封装协议的不同，主要有 BPON、EPON、GPON 等，所有的 PON 技术有相同的网络拓扑结构，即树型结构。

#### BPON（APON）

BPON 以前被称为 APON，以 ATM 作为承载协议，下行传输的是连续的 ATM 流，比特率为 155.52 Mb/s 或 622.08 Mb/s；上行传输的是突发形式的 ATM 信元，速率为 155M。在数据流中插有专门的物理层运行管理维护（PLOAM）信元，因此，具有丰富的管理维护功能。

实现 BPON 的关键技术有多址和接入控制技术（在使用 TDMA 上行接入时包括测距、带宽分配等）、突发信号的发送和接收技术、快速比特同步技术以及安全保密等方面的技术。

BPON 的特点在于多业务和灵活的组网。BPON 对多业务的支持可以表现在丰富的业务接口方面，它可以支持 TDM-E1/DS3，ATM-DS3/STM-1、IP 的 10/100BASE-T 接口。BPON 系统灵活的拓扑结构体现了设备在扩容和升级方面的灵活性，可组建星型、树型或者总线型的网络。

然而，BPON 系统有两大缺点，一是数据传送效率低，二是在 ATM 层上适配和提供业务复杂。用 BPON 传送数据还需在 IP 和 ATM 信元及 SONET/SDH 格式之间来回转换，效

率低、技术复杂、成本高，不适合向所有用户推广应用。

## EPON

EPON 是由 IEEE 802.3 工作组在 2000 年 11 月成立的 EFM (Ethernet in the First Mile) 研究小组提出的。EPON 是廉价、高效、成熟的以太网技术和 PON 网络结构的有机结合。EPON 以以太网为载体，采用点到多点结构、无源光纤传输方式，下行速率为 1Gbit/s，上行以突发的以太网包方式发送数据流。另外，EPON 也提供一定的运行维护和管理(OAM)功能。

由于 EPON 继承以太网的核心遗传因子，使得 EPON 成本具有巨大优势。和传统的以太网相比，EPON 主要增加了两部分功能：位于媒体接入控制(MAC)层之下的仿真子层和被作为 MAC 层一部分的多点控制协议 (MPCP)。仿真子层使得下面的点到多点网络在协议上层看来象是多个点到点链路，这一点是通过在每一个分组的开始加上逻辑链路标识 (LLID) 以取代 2 个字节的前导来实现的。增加的多点控制协议 (MPCP) 则实现了局端设备对远端设备接入时隙的控制，为 EPON 提供多种业务提供了条件。通过选择合适的接入控制算法，使得 EPON 可以传送 TDM 等时间敏感性业务。

基于千兆以太网的无源光网络(EPON)设备通过树形光分配网的拓扑结构，实现一个局端设备 (OLT) 一根光纤与多个远端设备 (ONU) 通信。其下行通信为连续方式，发送的以太网数据帧中载有各个目的 ONU 的标识 LLID，广播发送给每个 ONU，在 ONU 设备中实现数据帧的过滤，将其它 ONU 的数据帧丢弃；上行通信采用 TDMA 方式实现多点接入，每个 ONU 在由局端设备统一分配的时隙中发送数据帧，所分配的时隙补偿了各个 ONU 距离的差距，避免了各个 ONU 之间的碰撞。

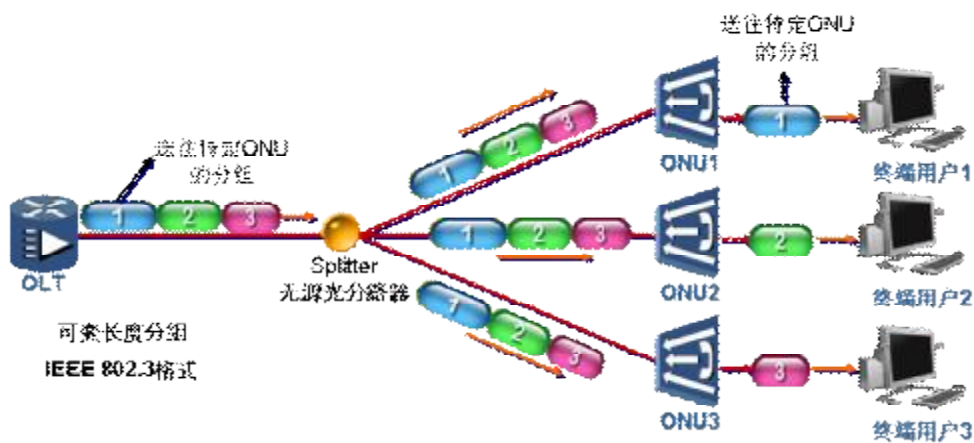


图1 EPON 工作原理——下行数据传送

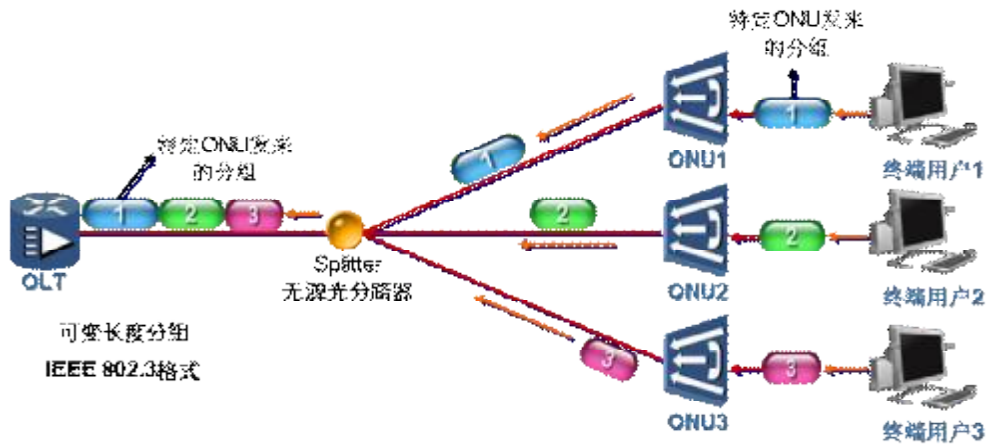


图2 EPON 工作原理——上行数据传送

EPON 遵从 IEEE802.3ah 的标准。

目前业界在 EPON 的产品化方面做得还不错，有多个厂家有产品推出，从厂家数量看，EPON 产品的成熟度较高，达到了实用化的水平。

由于最早的 EPON 标准基于 100M 快速以太网传送，市场上很多被称为 EPON 的产品实际上都是基于千兆以太网 PON 技术，为区别于原有的技术和产品，一般基于千兆以太网的 PON 技术被称为 GEPON。

## GPON

GPON 仍然是一个 TDMA 系统，继承了 BPON 的动态带宽分配等 OAM 机制。GPON 采用了 125 μs 定长的帧结构，每秒 8 千帧。一个 TC 帧可包含多个 ATM 信元及 GEM 帧。GEM (GPON Encapsulation Method) 是 GPON 定义的专有的适配协议，它的提出源于 GFP 的通用成帧思想。

比较其他的 PON，GPON 具有以下优点：

**多业务支持：**GPON 标准反映了传统运营商保护原有投资的努力。GPON 对 TDM 业务信号的天然适应性是因为其采用每秒 8 千帧，125 μs 帧长的模式。我们看 SDH 帧，同样采用每秒 8 千帧，125 μs 帧长，是 TDM 的基本格式，它当然与 TDM 几乎无缝适应。抖动和延时指标都容易满足。

**速率：**上行 155M~2.5G；下行 1.25G~2.5G。

**传送效率：**GPON 系统物理层都使用扰码作线路码，其机理与 SONET 或 SDH 一样，由于只改变码，不增加码，所以没有线路编码带宽损失其效率超过 97%。

GPON 是 ITU 提出的 G 比特级的无源光网络。ITU 在 2003 年正式通过并颁布了 GPON 标准系列中的三个标准：G.984.1、G.984.2 和 G.984.3。由于 GPON 标准是 ITU 在 APON 标准之后推出的，因此 G.984 标准系列不可避免的沿用了 G.983 标准的很多思路。GPON 与

EPON 都是千兆比特级的 PON 系统，与 EPON 力求简单的原则相比，GPON 更注重多业务和 QoS 保证，因此更受运营商的青睐。但由于 GPON 标准复杂且开发较晚，技术尚不成熟，因此目前 GPON 产品还未到商品化阶段，仍处在宣传和培养市场阶段，只有 flexlight-networks 公司声称符合最新的 G.984.3 标准)，离普遍应用还有相当一段距离。

## P2P-Ethernet

P2P-Ethernet 是最直接的以太网接入技术。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 P2P-Ethernet 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。

P2P-Ethernet 接入方式的优点：

- ü 接入带宽高，网络升级方便；
- ü 网络层次简单，接入网和用户网络无缝连接；
- ü 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，中间没有其他设备，整个接入网络结构简单；
- ü 适合分散用户接入，业务开通率高，投资回收快；
- ü 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、故障定位，降低了维护难度。

P2P-Ethernet 接入方式的缺点：

- ü 需要重新铺设光纤线路；
- ü 每个用户占用一根/对光纤，光纤数量多，施工较困难；
- ü 提供 TDM 业务比较困难；
- ü 增加管理功能时，需大量支持可管理的设备，成本急剧上升；
- ü 维护成本很高。

## 1.2 不同 FTTH 方案的比较

以上介绍的几种 FTTH 方式各有优缺点，如下表所示：

表 1：几种 FTTH 技术功能比较表

项目	BPON	EPON	GPON	P2P-ETH
可维护性	好	好	好	一般
可扩展性	困难，自身帧结构不同速率不兼容	简单	简单	简单
局设备管理	好	较好	较好	一般

终端管理	具备	具备	具备	具备
TDM 业务	支持	仿真支持	天然支持	仿真支持
动态带宽	支持	支持	支持	支持
QoS	好	一般	好	一般
安全性	好	好	好	好
传输总效率	一般	较低	高	一般
线路码型	扰码 NRZ	8B/10B	扰码 NRZ	8B/10B

**表 2: 几种 FTTH 技术性能、成本比较表:**

项目	BPON	EPON	GPON	P2P-ETH
QoS	好	中等	好	较差
安全性	好	好	好	较差
下行速率	155.52M, 622.08Mbit/s	1.25Gbit/s	1.25G, 2.5Gbit/s	可到 10Gbps
上行速率	155.52Mbit/s	1.25Gbit/s	156M , 622M , 1.25G , 2.4Gbit/s	可到 2.5Gbps
分支数	16 或 32	16	64(逻辑上 128)	
传输总效率	较低	较高	高	较高
局设备成本	高	低	高	低
终端成本	高	低	高	低
ODN 成本	一般	一般	一般	
线路成本	低	低	低	高
光模块成本	高	高	高	低
芯片成本	高	较高	暂无商用 芯片	低
升级成本	高	低	低	低

### 1.3 结论

对比几种不同的 FTTH 技术,从技术成熟度、成本、产品商用化程度等方面看,比较有生命力的是 PTP-Ethernet 和 EPON,但考虑到功能、性能方面的优势,基于 EPON 技术的 FTTH 方案应是目前最有潜力的 FTTH 解决方案。



## 2 基于 EPON 的 FTTH 解决方案

采用基于 EPON 技术的 FTTH 方案建设宽带接入网络，需要考虑多方面的因素。本文主要从 5 个部分进行描述：设备方案、业务方案、线路方案（光分路器包含在线路部分）、工程资源设计方案以及运维解决方案。

### 2.1 设备方案

#### 总体方案

对于一个需要实现 FTTH 的宽带接入网，需要首先分析总体解决方案。包括：

**OLT 的设计：**确定 OLT 的放置地点，根据机房环境确定 OLT 的电源配置、根据用户数量确定 OLT 的 EPON 系统数量、根据业务类型和上行带宽需求确定 OLT 的上联接口类型、速率和端口数量等。

**ONU 的设计：**根据用户数量和分部确定 ONU 的数量及其与 OLT 的距离、根据用户业务需求确定支持相应功能的 ONU 类型等。

**例：**以某小区 FTTH 驻地网建设为例，该小区现有联排公寓有 17 栋，联排别墅 86 栋，合计 1504 户，距离小区通信机房 7~8 公里。需开通宽带数据和普通电话业务，并可以随时满足小区用户的需求，具备灵活开通 IPTV 等增值业务的功能。

因此，可采用烽火通信 10 公里的 AN5116-01 系列产品，将 OLT 设备放置在通信机房，将分路器放置在小区机房内 ODF 架中，采用 1:32 的分路比，也可根据实际情况采用 1:64 或更高的分路比，一次分支，再通过室外光缆经分支连接到楼道，经过楼道的 ODF 连接到用户家中。以方便施工与维护。

烽火通信的 AN5116-01 EPON 系统单子框能够提供 30 个 PON 接口。由于该小区共计用户 1504 户，按照 1:32 的分路比计算共需 47 个 PON 系统。因此需采用 2 台 AN5116-01 设备来建设该小区 FTTH 工程。

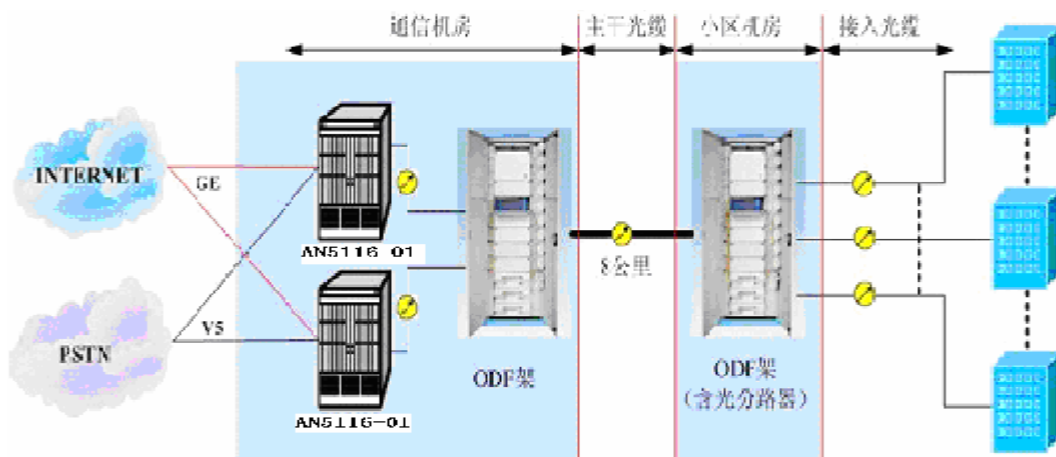


图3 某小区 FTTH 总体方案图

AN5116-01 采用 V5 接口连接到程控交换机，按照 1:4 的集线比，需要 16 个 E1 物理

接口，需要运营商交换机开通 2 个 V5 共 16 个 E1 接口。每台 AN5116-01 可以提供 8 个 E1 接口，具体使用数量由运营商根据业务状况自行决定。

AN5116-01 网络侧数据接口提供 4 个 GE 接口（光/电可选），考虑到 FTTH 应用的带宽以及网络安全，建议每台设备采用 2 个 GE 接口 TRUNK 连接到城域网。运营商可以根据开通的业务及用户状况，灵活调整组网方式。AN5116-01 设备支持级联、TRUNK 和 STP。

因此，可设计出总体解决方案如图 3 所示。

## 光纤接头设计

光纤主要有 3 种连接方式

- ü 可以将光纤接入连接头并接入光纤插座。连接头对光信号的损耗较大，一般最大可达 0.5dB，但重新配置系统很容易。
- ü 可以用机械方法将其结合。方法是将两根切割好的光纤的一端放入一个套管中，然后钳夹固定，让光纤通过结合处来调整，以便使光信号达到最大。机械结合需要训练过的人员大约 5 分钟的时间完成，光信号损失大约为 0.2~0.3dB。
- ü 两根光纤可以被熔接在一起形成坚实的连接。熔接方法处理的光纤与其他方式相比，衰减很小，一般小于 0.1dB。

对于这三种连接方式，结合处都会有反射，并且反射的能量会和信号交互作用。

对于 FTTH 解决方案中需要进行光纤连接的地方，除了 OLT、ONU 设备处的连接、局端 OLT 处的配线部分和用户驻地网配线部分等有光纤重新配置需求的地方必须使用光纤插座外，其他部分均建议以熔接的方式连接，以尽量减小线路接头损耗。

对于接头的类型，从 OLT 到 ONU，建议全程采用 SC/APC 接头，以确保 ODN 网络具有良好的反射特性。

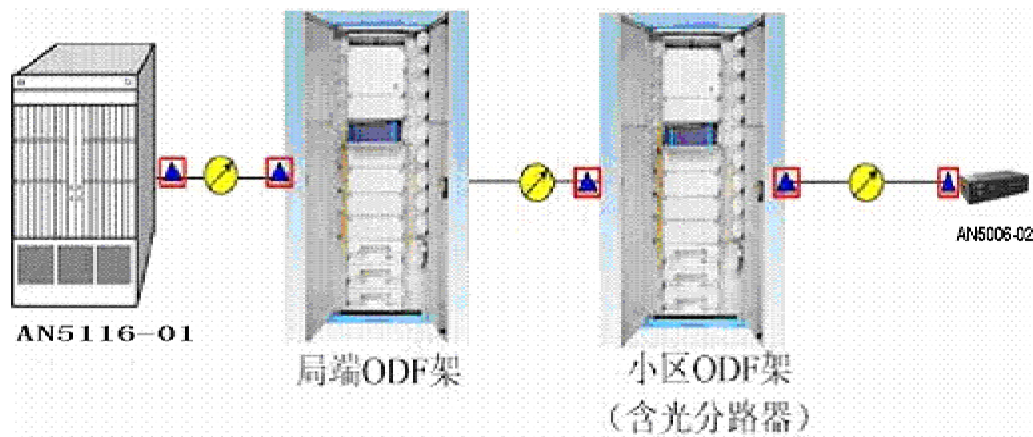


图4 光线路接头示意图

## 光功率预算

FTTH 方案设计必须进行光功率预算。

预算的目的是对光线路进行预先的评估，以确定该 FTTH 方案是否可行，若可行，计算结果有助于确定所选择的光发送和接收模块的灵敏度范围是否合适。

仍以某小区的情况为例，主干光缆长度为 8 公里。

计算依据：

1. OLT 光发送功率: 0~4dbm(1490nm);
2. OLT 光接收功率: -24~-8dbm(1310nm);
3. ONU 光发送功率:-1~4dbm (1310nm);
4. ONU 光接收功率: -24~-3dbm (1490nm);
5. 建议的光通道衰耗 (10 公里): 10~22db 之间;
6. G.652 单模光纤衰耗: ≤0.36 dB/km (1310nm);
7. 法兰盘插入损耗: ≤0.4db;
8. 1: 32 双窗口单模光纤树型耦合器的插入衰耗: ≤16.5db;

计算方法及原则：

1. 按照最坏值法计算 (同传输设备的计算方法);
2. 光纤衰耗按照衰耗大的 1310nm 光信号计算;
3. 主干光缆按照 8km 共 3 盘计算, 从小区机房到用户家中按照 0.5km 计算;
4. 从 OLT 的 PON 口到 ONU 的 PON 口计算, 有 5 个法兰盘;

ODN 最大衰耗如下表：

表 3：光功率预算表

	主干光缆	光分路器(1:32)	法兰盘	接入光缆	光缆熔接点	合计
单位衰耗	0.34	16.5	0.4	0.34	0.1	
数量	8	1	5	0.5	3	
衰耗	2.72	16.5	2	0.17	0.3	21.69

以上为最坏情况下的计算结果, 由计算结果可以判定, 在 ODN 的建议衰耗之内, 可以保证光信号的可靠接收。

## 2.2 业务方案

基于 EPON 的 FTTH 解决方案可实现多种业务的综合接入, 包括: 宽带数据业务、语音业务以及视频业务。

基于以太网的特性使得 EPON 天然支持宽带数据业务, 下面主要就语音业务和视频业务在 FTTH 上的实现进行说明。

### 话音业务

话音业务的解决方案有两种: 基于传统 V5 的解决方案和 VOIP 的解决方案。

对于 V5 解决方案, 在 OLT 处采用开放式 V5 或者 PRI 接口与现有 PSTN 网络对接, 充分利用现有网络资源。

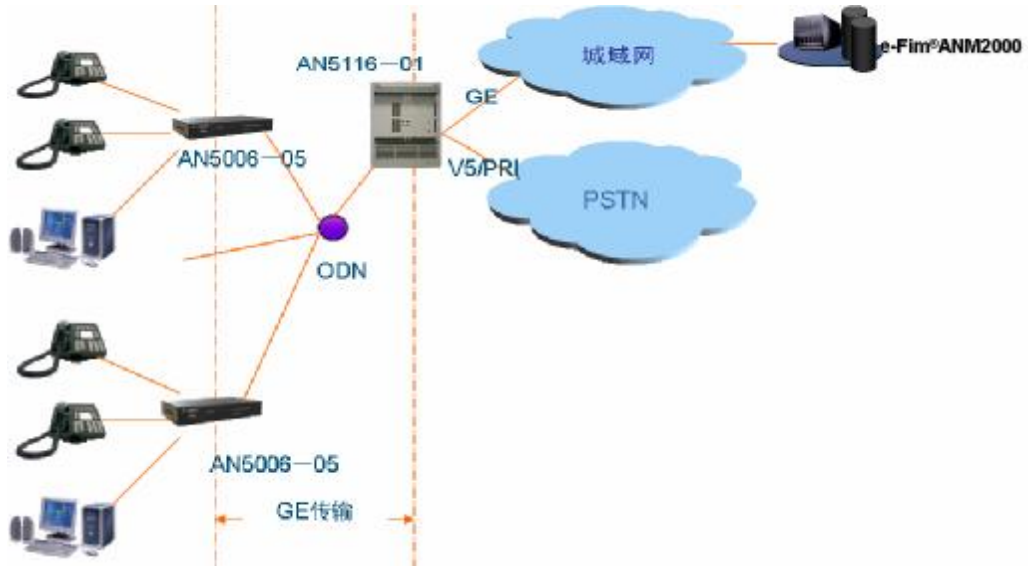


图5 基于 V5 的话音解决方案

对于 VOIP 话音解决方案，OLT 内置呼叫控制模块，同时支持 H.323、H.248 协议，可以灵活适应 H.323 VOIP 网络和 H.248 软交换网络。

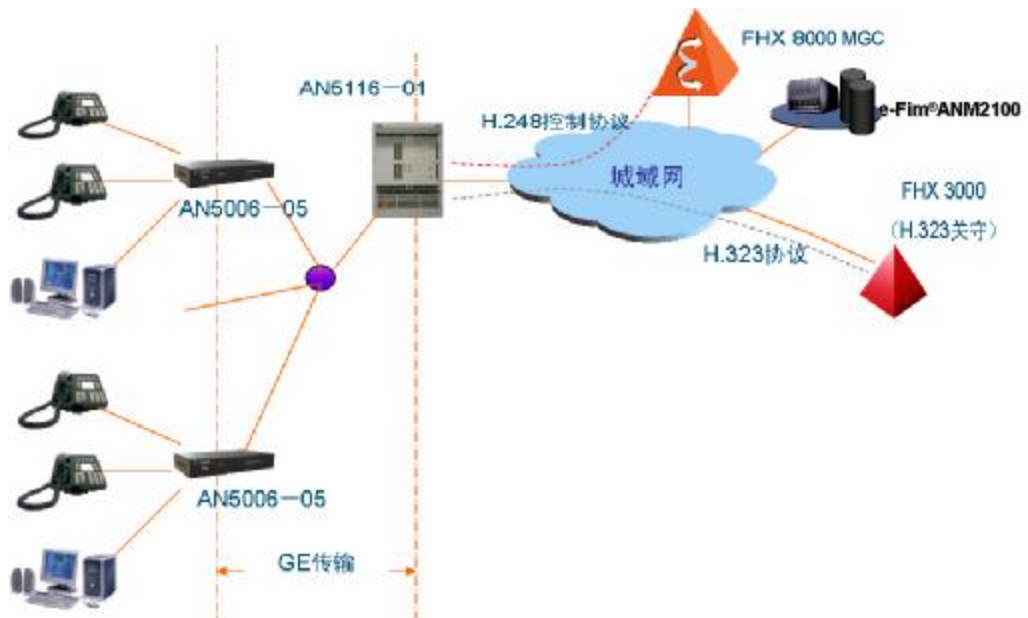


图6 基于 VOIP 的话音解决方案

### CATV 业务

若业务类型还有 CATV，则可采用烽火先进的“单纤三波” WDM 方式承载，总体方案图如下所示：

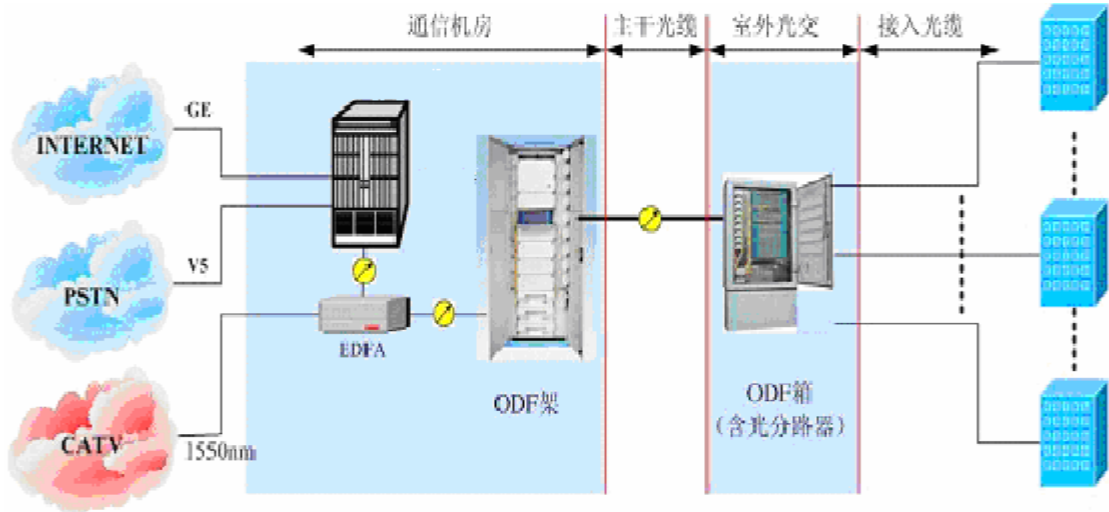


图7 单纤方案传送 CATV 信号

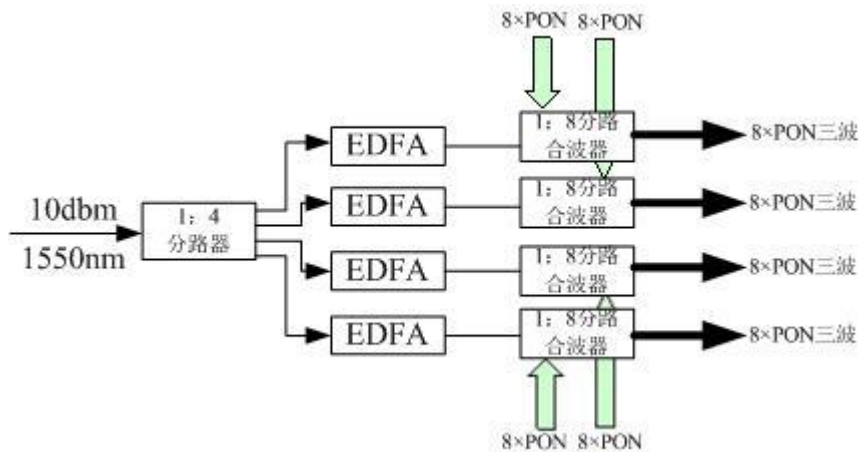


图8 单纤方案 CATV 网络拓扑图

在单纤方案中，AN5116-01 设备通过 GE、V5 接口与数据城域网和 PSTN 网络互联，PON 接口的光纤连接到 EDFA 中的 1: 8 分路合波器中，将 1550nm 的 CATV 信号进行合波到一根光纤上后，跳接到 ODF 架，再传输到室外光交接箱，经过 1: 32 的分路器分支后，连接最终用户。

当广电部门提供的视频信号源为数字信号（SDTV 或 HDTV）时，只需在模拟 TV 接入方案的基础上在每个用户家中再安装一个机顶盒（广电指定或用户自理）或直接将家庭光接收机更换为具有光电转换和编解码功能的机顶盒，用于将接收到的数字信号进行解码，还原为普通电视机可以识别的信号。具体的接口数随机顶盒产品的不同而有所差异。

## IPTV 业务

随着宽带接入的普及，IPTV 业务也随之兴起。FTTH 的高带宽特性非常适合承载 IPTV 业务，若需要在 FTTH 方案中解决 IPTV 业务，可采用如图所示的方案。

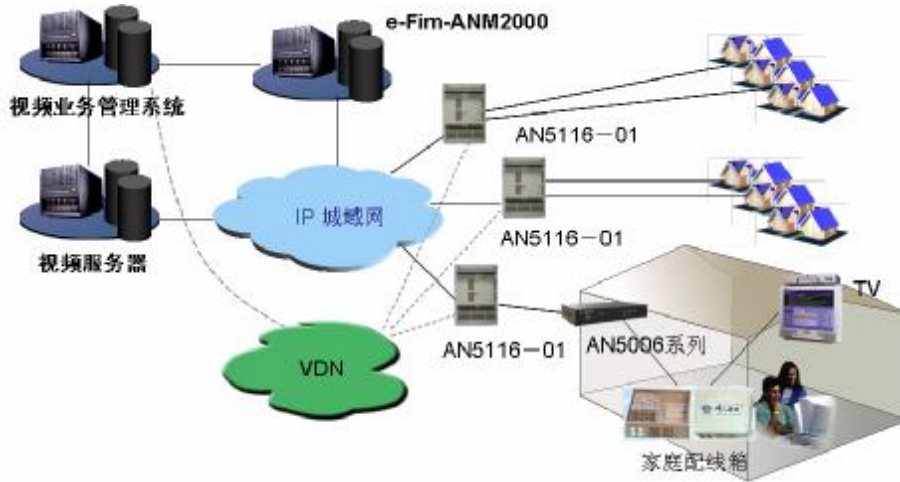


图9 IPTV 解决方案

## 2.3 线路方案

### 线路设计

FTTH 的优势在于其强大的覆盖能力，目前在最远覆盖可达 20 公里（1:32 的分路比）。在用户接入网结构层次中，从中心局出发，用馈线光缆连接各光分配点，各分配点到网络接入点的线路部分为配线光缆。传统的光接入网，光纤的延伸范围一般到网络接入点截止，但是无源光网络技术的出现、成熟，尤其是现在的 EPON 技术，提供光纤直接到用户末梢的经济可行方案，光纤延伸到用户末梢成为可行的、高效的接入方式。馈线光缆、配线光缆及线路配套的技术均为成熟技术，如何解决光缆到大楼、小区的引入，以及 OLT、ODN、室内用户终端（OUN）的光纤连接成为新的关键所在。

FTTP 光纤布线系统，目前完全遵照结构化综合布线系统的思路进行设计、施工，该系统分为工作区子系统、水平干线（配线）子系统、垂直干线子系统、设备间子系统、管理子系统、建筑群子系统 6 个部分。

下面仍以某小区的布线方案为例进行说明，因篇幅所限，未详细按上述子系统区分进行区分说明。

从通信机房铺设 1 根 56 芯（或更多）的 GYTA 光缆到小区，楼间光缆也都拉到小区机房，统一在小区机房的 ODF 架上端接。局端来的光纤通过 1:32 的分路器跳接到开通的用户光纤上。根据烽火公司的工程经验，建议采用集中放置 ODF 架，以方便工程施工和运营维护。

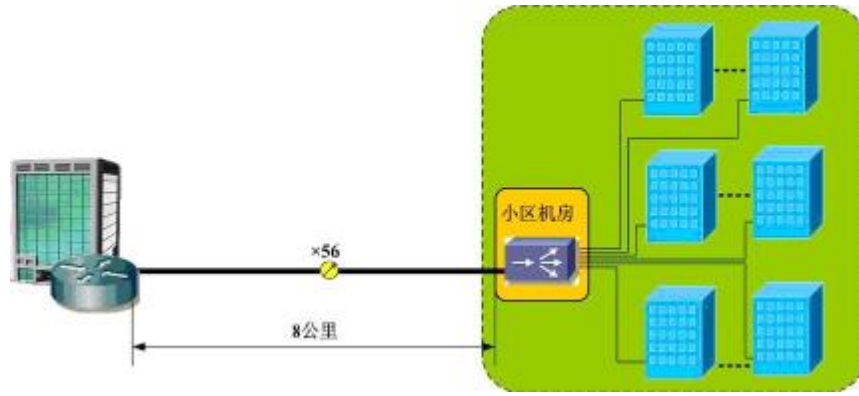


图10 光缆线路示意图

对于 48 户型公寓，从小区机房到楼栋 ODF 箱建议铺设 50 芯 GYTA 型光缆，再由楼栋 ODF 箱分出 8 根 7 芯一体化光缆至每一单元，每单元各两根一体化光缆分别引进楼道的第 2 层和第五层的楼道分纤盒中，从每一分纤盒分出 6 根“8”字光缆分别进入上下 3 层共 6 户家中。楼房网络拓扑见下图。

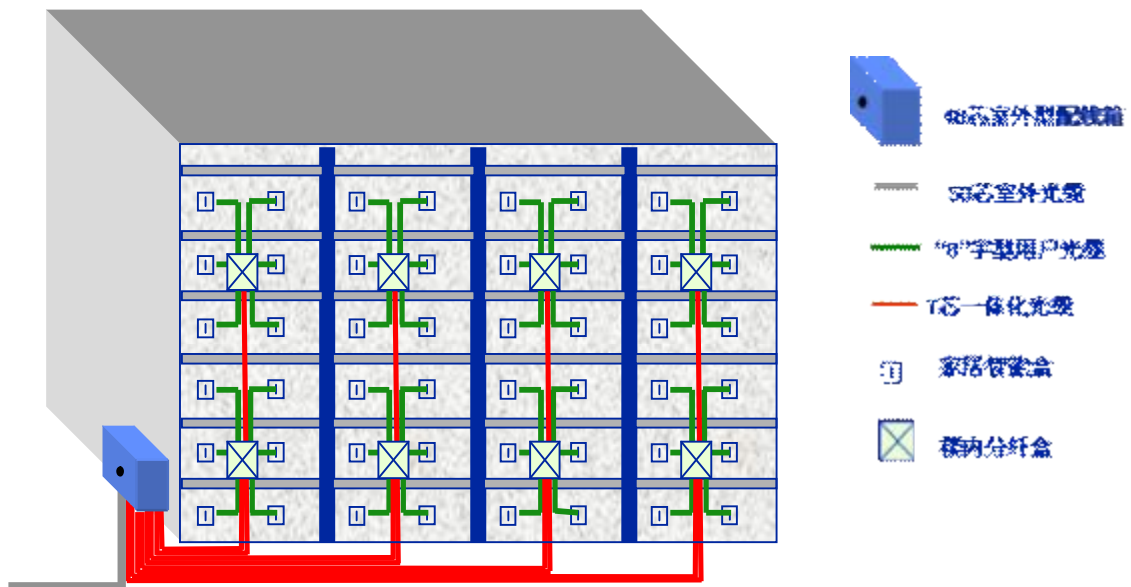


图11 48户型公寓线路拓扑图

对于 8 户型联体别墅，从小区机房到楼前建议铺设 50 芯 GYTA 型光缆，再由楼前分纤接头盒分出 2 根 5 芯一体化光缆至每一单元，每根一体化光缆分别引进楼道第一层的楼道分纤盒中，从每一分纤盒分出 4 根“8”字光缆分别进入上下 2 层共 4 户家中。楼房网络拓扑见下图。

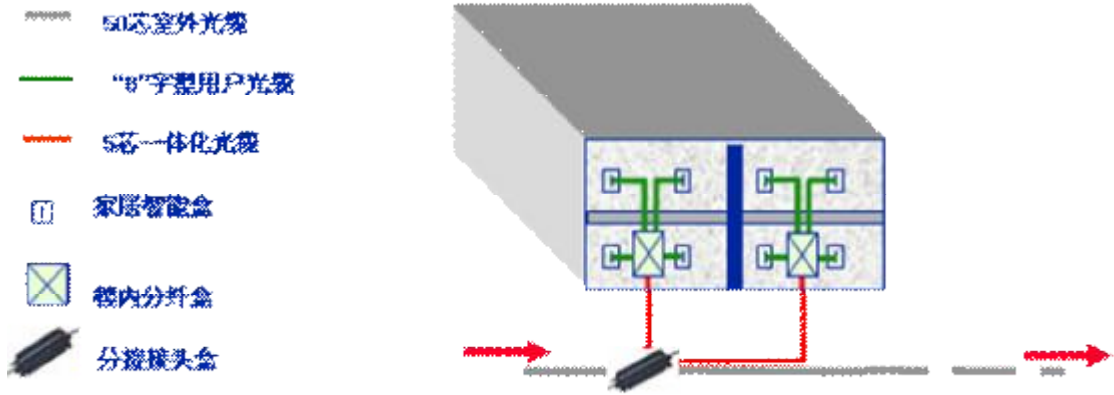


图12 8户型联体别墅线路拓扑图

### 线缆选择

FTTH 解决方案与其他接入方案最大的区别在于光纤入户，需要用到室内光纤光缆。室内光纤光缆与常规室外光纤光缆不同，在阻燃、抗弯折等方面都有特殊要求。

以下是烽火通信可提供的各种室内光缆：

表 4：烽火室内光缆

系列	产品名称	产品代号	
		单模	多模
A	紧套光纤	TBF-SM	TBF-MM
	半紧套光纤	STF-SM	STF-MM
B	单芯光缆	SC-SM	SC-MM
	铠装单芯光缆	OSC-SM	OSC-MM
C	8字形光缆	ZC-SM	ZC-MM
	8字形光电复合光缆	ZCE-SM	ZCE-MM
D	两芯束状光缆	DC-2-SM	DC-2-MM
	四芯束状光缆	DC-4-SM	DC-4-MM
	六芯束状光缆	DC-6-SM	DC-6-MM
	八芯束状光缆	DC-8-SM	DC-8-MM
	12芯束状光缆	DC-12-SM	DC-12-MM
	24芯束状光缆	DC-24-SM	DC-24-MM
E	两芯布线光缆	BC-2-SM	BC-2-MM
	四芯布线光缆	BC-4-SM	BC-4-MM



	六芯布线光缆	BC-6-SM	BC-6-MM
	八芯布线光缆	BC-8-SM	BC-8-MM
	12 芯布线光缆	BC-12-SM	BC-12-MM
	24 芯布线光缆	BC-24-SM	BC-24-MM
	36 芯布线光缆	BC-36-SM	BC-36-MM
F	2 芯防水尾缆	IOBC-2-SM	IOBC-2-MM
	四芯防水尾缆	IOBC-4-SM	IOBC-4-MM
G	Unitube-A 型	UC-A-SM	UC-A-MM
	Unitube-S 型	UC-S-SM	UC-S-MM
H	扁平型光纤带光缆	IRC-CORES-SM	IRC-CORES-MM
	接入网光纤带光缆	LRC-CORES-SM	LRC- CORES -MM

对于 FTTH 中光纤光缆选择的方案，烽火通信另有专文介绍，请参见《烽火通信 FTTH 光缆解决方案》。

## 2.4 工程资源设计

### 设备安装空间

在 FTTH 工程实施所需资源的考虑因素中，重要的一部分是对于设备安装空间的考虑。需考虑局端 OLT 设备安装空间、局端 ODF 安装空间、用户驻地 ODF 安装空间、FTTH 智能终端盒安装空间等。

其中设备和 ODF 大多为机架式结构，需明确机架大小，设计合理的空间。

烽火通信可提供 FTTH 专用的用户驻地 ODF 机架，每个机柜的尺寸为 2200 (H) × 700 (W) × 300 (D)。

对于 FTTH 智能终端盒，由于安放于终端用户家中，对体积大小、外观、安装方式都有较高的要求。下图是烽火通信的一款智能终端盒，其中安装有 ONU 设备、光纤熔接模块以及后备电源。可以采用壁挂方式安装，亦可内嵌到墙壁中。

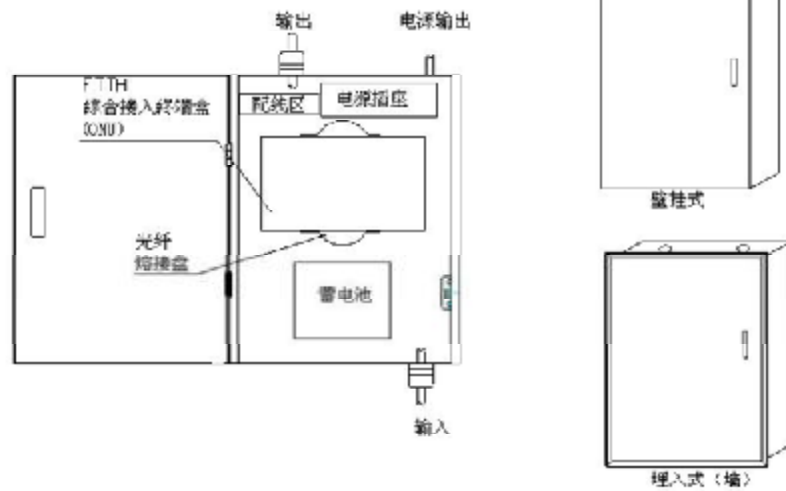


图13 智能终端盒/箱

## 电源

FTTH 的 OLT 设备为电信级接入网设备，一般采用-48V 直流电源，因此，局端机房需要运营商至少提供一组-48V 电源。

对于某小区的设计案例，局端配置为 2 台烽火 AN5116-01 电信级 EPON 设备，单台设备功率不大于 800 瓦，2 台不大于 1600 瓦，接地电阻<1 欧。

小区机房内只有 ODF 架和光分路器，不需要配置电源。

ONU 电源由用户室内引入，市电 220V 经过电源模块转换为直流 12V 给 ONU 供电。烽火公司可以提供后备电源模块，在断电的情况下，可保证电话 1 小时的正常使用。

## 网络接口资源

网络接口资源的确定主要考虑两个方面：运营商现有网络资源；FTTH 工程中根据用户数量规模、业务类型所估算的网络接口带宽需求。

如在某小区的案例中，局端机房具备 GE 接口、V5 接口若干；根据小区业务类型和规模计算所需网络接口资源为 2×GE 及 16×E1（见上文设备方案中的分析）。因此，最后确定为 2×GE 的数据业务接口和 16×E1 的话音业务接口。

## 2.5 运维解决方案

### 网管方案

FTTH 系统应为可管理、可维护的系统。

对 FTTH 设备的管理分为本地型和集中型两种：本地型管理主要采用本地维护终端通过设备串口在现场对设备进行配置；集中型管理则是通过网管系统对设备进行远程集中管理，

网管系统必须具有良好的图形用户界面和在线帮助、网络软件下载、自动发现网络实体、手动和自动参数配置等功能。

集中网管又分为带内管理和带外管理两种方式。烽火 FTTH 网管系统为 ANM2000 系列，可实现带内、带外管理。

对于带内管理方式，AN5116-01 系列 EPON 设备支持以划分 VLAN 的方法实现网管信息和用户信息隔离；带外管理则是通过使用设备核心交换盘上的以太网口，通过 TCP/IP 与网管服务器交互来实现，用户信息和网管信息分别使用独立的硬件电路，物理上分开，用户不能访问网管信息。

### AAA 运维方案

住宅客户是运营商服务的主要客户群体。如何提供灵活的促销手段和资费政策？如何对多种多样的应用服务进行管理？这些都逐渐成为运营商们首要考虑的问题。

对于这类客户我们一般采用集中式认证和计费管理方式，将不同的社区的客户端汇聚到局端的 BAS 设备上上进行统一的认证管理，计费方式采用主备用的方式来进行数据的采集和分析。

## 高档社区 AAA 解决方案

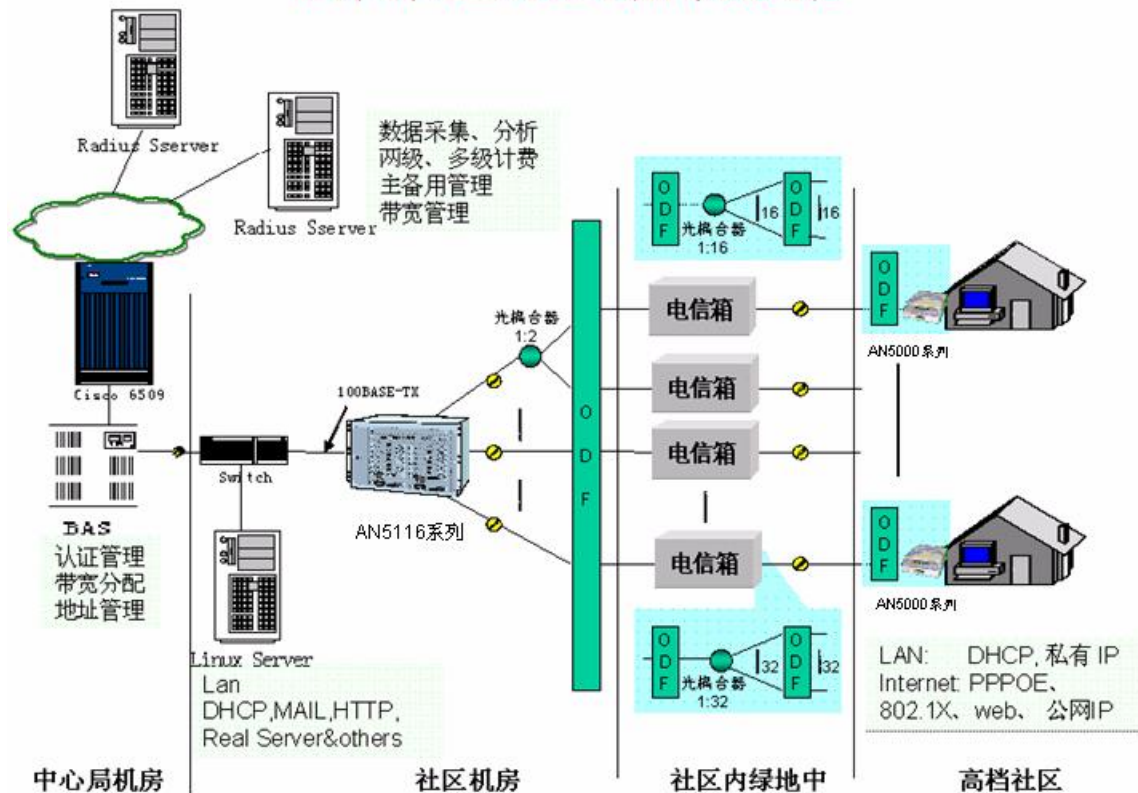


图14 FTTH 运维解决方案

### 3 烽火通信 FTTH 工程案例

FTTH 工程涉及到 EPON 技术与设备实现、光线路器件、光纤光缆、施工布线等多个领域的专业技术，门槛较高，因此，可提供全套解决方案的厂家并不多，而烽火通信正是可提供 FTTH 全套解决方案厂家中的佼佼者。

首先，烽火通信具备全系列电信级 OLT 和 ONU 设备（详见附件）；第二，烽火通信是业界唯一一个集光系统设备、光器件和光纤光缆为一体的制造商，在器件、线缆方面都具有相当的资源优势；第三，烽火通信在全国已有多个 FTTH 试验工程或商用工程，积累了丰富的实施经验，烽火 FTTH 工程包括：武汉长飞公寓、新疆昌吉电信、四川绵阳电信、湖北网通南湖都市桃源小区、武汉电信紫菘小区、北京通信 FTTH 演示工程等等。烽火通信目前是国内最具实力的 FTTH 供货商。

下面就几个工程案例做简单介绍：

#### 3.1 武汉长飞小区

烽火通信参与的长飞（YOFC）公寓 FTTH 试点建设实现 158 户家庭的“三网合一”应用，是中国第一个 FTTH 工程，具有里程碑的意义。

方案特点：

- （1）是真正意义上的“三网合一”解决方案。可以向用户提供高速的 Internet 服务、廉价的 VoIP 服务和灵活的视频服务；
- （2）具有很强的组网灵活性，易于升级扩展。充分考虑了未来用户数增加时的扩容。均采用了模块化的设计，可实现平滑升级。同时，CATV 解决方案既考虑了对现有业务如模拟 CATV 的支持，也考虑了对未来 SDTV、HDTV 等新兴业务的支持；
- （3）便于维护和管理。采用双纤三波方式，可以对不同业务进行有效的隔离，网通和广电可以各自独立的对用户进行管理和支持。

#### 3.2 湖北网通南湖都市桃源 FTTH 工程

南湖都市桃源小区为正在开发中的高档住宅小区，共计 713 余户。FTTH 工程与小区楼宇建设配合共同实施，开通宽带数据、普通电话和 CATV 业务，并可以根据用户的需求，灵活开通 IPTV 等增值业务。

根据实际情况，将 OLT 设备放置在小区机房，将分路器放置在小区内的室外 ODF 箱中，采用 1:32 的分路比，一次分支，再通过室外光缆经分支连接到用户家中。以方便施工与维护。

采用 1 台 AN5116-01 设备，在首期 4 栋共计 192 户的情况下，在 AN5116-01 设备上插 3 块 EPON 接口卡即可。今后在南湖都市桃源逐步建设完成后，增加 EPON 接口卡即可完成扩容。

#### 3.3 武汉电信紫菘小区

武汉电信紫菘小区 FTTH 工程是对现有成熟小区的接入网改造工程，开通用户 408 户，采用“单纤三波”方式实现三网融合（一根光纤入户，可同时提供三种业务），按需提供业

务。

烽火通信在改工程的实施过程中积累了丰富的布线、设备设置、业务开通等方面的经验，为今后对现有住宅用户开通 FTTH 打下了坚实的基础。

## 4 结束语

在新的竞争格局下，运营商在接入层的目标已不是满足话音普遍服务和网络普遍覆盖，而是如何以合理的投入产出比，快速灵活地满足综合业务接入的需求。面对这样的需求综合接入设备应运而生。它能够提供目前大部分有线接入方式，适应多种用户需求。避免了因少量客户的需求进行设备的重复采购，降低了建网初期投入和后期设备维护、管理费用。

烽火通信 FTTH 无源光网络综合接入解决方案，突破了传统接入网建设的局限性。在技术和设备上实现了“三网合一”的设想。提供了多种解决方案，既适合新兴运营商构建新一代综合业务接入网，通过宽窄带一体化的先进架构，向用户提供“快速、灵活、方便”的全业务的接入服务；也适合原有运营商大规模建设 FTTH、xDSL 综合宽带接入网。体现了逐步建设、平滑过渡的思想，降低了运营商的投资风险，提高了资源利用率，达到快速获得收益的投资预期。

## 5 附 设备简介

### 5.1 EPON 综合业务局端机（AN5116-01）

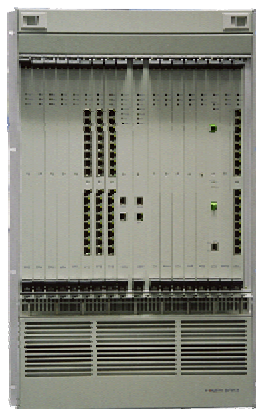


图15 AN5116-01 前视图

AN5116-01 是一款大型的电信级 GEPON 设备，单框可以插 16 块 PON 接口卡，每个 PON 接口卡具有 2 个 PON 接口，支持 1: 32 的分路比，因此单框可以提供 32 个 PON 接口，最多可以连接 1024 个 ONU。可以在 1 根光纤上实现 TDM、数据、模拟电视 3 种业务的接入。

AN5116-01 具有 4 个 GE 数据上连接口，TDM 提供 STM-1 和 8 个 2M 接口。背板交换容量 48G（主备共 96G），核心交换卡支持主备倒换。

兼容现有 PSTN 网络和 NGN（软交换）。可通过 V5.2 接口或 PRI 信令接口与 PSTN 网络互通，实现普通电话接入。

还可以通过软件升级，与 NGN（软交换）互联，完成 VOIP 平滑演进。

AN5116-01 采用 19 英寸 17U 中置背板结构，16 块多种业务接口卡可灵活混插、上联卡采用后插板，采用-48V 直流全分散供电方式。

AN5116-01 具有丰富的 OAM 管理特性，可以通过堆叠或级联方式进行扩容，满足用户对多业务光纤接入的需求。

AN5116-01 可以与多种 EPON 远端机对接，满足不同业务和用户需求。

### 5.2 AN5000 系列 EPON 综合业务远端机



图16 AN5000 系列用户端 ONU

AN5000 系列 ONU 是小型的盒式 ONU 设备，可以放置在桌面上，也可以挂在用户墙面上，或者放置在家庭多媒体终端盒中。通过外置电源模块供电，也可以选择后备电源，解决断电后通信的难题。

AN5000 系列 ONU 包括 AN5006-02、AN5006-05 和 AN5006-06，按业务需求选用不同设备。

AN5006-02 具有 1 个 PON 接口、2 个 FE 接口和 1 个 CATV 射频接口 (RF)，适合家庭用户。

AN5006-05 具有 1 个 PON 接口、2 个 FE 接口、2 个 POTS 接口和 1 个 CATV 射频接口 (RF)，可用于高档小区的家庭用户或者小型办公环境。

AN5006-06 具有主备两个 PON 接口、2~3 个 FE 电接口 (其中 1 个用户可配 GE 光电接口)、8 个 POTS 接口 (可选) 和 2~4 个 E1 专线业务接口 (可选)，丰富的接口类型和数量特别适合办公环境。

对于 CATV 业务，可以在 1 根光纤上实现数据、模拟电视多种业务的接入 (单纤方式)，也可单独采用 1 根光纤的方式承载 (双纤方式)。

AN5000 系列 ONU 具有丰富的 OAM 管理特性，不需要用户进行任何配置就可以正常使用。支持 IEEE802.1X 认证方式，方便了用户的使用。

## 技术特点

- Ø 具有自主知识产权的 GEPON 系统符合 IEEE 802.3ah 最新标准，为后期的开放性和互通性，以及维护和管理奠定了坚实的基础；
- Ø OLT 设备的接口类型丰富，同时可以提供 ADSL、ADSL2+、VDSL、SHDSL、V.35、V.24 等全系列的宽窄带接口，实现与 PSTN、宽带网、DDN 的无缝融合。在现有已开通的设备上可随时升级为 FTTH 网络。满配置时支持 1024 线 ADSL/ADSL2+/SHDSL，或 1024 线 POTS，或 768 线 VDSL，或 1024 个 ONU (可接 1920 线 POTS)。
- Ø 通过 V5.2 接口与 PSTN 网络互通，实现普通电话接入，并可与软交换网络互通，兼容现有 PSTN 网络和 NGN (软交换)；
- Ø 19 英寸 17U 中置背板结构，背板交换容量 48G (主备共 96G)，核心交换卡支持主备倒换、16 块多种业务接口卡可灵活混插、上联卡采用后插板，采用全分散供电方式；
- Ø 在 GEPON 方式下采用单纤三波方式，可支持多业务，包括数据 (FE)、语音 (POTS)、租赁业务、模拟电视；
- Ø 上联接口可保护 (TRUNK)，可级联 (方式)。支持 OLT 级联，节省上联千兆接口；
- Ø 灵活的动态带宽分配 (DBA)；
- Ø AES-128 加密和解密保证用户数据安全 (业界暂时无测试仪表)；
- Ø 安装简便，可实现 ONU 的自动发现，大大降低网络运维成本；
- Ø AN5000 系列 ONU 可提供 POTS 接口、FE 接口、RF 接口或者 E1 接口，在用户家中用 1 根光纤实现了上网、电话、电视等多种业务。提供后备电池 (12v 供电，供电时间 ≥ 1 小时)，在断电后，用户还可以拨打电话，解决了困扰 FTTH 建设的断电问题。支持本地和远端的环回测试；



- Ø 丰富的 802.3ah OAM 功能，提供了一种机制用作监测点到点链路终端之间的性能，例如远端失效检测、OAM 性能发现等；
- Ø OLT 到 ONU 上/下行 0~1000M，带宽可灵活配置；

## 遵循的标准

- I IEEE802.3ah EPON 标准；
- I IEEE 802.3/802.3u 10/100M Ethernet port；
- I IEEE802.1d 网桥协议；
- I IEEE802.1S 多生成树协议；
- I IEEE802.1X 基于端口的访问控制；
- I IEEE 802.1q VLAN；
- I IEEE802.3ad 链路汇聚功能；
- I IEEE 802.3z Gigabit Ethernet port；
- I IEEE802.3x 全双工流控和半双工背压机制；
- I ITU-T G.703 系列数字接口的物理/电特性
- I YDN 021-1996 本地数字交换机和接入网之间的 V5.2 接口技术规范