

# XG-PON 在 FTTH 网络中的应用策略研究

徐梅香, 张 艳

(江苏省邮电规划设计院有限责任公司, 南京 210019)

**摘要:** 现有接入网部分 FTTH GPON 网络无法满足超高带宽业务发展需求, 需采用 XG-PON 等技术对 GPON 网络进行提速升级策略研究。通过预测业务发展目标, 建立流量测算模型, 对 GPON 进行提速需求分析, 提出 XG-PON 共纤承载、XG-PON 分纤叠加和 GPON 降分光比 3 种提速方案, 并对这 3 种方案从综合造价、运维管理和工程实施难度等方面进行详细的比较分析。最后, 提出不同场景下最优的提速方案。该提速策略有助于 GPON 的平滑演进, 为各场景下 GPON 提速提供了参考依据。

**关键词:** FTTH; XG-PON; 提速升级; GPON; ODN

**中图分类号:** TN929 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-5561(2018)05-0037-04

**DOI:** 10.13921/j.cnki.issn1002-5561.2018.05.010

## Research on the application strategy of XG-PON in FTTH

XU Meixiang, ZHANG Yan

(Jiangsu Posts & Telecommunications Planning and Designing Institute Co., Ltd., Nanjing 210019, China)

**Abstract:** Currently some FTTH GPON network of access network can not meet the development needs of the ultra high bandwidth service, it need to do some study with XG-PON technology on network speeding of GPON network. This paper projects the operation development objective, establishes the flow model, analyses the speeding requirement of GPON. It puts forward three speeding programs, includes XG-PON load-rebearing in same fiber, XG-PON fiber distribution the fiber overlying and reducing the coupling cation, compares and analyzes the three programs from several aspects of comprehensive cost, maintenance management and project difficulty. Finally this paper proposes the best speeding program in different scenarios. This speeding strategy contributes to the smooth evolution of GPON, provides some basis for GPON network speeding in various scenarios.

**Key words:** FTTH; XG-PON; speeding upgrade; GPON; ODN

### 0 引言

随着互联网的持续快速发展, 4K 超高清、3D、体感游戏及智能家居等业务逐步进入家庭, 超百兆乃至千兆带宽时代正逐渐来临<sup>[1]</sup>。但目前接入网部分 FTTH PON 存在瓶颈, 无法满足超高带宽业务规模发展需求, 故需对现有 FTTH 宽带接入网络提速升级。目前, 国内各大运营商有线接入网主要采用 EPON/GPON 技术, 采用 10G EPON 技术对 EPON 进行提速升级已经成熟, 但对 GPON 采用 XG-PON 技术进行提速升级还

仅处于试点研究阶段, 各大运营商关注的重点是: 何时对 GPON 进行 XG-PON 提速升级并使综合成本最低; 不同场景采用何种提速方案最优。本文通过预测业务发展目标, 建立流量测算模型, 对 GPON 进行提速需求分析。

### 1 提速需求分析

#### 1.1 流量测算模型

根据未来超高带宽业务需求, 网络建设应适度超前。我们预测未来业务的发展目标为: 2020 年超百兆用户需求占比将达到 70%, 其中 200 兆用户为 35%, 500 兆用户为 20%, 千兆用户为 15%, 其余为百兆及以下用户。根据以上业务发展目标, 我们对现有 FTTH

收稿日期: 2018-01-16。

作者简介: 徐梅香(1972-), 女, 工程硕士, 高级工程师, 一级建造师, 研究方向为有线接入网、无源光纤网络、FTTX 技术等。

GPON 进行提速需求分析,制定流量测算模型。宽带业务主要由上网、视频两类业务构成,这两类业务对网络带宽的要求各有不同。

1.1.1 视频流量模型

视频业务包括高清 iTV 及互联网 OTT 业务等,带宽需求根据视频质量要求而定,以各类视频业务的带宽需求和各类套餐承诺的接入能力为主要考虑因素建立视频流量模型,如表 1 所示。

我们以 100M 套餐为例建立视频流量模型,结合用户使用行为预测及 100Mb/s 带宽能力综合考虑,该套餐可支持用户 1 路 4K、1 路高清视频播放。由于极致 4K 视频流畅播放至少要求 100Mb/s 带宽,超出套餐最高承诺速率,故无法满足。因此,100M 套餐流畅观看 1 路 4K 和 1 路高清视频至少要求 50+8=58Mb/s 带宽。

表 1 视频流量模型表

| 业务类型  | 带宽需求 (Mb/s) | 各套餐下不同业务数量(路) |     |     |      | 各套餐下各类业务带宽需求 (Mb/s) |     |     |      |
|-------|-------------|---------------|-----|-----|------|---------------------|-----|-----|------|
|       |             | 100           | 200 | 500 | 1000 | 100                 | 200 | 500 | 1000 |
| 极致 4K | 100         |               |     | 1   | 2    | 58                  | 58  | 150 | 200  |
| 4K    | 50          | 1             | 1   | 1   |      |                     |     |     |      |
| 高清    | 8           | 1             | 1   |     |      |                     |     |     |      |
| 标清    | 4           |               |     |     |      |                     |     |     |      |

1.1.2 户均带宽需求流量模型

根据用户使用网络的情况,可分为仅上网、仅看视频、上网并看视频及不使用网络 4 类情况。据此,我们设计户均带宽需求流量模型,如表 2 所示,测算得到户均带宽为 94.76Mb/s。

表 2 户均带宽需求流量模型表

| 各套餐峰值带宽 (Mb/s) | 各套餐下视频业务带宽 (Mb/s) | 上网流量 占比 | 视频流量 占比 | 仅上网 比例 | 仅视频 比例 | 视频+ 上网比例 | 各套餐 户均带宽需求 (Mb/s) | 各套餐 用户比例 | 户均加权 带宽需求 (Mb/s) |
|----------------|-------------------|---------|---------|--------|--------|----------|-------------------|----------|------------------|
| 100            | 58                | 20%     | 100%    | 30%    | 30%    | 30%      | 43.3              | 30%      | 94.76            |
| 200            | 58                | 20%     | 100%    | 30%    | 30%    | 30%      | 55.3              | 35%      |                  |
| 500            | 150               | 20%     | 100%    | 30%    | 30%    | 30%      | 141.0             | 20%      |                  |
| 1000           | 200               | 20%     | 100%    | 30%    | 30%    | 30%      | 228.0             | 15%      |                  |

1.2 FTTH 提速需求分析

根据户均需求带宽,我们结合目前公众小区宽带用户实装率进行 FTTH 提速需求分析,如表 3 所示。实装率取值参考各运营商现网数据或预测目标数据,取平均值。

表 3 FTTH 提速需求分析表

| 建设场景 | 制式         | 分光比 | 实装率 | 户均加权<br>带宽需求<br>(Mb/s) | 实际所需带宽<br>(Mb/s) | 理论最大<br>下行带宽<br>(Mb/s) | 是否满足<br>带宽需求 |
|------|------------|-----|-----|------------------------|------------------|------------------------|--------------|
| 公众小区 | GPON       | 64  | 65% | 94.76                  | 3942             | 2200                   | 不满足          |
|      |            | 32  |     |                        | 1971             | 2200                   | 满足           |
|      |            | 16  |     |                        | 985              | 2200                   | 满足           |
|      | 10G<br>PON | 128 |     |                        | 7884             | 9000                   | 满足           |
|      |            | 64  |     |                        | 3942             | 9000                   | 满足           |
|      |            |     |     |                        |                  |                        |              |

从表 3 分析可以得出:对 GPON FTTH 用户,将分光比降低到 1:32 可以满足 2020 年目标业务需求;对于 10G PON 用户,分光比设置为 1:128 可满足 2020 年目标业务需求。

在实际工程中应根据光分配网(ODN)衰减测算模型,结合原 GPON 现状,合理选择符合 ODN 系统衰减要求的建设方案。

2 总体思路及建设原则

从现网需求分析来看,部分场景需要对有线宽带接入网进行提速,其目的是为接应电信运营商互联网化转型,在实现百兆宽带接入普及的基础上开展千兆宽带的网络能力试点,打造面向“互联网+”的高带宽业务网络,满足未来千兆业务需求,提高差异化服务能力,确保固网宽带市场的引领地位<sup>[2]</sup>。因此,需遵循以下建设原则:①坚持“网络技术演进方向和业务发展方向相结合、初期投资和综合成本相结合、整体规划和按需实施相结合”的原则,积极、稳妥地推进现有

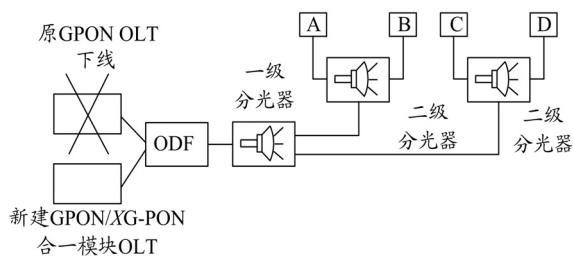
GPON 平滑提速升级; ②实施提速升级的 GPON 至少要满足未来 5 年的业务发展需要, 避免重复建设。

### 3 GPON FTTH 提速方案分析

GPON FTTH 提速升级可采用 XG-PON 共纤承载、XG-PON 分纤叠加及 GPON 降分光比 3 种可选方案。本文中 XG-PON 指 10G GPON。

#### 3.1 XG-PON 共纤承载

XG-PON 共纤承载又可细分为 GPON 与 XG-PON 外置合分波器共纤承载、XG-PON/GPON 叠加板加单端口小型化 WDM1r、GPON/XG-PON 合一光模块共纤承载 3 种方案。图 1 为 XG-GPON 共纤承载网络示意图。



- [A] GPON 终端不变, 割接至合一模块 OLT
- [B] 更换为 XG-GPON 终端, 割接至合一模块 OLT
- [C] GPON 终端不变, 割接至合一模块 OLT
- [D] 更换为 XG-GPON 终端, 割接至合一模块 OLT

图 1 XG-GPON 共纤承载网络示意图

#### 3.1.1 GPON 与 XG-PON 外置合分波器共纤承载

在原 ODN 上加装 WDM1r 插框以波分复用的方式实现 XG-PON 与 GPON 的共纤承载。

500 兆及千兆业务采用 XG-PON 终端, 割接至 XG-PON OLT; 200 兆及以下业务采用 GPON 终端, 工作在原 GPON OLT 下。原 GPON OLT 继续在网运行,

承载 200 兆及以下业务; 500 兆及千兆业务由 XG-PON OLT 承载。

#### 3.1.2 XG-PON/GPON 叠加板加单端口小型化 WDM1r 共纤承载

原 ODN 不变动, 采用 XG-PON/GPON 叠加板加单端口小型化 WDM1r 实现 XG-PON 与 GPON 的共纤承载。500 兆及千兆业务采用 XG-PON 终端, 200 兆及以下业务采用 GPON 终端; 所有业务均可采用 XG-PON/GPON 叠加板 OLT 承载。原 GPON OLT 在用户减少到一定阈值时, 可以将剩余用户全部割接到 XG-PON/GPON 叠加板 OLT, 原 GPON OLT 可以下线调配他用。

#### 3.1.3 GPON/XG-PON 合一光模块共纤承载

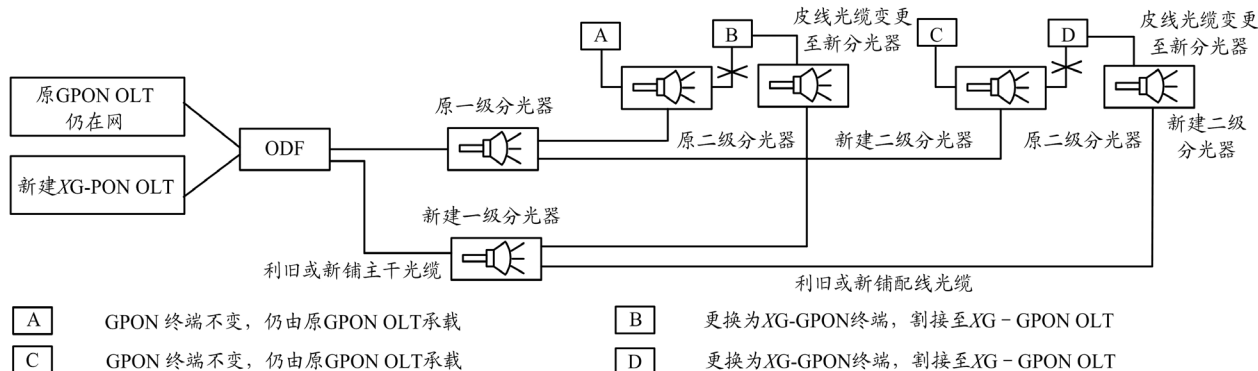
原 ODN 不变动, 采用 GPON/XG-PON 合一光模块实现 XG-PON 与 GPON 的共纤承载。500 兆及千兆业务采用 XG-PON 终端, 200 兆及以下业务采用 GPON 终端; 所有业务均可采用 GPON/XG-PON 合一模块 OLT 承载。原 GPON OLT 在用户减少到一定阈值时, 可以将剩余用户全部割接到 GPON/XG-PON, 原 GPON OLT 可以下线调配他用。

#### 3.2 XG-PON 分纤叠加

新建 XG-PON 与原 GPON 分纤叠加, 逻辑上与 GPON 两张网络相互独立; 原 GPON OLT 继续在网运行, 承载 200 兆及以下业务。细分为利旧主干和新建主干两种方案。图 2 为 XG-PON 分纤叠加网络示意图。

◆利旧主干。主干可利旧, 根据网络现状测算 ODN 链路衰耗, 选择合适的分光比, 新建一级、二级分光器, 上联至新增的 XG-PON PON 口, 将超百兆需求用户割接至 XG-PON PON 口, 并替换 XG-PON 终端。

◆新建主干。主干光缆空余纤芯不足, 需新建、新放主干光缆至小区光交设备, 根据网络现状测算 ODN



- [A] GPON 终端不变, 仍由原 GPON OLT 承载
- [B] 更换为 XG-GPON 终端, 割接至 XG-GPON OLT
- [C] GPON 终端不变, 仍由原 GPON OLT 承载
- [D] 更换为 XG-GPON 终端, 割接至 XG-GPON OLT

图 2 XG-PON 分纤叠加网络示意图

链路衰耗,选择合适的分光比,新建一级、二级分光器,上联至新增的 XG-PON PON 口,将超百兆需求用户割接至 XG-PON PON 口,并替换 XG-PON 终端。

3.3 降分光比

若采用降分光比进行提速升级,根据提速需求分析,GPON FTTH 分光比降至 1:32 可满足提速目标。对原 ODN 进行裂化,根据现网资源利旧或新建光缆;新裂化的 GPON OLT 与原 GPON OLT 分摊承载所有业务。细分为利旧主干和新建主干两种方案。

◆利旧主干。主干光缆可利旧,替换一级分光器,总分光比设置为 1:32,将有超百兆需求的用户替换为超百兆 GPON 终端。

◆新建主干。主干光缆空余纤芯不足,需新建,新放主干光缆至小区光交设备,替换一级分光器,总分光比设置为 1:32,将有超百兆需求的用户替换为超百兆 GPON 终端。

4 提速方案建议

我们从户均综合成本、工程实施难度、割接风险、运维成本、对原 ODN 改动、对机房空间要求及引入插损等方面,将各提速方案进行对比分析。

4.1 提速方案对比分析

提速各方案对比分析详见表 4。

4.2 提速方案建议

从各方面综合分析来看,采用合一光模块 XG-PON 共纤承载是 GPON 提速升级的优选方向;原 ODN 不需做任何改动,GPON/XG-PON 终端共用 ODN,直接替换 OLT 板卡或设备,工程简单;节省机柜、机房空间,尤其适用机房空间不富余的场景;合一模块节省 50%板卡,节省槽位和功耗;对资管系统基本无影响,与 10G EPON 方式基本类似。

结合实际情况,近期高带宽需求不高的 GPON 农

表 4 三种提速方案对比分析表

| 改造方向           | 具体方案                     | 户均<br>综合成本 | 工程<br>实施难度 | 割接<br>风险 | 运维<br>成本 | 对原 ODN<br>的改动                   | 对机房<br>空间的要求                         | 引入新<br>器件增<br>加插损 |
|----------------|--------------------------|------------|------------|----------|----------|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| XG-PON<br>共纤承载 | 外置<br>WDM1r 插框           | 低          | 较低         | 无        | 中        | 在原 ODN 上<br>加装 WDM1r<br>插框      | 新增 WDM1r<br>插框,大量占<br>用机框空间          | 1dB               |
|                | 单端口<br>小型化 WDM1r         | 中          | 低          | 高        | 低        | 不变动<br>原 ODN                    | 单端口小型化<br>WDM1r,不占<br>用机框空间          | 1dB               |
|                | GPON/<br>XG-PON<br>合一光模块 | 中          | 低          | 高        | 低        | 不变动<br>原 ODN                    | GPON/XG-<br>PON 合一<br>模块,不占用<br>机框空间 | 无                 |
| XG-PON<br>分纤叠加 | 利旧主干                     | 低          | 较高         | 无        | 高        | 新建一张<br>XG-PON;<br>两张网络<br>相互独立 | 不新增合波<br>器,不占用<br>机框空间               | 无                 |
|                | 新建主干                     | 中          | 高          | 无        | 高        | 新建一张<br>XG-PON;<br>两张网络<br>相互独立 | 不新增合波<br>器,不占用<br>机框空间               | 无                 |
| GPON<br>降分光比   | 利旧主干                     | 低          | 中          | 中        | 低        | 原 GPON 裂化                       | 不新增合波<br>器,不占用<br>机框空间               | 无                 |
|                | 新建主干                     | 高          | 高          | 中        | 低        | 原 GPON 裂化                       | 不新增合波<br>器,不占用<br>机框空间               | 无                 |

村区域可采用降分光比方案,高带宽需求旺盛的 GPON 城市区域宜采用合一光模块 XG-PON 共纤承载方案提速升级。

5 结束语

本文通过对各种 GPON 提速升级方案的分析对比,提出了最优的合理提速升级方案,解决了 GPON 提速升级在工程中的实际应用难题。本文提出的方案有助于 GPON 的平滑演进,为各场景下 GPON 提速提供了参考依据。

参考文献:

[1] 康艳萍, 杨国涛. XG-PON 技术部署研究策略 [J]. 信息通信, 2017 (5): 268-270.  
[2] 房超. 10G GPON 技术及相关标准研究 [J]. 电信网技术, 2011 (10): 143-145.