

PON 设备在移动回传网络中的定位

本文首先介绍了 PON 设备的现状、应用及技术标准发展，然后根据现网测试的结果和网络应用提出现有 PON 设备在当前 2G、3G 移动回传网络中的定位，最后提出 PON 技术承载 LTE 需要关注和解决的问题。

0 前言

移目前移动通信和固网宽带是我国各电信运营商最重要的两大基础业务，在电信网络 IP 化、宽带化和技术融合的大背景下，移动宽带服务驱动移动通信网络迅猛发展，对移动回传承载网络提出了更高的要求。在对网络灵活性需求不断增加的同时，业务接入带宽的需求更是迅猛增加，以 WCDMA 网络为例，移动回传网络的实际接入带宽已从 2G 时代的 2 Mbit/s，经过 3G 发展初期的 15 Mbit/s，提高到 3G 成熟期 HSPA+ 业务的 28 Mbit/s，未来 LTE 的基站物理接口将会达到 GE，实际业务带宽有可能达到 300 Mbit/s 以上。

当前，各运营商在积极探寻适合自身未来移动回传网络发展的基于分组或传输的主流技术，如分组传送网（PTN）、IP 化无线接入网（IP RAN）、光传送网（OTN）及融合技术 P/E-OTN 等，与此同时，也在积极尝试利用现有传输和接入资源传送移动回传业务，特别是利用现有 PON 的空闲端口，以期充分利用现有资源，提高现有网络的利用率，降低网络建设和维护成本，PON 因此成为大家所关心的热点之一。

1 PON 技术现状与发展

1.1 PON 技术现状

传统的 PON 系统下行数据流采用广播技术、上行数据流采用 TDMA 技术，以解决多用户每个方向信号的复用问题。传统 PON 技术采用 WDM 技术，在光纤上实现单纤双向传输，解决 2 个方向信号的复用传输。PON 一般由光线路终端（OLT）、分光器（ODU）、用户终端（ONU）3 个部分构成。目前在现网中广泛应用的 PON 技术包括 EPON 和 GPON 2 种主流技术，EPON 上下行带宽均为 1.25 Gbit/s，GPON 下行带宽为 2.5 Gbit/s，上行带宽为 1.25 Gbit/s。

目前在实际的 FTTx 应用场景中，大多数 EPON/GPON 只配置了以太接口，可选配置 POTS 和 2M 接口。但从技术标准要求上，EPON/GPON 均可实现 IP 业务和 TDM 业务等多业务接入，并可实现 QoS 分类。

EPON/GPON 均可传递时钟同步信号，可通过 OLT 的 STM-1 接口或 GE 接口，从外部线路中提取频率同步信号，此时 OLT 需要支持同步以太网；也可以在 OLT 设备上从外部 BITS 输入时钟信号，作为该 PON 的公共时钟源，ONU 与该时钟源保持频率同步。

随着标准的发展，目前 EPON/GPON 均有了 PON 层自身的时间同步传递机制。

- a) 在 ITU-TG. 984. 3 Amendment 2 标准中定义了 GPON 的时间同步机制。
- b) 在 IEEE 802. 1as 标准中定义了 EPON 的时间同步机制。

1.2 PON 技术标准的发展

虽然 10G EPON 和 PON 尚未大规模商用，但 10 Gbit/s 以上速率的 PON 技术是近 2 年 ITU-T 和 FSAN 研究的重点和热点。XG-PON1 的相关技术标准已经趋于成熟，XG-PON1 之后的 NG-PON2 标准框架也已基本完成。向多波长扩展是近期技术研究的重点，FSAN 已经明确 TWDM-PON 是未来 NG-PON2 的技术选择，但在 ITU-T SG15 中规范多种技术的 G.multi 标准也已基本完成，这说明有关多波长扩展的多个技术流派之争远没有结束。表 1 是 ITU-T 关于 GPON、XG-PON1 和 NGPON2 相关标准的制定和成熟情况。

表 1 ITU-T 关于下一代 PON 标准化情况

GPON 系列标准	XG-PON1 系列标准	NGPON2 系列标准
G.984.1	G.987.1	G.ngpon2.1
G.984.2	G.987.2	G.ngpon2.2
G.984.3	G.987.3	G.ngpon2.3
G.984.4	G.987.4	
G.984.5	G.988	多波长 PON G.multi
G.984.6		
G.984.7		
相关标准已经稳定	相关标准已经成熟	相关标准制定中

2 现有 EPON/GPON 承载移动回传技术分析

2.1 移动回传需求分析

不同技术的 3G 网络对移动回传网络的带宽有所差异，本文以中国联通 WCDMA 技术为模型，分析 3G 移动回传网络的带宽需求。为完整分析移动回传网络的带宽，将 WLAN 也作为回传网络承载的业务之一，同时也将 BBU-RRU 拉远模式下对移动回传网络的带宽和性能需求进行分析。其相关需求见表 2，表 2 中带宽值均为无线技术的峰值带宽。

表2 移动回传业务需求

移动业务类型	带宽需求	接口需求	时延要求	时钟同步	时间同步
WLAN	100M	FE/GE	50 ms	无	无
GSM	2M~4M	E1	50 ms	0.05 ppm	无
WCDMA	30M	E1+FE	50 ms	0.05 ppm	无
LTE	300M	FE/GE	5~10 ms	0.05 ppm	4us
BBU-RRU	1.25G~6G	CPRI	μs量级	无	无

2.2 现网测试数据分析

下面测试数据是根据某运营商在 4 个城市进行的网络测试验证结果，其中 EPON 2 个城市，GPON 4 个城市，不同类型的设备每个城市只测试一个厂家的设备。

2.2.1 性能测试

a) TDM 业务。误码率和抖动均正常，但是时延偏大，测试结果表明，半数以上测试中，时延大于标准规范的 2 ms。

b) 以太网业务。PON 技术本身就是基于以太网的技术，对 IP 业务的承载较有优势，在测试中以太网业务的丢包率、时延、误码均符合要求。

c) 网络保护倒换。在现有接入网中，PON 的保护技术很少使用，但是考虑到移动基站安全性要求较高，对保护倒换进行了测试验证。保护倒换验证了以下 2 种类型。

(a) 干路光纤保护倒换。分别对 EPON/GPON 的 TDM 业务、以太网业务保护倒换进行了测试验证。测试结果表明，仅一处测试保护倒换时间大于 50 ms，但大部分测试的倒换时间都大于 20 ms，相较于现有的 MSTP 网络，倒换时间较大。

(b) 全线路保护倒换时间。测试结果见表 3。全线路保护的测试结果较差，半数测试不支持。

表3 全线路光纤保护倒换时间(单位:ms)

测试项目	GPON				EPON	
	地点1	地点2	地点3	地点4	地点1	地点2
TDM 业务	不支持	40	不支持	30	不支持	35
以太网业务	不支持	25	不支持	30	不支持	25

2.2.2 业务功能验证

- a) 网络正常时，各类业务均正常开通。
- b) 网络保护倒换时，效果较差。测试结果如表 4 所示。

表4 现网业务验证测试结果

测试项目	GPON				EPON	
	地点1	地点2	地点3	地点4	地点1	地点2
STM-1上联接口保护倒换	倒换期间语音通话正常	倒换期间存在语音通话中断,之后恢复正常	不支持	倒换期间存在语音通话中断,之后恢复正常	不支持	倒换期间存在语音通话中断,之后恢复正常
以太网上联接口保护倒换	倒换期间数据业务无明显影响	不支持	倒换期间数据业务存在明显影响,之后恢复正常	不支持	倒换期间数据业务无明显影响	不支持
干路光纤保护倒换	倒换期间语音、数据业务均正常	倒换期间语音、数据业务均正常	倒换期间存在语音通话中断,数据业务存在明显影响,之后恢复正常	倒换期间存在语音通话中断,数据业务存在明显影响,之后恢复正常	倒换期间语音、数据业务均正常	倒换期间语音、数据业务均正常
全线路保护倒换	不支持	倒换期间语音、数据业务均正常	不支持	倒换期间存在语音通话中断,数据业务存在明显影响,之后恢复正常	不支持	倒换期间语音通话正常,数据业务无明显影响

2.2.3 同步

a) 时钟同步。从外参考同步信号输入、设备内部时钟输出频率准确度、漂动产生、相位瞬变以及 CES 业务时钟性能测试来看，测试 PON 设备在支持传统的频率同步方面已没有问题。

b) 时间同步。时间输入/输出接口功能方面，均达不到要求，且部分厂家设备不具备时间信号 1 pps 输出接口；时间传递的相对精度方面，在网内有外参考时，基本可满足 100 ns 的要求，无外参考时，恢复出的时间信号不可用。

从测试结果看，对于时钟同步传递基本满足使用要求，但时间同步型号传递支持较差，仍有待改进。

2.3 简要分析及结论

基于上述技术分析和测试验证可以看出，现有 PON 技术主要针对宽带接入，虽然为了承载移动回传业务，在标准及技术的演进过程中做了很多的改进和完善，但应用场景仍有较大的局限性，产品仍需改进完善。具体总结如下：

a) GPON、EPON 在功能上均可实现对 2G、3G 业务的承载，但 TDM 业务时延偏大，应注意其应用场景。

b) 现网保护倒换测试效果较差。建议 PON 技术用于安全性要求较低或自身光缆线路无保护路由的基站，如室内分布系统等。

c) 现网已经部署的大部分 ONU 设备并未配置 E1 端口，OLT 设备也未配置 STM-1 接口，部分厂家设备支持 TDM 业务还需另配板卡（现网已部署设备不支持同步）。因此对现网设备利旧承载移动回传有一定的局限性。

d) 现有 PON 设备对时间同步的支持还有待改进, 未来能否作为 LTE 承载还需进一步研究。

3 PON 承载 LTE 需要关注的问题

从表 2 中可以看出, LTE 引入后对网络的时延、时间同步等方面提出了更高的要求, 现有的 EPON/GPON 设备无法满足这些要求, 而且也无法满足 BBU-RRU 拉远情况下 CPRI 接口的性能要求, 应该说, 现有 PON 设备无法满足承载 LTE 的应用需求。

在无线技术不断发展的同时, PON 技术也在不断进步, 基于多波长扩展的 PON 技术采用 WDM 技术, 在其技术标准制定的过程中, 已经从单纯支持宽带业务向支持移动回传等多种业务接入扩展, 为下一步 LTE 移动承载提供了一个完善的技术标准。

从电信网的发展来看, 网络的架构和核心是网络的关键, 应具有较高的可靠性和可扩展性, 但业务接入与业务发展紧密相关, 特别是在今天业务从 TDM 向 IP 化过渡的过程中, 不同业务有可能需要不同的接入技术, 多种接入技术共存已成为现实, 如何充分利用现有资源、提高现有资源的利用率是各运营商挖潜的主要手段之一, 如何在 PON 自身技术发展、满足固网接入的同时兼顾 LTE 移动回传业务的发展是下一步固移融合中需要重点思考和关注的问题之一。

作者: 王光全 邮电设计技术