

【本文献信息】杨家胜, 贾庭兰, 姚琼, 李博. 面向三网融合的 TDM-WDM PON 系统技术要求 [J]. 广播与电视技术, 2014, Vol.41(7).

# 面向三网融合的 TDM-WDM PON 系统技术要求

杨家胜<sup>1</sup>, 贾庭兰<sup>2</sup>, 姚琼<sup>1</sup>, 李博<sup>2</sup>

(国家新闻出版广电总局广播电视规划院, 北京 100866)<sup>1</sup>

(国家新闻出版广电总局广播科学研究院, 北京 100866)<sup>2</sup>

【摘要】TWDM PON 被 ITU 确定为 NG-PON2 的主要技术方向之一, 为了进一步增大容量和适应多元组网拓扑, 解决对 10GEPON 网络的跨体系兼容问题, 课题组对 TDM-WDM PON 系统进行了关键技术研究。本文对 TDM-WDM PON 系统结构进行了分析, 提出了系统技术要求。

【关键词】TDM-WDM, RN, 技术要求

【中图分类号】TN915.63

【文献标识码】A

## Technical Requirement of TDM-WDM PON System Facing to Three Network Convergence

YANG Jiasheng<sup>1</sup>, JIA Tinglan<sup>2</sup>, YAO Qiong<sup>1</sup>, LI Bo<sup>2</sup>

(Academy of Broadcasting Planning, SARPPFT, Beijing 100866, China)<sup>1</sup>

(Academy of Broadcasting Science, SARPPFT, Beijing 100866, China)<sup>2</sup>

Abstract TWDM PON was identified by ITU as one of the main directions of NG-PON2. In order to further increase capacity and adapt to multiple network topology and to solve cross compatibility problems of 10GEPON network, the team conducted a research on key technology of TDM-WDM PON system. This paper analyzes structure of the TDM-WDM PON system and proposes the system's technical requirements.

Keywords TDM-WDM, RN, Technical requirements

### 0 引言

随着三网融合和“宽带中国”战略的实施, 业务种类不断丰富, 其中 4K、3D 等大带宽视频业务正在成为主流业务之一, 宽带网络带宽面临极大挑战, 急需新技术来建设大带

宽承载网络。由于光纤的大量铺设, DWDM 以及以太网技术的进步, 骨干网和局域网的带宽已有了突破性进展, 目前宽带网络的瓶颈主要在“最后一公里”。课题组研究的 TDM-WDM PON 将成为解决大带宽网络瓶颈的下一代光接入网关键技术之一。

有针对性的对现有和未来业务需求提供流量管理和优化的评测方法, 为运营商的网络规划和优化提供准确的数据依据和评估方法, 为运营商的业务拓展和网络建设提供支撑。RTBE

本文受国家高技术研究发展计划(863 计划)项目“三网融合演进技术与系统研究”课题“光接入网络演进技术与示范”(2011AA01A104)、广科院基本科研业务费课题“双向有线电视网络规划仿真系统”资助。

参考文献

[1] 倪冰, 陈运清. IP 城域网流量监测方法及网络流量模型 [J]. 吉林

大学学报, 2009 年, 第 27 卷第 6 期: 648-650.

[2] 陈敏. OPNET 网络仿真 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.

第一作者简介:

欧阳峰, 男, 1979 年生, 硕士, 高工, 就职于广播科学研究院, 主要从事通信网络和安全管控方面的研究, 曾参与 863 新一代高可信网络“高可信网络业务管控系统”课题和三网融合演进技术与系统研究“三网融合演进技术与示范”课题, 以及核高基“新一代同轴电缆宽带接入套片”课题。



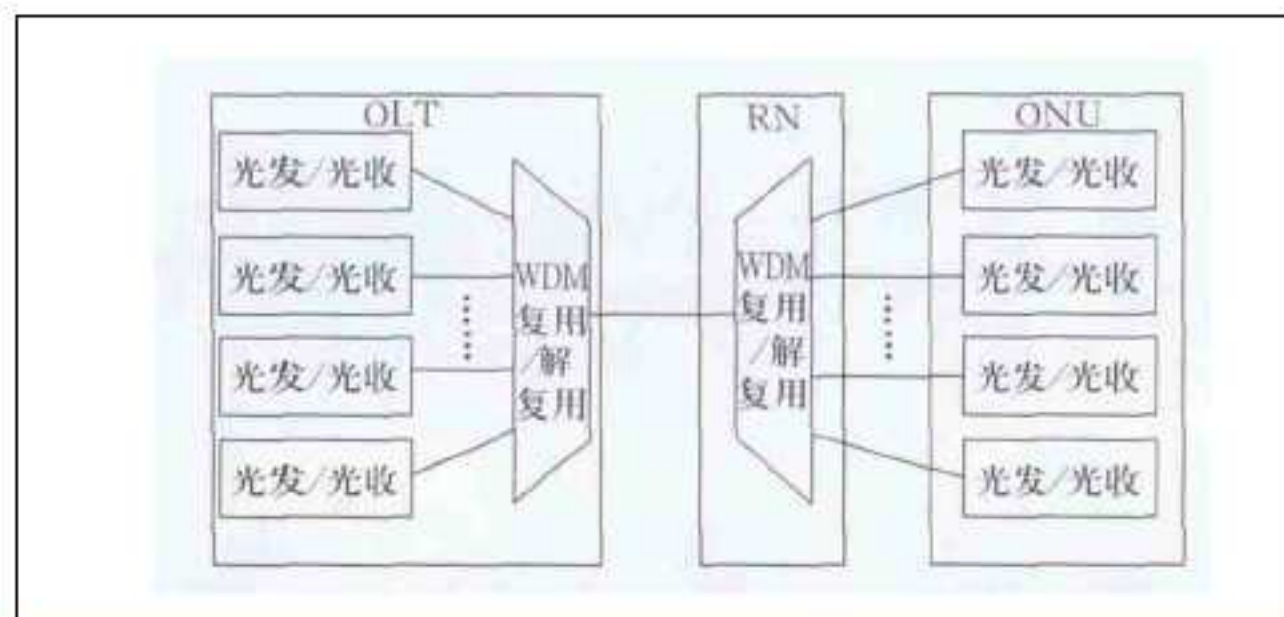


图 1 TDM-WDM PON 系统结构图

## 1 研究背景

2013 年 3 月, ITU-T 发布 G.989.1 标准, 把 TWDM PON 确定为 NG-PON2 的主要技术方向之一。TWDM-PON 是通过多个波长通道来堆叠 10Gb/s 的 TDM PON, 不需要改动运营商已铺设的 ODN 网络, 在协议上与已广泛部署的 GPON 或 XG-PON1 接近, 是 GPON 和 XG-PON1 的演进。为了进一步增大容量和适应多元组网拓扑, 解决对 10GEPON 网络的跨体系兼容问题, 课题组对 TDM-WDM PON 系统进行了关键技术研究, 并面向三网融合的 TDM-WDM PON 系统技术要求。

## 2 TDM-WDM PON 系统结构

TDM-WDM PON 是一种采用波分复用技术的无源光网络, 系统主要由 OLT、RN (远端节点)、ONU 等设备组成, 系统结构如图 1 所示。

TDM-WDM PON 系统的网络结构是在树形结构的基础上引入了波分复用技术, 实现了特定 ONU 独享波长或者波长对。WDM-PON 系统上下行传输工作波长是不同的, 下行方向上, OLT 将多波长信号复用后发送出去, 经 RN 解复用完成波长路由, 实现各 ONU 波长独占; 同时, 在上行方向上, ONU 信号经 RN 复用后上传给 OLT。这样各个 ONU 工作波长不同, 大幅度提高了 WDM-PON 的传输带宽, 并且在传输安全性和系统灵活性等方面也有很大程度的改善。

## 3 TDM-WDM PON 系统技术要求

参照 G.984 和 G.987 系列标准, 项目组建议 TDM-WDM PON 系统技术要求如下。

### 3.1 系统设备外观结构要求

外观应整洁, 表面不应有凹凸痕、划伤、裂缝、毛刺、霉斑等缺陷, 表面涂镀层不应起泡、龟裂、脱落。

金属零件不应有锈蚀及其他机械损伤, 零部件应紧固无松动。

说明功能的文字和图形符号的标志应正确、清晰、端正、

牢固, 指示应正确。

### 3.2 二层功能要求

#### 1. 系统描述

面向 NGB 的下一代 PON 系统由 OLT、RN、ONU 等设备组成, 在 OLT 和 ONU 之间增加远端节点 RN, 通过 RN 节点波长变换实现 ONU 无色, 以兼容现有 PON 应用。

#### 2. VLAN 功能

OLT 或 ONU 应支持 IEEE 802.1Q 协议, 应支持按照 PON 端口或以太端口划分 VLAN, 可选支持按照 MAC 地址划分 VLAN。

#### 3. 帧过滤功能

OLT 或 ONU 应支持基于端口或 MAC 地址的 Ethernet 数据帧过滤。

#### 4. 广播 / 组播帧抑制功能

OLT 或 ONU 应支持对广播帧和组播帧的抑制功能。

#### 5. 二层交换

OLT 应支持以太网业务二层交换功能, 二层交换能力应确保上下行业务的线速转发。

对于具有多于一个以太网接口的 ONU 应支持以太网业务二层交换功能, 二层交换能力应确保上下行业务的线速转发。

#### 6. 二层汇聚

当 OLT 设备支持多个 PON 接口时, OLT 设备应支持各个 PON 接口的上行流量汇聚功能。

#### 7. 二层隔离

OLT 应实现对各 ONU 之间的二层隔离。

EAU、MDU 型 ONU 应支持对各以太网端口之间的二层隔离。

#### 8. 流量控制

OLT 的网络侧接口应符合全双工方式下的 IEEE 802.3x 流量控制协议, 其相关功能应可配置。

ONU 的用户侧以太网接口应符合全双工方式下的 IEEE 802.3x 流量控制协议, 其相关功能应可配置。

### 3.3 三层路由功能要求

#### 1. 路由计算能力

控制平面支持跨层业务的集中路径计算功能, 满足多层流量工程的需求。控制平面路由选择应考虑光层上的一些光学限制, 如功率、色散、信噪比等。

#### 2. 路由信息自动更新

在控制平面链路状态或者带宽等属性信息发生变化后, 控制平面的路由信息广播能力应自动的发起路由广播, 广播的路由信息应携带更新后的链路信息。



### 3. 基本转发要求

OLT 应支持 NSI 接口间的桥接转发或者路由转发。

OLT 应支持单播报文, 广播报文和组播报文三种类型报文的转发, 单播报文转发到特定的 ONU, 广播报文转发到 RFI 接口下的所有 ONU, 组播报文转发到加入一个组播组的一组 ONU。

OLT 应支持 ONU 以及 CPE 协议报文的转发。

OLT 应支持 64 字节至 1522 字节长度报文的转发, 当从 RFI 接口收到以太网报文长度小于 64 字节时, OLT 可选支持将报文填充到 64 字节, 并重新计算报文的 CRC。

OLT 应支持 OSPF (RFC 2328、RFC 5340)、BGP (RFC1771、RFC 4271)、RIP (RFC1058、RFC1388、RFC1723) 协议。

### 4. 组播

OLT 应支持 IGMP V2 (RFC 2236) 和 MLD V1 (RFC 2710) 组播协议, 可选支持 IGMP V3 (RFC 3376) 和 MLD V2 (RFC 3810) 组播协议。

OLT 应支持 IGMP/MLD Snooping 功能, 可选支持 IGMP/MLD PROXY 功能。

OLT 支持的最大组播组数应不小于 1024 个, 支持的并发组播组数不小于 128 个。

OLT 处理 IGMP 协议报文的能力应不小于 32 个每秒。

在组播节目已转发到 ONU 的情况下, 用户终端从发送加入该组播节目的 IGMP 请求报文到该用户终端接收到组播节目数据报文的时间应不超过 100ms。

### 5. DHCP 中继功能支持

在 PON 网络中, ONU 和 CPE 与配置系统可能处于不同物理网段的网络。在这种情况下, 作为 DHCP 客户端的 ONU 和 CPE 所发送的 DHCP 广播报文不能够直接到达 DHCP 服务器, 需要 DHCP 中继代理进行转发。OLT 应具有 DHCP 中继功能, 该中继功能包括以下具体要求:

DHCP 中继代理支持的终端类型包括 ONU、STB、eMTA 和计算机终端设备。

在 OLT 可配置多个 DHCP 服务器。

OLT 可识别 DHCP Option 60 和 Option 43, 并能根据其值选择 DHCP 服务器和对应的中继代理 IP 地址。

OLT 应支持插入 DHCP 中继代理信息 Option 82。

DHCP Option 60 包含一个描述 DHCPv4 客户端能力的字符串, 系统可选支持 DHCPv6 协议。

### 3.4 光层功能要求

#### 1. 波长路由功能

系统应具有波长路由功能, 通过网络中的信号路径由波

长、源信号、网络交换的状态信息以及选路中的波长改变信息等来共同决定。

#### 2. 放大功能

系统应具有在整个 WDM 带宽上的光信号放大功能, 且具有增益平坦特性。

#### 3. 波长转换功能

全光波长转换是对从路由器或其它设备来的光信号进行转换, 将非匹配波长上的光信号转换到符合 ITU 规定的标准波长上然后插入到光耦合器中; 在波长交换节点, 对光通路进行交换和执行波长重用功能。应具有宽带透明性和快速响应特性。

### 3.5 系统性能要求

#### 1. 波分性能

系统工作波段为 C 波段 (1530 ~ 1565nm) 和 L 波段 (1565 ~ 1625nm), 中心波长应符合 YD/T 1960-2009 中第 5.2.2 节的相关规定。WDM 系统光接口参数应符合 YD/T 1960-2009 中第 6.1.2 节的相关规定。

#### 2. 吞吐量

系统工作波长上传输 10GEPON 信号时, OLT 的 10G/10GEPON 口上行方向的吞吐量 (包含以太网帧的前导码和帧间隔, 下同) 应不小于 8Gb/s (1:32 分光比下, 仅接入 10G/10GEPON ONU); 当 OLT 的 10G/10GEPON 口仅接入 10GEPON ONU 时, 该 PON 口下行方向的吞吐量应不小于 8.3Gb/s; OLT 的 10G/GEPON 口上行方向的吞吐量应不小于 900Mb/s (FEC 关闭, 1:32 分光比下); 当 OLT 的 10G/GEPON 口仅接入 10G/GEPON ONU 时, 该 PON 口下行方向的吞吐量应不小于 8.3Gb/s。

系统工作波长上传输 GPON 信号时, 具体指标暂不做规定。

#### 3. 丢包率

系统工作波长上传输 10GEPON 信号时, 在特定流量下 (吞吐量的 90%) 的以太网业务的长期 (24 小时) 丢包率应为 0。

系统工作波长上传输 GPON 信号时, 具体指标暂不做规定。

#### 4. 时延

系统工作波长上传输 10GEPON 信号时, 在业务流量不超过该 PON 口吞吐量 90% 的情况下, 其上行方向 (UNI 至 SNI) 的平均传输时延应小于 1.5ms (1:32 分光比下), 下行方向 (SNI 到 UNI) 的平均传输时延应小于 1ms。

系统工作波长上传输 GPON 信号时, 具体指标暂不做规定。



### 3.6 使用环境 and 安全性要求

#### 1. 光纤温度交变

当 OLT 和 ONU 间的光纤处于  $-25^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$  的温度交变环境内时, OLT 和 ONU 应能正常工作, 业务性能不应恶化或中断。

#### 2. 温度、湿度

设备在以下环境范围内的环境中应能正常工作, 其中 OLT 应至少支持类别 1 或类别 3, 室外型 ONU 应支持类别 2, 室内型 ONU 应支持类别 3:

类别 1: 温度:  $0^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ , 相对湿度:  $10\% \sim 90\%$  (非凝结);

类别 2: 温度:  $-25^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$ , 相对湿度:  $10\% \sim 90\%$  (非凝结);

类别 3: 温度:  $-10^{\circ}\text{C} \sim 55^{\circ}\text{C}$ , 相对湿度:  $10\% \sim 90\%$  (非凝结)。

以上为地面以上 2m、设备前方 0.4m 处的温度。

#### 3. 防尘

在以下灰尘环境下, 设备应能正常工作:

直径大于  $5\mu\text{m}$  的灰尘浓度  $\leq 3 \times 10^4$  粒/ $\text{m}^3$ , 灰尘粒子是非导电、导磁和腐蚀性的。

#### 4. 大气压力

在以下大气压力条件下的环境下, 设备应能正常工作:  $86\text{kPa} \sim 106\text{kPa}$ 。

#### 5. 电源

在以下电源条件下, 设备应能正常工作:

##### 1) 直流电压及其波动范围要求:

标称电压:  $-48\text{V}$ ;

电压波动: 在直流输入端子处测试的  $-48\text{V}$  电压允许变化范围为  $-57\text{V} \sim -40\text{V}$ 。

##### 2) 交流电压及其波动范围要求:

单相  $220\text{V}(1 \pm 10\%)$ , 频率  $50\text{Hz}(1 \pm 5\%)$ , 线电压波形畸变率小于  $5\%$ ;

在正常情况下, 设备的外壳与电源间的绝缘电阻应不小于  $50\text{M}\Omega$ 。

3)  $60\text{V}$  集中供电电源输入接头为同轴 F 接头, 各参数指标应符合 GB/T 11318.9-1996 的相关规定。

OLT 应支持直流或交流供电方式, 在 a) 或者 b) 条件下应能正常工作。

ONU 应支持交流供电或者同轴电缆集中式供电方式, 在 b) 或者 c) 条件下应能正常工作, 可选支持备用电池供电。

#### 6. 热备

OLT 所有板卡及模块均支持热插拔。

#### 7. 过压、过流保护

设备应安装过压、过流保护器。过压、过流保护器在外接电源异常时保护设备的核心部分。

设备应符合 YD/T 1082-2000 对模拟雷电冲击、电力线感应、电力线接触等指标的规定。

#### 8. 电磁兼容

设备的电磁兼容性指标应符合 GB 9254-2008 以及 GB/T 17618-1998 的规定。

## 4 结束语

随着三网融合业务种类不断丰富, 用户需求迅速增长, 运营商迫切需要承载融视频、语音和宽带等多业务的双向网络, 特别是大带宽的光接入网络。光纤在接入网中的延伸是打破最后一公里瓶颈的最终解决办法。而 TDM-WDM PON 具有大容量、广覆盖、强生存、融合演进的特点, 相信在不久的将来, TDM-WDM PON 将成为下一代光接入网的关键技术, 能够为 NGB 网络运营商承载海量视、音频及大量增值应用、电视商务等综合服务。RTBE

本文受国家高技术研究发展计划 (863 计划) 项目 “三网融合演进技术与系统研究” 课题 “光接入网络演进技术研究” 与示范 (2011AA01A104) 资助。

#### 参考文献

- [1] 骆文, 吴晗平, 熊俊俏. WDM-PON 光接入网技术研究 [J]. 中国新通信, 2010:32-35.
- [2] 陈洁等. YD/T 1949.1-2009 入网技术要求—吉比特的无源光网络 (GPON) 第 1 部分: 总体要求 [S]. 北京: 中华人民共和国工业和信息化部, 2009.
- [3] 赵文玉等. YD/T 1960-2009 NX10Gbit/s 超长距离波分复用 (WDM) 系统技术要求 [S]. 北京: 中华人民共和国工业和信息化部, 2009.

#### 第一作者简介:

杨家胜, 男, 1980 年生, 研究生, 硕士, 工程师, 就职于广播电视规划院, 主要从事有线电视网络方面的技术研究和测试评估。