



中华人民共和国国家标准

GB/T 39577—2020

接入网技术要求 10 Gbit/s 无源光网络(XG-PON)

Technical requirements for access network—
10-Gigabit-capable passive optical networks (XG-PON)

2020-12-14 发布

2021-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 缩略语 3

5 XG-PON 系统概述 5

 5.1 XG-PON 参考配置 5

 5.2 共存环境下 ODN 结构 6

 5.3 G-PON 和 XG-PON 的波长分配 8

 5.4 UNI 和 SNI 9

 5.5 XG-PON 分层结构 11

 5.6 ONU 设备类型 11

6 业务能力要求 12

 6.1 业务类型 12

 6.2 最大/平均信号传输时延 12

 6.3 最大以太网帧长 12

 6.4 同步特性和指标 12

 6.5 2 048 kbit/s 电路仿真专线 13

 6.6 VoIP 质量 13

 6.7 服务质量 13

7 光网络要求 13

 7.1 光纤特性 13

 7.2 工作波长 13

 7.3 比特率 14

 7.4 光功率预算 14

 7.5 分路比 14

 7.6 光纤距离 14

8 PMD 层要求 14

9 GTC 层要求 14

10 功能要求 14

 10.1 节能要求 14

 10.2 认证/鉴别/加密 14

 10.3 FEC 15

 10.4 光链路检测 15

 10.5 ONU 断电通知功能 15

 10.6 异常发光 ONU 检测和关闭 15

10.7	动态带宽分配	15
10.8	人眼安全	16
10.9	业务功能	16
10.10	保护倒换	17
10.11	以太网功能	17
10.12	可靠性要求	17
11	管理维护要求	17
11.1	网管要求	17
11.2	ONU 的管理	19
11.3	PON 的监测	19
12	其他要求	19
12.1	环境要求	19
12.2	电源要求	19
12.3	电气安全要求	20

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本标准由全国通信标准化技术委员会(SAC/TC 485)归口。

本标准起草单位:中国信息通信研究院、中国移动通信集团有限公司、中国联合网络通信集团有限公司、中国电信集团有限公司、中兴通讯股份有限公司、华为技术有限公司、上海贝尔股份有限公司、烽火科技集团有限公司、UT 斯达康(重庆)通讯有限公司。

本标准主要起草人:卓安生、李俊玮、邵岩、蒋铭、袁立权、林薇、李建、常宇光、唐永林。

接入网技术要求

10 Gbit/s 无源光网络(XG-PON)

1 范围

本标准规定了 10 Gbit/s 无源光网络(以下称 XG-PON)系统的业务能力要求、光网络要求、PMD 层要求、GTC 层要求、功能要求、管理维护要求和其他要求等。

本标准适用于公众电信网环境下的 XG-PON 设备,专用电信网也可参考使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 7611 数字网系列比特率电接口特性

GB/T 9254 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法

GB/T 9771 通信用单模光纤

GB/T 17618 信息技术设备 抗扰度 限值和测量方法

GB/T 20185 同步数字体系设备和系统的光接口技术要求

GB/T 33845 接入网技术要求 吉比特的无源光网络(G-PON)

GY/T 106 有线电视广播系统技术规范

YD/T 1054 接入网技术要求——综合数字环路载波(IDLC)

YD/T 1082 接入网设备过电压过电流防护及基本环境适应性技术要求和试验方法

YD/T 1420 基于 2 048 kbit/s 系列的数字网抖动和漂移技术要求

YD/T 1530 接入网技术要求——频谱扩展的第二代不对称数字用户线(ADSL2+)

YD/T 1619 宽带光接入网总貌

YD/T 1688.5 xPON 光收发合一模块技术条件 第 5 部分:用于 XG-PON 光线路终端/光网络单元(OLT/ONU)的光收发合一光模块

YD/T 1688.8 xPON 光收发合一模块技术条件 第 8 部分:用于 G-PON 和 XG-PON 共存的光线路终端(OLT)的光收发合一模块

YD/T 1954 接入网用弯曲损耗不敏感单模光纤特性

YD/T 1996(所有部分) 接入网技术要求 第二代甚高速数字用户线(VDSL2)

YD/T 2276 接入网技术要求 EPON/G-PON 系统承载 TDM 业务

YD/T 2375 高精度时间同步技术要求

YD/T 2402.2 接入网技术要求 10 Gbit/s 无源光网络(XG-PON) 第 2 部分:物理层要求

YD/T 2402.3 接入网技术要求 10 Gbit/s 无源光网络(XG-PON) 第 3 部分:XGTC 层要求

YD/T 2676 接入网技术要求 PON 系统承载频率同步和时间同步

IEC 60825-2 激光产品的安全 第 2 部分:光纤通信系统的安全(Safety of laser products—Part 2: Safety of optical fibre communication systems(OFCS))

IEEE 802.1D 局域网和城域网 MAC 桥[IEEE Standard for Local and metropolitan area networks—Media access control (MAC) Bridges]

IEEE 802.1X 局域网和城域网 IEEE 标准 基于端口的网络访问控制 (IEEE Standard for Local and metropolitan area networks—Port-Based Network Access Control)

IEEE 802.3 信息技术 系统间通信和信息交换 局域网和城域网特定要求 第 3 部分:CSMA/CD 接入方式和物理层规范 [Standard for information technology—Telecommunications and information exchange between systems—Local and metropolitan area networks specific requirements—Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (csma/cd) access method and physical]

ITU-T G.652 单模光纤和光缆特性 (Characteristics of a single-mode optical fibre and cable)

ITU-T G.671 光组件和子系统的传输特性 (Transmission characteristics of passive optical components)

ITU-T G.711 话音频率的脉冲编码调制 (Speech Coder for TMS320C6201 Overview Guide)

ITU-T G.723.1 以 5.3 kbit/s 和 6.3 kbit/s 速率传输的多媒体通信的双速率语音编码器 [Implementors' Guide for G.723.1 (Dual rate speech coder for multimedia communications transmitting at 5.3 & 6.3 kbit/s)]

ITU-T G.729 使用共轭结构代数码线形预测激励 (CS-ACELP) 的 8kbit/s 语音编码 [Coding of speech at 8 kbit/s using conjugate-structure algebraic-code-excited linear prediction (CS-ACELP)]

ITU-T G.982:1996 支持 ISDN 基群速率或具有相同比特率业务的光纤接入网 (Optical access networks to support services up to the ISDN primary rate or equivalent bit rates)

ITU-T G.984.5 Amd.1 吉比特无源光网络 (G-PON): 增强波段修正 1 [Gigabit-capable Passive Optical Networks (G-PON): Enhancement band, plus Amendment 1]

ITU-T G.988 ONU 管理控制接口规范 [ONU management and control interface (OMCI) specification]

ITU-T G.Sup.45 G-PON 节能 (G-PON power conservation)

ITU-T Y.1291 分组网络支持 QoS 的结构框架 (An architectural framework for support of quality of service in packet networks)

ITU-T Y.2201 NGN 版本 1 要求 (NGN release 1 requirements)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

10G 比特无源光网络 10-gigabit-capable passive optical networks

在下行方向支持标称传输速率为 10 Gbit/s, 上行速率支持标称传输速率 2.5 Gbit/s 的 PON 系统。

3.2

光分配网 optical distribution network

点到多点的光纤基础设施, 包括简单光分配网和复合光分配网。

注: 简单光分配网的光纤拓扑是单一根节点的点到多点结构, 由光纤、光分路器、滤波器和其他无源光器件构成。

复合光分配网是通过有源设备连接两个或以上的无源网络段构成, 这些无源网络段可以是光中继线路或光分配段。不同根节点的光分配网可以共享部分公共的光线路设施。

3.3

光分配段 optical distribution segment

一种简单光分配网。

注: 即由光分路器、滤波器及其他无源光器件构成的单一根节点的点到多点无源光纤设施。

3.4

动态带宽分配 dynamic bandwidth assignment

OLT 向 ONU 中的业务承载实体分配 PON 的上行传输能力的过程。

注：该分配过程基于业务活动的动态指示和预先配置的业务合同。

3.5

状态报告动态带宽分配 status reporting dynamic bandwidth assignment

ONU 通过嵌入的 OAM 通道显式的报告缓存的占用情况，以此推断出 ONU 中业务承载实体活动状态的动态带宽分配方法。

3.6

流量监测动态带宽分配 traffic-monitoring dynamic bandwidth assignment

OLT 通过观测上行突发中的空闲 XGEM 帧传输情况推断出 ONU 中业务承载实体活动状态的动态带宽分配方法。

4 缩略语



下列缩略语适用于本文件。

ADSL2+：频谱扩展的第二代不对称数字用户线(Asymmetric Digital Subscriber Line 2 plus)

AF：适配功能(Adaptation Function)

CIR：保证信息速率(Committed Information Rate)

CWMP：CPEWAN 管理协议(CPE W AN Management Protocol)

DBA：动态带宽分配(Dynamic Bandwidth Assignment)

DSCP：差分服务代码点(Differentiated Services Code Point)

DSL：数字用户线路(Digital Subscriber Line)

FEC：前向纠错(Forward Error Correction)

FTTB：光纤到楼(Fiber to the Building)

FTTH：光纤到户(Fiber to the Home)

FTTO：光纤到办公室(Fiber to the Office)

GEM：G-PON 封装方式(G-PON Encapsulation Mode)

GE：1 000 M 传输速率的以太网(Gigabit Ethernet)

G-PON：吉比特无源光网络(Gigabit-capable Passive Optical Networks)

GTC：G-PON 传输汇聚(层)(G-PON Transmission Convergence)

HGU：家庭网关单元(Home Gateway Unit)

IAD：综合接入设备(Integrated Access Device)

ICMP：Internet 控制报文协议(Internet Control Message Protocol)

ID：身份标识(Identity document)

IF_{XG-PON}：XG-PON 接口(XG-PON Interface)

IGMP：互联网组管理协议(Internet Group Management Protocol)

IP：互联网协议(Internet Protocol)

IPoE：以太网上传送互联网协议(IP over Ethernet)

IPTV：网络协议电视(Internet Protocol Television)

L2:2 层(Layer 2)
L3:3 层(Layer 3)
MDU:多住户单元(Multi Dwelling Unit)
MOS:平均意见评分(Mean Opinion Score)
MTU:最大传输单元(Maximum Transmission Unit)
OAM:操作维护管理(Operation Administration and Maintenance)
ODN:光分配网(Optical Distribution Network)
ODS:光分配段(Optical Distribution Segment)
OLT:光线路终端(Optical Line Terminal)
OMCI:ONU 管理控制接口(ONU Management and Control Interface)
ONU:光网络单元(Optical Network Unit)
OTL:光中继线路(Optical Trunk Line)
PIR:峰值信息速率(Peak Information Rate)
PMD:物理媒质相关(Physical Media Dependent)
PON:无源光网络(Passive Optical Networks)
POTS:普通老式电话业务(Plain Old Telephone Service)
PPPoE:以太网上传送点到点协议(Point to Point Protocol over Ethernet)
PSQM:质量测量(Perceptual Speech Quality Measurement)
QoS:服务质量(Quality of Service)
RE:距离扩展装置(Research Extender)
RF:射频(Radio Frequency)
Rx:接收(Receive)
SBU:单个商业用户单元(Single Business Unit)
SFU:单个家庭用户单元(Single Family Unit)
SIP:会话初始协议(Session Initiation Protocol)
SLA:服务等级协议(Service-Level Agreement)
SNI:业务节点接口(Service Node Interface)
SNMP:简单网络管理协议(Simple Network Management Protocol)
STM-1:第 1 级同步传递模块(Synchronous Transfer Module-1)
TC:传输汇聚(Transmission Convergence)
TCP:传输控制协议(Transmission Control Protocol)
T-CONT:传输容器(Transmission Container)
TDM:时分复用(Time Division Multiplex)
TOS:服务类型(Type of Service)
TR:技术报告(Technical Report)
Tx:发送(Transmit)
UDP:用户数据报协议(User Datagram Protocol)
USB:通用串行总线(Universal Serial Bus)
UNI:用户网络接口(User Network Interface)
VBES:商业以太网业务 VLAN(VLAN for Business Ethernet Service)

- VDSL2:第二代甚高速数字用户线(Very high speed Digital Subscriber Line 2)
VLAN:虚拟局域网(Virtual Local Area Network)
VoIP:网络语音电话业务(Voice over Internet Phone)
WBF:波长阻断滤波器(Wavelength Blocking Filter)
WDM:波分复用(Wavelength Division Multiplex)
WDM1r:波分复用(Wavelength Division Multiplex 1r)
WEB:全球广域网(World Wide Web)
WLAN:无线局域网(Wireless Local Area Network)
XGEM:10G-PON 封装模式(XG-PON Encapsulation Method)
XG-PON:10G 比特无源光网络(10-Gigabit-Capable Passive Optical Networks)
XGTC:10G PON 传输汇聚(XG-PON Transmission Convergence)

5 XG-PON 系统概述

5.1 XG-PON 参考配置

XG-PON 的参考配置如图 1 所示。与 G-PON 类似,XG-PON 系统由 OLT、ONU 和 ODN 组成,通常采用点到多点的网络结构。ODN 是点到多点的光纤基础设施,为 OLT 和 ONU 之间的物理连接提供传输媒质。

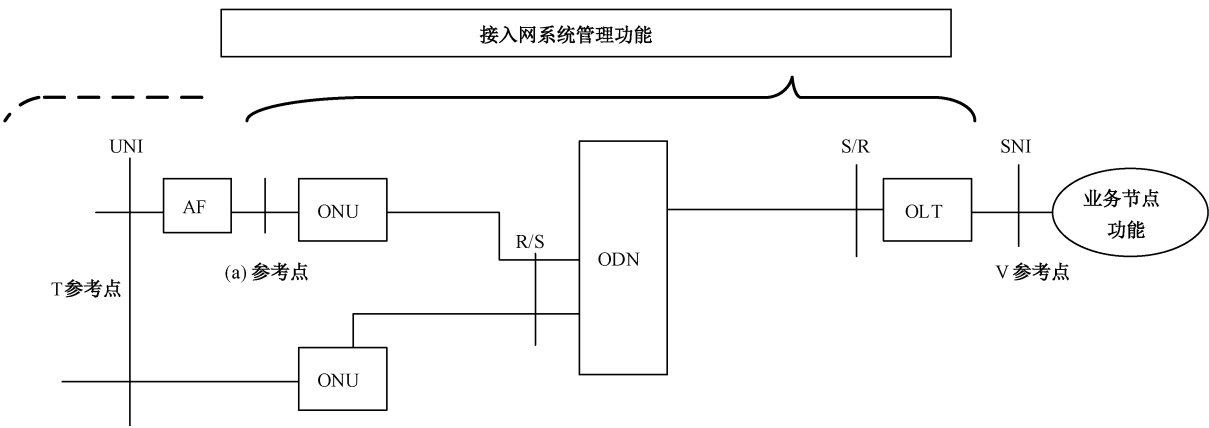


图 1 XG-PON 参考配置

图 2 给出了一个 XG-PON 常用的网络参考结构,包括了 OLT、ONU 和 ODN 三部分。ODN 分为简单 ODN 和复合 ODN。复合 ODN 可以包括一个或多个光分配段(ODS),当存在多个光分配段时,其间通过有源的距离扩展装置进行连接。

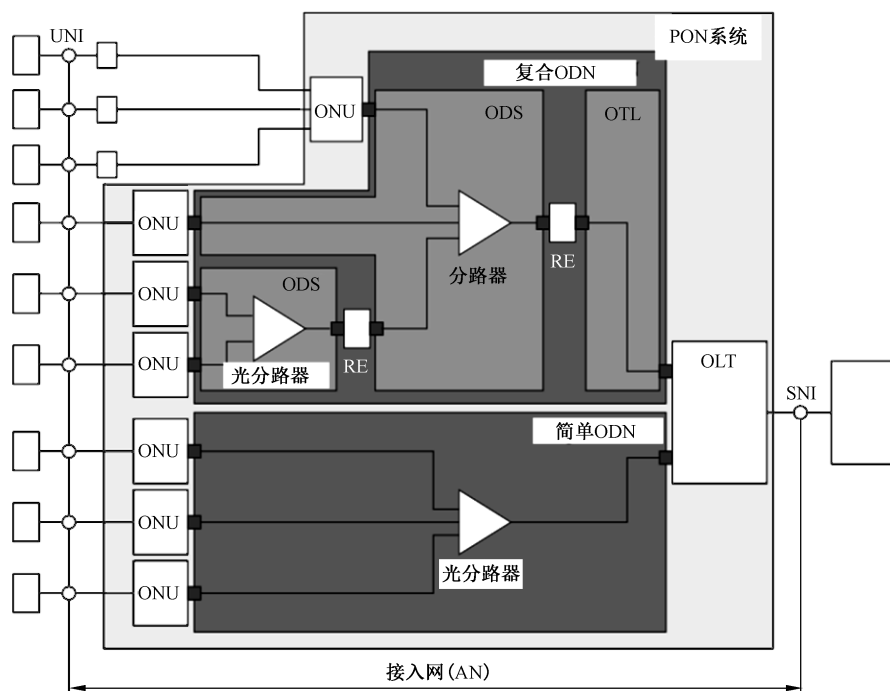


图2 XG-PON网络参考结构

当XG-PON与RF视频业务在ODN中重叠部署时,ODN可以使用WDM器件或光耦合/分路器进行XG-PON和RF视频信号的混合。这种结构的参考配置见图3和图4。

5.2 共存环境下ODN结构

有几种不同的ODN结构可以实现XG-PON与G-PON/RF视频信号在同一ODN中共存,分别见图3、图4和图5。在图3、图4和图5中,WBF是需要的。图3、图4和图5中各种用于波长过滤的器件的名称和功能列举如下:

- Tx:发射机;
- Rx:接收机;
- V-Tx:视频信号发射机;
- V-Rx:视频信号接收机;
- WBF:用于隔离对Rx的干扰信号的波长阻断滤波器;
- WBF-V:用于隔离对V-Rx的干扰信号的波长阻断滤波器;
- WDM-X:XG-PON ONU中的WDM滤波器用于结合/分离XG-PON的上下行波长;
- WDM-X':XG-PON ONU中的WDM滤波器用于结合/分离XG-PON的上下行波长以及隔离视频信号波长;
- WDM-G:G-PON ONU中的WDM滤波器用于结合/分离G-PON的上下行波长;
- WDM-G':G-PON ONU中的WDM滤波器用于结合/分离G-PON的上下行波长以及隔离视频信号波长;
- WDM-X-L:XG-PON OLT中的WDM滤波器用于结合/分离XG-PON的上下行波长(如果应用于图4结构,应能够阻隔G-PON上行波长);
- WDM-G-L:G-PON OLT中的WDM滤波器用于结合/分离G-PON的上下行波长(如果应用于图4结构,应能够阻隔XG-PON上行波长);
- WDMlr:可以置于合分波器端的WDM滤波器用于结合/分离XG-PON和G-PON信号,也可

用于结合视频信号的波长。WDM1r 的指标要求见 ITU-T G.984.5 Amd.1。

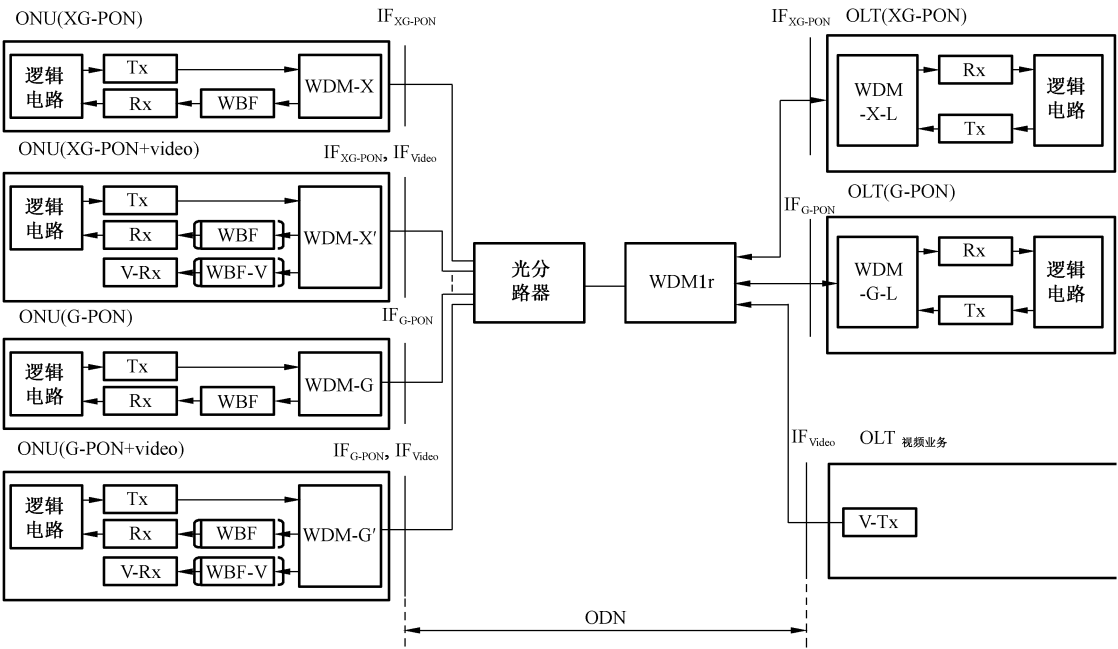


图 3 XG-PON 通过 WDM1r 与其他业务共存时的参考光网络配置

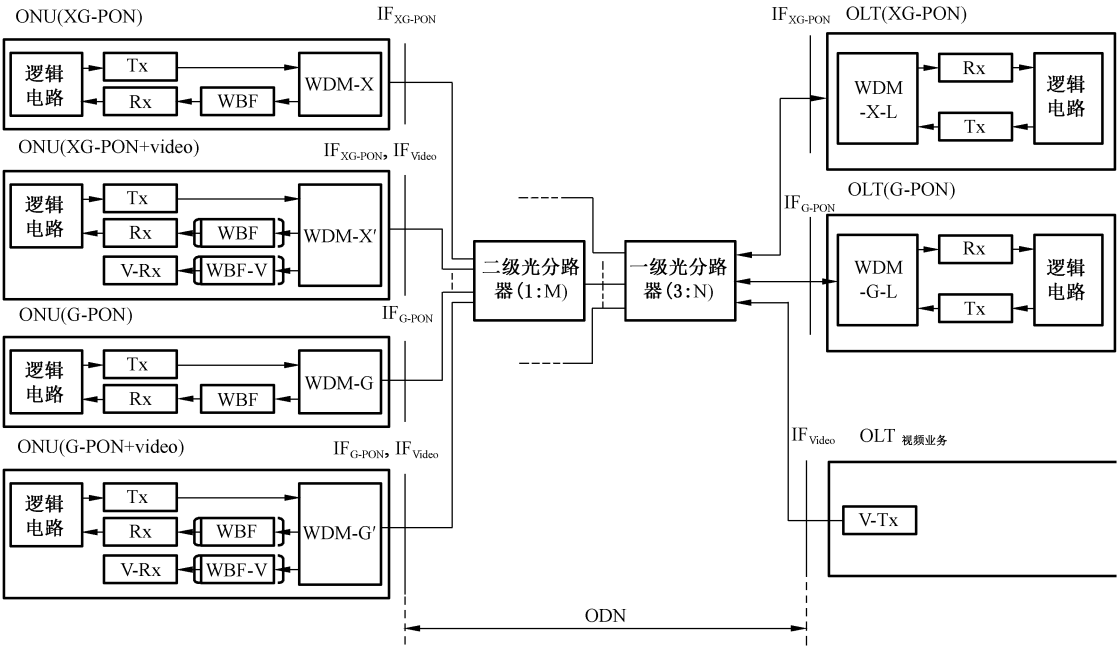


图 4 XG-PON 通过光分路器与其他业务共存时的参考光网络配置

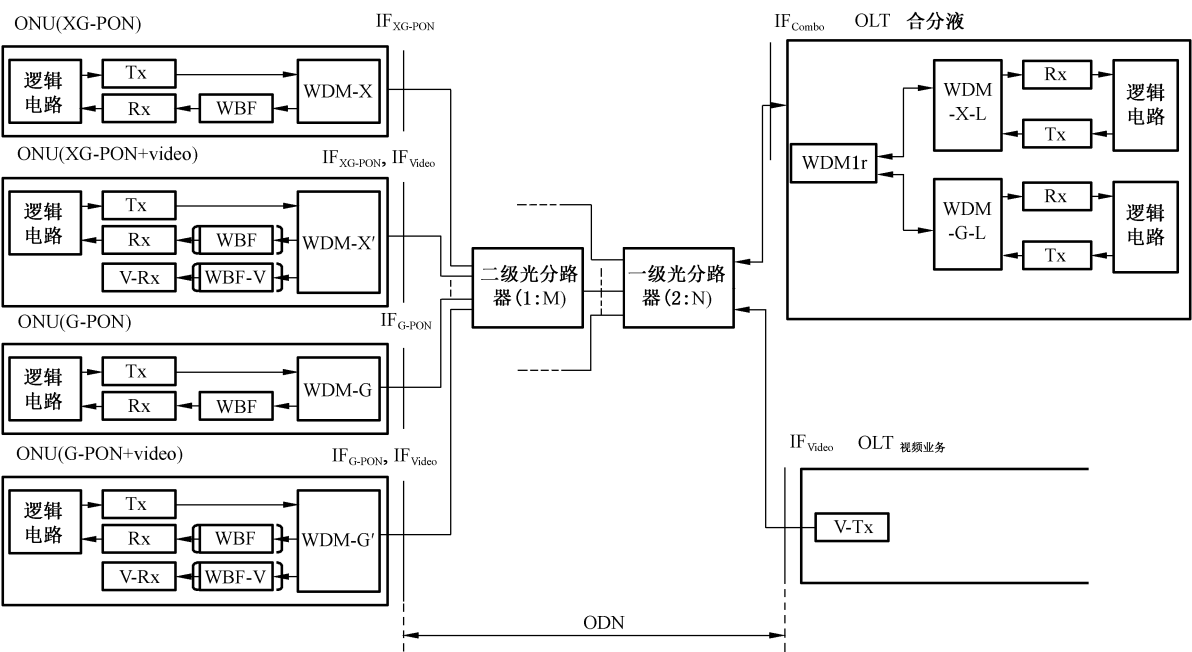


图 5 G-PON 与 XG-PON 同一个 PON 口下与其他业务共存时的参考光网络配置

5.3 G-PON 和 XG-PON 的波长分配

单纤系统上的 XG-PON 的下行波长范围为 1 575 nm~1 580 nm(对于室外型范围为 1 575 nm~1 581 nm), 上行波长范围 1 260 nm~1 280 nm, 见图 6 和表 1。

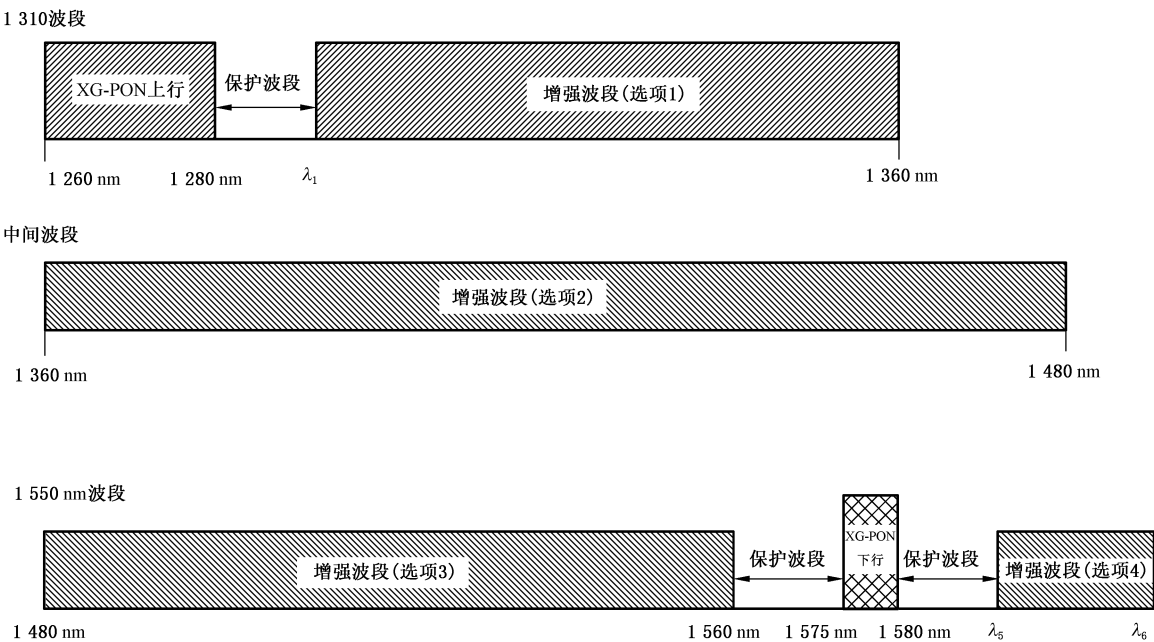


图 6 波长分配图示

表 1 图 6 中的波长分配参数

项目	记号	单位	额定值	应用
XG-PON 上行				用于 XG-PON 上行
下界	—	nm	1 260	
上界	—	nm	1 280	
增强波段(选项 1)				1 290nm~1 330 nm 用于 G-PON 上行
下界	λ_1	nm	1 290	
上界	—	nm	1 360	
增强波段(选项 2)				预留： 在该波段内光分路器(符合 ITU-T G.671)和光纤(符合 ITU-T G.652 A/B)的损耗没有保证 ^a
下界	—	nm	1 360	
上界	—	nm	1 480	
增强波段(选项 3)				用于 G-PON 下行(1 480 nm~1 500 nm)视频信号分发 (1 550 nm~1 560 nm)
下界	—	nm	1 480	
上界	—	nm	1 560	
XG-PON 下行(基本波段)				用于 XG-PON 下行 ^b
下界	—	nm	1 575	
上界	—	nm	1 580	
增强波段(选项 4)				预留： 上界值得选择应考虑下列因素： ——在长波长处光纤的弯曲损耗增大； ——用于分离/结合监测信号和用户信号的滤波器的损耗 ^c
下界	λ_5	nm	待定	
上界	λ_6	nm	待定,最高 1 625	
^a 当在同一个增强波段中使用多个波长时应考虑适当的保护波段。				
^b 用于室外的 OLT 允许使用 1 575 nm~1 581 nm 范围。				
^c 该波段为预留波段,所定义的额定值仅供参考。				

5.4 UNI 和 SNI

5.4.1 业务与接口类型的匹配

根据支持的业务类型的不同,XG-PON 系统应提供相应的网络侧和用户侧接口。

对于 Ethernet/IP 业务,OLT 的网络侧应支持 GE、10GE 和 100GE(可选)以太网接口;ONU 的用户侧应支持 10/100 Base-T 接口或 10/100/1 000 Base-T 接口。

对于 TDM 数据专线业务和移动回传业务,OLT 的网络侧应支持 STM-1 接口或 E1 接口,以及外定时输入接口,ONU 的用户侧应支持 E1 接口。

对于 VoIP 语音业务,ONU 的用户侧应支持 Z 接口或 Za 接口,ONU 应支持 SIP 协议,可选支持 H.248 协议。

对于 DSL 业务,ONU 的用户侧应支持 ADSL2+或 VDSL2 接口。

对于 WLAN 业务,ONU 的用户侧应支持 WLAN 接口。

对于时钟同步业务,OLT 的网络侧应支持外时钟同步输入、输出接口,ONU 的用户侧应支持外时钟输出接口。

对于时间同步业务,OLT 的网络侧应支持时间同步输入、输出接口,ONU 的用户侧应支持时间同步输出接口。

5.4.2 SNI 和 UNI 接口类型和协议

5.4.2.1 GE 接口

GE 接口可以是 1 000 Base-LX、1 000 Base-SX、1 000 Base-CX 和 1 000 Base-T 接口中的一种或多种,各种接口类型均应符合 IEEE 802.3 的规定。

5.4.2.2 10/100 Base-T 接口

10/100 Base-T 接口应符合 IEEE 802.3 的规定。



5.4.2.3 10 GBase-X 接口

10 GBase-X 接口应符合 IEEE 802.3 的规定。

5.4.2.4 100 GE 接口

OLT 的网络侧应支持 100 GE(可选)以太网接口。

5.4.2.5 STM-1 接口

STM-1 接口应符合 GB/T 20185 的规定。

5.4.2.6 E1 接口

E1 接口应符合 GB/T 7611 的规定。

5.4.2.7 Z 接口

Z 接口应符合 YD/T 1054 的规定。

5.4.2.8 Za 接口

Za 接口应符合 YD/T 1054 的规定。

5.4.2.9 DSL 接口

ADSL2+接口应符合 YD/T 1530 的规定。

VDSL2 接口应符合 YD/T 1996(所有部分)的规定。

5.4.2.10 时钟同步接口

时钟同步接口应符合 YD/T 1420 的规定。

5.4.2.11 时间同步接口

时间同步接口应符合 YD/T 2375 的规定。

5.4.2.12 Video 接口

Video 接口应符合 GY/T 106 的规定。

5.5 XG-PON 分层结构

XG-PON 的协议参考模型分为物理媒质层和传输汇聚层。图 7 给出了 XG-PON 的协议分层结构。

分层		功能说明
XG-PON 传输 汇聚层	业务适配子层	XGEM 封装
	成帧子层	XGTC 帧 动态带宽分配 (QoS 处理和 T-CONT 管理) 隐私和安全 测距
	物理适配子层	帧对齐 突发同步 比特/字节同步 FEC 操作
物理媒质层		电/光适配 波分复用 光纤连接

图 7 XG-PON 网络分层结构

XG-PON 传输汇聚分为 PON 传输子层和业务适配子层,XGTC 层通过不同的业务适配子层承载不同的数据类型。PON 传输子层终结 ODN 的传输功能,PON 所特有的功能都终结在 PON 传输子层,这些功能在业务适配子层是不可见的。

5.6 ONU 设备类型

- ONU 设备可能有多种类型,本标准根据 XG-PON 设备的应用场景,规定以下五种主要类型。
- SFU 型 ONU:主要用于单独家庭用户,仅支持宽带接入终端功能,具有 1 个~4 个以太网接口,提供以太网业务,可以具有 POTS 接口支持 VoIP 业务(内置 IAD),主要应用于 FTTH 的场合(可与家庭网关配合使用,以提供更强的业务能力)。在商业客户不需要 TDM 业务时,SFU 也可以用于商业客户。
 - HGU 型 ONU:主要用于单独家庭用户,具有家庭网关功能,具有 2 个~4 个以太网接口、0 个~2 个 WLAN 接口和 0 个~2 个 USB 接口,提供以太网业务,支持三层功能,可以具有 POTS 接口支持 VoIP 业务(内置 IAD),支持 TR-069 远程管理,主要应用于 FTTH 的场合。
 - MDU 型 ONU:主要用于多个住宅用户,具有宽带接入终端功能,具有多个(至少 8 个)用户侧接口,主要应用于 FTTB 场合,提供以太网接口支持 IP 业务、提供 POTS 接口支持 VoIP 业务(内置 IAD)。建议以太网接口的 MDU 设备支持用户端口的模块化结构(以 8 端口为单位),以及不同类型模块(以太网、POTS)的灵活混插。在商业客户不需要 TDM 业务时,MDU 可以用于商业客户。
 - SBU 型 ONU:主要用于单独企业用户和企业里的单个办公室,支持宽带接入终端功能,具有以太网接口和 E1 接口,提供以太网业务和 TDM 业务。主要应用于 FTTO 的场合;在移动回传的场景,需要提供时钟输出接口。
 - MTU(多商户单元)型 ONU:主要用于多个企业用户或同一个企业内的多个个人用户,具有宽带接入终端功能,具有多个以太网接口(至少 8 个)和 E1 接口,提供以太网业务和 TDM 业务,

可以具有 POTS 接口支持 VoIP 业务(内置 IAD),主要应用于 FTTB 的场合,在移动回传的场合,需要提供时钟输出接口。

6 业务能力要求

6.1 业务类型

XG-PON 应支持传统基于电路的业务以及基于 IP/以太网的分组业务。通过高业务质量和大带宽能力,XG-PON 应完全支持家庭用户、商业用户和移动回传应用。

XG-PON 应支持传统的业务,例如语音业务和 E1 业务的仿真和/或模拟业务,见 ITU-T Y.2201。

对于商业应用,XG-PON 应提供点到点、多点到多点和点到多点的以太网虚拟连接业务。

XG-PON 应对移动回传应用提供精确的频率/时间同步支持。

XG-PON 技术所支持的业务如表 2 所示。

表 2 XG-PON 支持业务

编号	业务	说明	
1	电话业务	VoIP	在 T-V[或(a)-V]接口之间的平均信号传输时延应小于 1.5 ms。如果网络中使用了回声消除,在满足端到端传输时延的条件下 T-V[或(a)-V]接口之间的传输时延要求可以适当延长
2	电视业务	IPTV	使用 IP 组播/单播方式传送
		数字广播电视	使用 RF 视频信号重叠传送(见 GY/T 106)
3	专线业务	E1	主要采用电路仿真的方式提供承载速率为 2 048 kBit/s, T-V [或(a)-V]平均传输时延小于 1.5 ms 的数字电路业务
4	高速因特网接入		
5	移动回传		要求支持精确的频率/时间同步
6	IP 业务		例如 L2VPN、L3VPN 等

6.2 最大/平均信号传输时延

XG-PON 在 T-V[或(a)-V]参考点间的传输时延应小于 1.5 ms(见 ITU-T G.982:1996 第 12 章),适配功能引入的时延并不包含在内。

6.3 最大以太网帧长

XG-PON 应支持承载最大的以太网帧长为 2 000,可选支持 2 001 字节~9 000 字节帧长的巨帧。当时延不敏感业务的巨帧与时延敏感业务或分组同步信号在同一个 PON 口上共同传输时,后两者的业务质量不应受到影响。

6.4 同步特性和指标

XG-PON OLT 应能够接收高质量的定时信号并作为 ONU 的主时钟源。ONU 将这些精确的定时信号传递到基站以满足基站设备对频率/时间的同步要求。因此,XG-PON 应考虑信号在 OLT 到 ONU 之间的传输时延和处理时延,向移动基站站点传输精确的定时信号的要求见 YD/T 2676。

6.5 2 048 kbit/s 电路仿真专线

2 048 kbit/s 电路仿真专线的指标和实现要求见 YD/T 2276。

6.6 VoIP 质量

XG-PON 系统对 VoIP 话音业务的支持应在 ONU 上实现。

ONU 支持 VoIP 话音业务时,应支持 G.711、G.729 和 G.723.1 三种语音编码(见 ITU-T G.711、ITU-T G.729 和 ITU-T G.723.1)。VoIP 业务应满足以下性能指标要求。

- a) 语音编码动态切换时间小于 60 ms;
- b) 具有 80 ms 缓冲存储能力,以保证不发生语音断续和抖动;
- c) 语音的客观评定:
 - 网络条件很好时,PSQM 的平均值小于 1.5;
 - 网络条件较差时(分组丢失率=1%,抖动=20 ms,时延=100 ms),PSQM 的平均值小于 1.8;
 - 网络条件恶劣时(分组丢失率=5%,抖动=60 ms,时延=400 ms),PSQM 的平均值小于 2.0;
- d) 语音的主观评定:
 - 网络条件很好时,MOS>4.0;
 - 网络条件较差时(分组丢失率=1%,抖动=20 ms,时延=100 ms),MOS>3.5;
 - 网络条件恶劣时(分组丢失率=5%,抖动=60 ms,时延=400 ms),MOS>3.0;
- e) 时延指标:VoIP 的环回时延包括编解码时延、收端输入缓冲时延和内部队列时延等,包括:
 - 采用 G.729 编码时,环回时延小于 150 ms;
 - 采用 G.723.1 编码时,环回时延小于 200 ms。

6.7 服务质量

对于 VoIP 业务,XG-PON 应支持通过有保证的固定带宽满足低时延和低抖动的要求。类似的,XG-PON 为商业用户和移动回传业务提供 EI 业务应满足低时延,低抖动以及严格的定时要求。

针对基于分组的业务,XG-PON 应支持至少 4 个业务类用于映射 UNI 侧的流,建议支持至少 6 个业务类。XG-PON 应支持至少 2 个业务类中的丢弃优先级。

XG-PON 应支持家庭用户、商业用户和移动回传业务在同一个 PON 口中混合承载。XG-PON 多用户 ONU 应支持商业和家庭用户在同一个 ONU 中混合接入。XG-PON 应支持在同一个 PON 口和同一个 ONU 中混合使用基于速率(包括 CIR/PIR 配置、策略、流量整形等)的流量管理和基于优先级的流量管理方式。

XG-PON 应支持在同一个 PON 口中同时使用 N:1 VLAN、1:1 VLAN 和 VBES 业务。

7 光网络要求

7.1 光纤特性

XG-PON 使用 GB/T 9771 规定的单模光纤,也可使用低弯曲损耗 YD/T 1954 所定义的光纤。

7.2 工作波长

XG-PON 工作的波段范围为:

——上行:1 260 nm~1 280 nm;

——下行:1 575 nm~1 580 nm(室外应用时可以扩展为 1 575 nm~1 581 nm)。

7.3 比特率

XG-PON 应支持 9.952 83 Gbit/s 下行,2.488 32 Gbit/s 上行的传输速率。

7.4 光功率预算

当部署在 B+类 ODN 时(可与 B+类光功率预算的 G-PON 共存在同一 ODN),考虑 WDMlr 引入的额外损耗,XG-PON 定义了两个光功率预算等级:

——N1: 在两个 IF_{XG-PON} 参考点间标称最大衰耗为 29 dB,打开 FEC(误码率为 1×10^{-12});

——N2: 在两个 IF_{XG-PON} 参考点间标称最大衰耗为 31 dB,打开 FEC(误码率为 1×10^{-12})。

当部署在 C+类 ODN 时,XG-PON 定义了扩展光功率预算等级:

——E1: 在两个 IF_{XG-PON} 参考点间标称最大衰耗为 33 dB,打开 FEC(误码率为 1×10^{-12});

——E2: 在两个 IF_{XG-PON} 参考点间标称最大衰耗为 35 dB,打开 FEC(误码率为 1×10^{-12})。

用于 G-PON、XG-PON 收发合一的合分波光模块的光功率预算见 YD/T 1688.8。非 combo 光模块的光功率预算见 YD/T 1688.5。

7.5 分路比

XG-PON 支持的物理最大分路比应至少为 1:64,TC 层支持的逻辑最大分路比至少为 1:256。

7.6 光纤距离

XG-PON 应支持最大光纤距离至少为 20 km。XG-PON TC 层应支持最大光纤距离为 60 km,且最大光纤距离差为 40 km。

8 PMD 层要求

XG-PON PMD 层应符合 YD/T 2402.2 的规定。合分波光模块 PMD 层应符合 YD/T 1688.8 的规定。

9 GTC 层要求

XG-PON 传输汇聚(GTC)层应符合 YD/T 2402.3 的规定。

10 功能要求

10.1 节能要求

基于 ITU-T G.Sup.45 所描述的节能机制,XG-PON 应支持多种节能技术以达到下列两个目标:

——当发生交流供电失效时,XG-PON ONU 应能关闭除维持 VoIP 业务外的其他功能,达到最低功耗工作状态,以延长后备电池(如果具备)的工作时间;

——在正常工作条件下,XG-PON ONU 应可以在不影响业务质量和用户感受的前提下,通过不同的低功耗手段达到降低设备功耗的目的。

10.2 认证/鉴别/加密

为防止仿冒和未经授权接入,XG-PON 应支持认证机制。XG-PON 可以支持的认证机制包括但不限于

- 于下列方式：
- 在 ONU 注册过程中鉴别 ONU 的序列号和/或注册 ID；
 - 基于 IEEE 802.1X 的方式对 ONU 进行认证；
 - OLT 与 ONU 之间的双向认证；
 - 为了防止在 ONU 上进行未经授权数据侦听，OLT 应支持对下行单播数据进行加密。

10.3 FEC

XG-PON 系统应该支持双向的 FEC 功能，下行方向 FEC 功能强制打开，并应支持 ONU 在线时能针对每个 ONU 设备打开/关闭其上行 FEC 功能。

10.4 光链路检测

XG-PON 系统 OLT 应能接收 ONU 上报的光链路检测参数(包括发送光功率、接收光功率、光模块温度、供电电压、电流等)，并可对自身 PON 口光模块的工作参数(包括发送光功率、接收光功率、光模块温度、供电电压、电流等)进行测量和检测。

当 OLT 接收到的来自某个 ONU 的上行光功率过低(低于预先配置的 OLT 灵敏度上限)或者过高(高于预先配置的 OLT 过载光功率下限)，则 OLT 应产生相应的光功率越限告警。

10.5 ONU 断电通知功能

ONU 应具有通过 XGTC 中的 Dying Gasp(断电报警)标识将自身掉电事件通知 OLT 的能力，OLT 应能把该事件通知网管。

10.6 异常发光 ONU 检测和关闭

异常发光 ONU 是指因自身故障或者其他原因导致其光信号发射时间超出了 OLT 对其的授权范围的 ONU。异常发光 ONU 会影响整个 PON 网络的正常运行。

OLT 应具备对异常发光 ONU 的检测功能，并能远程控制其关闭和打开光信号的发射。

ONU 可选支持自主识别和检测异常发光，主动上报 OLT，并能自主关闭光信号发射。

10.7 动态带宽分配

XG-PON OLT 应支持状态报告动态带宽分配方式和流量监测动态带宽分配方式；XG-PON ONU 应支持状态报告动态带宽分配方式。

带宽授权可分为四类，按照优先级高低顺序依次为：固定带宽、保证带宽、非保证带宽、尽力而为带宽。不同 T-CONT 类型所代表的业务类型见表 3。

表 3 T-CONT 类型

类型	时延保证	T-CONT 类型				
		Type1	Type2	Type3	Type4	Type5
固定带宽	是	√				√
保证带宽	否		√	√		√
非保证带宽	否			√		√
尽力而为带宽	否				√	√
对于 T-CONT 类型 3、4 和 5，其可获得的总带宽不应超过对这些类型配置的最大带宽参数。Type5 模型中非保证带宽与尽力而为带宽不同时共存。						

XG-PON 系统应同时支持全部 5 种 T-CONT 类型,即对于每种业务的带宽控制参数,XG-PON 系统应同时支持固定带宽(Fixed)、保证带宽(Assured)和最大带宽(Maximum)控制参数。

DBA 机制应保证 ONU 的上行流量不超过 SLA 中的最大带宽,即使线路上有剩余带宽也不应为 ONU 分配超过最大带宽的授权。系统应支持对配置带宽的连接接纳控制的功能,保证可配置的固定/保证带宽总和不会超过系统总带宽。

DBA 的最小带宽分配粒度应不大于 256 kbit/s。

DBA 的可配置最小带宽应不大于 512 kbit/s。

DBA 的精度应优于 $\pm 5\%$ 。

10.8 人眼安全

XG-PON 网元应符合下述激光器安全类别,具体要求见 IEC 60825-2:

- OLT: 等级 1M;
- ONU: 等级 1M;
- RE: 等级 1M。

10.9 业务功能

10.9.1 基本要求

XG-PON OLT 应支持基于 ITU-T Y.1291 的 QoS 机制,在上行和下行方向均应能根据 SLA 协议保证各类业务的 QoS。

QoS 机制包括业务流分类(Traffic classification)、优先级标记(Marking)、排队及调度(Queuing and scheduling)、流量整形(Traffic shaping)和流量管制(Traffic policing)、拥塞避免(Congestion avoidance)、缓存管理(Buffer management)等。

XG-PON 系统应支持针对每个用户或业务的业务等级协定参数的设置。例如,系统可以针对不同的用户和业务规定不同的时延与抖动、固定带宽、保证带宽、最大带宽等 SLA 参数,并应支持对上、下行业务分别进行配置。

10.9.2 业务流分类

OLT 设备应具有对上行业务流进行分类的功能,应具有基于 GEM Port-ID、User Priority(IEEE 802.1D)、EtherType(例如 IPoE、PPPoE 等)、目的 IP 地址、源 IP 地址、IP 协议类型(TCP、UDP、ICMP、IGMP 等)、IP TOS/DSCP 和 L4 协议端口号对上行业务流进行分类的能力。

10.9.3 优先级标记方式

OLT 应支持上行流分类与上行业务优先级标识的映射,应支持以太网 User Priority 字段作为优先级标识,可选使用 IP 的 TOS/DSCP 域作为优先级标识。

OLT 应支持对上、下行业务优先级标识进行修改的功能。

OLT 应支持将内层优先级标识复制到外层。

缺省状态下,OLT 信任 ONU 提供的上行业务优先级标识,上行方向不开启此功能。

10.9.4 队列调度

OLT 在处理上、下行业务时,应根据 IEEE 802.1D 所规定的 User Priority 标记把业务映射到不同的优先级队列并进行队列调度。

OLT 应支持绝对优先级(SP)调度策略、基于权重的相对优先级(WRR)调度策略以及混合调度策

略(SP+WRR)对上、下行业务流进行队列调度,并且每个上联接口应至少支持 8 个队列。

10.9.5 限速功能

OLT 应支持 DBA 机制,以实现每个 T-CONT 的上行带宽分配和上行业务流限速功能。对于存在 L2 汇聚功能的 OLT 设备,其上行端口(SNI)可选支持 L2 流量整形(Traffic Shaping)功能。

OLT 应具有基于用户侧以太网端口、VLAN ID 和 User Priority 限制下行业务流速率的能力,应支持 L2 Traffic Shaping 或 Policing 机制。

10.10 保护倒换

10.10.1 设备保护倒换

OLT 应支持系统关键部件、软件的故障自动倒换和备份,自动倒换后,系统应能正常工作。

10.10.2 ODN 的保护倒换

XG-PON 针对 ODN 故障的保护倒换是增强接入网可用性的手段之一。

XG-PON 可选实现与 G-PON 相同的 ODN 保护机制,应符合 GB/T 33845 的规定。

10.11 以太网功能

XG-PON 系统以太网功能应符合 GB/T 33845 的规定。

10.12 可靠性要求

10.12.1 业务板热插拔

ONU 应支持非模块结构(固定式)和模块化结构(插板式)两种形态,其中采用模块化结构(插板式)MDU/MTU 型的 ONU 应支持客户接入业务板的热插拔。

插板式 OLT 应支持业务板、主控板、电源板热插拔。

10.12.2 数据配置自动恢复功能

ONU、OLT 应支持掉电、掉电恢复后数据不丢失以及数据配置自动恢复的功能。

11 管理维护要求

11.1 网管要求

11.1.1 基本要求

网管系统的基本要求如下:

- OLT 应能通过其所带的 CONSOLE 口对其进行带外方式的操作维护,应支持通过 SNMPv2c 网管系统远程进行操作管理维护,可选支持 TELNET 或 WEB 方式的网管;
- OLT 应支持带外管理和带内管理方式,带外方式应当提供所有带内方式的功能,带外方式应当实现访问控制,防止非法授权访问;
- 网管系统应具备对设备进行配置管理、故障管理、性能管理和安全管理方面的功能;
- 网管系统建议采用中文界面。

11.1.2 配置管理要求

网管系统应支持通过模板的方式进行参数配置,应支持对参数的批量配置和板卡的离线配置。

配置管理的具体要求如下：

- 应能对网络侧和用户侧接口参数进行配置；
- 应能对业务流参数进行配置，如保证带宽、最大带宽和业务优先级等，配置的保证带宽总和不
应超过 PON 最大系统带宽；
- 应能对板卡进行配置；
- 应能配置以太网功能，如 VLAN、帧过滤、组播等；
- 应能配置 PON 系统功能，如加密、光纤保护倒换等；
- 网络拓扑结构发生变化时应能自动更新，如 ONU 上线/下线等；
- 应能通过网管对系统软件进行升级；
- 所有配置操作应记录到日志文件，并支持检索；
- 应支持配置关键部件和软件的保护倒换功能；
- 可选支持对环境监控参数进行配置。

11.1.3 性能管理要求

性能管理要求如下：

- 网管应能启动性能测量功能，采集和处理测量数据，分析测量结果；
- 性能管理应具备对系统性能管理事件的当天和前一天的每 15 min 计数以及 24 h 计数功能，
统计参数应包括 PON 接口性能参数、网络侧和用户侧业务接口性能参数等；
- 应能对 PON 系统带宽的使用情况、各 ONU 使用带宽情况进行统计；
- 应能查询历史系统性能记录，并能将查询结果和统计结果保存到外部文件并输出；
- OLT 和 ONU 可测量发射光功率和接收光功率值。

11.1.4 故障管理要求

故障管理要求如下：

- 网管应能对系统的各个部分进行持续的或间断的测试、观察和监测，以发现故障或性能的
降低；
- 当 PON 接口物理层性能（如光通道误码率）严重下降时，系统应能产生告警；
- 应能通过指示灯和告警信号指示设备的故障，不同的故障原因对应不同的告警信息；
- 应能判定故障发生的时间和故障的位置，故障定位应能定位到电路板；
- 故障事件恢复后，系统网管的相应告警信息应能自动清除；
- 系统告警日志统计列表应可对故障类型基于故障严重程度、故障原因、时间段进行分级处理；
- 应能按照不同等级、不同时间段和产生告警的原因等方式对告警统计进行过滤。

11.1.5 安全管理要求

安全管理要求如下：

- 网管系统应通过定义个人访问权限的方式，提供对于管理员/操作系统访问的安全措施，拒绝
非法用户和密码错误用户的登陆访问。不同级别的管理员有不同的权限，确保访问请求的发
起者只能在自己的权限范围内执行管理操作。敏感信息，或固定用户终端鉴权属性，数据库和
配置数据只能由有授权的个人和管理系统进行操作。
- 网管系统应记录所有用户的操作，包括用户名、操作时间、操作类型。非法用户登陆应产生安
全性告警，未经授权的操作尝试由系统日志记录并产生安全警告提示。
- 可选支持管理区域的划分，将不同的资源分配到不同的管理区域，在不同管理区域内对相应资
源进行管理操作。

11.2 ONU 的管理

XG-PON 系统应支持通过 ITU-T G.988 所规定的 OMCI 协议对 ONU 进行管理和控制。

多用户 ONU 应支持 OMCI 协议结合 SNMP 协议进行双域管理。

具备家庭网关功能的 ONU 应支持 OMCI 协议结合 CWMP 协议进行双域管理。

11.3 PON 的监测

XG-PON 宜支持多种不同的报告和测量手段用于监控、报告和定位 PON 系统中的故障。XG-PON 监控功能应考虑下列几个方面的需求：

- ODN 的监测：对 ODN 的日常监测和按需检查可以有效地区分 ODN 故障和 PON 设备故障。ODN 的监测功能不论 ONU 是否在线均可工作。
- 端到端的性能监测：性能监测可以使运营商及时发现用户流量是否遇到瓶颈。性能监测在 PON 层和以太网层监测进出 PON 网元的流量。
- 主动和被动故障恢复：结合监测和控制系统，运营商可以决定是否对常见故障进行主动或被动的故障恢复。
- G-PON 和 XG-PON 通过 WDMlr 共存：当两者共存时，监测系统能识别并定位出现故障的系统。



12 其他要求

12.1 环境要求

12.1.1 光纤温度交变要求

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

12.1.2 运行环境要求

XG-PON 设备的温度、湿度等运行环境应符合 YD/T 1619 的规定。

12.1.3 防尘要求

在以下灰尘环境下，XG-PON 设备应能正常工作：直径大于 $5\text{ }\mu\text{m}$ 的灰尘浓度不大于 3×10^4 粒/ m^3 ，灰尘粒子是非导电、非导磁和非腐蚀性的。

12.1.4 大气压力要求

在 $86\text{ kPa} \sim 106\text{ kPa}$ 大气压力条件下，设备应能正常工作。

12.1.5 噪声要求

ONU 宜采用被动散热无风扇设计等方式降低噪声。

12.2 电源要求

OLT 应支持直流或交流供电方式，在下述 a) 或 b) 条件下能正常工作。

ONU 应支持交流供电方式，在 b) 条件下能正常工作，可选支持备用电池供电。

电源要求如下：

- a) 直流电压及其波动范围：
 - 标称电压： -48 V ；
 - 电压波动：在直流输入端子处测试的 -48 V 电压允许变化范围为 $-57\text{ V}\sim-40\text{ V}$ 。
- b) 交流电压及其波动范围：
 - 单相 $220\text{ V}\pm 2.2\text{ V}$ ，频率 $50\text{ Hz}\pm 2.5\text{ Hz}$ ，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不应小于 $50\text{ M}\Omega$ 。

12.3 电气安全要求

12.3.1 绝缘电阻

正常情况下，OLT 和 ONU 设备的绝缘电阻不应小于 $50\text{ M}\Omega$ 。

12.3.2 设备接地要求

设计提供接地端子的 OLT 和 ONU 设备的接地电阻应小于 $5\ \Omega$ 。

12.3.3 过压、过流保护

OLT 和 ONU 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。

设备应满足 YD/T 1082 对模拟雷电冲击、电力线感应、电力线接触等指标的要求。

12.3.4 电磁兼容

OLT 和 ONU 设备的电磁兼容性指标应符合 GB/T 9254 和 GB/T 17618 的规定。

