



中华人民共和国通信行业标准

YD/T 2402.2-2012

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

Technical requirements for access network
10-Gigabit-capable passive optical networks (XG-PON)
Part 2: Physical media dependent (PMD) layer requirements
(ITU-T G.987.2:2010, 10-Gigabit-capable passive optical networks (XG-PON):
Physical media dependent (PMD) layer specification, MOD)

2012-12-28 发布

2013-03-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 缩略语	1
4 ODN配置	2
5 XG-PON的物理媒质相关(PMD)层要求	3
5.1 线路速率	3
5.2 XG-PON1所选择的FEC编码	3
5.3 物理媒质及传输方式	3
5.4 线路码型	4
5.5 工作波长	4
5.6 XG-PON1物理媒质相关(PMD)层参数	4
5.7 O_{ld} 和 O_{ru} 处的发射机	6
5.8 O_{ld}/O_{ru} 和 O_{rd}/O_{lu} 之间的光通道	9
5.9 O_{rd} 和 O_{lu} 的接收机	9
6 XG-PON1 ONU的X/S容忍度	12
6.1 概述	12
6.2 通用WDM配置	12
7 上行物理层开销	13
附录A(资料性附录)物理层开销时间的分配	14

前 言

《接入网技术要求 10Gbit/s无源光网络(XG-PON)》分为以下三个部分:

- 第1部分:总体要求;
- 第2部分:物理媒质相关(PMD)层要求;
- 第3部分:传输汇聚(XGTC)层要求。

本部分为《接入网技术要求 10Gbit/s无源光网络(XG-PON)》的第2部分。

本部分按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本部分使用重新起草法修改采用ITU-T G.987.2:2010《10Gbit/s无源光网络(XG-PON):物理媒质相关(PMD)层规范》,本部分与ITU-T G.987.2:2010的主要技术差异如下:

- 删除了ITU-T G.987.2中关于业务的第7章;
- 删除了ITU-T G.987.2中关于SNI和UNI的第8章;
- 删除了ITU-T G.987.2中的9.1节。

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。

本部分由中国通信标准化协会提出并归口。

本部分起草单位:工业和信息化部电信研究院、中国移动通信集团公司、中国联合网络通信集团有限公司、中国电信集团公司、华为技术有限公司、上海贝尔股份有限公司、中兴通讯股份有限公司、武汉邮电科学研究院、UT斯达康(重庆)通讯有限公司。

本部分主要起草人:李俊玮、陈洁、程强、刘谦、郑京、张德朝、邵岩、王波、林薇、周惠琴、张德智、李滔、董博。

接入网技术要求 10Gbit/s无源光网络 (XG-PON)

第2部分：物理层要求

1 范围

本部分规定了10Gbit/s无源光网络（以下简称XG-PON）系统的物理媒质相关（PMD）层要求、ONU的X/S容忍度及上行物理层开销。本部分规定的XG-PON系统主要针对XG-PON1。

本部分适用于公众电信网环境下的XG-PON设备，专用电信网也可参照使用。

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，仅所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 9771（所有部分）通信用单模光纤系列

YD/T 2402.1-2012 接入网技术要求 10Gbit/s无源光网络（XG-PON）第1部分：总体要求

YD/T 2402.3-2012 接入网技术要求 10Gbit/s无源光网络（XG-PON）第3部分：XGTC层要求

ITU-T G.982:1996 支持速率高于或等于ISDN基本速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.983.1:1998 基于无源光网络（PON）的宽带光纤接入系统（Broadband optical access systems based on Passive Optical Networks（PON））

ITU-T G.Sup39:2008 光系统设计和工程考虑（Optical system design and engineering considerations）

3 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BER	Bit Error Rate	误比特率
DD	Differential Distance	差分距离
ER	Extinction Ratio	消光比
IFG-PON	G-PON Interface	G-PON接口
IFXG-PON	XG-PON Interface	XG-PON接口
IFVIDEO	Video Interface	视频接口
G-PON	Gigabit-capable Passive Optical Networks	吉比特无源光网络
IP	Internet Protocol	互联网协议
L2	Layer 2	2层
L3	Layer 3	3层
NRZ	No Return Zero	不归零编码
ODN	Optical Distribution Network	光分配网
OLT	Optical Line Terminal	光线路终端
OMCI	ONU Management and Control Interface	ONU管理控制接口

ONU	Optical Network Unit	光网络单元
ORL	Optical Return Loss	光回损
PMD	Physical Media Dependent	物理媒质相关
POTS	Plain Old Telephone Service	普通老式电话业务
QoS	Quality of Service	服务质量
RF	Radio Frequency	射频
Rx	Receive	接收
SNI	Service Node Interface	业务节点接口
SNMP	Simple Network Management Protocol	简单网络管理协议
TDM	Time Division Multiplex	时分复用
Tx	Transmit	发送
Tplo	The physical layer overhead	物理层开销
UI	Unit Interval	单位间隔
UNI	User Network Interface	用户网络接口
VLAN	Virtual Local Area Network	虚拟局域网
WBF	Wavelength Blocking Filter	波长阻断滤波器
WDM	Wavelength Division Multiplex	波分复用
XG-PON	10-Gigabit-capable Passive Optical Networks	10G比特无源光网络

4 ODN 配置

ODN配置如图1所示。

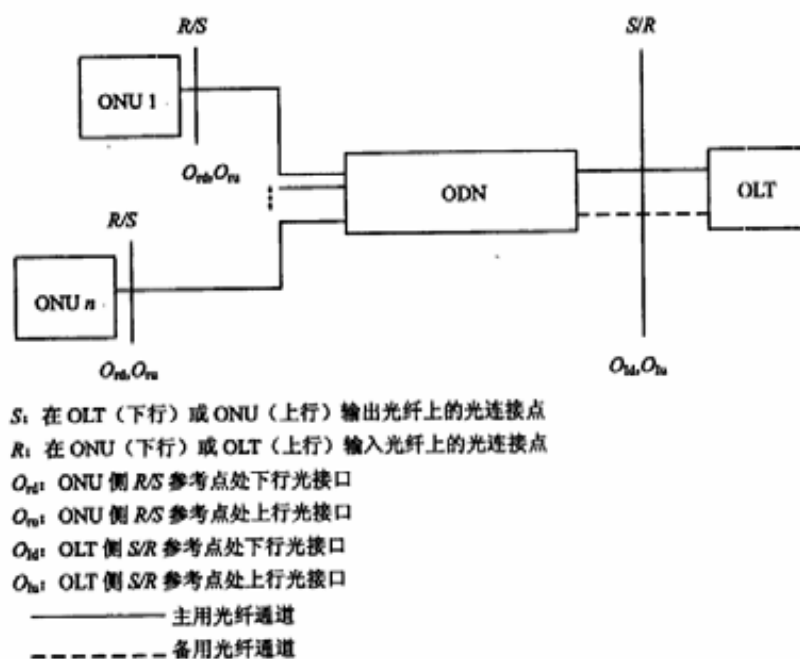


图1 ODN 通用物理配置

ODN中两个光传输方向分别定义如下：

——下行方向定义为光信号从 OLT 至 ONU；

——上行方向定义为光信号从 ONU 至 OLT。

上下行的传输应在同一光纤和器件中进行（双向/双工工作），即采用单纤双向传输方式。

规定的光路径损耗类型见表1。

表1 光路径损耗类型

	N1类型	N2类型	E1类型	E2类型
最小损耗	14 dB	16 dB	18 dB	20 dB
最大损耗	29 dB	31 dB	33 dB	35 dB

对于单星型拓扑，缺少光分支装置会导致光路损耗小于5dB。这种情况下，ODN应包括额外的光衰减器以保证对于特定光路损耗类型的最小信道插入损耗，这样可以避免接收器的损坏可能。

规定的光纤差分距离（DD）分类见表2。

表2 光纤差分距离分类

	DD20	DD40
最大差分距离	20 km	40 km

5 XG-PON 的物理媒质相关（PMD）层要求

5.1 线路速率

XG-PON定义2个线路速率等级，分别为：

——XG-PON1: 10 Gbit/s 下行，2.5 Gbit/s 上行；

——XG-PON2: 10 Gbit/s 下行，10 Gbit/s 上行；

本部分目前仅针对XG-PON1的物理层性能指标进行规定，XG-PON2的详细特性待将来研究。

XG-PON1的下行信号标称线路速率为9.953 28 Gbit/s，上行信号标称线路速率为2.488 32 Gbit/s。定义参数按照上行信号和下行信号分类，标称线路速率如表3所示。

表3 上、下行标称速率和对应参数表

	传输方向	标称线路速率（Gbit/s）	对应参数表
XG-PON1	下行	9.953 28	表4
	上行	2.488 32	表5

当OLT和端局工作在正常状态时，OLT设备的下行信号的频率精度应可以跟踪到一个外定时信号（该信号可溯源到同步网定时信号）。当OLT工作在自由振荡模式，下行信号的频率精度应达到 4.6×10^{-6} 。

当ONU处于运行状态并得到授权时，它应发送与自己接收到的下行信号时钟精度一样的信号。当ONU不处于运行状态或者没有得到授权时，它不应发送任何信号。

5.2 XG-PON1 所选择的 FEC 编码

见YD/T 2402.3-2012《接入网技术要求 10Gbit/s无源光网络（XG-PON）第3部分：XGTC层要求》中9.4节。

5.3 物理媒质及传输方式

5.3.1 传输媒质

XG-PON1 系统传输媒质为光纤，并应符合 GB/T 9771 的规定。

5.3.2 传输方向

信号在传输媒质的上行和下行方向传输。

5.3.3 传输方法

通过采用WDM技术实现信号单纤双向传输。

5.4 线路码型

下行和上行：NRZ编码。

PMD层未定义扰码方法。

通常采用的光信号逻辑为：

——发送高光功率表示二进制“1”；

——发送低光功率表示二进制“0”。

5.5 工作波长

5.5.1 下行工作波长

XG-PON1下行方向的工作波长范围应为1575~1580nm，用于室外的OLT下行方向允许使用1575~1581nm范围的工作波长。

5.5.2 上行工作波长

XG-PON1上行方向的工作波长范围应为1260~1280nm。

5.6 XG-PON1 物理媒质相关（PMD）层参数

5.6.1 9.953 28 Gbit/s 下行方向的光接口参数

9.953 28 Gbit/s下行方向的光接口参数应符合表4所示。

表4 9.953 28 Gbit/s 下行方向的光接口参数

项 目	单 位	参数值					
OLT 发射机（光接口 O_M ）							
标称线路速率	Gbit/s	9.95328					
工作波长 ^a	nm	1575~1580					
线路编码	—	NRZ					
发射机眼图模版	—	见5.7.7.2节					
在发射机波长上测量的设备的最大反射	dB	不适用					
O_M 和 O_{M2} 处ODN的最小ORL ^b	dB	大于32					
ODN类型		$N1$	$N2$		$E1$	$E2$	
			$N2a$	$N2b$		$E2a$	$E2b$
最小平均发射功率	dBm	+2.0	+4.0	+10.5	+6	+8	+14.5
最大平均发射功率	dBm	+6.0	+8.0	+12.5	+10	+12	+16.5
发射机无输入信号时的发射光功率	dBm	不适用					
最小消光比	dB	8.2					
发射机反射光功率容限	dB	大于-15					
色散范围	ps/nm	0~400（DD20） 0~800（DD40）					
最小边模抑制比	dB	30					
最大光通道损耗差	dB	15					
抖动产生	—	见5.9.7.3节					

表4 (续)

项 目	单 位	参数值					
ONU接收机（光接口 O_{nd} ）							
最大光通道代价 ^d	dB	1.0					
在接收机波长上测量的设备的最大反射	dB	小于-20					
误码率参考门限	-	不大于 10^{-3}					
ODN类型		$N1$	$N2$		$E1$	$E2$	
			$N2a$	$N2b$		$E2a$	$E2b$
在误码率参考门限处的最小灵敏度 ^e	dBm	-28.0	-28.0	-21.5	-28.0	-28.0	-21.5
在误码率参考门限处的最小过载	dBm	-8.0	-8.0	-3.5	-8.0	-8.0	-3.5
连续相同数字抗扰度	bit	大于72					
抖动容限	-	见5.9.7.2节					
接收机反射光功率容限	dB	小于10					
注：误码率参考门限值参见ITU-T G.Sup39: 2008的9.4.1							
* 对于室外部署的 OLT，允许的工作波长范围为 1575~1581nm。							
* 在 ITU-T G983.1:1998 附录 I 规定的可选情况下， O_{n1} 和 O_{n2} 处 ODN 的最小 ORL 可以大于 20dB。与 O_{n1} 和 O_{n2} 处 ODN 的最小 ORL 对应的 ONU 接收机反射值为-20dB。							
* 该灵敏度应在同一 ODN 上存在 G-PON 和有视频业务的情况下被满足。如果同一 ODN 上不存在 G-PON，或者不存在视频业务，更或者二者都不存在，灵敏度会不同（精确值为有待进一步研究）。							
* 规定的损耗值在 40km 的链路距离内有效							

5.6.2 2.488 32 Gbit/s 上行方向的光接口参数

2.488 32 Gbit/s上行方向的光接口参数应符合表5要求。

表5 2.488 32 Gbit/s 上行方向的光接口参数

项 目	单 位	参数值			
ONU 发射机（光接口 O_m ）					
标称线路速率	Gbit/s	2.488 32			
工作波长	nm	1260~1280			
线路编码	—	NRZ			
发射机眼图模版	—	见5.7.7.3节			
在发射机波长上测量的设备的最大反射	dB	小于-6			
O_m 和 O_{m2} 处ODN的最小ORL ^a	dB	大于32			
ODN 类型		N1	N2	E1	E2
最小平均发射功率	dBm	+2.0	+2.0	+2.0	+2.0
最大平均发射功率	dBm	+7.0	+7.0	+7.0	+7.0
发射机无输入信号时的发射光功率	dBm	小于（最小灵敏度-10）			
最大Tx使能	bits	32			
最大Tx禁止	bits	32			
最小消光比	dB	8.2			
发射机反射光功率容限	dB	大于-15			
色散范围 ^b	ps/nm	0~-140（DD20） 0~-280（DD40）			
最小边模抑制比	dB	30			
抖动转移	—	见5.9.7.1节			
抖动产生	—	见5.9.7.3节			

表5 (续)

项 目	单 位	参 数 值			
OLT 接收机（光接口 O_{In} ）					
最大光通道代价 ^a	dB	0.5			
在接收机波长上测量的设备最大发射	dB	小于-20			
误码率参考门限	-	不大于 10^{-4}			
ODN 类型		$N1$	$N2$	$E1$	$E2$
在误码率参考门限处的最小灵敏度	dBm	-27.5	-29.5	-31.5	-33.5
在误码率参考门限处的最小过载	dBm	-7.0	-9.0	-11	-13
连续相同数字抗扰度	bit	大于72			
抖动容限	-	见5.9.7.2节			
接收机反射光功率容限	dB	小于10			
注1：发射机无输入信号时的发射光功率、最大Tx使能、最大Tx禁止的定义见5.7.4节。					
注2：误码率参考门限值来参见ITU-T G.Sup39：2008的9.4.1节					
^a 在ITU-T G.983.1:1998 附录I规定的可选情况下， O_m 和 O_d 处ODN的最小ORL可以大于20dB。与 O_m 和 O_d 处ODN的最小ORL对应的ONU发射机反射值为-20dB。					
^b 色散范围被认为是用于规定激光器光谱特性的最合适方法。它和之前用-20dB最大谱宽规定2.5 Gbit/s以下线速的方法是兼容的。等效的-20dB谱宽最大值小于1nm。					
^c 规定的损耗值在40km的链路距离内有效					

5.7 O_{d} 和 O_{m} 处的发射机

5.7.1 概述

发射机所有参数的规定应与表4、表5中的参数保持一致。

5.7.2 光源类型

考虑到光纤线路的衰减和色散特性, 切实可行的发射机器件只有单纵模 (SLM) 激光器。本标准中标称光源类型宜使用SLM激光器来满足XG-PON1系统上行和下行链路对传送距离和线路速率的所有要求。由于多纵模 (MLM) 激光器本身对传送距离和线路速率的限制, MLM激光器的使用不在本标准规定范围内。

5.7.3 光谱特性

对于SLM激光器, 需要同时对激光器和激光器工作光纤的色散范围作出规定, 标准工作条件下在该色散范围内由激光器的特性和光纤的色散可以得到特定光纤距离上的确定损耗。而且在SLM系统中为了控制模分配噪声, 要对激光器的最小边模抑制比作出规定。实际的光谱特性受限于光通道代价 (OPP) 的最大值, 此时在数据通道的光色散为最坏情况。

MLM激光器的使用不在本标准规定范围内。

5.7.4 平均发射功率

O_{d} 和 O_{m} 处的平均发射功率是指发射机耦合进光纤的伪随机数据序列的平均功率。平均发射功率是一个范围, 以允许系统成本优化, 并为正常运行条件下发射机连接器劣化、测量误差和器件老化效应对平均发射功率的影响留有了余量。

在运行状态下, 最小值是应提供的最小光功率, 而最大值则为应提供的最大光功率。

O_{m} 处光接口发射功率的测量应考虑ONU发送上行流量的突发特性。

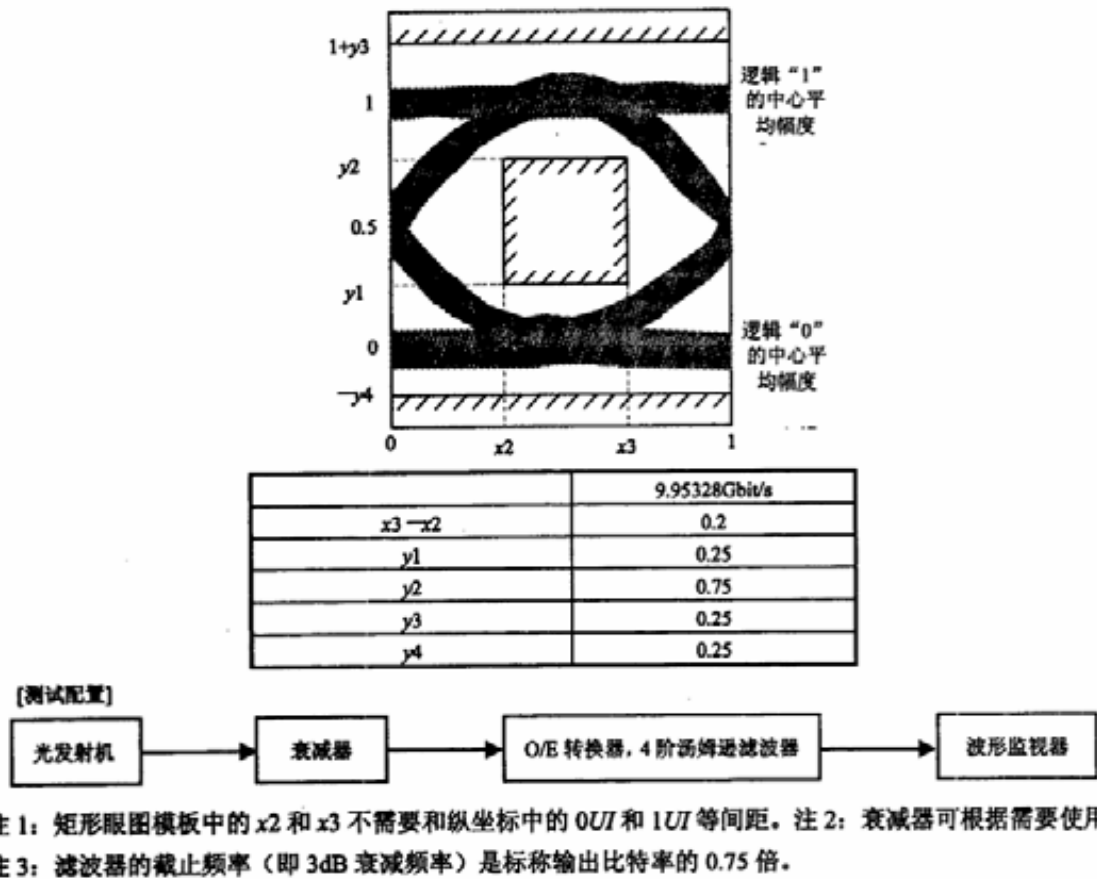


图3 OLT 发射机眼图模板

5.7.7.3 ONU 发射机

对ONU发射机眼图模板参数的规定见图4。

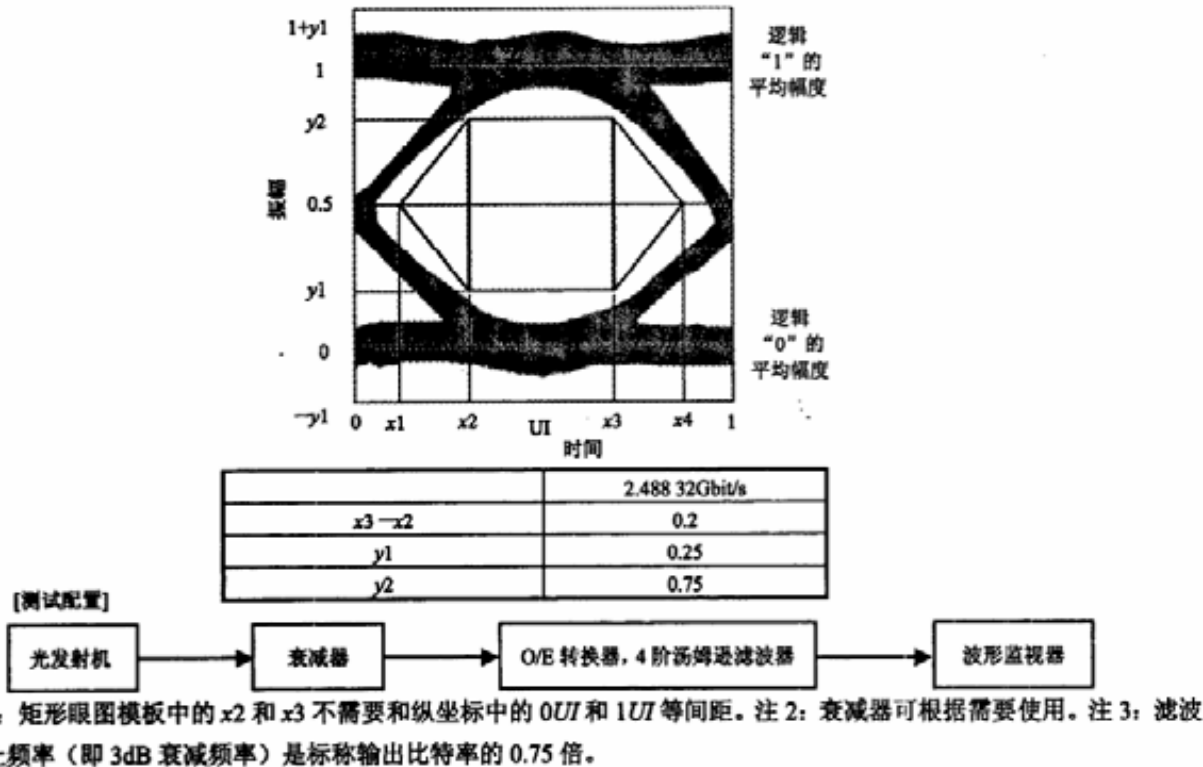


图4 ONU 发射机眼图模板

5.7.8 发射机反射光功率容限

发射机性能应满足表4和表5在S参考点处规定的光反射功率要求。

5.8 O_{rd}/O_{ru} 和 O_{rd}/O_{lu} 之间的光通道

5.8.1 衰减范围

第4章中规定了4种类型的衰减范围。

表4和表5中对衰减的规定是假设最坏情况下的衰减值，包括由于接头、连接器、光衰减器（如果用到）或者其他的无源光器件带来的损耗，以及以下任何额外的光缆余量带来的容差：

- 将来光缆配置的变更（如附加接头、增加的光缆长度等）；
- 由于环境因素带来的光缆性能的变化；
- S和R点之间任何连接器、光衰减器（如果用到）或者其他无源光器件的劣化。

5.8.2 R/S点处包括了连接器的光缆最小光回波损耗

ODN R/S点的总的最小光回波损耗(ORL)规定见表4和表5。ODN S点的最小ORL可规定为大于20dB。

注：ODN模型S/R点的总反射系数受光配线架(ODF)上光连接器的影响。在ITU-T G.982:1996中单个分立元件的最大反射系数是-35dB。两个ODF连接器的反射系数就可以达到-32dB。然而，基于其他的网络模型，总的反射系数可以劣于-20dB。

5.8.3 S和R之间的最大离散反射系数

ODN中所有离散反射系数按照ITU-T G.982:1996的定义应优于-35dB。

5.8.4 色散

色散受限系统的色散最大值(ps/nm)在表4和表5规定。这些值与规定的最大光通道代价一致，它们考虑了规定的发射机类型和工作波长范围的色散系数。

5.9 O_{rd} 和 O_{lu} 的接收机

5.9.1 接收机灵敏度

对接收机灵敏度值的规定见表4和表5。接收机灵敏度考虑了标准运行条件下使用了最差的消光比、脉冲上升和下降时间、R/S点处光回波损耗、接收机连接器劣化和测量容差的发射机造成的功率代价。接收机灵敏度不包括色散、抖动及光通道反射相关的功率代价。这些影响在最大光通道代价的分配中分别规定。

5.9.2 接收机过载

对接收机过载值的规定见表4和表5。接收机应具备一定的健壮性，以应对测距阶段因系统启动或者可能的碰撞引起的光功率值增大。此时不能保证表4和表5规定的BER。

5.9.3 最大光通道代价

接收机应容忍不超过表4和表5所规定的光通道代价。

5.9.4 在接收机波长测量的R/S处最大反射系数

由设备(ONU/OLT)反射回光缆的反射系数由 O_{rd} 和 O_{lu} 处测量的设备最大容许反射系数规定。它应遵从表4和表5的规定。

5.9.5 光通道损耗差

光通道损耗差即同一ODN中最大光通道损耗与最小光通道损耗的差值。最大光通道损耗差的规定表4和表5。

5.9.6 时钟提取能力

上行传送信号的时钟是从前导码中数个交替的比特里快速提取的。该时钟应至少从定界符开始到上行分配突发结束的信号接收阶段被保持，或者在上行分配突发阶段从前导码后的信号中连续提取。

5.9.7 抖动性能

5.9.7.1 抖动转移

抖动转移的规定仅适用于ONU。

抖动转移函数定义如下：

抖动转移 = $20\lg\left[\frac{\text{上行信号抖动}UI}{\text{下行信号抖动}UI} \times \frac{\text{下行比特率}}{\text{上行比特率}}\right]$

当输入正弦抖动达到图6模板曲线时，ONU的抖动转移函数应在图5的模板曲线之下，并满足图5针对每种线路速率所规定的参数。

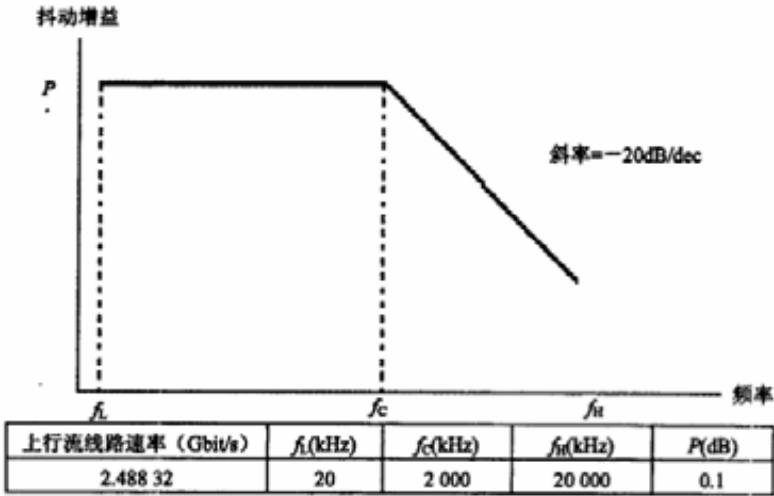


图5 ONU 抖动转移

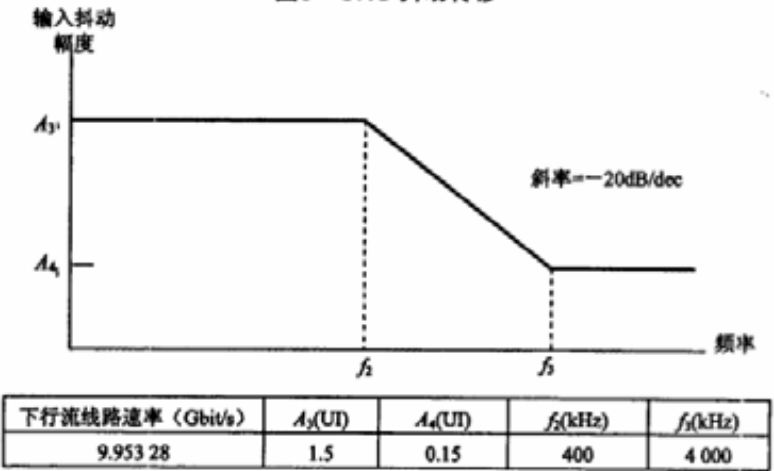
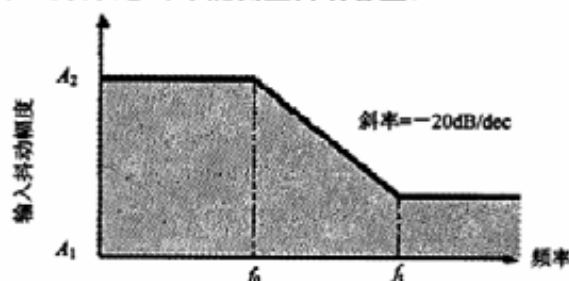


图6 正弦抖动模板的高频部分

5.9.7.2 抖动容限

抖动容限定义为使光设备上产生1dB的光通道代价时叠加在输入XG-PON1信号上的正弦抖动峰峰值幅度。它是保证工作条件下无额外损耗的重要测试。

ONU的抖动容限应至少满足图7针对下行线路速率规定的参数。对OLT抖动容限的规定并非强制性的，因为只有当上行流工作在连续状态时才能测量抖动容量。



线路速率 (Gbit/s)	f_0 (kHz)	f_1 (kHz)	A_1 [UIp-p]	A_2 [UIp-p]
2.488 32	1 000	100	0.075	0.75
9.953 28	4 000	400	0.075	0.75

图7 ONU 抖动容限模板

5.9.7.3 抖动产生

下行流无抖动输入且测量带宽如表6规定时，ONU产生的峰峰值抖动幅度不应超过表6针对线路速率为2.488 32 Gbit/s的规定。定时参考无抖动输入且测量带宽如表6规定时，OLT产生的峰峰值抖动幅度不应超过表6针对线路速率为9.953 28 Gbit/s的规定。

表6 XG-PON1 对抖动产生的要求

线路速率 (Gbit/s)	测量频带 (-3 dB 频率处)		峰峰值幅度 (UI)
	高通 (kHz)	低通 (MHz) -60dB/dec	
2.488 32	5	20	0.30
	1000	20	0.10
9.953 28	20	80	0.30
	4000	80	0.10

注1：高通和低通测量滤波器的转移函数定义见 ITU-T G.825 的第 5 章。

注2：峰峰值幅度 (UI) 的测量时间和通过与否的标准见 ITU-T G.825 的第 5 章

5.9.8 连续相同数字 (CID) 抗扰度

OLT和ONU的连续相同数字抗扰度应符合表4和表5的规定。

5.9.9 接收机反射功率容限

当多重反射被分别看作是在 O_{rd} 和 O_{rn} 的一个噪声光时，接收机反射功率容限是 O_{rd} 和 O_{rn} 的平均输入光功率与反射光平均功率的允许比值。

接收机反射功率在最小接收机灵敏度时被定义。

5.9.10 传送质量和误码性能

为避免系统停机或者失效，在传送BER达到表4和表5规定值时，帧结构应有足够的鲁棒性。

PON系统中单条链路的平均BER会低于表4和表5规定值。条件允许时，光器件应提供优于表4和表5规定的BER值。

6 XG-PON1 ONU 的 X/S 容忍度

6.1 概述

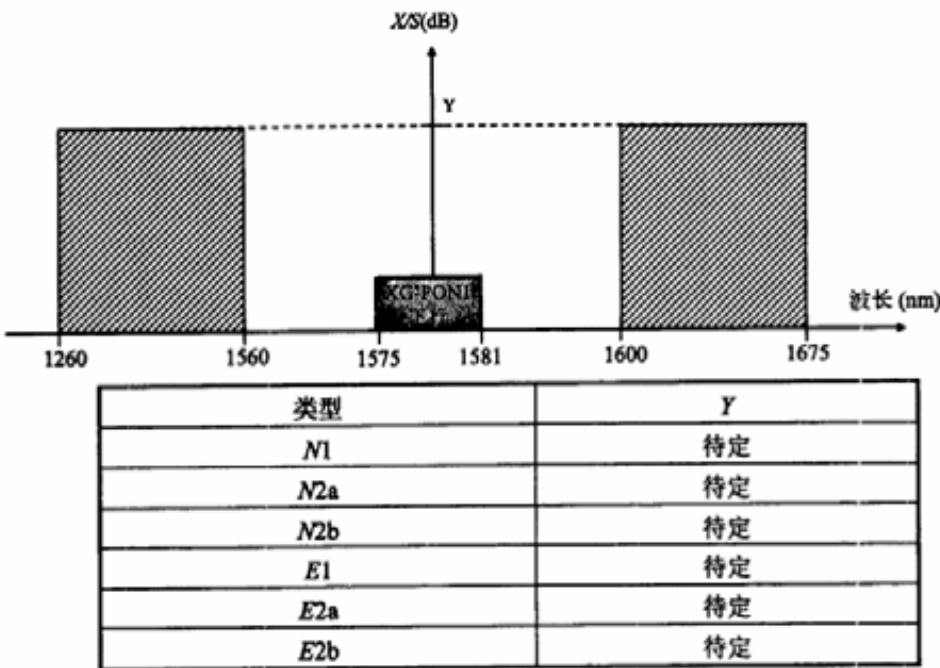
XG-PON1 ONU的最小接收灵敏度应和出现的干扰信号相当。这些干扰信号主要是由G-PON业务和（或）YD/T 2402.1-2012《接入网技术要求 10Gbit/s无源光网络（XG-PON）第1部分：总体要求》中定义的增强频段中的视频信号业务所导致的。为了减少干扰信号的影响，XG-PON1 ONU需要用一个合适的波阻滤波器（WBF）和波分复用（WDM）滤波器来隔离它们。本标准没有直接定义WBF和WDM滤波器的隔离特性，但是定义了XG-PON1 ONU的X/S容限。这里，S是XG-PON1信号的光功率，X是干扰信号。这些信号参数都是在ONU的R/S参考点进行测量，与YD/T 2402.1-2012《接入网技术要求 10Gbit/s无源光网络（XG-PON）第1部分：总体要求》中定义的ONU的IF_{XG-PON}参考点相对应。

用于测量X/S容限的干扰信号格式是一种与XG-PON1的下行信号线路速率相同或者是在XG-PON1接收机频带内更低速率的NRZ伪随机码。

6.2 通用 WDM 配置

这一节描述了XG-PON1 ONU的X/S容限。该容限可以被用来设计ONU上的多种WDM配置。该值对使用YD/T 2402.1-2012《接入网技术要求 10Gbit/s无源光网络（XG-PON）第1部分：总体要求》中定义的增强频段里的附加业务没有特别假定。图8展示了在不导致XG-PON1接收机无法满足灵敏度要求的情况下的X/S容限模板。具体实现时应定义能够充分隔离干扰信号的WBF和WDM滤波器的隔离特性参数。这样，就可以使XG-PON1的灵敏度要求能够与这一水平的干扰相匹配。

为了和XG-PON1共存，其余附加业务的波长和发射光功率Y必须低于图8模板中的定义。



S: 基带接收功率

X: 在受阻接收波长范围内所有附加业务的最大功率

X/S: 在模板（阴影区域）内应让XG-PON接收机满足灵敏度要求

图8 ONU X/S 容限模板（通用 WDM 配置）

7 上行物理层开销

XG-PON1的帧结构在YD/T 2402.3-2012《接入网技术要求 10Gbit/s无源光网络(XG-PON)第3部分：XGTC层要求》中进行了定义。然而，上行突发应有合适的物理层开销来容纳几个物理层的处理。表7指出了本标准中定义的上行速率下的物理层开销的长度。

表7 XG-PON1 上行物理层开销

上行速率	开销比特数
2.488 32 Gbit/s	256

附录A提供了在物理层开销(T_{plo})时间内需要进行的物理层处理的信息，并提供了一些优化使用 T_{plo} 的指导原则。

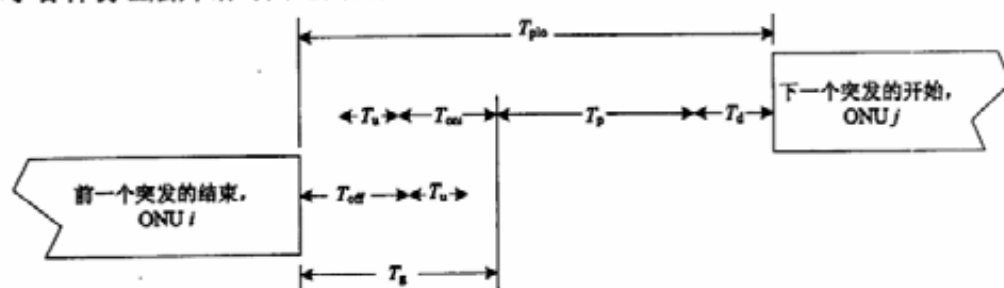
附录 A

(资料性附录)

物理层开销时间的分配

物理层开销 (T_{plo}) 时间用于实现PON中的五个物理进程, 它们是: 激光器开/关时间、定时漂移容限、功率电平恢复、时钟恢复、突发起始定界。分配给这些功能的确切物理层时间部分由约束条件决定, 部分由实现选择决定。本附录给出了OLT应遵循的约束条件, 以及可任意确定取值的参数的建议值。

T_{plo} 可以根据 ONU 数据模式的要求划分为三个部分。简单来说, 这些时间可以分为保护时间 (T_g)、前导时间 (T_p) 和定界时间 (T_d)。在 T_g 内, ONU 发送不大于标称“0”功率电平。在 T_p 内, ONU 以最大发射功率发送一个前导码以实现快速功率控制以及时钟恢复功能。最后, 在 T_d 内, ONU 发送一个具有最佳自相关性的特定数据码, 以使 OLT 找到突发的起始点。表 A.2 列出了 T_g , T_p , T_d 和 T_{plo} 的建议取值。图 A.1 显示了各种物理层开销时间之间的定时关系。



图A.1 各种物理层开销时间之间的定时关系

PON 控制逻辑的一个附加参数是总峰峰值定时不确定度 (T_u)。该不确定度是由温度引起的光纤和元器件变化以及其他环境因素引起的传输时间变化产生的。

OLT 应遵守的约束条件为:

$$T_g > T_{on} + T_u, \text{ 和}$$

$$T_g > T_{off} + T_u$$

第一个不等式保证了后一个突发在激光器开启时的上升沿不会落在前一个突发的数据之上。第二个不等式保证了前一个突发在激光器关闭时的下降沿不会落在后一个突发的前导码之上。

T_p 应足够长, 以便物理层恢复信号电平 (设定判定门限) 及信号时钟相位。针对以上两点问题有许多不同的设计, 每种设计都有自身的长处和代价。某些设计能迅速恢复信号, 但需要外部的触发信号并带来次优的误码性能。某些设计恢复信号较慢, 但不需要复位信号, 且误码性能为正态分布。除此之外, 每种设计对前导码的数据图案都有特定要求。由于设计都取决于OLT的实现, 所以OLT要配置ONU传送的前导码。这是下面要讨论的突发模板的一部分。

T_d 应足够长, 以便在出现误比特的情况下仍然提供一个健壮的定界功能。定界符的抗错误能力取决于图形相关器的准确实现。定界符的比特数 (N) 和容许的误比特数量 (E) 之间的一个简单近似关系见式A.1:

$$E = \text{int}(N/4) - 1 \quad (\text{A.1})$$

研究证明式 A.1 对于 8~32bit 的定界符有效。假定前导码为“1010”的重复图案, 定界符中 0 和 1 的数目相等。所有移位图案中的最优定界符与前导码的汉明距离 $D = \text{int}(N/2) - 1$, 由此可得出了差错

容限。

给定一个 BER ，出现严重错误突发概率 (P_{seb}) 公式见 A.2:

$$P_{seb} = \left(\frac{N}{E+1} \right) BER^{E+1} \quad (A.2)$$

将式 A.1 代入式 A.2，得出的 P_{seb} 的公式见 A.3:

$$P_{seb} = \left(\frac{N}{\text{int}(N/4)} \right) BER^{\text{int}(N/4)} \quad (A.3)$$

若 $BER=1 \times 10^{-4}$ ，各定界符长度代入 N 得出的 P_{seb} 见表 A.1。从该表可以看出，为了抑制这种错误，定界符长度至少应大于 16bit。由 OLT 决定定界符长度和图案作为突发模板的一部分。

表A.1 定界符的严重错误突发概率函数

N	P_{seb}
8	2.8×10^{-7}
12	2.2×10^{-10}
16	1.8×10^{-13}
20	1.5×10^{-16}
24	1.3×10^{-19}
32	1.1×10^{-25}
64	4.9×10^{-50}

表A.2显示了物理层开销的最坏情况分配和目标分配。此表也列出了供参考的ONU Tx使能时间和Tx禁止时间，以及总的物理层开销时间。为简化实现提供了最坏情况值的合理范围，目标值则作为使用优化组件来更高效实现的设计目标。这些值不适用传输距离扩展的ODN。传输距离扩展需要特定的保护时间和前导时间，总的物理层开销时间要更大。

表A.2 用于 XG-PON1 OLT 功能的突发模式开销时间的推荐分配

	Tx使能 (比特时间)	Tx禁止 (比特时间)	总时间 (比特时间)	保护时间 (比特时间)	前导时间 (比特时间)	定界时间 (比特时间)
最坏情况	32	32	2048	128	1856	64
目标	32	32	256	64	160	32

突发开销除了由设计决定的方面，还有由运行决定的因素。例如，检测ONU的测距突发比接收ONU的常规传送更困难。还比如，有些ONU发送功率更高更容易被检测到，因而不需要FEC。基于这些原因，OLT会要求不同的取决于环境的突发参数。突发模板的概念涵盖了突发开销控制的所有方面。突发模板规定了前导码图案和长度，定界符图案和长度，以及是否应发送FEC校验比特。OLT建立一个或多个突发模板，并要求每个突发传送一个突发模板。OLT对模板的设定范围很大，因为OLT的突发接收机对模板参数都很灵敏。因此，OLT应使用能保证它的突发模式接收机有响应的模板。因而，必须满足ONU侧的一些基本要求，前导码和定界符图案应处于平衡，并应有合理的转移密度。否则，会对ONU发射机的驱动电路有不利影响。还要注意每个模板中的前导码和定界符图案可以不同，OLT接收机可以使用这个差别作为每个突发格式的带内指示（例如，指示FEC激活与否）。

中华人民共和国
通信行业标准
接入网技术要求
10Gbit/s 无源光网络 (XG-PON)
第 2 部分: 物理层要求
YD/T 2402.2-2012

*

人民邮电出版社出版发行
北京市崇文区夕照寺街 14 号 A 座
邮政编码: 100061
宝隆元 (北京) 印刷技术有限公司印刷
版权所有 不得翻印

*

开本: 880 × 1230 1/16 2013 年 3 月第 1 版
印张: 1.5 2013 年 3 月北京第 1 次印刷
字数: 34 千字

15115 · 10

定价: 20 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010)67114922