

国际电信联盟

**ITU-T**

国际电信联盟  
电信标准化部门

**G.984.5**

(05/2014)

G系列：传输系统和媒质、数字系统和网络  
数字段和数字线路系统 – 本地和接入网的光线路系统

---

**具有吉比能力的无源光网 (G-PON):  
增强频段**

ITU-T G.984.5 建议书

ITU-T



ITU-T G系列建议书  
传输系统和媒质、数字系统和网络

国际电话连接和电路	G.100-G.199
所有模拟载波传输系统共有的一般特性	G.200-G.299
金属线路上国际载波电话系统的各项特性	G.300-G.399
在无线电接力或卫星链路上传输并与金属线路互连的国际载波电话系统的一般特性	G.400-G.449
无线电与线路电话的协调	G.450-G.499
传输媒质的特性	G.600-G.699
数字终端设备	G.700-G.799
数字网	G.800-G.899
数字段和数字线路系统	G.900-G.999
概述	G.900-G.909
光缆系统的参数	G.910-G.919
基于2048 kbit/s比特率的分级比特率上的数字段	G.920-G.929
非分级比特率电缆上的数字线路传输系统	G.930-G.939
FDM传输承载信道提供的数字线路系统	G.940-G.949
数字线路系统	G.950-G.959
用于用户接入ISDN的数字段和数字传输系统	G.960-G.969
海底光缆系统	G.970-G.979
<b>本地和接入网的光线路系统</b>	<b>G.980-G.989</b>
金属接入网	G.990-G.999
服务质量和性能 – 一般和与用户相关的概况	G.1000-G.1999
传输媒质的特性	G.6000-G.6999
经传送网的数据 – 一般概况	G.7000-G.7999
经传送网的数据包	G.8000-G.8999
接入网	G.9000-G.9999

欲了解更详细信息，请查阅ITU-T建议书目录。

## ITU-T G.984.5 建议书

### 具有吉比能力的无源光网（G-PON）：增强频段

#### 摘要

ITU-T G.984.5建议书旨在定义为未来无源光网（PON）中通过波分复用（WDM）承载的额外业务信号保留的波长范围，以便将光分配网（ODN）的价值最大化。

#### 历史记录

版本	建议书	批准日期	研究组	唯一ID*
1.0	ITU-T G.984.5	2007-09-22	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/9185">11.1002/1000/9185</a>
1.1	ITU-T G.984.5 (2007) Amd.1	2009-10-09	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/10543">11.1002/1000/10543</a>
2.0	ITU-T G.984.5	2014-05-14	15	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/12184">11.1002/1000/12184</a>

---

\* 为了访问该建议书，在你的网络浏览器的地址部分输入URL<http://handle.itu.int/>，后面接着是建议书的唯一ID，例如，<http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>。

## 前言

国际电信联盟（ITU）是从事电信、应用资讯沟通技术（ICTs）领域工作的联合国专门机构。ITU-T（国际电信联盟电信标准化部门）是国际电信联盟的常设机构，负责研究技术、操作和资费问题，并且为在世界范围内实现电信标准化，发表有关上述研究项目的建议书。

每四年一届的世界电信标准化全会（WTSA）确定ITU-T各研究组的研究课题，再由各研究组制定有关这些课题的建议书。

WTSA第1号决议规定了批准建议书须遵循的程序。

属ITU-T研究范围的某些信息技术领域的必要标准，是与国际标准化组织（ISO）和国际电工技术委员会（IEC）合作制定的。

## 注

本建议书为简要而使用的“主管部门”一词，既指电信主管部门，又指经认可的运营机构。

遵守本建议书的规定是以自愿为基础的，但建议书可能包含某些强制性条款（以确保例如互操作性或适用性等），只有满足所有强制性条款的规定，才能达到遵守建议书的目的。“应该”或“必须”等其它一些强制性用语及其否定形式被用于表达特定要求。使用此类用语不表示要求任何一方遵守本建议书。

## 知识产权

国际电联提请注意：本建议书的应用或实施可能涉及使用已申报的知识产权。国际电联对无论是其成员还是建议书制定程序之外的其它机构提出的有关已申报的知识产权的证据、有效性或适用性不表示意见。

至本建议书批准之日止，国际电联已收到实施本建议书可能需要的受专利保护的知识产权的通知。但需要提醒实施者注意的是，这可能不是最新信息，因此大力提倡他们查询电信标准化局（TSB）的专利数据库，网址为<http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>。

© 国际电联 2017

版权所有。未经国际电联事先书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

## 目录

	页码
1 范围 .....	1
2 参考文献 .....	1
3 定义 .....	2
3.1 其他文件定义的术语 .....	2
3.2 本建议书定义的术语 .....	2
4 缩写词及首字母缩略词 .....	2
5 惯例 .....	3
6 参考架构 .....	3
7 工作波长 .....	6
8 G-PON ONU的X/S容限 .....	8
附录I WDM1、WDM1r、CE <sub>x</sub> 和CEM <sub>x</sub> 特性示例 .....	10
附录2 NGA服务和视频分发服务波长分配示例 .....	23
II.1 引言 .....	23
II.2 示例1：视频集成滤波器 .....	23
II.3 示例2：视频离散WDM滤波器 .....	25
附录3 WDM/CE/CEM设备必要隔离值的计算方法 .....	27



# ITU-T G.984.5 建议书

## 具有吉比能力的无源光网（G-PON）：增强频段

### 1 范围

建议书旨在定义在未来无源光网（PON）中，通过波分复用（WDM）承载的额外业务信号保留的波长范围，以便将光分配网（ODN）的价值最大化。包括B-PON在内的其他PON系统的波长规划见[ITU-T G.983.3]，该文件还包括现有的增强波段选项。本建议书还定义了在未来PON中，通过WDM承载额外业务信号进一步预留的波长范围。其中，PON的波长分配见[ITU-T G.983.3]。

为此，本建议书将定义并说明：

- 保留的波长范围；以及
- PON光纤网络单元（OUN）的X/S容限。

附录I、II、III将说明：

- 在OLT端，结合及隔离G-PON上行/下行信号和增强频段的离散WDM滤波器参数示例；
- NGA服务和视频分发服务波长分配示例；
- WDM/CE/CEM设备进行必要隔离的计算方法。

在增强频段缺失的情况下，G-PON的物理介质相关（PMD）层规范见[ITU-T G.984.2]。在增强频段存在的情况下，G-PON的PMD层规范见[ITU-T G.984.2]和本建议书。对于本建议书未说明的在[ITU-T G.984.2]中提及的参数，请以[ITU-T G.984.2]为准，反之则以本建议书为准。对于本建议书和[ITU-T G.984.2]都提到的参数，本建议书的规范优先。

### 2 参考文献

下列ITU-T建议书和其他参考文献的条款，通过在本建议书中的引用而构成本建议书的条款。在出版时，所指出的版本是有效的。所有的建议书和其他参考文献都面临修订，使用本建议书的各方应探讨使用下列建议书和其他参考文献最新版本的可能性。当前有效的ITU-T建议书清单定期出版。本建议书中引用某个独立文件，并非确定该文件具备建议书的地位。

- [ITU-T G.652] ITU-T G.652建议书（2009），单模光纤和光缆的特性。
- [ITU-T G.671] ITU-T G.671建议书（2012），光组件和子系统的传输特性。
- [ITU-T G.983.1] ITU-T G.983.1建议书（2005），基于无源光网络（PON）的宽带光接入系统。
- [ITU-T G.983.3] ITU-T G.983.3建议书（2001），利用波长分配提高业务能力的宽带光接入系统。
- [ITU-T G.984.2] ITU-T G.984.2建议书（2003），千兆比特容量无源光网络（G-PON）：物理媒介从属（PMD）层技术要求。
- [ITU-T G.987] ITU-T G.987建议书（2012），10G级无源光纤网络（XG-PON）系统：定义、缩略语和首字母缩略词。

- [ITU-T G.987.2] ITU-T G.987.2建议书（2010），10G级无源光纤网络（XG-PON）系统：物理层媒体依赖（PMD）的技术规范。
- [ITU-T G.989] ITU-T G.989建议书（2014），40G级别无源光网络（NG-PON2）系统：定义、缩写和首字母缩略词。
- [ITU-T G.989.1] ITU-T G.989.1建议书（2013），40G级别无源光网络（NG-PON2）：一般要求。
- [ITU-T L.66] ITU-T L.66建议书（2007），接入网中光纤业务测试方面的光缆维护标准。

### 3 定义

本建议书会频繁使用[ITU-T G.983.1]、[ITU T G.983.3]和[ITU-T G.984.2]中定义的术语。为方便起见，本节列出与G-PON增强频段有关的主要定义。

#### 3.1 其他文件定义的术语

本建议书采用了其他文件定义的下列术语：

- 3.1.1 光分配网络（ODN）:[ITU-T G.984.2]。
- 3.1.2 光线路终端（OLT）：[ITU-T G.984.2]。
- 3.1.3 光纤网络单元（ONU）：[ITU-T G.984.2]。
- 3.1.4 波分复用（WDM）：[ITU-T G.984.2]。
- 3.1.5 10 Gbit级别无源光网络（XG-PON）：[ITU-T G.987]。
- 3.1.6 TWDM PON: [ITU-T G.989]。
- 3.1.7 PtP WDM PON: [ITU-T G.989]。
- 3.1.8 NG-PON2: [ITU-T G.989]。
- 3.1.9 共存元素（CE）：[ITU-T G.989]。
- 3.1.10 波分复用器（WM）：[ITU-T G.989]。

#### 3.2 本建议书定义的术语

本建议书规定下列术语：：

- 3.2.1 下一代接入（NGA）：在同一ODN上与G-PON共存的新的光接入系统。
- 3.2.2 波长阻隔滤波器（WBF）：防止光接收器接收具有不同波长的干扰光信号的光滤波器。

### 4 缩写词及首字母缩略词

本建议书采用下列缩写词及首字母缩略词：

- B-PON 宽带无源光网络
- CE 共存元素
- CEM 共存元素/多路复用器



CNR	载波噪声比
DBA	应用决定
DFB	分布反馈激光器
G-PON	千兆比特无源光网络。
NRZ	不归零制
NG-PON2	下一代无源光网络第二阶段
NGA	下一代接入
OAN	光纤接入网
ODN	光分配网络
OLT	光线路终端
ONU	光网络单元
OTDR	光时域反射计
PMD	物理介质相关
PON	无光源网络
PtP WDM	点对点波分复用
RF	无线电射频
TWDM	时分波分复用
WBF	波长阻隔滤波器
WDM	波分复用
WM	波长多路复用器
XG-PON	10G级无源光纤网络 [ITU-T G.987]

## 5 惯例

无。

## 6 参考架构

图1（为方便起见，由[ITU-T G.983.1]图5重制）展示了光接入网络的通用物理配置。

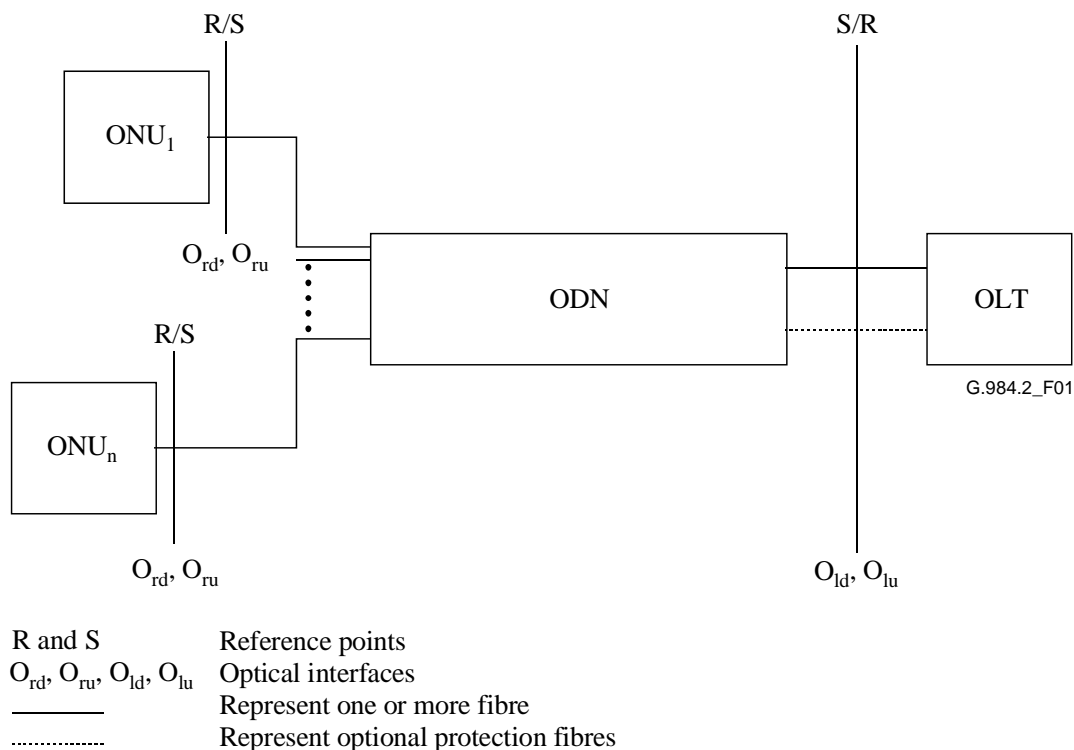


图 1 – 光接入网络的通用物理配置  
 (由ITU-T G.983.1图5重制)

ODN内光传输的两个方向定义如下：

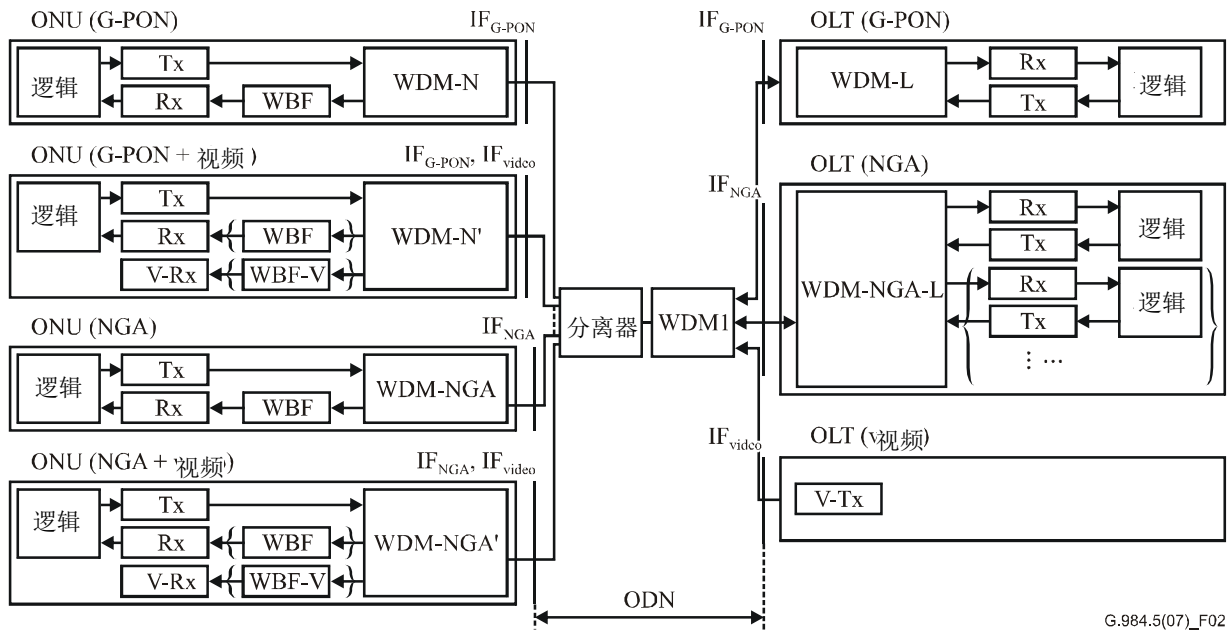
- 下行方向：信号从OLT传送到ONU；
- 上行方向：信号从ONU传送到OLT。

根据ITU-T G.983.1]，下行和上行方向的传输可以在同一个光纤和部件实现（双重/双向工作）或者在各自的光纤和部件实现（单向工作）。本建议书仅涉及双向工作，即在单条光纤中以不同波长实现双向传输。

目前，多种ODN架构可实现G-PON和额外服务的共存，包括下一代接入（NGA）和视频分发服务。

图2和图3为光接入网络（OAN）的参考图，设定G-PON、视频和NGA共享同一ODN时使用波长阻隔滤波器（WBF）。

请注意，参考图仅



(注 - WDM1r、CE或CEM可替换WDM1。)

图2 - 光接入网络基础设施参考图1

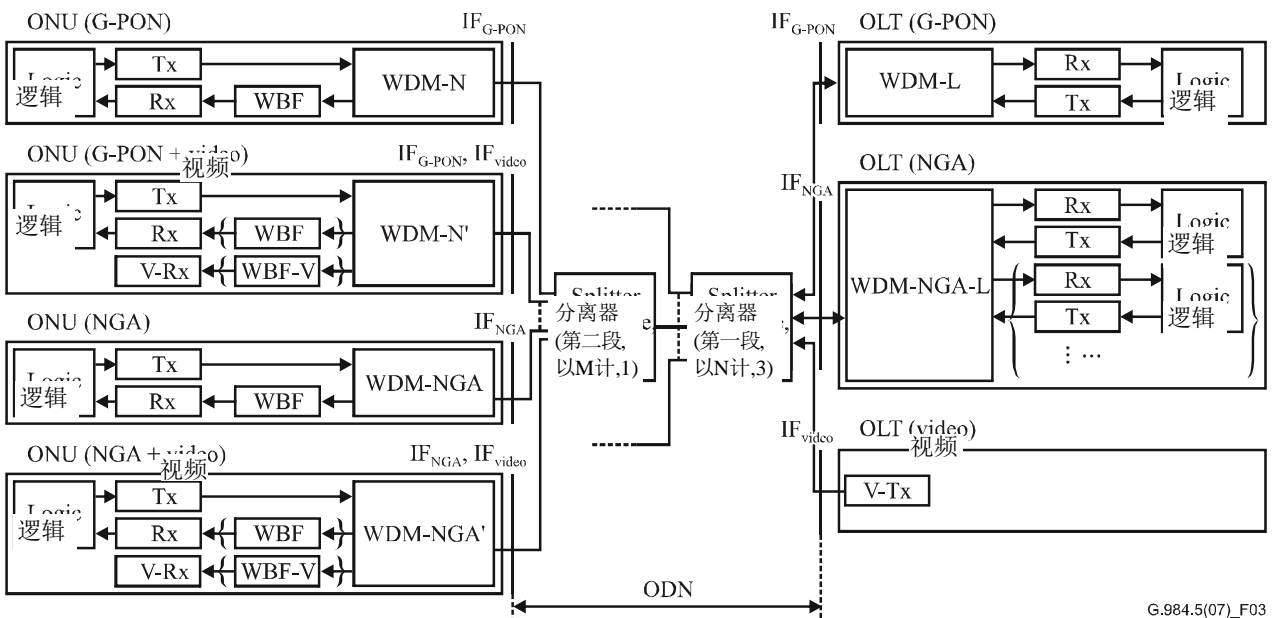


图3 - 光接入网络基础设施参考图2

图2和图3使用了以下缩写:

- CE 共存元素可位于中心局，用于结合/分离NG-PON2和传统PON信号的波长，偶尔会用于结合视频信号和/或OTDR信号
- CEM 共存元素可位于中心局，用于结合/分离TWDM PON、PtP WDM PON和传统PON信号的波长，偶尔会用于结合视频信号和/或OTDR信号
- Rx 光接收器
- Tx 光发送机
- V-Rx 视频接收机

V-Tx	视频发送机
WBF	波长阻隔滤波器，用于阻隔Rx的干扰信号
WBF-V	波长阻隔滤波器，用于阻隔V-Rx的干扰信号
WDM-N	G-PON ONU中的WDM滤波器，用于结合/分离G-PON上行和下行的波长
WDM-N'	G-PON ONU中的WDM滤波器，用于结合/分离G-PON上行和下行的波长，以及分离视频信号
WDM-NGA	NGA ONU中的WDM滤波器，用于结合/分离NGA上行和下行的波长
WDM-NGA'	NGA ONU中的WDM滤波器，用于结合/分离NGA上行和下行的波长，以及分离视频信号
WDM-L	G-PON OLT中的WDM滤波器，用于结合/分离G-PON上行和下行的波长
WDM-NGA-L	NGA OLT中的WDM滤波器，用于结合/分离一个或多个频道的NGA上行和下行的波长
WDM1	WDM滤波器可位于中心局，用于结合/分离G-PON和NGA信号的波长，偶尔会用于结合视频信号和/或OTDR信号
WDM1r	WDM滤波器可位于中心局，用于结合/分离G-PON和XG-PON信号的波长，偶尔会用于结合视频信号和/或OTDR信号

## 7 工作波长

[ITU-T G.984.2]规定，G-PON下行信号（单光纤系统）的波长范围为1480 nm至1500 nm，G-PON上行信号波长范围为1260 nm至1360 nm。本建议书重新定义了保留的波长范围，明确了G-PON ONU干扰信号的容限，从而实现G-PON和额外服务的共存，包括NGA和视频服务。

图4和表1定义了波长分配方案，包括为额外服务预留的波段。G-PON下行信号的波长范围称为“基础波段”。预留波段称为“增强波段”。增强波段的应用包括视频服务和NGA服务。视频服务波长范围沿用[ITU-T G.983.3]的规定。

防护波段用于分离G-PON上行和/或基础波段和增强波段。两个波段的干扰会降低各自的信号强度，因此必须将信号衰减控制在无法察觉的水平。波长阻隔滤波器（WBF）用于实现防护波段外的隔离效果。表1规定的波长值考虑了可接受的低商业成本WBF能够达到的数值。

注 – 在WDM方式中，增强波段的波长不仅用于下行也可用于上行信号传输。

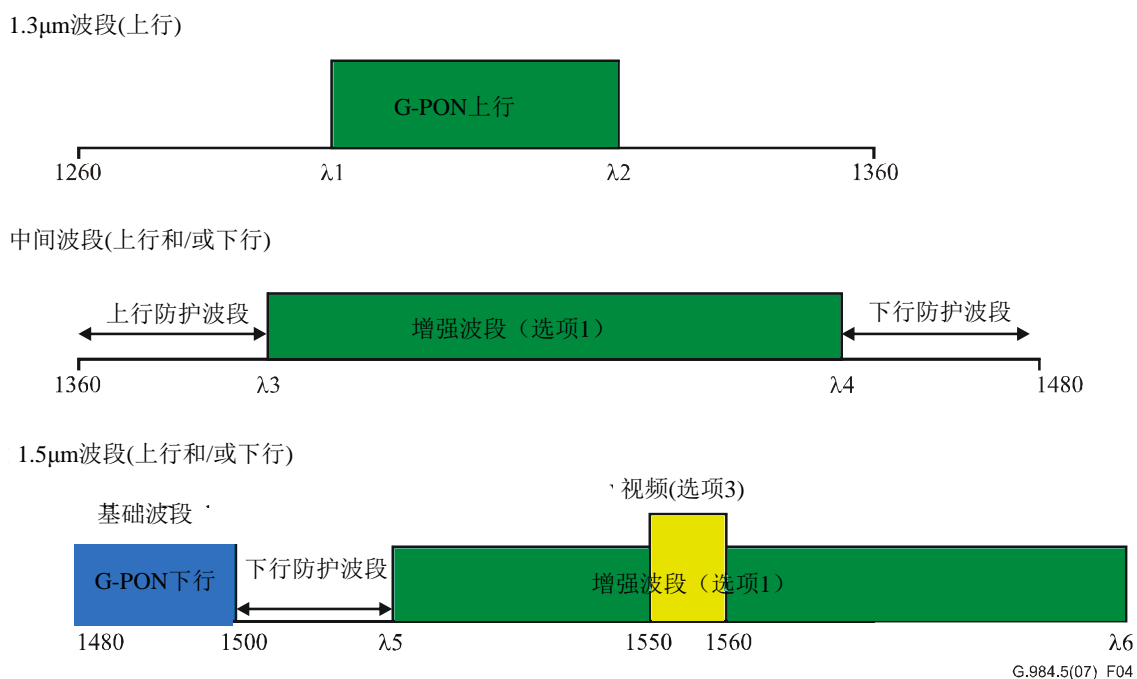


图4 – 波长安排

表1 – 波长安排的参数

项目	标记	单位	标称值	应用例子
1.3 μm波段				用于G-PON上行
– 常规波段选项				如基于Fabry-Perot激光的ONU
下限	λ1	nm	1 260	
上限	λ2	nm	1 360	
– 约化波段选项				如基于普通DFB激光的ONU
下限	λ1	nm	1 290	
上限	λ2	nm	1 330	
– 窄波段选项				如基于选择性波长激光的ONU
下限	λ1	nm	1300	
上限	λ2	nm	1320	
增强波段 (选项1-1)				用于下一代接入 (NGA)。 (见注2)
下限	λ3	nm	1 415 (说明性的)	
上限	λ4	nm	1 450 (说明性的)	
增强波段 (选项1-2)				用于下一代接入 (NGA)。 仅适用于低水峰光纤 (见注3)
下限	λ3	nm	1 400 (说明性的)	

表1 – 波长安排的参数

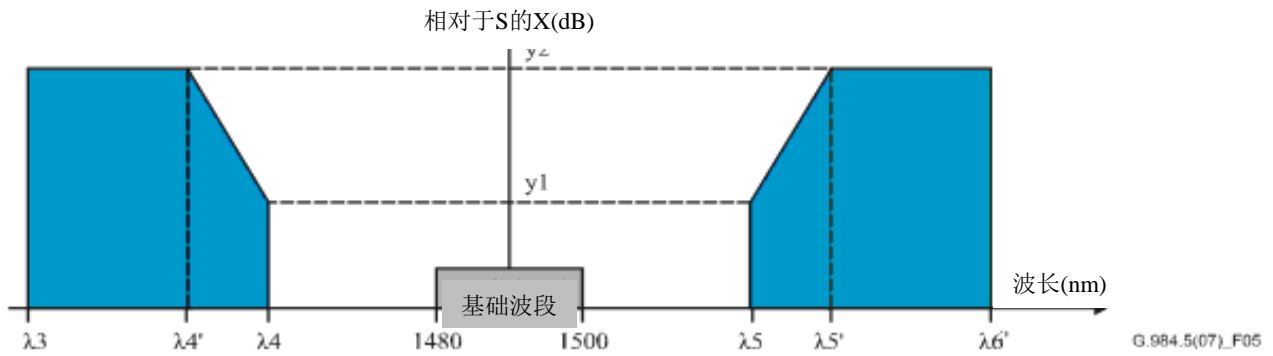
项目	标记	单位	标称值	应用例子
上限	$\lambda_4$	nm	1 450 (说明性的)	
基础波段				用于G-PON下行
下限	–	nm	1 480	
上限	–	nm	1 500	
增强波段 (选项2, 见注1)				用于下一代接入 (NGA) (见注4、5)
下限	$\lambda_5$	nm	1 530	
上限	$\lambda_6$	nm	1 580 to 1 625	
增强波段 (选项3, 见注1)				用于视频分发服务
下限	–	nm	1 550	
上限	–	nm	1 560	
<p>注 1 – 选项2和3共存时, 需要额外的保护波段 (见附录II)。</p> <p>注 2 – 数值为说明性的。在该波段, 不能保证[ITU-T G.671]规定的PON (即功率分配器) 光分支组件的衰减, 以及G.652A和G.652B (非低水峰光纤) 规定的光纤衰减。</p> <p>注 3 – 数值为说明性的。在该波段, 不能保证[ITU-T G.671]规定的PON (即功率分配器) 光分支组件的衰减。</p> <p>注 4 – 1530 nm设定使用该波长用于下行NGA传输。若用于上行传输, 可小于此数值。</p> <p>注 5 – 考虑到以下因素, 该数值上限由运营商决定, 范围为1580至1625:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– 光纤的弯曲损耗, 随波长增长而增加。</li> <li>– 滤波器损耗, 用于分离/结合监测信号和NGA信号 (若使用光纤监测系统)。</li> </ul>				

## 8 G-PON ONU的X/S容限

若在表1说明的增强波段中存在NGA和/或视频信号造成的干扰信号, 必须满足G-PON ONU的最低光学灵敏度要求。为将干扰信号的影响最小化, G-PON ONU需要合适的WBF和WDM滤波器隔离干扰信号。本建议书未说明WBF和WDM滤波器的隔离特性, 但说明了G-PON ONU的X/S容限。

在图5, S为基础波段信号的光功率, X为干扰信号的光功率。在图2和图3的网络中, 在光网络单元 (ONU) 一侧的 $IF_{G-PON}$ 点测量S和X。图5显示, X/S容限掩模不能引起基础波段接收器的灵敏度, 使其无法满足规定的限值。执行人需要说明所需的WBF和WDM滤波器的隔离特性, 对干扰信号实现充分隔离, 从而在干扰情况下满足灵敏度要求。在与G-PON共存的情况下, 包括NGA和视频服务在内的波长和光发射功率需参考图5予以考虑。

衡量X/S容限的干扰信号格式应为NRZ伪随机编码, 采用与G-PON下行信号相同的比特率或在基础波段接收器带宽内较低的比特率。



波长 (nm)	$\lambda_3$	$\lambda_{4'}$	$\lambda_4$	$\lambda_5$	$\lambda_{5'}$	$\lambda_{6'}$
	1415/1400 (说明性的)	1441 (说明性的)	1450 (说明性的)	1530	1539	1675
相对于S的X (dB)	y2	y2	y1	y1	y2	y2
	22 (说明性的)	22 (说明性的)	7 (说明性的)	7	22	22

S 基础波段接收功率  
X 阻隔波长范围内接收到的NGA和视频最大总功率  
X/S 在掩模内（阴影区），不能引起基础波段接收器的敏感度，使其不能满足说明的限值  
注- 1400 (说明性的)的 $\lambda_3$ 值仅可适用于低水峰光纤。

图5 –ONU的X/S容限掩模

## 附录I

### WDM1、WDM1r、CEx和CEMx特性示例

(本附录不构成建议书的一部分。)

WDM1、WDM1r、CEx和CEMx设备具有多种配置，取决于是否提供视频叠加服务或光时域反射计（OTDR）。本附录将呈现设备特性的多种示例。

在第一个例子中，WDM1滤波器的定义见本建议书批复的第一版（2007年9月发布）。随着NGA系统的波长规划与其定义不再一致，WDM1滤波器在此停用。下文对其表述仅作为历史参考。

滤波器的后续示例（表1.2至1.6，图I.2至I.7）称为“WDM1r”，表明其为能够反映NGA系统新波长规划的修订规范。NGA接口有两个示例：单光纤NGA接口和弃用的双光纤NGA接口。新增加的波长服务端口有四个示例：无、视频、OTDR以及视频+OTDR。G-PON接口存在两个可以与NGA共存的上行波长规划。

接下来设备（表I.7至表I.10，图I.8至图I.11）的示例称为“CEx”，支持NG-PON2和传统PON系统的共存。

最后的设备示例（表I.11至表I.14，图I.12至图I.15）称为“CEM”，表明其包括CEx和部分波分复用器（WM）的功能，能够结合/隔离TWDM PON和PtP WDM PON波段。

下表的隔离值可取决于实际应用，可使用附录III中的方法进行计算。

在下表中（除表I.3外），具有缩减的上行波段的G-PON可视为一个示例。窄上行波段G-PON的插入损耗预计具有相同的值。

表I.1显示了停用的WDM1滤波器参数，该滤波器结合（下行）和隔离（上行）G-PON上行/下行信号和增强波段。图 I.1显示了WDM1的参考图。

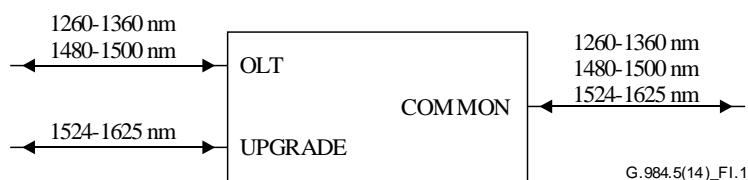
表I.1 – WDM1参数（已停用）

规格	值
无连接器的损耗 – G-PON波长规划	< 0.7 dB (1260-1500 nm)
增强波段无连接的损耗	< 1.0 dB (1524-1625 nm)
隔离 – COM – OLT (1524-1625 nm)	待定 (> 30 dB (根据实际应用，可能需要更高的值))
隔离 – COM – UPGRADE (1480-1500 nm, 1260-1360 nm)	> 30 dB
最大光功率	+23 dBm



表I.1 – WDM1参数（已停用）

规格	值
回波损耗	> 50 dB
指向性	> 50 dB
注1 – NGA下行信号不能使用1524-1530nm波长范围。 注2 – 1625-1660 nm范围的WDM1规格的实际应用，如在PON中插入OTDR信号尚需研究。	



图I.1 – WDM1参考图（已停用）

表I.2显示了单光纤WDM1r滤波器的样本参数，该滤波器结合（下行）及隔离（上行）G-PON上行/下行信号和NGA波段。图I.2显示了单光纤WDM1r的参考图。

表I.2 – 具有G-PON和NGA端口的WDM1r参数

规格	值
G-PON波段无连接器损耗	< 0.8 dB（1290-1330 nm和1480-1500 nm）
NGA波段无连接器损耗	< 1.0 dB（1260-1280 nm和1524-1625 nm）
隔离 – COM – G-PON OLT （1260-1280 nm和 1524-1625 nm）	DBA（见附录III）
隔离 – COM – NGA OLT （1290-1500 nm）	DBA（见附录III）
最大光功率	+23 dBm
回波损耗	> 50 dB
指向性	> 50 dB

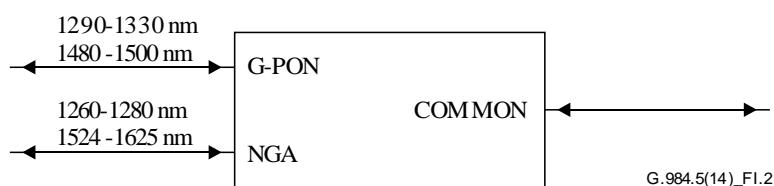
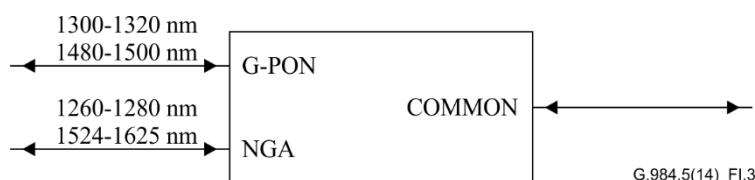


图 I.2 – 支持G-PON和NGA的WDM1r参考图

表I.3显示了单光纤WDM1rn滤波器的样本参数，该滤波器结合（下行）及隔离（上行）G-PON上行/下行信号和NGA波段。当所有G-PON ONU遵从窄上行波长时，可使用WDM1rn。图I.3显示了单光纤WDM1rn的参考图。

**表I.3 – 具备窄上行波长G-PON和NGA端口的WDM1rn参数**

规格	值
G-PON波段无连接器损耗	< 0.8 dB (1300-1320 nm和1480-1500 nm)
NGA波段无连接器损耗	< 1.0 dB (1260-1280 nm和1524-1625 nm)
隔离 – COM – G-PON OLT (1260-1280 和 1524-1625 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – NGA OLT (1300-1500 nm)	DBA (见附录III)
最大光功率	+23 dBm
回波损耗	> 50 dB
指向性	> 50 dB



**图I.3 – 支持窄上行波长G-PON和NGA的WDM1rn参考图**

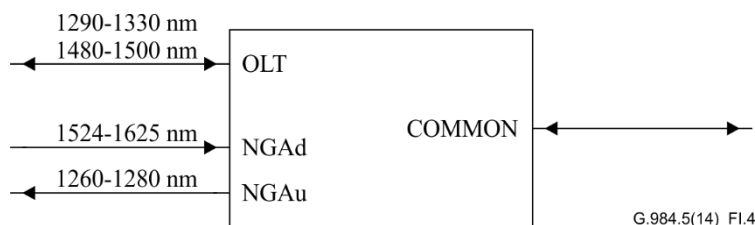
表I.4显示了停用的双光纤WDM1r滤波器的样本参数，该滤波器结合（下行）及隔离（上行）G-PON上行/下行信号和NGA波段。图I.4显示了双光纤WDM1r的参考图。

**表I.4 – 具备G-PON和NGA端口的双光纤WDM1r参数（已停用）**

规格	值
G-PON波段无连接器损耗	< 0.8 dB (1290-1330 nm和1480-1500 nm)
NGAd波段无连接器损耗	< 0.8 dB (1575-1581 nm)
NGAu波段无连接器损耗	< 0.8 dB (1260-1280 nm)
隔离 – COM – G-PON OLT (1260-1280 and 1524-1625 nm)	待定 (> 30 dB (实际应用可能要求更高的数值))
隔离 – COM – NGAd OLT (1480-1500 nm, 1260-1360 nm)	N/A
隔离 – COM – NGAu OLT (1480-1625 nm, 1290-1360 nm)	待定 (> 30 dB (实际应用可能要求更高的数值))
最大光功率	+23 dBm

表I.4 – 具备G-PON和NGA端口的双光纤WDM1r参数（已停用）

规格	值
回波损耗	> 50 dB
指向性	> 50 dB

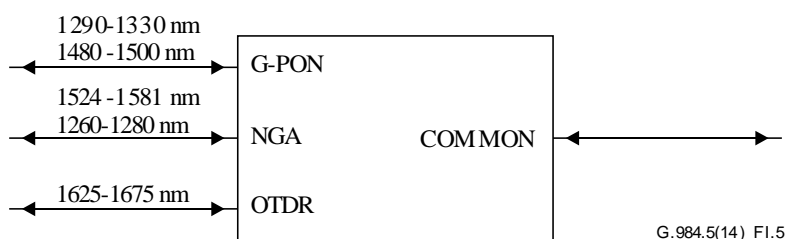


图I.4 – 支持G-PON和NGA的双光纤WDM1r参考图（已停用）

表I.5显示了支持OTDR的单光纤WDM1r滤波器的样本参数。OTDR设定的波长范围见[ITU-T L.66]。请注意，当这些选择性端口存在时，NGA端口的波长范围也会变化。图I.5显示了该滤波器的参考图。

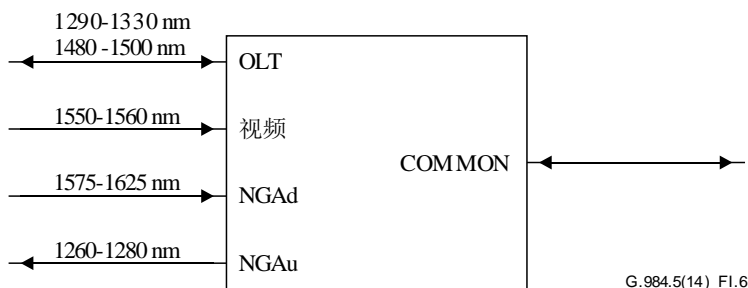
表I.5 – 具备G-PON、NGA和OTDR端口的WDM1r参数

规格	值
G-PON波段无连接器损耗	$\leq 1.0$ dB (1290-1330 nm and 1480-1500 nm)
NGA波段无连接器损耗	$\leq 1.2$ dB (1260-1280 nm and 1524-1581 nm)
OTDR波段无连接器损耗 band	$\leq 1.1$ dB (1625-1675 nm)
隔离 – COM – G-PON OLT (1260-1280 和1524-1675 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – NGA OLT (1290-1500 nm和1600-1675 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – OTDR (1260-1581 nm)	DBA (见附录III)
G-PON或NGA端口最大光功率	+23 dBm
OTDR端口最大光功率	待进一步研究
回波损耗	> 50 dB
指向性	> 50 dB



图I.5 – 支持G-PON、NGA和OTDR的WDM1r参考图

图I.6显示了已停用的、支持视频的双光纤WDM1r的参考图。



图I.6 – 支持视频和NGA的双光纤WDM1r参考图（已停用）

表I.6显示了支持OTDR和视频的单光纤WDM1r样本参数。请注意，当这些选择性端口存在时，NGA端口的波长范围也会变化。图I.7显示了该滤波器的参考图。

表I.6 – 具备G-PON、RF视频、NGA和OTDR端口的WDM1r参数

规格	值
G-PON波段无连接器损耗	≤ 1.0 dB (1290-1330 nm和1480-1500 nm)
NGA波段无连接器损耗	≤ 1.5 dB (1260-1280 nm和1575-1581 nm)
OTDR波段无连接器损耗	≤ 1.1 dB (1625-1675 nm)
RF视频波段无连接器损耗	≤ 1.7 dB (1550-1560 nm)
隔离 – COM – G-PON OLT (1260-1280和1550-1675 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – NGA OLT (1290-1560 nm和1625-1675nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – OTDR (1260-1581 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – RF视频 (1260-1500 nm, 1575-1675 nm)	NA (RF仅为下行)
G-PON或NGA 端口最大光功率	+23 dBm
OTDR端口最大光功率	待进一步研究
RF视频端口最大光功率	+23 dBm
回波损耗	> 50 dB
指向性	> 50 dB

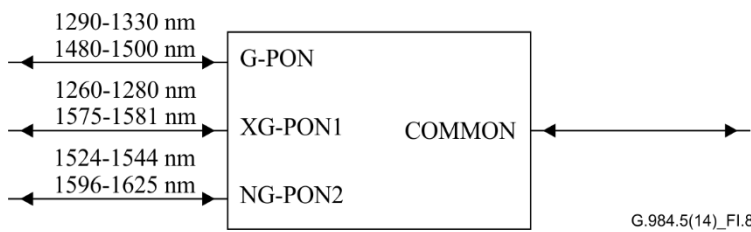


图I.7 – 支持G-PON、RF视频、NGA和OTDR的WDM1r参考图

表I.7显示了支持G-PON（以缩减的上行波段为例）、XG-PON1和NG-PON2（以宽范围TWDM PON上行波段和共享频谱PtP WDM PON为例）的CE<sub>x</sub>参数。图I.8显示了该设备的参考图。

表I.7 – 具备G-PON、XG-PON1和NG-PON2端口的CE<sub>x</sub>参数

规格	值
G-PON波段无连接器损耗	≤ 0.8dB (1290-1330 nm和1480-1500 nm)
XG-PON1波段无连接器损耗	≤ 1.1dB (1260-1280 nm和1575-1581 nm)
NG-PON2波段无连接器损耗	≤ 1.0dB (1524-1544 nm和1596-1625 nm)
隔离 – COM – G-PON OLT (1260-1280 nm和1524-1675 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – XG-PON1 OLT (1290-1560 nm和1596-1675 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – NG-PON2 (1260-1500 nm, 1550-1581 nm和1640-1675 nm)	DBA (见附录III)
最大光功率	+23 dBm
回波损耗	> 50 dB
指向性	> 50 dB

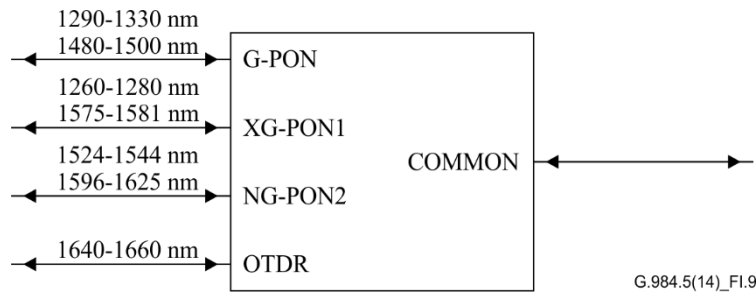


图I.8 – 支持G-PON、XG-PON1和NG-PON2的CE<sub>x</sub>参考图

表I.8显示了支持G-PON（以降低的上行波段为例）、XG-PON1和NG-PON2（以宽范围TWDM PON上行波段和共享频谱PtP WDM PON为例）以及OTDR（以波长范围为1640-1660 nm为例）的CE<sub>x</sub>样本参数。图I.9显示了该设备的参考图。

表I.8 – 具备G-PON、XG-PON1、NG-PON2和OTDR端口的CE<sub>x</sub>参数

规格	值
G-PON波段无连接器损耗	≤ 0.8dB (1290-1330 nm和1480-1500 nm)
XG-PON1波段无连接器损耗	≤ 1.1dB (1260-1280 nm和1575-1581 nm)
NG-PON2波段无连接器损耗	≤ 1.2dB (1524-1544 nm和1596-1625 nm)
OTDR波段无连接器损耗	≤ 1.4dB (1640-1660 nm)
隔离 – COM – G-PON OLT (1260-1280 nm和1524-1675 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – XG-PON1 OLT (1290-1560 nm和1596-1675 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – NG-PON2 (1260-1500 nm,1550-1581 nm和1640-1675 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – OTDR (1260-1625 nm)	DBA (见附录III)
G-PON、XG-PON1或NG-PON2端口最大光功率	+23 dBm
OTDR端口最大光功率	待机一步研究
回波损耗	> 50 dB
指向性	> 50 dB



图I.9 – 支持G-PON、XG-PON1、NG-PON2和OTDR的CE<sub>x</sub>参考图

表I.9显示了支持G-PON（以降低的上行波段为例）、RF视频和NG-PON2（以宽范围TWDM PON上行波段和共享频谱PtP WDM PON为例）的CE<sub>x</sub>示例参数。图I.10显示了该设备的参考图。

图I.9 – 具备G-PON、RF视频和NG-PON2端口的CE<sub>x</sub>参数

规格	值
G-PON波段无连接器损耗	≤ 0.8dB (1290-1330 nm和1480-1500 nm)
RF视频波段无连接器损耗	≤ 0.8dB (1550-1560 nm)
NG-PON2波段无连接器损耗	≤ 1.0dB (1524-1544 nm和1596-1625 nm)
隔离 – COM – G-PON OLT (1260-1280和1524-1675 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – RF视频 (1260-1544 nm, 1575-1675 nm)	NA (RF仅限于下行)
隔离 – COM – NG-PON2 OLT (1260-1500 nm, 1550-1581 nm和1640-1675 nm)	DBA (见附录III)
G-PON或NG-PON2端口最大光功率	+23 dBm
RF视频端口最大光功率	+23 dBm
回波损耗	> 50 dB
指向性	> 50 dB



图I.10 – 支持G-PON、RF视频和NG-PON2的CE<sub>x</sub>的参考图

表I.10显示了支持G-PON（以降低的上行波段为例）、RF视频、NG-PON2（以宽范围TWDM PON上行波段和共享频谱PtP WDM PON为例）和OTDR（以波长范围为1640-1660 nm为例）的CE<sub>x</sub>示例参数。图I.11显示了该设备的参考图。

表I.10 – 具备G-PON、RF视频、NG-PON2和OTDR端口的CE<sub>x</sub>的参数

规格	值
G-PON波段无连接器损耗	≤ 0.8dB (1290-1330 nm和1480-1500 nm)
RF视频波段无连接器损耗	≤ 1.0dB (1550-1560 nm)
NG-PON2波段无连接器损耗	≤ 1.1dB (1524-1544 nm 和1596-1625 nm)
OTDR波段无连接器损耗	≤ 1.3dB (1640-1660 nm)
隔离 – COM – G-PON OLT (1260-1280 nm和1524-1675 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – RF视频 (1260-1544 nm, 1575-1675 nm)	NA (RF仅限于下行)
隔离 – COM – NG-PON2 OLT (1260-1500 nm, 1550-1581 nm和1640-1675 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – OTDR (1260-1625 nm)	DBA (见附录III)

表I.10 – 具备G-PON、RF视频、NG-PON2和OTDR端口的CE<sub>x</sub>的参数

规格	值
G-PON或NG-PON2端口最大光功率	+23 dBm
RF视频端口最大光功率	+23 dBm
OTDR端口最大光功率	待进一步研究
回波损耗	> 50 dB
指向性	> 50 dB



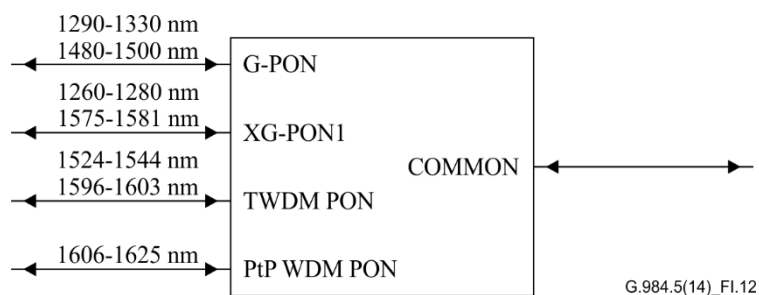
图I.11 – 支持G-PON、RF视频、NG-PON2和OTDR的CE<sub>x</sub>参考图

表I.11显示了支持G-PON（以降低的上行波段为例）、XG-PON1、TWDM PON（以宽范围上行波段为例）和PtPWDM PON（以共享频谱为例）的CE<sub>x</sub>的示例参数。图I.12显示了该设备的参考图。

表I.11 – 具备G-PON、XG-PON1、TWDM PON和PtP WDM PON端口的CE<sub>x</sub>参数

规格	值
G-PON波段无连接器损耗	≤ 0.8 dB (1 290-1 330 nm和1 480-1 500 nm)
XG-PON1波段无连接器损耗	≤ 1.1 dB (1 260-1 280 nm和1 575-1 581 nm)
TWDM PON波段无连接器损耗	≤ 1.2 dB (1524-1544 nm和1 596-1 603 nm)
PtP WDM PON波段无连接器损耗	≤ 1.3 dB (1 606-1 625 nm)
隔离 – COM – G-PON OLT (1 260-1 280 nm和1 524-1 675 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – XG-PON1 OLT (1 290-1 560 nm和1 596-1 675 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – TWDM PON OLT (1 260-1500 nm, 1550-1581 nm和1606-1675 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – PtP WDM PON OLT (1 260-1 603 nm和1640-1675 nm)	DBA (见附录III)
最大光功率	+23 dBm
回波损耗	> 50 dB
指向性	> 50 dB



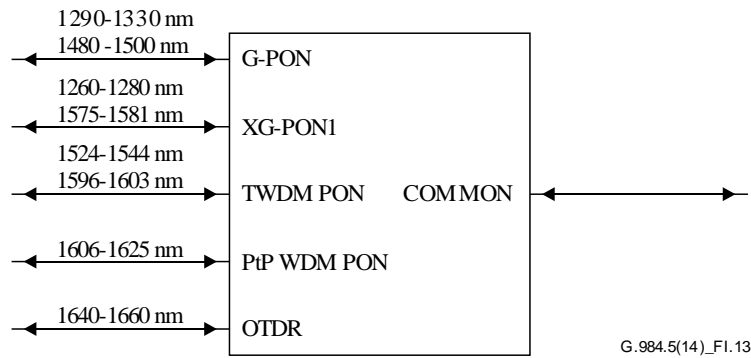


**图I.12 – R支持G-PON, XG-PON, TWDM PON  
和PtP WDM PON的CEM<sub>x</sub>参考图**

表I.12显示了支持G-PON（以降低的上行波段为例）、XG-PON1、TWDM PON（以宽范围上行波段为例）、PtPWDM PON（以共享频谱为例）和OTDR（以波长范围为1640-1660 nm为例）的CEM<sub>x</sub>样本参数。图I.13显示该设备的参考图。

**表I.12 – 具备G-PON、XG-PON、TWDM PON、  
PtPWDM PON和OTDR端口的CEM<sub>x</sub>参数**

规格	值
G-PON波段无连接器损耗	≤ 0.8 dB (1290-1330 nm和1480-1500 nm)
XG-PON1波段无连接器损耗	≤ 1.1 dB (1260-1280 nm和1575-1581 nm)
TWDM PON波段无连接器损耗	≤ 1.4 dB (1524-1544 nm和1596-1603 nm)
PtP WDM PON波段无连接器损耗	≤ 1.3 dB (1606-1625 nm)
OTDR波段无连接器损耗	≤ 1.6 dB (1640-1660 nm)
隔离 – COM – G-PON OLT (1260-1280 nm和1524-1675 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – XG-PON1 OLT (1290-1560 nm和1596-1675 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – TWDM PON OLT (1260-1500 nm, 1550-1581 nm和1606-1675 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – PtP WDM PON OLT (1260-1603 nm和1640-1675 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – OTDR (1260-1625 nm)	DBA (见附录III)
G-PON、XG-PON、TDM PON或PtP WDM PON端口最大光功率	+23 dBm
OTDR端口最大光功率	待进一步研究
回波损耗	> 50 dB
指向性	> 50 dB



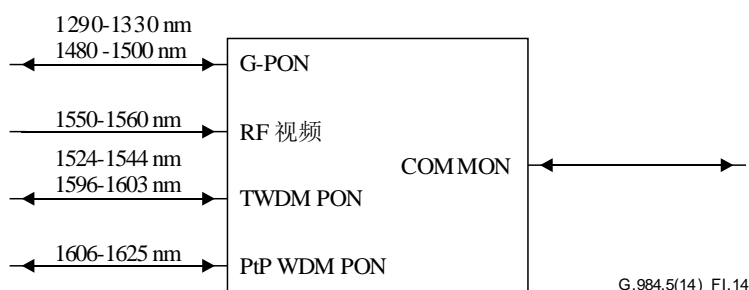
G.984.5(14)\_FI.13

**图I.13 – 支持G-PON、XG-PON、TWDM PON、PtP WDM PON和OTDR的CEM<sub>x</sub>参考图**

表I.13显示了支持G-PON（以降低的上行波段为例）、RF视频、TWDM PON（以宽范围上行波段为例）和PtPWDM PON（以共享频谱为例）的CEM<sub>x</sub>样本参数。图I.14显示了该设备的参考图。

**表I.13 – 具备G-PON、RF视频、TWDM PON和PtPWDM PON端口的CEM<sub>x</sub>参数**

规格	值
G-PON波段无连接器损耗	≤ 0.8 dB (1290-1330 nm和1480-1500 nm)
RF视频波段无连接器损耗	≤ 1.2 dB (1550-1560 nm)
TWDM PON波段无连接器损耗	≤ 1.1 dB (1524-1544 nm和1596-1603 nm)
PtP WDM PON波段无连接器损耗	≤ 0.9 dB (1606-1625 nm)
隔离 – COM – G-PON OLT (1260-1280 nm和1524-1675 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – RF视频 (1260-1544 nm和1575-1675 nm)	NA (RF仅限于下行)
隔离 – COM – TWDM PON OLT (1260-1500 nm, 1550-1581 nm和1606-1675 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – PtP WDM PON OLT (1260-1603 nm和1640-1675 nm)	DBA (见附录III)
G-PON、TWDM PON或PtP WDM PON端口最大光功率	+23 dBm
RF视频端口最大光功率	+23 dBm
回波损耗	> 50 dB
指向性	> 50 dB

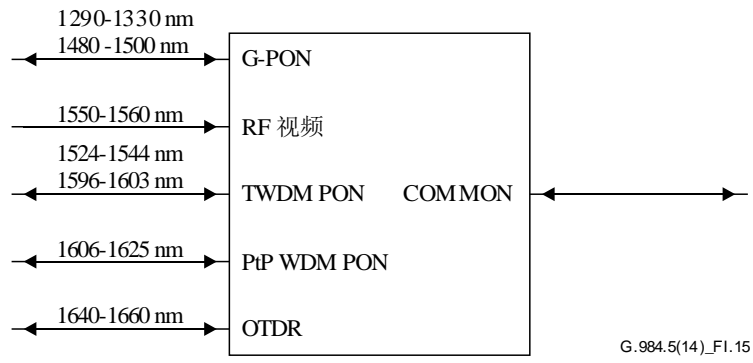


**图I.14 – 支持G-PON、RF视频、TWDM PON  
和PtP WDM PON的CEM<sub>x</sub>参考图**

表I.14显示了支持G-PON（以降低的上行波段为例）、RF视频、TWDM PON（以宽范围上行波段为例）、PtPWDM PON（以共享频谱为例）和OTDR（以波长范围为1640-1660 nm为例）的CEM<sub>x</sub>样本参数。图I.15显示了该设备的参考图。

**表I.14 – 具备G-PON、RF视频、TWDM PON、PtPWDM PON  
和OTDR端口的CEM<sub>x</sub>参数**

规格	值
G-PON波段无连接器损耗	≤ 0.8 dB (1290-1330 nm和1480-1500 nm)
RF视频波段无连接器损耗	≤ 1.2 dB (1550-1560 nm)
TWDM PON波段无连接器损耗	≤ 1.3 dB (1524-1544 nm和1596-1603 nm)
PtP WDM PON波段无连接器损耗	≤ 0.9 dB (1606-1625 nm)
OTDR波段无连接器损耗	≤ 1.5 dB (1640-1660 nm)
隔离 – COM – G-PON OLT (1260-1280 nm和1524-1675 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – RF视频 (1260-1544 nm, 1575-1675 nm)	NA (RF仅限于下行)
隔离 – COM – TWDM PON OLT (1260-1500 nm, 1550-1581 nm和1606-1675 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – PtP WDM PON OLT (1260-1603 nm和1640-1675 nm)	DBA (见附录III)
隔离 – COM – OTDR (1260-1625 nm)	DBA (见附录III)
G-PON、TWDM PON或PtP WDM PON端口最大光功率	+23 dBm
RF视频端口最大光功率	+23 dBm
OTDR端口最大光功率	待进一步研究
回波损耗	> 50 dB
指向性	> 50 dB



**图I.15 – 支持G-PON、RF视频、TWDM PON、PtP WDM PON和OTDR的CEM<sub>x</sub>参考图**

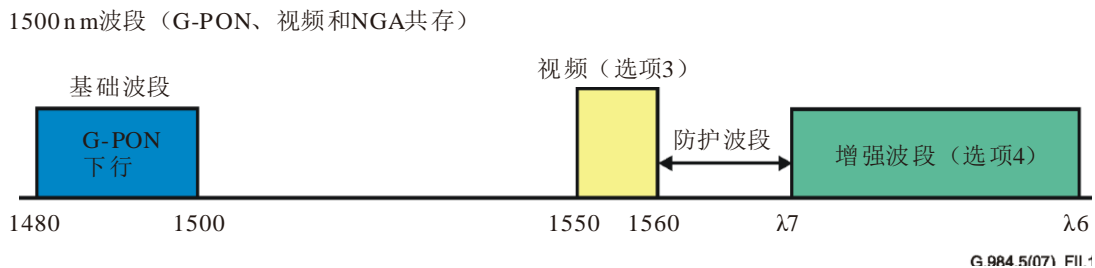
## 附录2

### NGA服务和视频分发服务波长分配示例

(本附录不构成本建议书的一部分。)

#### II.1 引言

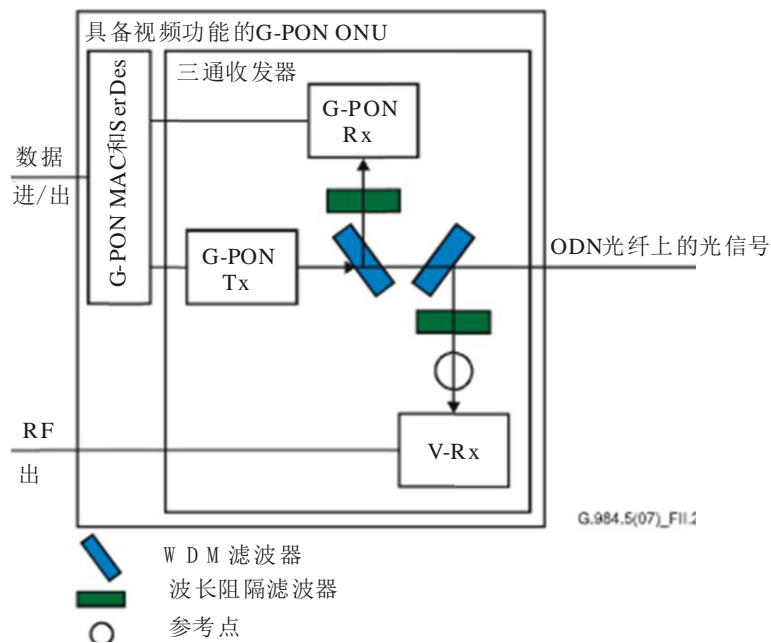
考虑到允许G-PON、NGA和视频服务共存的各种网络场景，设定视频波段两侧均需要额外的防护波段避免干扰，以及由此产生的视频接收器视频CNR性能下降。若将基础波段和视频的防护波段考虑在内，基础波段和视频之间的波长范围可能不适用于NGA下行信号。图II.1显示了这些场景的1.5  $\mu\text{m}$ 波长波段的波长规划。防护波段的范围取决于视频波段通滤波器的特点和视频接收器的性能。本文将考察两类滤波器。一类是G-PON ONU收发器中的集成滤波器，如三通收发器。另一类是G-PON双通收发器和视频接收器外的离散滤波器。每种滤波器的波长分配和滤波器特性见下图。



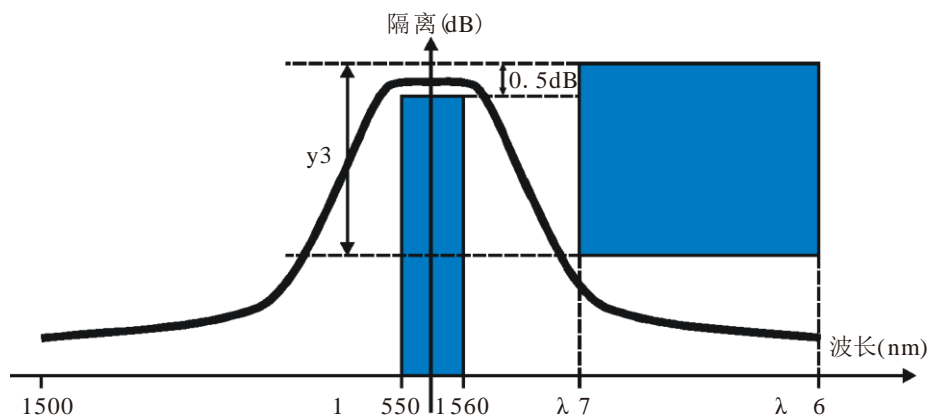
图II.1 – 波长分配

#### II.2 示例1: 视频集成滤波器

图II.2显示了使用三工收发器的G-PON ONU的示例配置，包括一个集成视频滤波器。本图并不限制三重波分复用器的滤波器配置。滤波器配置在具体实施中可能存在差异，还取决于光学器件的具体配置（如微光学元件或基于PLC）。在本图中，参考点的隔离值为WDM滤波器和V-Rx前的波长阻隔滤波器（WBF）的隔离值总和。图II.3显示了隔离示例，表II.1显示了波长分配的示例，包括图II.3中 $\lambda 7$ 的实验性波长值。图II.3中 $y 3$ 的示例隔离值为30 dB，参照了集成滤波器的实际隔离值。在计划提供额外的增强服务时，服务运营商和实施方应考虑实际的滤波器特性和视频接收器的性能。



图II.2 – 具备视频功能的G-PON ONU配置示例（示例1）



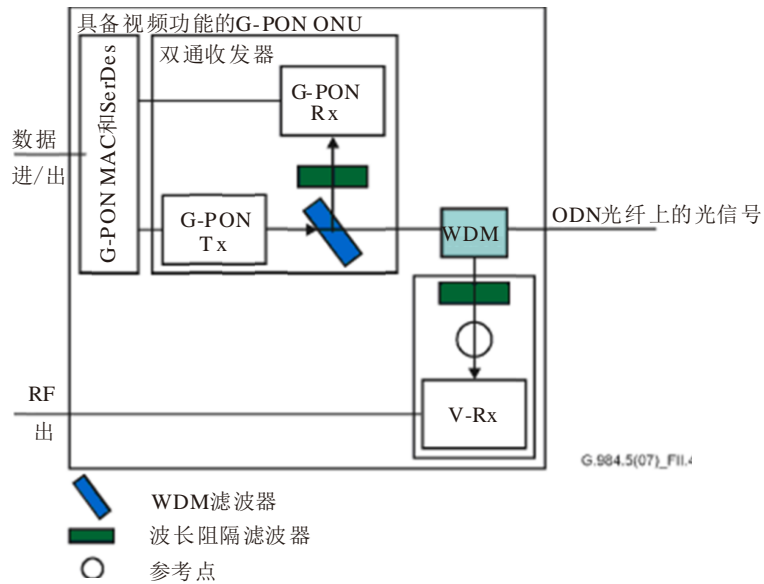
图II.3 – 视频集成滤波器特性示例

表II.1 – 波长分配示例（示例1）

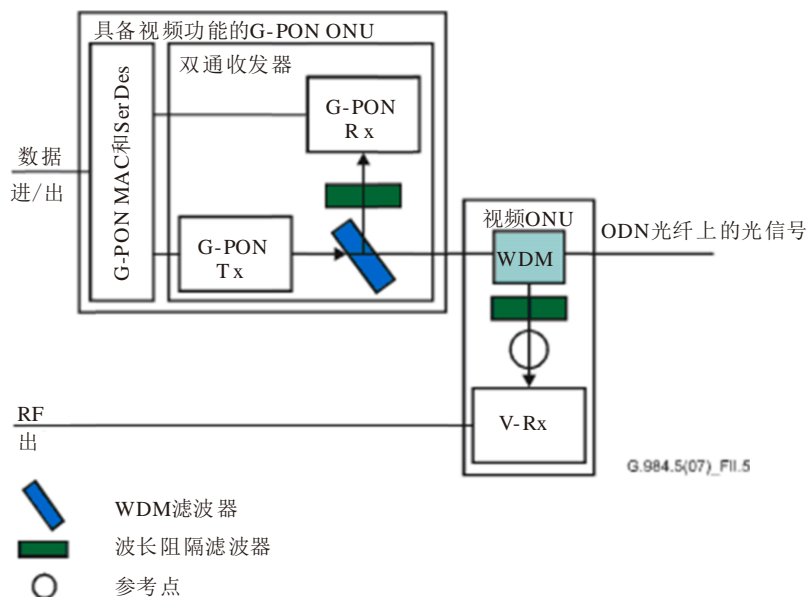
项目	标注	单位	标称值	应用示例
增强波段（选项3）				用于视频分发服务
下限	-	nm	1550	
上限	-	nm	1560	
增强波段（选项4）				用于下一代接入（NGA）
下限	$\lambda 7$	nm	待定（1574或1575）	
上限	$\lambda 6$	nm	1580至1625	
注 – 一般用于三工光收发器内的集成滤波器。				

### II.3 示例2: 视频离散WDM滤波器

图II.4和II.5显示了使用离散WDM滤波器的G-PON ONU（和视频ONU）示例配置。这些图并不显示滤波器的配置。在这些图中，参考点的隔离值为V-Rx前离散WDM滤波器和WBF的隔离值总和。图II.6显示了隔离示例，表II.2显示了波长分配示例。图II.6中y4的隔离值示例为35 dB，参照了离散滤波器的实际隔离值。在计划提供额外的增强服务时，服务运营商和实施方应考虑实际的滤波器特性和视频接收器的性能。



图II.4 – 具备视频功能的G-PON ONU配置示例（示例2）



图II.5 – 具备视频功能的G-PON ONU配置示例（示例2）

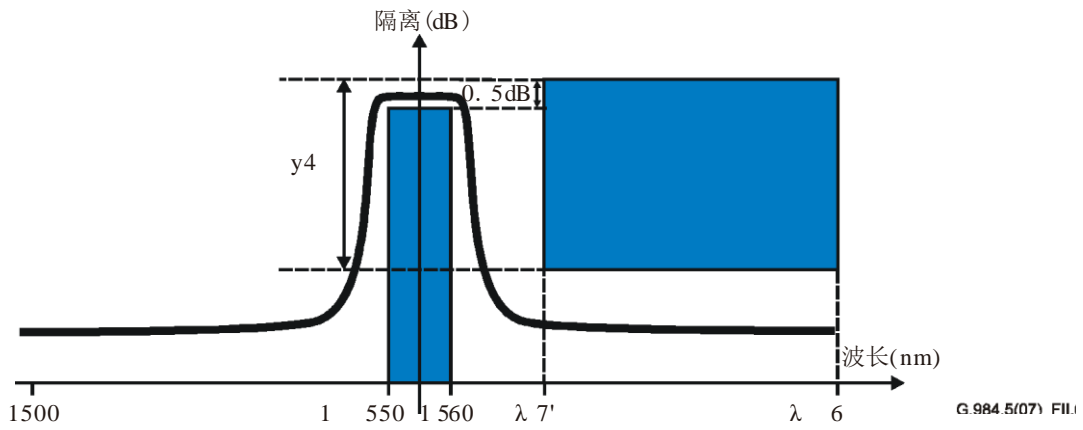


图 II.6 – 视频ONU离散滤波器特性示例

表II.2 – 波长分配示例（示例2）

项目	标注	单位	标称值	应用示例
增强波段（选项3）				用于视频分发服务
下限		nm	1550	
上限		nm	1560	
增强波段（选项5）				用于下一代接入（NGA）
下限	$\lambda 7'$	nm	待进一步研究	
上限	$\lambda 6$	nm	1580至1625	



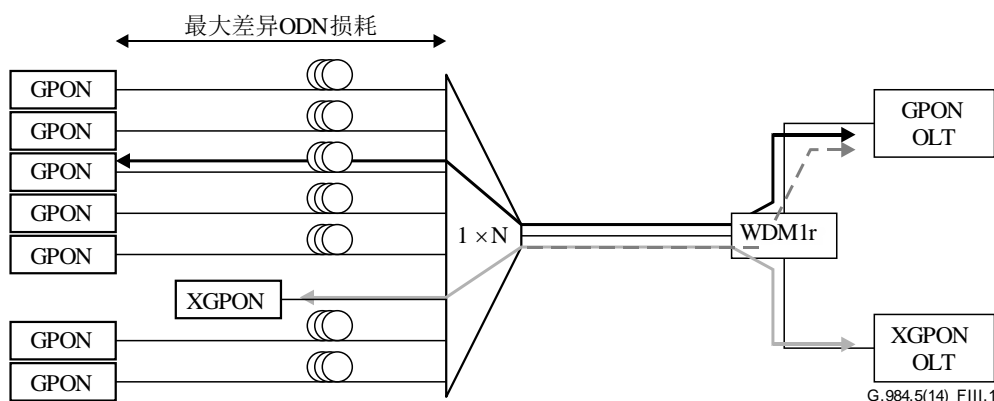
### 附录3

#### WDM/CE/CEM设备必要隔离值的计算方法

(本附录不构成本建议书的一部分。)

本附录为实施方提供了关于WDM1r、CE和CEM原件隔离要求的指导。由于具体情况不同，说明每个WDM1r、CE和CEM设备的隔离值并不实际。下文提供的公式可使实施方推导出指示性的数值。

图III.1以示例的方式显示了计算WDM设备GPON端口要求的隔离值所需的网路拓扑，从而实现与XG-PON1的共存。假定GPON ONU部署时存在预计的最大差异损耗，XG-PON1 ONU为最小损耗，即它们的相对ODN损耗等于ODN中预计的最大差异损耗。请注意，若ODN设计限制预计差异损耗，无需与[ITU-T G.984.2]和[ITU-T G.987.2]中规定的最大差异损耗相同。预计差异损耗可能受到多种因素限制，如ODN原件规格或光纤长度。

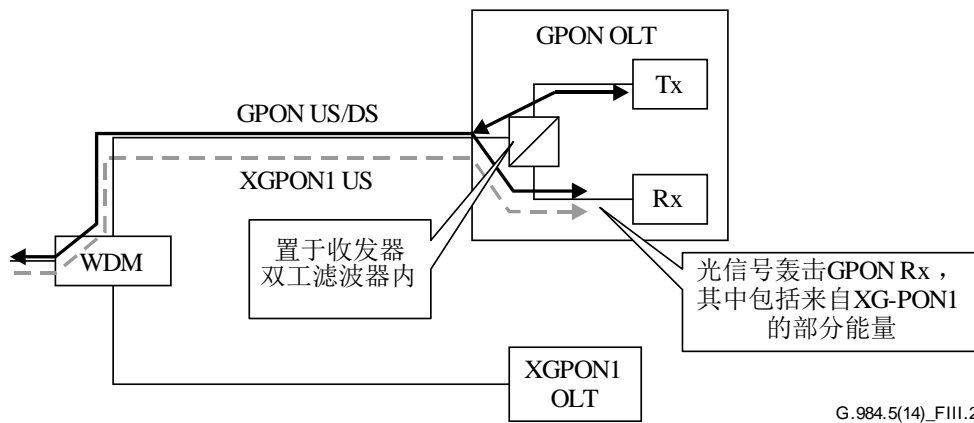


图III.1 – 计算WDM设备GPON端口要求的

隔离值所需的网路拓扑，从而实现与XG-PON1的共存

除最大损耗外，设定GPON ONU在[ITU-T G.984.2]允许的最低功率下发射信号。XG-PON1 ONU在[ITU-T G.987.2]允许的最高功率下发射信号。

在OLT侧，GPON OLT收发器的内部双工器也可提供部分隔离，实施方可予以考虑，详见图III.2。还可考虑其他内部OLT隔离源，如Rx路径的额外滤波，或WDM和OLT之间的额外滤波。若该隔离未知，或设定的情况更差，该双工器（及WDM后的其他要素）的隔离可设定为零。



G.984.5(14)\_FIII.2

图III.2 – OLT需考量的隔离因素

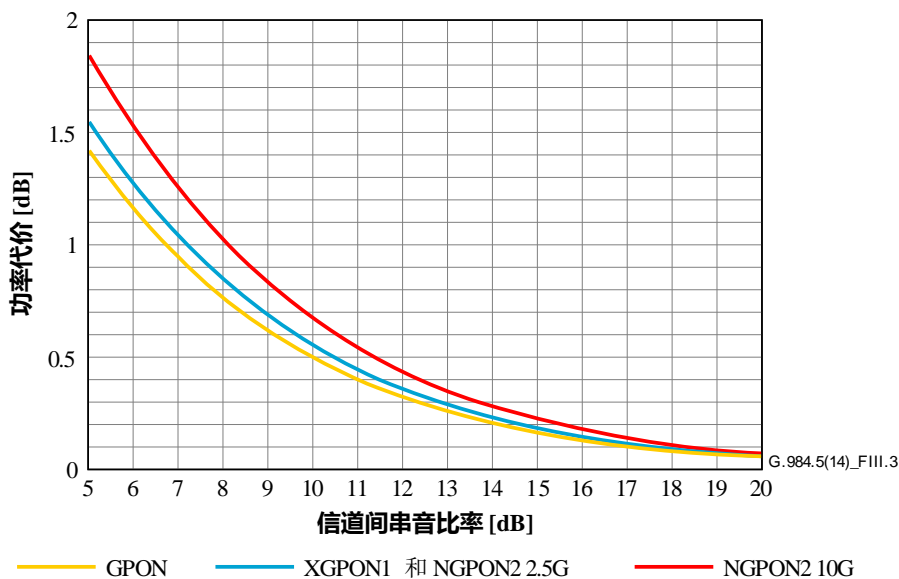
为得到要求的隔离值，允许的串音比率将在具体设想的部署情境中（由实施方选择，ITU-T建议书未明确说明）以可接受的代价值进行计算。以下计算信道间串音功率代价值的等式来自[ITU-T G.Sup39]，用于推导允许的串音值。

单干扰信道：

$$P_C = 10 \log_{10} \left( 1 - 10^{-\frac{C_c}{10}} \frac{r+1}{r-1} \right) \text{ dB} \quad (9-28)$$

其中 $r$ 为线性消光比。

使用该公式可以画出图III.3所示曲线图，从中可以提取系统设计代价值设定下允许的串音值。本图显示了GPON、XG-PON1和NG-PON2（2.5G和10G）的计算过程。各个系统之间的差别来自各示例中的最小消光比，即GPON、XG-PON1/NG-PON2（2.5G）和NG-PON2（10G）对应的10 dB、8.2 dB和6 dB。



G.984.5(14)\_FIII.3

图III.3 – 以功率代价作为函数的信道间串音比率

可推导出以下等式，用于计算串音、差异ODN损耗、ONU之间的发射功率差异（GPON（最低） - XG-PON1（最高））、双工（或其他WDM至Rx路径）隔离和带宽比所需的隔离。所有参数的单位为dB。

$$I_{WDM} = XT(dB) - \Delta P + \Delta ODN - I_{BiDi} - B_{comp}$$

$I_{WDM}$ : 用于实现共存的WDM设备干涉波长的端口隔离

$XT$ : 允许的信道间串音功率比，单位dB

$\Delta P$ : 目标信号（最小）和干扰信号（最大）之间的ONU发射功率比，单位dB

$\Delta ODN$ : 目标信号（最小）和干扰信号（最大）之间的ODN损耗差异，单位dB

$I_{BiDi}$ : 干扰波长的接收路径隔离（用于共存的WDM的外部），如来自内部的收发双工器（BiDi）

$B_{comp}$ : 相对于带宽补偿因数用于解释下列公式给出的目标信号和干扰信号之间的信号带宽差异：

$$B_{comp}(dB) = 10 \log \left( \frac{R_{int}}{R_{target}} \right)$$

以下有样本用于说明公式的应用方式：

### 示例1

在GPON和XG-PON1共存的情况下，对于GPON的代价值为0.5 dB的情况，允许的信道间串音（XT）约为10 dB（见图III.3）。

对于B+/N1类ODN，ONU电源发射差异（ $\Delta P$ ）为0.5 dBm - 7 dBm = -6.5 dB。

ODN设计损耗差异（ $\Delta ODN$ ）为5 dB。

WDM后隔离（ $I_{BiDi}$ ）设定为2 dB。

比特率补偿因数（ $B_{comp}$ ）为 $10 \log(2.5/1.25) = 3$  dB。

因此，XG-PON1 US波长GPON端口所需的WDM隔离（ $I_{WDM}$ ）为：

$$10 - (-6.5) + 5 - 2 - 3 = \underline{16.5dB.}$$

### 示例2

在GPON和XG-PON1共存的情况下，对于GPON的代价值为0.1dB的情况，允许的信道间串音（XT）约为17 dB（见图III.3）。

对于B+/N1类ODN，ONU电源发射差异（ $\Delta P$ ）为0.5 dBm - 7 dBm = -6.5 dB。

ODN设计损耗差异（ $\Delta ODN$ ）为10 dB。

WDM后隔离（ $I_{BiDi}$ ）设定为0 dB。

比特率补偿因数（ $B_{comp}$ ）为 $10 \log(2.5/1.25) = 3$  dB。

因此，XG-PON1 US波长GPON端口所需的WDM隔离（ $I_{WDM}$ ）为：

$$17 - (-6.5) + 10 - 0 - 3 = \underline{30.5dB.}$$

为了扩展以上等式，获得所需WDM隔离值，将多信道系统（如NG-PON2）作为干扰，干扰信道数量（N）可作为参数。

$$I_{WDM} = XT - \Delta P + \Delta ODN - I_{BiDi} - B_{comp} + 10\log(N)$$

以上简要分析设定了一个干扰系统，其中所有干扰具有相同的线路速率和功率。若三套系统共存（如GPON、XG-PON1和NG-PON2），分析会更加复杂，细节需进一步研究。一般而言，总干扰功率应根据其发射器特性，在不同干扰系统和波长频道仔细分配。



## ITU-T系列建议书

A系列	ITU-T工作的组织
D系列	一般资费原则
E系列	综合网络运行、电话业务、业务运行和人为因素
F系列	非话电信业务
<b>G系列</b>	<b>传输系统和媒质、数字系统和网络</b>
H系列	视听和多媒体系统
I系列	综合业务数字网
J系列	有线网和电视、声音节目及其他多媒体信号的传输
K系列	干扰的防护
L系列	线缆的构成、安装和保护及外部设备的其他组件
M系列	电信管理，包括TMN和网络维护
N系列	维护：国际声音节目和电视传输电路
O系列	测量设备技术规程
P系列	电话传输质量、电话装置、本地线路网络
Q系列	交换和信令
R系列	电报传输
S系列	电报业务终端设备
T系列	远程信息处理业务的终端设备
U系列	电报交换
V系列	电话网上的数据通信
X系列	数据网和开放系统通信及安全
Y系列	全球信息基础设施、互联网的协议问题和下一代网络
Z系列	用于电信系统的语言和一般软件问题