



国际电信联盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

G.983.3

(03/2001)

G系列：传输系统和媒质、数字系统和网络

数字传输系统 — 数字段和数字线路系统 — 本地和
接入网的光线路系统

利用波长分配提高业务能力的宽带光接入系统

ITU-T G.983.3建议书

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
本地和接入网的光线路系统	G.980-G.989
接入网	G.990-G.999
业务质量和性能	G.1000-G.1999
传输媒质特性	G.6000-G.6999
数字终端设备	G.7000-G.7999
数字网	G.8000-G.8999

如果需要进一步了解细目，请查阅ITU-T建议书清单。

ITU-T G.983.3建议书

利用波长分配提高业务能力的宽带光接入系统

摘 要

本建议书定义一种新的能同时分配 ATM-PON 信号和附加业务信号的波长分配方式。将当前的 ATM-PON 的下行波长限制在 ITU-T G.983.1 建议书原先规范的下行光谱的一部分，获得附加业务用的新波段。新波段具有提供单向和双向业务的潜力。本建议书规定的波长分配使视频广播业务或数据业务的分配成为可能，并考虑到这些业务的一般光特性。但是，这些业务的详细规范，例如调制方式、信号格式等不属本建议书的范围。

来 源

ITU-T G.983.3 建议书由 ITU-T 第 15 研究组（2001-2004）起草，并按照 WTSA 第 1 号决议程序于 2001 年 3 月 15 日通过。

前 言

ITU（国际电信联盟）是联合国在电信领域内的专门机构。ITU-T（国际电信联盟电信标准化部门）是 ITU 的常设机构。ITU-T 负责研究技术的、操作的和资费的问题，并且为实现全世界电信标准化，就上述问题发布建议书。

每 4 年召开一次的世界电信标准化全会（WTSA）确定 ITU-T 各研究组的研究课题，然后由各研究组制定有关这些课题的建议书。

WTSA 第 1 号决议拟定了批准 ITU-T 建议书的程序。

在 ITU-T 研究范围内的某些信息技术领域中使用的必要标准是与 ISO 和 IEC 共同编写的。

注

在本建议书中，“主管部门”一词是电信主管部门和经认可的经营机构的简称。

知识产权

ITU 提请注意：本建议书的应用或实施可能需要使用已声明的知识产权。ITU 对有关已声明的知识产权的证据、有效性或适用性不表示意见，无论其是由 ITU 成员还是由建议书制定过程之外的其他机构提出的。

到本建议书批准之日为止，ITU 尚未收到实施本建议书时可能需要的受专利保护的知识产权方面的通知。但是，本建议书实施者要注意，这可能不代表最新信息，因此强烈敦促本建议书的实施者查询电信标准化局专利数据库。

© 国际电联 2001

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
1 范围	1
2 参考文献	1
3 缩写	2
4 定义	4
5 光接入网的结构	5
5.1 网络结构	5
5.1.1 FTTCab/C/B 方案	6
5.1.2 FTTH 方案	6
5.2 参考配置	6
5.2.1 业务节点接口	8
5.2.2 在参考点 S/R 和 R/S 的接口	8
5.3 功能块	8
5.4 ONU 功能块	9
5.4.1 光分配网接口	9
5.4.2 复用	9
5.4.3 用户端口	9
5.4.4 ONU 供电	9
5.5 光线路终端功能块	9
5.6 光分配网功能块	10
6 业务	10
7 用户网络接口和业务节点接口	11
8 光网络要求	11
8.1 光网络的分层结构	11
8.2 波长分配的物理媒介从属层的要求	11
8.3 ATM-PON 的物理媒介从属层的要求	13
8.3.1 数字信号标称比特率	13
8.3.2 物理媒介和传输方法	18
8.3.3 比特率	18
8.3.4 线路码	19
8.3.5 工作波长	19
8.3.6 在 O_d 和 O_{ru} 的发送器	19
8.3.7 O_d/O_{ru} 和 O_{rd}/O_{lu} 之间的光通道	19
8.3.8 在 O_{rd} 和 O_{lu} 的接收器	20
8.4 增补波段的物理媒介从属层的要求	20

9	运行管理和维护 (OAM) 功能	21
10	性能	21
11	环境条件	21
12	安全性	21
	附录 I — ODN 的光接口参数示例	22
I.1	引言	22
I.2	示例	22
	附录 II — 应用方案	23
II.1	引言	23
II.2	配置例子	23
II.2.1	情况 1: 只接收基本波段	23
II.2.2	情况 2: 用分别的 ONU 接收基本波段和增补波段信号	25
II.2.3	情况 3: 用综合的 ONU 接收基本波段和增补波段信号	25
II.2.4	情况 4: 使上行通道损耗最小化的 WDM 安排	26
II.2.5	情况 5: 缩减增补波段衰减范围的 ODN	27
II.2.6	E-ONU 和 E-OLT 之间损耗预算不能满足情况的例子	28
	附录 III — 基本波段和增补波段之间的隔离	28
III.1	引言	28
III.2	在基本波段接收器对增补波段信号所需隔离的例子	30
III.2.1	视频业务	30
III.2.2	DWDM 业务	33
III.3	隔离分类的例子	34
III.4	应用例子	35
III.4.1	考虑的模型	35
III.4.2	64-QAM 的情况	37
III.4.3	滤波器特性	39
	附录 IV — ODN 光回损的影响	40
IV.1	引言	40
IV.2	ODN 光回损在基本波段的影响	41
IV.2.1	所考虑的反射模型	41
IV.2.2	反射到 ONU 接收器的影响	42
IV.2.3	反射到 OLT 接收器 (信号区内) 的影响	42

	页
IV.2.4 反射到 OLT 接收器（无信号区）的影响	44
IV.2.5 在基本波段 ONU 光回损影响的摘要	44
IV.3 从增补波段反射到基本波段的影响	47
IV.3.1 从增补波段反射到 OLT 接收器的影响	47
附录 V — 参考点(c)和(e)的光参数和两个示例的应用情况	50
V.1 引言	50
V.2 光电平图示例	50
V.2.1 情况 1：以 ODN 为中心观察的光参数	50
V.2.2 情况 2：以设备为中心观察的光参数	50

注 — 本建议书使用术语“ONU”泛指ONT和ONU。在本建议书内任何涉及ONU的内容也包括ONT。

利用波长分配提高业务能力的宽带光接入系统

1 范围

本建议书叙述对 ITU-T G.983.1 建议书规范的 ATM-PON 系统扩展的某些功能。

本建议书叙述使用波分复用技术（WDM）的宽带无源光网络（BPON）系统。这些波分技术使运营商能够提供附加的业务却不会干扰基本的 ATM-PON 系统。

本建议书规范了新的波长分配方式，以便同时分配 ATM-PON 信号和附加的业务信号。将当前的 ATM-PON 下行波长限制在 ITU-T G.983.1 建议书原先规定的下行光谱的一个部分内，使新的附加业务有波段可用。新波段具有提供单向和双向业务的潜力。本建议书规定的波长分配使视频广播业务或数据业务的分配成为可能，并考虑到这些业务的一般光特性。但是，这些业务的详细规范，例如调制方式、信号格式等不属本建议书范围。

因为在 OLT 和/或 OUN 侧需要新的 WDM 和/或光功率分支器/组合功能，本建议书定义新的参考点和光接口参数。

然而，在本建议书中叙述的参考点和光接入网（OAN）仍要保持与现在 ITU-T G.982 和 ITU-T G.983.1 建议书的兼容。

本建议书还规定了 ONU 设备要求的新的环境条件。这些条件是 ATM-PON 系统外设应用所要求的。

本建议书说明与 ITU-T G.983.1 建议书的有关差异。然而，在本建议书中没有包括规范 TC 层的段落，因为它们与 WDM 的增强无关。TC 层的规范由其他建议书例如 ITU-T G.983.1 建议书给出。

2 参考文献

下面的 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。所用的建议书和其他参考文献都会被修订，使用本建议书的各方应探讨使用下列建议书或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。在 ITU-T G.983.1 建议书列出的参考文献也适用于本建议书，但是为避免冗余在此没有再列出。

- [1] ITU-T G.692 (1998), *Optical interfaces for multichannel systems with optical amplifiers*.
- [2] ITU-T G.983.1 (1998), *Broadband optical access systems based on Passive Optical Networks (PON), plus Corrigendum 1* (1999).
- [3] ITU-T G.983.2 (2000), *ONT management and control interface specification for ATM PON*.
- [4] ITU-T G.959.1 (2001), *Optical transport network physical layer interfaces*.

3 缩写

本建议书采用下列缩写：

AF	适配功能
AM-VSB	幅度调制 — 残余边带
APS	自动保护倒换
ATM	异步转移模式
BER	比特差错比
BIP	比特间插奇偶校验
B-ISDN	宽带综合业务数字网
BPON	宽带无源光网络
CID	连续识别位
CNR	载波 — 噪声比
CPE	信元相位差错
CRC	循环冗余校验
DSL	数字用户线
DWDM	密集波分复用
E/O	电/光
E-OLT	增补波段 — 光线路终端
E-ONU	增补波段 — 光网络单元
FP-LD	法布里 — 帕罗激光二极管
FTTB/C	光纤到大楼/路边
FTTCab	光纤到分线箱
FTTH	光纤到家
HEC	信头差错控制
IEC	国际电工委员会
ISDN	综合业务数字网
LAN	局域网
LCD	信元描述丢失
LCF	激光器控制字段
LSB	最低有效位
LT	线路终端
MAC	媒介接入控制
MLM	多纵模
MSB	最高有效位
NRZ	不归零
NT	网络终端
O/E	光/电

OAM	运行、管理和维护
OAN	光接入网
ODF	光配线架
ODN	光分配网
OLT	光线路终端
ONT	光网络终端
ONU	光网络单元
OpS	操作系统
ORL	光回损
PLOAM	物理层 OAM
PON	无源光网络
PRBS	伪随机比特序列
PST	PON 段踪迹
PSTN	公共电话交换网
QAM	正交幅度调制
QoS	服务质量
QPSK	正交相移键控
RAU	请求接入单元
RIN	相对强度噪声
RMS	均方根
RXCF	接收器控制字段
SCM	副载波复用
SDH	数字同步体系
SLM	单纵模
SN	串号
SNI	业务节点接口
TC	传输会聚
TDMA	时分复用接入
UI	单位间隔
UNI	用户网络接口
UPC	用途参数控制
VC	虚通路
VP	虚通道
VPI	虚通道识别符
WDM	波分复用
WF1	波分复用和/或光组合功能 1
WF2	波分复用和/或光组合功能 2

4 定义

本建议书规定下列术语：

- 4.1 diplex working 双重工作：**在单纤上每个传输方向使用不同的波长双向通信。
- 4.2 duplex working 双向工作：**在单纤上两个传输方向使用同一波长双向通信。
- 4.3 logical reach 逻辑距离：**逻辑距离的定义是实际传输系统不受光预算限制能获得的最大长度。
- 4.4 Optical Access Network (OAN) 光接入网：**一组共享同一个网络侧接口并由光接入传输系统支持的接入链路。OAN 可以包括许多个连接到同一个 OLT 的 ODN。
- 4.5 Optical Distribution Network (ODN) 光分配网：**ODN 提供从 OLT 到用户和相反方向的光传输手段。它利用无源光器件。
- 4.6 Optical Line Termination (OLT) 光线路终端：**OLT 提供 OAN 的网络侧接口，它连接一个或几个 ODN。
- 4.7 Optical Network Termination (ONT) 光网络终端：**FTTH 使用的 OUN，包含用户端口功能。
- 4.8 Optical Network Unit (ONU) 光网络单元：**OUN（直接或远程）提供 OAN 的用户侧接口，并连接到 ODN。
- 4.9 user port function 用户端口功能：**用户端口功能（UPF）将特定的 UNI 要求适配到核心和管理功能。AN 可以支持若干个不同的接入和用户网络接口，按照相关接口规格和接入载体容量要求，即对信息传送和规约的载体要求的特定功能。
- 4.10 verification 证实：**恶意用户有可能冒充其他 ONU 并使用网络，只要该用户知道 ONU 是断电的。证实的功能是核查所连接的 ONU 是否是恶意用户冒充的。
- 4.11 Wavelength Division Multiplexing (WDM) 波分复用：**上行和下行信号使用不同光波长的双向复用，对于基本波段、增补波段和将来使用的波段的信号使用不同的波段复用。
- 4.12 basic band 基本波段：**分配给 ATM-PON 下行容量的波长区。
- 4.13 enhancement band 增补波段：**分配给新的附加业务能力，至少包括视频业务和密集波分复用（DWDM）业务的波长区。
- 4.14 future band 将来使用的波段：**为今后使用预留的波长区。
- 4.15 E-OLT：**提供在增补波段内附加业务能力，包括视频业务和 DWDM 业务的 OLT。
- 4.16 E-ONU：**提供附加业务能力，包括在增补波段内视频业务能力 DWDM 业务的 ONU。
- 4.17 WF1：**WDM 和/或光组合/分支功能，它们为 ATM-PON 传送业务和附加业务提供分离/组合波长和/或分支/组合光功率的功能。它们位于 ODN 和 OLT 之间。
- 4.18 WF2：**WDM 和/或光组合/分支功能，它们为 ATM-PON 传送业务和附加业务提供分离/组合波长和/或分支/组合光功率的功能。它们位于 ODN 和 OLT 之间。

4.19 WDM-L: 位于 OLT 侧, 分离/组合 1.3 μm 区和 1.5 μm 区的 WDM。

4.20 WDM-N: 位于 OUN 侧, 分离/组合 1.3 μm 区和 1.5 μm 区的 WDM。

4.21 BPON: 宽带无源光网络 (BPON)。BPON 是一个到 n 个宽带光传输系统。BPON 能透明传送任何类型的数据, 如视频、音频、IP 数据等。BPON 能载送任何类型数据链路帧的数据 (即, 不仅是国内 ATM 还有 HDL 以太网帧等)。

5 光接入网的结构

5.1 网络结构

本地接入网的光段可以是点到点、有源或是无源点到多点的结构。图 1 示出所考虑的结构, 涉及的范围有: 光纤到家 (FTTH)、光纤到大楼/路边 (FTTB/C)、光纤到分线箱 (FTTCab)。在图 1 中所示的所有方案中光接入网 (OAN) 是共通的, 因而这个系统的通用性具有在世界范围大量使用的潜力。FTTB/C 和 FTTCab 网络方案主要的差异只是实现方式不同, 最终在本建议书中能够同样的处理它们。

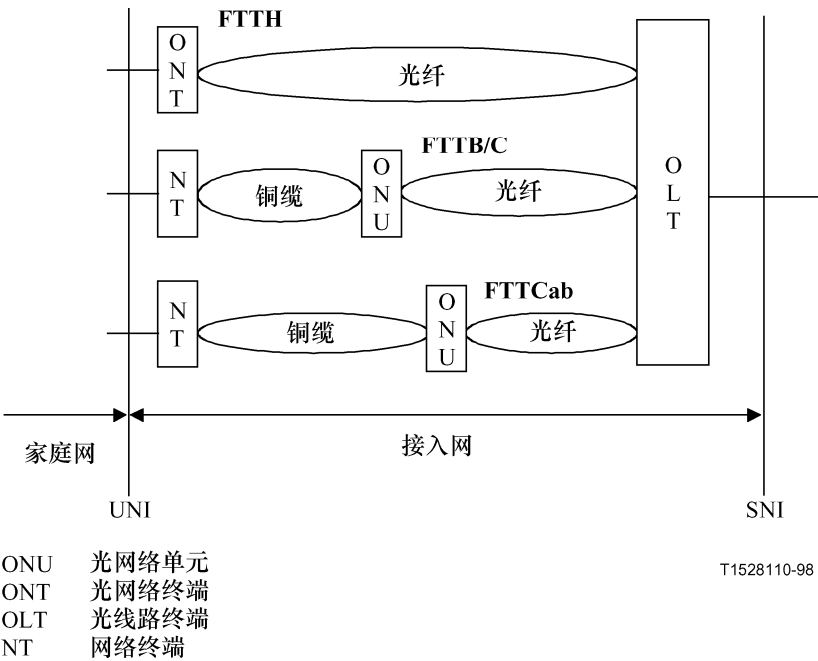


图 1/G.983.3—网络结构

5.1.1 FTTCab/C/B方案

见 5.1.1/G.983.1。

5.1.2 FTTH方案

FTTH；光纤到家业务驱动器类似前一个方案的驱动器，并取决于：

- 能够考虑用室内 ONU，使环境条件更有利。
- 为了将接入网的能力升级到能适应今后宽带和多媒体业务的发展，中介 ONU 可能要作一点改变。
- 容易维护，因为它只需要维护光纤系统，可以认为全光纤的系统比光纤-铜缆混合系统更可靠。
- FTTH 是先进的光电子技术发展的驱动器。光模块生产量越大就越能促使价格下降。

当这些因素能被充分发掘时，它们将足以抗衡稍微偏高的每线价格。在那种情况下，FTTH 方案可以被认为是经济合理的，即便在短期内也如此。

5.2 参考配置

图 2a 示出源自 ITU-T G.983.1 建议书的通用参考配置。

图 2b 示出本建议书特定的参考配置，它根据修改的波长分配给出新规范的说明。

ODN 提供一个 OLT 与几个 ONU 之间的一个或多个光通道。每个光通道确定在参考点 S 和 R 之间一个特定的波长窗口内。在 ODN 内光传输的两个方向确定如下：

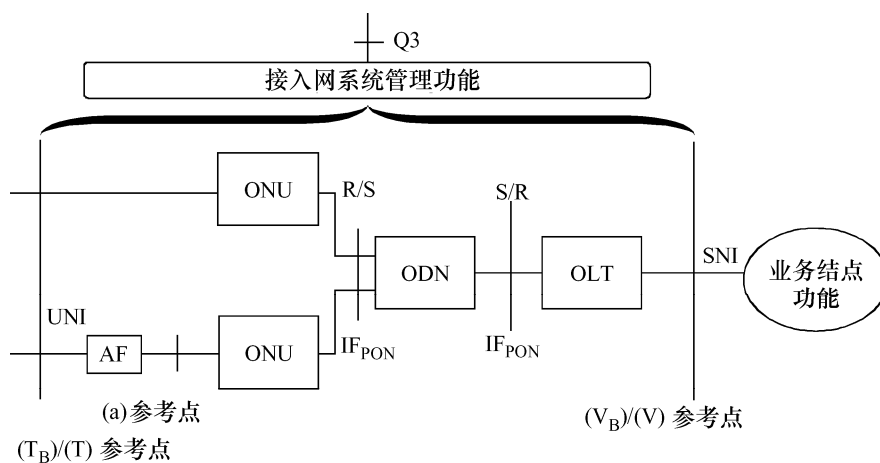
- 下行方向，信号从 OLT 传到 ONU；
- 上行方向，信号从 ONU 传到 OLT。

本节叙述在 PON 上支持宽带传输的参考结构。这个系统由光线路终端（OLT）、光网络单元（ONU）、为本建议书规定波长分配新方案所用的波分复用和/或光组合/分支功能（WF1 和 WF2）、以及用无源光分支器使它形成无源光网络（PON）配置的光缆组成。

一条光纤以无源的方式分支连接到共享这条光纤容量的多个 ONU。因为无源分支，需要有针对保密和安全的特别措施。再者，上行方向需要 TDMA 协议。

WF1 和 WF2 用于对 ATM-PON 传送业务和附加的例如视频广播业务进行波长的分离/组合和/或光功率的分支/组合。它们可以集成在 OLT 和 ONU 之内，或者作为与 OLT 和 ONU 连接的外部光部件提供。因而，WF1 和 WF2 被视为 OLT 和 ONU 的一部分。在与 OLT 和 ONU 集成在一起的情况，图 2b 中参考点 (c) 和 (e) 被当作 OLT 和 ONU 各自的内部参考点。

对 WF1 和 WF2 的功能上的要求与每个运营商的实际系统配置、管理机制、业务策略及地理环境有很大的关系。在附录 II 叙述按运营商情况提出的配置方案。

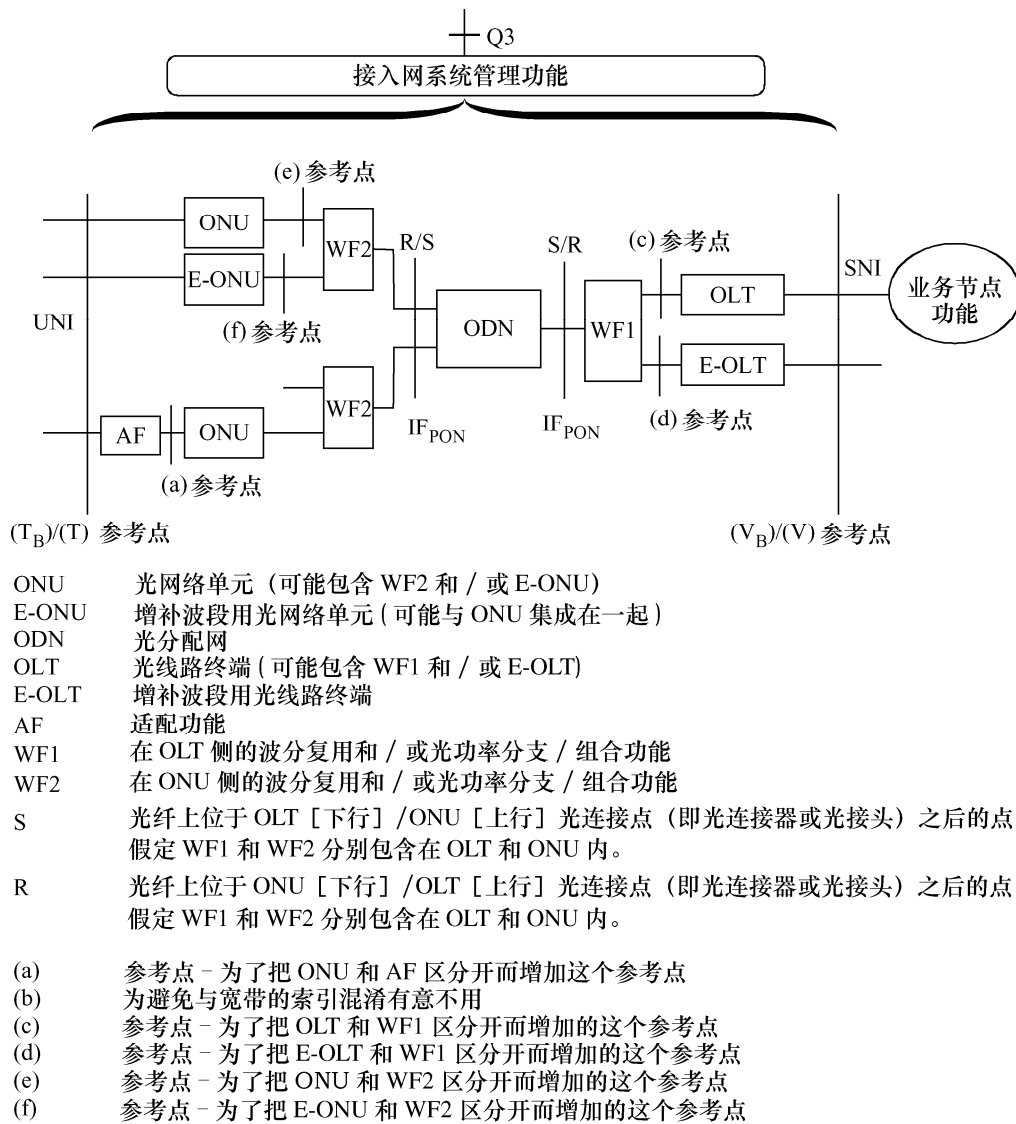


ONU 光网络单元
 ODN 光分配网
 OLT 光线路终端
 AF 适配功能

S 正好在 OLT [下行] /ONU [上行] 光连接点 (及光连接器或接头) 之后光纤上的点
 R 正好在 ONU [下行] /OLT [上行] 光连接点 (及光连接器或接头) 之前光纤上的点
 (a) 该参考点是附加的为了从 ONU 中区分出 AF

T1528120-98

图 2a/G.983.3—基于PON的ATM的参考配置



T1543820-01

图 2b/G.983.3—宽带PON的参考配置

5.2.1 业务节点接口

见 ITU-T G.902 建议书。

5.2.2 在参考点S/R和R/S的接口

在参考点 S/R 和 R/S 的这个接口定义为 IF_{PON}。这是 PON 特定的接口，它支持所有协议元的要求，允许 OLT 和 ONU 之间的传输。

5.3 功能块

见 5.3/G.983.1。

5.4 ONU功能块

作为例子，FTTH ONU 是有源的，它将接入网传送机制与室内分配分离。ONU 由 ODN 接口、用户端口、传输、业务、客户复用（MUX）/分用功能和电源等构成，如图 3。

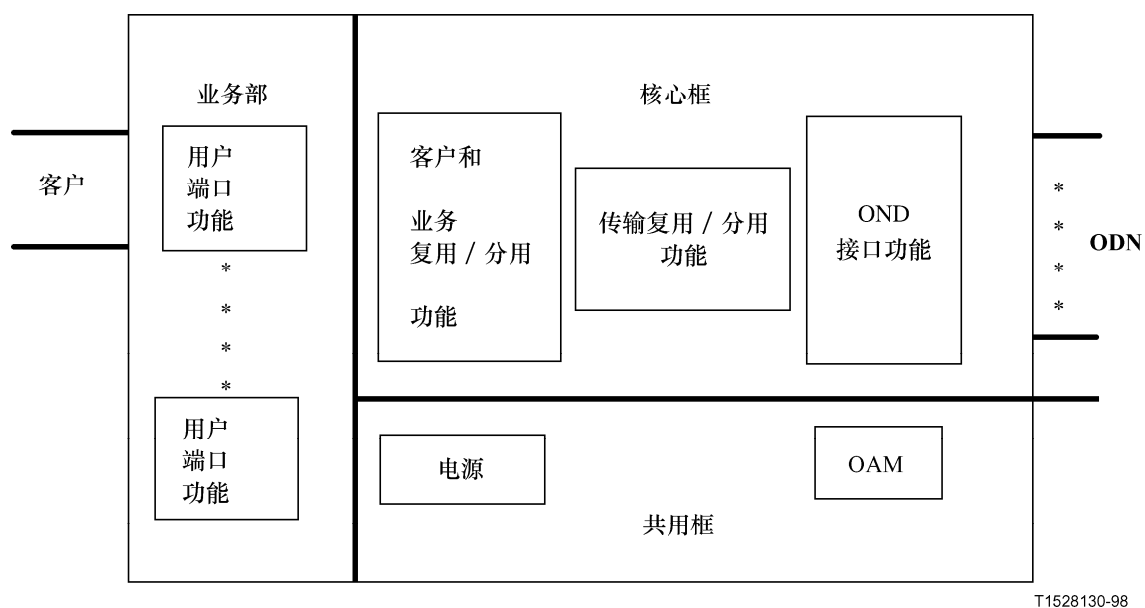


图 3/G.983.3—ONU功能块的例子

5.4.1 光分配网接口

ODN 接口处理光电变换过程。ODN 接口按照从下行帧定时获得的同步，从下行 PON 净荷中抽出 ATM 信元和将 ATM 信元插入上行 PON 净荷。

ODN 接口可以处理分离/组合指定的波长和/或光的分支/组合。

5.4.2 复用

复用器（MUX）将业务接口复接到 ODN 接口。只有有效的 ATM 信元能通过 MUX，所以许多 VP 能够有效地共享指定的上行带宽。

5.4.3 用户端口

用户端口通过 UNI 与终端接口。用户端口可以处理将 ATM 信元插入上行净荷和从下行净荷抽出 ATM 信元。另外，用户端口可以为视频传输和/或附加业务使 OLT 与客户接口。

5.4.4 ONU供电

ONU 的供电会随实现方式不同而不同。

5.5 光线路终端功能块

OLT 通过标准接口（VB5.x, V5.x, NNI）连接到交换网。在分配侧，按照应符合的要求，如比特率、功率预算等，提供光接入。

OLT 由三部分组成：业务端口功能；ODN 接口；VP 梳理用 MUX（见图 4）。这种组合并不打算排斥 OLT 内虚通路（VC）层功能。VC 层功能尚待研究。

1) 业务端口功能

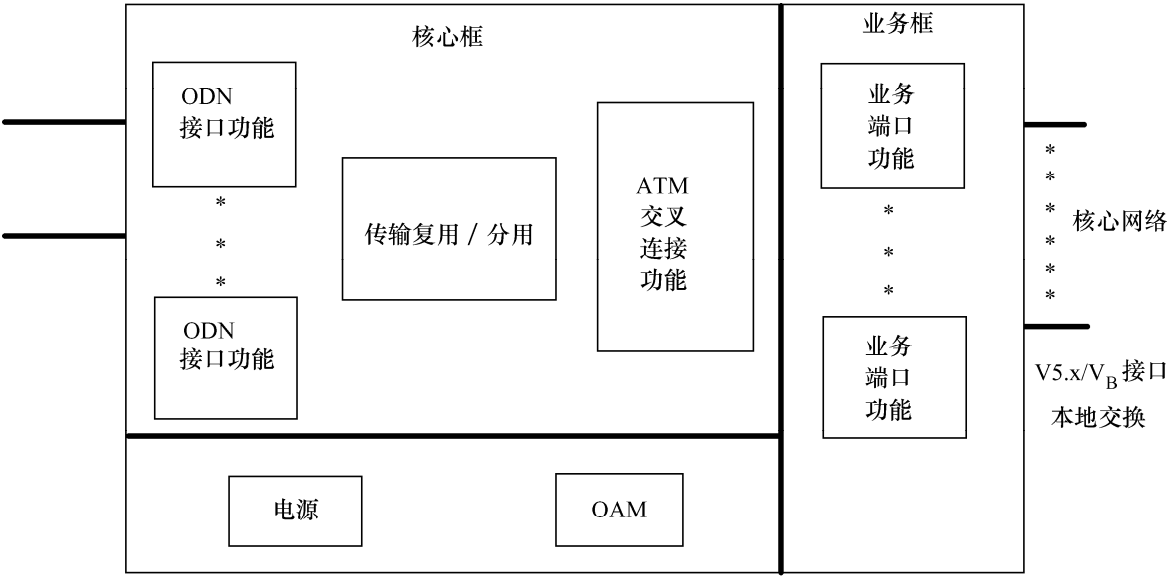
该功能连接业务节点。业务端口功能可以处理将 ATM 信元插进上行 SDH 净荷和从下行 SDH 净荷中抽出 ATM 信元。该功能可以是双重的，于是保护倒换功能是必须的。

2) MUX

MUX 提供业务端口功能和 ODN 接口之间的 VP 连接，将不同的 VP 指派到 IF_{PON} 的不同业务。各种信息，例如主要内容、信令和 OAM 信息流利用 VP 的 VC 进行交换。

3) ODN 接口

ODN 线路终端处理光电变换过程。ODN 接口处理将 ATM 信元插入下行 PON 净荷和从上行 PON 净荷中抽出 ATM 信元。另外，ODN 接口可以处理分离/组合指定的波长和/或光的分支/组合。



T1528140-98

图 4/G.983.3—OLT 功能块的例子

5.6 光分配网功能块

见 5.6/G.983.1。

6 业务

这样一个高速接入系统将能对住宅用户和商业客户提供所有当前已有的业务和还在讨论的新型业务。这里要谈论的业务是独立于传输系统的业务之外的。

这些业务涉及对网络的广泛要求，如比特率、对称/不对称或延迟；而且范围从视频分配、（有很高程度的互动性）到电子数据传送、LAN 互连、透明虚通道等等。

要提供什么特殊业务某些运营商比另一些更清楚，而且还在很大程度上取决于每个运营商的市场实际受规章限制的情况以及自己的市场潜力。这些业务怎样用经济有效的方式传送不仅要随法律条件变化，还要随现有电信基础设施、住宅的分布和住宅和商业客户的交往情况等因素变化。

不管这些变化的市场背景如何，已经发觉有些性质对所有各方面都是共同的，现归纳如下：

- 某些业务需要的比特率比由 PSTN 和基本 ISDN 支持的比特率更高。这些比特率能很好的在光纤网络或光纤混合网络上传送；
- 随着业务的演进和更新业务的引入，带宽和管理要求将提高。这就要求接入网要灵活而且易于升级。
- 附加业务，例如重叠在 ATM-PON 上的视频分配业务，能够采用必须的 WDM 方式以适当的形式提供。视频调制类型的选择对系统要求有很大影响，但是，视频调制系统不是本建议书的范围。

7 用户网络接口和业务节点接口

在参考配置中初步给出了 UNI 和 SNI 的位置（见表 1）。

其他类型的业务例如视频广播尚待研究。

表 1/G.983.3—UNI和SNI

业务类型	UNI标准	SNI标准
在 G982 建议书中规定	G902 建议书	G902 建议书
— 数字宽带视频系统	I.432 建议书 IEEE 802.3	G967.1 建议书
— 多媒体业务		G967.2 建议书
— VP 租用线路		
— ATM SVC		

8 光网络要求

8.1 光网络的分层结构

见 8.1/G.983.1。

8.2 波长分配的物理媒介从属层的要求

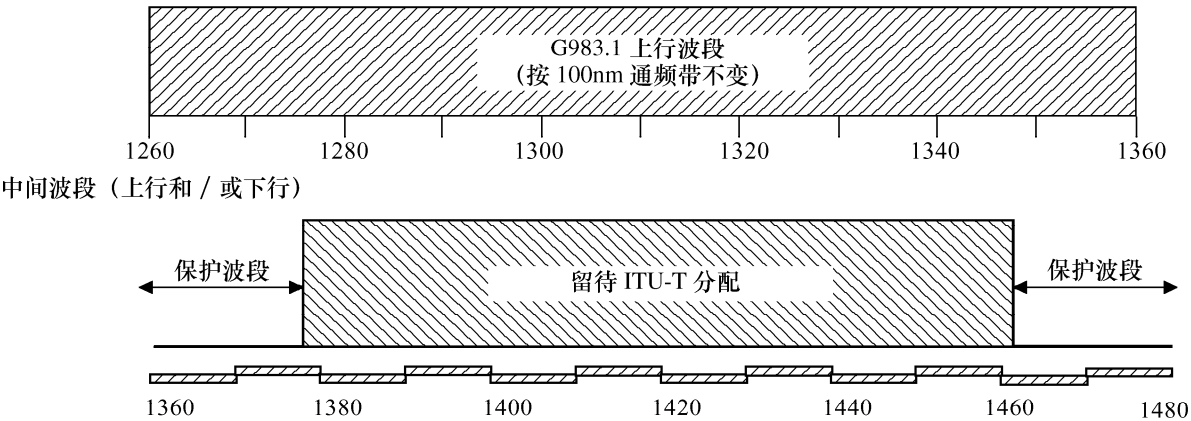
在 G.983.1 建议书中，ATM-PON 下行信号（单纤系统）的波长在 1.5 μm 波段而 ATM-PON 上行信号的波长在 1.3 μm 波段。为了能用 ITU-T G.983.1 建议书规定的波段附加新的业务，本建议书规定新的波长安排。ATM-PON 下行波段被压缩在原先的 1.5 μm 波段内，新的波段应指派给新的附加业务使用。

图 5 和表 2 规定新的波长安排。现行 ITU-T G.983.1 建议书规定的 ATM-PON 下行安排压缩为可用下行光谱的一部分。这个部分用于 ATM-PON 就称为“基本波段”。就能有附加的波段可供使用，并称为“增补波段”。增补波段的用途至少包括视频业务和波分复用（WDM）业务。保护波段隔开基本波段和增补波段。在这两个波段内信号之间的干扰使信号相互劣化，这种劣化应保持在可以忽视的程度。这些波段之间的隔离要求与光功率电平、调制方式等有关。在附录 III 叙述了 WDM 滤波器的例子。

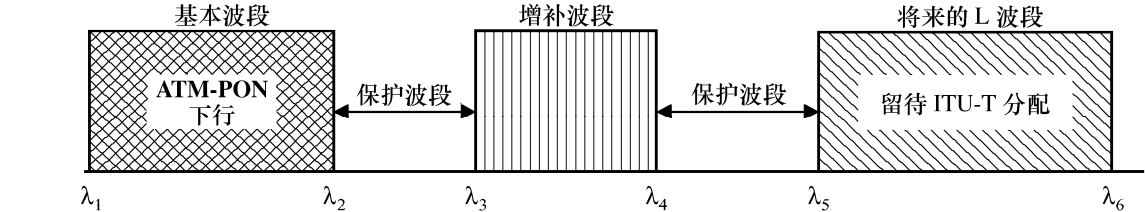
在 1.5 μm 波段的将来的 L 波段和在中部区间内的“留待 ITU-T 分配”波段的规范尚待研究。

注一 在 WDM 方式中，增补波段的波长不仅用于下行也可用于上行信号传输。

1.3 μm 波段（上行）



1.5 μm 波段（上行和 / 或下行）



- 上行窗口（不变）
- 基本波段（受限的 APON 波段）
- 增补波段（其他用途）
- 今后使用

λ_1 - λ_6 定义在表 2

T1543830-01

图 5/G.983.3—波长安排

表 2/G.983.3—图5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				用在 ATM-PON 上行
下限	—	nm	1260	
上限	—	nm	1360	
中间波段				将来使用 — 留待 ITU-T 分配的波段包括保护波段
下限	—	nm	1360	
上限	λ1	nm	1480	
基本波段				用于 ATM-PON 下行
下限	λ1	nm	1480	
上限	λ2	nm	1500	
增补波段（方案 1）				用于附加的数字业务
下限	λ3	nm	1539	
上限	λ4	nm	1565	
增补波段（方案 2）				用于视频分配业务
下限	λ3	nm	1550	
上限	λ4	nm	1560	
将来的 L 波段				将来使用 — 留待 ITU-T 分配的波段
下限	λ5	nm	尚待研究	
上限	λ6	nm		

注 1 — DWDM 应用的增补波段的中心频率应按照 ITU-T G.959.1 和 G.692 建议书给出的频率栅格。

注 2 — 基本波段信号和增补波段信号之间的隔离值不作唯一的判定，因为系统配置会随管理体制、业务策略、和地理条件以及在增补波段内提供的业务而改变。

在此，隔离应解释为在 WF1 或 WF2 漏泄的基本波段信号与 E-ONU 或 E-OLT 来自基本波段信号之比和漏泄的增补波段信号与 ONU 或 OLT 来自增补波段信号之比。两种类型的隔离应分别规定。

希望通过大量生产来降低通用 WDM 滤波器的价格。在附录 III 举例说明在典型情况需要的隔离。

注 3 — 对于基本波段信号和增补波段信号（方案 1）之间隔离的推荐值尚待研究。

注 4 — 对于基本波段信号和增补波段信号（方案 2）之间隔离的推荐值尚待研究。

注 5 — 所采用的滤波器具有合适的损耗特性，以便获得要求的隔离。然而，1480-1580 nm 范围外（即在将来的 L 波段）的损耗特性尚待研究。

8.3 ATM-PON的物理媒介从属层的要求

8.3.1 数字信号标称比特率

传输的线路速率应是 8 kHz 的倍数。目标标准系统应有下列标称线路速率：

- 方案 1：对称 155.52 Mbit/s 对于 FTTCab/C/B/H。
- 方案 2：不对称、上行 155.52 Mbit/s，下行 622.08 Mbit/s，对于 FTTCab/C/B。

要规定的参数按上行和下行的分类和标称比特率如表 3 示。

表 3/G.983.3—参数类别与表之间的关系

传输方向	标称比特率	表
下行	155.52 Mbit/s	表 4-b (下行, 155 Mbit/s)
	622.08 Mbit/s	表 4-c (下行, 622 Mbit/s)
上行	155.52 Mbit/s	表 4-d (上行, 155 Mbit/s)

所有的参数规范如下，它们都应遵从表 4-a (ODN)、表 4-b (下行, 155 Mbit/s)、表 4-c (下行, 622 Mbit/s)和表 4-d (上行, 155Mbit/s)。在不会发生混淆时，这些表在本建议书中通称为表 4。ONU 有 6 类，它们的区别是比特率为 155.52 Mbit/s 和 622.08 Mbit/s 以及光通道损耗为 (ITU-T G.982 规定的) A 类、B 类和 C 类。表 4 中的某些参数在附录 I 作为实现方式的例子说明。

表 4 中指标不包括 E-ONU 和 E-OLT 在发送器波长测量的设备最大反射和在接收波长测量的设备最大反射。来自 E-ONU 和 E-OLT 的反射会使 ATM-PON 传输的信号劣化。对 E-ONU 和 E-OLT 在 1.3 μm 上行和基本波段下行波长的反射尚待研究。

规范的所有参数值都是最坏情况时之值，并认为在整个标准运行条件（即温度和湿度）范围内都应符合，它们还包括老化效应。这些参数针对其设计目标是在光通道衰减和色散为极端条件时比特差错比 (BER) 不差于 1×10^{-10} 的光段进行规范。

对于 IF_{PON} 规定了所有参数，在附录 V 说明图 2b 内参考点 (c) 和 (e) 的相关光参数。

对于某些应用例如新建场地或受限的区域，ODN 内衰减范围可以减小。在这种情况下，将会放松要求的光参数并增强符合 ITU-T G.983.1 建议书光模块的适用性。附录 V 说明 ODN 衰减范围减小情况的例子。

表 4a/G.983.3—ODN的物理媒介从属层的参数

项 目	单 位	规 范
光纤类型	—	G.652 建议书
衰减范围 (G.982 建议书)	dB	A 类: 5-20 B 类: 10-25 C 类: 15-30
光通道损耗差	dB	15
最大光通道代价	dB	1
最大逻辑距离差	km	20
S/R 和 R/S 点之间最大光纤距离	km	20
所支持的最小分支比	—	受通道损耗和 ONU 寻址极限制约。用无源分支器的 PON (16 或 32 路分支)
双向传输	—	1 纤 WDM (2 纤系统不属本建议书范围)
维护波长	nm	待定

表 4b/G.983.3—基本波段155 Mbit/s下行方向的光接口参数

项 目	单 位	指 标		
OLT发送器 (光接口O _{ld})				
标称比特率	Mbit/s	155.52		
工作波长	nm	1480-1500		
线路码	—	扰码 NRZ		
发送器眼图模板	—	见图 6/G.983.1		
设备的最大反射，在发送器波长测量	dB	NA		
在 O _{ld} 和 O _{lu} ODN 的最小 ORL(注 1 和 2)	dB	大于 32		
ODN 类别		A 类	B 类	C 类
最小平均馈入功率	dBm	注 4	注 4	注 4
最大平均馈入功率	dBm	注 4	注 4	注 4
发送器没有输入的馈入功率	dBm	NA		
消光比	dB	大于 10		
发送器的光功率容限	dB	大于-15		
MLM 激光器—最大 RMS 宽度	nm	1.8		
SLM 激光器—最大-20dB 带宽（注 3）	nm	1		
SLM 激光器—最小边模抑制比	dB	30		

表 4b/G.983.3—基本波段155 Mbit/s下行方向的光接口参数(续)

项 目	单 位	指 标		
ONU接收器(光接口O _{rd})				
设备的最大反射, 在接收器波长测量	dB	小于 -20		
比特差错比	—	小于 10 ⁻¹⁰		
ODN 类别		A 类	B 类	C 类
最小灵敏度	dBm	注 4	注 4	注 4
最小过载	dBm	注 4	注 4	注 4
连续同一数字免疫性	bit	大于 72		
抖动容限	—	见图 9/G.983.1		
反射光功率的容限	dB	小于 10		
注 1 — “在 O _{ru} 和 O _{rd} 以及 O _{lu} 和 O _{ld} 点 ODN 的最小 ORL” 的值应比附录 I 所述的任选情况大 20dB。				
注 2 — ONU 发送器反射值对于 “在 O _{ru} 和 O _{rd} 以及 O _{lu} 和 O _{ld} 点 ODN 的最小 ORL” 之值为 20dB 的情况如附录 IV 所述。				
注 3 — 最大-20 dB 带宽的值和最小边模抑制比参见 G.957 建议书。				
注 4 — 在附录 I 说明暂定的参数。				

表 4c/G.983.3—基本波段622 Mbit/s下行方向的光接口参数

项 目	单 位	指 标		
OLT发送器 (光接口O _{ld})				
标称比特率	Mbit/s	622.08		
工作波长	nm	1480-1500		
线路码	—	扰码 NRZ		
发送器眼图模板	—	见图 6/G.983.1		
设备的最大反射，在发送器波长测量	dB	NA		
在 O _{lu} 和 O _{ld} ODN 的最小 ORL(注 1 和 2)	dB	大于 32		
ODN 类别		A 类	B 类	C 类
最小平均馈入功率	dBm	注 4	注 4	注 4
最大平均馈入功率	dBm	注 4	注 4	注 4
发送器没有输入的馈入功率	dBm	NA		
消光比	dB	大于 10		
发送器入射光功率容限	dB	大于-15		
MLM 激光器—最大 RMS 宽度	nm	NA		

表 4c/G.983.3—基本波段622 Mbit/s下行方向的光接口参数(续)

项 目	单 位	指 标		
SLM 激光器—最大-20dB 带宽（注 3）	nm	1		
SLM 激光器—最小边模抑制比	dB	30		
ONU接收器(光接口O _{rd})				
设备的最大反射，在接收器波长测量	dB	小于-20		
比特差错比	—	小于 10 ⁻¹⁰		
ODN 类别		A 类	B 类	C 类
最小灵敏度	dBm	注 4	注 4	注 4
最小过载	dBm	注 4	注 4	注 4
连续同一数字免疫性	bit	大于 72		
抖动容限	—	见图 9/G983.1		
反射光功率的容限	dB	小于 10		
注 1 — “在 O _{ru} 和 O _{rd} 以及 O _{lu} 和 O _{ld} 点 ODN 的最小 ORL” 的值应比附录 I 所述的任选情况大 20 dB。				
注 2 — ONU 发送器反射值对于 “在 O _{ru} 和 O _{rd} 以及 O _{lu} 和 O _{ld} 点 ODN 的最小 ORL” 之值为 20 dB 的情况如附录 IV 所述。				
注 3 — 最大-20 dB 带宽的值和最小边模抑制比参见 G.957 建议书。				
注 4 — 在附录 I 说明暂定的参数。				

表 4d/G.983.3—155 Mbit/s上行方向的光接口参数

项 目	单 位	指 标		
ONU发送器 (光接口O _{ru})				
标称比特率	Mbit/s	155.52		
工作波长	nm	1260-1360		
线路码	—	扰码 NRZ		
发送器眼图模板	—	见图 7/G.983.1		
设备的最大反射，在发送器波长测量	dB	小于 −6		
在 O _{ru} 和 O _{rd} ODN 的最小 ORL(注 1 和 2)	dB	大于 32		
ODN 类别		A 类	B 类	C 类
最小平均馈入功率	dBm	注 4	注 4	注 4
最大平均馈入功率	dBm	注 4	注 4	注 4
发送器没有输入的馈入功率	dBm	小于最小灵敏度−10		
消光比	dB	大于 10		

表 4d/G.983.3—155 Mbit/s上行方向的光接口参数(续)

项 目	单 位	指 标		
发送器的光功率容限	dB	大于 -15		
MLM 激光器—最大 RMS 宽度	nm	5.8		
SLM 激光器—最大-20 dB 带宽（注 3）	nm	1		
SLM 激光器—最小边模抑制比	dB	30		
抖动传递	—	见图 8/G.983.1		
从 0.5 kHz 到 1.3 MHz 抖动的产生	UI p-p	0.2		
OLT接收器(光接口O _{lu})				
设备的最大反射，在接收器波长测量	dB	小于-20		
比特差错比	—	小于 10 ⁻¹⁰		
ODN 类别		A 类	B 类	C 类
最小灵敏度	dBm	注 4	注 4	注 4
最小过载	dBm	注 4	注 4	注 4
连续同一数字免疫性	bit	大于 72		
抖动容限	—	NA		
反射光功率的容限	dB	小于 10		
注 1 — “在 O _{ru} 和 O _{rd} 以及 O _{lu} 和 O _{ld} 点 ODN 的最小 ORL” 的值应比附录 I 所述的任选情况大 20 dB。				
注 2 — ONU 发送器反射值对于 “在 O _{ru} 和 O _{rd} 以及 O _{lu} 和 O _{ld} 点 ODN 的最小 ORL” 之值为 20 dB 的情况如附录 IV 所述。				
注 3 — 最大-20 dB 带宽的值和最小边模抑制比参见 G.957 建议书。				
注 4 — 在附录 I 说明暂定的参数。				

8.3.2 物理媒介和传输方法

8.3.2.1 传输媒介

本规范根据 ITU-T G.652 建议书描述的光纤制定。

8.3.2.2 传输方向

信号经过传输媒介上行和下行传输。

8.3.2.3 传输方法

在单纤上使用 1310 nm 波段波分复用技术（WDM）和（1480-1500 nm）基本波段的波长实现双向传输。

8.3.3 比特率

见 8.2.3/G.983.1。

8.3.4 线路码

见 8.2.4/G.983.1。

8.3.5 工作波长

8.3.5.1 下行方向

单纤系统的下行方向工作波长范围是 1480-1500 nm。

8.3.5.2 上行方向

上行方向的工作波长范围是 1260-1360 nm。

8.3.6 在 O_{ld} 和 O_{ru} 的发送器

所有参数规范如下，并应遵从表 4。

对于每个项目，见 ITU-T G.983.1 建议书的下列章节：

- 8.2.6.1 光源类型
- 8.2.6.2 光谱特性
- 8.2.6.3 平均馈入功率
- 8.2.6.3.1 没有输入送到发送器时馈入光功率
- 8.2.6.4 最小消光比
- 8.2.6.6 发送器眼图模板
- 8.2.6.6.1 OLT 发送器
- 8.2.6.6.2 ONU 发送器

8.3.6.1 在发送器波长测量的，设备最大发射

从设备（ONU/OLT）反射到光缆设施的反射用在 O_{ld}/O_{ru} 测量的设备最大容许反射来规范。它应符合表 4 规定。

8.3.6.2 反射光功率容限

规定的发送器性能必须符合表 4 中规定的在 S 点呈现的光反射水平。

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

对于每个项目，见 ITU-T G.983.1 建议书的下列章节：

- 8.2.7.2 在 R/S 点任何光缆设施、包括任何连接器的最小光回损
- 8.2.7.3 S 和 R 点之间最大离散反射

8.3.7.1 衰减范围

如 ITU-T G.982 建议书，规定三种衰减范围：

- 5-20 dB: A 类
- 10-25 dB: B 类
- 15-30 dB: C 类

衰减的指标是最坏情况的值，包括由于接头、连接器、光衰减器（如使用）或其他无源光器件的损耗，以及由于下列情况应包含的附加光缆余量：

- 1) 今后光缆布局的修改（增加接头、增加光缆长度等）；
- 2) 由于环境因素引起的光缆性能变化；和
- 3) 在 S 和 R 点之间安装的任何连接器、光衰减器（如使用）或其他无源光器件的劣化。

8.3.7.2 色散

所考察的受色散限制的系统具有如表 4 规范的色散最大值（ps/nm）。这些值符合规范的最大光通道代价。它们考虑到了特定的发送器类型，和工作波长范围内光纤色散系数。

所考察的受衰减限制的系统没有最大色散值规范，在表 4 的该项用“NA”（不采用）来表示。

8.3.8 在 O_{rd} 和 O_{lu} 的接收器

所有参数规范如下，并应遵从表 4 的规定。

对于每个项目，见 ITU-T G.983.1 建议书的下列章节：

- 8.2.8.1 最小灵敏度
- 8.2.8.2 最小过载
- 8.2.8.3 最大光通道代价
- 8.2.8.5 光通道损耗差
- 8.2.8.6 时钟抽取能力
- 8.2.8.7 抖动性能
 - 8.2.8.7.1 抖动传递
 - 8.2.8.7.2 抖动容限
 - 8.2.8.7.3 抖动产生
- 8.2.8.8 连续同一数字（CID）免疫性
- 8.2.8.9 反射功率容限
- 8.2.8.10 传输质量和差错性能

8.3.8.1 在接收器波长测量，接收设备的最大反射

从设备（ONU/OLT）反射到光缆设施的反射用在 O_{rd} 和 O_{lu} 测量的最大容许设备反射来规范。它应符合表 4 规定。

8.4 增补波段的物理媒介从属层的要求

增补波段用的光参数、线路码、调制方式等不属本建议书范围。

然而，来自 ONU 和 OLT 的反射会使增补波段内业务劣化。因而，ONU 和 OLT 的在发送器波长测量的设备最大反射和在接收器波长测量的设备最大反射应在增补波段的波长规范。ONU 和 OLT 的反射规范尚待研究。

9 运行管理和维护（OAM）功能

见 9/G.983.1。

10 性能

见 10/G.983.1。

11 环境条件

对于 OLT 和室内 ONU，建议按 IEC 60721-3-3 条件。对于室外 ONU，建议按 IEC 60721-3-4，和 ETS 300 019-1-4 规定的扩展环境范围（4.1E）等条件。

建议电磁兼容性按 IEC 60801-2 和 60801-3 条件。

表 5 说明对 OLT 和 ONU 的温度和相对湿度采用的环境条件例子。其他环境条件例如污染和化学条件等尚待研究。

表 5/G.983.3—环境条件的例子

适用 例子	温度 (C)		相对湿度(%)		注
	标 称	短 期	标 称	短 期	
OLT	5 到 40	0 到 50 (注 1)	5 到 85	5 到 90 (注 1)	IEC 60721-3-3 3k3 类
室内 ONU	–5 到 45	–	5 到 95	–	IEC 60721-3-3 3k5 类
室外 ONU (注 2)	–45 到 45 (注 3)	–	8 到 100	–	ETS 300 019-1-4 4.1E 类

注 1 — 选择 1：短期指不大于连续 72 小时的期间且总的的时间每年不超过 15 天。
选择 2：短期指不大于连续 12 小时的期间且总时间每年不超过 4 天。

注 2 — ONU 的环境条件是 ONU 外围的环境条件，并假定 ONU（包括安装箱/分线箱）都由单一供应商提供并安装在常规室内或室外装置内。安装在其装置（即运营商提供的装置内，或无空调的室内环境，例如屋顶或车库）的 ONU 的环境条件尚待研究。

注 3 — 在许多情况，网络运营商乐意将低温要求放宽到–40 °C。

12 安全性

ITU-T G.983.1 建议书规定了安全性。

附录 I

ODN的光接口参数示例

I.1 引言

以下说明 ODN 的暂定光参数（见表 4），在本附录 I 作为实现的示例给出。在合适的参数被通过并列如表 4 时，本附录将被撤销。

I.2 示例

在以下的表中规定的数值指明表 4 中该项的暂定值。

表 I.1/G.983.3—基本波段155 Mbit/s下行方向光接口参数

项 目	单 位	指 标		
OLT发送器（光接口O _{ld} ）				
ODN 类别		A 类	B 类	C 类
最小平均馈入功率	dBm	-7.5	-2.5	-0.5
最大平均馈入功率	dBm	-3	+2	+4
ONU接收器（光接口O _{rd} ）				
ODN 类别		A 类	B 类	C 类
最小灵敏度	dBm	-28.5	-28.5	-31.5
最小过载	dBm	-8	-8	-11

表 I.2/G.983.3—基本波段622 Mbit/s下行方向光接口参数

项 目	单 位	指 标		
OLT发送器（光接口O _{ld} ）				
ODN 类别		A 类	B 类	C 类
最小平均馈入功率	dBm	-5.5	-0.5	-0.5
最大平均馈入功率	dBm	-1	+4	+4
ONU接收器（光接口O _{rd} ）				
ODN 类别		A 类	B 类	C 类
最小灵敏度	dBm	-26.5	-26.5	-31.5
最小过载	dBm	-6	-6	-11

表 I.3/G.983.3—155 Mbit/s上行方向光接口参数

项 目	单 位	指 标		
OLT发送器（光接口O _{ld} ）				
ODN 类别		A 类	B 类	C 类（注）
最小平均馈入功率	dBm	-7.5	-5.5	-3.5
最大平均馈入功率	dBm	0	+2	+4
ONU接收器（光接口O _{rd} ）				
ODN 类别		A 类	B 类	C 类（注）
最小灵敏度	dBm	-28.5	-31.5	-34.5
最小过载	dBm	-5	-8	-11
注 一 对上行 C 类提议的值是最佳估计值。因而，它们以后会有变化。				

附 录 II

应用方案

II.1 引言

可以认为电信运营商会引入各种系统配置或方案。每个电信运营商的管理体制、业务策略和地理条件会影响这些系统配置或方案。这些配置包括用纯粹的基于 WDM 的重叠方式和依靠 FDM 技术的重叠方式来分离基本波段和增补波段的信号。

以下叙述配置的例子。

II.2 配置例子

II.2.1 情况 1：只接收基本波段

如果用户不需要在图 5 的波长安排中的增补波段上的附加业务、例如视频业务等，则有如图 II.1 和 II.2 的两种系统配置。在图 II.1 的情况，需要用 WDM 阻塞滤波器阻止从对方 ONU 来的增补波段内信号。在图 II.2 的情况，要求使用基于 FDM 的方法，使用装有电的频带分离滤波器的新型 ONU。

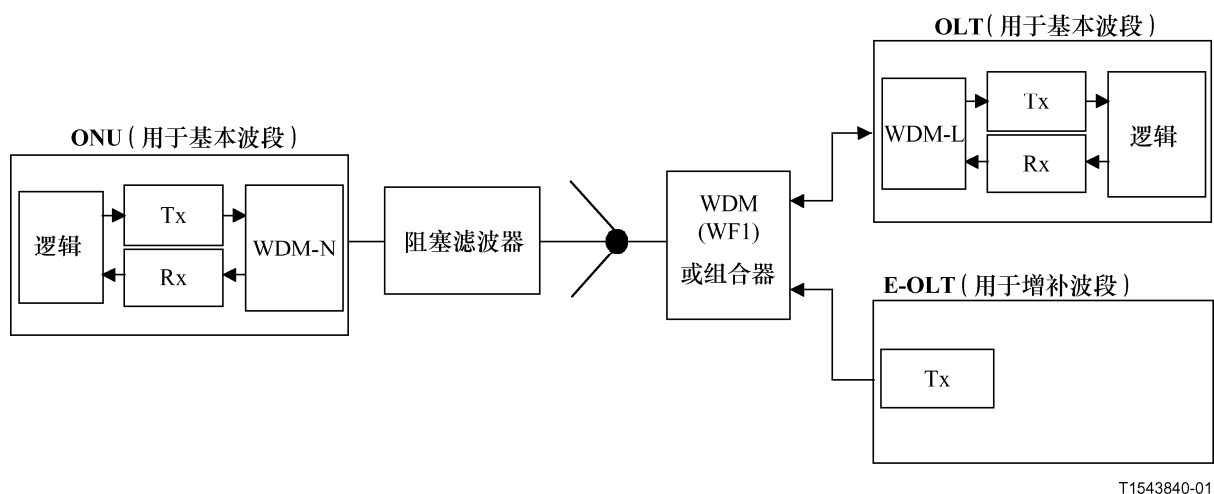


图 II.1/G.983.3—利用阻塞滤波器只接收基本波段

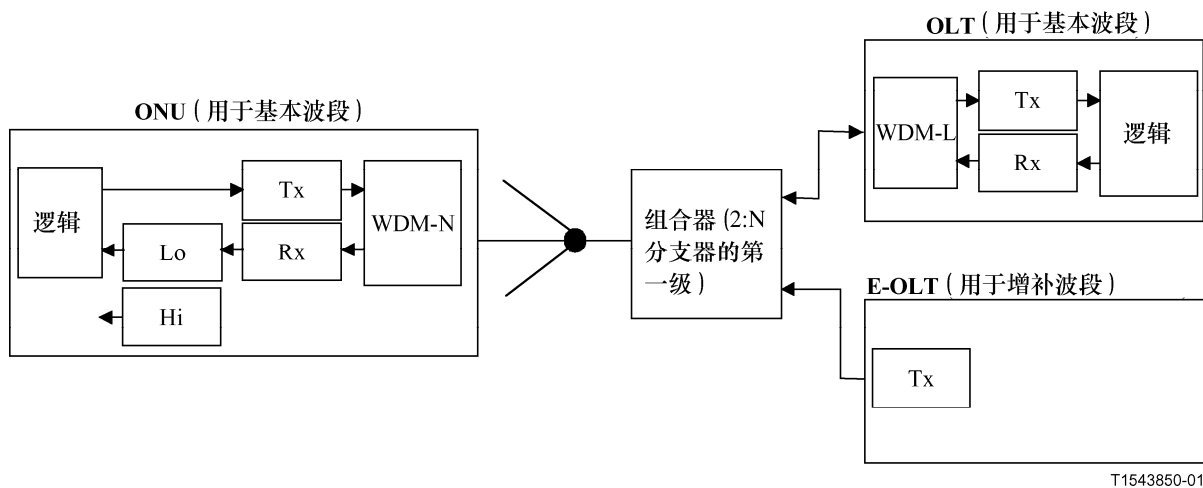


图 II.2/G.983.3—利用基于FDM的方法只接收基本波段

II.2.2 情况 2: 用分别的ONU接收基本波段和增补波段信号

如运营商用分别的设备模块提供 ATM-PON 和附加业务、例如视频业务等，基于 WDM 的系统配置如图 II.3。

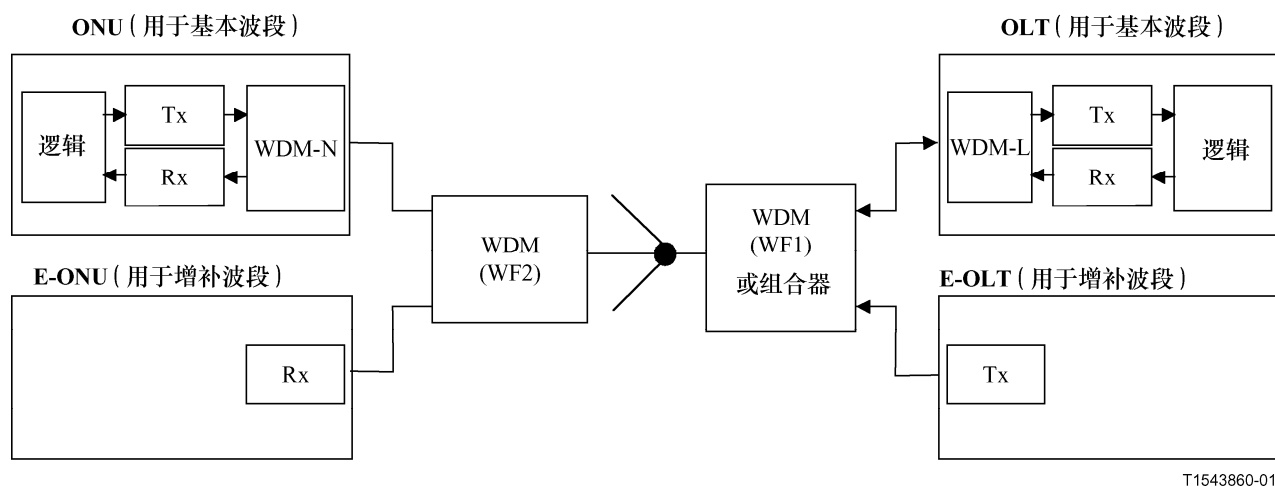


图 II.3/G.983.3—用分别的ONU接收基本波段和增补波段信号

II.2.3 情况 3: 用综合的ONU接收基本波段和增补波段信号

如果运营商以同一设备提供 ATM-PON 和附加业务，例如视频业务等，则两种系统配置如图 II.4 和 II.5。图 II.4 示出基于 WDM 的方法。这个类型的 ONU 装有 WDM 滤波器。图 II.5 示出基于 FDM 的方法。这个类型的 ONU 装有电的频带分离滤波器。

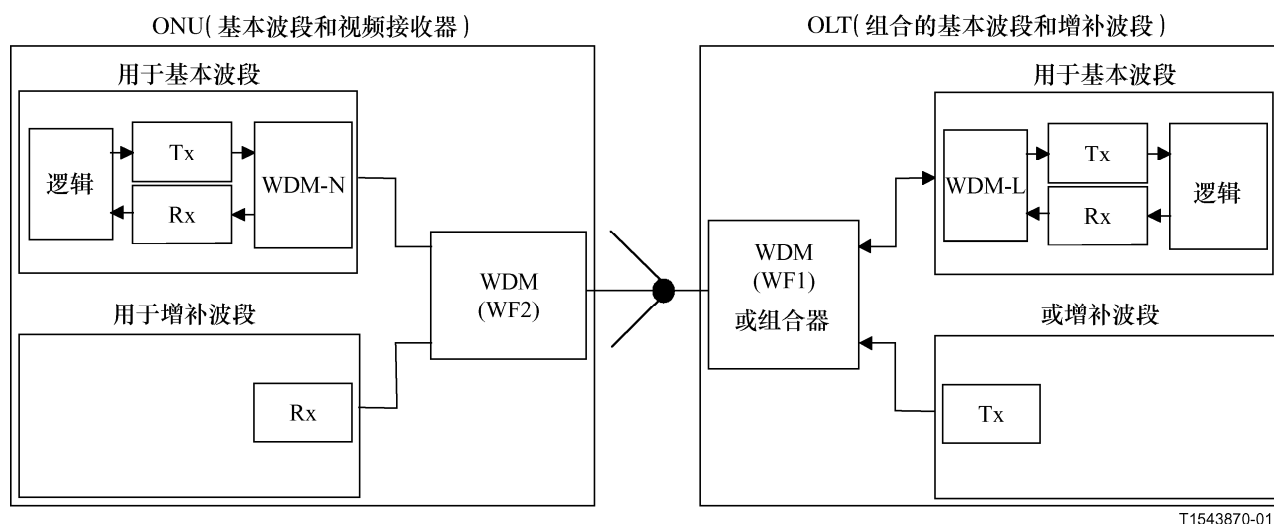


图 II.4/G.983.3—用综合的ONU（基于WDM的方法）
接收基本波段和增补波段信号

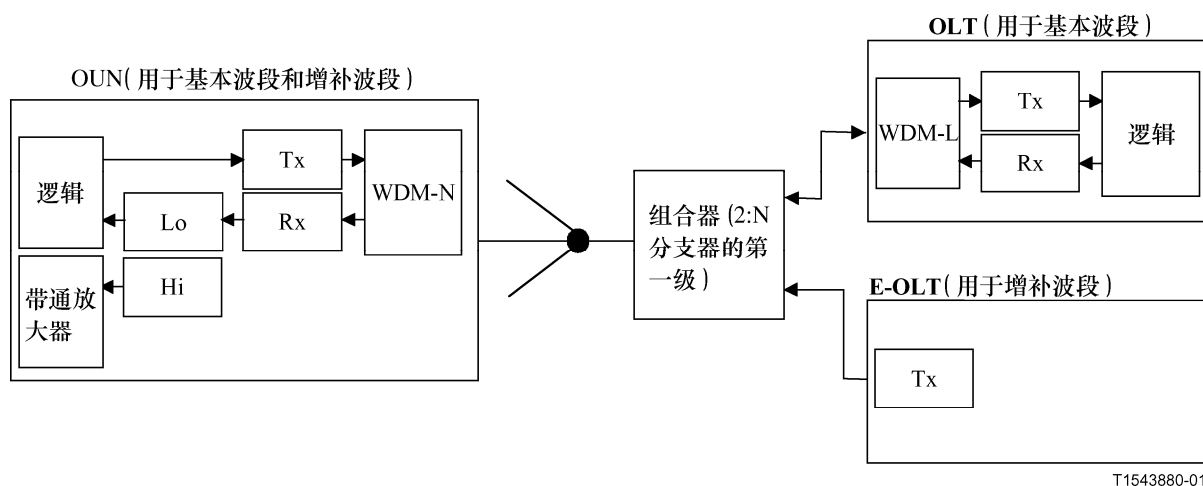


图 II.5/G.983.3—用综合的ONU（基于FDM的方法）
接收基本波段和增补波段信号

II.2.4 情况 4: 使上行通道损耗最小化的WDM安排

这个安排有助于在添加增补波段时最小化上行通道损耗（在 1300 nm）。在这种情况下，WDM-L 和 WDM-N 分开 1300 nm 和 1500 nm 波段而 WF1 和 WF2 分支 1500 nm 波段。这使得不改变端到端损耗就可使用现行的上行发送器和接收器。WF1 和 WF2 的性能只需要在 1500 nm 波段规范，因为 1300 nm 的信息已被清除。它避免了增补波段只载送下行业务时近端串话的问题。它避免了基本波段反射对增补波段接收器带来的问题。这个方案的缺点是不适宜于使用与 G.983.1 WDM 相结合的基本波段光电模块。

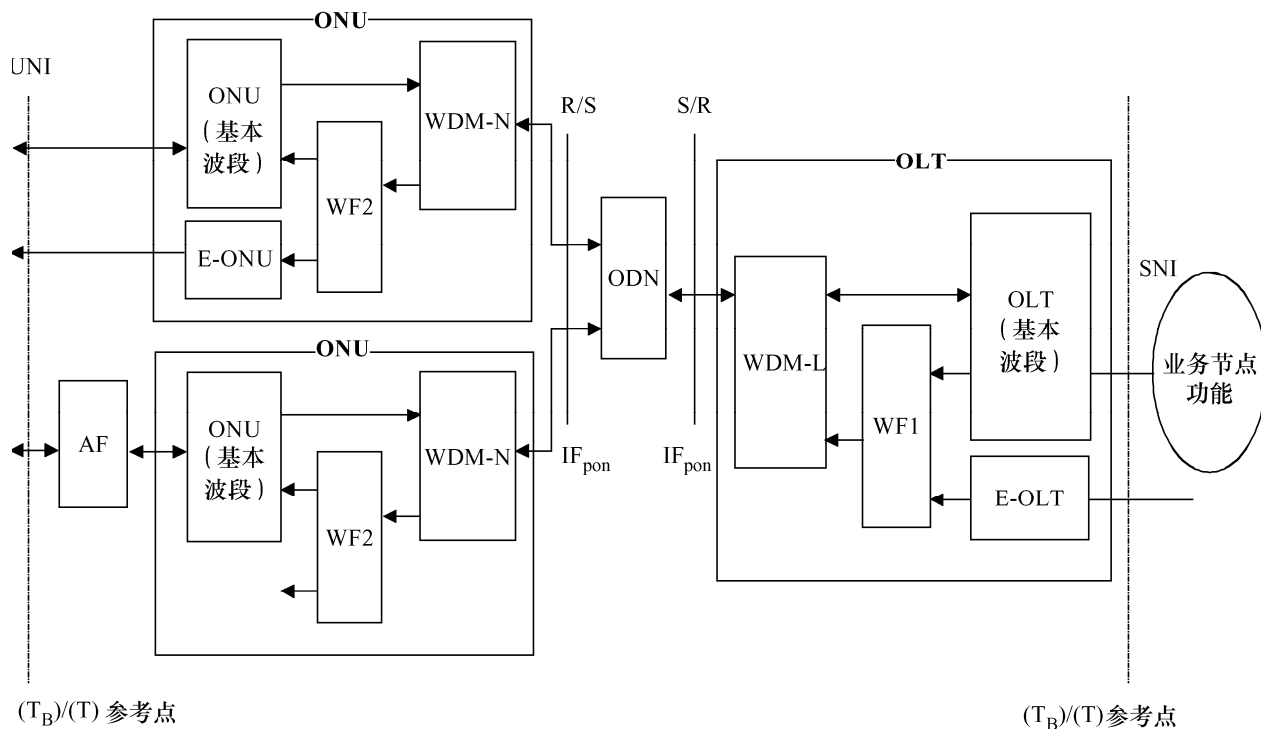


图 II.6/G.983.3—使上行通道损耗最小化的WDM安排

II.2.5 情况 5: 缩减增补波段衰减范围的ODN

当现行 C 类 ODN 被应用时, 对某些运营商产生了一个问题。这就是在 1300 nm 和 1500 nm 窗口内通道损耗为 30 dB。当外部加入 WDM 部件时, 现行基本波段的发送接收器不能满足功率预算。

当上行和下行发送器和接收器使用分开的模块时, 情况 4 可以避开这个问题。

对于 WDM 下行通道将附加损耗在 1500 nm 波段, 在每端会有 1.5 dB 那么大。这就意味着 1500 nm 发送器和接收器需要 3 dB 额外的功率预算。补偿这 3 dB 的一个办法是采用修改的 C 类, 它们将在 1300 nm 和 1500 nm 窗口内光纤的不同损耗考虑进去。在 1300 nm 最大损耗是 30 dB, 而在 1500 nm 最大损耗是 27 dB。许多现有的 C 类 ODN 和所有的缩减衰减范围的 C 类都符合在 1480-1580 nm 波段损耗小于 27 dB 和在 1260-1360 nm 波段损耗小于 30 dB 这一指标。

II.2.6 E-ONU和E-OLT之间损耗预算不能满足情况的例子

在 E-ONU 和 E-OLT 之间损耗预算不能满足的情况，可以缩短 E-ONU 和 E-OLT 之间的距离。图 II.7 表明一个例子。在该情况中，E-OLT 的输出送进分支器的第二级。

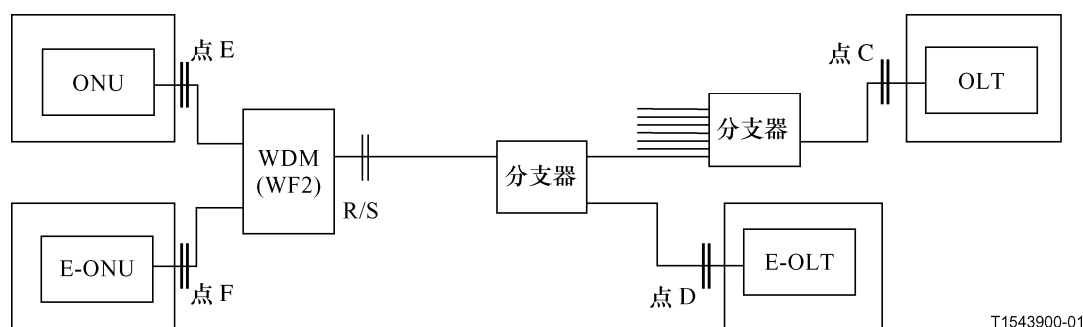


图 II.7/G.983.3—E-ONU和E-OLT之间损耗预算不能满足的安排

附录 III

基本波段和增补波段之间的隔离

III.1 引言

增补波段能够被用于许多不同类型的业务，例如视频分配和数字高比特率业务。

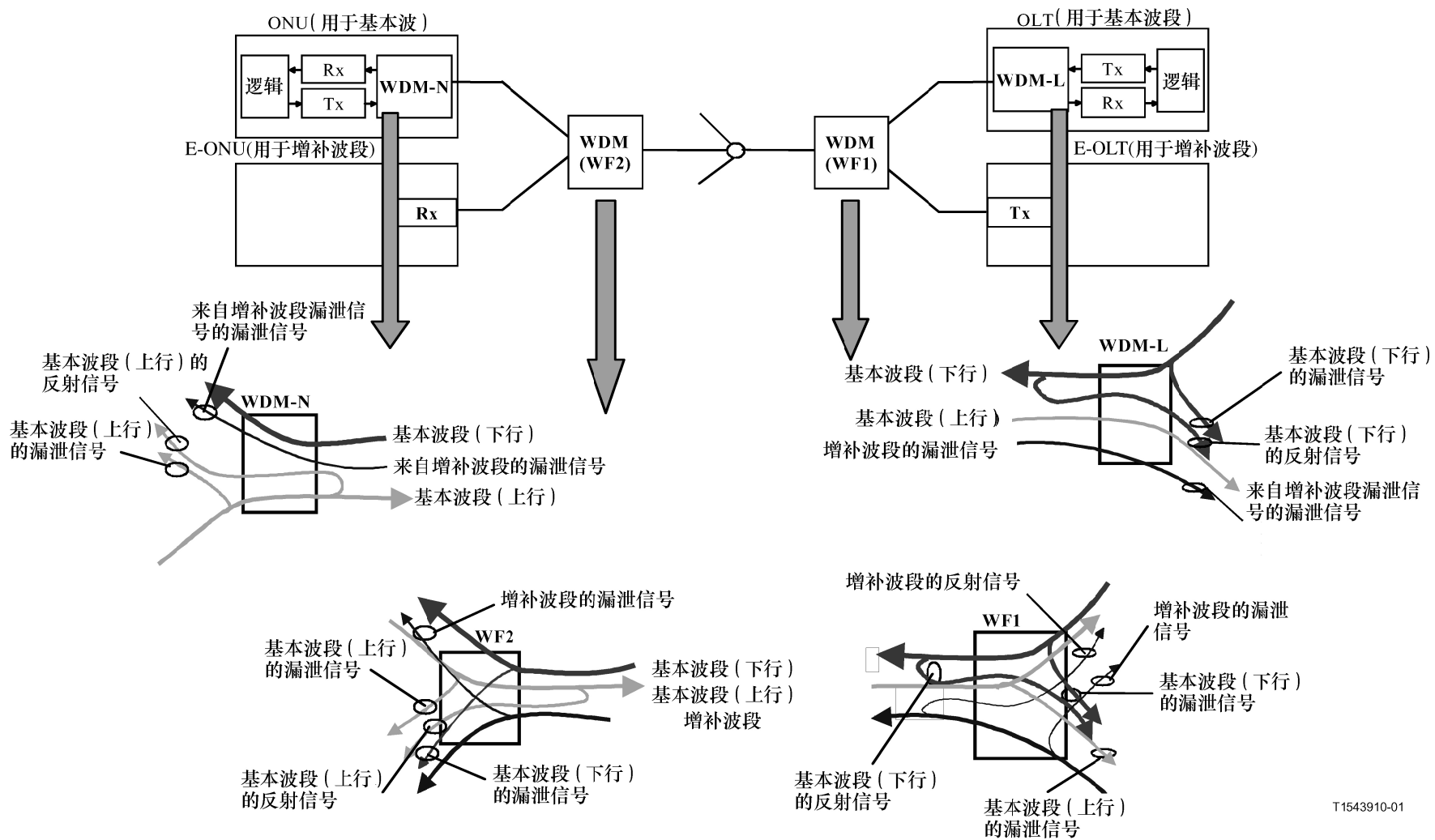
每种业务（其特性由调制格式或比特率、载波数量或波长数量来表征）都需要它自己的增补波段接收器灵敏度和容许的来自基本波段信号的串话。

这些参数以及增补波段内总的光功率将转而决定增补波段接收器对基本波段隔离必须的值，和基本波段接收器对增补波段隔离必须的值。

通常，“隔离”的定义是在同一端口测量的两个波长之间的损耗差。对 WDM 滤波器例如 WF1 和 WF2 要求的隔离应针对设备和/或 ODN 的反射来评估。在附录 IV 说明反射的影响。

本附录提供增补波段业务光特性的初始计算。使用这些计算来找出基本波段对增补波段隔离的示例值。这些例子对指导供应商的开发工作是有用的。然而，隔离值的精确要求，以及增补信号对基本波段需要的隔离取决于许多因素，不属本建议书的范围。任何系统设计为了获得完善的光隔离指标都需要充分考虑到所有这些因素。

以图解方式示出应考虑隔离如图 III.1。



T1543910-01

图 III.1/G.983.3—在 WDM-L、WDM-N、WF1 和 WF2 的隔离

业务的类型及其特性将决定 WF1 和 WF2 的隔离性能。因为基本波段信号的光功率会随 PON 系统的类别 (A, B, C) 变化, 不同 ODN 类别的隔离值也就不同。

从许多不同的业务和类别当中, 规定出几种隔离类别。

以下用表列出几种业务情况。针对每种 PON 类别分析该种情况。

在本附录中使用下列标识:

$L_{\text{ODN-BB}}$	在 ODN 中基本波段的光损耗
$L_{\text{ODN-EB}}$	在 ODN 中增补波段的光损耗
P_{BB}	在 ONU 输入基本波段信号的光功率
P_{EB}	在 E-ONU 输入增补波段信号的光功率
F.F.S	待研究

对于例子, 考虑下列假定:

- $L_{\text{ODN-BB}} = L_{\text{ODN-EB}}$ 。
- 假定在基本波段接收器[在参考点 (c) 和 (e)]从增补波段信号来的能容许串话至少比最低基本波段信号低 10 dB。
 注 — 这个假定应修改为比10 dB稍高的值, 例如13 dB, 因为接收器总的光噪声由多重反射和漏泄光功率组成。容许的总的噪声可能比最低信号电平低10 dB, 但每个噪声分量的容许噪声功率尚待研究。因而, 下面对该假定的暂定叙述是每个噪声分量至少比信号低10 dB。
- 假定以下 WF1 和 WF2 介入损耗: 0 dB – 1.5 dB。

III.2 在基本波段接收器对增补波段信号所需隔离的例子

III.2.1 视频业务

所需的隔离取决于接收器产生有用信号所需的最小功率和系统容限的总量 (发送器、光纤和光部件损耗的变化)。对于副载波复用的视频系统, 载波-噪声比 (CNR) 由公式 (III-1) 给出。

$$CNR = \frac{1}{2B} \cdot \frac{m^2}{RIN + \frac{2e}{i} + \frac{4kT}{i^2 R}} \tag{III-1}$$

此处, B 是通路带宽、 m 是每路调制指数、 RIN 是发送器的相对强度噪声、 e 是电子电荷、 i 是检出的光电流、 kT 是 Boltzman 系数、 R 是接收器阻抗。对于所有这些参数的假定值, 在下面列出:

RIN (dB/Hz)	-150.0
接收器温度 (K)	300.0
接收器阻抗 (Ω)	75.0
接收器响应性 (A/W)	0.85
RMS OMI	25%

需要的 SNR 取决于所考虑的信号格式。这里假定该值如下表：

信道格式	(dB)
QPSK	16
16-QAM	22
64-QAM	28
256-QAM	34
AM-VSB	44 (注)
注 — 对 AM-VSB 给出的值是 CNR。	

利用公式（III-2）能够用 RMS 光调制指数（OMI）以及通路数 *N* 计算出 *m*。响应性用于光电流到光功率的变换。

$$m = OMI \sqrt{\frac{2}{N}} \tag{III-2}$$

公式（III-1）能移项变为公式（III-3）。这就得到光电流的二次方程式，求解这个公式就能变换出在 E-ONU 和 WF2 之间的点需要的光功率 *P*_{EB}，如表 III.1 所示。

$$\left(RIN - \frac{m^2}{2B \cdot CNR}\right)i^2 + 2ei + \frac{4kT}{R} = 0 \tag{III-3}$$

表 III.1/G.983.3—**在E-ONU输入增补波段信号的最小功率*P*_{EB}**

传输系统	载波格式	载波数	载波 BW (MHz)	需要的功率 (dBm)
SCM	AM-VSB	40	4.5	−7.7
			6.5	−6.7
	QPSK	60	18	−18.3
	64-QAM	110	5.2	−13.6
			7.0	−13.0
	256-QAM	110	5.2	−10.5
			7.0	−9.8
FM 变形	AM-VSB	40	4.5	−14.1
			6.5	−11.5
	64-QAM	110	5.2	−16.7
			7.0	−14.3
	256-QAM	110	5.2	−13.3
			7.0	−10.1

在 WF2 的隔离值（在 WF2 公共部分漏泄的增补波段信号与 ONU 增补波段信号之比）是：

$$\text{WF2 的隔离} = P_{\text{EB req}} + R_{\text{x}\Delta} + T_{\text{x}\Delta} - P_{\text{BB min}} + 13 \text{ dB},$$

式中， $R_{\text{x}\Delta}$ 和 $T_{\text{x}\Delta}$ 是接收器和发送器的动态范围容限。假定 $R_{\text{x}\Delta} = 2 \text{ dB}$ 、 $T_{\text{x}\Delta} = 1 \text{ dB}$ 。

例如，在 E-ONU 接收器所需最小的增补功率 $P_{\text{EB req}} = -10 \text{ dBm}$ 和 $P_{\text{BB min}} = -30 \text{ dBm}$ ，则需要的隔离 = 36 dB。

在表 III.2 规定了在 WF2 最终的隔离。这些值是假定 $P_{\text{BB min}} = -30 \text{ dBm}$ （对 B 类设备是真实的）的条件下得到的。注意，上述计算假定增补和基本波段信号通过 WF2 时经受同样的介入损耗。

表 III.2/G.983.3—在基本波段接收器对增补波段的隔离要求

传输系统	载波格式	载波数	载波 BW (MHz)	需要的隔离 (dB)
SCM	AM-VSB	40	4.5	38.3
			6.5	39.3
	QPSK	60	18	27.7
	64-QAM	110	5.2	32.4
			7.0	33.0
	256-QAM	110	5.2	35.5
			7.0	36.2
FM 变形	AM-VSB	40	4.5	31.9
			6.5	34.5
	64-QAM	110	5.2	29.3
			7.0	31.7
	256-QAM	110	5.2	32.7
			7.0	35.9

在 WF1 需要的隔离用 PON 内反射导出，反射可能是 -32 dB 或 -20 dB。视频传输很可能工作在接近光纤的 SBS 限值处，采用 +17 dBm 的最大馈入功率。反射损耗为 -20 dB 时，反射有 -3 dBm 那么大。如果信号必须比反射高 13 dB，则 WF1 和双工器组合的隔离必须是 40 dB。在假定 PON 反射为 -32 dB 时，WF1 和双工器的隔离必须是 28 dB。

注意，以上隔离假定视频和基本波段信号在电的频率上重叠。这未必是事实，在某些值得注意的情况，例如 QPSK 视频，视频信号完全在带外。在这些情况，视频信号只通过增大的散弹和相对强度噪声影响基本波段信号。这能大大降低需要的隔离，在某些情况会完全不需要光的隔离。

III.2.2 DWDM业务

在 PON 上开 DWDM 业务的设备也存在对 WF1 和 WF2 滤波器的隔离要求。开始点是 DWDM 升级使用的接收器的灵敏度。下面的表 III.3 给出光接收器的典型值和分用各个信道所需滤波器的典型值。

表 III.3/G.983.3—光接收器和滤波器的典型值

表 a – 数据率	SDH-1	SDH-4	GbE	SDH-16
最大过载 (PIN 光二极管) (dBm)	−8	−7	−6	−4
最小灵敏度 (PIN 光二极管) (dBm)	−36	−31	−25	−20
最大过载 (APD) (dBm)	NA	−10	−9	−9
最小灵敏度 (APD) (dBm)	NA	−38	−33	−29

表 b – 信道数	1	8	16	32
200 GHz 滤波器最大损耗 (dB)	2	3.5	5	NA
100 GHz 滤波器最大损耗 (dB)	2.5	4.5	6.5	8.5
基本/增补滤波器最大损耗 (dB)	1	NA	NA	NA

利用这些数值建立假想损耗预算，能够导出在 ONU 两端的（每个信道）最大馈入功率。该结果取决于速度和信道数，如表 III.4 示。注意，上行馈入功率比下行功率大，因为上行信道必须通过有损耗的多信道 WDM 分用器，而下行信道只通过单个 WDM 滤波器。

表 III.4/G.983.3—在 IF_{PON} 增补波段信号的最大 Tx 功率

a – 紧接在 WF1 之后进入下行

信道	PIN (dBm)		APD (dBm)	
	SDH-1	SDH-4	GbE	SDH-16
4	−4.5	0.5	−1.5	2.5
8	−4.5	0.5	−1.5	2.5
16	−4.0	1.0	−1.0	3.0

b – 紧接在 WF2 之后进入上行

信道	PIN (dBm)		APD (dBm)	
	SDH-1	SDH-4	GbE	SDH-16
4	−2.0	3.0	1.0	4.8
8	−1.5	3.5	1.5	5.0
16	2.0	7.0	5.0	6.8

首先计算进入 WF1 或 WF2 的最大增补波段功率得出隔离值。这个功率的两个来源是前向通道功率（在 WF1 情况的上行）和反射通道功率（在 WF1 情况的下行）。这些功率是算术相加的，包括所涉及信道数的倍增和干扰功率积。然后，这些最坏情况的干扰功率与最坏情况基本波段功率相比较。它们的差加上 13 dB 就是需要的隔离。在表 III.5 规定假定是 B 类 PON 的 WF1 和 WF2 的隔离。注意，所规定的 WF1 的隔离也包括双工器在 OLT 内提供的隔离，因而 WF1 实际所需的隔离确实较小。

表 III.5/G.983.3—在基本波段接收器对增补波段隔离的要求

a –对WF1

信道	PIN (dB)		APD (dB)	
	SDH-1	SDH-4	GbE	SDH-16
4	37.3	42.3	40.3	44.0
8	40.7	45.7	43.7	47.3
16	47.1	52.1	50.1	52.0

b –对WF2

信道	PIN (dB)		APD (dB)	
	SDH-1	SDH-4	GbE	SDH-16
4	20.8	25.8	23.8	27.8
8	24.0	29.0	27.0	30.8
16	28.6	33.6	31.6	34.6

III.3 隔离分类的例子

表 III.6 示出 ONU WF2 滤波器可能的隔离类别。它表明 30 dB 隔离满足大部分 DWDM 的升级和某些视频升级。因而，它规定了第一类隔离。对于 DWDM 升级的特别情况或视频升级的许多情况，需要 40 dB 的隔离。这就规定了第二类隔离。

表 III.6/G.983.3—隔离类别

		保证的隔离	
		在EB对BB的隔离 (dB)	在BB对EB的隔离 (dB)
隔离类别	情况 1	F.F.S	30
	情况 2	F.F.S	40
	情况 3	F.F.S	F.F.S

III.4 应用例子

本节说明在应用这个系统时 WDM 滤波器的特性例如功率损耗和隔离。

III.4.1 考虑的模式

图 III.2 示出一个模式的例子。

为了计算隔离值要考虑 OLT-Rx、ONU-Rx 和 E-Rx 等三个接收器的 SNR。为此，要考虑干扰光功率和信号功率的每个量。

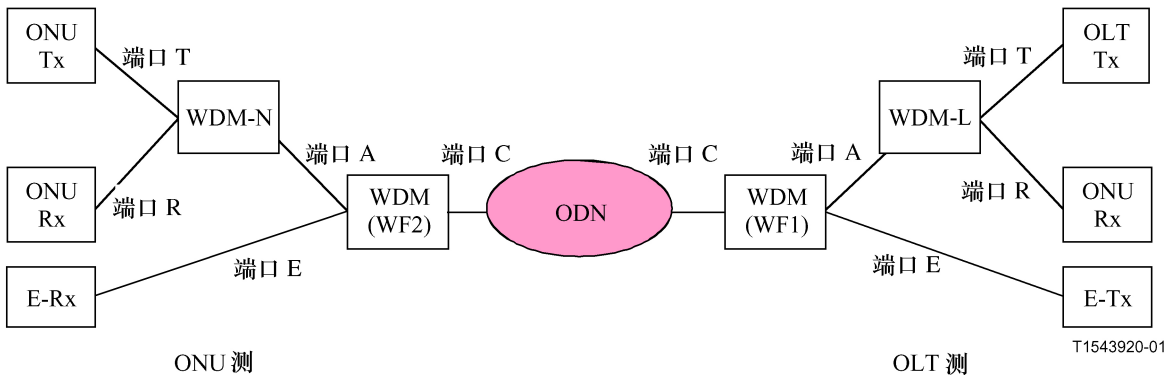


图 III.2/G.983.3—计算用模型

III.4.1.1 OLT-Rx的SNR

图 III.3 示出在 OLT-Rx 接收器接收的噪声信号。

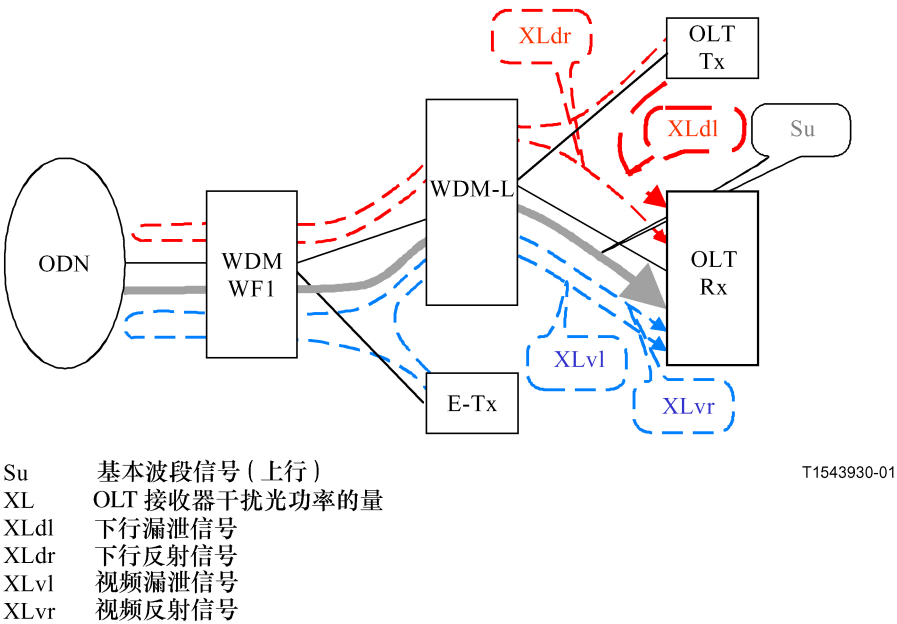


图 III.3/G.983.3—在 OLT-Rx 的噪声信号

于是，公式（III-4）给出干扰光功率的量：

$$XL[dBm] = 10 \times \log(XL[mW]) \tag{III-4}$$

式中：

$$XL[mW] = XLdl[mW] + XLdr[mW] + XLvl[mW] + XLvr[mW]$$

如反射光功率比信号功率至少低 10 dB，则满足公式（III-5）。

$$Su[dBm] - XL[dBm] \geq 10[dB] \tag{III-5}$$

III.4.1.2 ONU-Rx的SNR

图 III.4 示出 ONU-Rx 接收器接收的噪声信号。

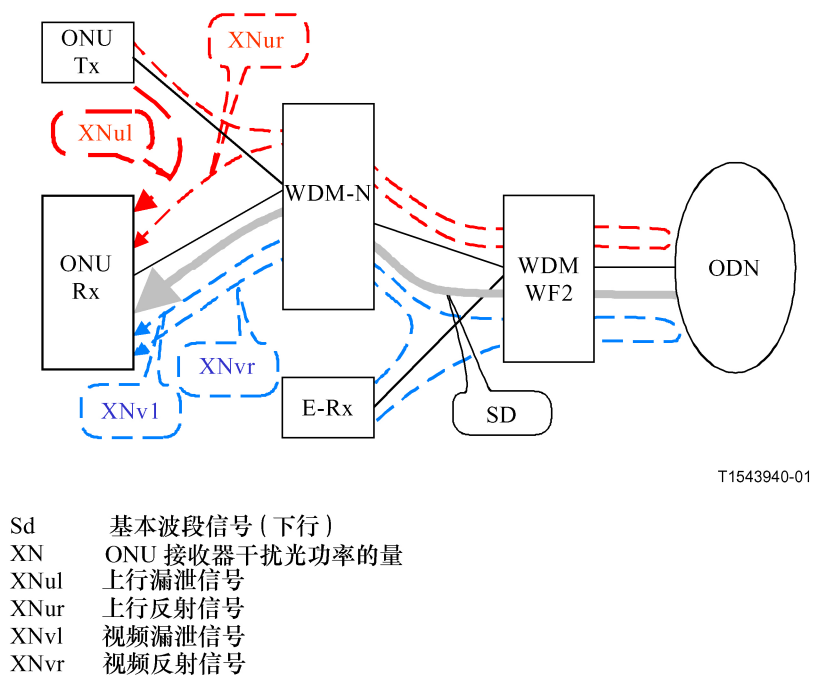


图 III.4/G.983.3—在ONU-Rx的噪声信号

于是，公式（III-6）给出干扰光功率的量：

$$XN[dBm] = 10 \times \log(XN[mW]) \tag{III-6}$$

式中：

$$XN[mW] = XNul[mW] + XNur[mW] + XNvl[mW] + XNvr[mW]$$

如反射光功率比信号功率至少低 10 dB，则满足公式（III-7）。

$$Sd[dBm] - XN[dBm] \geq 10[dB] \tag{III-7}$$

III.4.1.3 E-Rx的SNR

图 III.5 示出 E-Rx 接收器接收的噪声信号。

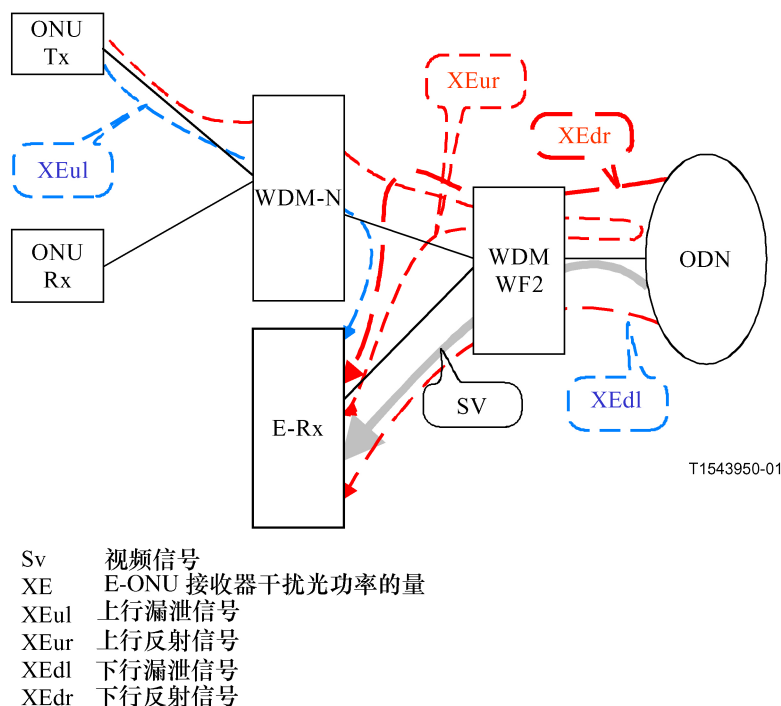


图 III.5/G.983.3—在E-Rx的噪声信号

于是，公式（III-8）给出干扰光功率（XE）的量。

$$XE[\text{dBm}] = 10 \times \log(XE[\text{mW}]) \quad (\text{III-8})$$

式中：

$$XE[\text{mW}] = XEul[\text{mW}] + XEur[\text{mW}] + XEdl[\text{mW}] + XEdr[\text{mW}]$$

从而能满足公式（III-9）。

$$Sv[\text{dBm}] - XE[\text{dBm}] \geq (*)[\text{dB}] \quad (\text{III-9})$$

(*) 它取决于视频信号的指标。参见 III.4.2.3。

III.4.2 64-QAM的情况

— 基本波段信号的假定：

- 155 Mbit/s B 类
 $P_{\text{out}}(\text{ATM-OLT}) = -2.5 \text{ to } +2 [\text{dBm}] @ \text{ODN-I/F}$
 $P_{\text{in}}(\text{ATM-OLT}) = -8 \text{ to } -31.5 [\text{dBm}] @ \text{ODN-I/F}$
 $P_{\text{out}}(\text{ATM-ONU}) = -5.5 \text{ to } +2 [\text{dBm}] @ \text{ODN-I/F}$
 $P_{\text{in}}(\text{ATM-ONU}) = -8 \text{ to } -28.5 [\text{dBm}] @ \text{ODN-I/F}$
- 对所有端口通过端口的所有 WDM 介入损耗是 0 到 1.5 dB
- ODN 的 ORL 是 32 dB，在接收器波长设备的 ORL 是 20 dB

— 64-QAM 信号的假定:

- 对于视频, 64-QAM 调制和 40 个载波 (要求 SNR 为 27.4 dB)
Pout(视频) = +7 to +10 [dBm] @ODN I/F
Pin(视频) = 0 to -18 [dBm] @ODN I/F
- 频率范围: 54 MHz ~ 750 MHz
- 载波间隔: 6 MHz
- 要求的 SNR: 28 dB

III.4.2.1 OLT-Rx的计算

$$S_u \text{ [dBm]} = -31.5 \text{ [dBm]} - 1.5 \text{ [dB]} - 1.5 \text{ [dB]}$$

$$X_{Ldl} \text{ [dBm]} = +2 \text{ [dBm]} - LLTR_d \text{ [dB]}$$

$$X_{Ldr} \text{ [dBm]} = +2 \text{ [dBm]} - 32 \text{ [dB]} - 0 \text{ [dB]} - LLAR_d \text{ [dB]}$$

$$X_{Lvl} \text{ [dBm]} = +10 \text{ [dBm]} - LWF1E_{Av} \text{ [dB]} - LLAR_v \text{ [dB]}$$

$$X_{Lvr} \text{ [dBm]} = +10 \text{ [dBm]} - 32 \text{ [dB]} - LWF1C_{Av} \text{ [dB]} - LLAR_v \text{ [dB]}$$

由公式 III-4 和公式 III-5, WDM 特性的例子如下:

$$LLTR_d = 50 \text{ [dB]} \text{ (在 WDM-L 从端口 T 到端口 R 下行损耗)}$$

$$LLAR_d = 20 \text{ [dB]} \text{ (在 WDM-L 从端口 A 到端口 R 下行损耗)}$$

$$LWF1E_{Av} = 50 \text{ [dB]} \text{ (在 WDM-L 从端口 E 到端口 A 视频损耗)}$$

$$LLAR_v = 20 \text{ [dB]} \text{ (在 WDM-L 从端口 A 到端口 R 视频损耗)}$$

$$LWF1C_{Av} = 20 \text{ [dB]} \text{ (在 WDM-WF1 从端口 C 到端口 A 视频损耗)}$$

III.4.2.2 ONU-Rx的计算

$$S_d \text{ [dBm]} = -28.5 \text{ [dBm]} - 1.5 \text{ [dB]} - 1.5 \text{ [dB]}$$

$$X_{Nul} \text{ [dBm]} = +2 \text{ [dBm]} - LNTR_u \text{ [dB]}$$

$$X_{Nur} \text{ [dBm]} = +2 \text{ [dBm]} - 32 \text{ [dB]} - 0 \text{ [dB]} - LNAR_u \text{ [dB]}$$

$$X_{Nvl} \text{ [dBm]} = (-18 \text{ [dBm]} + 3 \text{ [dB]}) - LWF2C_{Av} \text{ [dB]} - 0 \text{ [dB]}$$

$$X_{Nvr} \text{ [dBm]} = (-18 \text{ [dBm]} + 3 \text{ [dB]}) - 0 \text{ [dB]} - 20 \text{ [dB]} - LWF2E_{Av} \text{ [dB]} - 0 \text{ [dB]}$$

$$3 \text{ [dB]} = +10 \text{ [dBm]} - (+7 \text{ [dBm]})$$

由公式 III-6 和公式 III-7, WDM 特性的例子如下:

$$LNTR_u = 50 \text{ [dB]} \text{ (在 WDM-N 从端口 T 到端口 R 上行损耗)}$$

$$LNAR_u = 20 \text{ [dB]} \text{ (在 WDM-N 从端口 A 到端口 R 上行损耗)}$$

$$LWF2C_{Av} = 29 \text{ [dB]} \text{ (在 WDM-WF2 从端口 C 到端口 A 视频损耗)}$$

$$LWF2E_{Av} = 20 \text{ [dB]} \text{ (在 WDM-WF2 从端口 E 到端口 A 视频损耗)}$$

III.4.2.3 E-Rx的计算

视频接收器的 S/X 要求 27.4 dB 以使用 -18 dBm 的接收功率传送 40 个载波。于是满足公式 (III-9 bis)。

$$S_v \text{ [dBm]} - X_E \text{ [dBm]} \geq 27.4 \text{ dB} \quad (\text{III-9 bis})$$

$$S_v \text{ [dBm]} = -18 \text{ [dBm]} - 1.5 \text{ [dB]}$$

$$XE_{ul} [dBm] = +2 [dBm] - LWF2AE_u [dB]$$

$$XE_{ur} [dBm] = +2 [dBm] - 32 [dB] - LWF2CE_u [dB]$$

$$XE_{dl} [dBm] = (-27.5 [dBm] + 4.5 [dB]) - LWF2CE_d [dB]$$

$$XE_{dr} [dBm] = (-27.5 [dBm] + 4.5 [dB]) - 0 [dB] - 20 [dB] - LWF2AE_d [dB] \\ 4.5 [dB] = +2 [dBm] - (-2.5 [dBm])$$

由公式(III-8)和公式(III-9 bis)，WDM 特性的例子如下：

$LWF2AE_u = 50 [dB]$ (在 WDM-WF2 从端口 A 到端口 E 上行损耗)

$LWF2CE_u = 31.5 [dB]$ (在 WDM-WF2 从端口 C 到端口 E 上行损耗)

$LWF2CE_d = 31.5 [dB]$ (在 WDM-WF2 从端口 C 到端口 E 下行损耗)

$LWF2AE_d = 20 [dB]$ (在 WDM-WF2 从端口 A 到端口 E 下行损耗)

III.4.3 滤波器特性

根据 III.4.2.1、III.4.2.2 和 III.4.2.3 的估算，要求的滤波器特性如表 III.7 和 III.8 所示。

表 III.7/G.983.3—要求的滤波器特性（OLT侧）

WF1					WDM-L				
	端口	波长	最小	最大		端口	波长	最小	最大
LWF1Acd	A→C	下行	0	1.5	LLTAd	T→A	下行	0	1.5
LWF1CAu	C→A	上行	0	1.5	LLARu	A→R	上行	—	1.5
LWF1CEv	C→E	视频	0	1.5	LLATv	A→T	视频	—	—
LWF1CEd	C→E	下行	—	—	LLARd	A→R	下行	20	—
LWF1CEu	C→E	上行	—	—	LLATu	A→T	上行	—	—
LWF1CAv	C→A	视频	20	—	LLARv	A→R	视频	20	—
LWF1AE _d	A→E	下行	—	—	LLTR _d	T→R	下行	50	—
LWF1AE _u	A→E	上行	—	—	LLRT _u	R→T	上行	—	—
LWF1EAv	E→A	视频	50	—	LLTR _v	T→R	视频	—	—

表 III.8/G.983.3—要求的滤波器特性（ONU侧）

WF2					WDM-N				
	端口	波长	最小	最大		端口	波长	最小	最大
LWF2A _{cu}	A→C	上行	0	1.5	LNTA _u	T→A	上行	0	1.5
LWF2CA _d	C→A	下行	0	1.5	LNAR _d	A→R	下行	—	1.5
LWF2CE _v	C→E	视频	0	1.5	LNAR _v	A→T	视频	0	—
LWF2CE _u	C→E	上行	31.5	—	LNAR _u	A→R	上行	20	—

表 III.8/G.983.3—要求的滤波器特性（ONU侧）（续）

WF2					WDM-N				
	端口	波长	最小	最大		端口	波长	最小	最大
LWF2CEd	C→E	下行	31.5	—	LNATd	A→T	下行	—	—
LWF2CAv	C→A	视频	29	—	LNATv	A→R	视频	—	—
LWF2AEu	A→E	上行	50	—	LNTRu	T→R	上行	50	—
LWF2AEd	A→E	下行	20	—	LNRTd	R→T	下行	—	—
LWF2EAv	E→A	视频	20	—	LNTRv	T→R	视频	—	—

隔离规定为在同一端口测量的两个波长之间的损耗差。因而，能用表 III.7 和 III.8 计算出“隔离”。

在 WDM-WF1 的隔离：基本波段上行信号对增补波段信号的隔离。

$$\text{LWF1CAv}(\text{min}) [\text{dB}] - \text{LWF1CAu}(\text{max}) [\text{dB}] = 20 [\text{dB}] - 1.5 [\text{dB}] = \mathbf{18.5 [\text{dB}]}$$

在 WDM-WF2 的隔离：增补波段信号对基本波段上行信号的隔离。

$$\text{LWF2CEu}(\text{min}) [\text{dB}] - \text{LWF2CEv}(\text{max}) [\text{dB}] = 31.5 [\text{dB}] - 1.5 [\text{dB}] = \mathbf{30 [\text{dB}]}$$

在 WDM-WF2 的隔离：增补波段信号对基本波段下行信号的隔离。

$$\text{LWF2CEd}(\text{min}) [\text{dB}] - \text{LWF2CEv}(\text{max}) [\text{dB}] = 31.5 [\text{dB}] - 1.5 [\text{dB}] = \mathbf{30 [\text{dB}]}$$

在 WDM-WF2 的隔离：基本波段下行信号对增补波段信号的隔离。

$$\text{LWF2CAv}(\text{min}) [\text{dB}] - \text{LWF2CAu}(\text{max}) [\text{dB}] = 29 [\text{dB}] - 1.5 [\text{dB}] = \mathbf{27.5 [\text{dB}]}$$

附 录 IV

ODN光回损的影响

IV.1 引言

每种网络模型有它自己的 ODN 的光回损，BPON 对 ODN 的光回损是敏感的。本附录说明所考虑的某些类型的反射，ONU 和 OLT 的 WDM 隔离，发送器和接收器在 ONU 的 ORL 为 32 dB 和 20 dB 的每种情况下 ONU 设备反射之间的关系。

在附录 II/G.983.1 已经说明了基本的考虑。对于 BPON ODN 包括增补波段、E-ONU 和 E-OLT 的影响可以采用类似的考虑并加以扩展。

在计算光参数时，我们假定 ONU 和 E-ONU 设备对接收器的反射是-20 dB，OLT 和 E-OLT 设备对接收器的反射是-20 dB。本附录说明对于限制参数的反射的条件方程式及计算结果。

注 — 允许的接收器总噪声，它们由多重反射及漏泄的光功率组成，可能比最低信号电平低10 dB。因为对每种噪声分量允许的噪声功率尚待研究，以下的IV.2和IV.3节是假定每种噪声分量比信号至少低10 dB条件下暂定的描述。根据分配给每种噪声分量例如反射和漏泄功率的允许噪声功率，这个假定应修改为比10 dB更高一些的值，例如13 dB。

IV.2 ODN光回损在基本波段的影响

IV.2.1 所考虑的反射模型

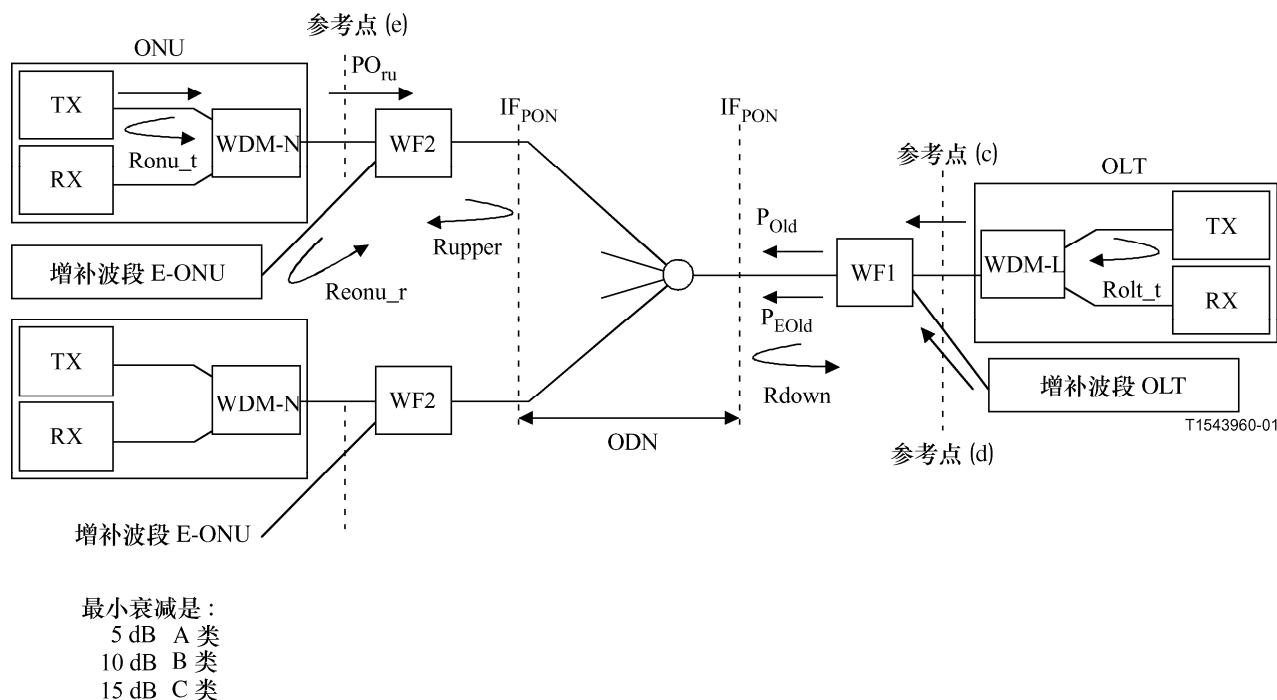


图 IV.1/G.983.3—所考虑的反射模型

本附录使用下列标记:

P_{Oru_n}	在 O_{ru} , ONU #n 发送器的光输出功率
P_{Old}	在 O_{ld} , OLT 发送器的光输出功率
P_{EOld}	在 O_{ld} , E-OLT 发送器的光输出功率
R_{onu_t}	ONU 发送器设备反射
R_{olt_t}	OLT 发送器设备反射
R_{onu_r}	E-ONU 接收器设备反射
R_{upper}	在 O_{ru} 和 O_{rd} , ODN 的 ORL
R_{down}	在 O_{ld} 和 O_{lu} , ODN 的 ORL
L_{ODN-BB}	ODN 内基本波段光损耗
L_{ODN-EB}	ODN 内增补波段光损耗
L_{WF1}	WF1 介入损耗
L_{WF2}	WF2 介入损耗
I_{olt_t}	OLT 发送器 WDM 隔离
I_{olt_r}	OLT 接收器 WDM 隔离
I_{onu_r}	ONU 接收器 WDM 隔离
I_{WF1}	基本波段 WF1 隔离
I_{WF2}	基本波段 WF2 隔离

在本附录中这些值全部按正值处理。

对于例子采用下列假定：

- $L_{ODN-BB} = L_{ODN-EB}$
- WF1 和 WF2 的最小介入损耗等于 0 dB。
- 对于上行/下行 1.3 μm 和上行/下行 1.5 μm 基本波段的各个波长，在参考点 (c) 的端口和 WF1 IF_{PON} 侧的端口之间的介入损耗是相同的。
- 对于上行/下行 1.3 μm 和上行/下行 1.5 μm 基本波段的各个波长，在参考点 (e) 的端口和 WF2 IF_{PON} 侧的端口之间的介入损耗是相同的。

IV.2.2 反射到ONU接收器的影响

图 IV.2 示出所考虑的反射信号通道。公式 (IV-1) 必须满足：

$$P_{Oru_1} - R_{upper} - I_{onu_r} < (\text{允许的干扰光功率}) \tag{IV-1}$$

假定允许的干扰光功率等于（最小灵敏度-10 dB），允许的干扰光功率 = $P_{min}(A,B,C) - 10 \text{ dB}$ 。
 $P_{min}(A,B,C)$ 的意思是对于表 V.1 描述的 A、B、C 类在参考点 (e) 的最小灵敏度。

则估算的 I_{onu_r} 归纳在表 IV.1。

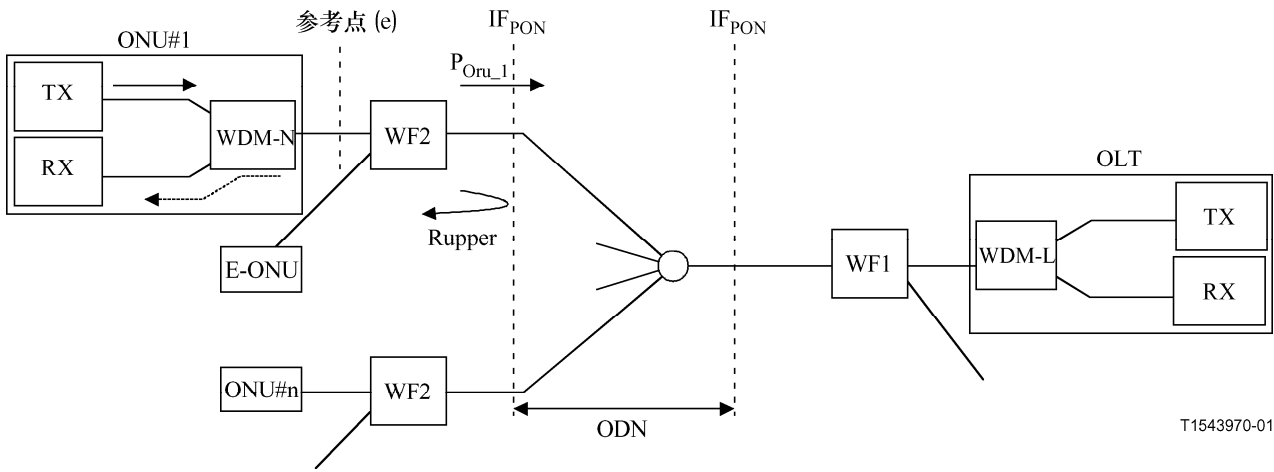


图 IV.2/G.983.3—射入ONU接收器的模型

IV.2.3 反射到OLT接收器（信号区内）的影响

在两个条件下完成反射到 OLT 接收器产生影响的分析；一个是反射信号叠加在上行突发信号区，另一个是反射信号落进没有信号的延迟测量窗口。

在信号区，考虑下列三种情况。

IV.2.3.1 情况 1

图 IV.3 表明反射信号通道。公式 (IV-2) 必须满足：

$$\begin{aligned} & (\text{最大突发信号光电平的差}) - R_{\text{upper}} - 2L_{\text{WF2}} - R_{\text{onu_t}} \\ & < (\text{允许的干扰光功率比}) \end{aligned} \quad (\text{IV-2})$$

假定允许的干扰光功率比是-10 dB，我们得出结果（见表 IV.1）。这里， L_{WF2} 的损耗假定对最坏情况的估算是 0 dB。

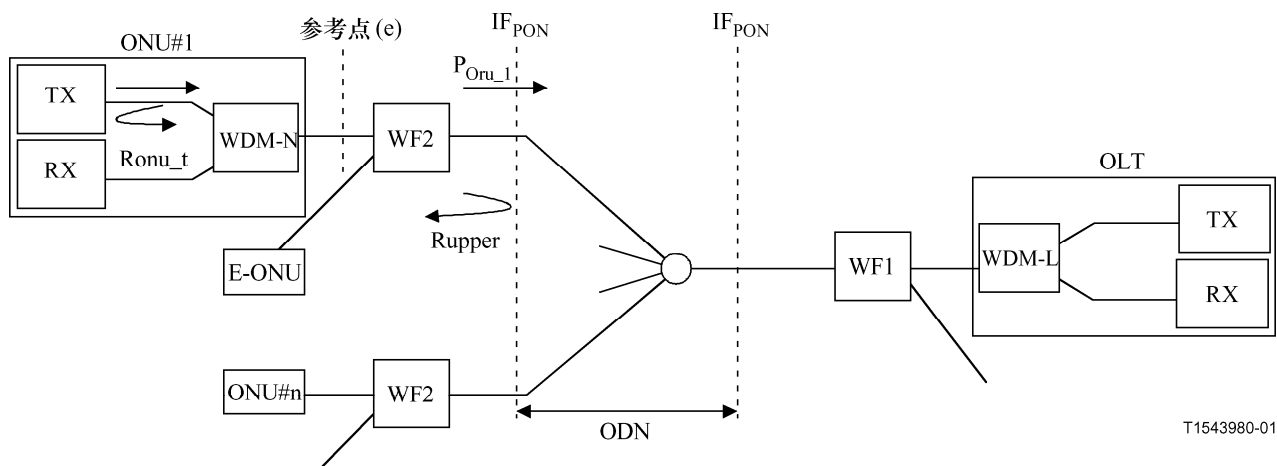


图 IV.3/G.983.3—射入OLT接收器的模型1

IV.2.3.2 情况 2

图 IV.4 示出反射信号通道。公式 (IV-3) 必须满足：

$$\begin{aligned} & (\text{突发信号光电平的最大差}) - R_{\text{olt_t}} - R_{\text{down}} - 2L_{\text{WF1}} - 2I_{\text{olt_t}} \\ & < (\text{允许的干扰光功率}) \end{aligned} \quad (\text{IV-3})$$

假定允许的干扰光功率等于-10 dB，我们得出结果（见表 IV.1）。为了估算 $I_{\text{olt_t}}$ 的最坏情况，假定 L_{WF1} 的损耗为 0 dB。

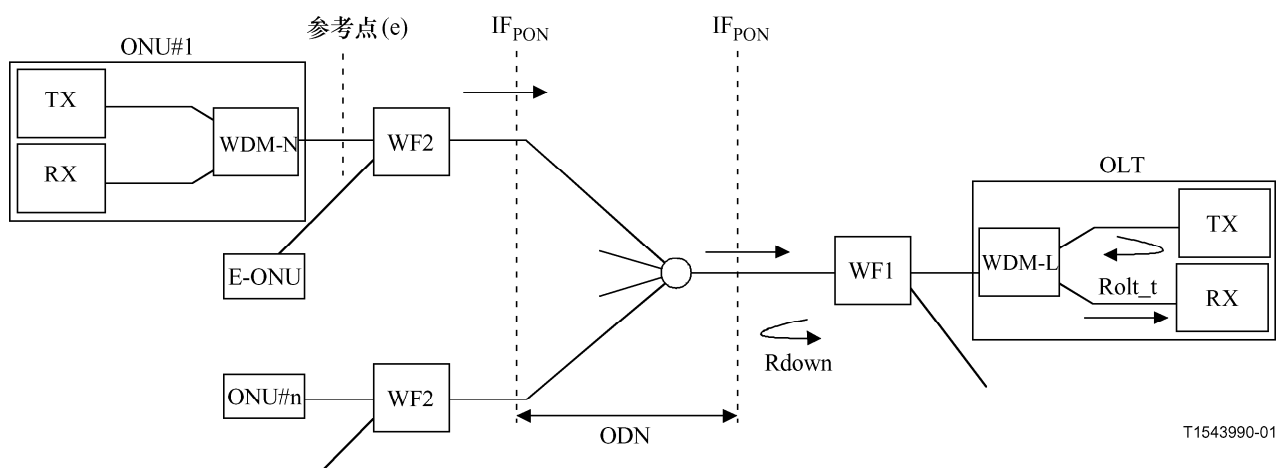


图 IV.4/G.983.3—射入OLT接收器的模型2

IV.2.3.3 情况 3

图 IV.5 示出反射信号通道。公式 (IV-4) 必须满足：

$$P_{\text{Old}} - R_{\text{down}} - I_{\text{olt_r}} < (\text{允许的干扰光功率}) \quad (\text{IV-4})$$

假定允许的干扰光功率等于最小灵敏度-10 dB，我们得出结果（见表 IV.1）。

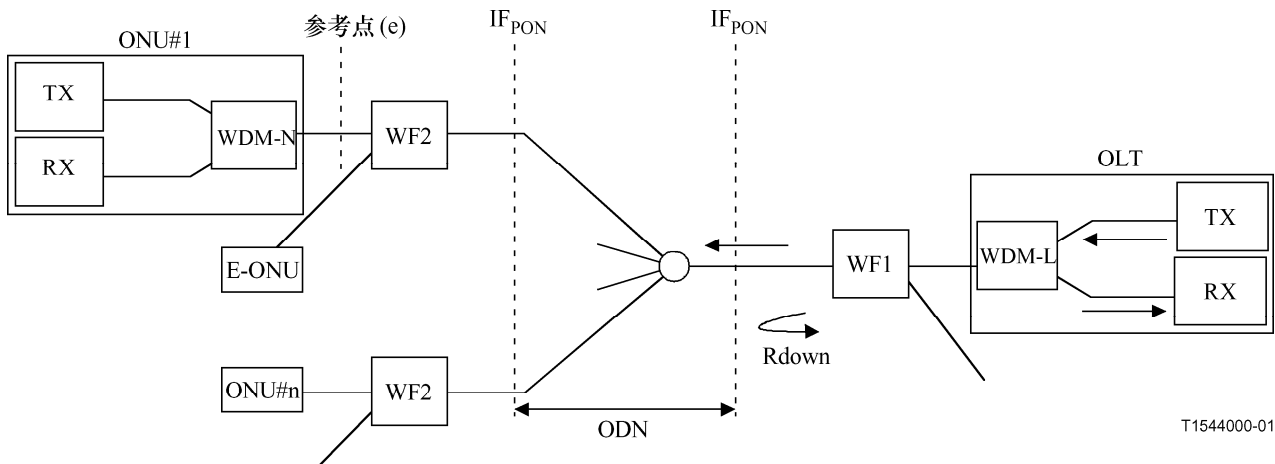


图 IV.5/G.983.3—射入OLT接收器的模型3

IV.2.4 反射到OLT接收器（无信号区）的影响

在无信号区，要考虑的主要反射情况有如下两种。

IV.2.4.1 情况 1

图 IV.3 示出反射信号通道。公式 (IV-5) 必须满足：

$$P_{\text{Oru_n}} - R_{\text{upper}} - 2L_{\text{WF2}} - R_{\text{onu_t}} - (\text{最小光通道衰减}) < (\text{确定是无信号的电平}) \quad (\text{IV-5})$$

假定确定是无信号的电平等于最小灵敏度-10 dB，我们得出结果（见表 IV.1）。为估算 $R_{\text{onu_t}}$ 的最坏情况，假定 L_{WF2} 的损耗为 0 dB。

IV.2.4.2 情况 2

图 IV.5 示出反射信号通道。公式 (IV-6) 必须满足：

$$P_{\text{Old}} - R_{\text{down}} - I_{\text{olt_r}} < (\text{确定是无信号的电平}) \quad (\text{IV-6})$$

假定确定是无信号的电平等于最小灵敏度-10 dB，我们得出结果（见表 IV.1）。

IV.2.5 在基本波段ONU光回损影响的摘要

上述计算方法对 ODN 反射为-20 dB 的情况是有效的。表 IV.1 表明当 ODN 的最小 ORL 为 32 dB 和 20 dB 时光参数要求。

WDM 隔离参数与实现方式有重大关系，在表 IV.1 中关于 WDM 隔离参数的值是资料性的。本附录包含 ONU 和 OLT 设备反射。就 WDM 的特性而论， R_{onu_t} 等于在发送器波长测量的 ONU 反射。

在 ODN 的 ORL 为 32 dB 时，ONU 发送器设备反射必须小于入射光功率。它应为 6 dB，在通常的 FD-LD 模块它是有效的。

在 ONU 的 ORL 为 20 dB 的情况，ONU 发送器设备反射必须小于 13.5 dB。

如上所述，最大 ONU 发送器设备反射对 ODN 的 ORL 是敏感的，它取决于公共载波建造的网络。在 ONU 的 ORL 是 32 dB 和 20 dB 的情况，表 IV.1 内 ONU 发送器的设备反射值是有效的。在其他情况，可用上述计算方法导出合适的值。

表 IV.1/G.983.3—ONU发送器设备反射值

ODN的最小ORL	类 别	光 参 数	需要的特性					
			A ^{a)}	B ^{a)}	C ^{a)}	D ^{a)}	E ^{a)}	F ^{a)}
32 dB	A	ONU 接收器的 WDM 隔离	6.5					
		ONU 发送器的 WDM 隔离						
		OLT 接收器的 WDM 隔离				3.5		3.5
		OLT 发送器的 WDM 隔离			NA			
		ONU 发送器设备反射		0.5			1.5	
	B	ONU 接收器的 WDM 隔离	8.5					
		ONU 发送器的 WDM 隔离						
		OLT 接收器的 WDM 隔离				11.5		11.5
		OLT 发送器的 WDM 隔离			NA			
		ONU 发送器设备反射		0.5			1.5	
	C	ONU 接收器的 WDM 隔离	13.5					
		ONU 发送器的 WDM 隔离						
		OLT 接收器的 WDM 隔离				16.5		16.5
		OLT 发送器的 WDM 隔离			NA			
		ONU 发送器设备反射		0.5			1.5	
20 dB	A	ONU 接收器的 WDM 隔离	18.5					
		ONU 发送器的 WDM 隔离						
		OLT 接收器的 WDM 隔离				15.5		15.5
		OLT 发送器的 WDM 隔离			3.3			
		ONU 发送器设备反射		12.5			13.5	
	B	ONU 接收器的 WDM 隔离	20.5					
		ONU 发送器的 WDM 隔离						
		OLT 接收器的 WDM 隔离				23.5		23.5
		OLT 发送器的 WDM 隔离			3.3			
		ONU 发送器设备反射		12.5			13.5	
	C	ONU 接收器的 WDM 隔离	25.5					
		ONU 发送器的 WDM 隔离						
		OLT 接收器的 WDM 隔离				28.5		28.5
		OLT 发送器的 WDM 隔离			3.3			
		ONU 发送器设备反射		12.5			13.5	

^{a)} A、B、C、D、E 和 F 分别代表公式(IV-1)、(IV-2)、(IV-3)、(IV-4)、(IV-5)和(IV-6)。

IV.3 从增补波段反射到基本波段的影响

IV.3.1 从增补波段反射到OLT接收器的影响

使用增补波段信号的业务可能劣化基本波段（ATM-PON）业务的质量，反过来也是这样。考虑增补波段信号的三种反射，一个是来自 ODN 的反射，其余是来自 E-ONU 和阻塞滤波器的反射。

IV.3.1.1 情况 1

图 IV.6 示出来自 ODN 的反射信号通道。公式（IV-7）必须满足：

$$P_{Eold} - R_{down} - I_{olt_r} - I_{WF1} < (\text{确定是无信号的电平}) \tag{IV-7}$$

假定确定是无信号的电平等于最小灵敏度-10 dB，我们得出对于 I_{WF1} 的条件。在表 IV.2 示出 I_{WF1} 所需隔离的例子。示例的条件参见表 IV.1 和 V.1。

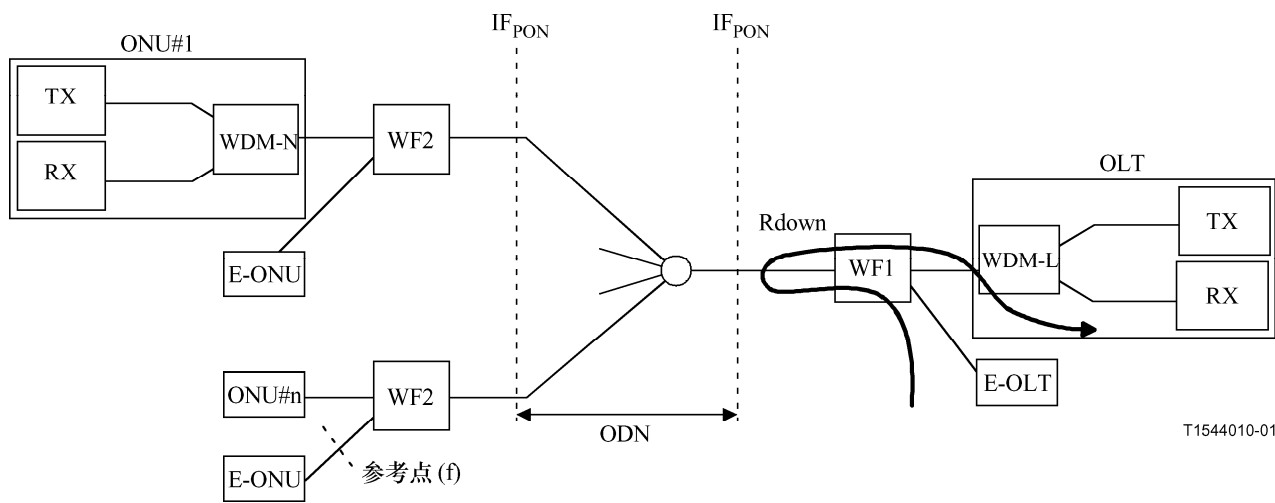


图 IV.6/G.983.3— 射入OLT接收器的模型4

表 IV.2/G.983.3—在WF1，ORL与隔离的关系

ODN的最小 ORL	类 别	示例条件			需要的 I_{WF1} (dB)
		P_{Eold} (dBm)	I_{olt_r} (dB)	P_{min} (dBm)	
32 dB	A	+16	3.5	-28.5	19
	B		11.5	-31.5	14
	C		16.5	-34.5	12
20 dB	A		15.5	-28.5	19
	B		23.5	-31.5	14
	C		28.5	-34.5	12

IV.3.1.2 情况 2

图 IV.7 示出来自 E-ONU 的反射信号通道。公式 (IV-8) 必须满足：

$$\Sigma (P_{Eold} - 2 L_{ODN-EB} - Reonu_r) - Iolt_r - I_{WF1} < (\text{确定是无信号的电平}) \tag{IV-8}$$

这里，第一个 Σ (求和)表示来自所有被连接的 E-ONU 的反射。换言之，

$$P_{Eold} - 2 L_{ODN-EB} - Reonu_r + 10 \times \text{Log}N - Iolt_r - I_{WF1} < (\text{确定是无信号的电平})。$$

此处，N 表示所连接 E-ONU 的数目。

假定确定是无信号的电平等于最小灵敏度-10 dB，我们得出 I_{WF1} 的条件。在表 IV.3 示出 I_{WF1} 需要的隔离例子。假定 ODN 的最小损耗和合适的 N 数。示例的条件参见表 IV.1 和 V.1。

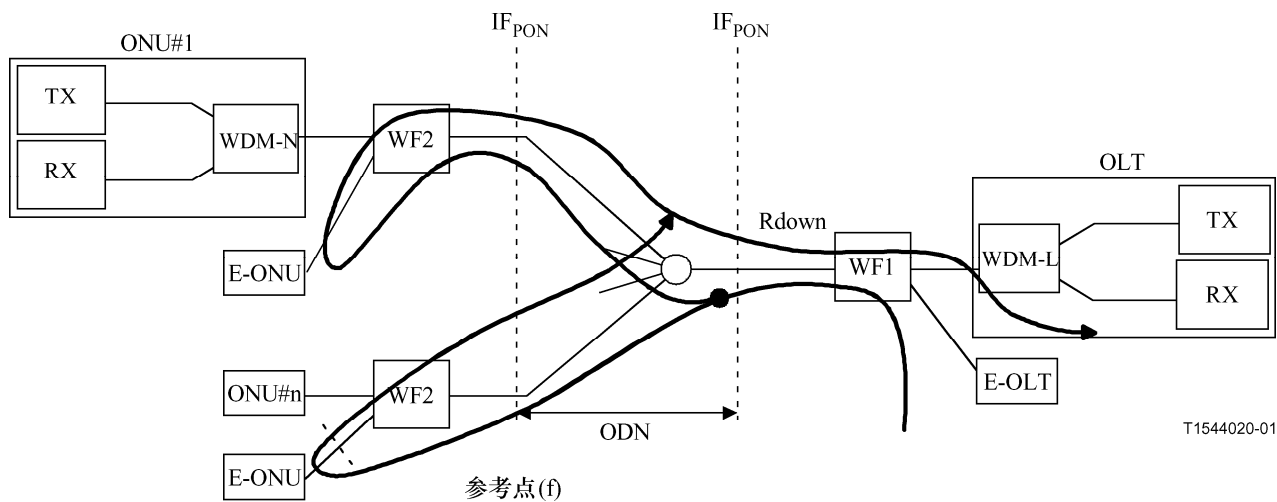


图 IV.7/G.983.3—射入OLT接收器的模型5

表 IV.3/G.983.3—在WF1，ORL与隔离的关系

ODN的最小 ORL	假定条件							需要的 I_{WF1} (dB)
	ODN 类别	ODN的损耗 (dB)	E-ONU N的编号	P_{Eold} (dBm)	$Iolt_r$ (dB)	$Pmin$ (dBm)	$Reonu_r$ (dB)	
32 dB	A	5	2	+16	3.5	-28.5	20	24
	B	10	8		11.5	-31.5		15
	C	15	32		16.5	-34.5		9
20 dB	A	5	2		15.5	-28.5		12
	B	10	8		23.5	-31.5		3
	C	15	32		28.5	-34.5		NA

IV.3.1.3 情况 3

在附录 II 描述的应用方案说明了 ONU 只用于基本波段和 ONU 用于基本波段和增补波段的混合配置示例。在这种情况下，基本波段的阻塞滤波器只有用户可以使用。某些类型的阻塞滤波器可能因为反射而劣化信号质量。

图 IV.8 示来自阻塞滤波器的反射信号通道。公式 (IV-9) 必须满足：

$$\Sigma (P_{Eold} - 2 L_{ODN-EB} - R_{WF2_r}) - I_{olt_r} - I_{WF1} < (\text{确定是无信号的电平}) \tag{IV-9}$$

这里， R_{WF2_r} 是阻塞滤波器的反射，第一个 Σ (求和) 是来自所有连接的阻塞滤波器的反射。换言之，

$$P_{Eold} - 2 L_{ODN-EB} - R_{WF2_r} + 10 \times \text{Log}N - I_{olt_r} - I_{WF1} < (\text{确定是无信号的电平})。$$

此处， N 是所连接阻塞滤波器的数目。

假定确定是无信号的电平等于最小灵敏度-10 dB，我们得出 R_{WF2_r} 的条件。在 IV.4 示出需要的表 R_{WF2_r} 的反射示例。假定 ODN 的最小损耗和合适的 N 数。假定 I_{WF1} 的隔离比表 IV.2 和 IV.3 的值更大。示例的条件参见表 IV.1 和 V.1。

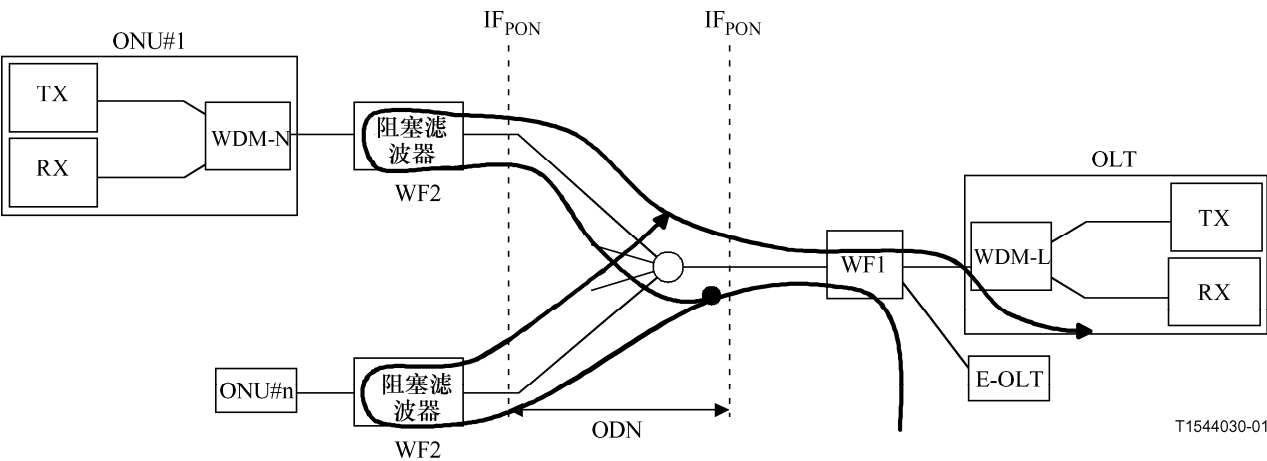


图 IV.8/G.983.3—射入OLT接收器的模型6

表 IV.4— 在WF1， ORL与隔离的关系

ODN的最 小ORL	假定条件							需要的 R_{WF2_r} (dB)
	ODN 类别	ODN的损耗 (dB)	E-ONU N的编号	P_{Eold} (dBm)	I_{olt_r} (dB)	P_{min} (dBm)	I_{WF1} (dB)	
32 dB	A	5	2	+16	3.5	-28.5	24	20
	B	10	8		11.5	-31.5	15	20
	C	15	32		16.5	-34.5	12	17
20 dB	A	5	2		15.5	-28.5	19	13
	B	10	8		23.5	-31.5	14	9
	C	15	32		28.5	-34.5	12	5

附录 V

参考点(c)和(e)的光参数和两个示例的应用情况

V.1 引言

在这里示出的参考点（c）和（e）的光参数是指导实现的示例。

V.2 光电平图示例

V.2.1 情况 1: 以ODN为中心观察的光参数

假定 IF_{PON} 的光参数示例是与附录 I 所述的那些相同，ODN 的衰减范围符合 ITU-T G.982。

在这种情况下，示例的光功率电平图如下示：

WF1 的 WDM 损耗 = 0 dB 到 1.5 dB，WF2 的 WDM 损耗 = 0 dB 到 1.5 dB。

在 IF_{PON} 参考点 R/S 和 S/R 包含 1 dB 的光通道代价。

表 V.1/G.983.3—光功率电平图（示例）

	Ref.(e)		IF_{PON} (O_{ru} , O_{rd})		ODN损耗		IF_{PON} (O_{lu} , O_{ld})		Ref.(c)	
单位	dBm		dBm		dB		dBm		dBm	
范围	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
下行										
155M A 类	-30	-8	-28.5	-8	5	20	-7.5	-3	-6	-3
155M B 类	-30	-8	-28.5	-8	10	25	-2.5	2	-1	2
155M C 类	-33	-11	-31.5	-11	15	30	-0.5	4	1	4
622M A 类	-28	-6	-26.5	-6	5	20	-5.5	-1	-4	-1
622M B 类	-28	-6	-26.5	-6	10	25	-0.5	4	1	4
622M C 类	-33	-11	-31.5	-11	15	30	-0.5	4	1	4
上行										
155M A 类	-6	0	-7.5	0	5	20	-28.5	-5	-30	-5
155M B 类	-4	2	-5.5	2	10	25	-31.5	-8	-33	-8
155M C 类	-2	4	-3.5	4	15	30	-34.5	-11	-36	-11

V.2.2 情况 2: 以设备为中心观察的光参数

参考点（c）和（e）的光参数和 ITU-T G.983.1 建议书规定的相同，ODN 的衰减范围比 ITU-T G.982 建议书缩减。

本节的目的是检验符合 ITU-T G.983.1 建议书光模块的 BPON 可用性。为补偿 WF1 和 WF2 引入的额

外的动态范围，缩减了 ODN 衰减范围的最大变化。表 V.2 示出采用的 ODN 参数。

关于 A 类 ODN，在 ITU-T G.983.1 建议书没有规范光参数，因而不说明 A 类情况。

表 V.2/G.983.3—ODN的物理媒介从属层的参数

项 目	单 位	指 标
光纤类型	—	ITU-T G.652
衰减范围	dB	缩减 B 类衰减范围：10-22 缩减 C 类衰减范围：15-27
光通道损耗差	dB	12
最大光通道代价	dB	1
最大逻辑距离差	km	20
S/R 和 R/S 点之间最大光纤距离	km	20
支持的最小分支比	—	受通道损耗和 ONU 访问极限制约。 PON 有无源分支器（16 或 32 路分支）
双向传输	—	1 纤 WDM（2 纤系统不属本建议书范围）
维护波长	nm	待定

在这种情况下，示例的光功率电平图如下：

WF1 的 WDM 损耗 = 0 dB 到 1.5 dB，WF2 的 WDM 损耗 = 0 dB 到 1.5 dB。

在 IF_{PON} 参考点 R/S 和 S/R 包括 1 dB 的光通道代价。

表 V.3/G.983.3—光功率电平图（示例）

	Ref.(e)		IF_{PON} (O_{ru} , O_{rd})		ODN损耗		IF_{PON} (O_{lu} , O_{ld})		Ref.(c)	
单位	dBm		dBm		dB		dBm		dBm	
范围	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
下行										
155M 缩减的 B 类	-30	-8	-28.5	-8	10	22	-5.5	2	-4	2
155M 缩减的 C 类	-33	-11	-31.5	-11	15	27	-3.5	4	-2	4
622M 缩减的 B 类	-28	-6	-26.5	-6	10	22	-3.5	4	-2	4
622M 缩减的 C 类	-33	-11	-31.5	-11	15	27	-3.5	4	-2	4
上行										
155M 缩减的 B 类	-4	2	-5.5	2	10	22	-28.5	-8	-30	-8
155M 缩减的 C 类	-2	4	-3.5	4	15	27	-31.5	-11	-33	-11

ITU-T 系列建议书

A 系列	ITU-T 工作的组织
B 系列	表述方式：定义、符号和分类
C 系列	综合电信统计
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
G 系列	传输系统和媒质、数字系统和网络
H 系列	视听及多媒体系统
I 系列	综合业务数字网
J 系列	电视、声音节目和其他多媒体信号的传输
K 系列	干扰的防护
L 系列	电缆和外部设备其他组件的结构、安装和保护
M 系列	TMN 和网络维护：国际传输系统、电话电路、电报、传真和租用电路
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、电话安装及本地线路网络
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
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	编程语言

30326