



国际电信联盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

G.983.1

(01/2005)

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

基于无源光网络 (PON) 的宽带光接入系统

ITU-T G.983.1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
无线电话与线路电话的协调	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
服务质量和性能 — 一般和用户相关问题	G.1000-G.1999
传输媒质的特性	G.6000-G.6999
数字终端设备	G.7000-G.7999
数字网络	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.983.1建议书

基于无源光网络（PON）的宽带光接入系统

摘 要

本建议书描述能支持窄带和宽带业务带宽要求的灵活光纤接入网。本建议书描述具有155.52， 622.08和1 244.16 Mbit/s常规下行线路速率和155.520 Mbit/s和622.080 Mbit/s常规上行线路速率的系统。涉及对称和不对称两种系统。本建议书提出对于物理媒质从属层、TC层的物理层要求和规格以及基于ATM的宽带无源光网络（B-PON）的测距协议。G.983.1的本修订版合并了下列资料：G.983.1（1998）， G.983.1勘误（1999）， G.983.1修正案1（2001）， G.983.1勘误表（2002）， G.983.1修正案2（2003）， G.983.1实施者指南（2003）。

来 源

ITU-T G.983.1建议书由ITU-T第15研究组（2005-2008年）按照ITU-T A.8建议书的程序于2005年1月13日批准。

前 言

国际电联（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）是国际电联的常设机构。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运营机构二者的简称。

遵守本建议书是自愿的。不过本建议书可能包含某些强制性规定（例如为了确保互操作性和适用性），并且如果满足了本建议书的所有这些强制性要求，就做到了遵守本建议书。“必须”（shall）一词或其他若干强制性语言如“务必”（must）和相应的否定用语用于提出要求。这类词的使用并不意味着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需要使用已主张的知识产权。国际电联对有关已主张的知识产权的证据、有效性或适用性不表示意见，无论其是由国际电联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，国际电联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实施者查询电信标准化局专利数据库。

© 国际电联 2005

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	6
5.1 网络结构	6
5.2 参考配置	7
5.3 功能块	8
5.4 ONU 功能块	8
5.5 光线路终端功能块	9
5.6 光分配网功能块	10
6 业务	12
7 用户网络接口和业务节点接口	12
8 光网络要求	13
8.1 光网络的分层结构	13
8.2 ATM-PON 的物理媒介从属层的要求	13
8.3 ATM-PON 的传输会聚层的要求	28
8.4 测距方法	71
9 操作、管理和维护 (OAM) 功能	91
10 性能	91
11 环境条件	92
12 安全性	92
12.1 电气安全性和保护	92
12.2 光的安全性和保护	92
附录 I — 在 O_{ru} 和 O_{rd} 及 O_{ld} 和 O_{lu} , ODN 的总最小 ORL 的任选情况	92
I.1 引言	92
I.2 打开位于星形耦合器 ONU 侧连接器的影响	92
I.3 打开位于星形耦合器 OLT 侧连接器的影响	93
I.4 断开靠近 ONU 的连接器的影响	93
附录 II — ODN 光回损的影响	94
II.1 引言	94
II.2 ODN 光回损为 32 dB	94

	页
II.3 ODN 反射的其他情况	98
附录 III — 测距流程图	100
III.1 ONU 内测距流程（示例）	100
III.2 OLT 内测距流程（示例）	107
附录 IV — 接入网存活性	113
IV.1 引言	113
IV.2 可能的倒换类型	113
IV.3 可能的双重 ATM-PON 配置和特性	113
IV.4 要求	115
IV.5 PLOAM 信元要求的信息字段	116

基于无源光网络（PON）的宽带光接入系统

1 范围

本建议书叙述使用光纤技术的灵活的接入网。重点是支持带宽要求比ISDN基本速率更高的业务，包括视频及分配业务的网络。

本建议书叙述能支持在用户—网络接口和业务节点接口之间传送各种业务的光接入网（OAN）的特性。

本建议书所述的OAN将能为网络运营商提供一种能满足客户要求（特别是在光分配网络（ODN）领域）的灵活升级手段。所考虑的ODN将基于点到多点的树形和分支方案。

本建议书集中研究光纤系统，铜缆的混合系统在别处研究，例如xDSL的标准。

本建议书涵盖业务节点接口和用户网之间的系统。

尽管本建议书集中在与无源光网络上ATM相关的系统，却不排斥其他的解决方案。

本建议书提出了物理层要求和物理媒质从属层、TC层的规范以及基于ATM的宽带无源光网络（B-PON）的测距协议。

本建议书是G.983.x系列建议书的一部分。这个系列的其余主要建议书有：

- G.983.2（2002）B-PON的ONT管理及控制接口规范
- G.983.3（2001）利用波长分配提高业务能力的宽带光接入系统
- G.983.4（2001）利用动态带宽指派提高业务能力的宽带光接入系统
- G.983.5（2001）具有增强存活性的宽带光接入系统

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。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。

- [1] ITU-T Recommendation G.652 (1997), *Characteristics of a single-mode optical fibre cable*.
- [2] ITU-T Recommendation G.671 (1996), *Transmission characteristics of passive optical components*.

- [3] ITU-T Recommendation G.783 (1997), *Characteristics of synchronous digital hierarchy (SDH) equipment functional blocks.*
- [4] ITU-T Recommendation G.902 (1995), *Framework Recommendation on functional access networks – Architecture and functions, access types, management and service node aspects.*
- [5] ITU-T Recommendation G.957 (1995), *Optical interfaces for equipments and systems relating to the synchronous digital hierarchy.*
- [6] ITU-T Recommendation G.958 (1994), *Digital line systems based on the synchronous digital hierarchy for use on optical fibre cables.**
- [7] ITU-T Recommendation G.982 (1996), *Optical access networks to support services up to the ISDN primary rate or equivalent bit rates.*
- [8] CCITT Recommendation I.321 (1991), *B-ISDN protocol reference model and its application.*
- [9] ITU-T Recommendation I.326 (1995), *Functional architecture of transport networks based on ATM.*
- [10] ITU-T Recommendation I.356 (1996), *B-ISDN ATM layer cell transfer performance.*
- [11] ITU-T Recommendation I.361 (1995), *B-ISDN ATM layer specification.*
- [12] ITU-T Recommendation I.432.1 (1996), *B-ISDN user-network interface – Physical layer specification: General characteristics.*
- [13] ITU-T Recommendation I.610 (1995), *B-ISDN operation and maintenance principles and functions.*
- [14] ITU-T Recommendation I.732 (1996), *Functional characteristics of ATM equipment.*
- [15] Federal Information Processing Standard 197, *Advanced Encryption Standard, National Institute of Standards and Technology, United States Department of Commerce, November 26, 2001.*
- [16] ITU-T Recommendation G.983.2 Rev.2 (2005), *ONT management and control interface specification for B-PON.*
- [17] ITU-T Recommendation G.983.3 (2001), *A Broadband Optical Access System with increased service capability by Wavelength Allocation.*
- [18] ITU-T Recommendation G.983.4 (2001), *A Broadband Optical Access System with increased service capability using Dynamic Bandwidth Assignment.*
- [19] ITU-T Recommendation G.983.5 (2001), *A broadband optical access system with enhanced survivability.*

3 缩写

本建议书采用下列缩写：

AES	高级加密标准
AF	适配功能
APS	自动保护倒换
ATM	异步转移模式
BER	比特差错比

* 由ITU-T G.783和G.798建议书取代。

BIP	比特交错奇偶校核
B-ISDN	宽带综合业务数字网
B-PON	宽带无源光网络
CID	连续识别位
CPE	信元相位差错
CRC	循环冗余校验
DSL	数字用户线路
ECB	电子代码簿
E/O	电/光
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	光纤到家庭
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
OMCC	ONT管理和控制通路
OMCI	ONT管理和控制接口
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
QoS	服务质量
RAU	请求接入单元
RMS	均方根
RXCF	接收器控制字段
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

4 定义

本建议书规定下列术语：

4.0 Broadband-PON 宽带PON：宽带PON是用以指明G.983.x系列标准描述的全部系统的术语。它包括广泛的宽带业务且已超过ATM接入的范畴。为此，PON取代了ATM-PON较旧式的用途。

4.1 churning 搅动：搅动是一种能应用于从OLT到它的ONU的下行用户数据的功能。搅动提供必要的数据扰码功能并对数据加密提供低水平的保护。它安装在ATM-PON系统的TC层，并能为点到点下行连接激活。

4.2 duplex 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。

4.3 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。

4.4 grant 授权：OLT利用发送许多信号控制每个来自ONU的上行传输。授权是在ONU接收到它自己的授权时准许发送每个ONU的上行信元的许可信号。

- 4.5 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。
- 4.6 mean signal transfer delay 平均信号传送延迟:** 参考点“V”和“T”之间上行和下行平均值，其值由测量往返延迟然后除以2得出。
- 4.7 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。
- 4.8 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。
- 4.9 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。
- 4.10 ONT Management and Control Channel (OMCC) ONT管理和控制通路:** 连接OLT控制功能到ONT控制功能的通信电路。它所用的协议定义在G.983.2。
- 4.11 ONT Management and Control Interface (OMCI) ONT管理和控制接口:** ITU-T G.983.2建议书定义的接口，它为管理ONT的故障、配置、性能和安全提供一个统一的方法。
- 4.12 Optical Network Termination (ONT) 光网络终端 (ONT):** FTTH使用的ONU，包含用户端口功能。本文件使用术语“ONU”是指ONT和ONU。同样，在本建议书中任何涉及ONU之处均包括ONT。
- 4.13 Optical Network Unit (ONU) 光网络单元 (ONU):** ONU（直接或远程）提供OAN的用户侧接口，并连接到ODN。本文件使用术语“ONU”是指ONT和ONU。同样，在本建议书中任何涉及ONU之处均包括ONT。
- 4.14 ranging 测距:** 在这个系统中，为了在不发生信元冲突的状态下发送上行信元，测距是必须的。测距的功能是测量每个ONU和OLT之间逻辑距离并判定在每个ONU收到授权后传输的时间。
- 4.15 service port function 业务端口功能:** 业务端口功能（SPF）适配为特定的SNI到公共载体处理规定的要求并选择在AN系统管理功能中处理用的相关信息。
- 4.16 Time Division Multiple Access (TDMA) 时分复用接入:** 在同一时间净荷上复用许多时隙的传输技术。
- 4.17 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（即传送信息的载体和协议），它们需要特定的功能。
- 4.18 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。
- 4.19 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。

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：光纤到家庭（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。

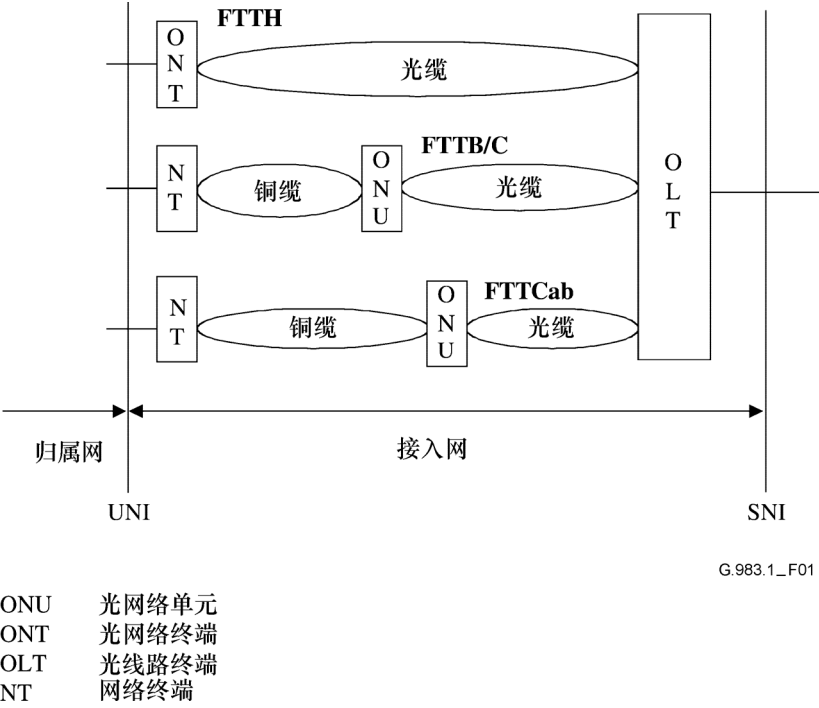


图1/G.983.1—网络结构

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。

5.1.1 FTTCab/C/B方案

在这个方案中，考虑下列业务类别：

- 不对称宽带业务（例如，数字广播业务、VoD、互联网、远程教学、电视医疗等）。
- 对称宽带业务（例如，小型商业客户的电信业务、远程咨询等）。
- PSTN和ISDN。接入网必须能以灵活的方式提供具有合适的引导定时的窄带电话业务。

5.1.2 FTTH方案

光纤到家庭（FTTH）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，不需要改变中介ONU。

- 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

如图2示源自ITU-T G.982建议书的参考配置。

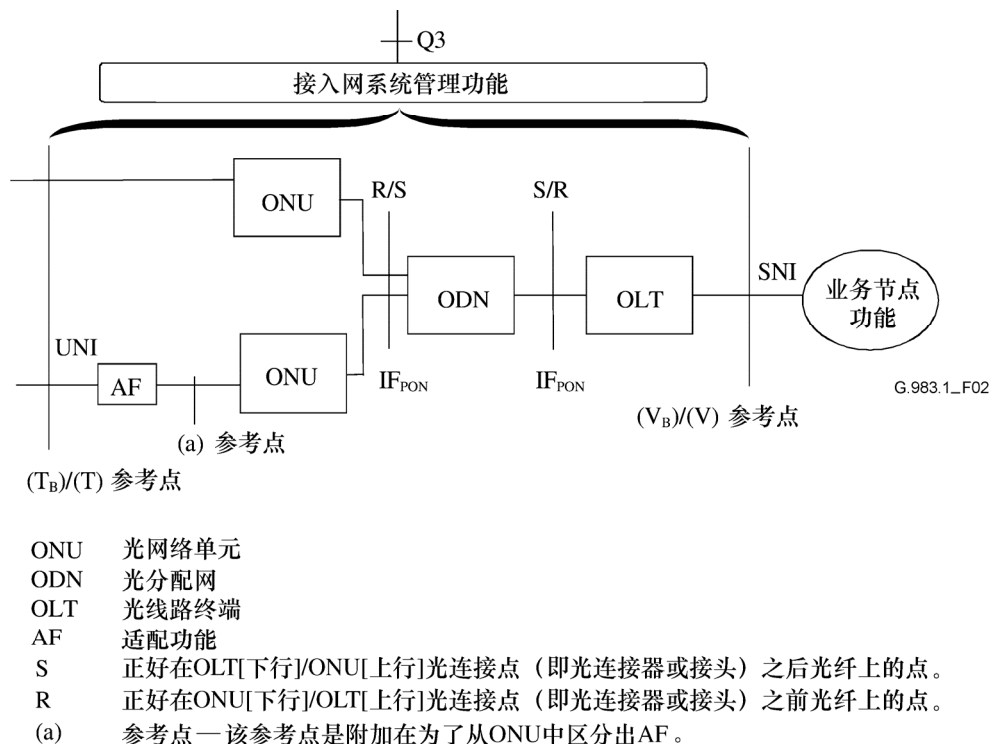


图2/G.983.1—基于PON的ATM的参考配置

ODN提供在一个OLT和一个或几个ONU之间的一个或几个光通道。每个光通道确定在参考点S和R之间，在一个规定的波长窗口内。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；

本小节叙述在PON上支持ATM的参考结构。这个系统由光线路终端（OLT），光网络单元（ONU）和用无源光分支器使它形成无源光网络（PON）配置的光缆等组成。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。因为是无源分支，需要有针对性保密和安全的特别措施。再者，上行方向需要TDMA协议。

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

5.3.1 光线路终端

光线路终端（OLT）通过SNI与业务节点接口，又与PON接口。OLT负责管理ATM传送系统的所有PON特定的方面。ONU和OLT提供UNI和SNI之间透过PON的透明ATM传送业务。

5.3.2 光网络单元

光网络单元（ONU）通过IF_{PON}与OLT接口，并与UNI接口。与OLT一起，ONU负责提供UNI和SNI之间的透明ATM传送业务。

在这个方案中，ATM传送协议在IF_{PON}被描述为物理媒介从属层、传输会聚层和ATM层。本方案仅打算论述ATM的传送，更详细的内容在ITU-T I.732建议书中。

物理媒介从属层包括上行和下行通路的调制方式（它们可能是不一样的）。或许能够制订能容许在单个方向有一种以上物理媒介从属层的规范。

传输会聚层负责管理分配穿过多个ONU连接到上行PON源的接入。这是一个关键的协议元，会直接影响最终的ATM QoS。

ATM协议应当注意它们在PON上的运行方式不会变化。在OLT和ONU内，在OLT和ONU上ATM层实现的功能包括信元中继。

5.3.3 光分配网

光分配网提供从OLT向用户或反方向的光传输手段。它利用无源光部件。

5.4 ONU功能块

作为一个例子，FTTH ONT是有源的并且将接入网的传送机制与室内分配相互分开。ONT的核心由ODN接口、用户端口、传输、业务和客户复用（MUX）/分用功能和电源等构成，见图3。

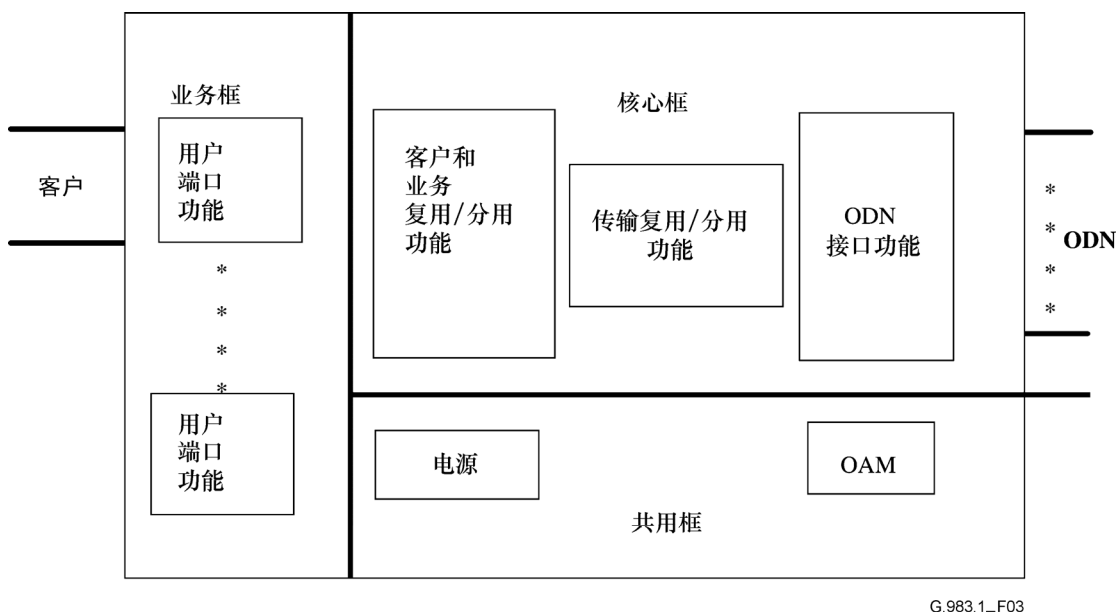


图3/G.983.1—ONT功能块的例子

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。

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中抽出ATM信元。

5.4.4 ONU供电

ONU的供电随实现方式而不同。

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

PON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。

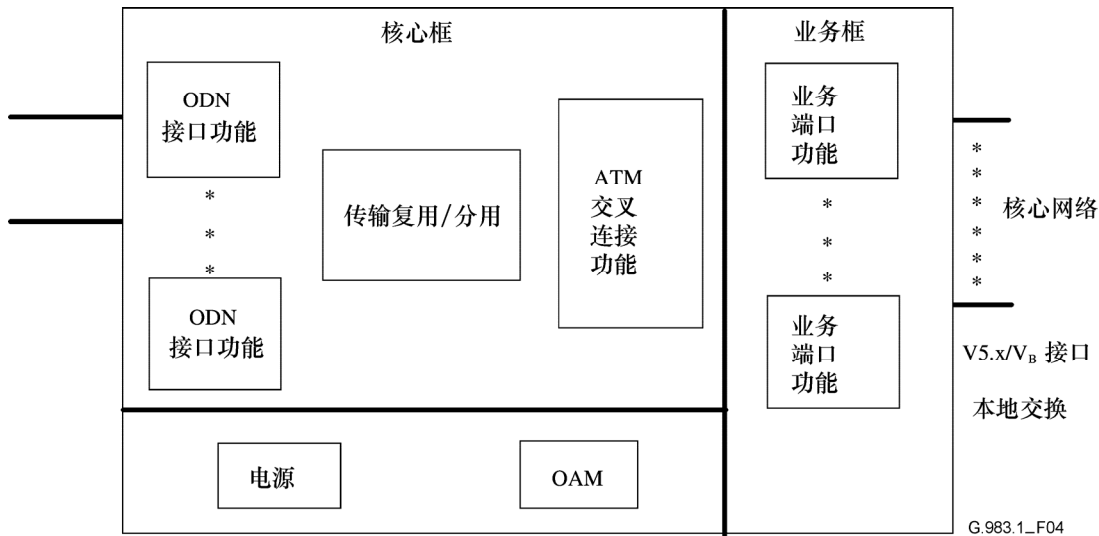


图4/G.983.1—OLT功能块的例子

5.6 光分配网功能块

通常，光分配网（ODN）提供ONU到OLT的物理连接所用的光传输媒介。

单独的ODN可以组合并利用光放大器进行扩展（见ITU-T G.982建议书）。

5.6.1 无源光元件

ODN由无源光元件组成：

- 单模光纤和光缆；
- 光纤带和带状光缆；
- 光连接器；
- 无源分支器件；
- 无源光衰减器；
- 接头。

描述无源光器件的专门信息在ITU-T G.671建议书之内。

描述光纤和光缆的专门信息在ITU-T G.652建议书之内。

5.6.2 光接口

从参考配置的角度，图5示出ODN的一般物理配置。

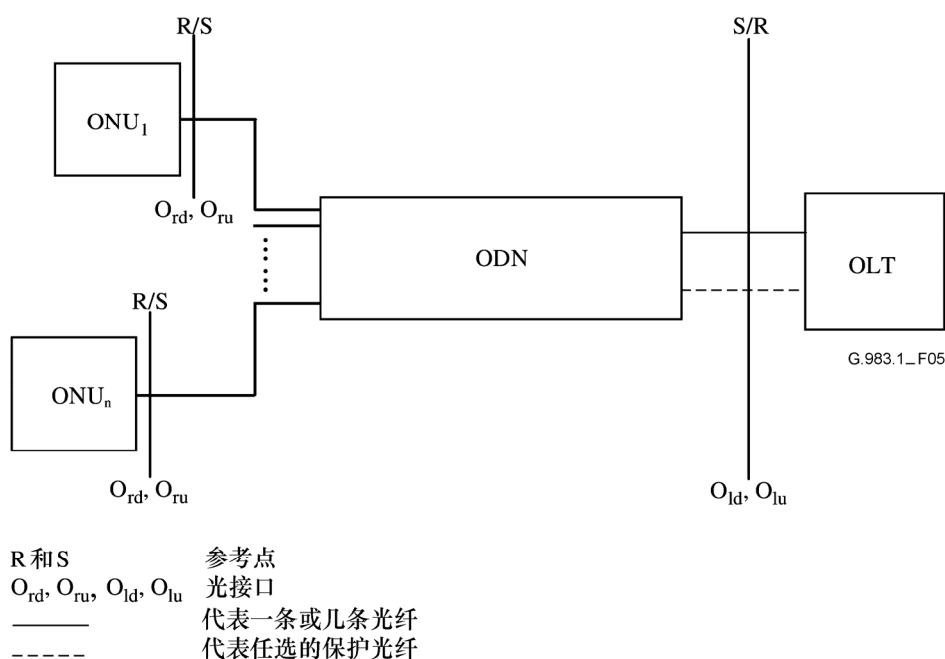


图5/G.983.1—光分配网的一般物理配置

在ODN中光传输的两个方向规定如下：

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

上行和下行方向的传输可以在同一光纤和器件上（双重/双向工作）也可以在不同的光纤和器件上（单向工作）。

如果为了重新配置ODN必须添加连接器或其他无源器件，它们应位于S和R点之间，它们的损耗应计入任何光损耗的计算之中。

ODN在一个OLT和多个ONU之间提供一个或几个光通道。每个光通道定义为在由特定波长窗口内参考点之间的通道。

在图5定义了下列光接口：

- O_{ru}, O_{rd} 在ONU和ODN之间参考点R/S处分别用于上行和下行方向的光接口。
- O_{lu}, O_{ld} 在OLT和ODN之间参考点R/S处分别用于上行和下行方向的光接口。

在物理层，接口可能需要一条以上的光纤，例如，为了分开传输方向或者不同类型的信号（业务）。

在第8节规定光接口（ $O_{ru}, O_{rd}, O_{lu}, O_{ld}$ ）的规格。

ODN的光特性应当保证目前可预见到的业务能够使用，而不必对ODN本身有大的修改。这个要求对构成ODN的无源光器件的特性产生影响。一组本质上的、直接影响ODN光特性的要求规定如下：

- 光波长透明性：诸如光分支器等器件，并不打算完成任何波长选择功能的器件，应当能支持在1 310 nm和1 550 nm波段内任何波长的信号传输。

- 可逆性：输入和输出端口互易应当不会使通过该器件的光衰减有重大变化。
- 光纤兼容性：所有的光部件应当与ITU-T G.652建议书规范的单模光纤兼容。

5.6.2.1 光分配网模型的损耗计算

在ITU-T G.982建议书中描述。

5.6.2.2 光分配网模型的损耗计算技术

在ITU-T G.982建议书中描述。

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。

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）。

表1/G.983.1—UNI和SNI

业务类型	UNI标准	SNI标准
在 ITU-T G.982 建议书中规定	ITU-T G.902 建议书	ITU-T G.902 建议书
— 数字宽带视频系统	ITU-T I.432.x 系列建议书 IEEE 802.3	ITU-T G.967.1 建议书
— 多媒体业务		ITU-T G.967.2 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

根据ITU-T G.982建议书分层。ODN指的是基于无源光分支器和分支部件的光纤分配网。OAN是“V”和“T”参考点之间的系统（图2）。ONU可以具有适配功能（AF），用于在铜缆上传输到客户的数字用户线（DSL）。OAN作为一个网元通过Q3管理接口受到管理。

协议参考模型分为物理媒介、TC和通道层（见ITU-T G.902、I.326和G.982建议书）。作为一个例子，在表2示出一个ATM-PON。在ATM-PON网络内，通道层相当于ATM层的虚通道（VP）。

表2/G.983.1—ATM-PON网络的分层结构

通 道 层			参考ITU-T I.732建议书
传输媒介层 (注)	TC 层	适配	参考 ITU-T I.732 建议书
		PON 传输	测距 信元时隙安排 带宽安排 保密和安全 帧定位 突发同步 比特/字节同步
	物理媒介层		E/O 适配 波分复用 光纤连接
	注 — 传输媒介层必须提供相关的 OAM 功能。		

TC层分成PON传输和适配子层，它相当于ITU-T I.321建议书中宽带综合业务数字网（B-ISDN）的传输会聚子层。PON传输子层终端对ODN要求的传输功能。PON特定的功能由PON传输子层终端，不理睬适配子层。

根据G.958的分层原理，这两层被认为是物理媒介从属层和TC层。

8.2 ATM-PON的物理媒介从属层的要求

8.2.1 数字信号标称比特率

传输的线路速率应是8 kHz的倍数。B-PON系统应有下列（下行/上行）标称线路速率：

- 155.52 Mbit/s / 155.52 Mbit/s
- 622.08 Mbit/s / 155.52 Mbit/s,
- 622.08 Mbit/s / 622.08 Mbit/s,
- 1244.16 Mbit/s / 155.52 Mbit/s,
- 1244.16 Mbit/s / 622.08 Mbit/s,

要规定的参数按上行和下行的分类和标称比特率如表3所示。

表3/G.983.1—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）
	1 244.16 Mb/s	表 4-d（下行，1 244 Mb/s）
上行	1 55.52 Mbit/s	表 4-e（上行，155 Mbit/s）
	622.08 Mbit/s	表 4-f（上行，622 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）、表4-d（下行，155 Mbit/s）、表4-e（上行，155.52 Mbit/s）和表4-f（上行，622.08 Mbit/s），在不会发生混淆时，这些表在本建议书中通称为表4。

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）不高于 1×10^{-10} 的光段进行规范。

表4-a/G.983.1—ODN的物理媒介从属层的参数

项 目	单位	规 范
光纤类型	—	ITU-T G.652 建议书
衰减范围（ITU-T 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 或 2 纤

表4-b/G.983.1—155 Mbit/s下行方向光接口参数

项 目	单位	单 纤		双 纤	
		OLT 发送器（光接口 O _{ld} ）			
标称比特率	Mbit/s	155.52		155.52	
工作波长	nm	1480-1580		1260-1360	
线路码	—	扰码 NRZ		扰码 NRZ	
发送器眼图模板	—	图 6		图 6	
设备的最大反射，在发送器波长测量	dB	NA		NA	
在 O _{ld} 和 O _{lu} ODN 的最小 ORL（注 1 和 2）	dB	大于 32		大于 32	
ODN 类别		B 类	C 类	B 类	C 类
最小平均馈入功率	dBm	−4	−2	−4	−2
最大平均馈入功率	dBm	+2	+4	+1	+3
发送器没有输入的馈入功率	dBm	NA		NA	
消光比	dB	大于 10		大于 10	
发送器的光功率容限	dB	大于−15		大于−15	
MLM 激光器 — 最大 RMS 宽度	nm	1.8		5.8	
SLM 激光器 — 最大−20 dB 带宽（注 3）	nm	1		1	
SLM 激光器 — 最小边模抑制比	dB	30		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		小于−20	
比特差错比	—	小于 10 ^{−10}		小于 10 ^{−10}	
ODN 类别		B 类	C 类	B 类	C 类
最小灵敏度	dBm	−30	−33	−30	−33
最小过载	dBm	−8	−11	−9	−12
连续同一数字免疫性	bit	大于 72		大于 72	
抖动容限	—	图 9		图 9	
反射光功率的容限	dB	小于 10		小于 10	
注 1 — “在 O _{ru} 和 O _{rd} 以及 O _{lu} 和 O _{ld} 点 ODN 的最小 ORL” 的值在附录 I 所述的任选情况应大于 20 dB。					
注 2 — 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，ONU 发送器的反射值如附录 II 所述。					
注 3 — 最大−20 dB 带宽的值和最小边模抑制比参见 ITU-T G.957 建议书。					

表4-c/G.983.1—622 Mbit/s下行方向光接口参数

项 目	单位	单 纤			双 纤		
		OLT 发送器（光接口 O _{ld} ）					
标称比特率	Mbit/s	622.08			622.08		
工作波长	nm	1480-1580			1260-1360		
线路码	—	扰码 NRZ			扰码 NRZ		
发送器眼图模板	—	图 6			图 6		
设备的最大反射，在发送器波长测量	dB	NA			NA		
在 O _{lu} 和 O _{ld} ODN 的最小 ORL（注 1 和 2）	dB	大于 32			大于 32		
ODN 类别		A 类	B 类	C 类	A 类	B 类	C 类
最小平均馈入功率	dBm	-7	-2	-2	-7	-2	-2
最大平均馈入功率	dBm	-1	+4	+4	-2	+3	+3
发送器没有输入的馈入功率	dBm	NA			NA		
消光比	dB	大于 10			大于 10		
发送器的光功率容限	dB	大于-15			大于-15		
MLM 激光器 — 最大 RMS 宽度	nm	NA			1.4		
SLM 激光器 — 最大-20 dB 带宽（注 3）	nm	1			1		
SLM 激光器 — 最小边模抑制比	dB	30			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			小于-20		
比特差错比	—	小于 10 ⁻¹⁰			小于 10 ⁻¹⁰		
ODN 类别		A 类	B 类	C 类	A 类	B 类	C 类
最小灵敏度	dBm	-28	-28	-33	-28	-28	-33
最小过载	dBm	-6	-6	-11	-7	-7	-12
连续同一数字免疫性	bit	大于 72			大于 72		
抖动容限	—	图 9			图 9		
反射光功率的容限	dB	小于 10			小于 10		
注 1 — “在 O _{ru} 和 O _{rd} 以及 O _{lu} 和 O _{ld} 点 ODN 的最小 ORL” 的值在附录 I 所述的任选情况应大于 20 dB。							
注 2 — 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，ONU 发送器的反射值如附录 II 所述。							
注 3 — 最大-20 dB 带宽的值和最小边模抑制比参见 ITU-T G.957 建议书。							

表4-d/G.983.1—1244.16 Mbit/s下行方向的光接口参数

项 目	单位	单 纤			双 纤		
		OLT 发送器（光接口 O _{ld} ）					
标称比特率	Mbit/s	1 244.16			1 244.16		
工作波长	nm	1 480-1 500			1 260-1 360		
线路码	—	扰码 NRZ			扰码 NRZ		
发送器眼图模板	—	图 6			图 6		
设备的最大反射，在发送器波长测量	dB	NA			NA		
在 O _{lu} 和 O _{ld} ODN 的最小 ORL（注 1 和 2）	dB	大于 32			大于 32		
ODN 类别		A 类	B 类	C 类	A 类	B 类	C 类
最小平均馈入功率	dBm	−4	+1	+5	−4	+1	+5
最大平均馈入功率	dBm	+1	+6	+9	+1	+6	+9
发送器没有输入的馈入功率	dBm	NA			NA		
消光比	dB	大于 10			大于 10		
发送器的光功率容限	dB	大于−15			大于−15		
MLM 激光器 — 最大 RMS 宽度	nm	NA			NA		
SLM 激光器 — 最大−20 dB 带宽（注 3）	nm	1			1		
SLM 激光器 — 最小边模抑制比	dB	30			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			小于−20		
比特差错比	—	小于 10 ^{−10}			小于 10 ^{−10}		
ODN 类别		A 类	B 类	C 类	A 类	B 类	C 类
最小灵敏度	dBm	−25	−25	−26	−25	−25	−25
最小过载（注 4）	dBm	−4	−4	−4	−4	−4	−4
连续同一数字免疫性	bit	大于 72			大于 72		
抖动容限	—	图 9			图 9		
反射光功率的容限	dB	小于 10			小于 10		
注 1 — “在 O _{ru} 和 O _{rd} 以及 O _{lu} 和 O _{ld} 点 ODN 的最小 ORL” 的值在附录 I 所述的任选情况应大于 20 dB。							
注 2 — 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，ONU 发送器的反射值如附录 II 所述。							
注 3 — 最大−20 dB 带宽的值和最小边模抑制比参见 ITU-T G.957 建议书。							
注 4 — 只有在为支持 C 类 ODN 要求−6 dBm 过载时，在这里对所有 ODN 类别的 ONU 接收器统一选择−3 dBm 过载值。							

表4-e/G.983.1—155 Mbit/s上行方向光接口参数

项 目	单位	单 纤		双 纤	
		ONU 发送器（光接口 O _{ru} ）			
标称比特率	Mbit/s	155.52		155.52	
工作波长	nm	1260-1360		1260-1360	
线路码	—	扰码 NRZ		扰码 NRZ	
发送器眼图模板	—	图 7		图 7	
设备的最大反射，在发送器波长测量	dB	小于-6		小于-6	
在 O _{ru} 和 O _{rd} ODN 的最小 ORL（注 1 和 2）	dB	大于 32		大于 32	
ODN 类别		B 类	C 类	B 类	C 类
最小平均馈入功率	dBm	-4	-2	-4	-2
最大平均馈入功率	dBm	+2	+4	+1	+3
发送器没有输入的馈入功率	dBm	比最小灵敏度低-10		比最小灵敏度低-10	
消光比	dB	大于 10		大于 10	
发送器的光功率容限	dB	大于-15		大于-15	
MLM 激光器 — 最大 RMS 宽度	nm	5.8		5.8	
SLM 激光器 — 最大-20 dB 带宽（注 3）	nm	1		1	
SLM 激光器 — 最小边模抑制比	dB	30		30	
抖动传递	—	图 8		图 8	
从 0.5 kHz 到 1.3 MHz 抖动的产生	UI ptp	0.2		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		小于-20	
比特差错比	—	小于 10 ⁻¹⁰		小于 10 ⁻¹⁰	
ODN 类别		B 类	C 类	B 类	C 类
最小灵敏度	dBm	-30	-33	-30	-33
最小过载	dBm	-8	-11	-9	-12
连续同一数字免疫性	bit	大于 72		大于 72	
抖动容限	—	NA		NA	
反射光功率的容限	dB	小于 10		小于 10	
注 1 — “在 O _{ru} 和 O _{rd} 以及 O _{lu} 和 O _{ld} 点 ODN 的最小 ORL” 的值在附录 I 所述的任选情况应大于 20 dB。					
注 2 — 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，ONU 发送器的反射值如附录 II 所述。					
注 3 — 最大-20 dB 带宽的值和最小边模抑制比参见 ITU-T G.957 建议书。					

表4-f/G.983.1—622 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	622.08		
工作波长（注 3）	nm	MLM 类型 1 或 SLM: 1260-1360 MLM 类型 2: 1280-1350 MLM 类型 3: 1288-1338		
线路码	—	扰码 NRZ		
发送器眼图模板	—	图 7		
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（注 5）		A 类	B 类	C 类
最小平均馈入功率	dBm	-6	-1	-1
最大平均馈入功率	dBm	-1	+4	+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		
发送器的光功率容限	dB	大于-15		
MLM 激光器 — 最大 RMS 宽度（注 3）	nm	MLM 类型 1: 1.4 MLM 类型 2: 2.1 MLM 类型 3: 2.7		
SLM 激光器 — 最大-20 dB 带宽（注 4）	nm	1		
SLM 激光器 — 最小边模抑制比	dB	30		
抖动传递	—	图 8		
从 2.0 kHz 到 5.0 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（注 5）		A 类	B 类	C 类
最小灵敏度	dBm	-27	-27	-32
最小过载	dBm	-6	-6	-11
连续同一数字免疫性	bits	大于 72		
抖动容限	—	NA		
反射光功率的容限	dB	小于 10		

表4-f/G.983.1—622 Mbit/s上行方向的光接口参数

注 1 — “在 O_{ru} 和 O_{rd} 以及 O_{lu} 和 O_{ld} 点 ODN 的最小 ORL” 的值在附录 I 所述的任选情况应大于 20 dB。
注 2 — 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，ONU 发送器的反射值如附录 II 所述。
注 3 — 允许符合窄谱宽指标类型的发射器具有较宽的中心波长范围。规定的激光器类型在 ODN 产生小于 1 dB 的光功率代价。具有不同光参数的激光器可以互换，只要：1) 总的波长范围不超过 1 260 nm 到 1 360 nm；和 2) 任何超过 1 dB 的光通道代价的增大能够以最小发射器馈入功率的增加或最小接收灵敏度的减小加以补偿。
为了互通性，建议规定的激光器类型具有小于 1 dB 的光通道代价。
注 4 — 20 dB 最大带宽和最小边模抑制比之值参照 ITU-T G.957 建议书。
注 5 — 对上行 C 类推荐的值是最好的估计值。因而，今后很可能会变。

8.2.2 物理媒介和传输方法

8.2.2.1 传输媒介

这个规范根据ITU-T G.652建议书叙述的光纤制订。

8.2.2.2 传输方向

信号经过传输媒介上行和下行传输。

8.2.2.3 传输方法

采用在单纤上1 310 nm窗口或1 550 nm窗口的波分复用（WDM）技术，或者在1 310 nm窗口上两纤单向传送实现双向传输。

8.2.3 比特率

8.2.3.1 下行

OLT到ONU信号的标称比特率是155.52、622.08 Mbit/s或1 244.16 Mbit/s。当OLT和终端局处于它的标称工作状态时，这个速率跟踪状态1时钟（精度为 1×10^{-11} ）。当终端局处于它的自由振荡模式时，下行信号的速率是跟踪状态3时钟（精度为 4.6×10^{-6} ）。当OLT处于自由振荡模式时，下行信号的精度是状态4时钟的精度（ 3.2×10^{-5} ）。

8.2.3.2 上行

当它处于其工作状态和给定的授权时，ONU应当以精度等于接收的下行信号精度发送155.52 Mbit/s或622.08 Mbit/s信号。在它不处于其工作状态或没有给定的授权时，ONU应当不发送任何信号。

8.2.4 线路码

8.2.4.1 下行

NRZ编码。

扰码方法规定在TC层规范中。

光逻辑电平所用的惯例是：

- 二进制“1”发射高电平的光；
- 二进制“0”发射低电平的光。

8.2.4.2 上行

NRZ编码。

扰码方法规定在TC层规范中。

光逻辑电平所用的惯例是：

- 二进制“1”发射高电平的光；
- 二进制“0”发射低电平的光。

8.2.5 工作波长

8.2.5.1 下行方向

单纤系统下行方向的工作波长范围应为1 480-1 580 nm。请注意ITU-T G.983.3建议书叙述的更全面的波长计划，它缩窄了单纤系统的这个下行范围。

双纤系统下行方向的工作波长范围应为1 260-1 360 nm。

8.2.5.2 上行方向

上行方向的工作波长范围应为1 260-1 360 nm。

8.2.6 在 O_{ld} 和 O_{ru} 的发送器

所有参数规范如下，都应遵从表4。

8.2.6.1 光源类型

按照衰减/色散特性，可用的发送器部件包括多纵模（MLM）激光器和单纵模（SLM）激光器。对于每种应用，这个规范指明标称光源类型。当然，在这个规范中所指示的标称光源类型并不是要求，SLM器件可以用任何应用作为标称光源所指明的MLM器件取代而不会引起系统性能的劣化。

8.2.6.2 光谱特性

对于MLM激光器，用标准工作状态的最大均方根（RMS）宽度来规范谱宽。RMS宽度被理解为光谱分布的标准偏离的平均。RMS宽度的测量方法应考虑到不低于峰值模20 dB的所有模。

对于SLM激光器，用中心波长峰的最大全宽度来规范最大频宽，在标准工作状态距中心波长最大幅度之下20 dB处测量。另外，在SLM系统中为控制模式分配噪声，要规范激光器边模抑制比的最小值。

8.2.6.3 平均馈入功率

在 O_{ld} 和 O_{ru} 处平均馈入功率是发送器耦合进光纤的伪随机数据序列的平均功率。它以一个范围给定，以便允许某些价格上的优化和涵盖在标准工作条件下，发送器连接器劣化，测量容差及老化效应等带来的所有容限。

较低值是在状态O6、O7和O8获得的最小功率，较高值是状态O6、O7和O8决不会超过的功率。在测距模式，状态O4（只用于光功率启动），功率可以低到规定的最小馈入功率之下，而它不能超过规定的最大馈入功率之上3 dB。

注 — 为保证测量精度，需要特别当心来自ONU的突发信号的输出方式。

8.2.6.3.1 没有输入送到发送器时馈入光功率

在上行方向，在所有没有指派给ONU的时隙内，ONU应当没有功率馈入光纤。在指派给它的时隙在除了用于激光器预偏置的最后两比特之外的保护时间之内，以及紧随指派的信元之后的比特，ONU也应当没有功率馈入，在这个期间输出跌到零。在激光器预偏置期间馈入功率电平必须小于该电平的0.1。

8.2.6.4 最小消光比

光逻辑电平使用的惯例是：

- 对逻辑“1”发送高电平的光；
- 对逻辑“0”发送低电平的光。

消光比（EX）的定义是：

$$EX = 10 \log_{10} (A/B)$$

式中， A 是在逻辑“1”的中央平均光功率电平， B 是在逻辑“0”的中央平均光功率电平。

上行方向突发模式信号的消光比适用于突发信号起始的第一比特到最后一比特。不适用于光功率起动程序（参见8.4.4.2节“ONU中测距程序”）

8.2.6.5 设备的最大反射（在发送器波长测定）

在 O_{ld}/O_m 测得的设备最大允许反射规范了从设备（ONU/OLT）反射到光缆设施的反射。它应当符合表4规定。

8.2.6.6 发送眼图模板

一般的发送器脉冲形状，包括上升时间、下降时间、脉冲上冲、脉冲下冲和振荡，所有这些都应加以控制以免接收器灵敏度过分劣化，在本规范中以在 O_{ld}/O_m 的发送器眼图模板的形式加以规范。为了评估发送信号，不仅要考虑眼睛的张开程度，上冲和下冲的限度也很重要。

8.2.6.6.1 OLT发送器

眼图模板规范的参数如图6所示。

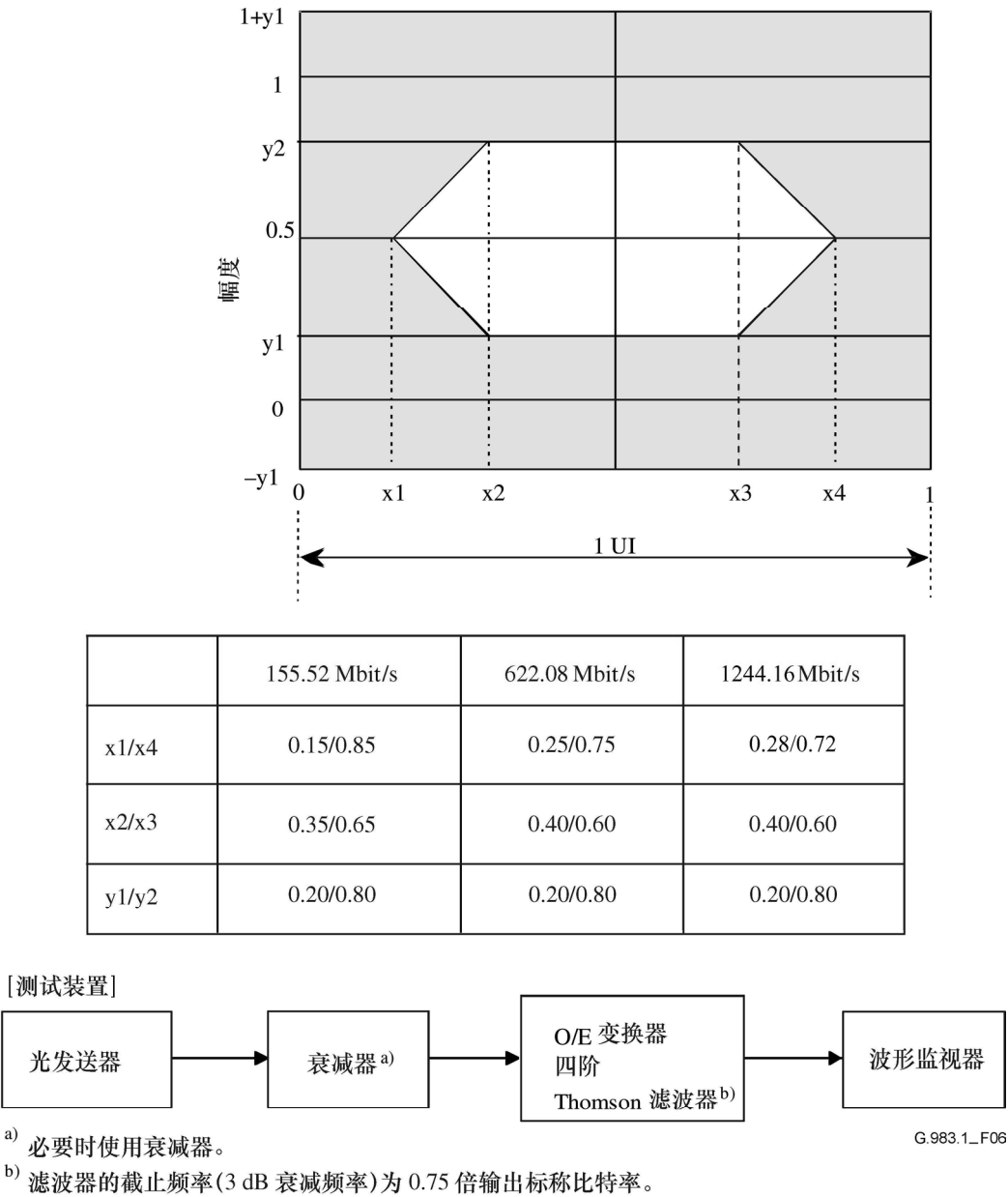


图6/G.983.1—下行发送信号的眼图模板

8.2.6.6.2 ONU发送器

眼图模板规范参数如图7所示。

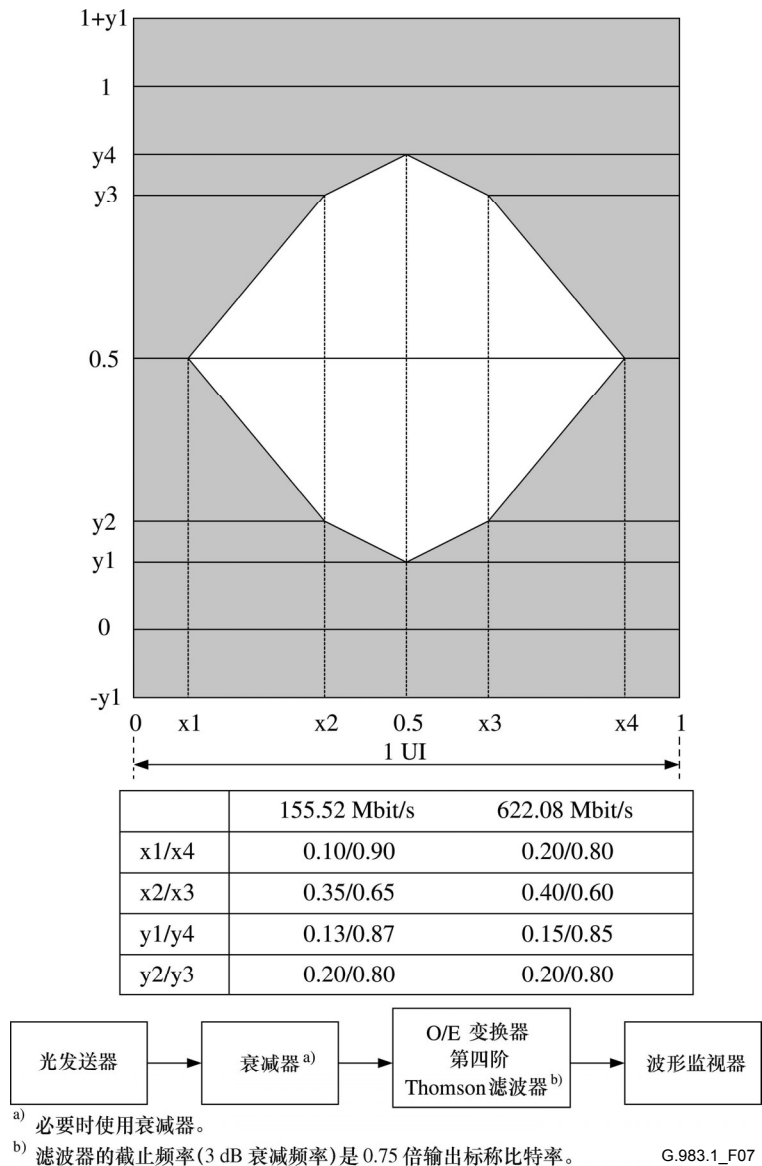


图7/G.983.1—上行发送信号的眼图模板

上行方向突发模式信号的眼图模板适用于突发信号起始的第一比特到最后一比特。不适用于光功率启动程序（参见8.4.4.2节“ONU中测距程序”）

8.2.6.7 反射光功率容限

规定的发射器性能必须符合表4中规范的在S点呈现的光反射水平。

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

8.2.7.1 衰减范围

按ITU-T G.982建议书规定衰减范围规范为三类：

- 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。

8.2.7.2 在R/S点任何光缆设施，包括任何连接器的最小光回损

ODN内R/S点总的 ORL 指标应优于32 dB。

任选的，ODN内S点的最小 ORL 指标应优于20 dB。附录I表达了这种任选情况。

注 — ODN模型S/R点的总反射由光配线架（ODF）的光连接器控制。在ITU-T G.982建议书中单个分离元件的最大反射是-35 dB。来自两个ODF连接器的反射导致其值为-32 dB。然而，根据另一种网络模型，总反射变得比 -32 dB还坏。

8.2.7.3 点S和R之间最大离散反射

ODN内所有离散反射应比-35 dB更好，如ITU-T G.982建议书的规定。

8.2.7.4 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。

8.2.8 在 O_{rd} 和 O_{lu} 的接收器

所有参数规范如下，都应符合表4之值。

8.2.8.1 最小灵敏度

接收器灵敏度的定义是：为获得 10^{-10} BER，在R点平均接收功率的最低可接受值。它要考虑所使用的发送器在标准工作条件以及消光比、脉冲上升和下降时间、S点的光回损具有最坏情况之值、接收器连接器劣化和测量容差等带来的功率代价。接收器灵敏度不包括与色散、抖动、或带内光通道的反射相关的功率代价；这些效应不单独规范，因为它们是网络供应商和设备制造商之间的典型事务。

8.2.8.2 最小过载

接收器过载是为获得 10^{-10} BER在R点接收的平均功率的最大可接受值。接收器应对由于启动或测距期间潜在的冲突所引起的光功率电平增加具有某种程度的耐受力，对这些情况不保证BER为 10^{-10} 。

8.2.8.3 最大光通道代价

要求接收器容许光通道代价不超过1 dB，考虑这是由于反射、符号间干扰、模式分割噪声和激光器的啁啾声等引起的总劣化。

8.2.8.4 接收设备的最大反射（在接收器波长测量）

从设备（ONU/OLT）返回光缆设施的反射用在 O_{rd} 和 O_{lu} 测得的允许最大设备反射规范，应符合表4。

8.2.8.5 光通道损耗差

光通道损耗差的意思是在同一ODN内最大和最小光通道损耗间的差值。最大光通道损耗差为15 dB。

8.2.8.6 时钟抽出能力

注 — 上行传输信号的时钟从正逻辑“1”、“0”交替的连续码（原语）的几个比特中迅速抽出。从原语中抽出时钟至少在从接收信号的定界分隔符到上行信元终点这个期间要维持，或者连续地从接收信元的原语之后的信号中抽取。

8.2.8.7 抖动性能

本小节叙述ATM-PON光接口的抖动要求。

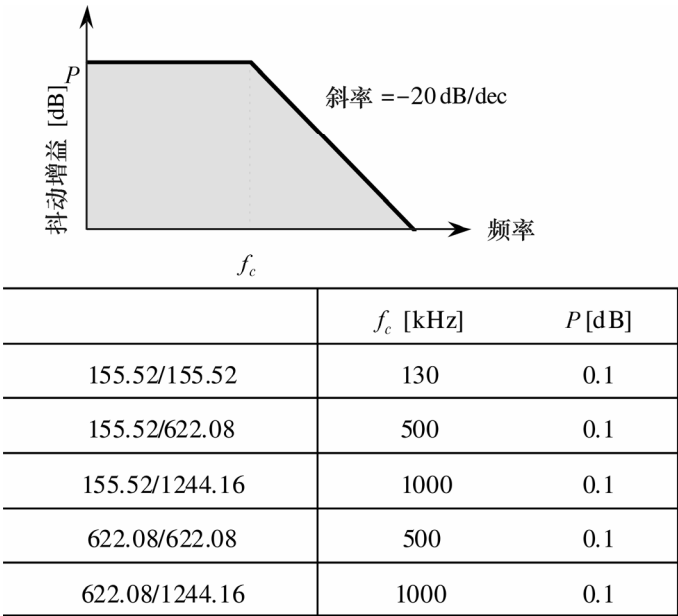
8.2.8.7.1 抖动传递

只有ONU适用抖动传递规范。

抖动传递函数的定义是：

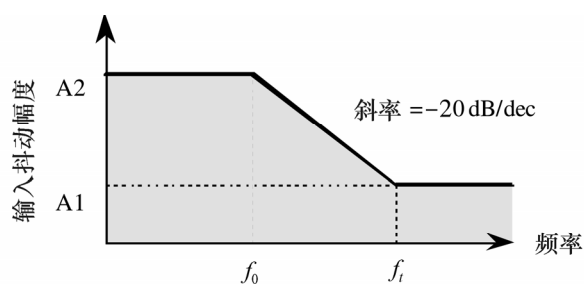
$$\text{抖动传递} = 20 \log_{10} \left[\frac{\text{上行信号抖动} UI}{\text{下行信号抖动} UI} \times \frac{\text{下行比特率}}{\text{上行比特率}} \right]$$

ONU的抖动传递函数当输入施加的正弦抖动达到图9模板水平时，应在图8给定的曲线之下，对每种比特率图中规定了具体的参数值。



G.983.1_F08

图8/G.983.1—ONU的抖动传递函数



	f_i [kHz]	f_0 [kHz]	A1[U1p-p]	A1[U1p-p]
155.52/155.52	65	6.5	0.075	0.75
155.52/622.08	250	25	0.075	0.75
155.52/1244.16	500	50	0.075	0.75
622.08/622.08	250	25	0.075	0.75
622.08/1244.16	500	50	0.075	0.75

G.983.1_F09

图9/G.983.1—ONU的抖动容限模板

8.2.8.7.2 抖动容限

抖动容限的定义是会对光设备引起1 dB光功率代价的施加在输入ATM-PON信号上的正弦抖动的峰—峰幅度。注意，这是一种应激测试，以便保证在运行条件下不会遭受附加的代价。

ONU至少应容许施加符合图9模板的输入抖动，在该图中对每种比特率规范了参数。

8.2.8.7.3 抖动产生

抖动产生规范只适用于ONU。

在下行输入没有施加抖动时，ONU应当不产生大于0.2 UI的峰—峰抖动。对于155.52 Mbit/s上行方向，测量带宽从0.5 kHz到1.3 MHz。对于622.08 Mbit/s上行方向，测量带宽从2.0 kHz到5.0 MHz。

8.2.8.8 连续同一数字（CID）免疫性

由4种类型的连续数据块构成特定的测试脉型：

- 全“1”（定时含量为零，平均信号幅度高）；
- 传号密度比为1/2的伪随机数据；
- 全“0”（定时含量为零，平均信号幅度低）；
- ATM开销字节构成的数据块。

测试图案是由d），a），b），d），c）和b）组成的数据块序列。定时含量为零的a）和c）期间形成等于最长的相似码元序列。CID免疫性定义为这个期间。

8.2.8.9 反射功率容限

反射功率容限是当多重反射的光线分别被当作在 O_{rd} 和 O_{lu} 的噪声光线时能容许的 O_{rd} 和 O_{lu} 光输入平均功率与反射光平均功率之比。

反射功率容限在最低接收灵敏度确定。

8.2.8.10 传输质量和差错性能

为避免系统失效，对于所设计的帧结构，开销字对传输比特差错的抵抗力应在 10^{-6} 左右。光物理媒介从属层的差错性能在本地现场环境应当考虑在段层对于开销字节是否需要具有任何的差错校正机制。

穿过整个PON系统的平均传输质量应当具有小于 10^{-9} 的很低的比特差错比。在ITU-T G.957建议书所规定的环境条件下，对光部分要求的目标差错比应优于 10^{-10} 。

8.3 ATM-PON的传输会聚层的要求

ATM-PON的TC层要求如表5所述。

表5/G.983.1—TC层要求

信元速率分离	ITU-T I.432.1 建议书
HEC 计算差错校正	ITU-T I.432.1 建议书
每个 PON 的虚通道的最大数目	4096
最小寻址能力	64 ONUs

注 — PON寻址能够使用ATM信元信头的全部12比特VP字段，它是跨过VB5参考点使用的，见图10。由于OLT有VP交叉连接功能，PON的VPI值不必等于跨过VB5参考点的VPI值。限制该值最多4 096个VP避免了ONU内高成本的寻址表且能有效地利用PON的资源。

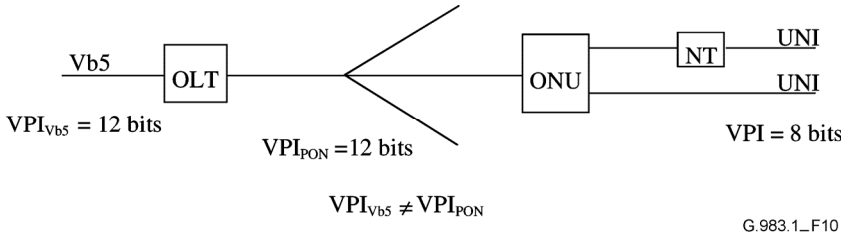


图10/G.983.1—PON的VP用途

8.3.1 PON的点到多点传输

下行信号广播到PON的所有ONU。从每个ONU来的上行传输受OLT的控制，由下行时分复用接入（TDMA）技术进行授权。

8.3.2 下行和上行最大净荷容量

在传输帧内开销字段的最小化应考虑对上行和下行净荷容量的最大化。

系统性能和OAM功能要求的开销容量应当保持能符合系统要求。然而，理想上希望如果可能净荷容量应当等于ATM-PON系统下行能支持的VC4容量。

8.3.3 下行接口

ATM信元的传送容量包括信息信元、信令信元、OAM信元、未指派的信元和用于信元速率分离的信元。物理层开销信元包含物理层OAM信元（PLOAM信元）。

155.52 Mbit/s接口的传送容量是 $149.97 \text{ Mbit/s} \left(155.52 \times \frac{54}{56} \right)$ 。

622.08 Mbit/s接口的传送容量是599.86 Mbit/s。

1 244.16 Mbit/s接口的传送容量是1 199.72 Mbit/s。

8.3.4 上行接口

物理层开销包括PLOAM信元、MAC通路的最小时隙和添加在每个上行ATM信元、PLOAM信元或最小时隙前面的开销字节。

— 155.52 Mbit/s上行接口的传送容量的上限是 $147.2 \text{ Mbit/s} \left(155.52 \times \frac{53}{56} \right)$,

— 622.08 Mbit/s接口是588.8 Mbit/s。OLT对上行PLOAM通路和MAC通路会安排某些额外的带宽。

上行传送容量根据上行带宽在ONU中的分配在ONU之中共享。

8.3.5 传送特定的TC功能

8.3.5.1 帧结构

155.52 Mbit/s和622.08 Mbit/s的下行接口结构由每个包含53个八比特组的ATM信元或PLOAM信元构成的信元连续时隙流组成。

每28个时隙插入一个PLOAM信元。对155 Mbit/s下行由两个这样的PLOAM信元组成下行帧，长度为56个时隙。对622 Mbit/s，由八个PLOAM信元组成，长度为224个时隙。对1244 Mbit/s由十六个PLOAM信元组成，长度为448个时隙。

在上行方向，对155 Mbit/s上行，由56个字节的53个时隙构成帧；而对622.08 Mbit/s，它有212个时隙。OLT通过下行PLOAM信元传送的授权请求ONU发送ATM信元。在可编程的速率，OLT请求ONU发送PLOAM信元或最小时隙。上行PLOAM速率取决于在这些PLOAM信元中包含的请求功能。每个ONU的最小PLOAM速率是每100 ms一个PLOAM。OLT确定分配给上行最小时隙的带宽。

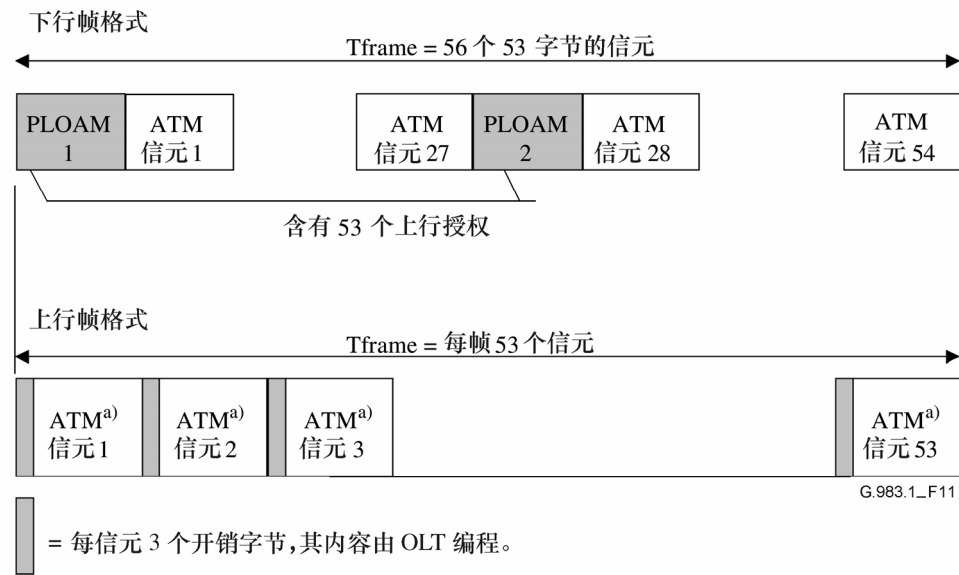
PLOAM信元用于传送物理层OAM信息。另外，它们承载ONU用于上行接入的授权。

分时隙占据一个完整的上行时隙，由若干个一组ONU的最小时隙构成。MAC协议利用它们来向OLT传送ONU请求的状态，以便实现动态带宽分配。这些分时隙的用途是任选的。

所叙述的帧、信元、字节和比特按下列它们编号的顺序传输：帧按上升的顺序传输，帧内信元按上升的顺序传输，信元内字节按上升的顺序传输，字节内最高有效位首先传输。字节内最高有效位的比特编号为1，最低有效位的编号为8，例如0b10101010的MSB是等于1。

8.3.5.1.1 155/155 Mbit/s PON的帧结构

155/155 Mbit/s对称PON的帧结构如图11所示。



a) 任何 ATM 信元时隙包含上行 PLOAM 或者速率由 OLT 控制的分时隙。
注 — ATM 信元按信元编号递增的次序发送。

图11/G.983.1—155.52/155.52 Mbit/s PON的帧格式

上行开销字节包含下列表6列出的字段。

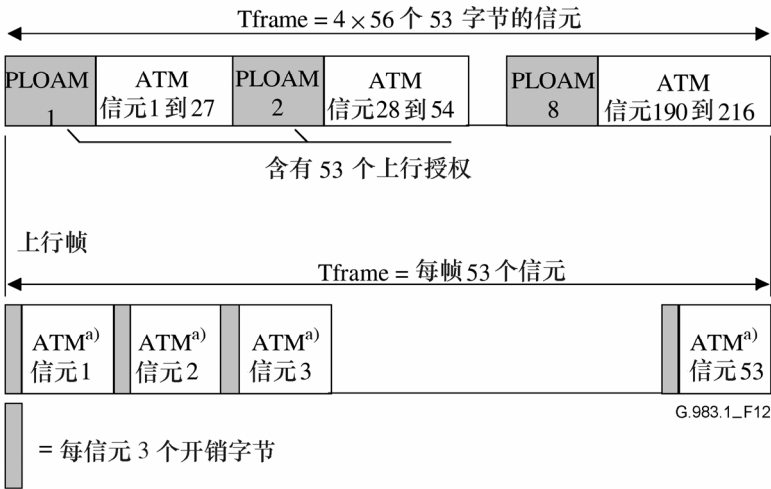
表6/G.983.1—上行开销字节

字 段	用 途
授权时间	在两个连续信元或最小时隙之间提供足够的隔离以避免冲突。
原语	抽出到达的信元或最小时隙相对于 OLT 本地定时的相位，和/或获得比特同步和幅度恢复。
分界符	指示 ATM 信元或最小时隙起点的唯一脉型，能用于实现字节同步。

最小授权时间的长度是4比特。总的开销长度是24比特。授权时间长度、原语脉型和分界符脉型可在 OLT 的控制下编程。这些字段的内容由下行PLOAM信元中上行_开销消息规定。

8.3.5.1.2 622/155 Mbit/s PON的帧结构

在这种情况下，下行速率正好高四倍，如图12所示。
下行帧

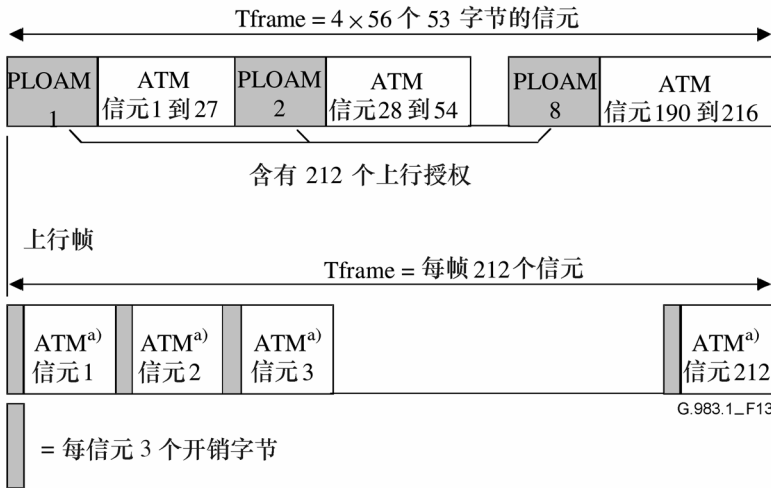


a) 任何 ATM 信元时隙包含上行 PLOAM 或者速率由 OLT 控制的分时隙。
注 — ATM 信元按信元编号递增的次序发送。

图12/G.983.1—622.08/155.52 Mbit/s PON的帧格式

8.3.5.1.3 622/622 Mbit/s PON的帧结构

在这种情况下，下行和上行速率比对称155 Mbit/s情况正好高四倍，如图13所示。
下行帧

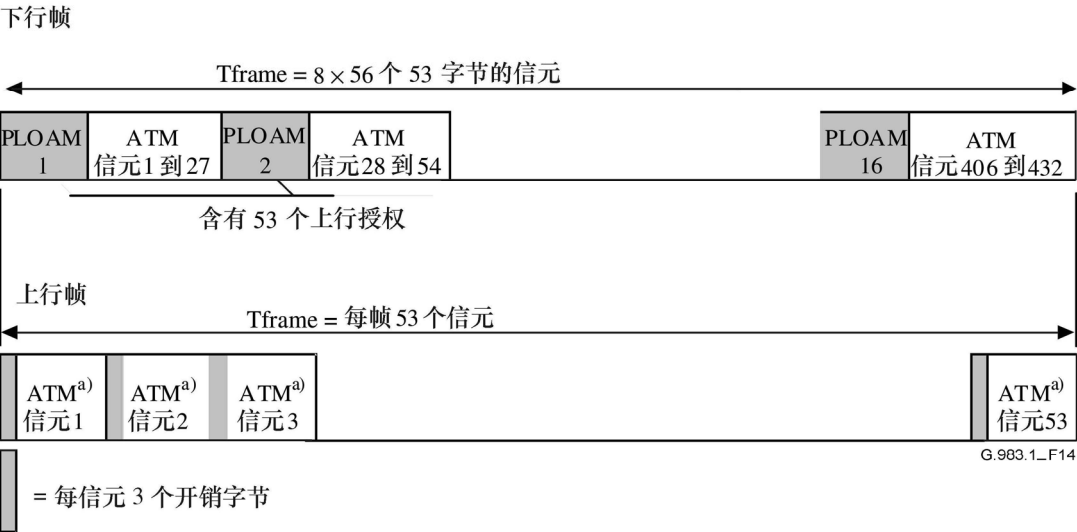


a) 任何 ATM 信元时隙包含上行 PLOAM 或者速率由 OLT 控制的分时隙。
注 — ATM 信元按信元编号递增的次序发送。

图13/G.983.1—622.08/622.08 Mbit/s PON的帧结构

8.3.5.1.4 1 244/155 Mbit/s PON的帧结构

在这种情况下，下行速率比对称155 Mbit/s情况正好高八倍，如图14所示。

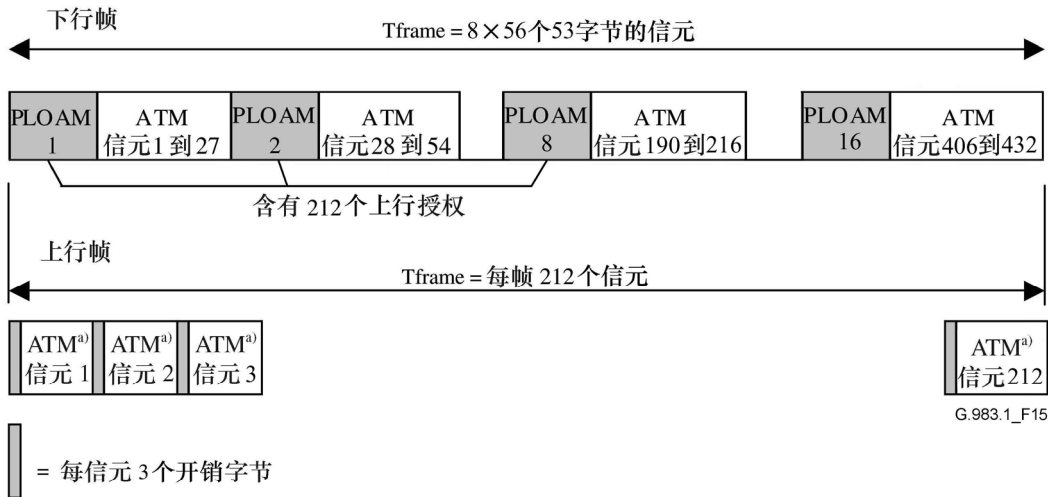


a) 任何 ATM 信元时隙包含上行 PLOAM 或者速率由 OLT 控制的分时隙。
注 — ATM 信元按信元编号递增的次序发送。

图14/G.983.1—1 244.16/155.52 Mb/s PON的帧格式

8.3.5.1.5 1 244/622 Mbit/s PON的帧结构

在这种情况下，下行速率比对称622 Mbit/s情况正好高两倍。如图15所示。



a) 任何 ATM 信元时隙包含上行 PLOAM 或者速率由 OLT 控制的分时隙。
注 — ATM 信元按信元编号递增的次序发送。

图15/G.983.1.—1244.16/622.08 Mbit/s PON的帧格式

8.3.5.1.6 下行 — 上行帧的时间关系

在图11、12、13、14和15中，下行帧的起点和上行帧的起点画成彼此是对准的，为的是要表明两个帧的相等间隔。然而，在OLT或ONU的参考点S/R实际的相位差是不确定的。两个帧在OLT内某个虚参考点很有可能会彼此对准。测距过程保证上行信元与这个上行帧对准。

如图11、12和14所述，53个授权被映射进帧的头两个PLOAM信元，并从1编号到53。对图13和15所述的情况，212个授权被映射进帧的头两个PLOAM信元，编号为1-212。为了保证正确的上行TDMA协议，ONU被授权X寻址，并在施加测距协议规定的均衡_延迟之前排列这个授权（X-1）上行信元周期。

8.3.5.2 物理层信元标识

ITU-T I.361建议书标识了PLOAM流的特定脉型。下列脉型为ATM-PON的维护用途规定。（见表7）

表7/G.983.1—PLOAM信头

	八比特组 1	八比特组 2	八比特组 3	八比特组 4	八比特组 5
ATM-PON 的物理层 OAM 信元	0000 0000	0000 0000	0000 0000	0000 1101	HEC = 有效代码 0111 0110
注 — 因为物理层 OAM 信元不通过 ATM 层，从 ATM 层的观点看，这些独立字段的任何一个都没有意义。					

8.3.5.3 下行PLOAM结构

表8示出下行PLOAM信元净荷的内容。第一和第三列指示净荷字节的序号。

表8/G.983.1—下行PLOAM信元净荷的内容

1	IDENT	25	GRANT20
2	SYNC1	26	GRANT21
3	SYNC2	27	CRC
4	GRANT1	28	GRANT22
5	GRANT2	29	GRANT23
6	GRANT3	30	GRANT24
7	GRANT4	31	GRANT25
8	GRANT5	32	GRANT26
9	GRANT6	33	GRANT27
10	GRANT7	34	CRC
11	CRC	35	MESSAGE_PON_ID
12	GRANT8	36	MESSAGE_ID
13	GRANT9	37	MESSAGE_FIELD1
14	GRANT10	38	MESSAGE_FIELD2
15	GRANT11	39	MESSAGE_FIELD3
16	GRANT12	40	MESSAGE_FIELD4

表8/G.983.1—下行PLOAM信元净荷的内容

17	GRANT13	41	MESSAGE_FIELD5
18	GRANT14	42	MESSAGE_FIELD6
19	CRC	43	MESSAGE_FIELD7
20	GRANT15	44	MESSAGE_FIELD8
21	GRANT16	45	MESSAGE_FIELD9
22	GRANT17	46	MESSAGE_FIELD10
23	GRANT18	47	CRC
24	GRANT19	48	BIP

8.3.5.3.1 PLOAM信元终端

PLOAM信元终端在ONU的传送特定TC层。只要ONU是帧同步的并没有检出OAML、FRML、LCD或LOS，PLOAM信元的净荷就被处理。任何信元，图11内编号从“ATM信元1”到“ATM信元54”或图12或13内编号从“ATM信元1”到“ATM信元216”或在图14或15内编号从“ATM信元1”到“ATM信元432”，都具有等于PLOAM信元特定信头的信头，在ATM特定TC层内ONU将它们丢弃。

8.3.5.3.2 PLOAM标识

表9指明IDENT字节的内容：

表9/G.983.1—IDENT字段的内容

比特	类型	编码	
1..7	FU	全“0”	留待今后使用。
8	帧	X	下行帧的第一个 PLOAM 信元它是“1”；其他为“0”。

8.3.5.3.3 帧同步

ONU在它接入上行链路之前，必须根据下行PLOAM信元内帧比特与下行帧同步。一旦下行ATM信元描述完成，利用在Tploam间隔上搜寻N_Ploam个连续的正确PLOAM信头，使ONU同步于PLOAM速率。Tploam是两个连续PLOAM信元之间的时间。然后，利用在Tframe间隔上搜寻N_frame个连续帧比特=1，使它同步于帧比特。如图16所示。

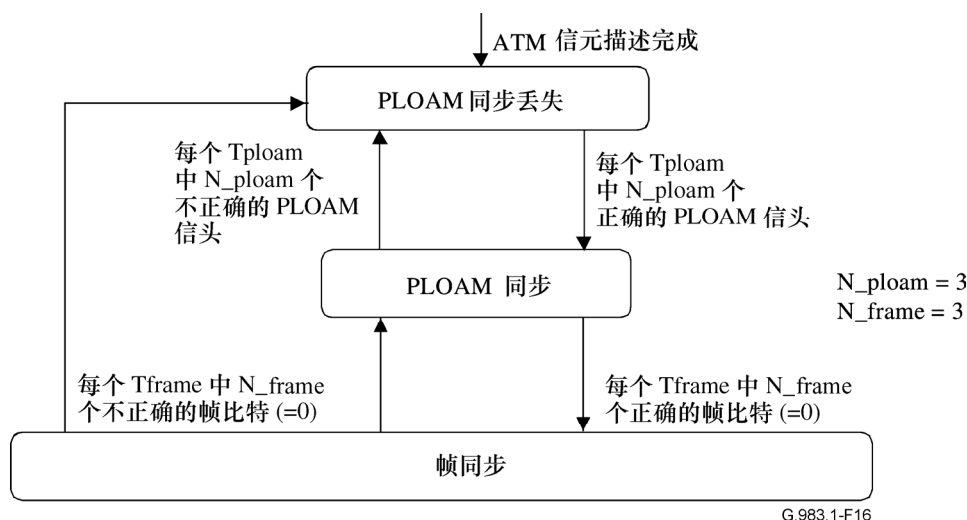


图16/G.983.1—帧同步流程

8.3.5.3.4 同步字段 (SYNC1-SYNC2)

这个字段用于传送OLT提供给ONU的1 kHz参考信号。这个功能是任选的。

对于155 Mbit/s下行的情况，OLT内计数器在下行方向传输一个字节后递增一次。对于622 Mbit/s下行的情况，这个计数器每传输四个字节递增一次。对于1 244 Mbit/s下行的情况，这个计数器每传输八个字节递增一次。这个计数器每1 ms复位一次形成1 kHz参考时钟。在OLT，那个计数器的值在帧的第一个PLOAM信元传输之前是正确的，计数器的15个最低有效位安放进SYNC1-SYNC2字段的15个最低有效位。

计数器的最高有效位放在SYNC1的最高有效位。按照计数器的长度，其他定时参考能够得到。在ONU内接收时，这个字段用来同步本地计数器。ONU计数器就能被锁定在OLT计数器上。这个情况如图17所述。

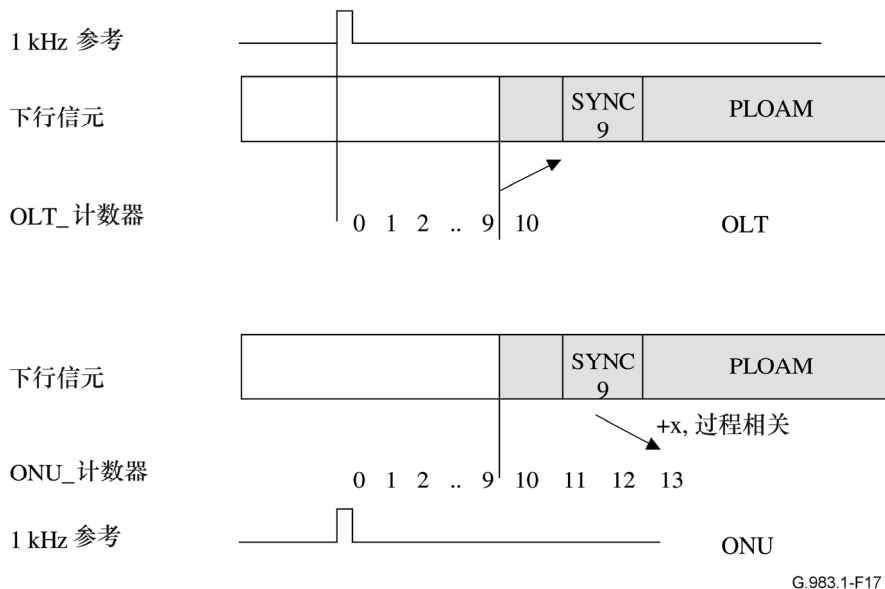


图17/G.983.1—在ONU内1 kHz参考抽取

8.3.5.3.5 授权

每个PLOAM填有27个授权。这些授权由ONU用于上行光纤的接入。对于155 Mbit/s上行的情况，每帧需要53个。这53个有效授权被映射进下行帧的头两个PLOAM信元。对于622 Mbit/s上行的情况，每帧需要212个。212个有效授权被映射进下行帧的头八个PLOAM信元。任何偶数编号PLOAM信元的最后一个授权填入的是无用授权。不对称情况的剩余PLOAM信元的授权字段都填入无用授权，因而ONU不使用。表10规定了PLOAM信元的授权内容。授权的长度是8比特，表10规定其类型。

表10/G.983.1—授权的规范

类 型	编 码	定 义
数据授权	除 1111 1101 1111 1110 1111 1111 外的任何值	用于指示上行 ONU 特定的数据授权。在测距协议期间使用授权_安排消息将数据授权的值指派到 ONU。ONU 能够发送数据信元或在没有数据信元可提供使用时发送空闲信元。
PLOAM 授权	除 1111 1101 1111 1110 1111 1111 外的任何值	用于指示上行 ONU 特定的 PLOAM 授权。在测距协议期间使用授权_安排消息将 PLOAM 授权的值指派到 ONU。ONU 总是发送 PLOAM 信元来响应这个授权。
分时隙授权	除 1111 1101 1111 1110 1111 1111 外的任何值	用于指示上行群 ONU 特定的分时隙_授权。OLT 使用分时隙_授权_配置消息安排授权到一组 ONU。这组 ONU 的每个都是发送最小时隙。这些授权的用途在 G.983.4 说明。
待用的授权	除 1111 1101 1111 1110 1111 1111 外的任何值	本建议书今后的版本中，将采用的其他授权类型，用于特定的数据授权（例如，寻址特定的 ONU 接口或 QoS 类别）。
测距授权	1111 1101	用于测距过程。在测距协议中叙述对这个授权的反应。
不指派授权	1111 1110	用于指示未使用的上行时隙。
无用授权	1111 1111	用于下行 PLOAM 速率与上行信元速率分离。ONU 不理睬这些授权。

	每个PLOAM授权数				
数据率 (Mb/s)	155/155	622/155	1244/155	622/622	1244/622
PLOAM 1	27	27	27	27	27
PLOAM 2	26	26	26	26	26
PLOAM 3	N/A	0	0	27	27
PLOAM 4	N/A	0	0	26	26
PLOAM 5	N/A	0	0	27	27
PLOAM 6	N/A	0	0	26	26
PLOAM 7	N/A	0	0	27	27
PLOAM 8	N/A	0	0	26	26
PLOAM 9-16	N/A	N/A	0	N/A	0

在同一时间，可以访问32个ONU，它最多可任选地访问64个ONU。

8.3.5.3.6 授权保护

循环冗余校验（CRC）保护一群七个授权。授权用的CRC的生成多项式是：

$$g(x) = x^8 + x^2 + x + 1$$

它能够保护多达15个字节，汉明距离为4。它能检出多达3比特的差错。不能进行差错校正。ONU一旦进入帧同步，至少信元描述没有丢失，就不论PLOAM信元信头的正确性如何，授权群都会被处理。

根据循环码的性质，使用计数制来描述CRC。（例如，能够用多项式 $P(x) = x^5 + x^2 + 1$ 来表示100101这样的代码矢量。）因而， n 元码字的元就是 $n-1$ 阶多项式的系数。在这个应用中，这些系数之值能够是0或1的值，使用模2运算实现多项式的运算。代表除CRC字段之外的七个授权为一群的内容的多项式的产生方法是利用这个授权字段的第一比特作为最高阶项的系数。

CRC应当是其系数是除CRC字段之外的七个授权群内容的多项式乘以 x^8 之积用生成多项式 $x^8 + x^2 + x + 1$ 去除（模2）剩下的余数。群的第一个授权的最高有效位是这个多项式的 x^{55} 项的系数，这个群的最后一个授权的最低有效位是 x^0 项的系数。

在发送器，计算除的余数的部件内寄存器的初始内容预置为全“0”，然后，除CRC字段之外的授权字段被生成多项式除（如上所述）使它改变；最终的余数作为8比特CRC发送出去。

对于最后六个授权的群，将等于0b00000000 的空第七个授权添加进去再计算这个群的CRC。

当接收器发现CRC错误时，整个块忽略不计。

8.3.5.3.7 消息字段

与告警或由事件触发的超过门限的警告相关的所有OAM都通过PLOAM信元内消息传送。与消息相关的所有的测距也映射进PLOAM信元的消息字段。在ONU接收的与测距程序有关的消息处理应在6个帧周期

(6*Tframe) 的时间内完成。这包括对相应于这个下行消息的上行消息可能发生的预加工。消息用与授权同样的多项式进行保护。ONU一旦进入帧同步，消息字段就被处理而不管PLOAM信元信头的正确性如何。对这个接收的消息字段不采用差错校正。在接收的CRC不正确时抛弃该消息。

CRC应当是其系数是除CRC字段之外的消息字段的内容的多项式乘以 x^8 之积用生成多项式 $x^8 + x^2 + x + 1$ 去除（模2）剩下的余数。字节35的最高有效位是这个多项式的 x^{95} 项的系数，字节46的最低有效位是 x^0 的系数。

在发送器，计算除的余数的部件内寄存器的初始内容预置为全“0”，然后，除CRC字段以外的消息字段被生成多项式除（如上所述）使它改变；最终的余数作为8比特CRC发送出去。

表11指明这个消息字段的格式。

表11/G.983.1—PLOAM消息的格式

MESSAGE_PON_ID	它访问实际的 ONU。在测距协议期间，ONU 被指定一个编号，PON_ID。这个 PON_ID 能从 0 编到 63，映射进范围 0x00 到 0x3F。 对于广播向所有 ONU 的情况，这个字段置为 0x40。
MESSAGE_ID	指示消息的类型。
MESSAGE_FIELD	包含消息。

8.3.5.3.8 比特间插校验（BIP8）

这个字段用于监视下行链路的BER。在每个PLOAM信元内的一个字节BIP8涵盖两个连续的BIP的 $28 \times 53 - 1$ 字节或1 483字节。BIP8的每个比特是所涵盖的扰码前所有字节内全部相同位置比特的异或结果。ONU比较收到的BIP8和在接收的字节流上计算出的BIP8。统计每个不同的比特。在BER小于 10^{-4} 时，BIP能很好评估真实的BER。

8.3.5.4 上行PLOAM结构

表12示出上行PLOAM信元的净荷内容。

表12/G.983.1—上行PLOAM信元的净荷内容

1	IDENT	25	LCF11
2	MESSAGE_PON_ID	26	LCF12
3	MESSAGE_ID	27	LCF13
4	MESSAGE_FIELD1	28	LCF14
5	MESSAGE_FIELD2	29	LCF15
6	MESSAGE_FIELD3	30	LCF16
7	MESSAGE_FIELD4	31	LCF17
8	MESSAGE_FIELD5	32	RXCF1
9	MESSAGE_FIELD6	33	RXCF2
10	MESSAGE_FIELD7	34	RXCF3
11	MESSAGE_FIELD8	35	RXCF4
12	MESSAGE_FIELD9	36	RXCF5
13	MESSAGE_FIELD10	37	RXCF6
14	CRC	38	RXCF7
15	LCF1	39	RXCF8
16	LCF2	40	RXCF9
17	LCF3	41	RXCF10
18	LCF4	42	RXCF11
19	LCF5	43	RXCF12
20	LCF6	44	RXCF13
21	LCF7	45	RXCF14
22	LCF8	46	RXCF15
23	LCF9	47	RXCF16
24	LCF10	48	BIP

8.3.5.4.1 PLOAM信元终端

PLOAM信元终端在OLT的传送特定TC层。只要ONU_i 的状态不是LOS_i、LCD_i、CPE_i、OAMLi，PLOAM信元的净荷就被处理。

8.3.5.4.2 PLOAM标识

表13指明IDENT字节的内容。

表13/G.983.1—IDENT字段的内容

比 特	类 型	编 码	
1.. 8	FU	全 “0”	待今后使用

8.3.5.4.3 消息字段

与告警或由事件触发的超过门限警告等有关的所有OAM都通过PLOAM信元中消息传送。与消息相关的所有测距也映射进PLOAM信元的消息字段。它们使用与下行消息所用CRC一样的CRC进行保护。这个接收的消息字段不采用差错校正。当CRC错误或当PLOAM信元的信头有差错时，抛弃该消息。

CRC应当是其系数是除CRC字段之外的消息字段的内容的多项式乘以 x^8 之积用生成多项式 x^8+x^2+x+1 去除（模2）剩下的余数。字节2的最高有效位是这个多项式的 x^{95} 项的系数，字节13的最低有效位是 x^0 的系数。

在发送器，计算除的余数的部件内寄存器的初始内容预置为全“0”，然后，除CRC字段以外的消息字段被生成多项式除（如上所述）使它改变；最终的余数作为8比特CRC发送出去。

表14指明这个消息字段的格式。

表14/G.983.1—消息字段的格式

MESSAGE_PON_ID	它包含源 ONU 的 PON_ID。然而，OLT 知道隐含的 ONU_ID，因为它产生对它的授权。如果这个字段的内容与关于这个 PON_ID 可能的预期值不符，就抛弃这个消息。
MESSAGE_ID	指示消息的类型。
MESSAGE_FIELD	包含消息。

8.3.5.4.4 比特交叉校验（BIP-8）

这个字段用于监视上行链路的BER。ONU在它发送的两个连续的BIP之间除开销字节和最小时隙之外的信元（尽管没有开销字节）的所有字节上计算每个PLOAM信元中的一个字节BIP-8。BIP-8的每个比特是涵盖的扰码前所有字节内全部相同位置比特的异或结果。OLT比较收到的BIP-8和它自己计算的BIP-8。统计每个不同的比特，BIP-8的有效范围与两个连续的PLOAM之间信元的数目，也就是分配的带宽有关。因为OLT确定具体ONU的PLOAM速率，它能够提高这个速率来获得更高的BER测量精度。

8.3.5.4.5 激光器控制字段（LCF）

这个字段用于在ONU被允许发送信元时维持规定的标称平均输出光功率并控制消光比。因为上行信元被扰码，用要求的光发送脉型与上行扰码器的生成多项式的PRBS脉型的模2加得出这个脉型。

因为它与上行激光器驱动器的特定实现方式有关，ONU要能对这个字段进行编码指令。

8.3.5.4.6 接收器控制字段（RXCF）

在上行OLT接收器中使用这个字段恢复从输入模拟信号再生数据用的正确门限电平。默认的脉型是全“1”脉型。OLT利用上行_R_X_控制消息编程这个脉型。因为上行信元被扰码，用要求的光发送脉型与生成多项式的PRBS脉型的模2加得出这个脉型。

8.3.5.5 分时隙

上行时隙能够包含分时隙。它套在一个上行时隙内并含有若干个来自一组ONU的最小时隙。OLT指派一个分时隙授权给这组ONU用来发送它们的最小时隙。图15示出分时隙的格式。

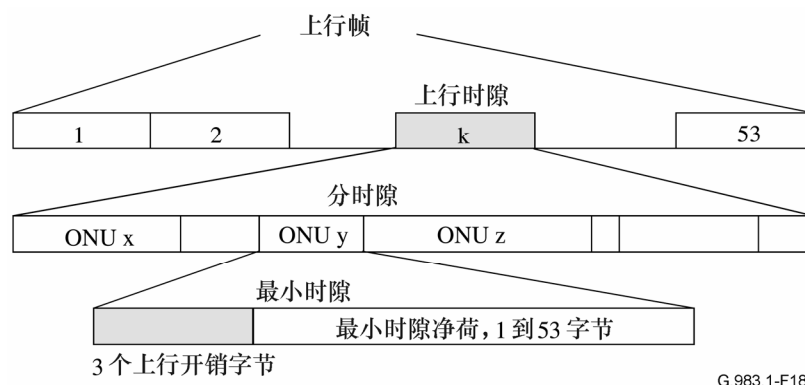


图18/G.983.1—分时隙的格式

最小时隙的起点在字节的边界处。最小时隙的长度是字节的倍数。最后一个最小字节的终点必须在上行时隙终点之前或与它一致。三个开销字节具有与表6规定的相同定义。分时隙功能的更完整的定义见ITU-T G.983.4建议书。

8.3.5.6 搅动

由于PON的多种情况的性质，在TC层使用由ONU上行发送的搅动密钥将下行信元搅动。对点到点的下行连接实施搅动，搅动只能在每个VP建立时使能或禁止。搅动密钥的更新率是每个ONU每秒至少更新一次。如搅动不足以达到所提供的业务需要的安全性要求，应当在比TC层更高的层采用适当的加密机制给数据提供扰码。

8.3.5.6.1 搅动密钥的产生

在这个方法被激活时，搅动功能使用3字节密钥。这个搅动密钥在OLT请求时由ONU提供。为提高安全性，用3字节随机产生的数和从上行用户数据抽出的3字节数据进行异或计算出这个密钥。这些3字节代码命名为X1~X8，P1~P15和P16。

8.3.5.6.2 新的搅动密钥的标识

新的搅动密钥由ONU使用“新_搅动_密钥消息”（“New_churn_key message”）通知OLT。3字节代码，X1~X8，P1~P15和P16在这个消息的净荷中传送。

8.3.5.6.3 在ONU和OLT内K1~K9和K10比特的产生

K1~K9和 K10在搅动中伴随搅动密钥使用。根据上述3字节代码按如下方法产生它们。

K1和K2比特分别在ONU和OLT内用X1~X8, P13~P15和P16产生。产生方法如下:

$$K1 = (X1 * P13 * P14) + (X2 * P13 * \text{not } P14) + (X7 * \text{not } P13 * P14) + (X8 * \text{not } P13 * \text{not } P14)$$

$$K2 = (X3 * P15 * P16) + (X4 * P15 * \text{not } P16) + (X5 * \text{not } P15 * P16) + (X6 * \text{not } P15 * \text{not } P16)$$

其中:

+ 逻辑或

* 逻辑与

not 逻辑非

K3~K9和K10比特在ONU和OLT内用K1, K2, P9~P11和P12产生。产生方法如下:

$$K3 = (K1 * P9) + (K2 * \text{not } P9)$$

$$K4 = (K1 * \text{not } P9) + (K2 * P9)$$

$$K5 = (K1 * P10) + (K2 * \text{not } P10)$$

$$K6 = (K1 * \text{not } P10) + (K2 * P10)$$

$$K7 = (K1 * P11) + (K2 * \text{not } P11)$$

$$K8 = (K1 * \text{not } P11) + (K2 * P11)$$

$$K9 = (K1 * P12) + (K2 * \text{not } P12)$$

$$K10 = (K1 * \text{not } P12) + (K2 * P12)$$

8.3.5.6.4 在OLT中搅动功能

在OLT内根据14比特代码搅动下行用户数据。这些代码, K1, K2, P1~P11和P12用于搅动。图19示出在OLT内搅动功能的示例配置。ATM信元的ATM信头不受搅动, 只搅动信元的净荷。下行用户数据的搅动和解搅功能是逐比特实现的。在图19内, Y1和Z1是字节的MSB, Y8和Z8是字节的LSB。

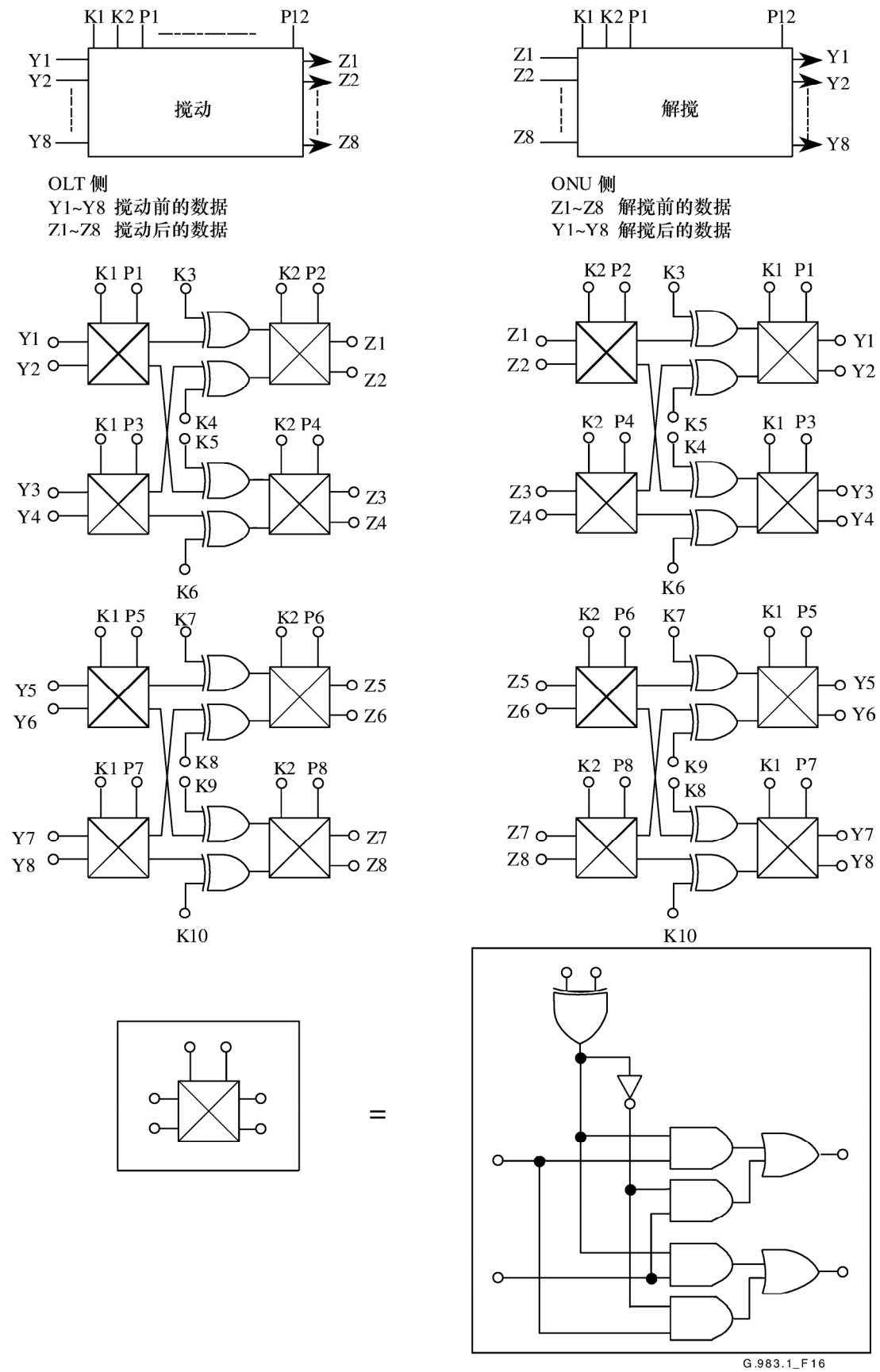


图19/G.983.1—搅动功能

8.3.5.6.5 在ONU中解搅

接收的用户数据应根据ONU内14比特代码解扰。这些代码，K1，K2，P1～P11和P12也为解搅使用。图19示出ONU内解搅功能的示例配置。

8.3.5.6.6 搅动消息流程

按来自OLT的请求ONU提供搅动密钥。先前激活的ONU的搅动的VP在回到PON时应被复原。被测距或再测距ONU的搅动在收到来自这个ONU的第一个密钥后开始。图20示出搅动消息流程。

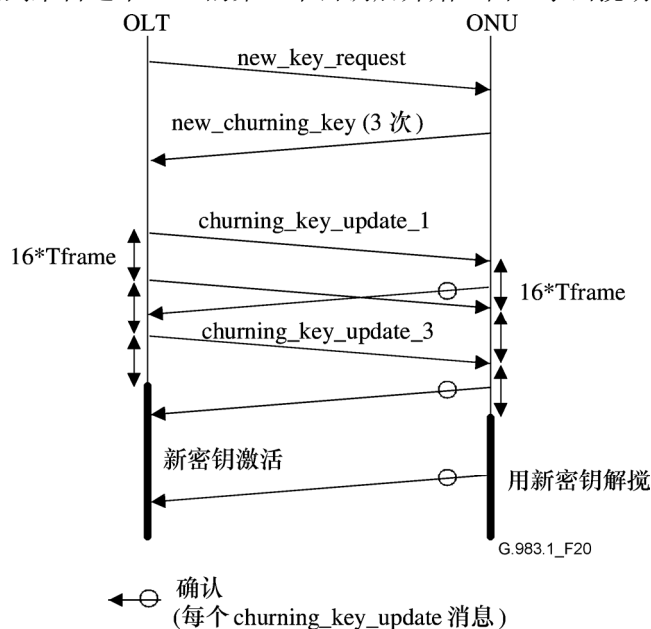


图20/G.983.1—搅动消息流程

在收到新密钥请求消息（new_key_request message）时，ONU用新搅动密钥（new_churning_key）响应。ONU在三个连续的PLOAM信元中发送这个消息。如OLT收到三个同样的新密钥，它就在3个PLOAM信元中发送搅动密钥更新（churning_key_update）三次，为防止消息丢失，它们之间具有合适的间隔，该间隔为16*Tframe在这些消息中包含消息的序号（i）。如果至少收到一个这些消息，ONU知道在OLT中新密钥已被激活，因为这些消息之间的延迟是事先知道的。在第三个churning_key_update message之后16*Tframe新密钥变得有效。在每个正确收到的churning_key_update message之后ONU发送确认（Acknowledge）消息。如果在发送最后一个churning_key_update消息之后又等待300 ms之后OLT还没有收到确认，OLT检测出这个ONU的确认丢失状态（LOAi）。

如果在等待时间300 ms之内没有在前个请求上收到new_churning_key，OLT能够发送new_key_request；或者，在激活新密钥之后并至少收到一个确认，它能够发送new_key_request。

OLT向VP被搅动的ONU发送三次搅动的VP（churned_VP）消息三次，指明这种情况。在通过这个VP下行到ONU之前，它等待确认。如果在发送最后一个churned_VP消息之后300 ms内没有收到确认，OLT检出LOAi状态。

8.3.5.6.7 高级安全性

作为可选，可以使用高级加密标准（AES）代替搅动获得链路的安全性。尽管AES有几种工作模式，在BPON系统中只使用电子代码簿（ECB）模式。算法应施加于信元的48字节净荷。注意，因为这个净荷总是代码块（3）的整倍数，不需要衬垫。对于任何BPON线路速率，AES都可使用。

big_key（大密钥）消息的格式在8.3.8.2.2中给出。这个消息是单目标消息，它载送三个信息字段：Key_Index（密钥索引）、Frag_Index（分段索引）和KeyBYTE（密钥字节）。这种结构允许这个消息在通路上承载随机长度的密钥。Key_Index用作顺序编号，使每组密钥的传输是唯一的。Frag_Index用来重新编排多个密钥传输。KeyBYTE在每个分段中承载密钥的8个字节。

下列例子能够说明这些字段的用途。假设ONU使用128比特加密密钥，和它收到了新的搅动密钥请求（New Churning Key Request）消息。

在ONU相继发生的事件有：

- ONU生成新的随机密钥：KeyBYTE0到KeyBYTE15
- ONU递增Key_Index
- ONU发送具有Frag_Index=0，KeyBYTE0到KeyBYTE7的Big_Key消息
- ONU发送具有Frag_Index=1，KeyBYTE8到KeyBYTE15的Big_Key消息
- ONU发送具有Frag_Index=0，KeyBYTE0到KeyBYTE7的Big_Key消息
- ONU发送具有Frag_Index=1，KeyBYTE8到KeyBYTE15的Big_Key消息
- ONU发送具有Frag_Index=0，KeyBYTE0到KeyBYTE7的Big_Key消息
- ONU发送具有Frag_Index=1，KeyBYTE8到KeyBYTE15的Big_Key消息

注意与搅动相关的密钥交换、密钥转换和告警的细节完全不改变。

8.3.5.7 证实功能

因为所有ONU的串号在测距协议期间传送它们时能够从下行PLOAM信元中抽出，恶意用户能够窃听PLOAM信元并抽出所有的串号冒充其他的ONU。为防止这种情况，OLT可以请求ONU的密码。这个密码只在上行方向发送，其他相连的ONU不能恢复。

在OLT请求密码时，ONU发送它的密码三次来响应。如果收到三个同样的密码，OLT宣告这个密码待证实，并试图证实该密码。

按运营商的要求可能有两种证实方法。如果OLT存有所连接的ONU的有效密码表，由操作人员指令启动，只比较收到的所请求密码与本地表列有效密码。如果OLT不知道预定的密码，第一次ONU将收到的密码当作ONU余下的存活时间用的有效参考。

如果OLT收到无效的密码，它通知操作人员。

8.3.5.8 更高层用的VP/VC

TC层激活/去活下行和上行VP/VC。OLT和ONU使用这些VP/VC在ATM层通信。这个通路使用类似在

ONU内UPC功能配置，填入ONU的过滤表，ONU的接口配置等。

OLT发送三个配置VP/VC消息（`configure_VP/VC messages`）给ONU，并等待在发送最后一个配置VP/VC消息后300 ms之内收到确认。如果没有收到确认，OLT就检出LOAi状态并去活ONU。

8.3.5.9 双向PON系统

在双向系统，冗余的PON保护激活的PON，使用特定的在PLOAM信元中的消息激活保护倒换。要求OLT的线路编号必须完全与ONU的线路编号相同。根据OLT与ONU的互通方案，将这个线路识别符指派给发送器。在OLT和ONU都发送该线路识别符，检查收到的线路识别符是否与它自己的识别符相同。这个被定义为PON段踪迹（PST）消息。然后，每个设备能证实它已继续连接到希望的发送器。如果收到的线路编号与它自己的线路编号不同，设备就产生一个告警[MIS（线路失配）]通知操作人员或用户。

PST消息包含K1，K2字节，如ITU-T G.783建议书用于实现自动保护倒换的规范。在ITU-T G.983.5建议书给出对它的更完整说明。

对于特别的系统，链路不匹配是任选的。

8.3.5.10 MAC协议

在OLT内MAC控制器以合理的方式安排属于ONU的PON的上行带宽，它需要实现这个任务的消息。ONU将要求的信息映射进分时隙一部的最小时隙的最小时隙净荷字段。在收到相应的分时隙授权后允许ONU发送这个最小时隙。使用分时隙授权配置消息（`Divided_Slot_Grant_configuration message`）建立或释放这个授权。在同一消息传送最小时隙的长度和偏移。这个消息和MAC协议传送的格式尚待研究。

8.3.6 ATM特定的TC功能

8.3.6.1 下行

8.3.6.1.1 ATM信元格式

ITU-T I.361建议书规定ATM的信元。

8.3.6.1.2 信头差错控制

如ITU-T I.432.x 系列建议书的规定。

8.3.6.1.3 信元描述

下行信元描述在ONU内实现。任选的方法规定在ITU-T I.432.x 系列建议书。

8.3.6.1.4 扰码器的工作

如ITU-T I.432.x系列建议书的规定（基于传送系统的信元用的分配信元扰码器的方法）。

8.3.6.1.5 空闲信元

空闲信元，如I.432.x 系列建议书的规定，在OLT插入，在ONU为了信元速率分离而抛弃。

8.3.6.1.6 PLOAM信元

在图11中编号ATM信元1到ATM信元54或在图12或13中编号ATM信元1到ATM信元216或在图14或15中编号ATM信元1到ATM信元432的任何一个具有与PLOAM信元特定的信头相等的信头，在ONU都被抛弃。

8.3.6.2 上行

8.3.6.2.1 ATM信元格式

如ITU-T I.361建议书的规定，对每个单ONU，OLT给上行加上HEC。

8.3.6.2.2 信头差错控制

如ITU-T I.432.x系列建议书的规定。

8.3.6.2.3 信元描述

因为上行信元以不同的相位从不同的ONU到达，OLT对n个激活的ONU保持n个状态图。图21示出一个ONU的状态图。

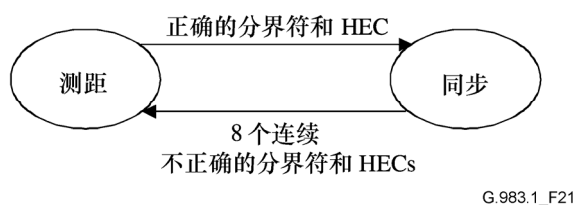


图21/G.983.1—信元描述状态图

首先，由测距方法完成信元描述。ONU调整往返延迟，使它的信元能按正确的时间到达OLT。测距过程可以被看成ITU-T I.432.1建议书规定的HUNT状态。在一个正确的分界符和HEC之后，ONU宣告同步。八个连续不正确的分界符或HEC，ONU就宣告不同步（LCDi，信元分界丢失），它被去活并重新测距。这个ONU仍然在进行的授权将被抛弃。

8.3.6.2.4 扰码器的工作

上行信号用生成多项式 $x^9 + x^4 + 1$ 进行扰码。如图22示，在参考点X它置为全“1”。这个脉冲与每个上行信元或最小时隙模2加。上行开销字节不扰码。

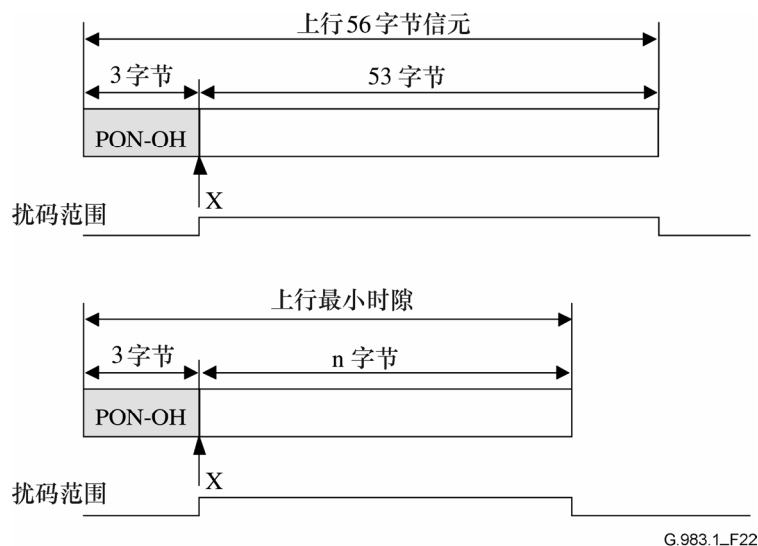


图22/G.983.1—上行扰码器

这个扰码器的实现方式应当在功能上与图23所示方式一样。

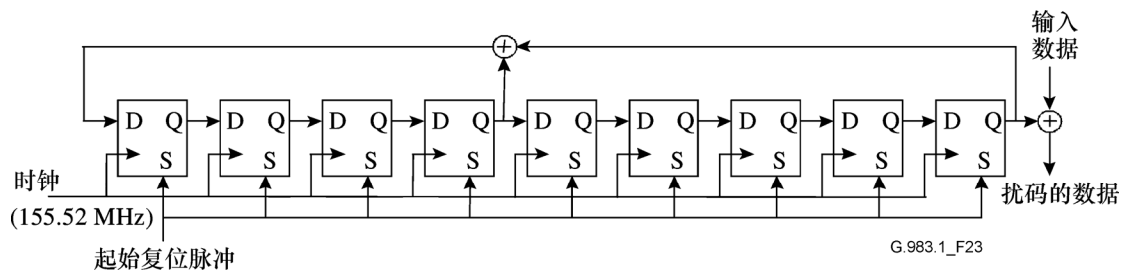


图23/G.983.1—上行扰码器

复位脉冲将所有FF（触发器）置为“1”。

8.3.6.2.5 空闲信元

当ONU收到数据授权又没有信元可供使用时，如ITU-T I.432建议书的规定，它发送空闲信元。空闲信元在ONU插入并在OLT信元速率分离时抛弃。

8.3.6.2.6 PLOAM信元

从传送特定TC层接收的PLOAM信元属于例外情况，应不再使用。

8.3.7 OAM功能

设置在ONU和OLT的OAM功能如图24示。该图还示出OLT和ONU之间的通知信号。这些信号映射进PLOAM信元的消息字段内。在ITU-T I.610建议书中规定的一般原则能适用于PON。然而，由于物理媒介的点到多点的性质，从OLT到ONU的某些通知是要作废的，因为原则上ONU从属于OLT且ONU不能根据这些通知有任何动作。

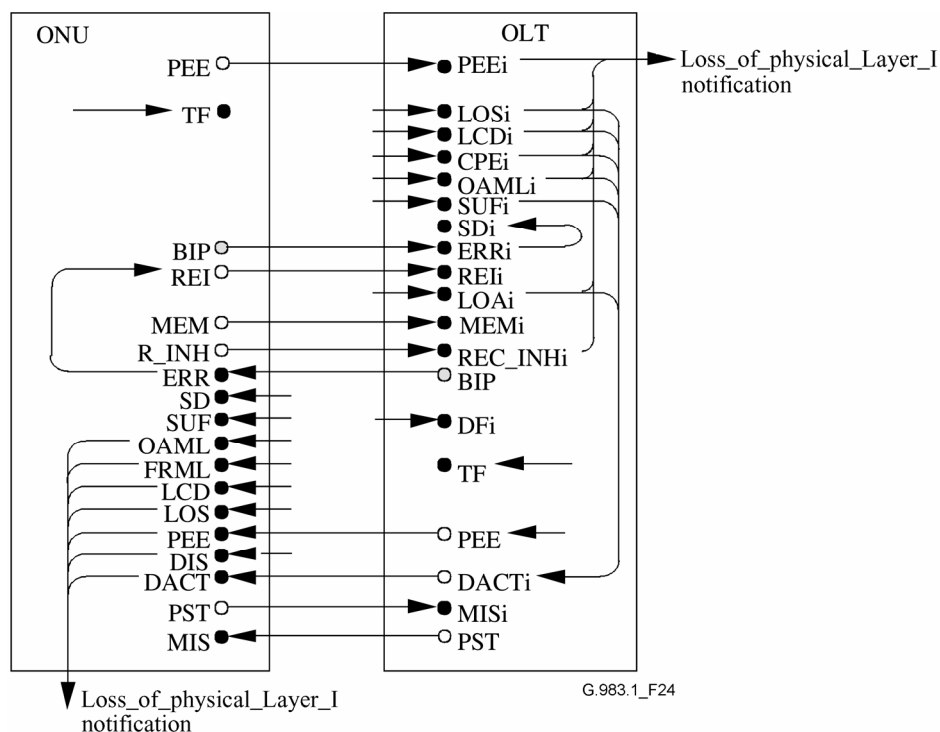


图24/G.983.1—OAM功能

8.3.7.1 在OLT检测的项目

表15/G.983.1—在OLT检测的项目

类 型	说 明	
	检出条件	动作
	撤消条件	动作
TF	发送器失效	
	当标称背向光电流没有了或当驱动电流超过最大规定值时，宣告 OLT 发送器失效	
SUFi	ONU_i 建立失败	
	OLT 收到来自 ONU 的光脉冲串，但对这个 ONU i 的测距已失效 n 次 ($n = 2$; 参见 8.4.4.3.3)	发送三次 deactivate_PON_ID messages (去活 PON_ID 消息)
	ONU 重新测距成功	
PEEi	ONU_i 的物理设备错误	
	OLT 收到来自 ONU 的 PEE	产生 Loss_of_physical_layer_I notification (物理层 I 丢失通知)
	在三秒内 OLT 没有收到来自 ONU _i 的 PEE	停止 Loss_of_physical_layer_I notification
LCDi	ONU_i 的信元描述丢失	
	收到来自 ONU _i 八个连续的无效分界符或无效 HEC	发送三次 deactivate_PON_ID messages (去活 PON_ID 消息) 产生 Loss_of_physical_layer_I notification (物理层 I 丢失通知)
	在运行状态内获得 ONU _i 的信元描述	
OAMLi	ONU_i 的 PLOAM 信元丢失	
	遗失三个连续的 ONU _i 的 PLOAM 信元	发送三次 deactivate_PON_ID messages (去活 PON_ID 消息) 产生 Loss_of_physical_layer_I notification (物理层 I 丢失通知)
	在运行状态 OLT 收到相应于它的 PLOAM 授权的 PLOAM 信元	
CPEi	ONU_i 的信元相位错误	
	OLT 能收到正确的分界符和接收的信元相位超过限制，OLT 的校正动作不能解决问题	发送三次 deactivate_PON_ID messages (去活 PON_ID 消息) 产生 Loss_of_physical_layer_I notification (物理层 I 丢失通知)
	在运行状态 OLT 收到的信元在正确位置之内	

表15/G.983.1—OLT检测的项目

类 型	说 明	
LOSi	ONU _i 信号丢失	
	在预期的八个上行序列信元期间 O/E 接收器没有收到 ONU _i 的有效信号。	发送三次 deactivate_PON_ID messages（去活 PON_ID 消息）产生 Loss_of_physical_layer_I notification（物理层 I 丢失通知）
	在运行状态 OLT 收到相当于它的授权的有效光信号。	
LOAi	ONU _i 的确认丢失	
	OLT 在一组必然包含上行确认的下行消息之后没有收到来自 ONU _i 的确认。	发送三次 deactivate_PON_ID messages（去活 PON_ID 消息）产生 Loss_of_physical_layer_I notification（物理层 I 丢失通知）
	OLT 收到了确认	
DFi	ONU _i 去活失效	
	在三个 DACT 消息之后 ONU 不能正确响应	
	被操作人员撤消	
ERRi	ONU _i 误块检出	
	上行接收的 BIP8 与在接收码流上计算的 BIP8 比较。在它们之间有差异时，OLT 产生 ERR _i 。	
	在下一个来自 ONU _i 的其 BIP8 与计算的 BIP8 相符的上行 PLOAM 信元被 OLT 收到时应当清除 ERR _i 。	
SDi	ONU _i 的信号劣化	
	在间隔 T _{measure} 时间，相异比特的数目累计为 Error _I 。BER 定义为 $BER = Error_i / (BW * T_{measure})$ 。其中 BW 是分配的上行带宽。 当 ONU _i 的上行 BER 变得 $\geq 10^{-5}$ 时，进入这个状态。	
	当 ONU _i 的上行 BER 变得 $< 10^{-5}$ 时，清除这个状态。	

表15/G.983.1—OLT检测的项目

类 型	说 明	
REIi	ONU _i 的远端差错指示	
	在 OLT 收到非零 REI 消息时产生 REI _i 。	
	在 OLT 收到来自 ONU _i 的报告零差错的 REI 消息时应清除 REI _i 。	
MEMi	来自 ONU _i 的消息错误消息 (Message_Error Message)	
	OLT 收到来自 ONU _i 的不理解的消息或收到 message_error message。	
	在操作人员得到通知时。	
R-INHi	ONU _i 的接收告警禁止	
	在 OLT 收到来自 ONU _i 的 R-INH 消息，就检出 R-INHi。	不理睬从这个 ONU 接收的告警。产生 Loss_of_physical_layer_I notification (物理层 I 丢失通知)
	在 OLT 收到 ONU _i 测距过程内 PLOAM 信元时。	—
MISi	ONU _i 链路失配	
	OLT 检测到接收的 PST _i 与发送的 PST 不同。	
	OLT 检测到接收的 PST _i 与发送的 PST 相同。	

8.3.7.2 ONU检测的项目

表16/G.983.1—ONU检测的项目

类 型	说 明	
	检测条件	动作
	撤消条件	动作
TF	发送器失效	
	当标称背向光电流没有了或当驱动电流超过最大规定值时，宣告 ONU 发送器失效。	
LOS	信号丢失	
	没有有效的光信号，例如，能够由逻辑功 (OAML.AND.FRML.AND.LCD) 产生的这个信号。	关闭激光器。产生 Loss_of_physical_layer notification (物理层丢失通知)
	存在有效光信号，例如能够由上述逻辑功能的“非”产生的这个信号。	

表16/G.983.1—ONU检测的项目

类 型	说 明	
PEE	Physical_Equipment_error Signal	
	ONU 收到 PEE 消息	产生 Loss_of_physical_layer notification（物理层丢失通知）
	在三秒内 ONU 没有收到 PEE 消息	
SUF	建立失效	
	这个 ONU 的测距失效（参见测距过程的精确条件）	
	测距成功	
OAML	PLOAM信元丢失	
	三个连续的 PLOAM 信头是错误的	关闭激光器。产生 Loss_of_physical_layer notification（物理层丢失通知）
	在三个连续的 PLOAM 信头正确时 OAM 同步	
LCD	信元描述丢失	
	七个连续的 ATM 信元具有无效 HEC	关闭激光器。产生 Loss_of_physical_layer notification（物理层丢失通知）
	N 个连续的 ATM 信元具有正确的 HEC（N = 9 或 17）	
FRML	下行帧FRML丢失	
	连续三帧的帧比特为“0”	关闭激光器。产生 Loss_of_physical_layer notification（物理层丢失通知）
	连续三帧的帧比特为“1”	
ERR	检测出误块	
	下行接收的 BIP8 与在接收码流上计算的 BIP8 相比较。相互不一致的比特数累计为 ERR。在规定的间隔，该量通过 REI 发送给 OLT。这个间隔由 OLT 用 BER_interval_timer message（BER 间隔计时器消息）进行编程。 每次收到下行 PLOAM 信元就更新 ERR。	按 BER_间隔时间周期发送 REI
SD	信号劣化	
	当下行 BER $\geq 10^{-5}$ 时置为激活	
	当下行 BER $< 10^{-5}$ 时置为去活	
MEM	消息错误消息	
	当 ONU 收到一个未知的消息时	发送上行 Message_error message（消息错误消息）

表16/G.983.1—ONU检测的项目

类 型	说 明	
DACT	去活PON_ID	
	接收访问这个 ONU 的 Deactivate_PON_ID 消息，请求 ONU 去活自己	关 闭 激 光 器 并 进 入 状 态 O2 。 产 生 Loss_of_physical_layer notification（物理层丢失通知）
	收到上行开销消息	继续常规测距过程
DIS	禁止ONU	
	ONU 收到带有自己的串号和使能标志 = 0xFF 的 Disable_serial_number message（禁止_串号消息）。它保留在这个状态，哪怕是在电源关闭之后	关闭激光器。进入紧急停止状态 O9。产生 Generate Loss_of_physical_layer notification（物理层丢失通知）
	ONU 收到具有使能标志 = 0x0F 的 Disable_serial_number message（禁止_串号消息）或收到具有它自己的串号和使能标志 = 0x00 的 Disable_serial_number message（禁止_串号消息）	进入状态 O1
MIS	链路失配	
	ONU 检测到接收的 PST 与发送的 PST 不一致	
	ONU 检测到接收的 PST 和发送的 PST 相同	

8.3.8 在PLOAM通道中的消息

全部下行消息的处理时间在 $6 \cdot T_{\text{frame}}$ 之内，它是ONU处理下行消息并准备任何上行相应措施所需要的时间。下行churning_key_update消息优先于所有其他下行消息。优先的等级在“功能”栏内指示。在某些消息的情况，ONU要用上行消息答复。上行消息的优先等级为0（0是最低优先等级）。

还要注意，在没有DBA或双向保护的系统内，不使用特定的分时隙授权配置和PST消息。但是，所有的系统应能接收这样的消息，除非发生差错。更详细的性能说明参见ITU-T G.983.4和G.983.5建议书关于这些消息的叙述。

8.3.8.1 消息的定义

见表17。

表17/G.983.1—消息的定义

	消息名称	功能	方向	启动	发送次数	收到的效果
1	无消息 (No message)	当发送 PLOAM 信元时没有可用的消息	OLT → ONU	空的消息队列	—	抛弃
2	请求新的搅动密钥 (New_churning_key_rq)	它要求来自 ONU 的新搅动密钥	OLT → ONU	OLT 需要搅动机制用的新密钥	1	ONU 产生新密钥并用 new_churning_key 消息将该密钥传送给 OLT
3	上行 RX 控制 (Upstream_RX_control)	指令 ONU 将它的脉型填入上行 PLOAM 信元的 RXCF 部分	OLT → ONU	每次测距过程开始	3	ONU 设置上行 PLOAM 信元的上行 RXCF 字段
4	上行开销 (Upstream_overhead)	指令 ONU 将它的开销和预指派均衡延迟 (Te) 用于上行方向	OLT → ONU	每次测距过程开始	3	ONU 设置上行开销和预指派均衡延迟 (Te)
5	串号模板 (Serial_number_mask)	它提供串号和掩盖这个串号一部分的模板	OLT → ONU	寻找唯一的 ONU 的串号	1	如串号和模板与该 ONU 的串号相符, 将 ONU 使能按测距授权重新动作
6	指派 PON_ID (Assign_PON_ID)	它将自由的 PON_ID 和也在这个消息中得到的串号链接起来	OLT → ONU	当 OLT 找到了唯一的 ONU 的串号时	3	这个串号的 ONU 使用这个 PON_ID 并用这个 PON_ID 编址

表17/G.983.1—消息的定义

	消息名称	功 能	方 向	启 动	发 送 次 数	收到的效果
7	测 距 时 间 (Ranging_time)	它指示一个用上行比特数表示的值, 编号为 PON_ID 的 ONU 必须将该值填进它的均衡延迟 (Td) 寄存器	OLT → ONU	当 OLT 判定延迟 (Td) 必须更新时, 参见测距协议	3	ONU 用这个值填入均匀延迟 (Td) 寄存器
8	去活 PON_ID (Deactivate_PON_ID)	它指令这个 PON_ID 的 ONU 停止发送上行业务流并复位它自己。它也可能是广播消息。	OLT → ONU	检测到 LOSi, LCDi, OAMLi, LOAi, SUFi 或 CPEi 时	3	这个 PON_ID 的 ONU 关闭激光器并抛弃该 PON_ID。当 MPU 故障时, 应将它激活。
9	禁止串号 (Disable_serial_number)	禁止这个串号的 ONU。	OLT → ONU	按从 OpS 来的指令	3 次或一直发送到检测不到突发为止	ONU 转移到紧急停止状态。ONU 不能响应授权。
10	搅动密钥更新 (Churning_key_update)	在新的搅动密钥变得有效时给 ONU 指示。 优先等级是 1。	OLT → ONU	当 OLT 准备好搅动 PON_ID 的 ONU 的数据时。	3	第一个更新消息之后 48*Tframe, ONU 转换到新的搅动密钥。每次正确地接收消息后, 发一个确认。
11	授权分配消息(Grant_allocation message)	分配数据和 PLOAM 授权给 ONU。	OLT → ONU	PON_ID 分配给 ONU 后, 为发送上行数据和 PLOAM 信元它需要数据和 PLOAM 授权。	3	ONU 存储这两种授权类型

表17/G.983.1—消息的定义

	消息名称	功 能	方 向	启 动	发 送 次 数	收到的效果
12	分 时 隙 授 权 配 置 消 息 (Divided_Slot_Grant_configuration message)	分配或重新分配分时隙授权给 ONU 并辨明最小时隙长度和偏移位置。	OLT → ONU	OLT 需要/不再需要最小时隙提供的业务。	3	在收到这个分配分时隙授权之后，ONU 发送最小时隙。如重新分配，它不再重新作用到这个分时隙授权。
13	配置 VP/VC (Configure_VP/VC)	这个消息激活或去活在 ATM 层通信用的下行和上行中的 VP/VC。	OLT → ONU	当 OLT 希望建立或取消与 ONU 的连接，例如，为了配置 UPC 功能，填入过滤表或 ONU 接口的配置	3	ONU 激活/去活这些通信通路用的 VP/VC。在每次正确接收消息后，发一个确认。
14	BER 间 隔 (BER_interval)	它规定 ONU 统计下行比特差错数所用的累计间隔，每个 ONU 以下行帧数来表示。与配置 VP/VC 的超时一样。	OLT → ONU	OpS 规定这个间隔并能集中在一个具体的 ONU。	3	ONU 启动 BER_间隔计时器并累计下行比特差错。在每次正确接收消息后，发一个确认。复位 REI 消息内顺序号。
15	PST 消息 (PST message)	检查冗余配置中 OLT-ONU 的连接性并实现 APS。	OLT → ONU	以某种速率发送它。	1 次/秒	ONU 核查链路编号和自己的链路编号，如二者不一致，产生链路失配 MIS。

表17/G.983.1—消息的定义

	消息名称	功 能	方 向	启 动	发 送 次 数	收到的效果
16	物理设备差错消息 (Physical_equipment_error message (PEE))	向 ONU 指示 OLT 在该方向从 ATM 层到 TC 层不能发送 ATM 信元和 OMCC 信元	OLT → ONU	当 OLT 检测到它不能在两个方向上从 ATM 层向 TC 层发送 ATM 信元和 OMCC 信元时。	1 次/秒	取决于系统
17	搅动的 VP (Churned_VP)	向 ONU 指示那个 VP/VC 被搅动或没有	OLT → ONU	当新的 VP 必须被搅动或不必要时。	3	对这个 VP 加(或不加)搅动的标志。在每次正确接收消息后发一个确认。
18	请求密码消息 (Request_password message)	请求从 ONU 依顺序来的密码, 以便证实它。OLT 有一个所连接 ONU 的本地密码表。如再测距之后, 密码改变, 它就不能激活这个 ONU。	OLT → ONU	ONU 被测距之后。 这是任选的。	1	发送密码消息三次
19	弹出消息 (POPUP message)	OLT 能够请求所有连接的 ONU 重新存储它们的设置, 除了均衡延迟, 迫使它们从 POPUP 状态进入运行等待状态 3 (O7)。	OLT → ONU	为了加速所连接 ONU 的全部或子集的重新测距。	3	ONU 重新存储在它检测到 LOS, LCD, OAML 或 FRML 之前使用在工作状态中的参数, 除了均衡延迟, 它被设置为预指派均衡延迟。
20	供应商特定的消息 (Vendor_specific message)	为供应商特定的消息预留 Message_ID 的编号。	OLT → ONU	供应商规定。	供应商规定	供应商规定
21	无消息 (No message)	当发送 PLOAM 信元时没有可供使用的消息。	OLT ← ONU	空消息队列。		抛弃

表17/G.983.1—消息的定义

	消息名称	功 能	方 向	启 动	发 送 次 数	收到的效果
22	新搅动密钥 (New_churning_key)	内含用于到这个 ONU 来的下行搅动信元的新密钥。优先等级是 1。	OLT ← ONU	OLT 请求之后, ONU 取得新密钥并将它发送给 OLT	3 次	如果它收到三个连续的同一密钥, 则 OLT 启动用这个新密钥的搅动引擎, 并在首次搅动密钥更新消息之后 48*Tframe 转换到新的密钥。
23	确认 (Acknowledge)	它被 ONU 用于指示收到下行配置 VP/VC, 搅动密钥更新, 搅动 VP 或 BER 间隔消息。对于对搅动密钥更新消息的确认, 优先等级是 1。对于其他消息的优先等级为 0。确认的等待时间为 300 ms。	OLT ← ONU	在收到每个正确的相应的下行消息之后。	1 次	通知 OLT 下行消息已正确收到, 它要发送并实现相应的动作。
24	ONU 串号 (Serial_number_ONU)	它包含 ONU 的串号。	OLT ← ONU	在测距模式内和收到测距授权或 PLOAM 授权时 ONU 发送这个消息。	X (在测距协议期间可以发送几次)	OLT 抽取该串号, 并能够指派一个自由的 PON_ID 给这个 ONU。

表17/G.983.1—消息的定义

	消息名称	功 能	方 向	启 动	发 送 次 数	收到的效果
25	消息错误消息 (Message_error message)	它指示 ONU 不能遵从从 OLT 来的消息。	OLT ← ONU	在 ONU 不能遵从下行 PLOAM 信元所含有的消息时。	3	通知操作人员。
26	REI (远端差错指示) (REI (Remote Error Indication))	其内容是在 BER 间隔期间统计的下行 BIP 失配数 (每比特失配计一个数)	OLT ← ONU	在 BER 间隔已终止时。	1 次/BER 间隔	OLT 能够示出 ONU 的平均 BER 的时间函数。
27	R-禁止 (R-INH)	通知 OLT: ONU 将在常规工作中断电。这是为了阻止产生不必要的告警报告。 优先等级是 2。	OLT ← ONU	在常规运行中激活了断电 (例如, 关闭电源或没有备用电源却拔出了电源线) 时, ONU 产生这个消息。	至少 3 次	抛弃从这个 ONU 来的任何随后的告警。 通知 OpS。
28	PST 消息 (PST message)	核查冗余配置中 OLT-ONU 的连接性以便实现 APS。	OLT ← ONU	以某种速率发送它。	1 次/秒	OLT 核查链路编号和它自己的链路编号, 如二者不一致, 产生链路失配 MISi。
29	物理设备差错 (Physical_equipment_error)	向 OLT 指示 ONU 不能在该方向从 ATM 层向 TC 层发送 ATM 信元和 OMCC 信元。	OLT ← ONU	在 ONU 检测到它不能在该方向从 ATM 层向 TC 层发送 ATM 信元和 OMCC 信元时。	1 次/秒	取决于系统。

表17/G.983.1—消息的定义

	消息名称	功 能	方 向	启 动	发 送 次 数	收到的效果
30	密码 (Password)	根据它的密码证实 ONU。	OLT ← ONU	当 OLT 用请求密码消息请求密码时。	3	如 OLT 收到三个同一密码，它就宣告有效。进一步的处理取决于系统。
31	供应商特定的消息 (Vendor_specific message)	消息 Id 的编号留给供应商特定的消息用。	OLT ← ONU	供应商规定。	供应商规定。	供应商规定。
32	Big_Key 消息 (任选)	载送数据加密用的大密钥 优先等级 1	OLT ←ONU	在 OLT 请求后，ONU 获得一个新密钥并将它发到 OLT	每个分段 3 次	如 OLT 连续三次收到同样的密钥，用这个新密钥初始化加密逻辑，在第一个搅动密钥更新消息之后 48*Tframe 转换到新密钥。

8.3.8.2 消息的格式

本小节规定上一小节定义的消息的内容。

8.3.8.2.1 下行消息格式

无消息		
八比特组	内 容	说 明
35	0100 0000	消息向所有 ONU 广播
36	0000 0000	无消息的标志
37..46	未规定	

Upstream_Rx_Control消息		
八比特组	内 容	说 明
35	0100 0000	消息向所有 ONU 广播
36	0000 0001	“Upstream_Rx_control” 消息的标志
37	子消息 计数 n	n 能够是 0x00 或 0x01。它指示所指示的在这个消息余下的八比特组内 RXCF 字段部分。
38	dddd dddd	RXCF1 对于 $n=0x00$ 和 RXCF10 对于 $n=0x01$
39	dddd dddd	RXCF2 对于 $n=0x00$ 和 RXCF11 对于 $n=0x01$
40	dddd dddd	RXCF3 对于 $n=0x00$ 和 RXCF12 对于 $n=0x01$
41	dddd dddd	RXCF4 对于 $n=0x00$ 和 RXCF13 对于 $n=0x01$
42	dddd dddd	RXCF5 对于 $n=0x00$ 和 RXCF14 对于 $n=0x01$
43	dddd dddd	RXCF6 对于 $n=0x00$ 和 RXCF15 对于 $n=0x01$
44	dddd dddd	RXCF7 对于 $n=0x00$ 和 RXCF16 对于 $n=0x01$
45	dddd dddd	RXCF8 对于 $n=0x00$ 和未规定对于 $n=0x01$
46	dddd dddd	RXCF9 对于 $n=0x00$ 和未规定对于 $n=0x01$

Upstream_overhead消息		
八比特组	内 容	说 明
35	0100 0000	消息向所有 ONU 广播
36	0000 0010	“Upstream_overhead” 消息的标志
37	gggg gggg	上行开销的保护比特数，从上行开销字节（ $4 \leq \text{gggggggg} \leq 24$ ）的第一比特计数。在字节 38-40 内开销数据的第一个 gggg gggg 比特的值 ONU 不理睬。
38	bbbb bbbb	在开销字节 1 内要编程的数据
39	bbbb bbbb	在开销字节 2 内要编程的数据
40	bbbb bbbb	在开销字节 3 内要编程的数据
41	未规定	
42	未规定	

Upstream_overhead消息		
八比特组	内 容	说 明
43	xxxx xxxp	"预指派均衡延迟 (Te)"消息的标志。 p = "0" 表示 Te = 0 p = "1" 表示 Te 由八比特组 44-46 规定
44	dddd dddd	预指派均衡延迟 (Te) 的 MSB
45	dddd dddd	
46	dddd dddd	预指派均衡延迟 (Te) 的 LSB

Ranging_time消息		
八比特组	内 容	说 明
35	PON_ID	消息要送给的某一 ONU
36	0000 0011	"Ranging_time" 消息的标志
37	dddd dddd	均衡延迟 (Td) 的 MSB
38	dddd dddd	
39	dddd dddd	均衡延迟 (Td) 的 LSB
40..46	未规定	

Serial_number_mask消息		
八比特组	内 容	说 明
35	0100 0000	消息向所有 ONU 广播
36	0000 0100	"Serial_number_mask" 消息的标志
37	nnnn nnnn	有效比特 () 数, 从字节 45 的 LSB 开始直到字节 38 的 MSB 计数。
38	abcd efgh	串号字节 1
.	
45	stuv wxyz	串号字节 8
46	未规定	

Assign_PON_ID消息		
八比特组	内 容	说 明
35	0100 0000	消息向所有 ONU 广播
36	0000 0101	"Assign_PON_ID" 消息的标志
37	pppp pppp	PON_ID
38	abcd efgh	串号字节 1
.	
45	stuv wxyz	串号字节 8
46	未规定	

Deactivate_PON_ID消息		
八比特组	内 容	说 明
35	PON_ID	消息要送给某一 ONU 或所有 ONU。在向所有 ONU 广播时, PON_ID=0x40。
36	0000 0110	“Deactivate_PON_ID” 消息的标志。
37..46	未规定	

Disable_serial_number消息		
八比特组	内 容	说 明
35	0100 0000	消息向所有 ONU 广播
36	0000 0111	“Disable_serial_number” 消息的标志
37	使能	0xFF: 这个串号的 ONU 被上行接入拒绝。 0x0F: 被上行接入拒绝的所有 ONU 能够加入测距过程。字节 38-45 的内容是没有关系的。 0x00: 这个串号的 ONU 能够加入测距过程。
38	abcd efgh	串号字节 1
.	
45	stuv wxyz	串号字节 8
46	未规定	

New_churning_key_request消息		
八比特组	内 容	说 明
35	PON_ID	消息要送给某一 ONU
36	0000 1000	“New_churning_key_request” 消息的标志
37..46	未规定	

Churning_key_update消息		
八比特组	内 容	说 明
35	PON_ID	消息要送给某一 ONU
36	0000 1001	“Churning_key_update” 消息的标志
37	COUNT	从 1 进到 3
38..46	未规定	

Grant_allocation消息		
八比特组	内 容	说 明
35	PON_ID	消息要送给某一 ONU
36	0000 1010	“Grant_allocation” 消息的标志
37	dddd dddd	分配到是这个 PON_ID 的 ONU 的数据授权
38	0000 000a	a:1 = 这个 ONU 的激活数据授权 a:0 = 这个 ONU 的去活数据授权
39	pppp pppp	分配到是这个 PON_ID 的 ONU 的 PLOAM 授权
40	0000 000a	a:1 = 这个 ONU 的激活 PLOAM 授权 a:0 = 这个 ONU 的去活 PLOAM 授权
41..46	未规定	

Divided_Slot_Grant_configuration消息		
八比特组	内 容	说 明
35	PON_ID	消息要送给某一 ONU
36	0000 1011	“Divided_Slot_Grant_configuration” 消息的标志
37	0000 000a	a:1 = 这个 ONU 的激活授权 a:0 = 这个 ONU 的去活授权
38	DS_GR	规定分配到这个 ONU 的发送最小时隙的授权值
39	LENGTH	规定最小时隙净荷的长度，按字节数，范围在[1 .. (53 – OFFSET)]
40	OFFSET	规定最小时隙起点的偏移，偏离上行信元时隙起点多少个字节 OFFSET=0 意味着最小时隙的起点在上行时隙的第一字节
41	Service_ID	规定要映射进最小时隙的业务。 0000 0000 用于 MAC 协议。 其他值用于 FU。
42..46	未规定	

Configure VP/VC消息		
八比特组	内 容	说 明
35	PON_ID	消息要送给某一 ONU
36	0000 1100	“Configure VP/VC” 消息的标志
37	0000 000a	字节 38-41 规定下行和上行 VP/VC a:1 激活这个 VP/VC a:0 去活这个 VP/VC
38	HEADER1	ATM 信头字节 1 (MSB)
39	HEADER2	ATM 信头字节 2
40	HEADER3	ATM 信头字节 3

Configure VP/VC消息		
八比特组	内 容	说 明
41	HEADER4	ATM 信头字节 4（LSB）。 这 4 个最低有效位（PTI 和 CLP）对 TC 层是透明的。
42	MASK1	MASK 的所有比特置为“1”规定在 HEADER 中相应的比特必须用于终端或产生在 ATM 层的信元。
43	MASK2	
44	MASK3	
45	MASK4	只使用这 4 个最高有效位
46	未规定	

Physical_equipment_error消息		
八比特组	内 容	说 明
35	0100 0000	消息向所有 ONU 广播
36	0000 1101	“Physical_equipment_error”消息的标志
37..46	未规定	

Request_Password消息		
八比特组	内 容	说 明
35	PON_ID	消息要送给某一 ONU
36	0000 1110	“Request_Password”消息的标志
37..46	未规定	

Churned_VP消息		
八比特组	内 容	说 明
35	PON_ID	消息要送给某一 ONU
36	0000 1111	“Churned_VP”消息的标志
37	xxxx xxxa	a=1 搅动 a=0 不搅动
38	abcd efgh	abcdefgh=VPI[11..4]
39	ijkl 0000	ijkl=VPI[3..0]
40..46	未规定	

POPUP消息		
八比特组	内 容	说 明
35	0100 0000	消息向所有 ONU 广播
36	0001 0000	“POPUP” 消息的标志
37..46	未规定	

Vendor_specific消息		
八比特组	内 容	说 明
35	xxxx xxxx	消息要送给某个 ONU 或广播
36	0111 1zzz	“Vendor_specific” 消息的标志
37..46	yyyy yyyy	供应商规定。这些消息能够由各个供应商独立使用，决不会标准化。

PST消息		
八比特组	内 容	说 明
35	0100 0000	消息向所有 ONU 广播
36	1000 0000	“PST” 消息的标志
37	线路数	能够是 0 或 1
38	控制	这就是 ITU-T G.783 建议书定义的 K1 字节。
39	控制	这就是 ITU-T G.783 建议书定义的 K2 字节。
40..46	未规定	

BER_interval消息		
八比特组	内 容	说 明
35	PON_ID	消息要送给某个 ONU
36	1000 0001	“BER_interval” 消息的标志
37	Interval1	32 比特间隔，MSB
38	Interval2	
39	Interval3	
40	Interval4	32 比特间隔，LSB，间隔按帧的数目
41..46	未规定	

8.3.8.2.2 上行消息格式

无消息		
八比特组	内 容	说 明
2	PON_ID	指示发出这个消息的 ONU
3	0000 0000	无消息的标志
4..13	未规定	

New_churning_key消息		
八比特组	内 容	说 明
2	PON_ID	指示发出这个消息的 ONU
3	0000 0001	“New_churning_key” 消息的标志
4	Churning_key1	(MSB) X1, X2, ..., X8 (LSB)
5	Churning_key2	(MSB) P1, P2, ..., P8
6	Churning_key3	P9, P10, ..., P16 (LSB)
7..13	未规定	

Acknowledge消息		
八比特组	内 容	说 明
2	PON_ID	指示发出这个消息的 ONU
3	0000 0010	“Acknowledge” 消息的标志
4	DM_ID	下行消息的消息标志
5	DMBYTE37	下行消息的字节 37
6	DMBYTE38	下行消息的字节 38
7	DMBYTE39	下行消息的字节 39
8	DMBYTE40	下行消息的字节 40
9	DMBYTE41	下行消息的字节 41
10	DMBYTE42	下行消息的字节 42
11	DMBYTE43	下行消息的字节 43
12	DMBYTE44	下行消息的字节 44
13	DMBYTE45	下行消息的字节 45

Serial_number_ONU		
八比特组	内 容	说 明
2	0100 0000 PON_ID	运行等待状态 2 运行等待状态 3
3	0000 0011	“Serial_number_ONU” 消息的格式
4	0000 0000	来自 ONU 完整串号的字节 5 到字节 12
5	VID1	供应商_ID 字节 1
6	VID2	供应商_ID 字节 2
7	VID3	供应商_ID 字节 3
8	VID4	供应商_ID 字节 4
9	VSSN1	供应商特定的串号字节 1
10	VSSN2	供应商特定的串号字节 2
11	VSSN3	供应商特定的串号字节 3
12	VSSN4	供应商特定的串号字节 4
13	未规定	

Vendor_ID用的代码组规定在ANSI T1.220。4个字符映射进由每个ASCII/ANSI字符码所占的4个字节字段并将它们级联。

例子：Vendor_ID=ABCD⇒VID1=0x41，VID2=0x42，VID3=0x43，VID4=0x44

Password消息		
八比特组	内 容	说 明
2	PON_ID	指示发出这个消息的 ONU
3	0000 0100	“Password” 消息的标志
4	pppp pppp	密码 1
..
13	pppp pppp	密码 10

Physical_equipment_error消息		
八比特组	内 容	说 明
2	PON_ID	指示发出这个消息的 ONU
3	0000 0101	“Physical_equipment_error” 消息的标志
4..13	未规定	

Vendor_specific消息		
八比特组	内 容	说 明
2	xxxx xxxx	指示发出这个消息的 ONU
3	0111 1zzz	“Vendor_specific” 消息的标志
4..13	yyyy yyyy	供应商规定。这些消息能够由各个供应商独占使用，决不会标准化。

REI 消息		
八比特组	内 容	说 明
2	PON_ID	指示发出这个消息的 ONU
3	1000 0000	“REI message” 消息的标志
4	Error_count1	32 比特差错计数，MSB
5	Error_count2	32 比特差错计数
6	Error_count3	32 比特差错计数
7	Error_count4	32 比特差错计数，LSB
8	0000 SSSS	序号。该 4 个 LSB 比特 SSSS 每发这个消息一次就递增一次。
9..13	未规定	

R-INH消息		
八比特组	内 容	说 明
2	PON_ID	指示发出这个消息的 ONU
3	1000 0001	“R-INH” 消息的标志
4..13	未规定	

PST消息		
八比特组	内 容	说 明
2	PON_ID	指示发出这个消息的 ONU
3	1000 0010	“PST” 消息的标志
4	线路数	能够是 0 或 1
5	控制	这就是 ITU-T G.783 建议书定义的 K1 字节。
6	控制	这就是 ITU-T G.783 建议书定义的 K2 字节。
7..13	未规定	

Message_error消息		
八比特组	内 容	说 明
2	PON_ID	指示发出这个消息的 ONU
3	1000 0011	“Message_error” 消息的标志
4	Message_id	指示不认识的下行 message_id
5..13	未规定	

Big_Key消息（任选）		
八比特组	内 容	说 明
2	PON_ID	指明发出这个消息的 ONU
3	0000 0110	消息识别 “大搅动密钥消息”
4	Key_Index	指示这个消息载送的 ONU 密钥的索引
5	Frag_Index	指示这个消息载送的密钥部分的索引
6	KeyBYTE0	密钥（Key_Index）的分段（Frag_Index）的字节 0
7	KeyBYTE1	密钥（Key_Index）的分段（Frag_Index）的字节 1
8	KeyBYTE2	密钥（Key_Index）的分段（Frag_Index）的字节 2
9	KeyBYTE3	密钥（Key_Index）的分段（Frag_Index）的字节 3
10	KeyBYTE4	密钥（Key_Index）的分段（Frag_Index）的字节 4
11	KeyBYTE5	密钥（Key_Index）的分段（Frag_Index）的字节 5
12	KeyBYTE6	密钥（Key_Index）的分段（Frag_Index）的字节 6
13	KeyBYTE7	密钥（Key_Index）的分段（Frag_Index）的字节 7

8.3.9 自动保护倒换

自动保护倒换（APS）在PON TC层可以作为任选功能提供。根据用户数和业务可靠性采用APS。对于商业应用应当考虑双向ODN或双ONU的冗余配置。在8.3.8.2.1和8.3.8.2.2中定义PST消息字段内留有保护协议用的一些控制比特。在ITU-T G.983.5建议书给出APS功能的完整说明。更详细的内容见附件D。

为支持POTS和/或ISDN业务，应当考虑APS所需要的时间，包括对32个ONU的测距时间，在APS执行时应当不断开正在运行的连接。

8.4 测距方法

8.4.1 测距方法应用的范围

PON系统应当使用全数字带内测距方法来测量每个ONU和OLT之间的逻辑到达距离。PON的最大范围至少是20 km。对每个ONU的传输延迟测量应当能在PON不停业务并不干扰到其他ONU业务的状态下实现。

利用某些关于ONU位置的信息，能够最小化延迟测量信号用的窗口尺寸。网络操作人员可以规定PON具有既定最小和最大OLT-ONU距离（如果没有规定，则默认最小为0 km，最大为20 km）最小和最大距离能够按网络操作人员规定的程度规定。对于先前没有测距过的ONU，从这些规定的最小和最大距离确定测距窗的起点和终点。

规范了测距协议，它们可应用于几种类型的ONU安装方法和几种类型的测距过程，如需要还有附加的和任选的功能。

8.4.1.1 ONU的安装方法

有两种安装ONU的可能的示例方法：

方法A：由OpS系统将ONU的串号寄存在OLT。

方法B：ONU的串号不由OpS系统寄存在OLT。它需要有ONU串号（或软编码的唯一编号）的自动检测机制。

对于方法A或方法B，可以以两种可能的方式启动ONU的测距：

- 1) 当已知新的ONU被连接时，网络操作人员能够使测距过程开始。测距成功（或超时）之后，测距自动停止；
- 2) OLT周期地和自动地开始测距过程，测试观察是否有任何新的ONU被连接。轮询的频率是可编程的，使测距窗能在OpS系统的指令控制下每毫秒或每秒打开一次。

8.4.1.2 测距过程的类型

可能存在下述不同的情况，在这些情况测距过程都会发生。有四类会发生测距过程的情况。

8.4.1.2.1 冷的PON，冷的ONU

这个情况的特点是在PON上没有上行业务流运行和ONU也没有收到来自OLT的PON-ID。

8.4.2.1.3 ONU信元传输延迟

ONU信元传输延迟的定义是上行信元相位，它相当于下行帧内第一个PLOAM信元的第一个授权到达在ONU相位规范点的它的下行帧。ONU信元延迟是基本信元传输延迟（Ts）和测距程序中均衡_延迟（Td）之和。

8.4.2.1.4 接口规范点S/R和R/S的相位

在ONU的参考点R的下行传输的信元要在某些延迟TiO1之后到达ONU相位规范点。在ONU相位规范点的上行传输的信元在TiO2之后到达ONU的参考点S。

同样地，在OLT相位规范点的下行传输的信元要在某些延迟TiS1之后到达OLT的参考点S。在OLT参考点R的上行传输的信元在TiS2之后到达OLT相位规范点。

延迟TiO1，TiO2，TiS1和TiS2是由于在ONU和OLT中的光电和电光变换引起的（见图25）。

8.4.2.2 ONU响应时间规范

在ONU内响应时间（Tresponse（ONU）），在参考点S/R应加以规定以保证在多供应商环境中最远的ONU的连接性。

响应时间Tresponse（ONU）定义如下：

$$\begin{aligned} T_{\text{response}}(\text{ONU}) &= T_{\text{IO1}} + T_{\text{s}} + T_{\text{d}} + T_{\text{IO2}} \quad (\text{在 } T_{\text{d}}=0) \\ &= T_{\text{IO1}} + T_{\text{s}} + T_{\text{IO2}} \end{aligned}$$

Tresponse（ONU）之值应在3136和4032比特之间（在155.52 Mbit/s），它等效于7和9个信元之间（按56字节信元）。这是按在ONU内有足够的信号处理时间估计的。

$$3136 \text{ 比特} \leq T_{\text{response}}(\text{ONU}) \leq 4032 \text{ 比特} \quad (\text{在 } 155.52 \text{ Mbit/s})$$

$$6272 \text{ 比特} \leq T_{\text{response}}(\text{ONU}) \leq 8064 \text{ 比特} \quad (\text{在 } 622.08 \text{ Mbit/s})$$

注 — 对于155和622 Mbit/s的上行速率，由Tresponse（ONU）引起的延迟变化考虑为大约分别等效为600 m和300 m的ONU位置模糊。

8.4.2.3 在正常运行状态的相位关系

在ONU的参考点S/R，ONU相位规范点，OLT的参考点R/S和OLT相位规范点，上行和下行信元之间的相位关系如图26。Tpd表示从OLT到ONU（或相反）的光纤传播延迟。

信元#1的上行信元时隙相应于下行帧的第一个下行PLOAM信元的第一个授权字段。有第一个授权的PLOAM信元与相应的上行信元之间的延迟定义为等效往返延迟（Teqd）。

在OLT相位规范点（如上述那样）定义这个相等的往返延迟（Teqd）。

$$\begin{aligned} T_{\text{eqd}} &= 2 * T_{\text{pd}} + T_{\text{s}} + T_{\text{d}} + T_{\text{IO1}} + T_{\text{IO2}} + T_{\text{IS1}} + T_{\text{IS2}} \\ &= 2 * T_{\text{pd}} + T_{\text{response}}(\text{ONU}) + T_{\text{d}} + T_{\text{IS1}} + T_{\text{IS2}} \end{aligned}$$

在正常运行状态 T_{eqd} 对所有ONU都是常数。按照 T_{pd} 和 $T_{response}$ （ONU）的变化，等效_延迟（ T_d ）定义如下：

T_d 的最大值 $\geq 32\,000$ 比特（在155.52 Mbit/s）

T_d 的最大值 $\geq 128\,000$ 比特（在622.08 Mbit/s）

大约200 μs 的最大往返延迟（等于20 km光纤）等于69个信元（56字节信元）+192比特，而最大 $T_{response}$ （ONU）是9个信元加上2个信元的变化，所以等效_延迟应涵盖从0到32 000比特（在155.52 Mbit/s）的延迟变化。

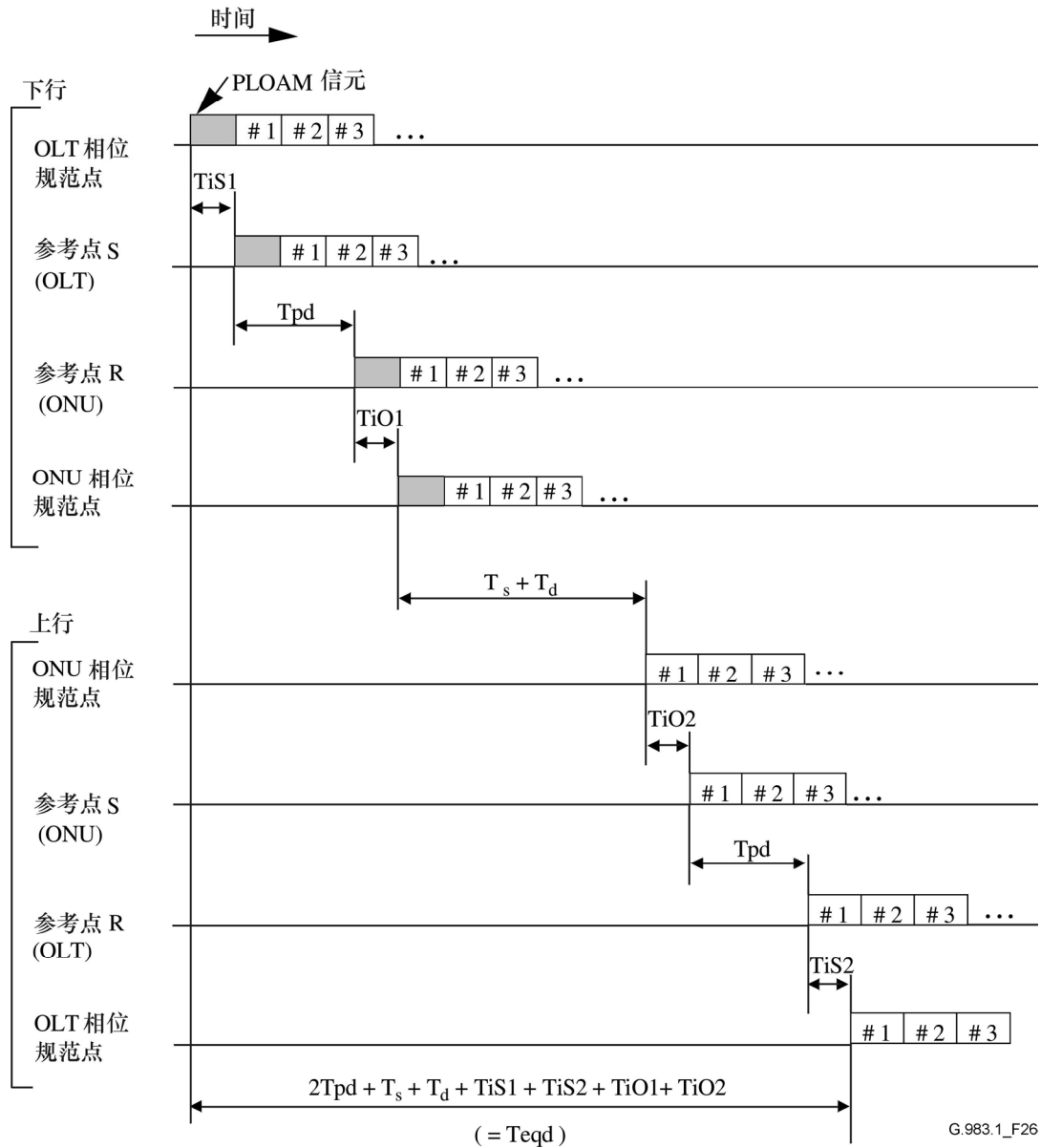


图26/G.983.1—下行和上行之间的相位关系

8.4.2.4 等效_延迟的粒度

等效_延迟（ T_d ）在所有速率应规定为具有一比特的粒度。

8.4.2.5 在测距程序中打开测距窗口

注 — 下列文本给出上行速率采用155.52 Mbit/s的例子。 $T_{response}$ 和 T_d 的给定值由上行速率决定。因而，这些值不适用于622 Mbit/s情况。参见以上对那些值的规范。

8.4.2.5.1 正常程序

在启动测距过程之前，OLT发送Upstream_overhead消息，指示新的ONU它们要使用的开销。然后，OLT启动测距过程。请求上行数据授权。

OLT产生下列信息串：

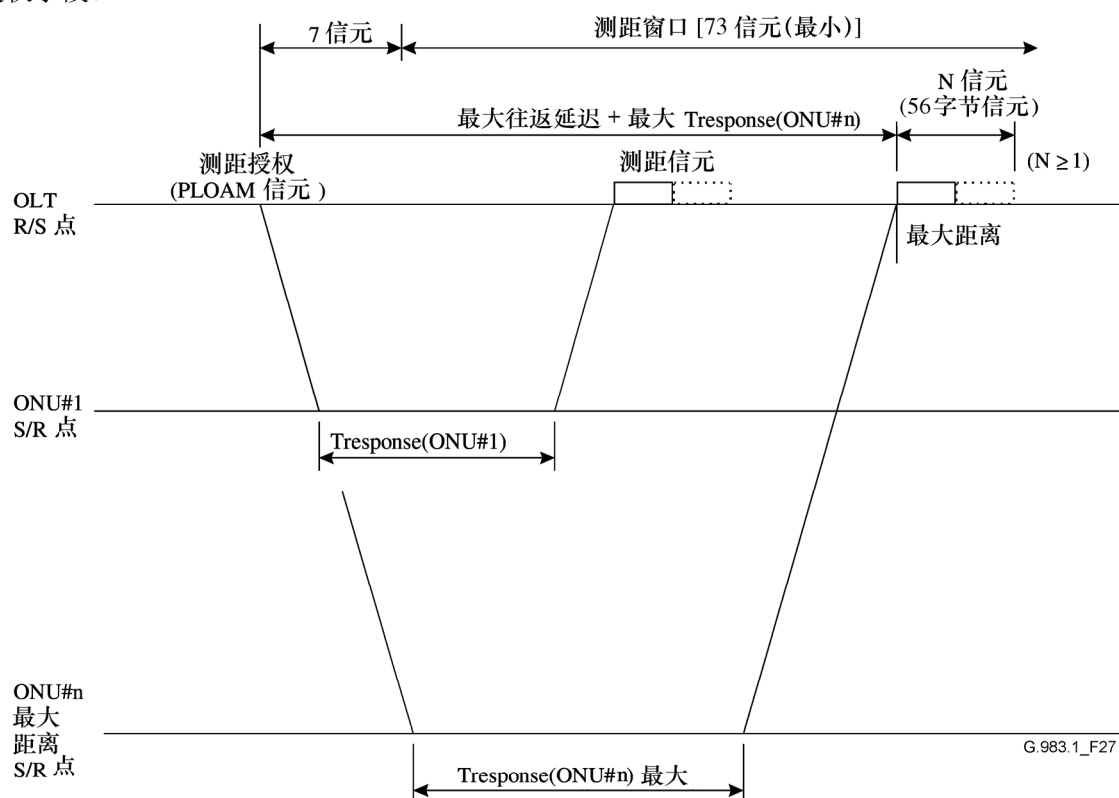
- 未指派的授权打开窗口；和
- 测距授权（或PLOAM授权）；和
- 必要时附加的测距授权或PLOAM授权。

这些被映射进下行PLOAM信元。这就保证在测距授权离开OLT之后，打开上行窗口接收测距PLOAM信元。附加的测距授权或PLOAM授权能提供ONU光功率设定和/或OLT门限控制或幅度探测等功能。ONU光功率设定用的附加授权的数目应为一个，OLT接收器用的那些应由OLT按需要决定。

当为完成ONU光功率设定需要更多的授权时，在预计的测距和重复再测距期间出现的几种失效情况下仍能完成光功率设定。在采用串号搜索（8.4.4.1所述二叉树机制）的情况，ONU可以使用ONU光功率设定授权。同样地，如OLT周期地启动测距过程核查当前连接的ONU，对于这个目的也是有用的。

为了最小化窗口尺寸，窗口的某些未指派授权能够用数据授权和/或PLOAM授权取代。

图27示出这个授权窗口打开的图解，图所针对的情况是测距授权位于下行帧第一个PLOAM信元内第一个授权字段。



注一 ONU 收到测距授权时,ONU 立即发送测距信元。

在相应下行帧中第一个 PLOAM 信元的第一个授权的情况,在 Tresponse(ONU)+ 往返延迟之后收到测距信元。

测距窗口大小由考虑的附加授权确定。

图27/G.983.1—测距窗口和相位关系

被允许发送信元的每个ONU应当在收到测距授权后立即发送测距PLOAM信元。

注 一文中的“立即”意指每个ONU按指定的相应于在下行PLOAM信元测距授权位置的时间发送PLOAM信元。

均衡_延迟（Td）能够如图27示例那样测量。

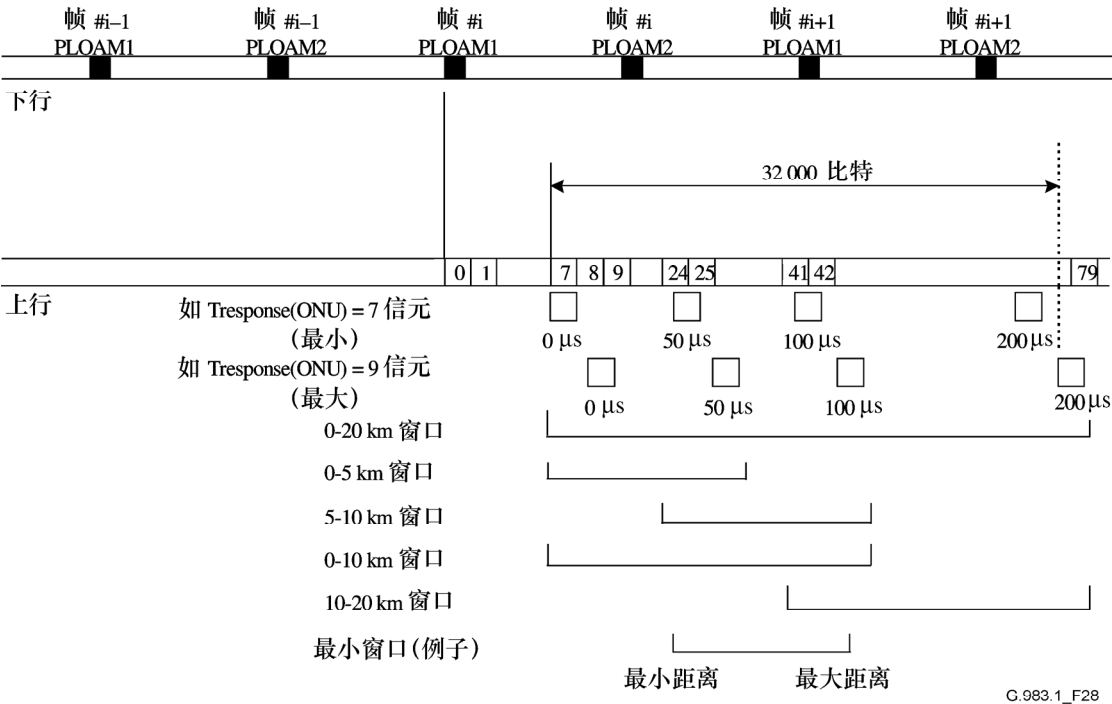
$$Td = Teqd - (T2 - T1)$$

T1=在OLT相位规范点含有测距授权的下行PLOAM信元的传输时间。

T2=在OLT相位规范点上行测距信元的到达时间。

Teqd=79个信元（如示例）

利用知道的ONU和OLT之间的距离，用指派适当的未指派授权的方式对测距窗口尺寸编程，如图28所示。



注 一 假定 #i 帧的第一个授权是测距离授权

图28/G.983.1—可编程的测距窗口（示例）

如果要求减少长度的测距窗口在上行帧的固定位置被打开，则可以使用预指派的均衡_延迟。

在测距过程中，如需要能够打开更多的上行窗口。如图29示出的例子。

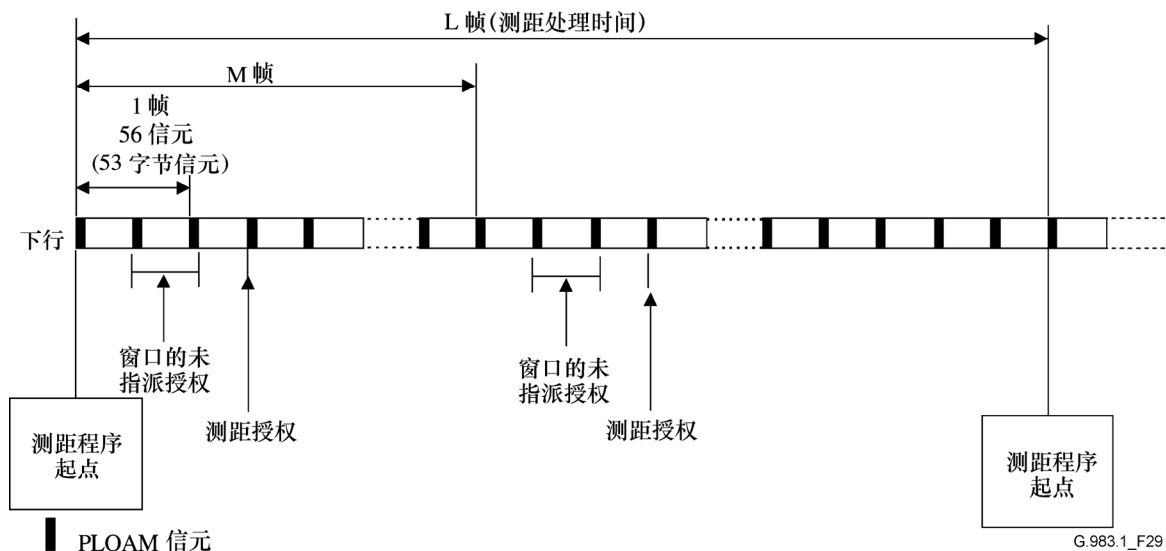


图29/G.983.1—重复打开测距窗口

图中“M”值指示打开的窗口之间的间隔。这个M值应当从避免业务质量劣化的观点确定。

“L”值指示完成测距程序需要的时间。

8.4.2.5.2 对于某些已知ONU位置的固定位置窗口

在已知关于ONU位置的某些信息的情况，OLT可以发送预指派均衡_延迟（Te）给ONU，Te等效合适的均衡_延迟（Td）。预指派均衡_延迟（Te）能在上行_开销消息中从OLT发送给每个ONU。Te的默认值等于0。

OLT将发送未指派授权去打开测距窗口，其尺寸按照已知OLT-ONU距离的置信度比最大值减小。然后，它就向ONU发送测距授权。

在ONU收到测距授权后，在预指派均衡_延迟（Te）加Tresponse（ONU）时间后用测距信元响应它。这就保证了测距信元能在上行帧固定位置内打开的窗口内到达。

图30示出一个例子。在这个情况均衡_延迟（Td）能够测量如下：

$$Td = Te_{qd} - (T2 - T1) + Te$$

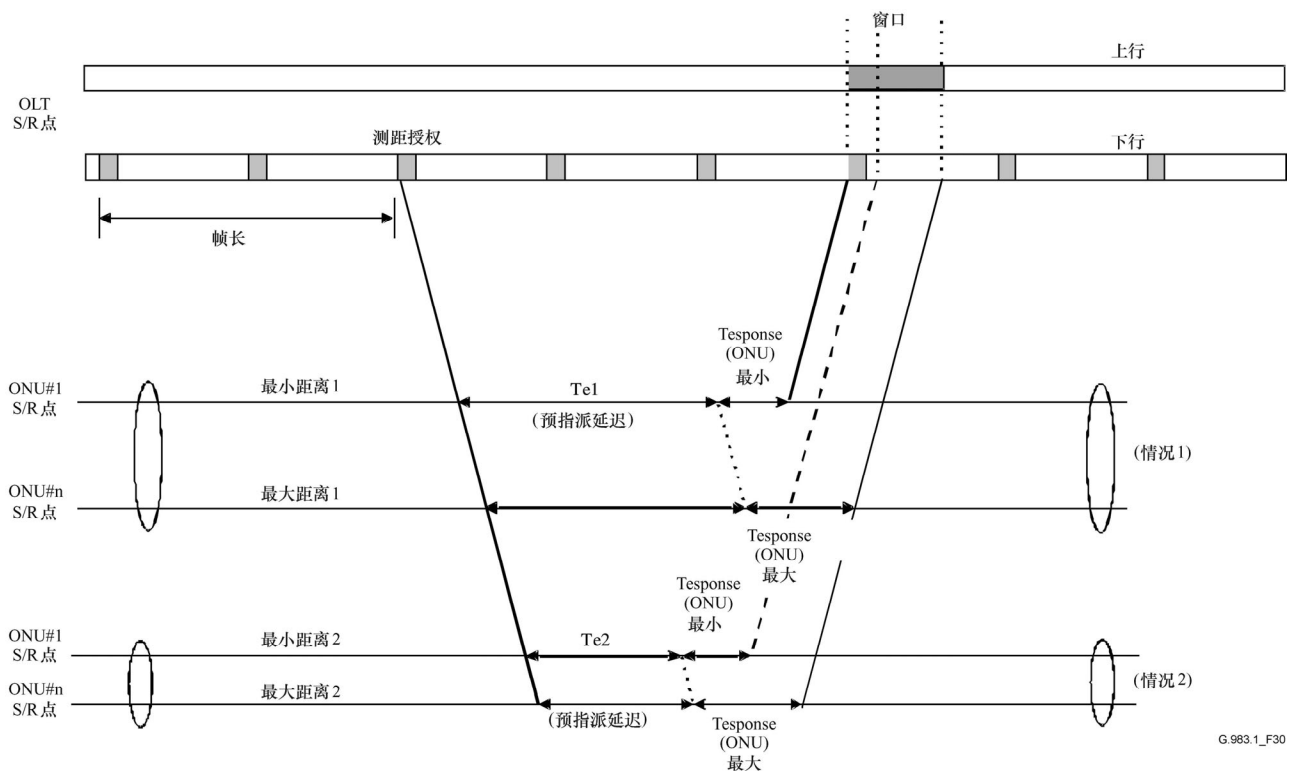


图30/G.983.1—对于某些已知ONU位置的固定位置窗口

8.4.3 在测距协议中使用的消息的定义

在测距协议中使用的消息定义在TC层规范部分。

下行消息和测距程序内授权之间的定时关系说明如下：

- 如下行PLOAM信元含有授权和消息，首先按对授权的动作定义正确的解释，然后再按对消息的动作。在有关测距程序的ONU收到的消息的过程应在六帧周期（ $6 \cdot T_{\text{frame}}$ ）完成。
- 在收到测距_时间消息时， T_d 也应在 $6 \cdot T_{\text{frame}}$ 时间内更新。这就是说在发送头三个测距_时间消息给测距程序内那个ONU之后，在 $6 \cdot T_{\text{frame}}$ 秒之前OLT应当不发送PLOAM授权或数据授权给指定的ONU。因为要避免在ONU内消息处理时间内上行信元冲突。

下行PLOAM信元和上行时隙之间的定时关系不会受到上述定义的影响。

8.4.4 测距程序

8.4.4.1 总的测距程序

测距在OLT的控制下实现。ONU响应OLT启动的消息。

测距程序的概况是：

- OLT测量从ONU来的上行信元到达的相位；
- OLT通知ONU均衡_延迟；
- ONU调整发送相位到通知的值。

这个程序由交换上行和下行信元传送的带内数字数据来实现。

采用某些类授权和消息实现测距程序。

在正常运行状态，所有的信元能够用于监测到达信元的相位。基于监视信元相位的信息，能够更新均衡_延迟。

当OLT企图对ONU测距而同时有一个以上的ONU在线，使用安装法B可能在测距时会出现问题。ONU的串号不知道，以至于测距授权直接发给所有等待状态的ONU。这就会产生来自一个以上ONU的响应，那些信号会在OLT重叠，从而在OLT引起冲突。使用二叉树机制可以解决这个问题。

注 — 二叉树机制：在OLT检测出测距信元冲突后，OLT发射跟随在测距授权之后的串号_模板消息，使得和串号模板相符的任何ONU发送测距信元。串号_模板的尺寸每次递增一比特直到只有一个ONU发送测距信元。这就使该ONU单独地被测距。然后，能够再发出通用测距授权，使其他ONU仍被测距发送测距信元，如冲突仍然出现，就再重复该机制。

二叉树机制在避免在ONU功率设定期间OLT接收器的光输入过载方面也是有用的。

8.4.4.2 ONU中测距程序

由实际规定状态和状态过渡的功能性质规范测距程序，如下述。

在ONU内测距流程的例子叙述在III.1。

8.4.4.2.1 ONU的状态

使用十个状态来描述测距性能。

a) 初始状态 (O1)

在ONU第一次打开之后仍然检测出LOS, LCD, OAML或FRML的状态。

b) 测距等待状态 1 (O2)

测距准备状态，但下行消息能够检测。执行Upstream_overhead消息接收。在这个状态也检测由这个Upstream_overhead消息传送的预指派均衡_延迟。

c) 测距等待状态 2 (O3)

如有必要，执行ONU光功率设定程序。对于ONU光功率设定可以应用二叉树机制。

不能发送PLOAM信元以响应测距授权。

d) 测距等待状态 3 (O4)

如有必要，执行ONU光功率设定程序。对于ONU光功率设定可以应用二叉树机制。

能够发送PLOAM信元以响应测距授权。

e) 运行等待状态 1 (O5)

PON_ID探测状态。能够为串号的探测应用二叉树机制。

不能发送PLOAM信元以响应测距授权。

- f) 运行等待状态2 (O6)
- PON_ID探测状态。能够为串号的探测应用二叉树机制。
- 发送带有Serial_number_ONU消息的PLOAM信元以响应测距授权。
- g) 运行等待状态3 (O7)
- 执行延迟测量的状态。
- 发送带有Serial_number_ONU消息的PLOAM信元响应PLOAM授权。
- h) 运行状态 (O8)
- 接收Ranging_time消息，更新均衡_延迟。
- i) 紧急停止状态 (O9)
- 收到具有匹配的串号和FFh的使能字段的Disable_serial_number消息后紧急停止的状态。
- 不能发送PLOAM信元以响应测距授权。一旦ONU进入这个状态，ONU不能由表18所列任何其他事件（诸如，Deactivate_PON_ID消息或LOS等）和/或ONU断电而退出这个状态。
- 只有在收到的Disable_serial_number消息具有匹配的串号和使能字段00h或具有使能字段0Fh而不论串号如何，该状态才会过渡到O1。
- j) POPUP状态 (O10)
- 在运行状态 (O8) 检测出LOS, LCD, OAML或FRML只有，ONU进入这个状态。在收到POPUP消息时，ONU恢复激光器设定，Upstream_overhead, LCF和RXCF字段，Te的预均衡延迟，PON_ID和Grant_allocations。在定时器TO1设定为开始后，过渡到O7。

8.4.4.2.2 ONU内性能规范

表18的状态图用于说明ONU内功能性能。表18的第一列指示产生的事件，包括消息的接收，第一行指示ONU的状态。

表18/G.983.1—ONU的状态图

	初始状态 (O1)	测距等待状态 1 (O2)	测距等待状态 2 (O3)	测距等待状态 3 (O4)	运行等待状态 1 (O5)
Upstream_overhead 消息	—	抽出开销设定预指派的延迟 T_e ⇒ O3	—	—	—
光功率设定完成	—	—	— 定时器 TO1 开始 ⇒ O5	— 定时器 TO1 开始 ⇒ O5	—
Serial_number_mask 消息	—	—	SN (有效比特) 匹配? ⇒ O4	SN (有效比特) 不匹配? ⇒ O3	SN (有效比特) 匹配? ⇒ O6
Assign_PON_ID 消息	—	—	—	—	SN 匹配? — 指派 PON_ID
Grant_allocation 消息	—	—	—	—	PON_ID 匹配? — 安排数据/PLOAM 授权 ⇒ O7
POPUP 消息	—	—	—	—	—
定时器 TO2 到期	—	—	—	—	—
定时器 TO1 到期	—	—	—	—	⇒ O3 (SUF 告警)
Ranging_time 消息	—	—	—	—	—
数据授权	—	—	—	—	—
PLOAM 授权	—	—	—	—	—
测距授权	—	—	—	发送 PLOAM 信元	—
Deactivate_PON_ID 消息 ^(*)	—	—	PON_ID 匹配? ⇒ O2	PON_ID 匹配? ⇒ O2	PON_ID 匹配? — 定时器 TO1 停止 ⇒ O2
Disable_serial_number 消息	—	SN 和使能=FFh 匹配? ⇒ O9	SN 和使能=FFh 匹配? ⇒ O9	SN 和使能=FFh 匹配? ⇒ O9	SN 和使能=FFh 匹配? — 定时器 TO1 停止 ⇒ O9
检出 LOS 或 LCD 或 OAML 或 FRML	—	⇒ O1	⇒ O1	⇒ O1	定时器 TO1 停止 ⇒ O1
清除 LOS 和 LCD 和 OAML 和 FRML	⇒ O2	—	—	—	—

表 18/G.983.1—ONU的状态图

	运行等待状态 2 (O6)	运行等待状态 3 (O7)	运行状态 (O8)	紧急停止状态 1 (O9)	POPUP状态 (O10)
Upstream_overhead 消息	—	—	—	—	—
光功率设定完成	—	—	—	—	—
Serial_number_mask 消息	SN（有效比特）不匹配? ⇒ O5	—	—	—	—
Assign_PON_ID 消息	SN 匹配? — 指派 PON_ID	—	—	—	—
Grant_allocation 消息	PON_ID 匹配? — 安排数据/PLOAM 授权 ⇒ O7	—	—	—	—
POPUP 消息	—	—	—	—	恢复激光器设定, Upstream_overhead, LCF 和 RXCF 字段, Te, PON_ID, 和授权安排, 定时器 TO1 开始⇒ O7
定时器 TO2 到期	—	—	—	—	⇒ O1
定时器 TO1 到期	⇒ O3（SUF 告警）	⇒ O3（SUF 告警）	—	—	—
Ranging_time 消息	—	PON_ID 匹配? — 定时器 TO1 停止 — 设定均衡延迟⇒ O8	PON_ID 匹配? — 更新均衡延迟	—	—
数据授权	—	—	发送 ATM 信元	—	—
PLOAM 授权	—	发送 PLOAM 信元	发送 PLOAM 信元	—	—
测距授权	发送 PLOAM 信元	—	—	—	—
Deactivate_PON_ID 消息 ^{a)}	PON_ID 匹配? — 定时器 TO1 停止⇒ O2	PON_ID 匹配? — 定时器 TO1 停止⇒ O2	PON_ID 匹配? ⇒ O2	—	—

表18/G.983.1—ONU的状态图

	运行等待状态 2 (O6)	运行等待状态 3 (O7)	运行状态 (O8)	紧急停止状态 1 (O9)	POPUP状态 (O10)
Disable_serial_number 消息	SN 和使能=FFh 匹配? – 定时器 TO1 停止⇒ O9	SN 和使能=FFh 匹配? – 定时器 TO1 停止⇒ O9	SN 和使能=FFh 匹配? ⇒ O9	SN 和使能=00h 匹配? 或 使能=0Fh 和 SN 无关⇒ O1	–
检出 LOS 或 LCD 或 OAML 或 FRML	定时器 TO1 停止⇒ O1	定时器 TO1 停止⇒ O1	启动定时器 TO2⇒ O10	–	⇒ O10
清除 LOS 和 LCD 和 OAML 和 FRML	–	–	–	–	–
<p>— 如果出现故障或ONU断电，ONU将离开运行状态。在这个状态图中只考虑LOS，LCD，OAML和FRML等维护信号。</p> <p>— “–” 的意思是对相应事件没有动作。</p> <p>— PLOAM信元在O6或O7状态应和它的Serial_number_ONU消息和预指派延迟Te一起发送，在O4状态应在预指派延迟Te内发送。</p> <p>— 在状态过渡到O1，O2，O3和O9时PON_ID和授权安排应清除或抛弃，在过渡到O1和O2时预指派延迟Te应清除。</p> <p>a) 也认为是广播Deactivate_PON_ID消息（PON_ID的第35八比特组=40h）的接收事件。</p>					

8.4.4.2.2.1 消息接收

在PLOAM信元中传送的来自OLT的消息应当用CRC保护，在CRC核查正确时应产生消息接收事件。在下列情况a)，c)，d)和e)，这些消息发送三次保证在ONU正确接收。在这些情况，消息至少一次被正确收到后就产生消息接收事件。

a) *Upstream_overhead* 消息接收事件

这个事件只出现在测距等待状态1。在成功地收到Upstream_overhead消息之后，ONU状态向测距等待状态2过渡。

b) *Serial_number_mask* 消息的接收事件

这个事件在测距等待状态2，测距等待状态3，运行等待状态1和运行等待状态2中处理。

在测距等待状态2和测距等待状态3：

当有效的串号与它自己的串号匹配时，ONU的状态向测距等待状态3过渡。如有效的串号与它自己的串号不匹配，就向测距等待状态2过渡。

在运行等待状态1和运行等待状态2：

当有效的串号与自己的串号匹配时，ONU的状态向运行等待状态2过渡。如有效的串号与它自己的串号不匹配，就向运行等待状态1过渡。

c) *Assign_PON_ID*消息的接收事件

这个事件只在运行等待状态1和运行等待状态2中处理。

当Assign_PON_ID消息中的串号与它自己的串号匹配时，就获得它。

d) *Grant_allocation*消息的接收事件

当Grant_allocation消息中的PON_ID与它自己的PON_ID匹配时，就为它的ONU指派数据授权和PLOAM授权，然后ONU的状态设定为运行等待状态3。

e) *Ranging_time*消息的接收事件

这个事件只是在运行等待状态3和运行状态当PON_ID和它自己的PON_ID匹配时处理。

在Ranging_time消息中收到均衡_延迟并将它作为8.4.2.3规定的Td的均衡_延迟使用。

（在运行等待状态3）

设定均衡_延迟和ONU的状态设定为运行状态。

（在运行状态）

更新均衡_延迟。

f) *Deactivate_PON_ID*消息的接收事件

当PON_ID和它自己的PON_ID匹配时，ONU的状态向测距等待状态1过渡。以适用于广播Deactivate_PON_ID消息。

g) *Disable_serial_number*消息的接收事件

当串号（64比特）和它自己的串号匹配且在这个消息中使能的第37八比特组等于FFh时，ONU的状态向紧急停止状态过渡。

当串号（64比特）和它自己的串号匹配且在这个消息中使能的第37八比特组等于00h，或不论串号如何使能字段等于0Fh时，则ONU的状态从紧急停止状态过渡到初始状态（O1）。

h) *POPUP*消息的接收事件

这个事件只出现在POPUP状态（O10）。当收到POPUP消息时，ONU恢复激光器设定、Upstream_overhead、LCF和RXCF字段、Te的预均衡延迟、PON_ID和Grant_allocations。定时器TO1启动，然后过渡到O7。

8.4.4.2.2.2 授权接收

数据授权只在运行状态中处理，然后ATM信元发送到OLT。在运行等待状态3和运行状态为响应PLOAM授权发送PLOAM信元到OLT。在运行等待状态3发送的PLOAM信元应含有Serial_number_ONU消息以便证实响应PLOAM授权的授权信元。

测距授权只在测距等待状态3和运行等待状态2中有效。在测距等待状态3，ONU遵从接收的测距授权发送PLOAM信元。这个PLOAM信元在激光器设定期间可能不能由ONU正确传输。在运行等待状态2，在相应测距授权指定的时间发送PLOAM信元。这个PLOAM信元应伴随用于OLT串号探测的Serial_number_ONU消息一起发送。

8.4.4.2.2.3 其他事件

a) 光功率设定完成

只有当ONU光功率设定已完成时在测距等待状态2和测距等待状态3内产生这个事件。这个事件使得状态在定时器TO1设置到开始后向运行等待状态1过渡。如有必要，在测距等待状态3内发送PLOAM信元仅使用于相应接收的测距授权要求的ONU光功率设定。在不需要光功率设定的场合，ONU在测距等待状态1（O2）将从Upstream_overhead消息抽出开销和预指派的延迟值，移动到测距等待状态2（O3），然后立即产生光功率设定完成事件并移动到运行等待状态1（O5）。

b) 定时器TO1到期

当延迟测量程序在某个时间周期内不能完成时，产生这个事件。这个事件产生状态向测距等待状态2的过渡。

TO1的值是10秒。

c) *LOS*, *LCD*, *OAML*或*FRML*检出

这个事件使ONU的状态移到初始状态（O1），除非它是处于运行状态（O8）。

在运行状态（O8），这个事件使ONU的状态在定时器TO2设定为开始之后移到POPUP状态（O10）。

d) 清除LOS, LCD, OAML和FRML

这个事件使ONU的状态从初始状态移到测距等待状态1。

e) 定时器TO2到期

在POPUP状态在某个时间周期内不能接收POPUP消息时产生这个事件。这个事件使状态向初始状态(O1)过渡。

TO2的值是100毫秒。

8.4.4.3 OLT内测距程序

测距程序用实际上定义的状态和状态过渡的功能性能说明如下。

在III.2小节描述OLT内测距程序流程的例子。

8.4.4.3.1 OLT的状态

测距程序使用的OLT功能可以分成公共部分和单个ONU处理部分 (n)，其中n相应每个ONU。公共部分针对在一个线路接口内的公共功能，单个ONU处理部分 (n) 针对在一个线路接口内支持的每个ONU。以下分别用各自的性能描述两个部分的每个状态。

8.4.4.3.2 OLT内性能规范

8.4.4.3.2.1 公共部分的性能

表19示出描述公共部分内功能性能所用的状态图。表19的第一列指示产生的事件，第一行指示公共部分内状态。

表19/G.983.1—OLT内公共部分的状态图

	延迟测量等待/执行状态 (OLT-COM1)	串号 (SN) 探测状态 (OLT-COM2)
SN 探测状态	⇒ OLT-COM2	—
在窗口内接收有效 PLOAM	(注)	抽出 SN 分配自由的 n 分配自由的 PON-ID
二叉树搜索结束	—	⇒ OLT-COM1
非[延迟测量条件完成 (n)]	更新 n	—
延迟测量条件完成 (n)	延迟测量开始命令 (n)	—
注 — 延迟测量 (测量Td) 可以在OLT公共部分或在单个ONU处理部分实现。因而，这个图并没有明确地描述这个功能。		

状态定义为：

- 延迟测量等待/执行状态 (OLT-COM1) ；
- 串号 (SN) 探测状态 (OLT-COM2) 。

事件定义如下：

- a) 在窗口内接收的有效PLOAM。
- b) 二叉树搜索结束。
- c) 延迟测量条件完成（n），
当第n个单个ONU处理部分（n）已为它的延迟测量准备就绪时，产生这个事件。
- d) 非[延迟测量条件完成（n）]
延迟测量结束（n）的通知。

当第n个单个ONU处理部分（n）已成功地或不成功地完成其延迟测量时就产生这个事件。对于顺序测距作为更新被测距ONU的编号“n”的触发器规定该事件是有用的，但是，对于平行测距可以不用它作更新触发器。因而，在状态图中，这个事件并不明显地规定。
- e) SN探测请求。

8.4.4.3.2.2 单个ONU处理部分的性能

表20示出描述单个ONU处理部分（n）内功能性行为所用的状态图。表20的第一列指示产生的事件，第一行指示单个ONU处理部分（n）内状态。

表20/G.983.1—OLT内单个ONU处理部分（n）的状态图

	初始状态 (OLT-IDV1)	延迟测量状态 (OLT-IDV2)	运行状态 (OLT-IDV3)
延迟测量开始命令（n）	⇒ OLT-IDV2	—	—
延迟测量完成（n）	—	发送 Ranging_time 消息三次。延迟测量结束（n）的通知。 ⇒ OLT-IDV3	—
延迟测量不正常停止（n）	—	发送 Deactivate_PON_ID 消息三次。 延迟测量结束（n）的通知。 ⇒ OLT-IDV1	—
检 出 LOSi （n）, CPEi （n）, LCDi （n）, OAMLi （n）, LOAi （n）或 R-INHi （n）	—	—	⇒ OLT-IDV1
注 — 延迟测量结束（n）的通知被确切地描述，但只是为了方便才描述这个事件。因而，这个事件应当视为资料性的。			

状态定义为：

- 初始状态（OLT-IDV1）；
- 等待延迟测量开始命令的状态；
- 延迟测量状态（OLT-IDV2）；
- 运行状态（OLT-IDV3）。

事件定义如下：

a) 延迟测量开始命令 (n)

在从公共部分接收到指令时，产生这个事件。

b) 延迟测量完成 (n)

在延迟测量被成功地实现时，产生这个指令。

在含有均衡_延迟的Ranging_time消息已三次发送给指定的ONU后，就便向OLT公共部分发送延迟测量结束(n)通知，然后状态向运行状态(OLT-IDV3)过渡。

c) 延迟测量不正常的停止 (n)

在延迟测量失败时，产生这个事件。

在向指定的ONU三次发送Deactivate_PON_ID消息之后，就便向OLT公共部分发出延迟测量结束通知(n)，然后状态向初始状态(OLT-IDV1)过渡。

d) 检出 LOS_i (n)， CPE_i (n)， LCD_i (n)， $OAML_i$ (n)， LOA_i (n) 或 $R-INH_i$ (n)

这个事件使状态移到初始状态(OLT-IDV1)。

8.4.4.3.3 均衡_延迟的程序

均衡_延迟(T_d)的定义如8.4.2.3所述。在下行PLOAM信元内Ranging_time消息字段中规定的字节内放置这个均衡_延迟值，并将它发送给ONU。

如果下列所有条件都满足，则表明均衡_延迟测量成功：

- 1) 在测距窗口内检测到有效的PLOAM信元；
- 2) PLOAM信元内的Serial_number_ONU消息与访问的ONU的串号相符；
- 3) 测得的 T_d 小于或等于某值（例如，79信元）；
- 4) 探测到的ONU的相位与参考信元的相位相比小于或等于 ± 2 比特。

注 — 参考信元定义如下：

- 头一次探测到的相位没有参考信元，因而，当头一次接收的PLOAM信元满足所有上述条件（1-3）时，认为均衡_延迟测量初步成功。将这个头一次探测到的相位当作下一次接收的PLOAM信元的参考相位。每次OLT收到满足上述条件（1-3）的有效PLOAM信元就更新参考信元，不必理会条件4）满足与否。

延迟测量由一系列的测量组成，按获得两次成功或两次失败的测量来考察完成与否。如完成 S （=2）次就表示成功的均衡_延迟测量并产生延迟测量完成事件。

与此相反， F （=2）次表示均衡_延迟测量失败，意味着没有满足成功均衡_延迟测量的条件，并产生延迟测量不正常停止的事件。

如有必要，失败的次数可以排除OLT内接收器门限设定的那些失败。

均衡_延迟的计算和传送方法如下：

当延迟测量完成事件出现时，对最后成功的均衡_延迟值和它的参考信元的均衡_延迟值平均，忽略几分之一比特。这个平均值作为均衡_延迟发送给ONU。

8.4.4.3.4 相位监测和均衡_延迟更新

在ONU激活时，不断核查在OLT接收信元的相位，防止与相邻信元冲突。利用时钟相位对准的方法吸收OLT时钟产生的抖动。由温度变化引起的漂动使ONU的上行信元朝着它前一个或后一个信元偏移。

在OLT到达的信元相位在某个周期上用每个ONU合适的信元样本进行平均，通过Ranging_time消息向要调节它的均衡_延迟的ONU发送更新的均衡_延迟。这个Ranging_time消息在某个最大周期内至少要发送一次。

如果OLT检测出在某个等待时间后ONU没有调节它的均衡_延迟，或者OLT检测出在某个时间内信元相位有错，则OLT发送更新的均衡_延迟几次。如仍然不成功（CPEi），则OLT发送Deactivate_PON_ID消息三次。如ONU没有响应这个消息，将这种异常通知操作人员。如要禁止ONU，则中止这个ONU的授权接收。通知操作人员采取了这种动作。操作人员可以判定使这个ONU退出业务还是重复全部测距程序。

8.4.5 测距时间要求

测距时间应满足下列要求。

表21/G.983.1—测距时间要求

项 目	PON状态（注1）	ONU状态力（注1）	方 法	ONU数目	要 求
1	冷	冷	A	每个 ONU	2 s
2	冷	冷	B	每个 ONU	10 s
3	热	冷	A	1	1 s
4	热	冷	B	1	3 s
5	热	冷	A/B	31	93 s
6（注 2）	热	热	A	16	100 ms
7（注 3）	转换	热	参见 8.3.9		

注1 — PON和ONU状态的说明见8.4.1.2。

注2 — 项目6的要求应是任选的，但应保证它的能力。

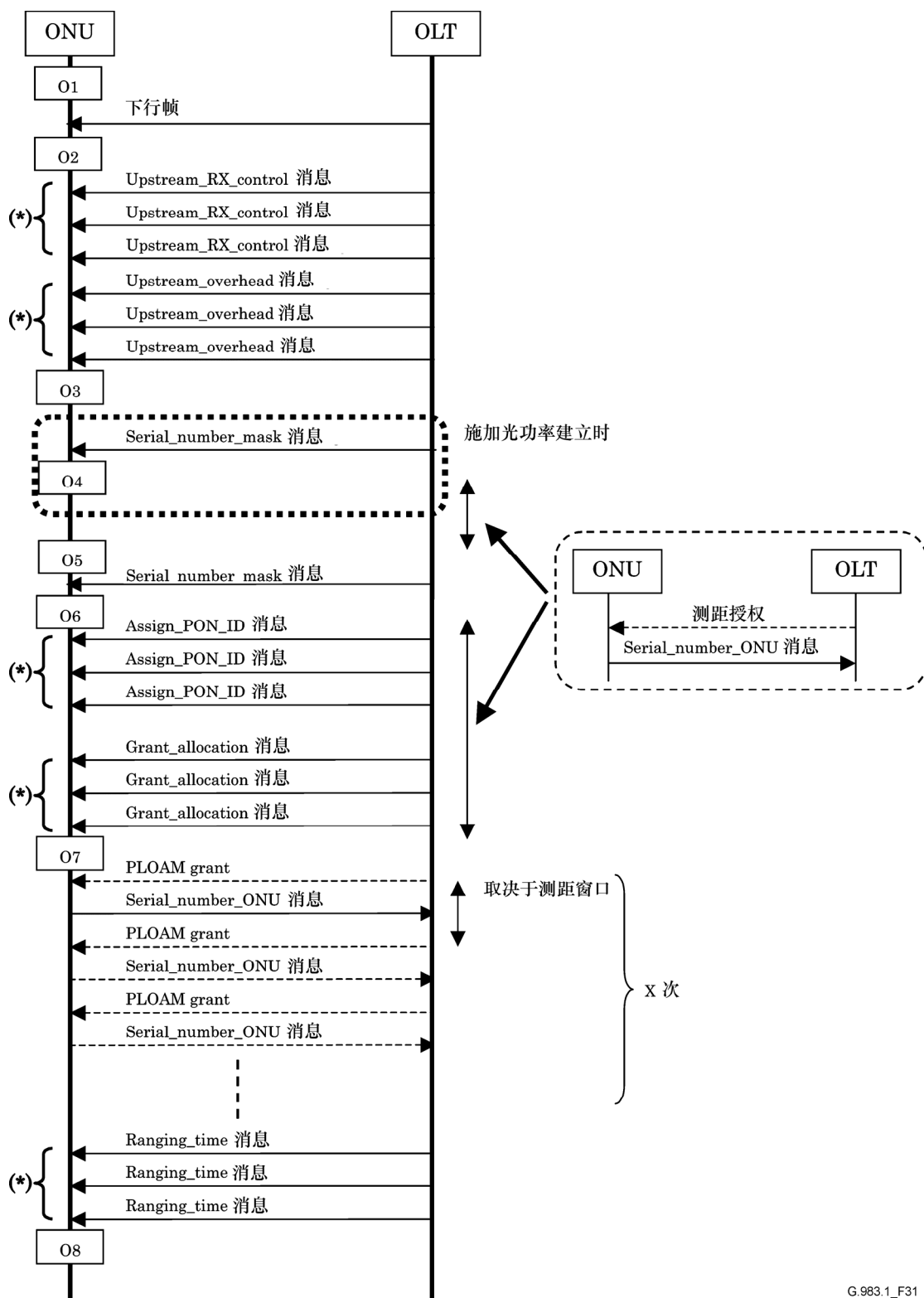
如8.4.1.1所述按编程频率例如每秒打开窗口的能力应支持这个要求。这可能会引起某些业务QOS劣化。

注3 — 在转换状态下测距时间要求在此不规定。

全部转换过程必须在8.3.9所述时间内完成。

8.4.6 常规测距时序

图31说明在测距过程中OLT和ONU之间消息的常规交换时序。



G.983.1_F31

图31/G.983.1—测距消息时序

图31的注

注1 — 规定在ONU内每个PLOAM消息的处理时间在6个Tframe以内（6*Tframe）。ONU能在任何间隔接收来自OLT的PLOAM消息。

注2 — 实现光功率建立有两个方法。一个是ONU在O3内自己实现光功率建立，另一个是ONU在O4内接收某些测距授权并发送某些上行PLOAM信元。在后一种情况，OLT必须事先知道次数并由发送测距授权定时。这些值与测距时间和测距窗口数有关。因而，应由运营商按它们的服务要求来选择实现光功率建立的方法。

注3 — 在O4和O6内，如OLT发测距授权给ONU，ONU必须发ONU串号消息给OLT。

注4 — 当ONU收到在三个连续消息内至少有一个消息由（^{a)}）指示，ONU能够转到下一个动作。详细动作如下：

- 当它收到至少一个上行开销消息，ONU能从O2转到O3。
- 当它收到至少一个指派PON_ID消息，ONU能接收授权安排消息。
- 当它收到至少一个授权安排消息，ONU能从O6转到O7。
- 当它收到至少一个测距时间消息，ONU能从O7转到O8。

注5 — 如OLT要利用Rx控制字段，在它试图使用该方法之前OLT将发送上行Rx控制消息。

注6 — 按照O7的X倍PLOAM授权，从ONU发ONU串号消息。由OLT的实现方式规定X。

9 操作、管理和维护（OAM）功能

采用由两个轴组成的框架，能够沿每个轴对OAM功能分类。第一个轴由与OAM功能有关的OAN功能子系统组成。第二个轴是OAM功能类别。

下列功能子系统满足OAM要求：

- 1) 设备（外围和电源）；
- 2) 传输；
- 3) 光的子系统；
- 4) 业务子系统。

功能分类的OAM要求可以按ITU-T M.3010建议书分成五类：

- a) 配置管理；
- b) 性能管理；
- c) 故障管理；
- d) 安全管理；
- e) 计费管理；范围之外。

更多的信息参见附录III/G.982。

10 性能

按ITU-T G.982建议书的规定，T-V（或a-V）之间的平均信号传递延迟时间应小于1.5 ms。1.5 ms是对于电话业务的准则。

按ITU-T I.356建议书ATM的性能规定在ATM层ATM信元延迟的变化。

11 环境条件

建议按IEC 60721-3-3的条件。

建议电磁兼容性按IEC 60801-2和60801-3的条件。

在表22说明OLT和ONU采用的温度和相对湿度等环境条件的例子。诸如环境污染和化学条件等其他环境条件有待进一步研究。

表22/G.983.1—环境条件的例子

适 用 例 子	温 度 (C)		相 对 湿 度 (%)		备 注
	标 称	短 期	标 称	短 期	
OLT	5 到 40	0 到 50 (注)	5 到 85	5 到 90 (注)	IEC 60721-3-3 3k3 类
室内 ONU	-5 到 45	—	5 到 95	—	IEC 60721-3-3 3k5 类
室外 ONU	—	—	—	—	有待进一步研究
注 — 选择 1: “短期”指不大于连续 72 小时的期间且总的時間每年不超过 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。					

12 安全性

12.1 电气安全性和保护

ATM-PON设备的电气安全性方面有待研究。

12.2 光的安全性和保护

ONU发送器光功率电平应不超过IEC 60825-1 (1993) 规定的1类。

注 — 对于安全性不要求ONU光关闭。断开光连接器或故障引起的上行链路断掉可能不会导致激光器关闭。然而TC层动作可导致ONU发送器关闭。

附 录 I

在 O_{ru} 和 O_{rd} 及 O_{ld} 和 O_{lu} ，ODN的总最小ORL的任选情况

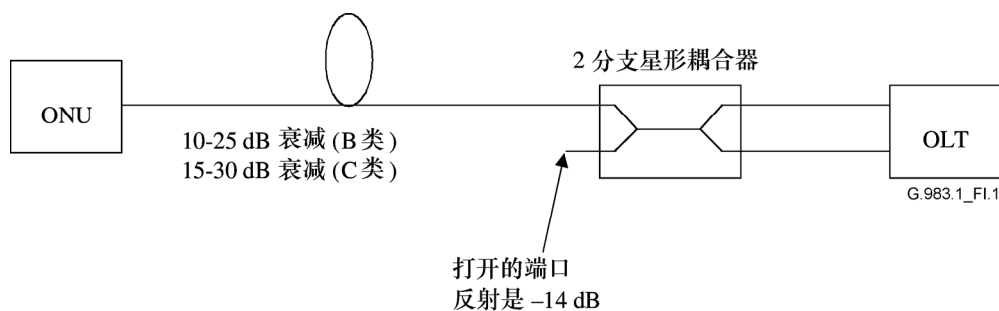
I.1 引言

在8.2.7.2规定在 O_{ru} 和 O_{rd} 及 O_{ld} 和 O_{lu} ，ODN的最小ORL优于32 dB。这个附录说明ORL变得比32 dB小的示例情况。

I.2 打开位于星形耦合器ONU侧连接器的影响

在星形耦合器所有端口都被终端的情况，在ODN内最小ORL应优于32 dB，但是，在星形耦合器所有端口都没有终端的情况，ODN内最小ORL就不会优于32 dB。如图I.1示，当光纤在OLT和星形耦合器之间

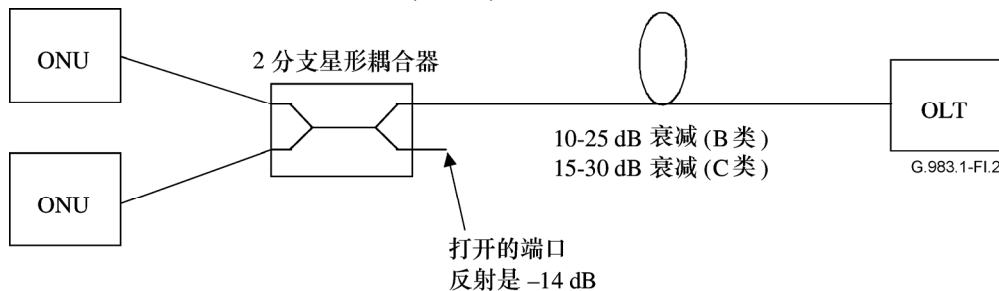
被保护且2分支星形耦合器的一个端口没有终端时，端口的反射是-14 dB，星形耦合器的往返光损耗是-6 dB，则从OLT观察的ODN的ORL是 $-(-14-6)=20$ dB。



图I.1/G.983.1—打开位于星形耦合器ONU侧连接器的影响

I.3 打开位于星形耦合器OLT侧连接器的影响

如图I.2示，当2分支星形耦合器一个端口未终端时，该端口的反射是-14 dB，星形耦合器内往返光损耗是-6 dB，则从ONU观察的ODN的ORL是 $-(-14-6)=20$ dB。

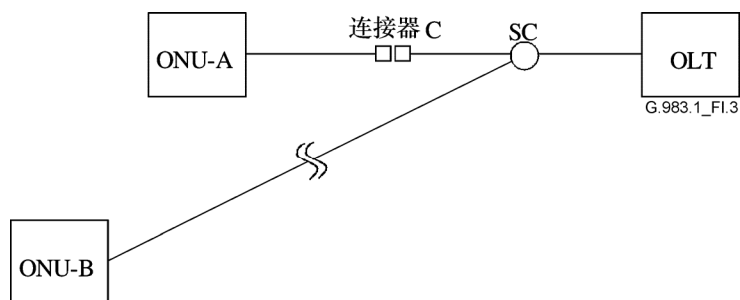


图I.2/G.983.1—打开位于星形耦合器OLT侧连接器的影响

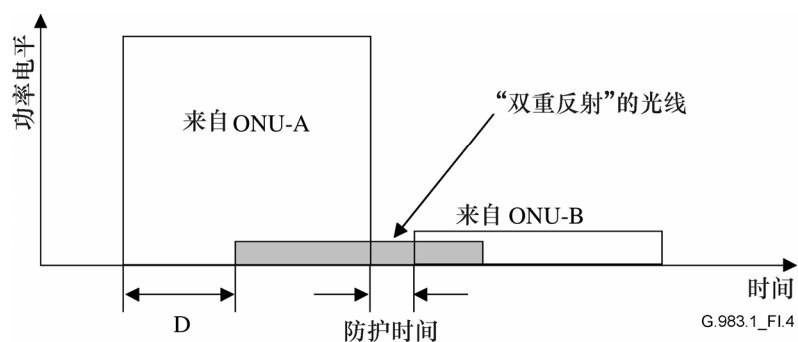
特别是在FTTH情况，许多连接器位置靠近ONU。在这种情况下，这个20 dB相当于4个PC连接器的反射，这种连接器每个的反射是-25 dB。

I.4 断开靠近ONU的连接器的影响

注 — 在图I.3，连接器C被断开，活动的OUN-A位置靠近OLT，连接器断开后呈现一条很窄的间隙。在这种情况下，来自ONU-A的光信号在连接器C反射，上行和下行光信号的传输仍然没有断开。反射的光返回到ONU-A并在ONU-A再次反射。这个“双反射”的信号可能与从ONU-B来的突发信号重叠。图I.4示出信号的重叠。



图I.3/G.983.1—断开靠近ONU的连接器的影响



D ONU-A 和连接器 C 之间的往返时间

图I.4/G.983.1—突发信号与反射信号的重叠

附录 II

ODN光回损的影响

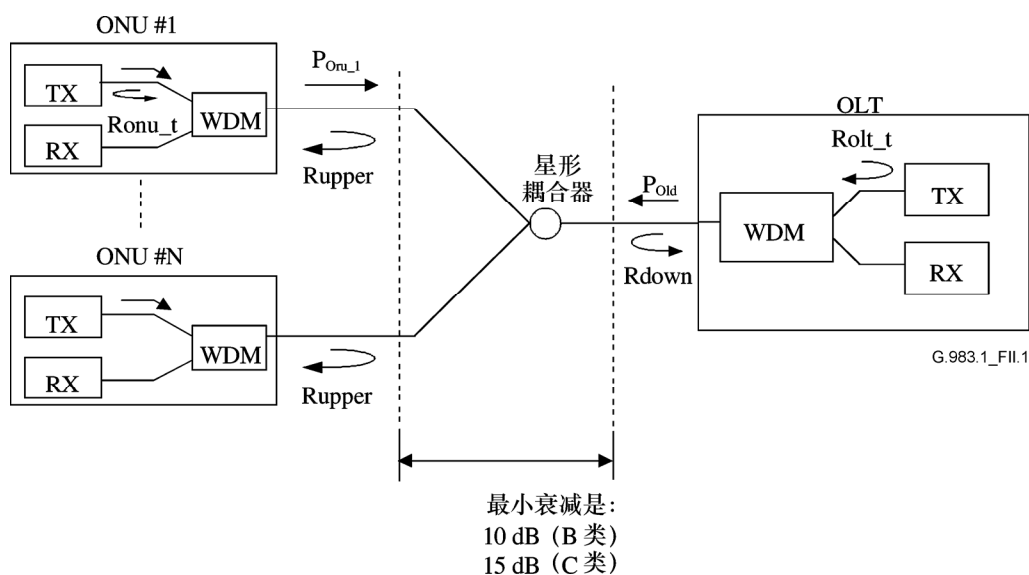
II.1 引言

每种网络模型具有它自己的ODN的光回损（ORL），而PON对ODN的ORL是敏感的。本附录说明在ODN的ORL为32 dB或20 dB情况下所考察的某些反射类型，ONU和OLT的WDM隔离和ONU设备发射器和接收器的反射等方面的关系。

在计算光参数时，我们假定ONU设备接收器反射是-20 dB，OLT设备接收器反射是-20 dB。我们说明条件方程和制约参数的反射计算结果。

II.2 ODN光回损为32 dB

II.2.1 所研究的反射模型



图II.1/G.983.1一所研究的反射模型

在这个附录中使用下列符号：

P_{Oru_n}	在 O_{ru} 处ONU #n发送器的光输出功率
P_{Old}	在 O_{ld} 处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_{upper}	在 O_{ru} 和 O_{rd} 处ODN的ORL
R_{down}	在 O_{ld} 和 O_{lu} 处ODN的ORL
I_{olt_t}	OLT发送器的WDM隔离
I_{olt_r}	OLT接收器的WDM隔离
I_{onu_r}	ONU接收器的WDM隔离

在这个附录中这些值全部当作正值处理。

II.2.2 反射到ONU接收器的影响

图II.2示出所考察的反射信号通道。必须满足公式A：

$$P_{Oru,1} - R_{upper} - I_{onu_r} < (\text{允许的干扰光功率}) \quad [\text{公式 A}]$$

在图II.2，来自其他ONU（#2 - #N）的发送信号输入ONU #1。因为它们的传输时间与ONU #1的传输时间不同，它们不会相加。

关于分类B，假设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 = -30 dBm - 10 dB = -40 dBm。

则：

$$+ 2 - 32 - I_{onu_r} < -40 \quad (\text{II-1})$$

我们得到：

$$I_{onu_r} > 10 \text{ dB} \quad (\text{II-2})$$

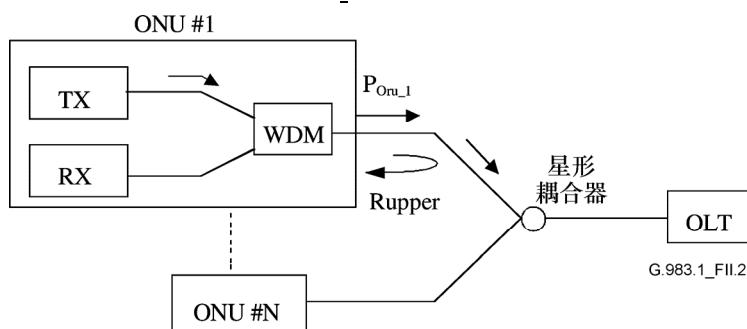
关于分类C，假定允许的干扰光功率等于（最小灵敏度-10 dB），允许干扰光功率 = -33 dBm -10 dB = -43 dBm。

则：

$$+ 4 - 32 - I_{onu_r} < -43 \quad (\text{II-3})$$

我们得到：

$$I_{onu_r} > 15 \text{ dB} \quad (\text{II-4})$$



图II.2/G.983.1—入射ONU接收器的模型

II.2.3 反射到OLT接收器（信号区内）的影响

反射到OLT接收器的影响分析在两种状态下完成：一个是反射信号重叠上行突发信号区，而另一个是反射信号位于没有信号的延迟测量窗口内。

在信号区，考察下列三种情况。

II.2.3.1 情况1

图II.3示出反射信号的通道。必须满足公式B：

$$(\text{突发信号光电平的最大差}) - R_{upper} - R_{onu_t} < (\text{允许的干涉光功率比}) \quad [\text{公式 B}]$$

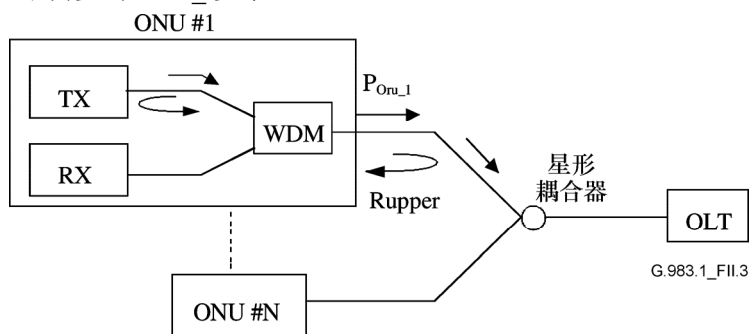
假定允许的干涉光功率比是 -10 dB ，我们得到：

$$(15 + 6) - 32 - R_{onu_t} < -10 \quad (\text{II-5})$$

则：

$$R_{onu_t} > -1 \text{ dB} \quad (\text{II-6})$$

因而，在这种情况下不需要对 R_{onu_t} 要求。



图II.3/G.983.1—进入OLT接收器的模型1

II.2.3.2 情况2

图II.4示出反射信号通道。必须满足公式C：

$$(\text{突发信号光电平的最大差}) - R_{olt_t} - R_{down} - I_{olt_t} \times 2 < (\text{允许的干涉光功率}) \quad [\text{公式 C}]$$

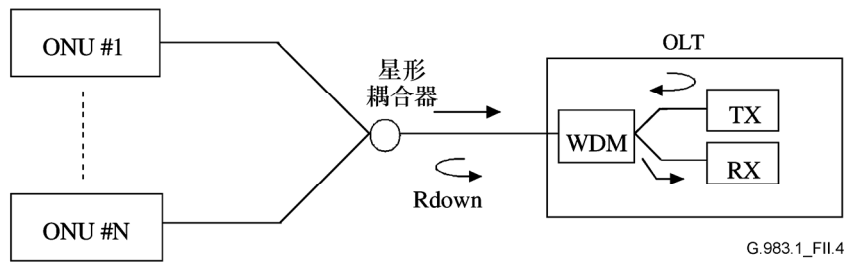
假定允许的干涉光功率等于 -10 dB ，我们得到：

$$(15 + 6) - R_{olt_t} - 32 - I_{olt_t} \times 2 < -10 \quad (\text{II-7})$$

则：

$$R_{olt_t} + I_{olt_t} \times 2 > -1 \text{ dB} \quad (\text{II-8})$$

R_{olt_t} 和 I_{olt_t} 是正数，因而，在这种情况下不需要对 R_{olt_t} 和 I_{olt_t} 要求。



图II.4/G.983.1—射入OLT接收器的模型2

II.2.3.3 情况3

图II.5示出反射信号的通道。必须满足公式D:

$$P_{Old} - R_{down} - I_{olt_r} < (\text{允许的干涉光功率}) \quad [\text{公式 D}]$$

关于分类B，假定允许的干涉光功率等于（最小灵敏度-10 dB），允许的干涉光功率=-30 dBm-10 dB=-40 dBm。

则:

$$+2 - 32 - I_{olt_r} < -40 \quad (\text{II-9})$$

我们得到:

$$I_{olt_r} > 10 \text{ dB} \quad (\text{II-10})$$

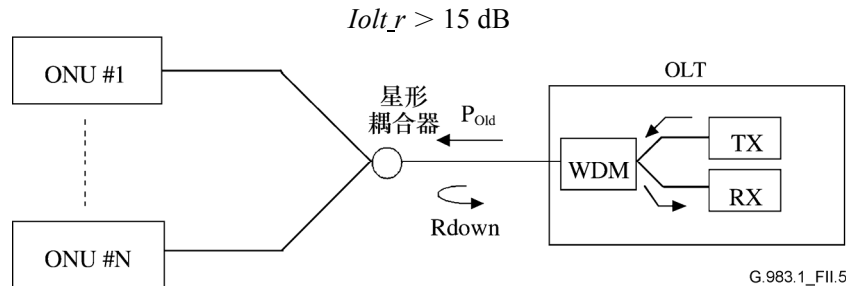
关于分类C，假定允许的干涉光功率等于（最小灵敏度-10 dB），允许的干涉光功率=-33 dBm-10 dB=-43 dBm。

则:

$$+4 - 32 - I_{olt_r} < -43 \quad (\text{II-11})$$

我们得到:

$$I_{olt_r} > 15 \text{ dB} \quad (\text{II-12})$$



图II.5/G.983.1—射入OLT接收器的模型3

II.2.4 反射到OLT接收器（无信号区内）的影响

在无信号区，所考察的反射主要情况有如下两种。

II.2.4.1 情况1

图II.3示出反射信号通道。必须满足公式E:

$$P_{Oru_1} - R_{upper} - R_{onu_t} - (\text{最小光通道衰减}) < (\text{确定是无信号的电平}) \quad [\text{公式 E}]$$

关于分类B，假定确定是无信号的电平等于（最小灵敏度-10 dB），确定是无信号的电平=-30 dBm-10 dB=-40 dBm。

则:

$$+2-32-Ronu_t-10 < -40 \quad (II-13)$$

我们得到:

$$Ronu_t > 0 \text{ dB} \quad (II-14)$$

因而, 在这种情况下不必要求Ronu_t。

关于分类C, 假定确定是无信号的电平等于(最小灵敏度-10 dB), 确定是无信号的电平=-33 dBm-10 dB=-43 dBm。

则:

$$+4-32-Ronu_t-15 < -43 \quad (II-15)$$

我们得到:

$$Ronu_t > 0 \text{ dB} \quad (II-16)$$

因而, 在这种情况下不必要求Ronu_t。

II.2.4.2 情况2

图II.5示出反射信号的通道。必须满足公式F。

$$P_{Old}-Rdown-Iolt_r < (\text{确定是无信号的电平}) \quad [\text{公式}]$$

关于分类B, 假定确定是无信号的电平等于(最小灵敏度-10 dB), 确定是无信号的电平=-30 dBm-10 dB=-40 dBm。

则:

$$+2-32-Iolt_r < -40 \quad (II-17)$$

我们得到:

$$Iolt_r > 10 \text{ dB} \quad (II-18)$$

关于分类C, 假定确定是无信号的电平等于(最小灵敏度-10 dB), 确定是无信号的电平=-33 dBm-10 dB=-43 dBm。

则:

$$+4-32-Iolt_r < -43 \quad (II-19)$$

我们得到:

$$Iolt_r > 15 \text{ dB} \quad (II-20)$$

II.3 ODN反射的其他情况

对于ODN反射为-20 dB的情况, 上述计算方法同样适用。表II.1示出在ODN的最小ORL为32 dB和20 dB时光参数要求。

WDM隔离参数是实现方式的事情, 在II.1中有关WDM隔离参数的值是资料性的。这个附录包括ONU和OLT的设备反射。就WDM的特性而论, Ronu_t等于在发送器波长测量的ONU发射。

在ODN的ORL是32 dB的情况, ONU发送器设备反射必须小于入射光功率。因而, 它应当是通常FP-LD模块可获得的6 dB。

在ODN的ORL是20 dB的情况，ONU发送器设备反射必须小于12 dB。

如上所述，最大ONU发送器设备反射对由公共承载体构件的网络决定的ODN的ORL值是敏感的。在ODN的ORL是32 dB和20 dB的情况，表II.1中ONU发送器的设备反射值是适用的。在其他情况，可利用上述计算方法导出适当的值。

表II.1/G.983.1—ONU发送器设备反射值

最小ODN 的ORL	分类	光 参 数	要求的特性					
			A ^{a)}	B ^{a)}	C ^{a)}	D ^{a)}	E ^{a)}	F ^{a)}
32 dB	B	ONU 接收器的 WDM 隔离	10 dB					
		ONU 发送器的 WDM 隔离						
		OLT 接收器的 WDM 隔离				10 dB		10 dB
		OLT 发送器的 WDM 隔离			NA			
		ONU 发送器的设备反射		NA			NA	
	C	ONU 接收器的 WDM 隔离	15 dB					
		ONU 发送器的 WDM 隔离						
		OLT 接收器的 WDM 隔离				15 dB		15 dB
		OLT 发送器的 WDM 隔离			NA			
		ONU 发送器的设备反射		NA			NA	
20 dB	B	ONU 接收器的 WDM 隔离	22 dB					
		ONU 发送器的 WDM 隔离						
		OLT 接收器的 WDM 隔离				22 dB		22 dB
		OLT 发送器的 WDM 隔离			2.5 dB			
		ONU 发送器的设备反射		11 dB			12 dB	
	C	ONU 接收器的 WDM 隔离	27 dB					
		ONU 发送器的 WDM 隔离						
		OLT 接收器的 WDM 隔离				27 dB		27 dB
		OLT 发送器的 WDM 隔离			2.5 dB			
		ONU 发送器的设备反射		11 dB			12 dB	

^{a)} A、B、C、D、E 和 F 分别代表公式 A、公式 B、公式 C、公式 D、公式 E 和公式 F。

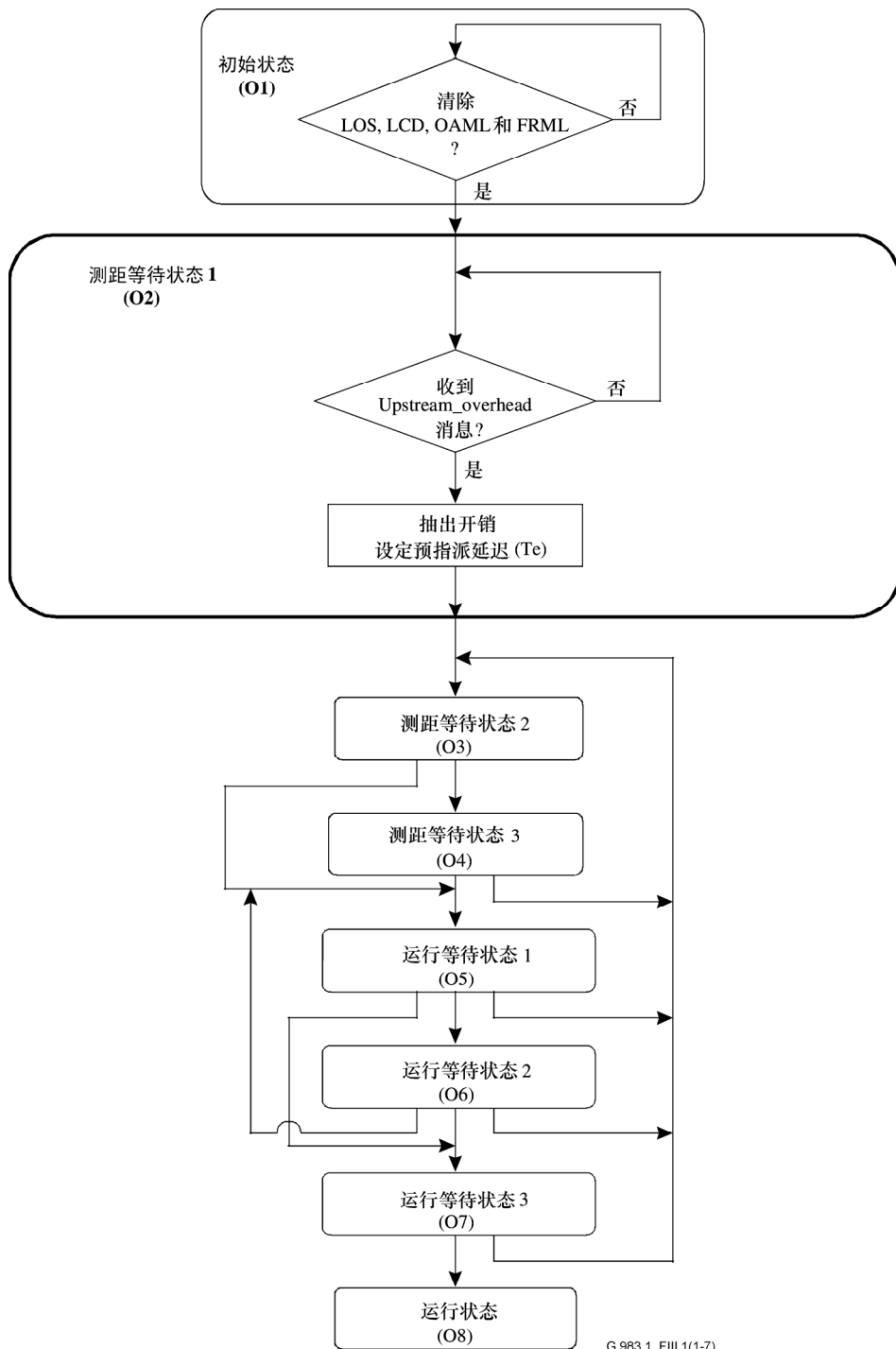
附录 III

测距流程图

在这里示出的测距流程图是测距程序正常运行的示例。为了简化该图（诸如LOS、LCD、OAML和FRML）告警的影响没有示出。也没有示出（诸如Disable_serial_number和Deactivate_PON_ID）等某些消息的影响。

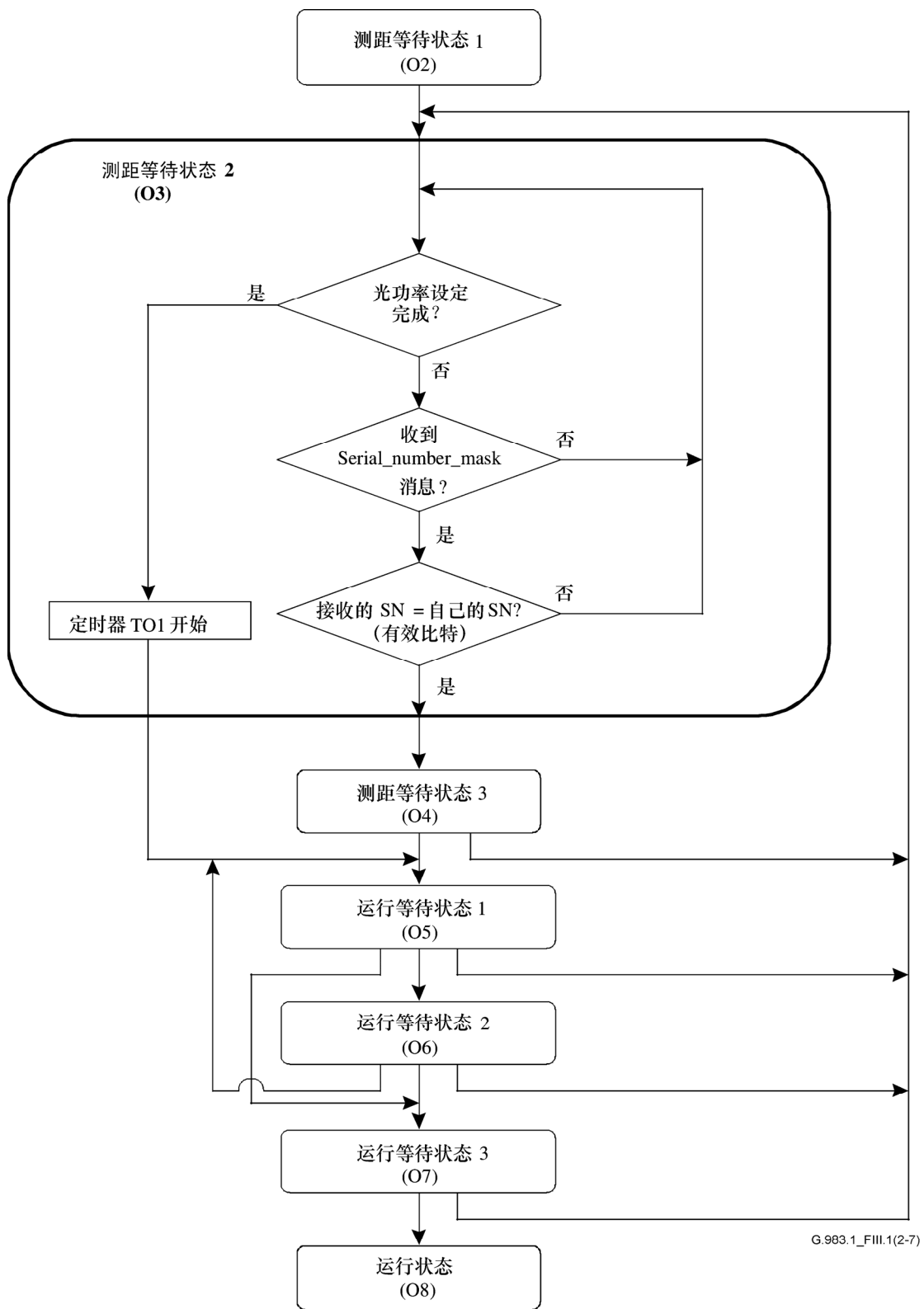
III.1 ONU内测距流程（示例）

图III.1（第1-7页，共7页）表明在ONU内测距流程的例子。并不旨在规范测距程序，仅供资料性参考。



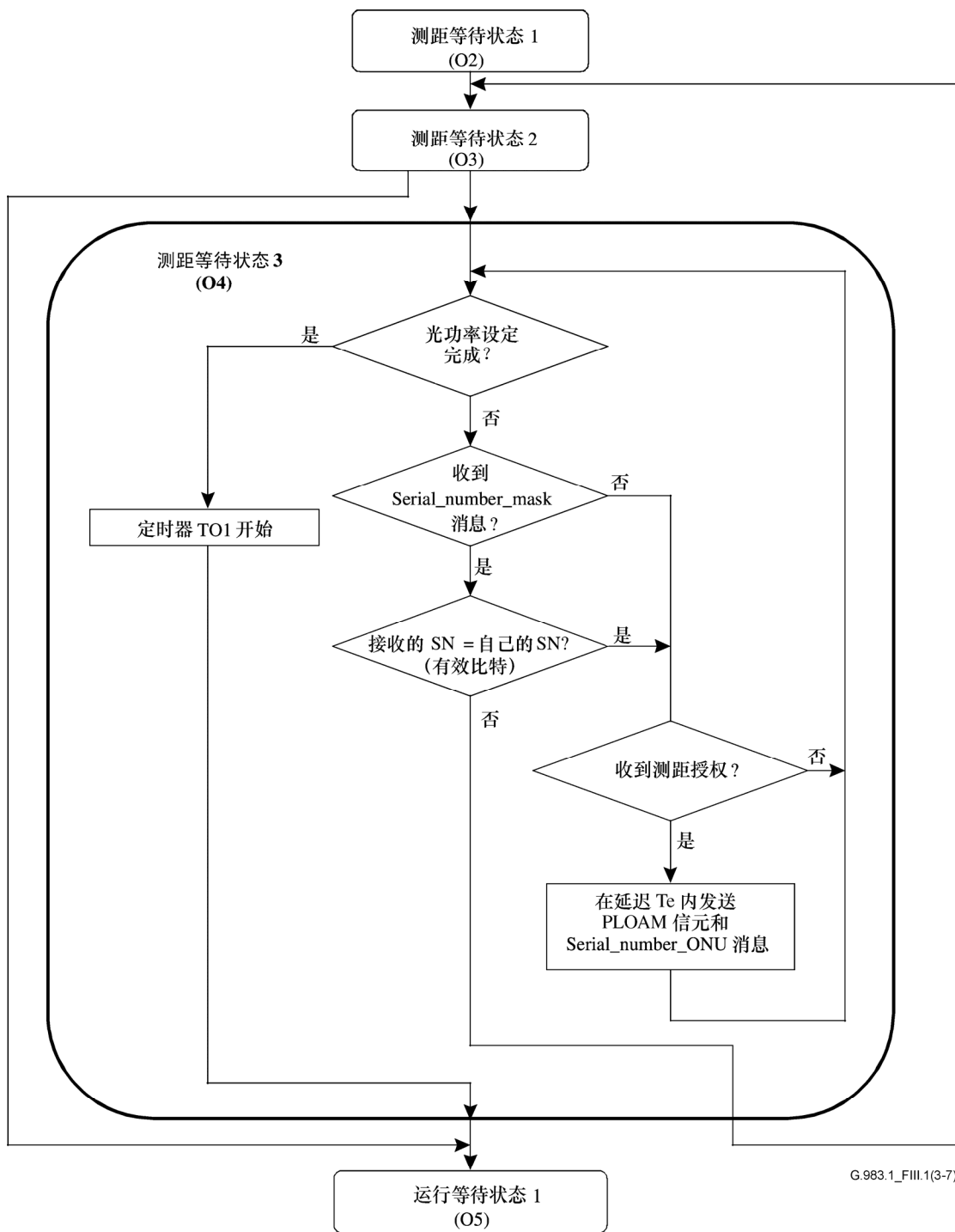
G.983.1_FIII.1(1-7)

图III.1/G.983.1—测距流程[ONU]（示例）（共7页，第1页）

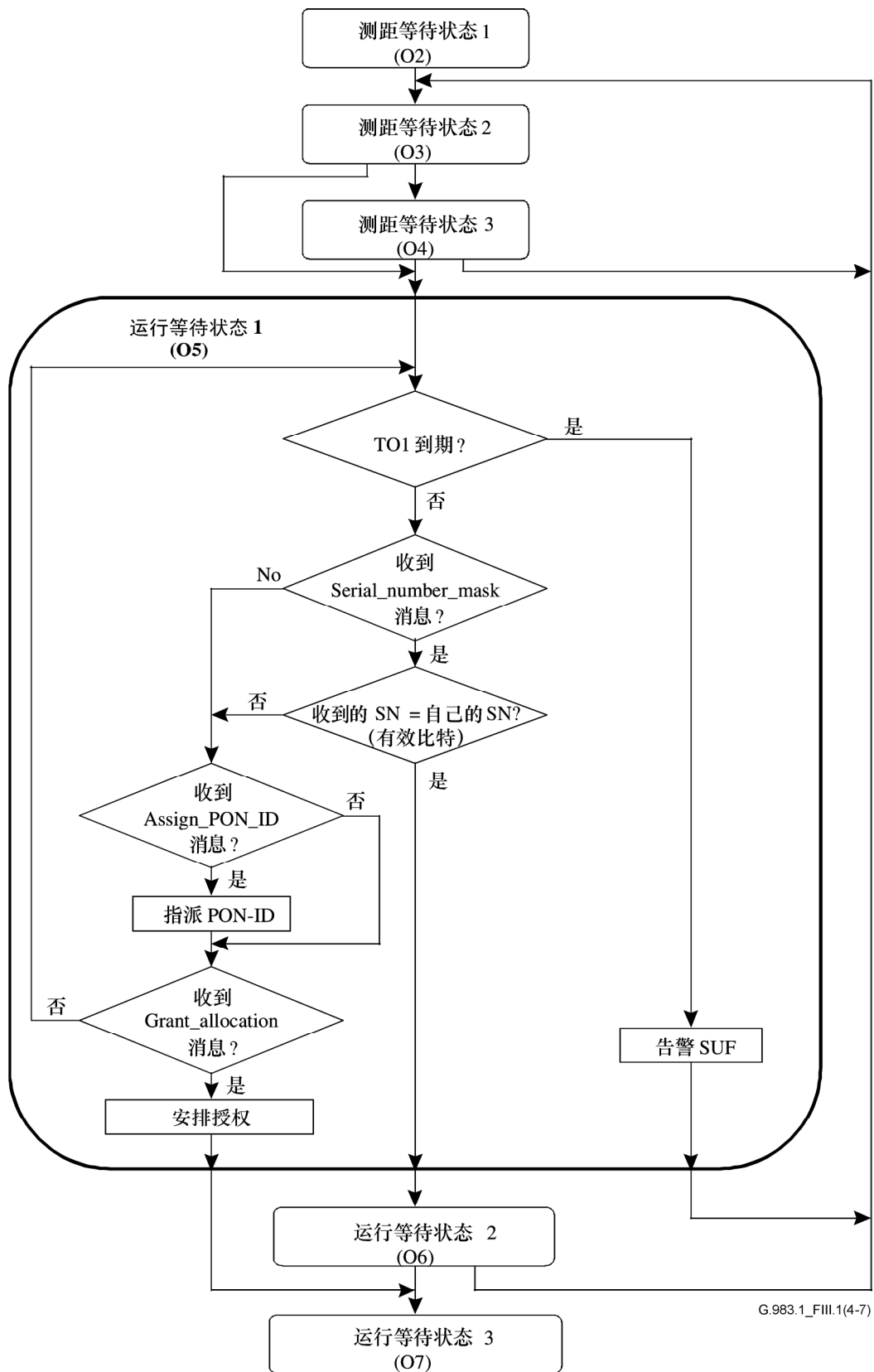


G.983.1_FIII.1(2-7)

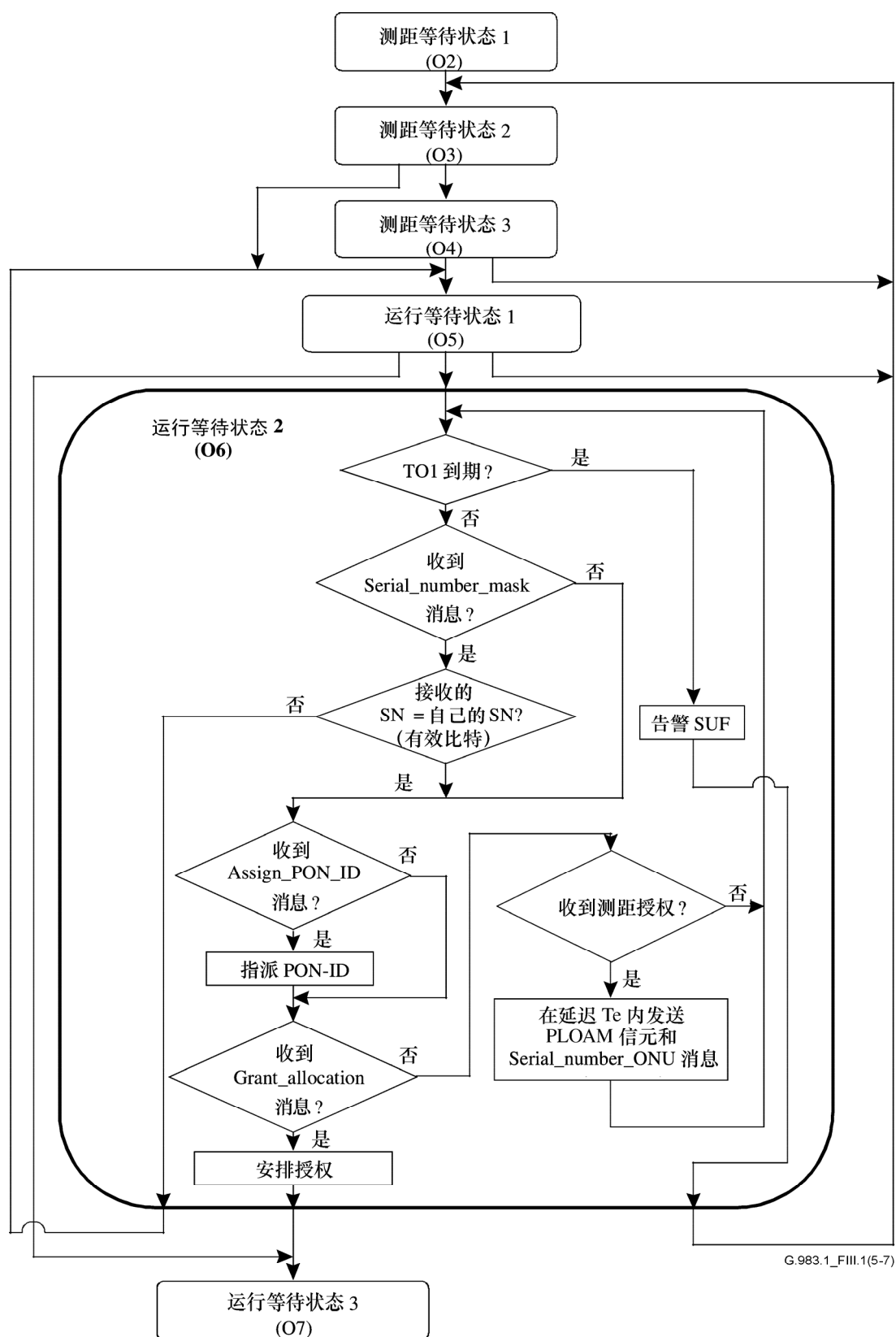
图III.1/G.983.1—测距流程[ONU]（示例）（共7页，第2页）



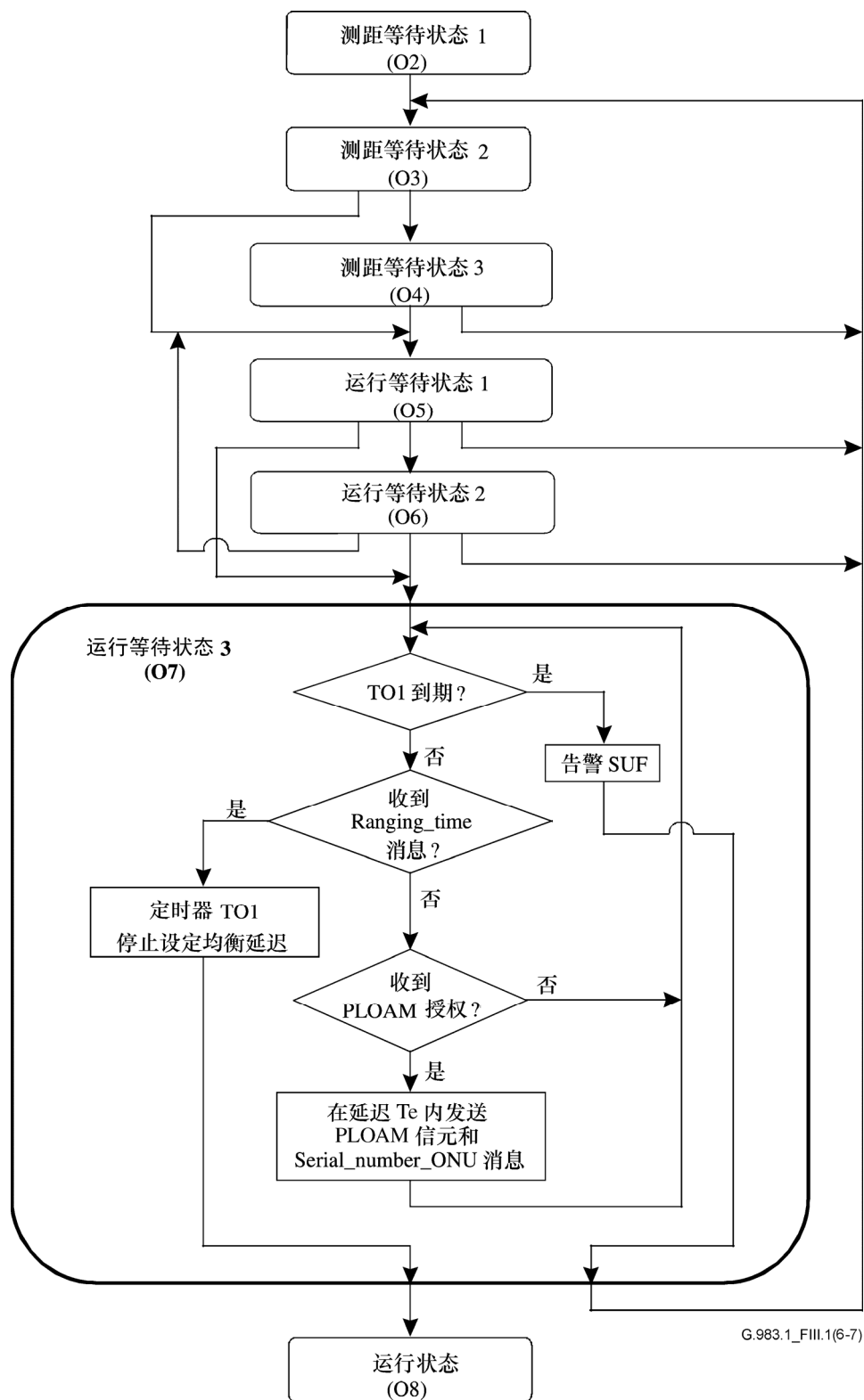
图III.1/G.983.1—测距流程[ONU]（示例）（共7页，第3页）



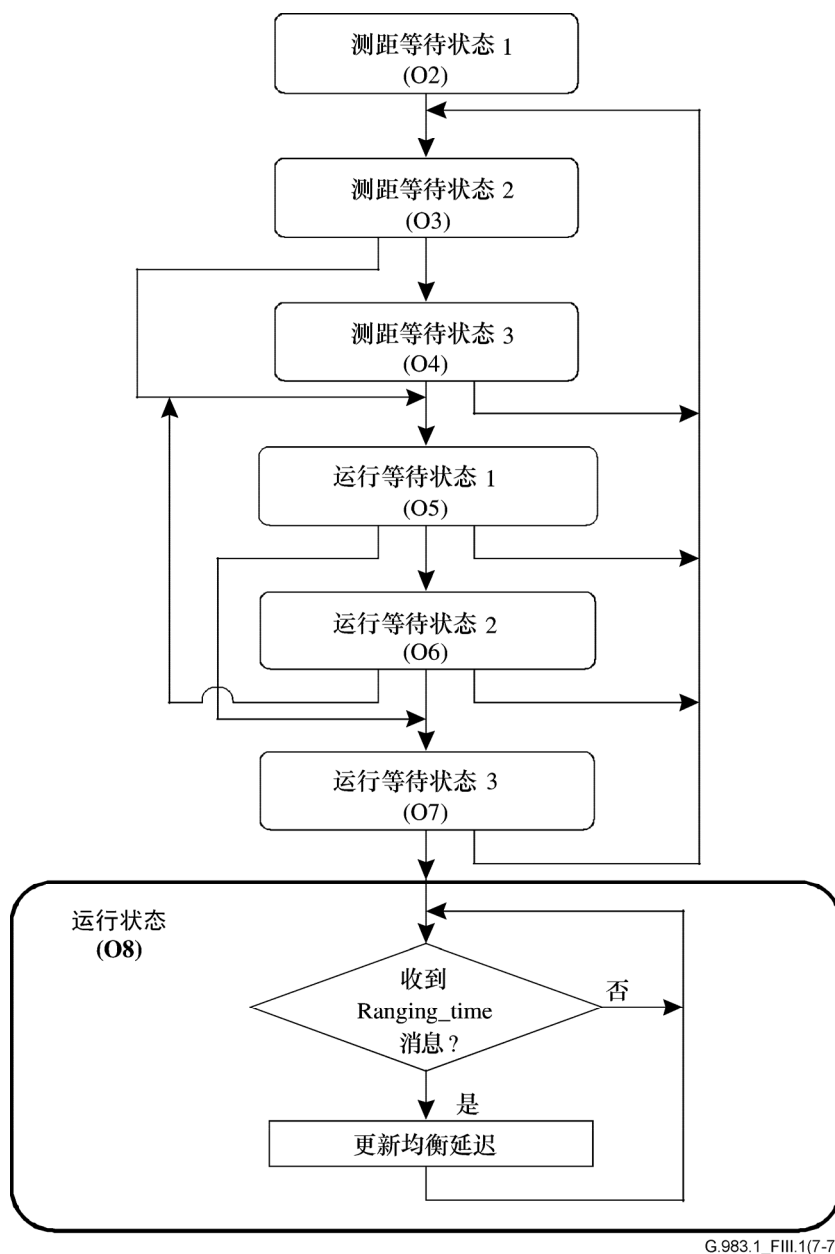
图III.1/G.983.1—测距流程[ONU]（示例）（共7页，第4页）



图III.1/G.983.1—测距流程[ONU]（示例）（共7页，第5页）



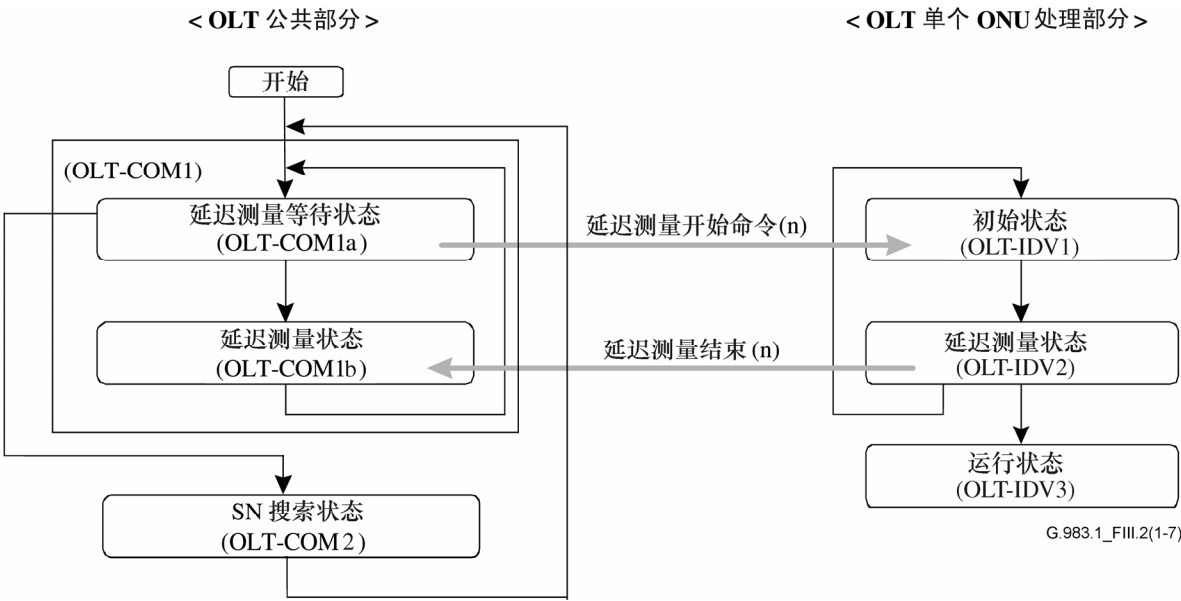
图III.1/G.983.1—测距流程[ONU]（示例）（共7页，第6页）



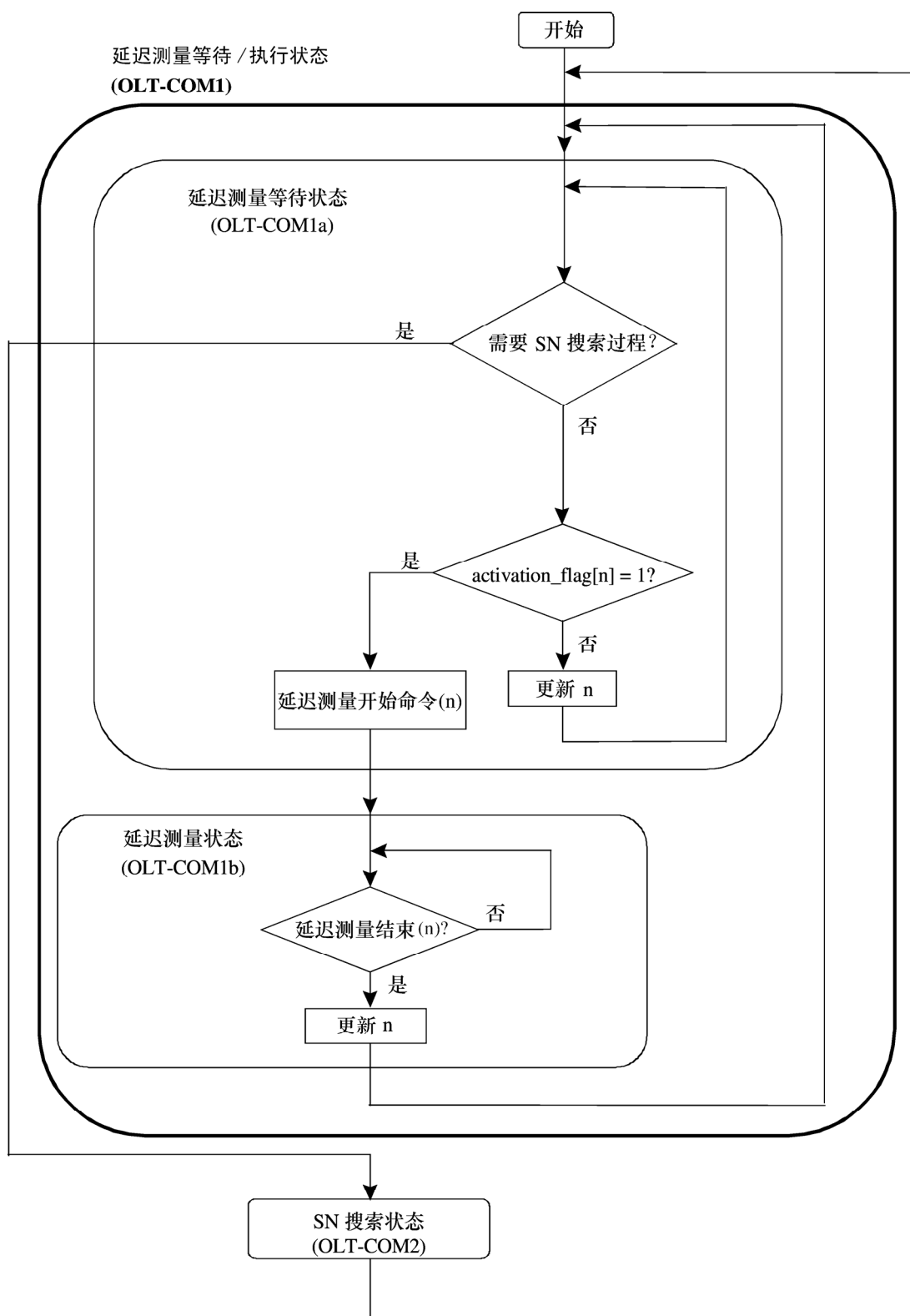
图III.1/G.983.1—测距流程[ONU]（示例）（共7页，第7页）

III.2 OLT内测距流程（示例）

图III.2（第1-7页，共7页）表明在OLT内测距流程的例子。并不旨在规范测距程序，仅供资料性参考。

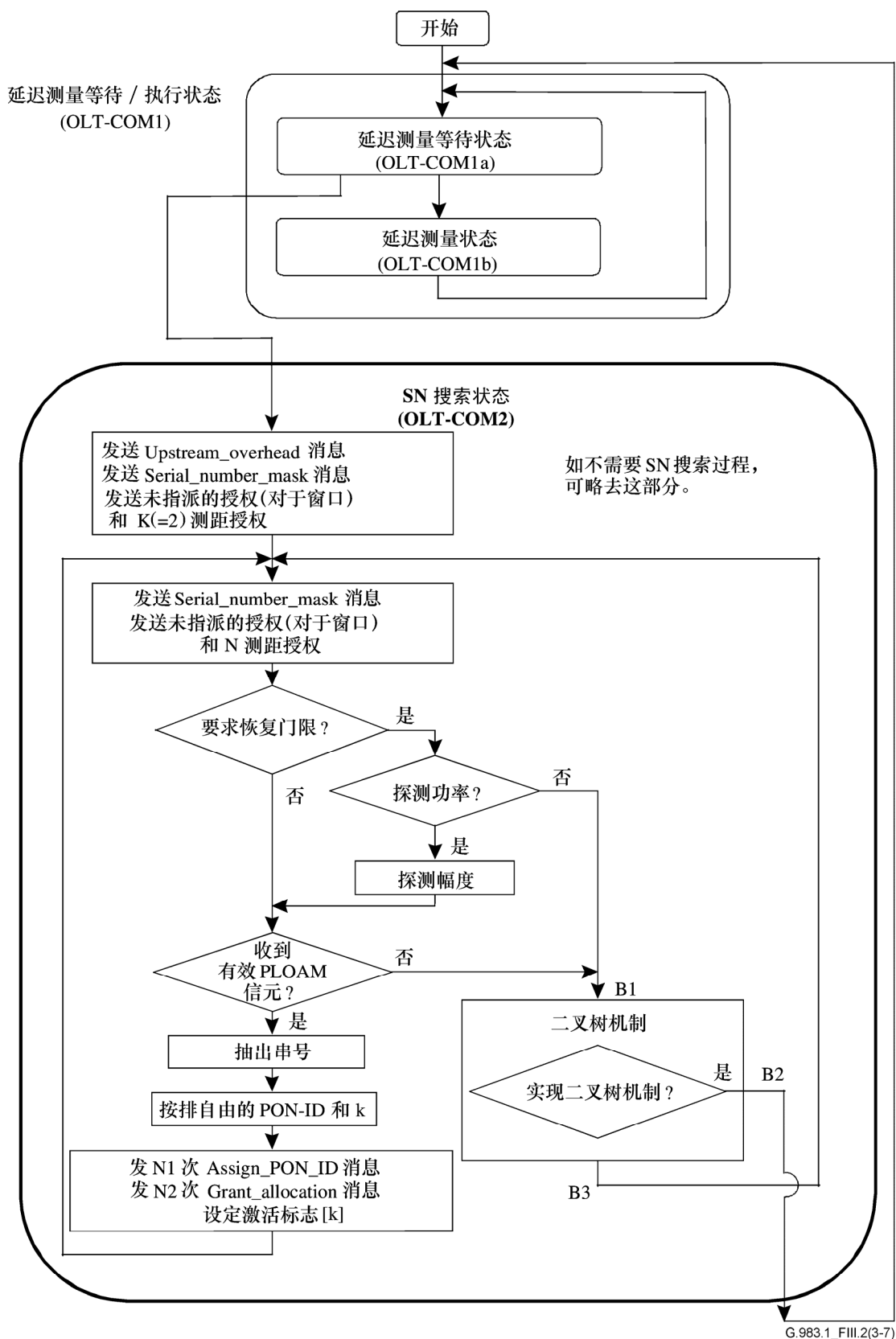


图III.2/G.983.1—测距流程[OLT]（示例）（共7页，第1页）

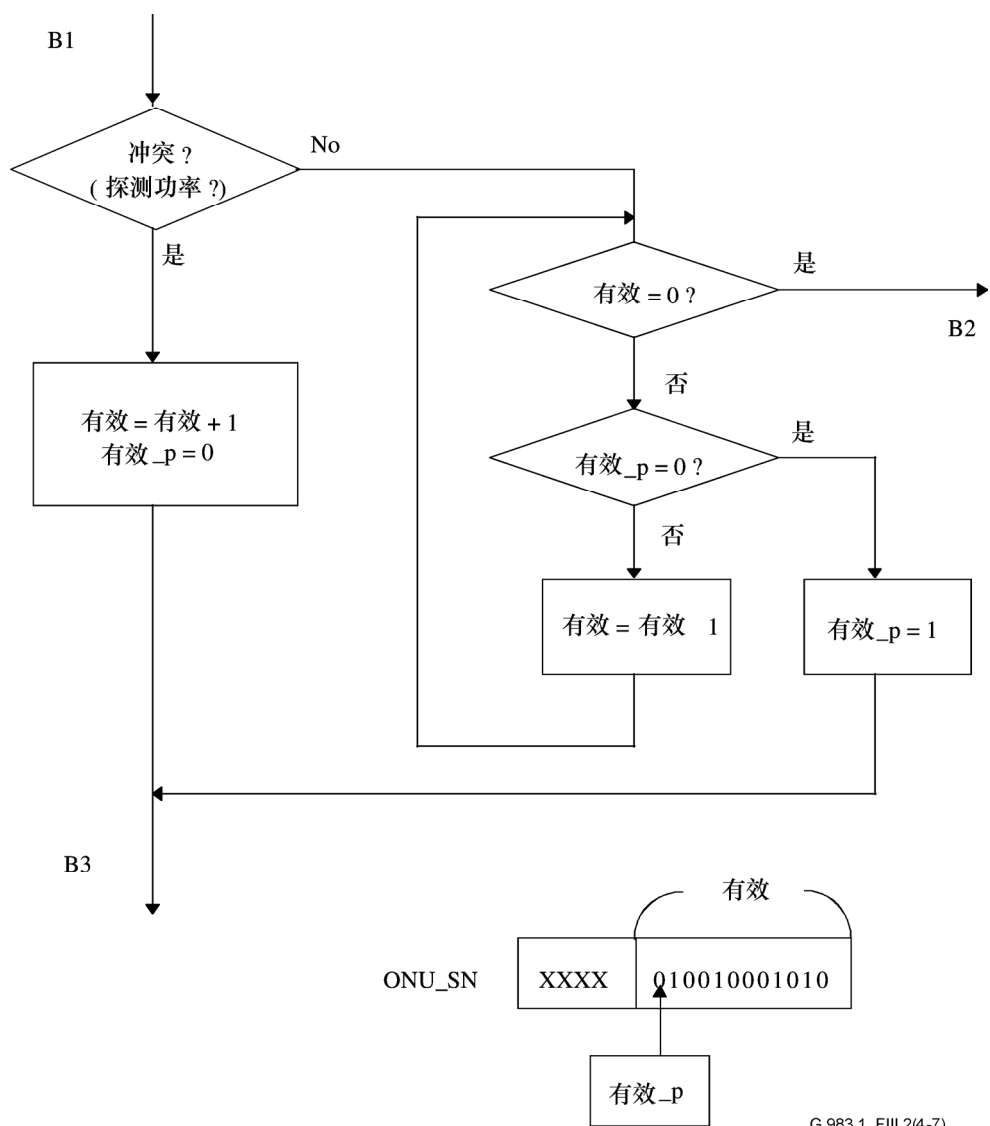


G.983.1_FIII.2(2-7)

图III.2/G.983.1—测距流程[OLT]（示例）（共7页，第2页）



图III.2/G.983.1—测距流程[OLT]（示例）（共7页，第3页）

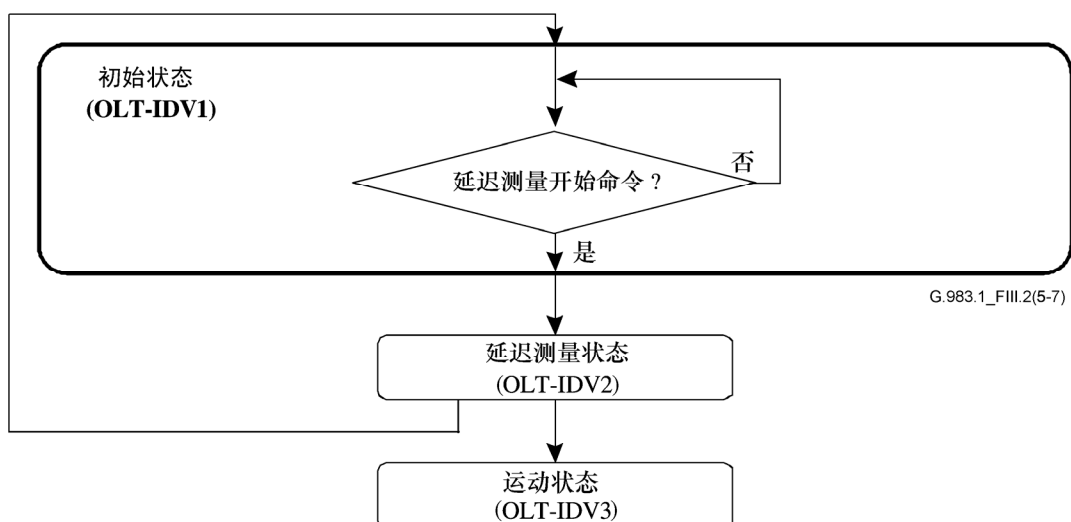


注— B1,B2 和 B3 点分别相应图 III.2 的 B1,B2 和 B3 点。

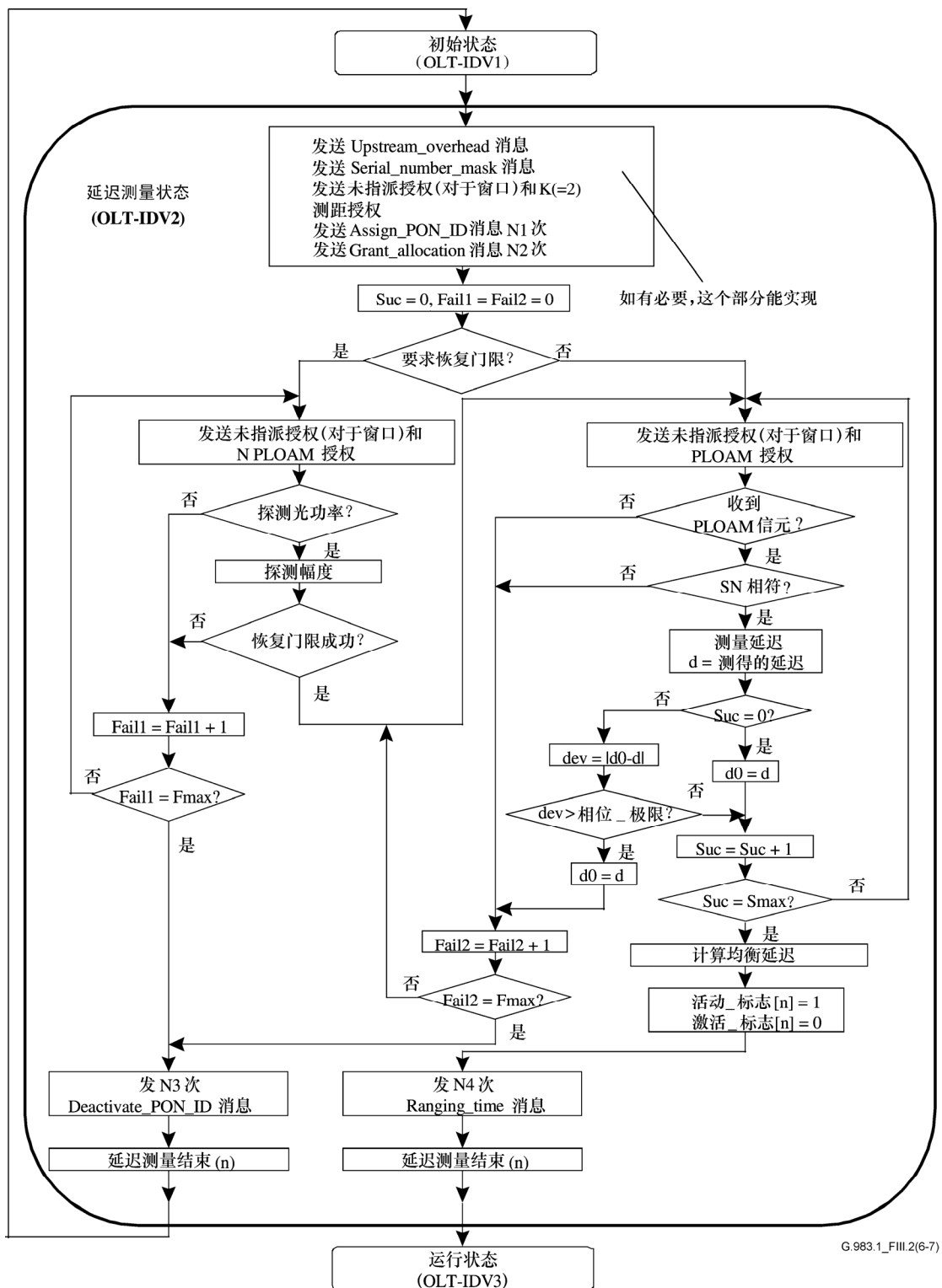
“有效”意指 ONU 序号的有效比特数

“有效_p”表示有效比特的最高有效位。

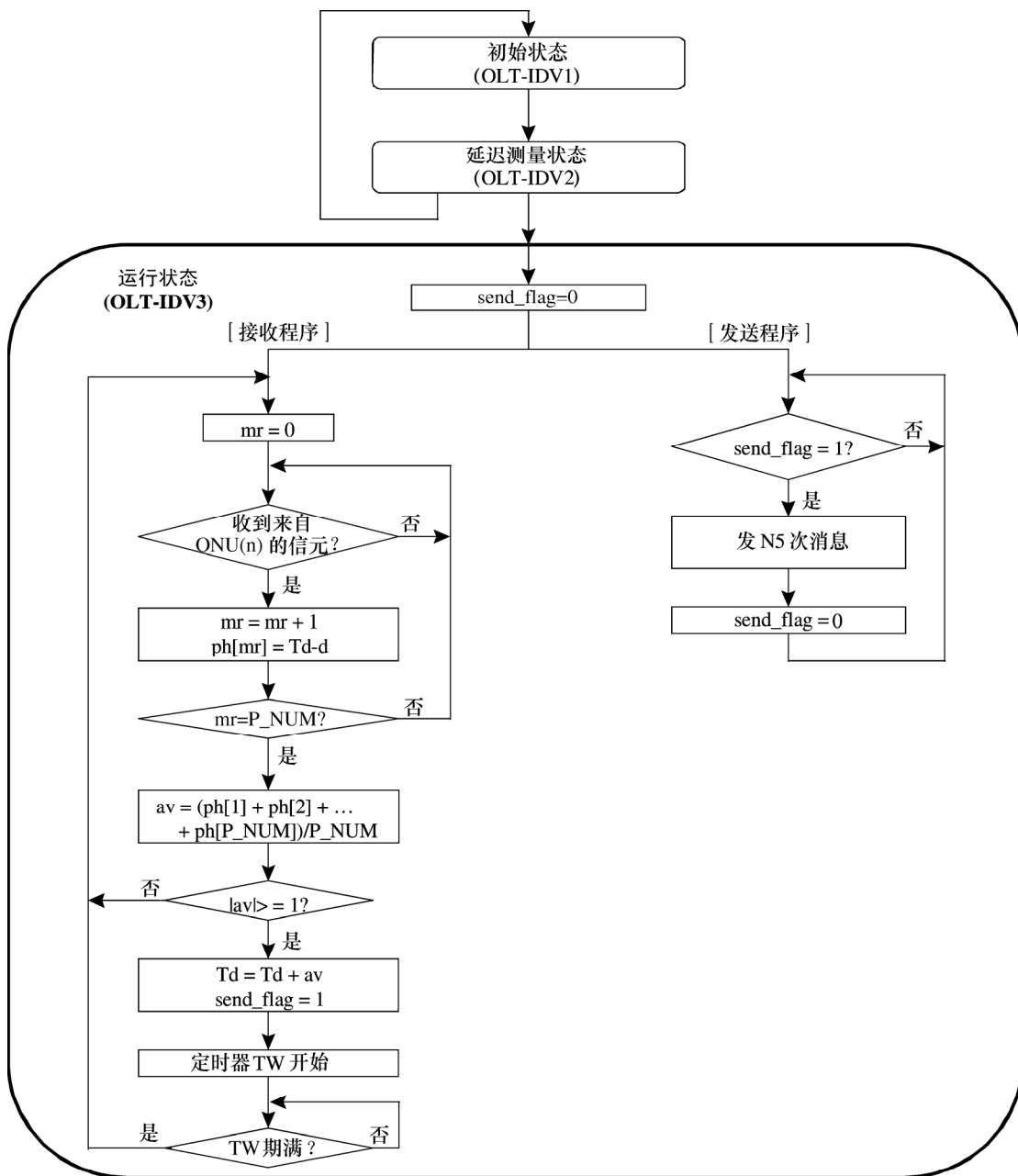
图III.2/G.983.1—测距流程[OLT]（示例）（共7页，第4页）



图III.2/G.983.1—测距流程[OLT]（示例）（共7页，第5页）



图III.2/G.983.1—测距流程[OLT] (示例) (共7页, 第6页)



mr 接收的来自 ONU(n) 的信元计数
 ph[j] 相位差偏离值
 P_NUM 相位测量编号
 av ph[1], ph[2], ..., ph[P_NUM] 的平均
 Td 当前使用的均衡_延迟
 d 新测得的均衡_延迟
 TW 相位差测量定时器
 send_flag Ranging_time 消息的传输条件标志

G.983.1_FIII.2(7-7)

图III.2/G.983.1—测距流程[OLT]（示例）（共7页，第7页）

附录 IV

接入网存活性

IV.1 引言

从接入网管理的观点，研究ATM-PON的保护方案以增强接入网的可靠性。然而，应将保护看作一种任选机制，它们是合乎这个附录的。因为它的实现方式取决于系统如何经济的实现。

这个附录提出一些可能的双重配置和有关要求，作为激励进一步讨论的ATM-PON的例子。另外，还叙述请求保护的OAM消息。进一步的资料，请见ITU-T G.983.5建议书。

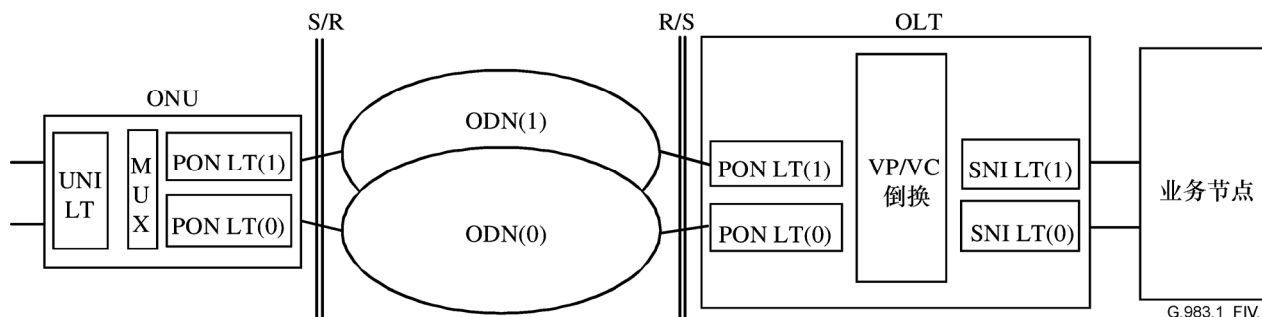
IV.2 可能的倒换类型

有两种保护倒换类型：

- i) 自动倒换；和
- ii) 强制倒换，

它们类似SDH系统。第一种类型由故障检出触发，检出的故障诸如，信号丢失、帧丢失、信号劣化（BER变到比预定的门限更坏）等等。第二种类型，由管理事件激活，这些事件有：光纤改路由、光纤替换等。如有必要，在ATM-PON系统中两种都有可能存在，哪怕它们是任选功能。通常倒换机制由OAM功能实现，因而，在PLOAM信元中应预留所需的OAM信息字段。

图IV.1示出接入网双向系统模型。在ATM-PON系统中相关保护的部分应当是OLT内ODN接口和在ONU内通过ODN的ODN接口之间的保护部分，在OLT内SNI的剩余部分不算在内。



图IV.1/G.983.1—双向系统模型

IV.3 可能的双重ATM-PON配置和特性

双向ATM-PON系统可能有几种类型，如图IV.2 a) 到d) 所示。每种配置的控制协议应各自单独规定。

例如图IV.2 a) 中OLT/ONU不需要任何倒换协议，因为倒换只施加在光纤上。同样，图IV.2 b) 中也不需要任何倒换协议，因为倒换只在OLT内完成。

IV.3.1 配置示例

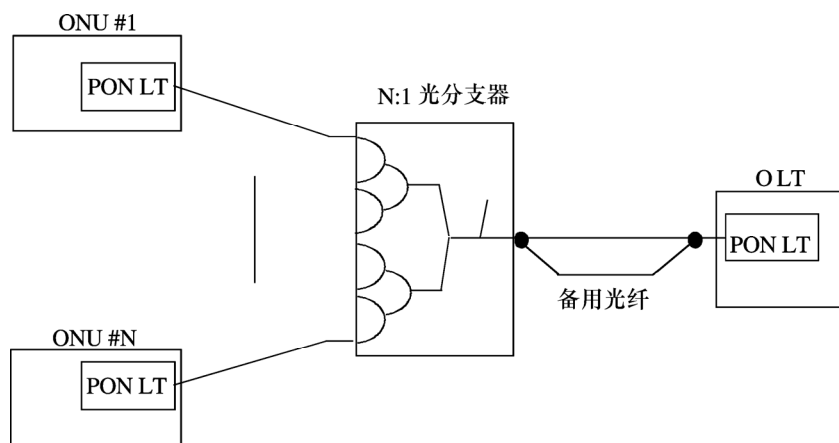
类型A：第一个配置只是光纤双重，如图IV.2 a) 示。在这种情况下ONU和OLT是单个的。

类型B：第二种配置[图IV.2 b)]是OLT双重和OLT到光分支器之间的光纤双重，且分支器在OLT侧有两个输入/输出端口。这种配置降低了ONU双重的价格，尽管只有SLT侧可以恢复。

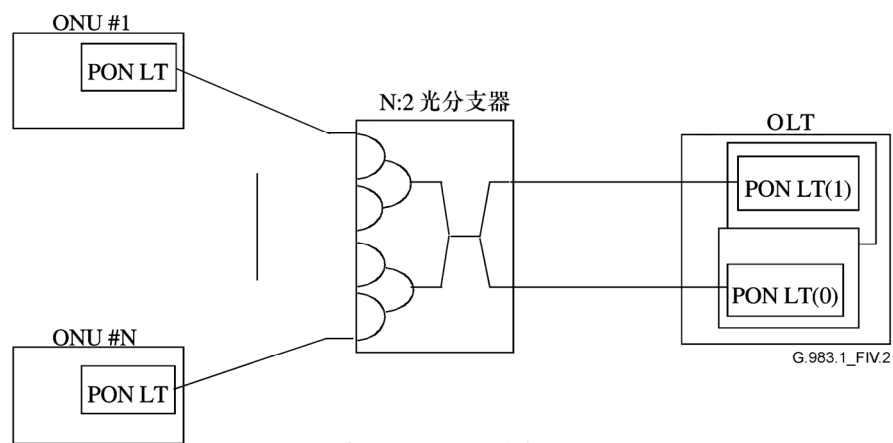
类型C：第三种配置[图IV.2 c)]不仅是OLT侧的设施双重，ONU侧的也是双重。在这个配置，在任何点的故障都能够用倒换到备用设施的措施加以恢复。因而，完全双重的代价能换来高的可靠性。

类型D：如果ONU安装在客户大楼内，室内线有可能或许不可能双重。另外，如果每个ONU是各个用户自己的，可靠性要求取决于每个用户且只有有限数量的ONU可能具有双重配置。基于这些考虑，最后一个类型[图IV.2 d)]是在ONU侧部分双重。这个图示出一个例子：其中有双重的ONU#1和单一的ONU#N。其关键原则是：

- 1) 采用双重N:2光分支器，将ONU#1内PON LT (0) 连接到分支器N (0)，将ONU#1内PON LT (1) 连接分支器N (1)；
- 2) 将ONU#N内PON LT连接到任一光分支器，因为它是单个的；
- 3) 采用2:1光分支器，将OLT内PON LT (0) 连接到分支器 (0)，将OLT内PON LT (1) 连接到分支器 (1)；
- 4) 连接双重N:2光分支器和双重2:1光分支器，其中分支器 (1) 的一个端口连接到分支器N (0)，分支器 (0) 的一个端口连接到分支器N (1)；
- 5) 在OLT和ONU内采用冷备用方法，避免从OLT内PON LT (0) 和PON LT (1) 来的，或从ONU #1内PON LT (0) 和PON LT (1) 来的光信号冲突。

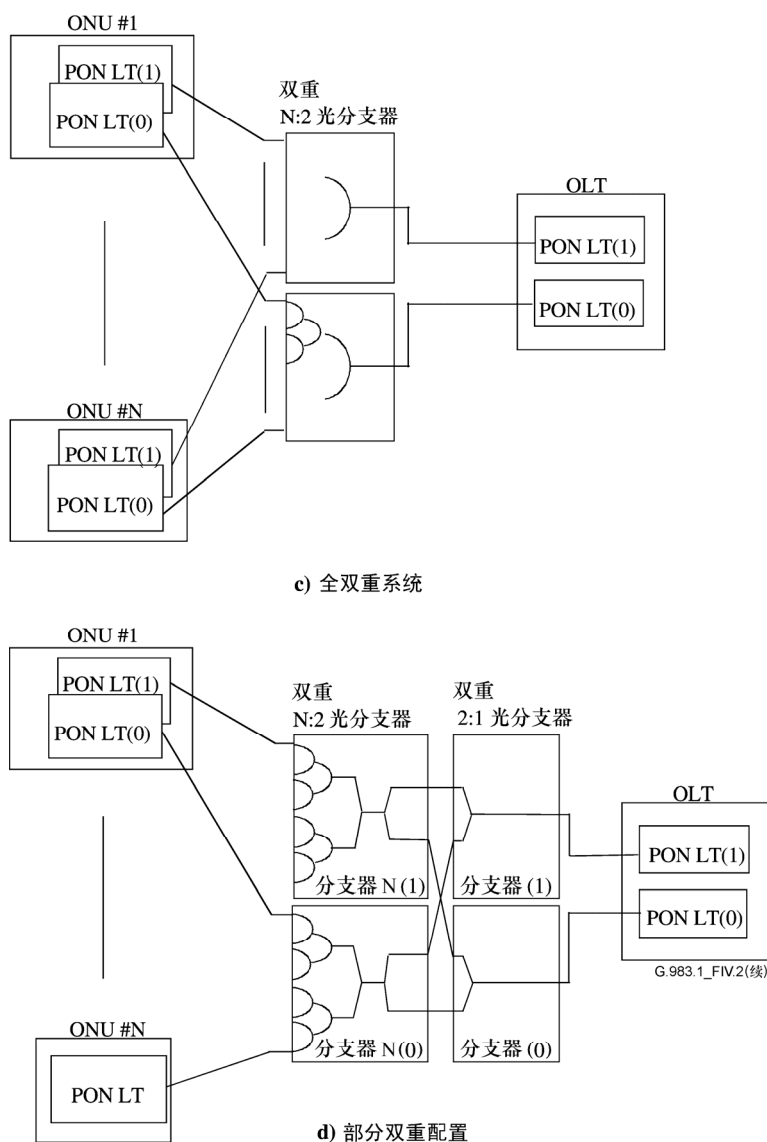


a) 光纤双重系统



b) 只有 OLT 双重的系统

图IV.2/G.983.1—双重ATM-PON系统



图IV.2/G.983.1—双重ATM-PON系统（续）

IV.3.2 特性

类型A：在这种情况下，在倒换期间信号丢失、甚至信元丢失是不可避免的。然而，所有业务节点和终端设备之间的连接在这种光纤倒换之后会保持不变。

类型B：这种配置要求OLT侧的备用电路冷备用。在这种情况下，通常在倒换期间信号丢失、甚至信元丢失是不可避免的。然而，在这个倒换之后业务节点和终端设备之间支持的所有连接都会保持。

类型C：在这种情况下，在ONU和OLT侧备用接收电路的热备用是可能的。另外，在这种配置瞬断很小的倒换（除信元丢失外）也是可能的。

类型D：这种类型的特性与类型B一样。

IV.4 要求

- i) 保护倒换功能应当是任选的。
- ii) 在ATM-PON系统中如有必要，即便是任选功能，自动保护倒换和强制倒换都是可能的。

- iii) IV.3节示例的所有配置应是可能的，即便是任选功能。
- iv) 倒换机制通常由OAM功能实现，因而，在PLOAM信元中必须留有OAM信息所需的字段。
- v) 在倒换之后应当保持业务节点和终端设备之间支持的所有连接。

关于最后一条要求，POTS业务节点（交换）的一种实现方式要求信元丢失的期间小于120 ms。如信元丢失期间变得比它还大，业务节点将断开呼叫，需要在保护倒换后重新进行呼叫建立。因为ATM-PON支持惯用业务如POTS和ISDN的仿真，这个值应考虑。

IV.5 PLOAM信元要求的信息字段

类似SDH系统，对上行和下行保护倒换需要最多使用十个代码，应当用PLOAM信元的字段来实现。映射进PLOAM信元用于保护的字段需要规定。

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
G系列	传输系统和媒质、数字系统和网络
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、声音节目和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	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、电话装置和本地线路网络
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	用于电信系统的语言和一般软件问题