



国际电信联盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

G.983.1

(10/98)

G系列：传输系统和媒质、数字系统和网络

数字传输系统 — 数字段和数字线路系统 — 本地和
接入网的光线路系统

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
无线电与线路电话的协调	G.450-G.499
传输媒质的特性	G.600-G.699
数字终端设备	G.700-G.799
数字网	G.800-G.899
数字段和数字线路系统	G.900-G.999
概述	G.900-G.909
光缆系统的参数	G.910-G.919
基于 2048 kbit/s 比特率的分级比特率上的数字段	G.920-G.929
非分级比特率电缆上的数字线路传输系统	G.930-G.939
FDM 传输承载信道提供的数字线路系统	G.940-G.949
数字线路系统	G.950-G.959
用于用户接入 ISDN 的数字段和数字传输系统	G.960-G.969
海底光缆系统	G.970-G.979
本地和接入网的光线路系统	G.980-G.989
接入网	G.990-G.999
业务质量和性能	G.1000-G.1999
传输媒质特性	G.6000-G.6999
数字终端设备	G.7000-G.7999
数字网	G.8000-G.8999

如果需要进一步了解细目，请查阅ITU-T建议书清单。

ITU-T G.983.1建议书

基于无源光网络(PON)的宽带光接入系统

摘 要

本建议叙述能支持 ISDN 和 B-ISDN 业务宽带要求的灵活光纤接入网。本建议叙述具有常规 155.520 Mbit/s 对称线路速率和上行 155.520 Mbit/s 及下行 622.080 Mbit/s 不对称线路速率的系统。本建议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 的无源光网络 (ATM-PON) 的测距协议。

来 源

ITU-T G.983.1 建议书由 ITU-T 第 15 研究组 (1997-2000) 起草, 并按照 WTSC 第 1 号决议的程序于 1998 年 10 月 13 日通过。

前 言

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

每 4 年召开一次的世界电信标准化大会（WTSC）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，经认可的运营机构（ROA）一词包括经营公众通信业务的个人、公司、有限公司或政府机构。主管部门、ROA 和公众通信等词的定义见《国际电信联盟组织法》（1992 年，日内瓦）。

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声明的知识产权。国际电联对有关已声明的知识产权的证据、有效性或适用性不表示意见，无论其是由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的实施者查询电信标准化局专利数据库。

© 国际电联 1999

版权所有。未经国际电联事先书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

目 录

	页
1 范围	1
2 参考文献	1
3 缩写	2
4 定义	4
5 光接入网的结构	5
5.1 网络结构	5
5.1.1 FTTCab/C/B 方案	6
5.1.2 FTTH 方案	6
5.2 参考配置	6
5.2.1 业务节点接口	7
5.2.2 在参考点 S/R 和 R/S 的接口	7
5.3 功能块	7
5.3.1 光线路终端	7
5.3.2 光网络单元	7
5.3.3 光分配网	8
5.4 ONU 功能块	8
5.4.1 光分配网接口	8
5.4.2 复用	9
5.4.3 用户端口	9
5.4.4 ONU 供电	9
5.5 光线路终端功能块	9
5.6 光分配网功能块	10
5.6.1 无源光元件	10
5.6.2 光接口	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
8.2.1 数字信号标称比特率	13
8.2.2 物理媒质和传输方法	18
8.2.3 比特率	18
8.2.4 线路码	18
8.2.5 工作波长	19

	页
8.2.6 在 O_{ld} 和 O_{ru} 的发送器	19
8.2.7 O_{ld}/O_{ru} 和 O_{rd}/O_{lu} 之间的光通道	22
8.2.8 在 O_{rd} 和 O_{lu} 的接收器	23
8.3 ATM-PON 的传输会聚层的要求	26
8.3.1 PON 的点-to-多点传输	26
8.3.2 下行和上行最大净荷容量	26
8.3.3 下行接口	27
8.3.4 上行接口	27
8.3.5 传送特定的 TC 功能	27
8.3.6 ATM 特定的 TC 功能	42
8.3.7 OAM 功能	44
8.3.8 在 PLOAM 通道中的消息	49
8.3.9 自动保护倒换	63
8.4 测距方法	63
8.4.1 测距方法应用的范围	63
8.4.2 上行和下行之间相位关系规范	64
8.4.3 在测距协议中使用的消息的定义	72
8.4.4 测距程序	72
8.4.5 测距时间要求	83
9 操作管理和维护(OAM)功能	84
10 性能	84
11 环境条件	84
12 安全性	85
12.1 电气安全性和保护	85
12.2 光的安全性和保护	85
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	85
I.1 引言	85
I.2 打开位于星形耦合器 ONU 侧连接器的影响	85
I.3 打开位于星形耦合器 OLT 侧连接器的影响	86
I.4 断开靠近 ONU 的连接器的影响	86
附录 II — ODN 光回损的影响	87
II.1 引言	87
II.2 ODN 光回损为 32 dB	87
II.2.1 所研究的反射模型	87
II.2.2 反射到 ONU 接收器的影响	88

	页
II.2.3 反射到 OLT 接收器（信号区内）的影响	89
II.2.4 反射到 OLT 接收器（无信号区内）的影响	90
II.3 ODN 反射的其他情况	92
附录 III — 测距流程图	93
III.1 ONU 内测距流程（示例）	93
III.2 OLT 内测距流程（示例）	101
附录 IV — 接入网存活性	107
IV.1 引言	107
IV.2 可能的倒换类型	107
IV.3 可能的双重 ATM-PON 配置和特性	107
IV.3.1 配置示例	108
IV.3.2 特性	110
IV.4 要求	111
IV.5 PLOAM 信元要求的信息字段	111

ITU-T G.983.1建议书

基于无源光网络(PON)的宽带光接入系统

(1998年订于日内瓦)

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 的无源光网络（ATM-PON）的测距协议。

2 参考文献

下面的 ITU-T 建议书和其他参考文献的条款，通过在本建议书中的引用而构成本建议书的条款。在出版时，所指出的版本是有效的。所用的建议书和其他参考文献都会被修订，使用本建议书的各方应探讨使用下列建议书或其他参考文献最新版本的可能性，当前有效的 ITU-T 建议书清单定期出版。

- [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.*

3 缩写

本建议书采用下列缩写：

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
BIP	比特交错奇偶校核
B-ISDN	宽带综合业务数字网
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
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
HEC	信头差错控制
IEC	国际电工委员会
ISDN	综合业务数字网
LAN	局域网
LCD	信元描述丢失

LCF	激光器控制字段
LSB	最低有效位
LT	线路终端
MAC	媒介接入控制
MLM	多纵模
MSB	最高有效位
NRZ	不归零
NT	网络终端
O/E	光/电
OAM	运行、管理和维护
OAN	光接入网
ODF	光配线架
ODN	光分配网
OLT	光线路终端
ONT	光网络终端
ONU	光网络单元
OpS	操作系统
ORL	光回损
PLOAM	物理层 OAM
PON	无源光网络
PRBS	伪随机比特序列
PST	PON 段踪迹
PSTN	公共电话交换网
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：

- 4.1 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 Optical Network Termination (ONT) 光网络终端：**FTTH 使用的 ONU，包含用户端口功能。
- 4.11 Optical Network Unit (ONU) 光网络单元：**ONU（直接或远程）提供 OAN 的用户侧接口，并连接到 ODN。
- 4.12 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。
- 4.13 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。
- 4.14 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。

4.15 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。

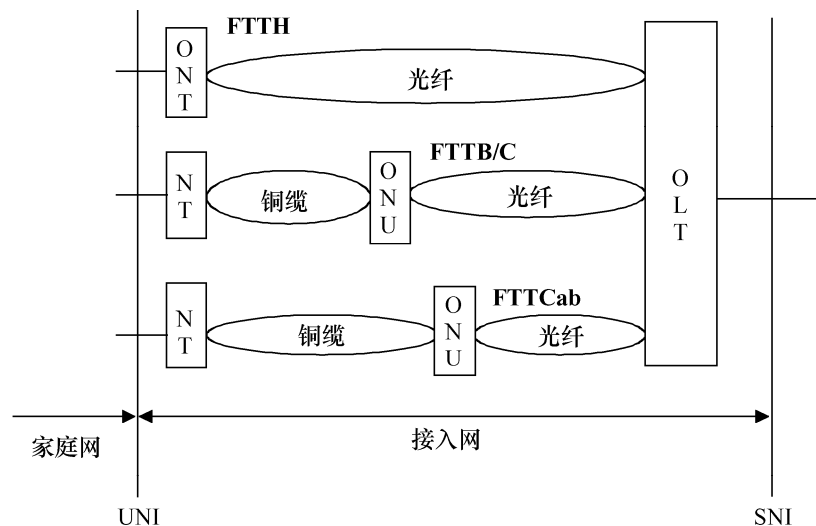
4.16 verification 证实：恶意用户有可能冒充其他 ONU 并使用网络，只要该用户知道 ONU 是断电的。证实的功能是核查所连接的 ONU 是否是恶意用户冒充的。

4.17 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（FTTH）、光纤到大楼/路边（FTTB/C）、光纤到分线箱（FTTCab）。在图 1 中所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。



T1528110-98

ONU 光网络单元
 ONT 光网络终端
 OLT 光线路终端
 NT 网络终端

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

FTTH；光纤到家业务驱动器类似前一个方案的驱动器，并取决于：

- 能够考虑用室内 ONU，使环境条件更有利。
- 为了将接入网的能力升级到能适应今后宽带和多媒体业务的发展，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。

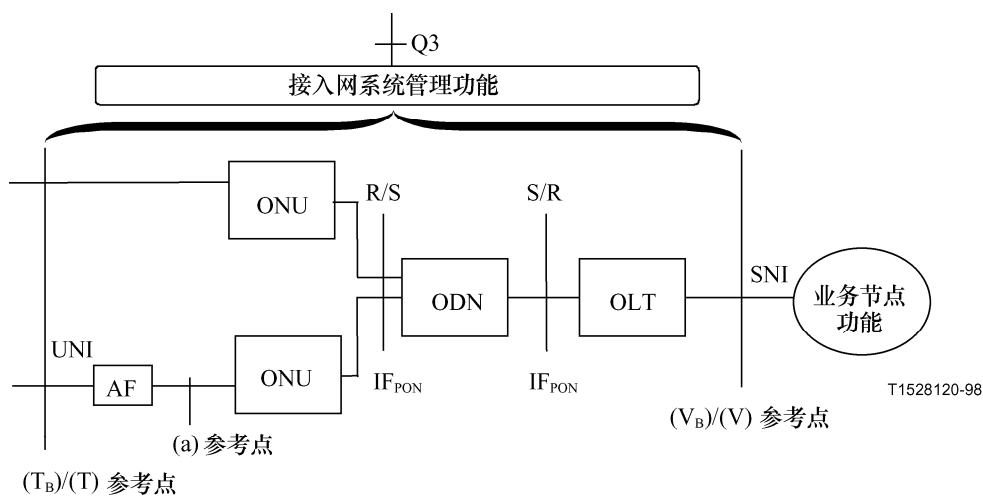
当这些因素能被充分发掘时，它们将足以抗衡稍微偏高的每线价格。在那种情况下，FTTH 方案可以被认为是经济合理的，即便在短期内也如此。

5.2 参考配置

如图 2 示源自 G.982 建议书的参考配置。

ODN 提供一个 OLT 和几个 ONU 之间的几个光通道。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。



- ONU 光网络单元
- ODN 光分配网
- OLT 光线路终端
- AF 适配功能
- S 正好在OLT[下行]/ONU[上行]光连接点（即光连接器或接头）之后光纤上的点
- R 正好在ONU[下行]/OLT[上行]光连接点（即光连接器或接头）之前光纤上的点
- (a) 该参考点是附加的为了从ONU中区分出AF

图 2/G.983.1—基于PON的ATM的参考配置

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 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 I.732 建议书。

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。

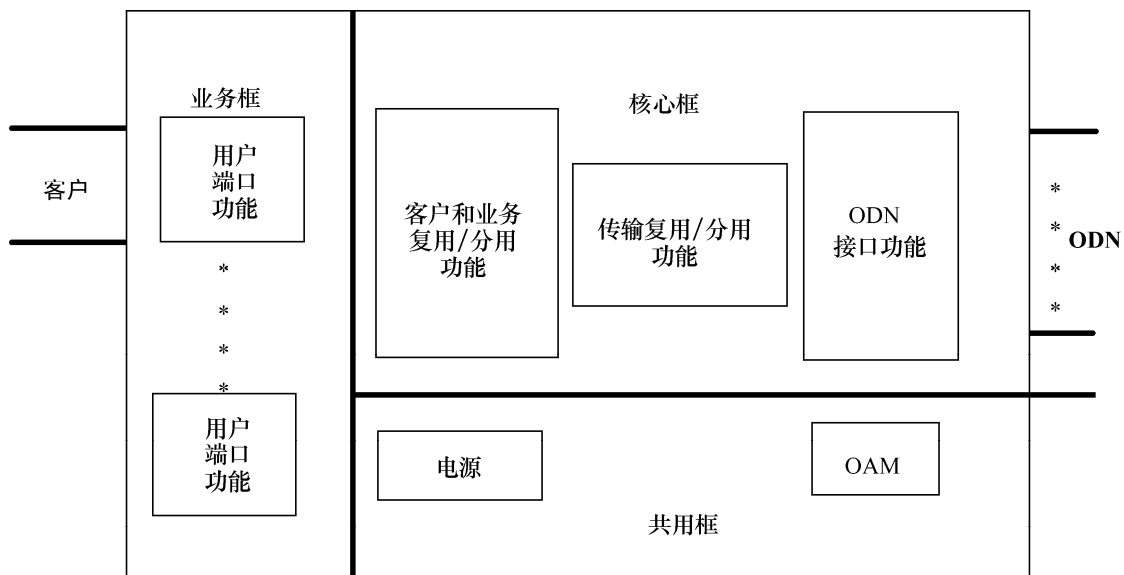
ATM 协议应当注意它们在 PON 上的运行方式不会变化。在 OLT 和 ONU 内，在 OLT 和 ONU 上 ATM 层实现的功能包括信元中继。

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。



T1528130-98

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。

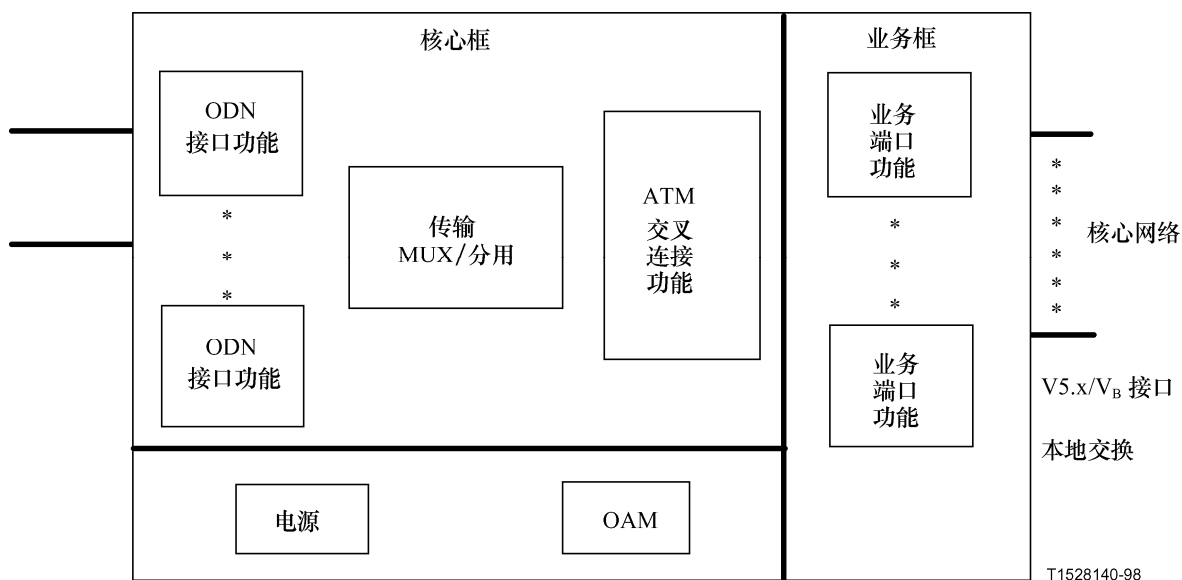


图 4/G.983.1—OLT功能块的例子

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 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 G.671 建议书之内。

描述光纤和光缆的专门信息在 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。

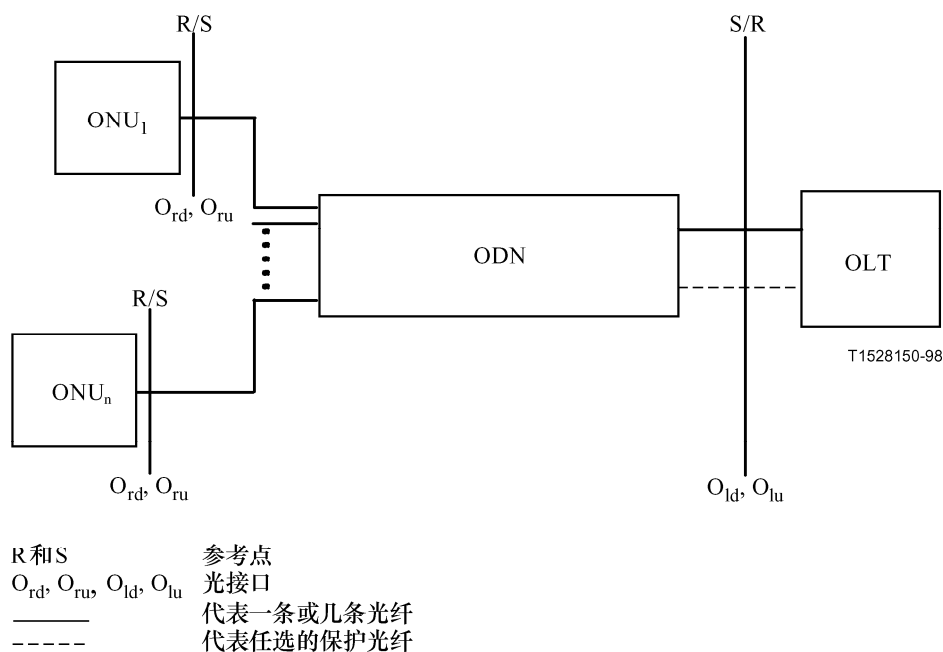


图 5/G.983.1—光分配网的一般物理配置

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 1310 nm 和 1550 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耗有重大变化。
- 光纤兼容性：所有的光部件应当与 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

叙述在 G.982 建议书。

5.6.2.2 光分配网模型的损耗计算技术

叙述在 G.982 建议书。

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 G.982 建议书中规定	G.902 建议书	G.902 建议书
— 数字宽带视频系统	I.432 建议书 IEEE 802.3	G.967.1 建议书
— 多媒体业务		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 G.982 建议书分层。ODN 归属于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 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 I.732 建议书	
传输媒介层 (注)	TC 层	适配	参考 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 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。目标标准系统应有下列标称线路速率：

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

要规定的参数按上行和下行的分类和标称比特率如表 3 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)
上行	155.52 Mbit/s	表 4-d (上行, 155 Mbit/s)

所有的参数规范如下，它们都应遵从表 4-a (ODN)、表 4-b (下行, 155 Mbit/s)、表 4-c (下行, 622 Mbit/s)和表 4-d (上行, 155Mbit/s)。在不会发生混淆时，这些表在本建议中通称为表 4。ONU 有 4 类，它们的区别是比特率为 155.52 Mbit/s 和 622.08 Mbit/s 以及光通道损耗为（G982 建议书中定义的）B 类和 C 类。

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）不坏于 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	-	G.652 建议书
衰减范围 (G.982 建议书)	dB	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
维护波长	nm	待定

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-20dB 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	
<p>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 20dB。</p> <p>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 20dB 的情况, ONU 发送器的反射值如附录 II 所述。</p> <p>注 3 — 最大-20 dB 带宽的值和最小边模抑制比参见 G.957 建议书。</p>					

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		B 类	C 类	B 类	C 类
最小平均馈入功率	dBm	-2	-2	-2	-2
最大平均馈入功率	dBm	+4	+4	+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-20dB 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	-28	-33	-28	-33
最小过载	dBm	-6	-11	-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 20dB。					
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 20dB 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建议 G.957。					

表 4-d/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-20dB 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

表 4-d/G.983.1—155 Mbit/s上行方向光接口参数(续)

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
<p>注 1 — “在 O_{ni} 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。</p> <p>注 2 — 对于 “在 O_{ni} 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。</p> <p>注 3 — 最大 -20 dB 带宽的值和最小边模抑制比参见 G.957 建议书。</p>			

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 G.652 建议书叙述的光纤制定。

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 1310 nm 窗口或 1550 nm 窗口的波分复用 (WDM) 技术，或者在 1310 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 或 622.08 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 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 1480-1580 nm。

双纤系统下行方向的工作波长范围应为 1260-1360 nm。

8.2.5.2 上行方向

上行方向的工作波长范围应为 1260-1360 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。

注一 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）

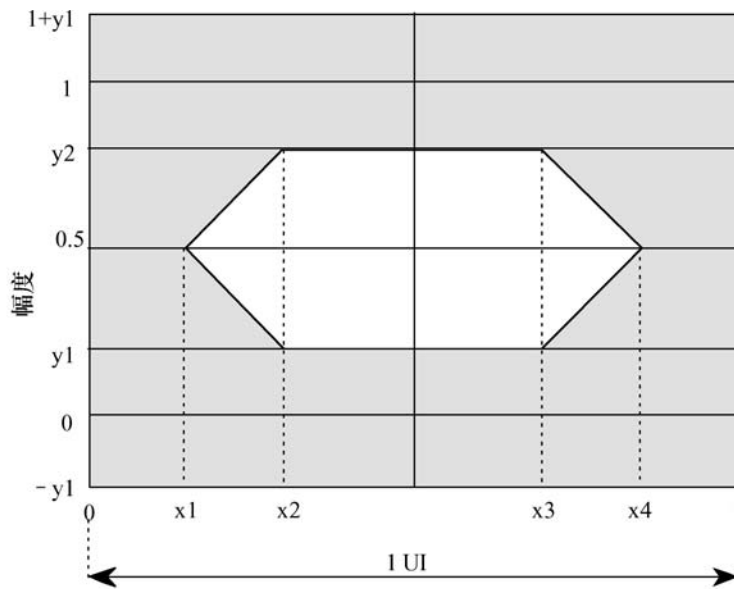
在 O_{ld}/O_{ru} 测得的设备最大允许反射规范了从设备（ONU/OLT）反射到光缆设施的反射。它应当符合表 4 规定。

8.2.6.6 发送眼图模板

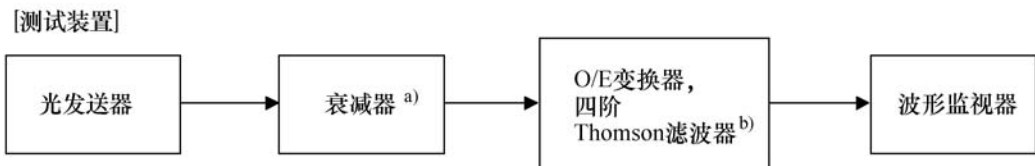
一般的发送器脉冲形状，包括上升时间、下降时间、脉冲上冲、脉冲下冲和振荡，所有这些都应加以控制以免接收器灵敏度过分劣化，在本规范中以及在 O_{ld}/O_{ru} 的发送器眼图模板的形式加以规范。为了评估发送信号，不仅要考虑眼睛的张开程度，上冲和下冲的限度也很重要。

8.2.6.6.1 OLT发送器

眼图模板规范参数如图 6 示。



	155.52 Mbit/s	622.08 Mbit/s
x1/x4	0.15/0.85	0.25/0.75
x2/x3	0.35/0.65	0.40/0.60
y1/y2	0.20/0.80	0.20/0.80



a) 必要时使用衰减器。

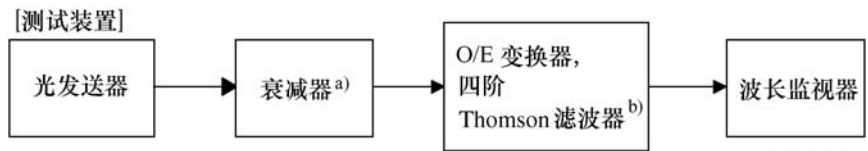
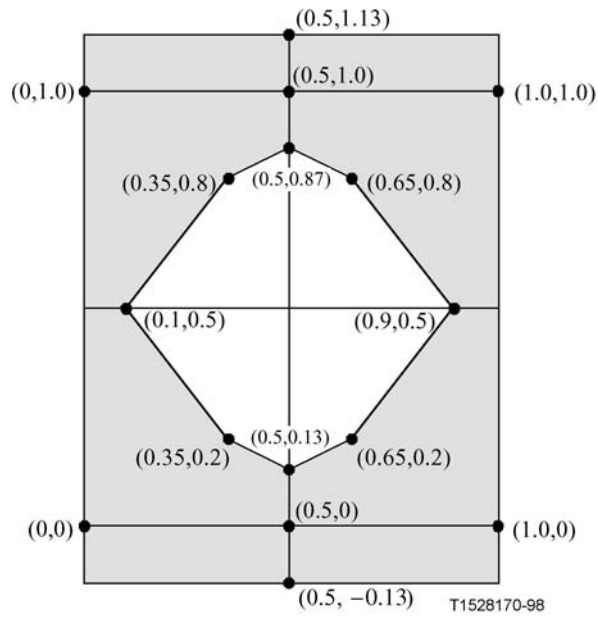
b) 滤波器的截止频率(3 dB衰减频率)为0.75倍输出标称比特率。

T1528160-98

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

眼图模板规范的参数如图 7 所示。



- a) 必要时使用衰减器。
- b) 滤波器的截止频率(3 dB衰减频率)是0.75倍输出标称比特率。

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

按建议 G.982 规定衰减范围规范为两类：

- 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 点总的的核心光回损（ORL）指标应优于 32 dB。

任选的，ODN 内 S 点的的核心光回损指标应优于 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 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，因为它们在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啁啾等引起的总劣化。

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

注一 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。

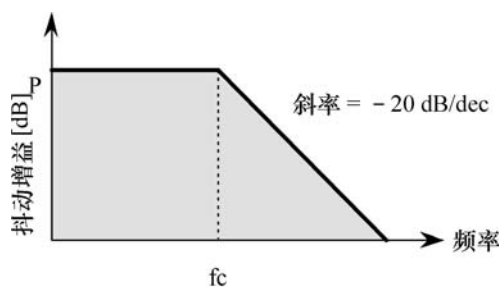
8.2.8.7.1 抖动传递

只有 ONU 适用抖动传递规范。

抖动传递函数的定义是：

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

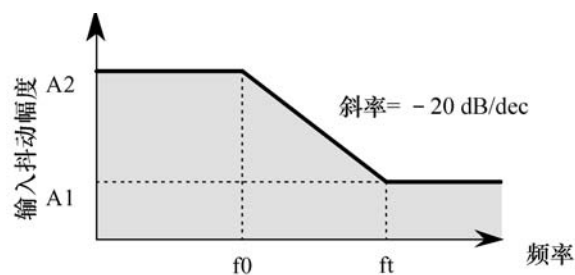
ONU 的抖动传递函数当输入施加的正弦抖动达到图 9 模板水平时，应在图 8 给定的曲线之下，对每种比特率图中规定了具体的参数值。



	fc [kHz]	P [dB]
155.52/155.52	130	0.1
155.52/622.08	500	0.1

T1528180-98

图 8/G.983.1—ONU的抖动传递函数



	f_t [kHz]	f_0 [kHz]	A1 [Ulp-p]	A2 [Ulp-p]
155.52/155.52	65	6.5	0.075	0.75
155.52/622.08	250	25	0.075	0.75

T1528190-98

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，测量带宽从 0.5 kHz 到 1.3 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 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	I.432.1 建议书
HEC 计算差错校正	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 4096 个 VP 避免了 ONU 内寻址表太贵且能有效地利用 PON 的资源。

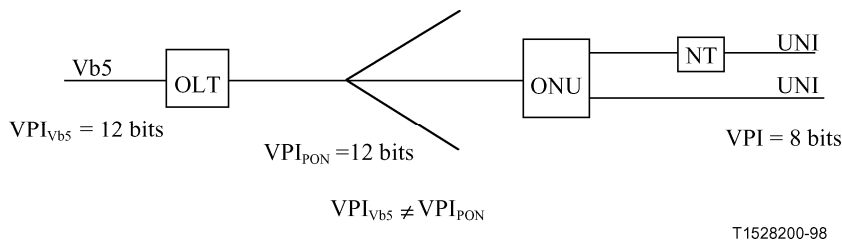


图 10/G.983.1—PON VP 的用途

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。

8.3.4 上行接口

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

155.52 Mbit/s 接口的传送能力的上限是 $147.2 \text{ Mbit/s} \left(155.52 \times \frac{53}{56} \text{ Mbit/s} \right)$ 。OLT 对上行 PLOAM 通路和 MAC 通路会安排某些额外的带宽。

上行传送能力根据上行带宽在 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间隙流组成。

每 28 个间隙插入一个 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 个间隙。对 622 Mbit/s，由八个 PLOAM 信元组成，长度为 224 个间隙。

在上行方向，由 56 个字节的 53 个间隙构成帧。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 信元或最小间隙。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间隙的带宽。

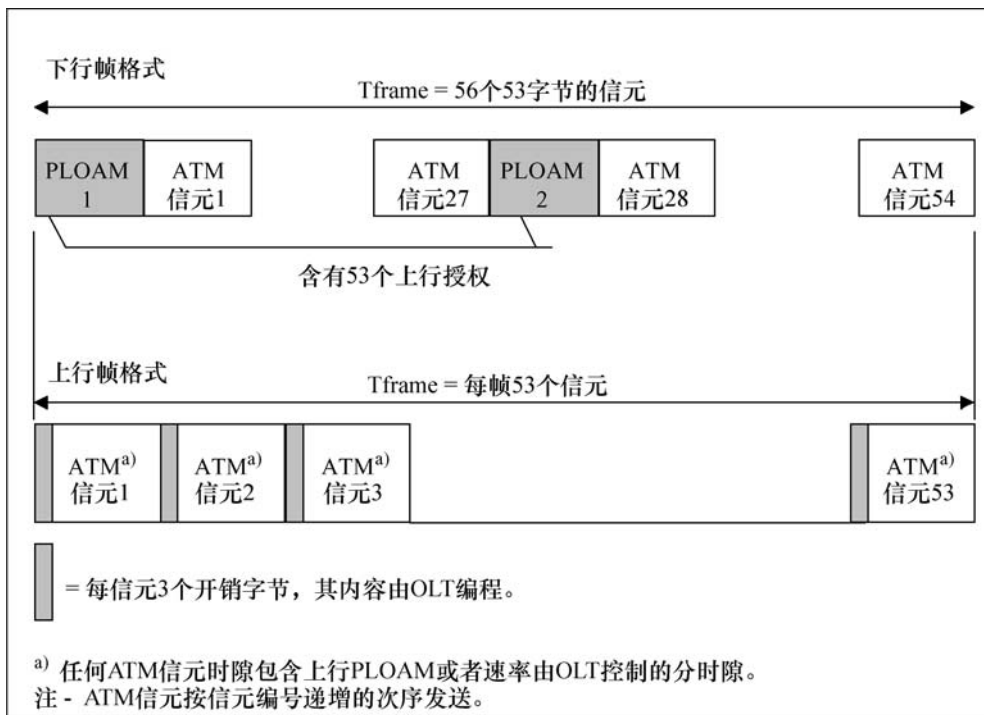
PLOAM 信元用于传送物理层 OAM 信息。另外，它们承载 ONU 用于上行接入的授权。

分间隙占据一个完整的数据流间隙，由若干个一组 ONU 的最小间隙构成。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。这些分间隙的用途是任选的。

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 对称PON的帧结构

对称 PON 的帧结构如图 11 示。



T1528210-98

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。

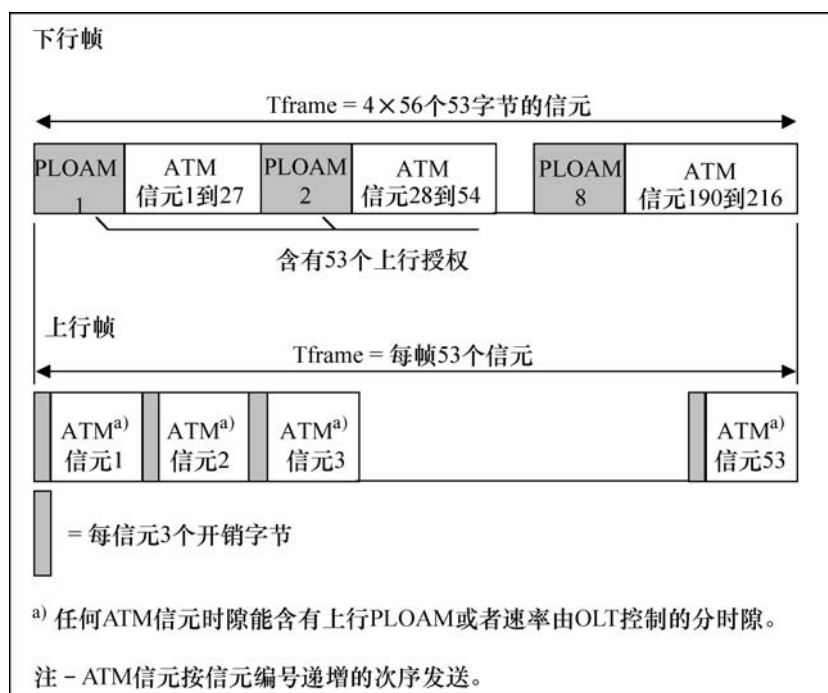
表 6/G.983.1—上行开销字节

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

在这个情况，下行速率准确地高四倍，如图 12 示。



T1528220-98

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

8.3.5.1.3 下行-上行帧的时间关系

在图 11 和 12 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期间。然而，在 OLT 或 ONU 的参考点 S/R 实际的相位差是不确定的。不见得，两个帧在 OLT 内某个虚参考点会彼此对准。测距过程保证上行信元与这个上行帧对准。

如图 11 和 12 所述，五十三个授权被映射进帧的头两个 PLOAM 信元，并从 1 编号到 53。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

I.361 建议书标志了 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
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 内编号从“ATM 信元 1”到“ATM 信元 216”, 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 T_{ploam} 间隔上搜寻 N_{ploam} 个连续的正确 PLOAM 信头，使 ONU 同步于 PLOAM 速率。 T_{ploam} 是两个连续的 PLOAM 信元之间的时间。然后，利用在 T_{frame} 间隔上搜寻 N_{frame} 个连续帧比特=1，使它同步于帧比特。如图 13 示。

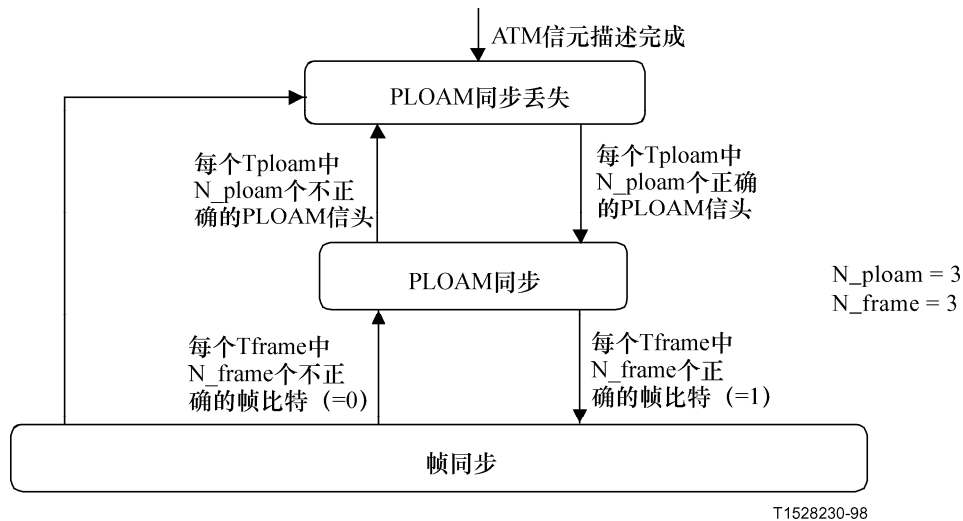


图 13/G.983.1—帧同步流程

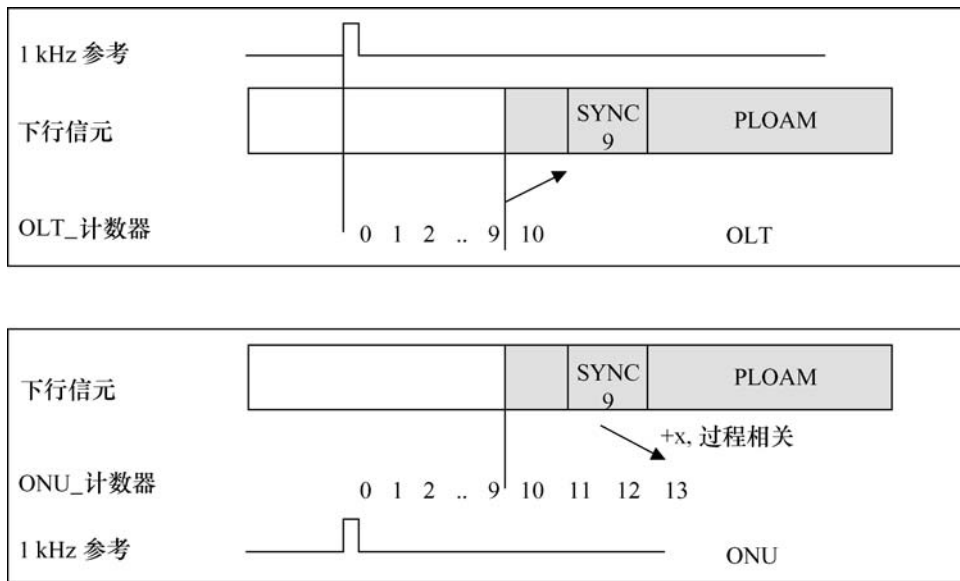
8.3.5.3.4 同步字段(SYNC1-SYNC2)

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。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 14 所述。



T1528240-98

图 14/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。每帧只需要 53 个。这 53 授权被映射进下行帧的头两个 PLOAM 信元。所有 53 个授权都是有用授权。第二个 PLOAM 信元的最后一个授权填入的是无用授权。不对称情况的六个剩余 PLOAM 信元的授权字段都填入无用授权，因而 ONU 不使用。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。

表 10/G.983.1—授权的规范(续)

类 型	编 码	定 义
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。
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。

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 的积用生成多项式 $x^8 + x^2 + x + 1$ 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 的空的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，将整个块忽略不顾。

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 ($6 \cdot T_{\text{frame}}$) 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 1483 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、OAM_L_i，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 比特间插校验(BIP8)

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 BIP8。BIP8 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 BIP8 和它自己计算的 BIP8。统计每个不同的比特，BIP8 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 要能对这个字段编程。

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。

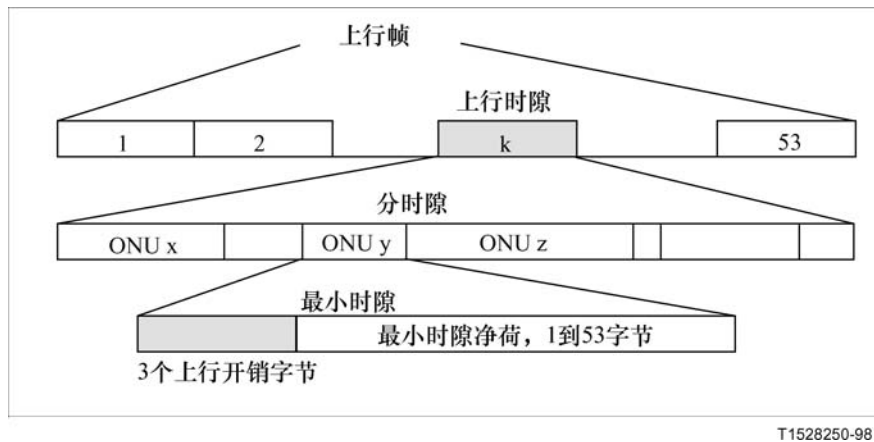


图 15/G.983.1—分时隙的格式

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。

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：

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

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

式中：

+ 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：

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

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

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

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

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

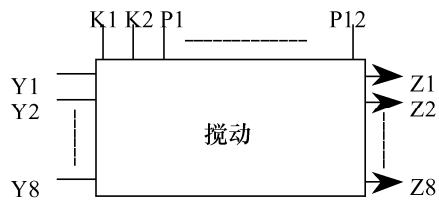
$$K8 = (K1 * \text{not} P11) + (K2 * P11)$$

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

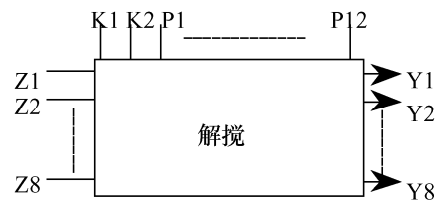
$$K10 = (K1 * \text{not} P12) + (K2 * P12)$$

8.3.5.6.4 在OLT中搅动功能

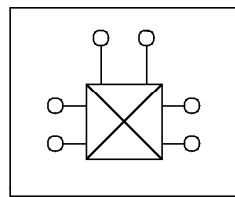
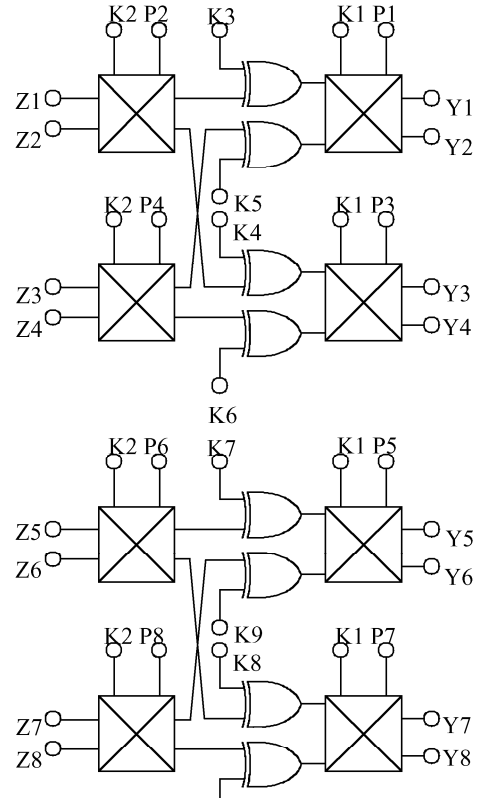
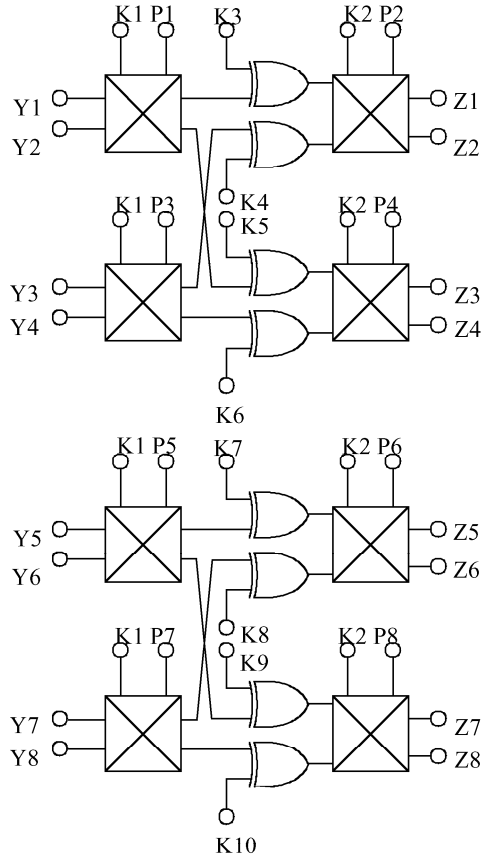
在 OLT 内根据 14 比特代码搅动下行用户数据。这些代码，K1, K2, P1 ~ P11 和 P12 用于搅动。图 16 示出在 OLT 内搅动功能的示例配置。ATM 信元的 ATM 信头不受搅动，只搅动信元的净荷。



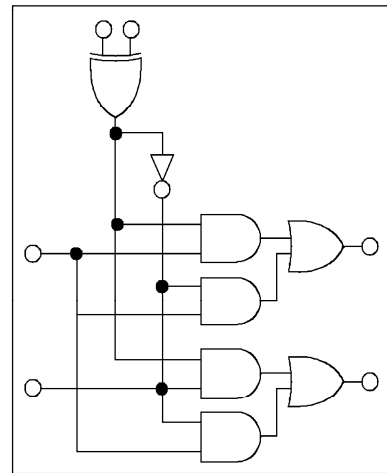
OLT 侧
 Y1~Y8 搅动之前的数据
 Z1~Z8 搅动之后的数据



ONU 侧
 Z1~Z8 解搅之前的数据
 Y1~Y8 解搅之后的数据



=



T1528260-98

图 16/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 16 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 17 示出搅动消息流程。

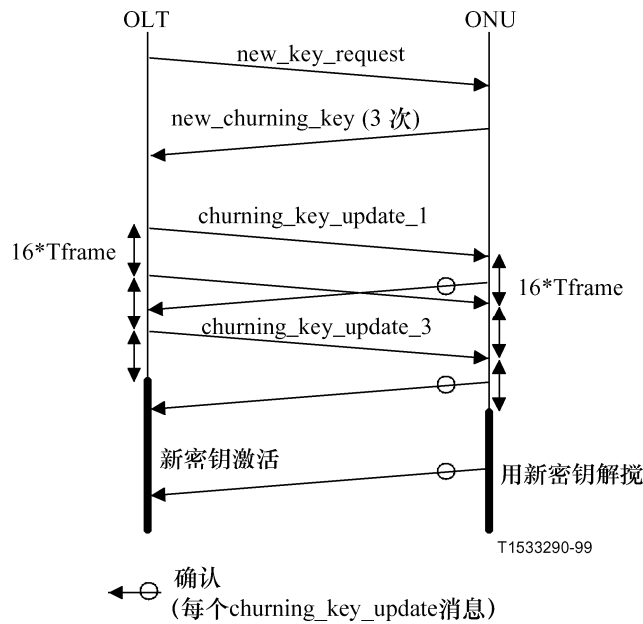


图 17/G.983.1—搅动消息流程

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 $16 \times T_{\text{frame}}$ 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 $16 \times T_{\text{frame}}$ 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。

8.3.5.7 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 宣告这个密码有效。

按运营商的要求可能有两种方法。如果 OLT 存有所连接的 ONU 的密码表，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参考。

如果 OLT 收到没有寄存的密码，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 G.783 建议书用于实现自动保护倒换的规范。

对于特别的系统，链路失配是任选的。

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

I.361 建议书规定 ATM 的信元。

8.3.6.1.2 信头差错控制

如 I.432 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 I.432 建议书。

8.3.6.1.4 扰码器的工作

如 I.432 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 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 中编号 ATM 信元 1 到 ATM 信元 216 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 I.361 建议书的规定。

8.3.6.2.2 信头差错控制

如 I.432 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 18 示出一个 ONU 的状态图。

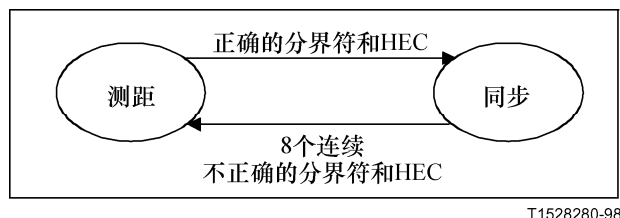


图 18/G.983.1—信元描述状态图

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 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，应被抛弃。

8.3.7 OAM功能

设置在 ONU 和 OLT 的 OAM 功能如图 21 示。该图还示出 OLT 和 ONU 之间的通知信号。这些信号映射进 PLOAM 信元的信息字段内。在 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。

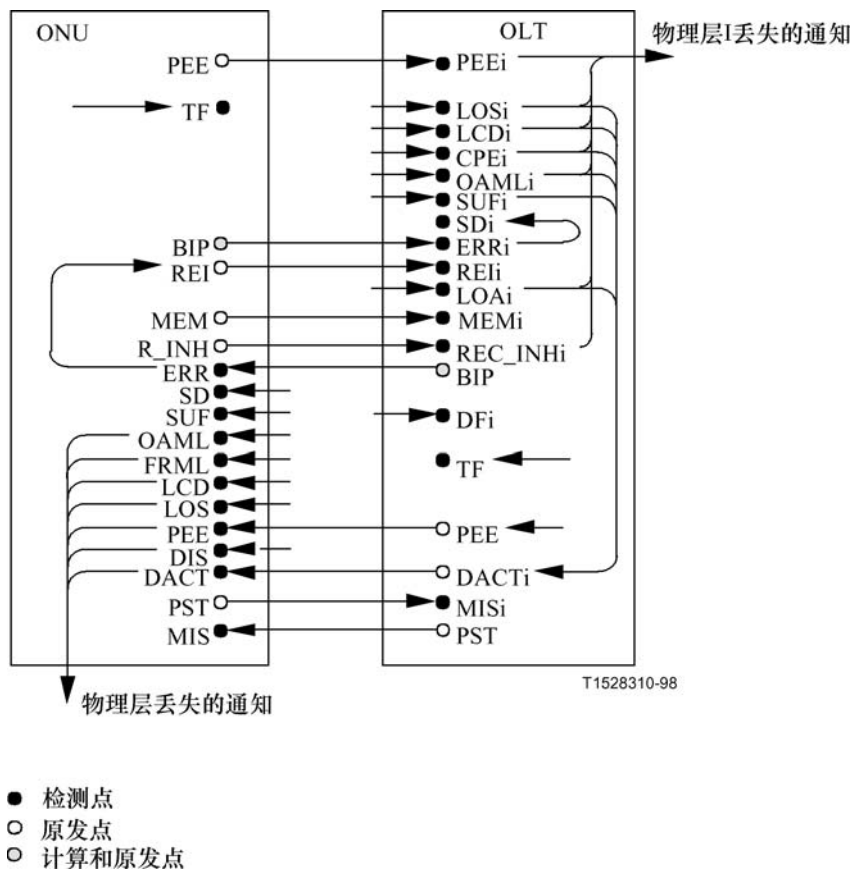


图 21/G.983.1—OAM功能

8.3.7.1 在OLT检测的项目

表 15/G.983.1—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	
	显然 OLT 收得到从 ONU _i 来的光脉冲串, 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	
PEE_i	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 的 PEE	停止 Loss_of_physical_layer_I notification
LCD_i	ONU_i 的信元描述丢失	
	从 ONU _i 收到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	
OAML_i	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	
CPE_i	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(续)

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 ERRi。	
	在下一个来自 ONU _i 的上行 PLOAM 信元被 OLT 收到时应当更新 ERRi。	
SDi	ONU_i 的信号劣化	
	在间隔 Tmeasure 时间, 相异比特的数目累计为 Error _I 。BER 定义为 $BER = \text{Error}_i / (BW * T_{\text{measure}})$ 。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。	
REIi	ONU_i 的远端差错指示	
	在 OLT 收到 REI 消息时产生 REIi。	
	在 OLT 收到来自 ONU _i 的 REI 消息时应更新 ERRi。	-

表 15/G.983.1—OLT检测的项目(续)

类 型	说 明	
MEMi	来自 ONUi 的消息错误消息 (Message_Error Message)	
	OLT 收到来自 ONUi 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	ONUi 的接收告警禁止	
	在 OLT 收到来自 ONUi 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 ONUi 测距过程内 PLOAM 信元时。	-
MISi	ONUi 链路失配	
	OLT 检测到接收的 PSTi 与发送的 PST 不同。	
	OLT 检测到接收的 PSTi 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 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	
PEE	物理设备错误信号	
	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	

表 16/G.983.1—ONU检测的项目(续)

类 型	说 明	
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 收到一个不理解的消息时	发送上行 Message_error message（消息错误消息）

表 16/G.983.1—ONU检测的项目(续)

类 型	说 明	
DACT	去活 PON_ID	
	它指令 ONU 去活它自己	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	使能激光器
DIS	禁止 ONU	
	ONU 收到带有它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)。

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
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	寻找惟一的 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 找到了惟一的 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
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寄存器	OLT → ONU	当 OLT 判定延迟必须更新时, 参见测距协议	3	ONU 用这个值填入均匀延迟寄存器
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 LOS _i , LCD _i , OAML _i , LOA _i , SUFi 或 CPE _i 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。

表 17/G.983.1—消息的定义(续)

	消息名称	功 能	方 向	启 动	发送次数	收到的效果
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
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(续)

	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	弹起消息 (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
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—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。

表 17/G.983.1—消息的定义(续)

	消息名称	功能	方向	启动	发送次数	收到的效果
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。
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。

表 17/G.983.1—消息的定义(续)

	消息名称	功 能	方 向	启 动	发送次数	收到的效果
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。
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。

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

No message		
八比特组	内 容	说 明
35	0100 0000	消息向所有 ONU 广播
36	0000 0000	“no message”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_Rx_Control 消息 (续)		
43	xxxx xxxp	"preassigned equalization delay (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	预指派均衡延迟的 MSB
45	dddd dddd	
46	dddd dddd	预指派均衡延迟的 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	延迟的 MSB
38	dddd dddd	
39	dddd dddd	延迟的 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	串话字节 1
.	
45	stuv wxyz	串话字节 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	串话字节 1
.	
45	stuv wxyz	串话字节 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)

Configure VP/VC 消息(续)		
39	HEADER2	ATM 信头字节 2
40	HEADER3	ATM 信头字节 3
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	

POPOP 消息		
八比特组	内 容	说 明
35	0100 0000	消息向所有 ONU 广播
36	0001 0000	"POPOP"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 G.783 建议书定义的 K1 字节
39	控制	这就是 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

No message		
八比特组	内 容	说 明
2	PON_ID	指示发出这个消息的 ONU
3	0000 0000	"no message"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 G.783 建议书定义的 K1 字节
6	控制	这就是 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	

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 中定义的 PST 消息字段内留有保护协议用的一些控制比特。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（或软编码的惟一编号）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，网络操作人员使能测距过程使之开始工作。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。

8.4.1.2.2 热的PON，冷的ONU

这个情况的特点是增加了先前未被测距的新的 ONU，或者增加了先前激活的 ONU 电源已恢复并返回到 PON，而 PON 上正在运行业务流。

8.4.1.2.3 热的PON，热的ONU

这个情况的特点是先前激活的 ONU，它保持电源开启并连接到激活的 PON 但处于 8.4.4.2.1 所述 POPUP 状态。还有，这个情况包括激活的 ONU 连接到在运行业务流的激活的 PON。

8.4.1.2.4 转换

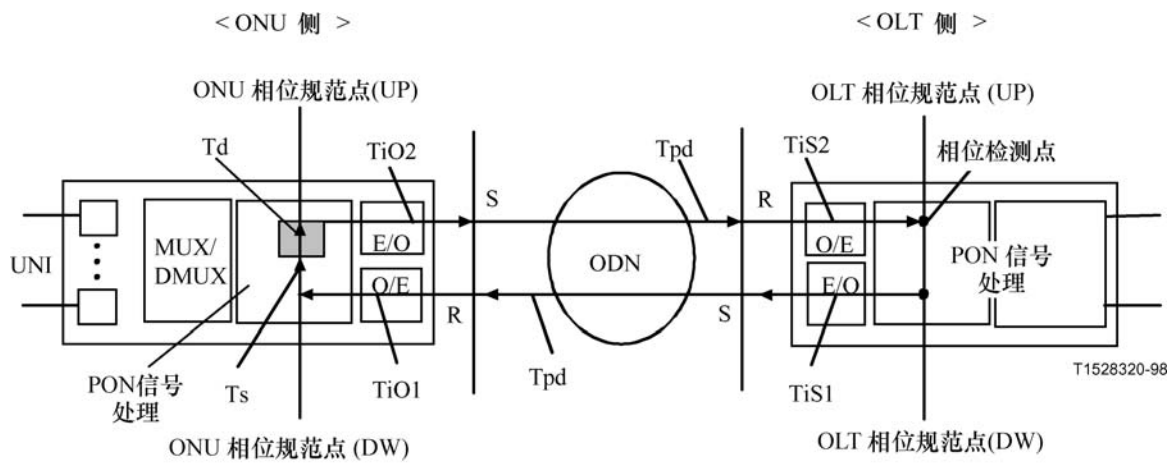
可能有几种类型的双向和/或部分双向 ATM-PON 配置。在这些情况测距协议应当可以应用。

8.4.2 上行和下行之间相位关系规范

对于测距过程必须规定下行和上行之间的相位关系。

8.4.2.1 相位规范点的定义

图 22 示出以下要叙述的规范点的配置。



$$T_{\text{const}} = T_{\text{is1}} + T_{\text{pd}} + T_{\text{io1}} + T_{\text{s}} + T_{\text{d}} + T_{\text{io2}} + T_{\text{pd}} + T_{\text{is2}}$$

$$T_{\text{response(ONU)}} = T_{\text{io1}} + T_{\text{s}} + T_{\text{d}} + T_{\text{io2}} \text{ (at } T_{\text{d}} = 0\text{)}$$

$$= T_{\text{io1}} + T_{\text{s}} + T_{\text{io2}}$$

$$0 \leq T_{\text{d}} \text{ (均衡_延迟)} \leq \text{Max}$$

图 22/G.983.1—规范点的配置

8.4.2.1.1 ONU和OLT的相位规范点

为便于说明信元传输的相位，规定 ONU 的相位规范点。实际上它位于参考点 S/R 的 ONU 侧。OLT 的相位规范点也被规定以便说明信元传输的相位。它实际上位于参考点 R/S 的 OLT 侧。

8.4.2.1.2 基本信元传输延迟(Ts)

基本信元传输延迟 (Ts) 的定义是上行信元相位，它相当于均衡_延迟 (Td) 为 0 时，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。这个延迟 (Ts) 是因为在 ONU 内 PON 信号处理引起的。

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 22)。

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：

$$\begin{aligned} \text{Tresponse(ONU)} &= \text{TiO1} + \text{Ts} + \text{Td} + \text{TiO2} \text{ (在 } \text{Td} = 0\text{)} \\ &= \text{TiO1} + \text{Ts} + \text{TiO2} \end{aligned}$$

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。

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

注一 由Tresponse(ONU)引起的延迟变化考虑为大约等效为600 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 23。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）定义这个往返延迟（Teqd）。

$$\begin{aligned} \text{Teqd} &= 2 * \text{Tpd} + \text{Ts} + \text{Td} + \text{TiO1} + \text{TiO2} + \text{TiS1} + \text{TiS2} \\ &= 2 * \text{Tpd} + \text{Tresponse(ONU)} + \text{Td} + \text{TiS1} + \text{TiS2} \end{aligned}$$

在正常运行状态 Teqd 对所有 ONU 都是常数。按照 Tpd 和 Tresponse(ONU)的变化，等效_延迟（Td）定义如下：

$$\text{Td 的最大值} \geq 32\ 000 \text{ 比特 (在 } 155.52 \text{ Mbit/s)}$$

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 Tresponse(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 32000 比特（在 155.52 Mbit/s）的延迟变化。

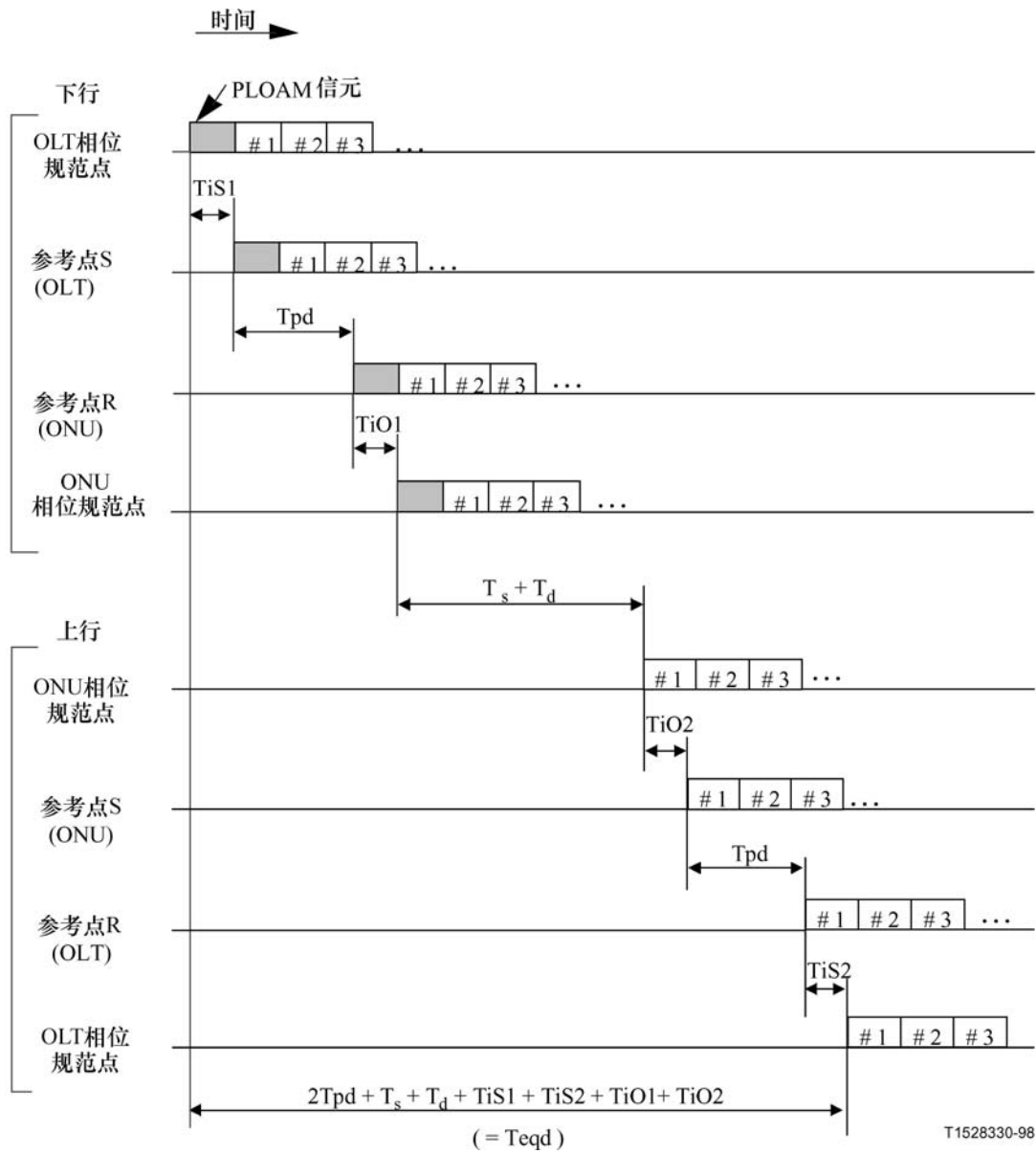


图 23/G.983.1—下行和上行之间的相位关系

8.4.2.4 等效_延迟的粒度

等效_延迟 (T_d) 在 155.52 Mbit/s 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

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：

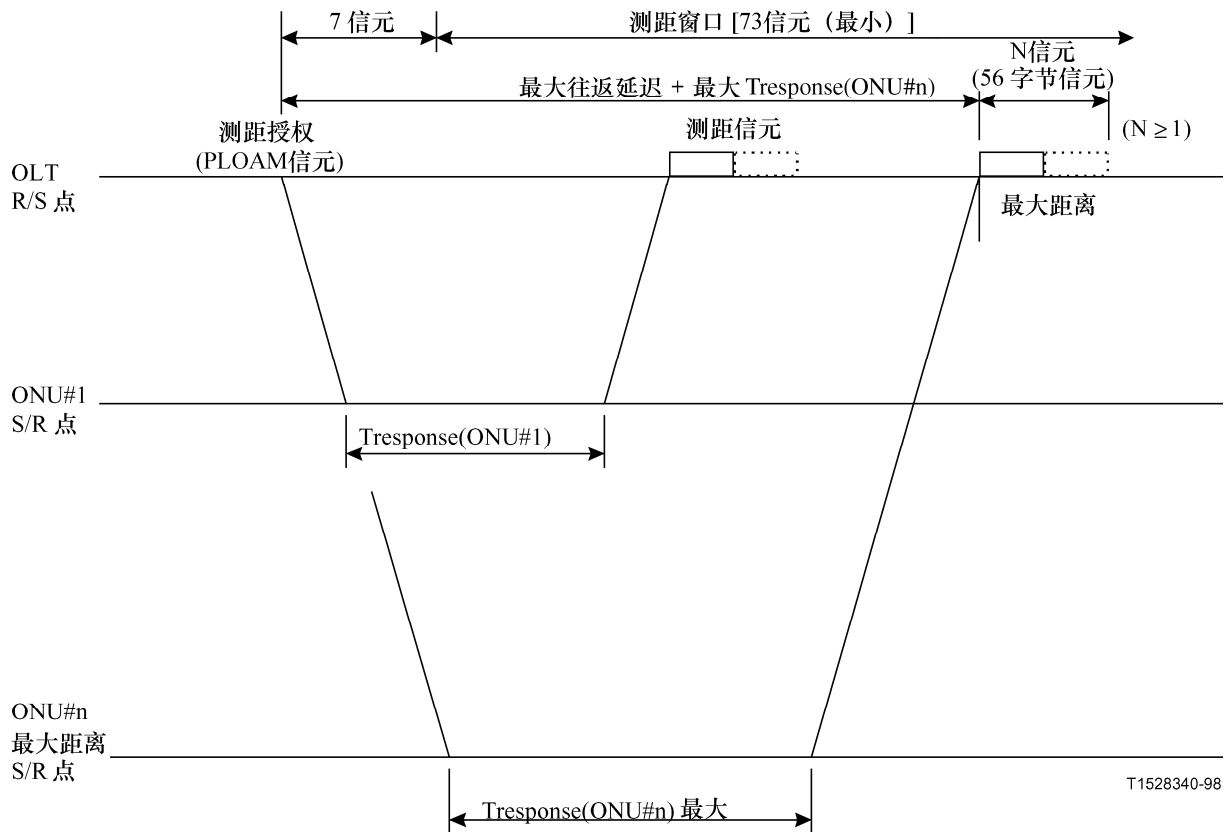
- 未指派的授权打开窗口；和
- 测距授权（或 PLOAM 授权）；和
- 必要时附加的测距授权或 PLOAM 授权。

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 24 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。
测距窗大小由考虑的附加授权确定。

图 24/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) 能够像图 24 示例那样测量。

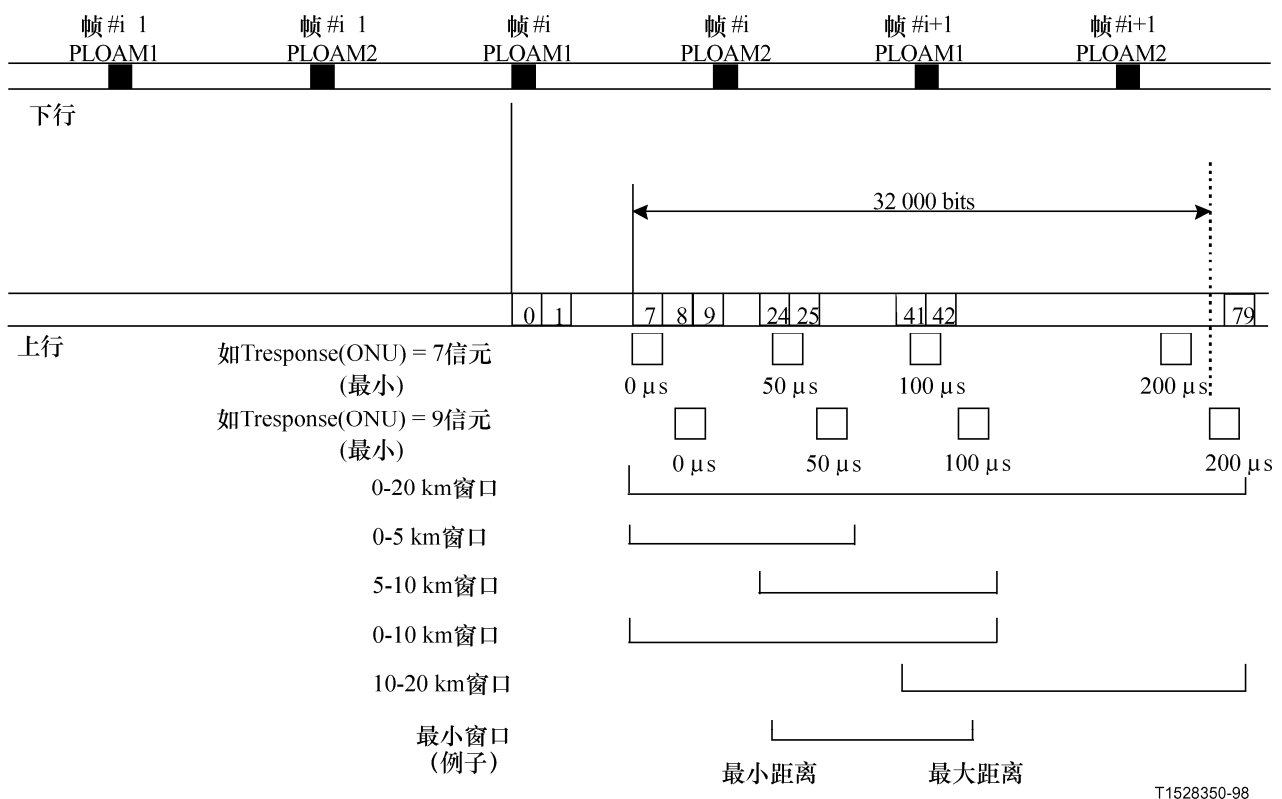
$$T_d = T_{eqd} - (T_2 - T_1)$$

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 25 示。



注一 假定 #i 帧的第一个授权是测距授权。

图 25/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 26 示出的例子。

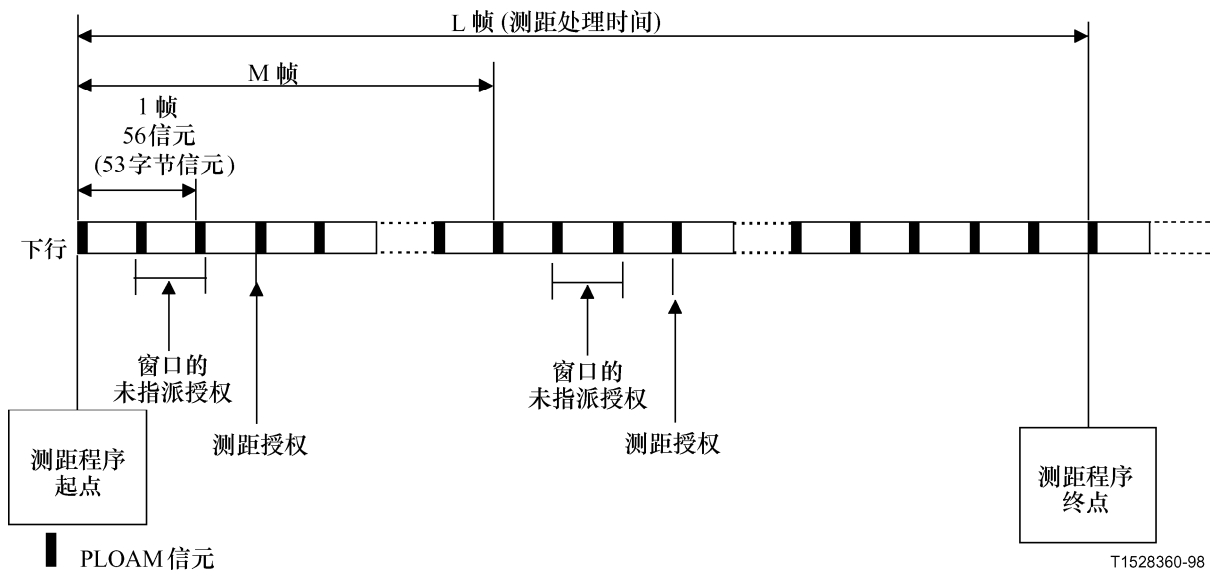


图 26/G.983.1—重复打开测距窗口

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)。

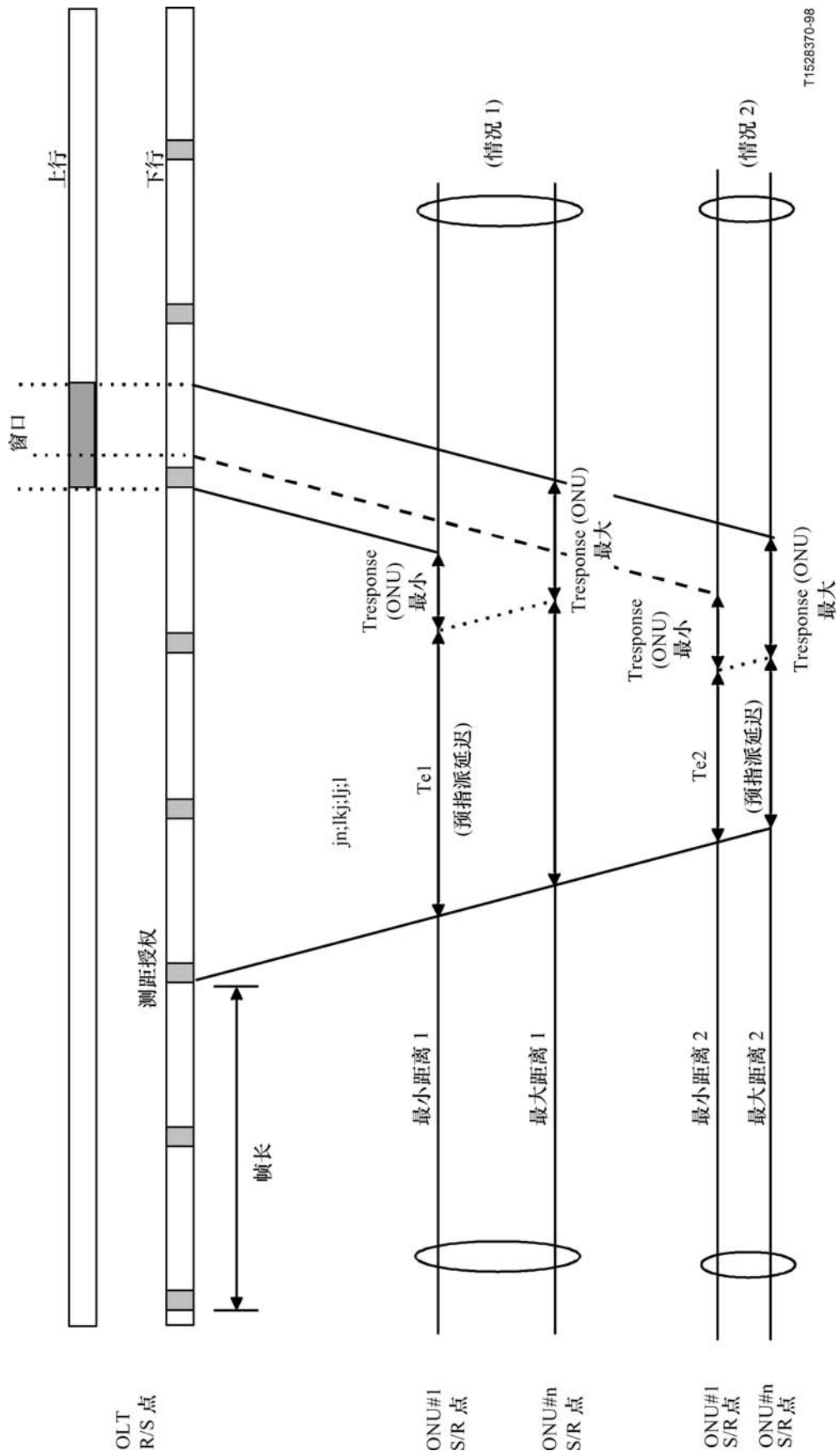
预指派均衡_延迟 (Te) 能在上行_开销消息中从 OLT 发送给每个 ONU。Te 的默认值等于 0。

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 27 示出一个例子。在这个情况均衡_延迟 (Td) 能够测量如下：

$$Td = Teqd - (T2 - T1) + Te.$$



T1528370-98

图 27/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 接收器的光输入功载方面也是有用的。

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 子节。

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 的第一纵列指示产生的事件，包括消息的接收，第一横行指示 ONU 的状态。

表 18/G.983.1— ONU的状态图(第1页, 共2页)

	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 Te ⇒ 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(第2页, 共2页)

	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 ^(*)	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	-	-
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	-	-	-	-	-

注 — (*1)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。

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。“-”的意思是对相应事件没有动作。

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。

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。

8.4.4.2.1 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 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。

8.4.4.2.3 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 的第一纵列指示产生的事件，第一横行指示公共部分内状态。

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。

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，这个图不明显地描述这个功能。		

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) 内功能性能所用的状态图。表 20 的第一纵列指示产生的事件，第一横行指示单个 ONU 处理部分 (n) 内状态。

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)
在延迟测量出毛病时，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) 。

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)的通知被明显地叙述, 但只是为了方便才叙述这个事件。因而, 这个事件应当作资料看待。			

8.4.4.3.3 均衡_延迟的程序

均衡_延迟 (Td) 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 Td 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。

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 要求可以按建议 M.3010 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 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 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尚待研究。

表 22/G.983.1—环境条件的例子

适用例子	温度 (C)		相对湿度 (%)		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	-	-	-	-	待研究

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

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。

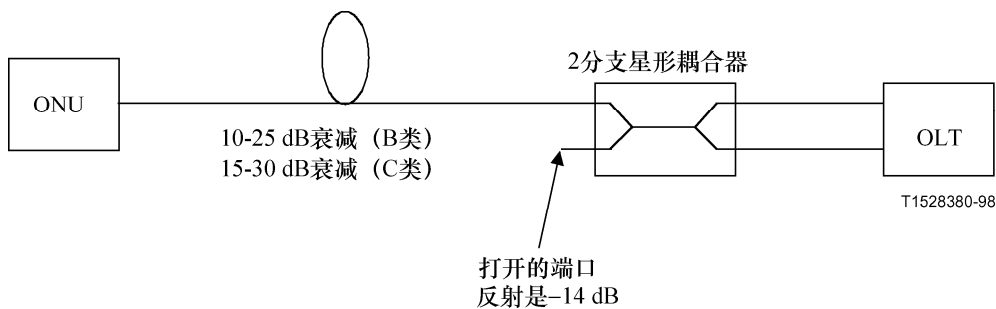


图 I.1/G.983.1—打开位于星形耦合器ONU侧连接器的影响

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。

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。

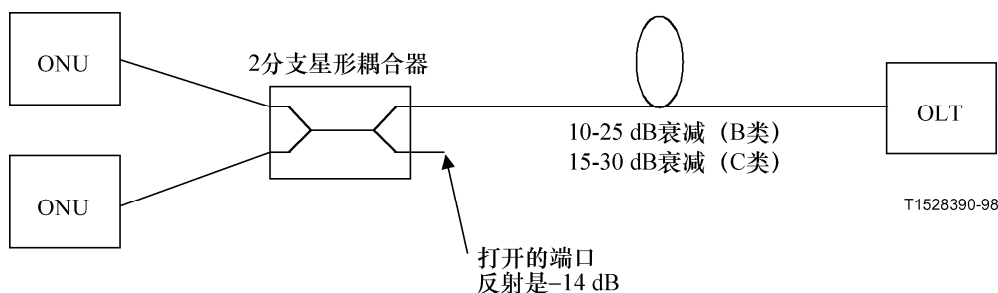


图 I.2/G.983.1—打开位于星形耦合器OLT侧连接器的影响

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“二次反射”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。

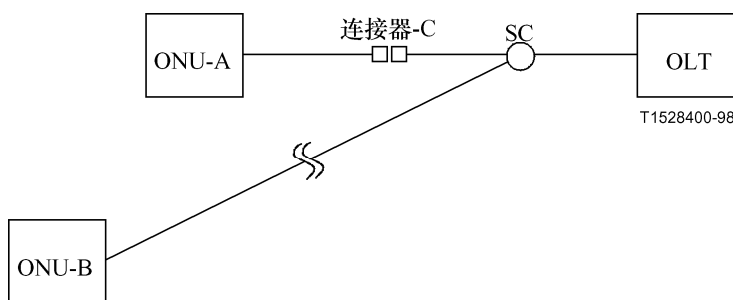


图 I.3/G.983.1—断开靠近ONU的连接器的影响

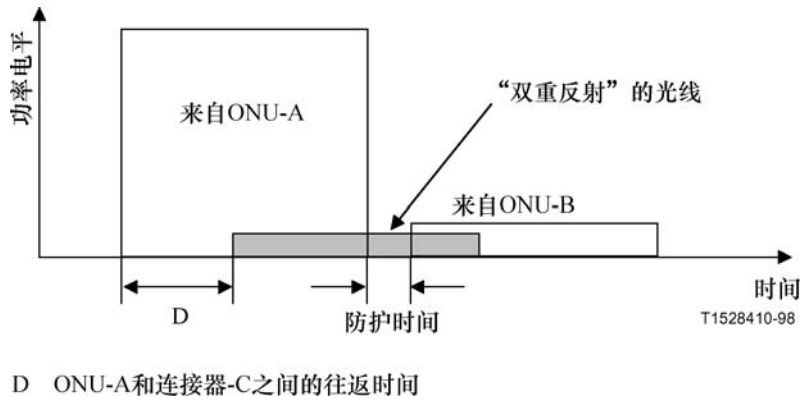


图 I.4/G.983.1—突发信号与反射信号的重叠

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。这个附录说明在 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。我们说明条件方程式和约束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

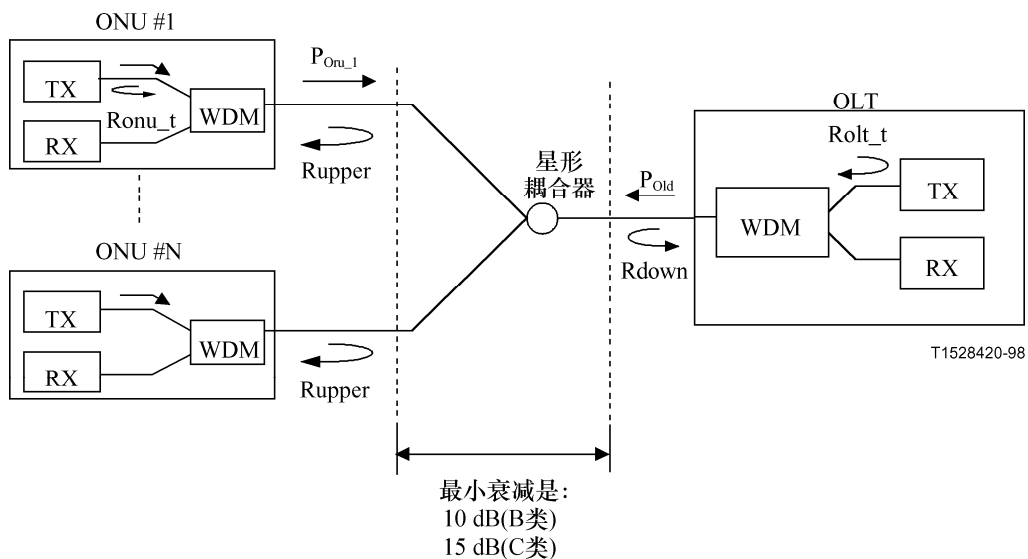


图 II.1/G.983.1—所研究的反射模型

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：

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

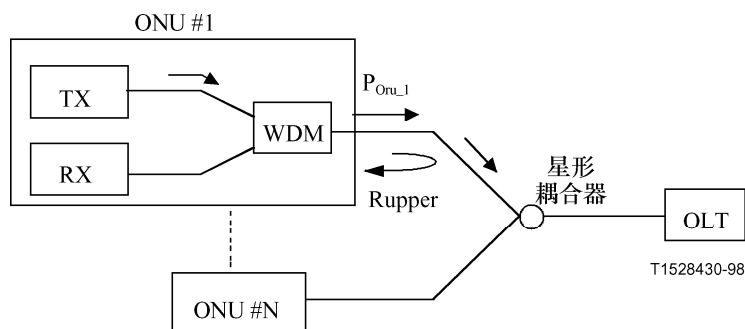


图 II.2/G.983.1—入射ONU接收器的模型

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。

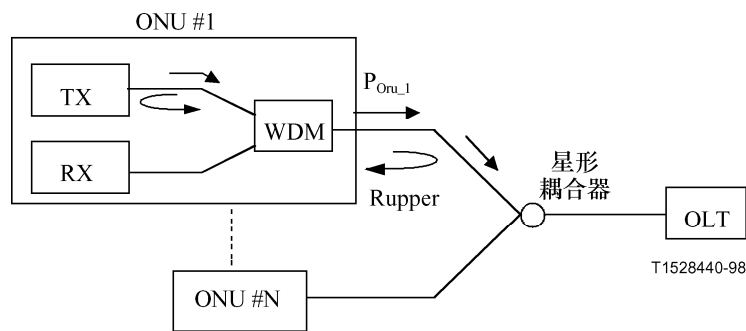


图 II.3/G.983.1—射入OLT接收器的模型1

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：

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

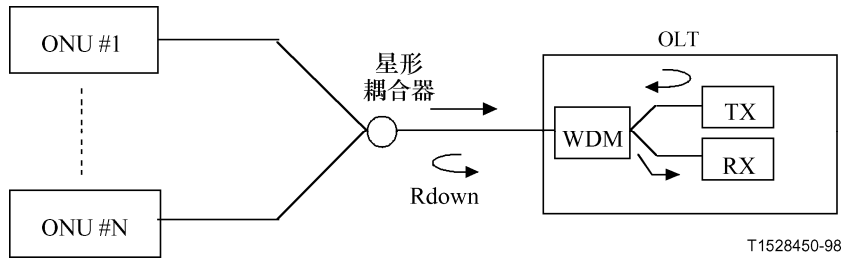
假定允许的干涉光功率等于- 10 dB，我们得到：

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

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。



T1528450-98

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:

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

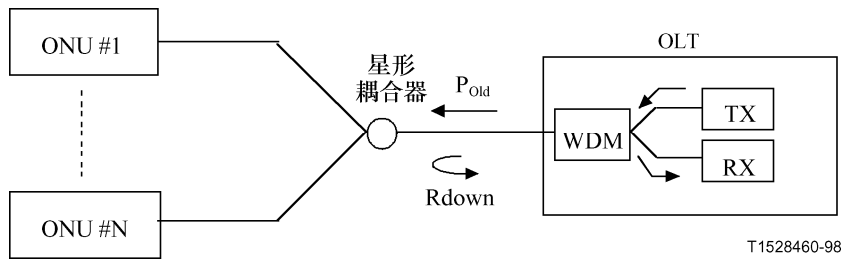
关于分类 C, 假定允许的干涉光功率等于 (最小灵敏度- 10 dB), 允许的干涉光功率 = -33 dBm - 10 dB = -43 dBm。

则:

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

我们得到:

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



T1528460-98

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:

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

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:

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

我们得到:

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

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:

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

我们得到:

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

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。

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

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:

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

我们得到:

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

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:

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

我们得到:

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

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， R_{onu_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)}	
		ONU 接收器的 WDM 隔离	10 dB						
		ONU 发送器的 WDM 隔离							
	B	OLT 接收器的 WDM 隔离				10 dB			10 dB
		OLT 发送器的 WDM 隔离			NA				
32 dB		ONU 发送器的设备反射		NA				NA	
		ONU 接收器的 WDM 隔离	15 dB						
		ONU 发送器的 WDM 隔离							
	C	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	
		ONU 接收器的 WDM 隔离	22 dB						
		ONU 发送器的 WDM 隔离							
	B	OLT 接收器的 WDM 隔离				22 dB			22 dB
		OLT 发送器的 WDM 隔离			2.5 dB				
20 dB		ONU 发送器的设备反射		11 dB				12 dB	
		ONU 接收器的 WDM 隔离	27 dB						
		ONU 发送器的 WDM 隔离							
	C	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。

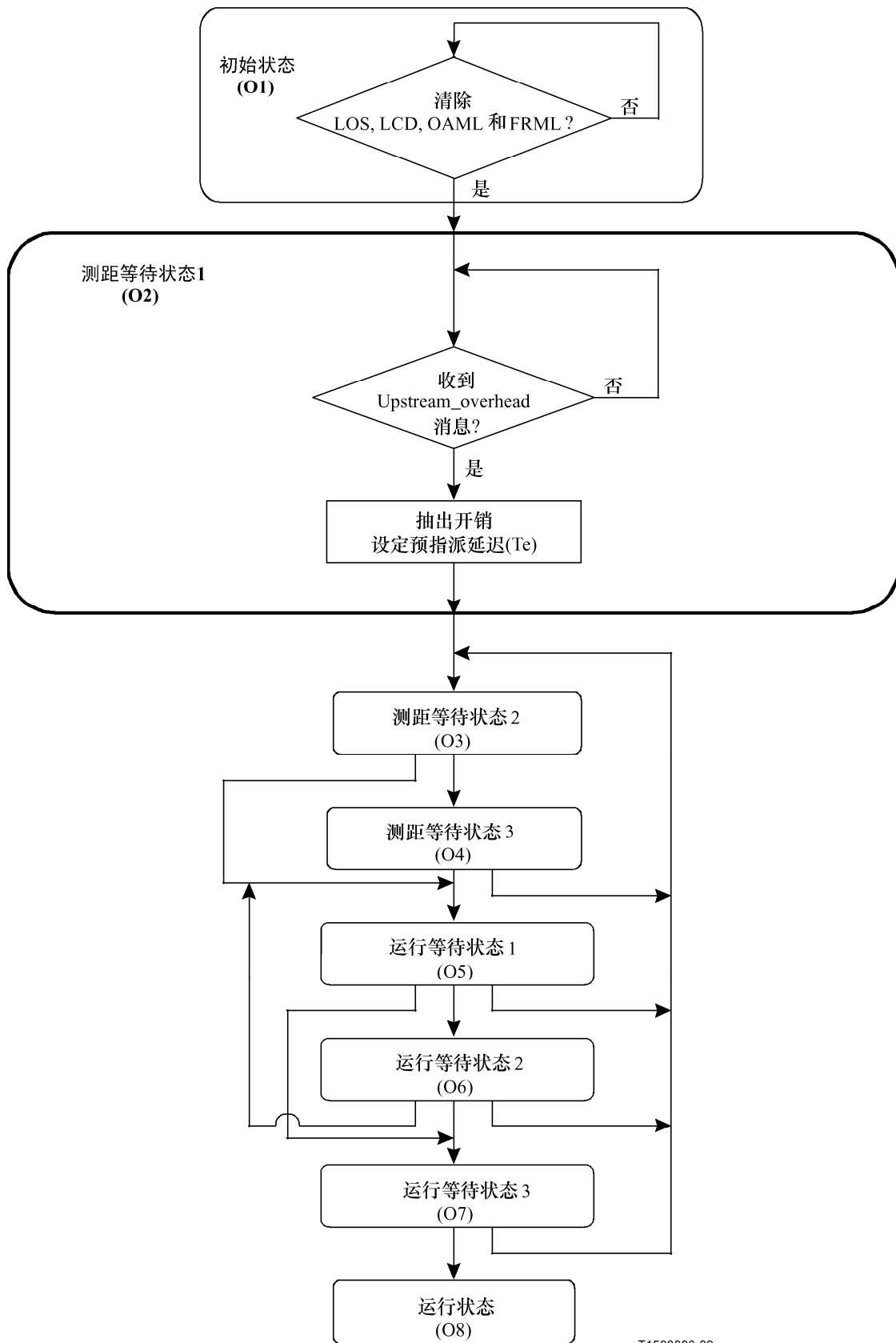
附录 III

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。

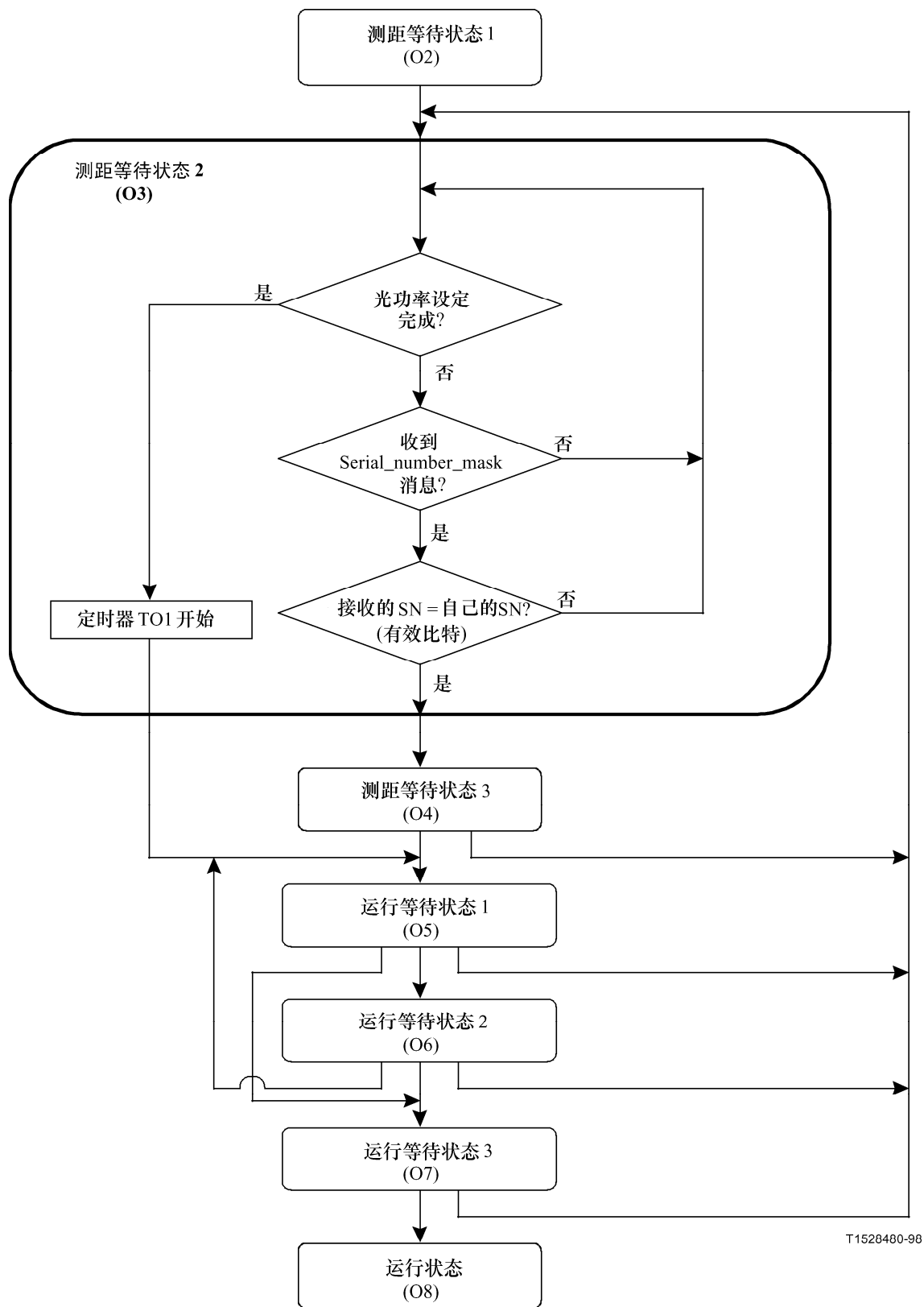
III.1 ONU内测距流程（示例）

图 III.1（第 1-7 页，共 7 页）表明在 ONU 内测距流程的例子。它不企图规范测距程序只是资料性的。



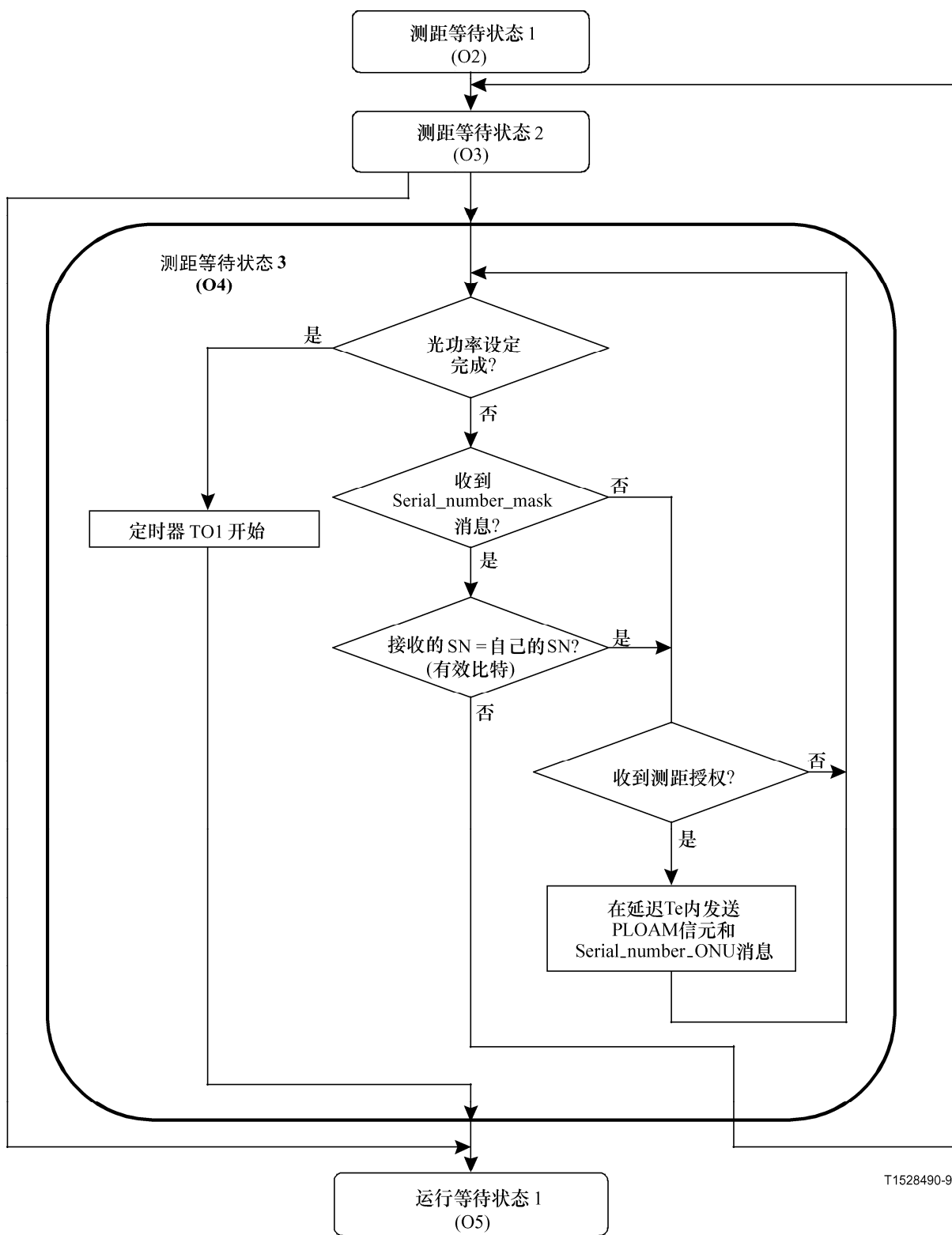
T1533830-99

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



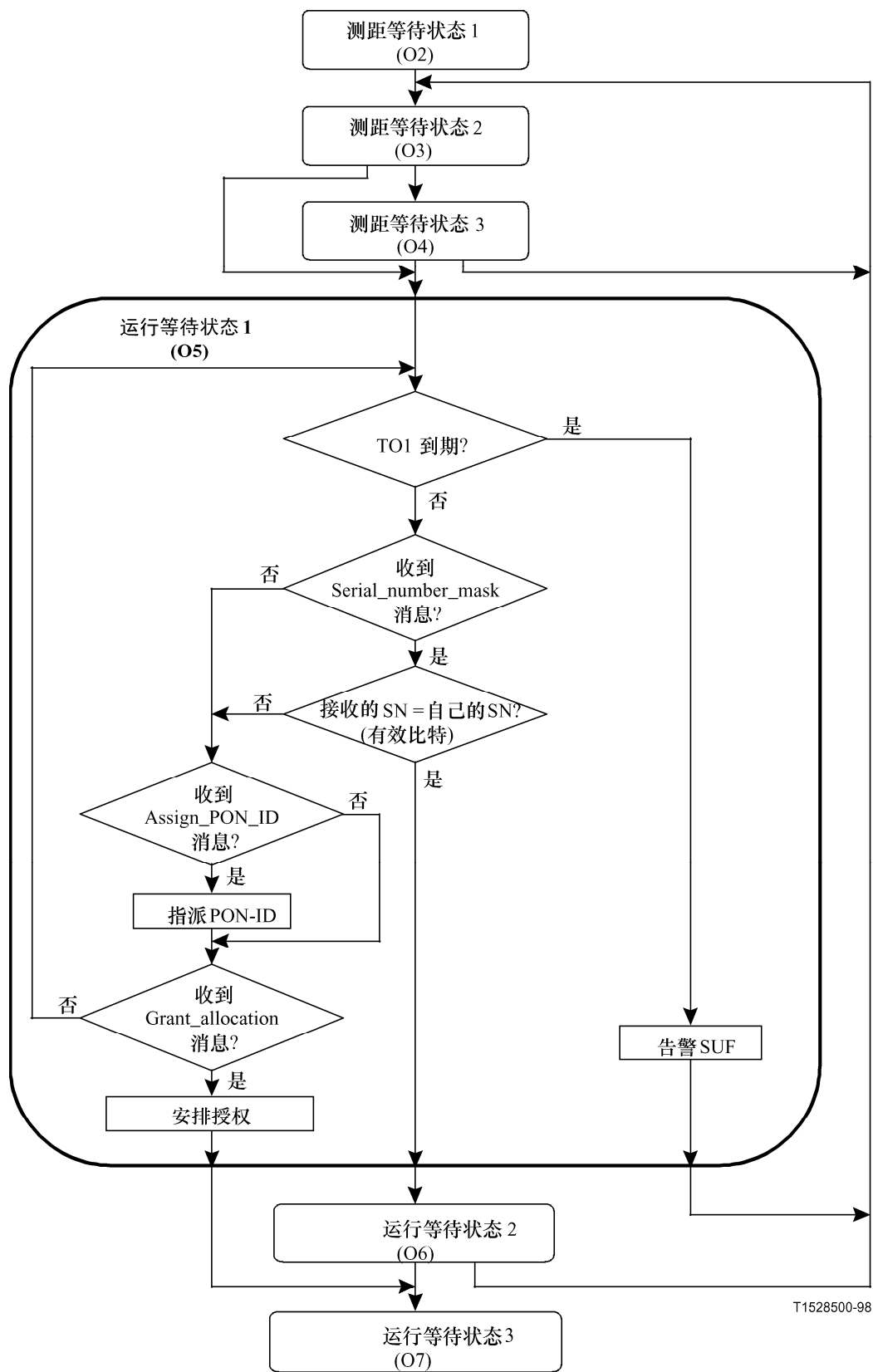
T1528480-98

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



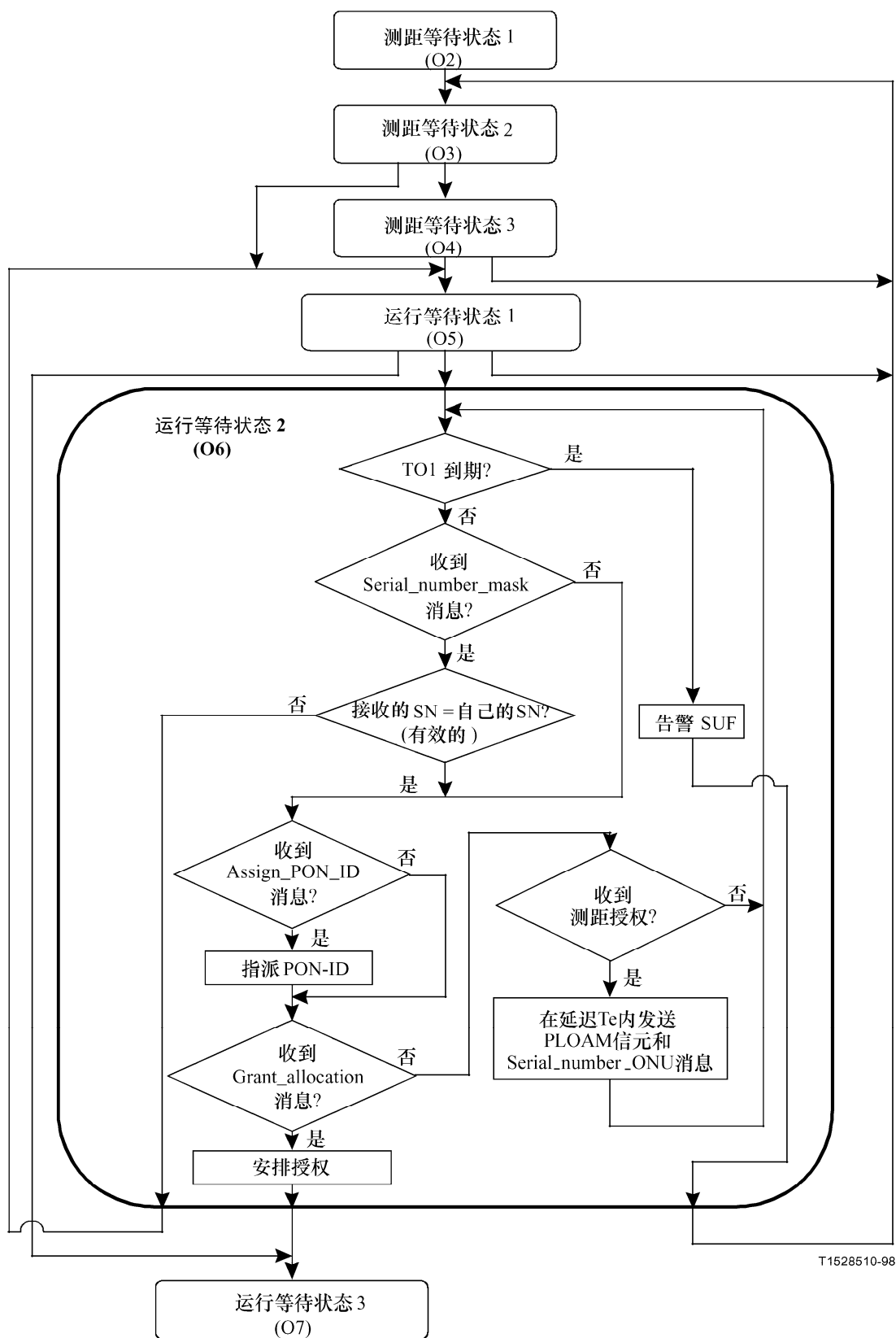
T1528490-98

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



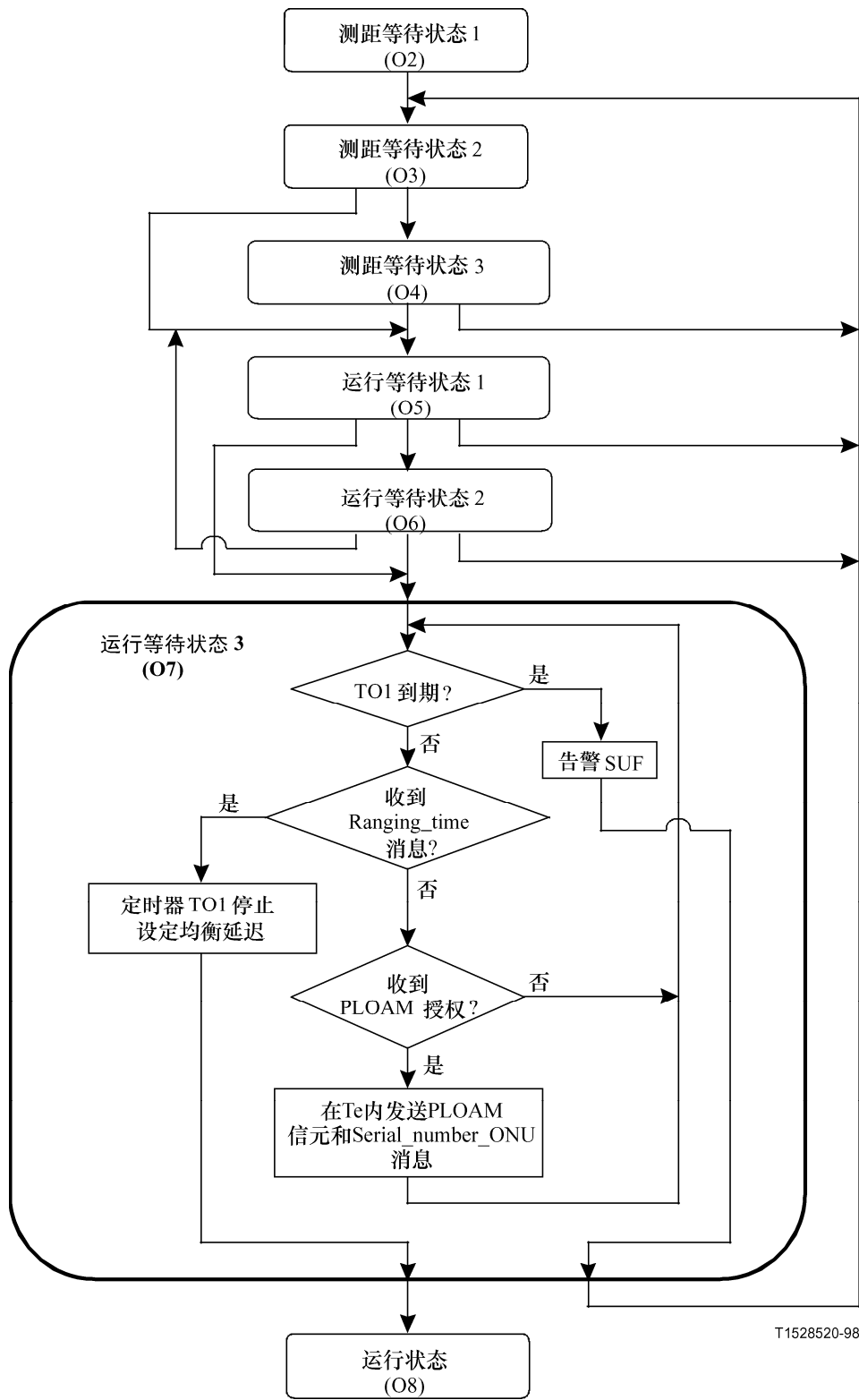
T1528500-98

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



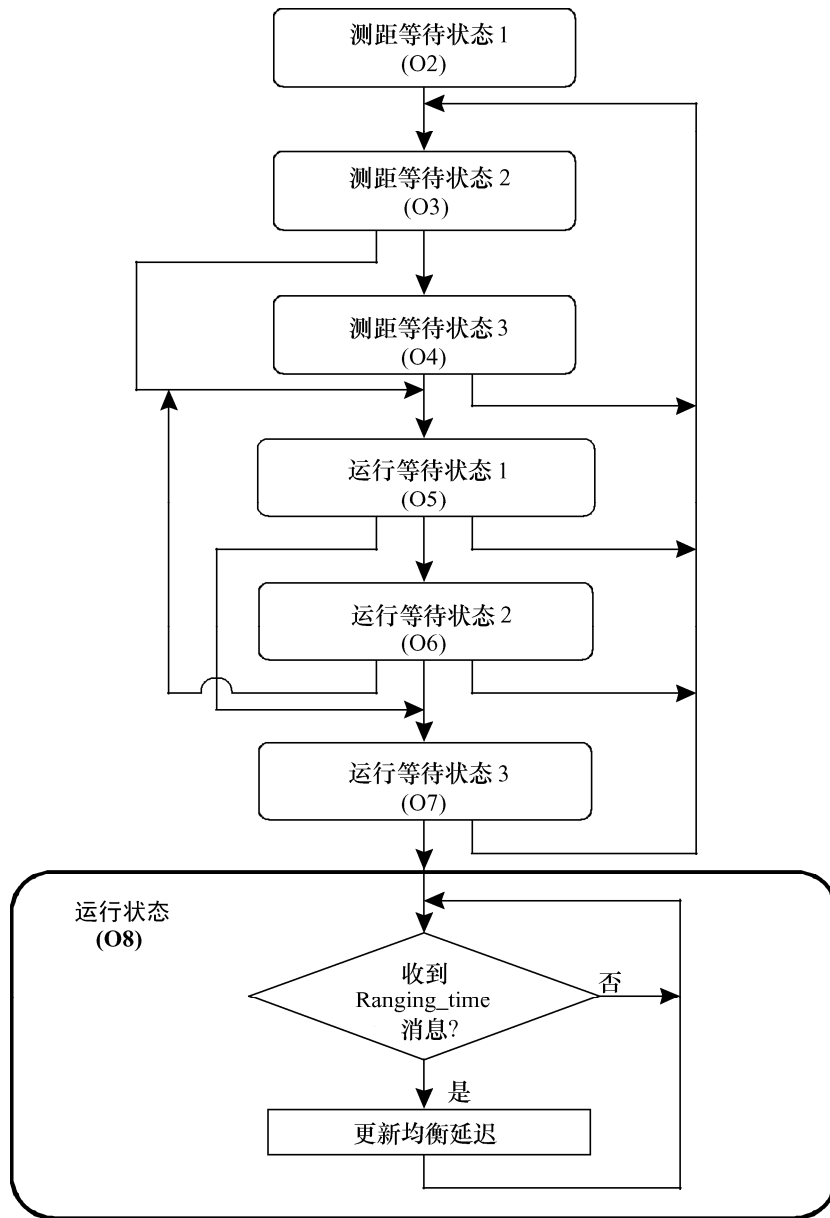
T1528510-98

图 III.1/G.983.1—测距流程[ONU] (示例) (第5页, 共7页)



T1528520-98

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



T1528530-98

图 III.1/G.983.1—测距流程[ONU] (示例) (第7页, 共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。它不企图规范测距程序只是资料性的。

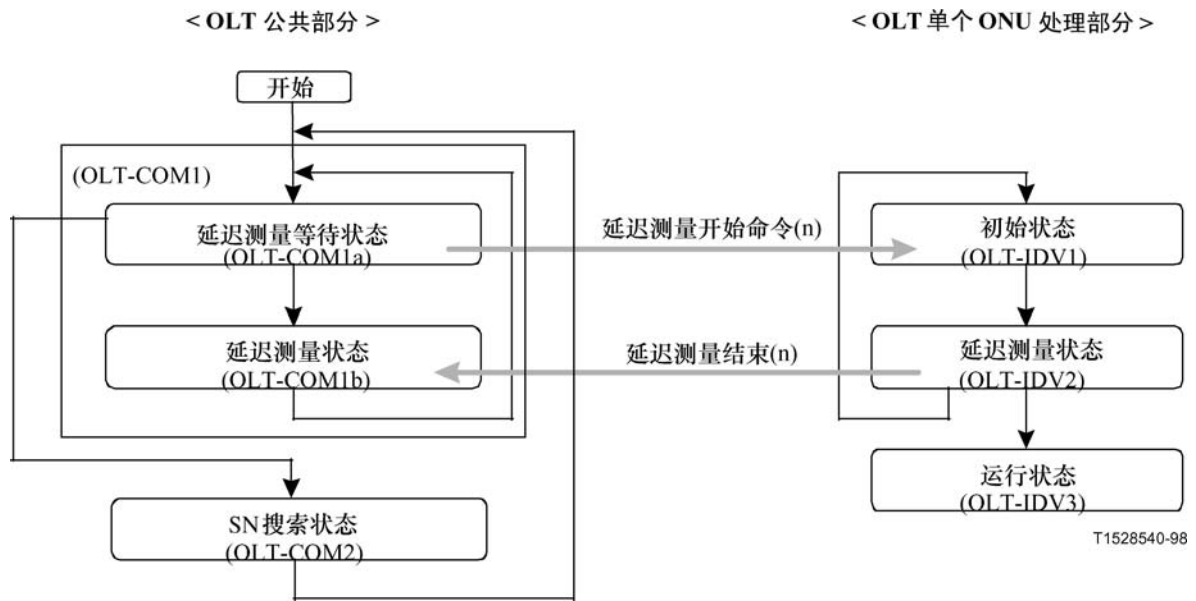
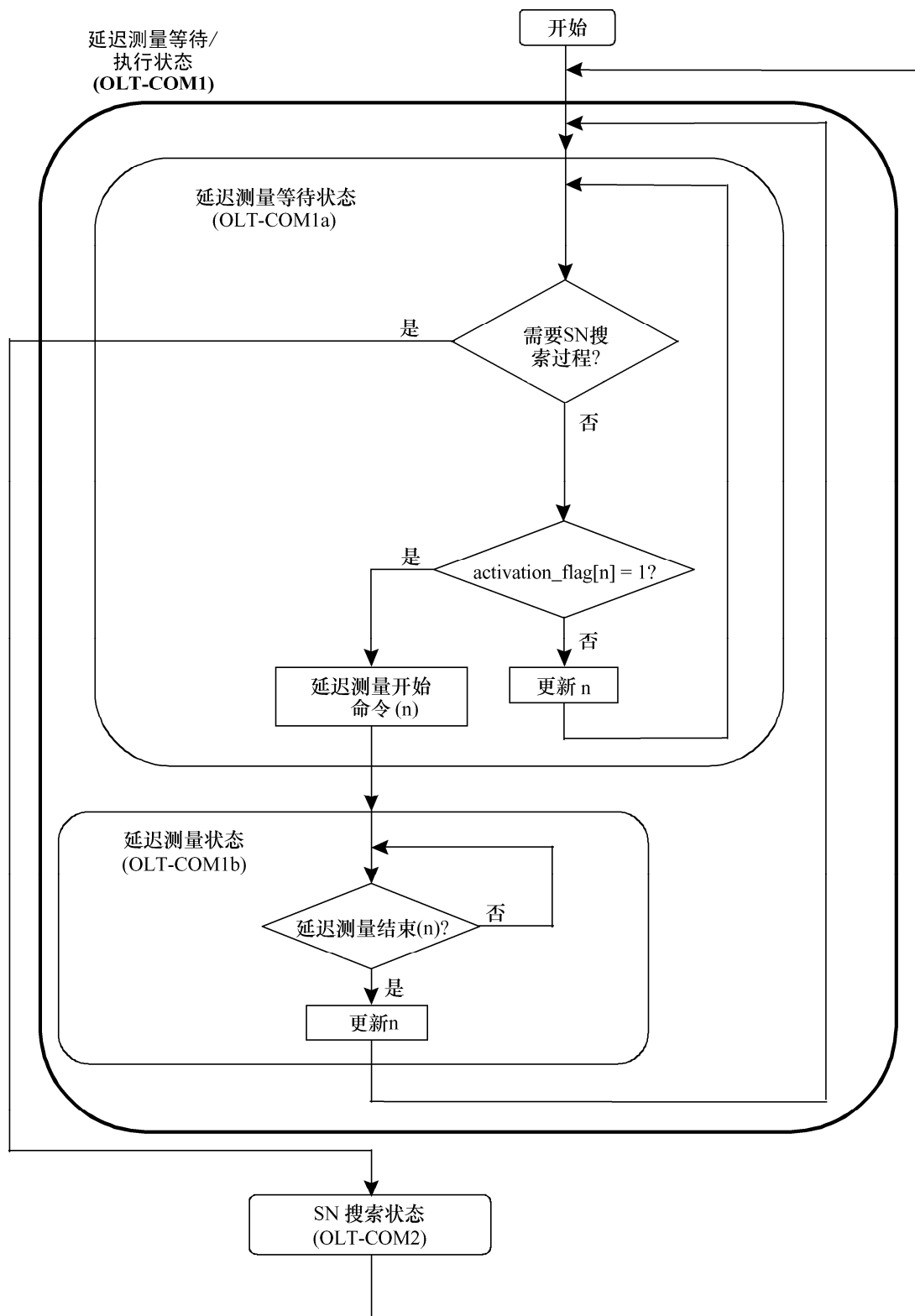


图 III.2/G.983.1—测距流程[OLT] (示例) (第1页，共7页)



T1528550-98

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

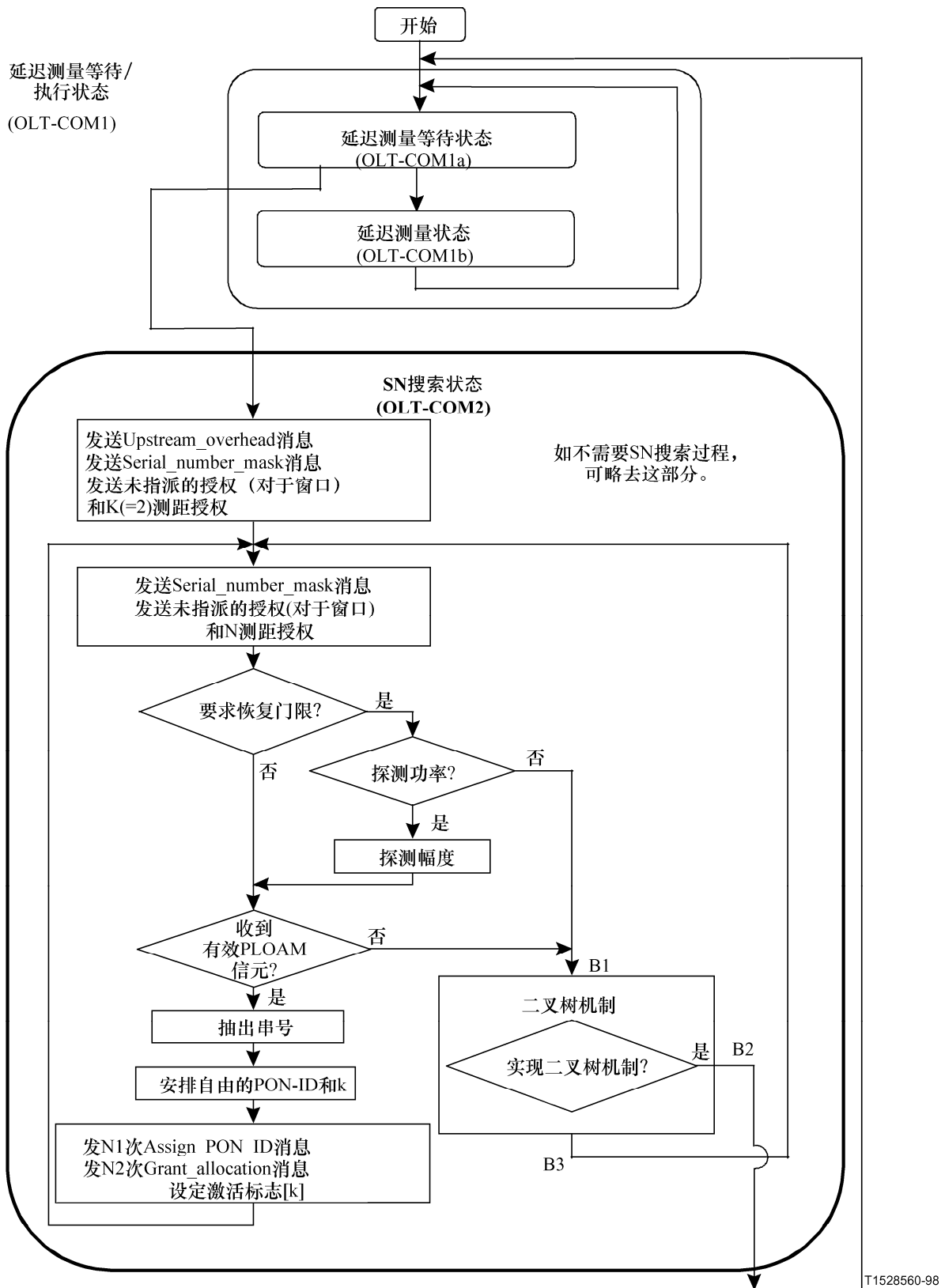
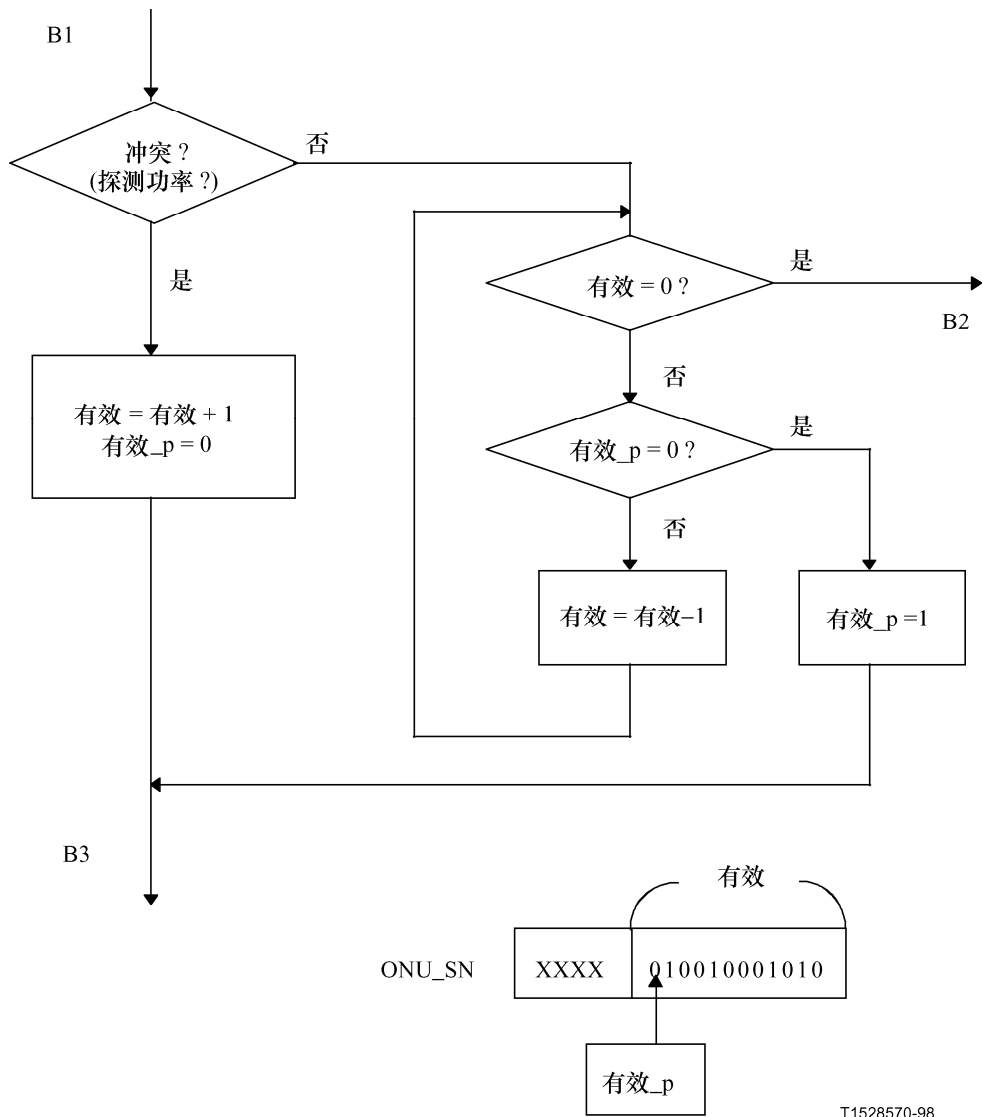


图 III.2/G.983.1—测距流程[OLT] (示例) (第3页, 共7页)



注一 B1, B2和B3点分别相应图III.2的B1, B2和B3点。
 “有效”意指ONU串号的有效比特数。
 “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) (第4页, 共7页)

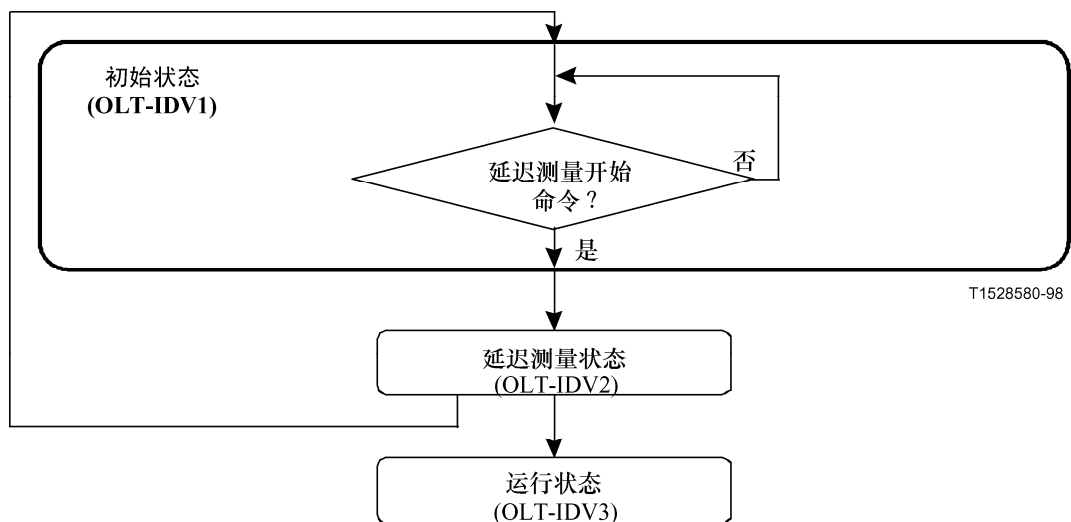


图 III.2/G.983.1—测距流程[OLT] (示例) (第5页, 共7页)

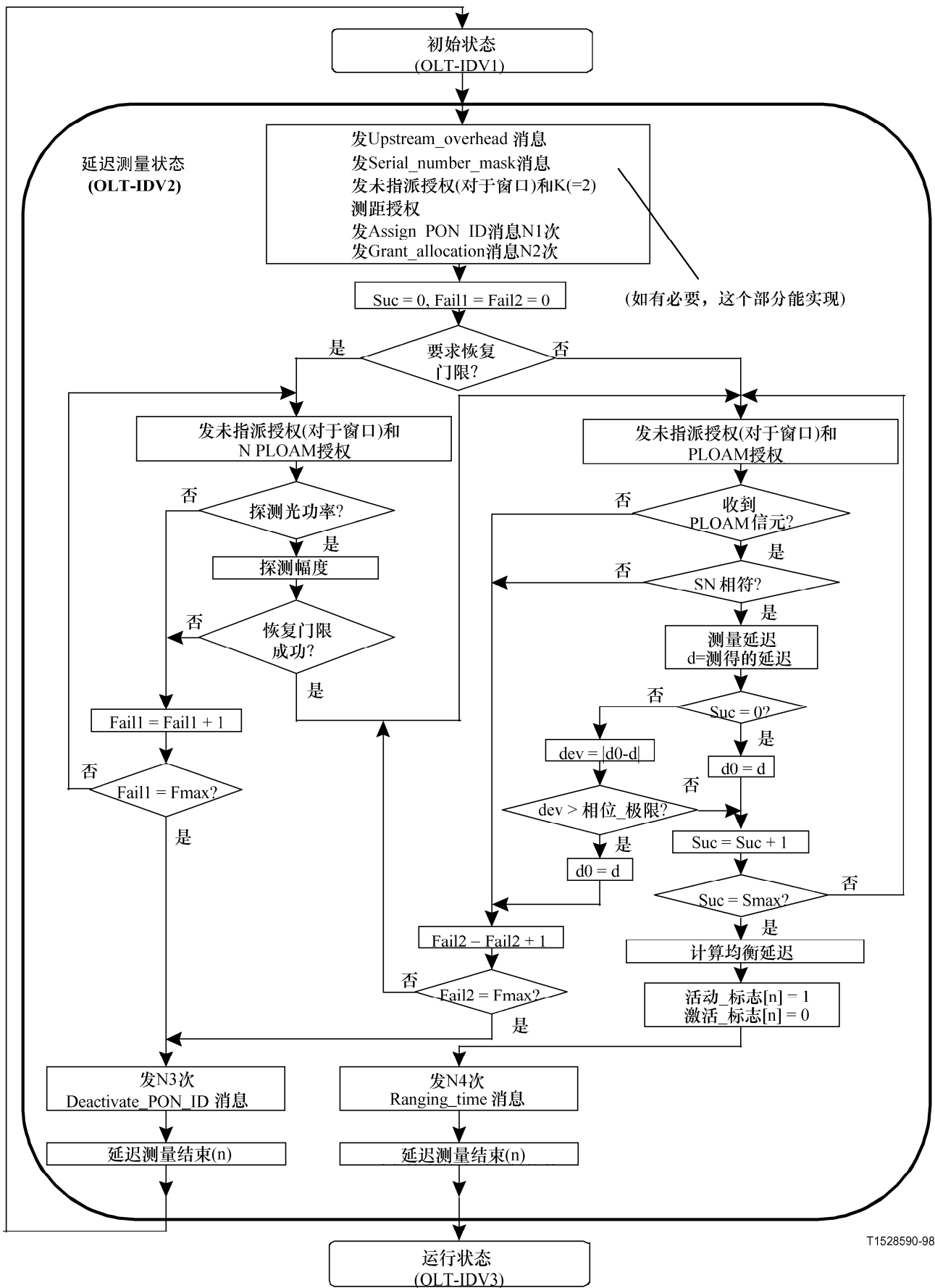
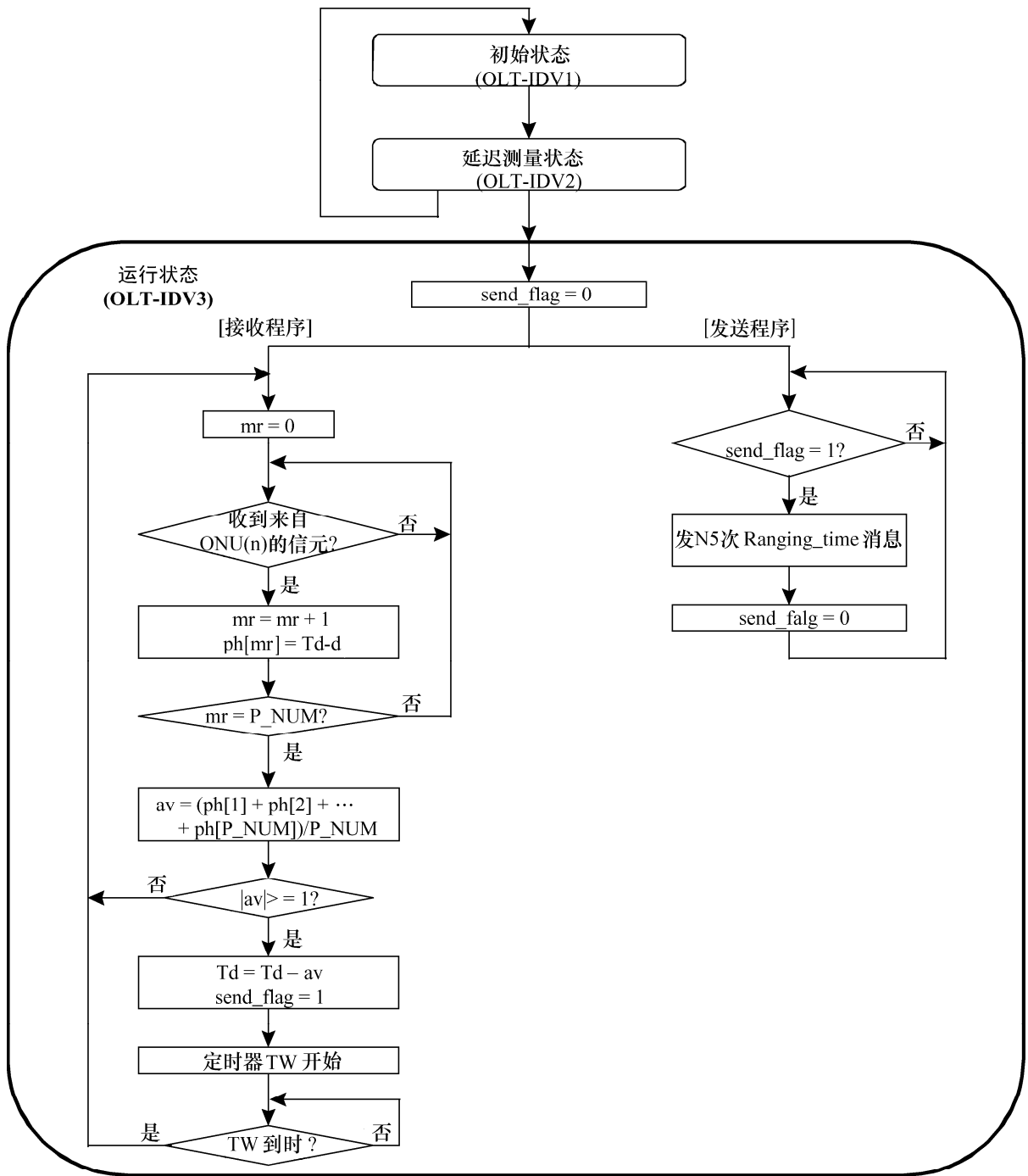


图 III.2/G.983.1—测距流程[OLT] (示例) (第6页, 共7页)



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

T1528600-98

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

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。

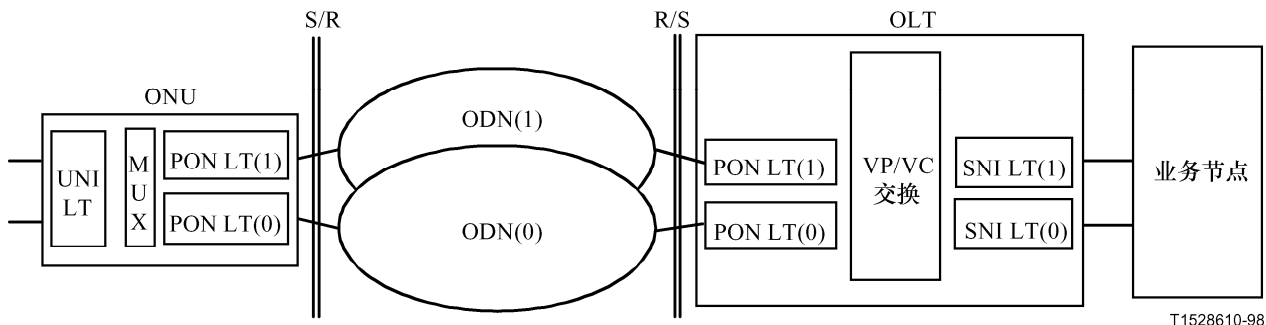


图 IV.1/G.983.1—双向系统模型

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

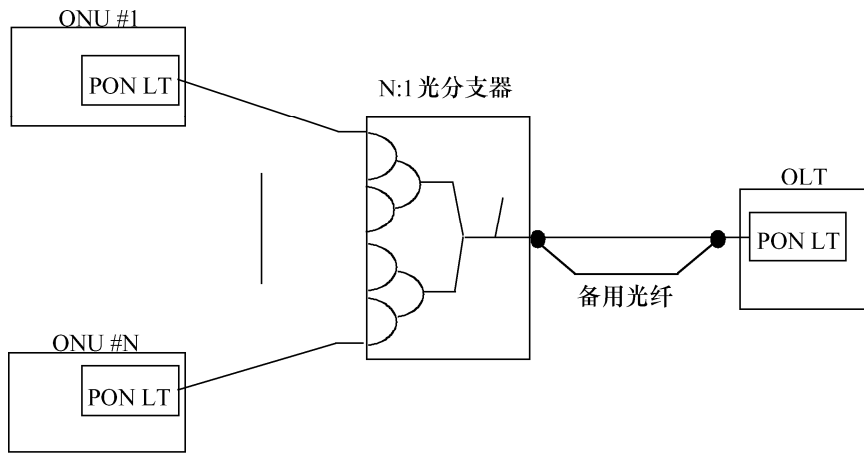
类型 A：第一个配置只是光纤双重，如图 IV.2 a)示。在这种情况下 ONU 和 OLT 是单个的。

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。

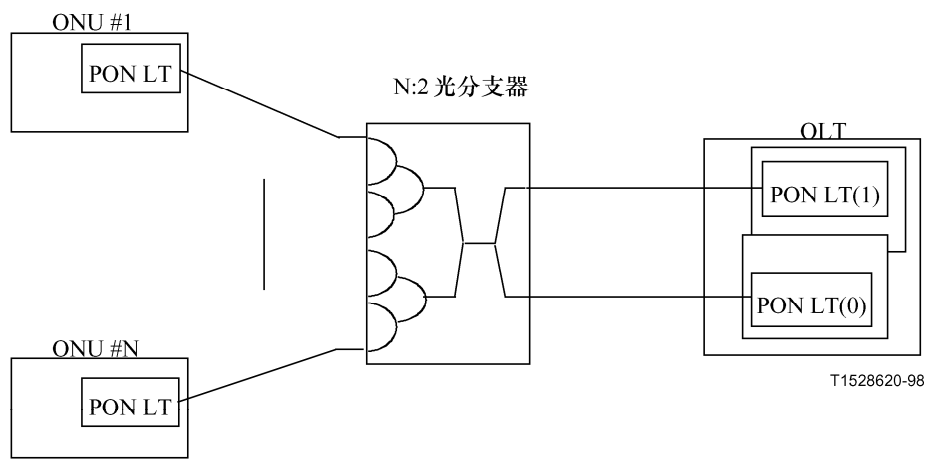
类型 C：第三种配置[图 IV.2 c)]不仅是 OLT 侧的设施双重，ONU 侧的也是双重。在这个配置，在任何点的故障都能够用倒换到备用设施的措施加以恢复。因而，完全双重的代价能换来高的可靠性。

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。

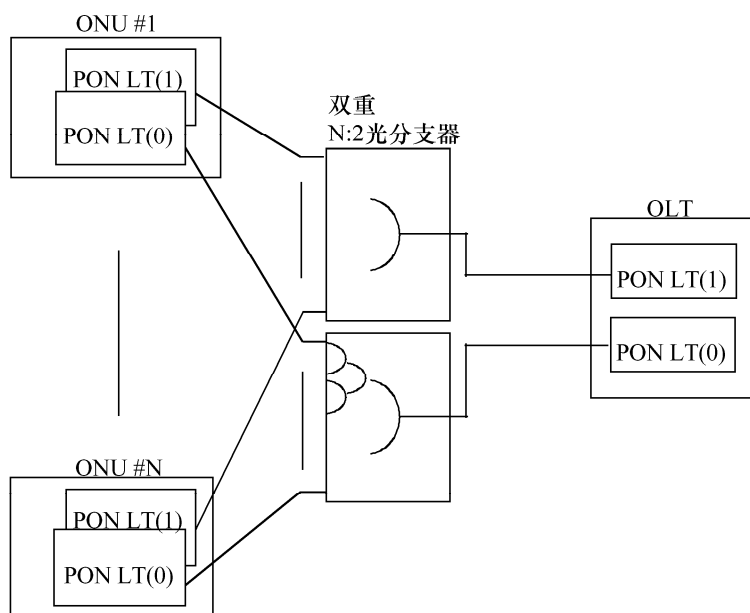


a) 光纤双重系统

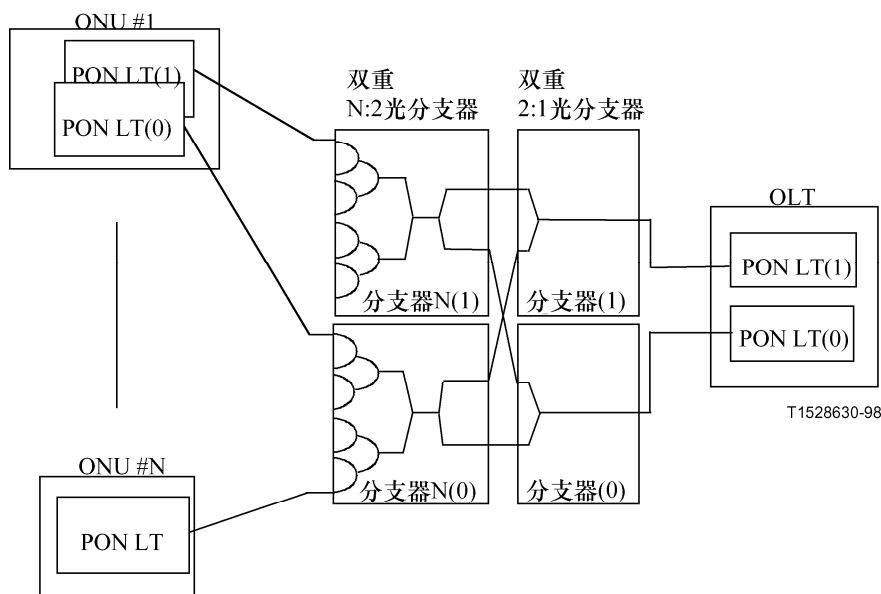


b) 只有OLT双重的系统

图 IV.2/G.983.1—双重ATM-PON系统



c) 全双重系统



d) 部分双重配置

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
- B 系列 表述方式：定义、符号和分类
- C 系列 综合电信统计
- D 系列 一般资费原则
- E 系列 综合网络运行、电话业务、业务运行和人为因素
- F 系列 非话电信业务
- G 系列 传输系统和媒质、数字系统和网络**
- H 系列 视听及多媒体系统
- I 系列 综合业务数字网
- J 系列 电视、声音节目和其他多媒体信号的传输
- K 系列 干扰的防护
- L 系列 电缆和外部设备其他组件的结构、安装和保护
- M 系列 TMN 和网络维护：国际传输系统、电话电路、电报、传真和租用电路
- N 系列 维护：国际声音节目和电视传输电路
- O 系列 测量设备技术规程
- P 系列 电话传输质量、电话安装及本地线路网络
- Q 系列 交换和信令
- R 系列 电报传输
- S 系列 电报业务终端设备
- T 系列 远程信息处理业务的终端设备
- U 系列 电报交换
- V 系列 电话网上的数据通信
- X 系列 数据网和开放系统通信
- Y 系列 全球信息基础设施、互联网的协议问题和下一代网络
- Z 系列 编程语言

30324