

ICS 33.180.01

M 33

**YD**

# 中华人民共和国通信行业标准

YD/T 2800-2015

---

## PON 网络测试诊断技术要求 PON 设备内置光时域反射仪 (OTDR)

Technical requirements for PON test and diagnostics  
OTDR integrated in PON equipment

2015-04-30 发布

2015-07-01 实施

---

中华人民共和国工业和信息化部 发布

## 目 次

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 系统架构	2
6 PON ODN测试诊断模块要求	4
6.1 概述	4
6.2 故障预处理	4
6.3 测试功能	4
6.4 性能监测与预警	6
6.5 故障分析	6
6.6 健康档案	8
6.7 模块管理	8
7 板卡式OTDR技术要求	8
7.1 OTDR功能模块	8
7.2 OSW	11
7.3 合波器	12
7.4 OTDR管理模块	13
7.5 PON EMS	13
7.6 OLT和ONU	14
8 光模块内置OTDR技术要求	14
8.1 OTDR功能模块	14
8.2 OTDR管理模块	16
8.3 PON EMS	16
8.4 OLT和ONU	16
9 接口要求	16
9.1 B接口	16
9.2 C接口	18
9.3 D接口	18
9.4 D' 接口	18
9.5 E接口	18
9.6 I接口	18

YD/T 2800-2015

9.7 I' 接口.....18

9.8 L接口.....19

9.9 H接口.....19

9.10 M接口.....19

附录A （资料性附录） 断纤故障检测统计.....20

# 前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。

在技术内容上，本标准注意了与下列标准协调统一：

——YD/T 2277-2011《接入网技术要求 无源光网络（PON）光链路监测与诊断》

请注意：本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位：中国电信集团公司、工业和信息化部电信研究院、华为技术有限公司、上海贝尔股份有限公司、中兴通讯股份有限公司。

本标准主要起草人：欧月华、王 波、任 艳、刘 谦、杨素林、张德智、陆建鑫、殷锦蓉、陈 晓。

# PON网络测试诊断技术要求

## PON设备内置光时域反射仪（OTDR）

### 1 范围

本标准规定了PON设备内置光时域反射仪（OTDR）系统架构、PON ODN测试诊断模块要求、板卡式OTDR和光模块内置OTDR技术要求及接口要求。

本标准适用于基于板卡式OTDR和基于光模块内置OTDR的PON系统。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 9254-1998 信息技术设备的无线电骚扰限制和测量方法

GB/T 9771.1-2008 通信用单模光纤 第1部分：非色散位移单模光纤特性

GB/T 9771.3-2008 通信用单模光纤 第3部分：波长段扩展的非色散位移单模光纤特性

GB/T 9771.7-2012 通信用单模光纤 第7部分：接入网用弯曲损耗不敏感单模光纤特性

GB/T 17618-1998 信息技术设备抗扰度限值和测量方法

YD/T 1475-2006 接入网技术要求——基于以太网方式的无源光网络（EPON）

YD/T 1949-2009（所有部分）接入网技术要求——吉比特的无源光网络（GPON）

YD/T 2274-2011 接入网技术要求 10Gbit/s 以太网无源光网络（10G-EPON）

YD/T 2402-2012（所有部分）接入网技术要求 10Gbit/s 无源光网络（XG-PON）

IEC 60825-2-2010 激光产品安全 第2部分：光纤通信系统安全 (Safety of laser products--part 2: safety of optical fiber communication systems)

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**反射事件分辨率 Reflection Event Resolution**

OTDR可分辨的两个反射事件之间的最小距离。

#### 3.2

**衰减事件分辨率 Attenuation event Resolution**

OTDR可分辨的两个衰减事件之间的最小距离。

#### 3.3

**距离不确定度 Distance Uncertainty**

距离测量值与实际值的偏差，主要由OTDR的固有差异、晶振差异和采样分辨率的影响造成，但不包括由于光纤折射率引起的偏差。

#### 3.4

**调制度 Modulation Depth**



YD/T 2800-2015

光模块内置OTDR采用下行波长方案时，测试信号调制幅度相对业务信号幅度的比例。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

EMC	Electro Magnetic Compatibility	电磁兼容性
EMI	Electro Magnetic Interference	电磁干扰
EMS	Element Management System	网元管理系统
EPON	Ethernet Passive Optical Network	以太网无源光网络
FTP	File Transfer Protocol	文件传输协议
GIS	Geographic Information System	地理信息系统
GPON	Gigabit-capable Passive Optical Network	吉比特的无源光网络
ID	Identification	标识
IP	Internet Protocol	互联网协议
ODN	Optical Distribution Network	光分配网
OLT	Optical Line Terminal	光线路终端
ONU	Optical Network Unit	光网络单元
OSS	Operation Support System	运行支撑系统
OSW	Optical Switch	光开关
OTDR	Optical Time-Domain Reflectmeter	光时域反射仪
PDL	Polarization Dependent Loss	偏振相关损耗
PON	Passive Optical Network	无源光网络
RH	Relative humidity	相对湿度
RoHS	Restriction of Hazardous Substances	有害物质的限制
SNMP	Simple Network Management Protocol	简单网络管理协议
TL1	Transaction Language 1	交易语言1
UPC	Universal Physical Connection	通用的物理连接

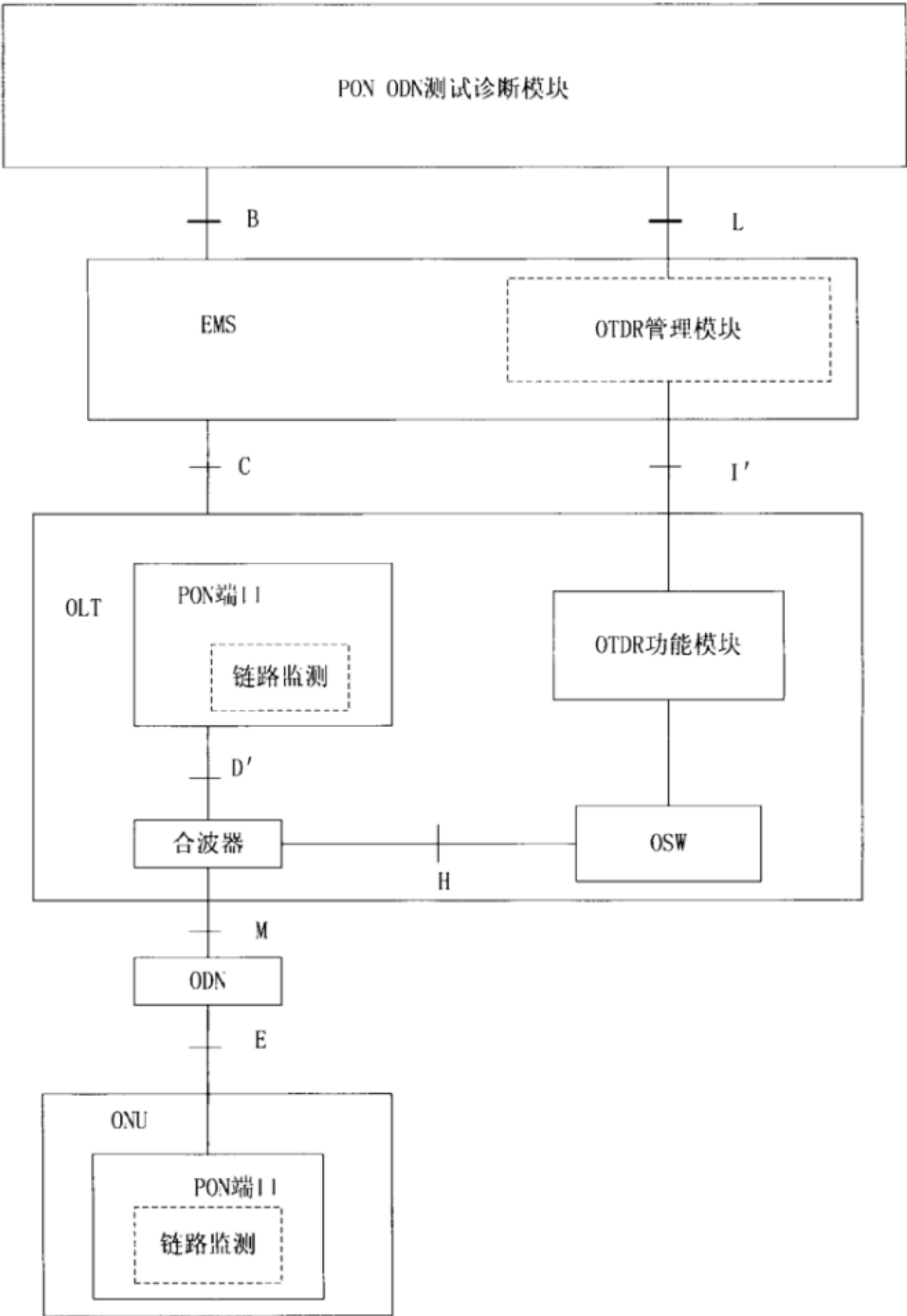
5 系统架构

PON设备内置OTDR系统包括两种架构。

a) 基于板卡式 OTDR 的架构

基于板卡式OTDR的架构，采用板卡式OTDR结合PON设备链路监测能力和EMS的故障监测能力，提供PON ODN测试诊断的解决方案。

该架构包括PON ODN测试诊断模块、EMS（包含OTDR管理模块、链路监测功能等）、支持链路监测功能的OLT设备/ONU设备、内置在OLT机架中的OTDR功能模块、OSW和合波器（OSW和合波器可以部署在OLT机架中，也可以部署在OLT外）。各个模块和相关接口如图1所示。



注：B、C、D'、E、H、I'、L和M为模块间接口，具体定义和要求见第9章。

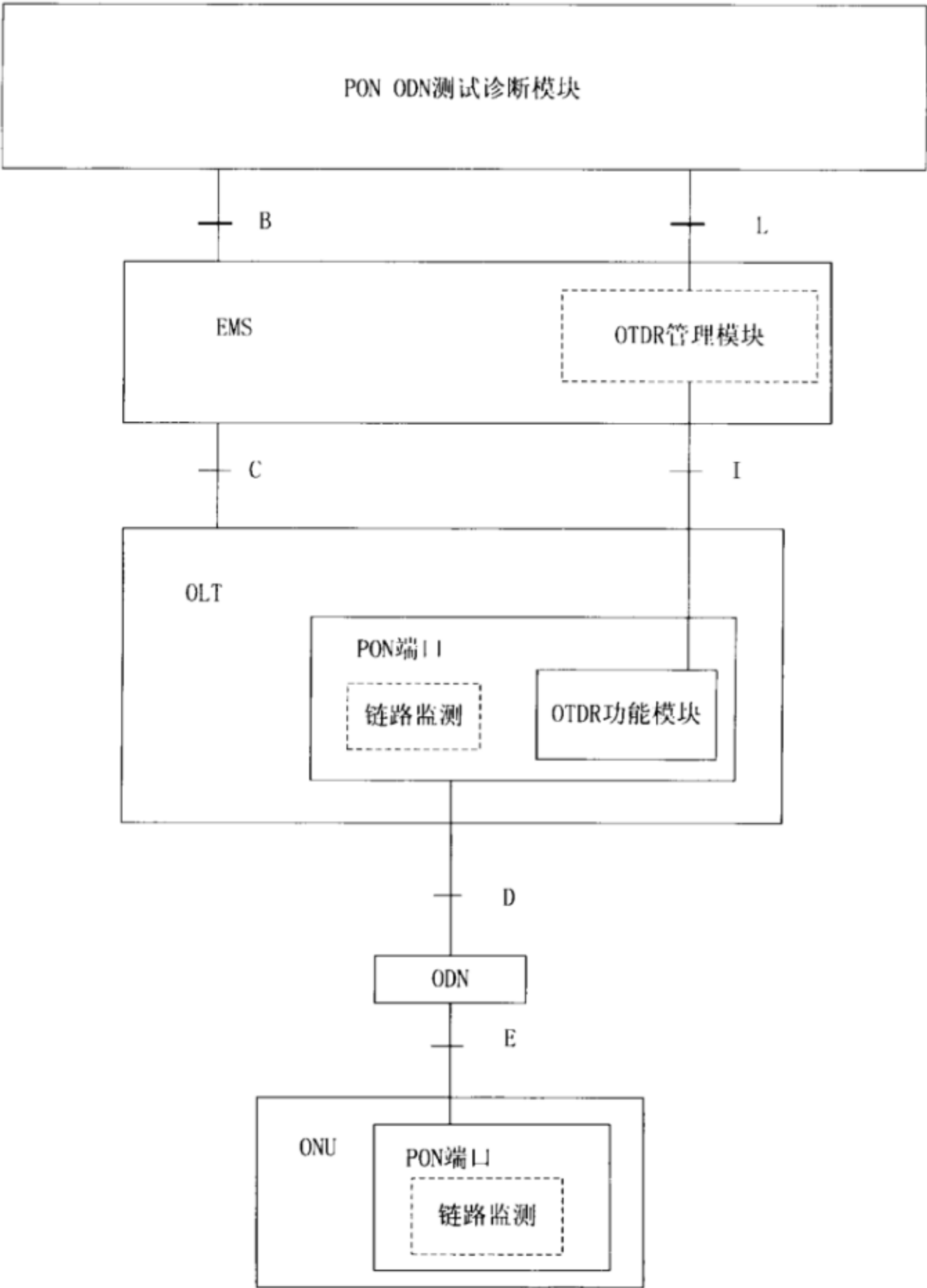
图1 基于板卡式 OTDR 的架构

b) 基于光模块内置 OTDR 的架构

基于光模块内置OTDR的架构,采用光模块内置OTDR结合PON设备链路监测能力和EMS的故障监测能力，提供PON ODN测试诊断的解决方案。

该架构包括PON ODN测试诊断模块、EMS（包含OTDR管理模块、链路监测功能等）、支持链路监测功能和OTDR功能的OLT设备（OTDR功能模块内置在OLT PON端口的光模块中）和支持链路监测功能的ONU设备，各个模块和相关接口如图2所示。

YD/T 2800-2015



注：B、C、D、E、I和L接口为模块间接口，具体定义和要求见第9章。

图2 基于光模块内置 OTDR 的架构

6 PON ODN 测试诊断模块要求

6.1 概述

PON ODN 测试诊断模块可以存在于 OSS 系统或其他系统中，也可以独立存在。

PON ODN 测试诊断模块应支持光层参数测试诊断和 OTDR 测试诊断等，具体功能应包括故障预处理、测试功能、性能监测与预警、故障分析、健康档案和模块管理。

6.2 故障预处理

PON ODN测试诊断模块应能够根据故障现象检索故障处理脚本，指导故障预处理流程。

6.3 测试功能

6.3.1 基本测试功能



PON ODN测试诊断模块基本测试功能应包括设备信息查询、光模块参数测试功能和OTDR测试功能，具体包括：

1) 设备信息查询和光模块参数测试：PON ODN 测试诊断模块应支持通过 B 接口从 EMS 获得的 OLT、ONU 设备基本信息和告警信息，并能进行光模块参数测试，用于初步故障判断。

2) OTDR 测试：PON ODN 测试诊断模块将 OTDR 测试命令及相关 OTDR 测试参数、目标 ODN 参数发送到 OTDR 管理模块，通过 OTDR 管理模块对目标 ODN 进行 OTDR 测试，并从 OTDR 管理模块获取 OTDR 测试结果。OTDR 测试功能应包括以下内容：

1) 距离测量：可以测量任意给定两事件点（包含起点）之间的相对单向距离与绝对距离。

2) 损耗测量：可以测量光纤链路的总损耗、任意两点间损耗、每段光纤的平均损耗、熔接点的熔接损耗、活动连接点的连接损耗以及其他原因（如光纤弯曲）导致的损耗。

3) 回波损耗测量：可以测量光纤链路上各接续点（如活动连接点）和断纤的回波损耗。

PON ODN测试诊断模块应提供测试图形界面。

### 6.3.2 测试模板和测试方式

PON ODN测试诊断模块应提供测试模板定制功能，包括：

a) 创建、修改、删除测试模板。

b) 测试项目（OLT/ONU 设备基本信息查询、光模块信息查询、告警信息查询和 OTDR 测试等）的自由组合。

c) OTDR 测试项目参数设定。

PON ODN测试诊断模块中不同的测试方式，应能够调用定制好的测试模板。PON ODN测试诊断模块应支持以下测试方式：

a) 例行测试功能包括：

1) 任务设置功能：可根据网元、主缆等设置例行测试任务；设置任务的执行时间（开始时间、结束时间）、执行周期、优先级；设置任务中每个 ODN 线路被测试的时间间隔（每天、每周、每月、每  $n$  分钟）、次数、失败重测次数。

2) 任务控制功能：可根据需要暂停、重启、停止和取消例行测试任务；可根据需要修改例行测试任务的属性如执行时间、执行周期等。

3) 任务调度功能：可根据任务的执行策略调度任务，并解决多任务并发引起的资源竞争问题。

4) 任务执行功能：可向 EMS 下达设备信息查询和光模块参数测试指令；下达 OTDR 测试指令，处理返回的测试数据；按任务、OLT 的 PON 端口等查询例行测试结果。

b) 实时测试：

1) PON ODN测试诊断模块应支持对待测设备和光纤进行实时测试，测试结果应返回OLT/ONU设备基本信息、光模块参数信息、告警信息和OTDR测试结果等。

2) 实时测试的优先级应高于例行测试，必要时可暂停例行测试任务以执行实时测试。

### 6.3.3 测试触发方式

PON ODN 测试诊断模块应支持外部系统触发测试、人工操作触发测试和系统自动触发测试。

PON ODN 测试诊断模块应支持外部系统（服务开通/服务保障系统或其他系统）以任务方式发起测试，并根据业务需要设置测试任务的测试时间、优先级、失败重测次数、测试间隔等。如不设置这些测试任务参数，PON ODN 测试诊断模块按默认参数值执行测试任务。

外部系统触发测试和人工操作触发测试的功能应包括：

## YD/T 2800-2015

- a) 增加测试任务：新增一项或多项测试任务。
- b) 提取测试结果：提取一项或多项测试任务的测试结果。
- c) 删除测试任务：删除一项或多项测试任务。
- d) 查询测试状态：查询某一测试任务的当前处理状态。
- e) 测试结果回写：测试完成时，返回测试结果。

系统自动触发测试应能够根据例行测试的设置自动发起测试。

#### 6.4 性能监测与预警

PON ODN 测试诊断模块应具备性能监测与预警功能。PON ODN 测试诊断模块应可以针对任意光链路设置单个监测任务，也可针对多条光链路设置批量监测任务。监测应可以根据需要设置监测的时间、监测的策略、监测的轮循次数等；同时应能对监测的状态进行描述，监测完成的任务应能直接给出监测性能分析结论和报表。监测任务分类包括：

a) 单条光链路监测。该功能主要完成对单条光链路的重点监测。一项测试任务对应一条光链路，测试完成后，可以对光链路进行图形化分析，提供单条光链路的重点分析。

b) 批量光链路监测。该功能主要提供多条光链路同时监测，即一项测试任务对应多条光链路，对定义好的任务可进行批量测试。

性能监测与预警功能包含以下两个方面内容：

a) 通过EMS实现网元监测功能：

- 1) 应定期对网元设备是否连通进行监测，比如检查网元设备是否能 PING 通。
- 2) 应提供监测结果查询功能，可以按网元 IP 地址、网元类型、测试结果等进行查询。
- 3) 根据网元类型采集网元的性能指标，并根据采集数据绘制变化曲线，并能根据 PON ODN 测试诊断模块的预先设置的阈值分级预警，采集的内容应包括但不限于：

- OLT 光模块性能采集：接收功率、发射功率、工作温度、偏置电流、供电电压等。
- ONU 光模块性能采集：接收功率、发射功率、工作温度、偏置电流、供电电压等。

b) ODN监测功能：应能监测光链路衰减、主干光纤或分支光纤断纤和衰减事件等，应能对光链路监测结果进行统计分析。

#### 6.5 故障分析

##### 6.5.1 故障诊断

PON ODN测试诊断模块应提供从OLT PON端口到ONU PON端口的PON光链路的故障诊断功能。

PON ODN测试诊断模块应能够根据PON设备链路监测功能和EMS的故障监测功能初步诊断光链路是否存在故障，能诊断的故障类型应包括但不限于光模块工作状态异常、用户链路掉线、主干失效、具体分支失效（二级分光又分一级分支失效和二级分支失效）等，应能够对出现的故障进行分段，分段范围包括ODN主干和分支。一级和二级分光PON ODN网络故障分段参考模型如图3和图4所示。

PON ODN测试诊断模块还应能够结合OTDR测试结果、光层参数和ODN健康档案等综合诊断分析故障，判断ODN各段是否存在故障，定位故障位置，结合OSS中资源管理系统提供的光缆资源GIS信息（如果有GIS且资料齐全）判断故障原因。

对OTDR功能模块能检测的反射事件和衰减事件，PON ODN测试诊断模块宜支持表1中要求的故障分类和定位。



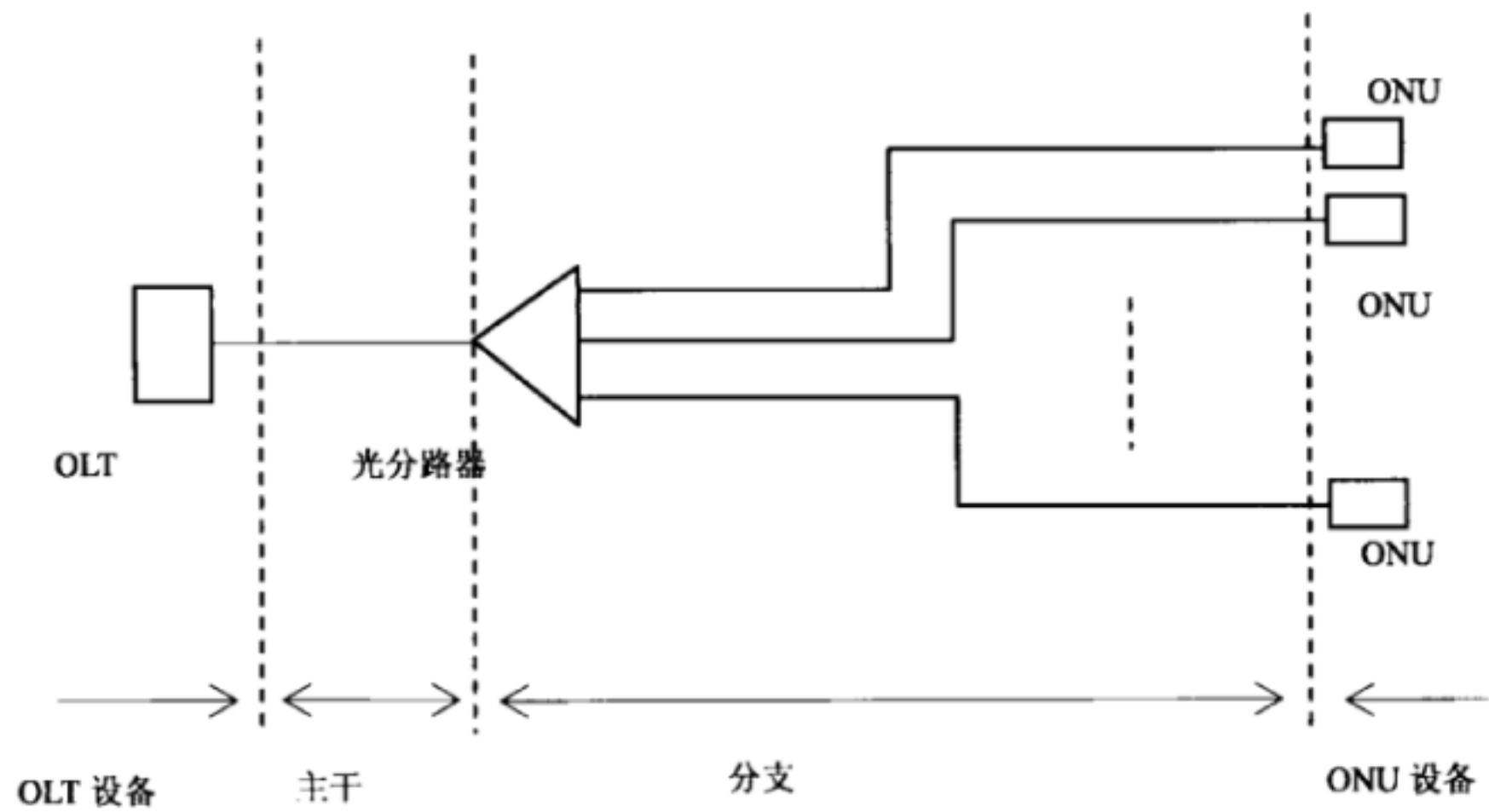


图3 一级分光 PON ODN 网络故障分段参考模型

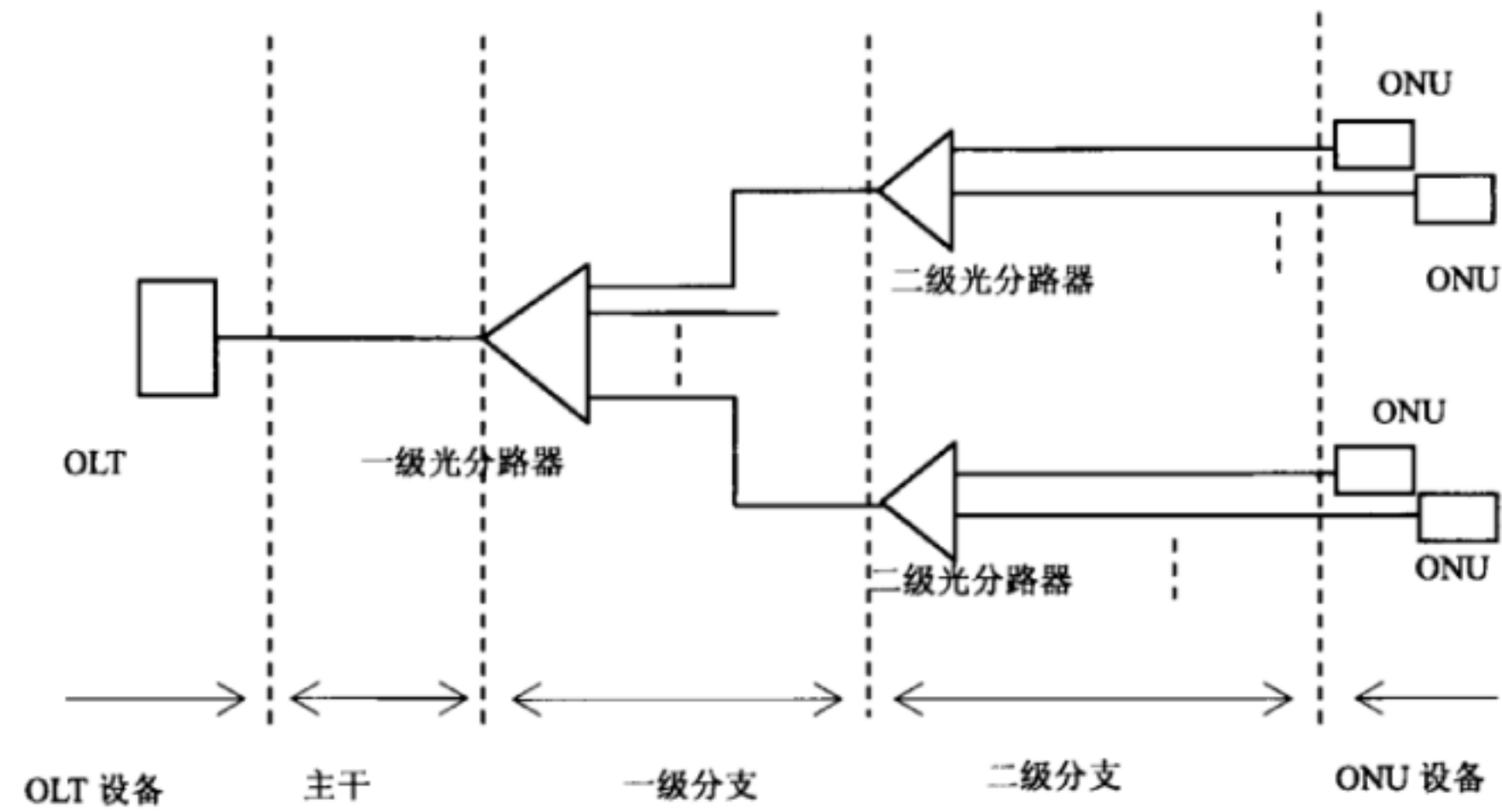


图4 二级分光 PON ODN 网络故障分段参考模型

表1 PON ODN 测试诊断模块支持的故障分类和定位

故障类别	子类	故障名称	故障位置	说明
光纤及无源器件	光纤故障	光纤断纤	主干光纤	
			分支光纤	
		光纤弯曲	主干光纤	
			分支光纤	
		光纤老化	主干光纤	通过与网络建设验收时的归档曲线进行比较
			分支光纤	
	光纤连接异常	光纤活动连接器(PC)脱落	主干光纤	
			分支光纤	
		光纤活动连接器松动/受污	主干光纤	
			分支光纤	
		熔接点受损	主干光纤	
			分支光纤	
		接头盒进水	主干光纤	通过进水监测器件配合实现
			分支光纤	
分支光纤包括一级分支和二级分支				

### 6.5.2 故障处理建议

PON ODN测试诊断模块应根据测试结果,结合故障所在区间、位置、故障类型和排障经验或知识库提供故障解决方案,包括给出故障原因及其概率,并提出故障处理的具体排障流程。

## 6.6 健康档案

PON ODN测试诊断模块应具备健康档案相关功能,包括以下方面:

### a) 健康档案管理:

- 1) PON ODN测试诊断模块应提供ODN健康档案的生成、修改、删除功能。
- 2) PON ODN测试诊断模块应能够根据OTDR测试结果更新ODN的健康档案并保存历史数据。

b) 健康档案应用: PON ODN 测试诊断模块在故障预处理、性能监测预警和故障分析等处理应结合使用 ODN 健康档案。

c) 知识库引用功能: PON ODN 测试诊断模块应提供查询和生成故障解决建议时的检索等知识库引用功能。

## 6.7 模块管理

### 6.7.1 配置管理

PON ODN测试诊断模块的配置管理应包括以下内容:

a) 测试链路配置管理: PON ODN 测试诊断模块应提供对测试链路的配置管理,包括新增、修改、查看和删除等操作;测试链路信息包括测试链路 ID、测试链路的类型、测试分析流程和测试的并发数等。

### b) 应提供 PON 网管和网元设备信息管理:

1) 网管信息的管理: 包括新增、修改、查看和删除;网管信息包括网管 ID、网管厂商、业务类型、网管名称、网管 IP、端口、访问协议(TL1、SNMP、SOCKET(套接字)等)。

2) 网元设备基本信息的管理: 包括新增、修改、查看和删除;网元设备的基本信息包括设备标识和设备类型等。

c) 应提供 OTDR 管理模块、OTDR 功能模块和 OSW 等设备信息管理,包括新增、修改、查看和删除。

### d) 代码配置:

- 1) 测试故障代码: 配置测试故障代码对应的测试结论、故障定位和故障处理建议。
- 2) 故障处理建议代码: 配置故障处理建议代码对应的详细处理建议。
- 3) 故障现象代码: 配置故障现象代码对应的详细故障现象说明。

### 6.7.2 日志管理

PON ODN测试诊断模块的日志管理应包括以下内容:

a) PON ODN 测试诊断模块应提供对操作日志的查询、统计和删除功能。操作日志包括: 模块启动和退出信息、模块中所执行的各种操作记录。

b) 操作日志记录信息应包括: 操作时间、操作名称、操作对象、操作终端、操作结果(成功或失败)和操作内容(有关操作的详细信息)。

c) PON ODN 测试诊断模块应可以设置操作日志的存储期限。

## 7 板卡式 OTDR 技术要求

### 7.1 OTDR 功能模块

### 7.1.1 功能要求

#### 7.1.1.1 OTDR 查询和测试

OTDR功能模块应能接收来自OTDR管理模块的查询命令，将相关查询结果返回到OTDR管理模块。

OTDR功能模块宜支持自动上报自身模块故障信息。

OTDR功能模块应能接收来自OTDR管理模块的OTDR测试命令，根据OTDR测试命令及相关测试参数执行PON ODN的测试，完成测试后应能够通过OTDR管理模块把测试数据反馈给PON ODN测试诊断模块，

OTDR功能模块的功能应包括基本数据采集、信号处理和数据处理能力,应能够通过增加测试平均次数改善信噪比。OTDR功能模块应能确定光纤的损耗、光纤链路上的反射事件和衰减事件等。

#### 7.1.1.2 OSW 管理

OTDR功能模块应能转发来自OTDR管理模块对OSW的查询命令和光路选择命令，向OTDR管理模块发送相应的OSW命令执行结果和OSW故障信息。

### 7.1.2 基本参数要求

OTDR 的基本参数包括光纤类型、测试波长、脉冲宽度、峰值功率、折射率、测试时间、量程和采样分辨率等。OTDR 的基本参数应符合表 2 的要求。

表2 OTDR 基本参数要求

项目	单位	要求
光纤类型	—	应支持GB/T 9771.1-2008、GB/T 9771.3-2008和 GB/T 9771.7-2012规定的光纤
测试波长	nm	1650±10
脉冲宽度	ns	可调（最小脉冲宽度≤5），脉冲宽度宜为5/10/20/30/100/200/300/1000/3000等
峰值功率	dBm	≤17
折射率	—	可根据光纤情况设置
测试时间	s	可调，应能够自定义测试时间
量程 <sup>a</sup>	km	可调（最大值≥20）
采样分辨率	m	可调（最小采样分辨率≤0.5）
a 量程为单程量程		

### 7.1.3 测试性能要求

OTDR的测试性能应满足表3的要求。

表3 OTDR 测试性能要求

项目	单位	指标	测试条件
衰减盲区	m	≤10	脉冲宽度为10ns，反射事件的回波损耗为45dB
事件盲区	m	≤3	脉冲宽度为10ns，反射事件的回波损耗为45dB
距离不确定度	m	≤3	20km光纤，采样分辨率为1.5m
动态范围	dB	≥10	脉冲宽度为10ns，测试时间为3min
		≥21	脉冲宽度为100ns，测试时间为3min
		≥35	脉冲宽度为20us，测试时间为3min

### 7.1.4 反射/衰减事件检测能力要求

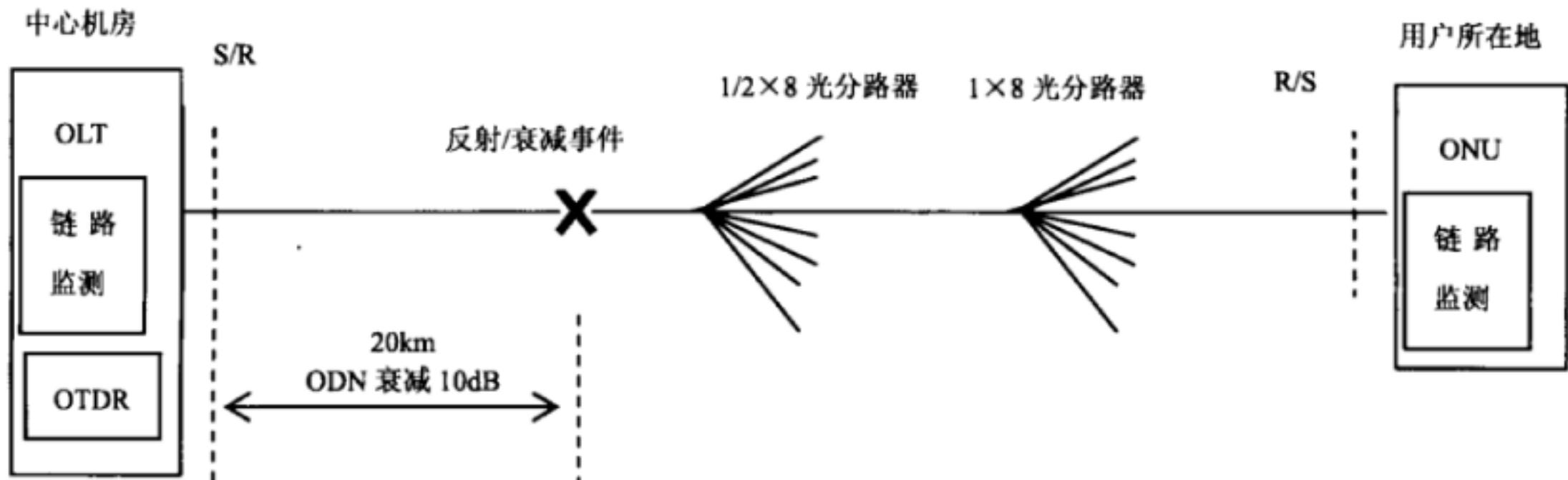
OTDR 应支持以下反射事件的检测：

a) 回波损耗为 60dB 反射事件，OTDR 与该反射事件之间的 ODN 衰减为 10dB(见图 5 示例)。



b) 回波损耗为 41dB 和 51dB 反射事件, OTDR 与该反射事件之间的 ODN 衰减 21dB(见图 6 示例)。

c) 回波损耗为 15dB 反射事件 (UPC 端面反射), OTDR 与该反射事件之间的 ODN 衰减 32dB(见图 7 示例)。

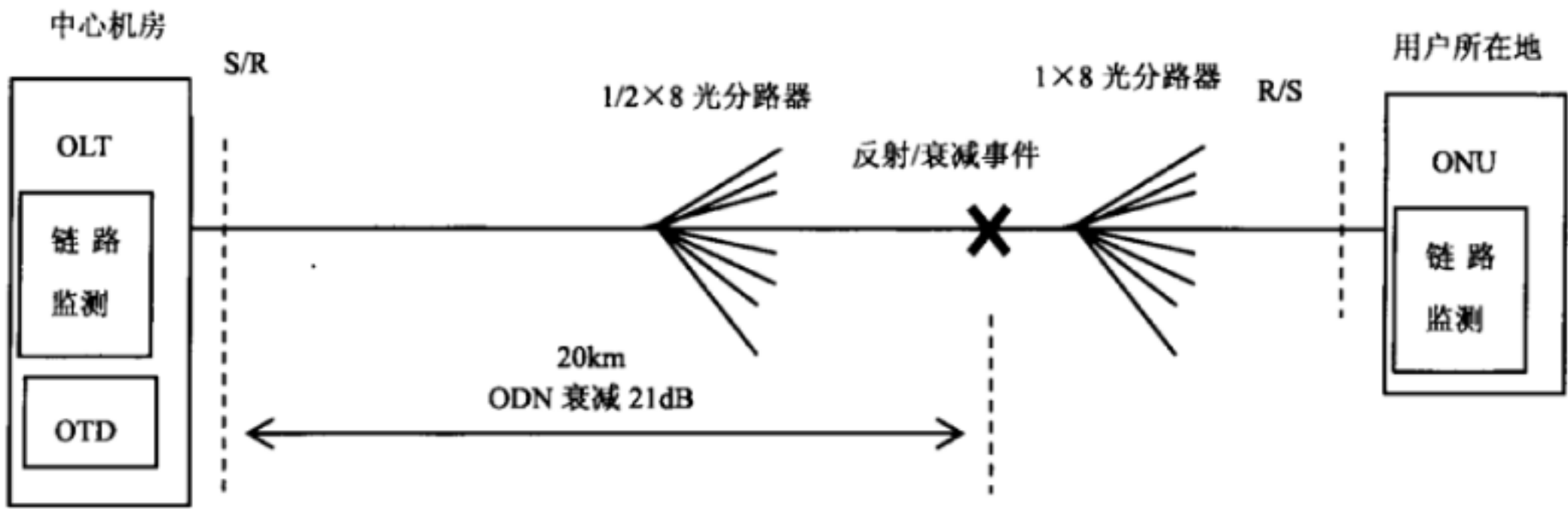


图中的OTDR包括板卡式OTDR和光模块内置OTDR。

注1: S: OLT (下行) /ONU (上行) 光连接点 (即光连接器或熔接点) 之后的光纤点。

注2: R: ONU (下行) /OLT (上行) 光连接点 (即光连接器或熔接点) 之前的光纤点。

图5 主干上反射/衰减事件示例

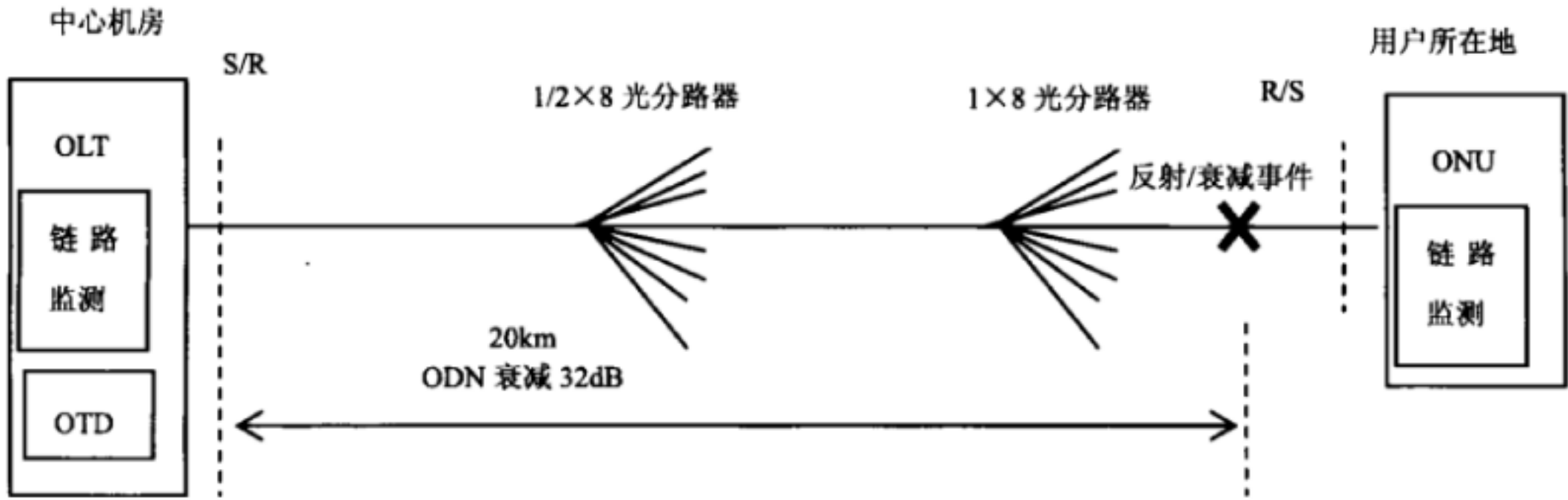


图中的OTDR包括板卡式OTDR和光模块内置OTDR。

注1: S: OLT (下行) /ONU (上行) 光连接点 (即光连接器或熔接点) 之后的光纤点。

注2: R: ONU (下行) /OLT (上行) 光连接点 (即光连接器或熔接点) 之前的光纤点。

图6 一级分支上反射/衰减事件示例 (二级分光)



图中的OTDR包括板卡式OTDR和光模块内置OTDR。

注1: S: OLT (下行) /ONU (上行) 光连接点 (即光连接器或熔接点) 之后的光纤点。

注2: R: ONU (下行) /OLT (上行) 光连接点 (即光连接器或熔接点) 之前的光纤点。

图7 二级分支上反射/衰减事件示例 (二级分光)



表 4 给出 OTDR 检测距离 OLT 20km 内反射事件的要求, 包括最小的动态范围、最大的测试时间和反射事件分辨率。OTDR 对反射事件的检测能力应满足表 4 中序号 1 和序号 3 的要求, 宜满足表 4 中序号 2 的要求。

OTDR 应支持以下衰减事件的检测:

a) 主干上衰减不小于 0.3dB 的衰减事件, OTDR 与该衰减事件之间的 ODN 衰减值加上衰减事件的衰减值所得之和小于 5dB。

b) 一级分支上 (当分光比为 8 时) 衰减不小于 3dB 的衰减事件, OTDR 与该衰减事件之间的 ODN 衰减值加上衰减事件的衰减值所得之和小于 16dB。

表 5 给出 OTDR 检测距离 OLT 20km 内的衰减事件的要求, 包括最小的动态范围、最大的测试时间和衰减事件分辨率。OTDR 对衰减事件的检测能力应满足表 5 序号 1 和序号 2 的要求, 表 5 中序号 3 的衰减事件检测能力要求待定。

表4 OTDR 对反射事件检测能力要求

序号	最小动态范围 (dB)	反射事件分辨率(m)	最大测试时间 (min)	场景
1	10	3	0.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>回波损耗<math>\leq 60</math>dB反射事件 (95%以上的断纤), ODN衰减10dB(见图5示例)</li> <li>回波损耗<math>\leq 41</math>dB反射事件 (50%的断纤), ODN衰减21dB(见图6示例)</li> <li>回波损耗<math>\leq 15</math>dB反射事件 (UPC端面反射), ODN衰减32dB(见图7示例)</li> </ul>
2	10	1.5	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>回波损耗<math>\leq 60</math>dB反射事件 (95%以上的断纤), ODN衰减10dB(见图5示例)</li> <li>回波损耗<math>\leq 41</math>dB反射事件 (50%的断纤), ODN衰减21dB(见图6示例)</li> <li>回波损耗<math>\leq 15</math>dB反射事件 (UPC端面反射), ODN衰减32dB(见图7示例)</li> </ul>
3	21	20	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>回波损耗<math>\leq 51</math>dB反射事件 (90%的断纤), ODN衰减21dB(见图6示例)</li> </ul>
注: 回波损耗值 $\leq 60$ dB、 $\leq 51$ dB和 $\leq 41$ dB的反射事件分别代表的一定比例的断纤故障参见附录A				

表5 OTDR 对衰减事件检测能力要求

序号	最小动态范围(dB)	衰减事件分辨率(m)	最大测试时间(min)	场景
1	10	5	3	主干上两个0.3dB衰减事件(见图5示例)
2	21	60	15	一级分支3dB衰减事件 (见图6示例)
3	待定	待定	待定	二级分支衰减事件(见图7示例)

## 7.2 OSW

### 7.2.1 功能要求

OSW是在光网络通信中对光上下路信号和不同光路之间进行交叉互连的器件, 在基于板卡式OTDR的系统中, OSW应能将OTDR功能模块连接到多个ODN中的一个ODN进行测试。

OSW获取到测试的目标ODN参数后, 应能根据目标ODN参数选择相应的光链路 (即OLT上不同PON端口光链路的选择)。

OSW应支持以下功能:

- 选择光路;
- 状态查询 (通道连接状态等)、重启等管理功能;
- 以太网接口。

OSW 宜支持自动上报故障信息 (通道切换故障、掉电故障等)。

7.2.2 基本性能要求

OSW的基本性能应满足表6的要求。

表6 OSW 的基本性能要求

项目	单位	指标要求
波长范围	nm	1260~1660
光纤活动连接器类型	-	SC/UPC
插入损耗（包括光纤活动连接器）	dB	≤1.8
偏振相关损耗（PDL）	dB	<0.1
回波损耗	dB	≥50
串扰	dB	≤-45
重复性	dB	≤0.1
相邻通道切换时间	ms	≤100
任意两通道切换时间	s	≤3
寿命（切换次数）	次	>10 <sup>7</sup>
功耗	W	≤10

7.2.3 其他要求

OSW还应满足以下要求：

- a) 运行环境温度：-5℃~+55℃。
- b) 运行环境湿度：5%~85% RH（非凝结）。
- c) 存储环境温度：-40℃~+70℃。
- d) 存储环境湿度：5%~95% RH（非凝结）。
- e) 可运行的海拔高度应不低于 4000m。
- f) 应符合 GB 9254-1998 以及 GB/T 17618-1998 的 EMC/EMI 规定。
- g) 应符合相关通讯设备 RoHS 法规要求。
- h) 应具有激光辐射等警示标记。

7.3 合波器

7.3.1 功能要求

合波器应完成对测试波长和通信波长的合波与分波，其中对于下行通信波长将其与测试波长进行合波，而对于上行通信波长将其与测试波长进行分波。

合波器的接口应如图8所示。与OLT PON端口侧光纤相接续的，上下行通信光输入输出的接口为 D' 接口；与ODN侧光纤相接续，通信光和测试光共用的接口为M接口；与OTDR侧光纤相接续，测试光输入的接口为H接口。

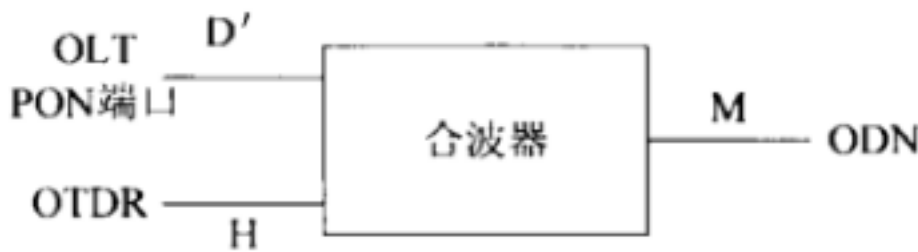


图8 合波器接口示意

7.3.2 性能要求

合波器的性能应符合表 7 的要求。

表7 合波器性能要求

项目	单位	指标	说明
光纤活动连接器类型	-	SC/UPC	
插损	dB	$\leq 1.2$	ODN与OLT间, 即M接口与D' 接口间, 合波器在1260nm~1360nm的插损
		$\leq 1.2$	OLT与ODN间, 即D' 接口与M接口间, 合波器在1480nm~1610nm的插损
		$\leq 1.2$	OTDR与ODN间, 即H接口与M接口间, 合波器在1650nm $\pm$ 10nm的插损
隔离度	dB	$\geq 35$	从OTDR到OLT, 即从H接口到D' 接口, 1650nm $\pm$ 10nm与1260nm~1360nm的隔离度。 从OTDR到OLT, 即从H接口到D' 接口, 1650nm $\pm$ 10nm与1480nm~1610nm的隔离度
		$\geq 15$	从OLT到OTDR, 即从D' 接口到H接口, 1260nm~1360nm与1650nm $\pm$ 10nm的隔离度。 从OLT到OTDR, 即从D' 接口到H接口, 1480nm~1610nm与1650nm $\pm$ 10nm的隔离度
回波损耗	dB	$\geq 40$	合波器在1260nm~1360nm(M接口)的回波损耗
		$\geq 40$	合波器在1480nm~1610nm(D' 接口)的回波损耗
		$\geq 40$	合波器在1650nm $\pm$ 10nm(H接口)的回波损耗
工作温度	℃	-20~+70	
存储温度	℃	-40~+85	

## 7.4 OTDR 管理模块

### 7.4.1 一般要求

OTDR管理模块通过L接口与PON ODN测试诊断模块相关联, 应能接收来自PON ODN测试诊断模块的查询和测试命令, 能够控制OSW完成光路的选择、控制OTDR功能模块进行OTDR测试, 以及能向PON ODN测试诊断模块发送相关查询结果和OTDR测试数据。

### 7.4.2 OTDR 功能模块的管理控制

OTDR管理模块应能够管理一个或多个OTDR功能模块。OTDR管理模块对OTDR功能模块的管理和控制包括以下方面:

- a) OTDR管理模块应能对OTDR功能模块基本信息进行管理。
- b) OTDR管理模块应能够完成对OTDR功能模块的能力信息、配置信息、状态信息和模块故障信息的查询。
- c) OTDR管理模块应根据从PON ODN测试诊断模块中接收到的OTDR测试命令中的参数完成对OTDR功能模块测试配置, 启动OTDR功能模块完成对目标ODN的OTDR测试, 获取相关的OTDR测试数据。

### 7.4.3 OSW 的管理控制

OTDR管理模块应能通过OTDR功能模块实现对OSW的管理和控制, 包括以下方面:

- a) OTDR管理模块应能对OSW基本信息进行管理。
- b) OTDR管理模块应能够完成对OSW的配置信息、状态信息和故障信息的查询。
- c) OTDR管理模块应能够根据从PON ODN测试诊断模块中接收到的OTDR测试命令中的目标ODN参数, 控制OSW完成待测光纤链路的选择。

## 7.5 PON EMS

EMS应能接收来自PON ODN测试诊断模块的针对某个PON系统的光链路查询和测试命令, 应能向PON ODN测试诊断模块上传PON系统的光链路的查询测试结果和自动上报PON系统的光链路相关的告警信息, 具体要求应符合YD/T 1475-2006、YD/T 1949-2009、YD/T 2274-2011或YD/T 2402-2012的规定。



EMS中内置的OTDR管理模块的要求见7.4。

7.6 OLT 和 ONU

OLT 和 ONU 应支持设备基本信息查询、告警上报、光层参数测试和 Dying gasp 等链路监测功能，具体要求应符合 YD/T 1475-2006、YD/T 1949-2009、YD/T 2274-2011 或 YD/T 2402-2012 的规定。

OLT机架中内置的OTDR功能模块的要求见7.1。

ONU 接收机对测试信号的隔离度应不小于 30dB。

8 光模块内置 OTDR 技术要求

8.1 OTDR 功能模块

8.1.1 功能要求

OTDR功能模块的功能要求见7.1.1.1。

8.1.2 基本参数要求

OTDR 的基本参数包括光纤类型、测试波长、脉冲宽度、折射率、测试时间、量程和采样分辨率等。OTDR 的基本参数应符合表 8 的要求。

表8 OTDR 基本参数要求

项目	单位	要求
光纤类型	-	应支持GB/T 9771.1-2008、GB/T 9771.3-2008和GB/T 9771.7-2012规定的光纤
测试波长	nm	上行通信波长、下行通信波长或非通信波长（1650 nm±10nm）
脉冲宽度	ns	可调，最小脉冲宽度宜≤10ns，脉冲宽度宜为10/20/25/30/100/200/300/1000/3000ns等
折射率	-	可根据光纤情况设置
测试时间	s	可调,应能够自定义测试时间
量程	km	可调（最大值≥20）
采样分辨率	m	可调（最小采样分辨率≤1.5）
注：量程为单程量程		

8.1.3 测试性能要求

OTDR的测试性能要求应满足表9的要求。

表9 OTDR 测试性能要求（暂定）

项目	单位	指标	测试条件
衰减盲区	m	≤10	脉冲宽度=10ns <sup>a</sup> ，反射事件的回波损耗=45dB
事件盲区	m	≤5（事件盲区宜不大于3）	脉冲宽度=10ns <sup>a</sup> ，反射事件的回波损耗=45dB
距离不确定度	m	≤3.5	20km光纤，采样分辨率=1.5m <sup>b</sup>
动态范围	dB	≥9	脉冲宽度=25ns <sup>c</sup> ，测试时间=30min <sup>d</sup>
		≥14	脉冲宽度=1μs <sup>e</sup> ，测试时间=30min <sup>d</sup>
当OLT光模块内置OTDR采用下行通信波长时，光模块满足以上指标测试所采用的调制度应不大于10%。			
当OLT光模块内置OTDR采用上行通信波长时，光模块满足以上指标测试所占用的带宽应不大于20%			
a 可采用>10ns的脉冲宽度来测试衰减盲区和事件盲区。			
b 可采用>1.5m采样分辨率测试距离不确定度。			
c 可采用<25ns的脉冲宽度来测试动态范围。			
d 可采用<30min的测试时间测试动态范围。			
e 可采用<1us的脉冲宽度来测试动态范围			

8.1.4 反射/衰减事件检测能力要求

OTDR 应支持以下反射事件的检测:

- a) 回波损耗为 60dB 反射事件, OTDR 与该反射事件之间的 ODN 衰减为 10dB(见图 5 示例)。
- b) 回波损耗为 41dB 和 51dB 反射事件, OTDR 与该反射事件之间的 ODN 衰减 21dB(见图 6 示例)。
- c) 回波损耗为 15dB 反射事件 (UPC 端面反射), OTDR 与该反射事件之间的 ODN 衰减 32dB(见图 7 示例)。

表 10 给出 OTDR 检测距离 OLT 20km 内的反射事件的要求, 包括最小的动态范围、最大的测试时间和反射事件分辨率。OTDR 对反射事件的检测能力应满足表 10 中序号 1 和序号 3 的要求, 宜满足表 10 中序号 2 和序号 4 的要求。

OTDR 应支持以下衰减事件的检测:

主干上衰减不小于 0.3dB 的衰减事件, OTDR 与该衰减事件之间的 ODN 衰减值加上衰减事件的衰减值所得之和小于 5dB。

OTDR 宜支持以下衰减事件的检测:

一级分支上 (当分光比为 8 时) 衰减不小于 3dB 的衰减事件, OTDR 与该衰减事件之间的 ODN 衰减值加上衰减事件的衰减值所得之和小于 16dB。

表 11 给出 OTDR 检测距离 OLT 20km 内的衰减事件的要求, 包括最小的动态范围、最大的测试时间和衰减事件分辨率。OTDR 对衰减事件的检测能力应满足表 11 中序号 1 的要求, 宜满足表 11 中序号 2 的要求, 序号 3 和序号 4 的衰减事件检测能力要求待定。

表10 OTDR 对反射事件检测能力要求 (暂定)

序号	最小动态范围 (dB)	反射事件分辨率(m)	最大测试时间 (min)	场景
1	9	5	30	● 回波损耗≤60dB反射事件 (95%以上的断纤), ODN衰减10dB(见图5示例) ● 回波损耗≤41dB (50%的断纤) 反射事件, ODN衰减21dB(见图6示例) ● 回波损耗≤15dB反射事件 (UPC端面反射), ODN衰减32dB(见图7示例)
2	10	5	3	● 回波损耗≤60dB反射事件 (95%以上的断纤), ODN衰减10dB(见图5示例) ● 回波损耗≤41dB (50%的断纤) 反射事件, ODN衰减21dB(见图6示例) ● 回波损耗≤15dB反射事件 (UPC端面反射), ODN衰减32dB(见图7示例)
3	待定	20	20	● 回波损耗≤51dB反射事件 (90%的断纤), ODN衰减21dB(见图6示例)
4	21	20	20	● 回波损耗≤51dB反射事件 (90%的断纤), ODN衰减21dB(见图6示例)
当OLT光模块内置OTDR采用下行通信波长时, 光模块满足以上指标测试所采用的调制度应不大于10%。 当OLT光模块内置OTDR采用上行通信波长时, 光模块满足以上指标测试所占用的带宽应不大于20%。 注: 回波损耗值≤60dB、≤51dB和≤41dB的反射事件分别代表的一定比例的断纤故障参见附录A				

表11 OTDR 对衰减事件检测能力要求 (暂定)

序号	最小动态范围(dB)	衰减事件分辨率(m)	最大测试时间(min)	场景
1	9	8	30	主干上两个0.3dB衰减事件(见图5示例)
2	10	8	3	主干上两个0.3dB衰减事件(见图5示例)
3	待定	待定	待定	一级分支3dB衰减事件(见图6示例)
4	待定	待定	待定	二级分支衰减事件(见图7示例)
当OLT光模块内置OTDR采用下行通信波长时, 光模块满足以上指标测试所采用的调制度应不大于10%。 当OLT光模块内置OTDR采用上行通信波长时, 光模块满足以上指标测试所占用的带宽应不大于20%				



## 8.2 OTDR 管理模块

### 8.2.1 一般要求

OTDR管理模块通过L接口与PON ODN测试诊断模块相关联,应能接收来自PON ODN测试诊断模块的查询和测试命令,并根据命令中的目标ODN参数,选择相应PON端口下的OTDR功能模块进行查询和OTDR测试,以及向PON ODN测试诊断模块发送相关查询结果和OTDR测试数据。

### 8.2.2 OTDR 功能模块的管理控制

OTDR管理模块对OTDR功能模块的管理控制要求见7.4.2。

## 8.3 PON EMS

EMS应能接收来自PON ODN测试诊断模块的针对某个PON系统的光链路查询和测试命令,应能向PON ODN测试诊断模块上传PON系统的光链路的查询测试结果和自动上报PON系统的光链路相关的告警信息,具体要求应符合YD/T 1475-2006、YD/T 1949-2009、YD/T 2274-2011或YD/T 2402-2012的规定。

EMS中内置的OTDR管理模块的要求见8.2。

## 8.4 OLT 和 ONU

OLT 和 ONU 应支持设备基本信息查询、告警上报、光层参数测试和 Dying gasp 等链路监测功能,具体要求应符合 YD/T 1475-2006、YD/T 1949-2009、YD/T 2274-2011 或 YD/T 2402-2012 的规定。

内置有 OTDR 功能模块的 OLT 光模块应满足以下要求:

- a) 应满足 IEC 60825-2-2010 中 1 类激光器的要求。
- b) 光接口应满足 YD/T 1475-2006、YD/T 1949-2009、YD/T 2274-2011 或 YD/T 2402-2012 的要求。
- c) 光模块内置的 OTDR 功能模块的要求见 8.1。
- d) OLT 光模块在加载了测试信号后,光模块的附加功耗应不大于 1W。

当 OLT 光模块内置 OTDR 采用上行通信波长时,OTDR 测试对 PON 系统上行带宽的占用率应可配置,宜不大于 20%,OTDR 测试优先级的缺省值应低于通信业务,但可根据需要更改提高 OTDR 测试优先级。

当 OLT 光模块内置 OTDR 采用下行通信波长时,OTDR 测试信号调制度应可配置,调制度精度应不大于 5%;应能选择合适的调制度,在加载了测试信号后,相关的光接口性能仍满足 YD/T 1475-2006、YD/T 1949-2009、YD/T 2274-2011 或 YD/T 2402-2012 的要求,调制度宜不超过 10%。

当 OLT 光模块内置 OTDR 采用非通信波长时,ONU 接收机对测试信号的隔离度应不小于 30dB。

## 9 接口要求

### 9.1 B 接口

#### 9.1.1 接口功能

PON ODN测试诊断模块与EMS通过B接口相互关联。

B接口应支持从PON ODN测试诊断模块下发PON设备信息查询、告警查询和光模块参数测试等命令到EMS,从EMS返回结果以及EMS自动上报的相关告警信息,接口功能应包括但不限于以下几点:

- a) 查询 OLT 设备的相关信息:
  - 1) 设备名称;
  - 2) 设备类型;



- 3) 设备链路状态;
- 4) 设备所在区域;
- 5) OLT PON 端口运行状态;
- 6) OLT PON 端口管理状态。
- b) 查询 ONU 设备的相关信息:
  - 1) ONU 名称;
  - 2) ONU 类型;
  - 3) 运行状态;
  - 4) 管理状态;
  - 5) ONU 注册模式;
  - 6) ONU 注册值;
  - 7) 带宽模板;
  - 8) ONU IP 地址;
  - 9) ONU 设备硬件版本号;
  - 10) ONU 设备软件版本号。
- c) OLT/ONU光模块参数测试, 包括以下信息:
  - 1) 发送光功率数值;
  - 2) 接收光功率数值;
  - 3) 温度(摄氏度);
  - 4) 供电电压;
  - 5) 偏置电流。
- d) 告警查询和上报: PON ODN测试诊断模块应能通过B接口查询某个OLT或者某个ONU的告警信息, EMS应能通过B接口主动上报指定级别告警信息。告警信息包括:
  - 1) 告警流水号;
  - 2) 告警名称, 与告警 ID 相对应;
  - 3) 网元 IP;
  - 4) 网元名称;
  - 5) 网元类型;
  - 6) 告警所在位置;
  - 7) 告警等级;
  - 8) 告警状态;
  - 9) 告警产生时间;
  - 10) 告警恢复时间 (可选);
  - 11) 告警类型;
  - 12) 告警 ID, 与告警名称 ALARMDESC 相对应 (可选);
  - 13) 告警原因;
  - 14) 告警原因代码 (可选);

15) 告警处理建议 (可选)。

### 9.1.2 接口协议

B接口宜采用TL1协议。

### 9.2 C 接口

EMS与OLT通过C接口相互关联。

C接口的要求应符合YD/T 1475-2006、YD/T 1949.2-2009、YD/T 2274-2011或YD/T 2402-2012的规定。

### 9.3 D 接口

D接口存在于基于光模块内置OTDR的架构,是OLT PON端口与ODN之间的接口,在本标准中,该接口为物理接口。

### 9.4 D' 接口

D' 接口存在于基于板卡式OTDR的架构中,是OLT PON端口与合波器之间的接口,在本标准中,该接口为物理接口。

### 9.5 E 接口

E接口是ODN与ONU PON端口之间的接口,在本标准中,该接口为物理接口。

### 9.6 I 接口

#### 9.6.1 接口功能

I接口存在于基于光模块内置OTDR的架构中,是OTDR管理模块与OTDR功能模块之间的接口。

I接口的功能应包括:

a) OTDR管理模块通过I接口对OTDR功能模块实现以下操作:

- 1) 查询和获取OTDR功能模块能力参数、配置、状态和模块故障信息。
- 2) 设置OTDR功能模块相关的OTDR测试参数,启动OTDR测试和获取OTDR测试结果。

b) OTDR功能模块通过I接口自动上报OTDR功能模块的自身故障信息。

#### 9.6.2 通讯协议

I接口通讯协议待定。

### 9.7 I' 接口

#### 9.7.1 接口功能

I' 接口存在于基于板卡式OTDR的架构中,是OTDR管理模块与OTDR功能模块之间的接口。

I' 接口的功能应包括:

a) OTDR管理模块通过I' 接口对OTDR功能模块实现以下操作:

- 1) 查询和获取OTDR功能模块的能力参数、配置、状态和模块故障信息。
- 2) 查询和获取OSW的配置、状态和OSW故障信息。
- 3) 根据目标ODN参数命令OSW接通指定光纤。
- 4) 设置OTDR功能模块相关的OTDR测试参数,启动OTDR测试和获取OTDR测试结果。

b) OTDR功能模块通过I' 接口自动上报OTDR功能模块和OSW的自身故障信息。

#### 9.7.2 通讯协议

I' 接口通讯协议待定。

## 9.8 L 接口

### 9.8.1 接口功能

PON ODN测试诊断模块通过L接口与OTDR管理模块相互关联。

通过L接口, PON ODN测试诊断模块从OTDR管理模块获取OTDR设备能力信息, 发送针对目标ODN的OTDR测试命令和相应的OTDR测试参数, 并从OTDR管理模块获取OTDR测试结果。

### 9.8.2 通讯协议

L接口宜采用TL1协议和FTP协议。

## 9.9 H 接口

H接口存在于基于板卡式OTDR的架构中, 光开关和合波器通过H接口相连接。

由OTDR功能模块发出的测试信号经过H接口, 进入合波器, 完成与数据波长的合波; 由ODN返回的测试信号经由合波器分波后, 通过H接口反馈回去。在本标准中, 该接口为物理接口。

## 9.10 M 接口

M接口存在于基于板卡式OTDR的架构中, 合波器与ODN侧光纤通过M接口相连接。

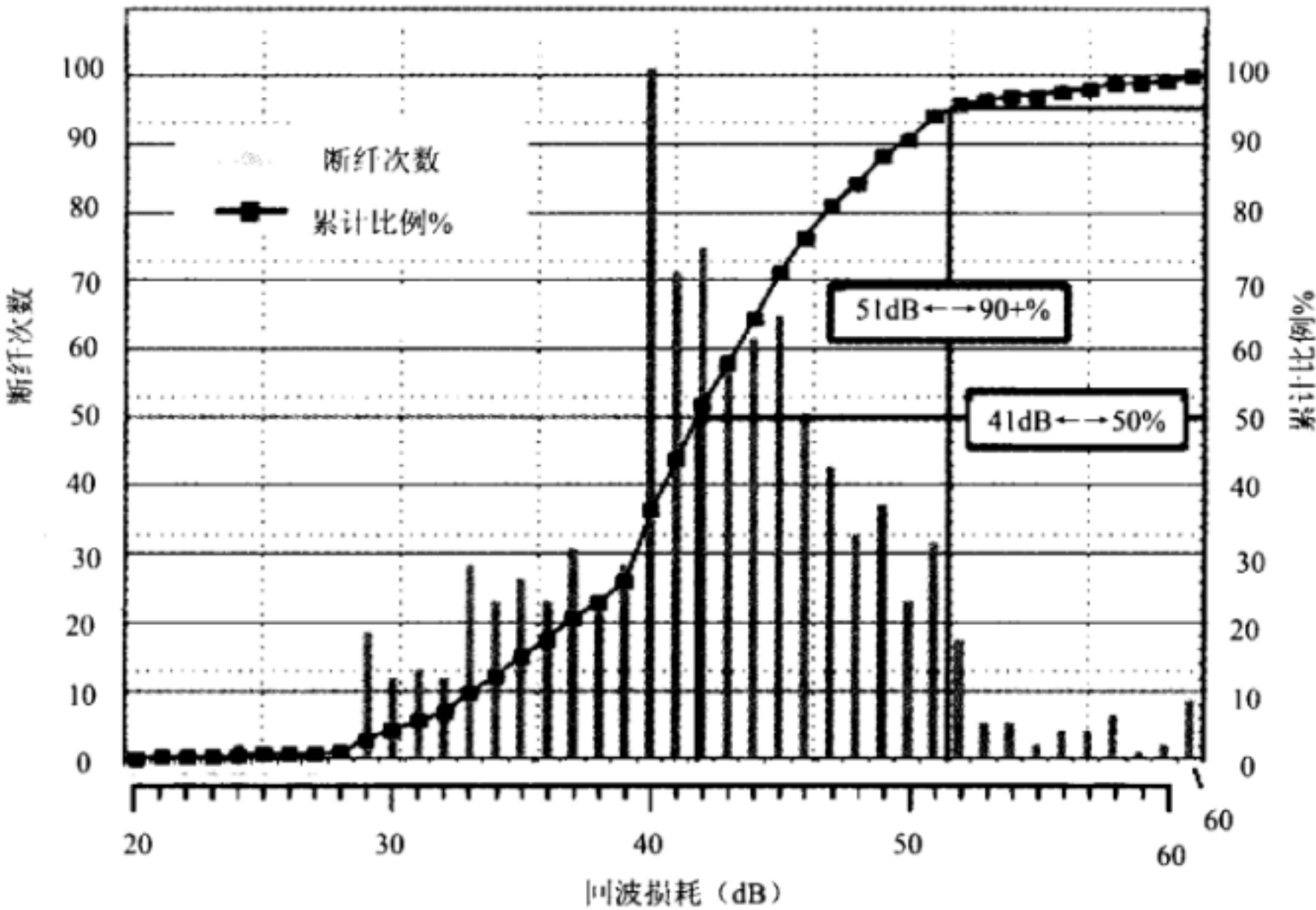
M接口用于将OTDR功能模块发射的测试波长与OLT下行数据波长的合波发送至ODN, 同时接收来自ONU的上行数据波长和返回的测试信号。在本标准中, 该接口为物理接口。

附录 A  
(资料性附录)  
断纤故障检测统计

A.1 多次断纤故障检测统计分析

实验中对873次断纤故障的回波损耗值进行了检测并且统计，如图A.1所示。这些断纤故障大部分是由光纤弯曲折断、部分是由利器剪断或切断造成的。

从图 A.1 可以看出，50%的断纤故障的回波损耗值 $\leq 40\text{dB}$ ，90%的断纤故障的回波损耗值 $\leq 51\text{dB}$ ，95%以上断纤故障的回波损耗值 $\leq 60\text{dB}$ 。



图A.1 断纤故障回波损耗值统计分布