

ICS 27.100

F 21

备案号: 53931-2016

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1510 — 2016

电力系统光传送网（OTN）测试规范

Test specification of optical transport network (OTN) for electric power system

2016-01-07 发布

2016-06-01 实施

国家能源局 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	3
5 系统参考点定义	5
5.1 OTN 终端复用设备	5
5.2 OTN 电交叉设备	5
5.3 OTN 光交叉设备	6
5.4 OTN 光电混合交叉设备	6
6 设备单机功能测试	6
6.1 客户侧接口测试	6
6.2 线路侧接口测试	11
6.3 光放大器指标测试	12
6.4 合波器指标测试	14
6.5 分波器指标测试	15
6.6 OSC 光监控通道测试	16
6.7 设备交叉容量和颗粒	18
6.8 业务时延	19
6.9 开销和维护信号测试	20
7 组网功能性能测试	20
7.1 调度和复用功能	20
7.2 业务保护功能	23
7.3 长距离传输系统性能	27
8 设备可靠性测试	35
8.1 电源 1+1 保护	35
8.2 交叉单元保护	36
8.3 时钟保护单元	36
8.4 主控保护单元	37
9 设备网管测试	37
9.1 网管系统一般要求功能验证	37
9.2 网元管理功能验证	37
9.3 子网管理功能验证	37
9.4 DCN 管理功能验证	37
9.5 北向接口	37
10 控制平面测试（可选）	38
10.1 控制平面连接管理功能	38
10.2 路由功能	38

DL/T 1510 — 2016

10.3	自动发现和链路管理功能验证	38
10.4	基于控制平面的保护恢复测试	38
11	互联互通测试	38
11.1	基于 OTUk 互联的业务互通测试	38
11.2	基于 ODUk 的 SNCP 保护互联互通测试	42
12	时间同步测试	44
12.1	时间接口功能测试	44
12.2	PTP 基本功能测试	46
12.3	PTP 性能测试	49
13	频率同步测试	50
13.1	定时输入/输出功能验证	50
13.2	定时源优先级选择功能验证	51
13.3	频率准确度	51
13.4	牵引入/牵引出范围	52
13.5	设备漂移/抖动产生	53
13.6	网络漂移/抖动产生	53
13.7	保持特性	54
14	电磁兼容性能测试	54
14.1	性能判据	54
14.2	电源变化抗扰度试验	54
14.3	静电抗扰度试验	54
14.4	浪涌(冲击)抗扰度试验	55
14.5	电快速瞬变脉冲群抗扰性试验	55
14.6	射频辐射抗扰度试验	55
14.7	射频传导骚扰抗扰度试验	55
附录 A	(规范性附录) 北向接口支持功能项列表	56

前 言

本标准规定了电力系统光传送网（OTN）设备的测试项目、测试配置及测试步骤。本标准中与邮电行业标准相同的项目主要参考邮电行业标准，另外，增加邮电行业标准未涉及的测试项目，具体如下：

- a) 性能指标测试。单机方面，本标准增加了光放、合分波器、OSC 的测试指标；系统方面，本标准增加了功率、OSNR、代价、跨段损耗的测试指标。
- b) 保护倒换测试。本标准增加了光层 OMSP 保护和嵌套保护测试。
- c) 互通测试。邮电行业 OTN 标准无互通测试要求，本标准根据电力应用增加了业务互通和 ODUk 保护互通测试。
- d) 设备级保护测试。邮电行业 OTN 标准不涉及设备级保护测试项目，本标准根据电力要求增加了电源盘、时钟盘、主控盘等设备级保护测试。
- e) 时间同步和频率同步测试。邮电行业 OTN 标准无时间、频率同步的测试项目，本标准根据电力 OTN 应用需求增加了时间同步和频率同步测试。
- f) 电磁兼容性测试。邮电行业 OTN 标准无电磁兼容性能测试项目，本标准根据电力 OTN 设备应用需求增加了电磁兼容性能测试项目。

本标准根据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由全国电力系统管理及其信息交换标准化技术委员会（SAC/TC82）归口。

本标准起草单位：中国电力科学研究院、国家电网公司信息通信分公司、国网电力科学研究院、中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司、中国南方电网有限责任公司、华为技术有限公司、中兴通讯股份有限公司、烽火通信科技股份有限公司。

本标准主要起草人：滕玲、丁慧霞、汪洋、郭经红、陈希、王智慧、李伯中、张斌、黄盛、赵晗祺、黄鑫、卢锟、高强、顾江华、付何伟、陈德华、李康、张庚。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

电力系统光传送网（OTN）测试规范

1 范围

本标准规定了电力系统光传送网（OTN）的测试方法，主要包括设备单机功能测试、组网功能性能测试、设备可靠性测试、设备网管测试、控制平面测试、互联互通测试、时间和频率同步测试、电磁兼容测试性能等。

本标准适用于电力行业应用的 OTN 终端复用设备和 OTN 交叉连接设备的测试，其中 OTN 交叉连接设备包括 OTN 电交叉设备、OTN 光交叉设备和 OTN 光电混合交叉设备。

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/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
- GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
- GB/T 17626.6 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度
- GB/T 17626.29 电磁兼容 试验和测量技术 直流电源输入端口电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验
- YD/T 1060 光波分复用系统（WDM）技术要求——32×2.5Gbit/s 部分
- YD/T 1274 光波分复用系统（WDM）技术要求——160×10Gb/s、80×10Gb/s 部分
- YD/T 1462 光传送网（OTN）接口
- YD/T 1960—2009 N×10Gbit/s 超长距离波分复用（WDM）系统技术要求
- YD/T 1991 N×40Gbit/s 光波分复用（WDM）系统技术要求
- YD/T 2148—2010 光传送网（OTN）测试方法
- YD/T 2397—2012 分组传送网（PTN）设备技术要求
- YD/T 2485—2013 N×100Gbit/s 光波分复用（WDM）系统技术要求
- ITU-T G.709 光传送网（OTN）的网络节点接口
- ITU-T G.798 光传输网络层设备功能块的特性
- ITU-T G.8262 同步以太网设备子钟的定时特性（EEC）
- IEEE 1588 网络测量和控制系统用精密时钟同步协议标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

光传送网 optical transport network (OTN)

以波分复用技术为基础，在光层、电层组织网络的传送网。

3.2

光通路 optical channel (OCh [r])

用于支持 OCh 路径的信息结构。定义了两种 OCh：OCh 客户信号是 OTUk 信号，OTM 支持其他数

字客户信号（例如 STM-n, GbE）。OCh 应具有区分两个不同的 OCh 信号的特征。

3.3

光通路数据单元 optical channel data unit (ODUk)

包括信息净荷 (OPUk) 和与开销相关的 ODUk 的信息结构。ODUk 的容量由 k 区分, k=0, 1, 2, 2e, 3, 4。

3.4

光通路数据单元通道 ODUk path (ODUkP)

用于支持端到端 ODUk 路径的信息结构。

3.5

光通路数据单元串联连接监测 ODUk TCM (ODUkT)

用于支持 TCM 路径的信息结构。最多可支持 6 个 TCM 子层。

3.6

光通路净荷单元 optical channel payload unit (OPUk)

适配客户信息在光通路上传送的信息结构。将客户信息和所需开销结合在一起, 对客户信号速率和 OPUk 净荷速率, 以及其他 OPUk 开销进行适配, 以支持客户信号传送。这些开销是为适配而特定的, OPUk 的容量由 k 划分, k=0, 1, 2, 2e, 3, 4。

3.7

光监控通路 optical supervisory channel (OSC)

传送 OTM 开销信号的物理光路, 不经过光放大器。

3.8

光通路传送单元 optical channel transport unit (OTUk [V])

在一个或多个光通路连接上, 传送一个 ODUk 的信息结构, 包括光通路数据单元和 OTUk 相关开销 (FEC 和光通路连接管理开销), 由帧结构、比特速率和带宽来表征。

3.9

掺铒光纤放大器 Erbium-doped fiber amplifier (EDFA)

一种在光纤中掺有稀土元素铒, 利用泵浦源激发的铒离子能级跃迁, 使通过的光信号放大的光器件。当放大器通过外部光源泵浦时, 可以放大特定波长范围的光信号。

3.10

光信噪比 optical signal noise ratio (OSNR)

在光有效带宽内, 光信号功率和噪声功率的比值。

3.11

积分法 integral method

积分法公式为 $OSNR=10\lg(P/n)$, 其中 P 为信道内信号总功率; n 为 0.1nm 噪声功率。

3.12

眼图 eye diagram

一系列数字信号在示波器上累积而显示的图形。它包含了丰富的信息, 从眼图上可以观察到码间串扰和噪声的影响, 体现了数字信号整体的特征。

3.13

最小二乘法 the least square method

又称最小平方法, 它通过最小化误差的平方寻找数据的最佳函数匹配。即从一组测定的数据中寻求变量之间的函数关系, 并使得这些求得的数据与实际数据之间误差的平方和为最小。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

1PPS	1 Pulse Per Second	秒脉冲
AIS	Alarm Indication Signal	告警指示信号
APS	Automatic Protection Switching	自动保护倒换
ASE	Amplified Spontaneous Emission	放大自发辐射
ASON	Automatically Switched Optical Network	自动交换光网络
BC	Boundary Clock	边界时钟
BER	Bit Error Ratio	误码率
BIP	Bit Interleaved Parity	比特奇偶间插
BMC	Best Master Clock	最佳主时钟
CORBA	Common Object Request Broker Architectrue	通用对象请求代理体系结构
DFB		
DCN	Data Communication Network	数据通信网
E2E	End to End	端到端
EDFA	Erbium-Doped Fiber Amplifier	掺铒光纤放大器
EMS	Element Management System	网元管理系统
FC	Fibre Channel	光纤通道
FE	Fast Ethernet	快速以太网
FEC	Forward Error Correction	前向误码纠错
GE	Gigabit Ethernet	千兆以太网
LAN	Local Access Network	局域网
LOF	Loss of Frame	帧丢失
LOM	Loss of Multi-frame	复帧丢失
LOS	Loss of Signal	信号丢失
MPI	Main Path Interface	主光通道接口
MPI-Sm	Multichannel Source Main Path Interface Reference Point	多通路源主光通道接口参考点
MPI-Rm	Multichannel Receive Main Path Interface Reference Point	多通路接收主光通道接口参考点
NE	Network Element	网络单元
NMS	Network Management System	网络管理系统
NNI	Network-to-Network Interface	网络间接口
NRZ	Non-Return to Zero	非归零码
OADM	Optical Add/Drop Multiplexer	光分插复用器
OC	Ordinary Clock	普通时钟
OCI	Open Connection Indication	开放连接指示
OCh	Optical Channel with Full Functionality	全功能光通路
ODU	Optical Channel Data Unit	光通路数据单元
ODU_AIS	ODU_Alarm Indication Signal	ODU层的告警指示信号
ODU_LCK	ODU_Locked Signal Function	ODU层的锁定信号功能
ODU_OCI	ODU_Open Connection Indication	ODU层的开放式连接指示
ODUk	Optical Channel Data Unit-k	光通路数据单元 k
ODUk_PM_AIS	ODUk_PM_Alarm Indication Signal	ODUk_PM层的告警指示信号
ODUk_PM_DEG	ODUk PM Degeneration	ODUk_PM层的信号劣化

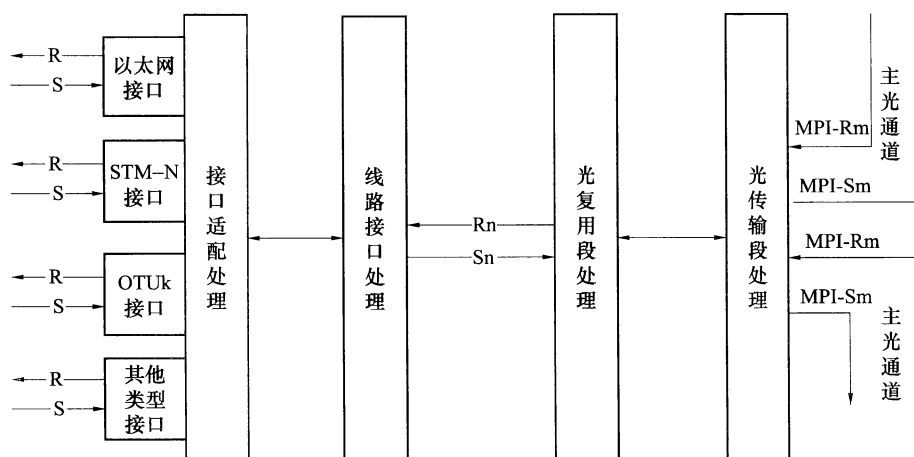
- ODUk_PM_LCK ODUk_PM_Locked Signal Function ODUk_PM 层的锁定信号功能
- ODUk_PM_OCI ODUk_PM_Open Connection Indication ODUk_PM 层的开放式连接指示
- ODUk_PM_TIM ODUk_PM_Trail Trace Identifier Mismatch ODUk_PM 层的路径跟踪标识失配
- ODUk_TCMn_AIS ODUk_TCMn_Alarm Indication Signal ODUk_TCMn 层的告警指示信号
- ODUk_TCMn_LCK ODUk_TCMn_Locked Signal Function ODUk_TCMn 层的锁定信号功能
- ODUk_TCMn_LTC ODUk_TCMn_Loss of Tandem Connection ODUk_TCMn 层的串接连接丢失
- ODUk_TCMn_OCI ODUk_TCMn_Open Connection Indication ODUk_TCMn 层的开放式连接指示
- ODUk_TCMn_TIM ODUk_TCMn_Trail Trace Identifier Mismatch ODUk_TCMn 层的路径跟踪标识失配
- OMSP Optical Multiplex Section Protection 光复用段保护
- OMU Optical Multiplexer Unit 光合波单元
- OPU Optical Channel Payload Unit 光通路净荷单元
- OPUk Optical Channel Payload Unit-k 光通路净荷单元 k
- OSC Optical Supervisory Channel 光监控信道
- OSNR Optical Signal Noise Ratio 光信噪比
- OTM Optical Terminal Multiplexer 光终端复用器
- OTN Optical Transport Network 光传送网络
- OTU_AIS OTU Alarm Indication Signal OTU 层的告警指示信号
- OTUk Completely standardized Optical Channel Transport Unit-k 完全标准化 k 阶光通路传送单元
- OTUk_AIS OTUk Alarm Indication Signal OTUk 层的告警指示信号
- OTUk_DEG OTUk Degeneration OTUk 层的信号劣化
- OTUk_LOF OTUk Loss of Frame OTUk 层的帧丢失
- OTUk_LOM OTUk Loss of Multi-frame OTUk 层的复帧丢失
- OTUk_TIM OTUk Trail Trace Identifier Mismatch OTUk 层的路径跟踪标识失配
- OUT Optical Channel Transport Unit 光通路传送单元
- PM Path Monitoring 通道监测
- PRBS Pseudo Random Binary Sequence 伪随机比特序列
- PTN Packet Transport Network 分组传送网
- PTP Precision Time Protocol 精确时间协议
- R Client Interface Receive Reference Point 客户侧接口接收参考点
- Rm Multichannel Receive Reference Point 多通路接收参考点
- Rn The n-th Channel Receive Reference Point 第 n 路通路接收参考点
- S Client Interface Source Reference Point 客户侧接口发送参考点
- SD Signal Degradation 信号劣化
- SDH Synchronous Digital Hierarchy 同步数字体系
- SF Signal Failure 信号失效
- SLM Single Longitudinal Mode 单纵模
- Sm Multichannel Source Reference Point 多通路源参考点
- SM Section Monitoring 段监测
- SMSR Side-Mode Suppression Ratio 边模抑制比
- Sn The n-th Channel Source Reference Point 第 n 路通路源参考点
- SNCP Sub-network Connection Protection 子网连接保护
- SNCP/I Sub-network Connection Protection/Inherent monitoring 固有监视子网连接保护

SNCP/N Sub-network Connection Protection/Non-intrusive monitoring 非介入监视子网连接保护
 SRLG Shared Risk Link Group 共享风险链路组
 TCM Tandem Connection Monitoring 串联连接监测
 TCP/IP Transmission Control Protocol/Internet Protocol 传输控制协议/因特网互联协议 TE
 ToD Time of Day 日时间
 WAN Wide Area Network 广域网物理层
 WDM Wavelength Division Multiplex 波分复用
 WTR Wait to Restore 等待恢复

5 系统参考点定义

5.1 OTN 终端复用设备

OTN 终端复用设备系统参考点如图 1 所示。

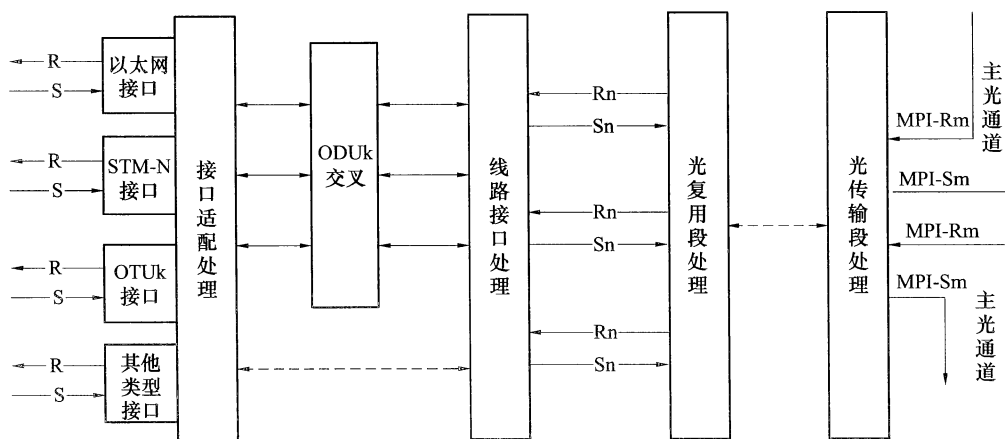


注：部分设备可以采用接口适配处理、线路接口处理合一的实现方式。

图 1 OTN 终端复用设备系统参考点

5.2 OTN 电交叉设备

OTN 电交叉设备系统参考点如图 2 所示。

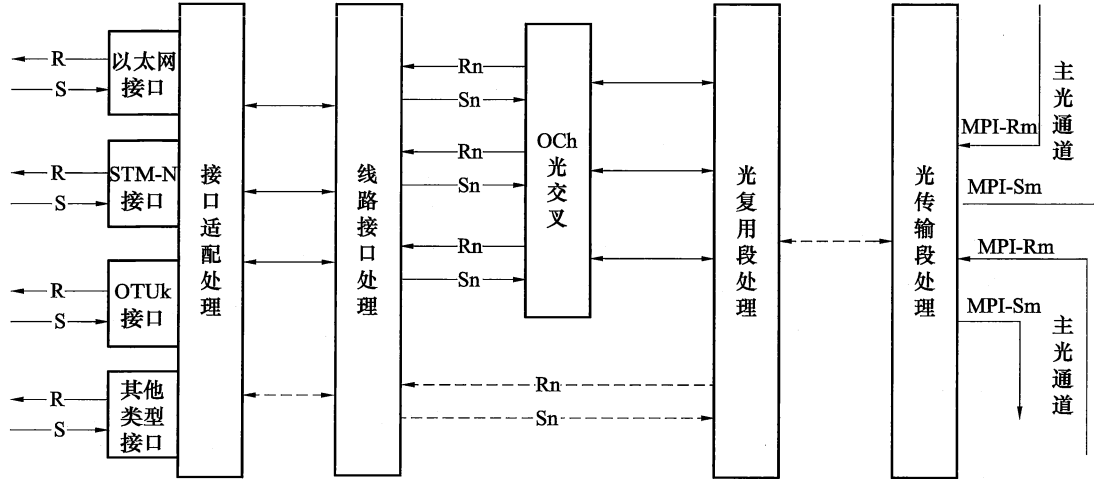


注：图中虚线的含义是设备实现方式可选为 ODUk 交叉功能与 WDM 功能单元集成的方式。

图 2 OTN 电交叉设备系统参考点

5.3 OTN 光交叉设备

OTN 光交叉设备系统参考点如图 3 所示。

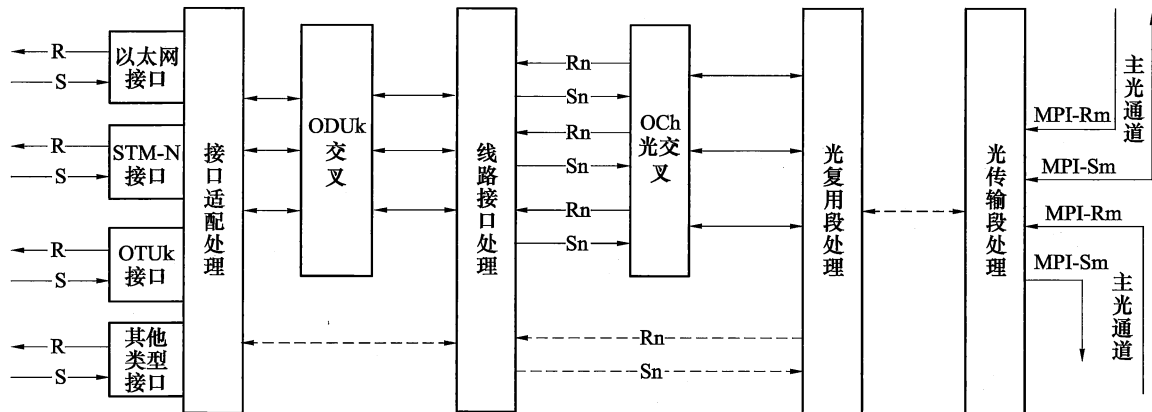


注：图中虚线的含义是设备实现方式可选为终端复用功能与光交叉功能单元集成的方式。

图 3 OTN 光交叉设备系统参考点

5.4 OTN 光电混合交叉设备

OTN 光电混合交叉设备系统参考点如图 4 所示。



注：图中虚线的含义是设备实现方式可选为终端复用功能与光电混合交叉功能单元集成的方式。

图 4 OTN 光电混合交叉设备系统参考点

6 设备单机功能测试

6.1 客户侧接口测试

6.1.1 平均发送光功率

6.1.1.1 测试目的

验证客户侧光接口平均发送光功率是否满足规范要求。

6.1.1.2 测试配置

测试配置如图 5 所示。

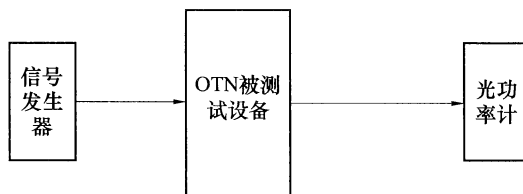


图 5 平均发送光功率测试配置

6.1.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 5 所示连接好测试配置。
- b) 光功率计设置与被测试光波长一致，待输出功率稳定，从光功率计读出平均发送光功率。
- c) 通过多次测试取平均值，然后用光连接器和测试光纤的衰减对平均值进行修正。

6.1.1.4 预期结果

10Gbit/s OTN 系统参数应符合 YD/T 1960—2009 第 6 章要求。

6.1.1.5 注意事项

注意事项如下：

- a) 测试前清洁光接口，并保证连接良好。
- b) OTN 设备的接口默认或可配置发送 PRBS，则信号发生器在测试中可不配置。

6.1.2 接收机灵敏度

6.1.2.1 测试目的

验证单板接收机灵敏度是否满足规范要求。

6.1.2.2 测试配置

测试配置如图 6 所示。

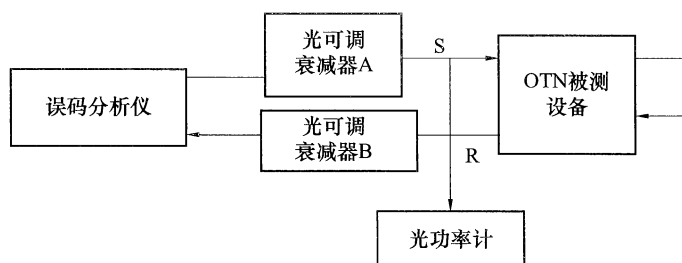


图 6 接收机灵敏度测试配置

6.1.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 6 连接好测试配置，确认误码分析仪接收到合适的光功率。
- b) 调整光可调衰减器 B，使得误码分析仪的误码显示在 $1.0E-7$ 左右。
- c) 调整光可调衰减器 A，分别测试误码显示为 $1.0E-8$ 、 $1.0E-9$ 、 $1.0E-10$ 、 $1.0E-11$ 时参考点 S 所对应的光功率值。
- d) 按照外推法（如最小二乘法），在双对数坐标纸（纵坐标应取两次对数，横坐标为线性）上画出接收光功率—误码率的对应曲线， $BER=1.0E-12$ 所对应的光功率即为接收机灵敏度。

6.1.2.4 预期结果

10Gbit/s OTN 系统参数应符合 YD/T 1960—2009 第 6 章要求。

6.1.2.5 注意事项

注意事项如下：

- a) 测试前清洁光接口，并保证连接良好。
- b) 对于业务接口为以太网的情况，可采用误码均匀分布下误码率与丢包率的一般关系进行转换，即： $丢包率=1-(1-BER)^n$ ，其中， n 为以太网帧的比特数。

6.1.3 光接口眼图

6.1.3.1 测试目的

验证发送机光脉冲形状特性是否满足眼图模板。

6.1.3.2 测试配置

测试配置如图 7 所示。测试仪表为信号发生器和通信信号分析仪，其中信号发生器可根据业务接口选择 SDH、OTN 或数据网络分析仪等。

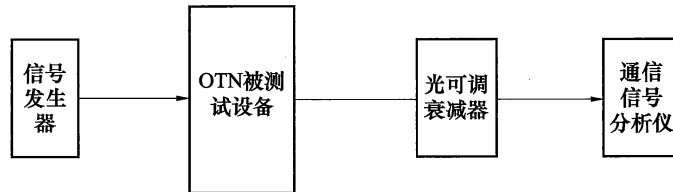


图 7 光接口眼图测试配置

6.1.3.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 7 连接好测试配置。
- b) 调整光可调衰减器，使通信信号分析仪的输入光功率处于它的动态范围内。
- c) 调整通信信号分析仪，开启与被测信号相对应的内部参考接收机滤波器。待波形稳定后，调出通信信号分析仪内存储的相应眼图模板，通过调整，与波形对准。
- d) 等待波形采样点累计至少 1000 次以后，保存并记录结果。
- e) 对于以太网信号，关闭滤波器后，从通信信号分析仪读出上升时间、下降时间和输出抖动，采样点不小于 1000 个。

6.1.3.4 预期结果

10Gbit/s OTN 系统参数应符合 YD/T 1960—2009 第 6 章要求。

6.1.3.5 注意事项

通信信号分析仪一般不支持 40Gbit/s 光接口的时钟恢复功能,其同步信号由被测设备电接口或专门的 40Gbit/s 时钟恢复模块提供。

6.1.4 光接口消光比

6.1.4.1 测试目的

验证最坏反射条件时,全调制条件下发送光信号逻辑“1”平均光功率与逻辑“0”平均光功率的比值是否满足规范要求。

6.1.4.2 测试配置

测试配置如图 7 所示。

6.1.4.3 测试步骤

测试步骤如下:

- a) 按图 7 连接好测试配置。
- b) 调整光衰减器,使通信信号分析仪的输入光功率处于它的动态范围内。
- c) 调整通信信号分析仪,待波形稳定后,采样点累计至少 1000 次,保存并记录消光比的数值。

6.1.4.4 预期结果

10Gbit/s OTN 系统参数应符合 YD/T 1960—2009 第 6 章要求。

6.1.4.5 注意事项

注意事项如下:

- a) 测试前进行无光零基线校准。
- b) 使光功率尽量高,通信信号分析仪显示的波形足够大。

6.1.5 最大-20dB 谱宽

6.1.5.1 测试目的

验证单纵模(SLM)激光器的光谱特性,即光信号最大峰值功率跌落 20dB 时的最大全宽是否满足规范要求。

6.1.5.2 测试配置

测试配置如图 8 所示。

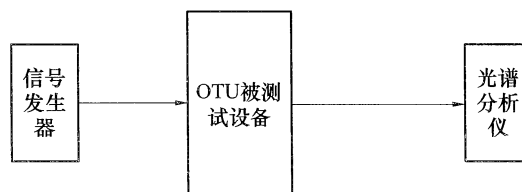


图 8 最大-20dB 谱宽测试配置

6.1.5.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 8 连接好测试配置，设置光谱分析仪工作模式为 DFB，光谱分析仪分辨带宽设置为 0.1nm 或者更小。
- b) 设定光谱仪显示的波长范围，调节光谱仪的幅度标尺，使波形以适当的幅度显示在屏幕的中间，以便于观察和读数。
- c) 将光标定位在主纵模的峰值处，找到相对于峰值跌落 20dB 处，并读出此时的光谱宽度。对于支持自动测量-20dB 谱宽的光谱分析仪，则可直接读取。

6.1.5.4 预期结果

10Gbit/s OTN 系统参数应符合 YD/T 1960—2009 第 6 章要求。

6.1.5.5 注意事项

注意事项如下：

- a) 若 OTN 被测设备接口默认或可设置发送 PRBS，则信号发生器在测试中可不配置。
- b) 该测试项仅适用于单纵模 (SLM) 激光器光源。

6.1.6 最小边模抑制比

6.1.6.1 测试目的

验证最坏发射条件时，全调制条件下主纵模的平均光功率与最显著边模的光功率之比是否满足规范要求。

6.1.6.2 测试配置

测试配置如图 8 所示。

6.1.6.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 8 连接好测试配置，设置光谱分析仪工作模式为 DFB，光谱分析仪分辨带宽设置为 0.1nm 或者更小。
- b) 设定光谱仪显示的波长范围，调节光谱仪的幅度标尺，使主纵模和边模以适当的幅度显示在屏幕上，以便于观察和读数。
- c) 调整纵向光标，分别读出主纵模和最大边模的平均峰值光功率，计算两功率（单位为 dBm）之差即得到边模抑制比的数值（单位为 dB）。对于支持自动测量 SMSR 的光谱分析仪，则可直接读取。

6.1.6.4 预期结果

10Gbit/s OTN 系统参数应符合 YD/T 1960—2009 第 6 章要求。

6.1.6.5 注意事项

注意事项如下：

- a) 若 OTN 被测设备接口默认或可设置发送 PRBS，则信号发生器在测试中可不配置。

b) 该测试项仅适用于单纵模 (SLM) 激光器光源。

6.2 线路侧接口测试

6.2.1 中心波长及其偏离度

6.2.1.1 测试目的

测试线路侧光口发射光信号的实际中心波长及与标准波长的偏差, 验证中心波长和标准定义的符合度。

6.2.1.2 测试配置

测试配置如图 9 所示。

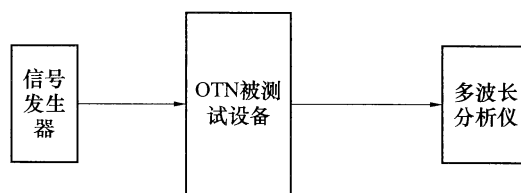


图 9 中心波长及其偏离度测试配置

6.2.1.3 测试步骤

测试步骤如下:

- a) 按图 9 连接好测试配置。
- b) 设定多波长分析仪的显示波长范围, 并将波形显示在屏幕中央, 以便于观察和读数。
- c) 调节多波长分析仪纵向光标使之处于波形的峰值处, 读出并记录峰值处的波长值, 即为中心波长。
- d) 实际测试的中心波长与标准定义的中心波长之差即为中心波长偏离度。

6.2.1.4 预期结果

10G OTU 光接口通路中心频率为 191.80THz~196.05THz, 通路中心频率最大偏差为 $\pm 5.0\text{GHz}$; 100G OTU 光接口通路中心频率为 196.00THz~192.10THz, 通路中心频率最大偏差为 $\pm 2.5\text{GHz}$ 。

6.2.1.5 注意事项

测试中心波长偏离度前需要将中心波长的计量单位更改为 Hz。

6.2.2 背靠背信噪比容限 (OSNR)

6.2.2.1 测试目的

验证在开启 FEC 功能线路侧能够容忍最小信噪比的能力。

6.2.2.2 测试配置

测试配置如图 10 所示。

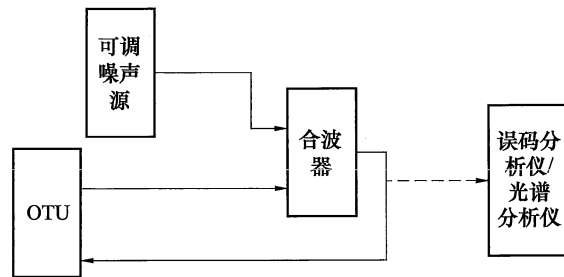


图 10 背靠背信噪比容限 (OSNR) 测试配置

6.2.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- 按图 10 所示连接好测试配置。
- 配置业务连接相应业务类型的仪表，确保仪表没有误码。
- 调节可调噪声源，直到接近临界点(取 1min 没误码)，用光谱分析仪测试 OTU 接收端 OSNR 值。
- 记录纠错前误码率和纠错后误码率。
- 按照 b) ~d) 步骤在不同的 OTU 单板上分别测试短波长、中波长、长波长背靠背的 OSNR 容限值。
- 按照 c) ~e) 步骤重复测试 3 遍，平均值即为对应波长背靠背 OSNR 容限值。

6.2.2.4 预期结果

10Gbit/s OTN 设备非归零 (NRZ) 调制格式时，接收机 OSNR 容限小于 12dB；归零 (RZ) 调制格式时，接收机 OSNR 容限小于 10dB。

6.2.2.5 注意事项

选择在不同单板不同端口测试，且 10G 系统可以使用光谱仪表带内 OSNR 测试方法，40G/100G 的波道需要采用积分法进行测量计算。

6.3 光放大器指标测试

6.3.1 增益平坦度

6.3.1.1 测试目的

验证光放大器针对不同波长能量分布的均衡性是否满足±1dB 范围内的要求。

6.3.1.2 测试配置

测试配置如图 11 所示。

6.3.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- 按图 11 所示连接好测试配置。
- 光放大器上至少包括短波长、中波长、长波长在内的 6 个波长。
- 将光放大器输出光信号连接光谱分析仪。

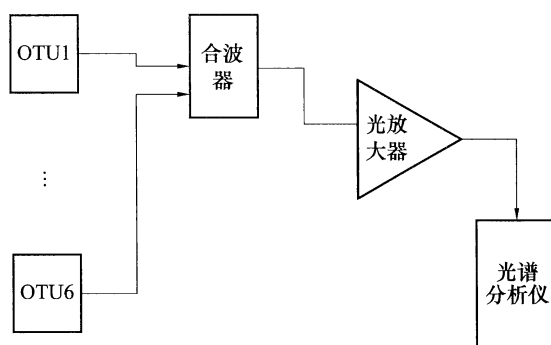


图 11 光放大器增益平坦度测试配置

d) 在光谱分析仪选择 EDFA 测试模式，并读取测试结果。

6.3.1.4 预期结果

光放大器增益平坦度应满足 $\pm 1\text{dB}$ 范围内的要求。

6.3.1.5 注意事项

注意事项如下：

- a) 光放大器输出光功率较高，切勿直接将其接入光谱分析仪。
- b) 如果光放大器没有监控端口，可以在光放大器输出口串接光衰减器，确保光功率在仪表接收范围内。

6.3.2 噪声系数

6.3.2.1 测试目的

测试放大器的噪声系数是否满足小于 7dB 的规范要求。

6.3.2.2 测试配置

测试配置如图 11 所示。

6.3.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 11 所示连接好测试配置。
- b) 光放大器上至少包括短波长、中波长、长波长在内的 6 个波长。
- c) 将光放大器的监控口输出光信号连接光谱分析仪。
- d) 在光谱分析仪选择 EDFA 测试模式，并读取测试结果。

6.3.2.4 预期结果

噪声系数应小于 7dB 。

6.3.2.5 注意事项

注意事项如下：

- a) 光放大器输出光功率较高，切勿直接将其接入光谱分析仪。
- b) 如果光放大器没有监控端口，可以在光放大器输出口串接光衰减器，确保光功率在仪表接收范围内。

6.4 合波器指标测试

6.4.1 通道插入损耗

6.4.1.1 测试目的

验证 λ_n 从相应接口 Mn 输入合波器到输出口，光功率值劣化程度是否满足规范要求。

6.4.1.2 测试配置

测试配置如图 12 所示。

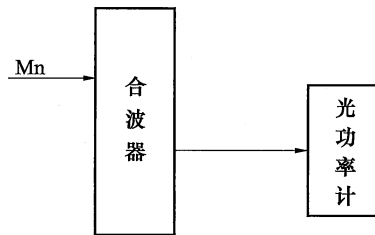


图 12 合波器通道插入损耗测试配置

6.4.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 12 所示连接好测试配置。
- b) 使用光功率计测试 Mn 输入合波器的光功率值 P_1 。
- c) 在合波器输出口使用光功率计测试输出口输出光功率值 P_2 。
- d) 合波器 Mn 口的通道插入损耗为 $P_1 - P_2$ 。

6.4.1.4 预期结果

合波器通道插入损耗应小于 10dB。

6.4.1.5 注意事项

合波器内集成的可调光衰调整到 0。

6.4.2 通道插入损耗最大差异

6.4.2.1 测试目的

验证合波器通道插入损耗最大差异，即不同通道插入损耗最大值与最小值之差，考量合波器通道损耗的一致性，要求小于 3dB。

6.4.2.2 测试配置

测试配置如图 13 所示。

6.4.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

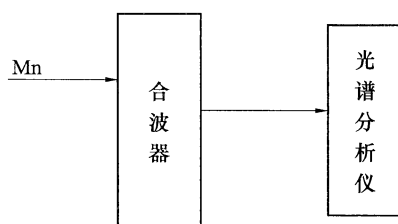


图 13 合波器通道插入损耗最大差异测试配置

- a) 按图 13 所示连接好测试配置。
- b) 使用光谱仪测试 9 个通道插入损耗。
- c) 9 个通道插入损耗最大差异为最大值与最小值之差。

6.4.2.4 预期结果

合波器通道插入损耗最大差异小于 3dB。

6.4.2.5 注意事项

9 个测试通道平均覆盖 C 波段。

6.5 分波器指标测试

6.5.1 通道插入损耗

6.5.1.1 测试目的

验证分波器通道插入损耗，即 λ_n 从相应接口输入分波器到输出口，光功率值劣化程度要求小于 8dB。

6.5.1.2 测试配置

测试配置如图 14 所示。

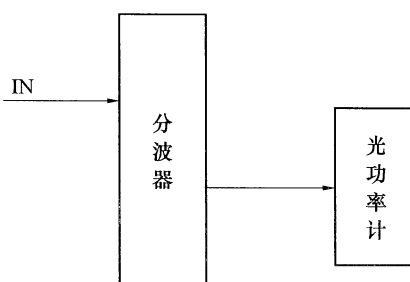


图 14 分波器通道插入损耗测试配置

6.5.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 14 所示连接好测试配置。
- b) 使用光功率计测试 IN 口单波输入分波器的光功率值 P_1 。
- c) 在分波器输出口使用光功率计测试输出光功率值 P_2 。
- d) 分波器输出口的通道插入损耗为 $P_1 - P_2$ 。

6.5.1.4 预期结果

分波器通道插入损耗小于 8dB。

6.5.1.5 注意事项

分波器内集成的可调光衰调整到 0。

6.5.2 通道插入损耗最大差异

6.5.2.1 测试目的

验证分波器通道插入损耗最大差异，即不同通道插入损耗最大值与最小值之差，考量分波器通道损耗的一致性，要求小于 2dB。

6.5.2.2 测试配置

测试配置如图 15 所示。

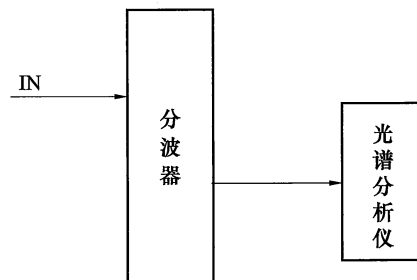


图 15 分波器通道插入损耗最大差异测试配置

6.5.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 15 所示连接好测试配置。
- b) 使用光谱仪测试 9 个通道插入损耗。
- c) 9 个通道插入损耗最大差异为最大值与最小值之差。

6.5.2.4 预期结果

分波器通道插入损耗最大差异小于 2dB。

6.5.2.5 注意事项

9 个测试通道平均覆盖到 C 波段。

6.6 OSC 光监控通道测试

6.6.1 OSC 中心波长

6.6.1.1 测试目的

验证 OSC 光监控通道的发射光信号的中心波长是否在 1510nm±10nm 范围内。

6.6.1.2 测试配置

测试配置如图 9 所示。

6.6.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 9 所示连接好测试配置。
- b) 设定多波长分析仪的显示波长范围，并将波形显示在屏幕中央，以便于观察和读数。
- c) 调节多波长分析仪纵向光标使之处于波形的峰值处，读出并记录峰值处的波长值，即为中心波长。

6.6.1.4 预期结果

OSC 中心波长应在 $1510\text{nm} \pm 10\text{nm}$ 范围内。

6.6.2 平均发送光功率

6.6.2.1 测试目的

验证 OSC 光监控通道的平均发送功率是否满足规范要求。

6.6.2.2 测试配置

测试配置如图 5 所示。

6.6.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 5 所示连接好测试配置。
- b) 光功率计设置与被测试光波长一致，待输出功率稳定后，从光功率计读出平均发送光功率。
- c) 通过多次测试取平均值。

6.6.2.4 预期结果

通道速率为 2Mbit/s 时，平均发送光功率应为 $-7\text{dBm} \sim 0\text{dBm}$ 。

6.6.2.5 注意事项

注意事项如下：

- a) 测试前清洁光接口，并保证连接良好。
- b) OSC 默认已经有通信信号发出，则信号发生器在测试中可不配置。

6.6.3 接收机灵敏度

6.6.3.1 测试目的

验证光监控信道能保持正常工作的最低接收光功率是否满足规范要求。

6.6.3.2 测试配置

测试配置如图 16 所示。

6.6.3.3 测试步骤

测试步骤如下：

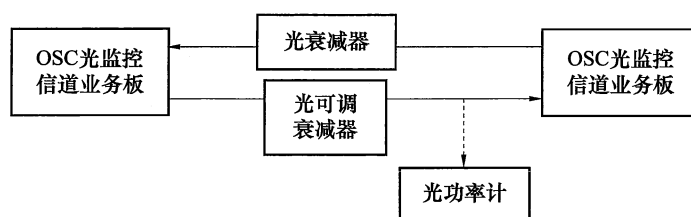


图 16 接收机灵敏度测试配置

- a) 按图 16 连接好测试配置，两个光监控通道板间能正常通信。
- b) 调整光可调衰减器，使得光监控通道通信中断。
- c) 回调光可调衰减器，至光监控通道的通信刚刚恢复。
- d) 用光功率计测试此时的输入光功率，此值即为光监控通道的接收灵敏度。

6.6.3.4 预期结果

通道速率为 2Mbit/s 时，接收灵敏度应不大于 -48dBm。

6.6.3.5 注意事项

测试前清洁光接口，并保证连接良好。

6.7 设备交叉容量和颗粒

6.7.1 测试目的

验证设备电层处理 ODUk 颗粒的最大交叉能力。

6.7.2 测试配置

测试配置如图 17 所示。

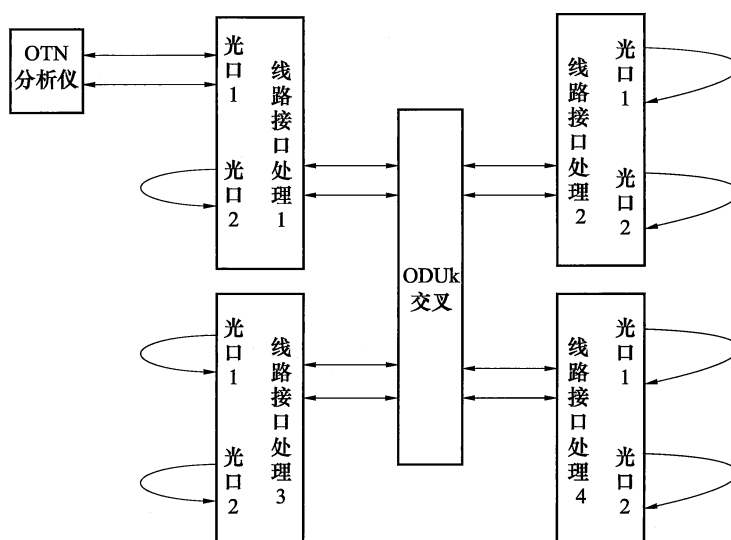


图 17 设备交叉容量和颗粒测试配置

6.7.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 17 所示连接好测试配置。
- b) 线路板 1 从 OTN 分析仪上下业务，其他线路板光口自环。
- c) 通过网管在被测 OTN 设备中配置业务如下：从线路板 1 光口 1 上业务，交叉到线路板 1 的光口 2；线路板 1 的光口 2 交叉到线路板 2 的光口 1，线路板 2 的光口 1 交叉到线路板 2 的光口 2，依次级联，最后线路板 n 光口 n 的输入业务交叉到线路板 1 的光口，并输出接到 OTN 分析仪进行监控，OTN 分析仪上应无告警和误码。
- d) 拔掉线路板 1-n 中任一块线路板，业务应中断。计算所有接入线路板卡的总量即为设备总的交叉容量。
- e) 按照 b)、c) 步骤分别测试 ODU0/1/2/2e/3/4 颗粒的设备交叉容量。

6.7.4 预期结果

厂家设备应支持 ODU0/1/2/2e/3/4 交叉颗粒，且能测试出各颗粒交叉容量最大值。

6.7.5 注意事项

在网管界面检查交叉颗粒大小和交叉数量。

6.8 业务时延

6.8.1 测试目的

验证业务信号从客户侧接口经过线路侧到另外一台设备客户侧环回产生的时延是否满足规范要求。

6.8.2 测试配置

测试配置如图 18 所示。

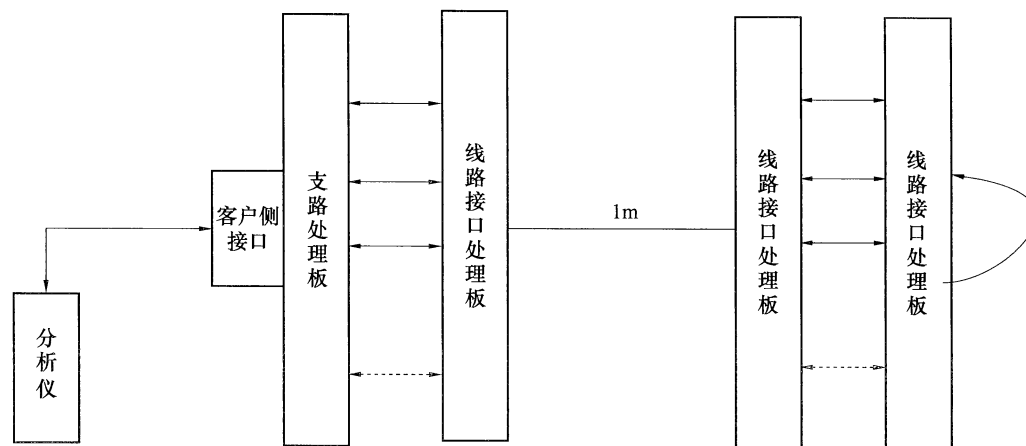


图 18 业务时延测试配置

6.8.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 18 所示连接好测试配置。
- b) 配置设备间端到端业务。
- c) 测试仪表显示业务状态无误码的条件下，启动业务时延测试，记录仪表上显示的时延值，并多次测试取平均值。

6.8.4 预期结果

如实记录 OTN 设备时延测试值。

6.8.5 注意事项

客户侧分别测试 STM-1/4/16/64、GE、10GE WAN、10GE LAN、40GE、100GE、FC1/2/4/8/10G。

6.9 开销和维护信号测试

6.9.1 帧定位开销

符合 YD/T 2148—2010 中条款 5.2。

6.9.2 OTUk 开销及维护信号测试

符合 YD/T 2148—2010 中条款 5.3。

6.9.3 ODUk 开销及维护信号测试

符合 YD/T 2148—2010 中条款 5.4。

6.9.4 OPUk 开销测试

符合 YD/T 2148—2010 中条款 5.5。

7 组网功能性能测试

7.1 调度和复用功能

7.1.1 基于 ODUk 的业务调度功能

7.1.1.1 测试目的

验证 OTN 设备是否具备对 ODUk 业务的调度能力。

7.1.1.2 测试配置

测试配置如图 19 所示。

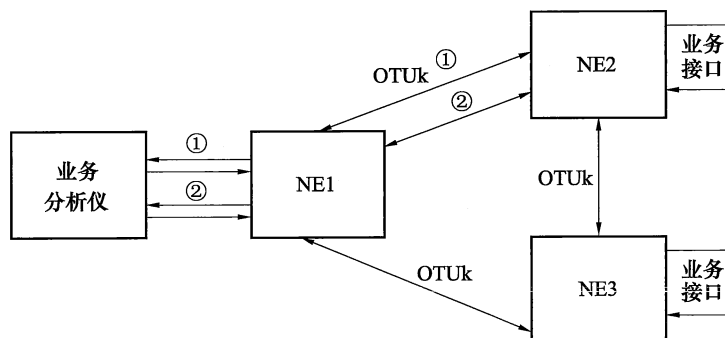


图 19 基于 ODUk 的业务调度功能测试配置

7.1.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 19 所示连接好测试配置，根据客户侧业务接入类型连接相应的业务分析仪。
- b) 配置业务 1 在 OTN 网络中路径为 $NE1 \leftarrow \textcircled{1} \rightarrow NE2$ ，业务 2 在 OTN 网络中路径为 $NE1 \leftarrow \textcircled{2} \rightarrow NE2$ ，业务交叉连接颗粒为基于 ODU_k ($k=0, 1, 2, 2e, 3, 4$)，在 NE2 处环回。
- c) 业务正常后，将业务 1 在 OTN 网络中路径修改为 $NE1 \longleftrightarrow NE3$ ，业务交叉连接颗粒为基于 ODU_k ($k=0, 1, 2, 2e, 3, 4$)，在 NE3 处环回，检查业务 1 是否正常工作，是否对于已有业务 2 产生影响。
- d) 拔掉被测 NE1 和 NE2 之间的连纤 $\textcircled{1}$ ，检查业务 1 是否受影响。
- e) 修改接入业务为其他业务类型，重复步骤 b) ~ d)。

7.1.1.4 预期结果

ODU_k ($k=0, 1, 2, 2e, 3, 4$) 业务可以灵活调度到不同路径上，新建业务不影响已有业务。

7.1.1.5 注意事项

对于不同的 ODU_k 调度功能分别验证。

7.1.2 ODU_k 单独复用（映射）功能

7.1.2.1 测试目的

验证 OTN 设备是否具备 ODU_k 复用功能。

7.1.2.2 测试配置

测试配置如图 19 所示。

7.1.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 19 所示连接好测试配置，根据客户侧业务接入类型连接相应的业务分析仪。
- b) 配置业务 1 在 OTN 网络中的路径为 $NE1 \leftarrow \textcircled{1} \rightarrow NE2 \longleftrightarrow NE3$ ，在 NE3 业务接口处环回，修改业务 2 在 OTN 网络中的路径为 $NE1 \leftarrow \textcircled{2} \rightarrow NE2 \longleftrightarrow NE3$ ，在 NE3 业务接口处环回，检查业务 1 和 2 是否正常工作。
- c) 修改业务 1 在 OTN 网络中的路径为 $NE1 \leftarrow \textcircled{2} \rightarrow NE2$ ，在 NE2 业务接口处环回，检查业务 1 是否正常工作，是否对于已有业务 2 产生影响。
- d) 拔掉被测 NE2 和 NE3 之间的连纤，检查业务 1 是否受影响。

7.1.2.4 预期结果

OTN 设备具备 ODU_k 复用功能，ODU_k ($k=0, 1, 2, 2e, 3, 4$) 复用映射结构应遵循 YD/T 1462、ITU-T G.798、ITU-T G.709 标准。

7.1.2.5 注意事项

对于不同的 ODU_k 复用功能分别验证。

7.1.3 ODU_k 与 ODU_j 混合复用（映射）功能

7.1.3.1 测试目的

验证 OTN 设备是否具备 ODU_k 与 ODU_j 混合复用功能。

7.1.3.2 测试配置

测试配置如图 19 所示。

7.1.3.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 19 所示连接好测试配置，根据客户侧业务接入类型连接相应的业务分析仪。
- b) 配置业务映射方式以 ODU₀ 和 ODU₁ 复用到 ODU₂；ODU₀、DOU₁、DOU₂ 和 DOU_{2e} 复用到 ODU₃；ODU₀、DOU₁、DOU₂、DOU_{2e}、ODU₃ 复用到 ODU₄。
- c) 配置业务 1 在 OTN 网络中的路径为 NE1←①→NE2←→NE3，在 NE3 业务接口处环回，修改业务 2 在 OTN 网络中的路径为 NE1←②→NE2←→NE3，在 NE3 业务接口处环回，检查业务 1 和 2 是否正常工作。
- d) 修改业务 1 在 OTN 网络中的路径为 NE1←②→NE2，在 NE2 业务接口处环回，检查业务 1 是否正常工作，是否对于已有业务 2 产生影响。
- e) 拔掉被测 NE2 和 NE3 之间的连纤，检查业务 1 是否受影响。

7.1.3.4 预期结果

ODU_k 和 ODU_j 可以同时映射到 ODU_m 中 ($m > k, j$)。

7.1.4 2.5G 以下业务混合满容量接入能力测试

7.1.4.1 测试目的

测试 2.5G 支路板卡的多业务接入能力。

7.1.4.2 测试配置

测试配置如图 20 所示。

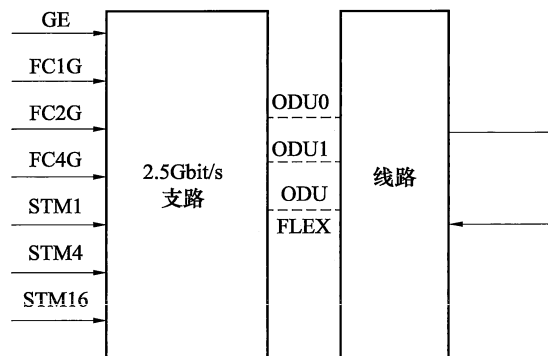


图 20 2.5Gbit/s 支路板卡多业务接入能力测试配置

7.1.4.3 测试步骤

测试步骤如下：

- 按图 20 所示连接好测试配置，根据客户侧业务接入类型连接相应的业务分析仪。
- 配置 FE、GE、FC100、FC200、FC400、STM1、STM4、STM16 业务在同一个 2.5G 支路板上。
- 接上业务分析仪，检查业务是否能同时通。
- 拔掉线路板光纤，业务中断，插回光纤，业务能恢复正常。

7.1.4.4 预期结果

同一个支路板卡可以同时接入 2.5Gbit/s 以下速率的任意业务颗粒。

7.1.4.5 注意事项

同一个板卡配置所有支持的业务，能同时通业务。

7.2 业务保护功能

7.2.1 SNCP/I

7.2.1.1 测试目的

验证 OTN 设备的 SNCP/I 保护功能及其触发条件是否为 SM 段开销状态，要求保护倒换时间小于 50ms。

7.2.1.2 测试配置

测试配置如图 21 所示。

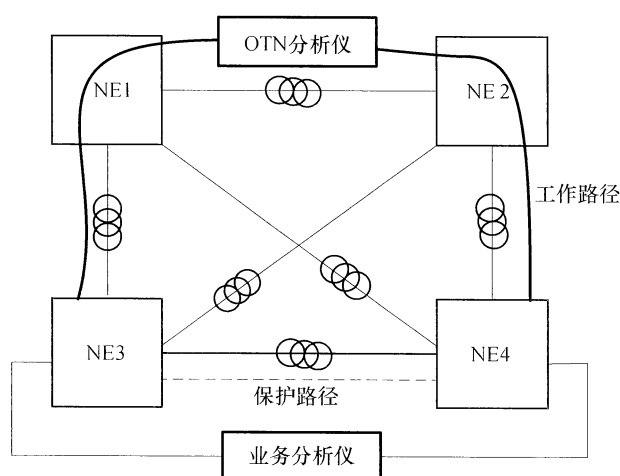


图 21 业务保护功能测试配置

7.2.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- 按图 21 所示连接好测试配置，图中实线为工作路径，虚线为保护路径。根据客户侧业务接入类型连接相应的业务分析仪，OTN 分析仪设置为穿通可介入模式，OTN 设备的 ODU_k (k=0,

- 1, 2, 2e, 3, 4) 保护倒换设置为可返回模式。
- b) 业务连接正常后, 启动业务分析仪 APS 测试功能。
- c) 通过 OTN 分析仪和拔纤等产生如下信号失效 (SF) 条件: LOS、OTUk_LOF、OTUk_LOM、OTUk_AIS、OTUk_TIM (ODUk_PM_AIS、ODUk_PM_LCK、ODUk_PM_OCI、ODUk_PM_TIM 等, 仅在存在复用结构时适用) 等, 记录业务受损时间, 并从网管上检查业务保护倒换状态。
- d) 通过 OTN 分析仪产生如下信号劣化 (SD) 条件: OTUk_DEG (ODUk_PM_DEG, 仅在存在复用结构时适用) 等, 记录业务受损时间, 并从网管上检查业务保护倒换状态。
- e) 通过网管执行人工倒换和强制倒换, 记录业务受损时间。
- f) SNCP/I 保护倒换修改为不可返回模式, 重复步骤 b) ~e)。

7.2.1.4 预期结果

SNCP/I 保护倒换触发条件为 SM 层告警, 且保护倒换时间小于 50ms。

7.2.1.5 注意事项

注意事项如下:

- a) 测试时, ODU0/1/2/2e/3/4 颗粒均需要测试, 每种颗粒配置相对应的 STM-N、GE、10GE 等业务即可。
- b) 在测试步骤 c) 和 d) 中的复用结构所导致的触发倒换条件仅对于被复用的 ODUk 适用, 例如从 ODU1 复用到 ODU2, 仅对于 ODU1 适用。
- c) 对于双向倒换的配置, 应同时监视反方向业务的倒换受损时间。
- d) 对于其他触发条件不应发生倒换动作。

7.2.2 SNCP/N

7.2.2.1 测试目的

验证 OTN 设备的 SNCP/N 保护功能及其触发条件为 SM、PM 段开销状态, 要求保护倒换时间小于 50ms。

7.2.2.2 测试配置

测试配置如图 21 所示。

7.2.2.3 测试步骤

测试步骤如下:

- a) 按图 21 所示连接好测试配置, 根据客户侧业务接入类型连接相应的业务分析仪, OTN 分析仪设置为穿通可介入模式, OTN 设备的 ODUk (k=0, 1, 2, 2e, 3, 4) 保护倒换设置为可返回模式。
- b) 业务连接正常后, 启动业务分析仪 APS 测试功能。
- c) 通过 OTN 分析仪和拔纤等产生如下信号失效 (SF) 条件: LOS、OTUk_LOF、OTUk_LOM、OTUk_AIS、OTUk_TIM、ODUk_TCMn_OCI、ODUk_TCMn_LCK、ODUk_TCMn_AIS、ODUk_TCMn_TIM、ODUk_TCMn_LTC、ODUk_LOFLOM、ODUk_PM_AIS、ODUk_PM_LCK、ODUk_PM_OCI、ODUk_PM_TIM 等, 记录业务受损时间, 并从网管上检查业务保护倒换状态。
- d) 通过 OTN 分析仪产生如下信号劣化 (SD) 条件: OTUk_DEG、ODUk_PM_DEG、ODUk_TCMn_DEG 等, 记录业务受损时间, 并从网管上检查业务保护倒换状态。

- e) 通过网管执行人工倒换和强制倒换，记录业务受损时间。
- f) OTN 设备 ODUk SNCP/N 保护倒换修改为不可返回模式，重复步骤 b) ~e)。

7.2.2.4 预期结果

SNCP/N 保护倒换触发条件为 SM、PM 层告警，且保护倒换时间小于 50ms。

7.2.2.5 注意事项

注意事项如下：

- a) 测试时，ODU0/1/2/2e/3/4 颗粒均需要测试，每种颗粒配置相对应的 STM-N、GE、10GE 等业务即可。
- b) 在测试步骤 c) 和 d) 中的复用结构所导致的触发倒换条件仅对于被复用的 ODUk 适用，例如从 ODU1 复用到 ODU2，仅对于 ODU1 适用。
- c) 对于双向倒换的配置，应同时监视反方向业务的倒换受损时间。
- d) 对于其他触发条件不应发生倒换动作。

7.2.3 OMSP 保护

7.2.3.1 测试目的

验证 OTN 设备的光层复用段保护功能，要求保护倒换时间小于 50ms。

7.2.3.2 测试配置

测试配置如图 22 所示。

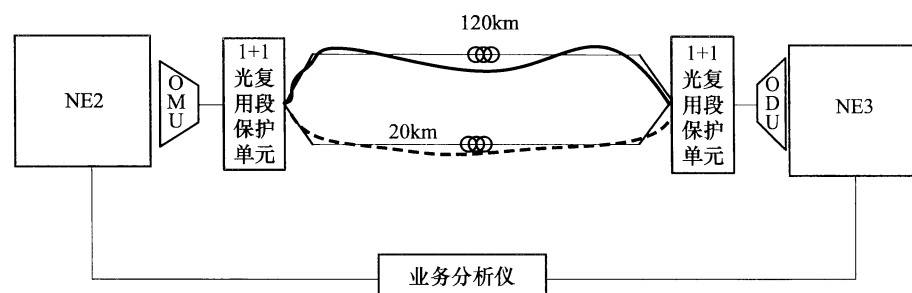


图 22 OMSP 保护测试配置

7.2.3.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 22 所示连接好测试配置，图中实线为工作路径，虚线为保护路径。根据客户侧业务接入类型连接相应的业务分析仪。
- b) 业务连接正常后，启动业务分析仪 APS 测试功能。
- c) 分别制造拔纤、拔插光层单板等故障以及网管人工倒换、强制倒换等操作，记录业务受损时间，若系统支持返回模式，则同时记录返回时间。

7.2.3.4 预期结果

被测设备支持 OMSP 保护倒换功能，且保护倒换时间小于 50ms。

7.2.3.5 注意事项

测试时，ODU0/1/2/2e/3/4 颗粒均需要测试，每种颗粒配置相对应的 STM-N、GE、10GE 等业务即可。

7.2.4 多层保护

7.2.4.1 测试目的

验证 OTN 设备电层 SNCP 保护和光层复用段保护组成的混合协同保护功能，保护倒换时间小于 50ms。

7.2.4.2 测试配置

测试配置如图 23 所示。

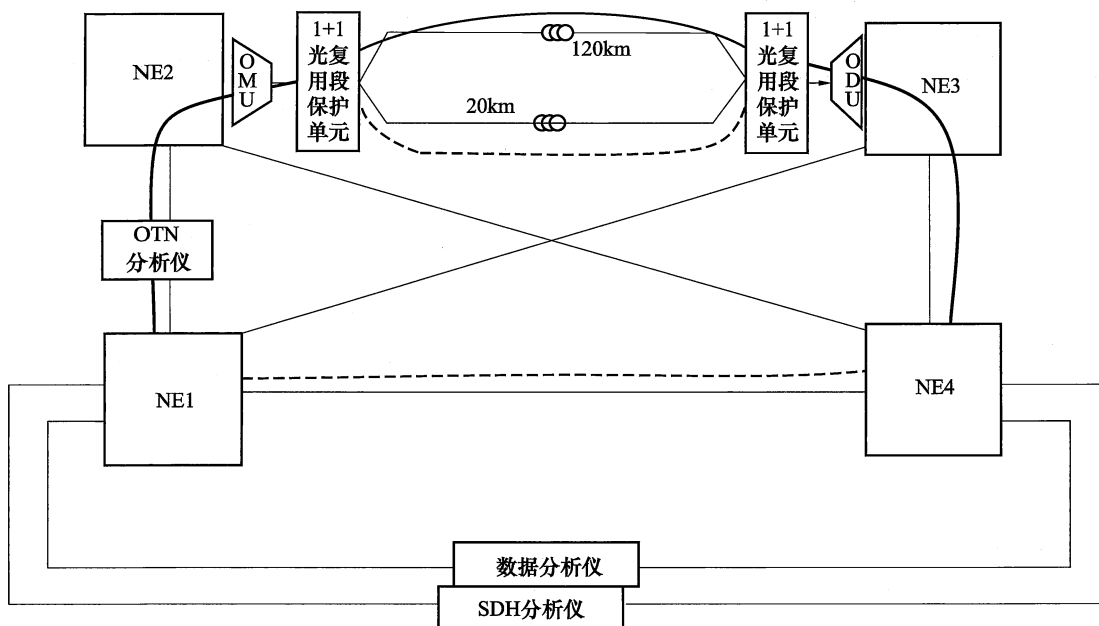


图 23 多层保护测试配置

7.2.4.3 测试步骤

测试步骤如下：

- 按图 23 所示连接好测试配置，图中实线为工作路径，虚线为保护路径。OTN 节点 2-3 配置光复用段 1+1 OMSP 保护，节点 1-4 配置业务的 SNCP/N 保护，主用路径为 NE1-NE2-NE3-NE4。
- 通过 OTN 分析仪和拔纤等产生如下信号失效（SF）条件：LOS、OTUk_LOF、OTUk_LOM、OTUk_AIS、OTUk_TIM、ODUk_TCMn_OCI、ODUk_TCMn_LCK、ODUk_TCMn_AIS、ODUk_TCMn_TIM、ODUk_TCMn_LTC、ODUk_LOFLOM、ODUk_PM_AIS、ODUk_PM_LCK、ODUk_PM_OCI、ODUk_PM_TIM 等，记录业务受损时间，并从网管上检查业务保护倒换状态。
- 节点 3-4 之间拔纤，记录业务的倒换次数和中断时间。
- 通过网管执行人工倒换和强制倒换等，记录业务的倒换次数和受损时间。
- 若 OTN SNCP 保护支持拖延时间等功能，设定相应拖延时间后重复步骤 b) ~d)。

7.2.4.4 预期结果

被测设备支持 SNCP/N 保护和光层复用段保护组成的混合协同保护功能，支持 SNCP 保护拖延时间

设置功能，且保护倒换时间小于 50ms。

7.2.4.5 注意事项

注意事项如下：

- 若为双向倒换，则仪表双向连接业务进行测试。
- 本功能仅配置 STM-64 业务进行测试，与基于 ODU2 的 SNCP/N 保护一起测试。

7.3 长距离传输系统性能

单厂家长距离传输包括单跨、 $N \times 35\text{dB}$ 、 $N \times 40\text{dB}$ 、 $N \times 45\text{dB}$ 极限传输距离等场景（极限传输距离的基本准应满足 YD/T 1960—2009 要求），波分侧收端 OSNR 大于或等于背靠背 OSNR+5dB 作为长期误码条件和系统验收指标，同时，增加各个长距离传输场景的 OSC 性能验证，具体测试方法详见 6.6 节；其测试配置分别如图 24~图 26 所示。

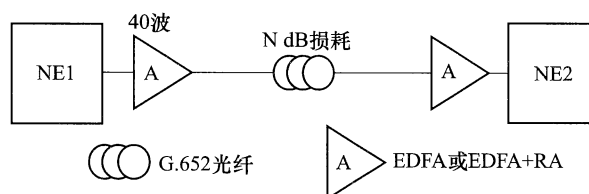


图 24 场景一：单跨极限传输距离测试配置

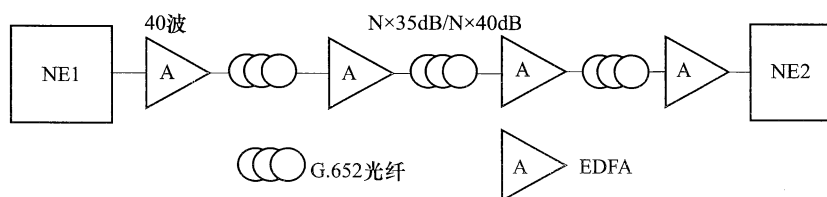


图 25 场景二： $N \times 35\text{dB}/N \times 40\text{dB}$ 传输距离测试配置

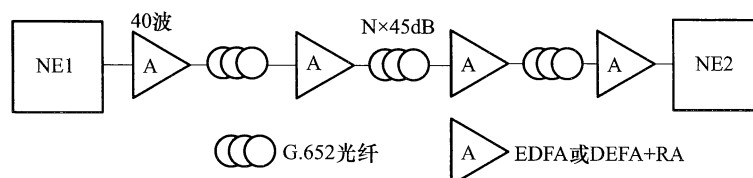


图 26 场景三： $N \times 45\text{dB}$ 传输距离测试配置

具体配置要求如下：

- 单向波长为 40 波满波配置。
- 配置测试必需的长距离光纤、跳纤、合分波器、控制盘、电源盘、光放大器、色散补偿模块、衰减器等。
- 长距离光纤配置以尽可能接近 35、40、45dB 为原则，少量差额可以使用光衰减器补足，但是该差额不应大于或等于 4dB。
- 不同测试场景配置对应的光放大器组合。
 - 场景一：可选择常规 EDFA、高功率 EDFA、后向拉曼+EDFA、前向拉曼+EDFA+后向拉曼四种配置，分别测试各项系统指标。
 - 场景二：配置 $N \times 35\text{dB}$ 、 $N \times 40\text{dB}$ 的跨段损耗分别配置常规 EDFA、高功率 EDFA 的系统，分别测试各项系统指标。
 - 场景三：配置 $N \times 45\text{dB}$ 的跨段损耗配置后向拉曼+EDFA 的系统，测试各项系统指标。

- 4) 根据实际需求, 可以选择 $N \times 35\text{dB}$ 、 $N \times 40\text{dB}$ 、 $N \times 45\text{dB}$ 极限传输距离等场景的长距传输系统性能测试。

7.3.1 MPI-S 单通路发送功率及功率差

7.3.1.1 测试目的

测试 MPI-S 单通路发送功率及功率差是否满足规范要求, 即分别检验图 24~图 26 三种测试场景与标准的符合性, 在 MPI-S 点测试每一波光功率值, 其中最大光功率值与最小光功率值的差即为功率差。

7.3.1.2 测试配置

测试配置如图 27 所示。

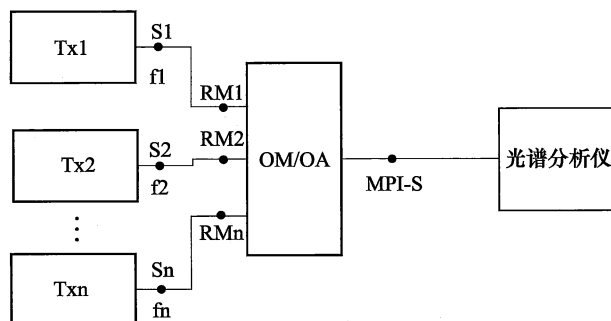


图 27 MPI-S 单通路发送功率及功率差测试配置

7.3.1.3 测试步骤

测试步骤如下:

- 按图 27 所示连接好测试配置, 设置光谱分析仪的等效滤波器带宽为 0.1nm 。
- 调整光谱分析仪的显示波长范围, 将需要测试的通路波长显示在屏幕的中间。
- 将光标定位在波长脉冲的峰值处, 根据仪表的数字显示, 记录下该波长的光功率值。
- 重复 b)、c) 步骤, 测试并记录另外多路通路的输出光功率, 最大功率与最小功率之差即为单通路功率差。

7.3.1.4 预期结果

10Gbit/s OTN 系统参数满足 YD/T 1960—2009 第 6 章的要求, 100Gbit/s OTN 系统参数满足 YD/T 2485—2013 第 6 章的要求。

7.3.1.5 注意事项

拉曼光放大器的泵浦功率须小于 $+29\text{dBm}$ 。

7.3.2 MPI-S/S' 总发送功率

7.3.2.1 测试目的

验证 MPI-S/S' 点的总发送功率是否满足规范要求, 即分别检验图 24~图 26 三种测试场景与标准的符合性。

7.3.2.2 测试配置

测试配置如图 28 所示。

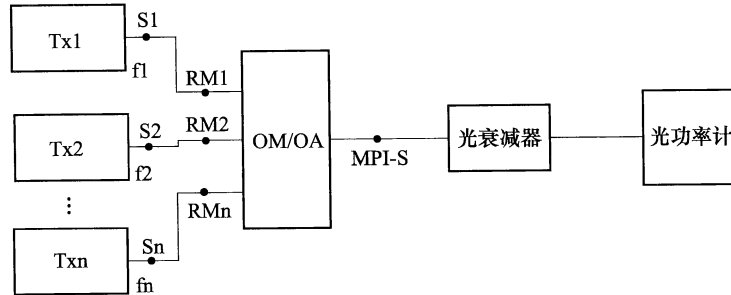


图 28 MPI-S/S' 总发送功率测试配置

7.3.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 28 所示连接好测试配置。
- b) 选择合适的光衰减器，使光功率计的输入功率处于它的动态范围内。
- c) 待光功率计的读数稳定之后，读出功率值。

7.3.2.4 预期结果

10Gbit/s OTN 系统参数满足 YD/T 1960—2009 第 6 章的要求，100Gbit/s OTN 系统参数满足 YD/T 2485—2013 第 6 章的要求。

7.3.2.5 注意事项

测试前检查光功率计尾纤端面的清洁度，并确保尾纤无严重弯曲。

7.3.3 MPI-R 单通路接收功率及功率差

7.3.3.1 测试目的

验证 MPI-R 点单通路接收功率及功率差是否满足规范要求，即分别检验图 24~图 26 三种测试场景与标准的符合性，在 MPI-R 点测试每一波光功率值，其中最大光功率值与最小光功率值的差即为功率差。

7.3.3.2 测试配置

测试配置如图 29 所示。

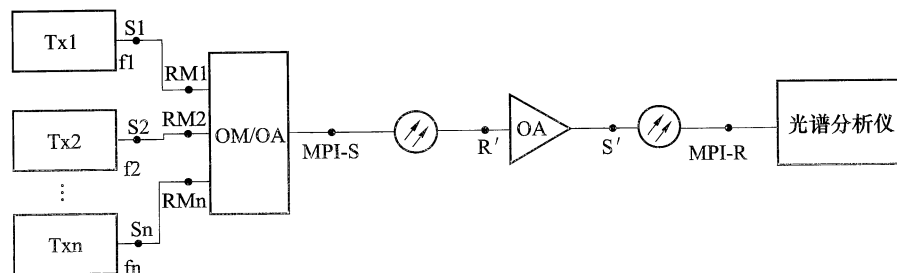


图 29 MPI-R 单通路接收功率及功率差测试配置

7.3.3.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 29 所示连接好测试配置，设置光谱分析仪的噪声等效带宽为 0.1nm。
- b) 调整光谱分析仪的显示波长范围，将需要测试的通路波长显示在屏幕的中间。
- c) 将光标定位在波长脉冲的峰值处，根据仪表的数字显示，记录下该波长的光功率值。
- d) 重复 b)、c) 步骤，测试并记录其他各通路的输入光功率，最大功率与最小功率之差即为单通路功率差。

7.3.3.4 预期结果

10Gbit/s OTN 系统参数满足 YD/T 1960—2009 第 6 章的要求，100Gbit/s OTN 系统参数满足 YD/T 2485—2013 第 6 章的要求。

7.3.3.5 注意事项

测试前检查光功率计尾纤端面的清洁度，并确保尾纤无严重弯曲。

7.3.4 MPI-R/R'总接收功率

7.3.4.1 测试目的

测试 MPI-R/R'点的总发送功率是否满足规范要求，即分别检验图 24～图 26 三种测试场景与标准的符合性。

7.3.4.2 测试配置

测试配置如图 30 所示。

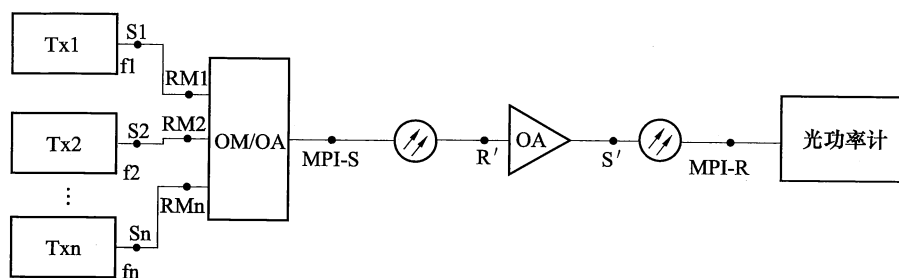


图 30 MPI-R/R'总接收功率测试配置

7.3.4.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 30 所示连接好测试配置。
- b) 待光功率计的读数稳定之后，读出功率值。

7.3.4.4 预期结果

10Gbit/s OTN 系统参数满足 YD/T 1960—2009 第 6 章的要求，100Gbit/s OTN 系统参数满足 YD/T 2485—2013 第 6 章的要求。

7.3.4.5 注意事项

测试前检查光功率计尾纤端面的清洁度，并确保尾纤无严重弯曲。

7.3.5 MPI-R/Rn 单通路 OSNR

7.3.5.1 测试目的

测试 MPI-R/Rn 点的单通路 OSNR 是否满足系统要求，即分别检验图 24~图 26 三种测试场景与标准的符合性。测试时，取短波长、中波长、长波长各 3 块 OTU 分别测试背靠背 OSNR 容限，取其 9 个背靠背 OSNR 容限值的平均值即为系统背靠背 OSNR 容限值。

7.3.5.2 测试配置

测试配置如图 31 所示。

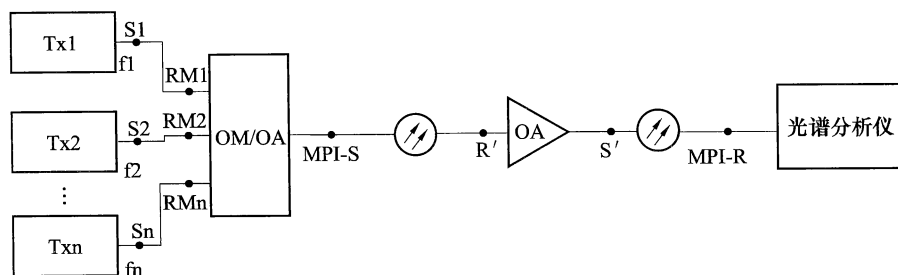


图 31 MPI-R/Rn 单通路 OSNR 测试配置

7.3.5.3 测试步骤

测试步骤如下：

- 按图 31 所示连接好测试配置，设置光谱分析仪的噪声等效带宽为 0.1nm。
- 调整光谱分析仪的显示波长范围，将需要测试的通路波长和 ASE 噪声的功率显示在屏幕的中间。
- 将光标定位在需测试的通路波长脉冲的峰值处，根据仪表的数字显示，记录下该波长的光功率值。
- 在中心波长左右 $\Delta\lambda$ 处测得一个左边带 ASE 噪声值和一个右边带 ASE 噪声值， $\Delta\lambda = (\text{通路间隔}/2)$ ，将两个值平均即得该处 ASE 噪声功率。
- c) 和 d) 步骤测得的两个光功率值（单位为 dBm）的差值即为该处的光信噪比。
- 重复 b) ~e) 步骤，测试并记录其他通路的光信噪比。

7.3.5.4 预期结果

10Gbit/s OTN 系统参数满足 YD/T 1960—2009 第 6 章的要求，100Gbit/s OTN 系统参数满足 YD/T 2485—2013 第 6 章的要求。

7.3.5.5 注意事项

10G 系统可以使用光谱仪表带内 OSNR 测试方法，40G/100G 系统采用积分法测试 OSNR。

7.3.6 通道 OSNR 代价

7.3.6.1 测试目的

测试通道 OSNR 代价是否满足规范要求，即分别检验图 24~图 26 三种测试场景与标准的符合性。

7.3.6.2 测试配置

测试配置如图 32 所示。

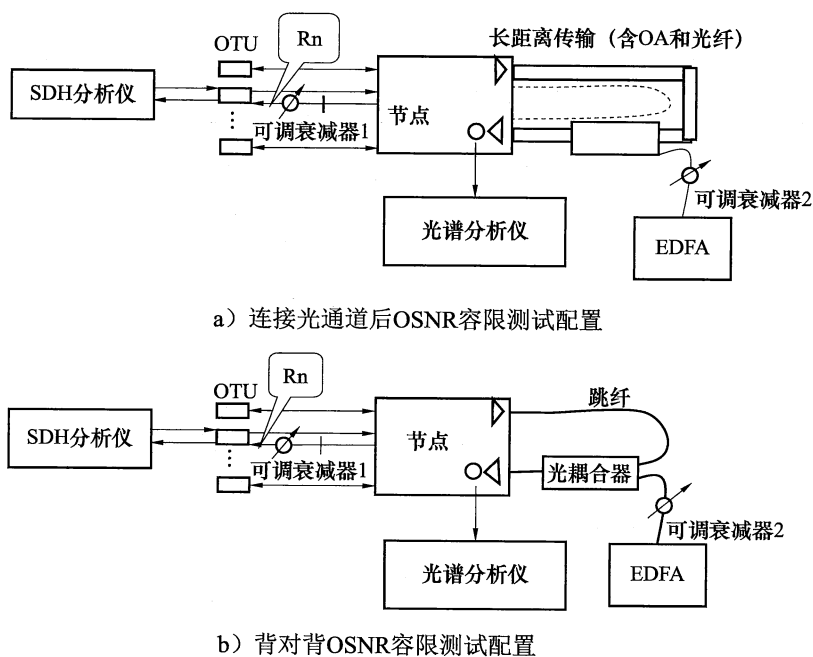


图 32 通道 OSNR 代价测试配置

7.3.6.3 测试步骤

测试步骤如下：

- 按图 32 所示连接好测试配置。
- 测试并记录系统正常工作时在 S_{dn} 处的功率值 P_1 (dBm)。
- 调节可调衰减器 2，记录 SDH 分析仪误码率分别为 1E-7、1E-8、1E-9 和 1E-10 时线路 PA 之后的不同 OSNR 值 (S_{dn} 处的功率值保持为 P_1)，利用外推法得到 OTU 在 R_n 处的 OSNR 容限值 O_s (1E-12)。
- 线路直接修改为跳纤直连，调节可调衰减器 2，记录 SDH 分析仪误码率分别为 1E-7、1E-8、1E-9 和 1E-10 时线路 PA 之后的不同 OSNR 值 (S_{dn} 处的功率值保持为 P_1)，利用外推法得到 OTU 在 R_n 处的 OSNR 灵敏度值 O_b (1E-12)。
- 通道 OSNR 代价则为 $O_s - O_b$ (dB)。

7.3.6.4 预期结果

10Gbit/s OTN 系统参数满足 YD/T 1960—2009 第 6 章的要求，100Gbit/s OTN 系统参数满足 YD/T 2485—2013 第 6 章的要求。

7.3.6.5 注意事项

通道 OSNR 代价应该覆盖系统中的短波长、中波长、长波长。

7.3.7 跨段损耗

7.3.7.1 测试目的

分别检验图 24~图 26 三种测试场景的跨段损耗是否符合规范要求。

7.3.7.2 测试配置

测试配置如图 24~图 26 所示。

7.3.7.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 24~图 26 所示连接好测试配置。
- b) 使用光时域反射分析仪，逐段测试光纤长度。
- c) 利用光纤长度计算传输损耗。

7.3.7.4 预期结果

10Gbit/s OTN 系统参数满足 YD/T 1960—2009 第 6 章的要求，100Gbit/s OTN 系统参数满足 YD/T 2485—2013 第 6 章的要求。

7.3.7.5 注意事项

光时域反射分析仪光源选择 1550nm 波长窗口。

7.3.8 业务长期性能

7.3.8.1 测试目的

分别检验图 24~图 26 三种测试场景的业务长期性能，分别验证 SDH 业务和以太网业务的长期性能，24h 内应该无误码出现。

7.3.8.2 测试配置

测试配置如图 24~图 26 所示，在网元 NE1 和 NE2 两端同时挂 SDH 分析仪和数据网络分析仪。

7.3.8.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 24~图 26 所示连接好测试配置。
- b) 分别配置 STM-1/4/16/64 业务，业务正常接通后，启动长期 BER 测试。
- c) 分别配置 GE/10GE 业务，业务应正常接通，启动长期丢包率测试。

7.3.8.4 预期结果

24h 长期 BER 测试无误码，以太网业务无丢包。

7.3.9 以太业务系统性能

7.3.9.1 测试目的

分别检验图 24~图 26 三种测试场景的以太业务系统性能，基于 IETF RFC 2544 规范的以太网性能参数包括吞吐量、时延、过载丢包率。

7.3.9.2 测试配置

测试配置如图 24~图 26 所示。

7.3.9.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 24~图 26 所示连接好测试配置。
- b) 配置数据网络分析仪，启动 IETF RFC 2544 性能测试。

7.3.9.4 预期结果

设备满载的情况下，以太网端口的吞吐量应达到 100%；时延不大于 100 μ s（64byte 长数据帧）；过载丢包率为 0.01%。

7.3.9.5 注意事项

时延测试结果结合物理光纤长度综合分析。

7.3.10 自动功率均衡

7.3.10.1 测试目的

分别检验图 24~图 26 三种测试场景的自动功率均衡功能。

7.3.10.2 测试配置

测试配置如图 24~图 26 所示。

7.3.10.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 24~图 26 所示连接好测试配置，在收端连接光谱分析仪。
- b) 设定标准光功率曲线，启用功率均衡调节。
- c) 改变光通路损耗，监视光功率曲线变化。

7.3.10.4 预期结果

光放大器应支持对波分接口各通道的光功率进行自动检测与调节，保持各通道光功率的平坦性；当某一段线路衰减变化时，放大器输出光功率保持不变。

7.3.11 系统抖动

7.3.11.1 测试目的

测试数字信号的特定时刻相对其理想参考时间位置的短时间偏离，验证输出抖动、输入抖动容限等参数是否满足规范要求。

7.3.11.2 测试配置

测试配置如图 24~图 26 所示。

7.3.11.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 24~图 26 所示连接好测试配置，在节点两侧连接 SDH 分析仪。
- b) 分别配置 STM-1/STM-4 (VC-4-4C) /STM-16 (VC-4-16C) /STM-64 (VC-4-64C) 业务，业务应正常接通。
- c) 配置正确的输入抖动模板，启动输入抖动容限和输出抖动测试，记录测试结果。

7.3.11.4 预期结果

抖动指标应符合 YD/T 1060、YD/T 1274 和 YD/T 1991 规定的抖动模板要求。

8 设备可靠性测试

8.1 电源 1+1 保护

8.1.1 测试目的

验证设备主用电源异常时，能否自动启用备用电源，且业务不会出现误码。

8.1.2 测试配置

测试配置如图 33 所示。

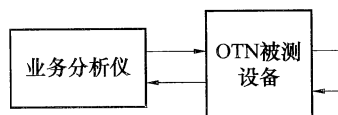


图 33 设备可靠性测试配置

8.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 33 所示连接好测试配置。
- b) 当设备正常运行时，构建主电源发生故障，业务分析仪应无任何告警和误码。
- c) 对系统所有设备全部下电（包含光层和电层设备）后重新上电，业务应能在无需人工干预的条件下自行恢复，并记录设备上电到业务无误码的业务恢复时间。

8.1.4 预期结果

电源 1+1 保护正常工作，主用电源切换到备用电源时，业务应不受影响、无误码。

8.2 交叉单元保护

8.2.1 测试目的

验证设备交叉矩阵的热备份功能，在业务正常的情况下，部分交叉单元故障后，业务应正常无误码。

8.2.2 测试配置

测试配置如图 33 所示。

8.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 33 所示连接好测试配置。
- b) 通过仪表监测业务信号正常。
- c) 通过拔主用板或制造其他交叉单元故障的方式，验证交叉矩阵的倒换对业务的影响。
- d) 拔掉主用板或备用板，检查对业务的影响。

8.2.4 预期结果

交叉 1+1 保护正常工作，主用交叉切换到备用交叉单元时，业务应不受影响、无误码。

8.2.5 注意事项

记录交叉单元实现交叉保护的方式。

8.3 时钟保护单元

8.3.1 测试目的

验证主备时钟切换不会对业务有损伤。

8.3.2 测试配置

测试配置如图 33 所示。

8.3.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 33 所示连接好测试配置。
- b) 通过仪表监测业务信号正常。
- c) 通过拔主用时钟板或制造其他时钟单元故障的方式，验证时钟保护单元切换对业务的影响。
- d) 拔掉主用时钟板和备用时钟板，检查业务受损情况。

8.3.4 预期结果

时钟 1+1 保护正常工作，主用时钟板切换到备用时钟板时，业务应不受影响、无误码。

8.3.5 注意事项

记录时钟保护单元实现时钟保护的方式。

8.4 主控保护单元

8.4.1 测试目的

验证主控单元主备之间相互倒换对业务无影响。

8.4.2 测试配置

测试配置如图 33 所示。

8.4.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 33 所示连接好测试配置。
- b) 通过仪表监测业务信号正常。
- c) 通过拔主用主控板或其他制造主控单元故障的方式，验证主控保护单元切换对业务的影响。
- d) 拔掉主用主控板和备用主控板，检查业务受损情况。

8.4.4 预期结果

主控 1+1 保护正常工作，主用主控单元切换到备用主控时，业务应不受影响、无误码。

9 设备网管测试

9.1 网管系统一般要求功能验证

具体测试方法详见 YD/T 2148—2010 第 11.1 节。

9.2 网元管理功能验证

网元管理功能包括故障告警、性能管理、配置管理及安全管理，具体测试方法详见 YD/T 2148—2010 第 11.2 节。

9.3 子网管理功能验证

具体测试方法详见 YD/T 2148—2010 第 11.3 节。

9.4 DCN 管理功能验证

具体测试方法详见 YD/T 2148—2010 第 11.4 节。

9.5 北向接口

检验北向接口是否基于 CORBA 2.3 以上（含）版本或 TCP/IP 码流技术实现，支持多个 NMS 的接口交互能力；当输入非法数据报错时，并不会因为输入非法数据导致接口故障，且在测试期间接口应稳定运行，另厂商网管模拟告警风暴，5min 有 1.5 万条告警。

检验北向接口应支持公共管理功能、配置管理功能、故障管理功能、性能管理功能、维护管理等功能，具体参数详见附录 A。

10 控制平面测试（可选）

10.1 控制平面连接管理功能

具体测试方法详见 YD/T 2148—2010 第 12.1 节。

10.2 路由功能

具体测试方法详见 YD/T 2148—2010 第 12.2 节。

10.3 自动发现和链路管理功能验证

具体测试方法详见 YD/T 2148—2010 第 12.3 节。

10.4 基于控制平面的保护恢复测试

具体测试方法详见 YD/T 2148—2010 第 12.4 节。

11 互联互通测试

11.1 基于 OTUk 互联的业务互通测试

11.1.1 STM-N 业务互通

11.1.1.1 测试目的

测试 STM-N 通过域间 OTUk 接口互通，验证异厂家标准 OTUk NNI 接口的互通能力。

11.1.1.2 测试配置

测试配置如图 34 所示。

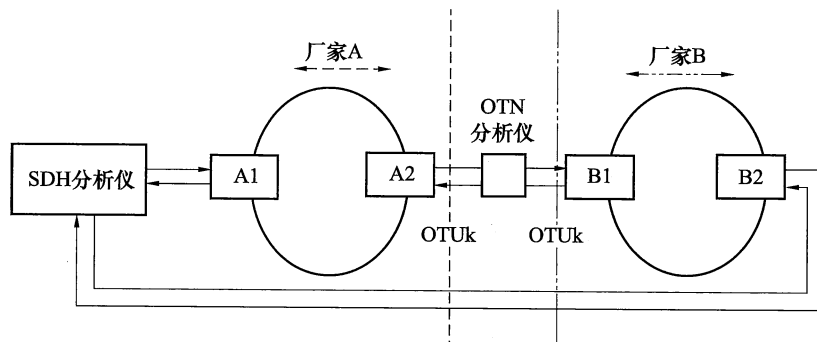


图 34 STM-N 业务互通测试配置

11.1.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- 按图 34 所示连接好测试配置，将 OTN 仪表设置为直通模式。
- 厂家 A 和厂家 B 之间采用完全标准化的 OUT2 接口进行连接。
- 配置节点 A1 到节点 A2、节点 B1 到节点 B2 的 STM-64 业务，检验该业务通过域间互联的 OUT2 接口是否可以互通（STM-64—OPU2—ODU2—OUT2），即查看 SDH 仪表是否有告警和误码，

查看并记录直通模式的 OTN 仪表是否有告警。

- d) 删掉 STM-64 业务，配置节点 A1 到节点 A2、节点 B1 到节点 B2 的 1 条 STM-16 业务，检验该业务通过域间互联接口是否可以互通 [STM-16—OPU1—ODU1 (×4) —OPU2—ODU2—OUT2]，即查看 SDH 仪表是否有告警和误码，查看并记录直通模式的 OTN 仪表是否有告警。
- e) 厂家 A 和厂家 B 之间采用完全标准化的 OUT1 接口进行连接。
- f) 配置节点 A1 到节点 A2、节点 B1 到节点 B2 的 STM-16 业务，检验该业务通过域间互联的 OUT1 接口是否可以互通 (STM-16—OPU1—ODU1—OUT1)，即查看 SDH 仪表是否有告警和误码，查看并记录直通模式的 OTN 仪表是否有告警。

11.1.1.4 预期结果

STM-N 通过域间 OTUk 接口业务可以互通。

11.1.1.5 注意事项

通过白光 OTUk 接口互联。

11.1.2 GE 业务互通 (可选)

11.1.2.1 测试目的

验证异厂家 GE 相同封装方式的互通能力。

11.1.2.2 测试配置

测试配置如图 35 所示。

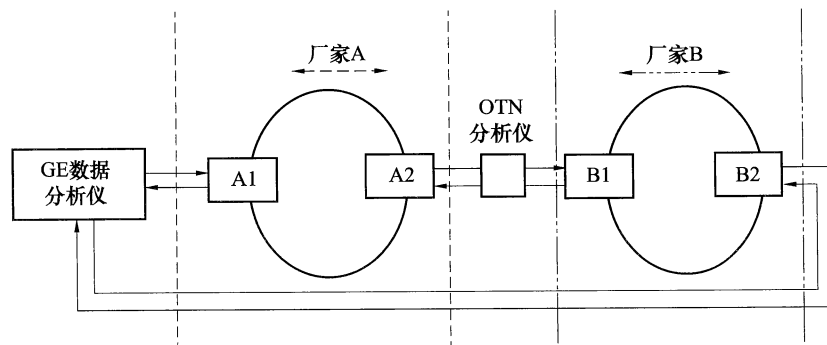


图 35 GE 封装方式互通测试配置

11.1.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 35 所示连接好测试配置，OTN 分析仪设置为直通方式。
- b) 厂家 A 和厂家 B 之间采用完全标准化的 OUT1 接口进行连接。
- c) 配置节点 A1 到节点 A2、节点 B1 到节点 B2 的 2×GE 业务，检验该业务采用不同的映射方式通过域间互联的 OUT1 接口是否可以互通，即查看 GE 仪表是否有丢包，查看并记录直通模式的 OTN 仪表是否有告警。
- d) 厂家 A 和厂家 B 之间采用完全标准化的 OUT2 接口进行连接。
- e) 配置节点 A1 到节点 A2、节点 B1 到节点 B2 的 2×GE 业务，检验该业务采用不同的映射方式

通过域间互联的 OUT2 接口是否可以互通，即查看 GE 仪表是否有丢包，查看并记录直通模式的 OTN 仪表是否有告警。

11.1.2.4 预期结果

GE 通过域间 OTUk 接口业务可以互通。

11.1.3 10GE WAN 业务互通

11.1.3.1 测试目的

验证异厂家 10GE WAN 相同封装方式的互通能力。

11.1.3.2 测试配置

测试配置如图 36 所示。

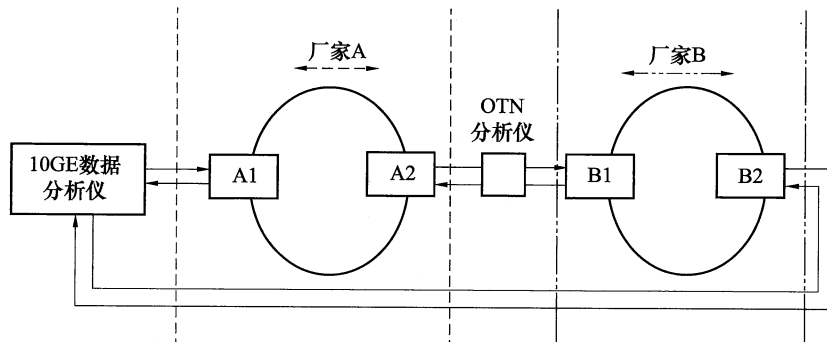


图 36 10GE WAN 封装方式互通测试配置

11.1.3.3 测试步骤

测试步骤如下：

- 按图 36 所示连接好测试配置，OTN 分析仪设置为直通方式。
- 厂家 A 和厂家 B 之间采用完全标准化的 OUT2 接口进行连接。
- 配置节点 A1 到节点 A2、节点 B1 到节点 B2 的 10GE WAN 业务，检验该业务通过域间互联的 OUT2 接口是否可以互通（10GE WAN—OPU2—ODU2—OUT2），即查看 SDH 仪表是否有告警和误码，查看并记录直通模式的 OTN 仪表是否有告警。

11.1.3.4 预期结果

10GE WAN 通过域间 OTUk 接口业务可以互通。

11.1.4 10GE LAN 业务互通

11.1.4.1 测试目的

验证异厂家 10GE LAN 相同封装方式的互通能力。

11.1.4.2 测试配置

测试配置如图 37 所示。

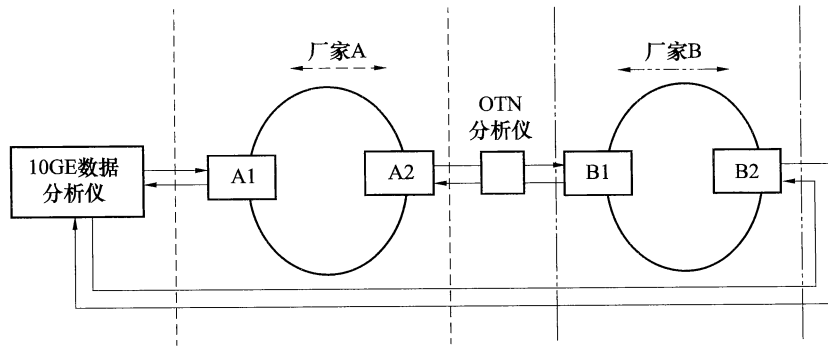


图 37 10GE LAN 封装方式互通测试配置

11.1.4.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 37 所示连接好测试配置，OTN 分析仪设置为直通方式。
- b) 厂家 A 和厂家 B 之间采用完全标准化的 OUT2 接口进行连接。
- c) 配置节点 A1 到节点 A2、节点 B1 到节点 B2 的 10GE LAN 业务，检验该业务采用标准映射方式通过域间互联的 OUT2 接口是否可以互通，查看数据仪表是否有告警和丢包，查看并记录直通模式的 OTN 仪表是否有告警。
- d) 厂家 A 和厂家 B 之间采用 OUT2e 接口进行连接，重复步骤 c)。

11.1.4.4 预期结果

10GE LAN 通过域间 OTUk 接口业务可以互通。

11.1.5 FC 业务互通

11.1.5.1 测试目的

测试异厂家 FC 相同封装方式的互通能力。

11.1.5.2 测试配置

测试配置如图 38 所示。

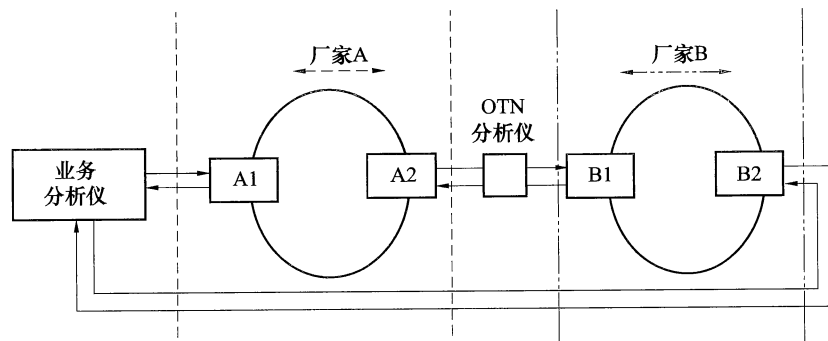


图 38 FC 封装方式互通测试配置

11.1.5.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 38 所示连接好测试配置，OTN 分析仪设置为直通方式。
- b) 厂家 A 和厂家 B 之间采用完全标准化的 OUT1 接口进行连接。
- c) 配置节点 A1 到节点 A2、节点 B1 到节点 B2 的 1GFC 业务，检验该业务采用相同映射方式通过域间互联的 OUT1 接口是否可以互通，即查看仪表是否有误码或告警，查看并记录直通模式的 OTN 仪表是否有告警。
- d) 厂家 A 和厂家 B 之间采用完全标准化的 OUT2 接口进行连接。
- e) 配置节点 A1 到节点 A2、节点 B1 到节点 B2 的 1GFC 或 10GFC 业务，检验该业务采用相同的映射方式通过域间互联的 OUT2 接口是否可以互通，即查看仪表是否有误码或告警，查看并记录直通模式的 OTN 仪表是否有告警。
- f) 厂家 A 和厂家 B 之间采用 OUT2e 接口进行连接，重复步骤 e)。

11.1.5.4 预期结果

FC 业务通过域间 OTUk 接口业务可以互通。

11.2 基于 ODUk 的 SNCP 保护互联互通测试

11.2.1 SNCP/I 保护互联互通测试

11.2.1.1 测试目的

验证基于 SNCP/I 保护的异厂家互通。

11.2.1.2 测试配置

测试配置如图 39 所示。

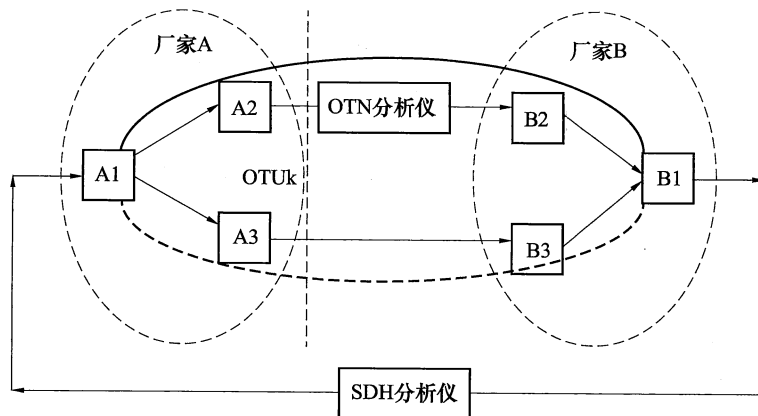


图 39 SNCP/I 保护互联互通测试配置

11.2.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 39 所示连接好测试配置，将 OTN 分析仪设置为直通模式。
- b) 配置 SNCP/I 保护的主用路径为 A1-A2-B2-B1，备用路径为 A1-A3-B3-B1，启动 SDH 分析仪，查看有无告警和误码。
- c) 启动 SDH 分析仪 APS 测试，在 A1-A2、A2-B2、B2-B1 之间分别拔纤，记录业务中断时间。
- d) 在 OTN 分析仪中分别插入 LOS、LOF、OUT-AIS、LOM、SM-BIP8、ODU-AIS、ODU-OCI、

ODU-LCK、PM-BIP8、比特随机误码等故障条件，记录测试结果。

- e) 分别在 A 厂家和 B 厂家执行网管人工倒换和强制倒换，记录测试结果。
- f) 若为可返回式，测试 WTR 设置是否有效和 WTR 时间度量是否准确。

11.2.1.4 预期结果

不同厂家的 SNCP/I 保护可以对接，倒换条件可以正常触发保护倒换，保护倒换时间小于 50ms。

11.2.1.5 注意事项

注意事项如下：

- a) 若为双向倒换，则 SDH 分析仪双向连接测试。
- b) 对于以太网业务和 FC 业务，用相对应仪表替换 SDH 分析仪同样进行测试。

11.2.2 SNCP/N 保护互联互通测试

11.2.2.1 测试目的

验证基于 SNCP/N 保护的异厂家互通。

11.2.2.2 测试配置

测试配置如图 40 所示。

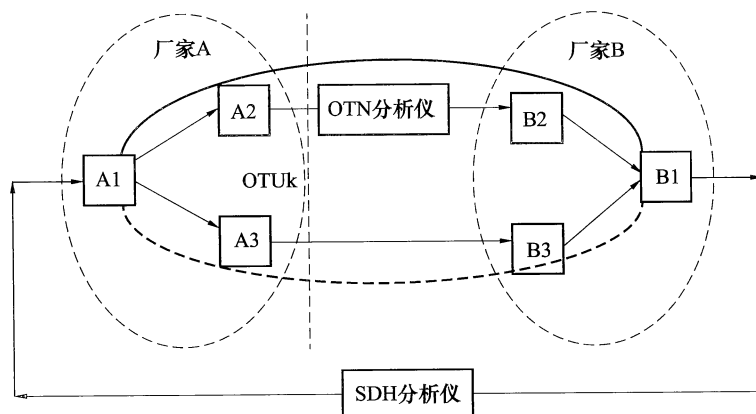


图 40 SNCP/N 保护互联互通测试配置

11.2.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 40 所示连接好测试配置，将 OTN 仪表设置为直通模式。
- b) 配置 SNCP/N 保护的主用路径为 A1-A2-B2-B1，备用路径为 A1-A3-B3-B1，启动 SDH 分析仪，查看有无告警和误码。
- c) 启动 SDH 分析仪 APS 测试，在 A1-A2、A2-B2、B2-B1 之间分别拔纤，记录业务中断时间。
- d) 在 OTN 分析仪中分别以此插入 LOS、LOF、OUT-AIS、LOM、SM-BIP8、ODU-AIS、ODU-OCI、ODU-LCK、PM-BIP8、比特随机误码等故障条件，记录测试结果。
- e) 分别在 A 厂家和 B 厂家执行网管人工倒换和强制倒换，记录测试结果。
- f) 若为可返回式，测试 WTR 设置是否有效和 WTR 时间度量是否准确。

11.2.2.4 预期结果

不同厂家的 SNCP/N 保护可以对接，倒换条件可以正常触发保护倒换，保护倒换时间小于 50ms。

11.2.2.5 注意事项

注意事项如下：

- a) 若为双向倒换，则 SDH 分析仪双向连接测试。
- b) 对于以太网业务、FC 业务同样进行测试。

12 时间同步测试

12.1 时间接口功能测试

12.1.1 时间输入/输出接口功能测试

12.1.1.1 测试目的

验证时间输入/输出接口是否支持 1PPS+ToD、IEEE 1588 PTP 接口等。

12.1.1.2 测试配置

测试配置如图 41 所示。

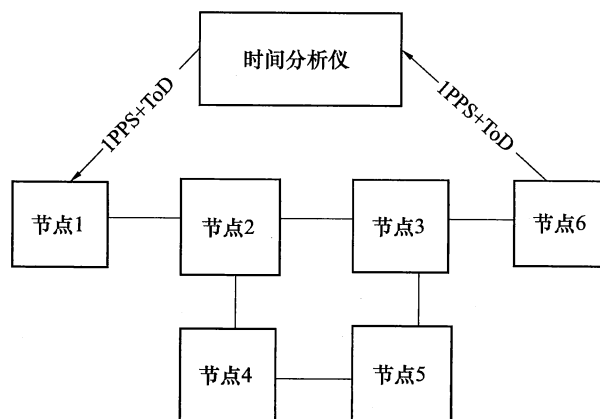


图 41 时间输入/输出接口功能测试配置

12.1.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 41 所示连接好测试配置。
- b) 配置被测设备（节点 1）的时钟为跟踪来自时间分析仪的时间输入信号（例如 1PPS）。
- c) 配置被测设备（节点 2、节点 3 和节点 6）的时钟通过线路跟踪来自被测设备（节点 1）的时间输入信号。
- d) 通过时间分析仪测试被测设备（节点 6）的时间输出信号精度（例如 1PPS），并记录被测设备支持的时间输入/输出接口种类。

12.1.1.4 预期结果

时间输入/输出接口支持 1PPS+ToD、IEEE 1588 PTP 接口。

12.1.2 1PPS+ToD 输出接口功能测试

12.1.2.1 测试目的

验证 1PPS+ToD 输出接口指标是否满足规范要求，比如：1PPS 信号的上升沿应小于 50ns，脉冲宽度应在 20ms~200ms 之间，ToD 波特率的范围默认为 9600 等。

12.1.2.2 测试配置

测试配置如图 41 所示。

12.1.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 41 所示连接好测试配置。
- b) 被测设备节点 1 接入来自时间分析仪的 1PPS 输入，节点 1 和节点 6 的时钟模型为 OC，其他节点配置时钟模型为 BC。
- c) 检查设备输出的 1PPS+ToD 输出物理接口应为 RJ45，利用数字示波器检查接口线序是否正确。
- d) 利用数字示波器检查 1PPS 信号的上升沿时间应小于 50ns，脉冲宽度应在 20ms~200ms 之间。
- e) 检查 ToD 波特率的设置范围，是否默认为 9600，通过数字示波器检查 ToD 信息应在 1PPS 上升沿 1ms 后开始传送，并在 500ms 内传完，检查 ToD 信息发送周期应为 1 次/s。

12.1.2.4 预期结果

1PPS+ToD 输出接口指标满足 YD/T 2397—2012 第 11.3.3 节要求。

12.1.3 ToD 协议测试

12.1.3.1 测试目的

验证 ToD 协议是否满足规范要求，比如：ToD 协议是否采用二进制方式进行编码，是否支持时间信息消息和时间状态消息两种消息类型，检查帧头、消息头、消息长度域、载荷域、帧校验序列域等方面内容，应与 YD/T 2397—2012 一致。

12.1.3.2 测试配置

测试配置如图 41 所示。

12.1.3.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 41 所示连接好测试配置。
- b) 被测设备节点 1 接入来自时间分析仪的 1PPS 输入，各节点配置为 BC 或 OC 模式。
- c) 通过时间分析仪抓取 ToD 帧，检查 OTN 设备的 ToD 协议是否采用二进制方式进行编码，是否支持时间信息消息和时间状态消息两种消息类型，检查帧头、消息头、消息长度域、载荷域、帧校验序列域等方面内容，并记录。

12.1.3.4 预期结果

ToD 协议应满足 YD/T 2397—2012 第 11.3.3 节要求。

12.2 PTP 基本功能测试

12.2.1 OC/BC 时钟模型测试

12.2.1.1 测试目的

验证设备是否支持 OC/BC 模型时钟。

12.2.1.2 测试配置

测试配置如图 41 所示。

12.2.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 41 所示连接好测试配置。
- b) 配置节点 1 和节点 6 的时钟模型为 OC，其他节点配置时钟模型为 BC。
- c) 设备上相连端口均启用 PTP 协议，配置设备 PTP 时钟状态算法均为 BMC 算法。
- d) 通过时间分析仪监测时钟在锁定情况下末端网元输出时间的稳定性。

12.2.1.4 预期结果

设备应支持 OC/BC 时钟模型。

12.2.2 端口时钟状态测试

12.2.2.1 测试目的

验证端口时钟状态方式以及 passive 状态和 slave 状态转换是否正确，时钟状态应包括 master、slave、passive、disabled、faulty、listening。

12.2.2.2 测试配置

测试配置如图 41 所示。

12.2.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 41 所示连接好测试配置。
- b) 配置被测设备（节点 1）的时钟为跟踪来自时间分析仪的时间输入信号（例如 1PPS），所有设备均设置为 BC 模式。
- c) 启用设备的 BMC 算法，节点 2 跟踪节点 1，环上各个设备自动逐级跟踪至节点 2，节点 3 的主用时间路径为节点 2→节点 3。
- d) 查看节点 5 各端口状态，其来自节点 4 的输入端口应为 slave 状态，来自节点 3 的输入端口应为 passive 状态。
- e) 将节点 2 和节点 3 互连端口上设置为 PTP disable，查看节点 5 端口状态，其来自节点 3 的输入

端口状态应从 *passive* 转换为 *master*；将节点 2 和节点 3 互连端口上设置为 PTP enable，查看节点 5 端口状态，其来自节点 3 的输入端口状态应从 *master* 转换为 *passive*。

- f) 断开节点 2 和节点 3 之间的连线，重新查看节点 3 各端口状态，其来自节点 2 的输入端口应为 *faulty* 状态，来自节点 5 的输入端口状态应从 *master* 转换为 *slave*。

12.2.2.4 预期结果

端口时钟状态能相互正确转换。

12.2.3 *slave_only* 功能测试

12.2.3.1 测试目的

验证设备是否具备 *slave_only* 功能。

12.2.3.2 测试配置

测试配置如图 41 所示。

12.2.3.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 41 所示连接好测试配置。
- b) 配置节点 1 和节点 2 的时钟模型为 OC，其余节点的时钟模型为 BC，设备上相连端口启用 PTP 协议。配置设备 PTP 时钟状态算法为 BMC 算法。节点 1 收仪表的 1PPS+ToD 信号，节点 1 连接节点 2 的端口为 *master* 状态，观察其他各节点端口状态并记录。
- c) 设置节点 4 的状态为 *salve_only*，观察其余各节点端口状态并记录。
- d) 比较设置节点 4 时钟模型为 *slave_only* 前后各节点的端口状态变化，分析其变化是否符合 *slave_only* 功能要求。

12.2.3.4 预期结果

设备应支持 *slave_only* 功能。

12.2.4 时延补偿设置功能测试

12.2.4.1 测试目的

验证设备是否具备时延补偿设置功能。

12.2.4.2 测试配置

测试配置如图 41 所示。

12.2.4.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 41 所示连接好测试配置。
- b) 配置节点 1 的时钟模型为 OC，节点 2、节点 3 的时钟模型为 BC，设备上相连端口均启用 PTP 协议。配置设备 PTP 时钟状态算法均为 BMC 算法。
- c) 在末端节点 6 设置时延补偿的情况下，通过时间分析仪测试节点 6 输出的时间精度。

- d) 通过网管在末端节点 6 设置一定数值的时延补偿, 通过时间分析仪测试节点 6 输出的时间精度是否有相应幅度的时间变化; 更改时延补偿设置值, 检查设备支持的时延补偿的设置范围以及补偿步长。

12.2.4.4 预期结果

设备应支持设置时延补偿功能。

12.2.5 PTP 报文发送间隔设置功能测试

12.2.5.1 测试目的

验证设备是否具备 PTP 报文发送间隔设置功能。

12.2.5.2 测试配置

测试配置如图 41 所示。

12.2.5.3 测试步骤

测试步骤如下:

- a) 按图 41 所示连接好测试配置。
- b) 配置被测设备 (节点 1) 的时钟为跟踪来自时间分析仪的时间输入信号 (例如 1PPS)。
- c) 配置节点 1 的时钟模型为 OC, 节点 2 的时钟模型为 BC, 设备上相连端口启用 PTP 协议。配置设备 PTP 时钟状态选择均为 BMC。
- d) 通过网管设置 sync、Delay_Req、Pdelay_Req 和 Announce 等 PTP 报文的发送频率。
- e) 通过协议分析仪捕捉被测设备输出的 PTP 报文, 确认其时间间隔是否与步骤 4 网管设备的间隔一致。
- f) 重新通过网管设置 sync、Delay_Req、Pdelay_Req 和 Announce 等 PTP 的发送频率, 重复步骤 e), 检查报文时间间隔的设置范围。

12.2.5.4 预期结果

设备应支持 PTP 报文发送间隔设置功能。

12.2.6 PTP 协议封装测试

12.2.6.1 测试目的

验证设备的 PTP 协议封装格式是否满足规范要求。

12.2.6.2 测试配置

测试配置如图 42 所示。

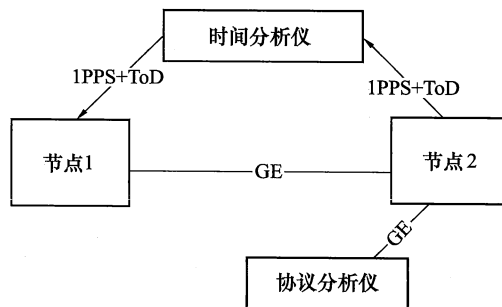


图 42 PTP 协议封装测试配置

12.2.6.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 42 所示连接好测试配置。
- b) 配置被测设备（节点 1）的时钟为跟踪来自时间分析仪的时间输入信号（例如 1PPS）。
- c) 通过网管配置 OTN 设备 PTP 报文传送模式、报文类型、封装方式。
- d) 通过协议分析仪捕捉被测设备输出的 PTP 报文，确认其封装是否与规范一致。

12.2.6.4 预期结果

PTP 协议封装格式应符合 YD/T 2397—2012 第 11.3.2 节要求。

12.3 PTP 性能测试

12.3.1 设备复位对时间传递性能影响测试

12.3.1.1 测试目的

观察设备复位前和设备复位上电正常后，时间同步值的变化。

12.3.1.2 测试配置

测试配置如图 41 所示。

12.3.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 41 所示连接好测试配置。
- b) 配置被测设备（节点 1）的时钟为跟踪来自时间分析仪的时间输入信号，节点 1、节点 2、节点 3、节点 4 时钟模式均为 BC，配置时间传递路径为节点 1→节点 2→节点 4→节点 5→节点 3→节点 6。
- c) 节点 4 设备掉电，经过 2min 再上电，观察并记录节点 6 的输出精度变化。

12.3.1.4 预期结果

复位对时间传递性能无影响。

12.3.2 时间传递相对精度测试（可选）

12.3.2.1 测试目的

验证经过网络后的时间传递精度。

12.3.2.2 测试配置

测试配置如图 43 所示。

12.3.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 43 所示连接好测试配置。

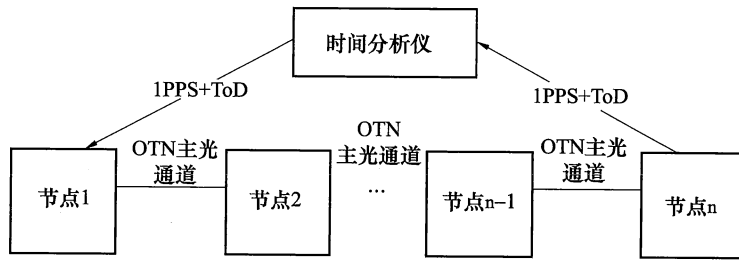


图 43 时间传递相对精度测试配置

- b) 配置被测设备（节点 1）的时钟为跟踪来自时间分析仪的时间输入信号。
- c) 配置时间路径节点 1→节点 2→节点 3→…→节点 n，依次通过 1588 报文进行时间跟踪，经过的设备节点跳数为 30 跳。
- d) 配置节点 1 和节点 n+1 为 BC 或 OC 模式，中间节点为 BC 模式，在网络加载不低于 80% 的业务背景流量，通过时间分析仪测试末端被测设备（节点 n）的时间输出信号精度，测试时间不小于 12h。

12.3.2.4 预期结果

30 网元长链组网时间同步精度应在±1000ns 以内。

12.3.2.5 注意事项

节点之间的线路速率配置为所有类型的线路板卡。

13 频率同步测试

13.1 定时输入/输出功能验证

13.1.1 测试目的

验证设备的定时输入/输出功能。

13.1.2 测试配置

测试配置如图 44 所示。

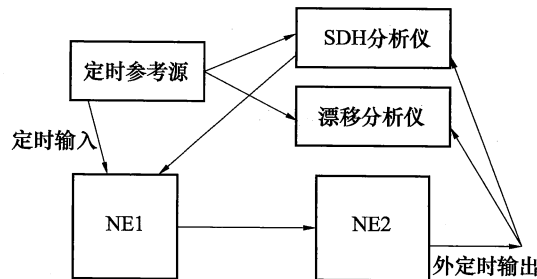


图 44 定时输入/输出功能测试配置

13.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 44 所示连接好测试配置，NE2 通过线路接口获取同步。

- b) 对被测设备（NE1 和 NE2）所支持的定时输入/输出功能进行检查。
- c) 通过 SDH 分析仪检查 NE2 的输出抖动是否正常，通过漂移分析仪检查 NE2 的输出漂移是否正常，并记录被测设备（NE1 和 NE2）所支持的定时输入/输出功能。被测设备应支持以下输入信号：① 外定时输入信号（2MHz、2Mb/s）；或者② 网络侧输入信号（OTUk）；或者③ 客户侧输入信号（GE、10GE、40G 等）。

13.1.4 预期结果

设备应支持外部时钟输入/输出接口、网络信号输入/输出、客户侧信号输入/输出。

13.2 定时源优先级选择功能验证

13.2.1 测试目的

验证设备的定时源优先级选择功能。

13.2.2 测试配置

测试配置如图 45 所示。

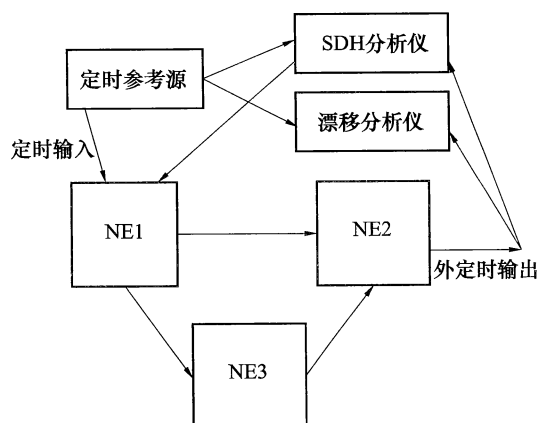


图 45 定时源优先级选择功能测试配置

13.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 45 所示连接好测试配置，NE2、NE3 通过线路接口获取同步。
- b) 验证被测设备（NE1、NE2 和 NE3）是否支持按照人工设置定时源优先级进行选择的功能。
- c) 验证被测设备（NE1、NE2 和 NE3）是否支持按照特定协议自动选择定时源的功能，并检查是否出现定时环。

13.2.4 预期结果

支持人工设置时钟源优先级，并且可以按照优先级列表进行时钟源切换。

13.3 频率准确度

13.3.1 测试目的

验证被测设备输出时钟频率准确度是否优于 4.6ppm。

13.3.2 测试配置

测试配置如图 46 所示。



图 46 频率精确度测试配置

13.3.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 46 所示连接好测试配置。
- b) 配置设备的系统时钟参考源为内部时钟。
- c) 漂移分析仪同被测设备的外定时出口连接，读取记录漂移测试仪输出的当前频率。
- d) 检查记录的结果。

13.3.4 预期结果

输出时钟频率准确度应优于 4.6ppm。

13.4 牵引入/牵引出范围

13.4.1 测试目的

验证被测设备时钟的牵引入/牵引出范围是否满足规范要求，牵引入/牵引出范围为 4.6ppm。

13.4.2 测试配置

测试配置如图 47 所示。

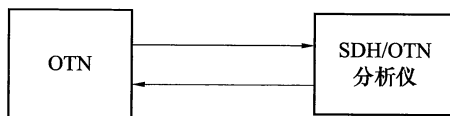


图 47 牵引入/牵引出范围测试配置

13.4.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 47 所示连接好测试配置。
- b) 配置被测设备时钟为跟踪 SDH 分析仪的时钟。
- c) 测试被测设备外定时接口输出信号的频偏。
- d) 通过调整 SDH/OTN 分析仪输出信号的频偏，检查被测设备的工作状态。

13.4.4 预期结果

经过被测设备后的牵引入/牵引出范围小于 4.6ppm。

13.5 设备漂移/抖动产生

13.5.1 测试目的

验证被测设备时钟的漂移/抖动产生是否满足规范要求。

13.5.2 测试配置

测试配置如图 44 所示。

13.5.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 44 所示连接好测试配置。
- b) 配置被测设备时钟为跟踪外定时参考源。
- c) 通过 SDH/OTN 分析仪测试设备外定时的抖动产生，通过漂移分析仪测试设备的外定时的漂移产生，漂移测试 12 000s。
- d) 检查结果应满足 ITU-T G.8262 建议中的相关要求。

13.5.4 预期结果

设备时钟性能应符合 ITU-T G.8262 的规定。

13.6 网络漂移/抖动产生

13.6.1 测试目的

验证被测设备时钟的漂移/抖动产生是否满足规范要求。

13.6.2 测试配置

测试配置如图 48 所示。

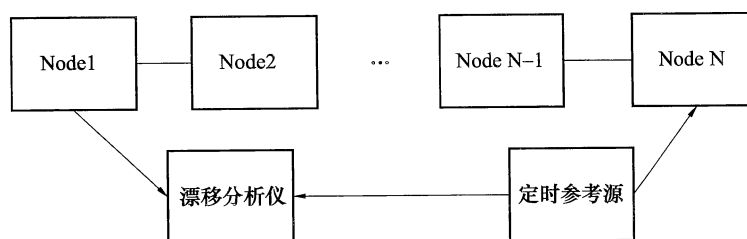


图 48 网络漂移/抖动产生测试配置

13.6.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 48 所示连接好测试配置。
- b) 配置被测设备 Node N 的时钟为跟踪来自外定时参考源。
- c) 通过 SDH/OTN 分析仪测试 Node1 外定时的抖动产生，通过漂移分析仪测试 Node1 的外定时的漂移产生，漂移测试 24h。
- d) 检查结果应满足 ITU-T G.8262 建议中的相关要求。

13.6.4 预期结果

设备时钟性能应符合 ITU-T G.8262 的规定。

13.6.5 注意事项

串联节点数量 N 不得小于 10。

13.7 保持特性

13.7.1 测试目的

验证被测设备时钟的保持特性。

13.7.2 测试配置

测试配置如图 46 所示。

13.7.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按图 46 所示连接好测试配置。
- b) 配置被测设备的时钟为跟踪定时参考源，通过漂移分析仪测试设备外定时输出信号的漂移产生。
- c) 被测设备正常跟踪定时信号约半天后，断掉定时信号。
- d) 通过漂移分析仪跟踪监测设备外定时输出信号的漂移 24h。
- e) 检查结果应满足 ITU-T G.8262 建议中的相关要求。

13.7.4 预期结果

时钟保持特性应满足 ITU-T G.8262 的规定。

14 电磁兼容性能测试

14.1 性能判据

电磁兼容测试项目中，被测设备的性能判据类别如下：

- A: 在技术规范内性能正常。
- B: 功能或性能暂时减低或丧失，但能自行恢复。
- C: 功能或性能暂时减低或丧失，但需操作者干预或系统复位。
- D: 由于设备（元器件）或软件损坏，或数据丢失而导致不能自行恢复的功能降低或丧失。

14.2 电源变化抗扰度试验

测试时，OTN 设备工作电源采用-48V 直流供电，其输入电压变动范围为-40V~-57V，性能判据为 A。测试方法应符合 GB/T 17626.29 的规定。

14.3 静电抗扰度试验

测试时，试验等级为 3，即接触放电试验电压为 6kV，空气放电试验电压为 8kV，性能判据为 B。测试方法应符合 GB/T 17626.2 的规定。

14.4 浪涌（冲击）抗扰度试验

测试时，DC 电源端口试验等级为：共模 4 级（4kV），差模 3 级（2 kV）；信号端口试验等级为：共模 3 级（2kV），差模 2 级（1kV），性能判据为 B。测试方法应符合标准 GB/T 17626.5 的规定。

14.5 电快速瞬变脉冲群抗扰性试验

测试时，试验端口为 DC 电源和信号端口，试验等级为 3，性能判据为 B。测试方法应符合 GB/T 17626.4 的规定。

14.6 射频辐射抗扰度试验

测试时，试验端口为机箱端口，试验等级为 3，性能判据为 A。测试方法应符合 GB/T 17626.3 的规定。

14.7 射频传导骚扰抗扰度试验

测试时，试验端口为 DC 电源和信号端口，试验等级为 3，性能判据为 A。测试方法应符合 GB/T 17626.6 的规定。

附 录 A
(规范性附录)
北向接口支持功能项列表

北向接口支持功能项定义见表 A.1。

表 A.1 北向接口支持功能项定义

序号	功 能 项		
公 共 管 理			
1	公共管理接口功能	设置对象友好名称	
2		设置 EMS 本地名称	
3	通知对象接口功能	对象创建通知	
4		对象删除通知	
5		状态改变通知	
6		属性值改变通知	
7		心跳通知	
8		文件传送状态通知描述	同步历史告警功能
9			历史性能数据同步查询功能
10		告警通知	
11	通信链路监视接口功能	PING 方式监视通信链路连接	
12	用户鉴权接口功能		
配 置 管 理			
13	查询厂商网管系统信息		
14	查询顶层子网的名称信息		
15	查询网元配置信息		
16	查询所有网元配置信息		
17	交叉连接配置管理	创建交叉连接功能	
18		删除交叉连接功能	
19		激活交叉连接功能	
20		去激活交叉连接功能	
21		查询交叉连接功能	
22	设备配置管理	查询机架/子架配置信息	
23		查询机框配置信息	
24		查询机槽配置信息	
25		查询单元盘配置信息	
26		查询所有设备配置信息	
27	终端点配置管理	查询物理终端点配置信息	

表 A.1 (续)

序号	功 能 项		
28	终端点配置管理	查询浮动终端点配置信息	
29		查询连接终端点配置信息	
30		设置终端点层配置信息	
31		各层次层配置信息汇总	物理光层
32			光传送层
33			复用段层
34			光监控层
35			光通路层
36			光通路传送单元层
37			光通路数据单元层
38	客户侧层		
39	保护管理功能	网络保护组管理	查询保护组配置信息
40			执行倒换命令
41			查询保护倒换状态
42			查询单个保护组配置信息
43		设备保护组管理	查询设备保护组配置信息
44	子网连接管理	创建子网连接	
45		删除子网连接	
46		激活交叉连接功能	
47		去激活子网连接	
48		查询子网连接	
49		查询子网连接路由信息	
50		查询指定过滤条件的子网连接信息	
51		查询子网连接信息	
52	拓扑连接管理	网元内拓扑连接管理	查询网元内拓扑连接信息
53		网元间拓扑连接管理	查询网元间拓扑连接信息
54	拓扑视图管理	多层拓扑子网配置管理	查询多层拓扑子网信息
55		全景拓扑图管理	查询网元坐标
56	ASON 特性管理	ASON 链路管理	查询 TE 链路信息
57			修改 TE 链路友好名称
58			设置 SRLG
59		ASON 子网连接配置管理	创建 ASON 子网连接
60			删除 ASON 子网连接
61			激活 ASON 子网连接
62			去激活 ASON 子网连接

表 A.1 (续)

序号	功 能 项		
63	ASON 特性管理	ASON 子网连接配置 管理	查询 ASON 子网连接
64			查询 ASON 子网连接路由信息
65	配置信息同步		
66	网络时钟配置管理	查询网络时钟源	
故 障 管 理			
67	启动告警过滤		
68	取消告警过滤		
69	查询告警过滤参数		
70	修改告警过滤参数		
71	暂停告警过滤		
72	恢复告警过滤		
73	设置告警屏蔽		
74	清除告警屏蔽		
75	同步 EMS 下所有当前告警		
76	同步指定网元下所有当前告警		
77	同步历史告警功能		
性 能 管 理			
78	查询性能采集任务功能		
79	创建性能采集任务功能		
80	暂停性能任务功能		
81	恢复性能任务功能		
82	删除性能任务功能		
83	清空性能寄存器功能		
84	当前性能数据同步查询功能		
85	TP 点的历史性能数据同步查询功能		
86	历史性能数据同步查询功能		
87	设置/取消性能门限		
88	查询性能门限功能		
89	性能测量数据要求	光通道层性能监测参数	
90		光复用段层性能监测参数	
91		光传送层性能监测参数	
92		光监控通路性能监测参数	
93		OADM 性能监测参数	
94		调制器性能监测参数（仅在采用铌酸锂外调制器时启用该物理量）	

表 A.1 (续)

序号	功 能 项	
95	性能测量数据要求	业务通道性能监测参数 (包括 SDH 业务和 GE 业务)
96		光通路数据单元性能监测参数
97		光通路传送单元性能监测参数
图形用户切入接入		
98	获取 GCT 参数	
99	实现远端切入厂商网管系统图形用户界面	

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
电力系统光传送网（OTN）测试规范
DL/T 1510—2016

*

中国电力出版社出版、发行
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京传奇佳彩数码印刷有限公司印刷

*

2016年7月第一版 2016年7月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 4印张 117千字
印数 001—200册

*

统一书号 155123·3161 定价 33.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

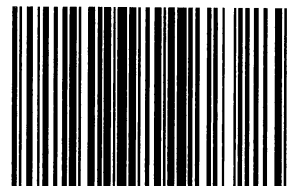
版权专有 翻印必究



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.3161