

T/BSRS

北京市辐射安全研究会团体标准

T/BSRS 114—2024

核用光传输系统部署规范

Deployment Specification for Nuclear Optical Transmission System

(发布稿)

本电子版为发布稿。请以北京市辐射安全研究会出版的正式标准为准。

2024-07-31 发布

2024-07-31 实施

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 符号和缩略语 3

5 系统制式 6

6 工程设计 13

7 网络安全 16

8 系统性能指标 21

9 网络互连规定 24

10 设备选型与配置 24

11 局站设备安装 26

12 性能测试及功能检查 29

13 工程验收 34

附 录 A 40

前 言

本文件按照GB/T1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。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专利的责任。

本文件由北京市辐射安全研究会提出并归口。

本文件起草单位：中核四〇四有限公司。

本文件主要起草人：李国强、成守泰、王军、周洪宝、吕建林、翁卢军、吴周琴、杨祎平、杨继霞、杨霞、任瑞英、肖丽花、杨婧、张玉魁、梁钟玉、谢开星、赵佳

引 言

为规范核用光传输系统部署的术语和定义、符号和缩略语、系统制式、工程设计、网络安全、系统性能指标、网络互连规定、设备选型与配置、局站设备安装、性能测试及功能检查和竣工验收制定本文件。

核用光传输系统旨在提升核工业生产区的数据传输能力，通过构建一个安全、保密、高效和稳定的通信网络，确保关键信息的传输受控。该系统特别强调保密性，采用先进的加密技术和严格的安全措施，以保障敏感数据在传输过程中的安全性。同时，系统设计考虑大容量数据传输的需求，能够适应不同颗粒度和类型的业务，支持多点、多地远距离长途传输，为核工业生产区提供稳定可靠的通信保障。

核用光传输系统部署规范

1 范围

本文件规定了核用光传输系统的部署的术语和定义、符号和缩略语、系统制式、工程设计、网络安全、系统性能指标、网络互连规定、设备选型与配置、局站设备安装、性能测试及功能检查和竣工验收规定。

本文件适用于核工业生产区域内新建光传送网（OTN）工程的设计、施工和验收工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 19286	电信网络设备的电磁兼容性要求及测量方法
GB/T 21645.6	自动交换光网络(ASON)技术要求 第6部分：管理平面
GB/T 22240	信息安全技术 网络安全等级保护定级指南
GB/T 39204	信息安全技术 关键信息基础设施安全保护要求
GB 50689	通信局（站）防雷与接地工程设计规范
GB 50944	防静电工程施工与质量验收规范
GB/T 51126	波分复用（WDM）光纤传输系统工程验收规范
GB/T 51152	波分复用(WDM)光纤传输系统工程设计规范
GB 51194	通信电源设备安装工程设计规范
GB/T 51369	通信设备安装工程抗震设计标准
GB/T 51398-2019	光传送网（OTN）工程技术标准
DL/T 1509-2016	电力系统光传送网(OTN)技术要求
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 1821	通信局(站)机房环境条件要求与检测方法
YD/T 1990-2019	光传送网（OTN）网络总体技术要求
YD/T 1991	N×40Gbit/s 光波分复用（WDM）系统技术要求
YD/T 2485	N×100Gbit/s 光波分复用(WDM)系统技术要求
YD 5003	通信建筑工程设计规范
YD/T 5026	信息通信机房槽架安装设计规范
YD 5095	同步数字体系（SDH）光纤传输系统工程设计规范

YD/T 5208-2023	光传送网（OTN）工程技术规范
ITU-T G.703	分等级的数字界面的物理和电气特性（Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces） 用于 1544、6312、2048、8448 和 44736kbit/s 速率系列级的同步帧结构
ITU-T G.704	（Synchronous frame structures used at 1544, 6312, 2048, 8448 and 44736kbit/s hierarchical levels）
ITU-T G.709	光传送网（OTN）的网络接口（Interfaces for the optical transport network）
ITU-T M.3170	（所有部分）多技术网络管理（Multi-technology network management）
TMF 814 V2.0	传输网络管理的 NML-EML 接口（NML-EML interface for management of SONET/SDH/WDM/ATM transport networks）

3 术语和定义

GB/T 51398、DL/T 1509 和 YD/T 5208 界定的以及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。
[来源：DL/T 1509-2016,3.1]
- 3.2
光通路 optical channel(OCh[r])
用于支持OCh路径的信息结构。
[来源：GB/T 51398-2019, 2.1.1]
- 3.3
光通路数据单元 optical channel data unit(ODUk)
包括信息净荷(OPUk)和与ODUk开销相关的信息结构。
[来源：GB/T 51398-2019, 2.1.2]
- 3.4
光通路数据单元 k 通道 ODUk Path(ODUkP)
用于支持端到端ODUk路径的信息结构。
[来源：GB/T 51398-2019, 2.1.3]
- 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。
[来源：GB/T 51398-2019, 2.1.4]
- 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。
[来源：GB/T 51398-2019, 2.1.5]
- 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。

[来源：GB/T 51398-2019，2.1.6]

3.8

光传送模块 optical transport module(OTM_n].m, OTM0.mvn)

经过ONNI被传送的信息结构。

[来源：GB/T 51398-2019，2.1.7]

3.9

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

在一个或多个光通路连接上，传送一个ODU_k的信息结构。

[来源：GB/T 51398-2019，2.1.8]

3.10

光复用段 optical multiplex section(OMS)

光传送网子层之一，其信息由OMU-_n承载。

[来源：GB/T 51398-2019，2.1.10]

3.11

光传输段 optical transmission section(OTS)

光传送网子层之一，其信息由OTM_n.m承载。

[来源：GB/T 51398-2019，2.1.11]

4 符号和缩略语

下列缩略语适用于本文件。

3R	Reamplification, reshaping and retiming	再放大,再整形,再定时
APR	Automatic Power Reduction	自动光功率减少
APS	Automatic Protection Switching	自动保护倒换
BDI	Backward Defect Indication	后向缺陷指示
BDI-O	Backward Defect Indication Overhead	后向缺陷指示开销
BDI-P	Backward Defect Indication Payload	后向缺陷指示净荷
BER	Backward Error Indication	后向误码指示
CLI	Colorless Interface	白光接口
CMI	Colorful Multichannel Interface	多波长彩色光接口
CORBA	Common Object Request Broker Architectrue	通用对象请求代理体系结构
CSI	Colorful Single-channel Interface	单波长彩色光接口
DCC	Date Communication Channel	数据通信通道
DCN	Data Communication Network	数据通信网
DEG	Degraded	性能劣化
DGD	Polarization Dependent Dispersion	偏振模色散
ECC	Embedded Communication Channel	嵌入式通信通路

EMS	Element Management System	网元管理系统
ESC	Escape	退出
FDI	Forward Defect Indication	前向缺陷指示
FDI-O	Forward Defect Indication Overhead	前向缺陷指示开销
FDI-P	Forward Defect Indication Payload	前向缺陷指示净荷
FEC	Forward Error Correction	前向误码纠错
GCC	General Communication Channel	通用通信通路
IADI	Intra-domain Interface	域内接口
IP	Internet Protocol	互联网协议
IRDI	Inter-Domain Interface	域间接口
LAN	Local Access Network	局域网
LCT	Laser Communication Terminal	光通信终端
LOS	Loss of Signal	信号丢失
MAC	Media Access Control Address	媒体访问控制地址
MSTP	Multi-Service Transport Platform	业务传输平台
MUX	Multiplex	复用
NMI	Network Management Interface	网络管理接口
NMS	Network Management System	网管理系统
OA	Optical Amplifier	光放大器
OADM	Optical Add/Drop Multiplexer	光分插复用器
OAM&P	Operation Administration Maintenance Provisioning	操作维护管理提供
OCC	Optical Channel Carrier	光通路载波
OCG	Optical Carrier Group	光载波群
OCH	Optical Supervisory Channel	光监控信道
OCH[r]	Optical channel	光通路
OCHR	Optical Channel With Reduced Functionality	简化功能光通路
ODF	Optical Distribution Frame	光纤分配架
ODTU	Optical Channel Data Tributary Unit	光通路数据支路单元
ODTUG	Optical Channel Data Tributary Unit Group	光通路数据支路单元群
ODU	Optical Channel Data Unit	光通路数据
ODUK	Optical Channel Data Unit-k	光通路数据单元-k

ODUK	Spring Optical Channel Data Unit-k Shared Protection Ring	光通路数据单元 k 共享保护环
ODUKP	ODUK Path	光通路数据单元 k 通道
ODUKT	ODUK TCM	光通路数据单元串联连接监测
OEO	Optical-Electrical-Optical	光电信号
OH	Overhead	开销
OLA	Optical Line Amplifier	光路放大器
OLP	Optical Line Protection	光线路保护
OMS	OH Optical Multiplex Section Overhead	光复用段开销
OMS	Optical Multiplex Section	光复用段
OMSP	Optical Multiplex Section Protection	光复用段保护
OMU	Optical Module Unit	光模块单元
ONE	Optical Network Element	光网元
OPS	Optical Physical Section	光物理段
OPSM	Optical Power Supply Module	光电源模块
OPUK	Optical Channel Payload Unit -k	光通路净荷单元-k
OSC	Optical Supervisory Channel	光监控通路
OSCI	Optical Supervisory Channel Interface	光监控信道接口
OSNR	Optical Signal-to-Noise Ratio	光信噪比
OTL	Optical Channel Transport Lane	光通路传送通道
OTM	Optical Transport Module	光传送模块
OTN	Optical Transport Network	光传送网
OTS	Optical Transmission Section	光传输段
OTS-OH	Optical Transmission Section Overhead	光传送段开销
OTU	Optical Transform Unit	波长转换器
OTUK[V]	Completely Standardized Optical Channel transport Unit-k	完全标准化光通路传送单元-k
OTUK[V]	Functionally Standardized Optical Channel transport Unit-k	功能标准化光通路传送单元-k
PM	Path Monitoring	通道监测
PMI	Payload Missing Indication	净荷丢失指示
POS	Packet Over SONET/SDH	SONET/SDH 上的数据包
PT	Payload Type	净荷类型
PTN	Packet Transport Network	分组传送网
ROADM	Reconfigured Optical Add/Drop Multiplexer	可重构的光分插复用器

RS	Re-generator Section	再生段
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	同步数字体系
SF	Signal Fail	信号失效
SM	Section Monitoring	段监测
SNC	Sub-Network Connection	子网连接
SNMS	Sub-Network Management System	子网管理系统
SP	Service Provider	服务提供商
STM-N	Synchronous Transport Module Level N	同步传输模块等级 N
SWS	Sub-Wavelength Switch	子波长交叉
TTI	Trail Trace Identifier	路径踪迹标识
UNI	User Network Interface	用户网络接口
VLAN	Virtual Local Area Network	虚拟局域网
WDM	Wavelength Division Multiplexing	波分复用

5 系统制式

5.1 网络模型与结构

5.1.1 OTN 系统分为 OTN 传送层、OTN 管理层和 OTN 控制层 (可选) 三个层面, OTN 传送层可分为 OTN 电传送层和 OTN 光传送层。OTN 系统通过用户网络接口承载各业务系统。OTN 系统总体结构符合如图 1 所示。

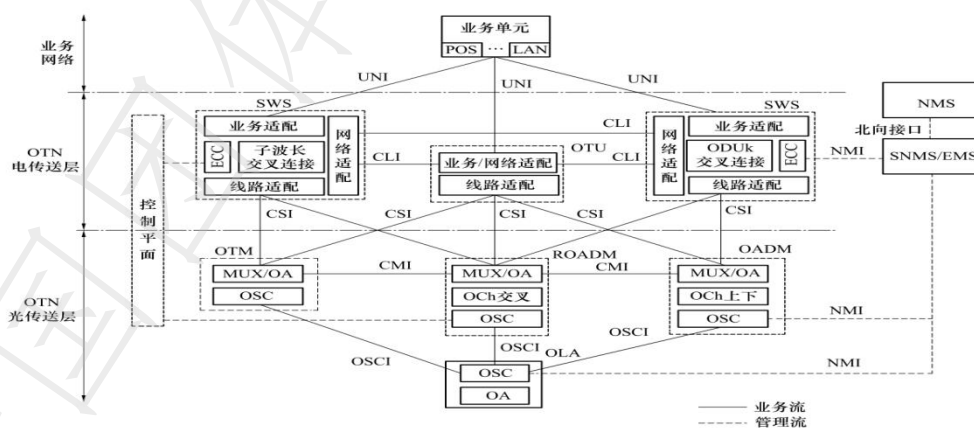


图 1 OTN 系统总体结构

- 业务网络。OTN 系统的业务网络设备包括路由器、交换机、SDH/MSTP 和 PTN 等，OTN 传送网应能透明承载和传送业务系统各种业务并保证客户信号定时信息的透明性。
- OTN 电传送层。OTN 电传送层包括业务适配、子波长交叉连接、线路适配、网络适配以及其他辅助处理功能。
- OTN 光传送层。OTN 光传送层包括复用、解复用、光放大、色散补偿、OCh 交叉连接、OCh 上下、OSC 以及其他辅助处理功能。

- d) OTN 管理层。OTN 管理层包括网元管理系统和网络管理系统。网元管理系统主要负责对网元各功能模块和业务进行管理，网络管理系统主要负责对网络范围内的网元和业务进行端到端管理。
- e) OTN 控制层（可选）。OTN 控制层提供网络的智能特性，根据业务服务等级，实现基于控制层的自动恢复和保护。当 OTN 网络不配置控制层时，在传送层提供业务的保护。
- 5.1.2 OTN 网络光传送层垂直方向分层应符合图 2 的规定，光通路(OCh)层、光复用段(OMS)层和光传送段(OTS)层的相邻层之间关系采用客户/服务者关系。

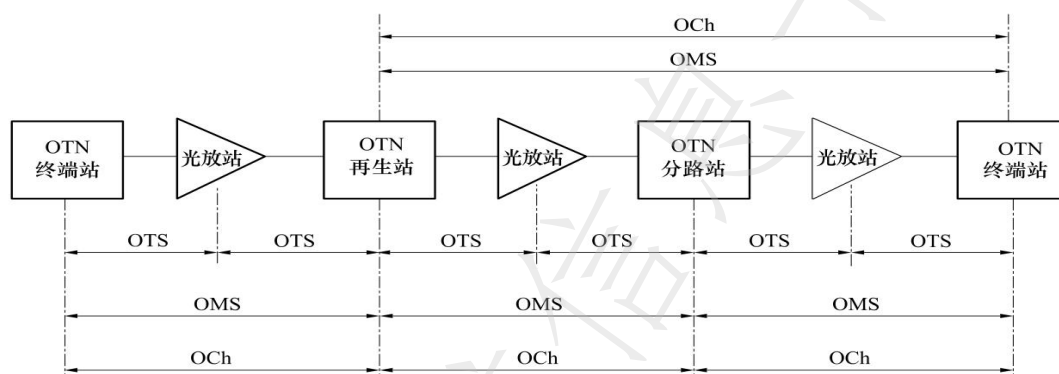


图 2 OTN 网络分层图

5.1.3 OTN 传送网络从水平方向可分为不同的管理域，其中单个管理域可由单个设备 OTN 设备组成如图 3 所示。不同域之间物理连接应采用域间接口（IRDI），域内的物理连接应采用域内接口（IADI）。

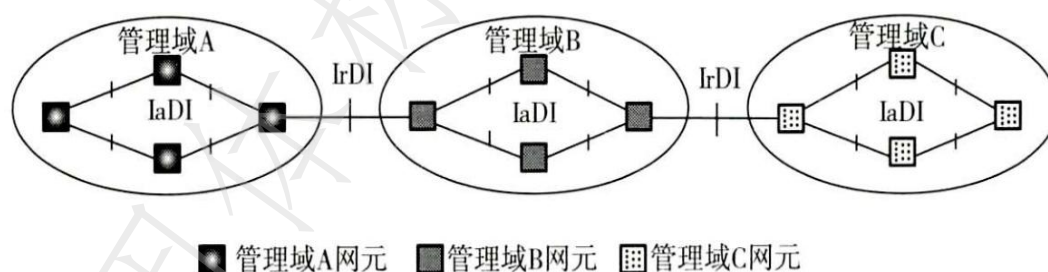


图 3 OTN 网络分域

5.1.4 OTN 传输网的基本拓扑类型可采用链型、环型和网状三种，OTN 网络宜采用环型组网。网络节点的设置应根据网络覆盖区域光缆网络结构、节点数量和节点间的业务关系确定，优先选择光缆枢纽节点作为交叉站点。

5.2 系统速率与复用结构

5.2.1 OTN 系统 OTU/ODU 类型及比特率等级应符合表 1 和表 2 的规定。

表 1 OTU 类型及比特率等级

OTU 类型	OTU 标称比特速率	OTU 比特速率容差
OTU1	255/238×2488320kbit/s	±20×10 ⁻⁶

OTU2	255/237×9953280kbit/s	
OTU3	255/236×39813120kbit/s	
OTU4	255/227×99532800kbit/s	

表 2 ODU 类型及比特率等级

ODU 类型	ODU 标称比特速率	ODU 比特速率容差
ODU0	1244160kbit/s	$\pm 20 \times 10^{-6}$
ODU1	239/238×2488320kbit/s	
ODU2	239/237×9953280kbit/s	
ODU3	239/236×39813120kbit/s	
ODU4	239/227×99532800kbit/s	
ODU2e	239/237×10312500kbit/s	$\pm 100 \times 10^{-6}$

5.2.2 OTN 信号基本复用结构应符合图 4 和图 5 的规定，符合 ITU-T G.709 的规定。

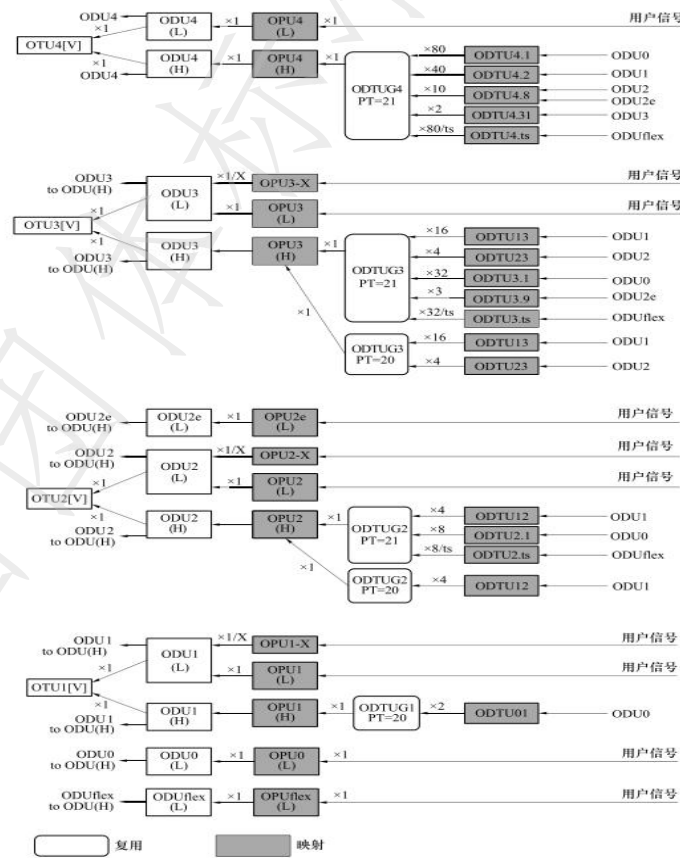


图 4 OTN 复用与映射结构图(第一部分)

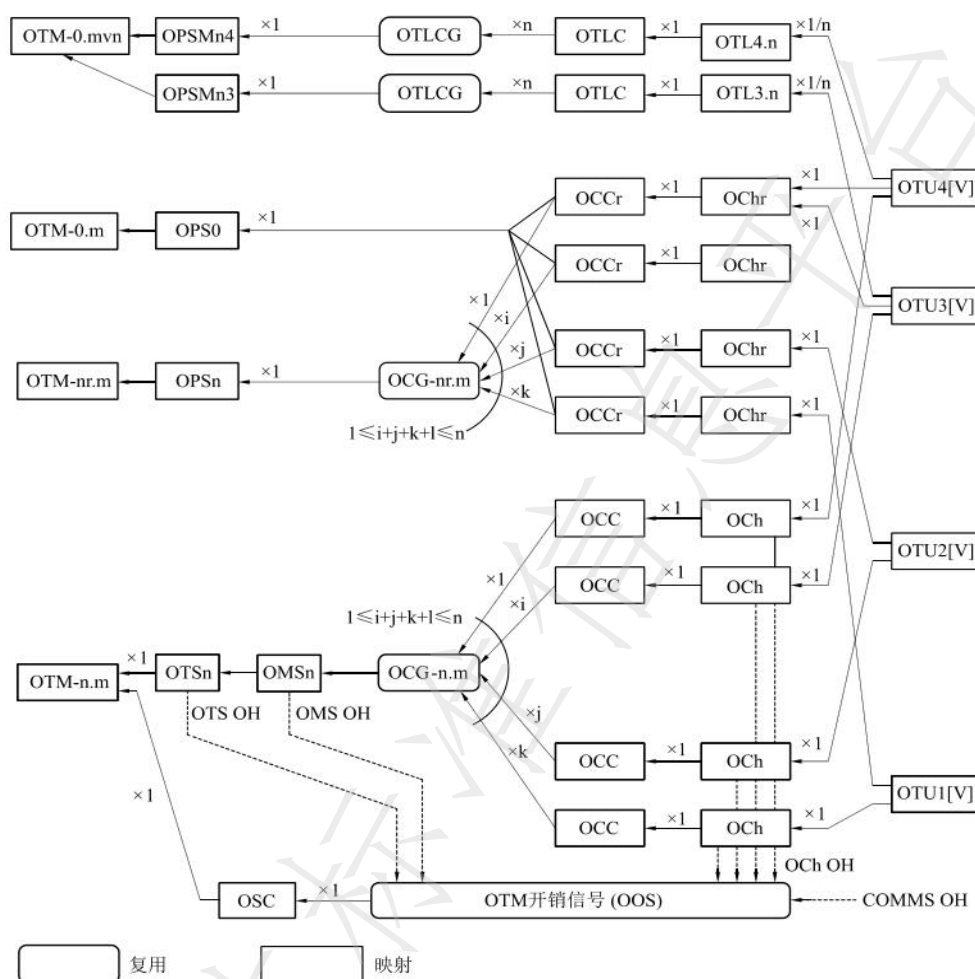


图5 OTN复用与映射结构图(第二部分)

5.2.3 OTN 客户信号应包括 STM-1/4/16/64/256、OTUk(k=1, 2, 2e, 3, 4)、GE/10GEWAN/10GE LAN/40GE/100GE 等, 客户信号的映射应符合 ITU-T G.709 和 YD/T 1990 的规定。

5.3 网络参考点和网络接口

5.3.1 OTN 中光网元(ONE)通用参考点(见图6)的定义应符合 YD/T 1634 的规定。

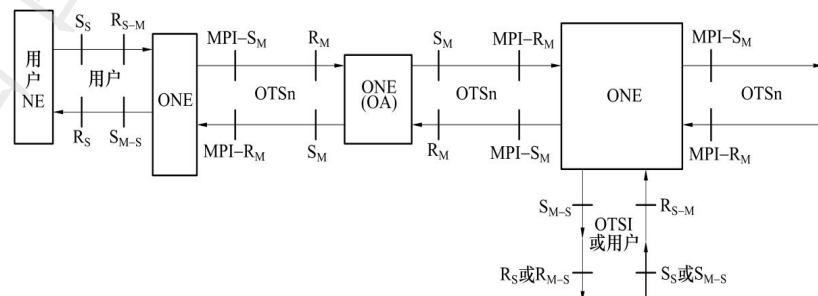


图6 通用参考点示意图

图6中参考点定义包括:

- S_s (单通路) 参考点位于用户网元发射机光连接器之后;
- R_s (单通路) 参考点位于用户网元接收机光连接器之前;

- c) S_{M-S} (单通路) 参考点位于每个光网元单通路输出接口光连接器之后(“M-S”表示从多通路系统中出来的单通路信号);
- d) R_{S-M} (单通路) 参考点位于每个光网元单通路输入接口光连接器之前(“S-M”表示从单通路信号进入多通路系统中);
- e) M_{PI-SM} (多通路) 参考点位于光网元传送输出接口光连接器之后;
- f) M_{PI-RM} (多通路) 参考点位于光网元传送输入接口光连接器之前;
- g) S_M 参考点位于多通路线路 OA 输出光连接器之后;
- h) R_M 参考点位于多通路线路 OA 输入光连接器之前。

5.3.2 网络接口主要包括网络节点接口、网管接口、外同步接口(可选)、公务接口(可选)和用户接口(可选)。

5.3.3 网络节点接口包括域内接口(IADI)和域间接口(IRDI)。IRDI接口在每个接口终端应具有3R处理功能。

5.3.4 网管接口应符合下列规定:

- a) 北向接口。OTN网管系统应提供与上层网管系统之间的接口功能,通过该接口与上层网管系统相连。北向接口应符合CORBA规范,详细见附录A。
- b) 南向接口。OTN网管系统应提供与被管理网元之间的接口功能,通过该接口网管系统可对网元实施管理。

5.3.5 外同步接口可选择2048kbit/s和2048kHz,应优先选用2048kbit/s;接口应符合ITU-T G.703的规定,帧结构应符合ITU-T G.704的规定。

5.4 开销和维护信号

5.4.1 OTS、OMS和OCh等光层开销映射和复用到OTM开销信号(OOS)后通过OSC来传送。OOS的逻辑单元组成应符合图7的规定。

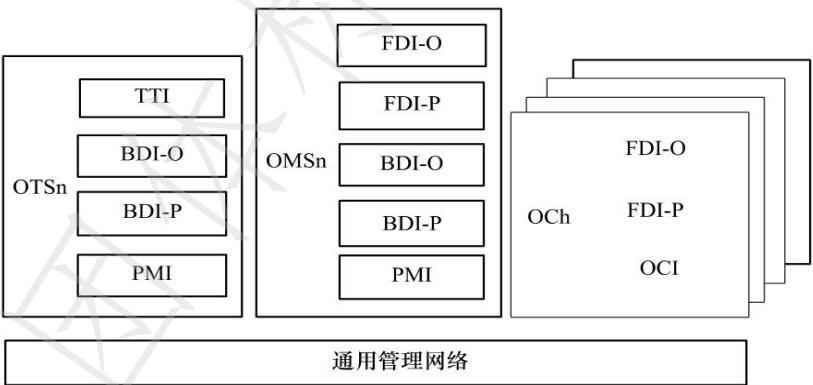


图7 OTSn、OMSn和OCh开销作为OOS中的逻辑单元

5.4.2 OTUk帧结构,OTUk、ODUk和OPUk的开销与功能应符合YD/T1990的规定,其中OTUk帧结构去掉OTUk开销和FEC后为ODUk帧结构,OTUk帧结构去掉OTUk、ODUk开销和FEC后为OPUk帧结构。

5.5 波长与频率

5.5.1 OTN系统频率与波长技术规定符合YD/T 2485的规定。

5.5.2 40/80波10Gbit/s和100Gbit/s OTN系统采用常用的C波段1550nm窗口。标称中心频率基于参考频率193.1THz,最小频率间隔为100GHz或50GHz。基于C波段的40波通路系统的通路信号光接口的标称中心波长和中心频率应符合表3的规定,基于C波段的80波通路系统的通路信号光接口的标称中心波长和中心频率应符合表4的规定。各通路中心频率在寿命终了时的中心频率偏差10Gbit/s速率应不大于±5GHz,100Gbit/s速率应不大于±2.5GHz。

表3 基于C波段的40波通路及以内OTN系统波长分配方案

波长序号	标称中心频率 THz	标称中心波长 nm	波长序号	标称中心频率 Hz	标称中心波长 nm
1*	196.20	1527.99	25	193.60	1548.51
2*	196.10	1528.77	26	193.50	1549.32
1	196.00	1529.55	27	193.40	1550.12
2	195.90	1530.33	28	193.30	1550.92
3	195.80	1531.12	29	193.20	1551.72
4	195.70	1531.90	30	193.10	1552.52
5	195.60	1532.68	31	193.00	1553.33
6	195.50	1533.47	32	192.90	1554.13
7	195.40	1534.25	33	192.80	1554.94
8	195.30	1535.04	34	192.70	1555.75
9	195.20	1535.82	35	192.60	1556.55
10	195.10	1536.61	36	192.50	1557.36
11	195.00	1537.40	37	192.40	1558.17
12	194.90	1538.19	38	192.30	1558.98
13	194.80	1538.98	39	192.20	1559.79
14	194.70	1539.77	40	192.10	1560.61
15	194.60	1540.56	3*	192.00	1561.42
16	194.50	1541.35	4*	191.90	1562.23
17	194.40	1542.14	5*	191.80	1563.05
18	194.30	1542.94	6*	191.70	1563.86
19	194.20	1543.73	7*	191.60	1564.68
20	194.10	1544.53	8*	191.50	1565.50
21	194.00	1545.32	9*	191.40	1566.31
22	193.90	1546.12	10*	191.30	1567.13
23	193.80	1546.92	11*	191.20	1567.95
24	193.70	1547.72	12*	191.10	1568.77
注：带*号波长为可扩展波长，系统配置时宜为次选波长。					

表 4 基于 C 波段的 80 波通路 OTN 系统波长分配方案

波长序号	标称中心频率 THz	标称中心波长 nm	波长序号	标称中心频率 THz	标称中心波长 nm
1*	196.25	1527.61	4*	196.10	1528.77
2*	196.20	1527.99	1	196.05	1529.16
3*	196.15	1528.38	2	196.00	1529.55
3	195.95	1529.94	40	194.10	1544.53
4	195.90	1530.33	41	194.05	1544.92
5	195.85	1530.72	42	194.00	1545.32
6	195.80	1531.12	43	193.95	1545.72
7	195.75	1531.51	44	193.90	1546.12
8	195.70	1531.90	45	193.85	1546.52
9	195.65	1532.29	46	193.80	1546.92
10	195.60	1532.68	47	193.75	1547.32
11	195.55	1533.07	48	193.70	1547.72
12	195.50	1533.47	49	193.65	1548.11
13	195.45	1533.86	50	193.60	1548.51
14	195.40	1534.25	51	193.55	1548.91
15	195.35	1534.64	52	193.50	1549.32
16	195.30	1535.04	53	193.45	1549.72
17	195.25	1535.43	54	193.40	1550.12
18	195.20	1535.82	55	193.35	1550.52
19	195.15	1536.22	56	193.30	1550.92
20	195.10	1536.61	57	193.25	1551.32
21	195.05	1537.00	58	193.20	1551.72
22	195.00	1537.40	59	193.15	1552.12
23	194.95	1537.79	60	193.10	1552.52
24	194.90	1538.19	61	193.05	1552.93
25	194.85	1538.58	62	193.00	1553.33
26	194.80	1538.98	63	192.95	1553.73

27	194.75	1539.37	64	192.90	1554.13
28	194.70	1539.77	69	192.85	1554.54
29	194.65	1540.16	66	192.80	1554.94
30	194.60	1540.56	67	192.75	1555.34
31	194.55	1540.95	68	192.70	1555.75
32	194.50	1541.35	69	192.65	1556.15
33	194.45	1541.75	70	192.60	1556.55
34	194.40	1542.14	71	192.55	1556.96
35	194.35	1542.54	72	192.50	1557.36
36	194.30	1542.94	73	192.45	1557.77
37	194.25	1543.33	74	192.40	1558.17
38	194.20	1543.73	75	192.35	1558.58
39	194.15	1544.13	76	192.30	1558.98
77	192.25	1559.39	13*	191.65	1564.27
78	192.20	1559.79	14*	191.60	1564.68
79	192.15	1560.20	15*	191.55	1565.09
80	192.10	1560.61	16*	191.50	1565.50
5*	192.05	1561.01	17*	191.45	1565.91
6*	192.00	1561.42	18*	191.40	1566.31
7*	191.95	1561.83	19*	191.35	1566.72
8*	191.90	1562.23	20*	191.30	1567.13
9*	191.85	1562.64	21*	191.25	1567.54
10*	191.80	1563.05	22*	191.20	1567.95
11*	191.75	1563.46	23*	191.15	1568.36
12*	191.70	1563.86	24*	191.10	1568.77
注：带*号波长为可扩展波长，系统配置时宜为次选波长。					

6 工程设计

6.1 网络规划

6.1.1 业务路由规划应确定业务的保护恢复方式，并应根据业务需求设置业务的工作路由和保护路由，计算网络链路的占用和空闲容量。

6.1.2 业务路由和波长配置应根据业务、维护以及网络后期发展需要进行规划。

6.1.3 网络性能规划应根据光纤类型、光缆长度和光传输节点的设置等条件，对所有可能路由的光传输性能进行仿真计算，结果应满足 WDM 系统的传输性能规定。

6.1.4 网络统计分析应对各节点配置信息进行分析，分析节点端口资源占用情况；统计分析各光放段长度、衰减、色散和 DGD 值，各复用段 OSNR 值、残余色散和 DGD 值，各复用段工作波道、保护波道和空闲容量情况，各链路容量及利用率情况。

6.2 传输系统设计

6.2.1 OTN 网络的规模容量应符合下列规定：

- a) 系统线路侧单波速率应采用 10Gb/s 及以上速率；
- b) 长途传输网的波道容量宜采用 80 波及以上，生产区域网宜采用 80 波或 40 波；
- c) 系统上各个节点交叉容量的选取应结合其应用场景、业务需求预测以及网络冗余的需要进行选择 and 配置；
- d) OTN 系统应用在长途传输网时，电交叉连接设备应支持 ODU0/1/2/2e/3/4 的交叉连接；应用在生产区域网时，电交叉连接设备应支持 ODU0/1/2/2e/3 的交叉连接，在有业务需求的情况下，也应支持 ODU4 的交叉连接。

6.2.2 OTN 网络的光纤选取应符合下列规定：

- a) OTN 传输系统可选用 G.652 光纤或 G.655 光纤；
- b) OTN 传输系统中，同一光放段内宜使用同类型的光纤，同一个光复用段内宜使用同类型的光纤；
- c) OTN 系统应用在长途传输网时，在资源允许的情况下宜配置同缆备用纤芯。

6.2.3 OTN 网络的网组织应符合下列规定：

- a) 同一系统内部不同厂商的 OTN 设备应单独组织 OTN 管理域，多厂家 OTN 管理域间应通过具有 3R 功能的 IrDI 接口互通；
- b) OTN 传输网的基本拓扑类型可采用链型、环型和网状三种，网络拓扑的选择应根据网络覆盖区域光缆网络结构、节点数量和节点间的业务关系确定；
- c) OTN 网络中每个光复用段传输系统的设计，应符合 GB/T 51152 的规定。

6.2.4 OTN 传输系统应主要包括终端站、再生站、分路站和光放站等四种类型，具体的局站设置应根据网络拓扑、网络组织、维护体制和维护条件、系统设备性能和光纤性能情况合理选择并设定。

6.2.5 OTN 系统的波道组织应符合下列规定：

- a) 波道组织应根据业务预测和网络结构，结合网络现状及发展规划进行编制。
- b) 波道组织在编制过程中应遵循以下原则：
 - 1) 波道组织应以满足近期业务需求为主，可考虑一定富余；
 - 2) 波道的使用宜从小序号开始向上排列顺序使用；
 - 3) 不同光复用段的波道配置宜采用同序号的波道；
 - 4) 当采用不同速率的波道在线路侧混传时，不同速率的波道宜安排在不同的波段。

6.2.6 OTN 网络的电路组织应符合下列规定：

- a) 电路组织应根据业务需求和波道组织，结合网络现状及发展规划进行编制。
- b) 电路组织在编制过程中应遵循以下原则：
 - 1) 电路组织应以满足近期业务需求为主，可考虑一定富余；
 - 2) 电路组织可根据系统中不同速率级别的光通道的终端和转接情况作出具体安排；
 - 3) 同一环内不同光复用段的电路配置宜采用同序号的波道和时隙；
 - 4) 两点间的电路安排应优先选用最短路径，同时兼顾各段波道截面的均匀性；
 - 5) 在不影响网络灵活调度的前提下，应尽量组织较高速率的通道转接；
 - 6) 电路转接宜采用 OTN 接口格式。

6.2.7 OTN 交叉设备的控制平面设计在工程中应为可选项，控制平面功能应符合 GB/T 21645.6 的规定。

6.3 网络保护及恢复

6.3.1 OTN 网络保护应符合下列规定:

- a) 应支持基于 ODUk 的 SNC 保护和环网保护(ODUk SPRing);
- b) 应支持基于 OCh 的 1+1、1:N 保护和光通道共享保护(OCh SPRing);
- c) 应支持基于光放段的 OLP 和基于光复用段的 OMSP 保护方式;
- d) 对于 1+1、1:N 及环网保护类型, 监测到触发倒换事件, 保护倒换应在 50ms 内完成。

6.3.2 基于控制平面的保护与恢复在工程设计中应为可选项, 并应符合下列规定:

- a) 应支持 1+1、M:N、环网保护、永久 1+1 等基于光层和电层的保护和恢复;
- b) 应支持预置重路由恢复和动态重路由恢复;
- c) 对于光电混合保护恢复, 应支持自下而上、自上而下和混合协调保护恢复机制。

6.4 辅助系统设计

6.4.1 DCN

6.4.1.1 DCN 的分类

在 OTN 设备(包括 OTM、OA)应支持 DCN 通路, 用于传递 OAM&P 所需的管理信息, 能够实现监控信息和自动保护倒换(APS)协议、公务等信息的传送。DCN 的具体实现应支持光监控通道(OSC)、电监控通道(ESC)和带外 DCN 通道三种可选方式。其中 OSC 在全光信号处理的节点设备适应配置, 包括光中继设备和 ROADM 设备(无 OEO 转换)等。应符合 YD/T 1990-2019 中第 11 章的技术要求。

6.4.1.2 光监控通道

对光监控通道(OSC)的规定包括:

- a) OSC 传输应是分段的, 且具有 3R 和双向传输功能。在每个 OTN 节点设备, 监控信息能够被正确地接收下来, 而且还可附加上新的监控信号;
- b) 对于多方向的 OTN 设备, 监控信息应能够正确的上下到对应的方向上;
- c) 光监控通道采用带外的波长, 其中光监控通道的波长为 $1510\text{nm} \pm 10\text{nm}$ / $1625\text{nm} \pm 10\text{nm}$;
- d) OSC 不限制在 1310nm 波长的业务;
- e) 光放大器失效时 OSC 应仍然可用;
- f) 光监控通道主要是用来监控 OTN 设备间的工作状态及保护状态, 信号速率可选择 STM-1(155.520Mb/s)、E1(2Mb/s)、E2(8Mb/s)或 10Mb/s 和 100Mb/s 以太网或其他速率;
- g) 可提供公务通道和使用者通道接口(可选)。

6.4.1.3 电监控通道(ESC)

电监控通道(ESC)的规定包括:

- a) ESC 实现方式主要采用 GCC, GCC 利用 ITU-T G.709 规定的 OTN 帧格式中 GCC0/GCC1/GCC2 承载监控信息, 其具体格式不在本标准规定范围内。DCC 利用 SDH 帧结构的空闲开销字节传送监控信息;
- b) ESC 需要依赖波长转换单元的存在, 对于单独的光放站, 需要配置 OSC;
- c) ESC 传输应是分段的, 且具有 3R 和双向传输功能。在每个 OTN 节点设备, 监控信息能够被正确地接收下来, 而且还可附加上新的监控信号;
- d) 对于多方向的 OTN 设备, 监控信息能够正确的上下到对应的方向上;
- e) 提供监控信息多路由冗余保护;
- f) ESC 监控方式和 OSC 监控方式应可混合组网;
- g) 可提供公务通道和使用者通道接口(可选)。

6.4.1.4 带外 DCN

带外 DCN 由独立的 IP 网或专用电路组成, 一般采用以太网接口。对带外 DCN 的规定包括:

- a) 带外 DCN 应支持可靠的消息传递, 应使用具有拥塞控制机制的协议;
- b) 带外 DCN 应支持消息的优先级传送, 使对时间敏感的消息(如用于恢复的消息)比其他消息(如连接信令消息、拓扑、资源发现消息)具有更高的优先级;
- c) 带外 DCN 应具有高可靠性和故障恢复的能力;
- d) 带外 DCN 应具有自己的 OAM&P 机制;
- e) 带外 DCN 应具有相应的安全机制, 防止未经授权的用户非法接入。

6.4.2 网管系统

6.4.2.1 OTN 网络管理系统功能结构

OTN 系统的网络管理采用分层管理模式。从逻辑功能上划分，OTN 系统的网络管理主要分为三层：网元层、网元管理层和网络管理层。各层之间是客户与服务者的关系，OTN 系统网络管理的分层结构符合图 8 规定。

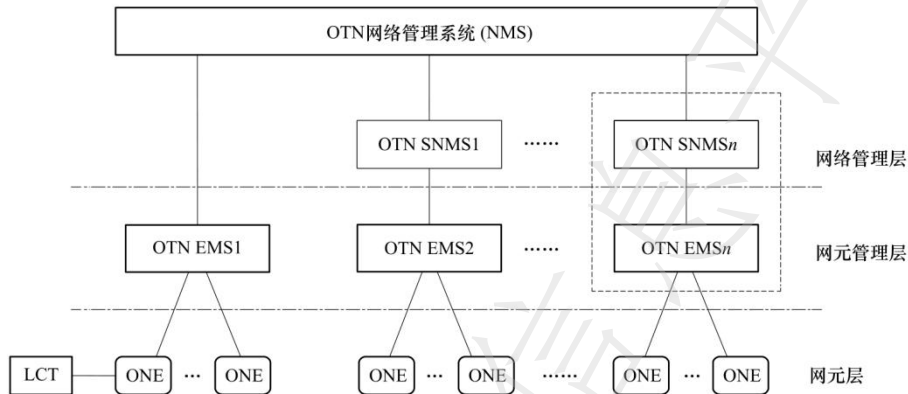


图 8 OTN 系统网络管理的分层结构

网元层主要针对 OTN 物理网元，一般情况下接受网元管理层的管理。网元管理层主要面向 OTN 网元，OTN 网元管理系统(EMS)直接管理控制 OTN 设备，负责对 OTN 网络中的各种网元的管理和操作。网络管理层主要面向 OTN 网络，负责对所辖管理区域内的 OTN 网络进行管理，强调端到端的业务管理能力。子网管理系统(SNMS)位于网络管理层。SNMS 或 EMS 可统一在同一个物理平台上，也可能是独立的系统。SNMS 和 EMS 可接入更高层次的 OTN 网络管理系统，实现多厂商全程全网的端到端管理。

6.4.2.2 网管系统包含内容

网管系统包含故障管理、配置管理、拓扑管理、性能管理、安全管理和报表管理等。

网管功能应符合 DL/T 1509-2016 中第 12 章的规定。

6.4.3 公务联络系统设计应符合下列规定：

- a) 宜设置一条公务联络系统，用于所有局站间的公务联络；
- b) 在网络规模大、覆盖区域广和管理层级多的情况下，可设置两条公务联络系统，一条用于终端站、再生站、分路站间的公务联络，另一条用于所有局站间的公务联络；
- c) 同一站点的两条公务系统应能通过一部公务话机实现；
- d) 对于设置有网元管理系统及子网管理系统的局站，公务联络信道应延伸至网管室；
- e) 公务联络系统应具备选址呼叫方式、群址呼叫方式和广播呼叫方式。

7 网络安全

7.1 网络安全等级保护

在将各类业务数据接入光传输系统进行传输前，必须采取包括物理隔离、加密机以及防火墙在内的综合安全防护措施，光传输系统的网络安全等级保护，遵循以下步骤和措施：

- a) 落实国家网络安全等级保护制度：根据国家相关法律法规和 GB/T 22240，光传输系统应符合网络安全等级保护的要求。
- b) 系统定级：光传输系统应进行安全等级评估。
- c) 备案：光传输系统的安全等级和相关信息向相关信息管理部门进行备案。
- d) 系统安全建设实施：
 - 1) 根据定级结果，对光传输系统的安全防护措施进行评估。
 - 2) 加强物理安全措施，使用加密技术保护传输线路。
- e) 等级测评：

- 1) 定期对光传输系统的安全防护措施进行测评，评估应符合预定的安全等级标准。
- 2) 通过第三方安全评估机构或内部安全团队进行测评。

7.2 安全管理制度

7.2.1 要求

针对光传输系统的安全管理制度，遵循以下要求：

- a) 制定一套适合本组织的网络安全保护计划，明确光传输系统作为关键信息基础设施的安全保护目标。
- b) 从管理体系、技术体系、运营体系和保障体系等方面进行综合规划，光传输系统在各个层面都得到安全防护。
- c) 加强机构、人员、经费和装备等资源的保障，支撑光传输系统的安全保护工作。
- d) 网络安全保护计划应形成文档，经过审批后发送至所有相关人员，并至少每年修订一次，或在发生重大变化时及时修订。
- e) 建立全面的管理制度和策略，必须考虑光传输系统的关键业务链安全需求。
- f) 根据光传输系统面临的安全风险和威胁的变化，定期对安全策略进行评估和调整。

7.2.2 安全策略

安全策略包括但不限于以下方面：

- a) 安全互联策略：光传输系统与其他系统的连接安全。
- b) 安全审计策略：定期对光传输系统的安全性能进行审计。
- c) 身份管理策略：访问光传输系统的用户进行身份验证和授权。
- d) 入侵防范策略：采取措施预防和检测潜在的网络入侵。
- e) 数据安全防护策略：保护光传输系统中传输的数据不被未授权访问或篡改。
- f) 自动化机制策略：自动化管理配置、漏洞和补丁和病毒库等。
- g) 供应链安全管理策略：确保供应链中产品和服务的安全性。
- h) 安全运维策略：确保日常运维活动的安全性。

7.2.3 管理制度

管理制度包括但不限于以下方面：

- a) 风险管理制度：识别、评估和控制光传输系统的风险。
- b) 网络安全考核及监督问责制度：网络安全表现进行考核，并在必要时进行问责。
- c) 网络安全教育培训制度：相关人员进行网络安全知识和技能的培训。
- d) 人员管理制度：管理与光传输系统相关的人员，包括访问控制和权限分配。
- e) 业务连续性管理及容灾备份制度：光传输系统在发生故障时能够快速恢复。
- f) 三同步制度：安全措施与光传输系统的规划、建设和使用同步进行。
- g) 供应链安全管理制度：供应链中产品和服务的安全性。

7.3 安全管理机构

针对光传输系统的安全管理机构，满足以下要求：

- a) 成立网络安全领导机构：

——成立一个由组织主要负责人领导的网络安全工作委员会或领导小组。

——明确一名领导班子成员担任首席网络安全官，专职负责或分管光传输系统的安全保护工作。

- b) 设置专门的安全管理机构：

——设立专门的安全管理机构（以下简称“安全管理机构”），负责光传输系统的日常安全管理和监督工作。

——明确安全管理机构的负责人及关键岗位，确保这些岗位的人员具备相应的网络安全知识和管理能力。

c) 建立考核及监督问责机制：

——建立并实施网络安全考核及监督问责机制，确保安全管理机构的工作效率和质量。

——定期对安全管理机构的工作进行考核和评估，及时发现并解决存在的问题。

d) 明确安全管理责任人：

——为每个关键信息基础设施，明确安全管理责任人，负责该设施的安全管理工作。

e) 纳入信息化决策体系：

——将安全管理机构的人员纳入本组织信息化决策体系确保安全管理机构在组织内部具有足够的影响力和决策权，在网络安全问题上能够迅速做出反应和决策。

7.4 安全管理人员

针对光传输系统的安全管理人员，遵循以下要求：

a) 安全背景审查和技能考核：

——对安全管理机构的负责人和关键岗位人员进行严格的安全背景审查和安全技能考核，必须符合条件的人员才能上岗。

——明确关键岗位，包括系统管理、网络管理和安全管理等。

——确保关键岗位至少有两名专业人员共同管理。

b) 参与网络安全相关活动：

——定期安排安全管理人员参加国家和行业或业界的网络安全相关活动。

c) 网络安全教育培训制度：

——建立网络安全教育培训制度，确保安全管理人员定期接受培训，每人每年不少于 30 个学时。

——教育培训内容应涵盖网络安全相关法律法规、政策标准、保护技术及管理知识。

d) 安全背景变更和岗位调动管理：

——当安全管理人员的身份、安全背景发生变化，或在必要时，必须重新进行安全背景审查。

——人员发生内部岗位调动时，重新评估其对光传输系统的访问权限，并根据需要进行调整。

——人员离岗时，立即终止其所有访问权限，收回相关设备，并进行必要的面谈和通知程序。

e) 安全保密职责和义务：

——明确安全管理人员的安全保密职责，包括但不限于安全职责、奖惩机制和离岗后的脱密期限。

——要求所有从业人员签订安全保密协议，从业人员了解并遵守相关的保密要求。

7.5 安全通信网络

7.5.1 网络架构

7.5.1.1 通信线路应使用“一主双备”配置。

注：“一主双备”，“一主”指的是系统正常情况下主要使用的、承担主要数据传输任务的主通信线路；“双备”则是指两条备用线路，当主线路出现故障或需要维护时，这两条备用线路可以立即接管传输任务，确保通信不中断。

7.5.1.2 光传输系统中的关键节点和重要设施实施应使用“双节点”冗余备份。

注：“双节点”冗余备份是指在光传输系统的关键节点和重要设施中部署两套相同的处理单元或设备，作为互为备份的机制。这两个节点同时处于活动状态，但通常只有一个节点（主节点）负责实际的数据处理和传输任务，而另一个节点（备用节点）则处于待命状态，准备接管工作。

7.5.2 互联安全

7.5.2.1 建立或完善光传输系统与其他网络安全等级保护系统、业务系统、区域系统以及不同系统之

间的安全互联策略。

7.5.2.2 保持同一用户在不同网络安全等级保护系统、不同业务系统和不同区域中的用户身份和访问控制策略的一致性。

7.5.2.3 对不同局域网之间的远程通信采取安全防护措施，包括在通信前使用密码技术进行双方验证或鉴别。

7.5.3 边界防护

7.5.3.1 不同网络安全等级保护系统、不同业务系统和不同区域的系统之间的相互操作、数据交换和信息流向进行禁止控制。

7.5.3.2 对未经授权设备进行动态发现和管控，确保只有经过运营者授权的软硬件才能运行。

7.5.4 安全审计

7.5.4.1 采取网络审计措施，对光传输系统的运行状态、日常操作、故障维护和远程运维等进行监测和记录。

7.5.4.2 留存相关日志数据不少于 6 个月，事后分析和审计，能够追踪和定位安全事件。

7.6 安全环境

7.6.1 鉴别与授权

7.6.1.1 明确光传输系统中的重要业务操作、重要用户操作或异常用户操作行为，并形成详细的操作清单。

7.6.1.2 对光传输系统中的设备、用户、服务或应用和数据进行严格的安全管控。对于关键操作，建立动态的身份鉴别机制或采用多因子身份鉴别技术。

7.6.1.3 利用安全标记等技术手段，对重要业务数据资源的操作实施访问控制，只有授权用户才能访问敏感数据。

7.6.2 入侵防范

7.6.2.1 采用先进的技术手段，提高光传输系统对高级可持续威胁（APT）等复杂网络攻击行为的防范能力。

7.6.2.2 实现系统的主动防护，通过技术手段及时识别并阻断入侵和病毒行为，保护光传输系统。

7.6.3 自动化工具

7.6.3.1 使用自动化工具来支持光传输系统的账户管理、配置管理、漏洞检测、补丁管理和病毒库更新等工作。

7.6.3.2 对发现的漏洞和补丁，必须经过验证后及时进行修补。

7.7 安全建设管理

7.7.1 同步规划、建设、使用

7.7.1.1 在光传输系统的设计阶段，网络安全技术措施应与主体工程同步规划，从初始就融入安全考虑。

7.7.1.2 在建设过程中，网络安全措施应与系统建设同步进行。

7.7.1.3 在系统投入使用时，网络安全措施应同步启用。

7.7.2 多形式验证

采取包括测试、评审和攻防演练在内的多种形式，针对光传输系统的安全性进行全面验证。

7.7.3 仿真验证环境

构建关键业务的仿真验证环境，针对光传输系统进行模拟测试和验证。并根据测试和评审结果，不断优化和改进光传输系统的安全性能。

7.7.4 合规性检查

光传输系统在建设、改造和升级的每个环节都应符合国家网络安全等级保护制度的要求和相关法规标准。等级保护要求应符合 GB/T 22240 的规定。

7.8 安全运维管理

7.8.1 运维地点要求

光传输系统的关键信息基础设施运维活动应在生产厂区内进行。

7.8.2 安全保密协议

在运维人员开始工作前，应签订安全保密协议，明确保密责任和违约后果。

7.8.3 运维工具管理

7.8.3.1 优先使用已在本组织登记备案的运维工具。

7.8.3.2 对于确需使用的未登记备案的运维工具，在使用前必须进行安全检测，包括恶意代码检测。

7.8.4 运维人员管理

7.8.4.1 对参与光传输系统运维的人员应进行安全审查和技能培训，人员具备必要的安全意识和专业能力。

7.8.4.2 应定期对运维团队进行安全教育和技能更新。

7.8.5 访问控制和审计

7.8.5.1 应实施严格的访问控制策略，运维人员只能访问其工作所需的系统部分。

7.8.5.2 应对运维活动进行审计，记录所有运维操作。

7.8.6 应急响应和灾难恢复

7.8.6.1 应制定和维护针对光传输系统的应急响应计划。

7.8.6.2 应建立灾难恢复机制，包括数据备份和系统恢复流程，保障系统在遭受攻击或故障时能够快速恢复正常运行。

7.9 供应链安全保护

7.9.1 供应链安全管理策略

7.9.1.1 建立全面的供应链安全管理策略，包括风险管理、供应方选择与评估、产品开发与采购和安全维护。

7.9.1.2 制定供应链安全管理制度，提供必要的资金、人员和权限等资源。

7.9.2 采购认证设备产品

采购光传输系统所需的网络关键设备和网络安全专用产品时，必须通过国家检测认证的设备和产品。

7.9.3 合格供应方目录

建立和维护合格供应方目录，选择信誉良好和有保障的供应方。

7.9.4 采购渠道管理

加强采购渠道管理，确保网络产品和服务来源的稳定性和多样性。

7.9.5 供应方安全责任

7.9.5.1 明确供应方的安全责任和义务，要求其在设计、研发、生产和交付等关键环节加强安全管理。

7.9.5.2 要求供应方声明不非法获取用户数据、不操纵用户系统和设备，不利用用户依赖性谋取不正当利益。

7.9.6 安全保密协议

与供应方签订安全保密协议，明确安全职责、保密内容、奖惩机制和协议有效期。

7.9.7 知识产权授权

要求供应方对涉及的技术专利等知识产权拥有 10 年以上的授权，或在产品使用期内获得持续授权。

7.9.8 技术资料提供

要求供应方提供中文版的运行维护和二次开发等技术资料。

7.9.9 源代码安全检测

对定制开发的软件进行源代码安全检测，或要求供应方提供第三方网络安全服务机构出具的检测报告。

7.9.10 风险消除与报告

7.9.10.1 发现网络产品和服务存在安全缺陷或漏洞时，及时采取措施消除风险隐患。

7.9.10.2 涉及重大风险的情况，按规定向相关部门报告。

7.10 数据安全防护

7.10.1 数据安全管理责任

- 7.10.1.1 建立数据安全管理制度，明确责任人，并实施定期的评价和考核。
- 7.10.1.2 编制数据安全保护计划，实施技术防护措施，并开展数据安全风险评估。
- 7.10.1.3 制定数据安全事件的应急预案，及时处置安全事件，并组织数据安全教育和培训。

7.10.2 数据分类分级保护策略

建立基于数据分类和分级的数据安全保护策略，明确不同级别数据的保护要求和措施。

7.10.3 数据存储地点

光传输系统产生的重要数据存储在生产厂区内。

7.10.4 数据使用和传输控制

- 7.10.4.1 严格控制重要数据的使用、加工、传输、提供和公开等环节。
- 7.10.4.2 采用加密、脱敏和去标识化等技术手段保护数据。

7.10.5 业务连续性与容灾备份

建立业务连续性管理机制和容灾备份计划，重要系统和数据库能够实现异地备份。

7.10.6 实时备份措施

- 7.10.6.1 数据可用性要求高的系统，采取数据库异地实时备份措施。
- 7.10.6.2 业务连续性要求高的系统，采取系统异地实时备份措施，确保关键信息基础设施在遭受破坏时能够快速恢复。

7.10.7 数据退役处理

光传输系统或其组件退役或废弃时，按照数据安全保护策略对存储的数据进行妥善处理。

7.10.8 数据处理全流程安全

建立覆盖数据处理全流程的安全能力，确保数据处理活动符合相关国家标准关于数据安全保护的要求。

7.11 网络安全应符合 GB/T 39204 的规定。

8 系统性能指标

8.1 网络性能

光信噪比指标应符合 GB/T 51152 的规定。
误码指标应符合 GB/T 51152 的规定。

8.2 以太网性能

以太网透传业务，90%线路吞吐量随机发包包长的情况下，24 小时无丢包。以太网性能指标符合表 5 的规定。

表 5 以太网性能指标

性能参数	指标规定	备注
长期丢包率	0	测试 24h
时延	≤100μs	64byte 长数据帧
过载丢包率	0.01%	(可选) 暂定
突发间隔	最小帧间隔	(可选)
转发速率	用户端口速率和 SDH 链路速率之间的较小者	(可选)

VLAN	单节点不小于 256 个 VLAN	(可选) 支持 802.1Q VLAN 标签, 规定支持双层 VLAN 标签。
地址缓存能力	≥4096 个	(可选) 单模块
MAC 地址学习速度	≥1000 个/s	(可选)

网络性能符合 YD/T 5208-2023 中第 5 章的规定。

8.3 抖动指标

8.3.1 OTU 的抖动产生应符合下列规定:

- 客户侧为 SDH 信号的 3R OTU 的抖动产生指标应符合 YD/T 1274 和 YD/T 1991 的规定;
- 客户侧为 OTN 信号的 3R OTU 的抖动产生指标应符合 YD/T 1990 的规定。

8.3.2 OTN 网络接口抖动和漂移容限应符合下列规定:

- OTU 的输入抖动容限符合 YD/T 1060、YD/T 1274 和 YD/T 1991 的规定;
- OTU1 输入正弦抖动容限(图 9) 应符合表 6 的规定;

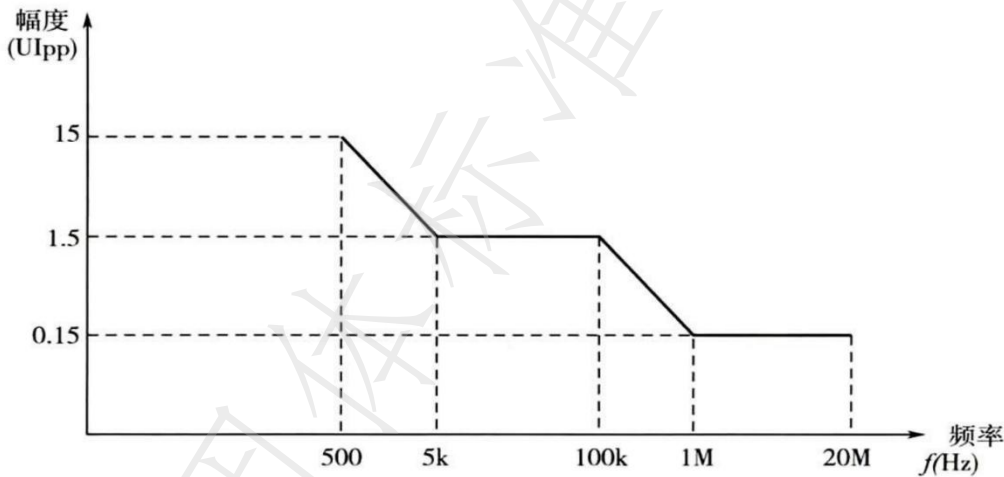


图 9 OTU1 输入正弦抖动容限

表 6 OTU1 输入正弦抖动容限

频率 f(Hz)	峰-峰抖动值(UIpp)
$500 < f \leq 5k$	$7500f^{-1}$
$5k < f \leq 100k$	1.5
$100k < f \leq 1M$	$1.5 \times 10^5 f^{-1}$
$1M < f \leq 20M$	0.15

- OTU2 输入正弦抖动容限(图 10) 应符合表 7 的规定;

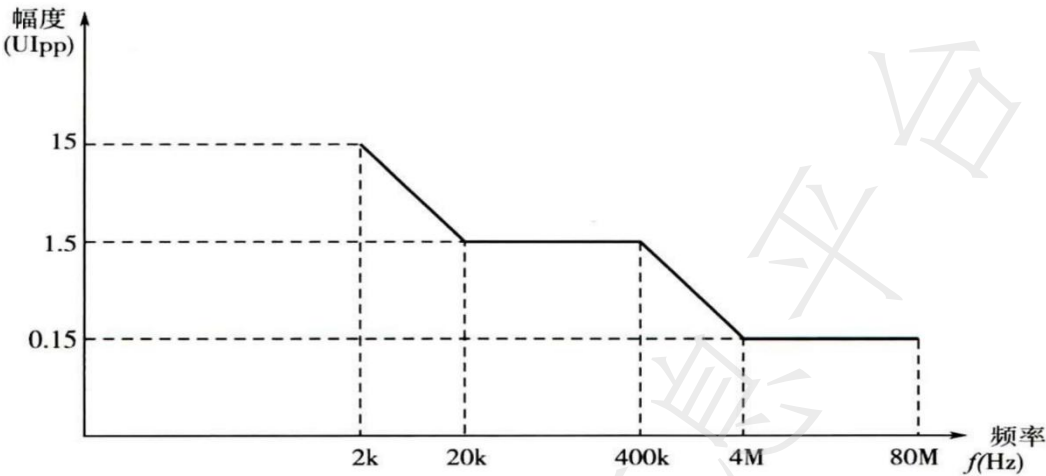


图 10 OTU2 输入正弦抖动容限

表 7 OTU2 输入正弦抖动容限

频率 f(Hz)	峰-峰抖动值(UIpp)
$2k < f \leq 20k$	$3.0 \times 10^4 f^{-1}$
$20k < f \leq 400k$	1.5
$400k < f \leq 4M$	$6.0 \times 10^5 f^{-1}$
$4M < f \leq 80M$	0.15

——OTU3 输入正弦抖动容限(图 11) 应符合表 8 的规定；

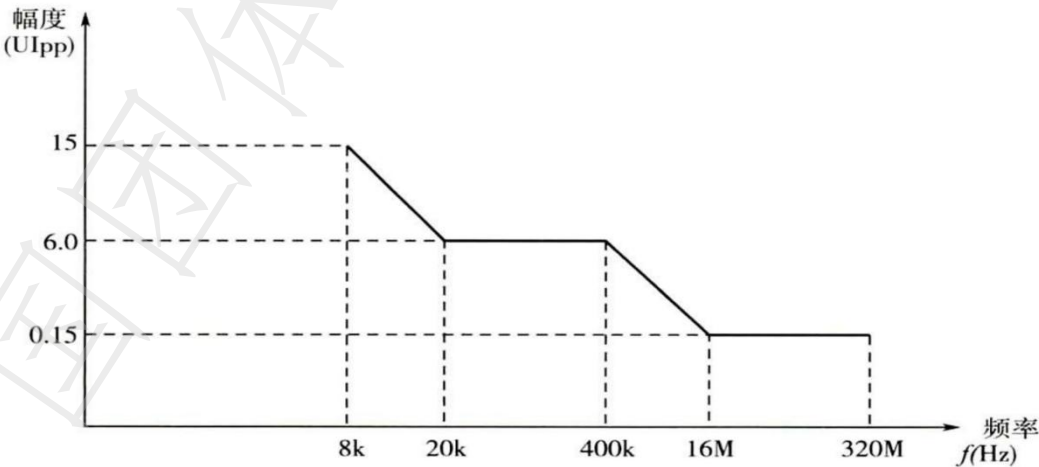


图 11 OTU3 输入正弦抖动容限

表 8 OTU3 输入正弦抖动容限

频率 f(Hz)	峰-峰抖动值(UIpp)
$8k < f \leq 20k$	$1.2 \times 10^5 f^{-1}$

$20\text{k} < f \leq 400\text{k}$	6
$400\text{k} < f \leq 16\text{M}$	$2.4 \times 10^5 f^{-1}$
$16\text{M} < f \leq 320\text{M}$	0.18

- 8.3.3 OTU 的抖动转移特性应符合下列规定
- 线路为 STM-16 和 STM-64 接口的 OTU 的抖动转移特性分别应符合 YD/T 1060 和 YD/T 1274 的规定；
- 线路为 OTUk 接口的 OTU 的抖动转移特性应符合 YD/T 1990 的规定。
- 8.3.4 OTN 网络接口输出抖动应符合表 9 的规定。

表 9 OTN 网络接口允许的最大输出抖动

接口类型	测量带宽		峰-峰抖动值(U _{Ipp})
	低通(KHz)	高通(MHz)	
OTU1	5	20	1.5
	1000	20	0.15
OTU2	20	80	1.5
	4000	80	0.15
OTU3	20	320	6
	16000	320	0.18
OTU4	FFS	FFS	FFS
	FFS	FFS	FFS

注：OTUk 网络接口不是同步接口，ODUk 时钟不是造成漂移的主要因素，因此不需要定义漂移指标。

- 8.3.5 SDH 及以太网接口抖动和漂移指标应符合 YD 5095 的规定。

9 网络互连规定

- 9.1 OTN 网络与用户网络的互联宜采用 OTUk 接口，不具备 OTUk 接口时，也可采用 STM-N 接口或者以太网接口互联。
- 9.2 不同厂家 OTN 网络管理域间宜通过 OTN 的 IrDI 接口互联，不具备 OTN 的 IrDI 互联条件时，可采用非 OTN 的 IrDI 接口互联。
- 9.3 不同厂家设备间互联的光接口应用代码应保持一致，接口类型宜采用 OTUk。

10 设备选型与配置

10.1 设备选型

- 10.1.1 传输设备选型应符合下列规定：
- 应符合技术先进、安全可靠、经济适用和节能环保的原则；
 - 设备应具有灵活的、最少品种的硬件配置，有利于系统扩容及升级；
 - 应符合 YD/T 1990 和 YD/T 1462 的规定；
 - 对于国内尚未制定 OTN 技术标准的，应符合相关 ITU-T 建议的要求。

10.1.2 设备的机架高度宜为 2600mm, 2200mm 或 2000mm, 深度宜为 300mm 或 600mm, 宽度宜为 600mm。

10.1.3 设备的总体机械结构充分考虑安装、维护的方便和扩充容量或调整设备数量的灵活性, 实现硬件模块化, 同时具有机械强度和刚度。

10.1.4 设备的电磁兼容性应符合 GB/T 19286 的规定。

10.2 设备配置

10.2.1 设备配置应考虑维护使用和扩容的方便。

10.2.2 OTN 设备的配置原则应符合下列规定:

- a) 设备数量应按传输系统及波道组织进行配置, 设备交叉颗粒和容量应根据应用场景合理选取, 跨环节点结合业务需求选用大容量交叉设备;
- b) 应避免或减少一个局站或节点内不同子架间的业务调度, 在必须进行跨子架业务调度时, 子架间的互联宜采用客户侧接口, 在客户侧接口不支持 ODUk 的复用和解复用功能时, 也可采用线路侧接口, 接口速率宜采用设备支持的最高速率;
- c) OTN 光交叉连接设备的维度数应根据终期预测的光线路方向数配置, 同一方向维度的 OTU 板卡适当集中排列;
- d) OTN 电交叉连接设备线路侧板卡应根据业务需求配置, OTN 电交叉连接设备客户侧接口的配置数量和类型根据业务需求确定, 宜考虑适当冗余;
- e) 客户侧业务板卡的配置应在满足各类业务需要的基础上, 简化网络配置和减少维护备品备件的种类和数量;
- f) 各速率业务和线路板光模块宜采用可热插拔的光模块;
- g) 维护备件的配置应满足日常维护的基本需要, 应保证重要单元盘不缺品种;
- h) 客户侧的维护备件宜选择可通过网管配置支持多种接口的板卡, 线路侧维护备件宜选择全波段频率可调的板卡;
- i) 交叉连接调度矩阵应具备冗余保护能力;
- j) 根据机房环境条件, OTN 设备配置的单机柜功耗不应超过机房允许的上限值。

10.2.3 业务终端站宜将不同速率的光口终端在不同的 ODF 子架或端子上。

10.2.4 节点设备配置

OTN 设备的配置原则如下:

- a) 根据业务需求, 各节点可选择终端复用设备、电交叉连接设备、光交叉连接设备、光电混合交叉连接设备和光线路放大设备;
- b) OTN 网络交叉节点宜采用电交叉设备, 中继节点宜采用全光中继放大设备;
- c) 设备数量应按传输系统及波道组织进行配置, 设备交叉颗粒和容量应根据应用场景合理选取, 跨环节点宜选用大容量交叉设备;
- d) OTN 电交叉连接设备应以子架为单元配置保护和恢复用的冗余波道, 应避免在一个节点内不同子架间的业务调度;
- e) OTN 电交叉连接设备宜采用支线路分离的 OTU, 客户侧接口的配置数量和类型根据业务需求确定, 并考虑适当冗余;
- f) OTN 网络设备关键板卡(包括电源板、主控板和集中电交叉板)宜冗余配置, 宜实现业务板卡主备保护功能, 宜实现光信号板卡保护功能;
- g) OTN 网络单子架的业务槽位应能通用, 每个业务槽位应能支持所有类型的 OTN 业务板卡;
- h) 各速率业务和线路板光模块宜采用可热插拔的光模块;
- i) 设备支持各类业务的接入、线路卡业务卡分离, 业务均能通过交叉直接复用到 10G/40G/100G 波长中, 无需经过其他线路板卡光口转接;
- j) 设备应支持统一 2.5G 业务接入板卡, 支持 100M~2.5G 任意业务类型 (FE/GE/STM1/STM4/STM16/FC100/FC200/SDI/HD-SDI/OTU1) 混合接入;
- k) 设备应支持统一 10G 业务接入板卡, 支持 10G 任意业务类型 (STM64/10GE LAN/10GE WAN/FC800/FC1200/OTU2/OTU2e) 混合接入。

11 局站设备安装

11.1 局站通信系统

11.1.1 局站通信系统应由光终端复用设备、光分插复用设备、光线路放大设备和 ODF 等组成。

11.1.2 OTN 设备与客户光接口的连接应通过 ODF 进行，不同方向的波道调度宜通过 ODF 进行。

11.1.3 波分复用系统设计时应明确系统的参考方向，参考方向的线路光纤纤芯宜按“单发双收”的原则使用，局站内各种资源应按照系统的参考方向采用“先上游后下游”的原则占用。系统参考方向宜按下列原则选取：

- a) 系统的参考方向宜与系统名称一致；
- b) 链型系统的参考方向可按从生产区中心辐射、从北到南和从东到西的方向；
- c) 环型系统可采用逆时针的方向；
- d) 同路由的多个系统参考方向可一致；
- e) 复杂拓扑的网络可依据上述原则采用带方向网络图进行明确。

11.1.4 局站内“发”应按从客户侧到线路侧、从低速率到高速率、从分路到合路的方向；“收”应按相反的方向。局站内线缆布放和 ODF 端子等资源的使用宜按“单收双发”的原则进行。

11.2 局站装机条件

11.2.1 传输机房设计的面积应结合工程远期发展需要，并应留有发展余地。

11.2.2 传输机房房屋净高不应低于 3.2m。

11.2.3 传输机房的温度、相对湿度、洁净度、电磁场干扰、噪声和照明等规定应符合 YD/T 1821 的规定。

11.2.4 传输机房防静电规定应符合 GB 50944 的规定。

11.2.5 传输机房楼面均布活荷载值符合 YD 5003 的规定。

11.2.6 机房环境检查应包括下列内容：

- a) 机房内不得存放易燃和易爆等危险物品；
- b) 孔洞位置、尺寸满足机房电缆布放规定；
- c) 孔洞封堵应采用不燃烧材料封堵；
- d) 设备和材料进场时，应进行检查验收，合格后方可安装。

11.3 设备平面布置

11.3.1 机房平面布置应符合下列规定：

- a) 应根据近、远期规划统一安排，以近期为主，同时考虑远期的发展；
- b) 设备之间的布线路由应合理，减少往返，布线距离较短；
- c) 应便于维护、施工和扩容；
- d) 应有利于抗震加固；
- e) 应有利于提高机房面积利用率的基础上，适当考虑机房的整齐和美观。

11.3.2 设备排列应符合下列规定：

- a) 设备列间宜采用面对面或背对背的排列方式；在原有机房装机，宜采用与原机房设备布置一致的方式；
- b) 新建机房应根据设备情况，在机房的楼面均布活荷载允许条件下宜采用背靠背双面排列方式；
- c) 主设备排列在同一列内或相对集中；
- d) 在条件允许的情况下，光分配架排列宜相对集中。

11.3.3 机房设备列之间以及走道的宽度应根据机房荷载、设备重量以及维护空间规定确定，标准机房应符合表 10 的规定。

表 10 标准机房设备排列距离参考值(m)

序号	名称	距离	备注
1	主走道宽度	≥1.3	单面排列机列机房
		≥1.5	双面排列机列机房
2	次走道宽度	≥0.8; 个别突出部分≥0.6	短机列时
		≥1.0; 个别突出部分≥0.8	长机列时
3	相邻机列面与面之间	1.2~1.4	—
4	相邻机列面与背之间	1.0~1.2	—
5	相邻机列背与背之间	0.7~0.8	—
6	机面与墙之间	0.8~1.0	—
7	机背与墙之间	0.6~0.8	—

11.4 设备安装

11.4.1 新建机房应按照上走线方式设计走线架。机房走线架的安装方式应符合 YD/T 5026 的规定

11.4.2 列架可按区域安装,应满足工程近期需要。高度应根据设备高度设计,列架与设备架顶宜相距 50mm。

11.4.3 抗震设防烈度为 6 度及 6 度以上的机房,铁架和机架安装应采取抗震加固措施,铁架加固方式应符合 YD/T 5026 的规定,机架加固方式应符合 GB/T 51369 的规定。

11.4.4 槽道和走线架的安装应符合下列规定:

- 槽道和走线架的平面位置应符合设计平面位置规定,偏差不得超过 50mm;
- 列槽道和列走线架应成一条直线,水平偏差不得超过 3.0‰;高度符合设计规定;
- 连固件连接牢固、平直和无明显弯曲;电缆支架应安装端正、牢固,间距均匀;
- 主槽道(主走线架)宜与列槽道(列走线架)立体交叉,高度应符合设计规定;
- 列间撑铁在一条直线上,两端对墙加固应符合设计规定;
- 吊挂安装应垂直、牢固,膨胀螺栓孔应避开机房主承重梁,当无法避开时,孔位应选在距主承重梁下沿 120mm 以上的侧面位置;
- 铁件的漆面应完整无损,当需补漆时,其颜色与原漆色应一致;
- 铁件的抗震加固应符合设计规定。

11.4.5 光纤护槽的安装应符合下列规定:

- 光纤护槽宜采用支架方式,支架底端宜安装在电缆支铁或槽道(走线架)的梁上;
- 安装完毕的光纤护槽应牢固、平直和无明显弯曲;
- 光纤护槽在槽道内的高度宜与槽道侧板上沿平齐,不影响槽道内电缆的布放,在主槽道和列槽道交越处和槽道转弯处宜用圆弧弯头连接;
- 光纤护槽的盖板开合方便,列槽道内的护槽侧面应预留光纤引出口;出口宜采用喇叭状对接,以防转弯处伤及光纤。

11.4.6 设备机架的安装应符合下列规定:

- 各种机架的安装位置应符合设计规定,其偏差不大于 10mm;
- 各种机架的安装应端正牢固,垂直度偏差不应超过机架高度的 1.0‰;
- 列内机架应相互靠拢,机架间隙不应大于 3mm 并保持机架门开关顺畅;机面应平直,每米偏差不应大于 3mm,全列偏差不应大于 15mm;

- d) 机架应采用膨胀螺栓对地加固，机架顶部宜采用夹板或 L 形铁与列槽道(列走线架)上梁加固；所有紧固件应拧紧适度，同一类螺丝露出螺帽的长度宜基本保持一致；
 - e) 在铺设了防静电地板的机房安装设备，设备下面应安装机架底座，底座安装应满足设备安装规定；
 - f) 机架的抗震加固应符合设计；
 - g) 设备端子板的位置、安装排列顺序及各种标识应符合设计规定；
 - h) 光纤分配架(ODF)上的光纤连接器安装应牢固，方向一致，盘纤区固定光纤的零件应安装齐备；
 - i) 机架和部件以及它们的接地线应安装牢固，防雷地线与设备保护地线安装应符合设计规定。
- 11.4.7 设备子架的安装应符合下列规定：
- a) 设备子架安装位置应符合设计规定；
 - b) 子架与机架的加固应牢固和端正，符合设备装配规定，不得影响机架的整体形状和机架门的顺畅开合；
 - c) 子架上的饰件和零配件应装配齐全，接地线应与机架接地端子可靠连接；
 - d) 子架内机盘槽位应符合设计规定，插接件接触良好，空槽位宜安装空机盘或假面板。

11.5 线缆选择与布线规定

11.5.1 通信电缆选择应满足传输速率、衰耗、特性阻抗、串音防卫度和耐压等指标的要求，通信电缆应具备阻燃功能。

11.5.2 局站内线缆布放应使信号流向有一致的收发顺序。

11.5.3 告警信号线宜选用音频塑料线。

11.5.4 公务联络线应选用音频隔离线。

11.5.5 网管系统的通信电缆应根据传送信号速率选用相应型号和规格的线缆。

11.5.6 机房交流电源线、直流电源线、通信电缆和光缆应分开布放。通信电缆与电力电缆相互之间的距离，应保持 50mm 以上。

11.5.7 布线应整齐且距离短，并应便于后期扩容时设备安装及线缆布放。

11.5.8 线缆布放位置应合理，不得妨碍或影响日常维护和测试工作的进行。

11.5.9 通信电缆的布放和成端应符合下列规定：

- a) 电缆规格程式和布放路由应符合设计要求；
- b) 电缆在槽道内或走线架上布放应顺直，捆扎牢固，松紧适度，没有明显的扭绞；
- c) 电缆成端处应留有富余量，成束缆线留长应保持一致；
- d) 电缆开剥尺寸应与缆线插头(座)的对应部分相适合，成端完毕的插头(座)尾端不应露铜；
- e) 芯线焊接应端正、牢固和焊锡适量，焊点光滑、圆满和不成瘤形；
- f) 电缆屏蔽网剥头长度应一致，并应保证与连接插头的接线端子外导体接触良好；
- g) 非屏蔽五类及五类以上电缆的成端，每对对绞线应保持扭绞状态，扭绞松开长度不应大于 13mm；
- h) 屏蔽对绞电缆的屏蔽层与接插件成端处屏蔽罩应可靠接触，缆线屏蔽层应与接插件屏蔽罩 360°圆周接触，接触长度不宜小于 10mm；
- i) 安装好的缆线插头(座)应配件齐全、位置正确、装配牢固。

11.5.10 光纤连接线布放应符合下列规定：

- a) 光纤连接线宜布放在光纤护槽内，应保持光纤顺直，无明显扭绞；无光纤护槽时，光纤连接线应加穿光纤保护管，保护管应顺直绑扎在电缆槽道内或走线架上，并应与电缆分开放置；收信和发信排列方式应符合维护习惯；
- b) 应避免跨机房布放光纤连接线，机房之间有光纤连接需求时应通过机房间的中继光缆连接；
- c) 不同类型纤芯的光纤连接线外皮颜色应符合设计要求；
- d) 光纤连接线从护槽引出宜采用螺纹光纤保护管保护；
- e) 不得用电缆扎带直接捆绑无套管保护的光纤连接线，宜用扎线绑扎或自粘式绷带缠绕，绑扎松紧适度；

- f) 光纤连接线活接头处应留富余，余长应依据接头位置等情况确定，不宜超过 2m；光纤连接线余长部分应整齐盘放，曲率半径不应小于 40mm；
- g) 光纤连接线应整条布放，中间不得做接头；
- h) 光纤连接线两端应粘贴标签，标签应粘贴整齐一致，标识应清晰准确，文字应规范。

11.6 电源系统及接地

11.6.1 直流供电系统应符合下列规定：

- a) 传输设备宜采用—48V 直流供电，其输入电压允许变动范围为—40V～—57V；
- b) 传输机房可采用主干馈电线供电和电源分支柜方式，电源主干馈电线宜采用铜排或铜芯电缆，列柜至机架布线宜采用铜芯电缆；
- c) 传输设备的直流供电系统，应结合机房原有的供电方式，采用树干式或按列辐射方式馈电，在列内通过列头柜分熔丝按架辐射至各机架或子架；
- d) 不得采用两只小负荷熔丝并联代替大负荷熔丝使用。

11.6.2 电源线截面的选取应根据供电段落所允许的电压降数值确定。

11.6.3 传输设备所需的一 48V 直流电源系统布线，从电力室直流配电屏引接至电源分支柜、由电源分支柜引接至列柜、再至传输设备机架均应采用主备电源线分开引接的方式。

11.6.4 列柜的选用应符合下列规定：

- a) 列头柜的容量和负荷应按整列进行核算和配置；
- b) 应根据传输设备满配置耗电量的 1.2 倍～2.0 倍来核算列柜每个二级熔丝的容量；
- c) 列头柜应能够实时显示电源电压和实际用电电流；
- d) 列头柜的二级熔丝应方便带电更换，带电更换列柜二级熔丝时不应影响列柜中其他电源系统的工作。

11.6.5 交流 220V 电源设计应符合下列规定：

- a) 交流 220V 电源容量应能满足仪表以及网络设备使用；
- b) 配置网络管理设备的局站应采用不间断电源(UPS) 供电系统或逆变器供电系统供电。

11.6.6 地线设计应符合下列规定：

- a) 传输机房的工作接地和保护接地宜采用分开引接方式；
- b) 工作地线应采用母线树干式“T”接至列头柜或由电源分支柜引接至列头柜，列内通过列头柜辐射至各机架；
- c) 保护地线宜采用电力电缆从电力室地线排、电源分支柜地线排或机房内接地点直接引接至列头柜，列内采用树干式“T”接至各机架。

11.6.7 本标准未涉及的局站的电源设计部分应符合 GB 51194 的规定。

11.6.8 本规范未涉及的局(站) 防雷与接地部分应符合 GB 50689 的规定。

11.6.9 电力缆线布放安装应符合设计要求：

- a) 电力电缆规格程式、布放路由、芯线间绝缘电阻应符合设计规定；
- b) 电力电缆应整条布放，中间不得做接头；
- c) 在槽道内或走线架上安装时，布放应顺直，捆扎牢固，转弯处不得出现电缆外皮起皱现象；
- d) 直流电源线中的负极线和工作地线应顺直绑扎成一束；当多束布放时，电缆束间不应留间隙；
- e) 截面 10mm²及以下的电力线宜采用打接头圈方式连接，打圈绕向与螺丝固紧应方向一致；铜芯多股电力线接头圈应镀锡；螺丝和接头圈间应安装平垫圈和弹簧垫圈；
- f) 截面 10mm²以上的电力电缆应采用铜鼻子连接，铜鼻子的材料应与电缆相吻合；
- g) 铜鼻子的规格应与电源线规格一致，剥露的铜线长度适当，并应保证芯线完整插入铜鼻子压接管内；
- h) 安装在铜排上的铜鼻子应牢靠端正，采用合适的螺栓连接，并应安装齐备平垫圈和弹簧垫圈；
- i) 铜鼻子压接管外侧应采用绝缘材料保护，工作地用红色，负极用蓝色，保护地用黄色。

12 性能测试及功能检查

12.1 单机功能检查及测试

- 12.1.1 电源及告警功能检查应符合下列规定；
供电条件应符合下列规定：
- 电源电压范围应符合设计要求；
 - 列柜或电源柜的熔丝容量应符合设计要求；
 - 设备主用和备用电源盘之间的倒换应符合设计规定。
 - 告警功能检查应包含电源故障告警、机盘故障告警、机盘缺失告警、信号丢失(LOS)告警和激光器自动关闭(ALS)告警，检查结果应符合设计规定。
- 12.1.2 OTN 终端复用设备(OTM)提供 OTN 接口时，应测试 OTN 接口功能，测试结果应符合设计规定。
- 12.1.3 OTN 交叉功能测试应符合下列规定：
- 当 OTN 设备做电交叉设备使用时，验证基于 ODUk(k=0, 1, 2, 2e, 3, 4)交叉颗粒的支路接口到支路接口、线路接口到线路接口、支路接口到线路接口、线路接口到支路接口的单向、双向、环回和广(组)播等交叉连接功能，测试结果应符合设计规定；
 - 当 OTN 设备做光交叉设备使用时，测试验证基于波长的单向、双向、环回和广(组)播等交叉连接功能，测试结果应符合设计规定；
 - 当 OTN 设备做光电混合交叉调度设备使用时，测试验证基于 ODUk(k=0, 1, 2, 2e, 3, 4)交叉颗粒的交叉调度功能和基于波长的交叉连接功能，测试结果应符合设计规定。
- 12.1.4 OTN 光接口单机测试应符合下列规定：
- 测试 OTN 光接口平均发送光功率，测试结果应符合设计指标要求；
 - OTN 光接口接收端接收灵敏度测试，测试 BER $\leq 1.00E-12$ 条件下的接收灵敏度，测试结果应符合设计指标要求；
 - OTN 光接口接收端过载光功率的测试，测试 BER $\leq 1.00E-12$ 条件下的过载光功率，测试结果应符合设计指标要求；
 - 中心波长及频偏测试，在线路侧光接口的 S_n 点测试各线路端口的中心波长(频率)，计算与标称值的差即为中心波长的偏移，测试结果应符合设计要求；
 - 最小边模抑制比测试，在线路侧光接口的 S_n 点测试各线路侧端口的最小边模抑制比，测试结果应符合设计指标要求；
 - 20dB 谱宽测试，在线路侧光接口的 S_n 点分别测试各线路侧端口的一 20dB 谱宽，测试结果应符合设计指标要求；
 - 抖动产生测试，在参考点 R 测量无输入抖动的最大输出抖动(测试 60 秒)，测试结果应符合表 11 中的规定；

表 11 抖动产生测试指标规定

接口类型	测量带宽		峰-峰抖动值(U _{Ipp})
	低通(kHz)	高通(MHz)	
OTU1	5	20	1.5
	1000	20	0.15
OTU2	20	80	1.5
	4000	80	0.15
OTU3	20	320	6
	16000	320	0.18
OTU4	FFS	FFS	FFS

	FFS	FFS	FFS
--	-----	-----	-----

- h) 输入抖动容限测试，测试 OTU1 输入正弦抖动容限应符合本标准 8.3 抖动指标表 6 的规定，OTU2 输入正弦抖动容限应符合本标准 8.3 抖动指标表 7 的规定，OTU3 输入正弦抖动容限应符合本标准 8.3 抖动指标表 8 的规定；
- i) 抖动转移特性测试，测试 OTN 设备的抖动传递参数值符合表 12 和表 13 中的规定。

表 12 抖动转移特性指标 (ODCb)

接口类型	测量带宽			抖动增益 P(dB)
	$f_L(\text{Hz})$	$f_C(\text{kHz})$	$f_H(\text{kHz})$	
ODU0	FFS	FFS	FFS	FFS
ODU1	10	1	100	0.1
ODU2	40	4	400	0.1
ODU3	160	16	1600	0.1
ODU4	FFS	FFS	EFS	FFS

表 13 抖动转移特性指标 (ODCr)

接口类型	测量带宽			抖动增益 (dB)
	$f_L(\text{kHz})$	$f_C(\text{kHz})$	$f_H(\text{MHz})$	
OTU1	2.5	250	20	0.1
OTU2	10	1000	80	0.1
OTU3	40	4000	320	0.1
OTU4	FFS	FFS	FFS	FFS

12.1.5 OTN 设备中承载 OMS、OTS 层的合波分波器、梳状滤波器、光放大器、光谱分析模块、光监测通道(OSC)等器件的单机测试指标应符合 GB/T 51126 的规定。

12.2 系统性能测试及功能检查

12.2.1 系统性能测试应符合下列规定：

- 光信噪比测试应分别对每个光复用段双方向进行测试，在 MPI-RM 参考点测试各波长通道的光信噪比，结果应符合设计指标要求；
- 系统输出抖动测试可采用环回法或对测法，环回法指标可按单向指标考核；测试时间为 60 秒，在 R 点或 S 点测试，结果应符合设计指标要求；
- 系统误码性能测试可采用环回法或对测法，环回法测得的双向结果可按单向指标考核；一个光复用段有多个波长通道需要误码测试时，可任选其中一个波道测试 24 小时，其余波长通道测试 15 分钟，测试结果应符合设计指标规定要求
- 对于 40Gb/s 及以上速率的波道，需对 Rn 点纠错前误码性能测试，对系统中的每个波道，记录网管中的纠错前误码率读数，关闭 FEC，再通过仪表测试误码率，40Gb/s 波道测试时间不少于 4 分钟，100Gb/s 波道测试时间不少于 2 分钟，仪表测试结果应符合设计指标要求；
- 以太网性能测试可采用环回法或对测法，环回法指标可按单向指标考核，测试吞吐量、时延、过载丢包率等各项性能应符合设计要求。

12.2.2 系统功能检查应符合下列规定：

- a) 当系统通道增加或减少时，不应影响其他通道的正常工作；
- b) 当线路光纤链路中断、放大器接收无光时，放大器输出光功率应自动降低(APR)或自动关断激光器(ALS)；当光纤链路连通并正常工作后，系统应能实施自动或人工重启动功能，使系统恢复正常工作。
- c) 操作检查公务联络系统应符合下列规定：
 - 1) 公务联络功能设置应满足各站间的公务联络规定；
 - 2) 各站公务电话编号应符合要求规定，用选呼和群呼方式呼叫应正确无误；
 - 3) 通话应清晰、无啸叫现象；
 - 4) 当接有距离不超过 200 米延伸话机时，应满足上述正常功能。

12.3 保护性能测试及功能检查

12.3.1 当系统发生保护倒换时，保护倒换时间应符合设计要求。

12.3.2 基于 OCh 的 1+1 保护倒换当出现下列情况之一时，应立即倒换，倒换方式(单向或双向)应符合设计规定。

- a) 线路光信号丢失(LOS)及 OTUk 层次的 SF 条件和 ODUkP 层次的 SF 条件；
- b) 基于监视 OTUk 层次及 ODUkP 层次的误码劣化(DEG)。

12.3.3 基于 ODUk 的 SNC 保护倒换应支持单向和双向倒换、同时支持可返回与不可返回两种操作类型，并应允许用户进行配置。当出现下列情况之一时，应立即倒换：

- a) 线路光信号丢失(LOS)及 OTUk 层次的 SF 条件和 ODUkP 层次的 SF 条件；
- b) 基于监视 OTUk 层次及 ODUkP 层次的误码劣化(DEG)。

12.3.4 基于光波长共享保护(OCh SPRing)倒换，当出现下列情况之一时，应立即倒换：

- a) 线路光信号丢失(LOS)及 OTUk 层次的 SF 条件和 ODUkP 层次的 SP 条件；
- b) 基于监视 OTUk 层次及 ODUkP 层次的误码劣化(DEG)。

12.3.5 基于 ODUk 环网保护(ODUk SPRing)倒换，当出现下列情况之一时，应立即倒换：

- a) 线路光信号丢失(LOS)及 OTUk 层次的 SF 条件；
- b) 基于监视 OTUk 层的误码劣化(DEG)。

12.3.6 当 OTN 网络配置了控制平面时，应检查和测试 OTN 控制平面相关功能，检查和测试结果应符合设计要求。

12.4 网管功能检查

12.4.1 安全管理功能检查应包含下列内容：

- a) 具有操作级别及权限划分功能；
- b) 具有用户管理功能；
- c) 具有日志管理功能；
- d) 具有口令管理功能；
- e) 具有管理区域划分功能；
- f) 对所有试图接入受限资源的申请，能够进行监视和实施控制功能；
- g) 系统资料有备份归档功能，操作系统软件、系统应用软件、系统数据库齐全并能够做必要的备份。

12.4.2 故障管理功能检查应包含下列内容：

- a) 具有实时告警监视功能，故障定位到单板(盘)；
- b) 具有可闻、可视告警提示；
- c) 具有告警收集和显示功能；
- d) 具有告警清除和确认功能；
- e) 具有告警过滤和屏蔽功能；
- f) 具有告警级别设置功能；
- g) 具有告警查询和统计功能；

- h) 有设备告警 (Equipment alarm)、服务质量告警 (Quality of service alarm)、通信告警 (Communications alarm)、环境告警 (Environment alarm) 和处理失败告警 (Processing error alarm) 等五种类型; 紧急告警 (Critical)、严重告警 (Major)、一般告警 (Minor) 和提示告警 (Warning) 等至少四种告警严重级别; 未确认当前告警、已确认当前告警、未确认历史告警和已确认历史告警等四种告警状态;
 - i) 具有告警输出功能;
 - j) 其他性能、功能按设计要求的详细功能清单逐条检查。
- 12.4.3 性能管理功能检查包含下列内容:
- a) 具有性能检测管理功能;
 - b) 具有性能数据的查询、显示和统计功能;
 - c) 具有对性能数据的存储功能;
 - d) 具有性能数据输出功能;
 - e) 具有性能门限的设置和查询功能。
- 12.4.4 配置管理功能检查包含下列内容:
- a) 具有网络拓扑管理功能;
 - b) 具有网元配置管理功能;
 - c) 具有网元状态监控功能;
 - d) 能够进行交叉连接的配置, 设定东(西)向和上(下)光通道;
 - e) 能够对网元的保护方式进行配置和修改, 对保护倒换状态控制;
 - f) 能够在网元上实施时钟的设置和修改;
 - g) 能够进行软件版本的管理, 进行软件的上载、下载和升级;
 - h) 其他性能、功能按设计规定的详细功能清单逐条检查。
- 12.4.5 光监测通道保护功能检查应符合下列规定:
- a) OTN 网管系统应具有外部 DCC 通道路由的接入功能;
 - b) 当 OTN 的光监测通道中断时, 网管应能自动连接到外部 DCC 通道, 网管系统的功能不应受到影响, 并且不应丢失网管系统数据库中的数据。

12.5 竣工文件

12.5.1 工程完工后, 施工单位应及时编制竣工文件。

12.5.2 竣工文件应包含下列内容:

- a) 工程说明;
- b) 工程有监理单位时, 工程开工报审表;
- c) 开工报告;
- d) 安装工程量总表;
- e) 已安装的设备明细表;
- f) 工程设计变更单;
- g) 重大工程质量事故报告;
- h) 停(复)工报告;
- i) 随工签证记录;
- j) 交(完)工报告;
- k) 交接书;
- l) 验收证书;
- m) 测试记录;
- n) 竣工图纸;
- o) 备考表。

12.5.3 竣工文件应符合下列内容:

- a) 内容应没有缺页、漏项、颠倒现象, 资料应齐全;
- b) 竣工图纸应与实际竣工状况相符, 测试记录数据应真实准确;

c) 资料书写应字迹清楚、版面整洁、规格一致，装订应符合归档要求。

12.5.4 竣工文件的编订可按单项过程装订成册，内容较多时，可分册装订。工程初步验收前施工单位应向建设单位提交竣工文件一式三份。

13 工程验收

13.1 工程初步验收

13.1.1 工程初步验收应在完成全部设计工程量，设备功能、系统性能经检查和测试合格，竣工文件编制完毕，施工单位向建设单位提交完工报告后，由建设单位组织。

13.1.2 建设单位在接到施工单位的交工通知和竣工文件后，根据有关文件规定应及时组织验收小组进行初步验收。

13.1.3 工程初验应按照本标准和设计文件要求，对工程安装工艺质量进行检查，对设备和系统性能进行测试，对竣工技术文件进行审查，对已安装设备进行移交，对备盘备件进行清点移交。

13.1.4 施工过程中，建设单位委派工地代表或监理工程师组织随工检验并取得签证的硬件安装项目，在工程初步验收阶段一般不再检验，验收小组认为有必要复验的，可按表 14 所列内容办理。

表 14 设备安装复检

项目	验收子项	主要检验内容	验收方式
硬件安装 检查	机房环境检查	1.机房物品摆放； 2.孔洞位置、尺寸； 3.封堵孔洞材料。	现场检查
	铁架安装	★1.安装平面位置； ★2.安装高度； 3.紧固件、漆面；	随工检验、现场检查。
	机架和子架安装	★1.机架安装平面位置； 2.机架垂直、水平度； ★3.机架上下加固； ★4.机架接地线； 5.机架附件的放置； ★6.子架安装位置； 7.子架内机盘的安装； ★8.子架内缆、线、纤的 固定； 9.子架附件的放置。	随工检验、现场检查。

	缆线布放及成端	★1.光纤连接线路由及保护措施； 2.在护槽内布放工艺； 3.光纤连接线盘曲率半径； 4.光纤连接线的标签； ★5.通信电缆的路由； ★6.通信缆线规格程式； 7.通信电缆布放、绑扎工艺； 8.通信电缆端头处理、余长绑扎； ★9.通信电缆焊接工艺； ★10.电力电缆端头处理； ★11.电力电缆铜鼻子规格； ★12.电力电缆铜鼻子固定； 13.电力电缆端头保护管颜色。	随工检验、现场检查。
--	---------	---	------------

注：序号前标“★”的内容为重点检查工序。

13.1.5 工程初步验收设备功能检查及测试项目可按表 19 所列内容检查，测试项目和数量的抽取比例为 10%，当抽测 10%不足一个时，可按一个抽测。当抽测的项目不合格时，对该项指标追加 20%测试，结果仍不合格，该项目应全部测试。

表 15 工程初步验收设备功能检查、测试和竣工文件检查内容

项目	验收子项	主要检验内容	验收方式	抽测比率
设备功能检查及本机测试	电源及告警功能检查	1.设备工作电压； 2.电源柜、列头柜熔丝规格； 3.主备用电源倒换试验； 4.告警功能试验。	随工检验初验抽测	10%
		OTN 的接口适配能力。	检查记录	全检

	OTN 接口功能测试			
	OTN 交叉功能测试	验证 OTN 的电交叉功能或光交叉功能。	检查记录	全检
	OTN 光接口单机测试	1.平均发送光功率； 2.接收灵敏度； 3.最小过载光功率； 4.中心波长及偏移； 5.最小边模抑制比； 6.—20dB 谱宽； 7.抖动产生； 8.输入抖动容限； 9.抖动转移特性。	检查记录	全检
	OMU 测试	1.插入损耗； 2.插入损耗最大差异。	检查记录	全检
	ODU 测试	1.插入损耗； 2.插入损耗最大差异； 3.相邻通道隔离度； 4.非相邻通道隔离度。	检查记录	全检
	梳状滤波器测试	1.插入损耗； 2.插入损耗最大差异； 3.通道隔离度。	检查记录	全检
	光线路放大器(OLA)测试	1.总输入光功率； 2.总输出光功率。	检查记录	全检
	光谱分析模块(OSA)测试	1.中心波长精度； 2.功率精度； 3.光信噪比精度。	检查记录	全检
	光监控通道(OSC)测试	1.平均发送光功率； 2.工作波长及其偏差。	检查记录	全检

系统性能测试及功能检查	系统指标测试	1.光信噪比； 2.系统误码性能； 3.以太网信号吞吐量、丢包率、长期丢包率、时延、背靠背测试； 4.纠前误码率(针对 40G 及以上波道)； 5.系统输出抖动。	检查记录初验抽测	10%
	系统功能检查	1.系统通道地减； 2.APR 功能试验； 3.公务联络功能。	随工检查	/
保护性能测试及功能检查	基于 OCh 的 1+1 保护倒换检查	1.保护倒换触发条件； 2.保护倒换的时间。	按设计功能检查记录初验抽测。	10%
	基于 ODUk 的 SNC 保护倒换检查	1.保护倒换触发条件； 2.保护倒换的时间	按设计功能检查记录初验抽测	10%
	基于光波长共享保护倒换检查	1.保护倒换触发条件； 2.保护倒换的时间。	按设计功能检查记录初验抽测	10%
	基于 ODUk 环网保护倒换检查	1.保护倒换触发条件； 2.保护倒换的时间。	按设计功能检查记录初验抽测	10%
网管功能检查	安全管理	1.操作级别及权限划分功能； 2.用户管理功能； 3.日志管理功能； 4.口令管理功能； 5.管理区域划分功能； 6.监视非法登录； 7.系统备份。	按设计功能检查	全检
	故障管理	1.实时告警监视功能； 2.可闻可视告警提示 3.告警收集和显示功能； 4.告警清除和确认功能；	按设计功能检查	全检

		5.告警过滤和屏蔽功能; 6.告警级别设置功能; 7.告警查询和统计功能; 8.告警类型、严重等级和状态; 9.告警输出功能; 10.告警参数; 11.其他功能		
	性能管理	1.性能检测管理功能; 2.性能数据查询、显示和统计功能; 3.性能数据存储功能; 4.性能数据输出功能; 5.性能门限设置和查询功能; 6.性能管理参数; 7.其他功能;	按设计功能检查	全检
	配置管理	1.网络拓扑管理功能; 2.网元配置管理功能; 3.网元状态监控功能; 4.交叉连接配置功能; 5.网元保护倒换功能; 6.时钟设置和修改功能; 7.软件版本升级; 8.其他功能。	按设计功能检查	全检
	网管通道保护	1.外部 DCC 通道接入; 2.各类保护倒换试验	初验检查	全检
OTN 控制平面检查机测试	OTN 控制平面(可选)	1. OTN 控制平面功能检查; 2. OTN 控制平面性能检查	按设计功能检查	全检
竣工文件审查	竣工文件份数	竣工文件三份	文件审查	全检
	竣工文件内容	1. 竣工技术文件; 2. 工程测试记录; 3. 竣工图纸; 4. 备考表	与实际核对 与指标核对	全检
	竣工文件要求	1. 内容齐全; 2. 详实准确; 3. 清楚规范	文件审查	全检

13.1.6 工程初验通过后,应形成初步验收报告,列出工程中的遗留问题,提出解决遗留问题的责任单位和解决时限,并对工程施工质量进行初步评定,施工质量评定应符合下列规定:

- a) 主要安装项目全部达到施工质量标准,其余项目较施工质量标准稍有偏差,但不会影响设备的使用和寿命,应为优良;

- b) 主要安装项目基本达到施工质量标准，其余项目较施工质量标准稍有偏差，但不会影响设备的使用和寿命，应为合格。

13.2 工程试运行

13.2.1 初验通过后，建设单位可安排进行系统试运行，在遗留问题不影响系统开通业务时，也可初验后即投入试运行。

13.2.2 试运行应由建设单位组织维护人员执行，可定期对设备进行指标抽测，可通过网管对工程复用段长期误码性能进行连续 30 日的稳定观测，可试开通部分非重要业务。

13.2.3 试运时间为 3 个月，试运行结束，建设单位应提交试运行报告，并应准备终验。

13.3 工程终验

13.3.1 试运行结束后，工程遗留问题已经解决，可进行工程终验，工程终验应由工程主管部门组织。

13.3.2 实验可对系统性能指标进行抽测。

13.3.3 终验的内容应包括投资初步决算、对工程设计和工程施工质量进行综合评定，签发验收证书。

工程质量评定应符合下列规定：

- a) 传输性能全部符合设计指标要求，系统试运行稳定可靠，主要安装工程项目全部达到施工质量标准，其余项目较施工质量标准稍有偏差，但不会影响设备的使用寿命，应为优良；
- b) 传输性能基本符合设计指标要求，系统试运行稳定可靠，主要安装工程项目基本达到施工质量标准，其余项目较施工质量标准稍有偏差，但不会影响设备的使用寿命，应为合格。

13.3.4 工程终验后，系统可投产运行。

附 录 A

(规范性附录)

OTN 网管北向接口技术要求

A.1 技术要求

A.1.1 OTN 网管应遵循 TMF MTNM (ITU-T M.3170) 系列标准。

A.1.2 OTNS NMS 提供的北向接口应采用 CORBA 接口,应符合 TMF 814 的总体框架体系要求。北向接口实现系统与第三方通信综合网管系统的互联,向第三方通信综合网管系统传送重大告警数据和配置数据等。

A.1.3 北向接口存量集成支持物理存量(网元/子架/槽位/单板/物理端口)和逻辑存量(逻辑端口/端到端业务存量/单站业务存量等)的实时查询和上报。

A.1.4 北向接口故障集成支持实时告警主动上报、被动查询和轮询,告警查询,告警过滤,告警确认、去确认,告警信息更新通知,告警和业务关联通知。告警数据主动上报一般没有时延。

A.1.5 北向接口性能集成支持当前性能查询、历史性能查询和性能监控设置。

A.1.6 北向接口支持性能数据的被动查询和轮询,支持 15min 性能数据、24h 性能数据以文件的形式上报,上报频率至少 15min 一次。投标方应说明投标网管系统文件的上报频率。

A.1.7 北向接口应支持动态业务、动态通道的主动上报、被动查询和轮询,当业务通道信息或业务其他属性发生变化时应及时、主动上报更新后业务的完整信息(通道信息至少包括端口、详细完整路由、时隙等)。

A.1.8 北向接口应支持多点接入。

A.1.9 北向接口长时间运行情况下应能保证接口稳定、可靠。

A.1.10 当网管系统升级时,北向接口软件应同步升级。

A.1.11 北向接口性能指标见表 A.1。

表 A.1 北向接口性能指标

指标名称	指标定义	取值范围
操作响应时延	操作响应时延指标指网管系统通过北向接口执行某项操作后,收到北向接口响应的延迟时间	北向接口对简单操作响应的延迟时间应小于 10s
告警上报时延	告警上报时延指标指从实时网络告警发生到北向接口发出告警的延迟时间	告警时延小于 10s
告警数据同步时延	告警数据同步时延指标指网管系统通过北向接口同步告警信息列表(包括未清除告警和已清除未确认的告警)时的最大时延	要求 1000 条告警数据同步的最大时延为 5min
告警吞吐量	告警吞吐量指标指北向接口在单位时间内能够转发实时告警的最大数目	要求告警吞吐量至少达到 10 条/s
配置数据同步时延	配置数据同步时延指标指网管系统通过北向接口同步配置数据时的最大时延	要求 1000 个配置对象实例的全部属性(平均一个对象实例 10 个属性)同步的最大时延为

		5min
并发处理能力	并发处理能力指标指北向接口在单位时间内能够并发处理网管系统调用操作的能力	北向接口对简单操作的并发处理能力应至少达到 5 条/s

A.2 用例说明

第三方综合网管与 OTN 被管系统之间接口功能的高层用例如图 A.1 所示。EMS/NMS 北向接口能够支持同时接入的会话连接数目不少于 2 个。

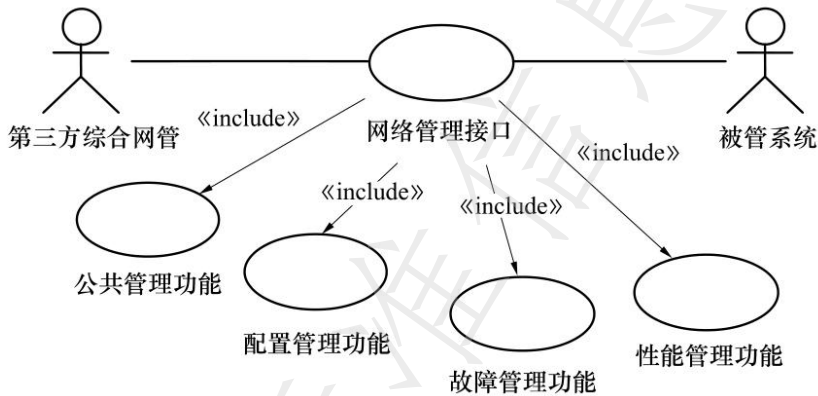


图 A.1 高层用例

A.2.1 公共管理功能

公共管理功能用例如图 A.2 所示。

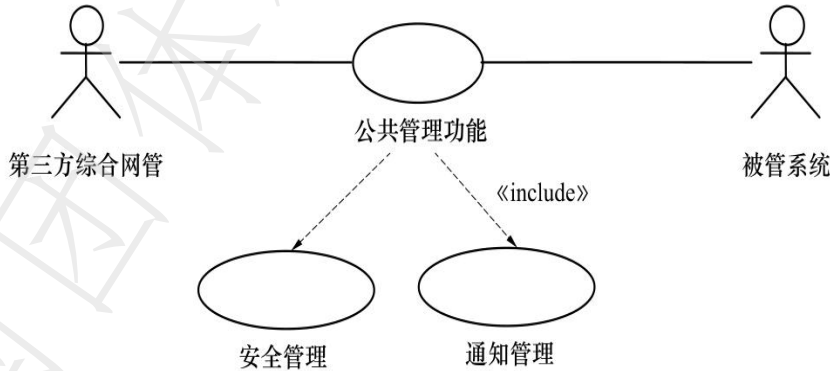


图 A.2 公共管理功能用例

A.2.1.1 安全管理功能

安全管理包括用户权限认证和网络安全告警通知。

- a) 用户权限认证。设备网管与综合网管之间的接口应有访问权限控制功能，以保证设备网管与综合网管之间的管理信息不被无权限地访问。访问权限认证信息至少包括用户名称和用户口令；
- b) 网络安全告警通知。设备网管应具有发现接口安全性方面漏洞的功能，包括无授权访问、误操作、数据的毁坏等方面。当设备网管检测到接口安全性方面的漏洞时，应主动地向指定的综合网管上报网络安全告警；
- c) 心跳周期。网管北向接口周期性以通知的形式发送心跳信息，以表示北向接口正常；
- d) 链路状态监视。网管北向接口应具备链路状态监视功能，以 ping 的方式进行链路监视。

A. 2. 1. 2 通知管理功能

通知管理功能用例如图 A.3 所示。

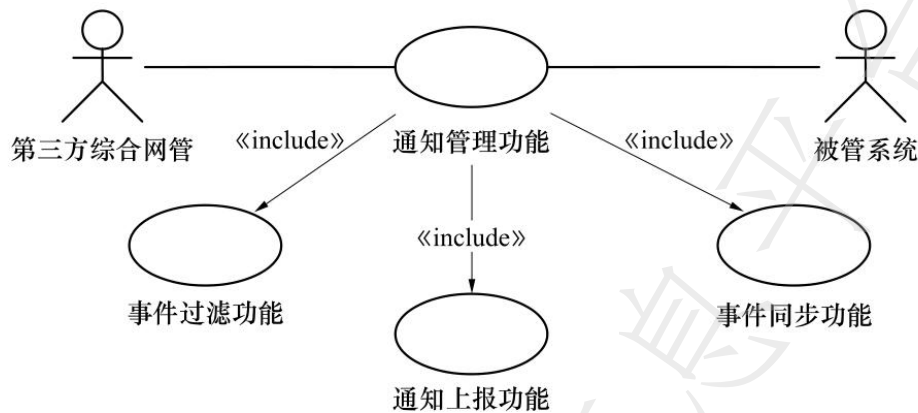


图 A. 3 通知管理功能用例

A. 2. 1. 3 事件过滤功能

被管系统应支持网管系统事件过滤器功能，事件过滤器的实现按照 CORBA Notification Service 执行。

A. 2. 1. 4 通知上报功能

被管系统可向第三方综合网管上报的通知类型包括：

- a) 与配置管理相关的通知。
 - 1) 对象创建通知；
 - 2) 对象删除通知；
 - 3) 状态改变通知；
 - 4) 属性值改变通知；
 - 5) 业务通道信息的改变通知。
- b) 与故障管理相关的通知。
 - 1) 设备告警通知；
 - 2) 环境告警通知；
 - 3) 通信告警通知；
 - 4) 处理错告警通知；
 - 5) 服务质量告警通知。
- c) 与性能管理相关通知。
 - 1) 性能越限（TCA）上报通知；
 - 2) 心跳上报通知：表示事件上报的通道正常；
 - 3) 与动态业务通道相关的通知：动态业务的通道信息或其他属性信息发生变化后，主动上报变化后的相关信息。

A. 2. 1. 5 事件同步功能

A. 2. 1. 5. 1 设备网管北向接口应支持网管系统发出事件同步请求，用以和设备网管系统同步一段时间内的事件信息。

A. 2. 1. 5. 2 设备网管北向接口应支持基于文件的大数据量传送机制，满足第三方综合网管与设备网管系统之间的配置数据同步、性能数据同步和事件同步的要求。

A. 2. 2 配置管理功能

配置管理功能用例如图 A. 4 所示。配置管理功能模块主要提供网络配置资源的存量查询和变化量的上报功能，包括网元、机架、机框、槽道、插盘、端口、子端口 CTP、拓扑连接、内部交叉、保护组的查询，以及网络配置资源变化量的上报通知功能。

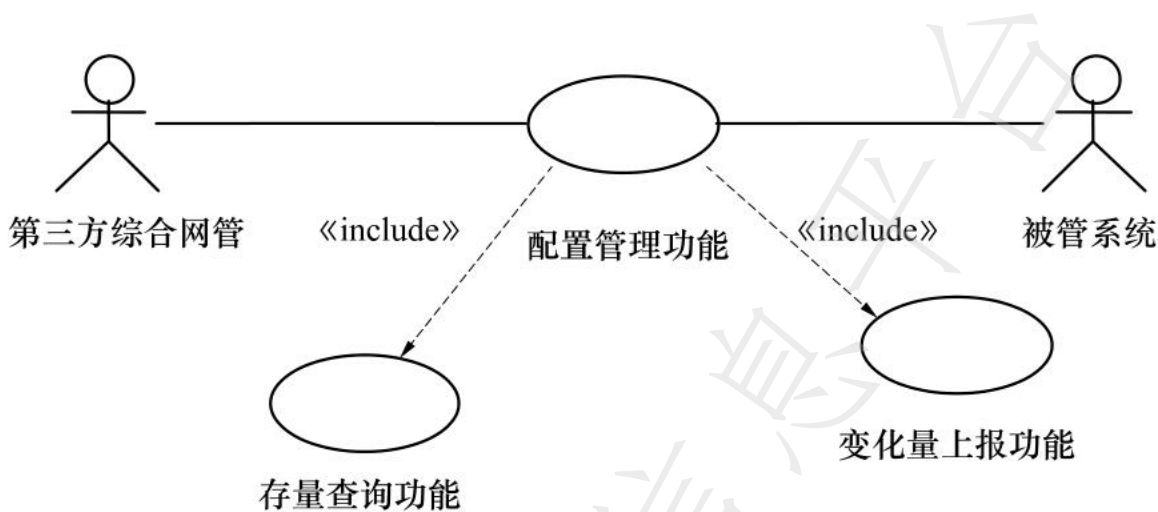


图 A.4 配置管理功能用例

A.2.2.1 查询网元配置信息

被管系统应支持第三方综合网管系统查询网元配置信息，包括：

- a) 网元标识符；
- b) 网元友好名称；
- c) 网元类型；
- d) 网元本地名称；
- e) 网元型号；
- f) 网元的硬件版本；
- g) 软件版本；
- h) 供应商；
- i) 物理位置；
- j) 运行状态；
- k) 网元设备面板图标识；
- l) 虚拟网元所映射的真实网元所属 EMS 标识符。

A.2.2.2 查询机架配置信息

被管系统应支持第三方综合网管系统查询机架配置信息，包括：

- a) 机架标识符；
- b) 机架用户标记；
- c) 机架类型；
- d) 机架地址；
- e) 机架序列号。

A.2.2.3 查询机框配置信息

被管系统应支持第三方综合网管系统查询机框配置信息，包括：

- a) 机框标识符；
- b) 机框名称 (Native EMS Name)；
- c) 机框用户标记；
- d) 机框序号 (Sequence)；
- e) 机框型号。

A.2.2.4 查询槽道配置信息

被管系统应支持第三方综合网管系统查询槽道配置信息，包括：

- a) 槽道标识符；

- b) 槽道用户标记 (Native EMS Name);
- c) 槽道序号 (可在 Additional Info 中);
- d) 槽道占用情况。

A.2.2.5 查询插盘配置信息

被管系统应支持第三方综合网管系统查询插盘配置信息, 包括:

- a) 插盘标识符;
- b) 插盘用户标记;
- c) 插盘名称 (Native EMS Name);
- d) 使用情况;
- e) 版本 (含软件版本、固件信息)。
- f) 机架、机框、槽道和插盘用同一实体 Equipment or Holder_T 来定义, 只是区分不同的类型: “rack” “shelf” “sub_shelf” “slot” “sub_slot”, 并且用同一个方法实现配置查询。

A.2.2.6 查询端口配置信息

EMS 应支持第三方综合网管系统查询设备端口配置信息, 包括:

- a) 端口标识符;
- b) 端口用户标记;
- c) 端口的具体物理位置, 含所在机框、槽道、机盘等信息;
- d) 端口序号;
- e) 端口类型;
- f) 层速率 (在传输参数中给出);
- g) 补充信息 (Additional Info)。

A.2.2.7 查询端口下所使用的 CTP 配置信息

EMS 应支持第三方综合网管系统查询设备端口下所使用的 CTP 配置信息, 包括:

- a) CTP 标识符;
- b) CTP 用户标记;
- c) 层速率;
- d) CTP 连接状态: 是否空闲;
- e) CTP 方向;
- f) 补充信息 (Additional Info)。

A.2.2.8 查询波道/复用段信息

波道/复用段连接的内容包括。

- a) 连接唯一标识符;
- a) 用户标记;
- b) 所有者名称;
- c) 连接速率;
- d) A 端点标识;
- e) Z 端点标识。

A.2.2.9 交叉连接配置管理

交叉连接配置管理包括创建交叉连接信息、激活交叉连接信息、创建并激活交叉连接信息、去活交叉连接信息、删除交叉连接信息、去活并删除交叉连接信息、查询交叉连接信息、交叉连接更改通知。

A.2.2.10 拓扑连接配置管理

拓扑连接配置管理包括查询拓扑连接信息和拓扑连接更改通知。

A.2.2.11 子网配置管理

子网配置管理包括查询子网信息、查询子网连接信息、查询子网连接路由、子网更改通知和子网连接更改通知。

A.2.2.12 保护管理

保护管理包括保护信息管理、保护倒换管理。

A.2.2.13 配置信息改变通知

当被管系统的网元、机架、框、槽、拓扑连接、通道、子网、保护等信息发生改变时，网管系统应通过北向接口对外发送相应信息改变通知，第三方综合网管系统可根据接收到的通知内容更新相应的信息。该功能使用公共管理功能集中的“通知上报功能”。

A. 2. 3 性能管理功能

性能管理功能用例如图 A.5 所示。

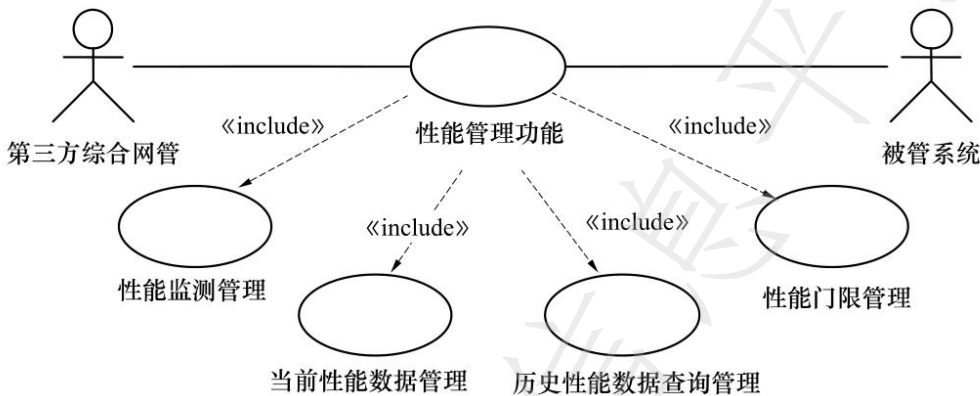


图 A. 5 性能管理功能用例

A. 2. 3. 1 性能监测管理

A. 2. 3. 1. 1 设备产生的性能数据同 WDM 和 OTN 规范。

A. 2. 3. 1. 2 对被管系统性能管理的规范要求：每个被管系统的性能参数命名要规范统一。要求每个厂商的每个版本在接入之前提供本版本所支持的性能参数清单。

A. 2. 3. 2 当前性能数据管理

被管系统应支持第三方综合网管系统对当前性能数据的查询：

- a) 被查询的性能监测对象；
- b) 筛选的性能参数。

A. 2. 3. 3 历史性能数据查询

A. 2. 3. 3. 1 第三方综合网管系统指定下列参数时可查询被管系统上的历史性能数据：

- a) 监测对象；
- b) 筛选的性能参数；
- c) 历史性能数据所在的监测时间段。

A. 2. 3. 3. 2 被管系统按查询条件组织性能数据，通过批量数据传送方式将结果传送给网管系统。

A. 2. 3. 4 性能门限管理

性能门限管理包括设置性能门限、查询性能门限、修改性能门限、性能越限通知，要求可实时上报性能越门限通知。

A. 2. 4 故障管理功能

故障管理功能用例如图 A.6 所示。

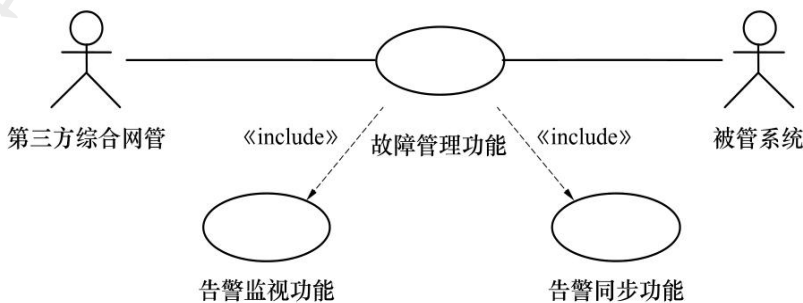


图 A. 6 故障管理功能用例

A.2.4.1 告警信息

告警内容符合本标准 12.4.2 和 DL/T 1509-2016 中 12.2 的要求。

A.2.4.2 告警监视功能

A.2.4.2.1 被管系统应具备主动向网管系统发出告警信息的功能，此功能使用“公共管理功能”中的“通知上报功能”。告警信息应至少包括以下几方面：

- a) 告警源；
- b) 告警类型；
- c) 告警级别；
- d) 告警发生时间；
- e) 告警原因；
- f) 告警信息描述。

A.2.4.2.2 对被管系统告警上报的规范要求：

- a) 每个被管系统的告警名称要规范，不能同样的类型，出现大小写不一样。要求每个厂商的每个版本在接入之前提供所有的告警列表清单。
- b) 告警上报的数量应与设备网管上的数量一致，不能漏报，上报的信息应有日志记载。
- c) 告警上报的时间以 24h 制北京时间为准，精确到 1/10s。

A.2.4.3 告警同步功能

A.2.4.3.1 告警同步功能是指网管系统获取被管系统中当前所有的活跃告警，可适用于但不限于以下情况：

- a) 当网管系统与被管系统建立管理连接时；
- b) 当网管系统与被管系统出现通信失败并且恢复后；
- c) 当网管系统出现系统故障并且恢复后；
- d) 当主用网管系统与备用网管系统发生倒换时；
- e) 当用户对网管系统显示的告警与被管系统的告警状态有疑问时。

A.2.4.3.2 被管系统应至少支持以下两种粒度的同步：被管系统中所有设备和单个设备。

A.2.4.3.3 对被管系统的规范性要求：网管上已经结束的告警，系统同步时不应再次上报。