

中华人民共和国国家标准

GB/T 32657.2—2016

自动交换光网络(ASON)节点设备 技术要求 第2部分:基于OTN的 ASON节点设备技术要求

Technical requirements for automatically switched optical network(ASON)
node—Part 2: Technical requirements for OTN-based ASON node

2016-04-25 发布

2016-11-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、缩略语	2
3.1 术语和定义	2
3.2 缩略语	3
4 基于 OTN 的 ASON 节点设备的功能组成	5
5 传送平面要求	6
5.1 基本要求	6
5.2 OTN 电交叉单一节点设备	7
5.3 OTN 光交叉单一节点设备	7
5.4 OTN 光电混合节点设备	8
6 控制平面要求	9
6.1 通用要求	9
6.1.1 呼叫与连接管理要求	9
6.1.2 路由要求	11
6.1.3 自动发现要求	13
6.1.4 链路资源管理要求	15
6.1.5 地址和名称要求	15
6.1.6 控制平面初始化、重配置和恢复要求	15
6.1.7 可靠性要求	16
6.1.8 可扩展性和升级能力要求	16
6.2 电层控制要求	17
6.2.1 信令协议功能要求	17
6.2.2 信息描述要求	17
6.2.3 自动发现要求	17
6.3 光层控制要求	18
6.3.1 信息描述要求	18
6.3.2 自动发现要求	18
6.4 光电混合控制要求	18
6.4.1 概述	18
6.4.2 多层网络 GMPLS 基本技术要求	18
6.4.3 信息描述要求	19
6.4.4 层邻接发现	19
6.4.5 呼叫和连接控制要求	19
7 与控制平面相关的接口要求	21
7.1 UNI	21

7.1.1	UNI 提供的服务	21
7.1.2	UNI 信令传送配置	22
7.1.3	编址	22
7.1.4	UNI 信令	22
7.2	E-NNI	22
7.2.1	基本要求	22
7.2.2	E-NNI 支持的业务	22
7.2.3	E-NNI 信令	23
7.2.4	E-NNI 路由	24
7.2.5	E-NNI 的安全	25
7.3	I-NNI	25
8	与 DCN 相关的技术要求	25
8.1	基本要求	25
8.2	DCN 接口要求	25
9	性能参数	26
9.1	与控制平面相关的性能参数	26
9.1.1	呼叫建立时间	26
9.1.2	呼叫拆除时间	26
9.1.3	连接建立时间	26
9.1.4	连接拆除时间	26
9.1.5	路由控制域容量	26
9.1.6	最大并发呼叫建立请求数量	26
9.1.7	路由协议收敛时间	26
9.1.8	最大并发连接建立数量	27
9.1.9	呼损	27
9.1.10	动态重路由恢复时间	27
9.2	与传送平面相关的性能参数	27
9.2.1	误码性能	27
9.2.2	抖动和漂移性能	27
9.2.3	传送平面转接时延	27
9.2.4	交叉连接矩阵的阻塞系数	27
10	保护和恢复要求	27
10.1	基本要求	27
10.1.1	传送平面基本要求	27
10.1.2	控制平面基本要求	27
10.2	保护要求	28
10.2.1	光层保护要求	28
10.2.2	电层保护要求	29
10.3	恢复要求	31
10.3.1	通用要求	31
10.3.2	光层恢复机制的启动准则	31
10.3.3	电层恢复机制的启动准则	31

10.4	保护和恢复结合	31
10.4.1	概述	31
10.4.2	基于传送平面的保护与恢复的结合	32
10.4.3	基于控制平面的保护与恢复的结合	32
10.4.4	启动机制	32
10.5	光电混合保护恢复要求	32
10.5.1	基本类型	32
10.5.2	协调机制	33
11	设备管理要求	33
11.1	与传送平面相关的设备管理要求	33
11.2	与控制平面相关的设备管理要求	33
11.2.1	配置管理	33
11.2.2	连接管理	34
11.2.3	故障管理	36
11.2.4	性能管理	36
11.2.5	事件/通知管理	37
11.3	与 DCN 相关的设备管理要求	37
11.3.1	信令管理网(SCN)要求	37
11.3.2	管理通信网(MCN)要求	37

广东省网络空间安全协会受控资料

前 言

GB/T 24367《自动交换光网络(ASON)节点设备技术要求》预计由以下部分组成:

- 第 1 部分:基于 SDH 的 ASON 节点设备技术要求
- 第 2 部分:基于 OTN 的 ASON 节点设备技术要求
- 第 3 部分:基于 PTN 的 ASON 节点设备技术要求
- 第 4 部分:基于分组增强 OTN 的 ASON 节点设备技术要求

本部分为 GB/T 24367 的第 2 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分参考了 ITU-T G.7713《分布式呼叫和连接管理(DCM)》、G.7714《通用自动发现机制》、G.7715《自动交换光网络路由结构和要求》、G.7718《ASON 管理框架》、G.8080《自动交换光网络(ASON)的架构》等建议,以及 IETF 等国际标准组织有关自动交换光网络的建议和草案,并结合我国具体情况制定。

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

本部分由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本部分由全国通信标准化技术委员会(SAC/TC 485)归口。

本部分起草单位:武汉邮电科学研究院、工业和信息化部电信研究院、华为技术有限公司、上海贝尔股份有限公司、中兴通讯股份有限公司、北京邮电大学。

本部分主要起草人:汪俊芳、朱冰、王郁、高建华、张晓宏、付锡华、陈晓辉、陈德华、杨建华、徐云斌、赵文玉、张国颖、张炳炎。

自动交换光网络(ASON)节点设备 技术要求 第2部分:基于 OTN 的 ASON 节点设备技术要求

1 范围

GB/T 32657—2016 的本部分规定了基于 OTN 的自动交换光网络(ASON)节点设备技术要求,包括节点设备的基本组成,与控制平面、传送平面和 DCN 相关的节点设备技术要求,相关接口的技术要求,性能指标要求,保护与恢复要求,设备管理要求等。

本部分适用于公众电信网,专用电信网亦可参照使用。

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 21645.1—2008 自动交换光网络(ASON)技术要求 第1部分:体系结构与总体要求
- GB/T 21645.3—2009 自动交换光网络(ASON)技术要求 第3部分:数据通信网(DCN)
- GB/T 21645.4 自动交换光网络(ASON)技术要求 第4部分:信令技术
- GB/T 21645.5—2012 自动交换光网络(ASON)技术要求 第5部分:用户-网络接口(UNI)
- 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 21645.7 自动交换光网络(ASON)技术要求 第7部分:自动发现
- GB/T 21645.8—2012 自动交换光网络(ASON)技术要求 第8部分:路由
- GB/T 21645.9—2012 自动交换光网络(ASON)技术要求 第9部分:外部网路-网络接口(E-NNI)
- YD/T 1990—2009 光传送网(OTN)网络总体技术要求
- YD/T 2003 可重构的光分插复用(ROADM)设备技术要求
- YD/T 2713—2014 光传送网(OTN)保护技术要求
- ITU-T G.709 光传送网(OTN)接口(Interfaces for the Optical Transport Network)
- ITU-T G.805 传送网的一般功能结构(Generic functional architecture of transport networks)
- ITU-T G.8080—2012 自动交换光网络(ASON)的架构(Architecture for the Automatically Switched Optical Network)
- IETF RFC 2403 ESP 和 AH 内的 HMAC-MD5-96 的使用(The Use of HMAC-MD5-96 within ESP and AH)
- IETF RFC 3469 基于多协议标签交换(MPLS)恢复的框架[Framework for Multi-Protocol Label Switching (MPLS)-based Recovery]
- IETF RFC 3471 GMPLS 信令功能描述[Generalized Multi-Protocol Label Switching (GMPLS) Signaling Functional Description]
- IETF RFC 3474 GMPLS RSVP-TE 信令扩展[Documentation of IANA Assignments for GMPLS Resource Reservation Protocol-Traffic Engineering (RSVP-TE) Usage and Extensions for ASON]

IETF RFC 3476 光 UNI 信令 LDP、RSVP、TSVP-TE 扩展 [Documentation of IANA Assignments for Label Distribution Protocol(LDP), Resource Reservation Protocol (RSVP), and Resource Reservation Protocol-Traffic Engineering (RSVP-TE) Extensions for Optical UNI Signaling]

IETF RFC 4003 GMPLS 出口信令处理(GMPLS Signaling Procedure for Egress Control)

IETF RFC 4202 GMPLS 的路由扩展(Routing Extensions in Support of GMPLS)

IETF RFC 4204—2005 SDH 系统的链路管理协议[Link Management Protocol (LMP)]

IETF RFC 4209 DWDM 系统的链路管理协议 [LMP for Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) Optical Line Systems]

IETF RFC 4258 ASON 的通用多协议标签交换要求(Requirements for GMPLS Routing for the ASON)

IETF RFC 4328 GMPLS 信令对 G.709 OTN 网络控制的扩展(GMPLS Signaling Extensions for G.709 Optical Transport Networks Control)

IETF RFC 5212 基于 GMPLS 的多层多域网络要求[Requirements for GMPLS-Based Multi-Region and Multi-Layer Networks (MRN/MLN)]

IETF RFC 7134—2014 和 G.709 网络演进相关的 GMPLS OSPF 流量工程扩展[Traffic Engineering Extensions to OSPF for Generalized MPLS(GMPLS) Control of Evolving G.709 OTN Networks(draft-ietf-ccamp-gmpls-ospf-g709v3-08)]

OIF-ENNI-OSPF-02.0—2011 使用 OSPF 的 E-NNI 路由规范 2.0[External Network-Network Interface(E-NNI) OSPFv2-based Routing-2.0]

OIF-ENNI-SIG-02.0—2009 E-NNI 信令规范(OIF E-NNI Signaling Specification)

OIF UNI2.0 COMMON—2008 用户-网络接口 2.0 公共部分规范(UNI2.0 Signaling Specification OIF-UNI-02.0-Common -UNI2.0 Signaling Specification; Common Part)

OIF-SEP-03.2 UNI/NNI 安全扩展规范(Security Extension for UNI and E-NNI 2.1)

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

GB/T 21645.1—2008 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

单一节点 simplex node

与节点相连的所有链路具有相同的交换能力,这样的节点称为单一节点。在单一节点链路通告的 ISCD sub-TLV 中,仅携带唯一的接口交换能力(ISC)值。

3.1.2

混合节点 hybrid node

与节点相连的所有链路,具有不同的交换能力,这样的节点称为混合节点。在混合节点链路通告的 ISCD sub-TLV 中,至少包含多个不同的 ISC 值。

3.1.3

多层网络 multi-Layer network

具有多种交换能力的层网络或者具有同一交换能力的多种交换颗粒的层网络称为多层网络。

3.1.4

多域网络 multi-region network

在 GMPLS 网络中,一种交换能力定义为一个区域,具有多种交换能力的网络称为多区域网络。多域网络一定是一个多层网络。

3.1.5

全功能光通路 optical channel with full functionality; OCh

由有一定带宽的信息净荷(OCh_PLD)和支持光通路管理的非随路开销(OCh_OH)组成的信息结构。

3.1.6

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, $k=0, 1, 2, 2e, 3, 4$ 。

3.1.7

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, $k=0, 1, 2, 2e, 3, 4$ 。

3.1.8

光通路传送单元 optical channel transport unit; OTUk

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),具有帧结构,比特速率和带宽等特点。OTUk 的容量由 k 划分, $k=1, 2, 3, 4$ 。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本部分。

AGC: 接入组容器(Access Group Container)

ASON: 自动交换光网络(Automatically Switched Optical Network)

CallC: 呼叫控制器(Call Controller)

CC: 连接控制器(Connection Controller)

CCI: 连接控制接口(Connection Control Interface)

CCID: 控制通路标识(Control Channel ID)

CI: 特征信息(Characteristic Information)

COPS: 面向连接的分组交换(Connection Oriented Packet Switched)

CPRI: 通用公众无线接口(Common Public Radio Interface)

CR-LDP: 基于约束路由的标记分发协议(Constrained Routing Label Distribution Protocol)

CTP: 连接终端点(Connection Termination Point)

DA: 发现代理(Discovery Agent)

DCF: 数据通信功能(Data Communications Function)

DCM: 分布式呼叫与连接管理(Distributed Call and Connection Management)

DCN: 数据通信网(Data Communications Network)

DDRP: 域间路由协议(Domain to Domain Routing Protocol)

DWDM: 密集波分复用(Dense Wavelength Division Multiplexing)

DXC: 数据交叉连接(Data Cross Connect)

E-NNI: 外部网络接口(External Network-to-Network Interface)

ERO: 显式路由对象(Explicit Route Object)

ESC: 电监控通道(Electronic Supervisory Channel)

FA: 转发邻接(Forwarding Adjacency)

FC: 光纤通道(Fibre Channel)

FEC: 前向误码纠错(Forward Error Correction)

GCC:通用通信通路(General Communication Channel)
GE:千兆以太网(Gigabit Ethernet)
GMPLS:通用多协议标记交换(Generalized Multi-Protocol Label Switching)
IANA:互联网编号分配机构(Internet Assigned Numbers Authority)
ID:标识符(Identifier)
IGP:内部网关协议(Internal Gateway Protocol)
I-NNI:内部网络接口(Internal Network-to-Network Interface)
IP:网络之间互连的协议(Internet Protocol)
IPCC:IP 控制通路(IP Control Channel)
IPSec:IP 安全协议(IP Security)
IrDI:域间接口(Interdomain Interface)
ISC:接口交换能力(Interface Switching Capability)
ISCD:接口交换能力描述符(Interface Switching CapabilityDescriptor)
IS-IS:中间系统-中间系统(Intermediate System-Intermediate System)
LMP:链路管理协议(Link Management Protocol)
LRM:链路资源管理器(Link Resource Manager)
LSA:链路状态广播(Link State Advertisement)
LSC:波长交换能力(Lambda Switch Capable)
LSP:标签交换通路(Label SwitchPath)
MCN:管理通信网(Management Communication Network)
MLN:多层网络(Multi-Layer Network)
MPLS:多协议标记交换(Multi-Protocol Label Switching)
MRN:多域网络(Multi-Region Network)
NCC:网络呼叫控制器(Network Call Controller)
NMI-A:网络管理 A 接口(Network Management Interface-A)
NMI-T:网络管理 T 接口(Network Management Interface-T)
NNI:网络网络接口(Network-to-Network Interface)
OCh:全功能光通道(Optical Channel with Full Functionality)
ODUk:光通路数据单元 k(Optical Channel Data Unit-k)
OMS:光复用段(Optical Multiplex Section)
OPUk:光通路净荷单元 k(Optical Channel Payload Unit-k)
OSC:光监控信道(Optical Supervisory Channel)
OSPF-TE:开放最短路径优先协议-流量工程(Open Shortest Path First-Traffic Engineering)
OTN:光传送网络(Optical Transport Network)
OTUk:光通路传送单元-k(Optical Channel Transport Unit-k)
OTS:光传送段(Optical Transmission Section)
OVPN:光虚拟专用网(Optical Virtual Private Network)PC:永久连接(Permanent Connection)
PDP:策略决策点(Policy Decision Point)
PEP:策略实施点(Policy Enforcement Point)PM:通道监测(Path Monitoring)
PNNI:专用网间接口(Private Network-to-Network Interface)PXC:光子交叉连接(Photonic Cross Connect)
QoS:服务质量(Quality of Service)
RC:路由控制器(Routing Controller)

ROADM:可重构光分插复用器(Reconfigurable Optical Add-Drop Multiplexer)
 RRO:纪录路由对象(Record Route Object)
 RSVP-TE:资源预留协议-流量工程(Resource Reservation Protocol-Traffic Engineering)
 SC:交换连接(Switched Connection)
 SCN:信令通信网(Signalling Communication Network)
 SD:信号劣化(Signal Degraded)
 SDH:同步数字体系(Synchronous Digital Hierarchy)
 SF:信号失效(Signal Failure)
 SM:段监测(Section Monitoring)
 SNC:子网连接(Subnetwork Connection)
 SNCP:子网连接保护(Subnetwork connection protection)
 SNP:子网协议(SubNetwork Point)
 SNPP:子网点池(SubNetwork Point Pool)
 SPC:软永久连接(Soft Permanent Connection)
 SRLG:共享风险链路组(Shared Risk Link Group)
 STM-N:同步传输模块 n 级 STM-N 帧结构(Synchronous Transport Module level n)
 TAP:终结和适配执行器(Termination and Adaptation Performer)
 TCP:传输控制协议(Transmission Control Protocol)
 TE:流量工程(Traffic Engineering)
 TED:流量工程数据库(Traffic Engineering Data)
 TLV:类型-长度-值(Type Length Value)
 TNA:传送网络分配地址(Transport Network Assigned Adress)
 TTI:传送踪迹标示(Transmitted Trace Identifier)
 UDP:用户数据报协议(User Datagram Protocol)
 UNI:用户网络接口(User-Network Interface)
 UNI-C:UNI 客户侧(User-Network Interface-Client)
 UNI-N:UNI 网络侧(User-Network Interface-Network)
 WTR:等待恢复时间(Wait Time to Restore)

4 基于 OTN 的 ASON 节点设备的功能组成

ASON 节点设备应具有 ASON 体系结构中传送平面、控制平面、管理平面这 3 个平面的功能,以及与 DCN 相关的功能,如图 1 所示。其中:

- 与传送平面相关的功能元件包括 OTN 接口适配处理单元、电交叉连接单元、线路接口处理单元、光交叉处理单元、光复用段处理单元、光传输段处理单元、开销处理单元等。图 1 中,仅具备 ODUk 交叉单元的称为电交叉连接设备,仅具备 OCh 交叉单元的称为光交叉连接设备,既具备 ODUk 交叉单元又具备 OCh 交叉单元的称为光电混合交叉连接设备。
- 与控制平面相关的功能元件包括连接控制器(CC)、路由控制器(RC)、链路资源管理器(LRM)、呼叫控制器(CallC)、发现代理(DA)、终结和适配执行器(TAP)、协议控制器接口单元等,具体应满足 GB/T 21645.1—2008 的规范。
- 与管理平面相关的功能元件包括拓扑管理、配置管理、故障管理、性能管理、安全管理等。
- 与 DCN 相关的功能元件包括 SCN 接口单元、MCN 接口单元。

如图 1 所示,节点设备管理平面与控制平面之间通过网络管理 NMI-A 接口连接;节点设备管理平

面与传送平面之间通过 NMI-T 接口连接；节点设备控制平面与传送平面之间通过 CCI 连接。

与传送平面相关的物理接口包括 SDH、以太网、FC、CPRI、OTN、STM-N 等多种业务接口。光线路接口一般指具有 WDM 栅格的 OTUk 接口。OTN 接口可作为客户接口和线路接口；OTUk 客户接口和线路接口的区别主要为发送机对信号的调制格式和 FEC 实现方式，其他功能应一致；其他接口作为客户接口。

与控制平面相关的接口主要有两类：UNI 接口和 NNI 接口。UNI 是业务请求者和业务提供者在控制平面实体间的双向信令接口，用户侧称为 UNI-C，网络侧称为 UNI-N。NNI 又分为内部网络网络接口(I-NNI)和外部网络网络接口(E-NNI)。I-NNI 是在一个控制域内部或者在有信任关系的多个控制域中的控制实体间的双向信令接口；E-NNI 是在不同控制域中的控制实体间的双向信令接口。

DCN 功能主要包括 MCN 和 SCN 功能，实现传送平面、控制平面和管理平面之间的通信。MCN 功能主要传送管理消息，SCN 功能主要传送信令消息，具体应满足本部分中第 8 章的规范。

节点设备通过网络管理接口与网管系统相连，接口类型包括设备间的 Q 接口、网管与设备的 F 接口等多种接口，具体应满足本部分中第 11 章的规范。

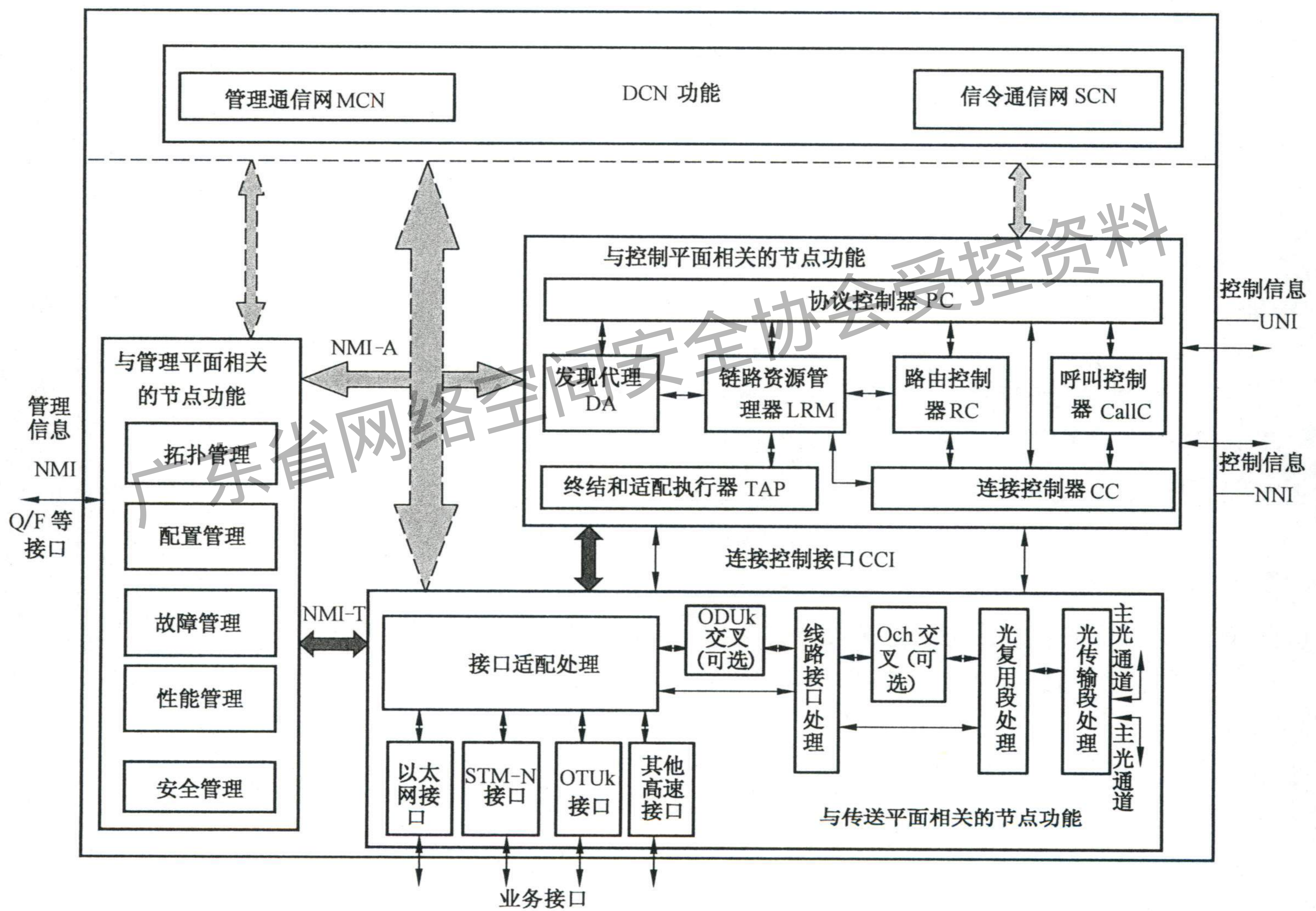


图 1 基于 OTN 的 ASON 节点设备的功能构成示例

节点设备中与控制平面相关的功能元件和与传送平面相关的功能元件可以是 1:1 分布式或 1:n 集中式的对应关系。采用 1:n 对应关系的节点设备不在本标准规范的范围之内。

节点设备中与管理平面相关的功能元件和与传送平面相关的功能元件应是 1:1 的对应关系。

5 传送平面要求

5.1 基本要求

节点设备支持的 OTN 信号帧结构、比特率、复用结构、业务接口类型应满足 YD/T 1990—2009 的

规范。基于 OTN 的 ASON 节点设备主要分为三类交叉设备：电交叉设备、光交叉设备和光电混合交叉设备。具体功能要求如下。

5.2 OTN 电交叉单一节点设备

OTN 电交叉单一节点设备完成 ODUk 级别的电路交叉功能,为 OTN 网络提供灵活的电路调度和保护能力。OTN 电交叉设备可以独立存在(不包括 DWDM 功能),对外提供各种业务接口和 OTUk 接口(包括 IrDI 接口);也可以与 OTN 终端复用功能集成在一起,除了提供各种业务接口和 OTUk 接口(包括 IrDI 接口)以外,同时提供光复用段和光传输段功能,支持 WDM 传输。图 2 中接口适配处理到线路接口处理的虚线表示经过接口适配处理后的 ODUk 业务可以全部进交叉单元进行交叉后到线路单元,也可以部分进 ODUk 交叉单元,也可以部分业务直接到线路接口单元。图中线路接口处理单元、光复用段处理单元和光传输段处理单元为虚框,其含义是设备可选支持 WDM 设备的 OCH、OMS 和 OTS 层功能,即可以不具有 WDM 设备的 OCh、OMS 和 OTS 层功能,仅用于 ODUk 交叉连接设备,该设备功能类似于 SDH 体系中的 DXC 设备。

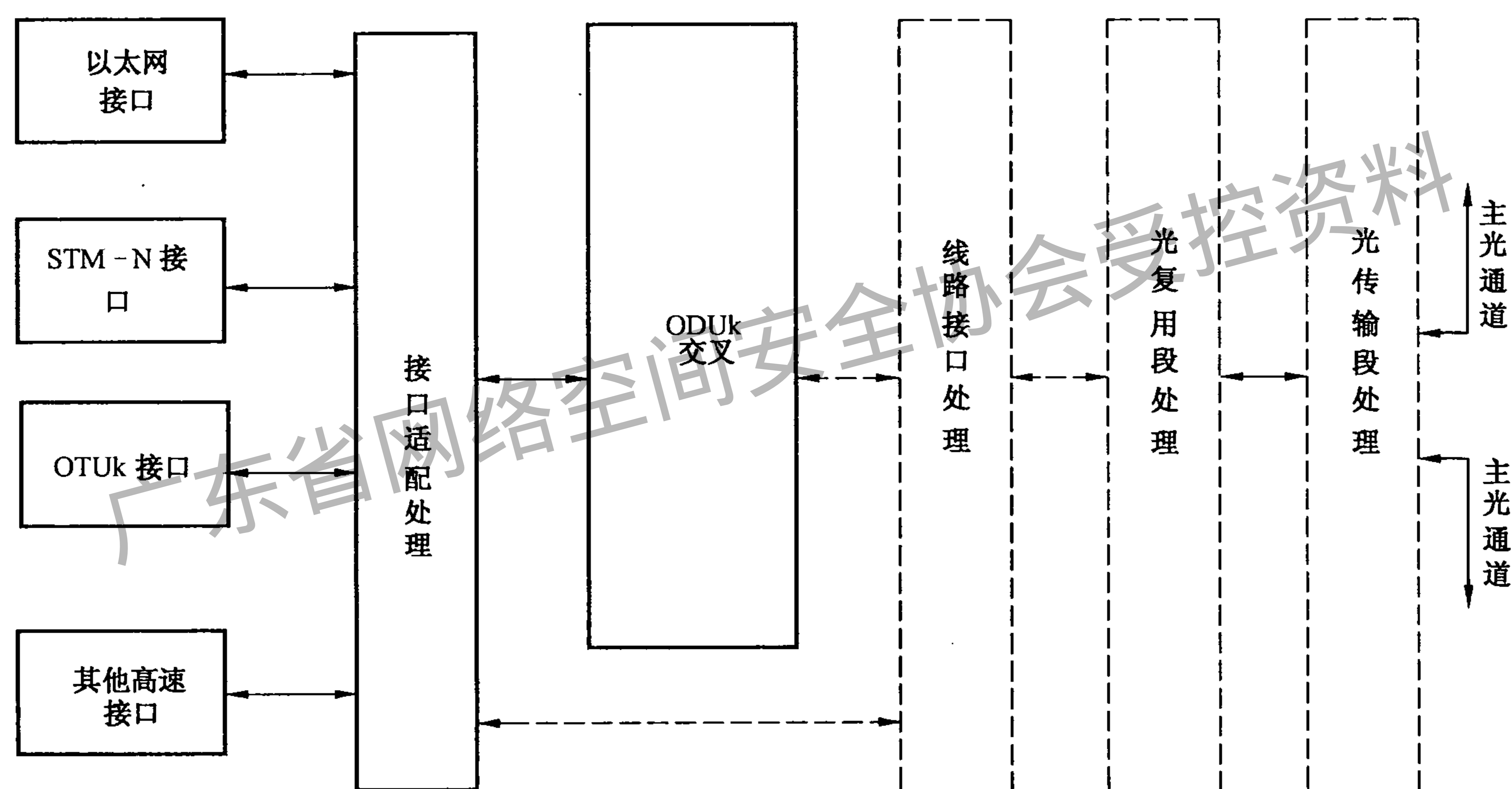


图 2 OTN 电交叉设备的功能模型

OTN 电交叉设备的基本要求为：

- a) 交叉能力:支持一个或者多个级别 ODUk($k=0,1,2,2e,3,4$)电路调度。
- b) 保护能力:支持一个或者多个级别 ODUk($k=0,1,2,2e,3,4$)通道的保护。

5.3 OTN 光交叉单一节点设备

基于 OTN 的光交叉单一节点设备(即 ROADM/PXC)提供光层调度能力,实现波长级别业务的调度和保护恢复,如图 3 所示。

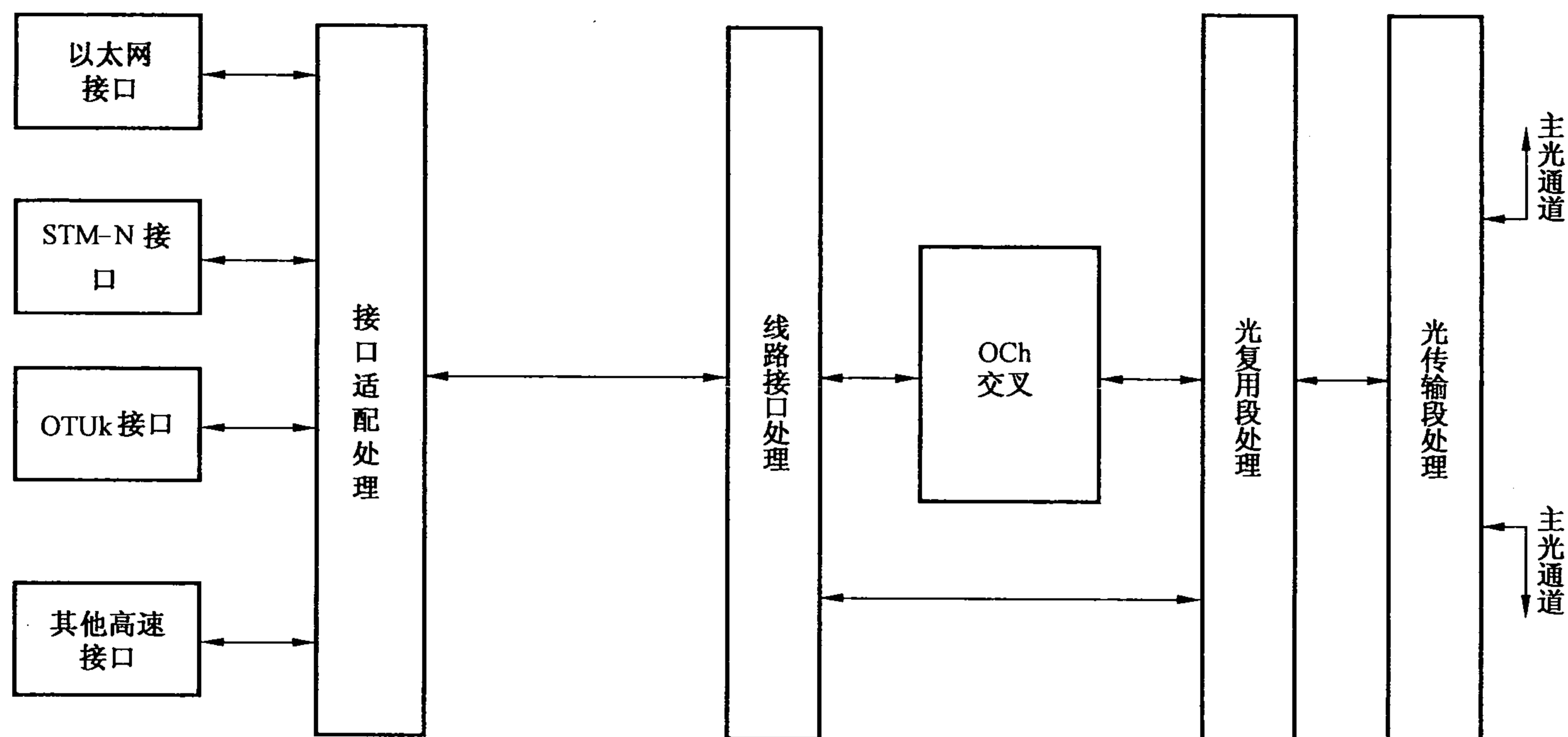


图3 OTN 光交叉设备的功能模型

基于 OTN 的光交叉设备要求满足如下基本功能：

- a) 交叉能力：具有动态灵活的波长上下通道能力，并支持全波上下。
- b) 保护协调能力：具有 WDM 系统常规的 1+1 波长保护、1:N 波长共享保护，基于 ROADMs 的波长资源可重构的重要特征，可实现波长资源的重新分配调度，可用于构建设备级共享保护、光波长通道共享保护、光复用段共享保护以及波长重路由恢复等。

其详细配置及参数要求见 YD/T 2003。

5.4 OTN 光电混合节点设备

OTN 电交叉单一节点设备可以与 OCh 交叉单一节点设备 (ROADM 或 PXC) 相结合，同时提供 ODUk 电层和 OCh 光层调度能力，波长级别的业务可以直接通过 OCh 交叉，其他需要调度的业务经过 ODUk 交叉。OTN 光电混合节点设备如图 4 所示，要求支持如下功能：

- a) 交叉能力：提供 OCh 调度能力，具备 ROADM 或者 PXC 功能，支持多方向的波长任意重构、支持任意方向的波长无关上下；提供 ODUk 调度能力，支持一个或者多个级别 ODUk (k=0, 1, 2, 2e, 3, 4) 电路调度。
- b) 保护协调能力：提供 ODUk (k=0, 1, 2, 2e, 3, 4)、OCh 通道保护恢复协调能力，在进行保护和恢复时不发生冲突。

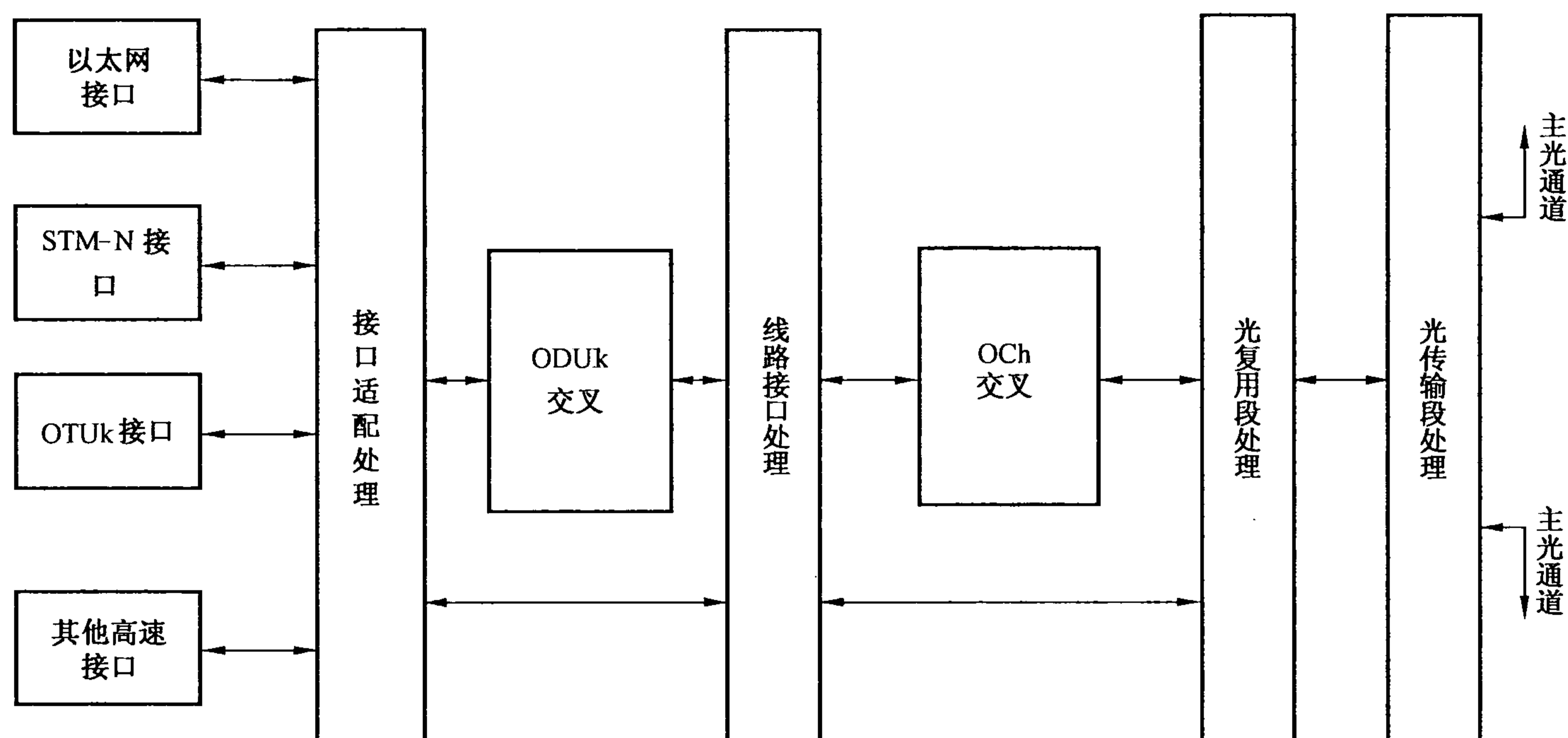


图4 OTN 光电混合交叉设备的功能模型

6 控制平面要求

6.1 通用要求

6.1.1 呼叫与连接管理要求

6.1.1.1 基本要求

ASON 节点设备应支持分布式呼叫与连接管理(DCM)功能。

ASON 节点设备应支持呼叫与连接分离的控制平面功能,或具有升级后支持该功能的能力,具体应满足 GB/T 21645.1—2008、GB/T 21645.4 的规范。

节点设备应支持永久连接(PC)、交换连接(SC)和软永久连接(SPC)三种连接类型;应支持单向点到点连接、双向点到点连接,可选支持单向点到多点连接(组播)。节点设备应支持 PC 到 SPC 的迁移。

电层和光层的呼叫与连接控制都在本层完成,流程是一致的。对于电层,已存在 FA 的情况,虽然 FA 实际是跨越光层的,但是由于 FA 在电层被视为电层链路,和其他电层链路处理相同,所以电层的呼叫与连接请求过程不会触发光层的呼叫与连接请求。

节点设备应支持的呼叫与连接管理功能包括:

- a) 呼叫控制功能,即在一个或多个用户应用和网络之间的一个信令功能,用于控制建立、释放、修改和维护连接组。
- b) 连接控制功能,即与连接相关的建立、释放、连接状态的保持(包括属性查询和修改等),以及相关的实现协议。当支持连接修改功能时,修改的属性可包括保护恢复类型、返回方式、恢复优先级、带宽、用户信息、附加信息等。
- c) 连接允许控制功能。
- d) 呼叫允许功能(可选)。
- e) 呼叫修改(可选)。
- f) 连接修改(可选)。

具体应满足 GB/T 21645.1—2008 中 8.3 的规范。

节点设备应具有基本的竞争处理功能。竞争是当两个独立的连接请求同时申请相同的资源时发生,节点设备应能够支持控制平面具有解决这种冲突问题的机制,具体应满足 GB/T 21645.1—2008 中 8.4 的规范。

当 ASON 网络中发生不同层次的异常情况时,节点设备应能够支持控制平面提供 DCM 的异常处理功能,具体应满足 GB/T 21645.1—2008 中 8.5 的规范。控制平面故障不应影响已建立的呼叫和连接。

节点设备支持的 DCM 功能的操作规程,应满足 GB/T 21645.4 的规范。

6.1.1.2 信令协议

6.1.1.2.1 信令协议功能要求

节点设备所支持的信令协议负责 DCM 的具体实施,应满足 GB/T 21645.1—2008、GB/T 21645.4 和本部分第 8 章规范的各种 DCM 功能。具体如下:

- a) 应支持单一连接和一组连接(即单一呼叫对应一个或一组连接)两种连接管理方式,包括连接的建立、拆除和查询等。
- b) 应支持对每个呼叫和连接在域内的唯一标识。
- c) 应支持 GB/T 21645.4 规范的所有呼叫和连接属性参数,应支持具有可扩展性的信令能力集,以保证光层路由计算时,传送损伤对选择路由的网络性能要求,应对所有请求进行肯定或否定的响应,必要时给出原因。
- d) 应支持显式路由方式,可采用严格显式路由或松散显式路由方式。
- e) 应支持故障通告,以及呼叫和连接状态的通告。
- f) 应支持信令消息的优先级传递,确保与保护恢复等相关的重要信令消息得到优先处理(可选)。
- g) 应支持不同级别的保护/恢复要求。
- h) 应支持回溯机制(Crankback),即在建路失败后,可以在中间节点(一般是域边界节点)或源节点重新进行重路由尝试,有关回溯机制的基本功能要求应满足 GB/T 21645.4 中的规范。
- i) 应支持 GMPLS 信令出接口控制功能,具体应满足 IETF RFC 4003 或 RFC 3474 和 RFC 3476 的规范。

除上述要求外,节点设备支持的信令协议还应满足如下异常处理要求:

- a) 发生信令网缺陷(包括用户信令缺陷和网络信令缺陷)时的处理应满足 GB/T 21645.4 的规范,在 UNI、E-NNI 的处理应进一步分别满足本部分中 7.1 和 OIF-ENNI-SIG-02.0—2009 中第 13.7 章的规范。
- b) DCM 信号流程——异常处理应满足 GB/T 21645.4 的规范。

6.1.1.2.2 信令协议选择

对于 ASON 网络内的所有控制域,域间信令协议应与域内信令协议的选择无关,UNI、I-NNI 和 E-NNI 接口的信令协议选择应相互独立。本部分仅规范基于 GB/T 21645.4/OIF-ENNI-SIG-02.0—2009 定义的信令协议,对基于 IETF 定义的 UNI 和 E-NNI 信令协议待研究。具体要求如下:

- a) UNI 应支持 IETF RFC 3474 的 RSVP-TE 协议,具体应满足本部分 7.1 的规范。
- b) E-NNI 应支持 IETF RFC 3476 RSVP-TE 协议,具体应满足本部分 7.2 的规范。
- c) I-NNI 接口为控制域内部接口,可以采用 PNNI、RSVP-TE、CR-LDP 三种协议的一种,具体参见 GB/T 21645.4 中的规范。

6.1.1.2.3 信令协议扩展

信令协议的扩展包括:

- a) 扩展支持 LSP 的三种建立方式：
 - LSP Nesting 方式。在一个 LSP 里承载另一条 LSP,即 LSP 嵌套。承载其他 LSP 的 LSP 可作为 TE 链路进行洪泛和使用。
 - Contiguous LSP 方式。通过单一的信令交换,建立端到端的 LSP。
 - LSP Stitching 方式。在多层网络建立独立的 LSP,然后在传送平面将同一网络层次中不同域的 LSP“粘合”在一起,形成端到端的 LSP。
- b) 扩展支持在边界节点计算跨区域的路径。
- c) 对显式路由对象(ERO)、纪录路由对象(RRO)对象的扩展。
- d) 链路、节点、跨域节点故障后的快速恢复。
- e) LSP 建立失败后进行回溯(Crankback)。
- f) 软重路由。
- g) 虚拟 TE 链路的建立和删除,服务层建立的 FA-LSP 在客户层作为 TE 链路,称为虚拟 TE 链路。
- h) 虚拟 TE 链路的平滑删除。

6.1.2 路由要求

6.1.2.1 路由结构要求

ASON 节点设备的路由结构中应包括与具体协议无关的元件(如 LRM 和 RC)以及与具体协议相关的元件(如 PC 等),具体应满足 GB/T 21645.1—2008 和 GB/T 21645.8—2012 的规范。

节点设备的路由功能应支持控制平面满足如下路由结构要求:

- a) 域间路由协议应与域内路由协议及其控制分布模式(如集中式、完全分布式)无关。
- b) 不同传送层面的路由协议和路由方式可以不同。
- c) 应能支持在同一个路由域中存在多个路由协议并进行路由信息的交换,节点设备中可存在多个协议控制器,且路由控制器与协议控制器之间不要求存在一对一的关系。
- d) 可选支持多种 OVPN 模式,如共享资源模式和专用资源模式等。
- e) 路由邻接拓扑和传送网拓扑不一定一致,应支持路由邻接拓扑的自动生成。
- f) 应支持在单个运营商网络内对每一个路由域的唯一标识。本节规范的路由结构要求仅适用于单个运营商内部网络,不适用于由不同运营商组成的 ASON 网络。
- g) 路由信息应提供单个域的抽象视图,抽象的程度由运行策略决定。
- h) 路由控制域之间交换的路由信息应与域内所采用的路由协议及其控制分布模式无关。
- i) 路由执行器应提供系统故障(如存储空间耗尽)恢复功能。

6.1.2.2 路由功能要求

ASON 路由功能包括可达性信息传播、网络拓扑/资源信息发布以及通道路由计算。ASON 路由功能应满足以下要求:

- a) OTN 网络中需要计算电层连接的路由和光层连接的路由。
- b) 支持源路由、逐跳路由和分级路由三种选路方式之一。
- c) 网络拓扑应由控制平面实现自动发现,路由功能应支持网络拓扑的维护,当网络拓扑发生变化时,应自动更新节点的拓扑信息。
- d) 应支持在本控制域内进行节点和链路状态信息的发布,发布的信息应包括节点可达性、链路容量、链路权重、节点和链路分集、链路保护类型等。
- e) 应支持分级路由结构,域间路由支持拓扑抽象和概要信息的发布。

- f) 路由功能应支持把两个 ASON 节点间具有相同特性的多条链路组成一个链路捆束(Link bundle),减少链路状态更新信息。
- g) 应支持基于约束条件的通道选择,可以包括链路代价、分集、业务级别、网络性能指标、管理策略、传输层特定约束条件[如波长冲突、光损伤(可选)]等。通道路由计算应支持以下路由约束条件以及它们之间的组合:
 - 链路代价
 - 跳数
 - 包含特定网络资源(节点、SNPP 链路、SNP 链路)
 - 排斥特定网络资源(链路和节点)
 - 链路保护约束
 - 路由分集约束,包括链路分离、节点分离和 SRLG 分离
 - 负载均衡
 - 其他出于管理目的的策略
 - 网络性能指标(如时延、误码率)(可选)

有关路由功能的进一步要求应满足 GB/T 21645.1—2008 中 9.3 的规范。

6.1.2.3 路由协议要求

6.1.2.3.1 基本要求

路由协议是用于路由选择和链路状态分发的协议。路由协议包括域内路由协议和域间路由协议。ASON 节点设备路由协议应满足的基本要求包括但不限于以下内容:

- a) 应采用基于链路状态的路由协议。
- b) 应支持分级路由结构。
- c) 应支持源路由、分级路由、逐跳路由方式中的一种。
- d) 应支持节点间的多链路,以及链路分集和节点分集。
- e) 应支持不同级别的保护/恢复要求。
- f) 分级路由中应支持回溯机制。
- g) 域间路由协议应独立于任何域内的路由协议。
- h) 域间路由协议应支持基于策略的路由信息交换。
- i) 域间路由协议应支持域的拓扑和资源信息抽象,支持可达性信息聚合。
- j) 应支持分级的路由信息分发。
- k) 支持远端路由请求功能。

有关路由协议的进一步要求应满足 GB/T 21645.1—2008 中 9.4 的规范和 GB/T 21645.8—2012 的要求。

6.1.2.3.2 路由消息和属性

ASON 节点设备应支持以下类型的路由消息:

- a) 路由邻接关系维持消息。
- b) 路由信息消息。
- c) 错误处理消息。

具体应满足 GB/T 21645.8—2012 第 8 章的规范。

路由协议所交换的信息包括节点属性和链路属性:

- a) 节点属性:包括可达性属性、与分集相关的属性,以及其他节点属性,具体应满足

GB/T 21645.8—2012 中 4.4.2 的规范。

- b) 链路属性:主要包括链路状态(如存在性、权重和容量)、与分集相关的属性,以及其他链路属性,具体应满足 GB/T 21645.8—2012 规范。

6.1.2.3.3 路由协议选择

节点设备可支持的路由协议分为域间路由协议和域内路由协议,本部分仅规范基于 ITU-T/OIF 定义的路由协议,对于基于 IETF 定义的路由协议待研究。具体要求如下:

- a) 域内路由协议:可采用 IETF RFC 4202 的 GMPLS OSPF-TE 协议或 IS-IS 协议。
- b) 域间路由协议:可采用 OSPF-TE 协议,具体应满足 OIF-ENNI-OSPF-02.0—2011 中的规范。

6.1.2.3.4 GMPLS OSPF-TE 协议要求

节点设备采用 GMPLS OSPF-TE 作为路由协议时,应满足 IETF RFC4258、IETF RFC4202—2005、GB/T 21645.8—2012 的规范。

GMPLS OSPF-TE 协议要求:对于 ITU-T G.709 新增加的业务类型,需要扩展 IETF RFC4202 ISCD 子 TLV 中的交换能力类型,具体参见 6.2.2.2 节。

6.1.2.3.5 路由协议扩展

路由协议的扩展包括:

- a) 路由发现和 TE 信息扩散。在进行路由信息扩散时,不能改变 IGP 的分层概念,因此应该避免扩散动态 TE 相关的信息,包括摘要信息。但是可以扩散非拓扑相关的信息,比如 TE 路由 ids 或 TE 节点能力。
- b) 将承载 LSP 的 FA 作为 TE 链路进行洪泛和使用。
- c) 扩展 GMPLS 路由来支持对混合节点内部的适配能力的通告。

6.1.3 自动发现要求

6.1.3.1 基本要求

对传送实体的发现过程是一个通用过程,节点设备应支持的发现进程分为三个子过程:发现触发、层邻接发现、传送实体能力交换。对传送实体能力交换过程的支持为可选,可以从管理平面手工配置相应的本地和远端信息。自动发现协议可采用 GB/T 21645.7 的协议来实现。当采用 LMP 协议时,应满足 IETF RFC 4204—2005、RFC 4209—2005(可选)的规范。

节点设备除了能够从自动发现过程获得必要的信息外,同时也应支持从管理平面手工配置。

自动发现的基本要求应满足 GB/T 21645.1—2008 中 10.2、10.3 的规范和 GB/T 21645.7 的要求。节点设备应支持:

- a) 发现进程的消息格式及算法过程。
- b) 错连的监测和发现。

6.1.3.2 自动发现的基本实现机制要求

6.1.3.2.1 发现触发

发现触发负责触发层邻接交换和传送实体能力交换过程。发现触发过程可由管理平面使能,如果层邻接发现过程不被使能,那么管理平面应该可以提供 TCP/TCP 绑定信息;如果传送实体能力交换过程不被使能或不能提供,那么管理平面应能够提供本地和远端信息。

6.1.3.2.2 层邻接发现

层邻接发现过程用于在特定层网络中初始化形成网络连接或链路连接的两个 TCP/TCP 间的关联关系。对于 ASON 节点设备的层邻接发现过程可以是基于每一层的,如图 5 所示:

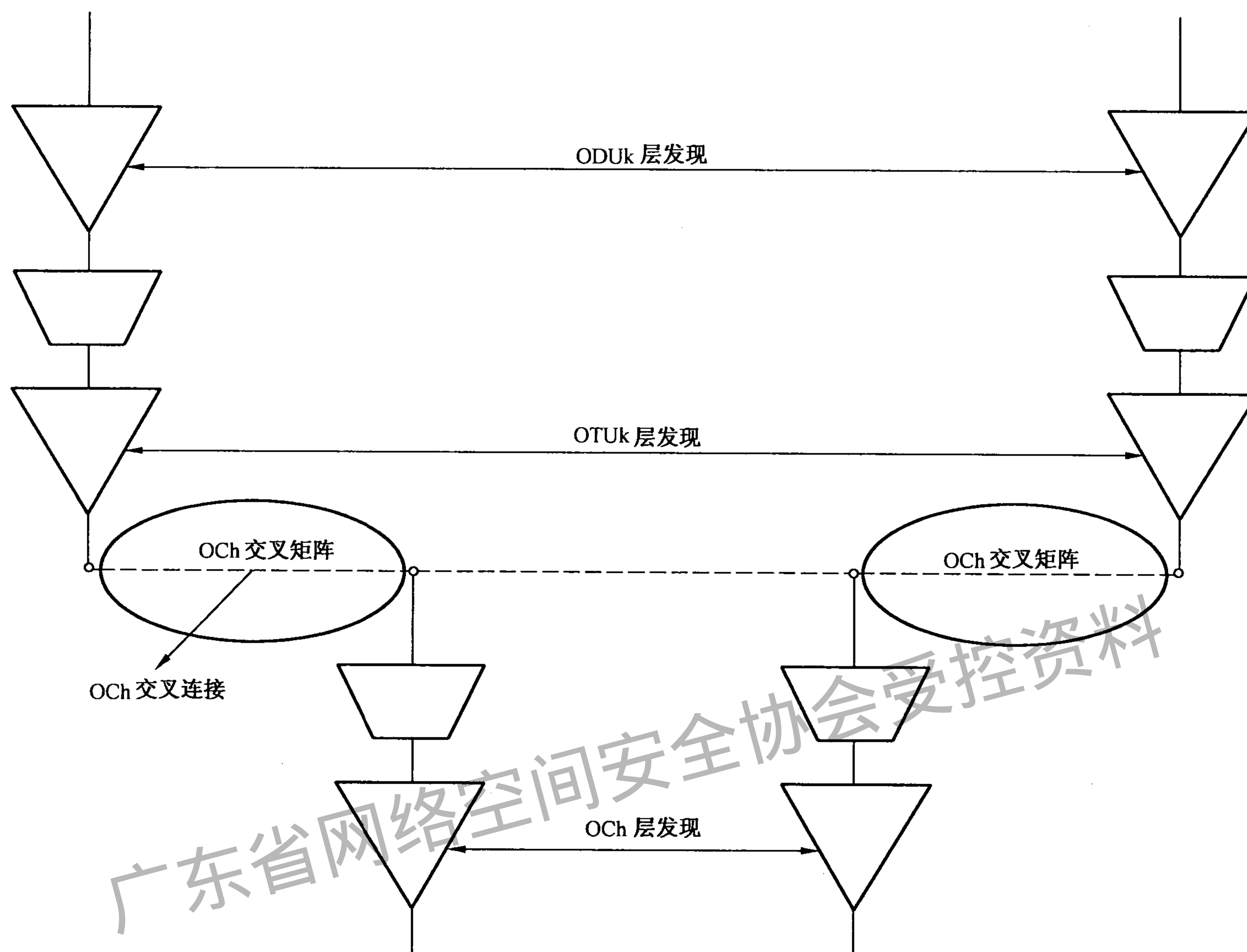


图 5 层邻接发现过程

不同的层有不同的机制可以使用:

- a) OCh 层:在 OCh 层,可以使用 OSC 来支持 OCh 层 TCP 到 TCP 的相邻发现。
- b) 封装到 OTUk 的 ODUk 层:可以使用 OTUk 的 SM 的 TTI 或者 GCC0 字节来支持 ODUk 的 TCP-to-TCP 的相邻发现。
- c) 封装到 ODUj 的 ODUk(j>k)层:可以使用 ODUj 的 PM 的 TTI 或者 GCC1、GCC2 字节来支持 ODUk 的 TCP-to-TCP 的相邻发现。

对于不同的接口,ASON 节点设备所支持的发现过程应满足以下要求:

- a) 对于 UNI 接口,可采用自动发现和手工配置两种方式,手工配置为必选,自动发现为可选。节点设备可选支持的邻居自动发现功能应基于 IETF RFC 4204—2005 协议及其扩展来实现。有关 UNI 接口的自动发现要求可进一步参见本部分 7.1。
- b) 对于 I-NNI,自动发现机制的实现应基于带内或带外方式实现。
- c) 对于 E-NNI,可采用自动发现和手工配置两种方式,手工配置为必选,自动发现为可选,具体应满足 OIF-ENNI-SIG-02.0 的规范。

6.1.3.2.3 传送实体能力交换

传送实体能力交换用于传送实体间交换时需满足特定的能力集信息,这一过程是可选的。具体要求应满足 GB/T 21645.1—2008 中 10.3 的规范。

6.1.4 链路资源管理要求

6.1.4.1 基本要求

节点设备应支持的链路资源管理功能主要为邻接资源管理功能,指在物理上直接相连的邻接节点之间的资源发现和链路资源管理,可以实现相邻节点之间的相互发现,建立并维护控制通路,实现本地数据通路 ID 和远端数据通路 ID 的映射,并就链路的管理和绑定策略达成一致。节点设备应支持的链路资源管理功能应满足 GB/T 21645.1—2008 中第 11 章的规范。

节点设备应采用 IETF RFC 4204—2005 和 IETF RFC 4209—2005 所规范的 LMP 协议来实现链路资源管理功能,具体可包括维持控制通路的连通性,校验数据信道的物理连通性,改变和同步链路特性信息,抑制下游告警,以及为实现保护和恢复功能而进行的链路故障定位等过程。节点设备应支持的功能包括:

- a) 控制通路管理:主要用于建立和维持相邻节点之间控制通路的连接,以传递控制平面的信息。
- b) 链路属性关联:用于将多个端口/成员链路合并成一条 TE 链路,并在 LMP 对等节点之间核实 TE 链路属性的一致性,这些属性包括本地/远端节点 IP 地址、本地/远端 TE 编号、包含的端口/成员链路表等。
- c) 链路连通性验证:链路连通性验证功能用于验证物理通道的连通性。
- d) 链路故障管理(可选):以物理通道为管理对象,通过传递故障消息实现故障定位等操作。

具体应分别满足 IETF RFC 4204—2005 和 IETF RFC 4209 的规范。

6.1.4.2 链路资源管理的实现

节点设备支持的 LMP 功能是通过 ASON 控制平面上交互的一系列消息完成的。除了 Test 消息外,其余所有的 LMP 消息均运行在 UDP 协议上,采用 IANA 分配的端口号。

LMP 消息类型可分为参数协商消息、Hello 消息、链路验证消息、链路概要消息和故障管理消息,LMP 消息的定义应满足 IETF RFC 4204—2005 中第 12 章的规范。

LMP 信息的内容由对象组成,每一个对象由对象名称和对象类别进行标识。LMP 对象可以是可协商的或不可协商的。可协商的对象使节点设备可以对特定的参数值进行协商,不可协商的对象用于对不需要或不允许协商的参数值进行广播。LMP 对象的定义应满足 IETF RFC 4204—2005 中第 13 章的规范。

在 OTN 设备上,LMP 各种消息和对象的具体编码方式应满足 IETF RFC 4209—2005 的规范。

6.1.5 地址和名称要求

为保证控制平面正常工作,节点设备应支持传送平面标识符、控制元件标识符、DCN 标识符和管理平面标识符,具体应满足 GB/T 21645.1—2008 中 12.1 的规范。

节点设备同时应满足 GB/T 21645.1—2008 中 12.2~12.4 节对传送平面名称和控制平面地址的规范。

6.1.6 控制平面初始化、重配置和恢复要求

节点设备应支持控制平面的初始化、重配置和恢复,具体可包括对网络设计人员/管理人员提供信

息的识别、发现资源和链路的过程、接口可见的传送实体能力的描述、资源的控制平面名称的识别和交换、与协议控制器间通信的建立、控制平面视图与相应传送平面资源的一致性的确认、控制平面邻居具有一致性的资源视图的确认等。

控制平面应该支持如下初始化及重配置的要求：

- a) 划分给控制平面的传送平面资源数据初始化及重配置。
- b) 控制平面和管理平面对相同传送资源的状态数据同步。
- c) 协议配置参数的初始化及重配置,如 NCC、CC、RC 等正常运行所需要的协议参数配置信息。

控制平面应该支持如下恢复的要求：

- a) 协议配置参数的恢复,如 NCC、CC、RC 等正常运行所需要的协议参数配置信息。
- b) 控制平面管理的 SNP 资源配置信息的恢复。
- c) 拓扑相关的配置信息的恢复,如 RC 组件中的拓扑信息。
- d) 连接业务相关的配置信息的恢复,如 NCC 和 CC 组件中与呼叫/连接相关的状态信息。

6.1.7 可靠性要求

ASON 控制平面因受信令网故障和控制平面软件故障的影响,节点设备应具有相应的可靠性机制,保证相应控制平面可满足以下可靠性方面的要求：

- a) 控制平面和传送平面应有各自的故障检测机制,以区分控制通路故障和控制平面软件故障。
- b) 控制平面的任何失效都不应导致传送平面和管理平面的失效。
- c) 控制平面应提供信令消息的可靠传递。
- d) 控制平面某个节点的故障不应影响控制平面其他节点的继续工作。
- e) 控制平面的网络故障只能影响其建立新连接的能力,而不能影响已有连接的正常工作。
- f) 如果控制平面的网络故障影响到正在进行建立的连接,应及时向源节点发送相关错误消息,拒绝连接建立,或者请求重新计算路径,或者请求等待网络故障修复再重新尝试建立该连接,并且应该及时地将已建立的部分连接删除。
- g) 控制平面的网络故障修复后,应能在相关的节点之间实现各种状态信息的快速同步,恢复各种状态信息,包括:传送平面的连接状态、控制平面的连接状态和可用的网络资源等等,修复故障的节点应能够重新从邻居获得连接信息;应能够重新获得故障发生前已经建立的连接的状态信息。

有关节点设备应支持的生存性机制的进一步要求应满足 GB/T 21645.1—2008 中第 16 章的规范。

6.1.8 可扩展性和升级能力要求

节点设备应具有良好的可扩展性和升级能力,以支持 ASON 网络规模的不断扩大和承载业务类型的进一步增加。

6.1.8.1 路由协议的可扩展性

节点设备的路由协议应具有可扩展性,以支持 ASON 网络在链路容量/数量、节点数量、分级数量和网络数量等方面的增长。网元、链路、用户或控制域的增加不应引起路由协议的修改。

路由协议的设计应使网络规模扩展对相关性能的影响最小。

6.1.8.2 信令协议的可扩展性

节点设备的信令协议应具有可扩展性,以支持 ASON 网络在链路容量、节点数量、分级数量和网络数量等方面的增长。网元、链路、用户或控制域的增加不应引起信令协议的修改。

信令协议的设计应使网络规模扩展对相关性能的影响最小。

6.1.8.3 控制平面软件的升级能力

节点设备可选支持在控制平面处于运行状态时升级控制平面软件的能力。如节点设备不能提供上述能力,则至少应保证控制平面软件的升级过程不影响已经开通的业务。

无论采用何种升级方式,升级后的控制平面应保持对已有呼叫和连接的管理和维护,并保证各种功能的完整性和可用性。

6.2 电层控制要求

6.2.1 信令协议功能要求

对于 ITU-T G.709,有关连接的流量参数和标签应满足 GB/T 21645.4 的规范。对于 ITU-T G.709,需要对有关连接的流量参数和标签进行扩展:

- a) 信令应支持 ITU-T G.709 中规范的各种不同速率级别的 ODU 业务。需要能在信令消息中指定 LO ODU 业务的相关属性,包括 LO ODU 信号类型、速率等信息。对于非 ODUflex 业务,其信号类型隐含表示了其速率级别(例如 LO ODU1 的速率级别为 2.5G)。
- b) 应能通过标签逐跳实现带宽(时隙)分配,信令协议中的标签指示必须能够标识出不同时隙类型的链路所需要分配的时隙编号。

6.2.2 信息描述要求

6.2.2.1 节点能力描述要求

电层节点设备主要提供电层业务适配能力、交叉能力信息。

6.2.2.2 链路能力描述要求

电层链路描述的链路能力应满足 GB/T 21645.8—2012 的要求,具体包括链路类型、链路标识、本地接口 IP 地址、远端接口 IP 地址、流量工程代价、最大带宽、最大预留带宽、未预留带宽、管理组、链路本地/远端标识、共享链路风险组和接口交换能力描述等。

当节点设备采用 OSPF-TE 协议时,应支持 ITU-T G.709 中定义的固定和灵活的 ODU 容器,支持 1.25 Gbps 和 2.5 Gbps 两种类型的时隙,支持低阶 ODU 映射进高阶 ODU。

节点设备应对 ISCD 子 TLV 进行扩展,增加新的交换类型: OTN-TDM, 编码类型为 G.709 ODU_k,具体应满足 IETF RFC 7138—2014 中第 4 章的要求。在此子 TLV 中,其原有的交换能力特定信息部分应支持两种子 TLV: 固定容器未预留带宽和可变容器未预留/最大 LSP 带宽。其具体格式应满足 IETF RFC 7138—2014 中 4.1.1 和 4.1.2 的要求。

6.2.3 自动发现要求

对于 OTN 电交叉单一节点设备直接互联组成的网络,OTU_k 层和 ODU_k 层可以直接进行发现。

自动发现应能支持 ITU-T G.709 中规范的各种不同速率级别的 ODU 时隙,其中包括:

- a) 链路所支持的时隙类型: 链路两端的节点彼此需要获知对端所支持的时隙类型(包括 1.25 Gbps 和 2.5 Gbps 两种时隙类型),并协商出两端共同支持的时隙类型。
- b) 链路所支持的 LO ODU 类型: ODU₀、ODU₁、ODU₂、ODU_{2e}、ODU₃、ODU₄ 等信号类型。链路两端的节点彼此需要获知对端所支持的 LO ODU 的类型。

6.3 光层控制要求

6.3.1 信息描述要求

6.3.1.1 节点能力描述要求

光交叉单一节点设备节点需要增加接口连通性矩阵、再生能力、波长变换能力。

6.3.1.2 链路能力描述要求

光层链路描述的信息内容范围与 6.2.2.2 相同。

光层链路接口交换能力描述中的交换能力取值为 LSC, 编码方式取值为 ITU-T G.709 的光通道 (Optical Channel), 承载 LSP 的设备的交换方式应为 LSC, LSP 所承载业务的类型为 ITU-T G.709 定义的 OTUk。具体应符合 IETF RFC 3471 和 IETF RFC 4328—2006 的要求。

6.3.1.3 路由功能要求

路由功能要求除满足 6.1.2.2 规范, 还应支持传输层特定约束条件[如波长冲突、光损伤(可选)]等。

6.3.2 自动发现要求

对于 OCh 光交叉单一节点设备直接互联组成的网络, 可以在 OCh 层直接自动发现。光层波长资源发现, 主要包括各网元各线路光口已使用的波长资源、可供使用的波长资源等信息。

6.4 光电混合控制要求

6.4.1 概述

光电混合控制主要解决多层问题。

通用多协议标签交换 (GMPLS) 扩展了经典的 MPLS 来处理多种交换技术以统一管理具有多种交换能力的网络。多层网络 (MLN) 的定义参见 IETF RFC 5212, 多层网络既可以是一个融合的具有多种交换能力的网络, 也可以是包含一种交换能力但具有多个不同交换速率的网络。

OTN 网络中存在两种交换能力, 包括: ODUk 交换能力、波长交换能力, 当包含一种或两种交换能力的 OTN 节点均被一个单一的 GMPLS 控制平面实例控制时, 该 OTN 网络属于一个多层网络。

基于 OTN 设备的多层 ASON 网络应满足以下要求:

- a) 层间保护恢复协调。通过层间交互和协调, 不同层可以及时共享本地信息, 优化系统的整体性能。在多层网络中, 各层都有自己的保护、恢复机制。应当采用一定的方法来协调层间的这些保护恢复机制, 以达到最大程度地保护业务。既不出现业务过保护, 造成资源浪费, 又不出现业务欠保护, 造成业务损伤。
- b) 上下层路径分离。在上层拓扑中, 路径是分离的, 但实际的服务层路径可能是重合的, 上层网络应能感知到服务层网络中的路径是否重合。
- c) 层间流量工程: 在网络堵塞和故障的情况下, 能够提供流量并动态地重构不同网络层的流量虚拓扑, 控制和优化不同层的路由流量和网络资源的利用, 以减少用户请求的阻断机率, 同时改进网络的可靠性, 提高网络的安全性。
- d) 层间业务驱动。下层连接可以通过上层连接驱动建立, 也可以在上层连接建立之前预先建立, 基于 OTN 设备的多层 ASON 网络应能支持这两种策略。

6.4.2 多层网络 GMPLS 基本技术要求

多层网络 GMPLS 技术要求包括:

- a) 处理单交换和多交换(ODUk 交换、波长交换、光纤交换)的能力。
- b) 通告可适配能力:混合节点需要维护内部链路之间的适配能力,所以,不同层之间的适配能力需要通告出去,路径计算时会考虑适配约束。
- c) 可扩展性:多层网络依赖于统一流量工程和路由模型,这样将导致有大量的信息在网络中泛滥。在路径计算时(特别是恢复过程中),TED 数据库的大小对路径计算影响很大。
- d) 稳定性:用于为上层提供虚拟网络拓扑的底层 LSP 的频繁变化会影响网络的稳定性。
- e) 最小业务中断:当重配置底层 LSP 时,上层 LSP 的业务可能会中断。应该保证业务中断的影响最小化。如采用先建后拆的方式。
- f) LSP 属性继承:底层 LSP 发布为 FA 时,FA 应该继承底层 LSP 的属性,这些属性包括:接口交换能力、TE 度量值、最大 LSP 带宽、未预留带宽、最大可预留带宽、保护属性、最小 LSP 带宽、SRLG 等。
- g) 支持多种信令机制:嵌套、连续和缝合三种信令机制。
- h) LSP 资源利用:为了更好的利用多层网络资源,FA-LSP 可以根据资源利用情况,基于某种策略进行删除(以空出更多资源),或者新建更合适的 FA-LSP,可采用自动方式或手动方式。
- i) LSP 校验:发布为 FA 的底层 LSP 应该校验连接性和完整性。
- j) 提供域间的资源优化。
- k) 支持跨域端到端的 QoS 服务保障。
- l) 提供跨域的快速恢复,保护链路和节点,包括跨域节点。
- m) 不能破坏网络层次性,不能破坏路由和信令协议的可扩展性。

6.4.3 信息描述要求

6.4.3.1 节点能力描述要求

光电混合节点设备节点应同时满足电交叉单一节点设备节点和光交叉单一节点设备节点能力描述的要求,还应描述光电两层信号处理的线路接口处理单元的能力,包括 3R 再生、波长变换、两层之间的业务适配能力即线路接口是否能建立 FA-LSP 用于承载电层 LSP,以便对信号进行处理。

6.4.3.2 链路能力描述要求

对于光电层间链路,其光交叉单一节点设备节点侧的接口和电交叉单一节点设备节点侧的接口通过不同的方式描述,其中光交叉单一节点设备节点侧接口描述和光层链路接口相同,电交叉单一节点设备节点侧接口需要对该接口上的线路接口处理单元进行描述,包括处理单元标识、输入/输出波长范围、编码调制格式、信号速率、处理单元使用情况等信息。

6.4.4 层邻接发现

对于 OTN 光电混合设备组成的网络,首先进行 OCh 层的发现,在 OCh 层交叉连接建立完成以后,才能进行 OTUk 层和 ODUk 层的发现过程。

6.4.5 呼叫和连接控制要求

6.4.5.1 连接类型

由光电混合节点设备组成的网络中的连接分为三种:光层 LSP、FA-LSP、电层 LSP。

- a) 光层 LSP:与光交叉单一节点设备组成的网络相同,光电混合节点设备组成的网络中应支持光层 LSP。光层 LSP 用于承载光层信号的业务,在客户侧直接接入光层信号。
- b) FA-LSP:在多层网络 MLN 中,一旦一条穿过一个网络层的、连接到上一个网络层的两个边界

节点的 LSP 被创建起来,那么该 LSP 可在上层网络被当作一条数据链路来使用。而且它能够被当作一条 TE 链路被洪泛,允许其他节点将该 LSP 当作一条 TE 链路来进行路径计算。在光电混合节点设备组成的网络中,控制平面可以在光层网络创建一条 LSP,并将其当做电层的链路来洪泛和使用。这样的 LSP 就是 FA-LSP。

- c) 电层 LSP:与电交叉单一节点设备组成的网络相同,光电混合交叉节点设备组成的网络中应支持光层 LSP。电层 LSP 用于承载电层信号的业务。

6.4.5.2 分层呼叫与连接请求技术要求

在 OTN 多层网络中,电层作为客户层,光层作为服务层。

在传送网络中,网元可以支持多个传送分层。例如在一个多层网络的边界,存在较小带宽的适配功能,而多层网络的中央则不支持这些适配功能。当两个客户 AGC 之间不存在连续的或者连接好的客户层网络时,传输客户的特性信息有两种方式:

- a) 电层呼叫与光层呼叫关联:客户特性信息(CI)被适配到服务层连接上,这对于客户层路由控制器是不可见的,通过采用不同层网络中的网络呼叫控制器(NCC)之间的接口来提供 ASON 功能。这种层间接口在客户—服务层关系的呼叫之间形成一种关联,这种关联关系可以递归,表示一组堆栈式的适配关系,即 NCC 可以在 ITU-T G.805 定义的层次中递归存在。在不同层次中可以存在不同的 NCC 实例。具体流程可见 ITU-T G.8080—2012 中的附录 A。
- b) 电层连接与光层连接关联:先建服务层光层再建客户层电层,根据服务层连接来创建客户层链路,客户层链路创建后被呈现给该路由区的路由控制器。流程可见 ITU-T G.8080—2012 中附录 V 的层次路由。

6.4.5.3 FA-LSP 的控制与管理技术要求

6.4.5.3.1 FA-LSP 的建立

FA-LSP 可以通过管理平面和手动配置两种方式建立。

控制平面在客户侧发起动态建立服务层 LSP,形成 FA,提供客户层连通性;FA 属性继承 FA-LSP 形成电层 FA 后需要继承 FA-LSP 经过的链路的属性,包括:接口交换能力、流量工程代价、最大带宽、最大预留带宽、未预留带宽、最小带宽、保护属性、共享风险链路组。

6.4.5.3.2 FA-LSP 的删除

FA-LSP 的删除时需要保证不会造成流量中断并且对其承载的 LSP 影响最小,可以使用 TE 链路的完美删除流程。FA-LSP 的删除应不影响上层业务的删除,上层业务删除后才能删除底层的 FA-LSP 流程。

6.4.5.3.3 FA-LSP 连接验证

FA-LSP 一旦作为 FA 链路,那么需要通过验证数据平面连通性来保证 FA-LSP 存活性。

6.4.5.4 路由计算技术要求

当通过触发光层连接的建立作为电层链路时,电层连接路径计算需要满足以下约束:

- a) 只在同一层网络中计算。
- b) 可以跨越多层网路。

7 与控制平面相关的接口要求

7.1 UNI

7.1.1 UNI 提供的服务

7.1.1.1 呼叫控制

节点设备的 UNI 接口应满足 ASON 的呼叫和连接要求。呼叫控制器和连接控制器描述应符合 GB/T 21645.1—2008 和 GB/T 21645.4 的规范。

UNI 接口信令涉及 UNI-C 和 UNI-N 实体之间调用传送网络服务而交换的消息。在采用符合 OIF UNI2.0 COMMON—2008 所规范的接口信令时,以下动作将被调用:

- a) 连接建立。
- b) 连接删除。
- c) 呼叫和连接状态查询。
- d) 呼叫修改。
- e) 连接修改。

7.1.1.2 增强的安全性

ASON 应提供合适的机制以实现网络资源的合理分配及客户端账户的授权控制和安全性等,这些机制就是策略控制。

节点设备可选支持 UNI 策略控制。为此,需要两个主要的功能实体:策略决策点(PDP)和策略实施点(PEP)。PDP 可以实现在节点设备内或外部策略服务器中,PEP 可实现在 ASON 节点设备内部。PDP 和 PEP 之间的通信协议应采用 COPS 协议,具体应满足 GB/T 21645.5—2012 的规范。

节点设备可选支持 UNI 安全机制。有关 UNI 策略控制和安全性的更详细描述见 OIF UNI 2.0 COMMON—2008 中 6.5 的规范。

UNI 安全机制的实现可基于 IPSec 协议,具体应满足 GB/T 21645.5—2012 的规范。

7.1.1.3 业务无损参数修改(可选)

有多个机制可以用来进行业务无损参数修改,所有这些机制都涉及到呼叫修改。可以通过增加或减少呼叫中的连接或是修改呼叫中连接的业务参数来完成。

带宽修改,UNI-C 可以随时请求带宽的修改而不依赖于改变其适配。并且可以采用下列给定的任何一种方式进行带宽的修改:

- a) 直接修改速率来改变连接的带宽。但此方法仅在以太网业务时适用。
- b) 通过修改一条现有的连接中复用字段来改变该连接的带宽。
- c) 在现有的呼叫中新增一条连接。
- d) 从现有的呼叫中移除一条连接。
- e) 对 OTN 客户,节点设备的 UNI 接口应支持修改 OTN 流量参数属性中的 MT 字段。

7.1.1.4 支撑功能

UNI 信令需要客户端和网络端信令实体之间的信令邻接关系。可能会存在不同的 SCN 配置,在这些不同的配置情况下都需要支持邻接信令维护。节点设备的 UNI 应支持可选的支撑功能,具体应符合 GB/T 21645.5—2012 的规范。

7.1.1.5 兼容性

节点设备的 UNI 应满足 OIF UNI2.0 COMMON—2008 的 6.8,6.9 中对 OIF UNI1.0 兼容性要求。

7.1.2 UNI 信令传送配置

节点设备的 UNI 应支持光纤内(In-fiber)和光纤外(Out-of-fiber)两种类型的信令传送配置方式。节点设备 UNI 应可以支持上述信令传送配置方式的一种或多种。

7.1.3 编址

为了使 UNI 信令消息能正确地交互,需要对多种实体进行编址或标识,应符合 GB/T 21645.5—2012 第 7 章的规范。

7.1.4 UNI 信令

7.1.4.1 UNI 信令抽象消息

节点设备 UNI 信令抽象消息应满足 GB/T 21645.5—2012 第 8 章的规范。

7.1.4.2 UNI RSVP-TE 信令过程

节点设备应支持 IETF RFC 3476 UNI 信令的 RSVP-TE 扩展协议。相关的信令过程包括 UNI RSVP-TE 消息的发送、UNI RSVP-TE 消息的接收、可靠的消息交换、连接状态的维护、预约风格、本地连接标识、连接流量参数、连接建立、连接修改、连接删除、强制删除、连接状态的查询和响应、信令通路的失效检测和恢复、传送平面的失效和恢复等,应满足 GB/T 21645.5—2012 中 8.1.3 的规范。

7.1.4.3 UNI 信令消息和对象

UNI 信令的 RSVP-TE 消息和对象应满足 GB/T 21645.5—2012 中 8.1.4 的规范。

针对 ITU-T G.709 版本,应满足 ODU0、ODU2e、ODU4 新业务客户类型的信令扩展,包括:G-PID、标签格式、编码类型(Encoding Type)、信号类型(Signal Type)、比特率(Bitrate)等字段,具体参见 IETF RFC 7138—2014。

7.2 E-NNI

7.2.1 基本要求

E-NNI 是在不同控制域或者运营商网络中的控制实体间的双向信令接口。节点设备的 E-NNI 接口应支持的功能包括呼叫控制、资源发现、连接控制、连接选择和连接选路,在接口处交互的信息流包括可达网络地址信息、鉴权和连接允许信息,以及连接服务信息。

7.2.2 E-NNI 支持的业务

支持交换连接(SC)业务:为支持穿越 E-NNI 的端到端 SC 业务,节点设备应在 E-NNI 保持并转发来自源节点的呼叫参数,例如应传递 E-NNI 信令消息中与业务相关的属性(如呼叫属性)。此外,节点设备应支持经由 E-NNI 传递那些与 E-NNI 相关的显式路由信息。

支持软永久连接(SPC)业务。

7.2.3 E-NNI 信令

7.2.3.1 E-NNI 信令参考配置

E-NNI 信令参考配置又称为 E-NNI 服务调用模式,应满足 GB/T 21645.9—2012 中 4.6 的规范。无论采用何种服务调用模式,节点设备的 E-NNI 均应满足如下要求:

在 E-NNI 之间,信令协议应基于 IP 协议,节点设备内的网元控制器或网元控制器的 NNI 信令代理应分配一个独一无二的 NNI 接口 IP 地址。

当节点设备通过多个接口和某一其他控制域中的邻居网元相连时,逻辑上仅定义一个 E-NNI 控制信道。

7.2.3.2 信令的标识

节点设备 E-NNI 应支持的信令标识包括:

- a) 传送资源标识:此标识符由 ASON 节点设备的控制元件使用,用来描述传送平面的资源,包括 TNA 地址和 SNPP 标识符。
- b) 信令协议控制器的标识:信令协议控制器通过标识来保持对等体之间和呼叫信令关系,一组特定的标识可以用来描述一条特定的 E-NNI 信令通道。
- c) 信令协议控制器 SCN 地址。

具体应满足 GB/T 21645.9—2012 中 4.4 的规范。

7.2.3.3 E-NNI 信令抽象消息和属性

节点设备 E-NNI 的信令消息应支持动态地建立穿越不同控制域的端到端连接,包括交换连接和软永久连接。E-NNI 信令抽象消息包括:

- a) 连接建立消息(连接建立请求、连接建立指示、连接建立确认消息)。
- b) 连接释放消息(连接释放请求、连接释放指示)。
- c) 连接状态消息(连接状态查询、连接状态查询指示消息)。
- d) 连接通告消息。
- e) 连接修改消息(连接修改请求、连接修改指示、连接修改确认消息)。

上述信令消息应满足 GB/T 21645.9—2012 中 5.1 的规范。E-NNI 抽象属性可分为:

- a) 标识相关的属性。
- b) 业务相关的属性。
- c) 路由相关的属性。
- d) 策略相关的属性。
- e) 其他属性。

属性参数的描述应满足 GB/T 21645.9—2012 中 5.2 的规范。

7.2.3.4 与 UNI 的兼容性

节点设备的 E-NNI 信令应与来自 UNI 的请求和连接控制相兼容。

对于 E-NNI 接口应支持 IETF RFC 3476 的 RSVP-TE 协议来说,对于未知对象的处理根据其分类(Class Num)字段取值在范围分为三类:

- a) 0~127 之间,拒绝并产生“Unknown Object Class”错误。
- b) 128~191 之间,不拒绝但丢弃该对象。
- c) 192~255 之间,不拒绝,直接向前转发该对象。

7.2.3.5 E-NNI RSVP-TE 信令消息和属性

节点设备的 E-NNI 应采用 OIF-ENNI-SIG-02.0—2009 扩展的 RSVP-TE 协议,需要将 E-NNI 信令抽象消息映射到 RSVP-TE 消息上。

节点设备支持的 RSVP-TE 消息、属性和错误编码应满足 GB/T 21645.9—2012 中第 5 章的规范。

7.2.3.6 E-NNI RSVP-TE 信令的传送过程

正常情况下,E-NNI 信令的传送包括正常的连接建立、释放和修改请求,包括 SC 和 SPC 连接的建立、释放和修改。

节点设备支持的正常(成功)情况下 SC/SPC 连接建立、释放/拆除和修改请求的 E-NNI 信令传送过程,具体应满足 GB/T 21645.9—2012 中 6.2 的规范。

节点设备 E-NNI 应支持在发生异常情况下特定的处理操作规程。这里的异常情况至少应包括建立请求拒绝、释放请求拒绝、修改请求拒绝、信令通路失效、控制平面失效,以及传送资源失效。相应的处理操作应满足 GB/T 21645.9—2012 中 6.3 的规范。

基于 ITU-T G.709 中节点设备 E-NNI 信令支持的 RSVP-TE 扩展协议应满足 GB/T 21645.9—2012 中 8.1.7 的规范。

对于 ITU-T G.709 中,节点设备 E-NNI 信令应满足 ODU0、ODU2e、ODUFlex、ODU4 新业务客户类型的信令扩展,包括:G-PID、标签格式、编码类型(Encoding Type)、信号类型(Signal Type)、比特率(Bitrate)等字段,具体见 IETF RFC 7138—2014。

7.2.4 E-NNI 路由

7.2.4.1 基本要求

E-NNI 路由的实现应采用 OIF-ENNI-OSPF-02.0—2011 路由协议。在 E-NNI 上,RC 之间的邻接应配置为点到多点方式,所有的邻居信息均以配置方式取得,所有的路由相关的协议数据包中的 TTL 应设置为 255,子网掩码应设置为全 0。

为了在 E-NNI 上实现分级路由,应支持拓扑抽象技术,以便于在层间传递拓扑信息并在 E-NNI 接口上实现信息的隔离。

E-NNI 路由应满足 GB/T 21645.9—2012 中第 8 章的规范。E-NNI 路由的实现可采用基于 OIF-ENNI-OSPF-02.0—2011 的 DDRP 协议。

7.2.4.2 E-NNI 的路由属性

节点设备在 E-NNI 接口上应支持 GB/T 21645.8—2012 中所定义的各种路由属性。

7.2.4.3 E-NNI 的路由分层

节点设备在 E-NNI 接口上应支持 GB/T 21645.8—2012 中所要求的分级路由。为了实现分级路由,ASON 控制平面应当支持拓扑抽象技术。当一个 RC 同属于相邻的两个路由层次时,应当能够在两个层次之间转发路由信息。

需要通过路由协议 LSA 的类型来指示当路由信息由高层 RC 向低层 RC 传播时需要学习哪些信息。

7.2.4.4 OSPF-TE 协议对 E-NNI 的扩展

为了实现 E-NNI,应增加对新的和扩展的 sub-TLV 的支持:

- a) TDM 接口交换能力描述符 sub-TLV,包括 SONET/SDH 接口和 OTN(ODUk)接口。
- b) OIF 试验 sub-TLV。
- c) 标准链路属性 sub-TLV。
- d) OIF 链路属性 sub-TLV。
- e) TNA 地址 Sub-TLV。

具体应满足 OIF-ENNI-OSPF-02.0—2011 中第 6 章的规范。

7.2.4.5 两层 E-NNI 网络配置

E-NNI 最少应支持两层的网络,具体配置实例可见 GB/T 21645.9—2012 中 6.3。

7.2.5 E-NNI 的安全

节点设备 E-NNI 的安全性功能可提供如下机制:

- a) 鉴别实体经由 E-NNI 接口交换的信息。
- b) 保证接口交换信息(邻居发现、业务发现、拓扑和资源状态、信令)的完整性。
- c) 在需要时确保信息的机密性。

节点设备可选支持实现上述功能需求的安全性机制,具体应满足 OIF-SEP-03.2—2012 中的规范。E-NNI 安全机制的实现可基于 IPSec 协议,具体应满足 IETF RFC 2403 的规范。

7.3 I-NNI

I-NNI 是在一个控制域内部或者在有信任关系的多个控制域中的节点设备控制实体间的双向信令接口。节点设备的 I-NNI 应支持的功能包括资源发现、连接控制、连接选择和连接选路,在接口处交互的信息流包括拓扑/路由信息、连接服务信息和控制网络资源信息。

节点设备的 I-NNI 应支持本部分第 6 章规范的基本的 DCM、路由、自动发现和链路资源管理等功能要求,具体采用的协议本部分不作规范。

8 与 DCN 相关的技术要求

8.1 基本要求

基于 OTN 的 ASON 节点设备应提供构建 DCN 所需的数据通信功能(DCF),并应能够通过 DCN 提供的传送通道在不同网元间传送管理信息和信令消息。这里的 DCN 应包括管理通信网(MCN)和信令通信网(SCN)。OTN 的 MCN 要求应符合 GB/T 21645.3—2009 中第 6 章的规范。OTN 的 SCN 要求应符合 GB/T 21645.3—2009 中第 7 章的规范。DCN 的数据通信功能(DCF)要求应符合 GB/T 21645.3—2009 中第 8 章的规范。

8.2 DCN 接口要求

基于 OTN 的 ASON 节点设备应支持三种 DCN 消息传送方式:光监控通道(OSC)、电监控通道(ESC)和带外 DCN。设备应支持的 DCN 接口类型包括:支持光纤内传送方式的光层 OSC 接口和电层 GCC 接口,以及支持光纤外传送方式的以太网接口。

OSC 物理通道传输应是分段的,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。具体应符合 YD/T 1990—2009 中的 14.1 规范。

设备应支持 OSC 如下功能:

- a) 应支持配置和查询 OSC 通路,配置信息包括:
 - OSC 通路使用的端口

——OSC 通路的使用状态:使能或禁止

b) 应支持 OSC 通路告警上报功能。

ESC 物理通道采用 GCC 开销字节,包括 OTUk 层的 GCC0 字节和 ODUk 的 GCC1、GCC2 开销字节。设备应支持 GCC 开销字节可配置功能,支持按需配置使用 GCC 字节。

GCC 通道管理功能:

a) 设备应支持配置、修改和查询 GCC 通道,配置信息包括:

——GCC 通道使用的端口

——GCC 通道使用的开销字节:OTUk 层的 GCC0 字节和 ODUk 层的 GCC1、GCC2 开销字节

——GCC 通道的使用状态:使能或禁止

b) 设备应支持 GCC 通道告警上报功能。

带外 DCN 由独立的 IP 网或专用电路组成,一般采用外部以太网方式承载。具体应符合 YD/T 1990—2009 中 14.1 的规范。

9 性能参数

9.1 与控制平面相关的性能参数

9.1.1 呼叫建立时间

呼叫建立时间是指从用户(或网管)发起呼叫建立请求到呼叫建立完成之间的时间。

9.1.2 呼叫拆除时间

呼叫拆除时间是指从用户(或网管)发起呼叫拆除请求到呼叫拆除完成之间的时间。

9.1.3 连接建立时间

连接建立时间包括 SC 连接建立时间和 SPC 连接建立时间两种。

SC 连接时间是指从用户(UNI-C)发起 SC 连接建立请求到 SC 连接建立完成之间的时间。

SPC 连接建立时间是指从网管发起 SPC 连接建立请求到 SPC 连接建立完成之间的时间。

9.1.4 连接拆除时间

连接拆除时间包括 SC 连接拆除时间和 SPC 连接拆除时间两种。

SC 连接拆除时间是指从用户(UNI-C)发起连接拆除请求到 SC 连接拆除完成之间的时间。

SPC 连接拆除时间是指从网管发起连接拆除请求到 SPC 连接拆除完成之间的时间。

9.1.5 路由控制域容量

路由控制域容量是指一个路由控制域所能支持的 ASON 节点数量。

9.1.6 最大并发呼叫建立请求数量

最大并发呼叫建立请求数量是指在一定的呼叫模型下,单位时间内节点设备所能支持完成的呼叫建立请求数量的最大值。

9.1.7 路由协议收敛时间

路由协议收敛时间是指网络拓扑结构或状态发生变化后,所有节点路由状态重新同步所需要的

时间。

9.1.8 最大并发连接建立数量

最大并发连接建立数量是指在一定的呼叫模型下,单位时间内节点设备所能成功完成的连接建立数量的最大值。

9.1.9 呼损

呼损是指在一定的呼叫模型下,单位时间内节点设备建立失败和超时延的呼叫数量与全部呼叫数量之比。

9.1.10 动态重路由恢复时间

动态重路由恢复时间是指在一定的网络和业务模型下,具有动态重路由恢复属性的业务从故障发生到业务恢复的时间。

9.2 与传送平面相关的性能参数

9.2.1 误码性能

OTN 交叉设备的误码性能应符合 YD/T 1990—2009 的规范。

9.2.2 抖动和漂移性能

抖动和漂移性能指标应满足 YD/T 1990—2009 的规范。

9.2.3 传送平面转接时延

转接时延是指信号穿过节点设备传送平面的 OPU_k 层到 OTU_k 层所产生的转接时延,最大转接时延指标要求待研究。

9.2.4 交叉连接矩阵的阻塞系数

交叉连接矩阵的阻塞系数指一个特定连接请求不能满足的概率。节点设备的 ODU_k 交叉矩阵应在严格无阻塞(即阻塞系数为 0)的状态。对于光层,由于存在波长冲突,以及物理损伤的限制,使得光层存在一定的阻塞率,阻塞率和网络拓扑、波长转换功能、路由与波长分配算法密切相关,具体要求待研究。

10 保护和恢复要求

10.1 基本要求

10.1.1 传送平面基本要求

传送平面的基本要求:等待恢复时间、操作类型、APS 信令通道、倒换类型、倒换性能、保护机制等应满足 YD/T 2713—2014 的规范。对于光通道共享环网保护机制,设备应具有错连阻错功能。

10.1.2 控制平面基本要求

ASON 节点设备或由其组成的 ASON 网络的保护和恢复应满足如下基本要求:

- a) 应支持基于传送平面的保护、基于控制平面的保护和基于控制平面的恢复机制。
- b) 支持的恢复过程至少应包括故障检测、故障定位、故障通告和故障恢复(Recovery)这 4 个阶

- 段,具体应满足 IETF RFC 3469 的规范。
- c) 应支持多域的保护恢复,具体应满足 GB/T 21645.1—2008 中 15.7 的规范。
 - d) 应支持多层次的保护恢复,具体应满足 GB/T 21645.1—2008 中 15.8 的规范。
 - e) 应支持通过人工经由管理平面发起的保护和恢复的倒换操作,以及在不损伤业务的情况下实现对保护和恢复参数的修改,便于管理和维护。
 - f) 应支持出于管理目的的软重路由机制。此时,恢复路径的建立应遵循“先建后拆”的原则。具体应满足 GB/T 21645.1—2008 中 15.5.6 的规范。
 - g) 应支持故障清除后的自动返回或人工返回机制,应可通过管理平面设定返回的等待恢复时间(WTR)。
 - h) 正常的连接管理操作不应导致保护和恢复的发生。
 - i) 当受故障影响的连接无法恢复时,应释放未完成的恢复连接所占用的全部资源,并通知上下游节点和网管系统。
 - j) 支持的倒换方式包括单向倒换和双向倒换:在单向倒换中,仅倒换受影响方向上的业务;在双向倒换中,业务的任一方向出现故障,均导致业务的双方向都倒换到保护/恢复路径。
 - k) 可选支持采用共享的保护通道和空闲的恢复资源承载额外业务,此额外业务应为低等级的无保护业务。
 - l) 可选支持保护机制与恢复机制的结合:
 - ODUk 1+1 保护与恢复相结合
 - ODUk m:n/1:1 保护与恢复相结合(可选)
 - ODUk Ring 保护与恢复相结合(可选)
 - m) 节点设备应支持保护/恢复的返回/非返回方式。返回方式指工作路径上的故障清除后,经过可设置的等待恢复时间(WTR),业务从保护/恢复路径自动返回到工作路径。业务恢复机制设置应支持返回或非返回方式。当采用返回方式时,返回操作带来的业务受损时间待研究。单向倒换的返回操作不应影响双向业务在另一个方向的正常传送。双向倒换的返回操作应在两个方向进行。

10.2 保护要求

10.2.1 光层保护要求

10.2.1.1 基于传送平面的保护要求

节点设备对基于传送平面的光通道 1+1 保护、光通道 1:n 保护、光通道共享环保护,应满足 YD/T 2713—2014 第 7 章的规范。

10.2.1.2 基于控制平面的保护要求

10.2.1.2.1 基于控制平面保护的基本类型

节点设备应支持基于控制平面的保护主要为光通道 1+1/1:1/1:n 保护。

10.2.1.2.2 保护路径的路由计算

在计算保护路径的路由时,算法的约束条件可以包括但不限于以下内容:

- a) 保护路径经过的节点数最少。
- b) 保护路径经过的链路代价之和最小。
- c) 保护路径与工作路径满足以下条件:

- 节点分离约束
- 链路分离约束
- SRLG 分离约束
- d) 负载均衡。
- e) 传输层特定约束条件(例如光损伤等)(可选)。
- f) 两种或两种以上上述约束条件的组合。

10.2.1.3 保护机制的启动准则

一个启动保护机制的请求可以是：

- a) 与保护对象(如子网连接)关联的一个自动启动指令(SF 或 SD)。
- b) 保护机制操作过程的一个状态(等待恢复,无请求)。
- c) 一个外部启动的指令(清除、闭锁、强制倒换、人工倒换)。

启动请求的优先级顺序应满足表 1 的要求。

表 1 基于控制平面的保护中启动请求的优先级

启动请求 (即自动启动的指令,状态或外部启动的指令)	优先级顺序
清除	1(最高)
保护锁定	2
强制倒换	3
信号失效(SF)	4
信号劣化(SD)	5
人工倒换	6
等待恢复	7
无请求	8(最低)

节点应支持的基于控制平面的保护机制的倒换启动准则与基于传送平面的保护机制启动准则基本相同,应满足 YD/T 2713—2014 第 7 章的规范。

10.2.1.4 保护时间要求

基于控制平面的光通道 1+1 保护,保护倒换引起的业务受损时间应在 50 ms 以内。

10.2.2 电层保护要求

10.2.2.1 基于传送平面的保护要求

节点设备应支持 ODUk 层子网连接保护(SNCP),用于保护一个运营商网络或多个运营商网络内一部分路径的保护。一旦检测到启动倒换事件,保护应在 50 ms 内完成。具体 ODUk 1+1 保护、ODUk 1:n 保护(可选)、ODUk 共享环保护应满足 YD/T 1990—2009 中 10.2.2 和 10.3.2 的规范。

10.2.2.2 基于控制平面的保护要求

10.2.2.2.1 基于控制平面的保护的基本类型

基于控制平面的保护配置由控制平面完成,保护倒换的实施由传送平面完成。基于控制平面的保

护主要分为路径保护和子网连接保护。根据对缺陷条件的监视的不同,子网连接保护可分为 SNC/I、SNC/N 和 SNC/S 三种方式,具体应满足 GB/T 21645.1—2008 中 15.4 的规范。

10.2.2.2.2 保护路径的路由计算

在计算保护路径的路由时,算法的约束条件可以包括但不限于以下内容:

- a) 保护路径经过的节点数最少。
- b) 保护路径经过的链路代价之和最小。
- c) 保护路径与工作路径满足以下条件:
 - 节点分离约束
 - 链路分离约束
 - SRLG 分离约束
- d) 负载均衡。
- e) 传输层特定约束条件(例如光损伤等)(可选)。
- f) 两种或两种以上上述约束条件的组合。

10.2.2.3 保护机制的启动准则

启动保护机制的请求可以是:

- a) 与保护对象(如子网连接)关联的自动启动指令(SF 或 SD)。
- b) 保护机制操作过程的状态(等待恢复,无请求)。
- c) 外部启动的指令(清除、闭锁、强制倒换、人工倒换)。

启动请求的优先级顺序应满足表 2 的要求。

表 2 基于控制平面的保护中启动请求的优先级

启动请求 (即自动启动的指令,状态或外部启动的指令)	优先级顺序
清除	1(最高)
保护/恢复闭锁	2
强制倒换	3
信号失效(SF)	4
信号劣化(SD)	5
人工倒换	6
等待恢复	7
无请求	8(最低)

节点应支持基于控制平面电层的保护机制启动准则与基于传送平面的保护机制启动准则基本相同,应满足 YD/T 2713—2014 中表 7 的触发条件。

10.2.2.4 保护时间要求

基于控制平面的 1+1 子网连接保护,保护倒换引起的业务受损时间应在 50 ms 以内。

基于控制平面的 1:1/1:n、m:n 子网连接保护,保护过程中的业务受损时间待研究。

10.3 恢复要求

恢复要求主要包括恢复的基本类型、恢复路径的路由计算、恢复机制的启动准则、倒换方式和返回机制、软重路由、恢复的优先级、保护和恢复结合等方面的要求。

10.3.1 通用要求

10.3.1.1 恢复的基本类型

“恢复”是指通过使用网络的空闲容量重新选路来替代出现故障的连接。与保护相比,在恢复过程中,支持连接的部分或全部 SNP 可能被更改。

基于控制平面的恢复与重路由域相关,根据建立恢复路径的信令交换时机,网络恢复类型可分为预置重路由和动态重路由恢复,其中预置重路由恢复为可选。预置重路由恢复在故障发生前预先计算信令交换恢复路径,而动态路由则是在故障发生后才进行信令交换来建立恢复路径。参考 GB/T 21645.1—2008 第 15 章。

根据重路由的呼叫在故障清除后是否返回初始连接,有返回和非返回两种操作方式,如果要求重路由支持返回操作,当故障清除后呼叫连接必须返回到初始连接。

10.3.1.2 恢复路径的路由计算

根据恢复机制的不同,恢复路径的路由计算可以是预先计算的,也可以在发生故障时按需实时计算。在计算恢复路径的路由时,算法可以考虑的约束条件与计算保护路径路由时基本相同,具体应满足本部分 10.2.1.2.2 的规范。

10.3.1.3 恢复的优先级

ASON 网络可为连接配置相应的恢复优先级。

当多个连接同时发生故障时,如果空闲的网络资源不足以恢复所有连接即不同连接发生资源竞争,连接的源节点可以按预先设置的恢复优先级对连接进行恢复,即优先执行高优先级的连接恢复。

10.3.2 光层恢复机制的启动准则

光层恢复的启动准则和控制平面的光层保护机制的倒换启动准则基本相同,应符合 YD/T 2713—2014 第 7 章的规范。

10.3.3 电层恢复机制的启动准则

电层恢复的启动准则与控制平面的电层保护机制的倒换启动准则基本相同,应符合 YD/T 2713—2014 表 7 的触发条件。

10.4 保护和恢复结合

10.4.1 概述

ASON 网络可支持保护与恢复相结合。如果工作路径出现故障,业务首先会被倒换到保护路径上,如果保护路径再出现故障,可为其提供相应的恢复能力;在保护路径出现故障的前提下,工作路径再出现故障时可直接启动业务的恢复。

10.4.2 基于传送平面的保护与恢复的结合

10.4.2.1 光层的保护和恢复结合

支持如下光层保护和恢复结合：

- a) 光通道 1+1 保护与恢复相结合。
- b) 光通道 1:n 保护与恢复相结合。
- c) 光通道共享环保护与恢复相结合。
- d) SNCP 与动态恢复相结合。

10.4.2.2 电层的保护和恢复结合

支持如下电层保护和恢复结合：

- a) ODUk 1+1 保护与恢复相结合。
- b) ODUk 1:n 保护与恢复相结合。
- c) ODUk 共享环保护与恢复相结合。

10.4.3 基于控制平面的保护与恢复的结合

基于控制平面的保护和恢复的结合,在保护路径失效的前提下,通过恢复进行业务保护。支持如下类型：

- a) 1+1 路径保护与恢复相结合。
- b) 1:1/1:n 路径保护与恢复相结合。
- c) 1+1 子网连接保护与恢复相结合。
- d) 1:1/m:n 子网连接保护与恢复结合。

10.4.4 启动机制

当传送平面无法保护时启动控制平面的恢复。

通过端到端的告警机制或主备通道上的段告警,触发传送平面的保护或控制平面的恢复机制,如永久 1+1 保护方式,通过控制平面动态恢复出故障 1+1LSP 链路。

10.5 光电混合保护恢复要求

10.5.1 基本类型

在 OTN 中,有光、电两层,它们各自有自己的保护和恢复,如光层有光通道 1+1 保护,电层有 GE/任一 AnySNCP 保护、ODUk SNCP 保护和 ODUk 环网保护等,需要考虑光电混合保护恢复的问题。保护能力,指在工作路径故障后,能够通过倒换到保护路径来恢复业务;恢复能力,指在工作路径故障后,能够通过重路由来恢复业务。节点设备可支持如表 3 几种类型：

表 3 光电混合保护恢复类型

类型	电层无保护无恢复能力	电层只有保护能力	电层只有恢复能力	电层有保护有恢复能力
光层无保护无恢复能力	√	√	√	√
光层只有保护能力	√	√	√	√

表 3 (续)

类型	电层无保护无恢复能力	电层只有保护能力	电层只有恢复能力	电层有保护有恢复能力
光层只有恢复能力	√	√	√	√
光层有保护有恢复能力	√	√	√	√

10.5.2 协调机制

光层、电层各有自己的保护和恢复,需要采取一定的协调机制来保证在故障时业务最小受损。设备应支持如下协调机制:

- 光层优先机制:若光层提供保护的情况下,首先在光层通过光层拖延进行保护。
- 混合机制:若光层无法提供保护,则进行光层恢复或转由电层进行保护/恢复,其组合优化方式根据需求而定,以获取最佳保护恢复方案,采用光层拖延还是电层拖延,由应用场景和需求而定。
- 采用拖延定时器以外的方案待研究。

上述协调机制可通过在光电两层设置拖延定时器的方式实现。例如光层有保护,电层只有恢复能力时,可采取电层进行拖延恢复,由光层进行倒换的策略;光层有恢复,电层有保护时,由于光层恢复时间较长,电层首先执行保护(电层可设置拖延定时器),以保证 50 ms 保护时间,保护首先发生在电层,当光层恢复时为避免电层的多次保护动作,电层保护可设置为不返回模式。

11 设备管理要求

11.1 与传送平面相关的设备管理要求

节点设备与传送平面相关的设备管理功能应满足 YD/T 1990—2009 第 12 章的规范要求。

11.2 与控制平面相关的设备管理要求

节点设备与控制平面相关的设备管理要求包括拓扑管理、配置管理、故障管理、性能管理和安全管理五个部分,具体应符合 GB/T 21645.6 的规范。

11.2.1 配置管理

11.2.1.1 初始化配置管理

节点设备应支持管理平面对控制平面的初始化配置。节点设备支持由管理平面配置和管理的主要参数包括:

- 节点标识:节点设备应支持由管理平面设置节点标识(控制域内全局唯一的 IP 地址)。
- 控制平面接口模式:节点设备应支持由管理平面按端口或者端口组配置控制平面的接口模式,并支持进行重新分配。控制平面的接口类型包括:UNI、I-NNI 和 E-NNI。
- 协议控制器的协议类型和协议参数:
 - 协议类型包括:UNI 信令协议、E-NNI 信令和路由协议、I-NNI 信令和路由协议。
 - 支持配置和管理的参数包括:协议类型、版本号、协议控制器地址和协议参数。
- 控制平面的使能(启用/禁止)。

11.2.1.2 资源管理

节点设备应支持以下的资源配置和再分配功能：

- a) 节点设备应支持由管理平面对光层和电层传输资源进行分配,通过自动方式或手工方式完成 SNP 与 CTP 的绑定。
- b) 节点设备应支持管理平面将一条 TE 链路分配给一个或多个 SRLG,或者从一条 TE 链路中删除一个或多个 SRLG。
- c) 节点设备应支持由管理平面为控制平面分配和删除资源,并区分资源使用权归属于哪个平面;应支持禁止控制平面使用特定的传送资源。

11.2.1.3 ASON 自动发现管理

节点设备应支持以下 ASON 自动发现管理功能：

- a) 节点设备应支持由管理平面禁止或者使能控制平面的自动发现功能。
- b) 节点设备应支持管理平面向控制平面查询拓扑信息。
- c) 节点设备应支持控制平面自动发现网元之间的光纤链路。
- d) 节点设备应支持控制平面自动发现网元各线路光口的波长资源情况,包括各线路光口已使用的波长资源、可供使用的波长资源。
- e) 节点设备应支持控制平面自动发现网元各 OTU 线路光口的 ODUk 资源情况,包括各 OTU 线路光口已使用的 ODUk 资源、可供使用的 ODUk 资源。
- f) 节点设备应支持由控制平面发现的网络拓扑的实时上报功能。
- g) 当控制平面不具备自动发现功能时,节点设备应支持管理平面通过人工方式配置的节点邻接信息。

11.2.2 连接管理

11.2.2.1 连接管理的一般要求

节点设备应支持以下一般性连接管理功能：

- a) 节点设备应支持对永久连接(PC)、软永久连接(SPC)和交换连接(SC)的分类管理。
- b) 节点设备应支持连接请求的成功和失败指示,在成功通知中应包含连接的相关信息,在失败通知中应包含失败原因标识码。
- c) 节点设备应支持连接的批量建立和批量删除(可选)。

11.2.2.2 光电混合网络连接管理

在光电混合网络中,节点设备应支持 SPC 和 SC 连接的以下调度方式：

- a) 光电独立调度:独立创建光层连接和电层连接,光层连接只调度光层交叉,电层连接只调度电层交叉,光层连接可作为电层连接的承载。
- b) 光电混合调度:创建连接时可同时调度光层交叉和电层交叉(可选)。

11.2.2.3 永久连接(PC)管理

节点设备对 PC 的管理功能应满足 YD/T 1990—2009 第 12 章的规范要求。

11.2.2.4 软永久连接(SPC)管理

节点设备应支持由管理平面发起 SPC 建立或拆除请求、获取 SPC 路由信息等功能,基本管理功能

包括:

- a) 节点设备应支持由管理平面发起的 SPC 连接建立或拆除请求。
- b) 在建立 SPC 连接时,节点设备应支持由管理平面指定 SPC 的下列属性:
 - 源和目的节点,出/入端口及标签
 - 业务类别:单向、双向
 - 流量参数:OCh、ODUk($k=0,1,2,2e,3,4$)
 - 保护恢复类型
 - 保护恢复优先级
 - 路由约束条件
- c) 节点设备应支持管理平面设置以下路由约束条件以及它们的组合:
 - 链路代价
 - 包含特定网络资源(节点、SNPP 链路、SNP 链路)
 - 排斥特定网络资源(链路和节点)
 - 链路保护约束
 - 路由分集约束,包括链路分离、节点分离和 SRLG 分离
 - 网络性能指标(如时延、误码率)(可选)
 - 光层损伤(可选)
 - 波长连续性
 - 其他出于管理目的的策略
- d) 节点设备应支持由管理平面指配显式路由。
- e) 节点设备应支持由管理平面获取 SPC 的状态,包括本控制域路由信息在内的连接属性等信息。
- f) 节点设备应支持由管理平面修改已经建立的 SPC 的连接参数,包括管理属性、保护恢复类型等。
- g) 节点设备应支持由管理平面人工发起 SPC 软重路由。
- h) 节点设备应支持由管理平面同步节点设备上的 SPC 数据。
- i) 节点设备应支持 PC 到 SPC 的迁移。

11.2.2.5 交换连接(SC)管理

节点设备应支持对 SC 的管理功能,在建立、拆除和修改 SC 时向管理平面发送通知;支持由管理平面获取 SC 的状态、包括路由信息在内的连接属性等信息;支持由管理平面发起的拆除 SC 连接请求;支持由管理平面同步节点设备上的 SC 数据。

11.2.2.6 保护和恢复管理

节点设备应支持以下保护和恢复管理功能:

- a) 节点设备应支持光层连接(SPC、SC)的以下保护恢复类型:
 - OCh 1+1 保护
 - OCh 1:n 保护(可选)
 - OCh 1+1 保护与恢复的结合
 - OCh 永久 1+1 保护
 - 预置重路由恢复
 - 动态重路由恢复
 - OCh 1:n 保护与恢复的结合(可选)

- OChSPRing 保护与恢复的结合(可选)
- b) 节点设备应支持电层连接(SPC、SC)的以下保护恢复类型:
 - ODUk 1+1 保护
 - ODUk 1+1 保护与恢复的结合
 - ODUk 永久 1+1 保护
 - 预置重路由恢复
 - 动态重路由恢复
 - ODUkm:n 保护与恢复的结合(可选)
 - ODUkSPRing 保护与恢复的结合(可选)
 - ODUkm:n 保护(可选)
- c) 节点设备应支持光、电两层都能进行拖延保护和拖延恢复,拖延时间由网管指定。
- d) 节点设备应支持管理平面发起电层连接(SPC、SC)的软重路由操作。
- e) 节点设备应支持管理平面指定软重路由操作的期望路由。
- f) 节点设备应支持管理平面查询连接(SPC、SC)的保护恢复状态等信息。
- g) 节点设备应支持管理平面在线修改 SPC 的保护恢复属性,包括返回方式、保护恢复类型、保护参数等(可选)。
- h) 节点设备应支持管理平面发出连接(SPC、SC)的保护命令(可选):
 - 强制保护
 - 人工保护
 - 保护锁定
 - 保护清除

11.2.3 故障管理

节点设备应提供针对控制平面的故障管理功能。对控制平面的异常运行情况进行实时监视,完成对告警的监视、报告等功能。

11.2.3.1 告警上报

节点设备应能在控制平面发生故障时,向管理平面发送告警通知,告警通知中的信息应包括:告警源、告警开始时间、告警原因和严重等级。应支持上报端到端的连接(SPC、SC)告警。

11.2.3.2 告警查询

节点设备应支持管理平面查询控制平面的当前告警。

11.2.4 性能管理

节点设备应提供针对控制平面的性能管理功能,完成对控制平面的性能监视,收集控制平面实际运行的性能数据。

11.2.4.1 性能数据收集

节点设备应支持收集与控制平面相关的性能数据。

11.2.4.2 性能数据查询

节点设备应支持管理平面查询控制平面的当前和历史性能数据。

11.2.5 事件/通知管理

当控制平面发生状态改变或异常事件时,节点设备应将其上告给管理平面。

11.3 与 DCN 相关的设备管理要求

基于 OTN 的 ASON DCN 管理功能包括信令通信网(SCN)管理和通信网(MCN)管理。

11.3.1 信令管理网(SCN)要求

SCN 应支持 GCC 通道和 OSC 通道管理功能,其配置管理应支持 SCN 手工配置域间和域内控制通道,并支持修改和查询以下控制通道参数:

- a) 控制信道标识(CCID)(对于编号方式的 IPCC)。
- b) 控制信道本端节点标识(NodeID)。
- c) 控制信道本端端口标识(localIPCC,缺省使用 NodeID)。
- d) 控制信道对端节点标识(NodeID)。
- e) 控制信道对端端口标识(remoteIPCC,缺省使用 NodeID)。

当 SCN 采用光纤内方式时,设备应支持配置、修改和查询网络使用的物理传送通道,包括开销字节和带宽。

设备应支持配置、修改和查询域间和域内控制信道的冗余保护恢复路由及策略(可选)。

设备应支持查询控制通道的当前状态。

11.3.2 管理通信网(MCN)要求

MCN 应支持 GCC 和 OSC 通道管理功能,其配置管理应支持带外通信网络的禁止/使能功能,其状态监视应支持带外通信网络状态监视与查询,其故障监视应支持带外通信网络告警信息上报与查询。

对 OTN ASON 设备 MCN 要求应符合 YDT 1990—2009 中 12.5 的规范。

广东省网络空间安全协会受控资料

中华人民共和国
国家标准

自动交换光网络(ASON)节点设备
技术要求 第2部分:基于OTN的
ASON节点设备技术要求

GB/T 32657.2—2016

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 3 字数 77 千字
2016年9月第一版 2016年9月第一次印刷

*

书号: 155066·1-54930 定价 42.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 32657.2-2016