

国 际 电 信 联 盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

G.872

(10/2012)

G系列：传输系统和媒质、数字系统和网络

数字网络 – 光传送网络

光传送网络的架构

ITU-T G.872 建议书



国际电信联盟

ITU-T G系列建议书
传输系统和媒质、数字系统和网络

国际电话连接和电路	G.100-G.199
所有模拟载波传输系统共有的一般特性	G.200-G.299
金属线路上国际载波电话系统的各项特性	G.300-G.399
在无线电接力或卫星链路上传输并与金属线路互连的国际载波电话系统的一般特性	G.400-G.449
无线电话与线路电话的协调	G.450-G.499
传输媒质及光学系统的特性	G.600-G.699
数字终端设备	G.700-G.799
数字网	G.800-G.899
概述	G.800-G.809
数字网的设计指标	G.810-G.819
质量和可用性目标	G.820-G.829
网络能力和功能	G.830-G.839
SDH网络特性	G.840-G.849
传送网管理	G.850-G.859
SDH无线电和卫星系统的综合	G.860-G.869
光传送网	G.870-G.879
数字段和数字线路系统	G.900-G.999
多媒体服务质量和性能 — 一般和与用户相关的概况	G.1000-G.1999
传输媒质的特性	G.6000-G.6999
数字终端设备	G.7000-G.7999
分组传送网	G.8000-G.8999
接入网	G.9000-G.9999

欲了解更详细信息，请查阅ITU-T建议书目录。

光传送网络的架构

摘要

ITU-T G.872建议书描述了使用ITU-T G.800建议书和ITU-T G.805建议书中描述的建模方法的光传送网络（OTN）的功能结构。从网络层的角度对光传送网络的功能进行了描述，同时考虑到的光网络的分层结构，用户端的特性信息，用户端/服务器层结合，联网拓扑结构，以及提供光信号传输、复用、路由、监视、性能评估和网络存活的层网络功能。该网络的光传输部分采用光谱管理实体和维护实体的方式进行描述。

历史

版本	建议书	通过时间	研究组
1.0	ITU-T G.872	1999-02-26	13
2.0	ITU-T G.872	2001-11-29	15
2.1	ITU-T G.872 (2001) Amd. 1	2003-12-14	15
2.2	ITU-T G.872 (2001) Cor. 1	2005-01-13	15
2.3	ITU-T G.872 (2001) Amd. 2	2010-07-29	15
3.0	ITU-T G.872	2012-10-29	15

前言

国际电信联盟（ITU）是从事电信、应用资讯沟通技术（ICTs）领域工作的联合国专门机构。ITU-T（国际电信联盟电信标准化部门）是国际电信联盟的常设机构，负责研究技术、操作和资费问题，并且为在世界范围内实现电信标准化，发表有关上述研究项目的建议书。

每四年一届的世界电信标准化全会（WTSA）确定ITU-T各研究组的研究课题，再由各研究组制定有关这些课题的建议书。

WTSA第1号决议规定了批准建议书须遵循的程序。

属ITU-T研究范围的某些信息技术领域的必要标准，是与国际标准化组织（ISO）和国际电工技术委员会（IEC）合作制定的。

注

本建议书为简要而使用的“主管部门”一词，既指电信主管部门，又指经认可的运营机构。

遵守本建议书的规定是以自愿为基础的，但建议书可能包含某些强制性条款（以确保例如互操作性或适用性等），只有满足所有强制性条款的规定，才能达到遵守建议书的目的。“应该”或“必须”等其它一些强制性用语及其否定形式被用于表达特定要求。使用此类用语不表示要求任何一方遵守本建议书。

知识产权

国际电联提请注意：本建议书的应用或实施可能涉及使用已申报的知识产权。国际电联对无论是其成员还是建议书制定程序之外的其它机构提出的有关已申报的知识产权的证据、有效性或适用性不表示意见。

至本建议书批准之日止，国际电联已收到实施本建议书可能需要的受专利保护的知识产权的通知。但需要提醒实施者注意的是，这可能不是最新信息，因此大力提倡他们查询电信标准化局（TSB）的专利数据库，网址为<http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>。

© ITU 2016

版权所有。未经国际电联事先书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

目录

页码

1	范围	1
2	参考文献	1
3	术语和定义	2
3.1	其他地方定义的术语	2
3.2	本建议书中规定的术语	3
4	缩写词及首字母缩略词	3
5	约定	5
6	光传送网络的功能架构	6
7	OTN数字层	7
7.1	光信道数据单元（ODU）层网络	9
7.2	光信道传送单元（OTU）层网络	13
7.3	客户端/服务器组合	15
8	OTN光实体	16
8.1	光信道（OCh）层网络	18
8.2	光复用段（OMS）	20
8.3	光传输段（OTS）	22
8.4	媒体实体	24
8.5	客户端/服务器组合	26
9	OTN拓扑	27
9.1	单向和双向连接	28
9.2	点对多点媒体信道	28
10	OTN管理	28
10.1	一般需求	29
10.2	OTN网络管理需求	29
10.3	连接监视技术	32
10.4	连接监视应用	32
11	OTN生存性技术	33
11.1	保护技术	33
11.2	网络复原	33
12	OTN的细分	33
12.1	使用黑链路方法的域	33

	页码
附录I – 多域OTN应用示例	35
附录II – 光信道连接的构建	37
附录III – 黑链路方法使用的示例.....	38
附录IV – ITU-T G.872和ITU-T G.798建议书之间的关系.....	40

光传送网络的架构

1 范围

该建议书描述了使用ITU-T G.800建议书和ITU-T G.805建议书中的建模方法描述的光传送网络（OTN）的功能结构。从网络层的角度对光传送网络的功能进行了描述，同时考虑到的光网络的分层结构，用户端的特性信息，用户端/服务器层结合，联网拓扑结构，以及提供光信号传输、复用、路由、监视、性能评估和网络存活的层网络功能。该网络的光传输部分采用光谱管理实体和维护实体的方式进行描述。

该建议书限制在对支持数字信号的光传送网络的功能性描述。对模拟或数字/模拟混合信号的支持不在本建议书的范围内。

众所周知，光网络设计受网络单元的数量及其网络拓扑所引入的累积劣化所施加的限制。然而，许多劣化及其影响的程度与本建议书中所描述的架构的特定技术实现相关，也将随着技术的进步而改变。因而，这些影响的描述不在本建议书的范围内。

2 参考文献

下列ITU-T建议书和其他参考文献的条款，通过在本建议书中的引用而构成本建议书的条款。在出版时，所指出的版本是有效的。所有的建议书和其他参考文献都面临修订，使用本建议书的各方应探讨使用下列建议书和其他参考文献最新版本的可能性。当前有效的ITU-T建议书清单定期出版。本建议书中引用某个独立文件，并非确定该文件具备建议书的地位。

- [ITU-T G.694.1] ITU-T G.694.1建议书（2012），WDM应用的光谱栅格：DWDM频率栅格
- [ITU-T G.698.1] ITU-T G.698.1建议书（2009），具有单路光接口的多路DWDM应用
- [ITU-T G.698.2] ITU-T G.698.2建议书（2009），具有单信道光接口的扩增多声道密集波分复用应用
- [ITU-T G.707] ITU-T G.707/Y.1322建议书（2007），同步数字系列（SDH）的网络节点接口
- [ITU-T G.709] ITU-T G.709/Y.1331建议书（2012），光传送网络（OTN）的接口
- [ITU-T G.798] ITU-T G.798建议书（2010），光传送网络层次设备功能块的特性
- [ITU-T G.800] ITU-T G.800建议书（2012），传送网络统一的功能架构
- [ITU-T G.805] ITU-T G.805建议书（2000），传送网的一般功能体系结构
- [ITU-T G.870] ITU-T G.870/Y.1352建议书（2012），光传输网（OTN）的术语和定义
- [ITU-T G.873.1] ITU-T G.873.1建议书（2011），光传送网络（OTN）：线性保护

- [ITU-T G.873.2] ITU-T G.873.2建议书（2012），ODUk共享保护环
- [ITU-T G.7712] ITU-T G.7712/Y.1703建议书（2010），数据通信网络的架构和规范
- [ITU-T G.8080] ITU-T G.8080/Y.1304建议书（2012），自动交换光网络的架构

3 术语和定义

3.1 其他地方定义的术语

本建议书采用下列在其他地方规定的术语：

3.1.1 adaptation management 适配管理[ITU-T G.870]：用于管理从客户层网络到服务器层网络的适配/从服务器层网络到客户层网络的适配过程集。

3.1.2 administrative domain 管理域[ITU-T G.805]：在本建议书中，它表示属于单一运作方的资源范围的补充，如网络运营商、业务提供者或终端用户。不同运作方的管理域不能重叠。

3.1.3 central frequency 中心频率[ITU-T G.870]：特定OCh-P被调整到的数字信息的光频率范围中的标称¹中间点。

3.1.4 connection supervision 连接监视[ITU-T G.805]：对作为“路径”的一部分的“连接”或“串联连接”的完整性的监测过程。

3.1.5 connectivity supervision 连通性监视[ITU-T G.870]：源和宿路径终端之间连接的路由完整性的监测过程集。

3.1.6 continuity supervision 连续性监视[ITU-T G.870]：路径连续性的完整性的监测过程集。

3.1.7 effective frequency slot 有效频隙[ITU-T G.870]：媒体信道的有效频隙是媒体信道上滤波器时隙的那部分，该时隙是所有滤波器频隙的公共部分。使用标称中心频率及其频隙宽度来描述。

3.1.8 frequency slot 频隙[ITU-T G.694.1]：分配给某一频隙的频率范围，该频率范围对灵活网格中其他频隙无效。频隙采用标称中心频率及其频隙宽度来定义。

在本建议书中，规定网格设备采用频隙来描述，若它不是灵活网格设备，将与其相关联。

3.1.9 inter-domain interface (IrDI) 域间接口 (IrDI) [ITU-T G.870]：代表不同网络运营者的管理域边缘的物理接口。其特征在[ITU-T G.709]中规定。

¹ 标称的含义是范围的预期的中间点。实际的中间点可能会由于如长期漂移一类的损伤造成轻微的偏差。

3.1.10 intra-domain interface (IaDI) 域内接口 (IaDI) [ITU-T G.870]: 单一网络运营者中的物理接口。其特征在[ITU-T G.709]中规定。

3.1.11 maintenance indication 维护指示[ITU-T G.870]: 指示下行和上行方向中的路径部分的连接中差错的过程集。

3.1.12 management communications 管理通信[ITU-T G.870]: 用于管理目的提供通信的过程集。

3.1.13 media element 媒体元素[ITU-T G.870]: 媒体元素管理光信号或影响光信号的特性，但它不修改已经被调制生成光信号的信息的特性。

3.1.14 network media channel 网络媒体信道[ITU-T G.870]: 支持单一OCh-P网络连接的媒体信道。

3.1.15 optical channel data unit (ODUk) 光信道数据单元[ITU-T G.870]: The ODUk是由信息载荷 (OPUk) 和ODUk相关的头组成的信息结构。当前K的有效值详见 [ITU-T G.709]。

3.1.16 optical channel payload unit (OPUk) 光信道载荷单元[ITU-T G.870]: OPUk是为在光信道上传输，用于适配客户端信息的信息结构。它包括带有客户端速率和OPUk载荷速率之间执行速率适配需要的任何头的客户端信息和支持客户端信号传输的其他OPUk头组成。当前有效的k值详见 [ITU-T G.709]。

3.1.17 optical channel transport unit (OTUk[V]) 光信道传输单元[ITU-T G.870]: OTUk是用于在OCh路径上传输ODUk的信息结构。当前有效k值详见 [ITU-T G.709]。

3.1.18 optical supervisory channel (OSC) 光监视信道[ITU-T G.870]: OSC支持用于OCh路径、OMS_ME 和 OTS_ME的无关头信息的传输。

3.1.19 optical transport hierarchy (OTH) 光传输体系[ITU-T G.870]: OTH是OTN中适当地适配载荷传输而标准化的数字传输层体系集。

3.1.20 optical transport network (OTN) 光传送网络[ITU-T G.870]: 根据[ITU-T G.872]给出的需求，光传送网络 (OTN) 由光纤链路连接的，能够提供传输、复用、路由、管理、承载客户端信号的光纤信道的监视和生存性的功能性的由光纤链路连接的光网络元素集组成。

3.1.21 signal quality supervision 信号质量监视 [ITU-T G.870]: 监测支持路径连接性能的过程集。

3.1.22 slot width 频隙宽度[ITU-T G.694.1]: 灵活网格中的频隙的全部宽度。

3.2 本建议书中规定的术语

本建议书中规定了下列术语：

3.2.1 媒体信道: 代表拓扑（例如，通过媒体的路径）和它所使用的源（频隙）的媒体组合。

4 缩写词及首字母缩略词

本建议书采用下列缩略语：

AIS 告警指示信号

AP 接入点

APS 自动保护倒换

BDI	后向故障指示
BEI	后向差错指示
CP	连接点
FDI	前向故障指示
FEC	前向纠错
IaDI	域内接口
IrDI	域间接口
LC	链路连接
LOC	连续性丢失
ME	维护实体
MI	管理信息
MSI	复用结构标识
NC	网络连接
NE	网络元素
NIM	非介入监测
OAM	运营、管理和维护
OCh	光信道
OCh_ME	OCh维护实体
OCh-O	OCh- 头
OCh-P	OCh –载荷
OCI	开放连接指示
ODU	光信道数据单元
OMS	光复用段
OMS_ME	光复用段维护实体
OMS-O	光复用段-头
OMS-P	光复用段-载荷
OSC	光监视信道
OTH	光传送体系
OTM	光传送模块
OTN	光传送网络
OTS	光传输段
OTS_ME	光传输段维护实体
OTSn	光传输段（n 阶）
OTU	光传送单元

OTUG _n	光传送单元组（ <i>n</i> 阶）
SDH	同步数字系列
SI	状态信息（通过信号监测获取）
SN	子网
SNC	子网连接
SRP	共享环保护
STM- <i>N</i>	同步传送模块（第 <i>N</i> 阶）
TCM	串联连接监测
TCP	终端连接点
TDM	时分复用
TS	辅助频隙
TT	路径终端
(D)WDM	（密集）波分复用

5 约定

为区分拓扑构件和[ITU-T G.800]中描述的作用于数字信号和本建议书中描述的媒体功能的传送处理功能，本建议书使用[ITU-T G.800]和[ITU-T G.805]中规定的图表约定以及本章中描述的图表的和术语约定。

媒体元素作用于它们所传送的信号并与[ITU-T G.800]中描述的拓扑构件和传输处理功能具有某些相似性。然而，媒体元素仅影响或作用于物理信号但不处理特征信息所承载的信息。监狱这些功能之间的相似性，再使用[ITU-T G.800]中定义的符号模型以及附加的阴影来区分媒体元素和传送处理功能是方便的。这些符号在图5-1中示出。本建议书建立在熟悉通过绘图的约定保留重要区别的传送功能。

采用阴影表示的非介入监视器（NIM）仅监测信号的光特征。

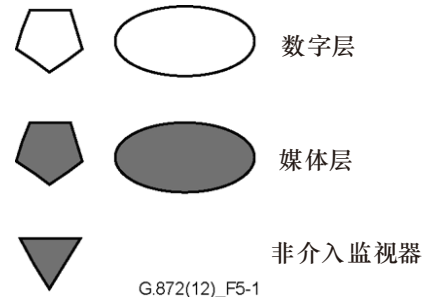


图5-1 元素阴影约定

下列术语约定被用于区分信号组合和媒体组合。

连接：用于表示[ITU-T G.800]和[ITU-T G.805]中规定的媒体组合。

媒体信道：用于表示媒体组合。

6 光传送网络的功能架构

光传送网络功能包括为光和数字域中处理的客户端信号提供传输、汇聚、路由、监视以及生存性等功能。从网络级的角度，使用[ITU-T G.800]和[ITU-T G.805]中规定的通用原则描述光传送网络功能。本建议书中提供有关OTN的分层结构、特征信息、客户端/服务器层组合、网络拓扑和层网络功能的特定方面内容。

依照[ITU-T G.805]和[ITU-T G.800]，OTN可分解成独立的传送层网络，对其每一层网络能够分别采用反映该层网络内部结构的方式进行分段。

在下列功能描述中，采用中心频率和最大光谱范围²对光信号特征进行描述（见[ITU-T G.698.2]）。光信号通过网络媒体信道被引导到其目的地。通过频隙来规定媒体信道的标称中心频率和宽度。[ITU-T G.694.1]中规定了频隙，同时在本建议书中采用频隙来描述固定网格设备，若为灵活网格设备，则与其相关联。

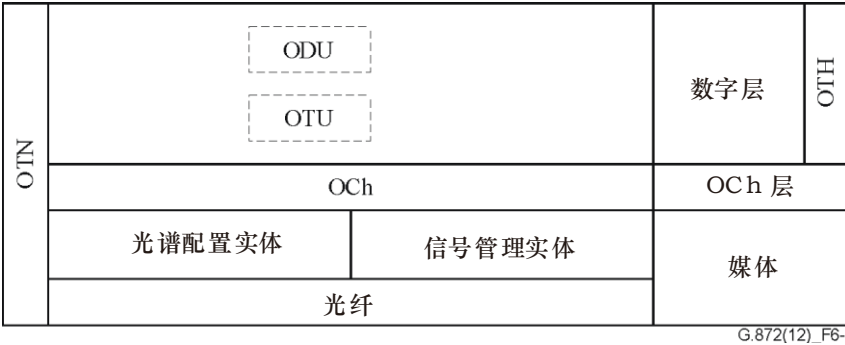


图6-1 – OTN概述

在OCh层之上是提供数字客户端复用及其管理的数字层（OUT、ODU）。OCh终端发出两类信号：OCh-P信号，在媒体元素之上的媒体信道中承载（光信号不由任何媒体元素进行解调）以及OCh-O信号，承载OCh头信息。

在第7章中描述数字层，第8章中描述OCh层和媒体。

按照第5章的约定，术语“连接”被用于表示信号组合，同时术语“媒体信道”用于表示媒体组合。网络媒体信道是支持单一OCh-P网络连接的媒体组合。

在OCh之下，分别描述提供媒体信道配置的实体和提供通过媒体³的OCh-P信号的采集管理的实体。

² 调制处理后的OCh-P光谱不在本建议书的范围内

³ 有必要进行分离以允许作用于多于单一OCh-P信号的媒体元素的描述。附件IV中提供了本建议书中提供的模型和[ITU-T G.798]中描述的已有功能和过程。

使用媒体信道路径中的滤波器规定媒体信道的有效频隙。有效频隙可以足够支持多于一个OCh-P信号⁴。用媒体指标（模拟媒体元素）倒换媒体信道。

利用OMS和OTS维护实体（MEs）（分别在8.2和8.3中描述）监测媒体信道承载的OCh-P信号，维护实体负责非介入地检测OCh-P信号的块特征。该检查引起发送到管理系统以及远端维护实体的管理信息（MI）。

7 OTN数字层

数字OTN层结构由数字通路层网络（ODU）和数字段层网络（OTU）组成。

作为客户端，OTU段层支持ODU通路层网络并提供对OCh的监测能力。ODU通路层可以传送ODU客户端的各种集合。各种复用系列支持不同网络架构，包括优化用于最小化滞留的能力、最小化管理的实体、支持承载者的承载场景，和/或使得ODU0/ODUflex流量通过不支持这些能力的网络范围。

图7-1和7-2分别给出了没有ODU复用和具有ODU复用的客户端/服务器关系。

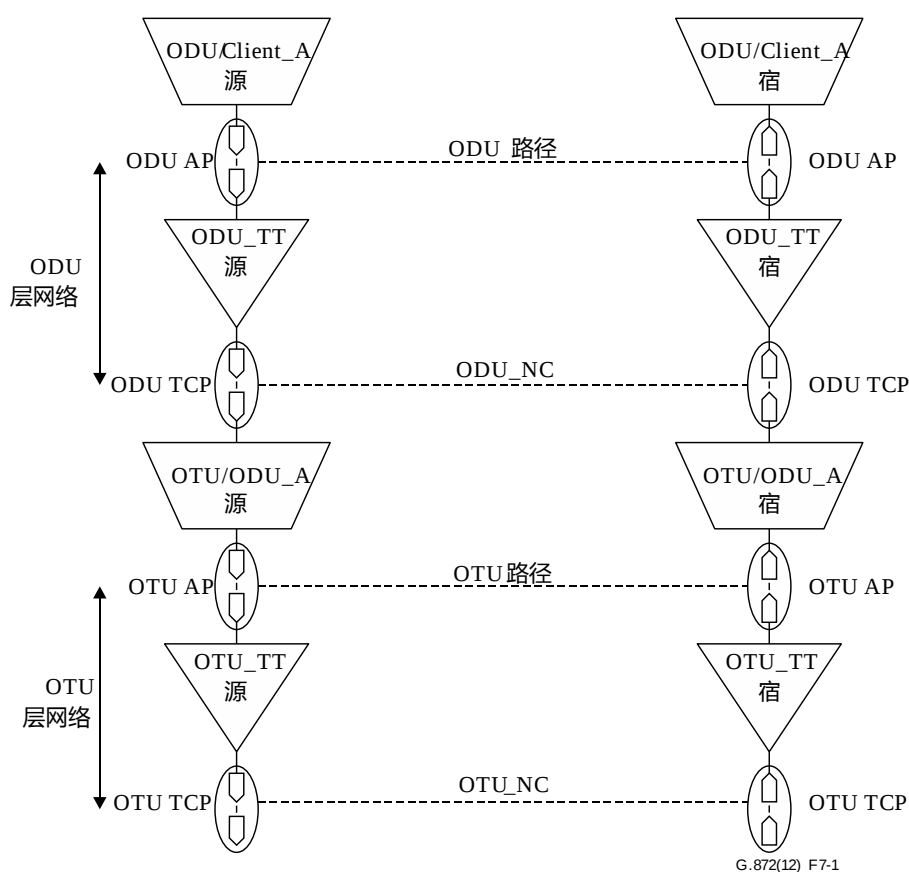


图7-1 – 无ODU复用的数字OTN层的客户端/服务器组合

⁴ 可以承载多个OCh-P信号的媒体信道可以被用于提供通常被称为“波带”或“快速”的信道。

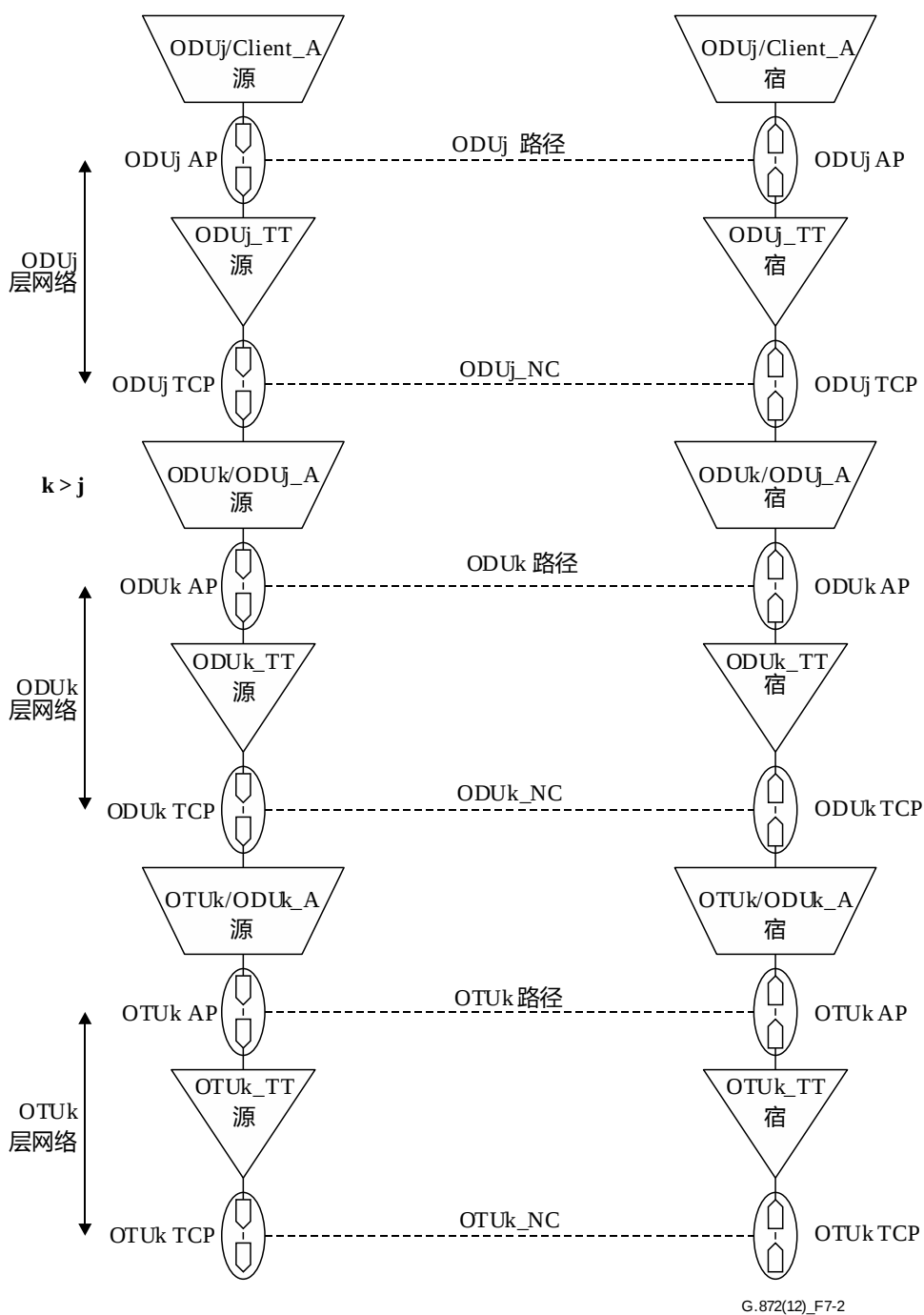


图7-2 – 具有ODU复用的数字OTN层的客户端/服务器组合

在本建议书出版时，表7-1和表7-2分别给出了ODU客户端及其ODU服务器集和客户端ODUs和服务器OTU信号集。[ITU-T G.709]给出了ODU和OTU信号集。

表7-1 – ODU客户端及其ODU服务器集

ODU客户端	ODU服务器
1.25 Gbit/s比特速率区	ODU0
—	
2.5 Gbit/s比特速率区	ODU1
ODU0	
10 Gbit/s比特速率区	ODU2
ODU0, ODU1, ODUflex	
10.3125 Gbit/s比特速率区	ODU2e
—	
40 Gbit/s比特速率区	ODU3
ODU0, ODU1, ODU2, ODU2e, ODUflex	
100 Gbit/s比特速率区	ODU4
ODU0, ODU1, ODU2, ODU2e, ODU3, ODUflex,	
从高于2.5 Gbit/s到100Gbit/s的CBR客户端，或从 1.25 Gbit/s到100 Gbit/s的GFP-F映射分组客户端。	ODUflex
—	

表7-2 – ODU客户端及其OTU服务器

ODU客户端	OTU服务器
ODU0	—
ODU1	OTU1
ODU2	OTU2
ODU2e	—
ODU3	OTU3
ODU4	OTU4
ODUflex	—

7.1 光信道数据单元（ODU）层网络

为透明地承载表7-1中所描述的变格式的客户端信息，本层网络提供数字通路信号端到端组网的功能性。支持客户端层网络的描述不在本建议书的范围内。ODU层网络的拓扑构件是子网络和链路。OTU路径或服务器ODU路径支持链路。由于支持这些拓扑构件的源支持各种ODUs集合，ODU层按照独立的比特速率作为单一层网络来模型化。ODU比特速率是允许确定ODU链路连接的辅助频隙（TS）数的参数。为提供端到端的组网，在层网络中包含下列能力：

- 为灵活网络路由重新安排ODU连接；
- 为确保ODU适配信息的完整性的ODU头处理；

用于进行网络级操作和管理功能，像连接供应、服务质量参数互换和网络生存性的ODU运行、管理和维护功能。

ODU层网络提供通过OTN的数字客户端信号的端到端传送。ODU层网络的特征信息包括：

- 数字客户端信号传送的ODU载荷区；
- 相关头传送的ODU头区。

详情见[ITU-T G.709]。

ODU层网络包括下列传送功能和传送实体（见图7-3）：

- ODU路径
- ODU路径终端源（ODU_TT_Source）
- ODU路径终端宿（ODU_TT_Sink）
- ODU网路连接（ODU_NC）
- ODU链路连接（ODU_LC）
- ODU子网（ODU_SN）
- ODU子网连接（ODU_SNC）。

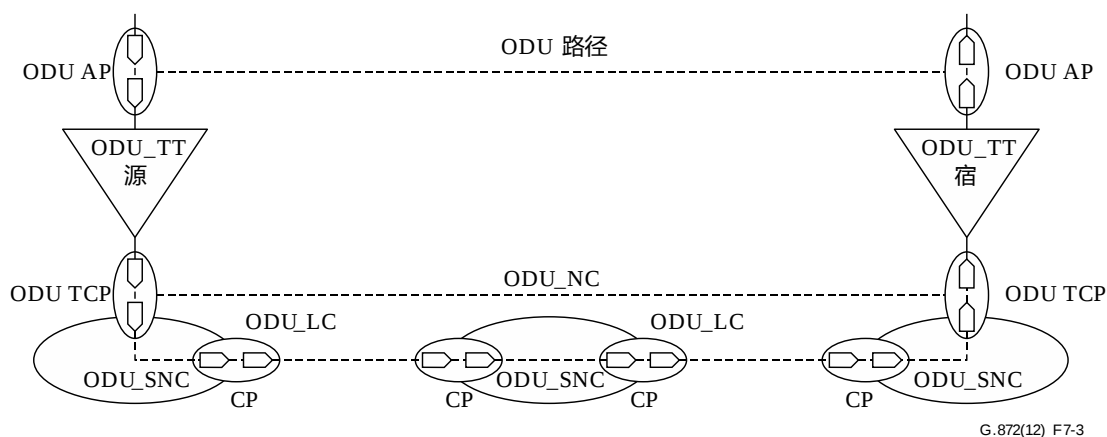


图7-3 – ODU层网络示例

7.1.1 ODU路径终端

可以为ODU路径终端分配下列通用处理：

- 连通性完整性确认
- 传输质量评估
- 传输故障检查和指示。

第10章中给出了对这些处理的详细需求。

有三类ODU路径终端：

- ODU双向路径终端：包括一对组合的ODU路径终端源和宿功能。
- ODU路径终端源：在其输入处，从客户端层网络接受适配信息，插入独立的ODU路径终端头和确定的逻辑数据流，并在其出口处，呈现ODU层网络的特有信息。
- ODU路径终端宿：在其输入处，接受ODU层网络的特有信息，提取包含有ODU路径终端头的单独的和确定的逻辑数据流，并在其输出处呈现适配的信息。

7.1.2 ODU连接功能

ODU连接功能可以由网络运营者用作提供路由、推荐、保护和复原。

注：ODU连接功能可以支持k的所有值或其一个子集的ODUks。

7.1.3 ODU传送实体

网络连接、子网连接、矩阵连接、链路连接、串联连接和路径在[ITU-T G.805]中描述。

7.1.4 ODU拓扑构件

层网络、子网、矩阵、链路、过渡链路和接入组在[ITU-T G.805]和[ITU-T G.800]中描述。

ODU子网、ODU_{SN}在ODU层中提供灵活性。特有信息在输入（终端）连接点[(T) CPs]和输出（T）CPs之间传送。

注 – ODU拓扑构件可以支持k的所有值或其一个子集的ODUks。

7.1.5 ODU时分复用

为允许在较高比特速率的ODU_k信号上传送几个较低比特速率的ODU_j信号，在为这些较低比特速率信号保留端到端路径时，规定了ODUs的时分复用（TDM）。

注意ODU_j可以是ODU_{flex}。ODU_k服务器的辅助频隙可以分配给ODU_j客户端的任意组合直到ODU_k的能力。为目前规定的ODU_{ks}，按照表7-3规定了辅助频隙。

表7-3 – 每一个ODU_k的辅助频隙（TS）数

标称TS能力	1.25 Gbit/s	2.5 Gbit/s
ODU1	2	–
ODU2	8	4
ODU3	32	16
ODU4	80	–

7.1.6 多域OTN

域A可以有一个由客户端ODU_i和服务器ODU_j， $i < j$ 组成的OTN网络。服务器ODU_j可以承载在与OTU_j互联的域B的网络上。域B可以作为客户端ODU承载在服务器ODU_k， $j < k$ 上。域A和域B在其相应的域中看到两个系列ODU级。ODU_j在域A中扮演服务器ODU的角色，在域B中扮演客户端ODU的角色。

使用TCM管理每一个域中ODUj通路部分，域A的服务器ODUj也可以在域B中直接作为客户端ODUj承载在域B中的OTUj。

附录I中给出了多域应用的一些示例。

7.1.7 OTN中的逆复用

通过虚拟拼接 X ($X \geq 2$) ODU信号 (ODU-Xv) 实现OTN的逆复用。ODU-Xv信号可以传送客户端信号 (例如，ODU2-4v可以传送STM-256)。虚拼接ODU (ODU-Xv) 层网络的特有信息通过一组XODU网络连接

来传送，每一个网络连接具有其各自的传输延时。ODU-Xv路径终端宿功能必须补偿该不同的延时，以便于在输出端提供临近的载荷。

在ODU特征信息的每一个数据流上应用连接监测技术。

在跨几个网络扩展的虚拼接ODU连接中，在通路建立期间需要特别注意确保最差的不同延时 (例如，在一个中间网络保护倒换期间) 不超出所选择的补偿范围。

性能监测和保护在组成虚拼接组的单独ODU信号上进行。作为实体对组进行的性能监测有待进一步研究。

注 – 通过较低比特速率ODU信号的虚拼接组传送较高速率ODU信号是可能的，但是会引起非最优解决方案。

图7-4给出了ODU-Xv的功能架构。

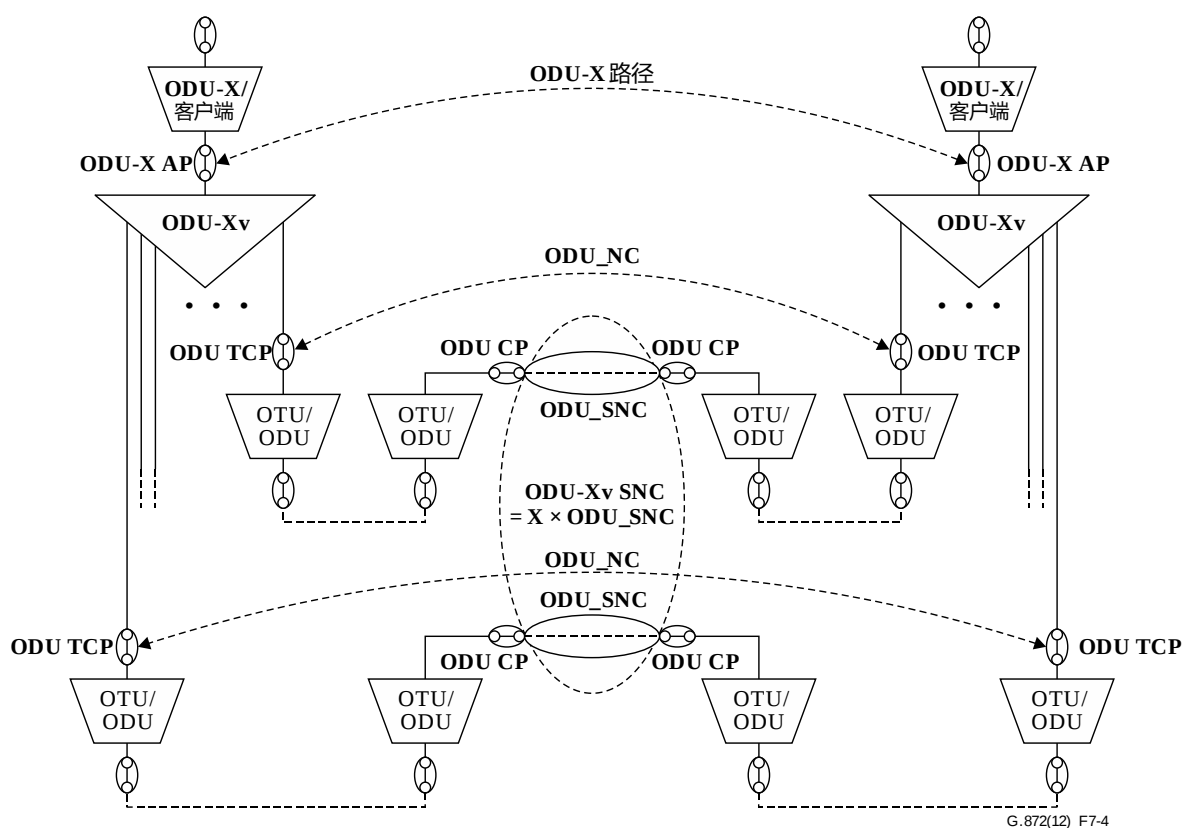


图7-4 – 虚拼接ODUs功能架构

图7-4中示出的复合功能ODU-Xv由图7-5中给出的基本原子功能组成。

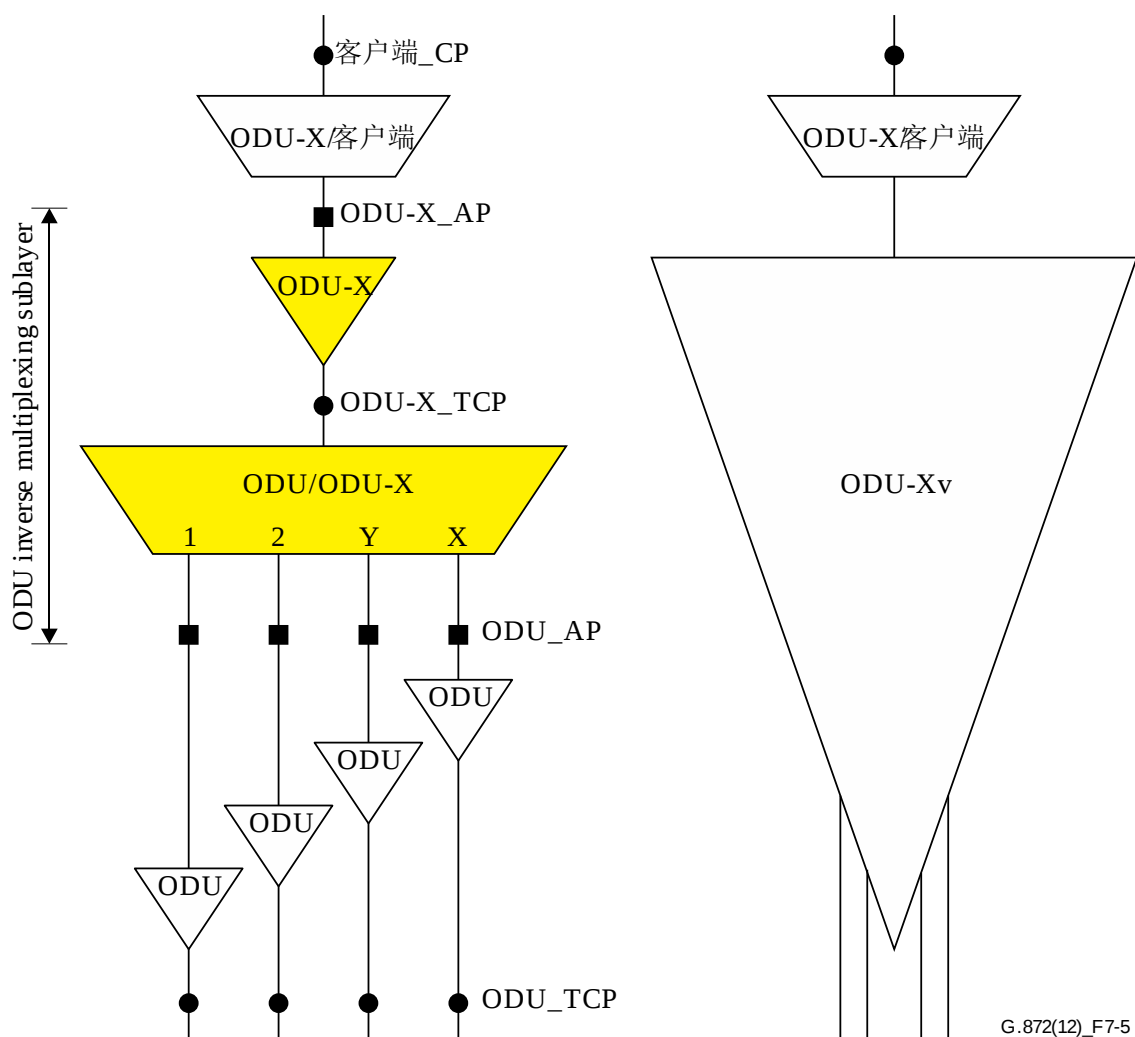


图7-5 – 虚拼接模型

7.2 光信道传送单元（OTU）层网络

OTU层网络提供通过OTN的3R点之间的OTU路径传送ODU客户端信号。该层网络能力包括：

- 确保OTU适配信息的完整性和调节其OCh上的传送的OTU头处理；
- 使能段级运行和管理功能的OTU运行、管理和维护功能。

OTU层网络的特征信息包括：

- 传送ODU客户端信号的OTU载荷区；
- 传送相关联的头的OTU头区。

详见[ITU-T G.798]。

- OTU路径
- OTU路径终端源 (OTU_TT_Source)
- 路径终端宿 (OTU_TT_Sink)
- OTU网络连接 (OTU_NC)
- OTU链路连接 (OTU_LC)。

图7-6 - OTU层网络示例

下列一般过程可以分配给OTU路径终端:

第10章详细地给出了这些过程的需求。

- OTU双向路径终端：包括一对组合的OTU路径终端源和宿功能。
- OTU路径终端源：在其输入处，从ODU网络接受适配信息，插入独立的OTU路径终端头和确定的逻辑数据流，并在其出口处呈现OTU层网络的特征信息。
- OTU路径终端宿：在其输入处，接受OTU层网络的特征信息，提取出包含有OTU路径终端头的单独和确定的逻辑数据流，并在其输出处呈现适配信息。

[ITU-T G.805]中描述了网络连接、链路连接和路径。

层网络、链路和接入组如在[ITU-T G.805]中的描述。当OTU在OChc上承载时，在OTU和OCh层网络和接入组之间有1:1的对应关系。

7.3 客户端/服务器组合

OTN的原则特征是支持多种多样的电路和分组客户端层网络的可能性。见[ITU-T G.709]。

OTN数字层网络的结构和适配功能如图7-1和7-2所示。为描述的目的，使用服务器/客户端关系命名层间适配。

7.3.1 ODU/客户端适配

ODU/客户端适配（ODU/Client_A）被认为包含有两类过程：客户端-特定过程和服务器特定过程。客户端特定过程的描述不在本建议书的范围内。

通过组合源和宿ODU/客户端对适配功能执行双向ODU/客户端适配（ODU/Client_A）功能。

ODU/客户端适配源（ODU/Client_A_So）在其输入处和其输出处执行下列过程：

- 需要将客户端信号适配到ODU载荷区的所有处理。处理取决于特定的客户端信号。
- 管理/维护信号的生成和终止如在第10章的描述。

ODU/客户端适配宿（ODU/Client_A_Sk）在其输入处和其输出处执行下列过程：

- 从ODU载荷区恢复客户端信号。过程取决于特定的客户端/服务器关系；
- 管理/维护信号的生成和终止如在第10章的描述。
- [ITU-T G.798]给出了详细的描述。

7.3.2 ODU_k/ODU_j适配

由一对组合源和宿ODU_k/ODU_j适配功能来执行双向ODU_k/ODU_j适配（ODU_k/ODU_j_A）功能。

ODU_k/ODU_j适配源（ODU_k/ODU_j_A_So）在其输入处和其输出处之间执行下列过程：

- ODU_j复用形成较高比特速率ODU_k；
- 管理/维护信号的生成和终止如在第10章的描述。

ODU_k/ODU_j适配宿（ODU_k/ODU_j_A_Sk）在其输入处和其输出处之间执行下列过程：

- ODU_j逆复用
- 管理/维护信号的生成和终止如在第10章的描述。

[ITU-T G.798]给出了详细的描述。

7.3.3 OTU/ODU适配

由一对组合源和宿OTU/ODU适配功能执行双向OTU/ODU适配（OTU/ODU_A）功能。

OTU/ODU适配源（OTU/ODU_A_So）在其输入处和其输出处之间执行下列过程：

- 需要将ODU信号适配到OTU载荷区的所有处理。过程取决于客户端/服务器关系的特定实现。

OTU/ODU适配宿（OTU/ODU_A_Sk）在其输入处和其输出处之间执行下列过程：

- 从OTU载荷区恢复ODU信号。过程取决于客户端/服务器关系的特定实现。

[ITU-T G.798]给出了详细的描述。

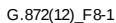


图8-1-OTN媒体层概述

如在第6章所描述的，根据它们是否提供穿越媒体的OCh-P信号的采集管理或者它们是否提供媒体信道的配置，来区分与OTN媒体层相关联的实体。前者通过[ITU-T G.709]规定的无相关联的头和头结构来处理信号的管理。后者提供媒体元素的配置。

因此，采用后缀-O来标识无相关联头处理功能，采用后缀-P 来标识在OCh-P（称为载荷）媒体元素运行集。载荷处理功能使用[ITU-T G.798]所规定的过程以及[ITU-T G.709]中的帧格式。无关联头处理功能使用[ITU-T G.798]规定的过程。

上面的图8-1提供OTN的媒体层元素的概况。仅有OCh（OTU）的客户端出现在OCh-P/OTU适配功能。OCh-P终端功能发出（或终止）OCh-P，OCh-P具有特定的中心频率、特定的执行和其他参数。网络媒体信道支持OCh-P网络连接。8.2和8.3中分别描述光复用段（OMS）和光传送段（OTS）。

OCh-P和OCh-P宿之间的所有媒体元素的级联被称为网络媒体信道。

可以在较网络媒体信道的光谱范围更大的范围内分配和倒换光谱，因而光谱可以支持多于一个OCh-P信号。

OCh层网络提供在OTN的3R点之间透明地传送OTU信息的OCh-P的传送。为了这样做，在层网络中包含下列能力：

- OCh-P信号传送；
- 监测OCh AI信息完整性的OCh-O头处理；注意这些过程可以包含直接从OCh-P终端功能获得的信息（例如，OCh-P管理信息）；
- 用于使能网络级运行和管理功能，如连接供应、服务质量参数互换和网络生存性的OCh（OCh-P和OCh-O）运行、管理和维护功能；
- OCh-P非介入监测（OCh-P NIM），监测OCh-P信号的光特性。

网络媒体信道支持OCh-P网络连接，网络媒体信道提供灵活的网络路由。

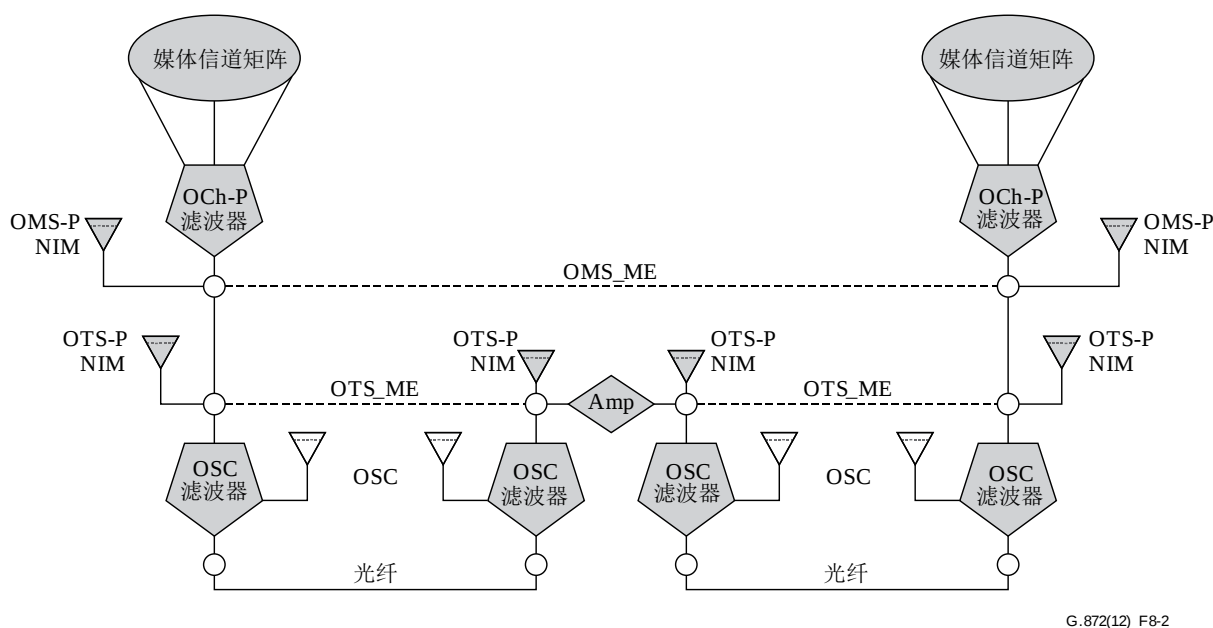


图8-2 – OMS和OTS维护实体

上面的图8-2给出了OMS和OTS维护实体的位置。

OMS维护实体（OMS_ME）监测频隙灵活性两点之间的光纤上的所有OCh-P信号。OTS维护实体（OTS_ME）监测管理可见性的两点之间的光纤上的所有OCh-P信号。这些点通常与中间放大器⁵站点相关联光监视信道（OSC）是OTS_ME上插入的信号。

该信道用于承载OCh_ME，OMS_ME和OTS_ME的无关联头。符合网络实现的OTN必须在其域内接口处支持OSC。若不支持OSC，那么也不支持OMS_ME和OTS_ME。在没有OMS_ME和OTS_ME的情况下，OCh-P_NC（见8.1）可能存在，然而，将不支持第10章描述的用于OCh路径的某些告警管理、故障检测和故障隔离能力。由于OCh-P源和宿之间的媒体信道没有中间网路元素，OTU层网络提供的所有维护能力，在IrDI接口处不支持OSC。

⁵ 对于分布式光放大器，放大器的位置被认为是插入泵波长的位置。

光复用段维护实体（OMS_ME）：该维护实体提供：

- 通过OMS-P非介入监视（OMS-P NIM）（见8.2）块监视OMS-P信号；
- 通过OMS-O功能处理OMS头确保OMS-P的完整性；
- OMS运行、管理和维护功能使能段级运营和管理功能，如复用段生存性。

对多波长光纤信号执行的这些组网能力提供对光网络的运行和管理。

光传输段维护实体（OTS_ME）：该维护实体提供：

- 通过OTS-P非介入监测器（OTS-P NIM）的OTS-P信号的块监测（见8.3）；
- 通过OTS-O功能，确保OTS-P完整性的OTS头处理；
- 用于触发段级运行和管理功能的OTS运行、管理和维护功能。

如在第6章所描述的，媒体层网络支持OCh-P终端之间的网络媒体信道。网络媒体信道用8.4.3中所描述的网络元素和光纤的任意组合来构建。

在下面的章节中给出了光层网络的功能描述。该层的详细描述不在本建议书的范围内。

8.1 光信道（OCh）层网络

OCh层网络提供通过接入点之间的OCh路径传送数字OTU信号。OCh层网络的特征信号由两个独立的和有区别的逻辑信号组成：

- 参数集规定的光信号。中心频率、需要的带宽和其他像与网络媒体信道相关联的信噪比等模拟参数特别感兴趣。

参数在应用标识符⁶中获得，应用标识符覆盖标准化的以及特定的应用。通道中的层处理器[ITU-T G.800]可以按需修改这些参数。

- 构成无相关联的（带外）头的的数据流。该数据流具有其自身的功能集，该功能集处理影响OCh-P的独立层处理器的无相关头。

OCh层包含下列传送功能和传送实体（见图8-3）：

- OCh路径
- OCh-P路径终端源（OCh-P_TT_Source）
- OCh-P路径终端宿（OCh-P_TT_Sink）
- OCh-P网络连接（OCh-P_NC）。

OCh层也包含下列与OCh维护实体相关联的功能：

- OCh-O路径
- OCh-O路径终端源（OCh-O_TT_Source）
- OCh-O路径终端宿（OCh-O_TT_Sink）
- OCh-O网路连接（OCh-O_NC）
- OCh-P非介入监测器（OCh-P NIM）。

OCh-O矩阵和相关媒体信道矩阵之间的关系详见8.4。

⁶ 注意应用标识符应用于发送器、网络媒体信道和接收器组合。它不应用于单一接口。

8.1.1 OCh路径终端

在OCh路径终端进行下列通用过程：

- 传输故障检测及指示。

10.2详细描述了这些过程的需求。

有三类OCh路径终端：

- OCh双向路径终端：包括一对组合OCh路径终端源和宿功能。
- OCh路径终端源：在其输入处，从OTU层网络接受适配信息，作为单独的和确切的逻辑数据流插入OCh路径终端头、将AI调制到光信号，并设置其中心频率，并在其输出处呈现光信道层网络的特征信息。
- OCh路径终端宿：在其输入处，接受OCh层网络特征信息，解调光信号⁷，并在其输出端呈现光适配信息，处理包含有OCh路径端头⁸的单独的和确切的逻辑数据流。

OCh路径终端的过程由下列功能支持：

- OCh-P_TT，处理OCh-P信号
- OCh-P NIM，监测OCh-P信号的光特征
- OCh-O处理OCh路径的无相关头。

8.2 光复用段（OMS）

光复用OMS中的特征信息由两个单独的和确切的逻辑信号组成：

- 由n OCh-P信号集组成的OMS-P信号，具有规定的聚合光带宽；
- 构成无关联OMS头（OMS-O）的数据流。该数据流由OMS-O构件处理。（OMS-O_TT，OMS-O/OCh-O适配功能）。

OMS媒体信道表示OMS-P端点之间的媒体组合，同时是一个或多个光纤和零个或多个放大器的级联。

OMS-P非介入监测器（NIM）在OMS维护实体（OMS_ME）的入口和出口监测OMS-P信号的块特征，并提供由无关联OMS-O承载的信息。

通过滤波器构件（见8.4）的组合收集OMS-P信号。滤波器构件和OMS-P NIM逻辑上相关；然而，它们可能不必与OMS-P NIM（监测信号）或者OMS-O（在头上运行）在物理上组合⁹。即，OMS NIM和OCh-P信号的聚集和解集可以在不同的位置上进行。这意味着OMS媒体信道的范围可以大于或等于OMS_ME的范围，然而，并不在其全范围上监测OMS媒体信道。

OMS是OMS_ME的端点之间的组合。

OMS中的OCh或者被分配地址（业务中）或者可以被重新分配地址（业务之外）。处于业务中的OCh的OCh-P信号可以出现也可以不出现。

⁷ 注意该处理可以依赖由OCh/OUT适配功能取出的信息。

⁸ 注意若缺少OAM数据流可以调制光信号，然而，第10章中描述的OAM处理将无效。

⁹ 组合的构件在同一个网络元素上。

下列功能支持OMS（见图8-4）：

- OMS-O源（OMS_ME_Source）处理OMS_ME的无关联头；
- OMS-O宿（OMS_ME_Sink）处理OMS_ME的无关联头
- OMS-P NIM,监测OMS-P信号的光特性。

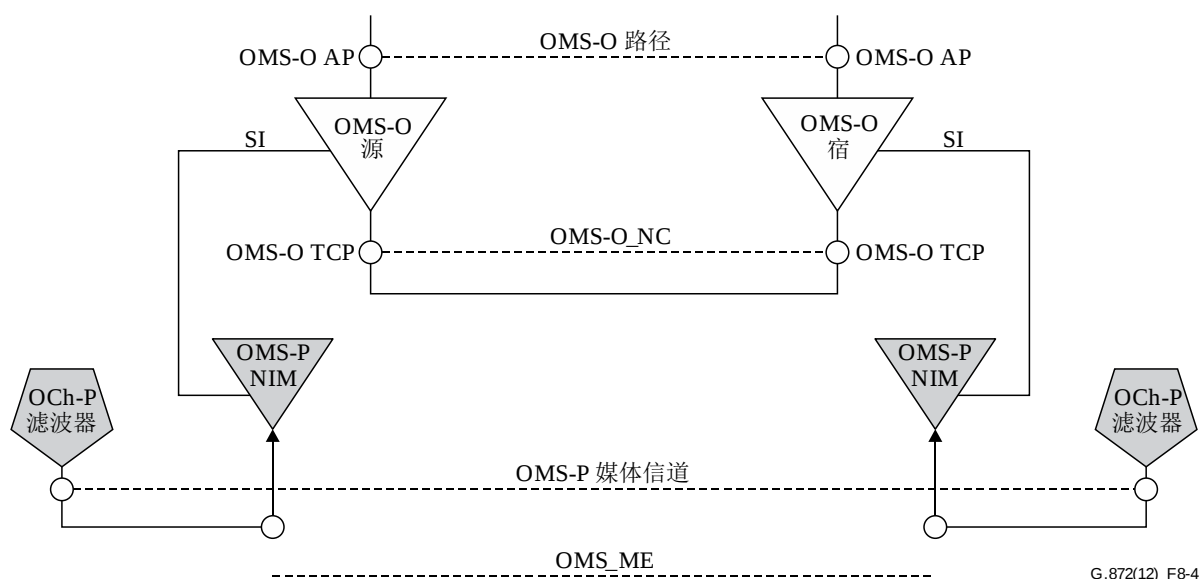


图8-4 – OMS示例

8.2.1 OMS-O头终端

下列通用处理被分配给光复用段路径终端：

- 传输质量评估
- 传输故障检测和指示

10.2¹⁰ 详细描述了这些处理的需求。

有三类光复用段路径终端：

- OMS-O双向终端：包括一对组合光复用段终端源和宿；
- OMS-O_TT源：从OMS NIM接受输入并生成OMS头。该头可以采用带外方式承载到OMS-O_TT宿。
- OMS-O_TT宿：处理OMS头和来自OMS NIM的输入，并生成任何OMS管理信息。

注意块特征监测发生在联合组合OMS-P非介入监测器中（图中NIM）。

8.2.2 OMS-O传送实体

仅有的实体是OMS-O路径。

¹⁰ 注意若不支持第10章描述的功能，这些功能不出现

8.3 光传输段 (OTS)

OTS是管理可见点之间的单向光纤。通常情况下，这是两个网络元素之间的光纤,例如，在放大器之间或在放大器和OMS-P信号聚集和解集点之间。OTS的特征信息由两个独立并确切的逻辑信号组成：

- 包含有OTS-P信号的数据流，具有规定的聚集光带宽。OTS-P信号与正在承载¹¹的OMS-P信号相同；
- 构成OTS管理/维护头 (OTS-O) 的数据流。该数据流由OTS-O构件处理。(OTS-O_TT, OTS/OMS-O适配功能)。

OTS媒体信道代表OTS-P端点之间的媒体相组合。

OTS-P非介入监测器 (NIM) 在OTS维护实体 (OTS_ME) 的入口和出口处监测OTS-P信号的块特征，同时提供由无关的OTS-O承载的信息。注意，如上面对OMS的描述，OTS媒体信道的范围可以大于或等于OTS_ME的范围。

OTS是OTS_ME的端点之间的组合。

物理上OTS由下列信号组成：

- OTS-P信号；
- 承载OTS、OMS和OCh无关头的光监视信道 (OSC) 信号。OSC在每一个光纤末端终止。OTS头被处理同时任意OMS头被前转到OMS的末端。OSC滤波器构件将OSC加到OMS-P信号。

该信号集被称为光传送模型 (n阶，OTMn)。

下列功能支持OTS (见图8-5)：

- OTS-O s源 (OTS_ME_Source) 处理OTS_ME的无关头
- OTS-O s宿 (OTS_ME_Sink) 处理OTS_ME的无关头
- OTS-P NIM监测OTS-P信号的光特征。

在OSC上承载的支持无相关头的附加功能是：

- OSC/OTS-O适配功能
- OSC终端功能
- OSC滤波器

¹¹ 在本建议书中信号功率不认为是信号定义的一个部分。

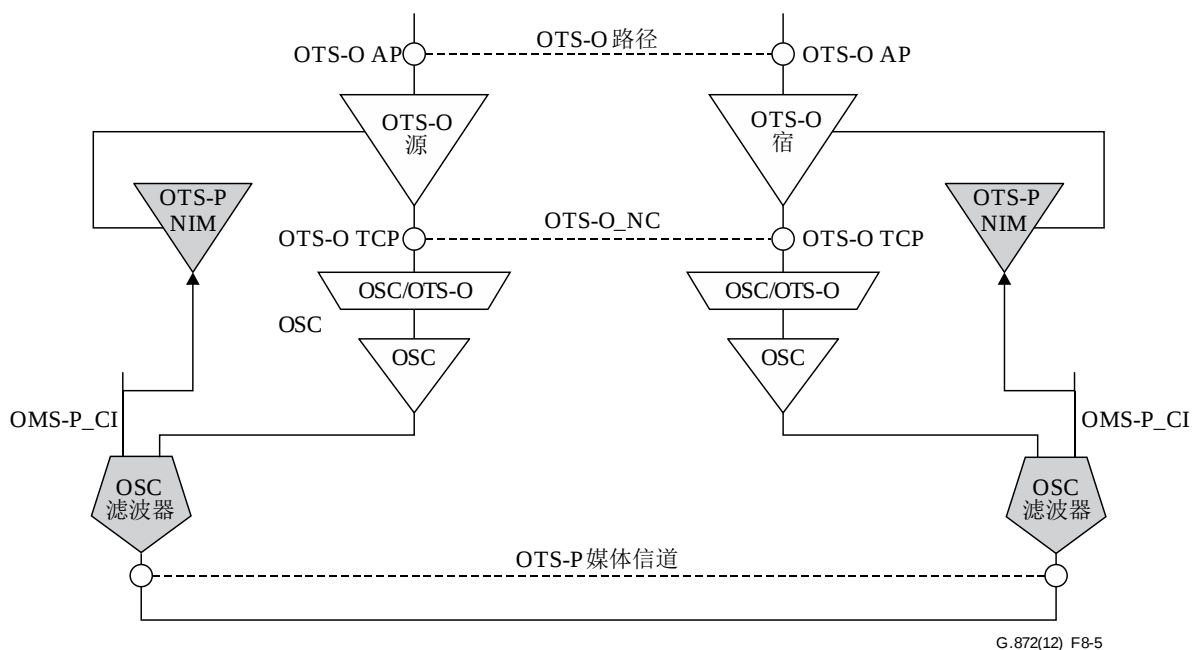


图8-5 – OTS示例

8.3.1 OTS-O头终端

下列通用处理可以被分配到OTS-O头终端（OTS-O_TT）：

- 连通性确认；注意OTS-O_TT必须在确认不匹配事件中安排限制¹²所有OTS-P信号构件。
- 传输质量评估
- 传输故障检测和指示

10.2¹³中描述了提供这些处理的方法。

有三类光传输段路径终端：

- OTS-O双向路径终端点：包括一对组合光复用段路径源和宿功能；
- OTS-O源：从OTS-P NIM接受输入并生成OTS路径终端头。
- OTS-O宿：从OTS-P NIM接受输入，处理在光监视信道中包含的OTS头，并生成任何OTS管理信息。

注意在联合组合OTS-P NIM中进行块性能监测。

8.3.2 OTS传送实体

无。

¹² 注意通过阻止在不同位置上的倒换可能满足该需求。安置开关是设备设计事宜。

¹³ 注意若不支持第10章描述的OAM功能，这些功能不出现。

8.4 媒体实体

8.4.1 滤波器构件

滤波器构件模型化从一个端口到另一个端口通过光谱的确定部分的能力。在滤波器上的端口之间的关系称为滤波器信道¹⁴。由将其与其频隙绑定的端口规定滤波器信道。采用其标称中心频率和其频隙宽度[ITU-T G.694.1]来描述频隙。在本建议书中，采用与其相关联的频隙来描述固定网格设备，若是灵活的网格设备，频隙与其相关联。可以配置（通过管理平面）某些滤波器构件（例如，支持[ITU-T G.694.1]中规定的灵活DWDM网格涉笔）的频隙。可使滤波器信道特性对管理系统有效。采用层处理器符号表示滤波器构件。

注意滤波器构件被用于表示一个或多个滤波器设备的级联，在该情况下，一个滤波器设备上的物理端口直接与另一个滤波器设备上的物理端口连接。若使用该种表示方式，在单个滤波器构件中隐含滤波器设备的内部细节。

滤波器构件不必是OMS-O功能的附录。在没有创建OMS维护实体时，可能具有光谱配置（以及后续的滤波器构件）。相反地，在没有在那个位置执行光谱配置的任何相应的构件时，可能发起（或结束）OMS_ME。

在该结构中，滤波器构件用它们初始信号目的来命名。当前命名的滤波器是聚集和解集OCh-P信号的OCh-P滤波器（OCh-P_F）和聚集和解集OSC和OTS-P信号的OSC滤波器（OSC_F）。

8.4.2 媒体信道

媒体信道是表示通过媒体的通路和其所占有的源（频隙）的拓扑结构。Meticulously信道由媒体元素上的端口绑定。媒体信道能够跨越网络元素和滤波器的任意组合。媒体信道不能支持任何OCh-P信号。媒体信道的大小采用其有效频隙来描述，频隙采用其标称中心频率和其频隙宽度[ITU-T G.694.1]来表示。媒体信道的有效频隙宽度是媒体信道上所有滤波器频隙公共频隙的那部分。媒体信道可以被标出尺寸来承载多于一个OCh-P信号。同时，媒体信道的有效频隙宽度可以行政上被设置为小于媒体信道上滤波器构件支持的最大频隙宽度。可以在已经决定将其分配到哪些OCh-P信号之前，配置媒体信道。

已配置的媒体信道的有效频隙部分可以被分配到另一个较窄的超过初始媒体信道的而媒体信道。这种按次序分配既不创建媒体信道的层次也不创建最终被承载的OCh-P信号的层次。

服从频隙的唯一构件是滤波器构件（8.4.1）。

被分配用来传送单一的OCh-P信号的端到端信道称为网络媒体信道，它支持单一的OCh-P网络连接。网络媒体信道的有效频隙宽度必须足够容纳拟支持的OCh-P信号的最大光谱范围。网络媒体信道的标称中心频率应与它支持的OCh-P的中心频率相同。这允许网络媒体信道上的信道端口被绑定到OCh-P网络连接上的连接点。

¹⁴ 滤波器信道是仅存在于滤波器构件并具有规定好的频率时隙的特定种类的媒体信道。

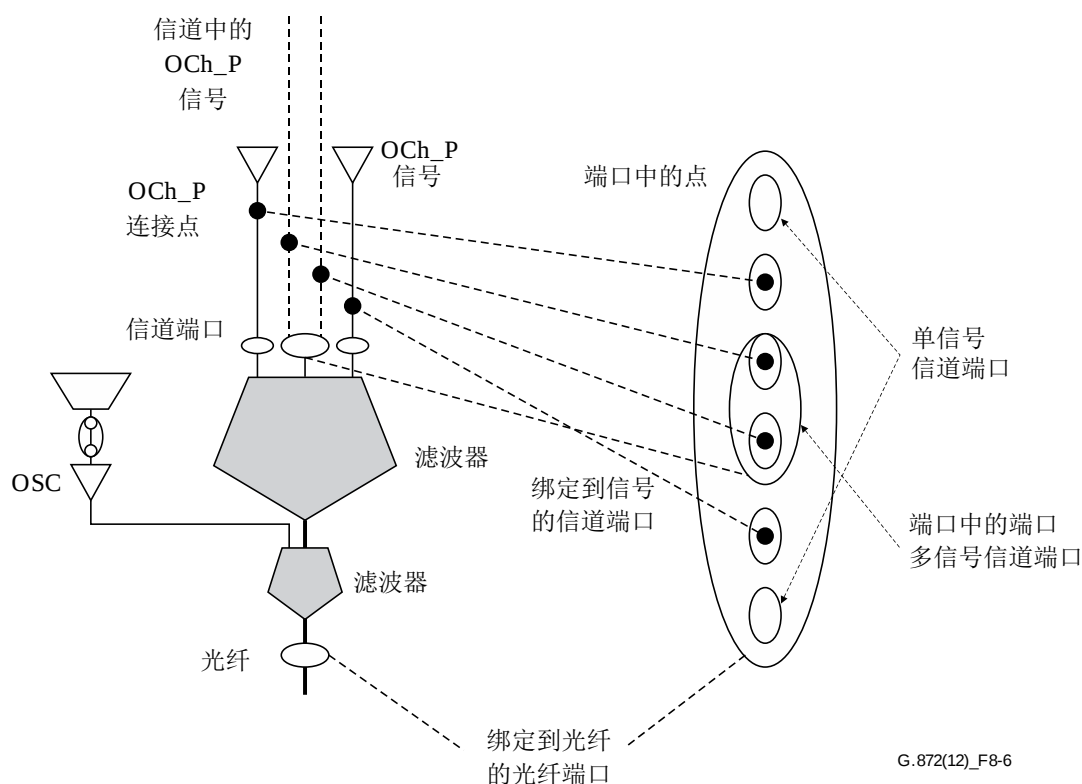


图8-6 – 滤波器构件、端口和点

图8-6给出了信号上的点、媒体元素上的端口以及在光纤端点中的实体的管理视图。端口表示由管理系统分配并由滤波器构件配置的信道。点表示正在媒体信道上承载的OCh-P信号上的参考点。注意媒体信道的明确的容量关系实际上是分配相关的。媒体信道和承载的信号均不创建层次。

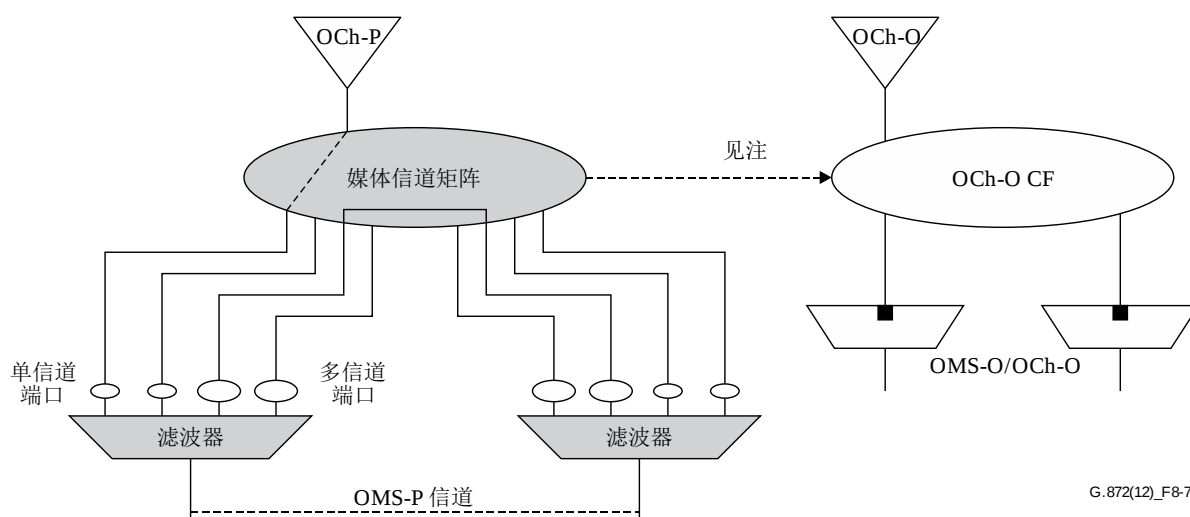
8.4.3 媒体信道矩阵

媒体信道矩阵为媒体信道提供灵活的连通性。即，它代表灵活性点，此处媒体信道矩阵边缘处的媒体端口之间的关系可以被创建或被损坏。这些端口之间的关系称为矩阵信道。注意网络元素可以包含多个媒体矩阵和滤波器，两者可以一同构建那个网络元素可观察到的行为。

如8.4.2所描述的，绑定到矩阵端口的媒体信道的有效频隙可以支持多于一个OCh-P信号。因此，矩阵信道可以承载多个OCh-P信号并且对前转OAM信息具有重要的含义。

注 — 矩阵和滤波器均支持类似的端口关系，均不模仿特定的物理设备。滤波器允许固定端口之间的滤波器信道的频隙的配置，而矩阵允许配置端口组合。单一类型的物理设备可以实现矩阵、滤波器功能或两者。实现是由设备设计者的设计决定。

由OCh-O矩阵模型化无关头商承载的OAM信息的前转。OCh-O矩阵上的连接点对应通过媒体信道矩阵通过的那些OCh-P信号，同时OAM信息流必须遵循媒体信道矩阵中配置的矩阵信道的那个。



注：OCh-O连接必须被配置以便OCh-O连通性对应由媒体信道矩阵提供的OCh-P信号的连通性。

图8-7 – 媒体信道矩阵和OAM倒换

8.5 客户端/服务器组合

图8-1中给出了OTN的结构。

8.5.1 OCh/OTU适配

由一对组合的源和宿OCh/OTU适配功能执行双向OCh/OTU适配（OCh/OTU_A）功能。

OCh/OTU适配源（OCh/OTU_A_So）在其输入和其输出之间执行下列过程：

- 生成能够调制到光信号上的连续数据流所需要的所有处理。需要的实际过程取决于客户端/服务器的特定实现。前向纠错是选用的特征。

OCh/OTU适配宿（OCh/OTU_A_Sk）在其输入和其输出端执行下列过程：

- 从连续数据流中恢复OTU信号。实际处理取决于客户端/服务器关系的特定实现。前向纠错（FEC）是光特征¹⁵。

8.5.2 OMS-O/OCh-O适配

由源和宿 OMS-O/OCh-O 适配功能组合对执行双向 OMS-O/OCh-O 适配 | （OMS-O/OCh-O_A）功能。

OMS-O/OCh-O适配源（OMS-O/OCh-O_A_So）在其出入和其输出之间执行下列过程：

- 按10.2所描述的生成管理/维护信号。

OMS-O/OCh-O适配宿（OMS-O/OCh-O_A_Sk）在其输入和其输出之间执行下列处理：

- 按10.2中所描述的终止管理/维护信号。

适配功能处理OTS-O_TT不处理的监视信道信息的那部分。

¹⁵ 这些处理的一部分可依赖于由OCh路径宿功能从调制的光信号中获得的信息。

8.5.3 OTS-O/OMS-O适配

组合源和宿OTS-O/OMS-O适配功能对执行双向OTS-O/OMS-O适配（OTS-O/OMS-O_A）功能。

OTS-O/OMS-O适配源（OTS-O/OMS-O_A_So）在其输入和其输出之间执行下列过程：

- 按10.2中所描述的生成管理/维护信号。

该适配功能处理OTS-O_TT不处理的监视信道信息的那部分。这也是宿适配功能的场景。

OTS-O/OMS-O适配宿（OTS-O/OMS-O_A_Sk）在其输入和其输出之间执行下列过程：

- 按10.2中所描述的终止管理/维护信号。

8.5.4 OCh-P滤波器

双向OCh-P滤波器包含源和宿OCh-P滤波器组合对。

OCh-P滤波器源（OCh-P_F_So）模型：

- 光信道汇聚形成光复用器。

OCh-P滤波器（OCh-P_F_Sk）在其输入和其输出之间执行下列过程：

- 依据该中心频率光信道解集¹⁶。

一个或多个滤波器构件逐一实现OCh-P_F_So和OCh-P_F_Sk。这些滤波器构件不必组合。

8.5.5 OSC滤波器

源和宿OSC滤波器组合对执行双向OSC滤波器（OSC_F）功能。

OSC滤波器源（OSC_F_So）执行：

- OSC和OTS-P的汇聚。

OSC滤波器宿（OSC_F_Sk）执行：

- OSC和OTS-P的解汇聚。

9 OTN拓扑

光传送网络层能支持单向和双向点到点连接和单向点到多点连接。

拓扑构件类包括接入组、链路、传统链路、子网和矩阵。所有构件实例进一步由参数来评定。各种媒体信道和光信道源和宿主要通过它们的频隙来特征化。ODU通过其次序（k...）来评定。数字层的运行不是特定的不需要在本建议书中进一步描述。

该拓扑首先采用图的形式表示，其中矩阵用顶点表示，链路用边缘来表示。区分拓扑构件情况的参数以边句法附在图上，同时形成具有相同边语义的图区域。在不同的边语义的区域之间，传统链路作为边出现，并代表在那些区域之间变换的物理方式。

媒体层的初始网络拓扑包含所有有效源。通过将特定参数分配到每一个拓扑构件而从初始网络拓扑中获得拓扑实例。任何不支持所选定的参数值的链路将从初始拓扑图中移出。类似地将移出不可到达的矩阵。生成的拓扑目前给出有效的可连接的资源。

¹⁶ 注意该功能也可以由相干接收器提供

例如，为特定的OCh-P选择频隙和应用标识符，从初始拓扑图中移出运行在不同频率上的所有资源。生成的拓扑目前示出的是在所选定的频隙上有效的可连接的资源。确定在该简化的拓扑中的通路是否将实际支持源和宿之间的通信，不在本建议书的范围内。

9.1 单向和双向连接

服务器层网络中一双向连接可以支持双向或单向客户端网络连接，但是单向服务器层网络仅能支持单向客户端。

双向光纤（单根光纤工作）可以支持双向OCh-P或者不同的光纤（两根光纤工作）支持每一个方向。对于单一工作光纤，使用同一光纤上不同频隙，单向媒体信道对实现双向OCh-P连接。对于两根工作光纤，两个单向媒体信道支持双向OCh-P连接，在每一根上的一个媒体信道可以使用相同频隙。

当前，单一工作光纤的运行、管理和维护以及头传输不在本建议书的考虑之中。

9.2 点对多点媒体信道

单向点到多点媒体信道将流量从源广播传输到一些宿。图9—1给出了通过媒体多点连接点在媒体信道中提供的点到多点组合。这是将一个端口绑定到媒体信道集的参考点。多点连接限制到媒体网络中的单向广播多点媒体信道。该类媒体信道可以被光信道层网络使用。

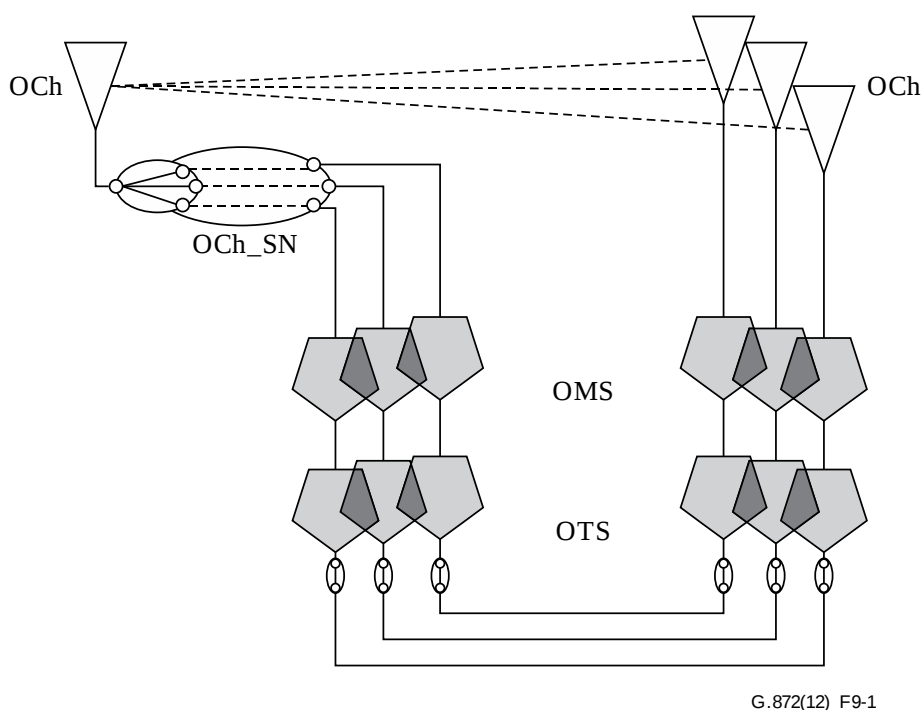


图9-1 – 点到多点光纤信道连接

10 OTN管理

本章描述光传送网络的网络管理。特别地，该章描述故障、性能和配置管理的一般需求。

OTN由一系列数字层（光信道层的客户端）和光信道层组成。光谱管理实体（媒体信道）和维护实体（OMS和OTS）支持光信道层。

从监测的角度看，媒体信道是被动的并不包含激活的构件。数字客户端层均包含能够报告层的健康状态并能够被用于推断服务器的健康状态的激活的OAM。在后续的大多数情况下，OTU头中的数字过程执行OCh监测。因为OTU与OCh是1:1的，这提供了正在被监测的OCh属性的精确评估。OMS和OTS实体提供媒体信道的维护。

10.2中给出了每一个实体需要的管理过程。该章也描述了连接监视管理的技术。

10.1 一般需求

10.1.1 一般故障、配置和性能管理

OTN应提供端到端、管理域中以及管理域之间的故障、配置和性能管理。

它也应提供在误连事件的侦测和通知方法。

OTN应提供如下的能力：

- 确保具有可兼容适配或特征信息的传送网络实体的互连；
- 侦测故障、隔离故障并初始可应用的恢复活动。OTN应为单端维护的能力。

在服务器层中的信号正在中断的事件中，应通知服务器层中的上行和下行网络实体。

OTN应能够侦测性能劣化以避免失败并验证服务质量。

10.1.2 一般管理通信

OTN应支持下列之间的通信：

- 远端站点的所有设施
- OSs和远端NEs
- 手工制作的终端和本地或远端NEs。

对于光传送网络，也可以支持这些通信形式。

10.1.3 一般客户端/服务器交互管理

在客户端层不出现信号时，OTN应侦测到并给出指示。

为避免不必要、无效或冲突的生存性动作，需要附加的策略（例如，引入拖延时间并告警抑制方法）：

- 层内
- 在服务器和客户端层之间。

10.2 OTN网络管理需求

本章中确定并详述有关ODU、OUT、OCh、OMS和OTS的管理能力的需求。

10.2.1 连接监视

这是对支持任意层网络中路径的网络连接完整性提供监视的管理需求。通过连续性监视的方法监视服务器层网络支持的链路连接。通过连通性监视的方式监视跨越子网的连接点的灵活组合的子网连接。对于在OCh源路径终端组和OCh宿路径终端组之间不能再安排网络连接的特定情况下，不需要连通性监视。

连续性监视

连续性监视是指监视路径连续性的完整性过程集。

对于连续性监视，需要下列过程：

- 连续性丢失（LOC）的侦测。

通常情况下，通过某种形式的服务器信号失败指示向客户端层指示出服务器层中链路连接的失败。因为OTS维护实体监测的媒体信道是被动的，因而，OTS-O路径终端将不接收服务器失败指示。OTS-O路径终端依赖OTS-P NIM来侦测光物理媒体中的失败。

光网络失败包括光纤损坏和设备失败。设备监测能力不侦测和办公设备失败本身。

从网络层角度来讲，光纤损坏情况是最重要的失败场景。除了光纤损坏，在第一个下行OTS-P NIM处可以观察到汇聚信号的丢失并将由组合的OTS-O路径终端宿报告。汇聚信号的丢失然后导致OTS-P的连续性的丢失。随后，将向客户端层指示OTS-P信号的丢失侦测。注意OSC的连通性的丢失自身将不初始客户端信号的后续动作。通常情况下，应在载荷和头具有独立的失败机制的任意层网络中采用相同的规则。

在OTS_ME中，光构件失败可导致OCh-P信号的丢失，然而，这可能不会导致光监视信道的丢失。这将向OTS_ME中OMS_ME和后向侦测指示生成服务器信号失败指示，与光损坏情景具有相同的后续动作。

由OMS-O路径终端宿侦测到的服务器信号失败将依次导致OCh-O宿的服务器信号失败。在OMS-O适配源中，服务器信号失败将导致受影响的OCh-P信号的侦测指示。在OTS-O路径终端功能没有报告服务器信号失败的情况下，OMS NIM将侦测出OMS-P信号的连续性丢失是可能的。后续的动作与服务器信号失败情况相同。

OCh-O路径终端宿侦测到的服务器信号失败将导致后续的到客户端层的服务器信号失败。服务器信号失败的OCh适配源中的处理是客户端特定的。在OTS-O或OMS-O路径侦测到连续性丢失的情况下，OCh-P路径终端宿将侦测出OMS-P路径的连续性丢失是可能的。后续的动作与服务器信号失败情况相同。

注意在OTN和/或未使用（未点燃的）的OCh层连接中的失败条件能导致下行服务器层路径丢失光载荷（例如，在光纤放大器的输入处的光纤损坏导致光纤链路放大器的输出处的信道丢失）。这将不会导致路径的连续性丢失（例如，在上面的示例中，后随OTS-O路径终端处的信道丢失）。应使用合适的维护信令来阻止这种情况的发生。

连通性监视

连通性监视是指监测源和宿路径终端之间的连接路由的完整性的过程集。

为确保连接建立处理期间，路径终端源和宿之间连接的合适路由，有必要进行连通性监视。而且，为确保在连接激活时维护连通性，需要进行连通性监视。

为进行连通性监视需要如下过程：

- 路径跟踪识别（TTI）

为确保路径终端宿接收到信号起始于所期望的路径终端源，有必要进行TTI。确定下列需求：

- 为确保合适的电缆连接，在OTS_ME中有必要进行TTI。
- 因为在OTS_ME和OMS_ME之间具有一对一的关系，例如，在OMS_ME中的媒体连通性是固定的，在OMS_ME中不需要TTI；因而，OMS-P信道已经由OTS-

O TTI所覆盖。不观察OMS-P信道中的灵活连通性。因为在OCh-P路径和OTU路径之间有一对一的关系，不需要OCh-P层上的TTI。

- 为确保合适的OCh连接，OTU层处有必要进行TTI。
- 为确保合适的ODU层连接，ODU层处的TTI是必要的。

连通性故障的侦测将产生与上面针对特征信息连续性丢失侦测所描述的那些具有相同的后续动作。

维护信息

维护信息是指指示作为部分路径的连接中故障的过程集。在双向路径的下行和上行方向中给出故障指示。

确定4类维护信息过程：

- 前向故障指示（FDI）和告警指示信号（AIS）
- 后向故障指示（BDI）
- 后向差错指示（BEI）
- 开放连接指示（OCI）。

这些过程使得故障定位和单端维护成为可能。

FDI/AIS被用于指示下行流，其上行流故障情况已经被侦测。这允许由于故障悬挂过多的失败报告。

BDI和BEI向远端的路径终端宿发送路径终端宿上的路径状态。BDI和BEI支持双向执行监测的实时需求。

FDI/AIS可应用于ODU、OTU、OCh和OMS。

BDI可应用于ODU、OTU、OMS和OTS。

BEI可应用于ODU和OTU层。

OCI可应用于ODU层。

10.2.2 信号质量监视

信号质量监视是指监测支持路径的连接性能的过程集。

为确定连接的性能，有必要进行信号质量监视。一般过程包括参数测量、采集、滤波和处理。就网络级管理而言，为管理信道和复用信道有必要进行信号质量监视。

通过BIP-8，信号质量监视可应用于ODU和OTU层。

10.2.3 适配管理

适配管理是指管理客户端网络适配到服务器层网络以及服务器层网络适配到客户端网络的过程集。

OTN的适配管理进行如下过程：

- 载荷类型识别（PTI）

为确保客户端层被分配到合适的源和宿ODU/客户端适配建立的连接，该过程是必要的。在源或宿适配侦测到载荷类型标识符不匹配将指示不正确地提供或改变了客户端-ODU服务器层ODU/客户端层适配。ODU/客户端层适配可以包含客户端特定监视过程。这些过程的定义不在本建议书的范围内。

PTI过程仅应用于ODU层。

10.2.4 保护控制

保护控制是指对路径或子网连接提供保护倒换控制的信息和过程集。依据由路径或子网连接监视生成的本地准则，由TMN/OS控制保护交换。另外，依据保护倒换架构，使用自动保护倒换协议（APS），从远程网络元素控制是可能的。

保护过程可应用于ODU、OCh和OMS（如[ITU-T G.798]和ITU-T G.873.x-series中描述的）。注意OMS保护是指按照由OMS-O路径终端接收到的指示结果倒换OMS-P信道。

10.2.5 子网/串联/未使用连接监视

对于ODU层，需要对子网、串联和未使用的连接的监视。10.3和10.4中列出了连接监视技术和应用。

10.2.6 管理通信

与特定OTN层不相关的通用管理通信通过[ITU-T G.7712]中规定的通信网络传送。

10.3 连接监视技术

连接监视是监测OTN的数字层中给定连接完整性的过程。通过侦测和报告对给定连接的连通性和传输性能故障来验证完整性。[ITU-T G.805]规定了4类连接监视技术。

- 固有监测
- 非介入监测
- 介入监测
- 子层监测

通过监测数字OTU信息来提供OCh-P连接的非介入监测。

10.4 连接监视应用

10.4.1 未使用连接的监测

对监测未使用的媒体信道没有机制，因而，任何这类信息必须来自于对网络元素的管理过程。为侦测到媒体信道矩阵的未经意时的启动，OMS-O头必须包括一个频隙是否被占用（OMS复用结构标识符（MSI））的指示。如果在频隙分配状态发生了持续的意想不到的改变，这允许下行网络元素发出告警。

在需要ODU附属是否被占用（ODU MSI）的ODU头指示的ODU层中发生同样的情况。详见[ITU-T G.798]。

10.4.2 连接监测

连接监测希望起角色是表示需要来自连接的其他部分的独立监测的连接的那部分。

OCh-P连接监测可应用于：

- 网络连接，建立层网络的路径；该监测由OCh-P和OTU执行；
- 任何子网连接（OCh-P/OTU的非介入监测）。

ODU连接监测可应用于：

- 网络连接，建立层网络的路径；
- 任何子网连接，建立服务运营者管理域串联连接；
- 任何串联链路连接或链路连接，建立服务请求管理域串联连接或被保护域串联连接；
- 任何链路连接（通过OTU），用于网路维护目的的故障和性能劣化的侦测。

能够为一些嵌套的连接，最大为特定实施建议书（例如，[ITU-T G.709]）所定义的最大级，建立ODU连接监测。ODU连接中包含的每一个运行者/用户能够使用的连接监测级的数量必须在这些运行者和用户之间达成相互的一致。

11 OTN生存性技术

ITU-T G.873.x-系列中描述了生存性技术。

11.1 保护技术

保护应用利用节点之间的预分配的能力。最简单的架构具有1个工作和1个保护能力（1+1）；最复杂的架构具有n个工作和m个保护能力（m:n）。

单向保护被定义为在单向失败事件中仅倒换受影响的流量方向的保护倒换方法。双向保护倒换单向失败事件中的双向流量。

目前支持三类保护架构：路径保护、子网连接（SNC）保护和共享环保护（SRP）：

- OMS-P ME保护，见[ITU-T G.798]。注意OMS_ME保护包括OMS-P信号和OMS-O头的保护。
- OCh SNC保护，见[ITU-T G.798]。注意OCh路径包括OCh-P信号和OCh-O头。这些信号必须在整个OCh SNC范围内得到保护。
- ODU SNC保护，见[ITU-T G.873.1]。
- ODU SRP，见[ITU-T G.873.2]。

11.2 网络复原

光传送网络复原能够复原OCh-P或ODU连接。通常情况下，用于复原的算法包括重路由。重路由的策略不是技术特定的，因而，不在本建议书的范围内。也见[ITU-T G.8080]。

12 OTN的细分

OTN被细分为管理域，也可以被细分为供应商域等。一个域也可以被进一步细分成较小的部分。

12.1 使用黑链路方法的域

[ITU-T G.698.1]和[ITU-T G.698.2]中描述了黑链路方法。这些建议书中使用的规范方法使用“黑链路”方法，该方法意味着仅规定（单信道）光辅助信号的光接口参数。对于像剩余色散、微波和极模式色散一类的黑链路参数由附加的规范提供。该方法使得使用直接波长复用配置的单信道点上横向兼容。然而，它并不使得多信道点上的横向兼容。一系列应用码规定媒体通路、发射机和接收机的兼容性。

黑链路方法可以被用于提供OCh源/宿对之间的OCh网络连接。网络媒体信道支持OCh网络连接，网络媒体信道由OCh-P源和OCh-P宿中止，这些构件中的每一个均可以由不同的供应商提供，但是必须在单个网络运营者的域中。黑链路方法被用于控制光损伤；不直接与OTN网络的细分相关。

黑链路方法提供媒体通路，该媒体通路是为特定OCh预先保证的，同时其唯一的客户端是域内OCh。黑链路由OCh-P终端终止（使其成为承载OCh网络连接的通路），它并没有任何终端可见的内部结构。终端可以由不同的维护域通过该网络控制通路进行控制。见图12-1。

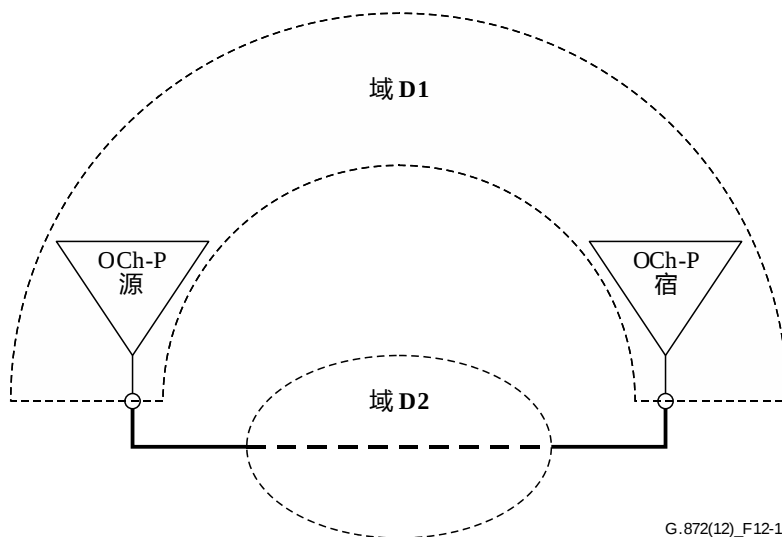


图12-1 – 黑链路

这些域被认为是OAM不相交（例如，它们的运行支撑系统不能互操作。）在域D2边缘的OMS维护实体组端点可以为网络媒体信道提供者提供OAM，但是不覆盖D1和D2之间的连接。同样，注意域D1不能看见网络媒体信道结构，同样不能使用黑链路方法控制光损伤构建新网络媒体信道。域D1和D2之间的接口不是OTN兼容的。[ITU-T G.709]中不规定它们，同时也不支持针对第10章描述的OCh路径的告警管理、故障侦测和故障隔离能力。

黑链路方法的网络示例见附录III。

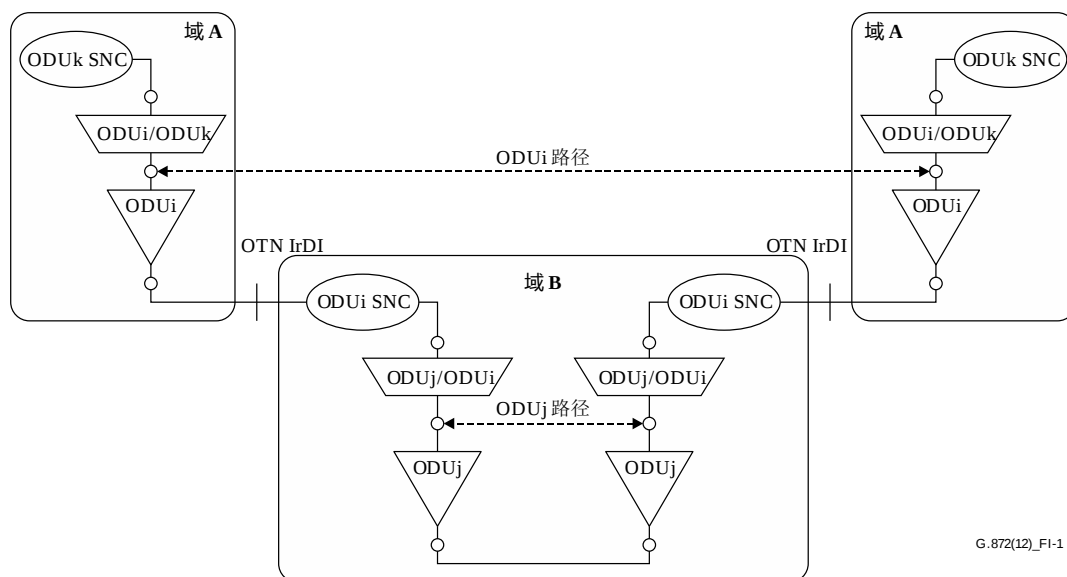
附录I

多域OTN应用示例

（本附录不构成本建议书的整体部分）

本附录提供多域OTN应用的示例。

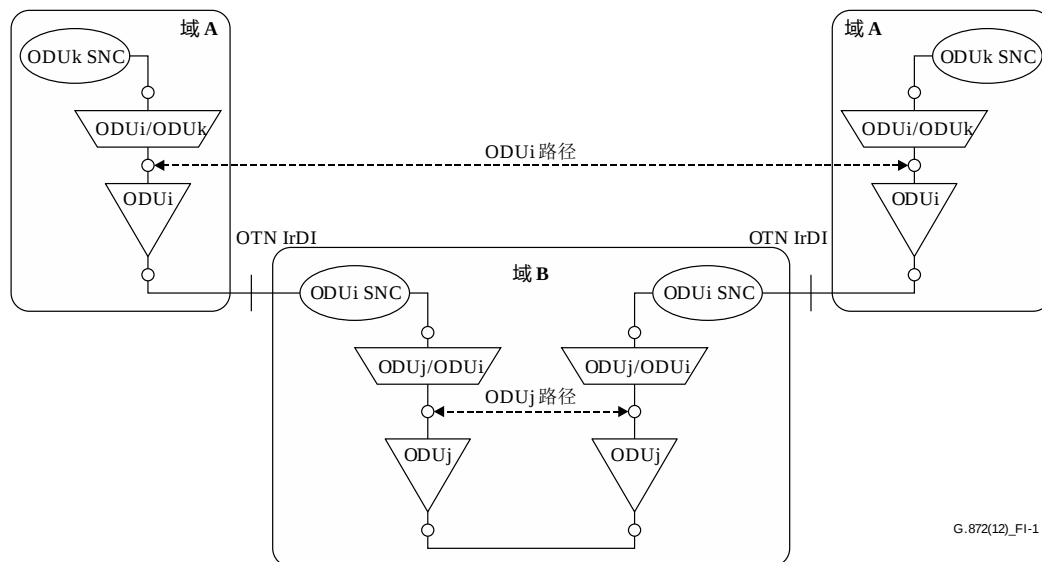
图I.1示出了通过另一个域（域B）实现两个不相交的域（域A）的互联。域A已经从域B请求了ODUi服务。从域A的角度看，该ODUi服务是HO ODUi，承载多个LO ODUk信号。从域B的角度看，该相同的ODUi服务是LO ODUi，其端点在域B的域外。在域B的网络中，LO ODUi在HO ODUp上承载。



G.872(12)_FI-1

图I.1 – 多域OTN场景

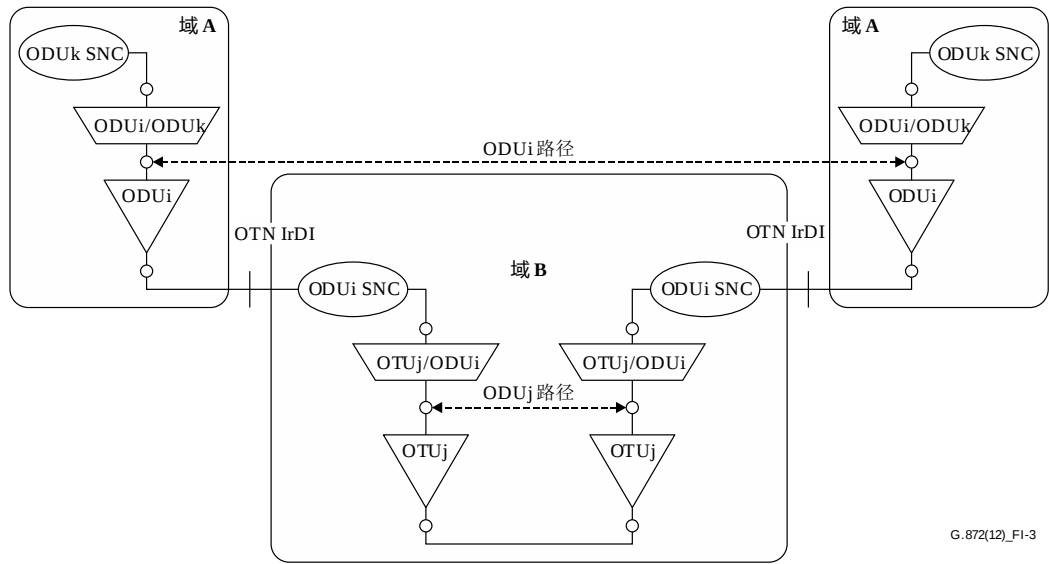
图I.2示出了具有附加TCM功能的上面的场景。



G.872(12)_FI-1

图I.2 – 多域OTN场景2

图I.3示出了作为域B中的客户端ODUj在域B中的OTUj上直接承载的域A的服务器ODUi的场景。



G.872(12)_FI-3

图I.3 – 多域OTN场景3

附录II

光信道连接的构建

(本附录不构成本建议书的整体部分)

本附录描述网络媒体信道建立累积拓扑实体构建的规则。该描述主要集中于光谱配置实体并不讨论建立所有的必要的维护实体。初始拓扑是一系列光纤连接的媒体信道矩阵。有效的媒体信道由矩阵周围的滤波器的颗粒度决定。在某些情况下，可以配置颗粒度。

建立媒体信道矩阵连接是为了建立连接矩阵子集的媒体信道的新拓扑。管理上，分配给新媒体信道的光谱能力是整个光纤能力移出的。通过进一步的滤波器配置，媒体信道能力能够再被从管理上分配给较小的媒体信道。

下一步是建立跨事先构建的拓扑的网络媒体信道。当媒体矩阵信道申请穿过事前建立的媒体矩阵信道中的一个矩阵时，不需要配置矩阵的相关动作；然而，请求应被验证与现有的媒体矩阵信道不同。当新信道请求跨过未配制的矩阵时，媒体矩阵信道必须被建立。在两种情况下，必须在网络元素上建立OCh-O OAM前转关系，以便于可以正确地前转OCh-O无相关头。当在不同的时间出现配置OAM前转和倒换网路媒体信道时，单一配置请求将很可能同时执行OAM和媒体矩阵操作。

目前网络媒体信道穿越网络存在，OCh-P信号目前能够被发送并且任何无关的头将被前转到OCh-O宿。

注意，该描述引用需要管理网络中资源使用的信息。并没有包含该信息在网络中的位置的暗示。

附录III

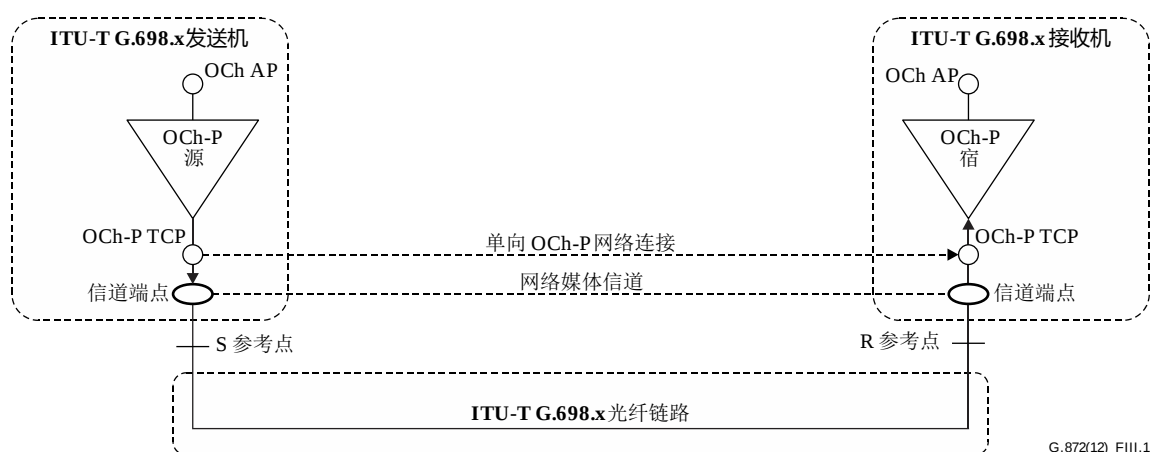
黑链路方法使用的示例

（本附录不构成本建议书的整体部分）

[ITU-T G.698.1]和[ITU-T G.698.2]中描述了发送机、接收机和光纤链路的兼容性的规范黑链路方法。

“黑链路”方法为DWDM光纤信号提供单一信道光纤接口规范。为黑链路参数，如剩余色散、微波和极模式色散等提供附录的规范。该方法使得直接使用波长复用配置的单一信道点处横向兼容。然而，它不能使多信道点上的横向兼容。规定横向兼容的黑链路方法的使用需要配置发送机（OCh-P_TT源）、接收机（OCh-P_TT宿）和光纤链路（网络媒体信道）支持相同的应用码¹⁷。

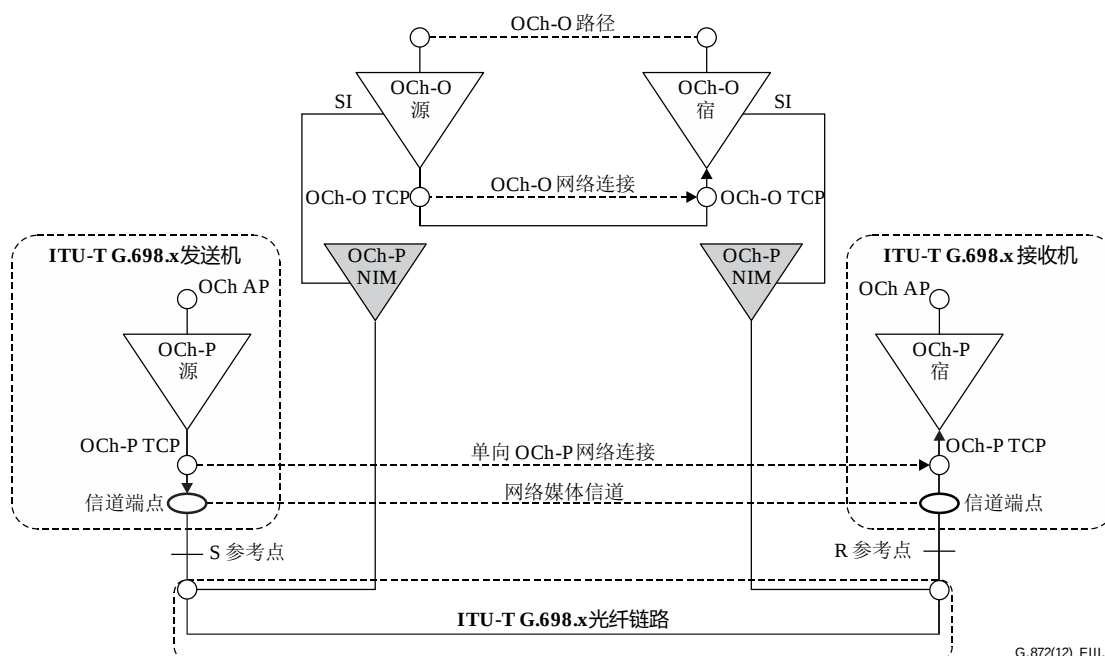
图III.1示出了使用黑链路方法的单向OCh-P网络连接的示例。



图III.1 – 使用黑链路方法的单向OCh网络连接

如图III.2所示，使用OCh-P NIM在光纤链路的光纤边缘监测OCh-P信号是可能的。若示例中OCh-P NIMs、OMS_ME和OTS_ME应用于光纤链路，可以支持性能劣化的监测（见第10章）。[ITU-T G.698.1]和[ITU-T G.698.2]中规定的S和R参考点规定OCh-P参数。不为OCh-O提供接口规范。如图III.2中所示，不支持第10章描述的对OCh路径的告警管理、故障侦测和故障隔离能力，所需要的信息无效。

¹⁷ [ITU-T G.698.1] 和 [ITU-T G.698.2]中规定了应用码。



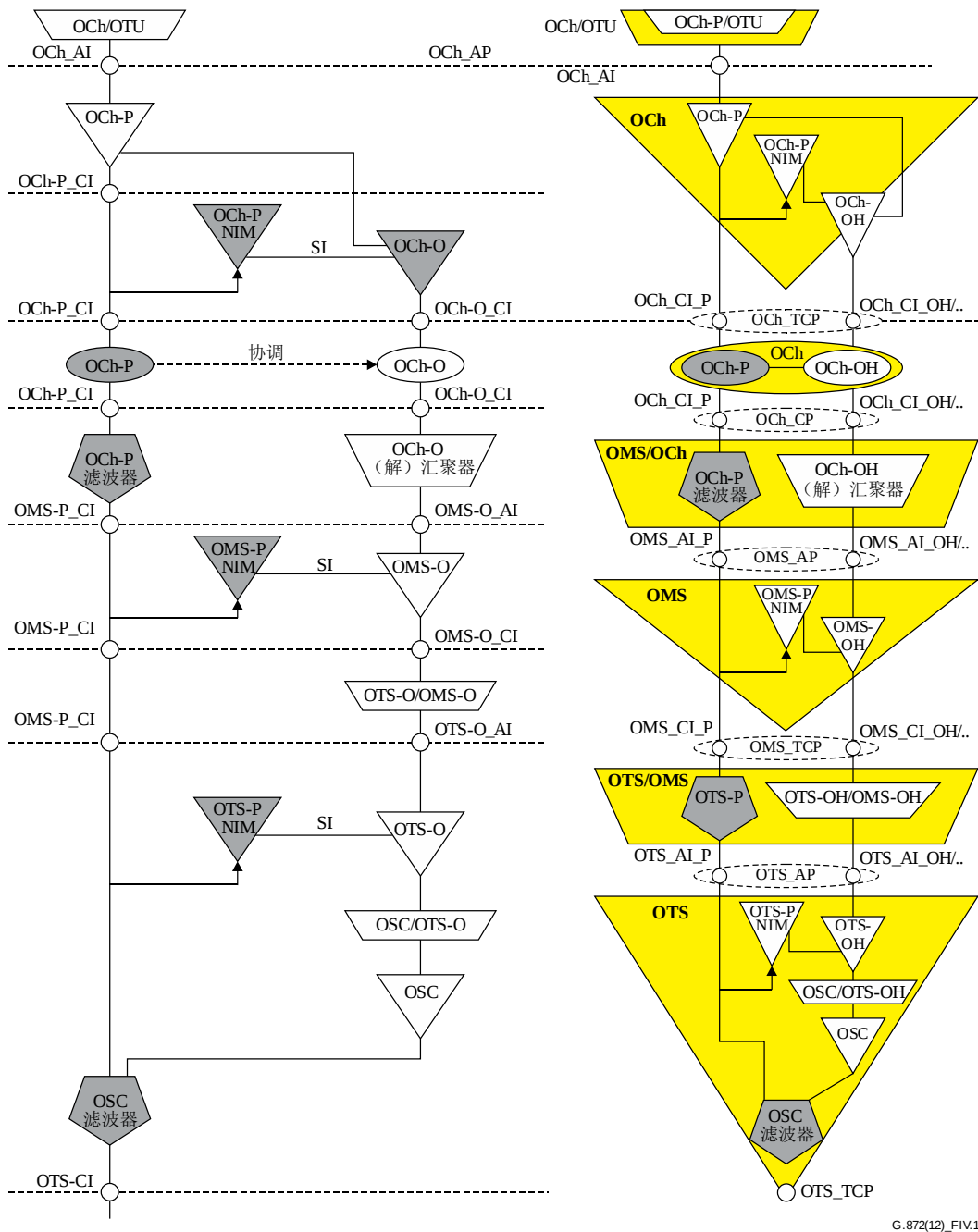
图III.2 – 将黑链路方法用于被监测的光链路的单向OCh网络连接

附录IV

ITU-T G.872和ITU-T G.798建议书之间的关系

(本附录不构成本建议书的整体部分)

该附录描述了本建议书提供的模型和[ITU-T G.798]中描述的现有功能和过程之间的关系。图IV.1示出了支持可配置的媒体元素和采用较单一OCh-P大的颗粒度管理媒体的能力对本建议书的附加内容对[ITU-T G.798]规定的过程没有影响。



G.872(12)_FIV.1

图IV.1 – ITU-T G.872和ITU-T G.798之间的关系

注意右手（ITU-T G.798）列中的参考点是信号和OAM通路中的参考。ITU-T G.798的参考点以点示出，其中包含有两个构件。

ITU-T系列建议书

A 系列	ITU-T 工作的组织
D 系列	一般资费原则
E 系列	综合网络运行、电话业务、业务运行和人为因素
F 系列	非话电信业务
G 系列	传输系统和媒质、数字系统和网络
H 系列	视听及多媒体系统
I 系列	综合业务数字网
J 系列	有线网络和电视、声音节目及其它多媒体信号的传输
K 系列	干扰的防护
L 系列	电缆和外部设备其它组件的结构、安装和保护
M 系列	电信管理，包括 TMN 和网络维护
N 系列	维护：国际声音节目和电视传输电路
O 系列	测量设备的技术规范
P 系列	电话传输质量、电话设施及本地线路网络
Q 系列	交换和信令
R 系列	电报传输
S 系列	电报业务终端设备
T 系列	远程信息处理业务的终端设备
U 系列	电报交换
V 系列	电话网上的数据通信
X 系列	数据网、开放系统通信和安全性
Y 系列	全球信息基础设施、互联网协议问题和下一代网络
Z 系列	用于电信系统的语言和一般软件问题