

国际电信联盟

ITU-T G.8113.2/Y.1372.2

国际电信联盟
电信标准化部门

(11/2012)

G系列：传输系统和媒质、数字系统和网络

经传送网的分组网概况 – 经传送网的MPLS概况

Y系列：全球信息基础设施、互联网的协议问题和
下一代网络

互联网的协议问题 – 传送

**使用为多协议标签交换 (MPLS) 定义的工具
进行的MPLS-TP网络的操作、管理
和维护机制**

ITU-T G.8113.2/Y.1372.2 建议书

ITU-T

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
传输媒质和光学系统的特性	G.600-G.699
数字终端设备	G.700-G.799
数字网	G.800-G.899
数字段和数字线路系统	G.900-G.999
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
经传送网的数据 – 一般概况	G.7000-G.7999
包传输概况	G.8000-G.8999
经传送网的以太网概况	G.8000-G.8099
经传送网的MPLS概况	G.8100-G.8199
质量与可用性指标	G.8200-G.8299
服务管理	G.8600-G.8699
接入网络	G.9000-G.9999

欲了解更详细信息，请查阅ITU-T建议书目录。

ITU-T G.8113.2/Y.1372.2 建议书

使用为多协议标签交换（MPLS）定义的工具进行的 MPLS-TP网络的操作、管理和维护机制

摘要

ITU-T G.8113.2/Y.1372.2 建议书规定了基于为用于 MPLS-TP 网络数据平面 OAM（操作、管理和维护）的 MPLS 定义的工具而设计的 OAM 机制。它还规定了 MPLS-TP OAM 包字段的 MPLS-TP OAM 包格式、句法和语义。本建议书中规定的 OAM 机制假设以同样的方式前转 MPLS-TP 用户包和 MPLS-TP OAM 包。

沿革

版本	建议书	批准日期	研究组
1.0	ITU-T G.8113.2/Y.1372.2	2012-11-20	15

前言

国际电信联盟（ITU）是从事电信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，国际电联尚未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：<http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>。

© 国际电联 2014

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	定义	2
3.1	其他地方定义的术语	2
3.2	本建议中定义的术语	3
4	缩写和首字母缩略语	3
5	惯例	4
6	功能组件	5
6.1	维护实体 (ME)	5
6.2	维护实体组 (MEG)	5
6.3	MEG端点 (MEP)	5
6.4	MEG中介点 (MIP)	7
7	OAM功能.....	9
7.1	确定来自用户业务包的OAM包.....	9
7.2	OAM功能规范.....	9
8	OAM PDU格式.....	14
8.1	连续性检查和连接认证	14
8.2	传输平面环回格式	14
8.3	告警指示信号 (AIS) 和链路下行显示 (LDI) 格式.....	14
8.4	锁定显示 (LI) 和锁定报告 (LKR) 格式	14
8.5	测试 (TST) 格式.....	14
8.6	损耗测量消息/损耗测量回复 (LMM/LMR) 格式.....	15
8.7	单向延迟测量 (IDM) 格式.....	15
8.8	延迟测量消息/延迟测量回复 (DMM/DMR) 格式.....	15
8.9	客户机信号故障 (CSF) 格式.....	15
8.10	实验性OAM消息/实验性OAM回复 (EXM/EXR) 格式	15
8.11	管理通信信道和信令通信信道格式.....	15
9	MPLS-TP OAM程序	15
9.1	连续性检查和连接认证	15
9.2	传输层环回程序	15
9.3	告警指示信号 (AIS) 程序和链路下行显示 (LDI) 程序.....	16
9.4	锁定显示 (LI) 和锁定报告 (LKR) 程序	16
9.5	测试 (TST) 程序.....	16

9.6	损耗测量消息/损耗测量回复 (LMM/LMR) 程序.....	16
9.7	单向延迟测量 (1DM) 程序.....	16
9.8	延迟测量消息/延迟测量回复 (DMM/DMR) 程序.....	16
9.9	客户机信号故障 (CSF) 程序.....	16
附录 I	— MPLS-TP网络情形.....	17
I.1	MEG嵌套示例.....	17
附录 II	— 需求跟踪.....	18
参考资料	20

ITU-T G.8113.2/Y.1372.2 建议书

使用为多协议标签交换（MPLS）定义的工具进行的 MPLS-TP网络的操作、管理和维护机制

1 范围

本建议书规定了基于IETF意见征询中为MPLS定义的工具而设计的OAM机制。为满足[IETF RFC 5860]规定的MPLS-TP OAM要求，建议书规定了MPLS-TP网络数据平面OAM（操作、管理和维护）机制。建议书亦规定了MPLS-TP OAM包格式、MPLS-TP OAM包字段的句法和语义。

本建议书中规定的OAM机制假设以同样的方式前转MPLS-TP用户包和MPLS-TP OAM包。在传输网络中使用同路由双向点对点连接，OAM返程路径永远在带内。

本建议书规定了使用与其他传输技术（如SDH、OTN和以太网）所使用方法相同的MPLS-TP技术的表述法¹。

2 参考文献

下列ITU-T建议书和其他参考文献的条款，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均会得到修订，本建议书的使用者应查证是否有可能使用下列建议书或其他参考文献的最新版本。当前有效的ITU-T建议书清单定期出版。本建议书引用的文件自成一体时不具备建议书的地位。

- [ITU-T G.805] ITU-T G.805建议书（2000年），传输网络的通用功能架构。
- [ITU-T G.806] ITU-T G.806建议书（2004年），传输设备的特点-描述方法和通用功能。
- [ITU-T G.7712] ITU-T G.7712建议书（2010年），数据通信网络的架构和规范。
- [ITU-T G.8010] ITU-T G.8010/Y.1306建议书（2004年），以太网层网络的架构，附加修正案1（2006年）和修正案2（2010年）。
- [ITU-T G.8110.1] ITU-T G.8110.1/Y.1370.1建议书（2011年），MPLS传输概要文件（MPLS-TP）层网络的架构。
- [IETF RFC 3692] IETF RFC 3692 (2004), *Assigning Experimental and Testing Numbers Considered Useful*.
- [IETF RFC 4379] IETF RFC 4379 (2006), *Detecting Multi-Protocol Label Switched (MPLS) Data Plane Failures*.
- [IETF RFC 5226] IETF RFC 5226 (2008), *Guidelines for Writing an IANA Considerations Section in RFCs*.
- [IETF RFC 5586] IETF RFC 5586 (2009), *MPLS Generic Associated Channel*.
- [IETF RFC 5654] IETF RFC 5654 (2009), *Requirements of an MPLS Transport Profile*.

¹ 本ITU-T建议书旨在与其进行规范性参考的IETF MPLS RFC保持一致。

- [IETF RFC 5718] IETF RFC 5718 (2010), *An In-Band Data Communication Network For the MPLS Transport Profile*.
- [IETF RFC 5860] IETF RFC 5860 (2010), *Requirements for OAM in MPLS Transport Networks*.
- [IETF RFC 5881] IETF RFC 5881 (2010), *Bidirectional Forwarding Detection (BFD) for IPv4 and IPv6 (Single Hop)*.
- [IETF RFC 5884] IETF RFC 5884 (2010), *Bidirectional Forwarding Detection (BFD) for MPLS Label Switched Paths (LSPs)*.
- [IETF RFC 5921] IETF RFC 5921 (2010), *A Framework for MPLS in Transport Networks*.
- [IETF RFC 6215] IETF RFC 6215 (2011), *MPLS Transport Profile User-to-Network and Network-to-Network Interfaces*.
- [IETF RFC 6370] IETF RFC 6370 (2011), *MPLS Transport Profile (MPLS-TP) Identifiers*.
- [IETF RFC 6371] IETF RFC 6371 (2011), *Operations, Administration and Maintenance Framework for MPLS-based Transport Networks*.
- [IETF RFC 6374] IETF RFC 6374 (2011), *Packet Loss and Delay Measurement for MPLS Networks*.
- [IETF RFC 6375] IETF RFC 6375 (2011), *A Packet Loss and Delay Measurement Profile for MPLS-based Transport Networks*.
- [IETF RFC 6423] IETF RFC 6423 (2011), *Using the Generic Associated Channel Label for Pseudowire in the MPLS Transport Profile (MPLS-TP)*.
- [IETF RFC 6426] IETF RFC 6426, *MPLS On-Demand Connectivity Verification and Route Tracing*.
- [IETF RFC 6427] IETF RFC 6427, *MPLS Fault Management Operations, Administration, and Maintenance (OAM)*.
- [IETF RFC 6428] IETF RFC 6428, *Proactive Connectivity Verification, Continuity Check and Remote Defect Indication for the MPLS Transport Profile*.
- [IETF RFC 6435] IETF RFC 6435, *MPLS Transport Protocol Lock Instruct and Loopback Functions*.

3 定义

本建议书提出了一些有关OAM功能网络组件需探讨的术语。这些定义符合ITU-T G.805建议书的定义。

3.1 其他地方定义的术语

本建议使用下列其他地方定义的术语：

3.1.1 defect 缺陷： 见[ITU-T G.806]。

3.1.2 failure 故障： 见[ITU-T G.806]。

3.1.3 MPLS transport profile MPLS传送概要文件[b-ITU-T G.8113.1]：一些MPLS功能用来支持分组传送业务和网络操作。

3.2 本建议中定义的术语

无。

4 缩写和首字母缩略语

本建议书使用以下缩写和首字母缩略语：

1DM	单向延迟测量
A	适配功能
ACH	相关信道字头
AIS	告警指示信号
BFD	双向前转检测
C	客户
CC	连续性检查
CSF	客户机信号故障
CV	连通认证
DM	延迟测量
DMM	延迟测量消息
DMR	延迟测量回复
DT	诊断测试
EXM	实验性OAM消息
EXP	实验
EXR	实验性OAM回复
G-ACh	一般性相关信道
GAL	G-ACh标签
IANA	互联网域名分配管理机构
IETF	互联网工程任务组
IP	互联网协议
LCK	锁定信号
LER	标签边缘路由器
LI	锁定指示
LKR	锁定报告
LM	损耗测量
LMM	损耗测量消息
LMR	损耗测量回复
LOC	丢失连续性
LSP	标签转换路径
LSR	标签转换路由器

MCC	管理通信信道
ME	维护实体
MEG	维护实体组
MEL	MEG水平
MEP	MEG端点
MIP	MEG中介点
MMG	不当合并
MPLS	多协议标签交换
MPLS-TP	MPLS传送概要文件
N	网络
NE	网元
OAM	操作、管理和维护
OTN	光传输网络
PDU	协议数据单位
PSN	分组交换网络
PW	伪线
RDI	远端缺陷显示
RFC	意见征询
SCC	信令通信信道
SDH	同步数字体系结构
Sk	宿
So	源
SPME	子路径维护实体
SSF	服务器信号故障
TCM	中继连接监测
TTL	生存周期
UNI	用户网络接口
UNM	预料外MEP
UNP	预料外时段

5 惯例

维护实体（ME）组（MEG）端点（MEP）和MEG中介点（MIP）复合功能的图形惯例见[ITU-T G.8010]。

6 功能组件

6.1 维护实体 (ME)

维护实体 (ME) 可被看作两个MEG端点 (MEP) 之间的结合。这些端点对网络连接或汇接连接进行维护和监测操作。

在同路由双向点对点连接中, 规定一个双向ME同时监测两个方向。

6.2 维护实体组 (MEG)

维护实体组 (MEG) 是由属于相同连接的一个或多个ME组成的, 作为一个组得到维护和监测。

6.2.1 中继连接监测

中继连接监测 (TCM) 可用[IETF RFC 6371]所述子路径维护实体 (SPME) 的示例作为支持, 它与所监测的连接具有1比1的关系。SPME之后使用常规LSP监测得到监控。

当SPME在非临近节点之间建立后, SPME边缘在客户机子层网络相互临近, 之前处于节点之间的中介节点便成为SPME的中介节点。

TCM可以套放, 但不可重叠。

6.3 MEG端点 (MEP)

MEG端点 (MEP) 标志着负责启动和终接用于故障管理和性能监测的OAM包的MEG的终止点。

MEP可启动OAM包向相应的对等MEP的传送, 或向作为MEG组成部分的中介MIP的传送。

由于MEP对应于相关(子)层MEG前转路径的终点, OAM包在配置适当的无差错实施中从来不会漏出MEG。

MEP可能是节点MEP或接口MEP。

节点MEP位于节点内。在相同节点内的相同MEG内没有其它MEG中介点(MIP)或MEP。

接口MEP是位于节点内具体接口的MEP。特别需要提到的是, 节点MEP根据相对连接功能的位置²称为“上MEP”或“下MEP”, 见图6-1。

注 — 一个MEG可能设置两个UP-MEP, 连接功能每端一个, 使MEG完全置于节点内。

² 连接功能在[IETF RFC 6371]中被称为前转引擎。

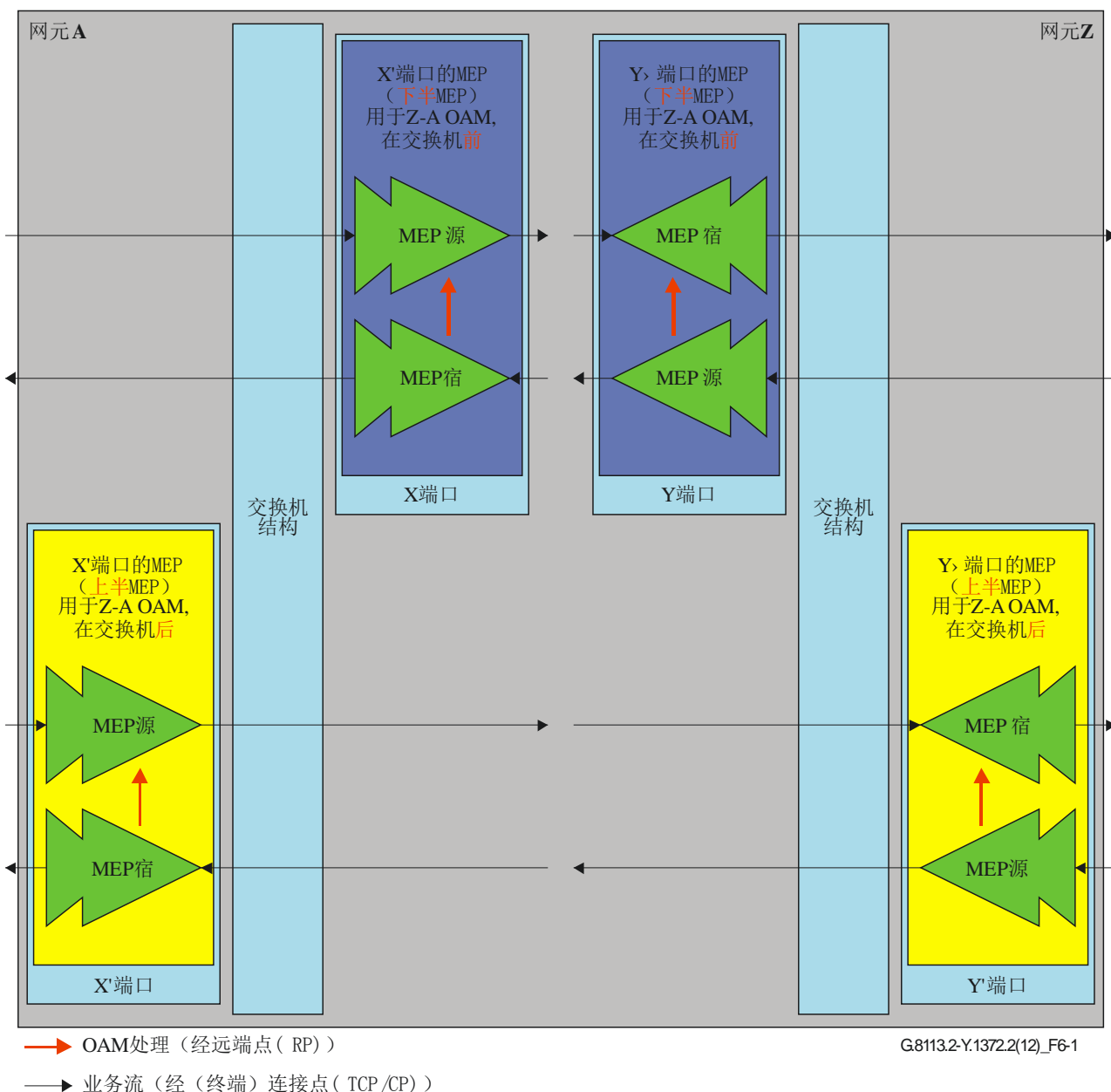


图6-1 – 上/下MEP

在上图6-1中，通过NE-A X接口端口的传输实体是一个下MEP。同样，NE-Z Y接口端口的MEP也是一个下MEP。请注意，接口端口可支持多个传送实体。在此图中，只显示了一个传送实体。为简化，将两个MEP分别称为MEP_{AX}和MEP_{ZY}。如果这两个MEP属于同一个MEG（即相互对等），从MEP_{AX}到MEP_{ZY}的OAM流（如环回OAM包）将通过MEP_{ZY}处理（环回），NE-Z连接功能不在此OAM流中。同样，从MEP_{ZY}到MEP_{AX}的OAM包将通过MEP_{AX}处理，不对NE-A连接功能进行经转。

在上图6-1中，通过NE-A接口端口X'的传输实体是一个上MEP。同样，NE-Z接口端口Y'的MEP也是一个上MEP。如果这两个MEP（MEP_{AX'}和MEP_{ZY'}）属于同一个MEG，从MEP_{AX'}到MEP_{ZY'}的OAM包（如环回包）将通过NE-Z的连接功能穿越，之后得到MEP_{ZY'}的处理，因此NE-Z的连接功能包含在此OAM流中。同样，从MEP_{ZY'}到MEP_{AX'}的OAM包将得到MEP_{AX'}的处理，并对NE-A连接功能进行经转。

详情见[IETF RFC 6371]第3.3节。

6.4 MEG中介点 (MIP)

MEG中介点 (MIP) 是一个MEG内两个MEP之间的中介点，能够对一些OAM包做出响应并前转所有其它OAM包，同时确保与用户平面的间插。

一个MIP无法启动推介性OAM包，但可得到MEG的一个MEP启动的OAM包的处理。一个MIP仅在响应发送到所属的MEG的OAM包时生成OAM包。

MIP对MEP之间或MEP与其它MIP之间运行的OAM流是不可知的。MIP只能接收或处理向它发送的OAM包。

MIP可能是一个节点MIP，或是一个接口MIP。

节点MIP是位于节点内的MIP。相同节点的相同MEG内没有其它MIP或MEP。

接口MIP是节点接口上的MIP，与连接功能³无关。MIP可与MEG一起处于任何节点的接口入口或接口出口。

具有接口上MEP的MEG边缘节点还可支持连接功能另一端的接口MIP，见图6-2。

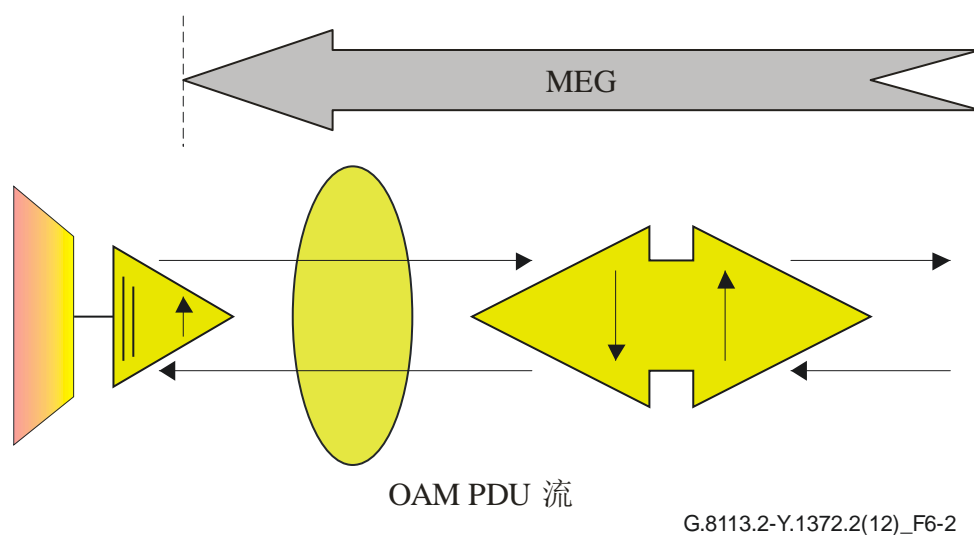


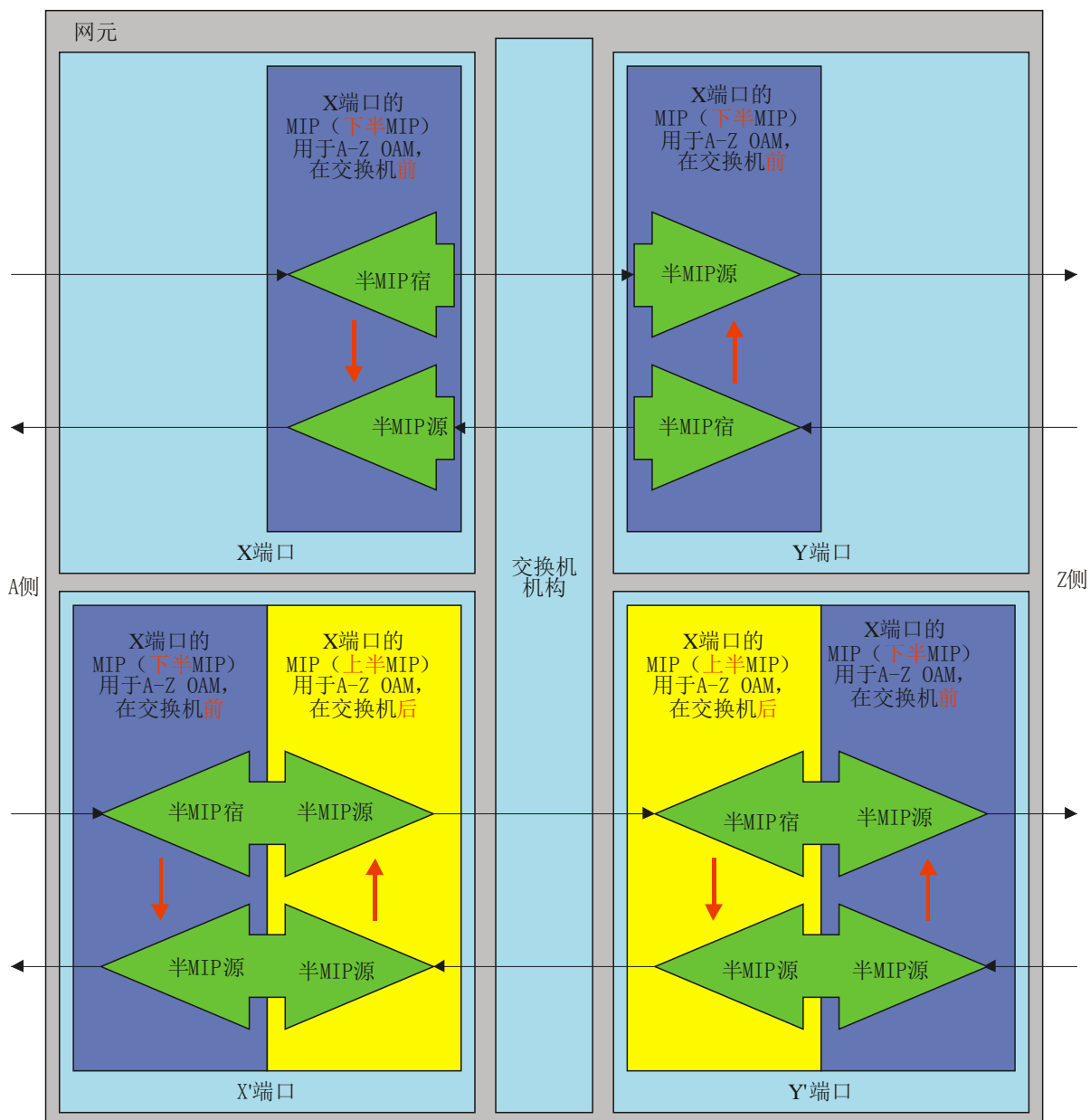
图6-2 – 接口上MEP和MEG边缘节点中的MIP

MEG内中介节点可：

- 支持节点MIP（即节点内非确定位置的节点单一MIP）；或
- 支持接口MIP（即节点两个MIP，前转引擎每端一个，用于共同选择路由的点对点双向连接）。

根据[ITU-T G.8110.1]，MIP在功能上确定为两个背对背半MIP，如图6-3所示。

³ 连接功能在[IETF RFC 6371]中被称为前转引擎。



G.8113.2-Y.1372.2(12)_F6-3

- OAM处理流 (经远端点 (RP))
- 业务流 (经(终端)连接点) (TCP/CP)

图6-3 – 上/下半MIP

在上图6-3中， MEP_{AX} 在NE A侧的接口端口X上， MIP_{ZY} 位于NE Z侧接口端口Y上， $MEP_{AX'}$ 在NE A侧接口端口X'上，而 $MIP_{ZY'}$ 在NE Z侧接口端口Y'上。

MIP_{AX} 是一个下半MIP。它可以对来自A侧的OAM流做出响应并以其为目标。它无法对来自Z侧的OAM流做出响应（即使以其为目标）。

MIP_{ZY} 是一个下半MIP。它可对来自Z侧OAM流做出响应并以此为目标。它无法对来自A侧的OAM流做出响应（即使以其为目标）。

$MEP_{AX'}$ 是一个全MIP，它包括一个下半MIP和一个上半MIP。它可以对来自A侧的OAM流做出响应并以此为目标。它还可以对来自Z侧的OAM流做出回应，并穿越连接功能。

MIP_{ZY}是一个全MIP，它包括一个下半MIP和一个上半MIP。它可以对来自Z侧的OAM流做出响应并以此为目标。它还可对来自A侧并以A侧为目标的OAM流做出响应并穿越连接功能。

详情见[IETF RFC 6371]第3.4节。

7 OAM功能

[IETF RFC 5654]和[RFC 5860]规定了MPLS-TP OAM的要求。附录 II 包含一个显示这些要求间映射关系以及本条款所描述OAM功能的表格。

7.1 确定来自用户业务包的OAM包

为确保适当的操作控制，MPLS-TP网元交换与用户业务包采用完全相同路径的OAM包，也就是说，OAM包将以完全相同的方式得到前转（如间插模式）。这些OAM包可利用[IETF RFC 5586]规定的G-ACh和GAL结构与用户业务包区分开来。

G-ACh是有关各节、LSP和PW的一般性相关控制信道机制，通过该机制可以交换OAM和其他控制消息。

GAL是向LER/LSR通报相关信道字头（ACH）在堆栈底部后出现的基于标签的例外机制。

TTL到期是另外一个例外机制，向中介LSR通报需要处理的OAM包的出现。

7.1.1 G-ACh

MPLS-TP一般性相关信道（G-ACh）的操作见[IETF RFC 5921]第3.6节，[IETF RFC 5586]给出了它的定义。

如[IETF RFC 5586]定义的，通过IETF共识过程分配相关信道字头的信道类型。IETF共识过程的定义见[IETF RFC 5226]，该过程被称为“IETF审议”。

在未分配情况下，大量实验G-Ach信道被用于产品开发的实验；详情请参考[IETF RFC 3692]。

注一 除依据IANA分配[b-IANA PW Reg]外，不建议使用G-Ach信道类型。

7.1.2 GAL

GAL用法的定义见[IETF RFC 5586]第4.2节和[IETF RFC 6423]第3节。

7.2 OAM功能规范

表7-1/G.8113.2概述了 MPLS-TP OAM功能、使用的协议和相应的IETF RFCs。使用G-ACh传送所有控制信息。这些信息的功能处理见[b-ITU-T G.8121.2]。

表7-1 – OAM功能

故障管理（FM）OAM功能			
主动FM OAM功能	OAM功能	协议定义	IETF RFC
	连续性检查（CC）	双向前转检测（BFD）扩展	[IETF RFC 6428]
	连接认证（CV）	双向前转检测（BFD）扩展	[IETF RFC 6428]
	远端缺陷显示（RDI）	CC/CV信息中的标志	[IETF RFC 6428]
	告警显示信号（AIS）	AIS信息	[IETF RFC 6427]
	链路下行显示（LDI）	AIS信息中的标志	[IETF RFC 6427]
	锁定报告（LKR）	LKR信息	[IETF RFC 6427]
按需FM OAM功能	连接认证（CV）	LSP Ping扩展	[IETF RFC 6426]
	路由跟踪（RT）	LSP Ping扩展	[IETF RFC 6426]
	传输平面环回	管理控制	[IETF RFC 6435]
	锁定显示（LI）	带内锁定指示信息	[IETF RFC 6435]
性能管理（PM）OAM功能			
主动PM OAM功能 与 按需PM OAM功能	OAM功能	协议定义	IETF RFC
	包丢失测量（LM）	LM和DM查询信息	[IETF RFC 6374]
	包延迟测量（DM）	LM和DM查询信息	[IETF RFC 6375]
	通量测量	LM支持	
	延迟变化测量	DM支持	

7.2.1 用于故障管理的OAM功能

7.2.1.1 用于故障管理的主动OAM功能

7.2.1.1.1 连续性检查和连接认证

使用双向前转检测（BFD）控制包来支持CC/CV OAM功能。

源MEP以配置速率定期发送BFD控制包。MEP槽监测以配置速率到达的这些BFD控制包，并检测丢失连续性（LOC）的缺陷。

以下连接认证缺陷也是使用CV信息检测到的：

- a) 不当合并（MMG）：两个MEG之间的意外连接；
- b) 预料外MEP（UNM）：MEG内部与预料外MEP的意外连接；

以下不当配置缺陷也是使用CC/CV功能发现的：

- a) 预料外时段（UNP）：收到BFD控制包的时段字段值不同于配置的CC/CV OAM包速率。

CC/CV主要用于故障管理、性能监测，以及触发保护转换。MEP定期在配置的传输时段发送BFD控制包。在传送网络中，定义了CC信息的以下默认传输时段：

- a) 3.33 ms：用来保护转换应用（传输速率为300包/秒）的默认传输时段
- b) 100 ms：用于性能监测应用（传输速率为10包/秒）的默认传输时段
- c) 1 s：用于故障管理应用（传输速率为1包/秒）的默认传输时段

CV 信息使用1秒的默认传输时段。

其他CC/CV传输时段不包括在内。有关周期性的讨论见[IETF RFC 6371]。

有关主动连续性检查和连接认证的BFD程序详细信息见[IETF RFC 6428]第3节。

7.2.1.1.2 远端缺陷显示

在本建议书中，RDI被规定用于双向连接而且与主动CC/CV启动有关。将进一步研究用于其他连接类型的RDI。

双向前转检测（BFD）控制包的使用支持RDI OAM功能。

RDI是由MEP向其对等MEP发出的指示，表示存在信号故障条件。当MEP发现信号故障条件时，设定BFD控制包的诊断场，向其对等MEP传送[IETF RFC 6428]第5节中规定的某项值。具体值取决于信号故障的起因。

[IETF RFC 6428]第3.2节和3.7节中描述了设定BFD信息中诊断码的详细程序。

7.2.1.1.3 告警显示

该功能主要用来抑制在服务器（子）层发现缺陷条件后的下游告警。服务器（子）层MEP检测到LOC或SSF而导致生成带有AIS信息的OAM包，该信息前转至客户（子）层中的下游MEP，从而抑制客户（子）层中的次要告警（LOC等）。

当服务器层检测到出现故障时，就会在AIS信息中设定一个链路下行指示（LDI）标志。

[IETF RFC 6427]第2.2、2.3和6节定义了发送AIS信息和设定LDI标志（L-Flag）的程序。

7.2.1.1.4 锁定信号

锁定报告（LKR）功能用来向客户（子）层MEP沟通服务器（子）层MEP的行政锁定和相应的数据业务前转在客户（子）层的中断。它允许接收具有LCK信息的客户（子）层MEP区分缺陷条件和服务器（子）层MEP的行政锁定行动。发送LKR信息的细节见[IETF RFC 6427]。

7.2.1.1.5 客户信号故障（CSF）

需进一步研究。

7.2.1.2 用于故障管理的按需OAM功能

7.2.1.2.1 连接认证

LSP-Ping[IETF RFC 4379]是一个用于MPLS LSP的OAM机制。对LSP-Ping的包括MPLS-TP LSPs的扩展，见[IETF RFC 6426]。它描述了如何按照[IETF RFC 5860]的要求和[IETF RFC 6371]详细规定将LSP-Ping用于MPLS-TP LSPs的按需连接认证（CV）和路由追踪功能。

在特定的MPLS-TP部署场景中，IP地址机制可能不可用或者可能更倾向于使用某种非IP封装形式进行按需CV和路由追踪。在此种情景中，应使用[IETF RFC 6426]第1.3和3.3节中规定的ACH，在没有IP地址的情况下操作按需CV和/或路由追踪功能。

IETF RFC 6426]第1.2、第1.3和第3节规定了按需CV的程序。[IETF RFC 6426]第1.2、第1.3和第4节规定了按需路由追踪的程序。

7.2.1.2.2 诊断测试

需进一步研究。

7.2.1.2.3 传输层环回

管理平面控制着传输平面回路功能。详细信息见[IETF RFC 6435]第4节。

7.2.1.2.4 锁定显示

锁定显示功能使用[IETF RFC 6435]中定义的锁定指示信息从一直由管理或控制功能锁定的MEP向其对等MEP传达如下信息，即对等MEP应以管理方式进入锁定状态。

预计管理或控制功能将锁定MEG中的所有MEP。

7.2.2 用于性能监测的OAM功能

7.2.2.1 用于性能监测的主动OAM功能

[IETF RFC 6375]对[IETF RFC 6374]规定的MPLS-TP丢失和延迟测量功能协议进行了概括。这些草案详细说明了如何测量：

- 包丢失
- 包延迟
- 包延迟变化
- 通量

有两个密切相关的协议，一个用于包丢失测量（LM）而另一个用于包延迟测量（DM）。这些协议有下列特征和能力：

- 可使用相同的LM和DM协议进行主动和按需测量。
- LM和DM协议使用简单查询/响应模式进行双向测量，此种测量模式允许用单一节点测量双方向的丢失和延迟。
- LM和DM协议使用查询信息进行单向丢失和延迟测量。如存在一个带外返回路径，该测量既可在下游节点进行也可在上游节点进行。
- LM和DM协议未要求执行双向测量时，传输和接收接口应是相同的。
- 可使用LM协议测量信道通量以及包丢失。
- DM协议支持改变测量信息的大小以测量与不同包尺寸相关的延迟。

通量和包延迟变化测量分别来自LM和DM。

7.2.2.1.1 主动损耗测量

损耗测量理论见[IETF RFC 6374]第2.1节。

协议程序见[IETF RFC 6374]第4.1节。

适用于MPLS-TP的概要文件的相关规定见[IETF RFC 6375]第2节

7.2.2.1.2 主动延迟测量

延迟测量理论见[IETF RFC 6374]第2.3节。

协议程序见[IETF RFC 6374]第4.2节。

适用于MPLS-TP的概要文件的相关规定见[IETF RFC 6375]第3节。

7.2.2.2 用于性能监测的按需OAM功能

用于性能监测的按需OAM功能与主动OAM性能监测功能是相同的。

7.2.2.2.1 按需损耗测量

按需损耗测量功能与7.2.2.1.1定义的主动损耗测量功能是相同的。

7.2.2.2.2 按需延迟测量

按需延迟测量功能与7.2.2.1.2中定义的主动延迟测量功能是相同的。

7.2.2.3 通量和包延迟测量

通量和包延迟测量分别来自LM和DM。

7.2.2.3.1 通量测量

可使用[IETF RFC 6374]第2.3节中描述的LM计算服务通量。需进一步研究故障通量测量。

7.2.2.3.2 包延迟变化测量

可使用[IETF RFC 6374]中第2.5节描述的DM得出包延迟变化。

7.2.3 其他功能

7.2.3.1 维护通信信道/信令通信信道

维护通信信道（MCC）和信令通信信道（SCC）的定义见[IETF RFC 5718]和[ITU-T G.7712]。

7.2.3.2 具体厂商

具体厂商OAM功能未在本建议书中得到支持。

7.2.3.3 实验

大量实验G-Ach信道类型被用于产品开发。这些类型信道的使用见[IETF RFC 3692]。

8 OAM PDU 格式

下文列出的相应ETF RFC定义了用于MPLS-TP OAM的包格式。这些格式使用[IETF RFC 6370]中规定的IP标识。需进一步研究ICC标识的使用；见[b-IETF RFC itu-t-identifiers]。

8.1 连续性检查和连接认证

8.1.1 双向前转检测（BFD）信息格式

BFD信息格式的定义见[IETF RFC 5884]。有关MPLS-TP LSP承载此信息以及增加TLV识别MEP的描述见[IETF RFC 6428]。

8.1.2 按需连接认证（CV）格式

[IETF RFC 6426]规定了按需CV的格式。可能像第3.2节（在ACH上使用IP封装）和第3.3节（使用ACH的非IP按需CV）规定的那样封装信息。

尽管[IETF RFC 6426]第3.3节规定了未使用IP地址情况下的封装，但[IETF RFC 6426]规定使用的标识为IP标识（如[IETF RFC 6370]中规定的），在一定范围内它们与通常由IP设备使用的值相一致）。

对使用ICC标识的支持是FFS。

8.2 传输平面环回格式

由于环回是受控管理，因此没有与其功能相关的控制信息格式。

8.3 告警指示信号（AIS）和链路下行显示（LDI）格式

[IETF RFC 6427]第4节规定了AIS信息格式和LDI标志。

8.4 锁定指示（LI）和锁定报告（LKR）格式

[IETF RFC 6435]第5节定义了锁定指示信息格式。

[IETF RFC 6427]第4节规定了锁定报告信息格式

8.5 测试（TST）格式

需进一步研究。

8.6 损耗测量消息/损耗测量回复 (LMM/LMR) 格式

[IETF RFC 6374]第3.1节定义了损耗测量消息/损耗测量回复格式。

[IETF RFC 6375]第2节定义了适用于MPLS-TP的概要文件。

注意，如[IETF RFC 6374]第3.3节所述，丢失和延迟测量可能结合在一起。

8.7 单向延迟测量 (1DM) 格式

[IETF RFC 6374]3.2节规定了单项延迟测量消息格式。

[IETF RFC 6375]第3节规定了适用于MPLS-TP的概要文件。

注意，如[IETF RFC 6374]第3.3节所述，丢失和延迟测量可能结合在一起。

8.8 延迟测量消息/延迟测量回复 (DMM/DMR) 格式

[IETF RFC 6374]第3.2节规定了延迟测量消息/延迟测量回复格式。

[IETF RFC 6375]第3节规定了适用于MPLS-TP的概要文件。

注意，如[IETF RFC 6374]第3.3节所述，丢失和延迟测量可能结合在一起。

8.9 客户机信号故障 (CSF) 格式

需进一步研究。

8.10 实验性OAM消息/实验性OAM回复 (EXM/EXR) 格式

大量实验G-Ach信道类型被用于产品开发。[IETF RFC 3692]定义了这些类型信道的使用。

8.11 管理通信信道和信令通信信道格式

通过ACH和相关程序承载管理通信或信令通信的包格式（即MCC包）的相关规定见[ITU-T G.7712]和[IETF RFC 5718]。由IANA [b-IANA PW Reg]维护分配给该信道的信道类型。分配给MCC的值是0x0001。分配给SCC的值是0x0002。

9 MPLS-TP OAM程序

有关MPLS-TP OAM程序的规定见相应的IETF RFC。

9.1 连续性检查和连接认证

9.1.1 双向前转检测信息 (BFD) 程序

BFD信息格式见[IETF RFC 5884]。该程序基于[IETF RFC 5881]，在[IETF RFC 6428]中得到了更新。

9.1.2 按需连接认证 (CV) 程序

按需CV程序的定义见[IETF RFC 6426]第3节。

9.2 传输层环回程序

环回程序见[IETF RFC 6435]第4节。

9.3 告警指示信号（AIS）程序和链路下行显示（LDI）程序

当服务器层线索终止槽确定信号故障时，通知服务器/MT_A_Sk功能，启动aAIS后续行动。aAIS在服务器层线索终止清除了信号故障条件后被清掉并通知服务器/MT_A_Sk。

当aAIS后续行动启动时，服务器/MT_A_Sk不断生成MPLS故障OAM信息包，并将信息类型设定为AIS，直至aAIS后续行动结束。发送MPLS故障OAM的程序见[IETF RFC 6427]。

建议每秒生成一次AIS。

当MEP收到一条AIS信息，它检测到[b-ITU-T G.8121.2]第6.1条[ITU-T G.8021]所述dAIS缺陷。

9.4 锁定指示（LI）和锁定报告（LKR）程序

锁定指示程序见[IETF RFC 6435]第6节。

锁定报告程序见[IETF RFC 6427]第5节。

9.5 测试（TST）程序

需进一步研究。

9.6 损耗测量消息/损耗测量回复（LMM/LMR）程序

损耗测量消息/损耗测量回复程序见[IETF RFC 6374]第4.1节。

适用于MPLS-TP的概要文件见[IETF RFC 6375]第2节。

9.7 单向延迟测量（1DM）程序

单项延迟测量程序见[IETF RFC 6374]第4.2节。

适用于MPLS-TP的概要文件见[IETF RFC 6375]第3节。

9.8 延迟测量消息/延迟测量回复（DMM/DMR）程序

延迟测量消息/延迟测量回复程序见[IETF RFC 6374]第4.2节。

适用于MPLS-TP的概要文件见[IETF RFC 6375]第3节。

9.9 客户机信号故障（CSF）程序

需进一步研究。

附录 I

MPLS-TP网络情形

(本附录不是本建议书的组成部分)

I.1 MEG嵌套示例

图I.1使用默认MEG水平为客户、提供商和运营商提供了嵌套MEG的示例情形。在图中，三角代表MEP，圆圈代表MIP，菱形代表业务条件点（TrCP）。

图I.1显示了网络实施示例。MEP和MIP应按接口，而不是节点配置。倒三角（▼）表明下MEP，普通三角（▲）表明上MEP。

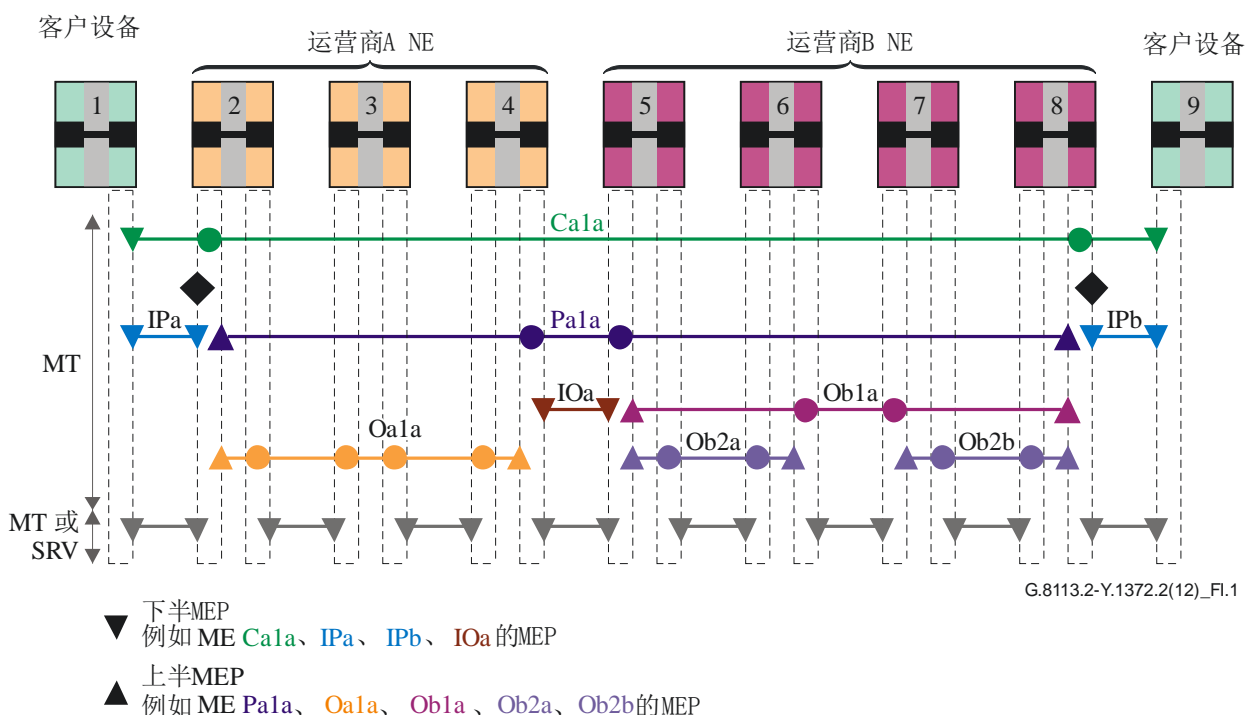


图 I.1 – MEG嵌套示例

- UNI_C到UNI_C客户ME（Ca1a）。
- UNI_N到UNI_N提供商ME（Pa1a）。
- 端对端运营商ME（Oa1a和Ob1a）。
- 运营商B网络中局部运营商ME（Ob2a和Ob2b）。
- 客户和提供商之间的UNI_C到UNI_N MEs（IPa和IPb）。
- 运营商之间的ME（IOa）。

附录 II

要求可追踪性

(本附录不是本建议书的组成部分)

该表用于协助读者评估本建议书相对于其应用环境的契合性。

该表给出了一个快速参考表格，显示本建议书讨论了哪些MPLS-TP OAM功能要求。当本建议书修订或修改时，预计将对表进行必要的更新。

该表列出的各项要求摘自[RFC5654]和[RFC5860]，它们由ITU-T和IETF共同制定。

表 II-1 – 要求可追踪性

来源文件	来源节	要求序号	支持层次	解决方案条款	注
[IETF RFC 5654]	2.1	1	完整的	全部	注1
[IETF RFC 5654]	2.1	2	完整的	全部	注1
[IETF RFC 5654]	2.1	3	完整的	全部	注1
[IETF RFC 5654]	2.1	4	部分的	8	注2
[IETF RFC 5654]	2.1	5	完整的	全部	
[IETF RFC 5654]	2.1	6	部分的	全部	注9
[IETF RFC 5654]	2.1	7	完整的	全部	
[IETF RFC 5654]	2.1	8	FFS		
[IETF RFC 5654]	2.1	15	部分的	全部	注10
[IETF RFC 5654]	2.1	17	FFS		
[IETF RFC 5654]	2.1	21	部分的		注11
[IETF RFC 5654]	2.1	22	完整的	全部	注1
[IETF RFC 5654]	2.1	23 B	部分的		注4
[IETF RFC 5654]	2.1	23 C	完整的	全部	
[IETF RFC 5654]	2.1	27	完整的	全部	
[IETF RFC 5654]	2.1	28	完整的	全部	
[IETF RFC 5654]	2.1	29	完整的	7.2.1.1.1、 7.2.1.2.1、 8.1、9.1	
[IETF RFC 5654]	2.3	36	FFS	8	
[IETF RFC 5654]	2.3	44	部分的	7.2.1.2.1、 7.2.2.1.1	注3
[IETF RFC 5654]	2.3	45	部分的	7.2.1.2.1、 7.2.2.1.1	注3
[IETF RFC 5654]	2.3	46	完整的	7.1	
[IETF RFC 5654]	2.5	56 A	部分的	全部	注11

表 II-1 – 要求可追踪性

来源文件	来源节	要求序号	支持层次	解决方案条款	注
[IETF RFC 5654]	2.5	58	完整的	7.2.1.1、 7.2.1.1.2、 7.2.1.1.3、 8.1.1、9.1.1、 8.3、9.3	
[IETF RFC 5654]	2.5.3	75	部分的	7.2.1.1.2、 7.2.1.1.3、 7.2.1.1.5	注4
[IETF RFC 5654]	2.5.4	88	FFS		注12
[IETF RFC 5654]	2.5.5	90 A	部分的	7.2.1.2.4	注5
[IETF RFC 5654]	2.5.5	90 B	FFS		
[IETF RFC 5860]	2		部分的	全部	注1, 11
[IETF RFC 5860]	2.1.1		部分的	全部	注6
[IETF RFC 5860]	2.1.2		完整的	全部	
[IETF RFC 5860]	2.1.3		完整的	7.1	
[IETF RFC 5860]	2.1.4		部分的	全部	注6
[IETF RFC 5860]	2.1.5		部分的	全部	注6
[IETF RFC 5860]	2.1.6		部分的	全部	注7
[IETF RFC 5860]	2.2		完整的	全部	注8
[IETF RFC 5860]	2.2.1		部分的	7.2.1.1	注4
[IETF RFC 5860]	2.2.2		部分的	7.2.1.1.1、 8.1.1、9.1.1	注9
[IETF RFC 5860]	2.2.3		部分的	7.2.1.2.1、 8.1.2、9.1.2	注9
[IETF RFC 5860]	2.2.4		完整的	7.2.1.2.1、 8.1.2、9.1.2	
[IETF RFC 5860]	2.2.5		FFS		
[IETF RFC 5860]	2.2.6		部分的	7.2.1.2.4、 8.4、9.4	注9
[IETF RFC 5860]	2.2.7		FFS		
[IETF RFC 5860]	2.2.8		部分的	7.2.1.1.3、 8.3、9.3	注9
[IETF RFC 5860]	2.2.9		完整的	7.2.1.1.2、 8.1.1、9.1.1	
[IETF RFC 5860]	2.2.10		FFS		
[IETF RFC 5860]	2.2.11		部分的	7.2.2.1、 7.2.2.1.1、 7.2.2.2.1、 8.6、9.6	注9

表 II-1 – 要求可追踪性

来源文件	来源节	要求序号	支持层次	解决方案条款	注
[IETF RFC 5860]	2.2.12		部分的	7.2.2.1、 7.2.2.2.2、 8.7、8.8、 9.7、9.8	注9
[IETF RFC 5860]	3				注7
[IETF RFC 5860]	4		FFS		
<p>注1 – 规定MPLS-TP扩展的RFC构成MPLS的一个子集，是现有MPLS标准的组成部分，而且本质上可与MPLS进行互操作。</p> <p>注2 – 本建议书规定的MPLS-TP OAM与其他建议书规定的OAM之间的互通并未在本建议书或任何参考性RFC中进行明确规定。因此，并未对接口（内部和外部）做出规定但有证据表明至少某种程度的互通是可能的。</p> <p>注3 – 目前参考的RFC支持连接认证和包丢失测量。参考的RFC并未涉及包破坏和/或重排序问题而是在FFS中有所涉及。</p> <p>注4 – 该版本支持远端缺陷显示和告警指示。客户机信号故障是FFS。</p> <p>注5 – 该版本支持锁定指示。</p> <p>注6 – 本建议书中的ICC（和全球ICC）格式标识为FFS。</p> <p>注7 – 一些要求用于落实。</p> <p>注8 – 第7.2.3.3款明确描述了实验性OAM功能支持。</p> <p>注9 – 点到多点支持是FFS。</p> <p>注10 – MPLS支持管理平面和数据平面的分离，因此它也在MPLS-TP中得到支持。支持控制平面和数据平面分离用于MPLS-TP LSP而非用于MPLS-TP PWs。</p> <p>注11 – 难以明确对表明“相似点”要求的条件予以全力支持。</p> <p>注12 – 尚不清楚“管理平面MUST实现待确定的所有传输路径的当前保护状态”这一要求如何适用于或影响本建议书中规定的OAM。</p>					

参考资料

- [b-ITU-T G.8113.1] ITU-T G.8113.1/Y.1372.1建议书（2012年），分组传送网络中 MPLS-TP 的操作、管理和维护机制。
- [b-ITU-T G.8121.2] ITU-T G.8121.2/Y.1381.2 建议书（2011年），支持 G.8113.2/Y.1372.2的MPLS-TP设备功能块的特点。
- [b-IETF RFC itu-t-identifiers] IETF Internet Draft draft-ietf-mpls-tp-itu-t-identifiers-06 (2012), *MPLS-TP Identifiers Following ITU-T Conventions* <http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-mpls-tp-itu-t-identifiers-06>
- [b-IANA PW Reg] Internet Assigned Numbers Authority (IANA), Pseudowire Associated Channel Types, <http://www.iana.org/assignments/pwe3-parameters/pwe3-parameters.xml#pwe3-parameters-10>

ITU-T Y系列建议书
全球信息基础设施、互联网的协议问题和下一代网络

全球信息基础设施	
概要	Y.100–Y.199
业务、应用和中间件	Y.200–Y.299
网络方面	Y.300–Y.399
接口和协议	Y.400–Y.499
编号、寻址和命名	Y.500–Y.599
运营、管理和维护	Y.600–Y.699
安全	Y.700–Y.799
性能	Y.800–Y.899
互联网的协议问题	
概要	Y.1000–Y.1099
业务和应用	Y.1100–Y.1199
体系、接入、网络能力和资源管理	Y.1200–Y.1299
传输	Y.1300–Y.1399
互通	Y.1400–Y.1499
服务质量和网络性能	Y.1500–Y.1599
信令	Y.1600–Y.1699
运营、管理和维护	Y.1700–Y.1799
计费	Y.1800–Y.1899
下一代网络	
框架和功能体系模型	Y.2000–Y.2099
服务质量和性能	Y.2100–Y.2199
业务方面：业务能力和业务体系	Y.2200–Y.2249
业务方面：NGN中业务和网络的互操作性	Y.2250–Y.2299
编号、命名和寻址	Y.2300–Y.2399
网络管理	Y.2400–Y.2499
网络控制体系和协议	Y.2500–Y.2599
安全	Y.2700–Y.2799
通用移动性	Y.2800–Y.2899
电信级开放环境	Y.2900–Y.2999
未来网络	Y.3000–Y.3499
云计算	Y.3500–Y.3999

欲了解更详细信息，请查阅ITU-T建议书目录。

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	有线网和电视、声音节目及其他多媒体信号的传输
K系列	干扰的防护
L系列	线缆的构成、安装和保护及外部设备的其他组件
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	测量设备技术规程
P系列	电话传输质量、电话装置、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
Y系列	全球信息基础设施、互联网的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