

国际电信联盟

ITU-T

国际电信联盟
电信标准化部门

Y.1731

(05/2006)

Y系列：全球信息基础设施、互联网协议问题和下一代网络
互联网的协议问题 — 运营、管理和维护

基于以太网网络的OAM功能和机制

ITU-T Y.1731建议书

ITU-T



国际电信联盟

ITU-T Y系列建议书
全球信息基础设施、互联网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

欲了解更详细信息，请查阅 ITU-T 建议书目录。

ITU-T Y.1731建议书

基于以太网网络的OAM功能和机制

摘 要

本建议书按照 ITU-T Y.1730 建议书给出的要求和原则提供了以太网网络中用于用户平面 OAM 功能的机制。本建议书特意设计成能在 ITU-T G.8010/Y.1306 建议书确定的 ETH 层中支持点到点的连接和多点的连通性。

本建议书中定义的 OAM 机制提供操作和维护网络的能力以及 ETH 层服务方面的特性。

来 源

ITU-T 第 13 研究组 (2005-2008) 按照 ITU-T A.8 建议书规定的程序, 于 2006 年 5 月 22 日批准了 ITU-T Y.1731 建议书。

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

本建议书为简明扼要起见而使用的“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，国际电联已经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，这可能并非最新信息，因此特大力提倡他们通过下列网址查询电信标准化局（TSB）的专利数据库：<http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>。

© 国际电联 2006

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
4	缩写词	4
5	惯例	6
5.1	维护实体 (ME)	6
5.2	ME 组 (MEG)	7
5.3	MEG 端点 (MEP)	7
5.4	MEG 中间点 (MIP)	8
5.5	业务流调控点 (TrCP)	8
5.6	MEG 等级	8
5.7	OAM 透明性	8
5.8	字节的表达法	9
6	OAM 关系	9
6.1	ME、MEP、MIP 和 TrCP 的关系	9
6.2	MEG 和 MEG 等级的关系	9
6.3	MEP 和 MIP 的配置	10
7	用于差错管理的 OAM 功能	10
7.1	以太网连续性检查 (ETH-CC)	11
7.2	以太网环回 (ETH-LB)	13
7.3	以太网链路追踪 (ETH-LT)	16
7.4	以太网告警指示信号 (ETH-AIS)	18
7.5	以太网远程端故障指示 (ETH-RDI)	20
7.6	以太网锁定信号 (ETH-LCK)	21
7.7	以太网测试信号 (ETH-Test)	22
7.8	以太网自动保护转换 (ETH-APS)	23
7.9	以太网维护通信信道 (ETH-MCC)	23
7.10	以太网实验用 OAM (ETH-EXP)	23
7.11	以太网供货商特定的 OAM (ETH-VSP)	24
8	用于性能监测的 OAM 功能	24
8.1	帧丢失的测量 (ETH-LM)	25
8.2	帧时延的测量 (ETH-DM)	27
8.3	通量测量	29
9	OAM PDU 类型	30
9.1	OAM 共同的信息单元	30
9.2	CCM PDU	32
9.3	LBM PDU	34
9.4	LBR PDU	36

	页码
9.5	LTM PDU 37
9.6	LTR PDU 39
9.7	AIS PDU 40
9.8	LCK 帧 41
9.9	TST PDU 42
9.10	APS PDU 43
9.11	MCC PDU 44
9.12	LMM PDU 45
9.13	LMR PDU 45
9.14	1DM PDU 46
9.15	DMM PDU 47
9.16	DMR PDU 48
9.17	EXM PDU 49
9.18	EXR PDU 50
9.19	VSM PDU 51
9.20	VSR PDU 52
10	OAM 帧的地址 53
10.1	组播目的地地址 54
10.2	CCM 54
10.3	LBM 54
10.4	LBR 54
10.5	LTM 54
10.6	LTR 54
10.7	AIS 54
10.8	LCK 55
10.9	TST 55
10.10	APS 55
10.11	MCC 55
10.12	LMM 55
10.13	LMR 55
10.14	1DM 55
10.15	DMM 55
10.16	DMR 55
10.17	EXM 55
10.18	EXR 55
10.19	VSM 55
10.20	VSR 55

	页码
附件 A — MEG ID 的格式.....	57
附录一 — 故障情况.....	59
I.1 丢失连续性 (LOC) 情况.....	59
I.2 错误混入情况.....	59
I.3 非期望 MEP (UnexpectedMEP) 情况.....	60
I.4 非期望 MEG 等级 Level (UnexpectedMEGLevel) 情况.....	60
I.5 非期望周期 (UnexpectedPeriod) 情况.....	60
I.6 信号异常 (SignalFail) 情况.....	61
I.7 AIS 情况.....	61
I.8 RDI 情况.....	62
I.9 LCK 情况.....	62
附录二 — 以太网网络部署情景.....	63
II.1 分享 MEG 等级的例子.....	63
II.2 MEG 等级相互独立的例子.....	64
附录三 — 帧丢失的测量.....	65
III.1 帧丢失的计算.....	65
III.2 帧计数器归零的周期性.....	67
附录四 — 网络 OAM 的互通.....	67
附录五 — 错误混入检测的局限性.....	68
附录六 — 与 IEEE 802.1ag 草案之间术语的对照.....	69
参考资料.....	70

引言

ITU-T 第 13 研究组 (SG 13) 是在与 IEEE 802.1ag 项目 (连通性差错管理) 的合作下完成本建议书的。为了协调这方面的活动曾做了一切努力; 然而在就本建议书达成一致之时, IEEE 内的工作尚未完成, 因而在 IEEE 的工作完成时, 为了使最终的结果能完全一致, 并包括对 IEEE 文件的适当的规范性参考文献, 可能会需要对本建议书做更进一步的增强与细化。有关实现细节的更进一步的具体工作 (即设备功能的规范) 将在适当的时间由 ITU-T 第 15 研究组承担。

基于以太网网络的OAM功能和机制

1 范围

本建议书说明操作和维护网络以及 ETH 层服务特性所要求的机制。它还说明以太网 OAM 帧的格式、句法和 OAM 帧字段的语义。本建议书描述的机制适用于点到点的 ETH 连接以及多点的 ETH 连通性。本建议书描述的 OAM 机制可适用于任何环境，不管 ETH 层是如何管理的（例如采用网络管理系统和/或操作支撑系统）。

本建议书的体制基础是以太网规范 G.8010/Y.1306，它也考虑了 IEEE 802.1D、802.1Q 和 802.3。以太网网络所使用的服务器层网络的 OAM 功能不属于本建议书的范围。ETH 层之上各层的 OAM 功能也不属于本建议书的范围。

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。所有的建议书和其它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它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 Recommendation G.805 (2000), *Generic functional architecture of transport networks*.
- ITU-T Recommendation G.806 (2006), *Characteristics of transport equipment – Description methodology and generic functionality*.
- ITU-T Recommendation G.809 (2003), *Functional architecture of connectionless layer networks*.
- ITU-T Recommendation G.826 (2002), *End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit-rate digital paths and connections*.
- ITU-T Recommendation G.7710/Y.1701 (2001), *Common equipment management function requirements*.
- ITU-T Recommendation G.8010/Y.1306 (2004), *Architecture of Ethernet layer networks*.
- ITU-T Recommendation G.8021/Y.1341 (2004), *Characteristics of Ethernet transport network equipment functional blocks*.
- ITU-T Recommendation G.8031/Y.1342 (2006), *Ethernet protection switching*.
- ITU-T Recommendation M.1400 (2006), *Designations for interconnections among operators' networks*.
- ITU-T Recommendation O.150 (1996), *General requirements for instrumentation for performance measurements on digital transmission equipment*.

- ITU-T Recommendation T.50 (1992), *International Reference Alphabet (IRA) (Formerly International Alphabet No. 5 or IAS) – Information technology – 7-bit coded character set for information interchange.*
- ITU-T Recommendation Y.1730 (2004), *Requirements for OAM functions in Ethernet-based networks and Ethernet services.*
- IEEE 802-2001, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Overview and Architecture.*
- IEEE 802.1D-2004, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Media Access Control (MAC) Bridges.*
- IEEE 802.1Q-2005, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks: Virtual Bridged Local Area Networks.*
- IEEE 802.3-2002, *Information Technology – Telecommunications and Information Exchange Between Systems – LAN/MAN – Specific Requirements – Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications.*
- IEEE 1588-2002, *IEEE Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems.*
- MEF 10 (2004), *Ethernet Services Attributes: Phase 1.*

3 定义

本建议书使用 ITU-T G.805 建议书中定义的以下术语：

- 3.1 connection point 连接点
- 3.2 link 链路
- 3.3 link connection 链路连接
- 3.4 network connection 网络连接
- 3.5 network operator 网络运营商
- 3.6 service provider 服务提供商
- 3.7 termination connection point 终端连接点
- 3.8 trail 路径
- 3.9 trail termination 路径终端

本建议书使用 ITU-T G.806 建议书中定义的以下术语：

- 3.10 defect 故障
- 3.11 failure 失灵

本建议书使用 ITU-T G.809 建议书中定义的以下术语：

- 3.12 adaptation 适配
- 3.13 adapted information 经过适配的信息
- 3.14 client/server relationship 客户机/服务器关系
- 3.15 connectionless trail 无连接路径
- 3.16 flow 信流
- 3.17 flow domain 流域

- 3.18 flow domain flow 流域信流
- 3.19 flow point 流接点
- 3.20 flow point pool 流接点集
- 3.21 flow point pool link 流接点集链路
- 3.22 flow termination 信流终端
- 3.23 flow termination sink 信流终端信宿
- 3.24 flow termination source 信流终端信源
- 3.25 layer network 层网络
- 3.26 link flow 链路信流
- 3.27 network 网络
- 3.28 port 端口
- 3.29 reference point 参考点
- 3.30 traffic unit 业务流单元
- 3.31 transport 传送
- 3.32 transport entity 传送实体
- 3.33 transport processing function 传送处理功能
- 3.34 termination flow point 终端流接点
- 3.35 termination flow point pool 终端流接点集

本建议书使用 ITU-T G.8010/Y.1306 建议书中定义的以下术语：

- 3.36 ETH trail ETH 路径
- 3.37 ETH link ETH 链路
- 3.38 point-to-point Ethernet connection 点到点的以太网连接
- 3.39 multipoint Ethernet connectivity 多点以太网连通性
- 3.40 multipoint Ethernet connection 多点以太网连接

本建议书使用 IEEE 802-2001 中定义的以下术语：

- 3.41 Organizationally Unique Identifier 唯一的机构识别码

本建议书规定了以下术语：

- 3.42 **out-of-service OAM 服务中断时的 OAM：**服务中断时的 OAM 是指在数据业务流中断时实施的 OAM 动作。
- 3.43 **in-service OAM 服务期间的 OAM：**服务期间的 OAM 是指在数据业务流没有中断时实施的 OAM 动作，它期望数据业务流对于 OAM 动作是保持透明的。
- 3.44 **proactive OAM 主动性的 OAM：**主动性的 OAM 是指可以主动报告差错和/或性能结果的连续实施的 OAM 动作。
- 3.45 **on-demand OAM 按需的 OAM：**按需的 OAM 是指用有限的时间为了诊断而由人工干预发起的 OAM 动作。按需的 OAM 可导致在诊断期间单次的或周期的 OAM 动作。

4 缩写词

本建议书将使用如下的缩写词：

IDM	单向时延测量
AIS	告警指示信号
AP	接入点
APS	自动保护转换
CCM	连续性检查消息
CE	客户边缘
CoS	服务等级
CP	连接点
DA	目的地 MAC 地址
DMM	时延测量消息
DMR	时延测量回复
ETH	以太网 MAC 层网络
ETH-AIS	以太网告警指示信号功能
ETH-APS	以太网自动保护转换功能
ETH-CC	以太网连续性检查功能
ETH-DM	以太网时延测量功能
ETH-EXP	以太网实验用 OAM 功能
ETH_FP	以太网流接点
ETH-LB	以太网环回功能
ETH-LCK	以太网锁定信号功能
ETH-LM	以太网损耗测量功能
ETH-LT	以太网链路追踪功能
ETH-MCC	以太网维护通信信道功能
ETH-RDI	以太网远端故障指示功能
ETH-Test	以太网测试功能
ETH-TFP	以太网终端流接点
ETH-VSP	供货商特定的以太网 OAM 功能
ETY	以太网 PHY 层网络
EXM	实验用 OAM 消息
EXR	实验用 OAM 回复
FD	流域
FP	流接点
FPP	流接点集
FT	信流终端
ICC	国际电联运营商代码

LBM	环回消息
LBR	环回回复
LCK	锁定的
LMI	本地管理接口
LMM	损耗测量消息
LMR	损耗测量回复
LOC	失去连续性
LTM	链路追踪消息
LTR	链路追踪回复
MAC	媒体接入控制
MC	媒体转换器
MCC	维护通信信道
ME	维护实体
MEG	ME 组
MEL	MEG 等级
MEP	MEG 端点
MIB	管理信息库
MIP	MEG 中间点
NMS	网络管理系统
NNI	网络节点接口
NT	网络终端
OAM	操作、管理和维护
OSS	操作支撑系统
OTN	光传送网络
OUI	唯一的机构识别码
PDU	协议数据单元
PE	提供商边缘
PHY	由 PCS、PMA 以及可能存在的 PMD 子层组成的以太网物理层实体
PRBS	伪随机比特序列
RDI	远端故障指示
SA	MAC 源地址
SES	严重误码秒
SLA	服务水平约定
SRV	服务器
STP	生成树协议
TC	业务流调控

TCI	标记控制信息
TFP	终端流接点
TFPP	终端流接点集
TLV	类型、长度、数值
TrCP	业务流调控点
TST	测试用 PDU
TTL	生存时间
UMC	MEG 唯一的识别码
UNI	用户网络接口
UNI-C	UNI 的客户侧
UNI-N	UNI 的网络侧
VID	VLAN 识别码
VLAN	虚拟局域网
VSM	供货商特定的 OAM 消息
VSR	供货商特定的 OAM 回复

5 惯例

在本建议书中用于描述面向连接和无连接网络的做图惯例是来自 ITU-T G.805、G.809 和 G.8010/Y.1306 各个建议书。

由于本建议书的需要，还定义了如下的 OAM 术语和做图惯例。

5.1 维护实体 (ME)

ME 代表需要管理的一个实体，它是两个维护实体组端点之间的一种关系（见 5.3）。以太网网络中的 ME 已经在图 23/G.8010/Y.1306（见图 5-1）、图 24/G.8010/Y.1306 以及条款 9/Y.1730 中加以标识。ME 可以相互嵌套，但不能重叠。

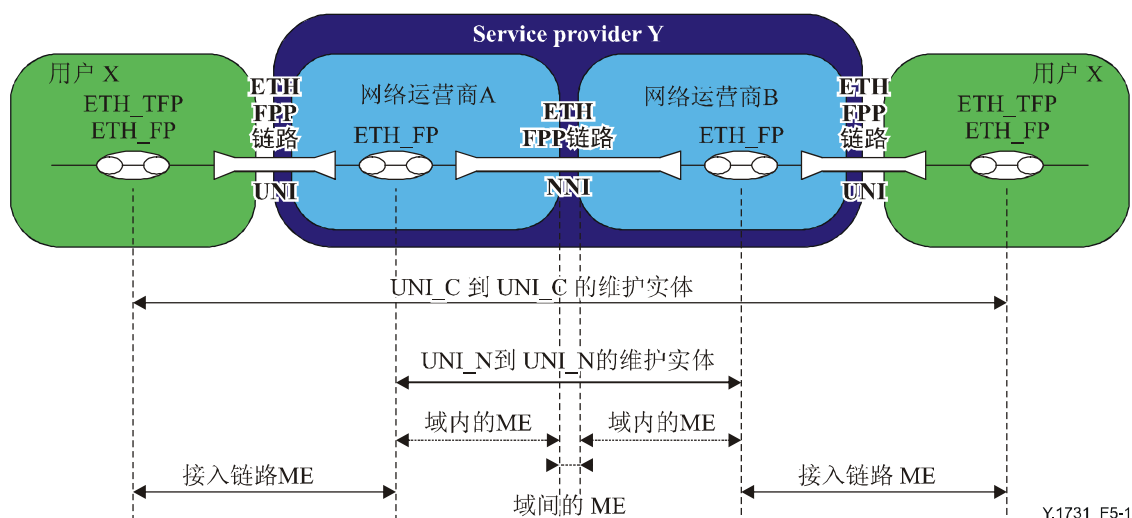


图 5-1/Y.1731—与图23/G.8010/Y.1306中所示的点到点连接管理域相联系的ME的例子

ITU-T G.8010/Y.1306 和 Y.1730 建议书中所定义的 ME 之间的映射关系如表 5-1 所示。

表 5-1/Y.1731—ITU-T G.8010/Y.1306 和Y.1730建议书中所定义的ME

G.8010/Y.1306 ME	Y.1730 ME
UNI_C 到 UNI-C ME	UNI-UNI (客户)
UNI_N 到 UNI_N ME	UNI-UNI (提供商)
域内 ME	提供商内部的网段 (PE-PE)
域间 ME	提供商之间的网段 (PE-PE) (提供商到提供商)
接入链路 ME	ETY 链路 OAM – UNI (客户到提供商)
域间 ME	ETY 链路 OAM – NNI (运营商到运营商)

5.2 ME组 (MEG)

ME 组(MEG)中包括能满足以下条件的不同的 ME:

- 一个 MEG 的 ME 存在于同一个管理域的边界之内; 同时
- 一个 MEG 的 ME 具有同样的 MEG 等级 (见 5.6); 并且
- 一个 MEG 的 ME 属于同一个点到点的 ETH 连接或者多点的 ETH 连通性。

对于一个点到点的 ETH 连接, 一个 MEG 仅包含单个 ME。对于一个有 n 个端点的多点的 ETH 连通性, 一个 MEG 包含 $n*(n-1)/2$ 个 ME。

5.3 MEG端点 (MEP)

MEG 端点 (MEP) 标志一个 ETH MEG 的端点, 它能够发出和终止 OAM 帧, 用于差错管理和性能监测。OAM 帧不同于 ETH 中转信流。OAM 帧被加入到会聚的 ETH 中转信流中, 且可以设想它们将与被监测的 ETH 中转信流经受同样的转发处理。MEP 不会在 ETH 中转信流中加入新的转发识别码。MEP 也不终止 ETH 的中转信流, 尽管它可以观察信流 (例如对帧进行计数)。

一个 MEP 可以按照 ITU-T G.8021/Y.1341 建议书, 用原子功能来进行描述, 但这不属于本建议书的范围。

5.3.1 服务器 MEP

一个服务器 MEP 代表了服务器层终端功能和服务器/ETH 适配功能的复合功能, 它用于在服务器层终端功能或服务器/ETH 适配功能检测到失灵时, 向 ETH 层 MEP 发出通知。在此将期望服务器层的终端功能能执行服务器层特定的 OAM 机制。

注 — 一个服务器 MEP, 如 7.4 所描述的, 需要支持 ETH-AIS 功能。当在服务器层由服务器层终端和/或适配功能检测到故障时, 将需要服务器/ETH 适配功能发出带有 ETH-AIS 信息的帧。

一个服务器 MEP 可以按照 ITU-T G.8021/Y.1341 建议书, 用原子功能来进行描述, 但这不属于本建议书的范围。

5.4 MEG中间点 (MIP)

MEG 中间点 (MIP) 是 MEG 中的一个中间点, 它能对某些 OAM 帧做出反应。MIP 并不发起 OAM 帧。MIP 帧也不对中转的 ETH 信流采取动作。

一个 MIP 可以按照 ITU-T G.8021/Y.1341 建议书, 用原子功能来进行描述, 但这不属于本建议书的范围。

5.5 业务流调控点 (TrCP)

业务流调控点 (TrCP) 是一个能够按照 ITU-T G.8010/Y.1306 建议书的规定执行 ETH 业务流调控功能的 ETH 流接点。

5.6 MEG 等级

在 MEG 嵌套的情况下, 每一个 MEG 的 OAM 信流必须能清楚地识别, 并能与其他 MEG 的 OAM 信流相区分。当 OAM 信流不能由 ETH 层的包装本身加以区分时, OAM 帧中的 MEG 等级将在相嵌套 MEG 的 OAM 信流之间进行区分。

有八个 MEG 等级可以使用来满足网络部署的不同情景。

当客户、提供商和运营商数据通道的信流不能依据 ETH 层的包装加以区分时, 可以在它们之间分享这八个 MEG 等级来区分属于客户、提供商和运营商的相嵌套 MEG 的 OAM 帧。在客户、提供商和运营商角色之间, MEG 等级默认的分配如下:

- 客户角色分配三个 MEG 等级: 7、6 和 5。
- 提供商角色分配两个 MEG 等级: 4 和 3。
- 运营商角色分配三个 MEG 等级: 2、1 和 0。

上述 MEG 等级默认的分配可以通过客户、提供商和运营商角色之间相互的协议来改变。

尽管有八个等级可用, 但不是所有的 MEG 等级都要使用的。当不是所有的 MEG 等级都使用时, 对于 MEG 等级的连续性将不作限制 (例如可以使用 MEG 等级的 7、5、2 和 0)。所使用的 MEG 等级的数量, 将决定于 OAM 信流不能通过 ETH 层的包装加以区分的被嵌套的 ME 的数量。

在一些特定的部署中, 不同角色间对 MEG 等级的特定的分配不属于本建议书的范围。作为例子可参考 ITU-T G.8010/Y.1306 建议书。

5.7 OAM 透明性

OAM 透明性, 是指当 MEG 相嵌套时允许属于较高等级 MEG 的 OAM 帧跨越较低等级 MEG 进行透明传送的能力。

属于一个管理域的 OAM 帧始发和终止于处于那个管理域边界上的 MEP。MEP 防止对应于该管理域中一个 MEG 的 OAM 帧泄漏到该管理域之外。然而, 如果 MEP 不存在, 或者有差错, 相关的 OAM 帧就可能离开该管理域。

类似地, 一个管理域边界处的 MEP 也防止属于其他管理域的 OAM 帧的侵扰。MEP 允许来自管理域以外的属于较高等级 ME 的 OAM 帧透明地通过, 与此同时阻断来自管理域以外的属于相同或较低等级 ME 的 OAM 帧。

正如第 5.6 节所提到的，客户角色，在不与提供商和运营商角色分享 MEG 等级时，可以使用八个 MEG 等级中的任意等级。然而，如果要与提供商和运营商角色分享 MEG 等级，客户 OAM 帧在跨越提供商和/或运营商管理域时的透明性将只对相互取得一致的 MEG 等级，例如默认的 MEG 等级 7, 6 和 5，才是有保证的。类似地，在分享 MEG 等级时，提供商 OAM 帧在跨越运营商管理域时的透明性将只对相互取得一致的 MEG 等级才是有保证的，例如默认的 MEG 等级 4 和 3；运营商角色可以使用默认的 MEG 等级 2、1 和 0。

可以在 MEP 原子功能中实现 OAM 的过滤进程，来防止 OAM 帧的泄漏。

5.8 字节的表达法

在本建议书中，字节将按 IEEE 802.1D 所定义的那样进行表达。

当顺序的字节要用于表达一个二进制数时，较低位的字节数将具有最大的有效数值。例如，若图 5-2 中的字节 1 和字节 2 代表一个二进制数，那么字节 1 具有最大的有效数值。

字节中的比特从 1 计数到 8，在此比特 1 是最低有效位比特(LSB)，而比特 8 是最高有效位比特(MSB)。

	1		2		3		4																									
	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1
1	字节1				字节2				字节3				字节4																			
5	字节5				字节6				字节7				字节8																			
9	字节9				字节10				字节11				字节12																			
:																																

图 5-2/Y.1731—PDU 格式举例

6 OAM 关系

6.1 ME、MEP、MIP 和 TrCP 的关系

附录二提供了不同的网络部署情景，来显示不同 MEG 等级的 MEG、MEP 和 MIP 是如何部署的，以及在何处可能要放置 TrCP。

注一 在附录二列举的网络部署情景中，不是所有等级的 MEG 及其对应的 MEP 和 MIP 都会使用或提供的。例如提供商可能不提供客户 MIP。

6.2 MEG 和 MEG 等级的关系

与一个管理域相联系的 MEP 操作于分配的 MEG 等级上。与两个管理域之间的 MEG 相联系的域间 MEP 可以操作于两个管理域间取得一致的一个 MEG 等级上，以防止域间相关的 OAM 信流泄漏到其中的任何一个管理域。用于域间 OAM 信流的默认的 MEG 等级为 0。

表 6-1 突出显示了在客户、提供商和运营商管理域分享 MEG 等级的情况下，MEG 等级的可能分配情况，并与 ITU-T G.8010/Y.1306 和 Y.1730 建议书相映射。

表 6-1/Y.1731—分享MEG等级时MEG等级分配的举例

G.8010/Y.1306 MEG	Y.1730 ME	MEG 等级
UNI_C 到 UNI-C ME	UNI-UNI (客户)	7、6 或 5
UNI_N 到 UNI_N ME	UNI-UNI (提供商)	4 或 3
域内 ME	提供商内部的网段 (PE-PE)	4 或 3
域间 ME	提供商之间的网段 (PE-PE) (提供商 – 提供商)	0 (默认)
接入链路 ME	ETY 链路 OAM – UNI (客户 – 提供商)	0 (默认)
域间 ME	ETY 链路 OAM – NNI (运营商 – 运营商)	0 (默认)

正如 5.6 中所提到的，在客户、提供商和运营商相嵌套的 MEG 的 OAM 信流不能依据 ETH 层的包装相区分时，将共享 MEG 等级。然而，当客户、提供商和运营商相嵌套的 MEG 的 OAM 信流可以依据 ETH 层的包装进行区分时，除了域间的 MEG（例如客户和提供商之间的 MEG、提供商和运营商之间的 MEG、运营商之间的 MEG、提供商之间的 ME 等）外，将不共享 MEG 等级。

表 6-2 突出显示了在客户、提供商和运营商管理域不共享 MEG 等级但又需要域间的 ME 时，对于 ME 来说，MEG 等级的可能分配情况。

表 6-2/Y.1731—MEG等级独立时MEG等级分配的举例

G.8010/Y.1306 MEG	Y.1730 ME	MEG 等级
UNI_C 到 UNI-C ME	UNI-UNI (客户)	7-1
UNI_N 到 UNI_N ME	UNI-UNI (提供商)	7-1
域内 ME	提供商内部的网段 (PE-PE)	7-1
域间 ME	提供商之间的网段 (PE-PE) (提供商 – 提供商)	0 (默认)
接入链路 ME	ETY 链路 OAM – UNI (客户 – 提供商)	0 (默认)
域间 ME	ETY 链路 OAM – NNI (运营商 – 运营商)	0 (默认)

进一步，如果不需要域间的 ME，每一个客户、提供商和运营商都将可以使用所有八个 MEG 等级。但是，正如 5.6 所述，不是所有的 MEG 等级都要使用的。

6.3 MEP 和 MIP 的配置

MEP 和 MIP 是经由管理平面和/或控制平面进行配置的。管理平面的配置可以通过对每一个装置的本地人工管理或者经由网络管理系统 (NMS) 来实现。

这种配置不属于本建议书的范围。

7 用于差错管理的OAM功能

用于差错管理的 OAM 功能能够检测、验证、定位和通告不同的故障情况。

附录一 对采用 OAM 功能可以检测出的不同的故障情况提供了一个概貌。

7.1 以太网连续性检查 (ETH-CC)

以太网连续性检查 (ETH-CC) 用于作为一种主动性的 OAM。它用于检测一个 MEG 中任何一对 MEP 间连续性的丢失 (LOC)。ETH-CC 也可以检测两个 MEG 之间不希望有的连通性 (错误混入), 在 MEG 内与一个不要求的 MEP (非期望的 MEP) 间不希望有的连通性, 以及其它故障情况 (例如非期望的 MEG 等级、非期望的周期等)。ETH-CC 可应用于差错检测、性能监测或保护转换的应用。

MEP 在接收到带有非预期的 ETH-CC 信息的帧时必须做出报告。在一个 MEG 中可以使 ETH-CC 实现传输或停止传输。当一个 MEG 中实现 ETH-CC 的传输时, 所有 MEP 都将能向该 MEG 中的所有其它的 MEP 周期地发送带有 ETH-CC 信息的帧。对于一个 MEG 中所有的 MEP, ETH-CC 的传输周期是同样的。当一个 MEP 能产生带有 ETH-CC 信息的帧时, 它也预期从 MEG 中它对等的 MEP 处接收带有 ETH-CC 信息的帧。

当一个 MEG 中的 ETH-CC 停止传输时, 其所有的 MEP 将不再能发送带有 ETH-CC 信息的帧。

每一个支持 ETH-CC 的 MEP 所需要的特定的配置信息如下:

- MEG ID — 它识别 MEP 所属的 MEG。
- MEP ID — 在 MEG 中 MEP 本身的身份识别。
- 对等的 MEP ID 清单 — 为 MEG 中对等的 MEP 的一个清单。对于一个具有单个 ME 的点到点的 MEG, 这清单中将只有单个对等的 MEP ID。
- MEG 等级 — MEP 所处的 MEG 等级。
- ETH-CC 传输周期 — 它取决于应用。ETH-CC 具有 3 种不同的应用 (将对每一种应用规定一个默认的传输周期):
 - 差错管理: 默认的传输周期是 1 s (即每秒 1 帧的传输速率)。
 - 性能监测: 默认的传输周期是 100 ms (即每秒 10 帧的传输速率)。
 - 保护转换: 默认的传输周期是 3.33 ms (即每秒 300 帧的传输速率)。
- 优先级: 它标识带有 ETH-CC 信息的帧的优先级。作为默认值, 带有 ETH-CC 信息的帧将以数据业务流可用的最高优先级传送。否则可以对优先级进行配置。
- 丢弃适用性 — 带有 ETH-CC 信息的帧总是标志为不适合丢弃的。

MIP 对于 ETH-CC 信息是透明的, 因而不需要任何支持 ETH-CC 的配置信息。

当一个 MEP 在 ETH-CC 传输周期 3.5 倍的时间间隔内, 收不到来自对等 MEP 清单中一个对等 MEP 的 ETH-CC 信息时, 它就检测出已丢失了与那个对等 MEP 连续性。这一时间间隔相当于顺序地丢失了 3 个来自那个对等 MEP 的承载 ETH-CC 信息的帧。正如 7.1.2 所描述的, ETH-CC 也可以检测其它故障情况。

正如 9.2 所描述的, 用于 ETH-CC 信息的 OAM PDU 是 CCM。承载 CCM PDU 的帧称为 CCM 帧。

7.1.1 CCM（带有ETH-CC信息）的传输

当 ETH-CC 被打开时，MEP 将如已配置的传输周期那样周期地发送 CCM 帧。传输周期可以是以下 7 个数值之中的一个：

- **3.33 ms**：保护转换应用默认的传输周期（每秒 300 帧的传输速率）。
- **10 ms**：（每秒 100 帧的传输速率）。
- **100 ms**：性能监测应用默认的传输周期（每秒 10 帧的传输速率）。
- **1 s**：差错管理应用默认的传输周期（每秒 1 帧的传输速率）。
- **10 s**：（每分钟 6 帧的传输速率）。
- **1 min**：（每分钟 1 帧的传输速率）。
- **10 min**：（每小时 6 帧的传输速率）。

注 — 虽然为传输周期规范了 7 个不同数值，建议使用的是默认数值，它基于 ETH-CC 所使用的应用领域。对于所使用的应用领域，当采用默认数值以外的数值时，所要求应用的特性将不能保证。

CCM 中的周期字段是以发送的 MEP 所配置的传输周期值来传送的，因此，如果传输周期在发送和接收的 MEP 是相同时，接收的 MEP 将能检测出非期望的周期数值。

7.1.2 CCM（带有ETH-CC信息）的接收

MEP 接收到一个 CCM 帧时，将对它进行检查，以确保它的 MEG ID 与接收 MEP 中配置的 MEG ID 相匹配，并且该 CCM 帧中的 MEP ID 是配置的对等 MEP ID 清单之中的一个。CCM 帧中的信息在接收 MEP 中将按目录分类。

CCM 帧能检测出不同的故障情况，它们包括：

- 如果在相当于接收 MEP CCM 传输周期 3.5 倍的时间间隔内未从一个对等的 MEP 接收到任何的 CCM 帧，与对等 MEP 连续性的丢失就检测出来了。
- 如果接收到一个 CCM 帧，其 MEG 等级低于该接收 MEP 的 MEG 等级，非期望的 MEG 等级就检测出来了。
- 如果接收到一个 CCM 帧，它具有同样的 MEG 等级，但 MEG ID 不同于该接收的 MEP 自身的 MEG ID，错误混入就检测出来了。
- 如果接收到一个 CCM 帧，它具有同样的 MEG 等级和正确的 MEG ID，但带有不正确的 MEP ID，包括接收 MEP 自身的 MEP ID，那么非期望的 MEP 就检测出来了。
- 如果接收到一个 CCM 帧，它具有正确的 MEG 等级、正确的 MEG ID 和正确的 MEP ID，但周期字段值不同于接收 MEP 自身的 CCM 传输周期，那么非期望的周期就检测出来了。

当它检测出上述故障情况时，接收的 MEP 必须通知设备的差错管理进程。

7.2 以太网环回 (ETH-LB)

以太网环回功能(ETH-LB)用于检验一个 MEP 与一个 MIP 或对等的 MEP 间的连通性。有两种 ETH-LB 类型:

- 单播的 ETH-LB;
- 组播的 ETH-LB。

7.2.1 单播的ETH-LB

单播的 ETH-LB 是一种按需的 OAM 功能, 它可以用于如下的应用:

- 验证一个 MEP 与一个 MIP 或一个对等 MEP 间的双向连通性。
- 在一对对等的 MEP 之间, 执行双向的服务期间或服务中断时的诊断测试, 包括带宽通量的验证、检测比特误码率等。

带有单播 ETH-LB 信息的帧可以用多种方式发送, 用于不同的按需控制类型, 例如单次传输、重复性传输等。特定的按需控制类型不属于本建议书的范围。

当用于验证双向连通性时, MEP 发送一个带有 ETH-LB 请求信息的单播帧, 并预期在一个规定的时间周期内, 从一个 MIP 或一个对等的 MEP 接收带有 ETH-LB 回复信息的单播帧。该 MIP 或对等的 MEP 是由它们的 MAC 地址标明的。这种 MAC 地址被编码在单播请求帧的 DA 中。如果 MEP 在规定的时间内没有接收到带有 ETH-LB 回复信息的单播帧, 就可以推断与该 MIP 或对等 MEP 的连通性已经丢失。单播 ETH-LB 也可以用于测试一个 MEP 与一个 MIP 或一个对等 MEP 之间帧长度不同时双向连通性。

当用于双向诊断测试时, MEP 向一个对等的 MEP 发送带有 ETH-LB 请求信息的单播帧。ETH-LB 请求信息包含测试码型。当执行服务中断的诊断测试时, 数据业务流将不传递给被诊断 ME 的任何一侧。反之, 该 MEP 将如 7.6 所述, 配置为以 ME 上任一侧紧接着的客户 MEG 等级发送带有 ETH-LCK 信息的帧。

注 1 — 单播 ETH-LB 在任何时刻都只能执行两种应用中间的一个。它必须先结束尚未了结的与一个应用相关的按需控制 (连通性验证或诊断测试), 才能执行其它应用的新的按需控制。

注 2 — 对于服务期间的双向连通性验证或者服务期间的双向诊断测试, 带有 ETH-LB 信息的帧不对数据业务流造成不利影响的发送速率不属于本建议书的范围。它可以在单播 ETH-LB 的用户和服务用户之间相互取得一致。

支持单播 ETH-LB 的一个 MEP 所需要的特定的配置信息如下:

- MEG 等级 — MEP 所在的 MEG 的等级。
- 拟进行 ETH-LB 的远端 MIP 或 MEP 的单播 MAC 地址。
- 数据 — 是一个任意的单元, 它的长度与内容在 MEP 上是可配置的。其内容可以是测试码型和任选的校验和。测试码型的例子有 5.8/O.150 中规定的伪随机比特序列 (PRBS) ($2^{31}-1$)、全“0”码型等。对于双向的诊断测试应用, 需要对与该 MEP 相关联的测试信号发生器和测试信号检测器进行配置。
- 优先级 — 标识带有单播 ETH-LB 信息的帧的优先等级。
- 丢弃适用性 — 标识带有单播 ETH-LB 信息的帧在遇到拥塞情况时是否适合丢弃。

注 3 — 对于重复性传输, 可能会需要额外的配置信息单元, 例如重复率、总的重复间隔等。这些额外的配置信息单元不属于本建议书的范围。

远端的 MIP 或 MEP，在接收到地址是针对该 MIP 或 MEP 的带有 ETH-LB 请求信息的单播帧时，将以带有 ETH-LB 回复信息的单播帧进行响应。

MIP 支持单播 ETH-LB 所需要的特定的配置信息如下：

- MEG 等级 — MIP 所在的 MEG 的等级。

单播 LB 请求信息所用的 OAM PDU 是 9.3 中描述的 LBM。单播 LB 回复信息所用的 OAM PDU 是 9.4 中描述的 LBR。载有 LBM PDU 的单播帧称为单播的 LBM 帧。载有 LBR PDU 的单播帧称为单播的 LBR 帧。

7.2.1.1 单播LBM的传输

单播的 LBM 帧由 MEP 在按需的基础上发送。

当用于双向连通性验证时，MEP 发送一个单播的 LBM 帧，地址指向远端的 MIP 或远端对等的 MEP，并带有指定的插在交易 ID/序号字段的交易 ID。在传输了单播 LBM 帧之后，MEP 将期望在 5 s 的时间内接收到一个单播 LBR 帧。因此，发送的交易 ID 应由该 MEP 至少在单播 LBM 帧发送后的 5 s 时间内加以保持。对于每一个单播 LBM 帧，必须使用不同的交易 ID，且在 1 min 时间内来自同一个 MEP 的交易 ID 不能重复。

MEP 可以任选地使用数据 TLV 或测试 TLV。当配置要求检查不同帧长度的传输是否成功时，MEP 将使用数据 TLV。然而，当用于诊断测试时，MEP 将发送单播的 LBM 帧，地址指向远端对等的 MEP，并带有测试 TLV。测试 TLV 用于运载与该 MEP 相联系的测试信号发生器产生的测试码型。当 MEP 被配置要进行服务中断的诊断测试时，该 MEP 还将在 LBM 帧发出的相反方向上，以客户的 MEG 等级产生 7.6 中描述的 LCK 帧。

7.2.1.2 单播LBM的接收和LBR的传输

每当 MIP 或 MEP 接收到一个有效的单播 LBM 帧时，就要产生一个 LBR 帧，送往请求的 MEP。一个单播 LBM 帧，如果具有有效的 MEG 等级，且目的地 MAC 地址与所考虑接收 MIP 或 MEP 的 MAC 地址相同，将被考虑是一个有效的单播 LBM 帧。该单播 LBM 帧中的每一个字段将复制到 LBR 帧中，但有以下例外：

- 源地址和目的地 MAC 地址要交换。
- OpCode 字段将从 LBM 变为 LBR。

进一步来说，当一个接收的 MEP 被配置成要进行服务中断的诊断测试时，它也要在 LBR 帧发出的相反方向上以客户的 MEG 等级产生 7.6 中描述的 LCK 帧。

7.2.1.3 LBR的接收

当一个配置为连通性验证的 MEP，在发送单播 LBM 帧以后的 5 s 时间内，接收到一个以它为地址的 LBR 帧，这个帧具有与它自身 MEG 等级相同的 MEG 等级，并具有期望的交易 ID，这 LBR 帧是有效的。否则这送往它的 LBR 帧是无效的，将予丢弃。

当一个配置成诊断测试的 MEP 接收到一个以它为地址并具有与它自身 MEG 等级相同的 MEG 等级的 LBR 帧时，该 LBR 帧是有效的。与 MEP 相关联的测试信号接收器也可以检验接收到的序号是否是所期望的序号。

如果一个 MIP 接收到一个以它为地址的 LBR 帧，这种 LBR 帧是无效的。MIP 应将它丢弃。

7.2.2 组播ETH-LB

组播ETH-LB功能用于验证一个MEP与它对等的MEP之间的连通性。组播ETH-LB是一个按需的OAM功能。当在一个MEP上请求组播的ETH-LB功能时，该MEP将向组播ETH-LB的发起者回送一个要进行双向连通性检测的它的对等MEP的一个清单。

当在一个MEP上请求组播LB时，带有ETH-LB请求信息的一个组播帧将从一个MEP送往同一MEG中对等的其它MEP。该MEP将预期在规定的时间内从它对等的MEP处接收带有ETH-LB回复信息的单播帧。一旦接收到带有ETH-LB请求信息的组播帧，接收的MEP，将检验该带有ETH-LB请求信息的组播帧，并在一个0到1s范围以内的数值随机的时延之后，发送带有ETH-LB回复信息的单播帧。

每个MEP支持组播ETH-LB所需要的特定的配置信息如下：

- MEG等级 — MEP所在的MEG的等级。
- 优先级 — 标识带有ETH-LB请求信息的组播帧的优先等级。
- 丢弃适用性 — 带有ETH-LB请求信息的组播帧总是标志为不适合丢弃的。

MIP对于带有ETH-LB请求信息的组播帧是透明的，因而不需要支持组播ETH-LB的任何信息。

组播ETH-LB请求信息所用的OAMPDU是9.3中描述的LBM。ETH-LB回复所用的OAMPDU是9.4中描述的LBR。运载有LBM PDU的组播帧称为组播LBM帧。

7.2.2.1 组播LBM的传输

组播LBM帧是由MEP在按需的基础上发送的。带有指定交易ID的组播LBM帧在发送以后，该MEP将预期在5s以内接收到LBR帧。因此，交易ID在组播LBM帧发送之后至少要保留5s。每一个组播LBM必须使用不同的交易ID，在1min内，来自同一个MEP的交易ID不得重复。

7.2.2.2 组播LBM的接收和LBR的传输

每当MEP接收到一个有效的组播LBM帧时，就要产生一个LBR帧，并在一个0到1s范围以内的数值随机的时延之后，送往请求的MEP。该组播LBM帧的有效性可依据其正确的MEG等级来判定。

该组播LBM帧中的每一个字段将复制到LBR帧中，但有以下的例外：

- LBR帧中的源MAC地址是进行回复的MEP的单播MAC地址。LBR帧中的目的地MAC地址将从组播LBM帧的源MAC地址进行复制，它应该是一个单播地址。
- OpCode字段将从LBM变为LBR。

7.2.2.3 LBR的接收

当MEP在发送了组播LBM帧的5s时间内，接收到一个具有预期的交易ID的LBR帧时，该LBR帧是有效的。如果MEP接收到的LBR帧，其交易ID不在MEP保存的发送交易ID的清单之中，该LBR帧是无效的，将予以丢弃。

如果MIP接收到以它为地址的LBR帧，这种LBR帧是无效的，MIP应将它丢弃。

7.3 以太网链路追踪 (ETH-LT)

以太网链路追踪功能 (ETH-LT) 是一种按需的 OAM 功能, 它可以用于以下的两个目的:

- 邻近关系的恢复 — ETH-LT 功能可以用于恢复 MEP 与远端 MEP 或 MIP 之间的邻接关系。执行 ETH-LT 功能的结果是一系列 MIP, 从源 MEP 直到目标的 MIP 或 MEP。每一个 MIP 和/或 MEP 将由其 MAC 地址标识,
- 差错定位 — ETH-LT 功能可以用于差错定位。当一个差错 (如一个链路和/或装置的失灵) 或转发平面的环路出现时, 得到的 MIP 和/或 MEP 的系列将很可能不同于所期望的。序列中的差别将提供有关差错位置的信息。

ETH-LT 请求信息是 MEP 在按需的基础上发出的。在发送了带有 ETH-LT 请求信息的帧之后, 该 MEP 将预期在规定的时间内接收带有 ETH-LT 回复信息的帧。接收到带有 ETH-LT 请求信息的帧的 MIP 和 MEP 将有选择地以带有 ETH-LT 回复信息的帧给予应答。

MIP 或 MEP 在接收到一个带有 ETH-LT 请求信息的有效帧时, 仅在以下情况下, 才以带有 ETH-LT 回复信息的帧给予应答:

- MIP 或 MEP 所在的网元知道 ETH-LT 请求信息中的 TargetMAC 地址, 并能将它与单个外出端口相联系, 该外出端口与接收带有 ETH-LT 请求信息的帧的端口又不是同一端口。或者
- 该 TargetMAC 地址与那些 MIP 或 MEP 自身的 MAC 地址是同一地址。

如第 7.3.2 中所述, MIP 也可以以带有 ETH-LT 请求信息的帧进行回答。

MEP 支持 ETH-LT 所需要的特定的配置信息如下:

- MEG 等级 — MEP 所在的 MEG 的等级。
- 优先级 — 标识带有 ETH-LT 请求信息的帧的优先等级。
- 丢弃适用性 — 带有 ETH-LT 请求信息的帧总是标志为不适合丢弃的。
- 拟实施 ETH-LT 的目标的 MAC 地址 (通常是该 MEG 的 MIP 或 MEP, 但并不限于此)。

MIP 支持 ETH-LT 所需要的特定的配置信息如下:

- MEG 等级 — MEP 所在的 MEG 的等级。

ETH-LT 请求信息所用的 PDU 是 9.5 中描述的 LTM。ETH-LT 回复信息所用的 PDU 是 9.6 中描述的 LTR。运载 LTM PDU 的帧称为 LTM 帧。运载 LTR PDU 的帧称为 LTR 帧。

注 1 — 由于每一个包含有 MIP 或 MEP 的网元需要知道接收 LTM 帧中的 TargetMAC 地址, 并将它与单个外出端口相联系, 为使其 MIP 或 MEP 能进行应答, MEP 在发送 LTM 帧之前可以先向该 TargetMAC 地址发送单播的 ETH-LB。这将保证: 如果 TargetMAC 地址在同一 MEG 中可通达, 沿着通往 TargetMAC 地址路径上的网元将有关通往该 TargetMAC 地址的路由信息。

注 2 — 在失灵情况下, 通往该 TargetMAC 地址的路由信息在某一时间之后可以过期。为了提供有关路由的信息, 该 ETH-LT 功能必须在过期出现之前执行。

7.3.1 LTM的传输

LTM 帧是由 MEP 在按需的基础上发送的。如果该 MEP 位于进入端口，在 LTM 帧的 TargetMAC 地址与某单个外出端口相联系时，LTM 帧将转发至这一单个外出端口；而若 TargetMAC 地址不能与单个外出端口相联系，LTM 帧将转发至所有的外出端口。但是，如果 MEP 位于一个外出端口，LTM 帧将送出该外出端口。

注一 在外出端口并不包含有与 LTM 帧同一 MEG 等级的 MIP 的情况下，LTM 帧可以转发给与该 MEG 相联系的所有外出端口，即使这一 TargetMAC 地址在网元中是已知的。

在发送带有特定交易号码的 LTM 帧之后，MEP 将预期在 5 s 以内接收到 LTR 帧。因此在 LTM 帧发送之后，发送的每个 LTM 帧的交易号码将至少保留 5 s 的时间。每一个 LTM 帧必须使用不同的交易号码，在 1 min 以内，来自同一个 MEP 的交易号码不得重复。

7.3.2 LTM的接收、转发和LTR的传输

如果 MEP 或 MIP 接收到一个 LTM 帧，将进行以下的验证：

- 只有那些具有与接收 MEP 或 MIP 自身的 MEG 等级相同的 MEG 等级的 LTM 帧才是有效的。
- 因而，要对 LTM 帧的 TTL 字段进行检查。如果 TTL 字段值为 0，该 LTM 帧将丢弃。（为 0 的 TTL 字段值是一个无效数值。）

如果 LTM 帧有效，处于进入端口的接收的 MIP 将作如下操作：

- 它要从接收 LTM 帧的 OriginMAC 地址确定 LTR 帧的目的地址。
- 如果网元知道 LTM 帧中的 TargetMAC 地址，并将它与单个外出端口相联系，且该外出端口与进入端口不是同一个端口，或者 LTM 帧终结于 MIP（当 TargetMAC 地址是 MIP 自身的 MAC 地址时），那么，在一个 0 到 1 s 范围内的一个随机的时间间隔之后，将向始发的 MEP 回送一个 LTR 帧。
- 此外，如果上述条件满足，该 TargetMAC 地址又不同于 MIP 自身的地址，同时 LTM 帧中的 TTL 字段大于 1，则 LTM 帧将转发给这一单个的外出端口。中继的 LTM 帧中的所有字段将与初始的 LTM 帧相同，只是 TTL 要递减 1，并且要将源地址变为 MIP 自身的 MAC 地址。
- 否则 LTM 帧将不加改变地转送给与 MEG 相关的所有的 outgoing 端口，但那个接收它的端口除外。

注 1 在外出端口并不包含有与 LTM 帧同一 MEG 等级的 MIP 的情况下，LTM 帧可以转发给与 MEG 相联系的所有外出端口，即使这一 TargetMAC 地址在网元中是已知的。

如果 LTM 帧有效，处于外出端口的接收的 MIP 将做如下操作：

- 它要从接收 LTM 帧的 OriginMAC 地址确定 LTR 帧的目的地址。
- 如果网元知道 LTM 帧中的 TargetMAC 地址，并将它与 MIP 所在的相同外出端口相联系，或者 LTM 帧终结于 MIP（当 TargetMAC 地址是 MIP 自身的 MAC 地址时），那么，在一个 0 到 1 s 范围的随机的时间间隔之后，将向始发的 MEP 回送一个 LTR 帧。

- 此外，如果上述条件满足，该 TargetMAC 地址又不同于 MIP 自身的地址，同时 LTM 帧中的 TTL 字段大于 1，则 LTM 帧将转发出这外出端口。中继的 LTM 帧中的所有字段将与初始的 LTM 帧相同，除了 TTL 要递减 1，并且要将源地址变为 MIP 自身的 MAC 地址。
- 如果网元知道 LTM 帧中的 TargetMAC 地址，并将它与一个不同的外出端口相联系，该 LTM 帧将丢弃。
- 否则该 LTM 帧将不加改变地转送出外出端口。

注 2—一个网元可以转发数据帧，而不需要学习 MAC 地址，例如在网元上对点到点的 VLAN，可以不学习 MAC 地址。位于这种网元上的 MIP 将要求不发送 LTR 帧，否则，在一个多点 MEG 中，当 LTM 帧被转发到具有这种 MIP 的多个分支时，始发 LTM 帧的 MEP 会接收到来自多点 MEG 多个分支的多个 LTR 帧，从而使邻接信息变得不可理解。

类似地，如果 LTM 帧有效，接收的 MEP 将作如下操作：

- 它要从接收 LTM 帧的 OriginMAC 地址确定 LTR 帧的目的地地址。
- 如果送往与 LTM 帧 TargetMAC 地址同一地址的数据帧穿过网元，并跳过单一的外出端口，或终结在 MEP 上（当 TargetMAC 地址是 MEP 自身的 MAC 地址时），那么，在一个 0 到 1 s 范围的随机的时间间隔之后，将向始发的 MEP 发送一个 LTR 帧。
- MEP 从不转发 LTM 帧。

7.3.3 LTR 的接收

当 MEP 在发送了 LTM 帧的 5 s 时间内，接收到一个具有预期的交易号码的 LTR 帧时，该 LTR 帧是有效的。如果 MEP 接收到的 LTR 帧，其交易号码不在 MEP 保存的发送交易号码的清单之中，该 LTR 帧是无效的。

如果 MIP 接收到以它为地址的 LTR 帧，这种 LTR 帧是无效的，MIP 应将它丢弃。

7.4 以太网告警指示信号（ETH-AIS）

以太网告警指示信号功能（ETH-AIS）用于在服务器层（子层）检测到故障情况后止住告警。由于在生成树协议（STP）环境下提供有独立恢复能力，ETH-AIS 不期望用于 STP 环境。

带有 ETH-AIS 信息的帧的传输在 MEP 上（或服务器 MEP 上）可以实现或停止。

带有 ETH-AIS 信息的帧可以由 MEP（包括服务器 MEP）在检测到故障情况时在客户的 MEG 等级上发出。作为例子，故障情况有：

- 在执行 ETH-CC 情况下信号异常的情况。
- 在关闭 ETH-CC 情况下出现的 AIS 情况或 LCK 情况。

注—因为服务器 MEP 并不执行 ETH-CC，服务器 MEP，在检测到任何信号异常情况时，必须发送带有 ETH-AIS 信息的帧。

在多点 ETH 连通性的情况下，在接收到带有 ETH-AIS 信息的帧时，MEP 将不能确定遇到故障情况的那个特定的服务器层（子层）实体。更重要的是，它不能确定它的对等 MEP 中相关联的需要止住告警的那个子集，因为收到的 ETH-AIS 不包含那种信息。因此，在接收到带有 ETH-AIS 信息的帧时，MEP 必须抑制所有对等 MEP 的告警，不管是否仍有连通性。

然而对于点到点的 ETH 连接，MEP 只有单个对等的 MEP。因此，在它接收到 ETH-AIS 信息时，有关哪个对等 MEP 应该止住告警，不存在任何含糊性。

只有一个 MEP（包括服务器 MEP）被配置成能发出带有 ETH-AIS 信息的帧。在检测到故障情况时，该 MEP 可以立即开始在配置的客户 MEG 等级上周期性地发送带有 ETH-AIS 信息的帧。MEP 将继续周期性地发送带有 ETH-AIS 信息的帧，直到故障情况消除。一旦接收到一个带有 ETH-AIS 信息的帧，MEP 即检测 AIS 情况，抑制住与它所有对等 MEP 相关联的失去连续性的告警。MEP 在无 AIS 情况下检测到失去连续性故障时，将恢复产生失去连续性故障的告警。

MEP 支持 ETH-AIS 传输所需要的特定的配置信息如下：

- 客户 MEG 的等级 — 最接近的客户层 MIP 和 MEP 所位于的 MEG 的等级。
- ETH-AIS 的传输周期 — 它确定带有 ETH-AIS 信息的帧的传输周期性。
- 优先级 — 标识带有 ETH-AIS 信息的帧的优先等级。
- 丢弃适用性 — 带有 ETH-AIS 信息的帧总是标志为不适合丢弃的。

MEP 支持 ETH-AIS 接收所需要的特定的配置信息如下：

- 本地 MEG 的等级 — MEP 操作所处的 MEG 的等级。

MIP 对于带有 ETH-AIS 信息的帧是透明的，因而不需要任何支持 ETH-AIS 功能特性的信息。

用于 ETH-AIS 信息的 PDU 是 9.7 中描述的 AIS。载有 AIS PDU 的帧称为 AIS 帧。

7.4.1 AIS 的传输

在检测出故障情况时，MEP 可以在与它对等 MEP 相反的方向上发送 AIS 帧。AIS 帧传输的周期性基于 AIS 的传输周期。建议采用 1 s 的 AIS 传输周期。其第一个 AIS 帧必须总是在检测出故障情况后立即发送。

客户层（子层）可能由多个 MEG 组成，应该通知它们抑制在服务器层（子层）MEP 检测出故障情况时导致的告警。在检测出信号异常情况时，服务器层（子层）MEP 需要向它的客户层（子层）的每一个 MEG 发送 AIS 帧。在这种情况下，给客户层（子层）所有 MEG 的第 1 个 AIS 帧必须在故障情况的 1 s 以内送出。

注 — 为了在现行设备上支持 ETH-AIS，当要跨越可能多达所有 4094 个 VLAN 时，要在每 1 s 发送 AIS 帧可能会非常紧张，因此也要支持另一个 1 min 的 AIS 传输周期。AIS 帧经由周期字段交换所用的 AIS 传输周期。

7.4.2 AIS 的接收

一旦接收到 AIS 帧，MEP 要对它进行检查，以确保其 MEG 等级对应于与它自身的 MEG 等级。其周期字段指示可望接收到 AIS 帧的周期。一旦接收到 AIS 帧，MEP 要检测 AIS 故障情况。在检测到 AIS 故障情况之后，如果在 AIS 传输周期 3.5 倍的时间间隔内未收到 AIS 帧，该 MEP 将清除 AIS 故障状态。

7.5 以太网远程端故障指示 (ETH-RDI)

以太网远程端故障指示功能 (ETH-RDI) 可以由 MEP 与它对等的 MEP 交换已经遇到的故障情况。ETH-RDI 仅在 ETH-CC 传输实现时才使用。

ETH-RDI 有如下两个应用：

- 单端的差错管理：接收的 MEP 检测到一个 RDI 故障情况，而它与该 MEP 的其它故障情况相关联，它可能会是这些故障的原因。在单个 MEP 中，未接收到 ETH-RDI 消息将指示整个 MEG 中无故障。
- 用于远端性能的监测：它反映远端曾有过的故障情况，可以作为性能监测进程的输入。

一个处于故障状态的 MEP 发送带有 ETH-RDI 信息的帧。一个 MEP，在接收到带有 ETH-RDI 信息的帧时，可以确定它对等的 MEP 已遇到故障情况。然而，对于多点的 ETH 连通性，MEP 在接收到带有 ETH-RDI 信息的帧时，不能够确定它的对等 MEP 中那一个遇到故障情况发送 RDI 信息的 MEP 的相关子集，因为发送的 MEP 本身也并不总是有这种信息的。

MEP 支持 ETH-RDI 功能所需要的特定的配置信息如下：

- MEG 等级 — MEP 所在的 MEG 的等级。
- ETH-RDI 传输周期 — 是决定于应用且被配置成与 ETH-CC 传输周期相同的数值。
- 优先级 — 它标识带有 ETH-RDI 信息的帧的优先级。该优先级与 ETH-CC 的优先级相同。
- 丢弃适用性 — 带有 ETH-RDI 信息的帧总是标志为不适合丢弃的。

MIP 对于带有 ETH-RDI 信息的帧是透明的，因而不需要任何支持 ETH-RDI 功能特性的信息。

用于运载 ETH-RDI 信息的 PDU 是 9.2 中描述的 CCM。

7.5.1 带有ETH-RDI的CCM的传输

MEP 在与其对等的 MEP 检测到故障情况时，应在故障状态持续期间，在 CCM 帧中设置 RDI 字段。CCM 帧，正如 7.1.1 中描述的，在 MEP 的 CCM 帧实现传输时，是依据 CCM 的传输周期周期性地发送的。当故障情况清除后，MEP 在随后传输的 CCM 帧中应清除 RDI 字段。

7.5.2 带有ETH-RDI的CCM的接收

一旦接收到一个 CCM 帧，MEP 将对它进行检查，以确保其 MEG 等级对应于它配置的 MEG 等级，并在 RDI 字段被设置时检测 RDI 情况。对于点到点的 ETH 连接，MEP 在从对等的 MEP 处接收到 RDI 被清除的第 1 个 CCM 帧时，就可以清除 RDI 状态。对于多点的 ETH 连通性，MEP 只有在从清单中它的全部对等的 MEP 处接收到 RDI 字段被清除的 CCM 帧时，才能清除 RDI 状态。

7.6 以太网锁定信号 (ETH-LCK)

以太网锁定信号功能 (ETH-LCK) 用于通告服务器层 (子层) MEP 的管理性锁定以及随后的数据业务流中断, 该业务流是送往期待接收这业务流的 MEP 的。它使得接收带有 ETH-LCK 信息的帧的 MEP 能区分是故障情况, 还是服务器层 (子层) MEP 的管理性锁定动作。需要对一个 MEP 进行管理性锁定的一个应用实例是 7.7 中介绍的服务中断的 ETH-Test。

MEP 在配置的客户 MEG 等级上将继续周期性地发送带有 ETH-LCK 信息的帧, 直到该管理/诊断的情况被解除。

MEP 在它自身的 MEG 等级上抽取带有 ETH-LCK 信息的帧, 并检测造成该 MEP 出现信号异常情况的 LCK 状态。信号异常情况可以导致向它的客户 MEP 传输 AIS 帧。

MEP 支持 ETH-LCK 传输所需要的特定的配置信息如下:

- 客户的 MEG 等级 — 它最接近的客户层 MIP 和 MEP 所在的 MEG 的等级。
- ETH-LCK 传输周期 — 它确定带有 ETH-LCK 信息的帧的传输周期性。
- 优先级 — 它识别带有 ETH-LCK 信息的帧的优先等级。
- 丢弃适用性 — 带有 ETH-LCK 信息的帧总是标志为不适合丢弃的。

MEP 支持 ETH-LCK 接收所需要的特定的配置信息如下:

- 本地的 MEG 等级 — MEP 操作所处的 MEG 的等级。

MIP 对于带有 ETH-LCK 信息的帧是透明的, 因而不需要任何支持 ETH-LCK 功能特性的信息。

用于运载 ETH-LCK 信息的 PDU 是 9.8 中描述的 LCK。运载 LCK PDU 的帧称为 LCK 帧。

7.6.1 LCK 的传输

在由管理所锁定时, MEP 在与它对等的 MEP 相反的方向上发送 LCK 帧。LCK 帧传输的周期性基于 LCK 传输周期。LCK 传输周期与 AIS 的传输周期相同。第一个 LCK 帧必须总是紧接在管理/诊断动作之后发送。

客户层 (子层) 可以由多个 MEG 组成, 应该通知它们抑制由于服务器层 (子层) MEP 上有意的维护/诊断相关的配置所形成的告警。该服务器层 (子层) MEP, 一经由管理所锁定, 需要向它的每一个客户层 (子层) MEG 发送 LCK 帧。在这种情况下, 给所有客户层 (子层) MEG 的第一个 LCK 帧必须在出现故障情况的 1 s 之内发出。

7.6.2 LCK 的接收

一旦接收到一个 LCK 帧, MEP 将对它进行检查, 以确保其 MEG 等级对应于它配置的 MEG 等级。其周期字段指示可以期待的 LCK 帧的周期性。一旦接收到 LCK 帧, MEP 应检测 LCK 状态。在检测到 LCK 状态之后, 如果在 LCK 传输周期 3.5 倍的时间间隔内不再收到 LCK 帧, 该 MEP 将清除 LCK 状态。

7.7 以太网测试信号 (ETH-Test)

以太网测试信号功能 (ETH-Test) 用于进行单向按需的服务期间的或服务中断时的诊断测试, 包括验证带宽通量、帧丢失、比特误码等。

当配置成进行这种测试时, MEP 将插入具有指定通量、帧长度和传输码型的带有 ETH-Test 信息的帧。

当进行服务中断的 ETH-Test 功能时, 客户的数据业务流在被诊断实体中将被中断。配置成进行服务中断测试的 MEP, 在紧接的客户层 (子层) 将如 7.6 所描述地发送 LCK 帧。

当进行服务期间的 ETH-Test 功能时, 数据业务流将不中断, 带有 ETH-Test 信息的帧将以只使用有限的一部分带宽的方式来发送。带有 ETH-Test 信息的帧的这种传输速率, 对于服务期间的 ETH-Test 功能, 是预先确定的。

注 1 — 对于服务期间的 ETH-Test, 不对数据业务流带来不良影响, 且带有 ETH-Test 信息可以发送的帧的最大传输速率, 不属于本建议书的范围。它可以在 ETH-Test 的用户和服务的用户之间相互商定。

MEP 支持 ETH-Test 所需要的特定的配置信息如下:

- MEG 等级 — MEP 所在的 MEG 的等级。
- 拟进行 ETH-Test 的对等 MEP 的单播 MAC 地址。
- 数据 — 这是一个任选的单元, 其长度和内容可以在 MEP 上进行配置。内容可以是测试的码型和任选的校验和。测试码型的例子有 5.8/O.150 中规定的伪随机比特序列 (PRBS) ($2^{31}-1$)、全零码型等。在发送侧 MEP, 需要对与该 MEP 相关联的测试信号发生器进行配置。在接收侧 MEP, 需要对与该 MEP 相关联的测试信号检测器进行配置。
- 优先级 — 它识别带有 ETH-Test 信息的帧的优先等级。
- 丢弃适用性 — 它识别在遇到拥塞情况时带有 ETH-Test 信息的帧是否适合丢弃。

注 2 — 还可能还需要额外的配置信息, 如 ETH-Test 信息的传输速率, ETH-Test 的总的间隔等。这些额外的配置信息不属于本建议书的范围。

MIP 对于带有 ETH-Test 信息的帧是透明的, 因而不需要任何支持 ETH-Test 功能特性的配置信息。

MEP 插入带有 ETH-Test 信息的帧送往对等的目标的 MEP。接收的 MEP 检测这些带有 ETH-Test 信息的帧, 并进行要求的测量。

用于 ETH-Test 信息的 PDU 是 9.9 中描述的 TST。运载 TST PDU 的帧称为 TST 帧。

7.7.1 TST 的传输

与 MEP 相关联的一个测试信号发生器可以如测试信号发生器配置的那样频繁地发送 TST 帧。每个 TST 帧发送时带有指定的序号。TST 的每一个帧必须使用不同的序号, 在 1 min 以内发自同一个 MEP 的序号不得重复。

当 MEP 配置为服务中断的测试时, 在紧接的客户的 MEG 等级上, 该 MEP 也能在 TST 帧发送的同一方向上产生 LCK 帧。

7.7.2 TST 接收

在 MEP 接收到 TST 帧时，它将对它们进行检查，以确保其 MEG 等级对应于它自身的 MEG 等级。如果接收的 MEP 按 ETH-TST 功能配置，与该 MEP 相关联的测试信号检测器将从接收到的 TST 帧中的伪随机比特序列检测比特误码，并报告这种误码。此外，当接收的 MEP 配置成服务中断的测试时，它也能在 TST 帧接收的方向上，在客户的 MEG 等级上产生 LCK 帧。

7.8 以太网自动保护转换 (ETH-APS)

以太网自动保护转换功能 (ETH-APS) 用于控制保护转换的操作，以提高可靠性。保护转换操作特定的细节不属于本建议书的范围。

用于 ETH-APS 的 OAM 帧的类型是 9.10 中描述的 APS 帧。

ETH-APS 机制的应用在 ITU-T G.8031/Y.1342 建议书中定义。

7.9 以太网维护通信信道 (ETH-MCC)

以太网维护通信信道功能 (ETH-MCC) 在一对 MEP 之间提供维护通信的信道。ETH-MCC 可用于执行远程管理。ETH-MCC 特定的使用不属于本建议书的范围。

MEP 可以向其对等的 MEP 发送带有 ETH-MCC 信息的帧，它带有远程维护请求、远程维护回复、通告等。

MEP 支持 ETH-MCC 所需要的特定的配置信息如下：

- MEG 等级 — MEP 所在的 MEG 的等级。
- 拟进行 ETH-MCC 的远端 MEP 的单播 MAC 地址。
- OUI — 机构唯一的识别码，用于识别定义 ETH-MCC 特定格式和意义的机构。
- 数据 — 是可能需要的额外信息，具体取决于 ETH-MCC 特定的应用。应用特定的信息不属于本建议书的范围。
- 优先级 — 它识别带有 ETH-MCC 信息的帧的优先等级。
- 丢弃适用性 — 带有 ETH-MCC 信息的帧总是标志为不适合丢弃的。

一旦接收到带有 ETH-MCC 信息并具有正确的 MEG 等级的帧时，远端的 MEP，应将 ETH-MCC 信息转交给管理代理，后者会另外给予响应。

MIP 对于带有 ETH-MCC 信息的帧是透明的，因而不需要任何支持 ETH-MCC 功能特性的配置信息。

用于 ETH-MCC 信息的 PDU 是 9.11 中描述的 MCC。运载 MCC PDU 的帧称为 MCC 帧。

7.10 以太网实验用 OAM (ETH-EXP)

ETH-EXP 用于实验性的 OAM 功能，它可以在一个管理域内临时使用。对于实验性的 OAM 功能，并不期望有跨越不同管理域的互操作性。

ETH-EXP 的特定应用不属于本建议书的范围。

在 9.17 中描述的 EXMPDU 和在 9.18 中描述的 EXR PDU 可用作于实验性的 OAM。实验性的 OAM 机制的细节不属于本建议书的范围。

7.11 以太网供货商特定的 OAM (ETH-VSP)

ETH-VSP 用于供货商特定的 OAM 功能，它可以由供货商在它的设备间使用。并不期望供货商特定的 OAM 功能具有跨越不同供货商设备的互操作性。

ETH-VSP 的特定应用不属于本建议书的范围。

在 9.19 中描述的 VSM PDU 和在 9.20 中描述的 VSR PDU 可用于供货商特定的 OAM。供货商特定的 OAM 机制的细节不属于本建议书的范围。

8 用于性能监测的 OAM 功能

用于性能监测的 OAM 功能可以测量不同的性能参数。性能参数是针对点到点的 ETH 连接来定义的。多点 ETH 连通性的性能参数和功能有待进一步研究。

本建议书包括了以下的性能参数，它们依据的是 MEF 10。

- **帧丢失率**

帧丢失率定义为用百分数表示的未传递的服务帧数量除以时间间隔 T 内服务帧总数的比率。这里未传递的服务帧的数量，是一个点到点 ETH 连接中到达入口 ETH 流接点的服务帧数量和传递到出口 ETH 流接点服务帧数量之差。

- **帧时延**

帧时延可以按一个帧往返的时延来规范。帧时延被定义为：帧的第一个比特由源节点开始传输起到环回帧的最后一个比特由同一源节点接收时为止所经历的时间。帧的环回由该帧的目的地节点执行。

- **帧时延变化**

帧时延变化是对一对服务帧之间帧时延改变的度量，在此服务帧属于点到点 ETH 连接上同一个 CoS 的实例。

性能参数应用于服务帧。服务帧是那些符合约定的带宽特征一致性水平的数据帧。服务帧在点到点 ETH 连接入口的 ETH 流接点应于通过，并应传递到出口的 ETH 流接点。带宽特征一致性的规范不属于本建议书的范围。

此外按照 RFC 2544，还可以识别另一个性能参数：

- **吞吐量**

吞吐量定义为不丢帧情况下的最大速率。它通常是在测试条件下测得的。

注一 可用性的定义不属于本建议书的范围。但本建议书定义的机制可用于可用性相关的测量。

8.1 帧丢失的测量 (ETH-LM)

ETH-LM 用于收集计数器的数值，应用于入口和出口处的服务帧，在此计数器在一对 MEP 之间保持着发送和接收的数据帧的计数。

ETH-LM 是通过向其对等 MEP 发送带有 ETH-LM 信息的帧，并类似地从对等 MEP 接收带有 ETH-LM 信息的帧实现的。每个 MEP 都进行帧丢失的测量，用于确定不可用时间。由于两个方向中只要有任何一个宣告为不可用，双向服务就定义为不可用，ETH-LM 必须便于每个 MEP 进行近端和远端帧丢失的测量。

对于一个 MEP，近端的帧丢失是指与入口数据帧相关联的帧丢失，而远端的帧丢失是指与出口数据帧相关联的帧丢失。近端和远端帧丢失的测量将分别贡献于近端的严重误码秒（近端 SES）和远端的严重误码秒（远端 SES），两者将一起以类似于 ITU-T G.826 和 G.7710/Y.1701 建议书的方式决定不可用时间。

在一个要进行丢失测量的点到点的 ME 中，MEP 将为每个对等 MEP 和要监测的每个优先级等级保持如下两个本地的计数器：

- **TxFCL**：用于发往对等 MEP 的未超标数据帧的计数器。
- **RxFCL**：用于从对等 MEP 接收的未超标数据帧的计数器。

TxFCL 和 RxFCL 计数器并不对 MEP 在 MEP 所在 MEG 等级上发送和接收的 OAM 帧进行计数。然而，计数器对于类似于数据帧那样穿过 MEP 的来自较高 MEG 等级的 OAM 帧要进行计数。

有一种丢失测量方法，它使用到一对对带有 ETH-LM 信息的顺序的帧，正如 8.1.1.2 和 8.1.2.3 所介绍的那样，可以容忍发送和接收 MEP 计数器初始数值间的不同步。此外，当 MEP 检测出丢失连续性的故障情况时，它能丢弃故障情况下的测量数据，将它假设为 100% 的丢失。

注 1 — 丢失测量的精度，决定于在计数器数值被复制进 ETH-LM 信息后，带有 ETH-LM 信息的帧如何加入进数据流。例如，在读出计数器数值的时间和带有 ETH-LM 信息的帧加入数据流的时间之间，有额外的数据帧需要发送或接收，复制到 ETH-LM 信息中的计数器数值就变得不精确了。然而，有一种基于硬件的实现可以增强精确性，它能在读出计数器数值后立即将带有 ETH-LM 信息的帧加入到数据流中。

注 2 — 用于发送和接收数据帧的计数器处理的细节不属于本建议书的范围。

MEP 支持 ETH-LM 所需要的特定的配置信息如下：

- MEG 等级 – MEP 所在的 MEG 的等级。
- ETH-LM 传输周期 – 默认的传输周期是 100 ms（也即每秒 10 帧的传输速率）。ETH-LM 的传输周期应该使得即便有一个或多个 ETH-LM 帧丢失，数值在 ETH-LM 信息中携带的帧和/或字节计数器，都不应该回归到同一数值。这对于较低优先级水平上的帧丢失测量是特别重要的。有关帧计数器归零周期的例子，请参看 III.2。
- 优先级 – 它识别带有 ETH-LM 信息的帧的优先等级。
- 丢弃适用性 – 带有 ETH-LM 信息的帧总是标志为不适合丢弃的。

MIP 对于带有 ETH-LM 信息的帧是透明的，因而不需要任何支持 ETH-LM 功能特性的信息。

ETH-LM 可以以两种方式进行：

- 双端的 ETH-LM。
- 单端的 ETH-LM。

8.1.1 双端的ETH-LM

双端的 ETH-LM 用于性能监测的主动的 OAM，可应用于差错管理。在这种情况下，在一个点到点的 ME 中，每个 MEP 向它对等的 MEP 周期地发送带有 ETH-LM 信息的双端的帧，以便于对等 MEP 处的帧丢失测量。每个 MEP 都终结带有 ETH-LM 信息的双端的帧，并进行近端和远端的丢失测量。这一功能用于在 ETH-CC 所使用的同一个优先级上进行性能监测。

用于双端 ETH-LM 信息的 PDU 是 9.2 中描述的 CCM。

8.1.1.1 带有双端ETH-LM的CCM的传输

当配置成主动的丢失测量时，MEP 周期地发送带有如下信息单元的 CCM 帧：

- **TxFcF**：在 CCM 帧传输时本地计数器 TxFCI 的数值。
- **RxFcB**：在从对等 MEP 接收到最后一个 CCM 帧时本地计数器 RxFCI 的数值。
- **TxFcB**：在从对等 MEP 接收到的最后一个 CCM 帧中的 TxFCf 的数值。

CCM PDU 的发送有一个周期值，该周期值等于发送端 MEP 按性能监测应用配置的 CCM 传输周期。接收端 MEP 将检测出非期望周期的故障情况，如果该 CCM 传输周期与配置的数值不同的话。

8.1.1.2 带有双端ETH-LM的CCM帧的接收

当它配置成主动的丢失测量时，MEP 在接收到一个 CCM 帧时，将使用如下数值来进行近端和远端丢失的测量：

- 所接收 CCM 帧的 TxFCf、RxFcB、TxFCb 的数值和该 CCM 帧接收时本地计数器 RxFCI 的数值。这些数值被表示为 TxFCf[t_c]、RxFcB[t_c]、TxFCb[t_c] 和 RxFCI[t_c]，这里 t_c 是当前那个帧的接收时间。
- 前一个 CCM 帧的 TxFCf、RxFcB、TxFCb 的数值和这前一个 CCM 帧接收时本地计数器 RxFCI 的数值。这些数值被表示为 TxFCf[t_p]、RxFcB[t_p]、TxFCb[t_p] 和 RxFCI[t_p]，这里 t_p 是前一个帧的接收时间。

$$\text{帧丢失}_{\text{远端}} = |\text{TxFCb}[t_c] - \text{TxFCb}[t_p]| - |\text{RxFcB}[t_c] - \text{RxFcB}[t_p]|$$

$$\text{帧丢失}_{\text{近端}} = |\text{TxFCf}[t_c] - \text{TxFCf}[t_p]| - |\text{RxFCI}[t_c] - \text{RxFCI}[t_p]|$$

如果所接收 CCM 帧中的周期字段数值不同于 MEP 自身配置的 CCM 传输周期，该 MEP 将检测出非期望周期的故障情况，在这种情况下，帧丢失测量将不再进行。

8.1.2 单端的ETH-LM

单端的 ETH-LM 用于按需的 OAM。在这种情况下，为进行丢失测量，MEP 向其对等的 MEP 发送带有 ETH-LM 请求信息的帧，并从其对等 MEP 接收带有 ETH-LM 回复信息的帧。

用于单端 ETH-LM 请求的 PDU 是 9.12 中描述的 LMM。用于单端 ETH-LM 回复的 PDU 是 9.13 中描述的 LMR。运载 LMM PDU 的帧称为 LMM 帧，运载 LMR PDU 的帧称为 LMR 帧。

8.1.2.1 LMM的传输

对于按需的丢失测量，MEP 以如下的信息单元周期地发送 LMM 帧：

- **TxFcf:** LMM 帧传输时本地计数器 TxFCf 的数值。

8.1.2.2 LMM的接收和LMR的传输

每当 MEP 接收到一个有效的 LMM 帧时，就要生成一个 LMR 帧并将它发送给请求的 MEP。一个 LMM 帧被认为是一个有效的 LMM 帧，如果它具有有效的 MEG 等级，而且目的地 MAC 地址等于接收端 MEP 的 MAC 地址。一个 LMR 帧包含如下的数值：

- **TxFcf:** 从 LMM 帧复制的 TxFCf 的数值。
- **RxFcf:** LMM 帧接收时本地计数器 RxFCf 的数值。
- **TxFcb:** LMR 帧传输时本地计数器 TxFCb 的数值。

8.1.2.3 LMR的接收

一旦收到 LMR 帧，MEP 将使用如下数值来进行近端和远端的丢失测量：

- 所接收 LMR 帧的 TxFCf、RxFCf、TxFCb 的数值和该 LMR 帧接收时本地计数器 RxFCf 的数值。这些数值被表示为 TxFCf[t_c]、RxFCf[t_c]、TxFCb[t_c] 和 RxFCf[t_c]，这里 t_c 是当前那个回复帧的接收时间。
- 前一个 LMR 帧的 TxFCf、RxFCf、TxFCb 的数值和这前一个 LMR 帧接收时本地计数器 RxFCf 的数值。这些数值被表示为 TxFCf[t_p]、RxFCf[t_p]、TxFCb[t_p] 和 RxFCf[t_p]，这里 t_p 是前一个回复帧的接收时间。

$$\text{帧丢失}_{\text{远端}} = |\text{TxFCf}[t_c] - \text{TxFCf}[t_p]| - |\text{RxFCf}[t_c] - \text{RxFCf}[t_p]|$$

$$\text{帧丢失}_{\text{近端}} = |\text{TxFCb}[t_c] - \text{TxFCb}[t_p]| - |\text{RxFCf}[t_c] - \text{RxFCf}[t_p]|$$

8.2 帧时延的测量 (ETH-DM)

ETH-DM 可用于按需的 OAM，测量帧时延和帧时延变化。帧时延和帧时延变化的测量是通过向对等 MEP 周期地发送带有 ETH-DM 信息的帧，并在诊断间隔内从对等 MEP 接收带有 ETH-DM 信息的帧来完成的。每一个 MEP 都可以进行帧时延和帧时延变化的测量。

当一个 MEP 能产生带有 ETH-DM 信息的帧时，它向同一 ME 内它对等的 MEP 周期地发送带有 ETH-DM 信息的帧。当一个 MEP 产生带有 ETH-DM 信息的帧时，它也预期在同一 ME 中从对等的 MEP 接收带有 ETH-DM 信息的帧。

MEP 支持 ETH-DM 所需要的特定的配置信息如下：

- **MEG 等级** – MEP 所在的 MEG 的等级。
- **优先级** – 它识别带有 ETH-DM 信息的帧的优先等级。
- **丢弃适用性** – 带有 ETH-DM 信息的帧总是标志为不适合丢弃的。

注 1 — 可能会需要额外的配置信息单元，如 ETH-DM 信息的传输速率、ETH-DM 总的间隔等。这些额外的配置信息单元不属于本建议书的范围。

MIP 对于带有 ETH-DM 信息的帧是透明的，因而不需要任何支持 ETH-DM 功能特性的信息。

MEP 用以下信息单元来发送带有 ETH-DM 信息的帧：

- **TxTimestampf**: ETH-DM 传输时的时戳。

接收的 MEP 可以将这一数值与 ETH-DM 帧的接收时间 RxTimef 进行比较，并按下式计算单向的帧时延：

$$\text{帧时延} = \text{RxTimef} - \text{TxTimeStampf}$$

但是，单向帧时延的测量需要发送端 MEP 和接收端 MEP 的时钟同步。就帧时延变化的测量而言，它基于前后帧时延测量之间的差值，对于时钟同步的要求可以放松，因为在前后帧时延测量的差别中，相位差的间隔可以抵消。

事实上，正如在最通常情况下可看到的，要求时钟同步是不实际的，这时帧时延测量将只能在双向测量中进行，在此 MEP 发送一个带有 ETH-DM 请求信息的帧，它携带 TxTimeStampf，同时接收端 MEP 以一个带有 ETH-DM 回复信息的帧进行回应，回复帧中有从 ETH-DM 请求信息中复制来的 TxTimeStampf。MEP 接收该带有 ETH-DM 回复信息的帧，将 TxTimeStampf 与 ETH-DM 回复信息帧的接收时间 RxTimeb 进行比较，并按下式进行双向帧时延的计算：

$$\text{帧时延} = \text{RxTimeb} - \text{TxTimeStampf}$$

MEP 也可以基于对两个顺序的双向帧时延测量的差值进行计算的能力，做双向帧时延变化的测量。

注 2 — 为了能进行更精确的双向时延测量，对 ETH-DM 请求信息的帧进行回复的 MEP 也可以在 ETH-DM 回复信息中加入两个额外的时戳：RxTimeStampf（在 ETH-DM 请求信息的帧接收时的时戳）和 TxTimeStampb（在 ETH-DM 回复信息的帧发送时的时戳）。

ETH-DM 可以用两种方式进行：

- 单向 ETH-DM。
- 双向 ETH-DM。

8.2.1 单向ETH-DM

在这种情况下，每个 MEP 在点到点 ME 中向它对等的 MEP 发送带有单向 ETH-DM 信息的帧，以便于在对等的 MEP 上进行单向帧时延和/或单向帧时延变化的测量。

注 — 如果两个 MEP 之间时钟是同步的，单向帧时延测量可以进行；否则将只能进行单向帧时延变化的测量。

用于单向 ETH-DM 的 PDU 是 9.14 中介绍的 1DM。运载 1DM PDU 的帧称为 IDM 帧。

8.2.1.1 1DM的传输

当配置成单向时延测量时，MEP 将周期地发送带有 TxTimeStampf 数值的 1DM 帧。

8.2.1.2 1DM 接收

当配置成单向时延测量时，一旦接收到 1DM 帧，MEP 将使用如下数值来做单向帧时延的测量。这些数值又将用于作为单向帧时延变化测量的输入：

- 1DM 帧的 TxTimeStampf 值。
- RxTimef，它是 1DM 帧接收的时间。

帧时延 = RxTimef – TxTimeStampf。

8.2.2 双向 ETH-DM

MEP 向其对等的 MEP 发送有 ETH-DM 请求信息的帧，并从其对等的 MEP 接收有 ETH-DM 回复信息的帧，来进行双向帧时延和双向帧时延变化的测量。

ETH-DM 请求所用的 PDU 是 9.15 描述的 DMM。ETH-DM 回复所用的 PDU 是 9.16 描述的 DMR。运载有 DMM PDU 的帧称为 DMM 帧。运载有 DMR PDU 的帧称为 DMR 帧。

8.2.2.1 DMM 的传输

当配置成双向时延测量时，MEP 将周期地发送带有 TxTimeStampf 数值的 DMM 帧。

8.2.2.2 DMM 的接收和 DMR 的传输

每当接收到一个有效的 DMM 帧时，MEP 将生成一个 DMR 帧，并发送给请求的 MEP。一个 DMM 帧被认为是有效的 DMM 帧，如果它具有有效的 MEG 等级，且目的地地址等于接收 MEP 的 MAC 地址。DMM 帧中的每一个字段都将复制到 DMR 帧中，但有以下例外：

- 源 MAC 地址和目的地 MAC 地址要交换。
- OpCode 字段要从 DMM 改变为 DMR。

注一 作为一个选项，为了考虑在远端 MEP 中的处理时间，可以在 DMR 帧中使用两个额外的时戳：RxTimeStampf（DMM 帧接收时的时戳）和 TxTimeStampb（DMR 帧发送时的时戳）。

8.2.2.3 DMR 的接收

一旦收到 DMR 帧时，MEP 将使用以下数值来计算双向的帧时延。这些数值又将用于作为双向帧时延变化测量的输入：

- DMR 帧的 TxTimeStampf 数值。
- RxTimeb – DMR 帧的接收时间。

帧时延 = RxTimeb – TxTimeStampf

如果 DMR 帧中载有额外的时戳（由 RxTimeStampf 和 TxTimeStampb 字段不为零确定），帧时延的计算将为：

帧时延 = (RxTimeb – TxTimeStampf) – (TxTimeStampb – RxTimeStampf)

8.3 通量测量

RFC 2544 规范了通量的测量，它通过递增速率来发送数据帧（最高可达理论上的最大值），图示所收到的帧的百分率，并报告帧开始被丢失的那个速率。一般地说，这一速率决定于数据帧的长度。

本建议书规范的机制，例如单播的 ETH-LB（如带有数据字段的 LBM 和 LBR 帧）和 ETH-Test（如带有数据字段的 TST 帧）可用于进行通量的测量。MEP 可以在一个速率上插入带有所配置长度、码型等的 TST 帧或 LBM 帧来测验通量，进行单向或双向的测量。

9 OAM PDU类型

本条款描述用于不同 OAM PDU 类型的信息单元和格式,可用于满足条款 7 和 8 中描述的 OAM 功能的要求。

注 — 当 OAM PDU 字段的数值为固定值时,它们将在以下条款的 OAM PDU 格式中显示在括号中。

9.1 OAM共同的信息单元

某一些信息单元对于本建议书识别的不同 OAM PDU 是共同的。这些信息单元有:

- **MEG 等级:** MEG 等级是一个 3 比特的字段。它包含一个整数数值,用于标识 OAM PDU 的 MEG 等级。数值范围从 0 到 7。
- **版本:** 版本是一个 5 比特的字段。它包含一个整数数值,用于标识 OAM 协议的版本。为了支持本建议书规范的 OAM 功能,其版本总是为 0。
- **OpCode:** OpCode 是一个 1 字节的字段。它包含一个标识 OAM PDU 类型的 OpCode。OpCode 用于识别 OAM PDU 中其余部分的内容。这一信息字段的数值在表 9-1 中给出。
- **标记:** 标记是一个 8 比特的字段。这一字段中各比特的使用取决于 OAM PDU 的类型。
- **TLV 偏置值:** TLV 偏置值是一个 1 字节的字段。它包含 OAM PDU 中第一个 TLV 相对于 TLV 偏置值字段的偏置数量。这一字段的数值与 OAM PDU 的类型相联系。当 TLV 偏置值为 0 时,它指向 TLV 偏置值字段后的第一个字节。

不出现于 OAM PDU 中但由运载 OAM PDU 的帧所传送的其它信息单元包括:

- **优先级:** 优先级标识一个特定 OAM 帧的优先级。
- **丢弃适用性:** 丢弃适用性标识丢弃对一个特定 OAM 帧是否适用。

表 9-1/Y.1731—OpCode值

OpCode值	OAM PDU类型	OpCode与MEP/MIP的相关性
与 IEEE 802.1 共同的 OpCodes		
1	CCM	MEP
3	LBM	MEP 和 MIP (连通性验证)
2	LBR	MEP 和 MIP (连通性验证)
5	LTM	MEP 和 MIP
4	LTR	MEP 和 MIP
0、6-31、64-255	保留(注 1)	
本建议书特定的 OpCodes		
33	AIS	MEP
35	LCK	MEP
37	TST	MEP
39	APS	MEP
41	MCC	MEP
43	LMM	MEP
42	LMR	MEP
45	IDM	MEP
47	DMM	MEP
46	DMR	MEP
49	EXM	不属于本建议书的范围
48	EXR	不属于本建议书的范围
51	VSM	不属于本建议书的范围
50	VSR	不属于本建议书的范围
32、34、36、38、44、52-63	保留(注 2)	
注 1 — 保留由 IEEE 802.1 定义。		
注 2 — 保留供 ITU-T 将来的标准化。		

9.1.1 OAM PDU共同的格式

所有 OAM PDU 使用的共同格式如图 9.1-1 所示。

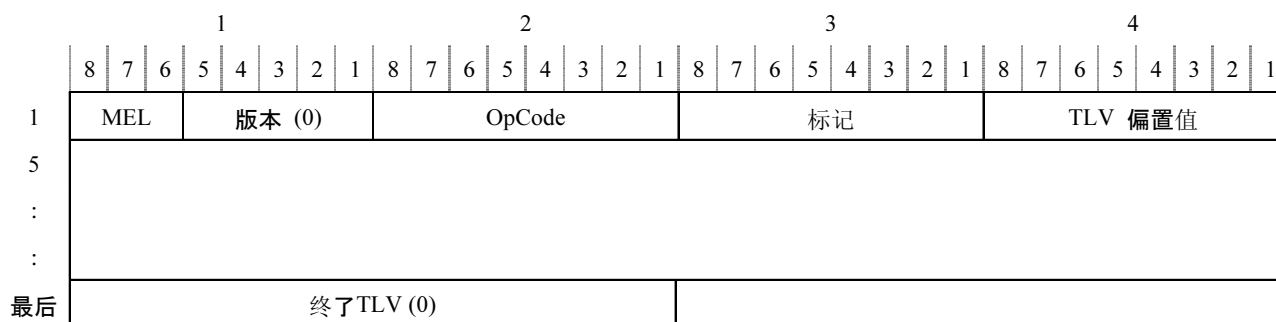


图 9.1-1/Y.1731—OAM PDU共同的格式

TLV的一般格式如图 9.1-2 所示。类型数值在表 9-2 中说明。

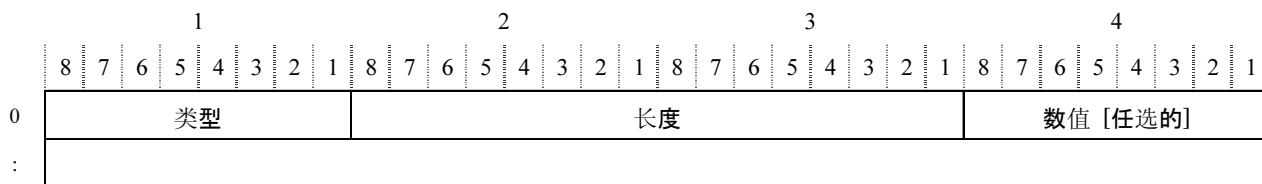


图 9.1-2/Y.1731—TLV的一般格式

注一 在终了 TLV 中，类型 = 0，长度和数值字段都不用。

表 9-2/Y.1731—类型数值

类型数值	TLV名称
与 IEEE 802.1 共同的类型	
0	终了 TLV
3	数据 TLV
5	入口回复 TLV
6	出口回复 TLV
2、4、7-31、64-255	保留 (注 1)
本建议书特定的类型	
32	测试 TLV
33-63	保留 (注 2)
注 1 — 保留由 IEEE 802.1 定义。	
注 2 — 保留供 ITU-T 将来的标准化。	

9.2 CCM PDU

CCM 用于支持 7.1 中描述的 ETH-CC 功能、7.5 中描述的 ETH-RDI 功能和 8.1.1 中描述的双端 ETH-LM 功能。

9.2.1 CCM 信息单元

载于 CCM 的支持 ETH-CC 的信息单元有：

- **周期：**周期是一个 3 比特的信息单元，它载于标记字段中 3 个最低位比特。周期包含在 CCM 源点配置的 CCM 的传输周期值。CCM 周期值在表 9-3 中说明。
- **MEG ID：**MEG ID 是一个 48 字节的字段，它包含发送 CCM 帧的 MEP 所属的 MEG 的 MEG ID。
- **MEP ID：**MEP ID 是一个 2 字节的字段，在此 13 个最低位比特用于标识发送 CCM 帧的 MEP。MEP ID 在 MEG 内是唯一的。

载于 CCM 的支持 ETH-RDI 的信息单元有：

- **RDI：**RDI 是一个 1 比特的信息单元，载于标记字段中的最高比特位。当 RDI 为 1 时，发送端 MEP 指示已检测出故障。当 RDI 为 0 时，发送端 MEP 没有传送故障指示。

载于 CCM 的支持双端 ETH-LM 的信息单元有：

- **TxFcF:** TxFcF 是一个 4 字节的字段，它在 CCM 帧传输时，运载 MEP 向其对等的 MEP 发送的未超标数据帧计数器的数值。
- **RxFcB:** RxFcB 是一个 4 字节的字段，它是 MEP 在从它对等的 MEP 接收最后一个 CCM 帧时，从该对等 MEP 接收到的未超标数据帧计数器的数值。
- **TxFcB:** TxFcB 是一个 4 字节的字段，它载有 MEP 从它对等的 MEP 接收到的最后一个 CCM 帧中 TxFcF 字段的数值。

9.2.2 CCM PDU的格式

MEP 所用的发送 CCM 信息的 CCM PDU 的格式示于图 9.2-1 中。

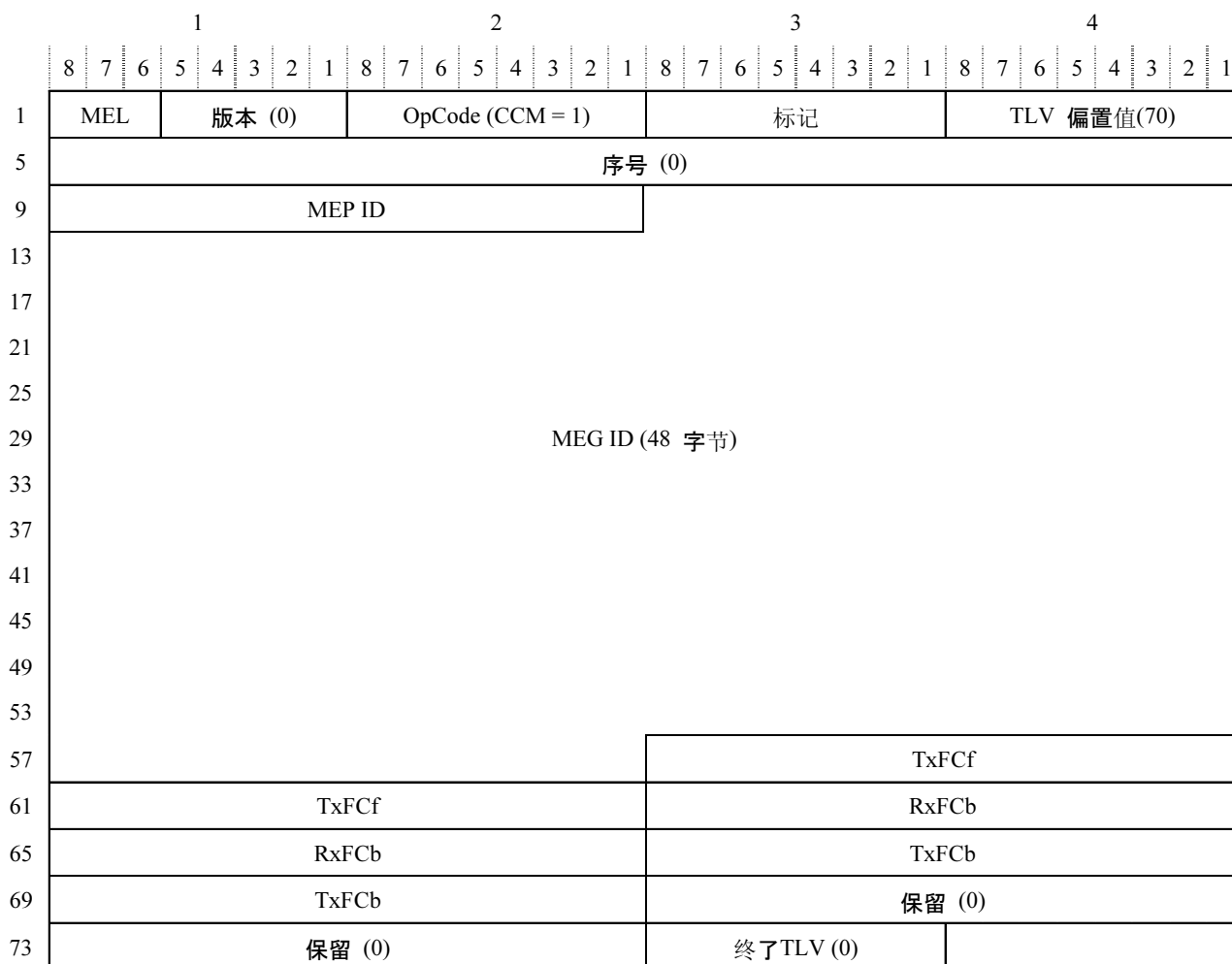


图 9.2-1/Y.1731—CCM PDU的格式

CCM PDU 格式的字段如下：

- **MEG 等级:** 参见 9.1。
- **版本:** 参见 9.1, 数值总是为 0。
- **OpCode:** 这种 PDU 类型的数值是 CCM (1)。
- **标记:** CCM PDU 的标记字段中的两个信息单元 RDI 和周期如下图所示：

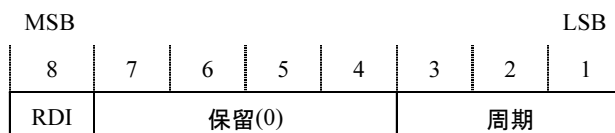


图 9.2-2/Y.1731—CCM PDU中标记的格式

- **RDI:** 比特位 8 置为 1 时指示 RDI，否则它置为 0。
- **周期:** 比特 3 到 1 指示传输周期，其编码如表 9-3 所示。

表 9-3/Y.1731—CCM周期的数值

标记[3:1]	周期值	说明
000	无效数值	对 CCM PDU 为无效数值
001	3.33 ms	每秒 300 帧
010	10 ms	每秒 100 帧
011	100 ms	每秒 10 帧
100	1 s	每秒 1 帧
101	10 s	每分钟 6 帧
110	1 min	每分钟 1 帧
111	10 min	每小时 6 帧

- **TLV 偏置值:** 置为 70。
- **序号:** 这一字段在本建议书中置为全零。
- **MEP ID:** 是一个 13 比特的整数值，用于识别 MEG 中的发送的 MEP。第一个字节中的三个 MSB 不使用，置为零。

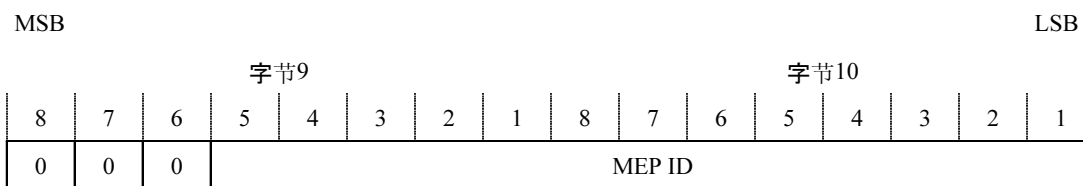


图 9.2-3/Y.1731—CCM PDU中MEP ID的格式

- **MEG ID:** 48 字节的字段。有关 MEG ID 字段所用的格式请参看附件 A。
- **TxFcF、TxFcB、RxFcB:** 4 字节的整数值，它带有 9.2.1 说明的会归零的帧计数器的抽样值。这些字段在不用时设置为全零。
- **保留:** 保留字段置为全零。
- **终于 TLV:** 一个全零字节的数值。

9.3 LBM PDU

如 7.2 中所述，LBM 用于支持 ETH-LB 请求。

9.3.1 LBM的信息单元

LBM 所载的信息单元有：

- **交易 ID/序号:** 交易 ID/序号是一个 4 字节的字段，它包含 LBM 的交易 ID/序号。可以期望接收器将在 9.4 中描述的 LBR PDU 中复制交易 ID/序号。
- **数据/测试码型:** 数据是一个任选的字段，其长度和内容在发送的 MEP 确定。数据字段的内容可以是一个测试码型，并可任选地带有额外的校验和。测试码型可以是 5.8/O.150 中规范的伪随机比特序列 (PRBS) ($2^{31}-1$)、全零码型等。

9.3.2 LBM PDU的格式

MEP 所用的发送 LBM 信息的 LBM PDU 的格式如图 9.3-1 所示。

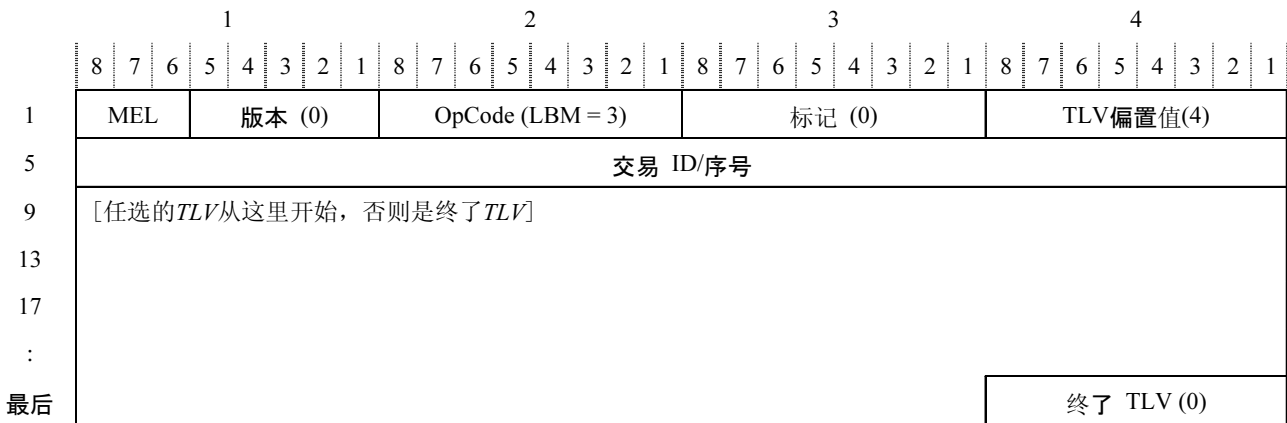


图 9.3-1/Y.1731—LBM PDU的格式

LBM PDU 格式的字段如下：

- **MEG 等级：** 参见 9.1。
- **版本：** 参见 9.1，数值总是为 0。
- **OpCode：** 这一 PDU 类型的数值是 LBM (3)。
- **标记：** 置为全零。

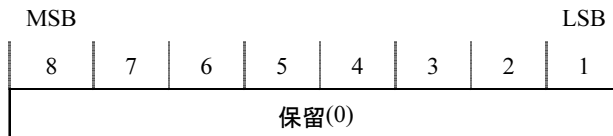


图 9.3-2/Y.1731—LBM PDU中标记的格式

- **TLV 偏置值：** 置为 4。
- **交易 ID/序号：** 一个 4 字节的数值，它可以包含不带测试码型的 LBM PDU 的交易号，或者是带有测试码型的顺序的 LBM PDU 递增的序号。
- **任选的 TLV：** 如果存在，是一个分别由图 9.3-3 或 9.3-4 说明的数据 TLV 或测试 TLV。
- **终了 TLV：** 全零字节的数值。

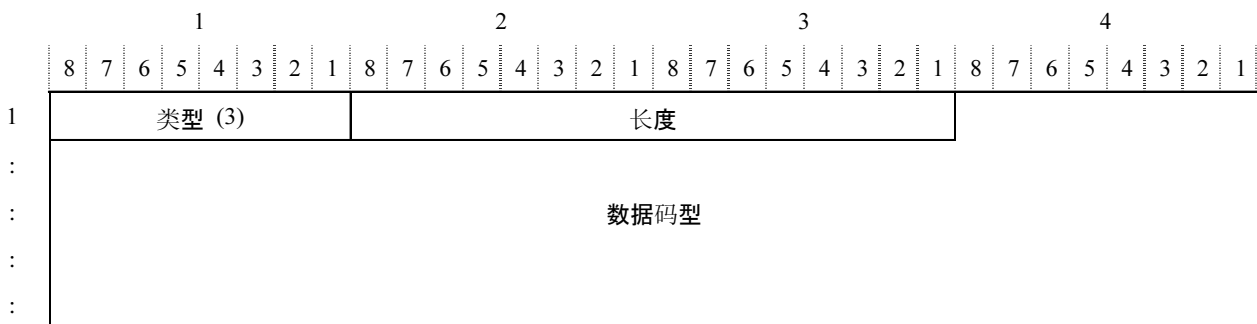


图 9.3-3/Y.1731—数据TLV的格式

数据 TLV 格式的字段如下：

- **类型：** 识别 TLV 的类型；这一 TLV 类型的数值是 Data Signal (3)。
- **长度：** 标识包含有数据码型的数值字段以字节计算的长度。在一个 PDU 限制为 1492 字节的帧中，最大长度值是 1480（因为需要 8 个字节的 LBM PDU 的开销、3 个字节的的数据 TLV 开销和 1 个字节的终了 TLV，共需 12 个字节）。如果 LBM 中有其它的 TLV，还将进一步减少这 1480 的最大长度值。
- **数据码型：** 是一个 n ($n = \text{长度}$) 字节的任意的比特码型。接收器对它将不予理会。

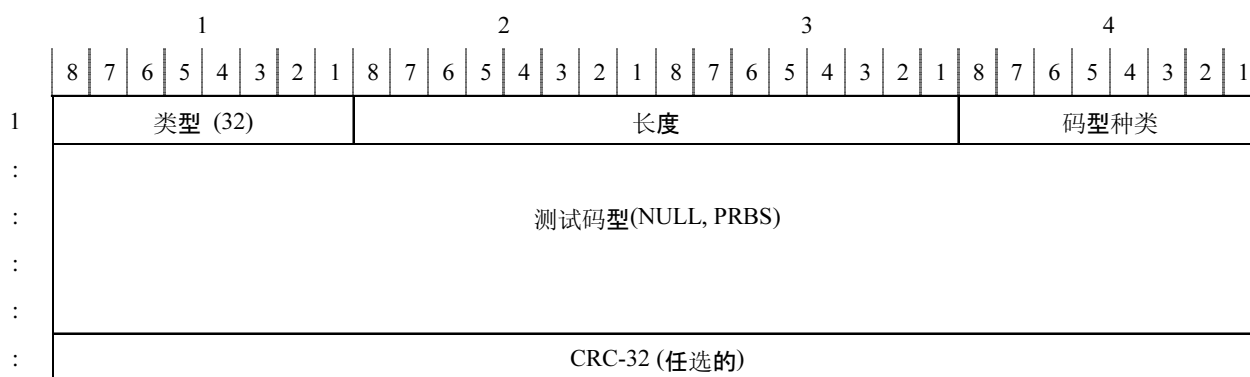


图 9.3-4/Y.1731—测试TLV的格式

测试 TLV 格式的字段如下：

- **类型：** 识别 TLV 的类型；这一 TLV 类型的数值是 Test Signal (32)。
- **长度：** 标识包含有测试码型和 CRC-32 的数值字段以字节计算的长度。在一个 PDU 限制为 1492 字节的帧中，最大长度值是 1480（因为需要 8 个字节的 LBM PDU 的开销、3 个字节的的数据 TLV 开销和 1 个字节的终了 TLV，共需 12 个字节）。如果 LBM 中、有其它的 TLV，还将进一步减少这 1480 的最大长度值。（由于有一个字节将用于码型种类，测试码型可用的是 1479 字节。）
- **码型种类：** 标识测试码型的类型；数值有
 - 0 'Null signal without CRC-32'
 - 1 'Null signal with CRC-32'
 - 2 'PRBS $2^{-31}-1$ without CRC-32'
 - 3 'PRBS $2^{-31}-1$ with CRC-32'

4-255 保留用于将来的标准化

- **测试码型：** 一个 n ($n \leq \text{长度}$) 字节的测试码型，是 PRBS $2^{-31}-1$ 或零（全零）码型。
- **CRC-32：** 应覆盖所有字段（从类型到 CRC-32 之前的最后一个字节）。

9.4 LBR PDU

LBR 用于支持第 7.2 节中描述的 ETH-LB 的回复。

9.4.1 LBR的信息单元

LBR 中运载的信息单元包括：

- **交易 ID/序号：** 交易 ID/序号是一个 4 字节的字段，它从 LBM 的交易 ID/序号字段复制而来。
- **数据：** 数据是一个从 LBM 的数据字段复制而来的字段。

9.4.2 LBR PDU的格式

MEP 用于发送 LBR 信息的 LBR PDU 的格式示于图 9.4-1 中。

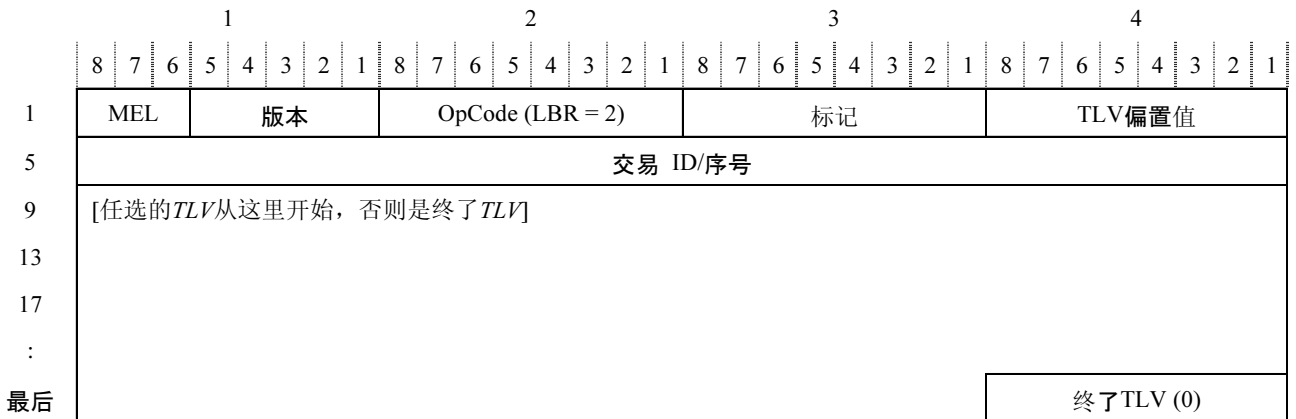


图 9.4-1/Y.1731—LBR PDU的格式

LBR PDU 格式中的字段如下:

- **MEG 等级:** 一个 3 比特的字段, 它的值从接收的 LBM PDU 复制而来。
- **版本:** 一个 5 比特的字段, 它的值从 LBM PDU 复制而来。
- **OpCode:** 这一 PDU 类型的数值是 LBR (2)。
- **标记:** 一个 1 字节的字段, 它的值从 LBM PDU 复制而来。
- **TLV 偏置值:** 一个 1 字节的字段, 它的值从 LBM PDU 复制而来。
- **交易 ID/序号:** 一个 4 字节的字段, 它的值从 LBM PDU 复制而来。
- **任选的 TLV:** 如果 LBM PDU 中存在, 从 LBM PDU 复制而来。
- **终了 TLV:** 一个 1 字节的字段, 它的值从 LBM PDU 复制而来。

9.5 LTM PDU

LTM 用于支持第 7.3 节中描述的 ETH-LT 的请求。

9.5.1 LTM的信息单元

LTM 中运载的信息单元包括:

- **交易号码:** 交易号码是一个 4 字节的字段, 它包含 LTM 的交易号码。可以期望接收器将复制 9.6 中描述的 LTR PDU 中的交易号码。
- **TTL:** TTL 是一个 1 字节的字段, 用于指示 LTM 是否应该由接收器终了。当一个 MIP 接收到 TTL=1 的 LTM 时, 该 LTM 将不再中转。接收 LTM 的网元应将接收到的 TTL 递减 1, 将它复制到 9.6 中描述的 LTR PDU 的 TTL 字段, 并复制到要转发到下一跳的 LTM 中。
- **TargetMAC:** TargetMAC 是一个 6 字节的字段, 用于运载目标端点的 MAC 地址。中间的 MIP 应将这一字段复制到要转发到下一跳的 LTM 中。
- **OriginMAC:** OriginMAC 是一个 6 字节的字段, 用于运载始发的 MEP 的 MAC 地址。中间的 MIP 应将这一字段复制到要转发到下一跳的 LTM 中。

9.5.2 LTM PDU的格式

MEP用于发送 LTM 信息的 LMT PDU 的格式示于图 9.5-1 中。

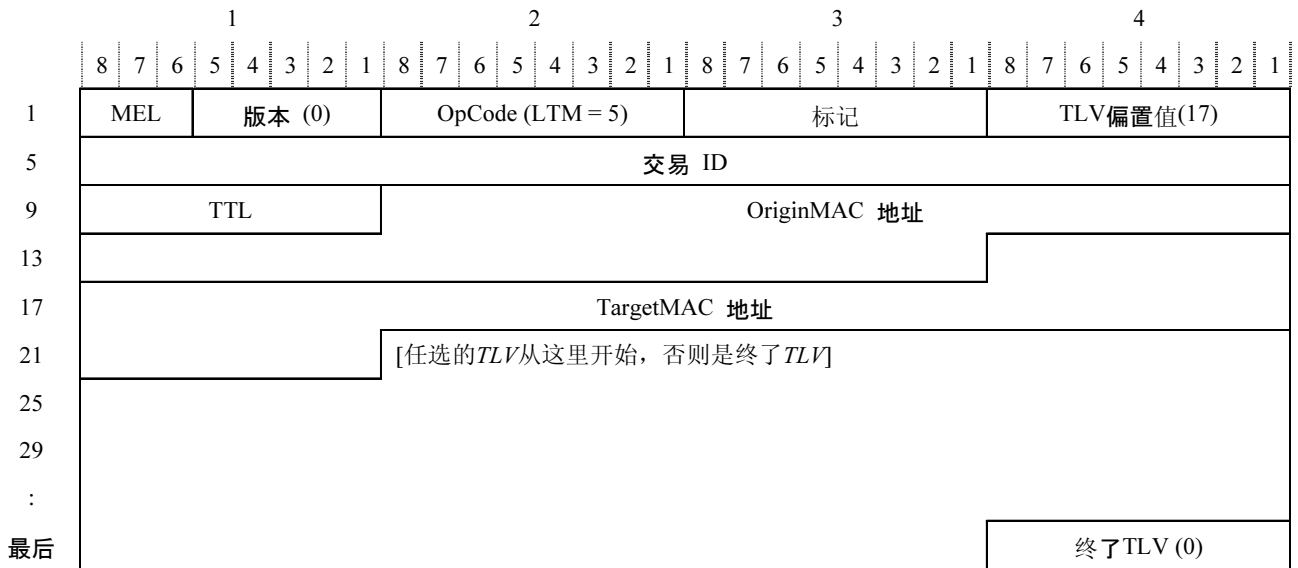


图 9.5-1/Y.1731—LTM PDU的格式

LTM PDU 格式的字段如下:

- **MEG 等级:** 参见 9.1。
- **版本:** 参见 9.1, 数值总是为 0。
- **OpCode:** 这一 PDU 类型的数值是 LTM (5)。
- **标记:** 其格式如图 9.5-2 所示。

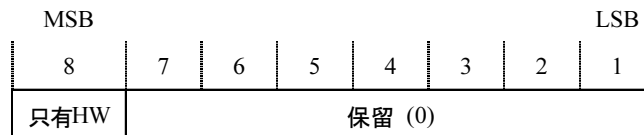


图 9.5-2/Y.1731 – LTM PDU中标记的格式

- **HWonly:** 比特 8 置为 1。数值 1 指示仅将从网桥现行数据转发表中学到的 MAC 地址用于将 LTM 转发到下一跳。当转发一个接收到的 LTM 时, HWonly 将从输入的 LTM 的数值中复制。
- **TLV 偏置值:** 置为 17。
- **交易 ID:** 一个 4 字节的数值, 包含 LTM PDU 的交易 ID。
- **TTL:** 1 个字节的字段, 用于运载 9.5.1 中规定的 TTL 值。
- **OriginMAC 地址:** 9.5.1 中规定的一个 6 个字节的 OriginMAC。
- **TargetMAC 地址:** 9.5.1 中规定的一个 6 个字节的 TargetMAC。
- **任选的 TLV:** 在 LTM PDU 中将不会有任选的 TLV。
- **终了 TLV:** 全零字节的值。

9.6 LTR PDU

LTR 用于支持 7.3 中描述的 ETH-LT 回复。

9.6.1 LTR的信息单元

LTR 中运载的信息单元包括：

- **交易 ID:** 交易 ID 是一个 4 字节的字段，从 LTM 中的交易 ID 字段复制而来。
- **TTL:** TTL 是一个 1 字节的字段，它包含 LTR 为之发送的 LTM 的 TTL 字段的数值再递减 1。

9.6.2 LTR PDU的格式

MEP 或 MIP 为发送 LTR 信息所使用的 LTR PDU 的格式示于图 9.6-1 中。

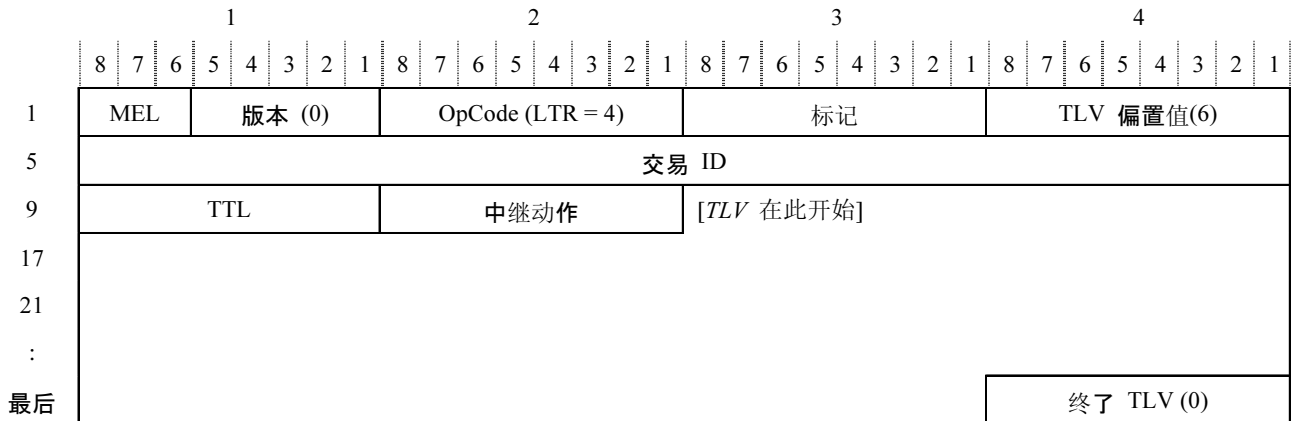


图 9.6-1/Y.1731 – LTR PDU的格式

LTR PDU 格式的字段如下：

- **MEG 等级:** 一个 3 比特的字段，它的值从接收的 LTM PDU 复制而来。
- **版本:** 参见 9.1，数值总是为 0。
- **OpCode:** 这一 PDU 类型的数值是 LTR (4)。
- **标记:** 一个 1 字节的字段，它的值从 LTM PDU 复制而来。
- **TLV 偏置值:** 置为 6。
- **交易 ID:** 一个 4 字节的字段，它的值从 LTM PDU 复制而来。
- **TTL:** 一个 1 字节的字段，它的值从 LTM PDU 复制而来，复制前先递减 1。
- **中继动作:** 一个 1 字节的字段，它保留供 IEEE 802.1 使用。
- **TLV:** 任选的入口回复 TLV 和/或出口回复 TLV，它们分别在图 9.6-2 和图 9.6-3 中规定。
- **終了 TLV:** 全零字节的值。

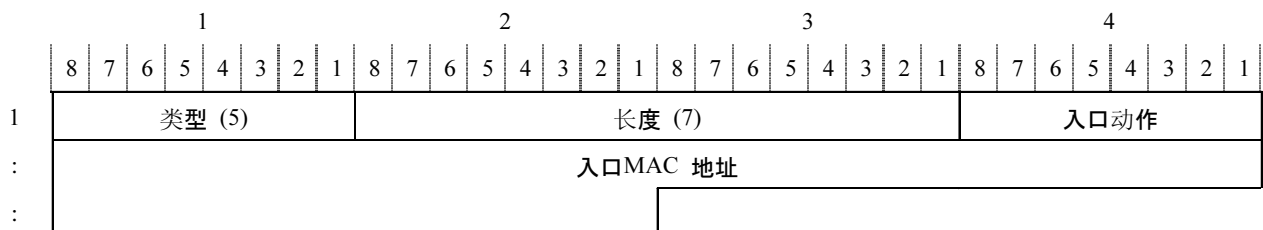


图 9.6-2/Y.1731—入口回复TLV的格式

入口回复 TLV 格式的字段如下：

- **类型：**标识 TLV 的类型；这一 TLV 类型的数值为 Ingress Reply (5)。
- **长度：**标识以字节计数的数值字段的长度。它置为 7。
- **入口动作：**一个 1 字节的字段，保留由 IEEE 802.1 定义。
- **入口 MAC 地址：**一个 6 字节的字段，保留由 IEEE 802.1 定义。

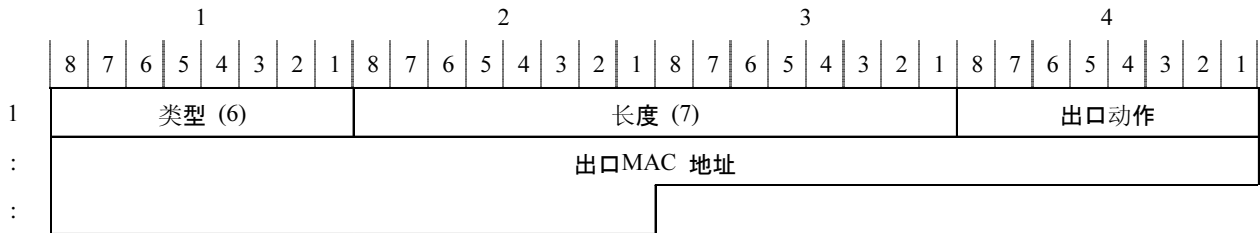


图 9.6-3/Y.1731—出口回复TLV的格式

出口回复 TLV 格式的字段如下：

- **类型：**标识 TLV 的类型；这一 TLV 类型的数值为 Egress Reply (6)
- **长度：**标识以字节计数的数值字段的长度。它置为 7。
- **出口动作：**一个 1 字节的字段，保留由 IEEE 802.1 定义。
- **出口 MAC 地址：**一个 6 字节的字段，保留由 IEEE 802.1 定义。

9.7 AIS PDU

AIS PDU 用于支持 7.4 中描述的 ETH-AIS 功能。

9.7.1 AIS的信息单元

AIS 中运载的信息单元有：

- **周期：**周期是一个 3 比特的信息单元，载于标记字段的 3 个最低位比特。周期包含 AIS 传输周期性的值。AIS 的周期值列于表 9-4 中。

9.7.2 AIS PDU的格式

MEP 用于发送 AIS 信息的 AIS PDU 的格式如图 9.7-1 所示。

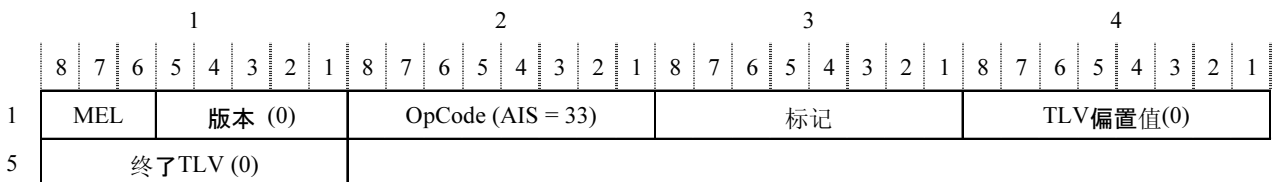


图 9.7-1/Y.1731—AIS PDU的格式

AID PDU 格式的字段如下：

- **MEG 等级：** 一个 3 比特的字段，用于运载客户 MEG 的 MEG 等级。
- **版本：** 参见 9.1，数值总为 0。
- **OpCode：** 这一 PDU 类型的数值是 AIS(33)。
- **标记：** AIS PDU 标记字段中的一个信息单元，周期如图 9.7-2 所示。

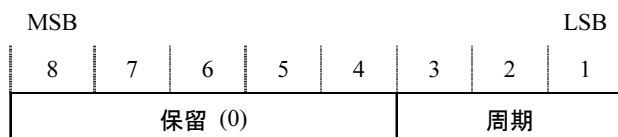


图 9.7-2/Y.1731—AIS PDU 中标记的格式

- **周期：** 比特 3 到 1 指示传输的周期，它具有表 9-4 中的编码。

表 9-4/Y.1731—AIS/LCK 的周期值

标记[3:1]	周 期 值	说 明
000-011	无效值	对 AIS/LCK PDU 为无效数值
100	1 s	每秒钟 1 帧
101	无效值	对 AIS/LCK PDU 为无效数值
110	1 min	每分钟 1 帧
111	无效值	对 AIS/LCK PDU 为无效数值

- **TLV 偏置值：** 置为 0。
- **終了 TLV：** 全零字节的值。

9.8 LCK 帧

LCK PDU 用于支持 7.6 中描述的 ETH-LCK 功能。

9.8.1 LCK 的信息单元

LCK 运载的信息单元有：

- **周期：** 周期是一个 3 比特的信息单元，载于标记字段的 3 个最低位比特。周期包含 LCK 传输周期性的值。LCK 的周期值列于表 9-4 中。

9.8.2 LCK PDU 的格式

MEP 用于发送 LCK 信息的 LCK PDU 的格式如图 9.8-1 所示。

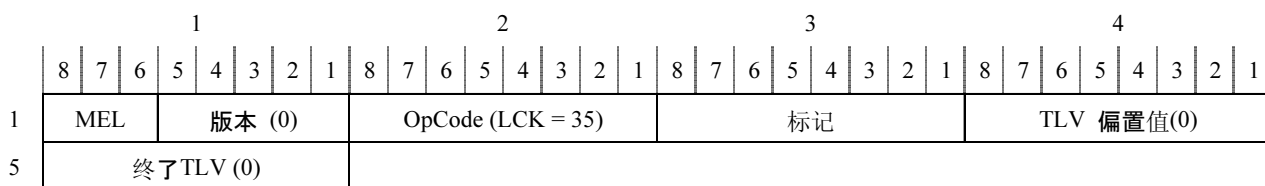


图 9.8-1/Y.1731—LCK PDU 的格式

LCK PDU 格式的字段如下：

- **MEG 等级：** 一个 3 比特的字段，用于运载客户 MEG 的 MEG 等级。
- **版本：** 参见 9.1，数值总是为 0。
- **OpCode：** 这一 PDU 类型的数值是 LCK(35)。
- **标记：** LCK PDU 标记字段中的一个信息单元，周期如图 9.8-2 中所示。

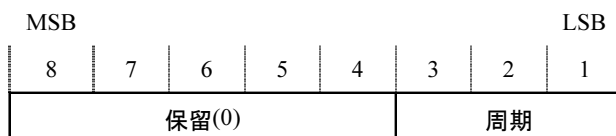


图 9.8-2/Y.1731—LCK PDU 中标记的格式

- **周期：** 比特 3 到 1 指示传输的周期，它具有表 9-4 中的编码。
- **TLV 偏置值：** 置为 0。
- **終了 TLV：** 全零字节的值。

9.9 TST PDU

TST PDU 用于支持 7.7 中描述的单向 ETH-Test 功能。

9.9.1 TST 的信息单元

TST 运载的信息单元有：

- **序号：** 序号是一个 4 字节的字段，它包含 TST 帧的序号。
- **测试：** 测试是一个任选的字段，它的长度和内容是由发送的 MEP 确定的。测试字段的内容指示一个测试码型，还可以携带任选的校验和。测试码型可以是 5.8/O.150 中规定的一个伪随机比特序列 (PRBS) ($2^{31}-1$)、全零码型等。

9.9.2 TST PDU 的格式

MEP 用于发送 TST 信息的 TST PDU 的格式如图 9.9-1 所示。

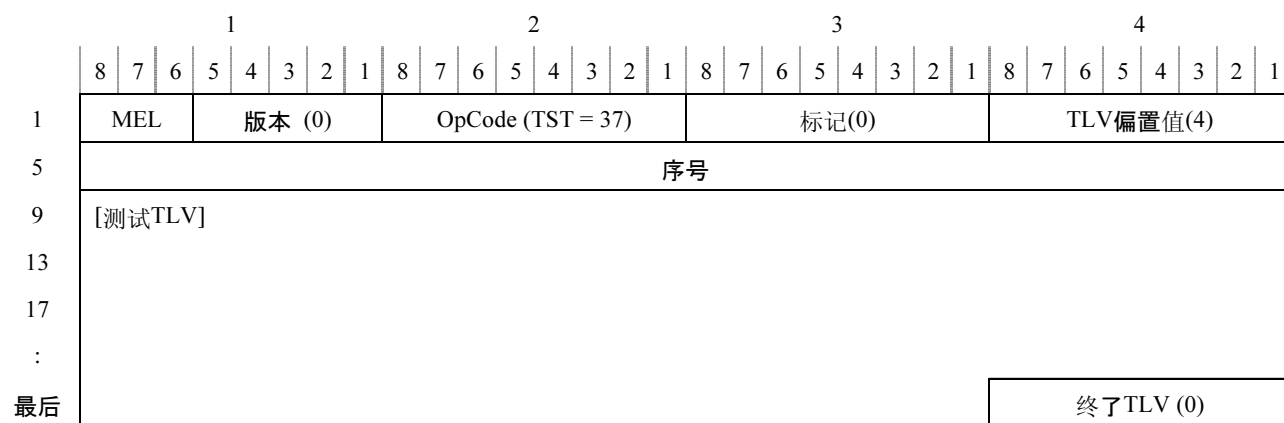


图 9.9-1/Y.1731—TST PDU 的格式

TST PDU 格式的字段如下：

- **MEG 等级：** 参见 9.1。
- **版本：** 参见 9.1，数值总是为 0。
- **OpCode：** 这一 PDU 类型的数值是 TST (37)。
- **标记：** 置为全零。

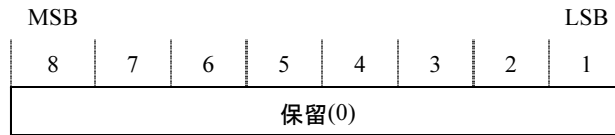


图 9.9-2/Y.1731—TST PDU标记的格式

- **TLV 偏置值:** 置为 4。
- **序号:** 序号是一个 4 字节的字段，它包含对后续 TST PDU 是递增的序号。
- **测试 TLV:** 测试 TLV 在图 9.3-4 中说明。
- **終了 TLV:** 全零字节的值。

9.10 APS PDU

APS 用于支持 7.8 中描述的 ETH-APS 功能。

9.10.1 APS的信息单元

APS 携带的信息单元不属于本建议书的范围。

9.10.2 APS PDU的格式

MEP 用于发送 APS 信息的 APS PDU 的格式如图 9.10-1 所示。

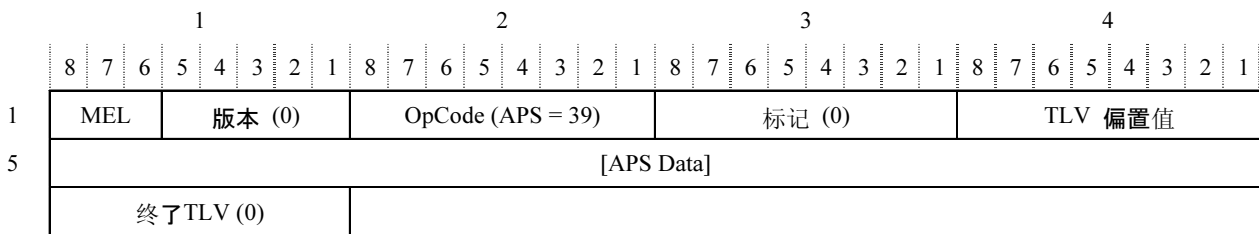


图 9.10-1/Y.1731—APS PDU的格式

APS PDU 格式的字段如下：

- **MEG 等级:** 参见 9.1。
- **版本:** 参见 9.1，数值总是为 0。
- **OpCode:** 这一 PDU 类型的数值是 APS (39)。
- **标记:** 置为全零。

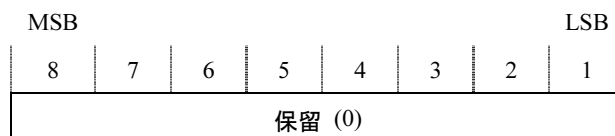


图 9.10-2/Y.1731—APS PDU标记的格式

- **TLV 偏置值:** 1 字节的字段。它用于 APS 的特定数值不属于本建议书的范围。
- **APS 数据:** 这一字段的格式和长度不属于本建议书的范围。
- **終了 TLV:** 全零字节的值。

9.11 MCC PDU

MCC PDU 用于支持 7.9 中描述的 ETH-MCC。

9.11.1 MCC的信息单元

MCC 携带的信息单元包括：

- **OUI:** OUI 是一个 3 字节的字段，它包含规定 MCC 数据格式和 SubOpCode 数值的机构的机构唯一的识别码。
- **SubOpCode:** SubOpCode 是一个 1 字节的字段，用于解释 MCC PDU 的其余字段。
- **MCC 数据:** 依据 OUI 指示的功能特性和机构特定的 SubOpCode，MCC 可以携带一个或多个 TLV。MCC 数据不属于本建议书的范围。

9.11.2 MCC PDU的格式

MEP 用于发送 MCC 信息的 MCC PDU 的格式如图 9.11-1 所示。

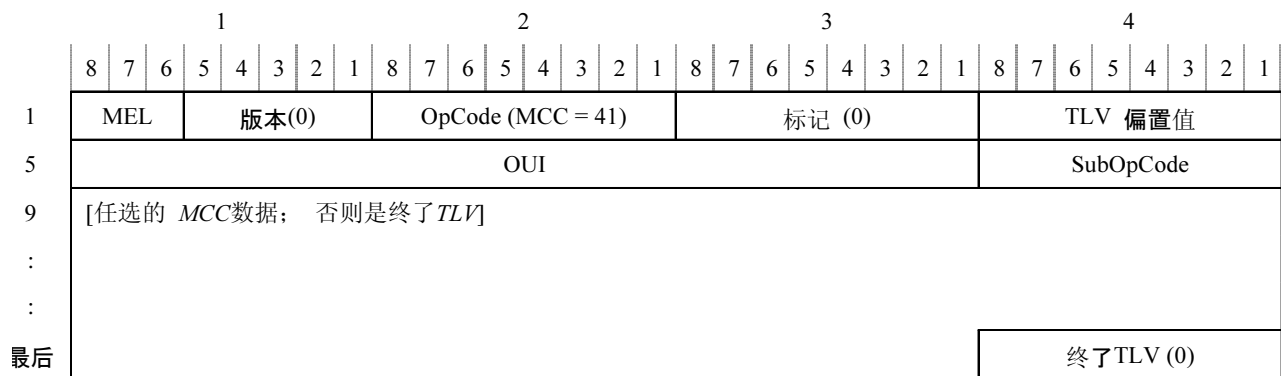


图 9.11-1/Y.1731—MCC PDU的格式

MCC PDU 格式的字段如下：

- **MEG 等级:** 参见 9.1。
- **版本:** 参见 9.1，数值总是为 0。
- **OpCode:** 这一 PDU 类型的数值是 MCC (41)。
- **标记:** 置为全零。

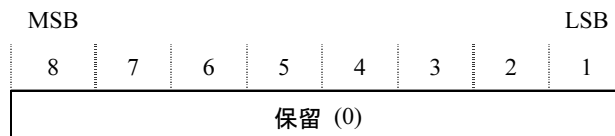


图 9.11-2/Y.1731—MCC PDU标记的格式

- **TLV 偏置值:** 1 字节的字段。它用于 MCC 的特定数值不属于本建议书的范围。
- **OUI:** 3 字节的字段，它的数值不属于本建议书的范围。
- **SubOpCode:** 1 字节的字段，它的数值不属于本建议书的范围。
- **MCC 数据:** 这一字段的格式和长度不属于本建议书的范围。
- **终了 TLV:** 全零字节的值。

9.12 LMM PDU

LMM 用于支持 8.1.2 中描述的单端 ETH-LM 的请求。

9.12.1 LMM 的信息单元

LMM 携带的信息单元有：

- **TxFcF:** TxFcF 是一个 4 字节的字段，它携带计数器的数值，该计数器负责在 LMM 帧传输时，MEP 向它对等的 MEP 发送的未超标数据帧的计数。

9.12.2 LMM PDU 的格式

MEP 用于发送 LMM 信息的 LMM PDU 的格式如图 9.12-1 所示。

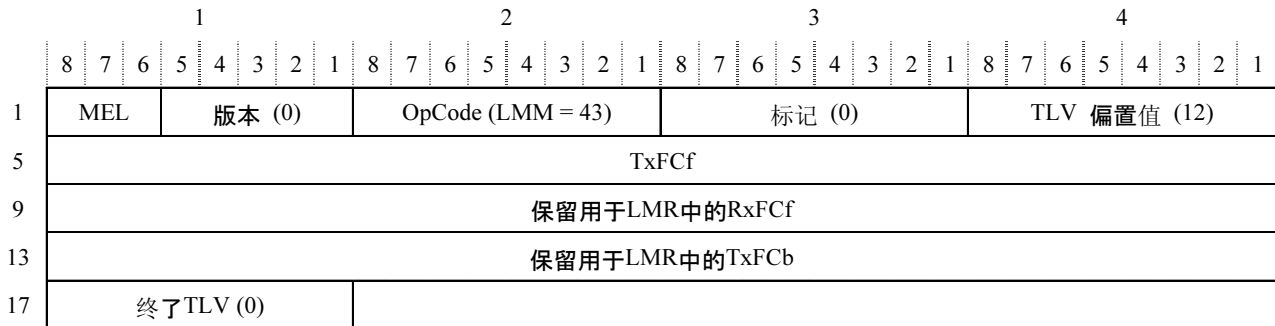


图 9.12-1/Y.1731—LMM PDU 的格式

LMM PDU 格式的字段如下：

- **MEG 等级:** 参见 9.1。
- **版本:** 参见 9.1，数值总是为 0。
- **OpCode:** 这一 PDU 类型的数值是 LMM (43)。
- **标记:** 置为全零。

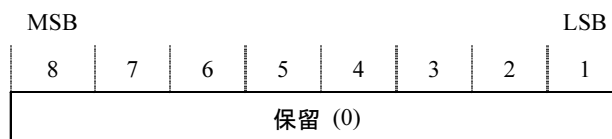


图 9.12-2/Y.1731—LMM PDU 标记的格式

- **TLV 偏置值:** 置为 12。
- **TxFcF:** 4 字节的整数，携带 9.12.1 中规定的帧计数器的抽样。
- **保留:** 保留字段置为全零。
- **终于 TLV:** 全零字节的值。

9.13 LMR PDU

LMR PDU 用于支持 8.1.2 中描述的单端 ETH-LM 的回复。

9.13.1 LMR的信息单元

LMR 携带的信息单元有：

- **TxFCf:** TxFCf是一个 4 字节的字段，它携带 MEP 从它对等的 MEP 接收的最后一个 LMM PDU 中 TxFCf 字段的数值。
- **TxFCb:** TxFCb 是一个 4 字节的字段，它携带 LMR 帧传输时，MEP 向它对等的 MEP 发送的未超标数据帧的计数器数值。
- **RxFCf:** RxFCf 是一个 4 字节的字段，它携带在从对等 MEP 接收最后一个 LMM 帧时，MEP 从它对等的 MEP 接收的未超标数据帧的计数器数值。

9.13.2 LMR PDU的格式

MEP 用于发送 LMR 信息的 LMR PDU 的格式如图 9.13-1 所示。

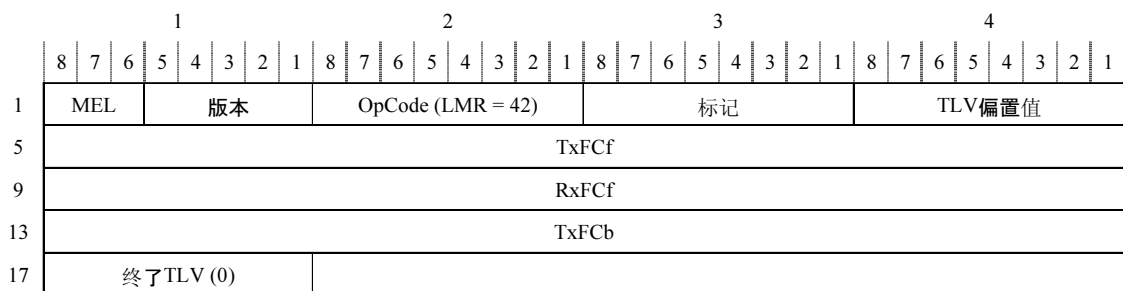


图 9.13-1/Y.1731—LMR PDU的格式

LMR PDU 格式的字段如下：

- **MEG 等级:** 一个 3 比特的字段，它的数值从最后一个接收的 LMM PDU 复制而来。
- **版本:** 一个 5 比特的字段，它的数值从最后一个接收的 LMM PDU 复制而来。
- **OpCode:** 这一 PDU 类型的数值是 LMR (42)。
- **标记:** 一个 1 字节的字段，它的数值从最后一个接收的 LMM PDU 复制而来。
- **TLV 偏置值:** 一个 1 字节的字段，它的数值从最后一个接收的 LMM PDU 复制而来。
- **TxFCf:** 一个 4 字节的字段，它的数值从最后一个接收的 LMM PDU 复制而来。
- **RxFCf:** 一个 4 字节的字段，它带有 9.13.1 中说明的帧计数器的抽样。
- **TxFCb:** 一个 4 字节的字段，它带有 9.13.1 中说明的帧计数器的抽样。
- **終了 TLV:** 一个 1 字节的字段，它的数值从 LMM PDU 复制而来。

9.14 1DM PDU

1DM PDU 用于支持 8.2.1 中描述的单向 ETH-DM。

9.14.1 1DM的信息单元

1DM 携带的信息单元是：

- **TxTimeStampf:** TxTimeStampf 是一个 8 字节的字段，它包含 1DM 传输的时戳。TxTimeStampf 的格式等同于 IEEE 1588-2002 中 TimeRepresentation 的格式。

9.14.2 1DM PDU的格式

MEP 用于发送 1DM 信息的 1DM PDU 的格式如图 9.14-1 所示。

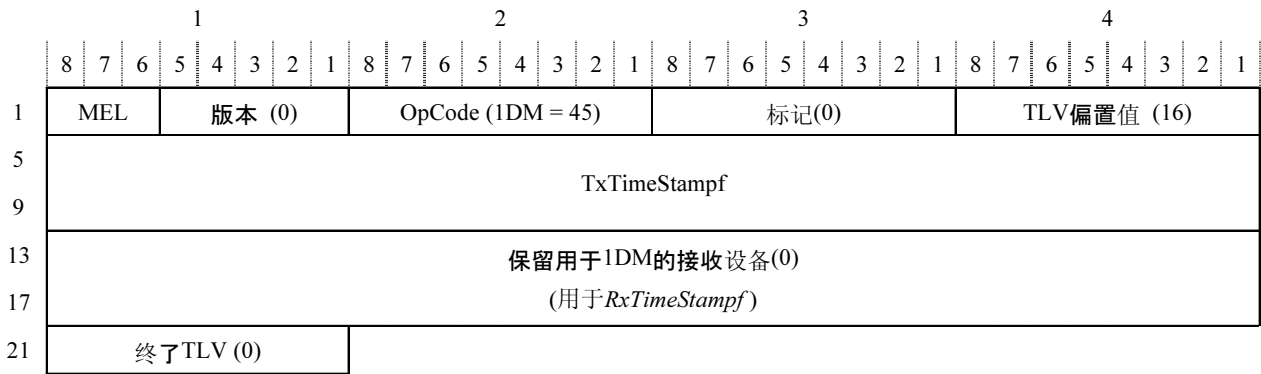


图 9.14-1/Y.1731—1DM PDU的格式

1DM PDU 格式的字段如下：

- **MEG 等级：** 参见 9.1。
- **版本：** 参见 9.1，数值总是为 0。
- **OpCode：** 这一 PDU 类型的数值是 1DM (45)。
- **标记：** 置为全零。

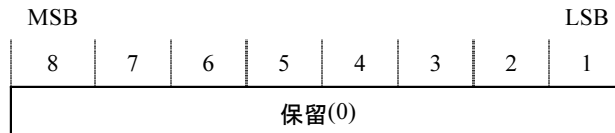


图 9.14-2/Y.1731—1DM PDU标记的格式

- **TLV 偏置值：** 置为 16。
- **TxTimeStampf：** 一个如 9.14.1 所描述的 8 字节的发送时戳字段。
- **保留：** 保留字段置为全零。
- **終了 TLV：** 全零字节的值。

9.15 DMM PDU

DMM 用于支持 8.2.2 中描述的双向 ETH-DM 的请求。

9.15.1 DMM的信息单元

DMM 携带的信息单元有：

- **TxTimeStampf：** TxTimeStampf 是一个 8 字节的字段，它包含 DMM 传输的时戳。TxTimeStampf 的格式等同于 IEEE 1588-2002 中 TimeRepresentation 的格式。

9.15.2 DMM PDU的格式

MEP 用于发送 DMM 信息的 DMM PDU 的格式如图 9.15-1 所示。

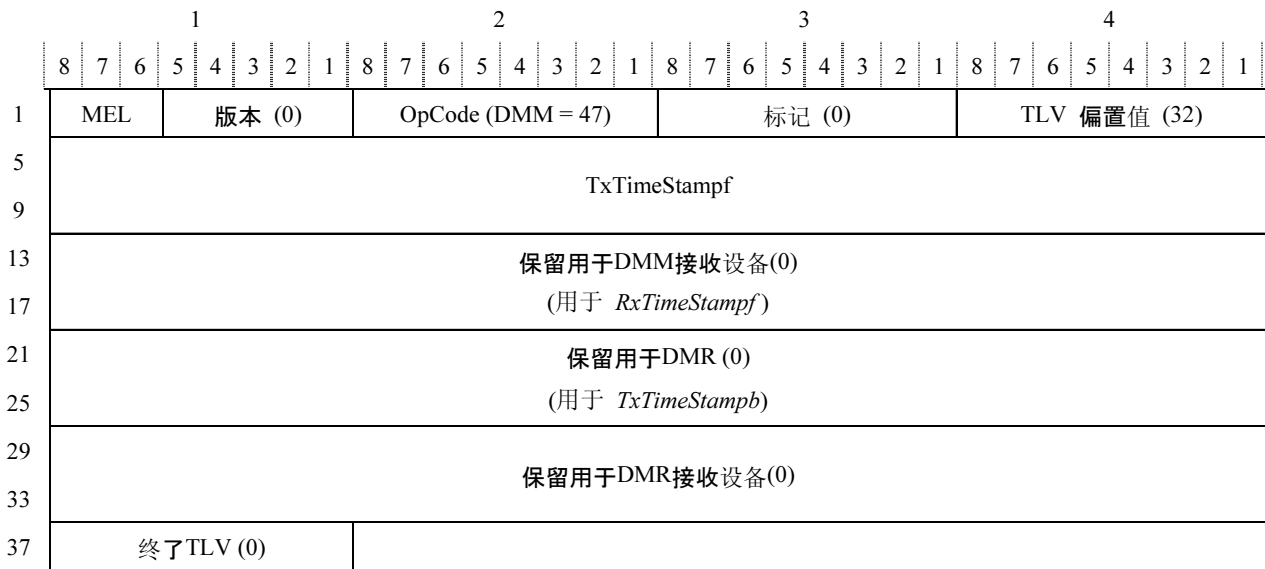


图 9.15-1/Y.1731—DMM PDU的格式

DMM PDU 格式的字段如下：

- **MEG 等级：** 参见 9.1。
- **版本：** 参见 9.1，数值总是为 0。
- **OpCode：** 这一 PDU 类型的数值是 DMM (47)。
- **标记：** 置为全零。

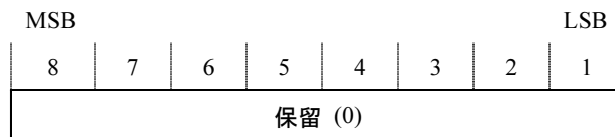


图 9.15-2/Y.1731—DMM PDU标记的格式

- **TLV 偏置值：** 置为 32。
- **TxTimeStampf：** 一个如 9.15.1 所描述的 8 字节的发送时戳字段。
- **保留：** 保留字段置为全零。
- **終了 TLV：** 全零字节的值。

9.16 DMR PDU

DMR 用于支持 8.2.2 中描述的双向 ETH-DM 的回复。

9.16.1 DMR的信息单元

DMR 携带的信息单元有：

- **TxTimeStampf：** TxTimeStampf 是一个 8 字节的字段，它包含从接收的 DMM 中 TxTimeStampf 字段复制的数值。
- **RxTimeStampf：** RxTimeStampf 是一个任选的 8 字节字段，它包含 DMM 接收的时戳。RxTimeStampf 的格式等同于 IEEE 1588-2002 中 TimeRepresentation 的格式。当不使用时，采用全零数值。
- **TxTimeStampb：** TxTimeStampb 是一个任选的 8 字节字段，它包含 DMR 传输的时戳。TxTimeStampb 的格式等同于 IEEE 1588-2002 中 TimeRepresentation 的格式。当不使用时，采用全零数值。

9.16.2 DMR PDU的格式

MEP 用于发送 DMR 信息的 DMR PDU 的格式如图 9.16-1 所示。

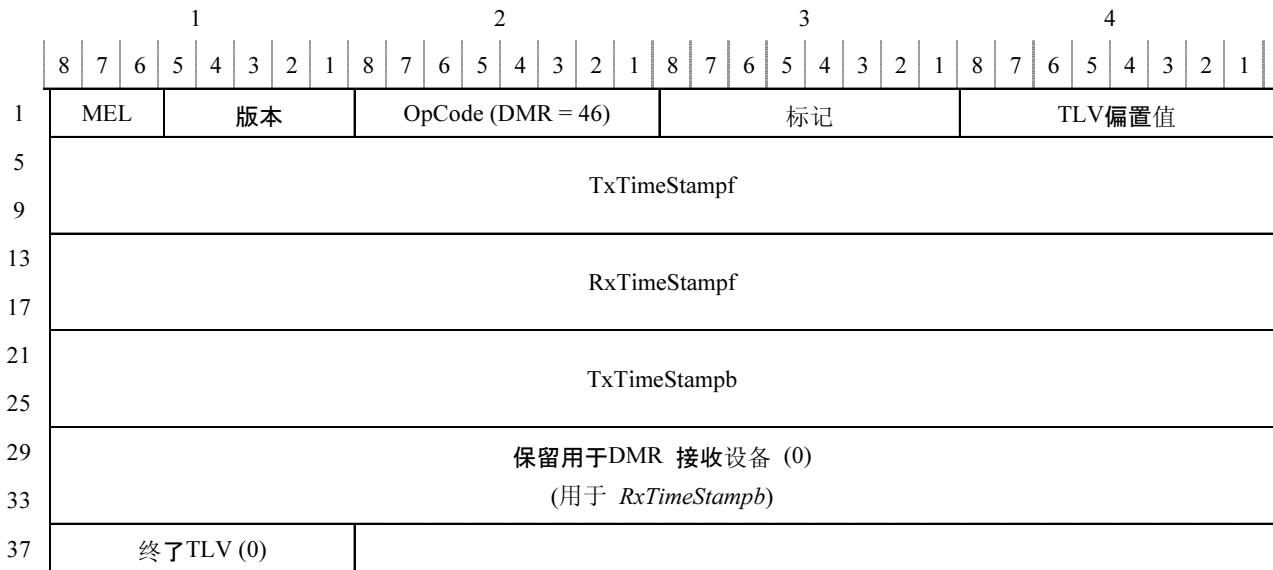


图 9.16-1/Y.1731—DMR PDU的格式

DMR PDU 格式的字段如下：

- **MEG 等级：** 一个 3 比特的字段，它的数值从最后一个接收的 DMM PDU 复制而来。
- **版本：** 一个 5 比特的字段，它的数值从最后一个接收的 DMM PDU 复制而来。
- **OpCode：** 这一 PDU 类型的数值是 DMR (46)。
- **标记：** 一个 1 字节的字段，它的数值从最后一个接收的 DMM PDU 复制而来。
- **TLV 偏置值：** 一个 1 字节的字段，它的数值复制于最后一个接收的 DMM PDU。
- **TxTimeStampf：** 一个 8 字节的字段，它的数值从最后一个接收的 DMM PDU 复制而来。
- **RxTimeStampf：** 一个如 9.16.1 所描述的 8 字节的发送时戳字段。
- **TxTimeStampb：** 一个如 9.16.1 所描述的 8 字节的发送时戳字段。
- **保留：** 保留字段置为全零。
- **终于 TLV：** 一个 1 字节的字段，它的数值从 DMM PDU 复制而来。

9.17 EXM PDU

EXM 用于作为实验用 OAM 请求的 PDU。

9.17.1 EXM PDU的格式

EXM 携带的信息单元包括：

- **OUI：** OUI 是一个 3 字节的字段，它包含使用该 EXM 的机构的唯一的识别码。
- **SubOpCode：** SubOpCode 是一个 1 字节的字段，用于解释 EXM 帧中的其余字段。
- **EXM 数据：** 依据 OUI 指示的功能特性和机构特定的 SubOpCode，EXM 可以携带一个或多个 TLV。EXM 数据不属于本建议书的范围。

9.17.2 EXM PDU的格式

MEP 用于发送 EXM 信息的 EXM PDU 的格式如图 9.17-1 所示。

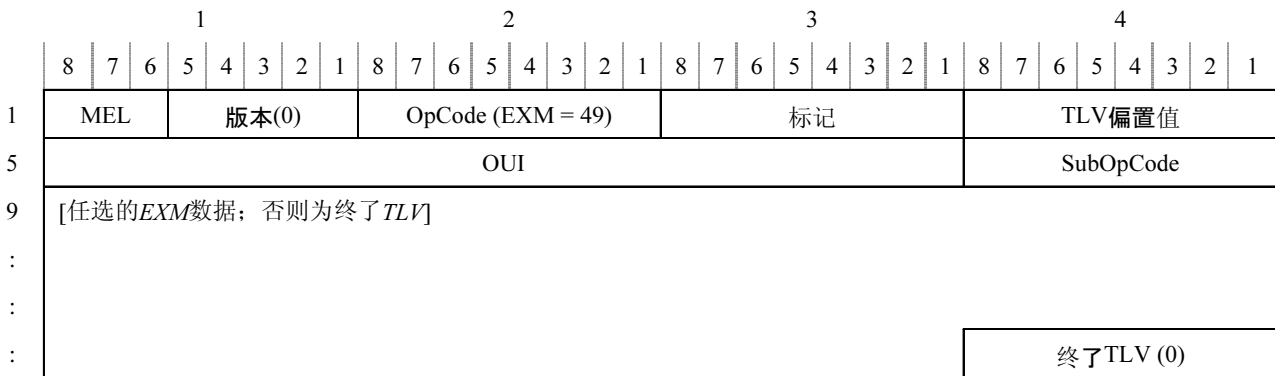


图 9.17-1/Y.1731—EXM PDU的格式

EXM PDU 格式的字段如下:

- **MEG 等级:** 参见 9.1。
- **版本:** 参见 9.1, 数值总是为 0。
- **OpCode:** 这一 PDU 类型的数值是 EXM (49)。
- **标记:** 不属于本建议书的范围。
- **TLV 偏置值:** 1 字节的字段。它用于 EXM 的特定数值不属于本建议书的范围, 但必须符合 9.1 的规定。
- **OUI:** 3 字节的字段, 它的数值不属于本建议书的范围。
- **SubOpCode:** 1 字节的字段, 它的数值不属于本建议书的范围。
- **EXM 数据:** 这一字段的格式和长度不属于本建议书的范围。
- **终了 TLV:** 全零字节的值。

9.18 EXR PDU

EXR 用于作为实验用 OAM 回复的 PDU。

9.18.1 EXR信息单元

EXR 携带的信息单元包括:

- **OUI:** OUI 是一个 3 字节的字段, 它包含使用该 EXR 的机构的唯一的识别码。
- **SubOpCode:** SubOpCode 是一个 1 字节的字段, 用于解释 EXR 帧中的其余字段。
- **EXR 数据:** 依据 OUI 指示的功能特性和机构特定的 SubOpCode, EXR 可以携带一个或多个 TLV。EXR 数据不属于本建议书的范围。

9.18.2 EXR PDU的格式

MEP 用于发送 EXR 信息的 EXR PDU 的格式如图 9.18-1 所示。

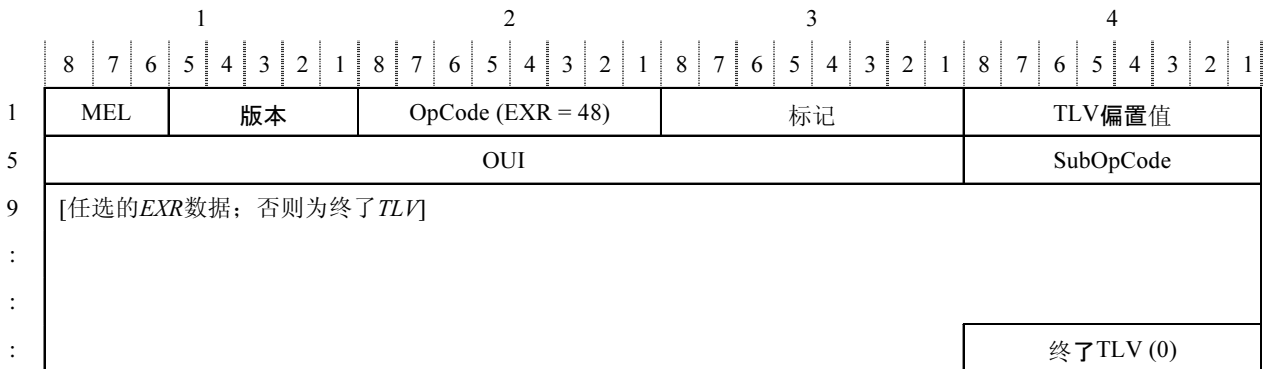


图 9.18-1/Y.1731—EXR PDU的格式

EXR PDU 格式的字段如下:

- **MEG 等级:** 一个 3 比特的字段, 它的数值从最后一个接收的 EXM PDU 复制而来。
- **版本:** 一个 5 比特的字段, 它的数值从最后一个接收的 EXM PDU 复制而来。
- **OpCode:** 这一 PDU 类型的数值是 EXR (48)。
- **标记:** 不属于本建议书的范围。
- **TLV 偏置值:** 1 字节的字段。它用于 EXR 的特定数值不属于本建议书的范围, 但必须符合 9.1 的规定。
- **OUI:** 一个 3 字节的字段, 它的数值从最后一个接收的 EXM PDU 复制而来。
- **SubOpCode:** 1 字节的字段, 它的数值不属于本建议书的范围。
- **EXR 数据:** 这一字段的格式和长度不属于本建议书的范围。
- **终了 TLV:** 全零字节的值。

9.19 VSM PDU

VSM 用于作为供货商特定的 OAM 请求的 PDU。

9.19.1 VSM PDU 的格式

VSM 携带的信息单元包括:

- **OUI:** OUI 是一个 3 字节的字段, 它包含使用该 VSM 的机构的唯一的识别码。
- **SubOpCode:** SubOpCode 是一个 1 字节的字段, 用于解释 VSM 帧中的其余字段。
- **VSM 数据:** 依据 OUI 指示的功能特性和机构特定的 SubOpCode, VSM 可以携带一个或多个 TLV。VSM 数据不属于本建议书的范围。

9.19.2 VSM PDU的格式

MEP 用于发送 VSM 信息的 VSM PDU 的格式如图 9.19-1 所示。

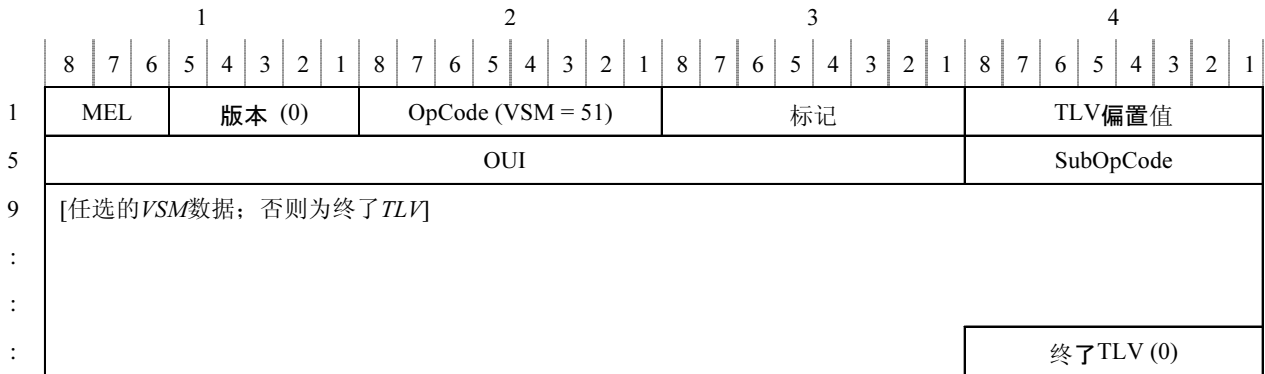


图 9.19-1/Y.1731—VSM PDU的格式

VSM PDU 格式的字段如下：

- **MEG 等级：** 参见 9.1。
- **版本：** 参见 9.1，数值总是为 0。
- **OpCode：** 这一 PDU 类型的数值是 VSM (51)。
- **标记：** 不属于本建议书的范围。
- **TLV 偏置值：** 1 字节的字段。它用于 VSM 的特定数值不属于本建议书的范围，但必须符合 9.1 的规定。
- **OUI：** 3 字节的字段，它的数值不属于本建议书的范围。
- **SubOpCode：** 1 字节的字段，它的数值不属于本建议书的范围。
- **VSM 数据：** 这一字段的格式和长度不属于本建议书的范围。
- **终了 TLV：** 全零字节的值。

9.20 VSR PDU

VSR 用于作为供货商特定的 OAM 回复的 PDU。

9.20.1 VSR的信息单元

VSR 携带的信息单元包括：

- **OUI：** OUI 是一个 3 字节的字段，它包含使用 VSR 的机构的唯一的识别码。
- **SubOpCode：** SubOpCode 是一个 1 字节的字段，用于解释 VSR 帧中的其余字段。
- **VSR 数据：** 依据 OUI 指示的功能特性和机构特定的 SubOpCode，VSR 可以携带一个或多个 TLV。VSR 数据不属于本建议书的范围。

9.20.2 VSR PDU的格式

MEP用于发送 VSR 信息的 VSR PDU 的格式如图 9.20-1 所示。

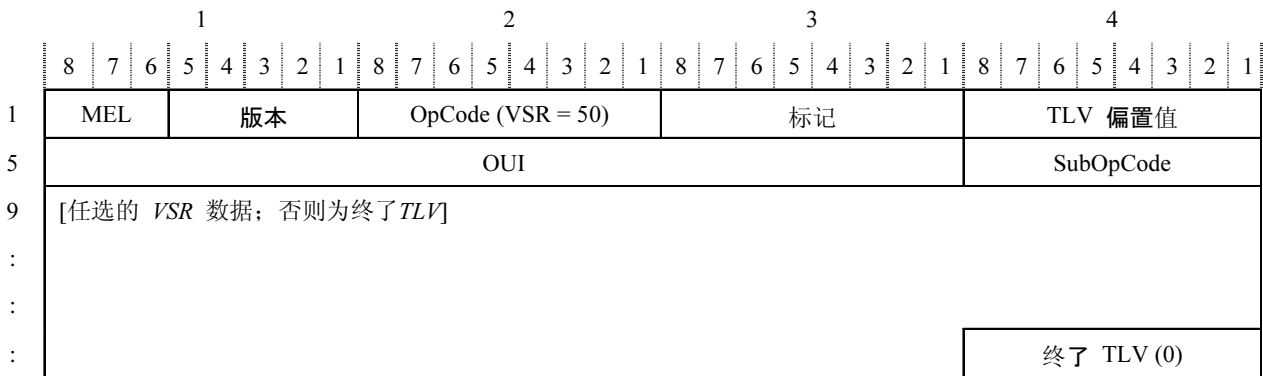


图 9.20-1/Y.1731—VSR PDU的格式

VSR PDU 格式的字段如下:

- **MEG 等级:** 一个 3 比特的字段, 它的数值从最后一个接收的 VSM PDU 复制而来。
- **版本:** 一个 5 比特的字段, 它的数值从最后一个接收的 VSM PDU 复制而来。
- **OpCode:** 这一 PDU 类型的数值是 VSR (50)。
- **标记:** 不属于本建议书的范围。
- **TLV 偏置值:** 1 字节的字段。它用于 VSR 的特定数值不属于本建议书的范围, 但必须符合 9.1 的规定。
- **OUI:** 一个 3 字节的字段, 它的数值从最后一个接收的 VSM PDU 复制而来。
- **SubOpCode:** 1 字节的字段, 它的数值不属于本建议书的范围。
- **VSR 数据:** 这一字段的格式和长度不属于本建议书的范围。
- **终了 TLV:** 全零字节的值。

10 OAM帧的地址

OAM 帧是由唯一的 EtherType 来标识的, 它的数值不属于本建议书的范围。对于单播和组播的 DA, OAM 帧在 MEP 中的处理和过滤都将基于 OAM EtherType 和 MEG 等级字段。

正如条款 7 和 8 所指出的, 取决于 OAM 具体的功能特性, OAM 帧中的 DA, 可以是组播或单播的。OAM 帧中的 SA 总是单播的。

本条款就特定 OAM 功能中 DA 的选择进行进一步的讨论。表 10-1 列出了可应用于不同 OAM 类型的 DA。

10.1 组播目的地地址

取决于 OAM 功能的类型，需要有两类组播地址：

- 第 1 类组播 DA：用于对 MEG 中所有 MEP 寻址的 OAM 帧（例如：CCM、组播 LBM、AIS 等）。
- 第 2 类组播 DA：用于对与 MEG 相关联的所有 MIP 和 MEP 寻址的 OAM 帧（例如：LTM）

一般来说，有单个第 1 类组播 DA 的地址和单个第 2 类组播 DA 的地址就足够了。然而要跨越现行以太网设备在短期内部署以太网的 OAM 功能，组播 DA 也将隐性地携带 MEG 等级。这就需要第 1 类组播 DA 和第 2 类组播 DA 各有 8 个不同的地址，用于 8 个不同的 MEG 等级。

第 1 类 8 个组播地址和第 2 类 8 个组播地址的特定值不属于本建议书的范围。

10.2 CCM

CCM 可以以一个特定的第 1 类组播的 DA 或单播的 DA 来产生。

当使用组播 DA 时，CCM 帧能够找到与 MEP 相关联的各 MAC 地址。使用组播 DA 还可以检测流域段之间的错误连接。错误连接的检测已在 7.1 中描述。

当上述情况的检测有必要时，CCM 帧必须使用组播的 DA。当不会有或者不要求检测上述情况，而且又需要对不同服务实例的数据帧用单播 DA 加以区分时，CCM 帧可配置使用单播的 DA。

10.3 LBM

LBM 帧，依据单播的 ETH-LB 或组播的 ETH-LB 功能，可以分别以单播或第 1 类组播的 DA 来产生。

10.4 LBR

LBR 帧总是用单播的 DA 来产生。

10.5 LTM

LTM 帧用第 2 类组播的 DA 来产生。

LTM 帧采用组播的 DA 而不是单播 DA，是因为在现行的网桥中，MIP 不能够截取一个单播 DA 不是它们自身地址的帧。由于这样，该 MIP 将不能进行回复而只是简单地转发携带这单播 DA 的 LTM 帧。这种限制在于现行的端口在读取 DA 之前并不先阅读 EtherType。

10.6 LTR

LTR 帧总是用单播的 DA 来产生。

10.7 AIS

AIS 可以用第 1 类组播 DA 来产生，在一个多点的 MEG 中尤其如此。

单播 DA 可以用于按点到点连接配置的环境中。然而，在发送 AIS 的 MEP 上必须配置下行 MEP 的单播 DA。

10.8 LCK

LCK 帧可以用第 1 类组播 DA 来产生，在一个多点的 MEG 中尤其如此。

单播 DA 可以用于按点到点连接配置的环境中。然而，在发送 LCK 的 MEP 上必需配置下行 MEP 的单播 DA。

10.9 TST

TST 帧用单播的 DA 来产生。但如果需要进行多点诊断时，TST 帧可以用第 1 类组播 DA 来产生。

10.10 APS

APS 可以用特定的第 1 类组播的 DA 或单播的 DA 来产生。

10.11 MCC

MCC 帧用单播的 DA 来产生。但在要使用点到点 VLAN 的情况下，可以用第 1 类组播的 DA。

10.12 LMM

LMM 帧用单播的 DA 来产生。但如果需要进行多点测量时，LMM 帧可以用第 1 类组播的 DA 来产生。

10.13 LMR

LMR 总是用单播的 DA 来产生。

10.14 1DM

1DM 帧用单播的 DA 来产生。但如果需要进行多点测量时，1DM 帧可以用第 1 类组播的 DA 来产生。

10.15 DMM

DMM 帧用单播的 DA 来产生。但如果需要进行多点测量时，DMM 帧可以用第 1 类组播的 DA 来产生。

10.16 DMR

DMR 帧总是用单播的 DA 来产生。

10.17 EXM

EXM 帧的 DA 不属于本建议书的范围。

10.18 EXR

EXR 帧的 DA 不属于本建议书的范围。

10.19 VSM

VSM 帧的 DA 不属于本建议书的范围。

10.20 VSR

VSR 帧的 DA 不属于本建议书的范围。

表 10-1/Y.1731—OAM帧的DA

OAM类型	携带OAM PDU的帧的DA
CCM	第 1 类组播 DA 或单播 DA
LBM	单播 DA 或第 1 类组播 DA
LBR	单播 DA
LTM	第 2 类组播 DA
LTR	单播 DA
AIS	第 1 类组播 DA 或单播 DA
LCK	第 1 类组播 DA 或单播 DA
TST	单播 DA 或第 1 类组播 DA
APS	第 1 类组播 DA 或单播 DA
MCC	单播 DA 或第 1 类组播 DA
LMM	单播 DA 或第 1 类组播 DA
LMR	单播 DA
IDM	单播 DA 或第 1 类组播 DA
DMM	单播 DA 或第 1 类组播 DA
DMR	单播 DA
EXM、EXR、VSM、VSR	不属于本建议书的范围

附 件 A

MEG ID的格式

维护实体组识别码（MEG ID）的特征如下：

- 每一个 MEG ID 是全球唯一的。
- 如果期望 MEG 要用于跨越运营商边界建立通道时，MEG ID 对其它的网络运营商必须也是可用的。
- 当 MEG 继续存在时，MEG ID 不应该改变。
- MEG ID 应该能标识对该 MEG 负有责任的网络运营商。

本建议书特定的 MEG ID 的一般格式如图 A.1 所示。



图 A.1/Y.1731—MEG ID的一般格式

MEG ID 的格式类型由 MEG ID 格式字段来识别。MEG ID 格式类型特定的取值定义在表 A.1 中。

表 A.1/Y.1731—MEG ID的格式类型

MEG ID的格式类型值	TLV 名称
00-31, 64-255	保留(注 1)
本建议书特定的类型	
32	基于 ICC 的格式
33-63	保留(注 2)
注 1 — 保留由 IEEE 802.1 定义。	
注 2 — 保留用于 ITU-T 将来的标准化。	

表 A.2 示出了使用国际电联运营商编码（ICC）的格式。ICC 是一种分配给网络运营商/服务提供商的编码，由 ITU-T 电信标准化局（TSB）按照 ITU-T M.1400 建议书进行维护。

	8	7	6	5	4	3	2	1
1	保留 (01)							
2	MEG ID 格式 (32)							
3	MEG ID 长度 (13)							
4	0	MEG ID 数值[1]						
5	0	MEG ID 数值[2]						
15	0	MEG ID 数值[12]						
16	0	MEG ID 数值[13]						
19	没有使用 (= 全零)							
20								
47								
48								

图 A.2/Y.1731—基于ICC的MEG ID格式

图 A.2 标识的 MEG ID 数值是由按 ITU-T T.50 建议书（国际参考字母表—用于信息交换的 7 比特编码字符集）编码的 13 个字符所组成的。

它由两个子字段构成：国际电联运营商编码（ICC），随后是一个唯一的 MEG ID 编码（UMC）。

国际电联运营商编码由 1-6 个以左侧为准的字符、字母或者首位字母再加后面的数字所组成。UMC 编码紧随着 ICC，由 7-12 个字母连同后面的 NULL 组成，使 MEG ID 正好为 13 个字符。只要唯一性有保证，UMC 是已经分配了 ICC 的机构的事务。

附录一

故障情况

本附录只提供故障情况的一个概貌。相关的故障和它们的细节将在 ITU-T G.8021/Y.1341 建议书的修正 1 中定义。

I.1 失去连续性 (LOC) 情况

一个 MEP，当它停止从一个对等的 ME 接收 CCM 帧时，它就检测到与该 MEP 的 LOC。这种故障情况可以由硬件失灵（例如链路失灵、装置失灵等）或软件失灵（例如存储器出错、错误配置等）所导致的。

表 I.1-1/Y.1731—LOC 状态进入/退出的准则

LOC(i)	
进入准则	在等于 CCM 传输周期 3.5 倍的时间间隔内，MEP 没有从一个对等的 MEP (MEP ID = i) 处接收到任何的 CCM 帧。
退出准则	在等于 CCM 传输周期 3.5 倍的时间间隔内，MEP 从对等的 MEP (MEP ID = i) 接收到 n 个 CCM 帧，在此 $3 \leq n$ 。

I.2 错误混入情况

当 MEP 接收到一个具有正确的 MEG 等级（即 MEG 等级与 MEP 自身的 MEG 等级相同）但 MEG ID 不正确（表明来自不同服务实例的帧与 MEP 自身 MEG ID 所代表的服务实例相混合了）的 CCM 帧时，MEP 检测到错误混入。这种故障情况很可能是由于错误的配置形成的，但也可能是网络中硬件/软件的失灵所致。

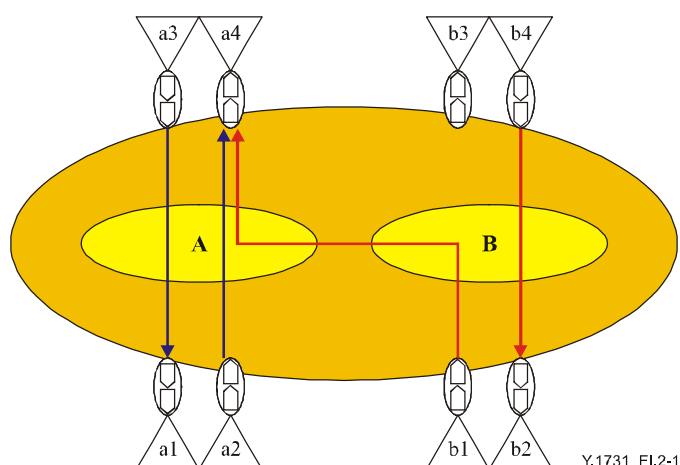


图 I.2-1/Y.1731—错误混入情况

表 I.2-1/Y.1731—错误混入进入/退出的准则

错误混入	
进入准则	MEP 接收到一个具有正确的 MEG 等级但 MEG ID 不正确的 CCM 帧。
退出准则	在等于 CCM 传输周期 3.5 倍的时间间隔内，MEP 没有接收到带有不正确 MEG ID 的 CCM 帧。

当错误混入的检测是在一个 MEP 上由 LOC 的检测所完成时，它表明有错误匹配的情况，在此，用连通性的术语来讲，一个有效的 MEP 与一个（属于不同的 MEG）无效的 MEP 可能发生了交换。

有关错误混入检测的局限性，见附录五。

I.3 非期望MEP (UnexpectedMEP) 情况

MEP 当接收到一个具有正确的 MEG 等级（即 MEG 等级与 MEP 自身的 MEG 等级相同）、正确的 MEG ID，但 MEP ID 不是所期望的（包括该 MEP 自身的 MEP ID）CCM 帧时，就检测出非期望 MEP。如果 MEP 保存有它对等的 MEP ID 的一个清单，要确定非期望的 MEP ID 是可能的。对等 MEP ID 的一个清单必须对每一个 MEP 在指配时进行配置。这种故障情况很可能是错误的配置造成的。

表 I.3-1/Y.1731—非期望MEP进入/退出的准则

UnexpectedMEP	
进入准则	MEP 接收到一个 CCM 帧，它具有正确的 MEG 等级、正确的 MEG ID，但 MEP ID 不是所期望的。
退出准则	在等于 CCM 传输周期 3.5 倍的时间间隔内，MEP 未接收到带有非期望 MEP ID 的 CCM 帧。

I.4 非期望MEG等级Level (UnexpectedMEGLevel) 情况

MEP 当接收到一个具有不正确 MEG 等级的 CCM 帧时，就检测出非期望 MEG 等级。不正确的 MEG 等级小于 MEP 自身的 MEG 等级。这种故障情况很可能是错误的配置造成的，例如 MEG 等级不适当的配置、缺少 MEP 等。

表 I.4-1/Y.1731—UnexpectedMEGLevel进入/退出的准则

UnexpectedMEGLevel	
进入准则	MEP 接收到带有不正确 MEG 等级的 CCM 帧。
退出准则	在等于 CCM 传输周期 3.5 倍的时间间隔内，MEP 未接收到带有不正确 MEG 等级的 CCM 帧。

I.5 非期望周期 (UnexpectedPeriod) 情况

MEP 当接收到一个具有正确的 MEG 等级的 CCM 帧时，检测出非期望周期（即 MEG 等级与 MEP 自身的 MEG 等级相同）、正确的 MEG ID 和正确的 MEP ID，但周期字段的数值不同于 MEP 自身的 CCM 传输周期。这种故障情况很可能是错误的配置造成的。

表 I.5-1/Y.1731—UnexpectedPeriod进入/退出的准则

UnexpectedPeriod	
进入准则	MEP 接收到一个 CCM 帧，它具有正确的 MEG 等级、正确的 MEG ID 和正确的 MEP ID，但周期字段不同于 CCM 自身的传输周期。
退出准则	在等于 CCM 传输周期 3.5 倍的时间间隔内，MEP 未接收到带有不正确周期字段数值的 CCM 帧。

I.6 信号异常 (SignalFail) 情况

一旦检测到故障情况，包括失去连续性、错误混入、非期望的 MEP 和非期望的 MEG 等级等时，MEP 宣告进入信号异常情况。

信号异常情况也可由服务器层的终端功能宣告，这样可通知服务器/ETH 适配功能（例如服务器 MEP）有关服务器层的故障情况。

I.7 AIS情况

MEP 当接收到 AIS 帧时就检测出 AIS。这种故障是由服务器层检测出信号异常情况，或者从服务器层（子层）MEP 接收到 AIS 而导致的。后者出现于 MEP 不使用 ETH-CC 功能的情况。

表 I.7-1/Y.1731—AIS进入/退出的准则

AIS	
进入准则	MEP 接收到一个 AIS 帧。
退出准则	在等于 AIS 传输周期 3.5 倍的时间间隔内，MEP 未接收到 AIS 帧，或者在使用 ETH-CC 时，MEP 清除 LOC 故障时。

MEP 在检测出 AIS 时，可以做出判断是否要阻断数据帧。影响这一判断的主要要求是：数据帧应该尽可能多地转发，同时又不会向下游转发错误的的数据。表 I.7-2 列举了一些例子。数据阻断的详细描述将在 ITU-T G.8021/Y.1341 建议书的修正 1 中提供。

表 I.7-2/Y.1731—AIS状态时数据阻断的例子

AIS的产生条件	对数据帧阻断的判断
检测出 LOC、UnexpectedPeriod	不阻断
接收到 AIS 帧	不阻断
检测出错误混入、UnexpectedMEP	阻断
检测出 UnexpectedMEGLevel	阻断

I.8 RDI情况

MEP 当接收到 RDI 字段被设置的 CCM 帧时，就检测出 RDI。

表 I.8-1/Y.1731—RDI 进入/退出的准则

RDI	
进入准则	MEP 接收到 RDI 字段被设置的 CCM 帧。
退出准则	MEP 接收到 RDI 字段被清除的 CCM 帧。

I.9 LCK情况

MEP 当接收到 LCK 帧时，就检测出 LCK。这种故障是由服务器层（子层）MEP 上有意的管理/诊断动作造成的，它导致客户数据业务流的中断。

表 I.9-1/Y.1731—LCK 进入/退出的准则

LCK	
进入准则	MEP 接收到 LCK 帧。
退出准则	在等于 LCK 传输周期 3.5 倍的时间间隔内，MEP 未接收到 LCK 帧。

附录二

以太网网络部署情景

II.1 分享MEG等级的例子

图 II.1 提供了部署情景的一个例子，其中客户、提供商和运营商角色分享 MEG 等级，并采用 MEG 等级默认的分配安排。图中三角形代表 MEP，小圆圈代表 MIP，菱形代表 TrCP。

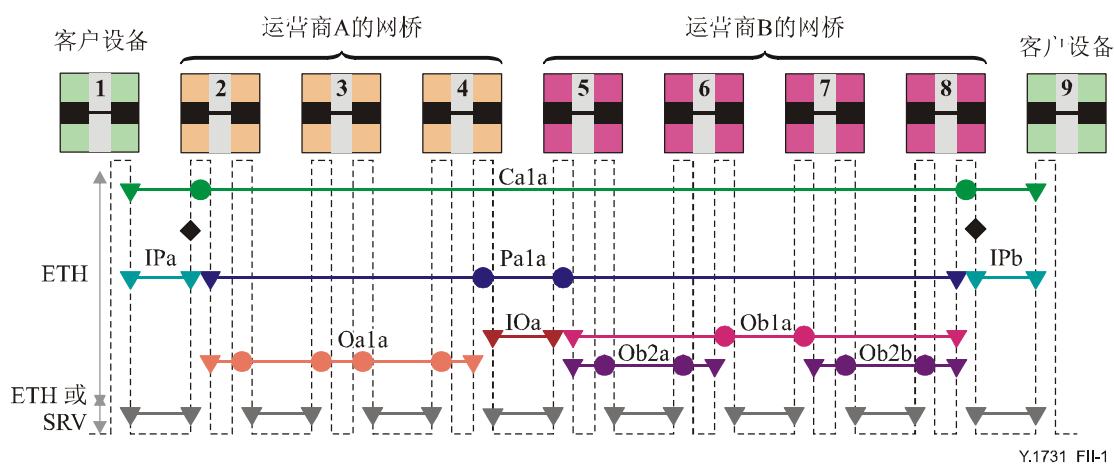


图 II.1/Y.1731—分享MEG等级时MEG等级分配的例子

- UNI_C 到 UNI_C 客户 ME (Ca1a) 可以分配一个客户的 MEG 等级 5。它使得，当需要在额外的客户 MEG 等级建立客户 ME 时，可以在较高 MEG 等级（也即 6 和 7）建立更多的客户 ME。
- UNI_N 到 UNI_N 提供商 ME (Pa1a) 可以分配一个提供商的 MEG 等级 4。它使得当需要在较低的提供商 MEG 等级建立额外的 ME 时，可以在较低的 MEG 等级（也即 3）建立更多的提供商 ME。
- 端到端运营商 ME (Oa1a 和 Ob1a) 可以分配一个运营商的 MEG 等级 2。它使得在每个运营商网络中当需要在额外的运营商 MEG 等级建立运营商 ME 时，可以在较低的 MEG 等级（也即 1 和 0）建立更多的运营商 ME。
- 在运营商 B 的网络中，如果运营商 B 需要 ME，运营商网段的 ME (Ob2a 和 Ob2b) 现在可分配一个较低的 MEG 等级，例如 1。
- 在客户和提供商之间 UNI_C 到 UNI_N 的 ME (IPa 和 IPb) 可以分配一个 MEG 等级 0。它使得提供商可以在 UNI_N 过滤这种 OAM 帧，因为只要求提供商对客户的 MEG 等级 7、6 和 5 提供透明性。
- 运营商之间的 (IOa) 可以分配一个 MEG 等级 0。它使得运营商可以过滤这种 OAM 帧，因为只要求运营商对客户和提供商的 MEG 等级提供透明性。

II.2 MEG等级相互独立的例子

图 II.2 提供了部署情景的一个例子，其中客户和服务提供商并不分享 MEG 等级。然而，服务提供商和运营商分享着 MEG 等级。在图中三角形代表 MEP，小圆圈代表 MIP，菱形代表 TrCP。

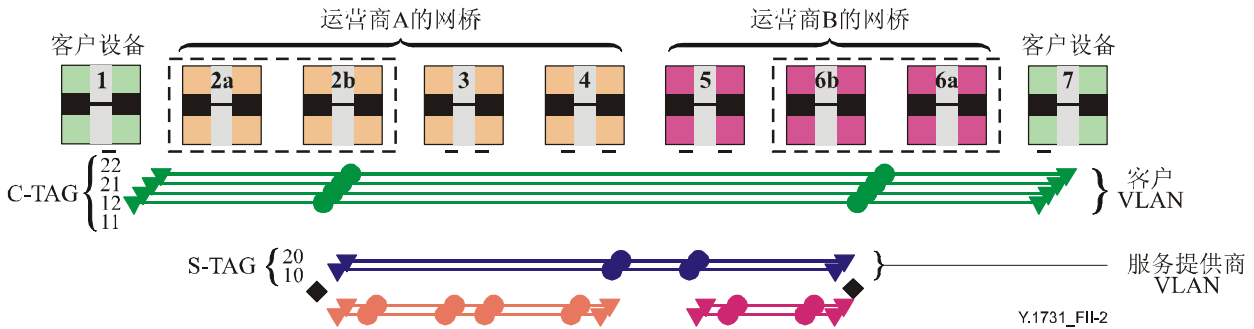


图 II.2/Y.1731—MEG等级相互独立时MEG分配的例子

- 在上述例子中，四个客户 VLAN（11、12、21 和 22）和对应的客户 MEG（由绿色表示）是完全独立于两个服务提供者 VLAN（20 和 10）和对应的服务提供者 MEG（用蓝色表示）的。
- 其结果是客户和服务提供者将可独立地使用所有八个 MEG 等级。
- 然而，服务提供者与运营商，以类似于图 II.1 方式分享着 MEG 等级空间。在此情况下，这八个 MEG 等级可以在服务提供者与运营商之间相互商定。
- 在上面的例子中，客户必须发送作为 VLAN 标签或优先级标签的 OAM 帧，以便独立地使用所有这八个 MEG 等级。然而，如果客户使用非标签的 OAM 帧，其 MEG 等级可能就不再独立了，客户和提供者的 MEG 等级需要在客户和服务提供者之间相互商定。

附录三

帧丢失的测量

III.1 帧丢失的计算

对于帧丢失的计算，应该考虑以下四种情况：

- a) 发送和接收计数器两者都没有归零；
- b) 只有发送计数器归零；
- c) 只有接收计数器归零；
- d) 发送和接收两个计数器都归零。

对于每一种情况，帧丢失可以如下计算。

- a) 发送和接收计数器两者都没有归零（参见图 III.1）：

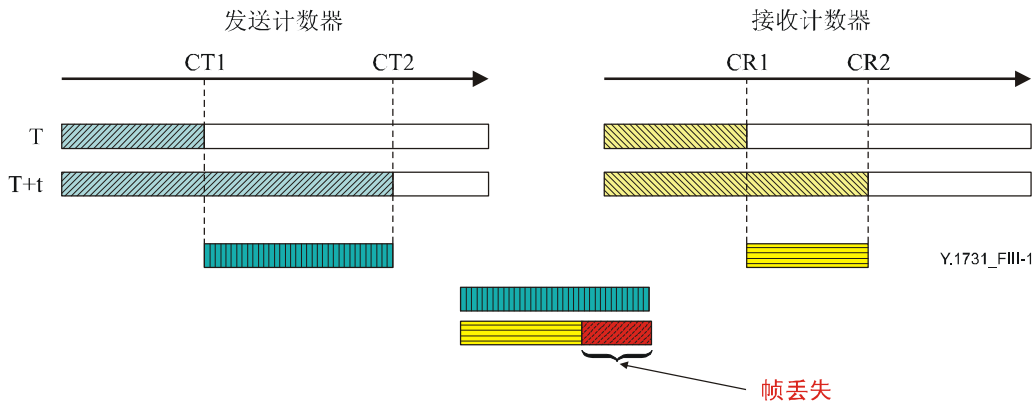


图 III.1/Y.1731—未归零

在这种情况下，帧丢失可以用以下简单的公式进行计算：

$$\text{帧丢失} = (CT2 - CT1) - (CR2 - CR1)$$

- b) 只有发送计数器归零（参见图 III.2）：

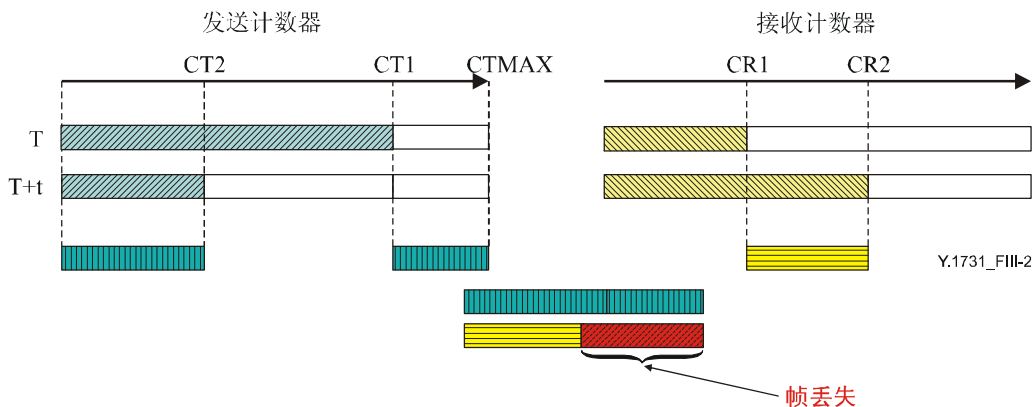


图 III.2/Y.1731—发送计数器归零

在这种情况下，帧丢失可以用项目 a 中描述的如下公式进行计算：

$$\begin{aligned} \text{帧丢失} &= ((CTMAX - CT1) + CT2 + 1) - (CR2 - CR1) \\ &= (CT2 - CT1) - (CR2 - CR1) + (CTMAX + 1) \end{aligned}$$

c) 只有接收计数器归零（见图 III.3）：

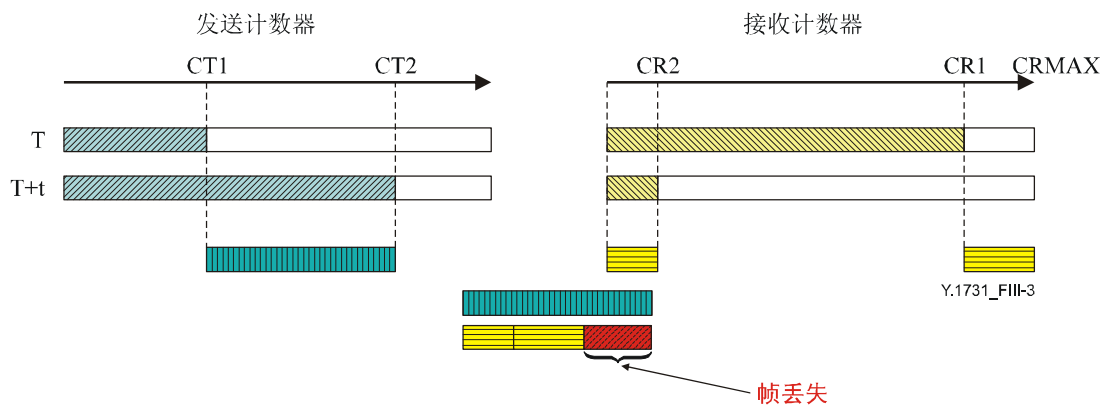


图 III.3/Y.1731—接收计数器归零

$$\begin{aligned} \text{帧丢失} &= (CT2 - CT1) - ((CRMAX - CR1) + CR2 + 1) \\ &= (CT2 - CT1) - (CR2 - CR1) - (CRMAX + 1) \end{aligned}$$

d) 发送和接收两个计数器都归零（见图 III.4）：

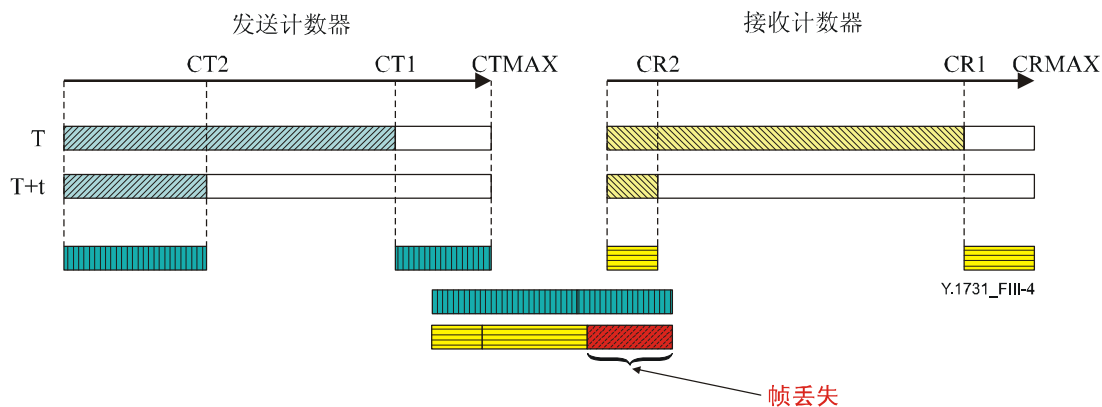


图 III.4/Y.1731—两个计数器都归零

$$\begin{aligned} \text{帧丢失} &= ((CTMAX - CT1) + CT2 + 1) - ((CRMAX - CR1) + CR2 + 1) \\ &= (CT2 - CT1) - (CR2 - CR1) + (CTMAX + 1) - (CRMAX + 1) \end{aligned}$$

III.1.1 帧丢失的简化计算

如果计算采用无符号的数值方案来处理，帧丢失的计算公式可以简化为如下等式：

$$N + (MAX + 1) \equiv N \pmod{MAX + 1}$$

$$N - (MAX + 1) \equiv N \pmod{MAX + 1}$$

于是帧丢失的公式（8.1.1 和 8.1.2 中描述的）可以转换如下：

- a) 帧丢失 = $(CT2 - CT1) - (CR2 - CR1)$
- b) 帧丢失 = $(CT2 - CT1) - (CR2 - CR1) + CTMAX + 1$
 $= ((CT2 + (CTMAX+1)) - CT1) - (CR2 - CR1)$
 $= (CT2 - CT1) - (CR2 - CR1)$
- c) 帧丢失 = $(CT2 - CT1) - (CR2 - CR1) - (CRMAX + 1)$
 $= (CT2 - CT1) - ((CR2 + CRMAX + 1) - CR1)$
 $= (CT2 - CT1) - (CR2 - CR1)$
- d) 帧丢失 = $(CT2 - CT1) - (CR2 - CR1) + (CTMAX + 1) - (CRMAX + 1)$
 $= ((CT2 + (CTMAX + 1)) - CT1) - ((CR2 + (CRMAX + 1)) - CR1)$
 $= (CT2 - CT1) - (CR2 - CR1)$

正如上面所介绍的，只要采用无符号的数值方案来计算，帧丢失在任何情况下都可以用简单的计算公式来计算。

III.2 帧计数器归零的周期性

这一条款对 4 字节帧计数器在不同接口速率和不同帧长度情况下归零的周期性提供一个概貌。所考虑的接口速率有 1 Gbit/s、10 Gbit/s 和 100 Gbit/s。所考虑的帧长度有 64 字节（最小的以太网帧长度）和 1522 字节（最大的以太网帧长度）。

表 III.1/Y.1731—帧计数器归零的周期

接口速率	帧长度	4 字节帧计数器归零的周期
1 Gbit/s	64 字节	$(2^{32})/((10^9)/((64+12)*8)) = 2611$ 秒
1 Gbit/s	1522 字节	$(2^{32})/((10^9)/((1522+12)*8)) = 52707$ 秒
10 Gbit/s	64 字节	$(2^{32})/(((10*(10^9))/((64+12)*8)) = 261$ 秒
10 Gbit/s	1522 字节	$(2^{32})/(((10*(10^9))/((1522+12)*8)) = 5270$ 秒
100 Gbit/s	64 字节	$(2^{32})/(((100*(10^9))/((64+12)*8)) = 26$ 秒
100 Gbit/s	1522 字节	$(2^{32})/(((100*(10^9))/((1522+12)*8)) = 527$ 秒

附录四

网络OAM的互通

层网络之间互通的要求如下：

- 检测到服务器层的故障情况后，服务器层和客户层之间的适配功能应能在客户层中插入 AIS；
- 插入的 AIS 的格式是客户层所特定的。

举例来说，当客户层是以太网时，正如 5.3.1 所介绍的，可使用服务器 MEP。

附录五

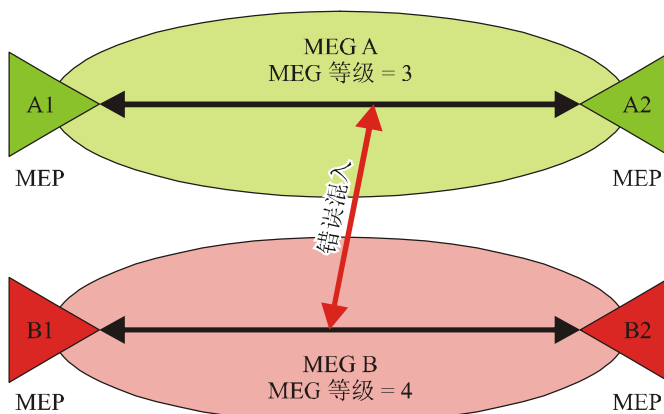
错误混入检测的局限性

MEP 在故障检测时考虑的只是具有它们自身的或较低的 MEG 等级的 CCM 帧。具有较高 MEG 等级的 CCM 帧将穿越而过，以提供 5.7 中定义的 OAM 透明性。这一特性会导致图 V.1 所显示的错误混入检测的局限性。

当不同 MEG 等级的 MEG 之间发生错误混入时，由于来自具有较高 MEG 等级的 MEG 的 CCM 帧将由 MEP 透明地进行传送，具有较低 MEG 等级的 MEG 的 MEP 将不检测任何故障。具有较高 MEG 等级的 MEG 的 MEP 将检测 I.4 中定义的不期望的 MEG 等级。

当发生从具有较高 MEG 等级的 MEG 到具有较低 MEG 等级的 MEG 的单向错误混入时，将检测不出故障。

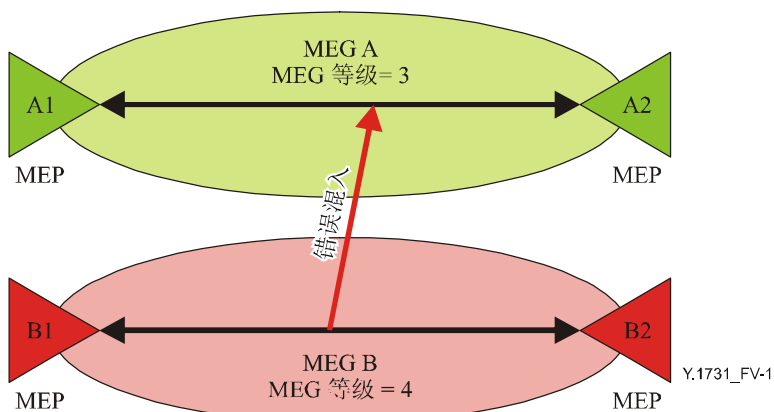
由于只考虑MEG等级3和更低的等级, MEG A的MEP不会检测出故障。



MEG B的MEP检测出不期望的MEG等级

a) 双向的错误混入

由于只考虑MEG等级3和更低的等级, MEG A的MEP不会检测出故障。



由于对MEG B不存在错误混入, 不会检测出故障。

b) 单向的错误混入

图 V.1/Y.1731—错误混入检测的局限性

附录六

与IEEE 802.1ag草案之间术语的对照

本建议书和 IEEE 802.1ag 草案所使用的术语间的关系可归纳如下。

表 VI.1/Y.1731—术语对照

Y.1731 术语	802.1ag 术语	注 释
MEG	MA	
MEG ID	MAID (域名+ MA 的简短名称)	与 802.1ag 不同, 在 ITU-T Y.1731 建议书中, MEG ID 并不意味着域名和 MEG 简短名称之间的分割。
MEG 等级	MA 等级	

参考资料

- ITU-T Recommendation G.8021/Y.1341 (2004), *Characteristics of Ethernet transport network equipment functional blocks – Amendment 1 (06/2006)*.
- IEEE draft 802.1ag, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks – Virtual Bridged Local Area Networks – Amendment 5: Connectivity Fault Management*.
- RFC 2544 (1999), *Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices*.

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