

## 城域以太网络-技术评述

### 概要

本文是一份综合性技术白皮书，其目标读者相当广泛，甚至包括那些对城域以太网应用以及城域以太网论坛的工作毫不知情的分析师和技术人员。

本文对于以太网在城域范围内应用的关键问题进行了评述，内容包括：

- 什么是城域以太网（MEN）？
- 为什么在城域范围内应用以太网？
- 当前城域以太网的局限及其解决之道
- 城域以太网论坛扮演的角色

### 什么是城域以太网（MEN）？

一般说来，城域以太网就是将在地理上分散的企业局域网通过桥接或连接形成的网络，同时也与服务供应商所拥有的广域网或主干网相连。城域以太网提供横跨整个城市区域的网络连接服务，以以太网为核心协议，可实现宽带应用。

以太网是一项应用广泛，物美价廉，人所共知的技术，各种各样的数据通讯和电信设备中都有以太网接口。与标准兼容的网卡为10/100/1000 Mbps，而且10Gbps的以太网标准也已于2002年被IEEE批准。

在城域网（MAN）中，以太网有能力以成本效率的方式增加网络容量，以可伸缩的、简单灵活的方式提供各种服务。基于以太网的MAN一般而言就是城域以太网（MEN）。某些服务供应商也将类似于MEN的技术扩展至广域网（WAN）。

在企业网中，以太网有两项主要服务应用目前增长迅速，并广受关注：与公共因特网的连接，以及跨地域企业站点（即局域网的延伸）之间的连接。后者扩展了企业网络的功能和范围，如下图所示。

该图及其相关的文字标注表明了MEN的主要应用范围，同时这也是本文下面所涉及的场景。

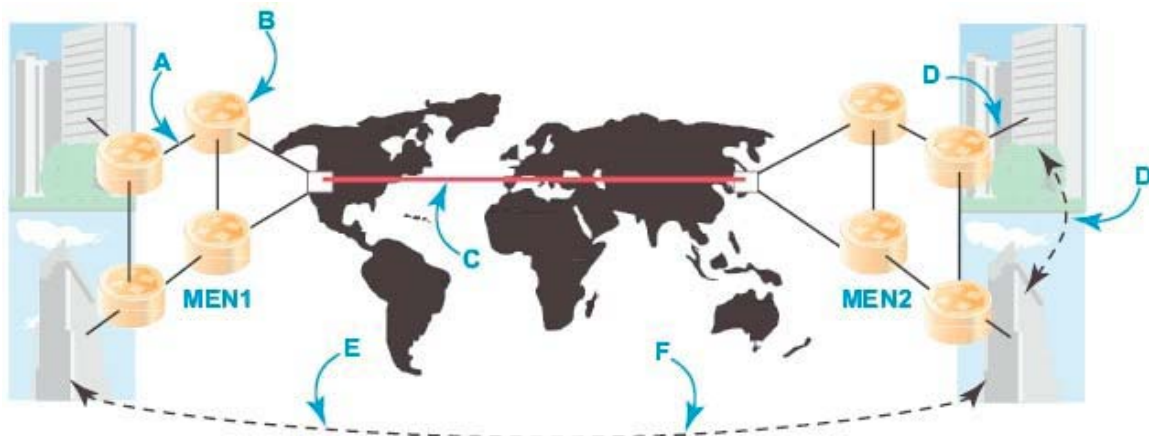


图1

链路主要是点到点方式，可以以任何以太网速度运行。

节点既可以是交换机，也可以是路由器，取决于：

- 其在MEN中的位置
- 所提供的服务的性质
- 服务恢复（网络保护）的级别

节点之间彼此不同程度的连接，就能提供所需要的连接、服务和保护。

WAN链路将远距离的MEN彼此相连。

以太网服务按拓扑结构划分，可以分为E-Line (点到点)，或E-LAN (多点到多点)。根据所提供的带宽以及是独占的还是由多个用户共享，可以对服务进行进一步的划分。带宽可以按需提供，即可以从1Mbps到1Gbps。

可以通过网络保护技术的组合获得不同程度的服务恢复，既可以是端到端的（如图所示），也可以是节点的。

服务质量(QoS)可以通过技术组合获得，提供“硬性”和“软性”带宽，以及丢包率保证。QoS可以是端到端的（如图所示），也可以是节点的。QoS对于企业最终用户来说是透明的，这是一项服务水平规范 (SLS)，是由一项商业服务水平协议 (SLA)签署的。

## 为什么在城市范围内应用以太网？

今天，企业局域网（LAN）中98%数据流量，其起点和终点都是以太网端口。在网络界，以太网是最重要的标准协议，而且在企业局域网中拥有30年的辉煌历史。企业界正在寻求能够突破其局域网局限的网络连接技术，因此从技术和成本角度来看，城域以太网都是当然之选。

当企业网络连接到MAN，或在MAN内彼此连接时，都会产生瓶颈。的确，分析师常说的所谓“带宽过剩”在城域网中很难发现，因为这里主要的连接方式为传统的T1/E1、T3/E3或ATM。在过去的10年中，主干网的带宽增加了300倍，接入带宽增加了100倍，而城域网仅仅增加了16倍，由此产生了严重的城域网瓶颈。企业用户正促使服务供应商通过城域网连接其站点，T1线路通常不能提供灵活的城域带宽容量，而企业用户知道光纤以太网能够做到这一点。

将基于千兆以太网的平台应用于城市范围，打破城域网瓶颈，是急需的也是商业上可行的方法，道理如下：

### 成本效率

以太网基础设施的设备成本大大低于帧中继 (FR)或ATM。这是由于：

- (a) 已有的以太网安装基数形成了规模经济，使得材料和开发成本降低；
- (b) 以太网在技术上相对简单。

以太网的经济性已经在其过去30年的生命期中得到验证，其“经验法则”可以表述为：“以三倍的成本得到十倍于上一代的性能。”

实施成本（主要是运行和相关的规划成本）也大大低于TDM (T1/E1、T3/E3、SONET / SDH)，另外，它还是即时可用的，而且有更高的可用数据速率。

### 快速按需实施

从服务供应商立场看，服务速度是其主要的竞争力。当前缺乏以客户为中心的灵活性，以及TDM 和ATM等

遗留系统粗糙的带宽颗粒度，是提供增收服务的主要障碍，关于增收服务在第6部分里有详细论述。今天，主流连接方式为DS1、DS3、OC3等，而众多IT经理运行企业网络时所需的灵活性和精细颗粒度，则常常无法得到。

另一方面，以太网接入服务提供了广泛的速度选择，从1Mbps到1Gbps，增量为1Mbps甚至更少，可以快速地按需提供，甚至客户通过基于因特网的工具就能获取。

### 基于数据包技术

以太网是一项基于帧的异步技术，与更加死板的基于信元的技术或同步技术相比，在灵活性上有特殊优势。其适当的速率限制功能可以管理可用资源，而且有足够的主干容量，因此以太网可以提供快速的按需带宽。

### 便于互工作

消除了在不同平台和环境之间的互工作或协议转换等问题，服务供应和启动就变得简单了。或者说，广域网接入的复杂性减少了一层（如ATM和SONET）。以太网这种“即插即用”的特性降低了对配置的要求，从而简化了从低速到高速的迁移路径。其结果是，相对简化了最终客户信息系统与城域以太网服务的集成和连接。

### 无所不在的应用

多年来，在企业LAN和园区LAN领域，以太网技术一直占据统治地位。标准网卡为10/100/1000/10000Mbps。其意义已经超越了规模经济，此外还有一些不太为人所知的优点，例如简单易学，相比之下SONET和ATM的复杂性则要求所雇用的员工必须具备与之相应的能力。

其多数优点都来自以太网自身固有的简单性。基本的守恒定律在此依然适用，而且上文提到的众多优点中还没有包括价格优势。在下一部分里，将对城域以太网应用的缺点给出定义。

## 当前城域以太网的局限

当提到城域以太网应用时，人们自然而然地会想到去与熟悉的ATM和帧中继服务相比较。

尽管还有种种局限性，但是应当看到许多新老服务提供商正在为各个领域的客户提供基于以太网的服务，而且客户满意，有利可图。

以ATM和帧中继为参考，我们就可以确定当以太网作为城域传输介质时，其“自身的”或“纯正”局限性如下。（关于这些局限性可能的解决方案将在第5部分加以讨论）

### 1)端到端QoS保证

这里的关键词是“端到端”，这是因为客户只能在端点感受各种中间因素对服务的影响。以太网须要如下机制：

- *新服务请求的连接许可*

亦即在较短的时间内，一个带有特定QoS要求的服务请求能否得到确认，而不影响已被接受的服务请求的服务质量？

- *公平接入的调度与管理*

亦即在数据包水平，面对各种请求，公平接入能否确保提供可用的带宽，遇到网络阻塞时是不是有保障？

- *确保整个网络的优化路径*

亦即通过生成树算法建立路径，则意味着不存在优化路径，这将导致出现丢包、抖动和延迟。

• “数据包着色”

亦即给具有优先权的数据包打上标志，DiffServ就是调度与管理的实例，尽管IEEE 802.1Q也能提供3个用户优先级位。

## 2) 保护机制

由于以太网起源于局域网，因此一旦出现网络故障，通常情况下它只能提供有限的保护机制。

### 慢速故障恢复

以太网环境出现链路中断时，要通过生成树算法进行处理，该算法需要数十秒才能收敛，取决于网络的大小。与SONET网络中只需50毫秒的自动保护切换(APS)相比，相差几个数量级，根本无法应用于语音/视频/紧要任务型应用。

### 缺乏故障隔离功能

另外，以太网不像SONET那样，拥有LOS、RDI等内置的报警，所以不能将故障的网段/线路/路径进行隔离。

## 3) 服务中OAM

以太网没有内务处理功能，无法监测服务中的位误码率(BER)，而SONET则有内务处理字节BIP-8。这一功能在服务分界点上非常有用，可用于回送和可达性测试。

## 4) 伸缩性和网络资源利用

以太网在企业领域应用的优势之一，就是能够利用虚拟局域网(VLAN)概念，将同一物理网络中特定的用户组进行逻辑分区。当VLAN扩展至城域范围时，这样的用户组可能会来自不同的企业，因此将会面临问题：

### VLAN标签空间有限

IEEE 801.Q标准只定义了4096个标签地址空间，对于大型服务供应商来说是不够用的。

### 生成树问题

单个生成树只允许有一个无循环路径。这意味着载荷分布不均衡，可能导致瓶颈。IEEE 802.1s工作组正在探讨用多重生成树办法解决这一问题。

由于有了这些局限，读者自然会问目前怎样才能成功提供以太网服务。这一问题将在下一部分里讨论。

## 这些局限性可能的解决方案

有必要重申，网络设备制造商和服务供应商早已为这些局限性找到了独创的各自不同的解决方法。每种方法各不相同，但一般而言，主要有下列可能的方案。

### 1) 端到端QoS性能

一种方法是通过尽力提供冗余服务，从而做到提供“合理的”服务性能。在经济性给定的情况下，这种方法比较有吸引力，例如以太网基础设施与遗留的SONET。然而，当客户基数增长时，长期提供冗余服务是得不偿失的。

在解决某些QoS局限性方面，多协议标签交换(MPLS)有能力成为一项长期解决方案。这是因为它：

- 提供了流量工程设计能力（通过“显性路由”对象）
- 提供带宽确保的“管道”
- 自身具有数据包着色功能（通过EXP位）

- 无缝运行于以太网（或其他任何）线路（通过插入MPLS“垫片”）

## 2) 保护机制

### 慢速故障恢复

根据客户服务的性质以及SLA条款，确保不同程度的保护，这一点十分重要。这里有几项（有可能是共存的）技术选择，已在业界付诸实施，并且已经提交给了标准化机构。

- *IEEE 802.1s (多重生成树)* 建议在VLAN环境中允许存在一个以上的非闭环路径。从保护观点看，这样做的好处是提供了冗余路径，代价是增加了管理的复杂性。

- *IEEE 802.1w (快速重新配置生成树)* 执行一个快速收敛算法，在一秒中内就能收敛（这的确适用于某些服务级别）。然而，这仍然无法与SONET大约50毫秒的恢复时间相媲美，有些服务级别可能会需要50毫秒的恢复时间。

- *IEEE 802.3ad (链路集合)* 在主干网上提供低于1秒的故障恢复时间。这种方法特别适用于某些应用，例如需要地域路径多样性时。它对载荷均衡技术也是有利的。

- *The IEEE 802.17 (恢复数据包环)* 工作组提出了一个环保护协议，能提供低于50毫秒的故障恢复时间。

- *MPLS*通过诸如备份LSP，快速重新路由和LSP抢占等功能提供了灵活的可伸缩的方案。这种灵活性使得服务供应商能够以不同的价位提供不同保护水平。

### 缺乏故障隔离功能

当前，各个标准化团体都在把这一问题当作以太网OAM的一部分来着手解决，最近一次讨论是ITU-T Q3/13进行的。

## 3) 服务中OAM

当前，各个标准化机构都在试图解决这一问题，包括IEEE、MEF和ITU-T Q3/13。IEEE 802.3ah 第一英里以太网(EFM)工作组正在用基于帧的方法编制以太网链路OAM。MEF和ITU-T正在解决以太网端到端服务中OAM功能问题，诸如性能监测和故障管理。

## 4) 伸缩性和网络资源领域

借助各种专有的“标签堆栈”方案，某些网络设备制造商提供的设备现在已经能够增加VLAN标签空间。但这种方法的效果是有限的，而且增加了网络管理的复杂性，如互操作性。例如，一台非标签堆栈交换机在收到堆栈帧时能够做什么呢。

针对生成树存在的各种局限，目前IETF的各种MPLS技术草案就是要提供长期可伸缩的解决方案，最大限度地利用网络资源。到此，人们应该期待有某个行业团体（如MEF）出来承担各种方案之间的协调工作。MEF当前的任务和工作在下一部分里讨论。

## MEF在解决这些问题中的作用

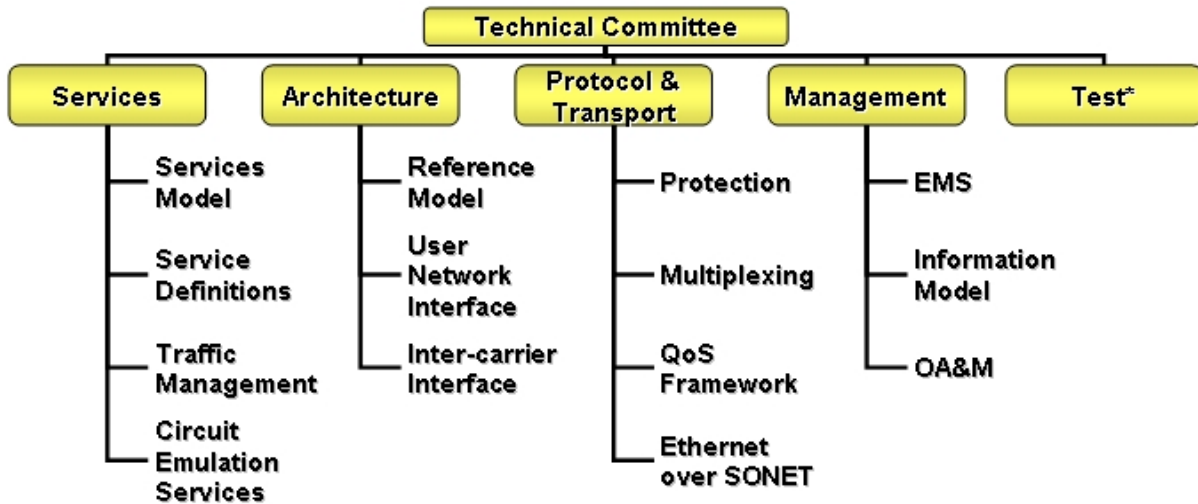
局域网在城域网范围的应用，有着经济性和操作性方面的要求；也的确有几种方案能够解决当前的技术局限。

以下几点必须注意：

- 确保当前正在使用的和考虑使用的各种实施办法之间彼此衔接，技术上具有互操作性。对于那些不太显著的局限性，也要探讨解决之道。

- 为了贯彻这些思路，现任MEF技术委员会的技术开发工作目前正在致力于下列5个重点领域，即：管理、体系结构、协议/传输、服务和测试。

每个领域都有各自的团队，致力于提供文档、框架、协定和互操作性，支持城域以太网在全球范围内成为一种优选的网络技术。



- **体系结构领域:** 受命为技术团队开发体系结构参考模型和整套公共语言工具。
- **服务领域:** 受命定义以太网的服务模型、定义、流量管理、服务参数及属性。
- **协议和传输领域:** 受命为所定义的以太网服务，定义方法、程序和协议。
- **管理领域:** 受命开发城域以太网OAM (运行、管理和维护)的要求、模型和定义。
- **测试方法:** 是MEF新的开发领域，旨在解决市场所需的标准化互操作性和兼容方案。

请注意，MEF不是一个标准化组织，只是一个行业论坛。只要可能，它更愿意采用其他标准化机构开发好的标准，定义自己的标准只是下下策。

## 2003年8月MEF的技术工作领域

技术委员会的技术开发工作主要集中在4个重点领域。一些进展已经达成一致意见，并已经进入MEF工作草案状态。这里简要介绍一下已获通过的主要项目：

### 1) 体系结构领域项目

在体系结构领域，为技术团队开发体系结构参考模型和整套公共语言工具已经取得重大进展。通过核准进入MEF工作草案状态的项目包括：

- MEF体系结构框架：第一部分 通用框架
- MEF体系结构框架：第二部分 以太网服务层
- UNI要求和框架
- UNI 1型实施协定
- E-NNI技术规范

### MEF 体系结构框架：第一部分 通用框架

MEF通用体系结构框架描述了城域以太网(MEN)的网络分层结构模型。该模型利用纯正的以太网框架结构，以及由ITU-T推荐标准G.805和G.809分别定义的面向连接与非连接传输网络的体系结构。

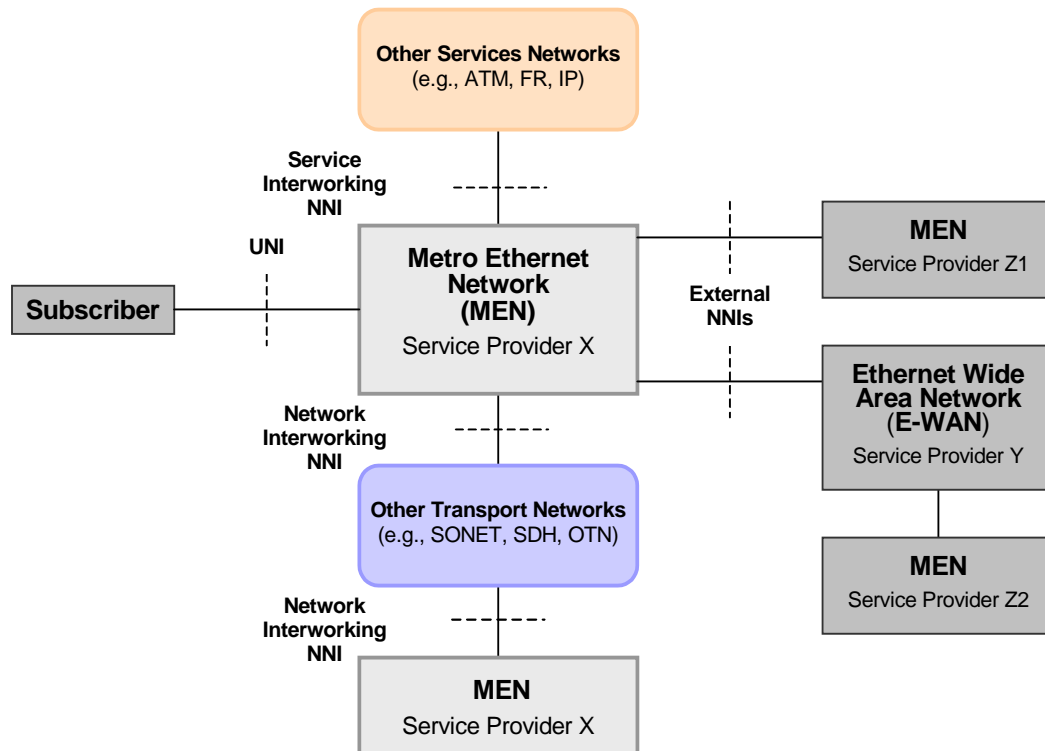


图2

图2显示的是MEN外部体系结构组件，及其相关的接口和参考点。外部MEN单元包括：a) MEN服务的用户，b) 其他MEN网络，以及c) 其他非以太网网络。

传输和服务网络用户在一个用户网络接口（UNI）参考点上接入MEN。一般情况下，内部网络单元（NE）通过内部网络网络接口（NNI）相互连接。两个各自独立的MEN可以在外部NNI（E-NNI）参考点相互连接。在网络互工作NNI(NI-NNI)或服务互工作NNI（SI-NNI）参考点上，MEN可以和其他传输/服务网络相互连接。

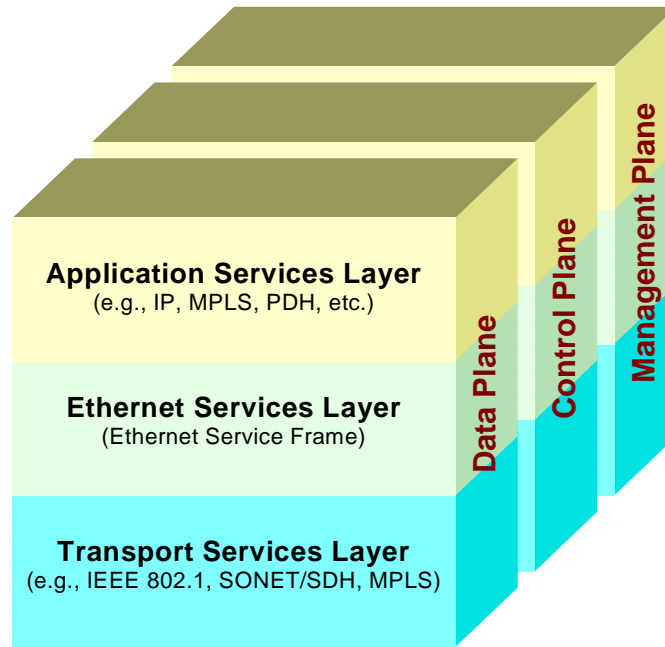


图3

图3所示为MEN分层网络模型，将MEN定义为3层网络组件：以太网服务(ETH)层，支持第二层基本数据通信服务；一套或多套传输服务(TRANS)层；以及可选应用服务（APP）服务层，支持第二层以太网服务的应用。另外，每一层网络都可以进一步分解为数据、控制和管理平面组件。

**MEF 体系结构框架：第二部分以太网服务层**

以太网服务(ETH)层在MEN中是一个特定的网络层，负责实现以以太网为核心的连接服务，通过完善的内部和外部接口传送以太网PDU。ETH层要负责全部服务相关的互联、运行和管理功能，支持基本的第二层以太网连接服务。

在ETH层中，以太网虚拟连接（EVC）是重要的逻辑构件，用于实现横跨一个或多个MEN服务供应商的端到端用户服务。EVC就是一个ETH层服务的实例。通过将用户流量所代表的单一服务实例映射到单一EVC，就可以将用户流量映射到一个或多个EVC之中。

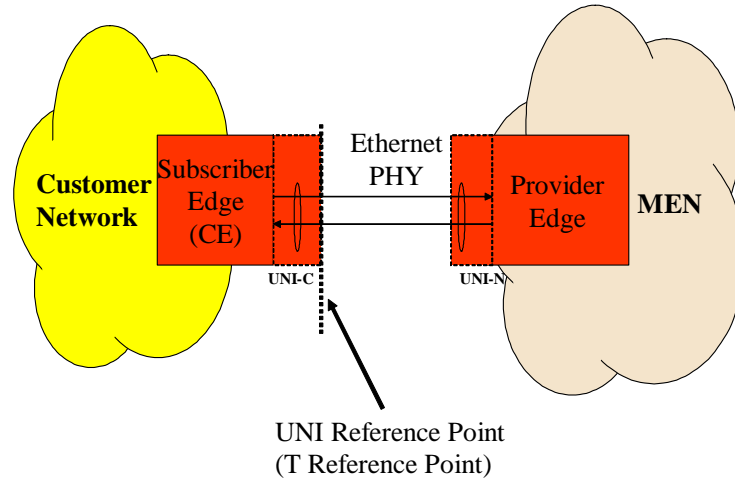
**UNI要求和框架**

UNI要求就是UNI实施的3个阶段。UNI的第一阶段叫做1型UNI，着重于现有的使用UNI-C的以太网，无需更改地利用现有的IEEE以太网PHY和MAC功能。2型UNI需要静态服务发现功能，包括自动发现和OAM。3型UNI需要动态连接建立，使得通过UNI-C就可以对EVC进行建立和修改。

UNI定义了一个参考点，那些采用MEF定义的服务的用户可以用来处理其与MEN服务供应商之间的各种交往。UNI参考点（也称为T参考点）就是用户和MEN边界的分界点。

© The Metro Ethernet Forum 2002-2004. Any reproduction of this document, or any portion thereof, shall contain the following statement: "Reproduced with permission of the Metro Ethernet Forum." No user of this document is authorized to modify any of the information contained herein.

## UNI Reference Point



UNI的功能在用户设备（UNI-C）和MEN设备（UNI-N）之间进行了划分。对于传输接入网络，UNI-N可以在参考点上分离，而直接附加的纯正的IEEE 802.3 PHY则不行。UNI功能模型由3个平面组成：

*数据平面：* 定义跨越UNI参考点传输信息的手段。

*控制平面：* 为用户和MEN供应商定义了使用数据平面的手段。

*管理平面：* 控制UNI数据和控制平面的运行。

### 1型UNI实施协定

1型UNI实施协定规定了MEF 1型UNI如何在手工配置操作下运行。这样，现有的以太网设备（如交换机、路由器、工作站等）立刻就可以用作本协定规定的CE，无需进行软硬件升级。本协定提供了最基本的连接服务，没有控制平面功能的，只有少量的数据和管理平面功能。

### E-NNI技术规范

E-NNI规范的目的在于满足E-NNI的要求，E-NNI是两个MEN之间的一个接口，其中每个MEN受各自的管理机构控制。另一个目的是详细描述E-NNI所运行的协议，以确保互操作性。

组件以太网虚拟连接（CEVC）是建立多重MEN EVC的积木块。EVC用于两个或多个的UNI，CEVC用于至少一个UNI和至少一个E-NNI，或者用于两个或多个附加在单个MEN上的E-NNI。

### 2) 服务领域项目

MEF的主要优势之一就是为城域以太网定义服务。相应地，服务领域的工作已经取得了突破性进展，下列项目即将进入MEF工作草案状态：

- 以太网服务模型—阶段1
- 以太网服务定义—阶段I
- 流量管理规范—阶段I
- CES要求
- PDH实施协定

### 以太网服务模型—阶段1

以太网服务模型所描述的模型，是从获取这种服务的用户设备（CE）的角度建模的。在以太网服务的基本单

元之外，也定义了一定数量的服务属性，作为以太网服务的组成部分，包括服务水平规范（SLS）的定义。同时定义的还有以太网服务框架，旨在提供用于创建以太网服务的属性及其相关参数建的定义和相互关系。

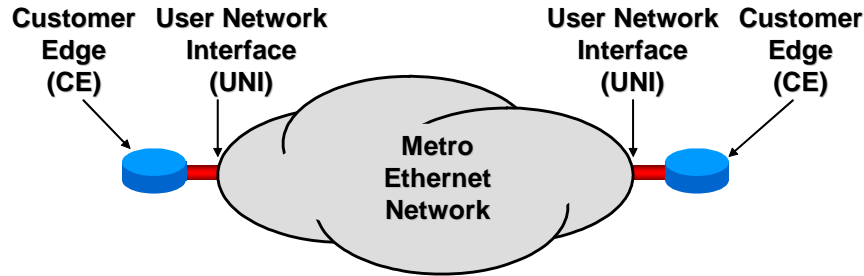


图4

阶段I的范围局限于基于以太网的服务，从用户设备角度看，运行于CE和MEN之间的UNI上的协议应当是标准的以太网协议（PHY和MAC层）。这些服务局限于两个或多个UNI之间。

**以太网服务定义**

以太网服务定义利用以太网服务模型—阶段1和流量管理规范—阶段1所定义的服务属性和参数，来定义两个通用的以太网服务类型。这些服务类型及其相关的服务实现和参数，可用来创建点到点和多点到多点服务。这些服务是在以太网UNI上实现的，不必知道其背后的网络基础设施，在服务供应商的网络里可以由不同的传输技术来支持，如SONET、RPR、WDM、MPLS，等等。

图5和图6所示为两种以太网服务类型，即以太网线路(E-Line)和以太网局域网(E-LAN)。

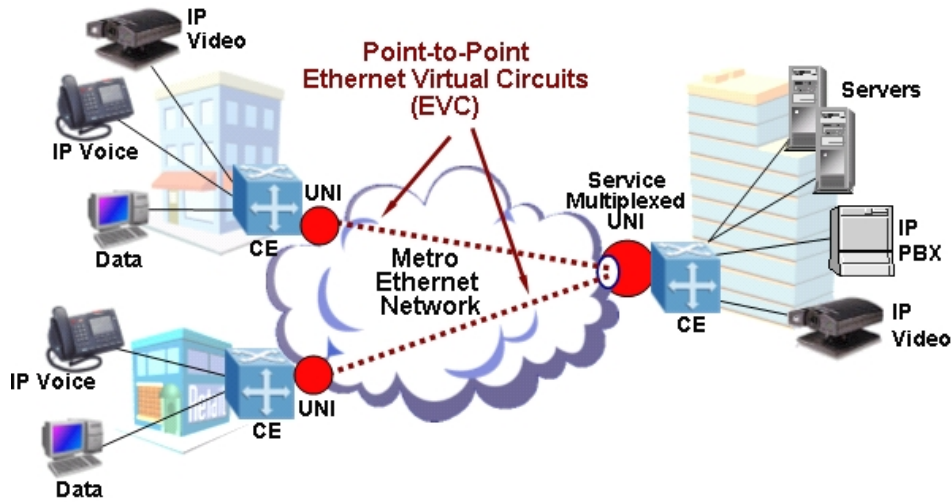


图5

© The Metro Ethernet Forum 2002-2004. Any reproduction of this document, or any portion thereof, shall contain the following statement: "Reproduced with permission of the Metro Ethernet Forum." No user of this document is authorized to modify any of the information contained herein.

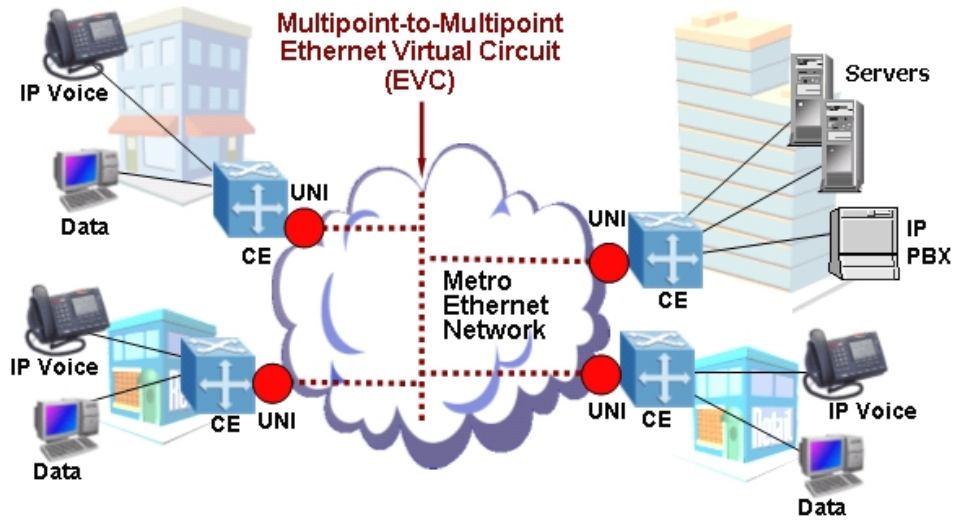


图6

E-Line在两个UNI（用户）之间提供点到点的EVC；E-LAN则在两个或多个UNI之间提供多点到多点EVC。从一个用户UNI发出的数据能够在在一个或多个其他UNI处收到。

**流量管理规范-阶段1**

流量管理规范定义了流量和性能参数，作为以太网SLS的一部分。这些参数的定义使得用户能够定量和定性地测量所提供的服务。通过使用这些SLS参数，用户就能对各种服务加以比较。另外，服务供应商以这些参数为指导，可以详细制定基于CoS的以太网服务。

阶段1的范围给网络设备厂商和服务供应商提供了足够的技术细节，使之具有最低限度的流量管理能力，以支持基于CoS的SLS用于以太网服务。

**CES要求**

电路仿真服务(CES)是建立在MEN上的TDM电路仿真。CES是一项有用的技术，它能使MEN服务供应商向那些在MEN之外的用户或那些已有TDM设备的用户提供服务。这样，MEN服务供应商就可以扩展其服务领地，增加用户数量。例如，利用CES，城域以太网传输网络就可以根据客户要求连接到PBX，并且可以在以太网上传送数据流量的同时传送TDM语音流量。

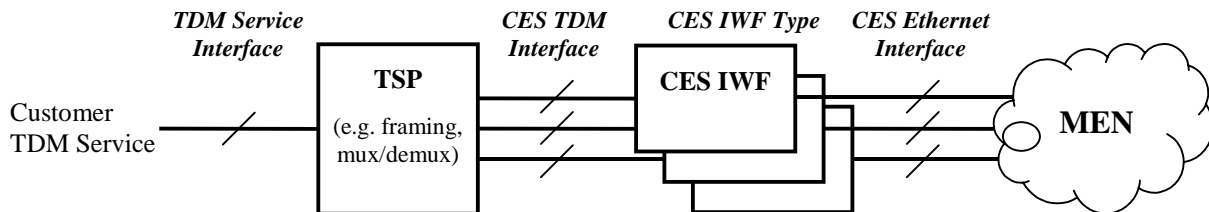


图7

CES要求包括PDH服务 (例如Nx64 kbps、T1、E1、T3、E3)和SONET/SDH服务 (STS1、STS3、STS3c、STS12、STS12c，以及欧洲的相应服务)。可以参考其他标准化机构制定的标准，尤其是ITU、ANSI、IETF PWE3和ATM论坛等，就是针对MEN的要求制定的。

© The Metro Ethernet Forum 2002-2004. Any reproduction of this document, or any portion thereof, shall contain the following statement: "Reproduced with permission of the Metro Ethernet Forum." No user of this document is authorized to modify any of the information contained herein.

### PDH实施协定

PDH实施协定的范围包括: a)创建互操作设备所需的基本协定,能横跨MEN可靠地传输PDH电路; b) 后台MEN所需的性能,以便提供PDH服务仿真电路,满足现有的(如ITU-T和ANSI所定义的)TDM标准。

### 3) 协议和传输领域项目

在协议和传输领域,下列项目已经进入MEF工作草案状态:

- 保护要求
- 城域以太网保护框架
- MPLS保护实施协定
- TMF技术规范
- 以太网互工作功能(E-IWF)
- EoS实施协定

#### 保护要求

保护要求就是在能够提供以太网服务MEN中,保护和恢复机制需要满足的要求。这些要求基于对以太网服务所需的SLS的解释(例如可用性、平均恢复时间、平均故障间隔时间,等),从而形成网络保护要求(例如连接恢复时间、保护资源分布,等)。这意味着网络所提供的保护直接与提供给用户的服务相关联,这些要求就源自于对提供给用户的服务的保护需求。

这些要求包括保护控制和信令、保护期间的QoS,以及这些机制与传输和应用保护机制的相互作用,等等。

#### 保护框架

为了给在MEN上的以太网服务提供保护,一个具有统一保护结构的参考模型已经开发出来。保护参考模型(PRM)规定了这些服务的保护功能的一致性,适用于各种传输技术,网络拓扑结构和策略,因此能够实现ETH层服务的保护。

各个单元用一种“从后向前”的方法进行描述。每一层都有保护功能,可以在低层之上运行,低层也可以有保护功能。整个保护方案受控于应用保护约束策略。

当前正在酝酿之中的网络保护机制如下:

- 集合线路和节点保护(ALNP)服务
- 端到端路径保护(EPPP)服务
- MP2MP(多点到多点)保护服务
- 基于链路集合的链路保护...

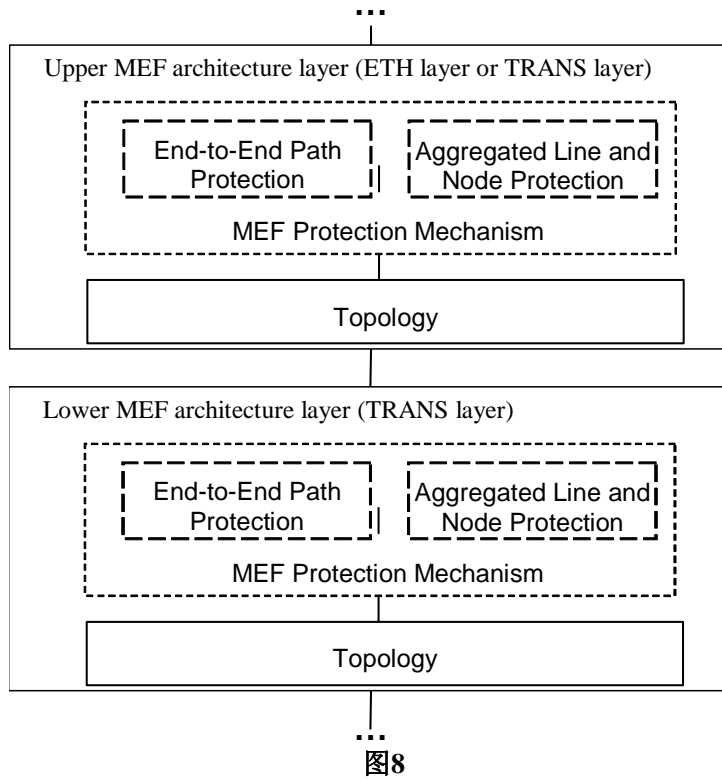


图8

传输多路复用功能(TM F)技术规范

TMF是MEF体系结构中TRANS层的一个功能单元。TMF能将多个单独的UNI链路映射到一个多路复用的TRANS链路中，如图9所示。由单独的构件链路构成了来自（和传至）用户/客户终点(CE)的以太网数据帧流。

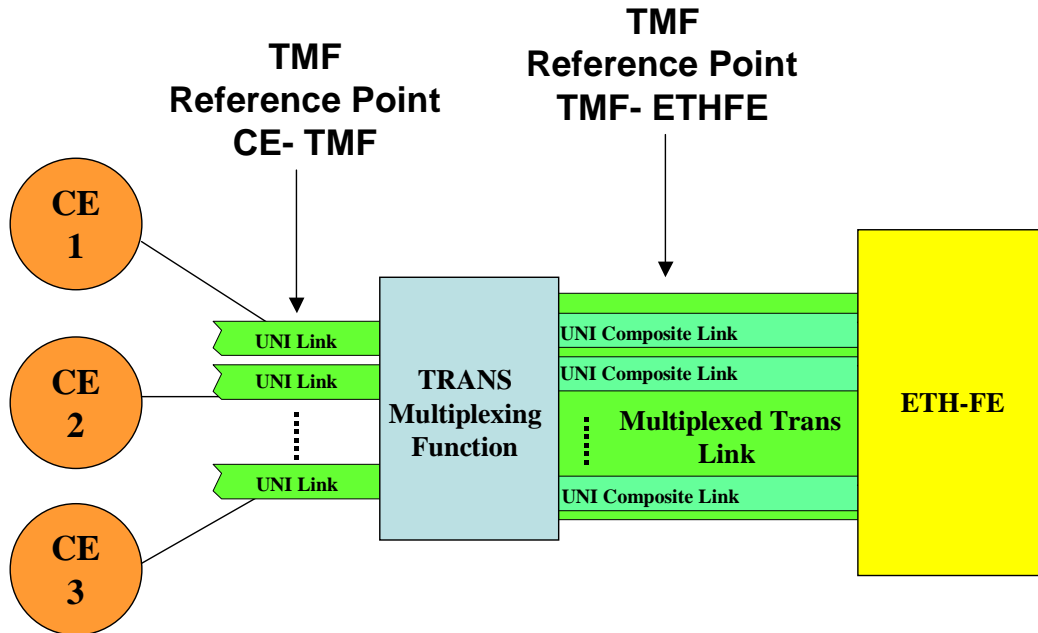


图9

© The Metro Ethernet Forum 2002-2004. Any reproduction of this document, or any portion thereof, shall contain the following statement: "Reproduced with permission of the Metro Ethernet Forum." No user of this document is authorized to modify any of the information contained herein.

TMF提供了通用的接入链路集合功能。因此TMF可以与MEN现有的任何传输设施配合使用。

**以太网互工作功能(E-IWF)**

根据定义，以太网互工作功能就是以太网与其他类型的第二层电路（如ATM和帧中继）相互工作。本文档阐述了新的以太网服务如何融入已有的、由ATM和帧中继技术构建的、用于第二层VPN服务的网络拓扑结构。E-IWF的范围局限于那些连接到ATM和帧中继型虚拟电路的点到点EVC。多点EVC只有在ATM和帧中继电路上采用桥接以太网格格式时才考虑互工作功能。

**4) 管理领域项目**

该领域要解决的是MEN中的特定的OAM&P (运行、管理、维护和供应)问题。已经进入草案状态的项目包括：

- EMS要求
- EMS-NMS信息模型
- 以太网服务OAM
- 性能监测

**EMS要求**

EMS要求指的是对MEN服务供应商的EMS的要求。EMS就是能够管理一个或多个网络单元(NE)的系统。

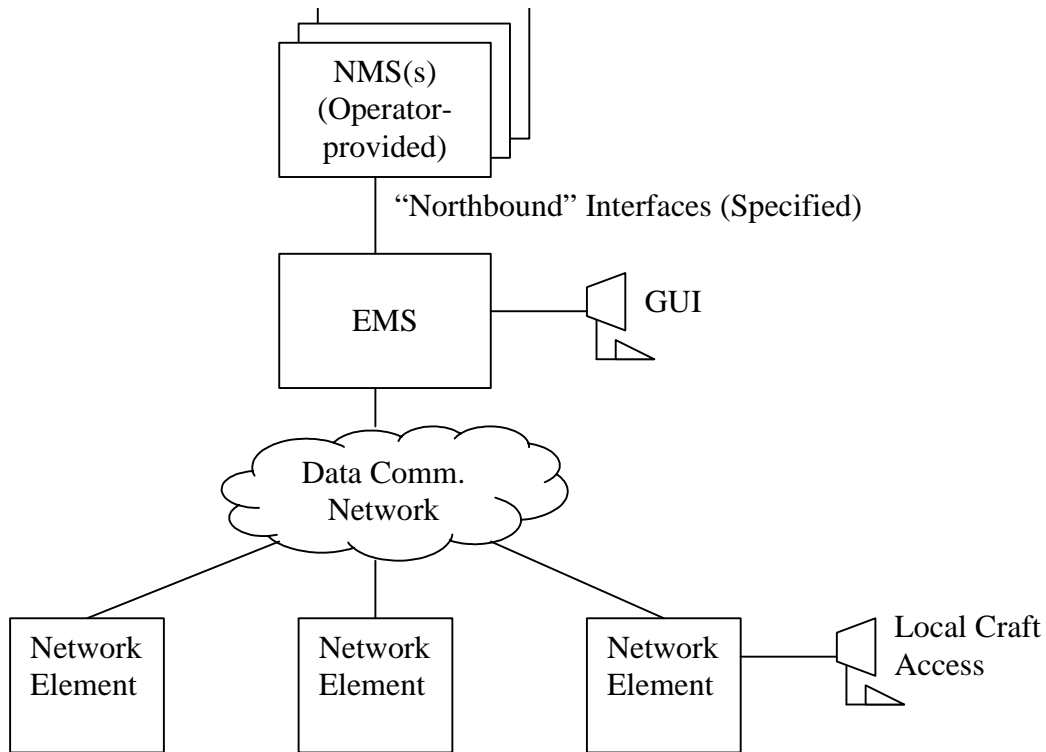


图10

EMS一般设在网络运行中心，远离网络单元但能通过数据通信网络与之相连。由于派遣技术人员到NE现场在成本和时间上不划算，所以EMS就成了服务供应商管理NE的主要手段。要优化网络管理功能，服务供应商就需要将EMS集成到其网络管理系统(NMS)之中。这些要求是根据实际应用提出的，而且划分成各个管理功能

领域，例如配置、故障、性能、安全，以及帐户管理。

**EMS-NMS 信息模型**

EMS-NMS接口模型定义了一个协议中立模型，这样就可以持续地定义管理MEN所需的管理信息。以协议中立模型为基础，借助已有的方法（如CORBA、IDL、SNMP、JAVA、XML等），可以进一步定义EMS-NMS管理接口。

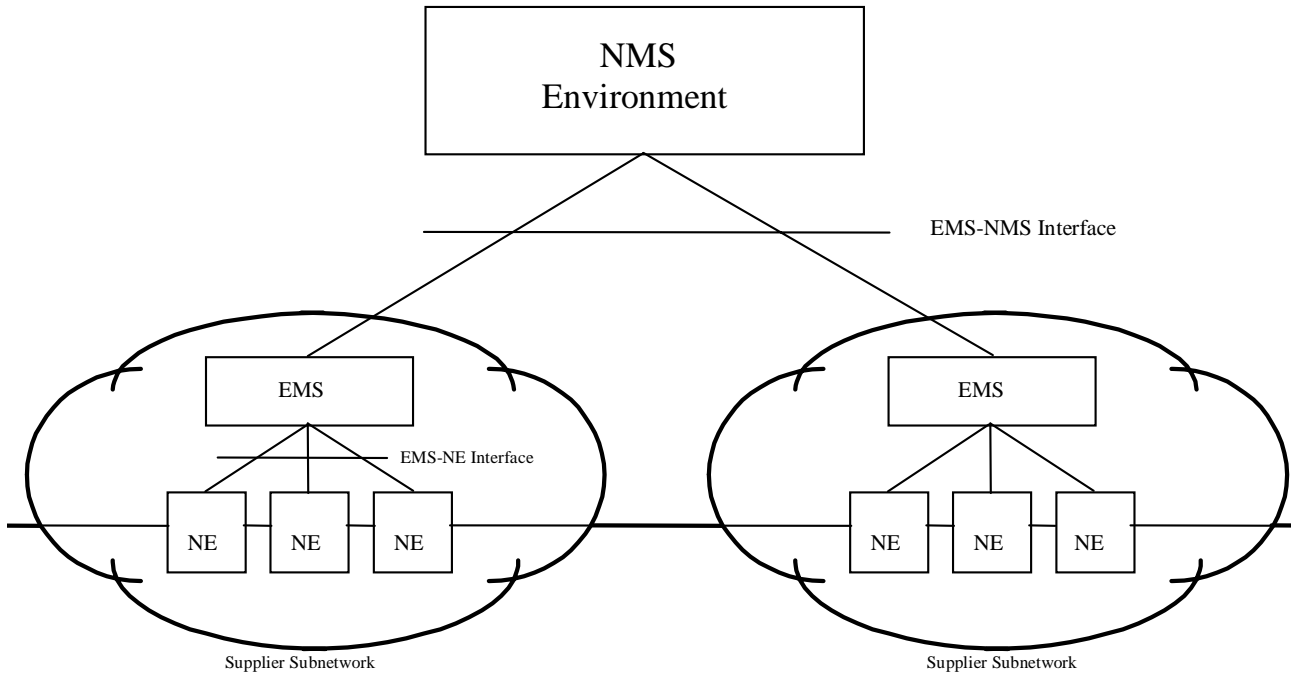


图11

该模型定义了一套UML格式的关系和对被管理对象的描述，遵循由ITU-T定义的网络范例(例如G.805、G.809、G.85x和M.3120)。该模型的信息内容使用的是MIB，MIB是由IETF为以太网和MPLS管理而定义的。

**以太网服务OAM**

以太网服务可由多种传输方式利用各种通道技术提供。在这些分层的模型里，重要的是在该系列的每一层中提供基本的OAM功能。以太网服务OAM就是在以太网服务(ETH)层提供OAM功能，而且每一层可以有自己的OAM功能。

ETH层的OAM功能要求主要是监测参数，如连接、延迟、延迟变化（抖动）和状态监测，等。以太网服务接口可以看作是OAM的源头和ETH层OAM终点。特别地，每个设备的以太网服务接口应当拥有MAC地址，以便用来为OAM数据包寻址。

**性能监测**

以太网性能监测(PM)功能就是监测和收集性能数据，用于监测MEN状态和满足SLS要求等各种目的。所需的PM计数器应该能够： a) 监测SLS兼容性， b) 利用EVC级PM计数器和ETH层PM计数器监测MEN状态。另外，还制定了一个框架，可以根据各种方法收集PM计数器数据。

**5) 测试方法领域项目**

各种技术文档的不断完善，也推动了测试方法领域的工作进展。该领域计划中的几项工作之一就是“用于以

© The Metro Ethernet Forum 2002-2004. Any reproduction of this document, or any portion thereof, shall contain the following statement: "Reproduced with permission of the Metro Ethernet Forum." No user of this document is authorized to modify any of the information contained herein.

太网服务的网络设备要求和测试步骤”。

这一文档定义了这些要求和相应的测试步骤，用来确定网络设备是否准备就绪提供各种以太网服务，诸如以太网线路(E-Line)和以太网局域网(E-LAN)。该文档所定义的要求，依据的是本文前面所述的MEF以太网服务模型，以太网服务定义和流量管理文档。

该文档没有定义服务水平规范(SLS)的测量和监测方法，但却定义了测试步骤，能够确定设备是否准备就绪传送各种城域以太网服务相关的SLS。

相应的测试定义为厂商、运营商、用户和实验室制定了共同遵守的公共准则，以确定设备是否准备就绪提供城域以太网络的服务。各种准则就是以太网服务设备所要满足的要求。

该文档包括4个这样的准则，即：功能、一致性、互操作性和性能准则。

**功能准则：**设备必须满足某些定义明确的功能准则，有些准则是当然可用的，有些则需要经过测试。前者的实例就是通过命令行接口进行完整配置的设备，后者的实例是经过配置之后能够正确过滤BPDU(桥接协议数据单元)的设备。

**一致性准则：**设备也必须满足某些定义明确的一致性准则，例如，设备不能将数据帧传回源地址。

**互操作性准则：**更进一步的准则就是互操作性，实例就是一个设备应该能够随意加入任何一个VLAN之中，取代另一个厂家或任何其他厂家的设备。

**性能准则：**设备也必须满足某些性能准则，例如，设备应该能够准确无误地传输数据帧的一部分。

### 规范格式和例证

所要进行的测试由一个定义明确的模版加以描述。此规范与相应的MEF服务规范一一对应，很容易与MEF将来的工作保持一致。表1所示为测试模版的一个典型实例。

名称	EVC泄漏
测试定义ID	M.6-2
源	以太网服务模型，阶段1，章节6
类型	一致
状态	强制型
描述	任何设备不许向不在EVC的UNI传送数据帧
DUT类型	MEN
对象	如果设备向不在EVC的UNI传送数据帧，则确定
配置	系统测试台
程序	测试者提供数据帧以DUT的MAC地址为目的，该DUT不在EVC中，监测其是否送达
单元	帧数量
变量	单点传送、多点传送、广播、帧长度、端口计数
结果	通过或不通过
备注	

表1

## 未来可预见的工作

本领域的工作将会与技术委员会的其他工作保持协调，诸如对服务保护和OAM的测试方法等。

## 结论

显然，MEF在解决局域网的这些局限时，明确地把它当作了一项电信级服务技术，使之具有一致性。做法上尽可能地采用现有的技术，只有在必要时才定义新的方法。

## 声明

本文反映了MEF正在进行的工作，代表了75%的多数会员意见，在2003年8月在丹佛技术大会上由70余家会员表决产生。某些技术细节可能会因故更改（经75%表决），本文也将随之做必要的更新以反映这些变化。本文不一定代表作者个人或其所属商业机构的观点。

## 参考资料

《城域以太网服务——技术评论》（Metro Ethernet Services – A Technical Overview），网址：  
<http://www.metroethernetforum.org/metro-ethernet-services.pdf>

## 鸣谢

本文在撰写过程中大量采用了MEF技术委员会的工作成果，也得力于各位作者、评论家和技术撰稿人的努力，在此一并致谢。

## 作者

Mark Whalley 澳大利亚安捷伦技术公司（Agilent Technologies Australia）  
Dinesh Mohan 加拿大北电网络公司（Nortel Networks Canada）

## 名词术语

ALNP – Aggregated Line and node Protection 集合线路和节点保护

APCP – Application Protection Constraint Policy 应用保护约束策略

ATM – Asynchronous Transfer Mode 异步传输模式

BIP-8

BLSR – Bidirectional Line Switched Ring 双向线路交换环

CE- Customer Edge (MPLS VPN context) / Customer Equipment (generic context) 客户边缘(MPLS VPN环境)/客户设备(通用环境)

CES – Circuit Emulation Services 电路仿真服务

CIR – Committed Information Rate 承诺信息速率

EEPP – End-to-end Path Protection 端到端路径保护

EFM – Ethernet in the first Mile 第一英里以太网

EMS- Element Management System 单元管理系统

EVPL – Ethernet Virtual Private Line (Service) 以太网虚拟专用线（服务）

EPLn – Ethernet Private LAN (Service) 以太网专用局域网（服务）

IETF – Internet Engineering Task Force 互联网工程任务组

IEEE – Institution of Electrical and Electronics Engineers （美国）电气电子工程师协会

IP – Internet Protocol 互联网协议  
IWF – Interworking functions 互工作功能  
LAN – Local Area Network 局域网  
LOS – Loss of Signal 信号丢失  
LSP – Label Switched Paths 标志交换路径  
MAC – Media Access Control 介质访问控制  
MAN – Metropolitan Area Network 城域网  
MBS – Maximum Burst Size 最大突发数据量  
MEF – Metro Ethernet Forum 城域以太网论坛  
MEN – Metro Ethernet Network 城域以太网网络  
MPLS- Multi-Protocol Label Switching 多协议标志交换  
NE – Network Element 网络单元  
OAM – Operations, Administration and Maintenance 运行、管理和维护  
OTN – Optical Transport Network 光纤传输网络  
OTUk - Optical Channel Transport Unit of level k k级光纤通道传输单元  
PDH – Plesiochronous Digital Hierarchy 准同步数字系列  
PE – Provider Edge 供应商边缘  
PIR – Peak Information Rate 尖峰信息速率  
QoS – Quality of Service 服务质量  
RDI – Remote Defect Indicator 远程故障指示器  
RPR – Resilient Packet Ring 恢复数据包环  
SDH – Synchronous Digital Hierarchy 同步数字系列  
SLA – Service Level Agreement 服务级别协定  
SLS – Service Level Specification 服务级别规范  
SONET – Synchronous Optical Network 同步光纤网络  
UPSR – Universal Path Switched Ring 通用路径交换环  
UML – Unified Modelling Language 统一建模语言  
UNI – User-Network Interface 用户网络接口  
VC – Virtual Channel 虚通道  
VLAN – Virtual LAN 虚拟局域网  
WAN – Wide Area Network 广域网