



## 以太网业务 MEF 2.0 认证研究与实现

卢 泉<sup>1</sup>, 林 同<sup>1</sup>, 胡 信<sup>2</sup>, 张 旋<sup>1</sup>

(1. 中国电信股份有限公司广州研究院 广州 510630;

2. 中国电信国际有限公司 香港 999077)

**摘 要:** MEF CE 2.0 认证一直广受国际大型运营商和设备商的关注与支持, 成为新一代以太网业务互联互通、透明传送管理的标准。通过对 MEF CE 2.0 认证相关的标准、方法及技术细节的深入研究, 总结并提供了认证测试相关的业务范围、定义、操作流程、测试拓扑、测试项目与指标等, 并在实际业务认证中得以验证实现, 可为电信运营商进行类似国际认证提供技术参考。

**关键词:** MEF 2.0; 以太网业务; 认证测试

**doi:** 10.11959/j.issn.1000-0801.2015159

## Research and Realization of Ethernet Service MEF 2.0 Certification

Lu Quan<sup>1</sup>, Lin Tong<sup>1</sup>, Hu Xin<sup>2</sup>, Zhang Xuan<sup>1</sup>

(1. Guangzhou Research Institute of China Telecom Co., Ltd., Guangzhou 510630, China;

2. China Telecom Global Ltd., Hong Kong 999077, China)

**Abstract:** MEF Carrier Ethernet (CE) 2.0 has been widely concerned and supported by international major telecom service providers. It has become new generation standard of Ethernet service interoperability and transparent management. By researching MEF CE 2.0 related standards, methods and key technical details in depth, related service definition, operation flow, network topology, test items and practical application of CE 2.0 authentication testing were summarized.

**Key words:** MEF 2.0, Ethernet service, certification test

### 1 引言

城域以太网论坛是一个专注于解决以太网技术问题的非盈利性组织, 由 200 多家公司和机构组成, 其中包括电信服务提供商、电缆 MSO (multi system operator, 多业务运营商)、网络设备/软件制造商、半导体供应商和测试机构。其主导的 MEF CE (carrier Ethernet) 系列认证一直受到

国际大型电信运营商和设备商的关注及支持, 相关设备或业务通过 MEF CE 认证意味着为企业带来更大的价值, 得到更多的商业机会。

在国际电信业向大带宽、移动数据和 LTE 迁移以及公有云、私有云大幅增长的市场背景下, MEF 于 2013 年 1 月推出了 MEF CE 2.0 认证, 作为 MEF CE 1.0 认证的升级。CE 2.0 新增 3 个强大的功能: 多服务类别、互连性和更好

收稿日期: 2015-04-21; 修回日期: 2015-06-13

论文引用格式: 卢泉, 林同, 胡信等. 以太网业务 MEF 2.0 认证研究与实现. 电信科学, 2015159

Lu Q, Lin T, Hu X, et al. Research and realization of ethernet service MEF 2.0 certification. Telecommunications Science, 2015159



的管理能力,大大提升了以太网服务交付的效率和可用性;从支持的以太网服务类型来说,CE 2.0 也从 CE 1.0 时的 3 种扩展到 8 种,更能满足运营商未来大流量业务的需求。

对于中国电信而言,在已获得 CE 1.0 认证的基础上,继续通过 CE 2.0 认证是提升其业务网业务国际竞争力和影响力的重要手段。

## 2 MEF 2.0 认证介绍

### 2.1 业务范围与定义

MEF CE 2.0 分为 8 个认证子项目,分别为 EPL (Ethernet private line,以太网专线)、EVPL (Ethernet virtual private line,以太网虚拟专线)、EPLAN (Ethernet private local area network,以太网局域网)、EVPLAN (Ethernet virtual private local area network,以太网虚拟局域网)、EPTREE (Ethernet private TREE,以太网私有点到多点连接)、EVPTREE (Ethernet virtual private TREE,以太网虚拟私有点到多点连接)、Access EPL、Access EVPL。其中,EPL/EVPL 合称 E-LINE,EPLAN/EVPLAN 合称 E-LAN,EPTREE/EVPTREE 合称 E-TREE,Access EPL/Access EVPL 合称 E-Access。

#### (1) EP 与 EVP

EP 与 EVP 最根本的区别是:在连接 CE (customer edge,客户边缘侧路由器)的一条物理线路上,EVP 意味着可以同时承载多个不同种类的 EVP 业务,即业务复用 (service multiplexing),例如,一个 EVPL 业务与一个 EVPLAN 业务可混合承载在同一接入线路上;EP 则只能同时承载一个 EP 业务。

一般情况下,以太网业务的复用是利用 IEEE 802.1q 封装实现的,MEF 要求 EVP 类业务(除 E-Access)的 EVC MTU (maximum transmission unit,最大传输单元)值至少为 1 522 byte (即 1 500 byte 国际规定默认值+14 byte 以太网头部+4 byte FCS+4 byte IEEE 802.1q 封装)。另外,MEF 要求 EP 业务对单播帧、多播帧、广播帧的转发不进行任何限制,而 EVP 业务可根据一定条件进行转发,如限制广播 PPS (packet per second,每秒转发的分组数量)和多播 PPS,避免影响设备性能等。

#### (2) E-LINE

点对点的以太网专线,骨干网部分基于点对点 EVC (Ethernet virtual connection,运营商内部端到端封闭的逻

辑管道)实现,通过不同的 EVC 实现不同业务的隔离。

#### (3) E-LAN

多点到多点的以太网仿真业务,骨干网部分是基于多点到多点的 EVC 实现。E-LAN 实现了以太网多点帧交换功能,运营商可以在 UNI 的出入方向实施自主的策略与整形。

#### (4) E-TREE

点到多点的以太网仿真业务,骨干网部分是基于根到多点 (rooted-multipoint) 的 EVC 实现。E-TREE 实现了 HUB-SPOKE 结构的二层数据通信仿真。

#### (5) E-Access

该项目测试验证运营商承载网络间 ENNI (external network to network interface,外部网络接口)的能力;运营商骨干网部分承载基于 OVC (operator virtual connection, ENNI 部分到本地接入部分的虚拟逻辑管道)实现。

MEF 对各种服务有详细定义,本文只作简单介绍,不作赘述,有兴趣读者请参考 MEF6-1 规范 (下载网址 <http://metroethernetforum.org>)。这里 8 个认证子项目不必一次性全部进行认证测试,可以根据运营商的业务需要,选择合适的子项目进行测试并取得相应服务的 MEF CE 2.0 认证。

相比 MEF CE 1.0 认证,MEF CE 2.0 除了认证项目的增加,还对 QoS (quality of service,服务质量)、Service OAM (operation administration and maintenance,这里指一种用于操作管理维护的协议)、ENNI 等方面提出了更高的要求。

### 2.2 认证测试机构

要进行过 MEF CE 2.0 认证测试,运营商必须是 MEF 的会员;如果不是会员,则需先成为会员。

目前,MEF 认证测试机构为美国 Iometrix 公司 (<http://www.iometrix.com>)。确定认证测试需求后,需联系认证测试机构,沟通测试相关事宜并申请测试;认证测试费用根据运营商需进行测试的业务类型和内容确定;测试二层以太网帧格式由认证测试机构提供。

### 2.3 认证测试流程

这里简单介绍一下运营商以太网业务认证测试流程要点。

(1) 测试前,运营商需要确认 3 个承载测试业务的现网 PE (provider edge,运营商网络边缘) 路由器设备,预留相应端口以连接测试探针。

(2) 3 个 PE 的选址是有要求的,如果认证的业务是国内业务,必须是分布在不同城市的 PE;如果认证的业务是

国际业务,必须是分布在 3 个不同区域或国家的 PE。

(3)在与认证测试机构约定好测试业务的具体参数后,运营商按照测试项目内容部署业务,并为每个站点配置一条互联网专线以连接认证测试机构的测试探针,使认证测试机构工程师能够远程控制探针进行测试。

(4)在部署完测试业务及互联网专线后,认证测试机构将分别寄送测试探针到各测试站点。

(5)运营商组织人员进行需认证业务的开通测试及所有物理连接。

(6)认证测试机构通过远程探针测试业务的连通性后,如正常,则开始正式测试。

(7)正式测试可能会碰到很多具体问题。运营商需多次与认证测试机构工程师、设备厂商等沟通甚至进行排

障,直至认证测试机构认为具备测试条件、可以进行测试为止。

(8)理想情况下正式测试会在 2 周内结束,但实际所耗时间通常会比 2 周长。

(9)正式测试结束后,认证测试机构会通过邮递回收各处的测试探针,提交测试报告,并颁发认证证书、完成相关商务事项。

(10)至此,认证测试结束。

### 3 认证测试方法

#### 3.1 测试拓扑

图 1 为 E-LINE、E-LAN、E-TREE 业务测试拓扑,其测试要点说明如下。

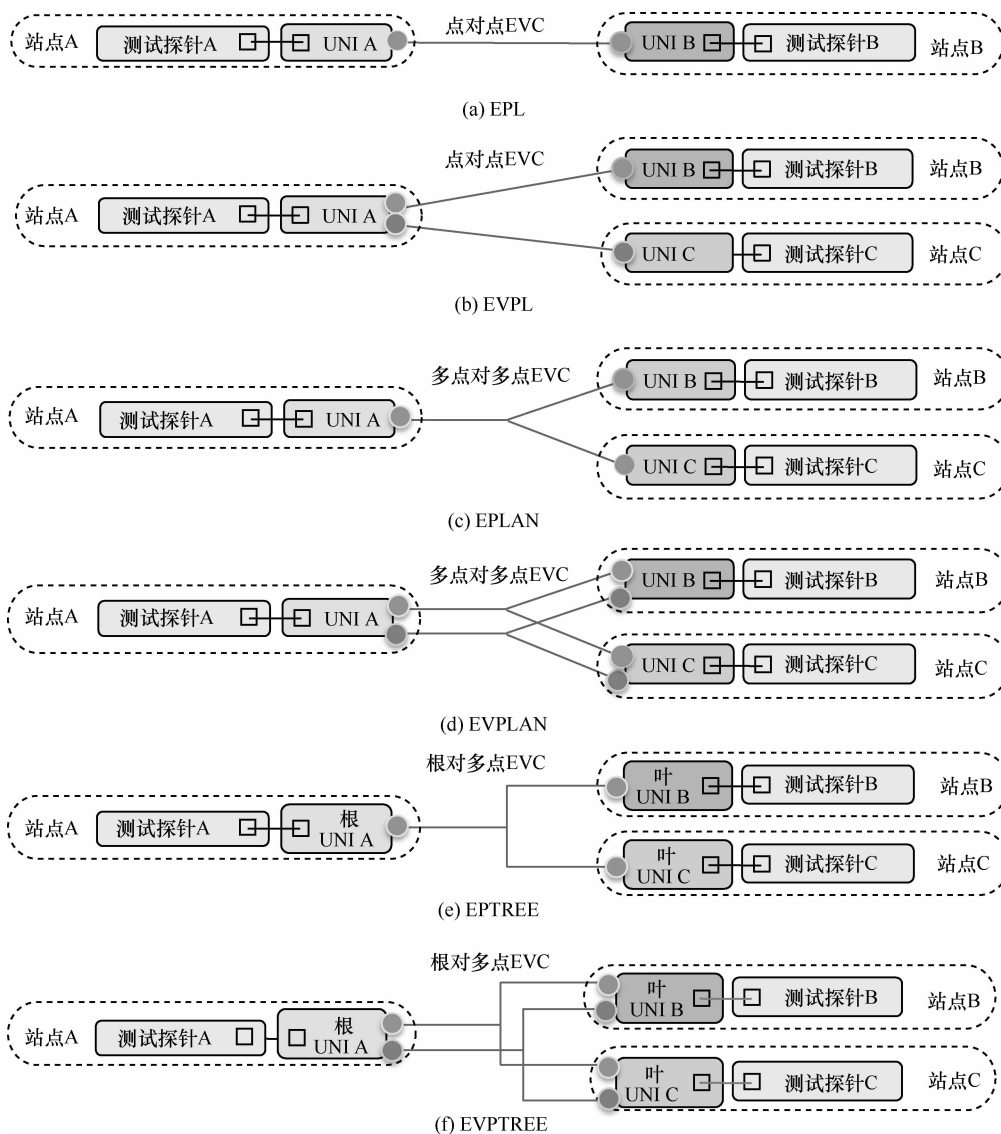


图 1 E-LINE、E-LAN、E-TREE 参考拓扑



- EPL 业务测试仅需在站点 A 与站点 B 间进行点对点测试。
- EVPL 业务测试中,通过一条物理链路,站点 A 测试探针连接 UNI(user network interface,用户网络侧接口)A 并同时承载两个业务:一个是从站点 A 到站点 B 的点到点业务,另一个是站点 A 到站点 C 的点到点业务,站点 B 与站点 C 之间没有 EVPL 业务,不能通过二层协议直接通信;要求 EVC1 传送二层帧的 VLAN(virtual local area network,虚拟局域网) tag 值是可以在一个范围内变化的(如 151~199),EVC2 传送二层帧的 VLAN tag 值为一个确定的值(如 150)。
- EPLAN 业务测试中,3 个站点之间可二层互访,没有特殊的 VLAN 封装要求。
- EVPLAN 业务测试中,EVC 1 要求二层互访,支持客户传送的二层帧 VLAN tag 可以在一个范围内变化(如 251~299);EVC 2 要求二层互访,客户传送的二层帧 VLAN tag 为某一定值(如 250)。
- EPTREE 业务测试中,站点 A 作为 HUB 节点,站点 B 与站点 C 作为 SPOKE 节点。站点 A 可以与站点 B 与站点 C 进行二层帧交换,站点 B 与站点 C 不能进行二层帧交换。与 E-LAN 一样,E-TREE 在 UNI 上也可以调度自主的 QoS 策略。
- EVPTREE 业务测试与 EPTREE 类似,只是 EVPTREE 有两个 EVC。EVP-TREE EVC1 要求客户传送的二层帧 VLAN tag 可以在一个范围内变化(如 351~399),EVP-TREE EVC2 要求客户传送的二

层帧 VLAN tag 为某一定值(如 350)。

图 2 为 E-Access 业务测试拓扑。

图 2 中,站点 A 为外部运营商与本地运营商连接的部分,站点 B 为本地运营商与客户站点之间连接的部分,本地运营商骨干网部分分别通过 Access EPL 的 OVC 和 Access EVPL 的 OVC 承载。

站点 A 探针为外部运营商角色,站点 A 的供应商设备(provider equipment)为本地运营商 PE 设备,通过 IEEE 802.1ad (Q in Q) 连接,UNI 的 MTU 需大于或等于 1 526 byte (1 500 byte 国际规定默认值+14 byte 以太网帧头+4 byte FCS+8 byte IEEE 802.1ad 封装);业务通过不同的 Service VLAN (S VLAN) 区分。OVC 1~3 为 EPL 的 OVC, OVC 4~6 为 EVPL 的 OVC。站点 B 的供应商设备为本地运营商 PE 设备,站点 B 探针端口为客户 CE 角色,UNI 的 MTU 需大于或等于 1 522 byte。由于 EPL 不能服务复用,MEF 要求分开 3 个物理接口连接探针 (UNI A、B、C);而 EVPL 可以服务复用,MEF 要求通过一个物理接口连接探针并同时承载 3 个 EVPL 业务。

### 3.2 测试项目与指标

MEF CE 2.0 认证测试的主要测试项目与指标归纳见表 1,具体的测试细项很多,限于篇幅,不一列出。

对于表 1 中第 7 项,E-LINE、E-LAN、E-TREE 3 种业务有两种 QoS 的测试标准——基于 EVC 和基于 EVC & C-tag PCP,运营商需选择其中一种测试标准进行测试。基于 EVC 的标准中,进入 EVC 的客户二层帧无论 PCP 头部的值是多少,都会被运营商认为是同一个 QoS 等级(通过 MPLS EXP (experiment,MPLS 帧中标识 QoS 的部分)实

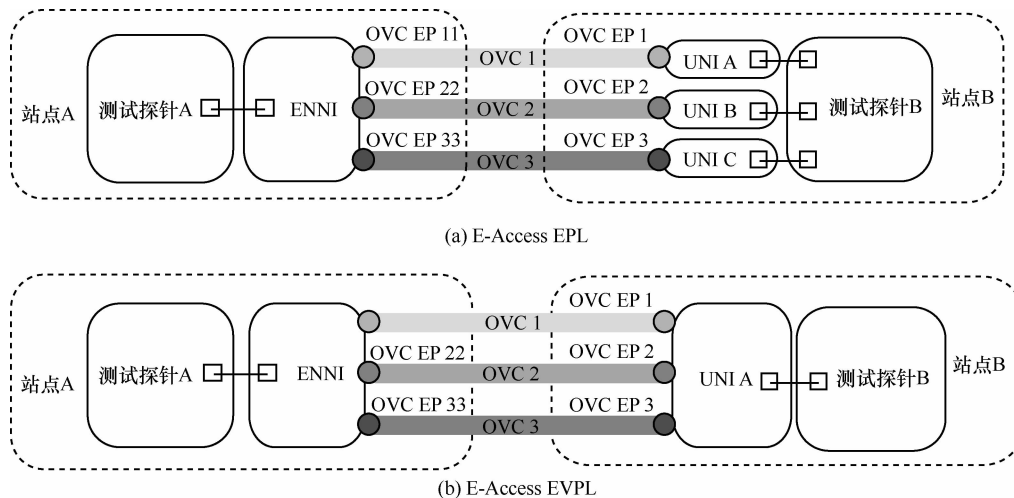


图 2 E-Access 参考拓扑

表 1 MEF CE 2.0 认证测试的主要测试项目与指标

| 序号 | 项目/指标归纳                            | EPL | EVPL | EPLAN | EVPLAN | EPTREE | EVPTREE | E-Access |
|----|------------------------------------|-----|------|-------|--------|--------|---------|----------|
| 1  | 确认各 PE 的软件版本及板卡类型                  | ✓   | ✓    | ✓     | ✓      | ✓      | ✓       | ✓        |
| 2  | 各 UNI MTU 必须大于 1 522 byte          | ✓   | ✓    | ✓     | ✓      | ✓      | ✓       | ✓        |
| 3  | 顺利传递二层测试帧,没有被分片                    | ✓   | ✓    | ✓     | ✓      | ✓      | ✓       | ✓        |
| 4  | 要求对部分二层控制协议能够透传                    | ✓   |      | ✓     |        | ✓      |         |          |
| 5  | 要求对部分二层控制协议不透传                     |     | ✓    |       | ✓      |        | ✓       |          |
| 6  | 支持 service OAM 帧                   | ✓   | ✓    | ✓     | ✓      | ✓      | ✓       | ✓        |
| 7  | 特定 QoS 下的测试带宽(CIR、CBS、EIR、EBS)符合预期 | ✓   | ✓    | ✓     | ✓      | ✓      | ✓       | ✓        |
| 8  | 特定 PT 等级的服务性能指标达标                  | ✓   | ✓    |       |        |        |         | ✓        |

现); 基于 EVC&C-tag PCP 的标准中, 运营商会按照进入 EVC 的客户二层帧的 VLAN COS 值的多少, 分成 COS H (high)、COS M (medium)、COS L (low)。基于此, MEF 将 E-LINE 的服务性能等级(performance tier, PT)分为 4 个等级(PT1、PT2、PT3、PT4), 每个 PT 分别映射不同 COS 等级, 并对相应的帧时延(frame delay)、平均帧时延(mean frame delay)、帧时延抖动(inter-frame delay variation)、帧时延范围(frame delay range)、丢帧率(frame loss ratio)等指标有不同的要求。因此, 对于表 1 中第 8 项, 运营商需根据自身网络与业务现状选取适当的 PT 级别进行认证。

对于 E-Access, MEF 要求业务二层帧分为 Green 类和 Yellow 类, 其分类方法有两种, 第一种是通过 SVLAN PCP (priority code point, 在 VLAN 帧中标识 QoS 的部分, 占 3 bit)值和 DEI(drop eligible indicator, 在 VLAN 帧中标识丢弃倾向, 占 1 bit)值组合来区分; 另一种是通过 SVLAN PCP 值来区分。运营商要选择其中一种进行分类, 并根据二层帧颜色进行不同的 QoS 操作。

另外, MEF 认证对二层控制协议(L2CP)有不同的透传要求。L2CP 帧在通信时是不可以进行 IEEE 802.1q/IEEE 802.1ad 封装的, 即不可以打 VLAN tag。因为 EVP 要求所承载的数据帧必须携带 IEEE 802.1q VLAN tag 的头部, 因此不允许透传 L2CP。而 EP 对所承载的二层数据帧没有封装要求, 因此要求能够透传 L2CP 报文; 由于不同厂商设备对 L2CP 透传的实现方式不同, MEF 对 EP 透传 L2CP 的具体报文要求也提供不同的处理方式选项。

4 业务认证实现

4.1 业务现状

中国电信国际公司依托于 CN2 承载网, 已在海外市场推出了基于 MPLS L2VPN (multi-protocol label switching

layer 2 virtual private network, 基于多协议标签交换的二层虚拟私有网络) 的以太网业务, 包括 EVPL、EVPLAN、EVPTREE, 可为客户分布在多个国家和地区的分支机构间提供点到点、点到多点、多点到多点的虚拟专用以太网组网服务。

中国电信以太产品在一般的接入场景中都可为客户提供 1 Mbit/s~1 Gbit/s 的可选带宽和 5 种 QoS 服务类型, 满足客户安全、透明地传送语音、视频和数据等各类网络业务的需求。另外, 除了在自主建设的 POP 提供以太网业务覆盖外, 中国电信也致力于与国际先进运营商建立基于 L2VPN 的 NNI 管道。

4.2 认证实现

中国电信申请了 EVP-LINE、EVP-LAN、EVP-TREE 的 MEF CE 2.0 认证, 并在全球亚太、北美和中国大陆各选取 1 个城市作为业务接入点进行认证测试。

通过对 MEF 相关规范的深入研究, 并在测试过程中与认证测试机构工程师就测试方案、技术细节和设备配置等的良性互动与反复沟通, 中国电信于 2015 年 2 月成功取得了 MEF CE 2.0 服务认证, 成为中国唯一一家通过 MEF 2.0 认证的电信运营商, 这也标志着中国电信的以太产品及承载网络已达到国际先进水平, 具备在全球范围内提供运营商级以太网网络和服务、与国际先进运营商实现透明管理和互联互通的能力, 将大大提升中国电信以太产品的国际市场竞争力。

5 结束语

本文详细描述了 MEF CE 2.0 服务认证相关的标准、方法、流程和关键技术细节, 将为电信运营商进行类似国际认证, 进一步提升其以太网服务能力提供技术参考。

目前, 以太网已发展为越来越多跨国企业的首选组网

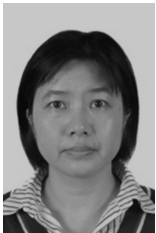


技术,而 MEF CE 2.0 作为新一代以太网业务技术实现、互联互通和透明传送管理的标准,也越来越为业界所重视;电信运营商获得该认证将大大提升其以太网业务的市场开拓能力。

### 参考文献

- 1 MEF23.1. Carrier Ethernet Class of Service-Phase 2,2012
- 2 MEF26.1. External Network Network Interface(ENNI)-Phase 2, 2012
- 3 MEF33. Ethernet Access Services Definition,2012
- 4 MEF6.1. Ethernet Service Definition-Phase 2,2008
- 5 MEF10.2. Ethernet Service Attributes Phase 2,2009

### [作者简介]



卢泉,女,中国电信股份有限公司广州研究院高级工程师,主要研究方向为 IP 承载网络技术、网络规划等。



林同,男,中国电信股份有限公司广州研究院工程师,主要研究方向为 MPLS VPN、网络安全等。



胡信,男,中国电信国际有限公司工程师,主要研究方向为 IP 网络技术。



张旋,男,中国电信股份有限公司广州研究院工程师,主要研究方向为 IP 承载与网络规划。