

# Cisco IOS<sup>®</sup> MPLS 虚拟专用 LAN 服务 (VPLS)

## 对基于以太网的多点服务的需要

为提高生产率和运行效率，许多企业都利用先进的 IT 应用彻底改变了自己的业务流程。这种战略性先进应用的实例包括：企业资源规划 (ERP)、IP 语音 (VoIP)、短信以及基于网络的会议和演示工具。与传统的客户机-服务器数据通信相比，这些先进应用更重视对等数据通信。因此，支持这些应用的基础网络体系结构将发展以适应这种新模式。

对等应用的性能的优势在于，它是通过支持多点网络服务的服务供应商网络实施的。多点网络服务的定义是，允许每个客户边缘 (CE) 端点或节点直接并独立地与所有其它 CE 节点通信的服务。多点网络服务与集中星型网络服务相对，即最终客户将一个 CE 节点指定为集线器，通过一个用户-网络接口 (UNI) 将多路点到点服务传输到多个“星型”CE 节点。这意味着每个星型节点都必须与集线器通信才能到达其它星型节点。

可靠的对等通信在以太网交换式园区网内比较容易建立，因为这种网络一般都采用了多点服务体系结构。但是，在帧中继或 ATM 等 WAN 网络中，这种要求就很难满足，因为它们采用的是集中星型服务体系结构。不仅如此，由于这些传统 WAN 技术都有带宽限制，因而限制了这些对等应用的未来发展。例如，帧中继一般在 T-1 (E-1) 速度下使用，ATM 的速度则极少超过 OC-3 (STM-1)。

为满足企业客户的新兴网络要求，服务供应商正在评估可以支持多点服务的网络技术和体系结构。在此过程中，服务供应商已经分析了以太网技术在 WAN 传输中的作用，因为以太网技术已成功用于支持企业网的多点体系结构。另外，服务供应商和企业都已认识到，作为 UNI，以太网技术具有许多优点，包括：

- 基于 VLAN 的灵活逻辑接口定义
- 可高达 1Gbps 的灵活带宽供应
- 无与伦比的低成本接口技术
- 与目前部署在企业 LAN 网络中的技术兼容
- 高带宽 / 成本比
- 简化了运行支持要求

这些属性以及以太网内在的连接和性能可以保证，企业应用，尤其是对等应用，能在支持多点网络服务的服务供应商网络上实施而因此受益。

为提供基于以太网的多点服务，服务供应商正在评估和部署两种多点体系结构：第 3 层虚拟专用网 (L3 VPN) 或第 2 层 VPN (L2 VPN)。

最常见的 L3 VPN 技术是 MPLS L3 VPN，它能够通过第 3 层网络体系结构在第 3 层中提供多点服务。MPLS L3 VPN 能够为提供多点服务而提供许多特性，包括：

- 使用多种 UNI，包括帧中继、ATM 和以太网
- MPLS 可以为广域服务部署进行扩展
- 能够从一个 UNI 访问多个 L3 VPN
- 最终客户无需重新配置现有 CE 节点就能添加新 CE 节点

- 强大的服务质量 (QoS) 实施方案允许按照应用特征实施个性化分组转发
- 支持严格的服务等级协议 (SLA), 提高可用性

但是, MPLS第3层VPN确实会对服务供应商和企业客户提出某种一方或另一方不可接受的要求。某些企业不愿意将网络控制权交给服务供应商, 某些服务供应商则不愿意按照 MPLS L3 VPN 的要求, 按照第3层网络参数提供和管理服务。

对于多点 L2 VPN 服务, 服务供应商经常利用 802.1Q 隧道 (也称为标记栈或 Q-in-Q) 等技术将以太网交换技术部署为城域以太网网络体系结构的基础。

以太网交换技术是企业LAN的成熟技术, 因为它能够以低廉的价格提供很高的带宽。推出10Gbps以太网交换后, 性能/价格比本来就很高的以太网能够为企业和服务供应商网络提供更高的性能/价格比。这些交换式以太网服务供应商网络支持的多点服务, 有时也称作“透明 LAN 服务”, 是通过第2层网络体系结构支持的第2层 VLAN 服务的很好实例。

实践表明, 借助这些交换式以太网网络体系结构, 多个国家的众多服务供应商能够成功地提供高性能、低成本的第2层 VPN 多点服务。但是, 随着交换式以太网的规模的不断增长, 这种体系结构的扩展能力限制也变得日益突出, 这些限制包括:

- 每个交换式以太网域只能使用有限的 VLAN 地址空间
- 生成树协议 (IEEE 802.1d) 的扩展性有限, 无法适应冗余性和流量设计的要求
- 以太网 MAC 地址识别率低, 无法阻止来自未知 MAC 地址的广播流量

这些局限都是以太网交换协议所固有的, 因而无法利用以太网交换体系结构建立需要扩展到城域网以外的第2层 VPN 服务。

为突破 MPLS L3 VPN 和以太网交换的限制, 人们开发了提供多点连接服务的新兴网络技术, 称为虚拟专用 LAN 服务或 VPLS。

VPLS 是一种多点 L2 VPN 技术, 可以通过供应商的 IP/MPLS 网络支持的仿真以太网广播域将多个站点连接在一起。换言之, VPLS通过第3层网络体系结构提供多点第2层连接。VPLS是MPLS以太网 (EoMPLS) 的逻辑扩展, 用于提供基于以太网的点到点 L2 VPN 服务。

在基础水平上, VPLS 可以定义为利用全网状拓扑中的 EoMPLS 电路互相连接以形成一个逻辑桥的一组虚拟交换实例 (VSI)。在概念上, VSI 类似于 IEEE 802.1q 桥中的桥接功能, 在这种桥中, 帧按照第2层 VPN (虚拟 LAN 或 VLAN) 中的目标 MAC 和成员关系交换。如果目标地址未知, 或者属于广播或组播地址, 帧将传送到与 VSI 相关的所有端口。从 VPLS 看, 端口属于 EoMPLS VC 伪线。

利用 VPLS, VPLS 实例中的所有 CE 设备都好像是在同一个 LAN 上, 因此, 它们都可以直接与多点拓扑中的另一设备通信, 而不需要为 CE 设备建立全网状点到点电路。在 VPLS 网络中, CE 设备和供应商边缘 (PE) 设备不属于路由对等设备, 因此, 服务供应商不需要提供客户 IP 路由器, 这一点大大优于 MPLS L3 VPN 服务。与传统的 LAN 交换技术相比, VPLS 还能更加灵活地支持地理扩展, CE 站点可以位于同一城市地区, 也可以分散在不同国家或地区。

无论是 L2 VPN 还是 L3 VPN 服务, 随着服务供应商提供的以太网多点服务体系结构的可用性的提高, 越来越多的企业计划将其 WAN 移植为多点服务。在移植浪潮中, VPLS 将扮演越来越重要的角色。

## VPLS 的过去和现在

VPLS 技术诞生于 2001 年中期，那时，评估部署城域以太网服务可用性的许多供应商都开始关注基础以太网交换体系结构的部署。他们正确地认识到，发展到那一阶段的以太网交换技术无法提供可与现有传统 WAN 服务相比的 SLA 特性，例如帧中继、T-1/E-1 和 ATM。

这些服务供应商希望能够找到这样一种技术：它能够通过基础设施支持多点数据服务（透明 LAN 服务），并能够提供与现有服务类似的流量设计、高可用性和 OAM 特性。最有潜力的技术是 MPLS，尤其是 EoMPLS。

EoMPLS 已经在 IETF 规范中作了规定，最初称为 Martini 草案，于 2000 年公布在 IETF 草案站点上。本文说明了通过 MPLS 伪线传输以太网帧的点到点 L2 VPN 服务的格式，并将 LDP 作为这种点到点服务的信令和 OAM 机制。

这种 EoMPLS 草案规范支持许多服务供应商正在寻找的多数服务特性，但不支持多点服务体系结构，只支持点到点或集中星型服务体系结构。但是，EoMPLS 的基本封装和信令机制完全可以用于定义多点服务体系结构。

2001 年中期，许多作者和赞助者将几份不同的 VPLS 草案提交给 IETF。当年底，至少有五份 VPLS 草案提交到了 IETF。为使 VPLS 得到采用，必须将这些草案集中、提炼成一份草案。几位 VPLS 草案作者经过一年的努力，实现了这个目标。2002 年 7 月，他们终于到统一的草案提交给了 IETF。这份草案集中了多数但非全部 VPLS IETF 草案的内容。

截止到 2003 年底，共有两份不同的 VPLS IETF 草案。其中一份由思科系统公司的 Ali Sajassi 和 Riverstone Networks 公司的 Marc Lasserre 撰写，网址为：

<http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-l2vpn-vpls-ldp-01.txt>

另一份由 Juniper Networks 的 Kireeti Kompella 撰写，网址为：

<http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-l2vpn-vpls-bgp-00.txt>

这两份草案最明显的区别是，它们推荐使用的自动识别和信令机制不同。这种区别是否能达成一致，还有待时日。

VPLS 标准的开发比前两年有了长足的进步，最明显是，独立测试实验室已经作了几次 VPLS 互操作性演示。最近的一次实验由独立的先进网络技术测试实验室 Isocore (<http://www.isocore.com/>) 于 2003 年 9 月完成。如果想阅读关于此次 VPLS 互操作性测试的新闻稿，请访问：

[http://isocore.com/PR/MPLS2003\\_2.htm](http://isocore.com/PR/MPLS2003_2.htm)

但是，对于几个重要的技术问题，标准委员会仍在争论之中，包括：

- 信令和自动识别
- VPLS 网络中的高可用性和冗余性
- 保证与最终客户桥接控制面板逻辑隔离的供应商桥接
- 其它层次 VPLS 体系结构

这些问题在“VPLS 技术概述”白皮书中作了更详细的讨论，网址为：

<http://www.cisco.com>

最后，需要牢记的是，VPLS 还属于一种新技术。以 VPLS 技术为基础使用 L2 VPN 服务还处在初期阶段。包括思科在内的所有厂商提供的 VPLS 功能都基于网络处理器，而不是专用应用集成电路 (ASIC)，因为草案标准的执行期远远短于 ASIC 的开发期。

另外，多数服务供应商都只执行了 VPLS 技术的早期评估，他们对 VPLS 的兴趣主要在全球实施方面。展望 2004 年，世界各地的许多服务供应商都将提供基于 VPLS 技术的首批服务。

### VPLS 在城域以太网服务体系结构中的作用

城域以太网服务的未来成功在很大程度上取决于城域以太网体系结构的设计和部署，体系结构不但要实现以太网较高的性能/价格比，还要支持服务供应商网络要求的扩展能力和可靠性。城域以太网服务体系结构的扩展能力需要从支持的最最终用户数量和地理范围两方面定义，仅支持本地城域以太网服务是不够的。最终客户，尤其是大企业用户，将希望在地区之间甚至各国之间连接城域以太网服务。

VPLS 可望在这些城域以太网体系结构中扮演非常重要的角色。思科希望，VPLS 不但能支持城域以太网服务，还能与以太网交换技术一起为提供多点 L2 VPN 服务建立分层体系结构。以太网交换将用于本地城域以太网服务域，VPLS 则将用于大型城域服务和地区间服务中的多个本地域的互连。这两种技术结合后将提供经济有效、可以扩展的解决方案。

这两种技术互为补充，可以建立分层混合体系结构。VPLS 能克服以太网交换的某些弱点。例如，VPLS 能将以太网帧上的 VLAN 服务识别符从 VPLS 核心网络的一边转换到另一边，从而使整个城域以太网服务部署扩展到 4000 个 L2 VPN 以上，在交换式以太网中，这是 IEEE 802.1q VLAN 地址空间的极限。

VPLS 的主要缺点是，无论将以太网分组传输到组播 MAC 地址还是未知 MAC 地址，都必须执行广播复制。在两种情况下，以太网分组都必须通过 MPLS 广播。但是，与 VPLS 实例相关的 VSI 是使用了 EoMPLS 伪线的 VPLS 中所有其它 VSI 的逻辑桥接实体。因此，需要广播的以太网分组必须在与某 VSI 相关的所有 EoMPLS 伪线上复制。这种复制的效率通常低于利用以太网交换技术传输广播流量，因为对于以太网交换技术，广播流量只需要在每个物理接口上传输一次；而对于 VPLS 技术，则需要同一物理接口上复制多次。另外，随着 VSI 中端点数量的增加，必须执行的 VPLS 复制数量将呈指数增加。

在将 VPLS 与以太网交换技术结合在一起的分层 VPLS 体系结构中，VPLS 内的广播复制机制的效率将会提高，因为 VPLS 复制量可以限制为以太网交换域之间的广播，而不是 L2 VPN 多点服务中所有端点间的广播。

### 将 VPLS 作为全面服务系列中的一部分

从 2001 年开始，关于 VPLS 的出版物日益增多。VPLS 将成为一种重要技术，但多数服务供应商将需要提供全面的商业服务系列，基于 VPLS 技术的多点 L2 VPN 只是其中的一种服务。多数服务供应商将提供以太网接入，以便同时提供多点和点到点 L2 VPN，以及 L3 VPN 服务。客户需要所有类型的服务，并将继续使用传统的点到点服务，例如帧中继和 ATM。

服务供应商的战略重点是，让客户能够方便地将全套服务集成在一起。例如，使所有网络服务都能够从同一以太网 UNI 访问。如果服务供应商能够提供通用的以太网接入端口，就能够在商业数据通信服务领域占据优势。

## 思科对 VPLS 的持续承诺

从一开始，思科就在 VPLS 技术的标准化和发展过程中起着核心作用。思科一直在参加所有主要标准组织的 VPLS 标准开发，这其中包括 IETF、IEEE、MEF（城域以太网论坛）和 ITU。

除 VPLS 的标准化外，思科还致力于提供支持全套服务的综合城域以太网解决方案战略。为实现这一目标，思科参加了各种领域的技术开发活动：

- 开发城域以太网 OAM 标准
- 开发城域以太网本地管理接口标准
- 开发城域以太网服务与 802.1Q 通道（也称为标记栈或 Q-in-Q）技术的集成

最后，也许也是最重要的，思科将于 2004 年第一季度提供第一款 VPLS 功能。此功能将在 Cisco 7600 系列路由器上提供，该路由器已被全球服务供应商广泛部署在城域以太网体系结构中。7600 系列上的初始 VPLS 功能将支持利用千兆位以太网、POS OC-12 或 POS-OC 48 接口与 VPLS 核心的 PE 连接。Cisco 7600 系列上的 VPLS 功能将支持 10GB 以太网接口。

Cisco 7600 系列 VPLS 功能基于 Sajassi/Lasserre 草案。思科将继续对此功能进行改进，以便在标准公布后能够符合最终的 VPLS 标准。

Cisco 7600 系列的 VPLS 功能已得到几家主要服务供应商的测试，从 2004 年开始，将用于支持多点 L2 VPN 服务。思科非常愿意支持其它服务供应商的工作，协助他们完成 Cisco 7600 系列 VPLS 功能的测试。



**思科系统（中国）网络技术有限公司**

**北京**

北京市东城区东长安街1号东方广场  
东方经贸城东一办公楼19~21层  
邮编: 100738  
电话: (8610)65267777  
传真: (8610)85181881

**上海**

上海市淮海中路222号  
力宝广场32~33层  
邮编: 200021  
电话: (8621)33104777  
传真: (8621)53966750

**广州**

广州市天河北路233号  
中信广场43楼  
邮编: 510620  
电话: (8620)87007000  
传真: (8620)38770077

**成都**

成都市顺城大街308号  
冠城广场23层  
邮编: 610017  
电话: (8628)86758000  
传真: (8628)86528999

**如需了解思科公司的更多信息，请浏览<http://www.cisco.com/cn>**

2004年思科系统（中国）网络技术有限公司北京印刷。版权所有。