基于 MPLS L2 VPN 的 VPLS 应用技术

The Applied Technology of VPLS Based on MPLS L2 VPN

张　辉（武汉船舶职业技术学院 430050）

摘　要：基于帧中继/ATM传统二层VPN已不适应发展要求，而MPLS提供的是一种完全新型的二层VPN。本文在分析了MPLS和MPLS L2 VPN技术之后，介绍了一种基于MPLS L2 VPN的典型应用VPLS技术，给出了VPLS的组网模型及其典型设计，分析了VPLS的运营可靠性及QoS等方面的优点。

关键词：MPLS　MPLS L2 VPN　VPLS　模型　QoS

多协议标签交换MPLS (MultiProtocol Label Switching)是近几年来出现的一种利用第二层的交换能力提高第三层路由转发速度的新技术。MPLS为Internet骨干网业务承载能力和管理能力的提高提供了很好的解决方案。利用MPLS可以改变以往IP over ATM复杂的叠加模式，将IP与ATM真正无缝地融合起来，MPLS也是实现Internet业务量工程(Traffic Engineering)和虚拟专用网络VPN (Virtual Private Network)强有力的工具，其中VPLS(Virtual Private LAN Service)就是基于MPLS L2 VPN技术的一个典型应用。VPLS借助于MPLS平台，充分利用了MPLS平台的优势，即通过预先建立的回复路径(restoration path)及快速重路由(fast-re-routing)，提高了企业客户数据帧的可靠性。

1 MPLS VPN

MPLS有很多方面的优点，其中主要的优点就是采用了类似标记交换和IP交换的方式，可以充分利用ATM交换网络的硬件优势，相对简化转发处理，提高IP包的转发效率。MPLS使得网络具有良好的可扩展性，它通过MPLS中的两个关键的技术：层次化标签交换(Hierarchical Label Switching)和标签合并(Label Merging)进行了实现。

MPLS的另一个重要应用是支持VPN，这是一个巨大的IP增值服务市场，MPLS VPN的低成本、易维护性、QoS保证以及提供安全保证等特点，为MPLS VPN的应用提供了基础。MPLS VPN具有以下优势：

（1）安全性高。采用MPLS作为通道机制实现透明报文传输，MPLS的标签交换路径（LSP）具有与FR和ATMVCC相类似的安全性；另外，由于CNCnet的MPLS实现对用户透明，用户还可以采用它已有的手段，如设置防火墙，采用数据安全加密等方法，进一步提高安全性。

（2）强大的扩展性。包括两点，网络中可以容纳的VPN数目很大；同一VPN中的用户很容易扩充。

（3）业务的融合。提供了数据、语音和视频相融合的能力。

（4）灵活的控制策略。可以制定特殊的控制策略，满足不同用户的特殊要求，实现增殖服务。

（5）强大的管理功能。采用集中管理的方式，业务配置与调度统一平台。减轻了用户的负担。

（6）服务级别协议：目前有差别服务、流量整形和服务级别来保证一定的流量性能，将来可以提供带宽保证和更高的服务质量保证。

（7）为用户节省费用。

具体到MPLS VPN的实现方式，根据运营商边界设备PE是否参与客户的路由，运营商在建立基于IP/MPLS的VPN时有两种选择：

第三层的解决方案，通常称作是Layer3 MPLS VPNs

第二层的解决方案，通常称作是Layer2 MPLS VPNs

2 MPLS L2 VPN 技术

以路由器组网技术构建的广域互联网目

前已升级为支持多协议标记交换(MPLS)能力。而MPLS实际上是从ATM中借鉴了流量工程及标记交换的思想。其原意是使L3业务更可控，并可进一步替代ATM而提供传统的L2业务。从目前实际的进展程度上来看，还没有达到预期目标。因此MPLS领域的发展进而转向提供新型的增值业务。目前典型的应用类型是借助路由器组成的互联网平台向企业客户提供L3 VPN和L2 VPN。

MPLS L2 VPN解决方案具有很多优点。基于MPLS的第二层VPN解决方案保留了传统基于第二层VPN解决方案的优势。MPLS L2 VPN降低了VPN业务开通复杂度，特别是在现有的VPN中增加站点时，在大多数情况下只需把供应商边缘（PE）路由器连接到新站点上即可，相应也减小了业务提供的周期。通过采用MPLS技术，可以在多元融合的网络中运行二层VPN、三层VPN、流量工程、Diffserv及许多其他业务，服务提供商可以为IP、第三层（MPLS/IP）和二层VPN共同管理和维护单一的基于MPLS的网络。基于第二层的MPLS VPN解决方案提供了运营商网络和客户的VPN网络之间的完全独立，也就是说，运营商边界的PE设备和CE设备之间没有进行路由交换，运营商只是简单向客户提供一些基于二层的网络功能。运营商的网络和客户的VPN网络和完全架构在层叠的网络模型上，从客户的角度看运营商只是提供了一个简单的二层连接。这种透明简化了运营商网络的结构和配置管理，同时也提供了对客户的多业务支持能力，运营商除了传统的IP业务以外，还可以向客户提供IPv4, IPv6, IPX, DECNet, OSI, SNA等等业务，以及一些传统基于电路业务的仿真，比如FR、ATM等。

目前Layer2 MPLS VPN的解决方案可以提供以下两种连接方式的服务：点到点连接；点到多点连接。

对于点到点仿真虚电路方式的Layer2 MPLS VPN主要是基于以下的几个IETF草案，这几个草案基本上已经成为点到点方式L2 VPN的事实标准：

"draft-martini-l2circuit-trans-mpls-0x.txt"

"draft-martini-l2circuit-encap-mpls-0x.txt"

"draft-kompella-mpls-l2vpn-0x"

"draft-kompella-ppvpn-l2vpn-0x"

这几个草案基本上可以划分为Layer2 MPLS VPN两个主要的技术流派：Martini和Kompella。两种解决方案在数据层面非常相似，都支持多种二层技术。两个草案的区别主要在控制层面；前者支持点对点的服务，后者可以支持点对多点服务。由于Draft-Martini比Draft-Kompella的机制简单，实现起来比Draft-Kompella容易，所以提供MPLS的2层VPN的厂家基本上都支持Martini草案，能支持Kompella方式的厂家比较少。

3 VPLS应用技术

就目前营运商的网络构成而言，利用MPLS平台对外开展ATM、FR和TDM的L2 VPN的实际需求并不是十分强烈，原因是国内大的电信营运商已建成的ATM网络工作良好，且均经过新的扩容，可以提供ATM、FR和TDM的L2 VPN。实际上，目前电信营运商更为迫切需求的是在城域或广域范围内提供透明LAN服务(TLS)。这种服务称之为VPLS(Virtual Private LAN Service)。VPLS仿真了IEEE 802.1D桥接功能，在业务提供上具有可扩展性、配置简单、管理和运营维护的可靠性。

3.1 VPLS的模型

针对应用规模，VPLS存在两种模型：一种是非分布式模型，即MAC学习和转发均是在PE中进行的；另一种模型是分布式模型，即MAC学习和转发在接入网络中是分解的。对于营运规模比较大的VPLS网络，应采用第二种模型—分解模型(Decoupled Model)。这种分解模型的核心思想是：PE—Edge(PE边界设备)负责MAC学习，PE—Core(PE-核心设备)不再重复此工作；在PE-Edge设备之间无需全网状的目标LDP会话，在PE-Edge和PE-Core之间只有一个LDP会话；简化可管理性和配置工作量，简化故障查找的过程；在PE-Edge中只需最小的协议栈，而无需OSPF-TE和RSVP-TE等协议。

在PE-Edge中内置有VB(Virtual Bridge)。它负责学习本地以太帧和来自远端以太帧的源MAC地址(依照每个Attachment-VC)。

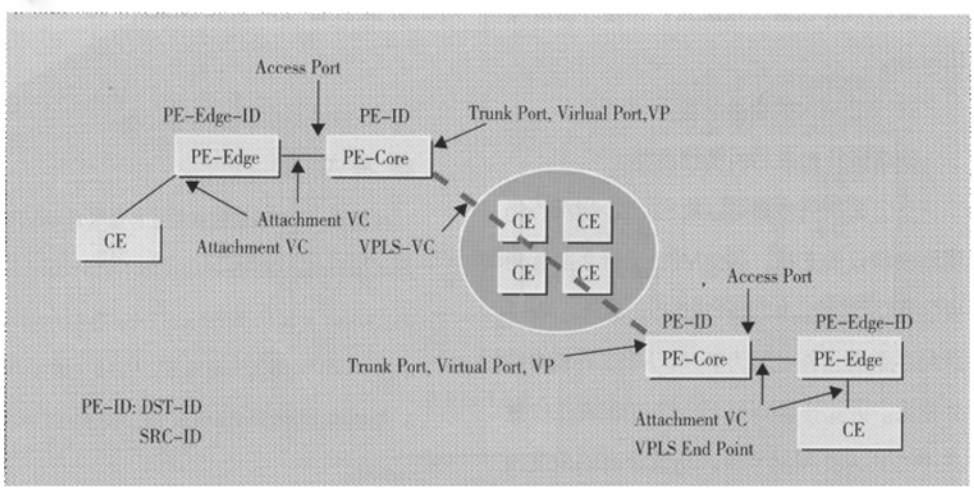

图1 VPLS组网示意图

依据图1所示，为了转发用户的数据流至远端VPLS端点的话，针对每个终结于VB的Attachment-VC，VB学习相应的源和目的MAC地址。在PE-Core中，用户数据流会被转发至VPLS Port(VP)。在PE-Core中完成Attachment-VC至VPLS-VC的切换。这一切换过程可以依据VC标记、VC标记和目的MAC地址的结合或仅借助于目的MAC地址。

在LDP DU(下游主动分发)信令过程中，VPLS port将利用Attachment-VC标记来指示出远端PE-Edge-ID，利用VPLS-VC标记(从远端PE-Core学到)指示出相同的PE-Edge-ID。在PE-Core中无需进行MAC学习和转发。

利用这种VPLS应用模式可方便地开展集团客户分公司间跨城域或广域的大批量数据传输，而对营运商而言，其配置工作量相比L3 VPN要少。而且用户路由信息将不在营运商网络中出现，更容易向客户提供SLA服务，运维可靠性得以提高。

3.2 VPLS的典型设计

VPLS作为MPLS L2 VPN业务的一个典型应用，其实施难度取决于其设计过程。VPLS的典型设计过程如下：

确定位置并设计业务呈现点(PoP)。

规划与应用相关的网络中的骨干物理链路。

设计IP路由。

规划MPLS标记空间。

进行MPLS流量工程配置，构建外层隧道(Tunnel)。

进行L2 VPN的相关配置。

网络运行起来后的精细调整。

从上面所列步骤可以看出，由于MPLS仍需路由协议的支持，因此MPLS运行之前首先要配置IGP协议，如OSPF或IS-IS。此外，MPLS跨AS的配置工作也较为复杂，MPLS TE也需额外配置。因此开展MPLS L2 VPN的配置工作量并不比IP-over-ATM节省。从营运商的角度出发，需要有可靠的VPN管理配套工具才能方便地开展和运维此项新的增值业务。

3.3 VPLS的运维可靠性及QoS

由于VPLS是借助于MPLS的平台，因此开展这种业务时可充分利用MPLS平台的优势，即通过预先建立的回复路径(restoration path)及快速重路由(fast-re-routing)来提高企业客户数据帧的可靠性。此外营运商自身可以具备增强的SLA管理能力，具体体现为：为无连接的业务提供面向连接的通道；提高流量工程提高业务规划和运行能力；自动路径发现能力简化配置工作量。

从服务质量的角度讲，对于一个以太802.1q VLAN而言，整个的以太帧(去除了前导序列和FCS)将被做为一个单独的包，入口路由器可以考虑VLAN标志头中的用户优先级，这一优先级可被植入到选定封装协议的QoS字段(例如MPLS标记栈中的EXP字段)。类似地，出口路由器在进行出口包排队时也可以考虑封装协议的QoS字段。具有原始错误的以太包必须在输入端被丢弃，封装转换包在MPLS核心平台上传送时，必须确保针对不同用户需求的服务质量保证(QoS)。

当一个以太帧从一个站点传送到另一个站点时，其中的802.1P字段(以太帧头的三个比特)规定了QoS。相类似地，对帧中继而言，其标记能够被转换成MPLS EXP字段来在业务提供者的网络中保持和传输QoS。如果业务提供者想将MPLS的QoS设置成不同于第二层帧比特位的值，则业务提供者可以直接设置MPLS EXP字段，而不是重写第二层的头。第二层的帧对用户使用而言仍是可得的，而且在封装后的包穿越MPLS网络时却不会对第二层的帧加以改变。事实上，业务提供者能够按照第二层数据帧的类型、输入接口，和其他因素进行MPLS包的划分，方法是设置(标记)每个MPLS帧中的EXP字段而无需改变第二层字段。这一设置过程可以让业务提供者针对同一传输类型却可以向不同的用户提供不同的服务等级。这一QoS手段可以与TE结合进一步确保跨过MPLS域阶段的服务质量。

L2和L3 VPN是单独管理的。如果某一集团客户的分公司分布不均匀，可考虑在其大的分公司之间组建L2 VPN，小的分公司之间组建L3 VPN；L2 VPN和L3 VPN之间可以采用传统路由器进行中转。这样可利用L3 VPN客户配置简单、要求低，而L2 VPN可靠性高，运营可靠的特点。这种混合VPN的应用也是间接分散故障点、提高运维可靠性的一种手段。

4 结束语

从现阶段讲，VPLS是最现实的应用，在营运上，MPLS L2 VPN所提供的VPLS应用比RPR更灵活。随着MPLS技术的不断完善和发展，基于MPLS L2 VPN的VPLS业务将是吸引集团客户跨城域或广域进行大批量数据传输的首要应用。

参考文献

1 陈运清，宽带通信的新型业务增长点—MPLS L2 VPN，http://www.chinatelecom.com.cn。

2 V Sharma et al.Framework for MPLS-based Recovery.2001-09-05。

3 E Rosen et al.Multiprotocol Label Switching Architecture[S]，Internet RFC3031,2001-01。

4 刘广义、周海军、林孝康，MPLS关键技术研究，计算机工程与应用[J]，2002.15。

5 毛拥华，MPLS VPN技术（L2&L3 MPLS VPN介绍、对比、分析），http://www.chinatelecom.com.cn。