# 基于EVPN技术的专线组网应用实践研究

## Research on Application Practice of Dedicated Line Networking Based on EVPN Technology

吴亚彬，张桂玉，易昕昕，刘　畅（中讯邮电咨询设计院有限公司，北京 100048）
Wu Yabin，Zhang Guiyu，Yi Xixi，Liu Chang（China Information Technology Designing & Consulting Institute Co.，Ltd，Beijing 100048，China）

**摘　要：**
EVPN作为一种2层VPN技术，通过转发平面与控制平面分离，能够解决传统2层专线组网中的不支持负载均衡、收敛速度慢、存在广播泛洪等问题。通过对比分析EVPN与传统2层VPN技术，介绍了EVPN的技术原理和优势，同时，结合企业用户专线组网需求，进行了业务场景的应用实践。

**关键词：**
2层VPN；EVPN；组网
**doi：**10.12045/j.issn.1007-3043.2022.04.016
**文章编号：**1007-3043（2022）04-0085-05
**中图分类号：**TN913
**文献标识码：**A
**开放科学（资源服务）标识码（OSID）：**

**Abstract：**
As a Layer2 VPN technology，EVPN can solve the problems of unsupported load balancing，slow convergence，and broadcast flooding in traditional Layer 2 dedicated line networking by separating the forwarding plane from the control plane. It introduces the technical principles and advantages of EVPN through a comparative analysis of EVPN and traditional Layer 2 VPN technologies. In addition，combined with the needs of enterprise user dedicated line networking，the application practice of business scenarios is carried out.

**Keywords：**
L2VPN；EVPN；Networking

**引用格式：**吴亚彬，张桂玉，易昕昕，等. 基于EVPN技术的专线组网应用实践研究[J]. 邮电设计技术，2022（4）：85-89.

## 0 引言

随着计算机网络的日益发展，运营商为越来越多的企业大客户提供VPN服务，使得VPN技术的应用得到了极大的推动。通过使用基于MPLS的2层VPN技术，运营商可以更加充分地利用骨干网络的资源。相较于3层VPN，2层VPN的复杂性大幅下降，能够缩短开通周期，快速提供服务。伴随EVPN技术在2层VPN中的应用，也将进一步简化配置，提升效率，满足运营商网络服务在便捷性、灵活性以及可靠性等方面的演进需求。

**收稿日期：**2022-03-02

## 1 2层专线组网技术

现有基于MPLS 2层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，通过统一的MPLS网络提供基于不同数据链路层的2层VPN，实现在不同站点之间建立2层连接。与3层VPN相比，MPLS L2VPN的可扩展性更强，能够支持更多的VPN和用户接入，保障私网路由的安全性和可靠性，同时也支持IPv4、IPv6等多种网络协议。

目前L2VPN可以提供点到点（VLL）和点到多点（VPLS）2种方式的组网服务。基于LDP的扩展实现了VLL点到点的解决方案，通过引入虚电路（VC-virtual circuit）的概念来承载2层数据的传输，使用MPLS标签

的方式在骨干网创建LSP隧道。隧道LSP提供PE质检的隧道连接，VC承载特定用户（VPN）的数据帧。VLL可以提供点到点的L2VPN服务，但是不能实现多站点间的互联。

VPLS技术是一种在公用网络中实现点到多点的MPLS 2层VPN解决方案，提供跨越广域网的模拟LAN服务的2层VPN服务。VPLS实际上是在PE之间建立了1个全网状仿真点到多点的VC连接，使得用户可以对于网络规模较大，分支机构遍布不同地域的客户，VPLS是一种更加完善的解决方案。VPLS在用户侧使用以太网接口，可以支持快速灵活的服务部署，运营商对IP路由不需要感知管理，也简化了运营商网络的管理运营，保证了用户私网路由的安全可靠。VPLS可以支持大量站点接入，但是，无法避免广播、多播流量等在网络中的复制，导致带宽利用率较低。

综上所述，目前传统MPLS L2VPN已有应用，但是仍然存在路由无法快速收敛、广播泛洪等问题，难以满足网络诉求。

## 2 EVPN原理

### 2.1 EVPN控制面实现原理

EVPN很好地改善了传统L2VPN技术下的一系列缺陷和问题，EVPN重新定义了一种新的BGP NLRI（Network Layer Reachable Information）来承载所有的EVPN路由，以此实现控制平面和转发平面的分离，引入BGP协议承载MAC可达信息，从控制平面学习远端MAC地址，将IP VPN的技术优势引入到以太网络中。EVPN定义了5种路由类型，包括以太网自动发现路由（Ethernet AD Route）、MAC/IP发布路由（MAC Advertisement Route）、包含性组播以太网标签路由（Inclusive Multicast Route）、以太网段路由（Ethernet Segment Route）以及IP前缀路由（IP Prefix Route）。通过这5种可达路由信息的发布、撤销和接受处理来实现控制平面。

a）以太网自动发现路由：可以用来通告ES信息，在多归组网场景中实现水平分割、负载分担等特性。

b）MAC/IP发布路由：用来通告MAC地址和主机IP地址信息。

c）包含性组播以太网标签路由：在EVPN VXLAN组网中用来通告VTEP及其所属VXLAN信息，以实现自动发现VTEP、自动建立VXLAN隧道、自动关联VXLAN隧道。

d）以太网段路由：用来通告ES及其连接的VTEP或PE信息，以实现DF选举等功能。

e）IP前缀路由：用来以IP前缀的形式通告引入的外部路由。

EVPN在克服传统L2VPN缺陷的同时，也带来了以下益处。

a）EVPN同时支持L2和L3业务，集成了L3VPN的管理、扩展能力。

b）归属多宿主，实现PE间的负载分担，支持L3快速倒换收敛，对广播、未知单播和组播流量实现优化，提高网络效率。

c）具有灵活的网络设计，数据平面采用MPLS和IP协议，同时基于BGP实现控制平面，对网络规模没有限制，集成IP VPN的自动发现，简化部署和管理。

d）转控分离，控制平面可以单独学习转发信息，避免L2泛洪。

### 2.2 EVPN减少广播泛洪

EVPN通过ARP应答减少报文泛洪问题。为避免广播发送的ARP请求报文占用核心网络带宽，PE会根据接收到的ARP请求和ARP应答报文、BGP EVPN路由在本地建立ARP泛洪抑制表项。当PE再收到本地站点内虚拟机请求其他虚拟机MAC地址的ARP请求时，优先根据ARP泛洪抑制表项进行代答。如果没有对应表项，则通过LSP将ARP请求泛洪到其他站点。ARP泛洪抑制功能可以大大减少ARP泛洪次数。

第1步：PEI收到CE1发送的ARP请求报文后，会构造一个MAC/IP路由（Type2），发送给所有的PE，包含IP和MAC信息。

第2步：PE4缓存ARP中的MAC和IP信息。

第3步：CE4发送1.1.1.1的ARP请求，PE4查询缓存，直接回复。

## 3 EVPN组网场景

### 3.1 EVPN VPWS

EVPN VPWS即点到点专线业务场景，又称为E-line，如图1所示。首先需要服务提供方按照要求进行配置信息、接口文档等准备工作，并与平台管理员进行接入咨询沟通，然后由平台管理员完成能力入驻工作。

PE1和PE2分别配置EVPL实例和EVPN-VPWS实例，其中EVPL实例需要分别与AC口及EVPN-VPWS实例绑定，并且每个EVPL实例需要配置本端Ser-

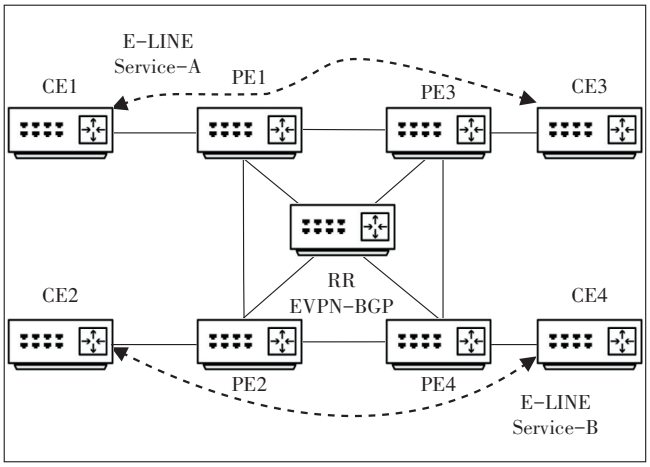


图1　EVPN VPWS组网场景

vice ID和远端Service ID。配置完成后，本地PE将生成AC口和EVPL实例的转发关联表项。

PE1和PE2分别向对端发送EVI AD路由，EVI AD路由携带有RD、RT（Route Target）、下一跳、本地service ID、EVPL标签或SRv6 SID等信息。

PE1和PE2分别从对端收到EVI AD路由，匹配RT交叉到对应EVPN-VPWS实例，并根据下一跳信息迭代MPLS或SRv4隧道，或者根据SRv6 SID迭代SRv6隧道。如果检查发现收到的路由上Service ID和本地EVPL实例上配置的远端Service ID相同，则生成MPLS或SRv4/v6隧道和本地EVPL实例的转发关联表项。

相比于传统VPWS点到点的组网，EVPN具有以下优势。

a）可以提供和传统VPWS一样的点到点（P2P）业务，无需MAC学习。

b）通过EVPN-BGP的链路发现和信令机制，不再需要PW全连接。

c）引入控制平面，可以实现双活以及PE发现。

## 3.2 EVPN VPLS

EVPN VPLS表示多点到多点业务，是控制层采用MP BGP通告EVPN路由信息，数据层采用MPLS封装的2层VPN技术。PE通过查找MAC地址表转发数据报文，为用户提供多点到多点的2层服务，如图2所示。

### 3.2.1　MAC地址学习

a）CE1发起ARP,请求CE3的MAC地址。

b）PE1收到CE1发来的ARP请求，从数据平面学习AC侧的MAC地址MAC1，同时会泛洪ARP请求给PE2和PE3，将MAC1写入BGP MAC AD路由中通告给

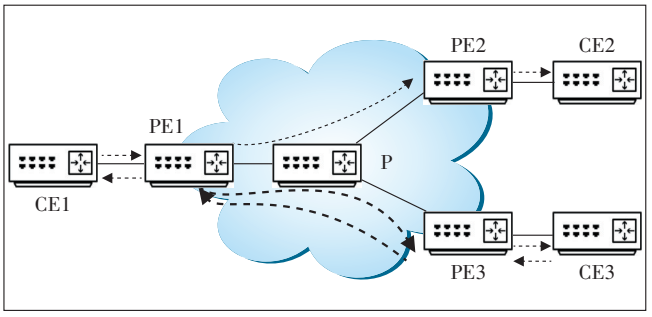


图2　EVPN VPLS组网场景

PE2和PE3。

c）PE2和PE3收到PE1广播的ARP请求，泛洪给CE2和CE3。

d）PE2和PE3从PE1的BGP控制平面学习MAC1，将MAC1写入MAC表中。

e）PE3收到CE3的ARP回复，从AC侧学习MAC3，将MAC3通告给其他的PE，转发数据包给PE1。

### 3.2.2　流量转发过程

a）CE1单播流量给CE2和CE3。

b）PE1在MAC表中查找目的MAC，封装MPLS标签和EVPN标签，转发流量给远端的PE。

c）出口PE2或PE3弹出MPLS标签和EVPN标签，获取对应EVPN实例，并在MAC表中查找目的MAC，转发流量给CE。

## 3.3 E-TREE

随着EVPN网络上承载业务量的不断增加，EVPN所管理的用户MAC地址也会不断增加，这些用户MAC地址会随EVPN路由在网络中扩散，最终同一广播域中所有接口都可以2层互通。但对于没有互访需求的用户既无法隔离BUM（Broadcast Unknown-uniast Multicast）流量，也无法隔离单播流量。因此如果用户希望同一广播域中无互访需求的用户接口之间可以相互隔离，则可以在网络中部署EVPN E-Tree功能。

EVPN E-Tree功能通过对接入侧的接口设定Root或Leaf属性来实现MEF（Metro Ethernet Forum）定义的E-Tree模型，如图3所示。

a）Leaf属性的接口只能和Root属性的接口相互发送流量，Leaf属性的接口之间是相互隔离的。

b）Root属性的接口既可以和其他Root属性的接口相互通信，也可以和Leaf属性的接口相互通信。

如CE2与PE1的互连接口MAC地址为MAC1，此接口是Leaf属性，所以携带MAC1地址的MAC路由会携带EVPN E-Tree的扩展团体属性。该属性的Leaf标

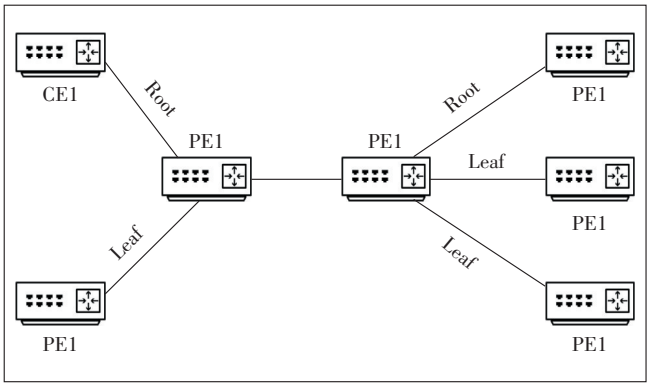


图3　E-Tree组网场景

签字段所有位将全部被设置为0，Flags的L位被设置为1。

PE2在收到PE1的MAC路由后，会检查Flags的L位。由于该位被设置为1，所以PE2会将本地MAC路由表中MAC1对应的表项打上标记。

当PE2从自己的Leaf属性接口收到发往CE2的流量时，PE2会根据本地MAC路由表中标记确认该流量需要被发送到远端Leaf属性接口，然后将该流量丢弃，从而实现Leaf属性的接口之间对已知单播流量的隔离。

EVPN组网相较于传统VPLS具有如下改进点。

a）EVPN网络侧通过控制面学习MAC，传统VPLS通过数据面泛洪学习。

b）EVPN可以实现双活，传统VPLS只能主备。EVPN网络侧有多条路径，传统VPLS路径单一。

c）EVPN收敛速度比传统VPLS更快。

d）EVPN通过扩展的BGP发现邻居，PE只需要和RR建立邻居；传统VPLS需要所有PE之间Full Mesh配置。

## 4 企业专线组网应用分析

经过上述EVPN的组网模式和技术原理分析，在企业专线组网中，EVPN技术的应用是必不可少的，特别是在数据中心以及政企类业务组网中，能够满足2、3层互通的需求。依托EVPN能够实现转发平面和控制平面分离，具备负载分担、快速收敛的能力，提供更加可靠、智能的网络。

在当前数字经济高速发展，国家推进“新基建”的建设要求的大背景下，云计算、大数据等成为各个企业数字化转型的重要支柱。企业发展趋向大规模、分布式建设、数字化等方向，也产生了企业在一点入云、多点组网等场景下的需求。

### 4.1 企业一点入云专线场景

随着云计算市场的快速发展，越来越多的企业将数据放在公有云池中。例如某客户数据在公有云，办公楼宇在地（市），需要通过专线进行公有云服务访问，进行数据互通，并且保证业务的安全性和可靠性。

客户CE就近连接运营商PE设备，一跳进入骨干网，最大程度地保障便捷性和安全性，运营商骨干网通过EVPN VPWS建立专线，提供高可靠性服务，同时其出口PE直连公有云资源池，保证时延最低。EVPN的配置简单，协议简化，能够解决传统电路施工周期长的问题，快速开通提供服务，满足企业客户一点入云需求，如图4所示。

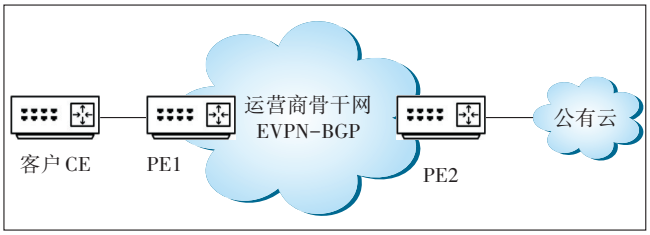


图4　企业一点入云专线场景

### 4.2 企业多点组网场景

一些大型银行、金融、证券类企业，对业务的可靠性和安全性有着较高要求，同时有多个分支机构分布在各个地（市），需要保证总部与各分支机构都能进行网络互通。

不同地（市）的分支机构就近接入运营商PE设备，总部机构通过双归接入运营商骨干网，建立EVPN VPLS专线，总部节点采用双活模式保证流量负载分担。通过使用EVPN，为客户提供大型企业扁平化组网，保证业务的便捷性和实时性，通过双归接入，提供高可靠性的网络，实现流量负载分担，满足企业多点组网需求，如图5所示。

### 4.3 组网案例模拟验证

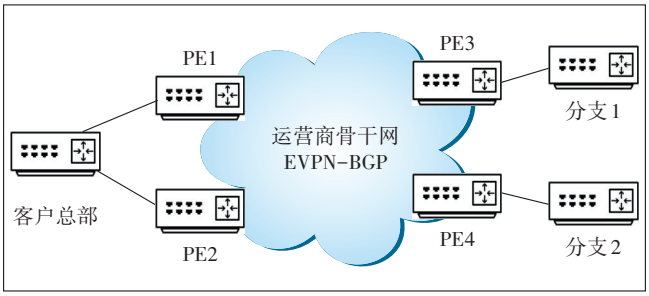


图5　企业多点组网场景

某企业客户需要2层专线组网，同时要保障业务的高可靠性，采用EVPN双归双活模式进行组网。模拟网络拓扑如图6所示，用户有2个站点：客户CE1和CE2，其中CE1和PE1，CE1与PE2，CE2与PE3均采用单链路接入，CE1根据业务需求采用双归双活模式，实现负载分担，保障业务高可靠性。

4.3.1 配置步骤

a）IGP和MPLS基础配置。

b）配置BGP。

c）全局配置VPN源地址。

d）创建EVPL，绑定对应的EVPN实例，配置EVPN VPWS业务。

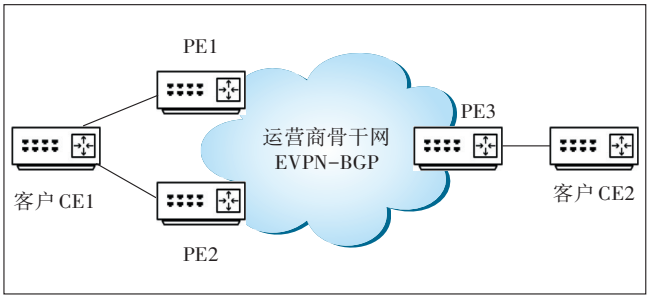


图6　组网拓扑

4.3.2 结果验证

结果显示，在CE1上可以实现负载分担，流量无丢包情况发生，如图7所示。

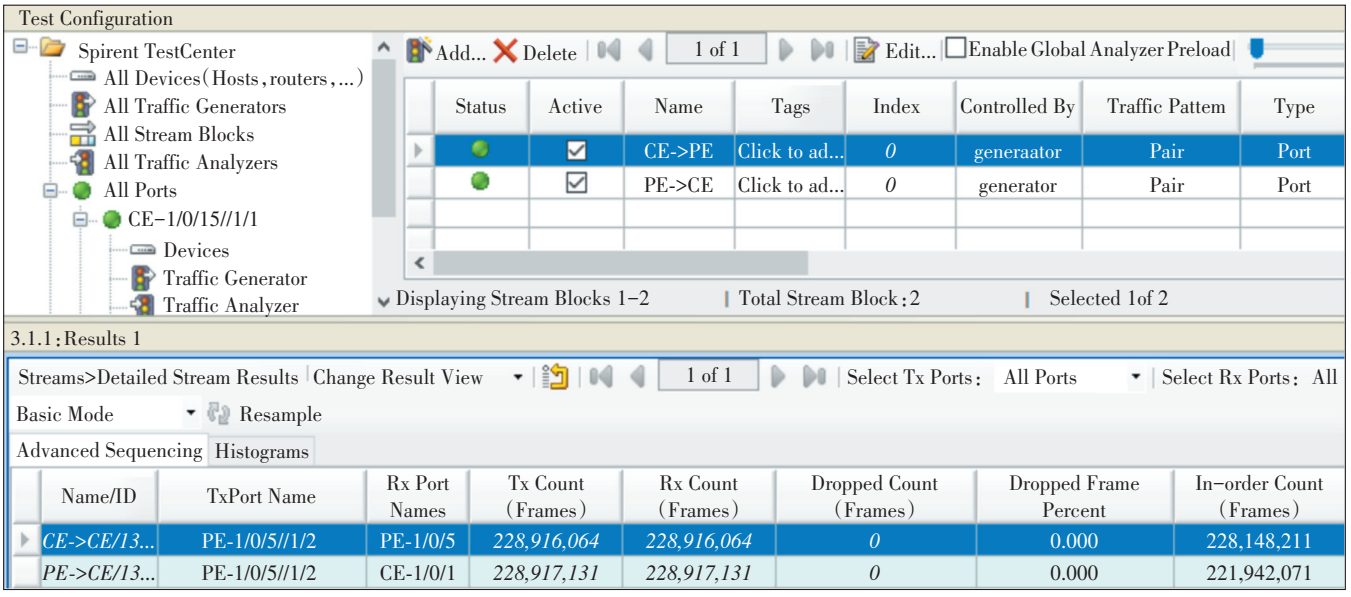


图7　双向流量无丢包

## 5 结束语

综上所述，EVPN的出现解决了传统2层网络中的很多问题，在企业专线组网中能发挥很大作用。EVPN接入侧和网络侧能够按需实现单活和双活，保障链路负载分担，提升网络利用率，同时基于控制平面快速收敛能够实现故障路径快速切换。随着云计算的快速发展，复杂的企业组网和大规模数据中心对网络的要求越来越高，对用户来说，运营商只是提供网络管道，感知不到变化；对运营商来说，EVPN是更优的选择。

**参考文献：**

[1] 董文超. 基于VLL+VPLS技术客户专线组网方案的部署和研究[J]. 中国新通信，2018，20(6)：31-32.

[2] 吴伟，张文强，杨广铭，等.5G承载网的“SRv6+EVPN”技术研究与规模部署[J]. 电信科学，2020，36(8)：43-52.

[3] 钟耿辉，唐加山. 基于VXLAN的EVPN技术研究与实现[J]. 计算机技术与发展，2017，27(5)：46-50.

[4] 朱海波. 基于MPLS的二层VPN技术的优化[J]. 中国市场，2013(014)：31-32.

[5] 王溯源. 面向多归属场景的EVPN的设计与实现[D]. 南京，东南大学，2019.

**作者简介：**

吴亚彬，助理工程师，硕士，主要从事IP网络的设计和技术研究工作；张桂玉，高级工程师，硕士，主要从事IP网络的设计和技术研究工作；易昕昕，工程师，硕士，主要从事IP网络的设计和技术研究工作；刘畅，助理工程师，硕士，主要从事IP网络的设计和技术研究工作。