

# 排除IOS XE上的第2層VPN虛擬專用LAN服務故障

## 目錄

---

### [簡介](#)

### [必要條件](#)

#### [需求](#)

#### [採用元件](#)

#### [網路圖表](#)

#### [VPLS交叉連線未運行](#)

##### [疑難排解步驟](#)

##### [主要意見](#)

##### [標準Ping與MPLS LSP Ping比較：主要區別](#)

##### [關鍵觀察](#)

##### [關鍵觀察](#)

##### [結論](#)

### [VPLS交叉連線已建立，但沒有資料流量通過偽線](#)

#### [適用於Catalyst 9000系列的VPLS操作驗證](#)

##### [疑難排解步驟](#)

### [結論](#)

#### [路由器的VPLS操作驗證](#)

##### [疑難排解步驟](#)

### [結論](#)

[有關這些主題的詳細資訊，請參閱：](#)

---

## 簡介

本檔案介紹如何對適用於Cisco IOS® XE的技術上的第2層VPN虛擬私人LAN服務(VPLS)進行疑難排解。

## 必要條件

### 需求

思科建議您瞭解以下主題：

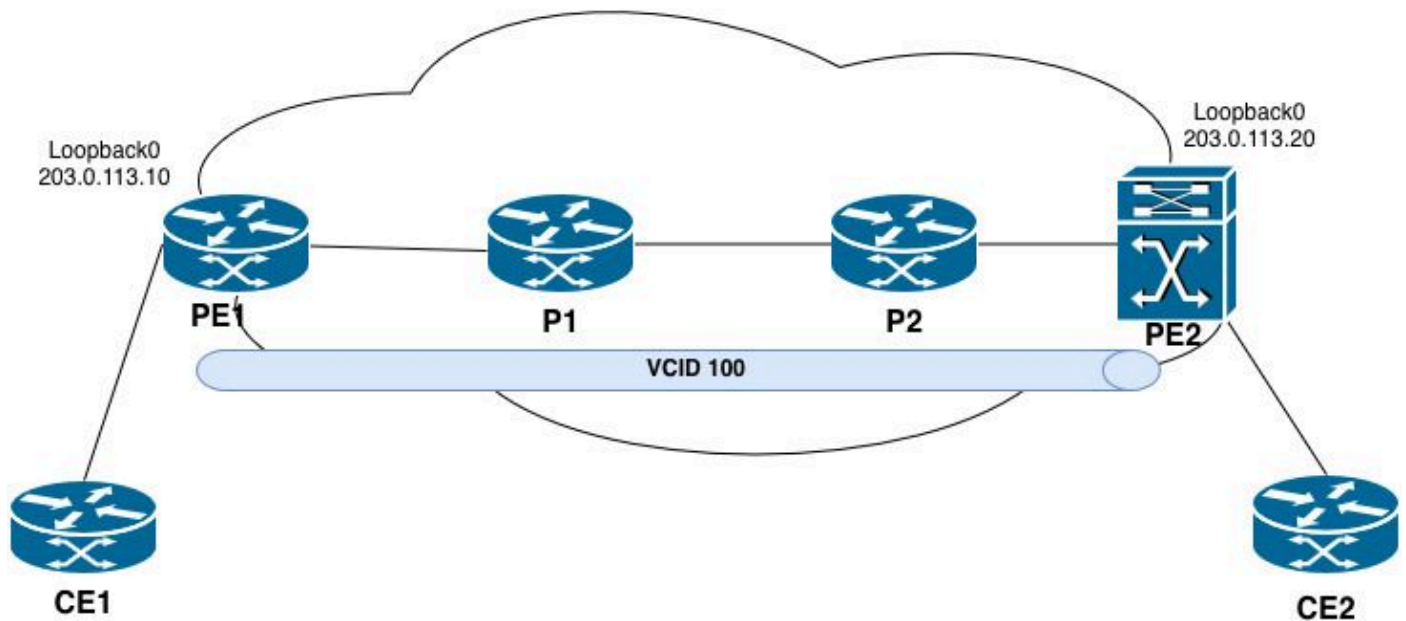
- 基本IP路由
- 第2層VPN虛擬專用LAN服務

## 採用元件

本檔案中的資訊是根據Cisco IOS XE軟體。

本文中的資訊是根據特定實驗室環境內的裝置所建立。文中使用到的所有裝置皆從已清除（預設）的組態來啟動。如果您的網路運作中，請確保您瞭解任何指令可能造成的影響。

## 網路圖表



VPLS拓撲

## VPLS交叉連線未運行

## 疑難排解步驟

在會話意外終止後，VPLS交叉連線處於關閉狀態。

```
<#root>
```

```
PE2#
```

```
show xconnect all
```

```
Legend: XC ST=Xconnect State S1=Segment1 State S2=Segment2 State  
UP=Up DN=Down AD=Admin Down IA=Inactive  
SB=Standby HS=Hot Standby RV=Recovering NH=No Hardware
```

XC	ST	Segment 1	S1	Segment 2	S2
DN	pri	vfi 100	UP	mpls 203.0.113.10:100	DN
UP	pri	ac V1100:100(Eth VLAN)	UP	vfi 100	UP
UP	pri	bd 100	UP	vfi 100	UP

步驟1.確認準確的VC/VPLS狀態。

```
<#root>
```

```
PE2#
```

```
show mpls l2transport vc 100 detail
```

```
Local interface: VFI 100 vfi up  
Interworking type is Ethernet  
Destination address: 203.0.113.10, VC ID: 100,
```

```
VC status: down
```

```
Last error: Local access circuit is not ready for label advertise
```

```
<< The local device is unable to advertise labels because the access circuit (AC) is not in a ready state
```

```
Output interface: none,
```

```
imposed label stack {} << no MPLS labels are being imposed because no path exists.
```

```
Preferred path:
```

```
not configured
```

<< No explicit traffic engineering path is configured for this pseudowire.

Default path:

no route << No route to the remote PE (203.0.113.10) exists in the routing table.

No adjacency

Create time: 10:50:35, last status change time: 00:17:39

Last label FSM state change time: 00:17:33

Signaling protocol: LDP, peer x.x.x.x:0 up

Targeted Hello: 203.0.113.20(LDP Id) -> 203.0.113.10, LDP is DOWN, no binding

Graceful restart: not configured and not enabled

Non stop routing: not configured and not enabled

Status TLV support (local/remote) : enabled/None (no remote binding)

LDP route watch : enabled

Label/status state machine : local ready, LruRnd

Last local dataplane status rcvd: No fault

Last BFD dataplane status rcvd: Not sent

Last BFD peer monitor status rcvd: No fault

Last local AC circuit status rcvd: No fault

Last local AC circuit status sent:

DOWN(hard-down)

<< The local device is advertising the access circuit as hard-down to the remote PE.

Last local PW i/f circ status rcvd: No fault

Last local LDP TLV status sent: No fault

Last remote LDP TLV status rcvd:

None (no remote binding) << No status has been received from the remote PE.

Last remote LDP ADJ status rcvd:

None (no remote binding)

<< No adjacency status received from the remote peer.

MPLS VC labels: local 16, remote unassigned

```
Group ID: local n/a, remote unknown
MTU: local 1500, remote unknown
Remote interface description:
Sequencing: receive disabled, send disabled
Control Word: On (configured: autosense)
SSO Descriptor: 203.0.113.10/100, local label: 16
Dataplane:
  SSM segment/switch IDs: 0/8194 (used), PWID: 1
VC statistics:
  transit packet totals: receive 0, send 0
  transit byte totals: receive 0, send 0
  transit packet drops: receive 0, seq error 0, send 0
```

VPLS交叉連線(VC ID 100)已轉換為關閉狀態。根本原因歸結於所述情況：

- 1.沒有通往遠端PE的路由 — 路由器在路由表中沒有通往203.0.113.10的路由(預設路徑：無路由)。如果沒有有效路由，則無法建立MPLS標籤交換路徑(LSP)。
- 2.目標LDP會話關閉 — 未建立從203.0.113.20到203.0.113.10的目標LDP會話。這可以防止PE路由器之間交換偽線標籤。
- 3.沒有遠端標籤繫結 — 因為目標LDP會話關閉，所以沒有為VC 100分配遠端標籤。沒有本地和遠端標籤，偽線無法轉發流量。
- 4.無鄰接關係 — 如果沒有有效的路由和LDP會話，則不存在通向遠端PE的MPLS鄰接關係。

步驟2.檢查本地連線電路。

在VC關閉的PE上：

```
<#root>
```

```
PE2#
```

```
show interfaces vlan 100 | include up|errors
```

```
Vlan100 is up, line protocol is up , Autostate Disabled
Keepalive not supported
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
0 output errors, 1 interface resets
```

```
PE2#
```

```
show running-config interface vlan 100
```

```
Building configuration...
```

```
Current configuration : 72 bytes
!
interface Vlan100
no ip address
```

```
no autostate
```

```
xconnect vfi 100
```

```
end
```

### 步驟3. 檢驗VFI配置。

```
<#root>
```

```
PE2#
```

```
show running-config | section 12 vfi
```

```
12 vfi 100 manual  
vpn id 100  
neighbor 203.0.113.10 pw-class VPLS_100
```

```
PE2#
```

```
show l2vpn vfi
```

Legend: RT=Route-target, S=Split-horizon, Y=Yes, N=No

```
VFI name: 100, state: up, type: multipoint, signaling: LDP  
VPN ID: 100  
Bridge-Domain 100 attachment circuits:  
  Vlan100  
Pseudo-port interface: pseudowire100001  
Interface Peer Address VC ID S  
pseudowire100002 203.0.113.10 100 Y
```

### 主要意見

1. VFI運行正常 — 本地VFI例項處於活動狀態，準備轉發流量。
2. 連線電路已繫結 — Vlan100與網橋域100和VFI正確關聯。
3. 配置了偽線 — 使用VC ID 100在203.0.113.10上向遠端PE定義偽線(偽線100002)。
4. 啟用水準分割 — 這是在VPLS多點環境中防止第2層環路時預期的行為。

### 步驟4. 檢驗PE環回可達性：

<#root>

PE2#

ping 203.0.113.10

Type escape sequence to abort.

Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 203.0.113.10, timeout is 2 seconds:

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/1 ms

PE2#

show ip route 203.0.113.10

Routing entry for 203.0.113.10/32

Known via "ospf 1", distance 110, metric 2, type intra area

Last update from 192.0.2.9 on TwentyFiveGigE1/0/3, 00:01:30 ago

Routing Descriptor Blocks:

\* 192.0.2.9, from 198.51.100.2, 00:01:30 ago,

via TwentyFiveGigE1/0/3

Route metric is 2, traffic share count is 1

PE2#

ping mpls ipv4 203.0.113.10/32 source 203.0.113.20

Sending 5, 72-byte MPLS Echos to 203.0.113.10/32,

timeout is 2 seconds, send interval is 0 msec:

Codes: '!' - success, 'Q' - request not sent, '.' - timeout,  
'L' - labeled output interface, 'B' - unlabeled output interface,  
'D' - DS Map mismatch, 'F' - no FEC mapping, 'f' - FEC mismatch,  
'M' - malformed request, 'm' - unsupported tlvs, 'N' - no label entry,  
'P' - no rx intf label prot, 'p' - premature termination of LSP,  
'R' - transit router, 'I' - unknown upstream index,  
'l' - Label switched with FEC change, 'd' - see DDMAP for return code,  
'X' - unknown return code, 'x' - return code 0

Type escape sequence to abort.

!!!!

Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/2 ms

Total Time Elapsed 8 ms

標準Ping與MPLS LSP Ping比較：主要區別

即使MPLS LSP中斷，標準ping也可能成功，因為：

- 如果目的地可直接透過IP連線，則ICMP封包可以是IP路由（非標籤交換）。
- 如果沒有強加標籤，傳輸路由器可以使用IP查詢轉發ICMP資料包。

反之，ping mpls ipv4會強制封包通過標籤交換路徑，以驗證實際的MPLS資料平面。這可確保：

- 標籤被正確分配和分發。
- 每跳的LFIB條目都是一致的。
- LSP端到端路徑工作正常。

步驟5.驗證核心層中的MPLS和LDP:

```
<#root>
```

```
PE2#
```

```
show mpls ldp neighbor
```

```
Peer LDP Ident: 203.0.113.10:0; Local LDP Ident 203.0.113.20:0
TCP connection: 203.0.113.10.646 - 203.0.113.20.39001
State: Oper; Msgs sent/rcvd: 16/15; Downstream
Up time: 00:02:15
LDP discovery sources:
  TwentyFiveGigE1/0/3, Src IP addr: 192.0.2.9
  Targeted Hello 203.0.113.20 -> 203.0.113.10, active, passive
Addresses bound to peer LDP Ident:
  203.0.113.10 192.0.2.6 192.0.2.9
```

此命令顯示本地路由器(PE2)和遠端對等體之間的LDP鄰居會話資訊。輸出中的每個欄位都進行了詳細介紹。

- 對等體標識：  
對等LDP標識 | 203.0.113.10:0 |遠端對等裝置的LDP路由器ID。:0表示預設平台範圍的標籤空間。這通常是遠端路由器的環回地址。  
本地LDP標識 | 203.0.113.20:0 |本地路由器(PE2)的LDP路由器ID 這通常是PE2的環回地址。
- TCP會話資訊：  
TCP連線 | 203.0.113.10.646 - 203.0.113.20.39001 |用於LDP通訊的TCP會話。遠端對等路由器(203.0.113.10)使用公認的LDP埠646，本地路由器(203.0.113.20)使用臨時埠39001。  
LDP使用TCP進行可靠的標籤分配。
- 會話狀態：  
狀態 | Oper | LDP會話處於運行狀態，這意味著會話已完全建立並正常運行。

已傳送郵件/rcvd | 16/15 |自會話建立以來已傳送(16)和已接收(15)的LDP消息數。其中包括 keepalive、標籤對映和其他LDP消息。

下游 |- |指示標籤分發模式。下游主動請求是指對等體向PE2分發標籤，而非PE2明確請求它們。這是LDP的預設模式。

運行時間 | 00:02:15 |會話已運行2分15秒。

- LDP發現源：

TwentyFiveGigE1/0/3 |源IP地址：192.0.2.9 |從介面TwentyFiveGigE1/0/3的對等方收到一個基本發現（鏈路級別）hello，源IP地址為192.0.2.9。這表示兩台路由器直接連線到此介面。

目標問候 | 203.0.113.20 → 203.0.113.10，主動，被動 |本地路由器(203.0.113.20)和遠端對等路由器(203.0.113.10)之間存在目標發現（擴展）hello。

- 繫結到對等LDP標識的地址：

繫結到對等體的地址 | 203.0.113.10、192.0.2.6、192.0.2.9 |遠端對等體通過LDP地址消息通告的IP地址清單。這些介面代表遠端路由器上的介面。

### 第5.1步檢驗到遠端VPLS對等體的MPLS標籤交換路徑

```
<#root>
```

```
PE2#
```

```
show mpls forwarding-table 203.0.113.10
```

Local Label	Outgoing Label	Prefix or Tunnel Id	Bytes Label Switched	Outgoing interface	Next Hop
25	Pop Label	203.0.113.10/32	0	Two1/0/3	192.0.2.9

```
PE2#
```

```
show mpls ldp bindings 203.0.113.10 32
```

```
lib entry: 203.0.113.10/32, rev 69
  local binding: label: 25
  remote binding: lsr: 203.0.113.10:0,
```

```
label: imp-null
```

PE2直接從PE1接收imp-null，繞過通過P2和P1的預期標籤路徑。這表明PE2和P2之間缺少LDP會話或MPLS配置問題。

步驟5.2通過執行提供的命令驗證下一跳資訊：

- show mpls ldp neighbor
- show mpls forwarding-table

<#root>

P2#

show mpls forwarding-table 203.0.113.10

Local Label	Outgoing Label	Prefix Bytes or Tunnel Id	Label Switched	Outgoing interface	Next Hop
None	No Label	203.0.113.10/32	0		

### 關鍵觀察

- 本地標籤：無 | P2尚未為此字首分配本地標籤。
- 傳出標籤：無標籤 | 未執行任何標籤操作。
- 沒有傳出介面或下一跳 | 字首被視為本地所有 — 不會向PE1轉發。

<#root>

P2#

show mpls ldp neighbor

```

Peer LDP Ident: 203.0.113.20:0; Local LDP Ident 198.51.100.2:0
  TCP connection: 203.0.113.20.17326 - 198.51.100.2.646
  State: Oper; Msgs sent/rcvd: 30/29; Downstream
  Up time: 00:13:57
  LDP discovery sources:
    GigabitEthernet0/0/1, Src IP addr: 192.0.2.10
  Addresses bound to peer LDP Ident:
    203.0.113.20 192.0.2.10
Peer LDP Ident: 198.51.100.1:0; Local LDP Ident 198.51.100.2:0
  TCP connection: 198.51.100.1.646 - 198.51.100.2.12799
  State: Oper; Msgs sent/rcvd: 30/28; Downstream
  Up time: 00:13:56
  LDP discovery sources:
    GigabitEthernet0/0/0, Src IP addr: 192.0.2.5
  Addresses bound to peer LDP Ident:
    192.0.2.2 192.0.2.5 198.51.100.1

```

P2#

show ip ospf neighbor

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
198.51.100.3	0	FULL/ -	00:00:34	192.0.2.10	GigabitEthernet0/0/1
198.51.100.1	0	FULL/ -	00:00:34	192.0.2.5	GigabitEthernet0/0/0

## 關鍵觀察

- P2與PE1(203.0.113.10)沒有直接LDP鄰接關係。這是預期結果，因為P1位於拓撲中的P2和PE1之間。P2負責向P1傳送標籤交換流量，然後由P1將其轉發到PE1。
- P2的LDP標識為198.51.100.2:0 | P2使用198.51.100.2作為LDP路由器ID，而不是203.0.113.10。但是，203.0.113.10仍然配置在Loopback10上，並且會導致路由衝突。

步驟6.檢驗到遠端PE環回地址的路由：

```
<#root>
```

```
P2#
```

```
show ip route 203.0.113.10
```

```
Routing entry for 203.0.113.10/32
```

```
Known via "connected", distance 0, metric 0 (connected, via interface)
```

```
Routing Descriptor Blocks:
```

```
* directly connected,
```

```
via Loopback10
```

```
Route metric is 0, traffic share count is 1
```

## 結論

1. 重複的IP地址 — IP地址203.0.113.10在P2(Loopback10)和PE1(Loopback0)上配置，這會在MPLS域中造成衝突。
2. 路由衝突 — P2將203.0.113.10/32安裝為連線路由（管理距離0），該路由優先於PE1發起的任何IGP獲知的路由。
3. LSP故障 — 因為P2認為字首是本地擁有的，所以它不會向PE2分配或通告203.0.113.10/32的傳輸標籤。

4. VPLS影響 — 由於P2中沒有有效的傳輸標籤，PE2無法建立到PE1的LSP。因此，無法形成VPLS偽線傳輸路徑。

## VPLS交叉連線已建立，但沒有資料流量通過偽線

適用於Catalyst 9000系列的VPLS操作驗證

### 疑難排解步驟

步驟1. 確認偽線處於工作狀態。

確保引數正確：

- VFI狀態為開啟
- 偽線介面已列出
- 將顯示正確的對等體地址和VC ID

```
<#root>
```

```
PE2#
```

```
show mpls l2transport vc
```

Local intf	Local circuit	Dest address	VC ID	Status
VFI 100	vfi	203.0.113.10	100	UP

```
<#root>
```

```
PE2#
```

```
show mpls l2transport vc 100 detail
```

```
Local interface:
```

VFI 100 vfi up

Interworking type is Ethernet

Destination address: 203.0.113.10

,

VC ID: 100, VC status: up

Output interface: Twel/0/3,

imposed label stack {17 16}

Preferred path: not configured

Default path: active

Next hop: 192.0.2.9

Create time: 1d11h, last status change time: 00:30:50

Last label FSM state change time: 00:30:26

Signaling protocol: LDP, peer 203.0.113.10:0 up

Targeted Hello: 203.0.113.20(LDP Id) -> 203.0.113.10, LDP is UP

Graceful restart: not configured and not enabled

Non stop routing: not configured and not enabled

Status TLV support (local/remote) : enabled/supported

LDP route watch : enabled

Label/status state machine : established, LruRru

Last local dataplane status rcvd: No fault

Last BFD dataplane status rcvd: Not sent

Last BFD peer monitor status rcvd: No fault

Last local AC circuit status rcvd: No fault

Last local AC circuit status sent: No fault

Last local PW i/f circ status rcvd: No fault

Last local LDP TLV status sent: No fault

Last remote LDP TLV status rcvd: No fault

Last remote LDP ADJ status rcvd: No fault

MPLS VC labels: local 16, remote 16

Group ID: local n/a, remote 0

MTU: local 1500, remote 1500

Remote interface description:

MAC Withdraw: sent:1, received:0

Sequencing: receive disabled, send disabled

```
Control Word: On (configured: autosense)
SSO Descriptor: 203.0.113.10/100, local label: 16
Dataplane:
  SSM segment/switch IDs: 16395/8194 (used), PWID: 1
```

#### VC statistics:

```
transit packet totals: receive 0, send 0
transit byte totals: receive 0, send 0
transit packet drops: receive 0, seq error 0, send 0
```

- VFI狀態 |向上 |本地裝置上的VFI運行正常。
- 目的地地址 | 203.0.113.10 |遠端PE路由器ID ( PE1環回地址 )。
- VC ID | 100 |此偽線的虛電路識別符號。兩台PE路由器必須匹配。
- VC狀態 |向上 |偽線在操作上開啟。本地和遠端信令均表示沒有故障。
- 強加的標籤堆疊{17 16} |在進入偽線的資料包上實施雙標籤MPLS堆疊。標籤17是用於通過MPLS核心到達遠端PE的傳輸標籤 ( 外部 )。標籤16是用於識別遠端PE上的偽線的VC標籤 ( 內部 )。
- 目標問候 | 203.0.113.20 → 203.0.113.10,LDP為開啟 |在PE2 ( 本地 ) 和PE1 ( 遠端 ) 之間建立目標的LDP會話並正常運行。
- 本地標籤 | 16 |由PE2為此偽線分配的VC標籤。遠端PE(PE1)將流量傳送到PE2時使用此標籤。遠端標籤 | 16 |由PE1為此偽線通告的VC標籤。PE2在向PE1傳送流量時強制實施此標籤 ( 內部標籤 )。
- 已傳送MAC Withdraw | 1 | PE2向遠端PE傳送了1條MAC撤消消息。這用於在拓撲更改後刷新MAC地址表。
- 已收到MAC Withdraw | 0 |未從遠端PE收到任何MAC撤消消息。
- VC統計 |兩個方向均未轉發流量(傳送 : 0 , 接收 : 0)。

步驟2.檢驗連線電路 ( 中繼介面 ) 狀態。

確認TRUNK介面工作正常且與正確的VLAN關聯。

驗證:

- 介面處於up/up狀態
- 與VPLS網橋域關聯的VLAN被允許並在中繼上處於活動狀態
- STP不會修剪或阻止VLAN

```
<#root>
```

```
PE2#
```

```
show interfaces twentyFiveGigE 1/0/2 status
```

Port	Name	Status	Vlan	Duplex	Speed	Type
Twe1/0/2		connected	trunk	full	10G	SFP-10GBase-SR

<#root>

PE2#

show interfaces trunk

Port	Mode	Encapsulation	Status	Native vlan
Twe1/0/2	on	802.1q	trunking	1

Port Vlans allowed on trunk  
Twe1/0/2 100

Port Vlans allowed and active in management domain  
Twe1/0/2 100

Port Vlans in spanning tree forwarding state and not pruned  
Twe1/0/2 100

步驟3.檢驗VLAN與網橋域的關聯。

在具有TRUNK配置的Catalyst 9000上（無EVC），vlan必須對映到網橋域。

確認：

- VLAN通過成員vfi或成員配置與橋接域關聯。
- 網橋域配置引用正確的VFI。

<#root>

PE2#

show running-config interface vlan100

Building configuration...

Current configuration : 72 bytes

```
!  
interface Vlan100  
no ip address
```

xconnect vfi 100

步驟4.檢驗MAC地址學習情況。

確認正在從本地連線電路和遠端偽線獲取MAC地址。

驗證:

- 本地CE1的MAC地址是在中繼介面上學習的。
- 遠端CE2 MAC地址在偽線介面上獲取。

如果在偽線路上未獲知任何MAC地址：

- 未從遠端PE接收流量。
- 遠端PE存在阻止流量進入偽線的配置問題。
- 網橋域未與偽線介面正確關聯。

如果在本地中繼上未獲知任何MAC地址：

- CE裝置未在預期的VLAN上傳輸流量。
- VLAN在TRUNK介面上處於阻塞或非活動狀態。

<#root>

PE2#

```
show mac address-table vlan 100
```

```
Mac Address Table
```

```
-----  
Vlan Mac Address Type      Ports  
----  -  
100  cc7f.76b7.525f  STATIC  Vl100
```

```
100  e462.c4bb.17f1  DYNAMIC  Twe1/0/2  >> CE2 Mac address learned over Twe1/0/2 interface.
```

步驟5.驗證跨距樹狀目錄通訊協定(STP)狀態。

STP可以阻止中繼介面上的VLAN，從而阻止流量進入橋接域。

驗證:

- 對於VPLS網橋域關聯的VLAN，中繼埠處於轉發狀態
- 埠未處於阻塞、偵聽或學習狀態

如果STP阻塞埠：

- 調整STP優先順序或埠成本
- 考慮將中繼埠配置為STP邊緣埠（如果適用於拓撲）

<#root>

PE2#

show spanning-tree vlan 100

VLAN0100

```
Spanning tree enabled protocol rstp
Root ID    Priority 32868
           Address cc7f.76b7.51c0
           This bridge is the root
           Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
```

```
Bridge ID  Priority 32868 (priority 32768 sys-id-ext 100)
           Address cc7f.76b7.51c0
           Hello Time 2 sec Max Age 20 sec Forward Delay 15 sec
           Aging Time 300 sec
```

Interface	Role	Sts	Cost	Prio.Nbr	Type
Twe1/0/2	Desg	FWD	2000	128.2	P2p

步驟6.檢驗MPLS標籤堆疊和轉發路徑。  
 確認所施加的標籤正確無誤，並且轉發路徑有效。

驗證:

- 存在有效的傳出標籤(不是無標籤或無)
- 傳出介面和下一跳正確

從PE2到P2 LSP路徑：

<#root>

PE2#

```
show mpls forwarding-table 203.0.113.10 32
```

Local Label	Outgoing Label	Prefix or Tunnel Id	Bytes Label Switched	Outgoing interface	Next Hop
22					
17					
	203.0.113.10/32	810		Twe1/0/3	
192.0.2.9					

<< For the transport path to the remote PE1 loopback, the imposed outgoing label is 17. The router at 192.0.2.9

從P2到P1 LSP路徑：

<#root>

P2#

```
show mpls forwarding-table 203.0.113.10 32
```

Local Label	Outgoing Label	Prefix or Tunnel Id	Bytes Label Switched	Outgoing interface	Next Hop
17					
16					
	203.0.113.10/32	79290		Gi0/0/0	
192.0.2.5					

<< Local label as 17 and the imposed outgoing label is 16. The router at 192.0.2.5 assigned this value a

從P1到PE1 LSP路徑：

<#root>

P1#

show mpls forwarding-table 203.0.113.10 32

Local Label	Outgoing Label	Prefix or Tunnel Id	Bytes Label Switched	Outgoing interface	Next Hop
16					

Pop Label

203.0.113.10/32	76184			Gi0/0/0	
-----------------	-------	--	--	---------	--

192.0.2.1

<< Pop Label is performed before forwarding the packet to the next hop. This confirms that the next hop

從P1到PE1 LSP路徑：

<#root>

PE1#

show mpls forwarding-table 203.0.113.10 32

Local Label	Outgoing Label	Prefix or Tunnel Id	Bytes Label Switched	Outgoing interface	Next Hop
None	No Label	203.0.113.10/32	0		

標籤路徑確認：

基於此輸出以及PE2和P2之前的輸出，從PE2到PE1的完整標籤交換路徑為：

```
[PE2] Packet leaves with label stack: | 17 | (transport label)
↓
[P2]  Receives label 17, swaps to 16: | 16 | (transport label)
↓
[P1]  Receives label 16, pops label:  | IP | (pure IP packet)
↓
[PE1] Receives pure IP packet - local delivery
```

當VPLS流量通過此LSP時，資料包將攜帶雙標籤堆疊(傳輸：VC標籤)

```
[PE2] Packet leaves with label stack: | 17 | 16 | (transport + VC label)
↓
[P2]  Receives label 17, swaps to 16: | 16 | 16 | (transport + VC label)
↓
[P1]  Receives label 16, pops label:  | 16 | (VC label only)
↓
[PE1] Receives VC label 16 - pseudowire disposition into bridge domain
```

## 結論

從PE2到PE1的MPLS傳輸LSP已完全運行並在路徑中的所有路由器上正確程式設計。VPLS偽線信令完成，本地和遠端標籤都交換，並且未報告故障。

但是，儘管控制平面已完全建立，但不會通過偽線轉發任何使用者流量。這確認問題位於MPLS核心和偽線信令之外，特別是在一台或兩台PE路由器上的連線電路層

## 路由器的VPLS操作驗證

### 疑難排解步驟

步驟1.確認準確的VC/VPLS狀態。  
確保引數正確：

<#root>

PE1#

show mpls l2transport vc

Local intf	Local circuit	Dest address	VC ID	Status
VFI 100	vfi	203.0.113.20	100	UP

<#root>

PE1#

show mpls l2transport vc 100 detail

Local interface: VFI 100 vfi up

Interworking type is Ethernet

Destination address: 203.0.113.20, VC ID: 100, VC status: up

Output interface: Te0/0/4

, imposed label stack {19 16}

Preferred path: not configured

Default path: active

Next hop: 192.0.2.2

Create time: 1d09h, last status change time: 08:38:02

Last label FSM state change time: 08:38:25

Signaling protocol: LDP, peer 203.0.113.20:0 up

Targeted Hello: 203.0.113.10(LDP Id) -> 203.0.113.20, LDP is UP

Graceful restart: not configured and not enabled

Non stop routing: not configured and not enabled

Status TLV support (local/remote) : enabled/supported

LDP route watch : enabled

Label/status state machine : established, LruRru

Last local dataplane status rcvd: No fault

Last BFD dataplane status rcvd: Not sent

Last BFD peer monitor status rcvd: No fault

Last local AC circuit status rcvd: No fault  
Last local AC circuit status sent: No fault  
Last local PW i/f circ status rcvd: No fault  
Last local LDP TLV status sent: No fault  
Last remote LDP TLV status rcvd: No fault  
Last remote LDP ADJ status rcvd: No fault

MPLS VC labels: local 16, remote 16

Group ID: local n/a, remote 0  
MTU: local 1500, remote 1500  
Remote interface description:

MAC Withdraw: sent:0, received:1

Sequencing: receive disabled, send disabled  
Control Word: On (configured: autosense)  
SSO Descriptor: 203.0.113.20/100, local label: 20  
Dataplane:  
SSM segment/switch IDs: 8199/4097 (used), PWID: 1

VC statistics:

transit packet totals: receive 336, send 0  
transit byte totals: receive 27552, send 0  
transit packet drops: receive 0, seq error 0, send 0

- VFI狀態 |向上 | PE1上的VFI運行正常。
- 目的地地址 | 203.0.113.20 |遠端PE路由器ID ( PE2環回地址 )。
- VC ID | 100 |此偽線的虛電路識別符號。此值在兩台PE路由器上均匹配。
- VC狀態 |向上 |偽線在操作上開啟。本地和遠端信令均表示沒有故障。
- 本地介面 | VFI 100 |與此偽線關聯的本地虛擬轉發例項。
- 強加的標籤堆疊 | {19 16} |在進入偽線的資料包上實施雙標籤MPLS堆疊。標籤19是用於通過MPLS核心到達PE2的傳輸標籤 ( 外部 )。標籤16是用於標識PE2處的偽線的VC標籤 ( 內部 )。
- 目標問候 | 203.0.113.10 → 203.0.113.20,LDP為開啟 |從PE1 ( 本地 ) 到PE2 ( 遠端 ) 的目標LDP會話已建立並運行。
- 本地標籤 | 16 |由PE1為此偽線分配的VC標籤。PE2在向PE1傳送流量時使用此標籤 ( 作為內部標籤 )。
- 已傳送MAC Withdraw | 0 | PE1未向PE2傳送任何MAC撤消消息。
- 已收到MAC Withdraw | 1 | PE1收到來自PE2的1 MAC withdraw消息。這表示PE2經歷了拓撲更改，請求PE1刷新此VFI的MAC地址表。
- VC統計 |接收的傳輸資料包 | 336 在此偽線上，從PE2收到了|336個資料包。

接收的傳輸位元組 | 27,552 | 從PE2已收到27,552位元組。

傳輸已傳送的資料包 | 0 | 沒有資料包從PE1傳送到指向PE2的偽線。  
傳送的傳輸位元組數 | 0 | 未向PE2傳送任何位元組。

步驟2. 檢驗網橋域配置和成員資格。

確認網橋域具有正確的成員（服務例項介面和偽線）。

```
<#root>
```

```
PE1#
```

```
show running-config interface TenGigabitEthernet0/0/5
```

```
Building configuration...
```

```
Current configuration : 174 bytes
```

```
!
```

```
interface TenGigabitEthernet0/0/5
```

```
no ip address
```

```
service instance 100 ethernet
```

```
encapsulation dot1q 100
```

```
rewrite ingress tag pop 1 symmetric
```

```
bridge-domain 100
```

```
!
```

```
end
```

```
PE1#
```

```
show interfaces tenGigabitEthernet 0/0/5 | include up|errors
```

```
TenGigabitEthernet0/0/5 is up, line protocol is up
```

```
Keepalive not supported
```

```
Full Duplex, 10000Mbps, link type is force-up, media type is H10GB-CU1M
```

```
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored
```

```
0 output errors, 0 collisions, 1 interface resets
```

步驟3.檢驗MAC地址學習情況。

確認正在從本地連線電路和遠端偽線獲取MAC地址。

```
<#root>
```

```
PE1#
```

```
show bridge-domain
```

```
Bridge-domain 100 (2 ports in all)
```

```
State: UP                Mac learning: Enabled
```

```
Aging-Timer: 300 second(s)
```

```
Unknown Unicast Flooding Suppression: Disabled
```

```
Maximum address limit: 65536
```

```
TenGigabitEthernet0/0/5
```

```
service instance 100
```

```
vfi 100 neighbor 203.0.113.20 100
```

```
AED MAC address Policy Tag Age Pseudoport
```

---

網橋域本身已啟動，但缺少學習的MAC地址是關鍵細節。這通常表示尚未獲知流量，或者本地介面、網橋域和遠端VFI之間的服務對映/轉發問題。

步驟4.檢驗VFI配置：

```
<#root>
```

```
PE1#
```

```
show running-config | section vfi
```

```
12 vfi 100 manual  
   vpn id 100  
   bridge-domain 100  
 neighbor 203.0.113.20 encapsulation mpls
```

步驟5.檢驗MPLS傳輸路徑。  
通過向遠端環回地址傳送MPLS跟蹤路由執行快速驗證。

```
<#root>
```

```
PE1#
```

```
traceroute mpls ipv4 203.0.113.20 255.255.255.255 source 203.0.113.10
```

```
Tracing MPLS Label Switched Path to 203.0.113.20/32, timeout is 2 seconds
```

```
Codes: '!' - success, 'Q' - request not sent, '.' - timeout,  
'L' - labeled output interface, 'B' - unlabeled output interface,  
'D' - DS Map mismatch, 'F' - no FEC mapping, 'f' - FEC mismatch,  
'M' - malformed request, 'm' - unsupported tlvs, 'N' - no label entry,  
'P' - no rx intf label prot, 'p' - premature termination of LSP,  
'R' - transit router, 'I' - unknown upstream index,  
'l' - Label switched with FEC change, 'd' - see DDMAP for return code,  
'X' - unknown return code, 'x' - return code 0
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
0 192.0.2.1 MRU 1500 [Labels: 17 Exp: 0]  
L 1 192.0.2.2 MRU 1500 [Labels: 16 Exp: 0] 96 ms  
L 2 192.0.2.6 MRU 1500 [Labels: implicit-null Exp: 0] 12 ms  
! 3 192.0.2.10 2 ms
```

MPLS traceroute輸出確認源PE路由器(203.0.113.10)和目的PE路由器(203.0.113.20)之間已成功建立標籤交換路徑(LSP)。

追蹤軌跡顯示入口PE處的標籤實施、跨傳輸標籤交換路由器(LSR)的標籤交換操作，以及到達出口PE之前的倒數第二跳彈出操作(PHP)。

具體為：

- 第0跳表示對發往目標FEC的流量實施標籤17。
- 第1跳顯示從17到16的標籤交換操作，從而確認通過核心的MPLS轉發。

- 第2跳通告implicit-null，表示第2級路由器正在執行PHP。
- 第3跳成功到達目的地，如"!" 返回代碼。

traceroute不報告任何MPLS轉發異常，例如缺少標籤繫結、FEC不匹配、過早終止LSP或不受支援的標籤操作。

```
PE1
Push 17
  ↓
P1
Swap 17 → 16
  ↓
P2
Pop label
  ↓
PE2 receives pure IP packet
```

步驟6.驗證偽線資料平面。

<#root>

PE1#

```
ping mpls pseudowire 203.0.113.20 100 source 203.0.113.10
```

```
Sending 5, 72-byte MPLS Echos to 203.0.113.20,
timeout is 2 seconds, send interval is 0 msec:
```

```
Codes: '!' - success, 'Q' - request not sent, '.' - timeout,
'L' - labeled output interface, 'B' - unlabeled output interface,
'D' - DS Map mismatch, 'F' - no FEC mapping, 'f' - FEC mismatch,
'M' - malformed request, 'm' - unsupported tlvs, 'N' - no label entry,
'P' - no rx intf label prot, 'p' - premature termination of LSP,
'R' - transit router, 'I' - unknown upstream index,
'l' - Label switched with FEC change, 'd' - see DDMAP for return code,
'X' - unknown return code, 'x' - return code 0
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
!!!!
```

```
Success rate is 100
```

```
percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/1 ms
Total Time Elapsed 6 ms
```

<#root>

PE2#

```
ping mpls pseudowire 203.0.113.10 100 source 203.0.113.20
```

Sending 5, 72-byte MPLS Echos to 203.0.113.10,  
timeout is 2 seconds, send interval is 0 msec:

Codes: '!' - success, 'Q' - request not sent, '.' - timeout,  
'L' - labeled output interface, 'B' - unlabeled output interface,  
'D' - DS Map mismatch, 'F' - no FEC mapping, 'f' - FEC mismatch,  
'M' - malformed request, 'm' - unsupported tlvs, 'N' - no label entry,  
'P' - no rx intf label prot, 'p' - premature termination of LSP,  
'R' - transit router, 'I' - unknown upstream index,  
'l' - Label switched with FEC change, 'd' - see DDMAP for return code,  
'X' - unknown return code, 'x' - return code 0

Type escape sequence to abort.  
!!!!

Success rate is 100

percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/1/2 ms  
Total Time Elapsed 9 ms

通過ping mpls偽線測試成功驗證了MPLS偽線資料平面。由於偽線ping成功且橋接域通過VPLS獲知遠端MAC，因此問題更可能出現在本地連線電路或VLAN轉發路徑上，其中沒有獲知預期的本地MAC地址。

## 結論

成功的MPLS偽線ping確認MPLS傳輸LSP和偽線標籤繫結在本地和遠端PE路由器之間是可操作的。結果表明，MPLS轉發、標籤分發和偽線信令功能正常，遠端PE能夠處理指定VC的偽線OAM資料包。

基於此結果，MPLS核心和偽線基礎設施看起來可操作。如果流量問題持續存在，進一步調查可以側重於連線電路、VPLS轉發行為、MAC學習、MTU一致性和面向CE的連線，而不是基礎MPLS傳輸路徑。

有關這些主題的詳細資訊，請參閱：

- [多協定標籤交換配置](#)
- [配置MPLS第2層VPN](#)
- [在 Cat9500 和 ISR4K 之間設定 VPLS](#)
- [《 VPLS with BGP Signaling Tech說明》](#)

## 關於此翻譯

思科已使用電腦和人工技術翻譯本文件，讓全世界的使用者能夠以自己的語言理解支援內容。請注意，即使是最佳機器翻譯，也不如專業譯者翻譯的內容準確。Cisco Systems, Inc. 對這些翻譯的準確度概不負責，並建議一律查看原始英文文件（提供連結）。