

目 录

1 L2PT.....	1-1
1.1 L2PT简介	1-1
1.1.1 L2PT产生背景.....	1-1
1.1.2 L2PT工作原理.....	1-2
1.2 L2PT配置限制和指导	1-3
1.3 L2PT配置任务简介	1-3
1.4 配置L2PT功能	1-3
1.4.1 开启L2PT功能.....	1-3
1.4.2 配置Tunnel报文的组播目的MAC地址	1-5
1.5 L2PT显示和维护	1-5
1.6 L2PT典型配置举例	1-5
1.6.1 STP协议L2PT配置举例	1-5
1.6.2 LACP协议L2PT配置举例	1-7

1 L2PT

1.1 L2PT简介

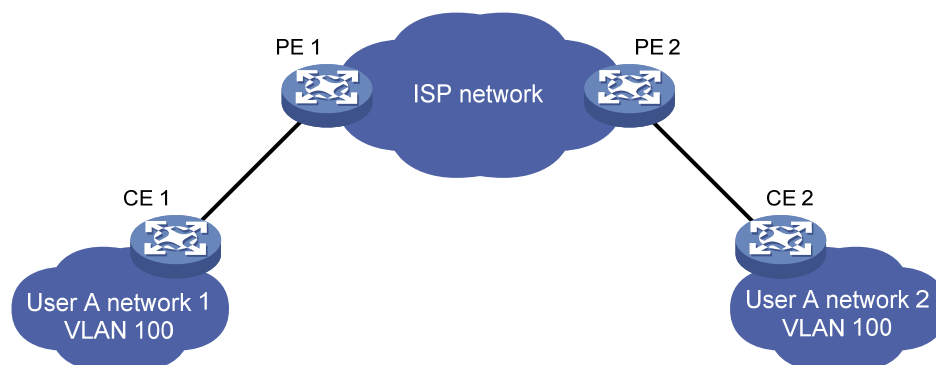
L2PT（Layer 2 Protocol Tunneling，二层协议隧道）是一种二层协议报文处理技术，它可以使位于不同地域的用户网络的二层协议报文，通过运营商网络内的指定通道进行透明传输或被强制丢弃。

1.1.1 L2PT产生背景

随着企业的不断发展壮大，当企业面临分支机构越来越多的情况时，需要运营商提供专线服务，来构建企业网络，使得各个分支机构都能方便地访问企业内部网络，共享内部资源。

如 [图 1-1](#) 所示，用户A拥有属于相同VLAN的两个分支网络（分别为网络 1 和网络 2），两个分支网络通过运营商网络相连接。当网络 1 和网络 2 中共同运行某种二层协议（如生成树协议）时，要求网络 1 和网络 2 中的二层协议报文能够穿越运营商网络，以完成二层协议的计算（如生成树的计算），但是当CE（Customer Edge，用户网络边缘）设备发送的二层协议报文到达PE（Provider Edge，服务提供商网络边缘）设备时，由于PE不区分该报文来自用户网络还是运营商网络，都会将该报文中送上CPU进行处理。这样，用户网络与运营商网络的二层协议计算将相互影响，用户网络无法独立完成二层协议的计算。

图1-1 L2PT 应用环境



为了解决上述问题，就要求在运营商网络中能够透传用户网络的二层协议报文。利用 L2PT 功能，即可实现上述要求。

L2PT 功能具有如下作用：

- 对用户网络的二层协议报文进行透明传输：可以使同一个用户网络的二层协议报文在运营商网络内指定的 VLAN 进行组播发送，使不同地域的同一个用户网络可以跨越运营商网络进行统一协议计算。
- 由于不同用户网络的二层协议报文在运营商网络的不同 VLAN 中进行组播发送，所以不同用户网络的二层协议报文相互隔离，可以独立计算。

目前，支持以下协议的 L2PT 功能：

- CDP（Cisco Discovery Protocol，思科发现协议）
- DLDAP（Device Link Detection Protocol，设备链路检测协议）

- EOAM (Ethernet Operation, Administration and Maintenance, 以太网操作、管理和维护)
- GVRP (GARP VLAN Registration Protocol, GARP VLAN 注册协议)
- LACP (Link Aggregation Control Protocol, 链路聚合控制协议)
- LLDP (Link Layer Discovery Protocol, 链路层发现协议)
- MVRP (Multiple VLAN Registration Protocol, 多 VLAN 注册协议)
- PAGP (Port Aggregation Protocol, 端口聚合协议)
- PVST (Per-VLAN Spanning Tree, 每 VLAN 生成树)
- STP (Spanning Tree Protocol, 生成树协议)
- UDLD (Unidirectional Link Detection, 单向链路检测协议)
- VTP (VLAN Trunking Protocol, VLAN 中继协议)

本文中的 STP 包括 STP、RSTP 和 MSTP。

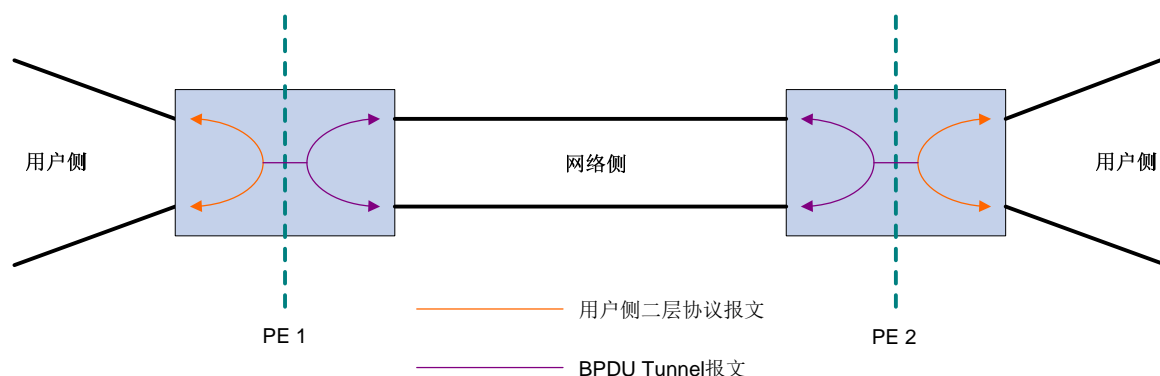
1.1.2 L2PT工作原理

1. L2PT报文转发

如 [图 1-2](#) 所示，L2PT 报文转发过程如下：

- (1) PE 1 在用户侧收到二层协议报文后，将同时向网络侧及用户侧转发该报文。一方面，PE 1 直接向其用户侧除报文接收口以外的其他所有同一 VLAN 的接口组播发送该报文；另一方面，PE 1 将该报文的目 的 MAC 地址更换为指定的组播 MAC 地址，然后将更改后的报文在其网络侧所有同一 VLAN 的接口进行组播发送，更改后的报文又称为 Tunnel 报文。
- (2) PE 2 在网络侧收到 Tunnel 报文后，将同时向网络侧及用户侧转发该报文。一方面，PE 2 直接向其网络侧除报文接收口以外其他所有同一 VLAN 的接口组播发送该报文；另一方面，PE 2 将该报文的目 的 MAC 地址还原为原始的目的 MAC 地址，然后将还原后的报文在其用户侧所有同一 VLAN 的接口进行组播发送。

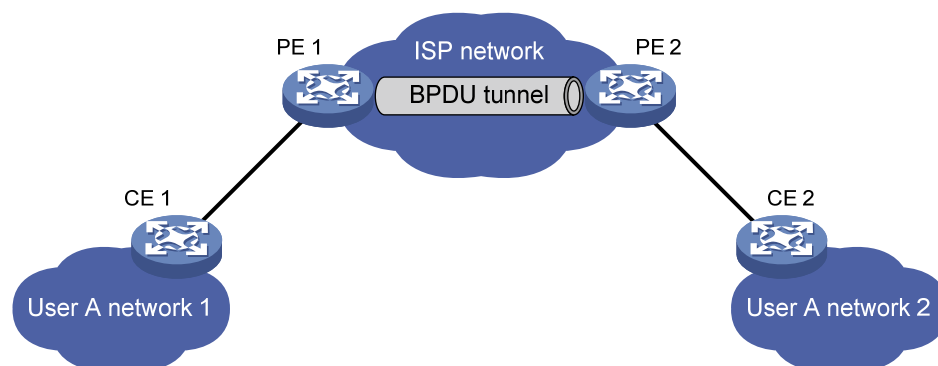
图1-2 L2PT 报文转发



2. L2PT实现过程

下面以 STP 为例具体介绍 L2PT 实现过程。

图1-3 L2PT 组网示意图



如 [图 1-3](#) 所示，通过在运营商网络两端的边缘设备 PE 1 和 PE 2 上配置 L2PT 功能，可实现网络 1 和网络 2 之间的 BPDU（Bridge Protocol Data Unit，网桥协议数据单元）报文在运营商网络中的透明传输，且用户网络和运营商网络的生成树各自独立计算生成。举例来说，假设 BPDU 报文由网络 1 发往网络 2：

- (1) 在运营商网络输入端，PE 1 将来自 CE 1 的 BPDU 报文的目地 MAC 地址 0180-c200-0000 修改为特殊的组播 MAC 地址（缺省为 010f-e200-0003）。在运营商网络中，修改后的 Tunnel 报文被当作数据报文在用户所属的 VLAN 中进行转发。
- (2) 在运营商网络输出端，PE 2 收到目的 MAC 地址为 010f-e200-0003 的 Tunnel 报文后，将其目的 MAC 地址还原为 0180-c200-0000，然后将还原后的 BPDU 报文转发给 CE 2。

通过 L2PT，实现了运行 STP 功能的用户网络和运营商网络拥有各自的生成树，互不干扰。

1.2 L2PT配置限制和指导

PEX 设备上的端口以及有成员端口属于 PEX 设备的聚合接口均不支持 L2PT 功能。有关 PEX 的介绍，请参见“虚拟化技术配置指导”中的“IRF3”。

L2PT 功能仅需在 PE 设备上配置。

1.3 L2PT配置任务简介

表1-1 L2PT 配置任务简介

配置任务	说明	详细配置
开启 L2PT 功能	必选	1.4.1
配置 Tunnel 报文的组播目的 MAC 地址	可选	1.4.2

1.4 配置 L2PT 功能

1.4.1 开启 L2PT 功能

用户可在不同接口视图下开启不同协议的 L2PT 功能。

开启 L2PT 功能时，需要注意：

- L2PT 功能仅需在用户侧接口上开启。如果在网络侧接口上开启了 L2PT 功能，则会将该接口认为是用户侧接口。
- 在接口上开启某协议的 L2PT 功能时，对应的 CE 上应启用该协议，同时当前接口必须关闭该协议。
- 在二层聚合组的成员端口上配置 L2PT 功能不生效。
- 不能在业务环回组的成员端口上开启 L2PT 功能，端口加入业务环回组时，该端口上已存在的所有配置都将被清除。
- 对于 LLDP，L2PT 功能只支持 Nearest Bridge（最近桥代理）类型代理发送的 LLDP 报文。
- 开启 L2PT 功能后，需保证携带 VLAN Tag 的用户网络二层协议报文在运营商网络传输过程中，其 VLAN Tag 不被改变或删除，否则运营商网络将无法正确透传该用户网络二层协议报文。

1. 在二层以太网接口视图下开启L2PT功能

LACP、EOAM 要求接口间的 LACP、EOAM 协议报文必须是点对点传输（即两台设备间，一端接口发出的 LACP、EOAM 协议报文只能到达对端设备接收侧的一个接口），否则会影响 LACP、EOAM 协议功能。

在二层以太网接口上开启 L2PT 功能后，当该接口收到用户网络的 LACP、EOAM 协议报文时，由于该接口所在设备会在用户侧和网络侧组播发送该报文，本设备其他用户侧接口会发出该 LACP、EOAM 协议报文，到达对端设备的 Tunnel 报文也会被还原为相应的协议报文从各用户侧接口组播发送，可能不满足接口间的 LACP、EOAM 协议报文的点对点传输要求，此时需要通过其他配置（比如 VLAN 配置）来保证接口之间 LACP、EOAM 协议报文的点对点传输。

表1-2 在二层以太网接口视图下开启 L2PT 功能

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入二层以太网接口视图	interface interface-type interface-number	-
开启指定协议的L2PT功能	l2protocol { cdp dldp eoam gvrp lacp lldp mvrp pagp pvst stp udld vtp } tunnel dot1q	缺省情况下，各协议的L2PT功能均处于关闭状态

2. 在二层聚合接口视图下开启L2PT功能

表1-3 在二层聚合接口视图下开启 L2PT 功能

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
进入二层聚合接口视图	interface bridge-aggregation interface-type interface-number	-
开启指定协议的L2PT功能	l2protocol { gvrp mvrp pvst stp vtp } tunnel dot1q	缺省情况下，各协议的L2PT功能均处于关闭状态

1.4.2 配置Tunnel报文的组播目的MAC地址

Tunnel 报文的缺省组播目的 MAC 地址为 010f-e200-0003，用户可以根据需要将其修改为 0100-0ccd-cdd0、0100-0ccd-cdd1 或 0100-0ccd-cdd2。

表1-4 配置 Tunnel 报文的组播目的 MAC 地址

操作	命令	说明
进入系统视图	system-view	-
配置Tunnel报文的组播目的MAC地址	l2protocol tunnel-dmac mac-address	缺省情况下，Tunnel报文的组播目的MAC地址为010f-e200-0003



说明

- 同一用户网络对应的运营商网络边缘设备上配置的 Tunnel 报文的组播目的 MAC 地址必须一致，否则这些边缘设备将无法正确识别 Tunnel 报文。
- 建议不同的用户网络对应的运营商网络边缘设备使用不同的 Tunnel 报文组播目的 MAC 地址，避免某用户网络的报文被转发到另一用户网络。

1.5 L2PT显示和维护

在完成上述配置后，在任意视图下执行 **display** 命令可以显示 L2PT 配置后的运行情况，通过查看显示信息验证配置的效果。

在用户视图下执行 **reset** 命令可以清除 L2PT 的信息。

表1-5 L2PT 显示和维护

操作	命令
显示L2PT报文统计信息	display l2protocol statistics [interface interface-type interface-number]
清除L2PT报文的统计信息	reset l2protocol statistics [interface interface-type interface-number]

1.6 L2PT典型配置举例

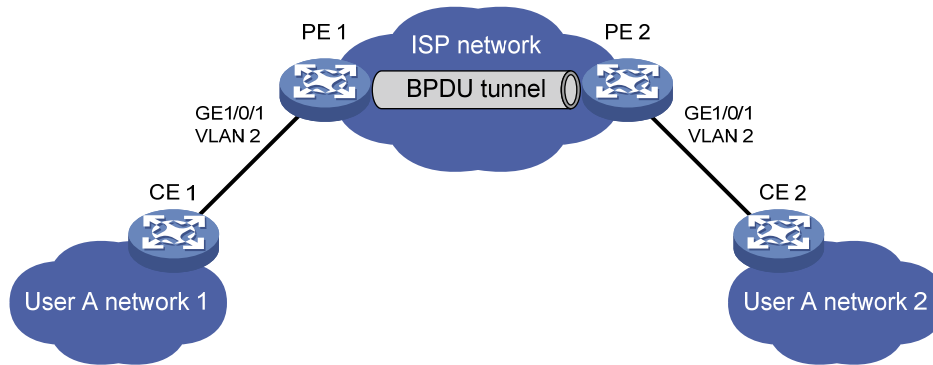
1.6.1 STP协议L2PT配置举例

1. 组网需求

- CE 1 和 CE 2 为用户 A 的处于不同地域的边缘设备，PE 1 和 PE 2 为运营商网络的边缘设备。其中，CE 1 的桥 MAC 地址为 00e0-fc02-5800，CE 2 的桥 MAC 地址为 00e0-fc02-5802。
- PE 与 CE 间相连的接口均为属于 VLAN 2 的 Access 接口；而运营商网络中各设备间相连的接口均为 Trunk 类型，并允许所有 VLAN 的报文通过。
- 用户 A 的网络中已启用 MSTP 功能，要求通过配置使 CE 1 和 CE 2 可以跨越运营商网络进行统一的生成树计算，其中 Tunnel 报文的组播目的 MAC 地址为 0100-0ccd-cdd0。

2. 组网图

图1-4 STP 协议 L2PT 配置组网图



3. 配置步骤

(1) 配置 PE 1

配置 L2PT 组播目的 MAC 地址为 0100-0ccd-cdd0。

```
<PE1> system-view
[PE1] l2protocol tunnel-dmac 0100-0ccd-cdd0
```

创建 VLAN 2。

```
[PE1] vlan 2
[PE1-vlan2] quit
```

配置接口 GigabitEthernet1/0/1 使用 VLAN 2 对用户报文进行传输。

```
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/1
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] port access vlan 2
# 在接口 GigabitEthernet1/0/1 上关闭 STP 协议，并开启 STP 协议的 L2PT 功能。
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] undo stp enable
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] l2protocol stp tunnel dot1q
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

为了使发往网络侧的报文保留用户的 VLAN Tag，配置网络侧接口 GigabitEthernet1/0/2 为 Trunk 类型，并允许所有 VLAN 通过。

```
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/2
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk permit vlan all
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

(2) 配置 PE 2

PE 2 上的配置与 PE 1 上的配置相同，不再赘述。

4. 验证配置

用户 A 网络中的 MSTP 采用缺省配置。

在 CE 2 上显示生成树的根桥信息。

```
<CE2> display stp root
MST ID   Root Bridge ID           ExtPathCost  IntPathCost  Root Port
0        32768.00e0-fc02-5800     0            0
```

从显示信息可以看出，CE 2 上生成树的根桥为 CE 1，说明 CE 2 参与了生成树计算，STP 报文透传成功。

在 PE 1 上显示生成树的根桥信息。

```
[PE1] display stp root
MST ID   Root Bridge ID           ExtPathCost IntPathCost Root Port
0        32768.0cda-41c5-ba50     0           0
```

从显示信息可以看出，PE 1 上生成树的根桥不为 CE 1，说明运营商网络未参与 CE 1 和 CE 2 所在的生成树的计算。

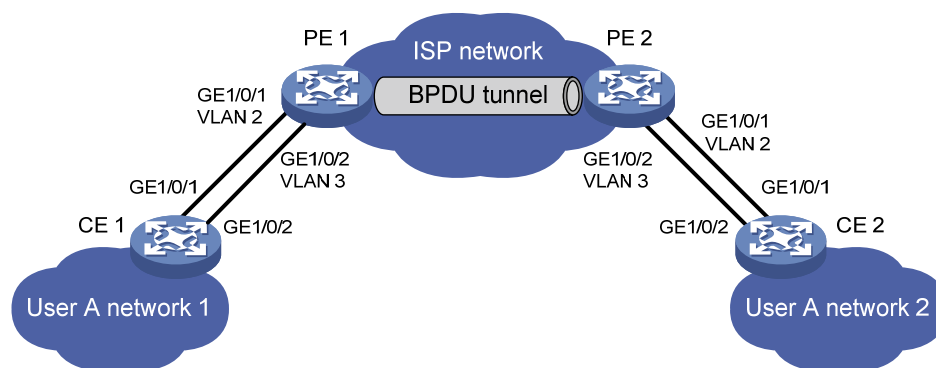
1.6.2 LACP协议L2PT配置举例

1. 组网需求

- CE 1 和 CE 2 为用户 A 的处于不同地域网络的边缘设备，PE 1 和 PE 2 为运营商网络的边缘设备。其中，CE 1 的桥 MAC 地址为 0001-0000-0000，CE 2 的桥 MAC 地址为 0004-0000-0000。
- 在 CE 1 和 CE 2 上分别配置以太网链路聚合功能，并要求实现 CE 1 和 CE 2 可以跨越运营商网络进行链路聚合。其中，CE 1 的接口 GigabitEthernet1/0/1、GigabitEthernet1/0/2 分别与 CE 2 的接口 GigabitEthernet1/0/1、GigabitEthernet1/0/2 组成链路。

2. 组网图

图1-5 LACP 协议 L2PT 配置组网图



3. 配置思路

运营商网络为用户 A 分配的 VLAN 为 VLAN 2 和 VLAN 3。

为保证以太网链路聚合功能的正常工作，需通过配置 VLAN 保证聚合成员口之间点对点通讯：配置 PE 上与 CE 相连的接口为 Trunk 类型，PE 上接口 GigabitEthernet1/0/1 的 PVID 为 2，不允许 VLAN 3 通过，接口 GigabitEthernet1/0/2 的 PVID 为 3，不允许 VLAN 2 通过。

同时，因为 CE 向 PE 发送的报文可能携带私网 VLAN Tag（本例中用户 VLAN 均为 VLAN 1），为使 PE 向 CE 发送的报文保留私网 VLAN Tag 且不被修改，需要在 PE 的接口 GigabitEthernet1/0/1 和 GigabitEthernet1/0/2 上开启 QinQ 功能，运营商网络中各设备间相连的接口均为 Trunk 类型，并允许所有 VLAN 通过。

4. 配置步骤

(1) 配置 CE 1

配置 CE 1 的接口 GigabitEthernet1/0/1 和 GigabitEthernet1/0/2 加入动态聚合口 Bridge-Aggregation1。

```
<CE1> system-view
[CE1] interface bridge-aggregation 1
[CE1-Bridge-Aggregation1] port link-type access
[CE1-Bridge-Aggregation1] link-aggregation mode dynamic
[CE1-Bridge-Aggregation1] quit
[CE1] interface gigabitethernet 1/0/1
[CE1-GigabitEthernet1/0/1] port link-aggregation group 1
[CE1-GigabitEthernet1/0/1] quit
[CE1] interface gigabitethernet 1/0/2
[CE1-GigabitEthernet1/0/2] port link-aggregation group 1
[CE1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

(2) 配置 CE 2

CE 2 上的配置与 CE 1 上的配置相同，不再赘述。

(3) 配置 PE 1

创建 VLAN 2、VLAN 3。

```
<PE1> system-view
[PE1] vlan 2
[PE1-vlan2] quit
[PE1] vlan 3
[PE1-vlan3] quit
```

配置接口 GigabitEthernet1/0/1 为 Trunk 类型，缺省 VLAN 为 2，并开启 QinQ 功能。

```
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/1
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] port link-mode bridge
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] port link-type trunk
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] port trunk permit vlan 2
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] port trunk pvid vlan 2
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] qinq enable
```

在接口 GigabitEthernet1/0/1 上开启 LACP 协议的 L2PT 功能。

```
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] l2protocol lacp tunnel dot1q
[PE1-GigabitEthernet1/0/1] quit
```

配置接口 GigabitEthernet1/0/2 为 Trunk 类型，缺省 VLAN 为 3，并开启 QinQ 功能。

```
[PE1] interface gigabitethernet 1/0/2
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] port link-mode bridge
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] port link-type trunk
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk permit vlan 3
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] port trunk pvid vlan 3
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] qinq enable
```

在接口 GigabitEthernet1/0/2 上开启 LACP 协议的 L2PT 功能。

```
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] l2protocol lacp tunnel dot1q
[PE1-GigabitEthernet1/0/2] quit
```

(4) 配置 PE 2

PE 2 上的配置与 PE 1 上的配置相同，不再赘述。

5. 验证配置

在 CE 1 上显示成员端口上链路聚合的详细信息。

```
[CE1] display link-aggregation member-port
Flags: A -- LACP_Activity, B -- LACP_Timeout, C -- Aggregation,
       D -- Synchronization, E -- Collecting, F -- Distributing,
       G -- Defaulted, H -- Expired
```

```
GigabitEthernet1/0/1:
Aggregate Interface: Bridge-Aggregation1
Local:
  Port Number: 3
  Port Priority: 32768
  Oper-Key: 1
  Flag: {ACDEF}
Remote:
  System ID: 0x8000, 0004-0000-0000
  Port Number: 3
  Port Priority: 32768
  Oper-Key: 1
  Flag: {ACDEF}
Received LACP Packets: 23 packet(s)
Illegal: 0 packet(s)
Sent LACP Packets: 26 packet(s)
```

```
GigabitEthernet1/0/2:
Aggregate Interface: Bridge-Aggregation1
Local:
  Port Number: 4
  Port Priority: 32768
  Oper-Key: 1
  Flag: {ACDEF}
Remote:
  System ID: 0x8000, 0004-0000-0000
  Port Number: 4
  Port Priority: 32768
  Oper-Key: 1
  Flag: {ACDEF}
Received LACP Packets: 10 packet(s)
Illegal: 0 packet(s)
Sent LACP Packets: 13 packet(s)
```

在 CE 2 上显示成员端口上链路聚合的详细信息。

```
[CE2] display link-aggregation member-port
Flags: A -- LACP_Activity, B -- LACP_Timeout, C -- Aggregation,
       D -- Synchronization, E -- Collecting, F -- Distributing,
       G -- Defaulted, H -- Expired
```

```
GigabitEthernet1/0/1:
```

Aggregate Interface: Bridge-Aggregation1

Local:

Port Number: 3
Port Priority: 32768
Oper-Key: 1
Flag: {ACDEF}

Remote:

System ID: 0x8000, 0001-0000-0000
Port Number: 3
Port Priority: 32768
Oper-Key: 1
Flag: {ACDEF}

Received LACP Packets: 23 packet(s)

Illegal: 0 packet(s)

Sent LACP Packets: 26 packet(s)

GigabitEthernet1/0/2:

Aggregate Interface: Bridge-Aggregation1

Local:

Port Number: 4
Port Priority: 32768
Oper-Key: 1
Flag: {ACDEF}

Remote:

System ID: 0x8000, 0001-0000-0000
Port Number: 4
Port Priority: 32768
Oper-Key: 1
Flag: {ACDEF}

Received LACP Packets: 10 packet(s)

Illegal: 0 packet(s)

Sent LACP Packets: 13 packet(s)

从显示信息可以看出，CE 1 与 CE 2 跨越运营商网络进行链路聚合成功。