

# 实验：MPLS BGP VPN 跨域

## HCIE 综合实验 - MPLS BGP VPN 跨域

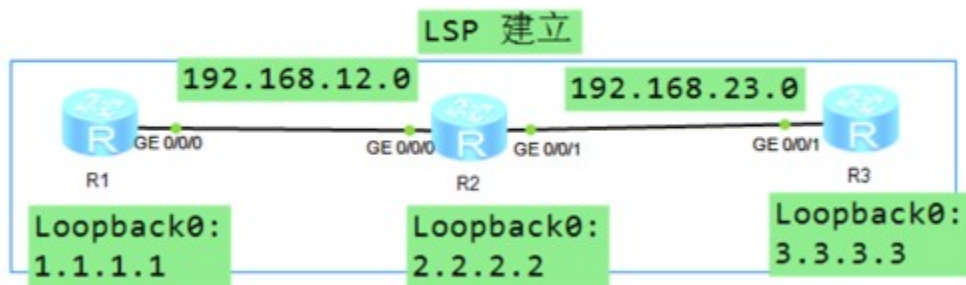
臧家林制作



### LSP 建立

在 MPLS 网络中，位于网络边缘的路由器称为 LER ( Label Edge Router ) ,网络内部的路由称为 LSR ( Label Switch Router ) ,MPLS 报文经过的路由称为 LSP ( Label Switched Path ) 。

一条 LSP 总是起于一台被称为 Ingress 的 LER，止于另一台被称为 Egress 的 LER，中间经过若干台被称为 Transit 的 LSR。LSP 具有单向性，且有静态 LSP 和动态 LSP 之分，静态 LSP 需要人工进行固定的标签分配，动态 LSP 需要利用诸如 LDP ( Label Distribution Protocol ,标签分发协议 ) 这样的协议进行动态标签分配。



## 配置基本 IP 地址 和 OSPF 协议

R1:

```
undo ter mo
```

```
sys
```

```
sysname R1
```

```
user-interface console 0
```

```
idle-timeout 0 0
```

```
int loop 0
```

```
ip add 1.1.1.1 32
```

```
int g0/0/0
```

```
ip add 192.168.12.1 24
```

```
ospf router-id 1.1.1.1
```

```
area 0
```

```
net 192.168.12.1 0.0.0.0
```

```
net 1.1.1.1 0.0.0.0
```

```
q
```

R2:

```
undo ter mo
```

```
sys
```

```
sysname R2
```

```
user-interface console 0
```

```
idle-timeout 0 0
```

```
int loop 0
ip add 2.2.2.2 32
int g0/0/0
ip add 192.168.12.2 24
int g0/0/1
ip add 192.168.23.2 24
ospf router-id 2.2.2.2
area 0
net 192.168.12.2 0.0.0.0
net 192.168.23.2 0.0.0.0
net 2.2.2.2 0.0.0.0
q
```

```
R3:
undo ter mo
sys
sysname R3
user-interface console 0
idle-timeout 0 0
int loop 0
ip add 3.3.3.3 32
int g0/0/1
ip add 192.168.23.3 24
ospf router-id 3.3.3.3
area 0
net 192.168.23.3 0.0.0.0
net 3.3.3.3 0.0.0.0
q
```

配置完成后，查看 R1 的 OSPF 路由表，能看其他 2 台设备

的环回口

```
[R1]dis ospf routing
Routing for Network
```

Destination	Cost	Type
NextHop	AdvRouter	
Area		
1.1.1.1/32	0	
Stub	1.1.1.1	
1.1.1.1	0.0.0.0	
192.168.12.0/24	1	Transit
192.168.12.1	1.1.1.1	
0.0.0.0		
2.2.2.2/32	1	
Stub	192.168.12.2	
2.2.2.2	0.0.0.0	
3.3.3.3/32	2	Stub
192.168.12.2	3.3.3.3	
0.0.0.0		
192.168.23.0/24	2	Transit
192.168.12.2	3.3.3.3	
0.0.0.0		

=====

## 配置 MPLS 协议

配置 MPLS 协议，首先需要配置 LSR ID，全局开启 MPLS，  
在转发 MPLS 的接口上开启 MPLS 功能  
手动建立一条的静态 LSP

配置 LSR ID 用来在网络中唯一标识一个 MPLS 路由器。缺省没有配置 LSR ID，必须手工配置。为了提高网络的可靠性，推荐使用 LSR 某个 Loopback 接口的地址作为 LSR ID。

R1 :

```
mpls lsr-id 1.1.1.1
```

```
mpls
```

```
int g0/0/0
```

```
mpls
```

```
q
```

```
static-lsp ingress R1toR3 destination 3.3.3.3 32 nexthop 192.168.12.2 out-label 102
```

R2:

```
mpls lsr-id 2.2.2.2
```

```
mpls
```

```
int g0/0/0
```

```
mpls
```

```
int g0/0/1
```

```
mpls
```

```
q
```

```
static-lsp transit R1toR3 incoming-interface g0/0/0 in-label 102 nexthop 192.168.23.3 out-label 203
```

R3:

```
mpls lsr-id 3.3.3.3
```

```
mpls
```

```
int g0/0/1
```

```
mpls
```

q

```
static-lsp egress R1toR3 incoming-interface g0/0/1 in-label 203
```

配置完成后，在 R1 R2 R3 上查看一下，可以看到 R1 已经拥有了去往 R3 的静态 LSP，且在本地的 In 标签为 NULL，说明 R1 是该 LSP 的 Ingress.

```
[R1]dis mpls lsp
```

```
-----  
-----
```

LSP

```
Information: STATIC LSP
```

```
-----  
-----
```

```
FEC In/Out
```

```
Label In/Out IF
```

```
Vrf Name
```

```
3.3.3.3/32
```

```
NULL/102
```

```
-/GE0/0/0
```

```
[R2]dis mpls lsp
```

```
-----  
-----
```

LSP

```
Information: STATIC LSP
```

```
-----  
-----
```

```
FEC In/Out
```

```
Label In/Out IF
```

```
Vrf Name
-/-
GE0/0/0/GE0/0/1
```

```
102/203
```

```
[R3]dis mpls lsp
```

```
-----
-----
```

```
LSP
```

```
Information: STATIC LSP
```

```
-----
-----
```

```
FEC In/Out
```

```
Label In/Out IF
```

```
Vrf Name
```

```
-/- 203/NULL
```

```
GE0/0/1/-
```

在 R1 上验证去往 R3 的 MPLS 报文所经过的路径

```
<R1>tracert lsp ip 3.3.3.3 32
```

```
[R1]tracert lsp ip 3.3.3.3 32
```

```
LSP Trace Route FEC: IPV4 PREFIX
```

```
3.3.3.3/32 , press CTRL_C to break.
```

TTL	Replier	
Time	Type	Downstream
0		
Ingress	192.168.12.2/[102 ]	
1	192.168.12.2	70
ms	Transit	192.168.23.3/[203 ]
2	3.3.3.3	

40 ms            Egress

在 R3 上验证去往 R1 的 MPLS 报文所经过的路径，可以看到系统提示 LSP 并不存在，说明 LSP 具有单向性。

```
[R3]tracert lsp ip 1.1.1.1 32
Error: The specified LSP does not exist.
```

### 配置 R3 去往 R1 的静态 LSP

R3 :

```
static-lsp ingress R3toR1 destination 1.1.1.1 32 nexthop 192.
168.23.2 out-label 302
```

R2:

```
static-lsp transit R3toR1 incoming-interface g0/0/1 in-label 3
02 nexthop 192.168.12.1 out-label 201
```

R1:

```
static-lsp egress R3toR1 incoming-interface g0/0/0 in-label
201
```

配置完成后，在 R3 上验证去往 R1 的 MPLS 报文所经过的路径

```
[R3]tracert lsp ip 1.1.1.1 32
      LSP Trace Route FEC: IPV4 PREFIX
1.1.1.1/32 , press CTRL_C to break.
      TTL      Replier
Time          Type          Downstream
      0
Ingress      192.168.23.2/[302 ]
      1          192.168.23.2          50
```



```
ms          Transit      192.168.12.1/[201  ]
      2          1.1.1.1
40 ms          Egress
```

=====

### 利用 LDP 动态分发标签并建立 LSP

首先，在 R1 R2 R3 上删除之前创建的静态 LSP

R1:

```
undo static-lsp ingress R1toR3
```

```
undo static-lsp egress R3toR1
```

R2:

```
undo static-lsp transit R1toR3
```

```
undo static-lsp transit R3toR1
```

R3:

```
undo static-lsp egress R1toR3
```

```
undo static-lsp ingress R3toR1
```

使用 `mpls ldp` 命令全局启用 LDP，然后在接口上使用同样的命令在接口上开启 LDP

必须完成 MPLS 协议的配置，然后才能进行 LDP 的配置

R1 :

```
mpls ldp
```

```
int g0/0/0
```

```
mpls ldp
```

R2 :

```
mpls ldp
```

```
int g0/0/0
```

```
mpls ldp
int g0/0/1
mpls ldp
```

```
R3 :
mpls ldp
int g0/0/1
mpls ldp
q
```

在 R1 上查看 启用了 LDP 的接口 , R1 的 g0/0/0 启用了 LDP , 标签发布方式为 DU 方式

```
[R1]display mpls ldp interface
```

```
LDP Interface Information in Public
Network
```

```
Codes:LAM(Label Advertisement Mode),
IFName(Interface name)
```

```
A '*' before an interface means the entity
is being deleted.
```

```
-----
-----
IFName                               Status
LAM      TransportAddress
HelloSent/Rcv
-----
-----
```

```
GE0/0/0                Active
DU          1.1.1.1
11/10
```

```
-----
-----
```

查看 LDP 会话信息，Operational 表示会话已经成功建立。

LSR 在 LDP 会话中的角色：

Active：LSR ID 值较大的一方表示建立 LDP 会话的主动方。

Passive：LSR ID 值较小的一方表示建立 LDP 会话的被动方。

```
[R1]display mpls ldp session
```

```
LDP Session(s) in Public Network
Codes: LAM(Label Advertisement Mode),
SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)
A '*' before a session means the session
is being deleted.
```

```
-----
-----
```

PeerID	Status
LAM SsnRole SsnAge	
KASent/Rcv	

```
-----
-----
```

2.2.2.2:0	Operational
DU Passive 0000:00:01	5/5

-----  
-----

[R2]dis mpls ldp session  
LDP Session(s) in Public Network  
Codes: LAM(Label Advertisement Mode),  
SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)  
A '\*' before a session means the session  
is being deleted.

-----  
-----

PeerID		Status	
LAM	SsnRole	SsnAge	
KASent/Rcv			
-----			
-----			
1.1.1.1:0			Operational
DU	Active	0000:00:02	10/10
3.3.3.3:0			Operational
DU	Passive	0000:00:02	9/9
-----			
-----			

查看 LSP 信息，LDP 为 R1 去往 R3，R3 去往 R1 均动态建立了 LSP

[R1]display mpls lsp  
-----  
-----

## LSP

Information: LDP LSP

-----		
-----		
FEC	In/Out	
Label	In/Out	IF
Vrf Name		
1.1.1.1/32	3/NULL	
-/-		
2.2.2.2/32	NULL/3	
-/GE0/0/0		
2.2.2.2/32	1024/3	
-/GE0/0/0		
3.3.3.3/32	NULL/1025	
-/GE0/0/0		
3.3.3.3/32	1025/1025	
-/GE0/0/0		

在 R1 上验证去往 R3 的 MPLS 报文所经过的路径，R1 在出发时被赋予了标签 1025，经过 R2 时，标签被替换为 3

[R1]tracert lsp ip 3.3.3.3 32

LSP Trace Route FEC: IPV4 PREFIX

3.3.3.3/32 , press CTRL\_C to break.

TTL	Replier	
Time	Type	Downstream
0		
Ingress	192.168.12.2/[1025 ]	
1	192.168.12.2	40
ms	Transit	192.168.23.3/[3 ]

```

    2          3.3.3.3
50 ms      Egress
[R1]

```

R3 在出发时被赋予了标签 1026，经过 R2 时，标签被替换为 3

```

[R3]tracer lsp ip 1.1.1.1 32
      LSP Trace Route FEC: IPV4 PREFIX
1.1.1.1/32 , press CTRL_C to break.
      TTL      Replier
Time          Type          Downstream
    0
Ingress      192.168.23.2/[1026 ]
    1          192.168.23.2          50
ms          Transit      192.168.12.1/[3 ]
    2          1.1.1.1
40 ms      Egress

```

测试 MPLS 连通性，可以看到 R1 R3 之间可以通过 MPLS 的 LSP 进行报文的转发。

```
<R1>ping lsp ip 3.3.3.3 32
```

```
<R3>ping lsp ip 1.1.1.1 32
```

=====

### 标签管理的 3 种方式

```
[R1]display mpls ldp interface
```

LDP Interface Information in Public

Network

Codes:LAM(Label Advertisement Mode),

IFName(Interface name)

A '\*' before an interface means the entity is being deleted.

-----  
-----

IFName	Status
LAM	TransportAddress
HelloSent/Rcv	

-----  
-----

GE0/0/0	Active
DU	1.1.1.1
11/10	

-----  
-----

另一条查看命令

display mpls ldp

LDP Instance Information

-----  
-----

Instance ID	:	0
VPN-Instance	:	

Instance Status : Active  
LSR ID :  
1.1.1.1  
Loop Detection : Off  
Path Vector Limit : 32  
Label Distribution Mode : Ordered  
Label Retention Mode : Liberal  
Instance Deleting State : No  
Instance Reseting State : No  
Graceful-Delete : Off  
Graceful-Delete Timer : 5 Sec

-----  
-----

标签发布方式 : DU ( Downstream Unsolicited , 下游自主方式 )

Label Advertisement Mode

标签的分配控制方式 : 有序标签分配控制方式      标签  
的保持方式 : 自由标签保持方式

Label Distribution Mode : Ordered      Lab  
el Retention Mode : Liberal

### 修改发布和分配控制方式

R1 : 修改标签发布方式

int g0/0/0

mpls ldp advertisement dod

可以看到修改之后 , 是生效的



```
[R1]dis mpls ldp int
```

```
-----  
-----  
IFName                               Status  
LAM      TransportAddress  
HelloSent/Rcv
```

```
-----  
-----  
GE0/0/0                               Active  
DOD      1.1.1.1  
87/83
```

如果两端的发布模式不同，是没有 LSP 的

分配控制方式 （ ensp 模拟器配置不了 ）

mpls ldp

label distribution control-mode independent

=====

## **MPLS VPN 基本配置**

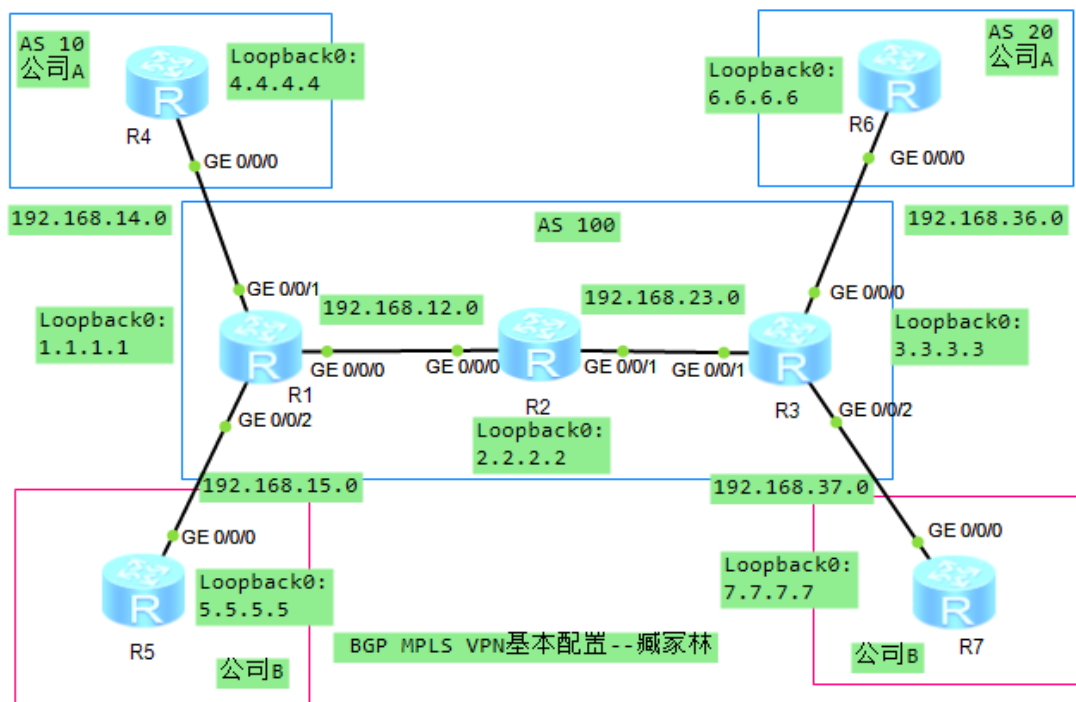
在 BGP/MPLS VPN 中，每个 VPN 实例为相应的 VPN 客户单独维护了一张路由和转发表，称为 VRF（VPN Routing and Forwarding Table），不同的 VPN 实例间的路由是不能够互通的。在 PE 上，通过将连接 CE 的接口绑定至 VPN 实例，就可以区分不同 VPN 客户的路由。当 PE 将 VPN 路由传递至对端 PE 后，对端 PE 将使用 VPN 实例的 RD（Route Dis

inguisher ) 与 VPN Target 属性来区分 VPN 路由并将其分配至对应的 VPN 实例。

在 BGP/MPLS VPN 中，BGP 扩展团体属性 VPN Target 用来控制 VPN 路由的发布和接受。对于一个 VPN 实例，其 Export Target 与 Import Target 相互对应。一般情况下，对端 PE 上 VPN 实例的 Export Target 就与本地的 Import Target 相同，本地 VPN 实例的 Export Target 应与对端 PE 的 Import Target 相同。

在 BGP/MPLS VPN 中，P 路由器无需运行 BGP，也无需知道关于 VPN 的任何信息。PE 上的 MP-BGP 会为 VPN 路由分配相应的标签值（VPN 标签），作为内层标签，LDP 分配的标签作为外层标签。当 VPN 流量沿 LSP 经过 P 路由器时，P 路由器只会进行外层标签的交换，当流量抵达对端 PE 时，对端 PE 会根据内层标签判断出流量所属的 VPN。

PE-CE 连通性的方式决定了客户如何使自己的路由进入 VPN 实例。通常，可以使用 BGP 在 CE 与 PE 间建立 EBGP 连接来实现 PE-CE 的连通，也可以使用静态路由方式或其他动态路由协议来实现这一目的。



## 配置基本 IP 地址 和 OSPF 协议

R1:

```
undo ter mo
```

```
sys
```

```
sysname R1
```

```
user-interface console 0
```

```
idle-timeout 0 0
```

```
int loop 0
```

```
ip add 1.1.1.1 32
```

```
int g0/0/1
```

```
ip add 192.168.14.1 24
```

```
int g0/0/0
```

```
ip add 192.168.12.1 24
```

```
int g0/0/2
```

```
ip add 192.168.15.1 24
```

```
ospf router-id 1.1.1.1
```

```
area 0
```

```
net 192.168.12.1 0.0.0.0
net 1.1.1.1 0.0.0.0
q
```

```
R2:
undo ter mo
sys
sysname R2
user-interface console 0
idle-timeout 0 0
int loop 0
ip add 2.2.2.2 32
int g0/0/0
ip add 192.168.12.2 24
int g0/0/1
ip add 192.168.23.2 24
ospf router-id 2.2.2.2
area 0
net 192.168.12.2 0.0.0.0
net 192.168.23.2 0.0.0.0
net 2.2.2.2 0.0.0.0
q
```

```
R3:
undo ter mo
sys
sysname R3
user-interface console 0
idle-timeout 0 0
int loop 0
ip add 3.3.3.3 32
int g0/0/0
ip add 192.168.36.3 24
int g0/0/1
```

```
ip add 192.168.23.3 24
int g0/0/2
ip add 192.168.37.3 24
ospf router-id 3.3.3.3
area 0
net 192.168.23.3 0.0.0.0
net 3.3.3.3 0.0.0.0
q
```

```
R4:
undo ter mo
sys
sysname R4
user-interface console 0
idle-timeout 0 0
int loop 0
ip add 4.4.4.4 32
int g0/0/0
ip add 192.168.14.4 24
q
```

```
R5:
undo ter mo
sys
sysname R5
user-interface console 0
idle-timeout 0 0
int loop 0
ip add 5.5.5.5 32
int g0/0/0
ip add 192.168.15.5 24
q
```

```
R6:
```

```
undo ter mo
sys
sysname R6
user-interface console 0
idle-timeout 0 0
int loop 0
ip add 6.6.6.6 32
int g0/0/0
ip add 192.168.36.6 24
q
```

```
R7:
undo ter mo
sys
sysname R7
user-interface console 0
idle-timeout 0 0
int loop 0
ip add 7.7.7.7 32
int g0/0/0
ip add 192.168.37.7 24
q
```

在 R2 上查看 OSPF 邻居的建立

```
[R2]dis ospf peer bri
```

```
OSPF Process 1 with Router ID 2.2.2.2
Peer Statistic Information
```

```
-----
-----
Area Id                               Interface
```

Neighbor id	State
0.0.0.0	
GigabitEthernet0/0/0	
1.1.1.1	Full
0.0.0.0	
GigabitEthernet0/0/1	
3.3.3.3	Full

-----

-----

## 配置 AS 100 网络的 MPLS 协议和 LDP

R1 R2 R3 配置 MPLS 和 LDP

R1 :

```
mpls lsr-id 1.1.1.1
mpls
mpls ldp
int g0/0/0
mpls
mpls ldp
q
```

R2 :

```
mpls lsr-id 2.2.2.2
mpls
mpls ldp
int g0/0/0
mpls
mpls ldp
```

```
int g0/0/1
mpls
mpls ldp
q
```

```
R3 :
mpls lsr-id 3.3.3.3
mpls
mpls ldp
int g0/0/1
mpls
mpls ldp
q
```

配置完成后在 R2 上查看 LDP 会话建立情况，LDP 会话状态为 Operational，会话成功建立

```
[R2]dis mpls ldp session
```

LDP Session(s) in Public Network  
Codes: LAM(Label Advertisement Mode),  
SsnAge Unit(DDDD:HH:MM)  
A '\*' before a session means the session  
is being deleted.

```
-----
-----
PeerID                               Status
LAM      SsnRole      SsnAge
KASent/Rcv
```



```

-----
-----
1.1.1.1:0                                Operational
DU      Active      0000:00:00      3/3
3.3.3.3:0                                Operational
DU      Passive    0000:00:00      2/2
-----
-----

```

[R1]dis mpls lsp

```

-----
-----
LSP
Information: LDP LSP
-----
-----
FEC                                     In/Out
Label      In/Out IF
Vrf Name
1.1.1.1/32      3/NULL
-/-
2.2.2.2/32      NULL/3
-/GE0/0/0
2.2.2.2/32      1024/3
-/GE0/0/0
3.3.3.3/32      NULL/1025
-/GE0/0/0
3.3.3.3/32      1025/1025
-/GE0/0/0

```

默认只为 32 位主机路由分配标签，如果要使能为所有的 IGP 路由分配标签配置如下：

R1:

mpls

lsp-trigger all

[R1-mpls]dis mpls lsp

-----  
-----

LSP

Information: LDP LSP

-----  
-----

FEC In/Out

Label In/Out IF

Vrf Name

2.2.2.2/32 NULL/3

-/GE0/0/0

2.2.2.2/32 1024/3

-/GE0/0/0

1.1.1.1/32 3/NULL

-/-

3.3.3.3/32 NULL/1025

-/GE0/0/0

3.3.3.3/32 1025/1025

-/GE0/0/0

192.168.14.0/24 3/NULL

-/-

192.168.12.0/24 3/NULL

-/-

192.168.15.0/24  
-/-

3/NULL

### 配置 PE 设备间的 MP-BGP

在 R1 上建立与 R3 的 IBGP 邻居关系,使用 ipv4-family vpnv4 进入 VPNv4 视图,在 VPNv4 视图下启用与对等体交换 VPNv4 路由信息的能力,允许与对等体交换路由时携带 BGP 团体属性。

RT 值是 BGP 的 community 属性

R1 :

```
bgp 100
router-id 1.1.1.1
peer 3.3.3.3 as-number 100
peer 3.3.3.3 connect-interface LoopBack 0
peer 3.3.3.3 next-hop-local
ipv4-family vpnv4
peer 3.3.3.3 enable
peer 3.3.3.3 advertise-community
q
```

R3:

```
bgp 100
router-id 3.3.3.3
peer 1.1.1.1 as-number 100
peer 1.1.1.1 connect-interface LoopBack 0
peer 1.1.1.1 next-hop-local
ipv4-family vpnv4
peer 1.1.1.1 enable
peer 1.1.1.1 advertise-community
```

q

配置完成后，在 R1 上查看 BGP 邻居关系，可以看到 R1 R3 邻居关系已经成功建立

<R1>display bgp peer

Peer	V	AS	MsgRcvd
MsgSent	OutQ	Up/Down	State
PrefRcv			
3.3.3.3	4	100	2
4	0 00:00:01	Established	
0			

### 在 PE 上创建 VPN 实例并与接口进行绑定

在 R1 上为公司 A 创建名为 vpna 的 VPN 实例，在 IPv4 地址族视图下使用 route-distinguisher 300:1 配置 RD 为 300:1，使用 vpn-target 100:1 both 配置 Import 与 Export 方向的 VPN-Target 团体属性。

将 g0/0/1 接口与 VPN 实例 vpna 进行绑定，绑定后接口的 IP 地址信息将被删除，需要重新配置。

R1 :

```
ip vpn-instance vpna
route-distinguisher 300:1
vpn-target 100:1 both
```

q

```
int g0/0/1
```

```
ip binding vpn-instance vpna
```

```
ip add 192.168.14.1 24
q
```

为公司 B 创建名为 vpnb 的 VPN 实例，配置 RD 为 300:2，  
vpn-target 为 100:2  
将 g0/0/2 接口与 VPN 实例 vpnb 进行绑定

```
R1 :
ip vpn-instance vpnb
route-distinguisher 300:2
vpn-target 100:2 both
q
```

```
int g0/0/2
ip binding vpn-instance vpnb
ip add 192.168.15.1 24
q
```

R3 上也完成相应的配置

```
R3 :
ip vpn-instance vpna
route-distinguisher 300:1
vpn-target 100:1 both
q
```

```
int g0/0/0
ip binding vpn-instance vpna
ip add 192.168.36.3 24
q
```

```
ip vpn-instance vpnb
route-distinguisher 300:2
vpn-target 100:2 both
q
```

```
int g0/0/2
ip binding vpn-instance vpnb
ip add 192.168.37.3 24
q
```

### 为公司 A 配置基于 BGP 的 PE-CE 连通性

在 CE R4 上进行 BGP 配置，建立与 R1 的 EBGP 邻居关系。

R4：

```
bgp 10
router-id 4.4.4.4
peer 192.168.14.1 as-number 100
network 4.4.4.4 32
```

在 R1 的 VPN 实例 vpnb 的视图，建立与 R4 的 EBGP 邻居关系

R1：

```
bgp 100
ipv4-family vpn-instance vpnb
peer 192.168.14.4 as-number 10
```

在 R4 上查看 BGP 邻居状态

```
[R4]dis bgp peer
```

Peer	V	AS	MsgRcvd
MsgSent	OutQ	Up/Down	State

Pre fRcv

192.168.14.1		4		100
2	2		1	00:00:00
Established		0		

在 R1 上查看 VPN 实例 vpna 的 BGP 邻居状态

[R1]dis bgp vpnv4 vpn-instance vpna peer

Peer		V	AS	MsgRcvd
MsgSent	OutQ	Up/Down		State
fRcv				Pre
192.168.14.4		4	10	3
2	0	00:00:03	Established	1

在 R3 和 R6 上完成同样的配置

R3 :

bgp 100

ipv4-family vpn-instance vpna

peer 192.168.36.6 as-number 20

R6 :

bgp 20

router-id 6.6.6.6

peer 192.168.36.3 as-number 100

net 6.6.6.6 32

q

在 R1 上查看 VPN 实例 vpna 的 BGP 路由表，可以看到 VPN 实例 vpna 仅拥有 4.4.4.4 6.6.6.6

```
<R1>dis bgp vpnv4 vpn-instance      vpna
routing-table
```

Network		NextHop
MED	LocPrf	PrefVal
Path/Ogn		
*>	4.4.4.4/32	
192.168.14.4	0	
0	10i	
*>i	6.6.6.6/32	3.3.3.3
0	100	0
20i		

在 R1 上查看 LSP 信息

可以看到，表中出现了 BGP LSP, FEC 为 4.4.4.4/32，In 标签为 1027, Out 标签为 NULL, VRF Name 为 vpna，In 标签为 1027 应该由 MP-BGP 协议分配的内层标签，仅用于区分路由信息所属的 VRF

```
<R1>dis mpls lsp
```

```
-----
-----
LSP
Information: BGP      LSP
-----
-----
FEC                                           In/Out
```



Label In/Out IF

Vrf Name

4.4.4.4/32

1027/NULL

-/-

vpna

-----  
-----

LSP

Information: LDP LSP

-----  
-----

FEC In/Out

Label In/Out IF

Vrf Name

1.1.1.1/32

3/NULL

-/-

2.2.2.2/32

NULL/3

-/GE0/0/0

2.2.2.2/32

1024/3

-/GE0/0/0

3.3.3.3/32

NULL/1025

-/GE0/0/0

3.3.3.3/32

1025/1025

-/GE0/0/0

在 R4 上 ping R6，测试连通性，可以看到 R4 与 R6 能正常通信，实现了公司 A 的 VPN 网络的互通。

<R4>ping -a 4.4.4.4 6.6.6.6

PING 6.6.6.6: 56 data bytes, press

CTRL\_C to break

```
      Reply from 6.6.6.6: bytes=56
Sequence=1 ttl=253 time=110 ms
      Reply from 6.6.6.6: bytes=56
Sequence=2 ttl=253 time=110 ms
      Reply from 6.6.6.6: bytes=56
Sequence=3 ttl=253 time=80 ms
      Reply from 6.6.6.6: bytes=56
Sequence=4 ttl=253 time=80 ms
      Reply from 6.6.6.6: bytes=56
Sequence=5 ttl=253 time=140 ms
```

### 为公司 B 配置 PE-CE 连通性

公司 B 的 CE 设备 R5 将使用静态路由方式实现 PE-CE 连通性，CE 设备 R7 将使用 OSPF 协议实现 PE-CE 连通性  
在 R5 上创建缺省路由

R5:

```
ip route-static 0.0.0.0 0 192.168.15.1
```

在 R1 上为 VPN 实例 vpnb 创建静态路由，将 VPN 实例 vpnb 的静态路由引入 BGP

至此，R1 与 R5 之间的 PE-CE 连通性配置完成

R1 :

```
ip route-static vpn-instance vpnb 5.5.5.5 32 192.168.15.5
bgp 100
ipv4-family vpn-instance vpnb
import-route static
```

在 R7 上配置普通的 OSPF

R7:

```
ospf router-id 7.7.7.7
area 0
net 192.168.37.7 0.0.0.0
net 7.7.7.7 0.0.0.0
```

在 R3 上为 VPN 实例 vpnb 创建 OSPF 进程，要用 **ospf 2**  
R3：

```
ospf 2 vpn-instance vpnb
area 0
net 192.168.37.3 0.0.0.0
q
```

配置完成后，在 R3 上查看 OSPF 邻居关系，状态为 FULL，  
表明邻居关系已经成功建立

```
<R3>display ospf peer brief
```

```
[R3]dis ospf peer bri
```

```
OSPF Process 1 with Router ID 3.3.3.3
```

```
-----
-----
```

Area Id	Interface
Neighbor id	State
0.0.0.0	
GigabitEthernet0/0/1	
2.2.2.2	Full

```
-----
-----
```

```
OSPF Process 2 with Router ID
```

192.168.37.3

### Peer Statistic Information

-----			
-----			
Area Id		Interface	
Neighbor id		State	
0.0.0.0			
GigabitEthernet0/0/2		7.7.7.7	
Full			
-----			
-----			

在 R3 的 OSPF 视图下使用 import-route bgp ，将 VPN 实例 vpnb 的 BGP 路由引入 OSPF

然后，将 VPN 实例 vpnb 的 OSPF 路由引入 BGP,至此 R7 与 R3 之间的 PE-CE 连通性配置完成。

R3 :

ospf 2

import-route bgp

q

bgp 100

ipv4-family vpn-instance vpnb

import-route ospf 2

如果只引入 7.7.7.7 接口，不要引入 192.168.37.0 ,可以在 R3 上进行过滤

R3 :

acl 2000

rule permit source 7.7.7.7 0

```
route-policy 10 permit node 10
if-match acl 2000
```

```
bgp 100
ipv4-family vpn-instance vpnb
import-route ospf 2 route-policy 10
```

在 R7 上测试与 R5 的连通性。R7 仅能与同属公司 B 的 5.5.5.5 进行通信，而不能与公司 A 通信。

```
<R7>ping -a 7.7.7.7 5.5.5.5
  PING 5.5.5.5: 56      data bytes, press
CTRL_C to break
    Reply from 5.5.5.5: bytes=56
Sequence=1 ttl=253 time=110 ms
    Reply from 5.5.5.5: bytes=56
Sequence=2 ttl=253 time=110 ms
    Reply from 5.5.5.5: bytes=56
Sequence=3 ttl=253 time=110 ms
    Reply from 5.5.5.5: bytes=56
Sequence=4 ttl=253 time=130 ms
    Reply from 5.5.5.5: bytes=56
Sequence=5 ttl=253 time=110 ms
```

当 CE-PE 之间运行 EBGp 时，无需在 PE 上对客户路由和 MP-BGP 协议之间进行引入配置，客户的 VPNv4 路由可以直接通过 MPLS/MP-BGP 网络传递给对端 PE。

而当 CE-PE 之间运行的是静态路由或者是 IGP 时，则需要进行互相引入的配置，才能使客户的 VPNv4 路由通过 MPLS/M

P-BGP 网络进行传递。