

OSPF作为PE-CE协议和MPLS L3 VPN环路防护技术配置示例

目录

[简介](#)

[先决条件](#)

[要求](#)

[使用的组件](#)

[背景信息](#)

[配置](#)

[网络图](#)

[配置](#)

[DN位](#)

[域标记](#)

[验证](#)

[故障排除](#)

简介

本文档介绍在提供商边缘(PE)和客户边缘(CE)路由器之间运行开放最短路径优先(OSPF)路由协议时的环路预防功能和最低配置步骤。它呈现的网络场景描述了向下位(DN)的使用，该位是链路状态通告(LSA)和域标记中的选项。

先决条件

要求

思科建议您了解OSPF和多协议标签交换(MPLS)第3层VPN。

使用的组件

本文档不限于特定的软件和硬件版本。

本文档中的信息都是基于特定实验室环境中的设备编写的。本文档中使用的所有设备最初均采用原始(默认)配置。如果您使用的是真实网络，请确保您已经了解所有命令的潜在影响。

背景信息

服务提供商(SP)和CE路由器使用SP和客户共同同意的路由协议交换路由。本文档的范围是描述使用OSPFv2时的环路预防机制。

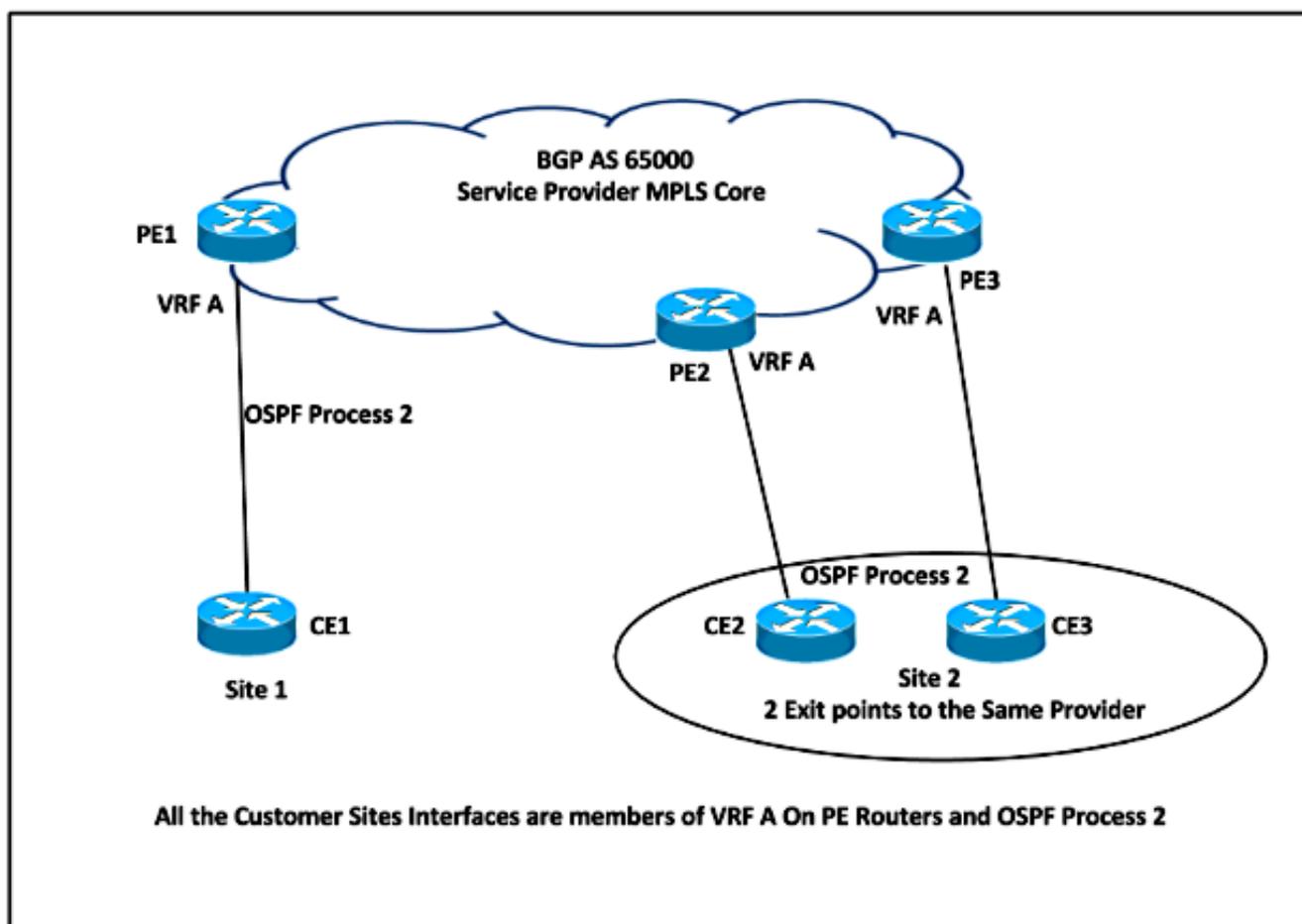
当OSPFv2用于属于特定虚拟路由和转发(VRF)或VPN的PE-CE链路时，PE路由器：

- 将通过OSPF为该VPN接收的路由重分发到多协议边界网关协议(MP-BGP)，并将其通告给其他PE路由器。
- 通过MP-BGP将VPN中安装的BGP路由重分布到该VPN的OSPF实例中，并将其通告给CE路由器。

配置

网络图

请考虑此网络拓扑，以了解环路防御技术。



在此设置中，可能存在环路。例如，如果CE1向PE1通告OSPF LSA第1类，PE1将路由重分发到VPNv4并将其通告给PE2，则PE2会反过来向CE2通告汇总LSA。CE2接收的此路由可通告回CE2pe3。第三个PE路由器获知比BGP路由更好的OSPF路由，并将该路由重新通告到BGP作为客户站点2的本地。PE3从不获知通告的路由不是来自客户站点2。

为了克服这种情况，当路由从MP-BGP重分发到OSPF时，它们在LSA类型3、5或7中标有DN位

, 并且具有第5类和第7类LSA的域标记。

配置

以下是PE路由器上的配置示例。此配置包括VRF配置、在PE-CE路由器之间运行的OSPF进程2、在MPLS核心中作为内部网关协议(IGP)运行的OSPF进程1和MP-BGP配置。

```
Sample Configuration for PE1
ip vrf A
rd 1:1
route-target both 65000:1
route-target import 65000:2
route-target import 65000:3
! VRF A configuration with Route Distinguisher and Route Targets
! 2:2 and 3:3 import route-target is configured as export route-target on PE2 and PE3

interface Ethernet0/0
ip vrf forwarding A
ip address 10.10.23.3 255.255.255.0
! Eth0/0 Interface - CE1 Facing

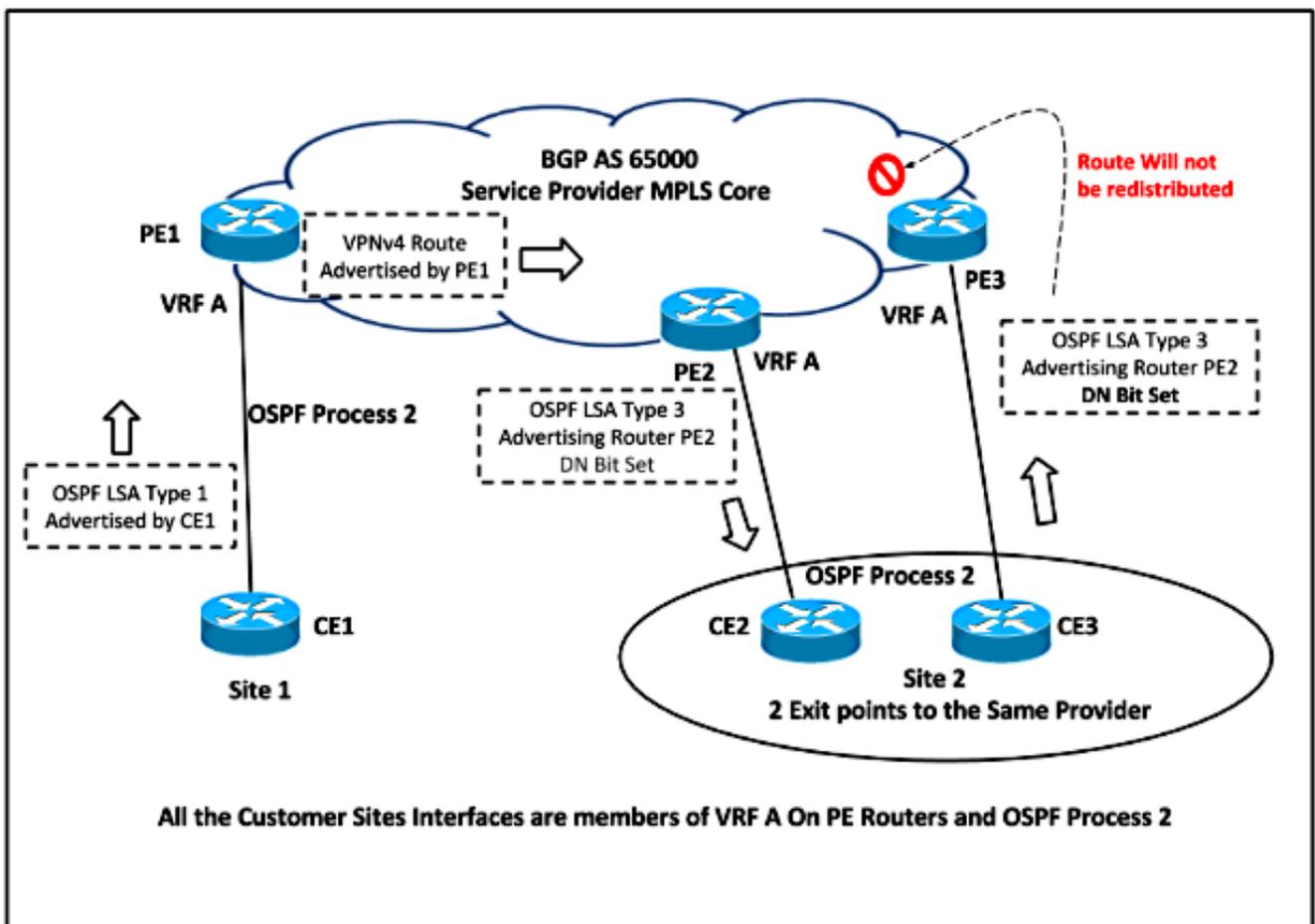
router ospf 1
router-id 10.1.1.1
network 0.0.0.0 255.255.255.255 area 0
! OSPF Process 1 running in MPLS Core and Loopback1

router ospf 2 vrf A
redistribute bgp 65000 subnets
network 10.10.23.3 0.0.0.0 area 0
! OSPF Process 2 in VRF A and redistribution of BGP Routes installed via MP-BGP in the VRF A into OSPF 2

router bgp 65000
no bgp default ipv4-unicast
neighbor 10.2.2.2 remote-as 65000
neighbor 10.2.2.2 update-source Loopback1
neighbor 10.3.3.3 remote-as 65000
neighbor 10.3.3.3 update-source Loopback1
!
address-family vpnv4
neighbor 10.2.2.2 activate
neighbor 10.2.2.2 send-community extended
neighbor 10.3.3.3 activate
neighbor 10.3.3.3 send-community extended
exit-address-family
!
address-family ipv4 vrf A
redistribute ospf 2 metric 10 match internal external 1 external 2
exit-address-family
! BGP VPNv4 and OSPF Process 2 configuration
! Redistribution of OSPF Process 2 into BGP, so that the routes could be advertised via MP BGP to PE2 and PE3
```

DN位

OSPF LSA选项字段中以前未使用的位称为DN位。当MP-BGP路由重分发到OSPF时，此位在第3类、第5类和第7类LSA上设置。当另一台PE路由器从CE路由器第3类、第5类或第7类LSA接收LSA并设置了DN位时，该LSA的信息不会用于OSPF路由计算。



根据网络拓扑，PE2为重分发的LSA设置DN位，并且PE3上的OSPF进程2中从不考虑此LSA进行路由计算。因此，PE3从不将此路由重分发回MP-BGP。

以下是OSPF报头的示例，显示DN位集，当PE路由器为第3类LSA通告该路由时：

Open Shortest Path First

OSPF Header

```
Version: 2
Message Type: LS Update (4)
Packet Length: 56
Source OSPF Router: 10.10.23.3 (10.10.23.3)
Area ID: 0.0.0.0 (0.0.0.0) (Backbone)
Checksum: 0x4034 [correct]
Auth Type: Null (0)
Auth Data (none): 0000000000000000
```

LS Update Packet

```
Number of LSAs: 1
Summary-LSA (IP network)
.000 1110 0001 0000 = LS Age (seconds): 3600
0... .. = Do Not Age Flag: 0
Options: 0xa2 (DN, DC, E)
1... .. = DN: Set
.0.. .. = O: Not set
..1. .... = DC: Demand Circuits are supported
...0 .... = L: The packet does NOT contain LLS data block
.... 0... = NP: NSSA is NOT supported
.... .0.. = MC: NOT Multicast Capable
.... ..1. = E: External Routing Capability
```

.... ...0 = MF: NO Multi-Topology Routing

域标记

域标记仅适用于OSPF第5类和第7类LSA。当VPNv4路由从MP-BGP重分发到PE路由器上的OSPF时，会为OSPF外部路由设置域标记。可以在OSPF Process下使用domain-tag命令手动设置标记，也可以自动生成32位值：

Manually configured tags:

```

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|0|                                     LocalInfo                                     |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

```

```

Command:      router ospf
              domain-tag <1-4294967295>
              OSPF domain tag - 32-bit value

```

Automatic Tag Generation: 32 bits

When the tag is automatically generated, the high order bit is set to 1
c bit is set when Origin is EGP or IGP
pl 2 bits are for Path Length information
ArbitraryTag 12 bits defaults to 0
AutonomousSystem 16 bits indicating the AS number
The other bits are defined below:

```

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+
|1|c|p l|      ArbitraryTag      |      AutonomousSystem      |
+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+---+

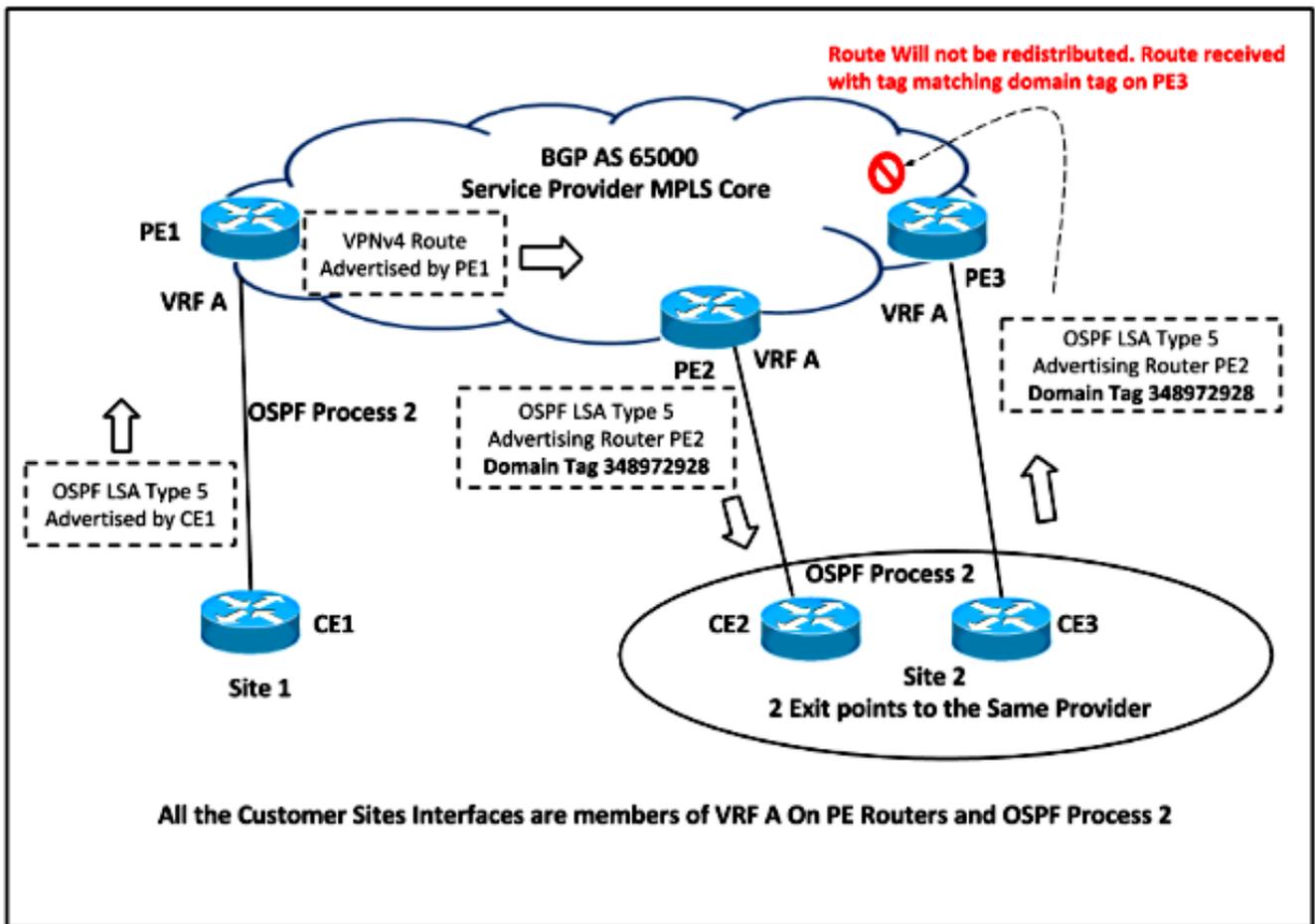
```

In our example the routes received on CE2 from PE1, the tag is set to **3489725928**
Binary Representation:

```

11010000 00000000 11111101 11101000
<-----65000----->
Autonomous System Number

```



根据网络拓扑，PE2在将VPNv4路由重分发到OSPF时为第5类和第7类LSA设置域标记。此LSA从不考虑用于路由计算，因为DN位已设置，但它也设置了域标记，因此LSA被忽略，因为域标记与VPN/VRF标记匹配。因此，该路由从不重分发到OSPF。

本示例显示当从CE3接收LSA类型5时，其域标记设置与PE3上的本地VRF域标记设置相同：

```
*Jan 31 00:29:23.947: OSPF-2 EXTER: adv_rtr 10.10.57.5, age 3, seq 0x80000001,
metric 10, metric-type 2, fw-addr 0.0.0.0
*Jan 31 00:29:23.947: OSPF-2 EXTER: Tag equals to VPN Tag, ignoring the LSA
*Jan 31 00:29:23.947: OSPF-2 EXTER: Process partial nssa spf queue
```

```
PE3#show ip ospf database external 192.168.5.5
```

```
OSPF Router with ID (10.3.3.3) (Process ID 1)
```

```
OSPF Router with ID (10.10.68.6) (Process ID 2)
```

```
Type-5 AS External Link States
```

```
LS age: 38
Options: (No TOS-capability, DC)
LS Type: AS External Link
Link State ID: 192.168.5.5 (External Network Number )
Advertising Router: 10.10.57.5
LS Seq Number: 80000001
Checksum: 0x89A3
Length: 36
Network Mask: /32
```

```
Metric Type: 2 (Larger than any link state path)
MTID: 0
Metric: 10
Forward Address: 0.0.0.0
External Route Tag: 3489725928
```

验证

用于发现是否为LSA设置了DN位和所应用的域标记的命令与用于检查LSA数据库的命令相同。

此输出显示了OSPF第3类和第5类LSA的示例，并在VPNv4路由重分发到PE2上的OSPF时突出显示DN位和标记集：

LSA Type 3	LSA Type 5
<pre>PE2#sh ip ospf 2 database summary 192.168.1.1 OSPF Router with ID (10.10.57.5) (Process ID 2) Summary Net Link States (Area 0) LS age: 1735 Options: (No TOS-capability, DC, Downward) LS Type: Summary Links(Network) Link State ID: 192.168.1.1 (summary Network Number) Advertising Router: 10.10.57.5 LS Seq Number: 80000001 Checksum: 0x46AE Length: 28 Network Mask: /32 MTID: 0 Metric: 10 LS age: 1738 Options: (No TOS-capability, DC, Downward) LS Type: Summary Links(Network) Link State ID: 192.168.1.1 (summary Network Number) Advertising Router: 10.10.68.6 LS Seq Number: 80000001 Checksum: 0xF2F5 Length: 28 Network Mask: /32 MTID: 0 Metric: 10</pre>	<pre>PE2#sh ip ospf 2 database external 192.168.5.5 OSPF Router with ID (10.10.57.5) (Process ID 2) Type-5 AS External Link States LS age: 1756 Options: (No TOS-capability, DC, Downward) LS Type: AS External Link Link State ID: 192.168.5.5 (External Network Number) Advertising Router: 10.10.57.5 LS Seq Number: 80000001 Checksum: 0x2AA Length: 36 Network Mask: /32 Metric Type: 2 (Larger than any link state path) MTID: 0 Metric: 10 Forward Address: 0.0.0.0 External Route Tag: 3489725928 LS age: 1759 Options: (No TOS-capability, DC, Downward) LS Type: AS External Link Link State ID: 192.168.5.5 (External Network Number) Advertising Router: 10.10.68.6 LS Seq Number: 80000001 Checksum: 0xAEF1 Length: 36 Network Mask: /32 Metric Type: 2 (Larger than any link state path) MTID: 0 Metric: 10 Forward Address: 0.0.0.0 External Route Tag: 3489725928</pre>

注意：MPLS VPN OSPF PE-CE始终包括环路预防机制以处理问题。在较旧的Cisco IOS®中，Per original IETF草案第3类LSA使用LSA中的DN位，第5类LSA使用标记。较新的RFC 4576要求对第3类和第5类LSA都使用DN位。

这是通过思科漏洞ID CSCtw79182[提交的](#)。

带有Cisco IOS映像并修复此缺陷的PE路由器将产生第5类外部LSA，其中DN位和标记均作为环路预防机制。以前的Cisco IOS版本将唯一的标记用于外部路由。

更改行为是因为可以重写标记（通过更改VPN域ID或通过路由映射），但DN位不是用户可控的。在某些拐角设计中，一些客户可能故意禁用环路防止机制，覆盖外部LSA的标记，以便PE路由器首选OSPF路由而非BGP路由。

在较新的Cisco IOS版本中，这是不可能的。在教科书配置中使用PE-CE OSPF的绝大多数客户不会受到影响。覆盖标签的客户可能会看到行为变化。

故障排除

目前没有针对此配置的故障排除信息。