

# 使用OSPFv2的远程无环备用路径

## 目录

[简介](#)

[先决条件](#)

[要求](#)

[使用的组件](#)

[背景信息](#)

[术语](#)

[配置](#)

[网络图](#)

[R1](#)

[R2](#)

[R3](#)

[R4](#)

[R5](#)

[R6](#)

[了解MPLS-Remote-LFA隧道功能](#)

[验证](#)

[故障排除](#)

## 简介

本文档介绍远程无环备用(LFA)机制如何在启用多协议标签交换(MPLS)的网络中提供流量的快速重新路由。

远程LFA提供一种机制，在该机制中，如果直接LFA路径不可用，流量可以通过隧道传输到远程节点，该节点仍然可以在50毫秒的周转时间内将流量传送到最终目的地。

## 先决条件

### 要求

思科建议您了解：

- 开放最短路径优先(OSPFv2)
- MPLS

### 使用的组件

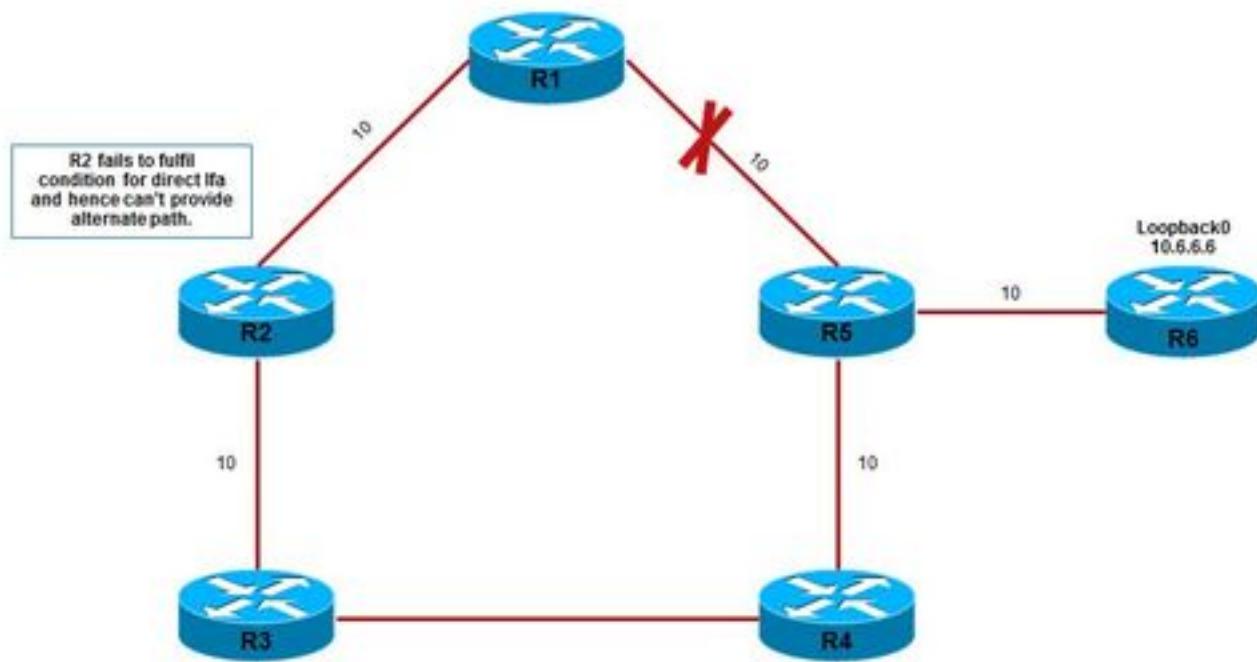
本文档不限于特定的软件和硬件版本。

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

在当今快节奏的网络中，任何对网络的中断都可能会妨碍敏感应用。如果网络中的节点或链路故障沿主路径发生，数据包可以丢弃到OSPF、中间系统到中间系统(ISIS)和增强型内部网关路由协议(EIGRP)等点路由协议收敛。OSPF和ISIS等链路状态协议没有EIGRP这样的机制，以便预先计算备用路由，以便在主路由发生故障时使用。

直连LFA和远程LFA是与OSPF和ISIS结合使用的两种机制，以便有备用路由/路径。此备份路径在主路由发生故障时使用，仅在OSPF或ISIS重新收敛时使用。这有助于在OSPF或ISIS收敛时将数据包传送到目的地，如图所示。



链路标有各自的OSPF开销。从R1到达10.6.6.6的开销为21，其主路径为R1 > R5 > R6。

**R1 > R5 > R6 > Loopback0 // OSPF开销21**

当R2针对直接LFA不等式进行检查时，它不会通过这些不等式，因此无法为10.6.6.6提供直接LFA路径：

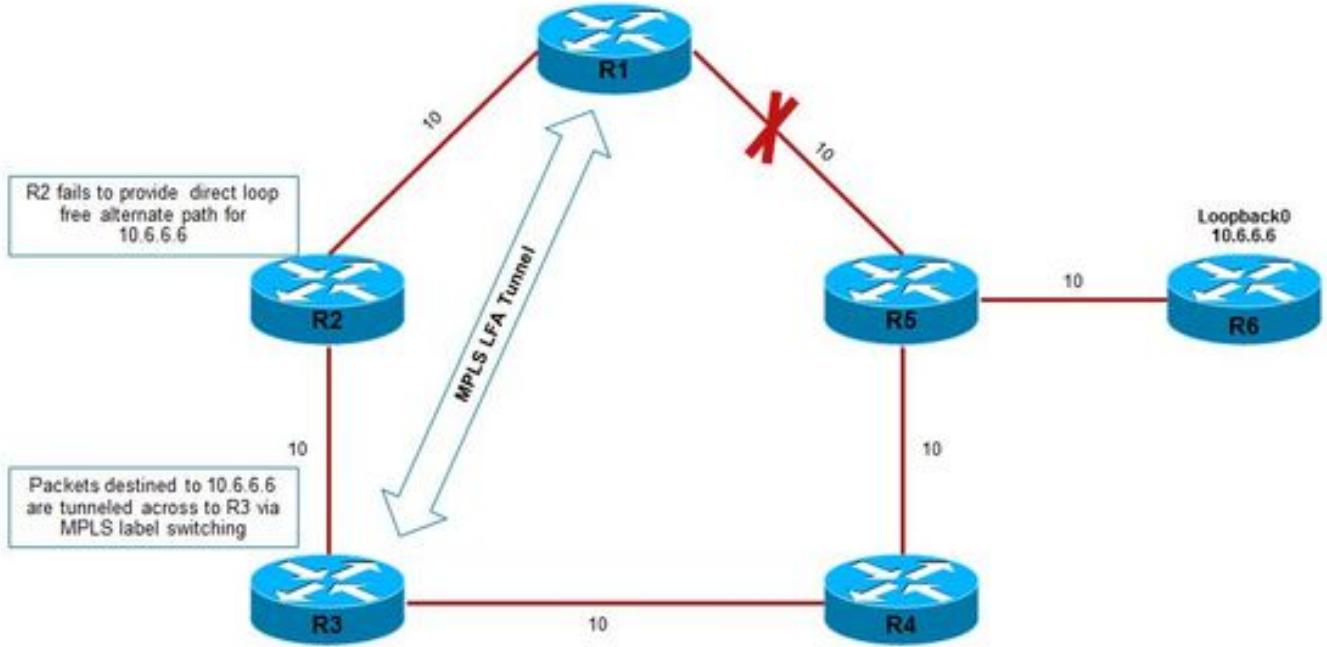
```
D(N,D) < D(N,S) + D(S,D) // Link Protection
```

```
41 < 10 + 21 // Equality fails
```

由于R2未通过提供直接LFA路径所需的基本条件，因此在R1-R5链路发生故障时，R2不能用作备用路径。

有关直接LFA的详细信息，请参阅。

但是，如果在R1-R5故障期间，来自R1的流量可以通过隧道传输到R3，则可以获得备用备用路径。这种将数据包隧道化到可提供LFA路径的远程节点的机制称为远程LFA。通过隧道发往R3的数据包将转发到R6，而无任何障碍，因为链路发生故障，R1-R5不会进入到达10.6.6.6的主路径，如图所示。



建立的隧道是MPLS LDP隧道。因此，它要求在环境中启用LDP。但是，运行远程LFA的先决条件是直接LFA，否则LDP隧道不会启动。

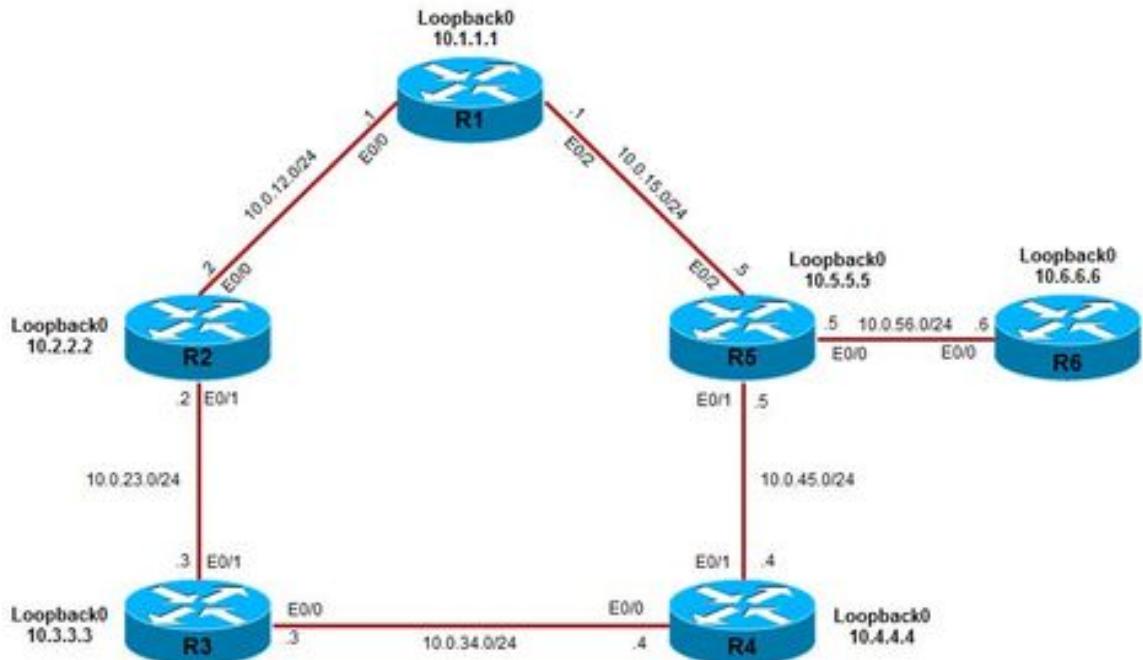
## 术语

远程LFA中使用的术语很少，此处对此进行了说明。

- P空间 — 这定义了R1可以到达的其它路由器集，而无需通过故障链路。这要求在R1上使用根运行最短路径树(SPT)算法。例如，在拓扑中，R1的P空间为R2和R3。
- Q空间 — 这定义了一组路由器，这些路由器可以到达R5，而无需遍历故障链路。这要求在R5上运行根SPT。因此，R5的Q空间是R3和R4。
- PQ节点 — 这是P和Q空间共用的节点。在这种情况下，R3是常见的，被选为PQ或也称为释放节点。这是远程LFA隧道终止的节点。可能有多个这样的PQ节点，但根据算法只选择一个节点。

## 配置

### 网络图



首先根据直接LFA路径可用性检查所有前缀以进行保护。没有直接LFA保护的前缀被视为远程LFA保护。

用于启用直连LFA的命令：

```
fast-reroute per-prefix enable area 0 prefix-priority high
fast-reroute keep-all-paths
```

启用远程LFA的命令：

```
fast-reroute per-prefix remote-lfa area 0 tunnel mpls-ldp
```

**R1**

```
interface Loopback0
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.255
!
interface Ethernet0/0
 ip address 10.0.12.1 255.255.255.0
 mpls ip
!
interface Ethernet0/1
 no ip address
!
interface Ethernet0/2
 ip address 10.0.15.1 255.255.255.0
 mpls ip

router ospf 100
 fast-reroute per-prefix enable area 0 prefix-priority high
 fast-reroute per-prefix remote-lfa area 0 tunnel mpls-ldp
```

```
fast-reroute keep-all-paths
network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
```

## R2

```
interface Loopback0
 ip address 10.2.2.2 255.255.255.255
!
interface Ethernet0/0
 ip address 10.0.12.2 255.255.255.0
 mpls ip
!
interface Ethernet0/1
 ip address 10.0.23.2 255.255.255.0
 mpls ip

router ospf 100
 fast-reroute per-prefix enable area 0 prefix-priority high
 fast-reroute per-prefix remote-lfa area 0 tunnel mpls-ldp
 fast-reroute keep-all-paths
 network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
```

## R3

```
interface Loopback0
 ip address 10.3.3.3 255.255.255.255
!
interface Ethernet0/0
 ip address 10.0.34.3 255.255.255.0
 mpls ip
!
interface Ethernet0/1
 ip address 10.0.23.3 255.255.255.0
 mpls ip

router ospf 100
 fast-reroute per-prefix enable area 0 prefix-priority high
 fast-reroute per-prefix remote-lfa area 0 tunnel mpls-ldp
 fast-reroute keep-all-paths
 network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
```

## R4

```
interface Loopback0
 ip address 10.4.4.4 255.255.255.255
!
interface Ethernet0/0
 ip address 10.0.34.4 255.255.255.0
 mpls ip
!
interface Ethernet0/1
 ip address 10.0.45.4 255.255.255.0
 mpls ip
```

```
router ospf 100
  fast-reroute per-prefix enable area 0 prefix-priority high
  fast-reroute per-prefix remote-lfa area 0 tunnel mpls-ldp
  fast-reroute keep-all-paths
  network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
```

## R5

```
interface Loopback0
  ip address 10.5.5.5 255.255.255.255
!
interface Ethernet0/0
  ip address 10.0.56.5 255.255.255.0
!
interface Ethernet0/1
  ip address 10.0.45.5 255.255.255.0
  mpls ip
!
interface Ethernet0/2
  ip address 10.0.15.5 255.255.255.0
  mpls ip

router ospf 100
  fast-reroute per-prefix enable area 0 prefix-priority high
  fast-reroute per-prefix remote-lfa area 0 tunnel mpls-ldp
  fast-reroute keep-all-paths
  network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
```

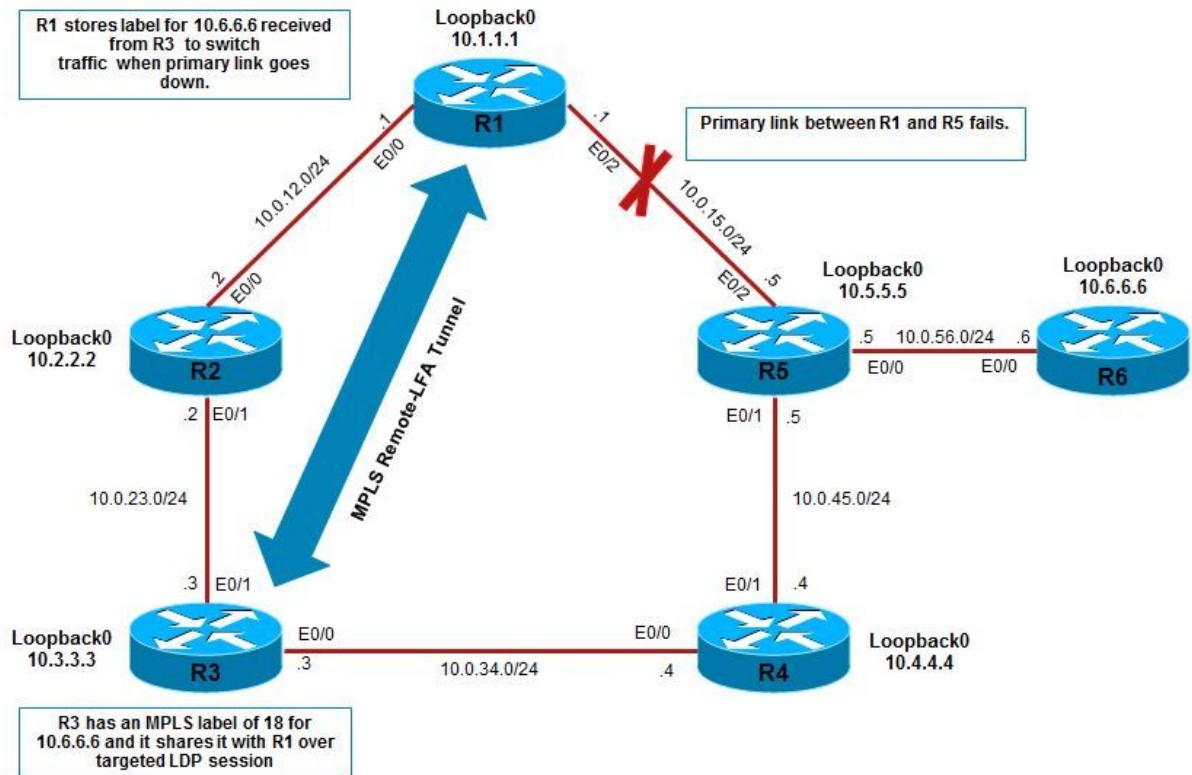
## R6

```
interface Loopback0
  ip address 10.6.6.6 255.255.255.0
!
interface Ethernet0/0
  ip address 10.0.56.6 255.255.255.0
  mpls ip

router ospf 100
  fast-reroute per-prefix enable area 0 prefix-priority high
  fast-reroute keep-all-paths
  network 10.0.0.0 0.255.255.255 area 0
```

## 了解MPLS-Remote-LFA隧道功能

远程LFA计算按主要下一跳执行。如果有两个前缀共享相同的主下一跳，则所有前缀将共享相同的LFA隧道和PQ节点或释放节点。远程LFA计算导致选择R3作为PQ或释放节点，如图所示。



对于R6的环回10.6.6.6，流量的主要路径是通过R1 > R5 > R6，如下所示。

```
R1#show ip route 10.6.6.6
Routing entry for 10.6.6.6/32
Known via "ospf 100", distance 110, metric 21, type intra area
Last update from 10.0.15.5 on Ethernet0/2, 00:08:56 ago
Routing Descriptor Blocks:
* 10.0.15.5, from 10.6.6.6, 00:08:56 ago, via Ethernet0/2 // Primary path
    Route metric is 21, traffic share count is 1
    Repair Path: 10.3.3.3, via MPLS-Remote-Lfa3 // Also a backup MPLS remote tunnel has been
established
```

此备份隧道在R1和PQ/释放节点R3之间自动设置，该节点已通过算法计算。这会导致在R1和R3之间建立目标LDP会话以交换标签。

```
R1#show mpls ldp neighbor 10.3.3.3
Peer LDP Ident: 10.3.3.3:0; Local LDP Ident 10.1.1.1:0
TCP connection: 10.3.3.3.22164 - 10.1.1.1.646
State: Oper; Msgs sent/rcvd: 28/29; Downstream
Up time: 00:12:08
LDP discovery sources:
    Targeted Hello 10.1.1.1 -> 10.3.3.3, active, passive
    Addresses bound to peer LDP Ident:
        10.0.34.3      10.3.3.3      10.0.23.3
```

PQ/释放(R3)节点使用在R1和R3之间构建的目标LDP会话，以便与R1共享受保护前缀（本例中为10.6.6.6）的MPLS标签。在此，R3的MPLS标签为18，用于标记向R6环回的流量的交换。此标签18由R3通过LDP与R1共享，并存储为R1上的备份标签。

```
R1#show ip cef 10.6.6.6
```

```

10.6.6.6/32 // 23 is primary label
nexthop 10.0.15.5 Ethernet0/2 label [23|18] // 18 is backup label shared by R3
repair: attached-nexthop 10.3.3.3 MPLS-Remote-Lfa3

```

```

R1#show mpls forwarding-table 10.3.3.3
Local      Outgoing    Prefix          Bytes Label   Outgoing     Next Hop
Label      Label       or Tunnel Id  Switched    interface
21         21        10.3.3.3/32    0           Et0/0       10.0.12.2

```

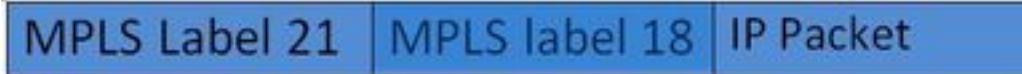
```

R3#show mpls forwarding-table 10.6.6.6
Local      Outgoing    Prefix          Bytes Label   Outgoing     Next Hop
Label      Label       or Tunnel Id  Switched    interface
18        18         10.6.6.6/32    0           Et0/0       10.0.34.4

```

只要R1-R5链路处于活动状态（主路径），流量就会通过带有标签23的MPLS LSP转发（标签通过主路径到达10.6.6.6）。但是，当R1-R5链路断开时，流量通过MPLS-Remote-Lfa3的修复路径交换。在此故障期间，R1的IP数据包会附加一个标签。内部标签是通过目标LDP会话学习的标签，外部标签是为了到达PQ节点（本例中为R3），如图所示。

- 内部标签 — R3通过LDP提供给R1的10.6.6.6标签。
- 外部标签 — R1为R3的环回提供的标签。



外部标签 内部标签 内部IP数据包

因此，使用外部标签21对流量进行标记交换以到达PQ节点R3。一旦流量到达R3，外部标签将被移除（或由于次级跳跃而被R2移除）。R3找到内部标签值18，并检查其MPLS转发表，然后相应地转发它，如图所示。

1	R2 is unable to provide direct alternate to 10.6.6.6
2	Remote LFA is computed and R3 is selected as release/PQ node
3	Targeted LDP session is built between R1 and R3
4	MPLS label for protected (10.6.6.6) prefix is advertised by R3 to R1
5	R1 installs this label as a backup in CEF.

## 验证

使用本部分可确认配置能否正常运行。

### 验证功能

如前所述，受保护的示例前缀是10.6.6.6/32，即R6的loopback0。R1到达R6的环回的主路径是通过R1 > R5 > R6，如输出所示。在以下输出中，除了主转发路径外，还列出了在R1和R5之间的主链路断开时使用的另一条修复路径：

```
R1#show ip int brief | in up
```

Ethernet0/0	10.0.12.1	YES	NVRAM	up	up
Ethernet0/2	10.0.15.1	YES	NVRAM	up	up
Loopback0	10.1.1.1	YES	NVRAM	up	up
<b>MPLS-Remote-Lfa3</b>	10.0.12.1	YES	unset	up	up
<b>MPLS-Remote-Lfa4</b>	10.0.15.1	YES	unset	up	up

```
R1#show ip route 10.6.6.6
Routing entry for 10.6.6.6/32
Known via "ospf 100", distance 110, metric 21, type intra area
Last update from 10.0.15.5 on Ethernet0/2, 01:45:54 ago
Routing Descriptor Blocks:
* 10.0.15.5, from 10.6.6.6, 01:45:54 ago, via Ethernet0/2
  Route metric is 21, traffic share count is 1
  Repair Path: 10.3.3.3, via MPLS-Remote-Lfa3
```

```
R1#show ip ospf rib 10.6.6.6
OSPF Router with ID (10.1.1.1) (Process ID 100)

Base Topology (MTID 0)

OSPF local RIB
Codes: * - Best, > - Installed in global RIB
LSA: type/LSID/originator

*> 10.6.6.6/32, Intra, cost 21, area 0
  SPF Instance 10, age 01:48:22
  Flags: RIB, HiPrio
  via 10.0.15.5, Ethernet0/2
  Flags: RIB
  LSA: 1/10.6.6.6/10.6.6.6
  repair path via 10.3.3.3, MPLS-Remote-Lfa3, cost 40 // MPLS LFA tunnel chosen as
  Flags: RIB, Repair, IntfDj, BcastDj, CostWon backup
  LSA: 1/10.6.6.6/10.6.6.6
```

因此，在主链路故障(R1-R5)后OSPF收敛期间，使用MPLS修复隧道交换流量。此隧道源自R1，终止于R3 ( PQ节点 ) 10.3.3.3。它还提到，它提供了对链路10.0.15.5、以太网0/2的保护，该链路是从R1到10.6.6.6的流量的主路径。

```
R1#show ip ospf fast-reroute remote-lfa tunnels
OSPF Router with ID (10.1.1.1) (Process ID 100)

Area with ID (0)

Base Topology (MTID 0)

Interface MPLS-Remote-Lfa3 // Remote lfa tunnel
Tunnel type: MPLS-LDP
Tailend router ID: 10.3.3.3
Termination IP address: 10.3.3.3
Outgoing interface: Ethernet0/0
First hop gateway: 10.0.12.2
Tunnel metric: 20
Protects:
  10.0.15.5 Ethernet0/2, total metric 40
```

## 故障排除

目前没有针对此配置的故障排除信息。