

# 使用OSPFv2的遠端無環備用路徑

## 目錄

[簡介](#)

[必要條件](#)

[需求](#)

[採用元件](#)

[背景資訊](#)

[技術](#)

[設定](#)

[網路圖表](#)

[R1](#)

[R2](#)

[R3](#)

[R4](#)

[R5](#)

[R6](#)

[瞭解MPLS-Remote-LFA通道功能](#)

[驗證](#)

[疑難排解](#)

## 簡介

本檔案將說明遠端無回圈替代(LFA)機制如何在啟用多重協定標籤交換(MPLS)的網路中提供流量的快速重新路由。

遠端LFA提供了一種機制，在該機制中，如果直接LFA路徑不可用，則可將流量通過隧道傳輸到遠端節點，該節點仍可在50毫秒的週轉時間內將流量傳送到終端目標。

## 必要條件

### 需求

思科建議您瞭解：

- 開放最短路徑優先(OSPFv2)
- MPLS

### 採用元件

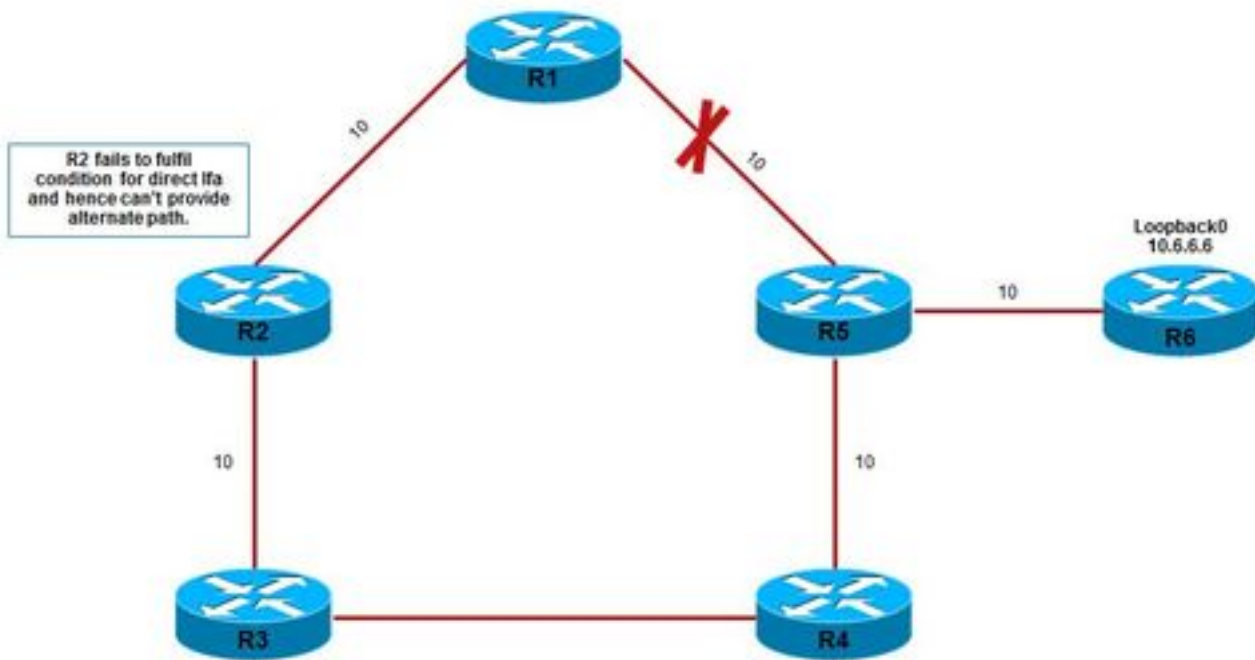
本文件所述內容不限於特定軟體和硬體版本。

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。如果您的網路正在作用，請確保您已瞭解任何指令可能造成的影響。

## 背景資訊

在當今快節奏網路中，對網路的任何中斷（哪怕只有幾秒鐘）都可能會妨礙敏感應用。如果沿主路徑的網路中存在節點或鏈路故障，則資料包可能會被丟棄，直到點路由協定(如OSPF、中間系統到中間系統(ISIS)和增強型內部網關路由協定(EIGRP)收斂為止。鏈路狀態協定（如OSPF和ISIS）沒有類似EIGRP的機制，以便預先計算備份路由，以便在主路由出現故障時使用。

直連的LFA和遠端LFA是兩個與OSPF和ISIS結合使用的機制，以便具有備份路由/路徑。在主路由發生故障時，使用此備份路徑，並且僅在點OSPF或ISIS重新收斂之前使用。這有助於在OSPF或ISIS收斂時將資料包傳送到目的地，如圖所示。



鏈路標有各自的OSPF開銷。從R1到10.6.6.6的開銷是21，它的主要路徑是R1 > R5 > R6。

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

當R2檢查直接LFA不等式時，它不會傳遞它們，因此不能為10.6.6.6提供直接LFA路徑：

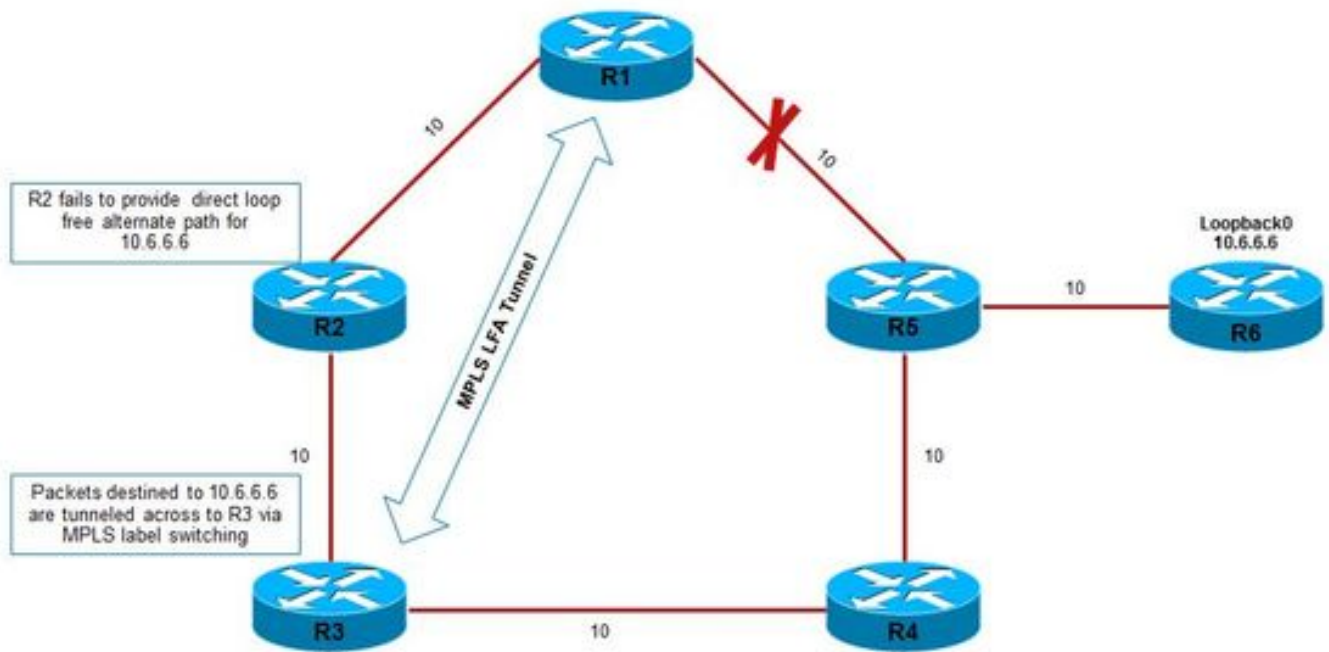
```
D(N,D) < D(N,S) + D(S,D) // Link Protection
```

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

由於R2未通過提供直接LFA路徑所需的基本條件，因此，如果R1-R5鏈路發生故障，R2將無法作為備用路徑。

有關直接LFA的詳細資訊，請參閱。

但是，如果在R1-R5發生故障期間，來自R1的流量可以通過隧道傳輸到R3，則可以實現備用備份路徑。這種將資料包通道到可提供LFA路徑的遠端節點的機制稱為遠端LFA。通過隧道發往R3的資料包被轉發到R6時不會受到任何阻礙，因為鏈路出現故障，R1-R5沒有進入其主路徑到達10.6.6.6，如圖所示。



所構建的隧道是MPLS LDP隧道。因此，它要求在環境中啟用LDP。但是，運行遠端LFA的前提是直接LFA，否則LDP隧道無法啟動。

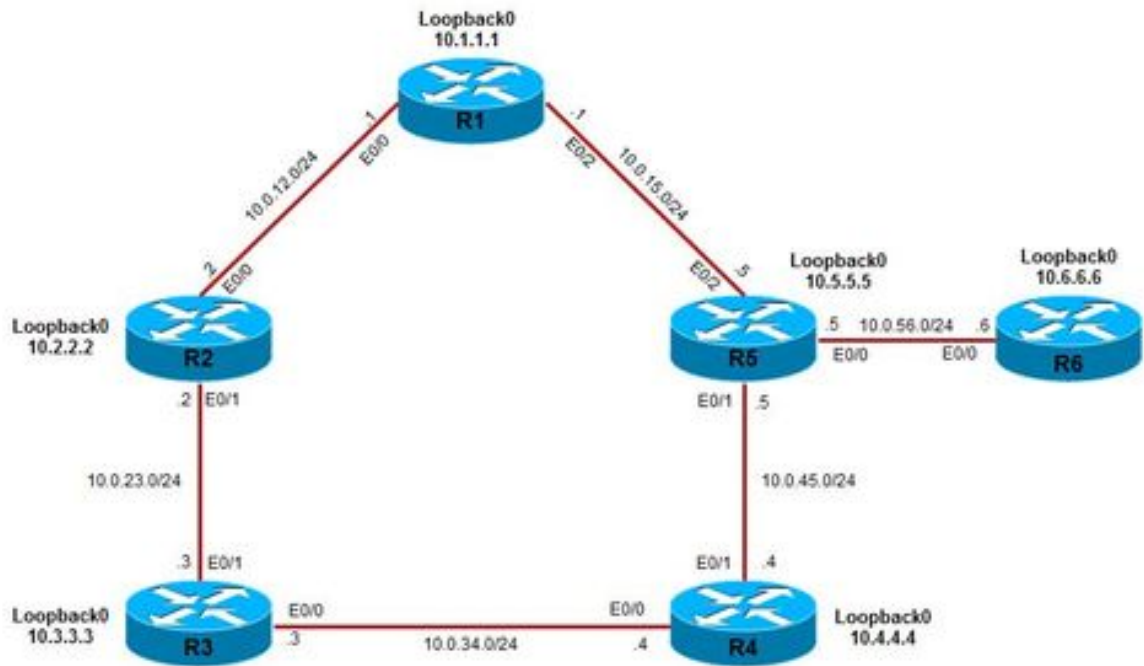
## 技術

對於遠端LFA很少使用術語，此處對這些術語進行解釋。

- P空間 — 這定義了一組其它路由器R1可以到達而不經過故障鏈路。這要求在R1運行根最短路徑樹(SPT)演算法。例如，在拓撲中，R1的P空間為R2和R3。
- Q Space — 定義一組路由器，這些路由器可以到達R5而不經過故障鏈路。這要求在R5運行根的SPT。因此，R5的Q空間是R3和R4。
- PQ節點 — 這是P空間和Q空間通用的節點。在這種情況下，R3是常見的，被選為PQ或也稱為發行節點。這是遠端LFA隧道終止的節點。可以有多個這樣的PQ節點，但是根據演算法只選擇一個節點。

## 設定

### 網路圖表



首先根據直接LFA路徑可用性檢查所有字首以便保護。沒有直接LFA保護的字首將考慮用於遠端LFA保護。

用於啟用直連LFA的命令：

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

用於啟用遠端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
```

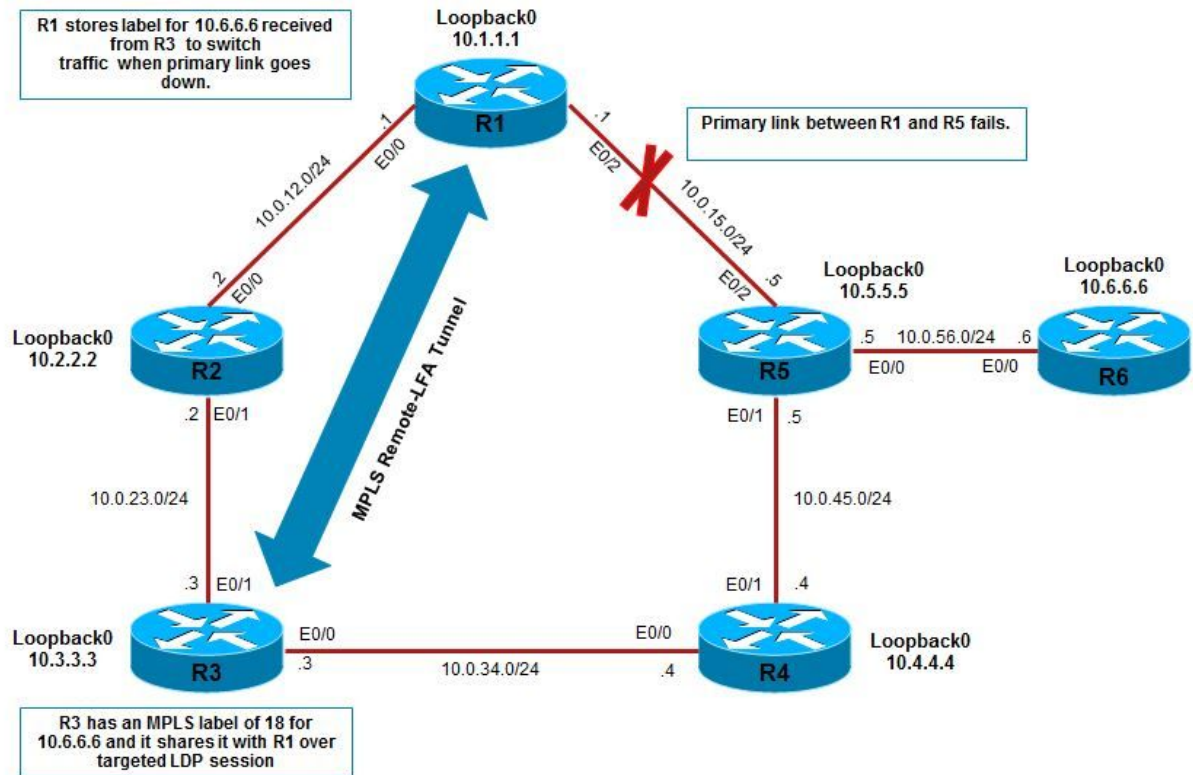
## R6

```
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
```

## 瞭解MPLS-Remote-LFA通道功能

遠端LFA計算基於每個主節點下一跳進行。如果有兩個字首共用同一個主下一跳，則所有字首都將共用同一個LFA隧道和PQ節點或釋放節點。遠端LFA計算導致選擇R3作為PQ或釋放節點，如下圖所示。



對於R6的環回10.6.6.6，流量的主要路徑是通過R1 > R5 > R6，如這裡所示。

```
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
```

此備份隧道在R1和PQ/釋放節點R3之間自動設定，此節點已由演算法計算。這會導致R1和R3之間建立目標LDP會話以交換標籤。

```
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/release(R3)節點使用在R1和R3之間構建的目標LDP會話，以便與R1共用受保護字首 (本例中為10.6.6.6) 的MPLS標籤。此處可以看到R3的MPLS標籤18用於向R6的環回執行流量的標籤交換。此標籤18由R3通過LDP與R1共用，並作為備份標籤儲存在R1上。

```
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鏈路處於活動狀態（主路徑），流量就會通過帶有標籤23的MPLS LSP轉發（通過主路徑轉發到10.6.6.6的標籤）。但是，當R1-R5鏈路斷開時，流量會通過MPLS-Remote-Lfa3的修復路徑進行交換。此故障期間R1的IP資料包會加上一個額外的標籤。內部標籤是通過目標LDP會話獲知的，而外部標籤是為了到達PQ節點（本例中為R3），如圖所示。

- 內部標籤 — R3通過LDP向R1提供10.6.6.6的標籤。
- Outer Label（外部標籤） — R1對R3的環回具有標籤。



外部標籤 內部標籤 內部IP資料包

因此，流量被標示為使用外部標籤21進行交換以到達PQ節點R3。一旦流量到達R3，外部標籤即被移除（或者由於倒數第二跳跳彈出而R2可能移除）。R3發現內部標籤值18，並檢查其MPLS轉發表並將其相應地轉發，如圖所示。

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.

## 驗證

使用本節內容，確認您的組態是否正常運作。

### 驗證功能

如前所述，受保護的示例字首是10.6.6.6/32（即R6的loopback0）。R1到達R6環回的主要路徑是通過R1 > R5 > R6，如輸出所示。在這些輸出中，除了主轉發路徑之外，還列出了R1和R5之間的主鏈路斷開時使用的另一個修復路徑：

```
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，在主鏈路故障(R1-R5)後，在OSPF收斂期間，使用MPLS修復隧道交換流量。此隧道源自R1，終止於R3 ( PQ節點 ) 10.3.3.3。它還提到為從R1到10.6.6.6的流量提供針對鏈路10.0.15.5(Ethernet 0/2)的保護。

```
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
```

## 疑難排解

目前尚無適用於此組態的具體疑難排解資訊。