

# 使用 OSPF 的 MPLS 基本流量工程配置示例

## 目录

[简介](#)

[先决条件](#)

[要求](#)

[使用的组件](#)

[规则](#)

[功能组件](#)

[配置](#)

[网络图](#)

[快速配置指南](#)

[配置文件](#)

[验证](#)

[show 命令输出示例](#)

[故障排除](#)

[相关信息](#)

## 简介

本文档提供了使用帧中继和开放最短路径优先 (OSPF) 在现有的多协议标签交换 (MPLS) 网络上实现流量工程 (TE) 时所需的示例配置。我们的示例实现两个动态隧道 (由入口标签交换路由器 [LSR] 自动设置) 和两条使用明确路径的隧道。

TE 是一个通称，是指使用不同的技术优化指定骨干容量和拓扑的利用率。

MPLS TE 提供了一种方法，可将 TE 功能 (如用于类似 ATM 的第 2 层协议的功能) 整合到第 3 层协议 (IP) 中。MPLS TE 利用对现有协议 (中间系统到中间系统 (IS-IS)、资源预留协议 (RSVP)、OSPF) 的扩展计算并建立根据网络约束设置的单向隧道。通信流根据其目的地不同，被映射到不同的隧道上。

## 先决条件

### 要求

本文档没有任何特定的要求。

### 使用的组件

本文档中的信息基于以下软件和硬件版本：

- Cisco IOS® 软件版本 12.0(11)S 和 12.1(3a)T

- Cisco 3600 路由器

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。

## 规则

有关文档规则的详细信息，请参阅 [Cisco 技术提示规则](#)。

## 功能组件

下表介绍此配置示例的功能组件：

组件	说明
IP 隧道接口	第 2 层：MPLS 隧道接口是标签交换路径 (LSP) 的题头。它配置有一组资源需求，例如带宽和优先级。第 3 层：LSP 隧道接口是指向隧道目标的单向虚拟链路的前端。
具有 TE 扩展的 RSVP	RSVP 用于根据计算出的路径使用 PATH 和 RSVP 预留 (RESV) 消息建立和维护 LSP 隧道。RSVP 协议规范已扩展，使 RESV 消息也分发标签信息。
连接状态的内部网关路由协议 (IGP) [IS-IS or OSPF with TE extension]	用于对来自链路管理模块的拓扑和资源信息进行泛洪。IS-IS 用途新建的类型长度值 (TLV); OSPF 使用类型 10 链路状态通告 (也称为不透明 LSA)。
MPLS TE 路径计算模块	仅在 LSP 前端运行，用于使用来自链路状态数据库的信息确定路径。
MPLS TE 链路管理模块	在每个 LSP 跳，此模块对 RSVP 信令消息执行链路呼叫准入，并对要由 OSPF 或 IS-IS 泛洪的拓扑和资源信息进行登记。
标签交换转发	基于标签的基本 MPLS 转发机制。

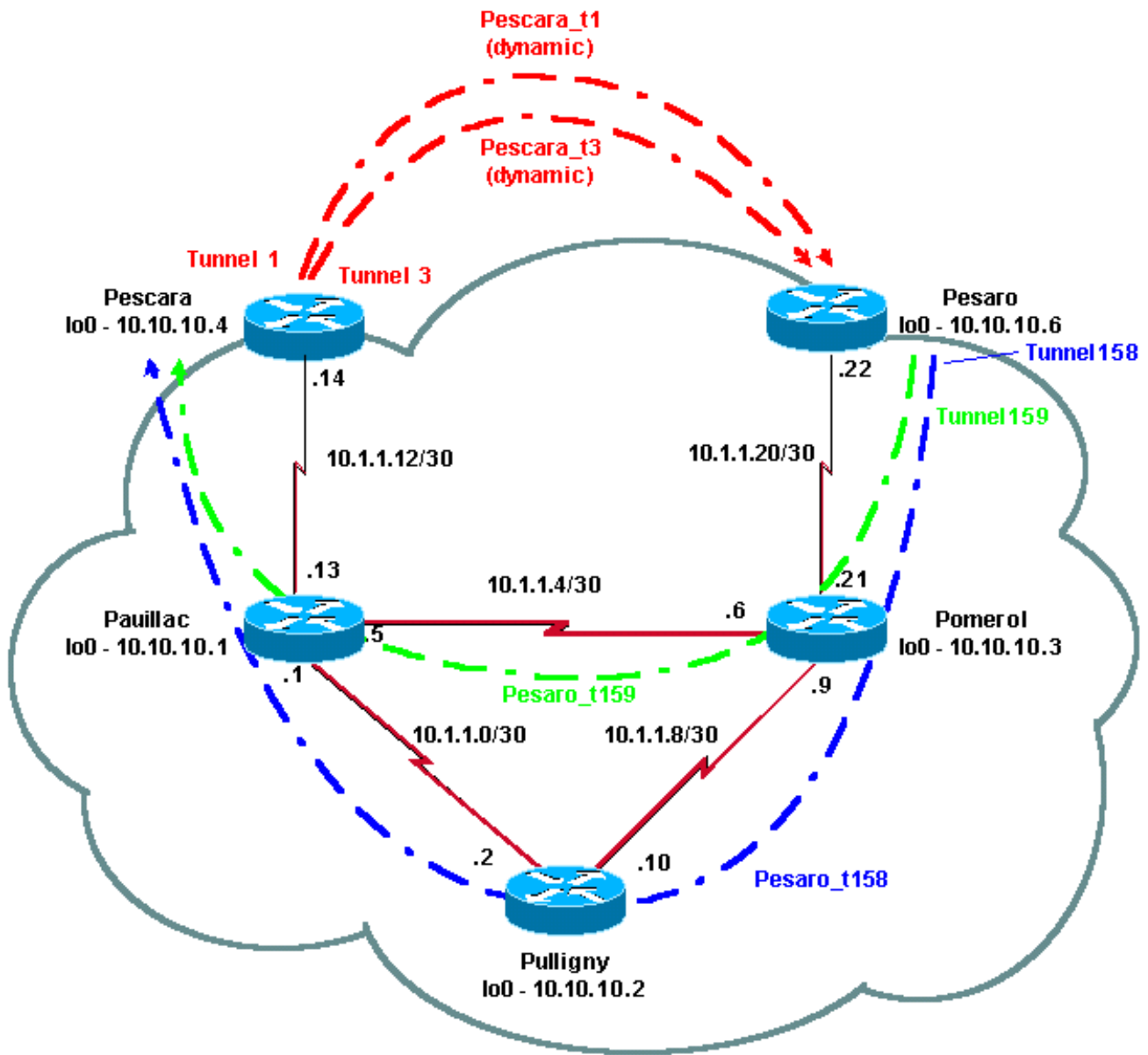
## 配置

本部分提供有关如何配置本文档所述功能的信息。

**注意：** 有关本文档所用命令的详细信息，请使用 [命令查找工具](#) (仅限注册用户)。

## 网络图

本文档使用以下网络设置：



## 快速配置指南

可以采用下列步骤执行快速配置。有关更多详细信息，请参阅 [MPLS 流量工程和增强功能](#)。

1. 采用常见配置设置您的网络。（在这种情况下，我们使用了帧中继。）**注意：**必须使用 32 位 IP 掩码设置环回接口。此地址将用于按照路由协议设置 MPLS 网络和 TE。此环回地址必须是可通过全局路由表到达的地址。
2. 为 MPLS 网络设置路由协议。它必须是链路状态协议（IS-IS 或 OSPF）。在路由协议配置模式下，输入以下命令：对于 IS-IS：

```
metric-style [wide | both]
mpls traffic-eng router-id LoopbackN
mpls traffic-eng [level-1 | level-2 |]
```

对于 OSPF：

```
mpls traffic-eng area X
mpls traffic-eng router-id LoopbackN (must have a 255.255.255.255 mask)
```

3. 启用 MPLS TE。在一般配置模式下输入 `ip cef`（如果 `ip cef distributed` 可用，也可输入以提高性能）。为每个相关接口启用 MPLS (`tag-switching ip`)。输入 `mpls traffic-engineering tunnel`

以启用 MPLS TE，以及零带宽 TE 隧道的 RSVP。

4. 在非零带宽隧道的每个相关接口通过输入 `ip rsvp bandwidth XXX` 启用 RSVP。
5. 设置要用于 TE 的隧道。针对 MPLS TE 隧道可以配置许多选项，但 `tunnel mode mpls traffic-eng` 命令是必需的。`tunnel mpls traffic-eng autoroute announce` 命令按照路由协议宣布隧道的存在。**注意：**不要忘记为隧道接口的 IP 地址使用 `ip unnumbered loopbackN`。此配置显示从 Pescara 路由器到 Pesaro 路由器的两个具有不同带宽（和优先级）的动态隧道（Pescara\_t1 和 Pescara\_t3），以及从 Pesaro 到 Pescara 的两个使用明确路径的隧道（Pesaro\_t158 和 Pesaro\_t159）。

## 配置文件

本文档使用如下所示的配置。仅包括配置文件的相关部分。用于启用 MPLS 的命令显示为蓝色文本；特定于 TE（包括 RSVP）的命令显示为**粗体文本**。

```
Pesaro

Current configuration:

!
version 12.1
!
hostname Pesaro
!
ip cef ! mpls traffic-eng tunnels
!
interface Loopback0
 ip address 10.10.10.6 255.255.255.255
!
interface Tunnell158
  ip unnumbered Loopback0
  tunnel destination 10.10.10.4
  tunnel mode mpls traffic-eng
  tunnel mpls traffic-eng autoroute announce
  tunnel mpls traffic-eng priority 2 2
  tunnel mpls traffic-eng bandwidth 158
  tunnel mpls traffic-eng path-option 1 explicit name low
!
interface Tunnell159
```

```
ip unnumbered Loopback0

tunnel destination 10.10.10.4

tunnel mode mpls traffic-eng

tunnel mpls traffic-eng autoroute announce

tunnel mpls traffic-eng priority 4 4

tunnel mpls traffic-eng bandwidth 159

tunnel mpls traffic-eng path-option 1 explicit name
straight
!
interface Serial0/0

no ip address

encapsulation frame-relay

!
interface Serial0/0.1 point-to-point

bandwidth 512

ip address 10.1.1.22 255.255.255.252

tag-switching ip mpls traffic-eng tunnels

frame-relay interface-dlci 603

ip rsvp bandwidth 512 512

!
router ospf 9

network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 9

network 10.10.10.0 0.0.0.255 area 9

mpls traffic-eng area 9

mpls traffic-eng router-id Loopback0

!
ip classless

!
ip explicit-path name low enable

next-address 10.1.1.21

next-address 10.1.1.10

next-address 10.1.1.1

next-address 10.1.1.14
```

```
!  
ip explicit-path name straight enable  
  
next-address 10.1.1.21  
  
next-address 10.1.1.5  
  
next-address 10.1.1.14  
  
!  
end
```

## 佩斯卡拉

Current configuration:

```
!  
version 12.0  
  
!  
hostname Pescara  
  
!  
ip cef ! mpls traffic-eng tunnels  
  
!  
interface Loopback0  
  
ip address 10.10.10.4 255.255.255.255  
  
!  
interface Tunnel1  
  
ip unnumbered Loopback0  
  
no ip directed-broadcast  
  
tunnel destination 10.10.10.6  
  
tunnel mode mpls traffic-eng  
  
tunnel mpls traffic-eng autoroute announce  
  
tunnel mpls traffic-eng priority 5 5  
  
tunnel mpls traffic-eng bandwidth 25  
  
tunnel mpls traffic-eng path-option 2 dynamic  
  
!  
interface Tunnel3  
  
ip unnumbered Loopback0
```

```
no ip directed-broadcast

tunnel destination 10.10.10.6

tunnel mode mpls traffic-eng

tunnel mpls traffic-eng autoroute announce

tunnel mpls traffic-eng priority 6 6

tunnel mpls traffic-eng bandwidth 69

tunnel mpls traffic-eng path-option 1 dynamic

!

interface Serial0/1

no ip address

encapsulation frame-relay

!

interface Serial0/1.1 point-to-point

bandwidth 512

ip address 10.1.1.14 255.255.255.252

mpls traffic-eng tunnels

tag-switching ip frame-relay interface-dlci 401 ip rsvp
bandwidth 512 512

!

router ospf 9

network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 9

network 10.10.10.0 0.0.0.255 area 9

mpls traffic-eng area 9

mpls traffic-eng router-id Loopback0

!

end
```

## Pomerol

Current configuration:

```
version 12.0

!

hostname Pomerol
```

```
!  
ip cef ! mpls traffic-eng tunnels  
!  
interface Loopback0  
    ip address 10.10.10.3 255.255.255.255  
!  
interface Serial0/1  
    no ip address  
    encapsulation frame-relay  
!  
interface Serial0/1.1 point-to-point  
    bandwidth 512  
    ip address 10.1.1.6 255.255.255.252  
  
    mpls traffic-eng tunnels  
  
    tag-switching ip frame-relay interface-dlci 301 ip rsvp  
    bandwidth 512 512 ! interface Serial0/1.2 point-to-point  
    bandwidth 512 ip address 10.1.1.9 255.255.255.252 mpls  
    traffic-eng tunnels  
  
    tag-switching ip frame-relay interface-dlci 302 ip rsvp  
    bandwidth 512 512  
!  
interface Serial0/1.3 point-to-point  
    bandwidth 512  
    ip address 10.1.1.21 255.255.255.252  
  
    mpls traffic-eng tunnels  
  
    tag-switching ip frame-relay interface-dlci 306 ip rsvp  
    bandwidth 512 512  
!  
router ospf 9  
    network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 9  
    network 10.10.10.0 0.0.0.255 area 9  
  
    mpls traffic-eng area 9  
  
    mpls traffic-eng router-id Loopback0  
!  
ip classless
```



```
!  
end
```

## Pulligny

Current configuration:

```
!  
version 12.1  
!  
hostname Pulligny  
!  
ip cef ! mpls traffic-eng tunnels  
!  
interface Loopback0  
    ip address 10.10.10.2 255.255.255.255  
!  
interface Serial0/1  
    no ip address  
    encapsulation frame-relay  
!  
interface Serial0/1.1 point-to-point  
    bandwidth 512  
    ip address 10.1.1.2 255.255.255.252  
    mpls traffic-eng tunnels  
    tag-switching ip frame-relay interface-dlci 201 ip rsvp  
bandwidth 512 512  
!  
interface Serial0/1.2 point-to-point  
    bandwidth 512  
    ip address 10.1.1.10 255.255.255.252  
    mpls traffic-eng tunnels  
    tag-switching ip frame-relay interface-dlci 203 ip rsvp  
bandwidth 512 512  
!
```

```
router ospf 9

network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 9

network 10.10.10.0 0.0.0.255 area 9

mpls traffic-eng area 9

mpls traffic-eng router-id Loopback0

!

ip classless

!

end
```

## **Pauillac**

```
!

version 12.1

!

hostname pauillac

!

ip cef ! mpls traffic-eng tunnels

!

interface Loopback0

ip address 10.10.10.1 255.255.255.255

!

interface Serial0/0

no ip address

encapsulation frame-relay

!

interface Serial0/0.1 point-to-point

bandwidth 512

ip address 10.1.1.1 255.255.255.252

mpls traffic-eng tunnels

tag-switching ip frame-relay interface-dlci 102 ip rsvp

bandwidth 512 512

!

interface Serial0/0.2 point-to-point
```

```
bandwidth 512

ip address 10.1.1.5 255.255.255.252

mpls traffic-eng tunnels

tag-switching ip frame-relay interface-dlci 103 ip rsvp
bandwidth 512 512

!

interface Serial0/0.3 point-to-point

bandwidth 512

ip address 10.1.1.13 255.255.255.252

mpls traffic-eng tunnels

tag-switching ip frame-relay interface-dlci 104 ip rsvp
bandwidth 512 512

!

router ospf 9

network 10.1.1.0 0.0.0.255 area 9

network 10.10.10.0 0.0.0.255 area 9

mpls traffic-eng area 9

mpls traffic-eng router-id Loopback0

!

ip classless

!

end
```

## 验证

本部分所提供的信息可用于确认您的配置是否正常工作。

常规显示命令在[使用 IS-IS 配置 MPLS 基本流量工程](#)中举例说明。下面是特定于具有 OSPF 的 MPLS TE 的命令，说明如下：

- **show ip ospf mpls traffic-eng link**
- **show ip ospf database opaque-area**

[命令输出解释程序 \( 仅限注册用户 \)](#) (OIT) 支持某些 **show** 命令。使用 OIT 可查看对 **show** 命令输出的分析。

## show 命令输出示例

可以使用 **show ip ospf mpls traffic-eng link** 命令查看 OSPF 将在某个指定路由器通告哪些内容。RSVP 特性在下面以粗体显示，表示正在通告和使用中的可保留的带宽。您可以查看

Pescara\_t1 ( 优先级为 5 ) 和 Pescara\_t3 ( 优先级为 6 ) 使用的带宽。

```
Pesaro# show ip ospf mpls traffic-eng link
```

```
OSPF Router with ID (10.10.10.61) (Process ID 9)
```

```
Area 9 has 1 MPLS TE links. Area instance is 3.
```

```
Links in hash bucket 48.
```

```
Link is associated with fragment 0. Link instance is 3
```

```
Link connected to Point-to-Point network
```

```
Link ID : 10.10.10.3 Pomerol
```

```
Interface Address : 10.1.1.22
```

```
Neighbor Address : 10.1.1.21
```

```
Admin Metric : 195
```

```
Maximum bandwidth : 64000
```

```
Maximum reservable bandwidth : 64000
```

```
Number of Priority : 8
```

```
Priority 0 : 64000          Priority 1 : 64000
```

```
Priority 2 : 64000          Priority 3 : 64000
```

```
Priority 4 : 64000          Priority 5 : 32000
```

```
Priority 6 : 24000         Priority 7 : 24000
```

```
Affinity Bit : 0x0
```

可以将 **show ip ospf database** 命令限制为类型 10 LSA，并显示 MPLS TE 进程用于计算动态隧道（在本例中是 Pescara\_t1 和 Pescara\_t3）的最佳路由（对于 TE）的数据库。以下部分输出显示了此内容：

```
Pesaro# show ip ospf database opaque-area
```

```
OSPF Router with ID (10.10.10.61) (Process ID 9)
```

```
Type-10 Opaque Link Area Link States (Area 9)
```

```
LS age: 397
```

```
Options: (No TOS-capability, DC)
```

```
LS Type: Opaque Area Link
```

```
Link State ID: 1.0.0.0
```

```
Opaque Type: 1
```

```
Opaque ID: 0
```

```
Advertising Router: 10.10.10.1
```

```
LS Seq Number: 80000003
```

```
Checksum: 0x12C9
```

```
Length: 132
```

```
Fragment number : 0
```

```
MPLS TE router ID : 10.10.10.1 Pauillac
```

```
Link connected to Point-to-Point network
```

```
Link ID : 10.10.10.3
```

```
Interface Address : 10.1.1.5
```

```
Neighbor Address : 10.1.1.6
```

```
Admin Metric : 195
```

```
Maximum bandwidth : 64000
```

```
Maximum reservable bandwidth : 48125
```

```
Number of Priority : 8
```

```
Priority 0 : 48125          Priority 1 : 48125
```

```
Priority 2 : 48125          Priority 3 : 48125
```

```
Priority 4 : 48125          Priority 5 : 16125
```

```
Priority 6 : 8125           Priority 7 : 8125
```

```
Affinity Bit : 0x0
```

Number of Links : 1  
LS age: 339  
Options: (No TOS-capability, DC)  
LS Type: Opaque Area Link  
Link State ID: 1.0.0.0  
Opaque Type: 1  
Opaque ID: 0  
Advertising Router: 10.10.10.2  
LS Seq Number: 80000001  
Checksum: 0x80A7  
Length: 132  
Fragment number : 0

MPLS TE router ID : 10.10.10.2 Pulligny

Link connected to Point-to-Point network

Link ID : 10.10.10.1  
Interface Address : 10.1.1.2  
Neighbor Address : 10.1.1.1  
Admin Metric : 195  
Maximum bandwidth : 64000  
Maximum reservable bandwidth : 64000  
Number of Priority : 8  
Priority 0 : 64000            Priority 1 : 64000  
Priority 2 : 64000            Priority 3 : 64000  
Priority 4 : 64000            Priority 5 : 64000  
Priority 6 : 64000            Priority 7 : 64000  
Affinity Bit : 0x0

Number of Links : 1

LS age: 249  
Options: (No TOS-capability, DC)  
LS Type: Opaque Area Link  
Link State ID: 1.0.0.0  
Opaque Type: 1  
Opaque ID: 0  
Advertising Router: 10.10.10.3  
LS Seq Number: 80000004  
Checksum: 0x3DDC  
Length: 132  
Fragment number : 0

## [故障排除](#)

目前没有针对此配置的故障排除信息。

## [相关信息](#)

- [MPLS 支持页](#)
- [IP 路由支持页](#)
- [技术支持和文档 - Cisco Systems](#)