

# 分段路由概述和遷移指南

## 目錄

[簡介](#)

[必要條件](#)

[需求](#)

[採用元件](#)

[當前網路部署](#)

[段工藝路線概覽](#)

[為什麼選擇分段路由？](#)

[分段路由聚合優勢](#)

[分段路由控制平面](#)

[分段路由資料平面](#)

[SDN控制器\(SR-PCE\)](#)

[SR全域性塊規劃](#)

[同構SRGB塊的優點](#)

[分配SRGB塊](#)

[分段路由互通方案](#)

[SR到LDP互通](#)

[LDP到SR互通](#)

[LDP到SR互通](#)

[使用SR的LDP](#)

[段路由對映伺服器](#)

[分段路由遷移指南](#)

[外部策略](#)

[由內而外的策略](#)

[夜航戰略](#)

[MPLS LDP遷移至分段路由](#)

[RSVP-TE到網段路由策略的遷移](#)

[分段路由策略](#)

[疑難排解](#)

[相關資訊](#)

## 簡介

本文檔介紹了分段路由遷移策略，這些策略旨在簡化傳輸網路，同時使其準備好軟體定義網路(SDN)。分段路由受多協定標籤交換(MPLS)和IPv6資料平面支援，本文檔的主要重點是介紹啟用MPLS的網路的遷移策略。本文檔還重點介紹遷移到分段路由的好處，並介紹規劃遷移時要遵循的一些一般指導原則。

## 必要條件

### 需求

本文件沒有特定需求。

## 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

### 當前網路部署

在過去的幾年中，MPLS已成為業界的領頭羊，並提供各種型別的虛擬專用網路(VPN)服務。在很短的時間內，MPLS已發展為服務提供商使用的主流技術，用於建立各種創收服務，如第3層VPN、第2層VPN、基於SLA的服務，如高頻寬或低延遲路徑以及流量工程。

服務提供商通過標籤分發協定(LDP)/BGP等控制平面協定部署了MPLS進行標籤分發，以實現服務提供商域中的流量轉發。不同的服務產品（如第3層VPN、第2層VPN）（點對點與多點）已將MPLS無縫地用作傳輸。隨著高級客戶對滿足特定SLA的需求，對流量工程的需求變得明顯，因此為了滿足這種需求，對資源預留協定(Resource Reservation Protocol, RSVP)進行了增強。MPLS RSVP流量工程(TE)為服務提供商提供了幾個業務使用案例，例如更好地利用可用頻寬、為客戶提供低延遲路徑或較高頻寬。

由於LDP和IGP Sync等複雜的協定互動，以及RSVP-TE完全填充的流量工程等要求，IP/MPLS網路在一段時間內管理起來變得非常昂貴。網路基礎設施及其運營正以指數級速度增長，並且變得越來越複雜。網路所有者正在尋求一種傳輸技術，該技術可通過降低複雜性，同時通過集中式控制器開啟進程式設計，從而簡化網路。他們正在尋找創新的方法，以便以高效和可擴展的方式將業務邏輯與底層網路聯絡起來，例如，滿足每個應用程式的服務級別協定(SLA)要求。一種技術，可以彌合當前網路正規化與支援SDN的未來型網路和可程式設計網路之間的差距。

隨著不斷需求和演化，MPLS控制平面方程在運行上越來越昂貴。由於從部署該解決方案中獲得經驗，一些缺點變得明顯，因此目標部分增加了更多要求，期望得到改進的解決方案。此迭代過程導致分段路由的演變。

### 段工藝路線概覽

分段路由是一種基於源的路由體系結構。節點選擇路徑，並通過插入分段有序清單，指示路徑中接收資料包的後續節點應如何處理該資料包，從而通過該路徑引導資料包。

分段路由通過從中間節點刪除網路狀態資訊來簡化操作並減少網路中的資源需求，並且路徑資訊被編碼為入口節點標籤堆疊中的分段有序清單。除此之外，由於最短路徑網段包含到達相關節點的所有等價多重路徑(ECMP)路徑，因此SR在設計上支援IP的ECMP性質。這兩個功能在網路簡便性和可擴充性方面有著巨大的優勢。通過消除MPLS的資源密集型控制平面信令協定，並將智慧轉移到分散式部署中的前端裝置，而不是集中部署中的集中控制器，實現了這些增益，從而更大程度地降低了網路的複雜性。

分段路由可以直接應用在MPLS傳輸之上，轉發平面上沒有任何變化。要處理的資料段位於與MPLS相同的堆疊頂部。完成區段後，相關標籤會從堆疊中彈出。分段路由是下一代技術，可以在當今的MPLS棕色網路部署中無縫部署，並提供簡單的SDN就緒網路。本文檔的主要重點是描述一種針對MPLS資料平面分段路由的遷移方法。

SR架構的設計可以利用分散式和集中式網路控制模型，為服務提供商提供高效的網路解決方案。網路的分散式智慧用於在入口節點處構建這些網段，可適應任何網路拓撲變化以及針對可在亞毫秒內

啟用的節點或鏈路故障而預先計算的備份路徑。集中式智慧可以通過集中式實體在網路中推動最佳端到端路徑來集中進行網路資源最佳化。因此，分段路由使運營商能夠充分利用其應用非常靈活的網路需求，同時保留網路資源。

分段路由與集中式控制器的整合開啟了各種使用案例，使網路為SDN做好準備。網段路由非常適合部署在WAN、接入網路和資料中心中，並且是端到端傳輸的理想技術，不僅限於服務提供商。

#### 為什麼選擇分段路由？

儘管MPLS中的資料平面很少受到挑戰，但是標籤信令的各種控制平面協定增加了操作複雜性，也帶來了可擴充性挑戰。例如，LDP及其與IGP的互動（LDP-IGP同步RFC 5443, RFC6138）關係複雜，成為服務提供商(SP)部署的操作挑戰。在RSVP-TE方面，從頻寬預留的角度來看，已經部署的提供商；報告其運營成本非常高。由於RSVP-TE維護路徑上所有裝置的信令狀態，因此存在固有的可擴充性問題。對於大多數提供商，RSVP-TE僅限於快速重路由(FRR)的使用情形。

下表提供了RSVP-TE與SR流量工程策略的高級比較：

#### RSVP-TE

對於RSVP-TE，在計算每條路徑時，都需要發出訊號，並且每條路徑的狀態必須在路徑遍歷的每個節點中。RSVP-TE用於構建流量工程隧道，只選擇一個路徑。

分段路由是一項很有前景的技術，其重點是解決現有IP和MPLS網路在簡單、可擴展和易於操作方面的棘手問題。由於其增強的資料包轉發行為，它使網路能夠通過特定的轉發路徑傳輸單播資料包，而不是資料包通常採用的最短路徑。此功能使許多使用情形受益，操作員可以根據應用程式要求構建這些特定路徑。

如前所述，分段路由的關鍵特性之一是簡單。以下要點從不同的角度對此進行了總結：

- 從配置的角度來看，啟用段路由所需的行數最少，通常需要三行配置才能使分段路由正常工作。
- 從操作角度來看，它通過使標籤值在整個網路核心保持不變，簡化了MPLS網路的操作。因此故障排除變得更容易。
- 從未來化和部署靈活性的角度看，分段路由在SDN時代尤為強大。應用需求規劃網路；流量工程和隔離是在更精細的粒度（例如，特定於應用程式）下完成的。

服務提供商正在尋找更多商業使用案例，並探索如何讓其網路基礎設施開放到可程式設計或SDN就緒狀態。具有集中控制器的SR完全有意義，在這裡，控制器可以進一步消除邊緣節點的路徑計算負擔，實現跨多個域的端到端控制。分段路由通過簡化網路並支援SDN，為服務提供商開闢了新的收入流。它是應用工程路由的基礎，因為它為網路做好了準備，使之能夠適應新的業務模式，使應用能夠指導網路行為。

#### 分段路由聚合優勢

隨著分段路由的發展，鏈路狀態IGP（如OSPF和ISIS）也得到了增強，以分發分段路由資訊以及它們當前傳送的拓撲和可達性資訊。在使用MPLS資料平面的分段路由網路中，分段路由資訊也稱為分段ID(SID)清單，是MPLS標籤的堆疊。不需要標籤分發協定(LDP)和RSVP-TE信令協定；標籤分配由內部網關協定IGP（IS-IS或OSPF）或BGP執行。

因此，實施SR是一項低風險計畫，因為主要控制平面標籤分發協定及其相關足跡將被解除安裝，這將通過消除協定互動的需要，最終使網路操作更簡單和穩定。

分段路由帶來的另一個好處是自動和本機快速重路由(FRR)功能或TI-LFA功能，收斂時間不到50毫秒。已部署FRR以應對生產網路中的鏈路或節點故障。分段路由支援任何拓撲上的FRR，沒有任何

額外的信令協定，並且支援節點和鏈路保護。在分段路由網路中，FRR備份路徑是最佳路徑，因為它在收斂後路徑上提供，避免了瞬時擁塞和次優路由，同時簡化了操作和部署。

拓撲無關無環替代協定(TI-LFA)的一些優點如下：

- 50毫秒以下鏈路、節點和SRLG保護
- 多個拓撲方案覆蓋100%
- 易於操作和理解
- 由IGP自動計算，無需其他協定
- 在PLR的保護狀態之外未建立任何狀態
- 最佳備份路徑遵循收斂後路徑
- 增量部署
- 也適用於IP和LDP流量

分段路由可以在當今的MPLS網路中無縫部署，因為它允許進行增量式和有選擇性的區域部署，而不需要「標誌日」或對所有網路元素進行大規模升級；您可以將其部署到現有MPLS網路並與之整合，因為它可與現有MPLS控制平面和資料平面完全互操作。

#### 分段路由控制平面

SR的控制平面定義了網段ID資訊如何在網路中的裝置之間通訊。在SR網路中，分段識別符號通過鏈路狀態IGP協定通告。鏈路狀態IGP（如OSPF和ISIS）已擴展以支援資料段ID的分發。IGP協定的擴展將允許任何路由器維護包含所有節點和鄰接段的資料庫。由於IGP承載網段ID，因此如果是MPLS資料平面，則標示；不需要如前所述使用單獨的標籤分發協定。

SR控制平面的另一元素處理如何指令輸入節點選擇封包應依照的SR路徑。有兩種方法可供選擇，如靜態路由、分散式和集中式方法。

#### 分段路由資料平面

SR的資料平面定義如何編碼要在封包上套用的區段序列，以及每台裝置應該如何根據區段處理封包。定義的SR體系結構與用於在資料平面中傳送SR報頭資訊的實際協定無關。

任何啟用了SR的路由器都支援以下資料平面操作：

- **CONTINUE** — 根據活動網段執行的轉發操作。
- **PUSH** — 在封包的SR標頭之前新增一個區段，並將該區段設定為作用中區段。
- **NEXT** — 將下一個段標籤為活動段，並執行新活動段編碼的指令。

如上所述，分段路由可以直接應用於MPLS架構，在轉發平面上沒有任何變化。將網段編碼為MPLS標籤。有序的段清單被編碼為標籤堆疊。要處理的區段位於堆疊的頂部。完成區段後，相關標籤會從堆疊中彈出。

#### 段工藝路線工序 LDP操作

|       |       |
|-------|-------|
| SR報頭  | 標籤堆疊  |
| 活動段   | 最頂層標籤 |
| 推送操作  | 標籤推送  |
| 下一個操作 | 標籤Pop |
| 繼續操作  | 標籤交換  |

附註：可通過此處訪問分段路由基本構建塊和[功能](#)。

# SDN控制器(SR-PCE)

軟體定義網路(SDN)和SDN控制器是載入的術語，定義會有所不同。在某些情況下，這些網路包羅萬象，涉及協調、自動化、服務保證以及網路內流量管理等所有主題。在下面的討論中，我們只談到SDN的流量管理元件

段路由控制平面可以完全作為分散式控制平面運行，也可以使用混合方法，其中需要更複雜的轉發模式（如域間路由）。混合方法將責任分開：通過網路主機分發的路由器有一些功能，而外部SDN控制器則計算其他功能，例如分段路由策略的定義和域間路徑。在這兩種方法中，分散式路由器都會運行快速分發鏈路狀態資料庫、計算最短路徑路由表、監控到所連線節點的鏈路以及在發生故障時快速恢復所需的功能。

分段路由不需要外部控制器功能，但是隨著分段路由策略使用情形變得更加複雜，或者網路規模增加並擴展到單個域之外，SDN控制器的使用就變得更加重要。

思科的SDN控制器稱為思科分段路由 — 路徑計算元素(SR-PCE)，基於Cisco IOS® XR網路作業系統，可在物理或虛擬裝置上託管。SR-PCE有一個通過API到應用層的北向介面。向南進入傳輸網路，它使用基於標準的協定（如BGP-LS）收集拓撲，然後能夠計算並在整個網路中部署分段路由策略。SR-PCE使用的分段路由策略演算法是專門構建的，並且是圍繞分段路由專門設計的。

對於某些提供商而言，傳輸網路將非常龐大，並且使用多個域構建。在這些環境中，儘可能隔離域非常重要。同時，運營商需要能夠提供跨域的端到端服務。

上圖顯示結合使用按需下一跳(ODN)、Cisco SR-PCE和自動轉向的解決方案。這允許操作員使用域之間最小的資訊交換來構建大型複雜環境，從而降低網路裝置的開銷。

當服務需要跨多個域時，BGP會交換附加了適當SLA識別符號的服務路由。然後，自動轉向選擇適當的SR策略，同時ODN和SR-PCE的組合為出口裝置構建多域按需分段路由策略，以滿足服務的SLA要求。流量工程(SR-TE)分段路由使用「策略」引導流量通過網路。每個分段是從源到目的地的端到端路徑，並指示網路中的路由器遵循指定的路徑，而不是遵循IGP計算或SR-PCE計算得出的最短路徑。如果將資料包引導到SR-TE策略中，則頭端會將SID清單推送到該資料包。網路的其餘部分執行嵌入在SID清單中的指令。

## SR全域性塊規劃

Segment Routing Global Block或SRGB是使用MPLS作為資料平面時為分段路由保留的標籤範圍。這需要在網路中的每個分段路由感知路由器上完成。在執行分段路由的節點上，SRGB具有本地意義。

SRGB的大小決定了可以在SR部署中使用的全域性段數。如果採用典型的SP部署，則這與IGP網路中假設每台路由器至少有一個節點網段的路由器數量有關。其他環回地址（如任播字首SID）或從網路其他部分重分發收到的字首可能需要其他字首段。網路切片是另一個有趣的使用案例，其中基於使用的多種演算法建議每個節點多個SID。

在Cisco實施中，SRGB預設塊為16000到23999，對於大部分網段路由部署而言已經足夠。同時，建議在SR的初始規劃/部署階段擴展此範圍，同時牢記當前和未來的網路增長和設計使用情形。雖然可以在較晚的階段擴展/增大SRGB大小，但是，引入分段路由時的前期規劃可以確保穩定而一致的SRGB，這反過來可以簡化網路操作。這對於避免將來由於此範圍的重新配置而中斷網路中的資料流也非常重要。建議跨域內的多個網路域或節點使用相同的SRGB塊，無論是預設或非預設SRGB範圍。

**附註：**在棕色域網路中，當您定義非預設SRGB範圍時，建議驗證當前標籤分配值，以避免服務中斷。

### 同構SRGB塊的優點

強烈建議在SR域內的所有節點上使用相同的SRGB作為同構SRGB。這樣做可提供多種操作和管理優勢。

- 使用同構SRGB，網路中的任何路由器上的MPLS轉發條目都得到了極大的簡化，並且更容易將它們與其IPv4/IPv6字首目標相關聯
- 通過使用同構SRGB，操作和故障排除在很大程度上得到了簡化，因為同一標籤在每個節點上表示相同的全域性段。
- 如果SRGB包含單個一致的標籤範圍，則計算字首SID的本地標籤值非常簡單。在這種情況下，僅通過將SID索引新增到SRGB基值來計算本地標籤。
- 在網路中使用同構SRGB時，任播SID的實現和操作變得簡單直觀。

### 分配SRGB塊

有一些一般准則側重於更好的可管理性，以區分網路域中的SID分配。

- 思科建議將某些情景（如區域、國家/地區或環回等）編碼到loopback0的SID值中，該值將是SR域中路由器的節點SID。
- 建議選擇SRGB基本值，這些值可通過人工操作員(如SRGB base是10000的倍數)，便於管理和標識字首。

## 分段路由互通方案

MPLS架構允許並行使用多個控制平面標籤分發協定，例如LDP、RSVP-TE和分段路由IGP。在本文中提出分段路由的控制平面與LDP和RSVP共存，並在分段路由方法之前提出。

端到端網路需要互通，即從網段路由到網段只支援LDP的網路部分，反之亦然，端到端MPLS資料平面LSP應建立。互通功能負責將網段路由連線到LDP，並將網段路由連線到LDP。它還負責通過LDP互連網路的LDP部分，並通過分段路由域互連網路的LDP部分，如以下各節所述。

由於LDP和分段路由的資料平面是標籤轉發，因此，該SR/LDP互動工作可以無縫進行。除了對映伺服器之外，不需要任何特定的配置才能使此工作正常，以便標籤分配僅到達LDP目標。流量轉發在LDP和網段路由域之間的邊界上的任何節點自動工作。通過用來自另一協定的輸出標籤替換來自一個協定的輸入標籤來實現無縫互通。

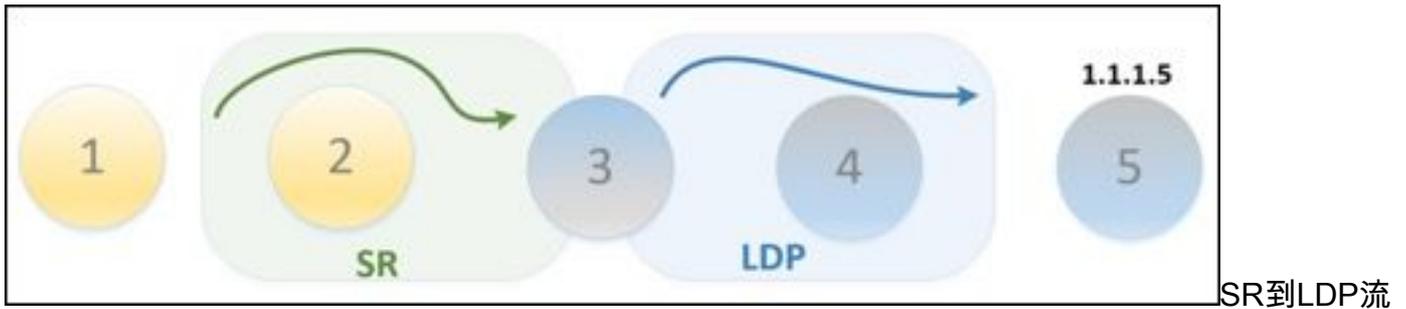
這四種部署模式是可能的，並且SR-LDP可以無縫互通：

1. LDP到SR
2. SR到LDP
3. 使用LDP的SR
4. 使用SR的LDP

### SR到LDP互通

在此部署模型中，節點支援分段路由，但其在到達目的地的最短路徑上的下一跳則不支援。在這種

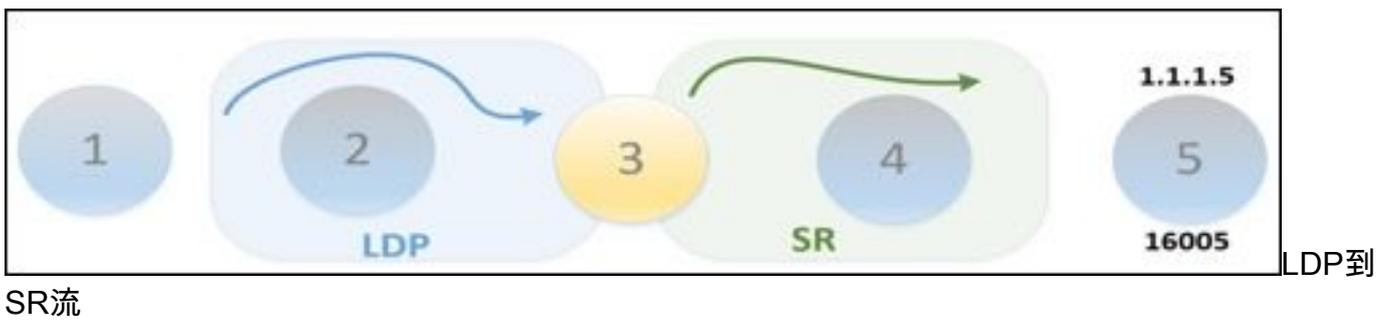
情況下，字首段連線到LDP標籤交換路徑。這是SR網域中未啟用LDP時的情境。



當目的地未啟用SR時，SR節點沒有該目的地的字首SID，因此無法傳輸SR。在這種情況下，需要SR對映伺服器(SRMS)來代表非SR節點通告字首SID。SR節點將對映伺服器通告的字首SID安裝在其轉發表中，並與SR域中的非SR目標建立SR連線。

### LDP到SR互通

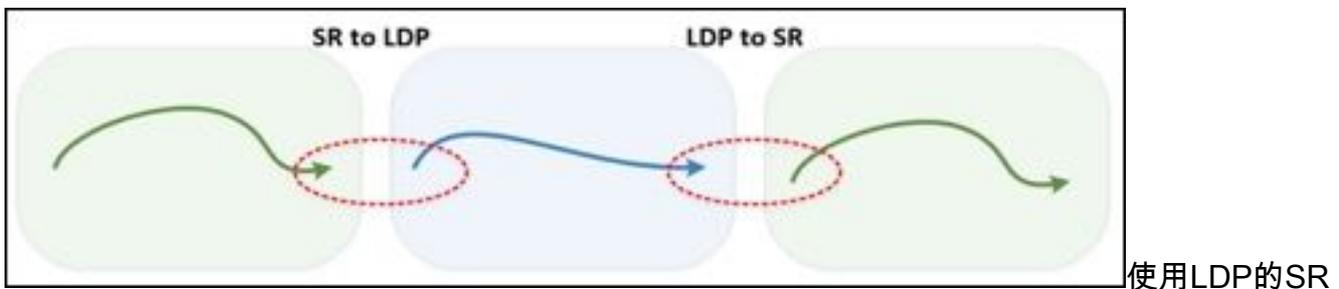
在此部署模型中，節點支援LDP，但其在到達目的地的最短路徑上的下一跳則不支援。在這種情況下，LDP LSP連線到字首段；此連線將自動完成。



當節點啟用了LDP，但其SPT沿途到目的地的下一跳未啟用LDP時。LDP到段路由邊界上的任何節點（在此例中是節點3）將自動安裝這些LDP到SR的轉發條目。節點3不會在轉發表中編寫未標籤的條目，而是自動將指向節點5的LDP標籤交換路徑連線到節點5的字首段。

### LDP到SR互通

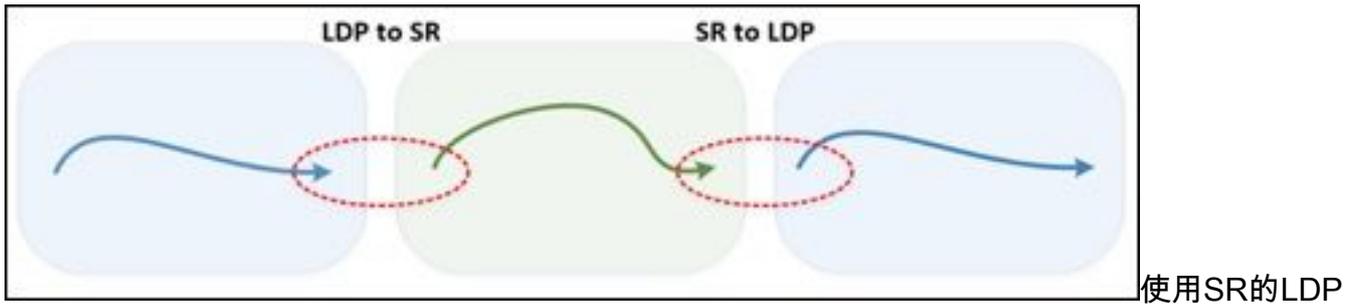
使用LDP的分段路由（分段路由到LDP，然後是LDP到分段路由）：在SR/LDP邊界上，網段路由字首網段對映到LDP LSP。在LDP/SR邊界處，LDP LSP被對映到段路由字首段。



如果SR標籤交換路徑從SR島傳出，並在LDP島中終止，則需要一個對映伺服器。在SR島中，需要字首SID才能安裝標籤交換路徑終止節點為LDP-only。對映伺服器代表僅LDP節點通告字首SID

### 使用SR的LDP

使用分段路由的LDP ( LDP到分段路由，然後分段路由到LDP )。在LDP/段路由邊界處，LDP LSP對映到段路由字首段。在段路由/LDP邊界處，段路由字首段對映到LDP LSP。



如果LDP LSP從LDP島傳出，並在SR島中終止，則需要對映伺服器。SR島中需要字首SID來安裝SR標籤交換路徑。僅LDP節點無法通告字首SID。對映伺服器代表僅LDP節點通告字首SID

## 段路由對映伺服器

對映伺服器的目標是代表其他節點通告Prefix-to-SID對映。SID對映代表不支援SR的節點進行通告。它使支援SR的節點能夠與不支援SR的LDP節點互通。

Cisco IOS® XR區段路由中的對映伺服器功能可集中為部分或全部已知字首分配字首 — SID ( 字首區段識別符號 )。對映伺服器功能有三個主要功能：路由器必須能夠充當對映伺服器、對映客戶端，或同時充當這兩者。

充當SRMS的路由器執行以下功能：

- 它允許使用者配置SID對映條目以指定某些或所有字首的字首SID。這將建立「本地SID對映策略」。
- 本地SID對映策略包含非重疊的SID對映條目。
- ISIS在「SID/標籤繫結TLV」中通告本地SID對映策略。

如果IGP從對映伺服器和另一個源接收字首SID，IGP將使用：

- 對於本地字首
  - 使用在介面下配置的字首SID。
  - 使用活動SID對映策略
- 對於遠端字首
  - 在IP可達性TLV中使用附加到字首的字首SID
  - 使用活動SID對映策略

## 分段路由遷移指南

當運營商計畫部署分段路由時，他們不必更換網路硬體。有時，只是通過軟體升級才能使網段路由具備能力。對於棕色域環境，可以在當前MPLS網路中啟用分段路由，而無需任何淘汰和更換策略，並且如前所述，可以與LDP/RSVP-TE共存，無需對現有控制或資料平面操作進行任何更改。

遷移到新技術（尤其是在棕色場地部署中）的速度取決於無縫遷移策略的可用性，這些策略允許操作員從舊式技術遷移到新技術，而對生產網路的影響降至最低或為零。分段路由允許運營商逐步從LDP升級到SR，而不會中斷現有流量的任何控制/資料平面。

在通過段路由遷移實際生產流量時，常見的情況是同一IGP域中混合存在支援SR的節點和不支援SR的節點。本指南介紹了一些增量遷移策略，在這些策略中，部分網路通過Segment Routing啟用

，而另一部分則不啟用。在這些策略中，有些節點將作為LDP-Only節點運行，而其他節點將作為SR-Only節點運行。在這種情況下，如前所述，對映伺服器需要通告端到端標籤交換路徑(LSP)的所有非SR字首的字首段ID。

如前所述，在棕色環境中考慮採用新技術遷移方法時，務必要將服務中斷降至最低。Make before break方法允許在使用新資訊更新資料平面之前很好地驗證控制平面資訊。這樣，思科可以簡化您從一個控制平面技術到另一個控制平面技術的過渡。下文是考慮到一方的優點而可遵循的業務優惠/戰略。

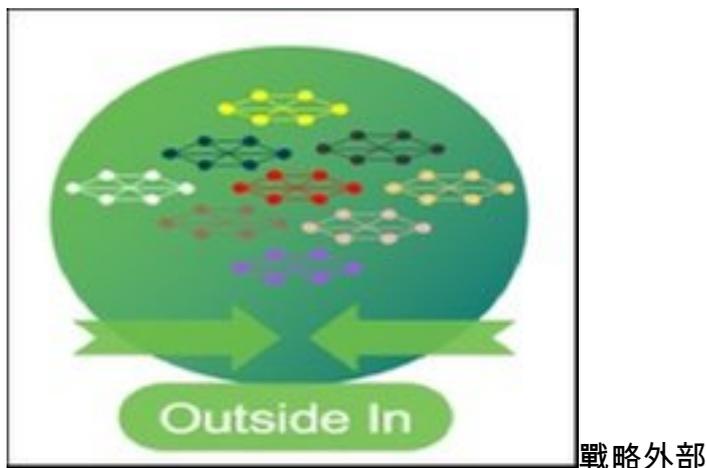
## 外部策略

服務提供商網路包括分別由核心網、匯聚網和接入網組成的分層體系結構。在此策略中，段路由遷移從接入網路開始，然後向預聚合、聚合移動，最後進入核心段。

而核心層由大型路由器組成，可在各種匯聚和接入網路之間路由流量。聚合通常是網路中服務起始處的服務插入點。Access提供連線蜂窩站點與網路的前置網路。核心層的流量最大，聚合的流量較重，接入的流量較輕。如果這種層次以同心圓的形式視覺化，最內側的圓構成核心，下一個構成聚集，最後一個或最外部構成接入。

接入網路的更改在操作上風險很小，因此從接入網路開始SR遷移的風險較小。此外，操作員在轉移到聚合/核心時可獲得實際體驗。

SR遷移的方法是根據網路不同網段中的SR部署順序來確定。SR部署從接入環開始，即從外部打孔到內部聚合，然後是核心，策略稱為外部入網策略。下圖說明這種SR部署方法。



此方法的主要亮點包括：

- SR遷移從訪問網路啟動。
- 將接入圈遷移到SR時，讓聚合和核心SR做好準備。
- 逐步加入聚合，然後進入核心網段，使網路完全達到SR-IGP交換矩陣

為什麼在遷移中選擇外部：

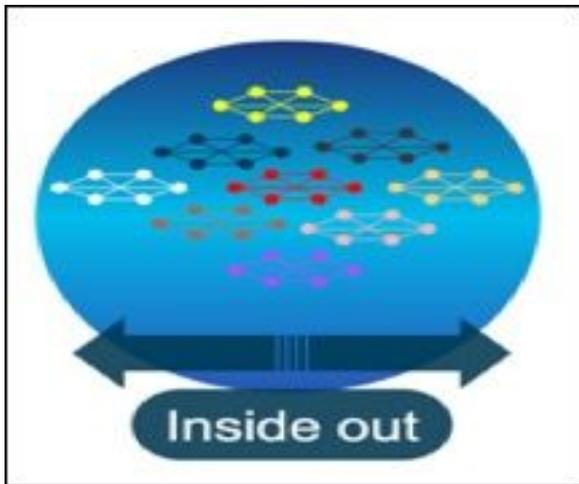
- 低風險：服務中斷不普遍
- 更多裝置，但分為可管理的孤島（如環）
- 允許運營商在遷移至聚合和核心時獲得更多體驗

由內而外的策略

在這種策略中，SR遷移從核心網路開始，然後向匯聚和接入網路發展。

裝置數量的減少有利於將核心網段快速移動到SR，也有助於最佳化頻寬，從而產生更高的業務影響。理想情況下，建議有經驗的運營商採用此方法，因為服務中斷將對他們的客戶產生重大影響。

顧名思義，此方法首先倡導在網路核心部署SR。在大部分運營商中，核心網由有限的節點組成，因此核心網的SR遷移操作較少，可以快速完成。但是，如果出現任何故障，此方法可能會對核心造成巨大的流量影響。聚合和訪問網路的規模要大得多，因此考慮將它們遷移到SR後核心。



內向外策略

由內而外方法的關鍵步驟是：

- 從核心網路開始SR遷移
- 開始使聚合和訪問網路為SR部署做好準備，同時核心中的遷移工作正在進行中。
- 在外部進入聚合，然後進入訪問段

為什麼選擇「從內到外」遷移：

- 高影響：操作員可以在核心層利用BW最佳化
- 裝置數量越少，整個網段遷移的速度就越快。
- 通常適合經驗豐富的操作員。
- 服務中斷可能會影響大量客戶和服務。

#### 夜航戰略

此方法使您能夠以增量方式將分段路由新增到您的環境中，並在準備就緒時逐步停用您現有的傳輸協定，從而最大限度地減少服務中斷。建議使用此方法實現無縫遷移。

分段路由控制平面通過現有LDP網路啟用。LDP和分段路由獨立工作。在思科實施中，在這種情況下，資料轉發將優先使用LDP。通過這種方式，可以按照之前針對網段定義的方法分階段啟用SR。

「夜間發貨」方法也有這些優勢。

- 允許「中斷前製造」驗證
- 進行切換前的SR控制驗證
- 已在現有LDP網路上啟用分段路由控制平面
- LDP和SR保持獨立
- SR和LDP PE可以無縫互通

以下是用於啟用分段路由和刪除LDP和RSVP協定的高級遷移計畫。實施將分為三個階段。

第1階段：通過配置SR使SR和LDP共存，並使LDP成為首選標籤施加方法。

第2階段：SR優先於LDP作為標籤施加方法。

第3階段:刪除LDP，然後刪除RSVP-TE（如果已配置）。

## MPLS LDP遷移至分段路由

SR實施階段1

初始狀態：所有節點都運行LDP。RSVP策略將在後續章節中介紹。

步驟1.在每個環回的IGP和SID配置下啟用分段路由。

- 沒有特定的順序
- 保留預設的LDP標籤設定首選項
- 為字首的保護配置啟用TI-LFA。

### !SRGB配置

```
segment-routing
```

```
global-block <SRGB Range>
```

SRGB的預設值為16000到23999。可以根據網路規模和要求修改此範圍。請檢視SRGB計畫部分以瞭解定義SRGB塊的准則。

### !!ISIS配置

```
router isis
```

```
is-type <ISIS Level>
```

```
net <Net ID>
```

```
address-family ipv4 unicast
```

```
microloop avoidance segment-routing
```

```
microloop avoidance rib-update-delay <Delay Timer>
```

```
`mpls traffic-eng
```

```
mpls traffic-eng router-id
```

```
mpls traffic-eng multicast-intact
segment-routing mpls
```

```
interface Loopback0
passive
address-family ipv4 unicast
prefix-sid
```

```
interface
```

```
circuit-type
```

```
point-to-point
address-family ipv4 unicast
fast-reroute per-prefix
fast-reroute per-prefix
```

```
fast-reroute per-prefix tiebreaker < node-protecting | srlg-disjoint > index <priority>
fast-reroute per-prefix ti-lfa
```

**此階段未配置SR prefer命令。**

在使用BGP LU(RFC 3107)的多域IGP架構的情況下，BGP SID也應配置相同的索引值以避免標籤衝突。

## !BGP SID配置

```
Router bgp
```

```
address-family ipv4 unicast
```

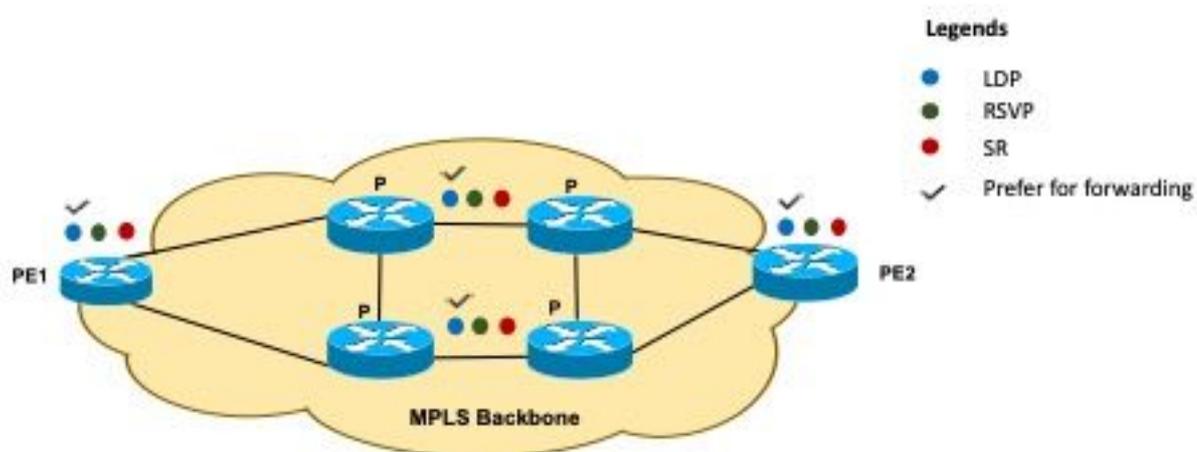
```
network <Loopback0 IP> route-policy
```

```
route-policy
```

```
set label-index
```

步驟2. 檢驗裝置上的控制平面，確保LDP實施繼續作為主要流量轉發機制。段路由標籤由IGP在控制平面中分配。

下圖顯示了啟用階段1完成後為所有MPLS節點生成SR標籤後的狀態。



段路由狀態

階段1中的分

SR實施第2階段

步驟1. 所有具有段路由功能的節點都配置為優選SR標籤實施。

- 沒有特定順序，但是優先從邊緣節點開始。
- 請勿刪除LDP標籤設定。

## !!ISIS SR首選配置

```
router isis
```

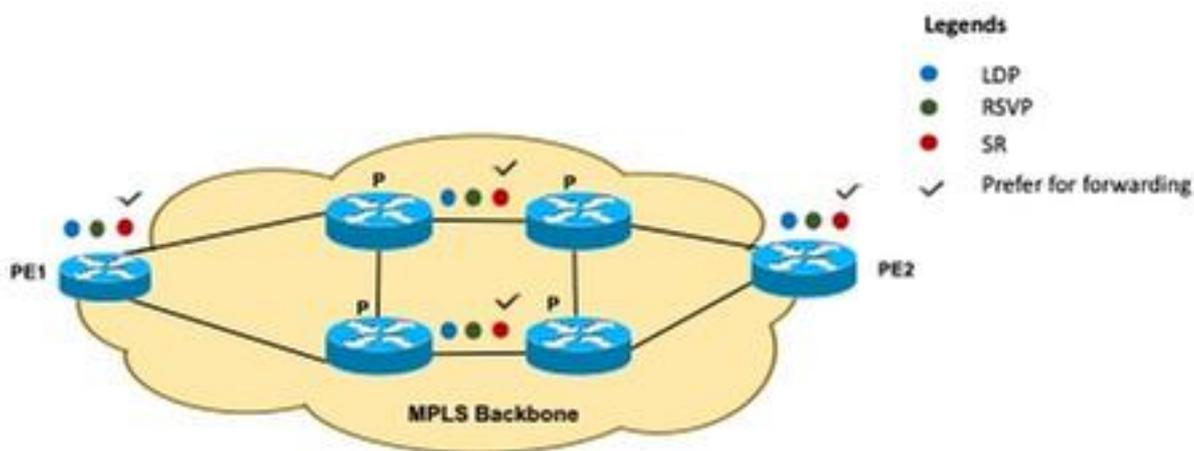
```
address-family ipv4 unicast
```

```
segment-routing mpls prefer
```

使用SR優先的轉發平面沒有變化，而LSP將使用SR標籤程式設計

步驟2.檢驗轉發平面。

啟用階段2完成後，所有節點將具有SR優先用於LSP形成，而LDP將不用於LSP形成。此映像表示所有節點都優先執行SR時的狀態。



階段2中的分

段路由狀態

L2和L3VPN服務將繼續運行，在此階段不會有任何更改。

LDP拆除第3階段

步驟1.使用SR驗證轉送平面。

步驟2.對於從網路中刪除LDP/RSVP，應將RSVP-TE遷移到SR策略（將在下一節中介紹），基於LDP的第2層VPN服務（VPWS和VPLS）應為基於BGP的服務模型。

步驟3.配置SRMS，以便代表在IGP域內的非SR節點通告字首SID。

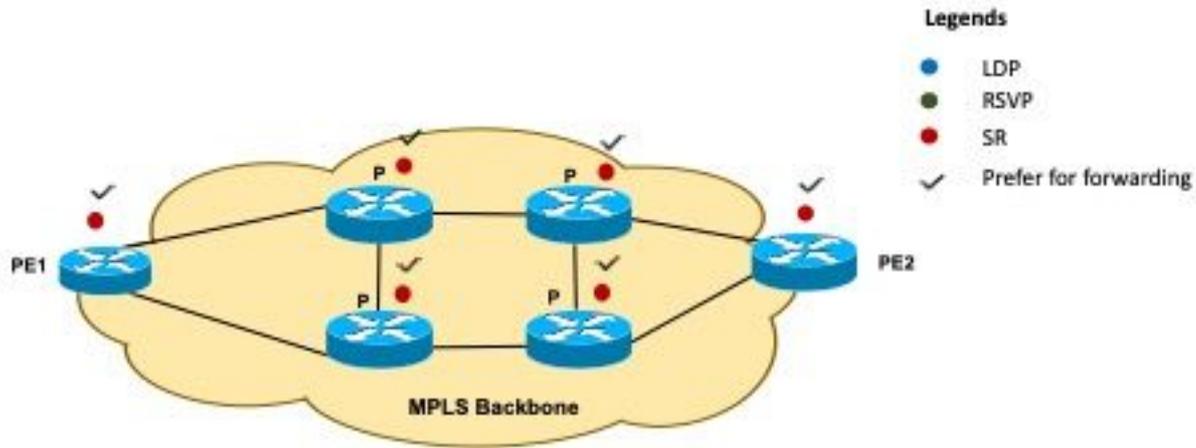
## !SR對映伺服器配置

```
segment-routing mapping-server
```

```
prefix-sid-map ipv4
```

```
"ip-address/ prefix-length" "first-SID-value" range range
```

步驟4.最後一步是刪除LDP協定，底層傳輸網路將僅是SR。此圖說明移除LDP後的網路狀態。



段路由狀態

階段3中的分

RSVP-TE到網段路由策略的遷移

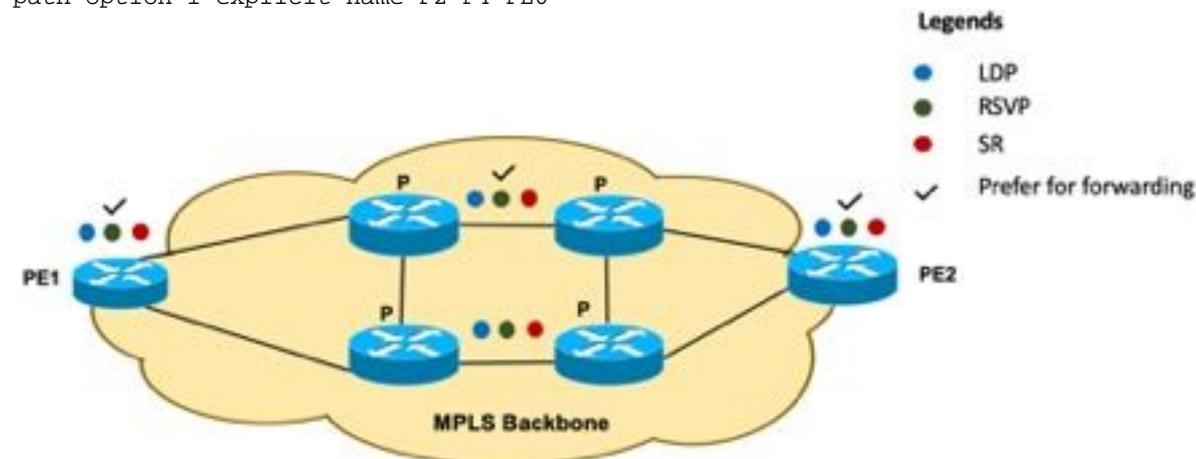
如前所述，在夜間發貨方法使我們能夠逐步將分段路由新增到生產網路中，並逐步退出在網路運營商準備好時業已存在的傳輸協定，從而最大限度地減少服務中斷。這也適用於RSVP-TE。

一個RSVP信令的LSP可以有一個配置為SR的輔助路徑，一旦該路徑啟用，流量就可以通過同一隧道切換到SR信令的LSP。之後，可以從組態中移除RSVP路徑。

步驟1.最初，在裝置上配置RSVP隧道。

!RSVP-TE通道LSP

```
interface tunnel-te11
  ipv4 unnumbered Loopback0
  autoroute announce
  !
  destination 6.6.6.6
  path-option 1 explicit name P2-P4-PE6
```



段路由狀態

階段1中的分

步驟2.在現有的RSVP TE通道上，使用段路由配置輔助路徑選項。

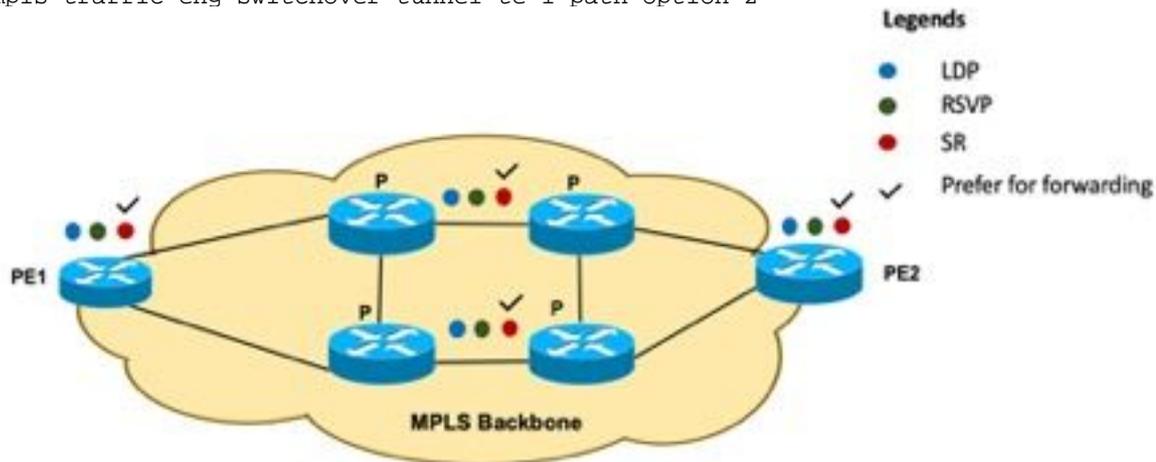
## !使用Segment-Routing的輔助路徑

```
interface tunnel-te11  
  
path-option 2 explicit name P2-P5-PE4 segment-routing  
  
commit
```

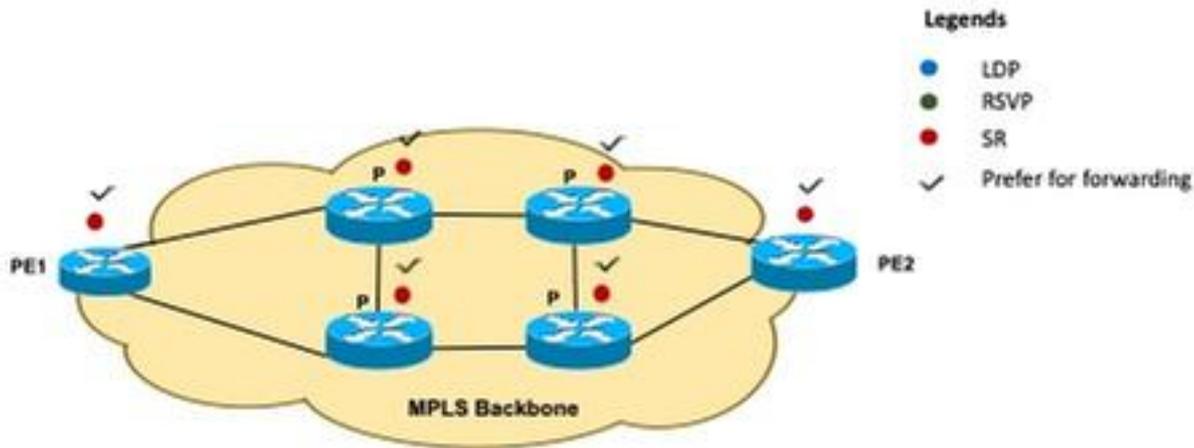
步驟3.使用命令 `mpls traffic-eng switchover` 將通道切換到分段路由路徑選項。

## !切換到啟用了SR的路徑

```
mpls traffic-eng switchover tunnel-te 1 path-option 2
```



階段2中的分段路由狀態  
步驟4.成功遷移到SRTE隧道後，可以安全刪除RSVP路徑選項，如下圖所示。



分段路由狀態

階段3中的分段路由狀態

## 分段路由策略

在分段路由中，為隧道引入了一個新概念，稱為SR-Policy。若要前往目前通道的分段路由，可以在舊式TE通道介面上設定SR路徑。但是，對於任何新的流量工程配置，建議使用SR-Policy進行配置。

SR策略路徑表示為指定路徑的段清單，稱為段ID(SID)清單。每個網段代表從源到目標的端到端路徑，指示網路中的節點遵循指定路徑，而不是遵循IGP計算的路徑。通過自動或手動方式將資料包引導到SR策略後，入口節點會將SID清單推送到資料包上。其餘網路節點執行嵌入在SID清單中的指令。

基本上，SR策略被標識為有序清單（頭端、顏色、端點）：

- 頭端 — 例項化SR策略的位置。
- 顏色 — 區分相同節點對（頭端 — 端點）的兩個或多個策略的數值。同一節點對之間的每個策略都需要唯一的顏色值。
- 終端 — SR策略的目標

為了配置本地SR策略，您必須完成以下配置：

- 建立段清單
- 建立策略

段路由策略配置：

```
segment-routing

traffic-eng

segment-list name Plist-1

  index 1 mpls label 100101

  index 2 mpls label 100105

!

segment-list name Plist-2

  index 1 mpls label 100201

  index 2 mpls label 100206

!

policy P1

  binding-sid mpls 15001

  color 1 end-point ipv4 6.6.6.6

  candidate-paths

    preference 10

    explicit segment-list Plist-1

      weight 2

    !

    explicit segment-list Plist-2

      weight 2

    !

  !

!
```

前端可以通過不同的可用方式(例如通過本地配置、通過路徑計算元件通訊協定(PCEP)或BGP SR-

TE)來學習SR策略的不同候選路徑。在分散式控制平面環境中，候選路徑可能會通過前端本地配置或自動解決方案 ( 如Cisco NSO ) 獲知。在集中式控制平面環境中，候選路徑可能是由頭端透過BGP SR-TE或PCEP從控制器得知。

## 疑難排解

目前尚無適用於此組態的具體疑難排解資訊。

## 相關資訊

- [segment-routing.net](http://segment-routing.net)
- [核心交換矩陣設計和遷移](#)
- [分段路由配置指南](#)
- [技術支援與文件 - Cisco Systems](#)