

分段路由概述和迁移指南

目录

[简介](#)

[先决条件](#)

[要求](#)

[使用的组件](#)

[当前网络部署](#)

[网段路由概述](#)

[为什么选择分段路由？](#)

[网段路由融合的优势](#)

[分段路由控制平面](#)

[分段路由数据平面](#)

[SDN控制器\(SR-PCE\)](#)

[SR全球块规划](#)

[同质SRGB块的优点](#)

[分配SRGB块](#)

[分段路由互通方案](#)

[SR到LDP互通](#)

[LDP到SR互通](#)

[LDP到SR互通](#)

[LDP高于SR](#)

[分段路由映射服务器](#)

[分段路由迁移指南](#)

[外部战略](#)

[内外战略](#)

[《夜战》](#)

[MPLS LDP迁移到分段路由](#)

[RSVP-TE迁移到分段路由策略](#)

[分段路由策略](#)

[故障排除](#)

[相关信息](#)

简介

本文档介绍分段路由迁移策略，其目的是简化传输网络，同时使其准备好软件定义网络(SDN)。多协议标签交换(MPLS)和IPv6数据平面支持网段路由，本文档的主要重点是介绍支持MPLS的网络的迁移策略。本文档还重点介绍迁移到分段路由的优势，并介绍在规划迁移时要遵循的一些一般准则。

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。如果您的网络处于活动状态，请确保您了解任何命令的潜在影响

当前网络部署

MPLS已成为领先者，在过去几年中提供各种类型的虚拟专用网络(VPN)服务。在极短的时间内，MPLS已发展为服务提供商使用的主流技术，用于创建各种创收服务，如第3层VPN、第2层VPN、基于SLA的服务，如高带宽或低延迟路径，以及流量工程。

服务提供商使用标签分发协议(LDP)/BGP等控制平面协议部署MPLS以实现运营商域中的流量转发。第3层VPN、第2层VPN（点对点与多点）等不同的服务产品已无缝地将MPLS用作传输。随着满足高级客户特定SLA的需求，对流量工程的要求越来越明显，因此资源预留协议(RSVP)得到了增强以满足此需求。MPLS RSVP流量工程(TE)为服务提供商提供了多个业务使用案例，例如更好地利用可用带宽，为客户提供低延迟路径或更高带宽。

由于LDP和IGP同步等复杂协议交互，IP/MPLS网络在一段时间内的运营成本已变得高昂。RSVP-TE已经全面填充了流量工程等要求。网络基础设施及其运营正以指数级速度增长，并且变得越来越复杂。网络所有者正在寻找一种传输技术，该技术可以通过降低复杂性来简化网络，同时可以通过集中式控制器进行编程。他们正在寻找创新的方法，以高效且可扩展的方式将业务逻辑与底层网络相连，例如，满足每个应用的服务级别协议(SLA)要求。一种技术，可以弥补当前网络模式与支持SDN的未来网络和可编程网络之间的差距。

随着需求和发展的不断，MPLS控制平面方程在操作上变得昂贵。由于部署此解决方案获得了经验，一些缺点显而易见，因此目标部分会增加更多要求，因此期望有一个改进的解决方案。这一迭代过程导致了分段路由的演变。

网段路由概述

网段路由是基于源的路由架构。节点选择路径并通过该路径引导数据包，方法是插入数据段的有序列表，指示路径中接收数据包的后继节点应如何处理数据包。

分段路由通过从中间节点删除网络状态信息来简化操作并减少网络中的资源需求，并且路径信息被编码为入口节点的标签堆栈中的分段的有序列表。此外，由于最短路径段包括到相关节点的所有等价多路径(ECMP)路径，因此SR设计支持IP的ECMP性质。这两项功能在网络简单性和可扩展性方面实现了巨大进步。通过消除MPLS的资源密集型控制平面信令协议并将智能转移到分布式部署中的前端设备而不是集中部署中的集中式控制器，从而更大程度地降低网络的复杂性，实现这些增益。

网段路由可以直接应用于MPLS传输之上，而转发平面不会发生变化。要处理的网段位于堆栈顶部，与MPLS相同。在数据段完成后，相关标签会从堆栈中弹出。分段路由是下一代技术，可在当今的MPLS网络部署中无缝部署，并提供简单且SDN就绪的网络。本文档的主要重点是介绍一种迁移方法，用于MPLS数据平面的分段路由。

SR架构的设计可以同时利用分布式和集中式网络控制模型为服务提供商提供高效的网络解决方案。网络的分布式智能用于在入口节点构建这些网段，以适应任何网络拓扑变化和针对节点或链路故障预先计算的备份路径，这些故障可在亚毫秒内激活。集中式智能可通过集中式实体在网络中推送最

佳端到端路径来专注于网络资源优化。因此，分段路由允许运营商利用其应用的非常灵活的网络需求，同时保留网络资源。

将分段路由与集中式控制器集成后，会打开各种使用案例，使网络为SDN做好准备。分段路由非常适合部署在广域网、接入网络和数据中心，是端到端传输的理想技术，不仅限于服务提供商。

为什么选择分段路由？

虽然MPLS中的数据平面很少受到挑战，但各种用于标签信令的控制平面协议增加了操作复杂性，并带来了可扩展性挑战。例如，LDP及其与IGP（LDP-IGP同步RFC 5443、RFC6138）的交互关系复杂，成为服务提供商(SP)部署的运营挑战。在RSVP-TE端，从带宽预留的角度来看，已部署的提供商；报告其运营成本非常高。由于RSVP-TE在路径上的所有设备上保持信令状态，因此存在固有的可扩展性问题。对于大多数提供商，RSVP-TE仅限于快速重路由(FRR)使用案例。

下表提供了RSVP-TE与SR流量工程策略的高级比较：

RSVP-TE

在RSVP-TE的情况下，计算时需要发出每个路径的信号，并且必须在路径所经过的每个节点中保持每个路
RSVP-TE用于构建流量工程隧道，只选择一条路径。

分段路由是一项很有前途的技术，专注于解决现有IP和MPLS网络在简单性、可扩展性和易操作性方面的棘手问题。由于其增强的数据包转发行为，它使网络能够通过特定转发路径传输单播数据包，而不是数据包通常采用的正常最短路径。此功能可为许多使用案例带来好处，并且运营商可以根据应用需求构建这些特定路径。

如前所述，网段路由的一个关键特征是简单性。以下要点从不同的角度概括了这一点：

- 从配置角度看，启用分段路由所需的行数最少，通常为三行配置才能使其正常工作。
- 从运营角度来看，它通过使网络核心的标签值保持恒定来简化MPLS网络的运营。因此，故障排除变得更简单。
- 从未来主义和部署灵活性的角度来看，分段路由在SDN时代尤其强大。应用需求对网络进行编程；流量工程和隔离以更精细的粒度（例如，特定于应用）完成。

服务提供商正在寻找更多商业用例，并探索使其网络基础设施开放以实现可编程或SDN就绪的方法。具有集中式控制器的SR在此完全有意义，在此，控制器可以进一步消除边缘节点的路径计算负担，实现跨多个域的端到端控制。网段路由使网络更简单且支持SDN，为服务提供商带来了新收入流的潜力。它是应用工程路由的基础，因为它为网络准备了新的业务模型，应用可以引导网络行为。

网段路由融合的优势

随着网段路由的发展，OSPF和ISIS等链路状态IGP也得到了增强，以分发网段路由信息以及它们当前发出的拓扑和可达性信息。在使用MPLS数据平面的分段路由网络中，分段路由信息也称为分段ID(SID)列表是MPLS标签的堆栈。标签分发协议(LDP)和RSVP-TE信令协议不是必需的；相反，标签分发由内部网关协议IGP（IS-IS或OSPF）或BGP执行。

因此，实施SR是一种低风险方案，考虑到主要控制平面标签分发协议及其相关足迹将被分流，这最终将通过消除协议交互的需要使网络操作更简单、更稳定。

网段路由带来的另一个优势是自动和本地快速重路由(FRR)功能或TI-LFA功能，收敛时间不到50毫秒。已部署FRR以处理生产网络中的链路或节点故障。网段路由支持任何拓扑上的FRR，而无需任何其他信令协议，并支持节点和链路保护。在网段路由网络中，FRR备用路径是最佳路径，因为它通过收敛后路径提供，在简化操作和部署的同时避免暂时拥塞和次优路由。

拓扑独立 — 无环备用(TI-LFA)的一些优点包括：

- 子50毫秒链路、节点和SRLG保护
- 对多个拓扑场景的100%覆盖
- 易于操作和理解
- 由IGP自动计算，无需其他协议
- 在PLR的保护状态之外未创建任何状态
- 最佳情况是，备份路径遵循收敛后路径
- 增量部署
- 也适用于IP和LDP流量

分段路由可无缝部署在当今的MPLS网络中，因为它允许增量和选择性的区域部署，而无需“标志日”或大规模升级所有网络元素；您可以将其部署并与现有MPLS网络集成，因为它可与现有MPLS控制和数据平面进行完全互操作。

分段路由控制平面

SR的控制平面定义网段ID信息在网络中设备之间的通信方式。在SR网络中，网段标识符通过链路状态IGP协议通告。链路状态IGP（如OSPF和ISIS）已扩展，以支持网段ID的分布。IGP协议的扩展允许任何路由器维护包含所有节点和邻接段的数据库。由于IGP携带分段ID，因此在MPLS数据平面出现情况时，可标记；如前所述，不需要单独的标签分发协议。

SR控制平面的另一个元素涉及如何指示入口节点选择数据包应遵循的SR路径。可以选择静态路由、分布式方法和集中式方法。

分段路由数据平面

SR的数据平面定义如何对要应用到数据包的数据段序列进行编码，以及每台设备应如何根据数据段处理数据包。定义的SR架构与用于在数据平面中传输SR报头信息的实际协议无关。

启用SR的任何路由器都支持以下数据平面操作：

- **继续** — 根据活动网段执行的转发操作。
- **PUSH** — 在数据包的SR报头前添加数据段，并将该数据段设置为活动数据段。
- **NEXT** — 将下一段标记为活动段并执行由新活动段编码的指令。

如前所述，网段路由可以直接应用于MPLS架构，而转发平面无变化。数据段编码为MPLS标签。数据段的有序列表被编码为标签堆栈。要处理的网段位于堆栈顶部。在数据段完成后，相关标签会从堆栈中弹出。

分段工艺路线工序 LDP操作

SR报头	标签堆栈
活动段	最顶部标签
推送操作	标签推送
下一操作	标签弹出
继续操作	标签交换

注意：可在此处访问网段路由基本构建块和[功能](#)。

SDN控制器(SR-PCE)

软件定义网络(SDN)和SDN控制器加载术语，定义因人而异。在某些情况下，这些网络包罗万象，涉及网络内流的协调、自动化、服务保障和管理等所有主题。在下面的讨论中，我们仅讨论SDN的流管理组件

网段路由控制平面可以纯作为分布式控制平面运行，也可以使用需要更复杂的转发范式（例如域间路由）的混合方法。混合方法将职责分割：通过网络分布的路由器会运行一些功能，而外部SDN控制器会计算其它功能，例如网段路由策略的定义和域间路径。在这两种方法中，分布式路由器都运行快速分发链路状态数据库所需的功能，并计算最短路径路由表、监控到所连接节点的链路，并在发生故障时快速恢复。

网段路由不需要外部控制器功能，但是，随着网段路由策略使用案例变得更加复杂，或者网络规模增加并扩展到单个域之外，SDN控制器的使用就变得更加重要。

思科的SDN控制器，称为思科网段路由 — 路径计算元素(SR-PCE)，基于Cisco IOS® XR网络操作系统，可托管在物理或虚拟设备上。SR-PCE通过API具有到应用层的北向接口。南向到传输网络，它使用基于标准的协议（如BGP-LS）收集拓扑，然后能够计算和部署网段路由策略。SR-PCE使用的分段路由策略算法是专门针对分段路由构建和专门设计的。

对于某些提供商而言，传输网络将非常庞大，并且使用多个域构建。在这些环境中，尽可能隔离域非常重要。同时，运营商需要能够提供跨域的端到端服务。

上图显示的解决方案结合使用了按需下一跳(ODN)、Cisco SR-PCE和自动引导。这允许运营商使用最少的域间信息交换来构建大型复杂环境，从而降低网络设备的开销。

当服务需要跨多个域时，BGP交换附加了适当SLA标识符的服务路由。然后，自动引导选择适当的SR策略，同时ODN和SR-PCE的组合将多域按需分段路由策略构建到出口设备以满足服务的SLA要求。流量工程分段路由(SR-TE)使用“策略”引导流量通过网络。每个网段是从源到目的地的端到端路径，并指示网络中的路由器遵循指定路径，而不是遵循由IGP计算或由SR-PCE计算的最短路径。如果数据包被引入SR-TE策略，则头端会在数据包上推送SID列表。网络的其余部分执行SID列表中嵌入的指令。

SR全球块规划

Segment Routing Global Block或SRGB是当将MPLS用作数据平面时为分段路由保留的标签范围。这需要在网络中每个网段路由感知路由器上完成。SRGB在执行网段路由的节点上具有本地意义。

SRGB的大小决定了可用于SR部署的全局网段数。如果我们采用典型的SP部署，这与IGP网络中假设每台路由器至少有一个节点段的路由器数量有关。其他环回地址（如任播前缀SID）或从网络其他部分重分发接收的前缀可能需要其他前缀段。网络切片是另一个有趣的使用案例，根据使用的许多算法，建议每个节点使用多个SID。

在思科实施中，SRGB默认块为16000到23999，它足以部署大部分网段路由。同时建议在SR的初始规划/部署阶段，通过考虑当前和未来的网络增长和设计使用案例来扩展此范围。虽然可以在以后阶段扩展/增大SRGB大小，但是引入分段路由时的前期规划可以确保稳定且一致的SRGB，从而简化网络操作。这对于避免将来由于此范围的重新配置而导致网络中的流量中断也非常重要。建议在域内的多个网络域或节点上使用相同的SRGB块（无论是默认还是非默认SRGB范围）。

注意：在本地网络中，建议在定义非默认SRGB范围时验证当前标签分配值以避免服务中断。

同质SRGB块的优点

强烈建议在SR域内的同构SRGB的所有节点上使用相同的SRGB。这样可提供多种运营和管理优势。

- 使用同质SRGB，网络中任何路由器上的MPLS转发条目都大大简化，而且更容易将它们与其IPv4/IPv6前缀目标关联
- 通过使用同质SRGB，操作和故障排除在很大程度上得到简化，因为同一标签在每个节点处代表相同的全局网段。
- 如果SRGB包含单个一致的标签范围，则前缀SID的本地标签值的计算非常简单。在这种情况下，只需将SID索引添加到SRGB基值，即可计算本地标签。
- 在整个网络中使用同质SRGB时，任播SID的实施和操作变得简单而直接。

分配SRGB块

有一些一般准则侧重于提高可管理性以区分网络域中的SID分配。

- Cisco建议将区域、国家/地区或环回等情景编码为loopback0的SID值，该值将是SR域中路由器的节点SID。
- 建议选择可由人工操作员轻松映射和关联的SRGB基值(例如SRGB base是10000的倍数)，可简化前缀的可管理性和识别。

分段路由互通方案

MPLS架构允许同时使用多个控制平面标签分发协议，例如LDP、RSVP-TE和分段路由IGP。在分段路由的中断前，建议分段路由的控制平面与LDP和RSVP共存。

端到端网络需要互通，即从网段路由部分到仅LDP部分的网络，反之亦然，端到端MPLS数据平面LSP应建立。互通功能负责网段路由到LDP和LDP到网段路由连接。它还负责通过LDP互连网络的网段路由部分，以及通过网段路由域互连网络的LDP部分，如后续各节所述。

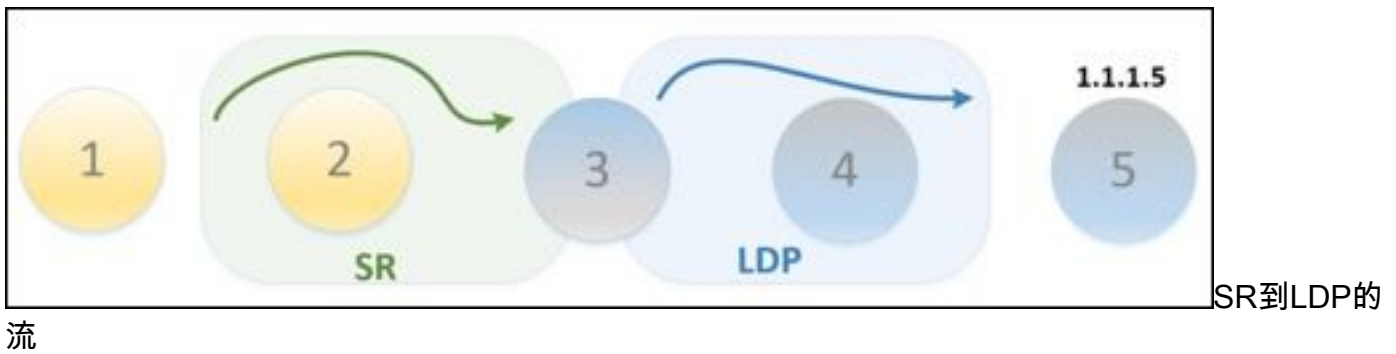
由于LDP和网段路由的数据平面是标签转发，因此此SR/LDP互通以无缝方式工作。除映射服务器外，无需特定配置即可使标签分配仅到达LDP目标。流量转发在LDP和网段路由域之间边界上的任何节点自动工作。通过用来自另一协议的传出标签替换来自一协议的传入标签来实现无缝互通。

这四种部署模式是可能的，SR-LDP可无缝交互：

1. LDP到SR
2. SR到LDP
3. SR高于LDP
4. LDP高于SR

SR到LDP互通

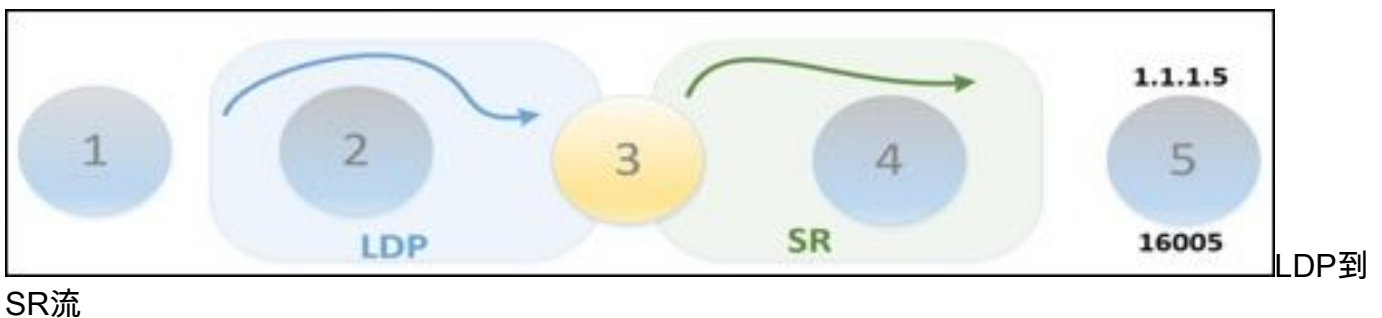
在此部署模式中，节点支持分段路由，但其通往目的地的最短路径上的下一跳不支持。在这种情况下，前缀段连接到LDP标签交换路径。这是SR域中未启用LDP的场景。



当目标未启用SR时，SR节点没有该目标的前缀SID，因此无法传输SR。在这种情况下，需要SR映射服务器(SRMS)来代表非SR节点通告前缀SID。SR节点在其转发表中安装映射服务器通告前缀SID，并在SR域内建立到非SR目标的SR连接。

LDP到SR互通

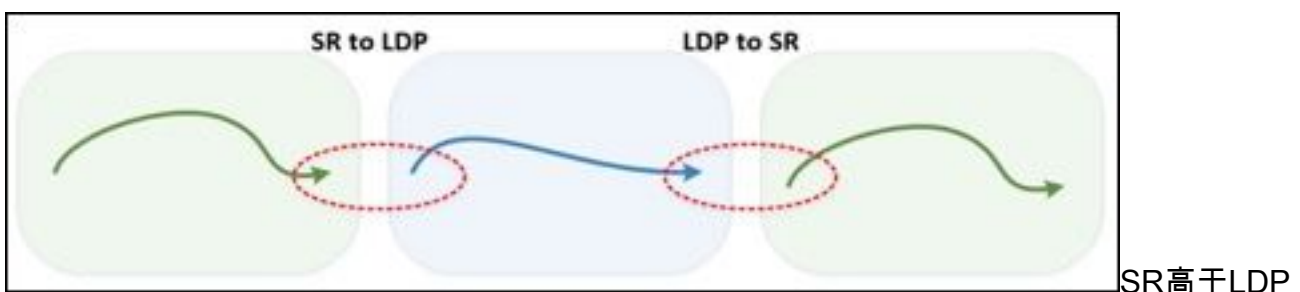
在此部署模式中，节点支持LDP，但其通往目的地的最短路径上的下一跳不支持。在这种情况下，LDP LSP连接到前缀段；此连接是自动完成的。



当节点启用LDP，但其沿SPT到目标的下一跳未启用LDP时。LDP到网段路由边界（本例中为节点3）上的任何节点将自动安装这些LDP到SR转发条目。节点3将自动连接LDP标签交换路径，而不是在转发表中编程未标记的条目指向节点5，指向节点5的前缀段。

LDP到SR互通

基于LDP的分段路由（分段路由到LDP，后跟LDP到分段路由）：在SR/LDP边界，网段路由前缀段映射到LDP LSP。在LDP/SR边界，LDP LSP映射到网段路由前缀段。

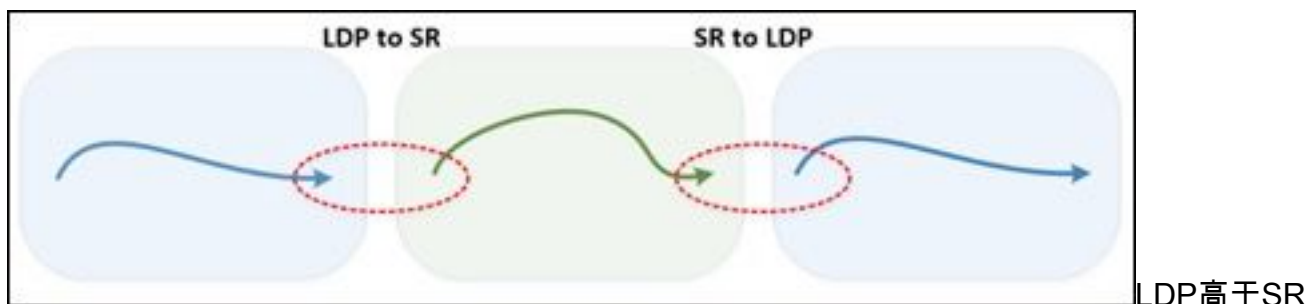


如果SR标签交换路径从SR岛终止于LDP岛，则需要映射服务器。在SR岛中，安装标签交换路径终止节点需要前缀SID。映射服务器代表仅LDP节点通告前缀SID

LDP高于SR

分段路由上的LDP（LDP到分段路由，然后分段路由到LDP）。在LDP/网段路由边界，LDP LSP映

射到网段路由前缀段。在网段路由/LDP边界，网段路由前缀网段映射到LDP LSP。



如果LDP LSP从LDP岛发出并终止于SR岛，则需要映射服务器。要安装SR标签交换路径，SR岛中需要前缀SID。仅LDP节点无法通告前缀SID。映射服务器代表仅LDP节点通告前缀SID

分段路由映射服务器

映射服务器的目标是代表其他节点通告前缀到SID的映射。SID映射代表不支持SR的节点进行通告。它使支持SR的节点能够与不支持SR的LDP节点交互工作。

Cisco IOS® XR网段路由中的映射服务器功能集中为某些或所有已知前缀分配前缀SID（前缀段标识符）。映射服务器功能有三个主要功能：路由器必须能够充当映射服务器、映射客户端或两者。

充当SRMS的路由器执行以下功能：

- 它允许用户配置SID映射条目，以指定某些或所有前缀的前缀SID。这将创建“本地SID映射策略”。
- 本地SID映射策略包含非重叠的SID映射条目。
- ISIS在“SID/标签绑定TLV”中通告本地SID映射策略。

如果IGP从映射服务器以及从另一个源接收前缀SID，IGP将使用：

- 对于本地前缀
 - 使用在接口下配置的前缀SID。
 - 使用活动SID映射策略
- 对于远程前缀
 - 在IP可达性TLV中使用附加到前缀的前缀SID
 - 使用活动SID映射策略

分段路由迁移指南

当运营商计划部署网段路由时，他们无需更换网络硬件。有时，只需升级软件即可使网段路由功能。对于棕色环境，可在当前MPLS网络中启用分段路由而无需任何淘汰和更换策略，并且如前所述，可与LDP/RSVP-TE共存，而不会更改现有控制或数据平面操作。

迁移到新技术的速度取决于无缝迁移策略的可用性，该策略允许运营商从传统技术迁移到新技术，而对生产网络的影响最小或为零。分段路由允许运营商从LDP逐步升级到SR，而不会中断现有流量的任何控制/数据平面。

在通过网段路由迁移实际生产流量时，在同一IGP域中，通常会看到支持SR的节点和非支持SR的节点混合。有本指南中介绍的增量迁移策略，其中部分网络使用分段路由启用，而另一部分不启用。使用这些策略，某些节点将作为LDP-Only运行，而其他节点将作为SR-Only节点运行。在这种情况下，如前所述，映射服务器需要通告所有非SR前缀的前缀段ID，以用于端到端标记的交换路径

(LSP)。

如前所述，在考虑在棕地环境中迁移新技术时，必须尽可能减少服务中断到零服务中断。“中断前制作”(Make before break)方法允许在数据平面使用新信息更新之前验证控制平面信息。这样，思科可简化您从一个控制平面技术向另一个控制平面技术的过渡。以下是可以遵循的运营偏好/策略，考虑其中一种策略的优点。

外部战略

服务提供商网络包括分别由核心、聚合和接入网络组成的分层架构。在此策略中，网段路由迁移从接入网络开始，然后转向预聚合、聚合，最后进入核心网段。

而核心包括在各种汇聚网络和接入网络之间路由流量的大路由器。聚合通常是网络中服务起始点的服务插入点。访问提供将蜂窝站点连接到网络的前程。核心层流量最大，聚合层流量更重，接入层流量更轻。如果这种层次结构以同心圆的形式可视化，则最内部的圆形成核心，下一个形成聚合，最后或最外部形成访问。

在操作上，接入网络中的更改所暴露的风险最小，因此从接入网络开始SR迁移风险较低。此外，运营商在迁移到聚合/核心时获得实际体验。

SR迁移方法基于网络各网段中SR部署的顺序。当从接入环开始部署SR时，即从外部开始，并打孔到内部聚合，然后是核心时，该策略被称为“外部传入”策略。下图描述了此SR部署方法。



外部战略

此方法的主要亮点是：

- SR迁移从接入网络开始。
- 在将接入循环迁移到SR时，使聚合和核心SR准备就绪。
- 逐步进入聚合，然后进入核心网段，使网络完全SR-IGP交换矩阵

为什么选择迁移中的外部：

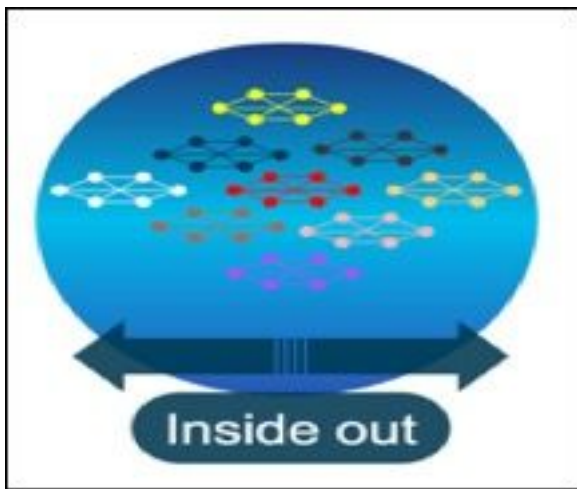
- 低风险：服务中断不普遍
- 更多设备，但分为可管理的孤岛，例如环
- 使运营商在迁移到聚合和核心时获得更多体验

内外战略

在此策略中，SR迁移从核心网络开始，然后是向汇聚和接入网络迁移。

设备数量越少，可以快速将核心网段移至SR，还有助于优化带宽，进而对业务产生更大影响。理想情况下，建议经验丰富的运营商采用此方法，因为服务中断对客户的影响将非常显著。

顾名思义，此方法首先提倡在网络核心部署SR。核心网在大多数运营商中都包含有限数量的节点，因此核心的SR迁移操作较少，可以快速完成。然而，如果出现任何问题，该方法会给核心层带来巨大流量影响的风险。聚合和接入网络的规模要大得多，因此它们被考虑在核心后迁移到SR。



内外战略

内部到外部方法的关键步骤是：

- 从核心网络开始SR迁移
- 在核心层的迁移工作进行期间，开始为SR部署做好聚合和接入网络准备。
- 在外部工作到聚合，然后进入接入网段

为什么选择Inside Out Migration:

- 高影响：运营商可以在核心层利用带宽优化
- 设备数量越少，迁移整个网段的速度就越快。
- 通常适用于经验更丰富的运营商。
- 服务中断可能会影响大量客户和服务。

《夜战》

通过这种方法，您可以逐步将网段路由添加到您的环境中，并在准备就绪时逐步淘汰现有传输协议，从而最大限度地减少服务中断。建议采用此方法进行无缝迁移。

网段路由控制平面在现有LDP网络上启用。LDP和网段路由独立工作。在思科实施中，在这种情况下，始终首选LDP进行数据转发。这样，SR就可以按照之前为每个网段定义的方法分阶段启用。

“夜中之船”方法也具有这些优势。

- 允许“中断前制造”验证
- 执行切换前SR控制验证
- 在现有LDP网络上启用分段路由控制平面
- LDP和SR保持独立
- SR和LDP PE可无缝互通

以下是用于启用分段路由和删除LDP和RSVP协议的高级迁移计划。实施将分为三个阶段。

第 1 阶段：SR和LDP通过配置SR共存，并让LDP成为首选标签实施方法。

第 2 阶段：将SR作为标签粘贴方法，而不是LDP。

第 3 阶段:删除LDP，然后删除RSVP-TE（如果已配置）。

MPLS LDP迁移到分段路由

SR实施阶段1

初始状态：所有节点都运行LDP。RSVP策略将在后面的部分介绍。

步骤1.在IGP和SID Configuration下为每个环回启用网段路由。

- 无特定顺序
- 保留默认LDP标签强制首选项
- 启用TI-LFA以对前缀进行保护配置。

!SRGB配置

```
segment-routing
```

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

SRGB默认值为16000到23999。可以根据网络大小和要求修改范围。检查SRGB规划部分，了解定义SRGB块的指南。

!!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
```

此阶段未配置SR prefer命令。

在使用BGP LU(RFC 3107)的多域IGP架构的情况下，BGP SID也应配置相同的索引值以避免标签冲突。

!BGP SID配置

```
Router bgp
```

```
address-family ipv4 unicast
```

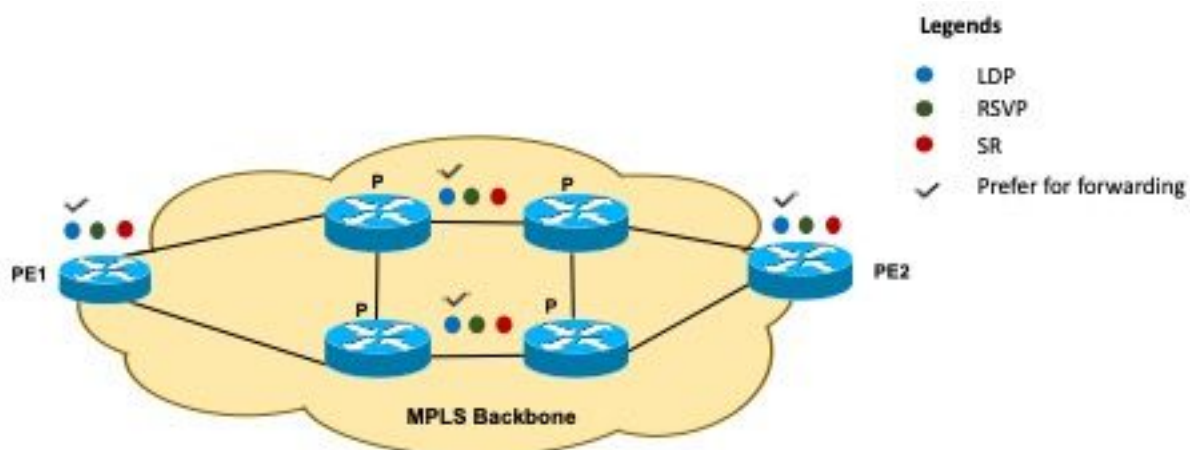
```
network <Loopback0 IP> route-policy
```

```
route-policy
```

```
set label-index
```

步骤2. 检验设备上的控制平面，确保LDP强制继续作为主要流量转发机制。网段路由标签由IGP在控制平面中分配。

此图表示完成启用阶段1后的状态，并为所有MPLS节点生成SR标签。



段路由状态

第1阶段的网

SR实施阶段2

步骤1. 所有支持网段路由的节点都配置为首选**实施SR**标签。

- 无特定顺序，但首选从边缘节点开始。
- 请勿删除LDP标签强加。

ISIS SR首选配置

```
router isis
```

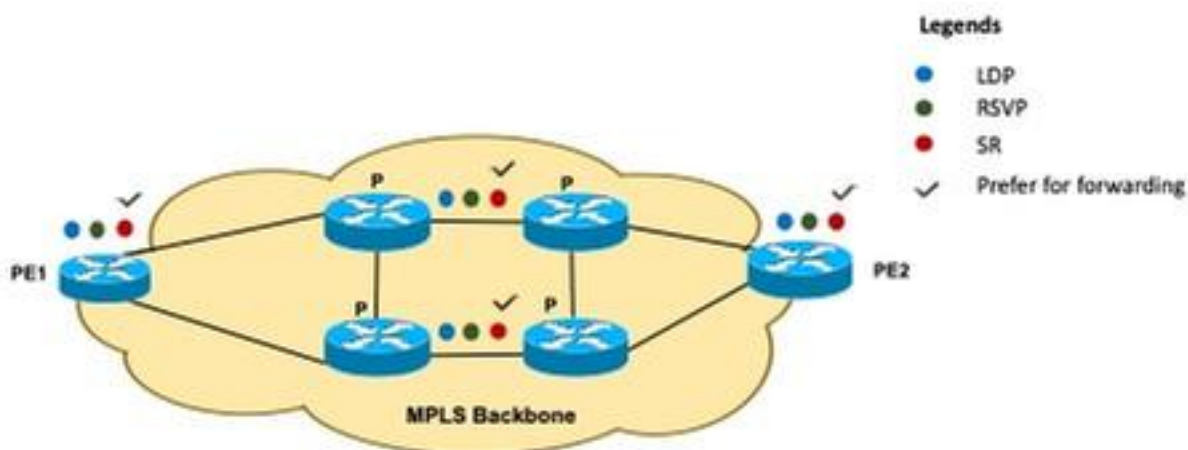
```
address-family ipv4 unicast
```

```
segment-routing mpls prefer
```

使用SR首选的转发平面没有变化，LSP将使用SR标签进行编程

步骤2.检验转发平面。

在实施阶段2完成后，所有节点都会选择SR来形成LSP，而LDP不会用于形成LSP。此映像表示所有节点运行SR首选时的状态。



第2阶段的网

段路由状态

L2和L3VPN服务将继续，在此阶段不进行任何更改。

LDP删除阶段 — 3

步骤1.使用SR检验转发平面。

步骤2.对于从网络中删除LDP/RSVP，RSVP-TE应迁移到SR策略（在下节中介绍），基于LDP的L2 VPN服务（VPWS和VPLS）应为基于BGP的服务模型。

步骤3.配置SRMS以代表IGP域内的非SR节点通告前缀SID。

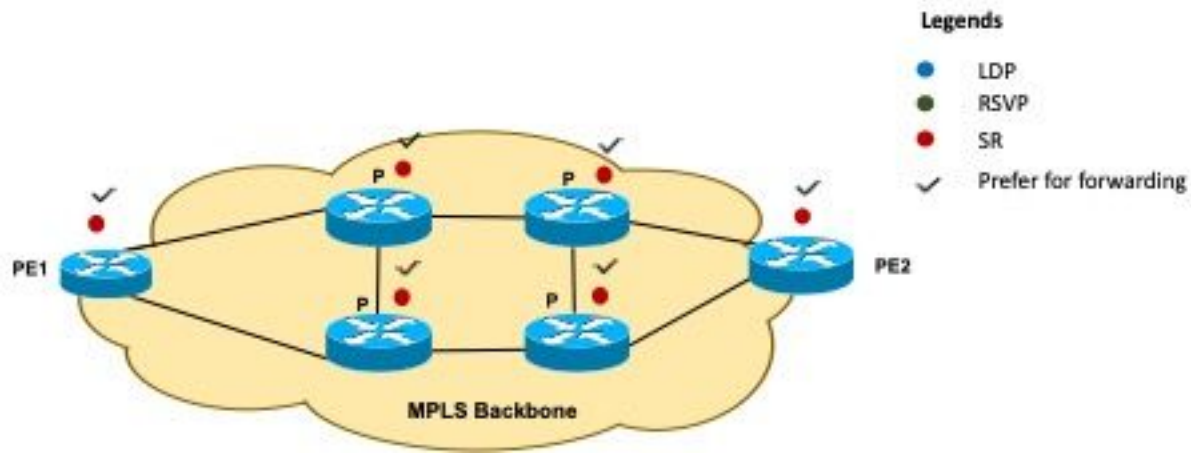
ISR映射服务器配置

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

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

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

步骤4.最后一步是删除LDP协议，底层传输网络将仅使用SR。此图像描绘了删除LDP后的网络状态。



第3阶段的网

段路由状态

RSVP-TE迁移到分段路由策略

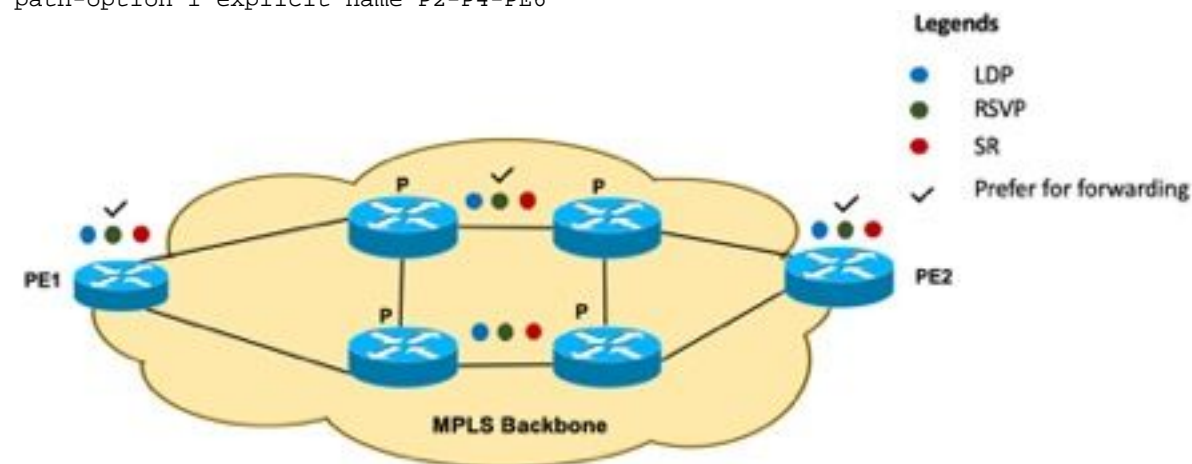
如前所述，夜间发货方法使我们能够逐步将分段路由添加到生产网络中，并逐步淘汰网络操作员准备就绪时已经存在的传输协议，从而最大限度地减少服务中断。这同样适用于RSVP-TE。

RSVP信令LSP可以配置辅助路径以启用SR，一旦该路径启用，流量就可以通过同一隧道切换到SR信令LSP。之后，可从配置中删除RSVP路径。

步骤1.最初，在设备上配置RSVP隧道。

!RSVP-TE隧道LSP

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



第1阶段的网

段路由状态

步骤2.在现有RSVP TE隧道上，使用分段路由配置辅助路径选项。

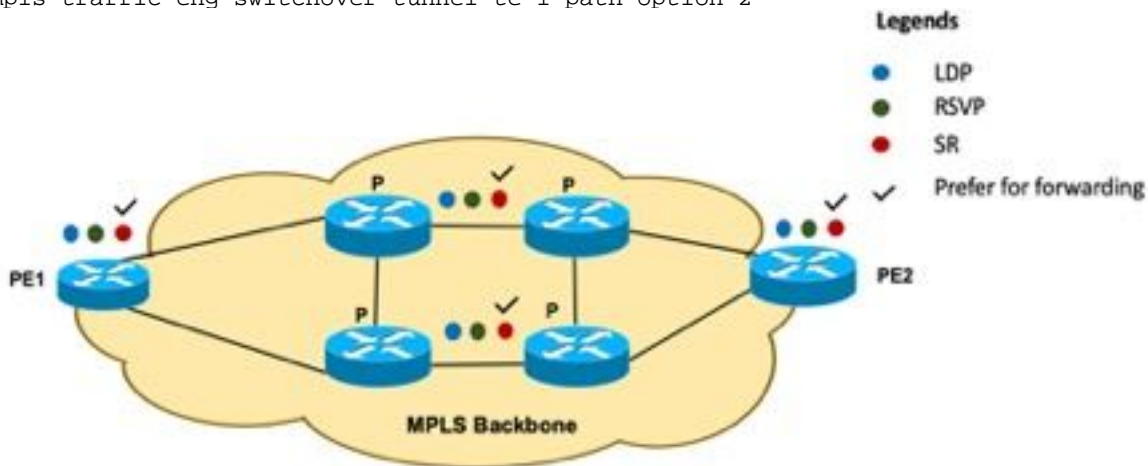
!使用分段路由的辅助路径


```
interface tunnel-te1
path-option 2 explicit name P2-P5-PE4 segment-routing
commit
```

步骤3.使用mpls traffic-eng switchover命令将隧道切换为分段路由路径选项。

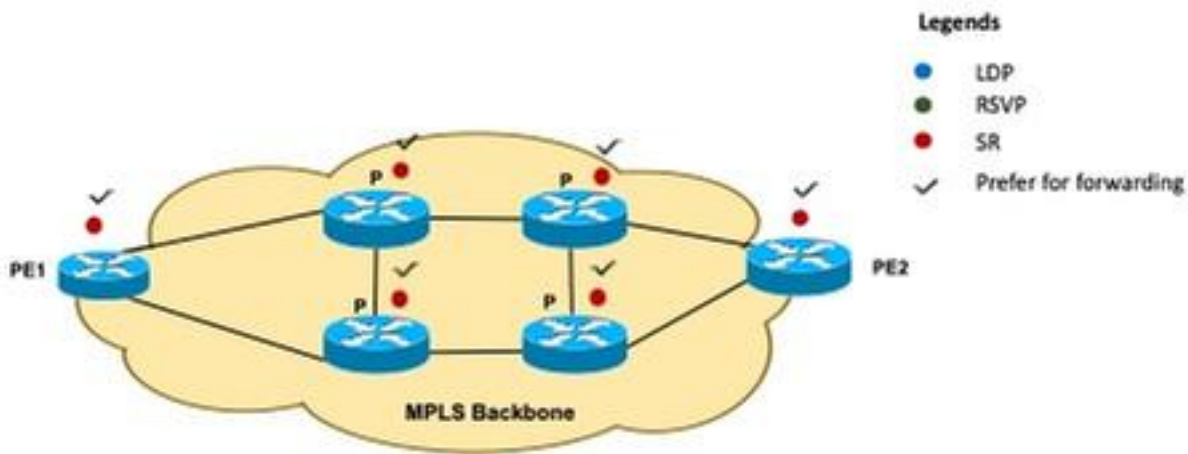
!切换到支持SR的路径

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



第2阶段的网段

路由状态步骤4.成功迁移到SRTE隧道后，可以安全地删除RSVP路径选项，如图所示。



第3阶段的网

段路由状态

分段路由策略

在网段路由中，隧道引入了一个新概念，称为SR-Policy。要切换到当前隧道的分段路由，可以在传统TE隧道接口上配置SR路径。但是，对于任何新的流量工程配置，建议使用SR-Policy进行配置。

SR策略路径表示为指定路径的段列表，称为段ID(SID)列表。每个网段代表从源到目的地的端到端路径，并指示网络中的节点遵循指定路径，而不是遵循IGP计算的路径。一旦数据包通过自动或手动方式进入SR策略，入口节点就会在数据包上推送SID列表。其余网络节点执行SID列表中嵌入的指令。

基本上，SR策略标识为有序列表（头端、颜色、端点）：

- 头端 — 实例化SR策略的位置。

- 颜色 — 区分同一节点对 (头端 — 端点) 的两个或多个策略的数值。同一节点对之间的每个策略都需要唯一的颜色值。
- 终端 — SR策略的目标

要配置本地SR策略，必须完成以下配置：

- 创建段列表
- 创建策略

分段路由策略配置：

```
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

    !

  !

!
```

头端可以通过不同的可用方式(如通过本地配置、路径计算元素通信协议(PCEP)或BGP SR-TE)来学习SR策略的不同候选路径。在分布式控制平面环境中，候选路径可能由头端通过本地配置或自动化解决方案 (如Cisco NSO) 获取。在集中控制平面环境中，候选路径可能由头端通过BGP SR-TE或PCEP从控制器获取。

故障排除

目前没有针对此配置的故障排除信息。

相关信息

- segment-routing.net
- [核心交换矩阵设计和迁移](#)
- [网段路由配置指南](#)
- [技术支持和文档 - Cisco Systems](#)