

SRv6 技术探讨

Discussion on SRv6 Technology

王君健(中国移动通信集团河北有限公司,河北 石家庄 050021)
Wang Junjian(China Mobile Communications Group Hebei Co.,Ltd., Shijiazhuang 050021, China)

摘要:

SR 技术通过扩展 IGP 协议实现 segment 信息的交互,进而实现基于业务、拓扑等的 SR-TE 流量工程,基于 TI-LFA FRR 可保障任意网络拓扑的高可靠性。SR 在数据平面支持 MPLS 和 IPv6 2 种封装方式,既继承了 MPLS 技术的优势,又能适应 IPv6、SDN 等技术的发展,极大地降低了网络协议部署的复杂度。分析了基于 IPv6 协议的 SRv6 源路由技术,并探讨了 SRv6 的组网方案,为未来 IPv6-only 网络发展演进提供参考。

Abstract:

SR technology realizes the interaction of segment information by extending IGP protocol, and then realizes SR-TE traffic engineering based on business and topology. TI-LFA FRR can guarantee the high reliability of any network topology. SR supports MPLS and IPv6 in data plane. It not only inherits the advantages of MPLS technology, but also adapts to the development of IPv6, SDN and other technologies, which greatly reduces the complexity of network protocol deployment. The SRv6 source routing technology based on IPv6 protocol is analyzed, and the network scheme of SRv6 is discussed, which provides some reference for the future development and evolution of IPv6-only network.

Keywords:

SR; SRv6; IPv6; SRH

关键词:

SR; SRv6; IPv6; SRH

doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2020.01.012

文章编号: 1007-3043(2020)01-0059-05

中图分类号: TN919

文献标识码: A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



引用格式: 王君健. SRv6 技术探讨[J]. 邮电设计技术, 2020(1): 59-63.

1 简单高效的 IPv6-only 网络

作为下一代互联网的核心协议, IPv6 针对 IPv4 的不足做了改进, 除了提供更大的地址空间, 还拥有更快的路由机制、更好的业务性能及安全性。主流设备厂商高端路由器、SR/BRAS 设备、交换机/ xPON、家庭网络 HG 等已经具备 IPv6 商用能力, 运营商的 IPv6 部署规模也逐步扩大, IPv6 建设大潮将至。

IPv6 的 IP 地址域为 128 比特, 拥有巨大的地址空

间, 甚至可以为地球上每粒沙子分配多个 IPv6 地址。无论建设物联网还是 5G 网络, 运营商都有足够的 IPv6 地址分配给固定终端和移动终端。IPv6 报文头由固定长度的报头和灵活的扩展头组成, 固定长度的报头更有利于网络设备的转发处理, 相比报头长度可变的 IPv4 协议, IPv6 协议的转发效率更高。来自 Facebook 和其他公司的研究报告都表明, 美国运营的 IPv6 终端下载的速率比 IPv4 的终端快 15%~40%。IPv6 协议通过扩展头实现 AH 和 ESP, 保证自身负荷安全, 安全性比 IPv4 协议更高。

IPv6-only 是网络演进的最终目标, 双栈部署属于

收稿日期: 2019-10-27

过渡阶段。采用IPv4/IPv6双栈模式会使网络复杂性增加一倍,网络的维护工作量增加一倍,甚至更多。双栈网络的规模扩展性有限,公网IPv4协议地址数量有限,而IPv6协议地址接近无限,双方无法同步增长。双栈模式需要终端、网络设备和数据中心都支持IPv6和IPv4的双栈部署,接入网、城域网和核心网的每台路由器同时运行IPv6和IPv4协议,这对路由器的CPU、内存以及网络的稳定性和收敛性都提出更高的要求,需要运营商投入更多的资金升级和替换网络设备。

2 IPv6-only网络与SDN/NFV

SDN和NFV是当今驱动网络向前发展的双轮动力,它们不会因为基础协议从IPv4切换到IPv6而停滞不前,相反IPv6协议更能促进SDN和NFV的发展。IPv6协议支持即插即用,可通过无状态和有状态2种自动配置方式获得IPv6地址及参数,IPv6终端部署非常方便灵活,有利于SDN和NFV的自动化部署。面向上层的SDN和NFV,IPv6协议除了具有IPv4协议提供的所有特性,如BGP-LS、Telemetry、PCEP、NETCONF、YANG等,还能提供基于IPv6协议的Inband-OAM、SRv6的Network Programming功能,给SDN和NFV更大的支持,如图1所示。SDN/NFV的部署也使用户流量从双栈模式切换到IPv6-only协议相对更容易。

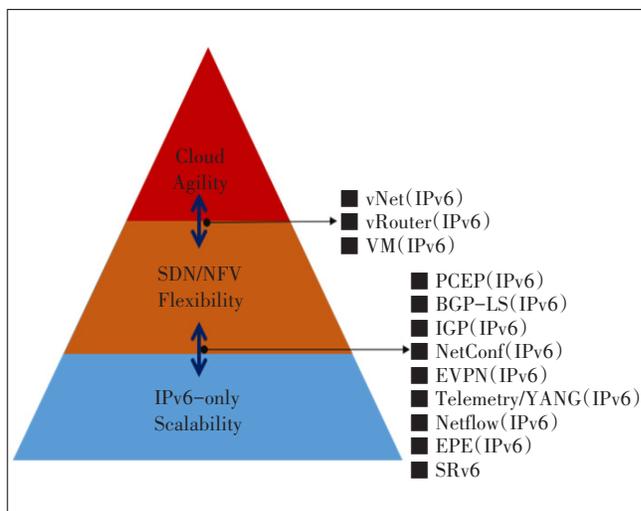


图1 云、SDN/NFV和IPv6三者关系

SRv6通过128 bit的SID实现Network Programming功能。128 bit分为Location、Function和Parameters等3部分,其中Location表示到达该节点的路由信

息,Function和Parameter则分别表示在该节点执行的函数及所需参数信息,如图2所示。Location、Function、Parameter这3部分没有固定的长度,其中Location字段的长度只要能够表达出到该节点的路由信息,其长度可变,不一定是64 bit,可以更短。Function和Parameter的长度远远超过传统IPv4协议地址的32 bit,这给网络程序开发者带来更多的变化可能。IETF的相关草案定义了Function和Parameter的比特位,包含许多常用的函数及其参数,如简单转发操作函数End、执行类似IPv4 SR的Adj操作的函数End.X,支持IPv6 L3VPN函数的End.DX6,部分函数如图2所示。

云服务基于网络资源池化对资源统一调度、分配和管理,云服务可以利用基于IPv6协议的SDN和NFV技术,为数据中心提供基于IPv6协议的VM、vNet和vRouter资源,使数据中心内部IPv6虚拟网络和外部IPv6物理网络在逻辑上达成统一网络部署。

3 基于SRv6的E2E优质服务

基于IPv6协议的SRv6源路由技术提供端到端(E2E)优质承载服务。SRv6网络将IPv4网络中分段式业务路径演进到端到端的业务路径(见图3)。在传统的IPv4网络中,业务从起点到终点经过多层NAT转换,很难对端到端的路径进行管控,在接入层和核心层都需要部署NAT,接入层NAT解决终端设备公网IPv4协议地址不足的问题,核心层NAT解决数据中心虚拟机私有IPv4地址和互联网访问等方面的问题。在接入网、城域网、骨干网和数据中心都统一到IPv6-only网络后,可以更便捷地为用户提供端到端的业务。

SRv6使用MBGP作为控制面,将基于IPv4 MPLS转发面的L3/L2VPN、EVPN演进到基于IPv6转发面的L3/L2VPN和EVPN。SRv6提供的IPv6的L3/L2VPN和EVPN,不再使用MPLS、LDP、RSVP协议,网络中协议类型大幅减少,网络越来越简化和扁平化。IPv6-only网络释放了双栈设备中IPv4的相关资源如CPU和RAM,IPv6-only简化了网络的管理和维护,提升了网络的稳定性和收敛性。

IPv6网络可提供功能强大的In-band OAM功能,方便IPv6网络性能测量和SLA实现,也方便网络运维。In-band OAM通过在IPv6定义专用的扩展头,实现对转发面的各种性能数据进行测量,如时延、乱序、丢包等。IPv6的In-band OAM和SRv6技术可以为用户提供更优质的SLA。

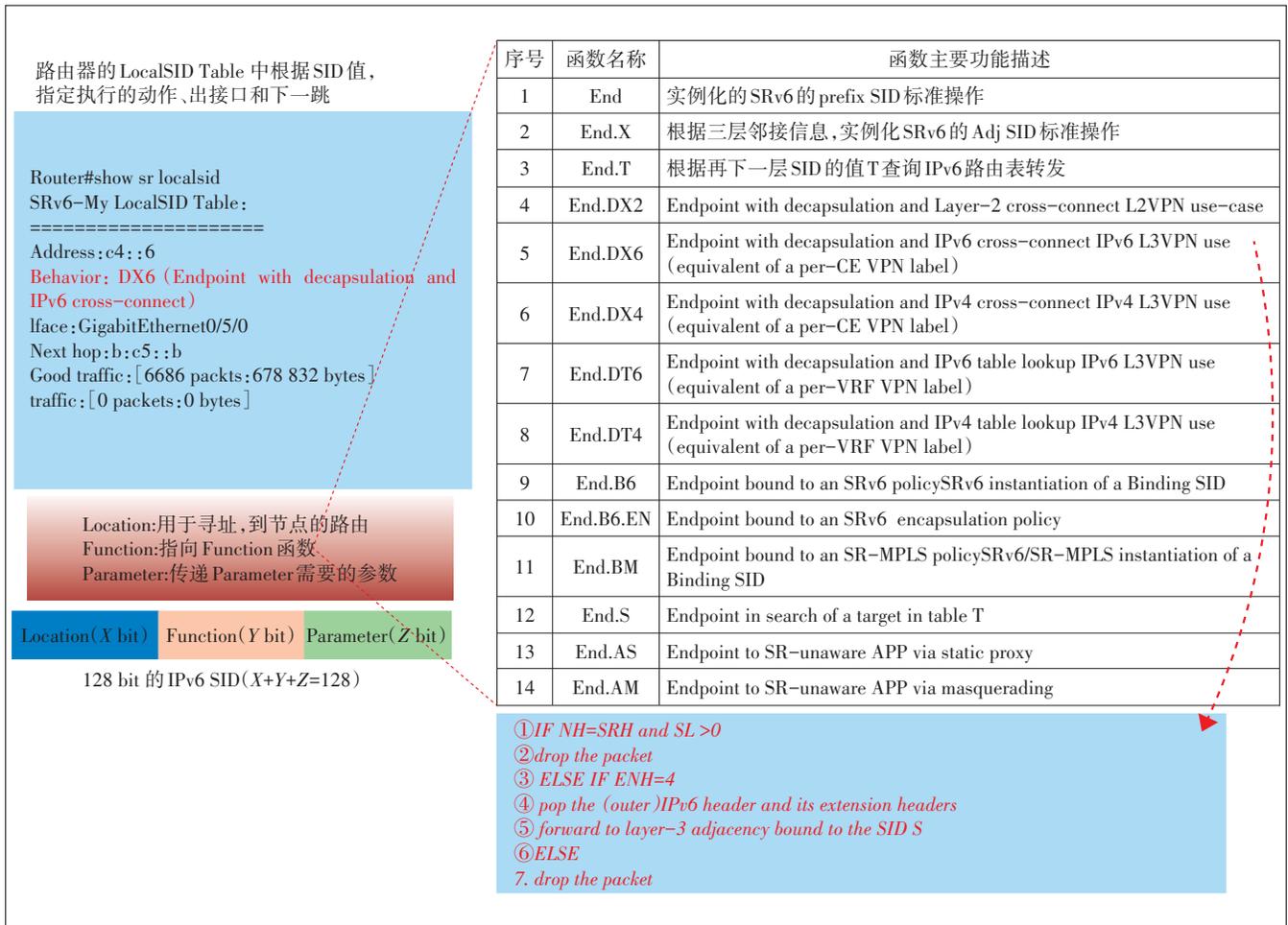


图2 SRv6的Network Programming

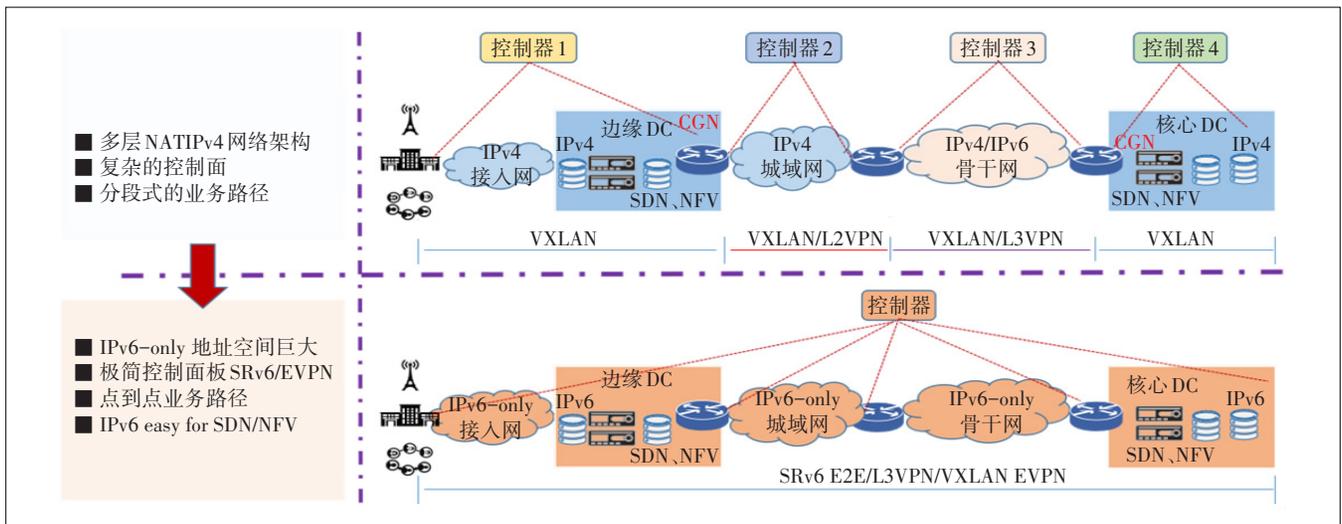


图3 端到端的极简 IPv6-only 网络

4 SRv6 与 L3VPN/EPVN 业务的兼容性

SRv6 可支持 IPv6 网络的 L3VPN 业务, IPv6

L3VPN 转发面是基于 IPv6 而不是 MPLS, 因此也不再需要 MPLS 控制面的协议如 LDP 和 RSVP。SRv6 的 L3VPN 仍然使用 MBGP 作为控制面协议, 对 MBGP 扩

展了一个支持SRv6-VPN前缀属性TLV。IPv4网络中RD和RT等概念在SRv6的L3VPN网络中保持不变,MBGP在向邻居通告VPN路由时携带一个SRv6-VPN SID,这类似MBGP MPLS L3VPN携带VPN私网的

MPLS标签。Egress节点依据报文中携带的SRv6-VPN SID查询对应的VRF转发表,再根据IPv6报文目的地址查找路由和出接口。控制面的协议工作流程如图4所示。

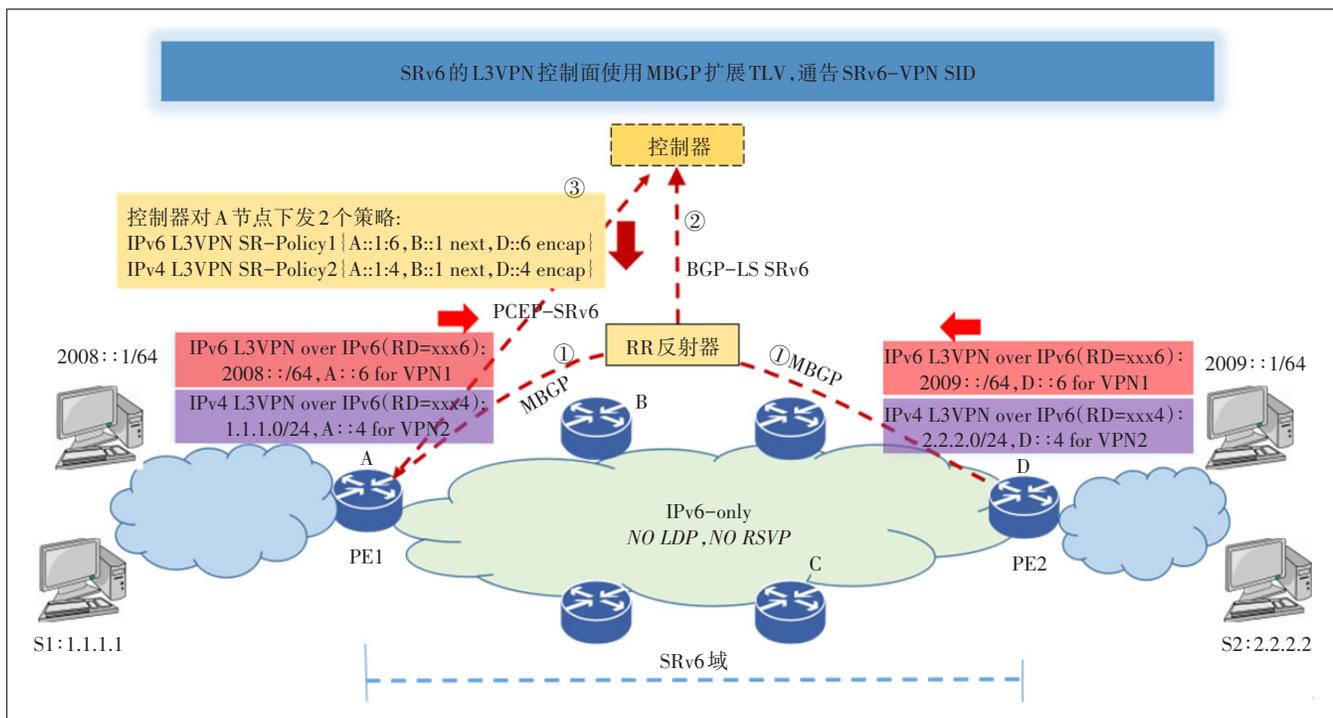


图4 SRv6的L3VPN的控制面原理

a) PE1和PE2节点与RR反射器建立MBGP邻居。PE1节点有IPv6 L3VPN和IPv4 L3VPN,PE1向PE2通告这2个VPN的私网路由2008::/64和1.1.1.0/24,除了携带RD、RT等属性还携带了2个SRv6-VPN SID(属性值分别为A:6和A:4)。同理PE2通告的VPN1路由2009::/64除携带RD、RT等属性外还有SRv6-VPN SID属性值D:6,通告VPN2路由2.2.2.0/24除携带RD、RT等属性外还有SRv6-VPN SID属性值D:4。PE1和PE2分别学习对方传递过来的VPN私网路由,生成本地的2个L3VPN的VRF转发表,用于对应的VRF流量转发。

b) RR反射器分别与PE1和PE2建立MBGP邻居,其IGP如OSPFv3或者ISISv6也与RR反射器建立正常的邻居关系,建立完邻居关系后,RR反射器收到携带SRv6相关信息的OSPFv3或者ISISv6链路状态。RR反射器与控制器通过BGP-LS建立PEER关系,RR反射器向控制器发送域内IPv6路由链路状态信息(包括SRv6的信息)。

c) 控制器对收集的所有链路状态库(包括SRv6

的信息)进行分析计算,考虑链路的物理带宽、实际使用带宽、设备的队列转发时延、业务要求的时延,使用的算法等多种因素,计算出L3VPN流量从Ingress节点到Egress节点的最佳SR路由策略(SR-Policy),并发送到L3VPN的Ingress节点。该策略也可以在控制器上手工指定后再下发到Ingress节点,或者在Ingress节点上手工配置。如图4的步骤3所示,控制器对Ingress节点下发2条策略A:1:1和A:1:2分别对应IPv6的L3VPN流量和IPv4的L3VPN流量转发策略。

SRv6的L3VPN业务转发比较简单,Ingress节点根据控制器下发的SR-Policy A:1:6和A:1:4,对IPv6 L3VPN流量和IPv4 L3VPN流量执行不同的处理策略。每个SR-Policy指定业务流量需要经过中间的关键节点,以及在该节点流量如何处理,如执行负荷分担或者指定特定链路或者简单转发。在流量的Egress节点则指明对流量执行的具体操作,如解封SRv6报文头,查特定的VRF路由表,根据内层目的地址查找下一跳和出接口,或者在公网IPv6的路由表中查找下一跳和出接口,具体如图5所示。IPv6 L3VPN流量在A节点

执行 A::1:6 策略,封装 IPv6 外层头的源地址(A:1)和目的地址 B:1,依据策略 A::1:6 插入 SRH 头及 SR-List (B:1 和 D:6),并根据外层 IPv6 的目的地址(B:1)查 IPv6 转发表获取下一跳和出接口,并把流量通过该接口送往节点 B。IPv6 L3VPN 流量到达节点 B 以后,执行常规的 END 函数操作,替换 IPv6 外层目的地址为 D:6,并偏移 SRH 头的指针。B 节点根据外层 IPv6 的目

的地址 D:6 查找 IPv6 转发表,把报文送往节点 D。报文到达节点 D 以后,根据目的地址中 D:6 解封外层 IPv6 头,根据 D:6 寻找对应 L3VPN 的私网路由表,并根据内层 IPv6 报文目的地址 2009:1 查下一跳和出接口。如果能查到对应目的路由则转发报文,否则丢弃。IPv4 的 L3VPN 流量转发过程类似 IPv6 的 L3VPN 流量,这里不再重复。

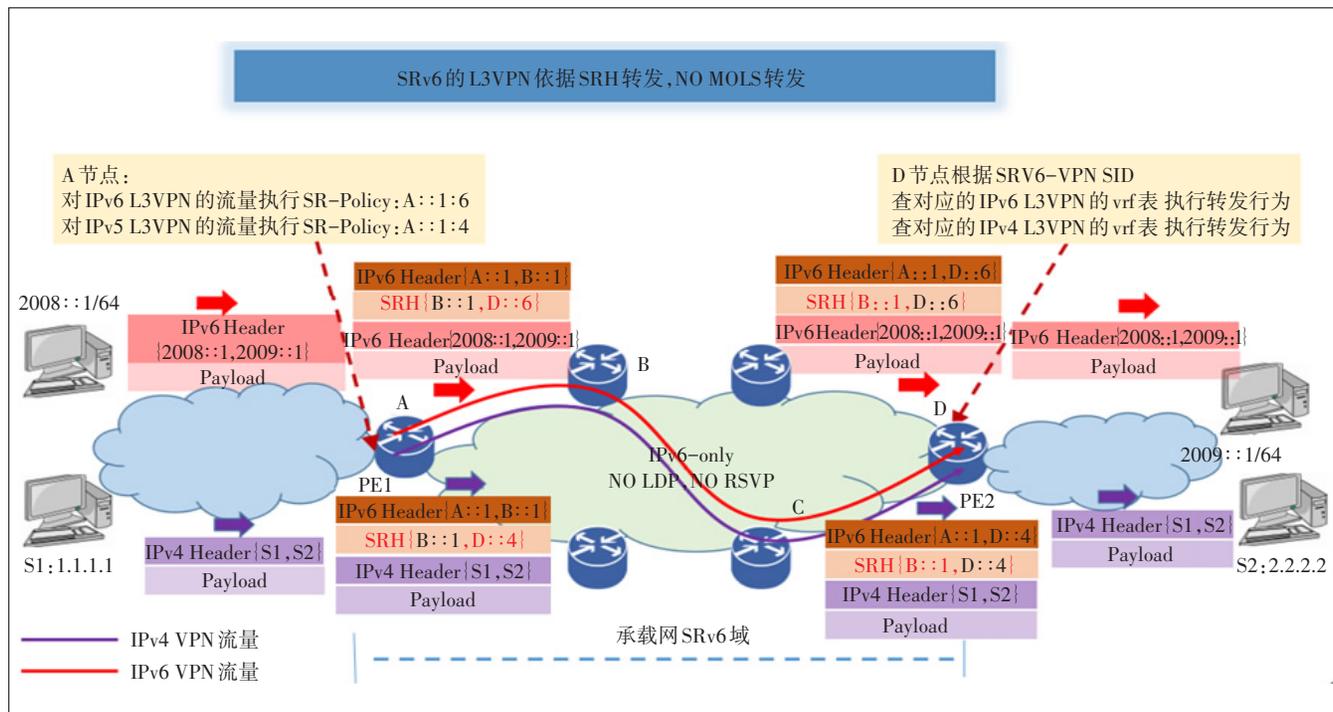


图5 SRv6 的 L3VPN 流量转发过程

5 结束语

随着 5G、物联网、智慧城市、SDN/NFV、云计算以及边缘计算等新兴技术的蓬勃发展,互联网产业对 IPv6 的需求也日益迫切。各国都在积极进行 IPv6 网络建设,以提升自己在下一代互联时代的话语权,并促进本国技术和经济的发展。随着网络逐渐向云化演进,各类智能应用、智能技术等新型技术业务层出不穷,新产业、新业态对网络的智能弹性提出更高的要求,SRv6 技术可为 SDN/NFV 提供更多支持,提供可编程性和 E2E 的优质服务,同时兼容传统的 L3VPN 和 EVPN 等业务,实现网络的无缝演进,势必会引领下一代网络发展。

参考文献:

[1] 刘强,石磊. Segment Routing 技术及其应用分析[J]. 电信技术,

2017, 8 (12):56-58.

- [2] 王洋,于君,倪高伟. 电信运营商大数据资源运营策略研究[J]. 数据通信,2017(5):1-4,15
- [3] 李光,赵福川,王延松. 5G 承载网的需求、架构和解决方案[J]. 中兴通讯技术,2017,23 (5):56-60.
- [4] KUMAR N, SWALLOW G, PIGNATARO C, et al. Label switched path (LSP) ping/trace for segment routing networks using MPLS data-plane[EB/OL].[2019-04-16]. <http://www.ietf.org/>.
- [5] 方昆. 5G 承载大连接解决方案:Segment Routing 研究[J]. 通讯世界,2018 (1).

作者简介:

王君健,毕业于北京邮电大学,高级工程师,硕士,主要从事移动通信网无线、互联网专业的网络规划、优化、工程建设管理等工作。

