

# SRv6 基础原理和成功应用

## (中邮证券供稿, 陕西局指导)

### 一、SRv6 概述

SRv6 (Segment Routing over IPv6) 是一种网络传输协议,它允许网络源节点指定数据包在网络中的传输路径。SRv6 基于 IPv6, 利用其巨大的地址空间和新的编程能力, 允许更灵活和高效的路由策略。

SRv6 的主要特点包括:

**源路由:** 在传统的网络中, 路由决策通常由中间的网络设备 (如路由器) 基于全局路由表来决定。而 SRv6 允许源节点指定数据包在传输过程中应该经过的路径, 这被称为“源路由”。

**段:** SRv6 将网络路径划分为多个“段”, 每个段可以是一个节点或一个链路。这些段在 IPv6 地址中编码, 数据包在传输过程中会根据这些地址段进行路由。

**编程能力:** SRv6 允许在网络中插入特定的处理函数, 这些函数可以对数据包进行修改或检查, 提供了更细粒度的网络控制。

**兼容性:** 由于 SRv6 是基于 IPv6 的, 它可以无缝地部署在现有的 IPv6 网络中, 不需要对网络设备进行大规模的升级。

SRv6 在网络中提供了一种新的数据传输方式, 它能够更

好地满足现代网络对于灵活性、可编程性和性能的需求。随着 IPv6 的逐渐普及，SRv6 的应用前景非常广阔，特别是在数据中心、广域网和 5G 等新兴网络环境中。

当源节点想要发送数据包到目的地时，它会根据网络拓扑和策略，为数据包构造一个包含一系列 SID 的头部。每个 SID 对应网络中的一个段，数据包在传输过程中会根据这些 SID 依次经过这些段。

**路径构建：**源节点首先确定数据包的传输路径，并将路径上的每个段映射到一个 SID。这些 SID 按照传输顺序插入到数据包的头部。

**数据包传输：**数据包从源节点出发，每到达一个节点，该节点会根据当前 SID 执行相应的操作，然后取出下一个 SID，继续传输过程。

**目的地理：**当数据包到达最后一个 SID 对应的节点时，该节点会移除数据包的 SRv6 头部，并将其转发到最终目的地。

SRv6 因其灵活性和可编程性，在多种网络场景中都有潜在的应用价值，包括：

**数据中心网络：**SRv6 可以帮助实现更细粒度的流量工程和负载均衡，提高数据中心的性能和效率。

**广域网：**SRv6 可以用于构建更灵活的广域网，支持多路径传输和快速故障恢复。

**5G 和移动网络：**SRv6 支持 5G 网络中的切片技术，可以根据不同的业务需求提供定制化的网络服务。

SRv6 的出现，标志着网络传输技术的一个新的发展阶段，

它为网络提供了更高的灵活性和控制能力，有望在未来成为网络技术的一个重要组成部分。

## 二、SRv6 与 IPv6 的关系

SRv6 (Segment Routing over IPv6) 与 IPv6 (Internet Protocol version 6) 之间的关系是密切的，因为 SRv6 是建立在 IPv6 基础之上的一种网络传输协议。下面详细解释它们之间的关系：

**技术基础：**SRv6 完全依赖于 IPv6。IPv6 提供了巨大的地址空间，这为 SRv6 中段标识符 (SID) 的编码提供了便利。每个 SID 都可以嵌入到一个 IPv6 地址中，使得数据包在传输过程中能够携带多个 SID，从而实现复杂的路径控制。

**地址编码：**在 SRv6 中，SID 通常是一个 64 位的值，它可以嵌入到 IPv6 地址的末尾 64 位中。这意味着 SRv6 可以利用现有的 IPv6 地址格式，不需要对网络设备进行大规模的修改或升级。

**兼容性：**由于 SRv6 是基于 IPv6 的，因此它天然与 IPv6 网络兼容。这意味着在现有的 IPv6 网络中，可以无缝地部署 SRv6，而不需要对网络基础设施进行重大改变。

**扩展性：**IPv6 的地址空间允许 SRv6 支持大量的段标识符，这意味着 SRv6 可以用于构建非常大规模的网络，同时保持良好的扩展性和灵活性。

**编程能力：**IPv6 的灵活性为 SRv6 提供了强大的编程能力。通过在 SID 中嵌入指令，SRv6 可以在数据包传输过程中执行复杂的操作，如修改数据包内容、实施特定的路由策略

等。

未来发展：随着 IPv6 逐渐取代 IPv4 成为互联网的主要协议，SRv6 作为一种新兴的网络传输技术，有望在未来得到更广泛的应用。它可以为网络提供更高的灵活性和控制能力，支持新型的网络服务和应用。

总之，SRv6 与 IPv6 之间的关系是前者基于后者的一种扩展和应用。SRv6 利用了 IPv6 的地址空间和灵活性，为网络数据传输提供了一种新的方式，同时保持了对现有 IPv6 网络的兼容性。随着 IPv6 的普及，SRv6 有望成为网络技术的一个重要组成部分。

### 三、SRv6 基础原理

#### (一)为什么说 SRv6 是 Native IPv6 技术

提到 SRv6，必然绕不开 IPv6。按照 RFC8200 描述，IPv6 报文由 IPv6 基本报文头、IPv6 扩展报文头以及上层协议数据单元 3 部分组成。

IPv6 基本报文头有 8 个字段，固定大小为 40 字节，每一个 IPv6 数据包都必须包含 IPv6 基本报文头。IPv6 基本报文头提供报文转发的基本信息，会被转发路径上的所有设备解析。

上层协议数据单元一般由上层协议报文头和它的有效载荷构成，上层协议数据单元可以是一个 ICMPv6 报文、一个 TCP 报文或一个 UDP 报文。

IPv6 报文格式的设计思想是让 IPv6 基本报文头尽量简单。大多数情况下，设备只需要处理基本报文头，就可以转发 IP

流量。因此，和 IPv4 相比，IPv6 去除了分片、校验和、选项等相关字段，仅增加了流标签(FlowLabel)字段，IPv6 报文头的处理较 IPv4 得到了简化，提高了处理效率。另外，IPv6 为了更好地支持各种选项处理，提出了扩展报文头的概念，新增选项时不必修改现有报文结构，理论上可以无限扩展，在保持报文头简化的前提下，还具备了优异的灵活性。

IPv6 扩展报文头被置于 IPv6 基本报文头和上层协议数据单元之间。一个 IPv6 报文可以包含 0 个、1 个或多个扩展报文头，仅当需要其他节点做某些特殊处理时，才由源节点添加一个或多个扩展报文头。

当使用多个扩展报文头时，前面报文头的 NextHeader 字段指明下一个扩展报文头的类型，这样就形成了链状的报文头列表。IPv6 基本报文头中的 NextHeader 字段指明了第一个扩展报文头的类型，而第一个扩展报文头中的 NextHeader 字段指明了下一个扩展报文头的类型(如果不存在，则指明上层协议的类型)。

IPv6 扩展报文头如表 1-1 所示。路由设备根据基本报文中 NextHeader 值指定的协议号来决定是否要处理扩展报文头，并不是所有的扩展报文头都需要被查看和处理。

表 1-1 IPv6 扩展报文头

IPv6 扩展报文头名称	协议号
逐跳选项扩展报文头 HBH ( Hop-by-Hop Options Header )	0
目的选项扩展报文头 DOH ( Destination Options Header )	60
路由扩展报文头 RH ( Routing Header )	43
分片扩展报文头 FH ( Fragment Header )	44
认证扩展报文头 AH ( Authentication Header )	51
封装安全有效载荷扩展报文头 ESP ( Encapsulating Security Payload Header )	50
上层协议报文 ULH ( Upper-Layer Header )	ICMPv6: 58; UDP: 17; TCP: 6

SRv6 就是通过路由扩展报文头 RH 扩展来实现的，SRv6 报文没有改变原有 IPv6 报文的封装结构，SRv6 报文仍旧是 IPv6 报文，普通的 IPv6 设备也可以识别，所以我们说 SRv6 是 NativeIPv6 技术。SRv6 的 NativeIPv6 特质使得 SRv6 设备能够和普通 IPv6 设备共同组网，对现有网络具有更好的兼容性。

从 IP/MPLS 回归 NativeIPv6，IP 网络去除了 MPLS，协议简化，并且归一到 IPv6 本身，具有重大的意义。利用 SRv6，只要路由可达，就意味着业务可达，路由可以轻易跨越 AS 域，业务自然也可以轻易地跨越 AS 域，这对于简化网络部署，扩大网络的范围非常有利。

## (二)IPv6 如何扩展支持 SRv6

### 1.IPv6 SRH 扩展

为了基于 IPv6 转发平面实现 SegmentRouting，IPv6 路

由扩展报文头新增加一种类型，称作SRH(SegmentRoutingHeader，段路由扩展报文头)，该扩展报文头指定一个IPv6的显式路径，存储的是IPv6的路径约束信息(SegmentList)。

头节点在IPv6报文中增加一个SRH扩展头，中间节点就可以按照SRH扩展头里包含的路径信息进行转发。

## 2.SRv6 SRH 的处理过程

在SRv6的SRH里，SL和SegmentsList信息共同决定报文头部的IPv6目的地址。指针SL最小值是0，最大值等于SRH里的SID个数减一。在SRv6中，每经过一个SRv6节点，SL字段减1，IPv6DA(DestinationAddress，目的地址)信息变换一次，其取值是指针当前指向的SID。SL和SegmentList字段共同决定IPv6DA信息。

从以上描述可见，节点对于SRv6SRH是从下到上进行逆序操作，这一点与SR-MPLS有所不同。

SRv6与SR-MPLS的另外一个不同是：SRv6SRH中的Segment在经过节点处理后也不会弹出。这里主要有3个原因：

最早的IPv6的路由扩展头(RH)设计跟MPLS没有太多关联，当时的设计并没有弹出这个选项。

MPLS每一个标签相对独立，并且位于顶部，可以直接弹出，SRv6Segment在IPv6包头后面的SRH扩展头中，并且与其他扩展头信息存在关联(如安全加密和校验等)，不能简单地弹出。

因为没有弹出，SRv6 报文头保留了路径信息，可以做路径回溯。另外有一些创新考虑对 SRH 中保留的 Segment 进行重用，做一些新的功能扩展。

### (三)SRv6 SID 有何特殊之处

SegmentID(SID)在 SR-MPLS 里是标签形式，在 SRv6 里换成了 IPv6 地址形式。SRv6 也是通过对 SID 栈的操作来完成转发，SRv6 同样是一种源路由技术。那么 SRv6 的 SID 具有哪些特殊之处呢？要回答这个问题，就需要从 SRv6 SID 结构来说起。

## 3. SRv6 SID 结构

SRv6 SID 是 IPv6 地址形式，但也不是普通意义上的 IPv6 地址。SRv6 的 SID 具有 128 比特，足够表征任何事物，这样长的一个地址，如果仅仅用于路由转发，显然是很浪费的，所以 SRv6 的设计者对于 SID 进行了更加巧妙的处理。

SRv6SID 由 Locator 和 Function 两部分组成，格式是 Locator:Function，其中 Locator 占据 IPv6 地址的高比特位，Function 部分占据 IPv6 地址的剩余部分。

Locator 具有定位功能，所以一般要在 SRv6 域内唯一，但是在一些特殊场景，比如 Anycast 保护场景，多个设备可能配置相同的 Locator。节点配置 Locator 之后，系统会生成一条 Locator 网段路由，并且通过 IGP 在 SRv6 域内扩散。网络里其他节点通过 Locator 网段路由就可以定位到本节点，同时本节点发布的所有 SRv6 SID 也都可以通过该条 Locator 网段路由到达。

Function 代表设备的指令(Instruction), 这些指令都由设备预先设定, Function 部分用于指示 SRv6SID 的生成节点进行相应的功能操作。Function 通过 OperationCode(Opcode) 来显性的表征。

Function 部分还可以分出一个可选的参数段 (Arguments) , 此时 SRv6 SID 的格式变为 Locator:Function:Arguments, Arguments 占据 IPv6 地址的低比特位, 通过 Arguments 字段可以定义一些报文的流和服务等信息。当前一个重要应用是 EVPNPLS 的 CE 多归场景, 转发 BUM 流量时, 利用 Arguments 实现水平分割。

Function 和 Arguments 都是可以定义的, 这也反映出 SRv6SID 的结构更有利于对网络进行编程。

下面以 EndSID 和 End.XSID 为例来说明 SRv6SID 的结构。

EndSID 表示 EndpointSID, 用于标识网络中的某个目的节点(Node)。在各个节点上配置 Locator, 然后为节点配置 Function 的 Opcode, Locator 和 Function 的 Opcode 组合就能得到一个 SID, 这个 SID 可以代表本节点, 我们称为 EndSID。EndSID 可以通过 IGP 协议扩散到其他网元, 全局可见。

End.XSID 表示三层交叉连接的 EndpointSID, 用于标识网络中的某条链路。在节点上配置 Locator, 然后为各个方向的邻接配置 Function 的 Opcode, Locator 和 Function 的 Opcode 组合就能得到一个 SID, 这个 SID 可以代表一个邻接, 我们称为 End.XSID。End.XSID 可以通过 IGP 协议扩散到其他网元, 全局可见。

EndSID 和 End.XSID 分别代表节点和邻接,都是路径 SID,使用二者组合编排 SID 栈已经足够表征任何一条网络路径。SID 栈代表了路径的约束,携带在 IPv6SRH 中,SRv6 就是通过这种方式实现了流量工程(TrafficEngineering, TE)。

此外,VPN/EVPN/EVPL(EthernetVirtualPrivateLine,以太网虚拟专线)实例等分配的 SID,这种 SID 就代表业务。由于 IPv6 地址空间足够大,所以 SRv6SID 能够支持足够多的业务。

#### 4.SRv6 常用 SID

当前 SRv6SID 主要包括路径 SID 和业务 SID 两种类型。例如 EndSID 和 End.XSID 分别代表节点和链路,而 End.DT4SID 和 End.DT6SID 分别代表 IPv4 VPN 和 IPv6 VPN 等。

#### 5.本地 SID 表

使能 SRv6 的节点维护一个本地 SID(LocalSID)表,该表包含所有在本节点生成的 SRv6SID 信息,根据该表可以生成一个 SRv6 转发表(ForwardingInformationBase, FIB)。本地 SID 表有以下用途:

定义本地生成的 SID,例如 End.XSID 等。

指定绑定到这些 SID 的指令。

存储和这些指令相关的转发信息,例如出接口和下一跳等。

#### (四)SRv6 的三重编程空间

由于 SRv6 赋予了 SID 更多的内涵,SRv6SID 不仅可以代表路径,还可以代表不同类型的业务,也可以代表用户自己

定义的任何功能,所以我们说 SRv6 具有更强的网络可编程能力。

SRv6 支持三重编程空间:

SRv6SID 可以自由组合进行路径编程,由业务提出需求,控制器响应业务需求,定义转发路径,这一点完美地契合了 SDN 思想。比如某公司承接省外另一家公司的业务,在一个月内需和对方大量交换数据,因此立即需要一定的带宽保障,那么该公司就需要向运营商购买一个月的服务,如果按照传统的业务开通方式,多个部门协调运作,业务开通时间很长,常以月计,时间上难以满足该公司需求。但是借助 SRv6 路径编程,运营商控制器可以快速响应该公司需求,计算符合用户 SLA 的业务路径,快速开通业务,在一个月合约到期后运营商也可以快速拆除连接,释放网络资源。

Function 和 Arguments 字段可以自定义功能。Function 可以由设备商定义,比如数据包到达 SRv6 尾节点后,利用 Function 指示节点将数据包转发给某个 VPN 实例;Function 在未来也可以由用户来定义,比如数据包到达 SRv6 节点后,指示节点将数据包转发给某个 APP。由于 Linux 系统支持 SRv6,所以未来基于 Linux 系统进行创新,定义不同的 Function,可以支持很多新型的业务。

SRH 里还有可选 TLV,可以用于进一步自定义功能,比如有一种思路就是用来携带 iFIT 的指令头。

#### (五)SRv6 如何通过协议扩展实现

为了支持 SRv6,网络节点需要发布两类 SRv6 信息:

Locator 信息:Locator 信息用于帮助网络中的其他节点定位到发布 SID 的节点, 然后由该节点执行 SID 的指令。域内 Locator 信息一般需要通过 IGP 扩展来泛洪。

SID 信息:SID 信息用于完整描述 SID 的功能, 比如 SID 绑定的 Function 信息。SID 信息包括路径类 SID 和业务类 SID, 都是全局可见, 本地有效的。路径类 SID 主要描述节点或者链路, 需要通过 IGP 扩展来进行泛洪;而业务类 SID 和路由信息强相关, 一般通过 BGP 扩展来发布, 携带在 BGP 的 Update 报文里。

综合以上, 实现 SRv6 的基础功能至少需要 IGP 扩展和 BGP 扩展。

## 1.IGP 扩展

链路状态路由协议基于 Dijkstra 最短路径优先 (ShortestPathFirst, SPF) 算法计算到达指定地址的最短路径。链路状态路由协议的工作原理是相邻节点通过发送 Hello 报文建立邻居关系, 并将本地链路状态信息(LSP)在全网扩散, 形成全网一致的链路状态数据库(Link-StateDatabase, LSDB), 每个节点基于 LSDB 运行 SPF 算法计算出路由。

IS-IS 通过两个 TLV 来发布 Locator 的路由信息, 这两个 TLV 具有不同的作用:

SRv6LocatorTLV:该 TLV 包含 Locator 的前缀和掩码, 用于发布 Locator 前缀。通过该 TLV, 网络中其他 SRv6 节点能学习到 Locator 路由;LocatorTLV 除了携带用于指导路由的信息外, 还会携带不需要关联 IS-IS 邻居节点的 SRv6SID, 例

如 EndSID。

## 2. BGP 扩展

BGP 扩展包括 MP-BGP 和 BGPEVPN。L2VPN 和 L3VPN 的业务 SID 都需要通过 BGPUpdate 来发布。

### 四、SRv6 的成功应用

#### (一) 简化统一 IP 承载网

IP 承载网存在诸多跨域业务，包括移动 3G/4G、VoIP 与专线业务等。现网采用分段式业务部署方案，不仅端到端部署复杂，而且做分段跨域配置操作时，需要多个部门对接协调操作，业务开通速度很慢，时间按月计，很大程度影响了业务运营。此外，当前网络里多种协议并存，运营商希望能够简化网络架构，实现业务自动化部署，并提升业务部署速度。

为了解决上述问题，在网络里引入了 SRv6。该方案具有如下特点：

**网络协议极简:**SRv6 是对网络架构的一次革命性简化，面对传统架构中复杂的 MPLS 协议，SRv6 实现了网络协议的去 MPLS 化，所有现网业务无须进行 MPLS 配置，仅保留了 IGP 与 BGP 两种基础网络协议。

**业务开通快速:**基于 IPv6 路由的可达性，SRv6 简化了跨域的难度。一方面，对于非关键业务保持 SRv6BE 承载，业务仅两端部署，中间节点仅需支持 IPv6，从而最大程度地提升网络运维效率。另一方面，通过 SRv6TEPolicy 承载 B2B 专线业务，实现了专线业务自动发放，将开通时间缩短到 1 天。

可持续演进:基于 SRv6 的可编程性, SRv6 实现了网络与业务的解耦, 在未来演进中也无须新增其他协议, 而且支持网络可持续演进。

## (二)构建智能专业广域网

某业务骨干网需要基于第三方的骨干网络和运营商的 MPLSVPN 网络构建全国业务单位的联接, 但是由于无法管控第三方网络, 因此穿越第三方骨干网和运营商骨干网网络时, 依靠传统的 SDN 技术无法实现网络的智能调整和优化。

该网络选择 SRv6 技术部署, 采用 SRv6TEPolicy 开通 L3VPN 专网承载方案, 穿越了第三方网络实现了 SDN 网络调优。

该方案具有如下特点:

跨域体验好:多种业务都通过 SRv6 进行统一承载, 关键业务通过 SRv6TEPolicy 承载, 提供差异化 SLA 能力保障, 确保无损。

端到端高可靠:基于 SRv6 实现端到端 50ms 故障倒换, 加上随流检测、智能运维等技术, 网络更加可靠安全。

## (三)跨域云骨干专线

在云时代, 企业的业务可能会同时接入多种不同类型的云, 而各个地域的云也有互联的需求。按照传统方案, 跨越多个地域进行云互联时, 只能选择 OptionA/B/C 或 SeamlessMPLS 等方案, 不仅需要多个地域的相关部门配合来开通业务, 而且由于协议众多, 网络状态复杂, 业务运维十分不便, 网络的可靠性不足。

某运营商单独建设了多云汇聚新型城域网，通过SRv6Overlay方案实现了跨域云骨干专线。

该方案具有如下特点：

**业务开通快速:**仅对城市A的城域设备和城市B的数据中心出口设备升级，就可以部署SRv6功能。通过SRv6VPN跨越互联骨干网，从而快速构建了城市A和城市B两大核心城市之间的跨省云骨干专线。

**按需升级演进:**如果在部分中间节点上引入SRv6，还可以实现按需的路径选择，根据业务服务需求，引导流量通过骨干网络，轻松实现网络路径优化。

**跨域体验好:**SRv6改变了传统专线跨域场景下的多段拼接方式，方便不同网络之间的跨域，实现一跳入云。通过L3VPN/EVPN/L3VPN等L3技术承载云专线及云间互联，利用L3网络路由能力实现企业站点一点接入、灵活访问任意云资源池，同时借助SRv6TEPolicy对不同的云上应用提供差异化的SLA保障。

#### (四)国际互联网云专线

数据网络成为我们每个人工作、生活的必备品，与水、电、燃气一样。越来越多的企业加速适应了在线办公的场景，开始在线上召开视频会议、在线上协同开发软件产品，在线上实时交互生产数据。对跨国公司来说，线上办公需求更是广泛且迫切。

通过引入SRv6技术，轻松解决了上述需求。

该方案具有如下特点：

智能引流加速:通过在 BNG 设备智能识别应用,灵活导入不同的 SRv6 路径,按照不同的策略进行加速,提升终端用户体验。整个过程对用户来说不需要任何操作。

轻松业务变现:对运营商来说只需要预部署 SRv6,后续不需要过多操作,即可通过提升业务体验实现商业变现。

### (五)智能云网政府行业

人类社会正在进入万物互联的智能时代,传统网络也在向智能云网迈进。未来网络至少有如下显著的特点与需求:

企业业务多云应用兴起,云计算将进入多云时代,云数据中心互联需求,云与网络的融合需求都更加迫切。

各种不同类型的业务对于网络的要求不尽相同,网络必须从尽力而为到能够提供确定性 SLA 保障,实现一网承载千行百业。

云网一站式服务、快速开通、灵活调整成为关键需求。未来的智能云网将不再是独立的云和承载网,而是一张云网融合的业务网,面向最终的客户提供云网一体化的产品与服务。客户可以像在电商平台采购一样任意选择产品组合,从签约到履约实现在线自助,快速开通,流程可视。

智能云网方案是以智能 IP 网络为基础,而智能 IP 网络的基础正是 SRv6。智能云网方案能够助力运营商打造面向千行百业的解决方案,支撑行业数字化转型,这些行业包括政府、医疗、教育、金融和能源等。以下以政府行业为例介绍智能云网方案,并且介绍 SRv6 如何实现智能云网。

智慧政务深化改革过程中,面临着诸多问题,比如各委

办局之前没有联通，成为信息孤岛，信息共享难；政务外网接入点少等。智慧政务的核心诉求主要是两点：

一网统管：进行网络集约化建设，各专网并入政务外网。实现关键点是必须保证业务安全隔离。

一网通办：数据集中统一管理和共享，城市的海量物联感知数据和监控视频上传至多级政务云，供多个委办局调用。实现关键点是网络广覆盖，业务快速上多云，以及云间灵活互通。

通过 SRv6 简单快速地打通云和各地接入设备之间的基础网络连接，确保业务高效开通，后续通过网络切片技术，政企专网划分不同业务平面，保障政府办公、物联、视频等业务严格隔离，同时为不同业务提供差异化确定性 SLA 保障。

该方案具有如下特点：

快速开通业务：业务全面上云，云下一张网络，各个部门利用 SRv6 一跳入云，极速开通业务。

业务体验好：一张网络，划分多个网络切片，实现资源硬隔离，满足不同部门的业务需求，SLA 可承诺。

端到端高可靠：基于 iFIT 技术进行可视化运维，实现分钟级故障定位。

## **五、中邮证券网络方案**

### **(一)背景介绍**

中邮证券采用的传统网络技术在面对日益复杂的网络环境和业务需求时，会面临各种各样的痛点：

## 1. 传统网络架构的复杂性

传统的网络架构通常需要使用多个协议和技术来实现各种功能，例如路由、负载均衡、VPN等。这种复杂性不仅增加了网络管理的难度，也会导致网络故障的风险增加。

## 2. 网络流量的管理和控制

在传统网络中，网络流量通常是基于源IP地址和目的IP地址来进行路由的。这种方式虽然简单，但是对于网络流量的管理和控制却十分有限。

## 3. 网络安全

网络安全一直是企业和组织关注的重点问题。传统的网络安全技术通常需要在网络边界上设置各种安全设备，例如防火墙、入侵检测系统等。这种做法虽然可以保护网络边界，但是对于内部的网络流量却无法进行有效的监控和控制。

## 4. 网络性能和可靠性

网络性能和可靠性一直是企业和组织关注的问题。传统的网络架构通常需要使用多种技术来实现负载均衡、故障转移等功能，这些技术的复杂性会影响网络的性能和可靠性。

### (二) 项目设计与实施

基于面向未来的设计理念，构建业界领先、智简弹性的新一代数据核心网，实现网络架构标准弹性、网络资源按需灵活调度、网络管控全景可视。

新一代数据中心核心网设计遵循高可靠、易扩展、高性能、高安全和前瞻性五大原则：

高可靠性：基于网络、链路、设备、控制器多维度进行

高可靠设计，满足网络 7\*24 运行的要求控制面和转发面解耦，控制面故障不影响在线业务

易扩展：核心网基于标准的分层架构，核心网和接入解耦，实现后续核心节点易扩展接入模型标准化，后续附属机构、第三方可按标准模型直接接入

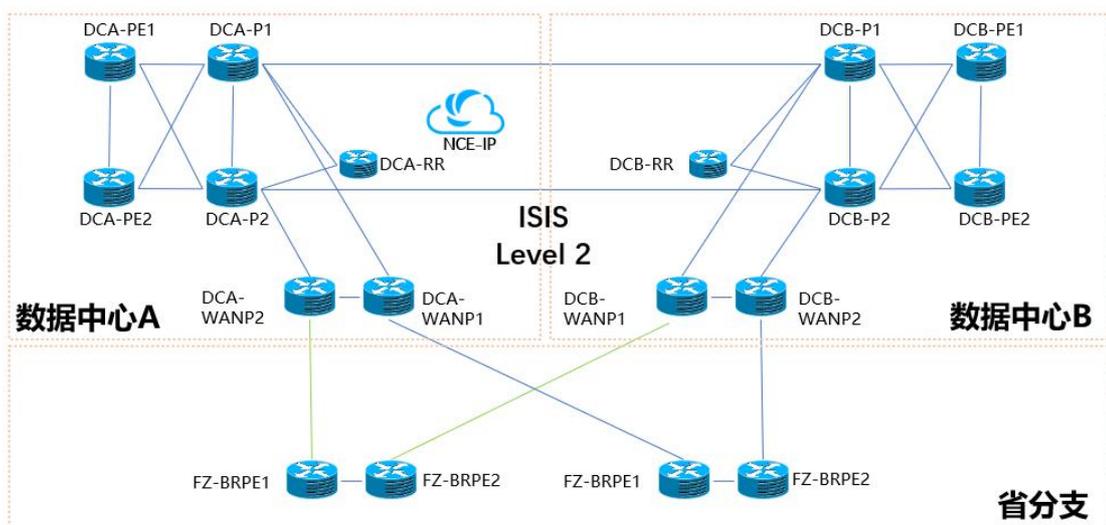
高性能：按需的带宽资源分配，满足业务随时按需接入，保障业务交互质量整网时延和收敛可控，支持业务对核心网时延和收敛的要求

高安全：不同类型业务实现安全隔离，基于业务类型采用不同的保障策略满足信息安全等级保护对各级安全技术要求，实现监管合规

先进性：结合业界最佳实践，符合行业技术发展主流，网络能力开放，可演进，满足未来的业务发展

## 1. 网络架构设计

核心网网络架构设计如下：



(1) 在数据中心 A 和数据中心 B 分别部署 2 台骨干核心路由器(P)，用于建设核心网核心节点互连。

(2) 在数据中心 A 和数据中心 B 分别部署 2 台数据中心骨干边界路由器(DC-PE), 用于汇聚数据中心业务节点。

(3) 在数据中心 A 和数据中心 B 分别部署 2 台骨干核心路由器(WAN-P), 用于汇聚省分支上行线路。

(4) 省分支部署 2 台分支节点边界路由器(BR-PE), 通过 2 条广域链路分别接入数据中心骨干核心路由器(WAN-P)节点。

(5) 在数据中心 A 和数据中心 B 分别部署 1 台独立 RR(骨干路由反射器), 用于反射核心网区域路由。

(6) SDN 控制器部署在数据中心 A 的网管区, 用于采用 SNMP、NETCONF、PECP 等协议和转发器交互, 采集和展示链路、Policy 等流量, 并根据物理带宽使用情况和实时流量变化信息实现自动或手动调优。

## 2. 可靠性设计

### (1) 设备可靠性设计

选用路由器控制层面主控板 1+1 主备备份 (配合协议 NSR 达到主备倒换平滑的目的); 转发层面接口板采取多微引擎负载分担方式; 电源采取 1+1 备份方式; 其他关键部件也都有冗余备份 (譬如风扇)。

### (2) 网络可靠性设计

路由器一种常用的故障感知技术就是 BFD 技术, BFD(双向转发检测)是一套用来实现快速检测的国际标准协议, 提供一种轻负荷、持续时间短的检测。

核心网网络工程中, 部署 BFD 技术, 进行端到端的可靠

性检测，提高故障感知速度。

广域网在以下场景部署 BFD，广域网 P 和 P 节点、PE 节点之间 ISIS 通过 BFD FOR ISIS 加速速路由收敛。本地直连链路之间可不使能 BFD，通过硬件触发链路状态更新

BFD 参数设计如下：

说明	功能特性	推荐值	备注
BFD for ISIS	min-tx-interval	200ms	根据实际情况调整
	min-rx-interval	200ms	
	detect-multiplier	3	

涉及生效的 BFD 主要为动态 BFD (BFD for ISISV6)；动态 BFD 在对应协议邻居建立后自动生成。

### (3) Policy 高可靠性

Policy 故障时切换顺序如下：

数据中心间 Policy，配置了 SRV6 PolicyPolicy 单 CP 多 list 场景，初始两条 SList 负载分布在两条物理链路上，当某一条链路出现问题后，SList 切换到另外一条链路；配置了 SRV6 PolicyPolicy 多 CP 单 list 场景，初始两个 CP，流量走在主 CP 上，当主 CP 链路出现问提后，切换到备 CP。

当 SRV6 Policy 出现问题时，流量全部切换至 SRV6 BEPolicy。

### (4) 中间路径故障

启用 BFD for ISIS，以便快速发现直连链路或邻居故障，故障 1-5，BFD for ISIS 联动 SRv6-TE-Policy 的 TI-LFA 保护倒换，切换到临时的迂回路径绕过故障链路或故障下一跳

### (5) 头节点故障

SRv6 TE Policy 通过控制器下发候选路径 (Candidate Path) 或本地静态配置的候选路径来建立转发路径, 当 SRv6 TE Policy 下候选路径的 Segment List 路径故障时, 头节点不能快速感知处理, 只能通过控制器感知拓扑变化收敛来更新 SRv6 TE Policy。

如果控制器故障或与控制器的连接通道故障, SRv6 TE Policy 无法感知故障进行切换, 可能会导致流量丢失。因此为了提升故障时流量切换的速度, 产生了头节点故障感知功能。通过此功能, 头节点能够在 Segment List 的路径故障时, 触发设备将 Segment List 置为 Down 状态, 进而触发 SRv6 TE Policy 内部进行路径切换或触发业务切换。

### (三) 价值体现

#### 1. 更高效的网络

SRV6 技术可以使网络更加高效。它通过使用 IPv6 地址作为路由器的标识符, 可以更快地识别和传输数据包。这意味着网络可以更快地传输数据, 从而提高了网络的效率。此外, SRV6 技术还可以实现更精确的流量控制, 从而避免网络拥塞和延迟。

#### 2. 更安全的网络

SRV6 技术可以使网络更加安全。它通过使用 IPv6 地址作为路由器的标识符, 可以更好地保护网络免受攻击。此外, SRV6 技术还可以实现更精确的流量控制, 从而避免网络攻击和数据泄露。

### 3. 更灵活的网络

SRV6 技术可以使网络更加灵活。它可以实现更多的网络拓扑结构，从而满足不同客户的需求。此外，SRV6 技术还可以实现更多的网络功能，从而提供更多的服务。这些功能包括负载均衡、流量控制、安全控制等。

### 4. 更可靠的网络

SRV6 技术可以使网络更加可靠。它通过使用 IPv6 地址作为路由器的标识符，可以更好地保护网络免受故障和故障。此外，SRV6 技术还可以实现更多的网络备份和恢复功能，从而提高网络的可靠性。

总之，SRV6 技术是一种非常有价值的网络技术。它可以带来更高效、更安全、更灵活、更可靠的网络，从而提高了客户的满意度和业务效率。同时，SRV6 技术也可以为网络带来许多提升，包括更高的效率、更高的安全性、更高的灵活性和更高的可靠性。