5 OSPF 配置

关于本章

通过组建OSPF网络,在自治域内发现并计算路由信息。OSPF可以应用于大规模网络,最多可支持几百台设备。

5.1 OSPF简介

介绍OSPF的定义和目的。

5.2 OSPF原理描述

介绍OSPF的实现原理。

5.3 OSPF应用场景

介绍OSPF的应用。

5.4 OSPF配置任务概览

完成配置OSPF的基本功能后,即可以实现通过OSPF协议构建三层网络。如果还需要OSPF的其他功能,还需要根据相应章节进行配置。

5.5 OSPF配置注意事项

介绍OSPF在使用和配置过程中的注意事项。

5.6 OSPF缺省配置

介绍OSPF的缺省配置,实际应用的配置可以基于缺省配置进行修改。

5.7 配置OSPF的基本功能

配置完OSPF的基本功能,就可以组建起最基本的OSPF网络。

5.8 配置OSPF邻居或邻接的会话参数

OSPF网络中,所有链路状态信息都在邻居或邻接中传递、交换。配置合理的OSPF邻居或邻接关系的会话参数,对整网的稳定性起着重要作用。

5.9 配置OSPF在不同网络类型中的属性

通过配置OSPF接口的网络类型和调整属性,可以灵活组建OSPF网络。

5.10 配置OSPF的Stub区域

通过将位于AS边缘的一些非骨干区域配置成Stub,可以缩减LSDB和路由表规模,减少需要传递的路由信息数量。

5.11 配置OSPF的NSSA区域

通过将位于自治系统边缘的非骨干区域配置成NSSA区域,可以缩减其路由表规模,减少需要传递的路由信息数量。

5.12 调整OSPF的选路

通过调整OSPF选路,使得网络以满足复杂环境中的需要。

5.13 控制OSPF的路由信息

控制OSPF路由信息包括引入外部路由以及对路由、LSA的过滤。

5.14 配置OSPF IP FRR

链路故障时,OSPF IP FRR可以将流量快速切换到备份链路上,从而达到保护流量的目的,极大的提高了OSPF网络的可靠性。

5.15 配置OSPF与BFD联动

如果需要提高链路状态变化时OSPF的收敛速度,可以在运行OSPF的链路上配置BFD特性。当BFD检测到链路故障时,能够将故障通告给路由协议,触发路由协议的快速收敛;当邻居关系为Down时,则动态删除BFD会话。

5.16 配置OSPF网络的快速收敛

通过调整定时器,可以达到网络快速收敛的目的。

5.17 配置OSPF GR

配置OSPF GR可以避免流量中断和主备板切换带来的路由震荡。

5.18 提高OSPF网络的稳定性

稳定的OSPF网络意味路由振荡较少、设备性能正常,表现出的网络性能较好。

5.19 提高OSPF网络的安全性

在对安全性要求较高的网络中,可以通过配置OSPF验证特性和GTSM机制来提高OSPF 网络的安全性。

5.20 配置OSPF网管功能

OSPF同时支持网管功能,可以配置OSPF MIB与某一进程绑定,以及发送Trap消息和日志功能。

5.21 配置OSPF邻居震荡抑制

配置OSPF邻居震荡抑制功能,通过延迟邻居建立或调整链路开销为最大值的方法达到抑制震荡的目的。

5.22 配置关闭OSPF异常老化触发的主备倒换功能

OSPF异常老化触发的主备倒换功能默认使能,如果需要关闭此功能,请配置此任务。

5.23 维护OSPF

维护OSPF, 包括清除和复位OSPF。

5.24 OSPF配置举例

介绍OSPF配置举例。请结合配置流程图了解配置过程。配置示例中包括组网需求、配置思路等。

5.25 OSPF常见配置错误

介绍常见配置错误的案例,避免在配置阶段引入故障。

5.26 OSPF FAQ

介绍用户在配置过程中常问的问题,给出相应的解答。

5.27 OSPF参考信息

介绍OSPF的参考标准和协议。

5.1 OSPF 简介

介绍OSPF的定义和目的。

定义

开放式最短路径优先OSPF(Open Shortest Path First)是IETF组织开发的一个基于链路 状态的内部网关协议(Interior Gateway Protocol)。

目前针对IPv4协议使用的是OSPF Version 2(RFC2328);针对IPv6协议使用OSPF Version 3(RFC2740)。如无特殊说明,本文中所指的OSPF均为OSPF Version 2。

目的

在OSPF出现前,网络上广泛使用RIP(Routing Information Protocol)作为内部网关协议。

由于RIP是基于距离矢量算法的路由协议,存在着收敛慢、路由环路、可扩展性差等问题,所以逐渐被OSPF取代。

OSPF作为基于链路状态的协议,能够解决RIP所面临的诸多问题。此外,OSPF还有以下优点:

- OSPF采用组播形式收发报文,这样可以减少对其它不运行OSPF路由器的影响。
- OSPF支持无类型域间选路(CIDR)。
- OSPF支持对等价路由进行负载分担。
- OSPF支持报文加密。

由于OSPF具有以上优势,使得OSPF作为优秀的内部网关协议被快速接收并广泛使用。

5.2 OSPF 原理描述

介绍OSPF的实现原理。

5.2.1 OSPF 基础

OSPF协议具有以下特点:

- OSPF把自治系统AS(Autonomous System)划分成逻辑意义上的一个或多个区域;
- OSPF通过LSA (Link State Advertisement)的形式发布路由:
- OSPF依靠在OSPF区域内各设备间交互OSPF报文来达到路由信息的统一;
- OSPF报文封装在IP报文内,可以采用单播或组播的形式发送。

报文类型

表 5-1 报文类型

报文类型	报文作用	
Hello报文	周期性发送,用来发现和维持OSPF邻居关系。	
DD报文(Database Description packet)	描述本地LSDB(Link State Database)的摘要信息,用于两台设备进行数据库同步。	
LSR报文(Link State Request packet)	用于向对方请求所需的LSA。 设备只有在OSPF邻居双方成功交换DD报文后才 会向对方发出LSR报文。	
LSU报文(Link State Update packet)	用于向对方发送其所需要的LSA。	
LSAck报文(Link State Acknowledgment packet)	用来对收到的LSA进行确认。	

LSA 类型

表 5-2 LSA 类型

LSA类型	LSA作用	
Router-LSA (Type1)	每个设备都会产生,描述了设备的链路状态和开销,在 所属的区域内传播。	
Network-LSA (Type2)	由DR(Designated Router)产生,描述本网段的链路状态,在所属的区域内传播。	
Network-summary-LSA (Type3)	由ABR产生,描述区域内某个网段的路由,并通告给发布或接收此LSA的非Totally STUB或NSSA区域。例如:ABR同时属于Area0和Area1,Area0内存在网段10.1.1.0,Area1内存在网段11.1.1.0,ABR为Area0生成到网段11.1.1.0的Type3 LSA;ABR为Area1生成到网段10.1.1.0的Type3 LSA,并通告给发布或接收此LSA的非Totally Stub或NSSA区域。	
ASBR-summary-LSA (Type4)	由ABR产生,描述到ASBR的路由,通告给除ASBR所在 区域的其他相关区域。	
AS-external-LSA (Type5)	由ASBR产生,描述到AS外部的路由,通告到所有的区域(除了STUB区域和NSSA区域)。	
NSSA LSA (Type7)	由ASBR产生,描述到AS外部的路由,仅在NSSA区域 内传播。	

LSA类型	LSA作用
Opaque LSA (Type9/ Type10/Type11)	 Opaque LSA提供用于OSPF的扩展的通用机制。其中: ● Type9 LSA仅在接口所在网段范围内传播。用于支持GR的Grace LSA就是Type9 LSA的一种。 ● Type10 LSA在区域内传播。用于支持TE的LSA就是Type10 LSA的一种。 ● Type11 LSA在自治域内传播,目前还没有实际应用的例子。

LSA 在各区域中传播的支持情况

表 5-3 LSA 在各区域中传播的支持情况

区域类型	Router- LSA (Type 1)	Networ k-LSA (Type 2)	Networ k- summa ry-LSA (Type 3)	ASBR-summa ry-LSA (Type 4)	AS- externa 1-LSA (Type 5)	NSSA LSA (Type 7)
普通区域(包括标准 区域和骨干区域)	是	是	是	是	是	否
Stub区域	是	是	是	否	否	否
Totally Stub区域	是	是	否	否	否	否
NSSA区域	是	是	是	否	否	是
Totally NSSA区域	是	是	否	否	否	是

路由器类型

OSPF协议中常用到的路由器类型如图5-1所示。

图 5-1 路由器类型

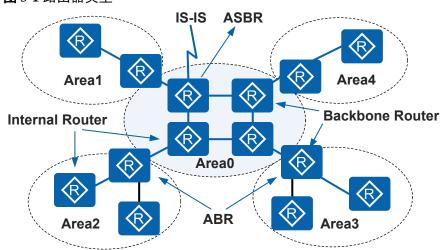


表 5-4 路由器类型

路由器类型	含义	
区域内路由器(Internal Router)	该类设备的所有接口都属于同一个OSPF区域。	
区域边界路由器ABR (Area Border Router)	该类设备可以同时属于两个以上的区域,但其中一个 必须是骨干区域。	
	ABR用来连接骨干区域和非骨干区域,它与骨干区域 之间既可以是物理连接,也可以是逻辑上的连接。	
骨干路由器(Backbone Router)	该类设备至少有一个接口属于骨干区域。 所有的ABR和位于Area0的内部设备都是骨干路由器。	
自治系统边界路由器ASBR (AS Boundary Router)	与其他AS交换路由信息的设备称为ASBR。 ASBR并不一定位于AS的边界,它可能是区域内设备, 也可能是ABR。只要一台OSPF设备引入了外部路由的 信息,它就成为ASBR。	

路由类型

AS区域内和区域间路由描述的是AS内部的网络结构,AS外部路由则描述了应该如何选择到AS以外目的地址的路由。OSPF将引入的AS外部路由分为Type1和Type2两类。

表5-5中按优先级从高到低顺序列出了路由类型。

表 5-5 路由类型

路由类型	含义	
Intra Area	区域内路由。	
Inter Area	区域间路由。	
第一类外部路由(Typel External)	这类路由的可信程度高一些,所以计算出的外部路由的开销与自治系统内部的路由开销是相当的,并且和OSPF自身路由的开销具有可比性。 到第一类外部路由的开销=本设备到相应的ASBR的开销+ASBR到该路由目的地址的开销。	
第二类外部路由(Type2 External)	这类路由的可信度比较低,所以OSPF协议认为从 ASBR到自治系统之外的开销远远大于在自治系统之 内到达ASBR的开销。 所以,OSPF计算路由开销时只考虑ASBR到自治系统	
	一次,OSPF计算路由开销的只考虑ASBR到自治系统之外的开销,即到第二类外部路由的开销=ASBR到该路由目的地址的开销。	

区域类型

表 5-6 区域类型

区域类型	作用
普通区域	缺省情况下,OSPF区域被定义为普通区域。普通区域包括标准区域和骨干区域。
	标准区域是最通用的区域,它传输区域内路由,区域间路 由和外部路由。
	● 骨干区域是连接所有其他OSPF区域的中央区域。骨干区域 通常用Area 0表示。
STUB区域	不允许发布自治系统外部路由, 只允许发布区域内路由和区域 间的路由。
	在STUB区域中,路由器的路由表规模和路由信息传递的数量都会大大减少。
	为了保证到自治系统外的路由可达,由该区域的ABR发布 Type3缺省路由传播到区域内,所有到自治系统外部的路由都 必须通过ABR才能发布。
Totally STUB区域	不允许发布自治系统外部路由和区域间的路由, 只允许发布区域内路由。
	在Totally STUB区域中,路由器的路由表规模和路由信息传递的数量都会大大减少。
	为了保证到自治系统外和其他区域的路由可达,由该区域的ABR发布Type3缺省路由传播到区域内,所有到自治系统外部和其他区域的路由都必须通过ABR才能发布。
NSSA区域	NSSA区域允许引入自治系统外部路由,由ASBR发布Type7 LSA通告给本区域,这些Type7 LSA在ABR上转换成Type5 LSA,并且泛洪到整个OSPF域中。
	NSSA区域同时保留自治系统内的STUB区域的特征。
	该区域的ABR发布Type7缺省路由传播到区域内,所有域间路 由都必须通过ABR才能发布。
Totally NSSA区域	Totally NSSA区域允许引入自治系统外部路由,由ASBR发布Type7 LSA通告给本区域,这些Type7 LSA在ABR上转换成Type5 LSA,并且泛洪到整个OSPF域中。
	Totally NSSA区域同时保留自治系统内的Totally STUB Area区域的特征。
	该区域的ABR发布Type3和Type7缺省路由传播到区域内,所有域间路由都必须通过ABR才能发布。

OSPF 支持的网络类型

OSPF根据链路层协议类型,将网络分为如表5-7所列四种类型。

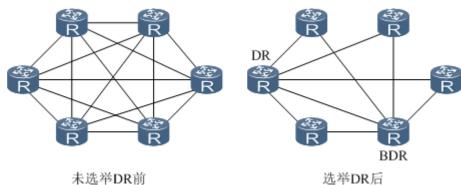
表 5-7 OSPF 网络类型

网络类型	含义		
广播类型 (Broadcast)	当链路层协议是Ethernet、FDDI时,缺省情况下,OSPF认 为网络类型是Broadcast。		
	在该类型的网络中:		
	 通常以组播形式发送Hello报文、LSU报文和LSAck报文。其中,224.0.0.5的组播地址为OSPF设备的预留IP组播地址;224.0.0.6的组播地址为OSPF DR/BDR(Backup Designated Router)的预留IP组播地址。 以单播形式发送DD报文和LSR报文。 		
NBMA类型(Non-Broadcast Multi-Access)	当链路层协议是帧中继、X.25时,缺省情况下,OSPF认为网络类型是NBMA。 在该类型的网络中,以单播形式发送协议报文(Hello报文、DD报文、LSR报文、LSU报文、LSAck报文)。		
点到多点P2MP类型 (Point-to- Multipoint)	没有一种链路层协议会被缺省的认为是Point-to-Multipoint类型。点到多点必须是由其他的网络类型强制更改的。常用做法是将非全连通的NBMA改为点到多点的网络。在该类型的网络中: U组播形式(224.0.0.5)发送Hello报文。 以单播形式发送其他协议报文(DD报文、LSR报文、		
	LSU报文、LSAck报文)。		
点到点P2P类型 (point-to-point)	当链路层协议是PPP、HDLC和LAPB时,缺省情况下, OSPF认为网络类型是P2P。		
	在该类型的网络中,以组播形式(224.0.0.5)发送协议报文 (Hello报文、DD报文、LSR报文、LSU报文、LSAck报 文)。		

DR 和 BDR

在广播网和NBMA网络中,任意两台路由器之间都要传递路由信息。如图5-2所示,网络中有n台路由器,则需要建立n*(n-1)/2个邻接关系。这使得任何一台路由器的路由变化都会导致多次传递,浪费了带宽资源。为解决这一问题,OSPF定义了指定路由器DR和备份指定路由器BDR。通过选举产生DR(Designated Router)后,所有路由器都只将信息发送给DR,由DR将网络链路状态LSA广播出去。除DR和BDR之外的路由器(称为DR Other)之间将不再建立邻接关系,也不再交换任何路由信息,这样就减少了广播网和NBMA网络上各路由器之间邻接关系的数量。

图 5-2 选举 DR 前后对比图



如果DR由于某种故障而失效,则网络中的路由器必须重新选举DR,并与新的DR同步。这需要较长的时间,在这段时间内,路由的计算有可能是不正确的。为了能够缩短这个过程,OSPF提出了BDR(Backup Designated Router)的概念。BDR是对DR的一个备份,在选举DR的同时也选举出BDR,BDR也和本网段内的所有路由器建立邻接关系并交换路由信息。当DR失效后,BDR会立即成为DR。由于不需要重新选举,并且邻接关系已建立,所以这个过程非常短暂,这时还需要再重新选举出一个新的BDR,虽然一样需要较长的时间,但并不会影响路由的计算。

DR和BDR不是人为指定的,而是由本网段中所有的路由器共同选举出来的。路由器接口的DR优先级决定了该接口在选举DR、BDR时所具有的资格。本网段内DR优先级大于0的路由器都可作为"候选人"。选举中使用的"选票"就是Hello报文。每台路由器将自己选出的DR写入Hello报文中,发给网段上的其他路由器。当处于同一网段的两台路由器同时宣布自己是DR时,DR优先级高者胜出。如果优先级相等,则Router ID大者胜出。如果一台路由器的优先级为0,则它不会被选举为DR或BDR。

STUB 区域

STUB区域是一些特定的区域, STUB区域的ABR不传播它们接收到的自治系统外部路由, 在这些区域中路由器的路由表规模以及路由信息传递的数量都会大大减少。

STUB区域是一种可选的配置属性,但并不是每个区域都符合配置的条件。通常来说, STUB区域位于自治系统的边界,是那些只有一个ABR的非骨干区域。

为保证到自治系统外的路由依旧可达,该区域的ABR将生成一条缺省路由,并发布给 STUB区域中的其他非ABR路由器。

配置STUB区域时需要注意下列几点:

- 骨干区域不能配置成STUB区域。
- 如果要将一个区域配置成STUB区域,则该区域中的所有路由器都要配置STUB区域属性。
- STUB区域内不能存在ASBR,即自治系统外部的路由不能在本区域内传播。
- 虚连接不能穿过STUB区域。

NSSA 区域

NSSA(Not-So-Stubby Area)区域是OSPF特殊的区域类型。NSSA区域与STUB区域有许多相似的地方,两者都不传播来自OSPF网络其它区域的外部路由。差别在于STUB区域是不能引入外部路由,NSSA区域能够将自治域外部路由引入并传播到整个OSPF自治域中。

当区域配置为NSSA区域后,为保证到自治系统外的路由可达,NSSA区域的ABR将生成一条缺省路由,并发布给NSSA区域中的其他路由器。

配置NSSA区域时需要注意下列几点:

- 骨干区域不能配置成NSSA区域。
- 如果要将一个区域配置成NSSA区域,则该区域中的所有路由器都要配置NSSA区域属性。
- 虚连接不能穿过NSSA区域。

邻居状态机

在OSPF网络中,为了交换路由信息,邻居设备之间首先要建立邻接关系,邻居(Neighbors)关系和邻接(Adjacencies)关系是两个不同的概念。

- 邻居关系: OSPF设备启动后, 会通过OSPF接口向外发送Hello报文, 收到Hello报文的OSPF设备会检查报文中所定义的参数, 如果双方一致就会形成邻居关系, 两端设备互为邻居。
- 邻接关系:形成邻居关系后,如果两端设备成功交换DD报文和LSA,才建立邻接 关系。

OSPF共有8种状态机,分别是: Down、Attempt、Init、2-way、Exstart、Exchange、Loading、Full。

- Down: 邻居会话的初始阶段,表明没有在邻居失效时间间隔内收到来自邻居路由器的Hello数据包。
- Attempt: 该状态仅发生在NBMA网络中,表明对端在邻居失效时间间隔(dead interval)超时前仍然没有回复Hello报文。此时路由器依然每发送轮询Hello报文的时间间隔(poll interval)向对端发送Hello报文。
- Init: 收到Hello报文后状态为Init。
- 2-way: 收到的Hello报文中包含有自己的Router ID,则状态为2-way;如果不需要形成邻接关系则邻居状态机就停留在此状态,否则进入Exstart状态。
- Exstart: 开始协商主从关系,并确定DD的序列号,此时状态为Exstart。
- Exchange: 主从关系协商完毕后开始交换DD报文,此时状态为Exchange。
- Loading: DD报文交换完成即Exchange done, 此时状态为Loading。
- Full: LSR重传列表为空,此时状态为Full。

OSPF 报文认证

OSPF支持报文验证功能,只有通过验证的OSPF报文才能接收,否则将不能正常建立邻居。

路由器支持两种验证方式:

- 区域验证方式
- 接口验证方式

当两种验证方式都存在时,优先使用接口验证方式。

OSPF 路由聚合

路由聚合是指ABR可以将具有相同前缀的路由信息聚合到一起,只发布一条路由到其它区域。

区域间通过路由聚合,可以减少路由信息,从而减小路由表的规模,提高设备的性能。

OSPF有两种路由聚合方式:

■ ABR聚合

ABR向其它区域发送路由信息时,以网段为单位生成Type3 LSA。如果该区域中存在一些连续的网段,则可以通过命令将这些连续的网段聚合成一个网段。这样ABR只发送一条聚合后的LSA,所有属于命令指定的聚合网段范围的LSA将不会再被单独发送出去。

● ASBR聚合

配置路由聚合后,如果本地设备是自治系统边界路由器ASBR,将对引入的聚合地址范围内的Type5 LSA进行聚合。当配置了NSSA区域时,还要对引入的聚合地址范围内的Type7 LSA进行聚合。

如果本地设备既是ASBR又是ABR,则对由Type7 LSA转化成的Type5 LSA进行聚合处理。

OSPF 缺省路由

缺省路由是指目的地址和掩码都是0的路由。当设备无精确匹配的路由时,就可以通过缺省路由进行报文转发。由于OSPF路由的分级管理,Type3缺省路由的优先级高于Type5或Type7路由。

OSPF缺省路由通常应用于下面两种情况:

- 由区域边界路由器(ABR)发布Type3缺省Summary LSA,用来指导区域内设备进行区域之间报文的转发。
- 由自治系统边界路由器(ASBR)发布Type5外部缺省ASE LSA,或者Type7外部缺省NSSA LSA,用来指导自治系统(AS)内设备进行自治系统外报文的转发。

OSPF缺省路由的发布原则如下:

- OSPF路由器只有具有对区域外的出口时,才能够发布缺省路由LSA。
- 如果OSPF路由器已经发布了缺省路由LSA,那么不再学习其它路由器发布的相同类型缺省路由。即路由计算时不再计算其它路由器发布的相同类型的缺省路由LSA,但数据库中存有对应LSA。
- 外部缺省路由的发布如果要依赖于其它路由,那么被依赖的路由不能是本OSPF路由域内的路由,即不是本进程OSPF学习到的路由。因为外部缺省路由的作用是用于指导报文的域外转发,而本OSPF路由域的路由的下一跳都指向了域内,不能满足指导报文域外转发的要求。

不同区域缺省路由发布原则如表5-8所示。

表 5-8 OSPF 缺省路由发布原则

区域类型	作用	
普通区域	缺省情况下,普通OSPF区域内的OSPF路由器是不会产生缺省 路由的,即使它有缺省路由。	
	当网络中缺省路由通过其他路由进程产生时,路由器必须将缺省路由通告到整个OSPF自治域中。实现方法是在ASBR上手动通过命令进行配置,产生缺省路由。配置完成后,路由器会产生一个缺省ASE LSA(Type5 LSA),并且通告到整个OSPF自治域中。	
STUB区域	STUB区域不允许自治系统外部的路由(Type5 LSA)在区域内传播。 区域内的路由器必须通过ABR学到自治系统外部的路由。实现方法是ABR会自动产生一条缺省的Summary LSA(Type3 LSA)通告到整个STUB区域内。这样,到达自治系统的外部路由就可以通过ABR到达。	
Totally STUB区域	Totally STUB区域既不允许自治系统外部的路由(Type5 LSA)在区域内传播,也不允许区域间路由(Type3 LSA)在区域内传播。	
	区域内的路由器必须通过ABR学到自治系统外部和其他区域的路由。实现方法是配置Totally STUB区域后,ABR会自动产生一条缺省的Summary LSA(Type3 LSA)通告到整个STUB区域内。这样,到达自治系统外部的路由和其他区域间的路由都可以通过ABR到达。	

区域类型	作用		
NSSA区域	NSSA区域允许引入通过本区域的ASBR到达的少量外部路由,但不允许其他区域的外部路由ASE LSA(Type5 LSA)在区域内传播。即到达自治系统外部的路由只能通过本区域的ASBR到达。		
	只配置了NSSA区域是不会自动产生缺省路由的。		
	此时,有两种选择:		
	● 如果希望到达自治系统外部的路由通过该区域的ASBR到 达,而其它外部路由通过其它区域出去。此时,ABR会产 生一条Type7 LSA的缺省路由,通告到整个NSSA区域内。 这样,除了某少部分路由通过NSSA的ASBR到达,其它路 由都可以通过NSSA的ABR到达其它区域的ASBR出去。		
	● 如果希望所有的外部路由只通过本区域NSSA的ASBR到 达。则必须在ASBR上手动通过命令进行配置,使ASBR产 生一条缺省的NSSA LSA(Type7 LSA),通告到整个 NSSA区域内。这样,所有的外部路由就只能通过本区域 NSSA的ASBR到达。		
	上面两种情况的区别是:		
	● 在ABR上无论路由表中是否存在缺省路由0.0.0.0,都会产生 Type7 LSA的缺省路由。		
	● 在ASBR上只有当路由表中存在缺省路由0.0.0.0时,才会产生Type7 LSA的缺省路由。		
	因为缺省路由只是在本NSSA区域内泛洪,并没有泛洪到整个OSPF域中,所以本NSSA区域内的路由器在找不到路由之后可以从该NSSA的ASBR出去,但不能实现其他OSPF域的路由从这个出口出去。Type7 LSA缺省路由不会在ABR上转换成Type5 LSA缺省路由泛洪到整个OSPF域。		
Totally NSSA区域	Totally NSSA区域既不允许其他区域的外部路由ASE LSA (Type5 LSA) 在区域内传播,也不允许区域间路由(Type3 LSA)在区域内传播。		
	区域内的路由器必须通过ABR学到其他区域的路由。实现方法是配置Totally NSSA区域后,ABR会自动产生一条缺省的Type3 LSA通告到整个NSSA区域内。这样,其他区域的外部路由和区域间路由都可以通过ABR在区域内传播。		

OSPF 路由过滤

OSPF支持使用路由策略对路由信息进行过滤。缺省情况下,OSPF不进行路由过滤。

OSPF可以使用的路由策略包括route-policy,访问控制列表(access-list),地址前缀列表(prefix-list)。

OSPF路由过滤可以应用于以下几个方面:

● 路由引入

OSPF可以引入其它路由协议学习到的路由。在引入时可以通过配置路由策略来过滤路由,只引入满足条件的路由。

● 引入路由发布

OSPF引入了路由后会向其它邻居发布引入的路由信息。

可以通过配置过滤规则来过滤向邻居发布的路由信息。该过滤规则只在ASBR上配置才有效。

● 路由学习

通过配置过滤规则,可以设置OSPF对接收到的区域内、区域间和自治系统外部的路由进行过滤。

该过滤只作用于路由表项的添加与否,即只有通过过滤的路由才被添加到本地路由表中,但所有的路由仍可以在OSPF路由表中被发布出去。

● 区域间LSA学习

通过命令可以在ABR上配置对进入本区域的Summary LSA进行过滤。该配置只在ABR上有效(只有ABR才能发布Summary LSA)。

表 5-9 区域间 LSA 学习与路由学习的差异

区域间LSA学习	路由学习	
直接对进入区域的 LSA进行过滤。	路由学习中的过滤不对LSA进行过滤,只针对LSA计算 出来的路由是否添加本地路由表进行过滤。学习到的 LSA是完整的。	

● 区域间LSA发布

通过命令可以在ABR上配置对本区域出方向的Summary LSA进行过滤。该配置只在ABR上配置有效。

OSPF 多进程

OSPF支持多进程,在同一台路由器上可以运行多个不同的OSPF进程,它们之间互不影响,彼此独立。不同OSPF进程之间的路由交互相当于不同路由协议之间的路由交互。

路由器的一个接口只能属于某一个OSPF进程。

OSPF多进程的一个典型应用就是在VPN场景中PE和CE之间运行OSPF协议,同时VPN 骨干网上的IGP也采用OSPF。在PE上,这两个OSPF进程互不影响。

OSPF RFC1583 兼容

RFC1583是OSPFv2协议比较早的版本。

OSPF在计算外部路由时,由于RFC2328和RFC1583的路由计算规则不一致,可能会导致路由环路。为了避免路由环路的发生,RFC2328中提出了RFC1583兼容特性。

- 使能RFC1583兼容后,OSPF采用RFC1583的路由计算规则。
- 不使能RFC1583兼容时,OSPF采用RFC2328的路由计算规则。

OSPF是根据5类LSA来计算外部路由的。RFC1583兼容特性主要用于路由器收到5类LSA后:

- 选择到达产生该LSA的ASBR或该LSA所描述的转发地址(Forwarding Address)的路径;
- 选择到达相同目的地的外部路径。

缺省情况下,OSPF兼容RFC1583。

5.2.2 OSPF 基本原理

OSPF协议路由的计算过程可简单描述如下:

- 1. 建立邻接关系,过程如下:
 - a. 本端设备通过接口向外发送Hello报文与对端设备建立**邻居关系**。
 - b. 两端设备进行主/从关系协商和DD报文交换。
 - c. 两端设备通过更新LSA完成链路数据库LSDB的同步。

此时, 邻接关系建立成功。

2. 路由计算

OSPF采用SPF(Shortest Path First)算法计算路由,可以达到路由快速收敛的目的。

建立邻接关系

在上述邻居状态机的变化中,有两处决定是否建立邻接关系:

- 当与邻居的双向通讯初次建立时。
- 当网段中的DR和BDR发生变化时。

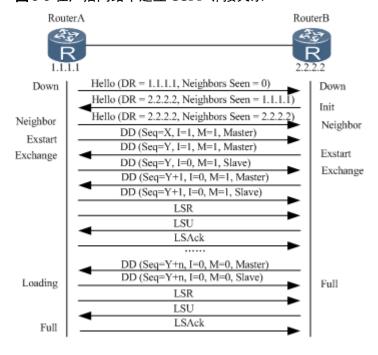
OSPF在不同网络类型中,OSPF邻接关系建立的过程不同,分为广播网络,NBMA网络,点到点/点到多点网络。

在广播网络中建立OSPF邻接关系

广播链路邻接关系建立过程如图5-3所示。

在广播网络中,DR、BDR和网段内的每一台路由器都形成邻接关系,但DR other之间只形成邻居关系。

图 5-3 在广播网络中建立 OSPF 邻接关系



如图5-3所示,在广播网络中建立OSPF邻接关系的过程如下:

1. 建立邻居关系

- a. RouterA的一个连接到广播类型网络的接口上激活了OSPF协议,并发送了一个Hello报文(使用组播地址224.0.0.5)。此时,RouterA认为自己是DR路由器(DR=1.1.1.1),但不确定邻居是哪台路由器(Neighbors Seen=0)。
- b. RouterB收到RouterA发送的Hello报文后,发送一个Hello报文回应给RouterA,并且在报文中的Neighbors Seen字段中填入RouterA的Router ID(Neighbors Seen=1.1.1.1),表示已收到RouterA的Hello报文,并且宣告DR路由器是RouterB(DR=2.2.2.2),然后RouterB的邻居状态机置为Init。
- c. RouterA收到RouterB回应的Hello报文后,将邻居状态机置为2-way状态,下一步双方开始发送各自的链路状态数据库。

∭说明

在广播网络中,两个接口状态是DR Other的路由器之间将停留在此步骤。

- 2. 主/从关系协商、DD报文交换
 - a. RouterA首先发送一个DD报文,宣称自己是Master(MS=1),并规定序列号 Seq=X。I=1表示这是第一个DD报文,报文中并不包含LSA的摘要,只是为了 协商主从关系。M=1说明这不是最后一个报文。
 - 为了提高发送的效率,RouterA和RouterB首先了解对端数据库中哪些LSA是需要更新的,如果某一条LSA在LSDB中已经存在,就不再需要请求更新了。为了达到这个目的,RouterA和RouterB先发送DD报文,DD报文中包含了对LSDB中LSA的摘要描述(每一条摘要可以惟一标识一条LSA)。为了保证在传输的过程中报文传输的可靠性,在DD报文的发送过程中需要确定双方的主从关系,作为Master的一方定义一个序列号Seq,每发送一个新的DD报文将Seq加一,作为Slave的一方,每次发送DD报文时使用接收到的上一个Master的DD报文中的Seq。
 - b. RouterB在收到RouterA的DD报文后,将RouterA的邻居状态机改为Exstart,并且回应了一个DD报文(该报文中同样不包含LSA的摘要信息)。由于RouterB的Router ID较大,所以在报文中RouterB认为自己是Master,并且重新规定了序列号Seq=Y。
 - c. RouterA收到报文后,同意了RouterB为Master,并将RouterB的邻居状态机改为Exchange。RouterA使用RouterB的序列号Seq=Y来发送新的DD报文,该报文开始正式地传送LSA的摘要。在报文中RouterA将MS=0,说明自己是Slave。
 - d. RouterB收到报文后,将RouterA的邻居状态机改为Exchange,并发送新的DD 报文来描述自己的LSA摘要,此时RouterB将报文的序列号改为Seq=Y+1。

上述过程持续进行,RouterA通过重复RouterB的序列号来确认已收到RouterB的报文。RouterB通过将序列号Seq加1来确认已收到RouterA的报文。当RouterB发送最后一个DD报文时,在报文中写上M=0。

- 3. LSDB同步(LSA请求、LSA传输、LSA应答)
 - a. RouterA收到最后一个DD报文后,发现RouterB的数据库中有许多LSA是自己没有的,将邻居状态机改为Loading状态。此时RouterB也收到了RouterA的最后一个DD报文,但RouterA的LSA,RouterB都已经有了,不需要再请求,所以直接将RouterA的邻居状态机改为Full状态。
 - b. RouterA发送LSR报文向RouterB请求更新LSA。RouterB用LSU报文来回应RouterA的请求。RouterA收到后,发送LSAck报文确认。

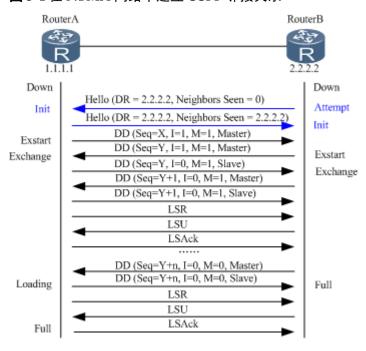
上述过程持续到RouterA中的LSA与RouterB的LSA完全同步为止,此时RouterA将RouterB的邻居状态机改为Full状态。当路由器交换完DD报文并更新所有的LSA后,此时邻接关系建立完成。

在NBMA网络中建立OSPF邻接关系

NBMA网络和广播网络的邻接关系建立过程只在交换DD报文前不一致,如图5-4中的蓝色标记。

在NBMA网络中,所有路由器只与DR和BDR之间形成邻接关系。

图 5-4 在 NBMA 网络中建立 OSPF 邻接关系



如图5-4所示,在NBMA网络中建立OSPF邻接关系的过程如下:

- 1. 建立邻居关系
 - a. RouterB向RouterA的一个状态为Down的接口发送Hello报文后,RouterB的邻居状态机置为Attempt。此时,RouterB认为自己是DR路由器(DR=2.2.2.2),但不确定邻居是哪台路由器(Neighbors Seen=0)。
 - b. RouterA收到Hello报文后将邻居状态机置为Init,然后再回复一个Hello报文。此时,RouterA同意RouterB是DR路由器(DR=2.2.2.2),并且在Neighbors Seen字段中填入邻居路由器的Router ID(Neighbors Seen=2.2.2.2)。

□说明

在NBMA网络中,两个接口状态是DR Other的路由器之间将停留在此步骤。

- 2. 主/从关系协商、DD报文交换过程同广播网络的邻接关系建立过程。
- 3. LSDB同步(LSA请求、LSA传输、LSA应答)过程同广播网络的邻接关系建立过程。

在点到点/点到多点网络中建立OSPF邻接关系

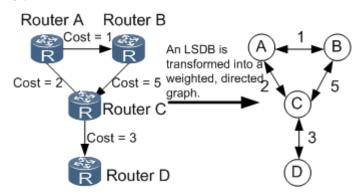
在点到点/点到多点网络中,邻接关系的建立过程和广播网络一样,唯一不同的是不需要选举DR和BDR,DD报文是组播发送的。

路由计算

OSPF采用SPF(Shortest Path First)算法计算路由,可以达到路由快速收敛的目的。

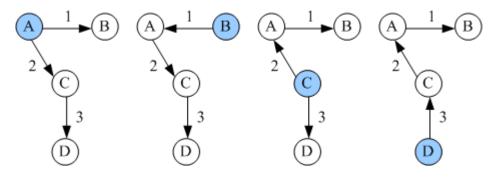
OSPF协议使用链路状态通告LSA描述网络拓扑,即有向图。Router LSA描述路由器之间的链接和链路的属性。路由器将LSDB转换成一张带权的有向图,这张图便是对整个网络拓扑结构的真实反映。各个路由器得到的有向图是完全相同的。如图5-5所示。

图 5-5 由 LSDB 生成带权有向图



每台路由器根据有向图,使用SPF算法计算出一棵以自己为根的最短路径树,这棵树给出了到自治系统中各节点的路由。如图5-6所示。

图 5-6 最小生成树



当OSPF的链路状态数据库LSDB发生改变时,需要重新计算最短路径,如果每次改变都立即计算最短路径,将占用大量资源,并会影响路由器的效率,通过调节SPF的计算间隔时间,可以抑制由于网络频繁变化带来的占用过多资源。缺省情况下,SPF时间间隔为5秒钟。

具体的计算过程如下:

1. 计算区域内路由。

Router LSA和Network LSA可以精确的描述出整个区域内部的网络拓扑,根据SPF 算法,可以计算出到各个路由器的最短路径。根据Router LSA描述的与路由器的网段情况,得到了到达各个网段的具体路径。

M 设田

在计算过程中,如果有多条等价路由,SPF算法会将所有等价路径都保留在LSDB中。

2. 计算区域外路由。

从一个区域内部看,相邻区域的路由对应的网段好像是直接连接在ABR上,而到 ABR的最短路径已经在上一过程中计算完毕,所以直接检查Network Summary LSA,就可以很容易得到这些网段的最短路径。另外,ASBR也可以看成是连接在ABR上,所以ASBR的最短路径也可以在这个阶段计算出来。

□ 说明

如果进行SPF计算的路由器是ABR,那么只需要检查骨干区域的Network Summary LSA。

3. 计算自治系统外路由。

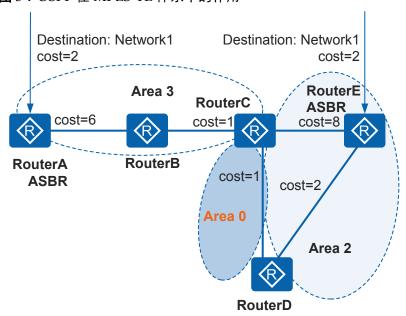
由于自治系统外部的路由可以看成是直接连接在ASBR上,而到ASBR的最短路径在上一过程中已经计算完毕,所以逐条检查AS External LSA就可以得到到达各个外部网络的最短路径。

5.2.3 OSPF TE

OSPF TE(OSPF Traffic Engineering,即OSPF流量工程)是为了支持MPLS流量工程(MPLS TE),支持建立和维护TE的标签交换路径LSP(Label Switch Path)而在OSPF协议基础上扩展的新特性。在MPLS TE架构中(请参见《MPLS配置-MPLS TE配置》中的"原理描述")OSPF扮演了信息发布组件的角色,负责收集扩散MPLS流量工程信息。

除了网络的拓扑信息外,流量工程还需要知道网络的约束信息(包括带宽、TE度量值、管理组和亲和属性等)。但OSPF现有的功能不足以满足这些要求。因此需要对现有的OSPF进行扩展,通过引入新类型的LSA来发布这些信息,CSPF(Constrained Shortest Path First)算法利用这些信息就可以计算出满足各种约束条件的路径。

图 5-7 OSPF 在 MPLS-TE 体系中的作用



OSPF 在 MPLS-TE 中的作用

在MPLS-TE体系结构中OSPF起到了信息发布组件的作用:

- 收集TE相关信息。
- 在同一个区域中的各设备间扩散TE信息。

● 把同步收集到的TE信息组成流量工程数据库TEDB(TE DataBase)提供给CSPF计

除此之外,OSPF并不关心信息具体是什么以及MPLS如何使用这些信息。

TE-LSA

OSPF通过新增Type10 Opaque LSA来实现收集和发布流量工程信息的目的。这种LSA中包含了流量工程所需要的链路状态信息,包括最大链路带宽、最大可预留带宽、当前预留带宽、链路颜色等信息。Type10 Opaque LSA利用OSPF泛洪机制在一个区域内的设备间同步这些信息,最终形成统一的TEDB,为路径计算做好准备。

OSPF TE 与 CSPF 交互

OSPF通过Type10-LSA收集区域内的TE信息,包括带宽、优先级、链路开销(Metric)等,经过处理后,把这些信息提供给CSPF进行路径计算。

IGP Shortcut 和转发邻接

OSPF支持IGP Shortcut和转发邻接(Forwarding Adjacency)特性,这两个特性允许 OSPF使用隧道接口(Tunnel接口)作为到达某个目的地址的出接口。

IGP Shortcut和转发邻接的区别在于:

- 使能IGP Shortcut特性的设备使用隧道接口作为出接口,但不将这个隧道接口链路 发布给邻居,因此,其他设备不能使用此隧道。
- 使能转发邻接特性的设备在使用隧道接口作为出接口的同时,也将这个隧道接口 发布给邻居,因此,其他设备能够使用此隧道。
- IGP Shortcut是单向的,只需要在使用该特性的设备上配置即可。

OSPF DS-TE

DS-TE(DiffSer Aware Traffic Engineering)综合了MPLS TE和差分服务模型Diff-Ser (Differentiated Services)的优点,在精确控制流量流经的路径的基础上,可以根据业务的不同服务等级,有差别地进行流量的控制和转发,从而支持在有效利用网络资源的同时,为不同的业务流预留所需的资源。具体请参见《MPLS配置-MPLS TE配置》中的"原理描述"。

为了支持MPLS中DS-TE的应用,OSPF支持在TE-LSA中携带子TLV(Local Overbooking Multiplier Type-Length-Value)和带宽约束BC(Bandwidth Constraint)TLV,用于发布和收集链路上各优先级的每个CT(Class Type,一条或一组LSP的相同服务等级的带宽集合)的可预留带宽。

OSPF SRLG

OSPF通过获取在同一个区域的各设备间扩散TE的共享风险链路组(Shared Risk Link Group, SRLG)信息来支持MPLS中SRLG的应用。具体请参见《MPLS配置-MPLS TE 配置》中的"原理描述"。

5.2.4 OSPF 与 BFD 联动

定义

双向转发检测BFD(Bidirectional Forwarding Detection)是一种用于检测转发引擎之间通信故障的检测机制。

BFD对两个系统间的、同一路径上的同一种数据协议的连通性进行检测,这条路径可以是物理链路或逻辑链路,包括隧道。

OSPF与BFD联动就是将BFD和OSPF协议关联起来,将BFD对链路故障的快速感应通知 OSPF协议,从而加快OSPF协议对于网络拓扑变化的响应。

目的

网络上的链路故障或拓扑变化都会导致设备重新进行路由计算,所以缩短路由协议的 收敛时间对于提高网络的性能是非常重要的。

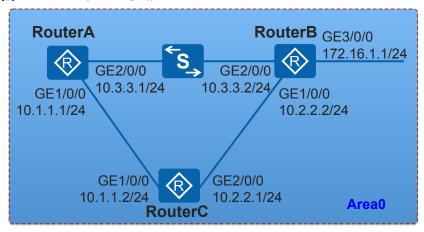
由于链路故障是无法完全避免的,因此,加快故障感知速度并将故障快速通告给路由协议是一种可行的方案。BFD和OSPF相关联,一旦与邻居之间的链路出现故障,BFD的快速性能够加快OSPF的收敛速度。

表 5-10 有无 OSPF 与 BFD 联动功能对比

有无BFD	链路故障检测机制	收敛速度
无BFD	OSPF Dead定时器超时(默认配置40s)	秒级
有BFD	BFD会话状态为Down	毫秒级

原理

图 5-8 OSPF 与 BFD 联动



OSPF与BFD联动的原理如图5-8所示:

- 1. 三台设备间建立OSPF邻居关系。
- 2. 邻居状态到达Full状态时通知BFD建立BFD会话。
- 3. RouterA到RouterB的路由出接口为GE2/0/0,当这两台设备间的链路出现故障后, BFD首先感知到并通知RouterA。

4. RouterA处理邻居Down事件,重新进行路由计算,新的路由出接口为GE1/0/0,经过RouterC到达RouterB。

5.2.5 OSPF GTSM

定义

GTSM(Generalized TTL Security Mechanism),即通用TTL安全保护机制。GTSM通过检查IP报文头中的TTL值是否在一个预先定义好的范围内,对IP层以上业务进行保护。

目的

网上存在一些"有效报文"攻击,可能通过对一台设备不断发送报文,使设备收到这些发送给本机的报文后,不辨别其"合法性",直接由转发层面上送控制层面处理,导致设备因为处理这些"合法"报文,系统异常繁忙,CPU占用率高。

在实际应用中,GTSM特性主要用于保护建立在TCP/IP基础上的控制层面(路由协议等)免受CPU利用(CPU-utilization)类型的攻击,如CPU过载(CPU overload)。

原理

使能了GTSM特性和策略的设备会对收到的所有报文进行策略检查。对于没有通过策略的报文丢弃或者上送控制平面,从而达到防止攻击的目的。策略内容包括:

- 发送给本机IP报文的源地址。
- 报文所属的VPN实例。
- IP报文的协议号(OSPF是89, BGP是6)。
- TCP/UDP之上协议的协议源端口号、目的端口号。
- 有效TTL范围。

GTSM的实现手段如下:

- 对于直连的协议邻居:将需要发出的单播协议报文的TTL值设定为255。
- 对于多跳的邻居:可以定义一个合理的TTL范围。

GTSM的应用范围是:

- GTSM对单播报文有效,对组播报文无效。这是因为组播报文本身具有TTL值为 255的限制,不需要使用GTSM进行保护。
- GTSM不支持基于Tunnel的邻居。

5.2.6 OSPF Smart-discover

定义

通常情况下,路由器会周期性地从运行OSPF协议的接口上发送Hello报文。这个周期被称为Hello Interval,通过一个Hello Timer定时器控制Hello报文的发送。这种按固定周期发送报文的方式减缓了OSPF邻居关系的建立。

通过使能Smart-discover特性,可以在特定场景下加快OSPF邻居的建立。

表 5-11 OSPF Smart-discover

接口是否配置Smart-discover	处理
接口没有配置Smart-discover	必须等待Hello Timer到时才能发送Hello报文;两次报文发送间隔为Hello Interval;在这期间邻居一直在等待接收报文。
接口上配置Smart-discover	直接发送Hello报文,不需要等待Hello Timer超时;邻居可以很快收到报文迅速进行状态迁移。

原理

在以下场景中,使能了Smart-discover特性的接口不需要等待Hello Timer到时,可以主动向邻居发送Hello报文:

- 当邻居状态首次到达2-way状态。
- 当邻居状态从2-way或更高状态迁移到Init状态。

5.2.7 OSPF VPN

定义

OSPF VPN多实例特性是为了支持在VPN场景中PE(Provider Edge)和CE(Customer Edge)之间能够运行OSPF协议、使用OSPF进行路由的学习和发布而在OSPF基础协议上进行的扩展。

目的

OSPF是一种应用广泛的IGP协议,很多情况下,VPN用户内部网络运行OSPF。如果能够在PE-CE之间使用OSPF,PE通过OSPF向CE发布VPN路由,则在CE上就不需要配置PE-CE之间的其它路由协议,从而简化CE的管理和配置。

PE-CE 间运行 OSPF

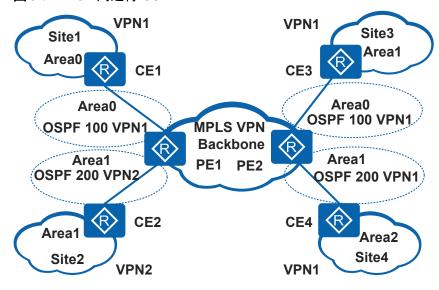
BGP/MPLS VPN中,PE之间使用MP-BGP传递路由信息,而PE-CE间则广泛使用OSPF进行路由学习和传递。

PE-CE间使用OSPF有如下优势:

- 通常在一个Site内部使用OSPF学习路由。如果PE-CE间也使用OSPF则可以减少CE 设备所支持的协议种类,降低对CE设备的要求。
- 同样,Site内部和PE-CE间都使用OSPF可以降低网络管理人员的工作复杂度,不必要求管理人员对多种协议熟练掌握。
- 对于在骨干网上使能OSPF而不使能VPN的网络,将其转换为使能BGP/MPLS VPN 时,由于PE-CE间继续使能OSPF,从而降低了转换的难度。

如图5-9所示,CE1、CE3和CE4都属于VPN1,图中OSPF之后的数字表示PE设备上运行的OSPF多实例进程号。

图 5-9 PE-CE 间运行 OSPF



CE1上的路由发布给CE3和CE4过程可以描述为:

- 1. PE1将CE1上的OSPF路由引入到BGP中,形成BGP VPNv4路由。
- 2. PE1通过MP-BGP将这些BGP VPNv4路由发布给PE2。
- 3. PE2将BGP VPNv4路由引入到OSPF,再发布给CE3和CE4。

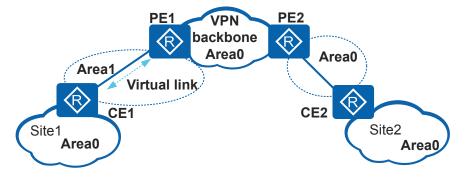
同理,CE4和CE3上的路由发布给CE1的过程类似。

PE-CE 间 OSPF 区域配置

PE与CE之间的OSPF区域可以是非骨干区域,也可以是骨干区域(区域0),并且PE永远是ABR(Area Border Router)。

在OSPF VPN扩展应用中,MPLS VPN骨干网被看作是Area0。由于OSPF要求Area 0连续,因此,所有VPN Site的Area0必须与MPLS VPN骨干网相连。如果VPN Site中存在OSPF Area0,则CE接入的PE必须通过Area0与这个VPN Site的骨干区域相连(可以通过Virtual-link实现逻辑连通),如图5-10所示。

图 5-10 PE-CE 间 OSPF 区域配置



PE-CE间配置为非骨干区域1,而Site1内配置了骨干区域0,此时Site1的骨干区域就与 VPN骨干区域分离了,所以在CE1与PE1间配置虚连接(Virtual link)来保持骨干区域 连续。

OSPF Domain ID

本地OSPF区域和VPN远端的OSPF区域间如果相互发布区域间路由(Inter-area routes),则认为这些区域属于同一个OSPF域(OSPF Domain)。

- 域标识符(Domain ID)用来标识和区分不同的域。
- 每一个OSPF域都有一个或多个域标识符,其中有一个是主标识符,其它为从标识符。
- 如果OSPF实例没有明确域标识符,则认为它的标识符为NULL。

PE把BGP传来的远端路由向CE发布时,需要根据域标识符的情况选择向CE发布Type3、Type5或Type7的OSPF路由。

- 如果本地的域标识符与BGP路由信息中携带的远端域标识符相等或相互兼容,则 发布3类路由。
- 否则,发布Type5或Type7路由。

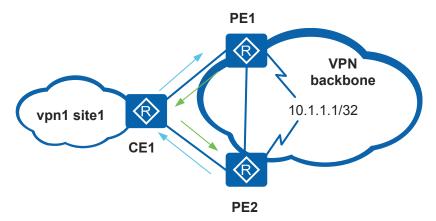
表 5-12 Domain ID

本地和远端域标识符	本地和远端 域标识符是 否相等	发布的路由类型
本地和远端域标识符都为NULL	相等	Inter-area路由。
远端域标识符=本地主域标识符,或 者远端域标识符=本地从域标识符中 的一个	相等	Inter-area路由。
远端标识符≠本地主从标识符,并 且远端标识符≠本地从域标识符中 的任何一个	不相等	如果本地是非NSSA(Not So Stubby Area)区域,生成 External路由。
		如果是NSSA区域,生成NSSA 路由。

路由环路预防

PE和CE之间,如果OSPF与BGP的路由相互学习,则有可能导致路由环路问题。

图 5-11 OSPF VPN 路由环路



如图5-11所示,PE1上OSPF引入了目的地址为10.1.1.1/32的BGP路由,产生5类或7类LSA发布给CE1,CE1上学到一条目的地址为10.1.1.1/32,下一跳为PE1的OSPF路由,并发布给PE2,这样PE2上就学到一条目的地址为10.1.1.1/32,下一跳为CE1的OSPF路由。

同理,CE1上也会学到一条目的地址为10.1.1.1/32,下一跳为PE2的OSPF路由,PE1上学到一条目的地址为10.1.1.1/32,下一跳为CE1的OSPF路由。

此时,CE1上存在两条等价路由,分别指向PE1和PE2,而PE1和PE2上到10.1.1.1/32的下一跳也都指向CE1,环路就产生了。

同时,由于OSPF路由的优先级高于BGP路由,PE1和PE2上到10.1.1.1/32的BGP路由被OSPF路由所替代,也就是说,PE1和PE2的路由表中活跃的是到10.1.1.1/32,下一跳为CE1的OSPF路由。

既然BGP路由转为不活跃状态,之前OSPF引入这条BGP路由时所产生的LSA就会被删除,而这样又会导致OSPF路由被撤消。路由表中没有了OSPF路由,BGP路由又变为活跃状态,继续重复之前的循环,导致路由振荡。

OSPF VPN特性专门针对这种情况提供了解决方案,如表5-13所列。

表 5-13 路由环路预防

特性名	定义	作用
DN-bit	为了防止路由环路,OSPF多实例进程使用一个bit位作为标志位,称为DN位。	PE在生成Type3、Type5或Type7 LSA发布给CE时,都将DN位置位(值为1),其他类型LSA的DN位不置位(值为0)。PE的OSPF多实例进程在进行计算时,忽略DN置位的LSA。这样就防止了PE又从CE学到发出的LSA而引起的环路。

特性名	定义	作用
VPN Route Tag	VPN路由标记(VPN Route Tag), PE根据收到的BGP的私网路由产生 的5/7类LSA中必须包含这个参数。 VPN路由标记不在BGP的扩展团体 属性中传递,只是本地概念,只在 收到BGP路由并且产生OSPF LSA 的PE上有意义。	当PE发现LSA的VPN路由标记(LSA的Tag值)和自示记的一样,就会忽略这条LSA,因此避免了环路。
缺省路由	目的地址和掩码全为0的路由。	缺省路由用于转发源自CE 和CE所在Site的流量。

解除路由环路预防

注意

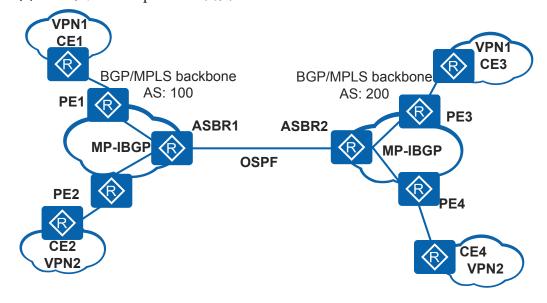
解除路由环路预防可能导致路由环路,进行该操作时应谨慎。

在BGP/OSPF路由进行交互的过程中,路由环路预防功能能够防止OSPF路由在VPN站点内的路由环路。

但在跨域VPN-OptionA方式场景下,当ASBR之间运行OSPF协议来发送VPN路由信息时,由于系统路由环路预防机制,将导致对端ASBR不能学习到本端ASBR发送的OSPF路由。

如图5-12所示,采用OptionA方式实现跨域VPN。以CE1发送VPN路由到CE2为例说明(PE1与CE1之间运行OSPF协议为例):

图 5-12 跨域 VPN-OptionA 组网图



- 1. PE1通过私网OSPF进程学习到了去往CE1站点的路由,并将这些路由引入到MP-BGP中,发送给ASBR1。
- 2. ASBR1收到MP-BGP路由后,会将这些路由引入到私网OSPF进程中,在生成 Type3、Type5或Type7 LSA时,会将DN位置为1。
- 3. ASBR2通过OSPF协议学习到这些LSA时,会对LSA中的DN位进行检查。发现这些LSA的DN位为1,将忽略这些路由。

综上,由于系统的路由环路预防机制,导致ASBR2上学习不到对端ASBR1发来的OSPF路由,导致了CE1与CE3之间不能互通。

为解决上面的问题,有以下的解决方法:

- 不对DN位置位:在将BGP路由引入到OSPF过程中,不对LSA的DN位置位。例如 ASBR1在将MP-BGP路由引入到OSPF中时,不对DN位置位,ASBR2收到这些路 由时,检查DN位为0,可以参加选路。
- 不对DN位检查: 在收到LSA后,不检查DN位。例如ASBR1在将MP-BGP路由引入到OSPF中时,对DN位置位,ASBR2收到这些路由时,不进行DN位检查。

为增加上述方式使用的灵活性,可以只针对特定Type类型的LSA应用。对于Type3 LSA,还可以根据生成LSA设备的OSPF的router-id决定是否进行DN位置位或者检查。

如**图5-13**所示,跨域VPN-OptionA方式,下ASBR之间为全连接,且都运行OSPF协议。对于ASBR2而言,可能会收到ASBR4上产生的Type3、Type5或Type7 LSA,如果在ASBR2上设置不对DN位检查,Type3 LSA会被接收,按照**图5-13**中的描述,会引起路由的环路。而对于Type5或Type7 LSA,因为LSA中携带的Route Tag与ASBR2上OSPF进程默认的VPN Route Tag一致,ASBR2上会忽略这些LSA。

针对Type 3类型的LSA容易引起路由环路的问题,可以在ASBR2上设置只针对OSPF Router ID为10.1.1.1和10.3.3.3的Type 3类型的LSA不进行DN位检查。设置后,当ASBR2 再收到ASBR4产生的Type3 LSA时,因为该LSA的OSPF Router ID为10.4.4.4,ASBR2会进行DN位的检查,发现DN位已置位,从而忽略这些LSA。

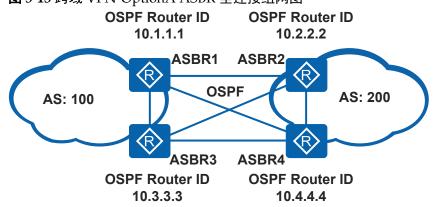


图 5-13 跨域 VPN-OptionA ASBR 全连接组网图

Multi-VPN-Instance CE

OSPF多实例通常运行在PE上,在用户局域网内部运行OSPF多实例的设备称为Multi-VPN-Instance CE(MCE),即多实例CE。

与PE上的OSPF多实例相比:

- Multi-VPN-Instance CE不需要支持BGP/OSPF互操作功能。
- Multi-VPN-Instance CE通过为不同的业务建立各自的OSPF实例,相当于不同的业务使用不同的虚拟CE,从而以较低的成本解决局域网的安全问题。
- Multi-VPN-Instance CE在同一台CE上实现不同的OSPF多实例。其实现的关键在于禁止路由环路的检查,直接进行路由计算。也就是说,MCE收到了带有DN-bit的LSA也会用于路由计算。

5.2.8 OSPF NSSA

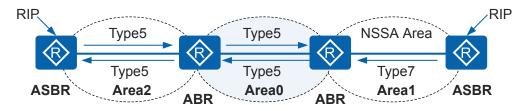
定义

OSPF规定STUB区域是不能引入外部路由的,这样可以避免大量外部路由对STUB区域路由器带宽和存储资源的消耗。对于既需要引入外部路由又要避免外部路由带来的资源消耗的场景,STUB区域就不再满足需求了。因此产生了NSSA区域。

OSPF NSSA区域(Not-So-Stubby Area)是OSPF新增的一类特殊的区域类型。

NSSA区域和STUB区域有许多相似的地方。两者的差别在于,NSSA区域能够将自治域外部路由引入并传播到整个OSPF自治域中,同时又不会学习来自OSPF网络其它区域的外部路由。

图 5-14 NSSA 区域



N-bit

一个区域内所有路由器上配置的区域类型必须保持一致。OSPF在Hello报文中使用N-bit来标识路由器支持的区域类型,区域类型选择不一致的路由器不能建立OSPF邻居关系。

虽然协议有要求,但有些厂商实现时违背了,在OSPF DD报文中也置位了N-bit,为了和这些厂商互通,路由器的实现方式是可以通过命令设置N-bit来兼容。

Type7 LSA

- Type7 LSA是为了支持NSSA区域而新增的一种LSA类型,用于描述引入的外部路由信息。
- Type7 LSA由NSSA区域的自治域边界路由器(ASBR)产生,其扩散范围仅限于ASBR所在的NSSA区域。
- NSSA区域的区域边界路由器(ABR)收到Type7 LSA时,会有选择地将其转化为 Type5 LSA,以便将外部路由信息通告到OSPF网络的其它区域。

Type7 LSA 转化为 Type5 LSA

为了将NSSA区域引入的外部路由发布到其它区域,需要把Type7 LSA转化为Type5 LSA以便在整个OSPF网络中通告。

- P-bit (Propagate bit) 用于告知转化路由器该条Type7 LSA是否需要转化。
- 缺省情况下,转换路由器的是NSSA区域中Router ID最大的区域边界路由器 (ABR)。
- 只有P-bit置位并且FA(Forwarding Address)不为0的Type7 LSA才能转化为Type5 LSA。FA用来表示发送的某个目的地址的报文将被转发到FA所指定的地址。
- 区域边界路由器产生的Type7 LSA缺省路由不会置位P-bit。

缺省路由环路预防

在NSSA区域中,可能同时存在多个ABR,为了防止路由环路产生,边界路由器之间不计算对方发布的缺省路由。

5.2.9 OSPF 快速收敛

OSPF快速收敛是为了提高路由的收敛速度而做的扩展特性。包括:

- 5.2.11 OSPF按优先级收敛
- PRC(Partial Route Calculation)部分路由计算: 当网络上路由发生变化的时候,只对发生变化的路由进行重新计算。
- 通过智能定时器控制LSA的生成与接收,达到对低频变化快速响应,又能对高频 变化起到有效抑制的目的。

在标准RFC2328协议中,通过如下两个规定来避免网络连接或者路由频繁动荡引起的过多占用设备资源的情况。

- 同一条LSA在1秒内不能再次生成,即LSA的更新时间间隔5秒。
- LSA被接收的时间间隔为1秒。

在网络相对稳定、对路由收敛时间要求较高的组网环境中,可以通过智能定时器指定LSA的更新、被接收的时间间隔为0,使得拓扑或者路由的变化可以通过LSA发布到网络中,或者立即被感知到,从而加快路由的收敛。

● 通过智能定时器控制路由计算:

当网络发生变化时,OSPF需要重新进行路由计算,为避免这种频繁的网络变化对设备造成的冲击,标准RFC2328规定路由计算时要使用延迟定时器,定时器超时后才进行路由计算。但标准协议中,该定时器定时间隔固定,无法做到既能快速响应又能抑制振荡。

通过智能定时器来控制路由计算的延迟时间,达到对低频率变化快速响应,又能对高频率变化起到有效抑制的目的。

• 5.2.6 OSPF Smart-discover

5.2.10 OSPF NSR

NSR(Non-Stop Routing)直译为不间断路由,是一种在系统控制平面发生故障的且存在备用控制平面的场景下邻居控制平面不感知的一种技术,不仅仅局限于路由信令的邻居关系不中断,也包括MPLS信令协议,以及其他为满足业务需求而提供支撑的协议。

在网络高速发展的今天,运营商对IP网络的可靠性要求不断提高,NSR作为高可靠性的一种解决方案应运而生,是为了保证设备发生硬件或者软件故障而设备承载的业务不受影响。

OSPF NSR特性通过将主板的协议运行数据实时同步到备板上,当主板出现故障或者需要升级时,备板能够快速接管原主控板的业务,使邻居不感知本设备发生的变化。 OSPF NSR实现了OSPF实时数据的主备同步:

- OSPF备份配置数据、动态数据(接口、邻居、LSDB)。
- OSPF不备份路由、SPT、TEDB等结果数据,它们可以在备份进程下使用源数据恢复。
- 发生主备倒换后,新主板在邻居不感知的情形下,恢复运行数据,完成主备切换。

□说明

仅AR3200系列设备支持NSR。

5.2.11 OSPF 按优先级收敛

OSPF按优先级收敛是指在大量路由情况下,能够让某些特定的路由优先收敛的一种技术。通过对不同的路由配置不同的收敛优先级,达到重要的路由先收敛的目的,提高网络的可靠性。

OSPF按优先级收敛能够让某些特定的路由优先收敛,因此用户可以把和关键业务相关的路由配置成相对较高的优先级,使这些路由更快的收敛,从而使关键的业务受到的影响减小。

5.2.12 OSPF IP FRR

OSPF IP FRR(Fast reroute)是动态IP FRR,由OSPF利用全网链路状态数据库,预先计算出备份路径,保存在转发表中,以备在故障时提供流量保护,可将故障恢复时间降低到50ms以内。

OSPF IP FRR当前是遵循RFC5286(Basic Specification for IP Fast Reroute Loop-Free Alternates)协议,可为流量提供链路和节点的保护。

特性背景

随着网络的不断发展,VoIP和在线视频等业务对高质量的实时性的要求越来越高,而OSPF故障恢复需要经历"故障感知、LSP更新、LSP泛洪、路由计算和下发FIB"这几个过程才能让流量切换到新的链路上,因此故障恢复的时间远远超过了50ms(即用户感知流量中断的时间),不能满足此类网络业务的实时性要求。

实现原理

OSPF IP FRR(Fast Reroute)利用LFA(Loop-Free Alternates)算法预先计算好备份链路,并与主链路一起加入转发表。当网络出现故障时,OSPF IP FRR可以在控制平面路由收敛前将流量快速切换到备份链路上,保证流量不中断,从而达到保护流量的目的,因此极大的提高了OSPF网络的可靠性。

LFA计算备份链路的基本思路是:以可提供备份链路的邻居为根节点,利用SPF算法计算出到目的节点的最短距离。然后,按照RFC5286规定的不等式计算出开销最小且无环的备份链路。

OSPF IP FRR支持对需要加入IP路由表的备份路由进行过滤,通过过滤策略的备份路由才会加入到IP路由表,因此,用户可以更灵活的控制加入IP路由表的OSPF备份路由。

将BFD会话与OSPF IP FRR进行绑定,当BFD检测到接口链路故障后,BFD会话状态会变为Down并触发接口进行快速重路由,将流量从故障链路切换到备份链路上,从而达到流量保护的目的。

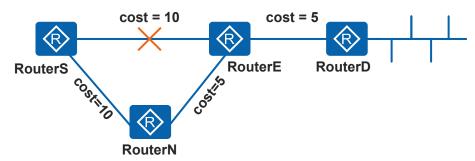
组网应用

OSPF IP FRR流量保护分为链路保护和节点链路双保护。其中,Distance_opt(X, Y)是指 节点X到Y之间的最短路径。

链路保护: 当需要保护的对象是经过特定链路的流量时,流量保护类型为链路保护。链路开销必须满足不等式Distance_opt(N, D) < Distance_opt(N, S) + Distance_opt(S, D)。其中,S是转发流量的源节点,N是备份链路的节点,D是流量转发的目的节点。

如图5-15所示,流量从RouterS到RouterD进行转发,网络开销值满足链路保护公式,可保证当主链路故障后,RouterS将流量切换到备份链路RouterS到RouterN后可以继续向下游转发,确保流量中断小于50ms。

图 5-15 OSPF IP FRR 链路保护



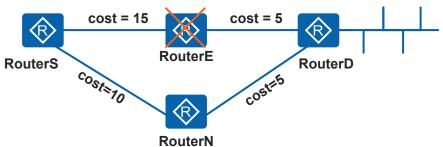
节点链路双保护: **图5-16**所示的为节点链路双保护。节点保护优先级高于链路保护。 节点链路双保护需同时满足如下两个条件:

链路开销必须满足Distance opt(N, D) < Distance opt(N, S) + Distance opt(S, D)。

设备的接口开销必须满足Distance opt(N, D) < Distance opt(N, E) + Distance opt(E, D)。

其中,S是转发流量的源节点,E是发生故障的节点,N是备份链路的节点,D是流量转发的目的节点。

图 5-16 OSPF IP FRR 节点链路双保护



5.2.13 OSPF 与 BGP 联动

定义

当有新的设备加入到网络中,或者设备重启时,可能会出现在BGP收敛期间内网络流量丢失的现象。这是由于IGP收敛速度比BGP快而造成的。

通过使能OSPF与BGP联动特性可以解决这个问题。

目的

在存在备份链路的情况下,BGP在链路回切时,由于路由收敛速度滞后于OSPF路由收敛速度,从而造成流量丢失。

如图5-17所示,四台设备RouterA、RouterB、RouterC、RouterD之间运行OSPF协议,并建立IBGP连接。RouterC为RouterB的备份设备。当网络环境稳定时,BGP与OSPF在设备上是完全收敛的。

正常情况下,从RouterA到10.3.1.0/30的流量会途经RouterB。当RouterB发生故障后,流量切换到RouterC。RouterB故障恢复以后,流量回切到RouterB,此时会有流量丢失。

这是因为,在流量回切到RouterB的过程中,IGP收敛速度比BGP快,因此OSPF先收敛,BGP还没有完成收敛,导致RouterB不知如何到达10.3.1.0/30。

这样,当从RouterA去往10.3.1.0/30的流量被发送给RouterB时,由于没有必要的路由选择信息,这些流量就会被丢弃。

RouterC RouterF POS1/0/0 POS2/0/0 10.1.4.1/30 POS1/0/0 10.1.2.2/30 10.3.1.2/30 POS1/0/0 POS2/0/0 POS2/0/0 10.1.4.2/30 10.3.1.1/30 10.1.2.1/30 RouterA RouterD **RouterE** POS3/0/0 POS1/0/0 10.2.1.1/30 POS1/0/0 10.1.1.1/30 POS2/0/0 10.2.1.2/30 10.1.3.2/30 POS2/0/0 POS1/0/0 10.1.1.2/30 10.1.3.1/30 **RouterB**

图 5-17 OSPF 与 BGP 联动

原理

使能了OSPF与BGP联动特性的设备会在设定的联动时间内保持为Stub路由器,也就是说,该设备发布的LSA中的链路度量值为最大值(65535),从而告知其它OSPF设备不要使用这个路由器来转发数据。

图5-17中,在RoutetB上使能BGP联动,这样,在BGP收敛完成前,RouterA不把流量转发到RouterB上,而是继续使用备份设备RouterC转发流量,直到RouterB上的BGP路由完成收敛。

5.2.14 OSPF 本地 MT

定义与目的

当网络中同时部署了组播和MPLS TE-Tunnel时,组播的功能可能会受到TE-Tunnel的影响,导致业务不可用。

为了解决该问题,可以使能本地组播拓扑(Local Multicast-Topology,Local MT)特性,以指导组播报文正确转发。

Local MT

在TE-Tunnel上配置了IGP Shortcut后,IGP计算出来的路由的出接口可能不再是实际的物理接口,而是TE-Tunnel接口。

路由器根据到达组播源地址的单播路由,从TE-Tunnel接口发送组播加入报文,这样,被TE-Tunnel跨越的路由器就无法感知到组播加入报文,因而不会建立组播转发表项。

如图5-18所示,RouterB被TE-Tunnel跨越从而不会建立组播转发表项。

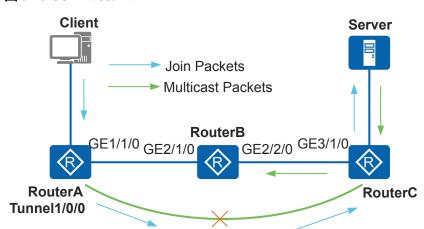


图 5-18 OSPF Local MT

由于TE-Tunnel是单向的,从组播源发出的组播数据会直接通过物理接口发送到这些被跨越的路由器,但因为这些路由器上并没有组播转发表项,导致组播数据报文丢弃,从而造成业务不可用。

使能本地MT特性后,如果计算出来的路由出接口为IGP-Shortcut类型的TE-Tunnel,路由管理模块会为组播协议创建单独的MIGP路由表,并为该路由计算出实际的物理出接口,将其加入到MIGP路由表中。组播利用MIGP路由表中的路由进行转发。

图5-18中请求加入组播组的报文到达RouterA后会通过接口GE1/1/0发给RouterB,这样RouterB就能正确建立组播转发表。

5.2.15 OSPF GR

随着路由设备普遍采用了控制和转发分离的技术,在网络拓扑保持稳定的情况下,控制层面的重启并不会影响转发层面,转发层面仍然可以很好地完成数据转发任务,从而保证业务不受影响。

GR技术保证了在重启过程中转发层面能够继续指导数据的转发,同时控制层面邻居关系的重建以及路由计算等动作不会影响转发层面的功能,从而避免了路由振荡引发的业务中断,提高了整网的可靠性。

基本概念

GR是Graceful Restart的简称,又被称为平滑重启,是一种用于保证当路由协议重启时数据正常转发并且不影响关键业务的技术。

如果没有特殊说明,以下所说GR均表示RFC3623所规定的GR技术。

GR技术是属于高可靠性(HA,High Availability)技术的一种。HA是一整套综合技术,主要包括冗余容错、链路保证、节点故障修复及流量工程。GR是一种冗余容错技术,目前已经被广泛的使用在主备切换和系统升级方面,以保证关键业务的不间断转发。

和GR相关的概念如下:

Grace-LSA

OSPF通过新增Grace-LSA来支持GR功能。这种LSA用于在开始GR和退出GR时向邻居通告GR的时间、原因以及接口地址等内容。

- 路由器在GR中的角色
 - Restarter: 重启路由器。可以通过配置支持完全GR或者部分GR。
 - Helper: 协助重启路由器。可以通过配置支持有计划GR、无计划GR或者通过 策略有选择支持GR。

□ 说明

在实际应用中,为了实现业务转发不受主板故障的影响,通常在双主板的硬件环境下配置 BGP GR才有意义。

所有款型都支持GR Helper, 仅AR3200系列支持GR Restarter。

● GR的原因

- Unknown: 未知原因导致的GR操作。
- Software restart: 通过命令行主动触发的GR操作。
- Software reload/upgrade: 软件重启或升级导致的GR操作。
- Switch to redundant control processor: 异常主备倒换导致的GR操作。

● GR的持续时间

GR持续时间最长不超过1800秒。GR成功或失败都可以提前退出,不必等到超时才退出。

GR 的分类

- 完全GR(Totally GR):指当有一个邻居不支持GR功能时,整个路由器退出GR状态。
- 部分GR(Partly GR):指当有一个邻居不支持GR时,仅该邻居所关联的接口退出GR,其它接口正常进行GR过程。

- 有计划GR (Planned GR): 指手动通过命令使路由器执行重启或主备倒换。在进行重启或主备倒换前Restarter会先发送Grace-LSA。
- 非计划GR(UnPlanned GR): 与Planned GR的区别在于,路由器是由于故障等原因进行重启或主备倒换,并且在主备倒换前不会事先发送Grace-LSA,而是直接开始主备倒换,在备板正常Up后才进入GR过程。以下的步骤同Planned GR。

GR 的过程

● GR开始

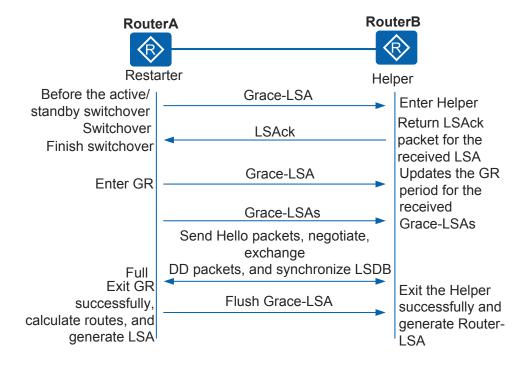
对于Planned GR, 主备倒换命令执行后, Restarter会首先向每个邻居发送一个Grace-LSA, 通知邻居GR的开始以及GR的周期、原因等, 然后进行主备倒换。对于UnPlanned GR,则不发送这个Grace-LSA。

当备板正常Up后,立即发送一个Grace-LSA,通知邻居自己进入GR,包括GR的周期、原因等。然后会再向每个邻居连续发送5个Grace-LSA。(连续发送5个是为了确保邻居收到该Grace-LSA。此为各厂商实现方案,非协议规定)。

此时发送的Grace-LSA是为了告知邻居自己进入GR状态,邻居会在GR期间保持与 Restarter的邻居关系,让其它路由器感知不到Restarter的倒换。

● GR过程

图 5-19 OSPF GR 过程



● GR退出

表 5-14 GR 退出原因

GR执 行情况	Restarter	Helper
GR成功	Restarter在GR超时前与主备倒换前的 所有邻居都重新建立好邻居关系。	收到Restarter发送的Age为3600秒的Grace-LSA时与Restarter的邻居关系为Full状态。
GR失败	 GR超时并且邻居关系尚未完全恢复。 Helper发送的Router-LSA或Network-LSA导致Restarter端进行双向检查时失败。 Restarter接口状态变化。 Restarter收到Helper发送的1-wayHello报文。 Restarter收到同一网段上另一台路由器产生的Grace-LSA。同一网段同一时间只能有一台路由器做GR。 Restarter同一个网段的邻居之间存在DR/BDR不一致的情况(拓扑变化)。 	● 在邻居关系超时前没有收到Restarter发送的Grace-LSA。 ● Helper接口状态发生变化。 ● 收到其它路由器发送的与Helper本地数据库不一致的LSA。(可以通过配置不进行严格LSA检查排除这种情况。) ● 同一网段上同一时间收到两台路由器发送的Grace-LSA。 ● 与其它路由器邻居关系变化。

有无 GR 技术的比较

表 5-15 有无 GR 技术的比较

无GR技术的主备倒换	有GR技术的主备倒换	
● OSPF邻居重建	● OSPF邻居重建	
路由重新计算转发表变化	野由重新计算转发表保持不变	
● 整网感知路由变化,路由短时振荡	● 除主备倒换设备的邻居外的其他路由器 感知不到路由变化	
● 转发流量丢失,业务中断	● 转发流量零丢失,业务不受影响	

5.2.16 OSPF-LDP 联动

定义

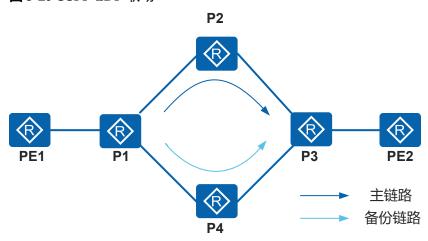
在存在主备链路的网络中,当主链路故障恢复后,流量会从备份链路切换到主链路。由于IGP的收敛在LDP会话建立之前完成,导致旧的LSP已经删除,新的LSP还没有建立,因此LSP流量中断。

目的

如图5-20所示,PE1-P1-P2-P3-PE2为主链路,PE1-P1-P4-P3-PE2为备份链路。

主链路发生故障,流量从主链路切换到备份链路。主链路故障恢复,流量从备份链路 回切到主链路,此时流量会有较长时间的中断。

图 5-20 OSPF-LDP 联动



通过在P1和P2上配置标签分发协议LDP(Label Distribution Protocol)和IGP同步功能,能够缩短流量从备份链路切换到主链路时的中断时间。

表 5-16 OSPF-LDP 联动

是否使能OSPF-LDP联动特性	流量中断时间
不使能OSPF-LDP联动特性	秒级
使能OSPF-LDP联动特性	毫秒级

原理

LDP和IGP同步的基本原理是:通过抑制IGP建立邻居关系来推迟路由的回切,直至 LDP完成收敛。也就是在主链路的LSP建立之前,先保留备份链路,让流量继续从备份 链路转发,直至主链路的LSP建立成功,再删除备份链路。

LDP和IGP同步包括三个定时器:

- Hold-down
- Hold-max-cost
- Delay

当主链路故障恢复后,路由器进行以下操作:

- 1. 启动Hold-down定时器,IGP接口先不建立IGP邻居,等待LDP会话的建立。
- 2. Hold-down定时器超时后,启动Hold-max-cost定时器。IGP在本地路由器的链路状态通告中,向主链路通告接口链路的最大metric值。

- 3. 故障链路的LDP会话重新建立以后,启动Delay定时器等待LSP的建立。
- 4. Delay定时器超时以后,无论IGP的状态如何,LDP都通知IGP同步流程结束。

5.2.17 OSPF Database Overflow

定义

OSPF协议要求同一个区域中的路由器保存相同的链路状态数据库LSDB(Link-State Database)。

随着网络上路由数量不断增加,一些路由器由于系统资源有限,不能再承载如此多的路由信息,这种状态就被称为数据库超限(OSPF Database Overflow)。

目的

对于路由信息不断增加导致路由器系统资源耗尽而失效的问题,可以通过配置Stub或NSSA区域来解决,但Stub或NSSA区域的方案不能解决动态路由增长导致的数据库超限问题。为了解决数据库超限引发的问题,通过设置LSDB中External LSA的最大条目数,可以动态限制链路数据库的规模。

原理

通过设置路由器上非缺省外部路由数量的上限,来避免数据库超限。

OSPF网络中所有路由器都必须配置相同的上限值。这样,只要路由器上外部路由的数量达到该上限,路由器就进入Overflow状态,并同时启动超限状态定时器(默认超时时间为5秒),路由器在定时器超过5秒后自动退出超限状态。

表 5-17 OSPF Database Overflow

Overflow状态阶段	OSPF处理流程	
进入Overflow状态时	路由器删除所有自己产生的非缺省外部路由。	
处于Overflow状态中	 不产生非缺省外部路由。 丢弃新收到的非缺省外部路由,不回复确认报文。 当超限状态定时器超时,检查外部路由数量是否仍然超过上限。 N=>退出超限状态。 Y=>重启定时器。 	
退出Overflow状态时	删除超限状态定时器。产生非缺省外部路由。接收新收到的非缺省外部路由,回复确认报文。准备下一次进入超限状态。	

5.2.18 OSPF Mesh-Group

定义

OSPF Mesh-Group是将并行链路场景中的链路分组,从而洪泛时从群组中选取代表链路进行洪泛,避免重复洪泛而造成不必要的系统压力。

缺省情况下,不使能Mesh-Group功能。

目的

当OSPF进程收到一个LSA或者新产生一个LSA时,会进行洪泛操作。并行链路场景下,OSPF会对每一条链路洪泛LSA,发送Update报文。

这样,如果有2000条并行链路,则每个LSA洪泛都要发送2000次,然而只有一次洪泛是有效的,其他1999次洪泛为重复洪泛。

为了避免这种重复洪泛而造成的系统压力,使能Mesh Group特性,可以将并行链路进行归组,选取代表链路进行洪泛。

原理

如**图5-21**所示,RouterA和RouterB建立OSPF邻居关系,通过3条链路相连。当RouterA从接口4接收到新的LSA后,会将该LSA通过1、2、3接口洪泛到RouterB。

这种洪泛方式会造成并行链路的压力,因为对于存在多条并行链路的邻居来说,只需要选取一条主链路进行洪泛LSA即可。

图 5-21 没有使能 OSPF Mesh-Group 特性时 LSA 的洪泛情况



使能了OSPF Mesh-Group特性的设备和邻居存在多条并行链路时,当其收到LSA后,会选取一条主链路进行泛洪,如图5-22所示。

当主链路上接口状态低于Exchange时,OSPF会在并行链路中重新选取主链路,并继续洪泛LSA,这是因为,OSPF规定,只有当邻居状态达到Exchange时,才能洪泛LSA。并且,当RouterB从链路1收到来自RouterA洪泛的LSA后,不会再将该LSA从链路2、3反向洪泛给RouterA。

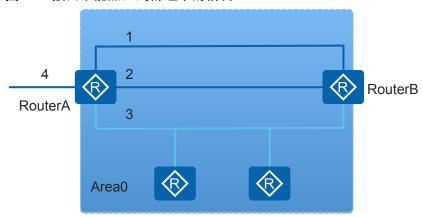
图 5-22 使能 OSPF Mesh-Group 特性时 LSA 的洪泛情况



Mesh-Group以邻居的Router ID唯一标识一个群组,接口状态大于Exchange且与同一个邻居相连的接口属于同一个Mesh-Group。

如图5-23所示,RouterA在区域0中有一个群组,分别是接口1和接口2所在的链路。由于接口3所在的链路为广播链路,有超过一个邻居,所以不能加入到群组中。

图 5-23 接口不能加入到群组中的情况



∭说明

另外,路由器使能Mesh-Group后,若其直连的邻居路由器Router ID配置重复,会引起全网LSDB不同步、路由计算不正确的情况,需要重新配置邻居路由器的Router ID(注:配置重复Router ID属于错误配置)。

5.2.19 OSPF 邻居震荡抑制

OSPF邻居震荡抑制功能是一种震荡抑制方式,通过延迟邻居建立或调整链路开销为最大值的方法达到抑制震荡的目的。

产生原因

如果承载OSPF业务的接口状态在Up和Down之间切换,就会引起邻居状态的频繁震荡。此时,OSPF会快速发送Hello报文重新建立邻居,同步数据库LSDB,触发路由计算,会造成大量报文交互,影响现有邻居的稳定性,对OSPF业务造成较大影响,同时也会影响依赖OSPF的其他业务(如:LDP、BGP)的正常运行。为了解决这个问题,OSPF实现了邻居震荡抑制功能,即在邻居频繁震荡时,启动震荡抑制,实现邻居延迟建立,或实现业务流量延迟经过频繁震荡的链路,达到抑制震荡的目的。

相关概念

flapping_event: 震荡事件,接口上最后一个邻居状态由Full切换为非Full,称之为 flapping event。flapping event作为震荡源输入,用来触发震荡检测机制启动工作。

flapping_count: 当前震荡次数。

detect-interval: 震荡检测门限,用于判断是否触发一次有效震荡事件。

threshold: 震荡抑制门限,有效震荡事件触发累计大于等于该值时,进入震荡抑制阶段。

resume-interval: 震荡检测恢复门限,连续两次有效震荡事件的时间间隔大于该值时,flapping-count<math>flapping-countflapping-count

实现原理

震荡检测

OSPF接口启动一个flapping_count计数器,相邻两次flapping_event产生时间的间隔在 detect-interval之内,记为一次有效震荡事件。flapping_count计数加1,当flapping_count 计数大于threshold时,系统判定震荡发生,需要进入震荡抑制阶段。进入震荡抑制阶段后,flapping_count清0。在flapping_count大于threshold之前,如果两次flapping_event的间隔大于resume-interval,则flapping_count清0。邻居震荡抑制从最后一次邻居状态变为ExStart或Down开始计时。

用户可以通过命令行配置detect-interval, threshold, resume-interval三个震荡检测的关键参数。

震荡抑制

震荡抑制分为Hold-down和Hold-max-cost两种模式:

- Hold-down模式:针对邻居建立过程中的频繁泛洪和拓扑变化的问题,在一段时间内禁止该邻居重新建立,避免频繁的数据库同步和大量的报文交互。
- Hold-max-cost模式: 针对用户业务流量频繁切换的问题, 在一段时间内将链路开销值设置为最大值Max-cost(65535), 避免用户的业务流量经过频繁震荡的链路。

Hold-down模式和Hold-max-cost模式可以叠加使用,同时生效时,先进入Hold-down模式,待Hold-down模式退出后,再进入Hold-max-cost模式。

缺省情况下,OSPF使能Hold-max-cost模式,用户可以通过命令行修改震荡抑制方案和 震荡抑制周期。

□ 说明

接口进入震荡抑制阶段后,接口下的全部邻居都会进入震荡抑制阶段。

退出震荡抑制

退出震荡抑制有以下几种方式:

- 抑制定时器超时。
- 复位OSPF进程。
- 用户通过命令行强制退出震荡抑制状态。

典型场景

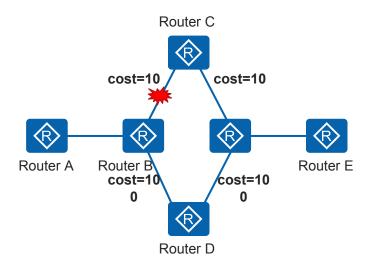
基本场景

如图5-24所示,正常的业务流量路径是Router A->Router B->Router C->Router E。链路故障时,业务流量路径切换为Router A->Router B->Router D->Router E。在主备路径切换初期,Router B和Router C之间很可能会发生邻居状态频繁震荡,导致Router A到Router E的用户流量在两条路径不断切换,并且每次故障引发的切换都会导致用户流量部分丢失,影响网络稳定性。此时,如果Router B和Router C之间邻居震荡满足抑制条件时,设备就会启动震荡抑制功能。

● 采用Hold-down模式: 在一段时间内禁止Router B和Router C建立邻居关系,达到将业务流量切换到Router A->Router B->Router D->Router E路径的目的。

● 采用Hold-max-cost模式: 在一段时间内将Router B和Router C之间的链路开销值设置为最大值Max-cost(65535),达到将业务流量切换到Router A->Router B->Router D->Router E路径的目的。

图 5-24 基本场景的邻居震荡抑制



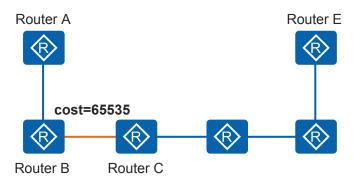
关键路径场景

网络中只有唯一的流量转发路径,转发路径上的任何邻居断开都会导致用户流量中断。如图5-25所示,唯一的业务流量路径是Router A->Router B->Router C->Router E,如果Router B和Router C之间发生邻居震荡,满足抑制条件,进入震荡抑制阶段。但是,Router B和Router C之间的链路是组网中的关键链路,一旦断开,整个网络将被分割为互不连通的两个网络。因此,关键路径场景不建议采用Hold-down模式断开邻居关系,推荐采用Hold-max-cost模式抑制震荡,在一段时间内将Router B和Router C间的链路开销值设置为最大值Max-cost(65535),进行震荡抑制。待网络稳定后,抑制定时器超时,自动退出抑制状态,迅速恢复业务链路。

□说明

缺省情况下, OSPF使能Hold-max-cost模式。

图 5-25 关键路径场景的邻居震荡抑制

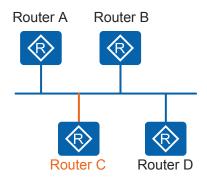


广播网场景

如图5-26所示,四台设备分别通过交换机接入到同一个广播网中,相互之间建立广播网邻居。此时,如果Router C因为链路原因一直处于震荡状态,并且Router A和Router

B接入网络的时间不一致(例如,Router A更早一点),或者Router A和Router B的震荡检测参数配置不一致,导致的结果是,Router A先检测到Router C处于震荡状态,抑制了Router C,在Router A发布的Hello报文中就不会携带Router C的Router ID,但是,Router B无法检测到Router C处于震荡状态,仍然认为Router C为合法节点。在DR选举时,Router A识别到的参与DR选举的设备集合包括Router B和Router D,Router B识别到的参与DR选举的设备集合包括Router A、Router C和Router D。两者备选集合不相同,选举结果也会不一致,这样就会导致广播网中的设备对网络理解的差异,造成路由计算错误。因此,在广播网或P2MP、NBMA等一个接口下存在多个邻居的场景中,不能单独抑制某个邻居,需要对接口下的全部邻居都进行抑制,震荡检测也不能以某个邻居为单位进行检测,需要检测接口上最后一个邻居状态为ExStart或Down的震荡事件。也就是说,如果Router C震荡,广播网中的Router A、Router B和Router D都会被抑制,待网络稳定后,抑制定时器超时,自动退出抑制状态,Router A、Router B和Router D都会恢复到正常业务状态。

图 5-26 广播网场景的邻居震荡抑制



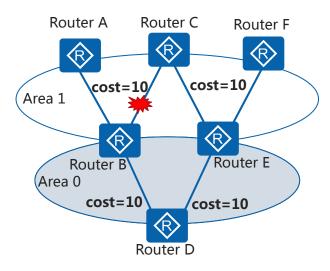
多区域组网场景

如图5-27所示,Router A、Router B、Router C、Router E和Router F通过Area 1连接,Router B、Router D和Router E通过骨干区域Area 0连接。Router A到Router F的正常的业务流量优先选取区域内路由,路径是Router A->Router B->Router C->Router E->Router F。当Router B和Router C之间发生邻居震荡,满足抑制条件,进入震荡抑制阶段时,缺省情况采用Hold-max-cost模式。但是,根据OSPF路由优选规则,区域内路由和区域间路由相互不会比较链路的开销值,区域内路由优先级大于区域间路由,也就是说,发生邻居震荡后,Router A到Router F的业务流量路径仍然是Router A->Router B->Router C->Router E->Router F,Hold-max-cost模式在此时无法达到抑制流量路径切换的目的。因此,多区域组网场景的邻居震荡抑制只能采用Hold-down模式,即在一段时间内禁止Router B和Router C建立邻居关系,达到将业务流量切换到Router A->Router B->Router D->Router E->Router F路径的目的。

□□说明

缺省情况下,OSPF使能Hold-max-cost模式,用户可以通过命令行修改为Hold-down模式。

图 5-27 多区域组网场景的邻居震荡抑制



LDP-IGP联动和邻居震荡抑制同时部署的场景

如**图5-28**所示,PE1和P1之间链路发生故障时,LDP快速回切,导致新的LSP还没有完全建立时老的LSP就已经被拆除,为了避免引起业务中断,需要部署LDP-IGP联动。部署LDP-IGP联动特性后,设置新建立的邻居发布的链路开销值为最大值Max-cost(65535),避免IGP路由回切,等新的LSP建立完成后,再修改链路开销值为配置值,触发IGP路由回切,删除老的LSP,LDP业务流量切换到新建立的路径上。

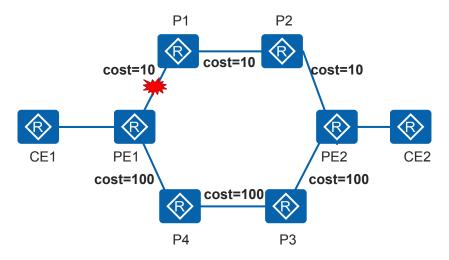
LDP-IGP联动分为Hold-down模式和Hold-max-cost模式两种,邻居震荡抑制也分为Hold-down模式和Hold-max-cost模式两种。同时部署邻居震荡抑制和LDP-IGP联动时,优先生效Hold-down模式,次优生效Hold-max-cost模式,最后生效链路上配置的开销值。优先生效原则不以业务类型为条件,以最终生效的状态(Hold-down、Hold-max-cost、退出)为条件,详细情况请参考表5-18。

表 5-18 震荡抑制模式优先生效原则

IGP-LDP联动抑制 模式/邻居震荡抑制 模式	IGP-LDP联动抑制 Hold-down模式	IGP-LDP联动抑制 Hold-max-cost模 式	退出IGP-LDP联动 抑制
邻居震荡抑制 Hold-down模式	Hold-down模式	Hold-down模式	Hold-down模式
邻居震荡抑制 Hold-max-cost模式	Hold-down模式	Hold-max-cost模式	Hold-max-cost模式
退出邻居震荡抑制	Hold-down模式	Hold-max-cost模式	退出IGP-LDP联动 和邻居震荡抑制

例如,如图5-28所示,PE1和P1之间发生频繁震荡。同时部署邻居震荡抑制和LDP-IGP 联动,通过震荡抑制模式优先生效原则选取抑制模式,即在一段时间内禁止PE1和P1建立邻居关系或将PE1和P1之间的链路开销值设置为最大值Max-cost(65535),达到将业务流量切换到PE1->P4->P3->PE2路径的目的。

图 5-28 LDP-IGP 联动和邻居震荡抑制同时部署的场景



误码倒换和邻居震荡抑制同时部署的场景

误码倒换特性用于保护链路质量,当链路质量检测发现链路质量差,误码率高,就会上报误码事件,误码率高的链路上承载的用户业务会受到较大的影响,可能影响用户正常使用,因此需要将用户流量尽量调整到其他链路上。OSPF业务在收到误码事件后,会调整接口开销值为最大值Max-cost(65535),路由随即重新计算,重新选路,将业务流量切换到备选链路。误码倒换和邻居震荡抑制同时部署时,两种震荡抑制方式同时生效,优先生效Hold-down模式,次优生效Hold-max-cost模式,最后生效链路上配置的开销值。

5.3 OSPF 应用场景

介绍OSPF的应用。

5.3.1 OSPF GR

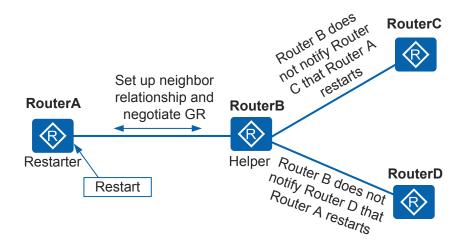
□ 说明

在实际应用中,为了实现业务转发不受主板故障的影响,通常在双主板的硬件环境下配置BGP GR才有意义。

所有款型都支持GR Helper, 仅AR3200系列支持GR Restarter。

如图5-29所示,RouterA、RouterB、RouterC和RouterD运行OSPF协议实现网络互通,RouterA和RouterB使能了GR功能。当RouterA重启时,RouterB协助RouterA完成平滑重启,但并不通告给其它邻居,网络流量并不中断。

图 5-29 OSPF GR

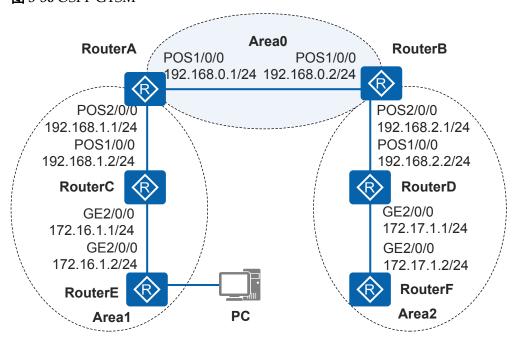


5.3.2 OSPF GTSM

如<mark>图5-30</mark>所示,各路由器间运行OSPF协议,在RouterC上启用GTSM保护功能。各路由器发往RouterC的报文有效TTL范围如下:

- RouterA和RouterE是RouterC的相邻路由器,报文有效TTL范围是255—hops+1到255。
- RouterB、RouterD、RouterF发往RouterC的报文有效TTL范围分别是254到255、253到255、252到255。

图 5-30 OSPF GTSM



5.4 OSPF 配置任务概览

完成配置OSPF的基本功能后,即可以实现通过OSPF协议构建三层网络。如果还需要 OSPF的其他功能,还需要根据相应章节进行配置。

OSPF的配置任务如表5-19所示。

表 5-19 OSPF 配置任务概览

场景	描述	对应任务
配置OSPF的基本功能	配置OSPF的基本功能 是能够使用OSPF特性 的前提。	5.7 配置OSPF的基本功能 5.8 配置OSPF邻居或邻接的会话参数 5.9 配置OSPF在不同网络类型中的属性
配置OSPF区域	● STUB区域, STUB区域, STUB区域的ABR 不传播系域的接触区域们统性不够自治。 不够自治。 是及数量的少。 ● OSPF NSSA(Not- So-Stubby Area)的 域是OSPF特殊区域与STUB区域类与STUB区域类与和不够,所不够,所不够,所不够,所不够,所不够,所不够,所不够,所不够,所不够,不是可以的,是不是不是的。这一个。 以前,是不是一个。	5.10 配置OSPF的Stub 区域 5.11 配置OSPF的 NSSA区域
调整OSPF的选路	为了在现网中更灵活的应用OSPF,满足用户的各种需求,可以通过配置不同的参数,实现对OSPF路由的控制。	5.12 调整OSPF的选路

场景	描述	对应任务
控制OSPF的路由信息	在实际应用中,可以 通过配置不同的参 数,实现对OSPF路由 信息的发布和接收进 行更为精确的控制, 以满足网络需要。	5.13 控制OSPF的路由 信息
配置OSPF网络的快速收敛	当需要OSPF快速感知网络中的变化时,可以配置加快OSPF网络的收敛速度。当需要减少防止路由振荡对网络的影响、减轻设备负担时,可以配置减慢OSPF网络的收敛速度。	5.16 配置OSPF网络的 快速收敛

场景	描述	对应任务
提高OSPF网络可靠性	● OSPF IP FRR RR (LFA Reroute) Free Alternates Alternates 与特别 FRR (Loop-Free Alternates) 备主发故 FR FR (Loop-Free Alternates) 备主发故 FR FR (Alternates) 备主发故 FR (Alternates) 备注 (Alternates) 备主发动 FR (Alternates) Alternates Altern	5.14 配置OSPF IP FRR 5.15 配置OSPF与BFD 联动 5.17 配置OSPF GR

场景	描述	对应任务
	OSPF协议本身的 Hello机制,只是配 合OSPF协议更快的 发现邻接方面出现 的故障,并及时通 知OSPF重新计算相 关路由以便正确指 导报文的转发。	
	● 当重因时化FIB(Forward Information Base由为备会 Forward Information Base由为备会 Forward Information 再列知这重。很造,荡路因主身(FIB)。路居通,会算器会资本的造而由列知这重。很造,荡路由它把删他个行这恢居导路由它把删他个行这恢居导进种换接值)表 接从,由络F路,系路行原 老)表 接从,由络F路,系路	
	路由器使能平滑重 启OSPF GR (Graceful Restart)功能后, 如果仅是因为异常 重启,路由器仍不 以保证流量转发可 中断,网络不会因 为路由器的短时重 启而振荡。	
提高OSPF网络的稳定性	在实际应用中,可以 通过提高OSPF网络的 稳定性来使得OSPF网 络路由振荡少,并且 让设备常时间工作在 正常的环境下。	5.18 提高OSPF网络的 稳定性

场景	描述	对应任务
提高OSPF网络的安全性	如果将OSPF部署在安全性较高的网络中,可以通过配置OSPF认证特性和GTSM机制来提高OSPF网络的安全性。	5.19 提高OSPF网络的 安全性

5.5 OSPF 配置注意事项

介绍OSPF在使用和配置过程中的注意事项。

涉及网元

无

License 支持

OSPF是设备的基本特性,无需获得License许可即可应用此功能。

特性依赖和限制

无

5.6 OSPF 缺省配置

介绍OSPF的缺省配置,实际应用的配置可以基于缺省配置进行修改。

OSPF的缺省配置如表5-20所示。

表 5-20 OSPF 缺省配置

参数	缺省值
OSPF特性	不使能
Hello报文发送间隔	P2P、Broadcast类型接口为10秒; P2MP、NBMA类型接口为30秒
邻居失效时间	P2P、Broadcast类型接口为40秒; P2MP、NBMA类型接口为120秒
Stub router保持时间	500秒
计算接口开销的带宽参考值	100Mbit/s

5.7 配置 OSPF 的基本功能

配置完OSPF的基本功能,就可以组建起最基本的OSPF网络。

应用环境

在同一区域内配置多台路由器时,大多数的配置数据(如定时器、过滤、聚合等)都 应该以区域为单位进行统一规划。错误的配置可能会导致相邻路由器之间无法相互传 递信息,甚至导致路由信息的阻塞或者自环。

在接口视图下配置的OSPF命令不受OSPF是否使能的限制。在关闭OSPF后,原来在接口下配置的相关命令仍然存在。

前置任务

在配置OSPF的基本功能之前,需完成以下任务:

● 配置接口的网络层地址,使各相邻节点网络层可达。

5.7.1 创建 OSPF 进程

背景信息

一台路由器如果要运行OSPF协议,必须存在Router ID。路由器的Router ID是一个32比特无符号整数,是一台路由器在自治系统中的唯一标识。为保证OSPF运行的稳定性,在进行网络规划时应该确定Router ID的划分并手工配置。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**ospf** [*process-id* | **router-id** | **vpn-instance** *vpn-instance-name*] *, 启动 OSPF进程,进入OSPF视图。

● process-id为进程号,缺省值为1。

路由器支持OSPF多进程,可以根据业务类型划分不同的进程。进程号是本地概念,不影响与其它路由器之间的报文交换。因此,不同的路由器之间,即使进程号不同也可以进行报文交换。

• router-id router-id为路由器的ID号。

缺省情况下,路由器系统会从当前接口的IP地址中自动选取一个最大值作为Router ID。手动配置Router ID时,必须保证自治系统中任意两台Router ID都不相同。通常的做法是将Router ID配置为与该设备某个接口的IP地址一致。

一半曲

每个OSPF进程的Router ID要保证在OSPF网络中唯一,否则会导致邻居不能正常建立、路由信息不正确的问题。建议在OSPF设备上单独为每个OSPF进程配置全网唯一的Router ID。

● **vpn-instance** *vpn-instance-name*表示**VPN**实例。

如果指定了VPN实例,那么此OSPF进程属于指定的VPN实例,如果未指定则属于公网实例。

----结束

5.7.2 创建 OSPF 区域

背景信息

随着网络规模日益扩大,设备数量的增多会导致LSDB非常庞大,导致设备负担很重。OSPF协议通过将自治系统划分成不同的区域(Area)来解决上述问题。区域是从逻辑上将设备划分为不同的组,每个组用区域号(Area ID)来标识。区域的边界是设备,而不是链路。一个网段(链路)只能属于一个区域,或者说每个运行OSPF的接口必须指明属于哪一个区域。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**ospf** [*process-id* | **router-id** | **vpn-instance** *vpn-instance-name*] *, 启动 OSPF进程,进入OSPF视图。

步骤3 执行命令area area-id, 创建并进入OSPF区域视图。

并非所有的区域都是平等的关系。其中区域号(Area ID)是0的称为骨干区域。骨干区域负责区域之间的路由,非骨干区域之间的路由信息必须通过骨干区域来转发。

----结束

5.7.3 使能 OSPF

背景信息

创建OSPF进程后,还需要配置区域所包含的网段。一个网段只能属于一个区域,或者说每个运行OSPF协议的接口必须指明属于某一个特定的区域。该处的网段是指运行OSPF协议接口的IP地址所在的网段。

OSPF需要对接收到的Hello报文做网络掩码检查,当接收到的Hello报文中携带的网络掩码和本设备不一致时,则丢弃这个Hello报文,即不能建立邻居关系。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**ospf**[*process-id*],进入OSPF进程视图。

步骤3 执行命令area area-id, 进入OSPF区域视图。

可以在OSPF区域和指定接口中使能OSPF。

- 在OSPF区域中使能OSPF。
- 1. 执行命令**network** *ip-address wildcard-mask*,配置区域所包含的网段。

满足下面两个条件,接口上才能正常运行OSPF协议:

- 接口的IP地址掩码长度>network命令指定的掩码长度。
- 接口的主IP地址必须在network命令指定的网段范围内。

缺省情况下,OSPF以32位主机路由的方式对外发布Loopback接口的IP地址,与 Loopback接口上配置的掩码长度无关。如果要发布Loopback接口的网段路由,需 要在接口下配置网络类型为NBMA或广播型。请参考**配置接口的网络类型**。

- 在指定接口中使能OSPF。
- 1. 在系统视图中执行命令**interface** *interface-type interface-number*,进入接口视图。
- 2. 执行命令**ospf enable** [*process-id*] **area** *area-id*,在接口上使能OSPF。 区域ID可以采用十进制整数或IPv4地址形式输入,但显示时使用IPv4地址形式。

----结束

5.7.4 (可选)创建虚连接

背景信息

在划分OSPF区域之后,非骨干区域之间的OSPF路由更新是通过骨干区域来交换完成的。因此,OSPF要求所有非骨干区域必须与骨干区域保持连通,并且骨干区域之间也要保持连通。但在实际应用中,因为各方面条件的限制,可能无法满足这个要求,这时可以通过配置OSPF虚连接解决。

请在运行OSPF协议的设备上进行以下配置。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令ospf[process-id],进入OSPF进程视图。

步骤3 执行命令area area-id, 进入OSPF区域视图。

步骤4 执行命令vlink-peer router-id [smart-discover | hello hello-interval | retransmit retransmit-interval | trans-delay trans-delay-interval | dead dead-interval | [simple [plain plain-text | [cipher] cipher-text] | { md5 | hmac-md5 | hmac-sha256 } [key-id { plain plain-text | [cipher] cipher-text }] | authentication-null | keychain keychain-name]] *, 创建并配置虚连接。

在虚连接的另一端也需要配置此命令。

注意

如果使用plain选项,密码将以明文形式保存在配置文件中,存在安全隐患。建议使用cipher选项,将密码加密保存。

MD5和HMAC-MD5认证模式存在风险,推荐使用HMAC-SHA256认证模式。

----结束

后续处理

建立虚连接后,不同的设备制造商可能会使用不同的MTU(maximum transmission unit)缺省设置。为了保证一致,应该设置接口发送DD报文时MTU值为缺省值0。参见使能在DD报文中填充接口的实际MTU。

5.7.5 (可选)配置对 OSPF 更新 LSA 的泛洪限制

背景信息

当邻居数量或者需要泛洪的LSA报文数量较多时,邻居路由器会在短时间内收到大量的更新报文。如果邻居路由器不能及时处理这些突发的大量报文,则有可能因为忙于处理更新报文而丢弃了维护邻居关系的Hello报文,造成邻居断开。而重建邻居时,需要交互的报文数量将会更大,由此导致报文数量过大的情况进一步恶化。通过对OSPF更新LSA的泛洪限制可以有效避免以上情况的发生,起到了维护邻居关系的目的。

请在运行OSPF协议的路由器上进行以下配置。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view, 进入系统视图。

步骤2 执行命令ospf[process-id],进入OSPF进程视图。

步骤3 执行命令**flooding-control** [**number** *transmit-number* | **timer-interval** *transmit-interval*] *, 配置对OSPF更新LSA的泛洪限制。

缺省情况下,每次泛洪更新LSA的数量的缺省值是50,泛洪更新LSA的时间间隔是30秒。

配置flooding-control命令后,控制对OSPF更新LSA的泛洪的这个功能立刻生效。

若没有配置flooding-control命令,当邻居数量超过256个时自动使能该功能。

----结束

5.7.6 检查 OSPF 基本功能的配置结果

前提条件

已经完成OSPF基本功能的所有配置。

操作步骤

- 在任意视图下执行display ospf [process-id] peer命令,查看OSPF邻居的信息。
- 在任意视图下执行**display ospf** [*process-id*] **interface**命令,查看OSPF接口的信息。
- 在任意视图下执行**display ospf** [*process-id*] **routing**命令,查看OSPF路由表的信息。
- 在任意视图下执行display ospf [process-id] lsdb命令,查看OSPF的LSDB信息。

----结束

5.8 配置 OSPF 邻居或邻接的会话参数

OSPF网络中,所有链路状态信息都在邻居或邻接中传递、交换。配置合理的OSPF邻居或邻接关系的会话参数,对整网的稳定性起着重要作用。

前置任务

在配置OSPF邻居或邻接关系的会话参数之前,需完成以下任务:

- 配置链路层协议。
- 配置接口的网络层地址,使各相邻节点网络层可达。
- 5.7 配置OSPF的基本功能。

配置流程

以下配置任务(不含检查配置结果),根据应用环境选择其中一项或几项进行配置。

5.8.1 配置 OSPF 报文重传限制

背景信息

OSPF路由器发送完以下这三种报文后,若没有在规定时间内收到相应的LSAck报文,会再次重传。当达到限定报文重传次数后,本端就断开和对方的邻接关系。

- DD报文
- LSU报文
- LSR报文

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**ospf**[*process-id*],进入OSPF进程视图。

步骤3 执行命令retransmission-limit [max-number], 配置OSPF重传限制功能。

缺省情况下,不使能此功能。最大重传限制数的缺省值是30。

----结束

5.8.2 使能在 DD 报文中填充接口的实际 MTU

背景信息

建立虚连接后,不同的设备制造商可能会使用不同的MTU缺省设置。为了保证一致,应该设置接口发送DD报文时MTU值为缺省值0。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令interface interface-type interface-number, 进入运行OSPF协议的接口视图。

步骤3 执行命令**ospf mtu-enable**,使能接口发送DD报文时填充MTU值,同时还会检查邻居DD报文所携带的MTU是否超过本端的MTU值。

缺省情况下,接口发送DD报文的MTU值为0。

注意

当配置DD报文MTU值后,会引起邻居关系重新建立。

----结束

5.8.3 检查 OSPF 邻居或邻接的会话参数的配置结果

前提条件

已经完成配置OSPF邻居或邻接的会话参数的所有配置。

操作步骤

- 使用display ospf [process-id] peer命令查看OSPF邻居的信息。
- 使用display ospf [process-id] brief命令查看OSPF的概要信息。
- 使用display ospf [process-id] retrans-queue [interface-type interface-number] [neighbor-id] [low-level-of-retrans-times-range min-time] [high-level-of-retrans-times-range max-time]命令查看OSPF重传列表。

----结束

5.9 配置 OSPF 在不同网络类型中的属性

通过配置OSPF接口的网络类型和调整属性,可以灵活组建OSPF网络。

应用环境

OSPF根据链路层协议类型将网络分为四种不同的类型。如表5-21所示。

M 3H RB

本章仅体现在NBMA网络和P2MP网络中有差异的OSPF配置。OSPF的其他功能适用于四种网络类型。

表 5-21 OSPF 的网络类型和特点

网络类型	特点	缺省选择
广播类型 (Broadcast)	在该类型的网络中,通常以组播形式发送Hello报文、LSU报文和LSAck报文,以单播形式发送DD报文和LSR报文。	当链路层协议是Ethernet、FDDI时,缺省情况下,OSPF认为网络类型是Broadcast。
NBMA类型 (Non-broadcast multiple access)	在该类型的网络中,以单播形式发送Hello报文、DD报文、LSR报文、LSU报文、LSAck报文。	当链路层协议是ATM时,缺省 情况下,OSPF认为网络类型是 NBMA。
	NBMA网络必须是全连通的,即网络中任意两台路由器之间都必须直接可达。	

网络类型	特点	缺省选择
点到点P2P类型 (point-to-point)	在该类型的网络中,以组播形式发送Hello报文、DD报文、LSR报文、LSU报文、LSAck报文。	当链路层协议是PPP、HDLC和 LAPB时,缺省情况下,OSPF 认为网络类型是P2P。
点到多点P2MP类型(Point-to- Multipoint)	在该类型的网络中:以组播形式发送Hello报文,以单播形式发送DD报文、LSR报文、LSU报文、LSAck报文。	没有一种链路层协议会被缺省的认为是P2MP类型,P2MP必须是由其他的网络类型强制更改的。

由表5-21可以看出,OSPF协议在上述四种网络类型中的差异主要集中在发送报文形式不同,因此,在四种网络类型中配置的OSPF协议,配置差异主要体现在协议报文的发送形式的配置。

前置任务

在配置OSPF在不同网络类型中的属性之前,需完成以下任务:

- 配置接口的网络层地址,使各相邻节点网络层可达。
- 5.7 配置OSPF的基本功能。

配置流程

配置接口的网络类型是配置P2MP和NBMA网络属性的前置任务。

5.9.1 配置接口的网络类型

背景信息

缺省情况下,接口的网络类型根据物理接口选择:

- 以太网接口的网络类型为广播(Broadcast)。
- 串口(封装PPP协议或HDLC协议时)的网络类型为P2P。
- ATM和Frame-relay接口的网络类型为NBMA。

|| 说明

- P2MP网络类型必须是由其他的网络类型强制更改的。
- AR100&AR120&AR150&AR160&AR200系列不支持Frame-relay接口。

一般情况下,链路两端的OSPF接口的网络类型必须一致,否则双方不可以建立起邻居关系。

- 当链路两端的OSPF接口的网络类型一端是广播网而另一端是P2P时,双方仍可以 正常的建立起邻居关系,但互相学不到路由信息。
- 当链路两端的OSPF接口的网络类型一端是P2MP而另一端是P2P时,双方仍可以正常的建立起邻居关系,但互相学不到路由信息。为了相互学到路由信息,此时需要在链路两端的OSPF接口上配置相同的Hello报文发送间隔和邻居失效时间。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令interface interface-type interface-number, 进入运行OSPF的接口视图。

步骤3 执行命令ospf network-type { broadcast | nbma | p2mp | p2p [peer-ip-ignore] }, 配置 OSPF接口的网络类型。

缺省情况下,接口的网络类型根据物理接口而定。以太网接口的网络类型为广播,串口和POS口(封装PPP协议或HDLC协议时)网络类型为P2P,ATM和Frame-relay接口的网络类型为NBMA。

当用户为接口配置了新的网络类型后,原接口的网络类型将被替换。

根据实际情况配置接口的网络类型,例如:

- 如果接口的网络类型是广播,但在广播网络上有不支持组播地址的路由器,可以将接口的网络类型改为NBMA网络。
- 如果接口的网络类型是NBMA,且网络是全连通的,即任意两台路由器都直接可达。此时,可以将接口类型改为广播网络,并且不必再配置邻居路由器。
- 如果接口的网络类型是NBMA,但网络不是全连通的,必须将接口的网络类型改为P2MP。这样,两台不能直接可达的路由器就可以通过一台与两者都直接可达的路由器来交换路由信息。接口的网络类型改为P2MP网络后,不必再配置邻居路由器。
- 如果同一网段内只有两台路由器运行OSPF协议,建议将接口的网络类型改为P2P 网络。

□□说明

OSPF协议不支持NULL接口的配置。

----结束

5.9.2 配置 P2MP 网络属性

操作步骤

步骤1 配置忽略对网络掩码的检查。

- 1. 执行命令system-view,进入系统视图。
- 2. 执行命令**interface** *interface-type interface-number*,进入接口视图。
- 3. 执行命令ospf network-type p2mp,配置OSPF接口的网络类型。

P2MP网络类型必须是由其他的网络类型强制更改的。详细描述参见配置接口的网络类型。

4. 执行命令**ospf p2mp-mask-ignore**命令,配置在P2MP网络上忽略对网络掩码的检查。

步骤2 配置对发送的LSA进行过滤。

当两台路由器之间存在多条链路时,通过对出方向的LSA进行过滤可以在某些链路上过滤LSA的传送,减少不必要的重传,节省带宽资源。

- 1. 执行命令quit,退出接口视图。
- 2. 执行命令**ospf**[process-id], 进入OSPF进程视图。

3. 执行命令filter-lsa-out peer *ip-address* { all | { summary [acl { acl-number | acl-name }] | ase [acl { acl-number | acl-name }] | nssa [acl { acl-number | acl-name }] } * }, 配置在P2MP网络中对发送的LSA进行过滤。

缺省情况下,不对LSA进行过滤。

----结束

5.9.3 配置 NBMA 网络属性

操作步骤

步骤1 (可选)配置NBMA网络类型。

由于NBMA网络必须是全连通的,所以网络中任意两台路由器之间都必须直接可达。但在很多情况下,这个要求无法满足,此时必须通过命令强制改变网络的类型为P2MP。详细描述参见配置接口的网络类型。

- 1. 执行命令system-view, 进入系统视图。
- 2. 执行命令**interface** *interface-type interface-number*,进入接口视图。
- 3. 执行命令ospf network-type nbma,配置OSPF接口的网络类型为NBMA。

步骤2 (可选)配置NBMA网络发送轮询报文的时间间隔。

在NBMA网络上,当邻居失效后,路由器将按设置的轮询时间间隔定期地发送Hello报文。

1. 执行命令**ospf timer poll** *interval*,在NBMA接口上配置发送轮询报文的时间间隔。 缺省情况下,时间间隔*interval*为120秒。

步骤3 配置NBMA网络的邻居。

网络类型为NBMA的接口,无法通过广播Hello报文的形式发现邻居路由器,必须在接口上手工配置邻居路由器的IP地址和邻居路由器是否有选举权。

- 1. 执行命令quit,退出接口视图。
- 2. 执行命令ospf[process-id],进入OSPF进程视图。
- 3. 执行命令**peer** *ip-address* [**dr-priority** *priority*],配置NBMA网络的邻居。

----结束

5.9.4 检查 OSPF 在不同网络类型中的属性的配置结果

前提条件

已经完成OSPF在NBMA网络和P2MP网络中的属性的所有配置。

操作步骤

- 使用以下命令查看OSPF的LSDB信息:
 - display ospf [process-id] lsdb [brief]
 - display ospf [process-id] lsdb [{ router | network | summary | asbr | ase | nssa | opaque-link | opaque-area | opaque-as } [link-state-id]] [originate-router

[advertising-router-id] | self-originate] [age { min-value min-age-value | max-value max-age-value } *]

- 使用**display ospf** [*process-id*] **peer** [[*interface-type interface-number*] *neighbor-id* | **brief** | **last-nbr-down**]命令查看OSPF邻居的信息。
- 使用display ospf [process-id] nexthop查看OSPF的下一跳信息。
- 使用以下命令查看OSPF的路由表信息:
 - **display ospf** [*process-id*] **routing** [*ip-address* [*mask* | *mask-length*]] [**interface** *interface-type interface-number*] [**nexthop** *nexthop-address*]
 - **display ospf** [process-id] **routing router-id** [router-id]
- 使用**display ospf** [*process-id*] **interface** [**all** | *interface-type interface-number*] [**verbose**]查看OSPF的接口信息。

----结束

5.10 配置 OSPF 的 Stub 区域

通过将位于AS边缘的一些非骨干区域配置成Stub,可以缩减LSDB和路由表规模,减少需要传递的路由信息数量。

应用环境

OSPF划分区域可以减少网络中LSA的数量。对于位于自治系统边界的非骨干区域,为了更多的缩减其路由表规模和降低LSA的数量,可以将它们配置为STUB区域。

STUB区域是一种可选的配置属性。

配置STUB区域时需要注意以下几点:

- 骨干区域(Area0)不能配置成STUB区域。
- 如果要将一个区域配置成STUB区域,则该区域中的所有路由器都要配置STUB区域属性。
- STUB区域内不能存在ASBR,即自治系统外部的路由不能在STUB区域内传播。
- STUB区域内不能存在虚连接。

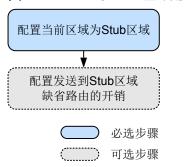
前置任务

在配置OSPF的Stub区域前,需完成以下任务:

- 配置接口的网络层地址,使各相邻节点网络层可达。
- 5.7 配置OSPF的基本功能。

配置流程

图 5-31 OSPF 的 Stub 区域配置流程图



5.10.1 配置当前区域为 Stub 区域

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令ospf[process-id],进入OSPF进程视图。

步骤3 执行命令area area-id, 进入OSPF区域视图。

步骤4 执行命令stub [no-summary | default-route-advertise backbone-peer-ignore] *, 配置当前区域为STUB区域。

- no-summary用来禁止ABR向Stub区域内发送Type-3 LSA(Summary LSA)。
- **default-route-advertise**用来在ABR上配置产生缺省的Type-3 LSA到Stub区域。
- backbone-peer-ignore用来忽略检查骨干区域的邻居状态。即骨干区域中只要存在 Up状态的接口,无论是否存在Full状态的邻居,ABR都会产生缺省的Type-3 LSA 到Stub区域。

□□说明

- 所有连接到STUB区域的路由器必须使用stub命令将该区域配置成STUB区域属性。
- 配置或取消STUB属性,可能会触发区域更新。只有在上一次区域更新完成后,才能进行再次配置或取消配置操作。

----结束

5.10.2 (可选)配置发送到 Stub 区域缺省路由的开销

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**ospf**[*process-id*],进入OSPF进程视图。

步骤3 执行命令area area-id, 进入OSPF区域视图。

步骤4 执行命令stub [no-summary | default-route-advertise backbone-peer-ignore] *, 配置当前区域为STUB区域。

- no-summary用来禁止ABR向Stub区域内发送Type-3 LSA(Summary LSA)。
- **default-route-advertise**用来在ABR上配置产生缺省的Type-3 LSA到Stub区域。
- backbone-peer-ignore用来忽略检查骨干区域的邻居状态。即骨干区域中只要存在Up状态的接口,无论是否存在Full状态的邻居,ABR都会产生缺省的Type-3 LSA到Stub区域。

□ 说明

- 所有连接到STUB区域的路由器必须使用stub命令将该区域配置成STUB区域属性。
- 配置或取消STUB属性,可能会触发区域更新。只有在上一次区域更新完成后,才能进行再次配置或取消配置操作。

步骤5 (可选)执行命令stub [no-summary],配置当前区域为STUB区域。

no-summary用来禁止ABR向Stub区域内发送Type-3 LSA(Summary LSA)。

∭说明

- 所有连接到STUB区域的路由器必须使用stub命令将该区域配置成STUB区域属性。
- 配置或取消STUB属性,可能会触发区域更新。只有在上一次区域更新完成后,才能进行再次配置或取消配置操作。

步骤6 执行命令**default-cost** *cost*,配置发送到Stub区域缺省路由的开销。

cost为发送到Stub区域的Type3缺省路由的开销,缺省值为1。

当区域配置为STUB区域后,为保证到自治系统外的路由可达,STUB区域的ABR将生成一条缺省路由,并发布给STUB区域中的其他路由器。

----结束

5.10.3 检查 OSPF 的 Stub 区域的配置结果

操作步骤

使用以下命令查看OSPF的LSDB信息:

- display ospf [process-id] lsdb [brief]
- display ospf [process-id] lsdb [{ router | network | summary | asbr | ase | nssa | opaque-link | opaque-area | opaque-as } [link-state-id]] [originate-router [advertising-router-id] | self-originate] [age { min-value min-age-value | max-value max-age-value } *]

使用以下命令查看OSPF路由表的信息:

- **display ospf** [process-id] **routing** [ip-address [mask | mask-length]] [**interface** interface-type interface-number] [**nexthop** nexthop-address]
- display ospf [process-id] routing router-id [router-id]

使用display ospf [process-id] abr-asbr [router-id]命令查看OSPF ABR及ASBR信息。

5.11 配置 OSPF 的 NSSA 区域

通过将位于自治系统边缘的非骨干区域配置成NSSA区域,可以缩减其路由表规模,减少需要传递的路由信息数量。

应用环境

NSSA区域适用于既需要引入外部路由又要避免外部路由带来的资源消耗的场景。

OSPF NSSA(Not-So-Stubby Area)区域是OSPF特殊的区域类型。NSSA区域与STUB区域有许多相似的地方,两者都不传播来自OSPF网络其它区域的外部路由。差别在于STUB区域是不能引入外部路由,NSSA区域能够将自治域外部路由引入并传播到整个OSPF自治域中。

在NSSA区域中使用Type7 LSA描述引入的外部路由信息。Type7 LSA由NSSA区域的自治域边界路由器(ASBR)产生,其扩散范围仅限于边界路由器所在的NSSA区域。NSSA区域的区域边界路由器(ABR)收到Type7 LSA时,会有选择地将其转化为Type5 LSA,以便将外部路由信息通告到OSPF网络的其它区域。

前置任务

在配置OSPF的NSSA区域之前,需完成以下任务:

- 配置接口的网络层地址,使相邻节点之间网络层可达。
- 5.7 配置OSPF的基本功能。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**ospf**[process-id], 进入OSPF进程视图。

步骤3 执行命令area area-id, 进入OSPF区域视图。

步骤4 执行命令nssa [{ default-route-advertise [backbone-peer-ignore] | suppress-default-route } | flush-waiting-timer interval-value | no-import-route | no-summary | set-n-bit | suppress-forwarding-address | translator-always | translator-interval interval-value | zero-address-forwarding | translator-strict]*, 配置当前区域为NSSA区域。

□□说明

- 所有连接到NSSA区域的设备必须使用nssa命令将该区域配置成NSSA属性。
- 配置或取消NSSA属性,可能会触发区域更新,邻居中断。只有在上一次区域更新完成后,才能进行再次配置或取消配置操作。

nssa命令参数的使用场景如下:

- **default-route-advertise**用来在ASBR上配置产生缺省的Type7 LSA到NSSA区域。 在ABR上无论路由表中是否存在缺省路由0.0.0.0/0,都会产生Type7 LSA缺省路由。在ASBR上只有当路由表中存在缺省路由0.0.0.0/0,才会产生Type7 LSA缺省路由。
- backbone-peer-ignore用来忽略检查骨干区域的邻居状态。即骨干区域中只要存在Up状态的接口,无论是否存在Full状态的邻居,ABR都会自动产生缺省的Type-7LSA到NSSA区域。
- 当ASBR所在的区域被配置成NSSA时,在LSA洪泛区域中的其他路由器上仍会保留已经没用的Type5 LSA,这些LSA必须等到老化时间到达3600秒后才会被删除。由于大量的LSA会占用路由器内存,所以对设备的性能造成了一定影响。此时,通过配置flush-waiting-timer参数产生老化时间被置为最大值(3600秒)的Type5 LSA,及时清除其他路由器上已经没用的Type5 LSA。

□说明

- 当LSA报文头部的LS age (老化时间)达到3600秒时,该LSA会被删除。
- 当ASBR同时还是ABR时,**flush-waiting-timer**功能不会生效,防止删除非NSSA区域的Type5 LSA。
- 当ASBR同时还是ABR时,通过配置**no-import-route**参数使OSPF通过**import-route** 命令引入的外部路由不被通告到NSSA区域。
- 为了继续减少发送到NSSA区域的LSA的数量,可以配置ABR的**no-summary**属性,禁止ABR向NSSA区域内发送Summary LSA(Type3 LSA)。

□□说明

配置nssa default-route-advertise backbone-peer-ignore no-summary命令后,骨干区域中只要存在Up状态的接口,无论是否存在Full状态的邻居,ABR会同时产生缺省的Type-7 LSA和缺省的Type-3 LSA,且缺省的Type-3 LSA优先生效。

- 设置了**set-n-bit**关键字后,路由器会与邻居路由器同步时在**DD**报文中设置N-bit位的标志。
- 当NSSA区域中有多个ABR时,系统会根据规则自动选择一个ABR作为转换器(通常情况下NSSA区域选择Router ID最大的设备),将Type7 LSA转换为Type5 LSA。通过在ABR上配置translator-always参数,可以将某一个ABR指定为转换器。如果需要指定某两个ABR进行负载分担,可以通过配置translator-always来指定两个转换器同时工作。如果需要某一个固定的转换器,防止由于转换器变动引起的LSA重新泛洪,可以预先使用此命令指定。
- **translator-interval**参数主要用于转换器切换过程,保障切换平滑进行。所以 *interval-value*参数的缺省间隔要大于泛洪的时间。

步骤5 (可选)执行命令**default-cost** *cost*,配置ABR发送到NSSA区域的Type3 LSA的缺省路由的开销。

当区域配置为NSSA区域后,为保证到自治系统外的路由可达,NSSA区域的ABR将生成一条缺省路由,并发布给NSSA区域中的其他路由器。配置NSSA区域的缺省路由的开销,调整缺省路由的选路。

缺省路由也可以通过Type7 LSA来表示,用于指导流量流向其它自治域。

在NSSA区域中,可能同时存在多个边界路由器。为了防止路由环路产生,边界路由器之间不计算对方发布的缺省路由。

缺省情况下,ABR发送到NSSA区域的缺省路由的开销为1。

----结束

检查配置结果

使用以下命令查看OSPF的LSDB信息:

- display ospf [process-id] lsdb [brief]
- display ospf [process-id] lsdb [{ router | network | summary | asbr | ase | nssa | opaque-link | opaque-area | opaque-as } [link-state-id]] [originate-router [advertising-router-id] | self-originate] [age { min-value min-age-value | max-value max-age-value } *]

使用以下命令查看OSPF的路由表信息:

• **display ospf** [process-id] **routing** [ip-address [mask | mask-length]] [**interface** interface-type interface-number] [**nexthop** nexthop-address]

• **display ospf** [process-id] **routing router-id** [router-id]

使用**display ospf** [*process-id*] **interface** [**all** | *interface-type interface-number*] [**verbose**] 命令查看OSPF的接口信息。

5.12 调整 OSPF 的选路

通过调整OSPF选路,使得网络以满足复杂环境中的需要。

应用环境

在复杂网络环境,通过调整OSPF的功能参数来达到灵活组网、优化网络负载分担。

前置任务

在调整OSPF的选路之前,需完成以下任务:

- 配置接口的网络层地址,使各相邻节点网络层可达。
- 5.7 配置OSPF的基本功能。

配置流程

以下配置任务(不含检查配置结果),根据应用环境选择其中一项或几项进行配置。

5.12.1 配置 OSPF 的接口开销

背景信息

OSPF既可以根据接口的带宽自动计算其链路开销值,也可以通过命令配置。

如果没有通过**ospf cost** cost命令配置OSPF接口的开销值,OSPF会根据该接口的带宽自动计算其开销值。计算公式为:接口开销=带宽参考值/接口带宽,取计算结果的整数部分作为接口开销值(当结果小于1时取1)。通过改变带宽参考值可以间接改变接口的开销值。

操作步骤

- 配置OSPF接口的开销值
 - a. 执行命令system-view, 进入系统视图。
 - b. 执行命令**interface** *interface-type interface-number*,进入运行OSPF的接口视图。
 - c. 执行命令ospf cost cost,设置OSPF接口的开销值。
- 配置带宽参考值
 - a. 执行命令system-view, 进入系统视图。
 - b. 执行命令**ospf**[*process-id*],进入OSPF进程视图。
 - c. 执行命令bandwidth-reference value,配置带宽参考值。

value为计算链路开销时所依据的参考值,单位是Mbit/s。

□ 说明

在配置带宽参考值时请注意,必须保证该进程中所有路由器的带宽参考值一致。

----结束

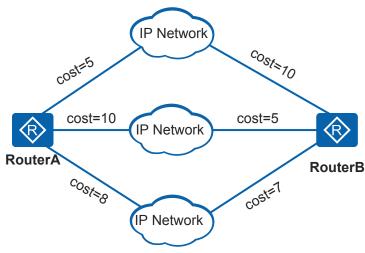
5.12.2 配置等价路由

背景信息

当网络中到达同一目的地存在同一路由协议发现的多条路由,且这几条路由的开销值 也相同,那么这些路由就是等价路由,可以实现负载分担。

例如,如图5-32所示。路由器A和路由器B之间的三条路由都运行OSPF协议,且几条路由的开销值也相同,那么这三条路由就是等价路由,形成了负载分担。

图 5-32 等价路由组网图



操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**ospf**[process-id],进入OSPF进程视图。

步骤3 执行命令maximum load-balancing number,配置最大等价路由数量。

∭说明

缺省情况下,AR100&AR120&AR150&AR160&AR200系列、AR1200系列、AR2201-48FE、AR2202-48FE、AR2204-27GE、AR2204-27GE-P、AR2204-51GE-P、AR2204-51GE、AR2204-51GE-R、AR2204E-D和AR2204支持最大等价路由的数量是4,AR2220、AR2220L、AR2220E、AR2204XE、AR2204XE-DC、AR2240(主控板为SRU40、SRU60、SRU80或SRU100或SRU100更)、AR2240C和AR3200(主控板为SRU40、SRU60、SRU80或SRU100或SRU100E)系列支持最大等价路由的数量是8,AR2240(主控板为SRU200或SRU200E或SRU400)、AR3600(主控板为SRUX5)和AR3200(主控板为SRU200或SRU200E或SRU400)系列支持最大等价路由的数量是16。

步骤4 (可选)执行命令nexthop ip-address weight value,配置OSPF的负载分担优先级。

当组网中存在的等价路由数量大于maximum load-balancing命令配置的等价路由数量时,会随机选取有效路由进行负载分担。如果需要指定负载分担的有效路由,可以通过nexthop命令配置路由的优先级,将需要指定的有效路由的优先级设置为高。

weight值越小,路由优先级越高。weight的缺省值是255,表示等价路由间进行负载分担,不区分优先级。

----结束

5.12.3 配置路由选择规则

背景信息

由于RFC2328与RFC1583定义的路由选路规则不同,因此使能OSPF后,根据实际设备支持的路由选路的定义情况(支持RFC2328或支持RFC1583)配置OSPF域的路由选路规则。默认支持RFC1583,当设备支持的是RFC2328时,需要将RFC1583配置成RFC2328,使OSPF路由域中的所有设备配置为同一种路由选路规则。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**ospf**[*process-id*],进入OSPF进程视图。

步骤3 执行命令**undo rfc1583 compatible**,将RFC1583配置成RFC2328,配置OSPF域的路由选路规则。

缺省情况下,路由器支持RFC1583的选路规则。

----结束

5.12.4 检查调整 OSPF 的选路的配置结果

前提条件

已经完成OSPF路由属性的所有配置。

操作步骤

- 使用display ospf [process-id] interface命令查看OSPF接口的信息。
- 使用display ospf [process-id] routing命令查看OSPF路由表的信息。

----结束

5.13 控制 OSPF 的路由信息

控制OSPF路由信息包括引入外部路由以及对路由、LSA的过滤。

前置任务

在控制OSPF的路由信息之前,需完成以下任务:

- 配置接口的网络层地址,使各相邻节点网络层可达。
- 5.7 配置OSPF的基本功能。

配置流程

以下配置任务(不含检查配置结果),根据应用环境选择其中一项或几项进行配置。

5.13.1 配置 OSPF 引入外部路由

背景信息

当OSPF网络中的设备需要访问运行其他协议的网络中的设备时,需要将其他协议的路由引入到OSPF网络中。

OSPF是一个无环路的动态路由协议,但这是针对域内路由和域间路由而言的,其对引入的外部路由环路没有很好的防范机制,所以在配置OSPF引入外部路由时一定要慎重,防止手工配置引起的环路。

请在运行OSPF协议的自治系统边界路由器ASBR上进行以下配置。

操作步骤

- 配置OSPF引入其它协议的路由
 - a. 执行命令system-view, 进入系统视图。
 - b. 执行命令**ospf**[*process-id*],进入OSPF进程视图。
 - c. 执行命令**import-route** { **limit** *limit-number* | { **bgp** [**permit-ibgp**] | **direct** | **unr** | **rip** [*process-id-rip*] | **static** | **isis** [*process-id-isis*] | **ospf** [*process-id-ospf*] } [**cost** *cost* | **type** *type* | **tag** *tag* | **route-policy** *route-policy-name*] * }, 引入其它协议的路由信息。
- 配置OSPF引入路由时的相关参数
 - a. 执行命令system-view, 进入系统视图。
 - b. 执行命令**ospf** [*process-id*],进入OSPF进程视图。

当OSPF引入外部路由时,可以配置一些额外参数的缺省值,如开销、路由数量、标记和类型。路由标记可以用来标识协议相关的信息,如OSPF接收BGP时用来区分自治系统的编号。

缺省情况下,OSPF引入外部路由的缺省度量值为1,引入的外部路由类型为Type2,设置缺省标记值为1。

□ 说明

可以通过以下三条命令设置引入路由的开销值,其优先级依次递减:

- 通过apply cost命令设置的路由开销值。
- 通过import-route命令设置的引入路由开销值。
- 通过default命令设置引入路由的缺省开销值。

----结束

5.13.2 配置 OSPF 将缺省路由通告到 OSPF 路由区域

背景信息

OSPF实际组网应用中,区域边界和自治系统边界通常都是由多个路由器组成的多出口 冗余备份或者负载分担。此时,为了减少路由表的容量,可以配置缺省路由,保证网 络的高可用性。

OSPF缺省路由通常应用于下面两种情况:

- 1. 由区域边界路由器(ABR)发布Type3 LSA,用来指导区域内路由器进行区域之间报文的转发。
- 2. 由自治系统边界路由器(ASBR)发布Type5 LSA或Type7 LSA,用来指导OSPF路由域内路由器进行域外报文的转发。

当路由器无精确匹配的路由时,就可以通过缺省路由进行报文转发。

Type3 LSA缺省路由的优先级要高于Type5 LSA或Type7 LSA路由。

OSPF缺省路由的发布方式取决于引入缺省路由的区域类型。如表5-22所示。

表 5-22 缺省路由发布方式

区域类型	产生条件	发布方式	产生LSA的 类型	泛洪 范围
普通区 域	通过 <mark>default-route-advertise</mark> 命令配置	ASBR发布	Type5 LSA	普通 区域
STUB 区域	自动产生	ABR发布	Type3 LSA	STUB 区域
NSSA 区域	通过nssa [default-route-advertise]	ASBR发布	Type7 LSA	NSSA 区域
完全 NSSA 区域	自动产生	ABR发布	Type3 LSA	NSSA 区域

请在运行OSPF协议的自治系统边界路由器ASBR上进行以下配置。

操作步骤

- 配置OSPF将缺省路由通告到OSPF路由区域
 - a. 执行命令system-view,进入系统视图。
 - b. 执行命令**ospf** [*process-id*],进入OSPF进程视图。
 - c. 请根据实际情况选择以下配置。
 - 如果要将缺省路由通告到OSPF路由区域,则执行命令default-route-advertise [[always | permit-calculate-other] | cost cost | type type | route-policy route-policy-name [match-any]]*。
 - o **always**表示无论本机是否存在激活的非本OSPF进程的缺省路由,都 会产生并发布一个描述缺省路由的LSA。
 - O **permit-calculate-other**表示在发布缺省路由后,仍允许计算其他路由器发布的缺省路由。

- o **route-policy** *route-policy-name*表示路由表中有匹配的非本OSPF进程 产生的缺省路由表项时,按路由策略所配置的参数发布缺省路由的 匹配规则。
- 如果要指定Type3 Summary-LSA的缺省开销值,则执行命令**default-route-advertise summary cost** *cost*。在选用该参数时,必须首先配置 VPN,否则不能配置该命令。

□ 说明

- 本机必须存在激活的非本OSPF进程的缺省路由时才会产生并发布一个缺省路由的 ASE LSA。
- OSPF路由域中在通告缺省路由前,会比较缺省路由的优先级,如果在其中某 OSPF路由器上同时配置了静态缺省路由,要使OSPF通告的缺省路由加入到当前 的路由表中,则必须保证所配置的静态缺省路由的优先级比OSPF通告的缺省路由 的优先级低。

----结束

5.13.3 配置 OSPF 路由聚合

背景信息

当OSPF网络规模较大时,配置路由聚合,可以有效减少路由表中的条目,减小对系统资源的占用,不影响系统的性能。此外,如果被聚合的IP地址范围内的某条链路频繁 Up和Down,该变化并不会通告到被聚合的IP地址范围外的设备。因此,可以避免网络中的路由震荡,在一定程度上提高了网络的稳定性。

ABR向其它区域发送路由信息时,以网段为单位生成Type3 LSA。当区域中存在连续的 网段(具有相同前缀的路由信息)时,可以通过abr-summary命令将这些网段聚合成一个网段,ABR向其他区域只发送一条聚合后的LSA,所有指定的聚合网段范围的 LSA将不会再被单独发送。从而减小路由表的规模,提高路由器的性能。

请在运行OSPF协议的路由器上进行以下配置。

操作步骤

- 配置ABR路由聚合
 - a. 执行命令system-view, 进入系统视图。
 - b. 执行命令**ospf**[*process-id*], 进入OSPF进程视图。
 - c. 执行命令area area-id, 进入OSPF区域视图。
 - d. 执行命令abr-summary *ip-address mask* [[**cost** { *cost* | **inherit-minimum** } | [**advertise** [**generate-null0-route**] | **not-advertise** | **generate-null0-route** [**advertise**]] *], 配置OSPF的ABR路由聚合。
- 配置ASBR路由聚合
 - a. 执行命令system-view, 进入系统视图。
 - b. 执行命令ospf[process-id],进入OSPF进程视图。
 - c. (可选)执行命令asbr-summary type nssa-trans-type-reference [cost nssa-trans-cost-reference],配置OSPF设置聚合路由类型(Type)和开销值(Cost)时考虑Type7转换到Type5的LSA。

未配置此命令时,OSPF在设置聚合路由类型和开销时不考虑Type7转换到Type5的LSA。

d. 执行命令**asbr-summary** *ip-address mask* [**not-advertise** | **tag** *tag* | **cost** *cost* | **distribute-delay** *interval*]*, 配置OSPF的ASBR路由聚合。

□说明

在配置路由聚合后,本地OSPF设备的路由表保持不变。但是其他OSPF设备的路由表中将只有一条聚合路由,没有具体路由。直到网络中被聚合的路由都出现故障而消失时,该聚合路由才会消失。

----结束

5.13.4 配置 OSPF 对接收的路由进行过滤

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令ospf[process-id], 进入OSPF进程视图。

步骤3 执行命令filter-policy { acl-number | acl-name acl-name | ip-prefix ip-prefix-name | route-policy route-policy-name [secondary] } import, 配置对接收的路由进行过滤。

- acl-number为基本访问控制列表号。
- acl-name acl-name为访问控制列表名称。
- ip-prefix ip-prefix-name为地址前缀列表名称。

由于OSPF是基于链路状态的动态路由协议,路由信息隐藏在链路状态中,所以不能使用filter-policy import命令对发布和接收的LSA进行过滤。

filter-policy import命令是对OSPF计算出来的路由进行过滤,只有通过过滤的路由才被添加到路由表中,没有通过过滤的路由不会被添加进OSPF路由表,但不影响对外发布出去。

----结束

5.13.5 配置 OSPF 对发布的路由进行过滤

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**ospf**[*process-id*],进入OSPF进程视图。

步骤3 执行命令**filter-policy** { *acl-number* | **acl-name** *acl-name* | **ip-prefix** *ip-prefix-name* | **route-policy** *route-policy-name* } **export** [*protocol* [*process-id*]],配置对通过**import-route**命令引入的路由进行过滤,只有通过过滤的路由才能被发布出去。

- acl-number为基本访问控制列表号。
- acl-name acl-name为访问控制列表名称。
- ip-prefix ip-prefix-name为地址前缀列表名称。
- route-policy route-policy-name为路由策略名称。

用户可以通过指定*protocol* [*process-id*]对特定的某一种协议或某一进程的路由信息进行过滤。如果没有指定*protocol* [*process-id*],则OSPF将对所有引入的路由信息进行过滤。

∭说明

- import-route命令不能引入外部路由的缺省路由。
- OSPF对引入的路由进行过滤,是指OSPF只将满足条件的外部路由生成的Type5 LSA发布出去。

----结束

5.13.6 配置对发送的 LSA 进行过滤

背景信息

当两台路由器之间存在多条链路时,通过对发送的LSA进行过滤可以在某些链路上过滤LSA的传送,减少不必要的重传,节省带宽资源。

请在运行OSPF协议的路由器上进行以下配置。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令interface interface-type interface-number, 进入接口视图。

步骤3 执行命令**ospf filter-lsa-out** { **all** | { **summary** [**acl** { *acl-number* | *acl-name* }] | **ase** [**acl** { *acl-number* | *acl-name* }] | **nssa** [**acl** { *acl-number* | *acl-name* }] } * }, 配置对出方向的LSA进行过滤。

缺省情况下,不对发送的LSA进行过滤。

----结束

5.13.7 配置对 ABR Type3 LSA 进行过滤

背景信息

通过对区域内出、入方向ABR Type3 LSA(Summary LSA)设置过滤条件,只有通过过滤的信息才能被发布、接收。

此功能仅在ABR上配置。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**ospf**[*process-id*],进入OSPF进程视图。

步骤3 执行命令area area-id, 进入OSPF区域视图。

步骤4 请根据需要,配置对ABR Type3 LSA进行过滤。

● 执行命令**filter** { *acl-number* | **acl-name** *acl-name* | **ip-prefix** *ip-prefix-name* | **route-policy** *route-policy-name* } **export**,配置对本区域出方向的Summary LSA进行过滤。

● 执行命令filter { acl-number | acl-name acl-name | ip-prefix ip-prefix-name | route-policy route-policy-name } import,配置对进入本区域的Summary LSA进行过滤。

----结束

5.13.8 (可选)使能 Mesh-Group 特性

背景信息

当路由器和邻居存在并行链路时,使能Mesh-Group特性,可以减轻链路的压力。

Mesh-Group时以邻居的Router-id唯一标识一个Group。是几条并行的LSA,合并为一个组,只泛洪一次。只有同时满足以下三个条件的接口才能属于同一个Mesh-Group:

- 属于相同区域和OSPF进程
- 接口状态大于Exchange
- 只连着同一个邻居

请在运行OSPF协议的路由器上进行以下配置。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**ospf**[*process-id*],进入OSPF进程视图。

步骤3 执行命令mesh-group enable,使能Mesh-Group特性。

缺省情况下,不使能Mesh-Group特性。

----结束

5.13.9 配置 LSDB 中 External LSA 的最大数量

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**ospf**[*process-id*], 进入OSPF进程视图。

步骤3 执行命令lsdb-overflow-limit number,配置LSDB中External LSA的最大数量。

----结束

5.13.10 检查控制 OSPF 的路由信息的配置结果

前提条件

已经完成控制OSPF路由信息的所有配置。

操作步骤

● 使用以下命令查看OSPF路由表信息:

- **display ospf** [process-id] **routing** [ip-address [mask | mask-length]] [**interface** interface-type interface-number] [**nexthop** nexthop-address]
- **display ospf** [process-id] **routing router-id** [router-id]
- 使用**display ospf** [*process-id*] **interface** [**all** | *interface-type interface-number*] [**verbose**]命令查看OSPF的接口信息。
- 使用**display ospf** [*process-id*] **asbr-summary** [*ip-address mask*]命令查看OSPF ASBR聚合信息。

----结束

5.14 配置 OSPF IP FRR

链路故障时,OSPF IP FRR可以将流量快速切换到备份链路上,从而达到保护流量的目的,极大的提高了OSPF网络的可靠性。

背景信息

随着网络的不断发展,VoIP和在线视频等业务对实时性的要求越来越高,而OSPF故障恢复的时间远远超过了50ms,不能满足此类网络业务对实时性的要求。

传统的OSPF故障恢复需要经历以下几个过程才能将流量切换到新的链路上:故障检测(需要几毫秒)、给路由控制平面通知故障(需要几毫秒)、生成并洪泛新的TOPO信息(需要几十毫秒)、触发SPF计算(需要几十毫秒)、通知并安装新的路由(需要几百毫秒)。

OSPF IP FRR和BFD联动可以实现50ms级的切换。OSPF IP FRR提前计算好备份链路的方式,在主链路出现故障时可以将流量快速切换到备份链路上,保证流量不中断,从而达到保护流量的目的,因此极大的提高了OSPF网络的可靠性。

OSPF IP FRR适用于网络中对于丢包、延时非常敏感的业务。

□ 说明

AR100&AR120&AR150&AR160&AR200系列不支持OSPF IP FRR。

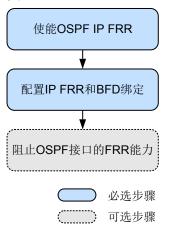
前置任务

在配置OSPF IP FRR前,需完成以下任务:

- 配置接口的网络层地址,使各相邻节点网络层可达。
- 5.7 配置OSPF的基本功能。

配置流程

图 5-33 OSPF IP FRR 配置流程图



5.14.1 使能 OSPF IP FRR

背景信息

使能OSPF IP FRR生成无环的备份链路,出现故障时,OSPF可以快速将流量切换到备份路由上。

由于FRR计算需要消耗大量CPU资源,所以准备配置FRR前,请检查设备是否正在运行其他优先级更高的特性。如果正在运行的优先级更高的特性,建议延迟FRR计算。

请在需要对转发流量进行保护的路由器上进行以下配置。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**ospf** [*process-id* | **router-id** | **vpn-instance** *vpn-instance-name*] *, 启动 OSPF进程,进入OSPF视图。

步骤3 执行命令frr, 进入OSPF IP FRR视图。

步骤4 执行命令loop-free-alternate, 使能OSPF IP FRR特性, 生成无环的备份链路。

□说明

需满足OSPF IP FRR流量保护不等式, OSPF才能生成无环的备份链路。

步骤5 (可选)执行命令**frr-priority static low**,设置利用LFA(Loop-Free Alternates)算法计算备份下一跳和备份出接口。

OSPF有两种方式可以获得备份路径:

- 静态备份路径:由ip frr(系统视图)命令或ip frr(VPN实例视图)命令使能IP FRR功能后,指定备份下一跳和备份出接口。
- 动态备份路径: 由**loop-free-alternate**命令使能OSPF IP FRR功能后,利用LFA算法 计算备份下一跳和备份出接口。

缺省情况下,静态备份路径的优先级高于动态备份路径的优先级,即静态备份路径会被优选。但是,由于静态备份路径的灵活性较差,当备份路径出现故障时,静态备份路径不会自动更新,而动态备份路径可以自动更新。因此,为了保证备份路径的及时更新,可以配置frr-priority static low命令指定利用LFA算法计算备份下一跳和备份出接口,使动态备份路径的优先级高于静态备份路径的优先级。

步骤6 (可选)执行命令**frr-policy route route-policy** *route-policy-name*,配置OSPF IP FRR过滤策略。

配置了OSPF IP FRR过滤策略后,只有满足过滤条件的OSPF路由的备份路由才能下发转发表。如果希望保护经过某条特定OSPF路由的流量时,可以通过设置过滤策略,使该OSPF路由满足过滤条件,则该OSPF路由的备份路由加入转发表中。当这条路由出现故障时,OSPF可以快速将流量切换到备份路由上。

----结束

5.14.2 配置 IP FRR 和 BFD 绑定

背景信息

配置OSPF IP FRR特性时,需要底层能够快速响应链路变化,以便迅速将流量切换到备份链路。将OSPF IP FRR与BFD会话绑定可以达到快速感知故障的目的,确保故障后流量切换的及时性。

OSPF IP FRR与BFD绑定可以在OSPF指定进程或指定接口上配置。在指定接口配置的BFD特性优先级高于指定进程配置的BFD特性优先级。如果打开了接口的BFD开关,则按照接口上BFD参数建立BFD会话。

操作步骤

- 配置OSPF进程的IP FRR和BFD绑定
 - a. 执行命令system-view, 进入系统视图。
 - b. 执行命令**ospf** [*process-id* | **router-id** | **vpn-instance** *vpn-instance-name*] *, 使能OSPF进程,进入OSPF视图。
 - c. 执行命令**bfd all-interfaces frr-binding**,配置OSPF进程下的IP FRR和BFD绑定。
- 配置指定接口的IP FRR和BFD绑定
 - a. 执行命令system-view, 进入系统视图。
 - b. 执行命令**interface** *interface-type interface-number*,进入接口视图。
 - c. 执行命令ospf bfd frr-binding,配置接口下的IP FRR和BFD绑定。

----结束

5.14.3 (可选) 阻止 OSPF 接口的 FRR 能力

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令interface interface-type interface-number, 进入运行FRR的OSPF接口视图。

步骤3 执行命令ospf frr block,阻止指定OSPF接口的FRR能力。

----结束

5.14.4 检查 OSPF IP FRR 的配置结果

前提条件

已经完成OSPF IP FRR的所有配置。

操作步骤

● 使用**display ospf** [*process-id*] **routing**命令查看使能OSPF IP FRR功能后,路由的主用链路和备份链路信息。

----结束

5.15 配置 OSPF 与 BFD 联动

如果需要提高链路状态变化时OSPF的收敛速度,可以在运行OSPF的链路上配置BFD特性。当BFD检测到链路故障时,能够将故障通告给路由协议,触发路由协议的快速收敛;当邻居关系为Down时,则动态删除BFD会话。

应用环境

∭说明

路由协议与BFD联动只支持Tunnel口的类型为GRE。

OSPF通过周期性的向邻居发送Hello报文来实现邻居检测,检测到故障所需时间比较长,超过1秒钟。随着科技的发展,语音、视频及其它点播业务应用广泛,而这些业务对于丢包和延时非常敏感,当数据达到吉比特速率级时,较长的检测时间会导致大量数据丢失,无法满足电信级网络高可靠性的需求。

为了解决上述问题,配置指定进程或指定接口的BDF for OSPF特性,可以快速检测链路的状态,故障检测时间可以达到毫秒级,提高链路状态变化时OSPF的收敛速度。

□说明

如果绑定的对端IP地址改变引起路由切换到其他链路上,只有当原链路转发不通时,BFD会话才会重新协商。

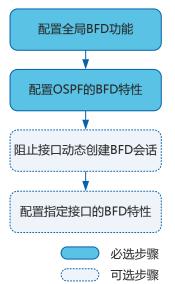
前置任务

在配置OSPF与BFD联动前,需完成以下任务:

- 配置接口的网络层地址,使各相邻节点网络层可达。
- 5.7 配置OSPF的基本功能。

配置流程

图 5-34 OSPF 与 BFD 联动配置流程图



5.15.1 配置全局 BFD 功能

操作步骤

步骤1 执行命令system-view, 进入系统视图。

步骤2 执行命令bfd,配置全局BFD功能并进入到全局BFD视图。

----结束

5.15.2 配置 OSPF 的 BFD 特性

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**ospf**[*process-id*], 进入OSPF视图。

步骤3 执行命令bfd all-interfaces enable, 打开OSPF BFD特性的开关,建立BFD会话。

当配置了全局BFD特性,且邻居状态达到Full时,OSPF为该进程下所有具有邻接关系的邻居建立BFD会话。

如果需要配置BFD参数请执行**bfd all-interfaces** { **min-rx-interval** *receive-interval* | **min-tx-interval** *transmit-interval* | **detect-multiplier** *multiplier-value* | **frr-binding** } *命令,指定需要建立BFD会话的各个参数值。

- min-rx-interval receive-interval表示期望从对端接收BFD报文的最小接收间隔。
- min-tx-interval transmit-interval表示向对端发送BFD报文的最小发送间隔。
- **detect-multiplier** *multiplier-value*表示本地检测倍数。

● frr-binding表示将BFD会话状态与OSPF IP FRR进行绑定。

□说明

如果只是通过**bfd all-interfaces** { **min-rx-interval** *receive-interval* | **min-tx-interval** *transmit-interval* | **detect-multiplier** *multiplier-value* | **frr-binding** } *配置了BFD参数的命令,而没有执行**bfd all-interfaces enable**命令,则BFD特性不会使能。

AR150&AR160&AR200系列不支持OSPF IP FRR。

BFD报文实际发送时间间隔和检测倍数一般推荐使用缺省值,即不执行该命令。

具体参数如何配置取决于网路状况以及对网络可靠性的要求,对于网络可靠性要求较高链路,可以配置减小BFD报文实际发送时间间隔;对于网络可靠性要求较低的链路,可以配置增大BFD报文实际发送时间间隔。

□ 说明

- 本地BFD报文实际发送时间间隔 = MAX {本地配置的发送时间间隔transmit-interval,对端配置的接收时间间隔receive-interval}
- 本地BFD报文实际接收时间间隔 = MAX { 对端配置的发送时间间隔transmit-interval, 本地配置的接收时间间隔receive-interval }
- 本地BFD报文实际检测时间 = 本地实际接收时间间隔×对端配置的BFD检测倍数multiplier-value 例如,
- 本地配置的发送时间间隔为200ms,本地配置的接收时间间隔为300ms,本地检测倍数为4。
- 对端配置的发送时间间隔为100ms,对端配置的接收时间间隔为600ms,对端检测倍数为5。

则:

- 本地实际的发送时间间隔为MAX {200ms, 600ms} = 600ms, 本地实际接收时间间隔为MAX {100ms, 300ms} = 300ms, 本地实际检测时间间隔为300ms×5 = 1500ms。
- 对端实际的发送时间间隔为MAX {100ms, 300ms} = 300ms, 对端实际接收时间间隔为MAX {200ms, 600ms} = 600ms, 对端实际检测时间间隔为600ms×4 = 2400ms。

----结束

5.15.3 (可选)阻止接口动态创建 BFD 会话

背景信息

如果在OSPF进程中执行**bfd all-interfaces enable**命令后,该进程下所有使能OSPF且邻居状态为Full的邻居都将创建BFD会话。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**interface** *interface-type interface-number*,进入运行OSPF与BFD联动的接口视图。

步骤3 执行命令ospf bfd block,阻止接口动态创建BFD会话。

----结束

5.15.4 (可选)配置指定接口的 BFD 特性

背景信息

如果希望单独只对某些指定的接口配置BFD for OSPF特性,当这些接口的链路发生故障时,路由器可以快速的感知,并及时通知OSPF重新计算路由,从而提高OSPF的收敛速度。当邻居关系为Down时,则动态删除BFD会话。

OSPF创建BFD会话需要先使能全局BFD功能。

请在指定接口配置BFD会话的路由器上进行以下配置。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**interface** *interface-type interface-number*,进入运行OSPF与BFD联动的接口视图。

步骤3 执行命令ospf bfd enable, 打开接口BFD特性的开关, 建立BFD会话。

当配置了全局BFD特性,且邻居状态为Full时,OSPF为指定的接口建立了使用缺省参数值的BFD会话。

□□说明

接口上配置BFD for OSPF特性的优先级高于进程中配置BFD for OSPF特性的优先级。

如果需要单独配置BFD参数请执行命令**ospf bfd** { **min-rx-interval** | **min-tx-interval** | **min-tx-interval** | **detect-multiplier** *multiplier-value* } *, 指定BFD会话的参数值。

BFD报文实际发送时间间隔和检测倍数一般推荐使用缺省值,即不执行该命令。

具体参数如何配置取决于网络状况以及对网络可靠性的要求,对于网络可靠性要求较高链路,可以配置减小BFD报文实际发送时间间隔;对于网络可靠性要求较低的链路,可以配置增大BFD报文实际发送时间间隔。

| 详明

- 本地BFD报文实际发送时间间隔 = MAX {本地配置的发送时间间隔transmit-interval,对端配置的接收时间间隔receive-interval}
- 本地BFD报文实际接收时间间隔 = MAX { 对端配置的发送时间间隔transmit-interval, 本地配置的接收时间间隔receive-interval }
- 本地BFD报文实际检测时间 = 本地实际接收时间间隔×对端配置的BFD检测倍数multiplier-value 例如,
- 本地配置的发送时间间隔为200ms,本地配置的接收时间间隔为300ms,本地检测倍数为4。
- 对端配置的发送时间间隔为100ms,对端配置的接收时间间隔为600ms,对端检测倍数为5。

则:

- 本地实际的发送时间间隔为MAX {200ms, 600ms} = 600ms, 本地实际接收时间间隔为MAX {100ms, 300ms} = 300ms, 本地实际检测时间间隔为300ms×5 = 1500ms。
- 对端实际的发送时间间隔为MAX {100ms, 300ms} = 300ms, 对端实际接收时间间隔为MAX {200ms, 600ms} = 600ms, 对端实际检测时间间隔为600ms×4 = 2400ms。

----结束

5.15.5 检查 OSPF 与 BFD 联动的配置结果

前提条件

已经完成OSPF与BFD联动的所有配置。

操作步骤

- 选择如下命令查看OSPF与BFD联动的会话信息。
 - **display ospf** [process-id] **bfd session** interface-type interface-number [router-id]
 - display ospf [process-id] bfd session { router-id | all }

----结束

5.16 配置 OSPF 网络的快速收敛

通过调整定时器,可以达到网络快速收敛的目的。

前置任务

在配置OSPF网络的快速收敛之前,需完成以下任务:

- 配置链路层协议。
- 配置接口的网络层地址,使各相邻节点网络层可达。
- 5.7 配置OSPF的基本功能。

配置流程

以下配置任务(不含检查配置结果),根据应用环境选择其中一项或几项进行配置。

5.16.1 配置 OSPF 路由的收敛优先级

背景信息

随着网络业务的融合,数据、语音、视频等不同类型业务会在同样的网络基础设施上进行运行,但是不同业务对网络的要求是不一样的。如对于VOD(Video on Demand)业务,组播源服务器的路由收敛速度是影响组播业务最关键的因素,要求对到组播源的路由在网络发生故障时能够快速收敛;在用OSPF来实现骨干网的IP连通性的BGP或MPLS的VPN承载网中,PE与PE之间的端到端路由需要快速收敛。

通过配置OSPF路由的收敛优先级,允许用户配置特定路由的优先级,使这些路由能够 比其他的路由优先收敛。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令ospf [process-id],进入OSPF进程视图。

步骤3 执行命令**prefix-priority** { **critical** | **high** | **medium** } **ip-prefix** *ip-prefix-name*,配置OSPF 路由的收敛优先级。

配置OSPF路由的收敛优先级后,OSPF路由可以按照优先级来计算和泛洪LSA、同步 LSDB,从而提高路由收敛速度。当一个LSA满足多个策略优先级时,最高优先级生 效。OSPF依次按区域内路由、区域间路由、自治系统外部路由顺序进行LSA计算,该 命令可以计算OSPF的收敛优先级。收敛优先级的优先级顺序为: critical>high>medium>low。为了加速处理高优先级的LSA,泛洪过程中,需要按照优先级将相应的LSA分别存放在对应的critical、high、medium和low的队列中。

□说明

该命令仅在公网上配置时有效。

----结束

5.16.2 配置接口发送 Hello 报文的时间间隔

背景信息

Hello报文是最常用的一种报文,其作用为建立和维护邻接关系,周期性的在使能了 OSPF的接口上发送。OSPF邻居之间的Hello定时器的时间间隔要保持一致,否则不能 协商为邻居。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**interface** *interface-type interface-number*,进入运行OSPF协议的接口视图。

步骤3 执行命令ospf timer hello interval,配置接口发送Hello报文的时间间隔。

缺省情况下,P2P、Broadcast类型接口发送Hello报文的时间间隔的值为10秒; P2MP、NBMA类型接口发送Hello报文的时间间隔的值为30秒; 且同一接口上邻居失效时间是Hello间隔时间的4倍。

----结束

5.16.3 配置相邻邻居失效的时间

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**interface** *interface-type interface-number*,进入运行OSPF协议的接口视图。

步骤3 执行命令ospf timer dead interval,设置相邻邻居失效的时间。

缺省情况下,P2P、Broadcast类型接口的OSPF邻居失效时间为40秒,P2MP、NBMA类型接口的OSPF邻居失效时间为120秒;且同一接口上失效时间是Hello间隔时间的4倍。

□ 说明

建议配置的失效时间大于20秒。如果失效的时间小于20秒,可能会造成邻居会话的中断。 修改了网络类型后,Hello与Dead定时器都将恢复缺省值。

----结束

5.16.4 配置 Smart-discover

背景信息

路由器的邻居状态或者多址网络(广播型或NBMA)上的DR、BDR发生变化时,需要等到Hello定时器到时才会向邻居发送Hello报文,影响了设备间建立邻居的速度。通过配置Smart-discover,网络中邻居状态,或者DR、BDR发生变化时,设备不必等到Hello定时器到就可以立刻主动的向邻居发送Hello报文。从而提高建立邻居的速度,达到网络快速收敛的目的。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令interface interface-type interface-number,进入运行OSPF的接口视图。

步骤3 执行命令ospf smart-discover, 配置接口的Smart-discover功能。

----结束

5.16.5 配置更新 LSA 的时间间隔

背景信息

OSPF协议规定LSA的更新时间间隔5秒,是为了防止网络连接或者路由频繁动荡引起的过多占用网络带宽和设备资源。

在网络相对稳定、对路由收敛时间要求较高的组网环境中,可以指定LSA的更新时间间隔为0来取消LSA的更新时间间隔,使得拓扑或者路由的变化可以立即通过LSA发布到网络中,从而加快网络中路由的收敛速度。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**ospf**[*process-id*],进入OSPF进程视图。

步骤3 执行命令**lsa-originate-interval** { **0** | { **intelligent-timer** *max-interval start-interval hold-interval* | **other-type** *interval* } * }, 配置LSA的更新时间间隔。

- intelligent-timer表示通过智能定时器设置OSPF Router LSA和Network LSA的更新间隔时间。
- *max-interval*为更新OSPF LSA的最长间隔时间,单位是毫秒。
- *start-interval*为更新OSPF LSA的初始间隔时间,单位是毫秒。
- hold-interval为更新OSPF LSA的基数间隔时间,单位是毫秒。
- **other-type** *interval*表示设置除OSPF Router LSA和Network LSA外LSA的更新间隔时间。

缺省情况下,使能智能定时器intelligent-timer。使能智能定时器后,更新LSA的最长间隔时间的缺省值为5000毫秒、初始间隔时间的缺省值为500毫秒、基数间隔时间的缺省值为1000毫秒(以毫秒为单位的时间间隔),更新LSA的时间间隔方式如下:

- 1. 初次更新LSA的间隔时间由start-interval参数指定。
- 2. 第n (n>2) 次更新LSA的间隔时间为hold-interval×2⁽ⁿ⁻²⁾。

3. 当hold-interval×2⁽ⁿ⁻²⁾达到指定的最长间隔时间max-interval时,OSPF连续三次更新LSA的时间间隔都是最长间隔时间,之后,再次返回步骤**步骤3.1**,按照初始间隔时间start-interval更新LSA。

----结束

5.16.6 配置接收 LSA 的时间间隔

背景信息

OSPF协议规定LSA的接收时间间隔1秒,是为了防止网络连接或者路由频繁动荡引起的过多占用网络带宽和设备资源。

在网络相对稳定、对路由收敛时间要求较高的组网环境中,可以指定LSA的接收时间间隔为0来取消LSA的接收时间间隔,使得拓扑或者路由的变化可以立即通过LSA发布到网络中,从而加快网络中路由的收敛速度。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令ospf[process-id],进入OSPF进程视图。

步骤3 执行命令**lsa-arrival-interval** { *interval* | **intelligent-timer** *max-interval start-interval hold-interval* }, 配置LSA接收的时间间隔。

- interval为LSA被接收的时间间隔,单位是毫秒。
- **intelligent-timer**表示通过智能定时器设置OSPF Router LSA和Network LSA的接收间隔时间。
- *max-interval*为接收OSPF LSA的最长间隔时间,单位是毫秒。
- *start-interval*为接收OSPF LSA的初始间隔时间,单位是毫秒。
- hold-interval为接收OSPF LSA的基数间隔时间,单位是毫秒。

在网络相对稳定、对路由收敛时间要求较高的组网环境中,可以指定LSA被接收的时间间隔为0,使得拓扑或者路由的变化能够立即被感知到。

缺省情况下,使能智能定时器intelligent-timer。使能智能定时器后,接收LSA的最长间隔时间的缺省值为1000毫秒、初始间隔时间的缺省值为500毫秒、基数间隔时间的缺省值为500毫秒(以毫秒为单位的时间间隔)。接收LSA的最长间隔时间方式如下:

- 1. 初次接收LSA的间隔时间由start-interval参数指定。
- 2. 第n(n>2)次接收LSA的间隔时间为hold-interval×2⁽ⁿ⁻²⁾。
- 3. 当hold-interval×2⁽ⁿ⁻²⁾达到指定的最长间隔时间max-interval时,OSPF连续三次接收LSA的时间间隔都是最长间隔时间,之后,再次返回步骤**步骤3.1**,按照初始间隔时间*start-interval*接收LSA。

----结束

5.16.7 配置 SPF 计算的时间间隔

背景信息

当OSPF的链路状态数据库(LSDB)发生改变时,需要重新计算最短路径。如果网络频繁变化,由于不断的计算最短路径,会占用大量系统资源,影响设备的效率。通过

配置智能定时器intelligent-timer,设置合理的SPF计算的间隔时间,可以避免占用过多的路由器内存和带宽资源。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**ospf**[*process-id*],进入OSPF进程视图。

步骤3 执行命令**spf-schedule-interval** { *interval1* | **intelligent-timer** *max-interval start-interval hold-interval* | **millisecond** *interval2* },设置SPF计算间隔。

- *interval1*为OSPF的SPF计算间隔时间,单位是毫秒。
- intelligent-timer表示通过智能定时器设置OSPF SPF计算的间隔时间。
- max-interval为OSPF SPF计算的最长间隔时间,单位是毫秒。
- start-interval为OSPF SPF计算的初始间隔时间,单位是毫秒。
- hold-interval为OSPF SPF计算的基数间隔时间,单位是毫秒。
- millisecond interval2表示OSPF的SPF计算间隔时间,单位是毫秒。

缺省情况下,使能智能定时器intelligent-timer,SPF计算的最长间隔时间为10000毫秒、初始间隔时间为500毫秒、基数间隔时间为1000毫秒(以毫秒为单位的时间间隔)。

使能智能定时器后:

- 1. 初次计算SPF的间隔时间由start-interval参数指定。
- 2. 第n (n≥2) 次计算SPF的间隔时间为hold-interval×2⁽ⁿ⁻²⁾。
- 3. 当*hold-interval*×2⁽ⁿ⁻²⁾达到指定的最长间隔时间*max-interval*时,OSPF连续三次计算 SPF的时间间隔都是最长间隔时间,之后,再次返回步骤**步骤3.1**,按照初始间隔 时间*start-interval*计算SPF。

----结束

5.16.8 检查 OSPF 网络的快速收敛的配置结果

前提条件

已经完成调整优化OSPF网络的所有配置。

操作步骤

- 使用display ospf [process-id] brief命令查看OSPF的概要信息。
- ----结束

5.17 配置 OSPF GR

配置OSPF GR可以避免流量中断和主备板切换带来的路由震荡。

应用场景

对于OSPF协议,为了避免流量中断和主备板切换带来的路由震荡,可以使能OSPF协议的GR特性。

OSPF通过GR重启后,Restarter路由器和Helper路由器之间重新建立邻居关系,交换路由信息并同步数据库,更新路由表和转发表,从而实现OSPF快速收敛,保持网络拓扑稳定。

□说明

在实际应用中,为了实现业务转发不受主板故障的影响,通常在双主板的硬件环境下配置BGP GR才有意义。

所有款型都支持GR Helper, 仅AR3200系列支持GR Restarter。

前置任务

在配置OSPF GR特性之前,需完成以下任务:

- 配置接口的网络层地址,使相邻节点之间网络层可达。
- 配置OSPF的基本功能。

5.17.1 使能 OSPF 的 opauqe-LSA 特性

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**ospf**[*process-id*], 进入OSPF视图。

步骤3 执行命令opaque-capability enable, 使能opaque-LSA特性。

因为OSPF中通过Type-9类LSA对OSPF GR支持,所以需要首先使能OSPF的opauqe-LSA特性。

步骤4 执行命令graceful-restart, 使能OSPF GR特性。

----结束

5.17.2 (可选)配置 Restarter 端 GR 的会话参数

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**ospf**[*process-id*], 进入OSPF视图。

步骤3 执行命令**graceful-restart** [**period** | **planned-only** | **partial**] *, 配置Restarter端GR 的会话参数。

- period用来配置Restarter端GR的周期。缺省情况下,重启的时间为120秒。
- **planned-only**用来配置Restarter只支持Planned GR。缺省情况下,Restarter支持Planned GR和Unplanned GR。
- partial用来配置Restarter支持Partial GR。缺省情况下,Restarter支持Totally GR。

-----结束

5.17.3 (可选) 配置 Helper 端 GR 的会话参数

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**ospf**[process-id], 进入OSPF视图。

步骤3 执行命令**graceful-restart helper-role** { [{ **ip-prefix** *ip-prefix-name* | **acl-number** *acl-number* | **acl-name** } | **ignore-external-lsa** | **planned-only**] * | **never** }, 配置 Helper端GR的会话参数。

- ACL参数用来配置过滤策略,只有通过过滤器策略后才能进入Helper模式。
- **ignore-external-lsa**用来配置Helper不对自治系统外部的LSA(AS-external LSA)进行检查。缺省情况下,执行外部LSA检查。
- **planned-only**用来配置Helper只支持Planned GR。缺省情况下,Helper支持Planned GR和Unplanned GR。
- never用来配置路由器不支持Helper模式。

----结束

5.17.4 检查 OSPF GR 的配置结果

前提条件

已经完成OSPF GR的所有配置。

操作步骤

● 使用display ospf [process-id] graceful-restart [verbose]命令查看OSPF GR信息。

----结束

5.18 提高 OSPF 网络的稳定性

稳定的OSPF网络意味路由振荡较少、设备性能正常,表现出的网络性能较好。

应用环境

通过设置时间间隔参数,可以减少网络中不必要的报文数量,降低设备负荷,从而提升网络性能。

前置任务

在提高OSPF网络的稳定性之前,需完成以下任务:

5.7 配置OSPF的基本功能。

配置流程

以下配置任务(不含检查配置结果),根据应用环境选择其中一项或几项进行配置。

5.18.1 配置 OSPF 的协议优先级

背景信息

由于路由器上可能同时运行多个动态路由协议,就存在各个路由协议之间路由信息共享和选择的问题。系统为每一种路由协议设置一个优先级。在不同协议发现同一条路由时,优先级高的路由将被优选。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**ospf**[*process-id*], 进入OSPF进程视图。

步骤3 执行命令**preference** [**ase**] { *preference* | **route-policy** *route-policy-name* } *, 配置OSPF协议的优先级。

- ase表示设置AS-External路由的优先级。
- *preference*表示OSPF协议路由的优先级。优先级的值越小,其实际的优先程度越高。
- route-policy route-policy-name表示对特定的路由通过路由策略设置优先级。

缺省情况下,OSPF路由的优先级为10。当指定ASE时,缺省优先级为150。

----结束

5.18.2 配置接口传送 LSA 的延迟时间

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令interface interface-type interface-number, 进入运行OSPF的接口视图。

步骤3 执行命令ospf trans-delay interval,配置接口传送LSA的延迟时间。

缺省情况下,传输延迟时间为1秒。

----结束

5.18.3 配置邻接路由器重传 LSA 的间隔

背景信息

当一台路由器向它的邻居发送一条LSA后,需要等到对方的确认报文。若在重传间隔时间内没有收到对方的确认报文,就会向邻居重传这条LSA。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令interface interface-type interface-number,进入运行OSPF的接口视图。

步骤3 执行命令ospf timer retransmit interval,设置邻接路由器重传LSA的间隔。

缺省情况下,重传间隔时间为5秒。

□ 说明

相邻路由器重传LSA时间间隔的值不要设置得太小,否则将会引起不必要的重传。通常应该大于一个报文在两台路由器之间传送一个来回的时间。

----结束

5.18.4 配置 Stub 路由器

背景信息

配置Stub路由器是一种特殊的路由选路,配置了stub router的路径不被优选。实现方法是将度量值设为最大(65535),尽量避免数据从此路由器转发。用于保护此路由器链路,通常使用在升级等维护操作的场景。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令ospf[process-id],进入OSPF进程视图。

步骤3 执行命令**stub-router**[**on-startup**[*interval*]],配置Stub路由器。

缺省情况下,没有路由器为Stub路由器。

如果配置了Stub路由器,缺省情况下,路由器保持为Stub路由器的时间间隔是500秒。

□ 详明

通过此命令配置的Stub路由器与Stub区域里的路由器没有必然联系。

----结束

5.18.5 禁止 OSPF 接口发送和接收协议报文

背景信息

当用户希望本地OSPF路由信息不被其他网络中的设备获得,并且本地设备不接收网络中其他设备发布的路由更新信息的时候,可以通过配置禁止OSPF接口发送和接收协议报文来实现。

禁止OSPF接口发送和接收协议报文后,该接口的直连路由仍可以发布出去,但接口的 Hello报文将被阻塞,无法通过此接口与相邻设备建立邻居关系。这样可以增强OSPF的 组网适应能力,减少系统资源的消耗。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**ospf**[*process-id*],进入OSPF进程视图。

步骤3 执行命令**silent-interface** { **all** | *interface-type interface-number* }, 禁止OSPF接口发送和接收协议报文。

缺省情况下,允许OSPF接口发送和接收协议报文。

可以在不同的OSPF进程中,禁止同一个接口发送和接收OSPF报文,但**silent-interface** 命令只对本进程已经使能的OSPF接口起作用,对其它进程的接口不起作用。

----结束

5.18.6 检查提高 OSPF 网络的稳定性的配置结果

前提条件

已经完成提高OSPF网络的稳定性的所有配置。

操作步骤

- 使用display ospf [process-id] brief命令查看OSPF的概要信息。
- 使用display ip routing-table命令查看IP路由表信息。

----结束

5.19 提高 OSPF 网络的安全性

在对安全性要求较高的网络中,可以通过配置OSPF验证特性和GTSM机制来提高OSPF 网络的安全性。

应用环境

在安全性较高的网络中,可以通过配置OSPF验证特性和GTSM机制来提高OSPF网络的安全性。GTSM机制通过TTL的检测来达到防止攻击的目的,如果攻击者模拟真实的OSPF协议单播报文,对一台路由器不断的发送报文,路由器接口板收到这些报文后,发现是本机报文,则直接上送控制层面的OSPF协议处理,而不加辨别其"合法性",这样导致路由器控制层面因为处理这些"合法"报文,系统异常繁忙,CPU占用率高。配置GTSM功能,通过检测IP报文头中的TTL值是否在一个预先定义好的特定范围内来对路由器进行保护,增强系统的安全性。

□□说明

GTSM只支持单播地址,因此在OSPF中GTSM的作用范围主要是虚连接和伪连接。

前置任务

在提高OSPF网络的安全性之前,需完成以下任务:

- 配置接口的网络层地址,使各相邻节点网络层可达。
- 5.7 配置OSPF的基本功能。

配置流程

以下配置任务(不含检查配置结果),根据应用环境选择其中一项或几项进行配置。

5.19.1 配置 OSPF GTSM 功能

背景信息

应用GTSM功能,需要在OSPF连接的两端都使能GTSM。

被检测的报文的TTL值有效范围为 [255 - hops+1, 255]。

GTSM只会对匹配GTSM策略的报文进行TTL检查。对于未匹配策略的报文,可以设置为通过或丢弃。如果配置GTSM缺省报文动作为丢弃,就需要在GTSM中配置所有可能的路由器连接情况,没有配置的路由器发送的报文将被丢弃,无法建立连接。因此,在保证安全性的同时会损失一些易用性。

对于丢弃的报文,可以通过LOG信息开关,控制是否对报文被丢弃的情况记录日志,以方便故障的定位。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**ospf valid-ttl-hops** *hops* [**nonstandard-multicast**] [**vpn-instance** *vpn-instance name*], 配置OSPF GTSM功能。

□ 说明

ospf valid-ttl-hops命令有两个功能,一是使能OSPF GTSM特性,二是配置需要检测的TTL值。 vpn-instance参数只对后一个功能有效。因此,如果仅配置私网策略或仅配置公网策略,建议将 未匹配GTSM策略的报文的缺省动作设置为pass,以免其他实例的OSPF报文被错误地丢弃。

nonstandard-multicast参数用来指定TTL检测对组播报文同样有效。

- 配置nonstandard-multicast参数后,对外发送的组播数据包的TTL被设置为255。
- 接收的组播数据包的TTL必须是1或者在[255 hops+1, 255]范围内。

步骤3 (可选)执行命令**gtsm default-action** { **drop** | **pass** },设置未匹配GTSM策略的报文的缺省动作。

缺省情况下,未匹配GTSM策略的报文可以通过过滤。

□ 说明

如果仅仅配置了缺省动作,但没有配置GTSM策略时,GTSM不起作用。

步骤4 (可选)执行命令**gtsm log drop-packet all**,打开指定单板的LOG信息的开关,在单板GTSM丢弃报文时记录LOG信息。

----结束

5.19.2 区域验证方式

背景信息

使用区域验证时,一个区域中所有的路由器在该区域下的验证模式和口令必须一致。例如,在Area0内所有路由器上配置验证模式为简单验证,口令为abc。

注意

在配置区域认证模式时,如果使用plain选项,密码将以明文形式保存在配置文件中,存在安全隐患。建议使用cipher选项,将密码加密保存。

Simple、MD5和HMAC-MD5密文验证模式存在安全风险,推荐使用HMAC-SHA256密文验证模式。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view, 进入系统视图。

步骤2 执行命令ospf[process-id],进入OSPF进程视图。

步骤3 执行命令area area-id, 进入OSPF区域视图。

步骤4 请根据需求,配置OSPF区域的验证模式。

- 执行命令**authentication-mode simple** [**plain** *plain-text* | [**cipher**] *cipher-text*],配置 OSPF区域的验证模式(简单验证)。
 - plain表示明文口令类型。
 - **cipher**表示密文口令类型。对于MD5/HMAC-MD5验证模式,当此参数缺省时,默认为**cipher**类型。
- 执行命令authentication-mode { md5 | hmac-md5 | hmac-sha256 } [key-id { plain plain-text | [cipher] cipher-text }],配置OSPF区域的验证模式。
 - md5表示使用MD5密文验证模式。
 - hmac-md5表示使用hmac-md5密文验证模式。
 - hmac-sha256表示使用hmac-sha256密文验证模式
 - kev-id表示密文验证的验证字标识符。
- 执行命令authentication-mode keychain keychain-name,配置OSPF区域的Keychain 验证模式。

∭说明

使用Keychain验证模式,需要在系统视图下配置Keychain信息。必须保证本端 ActiveSendKey和对端ActiveRecvKey的key-id、algorithm、key-string相同,才能建立OSPF 邻居。

----结束

5.19.3 接口验证方式

背景信息

接口验证方式用于在相邻的路由器之间设置验证模式和口令,优先级高于区域验证方式。

注意

在配置接口认证模式时,如果使用plain选项,密码将以明文形式保存在配置文件中,存在安全隐患。建议使用cipher选项,将密码加密保存。

Simple、MD5和HMAC-MD5验证模式存在安全风险,推荐使用HMAC-SHA256验证模式。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令interface interface-type interface-number, 进入运行OSPF的接口视图。

步骤3 请根据需求,配置接口验证方式。

- 执行命令**ospf authentication-mode simple** [**plain** *plain-text* | [**cipher**] *cipher-text*], 配置OSPF接口的验证模式(简单验证)。
 - simple表示使用简单验证模式。
 - plain表示明文口令类型。对于简单验证模式,当此参数缺省时,默认为plain 类型。
 - **cipher**表示密文口令类型。对于MD5或者HMAC-MD5验证模式,当此参数缺省时,默认为**cipher**类型。
- 执行命令**ospf authentication-mode** { **md5** | **hmac-md5** | **hmac-sha256** } [*key-id* { **plain** *plain-text* | [**cipher**] *cipher-text* }],配置OSPF接口的验证模式。
 - md5表示使用MD5密文验证模式。
 - hmac-md5表示使用hmac-md5密文验证模式。
 - **hmac-sha256**表示使用hmac-sha256密文验证模式
- 执行命令ospf authentication-mode null,不对OSPF接口进行验证。
- 执行命令**ospf authentication-mode keychain** *keychain-name*,配置OSPF区域的 Keychain验证模式。

∭说明

使用Keychain验证模式,需要在系统视图下配置Keychain信息。必须保证本端 ActiveSendKey和对端ActiveRecvKey的key-id、algorithm、key-string相同,才能建立OSPF 邻居。

----结束

5.19.4 检查提高 OSPF 网络的安全性的配置结果

前提条件

已经完成提高OSPF网络的安全性的所有配置。

操作步骤

- 使用display gtsm statistics { *slot-id* | all }命令查看GTSM的统计信息。
- 使用**display ospf** [*process-id*] **request-queue** [*interface-type interface-number*] [*neighbor-id*]命令查看OSPF请求列表。

- 使用**display ospf** [*process-id*] **retrans-queue** [*interface-type interface-number*] [*neighbor-id*]命令查看OSPF重传列表。
- 使用以下命令查看OSPF的错误信息:
 - display ospf [process-id] error [lsa]

----结束

5.20 配置 OSPF 网管功能

OSPF同时支持网管功能,可以配置OSPF MIB与某一进程绑定,以及发送Trap消息和日志功能。

应用环境

OSPF同时支持网管功能,可以配置OSPF MIB与某一进程绑定,以及发送Trap消息和日志功能。

前置任务

在配置OSPF的网管功能之前,需要完成以下任务:

- 配置接口的网络层地址,使相邻节点网络层可达。
- 配置OSPF的基本功能。

配置流程

以下配置任务(不含检查配置结果),根据应用环境选择其中一项或几项进行配置。

5.20.1 配置 OSPF MIB 绑定

背景信息

当启动了多个OSPF进程时,可以配置OSPF MIB对哪个进程进行处理,即绑定在哪个进程。

请在运行OSPF协议的路由器上进行以下配置。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令ospf mib-binding process-id,配置OSPF MIB绑定。

----结束

5.20.2 配置 OSPF TRAP 功能

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令snmp-agent trap enable feature-name ospf [trap-name { ospfifauthfailure | ospfifconfigerror | ospfifrxbadpacket | ospfifstatechange | ospflsdbapproachingoverflow | ospflsdboverflow | ospfmaxagelsa | ospfnbrrestarthelperstatuschange | ospfnbrstatechange | ospfnssatranslatorstatuschange | ospforiginatelsa | ospfrestartstatuschange | ospftxretransmit | ospfvirtifauthfailure | ospfvirtifconfigerror | ospfvirtifrxbadpacket | ospfvirtifstatechange | ospfvirtiftxretransmit | ospfvirtnbrrestarthelperstatuschange | ospfvirtnbrstatechange }],打开OSPF模块的告警开关。

如果只打开某个或几个事件的告警开关时,请选择trap-name。

----结束

5.20.3 配置 OSPF 日志信息功能

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**ospf**[*process-id*],进入OSPF进程视图。

步骤3 执行命令enable log [config | error | state | snmp-trap],使能目志信息。

----结束

5.20.4 检查 OSPF 网管功能的配置结果

前提条件

已经完成OSPF网管功能的所有配置。

操作步骤

- 使用display ospf [process-id] brief命令查看OSPF MIB绑定信息。
- 使用display snmp-agent trap feature-name ospf all命令查看OSPF模块的所有告警信息。

----结束

5.21 配置 OSPF 邻居震荡抑制

配置OSPF邻居震荡抑制功能,通过延迟邻居建立或调整链路开销为最大值的方法达到抑制震荡的目的。

应用环境

如果承载OSPF业务的接口状态在Up和Down之间切换,就会引起邻居状态的频繁震荡。此时,OSPF会快速发送Hello报文重新建立邻居,同步数据库LSDB,触发路由计算,会造成大量报文交互,影响现有邻居的稳定性,对OSPF业务造成较大影响,同时也会影响依赖OSPF的其他业务(如:LDP、BGP)的正常运行。为了解决这个问题,OSPF实现了邻居震荡抑制功能,即在邻居频繁震荡时,启动震荡抑制,实现邻居延迟建立,或实现业务流量延迟经过频繁震荡的链路,达到抑制震荡的目的。

□说明

以下步骤均为可选步骤,请根据实际情况选择配置。

前置任务

在配置OSPF邻居震荡抑制之前,需完成以下任务:

- 配置接口的网络层地址,使相邻节点之间网络层可达。
- 配置OSPF的基本功能。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

缺省情况下,OSPF邻居震荡抑制功能处于全局使能状态,执行suppress-flapping peer disable命令可以去使能此功能。

步骤2 执行命令interface interface-type interface-number, 进入接口视图。

缺省情况下,OSPF邻居震荡抑制功能处于全局使能状态,即进程中所有接口的OSPF邻居震荡抑制功能处于使能状态,如果需要在某一指定接口去使能OSPF邻居震荡抑制功能,执行ospf suppress-flapping peer disable命令可以在指定接口去使能OSPF邻居震荡抑制功能。

步骤3 执行命令**ospf suppress-flapping peer hold-down** *interval*,配置震荡抑制模式为Hold-down模式,并设置抑制持续时间。

OSPF邻居震荡抑制分为Hold-down和Hold-max-cost两种模式:

- Hold-down模式:针对邻居建立过程中的频繁泛洪和拓扑变化的问题,在一段时间内禁止该邻居重新建立,避免频繁的数据库同步和大量的报文交互。
- Hold-max-cost模式: 针对用户业务流量频繁切换的问题, 在一段时间内将链路开销值设置为最大值Max-cost(65535), 避免用户的业务流量经过频繁震荡的链路。

Hold-down模式和Hold-max-cost模式可以叠加使用,同时生效时,先进入Hold-down模式,待Hold-down模式退出后,再进入Hold-max-cost模式。

缺省情况下, Hold-max-cost模式处于使能状态。

执行**ospf suppress-flapping peer hold-max-cost disable**命令可以取消Hold-max-cost邻居 震荡抑制模式。

步骤4 执行命令**ospf suppress-flapping peer** { **detecting-interval** *detecting-interval* | **threshold** | **threshold** | **resume-interval** | *, 配置OSPF邻居震荡抑制的检测参数。

OSPF接口启动一个flapping-count计数器,相邻两次邻居状态由Full切换为非Full的时间间隔小于*detecting-interval*时,设备识别为一次有效震荡事件,flapping-count计数加1。flapping-count(有效震荡事件次数)大于等于*threshold*时,进入震荡抑制阶段。相邻两次邻居状态由Full切换为非Full的时间间隔大于*resume-interval*,flapping-count清0。

□说明

resume-interval必须大于detecting-interval。

根据网络的实际情况,可以在指定接口设置OSPF邻居震荡抑制的检测参数。推荐使用缺省值,缺省情况下,指定接口的OSPF邻居震荡抑制的震荡检测门限为60秒,震荡抑制门限为10,震荡检测恢复门限为120秒。

步骤5 执行命令quit,返回系统视图。

步骤6 执行命令quit,返回用户视图。

步骤7 执行命令**reset ospf** *process-id* **suppress-flapping peer** [*interface-type interface-number*] [**notify-peer**],强制OSPF接口退出邻居震荡抑制阶段。

□ 说明

退出邻居震荡抑制阶段有以下几种方式:

- 抑制定时器超时。
- 复位OSPF进程。
- 执行suppress-flapping peer disable (OSPF) 命令全局去使能OSPF邻居震荡抑制功能。
- 执行reset ospf suppress-flapping peer命令强制退出震荡抑制阶段。

----结束

检查配置结果

执行命令**display ospf** [*process-id*] **interface** *interface-type interface-number* **verbose**,可以查看OSPF邻居震荡抑制的状态。

```
(Huawei) display ospf interface gigabitethernet 1/0/0 verbose
          OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.2
                 Interfaces
Interface: 10.0.0.2 (GigabitEthernet 1/0/0)
              State: DR
                               Type: Broadcast
                                                  MTU: 1500
Cost: 1
Priority: 1
Designated Router: 10.0.0.2
Backup Designated Router: 10.0.0.1
Timers: Hello 10 , Dead 40 , Poll 120 , Retransmit 5 , Transmit Delay 1
 IO Statistics
                        Input
                                  Output
            Type
           Hello
                       161367
                                   10436
DB Description
                         18
                                     18
Link-State Req
                           5
                                      6
Link-State Update
                        203780
                                     210
Link-State Ack
                        90411
                                     276
ALLSPF GROUP
ALLDR GROUP
OpaqueId: 1 PrevState: BDR
Effective cost: 1, enabled by OSPF Protocol.
```

通过显示信息中**Suppress flapping peer**字段,可以看出OSPF邻居震荡抑制处于hold-down模式,以及震荡抑制的开始时间和震荡抑制退出的倒计时时间。

5.22 配置关闭 OSPF 异常老化触发的主备倒换功能

OSPF异常老化触发的主备倒换功能默认使能,如果需要关闭此功能,请配置此任务。

背景信息

如果设备时钟加快,老化计时器异常超时,将会导致本端设备触发异常清除对端设备的所有Router LSA,造成大规模路由震荡和业务中断。为了避免此类情况发生,设备自动使能OSPF异常老化触发的主备倒换功能,当满足以下公式时,触发主备倒换来恢复网络连通和业务流量。

计算公式为: (异常清除的Router LSA的数量 / Router LSA总数) * 100% >= 80% (这里的Router LSA指的是对端设备发到本端设备的Router LSA)。

如果需要关闭此功能,请执行命令ospf maxage-lsa auto-protect disable。

操作步骤

步骤1 执行命令system-view,进入系统视图。

步骤2 执行命令**ospf maxage-lsa auto-protect disable**,关闭OSPF异常老化触发的主备倒换功能。

----结束

5.23 维护 OSPF

维护OSPF,包括清除和复位OSPF。

5.23.1 清除 OSPF

背景信息

注意

清除OSPF的信息后,以前的信息将无法恢复,务必仔细确认。

在确认需要清除OSPF的运行信息后,请在用户视图下执行以下命令。

操作步骤

- 执行**reset ospf** [process-id] **counters** [**neighbor** [interface-type interface-number] [router-id]]命令清除OSPF计数器。
 - counters表示用来将OSPF计数器清零。
 - neighbor表示指定接口上邻居的信息。
- 执行reset ospf [*process-id*] redistribution命令重新引入路由。
- 执行reset gtsm statistics all命令清除单板上的GTSM统计信息。

----结束

5.23.2 复位 OSPF

背景信息

注意

复位OSPF连接(执行reset ospf命令)会导致路由器之间的OSPF邻接关系中断。务必仔细确认是否必须执行复位OSPF连接的操作。

如果需要复位OSPF连接,可在用户视图下选择执行以下命令。

操作步骤

● 在用户视图下执行reset ospf [process-id] process [flush-waiting-timer time | graceful-restart]命令重启OSPF进程。

----结束

5.24 OSPF 配置举例

介绍OSPF配置举例。请结合配置流程图了解配置过程。配置示例中包括组网需求、配置思路等。

5.24.1 配置 OSPF 基本功能示例

组网需求

如图5-35所示,所有的路由器都运行OSPF,并将整个自治系统划分为3个区域,其中RouterA和RouterB作为ABR来转发区域之间的路由。

配置完成后,每台路由器都应学到AS内的到所有网段的路由。

Area0 GE1/0/0 RouterA **RouterB** GE1/0/0 192.168.0.1/24 192.168.0.2/24 GE2/0/0 GE2/0/0 192.168.1.1/24 192.168.2.1/24 GE1/0/0 GE1/0/0 192.168.1.2/24 192.168.2.2/24 RouterC **RouterD** GE2/0/0 GE2/0/0 172.17.1.1/24 172.16.1.1/24 GE2/0/0 GE2/0/0 172.16.1.2/24 172.17.1.2/24 RouterF RouterE Area1 Area2

图 5-35 配置 OSPF 基本功能组网图

配置思路

采用如下的思路配置OSPF基本功能:

- 1. 在各路由器上使能OSPF。
- 2. 指定不同区域内的网段。

操作步骤

步骤1 配置各路由器接口的IP地址

#配置RouterA。

RouterB、RouterC、RouterD、RouterE和RouterF的配置与RouterA一致(略)

步骤2 配置OSPF基本功能

#配置RouterA。

```
[RouterA] router id 1.1.1.1
[RouterA] ospf
[RouterA-ospf-1] area 0
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.0.0 0.0.0.255
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[RouterA-ospf-1] area 1
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.1] network 192.168.1.0 0.0.0.255
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[RouterA-ospf-1] quit
```

#配置RouterB。

```
[RouterB] router id 2. 2. 2. 2
[RouterB] ospf
[RouterB-ospf-1] area 0
[RouterB-ospf-1-area-0. 0. 0. 0] network 192. 168. 0. 0 0. 0. 0. 255
[RouterB-ospf-1-area-0. 0. 0. 0] quit
[RouterB-ospf-1] area 2
[RouterB-ospf-1-area-0. 0. 0. 2] network 192. 168. 2. 0 0. 0. 0. 255
[RouterB-ospf-1-area-0. 0. 0. 2] quit
[RouterB-ospf-1] quit
```

#配置RouterC。

```
[RouterC] router id 3.3.3.3
[RouterC] ospf
[RouterC-ospf-1] area 1
[RouterC-ospf-1-area-0.0.0.1] network 192.168.1.0 0.0.0.255
[RouterC-ospf-1-area-0.0.0.1] network 172.16.1.0 0.0.255
[RouterC-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[RouterC-ospf-1] quit
```

#配置RouterD。

```
[RouterD] router id 4.4.4.4
[RouterD] ospf
[RouterD-ospf-1] area 2
[RouterD-ospf-1-area-0.0.0.2] network 192.168.2.0 0.0.0.255
[RouterD-ospf-1-area-0.0.0.2] network 172.17.1.0 0.0.255
[RouterD-ospf-1-area-0.0.0.2] quit
[RouterD-ospf-1] quit
```

#配置RouterE。

```
[RouterE] router id 5.5.5.5

[RouterE] ospf

[RouterE-ospf-1] area 1

[RouterE-ospf-1-area-0.0.0.1] network 172.16.1.0 0.0.0.255
```

配置指南-IP 单播路由(命令行)

```
[RouterE-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[RouterE-ospf-1] quit
```

#配置RouterF。

```
[RouterF] router id 6.6.6.6

[RouterF] ospf

[RouterF-ospf-1] area 2

[RouterF-ospf-1-area-0.0.0.2] network 172.17.1.0 0.0.0.255

[RouterF-ospf-1-area-0.0.0.2] quit

[RouterF-ospf-1] quit
```

步骤3 验证配置结果

#查看RouterA的OSPF邻居。

```
[RouterA] display ospf peer
         OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1
                 Neighbors
Area 0.0.0.0 interface 192.168.0.1 (GigabitEthernet1/0/0)'s neighbors
Router ID: 2.2.2.2
                      Address: 192.168.0.2
  State: Full Mode: Nbr is Master Priority: 1
  DR: 192.168.0.2 BDR: 192.168.0.1 MTU: 0
  Dead timer due in 36 sec
  Retrans timer interval: 5
  Neighbor is up for 00:15:04
  Authentication Sequence: [ 0 ]
                 Neighbors
Area 0.0.0.1 interface 192.168.1.1 (GigabitEthernet2/0/0)'s neighbors
Router ID: 3.3.3.3
                       Address: 192.168.1.2
  State: Full Mode: Nbr is Master Priority: 1
  DR: 192.168.1.2 BDR: 192.168.1.1 MTU: 0
  Dead timer due in 39 sec
  Retrans timer interval: 5
  Neighbor is up for 00:07:32
  Authentication Sequence: [ 0 ]
```

#显示RouterA的OSPF路由信息。

```
[RouterA] display ospf routing
          OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1
                   Routing Tables
Routing for Network
Destination
                                      NextHop
                                                       AdvRouter
                  Cost Type
                                                                         Area
172. 16. 1. 0/24
                   2
                         Transit
                                      192. 168. 1. 2
                                                       3. 3. 3. 3
                                                                        0.0.0.1
172. 17. 1. 0/24
                   3
                         Inter-area 192.168.0.2
                                                       2. 2. 2. 2
                                                                        0.0.0.0
192. 168. 0. 0/24
                  1
                         Transit
                                     192, 168, 0, 1
                                                       1. 1. 1. 1
                                                                        0.0.0.0
192.\,168.\,1.\,0/24
                                      192. 168. 1. 1
                                                                        0.0.0.1
                         Transit
                                                       1. 1. 1. 1
192. 168. 2. 0/24
                   2
                        Inter-area 192.168.0.2
                                                       2, 2, 2, 2
                                                                        0, 0, 0, 0
Total Nets: 5
Intra Area: 3 Inter Area: 2 ASE: 0 NSSA: 0
```

#显示RouterA的LSDB。

```
[RouterA] display ospf 1sdb
          OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1
                   Link State Database
                           Area: 0.0.0.0
           LinkState ID
                            AdvRouter
                                                 Age Len
 Type
                                                            Sequence
                                                                        Metric
 Router
           2. 2. 2. 2
                            2. 2. 2. 2
                                                 317 48
                                                            80000003
                                                                         1
           1. 1. 1. 1
                            1.1.1.1
                                                 316 48
                                                            80000002
 Router
                                                                         1
                                                            800000F8
 Network
           192. 168. 0. 2
                            2. 2. 2. 2
                                                 399 32
                                                                         0
           172. 16. 1. 0
                                                 250
                                                                         2
 Sum-Net
                            1. 1. 1. 1
                                                     28
                                                            80000001
 Sum-Net
           172, 17, 1, 0
                                                                         2
                            2, 2, 2, 2
                                                 203 28
                                                            80000001
 Sum-Net
          192. 168. 2. 0
                            2. 2. 2. 2
                                                 237 28
                                                            80000002
                                                 295 28
                                                            80000002
 Sum-Net
          192. 168. 1. 0
                            1. 1. 1. 1
                                                                         1
                           Area: 0.0.0.1
          LinkState ID
                           AdvRouter
                                                Age Len
Type
                                                           Sequence
                                                                       Metric
           5. 5. 5. 5
                                                            80000004
 Router
                            5. 5. 5. 5
                                                 214 36
                                                                         1
           3. 3. 3. 3
                                                 217 60
                                                            80000008
 Router
                            3. 3. 3. 3
```

Router	1. 1. 1. 1	1. 1. 1. 1	289	48	80000002	1
Network	192. 168. 1. 1	1. 1. 1. 1	202	28	80000002	0
Network	172. 16. 1. 1	3. 3. 3. 3	670	32	80000001	0
Sum-Net	172. 17. 1. 0	1. 1. 1. 1	202	28	80000001	3
Sum-Net	192. 168. 2. 0	1. 1. 1. 1	242	28	80000001	2
Sum-Net	192. 168. 0. 0	1. 1. 1. 1	300	28	80000001	1

查看RouterD的路由表,并使用Ping进行测试连通性。

```
[RouterD] display ospf routing
          OSPF Process 1 with Router ID 4.4.4.4
                    Routing Tables
Routing for Network
                  Cost Type
Destination
                                       NextHop
                                                      AdvRouter
                                                                       Area
172. 16. 1. 0/24
                    4 Inter-area 192.168.2.1
                                                     2. 2. 2. 2
                                                                       0.0.0.2
172. 16. 1. 0/24 4 Inter-area 192. 168. 2. 1
172. 17. 1. 0/24 1 Transit 172. 17. 1. 1
                                                     4. 4. 4. 4
                                                                       0.0.0.2
                                                                       0.0.0.2
192.168.0.0/24 2 Inter-area 192.168.2.1
                                                     2. 2. 2. 2
192.168.1.0/24 3 Inter-area 192.168.2.1
192.168.2.0/24 1 Transit 192.168.2.2
                                                    2. 2. 2. 2
                                                                      0. 0. 0. 2
192. 168. 2. 0/24
                                                     4. 4. 4. 4
                                                                      0.0.0.2
Total Nets: 5
Intra Area: 2 Inter Area: 3 ASE: 0 NSSA: 0
[RouterD] ping 172.16.1.1
 PING 172.16.1.1: 56 data bytes, press CTRL_C to break
    Reply from 172.16.1.1: bytes=56 Sequence=1 ttl=253 time=62 ms
    Reply from 172.16.1.1: bytes=56 Sequence=2 ttl=253 time=16 \ensuremath{\mathsf{ms}}
    Reply from 172.16.1.1: bytes=56 Sequence=3 tt1=253 time=62 ms
    Reply from 172.16.1.1: bytes=56 Sequence=4 ttl=253 time=94 ms
    Reply from 172.16.1.1: bytes=56 Sequence=5 ttl=253 time=63 ms
     - 172.16.1.1 ping statistics
    5 packet(s) transmitted
    5 packet(s) received
    0.00% packet loss
   round-trip min/avg/max = 16/59/94 ms
```

----结束

配置文件

● RouterA的配置文件

```
# sysname RouterA #
router id 1.1.1.1 #
interface GigabitEthernet1/0/0
  ip address 192.168.0.1 255.255.255.0 #
interface GigabitEthernet2/0/0
  ip address 192.168.1.1 255.255.255.0 #
ospf 1
  area 0.0.0.0  
  network 192.168.0.0 0.0.0.255
  area 0.0.0.1  
  network 192.168.1.0 0.0.0.255 #
return
```

● RouterB的配置文件

```
#
sysname RouterB
#
router id 2.2.2.2
#
interface GigabitEthernet1/0/0
ip address 192.168.0.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet2/0/0
```

配置指南-IP 单播路由(命令行)

```
ip address 192.168.2.1 255.255.255.0 #

ospf 1
area 0.0.0.0
network 192.168.0.0 0.0.0.255
area 0.0.0.2
network 192.168.2.0 0.0.0.255
#
return
```

● RouterC的配置文件

```
# sysname RouterC #
router id 3.3.3.3 #
interface GigabitEthernet1/0/0
ip address 192.168.1.2 255.255.255.0 #
interface GigabitEthernet2/0/0
ip address 172.16.1.1 255.255.255.0 #
# ospf 1
area 0.0.0.1
network 192.168.1.0 0.0.0.255
network 172.16.1.0 0.0.0.255
# return
```

● RouterD的配置文件

```
# sysname RouterD #
router id 4.4.4.4 #
interface GigabitEthernet1/0/0
ip address 192.168.2.2 255.255.255.0 #
interface GigabitEthernet2/0/0
ip address 172.17.1.1 255.255.255.0 #
ospf 1
area 0.0.0.2
network 192.168.2.0 0.0.0.255
network 172.17.1.0 0.0.0.255
```

● RouterE的配置文件

```
#
sysname RouterE
#
router id 5.5.5.5
#
interface GigabitEthernet2/0/0
ip address 172.16.1.2 255.255.255.0
#
ospf 1
area 0.0.0.1
network 172.16.1.0 0.0.0.255
#
return
```

■ RouterF的配置文件

```
#
sysname RouterF
#
router id 6.6.6.6
#
```

```
interface GigabitEthernet2/0/0
ip address 172.17.1.2 255.255.255.0

# ospf 1
area 0.0.0.2
network 172.17.1.0 0.0.0.255
#
return
```

相关资料

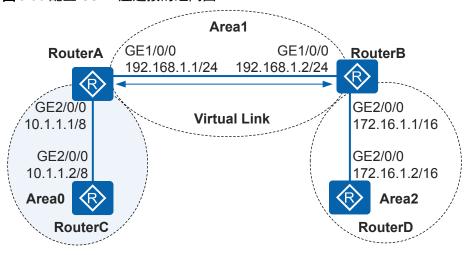
视频: AR系列路由器配置OSPF基本功能

5.24.2 配置 OSPF 虚连接示例

组网需求

在图5-36中,Area2没有与骨干区域直接相连。Area1被用作传输区域(Transit Area)来连接Area2和Area0。RouterA和RouterB之间配置一条虚连接。

图 5-36 配置 OSPF 虚连接的组网图



配置思路

采用如下的思路配置OSPF虚连接:

- 1. 在各路由器上配置OSPF基本功能。
- 2. 在RouterA和RouterB上配置虚连接,使非骨干区域与骨干区域连通。

操作步骤

步骤1 配置各路由器接口的IP地址

#配置RouterA。

```
<Huawei> system-view
[Huawei] sysname RouterA
[RouterA] interface gigabitethernet 1/0/0
```

```
[RouterA-GigabitEthernet1/0/0] ip address 192.168.1.1 24
[RouterA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[RouterA] interface gigabitethernet 2/0/0
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] ip address 10.1.1.1 8
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

RouterB、RouterC和RouterD的配置与RouterA一致(略)

步骤2 配置OSPF基本功能

#配置RouterA。

```
[RouterA] ospf 1 router-id 1.1.1.1

[RouterA-ospf-1] area 0

[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.0.0.0 0.255.255.255

[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.0] quit

[RouterA-ospf-1] area 1

[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.1] network 192.168.1.0 0.0.0.255

[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
```

#配置RouterB。

```
[RouterB] ospf 1 router-id 2. 2. 2. 2
[RouterB-ospf-1] area 1
[RouterB-ospf-1-area-0. 0. 0. 1] network 192. 168. 1. 0 0. 0. 0. 255
[RouterB-ospf-1-area-0. 0. 0. 1] quit
[RouterB-ospf-1] area 2
[RouterB - ospf-1-area-0. 0. 0. 2] network 172. 16. 0. 0 0. 0. 255. 255
[RouterB - ospf-1-area-0. 0. 0. 2] quit
```

#配置RouterC。

```
[RouterC] ospf 1 router-id 3.3.3.3

[RouterC-ospf-1] area 0

[RouterC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.0.0.0 0.255.255.255

[RouterC-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
```

#配置RouterD。

```
[RouterD] ospf 1 router-id 4.4.4.4 [RouterD-ospf-1] area 2 [RouterD-ospf-1-area-0.0.0.2] network 172.16.0.0 0.0.255.255 [RouterD-ospf-1-area-0.0.0.2] quit
```

#查看RouterA的OSPF路由表。

□说明

由于Area2没有与Area0直接相连,所以RouterA的路由表中没有Area2中的路由。

```
[RouterA] display ospf routing
         OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1
                  Routing Tables
Routing for Network
Destination
                   Cost Type
                                     NextHop
                                                     AdvRouter
                                                                      Area
10. 0. 0. 0/8
                                      10. 1. 1. 1
                                                                      0.0.0.0
                   1 Transit
                                                      1. 1. 1. 1
192. 168. 1. 0/24
                   1 Transit
                                      192. 168. 1. 1
                                                      1. 1. 1. 1
                                                                       0.0.0.1
Total Nets: 2
Intra Area: 2 Inter Area: 0 ASE: 0 NSSA: 0
```

步骤3 配置虚连接

#配置RouterA。

```
[RouterA] ospf 1

[RouterA-ospf-1] area 1

[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.1] vlink-peer 2.2.2.2

[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.1] quit

[RouterA-ospf-1] quit
```

#配置RouterB。

```
[RouterB] ospf 1

[RouterB-ospf-1] area 1

[RouterB-ospf-1-area-0.0.0.1] vlink-peer 1.1.1.1

[RouterB-ospf-1-area-0.0.0.1] quit

[RouterB-ospf-1] quit
```

步骤4 验证配置结果

#查看RouterA的OSPF路由表。

```
[RouterA] display ospf routing
          OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1
                   Routing Tables
Routing for Network
Destination
                   Cost Type
                                      NextHop
                                                       AdvRouter
                                                                        Area
                    2 Inter-area 192.168.1.2
1 Transit 10.1.1.1
172. 16. 0. 0/16
                                                        2. 2. 2. 2
                                                                         0.0.0.2
10. 0. 0. 0/8
                                                        1. 1. 1. 1
                                                                         0.0.0.0
192. 168. 1. 0/24
                                                                         0.0.0.1
                  1 Transit
                                       192. 168. 1. 1
                                                        1. 1. 1. 1
Total Nets: 3
Intra Area: 2 Inter Area: 1 ASE: 0 NSSA: 0
```

----结束

配置文件

● RouterA的配置文件

```
# sysname RouterA
#
interface GigabitEthernet1/0/0
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet2/0/0
ip address 10.1.1.1 255.0.0.0
#
ospf 1 router-id 1.1.1.1
area 0.0.0.0
network 10.0.0.0 0.255.255.255
area 0.0.0.1
network 192.168.1.0 0.0.0.255
vlink-peer 2.2.2.2
#
return
```

● RouterB的配置文件

```
# sysname RouterB
#
interface GigabitEthernet1/0/0
ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet2/0/0
ip address 172.16.1.1 255.255.0.0
#
ospf 1 router-id 2.2.2.2
area 0.0.0.1
network 192.168.1.0 0.0.0.255
vlink-peer 1.1.1.1
area 0.0.0.2
network 172.16.0.0 0.0.255.255
#
return
```

● RouterC的配置文件

```
#
sysname RouterC
#
interface GigabitEthernet2/0/0
```

```
ip address 10.1.1.2 255.0.0.0
#
ospf 1 router-id 3.3.3.3
area 0.0.0.0
network 10.0.0.0 0.255.255.255
#
return
```

● RouterD的配置文件

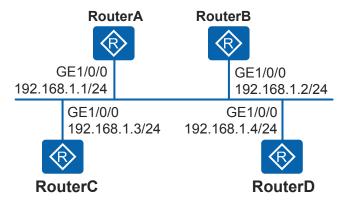
```
#
sysname RouterD
#
interface GigabitEthernet2/0/0
ip address 172.16.1.2 255.255.0.0
#
ospf 1 router-id 4.4.4.4
area 0.0.0.2
network 172.16.0.0 0.0.255.255
#
return
```

5.24.3 配置 OSPF 的 DR 选择示例

组网需求

在图5-37中,RouterA的优先级为100,它是网络上的最高优先级,所以RouterA被选为DR; RouterC是优先级第二高的,被选为BDR; RouterB的优先级为0,这意味着它将无法成为DR或BDR; RouterD没有配置优先级,取缺省值1。

图 5-37 配置 OSPF 的 DR 选择组网图



配置思路

采用如下的思路配置OSPF的DR选择:

- 1. 配置各路由器上router id, 使能OSPF, 指定网段。
- 2. 在缺省优先级情况下,查看各路由器DR/BDR状态。
- 3. 配置接口上的DR优先级,查看DR/BDR状态。

操作步骤

步骤1 配置各接口的IP地址

#配置RouterA的各接口的IP地址。

```
<Huawei> system-view
[Huawei] sysname RouterA
[RouterA] interface gigabitethernet 1/0/0
[RouterA-GigabitEthernet1/0/0] ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
[RouterA-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

RouterB、RouterC和RouterD的配置同RouterA此处略。

步骤2 配置OSPF基本功能

#配置RouterA。

```
[RouterA] router id 1.1.1.1
[RouterA] ospf
[RouterA-ospf-1] area 0
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.1.0 0.0.0.255
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[RouterA-ospf-1] quit
```

#配置RouterB。

```
[RouterB] router id 2.2.2.2
[RouterB] ospf
[RouterB-ospf-1] area 0
[RouterB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.1.0 0.0.0.255
[RouterB-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[RouterB-ospf-1] quit
```

#配置RouterC。

```
[RouterC] router id 3.3.3.3
[RouterC] ospf
[RouterC-ospf-1] area 0
[RouterC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.1.0 0.0.0.255
[RouterC-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[RouterC-ospf-1] quit
```

#配置RouterD。

```
[RouterD] router id 4.4.4.4
[RouterD] ospf
[RouterD-ospf-1] area 0
[RouterD-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.1.0 0.0.0.255
[RouterD-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[RouterD-ospf-1] quit
```

#查看DR/BDR的状态。

```
[RouterA] display ospf peer
         OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1
Area 0.0.0.0 interface 192.168.1.1 (GigabitEthernet1/0/0)'s neighbors
Router ID: 2.2.2.2 Address: 192.168.1.2
State: 2-Way Mode: Nbr is Master Priority: 1
DR: 192.168.1.4 BDR: 192.168.1.3 MTU: 0
  Dead timer due in 32 sec
  Retrans timer interval: 5
  Neighbor is up for 00:04:21
  Authentication Sequence: [ 0 ]
Router ID: 3.3.3.3 Address: 192.168.1.3
State: Full Mode: Nbr is Master Priority: 1
DR: 192.168.1.4 BDR: 192.168.1.3 MTU: 0
  Dead timer due in 37 sec
  Retrans timer interval: 5
  Neighbor is up for 00:04:06
  Authentication Sequence: [ 0 ]
Router ID: 4.4.4.4 Address: 192.168.1.4
State: Full Mode: Nbr is Master Priority: 1
```

```
DR: 192.168.1.4 BDR: 192.168.1.3 MTU: 0

Dead timer due in 37 sec

Retrans timer interval: 5

Neighbor is up for 00:03:53

Authentication Sequence: [ 0 ]
```

查看RouterA的邻居信息,可以看到DR优先级(缺省为1)以及邻居状态,此时RouterD为DR,RouterC为BDR。

□说明

当优先级相同时,router-id高的为DR。若DR、BDR已经选择完毕,当一台新路由器加入后,即使它的DR优先级值最大,也不会立即成为该网段中的DR。

步骤3 配置接口上的DR优先级

#配置RouterA。

```
[RouterA] interface gigabitethernet 1/0/0
[RouterA-GigabitEthernet1/0/0] ospf dr-priority 100
[RouterA-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

#配置RouterB。

```
[RouterB] interface gigabitethernet 1/0/0
[RouterB-GigabitEthernet1/0/0] ospf dr-priority 0
[RouterB-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

#配置RouterC。

```
[RouterC] interface gigabitethernet 1/0/0
[RouterC-GigabitEthernet1/0/0] ospf dr-priority 2
[RouterC-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

#查看DR/BDR的状态。

```
[RouterD] display ospf peer
         OSPF Process 1 with Router ID 4.4.4.4
                 Neighbors
Area 0.0.0.0 interface 192.168.1.4(GigabitEthernet1/0/0)'s neighbors
Router ID: 1.1.1.1
                       Address: 192.168.1.1
  State: Full Mode: Nbr is Slave Priority: 100
DR: 192.168.1.4 BDR: 192.168.1.3 MTU: 0
  Dead timer due in 31 sec
  Retrans timer interval: 5
  Neighbor is up for 00:11:17
  Authentication Sequence: [ 0 ]
Router ID: 2.2.2.2
                       Address: 192.168.1.2
  State: Full Mode: Nbr is Slave Priority: 0
DR: 192.168.1.4 BDR: 192.168.1.3 MTU: 0
  Dead timer due in 35 sec
  Retrans timer interval: 5
  Neighbor is up for 00:11:19
  Authentication Sequence: [ 0 ]
Router ID: 3, 3, 3, 3
                       Address: 192.168.1.3
  State: Full Mode: Nbr is Slave Priority: 2
DR: 192.168.1.4 BDR: 192.168.1.3 MTU: 0
  Dead timer due in 33 sec
  Retrans timer interval: 5
  Neighbor is up for 00:11:15
  Authentication Sequence: [ 0 ]
```

步骤4 重启OSPF进程

在各路由器的用户视图下,同时执行命令reset ospf 1 process,以重启OSPF进程。

步骤5 验证配置结果

#查看OSPF邻居状态。

```
[RouterD] display ospf peer
         OSPF Process 1 with Router ID 4.4.4.4
                 Neighbors
Area 0.0.0.0 interface 192.168.1.4(GigabitEthernet1/0/0)'s neighbors
Router ID: 1.1.1.1
                       Address: 192.168.1.1
State: Full Mode: Nbr is Slave Priority: 100
DR: 192.168.1.1 BDR: 192.168.1.3 MTU: 0
  Dead timer due in 35 sec
  Retrans timer interval: 5
  Neighbor is up for 00:07:19
  Authentication Sequence: [ 0 ]
                       Address: 192.168.1.2
Router ID: 2.2.2.2
State: 2-Way Mode: Nbr is Master Priority: 0
DR: 192.168.1.1 BDR: 192.168.1.3 MTU: 0
  Dead timer due in 35 sec
  Retrans timer interval: 5
  Neighbor is up for 00:07:19
  Authentication Sequence: [ 0 ]
                       Address: 192.168.1.3
Router ID: 3.3.3.3
State: Full Mode: Nbr is Slave Priority: 2
DR: 192.168.1.1 BDR: 192.168.1.3 MTU: 0
  Dead timer due in 37 sec
  Retrans timer interval: 5
  Neighbor is up for 00:07:17
Authentication Sequence: [ 0 ]
```

#查看OSPF接口的状态。

```
[RouterA] display ospf interface
         OSPF Process 1 with Router ID 1.1.1.1
                Interfaces
Area: 0.0.0.0
IP Address Type
                       State Cost Pri DR
192.168.1.1 Broadcast DR 1
                                   100 192. 168. 1. 1 192. 168. 1. 3
[RouterB] display ospf interface
         OSPF Process 1 with Router ID 2.2.2.2
                Interfaces
Area: 0.0.0.0
IP Address
               Type
                            State Cost Pri DR
192. 168. 1. 2
               Broadcast DROther 1 0 192.168.1.1 192.168.1.3
```

如果邻居的状态是Full,这说明它和邻居之间形成了邻接关系;如果停留在2-Way的状态,则说明都不是DR或BDR,两者之间不需要交换LSA。

如果OSPF接口的状态是DROther,则说明它既不是DR,也不是BDR。

----结束

配置文件

● RouterA的配置文件

```
# sysname RouterA # router id 1.1.1.1 # interface GigabitEthernet1/0/0 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0 ospf dr-priority 100 # ospf 1 area 0.0.0.0 network 192.168.1.0 0.0.0.255 # return
```

● RouterB的配置文件

#

```
sysname RouterB
#
router id 2.2.2.2
#
interface GigabitEthernet1/0/0
    ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
    ospf dr-priority 0
#
ospf 1
    area 0.0.0.0
    network 192.168.1.0 0.0.0.255
#
return
```

● RouterC的配置文件

```
# sysname RouterC # router id 3.3.3.3 # interface GigabitEthernet1/0/0 ip address 192.168.1.3 255.255.255.0 ospf dr-priority 2 # ospf 1 area 0.0.0.0 network 192.168.1.0 0.0.0.255 # return
```

● RouterD的配置文件

```
#
sysname RouterD

#
router id 4.4.4.4

#
interface GigabitEthernet1/0/0
ip address 192.168.1.4 255.255.255.0

#
ospf 1
area 0.0.0.0
network 192.168.1.0 0.0.0.255

#
return
```

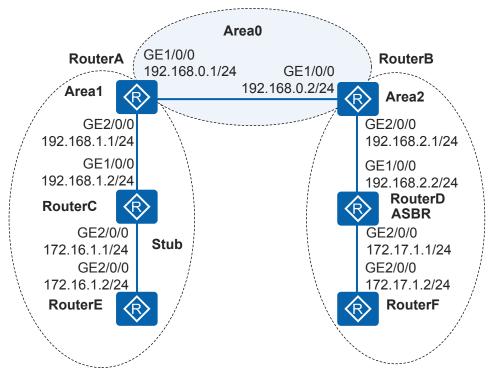
5.24.4 配置 OSPF 的 Stub 区域示例

组网需求

如图5-38所示,所有的路由器都运行OSPF,整个自治系统划分为3个区域。其中 RouterA和RouterB作为ABR来转发区域之间的路由,RouterD作为ASBR引入了外部路 由(静态路由)。

要求将Area1配置为Stub区域,减少通告到此区域内的LSA数量,但不影响路由的可达性。

图 5-38 配置 OSPF Stub 区域组网图



配置思路

采用如下的思路配置OSPF的Stub区域:

- 1. 在各路由器上使能OSPF, 配置OSPF基本功能。
- 2. 在RouterD上配置静态路由,并在OSPF中引入。
- 3. 配置Areal为Stub区域(需要在Areal内所有的路由器上配置Stub命令),在RouterC上查看OSPF路由信息。
- 4. 在RouterA上配置禁止向Stub区域通告Type3 LSA,在RouterC上查看OSPF路由信息。

操作步骤

步骤1 配置各路由器接口的IP地址

#配置RouterA。

```
\(\text{Huawei} \) system-view
[Huawei] sysname RouterA
[RouterA] interface gigabitethernet 1/0/0
[RouterA-GigabitEthernet1/0/0] ip address 192.168.0.1 24
[RouterA-GigabitEthernet1/0/0] quit
[RouterA] interface gigabitethernet 2/0/0
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] ip address 192.168.1.1 24
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

RouterB、RouterC、RouterD、RouterE和RouterF的配置与RouterA一致(略)

步骤2 配置OSPF基本功能

配置指南-IP 单播路由(命令行)

#配置RouterA。

```
[RouterA] router id 1.1.1.1
[RouterA] ospf
[RouterA-ospf-1] area 0
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 192.168.0.0 0.0.255
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[RouterA-ospf-1] area 1
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.1] network 192.168.1.0 0.0.0.255
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[RouterA-ospf-1] quit
```

#配置RouterB。

```
[RouterB] router id 2. 2. 2. 2
[RouterB] ospf
[RouterB-ospf-1] area 0
[RouterB-ospf-1-area-0. 0. 0. 0] network 192. 168. 0. 0 0. 0. 0. 255
[RouterB-ospf-1-area-0. 0. 0. 0] quit
[RouterB-ospf-1] area 2
[RouterB-ospf-1-area-0. 0. 0. 2] network 192. 168. 2. 0 0. 0. 0. 255
[RouterB-ospf-1-area-0. 0. 0. 2] quit
[RouterB-ospf-1] quit
```

#配置RouterC。

```
[RouterC] router id 3.3.3.3
[RouterC] ospf
[RouterC-ospf-1] area 1
[RouterC-ospf-1-area-0.0.0.1] network 192.168.1.0 0.0.0.255
[RouterC-ospf-1-area-0.0.0.1] network 172.16.1.0 0.0.0.255
[RouterC-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[RouterC-ospf-1] quit
```

#配置RouterD。

```
[RouterD] router id 4.4.4.4
[RouterD] ospf
[RouterD-ospf-1] area 2
[RouterD-ospf-1-area-0.0.0.2] network 192.168.2.0 0.0.0.255
[RouterD-ospf-1-area-0.0.0.2] network 172.17.1.0 0.0.0.255
[RouterD-ospf-1] quit
```

#配置RouterE。

```
[RouterE] router id 5.5.5.5
[RouterE] ospf
[RouterE-ospf-1] area 1
[RouterE-ospf-1-area-0.0.0.1] network 172.16.1.0 0.0.0.255
[RouterE-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[RouterE-ospf-1] quit
```

#配置RouterF。

```
[RouterF] router id 6.6.6.6

[RouterF] ospf

[RouterF-ospf-1] area 2

[RouterF-ospf-1-area-0.0.0.2] network 172.17.1.0 0.0.0.255

[RouterF-ospf-1-area-0.0.0.2] quit

[RouterF-ospf-1] quit
```

步骤3 配置RouterD引入静态路由

```
[RouterD] ip route-static 200.0.0.0 8 null 0
[RouterD] ospf
[RouterD-ospf-1] import-route static type 1
[RouterD-ospf-1] quit
```

查看RouterC的ABR/ASBR信息。

[RouterC] di	splay ospf abr-a	sbr				
OSPF Process 1 with Router ID 3.3.3.3						
	Routing Tal					
RtType	Destination	Area	Cost	Nexthop	Type	
Intra-area	1. 1. 1. 1	0. 0. 0. 1	1	192. 168. 1. 1	ABR	
Inter-area	4. 4. 4. 4	0. 0. 0. 1	3	192. 168. 1. 1	ASBR	

#查看RouterC的OSPF路由表。

□ 说明

当RouterC所在区域为普通区域时,可以看到路由表中存在AS外部的路由。

```
[RouterC] display ospf routing
    OSPF Process 1 with Router ID 3.3.3.3
                   Routing Tables
Routing for Network
Destination
                                                          AdvRouter
                    Cost Type
                                        NextHop
                                                                           Area
172. 16. 1. 0/24
                    1
                           Transit
                                        172. 16. 1. 1
                                                         3. 3. 3. 3
                                                                          0.0.0.1
172. 17. 1. 0/24
                           Inter-area 192.168.1.1
                                                         1.1.1.1
                                                                          0.0.0.1
                    4
192. 168. 0. 0/24
                    2
                           Inter-area 192.168.1.1
                                                         1.1.1.1
                                                                          0.0.0.1
192. 168. 1. 0/24
                                        192. 168. 1. 2
                                                                          0.0.0.1
                    1
                           Transit
                                                         3. 3. 3. 3
192. 168. 2. 0/24
                           Inter-area 192.168.1.1
                                                         1. 1. 1. 1
                                                                         0, 0, 0, 1
                    3
Routing for ASEs
                                                                    AdvRouter
Destination Cost
                                       Tag
                                                   NextHop.
                           Type
200. 0. 0. 0/8
                4
                           Type1
                                       1
                                                   192. 168. 1. 1
                                                                    4. 4. 4. 4
Total Nets: 6
Intra Area: 2 Inter Area: 3 ASE: 1 NSSA: 0
```

步骤4 配置Area1为Stub区域

#配置RouterA。

```
[RouterA] ospf
[RouterA-ospf-1] area 1
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.1] stub
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[RouterA-ospf-1] quit
```

#配置RouterC。

```
[RouterC] ospf
[RouterC-ospf-1] area 1
[RouterC-ospf-1-area-0.0.0.1] stub
[RouterC-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[RouterC-ospf-1] quit
```

#配置.RouterE。

```
[RouterE] ospf
[RouterE-ospf-1] area 1
[RouterE-ospf-1-area-0.0.0.1] stub
[RouterE-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[RouterE-ospf-1] quit
```

#显示RouterC的路由表。

∭说明

当把RouterC所在区域配置为Stub区域时,已经看不到AS外部的路由,取而代之的是一条缺省路由。

```
[RouterC] display ospf routing
         OSPF Process 1 with Router ID 3.3.3.3
                   Routing Tables
Routing for Network
                                                      AdvRouter
Destination
                    Cost Type
                                     NextHop
                                                                       Area
0.0.0.0/0
                    2
                         Inter-area 192.168.1.1
                                                      1. 1. 1. 1
                                                                       0.0.0.1
172. 16. 1. 0/24
                                      172. 16. 1. 1
                                                      3. 3. 3. 3
                                                                       0.0.0.1
                   1
                         Transit
172. 17. 1. 0/24
                                                                       0.0.0.1
                    4
                         Inter-area 192.168.1.1
                                                      1. 1. 1. 1
192. 168. 0. 0/24
                    2 Inter-area 192.168.1.1
                                                      1. 1. 1. 1
                                                                       0.0.0.1
```

配置指南-IP 单播路由(命令行)

```
192.168.1.0/24 1 Transit 192.168.1.2 3.3.3.3 0.0.0.1
192.168.2.0/24 3 Inter-area 192.168.1.1 1.1.1.1 0.0.0.1
Total Nets: 6
Intra Area: 2 Inter Area: 4 ASE: 0 NSSA: 0
```

步骤5 配置禁止向Stub区域通告Type3 LSA

```
[RouterA] ospf
[RouterA-ospf-1] area 1
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.1] stub no-summary
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[RouterA-ospf-1] quit
```

步骤6 验证配置结果

#查看RouterC的OSPF路由表。

```
[RouterC] display ospf routing
         OSPF Process 1 with Router ID 3.3.3.3
                  Routing Tables
Routing for Network
Destination
                   Cost Type
                                   NextHop
                                                   AdvRouter
                                                                   Area
0.0.0.0/0
                   2 Inter-area 192.168.1.1
                                                    1.1.1.1
                                                                   0.0.0.1
                  1 Transit
172. 16. 1. 0/24
                                   172. 16. 1. 1
                                                   3, 3, 3, 3
                                                                   0.0.0.1
192. 168. 1. 0/24
                  1 Transit
                                  192. 168. 1. 2
                                                   3. 3. 3. 3
                                                                   0.0.0.1
Total Nets: 3
Intra Area: 2 Inter Area: 1 ASE: 0 NSSA: 0
```

◯ 说明

禁止向Stub区域通告Summary LSA后,Stub路由器的路由表项进一步减少,只保留了一条通往区域外部的缺省路由。

----结束

配置文件

● RouterA的配置文件

```
# sysname RouterA #
router id 1.1.1.1 #
interface GigabitEthernet1/0/0
ip address 192.168.0.1 255.255.255.0 #
interface GigabitEthernet2/0/0
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0 #
ospf 1
area 0.0.0.0
network 192.168.0.0 0.0.255
area 0.0.0.1
network 192.168.1.0 0.0.255
stub no-summary #
return
```

● RouterB的配置文件

```
# sysname RouterB # router id 2.2.2.2 # interface GigabitEthernet1/0/0 ip address 192.168.0.2 255.255.255.0 # interface GigabitEthernet2/0/0 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
```

```
# ospf 1
area 0.0.0.0
network 192.168.0.0 0.0.0.255
area 0.0.0.2
network 192.168.2.0 0.0.0.255
#
return
```

● RouterC的配置文件

```
# sysname RouterC #
router id 3.3.3.3 #
interface GigabitEthernet1/0/0
ip address 192.168.1.2 255.255.255.0 #
interface GigabitEthernet2/0/0
ip address 172.16.1.1 255.255.255.0 #
ospf 1
area 0.0.0.1
network 192.168.1.0 0.0.0.255
network 172.16.1.0 0.0.0.255
stub
#
return
```

● RouterD的配置文件

```
# sysname RouterD #
router id 4.4.4.4 #
interface GigabitEthernet1/0/0
  ip address 192.168.2.2 255.255.255.0 #
interface GigabitEthernet2/0/0
  ip address 172.17.1.1 255.255.255.0 #
# ospf 1
  import-route static type 1
  area 0.0.0.2
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
  network 172.17.1.0 0.0.0.255
# ip route-static 200.0.0.0 255.0.0 NULLO #
return
```

● RouterE的配置文件

```
# sysname RouterE # router id 5.5.5.5 # interface GigabitEthernet2/0/0 ip address 172.16.1.2 255.255.255.0 # ospf 1 area 0.0.0.1 network 172.16.1.0 0.0.0.255 stub # return
```

● RouterF的配置文件

#

```
sysname RouterF
#
router id 6.6.6.6
#
interface GigabitEthernet2/0/0
  ip address 172.17.1.2 255.255.255.0
#
ospf 1
  area 0.0.0.2
   network 172.17.1.0 0.0.0.255
#
return
```

5.24.5 配置 OSPF 的 NSSA 区域示例

举例介绍OSPF的NSSA区域的配置过程。

组网需求

Stub区域和NSSA区域的区别如下:

Stub区域

- 不传播来自其他区域的外部路由
- 不传播ASBR引入的AS外部的路由

即在Stub区域中不会传播Type 5 LSA。

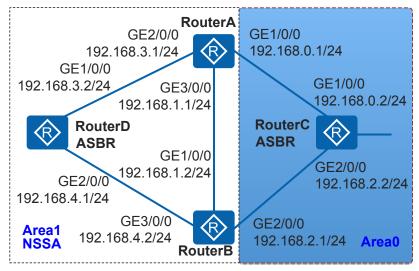
NSSA区域

- 不传播来自其他区域的外部路由
- 可以传播ASBR引入的AS外部的路由 NSSA区域的ASBR产生Type 7 LSA(其扩散范围仅限于ASBR所在的NSSA区域),NSSA区域的ABR收到Type 7 LSA,会将其转化为Type 5 LSA,将外部路由信息通告到OSPF网络的其它区域。

配置区域为NSSA区域可以避免大量外部路由对路由器带宽和存储资源的消耗。

如图5-39所示,所有的路由器都运行OSPF,整个自治系统划分为两个区域。其中RouterA和RouterB作为ABR来转发区域间的路由,RouterD和RouterC作为ASBR分别引入外部静态路由10.0.0.0/8和20.0.0.0/8。此时,在不影响路由可达的前提下,达到减少通告到Area1内的LSA数量,但引入自治系统外部路由的目的。需要将Area1配置为NSSA区域,并配置NSSA区域中的RouterA为转换路由器。

图 5-39 配置 OSPF NSSA 区域组网图



配置思路

采用如下的思路配置OSPF的NSSA区域:

- 1. 在各路由器上使能OSPF, 配置OSPF基本功能。
- 2. 配置Area1为NSSA区域。
- 3. 在RouterD上配置引入静态路由10.0.0.0/8。
- 4. 在RouterC上配置引入静态路由20.0.0.0/8。
- 5. 配置NSSA区域中的RouterA为转换路由器。
- 6. 配置禁止向NSSA区域通告Type 3 LSA,达到减少路由表规模的目的。

数据准备

为完成此配置例,需准备如下的数据:

- RouterA的Router ID 1.1.1.1, 运行的OSPF进程号1, 区域0的网段192.168.0.0/24, 区域1的网段192.168.1.0/24、192.168.3.0/24。
- RouterB的Router ID 2.2.2.2,运行的OSPF进程号1,区域0的网段192.168.2.0/24,区域1的网段192.168.1.0/24、192.168.4.0/24。
- RouterC的Router ID 3.3.3.3, 运行的OSPF进程号1, 区域0的网段192.168.0.0/24、192.168.2.0/24。
- RouterD的Router ID 4.4.4.4, 运行的OSPF进程号1,区域1的网段192.168.3.0/24、192.168.4.0/24。

操作步骤

步骤1 配置各接口的IP地址。

请参见图5-39,配置各接口的IP地址,具体配置过程请参考配置文件。

步骤2 配置OSPF基本功能。

请参见配置OSPF的基本功能,具体配置过程请参考配置文件。

步骤3 配置RouterC引入静态路由20.0.0.0/8。

步骤4 配置RouterD引入静态路由10.0.0.0/8。

```
[RouterD] ip route-static 10.0.0.0 8 null 0
[RouterD] ospf 1
[RouterD-ospf-1] import-route static
[RouterD-ospf-1] quit
```

#查看RouterC的OSPF路由表。

```
[RouterC] display ospf routing
          OSPF Process 1 with Router ID 3.3.3.3
                   Routing Tables
Routing for Network
Destination
                    Cost Type
                                      NextHop
                                                        AdvRouter
                                                                         Area
192. 168. 0. 0/24
                           Transit
                                       192. 168. 0. 2
                                                        3. 3. 3. 3
                                                                         0.0.0.0
                    1
192. 168. 2. 0/24
                                      192, 168, 2, 2
                                                                         0.0.0.0
                    1
                           Transit
                                                        3. 3. 3. 3
192. 168. 1. 0/24
                           Inter-area 192.168.0.1
                                                                         0.0.0.0
                    2
                                                        1. 1. 1. 1
192. 168. 1. 0/24
                    2
                           Inter-area 192.168.2.1
                                                                         0.0.0.0
                                                       2. 2. 2. 2
192. 168. 3. 0/24
                    2
                           Inter-area 192.168.0.1
                                                        1. 1. 1. 1
                                                                         0.0.0.0
192. 168. 4. 0/24
                    2
                           Inter-area 192.168.2.1
                                                        2. 2. 2. 2
                                                                         0.0.0.0
Routing for ASEs
                                                                         AdvRouter
                    Cost
                                                        NextHop
Destination
                               Type
                                           Tag
10. 0. 0. 0/8
                                                        192. 168. 0. 1
                                                                         2. 2. 2. 2
                               Type2
Total Nets: 7
Intra Area: 2 Inter Area: 4 ASE: 1 NSSA: 0
```

可以看到,配置NSSA区域前,RouterC的路由表中有RouterD引入的AS外部的静态路由10.0.0.0/8。

#查看RouterD的OSPF路由表。

```
[RouterD] display ospf routing
          OSPF Process 1 with Router ID 4.4.4.4
                   Routing Tables
Routing for Network
Destination
                                                       AdvRouter
                    Cost Type
                                      NextHop
                                                                        Area
192. 168. 3. 0/24
                                      192. 168. 3. 2
                                                                        0.0.0.1
                                                       4, 4, 4, 4
                    1
                           Transit
192. 168. 4. 0/24
                           Transit
                                       192. 168. 4. 1
                                                       4. 4. 4. 4
                                                                        0.0.0.1
192. 168. 0. 0/24
                    2
                           Inter-area 192.168.3.1
                                                       1. 1. 1. 1
                                                                        0.0.0.1
192. 168. 1. 0/24
                    9
                                     192, 168, 4, 2
                           Transit
                                                       2, 2, 2, 2
                                                                        0.0.0.1
                                                        2. 2. 2. 2
192. 168. 1. 0/24
                           Transit
                                     192. 168. 3. 1
                                                                         0.0.0.1
192. 168. 2. 0/24
                    2
                          Inter-area 192.168.4.2
                                                       2. 2. 2. 2
                                                                         0.0.0.1
Routing for ASEs
Destination
                    Cost
                               Type
                                           Tag
                                                       NextHop
                                                                         AdvRouter
20. 0. 0. 0/8
                    1
                               Type2
                                           1
                                                        192. 168. 3. 1
                                                                         1. 1. 1. 1
Total Nets: 7
Intra Area: 2 Inter Area: 4 ASE: 1 NSSA: 0
```

可以看到,配置NSSA区域前,RouterD的路由表中有RouterC引入的AS外部的静态路由20.0.0.0/8。

步骤5 配置Area1区域为NSSA区域。

#配置RouterA。

```
[RouterA] ospf 1
[RouterA-ospf-1] area 1
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.1] nssa
```

#配置RouterB。

```
[RouterB] ospf 1
[RouterB-ospf-1] area 1
[RouterB-ospf-1-area-0.0.0.1] nssa
```

#配置RouterD。

```
[RouterD] ospf 1
[RouterD-ospf-1] area 1
[RouterD-ospf-1-area-0.0.0.1] nssa
```

□ 说明

所有连接到NSSA区域的路由器必须使用nssa命令将该区域配置成NSSA属性。

#查看RouterC的OSPF路由表。

```
[RouterC] display ospf routing
          OSPF Process 1 with Router ID 3.3.3.3
                    Routing Tables
Routing for Network
Destination
                     Cost Type
                                       NextHop
                                                         AdvRouter
                                                                          Area
192. 168. 0. 0/24
                            Transit
                                        192. 168. 0. 2
                                                         3. 3. 3. 3
                                                                          0.0.0.0
                     1
                                       192, 168, 2, 2
                                                                          0.0.0.0
192, 168, 2, 0/24
                    1
                           Transit
                                                         3. 3. 3. 3
192. 168. 1. 0/24
                           Inter-area 192.168.0.1
                                                                          0.0.0.0
                     2
                                                         1. 1. 1. 1
192. 168. 1. 0/24
                     2
                           Inter-area 192.168.2.1
                                                         2. 2. 2. 2
                                                                          0, 0, 0, 0
192. 168. 3. 0/24
                     2
                            Inter-area 192.168.0.1
                                                         1. 1. 1. 1
                                                                          0.0.0.0
                     2
                           Inter-area 192.168.2.1
192. 168. 4. 0/24
                                                         2, 2, 2, 2
                                                                          0, 0, 0, 0
Routing for ASEs
                     Cost
                                                         NextHop
                                                                          AdvRouter
Destination
                                Type
                                            Tag
10.0.0.0/8
                                                         192. 168. 0. 1
                                Type2
                                                                          2, 2, 2, 2
Total Nets: 7
Intra Area: 2 Inter Area: 4 ASE: 1 NSSA: 0
```

可以看到,配置NSSA区域后,RouterC的路由表中仍然有RouterD引入的AS外部的静态路由10.0.0.0/8,说明NSSA区域可以传播ASBR引入的AS外部的路由。

由AdvRouter字段可以看出,发布路由器的Router ID为2.2.2.2,即RouterB为NSSA区域中的转换路由器,这是因为缺省情况下OSPF会选举Router ID较大的ABR作为转换路由器。

#查看RouterD的OSPF路由表。

```
[RouterD] display ospf routing
          OSPF Process 1 with Router ID 4.4.4.4
                   Routing Tables
Routing for Network
Destination
                     Cost Type
                                       NextHop
                                                         {\tt AdvRouter}
                                                                          Area
192. 168. 3. 0/24
                           Transit
                                       192, 168, 3, 2
                                                         4. 4. 4. 4
                                                                          0.0.0.1
                     1
192. 168. 4. 0/24
                    1
                           Transit
                                       192. 168. 4. 1
                                                         4.4.4.4
                                                                          0.0.0.1
192. 168. 0. 0/24
                     2
                           Inter-area 192.168.3.1
                                                         1.1.1.1
                                                                          0.0.0.1
                     9
                                       192. 168. 4. 2
192. 168. 1. 0/24
                           Transit
                                                         2. 2. 2. 2
                                                                          0.0.0.1
                     2
192. 168. 1. 0/24
                           Transit 192.168.3.1
                                                         2. 2. 2. 2
                                                                          0.0.0.1
```

192. 168. 2. 0/24	2	Inter-area 19	92. 168. 4. 2	2. 2. 2. 2	0. 0. 0. 1	
Routing for NSSAs Destination 0.0.0.0/0 0.0.0.0/0	Cost 1 1	Type Type2 Type2	Tag 1 1	NextHop 192. 168. 4. 2 192. 168. 3. 1	AdvRouter 2. 2. 2. 2 1. 1. 1. 1	
Total Nets: 8 Intra Area: 4 In	ter Are	a: 2 ASE: 0	NSSA: 2			

可以看到,配置NSSA区域后,RouterD的路由表中没有RouterC引入的AS外部的静态路由20.0.0.0/8,说明NSSA区域不传播来其他区域的外部路由。

步骤6 配置RouterA为转换路由器。

```
[RouterA] ospf 1
[RouterA-ospf-1] area 1
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.1] nssa default-route-advertise translator-always
```

#查看RouterC的OSPF路由表。

```
[RouterC] display ospf routing
          OSPF Process 1 with Router ID 3.3.3.3
                   Routing Tables
Routing for Network
Destination
                    Cost Type
                                      NextHop
                                                        AdvRouter
                                                                         Area
192. 168. 0. 0/24
                    1
                           Transit
                                       192. 168. 0. 2
                                                        3. 3. 3. 3
                                                                         0.0.0.0
192. 168. 2. 0/24
                                      192. 168. 2. 2
                                                       3. 3. 3. 3
                                                                         0.0.0.0
                    1
                           Transit
192. 168. 1. 0/24
                    2
                           Inter-area 192.168.0.1
                                                        1. 1. 1. 1
                                                                         0.0.0.0
192. 168. 1. 0/24
                    2
                           Inter-area 192.168.2.1
                                                        2. 2. 2. 2
                                                                         0.0.0.0
                    2
192. 168. 3. 0/24
                           Inter-area 192.168.0.1
                                                        1. 1. 1. 1
                                                                         0.0.0.0
192. 168. 4. 0/24
                           Inter-area 192.168.2.1
                                                        2. 2. 2. 2
                                                                         0.0.0.0
Routing for ASEs
                                          Tag
                                                                         AdvRouter
Destination
                    Cost
                               Type
                                                        NextHop
10.0.0.0/8
                               Type2
                                           1
                                                        192. 168. 0. 1
                                                                         1. 1. 1. 1
Total Nets: 7
Intra Area: 2 Inter Area: 4 ASE: 1 NSSA: 0
```

由AdvRouter字段可以看出,发布路由器的Router ID变为1.1.1.1,即RouterA成为了转换路由器。

步骤7 配置禁止向NSSA区域通告Type 3 LSA。

#查看RouterD的OSPF路由表。

[RouterD] display	ospf ro	outing					
OSPF Process 1 with Router ID 4.4.4.4 Routing Tables							
Routing for Networ							
Destination	Cost	Type	NextHop	AdvRouter	Area		
192. 168. 3. 0/24	1	Transit	192. 168. 3. 2	4. 4. 4. 4	0. 0. 0. 1		
192. 168. 4. 0/24	1	Transit	192. 168. 4. 1	4. 4. 4. 4	0. 0. 0. 1		
192. 168. 0. 0/24	2	Inter-area	192. 168. 3. 1	1. 1. 1. 1	0. 0. 0. 1		
192. 168. 1. 0/24	2	Transit	192. 168. 4. 2	2. 2. 2. 2	0. 0. 0. 1		
192. 168. 1. 0/24	2	Transit	192. 168. 3. 1	2. 2. 2. 2	0. 0. 0. 1		
192. 168. 2. 0/24	2	Inter-area	192. 168. 4. 2	2. 2. 2. 2	0. 0. 0. 1		
Routing for NSSAs							
Destination	Cost	Type	Tag	NextHop	AdvRouter		
0.0.0.0/0	1	Type2	1	192. 168. 4. 2	2. 2. 2. 2		
0. 0. 0. 0/0	1	Type2	1	192. 168. 3. 1	1. 1. 1. 1		

```
Total Nets: 8
Intra Area: 4 Inter Area: 2 ASE: 0 NSSA: 2
```

#为了减少路由表的规模,可以配置禁止向NSSA区域通告Type 3 LSA。

```
[RouterA] ospf
[RouterA-ospf-1] area 1
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.1] nssa default-route-advertise no-summary
```

15 BB

配置no-summary参数可能会导致路由震荡。

步骤8 验证配置结果。

#查看RouterD的OSPF路由表。

```
[RouterD] display ospf routing
         OSPF Process 1 with Router ID 4.4.4.4
                 Routing Tables
Routing for Network
                 Cost Type
                                                 AdvRouter
Destination
                                  NextHop
                                                                 Area
192. 168. 3. 0/24
                  1
                        Transit
                                  192. 168. 3. 2
                                                  4. 4. 4. 4
                                                                 0.0.0.1
192. 168. 4. 0/24 1
                        Transit 192.168.4.1
                                                 4. 4. 4. 4
                                                                 0.0.0.1
0. 0. 0. 0/0
                2 Inter-area 192.168.4.2
                                                 2. 2. 2. 2
                                                                 0.0.0.1
0.0.0.0/0
                  2
                        Inter-area 192.168.3.1
                                                 1. 1. 1. 1
                                                                 0.0.0.1
192. 168. 1. 0/24 2 Transit 192. 168. 4. 2
                                                  2. 2. 2. 2
                                                                 0.0.0.1
192.168.1.0/24 2 Transit 192.168.3.1
                                                  2. 2. 2. 2
                                                                 0.0.0.1
Total Nets: 6
Intra Area: 4 Inter Area: 2 ASE: 0 NSSA: 0
```

可以看到,ABR不再向NSSA区域内发送Type 3 LSA,路由表规模减少了。

----结束

配置文件

● RouterA的配置文件

```
# sysname RouterA #
router id 1.1.1.1
# interface GigabitEthernet1/0/0
ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
# interface GigabitEthernet2/0/0
ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
# interface GigabitEthernet3/0/0
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
# ospf 1
area 0.0.0.0
network 192.168.0.0 0.0.255
area 0.0.0.1
network 192.168.1.0 0.0.0.255
network 192.168.3.0 0.0.0.255
nssa default-route-advertise no-summary
# return
```

● RouterB的配置文件

```
sysname RouterB
router id 2.2.2.2
interface GigabitEthernet1/0/0
ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
interface\ GigabitEthernet 2/0/0
ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
interface GigabitEthernet3/0/0
ip address 192.168.4.2 255.255.255.0
#
ospf 1
area 0.0.0.0
network 192.168.2.0 0.0.0.255
area 0.0.0.1
 network 192.168.1.0 0.0.0.255
 network 192.168.4.0 0.0.0.255
return
```

● RouterC的配置文件

```
# sysname RouterC #
router id 3.3.3.3 #
interface GigabitEthernet1/0/0
ip address 192.168.0.2 255.255.255.0 #
interface GigabitEthernet2/0/0
ip address 192.168.2.2 255.255.255.0 #
ospf 1
import-route static
area 0.0.0.0
network 192.168.0.0 0.0.0.255
network 192.168.2.0 0.0.0.255
#
ip route-static 20.0.0.0 255.0.0.0 NULLO #
return
```

● RouterD的配置文件

```
# sysname RouterD
# router id 4.4.4.4
# interface GigabitEthernet1/0/0
    ip address 192.168.3.2 255.255.255.0
# interface GigabitEthernet2/0/0
    ip address 192.168.4.1 255.255.255.0
# ospf 1
    import-route static area 0.0.0.1
    network 192.168.3.0 0.0.0.255
    network 192.168.4.0 0.0.0.255
    nssa
# ip route-static 10.0.0.0 255.0.0.0 NULLO
# return
```

5.24.6 配置 OSPF IP FRR 示例

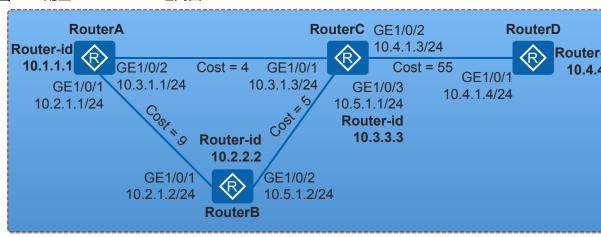
组网需求

当网络出现故障时,OSPF IP FRR可以将流量快速切换到备份链路上,而不用等待路由收敛,从而达到流量不中断的目的。

如图5-40所示,

- 同一区域的四台路由器之间运行OSPF协议。
- 当RouterA和RouterC之间的链路出现故障时,RouterA转发的流量快速切换到备份链路上,通过RouterB转发。

图 5-40 配置 OSPF IP FRR 组网图



配置思路

采用如下思路配置OSPF IP FRR:

- 1. 在各路由器上使能OSPF基本功能。
- 2. 配置cost值,使流量优选RouterA到RouterC之间的链路。
- 3. 由于需保护的是RouterA转发的流量,因此在RouterA上使能OSPF IP FRR。

操作步骤

步骤1 配置各接口的IP地址及cost值

#配置RouterA的各接口的IP地址。

```
Huawei> system-view
[Huawei] sysname RouterA
[RouterA] interface gigabitethernet 1/0/1
[RouterA-GigabitEthernet1/0/1] ip address 10.2.1.1 255.255.255.0
[RouterA-GigabitEthernet1/0/1] ospf cost 9
[RouterA-GigabitEthernet1/0/1] quit
[RouterA] interface gigabitethernet 1/0/2
[RouterA-GigabitEthernet1/0/2] ip address 10.3.1.1 255.255.255.0
[RouterA-GigabitEthernet1/0/2] ospf cost 4
```

RouterB、RouterC和RouterD的配置同RouterA此处略。

步骤2 配置OSPF基本功能

配置指南-IP 单播路由(命令行)

#配置RouterA。

```
[RouterA] router id 10.1.1.1
[RouterA] ospf
[RouterA-ospf-1] area 1
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.1] network 10.2.1.1 0.0.0.255
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.1] network 10.3.1.1 0.0.0.255
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[RouterA-ospf-1] quit
```

#配置RouterB。

```
[RouterB] router id 10.2.2.2
[RouterB] ospf
[RouterB-ospf-1] area 1
[RouterB-ospf-1-area-0.0.0.1] network 10.5.1.2 0.0.0.255
[RouterB-ospf-1-area-0.0.0.1] network 10.2.1.2 0.0.0.255
[RouterB-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[RouterB-ospf-1] quit
```

#配置RouterC。

```
[RouterC] router id 10.3.3.3
[RouterC] ospf
[RouterC-ospf-1] area 1
[RouterC-ospf-1-area-0.0.0.1] network 10.3.1.3 0.0.0.255
[RouterC-ospf-1-area-0.0.0.1] network 10.4.1.3 0.0.0.255
[RouterC-ospf-1-area-0.0.0.1] network 10.5.1.1 0.0.0.255
[RouterC-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[RouterC-ospf-1] quit
```

#配置RouterD。

```
[RouterD] router id 10.4.4.4
[RouterD] ospf
[RouterD-ospf-1] area 1
[RouterD-ospf-1-area-0.0.0.1] network 10.4.1.4 0.0.0.255
[RouterD-ospf-1-area-0.0.0.1] quit
[RouterD-ospf-1] quit
```

步骤3 在RouterA上使能OSPF IP FRR

#在RouterA上使能OSPF IP FRR。

```
[RouterA] ospf
[RouterA-ospf-1] frr
[RouterA-ospf-1-frr] loop-free-alternate
[RouterA-ospf-1-frr] quit
[RouterA-ospf-1] quit
```

步骤4 验证配置结果

查看RouterA到RouterD的路由信息。由于使能了OSPF IP FRR,OSPF生成了一条备份路由。

```
[RouterA] display ospf routing router-id 10.4.4.4
         OSPF Process 1 with Router ID 10.1.1.1
                                       Route Type : Intra-area
Destination: 10.4.4.4
Area
          : 0.0.0.1
                                      AdvRouter : 10.4.4.4
           : Normal
                                                 : 00h31m27s
Type
                                      Age
URT Cost
           : 59
NextHop
           : 10.3.1.3
                                       Interface : GigabitEthernet1/0/2
Backup Nexthop : 10.2.1.2
                                     Backup Interface : GigabitEthernet1/0/1
Backup Type : LFA LINK
```

从显示信息可以看出,RouterA上已经生成了备份的路由。

----结束

配置文件

● RouterA的配置文件

```
# sysname RouterA #
router id 10.1.1.1 #
interface GigabitEthernet1/0/1
ip address 10.2.1.1 255.255.255.0 ospf cost 9 #
interface GigabitEthernet1/0/2
ip address 10.3.1.1 255.255.255.0 ospf cost 4 #
ospf 1
frr
loop-free-alternate
area 0.0.0.1
network 10.2.1.1 0.0.0.255
network 10.3.1.1 0.0.0.255
```

● RouterB的配置文件

```
# sysname RouterB #
router id 10.2.2.2 #
interface GigabitEthernet1/0/1
ip address 10.2.1.2 255.255.255.0
ospf cost 9 #
interface GigabitEthernet1/0/2
ip address 10.5.1.2 255.255.255.0
ospf cost 5 #
ospf 1
area 0.0.0.1
network 10.5.1.2 0.0.0.255
network 10.2.1.2 0.0.0.255
```

● RouterC的配置文件

```
# sysname RouterC #
router id 10.3.3.3 #
interface GigabitEthernet1/0/1
ip address 10.3.1.3 255.255.255.0 ospf cost 4 #
interface GigabitEthernet1/0/2
ip address 10.4.1.3 255.255.255.0 ospf cost 55 #
interface GigabitEthernet1/0/3
ip address 10.5.1.1 255.255.255.0 ospf cost 5 #
```

```
ospf 1
area 0.0.0.1
network 10.3.1.3 0.0.0.255
network 10.4.1.3 0.0.0.255
network 10.5.1.1 0.0.0.255
#
return
```

● RouterD的配置文件

```
# sysname RouterD

# router id 10.4.4.4

# interface GigabitEthernet1/0/1
  ip address 10.4.1.4 255.255.255.0
  ospf cost 55

# ospf 1
  area 0.0.0.1
  network 10.4.1.4 0.0.0.255

# return
```

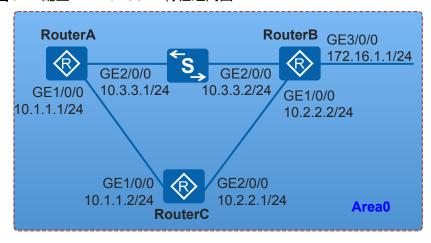
5.24.7 配置 BFD for OSPF 特性示例

组网需求

如图5-41所示。

- RouterA、RouterB和RouterC之间运行OSPF。
- 使能RouterA、RouterB和RouterC的OSPF进程BFD特性。
- 业务流量在主链路RouterA→RouterB上传送,链路RouterA→RouterC→RouterB作为备份链路。
- 在RouterA和RouterB之间的链路上创建接口的BFD特性,当RouterA和RouterB之间的链路出现故障时,BFD能够快速检测到故障并通告给OSPF协议,使业务流量使用备份链路传送。

图 5-41 配置 BFD for OSPF 特性组网图



配置思路

采用如下思路配置BFD for OSPF特性:

- 1. 在各路由器上使能OSPF基本功能;
- 2. 使能全局BFD特性;
- 3. 在RouterA和RouterB上使能OSPF BFD检测机制。

操作步骤

步骤1 配置各路由器接口的IP地址

#配置RouterA的各接口的IP地址。

RouterB和RouterC的配置同RouterA此处略。

步骤2 配置OSPF基本功能

#配置RouterA。

```
[RouterA] router id 10.1.1.1
[RouterA] ospf
[RouterA-ospf-1] area 0
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.3.3.0 0.0.0.255
[RouterA-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[RouterA-ospf-1] quit
```

#配置RouterB。

```
[RouterB] router id 10.2.2.2
[RouterB] ospf
[RouterB-ospf-1] area 0
[RouterB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.2.2.0 0.0.0.255
[RouterB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.3.3.0 0.0.0.255
[RouterB-ospf-1-area-0.0.0.0] network 172.16.1.0 0.0.0.255
[RouterB-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[RouterB-ospf-1] quit
```

#配置RouterC。

```
[RouterC] router id 10.3.3.3
[RouterC] ospf
[RouterC-ospf-1] area 0
[RouterC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.1.1.0 0.0.0.255
[RouterC-ospf-1-area-0.0.0.0] network 10.2.2.0 0.0.255
[RouterC-ospf-1-area-0.0.0.0] quit
[RouterC-ospf-1] quit
```

#配置完成后,执行**display ospf peer**命令,可以看到RouterA,RouterB和RouterC之间互相建立了邻居关系。以RouterA的显示结果为例。

```
<RouterA> display ospf peer

OSPF Process 1 with Router ID 10.1.1.1
Neighbors
```

配置指南-IP 单播路由(命令行)

```
Area 0.0.0.0 interface 10.1.1.1(GigabitEthernet1/0/0)'s neighbors
Router ID: 10.3.3.3
                           Address: 10.1.1.2
  State: Full Mode: Nbr is Master Priority: 1
  DR: 10.1.1.1 BDR: 10.1.1.2 MTU: 0
  Dead timer due in 38 sec
  Retrans timer interval: 5
  Neighbor is up for 00:00:15
  Authentication Sequence: [ 0 ]
                Neighbors
Area 0.0.0.0 interface 10.3.3.1(GigabitEthernet2/0/0)'s neighbors
Router ID: 10.2.2.2
                            Address: 10.3.3.2
 State: Full Mode: Nbr is Master Priority: 1
  DR: 10.3.3.1 BDR: 10.3.3.2 MTU: 0
 Dead timer due in 25 sec
  Retrans timer interval: 5
  Neighbor is up for 00:00:59
 Authentication Sequence: [ 0 ]
```

查看RouterA的OSPF路由表的信息,应该有去往RouterB和RouterC的路由表项,去往172.16.1.0/24的路由下一跳地址为10.3.3.2,流量在主链路RouterA→RouterB上传输。

```
<RouterA> display ospf routing
          OSPF Process 1 with Router ID 10.1.1.1
                   Routing Tables
Routing for Network
                 Cost Type
                                     NextHop
                                                     AdvRouter
Destination
                                                                      Area
172. 16. 1. 0/24
                    2
                          Transit
                                     10. 3. 3. 2
                                                       10. 2. 2. 2
                                                                        0.0.0.0
10. 3. 3. 0/24
                           Transit
                                    10. 3. 3. 1
                                                       10. 1. 1. 1
                                                                         0. 0. 0. 0
                   1
                   2
10. 2. 2. 0/24
10. 2. 2. 0/24
                           Transit
                                      10. 3. 3. 2
                                                        10. 2. 2. 2
                                                                         0.0.0.0
                     2
                           Transit
                                      10. 1. 1. 2
                                                        10. 2. 2. 2
                                                                          0.0.0.0
                                     10. 1. 1. 1
10. 1. 1. 0/24
                    1
                          Transit
                                                        10. 1. 1. 1
                                                                          0.0.0.0
Total Nets: 5
Intra Area: 5 Inter Area: 0 ASE: 0 NSSA: 0
```

步骤3 配置OSPF BFD

#在RouterA上使能全局BFD特性。

```
[RouterA] bfd
[RouterA-bfd] quit
[RouterA] ospf
[RouterA-ospf-1] bfd all-interfaces enable
[RouterA-ospf-1] quit
```

#在RouterB上使能全局BFD特性。

```
[RouterB] bfd
[RouterB-bfd] quit
[RouterB] ospf
[RouterB-ospf-1] bfd all-interfaces enable
[RouterB-ospf-1] quit
```

#在RouterC上使能全局BFD特性。

```
[RouterC] bfd
[RouterC-bfd] quit
[RouterC] ospf
[RouterC-ospf-1] bfd all-interfaces enable
[RouterC-ospf-1] quit
```

#配置完成后,在RouterA或RouterB、RouterC上执行**display ospf bfd session all**命令,可以看到BFDState的状态为Up。

以RouterA的显示为例。

```
[RouterA] display ospf bfd session all
         OSPF Process 1 with Router ID 10.1.1.1
 Area 0.0.0.0 interface 10.1.1.1(GigabitEthernet1/0/0)'s BFD Sessions
NeighborId:10.3.3.3
                            AreaId:0.0.0.0
                                                   Interface: GigabitEthernet 1/0/0
BFDState:up
                            rx :500
                                                  tx
                                                         :500
Multiplier:4
                           BFD Local Dis:8195
                                                  LocalIpAdd: 10.1.1.1
RemoteIpAdd: 10. 1. 1. 2
                            Diagnostic Info:No diagnostic information
 Area 0.0.0.0 interface 10.3.3.1 (GigabitEthernet2/0/0)'s BFD Sessions
NeighborId:10.2.2.2
                            AreaId:0.0.0.0
                                                   Interface:GigabitEthernet2/0/0
BFDState:up
                            rx :500
                                                          :500
                                                  t.x
                           BFD Local Dis:8194
                                                  LocalIpAdd: 10. 3. 3. 1
Multiplier:4
```

步骤4 配置接口的BFD特性

RemoteIpAdd: 10.3.3.2

#在RouterA的GigabitEthernet2/0/0接口上配置BFD特性,并指定最小发送和接收间隔为500ms,本地检测时间倍数为4。

Diagnostic Info:No diagnostic information

```
[RouterA] interface gigabitethernet 2/0/0

[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] ospf bfd enable

[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] ospf bfd min-tx-interval 500 min-rx-interval 500 detect-multiplier 4

[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

#在RouterB的GigabitEthernet2/0/0接口上配置BFD特性,并指定最小发送和接收间隔为500ms,本地检测时间倍数为4。

```
[RouterB] interface gigabitethernet 2/0/0

[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] ospf bfd enable

[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] ospf bfd min-tx-interval 500 min-rx-interval 500 detect-multiplier 4

[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

#配置完成后,在RouterB或RouterC上执行display ospf bfd session all命令,可以看到BFDState的状态为UP。

以RouterB的显示为例。

```
[RouterB] display ospf bfd session all

OSPF Process 1 with Router ID 10.2.2.2
Area 0.0.0.0 interface 10.3.3.2(GigabitEthernet2/0/0)'s BFD Sessions

NeighborId:10.1.1.1 AreaId:0.0.0.0 Interface: GigabitEthernet2/0/0
BFDState:up rx :500 tx :500
Multiplier:4 BFD Local Dis:8198 LocalIpAdd:10.3.3.2
RemoteIpAdd:10.3.3.1 Diagnostic Info:No diagnostic information
```

步骤5 验证配置结果

#对RouterB的GE2/0/0接口执行shutdown命令,模拟主链路故障。

```
[RouterB] interface gigabitethernet 2/0/0
[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] shutdown
```

#在路由器RouterA上,查看路由表。可以看出,在主链路失效后,备份链路RouterA-RouterC-RouterB生效,去往172.16.1.0/24的路由下一跳地址为10.1.1.2。

```
<RouterA> display ospf routing
          OSPF Process 1 with Router ID 10.1.1.1
                   Routing Tables
Routing for Network
                    Cost Type
                                                      AdvRouter
Destination
                                      NextHop
                                                                       Area
172. 16. 1. 0/24
                                      10. 1. 1. 2
                                                       10. 2. 2. 2
                                                                         0.0.0.0
                    3
                          Transit
10. 3. 3. 0/24
                    1
                          Stub
                                      10. 3. 3. 1
                                                        10. 1. 1. 1
```

```
10. 2. 2. 0/24 2 Transit 10. 1. 1. 2 10. 2. 2. 2 0. 0. 0. 0
10. 1. 1. 0/24 1 Transit 10. 1. 1. 1 10. 1. 1. 1 0. 0. 0. 0

Total Nets: 4
Intra Area: 4 Inter Area: 0 ASE: 0 NSSA: 0
```

----结束

配置文件

● RouterA的配置文件

```
#
sysname RouterA
#
router id 10.1.1.1
#
bfd
#
interface GigabitEthernet1/0/0
    ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
#
interface GigabitEthernet2/0/0
    ip address 10.3.3.1 255.255.255.0
    ospf bfd enable
    ospf bfd min-tx-interval 500 min-rx-interval 500 detect-multiplier 4
#
ospf 1
bfd all-interfaces enable
area 0.0.0.0
    network 10.3.3.0 0.0.0.255
    network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

● RouterB的配置文件

```
sysname RouterB
router id 10.2.2.2
#
bfd
#
interface GigabitEthernet1/0/0
ip address 10.2.2.2 255.255.255.0
interface GigabitEthernet2/0/0
ip address 10.3.3.2 255.255.255.0
ospf bfd enable
ospf bfd min-tx-interval 500 min-rx-interval 500 detect-multiplier 4
interface GigabitEthernet3/0/0
ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
#
ospf 1
bfd all-interfaces enable
area 0.0.0.0
 network 10.3.3.0 0.0.0.255
 network 10.2.2.0 0.0.0.255
 network 172.16.1.0 0.0.0.255
return
```

● RouterC的配置文件

```
#
sysname RouterC
#
router id 10.3.3.3
#
```

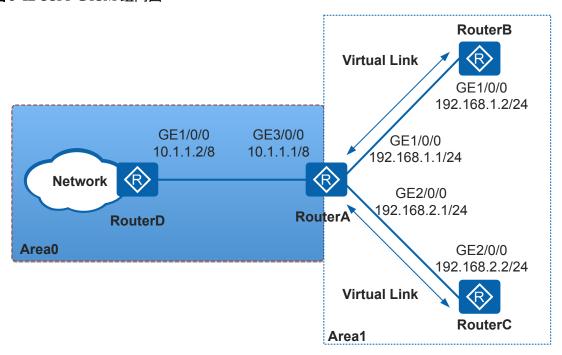
```
bfd #
interface GigabitEthernet1/0/0
ip address 10.1.1.2 255.255.255.0 #
interface GigabitEthernet2/0/0
ip address 10.2.2.1 255.255.255.0 #
ospf 1
bfd all-interfaces enable area 0.0.0.0 network 10.1.1.0 0.0.0.255 network 10.2.2.0 0.0.0.255 #
return
```

5.24.8 配置 OSPF GTSM 特性示例

组网需求

如图5-42所示,各路由器间运行OSPF协议,在RouterA、RouterB和RouterC上启用GTSM保护功能。

图 5-42 OSPF GTSM 组网图



配置思路

采用如下的思路配置OSPF GTSM功能:

- 1. 配置OSPF基本功能
- 2. 在各路由器上使能GTSM,指定有效TTL范围

操作步骤

步骤1 配置各接口的IP地址

#配置RouterA的各接口的IP地址。

RouterB、RouterC和RouterD的配置同RouterA此处略。

步骤2 配置OSPF基本功能(请参见举例配置OSPF的基本功能)

地骤3 配置OSPF GTSM

#在RouterA上配置到其他路由器的最大有效TTL范围255到255。

```
[RouterA] ospf valid-ttl-hops 1
```

#在RouterB上配置到其他设备的有效TTL范围254到255。

```
[RouterB] ospf valid-ttl-hops 2
```

#在Routerc上配置到其他设备的有效TTL范围254到255。

[RouterC] ospf valid-ttl-hops 2

步骤4 验证配置结果

#查看各路由器间OSPF的邻居是否正常建立。以RouterC为例,可以看到邻居关系为 "Full",邻居正常建立。

```
[RouterC] display ospf peer

OSPF Process 1 with Router ID 3.3.3.3

Neighbors

Area 0.0.0.0 interface 192.168.2.2(GigabitEthernet2/0/0)'s neighbors

Router ID: 1.1.1.1 Address: 192.168.2.1

State: Full Mode:Nbr is Master Priority: 1

DR: 192.168.2.2 BDR: 192.168.2.1 MTU: 0

Dead timer due in 36 sec

Retrans timer interval: 5

Neighbor is up for 00:15:04

Authentication Sequence: [ 0 ]
```

在RouterC上执行display gtsm statistics all, 查看RouterC的GTSM统计信息, 在缺省动作是通过且没有非法报文的情况下, 丢弃的报文数是0。

SlotId Protocol Total Counters Drop Counters Pass Counters
0 BGP 0 0
0 BGPv6 0 0 0
0 OSPF 0 0 0
0 LDP 0 0
1 BGP 0 0 0
1 BGPv6 0 0
1 OSPF 0 0 0

1	LDP	0	0	0	
2	BGP	0	0	0	
2	BGPv6	0	0	0	
2	OSPF	0	0	0	
2	LDP	0	0	0	
3	BGP	0	0	0	
3	BGPv6	0	0	0	
3	0SPF	0	0	0	
3	LDP	0	0	0	

----结束

配置文件

● RouterA的配置文件

```
sysname RouterA
router id 1.1.1.1
interface GigabitEthernet1/0/0
ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
interface GigabitEthernet2/0/0
ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
interface GigabitEthernet3/0/0
ip address 10.1.1.1 255.0.0.0
ospf 1
area 0.0.0.0
network 10.0.0.0 0.255.255.255
area 0.0.0.1
 network 192.168.1.0 0.0.0.255
 network 192.168.2.0 0.0.0.255
ospf valid-ttl-hops 1
#
return
```

● RouterB的配置文件

```
#
sysname RouterB
#
router id 2.2.2.2
#
interface GigabitEthernet1/0/0
ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
#
ospf 1
area 0.0.0.1
network 192.168.1.0 0.0.0.255
#
ospf valid-ttl-hops 2
#
return
```

● RouterC的配置文件

```
#
sysname RouterC
#
router id 3.3.3.3
#
interface GigabitEthernet2/0/0
ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
#
ospf 1
```

```
area 0.0.0.1
network 192.168.2.0 0.0.0.255

#
ospf valid-ttl-hops 2
#
return
```

● RouterD的配置文件

```
#
sysname RouterD
#
router id 4.4.4.4
#
interface GigabitEthernet1/0/0
ip address 10.1.1.2 255.0.0.0
#
ospf 1
area 0.0.0.0
network 10.0.0.0 0.255.255.255
#
return
```

5.25 OSPF 常见配置错误

介绍常见配置错误的案例,避免在配置阶段引入故障。

5.25.1 OSPF 邻居建立不成功

故障现象

OSPF邻居建立不成功。

操作步骤

步骤1 检查邻居两端的接口物理和协议状态是否UP,状态是否稳定,接口是否有丢包,两边互ping大包是否能通。

若物理接口不Up或是不稳定(有振荡现象),请排查物理链路和链路层协议,确保物理和协议状态都是Up,并且接口无错误计数。

可以通过ping测试,长ping测试是否存在丢包现象,ping大包(1500字节以上)测试是否存在大包不通的现象。

步骤2 检查链路两端OSPF进程的Router ID是否一致。

分别在链路两端的设备上执行命令**display ospf** [*process-id*] **brief**,查看OSPF进程的Router ID。

RouterID尽量保证全网唯一,否则有可能邻居不能正常建立、路由信息不正确的问题。 建议在设备上单独为每个OSPF进程配置全网唯一的Router ID。

如果链路两端OSPF进程的Router ID一致,请在系统视图下执行命令**ospf**[*process-id*] **router-id** *router-id*,修改OSPF进程的Router ID以保证不冲突。

修改OSPF进程的Router ID之后,必须在用户视图下执行命令**reset ospf** [*process-id*] **process**后,新配置的Router ID才会生效。

步骤3 检查链路两端OSPF区域ID是否一致。

分别在链路两端的设备上执行命令**display ospf** [*process-id*] **brief**,查看OSPF的区域ID。

如果链路两端的OSPF区域ID不一致,请在OSPF视图下执行命令**area** area-id,修改OSPF区域ID以保证一致。

步骤4 检查链接两端OSPF接口的网络类型是否一致。

分别在链路两端的设备上执行命令**display ospf** [*process-id*] **interface**,查看OSPF接口的接口类型。

一般情况下,链路两端的OSPF接口的网络类型必须一致,否则双方不能正常建立起 OSPF邻居关系。

- 当链路两端的OSPF接口的网络类型一端是广播网而另一端是P2P时,双方仍可以 正常的建立起邻居关系,但互相学不到路由信息。
- 当链路两端的OSPF接口的网络类型一端是P2MP而另一端是P2P时,双方仍可以正常的建立起邻居关系,但互相学不到路由信息。为了相互学到路由信息,此时需要在链路两端的OSPF接口上配置相同的Hello报文发送间隔和邻居失效时间。

如果OSPF接口的网络类型不一致,请在运行OSPF协议的接口视图下执行命令ospf network-type { broadcast | nbma | p2mp | p2p }, 修改OSPF接口的网络类型以保证一致。

□ 说明

如果链路两端OSPF接口的网络类型都是NBMA,则必须在OSPF视图下执行命令**peer** *ip-address* [**dr-priority**],配置NBMA网络的OSPF邻居。

步骤5 检查链路两端OSPF接口的IP地址的掩码是否一致。

分别在链路两端的设备上执行命令display current-configuration interface interface-type interface-number, 查看OSPF接口的IP地址。

一般情况下,链路两端的OSPF接口的IP地址的掩码必须一致,否则双方不能正常建立OSPF邻居关系。但在P2MP网络中,可以通过在运行OSPF协议的接口视图下配置命令ospf p2mp-mask-ignore来使设备忽略对网络掩码的检查,从而正常建立OSPF邻居关系。

如果OSPF接口的IP地址的掩码不一致,请在运行OSPF协议的接口视图下执行命令**ip address** *ip-address* { *mask* | *mask-length* },修改OSPF接口的IP地址以保证掩码一致。

步骤6 检查链路两端OSPF接口的IP地址所在网段是否包含在区域内配置的**network**内。

分别在链路两端的设备上执行命令display current-configuration interface interface-type interface-number, 查看OSPF接口的IP地址; 执行命令display current-configuration configuration ospf,查看OSPF进程的配置。

满足下面两个条件,OSPF协议才能在接口上运行:

- 接口的IP地址掩码长度≥network命令中的掩码长度。OSPF使用反掩码,例如 0.0.0.255表示掩码长度24位。
- 接口的主IP地址必须在network命令指定的网段范围之内。

如果检查发现接口IP地址与配置的**network**不满足上述条件,请在运行OSPF协议的接口视图下执行命令**ip address** ip-address { $mask \mid mask$ -length },修改接口的IP地址;或者在OSPF进程对应的区域视图下执行命令**network**,修改配置的网段,保证满足上述条件。

步骤7 检查链路两端OSPF接口的DR优先级是否非零。

分别在链路两端的设备上执行命令**display ospf** [*process-id*] **interface**,查看OSPF接口的DR优先级。

对于广播和NBMA类型网络,链路中至少要有一个OSPF接口的DR优先级不为0,这样才能正常选举出DR。否则两边的邻居状态只能达到2-Way。

如果链路两端OSPF接口的DR优先级都为0,请在运行OSPF协议的接口视图下执行命令ospf dr-priority priority,修改OSPF接口的DR优先级以保证至少有一个接口的DR优先级不为0。

----结束

5.25.2 OSPF 不能发现其他区域的路由

故障现象

在链路正常的情况下,OSPF不能发现其他区域的路由。

操作步骤

步骤1 检查设备所在区域是否与骨干区域相连。

在设备所在区域的ABR上执行命令**display ospf** [*process-id*] **brief**,查看ABR的区域配置信息。

OSPF规定所有非骨干区域必须与骨干区域保持连通。

如果ABR上没有配置骨干区域的信息,请在OSPF视图下执行命令**area** area-id,修改OSPF区域信息以保证ABR上至少有一个接口运行在骨干区域。

∭说明

如果因实际组网限制,无法满足所有非骨干区域与骨干区域保持连通的要求,可以通过配置虚连接来满足需求。

步骤2 检查设备所在区域是否为Totally Stub区域。

在设备上执行命令**display current-configuration configuration ospf** [*process-id*],查看 OSPF进程的配置信息。

配置非骨干区域为Stub区域时,如果在ABR上配置时加上了参数no-summary (即OSPF区域视图下执行stub no-summary命令),则将该区域配置成了Totally Stub区域。

Totally Stub区域,不允许发布自治系统外部路由和区域间的路由,只允许发布区域内路由。

如果设备所在区域被配置为Totally Stub区域,请在确认需要修改的情况下,根据需求选择如下配置:

- 如果要将该Totally Stub区域恢复为普通区域,则需要在该区域的所有设备的OSPF 区域视图下执行命令**undo stub**。
- 如果仅仅是需要将Totally Stub区域改成Stub区域,则需要在该区域的ABR的OSPF 区域视图下先执行命令undo stub,然后再执行命令stub。

步骤3 检查设备所在区域是否为Totally NSSA区域。

在设备上执行命令**display current-configuration configuration ospf** [*process-id*],查看OSPF进程的配置信息。

配置非骨干区域为NSSA区域时,如果在ABR上配置时加上了参数no-summary (即在OSPF区域视图下执行nssa no-summary命令),则将该区域配置成了Totally NSSA区域。

Totally NSSA区域不允许发布自治系统外部路由和区域间的路由,只允许发布区域内路由。

如果设备所在区域被配置为Totally NSSA区域,请在确认需要修改的情况下,根据需求 选择如下配置:

- 如果要将该Totally NSSA区域恢复为普通区域,则需要在该区域的所有设备的 OSPF区域视图下执行命令**undo nssa**。
- 如果仅仅是需要将Totally NSSA区域改成NSSA区域,则需要在该区域的ABR的 OSPF区域视图下先执行命令undo nssa,然后再执行命令nssa。

----结束

5.26 OSPF FAQ

介绍用户在配置过程中常问的问题,给出相应的解答。

5.26.1 OSPF 需要在哪些接口上配置 peer

对于链路类型是NBMA的网络需要在OSPF视图下配置peer。

5.26.2 IGP 路由如何计算路由的度量值 Cost

IGP路由协议包括: RIP路由协议、IS-IS路由协议和OSPF路由协议。

RIP 计算路由 Cost 的原则

RIP使用跳数(Hop Count)来衡量到达目的地址的距离,称为度量值。在RIP中,路由器到与它直接相连网络的跳数为0,通过一个路由器可达的网络的跳数为1,其余依此类推。为限制收敛时间,RIP规定度量值取0~15之间的整数,大于或等于16的跳数被定义为无穷大,即目的网络或主机不可达。

在缺省情况下,接口接受RIP路由信息是不额外增加Cost,但是在接口发送RIP路由信息时Cost值会增加1。可以执行以下命令改变接口在发送和接收时的Cost值。

- rip metricin用于在接收到路由后,给其增加一个附加Cost,再加入路由表中,使得路由表中的Cost发生变化。运行该命令会影响到本地设备和其他设备的路由选择。
- **rip metricout**用于自身路由的发布,发布时增加一个附加的Cost,但路由表中的Cost不会发生变化。运行该命令不会影响本地设备的路由选择,但是会影响其他设备的路由选择。

∭说明

当RIP引入其他外部路由协议时,可以通过以下三条命令指定引入路由的Cost,其优先级依次递减:

- 通过apply cost命令应用路由策略配置路由的Cost。
- 通过import-route (RIP)命令设置引入路由的Cost。
- 通过default-cost (RIP)命令设置缺省路由开销值。

IS-IS 计算路由 Cost 的原则

在IS-IS网络中,IS-IS接口的链路Cost值缺省为10。那么,IS-IS路由的Cost表现为从本端设备到目的端设备最优路由所经过的所有链路Cost的总和。

IS-IS有三种方式来指定接口的Cost,按照优先级由高到低分别是:

- 执行isis cost命令,为指定的IS-IS接口设置链路Cost。
- 执行**circuit-cost**命令,为所有IS-IS接口设置链路Cost。
- 执行auto-cost enable命令,使能自动计算IS-IS接口的链路Cost。

使用此命令时,需要先执行bandwidth-reference命令配置计算带宽的参考值。缺省情况下,带宽参考值为100,单位是Mbit/s。但是只有当开销类型为wide或widecompatible时,配置的带宽参考值才是有效的,此时各接口的开销值=(bandwidth-reference/接口带宽值)×10。当开销类型为narrow、narrow-compatible或compatible时,各个接口的开销值根据表5-23来确定。

表 5-23 IS-IS 接口开销和带宽对应关系表

开销值	接口带宽范围
60	接口带宽≤10Mbit/s
50	10Mbit/s<接口带宽≤100Mbit/s
40	100Mbit/s<接口带宽≤155Mbit/s
30	155Mbit/s<接口带宽≤622Mbit/s
20	622Mbit/s<接口带宽≤2.5Gbit/s
10	2.5Gbit/s<接口带宽

□ 说明

当Level-1区域内的Level-1路由器只能通过Level-1-2路由器生成的缺省路由与Level-1区域外进行通信时,Level-1路由器到Level-1区域外路由的Cost表现为此Level-1路由器到最近的Level-1-2路由器的路由的Cost。

在IS-IS引入外部路由时,可以为引入的外部路由指定Cost,也可以指定引入的外部路由保留原有的路由Cost。

OSPF 计算路由 Cost 的原则

与IS-IS类似,OSPF在计算路由的Cost时,也是将路由所经过的所有链路的Cost累加。不同的是,缺省情况下,OSPF接口链路Cost值为1。

通过执行**ospf cost**命令,可以为指定的OSPF接口配置Cost。如果没有通过此命令配置接口的Cost,还可以通过接口带宽自动计算接口Cost。计算公式为:接口开销=带宽参

考值/接口带宽,取计算结果的整数部分作为接口开销值(当结果小于1时取1)。缺省情况下,带宽参考值为100Mbit/s。此时,通过执行bandwidth-reference命令改变带宽参考值就可以间接的改变OSPF接口的开销值。

|| 说明

当Stub路由器到AS外部路由,Total Stub路由器到AS外部路由和Area间路由时,它们会通过距离最近的ABR生成的缺省路由转发出去。此时,Stub路由器到AS外部路由,Total Stub路由器到AS外部路由和Area间路由的Cost即为此路由器到最近的ABR的路由的Cost。NSSA路由器和Total NSSA路由器与之对应,即当该路由器需要通过ABR或ASBR生成的缺省路由与其他区域或其他AS通信时,此时路由的Cost即为路由器到最近ABR或ASBR的路由的Cost。

5.26.3 为什么不同类型的接口无法生成 OSPF 等价路由, 继而无法进行负载分担

OSPF会根据该接口的带宽自动计算其开销值。计算公式为:接口开销=带宽参考值/接口带宽。其中,带宽参考值是可以配置的,缺省值为100M。此时,虽然同为OSPF生成的路由,其优先级相同(默认为10),但是不同类型的出接口cost值不同,因此构不成等价路由,所以不能出现负载分担。

5.26.4 OSPF 路由引入外部路由时, cost 值如何确定

当OSPF引入外部路由时,缺省情况下引入的外部路由不继承原有路由的cost值,而是设置缺省cost值为1。

如果不希望引入的外部路由采用缺省的cost值,可以使用命令**default** { cost { cost | inherit-metric } 改变引入的外部路由的cost值。其中

- 配置参数**cost**,可以指定引入的外部路由的缺省cost值,取值范围为0~16777214。
- 配置参数*inherit-metric*,可以使引入的外部路由的cost值为路由自带的cost值。

5.26.5 OSPF 进程间选路规则

OSPF支持多进程,在同一台路由器上可以运行多个不同的OSPF进程,它们之间互不影响,彼此独立。

假定一台路由器上配置了两个OSPF进程:进程1和进程2。由于它们之间是相互独立的,所以进程1和进程2的路由都会下发给路由管理模块。在这两个进程之间选路时遵循以下规则:

1. 在选择最优路由时,会首先判定这两个进程的协议优先级,优先级高的就会被选 为最优路由。

∭说明

通过命令**preference** [**ase**] { *preference* | **route-policy** *route-policy-name* } *可以在指定OSPF进程下设置OSPF路由的协议优先级。缺省情况下,OSPF路由的优先级为10。当指定ASE时,缺省优先级为150。

2. 当两个进程的协议优先级相同时,那么就会比较两条路由的cost值,cost值小的就会被选为最优路由。

□□说明

选择最优路由时,一定是先比较协议优先级。只有协议优先级相同时,才会比较cost值。

5.26.6 在 OSPF VPN 多实例中 OSPF 路由表中的路由为什么比预计的路由要少

在OSPF VPN多实例中,由于PE和CE之间互相学习BGP、OSPF路由,可能会导致路由环路。通过在PE发布的Type3、Type5或Type7 LSA中将DN位置1,可以使接收LSA的CE忽略这些DN位置1的LSA,使其不参与路由计算,从而避免路由环路的产生。

当设备利用以上机制预防环路时,可以在设备上发现OSPF路由表中的路由会比预计的路由要少,这是因为部分LSA不参与路由计算的结果。如果实际情况需要这部分DN位置1的LSA参与路由计算,在可以接收LSA的设备上执行vpn-instance-capability simple命令,禁止路由环路检测,使得这部分LSA直接参与路由计算。

5.27 OSPF 参考信息

介绍OSPF的参考标准和协议。

本特性的参考资料清单如下:

文档	描述	备注
RFC1587	This document describes a new optional type of OSPF area, somewhat humorously referred to as a "not-so-stubby" area (or NSSA). NSSAs are similar to the existing OSPF stub area configuration option but have the additional capability of importing AS external routes in a limited fashion.	-
RFC1765	Proper operation of the OSPF protocol requires that all OSPF routers maintain an identical copy of the OSPF link-state database. However, when the size of the link-state database becomes very large, some routers may be unable to keep the entire database due to resource shortages; we term this "database overflow".	该RFC为 Experimental,非 Standard。
RFC2328	This memo documents version 2 of the OSPF protocol. OSPF is a link-state routing protocol.	-
RFC2370	This memo defines enhancements to the OSPF protocol to support a new class of link-state advertisements (LSA) called Opaque LSAs. Opaque LSAs provide a generalized mechanism to allow for the future extensibility of OSPF.	-
RFC3137	This memo describes a backward-compatible technique that may be used by OSPF (Open Shortest Path First) implementations to advertise unavailability to forward transit traffic or to lower the preference level for the paths through such a router.	该RFC为 Informational,非 Standard。

文档	描述	备注
RFC3623	This memo documents an enhancement to the OSPF routing protocol, whereby an OSPF router can stay on the forwarding path even as its OSPF software is restarted.	-
RFC3630	This document describes extensions to the OSPF protocol version 2 to support intra-area Traffic Engineering (TE), using Opaque Link State Advertisements.	-
RFC3682	The use of a packet's Time to Live (TTL) (IPv4) or Hop Limit (IPv6) to protect a protocol stack from CPU-utilization based attacks has been proposed in many settings.	该RFC为 Experimental,非 Standard。
RFC3906	This document describes how conventional hop- by-hop link-state routing protocols interact with new Traffic Engineering capabilities to create Interior Gateway Protocol (IGP) shortcuts.	-
RFC4576	This document specifies the necessary procedure, using one of the options bits in the LSA (Link State Advertisements) to indicate that an LSA has already been forwarded by a PE and should be ignored by any other PEs that see it.	-
RFC4577	This document extends that specification by allowing the routing protocol on the PE/CE interface to be the Open Shortest Path First (OSPF) protocol.	-
RFC4750	This memo defines a portion of the Management Information Base (MIB) for use with network management protocols in TCP/IP-based internets. In particular, it defines objects for managing version 2 of the Open Shortest Path First Routing Protocol. Version 2 of the OSPF protocol is specific to the IPv4 address family.	-