第四章 OSPF 路由协议配置

4.1 OSPF 简介

OSPF(Open Shortest Path First)为 IETF OSPF 工作组开发的一种基于链路状态的内部网关路由协议。OSPF 是专为 IP 开发的路由协议,直接运行在 IP 层上面,协议号为 89,采用组播方式进行 OSPF 包交换,组播地址为 224.0.0.5(全部 OSPF 路由器)和 224.0.0.6(指定路由器)。

链路状态算法是一种与哈夫曼向量算法(距离向量算法)完全不同的算法,应用哈夫曼向量算法的传统路由协议为 RIP,而 OSPF 路由协议是链路状态算法的典型实现。与 RIP 路由协议对比,OSPF 除了算法上的不同,还引入了路由更新认证、VLSMs(可变长子网掩码)、路由聚合等新概念。即使 RIPv2 做了很大的改善,可以支持路由更新认证、可变长子网掩码等特性,但是 RIP 协议还是存在两个致命弱点: 1)收敛速度慢; 2) 网络规模受限制,最大跳数不超过 16 跳。OSPF 的出现克服了 RIP 的弱点,使得 IGP 协议也可以胜任中大型、较复杂的网络环境。

OSPF 路由协议利用链路状态算法建立和计算到每个目标网络的最短路 径,该算法本身较复杂,以下简单地、概括性地描述了链路状态算法工作 的总体过程:

- 初始化阶段,路由器将产生链路状态通告,该链路状态通告包含 了该路由器全部链路状态;
- 所有路由器通过组播的方式交换链路状态信息,每台路由器接收 到链路状态更新报文时,将拷贝一份到本地数据库,然后再传播 给其它路由器;
- 当每台路由器都有一份完整的链路状态数据库时,路由器应用 Dijkstra算法针对所有目标网络计算最短路径树,结果内容包括: 目标网络、下一跳地址、花费,是IP路由表的关键部分。

如果没有链路花费、网络增删变化,OSPF将会十分安静,如果网络发生了任何变化,OSPF通过链路状态进行通告,但只通告变化的链路状态,变化涉及到的路由器将重新及运行 Dijkstra 算法,生成新的最短路径树。

一组运行 OSPF 路由协议的路由器,组成了 OSPF 路由域的自治域系统。一个自治域系统是指由一个组织机构控制管理的所有路由器,自治域系统内部只运行一种 IGP 路由协议,自治域系统之间通常采用 BGP 路由协议进行路由信息交换。不同的自治域系统可以选择相同的 IGP 路由协议,如果要连接到互联网,每个自治域系统都需要向相关组织申请自治域系统编号。

当 OSPF 路由域规模较大时,一般采用分层结构,即将 OSPF 路由域分割成几个区域(AREA),区域之间通过一个骨干区域互联,每个非骨干区域都需要直接与骨干区域连接。

在 OSPF 路由域中,根据路由器的部署位置,有三种路由器角色:

- 1) 区域内部路由器,该路由器的所有接口网络都属于一个区域;
- 2) 区域边界路由器,也称为 ABR (Area Border Routers),该路由器的接口网络至少属于两个区域,其中一个必须为骨干区域;
- 3) 自治域边界路由器,也称为 ASBR(Autonomous System Boundary Routers),是 OSPF 路由域与外部路由域进行路由交换的必经之路。

RGNOS 软件对 OSPF 的实现完全遵循了 RFC 2328 中定义的 OSPF v2,以下列出了 RGNOS 软件实现的 OSPF 的主要特性:

- 残域——完全支持残域的定义:
- 路由重分布——实现了与 RIP、BGP 路由协议之间的重分布;
- 认证——支持邻居之间明文或者 MD5 的认证;
- 虚拟链路——支持虚拟链路;
- 可变长子网掩码 VLSMs 的支持。
- 区域的划分
- NSSA(Not So Stubby Area), RFC 1587 定义;

RGNOS 目前还不支持以下功能,但在将来的版本会支持:

● OSPF 按需线路的支持, RFC 1793 定义。

4.2 OSPF 配置任务列表

OSPF 的配置需要在各路由器(包括内部路由器、区域边界路由器和自治系统边界路由器等)之间相互协作。在未作任何配置的情况下,路由器的各参数使用缺省值,此时,发送和接收报文都无须进行验证,接口也不属于任何一个自治系统的分区。在改变缺省参数的过程中,请务必保证各路由器之间的配置相互一致。

为了配置 OSPF, 需要完成的工作如下所列。其中, 激活 OSPF 是必需的, 其他选项可选, 但也可能为特定的应用所必需。以下为 OSPF 路由协议的配置步骤:

- 创建 OSPF 路由进程(必须)
- 配置 OSPF 接口参数(可选)
- 配置 OSPF 以适应不同物理网络(可选)
- 配置 OSPF 区域参数(可选)
- 配置 OSPF NSSA 区域(可选)
- 配置 OSPF 区域之间路由汇聚 (可选)

- 路由注入 OSPF 时配置路由汇聚 (可选)
- 创建虚拟链接(可选)
- 产生缺省路由(可选)
- 用 Loopback 地址做路由标识符(可选)
- 更改 OSPF 缺省管理距离(可选)
- 配置路由计算计时器 (可选)
- 状态更新信息调整时间 (可选)
- 路由选择配置 (可选)
- 配置接口接收数据库描述报文时是否校验 MTU 值(可选)
- 配置禁止接口发送 OSPF 报文(可选)

以下为 OSPF 的缺省配置:

	接口代价:不预设接口代价
	104 重任问题。5 孙
	LSA 重传间隔:5 秒
	LSA 发送延迟:1 秒
	hello 报文发送间隔:10 秒(对于非广播网络为 30 秒)
	邻接路由器失效的时间: hello 报文发送间隔的四倍
	优先级: 1
	认证类型: 0(无认证)
	认证密码:无
区间	认证类型: 0(无认证)
	进入 Stub 或 NSSA 区域的汇总路由的缺省代价: 1
	区间汇总范围: 未定义
	存根区间(STUB): 未定义
	不完全存根区间(NSSA): 未定义
虚拟连接	未定义虚拟连接。
:	有关虚拟连接参数的缺省值:
	LSA 重传间隔:5 秒
	LSA 发送延迟:1 秒
	hello 报文发送间隔:10 秒
	邻接路由器失效的时间: hello 报文发送间隔的四倍
	认证类型:无认证
	认证密码:无
自动代价计算	打开;
	缺省的自动代价参考是 100 Mbps;
缺省路由产生	关闭;
	如果打开则缺省使用的 metric 是 1,类型是 type-2
缺省 metric	重分发其他路由协议所使用的缺省 metric;
(Default metric)	
管理距离	区间内路由信息: 110
	区间间路由信息: 110
	外部路由信息: 110
数据库过滤	关闭,所有接口都可以接收状态更新信息 LSA。

邻居变化日志记	打开
录	1171
邻居 (neighbor)	无
邻居数据库过滤	关闭,输出的 LSA 发送到所有邻居;
区间网络范围	无
(network area)	
路由器 ID	未定义,缺省 ospf 协议没有运行
路由汇总	未定义
(summary-address)	
状态更新信息调	240 秒
整时间	
最短路径优先算	收到拓扑改变信息到下一次开始调用 SPF 算法计算的
法定时器	延迟时间: 5 秒.
	两次计算至少间隔的时间: 10 秒.
计算外部路由时	采用 RFC1583 中的规则
采用的最优路径	
的规则	

4.2.1 创建 OSPF 路由进程

创建 OSPF 路由进程,并定义与该 OSPF 路由进程关联的 IP 地址范围,以及该范围 IP 地址所属的 OSPF 区域。OSPF 路由进程只在属于该 IP 地址范围的接口发送、接收 OSPF 报文,并且对外通告该接口的链路状态。目前我们支持一个 ospf 路由进程

要创建 OSPF 路由进程,可以按照如下步骤进行:

. L. TERRY		A 55
步骤	命令	含义
Step1	Red-Giant # configure terminal	进入全局配置模式。
Step2	Red-Giant (config)# ip routing	启用路由功能(如果为关闭的话)
Step3	Red-Giant (config)# router ospf	打开 OSPF,进入 OSPF 配置模式
	1	
Step4	Red-Giant (config-router)#	定义属于一个区间的地址范围;
	network address	
	wildcard-mask area area-id	
Step5	Red-Giant (config-router)# End	退回到特权模式。
Step6	Red-Giant # show ip protocol	显示当前运行的路由协议。
Step7	Red-Giant # write	保存配置。

□ 说明:

Network 命令中 32 个"比特通配符"与掩码的取值相反,取"1"代表不比较该比特位,"0"代表比较该比特位。不过用掩码的方式来定义,RGNOS也会自动翻译成比特通配符。只有接口地址与 Network 命令定义的 IP 地址范围相匹配,该接口就属于指定的区域。

使用命令 no router ospf [process-id]关闭 OSPF 协议。以下为打开 OSPF 协议的示例:

Red-Giant(config)# router ospf 1

Red-Giant (config-router)# network 192.168.0.0 255.255.255.0 area 0

Red-Giant (config-router)# end

4.2.2 配置 OSPF 接口参数

OSPF 允许用户更改某些特定的接口参数,用户可以根据实际应用的需要将这些参数任意设置。应该注意的是,一些参数的设置必须保证跟与该接口相邻接的路由器的相应参数一致,这些参数通过 ip ospf hello-interval, ip ospf dead-interval, ip ospf authentication-key 和 ip ospf message-digest-key 五个接口参数进行设置,当使用这些命令时应该注意邻居路由器也有同样的配置。

要配置 OSPF 接口参数,在接口配置模式中进行执行以下命令:

步骤	命令	含义
Step1	Red-Giant # configure	进入全局配置模式。
	terminal	
Step2	Red-Giant (config)# ip	启用路由功能(如果为关闭的
	routing	话)
Step3	Red-Giant (config)# interface	进入接口配置模式。
	interface-id	
Step4	Red-Giant (config-if)# ip ospf	(可选)定义接口费用,
	cost cost-value	
Step5	Red-Giant (config-if)#ip ospf	(可选)设置链路状态重传间
	retransmit-interval	隔;
	seconds	
Step6	Red-Giant (config-if)#ip ospf	(可选)设置链路状态更新报
	transmit-delay seconds	文传输过程的估计时间;
Step7	Red-Giant (config-if)#ip ospf	(可选)设置 hello 报文发送
	hello-interval seconds	间隔,对于整个网络的节点,
		该值要相同;
Step8	Red-Giant (config-if)#ip ospf	(可选)设置相邻路由器失效

	dead-interval seconds	间隔,对于整个网络的节点,
		该值必须相同;
Step9	Red-Giant (config-if)#ip ospf	(可选) 优先级, 用于选举指
	priority number	派路由器(DR)和备份指派
		路由器(BDR)
Step10	Red-Giant (config-if)#ip ospf	(可选)设置接口的认证方式
	authentication	
	[message-digest null]	
Step11	Red-Giant (config-if)#ip ospf	(可选)配置接口文本认证的
	authentication-key key	密码,
Step12	Red-Giant (config-if)#ip	(可选)配置接口的 MD5 加
	ospf message-digest-key	密认证的密码
	keyid md5 key	
Step13	Red-Giant (config-if)#ip	(可选)阻止接口泛洪链路状
	ospf database-filter all out	态更新报文; 缺省情况下,
		OSPF 将接收的 LSA 信息从属
		于同一区间的所有接口上泛
		洪出去,除了接收该 LSA 信
		息的接口;
Step14	Red-Giant (config-if)# End	退回到特权模式。
Step15	Red-Giant #show ip ospf	显示当前运行的路由协议。
	[process-id] interface	
	[interface-id]	
Step16	Red-Giant #write	(可选) 保存配置。

使用以上命令的 no 模式,可以取消原来的设置或者恢复缺省值。

4.2.3 配置 OSPF 以适应不同物理网络

根据不同的媒介的传输性质,OSPF将网络分为三种类型:

- 广播网络(以太网,令牌环,FDDI)
- 非广播网络(帧中继, X.25)
- 点到点网络(HDLC, PPP, SLIP)

其中非广播网络,根据 OSPF 的操作模式不同又分为两种子类型:

- 1.非广播多路访问网络(NBMA)类型。NBMA 要求所有互联的路由器必须能够直接通讯,只有全网状的连接才能达到该要求,如果采用 SVC (比如 X.25)连接没问题,但是采用 PVC (如帧中继)组网将有一定难度。OSPF在 NBMA 网络上操作与广播网络上类似,需要选举指定路由器(Designated Router),并由指定路由器通告 NBMA 网络的链路状态。
- 2.点到多点网络类型。如果网络拓扑结构不是全网状的非广播网络,OSPF 需要将该接口网络类型设置成点到多点网络类型。在点到多点网络类型

中,OSPF 将所有的路由器之间的连接看作点到点的链路,所以没有指定路由器的选举。

不管接口的缺省网络类型是什么,都可以设置为广播网络类型。比如可以将非广播多路访问网络(帧中继,X.25)设置成广播网络,这样在 OSPF 路由进程配置时,省去了要配置邻居的步骤。通过 X.25 map 和 Frame-relay map 命令,可以让 X.25 和帧中继网络具有广播的能力,这样 OSPF 可以把 X.25 和帧中继这样的网络看作广播网络。

点到多点网络的接口可以看作是有一个或多个邻居的标识的点到点接口,当 OSPF 配置成点到多点网络类型时,会生成多个主机路由。点到多点网络类型与 NBMA 网络类型相比有以下好处:

- 容易配置,不需要配置邻居,也没有指定路由器的竞选;
- 代价小,不要求全网状拓扑。

要配置网络类型,在接口配置模式中执行以下命令:

命令	作用
Red-Giant(config-if)#ip ospf network {broadcast non-broadcast	配置 OSPF 网络类型
{point-to-multipoint [non-broadcast]}	
point-to-point }	

对应于不同的链路封装类型,缺省情况下的网络类型如下:

- ◆ 点到点网络类型 PPP、SLIP、帧中继点到点子接口、X.25点到点子接口封装
- ◆ NBMA网络类型(non-broadcast) 帧中继、X.25封装(点到点子接口除外)
- ◆ 广播网络类型 以太网封装
- ◆ 缺省类型没有为点到多点网络类型

4.2.3.1配置点到多点, 广播网络

当路由器通过 X.25、帧中继网络互联时,不是全网状拓扑结构或者不想进行指定路由器的选举时,就可以将 OSPF 接口网络类型设置为点到多点类型,由于点到多点网络类型将链路看作多个点到点链路,因此将产生多个主机路由。另外由于在点到多点网络中,所有的邻居花费都是一样的,如果要求每个邻居的花费不同,可以通过 neighbor 命令进行设置。

要设置点到多点网络类型,在接口配置模式中执行以下命令:

步骤	命令	作用
Step1	Red-Giant(config-if)# ip ospf network point-to-multipoint	配置一个接口为点到多点 广播网络类型
Step2	Red-Giant(config-if)# exit	退出到全局配置模式
Step3	Red-Giant(config)# router ospf 1	进入路由进程配置模式
Step4	Red-Giant(config-router)# neighbor ip-address cost cost	可选,指定邻居的花费

□ 说明:

OSPF 点到多点类型网络虽然属于非广播网络,但是通过帧中继、X. 25 映射于工配置或者自动学习,可以让非广播网络具有广播的能力。所以在配置点到多点网络类型时,可以不要指定邻居。

4.2.3.2配置非广播网络

当 ospf 工作在非广播网络上时既可以配置成 NBMA 也可以配置成点到多点非广播类型。因为不具备广播能力所以无法动态的发现邻居,因此 ospf 工作于非广播网络上时必须手工为其配置邻居。

考虑到以下情况时,可以配置 NBMA 网络类型:

- 1. 当一个非广播类型网络具有全网状拓扑结构;
- 2. 可以将一个广播类型的网络设置成 NBMA 网络类型,这样可以减少广播报文的产生,节约网络带宽,也可以在一定的程度上避免随便的接收和发布路由。配置 NBMA 网络必须要指定邻居,由于有指定路由器的选择,你可能需要明确哪台路由器作为指定路由器,这就需要配置优先级了,优先值越大就越有可能成为指定路由器。

要配置 NBMA 网络类型,在接口配置模式中执行以下命令:

步骤	命令	作用
Step1	Red-Giant (config-if)#ip ospf network non-broadcast	指定该接口的网络类型为 NBMA 类型
Step2	Red-Giant (config-if)#exit	退出到全局配置模式

Step3	Red-Giant (config)#router ospf 1	进入路由进程配置模式
Step4	Red-Giant(config-router)#neighbor ip-address [priority number] [poll-interval seconds]	指定邻居,并且指定它的 优先级和 hello 的 轮 询 间 隔

当在一个非广播网络中,不能保证任意两台路由器之间都是直接可达的话,更好的解决方法是将 ospf 的网络类型设置为点到多点非广播网络类型。

无论在点到多点广播或者非广播网络中,由于所有的邻居花费都是一样的,使用的花费都是使用 ip ospf cost 所配置的值.而实际上可能到每个邻居的带宽是不同的,因此花费也应该不同。因此可以通过 neighbor 命令为每个邻居指定所要的花费,这一点只适合点到多点类型(广播或者非广播)的接口。

在一个非广播网络中,如果要将接口配置成点到多点类型,在接口配置模式中执行以下命令:

步骤	命令	作用
Step1	Red-Giant (config-if)#ip ospf point-to-multipoint non-broadcast	指定该接口的网络类型为 点到多点非广播 类型
Step2	Red-Giant (config-if)#exit	退出到全局配置模式
Step3	Red-Giant (config)#router ospf 1	进入路由进程配置模式
Step4	Red-Giant(config-router)# neighbor ip-address [cost number]	指定邻居,并且指定到该 邻居的花费

注意步骤 4,如果没有邻居指定花费,那么将使用接口配置模式下的 ip ospf cost 命令所参考的代价。

4.2.3.3配置广播网络类型

OSPF广播类型网络,需要选举指定路由器(DR,Designated Router)和备份指定路由器(BDR,Backup Designated Router),由指定路由器对外通告该网络的链路状态。所有的路由器之间都保持邻居关系,但是所有路由器只与指定路由器和备份指定路由器之间保持邻接关系,也就是说每台路由器只与指定路由器和备份指定路由器交换链路状态数据包,然后由指定路由器通告给所有的路由器,从而每台路由器能够保持一致的链路状态数据库。

你可以通过 OSPF 优先级参数设置来控制指定路由器的选举结果。但是参数设置并不能马上产生作用,影响当前的指定路由器,只有在新一轮的选举中,设置的参数才会起作用。进行新一轮指定路由器选举的唯一条件是:OSPF 邻居在一定时间内没有接收到指定路由器的 HELLO 报文,认为指定路由器宕机了。

要配置广播网络类型,在接口配置模式中执行以下命令:

步骤	命令	作用
Step1	Red-Giant (config-if)#ip ospf network	指定该接口的类型为广
	broadcast	播网络类型
Step2	Red-Giant (config-if)#ip ospf priority	可选, 指定该接口的优
	priority	先级

4.2.4 配置 OSPF 区域参数

当你需要配置区域认证、残域、缺省汇总路由花费时,就需要通过配置区域命令来 实现。

配置区域认证是为了防止学到非认证、无效路由,以及避免通告有效路由到非认证 路由器,在广播类型网络中,区域认证还可以避免非认证路由器成为指定路由器的 可能性,保证了路由系统的稳定性和抗入侵性。

当一个区域为 OSPF 路由域的叶区域,即该区域不作为过渡区域,也不会向 OSPF 路由域注入外部路由时,可以考虑将该区域配置为残域(Stub Area)。残域路由器只能学到三种路由: 1)残域内部路由; 2)其它区域路由; 3)残域边界路由器通告的缺省路由。由于没有大量的外部路由,所以残域路由器的路由表将很小,可以节约路由器的资源,因此残域的路由器可以为中低端设备。为了进一步减少发送到 Stub 区域中的链路状态广播(LSA)的数量可以将区域配置为全残域(配置 no-sµmmary 选项),全残域路由器就只能学到两种路由: 1)残域内部路由; 2)残域边界路由器通告的缺省路由。全残域的配置,使得 OSPF 占用路由器资源最小化,提高了网络传输效率。

如果残域路由器可以学到多条缺省路由,就需要对缺省路由的花费进行设置(通过 area default-cost 配置),这样就可以控制残域路由器优先使用指定的缺省路由。

配置 STUB 区域要注意以下几点:

- 骨干区域不能配置成 STUB 区域,不能将 STUB 区域作为虚拟连接的传输区域。
- 如果想将一个区域配置成 STUB 区域,则该区域中的所有路由器必须都要配置该属性。

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。

配置 OSPF 区域参数,在路由进程配置模式下执行以下命令:

命令	作用
Red-Giant (config-router)#area area-id	区域认证方式设置为明文认证
authentication	
Red-Giant (config-router)#area area-id	区域认证方式设置为MD5认证
authentication message-digest	
Red-Giant (config-router)#area area-id	将区域配置成残域,
stub [no-summary]	no-summary: 将该区域配置成全残域,
	阻止Stub区间上的ABR发送
	summary-LSAs信息进入stub区间
Red-Giant (config-router)#area area-id	配置发送到STUB区域的缺省路由的花
default-cost cost	费

□ 说明:

认证的配置还需要在接口进行认证参数的配置,参见本章"配置 OSPF 接口参数"部分。残域的配置需要在该区域所有路由器上进行配置;如果要配置成全残域,在残域基础配置上,只要在残域边界路由器上配置全残域参数就行了,其它路由器不要更改配置。

4.2.5 配置 OSPF NSSA

NSSA(Not-So-Stubby Area)是 OSPF STUB 区域的一个扩展,NSSA 也通过阻止第 5 类 LSA(AS-external-LSA)向 NSSA 的泛洪来降低路由器的资源的消耗,但是和 STUB 不同的是 NSSA 可以注入一定数量的自治系统外部的路由信息到 OSPF 的路由选择域.

通过重分发, NSSA 允许输入类型 7 的自治系统外部路由到 NSSA 区域,这些类型 7 的外部 LSA 在 NSSA 的区域边界路由器上将被转换成类型 5 的 LSA 并且泛洪到整个自治系统,在转换过程中可以实现对外部路由的汇总和过滤。

配置 NSSA 时要注意以下几点:

- 骨干区域不能配置成 NSSA, 不能将 NSSA 作为虚拟连接的传输区域。
- 如果想将一个区域配置成 NSSA, 所有连接到 NSSA 区域的路由器必须使用 area nssa 命令将该区域配置成 NSSA 属性。

要配置区域成为一个 NSSA 区域,在路由进程配置模式中执行以下命令:

命令	作用
Red-Giant (config-router)# area area-id nssa	(可选)定义一个NSSA区间;
[no-redistribution] [no-summary]	
[default-information-originate[metric][metric-typ	
e]]	
Red-Giant (config-router)# area area-id	配置发送到NSSA区域的缺省
default-cost cost	路由的花费

参数 default-information-originate 用来产生默认的 Type-7 LSA,该选项在nssa 的 ABR 和 ASBR 上有些差别,在 ABR 上无论路由表中是否存在缺省路由,都会产生 Type-7 LSA 缺省路由,在 ASBR 上(同时也不时 ABR)当路由表中存在缺省路由,才会产生 Type-7 LSA 缺省路由。

参数 no-redistribution 在 ASBR 上使得 OSPF 通过 redistribute 命令引入的其它外部路由不发布到 NSSA 区。该选项通常用于 NSSA 的路由器既是 ASBR 又是 ABR 的时候,它可以阻止外部路由信息进入 nssa。

为了进一步减少发送到 NSSA 区域中的链路状态广播(LSA)的数量,可以在 ABR 上配置 no-summary 属性,禁止 ABR 向 NSSA 区域内发送 summary LSAs(Type-3 LSA)。

另外 area default-cost 用在连接在该 NSSA 区域的边界路由器 ABR 上。该 命令配置区域边界路由器发送到 NSSA 区域的缺省路由的花费值。缺省情况下,发送到 NSSA 区域缺省路由的花费值为 1。

4.2.6 配置 OSPF 区域之间路由汇聚

区域边界路由器(Area Border Routers)至少有两个接口属于不同的区域,而且其中一个区域一定为骨干区域。区域边界路由器在 OSPF 路由域中起着枢纽作用,可以将一个区域的路由通告到其它区域,如果该区域的路由网络地址是连续的,则区域边界路由器可以只通告一个汇聚路由到其它区域。区域之间的路由汇聚大大缩减了路由表的规模,提高了网络工作效率。

要配置区域之间路由汇聚,在路由进程配置模式中执行以下命令:

命令	作用
Red-Giant (config-router)# area area-id range	配置区域汇聚路由
ip-address mask [advertise not-advertise]	

□ 说明:

如果配置了路由汇聚,落在该范围的详细路由将不再被区域边界路由器通告到其它区域。

4.2.7 路由注入 OSPF 时配置路由汇聚

当路由从其它路由进程重新分布,注入 OSPF 路由进程时,每条路由均分别单独以一个外部链路状态的方式通告给 OSPF 路由器。如果注入的路由是一个连续的地址空间,自治域边界路由器也可以只通告一个汇聚路由,从而大大减小路由表的规模。

要配置外部路由汇聚,在路由进程配置模式中执行以下命令:

命令	作用
Red-Giant (config-router)# summary-address	配置外部汇聚路由
ip-address mask[not-advertise tag tag-id]	

4.2.8 创建虚拟链接

在 OSPF 路由域中,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,所有的区域都必须与骨干域连接,如果骨干域断接,就需要配置虚拟链接将骨干域接续起来,否则网络通讯将出现问题。如果由于网络拓扑结构的限制可能无法保证物理上连通,也可以通过创建虚连接来满足这一要求。

虚拟链接需要在两个区域边界路由器(ABR)之间创建,两个 ABR 共同所属的区域成为过渡区域。残域(Stub Area)和 NSSA 区域是不能作为过渡区域的。虚连接可以看成是在两台 ABR 之间通过传输区域建立的一条逻辑上的连接通道,它的两端必须是 ABR,而且必须在两端同时配置方可生效。虚连接由对端路由器的 router-id 号来标识。为虚连接两端提供一条非骨干区域内部路由的区域称为传输区域(Transit Area),其区域号也必须在配置时指明。

虚连接要在传输区域内的路由计算出来后(到达对方路由器的路由算出来)才会被激活,可以看成是一条点到点的连接,在这个连接上,和物理接口一样可以配置接口的多数参数,如 hello-interval,dead-interval 等。

"逻辑通道"是指两台 ABR 之间的多台运行 OSPF 的路由器只是起到一个转发报文的作用(由于协议报文的目的地址不是这些路由器,所以这些报文对于他们而言是透明的,只是当作普通的 IP 报文来转发),两台 ABR 之间直接传递路由信息。这里的路由信息是指由 ABR 生成的 type3 的 LSA,区域内的路由器同步方式没有因此改变。

要建立虚拟链接,在路由进程配置模式中执行以下命令:

命令	作用
Red-Giant (config-router)# area area-id virtual-link	创建一个虚拟连接
router-id [[hello-interval seconds]	

[retransmit-interval seconds] |[transmit-delay seconds]|[dead-interval seconds]|
[authentication [message-digest | null] |
[[authentication-key key | message-digest-key keyid md5 key]]]

需要注意的是:如果自治系统被划分成一个以上的区域,则必须有一个区域是骨干区域,并且保证其它区域与骨干区域直接相连或逻辑上相连,且骨干区域自身也必须是连通的。

□ 说明:

router-id 为 OSPF 邻居路由器标识符,如果不确定 router-id 的值,请用 show ip ospf neighbor 命令进行确认。如何手工配置 router-id,请参考本章"用 Loopback 地址做路由标识符"部分内容。

4.2.9 产生缺省路由

一个自治域系统边界路由器(ASBR),可以强迫其产生一条缺省路由注入到 OSPF 路由域中。如果一个路由器强制产生缺省路由,该路由器就自动成为 ASBR。但是 ASBR 不会自动产生缺省路由的。

要强制 ASBR 产生缺省路由,在路由进程配置模式下执行以下命令:

命令	作用
Red-Giant (config-router)#	配置产生缺省路由
default-information originate [always] [metric	
metric-value] [metric-type type-value]	
[route-map map-name]	

□ 说明:

当配置残域时,区域边界路由器将自动产生缺省路由,然后通告到残域中的所有路由器。

4.2.10 用 Loopback 地址做路由标识符

OSPF 路由进程总是用最大的接口 IP 地址作为路由器标识符,如果该接口关闭或者该 IP 地址不存在了,OSPF 路由进程必须重新计算路由标识符并发送所有的路由信息给邻居。

如果配置了 Loopback(本地环路地址),则路由进程会选择 Loopback 接口的 IP 地址作为路由器标识符。如果有多个 Loopback 接口,则选择 IP 地址最大的地址作为路由器标识符。由于 Loopback 地址会永久存在,增强了路由表的稳定性。

要配置 Loopback 地址,在全局配置模式下,执行以下命令:

步骤	命令	作用
Step1	Red-Giant (config)#	创建Loopback接口
	interface loopback 1	
Step2	Red-Giant (config-if)#	配置Loopback IP地址
	ip address ip-address mask	

4.2.11 更改 OSPF 缺省管理距离

路由管理距离,代表着该路由来源的可信度。管理距离是一个0~255之间的数值,管理距离值越大,说明该路由来源可信度越低。

RGNOS 软件的 OSPF 有三大类路由,管理距离缺省值均为 110: 区域内部,区域之间,外部。属于一个区域的路由称为区域内部路由,到另一个区域的路由称为区域之间路由,到其它路由域(通过重新分布学到)的路由称为外部路由。

要更改 OSPF 管理距离,在路由进程配置模式下执行以下命令:

命令	作用
Red-Giant(config-router)#distance	更改OSPF管理距离值
{[inter-area dist1] [inter-area	
dist2] [external dist3]}	

4.2.12 配置路由计算计时器

在 OSPF 路由进程接收到网络拓扑变化的通知后,会延迟一段时间,然后运行 SPF 进行路由运算。该延时是可以配置的,另外还可以配置两次 SPF 运算之间最短的时间间隔。

要配置 OSPF 路由计算的计时器,在路由进程配置模式下执行以下命令:

命令	作用
Red-Giant (config-router)#timers spf	配置路由计算机时器
spf-delay spf-holdtime	

4.2.13 状态更新信息调整时间

可以调整状态更新信息 (LSA) 的更新,校验和计算,老化等的间隔,以更有效地利用路由器。缺省设置为 4 分钟。该参数并不需要经常调整。最佳的时间是与路由器有多少 LSA 需要计算成反比的。比如,数据库中有10000 条 LSA,降低步调间隔将使你收益。如果只有 40~100 条,则调整到 10~20 分钟可能会更好。

在路由进程配置模式下执行以下命令:

步骤	命令	含义
Step1	Red-Giant # configure terminal	进入全局配置模式
Step2	Red-Giant (config)# router ospf 1	打开 OSPF, 进入 OSPF 配置模
		式
Step3	Red-Giant (config-router)# timers	(可选) 改变步调时间
	lsa-group-pacing seconds	
Step4	Red-Giant (config-router)# End	退回到特权模式。
Step5	Red-Giant # show running-config	验证设置内容是否正确
Step5	Red-Giant # write	(可选) 保存配置。

使用 no timers lsa-group-pacing 命令将取消设置使其恢复使用缺省值。

4.2.14 路由选择配置

OSPF 利用度量(Cost)计算目的路径,Cost 最小者即为最短路径。缺省的路由度量是基于网络带宽的。在配置 OSPF 路由器时还可根据实际情况,如链路带宽、时延或经济上的费用,设置链路度量大小。度量越小,则该链路被选为路由的可能性越大。如果发生路由汇总,则使用汇总的所有链路的度量最大值作为整个汇总信息的度量。

路由选择的配置有两个部分。首先可以设置带宽产生度量的参考值,该值与接口带宽值一起计算生成缺省度量。其次,可以通过接口配置命令 ip ospf cost 设置每个接口各自的度量值,此时缺省度量对该接口就不产生作用了。比如,缺省的参考值为 100Mbps,一个以太网接口带宽为 10Mbps,则该接口缺省的度量为 $100/10+0.5\approx10$ 。

在协议内部是这样选择接口代价的,用户设置的接口的代价优先级最高,如果用户设置了接口的代价,则选取该值作为接口代价,如果没有设置而自动代价功能是打开的则将根据自动代价计算出来的值作为接口的代价,如果自动代价功能也关闭了则将使用缺省值 10 作为接口的代价。

配置过程如下:

步骤	命令	含义
Step1	Red-Giant # configure terminal	进入全局配置模式。
Step2	Red-Giant (config)# router ospf 1	打开 OSPF,进入 OSPF 配
		置模式
Step3	Red-Giant(config-router)#auto-cost	(可选)根据接口带宽设置
	[reference-bandwidth ref-bw]	缺省度量,度量值根据
		ref-bw 确定;
Step4	Red-Giant (config=router)# End	退回到特权模式。
Step5	Red-Giant # show ip protocol	显示当前运行的路由协议。
Step6	Red-Giant # write	(可选)保存配置。

使用命令 no auto-cost 与 no ip ospf cost 取消设置内容。

4.2.15 配置接口接收数据库描述报文时是否校验 MTU 值

OSPF 在收到数据库描述报文时会校验邻居的接口的 MTU 和自己接口的 MTU 是否相同,如果收到的数据库描述报文中指示的接口的 MTU 大于接收接口的 MTU,那么邻接关系将不能被建立,此时可以通过关闭 MTU 的校验来解决.要关闭某个接口的 MTU 校验可以在接口模式下执行如下命令:

命令	含义
Red-Giant (config-if)# ip ospf mtu-ignore	关闭该接口在收到数据库描述
	报文时对 MTU 进行校验

缺省情况下,接口的MTU校验功能是打开的.

4.2.16 配置禁止接口发送 OSPF 报文

为了防止网络中的其他路由器动态的学习到路由器的路由信息,可以将本路由器的指定网络接口设为被动接口,通过使用 passive-interface 命令来禁止在此接口上发送 OSPF 报文。

在特权模式下,用户可以按如下步骤进行被动口的配置:

步骤	命令	含义
步骤1	Red-Giant # Configure	进入全局配置模式。
	terminal	
步骤 2	Red-Giant (config)# router	进入路由协议配置模式(目前支持
	ospf 1	RIP和OSPF)
步骤3	Red-Giant (config-router)#	(可选)将指定的网络接口设为被
	passive-interface	动。
	interface-id	
步骤 4	Red-Giant (config-router)#	(可选)设置所有的网络接口为被动

	passive-interface default	
步骤 5	Red-Giant (config-router)#	退回到特权模式。
	end	
步骤 6	Red-Giant (config-router)#	保存配置
	write	

缺省情况下,允许所有接口收发 OSPF 报文。如果要让网络接口重新发送路由信息,则可以使用 no passive-interface interface-id 命令进行设置。如果使用参数 default 则是对所有的接口进行设置。

4.3 监视和维护 OSPF

可以显示 OSPF 的路由表,缓存,数据库等数据。下表列出了部分具体可以显示的内容供参考。

命令	含义
Red-Giant# show ip ospf [process-id]	显示相应进程 OSPF 协议的一般信息,
* * * * * * * * * * * * * * * * * * * *	未指定进程号则显示所有进程。
Red-Giant# show ip ospf [process-id]	OSPF 数据库的信息
[area-id] database	可以看指定进程每种 LSA 类型的信息。
Red-Giant# show ip ospf [process-id]	area-id: 表示看某个区域上的 LSA, 如
[area-id] database [adv-router	果是对第五类 LSA 则该区域过滤将不
ip-address]	起作用。
Red-Giant# show ip ospf [process-id]	
[area-id] database [self-originate]	
Red-Giant# show ip ospf [process-id]	
[area-id] database	
[database-summary]	
Red-Giant# show ip ospf [process-id]	
[area-id] database [router]	
[link-state-id]	
Red-Giant# show ip ospf [process-id]	
[area-id] database [router]	
[adv-router ip-address]	
Red-Giant# show ip ospf [process-id]	
[area-id] database [router]	
[self-originate]	
Red-Giant# show ip ospf [process-id]	
[area-id] database	
[network][link-state-id]	

Red-Giant# show ip ospf	[process-id]
[area-id] database	[network]
[link-state-id] [adv-router	ip-address]
Red-Giant# show ip ospf	[process-id]
[area-id] database	[network]
[link-state-id] [self-origina	te]
Red-Giant# show ip ospf	[process-id]
[area-id] database	[summary]
[link-state-id]	
Red-Giant# show ip ospf	[process-id]
[area-id] database	[summary]
[link-state-id] [adv-router i	ip-address]
Red-Giant# show ip ospf	[process-id]
[area-id] database	[summary]
[link-state-id] [self-origina	
Red-Giant# show ip ospf	
[area-id] database [asb	_
[link-state-id]	
Red-Giant# show ip ospf	[process-id]
[area-id] database [asbr-su	_
[link-state-id] [adv-router i	
Red-Giant# show ip ospf	
[area-id] database [asbr-si	_
[link-state-id] [self-original	
Red-Giant# show ip ospf	
[area-id] database	[external]
[link-state-id]	[CAUCI Hai]
	[nvocess id]
Red-Giant# show ip ospf	_
[area-id] database	[external]
[link-state-id] [adv-router	
Red-Giant# show ip ospf	
[area-id] database	[external]
[link-state-id] [self-original	
Red-Giant# show ip ospf	[process-id]
[area-id]	
database [nssa-external] [
Red-Giant# show ip ospf	_
[area-id] database [ns	sa-external]
[link-state-id] [adv-router	ip-address]
Red-Giant# show ip ospf	[process-id]
[area-id] database [ns	sa-external]
[link-state-id] [self-origina	te]
<u> </u>	

Red-Giant# show ip ospf [process-id]	查看指定进程到达 ABR 与 ASBR 路由			
border-routers	信息			
Red-Giant# show ip ospf interface	查看参与 ospf 路由的接口信息			
[interface-name]				
Red-Giant# show ip ospf [process-id]	接口相邻路由器的信息			
neighbor[interface-name]	interface-name: 与该 neighbor 相连的本			
[neighbor-id] [detail]	地接口。			
	neighbor-id: neighbor 的路由器 ID			
Red-Giant# show ip ospf[process-id]	查看指定进程虚拟连接信息			
virtual-links				

具体的命令解释,请参见《IP 路由协议配置命令参考》。常用的监视和维护命令有以下几个:

1)显示 OSPF 邻居状态

使用 show ip ospf [process-id] neighbor 显示 OSPF 进程的所有邻居信息,包括邻居的状态、角色、路由器标识、IP 地址等。

Red-Giant #show ip ospf neighbor

OSPF process 1:							
Neighbor ID	Pri State	Dead Time	Address	Interface			
10.10.10.50 1	Full/DR	00:00:38	10.10.10.50	eth0/0			
OSPF process 100:							
Neighbor ID	Pri State	Dead Time	Address	Interface			
10.10.11.50 1	Full/Backup	00:00:31	10.10.11.50	eth0/1			
Red-Giant #show ip ospf 1 neighbor							
OSPF process 1:							
Neighbor ID	Pri State	Dead Time	Address	Interface			
10.10.10.50 1	Full/DR	00:00:38	10.10.10.50	eth0			
Red-Giant # show ip ospf 100 neighbor							
OSPF process 100:							
Neighbor ID	Pri State	Dead Time	Address	Interface			
10.10.11.50 1	Full/Backup	00:00:31	10.10.11.50	eth1			

2)显示 OSPF 接口状态

以下显示表明 F0/1 端口属于 OSPF 的区域 0,路由器标识符为 172.16.120.1,网络类型为"BROADCAST"一广播类型。要特别注意 Area 、Netwrok Type 、Hello、Dead 等参数,如果这些参数与邻居不一致,将不会建立邻居关系。

Red-Giant#sh ip ospf interface fastEthernet 1/0

FastEthernet 1/0 is up, line protocol is up

```
Internet Address 192.168.1.1/24, Ifindex: 2 Area 0.0.0.0, MTU 1500

Matching network config: 192.168.1.0/24, oip->type = BROADCAST

Process ID 1, Router ID 192.168.1.1, Network Type BROADCAST, Cost: 1

Transmit Delay is 1 sec, State DR, Priority 1

Designated Router (ID) 192.168.1.1, Interface Address 192.168.1.1

Backup Designated Router (ID) 192.168.1.2, Interface Address 192.168.1.2

Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5

Hello due in 00:00:04

Neighbor Count is 1, Adjacent neighbor count is 1

Crypt Sequence Number is 30

Hello received 972 sent 990, DD received 3 sent 4

LS-Req received 1 sent 1, LS-Upd received 10 sent 26

LS-Ack received 25 sent 7, Discarded 0
```

3)显示 OSPF 路由进程信息

以下命令可以显示路由标识符,路由器类型,区域的信息,区域汇总的信息等。

```
Red-Giant#show ip ospf
```

```
Routing Process "ospf 1" with ID 192.168.1.1
Process uptime is 4 minutes
Process bound to VRF default
Conforms to RFC2328, and RFC1583Compatibility flag is enabled
Supports only single TOS(TOS0) routes
Supports opaque LSA
This router is an ASBR (injecting external routing information)
SPF schedule delay 5 secs, Hold time between two SPFs 10 secs
LsaGroupPacing: 240 secs
Number of incomming current DD exchange neighbors 0/5
Number of outgoing current DD exchange neighbors 0/5
Number of external LSA 4. Checksum 0x0278E0
Number of opaque AS LSA 0. Checksum 0x000000
Number of non-default external LSA 4
External LSA database is unlimited.
Number of LSA originated 6
Number of LSA received 2
```

```
Log Neighbor Adjency Changes : Enabled
Number of areas attached to this router: 1
  Area 0 (BACKBONE)
     Number of interfaces in this area is 1(1)
     Number of fully adjacent neighbors in this area is 1
     Area has no authentication
     SPF algorithm last executed 00:01:26.640 ago
     SPF algorithm executed 4 times
     Number of LSA 3. Checksum 0x0204bf
Routing Process "ospf 20" with ID 192.168.1.1
Process uptime is 4 minutes
Process bound to VRF default
Conforms to RFC2328, and RFC1583Compatibility flag is enabled
Supports only single TOS(TOS0) routes
Supports opaque LSA
SPF schedule delay 5 secs, Hold time between two SPFs 10 secs
LsaGroupPacing: 240 secs
Number of incomming current DD exchange neighbors 0/5
Number of outgoing current DD exchange neighbors 0/5
Number of external LSA 0. Checksum 0x000000
Number of opaque AS LSA 0. Checksum 0x000000
Number of non-default external LSA 0
External LSA database is unlimited.
Number of LSA originated 0
Number of LSA received 0
Log Neighbor Adjency Changes : Enabled
Number of areas attached to this router: 0
```

4.4 OSPF 配置范例

本章节提供了7个OSPF配置范例:

- OSPF NBMA 网络类型配置例子
- OSPF 点到多点网络类型配置例子
- OSPF 认证配置例子
- OSPF 路由汇总配置例子
- OSPF ABR、ASBR 配置例子
- OSPF 残域配置例子
- OSPF 虚拟链接配置例子

4.4.1 OSPF NBMA 网络类型配置例子

● 配置要求

三台路由器要通过帧中继网络实现网状全连接,每台路由器只有一条帧中继线路, 线路带宽和 PVC 速率全部一样。IP 地址分配和设备连接图见图 4-1。

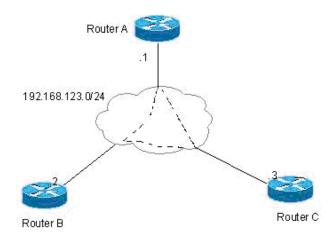


图 4-1 OSPF NBMA 网络类型配置例子

要求: 1)路由器 A、B、C之间配置 NBMA 类型网络; 2)路由器 A 为指定路由器,路由器 B 为备份指定路由器; 3)全部网络都在一个区域内。

● 路由器具体配置

由于 OSPF 没有特殊配置,将采用组播方式自动发现邻居,如果接口配置了 NBMA 网络类型,该接口就不会发 OSPF 组播报文,因此需要指定邻居的 IP 地址。

路由器 A 的配置:

!配置广域网端口

interface Serial 1/0
ip address 192.168.123.1 255.255.255.0
encapsulation frame-relay
ip ospf network non-broadcast
ip ospf priority 10

!配置 OSPF 路由协议,到路由器 B 的花费更小

router ospf 1

network 192.168.123.0 0.0.0.255 area 0 neighbor 192.168.123.2 priority 5 neighbor 192.168.123.3

路由器 B 的配置:

!配置广域网端口

interface Serial 1/0
ip address 192.168.123.2 255.255.255.0
encapsulation frame-relay
ip ospf network non-broadcast
ip ospf priority 5

!配置 OSPF 路由协议

router ospf 1
network 192.168.123.0 0.0.0.255 area 0
neighbor 192.168.123.1 priority 10
neighbor 192.168.123.3

路由器 C 的配置:

!配置广域网端口

interface Serial 1/0
ip address 192.168.123.3 255.255.255.0
encapsulation frame-relay
ip ospf network non-broadcast

!配置 OSPF 路由协议

router ospf 1
network 192.168.123.0 0.0.0.255 area 0
neighbor 192.168.123.1 10
neighbor 192.168.123.2 5

4.4.2 OSPF 点到多点广播网络类型配置例子

● 配置要求

三台路由器要通过帧中继网络实现互联,每台路由器只有一条帧中继线路,线路带宽和 PVC 速率全部一样。IP 地址分配和设备连接图见图 4-2。

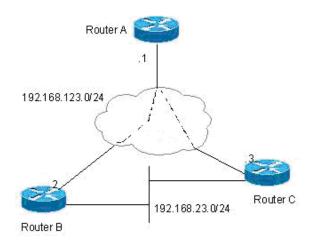


图 4-2 OSPF 点到多点网络类型配置例子

要求: 1) 路由器 A 与 B、C 之间配置点到多点类型网络。

● 路由器具体配置

如果接口配置了点到多点网络类型,点到多点网络类型没有竞选指定路由器的过程,OSPF 操作与点到点网络类型的行为很类似。

路由器 A 的配置:

!配置以太网端口

interface FastEthernet 0/0
 ip address 192.168.12.1 255.255.255.0

!配置广域网端口

interface Serial 1/0
ip address 192.168.123.1 255.255.255.0
encapsulation frame-relay
ip ospf network point-to-multipoint

router ospf 1
network 192.168.23.0 0.0.0.255 area 0
network 192.168.123.0 0.0.0.255 area 0

路由器 B 的配置:

!配置以太网端口

interface FastEthernet 0/0
ip address 192.168.23.2 255.255.255.0

!配置广域网端口

interface Serial 1/0
 ip address 192.168.123.2 255.255.255.0
 encapsulation frame-relay
 ip ospf network point-to-multipoint

!配置 OSPF 路由协议

router ospf 1
network 192.168.23.0 0.0.0.255 area 0
network 192.168.123.0 0.0.0.255 area 0

路由器 C 的配置:

!配置以太网端口

interface FastEthernet 0/0
 ip address 192.168.23.3 255.255.255.0

!配置广域网端口

interface Serial 1/0
ip address 192.168.123.3 255.255.255.0
encapsulation frame-relay
ip ospf network point-to-multipoint

!配置 OSPF 路由协议

router ospf 1
network 192.168.23.0 0.0.0.255 area 0
network 192.168.123.0 0.0.0.255 area 0

在上图的配置中假设还有一个需求是:

路由器 A 到 192.168.23.0/24 目标网络将优先选择路由器 B; 要达到优先选路的要求, 必须在配置邻居时设置该邻居的花费.

可以在路由器 A 中配置如下命令:

router ospf 1 neighbor 192.168.123.2 cost 100 neighbor 192.168.123.3 cost 200

4.4.3 OSPF 认证配置例子

● 配置要求

两台路由器通过以太网互连,运行 OSPF 路由协议,采用 MD5 认证方式。路由器之间连接图以及 IP 地址分配见 图 4-3。

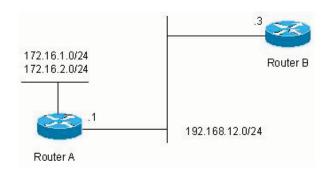


图 4-3 OSPF 认证配置例子

● 路由器具体配置

OSPF 的认证配置有两个地方:

- 1)路由配置模式中,指定区域的认证方式;
- 2) 在接口中配置认证的方式和密钥。

如果区域认证方式和接口认证方式都配置了则以接口的认证方式为准

路由器 A 的配置:

!配置以太网端口

interface FastEthernet0/0
 ip address 192.168.12.1 255.255.255.0
 ip ospf message-digest-key 1 md5 hello

!配置 OSPF 路由协议

router ospf 1 network 192.168.12.0 0.0.0.255 area 0

area 0 authentication message-digest 路由器 B 的配置:

!配置以太网端口

interface FastEthernet0/0
ip address 192.168.12.2 255.255.255.0
ip ospf message-digest-key 1 md5 hello

!配置 OSPF 路由协议

router ospf 1
network 192.168.12.0 0.0.0.255 area 0
area 0 authentication message-digest

4.4.4 OSPF 路由汇总配置例子

● 配置要求

两台路由器通过以太网连接, IP 地址分配和设备连接图见图 4-4。

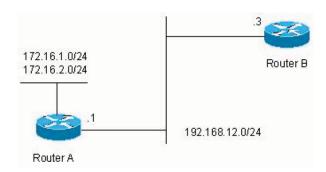


图 4-4 OSPF 路由汇总配置例子

要求: 1) 两台设备均运行 OSPF 路由协议,网络 192.168.12.0/24 属于区域 0,网络 172.16.1.0/24 和 172.16.2.0/24 属于区域 10; 2) 通过配置 Router A,使得路由 A 只通告 172.16.0.0/22 路由,而不通告 172.16.1.0/24、172.16.2.0/24 的路由。

● 路由器具体配置

需要在 Router A 上配置 OSPF 区域路由汇总,注意区域路由汇总只能在区域边界路由器上配置。

路由器 A 的配置:

!配置以太网端口

interface FastEthernet0/0
 ip address 192.168.12.1 255.255.255.0

!配置以太网卡上的2个端口

interface FastEthernet1/0
ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
!
interface FastEthernet1/1
ip address 172.16.2.1 255.255.255.0

!配置 OSPF 路由协议

router ospf 1

network 192.168.12.0 0.0.0.255 area 0 network 172.16.1.0 0.0.0.255 area 10 network 172.16.2.0 0.0.0.255 area 10 area 10 range 172.16.0.0 255.255.252.0

路由器 B 的配置:

!配置以太网端口

interface FastEthernet0/0
 ip address 192.168.12.2 255.255.255.0

!配置 OSPF 路由协议

router ospf 1 network 192.168.12.0 0.0.0.255 area 0

4.4.5 OSPFABR、ASBR 配置例子

● 配置要求

有四台路由器组成了一个 OSPF 路由域,网络 192.168.12.0/24、192.168.23.0/24 属于区域 0,网络 192.168.34.0/24 属于区域 34。具体 IP 地址分配和设备连接图见图 4-5。

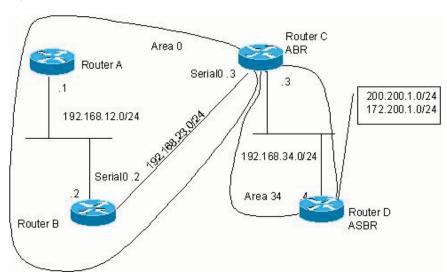


图 4-5 OSPF ABR、ASBR 配置例子

如图所示,路由器 $A \times B$ 为区域内部路由器,路由器 C 为区域边界路由器,路由器 D 为自治域边界路由器。200.200.1.0/24、172.200.1.0/24 为 OSPF 路由域外的网络。通过配置各路由器,使得所有 OSPF 路由器学到外部路由,要求外部路由携带"34"标记以及类型为外部路由 I 型。

● 路由器具体配置

OSPF 重分布其它来源的路由时,缺省类型为 Ⅱ型,而且不携带任何标记。

路由器 A 的配置:

!配置以太网端口

interface FastEthernet0/0
 ip address 192.168.12.1 255.255.255.0

! 配置 OSPF 路由协议

router ospf 1 network 192.168.12.0 0.0.0.255 area 0

路由器 B 的配置:

!配置以太网端口

interface FastEthernet0/0
ip address 192.168.12.2 255.255.255.0

!配置广域网端口

interface Serial 1/0
ip address 192.168.23.2 255.255.255.0

!配置 OSPF 路由协议

router ospf 1
network 192.168.12.0 0.0.0.255 area 0
network 192.168.23.0 0.0.0.255 area 0

路由器 C 的配置:

!配置以太网端口

interface FastEthernet 0/0
ip address 192.168.34.3 255.255.255.0

!配置广域网端口

interface Serial 1/0
 ip address 192.168.23.3 255.255.255.0

配置 OSPF 路由协议

router ospf 1
network 192.168.23.0 0.0.0.255 area 0
network 192.168.34.0 0.0.0.255 area 34

路由器 D 的配置:

!配置以太网端口

interface FastEthernet 0/0
ip address 192.168.34.4 255.255.255.0

!配置以太网卡上的端口

interface FastEthernet 1/0
 ip address 200.200.1.1 255.255.255.0
!
interface FastEthernet 1/1
 ip address 172.200.1.1 255.255.255.0

!配置 OSPF 路由协议,重分布 RIP 路由

router ospf 1
network 192.168.34.0 0.0.0.255 area 34
redistribute rip metric-type 1 subnets tag 34

!配置 RIP 路由协议

router rip network 200.200.1.0 network 172.200.1.0

在路由器 B 上看到 ospf 生成的路由如下,注意外部路由类型变为 "E1"了。

O E1 200.200.1.0/24 [110/85] via 192.168.23.3, 00:00:33, Serial1/0

O IA 192.168.34.0/24 [110/65] via 192.168.23.3, 00:00:33, Seriall/0 O E1 172.200.1.0 [110/85] via 192.168.23.3, 00:00:33, Seriall/0

在路由器 B 上看到的链路状态数据库情况如下,注意外部链路的标记已设为"34"。

RouterB#show ip ospf 1 database

OSPF Router process 1 with ID (192.168.23.2) (Process ID 100)

Router Link States (Area 0)

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Link	count
192.168.23.2	192.168.23.2	155	0x800000	0A 0xD617	3	
192.168.34.3	192.168.34.3	156	0x800000	01 0x2CF3	2	
192.168.65.55	192.168.65.55	237	0x80000	062 0x555E	1	
192.168.101.1	192.168.101.1	237	0x80000	00B 0x7D16	2	

Net Link States (Area 0)

Link ID ADV Router Age Seq# Checksum 192.168.12.55 192.168.65.55 237 0x80000004 0x91B2

Summary Net Link States (Area 0)

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
192.168.34.0	192.168.34.3	70	0x8000	00003 0x3B05

Summary ASB Link States (Area 0)

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
200.200.1.1	192.168.34.3	65	0x80000	0001 0xA98F

AS External Link States

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Tag
172.200.1.0	200.200.1.1	122	0x800000	01 0x1104	34
200.200.1.0	200.200.1.1	122	0x800000	01 0xA355	34
RouterB#					

4.4.6 OSPF 残域的配置例子

● 配置要求

有四台路由器组成了一个 OSPF 路由域,网络 192.168.12.0/24、192.168.23.0/24 属于区域 0,网络 192.168.34.0/24 属于区域 34。具体 IP 地址分配和设备连接图见图 4-6。

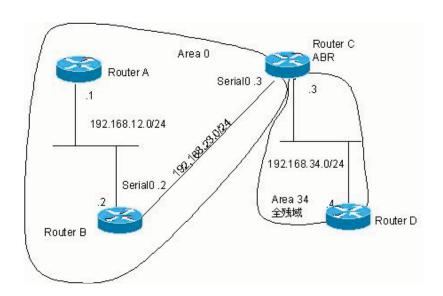


图 4-6 OSPF 残域配置例子

要求经过配置 RouterD 的路由表中将只能看到 OSPF 缺省路由和本区域网络路由。

● 路由器具体配置

只有在全残域中的路由器,路由表才能达到最简化,没有到外部和区域间的路由。 残域的配置需要在该区域的所有路由上配置。为了在路由器 D 上可以看到区域间 路由,路由器 C 还通告了一个 192.168.30.0/24 的网络。

路由器 A 的配置:

!配置以太网端口

interface FastEthernet0/0
 ip address 192.168.12.1 255.255.255.0

!配置 OSPF 路由协议

router ospf 1
network 192.168.12.0 0.0.0.255 area 0

路由器 B 的配置:

!配置以太网端口

interface FastEthernet0/0
ip address 192.168.12.2 255.255.255.0

!配置广域网端口

interface Serial1/0 ip address 192.168.23.2 255.255.255.0

!配置 OSPF 路由协议

router ospf 1
network 192.168.12.0 0.0.0.255 area 0
network 192.168.23.0 0.0.0.255 area 0

路由器 C 的配置:

!配置以太网端口

```
interface FastEthernet0/0
  ip address 192.168.34.3 255.255.255.0
```

!配置广域网端口

interface Serial1/0
ip address 192.168.23.3 255.255.255.0

!增加一个网络

interface Dialer10
 ip address 192.168.30.1 255.255.255.0

配置 OSPF 路由协议

```
router ospf 1
network 192.168.23.0 0.0.0.255 area 0
network 192.168.34.0 0.0.0.255 area 34
network 192.168.30.0 0.0.0.255 area 34
area 34 stub no-summary
!
```

路由器 D 的配置:

!配置以太网端口

interface FastEthernet0/0
ip address 192.168.34.4 255.255.255.0

!配置 OSPF 路由协议

router ospf 1
network 192.168.34.0 0.0.0.255 area 34
area 34 stub

路由器 D 上看到的 ospf 生成 的路由如下:

```
O 192.168.30.0/24 [110/1786] via 192.168.34.3, 00:00:03, FastEthernet0/0 O*IA 0.0.0.0/0 [110/2] via 192.168.34.3, 00:00:03, FastEthernet0/0
```

4.4.7 OSPF 虚拟链接配置例子

● 配置要求

有四台路由器组成了一个 OSPF 路由域, 网络 192.168.12.0/24 属于区域 0, 网络 192.168.23.0/24 属于区域 23, 网络 192.168.34.0/24 属于区域 34。具体 IP 地址分配 和设备连接图见图 4-7。

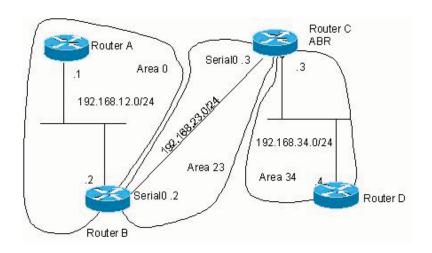


图 4-7 OSPF 虚拟链接配置例子

通过配置使得路由器 D 能够学到 192.168.12.0/24、192.168.23.0/24 的路由。

● 路由器具体配置

OSPF 路由域由多个区域组成时,每个区域必须域骨干域 (area 0)直接连接,如果没有直接连接,则必须创建虚拟链接,使得在逻辑上跟骨干域是直接相连的,否则区域间将不能连通。虚拟链接必须在 ABR 上进行配置。

路由器 A 的配置:

!配置以太网端口

interface FastEthernet0/0
ip address 192.168.12.1 255.255.255.0

!配置 OSPF 路由协议

router ospf 1 network 192.168.12.0 0.0.0.255 area 0

路由器 B 的配置:

!配置以太网端口

interface FastEthernet0/0
ip address 192.168.12.2 255.255.255.0

!配置广域网端口

interface Serial1/0
ip address 192.168.23.2 255.255.255.0

!增加回环 IP 地址作为 OSPF 路由器标识符

interface Loopback2
ip address 2.2.2.2 255.255.25.0

!配置 OSPF 路由协议

router ospf 1
network 192.168.12.0 0.0.0.255 area 0
network 192.168.23.0 0.0.255 area 23
area 23 virtual-link 3.3.3.3

路由器 C 的配置:

!配置以太网端口

interface FastEthernet0/0
ip address 192.168.34.3 255.255.255.0

!配置广域网端口

interface Serial1/0
 ip address 192.168.23.3 255.255.255.0

!增加回环 IP 地址作为 OSPF 路由器标识符

interface Loopback2

ip address 3.3.3.3 255.255.255.0

!配置 OSPF 路由协议

```
router ospf 1
network 192.168.23.0 0.0.0.255 area 23
network 192.168.34.0 0.0.0.255 area 34
area 23 virtual-link 2.2.2.2
```

路由器 D 的配置:

!配置以太网端口

interface FastEthernet0/0
ip address 192.168.34.4 255.255.255.0

!配置 OSPF 路由协议

router ospf 1
network 192.168.34.0 0.0.0.255 area 34

路由器 D 上看到的 ospf 生成的路由如下:

```
O IA 192.168.12.0/24 [110/66] via 192.168.34.3, 00:00:10, FastEthernet0/0 O IA 192.168.23.0/24 [110/65] via 192.168.34.3, 00:00:25, FastEthernet0/0
```