

文章编号:1004-1478(2011)03-0077-04

基于 OSPF 的帧中继 Hub-Spoke 拓扑多点接口网络的研究

李辉, 崔建涛

(郑州轻工业学院 软件学院, 河南 郑州 450002)

摘要为了解决帧中继多点接口网络中分组转发不正常的问题,设计了帧中继 Hub-Spoke 拓扑多点接口网络的结构.通过邻居发现、指定路由器/备用指定路由器选举、建立帧中继映射等配置了非广播多点接口网络.经测试,此网络运行稳定可靠,为广大的工程技术人员调试帧中继网络提供了有益的参考.

关键词:帧中继;多点接口;OSPF;星型

中图分类号:TP393 **文献标志码**:A

Research of frame-relay Hub-Spoke topology multipoint interface network based on OSPF

LI Hui, CUI Jian-tao

(College of Software Eng., Zhengzhou Univ. of Light Ind., Zhengzhou 450002, China)

Abstract: In order to solve the issues of forwarding packets abnormally, this paper designs the Hub-Spoke topology of the frame-relay multipoint interface network, and configures the non-broadcast multi-point interface network by neighbors discovery, Designated Router/Backup Designated Router election, establishing frame-relay mappings, etc. According to the test, the network operation is stable and reliable, vast engineering personnel with beneficial references in commissioning frame relay multipoint interface network was provided.

Key words: frame-relay; multipoint interface; OSPF; Hub-Spoke

0 引言

帧中继和开放式最短路径优先 OSPF (open shortest path first) 是目前工程实践中常见的应用组合,帧中继常见拓扑有全网状(Full Mesh)、部分网状(Partial Mesh)和星型(Hub-Spoke)^[1].在全网状或部分网状互联的帧中继网络中,如果仅在接口上

启用 OSPF,则不会建立 OSPF 邻接关系.在多点接口上,默认的 OSPF 网络类型为非广播,若没有额外配置,OSPF 将无法正常运行.即使做了一些额外配置,并且看起来路由器获悉了正确的路由,但却无法转发分组.更糟的是,测试时能够转发分组,但当 DR (designated router) 出现故障后,又无法转发分组,这些现象都与邻居、DR/BDR (backup designated

收稿日期:2011-02-26

基金项目:河南省基础与前沿技术研究计划项目(102300410110)

作者简介:李辉(1980—),女,山东省肥城市人,郑州轻工业学院助教,主要研究方向为计算机网络与控制.

router)、帧中继映射等问题有关. 目前大多数工程技术人员在解决此类问题时通常只考虑某一因素, 使得网络无法正常运行, 给广大的工程技术人员带来了困惑和不解. 本文拟通过对帧中继 Hub - Spoke 拓扑多点接口网络的研究实践, 统筹考虑在此类网络中启用 OSPF 时遇到的邻居、DR/BDR、帧中继映射等问题, 并给出解决问题的要点.

1 帧中继链路类型与 OSPF 网络类型的关系

不同的二层链路类型, 对应不同的 OSPF 网络类型, 以保证 LSA 在数据链路层得到处理^[2], 其对应关系如表 1 所示. 对于非广播多路访问 (NBMA), 对应 5 种 OSPF 运行模式, 如表 2 所示.

表 1 链路类型与 OSPF 网络类型的对应关系

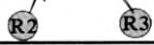
| 链路类型 | 是否支持广播 | 拓扑示意图 | 网络类型 |
|----------------|--------|---|-----------------------------------|
| 点对点 | 是 |  | point-to-point |
| 广播型多路访问 | 是 |  | broadcast |
| 非广播多路访问 (NBMA) | 否 |  | point-to-point |
| | |  | NBMA broadcast |
| | |  | point-to-multipoint non-broadcast |

表 2 OSPF 运行模式

| OSPF 运行模式 | 首选拓扑 | 子网地址 | Hello 间隔/s | 邻接关系建立 | 是否选举 DR/BDR | RFC/Cisco |
|-----------------------------------|-----------------|--------------|------------|--------|-------------|-----------|
| NBMA | 全网状 | 相同 | 30 | 手动 | 是 | RFC |
| broadcast | 全网状 | 相同 | 10 | 自动 | 是 | Cisco |
| point-to-point | 部分网状/星型 (使用子接口) | 每 PVC 对应一个子网 | 10 | 自动 | 否 | Cisco |
| point-to-multipoint | 部分网状/星型 | 相同 | 30 | 自动 | 否 | RFC |
| point-to-multipoint non-broadcast | 部分网状/星型 | 相同 | 30 | 手动 | 否 | Cisco |

2 帧中继 Hub-Spoke 多点接口网络的拓扑、规划及关键技术

2.1 网络拓扑

根据对多点接口网络的研究与实践, 笔者设计的 Hub-Spoke 拓扑, 如图 1 所示.

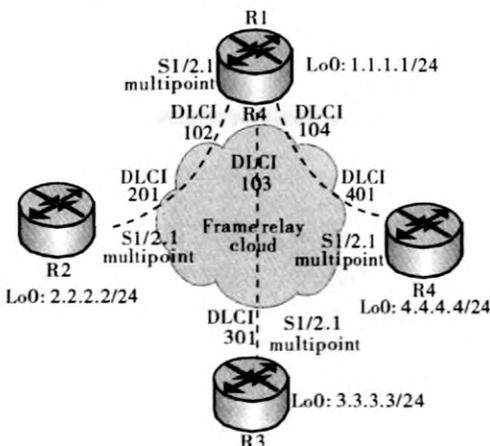


图 1 帧中继 Hub-Spoke 拓扑多点接口网络

2.2 网络规划

1) IP 地址规划, 如表 3 所示.

表 3 IP 地址规划

| 路由器 | 接口 | IP 地址 |
|-----|--------|---------------|
| R1 | Lo0 | 1.1.1.1/24 |
| R1 | S1/2.1 | 10.10.10.1/24 |
| R2 | Lo0 | 2.2.2.2/24 |
| R2 | S1/2.1 | 10.10.10.2/24 |
| R3 | Lo0 | 3.3.3.3/24 |
| R3 | S1/2.1 | 10.10.10.3/24 |
| R4 | Lo0 | 4.4.4.4/24 |
| R4 | S1/2.1 | 10.10.10.4/24 |

2) 帧中继规划: 以 R1 为 Hub 端, R2, R3, R4 作为 Spoke 端, PVC 存在情况如下:

R1 (DLCI:102) <-> R2 (DLCI:201)

R1 (DLCI:103) <-> R3 (DLCI:301)

R1 (DLCI:104) <-> R4 (DLCI:401)

3) 路由协议规划: 路由协议使用 OSPF 协议.

2.3 配置非广播 (NBMA) 多点接口网络的关键技术

1) R1 关键配置

```
interface Loopback0
ip address 1.1.1.1 255.255.255.0 //配置 R1 回环 IP, 决定路由器 ID, 提高路由稳定性
interface Serial1/2
encapsulation frame-relay //在 R1 的 S1/2 串口上封装帧中继协议
interface Serial1/2.1 multipoint //配置 S1/2.1 为多点接口
ip address 10.10.10.1 255.255.255.0 //配置多点接口 IP
frame-relay interface-dlci 102 //配置 DLCI 102
frame-relay interface-dlci 103 //配置 DLCI 103
frame-relay interface-dlci 104 //配置 DLCI 104
router ospf 1 //启用 OSPF 路由协议
network 1.1.1.0 0.0.0.255 area 0 //通告启用 OSPF 的网络
network 10.10.10.0 0.0.0.255 area 0 //通告启用 OSPF 的网络
neighbor 10.10.10.2 //手工建立与 R2 的邻居关系
neighbor 10.10.10.3 //手工建立与 R3 的邻居关系
neighbor 10.10.10.4 //手工建立与 R4 的邻居关系
```

(注: 只须在通过 PVC 直连的路由器 R1 上静态指定邻居, 没有通过 PVC 直连的路由器不能成为邻居, 无须使用 neighbor 来静态定义邻居.)

2) R2 关键配置 (R3, R4 与 R2 类似)

```
interface Loopback0
ip address 2.2.2.2 255.255.255.0 //配置 R2 的回环 IP, 决定路由器 ID, 提高路由稳定性
interface Serial1/2
encapsulation frame-relay //在 S1/2 接口上封装帧中继协议
interface Serial1/2.1 multipoint //配置 S1/2.1 为多点接口
ip address 10.10.10.2 255.255.255.0 //配置多点接口 IP
ip ospf priority 0 //修改 R2 的优先级为 0, 使得 R1 成为 DR
(注: 将 Spoke 端路由器 R2, R3, R4 优先级配置为 0, 使其无资格成为 DR/BDR, 使 Hub 端路由器 R1 成为 DR/BDR.)
frame-relay map ip 10.10.10.3 201 broadcast //配置到 R3 帧中继路由, 宣告为广播
frame-relay map ip 10.10.10.4 201 broadcast //配置到 R4 帧中继路由, 宣告为广播
```

(注: R1 通过 PVC 和 R2, R3, R4 直连, 因此 R1 可以通过 InARP 获悉所有映射. 而 R2, R3, R4 之间没有获悉映射, 因此需要通过 frame-relay map 手工定义映射关系.)

```
frame-relay interface-dlci 201 //配置 DLCI 201
router ospf 2 //启用 OSPF 路由协议
network 2.2.2.0 0.0.0.255 area 0 //通告启用 OSPF 的网络
network 10.10.10.0 0.0.0.255 area 0 //通告启用 OSPF 的网络
```

2.4 非广播 (NBMA) 多点接口网络的配置要点

1) 邻居: 在多点接口上, 默认 OSPF 网络类型为非广播^[3], 因此路由器不会通过发送多播 hello 消息来发现邻居, 需要使用 neighbor 来静态定义邻居. 但只需在通过 PVC 直连的路由器上配置邻居, 没有通过 PVC 直连的路由器不能成为邻居, 无须使用 neighbor 来静态定义邻居.

2) DR/BDR: 使用非广播 (NBMA) 时要选举 DR, BDR. 应只让通过 PVC 直连到其他所有路由器的路由器成为 DR/BDR. OSPF 优先级决定了 DR/BDR 的选举顺序, 在接口下使用命令 ip ospf priority value 配置优先级, 其中 value 值为 0—255, 优先级最高的路由器将赢得选举^[4], 优先级为 0 路由器, 无资格成为 DR/BDR.

3) 帧中继映射: 每台路由器都需要对端 IP 地址与本地 DLCI 的帧中继映射. 若某台路由器通过 PVC 与其他所有路由器直连, 该路由器通过 InARP 便可获悉到其他路由器的所有映射; 否则需要通过 frame-relay map 手工定义映射关系.

与非广播 (NBMA) 网络类型类似, 使用点到多点不需要选举 DR/BDR, 并能动态发现邻居, 因此路由器无须额外配置, 但配置静态帧中继映射必不可少 (若采用部分网状结构). 在全网状结构中, 只要启用 InARP, 无须配置静态帧中继映射^[5].

同样, 使用点到多点非广播也不需要选举 DR/BDR, 但非广播意味着路由器不能动态发现邻居, 也需要使用 neighbor 来静态定义邻居. 总之, 无论使用哪种网络类型, 对于没有 PVC 直连的路由器, 都需要配置静态帧中继映射^[6].

3 帧中继映射、路由及连通性测试

经测试, R1 能通过 InARP 获悉帧中继动态映射, 在 R2 上, 帧中继映射如图 2 所示. R3, R4 与 R2 类似.

由图 2 得知, R2 是通过 PVC 直连动态获取到 R1 (10.10.10.1) 的映射关系, 通过配置静态帧中继映射获悉到 R3 (10.10.10.3), R4 (10.10.10.4) 的映射关系. 在 R2 上, 路由表如图 3 所示. R3, R4 与

R2 类似。

由图 3 得知,R2 获悉到了到所有网络的路由,除直接路由(标记 C)外,到其他网络的路由都须经由下一跳路由器 R1(10.10.10.1),并且是通过运行 OSPF 路由协议(标记 O)获得。在 R2 上,ping 其他

路由器,测试连通性,如图 4 所示。R3,R4 与 R2 类似。由图 4 得知,在 R2 路由器上,ping 路由器 R1,R3,R4 端的回环网络成功,成功率 100%,表明这个基于 OSPF 的帧中继 Hub-Spoke 拓扑多点接口网络运行稳定可靠。

```

R2#show frame-relay map
Serial1/2.1 (up): ip 10.10.10.1 dlc1 201(0xC9,0x3090), dynamic,
                broadcast,, status defined, active
Serial1/2.1 (up): ip 10.10.10.3 dlc1 201(0xC9,0x3090), static,
                broadcast,
                CISCO, status defined, active
Serial1/2.1 (up): ip 10.10.10.4 dlc1 201(0xC9,0x3090), static,
                broadcast,
                CISCO, status defined, active

```

图 2 R2 帧中继映射关系

```

1.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O   1.1.1.1 [110/65] via 10.10.10.1, 00:05:39, Serial1/2.1
2.0.0.0/24 is subnetted, 1 subnets
C   2.2.2.0 is directly connected, Loopback0
3.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O   3.3.3.3 [110/129] via 10.10.10.1, 00:05:39, Serial1/2.1
4.0.0.0/32 is subnetted, 1 subnets
O   4.4.4.4 [110/129] via 10.10.10.1, 00:05:39, Serial1/2.1
10.0.0.0/8 is variably subnetted, 4 subnets, 2 masks
O   10.10.10.3/32 [110/128] via 10.10.10.1, 00:05:39, Serial1/2.1
C   10.10.10.0/24 is directly connected, Serial1/2.1
O   10.10.10.1/32 [110/64] via 10.10.10.1, 00:05:39, Serial1/2.1
O   10.10.10.4/32 [110/128] via 10.10.10.1, 00:05:39, Serial1/2.1

```

图 3 R2 路由表

```

R2#ping 1.1.1.1
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 1.1.1.1, timeout is 2 seconds:
.....
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 40/54/64 ms
R2#ping 3.3.3.3
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 3.3.3.3, timeout is 2 seconds:
.....
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 68/88/168 ms
R2#ping 4.4.4.4
Type escape sequence to abort.
Sending 5, 100-byte ICMP Echos to 4.4.4.4, timeout is 2 seconds:
.....
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 64/70/76 ms

```

图 4 R2 连通性测试

4 结语

本文通过对帧中继 Hub-Spoke 拓扑多点接口网络的研究与实践,总结了链路类型和 OSPF 网络类型的关系,重点以非广播多点接口网络为例,介绍了配置多点接口网络的关键技术,并研究了邻居、DR/BDR、帧中继映射等问题的解决要点。经测试,此网络运行稳定可靠,本文为广大的工程技术人员调试帧中继网络提供了有益的参考。

参考文献:

[1] 胡峰,郭庆平. OSPF 在帧中继中的应用[J]. 武汉理工

大学学报,2006,28(12):31.

[2] 桂荣枝,张建辉,黄瑾瑜. 基于不同物理链路 OSPF 网络类型配置研究[J]. 微计算机信息,2010,26(4):143.

[3] 蒋迪琳. NBMA 网络环境下 OSPF 的 DR 选举[J]. 电脑知识与技术,2010,15(6):3889.

[4] Wendell Odom. CCNP ROUTE 642-902 Official Certification Guide [M]. Indianapolis: Cisco Press, 2010.

[5] 陶国芳,张量. 帧中继环境下 IPSec VPN 的配置实现[J]. 微计算机信息,2006,22(3):134.

[6] Cisco Networking Academy Program. 思科网络技术学院教程 CCNP1 高级路由[M]. 北京:人民邮电出版社,2006.