



警示

1. 实验报告如有雷同，雷同各方当次实验成绩均以 0 分计。
2. 当次小组成员成绩只计学号、姓名登录在下表中的。
3. 在规定时间内未上交实验报告的，不得以其他方式补交，当次成绩按 0 分计。
4. 实验报告文件以 PDF 格式提交。

院系	电子与信息工程学院	班 级	通信工程1班	组长	刘渤
学号	16308073	16308161	16308091	16308015	
学生	刘渤	邹紫婧	彭肖文	陈瑞佳	
实验分工					
刘渤	端口聚合模块 贡献: 25%		邹紫婧	端口聚合模块 贡献: 25%	
彭肖文	端口聚合模块 贡献: 25%		陈瑞佳	端口聚合模块 贡献: 25%	

【实验题目】端口聚合实验

【实验目的】理解链路聚合的配置及原理。

【实验内容】

(1)

第二版:

完成实验教程 6-5 端口聚合配置实验，回答实验提出的问题及实验思考。(P187)

第一版:

完成实验教程 3-5 端口聚合配置实验，回答实验提出的问题及实验思考。(P99)

(2) 端口聚合和生成树都可以实现冗余链路，这两种方式有什么不同？

(3) 对本实验的内容，你们小组还能提出其他更难的实验要求吗？如能，请设计 1-2 个，并给出解答。

【实验要求】

一些重要信息需给出截图。

注意实验步骤的前后对比！

【实验记录】(如有实验拓扑请自行画出，要求自行画出拓扑图)

端口聚合配置实验

实验的拓补图如下：

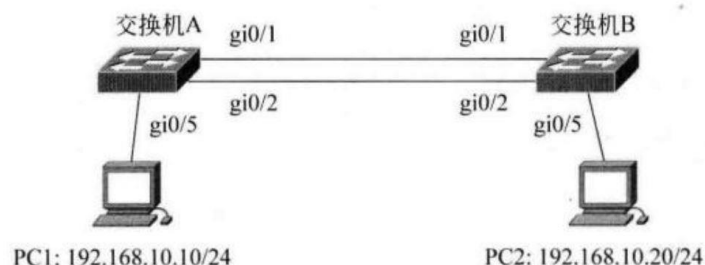


图 6-20 端口聚合实验拓扑

按照拓补图连接网络时注意，2 台交换机都配置完端口聚合后再将 2 台交换机连接起来。如果先连线再配置会造成广播风暴，影响交换机的正常工作。

步骤 1: 按图 6-20 所示连接好网络拓补，注意 2 台交换机之间只接 1 根跳线（如端口 0/1）。实验前的带宽验证：

在 PC2 上建立一个共享目录（如 d: \share），并启动 Wireshark 抓包软件，选中监控



计算机网络实验报告

对象，将界面停留在 Capture Interfaces 窗口上，由于我们所用的 Wireshark 版本没有 Capture Interfaces 窗口，所以我们将直接采用观看传输速率的方法来验证实验，且下面的表格无法完成。在 Windows 中，在命令提示符窗口建立共享目录（如 d: \share）。

在 PC1 上选择一个文件包（文件大小一般需较大，如视频文件），在“开始”中搜索“程序和文件”的对话框中输入“\\192.168.10.20\share”，输入用户名/口令，即可进入共享文件夹。将文件包复制到 PC2 的共享文件夹中。观察文件传送的速度：



步骤 2: 交换机 A 的基本配置

步骤 3: 交换机 A 上配置聚合端口

测试: 验证端口 0/1 和端口 0/2 属于 AG1。

```
22-S5750-1(config-if-range)#show aggregatePort 1 summary
AggregatePort MaxPorts SwitchPort Mode Ports
-----
Ag1            8        Enabled   TRUNK Gi0/1 ,Gi0/2
```

步骤 4: 交换机 B 的基本配置。

步骤 5: 在交换机 B 上配置聚合端口。

测试: 验证端口 0/1 和 0/2 属于 AG1。

```
22-S5750-2(config)#show aggregatePort 1 summary
AggregatePort MaxPorts SwitchPort Mode Ports
-----
Ag1            8        Enabled   TRUNK Gi0/1 ,Gi0/2
22-S5750-2(config)#
```

按图 6-20 所示网络拓补，连接 2 台交换机之间的另一个跳线。

步骤 6: 验证

(1) 其实一开始我们的带宽并没有增大， 反倒是降低了一半。



后来发现可能是因为使用一个接口时是千兆模式，使用聚合端口后变成了百兆模式，所以从 60MB/s，即 480Mb/s 变为 22MB/s 变为 160Mb/s 的样子。经过重新插拔，我们将速率提升到了 80MB/s 的样子。严格来说，并没有提升。



我们对这个原因有些许猜测，推测可能是受限于网卡的处理能力，因为网卡最大可承受的速度就是一条千兆网线能承载的容量，虽然交换机之间可能传输很快，但是发送与接受的速度限制了提速。还有就是可能因为分流导致，虽然交换机之间的带宽提高了，但是对一对一的通信来说，所有的流量其实只经过一条物理链路，即 PC 机与交换机的链路只有一条物理链路，无法在实质上看到速率的变化。观察数据包数量的变化，记录数据传输时间并分别与实验前的数据作比较。在不同的传输文件的过程中，数据传输速率和文件的总的传输时间会有不同，可能是由于网络不稳定造成的。实际上，在这样的配置环境下，PC1 向 PC2 的数据传输不会分流到交换机上的两条链路，两台交换机在默认情况下的流量平衡模式是源 MAC+目的 MAC，当 PC1 往 PC2 发送数据包时，由于所有的传输报文的源 MAC 都是 PC1 的 MAC，所有传输报文的目的 MAC 都是 PC2 的 MAC，所以所有的报文都经过相同的成员链路进行转发，因此即使交换机之间存在两套链路，网络的总的传输带宽并没有发生改变。

(2) 在本实验中，如何判断哪条链路正在传输数据？

答：可以通过观察交换机来判断。观察哪个端口的灯在快速的闪动，就可以知道哪条链路正在传输数据。

(3) 可以正常通信。

将两根跳线中的任何一根拔掉，发现计算机之间还可以正常通信，此现象是否说明链路聚合的动态备份有效？拔线过程中有无丢包现象？

答：不能，可能因为分流导致只有一条线工作，在拔线的过程中没有丢包的现象。

```
C:\Users\Administrator>ping 192.168.10.20 -t

正在 Ping 192.168.10.20 具有 32 字节的数据:
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间=1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间=2ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
来自 192.168.10.20 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=128
```




- (4) 速度稍稍变慢
- (5) 查看聚合口

```
22-S5750-1(config-if-range)#show interface aggregateport 1
Index(dec):29 (hex):1d
AggregatePort 1 is UP , line protocol is UP
Hardware is Aggregate Link AggregatePort
Interface address is: no ip address
MTU 1500 bytes, BW 1000000 Kbit
Encapsulation protocol is Bridge, loopback not set
Keepalive interval is 10 sec , set
Carrier delay is 2 sec
Rxload is 1/255, Txload is 1/255
Switchport attributes:
  interface's description: ""
  admin medium-type is Copper, oper medium-type is Copper
  lastchange time: 0 Day: 1 Hour:54 Minute:49 Second
  current status duration: 0 Day: 0 Hour: 3 Minute:57 Second
  Priority is 0
  admin duplex mode is AUTO, oper duplex is Full
  admin speed is AUTO, oper speed is 1000M
  flow control admin status is OFF, flow control oper status is OFF
  admin negotiation mode is OFF, oper negotiation state is OFF
  Storm Control: Broadcast is ON, Multicast is OFF, Unicast is ON
Port-type: trunk
Native vlan: 1
Allowed vlan lists: 1-4094
Active vlan lists: 1,10,20
--More--
```

我们发现聚合端口的状态为 up，将 G0/1 和 G0/2 端口聚合了起来，连接的状态也为 UP。

- (6) 查看成员口

```
22-S5750-1(config-if-range)#show interface gigabitethernet 0/1
Index(dec):1 (hex):1
GigabitEthernet 0/1 is UP, line protocol is UP
Hardware is Broadcom 5464 GigabitEthernet
Interface address is: no ip address
MTU 1500 bytes, BW 1000000 Kbit
Encapsulation protocol is Bridge, loopback not set
Keepalive interval is 10 sec , set
Carrier delay is 2 sec
Rxload is 1/255, Txload is 1/255
Switchport attributes:
  interface's description: ""
  admin medium-type is Copper, oper medium-type is Copper
  lastchange time: 0 Day: 1 Hour:38 Minute:28 Second
  current status duration: 0 Day: 0 Hour: 21 Minute:15 Second
  Priority is 0
  admin duplex mode is AUTO, oper duplex is Full
  admin speed is AUTO, oper speed is 1000M
  flow control admin status is OFF, flow control oper status is OFF
  admin negotiation mode is OFF, oper negotiation state is ON
  Storm Control: Broadcast is ON, Multicast is OFF, Unicast is ON
5 minutes input rate 936 bits/sec, 0 packets/sec
5 minutes output rate 1418 bits/sec, 0 packets/sec
9589 packets input, 2492328 bytes, 0 no buffer, 0 dropped
Received 6688 broadcasts, 0 runts, 0 giants
--More--
```

端口 G0/1 显示了状态为 UP，线路的协议也为 UP，还显示了端口为 1000M 的端口。

- (7) 查看端口状态

```
22-S5750-1(config-if-range)#show interface status
Interface      Status      Vlan  Duplex  Speed  Type
-----
GigabitEthernet 0/1      up          1     Full    1000M  copper
GigabitEthernet 0/2      down        1     Unknown Unknown copper
GigabitEthernet 0/3      down        1     Unknown Unknown copper
GigabitEthernet 0/4      down        1     Unknown Unknown copper
GigabitEthernet 0/5      down        10    Unknown Unknown copper
GigabitEthernet 0/6      down        1     Unknown Unknown copper
GigabitEthernet 0/7      up          10    Full    1000M  copper
GigabitEthernet 0/8      down        1     Unknown Unknown copper
GigabitEthernet 0/9      down        1     Unknown Unknown copper
GigabitEthernet 0/10     down        1     Unknown Unknown copper
GigabitEthernet 0/11     down        1     Unknown Unknown copper
GigabitEthernet 0/12     down        1     Unknown Unknown copper
GigabitEthernet 0/13     down        1     Unknown Unknown copper
GigabitEthernet 0/14     down        1     Unknown Unknown copper
GigabitEthernet 0/15     down        20    Unknown Unknown copper
GigabitEthernet 0/16     down        1     Unknown Unknown copper
GigabitEthernet 0/17     down        1     Unknown Unknown copper
GigabitEthernet 0/18     down        1     Unknown Unknown copper
GigabitEthernet 0/19     down        1     Unknown Unknown copper
GigabitEthernet 0/20     down        1     Unknown Unknown copper
GigabitEthernet 0/21     down        1     Unknown Unknown copper
GigabitEthernet 0/22     down        1     Unknown Unknown copper
--More--
```



PC1 和 PC2 的 G0/1 和 G0/2 状态为 UP。

(8) 查看成员口的速率流量

```
22-55750-1(config-if-range)#show interface counters rate
```

Interface	Sampling Time	Input Rate	Input Rate	Output Rate
	Output Rate	(bits/sec)	(packets/sec)	(bits/sec)
	(packets/sec)			
Gi0/1	5 seconds	1174	0	1164
Gi0/2	5 seconds	0	0	0
Gi0/3	5 seconds	0	0	0
Gi0/4	5 seconds	0	0	0
Gi0/5	5 seconds	0	0	0
Gi0/6	5 seconds	0	0	0
Gi0/7	5 seconds	1069	0	1195
Gi0/8	5 seconds	0	0	0
Gi0/9	5 seconds	0	0	0
Gi0/10	5 seconds	0	0	0
Gi0/11	5 seconds	0	0	0
Gi0/12	5 seconds	0	0	0
Gi0/13	5 seconds	0	0	0
Gi0/14	5 seconds	0	0	0
Gi0/15	5 seconds	0	0	0
Gi0/16	5 seconds	0	0	0
Gi0/17	5 seconds	0	0	0
Gi0/18	5 seconds	0	0	0
Gi0/19	5 seconds	0	0	0
Gi0/20	5 seconds	0	0	0
Gi0/21	5 seconds	0	0	0

--More--

在查看总流量的情况中，我们发现 G0/1 的总流量是比 G0/2 多的。这是因为 G0/1 是先插上去的线，也进行了步骤 1 的验证，而 G0/2 是配置聚合端口时才连上的。所以 G0/1 的通信时间比较长，流量总量也比 G0/2 多。

(9) 端口聚合和生成树都可以实现冗余链路，这两种方式有什么不同？

答：端口是多条线路捆绑成一个线路。达到链路带宽翻倍。应用在 2 个交换机可以增加连接带宽。能起到不多的冗余。而生成树是阻断环网的冗余链路，带宽不叠加。应用在一个交换机组成网络中，N 台交换机连接成环状，达到全网冗余的效果。

(10) 对本实验的内容，你们小组还能提出其他更难的实验要求吗？如能，请设计 1-2 个，并给出解答。

答：在这个实验中，由于我们的网卡是 1000M 的，所以根本无法完成验证。所以我们很聪明的将每台电脑都运用了两个网卡，相当于增加了两台 PC，又可以更直观看到带宽的变化。

【实验思考】

(1) 如何验证聚合端口的流量平衡模式？

首先，可以通过在交换机上面查看是否进行了正确的负载平衡的配置。输入指令 `show aggregateprot 1 load-balance` 就可以查看端口的聚合模式。

在察看了配置正确之后，就可以通过实验来验证。由于交换机有 6 种平衡模式，所以我们需要针对每种平衡模式采用不同的实验方式。

①根据源 MAC 地址进行流量平衡。

选择两台具有不同的 MAC 地址的 PC 机(PC1 和 PC2)，同时向第三台 PC 机传送数据。如果此时交换机上有两个端口的指示灯在快速闪动，则说明当前交换机已经将来自 PC1 和 PC2 的报文分配到不同链路上进行传输，负载平衡的设定是正确的。

②根据目的 MAC 地址进行流量平衡。



选择一台 PC 机 (PC1)，同时向其他两台具有不同 MAC 地址的 PC 机 (PC2、PC3) 传送数据。如果此时交换机上有两个端口的指示灯在快速闪动，则说明当前交换机已经将来自 PC1 和 PC2 的报文分配到不同链路上进行传输，负载平衡的设置是正确的。

③根据源 MAC 地址+目的 MAC 地址进行流量平衡

首先选择两台具有不同 MAC 地址的 PC 机，同时向第三台 PC 机传送数据；接着，用一台 PC 机，同时向其他两台具有不同 MAC 地址的 PC 机传输数据。如果在两次的传输过程中，均发现交换机上有两个端口的指示灯在快速闪动，则说明当前交换机已经将来自 PC1 和 PC2 的报文分配到不同链路上进行传输，负载平衡的设置是正确的。

④根据源 IP 地址进行流量平衡

选择两台具有不同的 IP 地址的 PC 机 (PC1 和 PC2)，同时向第三台 PC 机传送数据。如果此时交换机上有两个端口的指示灯在快速闪动，则说明当前交换机已经将来自 PC1 和 PC2 的报文分配到不同链路上进行传输，负载平衡的设置是正确的。

⑤根据目的 IP 地址进行流量平衡

选择一台 PC 机 (PC1)，同时向其他两台具有不同 IP 地址的 PC 机 (PC2、PC3) 传送数据。如果此时交换机上有两个端口的指示灯在快速闪动，则说明当前交换机已经将来自 PC1 和 PC2 的报文分配到不同链路上进行传输，负载平衡的设置是正确的。

⑥根据源 IP 地址+目的 IP 地址进行流量平衡

首先选择两台具有不同 IP 地址的 PC 机，同时向第三台 PC 机传送数据；接着，用一台 PC 机，同时向其他两台具有不同 IP 地址的 PC 机传输数据。如果在两次的传输过程中，均发现交换机上有两个端口的指示灯在快速闪动，则说明当前交换机已经将来自 PC1 和 PC2 的报文分配到不同链路上进行传输，负载平衡的设置是正确的。

(2) 链路聚合会在什么情况下起分流作用？

如第 (2) 问所说，交换机有 6 种不同的流量平衡模式，根据这 6 种不同的模式，链路聚合进行分流的情形不同。

①根据源 MAC 地址进行流量平衡。

这个模式下，如果报文来自相同的源 MAC，则会经同一个链路进行转发；只有报文来自不同的源 MAC 时，报文转发的成员链路才会不同，即此时才分流。

②根据目的 MAC 地址进行流量平衡。

这个模式下，如果报文发往相同的目的 MAC，则会经同一个链路进行转发；只有报文发往不同的目的 MAC 时，报文转发的成员链路才会不同，即此时才分流。

③根据源 MAC 地址+目的 MAC 地址进行流量平衡

在这个模式下，如果报文来自相同的源 MAC，或者报文发往相同的目的 MAC，则会经同一个链路进行转发；只有报文来自不同的源 MAC 时，或者发往不同的目的 MAC 时，报文转发的成员链路才会不同，即此时才分流。

④根据源 IP 地址进行流量平衡。

这个模式下，如果报文来自相同的源 IP，则会经同一个链路进行转发；只有报文来自不同的源 IP 时，报文转发的成员链路才会不同，即此时才分流。

⑤根据目的 IP 地址进行流量平衡。

这个模式下，如果报文发往相同的目的 IP，则会经同一个链路进行转发；只有报文发往不同的目的 IP 时，报文转发的成员链路才会不同，即此时才分流。

⑥根据源 IP 地址+目的 IP 地址进行流量平衡

在这个模式下，如果报文来自相同的源 IP，或者报文发往相同的目的 IP，则会经同一个链路进行转发；只有报文来自不同的源 IP 时，或者发往不同的目的 IP 时，报文转发的成员链路才会不同，即此时才分流。



学号	学生	自评分
16308073	刘渤	100
16308161	邹紫婧	100
16308091	彭肖文	100
16308015	陈瑞佳	100

本次实验完成后，请根据组员在实验中的贡献，请实事求是，自评在实验中应得的分数。（按百分制）

【交实验报告】

上传实验报告：ftp://222.200.181.161

截止日期（不迟于）：1 周之内

上传包括两个文件：

（1）小组实验报告。上传文件名格式：小组号_Ftp 协议分析实验.pdf （由组长负责上传）

例如：文件名“10_Ftp 协议分析实验.pdf”表示第 10 组的 Ftp 协议分析实验报告

（2）小组成员实验体会。每个同学单独交一份只填写了实验体会的实验报告。只需填写自己的学号和姓名。

文件名格式：小组号_学号_姓名_Ftp 协议分析实验.pdf （由组员自行上传）

例如：文件名“10_05373092_张三_Ftp 协议分析实验.pdf”表示第 10 组的 Ftp 协议分析实验报告。

注意：不要打包上传！