

目 录

第 1 章 MSTP配置	1-1
1.1 MSTP介绍	1-1
1.1.1 MSTP域.....	1-1
1.1.2 端口角色	1-2
1.1.3 MSTP流量分担的实现.....	1-3
1.2 MSTP配置	1-3
1.3 MSTP举例	1-7
1.4 MSTP排错帮助	1-12

第1章 MSTP配置

1.1 MSTP介绍

MSTP 是基于 STP 和 RSTP 的一种新的生成树协议。它运行在一个 Bridged-LAN 里的所有网桥上，负责为这个 Bridged-LAN（包括运行 MSTP、RSTP 和 STP 的网桥）计算出一个简单连通的树形活动拓扑(CIST)，为每个 MST 域（MSTP 域）计算出若干个各自独立的多重生成树实例(MSTI)。它应用 RSTP 的快速收敛特性，允许多个具有相同拓扑的 VLAN 映射到一个生成树实例上，而这个生成树拓扑同其它生成树实例相互独立。这种机制一方面用多重生成树实例为映射到它的 VLAN 的数据流量提供了独立的发送路径，实现不同实例间 VLAN 数据流量的负载分担；另一方面，若干个 VLAN 共享同一个拓扑实例（MSTI），同每个 VLAN 对应一个生成树（PVST）的实现方法相比，大大减少了每个网桥需要维持的生成树实例的数量，节约了 CPU 资源，降低了非业务带宽占用。

1.1.1 MSTP域

由于多个 VLAN 可以映射到一个单一的生成树实例，IEEE 802.1s 委员会提出了 MST 域的概念，用来解决如何判断某个 VLAN 映射到哪个生成树实例的问题。

一个 MSTP 域由一个或若干个具有相同 MCID（MST Configuration Identification）的网桥和将网桥互连起来的局域网（域中的某个网桥是该局域网的指定桥，并且该局域网连接的网桥不是运行 STP 的网桥）组成。域中每个网桥维持相同的 MSTIs。

每个域中的网桥具有下述三个属性：

- ☞ 一个包含数字和字母的配置名字（Configuration Name）
- ☞ 一个配置修正级别（Revision Level）
- ☞ 网桥中 VLAN 向生成树实例映射的配置摘要（Configuration Digest）

以上三部分属性组成域的 MCID，只有这三部分属性完全相同，即 MCID 相同的网桥才被 MSTP 认为属于同一个 MST 域。

在整个 Bridged-LAN 的 CIST 中，MSTP 将 MST 域当做一个网桥对待，如下图所示：

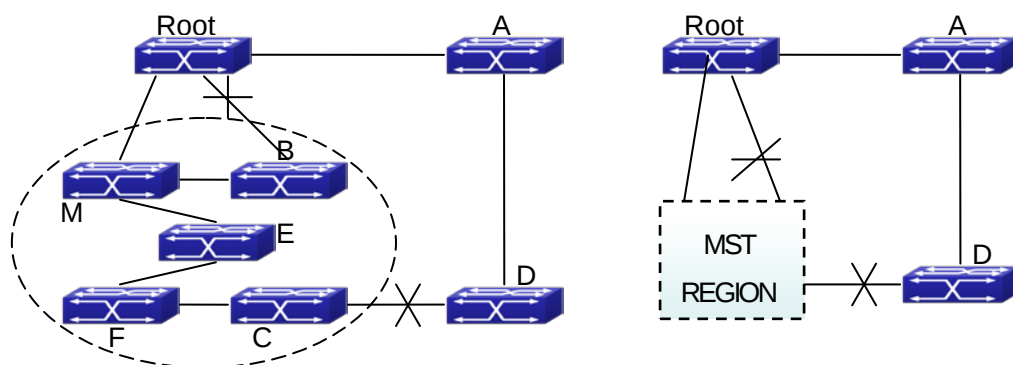


图 1-1 CIST 与 MST 域理解

对上图中的网络，如果网络中的网桥运行 STP 或 RSTP，应当 block（阻塞）网桥 M 和网桥 B 之间的一个端口。但是，如果图中虚线区域部分中的网桥运行 MSTP 并被配置在一个 MST 域中，由于 MSTP 将该域当做一个网桥对待，将会 block 网桥 B 上与根桥（Root）间的端口；同样，MSTP 会 block 网桥 D 上的某个端口。

1.1.1.1 MST域内操作

在一个域内，IST 将域中所有的网桥连接起来。IST 在运行过程中，选出 CIST Regional Root 为它的根网桥，该网桥到 CIST Root 的路径代价和 BridgeID 最小。如果网络中只有一个域，该网桥就是整个网络的 CIST Root；如果 CIST Root 在该域外，则域边缘的某个网桥被选择为 CIST Regional Root。域中 CIST Regional Root 上的根端口是域中所有 MSTIs 的 Master Port。

当一个 MSTP 网桥初始化时，它发送 BPDU，声称自己是 CIST Regional Root，将到 CIST Root 和 CIST Regional Root 的路径代码设为 0。该网桥同时初始化所有 MSTIs，声称自己是所有 MSTIs 的根。如果该网桥收到更优的 CIST/MSTI 根信息（较小的路径代价，BridgeID 等），它就不再认为自己是 CIST 或相应 MSTI 的根。

在一个域中，只有 IST 发送和接收 BPDU。BPDU 中带有各个 MSTI 的信息。因为 MST BPDU 中包含了所有生成树实例的信息，大大减少了为支持多个生成树而需要处理的 BPDU 数量。

MST 域中的所有实例公用相同的协议定时器，但各个实例有各自独立的与拓扑相关的参数，如 Regional Root，根路径代价等。

1.1.1.2 MST域间操作

当网络中存在多个 MST 域或 802.1D 网桥（运行 STP 的网桥）时，MSTP 通过 CST 维持域间或域同 802.1D 网桥间的连接。IST 将域中的网桥连接起来，作为一个虚拟的网桥同相邻的域或 802.1D 网桥连接。

MSTI 的作用范围仅局限于它所在的 MST 域中。一个域中的某个 MST 实例同其它域中的任何 MST 实例无关。域中的网桥通过边缘端口收到另外一个域发送来的 MST BPDU，它只处理数据中 CIST 的相关信息；而将其中的 MSTI 信息丢弃。

1.1.2 端口角色

MSTP 网桥为每一个运行 MSTP 的端口对应于每一个生成树分配一个端口角色。

- ☞ CIST 的端口角色有：Root Port，Designated Port，Alternate Port 和 Backup Port。
- ☞ 每个 MSTI 的端口角色除了上述角色外，还增加了一个新的角色：Master Port。

CIST 和每个 MSTI 的 Root Port，Designated Port，Alternate Port 和 Backup Port 等角色的指定同 RSTP 对应的角色指定相同。

1.1.3 MSTP流量分担的实现

在一个 MST 域中，通过将 VLAN 映射到不同的生成树实例，形成不同的拓扑。各个拓扑实例（包括 IST 和 MSTIs）间相互独立，可以在网桥中配置每个实例各自对应的参数（如网桥优先级（Bridge Priority）、端口代价（Port Cost）等），为网桥和端口指定相应的角色，从而形成拓扑实例中 VLAN 数据流量对应的各自路径，实现 VLAN 流量的分担。具体配置可参考下面 MSTP 举例部分。

1.2 MSTP配置

MSTP 配置任务序列如下：

1. 启动 MSTP 并设置运行模式
2. 配置实例参数
3. 配置 MSTP 域参数
4. 配置 MSTP 的时间参数
5. 配置 MSTP 的快速迁移特性
6. 配置 MSTP 的格式
7. 配置端口的 spanning-tree 属性
8. 配置 MSTP 的认证字窥探属性
9. 配置 MSTP 的拓扑改变 FLUSH 模式

1.启动 MSTP 并设置运行模式

命令	解释
全局配置模式和端口配置模式	
spanning-tree no spanning-tree	启动和关闭 MSTP 协议。
全局配置模式	
spanning-tree mode {mstp stp rstp} no spanning-tree mode	设置 MSTP 的运行模式。
端口配置模式	
spanning-tree mcheck	强制端口迁移到 MSTP 模式下运行。

2.配置实例参数

命令	解释
全局配置模式	
spanning-tree mst <instance-id> priority <bridge-priority> no spanning-tree mst <instance-id>	设置交换机在指定实例的网桥优先级。

priority	
spanning-tree priority <bridge-priority> no spanning-tree priority	设置交换机的网桥优先级。
端口配置模式	
spanning-tree mst <instance-id> cost <cost> no spanning-tree mst <instance-id> cost	设置当前端口在指定实例的端口路径代价。
spanning-tree mst <instance-id> port-priority <port-priority> no spanning-tree mst <instance-id> port-priority	设置当前端口在指定实例的端口优先级。
spanning-tree mst <instance-id> rootguard no spanning-tree mst <instance-id> rootguard	设置当前端口在指定实例下是否进行根防护，设置根防护的端口不能转为根端口。
spanning-tree rootguard no spanning-tree rootguard	设置当前端口在实例 0 下是否进行根防护，设置根防护的端口不能转为根端口。
spanning-tree [mst <instance-id>] loopguard no spanning-tree [mst <instance-id>] loopguard	配置 spanning-tree 的指定实例上启动 loopguard 功能，本命令的 no 操作恢复为不在该实例下启动该功能。

3.配置 MSTP 域参数

命令	解释
全局配置模式	
spanning-tree mst configuration no spanning-tree mst configuration	进入 MSTP 域配置模式；本命令的 no 操作为恢复交换机的 MSTP 域参数的缺省值。
MSTP 域配置模式	
show	显示当前运行系统的信息。
instance <instance-id> vlan <vlan-list> no instance <instance-id> [vlan <vlan-list>]	创建 Instance 及配置 VLAN 与 Instance 的映射关系。
name <name> no name	配置 MSTP 域的名字。
revision-level <level> no revision-level	配置 MSTP 域的修正级别数值。

abort	退出 MSTP 域配置模式回到全局配置模式，不保存当前对 MSTP 域的配置。
exit	退出 MSTP 域配置模式回到全局配置模式，并保存当前对 MSTP 域的配置。
no	取消一个命令或设置初始值。

4.配置 MSTP 的时间参数

命令	解释
全局配置模式	
spanning-tree forward-time <time> no spanning-tree forward-time	设置交换机转发延时的时间值。
spanning-tree hello-time <time> no spanning-tree hello-time	设置交换机发送 BPDU 报文的 Hello 时间值。
spanning-tree maxage <time> no spanning-tree maxage	设置交换机 BPDU 信息的最大老化时间值。
spanning-tree max-hop <hop-count> no spanning-tree max-hop	设置 BPDU 支持在 MSTP 域中传输的最大跳数。

5.配置 MSTP 的快速迁移特性

命令	解释
端口配置模式	
spanning-tree link-type p2p {auto force-true force-false} no spanning-tree link-type	设置端口的链路类型。
spanning-tree portfast [bpdufilter bpduguard] [recovery <30-3600>] no spanning-tree portfast	设置和取消端口为边缘端口, 参数 bpdufilter 和 bpduguard 以及无参数分别表示收到 BPDU 丢弃、收到 BPDU 关闭端口和收到 BPDU 转为非边缘端口。

6.配置 MSTP 的格式

命令	解释
端口配置模式	

spanning-tree format standard spanning-tree format privacy spanning-tree format auto no spanning-tree format	设置端口的格式， standard 格式为遵守 IEEE 标准的格式， privacy 为私有的格式， auto 格式通过自动识别对端的格式决定自己的格式，是默认的格式。在收到对端的格式前使用默认的格式。
---	---

7. 配置端口的 spanning-tree 属性

命令	解释
端口配置模式	
spanning-tree cost <cost> no spanning-tree cost	设置端口路径代价。
spanning-tree port-priority <port-priority> no spanning-tree port-priority	设置端口的优先级。
spanning-tree rootguard no spanning-tree rootguard	设置端口为根端口。
全局配置模式	
spanning-tree transmit-hold-count <tx-hold-count-value> no spanning-tree transmit-hold-count	设置端口的最大发送速率。
spanning-tree cost-format {dot1d dot1t}	修改路径开销值的表示方式。

8. 配置 MSTP 的认证字窥探属性

命令	解释
端口配置模式	
spanning-tree digest-snooping no spanning-tree digest-snooping	设置端口上使用对端的认证字，由于个别厂商使用不同于标准的密钥，为了与其在域内互通，在端口上配置了 digest-snooping 命令后，我们在收到对方报文后记录对方的认证字并使用记录的认证字发给对端，以解决与其在域内互通的要求。

9. 配置 MSTP 的拓扑改变 FLUSH 模式

命令	解释
全局配置模式	

spanning-tree tcflush {enable disable protect} no spanning-tree tcflush	设置传播拓扑改变消息时进行 FLUSH 的模式，协议要求是每次拓扑改变都 FLUSH，但在实际环境中，可能不需要也不希望有过多的刷新造成流量不稳定，因此允许根据实际环境设置不同的处理方式，disable 表示不因拓扑改变而刷新,protect 表示每 10 秒最多进行一次刷新，以避免拓扑改变攻击造成的过多刷新。全局的配置作用于所有没有单独配置的端口。本命令的 NO 形式恢复为缺省的 enable 模式，即按协议要求每次刷新。
端口配置模式	
spanning-tree tcflush {enable disable protect} no spanning-tree tcflush	上述命令的端口模式，端口上配置了刷新模式的，不受全局模式的影响。本命令的 NO 形式取消端口上模式的配置，即恢复为默认的使用全局的刷新模式。

1.3 MSTP举例

MSTP 典型应用案例如下：

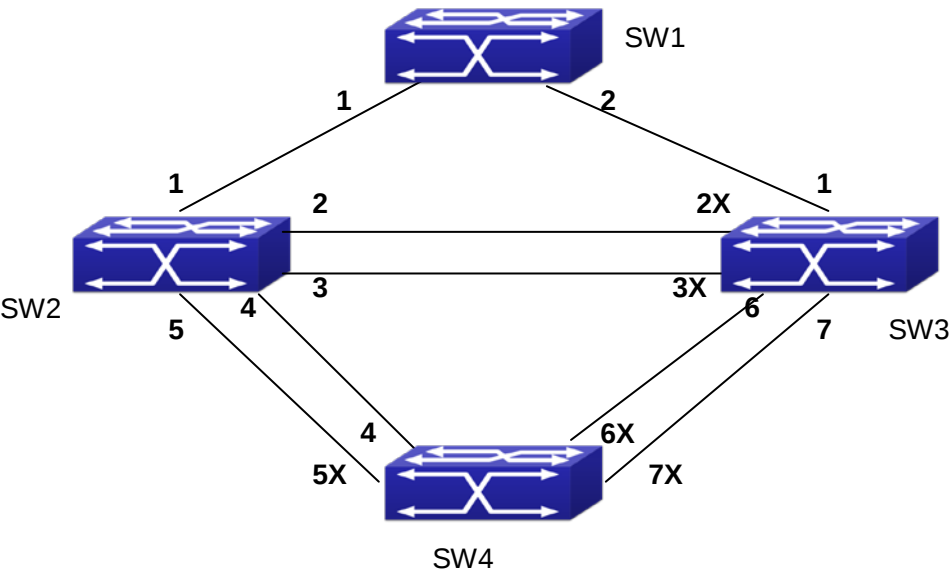


图 1-2 MSTP 典型配置举例

上图中，SW1-SW4 之间的连线如图所示，运行 MSTP 协议。缺省条件下，各交换机

运行在 MSTP 模式下，它们的网桥优先级、端口优先级、端口路径代价都为缺省值（都相等）。各交换机的缺省配置如下：

网桥名称		SW1	SW2	SW3	SW4
网桥 MAC 地址		...00-00-01	...00-00-02	...00-00-03	...00-00-04
网桥优先级		32768	32768	32768	32768
端口 优 先 级	端口 1	128	128	128	
	端口 2	128	128	128	
	端口 3		128	128	
	端口 4		128		128
	端口 5		128		128
	端口 6			128	128
	端口 7			128	128
端口 路 径 代 价	端口 1	200000	200000	200000	
	端口 2	200000	200000	200000	
	端口 3		200000	200000	
	端口 4		200000		200000
	端口 5		200000		200000
	端口 6			200000	200000
	端口 7			200000	200000

在缺省情况下，MSTP 会自动建立起一个以 SW1 为根网桥的拓扑（用蓝线标记），标记“x”的端口状态为 Discarding，其它端口状态为 Forwarding。

配置更改：

步骤一：配置端口到 vlan 的映射关系：

- ☞ 在交换机 SW2，SW3，SW4 上创建 vlan 20，30，40，50；
- ☞ 在交换机 SW2，SW3，SW4 配置端口 1-7 模式为 trunk。

步骤二：配置交换机 SW2，SW3，SW4 在同一个 MSTP 域内：

- ☞ 配置交换机 SW2，SW3，SW4 域名都为 mstp；
- ☞ 在交换机 SW2，SW3，SW4 上将 vlan 20 和 vlan 30 映射到实例 3 上；将 vlan 40 和 vlan 50 映射到实例 4 上。

步骤三：配置交换机 SW3 为实例 3 的根网桥；配置 SW4 交换机为实例 4 的根网桥：

- ☞ 在交换机 SW3 上配置实例 3 对应的网桥优先级为 0；
- ☞ 在交换机 SW4 上配置实例 4 对应的网桥优先级为 0。

配置步骤如下：

交换机SW2：

```
SW2(config)#vlan 20
SW2(Config-Vlan20)#exit
SW2(config)#vlan 30
SW2(Config-Vlan30)#exit
SW2(config)#vlan 40
SW2(Config-Vlan40)#exit
SW2(config)#vlan 50
SW2(Config-Vlan50)#exit
SW2(config)#spanning-tree mst configuration
SW2(Config-Mstp-Region)#name mstp
SW2(Config-Mstp-Region)#instance 3 vlan 20;30
SW2(Config-Mstp-Region)#instance 4 vlan 40;50
SW2(Config-Mstp-Region)#exit
SW2(config)#interface ethernet 1/0/1-7
SW2(Config-If-Port-Range)#switchport mode trunk
SW2(Config-If-Port-Range)#exit
SW2(config)#spanning-tree
```

交换机SW3:

```
SW3(config)#vlan 20
SW3(Config-Vlan20)#exit
SW3(config)#vlan 30
SW3(Config-Vlan30)#exit
SW3(config)#vlan 40
SW3(Config-Vlan40)#exit
SW3(config)#vlan 50
SW3(Config-Vlan50)#exit
SW3(config)#spanning-tree mst configuration
SW3(Config-Mstp-Region)#name mstp
SW3(Config-Mstp-Region)#instance 3 vlan 20;30
SW3(Config-Mstp-Region)#instance 4 vlan 40;50
SW3(Config-Mstp-Region)#exit
SW3(config)#interface ethernet 1/0/1-7
SW3(Config-If-Port-Range)#switchport mode trunk
SW3(Config-If-Port-Range)#exit
SW3(config)#spanning-tree
SW3(config)#spanning-tree mst 3 priority 0
```

交换机SW4:

```
SW4(config)#vlan 20
SW4(Config-Vlan20)#exit
SW4(config)#vlan 30
SW4(Config-Vlan30)#exit
SW4(config)#vlan 40
SW4(Config-Vlan40)#exit
SW4(config)#vlan 50
SW4(Config-Vlan50)#exit
SW4(config)#spanning-tree mst configuration
SW4(Config-Mstp-Region)#name mstp
SW4(Config-Mstp-Region)#instance 3 vlan 20;30
SW4(Config-Mstp-Region)#instance 4 vlan 40;50
SW4(Config-Mstp-Region)#exit
SW4(config)#interface ethernet 1/0/1-7
SW4(Config-If-Port-Range)#switchport mode trunk
SW4(Config-If-Port-Range)#exit
SW4(config)#spanning-tree
SW4(config)#spanning-tree mst 4 priority 0
```

在上述配置之后，整个网络的实例 CIST（实例 0）以 SW1 为根网桥，在 SW2，SW3，SW4 所在的 MSTP 域内，实例 0 的域根（region root）是 SW2，实例 3 的域根是 SW3；实例 4 的域根是 SW4。vlan 20 和 vlan 30 的流量沿着实例 3 的拓扑发送；vlan 40 和 vlan 50 的流量沿着实例 4 的拓扑的发送；其它 vlan 的流量沿实例 0 的拓扑发送。交换机 SW2 上的端口 1 是实例 3 和实例 4 的 Master Port。

MSTP 计算结果包括三个拓扑，实例 0，实例 3 和实例 4，分别如下所示（均用蓝线标记），标记“x”的端口状态为 Discarding，其它端口状态为 Forwarding。由于实例 3 和 4 只在 MSTP 域内有效，图中相关部分只显示其在 MSTP 域内的拓扑。

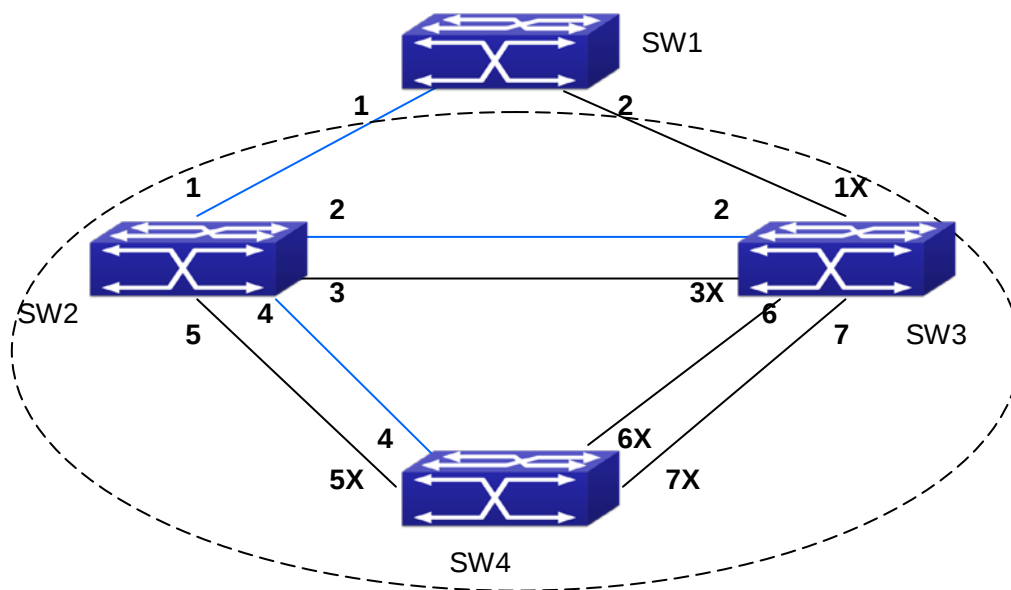


图 1-3 MSTP 变更后的实例 0 的拓扑

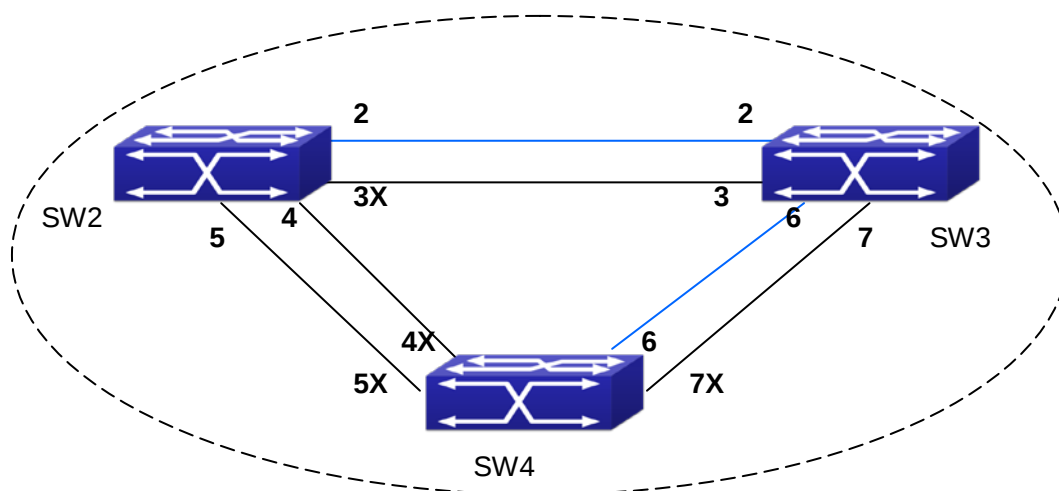


图 1-4 MSTP 变更后 MSTP 域内实例 3 的拓扑

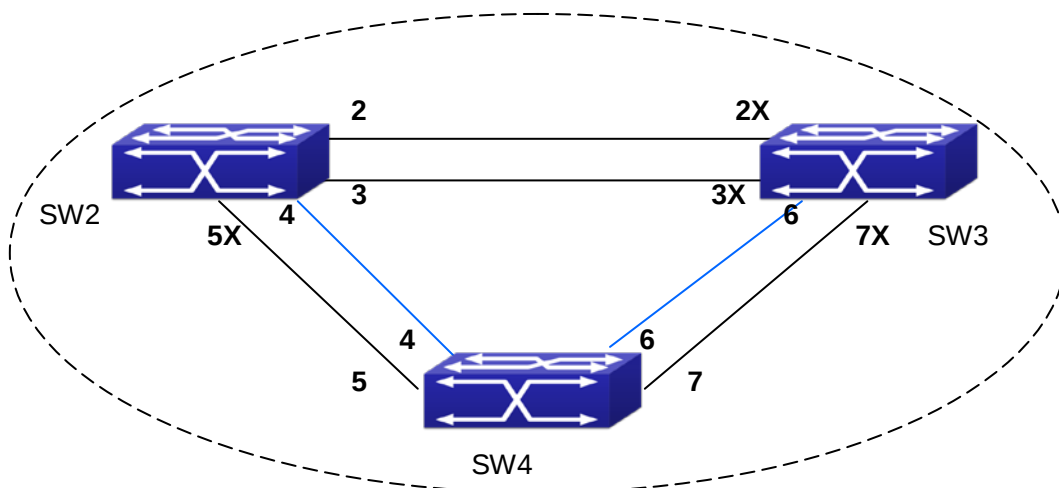


图 1-5 MSTP 变更后 MSTP 域内实例 4 的拓扑

1.4 MSTP排错帮助

- ✎ 如果要在交换机端口上运行 MSTP，首先必须在全局打开 MSTP 开关。在没有打开全局 MSTP 开关之前，打开端口的 MSTP 开关是不允许的。
- ✎ MSTP 定时器参数之间是有相关性的，错误配置可能导致交换机不能正常工作。各定时器之间的关联关系为： $2 \times (\text{Bridge_Forward_Delay} - 1.0 \text{ seconds}) \geq \text{Bridge_Max_Age}$
 $\text{Bridge_Max_Age} \geq 2 \times (\text{Bridge_Hello_Time} + 1.0 \text{ seconds})$
- ✎ 用户在修改 MSTP 参数时，应该清楚所产生的各个拓扑。除了全局的基于网桥的参数配置外，其它的是基于各个实例的配置，在配置时一定要注意配置参数对应的实例是否正确。