

生成树基础 实验指导手册

学生版



华为技术有限公司

版权所有 © 华为技术有限公司 2020。保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明



和其他华为商标均为华为技术有限公司的商标。

本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

注意

您购买的产品、服务或特性等应受华为公司商业合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，华为公司对本文档内容不做任何明示或暗示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

华为技术有限公司

地址： 深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

邮编： 518129

网址： <http://e.huawei.com>

华为认证体系介绍

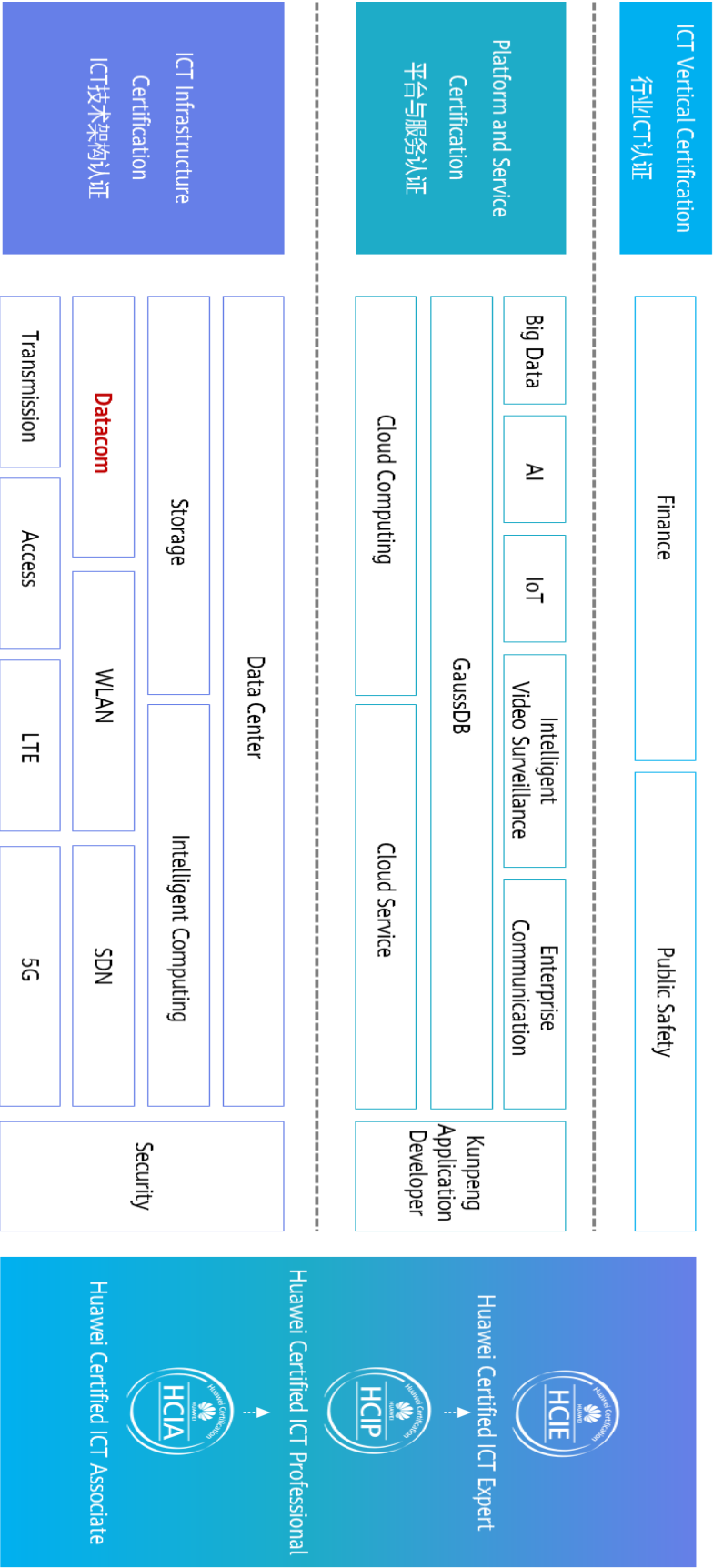
华为认证是华为公司基于“平台+生态”战略，围绕“云-管-端”协同的新ICT技术架构，打造的ICT技术架构认证、平台与服务认证、行业ICT认证三类认证，是业界唯一覆盖ICT（Information and Communications Technology 信息通信技术）全技术领域的认证体系。

根据ICT从业者的学习和进阶需求，华为认证分为工程师级别、高级工程师级别和专家级别三个认证等级。华为认证覆盖ICT全领域，符合ICT融合的技术趋势，致力于提供领先的人才培养体系和认证标准，培养数字化时代新型ICT人才，构建良性ICT人才生态。

HCIA-Datacom（Huawei Certified ICT Associate-Datacom，华为认证网络通信工程师数据通信方向）主要面向华为公司办事处、代表处一线工程师，以及其他希望学习华为数通产品技术人士。HCIA-Datacom认证在内容上涵盖路由交换原理、WLAN基本原理、网络安全基础知识、网络管理与运维基础知识以及SDN与编程自动化基础知识等内容。

华为认证协助您打开行业之窗，开启改变之门，屹立在数通领域的潮头浪尖！

Huawei Certification



目 录

1 前言	4
1.1 项目背景	4
1.2 项目目的	4
1.3 项目拓扑	5
2 项目实施	6
2.1 项目思路	6
2.2 项目任务	6
3 结果验证	13
4 思考题	14

1 前言

1.1 项目背景

以太网交换网络中为了进行链路备份，提高网络可靠性，通常会使用冗余链路。但是使用冗余链路会在交换网络上产生环路，引发广播风暴以及 MAC 地址表不稳定等故障现象，从而导致用户通信质量较差，甚至通信中断。为解决交换网络中的环路问题，提出了生成树协议 STP（Spanning Tree Protocol）。

与众多协议的发展过程一样，生成树协议也是随着网络的发展而不断更新的，从最初的 IEEE 802.1D 中定义的 STP 到 IEEE 802.1W 中定义的快速生成树协议 RSTP（Rapid Spanning Tree Protocol），再到最新的 IEEE 802.1S 中定义的多生成树协议 MSTP（Multiple Spanning Tree Protocol）。

本实验将通过完成 STP 的基本配置，帮助学员掌握 STP 的配置和原理，以及部分 RSTP 特性。

某公司的二层交换网络中，为了提高网络可靠性，故在二层交换网络中增加冗余链路。为了阻止冗余链路可能带来的广播风暴，MAC 地址漂移等负面影响，需要在交换机之间部署生成树协议。

1.2 项目目的

- 掌握启用和禁用 STP/RSTP 的方法
- 掌握修改交换机 STP 模式的方法
- 掌握修改桥优先级，控制根桥选举的方法
- 掌握修改端口优先级，控制根端口和指定端口选举的方法
- 掌握修改端口开销，控制根端口和指定端口选举的方法
- 掌握边缘端口的配置方法
- 掌握启用和禁用 RSTP 的配置方法

1.3 项目拓扑

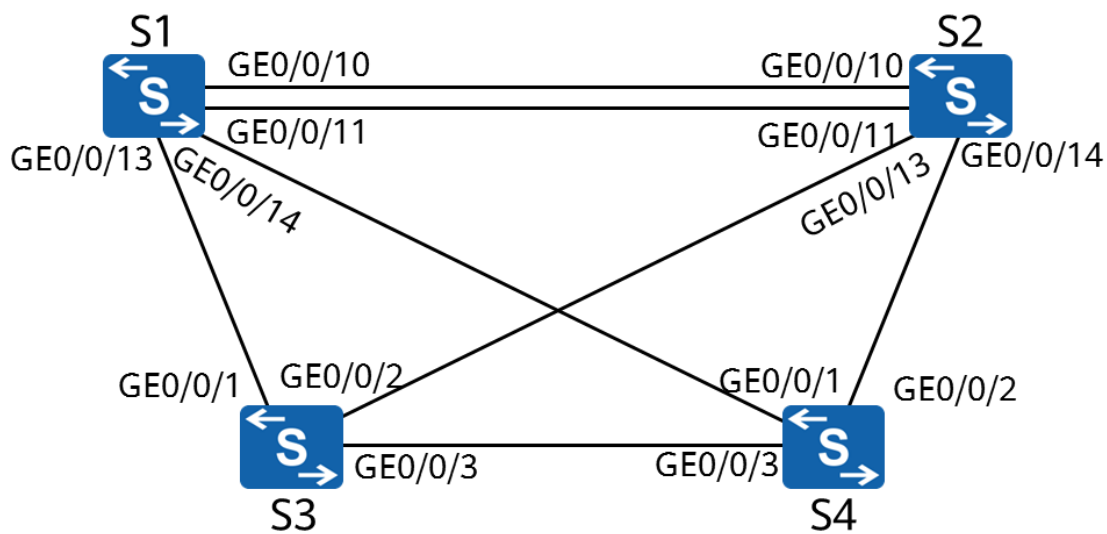


图1-1 生成树基础实验拓扑

2 项目实施

2.1 项目思路

1. 使能设备上的 STP 功能
2. 修改桥优先级来控制根桥的选举
3. 修改接口参数来控制端口角色
4. 修改设备运行 RSTP 协议
5. 配置 RSTP 边缘端口

2.2 项目任务

步骤 1 配置设备运行 STP

全局使能 STP 功能

```
<S1>system-view
Enter system view, return user view with Ctrl+Z.
[S1]stp enable
```

stp enable 命令用来使能交换设备或端口上的 STP/RSTP/MSTP 功能。缺省情况下，交换设备上的 STP/RSTP/MSTP 功能处于启用状态，此处配置仅为演示用。

修改当前生成树工作模式为 STP

```
[S1]stp mode stp
Info: This operation may take a few seconds. Please wait for a moment...done.
```

stp mode{mstp | rstp | stp}命令用来配置交换设备的生成树协议工作模式。缺省情况下，设备的生成树协议工作模式为 MSTP 模式。当前设备的生成树模式已经被修改为 STP。

```
[S2]stp mode stp
Info: This operation may take a few seconds. Please wait for a moment...done.
```

```
[S3]stp mode stp
Info: This operation may take a few seconds. Please wait for a moment...done.
```

```
[S4]stp mode stp
Info: This operation may take a few seconds. Please wait for a moment...done.
```


查看生成树的状态，以 S1 为例

```
[S1]display stp
-----[CIST Global Info][Mode STP]-----
CIST Bridge           :32768.4c1f-cc33-7359           //自身的桥 ID。
Config Times          :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
Active Times          :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
CIST Root/ERPC        :32768.4c1f-cc10-5913 / 20000     //当前的根桥的 ID 与根路径开销
CIST RegRoot/IRPC     :32768.4c1f-cc33-7359 / 0
CIST RootPortId       :128.14
BPDU-Protection       :Disabled
TC or TCN received    :47
TC count per hello    :0
STP Converge Mode     :Normal
Time since last TC    :0 days 0h:0m:38s
Number of TC          :15
Last TC occurred      :GigabitEthernet0/0/14
```

显示信息还包括各个接口的状态，在上述输出中已经按 `ctrl+c` 结束显示。

查看各交换机上生成树的状态信息摘要。

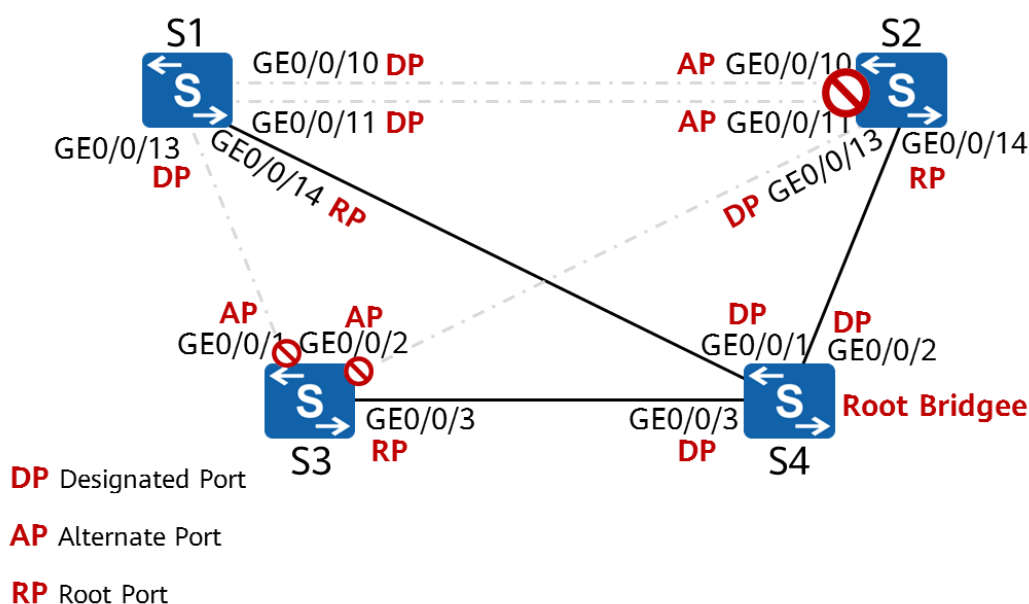
```
[S1]display stp brief
MSTID  Port                Role    STP State    Protection
0      GigabitEthernet0/0/10  DESI    FORWARDING   NONE
0      GigabitEthernet0/0/11  DESI    FORWARDING   NONE
0      GigabitEthernet0/0/13  DESI    FORWARDING   NONE
0      GigabitEthernet0/0/14  ROOT    FORWARDING   NONE
```

```
[S2]display stp brief
MSTID  Port                Role    STP State    Protection
0      GigabitEthernet0/0/10  ALTE    DISCARDING   NONE
0      GigabitEthernet0/0/11  ALTE    DISCARDING   NONE
0      GigabitEthernet0/0/13  DESI    FORWARDING   NONE
0      GigabitEthernet0/0/14  ROOT    FORWARDING   NONE
```

```
[S3]display stp brief
MSTID  Port                Role    STP State    Protection
0      GigabitEthernet0/0/1  ALTE    DISCARDING   NONE
0      GigabitEthernet0/0/2  ALTE    DISCARDING   NONE
0      GigabitEthernet0/0/3  ROOT    FORWARDING   NONE
```

```
[S4]display stp brief
MSTID  Port                Role    STP State    Protection
0      GigabitEthernet0/0/1  DESI    FORWARDING   NONE
0      GigabitEthernet0/0/2  DESI    FORWARDING   NONE
0      GigabitEthernet0/0/3  DESI    FORWARDING   NONE
```

综合根桥 ID 信息以及各个交换机上的端口信息，可得当前拓扑如下



虚线代表该链路不转发业务数据。

注：该拓扑仅供参考，不一定与实际实验环境中的生成树拓扑相同。

步骤 2 修改设备参数，使得 S1 成为根桥，S2 成为备份根桥

修改 S1 和 S2 的桥优先级

```
[S1]stp root primary
```

由于根桥在网络中的重要性，在根桥选举过程中，通常希望性能高、网络层次高的交换设备会被选举为根桥。但是，性能高、网络层次高的交换设备其优先级不一定高，因此可以通过执行相应命令配置其为根桥，以保证该设备成为根桥。stp root 命令用来配置当前交换设备为指定生成树的根桥或备份根桥。

- 执行**stp root primary**命令指定当前交换设备为根交换设备，则表示该设备在指定生成树中的优先级为0，且优先级不能修改。
- 执行**stp root secondary**命令指定当前交换设备在指定生成树中为备份根桥，则表示该设备的优先级数值为4096，且优先级不能修改。

```
[S2]stp root secondary
```

在 S1 上查看当前 STP 状态

```
[S1]display stp
```

```
-----[CIST Global Info][Mode STP]-----
```

```
CIST Bridge          :0      .4c1f-cc33-7359          //自身的桥 ID。
Config Times         :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
Active Times         :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
CIST Root/ERPC       :0      .4c1f-cc33-7359 / 0        //当前的根桥的 ID 与根路径开销
CIST RegRoot/IRPC    :0      .4c1f-cc33-7359 / 0
CIST RootPortId      :0.0
BPDU-Protection      :Disabled
```

```
CIST Root Type      :Primary root
TC or TCN received  :84
TC count per hello  :0
STP Converge Mode   :Normal
Time since last TC   :0 days 0h:1m:44s
Number of TC         :21
Last TC occurred     :GigabitEthernet0/0/10
```

此时自身桥 ID 与根桥 ID 相同，且根路径开销为 0，说明 S1 是当前网络的根桥。

在所有设备上查看 STP 状态摘要

```
[S1]display stp brief
```

MSTID	Port	Role	STP State	Protection
0	GigabitEthernet0/0/10	DESI	FORWARDING	NONE
0	GigabitEthernet0/0/11	DESI	FORWARDING	NONE
0	GigabitEthernet0/0/13	DESI	FORWARDING	NONE
0	GigabitEthernet0/0/14	DESI	FORWARDING	NONE

```
[S2]display stp brief
```

MSTID	Port	Role	STP State	Protection
0	GigabitEthernet0/0/10	ROOT	FORWARDING	NONE
0	GigabitEthernet0/0/11	ALTE	DISCARDING	NONE
0	GigabitEthernet0/0/13	DESI	FORWARDING	NONE
0	GigabitEthernet0/0/14	DESI	FORWARDING	NONE

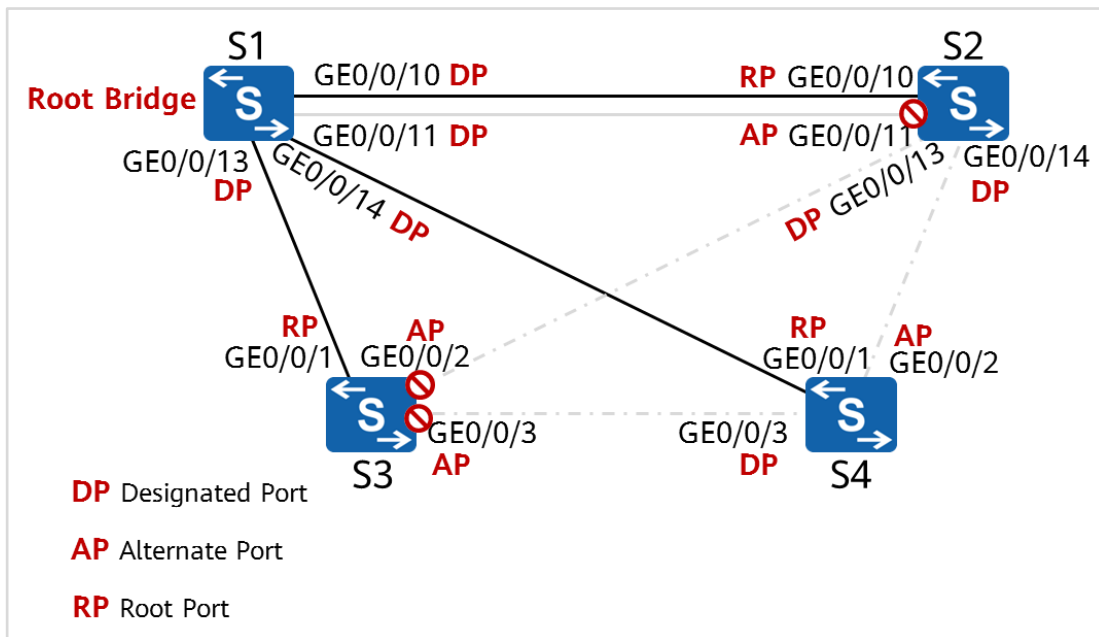
```
[S3]display stp brief
```

MSTID	Port	Role	STP State	Protection
0	GigabitEthernet0/0/1	ROOT	FORWARDING	NONE
0	GigabitEthernet0/0/2	ALTE	DISCARDING	NONE
0	GigabitEthernet0/0/3	ALTE	DISCARDING	NONE

```
[S4]display stp brief
```

MSTID	Port	Role	STP State	Protection
0	GigabitEthernet0/0/1	ROOT	FORWARDING	NONE
0	GigabitEthernet0/0/2	ALTE	DISCARDING	NONE
0	GigabitEthernet0/0/3	DESI	FORWARDING	NONE

综合根桥 ID 信息以及各个交换机上的端口信息，可得当前拓扑如下



步骤 3 修改设备参数，使得 S4 的 GigabitEthernet0/0/2 接口成为根端口

查看 S4 上的 STP 状态信息

```
[S4]display stp
-----[CIST Global Info][Mode STP]-----
CIST Bridge           :32768.4c1f-cc10-5913
Config Times           :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
Active Times           :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
CIST Root/ERPC         :0 .4c1f-cc33-7359 / 20000
CIST RegRoot/IRPC      :32768.4c1f-cc10-5913 / 0
CIST RootPortId        :128.1
BPDU-Protection        :Disabled
TC or TCN received     :93
TC count per hello     :0
STP Converge Mode      :Normal
Time since last TC     :0 days 0h:9m:5s
Number of TC           :18
Last TC occurred       :GigabitEthernet0/0/1
```

当前 S4 到 S1 的根路径开销为 20000。

修改 S4 的 GigabitEthernet 0/0/1 的 STP 开销值为 50000

```
[S4]interface GigabitEthernet 0/0/1
[S4-GigabitEthernet0/0/1]stp cost 50000
```

查看当前 STP 状态信息摘要

```
[S4]display stp brief
```

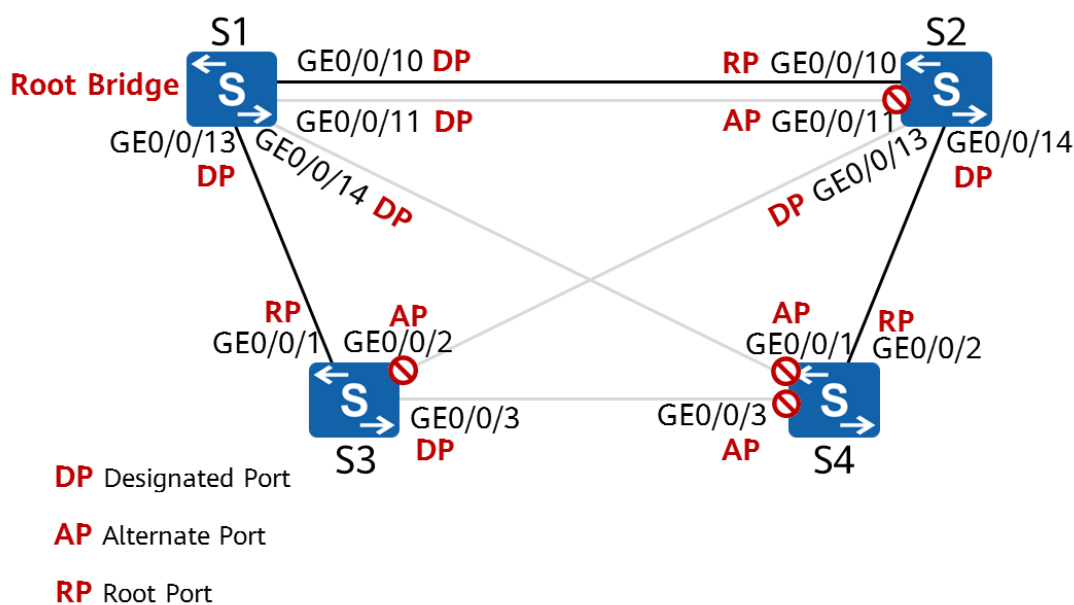
MSTID	Port	Role	STP State	Protection
0	GigabitEthernet0/0/1	ALTE	DISCARDING	NONE
0	GigabitEthernet0/0/2	ROOT	FORWARDING	NONE
0	GigabitEthernet0/0/3	ALTE	DISCARDING	NONE

S4 的 GigabitEthernet0/0/2 接口已经成为根端口

查看当前 STP 状态信息

```
[S4]display stp
-----[CIST Global Info][Mode STP]-----
CIST Bridge           :32768.4c1f-cc10-5913
Config Times          :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
Active Times          :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
CIST Root/ERPC        :0 .4c1f-cc33-7359 / 40000           //根路径开销为 20000+20000=40000
CIST RegRoot/IRPC     :32768.4c1f-cc10-5913 / 0
CIST RootPortId       :128.2
BPDU-Protection       :Disabled
TC or TCN received    :146
TC count per hello    :0
STP Converge Mode     :Normal
Time since last TC    :0 days 0h:2m:25s
Number of TC          :20
Last TC occurred      :GigabitEthernet0/0/2
```

当前拓扑如下



步骤 4 修改当前生成树工作模式为 RSTP

#修改所有设备的生成树模式为 RSTP

查看设备上的生成树状态，仅以 S1 为例

```
[S1]display stp
-----[CIST Global Info][Mode RSTP]-----
CIST Bridge           :0 .4c1f-cc33-7359
Config Times          :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
Active Times          :Hello 2s MaxAge 20s FwDly 15s MaxHop 20
CIST Root/ERPC        :0 .4c1f-cc33-7359 / 0
```

```
CIST RegRoot/IRPC      :0      .4c1f-cc33-7359 / 0
CIST RootPortId        :0.0
BPDU-Protection         :Disabled
CIST Root Type          :Primary root
TC or TCN received      :89
TC count per hello      :0
STP Converge Mode       :Normal
Time since last TC      :0 days 0h:0m:44s
Number of TC            :27
Last TC occurred        :GigabitEthernet0/0/11
```

模式修改后，对生成树的整体拓扑无影响。

步骤 5 配置边缘端口

S3 的 GigabitEthernet 0/0/10-0/0/24 确认只会连接终端设备，需要被配置为边缘端口

```
[S3]interface range GigabitEthernet 0/0/10 to GigabitEthernet 0/0/24
```

通常，设备的以太网接口数比较多，并且在很多以太网接口下有相同的配置。如果对这些以太网接口进行逐个配置会较为繁琐，且容易输入错误。因此，将需要执行相同配置命令的以太网接口加入到一个临时端口组，在临时端口组配置命令时，系统会自动到临时端口组绑定的所有成员接口下执行这些命令行，完成以太网接口批量配置。

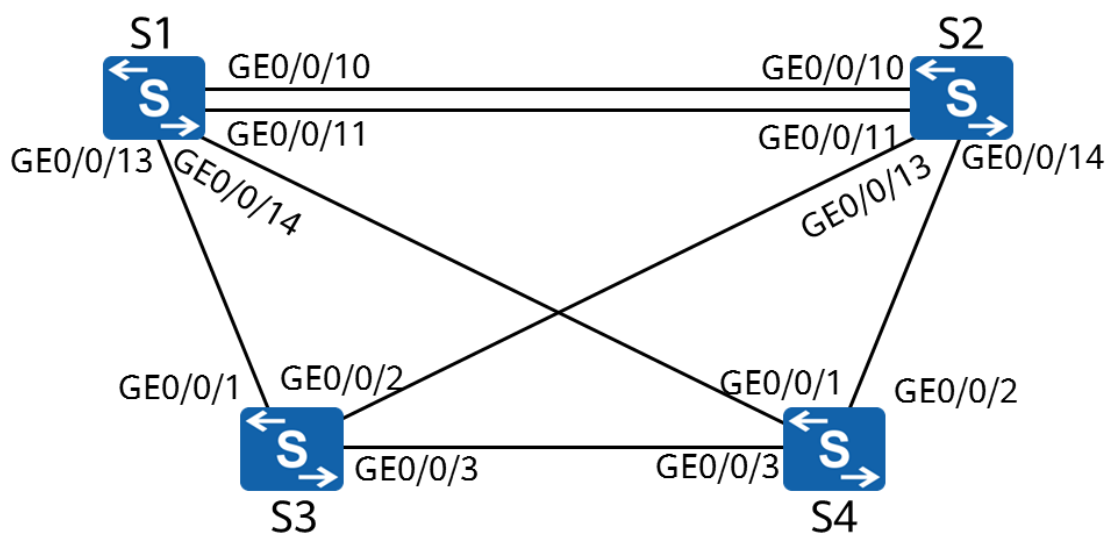
注：某些产品上可能不支持临时接口组，需要对接口做单独配置。

将 S3 的 GigabitEthernet 0/0/10-0/0/24 端口配置为边缘端口

stp edged-port enable 命令用来配置当前端口为边缘端口。当前端口配置成边缘端口后，如果收到 BPDU 报文，交换设备会自动将边缘端口设置为非边缘端口，并重新进行生成树计算。

3 结果验证

1) 请根据实际收敛情况，标识出当前实验环境中的根桥以及端口角色。



2) 关闭任意交换机上的任意端口，观察是否能够通过备份链路到达其他所有交换机。

4

思考题

1. 步骤 3 中，若修改 S1 的 GigabitEthernet 0/0/14 接口的 cost 值为 50000，是否能达到相应的效果？为什么？
2. 在当前拓扑下，请尝试通过修改配置使得 S2 的 GigabitEthernet0/0/11 口成为根端口。
3. S1 与 S2 之间的两条链路能否同时处于转发状态？为什么？