目录

项目 1 VLAN 网络配置

项目目标

1. 了解 VLAN 的概念。
2. 了解 VLAN 网络的优点与局限性。
3. 掌握常用的 VLAN 配置命令。
4. 学会 VLAN 网络的划分。

知识导图

笔记

任务 1.1 认识 VLAN 网络

子任务 1.1.1 VLAN 网络的概念

虚拟局域网（Virtual Local Area Network，VLAN）是指一组逻辑上的设备和用户，这些设备和用户并不受物理位置的限制，可以根据功能、部门及应用等因素将它们组织起来，它们相互之间的通信就好像在同一网段中一样，由此得名虚拟局域网。VLAN 是一种比较新的技术，工作在 OSI 参考模型的第 2 层和第 3 层，一个 VLAN 就是一个广播域，VLAN 之间的通信是通过第 3 层的路由器来完成的。

子任务 1.1.2 VLAN 网络的优点与局限性

1. VLAN 网络的优点

（1）端口的分隔。即便在同一个交换机上，处于不同 VLAN 的端口也是不能通信的，这样一个物理的交换机就可以作为多个逻辑的交换机使用。

（2）网络的安全。不同 VLAN 不能直接通信，这样避免了广播信息的不安全性。

（3）灵活的管理。更改用户所属的网络不必更换端口和连线，只需更改软件配置即可。

2. VLAN 网络的局限性

静态 VLAN 虽然可以将多个端口设置成一个虚拟局域网，但若两个不同端口、不同虚拟局域网的人员聚到一起协商一些事情时，问题就出现了。由于端口及虚拟局域网的不一致往往就会直接导致某一个虚拟局域网的人员不能正常地访问其原先所在的 VLAN（静态虚拟局域网的端口在同一时间只能属于同一个虚拟局域网），这样就需要网络管理人员及时修改该线路上的端口。

对于动态 VLAN，在建立初期，网络管理人员需将所有机器的 MAC 进行登记之后划分出 MAC 所对应机器的不同权限。

子任务 1.1.3 VLAN 网络的配置命令

VLAN 网络中一些所需用到的配置命令如表 1-1 所示。

表 1-1　VLAN 网络的配置命令

操作命令	操作说明
system-view	进入系统界面
vlan number	创建 VLAN 并进入 VLAN 配置界面
port number	将端口加入 VLAN 中
name **	为 VLAN 命名
description **	给 VLAN 注释
int vlan number	进入 VLAN 配置界面

任务 1.2　配置 VLAN 网络实验

笔记

1. 实验设备

H3C S5820 交换机一台、个人计算机（PC）一台。

2. 网络拓扑

配置 VLAN 网络的实验拓扑如图 1-1 所示。

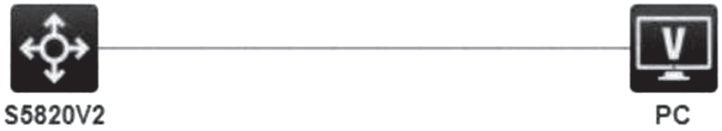


图 1-1　配置 VLAN 网络的实验拓扑

3. 实验步骤

```
<H3C>system-view                          // 进入系统界面
[H3C]vlan 20                              // 创建 VLAN 网
[H3C-vlan20]port GigabitEthernet 1/0/1    // 将端口加入 vlan 20 中
[H3C-vlan20]port GigabitEthernet 1/0/3 to GigabitEthernet 1/0/7
                                          // 将第 3 到第 7 的端口加入 vlan 20 中
[H3C-vlan20]name IT                       // 将 VLAN 网命名为 IT
[H3C-vlan20]description 1234567           // 为 VLAN 网添加说明信息 1234567
```

4. 实验结果

```
[H3C]display interface GigabitEthernet 1/0/1 brief
Brief information on interfaces in bridge mode:
Link:ADM-administratively down;Stby-standby
Speed:(a)-auto
Duplex:(a)/A-auto;H-half;F-full
Type:A-access;T-trunk;H-hybrid
Interface     Link     Speed     Duplex     Type     PVID     Description
GE1/0/1       DOWN     auto      A          A        20

[H3C]display current-configuration
interface  GigabitEthernet1/0/3
port  link-mode  bridge
port  access vlan  20
combo  enable  copper

#
interface  GigabitEthernet1/0/4
port  link-mode  bridge
port  access vlan  20
```

笔记

```
combo enable copper
#
interface GigabitEthernet1/0/5
port link-mode bridge
port access vlan 20
combo enable copper
#
interface GigabitEthernet1/0/6
port link-mode bridge
port access vlan 20
combo enable copper
#
interface GigabitEthernet1/0/7
port link-mode bridge
port access vlan 20
combo enable copper
```

项目 2 IP 地址规划

项目目标

1. 了解 IP 地址的概念和分类。
2. 学会 IP 地址的规划。
3. 学会为 VLAN 网规划 IP 网段。

知识导图

笔记

任务 2.1 认识 IP 地址

子任务 2.1.1 IP 地址的概念

IP 地址是指互联网协议地址（Internet Protocol Address），又译为网际协议地址，又称逻辑地址，与 MAC（物理地址）不同，它是由 32 个二进制数组成的。每一个网络和每一台电脑都有一个 IP 地址。

子任务 2.1.2 IP 地址的分类

IP 地址由网络号码字段与主机号码字段组成。目前 IP 地址共分为 A、B、C、D、E 五类，比较常用的为 A、B、C 三类。IP 地址分类范围如下。

A 类：0.0.0.0~127.255.255.255

B 类：128.0.0.0~191.255.255.255

C 类：192.0.0.0~223.255.255.255

D 类：224.0.0.0~239.255.255.255

E 类：240.0.0.0~255.255.255.255

子任务 2.1.3 规划 IP 地址的用途

目前 IP 地址属于稀有资源，而 IP 地址规划能使每一台计算机都分配到唯一的 IP 地址，这样可以大大节省 IP 资源，进而方便计算机网络的管理。同时，也可以在为公司部门划分 VLAN 的同时，依据部门情况而划分 IP 网段。

子任务 2.1.4 IP 地址配置命令

配置 IP 地址用到的一些命令如表 2-1 所示。

表 2-1 IP 地址配置命令

操作命令	操作说明
system-view	进入系统界面
int vlan number	进入 VLAN 网配置界面
int number	进入端口配置界面
ip address x.x.x.x x.x.x.x	配置 IP 地址
ip address x.x.x.x x.x.x.x sub	为同一个端口或 VLAN 网配置第二个 IP

任务 2.2 IP 地址的规划实验

子任务 2.2.1 用交换机配置 IP 地址

1. 实验设备

H3C S5820 交换机一台、PC 两台。

笔记

2. 网络拓扑

用交换机配置 IP 地址的实验拓扑如图 2-1 所示。

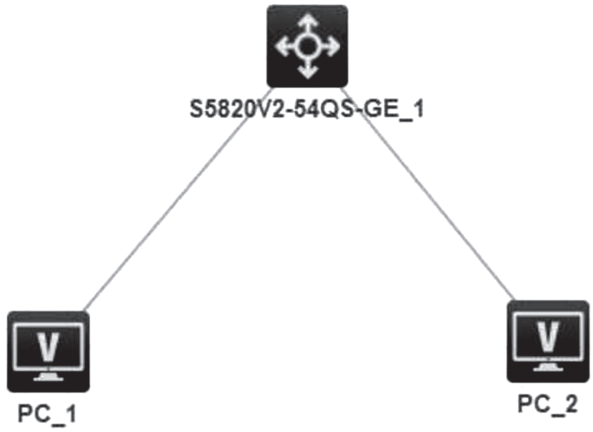


图 2-1　交换机配置 IP 地址的实验拓扑

3. 实验步骤

```
<H3C>system-view                          // 进入系统界面
[H3C]vlan 10                              // 创建 VLAN 网
[H3C]interface Vlan-interface 10          // 进入 VLAN 网
[H3C-Vlan-interface10]ip address 192.16.1.2 24      // 设置 IP 地址
[H3C-Vlan-interface10]ip address 192.16.2.2 24 sub   // 设置第二个 IP 地址
```

4. 实验结果

```
[H3C-Vlan-interface10]display this
#
interface Vlan-interface10
ip address 192.16.1.2  255.255.255.0
ip address 192.16.2.2  255.255.255.0  sub
```

子任务 2.2.2　用路由器配置 IP 地址

1. 实验设备

H3C MSR36-20 路由器一台、PC 两台。

2. 网络拓扑

用路由器配置 IP 地址的实验拓扑如图 2-2 所示。

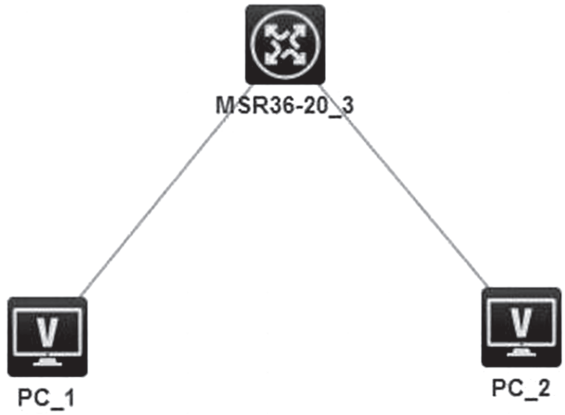


图 2-2　路由器配置 IP 地址的实验拓扑

笔记

3. 实验步骤

```
<H3C>system-view                          // 进入系统界面
[H3C]hostname Router                      // 将路由器命名为 Router
[Router]interface Serial 2/0              // 进入端口
[Router-Serial2/0]ip address 172.16.1.10 24  // 设置 IP 地址
[Router]interface Serial 3/0
[Router-Serial3/0]ip address 172.16.2.10 24
```

4. 实验结果

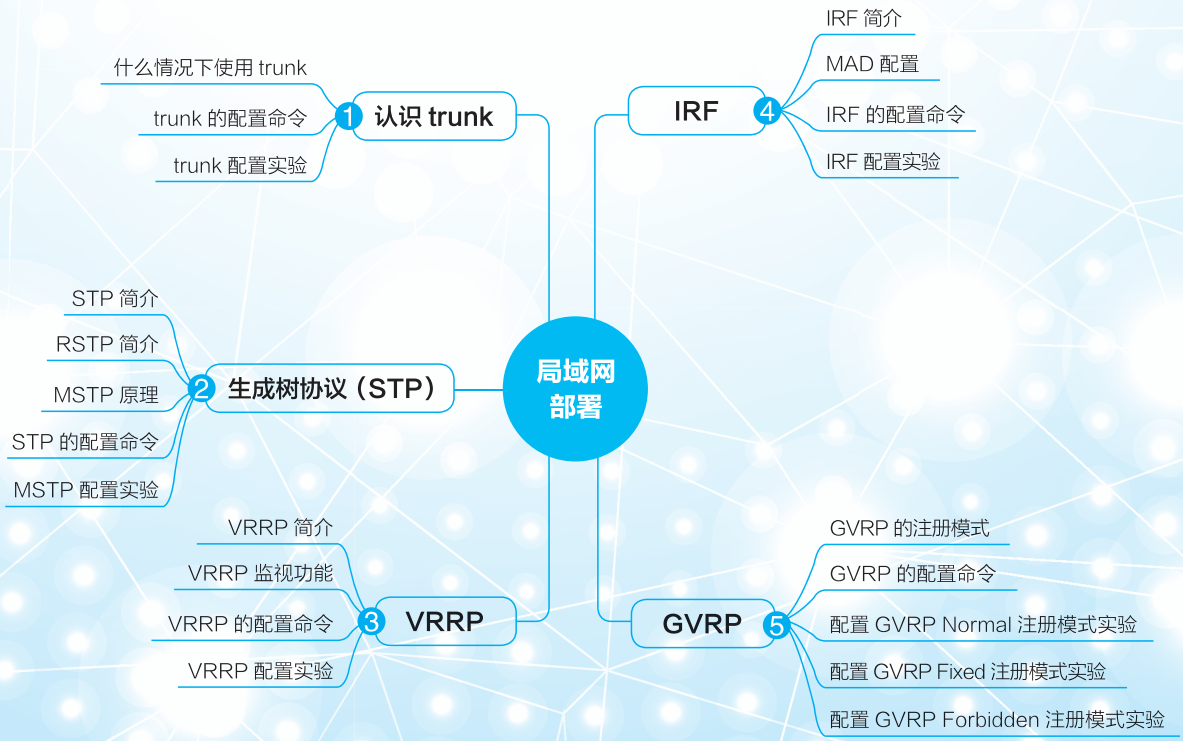
```
[Router]display current-configuration interface Serial
#
interface Serial2/0
ip address 172.16.1.10 255.255.255.0
#
interface Serial3/0
ip address 172.16.2.10 255.255.255.0
```

项目 3 局域网部署

项目目标

1. 掌握交换机端口 trunk 的配置，使多个 VLAN 相互通信。
2. 掌握 MSTP 的配置，学会如何防止二层网络产生网络环路。
3. 学会解决网关冗余的问题。
4. 学会 IRF 的配置，知道如何简便地管理网络。
5. 掌握 Normal 的注册模式，知道如何实现交换机之间 VLAN 的注册和注销。
6. 掌握 Fixed 的注册模式，知道如何实现交换机之间 VLAN 的注册和注销。
7. 掌握 GVRP Forbidden 的配置方法。

知识导图



笔记

任务 3.1 认识 trunk

“trunk”中文名为“主干线、中继线、长途线”，简单地说，端口如果配置为 trunk 模式，则允许多个 VLAN 的数据通过该端口，它为两端设备进行转接，并作为信令和终端设备数据的传输链路。

子任务 3.1.1 什么情况下使用 trunk

当网络中划分了多个 VLAN 后，为了保证接在不同交换机上的同一 VLAN 中的网络设备能接收和发送多个 VLAN 报文，交换机之间互联用的端口必须设置为 trunk，否则将无法相互通信。

子任务 3.1.2 trunk 的配置命令

配置 trunk 用到的一些命令如表 3-1 所示。

表 3-1 Trunk 的配置命令

操作命令	操作说明
system-view	进入系统界面
int number	进入端口
port link-type trunk	设置为 trunk 模式
port trunk permit vlan number	设置允许通过的 VLAN
undo port trunk permit vlan number	关掉已允许通过的 VLAN

子任务 3.1.3 trunk 配置实验

1. 实验设备

H3C S5820 交换机三台。

2. 网络拓扑

交换机端口 trunk 配置拓扑如图 3-1 所示。

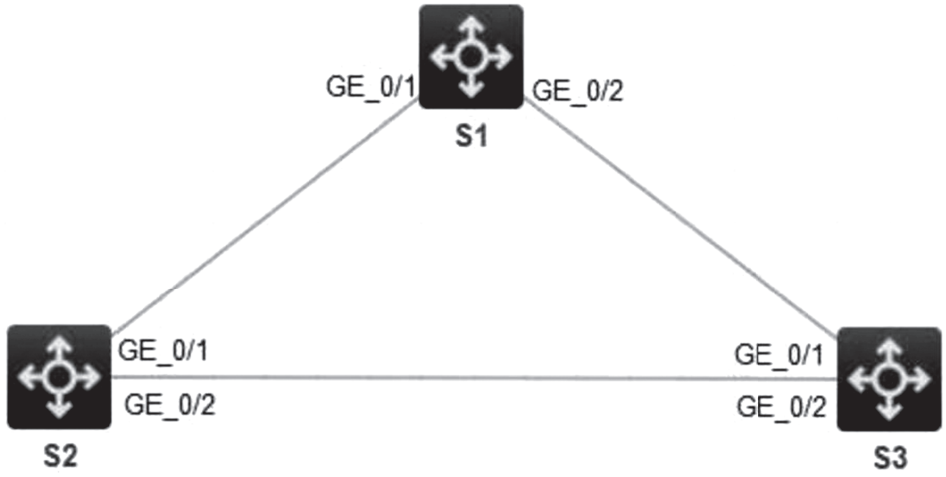


图 3-1 交换机端口 trunk 配置拓扑

3. 实验步骤

笔记

```
[S1]vlan  10
[S1-vlan10]vlan 20
[S1-vlan20]vlan 30
[S1-vlan30]vlan 40
[S1-vlan40]vlan 50
[S1-vlan50]quit
[S1]interface  GigabitEthernet  1/0/1            // 进入端口 1
[S1-GigabitEthernet1/0/1]port  link-type  trunk   // 将端口设置为 trunk 模式
[S1-GigabitEthernet1/0/1]port  trunk  permit  vlan  10  20  30 40 50
// 允许 vlan10  20 30  40 50 的数据通过
[S1-GigabitEthernet1/0/1]undo  port  trunk  permit  vlan  1
// 关闭 vlan  1，让不必要的 vlan 的数据通不过
[S1]interface  GigabitEthernet  1/0/2
[S1-GigabitEthernet1/0/1]port  link-type  trunk
[S1-GigabitEthernet1/0/1]port  trunk  permit  vlan  10  20  30 40 50
[S1-GigabitEthernet1/0/1]undo  port  trunk  permit  vlan  1

[S2]vlan  10
[S2-vlan10]vlan 20
[S2-vlan20]vlan 30
[S2-vlan30]vlan 40
[S2-vlan40]vlan 50
[S2-vlan50]quit
[S2]interface  GigabitEthernet1/0/1
[S2-GigabitEthernet1/0/1]portlink-typetrunk
[S2GigabitEthernet1/0/1]port  trunk  permt  vlan10  20  30  40  50
[S2-GigabitEthernet1/0/1]undo port  trunk  permit  vlan  1
[S2]interface  GigabitEthernet 1/0/2
[S2-GigabitEthernet1/0/1]port  link-type  trunk
[S2-GigabitEthernet1/0/1]port  trunk  permit  vlan  10  20  30  40  50
[S2-GigabitEthernet1/0/1]undo port  trunk  permit  vlan  1

[S3]vlan  10
[S3-vlan10]vlan 20
[S3-vlan20]vlan 30
[S3-vlan30]vlan 40
[S3-vlan40]vlan 50
[S3-vlan50]quit
```

笔记

```
[S3]interface GigabitEthernet1/0/1
[S3-GigabitEthernet1/0/1]port link-type trunk
[S3-GigabitEthernet1/0/1]port trunk permit vlan 10 20 30 40 50
[S3-GigabitEthernet1/0/1]undo port trunk permit vlan 1
[S3]interface GigabitEthernet1/0/2
[S3-GigabitEthernet1/0/1]port link-type trunk
[S3-GigabitEthernet1/0/1]port trunk permit vlan 10 20 30 40 50
[S3-GigabitEthernet1/0/1]undo port trunk permit vlan 1
```

4. 实验结果

```
[S1]display current-configuration interface GigabitEthernet1/0/1 port link-mode bridge
port link-type trunk
undo port trunk permit vlan 1
port trunk permit vlan 10 20 30 40 50 combo enable copper
#interface GigabitEthernet1/0/2 port link-mode bridge
port link-type trunk
undo port trunk permit vlan 1
port trunk permit vlan 10 20 30 40 50 combo enable copper
#
[S2]display current-configuration interface GigabitEthernet1/0/1 port link-mode bridge
port link-type trunk
undo port trunk permit vlan 1
port trunk permit vlan 10 20 30 40 50 combo enable copper
#interface GigabitEthernet1/0/2 port link-mode bridge
port link-type trunk
undo port trunk permit vlan 1
port trunk permit vlan 10 20 30 40 50 combo enable copper
#
[S3]display current-configuration interface GigabitEthernet1/0/1 port link-mode bridge
port link-type trunk
undo port trunk permit vlan 1
port trunk permit vlan 10 20 30 40 50 combo enable copper
#interface GigabitEthernet1/0/2 port link-mode bridge
port link-type trunk
undo port trunk permit vlan 1
port trunk permit vlan 10 20 30 40 50 combo enable copper
#
```

任务 3.2　生成树协议（STP）

笔记

子任务 3.2.1 STP 简介

STP 可用于防止二层网络（交换机或网桥）产生网络环路，避免因环路的存在而造成广播风暴。

1. STP 操作原理

（1）选择根网桥。选择根网桥的依据是网桥 ID，由优先级和 MAC 地址组成，先看优先级，优先级相同时再看 MAC 地址，值越小的越优先选择。

（2）选择根端口。每一个非根网桥将从其接口中选出一个到根网桥管理成本（administrative cost）最低的接口作为根端口，选择的依据为：

①自身到达根网桥的根路径成本最低。

②直连网桥 ID 最小。

③端口 ID 最小。

（3）选择指定端口。当一个网段中有多个网桥时，这些网桥会将它们到根网桥的管理成本都通告出去，其中具有最低管理成本的网桥将作为指定（designated）网桥。指定网桥中发送最低管理成本的 BPDU 的接口是该网段中的指定端口。在每段链路上，选择一个指定端口，选择的依据为：

①发送根路径成本最低。

②所在网桥 ID 最小。

③端口 ID 最小。

2. STP 的端口状态

STP 的端口状态有以下 5 种。

（1）学习：交换机端口侦听 BPDU，并学习此交换式网络中的所有路径，但不转发数据包。

（2）监听：该端口正在等待接收 BPDU 数据包，BPDU 可能告知该端口重新回到阻塞状态。

（3）阻塞：被阻塞的端口不能对数据帧进行转发，只能监听 BPDU 帧。

（4）转发：转发帧，也会发送和接收 BPDU 帧。

（5）禁用：该 STP 第 2 层端口不参与生成树，不会转发帧。禁用状态下的端口是不工作的。

子任务 3.2.2 RSTP 简介

RSTP 由 IEEE 制定的 802.1w 标准定义，它在 STP 基础上进行了改进，实现了网络拓扑的快速收敛，其“快速”体现在当一个端口被选为根端口和指定端口后，其进入转发状态的延时在某种条件下大大缩短，从而缩短了网络最终达到拓扑稳定所需要的时间。

笔记

子任务 3.2.3 MSTP 原理

MSTP 将整个二层网络划分为多个 MST 域，各个域之间通过计算生成 CST；域内则通过计算生成多棵生成树，称每棵生成树为一个多生成树实例。其中实例 0 称为 IST，其他多生成树实例则称为 MSTI。MSTP 与 RSTP 一样，使用配置消息进行生成树的计算，只是配置消息中携带的是设备上 MSTP 的配置信息。

子任务 3.2.4 STP 的配置命令

配置 STP 用到的一些命令如表 3-2 所示。

表 3-2　STP 的配置命令

操作命令	操作说明
system-view	进入系统界面
stp region-configuration	进入 MSTP 配置界面
region-name name	为 MSTP 配置域名
instance id vlan number	配置 VLAN 映射表
revision-level	配置 MSTP 的修订级别
active region-configuration	激活 MSTP 域
stp instanceidroot primary	设置实例为主根
stp instanceid root secondary	设置实例为从根

子任务 3.2.5 MSTP 配置实验

1. 实验设备

H3C S5820 交换机三台。

2. 实验要求

（1）region-name 为 H3C。

（2）实例 1 对应 VLAN10、VLAN20，实例 2 对应 VLAN30、VLAN40。

（3）S1 作为实例 1 中的主根，实例 2 中的从根；S2 作为实例 2 中的主根，实例 1 中的从根。

3. 实验拓扑

MSTP 的配置拓扑如图 3-2 所示。

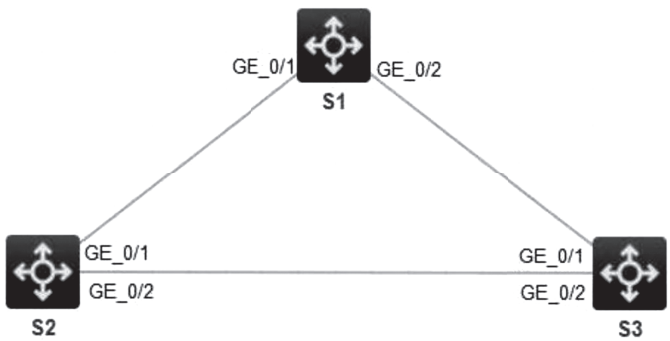


图 3-2　MSTP 的配置拓扑

4. 实验步骤

笔记

```
[S1]vlan10
[S1-vlan10]vlan 20
[S1-vlan20]vlan 30
[S1-vlan30]vlan 40
[S1-vlan40]quit
[S1]interface GigabitEthernet 1/0/1
[S1-GigabitEthernet1/0/1]port link-type trunk
[S1-GigabitEthernet1/0/1]port trunk permit vlan 10 20 30 40
[S1]stp region-configuration                    // 进入 MSTP 域视图
[S1-mst-region]region-name H3C                  // 配置 MSTP 域的域名为 H3C
[S1-mst-region]instance 1 vlan 10 20            // 将 vlan 10 20 映射到生成树实例 1 上
[S1-mst-region]instance 2 vlan 30 40            // 将 vlan 30 40 映射到生成树实例 2 上
[S1-mst-region]active region-configuration      // 激活 MSTP 域
[S1-mst-region]quit
[S1]stp instance 1 root primary                 // 设置实例 1 为主根
[S1]stp instance 2 root secondary               // 设置实例 2 为从根
[S2]vlan 10
[S2-vlan10]vlan 20
[S2-vlan20]vlan 30
[S2-vlan30]vlan 40
[S2-vlan40]quit
[S2]interface GigabitEthernet 1/0/1
[S2-GigabitEthernet1/0/1]port link-type trunk
[S2-GigabitEthernet1/0/1]port trunk permit vlan 10 20 30 40
[S2]stp region-configuration
[S2-mst-region]region-name H3C
[S2-mst-region]instance 1 vlan 10 20
[S2-mst-region]instance 2 vlan 30 40
[S2-mst-region]active region-configuration
[S2-mst-region]quit
[S2]stp instance 1 root secondary               // 设置实例 1 为从根
[S2]stp instance 2 root primary                 // 设置实例 2 为主根
```

笔记

5. 实验结果

[S1]display stp brief

MST ID	Port	Role	STP State	Protection
0	GigabitEthernet1/0/1	DESI	FORWARDING	NONE
0	GigabitEthernet1/0/2	DESI	FORWARDING	NONE
1	GigabitEthernet1/0/1	DESI	FORWARDING	NONE
2	GigabitEthernet1/0/1	ROOT	FORWARDING	NONE

[S2]display stp brief

MST ID	Port	Role	STP State	Protection
0	GigabitEthernet1/0/1	ROOT	FORWARDING	NONE
0	GigabitEthernet1/0/2	DESI	FORWARDING	NONE
1	GigabitEthernet1/0/1	ROOT	FORWARDING	NONE
2	GigabitEthernet1/0/1	DESI	FORWARDING	NONE

任务 3.3 VRRP

子任务 3.3.1 VRRP 简介

虚拟路由冗余协议（Virtual Router Redundancy Protocol，VRRP）是一种容错协议，它把几台路由设备联合成一台虚拟的路由设备，并通过一定的机制来保证当主机的下一跳设备出现故障时可以及时将业务切换到其他设备，从而保持通信的连续性和可靠性。该协议主要解决局域网主机访问外部网络的问题。VRRP 协议包括 VRRPv2 和 VRRPv3 两个版本，VRRPv2 版本只支持 IPv4VRRP，VRRPv3 版本则支持 IPv4VRRP 和 IPv6VRRP。

1. VRRP 的工作原理

一个 VRRP 路由器有唯一的标识——VRID，范围为 0~255，该路由器对外表现为唯一的虚拟 MAC 地址。路由器开启 VRRP 功能后，会根据优先级确定自己在备份组中的角色。优先级高的路由器成为主路由器，优先级低的路由器成为备用路由器，当两台优先级相同的路由器同时竞争 Master 时，比较接口 IP 地址大小，接口地址大的当选为 Master，其他路由器则作为备份路由器，随时监听 Master 的状态。

2. VRRP 的状态

VRRP 协议中定义了三种状态：初始状态（Initialize）、活动状态（Master）、备份状态（Backup）。其中，只有处于活动状态的设备才可以转发那些发送到虚拟 IP 地址的报文。

子任务 3.3.2 VRRP 监视功能

1. 监视指定接口

VRRP 的监视接口能更好地扩充备份功能，不仅能在备份组的某路由器的接口中出现故障时提供备份功能，还能在路由器的其他接口（如连接上行链路的接口）不可用时提供

备份功能。

路由器连接上行链路的接口出现故障时，备份组无法感知上行链路接口的故障，如果该路由器此时处于 Master 状态，将会导致局域网内的主机无法访问外部网络。通过 VRRP 监视指定接口，可以解决该问题。当连接上行链路的接口处于 Down 或 Removed 状态时，路由器主动降低自己的优先级，使得备份组内其他路由器的优先级高于这个路由器，以便优先级最高的路由器成为 Master，承担转发任务。

2. 监视 Track 项

通过 VRRP 监视 Track 项功能，可以实现根据上行链路的状态改变路由器的优先级。当上行链路出现故障，局域网内的主机无法通过路由器访问外部网络时，被监视 Track 项的状态为 Negative，并将路由器的优先级降低指定的数值，从而使得备份组内其他路由器的优先级高于这个路由器的优先级，成为 Master 路由器，以保证局域网内主机与外部网络的通信不会中断。

在 Backup 路由器上监视 Master 路由器的状态，当 Master 路由器出现故障时，工作在切换模式的 Backup 路由器能够迅速成为 Master 路由器，以保证通信不会中断。

子任务 3.3.3 VRRP 的配置命令

配置 VRRP 用到的一些命令如表 3-3 所示。

表 3-3　VRRP 的配置命令

操作命令	操作说明
system-view	进入系统界面
int vlan number	进入 VLAN 的配置界面
ip address x.x.x.x x.x.x.x	配置 VLAN 的实际 IP 地址
vrrp vrid id virtual-ip x.x.x.x	配置备份组 ID 的虚拟 IP 地址
vrrp vrid id priority number	配置备份组 ID 的优先级

子任务 3.3.4 VRRP 配置实验

1. 实验设备

H3C S5820 交换机两台。

2. 实验要求

S1 作为 vlan21 内主机的实际网关，S2 作为 vlan31 内主机的实际网关。其中各 VRRP 组中高优先级设置为 150，低优先级设置为 120。

3. 实验拓扑

VRRP 的配置拓扑如图 3-3 所示。

图 3-3　VRRP 的配置拓扑

笔记

注意

为了让读者更加清晰地了解 VRRP 的配置，以下实验特地加了 vlan11 与 vlan31，但不将端口加入这两个 vlan 网中。

笔记

4. 实验步骤

```
[S1]vlan  11
[S1-vlan11]vlan 21
[S1-vlan21]vlan 31
[S1-vlan31]vlan 41
[S1]vlan  21
[S1-vlan21]port  GigabitEthernet  1/0/1
[S1-vlan21]vlan  31
[S1-vlan31]port  GigabitEthernet  1/0/2
[S1]int  vlan  11
[S1-Vlan-interface11]ip  add  10.10.10.253  24  // 配置 vlan  11 的实际 IP 地址
[S1-Vlan-interface11]vrrp  vrid  10 virtual-ip  10.10.10.254
// 设置 VRRP 备份组号为 10，VRRP 虚拟 IP 为 10.10.10.254
[S1-Vlan-interface11]vrrp  vrid  10 priority  150
// 设置 VRRP 备份组号 10 的优先级为 150
[S1-Vlan-interface11]int  vlan  21
[S1-Vlan-interface21]ip  address  10.10.20.253  24
// 配置 vlan  21 的实际 IP 地址
[S1-Vlan-interface21]vrrp  vrid  20 virtual-ip  10.10.20.254
// 设置 VRRP 备份组号为 20，VRRP 虚拟 IP 为 10.10.20.254
[S1-Vlan-interface21]vrrp  vrid  20 priority  150
// 设置 VRRP 备份组号 20 的优先级为 150
[S1]int  vlan  31
[S1-Vlan-interface31]ip  address  10.10.30.253  24
[S1-Vlan-interface31]vrrp  vrid  30 virtual-ip 10.10.30.254
[S1-Vlan-interface31]vrrp  vrid  30 priority  120
// 设置 VRRP 备份组号 30 的优先级为 120
[S1-Vlan-interface31]int  vlan  41
[S1-Vlan-interface41]ip  address  10.10.40.253  24
[S1-Vlan-interface41]vrrp  vrid  40 virtual-ip  10.10.40.254
[S1-Vlan-interface41]vrrp  vrid  40 priority  120
// 设置 VRRP 备份组号 40 的优先级为 120
[S2]vlan  11
[S2-vlan11]vlan 21
[S2-vlan21]vlan 31
[S2-vlan31]vlan 41
[S2]vlan  21
[S2-vlan21]port  GigabitEthernet  1/0/1
[S2-vlan21]vlan  31
```

```
[S2-vlan31]port GigabitEthernet 1/0/2
[S2]int vlan 11
[S2-Vlan-interface11]ip add 10.10.10.252 24
[S2-Vlan-interface11]vrrp vrid 10 virtual-ip 10.10.10.254
[S2-Vlan-interface11]vrrp vrid 10 priority 120
// 设置 VRRP 备份组号 10 的优先级为 120
[S2-Vlan-interface11]int vlan 21
[S2-Vlan-interface21]ip address 10.10.20.252 24
[S2-Vlan-interface21]vrrp vrid 20 virtual-ip 10.10.20.254
[S2-Vlan-interface21]vrrp vrid 20 priority 120
// 设置 VRRP 备份组号 20 的优先级为 120
[S2]int vlan 31
[S2-Vlan-interface31]ip address 10.10.30.252 24
[S2-Vlan-interface31]vrrp vrid 30 virtual-ip 10.10.30.254
[S2-Vlan-interface31]vrrp vrid 30 priority 150
// 设置 VRRP 备份组号 30 的优先级为 150
[S2-Vlan-interface31]int vlan 41
[S2-Vlan-interface41]ip address 10.10.40.252 24
[S2-Vlan-interface41]vrrp vrid 40 virtual-ip 10.10.40.254
[S2-Vlan-interface41]vrrp vrid 40 priority 150
// 设置 VRRP 备份组号 40 的优先级为 150
```

5. 实验结果

```
[S1]display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information: Running mode : Standard
Total number of virtual routers : 4
Interface Vlan-interface11
VRID      : 10      Adver Timer    : 100
Admin Status      : Up      State    : Initialize
Config Pri : 150    Running Pri    : 150
Preempt Mode      : Yes     Delay Time     : 0
Auth Type : None
Virtual IP  : 10.10.10.254
Master IP  : 0.0.0.0
Interface Vlan-interface21
VRID      : 20      Adver Timer    : 100
Admin Status      : Up      State    : Master
Config Pri : 150    Running Pri    : 150
Preempt Mode      : Yes     Delay Time     : 0
```

笔记

笔记

```
Auth Type : None
Virtual IP : 10.10.20.254
Virtual MAC : 0000-5e00-0114
Master IP : 10.10.20.253
Interface Vlan-interface31
VRID : 30 Adver Timer : 100
Admin Status : Up State : Backup
Config Pri : 120 Running Pri : 120
Preempt Mode : Yes Delay Time : 0
Become Master : 3400ms left
Auth Type : None
Virtual IP : 10.10.30.254
Master IP : 10.10.30.252
Interface Vlan-interface41
VRID : 40 Adver Timer : 100
Admin Status : Up State : Initialize
Config Pri : 120 Running Pri : 120
Preempt Mode : Yes Delay Time : 0
Auth Type : None
Virtual IP : 10.10.40.254
Master IP : 0.0.0.0
[S2]display vrrp verbose
IPv4 Virtual Router Information: Running mode : Standard
Total number of virtual routers : 4
Interface Vlan-interface11
VRID : 10 Adver Timer : 100
Admin Status : Up State : Initialize
Config Pri : 120 Running Pri : 120
Preempt Mode : Yes Delay Time : 0
Auth Type : None
Virtual IP : 10.10.10.254
Master IP : 0.0.0.0
Interface Vlan-interface21
VRID : 20 Adver Timer : 100
Admin Status : Up State : Backup
Config Pri : 120 Running Pri : 120
Preempt Mode : Yes Delay Time : 0
Become Master : 3340ms left
Auth Type : None
```

```
Virtual IP  : 10.10.20.254
Master IP  : 10.10.20.253
Interface Vlan-interface31
VRID       : 30      Adver Timer     : 100
Admin Status       : Up      State     : Master
Config Pri : 150     Running Pri     : 150
     Preempt Mode          : Yes     Delay Time      : 0
Auth Type : None
Virtual IP  : 10.10.30.254
Virtual MAC        : 0000-5e00-011e
Master IP  : 10.10.30.252
Interface Vlan-interface41
VRID       : 40      Adver Timer     : 100
Admin Status       : Up      State     : Initialize
Config Pri : 150     Running Pri     : 150
Preempt Mode       : Yes     Delay Time      : 0
Auth Type : None
Virtual IP  : 10.10.40.254
Master IP  : 0.0.0.0
```

笔记

任务 3.4　IRF

子任务 3.4.1 IRF 简介

智能弹性架构（Intelligent Resilient Framework，IRF）是一种通过配置将多台连接在一起的设备虚拟化成一台“设备”的技术。使用这种技术，有利于日常管理与维护。

1. IRF 的工作原理

IRF 要正常工作，需要先在成员设备间通过 IRF 物理连接端口进行物理连接，再在设备上设置成员编号以及进行成员选举。通常情况下，优先级最大的作为 Master，其他的作为 Saler。若没设定优先级，则自动选举 Master 及 Saler。

2. IRF 的访问

（1）访问 Master。IRF 的访问方式如下。

本地登录：通过任意成员设备的 AUX 或者 Console 口登录。

远程登录：给任意成员设备的任意三层接口配置 IP 地址，并且路由可达，这样就可以通过 Telnet、WEB、SNMP 等方式进行远程登录。

（2）访问 Slave。用户访问 IRF 时，实际访问的是 IRF 中的 Master 设备，访问终端的操作界面显示的是 Master 设备的控制台，需要重定向到 Slave 设备，才能登录到 Slave 设备。

不管使用哪种方式登录 IRF，实际上登录的都是 Master。Master 是 IRF 系统的配置和

笔记

控制中心。在 Master 上配置后，Master 会将相关配置同步给 Slave，以便保证 Master 和 Slave 配置的一致性。

子任务 3.4.2 MAD 配置

MAD 检测分为 BFD MAD 检测和 LACP MAD 检测。其中，BFD MAD 检测方式可以在直连设备间实现，也可使用中间设备来进行检测，而 LACP MAD 检测方式必须使用中间设备。

LACP MAD 检测配置：

```
interface  bridge-aggregation// 进入二层聚合端口视图
link-aggregation  mode  dynamic      // 配置聚合组工作模式为动态聚合模式
mad  enable   // 开启 LACP MAD 检测功能
Interface    // 进入端口
port  link-aggregation  group// 将以太网端口加入聚合组
```

BFD MAD 检测配置：

```
Vlan          // 创建一个新 VLAN 专用于 BFD MAD 检测
Interface    // 进入端口
Port  number          // 在 VLAN 下加入端口
interface  vlan-interface        // 进入 VLAN 网
mad  bfd  enable      // 开启 MAD BFD 检测
mad  ip  address      // 为指定成员设备配置 MAD IP 地址
```

子任务 3.4.3 IRF 的配置命令

配置 IRF 用到的一些命令如表 3-4 所示。

表 3-4　IRF 的配置命令

操作命令	操作说明
system-view	进入系统界面
interface Ten-GigabitEthernet number	进入 IRF 物理端口
Shutdown	关闭端口
Irf member number renumbernumber	设置成员编号
irf-port number/number	创建 IRF 端口
port group interface Ten-GigabitEthernetnumber	将 IRF 物理端口加入 IRF 端口
irf domain number	配置 IRF 域的编号
irf member numberpriority number	为成员设置优先级
irf-port-configuration active	激活 IRF 域

子任务 3.4.4 IRF 配置实验

笔记

1. 实验设备

H3C S5820 交换机两台。

2. 实验要求

（1）链形堆叠，IRF Domain 值为 10。

（2）S1 为 IRF 中的主设备，优先级值为 10。

（3）MAD 所使用的端口为交换机的第 23 个端口，检测 IP 为 100.0.0.1/30（member 1）和 100.0.0.2/30（member 2），检测 VLAN 为 1000；Sysname 名称为 HQ-IRF。

3. 实验拓扑

IRF 的配置拓扑如图 3-4 所示。

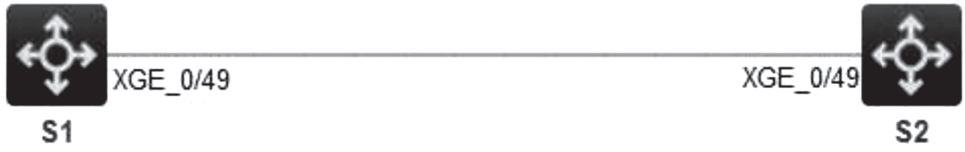


图 3-4　IRF 的配置拓扑

4. 实验步骤

（1）先在 S1 上配置。

```
[H3C]hostname  HQ-IRF
[HQ-IRF]interface  Ten-GigabitEthernet  1/0/49
[HQ-IRF-Ten-GigabitEthernet1/0/49]shut                    // 将端口关闭
[HQ-IRF-Ten-GigabitEthernet1/0/49]quit
[HQ-IRF]irf-port  1/2                                     // 创建 IRF 端口
[HQ-IRF-irf-port1/2]port  group  interface  Ten-GigabitEthernet  1/0/49
// 将物理端口 Ten-GigabitEthernet1/0/49 加到 IRF 端口中
[HQ-IRF-irf-port1/2]quit
[HQ-IRF]interface  Ten-GigabitEthernet  1/0/49
[HQ-IRF-Ten-GigabitEthernet1/0/49]undo  shutdown          // 开启端口
[HQ-IRF-Ten-GigabitEthernet1/0/49]qui
[HQ-IRF]irf  domain  10                                   // 配置 IRF 域编号
[HQ-IRF]irf  member  1  priority  10                      // 配置优先级
[HQ-IRF]irf-port-configuration  active                    // 在 S5820 激活 IRF
```

（2）在 S2 上配置。

```
[H3C]hostname HQ-IRF
[HQ-IRF]irf  member  1  renumber  2                       // 将设备的成员编号修改为 2
[HQ-IRF]qui
<HQ-IRF>reboot                                            // 重启，让成员编号生效
```

笔记

```
[HQ-IRF]interface Ten-GigabitEthernet 2/0/49
[HQ-IRF-Ten-GigabitEthernet2/0/49]shutdown
[HQ-IRF]irf-port 2/1                                    // 创建 IRF 端口
[HQ-IRF-irf-port2/1]port group interface Ten-GigabitEthernet 2/0/49
[HQ-IRF-irf-port2/1]quit
[HQ-IRF]interface Ten-GigabitEthernet 2/0/49
[HQ-IRF-Ten-GigabitEthernet2/0/49]undo shutdown
[HQ-IRF]save        // 保存，以免重启数据丢失
[HQ-IRF]irf-port-configuration active                   // 激活 IRF
```

（3）配置 MAD BFD。

```
[HQ-IRF]vlan 1000
[HQ-IRF-vlan1000]qui
[HQ-IRF]interface Vlan-interface 1000
[HQ-IRF-Vlan-interface1000]mad bfd en   // 开启 mad bfd 检测
[HQ-IRF-Vlan-interface1000]mad ip address 100.0.0.1 30 member 1 // 设置检测 IP
[HQ-IRF-Vlan-interface1000]mad ip address 100.0.0.2 30 member 2
[HQ-IRF]vlan 1000
[HQ-IRF-vlan1000]port GigabitEthernet 1/0/23        // 加入端口
```

5. 实验结果

```
[HQ-IRF]display irf
MemberID Role     Priority  CPU-Mac        Description
  *1     Master   10        ac51-c2d9-0104  ---
  +2     Standby  1         ac41-4bbf-0204  ---
--------------------------------------------------
* indicates the device is the master.
+ indicates the device through which the user logs in.

The bridge MAC of the IRF is: ac51-c2d9-0100
Auto upgrade       : yes
Mac persistent     : 6 min
 Domain ID         : 10
[HQ-IRF]display mad verbose Multi-active recovery state: No Excluded ports (user-configured): Excluded ports (system-configured): Ten-GigabitEthernet1/0/49
Ten-GigabitEthernet2/0/49
MAD ARP disabled. MAD ND disabled. MAD LACP disabled.
MAD BFD enabled interface: Vlan-interface1000
```

```
MAD  status        : Faulty
  Member ID      MAD IP address    Neighbor        MAD status
  1              100.0.0.1/30      2               Faulty
  2              100.0.0.2/30      1               Faulty
```

笔记

任务 3.5　GVRP

通用属性注册协议（Generic Attribute Registration Protocol，GARP）作为一个属性注册协议的载体，可以用来传播属性。遵循 GARP 协议的应用实体称为 GARP 应用。

GARP VLAN 注册协议（GARP VLAN Registration Protocol，GVRP）就是 GARP 的应用之一，用于注册和注销 VLAN 属性。

子任务 3.5.1 GVRP 的注册模式

我们将通过手工创建的 VLAN 称为静态 VLAN，通过 GVRP 协议创建的 VLAN 称为动态 VLAN。GVRP 有三种注册模式，不同注册模式对静态 VLAN 和动态 VLAN 的处理方式也不同。

（1）Normal 模式。该模式下的端口允许进行动态 VLAN 的注册或注销，并允许发送动态和静态 VLAN 的声明。

（2）Fixed 模式。该模式下的端口禁止进行动态 VLAN 的注册或注销，且只允许发送静态 VLAN 的声明，也就是说，即使该模式下的 Trunk 端口允许所有 VLAN 通过，实际通过的 VLAN 也只能是手工创建的那部分 VLAN。

（3）Forbidden 模式。该模式下的端口禁止进行动态 VLAN 的注册或注销，且只允许发送 VLAN1 的声明，也就是说，即使该模式下的 Trunk 端口允许所有 VLAN 通过，实际通过的 VLAN 也只能是 VLAN1。

子任务 3.5.2 GVRP 的配置命令

配置 GVRP 用到的一些配置命令如表 3-5 所示。

表 3-5　GVRP 的配置命令

操作命令	操作说明
system-view	进入系统界面
int number	进入端口
gvrp	为端口开启 GVRP
gvrp registration fixed	设置端口模式为 fixed
gvrp registration forbidden	设置端口模式为 forbidden

笔记

子任务 3.5.3 配置 GVRP Normal 注册模式实验

1. 实验设备

H3C S5820 交换机两台。

2. 实验要求

配置 GVRP 的注册模式为 Normal 模式，实现 S1 和 S2 之间所有动态和静态 VLAN 的注册和注销。

3. 实验拓扑

GVRP Normal 拓扑如图 3-5 所示。

图 3-5　GVRP Normal 拓扑

4. 实验步骤

```
[S1]GVRP                    // 全局模式下开启 GVRP 功能
[S1]interface GigabitEthernet 1/0/1
[S1-GigabitEthernet1/0/1]port link-type trunk
[S1-GigabitEthernet1/0/1]port trunk permit vlan all
[S1-GigabitEthernet1/0/1]gvrp          // 为端口开启 GVRP
[S1-GigabitEthernet1/0/1]quit
[S1]vlan 10
[S1-vlan10]quit
[S2]gvrp
[S2]interface GigabitEthernet 1/0/1
[S2GigabitEthernet1/0/1port link-type trunk
[S2GigabitEthernet1/0/1]port trunk permit vlan all
[S2GigabitEthernet1/0/1]gvrp
[S2-GigabitEthernet1/0/1]quit [S2]vlan 20
[S2-vlan20]quit
```

5. 实验结果

```
[S1]display gvrp local-vlan interface GigabitEthernet 1/0/1
Following VLANs exist in GVRP local database: 1(default), 10, 20,
[S2]display gvrp local-vlan interface GigabitEthernet 1/0/1
Following VLANs exist in GVRP local database: 1(default), 10, 20,
```

子任务 3.5.4 配置 GVRP Fixed 注册模式实验

笔记

1. 实验设备

H3C S5820 交换机两台。

2. 实验要求

配置 GVRP 的注册模式为 Fixed 模式，实现 S1 和 S2 之间所有静态 VLAN 的注册和注销。

3. 实验拓扑

GVRP Fixed 拓扑如图 3-6 所示。

图 3-6　GVRP Fixed 拓扑

4. 实验步骤

```
[S1]GVRP  // 全局模式下开启 GVRP 功能
[S1]interface  GigabitEthernet  1/0/1
[S1-GigabitEthernet1/0/1]port  link-type  trunk
[S1-GigabitEthernet1/0/1]port  trunk  permit  vlan  all
[S1-GigabitEthernet1/0/1]gvrp                    // 为端口开启 GVRP
[S1-GigabitEthernet1/0/1]gvrp  registration  fixed      // 设置端口模式为 Fixed
[S1-GigabitEthernet1/0/1]quit
[S1]vlan  10
[S1-vlan10]quit
[S2]gvrp
[S2]interface  GigabitEthernet  1/0/1
[S2-GigabitEthernet1/0/1]port  link-type  trunk
[S2-GigabitEthernet1/0/1]port  trunk  permit  vlan  all
[S2-GigabitEthernet1/0/1]gvrp
[S2-GigabitEthernet1/0/1]gvrp  registration  fixed
[S2-GigabitEthernet1/0/1]quit
[S2]vlan  20
[S2-vlan20]quit
```

笔记

5. 实验结果

```
[S1]display gvrp local-vlan interface GigabitEthernet 1/0/1
Following VLANs exist in GVRP local database:1(default), 10,
[S2]display gvrp local-vlan interface GigabitEthernet 1/0/1
Following VLANs exist in GVRP local database:1(default), 20,
```

子任务 3.5.5 配置 GVRP Forbidden 注册模式实验

1. 实验设备

H3C S5820 交换机两台。

2. 实验要求

配置 GVRP 的注册模式为 Forbidden 模式，实现 S1 和 S2 之间除 VLAN1 以外所有 VLAN 的注册和注销。

3. 实验拓扑

GVRP Forbidden 的拓扑如图 3-7 所示。

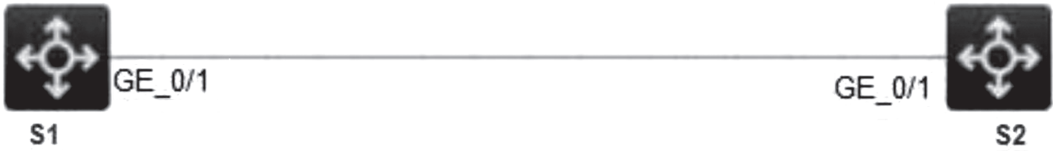


图 3-7 GVRP Forbidden 的拓扑

4. 实验步骤

```
[S1]GVRP // 全局模式下开启 GVRP 功能
[S1]interface GigabitEthernet 1/0/1
[S1-GigabitEthernet1/0/1]port link-type trunk
[S1-GigabitEthernet1/0/1]port trunk permit vlan all
[S1-GigabitEthernet1/0/1]gvrp          // 为端口开启 GVRP
[S1-GigabitEthernet1/0/1]gvrp registration forbidden // 设置端口模式为 Forbidden
[S1-GigabitEthernet1/0/1]quit
[S1]vlan 10
[S1-vlan10]quit
[S2]gvrp
[S2]interface GigabitEthernet 1/0/1
[S2-GigabitEthernet1/0/1]port link-type trunk
[S2-GigabitEthernet1/0/1]port trunk permit vlan all
[S2-GigabitEthernet1/0/1]gvrp
[S2-GigabitEthernet1/0/1]gvrp registration forbidden
```

```
[S2-GigabitEthernet1/0/1]quit
[S2]vlan  20
[S2-vlan20]quit
```

笔记

5. 实验结果

```
[S1]display  gvrp  local-vlan  interface  GigabitEthernet  1/0/1
Following  VLANs  exist  in  GVRP  local  database:1(default),
[S2]display  gvrp  local-vlan  interface  GigabitEthernet  1/0/1
Following  VLANs  exist  in  GVRP  local  database:1(default),
```