第 3 章

虚拟局域网与负载均衡技术

3.1 实训预备知识

3.1.1 虚拟局域网

VLAN 是在交换机上划分广播域的一种技术。它允许一组不限物理地域的用户群共享一个独立的广播域，减少由于共享介质所形成的安全隐患。在一个网络中，即使是不同的交换机，只要属于相同 VLAN 的端口，它们会应用交换机地址学习等机制相互转发数据包，工作起来就好像是在一个独立的交换机上。但在同一台交换机上属于不同 VLAN 的端口，它们之间不能直接通信，必须借助路由器实现通信。

3.1.2 VLAN 的三种划分

1. 基于端口的 VLAN 划分

把一个或多个交换机上的几个端口划分一个逻辑组，这是最简单、最有效的划分方法。该方法只需网络管理员对网络设备的交换端口进行重新分配即可，不用考虑该端口所连接的设备。

2. 基于 MAC 地址的 VLAN 划分

MAC 地址其实就是指网卡的标识符，每一块网卡的 MAC 地址都是唯一且固化在网卡上的。MAC 地址由 12 位十六进制数表示，前 8 位为厂商标识，后 4 位为网卡标识。网络管理员可按 MAC 地址把一些站点划分为一个逻辑子网。

3. 基于路由的 VLAN 划分

路由协议工作在网络层，相应的工作设备有路由器和路由交换机(即三层交换机)。该方式允许一个 VLAN 跨越多个交换机，或一个端口位于多个 VLAN 中。

就目前来说，对于 VLAN 的划分主要采取上述第 1、3 种方式，第 2 种方式为辅助性的方案。使用 VLAN 具有以下优点：

(1) 控制广播风暴。

一个 VLAN 就是一个逻辑广播域，通过对 VLAN 的创建，隔离了广播，缩小了广播范围，可以控制广播风暴的产生。

(2) 提高网络整体安全性。

通过路由访问列表和 MAC 地址分配等 VLAN 划分原则，可以控制用户访问权限和

逻辑网段大小，将不同用户群划分在不同 VLAN，从而提高交换式网络的整体性能和安全性。

(3) 网络管理简单、直观。

对于交换式以太网，如果对某些用户重新进行网段分配，需要网络管理员对网络系统的物理结构重新进行调整，甚至需要追加网络设备，增大网络管理的工作量。而对于采用 VLAN 技术的网络来说，一个 VLAN 可以根据部门职能、对象组或者应用将不同地理位置的网络用户划分为一个逻辑网段。在不改动网络物理连接的情况下可以任意地将工作站在工作组或子网之间移动。利用虚拟网络技术，大大减轻了网络管理和维护工作的负担，降低了网络维护费用。在一个交换网络中，VLAN 提供了网段和机构的弹性组合机制。

3.1.3　静态 VLAN 的配置命令

静态 VLAN 是最常用的一种划分 VLAN 的方法，各厂商的 VLAN 交换机都支持 IEEE 802.1q 静态 VLAN 划分标准。交换机默认只有一个 VLAN，即 VLANl，所有的端口都属于这个 VLAN，因此 VLANl 无须再创建。常用的 VLAN 配置命令如表 3-1 所示。

表 3-1　常用的 VLAN 配置命令

命　令	说　明
vlan database	进入 VLAN 配置模式
vlan VLAN_# [name VLAN_name]	创建 VLAN(并命令)
vlan VLAN_#	创建 VLAN
name VLAN_name	给 VLAN 命名
set vlan VLAN_# name VLAN_name	给 VLAN 命名
switchport mode access	将端口设置为接入链路模式
switchport access vlan VLAN_#	将端口分配给 VLAN
set vlan VLAN_# slot_#/port_m-port_n	为 VLAN 批量分配端口
show interfaces interface-id switchport	显示某个端口的 VLAN 配置
show interfaces interface-id trunk	显示某个端口的 Trunk 配置

3.1.4　VLAN Trunk 配置命令

为了让 VLAN 能跨越多个交换机，必须用 Trunk(干道)链路将交换机连接起来。也就是说，要把用于两台交换机相互连接的端口设置成 VLAN Trunk 端口。CISCO 交换机之间的链路是否建立 Trunk 是可以自动协商的，这个协议称为 DTP(Dynamic Trunk Protoc 01)，DTP 还可以协商 Trunk 链路的封装类型。在默认情况下，CISCO 交换机之间的链路是 Trunk 链路，封装类型是 ISL，允许所有 VLAN 通过。常用的 VLAN Trunk 配置命令如表 3-2 所示。

表 3-2 常用的 VLAN Trunk 配置命令

命　令	说　明
switchport trunk encapsulation {negotiate|isl|dot1q}[1]	设置 Trunk 封装类型
switchport mode {trunk|dynamic desirable|dynamic auto}	设置 Trunk 为中继连接模式
switchport nonegotiate	设置 Trunk 链路不发送协商包
no switchport nonegotiate	默认 Trunk 链路是发送协商包
switchport trunk allowed vlan all	允许所有 VLAN 通过 Trunk
switchport trunk allowed vlan add vlan-list	允许某些 VLAN 通过 Trunk
switchport trunk allowed vlan remove vlan-list	紧致某些 VLAN 通过 Trunk
switchport trunk native vlan vlan-id	指定 802.1q 本地 VLAN 号

注：[1] 交换机使用 switchport trunk encapsulation 命令配置 Trunk 的封装类型，可以双方协商确定，也可以指定是 isl 或 dot1q，但要求 Trunk 链路两端端口的封装类型一致。其各参数意义如下。

- negotiate：自动协商封装类型，为默认配置。该参数要求协商为对端的封装类型，若对端的封装参数也为 negotiate，则两端的封装类型均为 isl 类型。
- isl：如果是 CISCO 的交换机，可以使用 CISCO 的私有协议 ISL 进行封装。
- dot1q：采用 IEEE 802.1q 协议进行封装方式。

3.1.5 VTP 的配置命令

使用中继线相连的交换机都需要进行相应的配置。如果更改 VLAN，所有的相关交换机也要做变更，这样工作量就太大了。采用 VTP（VLAN Trunking Protocol）虚拟局域网中继协议可以简化配置工作。VTP 有三种工作模式：服务器模式、客户端模式和透明模式，默认是服务器模式。

服务器模式的交换机可以设置 VLAN 配置参数，服务器会将配置参数发给其他交换机。客户端模式的交换机不能设置 VLAN 配置参数，只能接收服务器模式的交换机发送的 VLAN 配置参数。透明模式的交换机是相对独立的，它允许设置 VLAN 配置参数，但不向其他交换机发送自己的配置参数。当透明模式的交换机收到服务器模式的交换机发送的 VLAN 配置参数时，仅仅是简单地转发给其他交换机，并不用来设置自己的 VLAN 参数。当交换机处于 VTP 服务器模式时，如果删除一个 VLAN，则该 VLAN 将在所有相同 VTP 的交换机上被删除；若在透明模式下删除 VLAN 时，则只能在当前交换机上删除。常用的 VTP 配置命令如表 3-3 所示。

表 3-3 常用的 VTP 配置命令

命　令	说　明
vtp domain VTP_domain_name	设置 VTP 的域名
vtp password VTP_password	设置 VTP 密码
vtp {server|client|transparent}	设置 VTP 工作模式
vtp pruning	启用/禁用修剪（默认启用）
snmp-server enable traps vtp	启用 SNMP 陷阱（默认启用）
show vtp status	显示 VTP 配置

注：vtp pruning：VTP 修剪是 VTP 的一个功能，它能减少中继端口上不必要的信息量，在 CISCO 交换机上，VTP 修剪功能默认是关闭的，默认情况下，发给某个 VLAN 的广播会送到每一个在中继链路上承载该 VLAN 的交换机，即使交换机上没有位于那个 VLAN 的端口也是如此。默认情况下，VLAN1 其主要的用途在于 VLAN 的管理。此时 VLAN1 需要组播包与单播包。为此往往不在 VLAN1 上启用 VTP 修剪。在有些交换机上，甚至明文禁止在 VLAN1 上启用 VTP 修剪，也是出于管理的需要。默认情况下，VLAN2 到 VLAN1001，是可以启用 VLAN 修剪的。VLAN1001 之后的 VLAN 就不再支持 VTP。不过也很少有企业的规模达到要使用 1000 个 VLAN 这个程度。

总之，VTP 修剪提供了一种方式来提高带宽的使用率，通过 VTP 修剪可以减少广播、组播、单播包的数量。VTP 修剪只将广播发送到真正需要这些信息的中继链路上。

3.1.6　端口聚合

在企业网交换机中配置 VLAN，对于中继线相连的交换机，则都需要进行相应的 VLAN 配置。如果更改 VLAN，所有的相关交换机也要做变更，这样工作量太大了。采用 VTP 可以简化配置工作。服务器模式的交换机可以设置 VLAN 配置参数，服务器会将配置参数发给其他交换机。

端口聚合（又称为链路聚合），将交换机上的多个端口在物理上连接起来，在逻辑上捆绑在一起，形成一个拥有较大宽带的端口，可以实现负载分担，并提供冗余链路。

端口聚合的特点：

（1）端口聚合利用的是 EtherChannel 特性，在交换机到交换机之间提供冗余的高速的连接方式。将两个设备之间多根 fastEthernet 或 GigabitEthernet 物理链路捆在一起组成一条设备间逻辑链路，从而增强带宽，提供冗余。

（2）两台交换机到计算机的速率都是 100Mb/s，SW1 和 SW2 之间虽由两条 100Mb/s 的物理通道相连，可由于生成树的原因，只有 100Mb/s 可用，交换机之间的链路很容易形成瓶颈。使用端口聚合技术，把两个 100Mb/s 链路聚合成一个 200Mb/s 的逻辑链路，当一条链路出现故障，另一条链路会继续工作。

（3）在一个端口汇聚组中，端口号最小的作为主端口，其他的作为成员端口。同一个汇聚组中成员端口的链路类型与主端口的链路类型保持一致，即如果主端口为 Trunk 端口，则成员端口也为 Trunk 端口；如主端口的链路类型改为 Access 端口，则成员端口的链路类型也变为 Access 端口。

（4）所有参加聚合的端口都必须工作在全双工模式下。

3.1.7　VLAN 间路由的配置

在交换机上划分 VLAN 后，属于不同 VLAN 的端口之间是相互隔离的。但连接在不同 VLAN 端口的设备需要通信时，需要通过第三层设备进行数据转发（例如路由器或第三层交换机）。

1. 单臂路由实现 VLAN 间路由

用于单臂路由的 VLAN 间路由配置命令如表 3-4 所示。

表 3-4　单臂路由 VLAN 间路由的常用配置命令

命　令	说　明
interface type slot/number1. number2	创建子端口，例如 interface f0/0.1
encapsulation dot1q vlan-id	指明子端口承载的 VLAN 流量及封装类型是 IEEE 802.1q 协议
ip routing	打开第三层交换机的路由功能
interface vlan vlan-id	创建 VLAN 虚端口，例如 interface vlan 2

处于不同 VLAN 的主机即使连接在同一台交换机上，它们之间的通信也必须通过第三层设备实现，路由器就是典型的第三层设备。结合交换机的 Trunk 技术，路由器可以使用单臂路由模式实现 VLAN 间路由。在该模式下，路由器只需用一个物理端口与交换机的 Trunk 端口相连接，然后在该物理端口上为每个 VLAN 创建子端口，就可以在一条物理线路转发多个 VLAN 的数据（单臂路由）。

2. 三层交换实现 VIAN 间路由

通过路由器的单臂路由模式实现 VLAN 间路由的转发速率比较慢。在实际组网时，通常采用第三层交换机来实现 VLAN 间的数据转发，其速率可以达到普通路由器的几十倍。第三层交换机可以被视为第二层交换机与虚拟路由器的有机结合。

3.2 实训项目：CISCO 的 VTP 动态生成 VLAN

3.2.1 实训目的

（1）掌握 CISCO 交换机上创建、配置 VTP 域的方法，实现动态生成 VLAN。

（2）熟练掌握网络工程中 CISCO 交换机的动态生成 VLAN 的综合运用。

3.2.2 实训设备

（1）硬件要求：CISCO S2960 交换机 2 台，PC 4 台，直连线 4 条，交叉线 1 条。

（2）软件要求：CISCO Packet Tracer 7.2.1 仿真软件，Secure CRT 软件或者超级终端软件。

（3）实训设备均为空配置。

3.2.3 项目需求分析

某人民医院网络中有多台交换机，各科室通过网线连接在交换机的不同接口上，现要实现各科室各门诊以及财务的端口隔离，交换机上都需要划分 VLAN，如果在每个交换机上都一一划分不同 VLAN，不但费时，又费力；此时，网络管理员需要通过配置 VTP 实现动态注册 VLAN，从而减少 VLAN 的配置复杂度，提高工作效率。

3.2.4 网络系统设计

根据项目需求分析，现简化网络系统设计，以便实现关键技术，如图 3-1 所示。

3.2.5 工程组织与实施

第一步：按照图 3-1，使用直连线与交叉线连接物理设备。

第二步：根据图 3-1，规划 IP 地址，并配置相应的 IP 地址、子网掩码等参数。

第三步：启动超级终端程序，并设置相关参数。

第四步：配置交换机 SwitchA 和 SwitchB 信息。

（1）将交换机 SwitchA 配置成 VTP Server 模式，其配置命令如下。

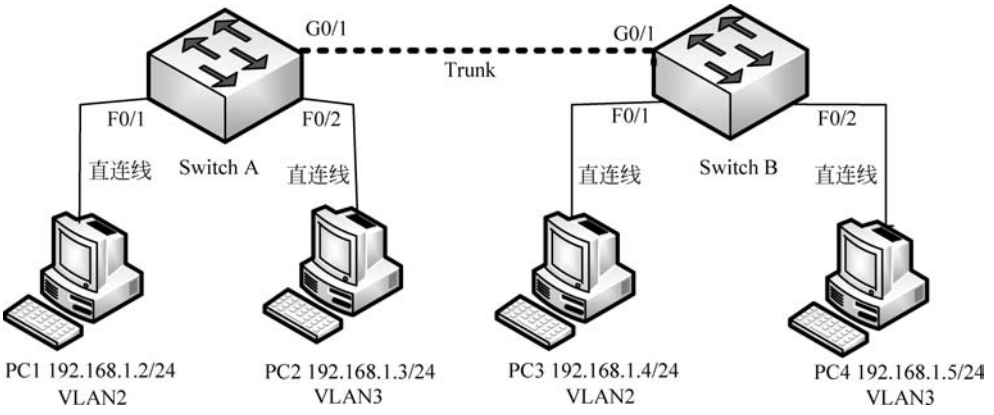

图 3-1　某人民医院网络系统图(部分)

```
Switch>
Switch>enable
Switch#config terminal
Switch(config)#hostname SwitchA
Switch(config)#no ip domain-lookup
Switch(config)#end
SwitchA#vlan database                        //进入 VLAN 配置模式;
SwitchA(vlan)#vtp domain dengping.com        //设置 VTP 的域名;
SwitchA(vlan)#vtp password 123               //设置 VTP 的密码;
SwitchA(vlan)#vtp mode server                //设置 VTP 的服务器模式;
SwitchA(vlan)#exit                           //退出 VLAN 配置模式;
```

(2) 在交换机 SwitchA 上创建 VLAN2 和 VLAN3,且设置 VLAN Trunk,其配置命令如下。

```
SwitchA#vlan database                                    //进入 VLAN 配置模式;
SwitchA(vlan)#vlan 2 name VLAN_2                         //创建 VLAN2 并命名为"VLAN_2";
SwitchA(vlan)#vlan 3 name VLAN_3                         //创建 VLAN3 并命名为"VLAN_3";
SwitchA(vlan)#exit                                       //退出 VLAN 配置模式;
SwitchA#configure terminal                               //进入全局配置模式;
SwitchA(config)#interface g0/1                           //进入千兆以太网端口 g0/1;
SwitchA(config-if)#switchport mode trunk                 //配置成 Trunk 模式;
SwitchA(config-if)#switchport trunk allowed vlan all     //允许所有 VLAN 通过;
SwitchA(config-if)#end                                   //回到特权模式;
SwitchA#write                                            //保存配置信息;
```

(3) 在交换机 SwitchB 上配置 VLAN Trunk 和 VTP 客户端,让其学习 VTP Server 端的 VLAN 信息,其配置命令如下。

```
Switch>
Switch>enable
Switch#config terminal
Switch(config)#hostname SwitchB
```

```
Switch(config)#end
SwitchB#vlan database                                    //进入 VLAN 配置模式;
SwitchB(vlan)#vtp domain dengping.com                    //设置 VTP 的域名,必须与 VTP Server 一样;
SwitchB(vlan)#vtp password 123                           //设置 VTP 的密码,必须与 VTP Server 一样;
SwitchB(vlan)#vtp mode client                            //设置成 VTP 客户端;
SwitchB(vlan)#exit                                       //退出 VLAN 配置模式;
SwitchB#configure terminal                               //进入全局配置模式;
SwitchB(config)#interface g0/1                           //进入千兆以太网端口 g0/1;
SwitchB(config-if)#switchport mode trunk                 //配置成 Trunk 模式;
SwitchB(config-if)#switchport trunk allowed vlan all//允许所有 VLAN 通过;
SwitchB(config-if)#end                                   //回到特权模式;
SwitchB#write                                            //保存配置信息;
```

(4) 在交换机 SwithA 上,把相应的端口加进 VLAN2 和 VLAN3,其配置命令如下。

```
SwithA#configure terminal                                //进入全局配置模式;
SwithA(config)#interface fastEthernet 0/1                //进入以太网端口 0/1 配置模式;
SwithA(config-if)#switchport mode access                 //设置为静态 VLAN 模式;
SwithA(config-if)#switchport access vlan 2               //将端口分配给 VLAN 2;
SwithA(config)#interface f0/2                            //进入以太网端口 0/2 配置模式;
SwithA(config-if)#switchport mode access                 //设置为静态 VLAN 模式;
SwithA(config-if)#switchport access vlan 3               //将端口分配给 VLAN 3;
SwithA(config-if)#end                                    //退出端口配置模式至特权模式;
```

(5) 在交换机 SwithA 上查看 VLAN 信息,其配置命令如下。

```
SwitchA# show vlan brief                                 //查看 VLAN 信息;
VLAN Name                              Status    Ports
---- --------------------------------- --------- -------------------
1    default                           active    Fa0/3, Fa0/4, Fa0/5, Fa0/6
                                                 Fa0/7, Fa0/8, Fa0/9, Fa0/10
                                                 Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13, Fa0/14
                                                 Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17, Fa0/18
                                                 Fa0/19, Fa0/20, Fa0/21, Fa0/22
                                                 Fa0/23, Fa0/24, Gig0/2
2    VLAN_2                            active    Fa0/1
3    VLAN_3                            active    Fa0/2
1002 fddi-default                      active
1003 token-ring-default                active
1004 fddinet-default                   active
1005 trnet-default                     active
```

(6) 在交换机 SwithB 上,把相应的端口加进 VLAN2 和 VLAN3,其配置命令如下。

```
SwitchB(config)#interface f0/1                           //进入以太网端口 0/1 配置模式;
SwitchB(config-if)#switchport mode access                //设置为静态 VLAN 模式;
SwitchB(config-if)#switchport access vlan 2
//将端口分配给 VLAN2;
```

```
SwitchB(config)#interface f0/2
//进入以太网端口 0/2 配置模式;
SwitchB(config-if)#switchport mode access
//设置为静态 VLAN 模式;
SwitchB(config-if)#switchport access vlan 3
//将端口分配给 VLAN3;
SwitchB(config-if)#end
//退回到特权配置模式;
SwitchB#write
SwitchB#show vlan brief
//查看 VLAN 信息;
```

```
VLAN Name                              Status    Ports
---- --------------------------------  --------- -------------------------------
1    default                           active    Fa0/3, Fa0/4, Fa0/5, Fa0/6
                                                 Fa0/7, Fa0/8, Fa0/9, Fa0/10
                                                 Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13, Fa0/14
                                                 Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17, Fa0/18
                                                 Fa0/19, Fa0/20, Fa0/21, Fa0/22
                                                 Fa0/23, Fa0/24, Gig0/2
2    VLAN_2                            active    Fa0/1
3    VLAN_3                            active    Fa0/2
1002 fddi-default                      active
1003 token-ring-default                active
1004 fddinet-default                   active
1005 trnet-default                     active
```

经过以上步骤以后，PC1 和 PC3、PC2 和 PC4 可以分别实现互访，但是两组内的 PC 不能互访，因为处于不同的 VLAN 中。

3.2.6　测试与验收

本实训项目详细的测试步骤，请扫描下面二维码。

通过一系列的测试显示，PC1 和 PC3 能 ping 通，因为处于相同的 VLAN 中，同时也证明之前的 VLAN 配置是成功的。PC1 和 PC3、PC2 和 PC4 可以分别实现互访，但是两组内的 PC 不能互访，因为处于不同的 VLAN 中。

3.3　实训项目：HUAWEI 的 GVRP 动态生成 VLAN

3.3.1　实训目的

(1)掌握基于 HUAWEI 交换机上的 GVRP 不同注册模式的配置方法，实现局域网中动态生成 VLAN。

（2）熟练掌握网络工程中 HUAWEI 交换机的动态生成 VLAN 的综合运用。

3.3.2 实训设备

（1）硬件要求：HUAWEI S5700 交换机 1 台，HUAWEI S3700 交换机 2 台，PC 2 台，网线若干条，Console 控制线 1 条。

（2）软件要求：HUAWEI eNSP V100R002C00B510.exe 仿真软件，VirtualBox-5.2.22-126460-Win.exe 软件，Secure CRT 软件或者超级终端软件。

（3）实训设备均为空配置。

3.3.3 项目需求分析

背景：企业网络中往往会使用大量的交换机且需要在网络中划分不同的 VLAN，若网络管理员采用手工配置 VLAN 的创建和删除，工作量极大而且容易出错。这种情况下，可以通过 GVRP 的 VLAN 动态注册功能来自动完成 LAN 的配置。

3.3.4 网络系统设计

根据项目需求分析，现简化网络系统设计，以便实现关键技术，如图 3-2 所示。

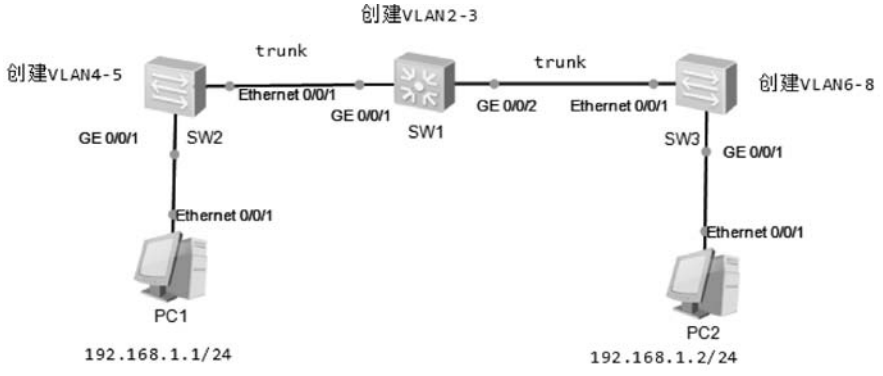

图 3-2 某企业网络的 GVRP 动态生成 VLAN 系统图（部分）

3.3.5 工程组织与实施

第一步：按照图 3-2，使用 Console 控制线与交叉线连接物理设备。

第二步：根据图 3-2，规划设备相应的 IP 地址、子网掩码、默认网关等参数。

第三步：启动设备和超级终端程序，并设置相关参数。

第四步：配置交换机 SW1 的 Trunk 口链路、VLAN、GVRP 等，允许所有 VLAN 数据通过。

（1）在交换机 SW1 上配置 Trunk 口，允许所有 VLAN 数据通过。

```
<Switch>system-view
[Switch]sysname SW1
[SW1]interface GigabitEthernet 0/0/1
[SW1-Gigabitethernet0/0/1]port link-type trunk
```

```
[SW1-GigabitEthernet0/0/1]port trunk allow-pASs vlan all
[SW1-GigabitEthernet0/0/1]quit
[SW1]interface GigabitEthernet 0/0/2
[SW1-GigabitEthernet0/0/2]port link-type trunk
[SW1-GigabitEthernet0/0/2]port trunk allow-pASs vlan all
[SW1-GigabitEthernet0/0/2]quit
```

（2）在交换机 SW1 上开启 GVRP 功能，首先在全局模式下开启 GVRP 功能，然后在相应接口下开启 GVRP 功能。

```
[SW1]gvrp
[SW1]interface GigabitEthernet 0/0/1
[SW1-GigabitEthernet0/0/1]gvrp
[SW1-GigabitEthernet0/0/1]quit
[SW1]interface GigabitEthernet 0/0/2
[SW1-GigabitEthernet0/0/2]gvrp
[SW1-GigabitEthernet0/0/2]quit
[SW1]
```

（3）在交换机 SW1 上创建 VLAN2 和 VLAN3。

```
[SW1]vlan batch 2 3
```

第五步：配置交换机 SW2 的 Trunk 口链路、VLAN、GVRP 等，允许所有 VLAN 数据通过。

（1）在交换机 SW2 上配置 Trunk 口，允许所有 VLAN 数据通过。

```
<Switch>system-view
[Switch]sysname SW2
[SW2]interface Ethernet 0/0/1
[SW2-Ethernet0/0/1]port link-type trunk
[SW2-Ethernet0/0/1]port trunk allow-pASs vlan all
[SW2-Ethernet0/0/1]quit
[SW2]
```

（2）在交换机 SW2 上开启 GVRP 功能，首先在全局模式下开启 GVRP 功能，然后在相应接口下开启 GVRP 功能。

```
[SW2]gvrp
[SW2]interface Ethernet 0/0/1
[SW2-Ethernet0/0/1]gvrp
[SW2-Ethernet0/0/1]quit
[SW2]
```

（3）在交换机 SW2 上创建 VLAN4 和 VLAN5。

```
[SW2]vlan batch 4 5
```

(4) 在交换机 SW2 上将连接计算机的 G0/0/1 接口划归 VLAN2。

```
[SW2]interface G0/0/1
[SW2-GigabitEthernet0/0/1]port link-type access
[SW2-GigabitEthernet0/0/1]port default vlan 2
```

第六步：配置交换机 SW3 的 Trunk 口链路、VLAN、GVRP 等，允许所有 VLAN 数据通过。

(1) 在交换机 SW3 上配置 Trunk 口，允许所有 VLAN 数据通过。

```
[Switch]sysname SW3
[SW3]interface Ethernet 0/0/1
[SW3-Ethernet0/0/1]port link-type trunk
[SW3-Ethernet0/0/1]port trunk allow-pASs vlan all
[SW3-Ethernet0/0/1]quit
[SW3]
```

(2) 在交换机 SW3 上开启 GVRP 功能，首先在全局模式下开启 GVRP 功能，然后在相应接口下开启 GVRP 功能。

```
[SW3]gvrp
[SW3]interface Ethernet 0/0/1
[SW3-Ethernet0/0/1]gvrp
[SW3-Ethernet0/0/1]quit
[SW3]
```

(3) 在交换机 SW3 上创建 VLAN6、VLAN7 和 VLAN8。

```
[SW2]vlan batch 6 to 8
```

(4) 在交换机 SW3 上将连接计算机的 G0/0/1 接口划归 VLAN2。

```
[SW2]interface G0/0/3
[SW2-GigabitEthernet0/0/3]port link-type access
[SW2-GigabitEthernet0/0/3]port default vlan 2
```

第七步：在 PC1 和 PC2 配置同一网段 IP 地址，并测试同属 VLAN2 的主机是否能通信。

(1) PC1 的 IP 地址配置情况。

```
PC>ipconfig
Link local IPv6 address.....: fe80::5689:98ff:fe2b:ea5
IPv6 address.....: :: / 128
IPv6 gateway.....: ::
IPv4 address.....: 192.168.1.2
```

```
Subnet mask.....................: 255.255.255.0
Gateway.........................: 0.0.0.0
Physical address................: 54-89-98-2B-0E-A5
DNS server......................:
```

（2）PC2 的 IP 地址配置情况。

```
PC>ipconfig
Link local IPv6 address.........: fe80::5689:98ff:feed:1a27
IPv6 address....................: :: / 128
IPv6 gateway....................: ::
IPv4 address....................: 192.168.1.3
Subnet mask.....................: 255.255.255.0
Gateway.........................: 0.0.0.0
Physical address................: 54-89-98-ED-1A-27
DNS server......................:
```

（3）在 PC1 上访问 PC2。

```
PC>ping 192.168.1.3
Ping 192.168.1.3: 32 data bytes, Press Ctrl_C to break
From 192.168.1.3: bytes=32 seq=1 ttl=128 time=109 ms
From 192.168.1.3: bytes=32 seq=2 ttl=128 time=110 ms
From 192.168.1.3: bytes=32 seq=3 ttl=128 time=78 ms
From 192.168.1.3: bytes=32 seq=4 ttl=128 time=110 ms
From 192.168.1.3: bytes=32 seq=5 ttl=128 time=109 ms
--- 192.168.1.3 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00% packet loss
  round-trip min/avg/max = 78/103/110 ms
```

由以上 ping 测试反馈的信息可知，交换机 SW1 和 SW2 动态学习到 VLAN2，PC1 和 PC2 主机能够通信。

3.3.6　测试与验收

本实训项目详细的测试步骤，请扫描下面二维码。

通过一系列的测试，从交换机 SW3 上反馈的信息可知，SW3 能够动态学习到 VLAN2 至 VLAN4。

3.4 实训项目：CISCO的链路聚合实现VLAN间负载均衡

3.4.1 实训目的

(1) 掌握CISCO交换机端口聚合的基本原理和配置方法。

(2) 掌握网络环境中CISCO交换机多接口级联的链路聚合，以便实现带宽增加、负载均衡的作用。

3.4.2 实训设备

(1) 硬件要求：CISCO S2960交换机2台，PC 4台，直连线4条，交叉线2条。

(2) 软件要求：CISCO Packet Tracer 7.2.1仿真软件，Secure CRT软件或者超级终端软件。

(3) 实训设备均为空配置。

3.4.3 项目需求分析

假设某企业网的汇聚层采用2台交换机作设备冗余，由于有大量数据流量跨过交换机进行传送，因此需要提高交换机之间的传输带宽，并实现链路冗余备份，为此网络管理员需要在2台交换机之间采用2根网线互连，并将相应的2个端口聚合为一个逻辑端口，实现带宽增加、负载均衡等目标。端口聚合主要的应用场景如下。

- 交换机与交换机之间的连接：汇聚层交换机到核心层交换机或核心层交换机之间。
- 交换机与服务器之间的连接：集群服务器采用多网卡与交换机连接提供集中访问。
- 交换机与路由器之间的连接：交换机和路由器采用端口聚合解决广域网和局域网连接瓶颈。
- 服务器和路由器之间的连接：集群服务器采用多网卡与路由器连接提供集中访问。

3.4.4 网络系统设计

根据项目需求分析，现简化网络系统设计，以便实现关键技术，如图3-3所示。

3.4.5 工程组织与实施

第一步：按照图3-3，使用直连线与交叉线连接物理设备。

第二步：根据图3-3，规划IP地址，并配置相应的IP地址、子网掩码等参数。

第三步：启动超级终端程序，并设置相关参数。

第四步：配置交换机SwitchA和SwitchB链路聚合相关信息。

(1) 在SwitchA上分别创建VLAN2和VLAN3，并把端口划归相应的VLAN。

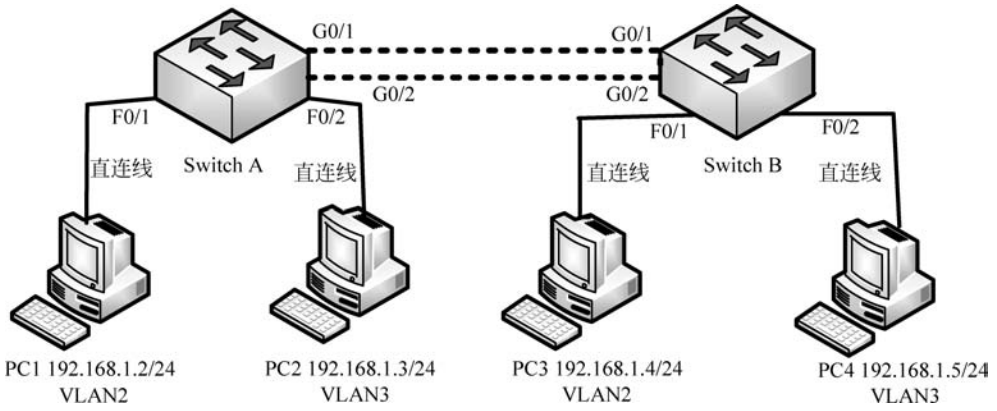

图 3-3　某企业网络 VLAN 间负载均衡系统设计图(部分)

```
Switch > enable
Switch # vlan database
Switch(vlan) # vlan 2 name VLAN_2
Switch(vlan) # vlan 3 name VLAN_3
Switch(vlan) # exit
Switch # configure terminal
Switch(config) # hostname SwitchA
SwitchA(config) # interface fastEthernet 0/1
SwitchA(config - if) # switchport mode access
SwitchA(config - if) # switchport access vlan 2
SwitchA(config - if) # exit
SwitchA(config) # interface fastEthernet 0/2
SwitchA(config - if) # switchport mode access
SwitchA(config - if) # switchport access vlan 3
SwitchA(config - if) # end
```

(2) 在 SwitchB 上分别创建 VLAN2 和 VLAN3,并把端口划归相应的 VLAN。

```
Switch > enable
Switch # vlan database
Switch(vlan) # vlan 2 name VLAN_2
Switch(vlan) # vlan 3 name VLAN_3
Switch(vlan) # exit
Switch # configure terminal
Switch(config) # hostname SwitchB
SwitchB # configure terminal
SwitchB(config) # interface f0/1
SwitchB(config - if) # switchport mode access
SwitchB(config - if) # switchport access vlan 2
SwitchB(config - if) # exit
SwitchB(config) # interface f0/2
SwitchB(config - if) # switchport mode access
SwitchB(config - if) # switchport access vlan 3
SwitchB(config - if) # end
```

（3）在 SwitchA 创建链路组 channel-group 1。

```
SwitchA# configure terminal
SwitchA(config)# interface range G0/1 - 2
SwitchA(config - if - range)# Switchport mode access
//三层交换机接口,需先转为 access 模式,然后设置 Trunk(若是二层交换机则不需要此条命令);
SwitchA(config - if - range)# Switchport mode trunk
//设置端口模式为 Trunk;
SwitchA(config - if - range)# channel - group 1 mode on
//加入链路组 1,并开启;
SwitchA(config - if - range)# switchport trunk encapsulation dot1q
//三层交换机,需要使用 IEEE 802.1q 协议封装 Trunk(若是二层交换机则不需要配此命令);
Switch(config - if - range)# switchport trunk allowed vlan all
//允许所有 VLAN 通过此 Trunk;
Switch(config - if - range)# exit
Switch(config)# port - channel load - balance dst - ip
//按照目标主机 IP 地址数据分发,来实现负载平衡;
SwitchA(config)# end
SwitchA# write
//保存配置信息;
```

（4）在 SwitchB 创建链路组 channel-group 1。

```
SwitchB# configure terminal
SwitchB(config)# interface range G0/1 - 2
SwitchB(config - if - range)# Switchport mode access
//三层交换机接口,需先转为 access 模式,然后设置 Trunk(若是二层交换机不需要此条命令);
SwitchA(config - if - range)# Switchport mode trunk
//设置端口模式为 trunk;
SwitchB(config - if - range)# channel - group 1 mode on
//加入链路组 1,并开启;
SwitchB(config - if - range)# switchport trunk encapsulation dot1q
//使用 IEEE 802.1q 协议封装 Trunk(若是二层交换机不需要配此条命令);
SwitchB(config - if - range)# switchport trunk allowed vlan all
//允许所有 VLAN 通过此 Trunk;
SwitchB(config - if - range)# exit
SwitchB(config)# port - channel load - balance dst - ip
//按照目标主机 IP 地址数据分发,来实现负载平衡;
SwitchB(config)# end
SwitchB# write
//保存配置信息;
```

3.4.6 测试与验收

本实训项目详细的测试步骤,请扫描下面二维码。

通过一系列的测试，从交换机上反馈的信息可知，链路聚合实现了 VLAN 间的负载均衡。

3.5　实训项目：HUAWEI 的链路聚合 LACP 实现 VLAN 间负载均衡

3.5.1　实训目的

（1）掌握 HUAWEI 交换机链路聚合 LACP 的基本原理和配置方法。

（2）掌握网络中 HUAWEI 交换机多接口级联的链路聚合，以便实现带宽增加、负载均衡的作用。

3.5.2　实训设备

（1）硬件要求：HUAWEI S5700 交换机 2 台，PC 4 台，网线若干条，Console 控制线 1 条。

（2）软件要求：HUAWEI eNSP V100R002C00B510.exe 仿真软件，VirtualBox-5.2.22-126460-Win.exe 软件，Secure CRT 软件或者超级终端软件。

（3）实训设备均为空配置。

3.5.3　项目需求分析

你是公司的网络管理员。现在公司购买了两台 HUAWEI S5700 系列的交换机，为了提高交换机之间链路带宽以及可靠性，需要你在交换机上配置链路聚合功能。目前，公司网络内的所有主机都处在同一个广播域，网络中充斥着大量的广播流量。作为网络管理员，你需要将网络划分成多个 VLAN 来控制广播流量的泛滥，需要在交换机上进行 VLAN 配置。

3.5.4　网络系统设计

根据项目需求分析，现简化网络系统设计，以便实现关键技术，如图 3-4 所示。

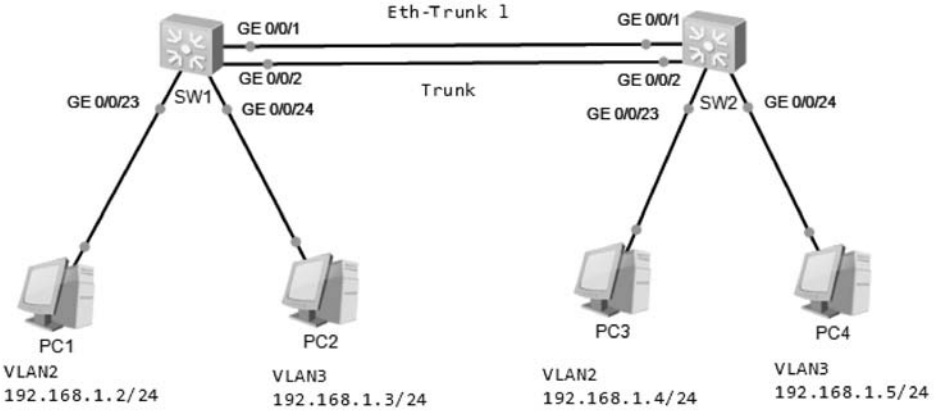

图 3-4　某企业网络基于 LACP 的 VLAN 间负载均衡系统设计图（部分）

3.5.5 工程组织与实施

第一步：按照图 3-4，使用直连线与交叉线连接物理设备。

第二步：根据图 3-4，规划 IP 地址，并配置相应的 IP 地址、子网掩码等参数。

第三步：启动超级终端程序，并设置相关参数。

第四步：配置交换机 SW1 和 SW2 链路聚合相关信息；创建 Eth-Trunk 1 并配置该 Eth-Trunk 为静态 LACP 模式。然后将 G0/0/1 和 G0/0/2 接口加入 Eth-Trunk 1。

（1）在交换机 SW1 上配置 LACP。

```
<Huawei>system-view
[Huawei]sysname SW1
[SW1]interface Eth-Trunk 1
[SW1-Eth-Trunk1]mode lacp-static
[SW1-Eth-Trunk1]quit
[SW1]interface GigabitEthernet 0/0/1
[SW1-GigabitEthernet0/0/1]eth-trunk 1
[SW1-GigabitEthernet0/0/1]quit
[SW1]interface GigabitEthernet 0/0/2
[SW1-GigabitEthernet0/0/2]eth-trunk 1
```

（2）在交换机 SW2 上配置 LACP。

```
<Huawei>system-view
[Huawei]sysname SW2
[SW2]interface Eth-Trunk 1
[SW2-Eth-Trunk1]mode lacp-static
[SW2-Eth-Trunk1]quit
[SW2]interface GigabitEthernet 0/0/1
[SW2-GigabitEthernet0/0/1]eth-trunk 1
[SW2-GigabitEthernet0/0/1]quit
[SW2]interface GigabitEthernet 0/0/2
[SW2-GigabitEthernet0/0/2]eth-trunk 1
```

第五步：将交换机 SW1 和 SW2 上的 Eth-Trunk 1 端口类型配置为 Trunk，并允许所有 VLAN 的报文通过该端口。交换机端口的类型默认为 Hybrid 端口。

（1）交换机 SW1 上的 Eth-Trunk 1 端口类型配置为 Trunk。

```
[SW1]interface Eth-Trunk 1
[SW1-Eth-Trunk1]port link-type trunk
[SW1-Eth-Trunk1]port trunk allow-pASs vlan all
```

（2）交换机 SW2 上的 Eth-Trunk 1 端口类型配置为 Trunk。

```
[SW2]interface Eth-Trunk 1
[SW2-Eth-Trunk1]port link-type trunk
[SW2-Eth-Trunk1]port trunk allow-pASs vlan all
```

第六步：创建 VLAN，在交换机 SW1 和 SW2 上分别创建 VLAN，并使用两种不同方式将端口加入到已创建 VLAN 中。将所有连接客户端的端口类型配置为 Access。

（1）在交换机 SW1 上，将端口 G0/0/23 和 G0/0/24 分别加入 VLAN2 和 VLAN3。

```
[SW1]interface g0/0/23
[SW1-GigabitEthernet0/0/23]port link-type access
[SW1-GigabitEthernet0/0/23]port default vlan 2
[SW1-GigabitEthernet0/0/23]quit
[SW1-GigabitEthernet0/0/24]port link-type access
[SW1-GigabitEthernet0/0/24]port default vlan 3
```

（2）在交换机 SW2 上，将端口 G0/0/23 和 G0/0/24 分别加入 VLAN2 和 VLAN3。

```
[SW2]interface g0/0/23
[SW2-GigabitEthernet0/0/23]port link-type access
[SW2-GigabitEthernet0/0/23]port default vlan 2
[SW2-GigabitEthernet0/0/23]quit
[SW2-GigabitEthernet0/0/24]port link-type access
[SW2-GigabitEthernet0/0/24]port default vlan 3
```

第七步：为客户端 PC1 至 PC4 配置 IP 地址。

（1）客户端 PC1 的 IP 地址。

```
PC>ipconfig
Link local IPv6 address.....: fe80::5689:98ff:fee5:58fe
IPv6 address.....: :: / 128
IPv6 gateway.....: ::
IPv4 address.....: 192.168.1.2
Subnet mask.....: 255.255.255.0
Gateway.....: 0.0.0.0
Physical address.....: 54-89-98-E5-58-FE
DNS server.....:
```

（2）客户端 PC2 的 IP 地址。

```
PC>ipconfig
Link local IPv6 address.....: fe80::5689:98ff:fe57:14ac
IPv6 address.....: :: / 128
IPv6 gateway.....: ::
IPv4 address.....: 192.168.1.3
Subnet mask.....: 255.255.255.0
Gateway.....: 0.0.0.0
Physical address.....: 54-89-98-57-14-AC
DNS server.....:
```

（3）客户端 PC3 的 IP 地址。

```
PC > ipconfig
Link local IPv6 address.....: fe80::5689:98ff:feca:111e
IPv6 address.....: :: / 128
IPv6 gateway.....: ::
IPv4 address.....: 192.168.1.4
Subnet mask.....: 255.255.255.0
Gateway.....: 0.0.0.0
Physical address.....: 54 - 89 - 98 - CA - 11 - 1E
DNS server.....:
```

（4）客户端 PC4 的 IP 地址。

```
PC > ipconfig
Link local IPv6 address.....: fe80::5689:98ff:fecf:43f
IPv6 address.....: :: / 128
IPv6 gateway.....: ::
IPv4 address.....: 192.168.1.5
Subnet mask.....: 255.255.255.0
Gateway.....: 0.0.0.0
Physical address.....: 54 - 89 - 98 - CF - 04 - 3F
DNS server.....:
```

3.5.6 测试与验收

本实训项目详细的测试步骤，请扫描下面二维码。

通过一系列的测试，从交换机上反馈的信息可知，HUAWEI 交换机的链路聚合 LACP 协议实现了 VLAN 间的负载均衡。

3.6 实训项目：CISCO 单臂路由实现不同 VLAN 间的通信

3.6.1 实训目的

（1）掌握 CISCO 路由器的单臂路由功能，在网络环境中实现不同 VLAN 间的通信。

（2）在网络工程环境中，熟练掌握 CISCO 路由器的单臂路由功能的综合运用。

3.6.2 实训设备

（1）硬件要求：CISCO S2960 交换机 2 台，CISCO 2911 路由器 2 台，PC 4 台，直连线 6 条，交叉线 1 条。

（2）软件要求：CISCO Packet Tracer 7.2.1 仿真软件，Secure CRT 软件或者超级终端软件。

(3) 实训设备均为空配置。

3.6.3　项目需求分析

某校园网通过划分不同的 VLAN 来隔离不同部门之间的二层通信，并保证各部门间的信息安全。但是由于业务需要，部分部门之间需要实现跨 VLAN 通信，网络管理员决定借助路由器，通过配置单臂路由实现跨 VLAN 通信需求。

3.6.4　网络系统设计

根据项目需求分析，现简化网络系统设计，以便实现关键技术，如图 3-5 所示。

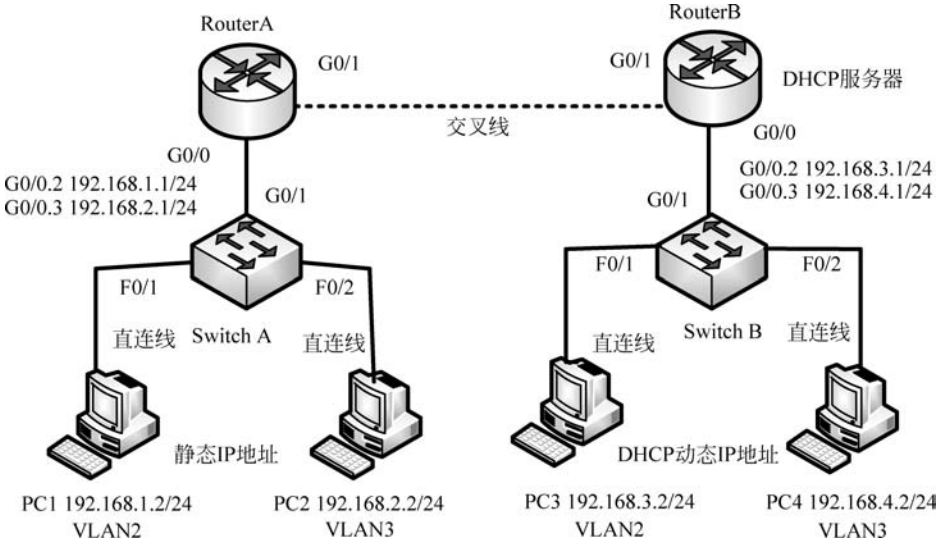

图 3-5　某校园网(部分)单臂路由网络系统图

3.6.5　工程组织与实施

第一步：按照图 3-5，使用直连线与交叉线连接物理设备。

第二步：根据图 3-5，规划 IP 地址，并配置相应的 IP 地址、子网掩码等参数。

第三步：启动超级终端程序，并设置相关参数。

第四步：配置路由器 RouterA 和交换机 SwitchA 的相关信息。

(1) 在路由器 RouterA 上配置端口，并设置 IP 地址等信息。

```
Router > enable
Router # config terminal
Router(config) # hostname RouterA
RouterA(config) # interface g0/0
RouterA(config - if) # no shutdown
RouterA(config) # interface g0/0.2
//创建子端口 f0/0.2;
RouterA(config - subif) # encapsulation dot1q 2
//指明 VLAN 2 流量及封装类型为 dot1q;
```

```
RouterA(config-subif)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
//设置子端口 g0/0.2 的 IP 地址和子网掩码;
RouterA(config-subif)#no shutdown
RouterA(config-subif)#exit
RouterA(config)#interface g0/0
RouterA(config-if)#interface g0/0.3
//创建子端口 g0/0.3;
RouterA(config-subif)#encapsulation dot1q 3
//指明 VLAN 3 流量及封装类型为 dot1q;
RouterA(config-subif)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
//设置子端口 f0/0.3 的 IP 地址和子网掩码;
RouterA(config-subif)#no shutdown
RouterA(config-subif)# interface g0/1
RouterA(config-subif)# ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
//设置端口 g0/1 的 IP 地址和子网掩码;
RouterA(config-subif)#no shutdown
RouterA(config-subif)#end
RouterA#write
//保存配置信息;
```

RouterA#show ip route

```
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
       * - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
       P - periodic downloaded static route
Gateway of Last resort is not set
    192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.2
L       192.168.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.2
    192.168.2.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C       192.168.2.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.3
L       192.168.2.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.3
```

(2) 在 SwitchA 上分别创建 VLAN2 和 VLAN3,并把端口划归相应的 VLAN,且设置 VLAN Trunk。

```
Switch>enable
Switch#vlan database
Switch(vlan)#vlan 2
Switch(vlan)#vlan 3
Switch(vlan)#exit
Switch#configure terminal
Switch(config)#hostname SwitchA
SwitchA(config)#interface fastEthernet 0/1
SwitchA(config-if)#switchport mode access
SwitchA(config-if)#switchport access vlan 2
SwitchA(config-if)#exit
```

```
SwitchA(config)#interface fastEthernet 0/2
SwitchA(config-if)#switchport mode access
SwitchA(config-if)#switchport access vlan 3
SwitchA(config-if)#exit
SwitchA (config)#interface gigabitEthernet 0/1
SwitchA (config-if)#switchport mode trunk
//将 g0/1 端口设置为 trunk 口;
SwitchA (config-if)#switchport trunk allowed vlan all
//允许所有 VLAN 通过;
SwitchA#show interfaces trunk
//查交换机端口 G0/1 的 trunk 模式允许通过的 VLAN;
```

```
Port        Mode         Encapsulation  Status        Native vlan
Gig0/1      on           802.1q         trunking      1
Port        Vlans allowed on trunk
Gig0/1      1-1005
Port        Vlans allowed and active in management domain
Gig0/1      1,2,3
Port        Vlans in spanning tree forwarding state and not pruned
Gig0/1      1,2,3
```

(3) 配置 PC1 和 PC2 的静态 IP 地址和默认网关地址。

PC1 的静态 IP 地址等信息,配置如下。

```
IP Address.....................:192.168.1.2
Subnet Mask.....................: 255.255.255.0
Default Gateway.................: 192.168.1.1
```

PC2 的静态 IP 地址等信息,配置如下。

```
IP Address.....................: 192.168.2.2
Subnet Mask.....................: 255.255.255.0
Default Gateway.................: 192.168.2.1
```

(4) PC1 主机 ping 测试 PC2 主机。

```
C:\> ping 192.168.2.2
Pinging 192.168.2.2 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.2.2: bytes = 32 time = 11ms TTL = 127
Reply from 192.168.2.2: bytes = 32 time < 1ms TTL = 127
Reply from 192.168.2.2: bytes = 32 time < 1ms TTL = 127
Reply from 192.168.2.2: bytes = 32 time = 11ms TTL = 127
Ping statistics for 192.168.2.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0 % loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 11ms, Average = 5ms
```

由上述测试信息可知，处于 VLAN2 的 PC1 主机能 ping 通 VLAN3 的 PC2 主机，表明路由器的单臂路由功能实现了不同 VLAN 间的通信。

第五步：配置路由器 RouterB 和交换机 SwitchB 的相关信息。

(1) 在路由器 RouterB 上配置端口和 IP 地址，并为子端口配置 DHCP 等信息。

创建子端口 g0/0.2 的 IP 地址等信息。

```
Router > enable
Router # config terminal
Router(config) # hostname RouterB
RouterB(config) # interface g0/0
RouterB(config - if) # no shutdown
RouterBconfig) # interface g0/0.2
//创建子端口 g0/0.2;
RouterB(config - subif) # encapsulation dot1q 2
//指明 VLAN 2 流量及封装类型为 dot1q;
RouterB(config - subif) # ip address 192.168.3.1 255.255.255.0
//设置子端口 g0/0.2 的 IP 地址和子网掩码;
RouterB(config - subif) # no shutdown
```

配置子接口 g0/0.2 的 DHCP。

```
RouterB(config - subif) # exit
RouterB(config) # ip dhcp pool VLAN_2
//声明 DHCP 的地址池的名称为 VLAN_2;
RouterB(dhcp - config) # network 192.168.3.0 255.255.255.0
//设置 DHCP 的地址段 192.168.3.0,是由子接口 g0/0.2 的 IP 地址决定的;
RouterB(dhcp - config) # default - router 192.168.3.1
//默认网关地址,是子接口 g0/0.2 的 IP 地址;
RouterB(dhcp - config) # exit
RouterB(config) # ip dhcp excluded - address 192.168.3.1
//排除默认网关地址 192.168.3.1 不被分配;
```

创建子端口 g0/0.3 的 IP 地址等信息。

```
RouterB(config) # interface g0/0
RouterB(config - if) # interface g0/0.3
//创建子端口 g0/0.3;
RouterB(config - subif) # encapsulation dot1q 3
//指明 VLAN 3 流量及封装类型为 dot1q;
RouterB(config - subif) # ip address 192.168.4.1 255.255.255.0
//设置子端口 f0/0.3 的 IP 地址和子网掩码;
RouterB(config - subif) # no shutdown
```

配置子接口 g0/0.3 的 DHCP。

```
RouterB(config) # ip dhcp pool VLAN_3
//声明 DHCP 的地址池的名称为 VLAN_3;
RouterB(dhcp - config) # network 192.168.4.0 255.255.255.0
//设置 DHCP 的地址段 192.168.4.0,是由子接口 g0/0.3 的 IP 址决定的;
RouterB(dhcp - config) # default - router 192.168.4.1
```

```
//默认网关地址,是子接口 g0/0.3 的 IP 地址;
RouterB(dhcp-config)#exit
RouterB(config)#ip dhcp excluded-address 192.168.4.1
//排除默认网关地址 192.168.4.1 不被分配;
```

```
RouterB(config-subif)# interface g0/1
RouterB(config-subif)# ip address 192.168.0.2 255.255.255.0
//设置端口 g0/1 的 IP 地址和子网掩码;
RouterB(config-subif)#no shutdown
RouterB(config-subif)#end
RouterB#write
//保存配置信息;
```

RouterA#show ip route

```
Codes: L - local, C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia - IS-IS inter area
* - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
P - periodic downloaded static route
Gateway of Last resort is not set
192.168.0.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 192.168.0.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/1
L 192.168.0.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/1
192.168.1.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 192.168.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.2
L 192.168.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.2
192.168.2.0/24 is variably subnetted, 2 subnets, 2 masks
C 192.168.2.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0.3
L 192.168.2.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0.3
```

(2) 在 SwitchB 上分别创建 VLAN2 和 VLAN3,并把端口划归相应的 VLAN,且设置 VLAN Trunk。

```
Switch>enable
Switch#vlan database
Switch(vlan)#vlan 2
Switch(vlan)#vlan 3
Switch(vlan)#exit
Switch#configure terminal
Switch(config)#hostname SwitchB
SwitchB(config)#interface fastEthernet 0/1
SwitchB(config-if)#switchport mode access
SwitchB(config-if)#switchport access vlan 2
SwitchB(config-if)#exit
SwitchB(config)#interface fastEthernet 0/2
SwitchB(config-if)#switchport mode access
SwitchB(config-if)#switchport access vlan 3
SwitchB(config-if)#exit
```

```
SwitchB(config)#interface gigabitEthernet 0/1
SwitchB(config-if)#switchport mode trunk
//将 g0/1 端口设置为 trunk 口;
SwitchB(config-if)#switchport trunk allowed vlan all
//允许所有 VLAN 通过;
```

(3) PC3 和 PC4 自动获取 IP 地址和默认网关地址等信息。

PC3 自动获取 IP 地址、子网掩码、默认网关地址等信息:

C:\>ipconfig /renew

```
IP Address.....: 192.168.3.2
Subnet Mask.....: 255.255.255.0
Default Gateway.....: 192.168.3.1
DNS Server.....: 0.0.0.0
```

PC4 自动获取 IP 地址、子网掩码、默认网关地址等信息:

C:\>ipconfig /renew

```
IP Address.....: 192.168.4.2
Subnet Mask.....: 255.255.255.0
Default Gateway.....: 192.168.4.1
DNS Server.....: 0.0.0.0
```

(4) PC3 主机 ping 测试 PC4 主机。

C:\>ping 192.168.4.2

```
Pinging 192.168.4.2 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.4.2: bytes=32 time=13ms TTL=127
Reply from 192.168.4.2: bytes=32 time=11ms TTL=127
Reply from 192.168.4.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.4.2: bytes=32 time=11ms TTL=127
Ping statistics for 192.168.4.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 13ms, Average = 8ms
```

由上述测试信息可知,处于 VLAN2 的 PC3 主机能 ping 通 VLAN3 的 PC4 主机,表明路由器的单臂路由功能实现了不同 VLAN 间的数据通信,同时,也表明路由器上的 DHCP 配置是成功的。

第六步:在路由器 RouterA 和 RouterB 上配置 RIP 动态路由,实现所有 PC 主机互联互通。

(1) 路由器 RouterA 上配置的 RIP 动态路由信息。

```
RouterA(config)#router rip
RouterA(config-router)#network 192.168.0.0
RouterA(config-router)#network 192.168.1.0
RouterA(config-router)#network 192.168.2.0
RouterA(config)#write
```

(2) 路由器 RouterB 上配置的 RIP 动态路由信息。

```
RouterB(config)#router rip
RouterB(config-router)#network 192.168.0.0
RouterB(config-router)#network 192.168.3.0
RouterB(config-router)#network 192.168.4.0
RouterB(config)#write
```

(3) PC4 主机 ping 测试 PC3 主机。

C:\>ping 192.168.3.2

```
Pinging 192.168.3.2 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.3.2: bytes=32 time=1ms TTL=127
Reply from 192.168.3.2: bytes=32 time=3ms TTL=127
Reply from 192.168.3.2: bytes=32 time=11ms TTL=127
Reply from 192.168.3.2: bytes=32 time<1ms TTL=127
Ping statistics for 192.168.3.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 11ms, Average = 3ms
```

(4) PC4 主机 ping 测试 PC2 主机。

C:\>ping 192.168.2.2

```
Pinging 192.168.2.2 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=22ms TTL=126
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=15ms TTL=126
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=25ms TTL=126
Reply from 192.168.2.2: bytes=32 time=15ms TTL=126
Ping statistics for 192.168.2.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 15ms, Maximum = 25ms, Average = 19ms
```

(5) PC4 主机 ping 测试 PC1 主机。

C:\>ping 192.168.1.2

```
Pinging 192.168.1.2 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=1ms TTL=126
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=13ms TTL=126
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=13ms TTL=126
Reply from 192.168.1.2: bytes=32 time=25ms TTL=126
Ping statistics for 192.168.1.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss),
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 1ms, Maximum = 25ms, Average = 13ms
```

以上 ping 测试信息,表明已经实现了所有 PC 主机互联互通。

3.6.6 测试与验收

本实训项目详细的测试步骤，请扫描下面二维码。

通过一系列的测试可知，跨网段的 VLAN2 的 PC1 主机能 ping 通 PC2、PC3、PC4 主机，表明 CISCO 路由器的单臂路由功能实现了不同 VLAN 间的通信。

3.7 实训项目：HUAWEI 单臂路由实现不同 VLAN 间的通信

3.7.1 实训目的

（1）掌握网络环境中 HUAWEI 路由器的单臂路由功能的配置，以实现不同 VLAN 间的通信。

（2）在网络工程环境中，熟练掌握 HUAWEI 路由器的单臂路由功能的综合运用。

3.7.2 实训设备

（1）硬件要求：HUAWEI AR2240 路由器 2 台，HUAWEI S3700 交换机 2 台，PC 4 台，网线若干条，Console 控制线 1 条。

（2）软件要求：HUAWEI eNSP V100R002C00B510. exe 仿真软件，VirtualBox-5. 2. 22-126460-Win. exe 软件，Secure CRT 软件或者超级终端软件。

（3）实训设备均为空配置。

3.7.3 项目需求分析

企业内部网络通常会通过划分不同的 VLAN 来隔离不同部门之间的二层通信，并保证各部门间的信息安全。但是由于业务需要，部分部门之间需要实现跨 VLAN 通信，网络管理员决定借助路由器，通过配置单臂路由实现 R1 与 R3 之间跨 VLAN 通信需求。

3.7.4 网络系统设计

根据项目需求分析，现简化网络系统设计，以便实现关键技术，如图 3-6 所示。

3.7.5 工程组织与实施

第一步：按照图 3-6，使用直连线与交叉线连接物理设备。

第二步：根据图 3-6，规划 IP 地址，并配置相应的 IP 地址、子网掩码等参数。

第三步：启动超级终端程序，并设置相关参数。

第四步：配置路由器 RouterA 和交换机 SwitchA 的相关信息，实现 VLAN2 和

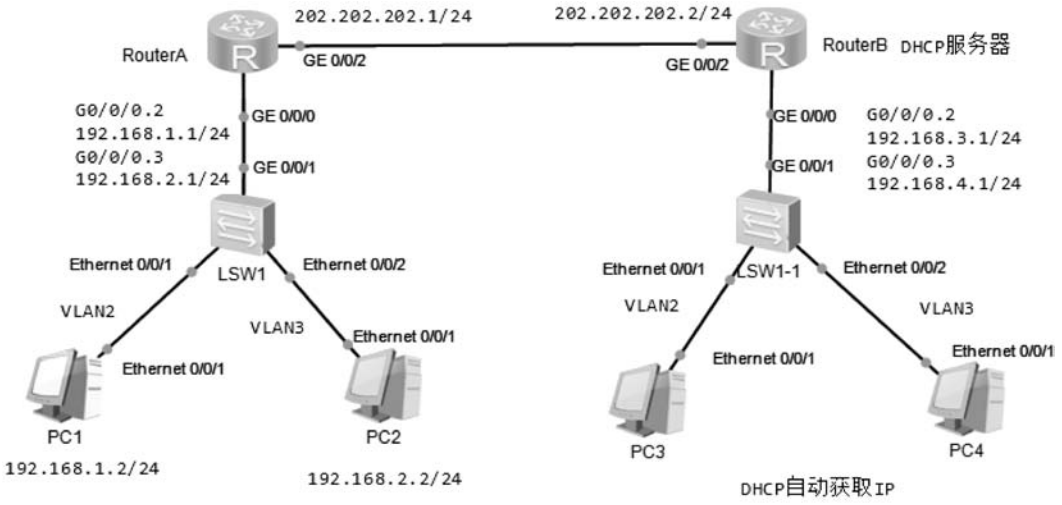

图 3-6　某校园网(部分)单臂路由网络系统图(部分)

VLAN3 的不同网段的主机能相互通。

(1) 在路由器 RouterA 上配置接口 IP 地址和子接口等信息。

```
<Router>system-view
[Router]sysname RouterA
[RouterA]
[RouterA]interface GigabitEthernet0/0/2
[RouterA-GigabitEthernet0/0/2]ip address 202.202.202.1 255.255.255.0
[RouterA-GigabitEthernet0/0/2]quit
[RouterA]interface GigabitEthernet0/0/0.2
[RouterA-GigabitEthernet0/0/0.2]dot1q termination vid 2
[RouterA-GigabitEthernet0/0/0.2]ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
[RouterA-GigabitEthernet0/0/0.2]arp broadcast enable
[RouterA-GigabitEthernet0/0/0.2]interface GigabitEthernet0/0/0.3
[RouterA-GigabitEthernet0/0/0.3]dot1q termination vid 3
[RouterA-GigabitEthernet0/0/0.3]ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
[RouterA-GigabitEthernet0/0/0.3]arp broadcast enable
[RouterA-GigabitEthernet0/0/0.3]return
<RouterA>save
```

查看路由器 RouterA 的路由表信息：

<RouterA>display ip routing-table

```
<RouterA>display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 10        Routes : 10
```

```
Destination/Mask      Proto   Pre Cost      Flags NextHop         Interface
        127.0.0.0/8   Direct  0   0         D     127.0.0.1       InLoopBack0
        127.0.0.1/32  Direct  0   0         D     127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32    Direct  0   0         D     127.0.0.1       InLoopBack0
    192.168.1.0/24    Direct  0   0         D     192.168.1.1     GigabitEthernet
0/0/0.2
    192.168.1.1/32    Direct  0   0         D     127.0.0.1       GigabitEthernet
0/0/0.2
  192.168.1.255/32    Direct  0   0         D     127.0.0.1       GigabitEthernet
0/0/0.2
    192.168.2.0/24    Direct  0   0         D     192.168.2.1     GigabitEthernet
0/0/0.3
    192.168.2.1/32    Direct  0   0         D     127.0.0.1       GigabitEthernet
0/0/0.3
  192.168.2.255/32    Direct  0   0         D     127.0.0.1       GigabitEthernet
0/0/0.3
255.255.255.255/32    Direct  0   0         D     127.0.0.1       InLoopBack0
```

（2）在 SwitchA 上分别创建 VLAN2 和 VLAN3，并把端口划归相应的 VLAN，且设置 VLAN Trunk。

```
<Huawei>
<Huawei>system-view
[Huawei]sysname SwitchA
[SwitchA]vlan batch 2 3
[SwitchA]interface GigabitEthernet 0/0/1
[SwitchA-GigabitEthernet0/0/1]port link-type trunk
[SwitchA-GigabitEthernet0/0/1]port trunk allow-pASs vlan all
[SwitchA]interface E0/0/1
[SwitchA-Ethernet0/0/1]port link-type access
[SwitchA-Ethernet0/0/1]port default vlan 2
[SwitchA-Ethernet0/0/1]quit
[SwitchA]interface E0/0/2
[SwitchA-Ethernet0/0/2]port link-type access
[SwitchA-Ethernet0/0/2]port default vlan 2
```

（3）配置 PC1 和 PC2 的静态 IP 地址和默认网关地址。

PC1 的静态 IP 地址等信息，配置如下：

PC>ipconfig

```
Link local IPv6 address.....: fe80::5689:98ff:fef8:36da
IPv6 address.....: :: / 128
IPv6 gateway.....: ::
IPv4 address.....: 192.168.1.2
Subnet mask.....: 255.255.255.0
Gateway.....: 192.168.1.1
Physical address.....: 54-89-98-F8-36-DA
DNS server.....:
```

PC2 的静态 IP 地址等信息，配置如下：

PC > ipconfig

```
PC > ipconfig
Link local IPv6 address.....: fe80::5689:98ff:fe03:7346
IPv6 address.....: :: / 128
IPv6 gateway.....: ::
IPv4 address.....: 192.168.2.2
Subnet mask.....: 255.255.255.0
Gateway.....: 192.168.2.1
Physical address.....: 54 - 89 - 98 - 03 - 73 - 46
DNS server.....:
```

（4）PC1 主机 ping 测试 PC2 主机。

C:\> ping 192.168.2.2

```
Ping 192.168.1.2: 32 data bytes, Press Ctrl_C to break
From 192.168.1.2: bytes = 32 seq = 1 ttl = 128 time < 1 ms
From 192.168.1.2: bytes = 32 seq = 2 ttl = 128 time < 1 ms
From 192.168.1.2: bytes = 32 seq = 3 ttl = 128 time < 1 ms
From 192.168.1.2: bytes = 32 seq = 4 ttl = 128 time < 1 ms
From 192.168.1.2: bytes = 32 seq = 5 ttl = 128 time < 1 ms
--- 192.168.1.2 ping statistics ---
  5 packet(s) transmitted
  5 packet(s) received
  0.00 % packet loss
  round - trip min/avg/max = 0/0/0 ms
```

由上述测试信息可知，处于 VLAN2 的 PC1 主机能 ping 通 VLAN3 的 PC2 主机，表明路由器的单臂路由功能实现了不同 VLAN 间的通信。

第五步：配置路由器 RouterB 和交换机 SwitchB 的相关信息，实现 PC3 和 PC4 自动获取 IP 地址且两主机处于不同网段、不同 VLAN，能相互通信。

（1）在路由器 RouterB 上配置子端口，并设置 IP 地址等信息。

```
< Router > system - view
[ Router ]sysname RouterB
[ RouterB ]interface GigabitEthernet0/0/2
[ RouterB - GigabitEthernet0/0/2 ]ip address 202.202.202.2 255.255.255.0
[ RouterB - GigabitEthernet0/0/2 ]quit
[ RouterB ]interface GigabitEthernet0/0/0.2
[ RouterB - GigabitEthernet0/0/0.2 ]dot1q termination vid 2
[ RouterB - GigabitEthernet0/0/0.2 ]ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
[ RouterB - GigabitEthernet0/0/0.2 ]arp broadcast enable
[ RouterB - GigabitEthernet0/0/0.2 ]interface GigabitEthernet0/0/0.3
[ RouterB - GigabitEthernet0/0/0.3 ]dot1q termination vid 3
[ RouterB - GigabitEthernet0/0/0.3 ]ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
[ RouterB - GigabitEthernet0/0/0.3 ]arp broadcast enable
```

```
[RouterB-GigabitEthernet0/0/0.3]return
<RouterB>save
```

(2) 在路由器 RouterB 配置 DHCP。

```
通过子接口 G0/0/0.2 自动分配给 VLAN2 区域 PC IP 地址的 DHCP 配置:
[RouterB]dhcp enable
[RouterB]ip pool vlan_2
[RouterB-ip-pool-vlan_2]network 192.168.3.0 mask 255.255.255.0
[RouterB-ip-pool-vlan_2]gateway-list 192.168.3.1
[RouterB-ip-pool-vlan_2]dns-list 8.8.8.8
[RouterB-ip-pool-vlan_2]leASe day 8
[RouterB]interface g0/0/0.2
[RouterB-GigabitEthernet0/0/0.2]dhcp select global
通过子接口 G0/0/0.3 自动分配给 VLAN3 区域 PC IP 地址的 DHCP 配置:
[RouterB]ip pool vlan_3
[RouterB-ip-pool-vlan_3]network 192.168.4.0 mask 255.255.255.0
[RouterB-ip-pool-vlan_3]gateway-list 192.168.4.1
[RouterB-ip-pool-vlan_3]dns-list 8.8.8.8
[RouterB-ip-pool-vlan_3]leASe day 8
[RouterB]interface g0/0/0.3
[RouterB-GigabitEthernet0/0/0.3]dhcp select global
```

(3) 在 SwitchB 上分别创建 VLAN2 和 VLAN3,并把端口划归相应的 VLAN,且设置 VLAN Trunk。

```
<Huawei>
<Huawei>system-view
[Huawei]sysname SwitchB
[SwitchB]vlan batch 2 3
[SwitchB]interface GigabitEthernet 0/0/1
[SwitchB-GigabitEthernet0/0/1]port link-type trunk
[SwitchB-GigabitEthernet0/0/1]port trunk allow-pASs vlan all
[SwitchB]interface E0/0/1
[SwitchB-Ethernet0/0/1]port link-type access
[SwitchB-Ethernet0/0/1]port default vlan 2
[SwitchB-Ethernet0/0/1]quit
[SwitchB]interface E0/0/2
[SwitchB-Ethernet0/0/2]port link-type access
[SwitchB-Ethernet0/0/2]port default vlan 3
```

(4) 在 PC3 和 PC4 上验证自动获取 IP 地址和默认网关等。

PC3 主机上自动获取 IP 地址,首先设置 PC3 的 IP4 为自动获取 IP 地址状态,然后在命令提示符下输入:

PC>ipconfig /renew

```
IP Configuration
```

```
Link local IPv6 address.....: fe80::5689:98ff:fe97:1514
IPv6 address.....: :: / 128
IPv6 gateway.....: ::
IPv4 address.....: 192.168.3.254
Subnet mask.....: 255.255.255.0
Gateway.....: 192.168.3.1
Physical address.....: 54 - 89 - 98 - 97 - 15 - 14
DNS server.....: 8.8.8.8
```

PC4 主机上自动获取 IP 地址，首先设置 PC4 的 IP4 为自动获取 IP 地址状态，然后在命令提示符下输入：

PC > ipconfig /renew

```
IP Configuration
Link local IPv6 address.....: fe80::5689:98ff:feff:1557
IPv6 address.....: :: / 128
IPv6 gateway.....: ::
IPv4 address.....: 192.168.4.254
Subnet mask.....: 255.255.255.0
Gateway.....: 192.168.4.1
Physical address.....: 54 - 89 - 98 - FF - 15 - 57
DNS server.....: 8.8.8.8
```

第六步：在路由器 RouterA 和 RouterB 上配置 RIP 动态路由，实现所有 PC 主机互联互通。

(1) 路由器 RouterA 上配置的 RIP 动态路由信息。

```
[RouterA]rip 1
[RouterA - rip - 1]version 2
[RouterA - rip - 1]network 202.202.202.0
[RouterA - rip - 1]network 192.168.1.0
[RouterA - rip - 1]network 192.168.2.0
```

(2) 路由器 RouterB 上配置的 RIP 动态路由信息。

```
[RouterB]rip 1
[RouterB - rip - 1]version 2
[RouterB - rip - 1]network 202.202.202.0
[RouterB - rip - 1]network 192.168.3.0
[RouterB - rip - 1]network 192.168.4.0
```

(3) 查看路由器 RouterA 的路由表。

< RouterA > display ip routing-table

```
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 15     Routes : 15
```

```
Destination/Mask    Proto   Pre Cost      Flags NextHop         Interface
      127.0.0.0/8   Direct  0   0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct  0   0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct  0   0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
    192.168.1.0/24  Direct  0   0           D   192.168.1.1     GigabitEthernet
0/0/0.2
    192.168.1.1/32  Direct  0   0           D   127.0.0.1       GigabitEthernet
0/0/0.2
  192.168.1.255/32  Direct  0   0           D   127.0.0.1       GigabitEthernet
0/0/0.2
    192.168.2.0/24  Direct  0   0           D   192.168.2.1     GigabitEthernet
0/0/0.3
    192.168.2.1/32  Direct  0   0           D   127.0.0.1       GigabitEthernet
0/0/0.3
  192.168.2.255/32  Direct  0   0           D   127.0.0.1       GigabitEthernet
0/0/0.3
    192.168.3.0/24  RIP     100 1           D   202.202.202.2   GigabitEthernet
0/0/2
    192.168.4.0/24  RIP     100 1           D   202.202.202.2   GigabitEthernet
0/0/2
  202.202.202.0/24  Direct  0   0           D   202.202.202.1   GigabitEthernet
0/0/2
  202.202.202.1/32  Direct  0   0           D   127.0.0.1       GigabitEthernet
0/0/2
202.202.202.255/32  Direct  0   0           D   127.0.0.1       GigabitEthernet
0/0/2
255.255.255.255/32  Direct  0   0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
```

由以上反馈信息可知,路由器 RouterA 学习到了 RIP 的网段。

(4) 查看路由器 RouterB 的路由表。

< RouterB > display ip routing-table

```
Route Flags: R - relay, D - download to fib
------------------------------------------------------------------------------
Routing Tables: Public
         Destinations : 15        Routes : 15
Destination/Mask    Proto   Pre Cost      Flags NextHop         Interface
      127.0.0.0/8   Direct  0   0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct  0   0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
127.255.255.255/32  Direct  0   0           D   127.0.0.1       InLoopBack0
    192.168.1.0/24  RIP     100 1           D   202.202.202.1   GigabitEthernet
0/0/2
    192.168.2.0/24  RIP     100 1           D   202.202.202.1   GigabitEthernet
0/0/2
    192.168.3.0/24  Direct  0   0           D   192.168.3.1     GigabitEthernet
0/0/0.2
    192.168.3.1/32  Direct  0   0           D   127.0.0.1       GigabitEthernet
0/0/0.2
```

```
  192.168.3.255/32 Direct  0   0        D   127.0.0.1       GigabitEthernet
0/0/0.2
    192.168.4.0/24 Direct  0   0        D   192.168.4.1     GigabitEthernet
0/0/0.3
    192.168.4.1/32 Direct  0   0        D   127.0.0.1       GigabitEthernet
0/0/0.3
  192.168.4.255/32 Direct  0   0        D   127.0.0.1       GigabitEthernet
0/0/0.3
  202.202.202.0/24 Direct  0   0        D   202.202.202.2   GigabitEthernet
0/0/2
  202.202.202.2/32 Direct  0   0        D   127.0.0.1       GigabitEthernet
0/0/2
202.202.202.255/32 Direct  0   0        D   127.0.0.1       GigabitEthernet
0/0/2
255.255.255.255/32 Direct  0   0        D   127.0.0.1       InLoopBack0
```

由以上反馈信息可知，路由器 RouterB 学习到了 RIP 的网段。

3.7.6　测试与验收

本实训项目详细的测试步骤，请扫描下面二维码。

通过一系列的测试可知，通过 HUAWEI 路由器的 DHCP 和单臂路由功能，实现了 PC 静态 IP 地址的不同网段不同 VLAN 之间的通信和 PC 机自态 IP 地址的不同网段不同 VLAN 间的相互通信。

3.8　实训项目：CISCO 三层交换机实现不同 VLAN 间的通信

3.8.1　实训目的

（1）掌握配置基于 CISCO 三层交换机实现不同 VLAN 间通信的配置方法。

（2）熟练掌握 CISCO 三层交换机的路由功能配置，并能在实际网络工程中灵活运用。

3.8.2　实训设备

（1）硬件要求：CISCO S3560 交换机 1 台，CISCO S2960 交换机 2 台，PC 2 台，网络若干条。

（2）软件要求：CISCO Packet Tracer 7.2.1 仿真软件，Secure CRT 软件或者超级终端软件。

（3）实训设备均为空配置。

3.8.3 项目需求分析

某园区网络，随着业务流量的逐步增大，使用路由器的单臂路由功能来实现不同VLAN间互访，已不能满足园区网用户的需求。此时，需要使用转发速度较快的三层交换机来实现不同VLAN间的信息交换功能。通过在三层交换机配置相应的VLAN地址（即默认网关地址），让不同VLAN的用户通过三层交换机的中继链路实现快速互访问。

3.8.4 网络系统设计

根据项目需求分析，现简化网络系统设计，以便实现关键技术，如图3-7所示。

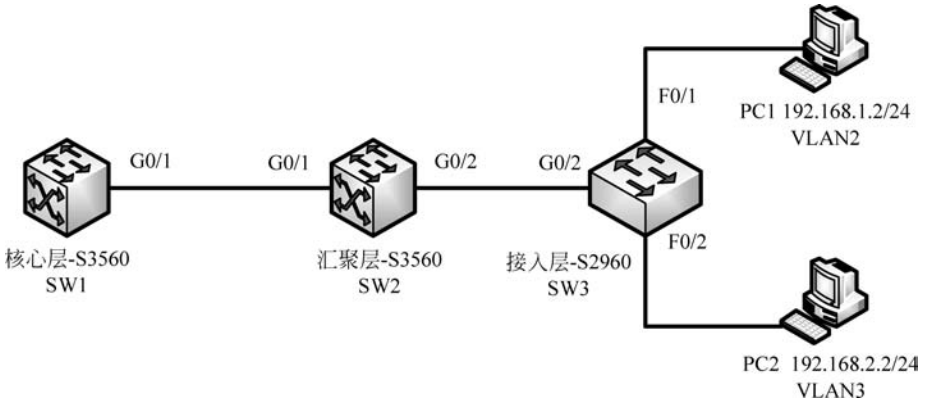

图3-7 某园区网（部分）三层换机实现不同VLAN互访网络系统图

3.8.5 工程组织与实施

第一步：按照图3-7，使用直连线与交叉线连接物理设备。

第二步：根据图3-7，规划IP地址，并配置相应的IP地址、子网掩码等参数。

第三步：启动超级终端程序，并设置相关参数。

第四步：配置交换机的相关信息。

（1）配置二层交换机SW3的VLAN2和VLAN3；并配置Trunk口，允许所有VLAN信息通过。

```
Switch>enable
Switch#config terminal
Switch(config)#hostname SW3
Switch(config)#vlan 2
Switch(config)#vlan 3
SW3(config)#interface f0/1
SW3(config-if)#switchport mode access
SW3(config-if)#switchport access vlan 2
SW3(config-if)#no shutdown
SW3(config-if)#exit
SW3(config)#interface f0/2
SW3(config-if)#switchport mode access
```

```
SW3(config-if)#switchport access vlan 3
SW3(config-if)#exit
SW3(config)#interface g0/2
SW3(config-if)#switchport mode trunk
//配置 SW3 的接口 g0/2 为 Trunk 模式;
SW3(config-if)#switchport trunk allowed vlan all
//允许所有 VLAN 信息通过;
SW3(config-if)#no shutdown
SW3(config-if)#end
SW3#write
```

(2) 配置核心层交换机 SW1 的 SVI 虚接口 VLAN2 和 VLAN3 的 IP 地址,开启 Trunk 和路由功能。

```
Switch>enable
Switch#config terminal
Switch(config)#hostname SW1
SW1(config)#vlan 2
SW1(config)#vlan 3
SW1(config)#interface vlan 2
SW1(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
SW1(config-if)#no shutdown
SW1(config-if)#exit
SW1(config)#interface vlan 3
SW1(config-if)#ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
SW1(config-if)#no shutdown
SW1(config-if)#exit
SW1(config)#interface g0/1
SW1(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
SW1(config-if)#switchport mode trunk
SW1(config-if)#switchport trunk allowed vlan all
SW1(config-if)#no shutdown
SW1(config-if)#exit
SW1(config)#ip routing
//启动核心层交换机 SW1 的路由功能;
SW1(config-if)#end
SW1#write
```

(3) 在汇聚层交换机 SW2 上创建 VLAN2 和 VLAN3,并开启 Trunk 和路由功能。

```
Switch>enable
Switch#config terminal
Switch(config)#hostname SW2
SW2(config)#vlan 2
SW2(config)#vlan 3
SW2(config)#interface GigabitEthernet0/1
SW2(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
SW2(config-if)#switchport mode trunk
```

```
SW2(config)#interface GigabitEthernet0/2
SW2(config-if)#switchport trunk encapsulation dot1q
SW2(config-if)#switchport mode trunk
SW2(config-if)#exit
SW2(config)#ip routing
SW2(config)#end
SW2(config)#write
```

第五步：在 PC 主机上配置静态 IP 地址、子网掩码、默认网关等信息。

PC1 的配置如下：

```
IP Address.....: 192.168.1.2
Subnet Mask.....: 255.255.255.0
Default Gateway.....: 192.168.1.1
```

上述默认网关地址，是核心层交换机配置的 VLAN2 的 SVI 虚接口 IP 地址 192.168.1.1。

PC1 的配置如下：

```
IP Address.....: 192.168.2.2
Subnet Mask.....: 255.255.255.0
Default Gateway.....: 192.168.2.1
```

上述默认网关地址，是核心层交换机配置的 VLAN3 的 SVI 虚接口 IP 地址 192.168.2.1。

3.8.6 测试与验收

本实训项目详细的测试步骤，请扫描下面二维码。

通过一系列的测试信息可知，跨网段的 VLAN2 和 VLAN3 的主机能互相访问，表明三层交换机的路由功能实现了不同 VLAN 间的通信。

3.9 实训项目：HUAWEI 三层交换机实现不同 VLAN 间的通信

3.9.1 实训目的

(1) 掌握基于 HUAWEI 三层交换机实现不同 VLAN 间通信的配置方法。

(2) 熟练掌握 HUAWEI 三层交换机的路由功能在实际企业级网络工程中的应用。

3.9.2　实训设备

(1) 硬件要求：HUAWEI S5700 交换机 2 台，HUAWEI S3700 交换机 1 台，PC 1 台，网线若干条，Console 控制线 1 条。

(2) 软件要求：HUAWEI eNSP V100R002C00B510. exe 仿真软件，VirtualBox-5. 2. 22-126460-Win. exe 软件，Secure CRT 软件或者超级终端软件。

(3) 实训设备均为空配置。

3.9.3　项目需求分析

在企业网络中，通过使用三层交换机可以简便地实现 VLAN 间通信。作为企业的网络管理员，你需要在三层交换机配置 VLANIF 接口的三层功能，使得如图 3-8 所示拓扑图中的网络能够实现 VLAN 间通信。此外，为了使 S1 和 S2 所连接的不同网络能够进行三层通信，还需要配置路由协议。

3.9.4　网络系统设计

根据项目需求分析，现简化网络系统设计，以便实现关键技术，如图 3-8 所示。

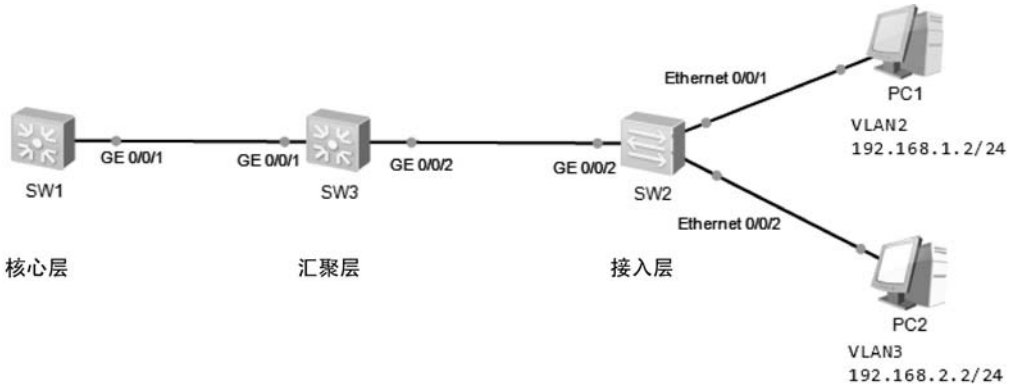

图 3-8　某企业网(部分)基于华为三层交换机的不同 VLAN 互访网络系统图

3.9.5　工程组织与实施

第一步：按照图 3-8，使用网线连接物理设备。

第二步：根据图 3-8，规划 IP 地址、子网掩码等参数。

第三步：启动超级终端程序，并设置相关参数。

第四步：配置接入层交换机 SW3 的 VLAN2 和 VLAN3，并设置交换机间连接端口的 Trunk 模式，允许所有 VLAN 通过。

```
<Huawei>system-view
[Huawei]sysname SW3
[SW3]vlan batch 2 3
[SW3]interface Ethernet0/0/1
```

```
[SW3-Ethernet0/0/1]port link-type access
[SW3-Ethernet0/0/1]port default vlan 2
[SW3-Ethernet0/0/1]quit
[SW3]interface Ethernet0/0/2
[SW3-Ethernet0/0/2]port link-type access
[SW3-Ethernet0/0/2]port default vlan 3
[SW3-Ethernet0/0/2]quit
[SW3]interface GigabitEthernet 0/0/2
[SW3-GigabitEthernet0/0/2]port link-type trunk    //配置 SW3 的接口 g0/0/2 为 Trunk 模式;
[SW3-GigabitEthernet0/0/2]port trunk allow-pASs vlan all    //允许所有 VLAN 信息通过;
[SW3-GigabitEthernet0/0/2]quit
[SW3]quit
<SW3>save
```

第五步：在汇聚层交换机 SW2 上创建 VLAN2 和 VLAN3，并设置交换机间连接端口的 Trunk 模式，允许所有 VLAN 通过。

```
<Huawei>system-view
[SW2]vlan batch 2 3
[SW2]interface g0/0/1
[SW2-GigabitEthernet0/0/1]port link-type trunk
[SW2-GigabitEthernet0/0/1]port trunk allow-pASs vlan all
[SW2-GigabitEthernet0/0/1]quit
[SW2]interface g0/0/2
[SW2-GigabitEthernet0/0/2]port link-type trunk
[SW2-GigabitEthernet0/0/2]port trunk allow-pASs vlan all
[SW2-GigabitEthernet0/0/2]quit
[SW2]quit
<SW2>save
```

第六步：配置核心层交换机 SW1 的 SVI 虚接口 VLAN2 和 VLAN3 的 IP 地址，并设置交换机间的连接端口的 Trunk 模式，允许所有 VLAN 通过。

```
<Huawei>system-view
[Huawei]sysname SW1
[SW1]vlan batch 2 3
[SW1]interface Vlanif 2
[SW1-Vlanif2]ip address 192.168.1.1 24
[SW1-Vlanif2]undo shutdown
[SW1-Vlanif2]quit
[SW1]interface Vlanif 3
[SW1-Vlanif3]ip address 192.168.2.1 24
[SW1-Vlanif3]undo shutdown
[SW1-Vlanif3]quit
[SW1]interface GigabitEthernet 0/0/1
[SW1-GigabitEthernet0/0/1]port link-type trunk
```

```
[SW1 - GigabitEthernet0/0/1]port trunk allow - pASs vlan all
[SW1 - GigabitEthernet0/0/1]quit
[SW1]quit
< SW1 > save
```

注：默认情况下，华为三层交换机的路由功能是开启的。

第七步：在 PC 主机上配置静态 IP 地址、子网掩码、默认网关等信息。

PC1 的配置，查看如下：

PC > ipconfig

```
Link local IPv6 address.....: fe80::5689:98ff:fe77:20fc
IPv6 address.....: :: / 128
IPv6 gateway.....: ::
IPv4 address.....: 192.168.1.2
Subnet mask.....: 255.255.255.0
Gateway.....: 192.168.1.1
Physical address.....: 54 - 89 - 98 - 77 - 20 - FC
DNS server.....:
```

上述默认网关地址，是核心层交换机配置的 VLAN2 的 SVI 虚接口 IP 地址 192.168.1.1。

PC1 的配置，查看如下：

PC > ipconfig

```
Link local IPv6 address.....: fe80::5689:98ff:fe85:730
IPv6 address.....: :: / 128
IPv6 gateway.....: ::
IPv4 address.....: 192.168.2.2
Subnet mask.....: 255.255.255.0
Gateway.....: 192.168.2.1
Physical address.....: 54 - 89 - 98 - 85 - 07 - 30
DNS server.....:
```

上述默认网关地址，是核心层交换机配置的 VLAN3 的 SVI 虚接口 IP 地址 192.168.2.1。

3.9.6　测试与验收

本实训项目详细的测试步骤，请扫描下面二维码。

通过一系列的测试信息可知，跨网段的 VLAN2 和 VLAN3 的主机能互相访问，表明华为三层交换机的路由功能实现了不同 VLAN 间的通信。

习题

1. 两台二层交换机的连接口，为什么要设置成 Trunk 口模式？

2. 链路聚合协议原理和链路聚合的作用是什么？

3. CISCO 与 HUAWEI 设备的链路聚合协议是否一样，为什么？

4. 单臂路由中的 DHCP 的默认网关地址，是由谁决定的？

5. CISCO 和 HUAWEI 路由器的单臂路由配置有何异同？

6. 若要实现不同 VLAN 间的通信，有哪些方法，分别应用在哪些场景？

7. 简述 CISCO 和 HUAWEI 三层交换机实现不同 VLAN 间通信的异同点。

8. 根据本章各实训项目的需求，分别设计网络拓扑，构建网络环境，安装调试设备，撰写实训报告，并写清楚实训操作过程中出现的问题以及解决办法。

第 4 章

动态分配 IP 地址的 DHCP 技术

4.1 实训预备知识

4.1.1 DHCP 动态主机配置协议

动态主机配置协议(Dynamic Host Configuration Protocol,DHCP)是一个局域网的网络协议,指的是由服务器控制一段 IP 地址范围,客户机登录服务器时就可以自动获得服务器分配的 IP 地址和子网掩码。

DHCP 通常被应用在大型的局域网络环境中,主要作用是集中地管理、分配 IP 地址,使网络环境中的主机动态地获得 IP 地址、Gateway 地址、DNS 服务器地址等信息,并能够提升地址的使用率。DHCP 采用客户端/服务器模型,主机地址的动态分配任务由网络主机驱动。当 DHCP 服务器接收到来自网络主机申请地址的信息时,才会向网络主机发送相关的地址配置等信息,以实现网络主机地址信息的动态配置。DHCP 具有以下功能:保证任何 IP 地址在同一时刻只能由一台 DHCP 客户机所使用。

DHCP 给用户分配永久固定的 IP 地址。DHCP 也可以同用其他方法获得 IP 地址的主机共存(如手工配置 IP 地址的主机)。DHCP 服务器应当向现有的 BOOTP 客户端提供服务。

在网络环境中配置 DHCP 的作用:

(1) 减少网络管理员的工作量;

(2) 避免输入错误的可能;

(3) 避免网络客户端机器的 IP 冲突;

(4) 提高 IP 地址的利用率;

(5) 方便客户端的配置。

4.1.2 DHCP 的三种 IP 地址分配方式

DHCP 有三种机制分配 IP 地址:

(1) 自动分配方式(Automatic Allocation),DHCP 服务器为主机指定一个永久性的 IP 地址,一旦 DHCP 客户端第一次成功从 DHCP 服务器端租用到 IP 地址后,就可以永久性地使用该地址。