《计算机通信网》
实验指导书

长江大学电信学院

2008

第一章 交换机实验

1 实验准备

1.1 交换机的管理方式

有两种种方式管理交换机，它们分别是命令行界面管理和 Web 管理模式。

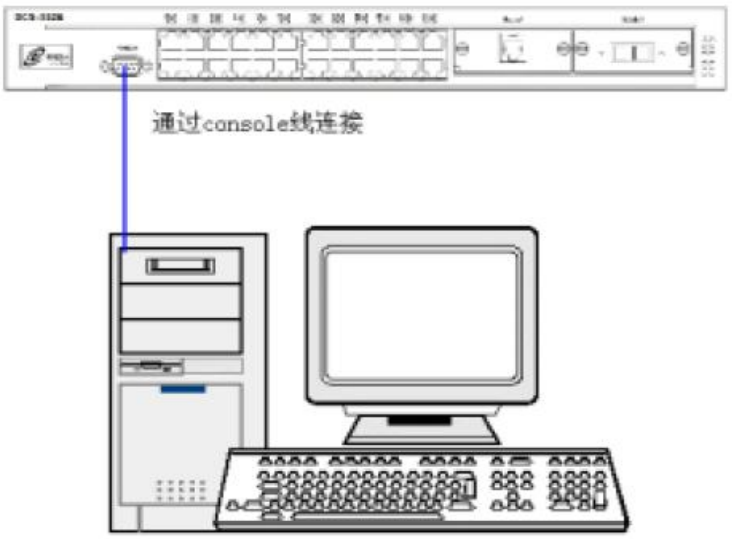
命令行界面管理：网络管理员能够通过本地 RS-232 控制台(console)带外管理，或者通过 Telnet 带内管理进入命令行界面访问配置和管理交换机。

嵌入式 HTTP Web 管理模式：神州数码以太网交换机内置有一个嵌入式 HTTP Web 服务器，网络管理员可以在任何一台网络计算机上的使用标准 Web 浏览器（IE）来访问此 Web 服务器管理界面并且通过此管理模式对交换机进行配置管理。

神州数码以太网交换机还提供一种基于 SNMP （简单网络管理协议）的管理模块，网络上的任意一台计算机都可使用 SNMP 网络管理软件，例如神州数码 LinkManager 网络管理软件系统来管理交换机。

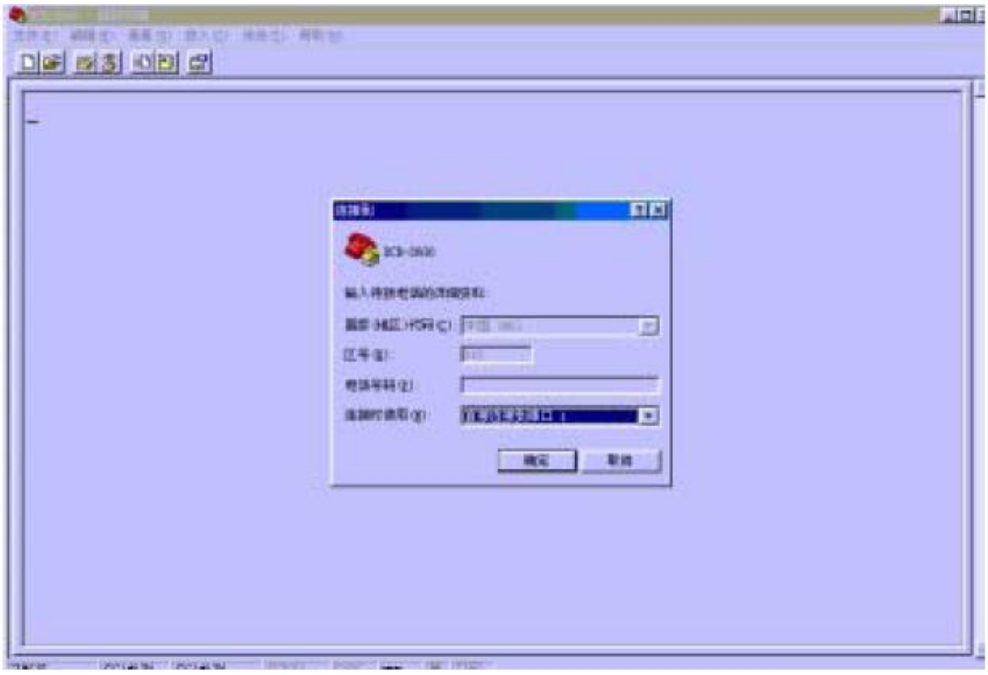
Console 本地控制口

本地控制口管理是指交换机的管理员利用一根控制线缆直接与交换机的 RS-232 DCE 端口近距离相连通过带外（Out-Of-Band ）连接方式对交换机进行管理。这种管理方式不同于网络管理方式，比如：即使在没有网络的状态下也可以对交换机进行管理。这种管理方式不受网络配置的影响，比较方便，一般采用此种方式。这种管理方式需要一台终端 terminal 或者一台运行仿真终端程序（window 系统下的超级终端）的 PC ，把 PC 上的串口 COM 和交换机的 console 口通过线缆连接起来（注意线缆的有多种制作方式，不同型号的交换机的对应不同的线缆），通过超级终端来访问交换机。

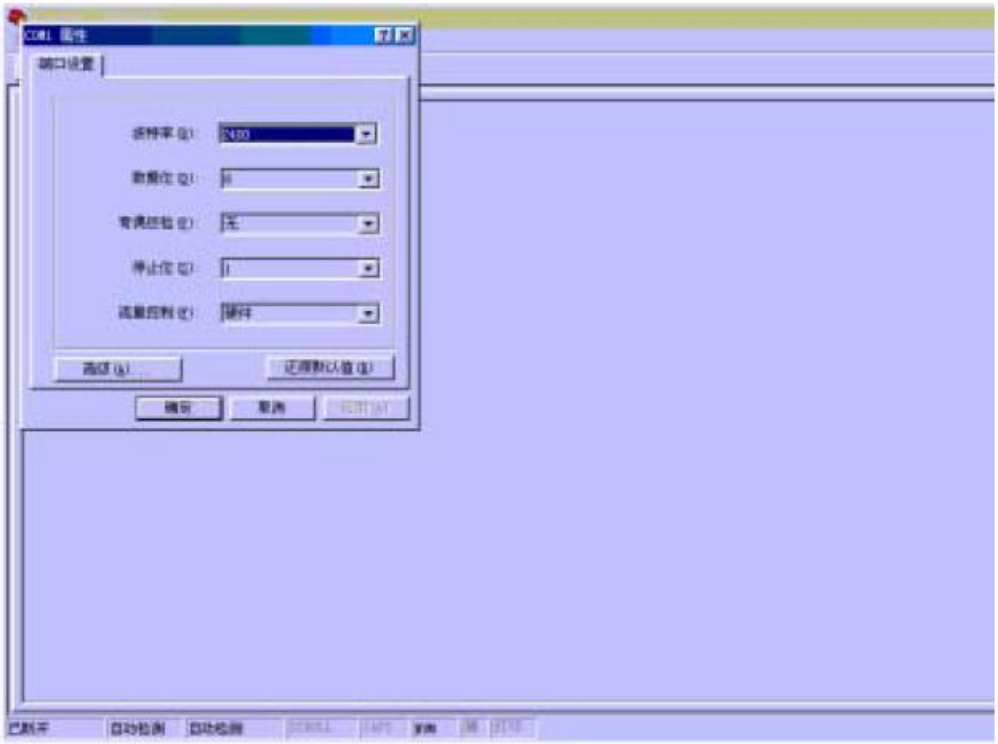


DCS-3526 配置环境

超级终端的设置：



出现 COM1 属性，波特率选择“9600”，数据位选择“8”，奇偶效验选择“无”，停止位选择“1”，流量控制选择“无”，或者直接点击“还原默认值”后，流量控制项选择“无”，然后点击确定按钮。



连接上，就可以管理路由器了，在界面上出现路由器的提示符。

Telnet 带内管理

在任何一台使用 TCP/IP 协议的计算机上，使用 telnet 应用程序登陆到交换机上，进行配置管理。一般需要交换机预先配置管理地址和分配相应的用户帐号，如果计算机与交换机的 IP 地址不在同一网段，还要配置相应的网关。一般用于远程维护。

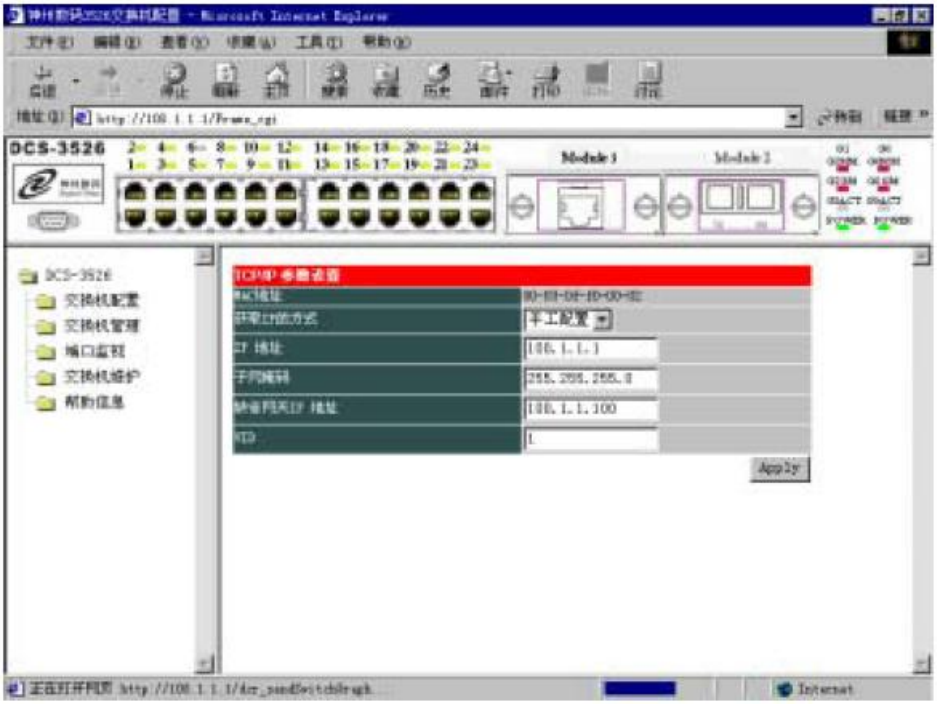
通过 windows 下的 cmd 命令窗口，敲入 telnet 172.168.0.14－－交换机的管理 IP 地址，登陆到交换机。

WEB 模式管理

计算机通过 HTTP 的方式登陆到交换机，同样需要交换机配置有管理 IP 地址，并配置了 HTTP 服务器功能，并配置了 web 用户。在 IE 浏览器中敲入 http://172.168.0.14。

输入用户名和密码后，得到下面的界面。

相关命令：con#ip http server



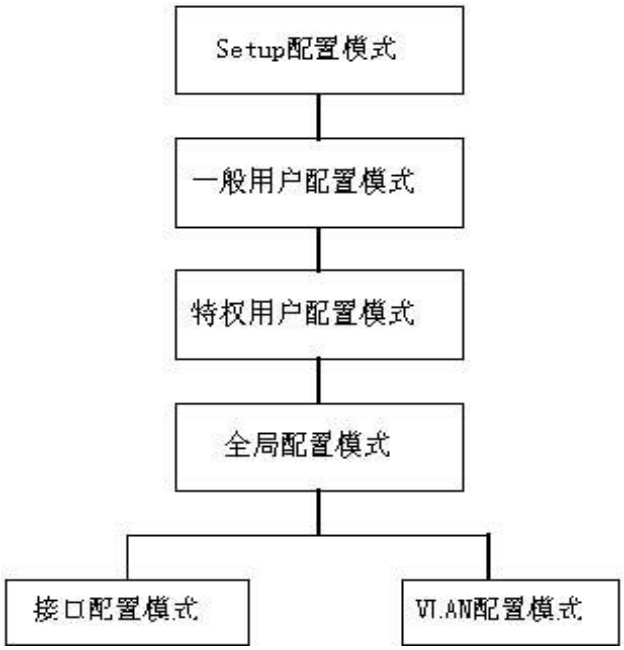
1.2 CLI 管理界面

用户对 CLI 界面并不陌生，前面我们提到的带外管理方式、Telnet 登录到交换机都是通过 CLI 界面对交换机进行配置管理的。CLI 界面与业内较流行的菜单式界面相比较的优点是配置和管理起来更加便捷、更加快速。

CLI 界面由 Shell 程序提供，它是由一系列的配置命令组成的，根据这些命令在配置管理交换机时所起的作用不同，Shell 将这些命令分类，不同类别的命令对应着不同的配置模式。下面将介绍交换机的 Shell 的特点：

配置模式
配置语法
快捷键
帮助功能
对输入的检查
支持不完全匹配

1.2.1 配置模式介绍



DCS-3526 交换机 Shell 的配置模式

1.2.1.1 SETUP 模式

对话框模式，此为初始配置交换机的设置界面。

Configure menu

[0]:Config prompt string　配置提示字符串

[1]:Config Admin vlan　配置管理 VLAN

[2]:Config web server　配置 web 服务

[3]:Exit setup mode without saving　不保留配置，退出 Setup 配置模式

[4]:Exit setup mode after saving　保留配置，退出 Setup 配置模式

1.2.1.2 一般用户配置模式

用户进入 CLI 界面，首先进入的就是一般用户配置模式，提示符为“**Switch>**”，符号“>”为一般用户配置模式的提示符。当用户从特权用户配置模式使用命令 **exit** 退出时，可以回到一般用户配置模式。

用户在一般用户配置模式下不能对交换机进行任何配置，只能查询交换机的时钟和交换

机的版本信息。

1.2.1.3 特权用户配置模式

在一般用户配置模式使用 **enable** 命令，如果已经配置了进入特权用户的口令，则输入相应的特权用户口令，即可进入特权用户配置模式“**Switch#**”。当用户从全局模式使用 **exit** 退出时，也可以回到特权用户配置模式。另外 DCS-3526 交换机提供“Ctrl+z”的快捷键，使得交换机在任何配置模式（一般用户配置模式除外），都可以退回到特权用户配置模式。

在特权用户配置模式下，用户可以查询交换机配置信息、各个端口的连接情况、收发数据统计等。而且进入特权用户配置模式后，可以进入到全局模式对交换机的各项配置进行修改，因此进行特权用户配置模式必须要设置特权用户口令，防止非特权用户的非法使用，对交换机配置进行恶意修改，造成不必要的损失。

1.2.1.4 全局配置模式

进入特权用户配置模式后，只需使用命令 **config**，即可进入全局配置模式“**Switch(config)#**”。当用户在其他配置模式，如接口配置模式、VLAN 配置模式时，可以使用命令 **exit** 退回到全局配置模式。

在全局配置模式，用户可以对交换机进行全局性的配置，如对 MAC 地址表、端口镜像、创建 VLAN、启动 IGMP Snooping、GVRP、STP 等。用户在全局模式还可通过命令进入到端口对各个端口进行配置。

1.2.1.5 接口配置模式

在全局配置模式，使用命令 **interface** 就可以进入到相应的接口配置模式。DCS-3526 交换机操作系统提供了二种端口类型：1.CPU 端口；2.以太网端口，因此就有二种接口的配置模式。

接口类型	进入方式	提示符	可执行操作	退出方式
CPU 端口	在全局配置模式下，输入命令 **interface admin vlan**。	**Switch(config-admin-vlan)#**	配置交换机的 IP 地址，及设置管理 vlan 的号。	使用 **exit** 命令即可退回全局配置模式
以太网端口	在全局配置模式下，输入命令 **interface ethernet** <***interface-list***>。	**Switch(config-if(ethernetxx))#**	配置交换机提供的以太网接口的双工模式、速率、广播抑制等。	使用 **exit** 命令即可退回全局配置模式

1.2.1.6 VLAN 配置模式

在全局配置模式，使用命令 **VLAN <*vlan-id*>**就可以进入到相应的 VLAN 配置模式。在 VLAN 配置模式，用户可以配置本 VLAN 的成员。

1.2.1.7 模式总结

- 一般用户模式 >
- 特权用户模式 #
- 全局配置模式 (Config)#
- 接口配置模式 (Config-if<Ethernet1-24>)#
- VLAN 配置模式

1.2.2 配置语法

DCS-3526 交换机为用户提供了各种各样的配置命令，尽管这些配置命令的形式各不一样，但它们都遵循 DCS-3526 交换机配置命令的语法。以下是交换机提供的通用命令格式：

cmdtxt <*variable*> {enum1 | enum2 } [option]

语法说明：黑体字 **cmdtxt** 表示命令关键字；**<*variable*>**表示参数为变量；**{enum1 | … | enumN }** 表示在参数集 **enum1～enumN** 中必须选一个参数；**[option]**中的“**[ ]**”表示该参数为可选项。在各种命令中还会出现“**< >**”“**{ }**”“**[ ]**”符号的组合使用，如：**[<*variable*>]**，**{enum1 <*variable*>| enum2}**，**[option1 [option2]]**等等。

下面是几种配置命令语法的具体分析：

show version，没有任何参数，属于只有关键字没有参数的命令，直接输入命令即可；

vlan <*vlan-id*>，输入关键字后，还需要输入相应的参数值；

duplex {auto|full|half}，此类命令用户可以输入 duplex half 或者 duplex full 或者 duplex auto；

snmp-server community {ro|rw} <*string*>，出现以下几种输入情况：

snmp-server community ro <string>

snmp-server community rw <string>

1.2.3 支持快捷键

DCS-3526 交换机为方便用户的配置，特别提供了多个快捷键，如上、下、左、右键及删除键 BackSpace 等。如果超级终端不支持上下光标键的识别，可以使用 ctrl+p 和 ctrl+n 来替代。

按键	功能	
删除键 BackSpace	删除光标所在位置的前一个字符，光标前移	
上光标键“↑”	显示上一个输入命令。最多可显示最近输入的十个命令	
	显示下一个输入命令。当使用上光标键回溯到以前输入的命令时，也可以使用下光标键退回到相对与前一个命令的下一个命令	
左光标键“←”	光标向左移动一个位置	左右键的配合使用，可对已输入的命令做覆盖修改
右光标键“→”	光标向右移动一个位置	
Ctr+p	相对于上光标键“↑”的作用	
Ctr+n	相当于下光标键“↓”的作用	
Ctr+z	从其他配置模式（一般用户配置模式除外）直接退回到特权用户模式	
Ctr+c	打断交换机 ping 其他主机的进程	
Tab 键	当输入的字符串可以无冲突的表示命令或关键字时，可以使用 Tab 键将其补充成完整的命令或关键字	

1.2.4 帮助功能

DCS-3526 交换机为用户提供了两种方式获取帮助信息，其中一种方式为使用“help”命令，另一种为“？”方式。

帮助	使用方法及功能
help	在任一命令模式下，输入“help”命令均可获取有关帮助系统的简单描述。
“？”	1. 在任一命令模式下，输入“？”获取该命令模式下的所有命令及其简单描述； 2. 在命令的关键字后，输入以空格分隔的“？”，若该位置是参数，会输出该参数类型、范围等描述；若该位置是关键字，则列出关键字的集合及其简单描述；若输出“<cr>”，则此命令已输入完整，在该处键入回车即可。 3. 在字符串后紧接着输入“？”，会列出以该字符串开头的所有命令。

1.2.5 对输入的检查

1.2.5.1 成功返回信息

通过键盘输入的所有命令都要经过 Shell 的语法检查。当用户正确输入相应模式下的命令后，且命令执行成功，不会显示信息。

1.2.5.2 错误返回信息

输出错误信息	错误原因
Unrecognized command or illegal parameter!	命令不存在，或者参数的范围、类型、格式有错误。
Ambiguous command	根据已有输入可以产生至少两种不同的解释
Invalid command or parameter	命令解析成功，但没有任何有效的参数纪录
Shell Task error	多任务时，新的 shell 任务启动失败

This command is not exist in current mode	命令可解析，但当前模式下不能配置该命令
Please configurate precursor command "*" at frist !	当前输入可以被正确解析，但其前导命令尚未配置
syntax error : missing "" before the end of command line!	输入中使用了引号，但没有成对出现。

1.2.6 支持不完全匹配

DCS-3526 交换机的 Shell 支持不完全匹配的搜索命令和关键字，当输入无冲突的命令或关键字时，Shell 就会正确解析。

例如：

1. 对特权用户配置命令“show interface ethernet 1”，只要输入“sh in e 1”即可。
2. 对特权用户配置命令 “show running-config”，如果仅输入“sh r”，系统会报“> Ambigous command!”，因为 Shell 无法区分“show r”是“show rom”命令还是“show running-config”命令，因此必须输入“sh ru”，Shell 才会正确的解析。

1.3 交换机的缺省设置

交换机出厂的缺省设置列表如下：

IP 设置管理 VLAN 1

Web 管理 HTTP 服务器启用

HTTP 端口号 80

安全管理员帐号特权模式用户名 admin

密码 admin 或为空

Console 口连接波特率 9600

数据位 8

停止位 1

校验位无

端口状态管理状态 Admin Status 启用

自适应启用

流控关闭

端口聚合无

生成树协议状态启用，缺省所有参数基于 IEEE802.1D

快速转发关闭

地址表老化时间 300 秒

VLAN 缺省 VLAN 1

PVID 1

接受的帧类型所有

802.1X 状态关闭

1.4 基本配置命令

交换机的基本配置包括从进入和退出特权用户模式的命令、进入和退出接口配置模式的命令、设置及显示交换机的时钟、显示交换机的系统版本信息等。

1.4.1 clock set

命令：**clock set <*HH:MM:SS*> <*YYYY/MM/DD*>**
功能：设置系统日期和时钟。
参数：**<<*HH:MM:SS* >**为当前时钟，***HH*** 取值范围为 0~23，***MM*** 和 ***SS*** 取值范围为 0~59；**<*YYYY/MM/DD* >**为当前年、月和日，***YYYY*** 取值范围为 1000~9999，***MM*** 取值范围为 1~12，***DD*** 取值范围为 1~31。
命令模式：特权用户配置模式
缺省情况：系统启动时缺省为 1970 年 1 月 1 日 0：0：0。
使用指南：DCS-3526 交换机在下电后不能继续计时，因此在需要严格获取绝对时间的应用环境中，必须设定交换机当前日期和时钟。
举例：设置交换机当前日期为 2002 年 8 月 1 日 23 时 0 分 0 秒。
Switch#clock set 23:0:0 2002.8.1
相关命令：**show clock**

1.4.2 config

命令：**config [terminal]**
功能：从特权用户配置模式进入到全局配置模式。
参数：**[terminal]**表示进行终端配置。
命令模式：特权用户配置模式
举例：
Switch#config

1.4.3 enable

命令：**enable**
功能：用户使用 **enable** 命令，从普通用户配置模式进入特权用户配置模式。
命令模式：一般用户配置模式

举例：
Switch>enable

Switch#
相关命令：**enable**

1.4.4 exit

命令：**exit**
功能：从当前模式退出，进入上一个模式，如在全局配置模式使用本命令退回到特权用户配置模式，在特权用户配置模式使用本命令退回到一般用户配置模式等。
命令模式：各种配置模式
举例：
Switch#exit
Switch>

1.4.5 help

命令：**help**
功能：输出有关命令解释器帮助系统的简单描述。
命令模式：各种配置模式
使用指南：交换机提供随时随地的在线帮助，help 命令则显示关于整个帮助体系的信息，包括完全帮助和部分帮助，用户可以随时随地键入？获取在线帮助。
举例：
Switch>help

enable	-- Enable Privileged mode
exit	-- Exit telnet session
help	-- help
show	-- Show running system information

1.4.6 ip host

命令：**ip host <*hostname*> <*ip_addr*>**
no ip host <*hostname*>
功能：设置主机与 IP 地址映射关系；本命令的 no 操作为删除该项映射关系。
参数：**<*hostname*>**为主机名称，最长不超过 15 个字符；**<*ip_addr*>**为主机名相应 IP 地址，点分十进制格式。
使用指南：设置一个确定的主机和 IP 地址的对应关系，可用于如“**ping <host>**”等命令中。
举例：设置主机名为 beijing 的主机的 IP 地址为 200.121.1.1
Switch(Config)#ip host beijing 200.121.1.1
相关命令：**telnet**、**ping**、**traceroute**

1.4.7 ip http server

命令：**ip http server**
no ip http server
功能：使能 Web 配置；本命令的 no 操作为关闭 web 配置。
使用指南：Web 配置是给用户提供一个以 HTTP 方式配置的界面。Web 配置的优点是配置直观、形象，容易理解。本命令的作用相当于在 Setup 配置模式的主菜单中选择[2]，进行

Web Server 的配置。
举例：打开 Web Server 功能，使能 Web 配置。
Switch(Config)#ip http server
相关命令：**web-user**

1.4.8 prompt

命令：**prompt <*prompt*>**
功能：设置交换机命令行界面的提示符。
参数：**<*prompt*>**为提示符的字符串。
命令模式：全局配置模式
缺省情况：系统缺省提示符为“Switch”。
使用指南：通过本命令用户可以根据实际情况设置交换机命令行的提示符。
举例：设置提示符为 DCS-3526。
Switch(config)#prompt DCS-3526
DCS-3526(config)#

1.4.9 restart

命令：**restart**
功能：热启动交换机。
命令模式：特权用户配置模式
使用指南：用户可以通过本命令，在不关闭电源的情况下，重新启动交换机。

1.4.10 set default

命令：**set default**
功能：恢复交换机的出厂设置。
命令模式：特权用户配置模式
使用指南：恢复交换机的出厂设置，即用户对交换机做的所有配置都消失，用户重新启动交换机后，出现的提示与交换机首次上电一样。
举例：
Switch#set default
Are you sure? [Y/N] = n

1.4.11 setup

命令：**setup**
功能：进入交换机的 Setup 配置模式。
命令模式：特权用户配置模式
使用指南：DCS-3526 交换机提供 Setup 配置模式，在 Setup 配置模式下用户可进行 IP 地址、Web 服务等的配置。

1.4.12 terminal language

命令：**terminal language {chinese|english}**
功能：设置配置时显示的语言。
参数：**chinese** 为中文显示；**english** 为英文显示。
命令模式：特权用户配置模式
缺省情况：系统缺省英文显示。
使用指南：DCS-3526 交换机提供了两种语言配置交换机，用户可根据自己的喜好选择语言类型。

1.4.13 web-user

命令：**web-user <*username*> password {0|7} <*password*>**
no web-user <*username*>
功能：设置 Telnet 客户端的用户名及口令；本命令的 no 操作为删除该 Telnet 客户。
参数：**<*username*>**为 Web 访问的授权用户名，最长不超过 16 个字符；**<*password*>**为登录口令，最长不超过 8 个字符；**0|7** 分别表示口令不加密显示和加密显示。
命令模式：全局配置模式
使用指南：DCS-3526 交换机提供了 HTTP 方式管理交换机。为了防止非授权用户的 Web 访问，管理员可以使用本命令配置 Web 访问的授权用户及口令。
举例：设置一个名为 Admin 的 Web 访问用户，密码为 swtich。
Switch(config)#web-user Admin password 0 swtich
相关命令：**ip http server**

1.4.14 write (注意：每次实验学生最好不用此命令！以免误操作。)

命令：**write**
功能：将当前运行时配置参数保存到 Flash Memory。
命令模式：特权用户配置模式
使用指南：当完成一组配置，并且已经达到预定功能，应将当前配置保存到 Flash 中，以便因不慎关机或断电时，系统可以自动恢复到原先保存的配置。相当于 **copy running-config startup-config** 命令。
相关命令：**copy running-config startup-config**

1.5 维护和调试命令

当用户配置交换机时，需要查看各项配置是否配置正确，交换机是否符合期望工作正常；或者当网络出现了故障，用户需要诊断故障，DCS-3526 交换机为此提供了 ping、telnet、show、debug 等多种调试命令，帮助用户查看系统配置、运行状态，找到故障原因。

1.5.1 ping

命令：**ping [<*ip-addr*>]**
功能：交换机向远端设备发 ICMP 请求包，检测交换机与远端设备之间是否可达。
参数：**<*ip-addr*>**为要 ping 的目的主机的 IP 地址，点分十进制格式。
缺省情况：发 5 个 ICMP 请求包；包大小为 56 bytes；超时时间为 2 秒。
命令模式：特权用户配置模式
使用指南：当用户输入 ping 命令后，直接回车，系统提供给用户一种交互式的配置方式，用户可以自己定义 ping 的各项参数值。
举例：
例 1：使用 ping 程序的缺省参数。
Switch#ping 10.1.128.160
Type ^c to abort.
Sending 5 56-byte ICMP Echos to 10.1.128.160, timeout is 2 seconds.
...!!
Success rate is 40 percent (2/5), round-trip min/avg/max = 0/0/0 ms
上面的例子表示，交换机 ping 某一 IP 地址为 10.1.128.160 的设备，前三个 ICMP 请求包在缺省超时时间 2 秒内没有收到相应的 ICMP 回应包，即没有 ping 通，而后两个包 ping 通了，成功率为 40%。交换机用“.”表示 ping 失败，链路不可达；用“！”表示 ping 成功，链路可达。
例 2：使用 ping 程序提供的手段修改 ping 参数。
Switch#ping
protocol [IP]：
Target IP address：10.1.128.160
Repeat count [5]：100
Datagram size in byte [56]：1000
Timeout in milli-seconds [2000]：500
Extended commands [n]：n

显示信息	解释
protocol [IP]：	选择 IP 协议的 Ping；
Target IP address：	目标设备的 IP 地址；
Repeat count [5]	发包的数目，默认为 5；
Datagram size in byte [56]	ICMP 包的大小，默认为 56；
Timeout in milli-seconds [2000]：	超时时间，单位为毫秒，默认为 2 秒；
Extended commands [n]：	是否改变需要其他的选项；

1.5.2 telnet

Telnet 远程登录是一个简单的远程终端协议。用户用 Telnet 就可在其所在地通告 TCP 连接注册（即登录）到远程的另一个主机上（使用 IP 地址或主机名）。Telnet 能把用户的击键传到远程的主机，同时也能把远程主机的输出通过 TCP 连接返回到用户屏幕。这种服务是透明的，因为用户的感觉是键盘和显示器是直接连接在远程主机上。

Telnet 使用客户－服务器模式，在本地的系统为 Telnet 客户端，远程主机为 Telnet 服务器。DCS-3526 交换机既可以作为 Telnet 服务器也可以作为 Telnet 客户端。

当 DCS-3526 交换机作为 Telnet 服务器时，用户可以通过 Windows 或其他操作系统自带的 Telnet 客户端软件，Telnet 登录到 DCS-3526，就如前面介绍带内管理章节中介绍的一样。DCS-3526 作为 Telnet 服务器时最多可以同时与 5 个 Telnet 客户端建立 TCP 连接。

当作为 Telnet 客户端时，在交换机的特权配置模式下使用 telnet 命令即可登录到其他远端主机。DCS-3526 交换机作为 Telnet 客户端时只能与一个远程主机建立 TCP 连接，如果想与另一个远程主机建立连接，则必须先断开与上一个远程主机的 TCP 连接。

1.5.2.1 telnet-user

命令：**telnet-user <*username*> password {0|7} <*password*>**
no telnet-user <*username*>
功能：设置 Telnet 客户端的用户名及口令；本命令的 no 操作为删除该 Telnet 客户。
参数：**<*username*>**为 Telnet 客户端用户名，最长不超过 16 个字符；**<*password*>**为登录口令，最长不超过 8 个字符；**0|7** 分别表示口令不加密显示和加密显示。
命令模式：全局配置模式
缺省情况：系统缺省设置 Telnet 客户端用户名为 admin，口令也为 admin。
使用指南：DCS-3526 交换机既可以作为 Telnet 服务器也可以作为 Telnet 客户端。本命令是交换机作为 Telnet 服务器时使用的，用户通过本命令设置授权的 Telnet 客户端。若没有设置授权的 Telnet 客户端，任何 Telnet 客户端都不能通过 Telnet 配置交换机。交换机作为 Telnet 服务器时，最多允许同时与 5 个 Telnet 客户端建立 TCP 连接。
举例：设置一个名为 Antomy 的 Telnet 客户端用户，密码为 swtich。
Switch(config)#telnet-user Antony password 0 swtich

1.5.2.2 telnet

命令：**telnet [<*ip-addr*>] [<*port*>]**
功能：以 Telnet 方式登录到 IP 地址为**<*ip-addr*>**的远程主机。
参数：**<*ip-addr*>**为远端主机的 IP 地址，点分十进制格式；**<*port*>**为端口号，取值范围 0～65535。
命令模式：特权用户配置模式
使用指南：DCS-3526 交换机既可以作为 Telnet 服务器也可以作为 Telnet 客户端。本命令是交换机作为 Telnet 客户端时使用的，用户通过本命令登录远程主机进行配置。当交换机作为 Telnet 客户端时，只能与一个远程主机建立 TCP 连接，如果想与另一个远程主机建立连接，则必须先断开与上一个远程主机的 TCP 连接。
直接输入关键字 **Telnet** 后面不加任何参数，用户将进入 Telnet 配置模式。
举例：交换机 Telnet 到 IP 地址为 20.1.1.1 的远程路由器 DCR。
Switch#telnet 20.1.1.1 23
Trying 20.1.1.1...
Service port is 23
Connected to 20.1.1.1
login:123
password:***
DCR>

1.5.3 monitor

命令：monitor
　　no monitor
功能：使能 Telnet 客户端的显示调试信息，同时关闭 Console 端显示调试信息的功能；本命令的 no 操作为关闭 Telnet 客户端显示调试信息的功能，恢复 Console 端显示调试信息的功能。
命令模式：特权用户配置模式
使用指南：通常 Telnet 客户端在访问交换机时，如果打开 Debug 调试信息，Debug 信息不会显示在 Telnet 界面上，而是显示在 Console 口连接的超级终端上；使用本命令可使调试信息显示在 Telnet 界面上而不是 Console 界面上。
举例：使能 Telnet 客户端显示调试信息。
Switch#monitor
相关命令：**telnet-user**

1.5.4 traceroute

命令：**traceroute {<*ip-addr*> | host <*hostname*> }[time <*timeout*>]**
功能：本命令用于测试数据包从发送设备到目的地设备所经过的网关，检测网络是否可达，定位网络故障所在。
参数：**<*ip-addr*>**是目的主机的 IP 地址，点分十进制格式；**<*hostname*>**是为远端主机的主机名；**<*timeout*>**为数据包超时时间，单位为毫秒，取值范围 100～10000。
缺省情况：数据包最多经过的网关数目缺省为 16，超时时间为 2000 毫秒。
命令模式：特权用户配置模式
使用指南：Traceroute 一般用于定位目的网络不可达时的故障所在。
相关命令：**ip host**

1.5.5 show

show 命令是用来显示交换机的系统信息、端口信息、协议运行情况等。本部分介绍交换机的显示系统信息的 show 命令，其它的 show 命令会在相关章节有介绍。

1.6.5.1 show arp

命令：**show arp**
功能：显示 ARP 映射表。
命令模式：特权用户配置模式
使用指南：显示当前 ARP 映射表的内容，如：IP 地址，硬件地址，硬件类型，接口名等。
举例：
Switch#show arp

Protocol	Address	Hardware Address	Type	Interface
Internet	159.226.42.186	00-10-5a-63-85-06	ARPA	logicalSW0.1

1.5.5.2 show clock

命令：**show clock**
功能：显示系统当前的时钟。
命令模式：特权用户配置模式
使用指南：用户可以通过查看系统日期和时钟，发现如果系统时间有误，可及时调整。 图 8.3.1 STP 典型配置举例
举例：
Switch#show clock 图 8.3.1 中，SW1-SW6 为 DCS-3526 交换机，各交换机之间的连线如图所示。缺省条件下，各交换机的网桥优先级、端口优先级、端口路径代价都为缺省值（都相等）。各交换机的缺省配置如下：
Current time is TUE AUG 22 11：00：01 2002 网桥名称
相关命令：**set clock** 网桥 MAC 地址
网桥优先级

1.5.5.3 show debugging

命令：**show debugging**
功能：显示调试开关的状态。
使用指南：如果用户需要查看当前打开了哪些调试开关，可以执行 **show debugging** 命令。
举例：查看当前打开的调试开关。
Switch#sh debugging
STP: 端口 1
Stp input packet debugging is on 端口 2
Stp output packet debugging is on 端口 3
Stp basic debugging is on 端口 1
Switch# 端口 2
相关命令：**debug** 端口 3

1.5.5.4 show flash

命令：**show flash**
功能：显示保存在 flash 中的文件及大小。
举例：查看 flash 中文件及大小。
Switch#sh flash
file name file length
nos.img 726558 bytes
startup-config 1285 bytes
running-config 1281 bytes
Switch#

1.5.5.5 show hosts

命令：**show hosts**
功能：显示主机名称及相应 IP 地址。
使用指南：本命令可显示通过命令 **ip host <*hostname*> <*ip_addr*>** 设置的主机名与 IP 地址的对应关系。如果用户尚未配置主机名与 IP 地址的对应关系，则系统会提示相应的信息。
举例：

```
Switch#show hosts
Host name      Address
beijing        200.121.2.9
shanghai       211.11.11.1
```

当没有配置主机名和 IP 地址的对应时，输入本命令时显示：

```
Switch#show hosts
There is no entry in hostname-to-address mapping!
```

相关命令：**ip host**

1.5.5.6 show memory

命令：**show memory**
功能：显示指定内存区域的内容 。
使用指南：本命令用于调试交换机。命令以交互的方式提示用户输入所需显示信息的内存首地址和输出字(word)数。显示信息分三个部分：地址、信息的十六进制显示及字符显示。
举例：

```
Switch#sh memory
start address :
number of words[64]:

002100:   0000 0000 0000 0000   0000 0000 0000 0000    *................*
002110:   0000 0000 0000 0000   0000 0000 0000 0000    *................*
002120:   0000 0000 0000 0000   0000 0000 0000 0000    *................*
002130:   0000 0000 0000 0000   0000 0000 0000 0000    *................*
002140:   0000 0000 0000 0000   0000 0000 0000 0000    *................*
002150:   0000 0000 0000 0000   0000 0000 0000 0000    *................*
002160:   0000 0000 0000 0000   0000 0000 0000 0000    *................*
002170:   0000 0000 0000 0000   0000 0000 0000 0000    *................*
```

1.5.5.7 show rom

命令：**show rom**
功能：显示启动文件及大小。
举例：查看启动文件信息。

```
Switch#sh rom
file name                  file length
```

nos.rom 170992 bytes

1.5.5..8 show running-config

命令：**show running-config**
功能：显示当前运行状态下生效的交换机参数配置。
缺省情况：对于正在生效的配置参数，如果与缺省工作参数相同，则不显示。
使用指南：当用户完成一组配置后，需要验证是否配置正确，则可以执行 show running-config 命令来查看当前生效的参数。
举例：
Switch#show running-config

1.5.5.9 show start-up config

命令：**show startup config**
功能：显示当前运行状态下写在 Flash Memory 中的交换机参数配置，通常也是交换机下次上电启动时所用的配置文件。
缺省情况：从 Flash 中读出的配置参数，如果与缺省工作参数相同，则不显示。
使用指南：**show running-config** 和 **show startup config** 命令的区别在于，当用户完成一组配置之后，通过 **show running-config** 可以看到配置增加了，而通过 **show startup config** 却看不出任何的配置。但若用户通过 **write** 命令，将当前生效的配置保存到 Flash Memory 中时，**show running-config** 的显示与 **show startup config** 的显示结果一致。

1.5.5.10 show switch information

命令：**show switch information**
功能：显示交换机的 MAC 地址、版本信息等。
命令模式：特权用户配置模式。
举例：
Switch#show switch information
Switch Information:
MAC Address :00-03-0f-f0-00-02
Boot Rom Version :1.0
Software Version :1.0
Hardware Version :1.0

Vendor Name :Digital China Networks Limited
Vendor www :http://www.dcnetworks.com.cn/

显示内容	解释 端口 1
MAC Address 端口 3	交换机的 MAC 地址 端口 1
Boot Rom Version 端口 3	交换机的启动版本号
Software Version …00-00-01	交换机的软件版本号 32768
Hardware Version 128	交换机的硬件版本号
Vendor Name 19	厂家：神州数码网络有限公司
Vendor www SW2	厂家的网址：www.dcnetworks.com.cn …00-00-02

1.5.5.11 show tcp

命令：**show tcp**
功能：显示当前与交换机建立的 TCP 连接情况。
命令模式：特权用户配置模式。
举例：

```
Switch#show tcp
LocalAddress   LocalPort   ForeignAddress    ForeignPort      State
   0.0.0.0          23         0.0.0.0            0          LISTEN
   0.0.0.0          80         0.0.0.0            0          LISTEN
```

1.5.5.12 show telnet login

命令：**show telnet login**
功能：显示当前与交换机建立器 Telnet 连接的 Telnet 客户端的信息。
使用指南：本命令用以查看当前登录到系统的远程用户的信息。
举例：

```
Switch#sh telnet login
UserName                Remote IP
Switch#
```

1.5.5.13 show telnet user

命令：**show telnet user**
功能：显示所有已授权可以通过 Telnet 访问交换机的 Telnet 客户端的信息。
使用指南：本命令用以查看当前系统已授权的所有 Telnet 客户端的信息。
举例：

```
Switch#show telnet user
Atony
```

相关命令：**telnet-user password**

1.5.5.14 show version

命令：**show version**
功能：显示交换机版本信息。
命令模式：特权用户配置模式。
使用指南：通过查看版本信息可以获知硬件和软件所支持的功能特性。
举例：

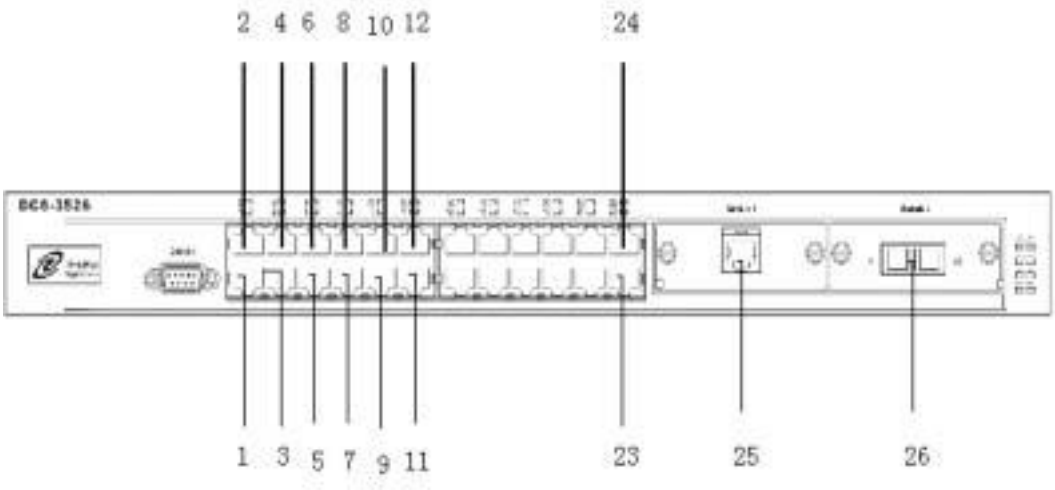
```
Switch#show version
DCS-3526 Switch, Sep 23 2002 11:04:22
   Hardware version is 1.0, software version is 1.0
   Copyright (C) 2001-2002 by Digital China Networks Limited.
   All rights reserved.
```

1.5.6 debug

DCS-3526 交换机支持的每一项协议都有相应的 debug 命令，用户可以通过查看 debug 命令的显示信息诊断网络故障。可以通过 show debug 显示目前调试的项目。

1.6 端口管理

1.6.1 端口介绍



DCS-3526 端口示意图

如上图所示，DCS-3526 提供 24＋2 个端口，其中 24 个为固定配置的 10/100Base-T 以太网端口，2 个为可选模块 Slot1、Slot2。Slot1 和 Slot2 可以插入的端口类型有 100Base-FX 多模/单模以太网端口、1000Base-TX 以太网端口、1000Base-SX/LX 以太网端口。

在 DCS-3526 的面板上标注有各个端口的端口号，该端口号与 DCS-3526 交换机操作系统提供端口号（软件意义上的端口号）的对应关系如下：

物理端口号	软件端口号
24 个 10/100Base-T	ethernet 1-24
Slot1	ethernet 25
Slot2	ethernet 26

即如果用户要对某些端口进行配置，可以使用命令 **interface ethernet <*interface-list*>**进入到相应的以太网端口，其中参数**<*interface-list*>**为 1~26 之间的整数，支持“，”和“-”等特殊字符，其中 25、26 只能在扩展插槽 Slot1、Slot2 安装后才能使用。在以太网端口配置模式下可对端口的速率、双工模式、流量控制、广播风暴抑制等进行配置修改，相应物理端口的表现也随之改变。

DCS-3526 交换机操作系统除了提供与 DCS-3526 交换机的面板对应的 26 个以太网端口配置，还提供了 CPU 端口的配置。用户进入 CPU 端口的命令是 **interface admin vlan**。对于用户来说 CPU 端口并不是一个真实的端口，而是一个概念上的端口，用于交换机的管理。CPU 端口承载了交换机的 MAC 地址、IP 地址，并且可以和普通端口一样，设置端口所属的 VLAN 号。如果用户要对交换机进行带内管理，则用户所在的 VLAN 必须和 CPU 端口所在的 VLAN 相同，否则用户将无法进行带内管理。

1.6.2 端口配置

1.6.2.1 以太网端口配置

DCS-3526 交换机端口有三种状态，分别为 access、trunk、promiscuous，缺省为 access。Access 为访问端口。trunk 为中继端口，可以通过多个 VLAN。promiscuous 为混杂端口，一般用于 LOCAL VLAN。

1.6.2.1.1 interface ethernet

命令：**interface ethernet <*interface-list*>**

功能：从全局配置模式进入到以太网端口配置模式。

参数：**<*interface-list*>**为端口号，取值范围为 1~26，其中 25、26 端口为可选模块，支持“，”和“-”特殊字符，“，”用来表示端口之间是不连续的，“-”用来表示端口之间是连续的。

命令模式：全局配置模式

使用指南：端口物理类型为 10/100Base-T 的以太网端口的取值范围是从 1~24，Slot1 对应的端口号为 25，Slot2 对应的端口号为 26。从以太网端口配置模式退回到全局配置配置可使用命令 **exit**。

举例：进入以太网端口 1、4-7、15。

Switch(config)#interface ethernet 1，4-7，15

Switch(config-if<Ethernet1,4-7,15>)#

1.6.2.1.2 shutdown

命令：**shutdown**

no shutdown

功能：关闭指定的以太网端口；本命令的 no 操作为打开端口。

命令模式：端口配置模式

缺省情况：以太网端口缺省为关闭。

使用指南：当关闭以太网端口时，以太网端口将不发送数据帧，并且在 **show interface** 时显

示端口状态为 down。
举例：打开 1-10 号端口。
Switch(config-if<Ethernet1-10>)#no shutdown

1.6.2.2 CPU 端口配置

1.6.2.2.1 interface admin vlan

命令：**interface admin vlan**
功能：从全局配置模式进入到 CPU 端口配置模式。
命令模式：全局配置模式
使用指南：因为 CPU 端口所在的 VLAN 就是管理 VLAN，因此进入 CPU 端口也称进入管理 VLAN 端口。从 CPU 端口配置模式退回到全局配置配置可使用命令 **exit**。
举例：进入 CPU 端口配置模式。
Switch(config)#interface admin vlan
Switch(config-admin-vlan)#

1.6.2.2.2 ip default-gateway

命令：**ip default-gateway <*ip-address*>**
no ip default-gateway <*ip-address*>
功能：设置交换机所在的网段的网关 IP 地址；本命令的 no 操作为删除网关地址。
参数：**<*ip-address*>**为网关地址，点分十进制格式；
命令模式：全局配置模式
缺省情况：系统缺省没有网关配置。
举例：交换机的 IP 地址设置为 10.1.128.10/24，网关地址为 10.1.128.1/24。
Switch(config-admin-vlan)#ip address 10.1.128.10 255.255.255.0
Switch(config-admin-vlan)#gateway 10.1.128.1 255.255.255.0

1.6.2.2.3 ip address

命令：**ip address <*ip-address*> <*mask*>**
no ip address <*ip-address*> <*mask*>
功能：设置交换机的 IP 地址及掩码；本命令的 no 操作为删除该 IP 地址配置。
参数：**<*ip-address*>**为网关地址，点分十进制格式；**<*mask*>**为网关的掩码，点分十进制格式。
命令模式：CPU 端口配置模式
缺省情况：系统缺省没有 IP 地址配置。
使用指南：本命令为手工配置 IP 地址，DCS-3526 交换机除了提供手工配置 IP 地址外，还提供了 BootP/DHCP 方式获取 IP 地址。
举例：交换机的 IP 地址设置为 10.1.128.10/24。
Switch(config-admin-vlan)#ip address 10.1.128.10 255.255.255.0

1.6.2.2.4 set vid

命令：**set vid <*vid*>**
no set vid
功能：设置 CPU 端口的 VLAN 号；本命令的 no 操作为恢复 CPU 端口的缺省 VLAN 号。
参数：**<*vid*>**为 VLAN 号，取值范围为 2~4096。
命令模式：CPU 端口配置模式
缺省情况：CPU 端口缺省情况下属于缺省 VLAN1。
6 用指南：本命令是为 CPU 端口设置它归属的 VLAN，根据 VLAN 的相关概念，只有属于

相同 VLAN 的端口之间可以相互通信（详细参看 VLAN 章节），因此只有与 CPU 端口在同一 VLAN 的主机可以通过带内管理方式管理交换机。

举例：设置 CPU 端口的 VLAN 号为 100

Switch(config-admin-vlan)#set vid 100

1.6.2.2.5 shutdown

命令：**shutdown**

no shutdown

功能：关闭交换机的 CPU 端口；本命令的 no 操作为打开 CPU 端口。

命令模式：CPU 端口配置模式

缺省情况：CPU 端口缺省为打开。

使用指南：当关闭交换机的 CPU 端口，CPU 端口将不发送数据帧。如果交换机在通过 BootP/DHCP 协议获取 IP 地址时，CPU 端口是关闭的，那么交换机将得不到 IP 地址；要通过 BootP/DHCP 协议得到 IP 地址，必须将 CPU 端口打开。

举例：打开交换机的 CPU 端口。

Switch(config-admin-vlan)#no shut

1.7 VLAN 命令

为了建立起安全的独立的广播域或者组播域可以将交换机上的端口组合成一个一个的虚拟局域网 VLAN。 设置 VLAN 的主要目的是为了限制广播包的传播范围和降低广播包的影响，所有以太网数据包，如单播 unicast、组播 multicast、广播 broadcast 以及未知 unknown 的数据包都将只在 VLAN 内传送，这样在一定程度上可以提高网络的安全性和容量。

VLAN 802.1Q VLAN 支持 IEEE 802.1Q 的标记功能 tagging。这使得 VLAN 可以延伸到整个网络，需要网络上的所有交换机都支持 IEEE 802.1Q。

VLAN 的另一个优点是可以改变网络的拓扑结构，但是并不需要网络中的工作站发生物理上的移动或者网络线路连接上的变动，可以仅仅改动工作站的 VLAN 设置就将工作站从一个 VLAN，如销售部 VLAN，移到了另一个 VLAN 市场部。VLAN 这可以使网络节点的移动变换增加变得非常灵活和容易。

IEEE 802.1Q VLAN 的去标记特性 untagging 使得它可以与所有合法的无法识别 VLAN 标记 VLAN tag 的交换机或网卡在一起工作；而 IEEE 802.1Q VLAN 的加标记特性 tagging 允许 VLAN 通过物理链路的连接而将 VLAN 范围延伸到多个兼容 IEEE 802.1Q 的交换机上，并允许生成树 Spanning Tree 在所有端口上都能够正常地工作。

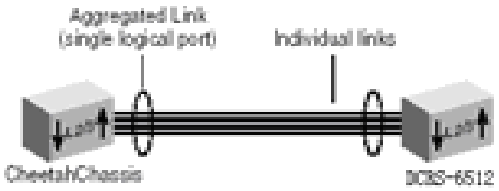
在 802.1Q VLAN 中网卡 NIC 不必去识别数据包头部分的 802.1Q 标记 tag。网卡只需发送和接收普通的以太网数据包，如果数据包的目的地址在同一个网段内，那么就采用普通的以太网协议进行通信。只有当数据包的目的地址在另一台 VLAN，才进行判断是将此数据包丢弃还是进行转发。

在理解 IEEE 802.1Q VLAN 时有两个非常重要的名词需要掌握就是端口 VLAN 的 ID。

Port VLAN ID numbers 简写为 PVID 和 VLA N 的 ID VLAN ID numbers 简写为 VID，这两个变量都是定义在端口上的，但是两者间有很大的区别。用户可以仅为每个交换机端口定义一个 PVID，PVID 定义了交换机将向哪一个 VLAN 转发数据包，以及什么时候数据包会需要转发到另一台交换机的端口上，或者网络中的某个地方另外用户也可以定义某个端口同时属于多个 VLAN VIDs，使得它可以接收网络中多个 VLAN 的数据包。PVID 和 VID 这两个变量用于控制端口发送和接收 VLAN 数据流的能力，而两者之间的区别在于后者还允许信息可以在多个 VLAN 间共享。

1.8 端口聚合

聚合通常是将将多个端口聚集在一起，形成一个几倍于端口速度的高带宽的数据传输通道。交换机将把端口聚合内的所有端口看作一个端口，这样聚合中的端口就不会被生成树算法阻断。发给某个目的地址的所有数据，将总是通过聚合中的同一个端口传送以保证接收到的数据流的顺序与发送时的一致。



聚合端口在使用上与单个端口相同。所有的高级功能 — 包括生成树算法，VLAN，和简单网络管理协议（SNMP）管理－－并不区分聚合端口和任何其它网络端口。

聚合功能提高了网络的性能和可靠性。可以以低成本并有效的提高交换机到交换机，交换机到服务器之间的带宽，以满足网络的要求。通过聚合，可以将多个快速以太和千兆以太端口合并为一个单一的高速通道。

1.9 生成树

在现实网络中，为了使网络通信不中断，加入了很多冗余，同时需要保证 LAN 拓扑中不产生环路，这样需要特定的协议来达到上述要求。生成树协议 STP 就是这种协议。STP 桥定期发送一种特别的数据帧，称为 Configuration Bridge Protocol Data Units （CBPDU），这种帧包含有特别的信息可以帮助来决定 LAN 拓扑结构。CBPDU 保存在桥的存储器中，定期更新为最新信息。

STP 使用算法来比较不同 CBPDU 中的可能路径，动态产生无环路的网络拓扑结构。STP 会将一个端口激活，而将其它冗余端口处于阻塞状态。处于阻塞的端口既不接收也不发送端口。

在 STP 从逻辑上消除了冗余路径以后，网络配置处于稳定状态。以后，如果处于稳定状态网络中的一个或多个桥失败，或通讯路径失败，STP 会意识到配置改变，几秒之内，STP 会查询存储的 CBPDU 信息，来激活相应数量的冗余连接，保证网络继续维持稳定运行。

CBPDU 帧不象一般的帧一样会通过桥，相反，桥会扮演一个终端工作站的角色－－接收，解释，和执行 CBPDU 中的内容。

交换机内的生成树算法(STA) 可以使你创建一条备用链路。当网络中存在多条到达目的地的链路时，主链路正常工作，备用链路处于空闲状态不工作，只有在主链路出现问题时，备用链路才不需要任何人工干预自动地接替主链路。这种自动重构的功能，使得网络上的用户能够最大限度地与网络保持正常的连接。

生成树算法较复杂，所以建议最好在充分研究理解其之后，再更改其一些设置，否则可能引起广播风波。

1.10 一些常用 windows 下的网络调试工具

ping：探测工具
tracert：路由跟踪
ipconfig：网络配置
nslookup：DNS 查询和设置
arp：ARP 状态显示
route：路由管理
telnet：远程登陆

2、课堂实验

2.1 实验一　熟悉和建立网络环境

1、实验目的

- 掌握 HUB 工作原理。
- 掌握交换机工作原理。
- 理解 HUB 和交换机的区别，理解广播域、冲突域。
- 学习使用 ping 等工具和 Ethernet 网络捕包软件。

2、实验内容

一台 DCS-3526 交换机，网线、水晶头若干。用网线分别把两台以上计算机连接到交换机和集线器，用 Ping 命令发送 ICMP 数据,通过捕包软件，观察两者的区别;给交换机的 Admin Vlan 或者 Vlan 1 设置 IP 地址，用 telnet-user 设置 telnet 用户，并实现交换机的带内设置。

3、实验要求

- 了解观察交换机和集线器外观接口。
- 掌握交换机的三种模式，掌握交换机的基本设置。
- 通过 Ethernet 捕包软件分析观察接收到的包状况。

4、实验环境拓扑描述

5、实验步骤

6、实验结果与验证

- 通过 ping，检查制作的网线的正确性。

2.2 实验二 DCS-3526 交换机 LOCAL VLAN 的划分实验

1、实验目的

- 掌握交换机工作原理。
- 掌握以太网的工作原理－－CSMA/CD，掌握 ARP 的工作原理。
- 掌握交换机 VLAN 工作原理，理解广播域、冲突域。
- 了解神州数码交换机的 LOCAL VLAN 的工作原理。
- 学习 DCS-3526 交换机 LOCAL VLAN 的划分操作。
- 学习使用 ping 等工具和 Ethernet 网络捕包软件。

2、实验内容

一台 DCS-3526 交换机，先划分出三个 VLAN，三个 VLAN 间相互隔绝（相互不能 ping 通）。

VLAN 10：E1-8

VLAN 20：E9-16

VLAN 30：E17-23

然后创建 LOCAL VLAN

VLAN 40：E24

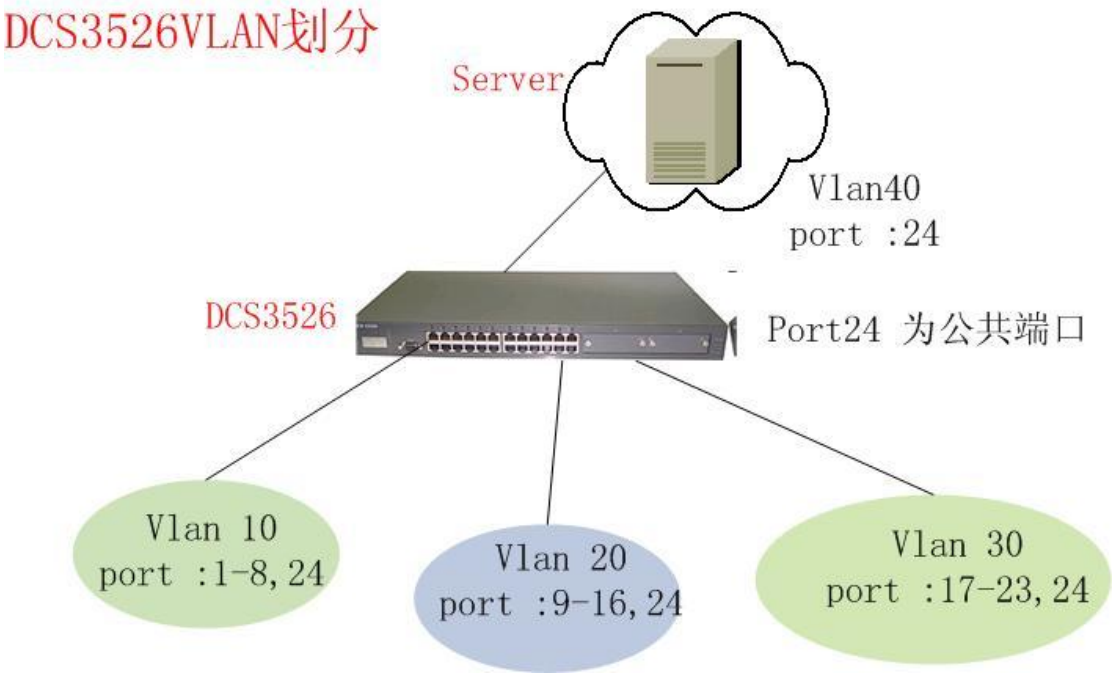
端口 E24 作为 VLAN10、VLAN20、VLAN30 的公共端口来访问 LOCAL VLAN 40，即 E24 端口的计算机可以和其它三个 VLAN 端口的计算机通信。

注意：一个端口只能处于一个 VLAN 中，端口一旦被设为 promicuous 后，只能存在于 LOCAL VLAN 中。

3、实验要求

- VLAN10、VLAN20、VLAN30 端口之间不能相互访问，不能 ping 通。各个 VLAN 内部可以通信。
- VLAN10、VLAN20、VLAN30 三个虚拟局域网内部的计算机都能访问在 E24 端口的服务器（LOCAL VLAN 40）。注意 LOCAL VLAN 不能跨交换机通信。
- 通过 Ethernet 捕包软件观察 ARP 以及 VLAN 的工作原理。

4、实验环境拓扑描述



5、实验步骤

1、通过超级终端登入交换机，进入用户模式

switch>

2、进入特权模式

switch>enable

switch#

3、进入全局配置模式

switch#config

switch(Config)#

4、配置交换机名称

switch(Config)#prompt dcs3526-b

5、配置交换机管理 IP 如管理 VLAN 为 VLAN1，IP 为：172.16.10.252/24

dcs3526-b(Config)#int admin vlan（dcs3526）或者 int vlan 1（dcs3926）

dcs3526-b(Config-AdminVlan)#set vid 1

dcs3526-b(Config-AdminVlan)#ip add 172.16.10.252 255.255.255.0

dcs3526-b(Config-AdminVlan)#no shutdown

dcs3526-b(Config-AdminVlan)#exit

6、创建 VLAN 并加入端口

dcs3526-b(Config)#vlan 10
dcs3526-b(Config-Vlan10)#switchport int ethernet 1-8
dcs3526-b(Config-Vlan10)#exit
dcs3526-b(Config)#vlan 20
dcs3526-b(Config-Vlan20)#switchport int eth 9-16
dcs3526-b(Config-Vlan20)#exit
dcs3526-b(Config-Vlan30)#switchport int eth 17-23
7、把 E24 口设为混杂模式
dcs3526-b(Config)#int e24
dcs3526-b(Config-if<Ethernet24>)#switchport mode promiscuous
8、创建 Local vlan 40
dcs3526-b(Config)# vlan 40 local
dcs3526-b(Config-Vlan40)# switchport int eth 24
dcs3526-b(Config-Vlan40)#exit
9、绑定公共端口 E24 到 VLAN 10、20、30，也就是把 LOCAL VLAN 40 映射到其他 VLAN
dcs3526-b(Config)#vlan mapping 40 10,20,30

6、实验结果与验证

- 通过 ping，检查 VLAN 10、20、30 的互通性。
- 通过 ping，检查 LOCAL VLAN 40 与其它 VLAN 的互通性。
- 各工作组计算机用 PING 测试与 SERVER 的连通性，均可通。
- 通过 show mac 观察 mac 地址表。特别注意 admin vlan 的 mac 地址。

7、思考题

- switch、HUB、bridge 之间的区别？
- 对于 VLAN map，能否映射到 admin vlan？也就是 admin vlan 能否与外界通信？
- 一个 mac 地址可以对应多个 IP 吗？

2.3 实验三 DCS-3526 交换机跨交换机相同 VLAN 间通信

1、实验目的

- 掌握交换机工作原理。
- 掌握以太网的工作原理－－CSMA/CD，掌握 ARP 的工作原理。
- 掌握交换机 VLAN 工作原理，理解广播域、冲突域。
- 掌握跨交换机相同 VLAN 的工作原理－－TRUNK 工作原理。
- 学习 DCS-3526 交换机的跨交换机的 VLAN 划分操作。
- 学习使用 ping 等工具和 Ethernet 网络捕包软件。

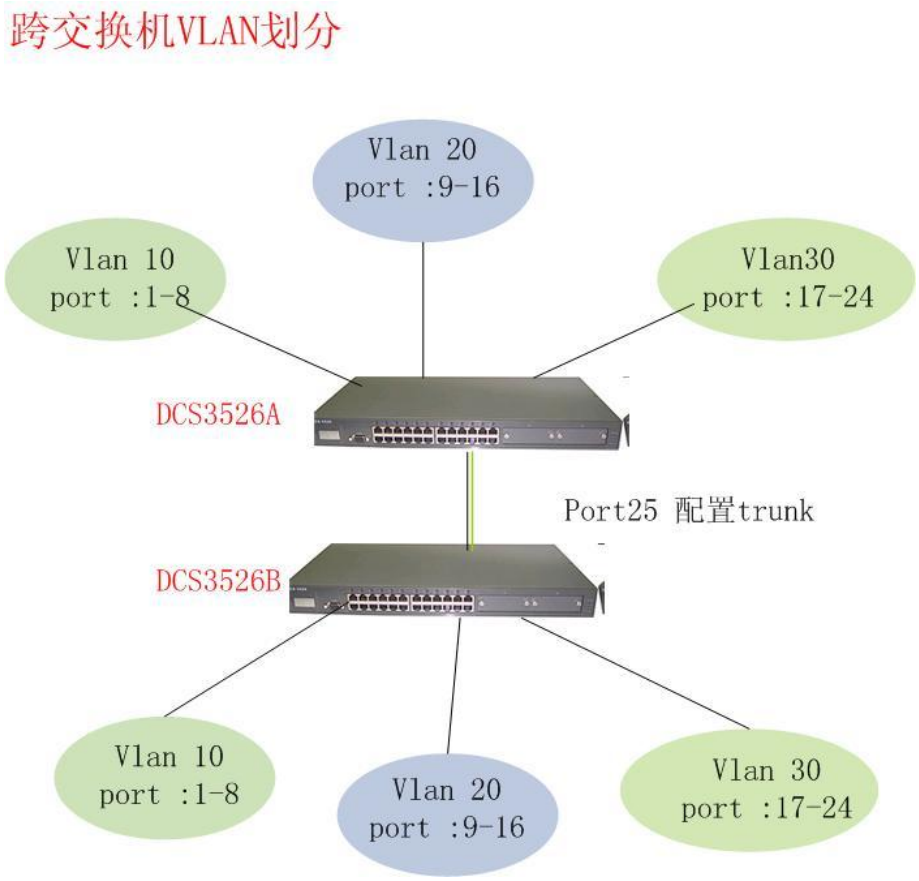
2、实验内容

两台 DCS-3526 交换机，分别划三个 VLAN： VLAN 10：E1-8 、VLAN20：E9-16 、VLAN30：E17-24，把端口 E25（光口）作为 trunk 级联端口，让两个交换机相同 VLAN 内部可以通信。

3、实验要求

- 各个交换机内部 VLAN 间不能通信。
- 使两台交换机间的相同 VLAN 能够通信。
- 通过 Ethernet 捕包软件观察其通信过程。

4、实验环境拓扑描述



5、实验步骤

交换机 a 的配置

1、通过超级终端登入交换机，进入用户模式

switch>

2、进入特权模式

switch>enable

switch#

3、进入全局配置模式

switch#config

switch(Config)#

switch(Config)#prompt dcs3526-a（hostname dcs3526-a）

dcs3526-a(Config)# int admin vlan（int vlan 1）

dcs3526-a(Config-AdminVlan)#ip add 172.16.10.251 255.255.255.0

dcs3526-a(Config-AdminVlan)#no shutdown

dcs3526-a(Config-AdminVlan)#exit

dcs3526-a(Config)#vlan 10

dcs3526-a(Config-Vlan10)#switchport int ethernet 1-8（switchport int　e0/0/1-8）

dcs3526-a(Config-Vlan10)#exit

dcs3526-a(Config)#vlan 20

dcs3526-a(Config-Vlan20)#switchport int eth 9-16（switchport int　e0/0/9-16）

dcs3526-a(Config-Vlan20)#exit

dcs3526-a(Config)#vlan 30
dcs3526-a(Config-Vlan30)#switchport int eth 17-23（switchport int　e0/0/17-23）
dcs3526-a(Config-Vlan20)#exit
dcs3526-a(Config)#int e24（switchport int　e0/0/24）
dcs3526-a(Config-if<Ethernet25>)#switch mode trunk
注意：配置命令给出的是在 DCS3526，（）包含的是交换机 DCS3926 对应的命令，如：prompt dcs3526-a（hostname dcs3526-a）。

交换机 b 的配置

1、通过超级终端登入交换机，进入用户模式
switch>
2、进入特权模式
switch>enable
switch#
3、进入全局配置模式
switch#config
switch(Config)#
switch(Config)# prompt dcs3526-a（hostname dcs3526-a）
dcs3526-b(Config)# int admin vlan（int vlan 1）
dcs3526-b(Config-AdminVlan)#ip add 172.16.10.252 255.255.255.0
dcs3526-b(Config-AdminVlan)#no shutdown
dcs3526-b(Config-AdminVlan)#exit
dcs3526-a(Config)#vlan 10
dcs3526-a(Config-Vlan10)#switchport int ethernet 1-8（switchport int　e0/0/1-8）
dcs3526-a(Config-Vlan10)#exit
dcs3526-a(Config)#vlan 20
dcs3526-a(Config-Vlan20)#switchport int eth 9-16（switchport int　e0/0/9-16）
dcs3526-a(Config-Vlan20)#exit
dcs3526-a(Config)#vlan 30
dcs3526-a(Config-Vlan30)#switchport int eth 17-23（switchport int　e0/0/17-23）
dcs3526-a(Config-Vlan20)#exit
dcs3526-a(Config)#int e24（switchport int　e0/0/24）
dcs3526-a(Config-if<Ethernet25>)#switch mode trunk
注意：配置命令给出的是在 DCS3526，（）包含的是交换机 DCS3926 对应的命令，如：prompt dcs3526-a（hostname dcs3526-a）。

实验结果

交换机 a、b 的配置文档(只是名称和 IP 不同)

current configuration:
!
prompt dcs3526-a

vlan 10
vlan 20

```
   vlan 30

Interface Admin Vlan
   ip address 172.16.10.253 255.255.255.0
   no shutdown
!
Interface Ethernet1
!
Interface Ethernet2
!
Interface Ethernet3
.
.
.
Interface Ethernet24
!
Interface Ethernet25
   switchport mode trunk
!
VLAN 1
!
VLAN 10
   switchport interface Ethernet1;2;3;4;5;6;7;8
!
VLAN 20
   switchport interface Ethernet9;10;11;12;13;14;15;16
!
VLAN 30
   switchport interface Ethernet17;18;19;20;21;22;23;24
!
```

6、实验结果与验证

- 通过 ping，检查同一交换机内部 VLAN 10、20、30 之间的互通性（可通过捕包软件观察）。
- 通过 ping，检查不同交换机相同 VLAN 的互通性。
- 通过 ping，检查不同交换机不同 VLAN 的互通性。
- 通过 show mac 观察 mac 地址表。

7、思考题

- 怎么观察 trunk 的工作原理？
- Trunk 口有生成树协议吗？
- 端口的 access 与 trunk 状态有什么区别？

2.4 实验四 DCS-3526 交换机链路聚合实验

1、实验目的

- 掌握交换机工作原理。
- 掌握以太网的工作原理－－CSMA/CD，掌握 ARP 的工作原理。
- 掌握交换机链路聚合的工作原理（多个端口捆绑相当于一个虚拟接口）。
- 学习使用 ping 等工具和 Ethernet 网络捕包软件。
- 学习交换机端口的链路聚合配置。

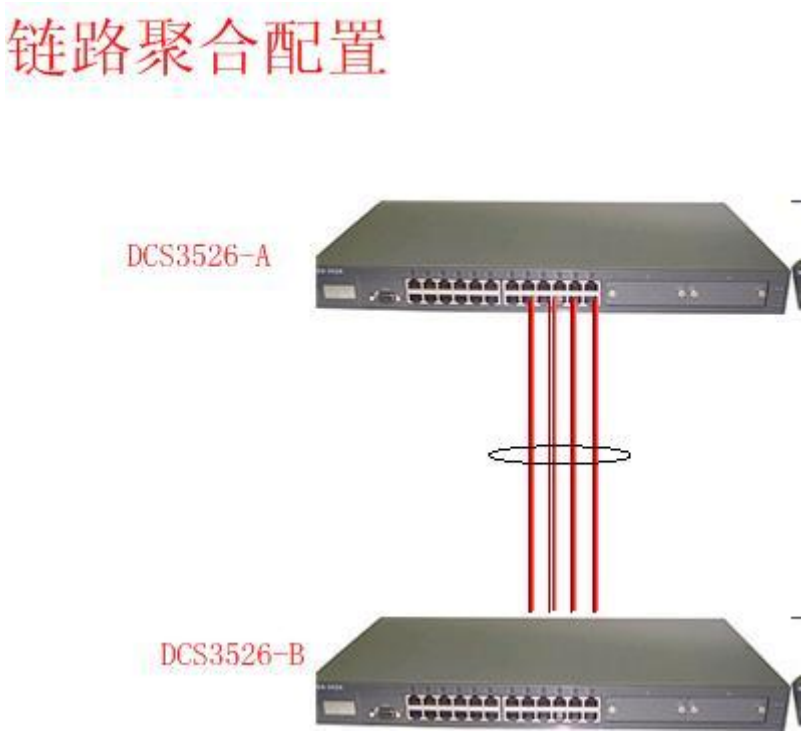
2、实验内容

两台 DCS-3526 交换机，分别用端口 1、2、3 和 4 做链路聚合，然后捆绑提供一个高速的级联带宽，通过 PING 来测试。

3、实验要求

- 配置完成后，通过 show int 来观察端口 1、2、3、4 的状态。

4、实验环境拓扑描述



5、实验步骤

一、交换机 a 的配置

1、通过超级终端登入交换机，进入用户模式

switch>

2、进入特权模式

switch>enable

switch#

3、进入全局配置模式

switch#config

switch(Config)#

switch(Config)# prompt dcs3526-a（hostname dcs3526-a）

dcs3526-a(Config)# int admin vlan（int vlan 1）

dcs3526-a(Config-AdminVlan)#ip add 172.16.10.251 255.255.255.0

dcs3526-a(Config-AdminVlan)#no shutdown

dcs3526-a(Config-AdminVlan)#exit

dcs3526-a(Config)#

dcs3526-a(Config)#link-aggregation group 100 inte e1-4

二、交换机 b 的配置

1、通过超级终端登入交换机，进入用户模式

switch>

2、进入特权模式

switch>enable

switch#

3、进入全局配置模式

switch#config

switch(Config)#

switch(Config)# prompt dcs3526-a（hostname dcs3526-a）

dcs3526-b(Config)# int admin vlan（int vlan 1）

dcs3526-b(Config-AdminVlan)#ip add 172.16.10.252 255.255.255.0

dcs3526-b(Config-AdminVlan)#no shutdown

dcs3526-b(Config-AdminVlan)#exit

dcs3526-b(Config)#

dcs3526-b(Config)#link-aggregation group 100 inte e1-4（link-aggregation group 100 inte e0/0/1-4）

注意：配置命令给出的是在 DCS3526，（）包含的是交换机 DCS3926 对应的命令。如：prompt dcs3526-a（hostname dcs3526-a）

6、实验结果与验证

- 用 show interface 查看各端口的状态。

7、思考题

- 链路聚合与 trunk 之间的区别？trunk 是否可以用作链路聚合？
- 链路聚合中是否有主端口？拔掉其中的一个端口，对通信是否有影响？

2.5 实验五 DCS-3526 交换机生成树实验

1、实验目的

- 掌握交换机工作原理。
- 掌握以太网的工作原理－－CSMA/CD，掌握 ARP 的工作原理。
- 掌握交换机生成树协议（STP）的工作原理与目的。
- 学习交换机生成树的配置。
- 学习使用 ping 等工具和 Ethernet 网络捕包软件。
- 观察网络风暴。

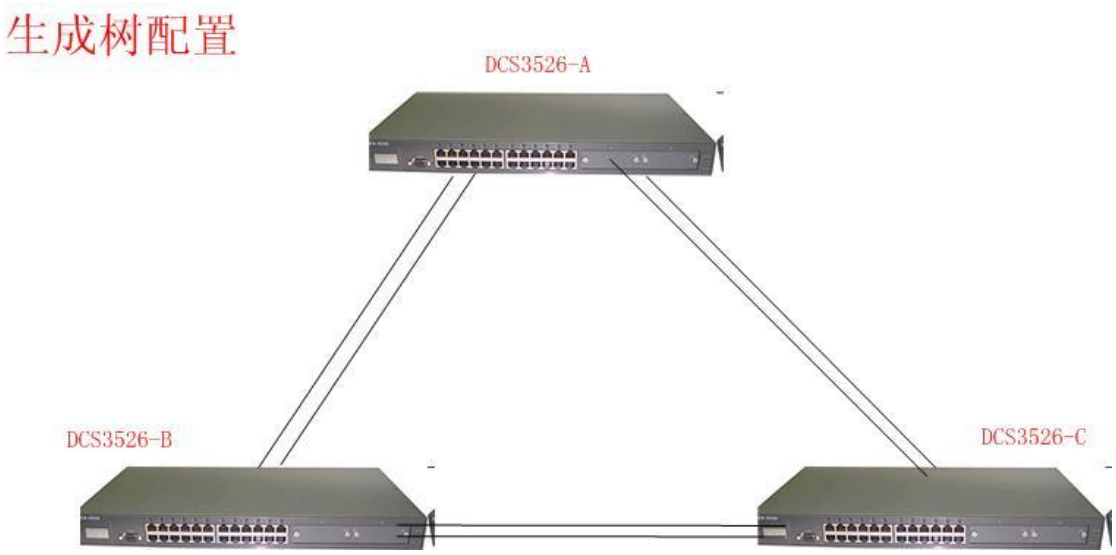
2、实验内容

三台 DCS-3526 交换机，分别用两根双绞线两两相连。观察 STP 协议开启前后，网络流量及状况。

3、实验要求

- 简单连接后，不开启 STP协议，通过网络监视软件，观察网络流量。
- 启用交换机的生成树协议后，观察网络流量
- 观察 STP 协议包。

4、实验环境拓扑描述



5、实验步骤

一、交换机 a 的配置

1、通过超级终端登入交换机，进入用户模式

switch>

2、进入特权模式

switch>enable

switch#

3、进入全局配置模式

switch#config

switch(Config)#

switch(Config)# prompt dcs3526-a（hostname dcs3526-a）

dcs3526-a(Config)# int admin vlan（int vlan 1）

dcs3526-a(Config-AdminVlan)#ip add 172.16.10.251 255.255.255.0

dcs3526-a(Config-AdminVlan)#no shutdown

dcs3526-a(Config-AdminVlan)#exit

dcs3526-a(Config)#

dcs3526-a(Config)#spanning-tree

二、交换机 b 的配置

1、通过超级终端登入交换机，进入用户模式

switch>

2、进入特权模式

switch>enable

switch#

3、进入全局配置模式

switch#config

switch(Config)#

switch(Config)# prompt dcs3526-a（hostname dcs3526-a）

dcs3526-b(Config)# int admin vlan（int vlan 1）

dcs3526-b(Config-AdminVlan)#ip add 172.16.10.252 255.255.255.0

dcs3526-b(Config-AdminVlan)#no shutdown
dcs3526-b(Config-AdminVlan)#exit
dcs3526-b(Config)#
dcs3526-b(Config)#l dcs3526-a(Config)#spanning-tree

三、交换机 c 的配置

1、通过超级终端登入交换机，进入用户模式
switch>
2、进入特权模式
switch>enable
switch#
3、进入全局配置模式
switch#config
switch(Config)#
switch(Config)#prompt dcs3526-c
dcs3526-c(Config)#int admin vlan
dcs3526-c(Config-AdminVlan)#ip add 172.16.10.252 255.255.255.0
dcs3526-c(Config-AdminVlan)#no shutdown
dcs3526-c(Config-AdminVlan)#exit
dcs3526-c(Config)#
dcs3526-c(Config)#l dcs3526-a(Config)#spanning-tree

注意：配置命令给出的是在 DCS3526，（）包含的是交换机 DCS3926 对应的命令。如：prompt dcs3526-a（hostname dcs3526-a）

6、实验结果

- 用 show interface 查看各端口的状态（变化比较快）。

7、思考题

- 进一步理解 HUB、bridge 和 switch 的区别。

2.6 实验六 DCRS-6512 路由交换机 VLAN 的划分实验

1．实验目的

- 掌握三层交换机工作原理。
- 进一步学习 VLAN 的工作原理。
- 学习 DCRS-6512 交换机 VLAN 的划分。

2、实验内容

一台 DCRS-6512 交换机，划分为三个 VLAN，

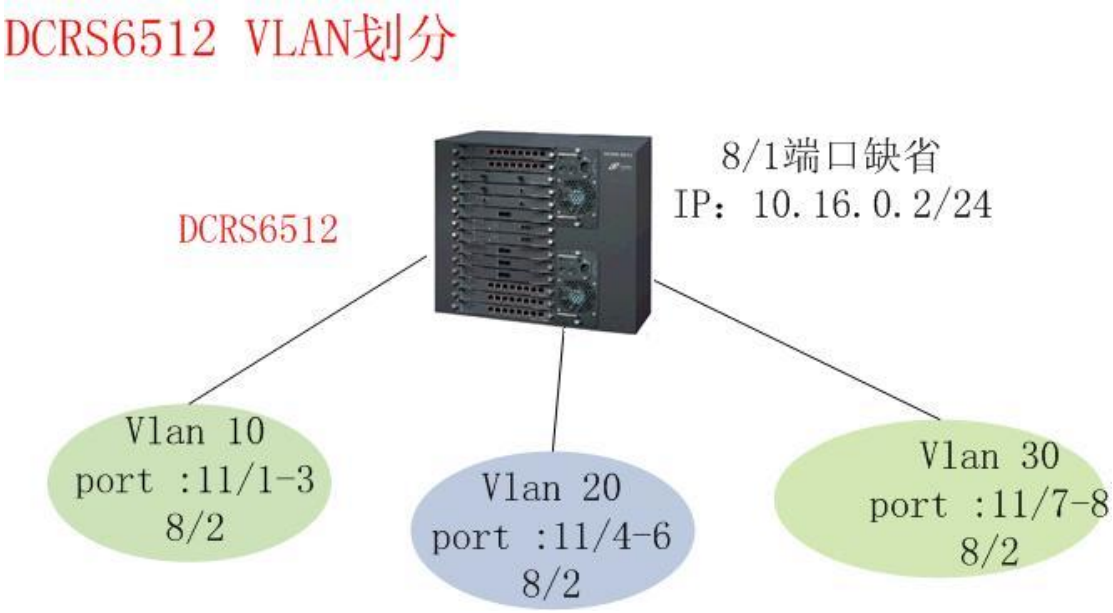
VLAN10：11/1-3, 8/2
VLAN20：11/4-6, 8/2
VLAN30：11/7-8, 8/2

8/1 为缺省 VLAN 1，8/2 为 trunk 口供以后级联（三个 VLAN 不能互相通信）。

3、实验要求

- 配置完成后 VLAN10、VLAN20、VLAN30 端口之间不能相互访问，不能 ping 通。各个 VLAN 内部可以通信。
- 通过 Ethernet 捕包软件观察 ARP 以及 VLAN 的工作原理。

4、实验环境拓扑描述



5、实验步骤

Login: **admin**

Password:

Menu options: ---------- DCRS 6512 ----------

bridge	- Administer bridge-wide parameters
feature	- Administer system features
logout	- Logout of the Command Line Interface
physicalInterface	- Administer physical interfaces
protocol	- Administer protocols
security	- Administer security
system	- Administer system-level functions
trafficManagement	- Administer traffic management

Type ? for help.

----------DEFAULT SYS----------

Select menu option**:sy**

Menu options: ---------- DCRS 6512 ----------

backupConfig	- Save and restore the system configuration
control	- Administer system control
management	- Administer system management
summary	- Display summary information

Type "q" to return to previous menu or ? for help.

----------DEFAULT SYS----------

Select menu option (system): **ma**

```
Menu options: ------------------- DCRS 6512 ---------------------------------
   contact                  - Set the system contact
   location                 - Set the system location
   name                      - Set the system name
   password                 - Set the system password
   remoteAccess             - Change Remote Access permissions
   snmp                      - Administer SNMP

Type "q" to return to previous menu or ? for help.
---------------------------------DEFAULT SYS---------------------------------
Select menu option (system/management): n
Enter system name          [DEFAULT SYSTEM NAME]: DCRS6512

Select menu option (system/management):
-----------------------------------DCRS6512----------------------------------
Select menu option:

Menu options: ------------------- DCRS 6512 ---------------------------------
   bridge                    - Administer bridge-wide parameters
   feature                   - Administer system features
   logout                    - Logout of the Command Line Interface
   physicalInterface         - Administer physical interfaces
   protocol                  - Administer protocols
   security                  - Administer security
   system                     - Administer system-level functions
   trafficManagement         - Administer traffic management

Type ? for help.
-----------------------------------DCRS6512----------------------------------
Select menu option: pr

Menu options: ------------------- DCRS 6512 ---------------------------------
   ip                         - Administer IP

Type "q" to return to previous menu or ? for help.
-----------------------------------DCRS6512----------------------------------
Select menu option (protocol): ip

Menu options: ------------------- DCRS 6512 ---------------------------------
   arp                        - Administer ARP
   basicConfig                - Basic IP management configuration
   initializeConfig           - Reset IP information to factory defaults
   interface                  - Administer IP interface
   multicast                  - Administer multicast features
```

```
   ospf                    - Administer OSPF features
   ping                    - Poll remote device
   rip                     - Administer RIP features
   route                   - Administer IP routes
   udpHelper               - Administer UDP helper features
   spoofCheck              - Enable/Disable IP spoof check

Type "q" to return to previous menu or ? for help.
-----------------------------------DCRS6512-----------------------------------
Select menu option (protocol/ip): bas
Enter IP address              [192.168.1.2      ]: 10.16.0.2
Enter subnet mask             [255.255.255.0    ]:
Enter gateway IP address      [0.0.0.0          ]: 10.16.0.1

Select menu option (protocol/ip):

Menu options: ------------------- DCRS 6512 ---------------------------------
   bridge                  - Administer bridge-wide parameters
   feature                 - Administer system features
   logout                  - Logout of the Command Line Interface
   physicalInterface       - Administer physical interfaces
   protocol                - Administer protocols
   security                - Administer security
   system                  - Administer system-level functions
   trafficManagement       - Administer traffic management

Type ? for help.
---------------------------------DEFAULT SYS---------------------------------
Select menu option:b

Select menu option (bridge): v

Menu options: ------------------- DCRS 6512 ---------------------------------
   create                  - Create a VLAN
   delete                  - Delete a VLAN
   detail                  - Display detailed information
   modify                  - Modify a VLAN
   summary                 - Display summary information

Type "q" to return to previous menu or ? for help.
-----------------------------------DCRS6512-----------------------------------
Select menu option (bridge/vlan): c
Select VLAN ID (2-2047)[2]: 10
Enter VLAN name [VLAN 10]:
```

Select menu option (bridge/vlan): **c**
Select VLAN ID (2-9,11-2047)[2]: **20**
Enter VLAN name [VLAN 20]:

Select menu option (bridge/vlan): **c**
Select VLAN ID (2-9,11-19,21-2047)[2]: **30**
Enter VLAN name [VLAN 30]:

Select menu option (bridge/vlan): **modi**

Menu options: ---------- DCRS 6512 ----------
addPort - Add a port to a VLAN
name - Name a VLAN
removePort - Remove a port from a VLAN

Type "q" to return to previous menu or ? for help.
----------DCRS6512----------
Select menu option (bridge/vlan/modify): **a**
Select VLAN ID (1,10,20,30)[1]: **10**
Select slot (8,11): **8**
Select bridge port (1,2,all) [all]: **2**
Enter tag type (untagged,tagged): **t**

Select menu option (bridge/vlan/modify): **a**
Select VLAN ID (1,10,20,30)[1]: **10**
Select slot (8,11): **11**
Select bridge port (1-8,all) [all]: **1-3**
Enter tag type (untagged,tagged): **u**

Select menu option (bridge/vlan/modify): **a**
Select VLAN ID (1,10,20,30)[1]: **20**
Select slot (8,11): **8**
Select bridge port (1,2,all) [all]: **2**
Enter tag type (untagged,tagged): **t**

Select menu option (bridge/vlan/modify): **a**
Select VLAN ID (1,10,20,30)[1]: **20**
Select slot (8,11): **11**
Select bridge port (1-8,all) [all]: **4-6**
Enter tag type (untagged,tagged): **u**

Select menu option (bridge/vlan/modify): **a**
Select VLAN ID (1,10,20,30)[1]: **30**

Select slot (8,11): **8**
Select bridge port (1,2,all) [all]: **2**
Enter tag type (untagged,tagged): **t**

Select menu option (bridge/vlan/modify): **a**
Select VLAN ID (1,10,20,30)[1]: **30**
Select slot (8,11): **11**
Select bridge port (1-8,all) [all]: **7,8**
Enter tag type (untagged,tagged): **u**

Select menu option (bridge/vlan/modify):

6、实验结果与验证

- 通过 ping，检查 VLAN 10、20、30 的互通性。
- ？通过 show mac 观察 mac 地址表。

7、思考题

- DCRS6512 与 DCS3526 的 trunk 如何连接？

2.7 实验七 DCRS-7504 路由交换机 VLAN 的划分实验

1、实验目的

- 掌握三层交换机工作原理。
- 进一步学习 VLAN 的工作原理。
- 学习 DCRS-7504 交换机 VLAN 的划分。

2、实验内容

一台 DCRS-7504 交换机，四个 VLAN 相互隔绝，

VLAN10：2/3-8 ,26，27
VLAN20：2/9-16，26，27
VLAN30：2/17-24，26，27
VLAN100：2/1-2

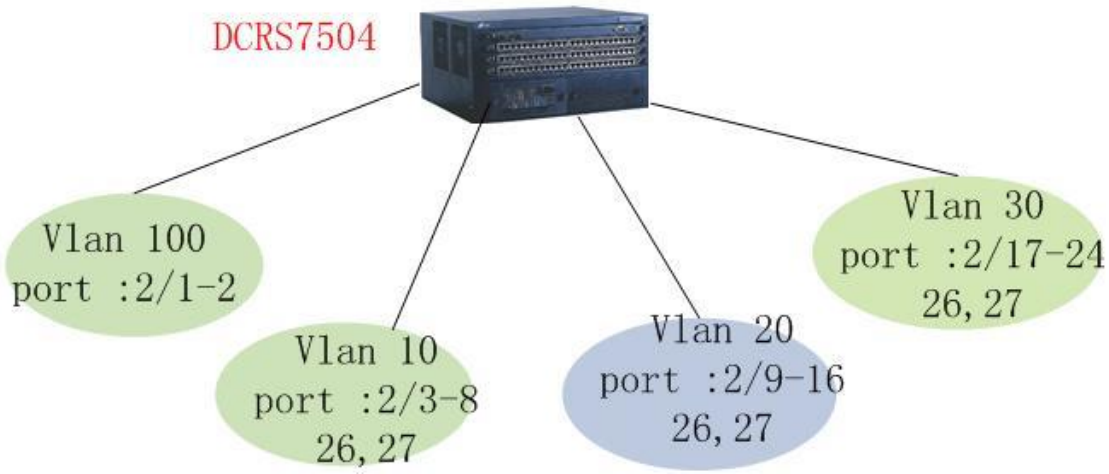
端口 2/25 为缺省 VLAN1。2/26 和 2/27 可作为 trunk 口与其他交换机相联。

3、实验要求

- 配置完成后 VLAN10、VLAN20、VLAN30、VLAN100 端口之间不能相互访问，不能 ping 通。各个 VLAN 内部可以通信。
- 通过 Ethernet 捕包软件观察 ARP 以及 VLAN 的工作原理。

4、实验环境拓扑描述

DCRS7504 VLAN划分



5、实验步骤

DCRS-7504#config t
DCRS-7504(config)#vlan 100
DCRS-7504(config-vlan-100#un eth 2/1
added untagged port ethe 2/1 to port-vlan 100
DCRS-7504(config-vlan-100#un eth 2/2
added untagged port ethe 2/2 to port-vlan 100
DCRS-7504(config)#vlan 10
DCRS-7504(config-vlan-10)#
DCRS-7504(config-vlan-10)#route ve 10 ――――创建虚接口 10
DCRS-7504(config-vlan-10)#un eth 2/3
added untagged port ethe 2/3 to port-vlan 10.
DCRS-7504(config-vlan-10)#un eth 2/4
added untagged port ethe 2/4 to port-vlan 10.
DCRS-7504(config-vlan-10)#un eth 2/5
added untagged port ethe 2/5 to port-vlan 10.
DCRS-7504(config-vlan-10)#un eth 2/6
added untagged port ethe 2/6 to port-vlan 10.
DCRS-7504(config-vlan-10)#un eth 2/7
added untagged port ethe 2/7 to port-vlan 10.
DCRS-7504(config-vlan-10)#un eth 2/8
added untagged port ethe 2/8 to port-vlan 10.
DCRS-7504(config-vlan-10)#t eth 2/26
added tagged port ethe 2/26 to port-vlan 10.
DCRS-7504(config-vlan-10)#t eth 2/27
added tagged port ethe 2/27 to port-vlan 10.
DCRS-7504(config-vlan-10)#

```
DCRS-7504(config)#vlan 20
DCRS-7504(config-vlan-20)#route ve 20
DCRS-7504(config-vlan-20)#un eth 2/9
added untagged port ethe 2/9 to port-vlan 20.
DCRS-7504(config-vlan-20)#un eth 2/10
added untagged port ethe 2/10 to port-vlan 20.
DCRS-7504(config-vlan-20)#un eth 2/11
added untagged port ethe 2/11 to port-vlan 20.
DCRS-7504(config-vlan-20)#un eth 2/12
added untagged port ethe 2/12 to port-vlan 20.
DCRS-7504(config-vlan-20)#un eth 2/13
added untagged port ethe 2/13 to port-vlan 20.
DCRS-7504(config-vlan-20)#un eth 2/14
added untagged port ethe 2/14 to port-vlan 20.
DCRS-7504(config-vlan-20)#un eth 2/15
added untagged port ethe 2/15 to port-vlan 20.
DCRS-7504(config-vlan-20)#un eth 2/16
added untagged port ethe 2/16 to port-vlan 20.
DCRS-7504(config-vlan-20)#t eth 2/26
added tagged port ethe 2/26 to port-vlan 20.
DCRS-7504(config-vlan-20)#t eth 2/27
added tagged port ethe 2/27 to port-vlan 20.
DCRS-7504(config-vlan-20)#
DCRS-7504(config)#vlan 30
DCRS-7504(config-vlan-30)#router-interface    ve 30
DCRS-7504(config-vlan-30)#un eth 2/17
added untagged port ethe 2/17 to port-vlan 30.
DCRS-7504(config-vlan-30)#un eth 2/18
added untagged port ethe 2/18 to port-vlan 30.
DCRS-7504(config-vlan-30)#un eth 2/19
added untagged port ethe 2/19 to port-vlan 30.
DCRS-7504(config-vlan-30)#un eth 2/20
added untagged port ethe 2/20 to port-vlan 30.
DCRS-7504(config-vlan-30)#un eth 2/21
added untagged port ethe 2/21 to port-vlan 30.
DCRS-7504(config-vlan-30)#un eth 2/22
added untagged port ethe 2/22 to port-vlan 30.
DCRS-7504(config-vlan-30)#un eth 2/23
added untagged port ethe 2/23 to port-vlan 30.
DCRS-7504(config-vlan-30)#un eth 2/24
added untagged port ethe 2/24 to port-vlan 30.
DCRS-7504(config-vlan-30)#t eth 2/26
added tagged port ethe 2/26 to port-vlan 30.
DCRS-7504(config-vlan-30)#t eth 2/27
```

added tagged port ethe 2/27 to port-vlan 30.
DCRS-7504(config-vlan-30)#

6、实验结果与验证

- 通过 ping，检查 VLAN 10、20、30、100 的互通性。
- ？通过 show mac 观察 mac 地址表。

7、思考题

- DSRS7504、DCRS6512 与 DCS3526 的 trunk 如何连接？

第二章 路由器实验

1、实验准备

1.1 广域网接入协议

1.1.1、PPP （Point to Point Protocol ）点到点协议

PPP 协议是从 SLIP(Serial Line IP protocol)协议发展而来的，是为在同等单元之间传输数据包这样的简单链路设计的链路层协议。它提供跨过同步或异步链路实现路由器到路由器或主机到网络的连接。PPP 协议中提供了一整套方案来解决链路建立、维护、拆除、上层协议协商、认证等问题，由三大类协议组成。其一，LCP(link control protocol)链路控制协议，它是链路建立阶段数据链路协议选项，LCP 负责创建，维护或终止一次物理连接，同时提供测试线路质量好坏的方法；其二，NCP(Network control protocol)网络控制协议，NCP 是一族协议，负责解决物理连接上运行什么网络协议，以及解决上层网络协议发生的问题；其三，PPP 扩展协议族，如认证协议等。最常用的包括口令验证协议 PAP（Password Authentication Protocol）和挑战握手验证协议 CHAP（Challenge-Handshake Authentication Protocol）。这个协议是通过中国电信的 DDN 接入 Internet 时广泛采用的协议。

以下为相关的路由器命令。

任务	命令
设置PPP封装	encapsulation ppp
启用ppp multilink	ppp multilink
设置主动认证方式	ppp authentication [pap/chap/ms-chap]
设置chap被动认证的主机名	ppp chap hostname [hostname]
设置pap被动认证	ppp pap sent-username [usename]password[password]
设置验证的用户名和密码	username [username] password [password]
设置为对端分配的IP地址	peer default ip address [a.b.c.d/pool]
设置回拨	ppp callback [accept/initiate/request]
设置IPCP的参数	ppp ipcp rfc-default
设置LCP的参数	ppp lcp [rfc-default/close/echo/listen/open]
查看IP地址池的情况	show ip local pool
查看ppp的状态	show ppp [multilink/queue/status/version]
跟踪调试ppp协议	debug ppp [authentication/cbcp/error/packet/ Multilink/negotiation/raw]
设置IP地址池	ip local pool [name/default]
关闭/打开某个端口	shutdown/no shutdown
显示端口状态	show interface [int type][slot num][port num]

1.1.2、Multilink PPP 多链路点对点协议（简称 MP）

MP 打破了 PPP 一次只能处理一个实际链接的局限，利用 MP，路由器和其它访问设备可以合并多条 PPP 链路到一个逻辑数据管道中；MP 协议是在平等连接中传输数据帧，始终保持数据包的次序；MP 协议在 ISDN 的（BRI 和 PRI）连接中使用。

BRI 拨号入网的个人用户接口，它提供 2*B（2*64Kbps，信号通道）+1*D（16Kbps，控制信号通道）的连接速率。供普通 ISDN 用户接入时用。

PRI ISDN 拨号入网的集团接口，在我国它可提供 30*B+1*D 的连接速率，称为 E1 标准，还有一种 T1 标准提供 23*B+1*D 信道。通常使用于局间连接或 Internet 接入商（或网络接入管理中心）。

1.1.3、HDLC（high leve data link control ）高级数据链路协议

ISO HDLC 协议由 IBM SDLC 协议演化而来的，它具有的主要特性是：一个运行于同步串行线路上的、面向比特（位流）的、零比特充填透明传输。采用此协议的效率比 PPP 协议要高，但它不提供纠错，属于数据链路层协议。

以下为相关的路由器命令。

任务	命令
设置HDLC封装	encapsulation hdlc
调试HDLC协议	debug hdlc [error/packet]
显示HDLC状态信息	show hdlc [queue/version]

1.1.4、X.25 广域网协议

X.25 协议主要包含有：

X.21 bis 协议，它是 X.25 中采用的物理层协议，它定义了物理介质的电气和机械特性，并激活或终止连接 DTE (Data Terminal Equipment，数据终端设备)或 DCE（Data Circuit-terminating Equipment，数据电路终端设备）的物理介质；

LAPB（Link access procedure balanced 链路访问平衡规程），它是数据链路层协议，负责管理 DTE 和 DCE 之间的通讯和数据包的组织过程，是面向比特的协议，用于保证数据帧能被正确地排序而不出错误，LAPB 的帧分为信息帧（I-帧）、监控帧（S-帧）和非数字帧（U-帧）；

数据包层协议（PLP），它是 X.25 中的网络层协议，它管理 DTE 设备在虚电路上的数据包交换。

X.25 协议用于分组交换网中。它对应于 OSI 模型的下三层（网络层、数据链路层、物理层）。它提供“面向连接服务”，具有逐段纠错与流量控制，其最大帧长为 256 字节，对于 IP 协议效率较低。

1.1.5、FR（frame relay ）帧中继

帧中继是一种高性能的广域网协议，它运行于 OSI 模型的物理层和数据链路层，是一种

数据包交换技术，也是 X.25 的简化版本。FR 比 DDN 费用便宜，比 X.25 速率要快。FR 提供的是“面向无连接服务”，支持确认重传和流量控制。目前，帧中继的转发速率范围为：56Kbps 至 45Mbps 。

需要指出的是，因为帧中继存在不同的标准，如：

ANSI -- ANSI（American National Standard Institute 美国国家标准研究局）授权的 TLSL 委员会提出的帧中继标准；

Q933a -- ITU-T(International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization sector 国际电信联盟电信标准分部，前身为 CCITT)提出的标准，在 80 年代中期，该组织把帧中继作为 ISDN 的一部分来开始研究；

Cisco 兼容 – 该标准是由 Cisco、DEC、NC 和 StrataCom 四家电信公司联合提出，也称为“Gang of Four”。

所以，在帧中继网络中，相连的路由器中所选择的帧中继的标准类型应该配置一致。否则，相联的路由器将不能正常工作。

1.2 认识路由器的模块和接口

1.2.1 路由器端口编号

路由器物理端口的编号按照<type><slot>/<port>的形式，类型与名称的对照表为：

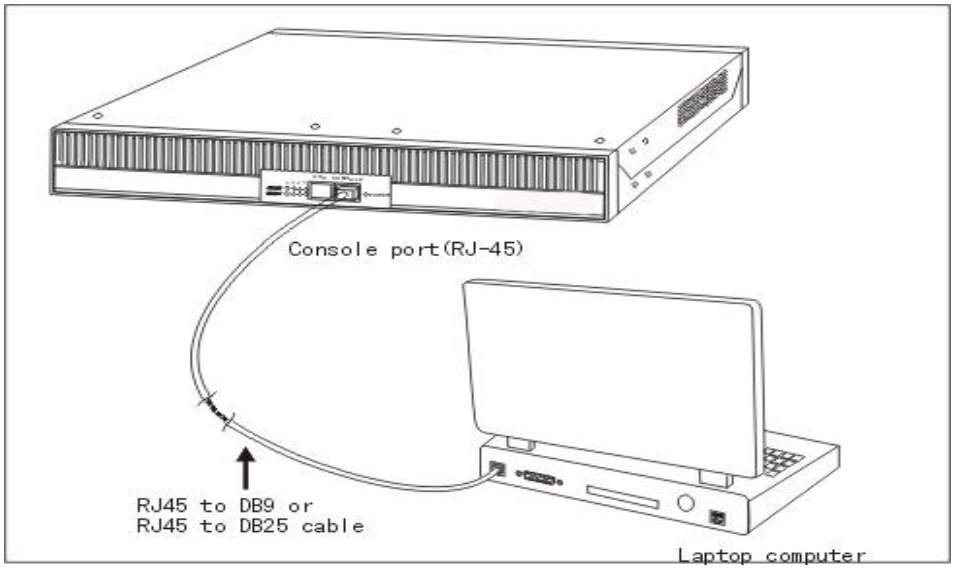
接口类型	type 名称	type 简称
串行口	Serial	s
同步口	Serial	s
异步口/Aux	Async	a
10M 以太网	Ethernet	e
100M 快速以太网	FastEthernet	f
ISDN BRI	BRI	b
E1(ISDN PRI)	Serial	s

slot 的值针对 WIC/VIC 扩展槽进行固定编号，横向从右至左，纵向从下至上。标配固定为 0，其它不论是 WIC 扩展槽还是 VIC 扩展槽依照上述次序从 1 开始编号。

port 的值一律从右至左依次从 0 开始编号。如果只存在一个端口，port 号为 0。

1.2.2 控制口——Console 口

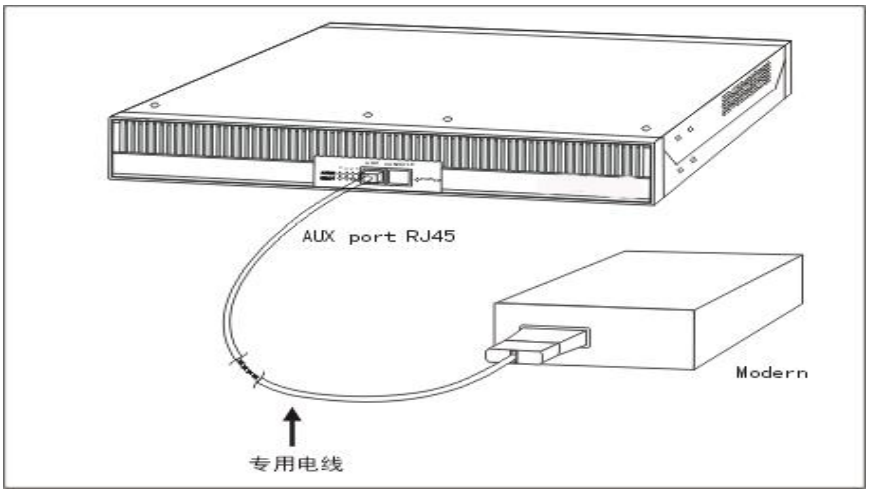
速率 300bps—115200bps，标准 RJ45 插头，无指示灯，奇偶校验可选，有流控。使用专用监控线缆将该端口引至终端，或者接至 PC 机串行口，并用终端仿真软件（如：Windows 的超级终端）即可对路由器进行配置、监控等操作。终端串行口通信路由器 Console 口和笔记本电脑连接示意图如下所示：



Console 口使用的 RJ-45 连接器如下图所示，RJ45 插头与 RJ45 插座相对应，其一端为 RJ45 八芯插头；另一端为 25 孔插头(DB25)和 9 孔插头(DB9)。RJ45 头插入路由器的 Console 口插座，DB25 和 DB9 端可根据终端串行口的需求两选一使用。

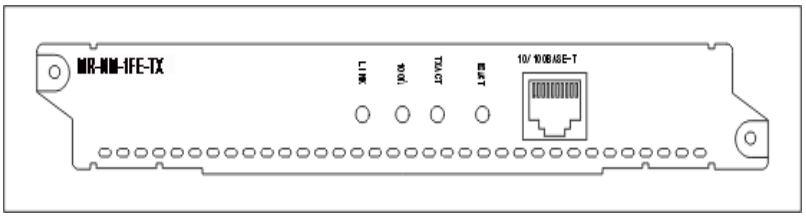
1.2.2 远程监控口——AUX 口

速率为 1200-57600bps，RJ45 接口，无指示灯，奇偶校验可选，有流控。AUX 口可直接接入各种异步终端，也支持通过 MODEM 远程监控、配置。AUX 口通信参数可设置如右：速率—9600bps、八位数据位、一位停止位、无奇偶校验位、硬件流控。RJ45 接口引脚编号顺序与 Console 口（监控口）相同。AUX 口和 MODEM 的连接如下图所示：



1.2.3 以太网模块

采用 RJ45 接口标准，以太网模块支持 10Mbps 和 100Mbps 速率，具有自适应功能。单口以太网模块如下图：

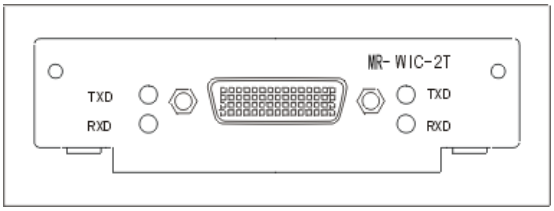


RJ45 引脚定义如下表：

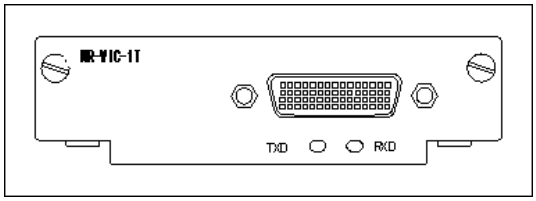
引脚编号	引 脚 名	英文名	简 注
1	发送数据正相端	TXD+	输出
2	发送数据倒相端	TXD-	输出
3	接收数据正相端	RXD+	输入
6	接收数据倒相端	RXD-	输入

1.2.4 同/异步串行网络接口卡

2 路同/异步串行网络接口卡：



1 路高速串行网络接口卡：



1、2 同/异步串行网络接口卡既可以作为 DTE 又可以作为 DCE 用，用户可以根据需要选择是作为 DTE 还是作为 DCE。1、2 同/异步串口卡的属性如下表所示：

接口属性	描述		
	同步		异步
接头	60 针 4 排高密度接插件 DB60		60 针 4 排高密 DB60
线缆	DB60 转 V28 线缆	DB60 转 V35 线缆	DB60 转 V28 线缆
接口标准	V．28	V．35	V．28
最大波特率（bps）	64K	2M	115．2K
支持协议	X.25、X.32、FR、HDLC、SLIP、PPP		PPP、SLIP

1.3 基本配置方式

1.3.1 命令模式

神州数码路由器命令行界面可分为多种模式。每种命令模式允许你在路由器上配置不同的组件，当前可用的命令取决于您所处的命令模式。输入问号（？）可以在每种命令模式下显示可用的命令列表。与交换机的命令行大致相似，下表列出了常用的命令模式：

命令模式	进入方式	界面提示符	退出方式
用户模式	登录	router>	用 exit 或 quit 命令
管理模式	在用户模式下输入 enter 或 enable 命令	router#	用 exit 或 quit 命令
全局配置模式	在管理模式下输入 config 命令	router_config#	用 exit 或 quit 或者 Ctrl-Z 命令直接退回到管理模式。
端口配置模式	在全局配置模式下，输入 interface 命令，例如 interface s0/0	router_config_s0/0#	用 exit 或 quit 或者 Ctrl-Z 命令直接退回到管理模式。

每种命令模式会限制您使用一定命令的子集。如果您在输入命令时遇到问题，检查界面提示符，并输入问号（？）来获得可用的命令列表。您可能会处在错误的命令模式或使用错误的语法。

在下例中，请注意界面提示符的变化所表示的新命令模式：

router> enter

Password: <enter password>
router# config
router_config# interface s0/0
router_config_s0/0# quit
router_config# quit
router#
撤销命令
如果您想撤销一个命令或恢复为缺省属性，可以在大多数命令前加关键字 no
例如，no ip routing
保存配置
您可能会需要保存配置变化，这样如果系统重启或掉电事故后就可以快速恢复原来的配置。您可以使用 write 命令在管理模式或者全局置模式下来保存配置。

1.3.2 接口配置介绍

在全局配置态中按照如下步骤进行接口配置：
1. 通过使用 interface 命令进入接口配置态开始配置接口，此时路由器提示变为“config_”加上欲配置接口简称。按照接口的编号来使用这些接口，编号在安装（出厂时）或接口卡被添加到系统中时被分配的。可以使用 show interface 命令来显示这些接口。设备支持的每个接口都提供各自的状态，如下面所示：
Router#show interface
Serial 0/0 is administratively down, line protocol is down
Hardware is SCC Mode=Sync,Speed=64000
DTR=UP,DSR=DOWN,RTS=DOWN,CTS=DOWN,DCD=DOWN
MTU 1500 bytes, BW 64 kbit, DLY 20000 usec
Encapsulation HDLC, loopback not set
Keepalive set(10 sec)
倘若对串行接口 1/0 进行配置，输入如下内容：
interface serial 1/0
此时路由器提示“config_s1/0”。
注意　没有必要在接口类型和接口编号之间添加空格。例如，上面一行中，serial1/0 或 serial 1/0 都可以被路由器接受。
2.在接口配置态下可以配置针对当前接口的接口配置命令。各种命令定义了将在接口上执行的协议和应用程序。这些命令将一直存在直到退出接口配置态或切换到另一个接口下。
3. 一旦接口被配置完毕，可通过使用后面“监控和维护接口”一节在表中所列出的 show 命令对接口状态进行测试。
注意　配置信道化 E1 接口需要另外的步骤。配置信道化 T1 或 E1 时，首先必须定义信道和组成信道的时隙。使用 controller E1 和 channel-group 配置命令；然后使用 interface serial 配置命令配置生成的串行接口。
子接口介绍：在单个物理接口上配置多个子接口，可使接口在网络上具有更强的适应性和连通性。子接口是允许单个物理接口支持多个逻辑接口或网段的一种设置。也就是说，几个逻辑接口或网段可通过单个硬件接口进行联系。如在单臂路由中用到子接口在多 VLAN 间路由。
配置接口公共属性

下面内容描述了可在任何类型的接口上执行的命令，从而配置接口的共同属性。可以配置的接口共同属性包括：添加描述、设置带宽、设置时延、调整最大分组包大小（MTU）大小 。

添加描述，添加有关接口的描述可帮助记忆附属于接口的内容。此描述仅是作为接口注释，用来帮助识别接口的用途，而不影响接口的任何功能。这一描述将出现在下面命令的输出中：show running-config 和 show interface。若想向任意接口添加一条描述，在接口配置态中使用下面命令。

description string 目的：向当前配置接口中添加描述

设置带宽，上层协议使用带宽信息来进行操作决策。在接口配置态中，使用如下命令为接口设置带宽：

bandwidth kilobps 目的： 为当前配置接口设置带宽

带宽设置仅仅是一个路由参数，它并不影响实际物理接口的通信速率。

设置时延，上层协议使用时延信息来进行操作决策。在接口配置态中，使用如下命令向接口设置时延：

delay tensofmicrosecond 目的：为当前配置接口设置时延

时延的设置仅仅是设置了一个信息参数；使用此配置命令并不能调整一个接口的实际时延。

调整最大分组包大小（MTU）大小

每个接口都有一个缺省的最大分组包大小或最大传输单元（MTU）大小。这个数值通常缺省为 1500 字节。在串行接口上，MTU 的大小随设置不同，但最小不能小于 68 字节。在接口配置态中，使用如下命令调整 MTU 大小：

mtu bytes 目的：为当前配置接口设置 MTU

监控和维护接口，使用如下命令：

show interface [type slot/port] 显示接口状态

show running-config 显示当前配置

show version 显示硬件配置、软件版本、配置文件的名称和源以及启动映像

初始化和删除接口

对于逻辑接口，可以由用户动态创建、动态删除。对于子接口和信道化接口也可以动态删除。对于不能动态删除的物理接口可以恢复接口的缺省设置。在全局配置态中，使用如下命令初始化和删除接口：no interface type slot/port 初始化物理接口或删除虚拟接口

关闭和重新启用接口

一个接口可被禁止使用，从而禁止使用在指定接口上的所有功能，并且在所有监控命令显示上将此接口标记为不可用接口。这一信息可以通过动态路由协议传送给其它路由器。在任何路由修改上都将不会涉及这个接口。在串行接口上，停用一个接口会导致 DTR 信号降低。

在接口配置态中使用如下命令来关闭接口，然后重新启动它：

shutdown 停用接口

no shutdown 重新启用接口

下面的示例描述了如何在一个串行接口上开始进行接口配置。它对串行接口 1/0 封装 PPP 协议。

interface serial 1/0

encapsulation ppp

接口描述示例

下面示例说明了如何添加有关接口的描述，此描述将出现在配置文件和接口命令显示

中。

interface ethernet 1/1
description First Ethernet in network 1
ip address 192.168.1.23 255.255.255.0
接口停用示例
下面例子停用在插槽 1 端口 1 中的以太网接口
interface ethernet 1/1
shutdown
下面例子重新启用接口
interface ethernet 1/1
no shutdown
下面例子停用一个 E1 通道
interface serial 1/3:23
shutdown

1.3.3 常用命令

路由器主要配置命令：

- async mode 设定异步端口的通讯模式。

命令形式 [no] async mode [interactive | dedicated]

参数：interactive 将该端口定义为命令交互端口。所有通过背靠背电缆或 modem 拨号连接到该端口的用户可对路由器进行配置（使之类似于 console 口）。

dedicated 将该端口定义为只能用于一般的链路层封装模式（如 PPP）。

例：将 s0/0 改为交互模式。这时 s0/0 端口对应于一条异步线路（Line），在这个端口下可进行其它设置。

router_conf_s0/0# physical-layer mode async
router_conf_s0/0# async mode interactive

- clock （时钟）使用 clock 命令配置链路同步方式。使用 No clock，设置链路默认使用接收线路同步信号。

命令形式：clock { external | internal }
no clock
参数： external 设置链路使用外部（线路）同步信号
internal 设置链路使用本地路由器内部（芯片）的同步信号

- encapsulation 接口配置命令，配置接口使用的封装协议。这个命令的 no 形式恢复缺省封装。

命令形式： encapsulation encapsulation-type

参数： encapsulation-type 封装协议类型，可以为这几种类型：frame-relay、hdlc、ppp、slip、x25

- interface 配置接口类型和进入接口配置态。

命令形式： Interface type interface-number
Interface type slot/port （用于带有非信道化 E1 的物理接口的路由器）

Interface serial slot/port:channel-group （用于带有非信道化 E1 的物理接口）

Interface serial slot/port.subinterface-number {multipoint|point-to-point} (用于配置子接口)

参数：

type 为以下几种接口类型；async（异步接口）；bri（ISDN 基本速率接口）；dialer（拨号接口）；ethernet（以太网口）；fastethernet（快速以太网口）；null（空接口）；serial（串行接口）。

interface-number 逻辑接口序号。

slot 插槽或插卡编号。

port 插槽或插卡端口编号。

channel-number 范围为 0-30 的 E1 信道组号，使用 channel-group 配置命令定义。

subinterface-number 范围为 1-32767 的子接口号。

munltipoint | point-to-point 指定点对多点或点对点子接口。

- write 写命令

当修改配置参数后，一定要用 write 命令将所作的修改保存起来。否则，当下一次重新开机后，所作的修改将全部失效。

命令形式： write

例： Router # write

- show 查看命令。

命令： show configure 查看路由器配置。

show interface s0/0 查看串行口 s0/0 接口的配置及运行情况。

- 访问控制列表

ip access-list 为了控制访问一个接口，使用此接口配置命令

ip access-list { standard | extended } access-list-name 配置访问列表

no ip access-list {standard|extended} access-list-name 取消访问控制列表

参数：access-list-name 访问表名。最长为 20 字符字符串。

standard 指定为标准访问列表。

extended 指定为扩展访问列表。

permit 配置允许规则。一般形式为：

permit [protocol] 源网络 子网掩码 目的网络 子网掩码

deny 配置禁止规则。一般形式为：

deny [protocol] 源网络 子网掩码 目的网络 子网掩码

any 表示任何网络

- shutdown 关闭命令

例：关闭串口 s0/0 ： interface s0/0

shutdown

重新启用 s0/0 ： no shutdown

另外，还需掌握 help 和问号“？”的使用。Help+命令，就可以查到相关命令的形式、参数以及其作用等等(例如：help clock)；“？”是当命令记不全时（包括表达命令的单词、参数等）的求助符，在输入的不完整的命令后面加上“？”，系统则会给予相应提示；如果只是输入一个问号“？”，系统则会将路由器当前状态下的所有命令列出来。

1.3.4 常用工具

1、 show 工具：提供给用户的基本信息。如 show vlan 、show mac、show ip route 等。

2、 debug 工具：调试工具，是交换机或路由器提供给用户的除错的工具，我们可利用它来观察各种协议的工作过程，在机器内的处理过程。但是不要滥用，它会加大机器的处理负担，可用 no debug all 取消所有的调试信息。

3、 ethereal 工具：与 sniffer 相似，用来观察网络中传输的数据包。

1.4 路由协议配置

1.4.1 静态路由

静态路由是由用户手工配置的路由，数据包在源和目的地地址之间根据指定的路径进行传输。在网络拓扑结构比较简单的网络环境中使用普遍。但对于大型网络或多变的网络来说，用手工配置路由，就力不从心了，需要动态的路由协议来维护路由表信息。相关命令如下：

任务	命令
添加静态路由	ip route [destination network][network mask] [gateway /interface][metic]
删除静态路由	no ip route [destination network][network mask][gateway/interface] [metic]
添加缺省静态路由	ip route default [gateway /interface]
删除缺省静态路由	no ip route default [gateway /interface]

1.4.2 RIP 路由协议

RIP 协议是选路信息协议(routing information protocol)的缩写，是最古老的基于距离向量算法 D-V(distance vector algorithm)的动态路由协议，是一个内部网关协议 IGP(interior gateway protocol)。该协议的基本思想：运行 RIP 协议的路由器把与之相邻的路由器发过来的路由信息与自己的路由信息比较，利用距离向量算法，得出自己的路由信息表。RIP 提供一种叫做跳数 hop 的尺度来衡量不同的路由距离，跳数是在一条路由上经过的路由器数，直接连接网络的跳数为 0，而最大（不可达网络）的跳数是 16。RIP 协议报文是封装在 UDP 数据报，RIP 协议报文常用的 UDP 端口号是 520，每隔 30 秒发送一次。

RIP 协议运行过程

。初始化：路由器启动时，从与之直接相连的网络地址中推导出初始路由。

。请求发送：路由器在每一个接口上发送请求报文，要求得到其他路由器的完整路由表。此请求报文的命令字段为 1，地址系列字段为 0，度量值为 16。

。接收到请求：根据请求发送自己的路由表。

。接收到响应：接收到响应后，根据 V-D 算法，更新路由表。

。触发更新：每当路由表发生变化时，就向其它路由器广播发生变化的路由信息。

。定期选路更新：每过 30 秒，路由器就会把它的完整路由表发送给相邻的路由器。

由于这些过程是交互的，且路由信息建立在第二手信息上的，容易形成环路路。这就是所谓的慢收敛问题。RIP 协议一般采用水平分割(split horizon)和毒性逆转法(poison reverse)来处理。

每条路由都有与之相关定时器。如发现某条路由在 3 分钟内未更新，则将该路由的度量值设置为无穷大(16)，并标注为删除。再过 60 秒，将从本地路由表中删除该路由，以保证该路由的失效已被传播开。

RIP 协议分为两个版本 RIPv1 和 RIPv2，RIPv2 提供一些其他的功能。RIPv2 与 RIPv1 的不同点：RIPv2 支持子网掩码，支持简单认证机制。RIPv2 除了支持广播，还支持多播。

任务	命令
打开rip协议	router rip
设定加入RIP的网络号	network [network number] [network mask]
指定RIP的网络邻居	neighbor [network address]
设置RIP协议的版本号	version [1/2]
设置路由转发	redistribute [bgp/DEIGRP/rip/ospf/static/connect]
指定端口的接受和发送类型	ip rip [receiver/send] verison [1/2]
打开或关闭summary选项	auto-summary/no auto-summary
指定RIP的认证	ip rip authentication [message-digest/simple]
配置接口使用md5认证	ip rip message-digest-key [key-ID] md5 [key]
配置接口使用明文认证	Ip rip password [string]
设置被动接收	ip rip passive
打开水平分割	ip rip split-horizon
设置路由协议定时器	timers [holddown/expire]

1.4.3 OSPF 路由协议

OSPF协议是开放式最短路优先协议(open shortest path first)的缩写，是一种基于链路状态的动态路由协议。OSPF协议是一个内部网关协议IGP(interior gateway protocol)。该协议的基本思想：在自治系统中每一台运行OSPF的路由器收集各自的接口及邻接信息称为链路状态(link state)，通过Flooding洪泛过程在整个自治系统广播自己的链路状态，使得整个自治系统维护一个同步的链路状态数据库，根据这一数据库，路由器用dijkstra算法计算出以自己为根，其它网络接点为叶的一根最短路径树，从而计算出自己到系统内部其它接点的最佳路由。

OSPF 协议支持变长子网掩码 VLSM，占用网络带宽少，会聚时间快，比较适合大中型网络。OSPF 协议还有一个特点，支持 TOS（Type Of Service），能为不同的服务，计算出不同的路由。

1、常用术语

。自治系统 AS(autonomy system)：一群路由器通过相同的路由协议来交换路由协议。

。区域(area)：自治系统内划分的单元，一个自治系统内可划分多个区域。每个区域运行独立的链路状态路由算法，有各自链路状态拓扑数据库。

。STUB 区域(stub area)：只有一个接口和外面相连的区域。STUB 区域不能接受自治系统外的路由信息。

。骨干区域(backbone area)：所有区域边界路由器和它们的路由组成的区域。

。区域 ID(area ID)：自治系统内区域的 32 位标识。例如：0.0.0.67。骨干区域的 ID 号为：0.0.0.0。

。路由器的 ID(router ID)：运行 OSPF 的路由器的 32 位标识，在一个自治系统内是唯一的。一般选用最小的接口 IP 地址作为 router ID。

。广播网：支持多个（两个以上）路由器的网络。广播网上的邻接的路由器都能被 OSPF

的 HELLO 协议动态的发现。以太网就是一个例子。

。非广播网：网络支持多个（两个以上）路由器。但没广播能力。邻接的路由器也是通过 HELLO 协议来维持，但没有广播能力的一些邻接路由器需要靠配置来发现。X.25 就是一个例子。OSPF 可以在两种非广播网中运行，一种是非广播网多重访问，它类似于 OSPF 在广播网上的操作。一种是点对多点，可看作多个点到点的集合。

。邻居路由器(neighboring router)：两台路由器有接口连接共同的网络，在多路访问网络中，邻居路由器可以被 HELLO 协议动态发现。

。邻接(adjacency)：为交换路由信息而在邻居间建立的的关系。不是每对邻居都能成为邻接。

。Hello 协议：OSPF 协议中的一种，用于建立和维护邻居关系。

。链路状态传送 LSA(link state advertisement)：描述本地路由器和网络的数据单元。它包括接口状态和邻接信息。它会传送到整个路由领域，所有的链路状态传送构成整个链路状态数据库(link state database)。

。自治系统外部路由(AS external route)：系统边界路由器得到的非 OSPF 路由信息。此路由信息不能 flooding 到 STUB 区域。

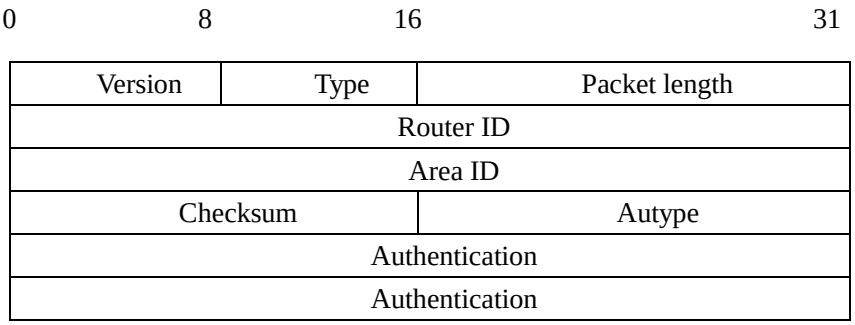
。指定路由器 DR(designated router)：在每个至少包含两个路由器的多路访问网络中有一个指定路由器。指定路由器由 HELLO 协议协商产生，它负责产生关于此网络的链路状态通知 LSA 和其它相应的管理，指定路由器可以减少本网络中的邻接数目，减小链路状态数据库。还可减小网络中的通信流量。

。备用指定路由器 BDR(backup designated router)：指定路由器的备份。

2、OSPF 的帧结构

OSPF 协议直接使用 IP，它并不使用 UDP 或 TCP。对于 IP 首部的 protocol 字段，OSPF 使用它自己的值 0x59。OSPF 协议自己并不分段，依靠 IP 层的分段。

每个 OSPF 帧包含 24 byte 的帧头，如下：



其中： Type：OSPF 中共有五种类型。

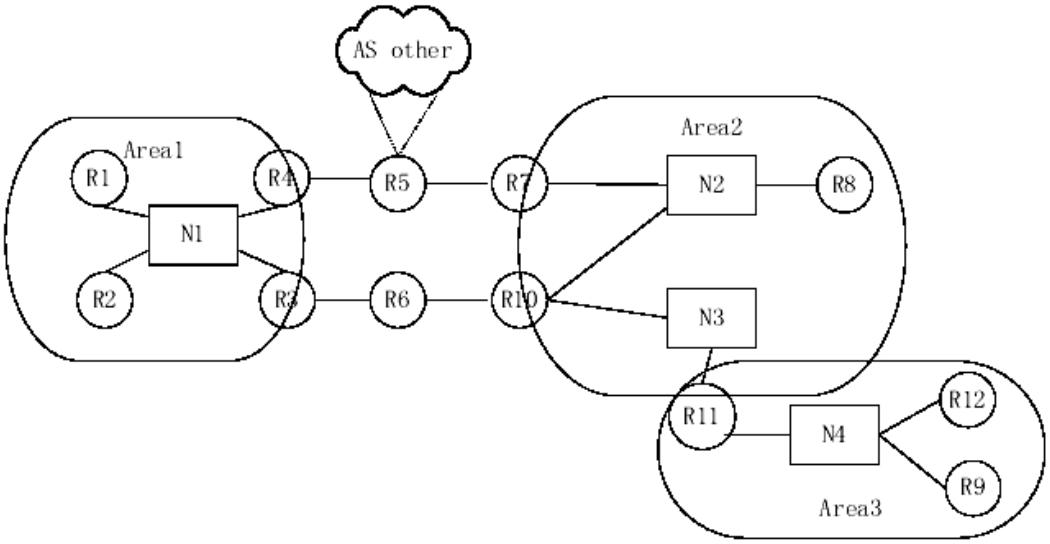
Type	Description
1	Hello
2	Database Description（DD）
3	Link State Request（LSR）
4	Link State Update（LSU）
5	Link State Acknowledgment（LSA）

Autype：OSPF 中的验证类型。

AuType	Description

0	No authentication
1	Simple password
2	Cryptographic authentication
All others	Reserved for assignment by the IANA (iana@ISI.EDU)

3、自治系统的典型划分



Rxx 代表路由器，N*代表网络。

R1，R2，R3，R4，N1 组成区域 1，R3，R4 是区域边界路由器（ABR）。

R7，R8，R10，N2，N3 组成区域 2，R7，R10，R11 是区域边界路由器（ABR）。

R9，R11，R12，N4 组成区域 3，R11 是区域边界路由器（ABR）。

Area1,area2,area3,和 R5，R6 组成一个自治系统(autonomous system),R5 是系统边界路由器（ASBR）。

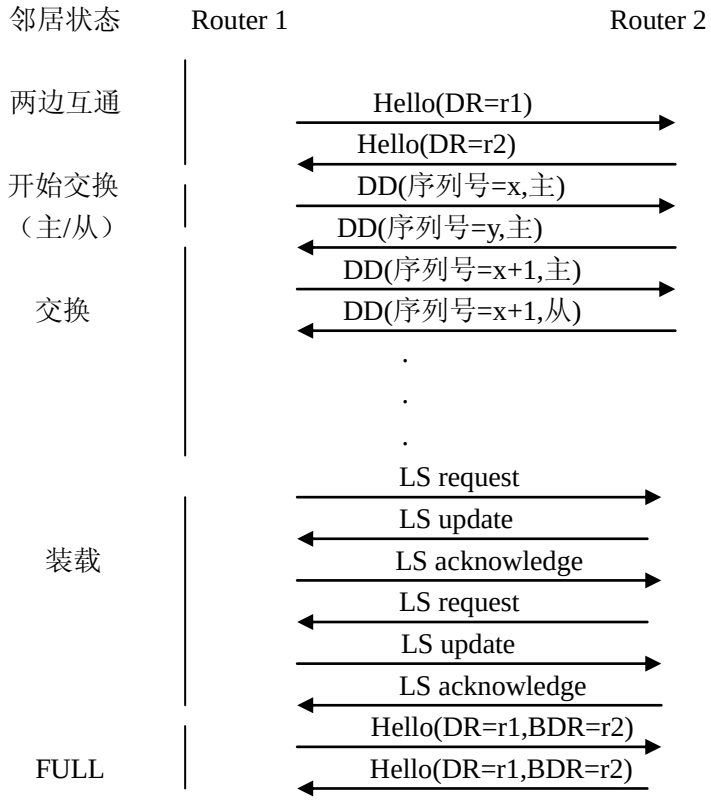
所有区域边界路由器 R3，R4，R7，R10，R11 和 R5，R6 组成骨干区域(backbone area)

4、 链路交换过程

先简单介绍链路状态 LS（link state advertisement）。LS 一般在 DD、LSR、LSU 包中描述具体的链路信息。LS 有五种类型。

LS 类型	名称	描述
1	路由链路(router link)	路由器产生，描述路由器到区域的接口状态。在本区域内 flooding。
2	网络链路(net link)	指定路由器产生，描述本网络中连接的路由器。在本区域内 flooding。
3	网络链路汇总 (net link summary)	区域边界路由器产生，描述到其它区域的网络路由。在本区域内 flooding。
4	边界路由汇总 (boundary link summary)	区域边界路由器产生，描述到自治系统边界路由器的路由。在本区域内 flooding。
5	外部路由 (AS external link)	自治系统边界路由器产生，描述到其它自治系统的路由。在整个自治系统内 flooding。

OSPF 中心思想是在每个区域内运行一个 OSPF 副本，area 内部的信息可以逐渐达到同步。通过向接口发送 HELLO 报文，确定邻节点的存在，在邻节点之间传送链路状态信息，每个节点的链路状态数据库就逐渐包含了整个区域的的信息，并且本区域每个节点的链路状态数据库相同的。由于 HELLO 报文和链路状态信息是定期发送的，所以整个区域的链路状态数据库是动态同步的。具体步骤如下：



其中:先发送 HELLO 包，发现邻居，协商 DR。然后发送 DD（database descriptor 数据库描述）包，先进行主、从关系的协商（避免 DD 包无序发送），然后才发送路由信息的 DD 包。接收到 DD 包后，与自己的数据库比较，如发现对方数据库中有自己需要的数据，则发送 LSR 包，请求对方发送数据。对方根据要求马上发送 LSU 包。接受到 LSU 后，更新链路状态数据库，并发送 LSA 确认。这样达到链路状态数据库的同步和更新。

邻居状态根据交换过程从 Dead—> Init—> 2-WAY—> ExStart —> Exchange—> Loading—> Full 变换。

各个路由器根据得到的链路状态数据库，算出自己的路由表。

5、 OSPF 的验证方式

为了保证 OSPF 协议的稳健性和保密性，本 OSPF 协议支持简单密码认证和 MD5 认证。

6、相关命令

任务	命令
打开OSPF协议	router ospf [Process ID]
设置端口的网络区域ID	network [Network number][network mask] area [area number]
设置ospf发送包的权值	ip ospf cost [cost]
设置ospf接口的简单认证的口令	ip ospf authentication-key [key]
设置ospf接口的MD5认证的口令	ip ospf message-digest-key [key-id] md5 [key]
设置ospf认证的方式和区域号	area [area-id] authentication [simple/message-digest]
设置hello间隔	ip ospf hello-interval <1-65535>
设置dead时间	ip ospf dead-interval <1-65535>
设置cost值	ip ospf cost <1-65535>
设置端口的OSPF类型	ip ospf network [broadcast /non-broadcast /point-to-point/point-to-multipoint]
设置接口被动接收方式	ip ospf passive
设置转发	redistribute [rip/ospf/bgp/deigrp/connect/static]
设置邻居	neighbor [ip address]
设置域内路由的汇总	area [area-id] range [address] [mask]
设置路由转发的汇总	summary-address prefix mask [not advertise]
设置ospf路由优先级	ip ospf priority <0-255>

2、课堂实验

2.1 实验八 路由器 PPP 串行连接实验

1、实验目的

- 掌握路由器工作原理。
- 了解串口工作原理（DTE、DCE）。
- 了解点对点 PPP 协议的工作原理。
- 学习路由器串行口 PPP 连接配置。

2、实验内容

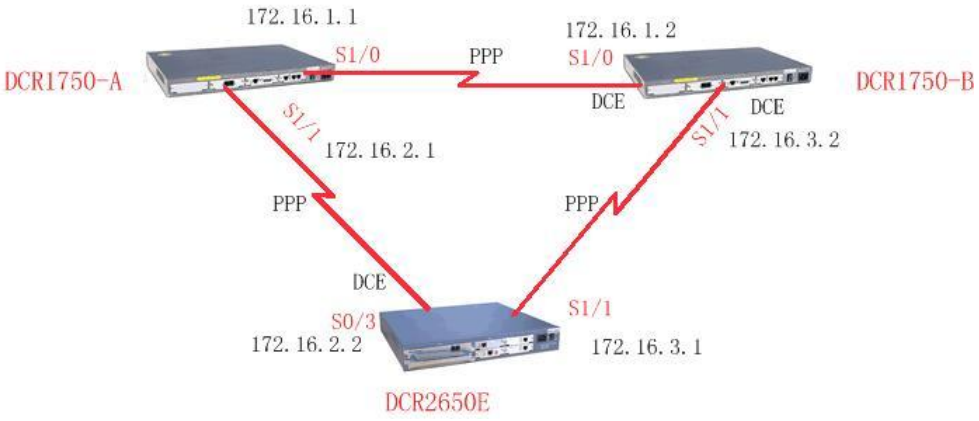
两台 DCR1750、一台 DCR2650E 通过串行连接线连接起来。在每个连接端口封装 PPP 协议，配置 IP 地址，相互连通。

3、实验要求

- 观察路由器的外形及基本配置端口。
- 连线并配置 PPP 协议。
- 分析了解 PPP 协议工作过程。
- 在实验报告中，记录配置文件（show run）和接口状态（show interface）。

4、实验环境拓扑描述

广域网实验



5、实验步骤

1、DCR1750A 的配置

Router#

Router# config t

Router_config#hostname dcr1750a　　－－－－－设置路由器名字（提示符）

dcr1750a_config#int s1/0

dcr1750a_config_s1/0#ip add 172.16.1.1 255.255.255.0 －－－－－设置地址

dcr1750a_config_s1/0#enc ppp　－－－－－ 封装 ppp 协议，缺省为同步 PPP

dcr1750a_config_s1/0#no shut　－－－－－开启本接口

dcr1750a_config_s1/0#int s1/1

dcr1750a_config_s1/1#ip add 172.16.2.1 255.255.255.0
dcr1750a_config_s1/1#enc ppp
dcr1750a_config_s1/1#no shut
dcr1750a#wr　－－－－－保存配置
Saving current configuration...#
　enter
OK!

2、DCR1750B 的配置

Router_config#hostname dcr1750b
dcr1750b_config#int s1/0
dcr1750b_config_s1/0#ip add 172.16.1.2 255.255.255.0
dcr1750b_config_s1/0#enc ppp
dcr1750b_config_s1/0#ph sp 9600 －－－－－设置时钟，此为同步 PPP，时钟由 DCE 提供
dcr1750b_config_s1/0#no shut
dcr1750b_config_s1/0#int s1/1
dcr1750b_config_s1/0#ip add 172.16.3.2 255.255.255.0
dcr1750b_config_s1/0#enc ppp
dcr1750b_config_s1/0#ph sp 9600
dcr1750b_config_s1/0#no shut
dcr1750b#wr
Saving current configuration...#
　enter

3、DCR2650E 的配置

Router#config t
Router_config#hostname dcr2650e
dcr2650e_config#int s0/3
dcr2650e_config_s0/3#ip add 172.16.2.2 255.255.255.0 1
dcr2650e_config_s0/3#enc ppp
dcr2650e_config_s0/3# ph sp 9600
dcr2650e_config_s0/3#no shut
dcr2650e_config#int s1/1
dcr2650e_config_s1/1#ip add 172.16.3.1 255.255.255.0
dcr2650e_config_s1/1#enc ppp
dcr2650e_config_s1/1#no shut
dcr2650e_config_s1/1#exit
dcr2650e_config#exit
dcr2650e#wr
Saving current configuration...
OK!

实验结果

#sh run
A
no ip directed-broadcast
!

```
interface Serial1/0
 ip address 172.16.1.1 255.255.255.0
 no ip directed-broadcast
 encapsulation ppp
!
interface Serial1/1
 ip address 172.16.2.1 255.255.255.0
 no ip directed-broadcast
 encapsulation ppp
!
interface Async0/0
 no ip address
 no ip directed-broadcast
!
```

B

```
Current configuration
!version 1.3.1
!
hostname dcr1750b
interface Serial1/0
 ip address 172.16.1.2 255.255.255.0
 no ip directed-broadcast
 encapsulation ppp
 physical-layer speed 9600
!
interface Serial1/1
 ip address 172.16.3.2 255.255.255.0
 no ip directed-broadcast
 encapsulation ppp
 physical-layer speed 9600
!
interface Async0/0
 no ip address
 no ip directed-broadcast
!
```

6、验证并观察现象：

- show interface x/x 观察每个端口的配置及运行状态。
- debug ip ppp packet 和 shut、no shut 观察 PPP 协议的运行过程。
- show ip route 观察路由器的路由变更状况。
- Ping 观察路由器是否连接正确。

7、思考题

- DTE 和 DCE 是否可互换？
- 是否可以把同步 PPP 改为异步 PPP？怎么设置？
- 怎么把链路设置为 HDLC 或 Frame-Relay？

2.2 实验九 RIP 路由协议的配置

1、实验目的

- 掌握路由器工作原理。
- 进一步了解点对点 PPP 协议的工作原理。
- 了解路由协议 RIP 的工作原理。
- 学习路由器串行口 PPP 连接配置。
- 学习路由器 RIP 路由协议的配置

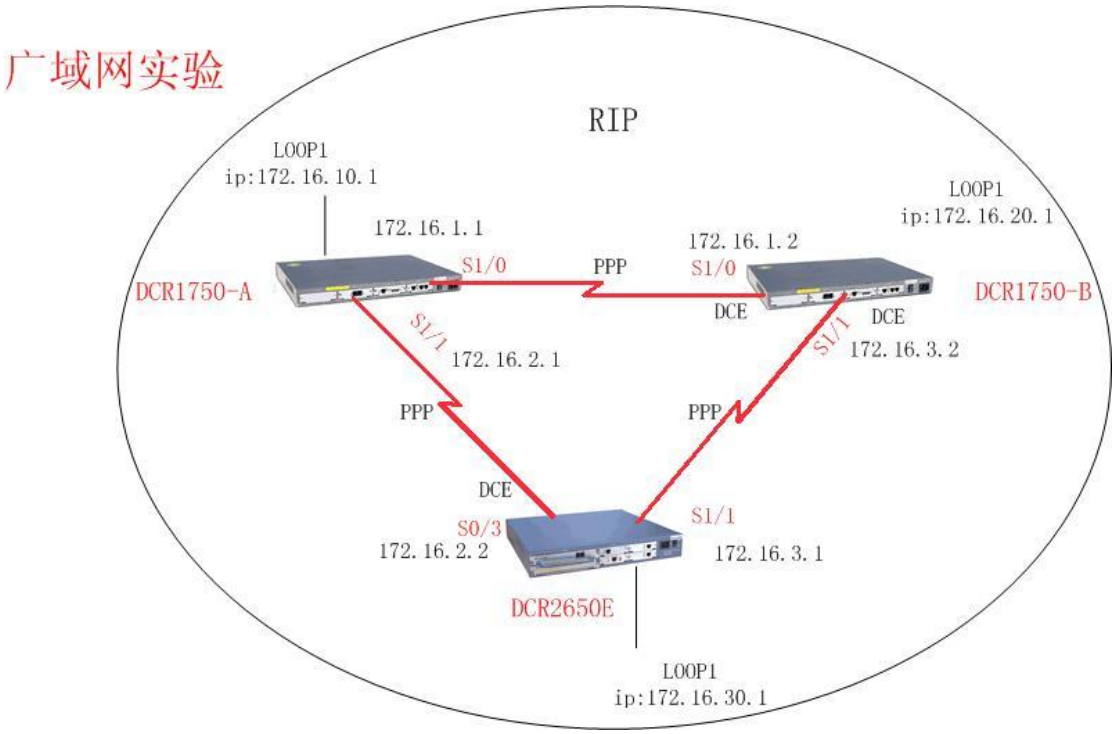
2、实验内容

两台 DCR1750、一台 DCR2650E、连接线若干。分别给各个路由器命名，串行口封装 PPP 协议，配置 IP 地址，并做一个回环端口 LOOP（用来测试路由）。给各个路由器配置动态路由 RIP 协议，使每个路由器得到所有的路由信息，并观察路由表的变化。

3、实验要求

- 按图，连接各个路由器，配置 PPP 协议，设置 IP，并连通。
- 在各个路由器上，开启回环端口 LOOP，并配置 IP 地址。
- 在启动动态路由 RIP 前，观察各个路由器的路由状况。
- 启动 RIP 后，观察各个路由器的路由表的变化，看各个路由器是否得到图中所有的路由信息。
- 在实验报告中，记录开启动态路由协议前后的路由表。

4、实验环境拓扑描述



5、实验步骤

首先按图配置好各个路由器 PPP 协议，并连通，可参考上个试验。以下为后续的配置。

1、 DCR1750A 的配置

dcr1750b_confi#int loop0

dcr1750b_config_l0#ip add 172.16.10.1 255.255.255.0

dcr1750b_config_l0#exit

dcr1750b_confi#router rip　－－－－－缺省为 RIP v1

network 172.16.10.0 255.255.255.0　－－－－－添加 172.168.10.0 网络段到路由协议中，使在此网络的路由器接口运行动态路由协议。

network 172.16.1.0 255.255.255.0

network 172.16.2.0 255.255.255.0

2、 DCR1750B 的配置

dcr1750b_confi#int loop0

dcr1750b_config_l0#ip add 172.16.20.1 255.255.255.0

dcr1750b_config_l0#exit

dcr1750b_confi#router rip

dcr1750b_confi#network 172.16.20.0 255.255.255.0

dcr1750b_confi#network 172.16.3.0 255.255.255.0

dcr1750b_confi#network 172.16.1.0 255.255.255.0

3、 DCR2650E 的配置

dcr1750b_confi#int loop0

dcr1750b_config_l0#ip add 172.16.30.1 255.255.255.0

dcr1750b_config_l0#exit

dcr1750b_confi#router rip

dcr1750b_confi#network 172.16.30.0 255.255.255.0

dcr1750b_confi#network 172.16.3.0 255.255.255.0

dcr1750b_confi#network 172.16.2.0 255.255.255.0

6、实验结果及验证

- dcr1750a#sh ip route

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP

D - DEIGRP, DEX - external DEIGRP, O - OSPF, OIA - OSPF inter area

ON1 - OSPF NSSA external type 1, ON2 - OSPF NSSA external type 2

OE1 - OSPF external type 1, OE2 - OSPF external type 2

C　172.16.1.0/24　is directly connected,　Serial1/0

C　172.16.1.2/32　is directly connected,　Serial1/0

C　172.16.2.0/24　is directly connected,　Serial1/1

C　172.16.2.2/32　is directly connected,　Serial1/1

R　172.16.3.0/24　[120,1] via 172.16.1.2(on　Serial1/0)

C　172.16.10.0/24　is directly connected,　Loopback0

R　172.16.20.0/24　[120,1] via 172.16.1.2(on　Serial1/0)

R　172.16.50.0/24　[120,1] via 172.16.2.2(on　Serial1/1)

看是否可到所有的路由信息。

- ？ debug ip rip 观察 RIP 协议的工作过程。
- 在各个路由器上 ping 非本地端口。
- 用 tracert 来观测路由的走向。

7、思考题

- RIP v1 与 v2 有什么区别？

2.3 实验十 OSPF 路由协议的配置

1、实验目的

- 掌握路由器工作原理。
- 进一步了解点对点 PPP 协议的工作原理。
- 了解路由协议 OSPF 的工作原理。
- 学习路由器串行口 PPP 连接配置。
- 学习路由器 OSPF 路由协议的配置

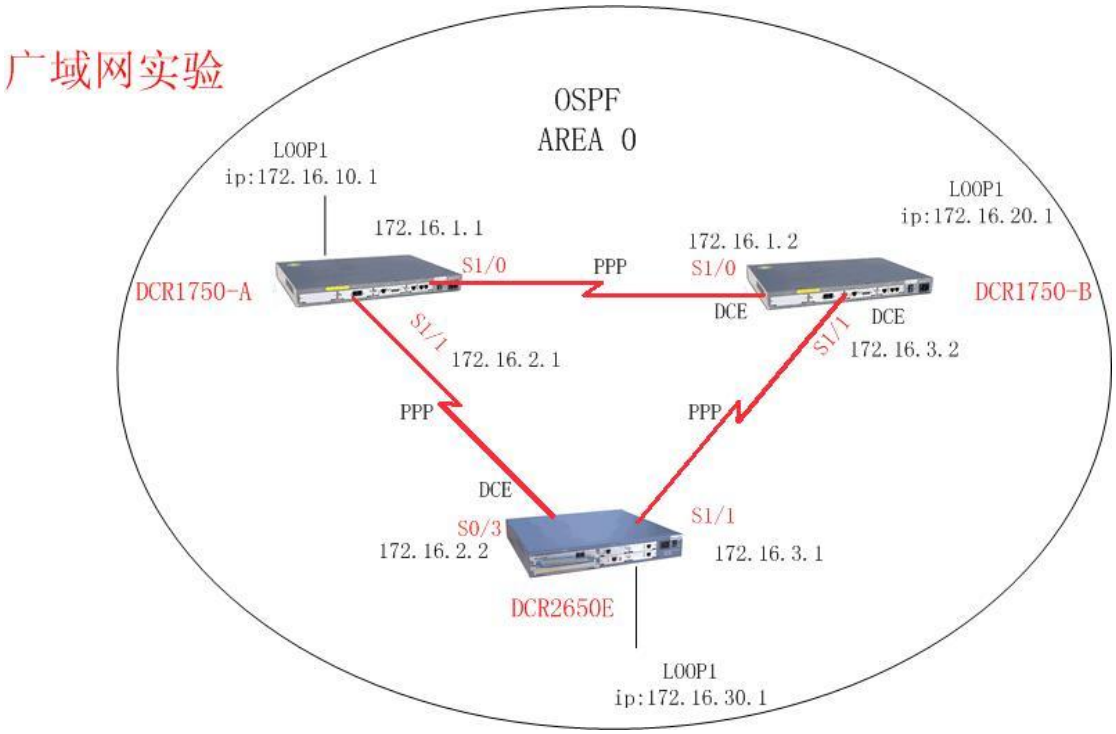
2、实验内容

两台 DCR1750、一台 DCR2650E、连接线若干。分别给各个路由器命名，串行口封装 PPP 协议，配置 IP 地址，并做一个回环端口 LOOP（用来测试路由）。给各个路由器配置动态路由 OSPF 协议，使每个路由器得到所有的路由信息，并观察路由表的变化。

实验要求

- 按图，连接各个路由器，配置 PPP 协议，设置 IP，并连通。
- 在各个路由器上，开启回环端口 LOOP，并配置 IP 地址。
- 在启动动态路由 OSPF 前，观察各个路由器的路由状况。
- 启动 OSPF 后，观察各个路由器的路由表的变化，看各个路由器是否得到图中所有的路由信息。
- 在实验报告中，记录开启动态路由协议前后的路由表和 OSPF 数据库、邻居。

3、实验环境拓扑描述



4、实验步骤

首先按图配置好各个路由器 PPP 协议和回环端口，并连通，可参考上个试验。以下为后续的配置。

1、 DCR1750A 的配置

dcr1750b#

dcr1750a#config t

dcr1750a_config#no router rip
dcr1750a_config#router ospf 1
dcr1750a_config_ospf_1#net 172.16.1.0 255.255.255.0 area 0　－－－添加 172.168.1.0 网络段到 OSPF 协议的骨干区域 0，使在此网络的路由器接口运行动态路由协议。
dcr1750a_config_ospf_1#net 172.16.2.0 255.255.255.0 area 0
dcr1750a_config_ospf_1#net 172.16.10.0 255.255.255.0 area 0

2、 DCR1750B 的配置

dcr1750b#config t
dcr1750b_config#no router rip
dcr1750b_config#router ospf 1
dcr1750b_config_ospf_1#net 172.16.1.0 255.255.255.0 area 0
dcr1750b_config_ospf_1#net 172.16.3.0 255.255.255.0 area 0
dcr1750b_config_ospf_1#net 172.16.20.0 255.255.255.0 area 0
dcr1750b_config_ospf_1#end

3、 CR2650E 的配置

dcr2650e#config t
dcr2650e_config#no router rip
dcr2650e_config#router ospf 1
dcr2650e_config_ospf_1#net 172.16.2.0 255.255.255.0 area 0
dcr2650e_config_ospf_1#net 172.16.3.0 255.255.255.0 area 0
dcr2650e_config_ospf_1#net 172.16.30.0 255.255.255.0 area 0

实验配置

dcr2650e#sh run

```
  Building configuration...
!
interface Asyn

Current configuration:no ip address
!
!version 1.3.1Qed-broadcast
service timestamps log date
service timestamps debug date
no service password-encryption
!
hostname dcr2650e
!
interface Loopback0
  ip address 172.16.30.1 255.255.255.0
  no ip directed-broadcast
!
interface FastEthernet0/0
  no ip address
  no ip directed-broadcast
!
```

```
interface FastEthernet0/1
 no ip address
 no ip directed-broadcast
!
interface Serial0/2
 no ip address
 no ip directed-broadcast
!
interface Serial0/3
 physical-layer speed 9600
!
interface Serial1/0
 no ip address
 no ip directed-broadcast
!
interface Serial1/1
 ip address 172.16.3.1 255.255.255.0
 no ip directed-broadcast
 encapsulation ppp
!
interface Async0/0
 no ip address
 no ip directed-broadcast
!
router ospf 1
 network 172.16.2.0 255.255.255.0 area 0
 network 172.16.3.0 255.255.255.0 area 0
 network 172.16.30.0 255.255.255.0 area 0
!
gateway-cfg
 Gateway keepAlive 60
 shutdown
!
ivr-cfg
!
```

dcr2650e#sh ip route

```
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP
       D - DEIGRP, DEX - external DEIGRP, O - OSPF, OIA - OSPF inter area
       ON1 - OSPF NSSA external type 1, ON2 - OSPF NSSA external type 2
       OE1 - OSPF external type 1, OE2 - OSPF external type 2

O     172.16.1.1/32       [110,3200] via 172.16.3.2(on   Serial1/1)
O     172.16.1.2/32       [110,3200] via 172.16.2.1(on   Serial0/3)
C     172.16.2.0/24       is directly connected,   Serial0/3
```

C 172.16.2.1/32 is directly connected, Serial0/3
C 172.16.3.0/24 is directly connected, Serial1/1
C 172.16.3.2/32 is directly connected, Serial1/1
O 172.16.10.1/32 [110,1601] via 172.16.2.1(on Serial0/3)
O 172.16.20.1/32 [110,1601] via 172.16.3.2(on Serial1/1)
C 172.16.30.0/24 is directly connected, Loopback0

6、实验结果及验证

- sh ip route 看是否可到所有的路由信息。
- ？debug ip OSPF 观察 OSPF 协议的工作过程。
- 在各个路由器上 ping 非本地端口。
- 用 tracert 来观测路由的走向。
- show ip ospf database 观察 OSPF 数据库。
- show ip ospf link 观察 OSPF 数据库中的链路状况。
- show ip ospf nei 观察 OSPF 邻居。
- 通过捕包软件，观察组播包。

7、思考题

- net 172.16.1.0 255.255.255.0 area 0 配置语句的工作过程？是否可以配置到 area 1？
- 在以太网口，为什么 OSPF 有的时候发组播包，有的时候发单播包，它们分别在什么时候发送？

2.4 实验十一 路由器单臂路由实验

1、 **实验目的**

- 掌握路由器工作原理。
- 掌握单臂路由的工作原理和引入目的。
- 掌握 VLAN 的工作原理。
- 学习路由器子接口在 VLAN 间的路由功能。

2、实验内容

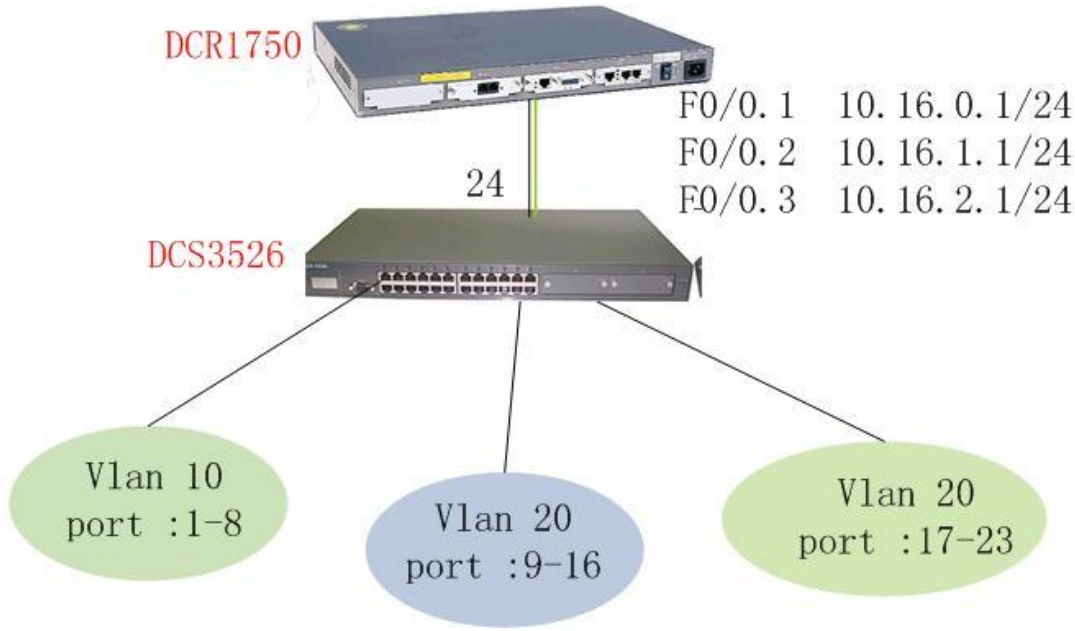
一台 DCS3526、一台 DCR1750，给 DCS3526 划三个 VLAN，VLAN10、VLAN20、VLAN30，再做一个 TRUNK 口接路由器 DCR1750 的以太网口，并给该以太网口划分三个子接口，配置 IP 地址，确保不同 VLAN 间可以路由通信。

3、实验要求

- 在为作单臂路由前，各 VLAN 间不能通信。
- 配置完成后，要求各 VLAN 之间能通信（通过路由）。
- 在实验报告中，记录路由器的路由表。

4、实验环境拓扑描述

单臂路由实验



5、实验步骤

DCS3526 的配置

switch#config

switch(Config)#

switch(Config)#prompt dcs3526-a（hostname dcs3526-a）

dcs3526-a(Config)#int admin vlan（int vlan 1）

dcs3526-a(Config-AdminVlan)#ip add 172.16.10.251 255.255.255.0

dcs3526-a(Config-AdminVlan)#no shutdown

dcs3526-a(Config-AdminVlan)#exit

dcs3526-a(Config)#vlan 10

dcs3526-a(Config-Vlan10)#switchport int ethernet 1-8

dcs3526-a(Config-Vlan10)#exit

dcs3526-a(Config)#vlan 20

dcs3526-a(Config-Vlan20)#switchport int eth 9-16

dcs3526-a(Config-Vlan20)#exit

dcs3526-a(Config-Vlan30)#switchport int eth 17-23

dcs3526-a(Config-Vlan30)#exit

dcs3526-a(Config)#int e24

dcs3526-a(Config-if<Ethernet24>)#switch mode trunk

注意：配置命令给出的是在 DCS3526，（）包含的是交换机 DCS3926 对应的命令，如：prompt dcs3526-a（hostname dcs3526-a）。

DCR1750 的配置

Router#

Router# config t

Router_config#hostname dcr1750a
dcr1750a_config#int f0/0
dcr1750a_config_f0/0#int f0/0.1
dcr1750a_config_f0/0.1#ip add 10.16.0.1 255.255.255.0
dcr1750a_config_f0/0.1#enc dot1q 10 ――――――使此子接口支持 802.1Q VLAN tag 协议，与交换机上的 TRUNK 口对应
dcr1750a_config_f0/0.1#no shut
dcr1750a_config_f0/0#int f0/0.2
dcr1750a_config_f0/0.2#ip add 10.16.1.1 255.255.255.0
dcr1750a_config_f0/0.2#enc dot1q 20
dcr1750a_config_f0/0.2#no shut
dcr1750a_config_f0/0#int f0/0.3
dcr1750a_config_f0/0.3#ip add 10.16.2.1 255.255.255.0
dcr1750a_config_f0/0.3#enc dot1q 30
dcr1750a_config_f0/0.3#no shut
dcr1750a#wr
然后配置在各 VLAN 端口的计算机的 IP 地址和网关来测试。

6、实验结果与验证

- 用 PING 测试 VLAN 间的连接。
- 用 tracert 测试路由走向。

7、思考题

- 从理论上讲，对于路由器来说，源地址和目的地地址在同一端口，是不能建立路由关系的，为什么此处又可以了？
- 如果 VLAN 10 端口的计算机地址与路由器接口 f0/0.1 的网络地址不一样，又有什么结果？

2.5 实验十一 路由器静态路由

1、 实验目的

- 掌握路由器工作原理。
- 掌握单臂路由的工作原理和引入目的。
- 掌握 IP 数据报分组转发原理。
- 掌握静态路由工作原理

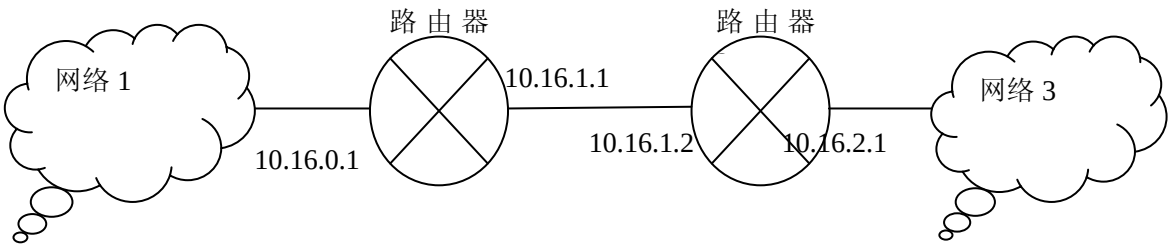
2、实验内容

2 台路由器 DCR1750，一台交换机 DCS3526，2 台以上 PC 机，将两台路由器和交换机按照实验环境拓扑描述连接，设置好每台路由的各个接口的 IP 地址，设置好每台 PC 机的 IP 地址，验证路由转发是否正常。

3、实验要求

- 在为作单臂路由前，各 VLAN 间不能通信。
- 配置完成后，要求各 VLAN 之间能通信（通过路由）。
- 在实验报告中，记录路由器的路由表。

4、 实验环境拓扑描述



5、实验步骤

DCR1750A 的配置

Router#
Router# config t
Router_config#hostname dcr1750a
dcr1750a_config#int f0/0
dcr1750a_config_f0/0#ip add 10.16.0.1 255.255.255.0
dcr1750a_config_f0/0#exit
dcr1750a_config# int e0/1 (int f0/1)
dcr1750a_config_f0/0#ip add 10.16.1.1 255.255.255.0
dcr1750a_config_f0/0#exit
dcr1750a_config #ip route 10.16.2.0 255.255.255.0 10.16.1.2
dcr1750a#wr

DCR1750B 的配置

Router#
Router# config t
Router_config#hostname dcr1750a
dcr1750b_config#int f0/0
dcr1750b_config_f0/0#ip add 10.16.2.1 255.255.255.0
dcr1750b_config_f0/0#exit
dcr1750b_config# int e0/1 (int f0/1)
dcr1750b_config_f0/0#ip add 10.16.1.2 255.255.255.0
dcr1750b_config_f0/0#exit
dcr1750b_config #ip route 10.16.0.0 255.255.255.0 10.16.1.1
dcr1750a#wr

然后配置在各 VLAN 端口的计算机的 IP 地址和网关来测试。

6、实验结果与验证

- 用 PING 测试网络 1 和网络 3 连接。
- 用 PING 2 个路由器的各个端口是否连通。
- 用 tracert 测试路由走向。

7、思考题

- 图中除了画出的两个网络外还包含一个网络地址是多少的网络？
- 解释在设置好 IP 地址后，ping2 个路由器的 4 个端口 IP 地址时，为什么有的通，有

的不通，不通时，错误提示有什么区别，解释原因？

2.6 实验十二 路由器 NAT 实验

1、实验目的

- 掌握路由器工作原理。
- 掌握 NAT 的工作原理和引进 NAT 的目的。
- 学习路由器 NAT 路由协议的配置。

2、实验内容

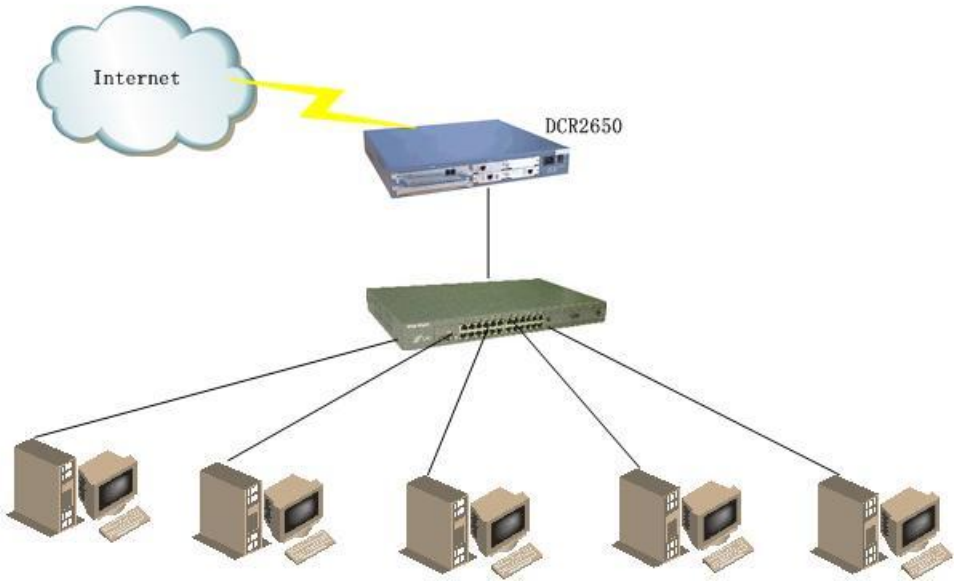
一台 DCR2650E，在一个端口配置一个可以上 Internet 的 IP，在另一个端口连接某子网，并在 DCR2650E 上配置 NAT，使其内子网范围内的计算机可通过 DCR2650E 上的 NAT 上网。

3、实验要求

- 按图连接设备，并配置 IP 地址。
- 配置 DCR2650E 上的 NAT。
- 配置子网内的计算机使其通过 DCR2650E 上网。

4、实验环境拓扑描述

NAT 实验



5、实验步骤

Router#config t
Router_config#hostname dcr2650e
dcr2650e_config#int f0/0
dcr2650e_config_f0/0#ip address 172.16.254.254 255.255.255.0
dcr2650e_config_f0/0#ip nat inside　－－－－－设置 NAT 的内部端
dcr2650e_config_f0/3#no shut
dcr2650e_config#int f0/1

dcr2650e_config_f0/1# ip address 10.10.207.93 255.255.255.0
dcr2650e_config_f0/1# ip nat outside　－－－－－设置 NAT 的外部端
dcr2650e_config_f0/1#no shut
dcr2650e_config_f0/1#exit
dcr2650e_config#ip access-list stand 1 permit any －－－－－设置 IP 访问列表
dcr2650e_config# ip nat pool internet 10.10.207.93 10.10.207.93 255.255.255.0 －－－设置 NAT 的地址池，这里只有一个地址
dcr2650e_config# ip nat inside source list 1 pool internet overload dcr2650e －－－把访问列表和 NAT 捆绑起来
dcr2650e #wr
Saving current configuration...
OK!

然后在内部子网的计算机上设置相应的网关为 172.16.254.254，就可上网了（可考虑配置 DNS）。

6、实验结果与验证

- **DCR2650E 的配置**

version 1.3.1Q
service timestamps log date
service timestamps debug date
no service password-encryption
!
hostname dcr2650e
!
interface FastEthernet0/0
 ip address 172.16.254.254 255.255.255.0
 no ip directed-broadcast
 ip nat inside
!
interface FastEthernet0/1
 ip address 10.10.207.93 255.255.255.0
 --More--
no ip directed-broadcast
 ip nat outside
!
interface Serial0/2
 no ip address
 no ip directed-broadcast
!
interface Serial0/3
no ip address
 no ip directed-broadcast
!
interface Serial1/0

```
 no ip address
 no ip directed-broadcast
!
interface Serial1/1
no ip address
 no ip directed-broadcast
!
interface Async0/0
 --More--
no ip address
 no ip directed-broadcast
!
ip route default 10.10.207.97
!
gateway-cfg
 Gateway keepAlive 60
 shutdown
!
ip access-list standard 1
 --More--
gateway-cfg
 Gateway keepAlive 60
 shutdown
!
ip access-list standard 1
 permit any
!
ivr-cfg
!
ip nat pool internet 10.10.207.93 10.10.207.93 255.255.255.0
ip nat inside source list 1 pool internet overload
!
```

- Debug ip nat detail 观察上网状况。
- 子网内计算机的网络配置。
- 通过捕包软件观察上网状况。

7、思考题

- NAT 中有地址转换和端口转换，本实验是其中那一种？
- 如果 NAT 地址池中有多个地址，但地址数目没有内部计算机数目多，应作何种转换？

2.7 实验十三 路由交换机 OSPF 路由协议的配置

1、实验目的

- 综合掌握交换机、路由器工作原理。

- 掌握三层交换机的工作原理。
- 学习路由交换机 OSPF 路由协议的配置。
- 复习跨交换机的 VLAN 的综合实验。

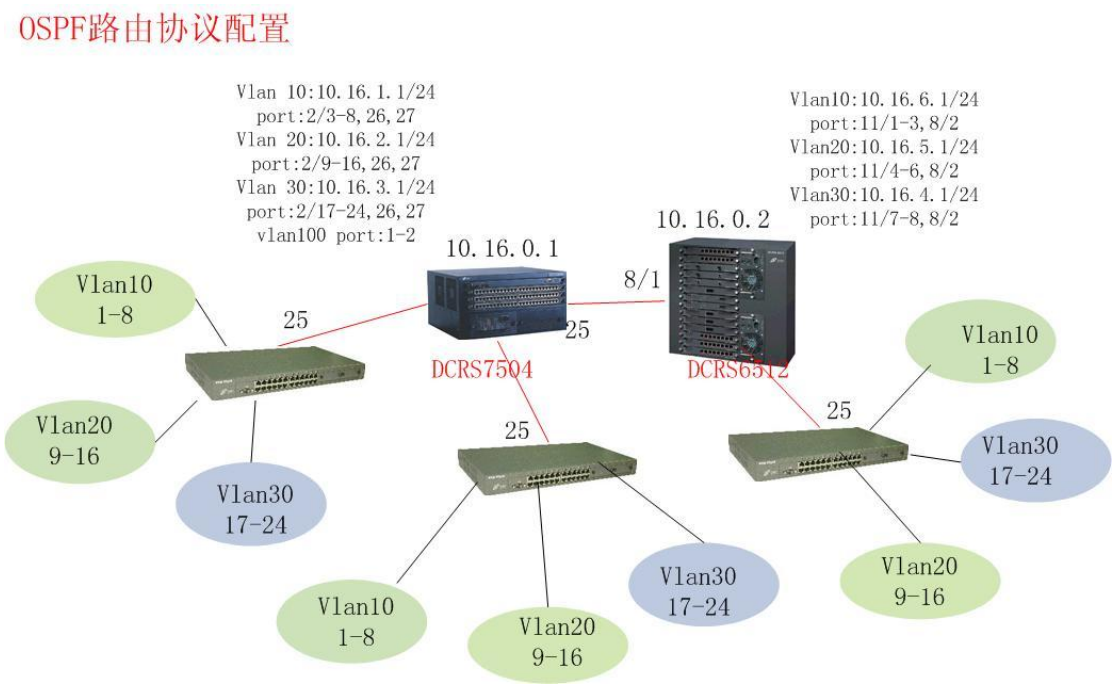
2、实验内容

一台 DCRS7504、一台 DCRS6512、三台 DCS3526 分别按图连接好，划分 VLAN10、20、30，并在 DCRS7504、DCRS6512 上配置虚拟子接口，开启动态路由 OSPF 协议，使网络互通。注意 VLAN 通过路由后，失去作用。

3、实验要求

- 各交换机内部不同 VLAN 之间不能通信。
- 不同交换机通过 trunk 使相同 VLAN 之间可以通信。
- 每一个路由交换机通过 OSPF 协议学到所有网段的路由。
- 在实验报告中，记录三层交换机的路由表信息。

4、实验环境拓扑描述



5、实验步骤

7504 的配置

***前几步同 7504 VLAN 划分**

DCRS-7504(config)#vlan 1
DCRS-7504(config-vlan-1)#route ve 1
DCRS-7504(config)#int ve 1
DCRS-7504(config-vif-1)#ip add 10.16.0.1 255.255.255.0
DCRS-7504(config-vif-1)#int ve 10
DCRS-7504(config-vif-10)#ip add 10.16.1.1 255.255.255.0
DCRS-7504(config-vif-10)#int ve 20
DCRS-7504(config-vif-20)#ip add 10.16.2.1 255.255.255.0
DCRS-7504(config-vif-20)#int ve 30
DCRS-7504(config-vif-30)#ip add 10.16.3.1 255.255.255.0
DCRS-7504(config)#router ospf 1

DCRS-7504(config-ospf-router)#redistribution connected －－－－－重发布连接路由
DCRS-7504(config-ospf-router)#exit
DCRS-7504(config)#int ve 1
DCRS-7504(config-vif-1)#ip ospf area 0 －－－－－ 在虚拟端口 1，开启 OSPF
DCRS-7504(config-vif-1)#end

6512 的配置
***前几步同 6512 VLAN 划分**
Select menu option (protocol/ip): **int**

Menu options: ---------- DCRS 6512 ----------
add - Add a new IP interface
arpProxy - Enable/disable ARP proxy
bootp - Enable/disable BOOTP
modify - Modify IP interface information
remove - Remove an existing IP interface
summary - Display summary information

Type "q" to return to previous menu or ? for help.
----------DCRS6512----------
Select menu option (protocol/ip/interface): **ad**
Enter IP address [0.0.0.0]: **10.16.6.1**
Enter subnet mask [255.0.0.0]: **255.255.255.0**
Enter associated VLAN ID (1,10,20,30)[1]: **10**
Enter type of IP address (primary,secondary) [primary]:

IP Interface number 2 was added.

Select menu option (protocol/ip/interface): **ad**
Enter IP address [0.0.0.0]: **10.16.5.1**
Enter subnet mask [255.0.0.0]: **255.255.255.0**
Enter associated VLAN ID (1,10,20,30)[1]: **20**
Enter type of IP address (primary,secondary) [primary]:

IP Interface number 3 was added.

Select menu option (protocol/ip/interface): **ad**
Enter IP address [0.0.0.0]: **10.16.4.1**
Enter subnet mask [255.0.0.0]: **255.255.255.0**
Enter associated VLAN ID (1,10,20,30)[1]: **30**
Enter type of IP address (primary,secondary) [primary]:

IP Interface number 4 was added.

Select menu option (protocol/ip): **ospf**

Menu options: ---------- DCRS 6512 ----------
areas - Configure OSPF areas
asbr - Configure Autonomous System Boundary Router
interface - Configure the OSPF interface
linkStateData - Displays LSAs in the LSA database
neighbors - Configure OSPF neighbors
routerID - Set the OSPF router ID
virtualLinks - Configure OSPF virtual links

Type "q" to return to previous menu or ? for help.

Select menu option (protocol/ip/ospf): **ar**

Menu options: ---------- DCRS 6512 ----------
addRange - Add a range to an existing OSPF area
defineArea - Define an OSPF area
modifyArea - Modify an existing OSPF area
modifyRange - Modify an OSPF area range
removeArea - Remove an existing OSPF area
removeRange - Remove an OSPF area range
stubDefaultMetric - Define the default route metric for a stub area
summary - Display a list of existing OSPF areas

Type "q" to return to previous menu or ? for help.

Select menu option (protocol/ip/ospf/areas): **d**
Enter new area ID: **0.0.0.1**
Stub type(none, stub, nssa) [none]:

Select menu option (protocol/ip/ospf/areas): **a**
Select area (2): **2**
Enter IP address of range to add: **10.16.6.0**
Enter subnet mask of range to add [255.255.255.0]:
Advertise this area range (yes,no) [yes]:

Select menu option (protocol/ip/ospf/areas): **a**
Select area (2): **2**
Enter IP address of range to add: **10.16.5.0**
Enter subnet mask of range to add [255.255.255.0]:
Advertise this area range (yes,no) [yes]:

Select menu option (protocol/ip/ospf/areas): **a**

Select area (2): **2**
Enter IP address of range to add: **10.16.4.0**
Enter subnet mask of range to add [255.255.255.0]:
Advertise this area range (yes,no) [yes]:

Select menu option (protocol/ip/ospf): **i**

Menu options: ---------- DCRS 6512 ----------

areaID	- Associate an interface with an OSPF area
authentication	- Specify authentication password and authentication mode
cost	- Assign a cost to an OSPF interface
dead	- Specify the dead interval for an interface
delay	- Set the OSPF interface transmit delay
detail	- Display detailed OSPF interface information
hello	- Set the interface Hello interval
mode	- Enable/disable OSPF on specified OSPF interfaces
priority	- Assign interface priority to the OSPF router
retransmit	- Specify the OSPF LSA retransmit interval for an interface
summary	- Display information on the OSPF interface configuration

Type "q" to return to previous menu or ? for help.

----------DCRS6512----------
Select menu option (protocol/ip/ospf/interface): **mo**
Select IP interface (1-4,all)[all]:
Enter OSPF mode (disabled,enabled) [disabled]: **ena**

6、实验结果与验证

- 验证路由信息

DCRS-7504#sh ip route
Total number of IP routes: 7
Start index: 1 B:BGP D:Connected R:RIP S:Static O:OSPF *:Candidate default

	Destination	NetMask	Gateway	Port	Cost	Type
1	10.16.0.0	255.255.255.0	0.0.0.0	v1	1	D
2	10.16.1.0	255.255.255.0	0.0.0.0	v10	1	D
3	10.16.2.0	255.255.255.0	0.0.0.0	v20	1	D
4	10.16.3.0	255.255.255.0	0.0.0.0	v30	1	D
5	10.16.4.0	255.255.255.0	10.16.0.2	v1	2	O
6	10.16.5.0	255.255.255.0	10.16.0.2	v1	2	O
7	10.16.6.0	255.255.255.0	10.16.0.2	v1	2	O

- 分清哪些是交换、哪些是路由？
- 通过 PING，验证网络的连通性。

7、思考题

- 第一个 3526 中 VLAN 10 端口中的计算机地址网络号与 7504 的虚拟端口 V10 的网络号不同，可以和其他的计算机通信吗？
- 第一个 3526 中 VLAN 10 端口中的计算机地址网络号与第三个 3526 中 VLAN 10 端口中的计算机地址网络号相同，它们之间可以通信？

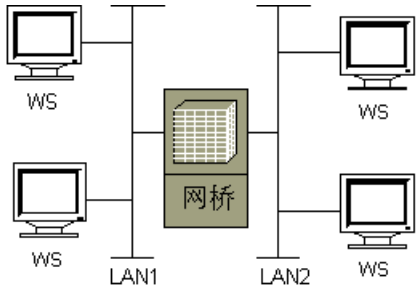
附录

一、中继器 repeater、集线器 HUB、网桥 bridge、交换机 switch、路由器 router、三层交换机 3-layer switch 之间的区别

1、 Repeater：中继器是连接网络线路的一种装置，常用于两个网络节点之间物理信号的双向转发工作。中继器是最简单的网络互联设备，主要完成物理层的功能，负责在两个节点的物理层上按位传递信息，完成信号的复制、调整和放大功能，以此来延长网络的长度。由于传输线上由损耗，需要中继器来补偿，但也不能无限延长，因为中间有时延，以太网络标准中就约定了一个以太网上只允许出现 5 个网段，最多使用 4 个中继器，而且其中只有 3 个网段可以挂接计算机终端。

2、 HUB：可以简单的说集线器是中继器的一种，是多端口的集线器。采用 CSMA/CD 协议，所有的端口都挂在一条总线上。只要有一个端口在利用总线（传输数据），其他的端口就必须等待。所有的数据包转发到其他所有的端口，不管是单播、组播还是广播。容量小，容易产生冲突，所有端口处在一个冲突域中。

3、 Bridge：一个网络连接器，连接两个分开的网络。网桥的功能在延长网络跨度上类似于中继器 reapter，然而它能提供智能化连接服务，即根据帧的终点地址处于哪一网段来进行转发和滤除，工作在第二层。网桥对站点所处网段的了解是靠“自学习”实现的，网桥自动学习 MAC 地址，区别各个 MAC 地址在哪一边，减小某一段网络通信对另一端的影响。



当使用网桥连接如图所示的两段 LAN 时，网桥对来自网段 1 的 MAC 帧，首先要检查其终点地址。如果该帧是发往网段 1 上某一站的，网桥则不将帧转发到网段 2，而将其滤除；如果该帧是发往网段 2 上某一站的，网桥则将它转发到网段 2。这表明，如果 LAN1 和 LAN2 上各有一对用户在本网段上同时进行通信，显然是可以实现的。因为网桥起到了隔离作用。可以看出，网桥在一定条件下具有增加网络带宽的作用。

网桥的存储和转发功能与中继器相比有优点也有缺点，其优点是：

1、使用网桥可以克服物理限制，意味着构成 LAN 的数据站总数和网段数很容易扩充。

2、网桥纳入存储和转发功能可使其适应于连接使用不同 MAC 协议的两个 LAN。 因而构成一个不同 LAN 混连在一起的混合网络环境。

3、网桥的中继功能仅仅依赖于 MAC 帧的地址，因而对高层协议完全透明。

4、网桥将一个较大的 LAN 分成段，有利于改善可靠性、可用性和安全性。

网桥的主要缺点是：

1、 由于网桥在执行转发前先接收帧并进行缓冲，与中继器相比会引入较多的时延。

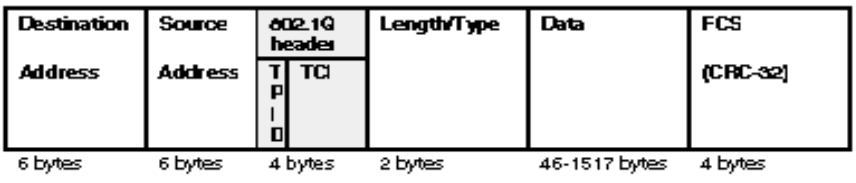
2、 于网桥不提供流控功能，因此在流量较大时有可能使其过载，从而造成帧的丢失。

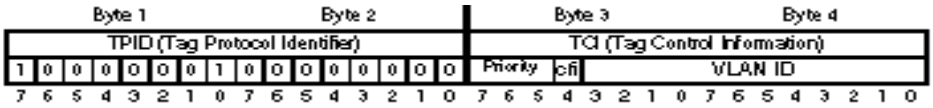
网桥的优点多于缺点正是其广泛使用的原因。网桥的每一端口为一个冲突域，但整个网

桥处于一个广播域中，仍然转发广播包。

4、switch：是网桥和集线器的联合的产物，相当于每个端口都是一个微型网桥的集线器。当然可能内部构造不只是简单的总线结构。目前交换机一般都比较讲究背板交换速度，背板是指连接各个微型网桥的装置。交换机一般有两种工作方式，切入方式（cut through）和存储转发方式（strore and forward）。切入方式是指交换机收到帧的前 14 个字节，根据 MAC 地址，就判断是否转发，速度快，无效验功能，管理功能差。存储转发方式是指先读整个帧到内存中，再判断如何转发，便于管理。现在的交换机一般都有网管功能，一般为存储转发方式。由于交换机使用了网桥技术，所以交换机的每个端口处于一个独立的冲突域，容量大，但所有的端口处于一个广播域中。交换机对于数据包有几种处理方式：转发、过滤、广播。对于明确知道目的地 MAC 地址的，在某一特定的端口给予转发。对于不允许到达的目的地，给予过滤。对于不知道目的地 MAC 地址或是组播或是广播，采取广播到所有的端口去。

为了更好的管理交换机，减少广播风暴发生的可能，扩大交换容量，引入了 VLAN（virtual local area network）技术。VLAN 可以在交换机中开辟一个独立的广播域，减少广播包，增大交换容量，同时也可以提高安全性。VLAN 中的计算机只能和本 VLAN 中的计算机通信，与外界逻辑分离。VLAN 的划分一般分为三种：根据端口划分 VLAN、根据 MAC 地址划分 VLAN、根据网络层（IP）划分 VLAN。各有各的优势和使用范围，基于端口划分最为常用也最简单，但受端口限制，不能漫游（离开本端口）。基于 MAC 地址划分是根据每个主机的 MAC 地址来划分，即对每个 MAC 地址的主机都配置它属于哪个组。这种划分 VLAN 的方法的最大优点就是当用户物理位置移动时，即从一个交换机换到其他的交换机时，VLAN 不用重新配置，但初级配置比较麻烦。基于 IP 划分根据 IP 地址来区别不同的 VLAN，移动灵活，配置稍微简单，但这种方法的缺点是效率，因为检查每一个数据包的 IP 地址是很费时的。VLAN 标准原来不是很统一，各个交换机间的 VLAN 不能兼容，现在 IEEE 推出了 802.1Q 来保证各个厂商的 VLAN 可以互相通信。



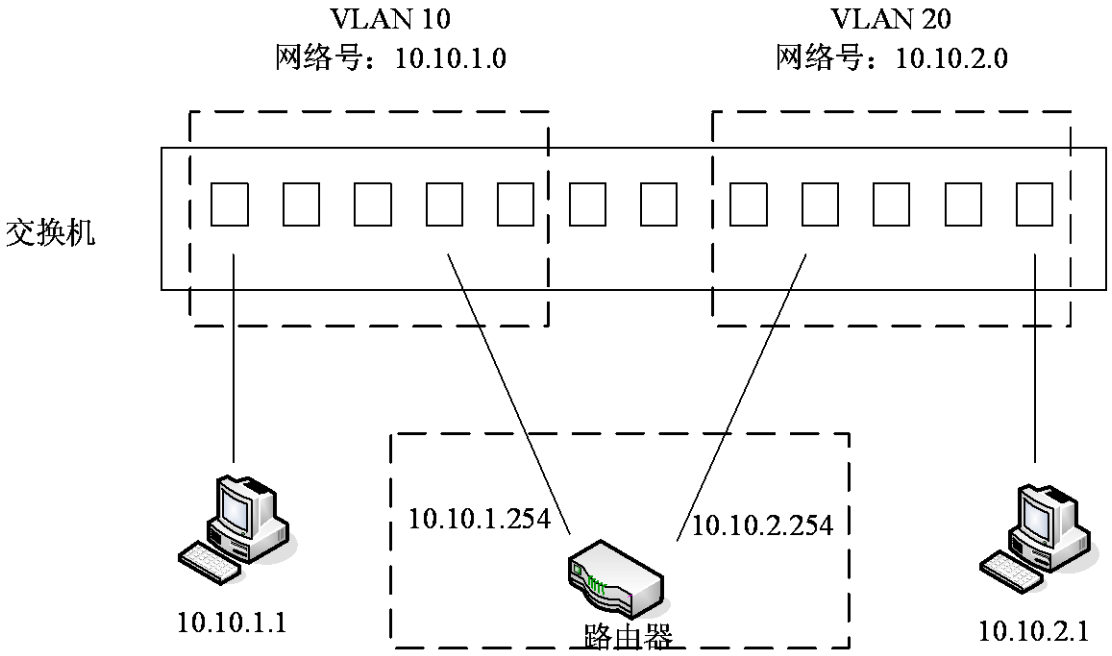


每一个支持 802.1Q 协议的主机，在发送数据包时，都在原来的以太网桢头中的源地址后增加了一个 4 字节的 802.1Q 桢头，也叫标签 tagging。这 4 个字节的 802.1Q 标签头包含了 2 个字节的标签协议标识（TPID--Tag Protocol Identifier，它的值是 8100），和两个字节的标签控制信息（TCI--Tag Control Information），TPID 是 IEEE 定义的新的类型，表明这是一个加了 802.1Q 标签的本文。在 TCI 中，可以看到 VLAN ID，是定义的 VLAN 号，相同的 VLAN ID 才可以通信。我们的计算机一般不支持 802.1Q，它一般用于交换机内部。由于有了 802.1Q，交换机端口就分为两种：access 和 trunk。access 口只属于一个 VLAN，且仅向该 VLAN 转发数据帧。Trunk 口可以通过多个 VLAN 数据包，一般用于和其他交换机互连。

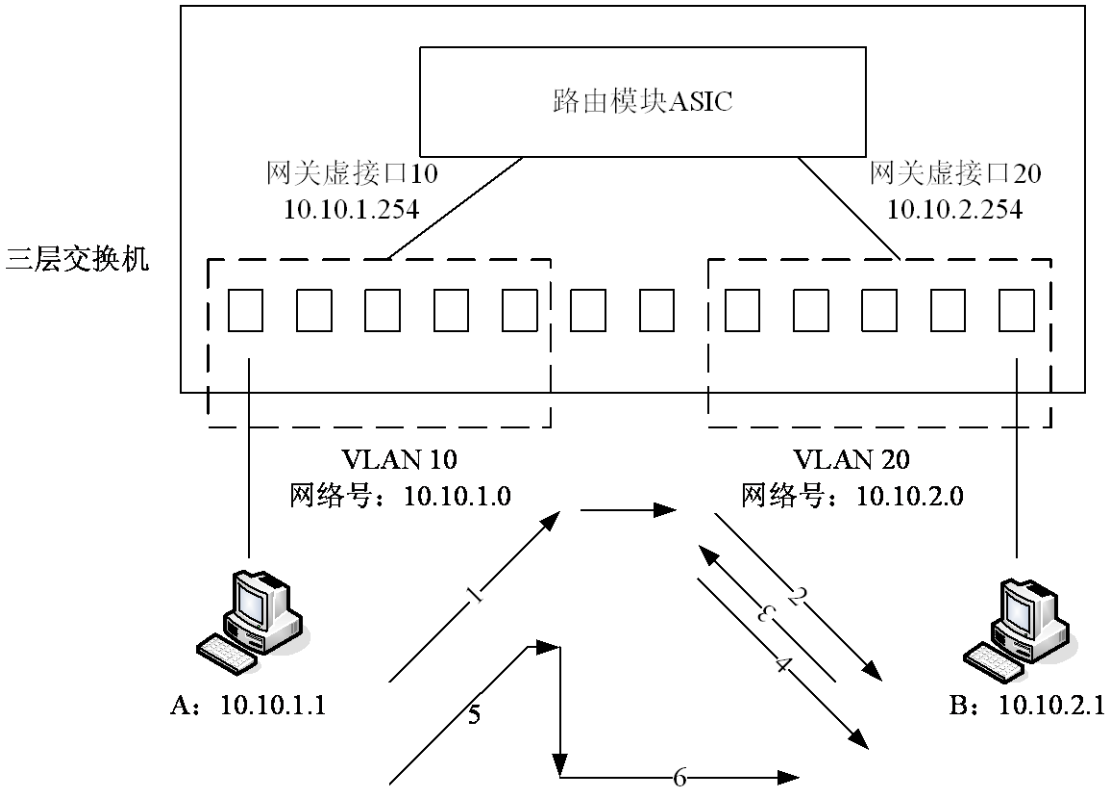
5、router：前面所介绍的都工作在第一层物理层和第二层链路层。路由器工作在第三层网络层，主要提供路由功能－路由表。当源地址和目的地地址不在同一网段，就需要路由。

6、3-layer switch：第三层交换机（路由交换机）：由于路由器的路由功能为软件提供，速度

比较慢，且路由器的端口数目比较少，针对于以太网口，现在提出了第三层交换，由硬件 ASIC 实现，它依然工作在第三层。把路由与交换叠加到一起，增加路由速度。三层交换机的出现与 VLAN 有很大的关系，当同一交换机不同 VLAN 的网络地址不同时，它们要相互通信就必须用到路由，如果接到额外的路由器上，再回来，速度就会慢很多。比如下图的 10.10.1.1 要和 10.10.2.1 通信，就必须用到路由器，速度自然下降。



如果此时在交换机中添加路由模块，问题就会得到解决。比如 A 需要向 B 发送数据包。



1、 A 发 IP 包到网关－虚拟接口 10。

2、 路由模块检查目的地 IP，为 B 地址，查询特定的绑定表，没有查到 B 的绑定关系，然后查询路由表，查到目的地接口，发现此时没有 B 的 MAC 地址，发送 ARP 请求 B 的 MAC 地址。
3、 B 回送 ARP，告诉路由模块它的 MAC 地址。
4、 路由模块收到 B 的 MAC 地址后，将 B 的 IP 地址和其 MAC 地址绑定（建立对应关系），然后把 IP 数据包封装到链路层，发送给 B。
5、 A 发送下一个 IP 包。
6、 路由模块通过硬件检查 IP 目的地地址（不用脱掉链路层的外壳），发现目的地地址为 B 地址，检查其绑定表，发现 B 地址有绑定关系（有对应的 MAC 地址），取出 MAC 地址，直接交到交换模块，由其转发。没有查找路由表，链路层数据包的修改由硬件完成。

我们看到在整个通信过程中，最多用一次路由表，如果先前有对应关系，一次也不用，整个链路层数据包的修改都是由硬件完成，速度很快，可以达到线速。为什么叫三层交换，因为交换的依据仍然是 IP 地址。一般来说，三层交换机里提供的路由功能比较弱，不能完全取代路由器，但在局域网范围内，运用的越来越广泛了。从这里我们看到，随着硬件和软件技术的融合，交换和路由也越来越融合，区分也不明显了，同时集线器和交换机也在融合。

二、标准网线的制作

我们平常用的网线是 RJ-45 接口（水晶头），RJ45 水晶头由金属片和塑料构成，特别需要注意的是引脚序号，当金属片面对我们的时候从左至右引脚序号是 1-8，这序号做网络联线时非常重要，不能搞错。双绞线的最大传输距离为 100 米，不过可用中继器延长。EIA/TIA 的布线标准中规定了两种双绞线的线序 568A 与 568B，一般用 568B 标准。

标准 568B：橙白--1，橙--2，绿白--3，蓝--4，蓝白--5，绿--6，棕白--7，棕--8；

标准 568A：绿白--1，绿--2，橙白--3，蓝--4，蓝白--5，橙--6，棕白--7，棕--8。

很多人以为作直连网线，只要以为两边线序一致就可以了，其实不然。这种作法 3、6 号线未缠绕在一起，失去了双绞线的屏蔽作用，在远距离传输时，会出现失真，出现丢包的现象，造成网络速度比较慢。

RJ-45 各脚功能(10BaseT/100BaseTX)：

1、传输数据正极 Tx+
2、传输数据负极 Tx-
3、接收数据正极 Rx+
3、 未使用
4、 未使用
5、 接受数据负极 Rx-
6、 未使用
7、 未使用

当作两个电脑直连线时，这是要作交叉线，把传输的正负颠倒过来。

三、神州数码产品命名规则

DCS：digital china switch
DCRS：digital china route switch
DCR：digital china router

参考文献

1、《DCS-3526 用户手册》，神州数码网络有限公司
2、《DCRS-6512 用户手册》，神州数码网络有限公司
3、《DCRS-7504 用户手册》，神州数码网络有限公司
4、《DCR-1700 用户手册》，神州数码网络有限公司