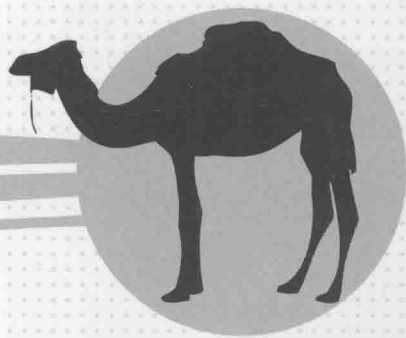


全国高等职业教育计算机类规划教材·实例与实训教程系列

网络设备配置与管理 项目式教程

- 周汉清 于本成 主 编
- 顾剑柳 副主编
- 刘贤锋 主 审



- ◆ 适合项目式教学, 设计6个项目, 26个任务。
- ◆ 既训练操作能力, 又学习相关知识。
- ◆ 既学习锐捷设备, 又介绍思科设备。
- ◆ 提供全套教学设计资料和网络共享教学资源库。



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

全国高等职业教育计算机类规划教材·实例与

网络设备配置与管理 项目式教程

主 编 周汉清 訔本成
副主编 顾剑柳
参 编 史玉颖 顾理翰 游小荣
尹光耀 专瑞萍
主 审 刘贤锋

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是针对网络工程师和网络管理员岗位技能和相关知识,编写的一本项目式教材。全书内容包括交换机选用与配置、路由器选用与配置、网络安全管理与配置、广域网接入、无线局域网 WLAN 组建以及中小型网络综合配置 6 个能力训练项目。

全书安排 26 个工作任务和 6 个思考与练习任务,主要包括交换机选用与基本操作、虚拟网 VLAN 技术、生成树协议 STP/RSTP、端口聚合、路由器选用与基本操作、静态路由、动态路由 RIP v1/v2、OSPF、EIGRP、交换机端口安全、访问控制列表、广域网协议封装及 PPP PAP 认证、PPP CHAP 认证、地址转换技术 NAT、无线网络组建及安全配置、中小型网络综合配置等内容。

本书可作为计算机网络技术专业本科和高职类教材,也可作为思科 CCNA 和锐捷 RCNA 认证考试的参考教材,亦可作为计算机网络工程师和网络管理员等工程技术人员的参考用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

网络设备配置与管理项目式教程/周汉清,于本成主编. —北京:电子工业出版社,2013.3
全国高等职业教育计算机类规划教材,实例与实训教程系列

ISBN 978-7-121-19891-5

I. ①网… II. ①周… ②于… III. ①计算机网络—高等教育—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 054574 号

策划编辑:程超群

责任编辑:郝黎明 文字编辑:裴杰

印刷:涿州市京南印刷厂

装订:涿州市京南印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开本:787×1092 1/16 印张:17.25 字数:441.6 千字

印次:2013 年 3 月第 1 次印刷

印数:3 000 册 定价:35.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

Preface 前言

目前网络设备配置方面的教材，要么偏重理论，主要介绍网络设备原理和配置命令，缺少实际应用项目；要么偏重实验，写成实验指导书，缺少必要的理论知识。我们在分析了网络工程师和网络管理员的职业岗位技能后，按照既有必要岗位技能，又有足够岗位理论知识的原则，编写了这本项目式教材。

针对网络工程师和网络管理员职业岗位，我们安排了交换机选用与配置、路由器选用与配置、网络安全管理与配置、广域网接入、无线局域网组建以及中小型网络综合配置 6 个能力训练项目，进行岗位能力训练和相关知识学习。主要包括交换机的选择、配置与管理，虚拟局域网的划分与配置，冗余交换网络的实现；路由器的选择、配置与管理，静态路由的配置与实现，动态路由的配置与实现；利用访问控制列表实现网络中流量控制，局域网中部署防火墙技术；广域网接入，网络地址转换 NAT 的配置；无线局域网的组建和安全配置；以及中小型企业网络的规划、设计、配置与管理。

本书设计的岗位能力训练项目主要来自实际工作岗位，通过这些能力项目的训练，学生能较快适应网络工程师和网络管理员的岗位工作；在安排这些能力训练项目时，从二层技术、三层技术、安全技术、无线技术到网络综合配置逐步递进，符合学生的认知规律，特别适合网络设备配置的初学者使用；工作任务设计的内容基本涵盖了网络设备的主流技术，具备很强的通用性，配置命令既介绍锐捷设备，也讲解思科设备，使学生能适应工作中不同厂家的网络设备配置与管理。本书设计的能力训练项目，基本可以通过思科的 Packet Tracer 网络模拟软件实现，弥补了复杂网络架构的技术实现带来设备不足的问题，有效拓展了本书的适用性。

本书的读者对象是计算机网络技术专业的本科类院校、高职类院校的学生、教师，也可以是准备参加思科 CCNA 和锐捷 RCNA 认证考试的专业人士，以及从事计算机网络工程师和网络管理员岗位工作的工程技术人员。

本书共有 6 个能力训练项目，安排 26 个工作任务和 6 个思考与练习任务来完成相关能力训练和知识学习。每个工作任务设计了教学目标、工作任务、操作步骤、操作要领和相关知识，特别适合开展项目式教学。每个能力训练项目安排了思考与练习任务，以帮助学生拓展能力训练，全面掌握相关知识。大部分工作任务可以通过思科 Packet Tracer 5.3 网络模拟软件实现，随书提供所有 Packet Tracer 5.3 网络模拟软件的配置程序，提供思考与练习的答案。

本书由常州机电职业技术学院周汉清和徐州工业职业技术学院于本成担任主编，常州纺织服装职业技术学院顾剑柳担任副主编，常州机电职业技术学院史二颖、常州机电职业技术学院顾理军、常州纺织服装职业技术学院游小荣、咸宁职业技术学院尹光辉和山东外国语职业学院于瑞萍参与编写。

本书由常州机电职业技术学院刘贤锋担任主审，全书由周汉清统稿。

由于作者经验、技能和知识有限，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正！

编者
2013 年 2 月

项目 1 交换机选用与配置	1
任务 1 交换机选用与基本操作	1
任务 2 利用虚拟局域网 VLAN 隔离交换机端口	12
任务 3 跨交换机实现 VLAN	18
任务 4 利用单臂路由实现 VLAN 间通信	25
任务 5 利用三层交换机实现 VLAN 间通信	32
任务 6 运行快速生成树协议实现交换网冗余链路	37
任务 7 利用端口聚合增加交换网带宽并提供冗余链路	50
交换机配置思考与练习	59
项目 2 路由器选用与配置	65
任务 8 路由器选用与基本操作	65
任务 9 静态路由配置	77
任务 10 RIPv1 路由协议配置	87
任务 11 RIPv2 路由协议配置	98
任务 12 OSPF 路由协议单区域配置	107
任务 13 EIGRP 路由协议配置	119
路由器配置思考与练习	129
项目 3 网络安全管理与配置	135
任务 14 交换机端口安全配置	135
任务 15 利用 IP 标准访问控制列表进行网络流量控制	141
任务 16 利用 IP 扩展访问控制列表实现网络应用服务访问控制	150
任务 17 基于时间的访问控制列表配置	160
任务 18 在交换机和路由器上实现远程管理功能	170
任务 19 在局域网中部署防火墙	180
网络安全配置思考与练习	192
项目 4 广域网接入	197
任务 20 广域网协议封装及 PPP PAP 认证配置	197
任务 21 PPP CHAP 认证配置	208
任务 22 利用动态 NAPT 实现局域网主机访问互联网	212
任务 23 利用 NAT 实现内网服务器向互联网发布信息	221
广域网接入思考与练习	228
项目 5 无线局域网 WLAN 组建	230
任务 24 用 Ad-Hoc 模式组建无线局域网 WLAN	230
任务 25 用 Infrastructure 模式组建无线局域网 WLAN	237

无线局域网思考与练习	245
项目 6 中小型网络综合配置	247
任务 26 中小型网络综合配置	247
网络综合配置思考与练习	264
参考文献	267

项目 1

交换机选用与配置

任务 1 交换机选用与基本操作

一 教学目标

1. 能够根据用户需求选择合适的交换机；
2. 能够查验各种交换机的系统功能、系统信息、性能指标和配置参数；
3. 能够用命令界面对交换机进行基本配置；
4. 能够描述二层交换机和三层交换机的基本工作原理及性能指标；
5. 能够描述二层交换机和三层交换机在局域网中的应用；
6. 具有自学能力、能够搜集资料及阅读英语文献。

二 工作任务

某公司的网络工程师，负责公司局域网的运行、维护和管理，现在因公司业务发展，需要新增网络节点。公司需要新购若干台交换机，你负责采购，需要写一份交换机选型报告。

采购的交换机收到后，你负责对交换机验收。必须能查验交换机的系统功能、系统信息、性能指标和配置参数，并能用命令界面对交换机进行基本配置。

三 操作步骤

1. 撰写交换机选型报告

撰写交换机选型报告前，作为网络工程师，必须做用户需求分析，确定所选用的交换机是接入交换机、汇聚交换机还是核心交换机？有哪些性能指标要求？交换机是否需要支持简单网络管理协议（SNMP）？必须选用二层交换机还是三层交换机？

做完用户需求分析后，可以联系本地的网络设备销售商，索取交换机产品资料和报价，主要的网络产品制造商有思科系统公司（Cisco System, Inc.）、华为技术有限公司、中兴通信股份有限公司、杭州华三通信技术有限公司（简称 H3C）、锐捷网络有限公司等。也可以通过网络搜集交换机产品资料和报价，对各款符合需求的交换机进行比较，主要比较产品的

特点、性能、价格、服务和市场占有率等，最后提出选型建议。

2. 交换机的基本操作

交换机基本配置的网络拓扑如图 1-1 所示。



图 1-1 交换机基本配置网络拓扑图

使用 Console 配置线将计算机串行口连接交换机 Console 端口，通过计算机超级终端软件向交换机发送命令。

步骤 1 交换机各个操作模式之间的切换。

```
Switch>enable
Switch#
! 使用 enable 命令从用户模式进入特权模式;
Switch#configure terminal
Switch(config)#
Enter configuration commands , one per line. End with CNTL/Z.
! 使用 configure terminal 命令从特权模式进入全局配置模式;
Switch(config)#interface fastethernet 0/1
Switch(config-if)#
! 使用 interface 命令从全局配置模式进入端口配置模式;
Switch(config-if)#exit
Switch(config)#
! 使用 exit 命令退回上一级操作模式;
Switch(config-if)#end
Switch#
! 使用 end 命令直接退回特权模式;
```

步骤 2 交换机命令行界面基本功能。

```
Switch>?
Exec commands:
<1-99>          Session number to resume
Connect         Open a terminal connection
Disable         Turn off privileged commands
Disconnect      Disconnect an existing network connection
Enable          Turn on privileged commands
exit            Exit from the EXEC
logout          Exit from the EXEC
ping            Send echo messages
resume          Resume an active network connection
show            Show running system information
```



```

telnet          Open a telnet connection
terminal        Set terminal line parameters
traceroute      Trace route to destination
! 显示当前模式下所有可执行的命令:
Switch>en <tab>
Switch>enable
!使用 Tab 键补齐命令:
Switch#co?
configure connect copy
Switch#co
!使用? 显示当前模式下所有以"co"开头的命令:
Switch#conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#
! 使用命令的简写:
Switch(config)#int ?
Ethernet        IEEE 802.3
FastEthernet    FastEthernet IEEE 802.3
GigabitEthernet GigabitEthernet IEEE 802.3z
Port-channel    Ethernet Channel of interfaces
Vlan            Catalyst Vlans
range           interface range command
Switch(config)#int
! 显示 interface 命令后可以执行的参数:
Switch(config)#int f0/1
Switch(config-if)#^Z
Switch#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
!使用快捷键"Ctrl+Z"可以直接退回到特权模式:
Switch(config-if)# ^C
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Switch#
!使用快捷键"Ctrl+C"可以直接退回到特权模式:

```

步骤 3 配置交换机的名称和每日提示信息。

```

Switch(config)#hostname Students
Students(config)#
!使用 hostname 命令将交换机名称 Switch 更改为 Students:
Students(config)#banner motd &
Enter TEXT message. End with the character '&'.
Welcome to switch Students! This switch is used to access internet for students.
If you are administrator, you should configure this switch carefully!
&
Students(config)#
!使用 banner 命令设置交换机的每日提示信息, 保留字 motd 后面的参数"&"指定以该字符为信息的

```

结束符号, motd 后面的参数不能使用提示信息中用到的字符, 一般使用特殊的 ASCII 字符, 如 @、#、\$、& 等。提示信息输入完成后, 以此字符作为信息结束符号。

交换机按上述命令配置后, 当用户登录该交换机, 将显示如下提示信息:

```
Students con0 is now available
Press RETURN to get started.
```

```
Welcome to switch Students! This switch is used to access internet for students.
If you are administrator, you should configure this switch carefully!
```

步骤 4 配置交换机端口参数。

交换机快速以太网端口一般情况下的默认设置是 10Mbps/100Mbps 自适应端口, 双工模式也是自适应模式, 并且交换机端口一般默认设置为开启, 当用网线接入交换机以太网端口后, 一般不经端口配置便可正常工作。交换机端口参数可以通过以下命令进行配置。

```
Students(config)#int f0/1
! 进入端口 f0/1 的配置模式;
Students(config-if)#speed 10
! 设置端口速率为 10Mbps;
Students(config-if)#duplex half
! 设置端口的双工模式为半双工;
Students(config-if)#no shutdown
! 开启端口, 使端口转发数据;
Students(config-if)#description "This port is used to access internet for
student."
! 配置端口的描述信息, 可以作为端口提示信息;
Students(config-if)#end
! 回到交换机特权模式;
Students#show int f0/1
! 显示端口 f0/0 的端口状态及配置信息;
FastEthernet0/1 is up, line protocol is up (connected)
Hardware is Lance, address is 0002.162b.8801 (bia 0002.162b.8801)
Description: "This port is used to access internet for student."
BW 10000 Kbit, DLY 1000 usec,
reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set
Keepalive set (10 sec)
Half-duplex, 10Mb/s
input flow-control is off, output flow-control is off
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
Last input 00:00:08, output 00:00:05, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Input queue: 0/75/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0
Queueing strategy: fifo
Output queue :0/40 (size/max)
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
```

```
956 packets input, 193351 bytes, 0 no buffer
Received 956 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
0 watchdog, 0 multicast, 0 pause input
0 input packets with dribble condition detected
2357 packets output, 263570 bytes, 0 underruns
0 output errors, 0 collisions, 10 interface resets
0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
0 lost carrier, 0 no carrier
0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
```

步骤 5 查看交换机的系统和配置信息。

```
Students#show version
! 查看交换机的系统信息:
Cisco Internetwork Operating System Software
IOS (tm) C2950 Software (C2950-I6Q4L2-M) , Version 12.1(22)EA4 , RELEASE
SOFTWARE(fc1)
Copyright (c) 1986-2005 by cisco Systems, Inc.
Compiled Wed 18-May-05 22:31 by jharirba
Image text-base: 0x80010000, data-base: 0x80562000

ROM: Bootstrap program is is C2950 boot loader

Switch uptime is 1 hours, 41 minutes, 15 seconds
System returned to ROM by power-on

Cisco WS-C2950-24 (RC32300) processor (revision C0) with 21039K bytes of memory.
Processor board ID FHK0610Z0WC
Last reset from system-reset
Running Standard Image
24 FastEthernet/IEEE 802.3 interface(s)

63488K bytes of flash-simulated non-volatile configuration memory.
Base ethernet MAC Address: 0090.0C54.97D4
Motherboard assembly number: 73-5781-09
Power supply part number: 34-0965-01
Motherboard serial number: FOC061004SZ
Power supply serial number: DAB0609127D
Model revision number: C0
Motherboard revision number: A0
Model number: WS-C2950-24
System serial number: FHK0610Z0WC
Configuration register is 0xF

Students#show running-config
```

! 查看交换机的配置信息;

Building configuration...

Current configuration : 1213 bytes

!

version 12.1

no service timestamps log datetime msec

no service timestamps debug datetime msec

no service password-encryption

!

hostname Students

!

interface FastEthernet0/1

description "This port is used to access internet for student."

duplex half

speed 10

!

interface FastEthernet0/2

!

interface FastEthernet0/3

!

interface FastEthernet0/4

!

interface FastEthernet0/5

!

interface FastEthernet0/6

!

interface FastEthernet0/7

!

interface FastEthernet0/8

!

interface FastEthernet0/9

!

interface FastEthernet0/10

!

interface FastEthernet0/11

!

interface FastEthernet0/12

!

interface FastEthernet0/13

!

interface FastEthernet0/14

!

interface FastEthernet0/15

!

interface FastEthernet0/16

```
!  
interface FastEthernet0/17  
!  
interface FastEthernet0/18  
!  
interface FastEthernet0/19  
!  
interface FastEthernet0/20  
!  
interface FastEthernet0/21  
!  
interface FastEthernet0/22  
!  
interface FastEthernet0/23  
!  
interface FastEthernet0/24  
!  
interface vlan1  
no ip address  
shutdown  
!  
banner motd ^C  
Welcome to switch Students!This switch is used to access internet for students.  
If you are an administrator, please you should configure this switch carefully!  
^C  
!  
line con 0  
!  
line vty 0 4  
login  
line vty 5 15  
login  
!  
!  
end
```

步骤 6 保存配置参数。

交换机上述配置完成后，运行参数驻留在系统内存，交换机掉电后配置参数将丢失。以下 3 条命令都可以将配置参数保存至 NVRAM（非易失存储器），交换机重启后，配置参数不会丢失。

```
Students#copy running-config startup-config  
Students#write memory  
Students#write
```

四 操作要领

(1) 交换机在不同操作模式下支持不同的命令，不可以跨模式执行命令。初学者必须掌握每条命令的操作模式。

(2) 初学者在学习交换机操作命令时，除要了解完整的执行命令，必须掌握操作命令的简写，以提高操作速度。

(3) 命令行操作进行自动补齐或命令简写时，要求所简写的字母能够区别该命令。如 `switch#conf` 可以代表命令 `configure`，但 `switch#con` 无法代表命令 `configure`，因为 `con` 开头的命令有两个 `configure` 和 `connect`，设备无法区分。

(4) 配置设备名称的字符必须小于 22 字节。

(5) 交换机端口在默认情况下是开启的。AdminStatus 是 UP 状态，如果该端口没有连接其他设备，OperStatus 是 Down 状态。

(6) 要重点掌握 `show` 命令，查看交换机的配置信息及状态。

(7) 用 `show running-config` 命令查看的是当前生效的配置信息，该信息存储在 RAM（随机存储器）里，当交换机重启时，重新生成的交换机配置信息来自交换机 Flash（非易失存储器）Startup-config。必须掌握用 `copy` 或 `write` 命令保存配置信息。

五 相关知识

1. 交换机的工作原理

我们通常所说的交换机一般指二层交换机，二层交换机工作于数据链路层，在数据链路层传输的基本单位为“帧（Frame）”。每一帧包括一定数量的数据和一些必要的控制信息，控制信息主要包括源 MAC 地址、目的 MAC 地址、高层协议标识和差错校验信息。二层交换机可以识别数据帧中的 MAC 地址信息，根据 MAC 地址进行转发。

数据链路层通过接收物理层提供的比特流服务，在相邻节点之间建立链路，对传输中可能出现的差错进行检错和纠错，向网络层提供无差错的透明传输。

交换机的作用主要有两个：一是维护 CAM（Context Address Memory）表，该表是交换机端口连接设备的 MAC 地址和交换机端口的映射表；另一个是根据 CAM 表来进行数据帧的转发。

(1) 交换机根据收到数据帧中的源 MAC 地址建立该地址同交换机端口的映射，并将其写入 CAM 表中，这个过程叫做 MAC 地址学习。

(2) 交换机将数据帧中的目的 MAC 地址同交换机内部已建立的 MAC 地址表进行比较，以决定由哪个端口进行转发。

(3) 如数据帧中的目的 MAC 地址不在 CAM 表中，则向除该端口之外的所有端口转发，这一过程称为泛洪（flood）。

(4) 非目的 MAC 地址设备的网卡在接收到广播帧后，判断不是自己的 MAC 地址，则将该帧丢弃；拥有该 MAC 地址设备的网卡在接收到该广播帧后，将立即做出应答回复，从而使交换机又学习到一个 MAC 地址与交换机端口的映射，将“端口号-MAC 地址”对照表添加到交换机的 CAM 表中。并将数据从目的 MAC 地址对应的端口进行转发，省去了广播这个过程。

重复上述过程，逐步学习和记忆 MAC 地址。当交换机内 CAM 表成熟稳定之后，再对

接收到的数据帧进行转发的时候，就省略了广播的过程，直接查找目的 MAC 地址所对应的交换机端口号，直接进行转发。

需要注意的是，CAM 表中的条目是有生命周期的，如果在一定的时间内（锐捷交换机的 CAM 表老化时间为 300s）交换机没有从该端口接收到一个相同源 MAC 地址的帧（用于刷新 CAM 表中的记录），交换机会认为该主机已经不再连接在这个端口上，于是这个条目将从 CAM 表中删除。

相应地，如果从该端口收到帧的源 MAC 地址发生了改变，交换机也会用新的源 MAC 地址去改写 CAM 表中该端口对应的 MAC 地址。这样，交换机中的 CAM 表就一直能够保持最新，以提供准确的转发依据。

以太网交换机转发数据帧有 3 种方式：

（1）存储转发（Store-and-Forward）

存储转发方式是先存储后转发数据帧，它把从端口接收到的数据帧先全部接收并存储起来，然后进行 CRC（循环冗余码校验）检查，把错误帧丢弃，最后才取出数据帧目的 MAC 地址，查找 CAM 表后进行过滤和转发。存储转发发生延迟大，但是，它可以对进入交换机的数据帧进行高级别的错误检查，该方式还可以支持不同速度的端口间转发。

（2）直接转发（Cut-Through）

当交换机在端口检测到一个数据帧时，检查该帧的帧头，只要获取了帧的目的 MAC 地址，就开始转发帧。它的优点是：开始转发前不需要读取整个完整的数据帧，延迟非常小。它的缺点是：不能提供差错检测功能。

（3）无碎片转发（Fragment-Free）

这是改进后的直接转发方式，是一种介于前两者之间的解决方法。无碎片转发方式在读取数据帧的前 64 字节后，就开始转发该帧。这种方式虽然也不提供数据校验，但是能够避免大多数的错误。它的转发速度比直接转发方式慢，但比存储转发方式快许多。

2. 交换机的主要性能指标

（1）吞吐量

吞吐量是反映交换机性能的最重要的指标之一。根据 RFC1242，吞吐量定义为交换机在不丢失任何一个帧的情况下的最大转发速率。

（2）延迟

根据 RFC 1242，存储转发方式下交换机延迟定义为输入帧的最后一位到达输入端口和输出帧的第一位出现在输出端口的时间间隔，即 LIFO（Last In First Out）延迟。直接转发方式下延迟定义为：输入帧的第一位已到达输入端口和输出帧的第一位出现在输出端口的时间间隔。对于交换机而言，延迟是衡量交换机性能的又一重要指标，延迟越大说明交换机处理帧的速度越慢。另外，网管型交换机和非网管型交换机由于系统负载不同、处理方式的区别，在帧转发延迟上会存在较大差异。

（3）丢帧率

根据 RFC 1242，丢帧率定义为在稳态负载下由于缺少资源应转发而没有转发的帧所占的比例。该项指标可以用来描述过载状态下交换机的性能。

（4）背对背（Back-to-Back）

根据 RFC 1242，背对背帧定义为对于给定的数据帧，从空闲状态开始，以最小合法的时

间间隔发送连续的固定长度的帧的时间。此项数值反映了交换机处理突发帧的能力。

(5) CAM 地址表深度

MAC 地址是由 IEEE 分配的, 长度为 6 字节, 又称物理地址。连接到局域网的每个端口或设备都必须有至少一个 MAC 地址。CAM 地址表深度反映了交换机可以学习到的最大 MAC 地址数。如果 CAM 地址表满, 当交换机接收到不明目的 MAC 地址的后续帧, 交换机将采取在所有端口广播的策略; 当交换机接收到新的源地址后续帧, 交换机将根据地址更新策略, 或者替换旧地址, 或者丢弃新的源地址。过小的 CAM 地址表将无法适应网络的变化, 造成 CAM 地址表不稳定, 从而最终降低网络性能。故 CAM 地址表深度越大, 则交换机支持的站点数越大, 对网络的适应能力越好, 避免了因网络变化造成的 CAM 地址表不稳。

(6) 线端阻塞

线端-阻塞 (Head-of-Line) 指外出端口上的拥塞限制了通往非阻塞端口的吞吐量, 与过载无关。线端阻塞通常存在于那些采用输入排队的交换机, 由于队列头有转发到阻塞端口的帧, 造成后继转发到非阻塞端口的帧也必须等待, 从而形成线端阻塞。而对于那些采用输出排队的交换机, 线端阻塞现象将不存在。对于没有流量控制功能的交换机, 由于不存在阻塞现象, 故也不存在线端阻塞现象。

3. 三层交换机

三层交换机就是具有部分路由器功能的交换机, 三层交换机的最重要目的是加快大型局域网内部的数据交换, 所具有的路由功能也是为这目的服务的, 能够做到一次路由, 多次转发。对于数据包转发等规律性的过程由硬件高速实现, 而像路由信息更新、路由表维护、路由计算、路由确定等功能, 由软件实现。

三层以太网交换机的转发机制主要分为两个部分: 二层转发和三层交换。二层转发基于数据帧的 MAC 地址, 三层交换基于 IP 数据包的 IP 地址。三层交换机既分析数据链路层的数据帧, 也处理网络层的 IP 数据包, 当二层转发能完成数据交换, 则不启用三层交换功能; 当二层转发功能不能完成数据的交换, 则启用三层交换功能。

路由器需要根据 IP 地址确定每次源到目的的最优路径, 每次都要重新进行路由选择, 而三层交换机就可以第一次进行源 IP 到目的 IP 的路由, 三层交换机会将此数据转到二层, 下次无论是目的到源数据, 还是源到目的数据都是进行二层快速交换。

在更高端的网络里, 我们还使用多层交换机。多层交换机不但能提供三层交换机所能提供的所有功能, 而且, 还可以使用更高层的信息交换数据包, 譬如使用 TCP/UDP 报文里的端口号信息进行安全过滤, 提供更高效、更安全的网络功能。

三层交换机与传统路由器的差别主要表现在以下三方面:

- (1) 传统路由器基于微处理器转发报文, 靠软件处理, 而三层交换机通过 ASIC 硬件来进行报文转发, 处理速度快, 延时小, 其数据交换性能比传统路由器强大;
- (2) 三层交换机的端口基本都是以太网端口, 没有路由器端口类型丰富;
- (3) 三层交换机还可以工作在二层, 对某些不需要路由的报文直接交换, 而路由器不具有二层的功能。

出于安全和管理方便的考虑, 主要是为了减小广播风暴的危害, 必须把大型局域网按功

能或地域等因素划成一个个小的局域网，这就使 VLAN 技术在网络中得以大量应用，而各个不同 VLAN 间的通信都要经过路由器来完成转发，随着网间互访的不断增加。单纯使用路由器来实现网间访问，不但由于端口数量有限，而且路由速度较慢，从而限制了网络的规模和访问速度。基于这种情况三层交换机便应运而生，三层交换机端口类型简单，拥有很强大的二层包处理能力，非常适用于大型局域网内的数据路由与交换，它既可以工作在协议第三层替代或部分完成传统路由器的功能，同时又具有几乎第二层交换的速度，且价格相对便宜些。

在企业网和教学网中，一般会将三层交换机用在网络的汇聚层和核心层，用三层交换机上的千兆端口或百兆端口连接不同的子网或 VLAN。不过应清醒认识到三层交换机出现最重要的目的是加快大型局域网内部的数据交换，所具备的路由功能也多是围绕这一目的而展开的，所以它的路由功能没有同一档次的专业路由器强。毕竟在安全、协议支持等方面还有许多欠缺，并不能完全取代路由器工作。

在实际应用过程中，典型的做法是：处于同一个局域网中的各个子网的互连以及局域网中 VLAN 间的路由，用三层交换机来代替路由器，而只有局域网与公网互连之间要实现跨地域的网络访问时，才通过专业路由器。

4. 交换机的管理方式

交换机的管理方式可以分为带外管理（out-of-band）和带内管理（in-band）两种管理模式。所谓带内管理，是指网络的管理控制信息与用户网络的承载业务信息通过同一个逻辑信道传送，简而言之，就是占用业务带宽；而在带外管理模式中，网络的管理控制信息与用户网络的承载业务信息在不同的逻辑信道传输，交换机提供专门用于管理的带宽。目前很多高端的交换机都带有带外网管端口，使网络的管理带宽和业务带宽完全隔离，互不影响，构成单独的网管网。

（1）通过 Console 口管理交换机

通过 Console 口管理是最常用的带外管理方式，通常用户会在首次配置交换机或者无法进行带内管理时使用带外管理方式。用该方法管理交换机时，必须采用专用的 Console 线将计算机的 Com 口与交换机的 Console 口相连，可以采用操作系统自带的超级终端程序来连接交换机，当然，用户也可以采用自己熟悉的终端程序。

（2）使用 Telnet 命令管理交换机

交换机启动后，用户可以通过局域网或广域网，使用 Telnet 客户端程序建立与交换机的连接并登录到交换机，然后对交换机进行配置。它一般最多支持 8 个 Telnet 用户同时访问交换机。在使用 Telnet 命令管理交换机时，首先要保证被管理的交换机设置了 IP 地址，并保证交换机与计算机的网络连通性。

（3）使用 Web 浏览器来管理交换机

使用 Web 浏览器管理交换机时，必须保证以下三点：①交换机已经配置了合适的 IP 地址；②交换机已经启用了 Web 配置功能；③配置计算机与交换机能进行网络连通。

（4）使用支持 SNMP 协议的网络管理软件管理交换机

支持网管功能的交换机可以通过支持 SNMP 协议的网管代理进行交换机的配置和管理。在网管软件能管理交换机之前，交换机也必须配置合适的 IP 地址，启用网管代理，并保证管理器与交换机的网络连通性。