



高等职业教育“十三五”精品规划教材（计算机网络技术系列）

交换机/路由器配置 与管理实训教程

主 编 孙飞显 靳晓婷



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

高等职业教育“十三五”精品规划教材(计算机网络技术系列)

交换机/路由器配置与管理实训教程

主 编 孙飞显 靳晓婷



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

本书以任务驱动的方式,通过具体的实例,介绍常见网络交换机和路由器设备的外观、端口、型号、指标、基本工作机理及其实际应用方法。全书由 25 个任务组成,内容涵盖了交换机外观与端口识别、交换机型号与性能指标、交换机工作模式及其转换、交换机的基本带外/内管理、交换机常用配置、交换机配置文件备份与恢复、二/三层交换机 VLAN 划分、交换机端口镜像、交换机生成树协议、交换机链路聚合、路由器识别与操作、路由器的静/动态路由配置等。

本书的特点是理论基本够用、侧重实际应用、讲解由浅入深、过程介绍清晰。针对每个任务,首先明确任务目标,然后介绍与该任务相关的基本知识、完成任务所需要的设备、任务的具体要求以及任务的具体实现步骤,最后给出额外的实训实例。

本书可以作为应用型本科、高职高专有关课程的教材,可作为网络培训教材、自学参考书,也可供网络工程技术人员使用和参考。

本书配有免费电子教案,读者可以从中国水利水电出版社网站以及万水书苑下载,网址为: <http://www.waterpub.com.cn/softdown/>或 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

交换机/路由器配置与管理实训教程 / 孙飞显, 靳晓婷主编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2016.8

高等职业教育“十三五”精品规划教材. 计算机网络技术系列

ISBN 978-7-5170-4612-7

I. ①交… II. ①孙… ②靳… III. ①计算机网络—信息交换机—高等职业教育—教材②路由器—高等职业教育—教材 IV. ①TN915.05

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第188564号

策划编辑: 祝智敏 责任编辑: 李 炎 加工编辑: 李艳松 封面设计: 李 佳

书 名	高等职业教育“十三五”精品规划教材(计算机网络技术系列) 交换机/路由器配置与管理实训教程
作 者	JIAOHUANJI/LUYOUQI PEIZHI YU GUANLI SHIXUN JIAOCHENG
出版发行	主 编 孙飞显 靳晓婷 中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市铭浩彩色印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 19.25印张 476千字
版 次	2016年8月第1版 2016年8月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	39.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

前 言

在“互联网+”“大众创业、万众创新”背景下，网络已经成为人们学习、工作和生活中不可缺少的一部分，家庭、学校、企事业单位都需要构建网络。因此，熟练使用交换机/路由器已成为时代对学生、教师、工作人员乃至老百姓的基本要求。基于此，本书从人的认知过程和认知规律出发，结合真实的应用场景，以任务驱动的方式，通过引入具体的案例，介绍常见网络交换机和路由器设备的外观、端口、型号、指标、基本工作机理，并重点介绍网络交换机和路由器的安装、配置、管理和使用方法。内容涵盖了交换机外观与端口识别、交换机型号与性能指标、交换机工作模式及其转换、交换机带外/内管理、交换机常用配置、交换机配置文件备份与恢复、二/三层交换机 VLAN 划分、交换机端口镜像、交换机生成树协议、交换机链路聚合、路由器识别与操作、路由器的静/动态路由配置等。

本书是在作者多年从事计算机网络、交换机/路由器管理与配置、网络工程搭建教学、职业技能竞赛指导、网络工程项目研究并汲取同类著作优点的基础上整理、编写而成，旨在使读者能尽快掌握交换机和路由器的常规配置与管理技术。通过本书的学习，可以使读者巩固局域网络的搭建方法，掌握交换机的常规配置、VLAN 技术、端口镜像技术、生成树技术、链路聚合技术、路由器常规配置技术、静态和路由配置技术等，并基本具备使用交换机、路由器等网络设备进行网络设计、组建、配置与管理的能力。

本书由孙飞显和靳晓婷主编。本课程团队的张防震老师为本书校对做了大量细致的工作；罗东芳、吹昆老师以及于玲玲、朱梦影、葛孟娜、郭冬冬、曹勇、吴薇等同学为本书的电子资源建设做了很多有益工作。中国水利水电出版社的有关负责同志对本书的出版给予了大力支持。

本书力求理论基本够用、侧重实际应用、由浅入深讲解、详细说明实现步骤。然而，由于编者水平有限，此书的不周之处，还请学界的广大同仁不吝赐教。在本书的编写过程中，参考了大量国内外学术专著、教材和最新研究成果等文献资料，在此，谨向这些著作以及为本书出版付出辛勤劳动的同志深表感谢！

编 者

2016 年 6 月

目 录

前言

任务 1 交换机外观与端口识别	1	5. 任务实现	56
1. 任务目标	1	6. 实训实例	60
2. 知识准备	1	任务 6 交换机口令设置及出厂设置恢复	61
3. 所用设备	4	1. 任务目标	61
4. 任务要求	5	2. 知识准备	61
5. 任务实现	5	3. 所用设备	63
6. 实训实例	12	4. 任务要求	63
任务 2 交换机识别型号及性能指标	13	5. 任务实现	63
1. 任务目标	13	6. 实训实例	69
2. 知识准备	13	任务 7 交换机的 Telnet 方式管理	70
3. 所用设备	15	1. 任务目标	70
4. 任务要求	15	2. 知识准备	70
5. 任务实现	16	3. 所用设备	74
6. 实训实例	30	4. 任务要求	74
任务 3 交换机的工作模式及其转换	31	5. 任务实现	74
1. 任务目标	31	6. 实训实例	81
2. 知识准备	31	任务 8 交换机的 Web 方式管理	82
3. 所用设备	34	1. 任务目标	82
4. 任务要求	34	2. 知识准备	82
5. 任务实现	34	3. 所用设备	83
6. 实训实例	41	4. 任务要求	83
任务 4 普通交换机的基本带外管理	42	5. 任务实现	83
1. 任务目标	42	6. 实训实例	87
2. 知识准备	42	任务 9 交换机的密码设置与清除	88
3. 所用设备	46	1. 任务目标	88
4. 任务要求	46	2. 知识准备	88
5. 任务实现	46	3. 所用设备	91
6. 实训实例	51	4. 任务要求	91
任务 5 交换机的 CLI 界面及操作命令	52	5. 任务实现	92
1. 任务目标	52	6. 实训实例	94
2. 知识准备	52	任务 10 交换机配置文件的备份与恢复	95
3. 所用设备	55	1. 任务目标	95
4. 任务要求	56	2. 知识准备	95

3. 所用设备	103	6. 实训实例	169
4. 任务要求	103	任务 16 三层交换机的 VLAN 划分及基本操作	170
5. 任务实现	103	基本操作	170
6. 实训实例	107	1. 任务目标	170
任务 11 二层交换机的 VLAN 划分及基本操作	108	2. 知识准备	170
1. 任务目标	108	3. 所用设备	173
2. 知识准备	108	4. 任务要求	173
3. 所用设备	113	5. 任务实现	173
4. 任务要求	113	6. 实训实例	177
5. 任务实现	113	任务 17 三层与二层交换机 VLAN 间通信	178
6. 实训实例	119	1. 任务目标	178
任务 12 二层交换机跨交换机的相同 VLAN 间通信	120	2. 知识准备	178
1. 任务目标	120	3. 所用设备	179
2. 知识准备	120	4. 任务要求	179
3. 所用设备	122	5. 任务实现	179
4. 任务要求	122	6. 实训实例	186
5. 任务实现	123	任务 18 交换机私有 VLAN 的配置	187
6. 实训实例	128	1. 任务目标	187
任务 13 交换机的端口镜像及其实现	129	2. 知识准备	187
1. 任务目标	129	3. 所用设备	192
2. 知识准备	129	4. 任务要求	192
3. 所用设备	135	5. 任务实现	192
4. 任务要求	136	6. 实训实例	200
5. 任务实现	136	任务 19 交换机端口与 MAC 绑定	201
6. 实训实例	141	1. 任务目标	201
任务 14 交换机的生成树及其配置	142	2. 知识准备	201
1. 任务目标	142	3. 所用设备	206
2. 知识准备	142	4. 任务要求	207
3. 所用设备	150	5. 任务实现	207
4. 任务要求	150	6. 实训实例	214
5. 任务实现	150	任务 20 交换机 MAC 地址表的配置与管理	215
6. 实训实例	154	1. 任务目标	215
任务 15 交换机的链路聚合及其配置	155	2. 知识准备	215
1. 任务目标	155	3. 所用设备	219
2. 知识准备	155	4. 任务要求	219
3. 所用设备	164	5. 任务实现	219
4. 任务要求	164	6. 实训实例	223
5. 任务实现	164	任务 21 MAC 与 IP 绑定的配置与实现	224
		1. 任务目标	224

2. 知识准备·····	224	5. 任务实现·····	259
3. 所用设备·····	227	6. 实训实例·····	265
4. 任务要求·····	228	任务 24 RIP 动态路由配置·····	267
5. 任务实现·····	228	1. 任务目标·····	267
6. 实训实例·····	232	2. 知识准备·····	267
任务 22 路由器的识别与操作·····	233	3. 所用设备·····	274
1. 基本目的·····	233	4. 任务要求·····	274
2. 知识准备·····	233	5. 任务实现·····	274
3. 所用设备·····	241	6. 实训实例·····	282
4. 任务要求·····	241	任务 25 OSPF 动态路由配置·····	284
5. 任务实现·····	242	1. 任务目标·····	284
6. 实训实例·····	248	2. 知识准备·····	284
任务 23 静态路由的配置与实现·····	249	3. 所用设备·····	292
1. 基本目的·····	249	4. 任务要求·····	292
2. 知识准备·····	249	5. 任务实现·····	293
3. 所用设备·····	259	6. 实训实例·····	300
4. 任务要求·····	259	参考文献·····	302

交换机外观与端口识别

1. 任务目标

- (1) 了解交换机的外形结构。
- (2) 认识交换机的典型接口布局、类型及连接方式。

2. 知识准备

(1) 交换机概述

交换机是指网络节点上话务承载装置、交换机、控制和信令设备以及其他功能单元的集合体。交换机能把用户线路、电信电路和（或）其他要互连的功能单元根据单个用户的请求连接起来。简单地说，交换机（switch，意为“开关”）是一种用于电信号转发的网络设备。它可以为接入交换机的任意两个网络节点提供独享的电信号通路。最常见的交换机是以太网交换机。其他常见的还有电话语音交换机、光纤交换机等。

交换（switching）是按照通信两端传输信息的需要，用人工或设备自动完成的方法，把要传输的信息送到符合要求的相应路由上的技术的统称。广义的交换机就是一种在通信系统中完成信息交换功能的设备。

在计算机网络系统中，交换概念的提出改进了共享工作模式。HUB 集线器虽然是一种共享设备，但 HUB 本身不能识别目的地址。当同一局域网内的 A 主机给 B 主机传输数据时，数据包在以 HUB 为架构的网络上是以广播方式传输的，由每一台终端通过验证数据包头的地址信息来确定是否接收。也就是说，在这种工作模式下，同一时刻网络上只能传输一组数据帧的通信，如果发生碰撞还得重试。这种方式就是共享网络带宽。

(2) 交换机的工作原理

传统意义上的交换机工作在数据链路层。交换机拥有一条很高带宽的背部总线和内部交换矩阵。交换机的所有端口都挂接在这条背部总线上，控制电路收到数据包以后，处理端口会查找内存中的地址对照表以确定目的 MAC（网卡的硬件地址）的 NIC（网卡）挂接在哪个端口上，通过内部交换矩阵迅速将数据包传送到目的端口，目的 MAC 若不存在，广播到所有的端口，接收端口回应后交换机会“学习”新的地址，并把它添加入内部 MAC 地址表中。使用

交换机也可以把网络“分段”，通过对照 MAC 地址表，交换机只允许必要的网络流量通过交换机。通过交换机的过滤和转发，可以有效地减少冲突域，但它不能划分网络层广播，即广播域。交换机在同一时刻可进行多个端口对之间的数据传输。每一端口都可视为独立的网段，连接在其上的网络设备独自享有全部的带宽，无须同其他设备竞争使用。当节点 A 向节点 D 发送数据时，节点 B 可同时向节点 C 发送数据，而且这两个传输都享有网络的全部带宽，都有着自己的虚拟连接。假使这里使用的是 10Mbps 的以太网交换机，那么该交换机这时的总流量就等于 $2 \times 10\text{Mbps} = 20\text{Mbps}$ ，而使用 10Mbps 的共享式 HUB 时，一个 HUB 的总流量也不会超出 10Mbps。总之，交换机是一种基于 MAC 地址识别，能完成封装转发数据包功能的网络设备。交换机可以“学习”MAC 地址，并将其存放在内部地址表中，通过在数据帧的始发者和目标接收者之间建立临时的交换路径，使数据帧直接由源地址到达目的地址。

(3) 交换机的作用与功能

交换机的主要功能包括物理编址、网络拓扑结构、错误校验、帧序列以及流控。目前交换机还具备了一些新的功能，如对 VLAN（虚拟局域网）的支持、对链路汇聚的支持，甚至有的还具有防火墙的功能。交换机的常见功能的含义如下：

学习：以太网交换机了解每一端口相连设备的 MAC 地址，并将地址同相应的端口映射起来存放在交换机缓存的 MAC 地址表中。

转发/过滤：当一个数据帧的目的地址在 MAC 地址表中有映射时，它被转发到连接目的节点的端口而不是所有端口（如该数据帧为广播/组播帧，则转发至所有端口）。

消除回路：当交换机包括一个冗余回路时，以太网交换机通过生成树协议避免回路产生，同时允许存在后备路径。

网络互连：交换机除了能够连接同种类型的网络之外，还可以在不同类型的网络（如以太网和快速以太网）之间起到互连作用。如今许多交换机都能够提供支持快速以太网或 FDDI 等的高速连接端口，用于连接网络中的其他交换机或者为带宽占用量大的关键服务器提供附加带宽。

一般来说，交换机的每个端口都用来连接一个独立的网段，但是有时为了提供更快的接入速度，可以把一些重要的网络计算机直接连接到交换机的端口上。这样，网络的关键服务器和重要用户就拥有更快的接入速度，支持更大的信息流量。

(4) 交换机的类型

交换机的分类标准多种多样，常见的有以下几种：

① 根据网络覆盖范围分

根据网络覆盖范围的大小不同，可分为局域网交换机和广域网交换机。

② 根据传输介质和传输速度划分

根据传输介质和传输速度的不同，可分为以太网交换机、快速以太网交换机、千兆以太网交换机、10 千兆以太网交换机、ATM 交换机、FDDI 交换机和令牌环交换机。

③ 根据交换机应用网络层次划分

根据交换机应用网络层次的不同，可分为企业级交换机、校园网交换机、部门级交换机和工作组交换机、桌机型交换机。

④ 根据交换机端口结构划分

根据交换机端口结构的不同，可分为固定端口交换机和模块化交换机。

⑤根据工作协议层划分

根据交换机工作协议层的不同,可分为第二层交换机、第三层交换机和第四层交换机。

⑥根据是否支持网管功能划分

根据交换机是否支持网管功能,可分为网管型交换机和非网管型交换机。

(5) 交换机的参数

在当今的“互联网+”时代,将数台计算机连接在一起组成局域网后再连接互联网,是公司、家庭用网的常见连接方式,其中交换机/路由器是必不可少的设备。然而,市场上的交换机各式各样、品牌众多,同时价格也从几十、几百、数百到数千元不等。用户如何选择适合自己使用的交换机呢?又如何来判断交换机的好坏呢?本节先介绍选购交换机时需注意的交换机基本参数。

1) 交换机类型

如前所述,交换机类型的划分方法有许多,主要包括机架式交换机、带扩展槽的固定配置交换机、不带扩展槽的固定配置交换机等。机架式交换机是一种插槽式的交换机,该类交换机的扩展性较好,可以支持不同的网络类型,但其价格较贵;固定配置式带扩展槽交换机是一种有固定端口数并带少量扩展槽的交换机,这种交换机在支持固定端口类型网络的基础上,还可以支持其他类型的网络,价格居中;固定配置式不带扩展槽交换机仅支持一种类型的网络,但同时价格也是最便宜的。

2) 端口

交换机的端口包括两个方面:端口数量及端口类型,交换机通常分为 5 口、8 口、16 口、24 口或更多端口数,一般来说端口数量越多,其价格就会越高。端口类型一般有多个 RJ-45 口,还会提供一个 UP-Link 口,用来实现交换设备的级联,另外有的端口还支持 MDI/MDIX 自动跳线功能,通过该功能可以在级联交换设备时自动按照适当的线序连接,无须进行手工配置。

3) 传输速率

现在市场上交换机主要分为百兆、千兆、万兆及以上。百兆、电口交换机主要以 10/100Mbps 自适应交换机为主,能够通过网络自动判断、自适应运行,这也是目前一般公司和家庭局域网常用的交换机。当然,如果寻找更快速的局域网连接技术,则建议使用千兆或者更快的万兆交换机(这不仅仅是发生在园区网的骨干,也同样发生在每一个配线间中,企业的 IT 管理人员能为每一个桌面用户提供 10 倍于百兆的网络连接)。

4) 传输模式

目前的交换机一般都支持全/半双工自适应模式,通过网络自行适应传输模式。全双工模式指可以同时接收和发送数据,数据流是双向的,用来提高网络传输的效率,半双工模式指不能同时接收和发送数据,要么只能接收数据,要么只能发送数据,数据流是单向的。

5) 交换方式

目前交换机在传送源和目的端口的数据包时通常采用直通式交换、存储转发式和碎片隔离三种数据包交换方式。目前的存储转发式是交换机的主流交换方式。

①直通交换方式(Cut-through)

采用直通交换方式的以太网交换机可以理解为在各端口间是纵横交叉的线路矩阵电话交换机。它在输入端口检测到一个数据包时,检查该包的包头,获取包的目的地址,启动内部的

动态查找表转换成相应的输出端口，在输入与输出交叉处接通，把数据包直通到相应的端口，实现交换功能。由于它只检查数据包的包头（通常只检查 14 个字节），不需要存储，所以切入方式具有延迟小，交换速度快的优点。所谓延迟（Latency）是指数据包进入一个网络设备到离开该设备所花的时间。

直通交换方式的缺点主要有三个方面：第一，因为数据包内容并没有被以太网交换机保存下来，所以无法检查所传送的数据包是否有误，不能提供错误检测能力；第二，由于没有缓存，不能将具有不同速率的输入/输出端口直接接通，而且容易丢包。如果要连到高速网络上，如提供快速以太网（100BASE-T）、FDDI 或 ATM 连接，就不能简单地将输入/输出端口“接通”，因为输入/输出端口间有速度上的差异，必须提供缓存；第三，当以太网交换机的端口增加时，交换矩阵变得越来越复杂，实现起来就越困难。

②存储转发方式（Store-and-Forward）

存储转发是计算机网络领域使用得最为广泛的技术之一，以太网交换机的控制器先将输入端口到来的数据包缓存起来，先检查数据包是否正确，并过滤掉冲突包错误。确定包正确后，取出目的地址，通过查找表找到想要发送的输出端口地址，然后将该包发送出去。正因如此，存储转发方式在数据处理时延时大，这是它的不足，但是它可以对进入交换机的数据包进行错误检测，并且能支持不同速度的输入/输出端口间的交换，可有效地改善网络性能。它的另一优点就是这种交换方式支持不同速度端口间的转换，保持高速端口和低速端口间协同工作。实现的办法是将 10Mbps 低速包存储起来，再通过 100Mbps 速率转发到端口上。

③碎片隔离式（Fragment Free）

这是介于直通式和存储转发式之间的一种解决方案。它在转发前先检查数据包的长度是否够 64 字节（512 bit），如果小于 64 字节，说明是假包（或称残帧），则丢弃该包；如果大于 64 字节，则发送该包。该方式的数据处理速度比存储转发方式快，但比直通式慢，但由于能够避免残帧的转发，所以被广泛应用于低档交换机中。

使用碎片隔离式交换技术的交换机一般是使用了一种特殊的缓存。这种缓存是一种先进先出的 FIFO（First In First Out），比特从一端进入然后再以同样的顺序从另一端出来。当帧被接收时，它被保存在 FIFO 中。如果帧以小于 512bit 的长度结束，那么 FIFO 中的内容（残帧）就会被丢弃。因此，不存在普通直通转发交换机存在的残帧转发问题，是一个非常好的解决方案。数据包在转发之前将被缓存保存下来，从而确保碰撞碎片不通过网络传播，能够在很大程度上提高网络传输效率。

除了这些，交换机的其他参数将在任务 2 中进行说明。

3. 所用设备

目前流行的交换机的品牌较多，诸如思科（Cisco）、华为（HUAWEI）、神州数码（Digital China）、华三（H3C）、锐捷（Ruijie）、普联（TP-LINK）、磊科（netcore）、腾达（Tenda）、水星（MERCURY）、迅捷（FAST）、艾泰（UTT）、友讯（D-Link）、FAST DIEWU、飞鱼星、CESLLER、仕（seapai）、必联（B-LINK）、戴尔（DELL）、IT-LINK、DCN、宇泰（utek）、维盟（wayos）、光润通（GRT）、辉宏时代（HUIHONGTIMES）、UTEPO、昌德迅、瞻博（Juniper）、AOPRE、安网（SECNET）等。

本实训以主流的神州数码（DCN，神州数码网络有限公司）、锐捷（Ruijie）、华三（H3C）、

华为（HUAWEI）、思科（Cisco）等交换机为例进行说明。

4. 任务要求

- (1) 结合实训室已有的交换机，认识其外形结构。
- (2) 以经典的普通交换机为例，认识其接口布局、类型及连接方式。

5. 任务实现

步骤 1：了解交换机的外观结构。

不同类型的交换机（非网管型交换机/可网管型交换机、SOHO 交换机、机架式交换机、企业级智能交换机、POE 交换机、企业级主网交换机、电口交换机/光口交换机）的外观大多为长方体结构，如图 1-1 所示。

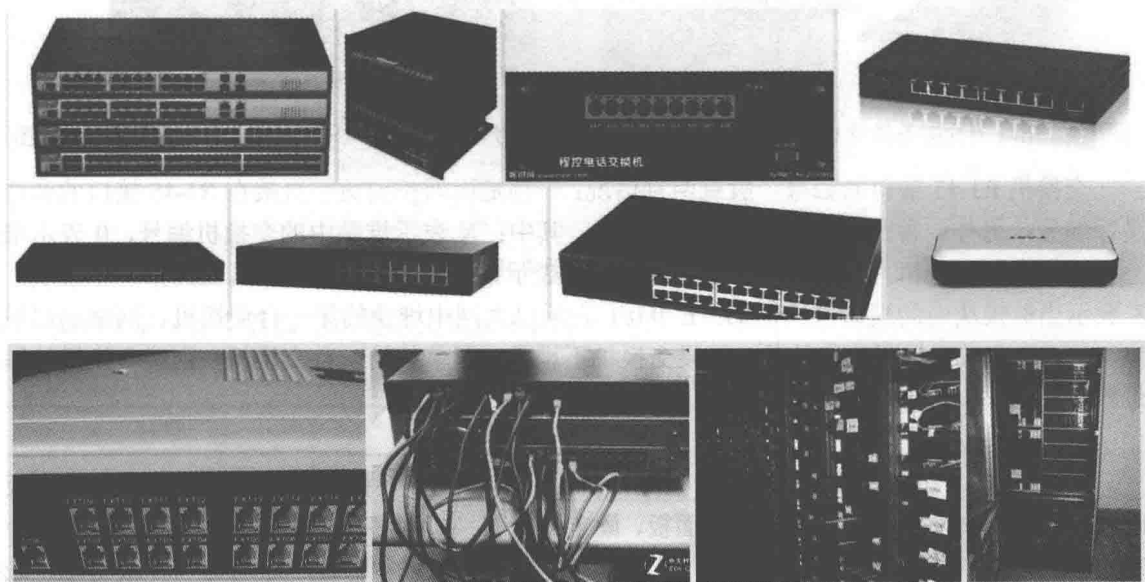


图 1-1 交换机的外观结构

除了上述外观的交换机之外，还存在其他外形的交换机，如 Cisco 的刀片式交换机。

说明：刀片就是一片片独立工作的主机板，所有刀片通过一个背板相连，根据性能、接口需要选择刀片数量，同时具有统一电源和监控模块的交换机称为刀片交换机。刀片交换机配合刀片服务器使用。思科刀片交换机分为针对 Dell 的思科刀片交换机、针对 FSC 的思科刀片交换机、针对 HP 的思科刀片交换机、针对 IBM 的思科刀片交换机等。IBM 旗下的 BladeCenter 刀片服务器配置了 Cisco Nexus 4001I 刀片交换机，其外观结构如图 1-2 所示。

步骤 2：认识交换机的 RJ-45 接口。

无论哪种类型的交换机，大都设置有 RJ-45 接口（又称以太网电口，简称“电口”），用于连接 RJ-45 插头。神州数码交换机 DCS 3950C 的 RJ-45 接口如图 1-3 所示。

一般地，交换机的 RJ-45 接口数量是衡量交换机的最直观因素。针对固定端口交换机而言，常见的标数有 8、12、16、24、48 等几种，而非标准的端口数有 4、5、10、20、22、32 端口等，且交换机的 RJ-45 接口通过水晶头和双绞线连接 100Base-TX、1000Base-TX 以太网

(1000Base-TX 千兆以太网连接至少需要使用超 5 类双绞线, 最好使用 6 类双绞线, 用以保证稳定、高速)。

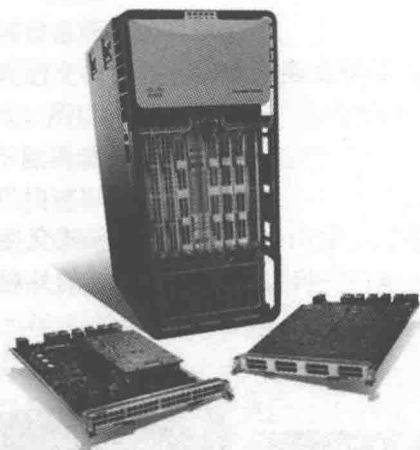


图 1-2 IBM 刀片服务器及 Cisco 刀片交换机

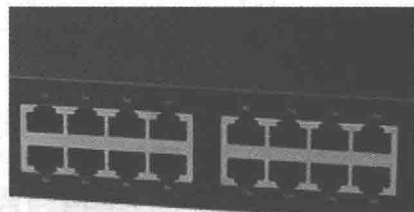


图 1-3 神州数码交换机 DCS 3950C 的 RJ-45 接口示意图

交换机 RJ-45 接口的编号一般有两种情况: 一种是用阿拉伯数字直接在 RJ-45 接口的旁边进行编号; 另外一种为“X/Y/Z”格式的编号。其中: X 表示堆叠中的交换机编号, 0 表示堆叠中的第一台交换机, 1 表示第二台交换机; Y 表示模块数, 0 表示交换机上的第一个模块; Z 表示当前模块中的端口号。例如: E 0/0/1 表示以太网中堆叠的第一台交换机、网络端口模块、第一个电口。需要注意的是: 如果交换机不堆叠, 即单独的一台交换机, 则该交换机的编号默认为 0。

步骤 3: 认识交换机的 Console 口。

如前所述, 交换机可分为可网管型交换机、非网管型交换机。可网管型交换机的前面板或后面板(模块化交换机大多位于前面板, 固定配置交换机大多位于后面板)上一般都有一个 Console 端口(简称“Console 口”), 用于对交换机进行配置和管理, 这也是一种最常用、最基本的交换机管理和配置方式。

就形状看, 目前主流的 Console 口主要有 DB-9 公头 Console 口(如图 1-4 所示)、RJ-45 形 Console 口(如图 1-5 所示)。

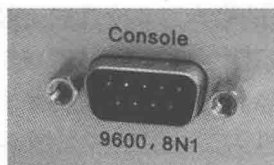


图 1-4 交换机的 DB-9 公头 Console 口

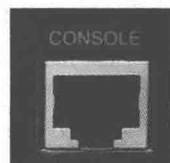


图 1-5 交换机的 RJ-45 形 Console 口

无论交换机采用 DB-9 还是采用 RJ-45 形 Console 口, 都需要通过专用的 Console 线连接到计算机的串口才能够对交换机进行配置和管理。为了满足交换机不同形状 Console 口的需要, 常用的 Console 线也不尽相同, 主要包括以下几种:

(1) 两端均为 9 孔串口的 Console 线, 如图 1-6 所示。

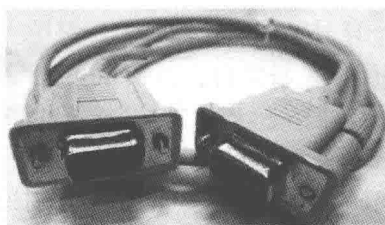


图 1-6 DB-9 母头 Console 线

两端均为 9 孔串口 Console 线，其两端分别连接计算机的 DB-9 针公头串口和交换机的 DB-9 针 Console 口，DB-9 公头、母头及引脚排列方式如图 1-7 所示。

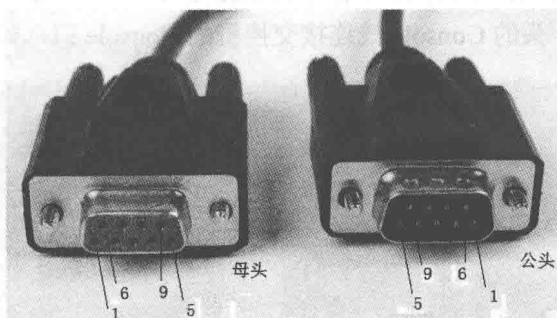


图 1-7 DB-9 公、母头及引脚排列

DB-9 串口各个引脚的功能定义如表 1-1 所示。

表 1-1 DB-9 针串口各引脚的功能定义

针号	功能定义	缩写
1	载波检测	DCD
2	接收数据	RXD
3	发送数据	TXD
4	数据终端就绪	DTR
5	信号地	GND
6	数据设备就绪	DSR
7	请求发送	RTS
8	清除发送	CTS
9	振铃指示	RI

应用举例：用两端均为 9 孔串口的 Console 线，可以将计算机的 COM1 口和神州数码交换机 DCS 3950c 的 Console 口连接起来。

(2) 串口 9 孔转 RJ-45 头的 Console 线，如图 1-8 所示。此类 Console 线的一端连接计算机的 DB-9 公头串口，另一端连接交换机的 RJ-45 形 Console 口。

应用举例：用 DB-9 母头转 RJ-45 头 Console 线，可以将计算机的 COM1 口和 DCRS 5650 交换机的 RJ-45 形 Console 口连接起来。



图 1-8 DB-9 母头转 RJ-45 头 Console 线

需要注意的是：针对当今流行的笔记本没有 9 针串口的实际情况，为了使用笔记本电脑连接并调试交换机，需要借助 USB 转 9 针串口的转换线，再借助两端均为 9 孔串口 Console 线或者串口 9 孔转 RJ-45 头的 Console 线连接交换机的 Console 口，如图 1-9 所示。

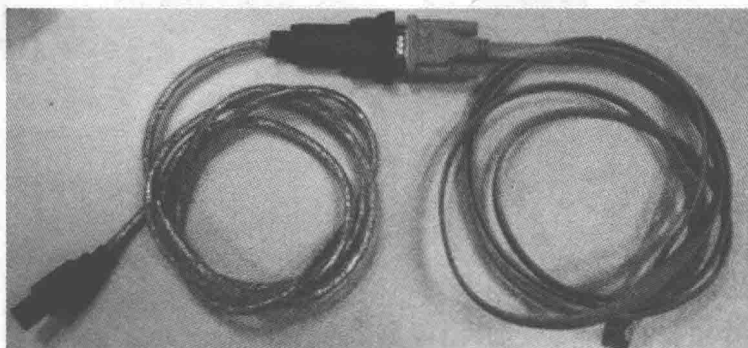


图 1-9 USB 转 9 针串口线+串口 9 孔转 RJ-45 头 Console 线

步骤 4：认识交换机的 Combo 接口。

交换机面板上接口标识与编号相同且介质不同的一对端口即为 Combo 口。如图 1-10 所示华为 S2700-26P-SI-AC 交换机的 26 口与其右边 RJ-45 电口、25 口与其右上方的 RJ-45 电口（用连接线相连）都称为 Combo 接口。

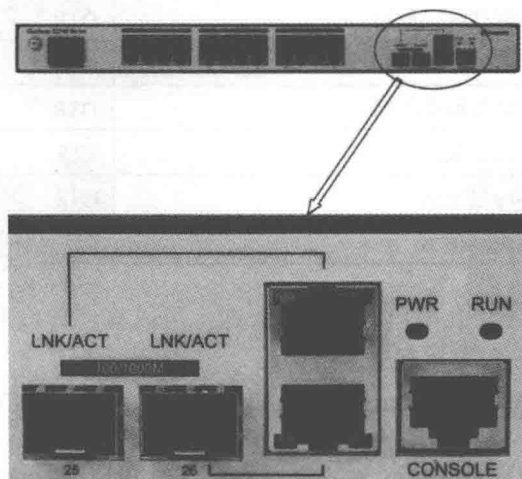


图 1-10 带 Combo 接口的交换机

Combo 接口为“一光一电”型接口，而在设备内部只有一个转发接口。也就是说 Combo 接口的光口和电口在逻辑上是光电复用的，用户可根据实际组网情况选择其中的一个使用，但两者不能同时工作，当激活其中的一个接口时，另一个接口就自动处于禁用状态。

Combo 接口用于千兆网络。为了方便管理，Combo 接口分为以下两种类型。

- 单 Combo 接口：设备面板上的两个以太网接口只对应一个 interface 视图，用户在同一个 interface 视图完成对两个接口的状态切换操作。单 Combo 接口可以是二层以太网接口，也可以是三层以太网接口。
- 双 Combo 接口：设备面板上的两个以太网接口对应两个 interface 视图，用户在以太网接口自己的 interface 视图上完成对两个接口的状态切换操作。双 Combo 接口只能是二层以太网接口。

步骤 5：认识交换机的 SFP 接口。

交换机的接口除了 RJ-45、Console、Combo 之外，还有 SFP (Small Form-factor Pluggable, 小型可插拔) 接口，即 Combo 口中除去 RJ-45 接口之外的那个接口，如图 1-10 所示的 26 号端口。交换机中的 SFP 接口只有配合 SFP 模块才能够连接百兆、千兆以太网网络。SFP 模块的外观结构如图 1-11 所示。

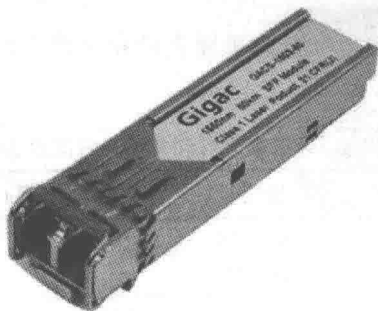


图 1-11 小型可插拔的 SFP 模块

目前，SFP 模块大都集数据的发送和接收功能于一体。按照连接介质的不同，SFP 模块分为光口和电口两种类型。SFP 接口插槽插上光口 SFP 模块就变成了光纤接口(如图 1-11 所示)；SFP 接口插槽插上电口 SFP 模块就是 RJ-45 型的电口，通过连接超 5 类以上的双绞线，用来组建百兆、千兆以太网。电口 SFP 收发一体模块的外观结构如图 1-12 所示。

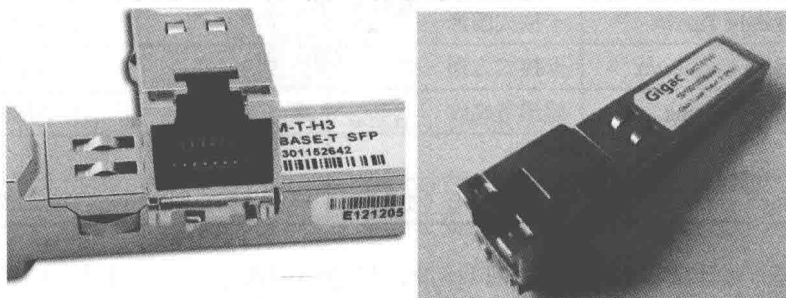


图 1-12 电口 SFP 收发一体模块

步骤 6：认识光纤交换机及其接口。

目前,随着网络技术的不断发展,光纤交换机(用光纤电缆作为传输介质的交换机)成为当下以太网中交换机的主流。光纤交换机的端口有光纤接口(简称“光口”),也可能有 RJ-45 端口。据此,光纤交换机可分为全光口交换机或光电混合端口交换机。光纤交换机端口的数量大都从 8 口到 64 口,甚至更多,而交换机所有端口中的任意两点可以建立连接。光纤交换机通过 E_Ports(扩展端口)可以进行堆叠,从而可以使光纤网络扩展到数千个节点(交换机堆叠最多可以达到 239 个)。

光纤交换机特别适合于信息点接入距离超出五类线接入距离、需要抗电磁干扰以及需要通信保密等场合,适用的领域包括:住宅小区 FTTH 宽带接入网络,企业高速光纤局域网,高可靠工业集散控制系统(DCS),光纤数字视频监控网络,医院高速光纤局域网,校园主干网络,等等。此外,为便于交换机的配置管理,光纤交换机一般都同时支持网络远程管理和本地管理,进而实现对光纤交换机端口工作状态的监控和交换机的设置。

鉴于本实训的前述步骤已对交换机的 RJ-45 接口、Console 接口以及 SFP 接口进行了说明,以下重点介绍光纤交换机的光纤接口及其相关内容。

光纤接口是用来连接光纤线缆的物理接口(由日本 NTT 公司开发),利用了光从光密介质进入光疏介质从而发生了全反射的原理。

(1) 光纤及其分类

按照内部传导光波的不同,光纤分为单模光纤和多模光纤两种。单模光纤和多模光纤的综合对比如表 1-2 所示。

表 1-2 单模光纤和多模光纤的对比

	波长(单位: nm)	规格(纤芯直径/包层直径)	传输距离	外表颜色
单模光纤(SM)	1310、1550	8.3/125、8.7/125、9/125、10/125	远(可达上百公里)	黄色
多模光纤(MM)	850、1300	50/125、62.5/125、100/140	近(10 公里以下)	橙色

(2) 光纤接口的分类

光纤接口分为 ST、SC、FC、MTRJ、LC 等类型,几种接口的综合对比如表 1-3 所示。

表 1-3 四种光纤接口的综合对比

	符号的含义	外部形状	紧固方式	应用环境
ST 接口	Straight Tip	卡接式圆形	螺丝扣	多用于配线架
SC 接口	Quare Connector	卡接式方形(大)	插拔销闩式	多用于光纤收发
FC 接口	Fiber Channel	圆形带螺纹	螺丝扣	多用于配线架
MTRJ 接口		方形		
LC 接口	Line Card	卡接式方形(小)	模块化插孔闩锁	光纤交换机

ST、SC、FC 光纤接口是早期的接口标准,目前应用得不多。鉴于 ST 接口仅用于已过时的 10Base-F 网络,此处不再赘述。

① SC 光纤接口

光纤交换机的 SC 接口形状与 RJ-45 接口相似,但看似更扁,缺口更浅。具体的识别方法: