



网管天下

刘晓辉 肖铁岭 等编著

- ◆ 网络搭建与管理的硬件解决方案
- ◆ 命令行和图形化配置与管理
- ◆ 端口类型与设备连接策略
- ◆ 重要性能参数设置与设备选择
- ◆ 交换机、路由器和防火墙的作用与应用

JIAOHUANJI LUYOUQI FANGHUOQIANG

交换机· 路由器· 防火墙

(第2版)



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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



网管天下

刘晓辉 肖铁岭 等编著

- ◆ 网络搭建与管理的硬件解决方案
- ◆ 命令行和图形化配置与管理
- ◆ 端口类型与设备连接策略
- ◆ 重要性能参数设置与设备选择
- ◆ 交换机、路由器和防火墙的作用与应用

JIAOHUANJI LUYOUQI FANGHUOQIANG

交换机· 路由器· 防火墙

(第2版)



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

内 容 简 介

本书深入细致地介绍了用于构建网络的最重要的硬件设备——交换机、路由器和防火墙，涵盖了原理、参数、分类、适用、规划、接口、连接、配置、管理、监控、故障等诸多方面，体现并融合了最新技术、最新设备和最新应用，是一整套紧贴网络搭建、配置和管理实际的完全硬件解决方案。本书突出实用性和可操作性，语言表述流畅准确，理论讲解深入浅出，具体操作详略得当，注重培养动手能力和分析能力。

本书适用于中小型网络管理员，以及所有准备从事网络管理的网络爱好者，并可作为大专院校计算机专业的教材。

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

交换机·路由器·防火墙 / 刘晓辉等编著. —2 版. —北京: 电子工业出版社, 2012.2
(网管天下)

ISBN 978-7-121-15591-8

I. ①交… II. ①刘… III. ①计算机网络—信息交换机②计算机网络—路由选择③计算机网络—防火墙 IV. ①TN915.05②TP393.08

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 270699 号

策划编辑: 郭鹏飞

责任编辑: 鄂卫华

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

装 订: 中国电影出版社印刷厂

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: 29.5 字数: 755 千字

印 次: 2012 年 2 月第 1 次印刷

定 价: 59.80 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 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

前言

交换机、路由器和防火墙构成网络硬件的金三角。交换机实现计算机互联，构建局域网；路由器实现网络互联，构建广域网络；防火墙实现互联限制，构建安全网络。没有交换机计算机之间就无法通信，就不能搭建局域网，因此，交换机是网络构建的基石。没有路由器就不能实现与其他网络和 Internet 的连接，局域网就会成为信息孤岛，所以，路由器是网络互联的桥梁。没有防火墙就不能实现网络内部的安全，客户端、服务器和数据信息就没有宁日，故而，防火墙是安全稳定的保障。可见，交换机、路由器和防火墙三者各司其职、相互结合、缺一不可。

与其他网络类图书不同，本书从一个全新的角度，深入、全面、细致地介绍了交换机、路由器和防火墙的原理、参数、分类、适用、规划、接口、连接、配置、管理、监控、故障等诸多方面的内容，涵盖了从规划设计、网络搭建、设备配置，到状态监控、故障诊断的所有重要硬件技术，是一本专门为大中型网络管理员定身打造的硬件设备教程，以迅速完成从电脑爱好者向专业网管员的过渡。

本书作为畅销图书《交换机·路由器·防火墙》的第2版，在第1版的基础上进行了全面修订，不仅调整了全书的结构，更新了许多理论和技术，而且还介绍了一些最新的硬件网络设备，以全力突出其先进性和实用性。

全书共分为17章。第1章网络设备综述，分别介绍了交换机、路由器和防火墙在网络中的作用和应用。第2章至第7章，介绍了交换技术、交换机的分类与适用、参数与选择、端口与连接、状态与检测，以及交换机的配置与管理。第8章至第13章，介绍了路由协议、路由器的分类与适用、参数与选择、端口与连接、状态与检测，以及路由器的配置与管理。第14章至第17章，介绍了安全设备的工作原理，IPS、IDS和防火墙的优势与适用、参数与选择、端口与连接、状态与检测，以及安全设备的配置和管理。

本书主要由刘晓辉、肖铁岭等编著，参加编写的还有李海宁、田俊乐、陈志成、王春海、

王淑江、赵卫东、刘淑梅、杨伏龙、李文俊、王同明、石长征、莫展宏、白华、刘媛、郭腾、马倩等。笔者长期从事网络建设、网络管理、网络教学和网络实验工作，具有较高的理论水平和丰富的实践经验，曾经出版过 50 余部网络和系统方向的图书，均以易读、易学、实用的特点，得到众多读者的一致好评，并取得了不错的销售业绩。本书是笔者的又一呕心沥血之作，希望能对大家搭建和管理网络有所帮助。

编 者

2011 年 11 月

目录

C O N T E N T S

第 1 章 交换机·路由器·防火墙

综述 1

1.1 交换机概述 1

1.1.1 交换机的功能 1

1.1.2 交换机与交换式网络 2

1.1.3 交换机的工作原理 3

1.2 路由器概述 5

1.2.1 路由器的功能 5

1.2.2 路由器的工作原理 8

1.3 防火墙概述 9

1.3.1 网络防火墙的功能 9

1.3.2 防火墙的工作原理 12

1.4 网络设备在网络中的应用 13

1.4.1 交换机在网络中的应用 13

1.4.2 路由器在网络中的应用 15

1.4.3 防火墙在网络中的应用 17

第 2 章 交换技术 19

2.1 千兆位和万兆位以太网技术 19

2.1.1 千兆位以太网技术 19

2.1.2 万兆位以太网技术 21

2.2 虚拟网技术 24

2.2.1 虚拟网的意义和作用 24

2.2.2 虚拟网的类型与适用 24

2.2.3 VTP 技术 27

2.2.4 私有虚拟网技术 29

2.3 多层交换技术 31

2.3.1 第三层交换技术 31

2.3.2 第四层交换技术 32

2.4 链路冗余技术 34

2.4.1 扩展树技术 34

2.4.2 链路汇聚技术 40

2.4.3 路由冗余 43

2.5 VoIP 技术 46

2.5.1 IP 语音技术 46

2.5.2 服务质量技术 47

2.6 安全技术 48

2.6.1 基于端口的传输控制 48

2.6.2 Cisco IOS 防火墙 49

2.6.3 IEEE 802.1x 认证 51

第 3 章 交换机的选择与适用 53

3.1 交换机的分类与适用 53

3.1.1 智能交换机与傻瓜交换机 53

3.1.2 固定端口交换机与模块化 交换机 54

3.1.3 接入层交换机、汇聚层交换机 与核心层交换机 55

3.1.4 各层交换机 57

3.2 交换机的主要参数 58

3.2.1 三层交换机的主要参数 59

3.2.2	二层交换机的主要参数	62
3.3	交换机的选择策略	66
3.3.1	可网管交换机的选择	66
3.3.2	不同位置交换机的选择	68
第 4 章	交换机的端口与连接	73
4.1	IEEE 802.3 系列标准	73
4.1.1	IEEE 802.3 标准	73
4.1.2	IEEE 802.3u 标准	73
4.1.3	IEEE 802.3z 和 802.3ab 标准	74
4.1.4	IEEE 802.3ae、802.3ak 和 802.3an 标准	76
4.2	交换机端口类型	79
4.2.1	光纤端口	79
4.2.2	双绞线端口	80
4.2.3	1GE 模块与插槽	81
4.2.4	10GE 模块与插槽	83
4.2.5	复用端口	86
4.2.6	10GE 转换模块	87
4.3	跳线与使用	88
4.3.1	双绞线跳线	88
4.3.2	光纤跳线	89
4.3.3	光纤跳线与光纤端口	92
4.4	交换机的连接策略	92
4.4.1	不同性能交换机的连接策略	92
4.4.2	非对称交换机的连接策略	93
4.4.3	对称交换机的连接策略	94
4.5	交换机的连接	95
4.5.1	光纤端口的连接	95
4.5.2	双绞线端口的连接	97
4.6	交换机的堆叠	98
4.6.1	堆叠概述	98
4.6.2	StackWise 堆叠技术	99
4.6.3	StackWise Plus 堆叠技术	102
4.6.4	FlexStack 堆叠技术	104

第 5 章	交换机的配置方式 与初始化	107
5.1	交换机配置前的准备	107
5.1.1	交换机配置前的规划	107
5.1.2	交换机的管理方式	108
5.1.3	交换机的配置方式	117
5.1.4	配置信息准备	121
5.2	CLI 命令行	121
5.2.1	CLI 命令行及使用	121
5.2.2	指定端口、VLAN、MAC 和 IP	128
5.3	交换机初始化配置	130
5.3.1	图形界面初始化配置	130
5.3.2	对话式初始配置	133
5.3.3	CLI 命令初始化配置	135
第 6 章	使用 CLI 配置交换机	139
6.1	交换机配置前的规划	139
6.2	配置 VLAN	140
6.2.1	配置 VTP 服务器	140
6.2.2	配置 VTP 客户端	143
6.2.3	创建和管理 VLAN	144
6.2.4	配置中继	148
6.3	配置链路冗余	152
6.3.1	配置 PVST	153
6.3.2	配置 MSTP	154
6.3.3	配置链路汇聚	158
6.4	配置路由	164
6.4.1	配置 SVI 接口	164
6.4.2	配置物理三层接口	165
6.4.3	配置 EtherChannel 三层 接口	166
6.4.4	配置三层子接口	167
6.4.5	配置单播路由	168

6.4.6	配置默认路由	171
6.4.7	配置动态路由	172
6.5	配置端口	172
6.5.1	配置二层接口	172
6.5.2	配置 PortFast	177
6.5.3	配置 UplinkFast	179
6.6	基于端口的传输控制	182
6.6.1	风暴控制	182
6.6.2	端口流控制	184
6.6.3	端口带宽限制	185
6.6.4	保护端口	186
6.6.5	端口阻塞	186
6.6.6	端口安全	187
6.7	配置 ACL	189
6.7.1	访问列表概述	189
6.7.2	创建并应用 IP 访问列表	191
6.7.3	创建并应用端口访问列表	197
6.7.4	创建并应用 VLAN 访问 列表	198
6.8	其他重要配置	199
6.8.1	配置 DHCP 中继	199
6.8.2	配置 HSRP	202
6.8.3	配置 802.1x 基于端口 的认证	205

第 7 章 使用 CLI 管理和监控 交换机 211

7.1	监控交换机	211
7.1.1	监控交换机系统状态	211
7.1.2	监控端口模块和状态	213
7.1.3	查看 MAC 地址表	220
7.1.4	TDR 线缆测试	220
7.2	管理交换机	220
7.2.1	TFTP 服务器	220

7.2.2	系统文件管理	221
7.2.3	配置文件管理	223
7.2.4	IOS 软件映像管理	226
7.3	配置网络远程管理	230
7.3.1	配置 CDP	230
7.3.2	配置 RMON	233
7.3.3	配置 SPAN 和 RSPAN	236

第 8 章 路由协议 247

8.1	静态路由与默认路由	247
8.1.1	直连路由	247
8.1.2	静态路由	248
8.1.3	默认路由	249
8.2	动态路由协议	250
8.2.1	RIP 路由协议	250
8.2.2	OSPF 路由协议	252
8.2.3	EIGRP 路由协议	256
8.2.4	BGP 路由协议	258
8.2.5	IS-IS 路由协议	259

第 9 章 路由器的选择与适用 261

9.1	路由器的分类	261
9.1.1	按性能划分	261
9.1.2	按结构划分	263
9.1.3	按网络位置划分	263
9.1.4	按功能划分	264
9.1.5	按转发性能划分	264
9.1.6	按网络类型划分	264
9.2	路由器的参数	265
9.2.1	路由器基本参数	265
9.2.2	路由器性能参数	269
9.3	路由器的选择策略	270
9.3.1	路由器的选购原则	270
9.3.2	选购时应考虑的因素	272

第 10 章 路由器的接口与连接273

10.1 路由器模块和接口卡	273
10.1.1 SPE	273
10.1.2 SM	273
10.1.3 AIM/ISM	274
10.1.4 WIC/HWIC/EHWIC	275
10.1.5 NM/NME	276
10.1.6 PVDM/PVDM2/PVDM3	277
10.1.7 VIC/VWIC/EVM	277
10.2 路由器接口	279
10.2.1 10Base-T/100Base-TX/ 1000Base-T 接口	279
10.2.2 GBIC/SFP 插槽	280
10.2.3 SC/LC 接口	281
10.2.4 E1/T1 接口	281
10.2.5 智能串行接口	282
10.2.6 异步/同步串口	282
10.2.7 ADSL 接口	283
10.2.8 BNC 接口	283
10.3 路由器的连接	284
10.3.1 路由器连接策略	284
10.3.2 与局域网设备的连接	285
10.3.3 连接器与电缆	285
10.3.4 与广域网接入设备的连接	288
10.4 路由器的连接测试	289
10.4.1 Show 命令判断	289
10.4.2 LED 指示灯判断	290

第 11 章 路由器的配置方式 与初始化293

11.1 路由器配置前的规划	293
11.2 路由器配置源与配置方式	294
11.2.1 路由器的外部配置源	294
11.2.2 路由器的配置接口	295

11.2.3 路由器与配置终端设备 的连接	296
11.2.4 路由器的配置方式	298
11.3 路由器初始化配置	298
11.3.1 使用设置命令工具初始 化配置	298
11.3.2 使用 CLI 命令手动初始 配置	301
11.3.3 使用 Cisco CP Express 初始 配置	304

第 12 章 使用 CLI 配置路由器315

12.1 路由器配置前的准备	315
12.1.1 IP 协议配置原则	315
12.1.2 路由器默认配置	316
12.1.3 配置全局参数	318
12.2 路由器基本配置	318
12.2.2 配置主机名和密码	318
12.2.2 配置快速以太网接口	319
12.2.3 配置同步串行接口	320
12.3 配置物理接口	321
12.3.1 接口的一般配置	321
12.3.2 同步串口配置	323
12.4 配置逻辑接口	326
12.4.1 Loopback 接口配置	326
12.4.2 NULL 接口配置	327
12.4.3 Tunnel 接口配置	327
12.4.4 Dialer 接口配置	329
12.4.5 子接口配置	330
12.5 配置 PPP 和 MP 协议	331
12.5.1 PPP 和 MP 协议概述	331
12.5.2 PPP 协议的配置	333
12.5.3 MP 协议的配置	335
12.5.4 PPP 的监控	336
12.6 配置 HDLC 协议	337

12.6.1	HDLC 协议概述	337	13.1.4	CF 卡的目录操作	366
12.6.2	HDLC 配置	338	13.2	系统映像和配置文件的管理	367
12.7	配置静态路由和默认路由	338	13.2.1	选择 Cisco IOS 软件版本	367
12.7.1	配置静态路由	339	13.2.2	更新路由器系统映像	370
12.7.2	配置默认路由	339	第 14 章	安全设备概述	375
12.8	网络地址转换	340	14.1	网络防火墙	375
12.8.1	理解 NAT	340	14.1.1	网络安全防护的重要意义 ...	375
12.8.2	静态地址转换的实现	341	14.1.2	网络防火墙简介	376
12.8.3	动态地址转换的实现	342	14.1.3	防火墙的主要功能	377
12.8.4	端口复用地址转换	344	14.1.4	防火墙的局限性与脆弱性 ...	379
12.9	配置 RIP	345	14.2	IDS	380
12.9.1	RIP 的默认配置	346	14.2.1	IDS 概述	380
12.9.2	配置 RIP 路由	346	14.2.2	IDS 优势与缺陷	382
12.9.3	配置 RIP 认证	348	14.2.3	IDS 与防火墙联动	384
12.9.4	配置水平分割	348	14.3	IPS	385
12.10	配置 OSPF	350	14.3.1	IPS 概述	385
12.10.1	默认的 OSPF 配置	350	14.3.2	IPS 的技术特征	386
12.10.2	配置基本 OSPF 参数	351	14.3.3	IPS 的分类	387
12.10.3	配置 OSPF 接口	352	14.3.4	IPS 的优势与作用	389
12.10.4	配置 OSPF 区域参数	353	14.3.5	IPS 的缺陷	390
12.10.5	配置其他 OSPF 参数	354	14.3.6	部署 IPS	391
12.10.6	配置 Loopback 接口	355	第 15 章	防火墙的选择与适用	393
12.10.7	监控 OSPF	356	15.1	防火墙的主要参数	393
12.11	配置 EIGRP	357	15.1.1	防火墙的性能参数	393
12.11.1	默认的 EIGRP 配置	357	15.1.2	防火墙的功能参数	394
12.11.2	配置基本 EIGRP 参数	357	15.2	防火墙的分类与适用	396
12.11.3	配置 EIGRP 接口	358	15.2.1	按照软硬件形式划分	396
12.11.4	配置 EIGRP 路由认证	359	15.2.2	按照实现技术划分	398
12.11.5	监控 EIGRP	360	15.2.3	按照硬件结构划分	401
第 13 章	使用 CLI 管理路由器	361	15.2.4	按照防火墙在网络中的位置 划分	403
13.1	CF 内存卡的管理	361	15.3	防火墙的选择	403
13.1.1	需求和限制	361			
13.1.2	格式化 CF 卡	362			
13.1.3	CF 卡的文件操作	363			

- 15.3.1 防火墙的选择策略..... 403
- 15.3.2 Cisco PIX 与 ASA 404
- 15.4 IDS 与 IPS 的选择..... 405
 - 15.4.1 IDS 的选择 405
 - 15.4.2 IPS 的选择 407

第 16 章 防火墙的端口与连接 409

- 16.1 防火墙的端口 409
 - 16.1.1 防火墙物理端口 409
 - 16.1.2 防火墙逻辑端口 411
 - 16.1.3 防火墙端口的连接 411
 - 16.1.4 防火墙的 LED 指示灯 413
- 16.2 防火墙的应用环境与连接 416
 - 16.2.1 防火墙连接策略 416
 - 16.2.2 内部网络与 Internet 之间的连接 417
 - 16.2.3 连接局域网和广域网 418
 - 16.2.4 内部网络与第三方网络之间的连接 419
 - 16.2.5 内部网络不同部门之间的连接 420

- 16.2.6 连接同一部门的不同网络 ... 421
- 16.2.7 用户与中心服务器之间的连接 421
- 16.3 IPS 的网络应用与连接 422
 - 16.3.1 路由防护 422
 - 16.3.2 交换防护 422
 - 16.3.3 多链路防护 423
 - 16.3.4 混合防护 424

第 17 章 防火墙的配置与管理 425

- 17.1 Cisco ASDM 配置 425
 - 17.1.1 Cisco ASDM 简介 425
 - 17.1.2 Cisco ASDM 初始化 430
 - 17.1.3 DMZ 配置 431
 - 17.1.4 IPsec VPN 远程访问配置 438
 - 17.1.5 Site-to-Site VPN 配置 444
- 17.2 CLI 方式配置 447
 - 17.2.1 网络访问控制 447
 - 17.2.2 PPTP 方式 VPN 453
 - 17.2.3 L2TP 方式 VPN 455
 - 17.2.4 PPPoE 拨号配置 461

第 1 章 交换机 · 路由器 · 防火墙综述

交换机、路由器和防火墙是几乎所有局域网络都要使用的基本设备。其中，交换机将其他网络设备（如交换机、路由器、网络防火墙、无线接入点）和所有终端设备（如计算机、服务器、网络摄像头、网络打印机）连接在一起，实现彼此之间的通信；路由器用于实现局域网之间，以及局域网与 Internet 的互连，将所有的网络连接在一起；防火墙则用于在内部网络之间，以及内部网络和 Internet 之间创建一个安全屏障，将恶意攻击阻拦在内部网络之外。可见，对于任何局域网络而言，交换机、路由器和防火墙一个都不能少。

1.1 交换机概述

如果把网络布线系统比喻为一条条宽阔的道路，那么，网络交换机（Switch）就像是一座座立交桥，将通往各个方向的道路汇连在一起，实现彼此之间的互连互通。无需红绿灯，无需等待，四通八达，任意驰骋……

1.1.1 交换机的功能

交换机是构建局域网络不可或缺的集线设备。作为局域网通信的重要枢纽和节点，其主要功能就是连接设备。

所谓局域网络（Network），简单地说，其实就是若干计算机的集合，而这些计算机就是借助交换机相互连接在一起的。交换机往往拥有数量众多的端口（通常为 8~52 个端口）。图 1-1 所示为 Cisco Catalyst 2960 系列交换机。

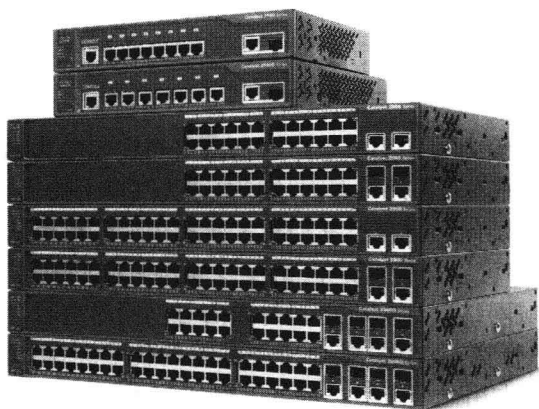


图 1-1 Cisco Catalyst 2960 系列交换机

交换机最主要的功能就是连接计算机、服务器、网络打印机、网络摄像头、IP 电话等终端设备，并实现与其他交换机、无线接入点、网络防火墙、路由器等网络设备的互连，从而构建局域网，实现所有设备之间的通信。图 1-2 所示为交换机与终端设备和网络设备的连接。

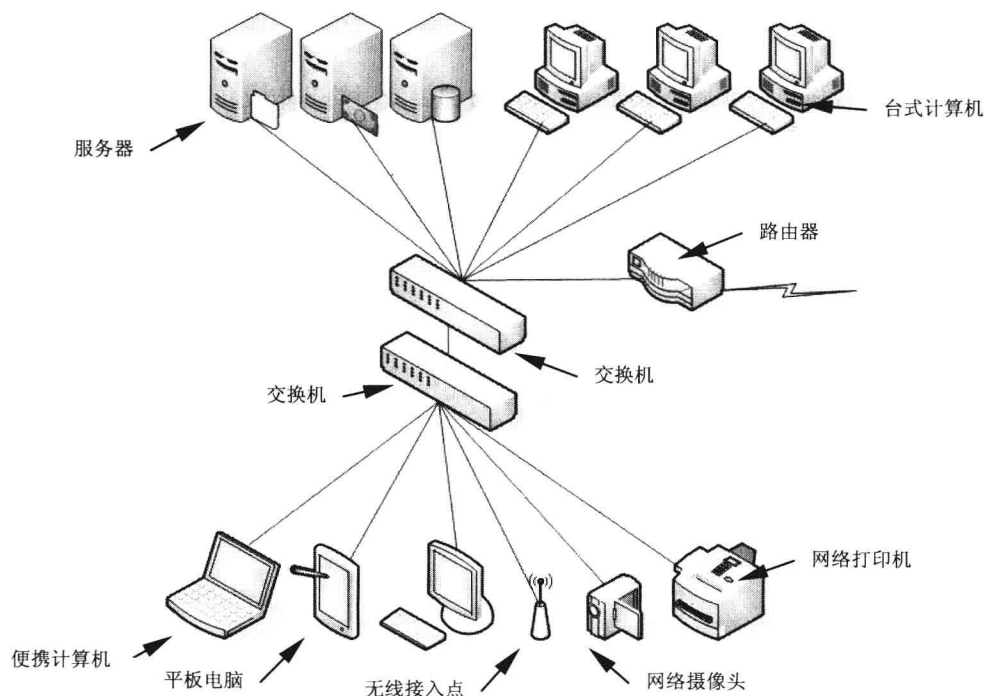


图 1-2 交换机的功能

作为局域网的核心与枢纽，交换机的性能决定着网络性能，交换机的带宽决定着网络带宽。因此，局域网的升级往往就是交换机的升级。当然，前提条件是网络布线必须能够满足网络传输的需要。

1.1.2 交换机与交换式网络

可以形象地把计算机比喻为写字楼或工厂，把网络布线比喻为城市马路或高速公路，把网络应用比喻为不同类型的汽车，各种数据则是装在这些汽车上的货物，而交换机就是连接来自所有道路的立交桥。毫无疑问，立交桥都拥有多向多车道，可以从任何一条路转向另外其他一条路，而且所有车辆都可以自行其道，相互之间没有阻碍和影响。

而由交换机构建的局域网，计算机之间的通信可以同时进行，彼此不受影响干扰，并且每个通信都可以“独享”带宽，即拥有端口所能提供的传输速率。这就好像在限速 80 km/h 的立交桥上，每辆车都可以占用一个车道，都可以跑到 80 km/h 的速率。图 1-3 所示为 6 台计算机同时通信的情形。

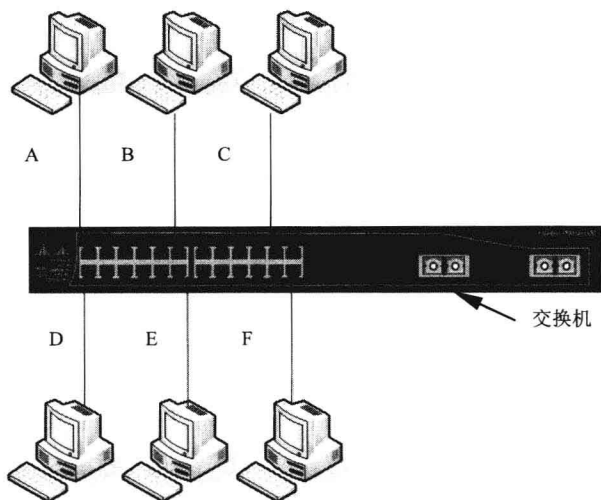


图 1-3 计算机同时通信

由交换机构建的网络称为“交换式网络”。交换式网络的工作模式通常为“全双工”(Full Duplex)，即终端设备可以同时接收和发送数据，数据流是双向的(如图 1-4 所示)。对于 100 Mbps 端口而言，在全双工工作模式下，接收和发送数据的速率均为 100 Mbps，总带宽即可达到 200 Mbps；对于 1000 Mbps 端口而言，在全双工工作模式下，接收和发送数据的速率均为 1000 Mbps，总带宽即可达到 2000 Mbps；同样，对于 10 Gbps 端口而言，在全双工工作模式下，接收和发送数据的速率均为 10 Gbps，总带宽将达到惊人的 20 Gbps。

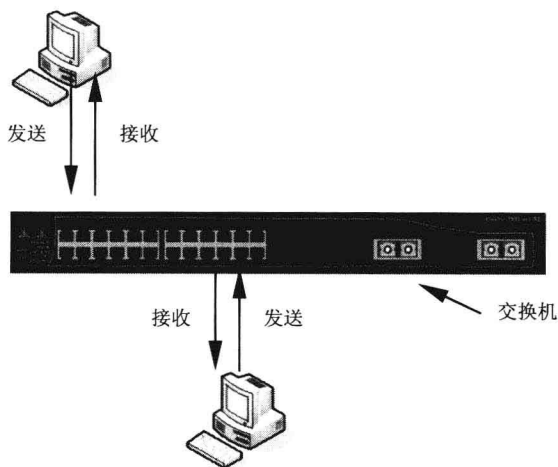


图 1-4 全双工示意图

1.1.3 交换机的工作原理

交换机位于 OSI 参考模型中的数据链路层(即第二层)，是一种基于 MAC 地址(Media Access Control, 介质访问控制)识别的，用于完成数据的封装和转发的网络设备。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。因此，交换机就像是一个业务熟练的调度员，能够准确地将装载数据的汽车从出发路口直接派送至目的地路口。当然，要完成这样繁重和智能化的工作，交换机也需要一个学习和记忆的过程。

计算机借助网卡连接到局域网络，而每块网卡都有其与生俱来的“胎记”——MAC地址。交换机通过“学习”，会把连接到每个端口的MAC地址记住，形成一个端口与MAC地址的对应表。

提示

MAC地址是识别局域网节点的标识，所有网络设备（包括每块网卡、交换机和路由器的每个端口）都有一个唯一的MAC地址，通常是由网卡生产厂家直接烧入EPROM中的，是传输数据时真正用以标识发出数据的设备和接收数据的设备的标志。

交换机的工作过程如下。

(1) 当交换机从某个端口收到一个数据包时，先读取包头中的源MAC地址，从而建立源端口与源MAC地址的对应关系，并将其添加至地址表。由于交换机能够自动根据收到的以太网帧中的源MAC地址更新地址表的内容，所以交换机使用的时间越长，学习到的MAC地址就越多，未知的MAC地址就越少，因而广播的包就越少（如果目的MAC地址未知，则将该包作广播包处理），处理速度就越快。

(2) 读取包头中的目的MAC地址，并在地址表中查找相应的端口。

(3) 如果地址表中有与该目的MAC地址对应的端口，则把数据包直接复制到该端口上。由于不是将该帧发送到所有端口，从而使那些既非源端口又非目的端口的端口间仍然可以进行相互间的通信，进而提供了更高的传输速率。

(4) 如果在MAC地址表中没有找到该MAC地址，也就是说，该目的MAC地址是首次出现，则将该帧发送到所有其他端口（源端口除外），相当于该帧是一个广播帧。拥有该MAC地址的网卡在接收到该广播帧后，将立即作出应答，从而使交换机将“端口号-MAC地址”对照表添加到地址表。

不断重复上述过程，交换机即可实现所有数据的转发，并逐步学习和记忆整个网络中的MAC地址，不断丰富和完善自己的MAC地址表。

人类的记忆会随着时间的流逝而淡忘。那么交换机是否会永久性地记住所有的端口号-MAC地址关系呢？答案同样是否定的。由于交换机中的内存有限，因此能够记忆的MAC地址数量也是有限的。既然不能无休止地记忆所有的MAC地址，那么也必须赋予其相应的忘却机制，从而吐故纳新。事实上，交换机设计了一个自动老化时间（Auto-aging Time）机制，若某MAC地址在一定时间内（默认为300s）不再出现，那么交换机将自动把该MAC地址从地址表中清除。当下一次该MAC地址重新出现时，将会被当做新地址处理。另外，由于地址表是保存在内存中的，因此当交换机断电或重新启动后，地址表数据将会全部丢失，必须重新学习。

交换机可以在任意一对端口之间建立临时专用通道，不同端口间的转发可以并行操作。这就像是在各端口间建立起了一座立交桥，形成立体交叉结构，不同流向的数据各行其道，每个端口均能够独享固定带宽，传输速率几乎不受计算机数量的影响。另外，当两个或两个以上的端口与同一目的端口进行通信时，交换机将把这些数据帧暂时保存在缓存中，然后根据顺序

对其逐一处理和转发，从而实现“多”对“一”的通信。

由此可见，交换机的工作过程可以概括为“学习-记忆-接收-查找-转发”。通过广播方式“学习”网卡 MAC 地址，并将“MAC 地址-端口号”的对应关系创建为一个地址表“记忆”在内存中。从源端口“接收”到数据后，在地址表中“查找”与目的 MAC 地址相对应的端口，然后将数据帧“转发”至目的端口。

1.2 路由器概述

路由器用于连接多个网络，以路由器为基础构建（Router Based Network）的网络称为“网间网”。事实上，Internet 就是由数以万计的路由器构建的、超大规模的、国际性的“网间网”。虽然从严格意义上讲，路由器是广域网设备，但是作为局域网实现与其他网络和 Internet 互连的必需设备，也往往被归类于局域网设备之列。

1.2.1 路由器的功能

路由器（Router），顾名思义它是一种智能选择数据传输路由的设备。路由器的端口数量虽然较少，但是种类却非常丰富，可以满足各种类型网络接入的需要。图 1-5 所示为 Cisco 2800 系列路由器及其类型丰富的接口模块。

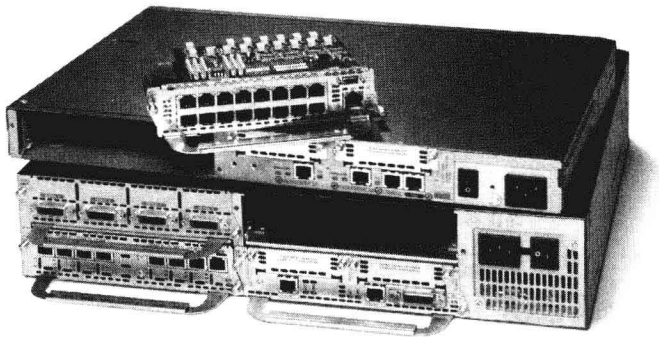


图 1-5 类型丰富的接口模块

1. 连接网络

路由器也称为网关（Gateway）。将局域网络连接在一起，组建更大规模的广域网络，并在每个局域网出口对数据进行筛选和处理，是路由器的重要作用之一。

■ 连接异构网络

局域网络的类型是多种多样的，除了最常见的以太网外，还有 ATM 网络、FDDI 网络，等。异构网络由于分别采用不同的数据封装方式，因此它们之间是无法直接通信的，即使都采用同一种网络协议（比如 TCP/IP 协议，也不能实现彼此间的通信）。而路由器能够将不同类型网络之间的数据信息进行“翻译”，以使它们能够相互“读”懂对方的数据，因此若要实现异构网络间的通信，就必须借助于路由器，如图 1-6 所示。

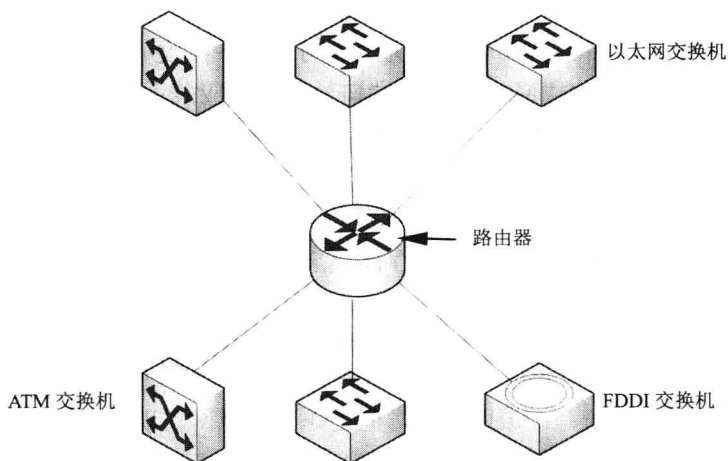


图 1-6 连接异构网络

■ 连接远程网络

由于局域网的传输距离都非常有限，因此若要实现局域网之间的连接，就必须借助于广域网。相对于局域网而言，广域网无疑是一个异构网络，因此，若要实现局域网之间的远程互连，也必须借助于路由器才能实现，如图 1-7 所示。

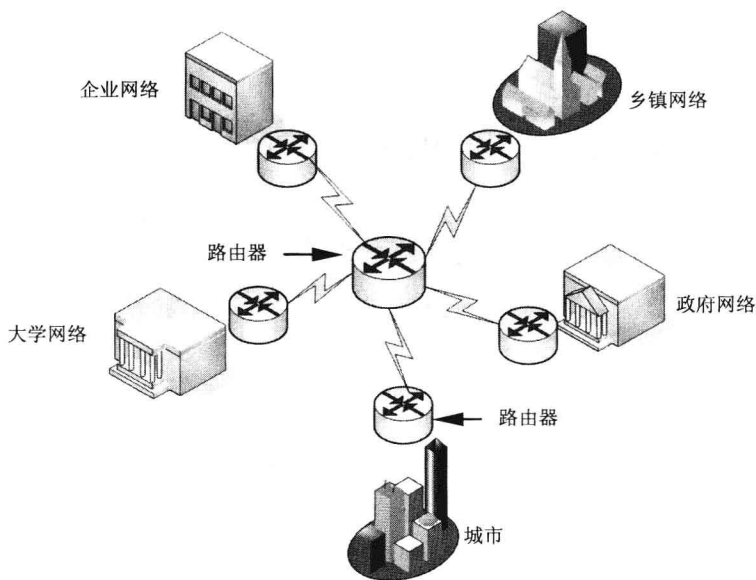


图 1-7 连接远程网络

2. 隔离广播

尽管交换机可以隔离碰撞域，从而提高局域网络的传输效率。然而，交换机却会将所有广播发送至整个网络内所有交换机的每一个端口，而 MAC 地址发现，以及许多网络协议（如 NetBIOS、CDP 等）和网络应用（如 DHCP 服务）等都必须借助广播才能实现。由于广播会发送至网络中的每一个端口，并且由接入网络中的每台计算机进行处理，因此过大的广播量，不仅会严重影响网络的传输效率，而且还会大量占用计算机的 CPU 性能。当有硬件损坏或病