普通高等教育计算机系列规划教材

计算机网络基础与实验

葛丽娜　陈尚飞　主　编
覃　晓　罗淇方　副主编
周永权　主　审

中国工信出版集团
電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
http://www.phei.com.cn

普通高等教育计算机系列规划

计算机网络基础与实验

葛丽娜　陈尚飞　主　编
覃　晓　罗淇方　副主编
周永权　主　审

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京・BEIJING

内 容 简 介

本书是计算机网络课程的实验指导书，分为16个实验，内容主要涉及网络基础、交换技术、路由技术和协议分析等部分。网络基础部分提供了解实验网络环境、识别网络传输介质、熟悉基本网络管理命令及掌握双绞线制作技术的实验；交换与路由技术实验部分从仿真软件与实物实验两种环境指导完成简单组网、跨交换机设置 VLAN 和配置生成树，以及包含配置静态路由与配置路由协议实现网络互联，介绍访问控制列表配置与地址转换（NAT）配置的方法；协议分析部分利用 Wireshark 软件对 TCP/IP 协议族进行分析。此外，本书也介绍了网络服务器配置、网络安全管理、无线网络技术和 PPP 协议配置与认证的方法。

本书可以作为本科生、硕士研究生学习计算机网络课程的实验配套教材，还可以作为网络工程师的培训教材。对网络技术感兴趣的读者也可以从中获益。

图书在版编目（CIP）数据

计算机网络基础与实验 / 葛丽娜，陈尚飞主编. —北京：电子工业出版社，2015.8
普通高等教育计算机系列规划教材

ISBN 978-7-121-26842-7

Ⅰ. ①计… Ⅱ. ①葛… ②陈… Ⅲ. ①计算机网络—高等学校—教材 Ⅳ. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2015）第 177263 号

策划编辑：徐建军（xujj@phei.com.cn）
责任编辑：郝黎明
印　　刷：三河市华成印务有限公司
装　　订：三河市华成印务有限公司
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：787×1 092　1/16　印张：13.5　字数：345.6 千字
版　　次：2015 年 8 月第 1 版
印　　次：2015 年 8 月第 1 次印刷
印　　数：3 000 册　定价：32.00 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。

前言

计算机网络已成为人们生活必不可少的一部分，它改变了人类的生活、工作方式，对于整个社会的发展，也有很大的推动作用。而在网络技术与通信技术快速发展的形势下，社会各个领域都开始应用和推广了计算机及其信息化技术。“计算机网络”是学习与推广计算机网络知识的重要课程，该课程是大学教育信息类专业的专业基础课，要学好该课程必须理论与实践相结合。

为了提高学生学习计算机网络知识的实践能力，我们结合多年的计算机网络基础理论与实验实践的教学经验编写了本书，它是“计算机网络”课程的配套实验教材，希望对学生进行计算机网络实验实践时有所帮助。

本书主要包括网络基础、交换技术、路由技术和协议分析 4 个方面的知识，分为 16 个实验。网络基础包含了解实验网络环境、识别网络传输介质、熟悉基本网络管理命令及掌握双绞线制作技术；交换技术实验与路由器技术实验从仿真软件与实物实验两种环境指导完成简单组网、跨交换机设置 VLAN 和配置生成树；路由技术实验包含配置静态路由与配置路由协议实现网络互联，还有访问控制列表配置与地址转换（NAT）配置；协议分析部分利用 Wireshark 对 TCP/IP 协议族进行分析。此外，还有服务器配置、网络安全管理、无线网络技术和 PPP 协议配置与认证的相关内容。

本书实例丰富、图文并茂，并紧密结合实践问题，从问题出发，循序渐进地给出解决问题思路和方法，使读者能顺利进行实验、更准确地理解知识并应用。

本书由葛丽娜、陈尚飞、覃晓和罗淇方组织编写与统稿。其中罗淇方编写网络基础与服务器配置方面的实验，即实验 1～3、14；葛丽娜编写交换技术与网络安全方面的实验，即实验 5～7，以及实验 15；陈尚飞编写路由技术方面的实验，即实验 8～11；覃晓编写 TCP/IP 协议族的协议分析、无线网络技术和 PPP 协议配置与认证，即实验 4、12、13 及 16。编写一本简明、适用的实验教材确实不是一件容易的事，因此衷心感谢周永权教授在百忙之中审校全书，也感谢硕士研究生王红、张翼鹏、王丽颖等对书中相关内容进行校正。本书的出版得到了广西民族大学教材出版基金、广西高等学校中青年骨干教师培养工程项目、广西民族大学学科建设基金的大力支持，在此表示衷心感谢。

本书可以作为本科生、硕士研究生学习计算机网络课程的实验配套教材，还可以作为网络工程师实训的培训教材。

由于编者的水平有限，加之编写时间仓促，书中难免有错误和不妥之处，恳请各位读者和专家给予批评指正。

编　者

反侵权盗版声明

举报电话：（010）88254396；（010）88258888
传　　真：（010）88254397
E-mail：　dbqq@phei.com.cn
通信地址：北京市万寿路 173 信箱
　　电子工业出版社总编办公室
邮　　编：100036

目 录

实验 1 网络实验环境和设备 ····· 1

1.1 实验环境的网络拓扑结构与体系结构 ····· 1
1.1.1 网络拓扑结构 ····· 1
1.1.2 网络体系结构 ····· 4
1.2 网络实验环境介绍 ····· 6
1.3 常见网络设备 ····· 7
1.4 拓展实验与思考题 ····· 9

实验 2 常用网络管理命令的使用 ····· 10

2.1 ping 命令 ····· 10
2.1.1 ping 命令的原理 ····· 10
2.1.2 ping 操作实例 ····· 11
2.2 ipconfig 命令 ····· 12
2.2.1 ipconfig 命令的原理 ····· 12
2.2.2 ipconfig 操作实例 ····· 13
2.3 netstat 命令 ····· 13
2.3.1 netstat 命令的原理 ····· 13
2.3.2 netstat 操作实例 ····· 14
2.4 tracert 命令 ····· 16
2.4.1 tracert 命令的原理 ····· 16
2.4.2 tracert 操作实例 ····· 17
2.5 nslookup 命令 ····· 18
2.5.1 nslookup 命令的原理 ····· 18
2.5.2 nslookup 操作实例 ····· 18
2.6 实验内容和任务（以下内容可参考作为实验报告内容） ····· 20
2.7 拓展实验与思考题 ····· 22

实验 3 双绞线的制作与应用 ····· 23

3.1 双绞线技术 ····· 23
3.1.1 双绞线 ····· 23
3.1.2 RJ-45 连接器 ····· 24
3.1.3 直连线和交叉线 ····· 25
3.1.4 LAN 网线连接的原则 ····· 26
3.2 制作双绞线的工具 ····· 26
3.3 双绞线制作的操作要点 ····· 27
3.4 拓展实验与思考题 ····· 28

实验 4　PPP 协议配置与认证实验 ····· 29
4.1　PPP 协议 ····· 29
4.2　PPP PAP 认证的过程和配置 ····· 30
4.2.1　PPP PAP 认证的原理 ····· 30
4.2.2　PPP PAP 认证的配置要点 ····· 30
4.2.3　PPP PAP 单向认证实例 ····· 31
4.3　PPP CHAP 认证的过程和配置 ····· 35
4.3.1　PPP CHAP 认证的原理 ····· 35
4.3.2　PPP CHAP 认证的配置要点 ····· 38
4.3.3　PPP CHAP 单向认证实例 ····· 38
4.4　拓展实验与思考题 ····· 41
实验 5　交换机的基础配置与简单组网 ····· 44
5.1　交换机的组成 ····· 44
5.2　管理交换机的方法 ····· 46
5.2.1　通过 Console 口连接交换机 ····· 46
5.2.2　通过 Telnet 连接交换机 ····· 46
5.2.3　通过浏览器连接交换机 ····· 47
5.3　交换机的命令模式 ····· 47
5.4　交换机的基本配置命令 ····· 49
5.4.1　设置主机名与管理 IP 地址 ····· 49
5.4.2　查看交换机信息 ····· 50
5.4.3　MAC 地址与 MAC 地址表 ····· 50
5.4.4　对端口操作的命令 ····· 51
5.5　交换机基础配置实例 ····· 52
5.5.1　二层交换机基本配置实验 ····· 53
5.5.2　三层交换机端口配置实验 ····· 54
5.6　拓展实验与思考题 ····· 56
实验 6　交换机的 VLAN 配置实验 ····· 57
6.1　VLAN 原理 ····· 57
6.2　单交换机的 VLAN 配置实例 ····· 58
6.2.1　单交换机 VLAN 配置的规划 ····· 58
6.2.2　操作步骤 ····· 58
6.3　跨交换机 VLAN 的配置 ····· 61
6.3.1　跨交换机 VLAN 配置的规划 ····· 61
6.3.2　实验步骤 ····· 61
6.4　实现 VLAN 之间的路由 ····· 63
6.4.1　配置与规划 ····· 63
6.4.2　操作步骤 ····· 64
6.5　拓展实验与思考题 ····· 65

实验 7 生成树实验……67
7.1 生成树的技术原理……67
7.2 快速生成树协议的配置举例……68
7.3 拓展实验与思考题……73
实验 8 路由器基础配置与静态路由实验……74
8.1 路由器的原理……74
8.1.1 路由器的端口和连接……74
8.1.2 路由原理……76
8.2 路由器管理方式……77
8.2.1 通过 Console 端口方式管理路由器……78
8.2.2 通过 Telnet 方式管理路由器……79
8.2.3 通过 Web 方式管理路由器……80
8.3 路由器的配置模式……80
8.3.1 工作模式……80
8.3.2 常用配置命令……80
8.4 路由器的基本配置……82
8.4.1 路由器的命名与口令配置……82
8.4.2 路由器端口配置……83
8.4.3 各种 show 命令的使用……84
8.5 静态路由配置……84
8.5.1 实验环境与拓扑……85
8.5.2 实验步骤……85
8.6 拓展实验与思考题……88
实验 9 路由协议配置……90
9.1 RIP 协议配置……90
9.1.1 RIP 原理……90
9.1.2 RIP 实验实例……91
9.2 OSPF 协议配置……92
9.2.1 实验原理……92
9.2.2 OSPF 实验实例……93
9.3 拓展实验与思考题……94
实验 10 访问控制列表实验……96
10.1 访问控制列表的原理……96
10.1.1 访问控制列表（ACL）概述……96
10.1.2 访问控制列表（ACL）的类型……97
10.1.3 访问控制列表（ACL）的基本配置命令……97
10.2 标准访问控制列表实例……98
10.3 扩展访问控制列表实例……99
10.4 命名访问控制列表实例配置……101

10.5 拓展实验与思考题……103

实验 11 网络地址转换 NAT……104

11.1 网络地址转换的原理……104
11.1.1 NAT 的术语……104
11.1.2 NAT 的操作……105
11.1.3 NAT 的局限性……105
11.1.4 NAT 的分类……105
11.1.5 NAT 的配置与测试……106
11.2 静态 NAT 配置实例……106
11.3 动态 NAT 配置实例……107
11.4 端口复用 PAT 配置实例……108
11.5 拓展实验与思考题……110

实验 12 协议分析实验之一……112

12.1 ARP 协议分析……112
12.1.1 ARP 协议的原理……112
12.1.2 ARP 协议分析实例……116
12.2 IP 协议分析……119
12.2.1 IP 协议的原理……119
12.2.2 IP 协议分析实例……124
12.3 拓展实验与思考题……125

实验 13 协议分析实验之二……127

13.1 TCP 协议分析实验……127
13.1.1 TCP 协议分析原理……127
13.1.2 TCP 协议分析实例……135
13.2 UDP 协议分析实验……136
13.2.1 UDP 协议分析原理……136
13.2.2 UDP 协议分析实例……137
13.3 拓展实验与思考题……138

实验 14 服务器综合实验……139

14.1 DNS 服务器配置与管理……139
14.1.1 DNS 的原理……139
14.1.2 DNS 服务器配置与管理实例……140
14.2 Web 服务器配置与管理……145
14.2.1 Web 的原理……145
14.2.2 Web 服务器配置与管理实例……146
14.3 DHCP 服务器配置与管理……150
14.3.1 DHCP 的原理……150
14.3.2 DHCP 服务器配置与管理实例……151

14.4 拓展实验与思考题……156

实验 15 网络安全实验……159

15.1 交换机端口安全与配置……159
15.1.1 交换机端口安全原理……159
15.1.2 交换机端口安全配置实例……159
15.2 对路由器的管理访问控制……160
15.3 部署 VPN……162
15.3.1 VPN 技术的原理……162
15.3.2 一个站点到站点的 IPSec VPN 的实例……163
15.4 拓展实验与思考题……165

实验 16 无线局域网络实验……166

16.1 无线局域网实验原理……166
16.1.1 无线局域网的拓扑结构……166
16.1.2 开源无线路由系统……167
16.1.3 无线硬件设备……168
16.1.4 无线 AP 配置方法……169
16.2 搭建无线接入点模式无线网络实例……173
16.3 搭建无线中继模式无线网络实例……176
16.4 拓展实验与思考题……178

附录 A Packet Tracer 的使用方法……183

附录 B Wireshark 的使用方法……196

附录 C 计算机网络实验报告……203

参考文献……204

实验 1

网络实验环境和设备

本实验将介绍网络实验的环境，使读者理解网络信息通信的一般流程；进一步介绍网络层次模型——OSI 模型与 TCP/IP 模型；还介绍网络通信中使用的部件与设备，为以后的实验做好准备。

1.1 实验环境的网络拓扑结构与体系结构

1.1.1 网络拓扑结构

因特网（Internet）是世界上最大的互联网络，它采用 TCP/IP 协议族作为通信的规则。因特网是由众多网络相互连接而成的特定计算机网络，现在通过一个例子来描述和理解因特网的网络拓扑结构。

例如，我与在美国的朋友聊天的信息是怎样通过网络传过去的？

现在以信息的发起方在广西民族大学逸夫实验楼为例来说明这个问题，图 1.1～图 1.7 是信息从广西民族大学逸夫实验楼出发转发到美国所经过的网络拓扑图。

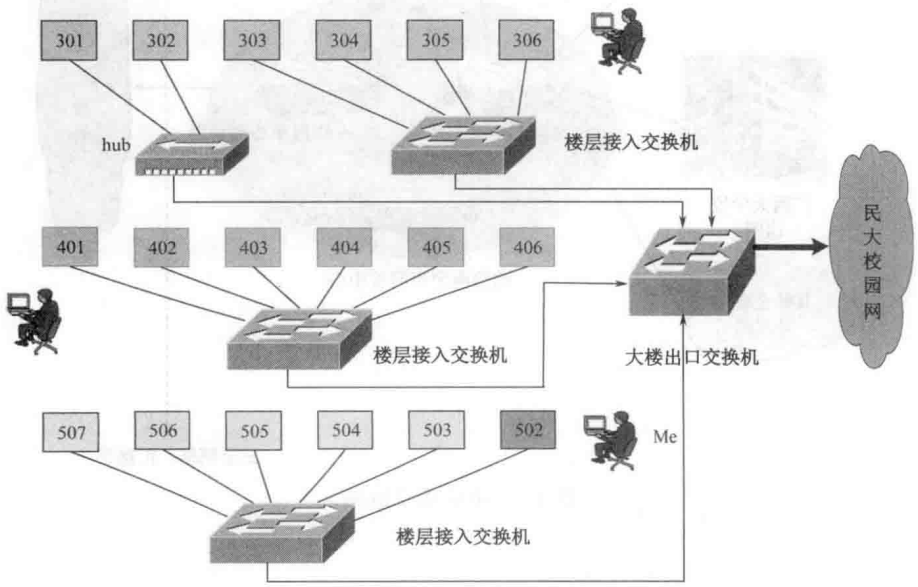

图 1.1　广西民族大学逸夫实验楼网络拓扑图

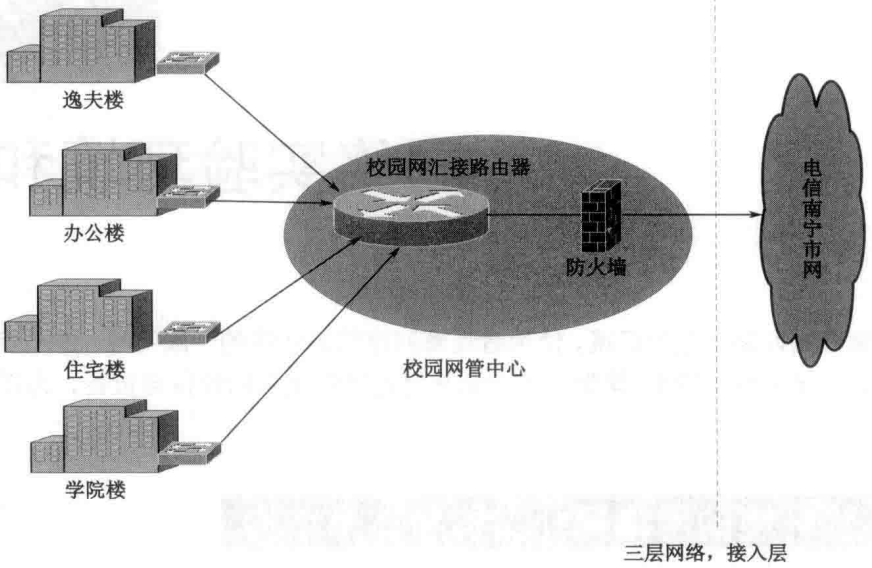

图 1.2　广西民族大学校园网

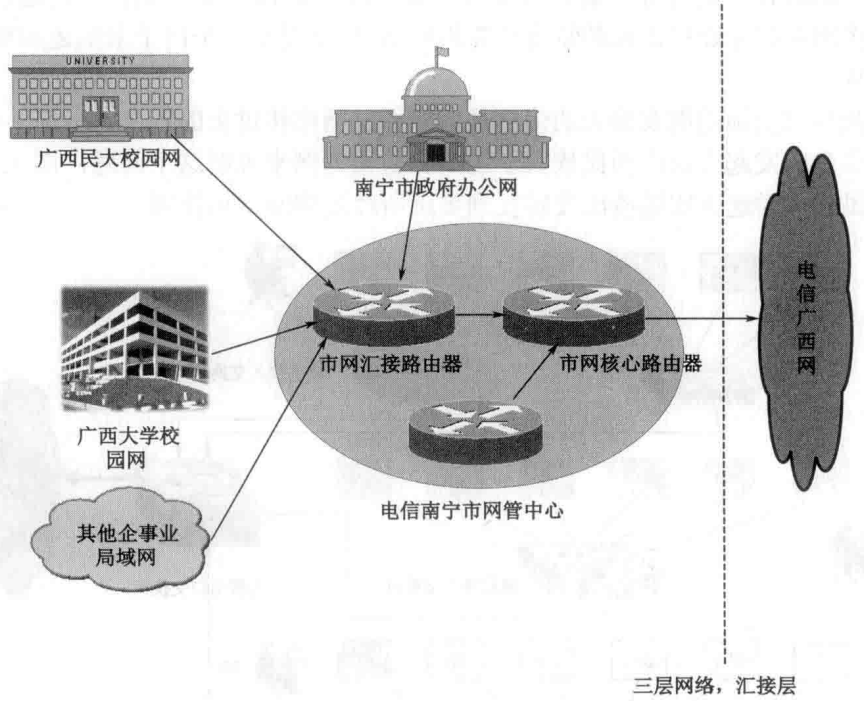

图 1.3　电信南宁市网

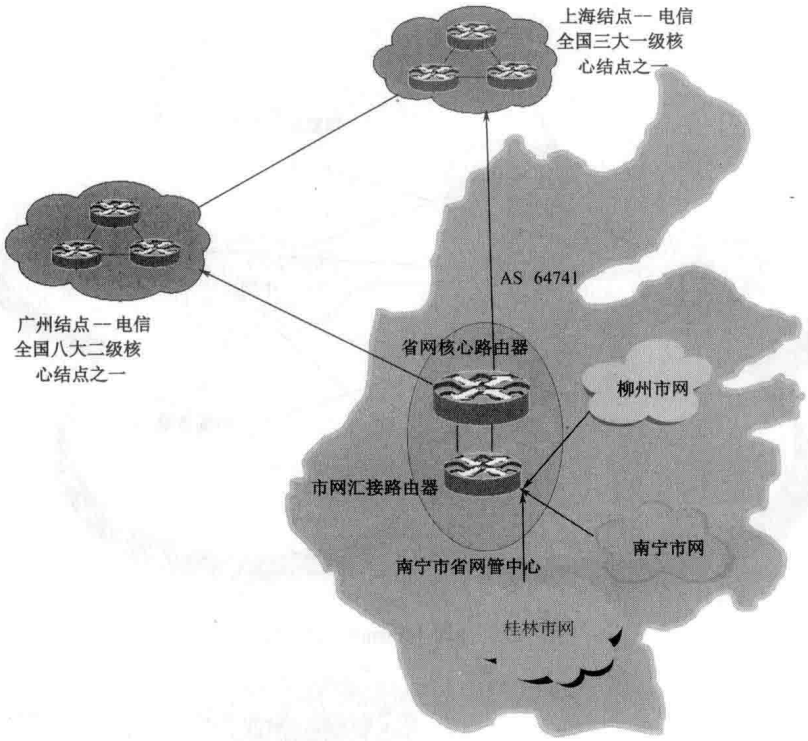

图 1.4 电信广西网

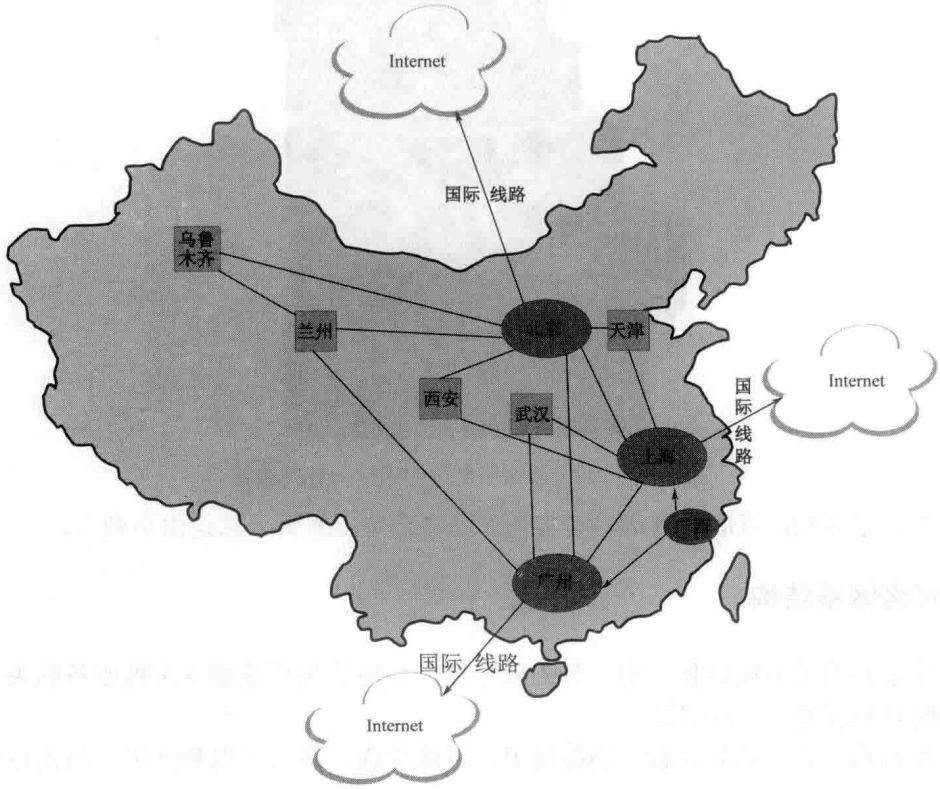

图 1.5 电信全国网（部分）

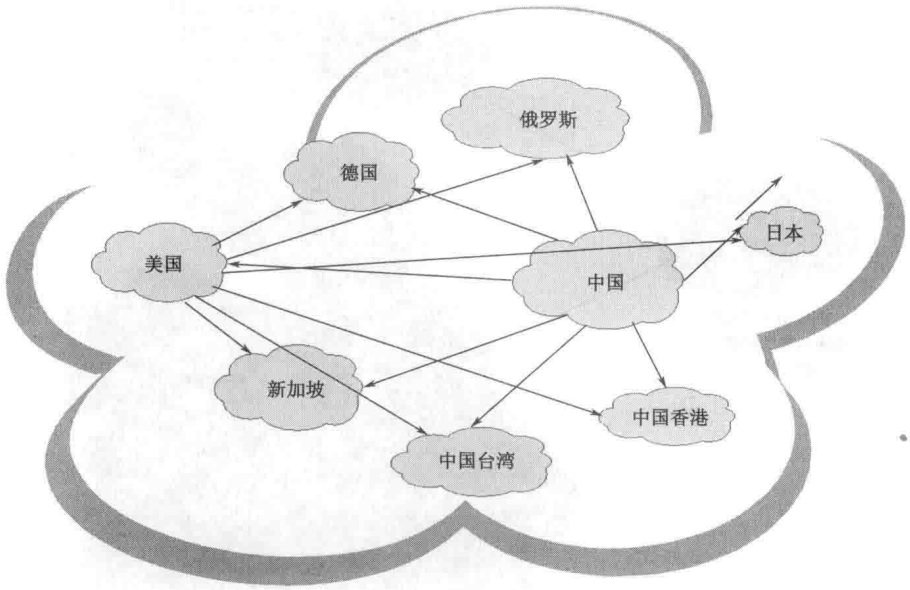

图 1.6　全球 Internet（部分）

图 1.7　广西民族大学到美国通信所经网络图

从以上例子可知：互联的网络，其实是部分与整体，逻辑上总是由小到大。

1.1.2　网络体系结构

网络体系结构采用结构化思想，分为若干层，层间的关系是服务与被服务的关系，网络上的结点间对应层遵守一致的规约。

分层结构的好处：独立性强，功能简单，适应性强，易于实现和维护，结构可分割，易于交流和标准化。

1. OSI 参考模型

为了使不同体系结构的计算机网络都能互联，国际标准化组织 ISO 于 1977 年成立了专门机构研究该问题。他们提出了一个试图使各种计算机在世界范围内互联成网的标准框架，即著名的开放系统互联基本参考模型 OSI。

（1）物理层（Physical Layer）。物理层规定了激活、维持、关闭通信端点之间的机械特性、电气特性、功能特性以及过程特性。该层为上层协议提供了一个传输数据的物理媒体。在这一层，数据的单位称为比特（bit）。属于物理层定义的典型规范代表包括 EIA/TIA RS-232、EIA/TIA RS-449、V.35、RJ-45 等。

（2）数据链路层（Data Link Layer）。数据链路层在不可靠的物理介质上提供可靠的传输。该层的作用包括物理地址寻址、数据的成帧、流量控制、数据的检错、重发等。在这一层，数据的单位称为帧（Frame）。数据链路层协议的代表包括 SDLC、HDLC、PPP、STP、帧中继等。

（3）网络层（Network Layer）。网络层负责对子网间的数据包进行路由选择。此外，网络层还可以实现拥塞控制、网际互联等功能。在这一层，数据的单位称为数据包（Packet）。网络层协议的代表包括 IP、IPX、RIP、OSPF 等。

（4）传输层（Transport Layer）。传输层是一个端到端，即主机到主机的层次。传输层负责将上层数据分段并提供端到端的、可靠的或不可靠的传输。此外，传输层还要处理端到端的差错控制和流量控制问题。在这一层，数据的单位称为数据段（Segment）。传输层协议的代表包括 TCP、UDP、SPX 等。

（5）会话层（Session Layer）。会话层管理主机之间的会话进程，即负责建立、管理、终止进程之间的会话。会话层还利用在数据中插入校验点来实现数据的同步。会话层协议的代表包括 NetBIOS、ZIP（AppleTalk 区域信息协议）等。

（6）表示层（Presentation Layer）。表示层对上层数据或信息进行变换以保证一个主机应用层信息可以被另一个主机的应用程序理解。表示层的数据转换包括数据的加密、压缩、格式转换等。表示层协议的代表包括 ASCII、ASN.1、JPEG、MPEG 等。

（7）应用层（Application Layer）。应用层为操作系统或网络应用程序提供访问网络服务的接口。应用层协议的代表包括 Telnet、FTP、HTTP、SNMP 等。

2. TCP/IP 参考模型

ISO 制定的 OSI 参考模型过于庞大、复杂招致了许多批评。与此对照，由技术人员自己开发的 TCP/IP 协议栈获得了更为广泛的应用。TCP/IP 参考模型分为四个层次：应用层、传输层、网际层和网络接口层。如图 1.8 所示是 TCP/IP 参考模型和 OSI 参考模型的对比示意图。

（1）网络接口层。实际上 TCP/IP 参考模型没有真正描述这一层的实现，只是要求能够提供给其上层一个访问接口，以便在其上传递 IP 分组。由于这一层次未被定义，因此其具体的实现方法将随着网络类型的不同而不同。

（2）网际层。网际层是整个 TCP/IP 协议栈的核心。它的功能是把分组发往目标网络或主机。同时，为了尽快地发送分组，可能需要沿不同的路径同时进行分组传递。因此，分组到达的顺序和发送的顺序可能不同，这就需要上层必须对分组进行排序。网际层除了需要完成路由的功能外，也需要完成将不同类型的网络（异构网）互联的任务。除此之外，网际层还需要完成拥塞控制的功能。网际层定义了分组格式和协议，即 IP 协议（Internet Protocol）。

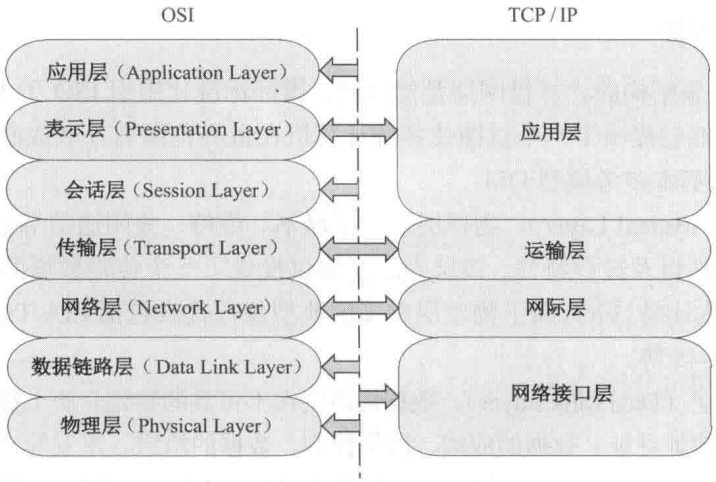

图 1.8　TCP/IP 参考模型和 OSI 参考模型的对比示意图

（3）传输层。在 TCP/IP 模型中，传输层的功能是使源端主机和目标端主机上的对等实体可以进行会话。在传输层定义了两种服务质量不同的协议，即传输控制协议 TCP（Transmission Control Protocol）和用户数据报协议 UDP（User Datagram Protocol）。

TCP 协议是一个面向连接的、可靠的协议。它将一台主机发出的字节流无差错地发往互联网上的其他主机。在发送端，它负责把上层传送下来的字节流分成报文段并传递给下层。在接收端，它负责把收到的报文进行重组后递交给上层。TCP 协议还要处理端到端的流量控制，以避免缓慢接收的接收方没有足够的缓冲区接收发送方发送的大量数据。

UDP 协议是一个不可靠的、无连接协议，主要适用于不需要对报文进行排序和流量控制的场合。

（4）应用层。TCP/IP 模型将 OSI 参考模型中的会话层和表示层的功能合并到应用层实现。应用层面向不同的网络应用引入了不同的应用层协议。其中，有基于 TCP 协议的，如文件传输协议（File Transfer Protocol，FTP）、虚拟终端协议（TELNET）、超文本链接协议（Hyper Text Transfer Protocol，HTTP），也有基于 UDP 协议。

1.2　网络实验环境介绍

这里介绍一下我校的计算机网络实验室的内部设备结构，它是以锐捷网络的设备为基础，实验设备按组分配，每组设备包括：8 台 PC、RCMS 实验台（1 台）、RCMS 服务器（1 台）、路由器（2 台）、交换机（2 台）。实验室布局结构如图 1.9 所示。

该实验室采用锐捷 RG-RCMS 系列产品，使用者可以通过 RG-RCMS 服务器来同时管理和控制 8～16 台的网络设备，不需要进行控制线的拔插，采用图形界面管理，简单方便。RG-RCMS 服务器利用异步模块接口和八爪鱼线连接实验设备。一个异步接口支持 8 台设备。利用八爪鱼线连接到每台实验设备的 Console，如图 1.10 所示。RG-RCMS 即可以采用反向 Telnet 的方式，灵活地对一组实验设备进行配置和管理。用户还可以利用 IE 浏览器访问 RCMS，通过图形界面的形式对设备进行访问和配置。

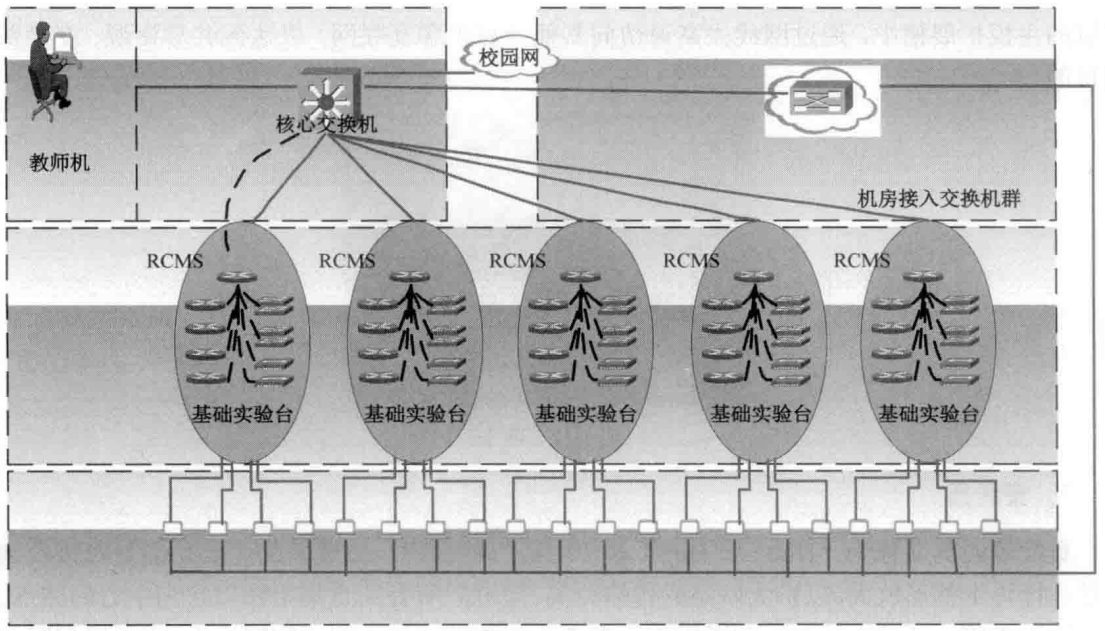

图 1.9 实验室布局结构（整体拓扑）

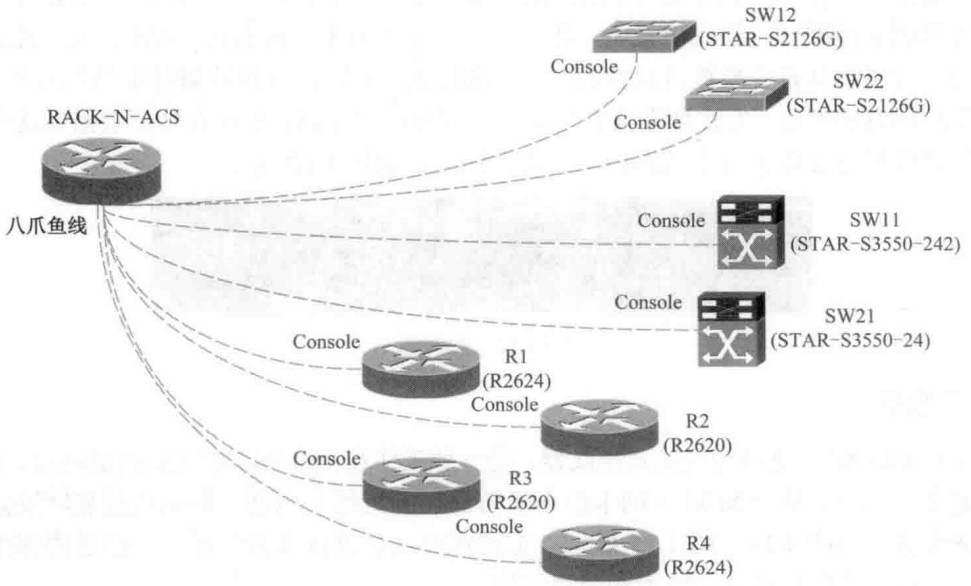

图 1.10 布局结构（RACK 拓扑）

1.3 常见网络设备

1. 网卡

网卡是应用最广泛的一种网络设备（图 1.11），网卡的全名为网络接口卡（Network Interface Card）。网卡是连接计算机与网络的硬件设备，是局域网最基本的组成部分之一。网卡的标准由 IEEE（电气和电子工程师协会）定义。

网卡起着向网络发送数据、控制数据、接收并转换数据的作用。我们可以把网卡插在计