

高等职业教育精品课程“十三五”规划教材

计算机网络技术（第2版）

主 编	毛吉魁	李新德	王 颖			
副主编	庞 博	高 丽	李晓花	李景才	卢 慧	
	李 芳	胡 清	吴文杰	张 欣	伍 辉	

前言

Preface

近几年来，网络技术不断发展，网络技术的应用深入社会各个领域。尤其是随着电子购物的兴起，淘宝、天猫、京东等网上购物活动给人们生活带来的便利，促使很多人去学习网络技术，虽然这些人中有很多都是非计算机专业人员。于是，从繁华的都市到偏僻的乡村，没有人不知道网络，没有人不会用 Wi-Fi。

目前，“计算机网络技术”已经成为计算机及相关专业的必修课，社会对计算机网络技术人才的需求也不断增加，为适应社会需求形势的变化及高等职业院校教学需要，编写更合适的计算机网络技术教材，对培养具有一定专业特色和特定能力的计算机专业应用型人才具有很大的推进作用。

本书以思科 CCNA 和华为 HCNA 为依托，从实际应用的角度出发，理论与实践相结合。在内容编写上，用最简单和最精炼的描述讲解网络基本知识，然后通过实践或实验来加深对相关知识的理解和掌握。在实践或实验内容的选取上，考虑到如下几个因素：选取在实际网络工程中普遍应用的实践或实验、选取与计算机网络原理紧密结合的实践或实验、选取实践或实验环境尽量接近工程实际的实践或实验。

本书在内容形式上采用项目化教学，以工作任务为依托组织教学内容，以多样化的解决任务的策略进行展开。共设计了七个项目，每个项目的主题与社会的需求密切联系。每个项目中包含若干个任务，每个任务具有知识的交叉性和综合能力的运用等特点。

本书是《计算机网络技术》的修订版，在新版教材中力争抛开传统教学中的不足，继续采用项目教学法、任务驱动方式组织内容。尽量能够把枯燥的理论、抽象的概念、无味的结构、难于理解的协议，在具体的应用场景中实例化、图形化、视频化，化繁为简，突出实用。尽量做到既方便老师开展教学，又能使学生乐于借助本书提高专业技能，达到师者乐教、学者乐学的境界。本书共有七个项目，每个项目又分成若干个任务，每个任务都具有代表性，每个任务都包含“任务介绍”“任务目标”“课后练习”“拓展实验”。针对部分重点和难点，还配置了视频，通过扫描二维码，在线观看学习，帮助学生更好的理解和掌握相应的知识。

商丘职业技术学院毛吉魁、李新德、王颖担任本书主编，并负责全书的统稿、编写、修改及定编工作。商丘职业技术学院庞博、高丽、李晓花、李景才、卢慧、李芳、胡清、吴文

杰、张欣，湖北科技职业学院伍辉任副主编。

由于编写时间仓促，加之水平所限，书中如有不当之处，望广大读者提出意见和建议。

E-mail: 51351572@qq.com

编 者

目录

Contents

项目 1 计算机网络基础知识	1
任务 1 了解计算机网络的形成、发展与应用	1
一、计算机网络的概念	1
二、计算机网络的形成和发展	1
三、计算机网络的功能	2
四、计算机网络的应用	3
任务 2 掌握计算机网络的组成、分类及拓扑结构	5
一、计算机网络系统组成	5
二、计算机网络硬件系统	5
三、计算机网络软件系统	6
四、计算机网络的分类	7
五、计算机网络的拓扑结构	9
任务 3 熟悉并掌握计算机网络的传输介质	11
一、双绞线	11
二、同轴电缆	14
三、光纤	14
实验 双绞线制作	18
习题 1	21
项目 2 网络体系结构	23
任务 1 了解计算机网络体系结构基本知识	23
一、基本概念	23
二、分层模型及其优点	24
任务 2 认识 OSI 模型和 TCP/IP 模型	25
一、OSI 模型的结构	25
二、TCP/IP 模型	27
任务 3 熟悉网络接入层	28
一、网络接入层的功能	29

二、帧的结构	29
三、使用 Wireshark 抓包工具查看帧的结构	30
四、差错与流量控制	30
任务 4 熟悉网络互联层	31
一、TCP/IP 模型与 OSI 模型中的网络层对比	32
二、网络互联层协议	32
三、网络互联层的数据传输过程	32
四、IP 协议	33
五、ICMP 协议	36
六、IP 地址	38
七、子网掩码	40
八、几种特殊的 IP 地址	41
任务 5 熟悉传输层	42
一、传输层的功能	42
二、传输层提供可靠的服务	44
三、传输层协议	45
四、TCP 协议	45
五、UDP 协议	53
任务 6 熟悉应用层	53
一、OSI 模型中的会话层	54
二、OSI 模型中的表示层	55
三、OSI 模型中的应用层	55
四、总结和回顾	56
实验 研究帧结构	56
一、什么是 Wireshark	57
二、安装 Wireshark	58
三、启动 Wireshark	58
四、抓包过程	60
习题 2	64
项目 3 组建局域网	66
任务 1 认识局域网	66
一、局域网的特点	66
二、以太网的发展历程	67
三、以太网的体系结构	69
四、以太网 MAC 子层的功能	69
五、以太网 LLC 子层的功能	70
任务 2 了解以太网的关键技术	72

	一、什么是介质访问控制	72
	二、通信方式	74
	三、单播、组播、广播	75
	四、集线器和冲突域	76
任务 3	熟悉 MAC 地址	77
	一、什么是 MAC 地址	78
	二、MAC 地址的构成	78
	三、查看 MAC	79
	四、在以太网的单播、组播和广播使用的 MAC 地址	79
任务 4	熟悉以太网与交换机	81
	一、用交换机组建以太网	82
	二、用交换机组网的优点	82
	三、交换机的交换原理	84
	四、检查 MAC 地址与端口关联	86
任务 5	熟悉以太网的物理层	87
	一、以太网的电缆类型	87
	二、10 Mb/s 和 100 Mb/s 以太网物理层	88
	三、1000 Mb/s 以太网物理层	90
	四、以太网的未来及发展	91
任务 6	熟悉网络模拟器 Packet Tracer	92
	一、Packet Tracer 的下载安装	92
	二、Packet Tracer 的界面操作简介	92
	三、设备管理	94
	四、工作区右侧工具栏基本工具使用	96
	五、实战操作	97
习题 3		97
项目 4 网络互联及互联设备		102
任务 1	了解计算机网络互联的基础知识	102
	一、网络互联的概念	102
	二、网络互联的类型	103
	三、网络互联设备	103
任务 2	掌握交换机的基本配置	107
	一、交换机的外观及构成	107
	二、交换机的配置模式	108
	三、交换机的基本配置	109
任务 3	熟悉虚拟局域网 (VLAN) 配置	114
	一、为什么要创建 VLAN	114

	二、VLAN 的优点	116
	三、VLAN 的分类	116
	四、VLAN 的创建	117
	五、相同 VLAN 间跨交换机通信——VLAN 中继	120
任务 4	掌握路由器的构成及配置	123
	一、路由器的本质是什么	123
	二、路由器构成	123
	三、路由器的启动过程	125
	四、路由器的接口	125
	五、路由器的工作模式	126
	六、路由器的基本配置	128
任务 5	配置路由器的路由表	130
	一、什么是路由	130
	二、直连网络与远程网络	130
	三、路由表的构成	131
	四、远程路由的配置	131
	五、数据包的转发原理及过程	134
任务 6	配置动态路由协议与动态路由	134
	一、使用动态路由的优点	134
	二、动态路由协议的发展历程	135
	三、动态路由协议的分类	135
	四、AS（自治系统）	136
	五、路由表的收敛	136
	六、度量	137
	七、管理距离（AD）	138
	八、RIP 协议的使用	139
实验 1	基本静态路由配置	142
	一、布线、清除配置并重新启动路由器	144
	二、执行路由器基本配置	144
	三、解释调试输出	146
	四、完成路由器接口配置	150
	五、配置主机 PC 上的 IP 地址	150
	六、测试并校验配置	151
	七、收集信息	152
	八、使用下一跳地址配置静态路由	153
	九、使用送出接口配置静态路由	155
	十、配置默认静态路由	157

十一、配置总结静态路由	158
十二、总结、思考并记录	160
十三、清理实验设施	161
实验 2 动态路由协议 RIP 配置	161
一、准备网络	162
二、执行基本路由器配置	162
三、配置并激活串行地址和以太网地址	162
四、配置 RIP	163
五、检验 RIP 路由	164
习题 4	166
项目 5 广域网技术	169
任务 1 了解广域网基础知识	169
一、什么是广域网	169
二、广域网的设计模型	170
三、广域网和 OSI 模型	171
四、广域网物理层术语	172
五、广域网设备	173
六、广域网的连接	174
任务 2 熟悉广域网相关技术	175
一、广域网物理层标准	175
二、广域网数据链路层协议	176
三、广域网的交换概念	177
任务 3 设计广域网的连接方案	179
一、连接方案的考虑因素	180
二、私有广域网连接方案	180
三、公共广域网连接方案	183
四、广域网的封装协议	187
任务 4 帧中继的工作原理及帧中继的配置	190
一、帧中继与专用线路的比较	190
二、帧中继的运作	191
三、虚电路	192
四、帧中继的地址映射	193
五、帧中继的配置	195
习题 5	199
项目 6 网络安全与防护	201
任务 1 了解网络安全基础知识	201
一、网络安全中常见的术语	202

	二、网络攻击步骤	203
	三、常见计算机犯罪的行为	203
	四、制定网络安全策略	204
任务 2	认识常见的网络安全威胁	204
	一、漏洞	205
	二、对物理基础架构的威胁	206
	三、网络攻击的类型	207
任务 3	了解网络安全的常规防范技术	212
	一、主机和服务器的安全性	212
	二、常见安全设备和应用程序	214
	三、网络安全轮	215
	四、安全策略	216
任务 4	熟悉路由器安全问题	218
	一、路由器在网络安全中的作用	218
	二、路由器是攻击目标	219
	三、保护网络安全	220
	四、管理路由器安全	220
任务 5	了解防火墙技术	227
	一、什么是防火墙	227
	二、防火墙技术	227
	三、防火墙的体系结构	228
	四、防火墙功能	230
习题 6		240
项目 7 无线局域网技术		243
任务 1	认识无线网络	243
	一、无线网络简介	243
	二、无线网络的分类	243
	三、无线网络的传输技术	245
任务 2	认识无线局域网	245
	一、什么是无线局域网	245
	二、无线射频基础知识	246
	三、无线局域网频段	247
	四、无线局域网标准组织介绍	248
	五、无线局域网的优点	249
任务 3	认识无线局域网的组成	251
	一、无线局域网的组成	251
	二、无线局域网中的服务区	252

三、无线局域网的组网方式	253
四、无线局域网的网络结构	255
任务 4 无线局域网中的 VLAN 组网配置	256
一、网络拓扑及组网说明	256
二、无线局域网的配置流程	258
任务 5 认识无线局域网协议 IEEE 802.11	263
一、IEEE 802.11 简介	263
二、IEEE 802.11 逻辑结构	263
三、IEEE 802.11 体系结构的组成	264
四、IEEE 802.11 的工作模式	264
五、STA 和 AP 的关联和重关联	265
六、IEEE 802.11 安全	266
七、IEEE 802.11 中的物理层	267
八、IEEE 802.11 中的介质访问控制	268
实验 无线局域网基本配置	271
习题 7	285
参考文献	286

项目 1

计算机网络基础知识

人类社会经历了三次技术革命，18 世纪 60 年代第一次技术革命，蒸汽机的发明与使用，人类进入机械时代；19 世纪 70 年代第二次技术革命，电机的发明与使用，人类社会驶入电气时代；20 世纪四五十年代以来的第三次技术革命，电子计算机技术的发展，各学科领域之间的相互渗透，使人类社会进入网络信息时代，从此计算机网络在人们的生活中越来越重要。

- ☆ 任务 1 了解计算机网络的形成、发展与应用
- ☆ 任务 2 掌握计算机网络的组成、分类及拓扑结构
- ☆ 任务 3 熟悉并掌握计算机网络的传输介质
- ☆ 任务 4 双绞线制作实验

任务 1 了解计算机网络的形成、发展与应用

【任务介绍】计算机网络于 20 世纪 60 年代起源于美国，原本用于军事通信，后逐渐进入民用，目前计算机网络被应用到日常生活的各个方面，电子银行、电子商务、现代化的企业管理、信息服务业等都以计算机网络系统为基础。本任务主要介绍了计算机网络的概念、形成及发展，通过这些知识的学习，对计算机网络进行初步认识。

【任务目标】掌握计算机网络的概念，了解计算机网络的形成、发展与应用。

一、计算机网络的概念

计算机网络是现代计算机技术与通信技术密切结合的产物，是随着社会对信息共享和信息传递需求的日益增强而发展起来的，它涉及通信与计算机两个领域。一方面，通信网络为计算机之间的数据传送和交换提供了必要的手段；另一方面，计算机技术的发展渗透到通信技术中，又提高了通信网络的各种性能。

所谓的计算机网络就是利用通信设备和通信线路将地理位置不同的、功能独立的多个计算机系统互联起来，以功能完善的网络软件（即网络通信协议、信息交换方式和网络操作系统等）实现网络资源共享和信息传递的系统。

建立计算机网络的主要目的在于实现资源共享，即所有网络用户都能够分享各计算机的全部或部分资源，而用户不必考虑自己在网络中的位置和资源在网络中的位置。

二、计算机网络的形成和发展

计算机网络的发展过程分为三个阶段：面向终端的计算机网络、计算机-计算机网络、



开放式标准化网络。

1. 面向终端的计算机网络

面向终端的计算机网络是以单个计算机为中心的远程联机系统。终端没有独立的数据处理能力，是计算机系统的输入、输出设备。所谓的联机系统，就是由一台中央计算机连接大量的地理位置上处于分散的终端，终端通过通信线路把数据传送到中心计算机，中心计算机对数据进行统一处理的系统。

这类简单的“终端—通信线路—计算机”系统，形成了计算机网络的雏形。

20 世纪 50 年代，美国建立的半自动地面防空系统 SAGE（Semi - Automatic Ground Environment）是面向终端的计算机网络的代表。SAGE 将远距离的雷达和其他测量控制设备的信息，通过通信线路汇集到一台中心计算机上进行集中处理和控制在，来实现对空中目标的识别及防护。

2. 计算机—计算机网络

计算机—计算机网络是多台计算机通过通信线路互联起来为用户提供服务的网络系统。这类网络是 20 世纪 60 年代后期开始兴起的。与第一阶段的面向终端的计算机网络不同的是：这里的多台计算机都具有自主的处理能力，计算机之间是对等的，不存在主从关系。这样的多台计算机互联的网络才是目前所称的计算机网络。

计算机—计算机网络的典型代表是美国国防部高级研究计划局的 ARPA 网，它标志着计算机网络的兴起。ARPA 网是一个成功的系统，它在概念、结构和网络设计方面都为后继的计算机网络打下了基础。

此后，计算机网络得到了迅猛的发展，各大计算机公司都相继推出了自己的网络体系结构和相应的软硬件产品。但是它们都是自成体系的系统，很难实现相互之间的互联，由此又称它们为“封闭”的网络系统。

3. 开放式标准化网络

为了使各自独立的、不同体系结构的计算机网络都能互联，国际化标准组织（ISO）于 1984 年正式颁布了一个能使各种计算机系统在世界范围内互联成网的国际标准 ISO 7489，简称：OSI/RM——开放系统互连参考模型。

OSI/RM 要求所有硬件生产商和软件开发商的产品都要符合该标准，从而确保了各种计算机网络间的互联，同时也促进了企业间的竞争。厂商只有执行这些标准才能有利于打开产品的销路，用户也可以从不同的制造厂商获得兼容的、开放的产品，从而大大加速了计算机网络的发展。

未来计算机网络将向智能化、综合化、高速化发展。

三、计算机网络的功能

计算机网络的实现，为用户构造分布式的网络计算环境提供了基础。它的功能主要有以下几个方面。

1. 通信功能

数据通信是计算机网络最基本的功能。它用来快速传送计算机与终端、计算机与计算机之间的各种信息，包括文字信息（如新闻消息、咨询信息、报纸版面）、图片信息、影视资料等。利用这一特点，可实现将分散在各个地区的单位或部门用计算机网络联系起来，进行统一的调配、控制和管理。



2. 资源共享

“资源”指的是网络中所有的软件、硬件和数据资源。“共享”指的是网络中的用户都能够部分或全部地享受这些资源。例如，某些地区或单位的数据库（如飞机机票、饭店客房等）可供全网使用；某些单位设计的软件可供需要的地方有偿调用或办理一定手续后调用；一些外部设备如打印机，可面向用户，使不具有这些设备的地方也能使用这些硬件设备。如果不能实现资源共享，各地区都需要有完整的一套软、硬件及数据资源，那么将大大增加全系统的投资费用。

3. 分布式处理

分布式处理系统与并行处理系统是计算机体系结构中的两类处理系统。

并行处理系统是利用多个功能部件或多个处理机同时工作来提高系统性能或可靠性的计算机系统。而分布式处理系统将不同地点的或具有不同功能的或拥有不同数据的多台计算机用通信网络连接起来，在控制系统的统一管理控制下，协调地完成信息处理任务的计算机系统。并行处理系统与分布式处理系统有密切的关系，随着通信技术的发展，两者的界限越来越模糊。广义上说分布式处理也可以认为是一种并行处理形式。

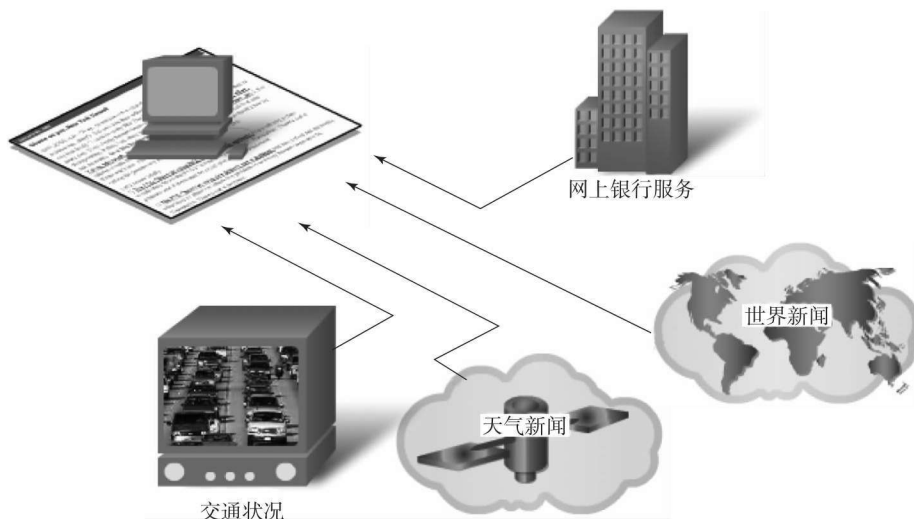
对于大型综合性问题，可将问题各部分交给不同的计算机分头处理，充分利用网络资源，扩大计算机的处理能力，即增强实用性。对解决复杂问题来讲，多台计算机联合使用并构成高性能的计算机体系，这种协同工作、并行处理要比单独购置高性能的大型计算机成本低得多。

四、计算机网络的应用

目前，计算机网络的应用非常广泛，遍及工业、农业、金融、商贸、科技、文化、国防、政务等领域。互联网正以令人难以置信的速度成为人们日常生活中不可或缺的一部分。

1. 网络支撑着人们的生活方式（见图1-1）

金融电子化：计算机网络可以让人们随时随地存、取资金。



人们的生活方式离不开数据网络提供的服务

图1-1 网络支撑着人们的生活方式

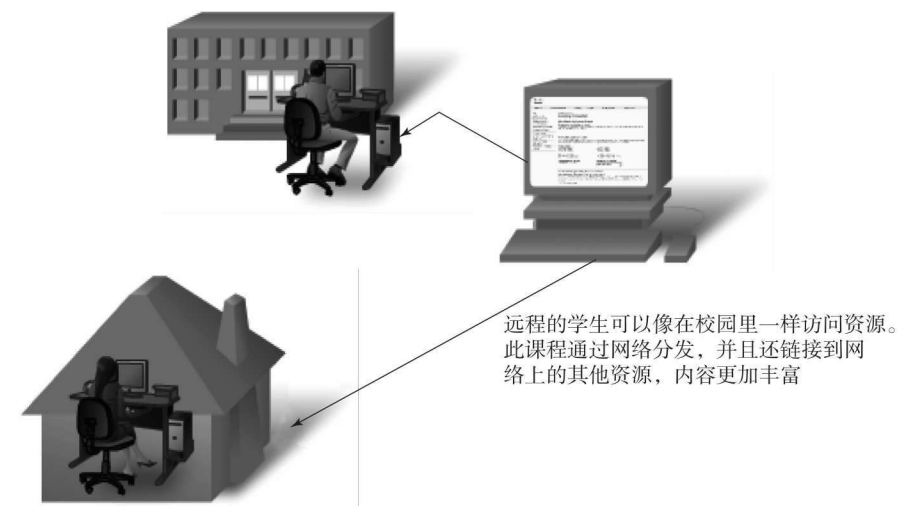


智能大厦：计算机网络能使楼宇自动化，方便人们的生活。

即时信息：即时消息以先前的互联网中继聊天（IRC）服务为基础，同时合并了多个其他功能（如文件传输、语音和视频通信），方便了人们的交流。

2. 网络支撑着人们的学习方式（见图 1-2）

远程教育：让人们共享各种教育资源，增加了学习机会。



人们的学习方式离不开通过数据网络提供的课件

图 1-2 网络支撑着人们的学习方式

3. 网络支撑着人们的工作方式（见图 1-3）

办公自动化：无纸化办公节约成本，提高效率。

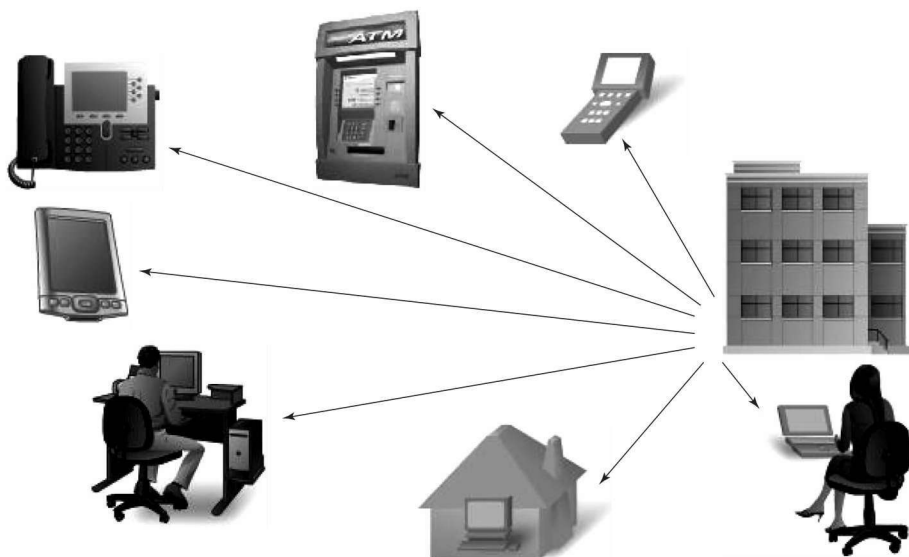


图 1-3 网络支撑着人们的工作方式

工业过程控制：控制准确，精度高，可靠性高，提高产品质量和经济效益。



任务2 掌握计算机网络的组成、分类及拓扑结构

【任务介绍】 一个大型计算机网络是一个复杂的系统。本任务介绍计算机网络的组成与分类，通过这些知识的学习，对计算机网络构成和分类有一个初步认识。

【任务目标】 了解计算机网络的分类方法，掌握计算机网络的组成及类型。

一、计算机网络系统组成

计算机网络系统是一个集计算机硬件设备、通信设施、软件系统以及数据处理能力为一体的，由计算机硬件系统和计算机软件系统组成的复杂系统（见图1-4）。

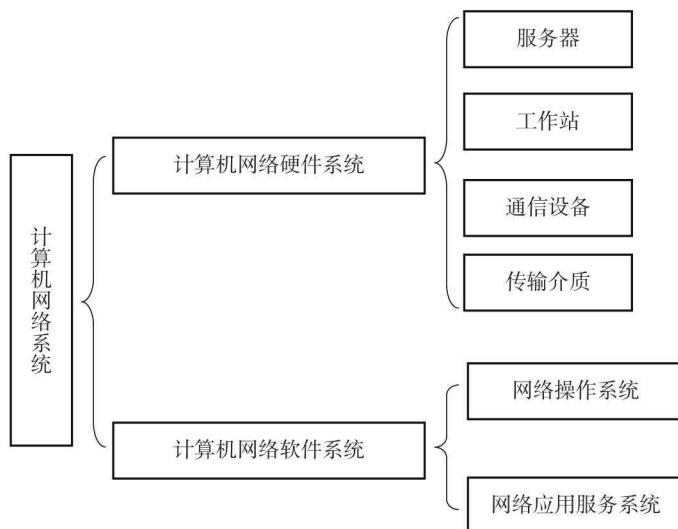


图1-4 计算机网络系统的组成

二、计算机网络硬件系统

计算机网络的硬件系统由服务器、工作站、通信设备和传输介质组成。

1. 服务器

服务器（Server）是网络的核心设备，拥有数据库程序等可共享的资源，担负数据处理任务。

服务器是网络环境中的高性能计算机，它侦听网络上的其他计算机（客户机）提交的服务请求，并提供相应的服务。为此，服务器必须具有承担服务并且保障服务的能力。

依据外观上的不同，服务器可分为机架式服务器（见图1-5）、刀片式服务器（见图1-6）、机柜式服务器。

根据数据处理能力的不同，服务器可分为巨型机、大型机、小型机、微机。



图 1-5 机架式服务器



图 1-6 刀片式服务器

2. 工作站 (Workstation)

工作站是一种高档的微型计算机（见图 1-7），通常配有高分辨率的大屏幕显示器及容量较大的内部存储器和外部存储器，并且具有较强的信息处理功能和高性能的图形、图像处理功能以及联网功能。



图 1-7 工作站

工作站用来共享服务器上的网络资源，是用户进行信息交换的界面，它需要运行网络操作系统的客户端软件。

3. 通信设备

通信设备包括网卡和中间连接设备（路由器、交换机、集线器、中继器等）。关于通信设备在以后章节中详细讲述。

4. 传输介质

传输介质是计算机网络中数据信息传输的物理通道。分为有线传输介质和无线传输介质两种。

有线传输介质包括：双绞线、同轴电缆、光纤。

无线传输介质包括：无线电波、微波、红外线、激光、卫星线路。

在以后的章节中对无线传输介质再做具体介绍。

三、计算机网络软件系统

计算机网络必须有网络软件才能运行，它包括网络操作系统和网络应用服务系统。

1. 网络操作系统 (NOS, Network Operating System)

网络操作系统 (NOS) 是网络的核心和关键，是向网络计算机提供服务的特殊的操作系统。它在计算机操作系统下工作，使计算机操作系统增加了网络操作所需要的能力。



网络操作系统运行在称为服务器的计算机上，并由联网的计算机用户共享，这类用户称为客户端。

局域网中常见的几种网络操作系统如下。

Windows 类。微软的网络操作系统主要有 Windows NT 4.0 Server、Windows 2000 Server、Windows 2000 Advance Server、Windows 2003 Server、Windows 2003 Advance Server 等；工作站系统有 Windows 9x/ME/XP 等。它是全球最大的软件开发商 Microsoft（微软）公司开发的。

NetWare 类。目前常用的有 3.11、3.12、4.10、V4.11、V5.0 等中英文版本。是 NOVELL 公司开发的，由于多种原因，NetWare 操作系统现在已失去了当年的气势，不如早些年风光。

UNIX 系统。主要有 UNIX SUR 4.0、HP - UX 11.0、SUN 的 Solaris 8.0 等。它是美国 AT&T 公司开发的，因其体系结构不够合理，UNIX 的市场占有率呈下降趋势。

Linux 类。目前也有中文版本的 Linux，如 REDHAT（红帽子），红旗 Linux 等。创始人是林纳斯·本纳第克特·托瓦兹（Lines Benedict Torvalds），这是一种新型的网络操作系统，它的最大的特点就是源代码开放，可以免费得到许多应用程序。目前这类操作系统主要应用于中高档服务器中。

2. 网络应用服务系统

网络应用服务系统包括计算机网络上的所有具体网络服务，如电子邮件系统、域名解析系统、即时信息系统等。

四、计算机网络的分类

计算机网络的分类可按不同的分类标准进行，从不同的角度观察网络系统、划分网络有利于全面了解网络系统的特性。

1. 按网络的地理范围分类

根据网络覆盖的地理范围可以把各种网络类型划分为局域网、城域网、广域网。

(1) 局域网（见图 1-8）

局域网（Local Area Network，LAN）是最常见、应用最广的一种网络。一般来说局域网只能在一个较小区域内，一般不超过几十千米，不过要说明的一点是，局域网划分并没有严格意义上地理范围的区分，只是一个定性的概念。

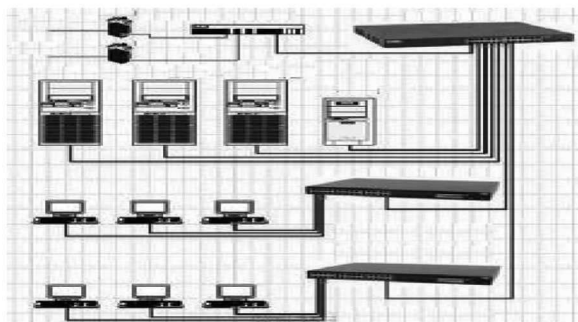


图 1-8 局域网

(2) 城域网（见图 1-9）

城域网（Metropolitan Area Network，MAN）是一种大型的 LAN，一般来说是在一个城市或