



工业和信息化普通高等教育“十二五”规划教材

21世纪高等教育计算机规划教材

COMPUTER

计算机网络

Computer Networks

■ 刘佩贤 张玉英 主编

■ 刘淑艳 段雪丽 副主编

- 自顶向下方法，结构清晰合理
- 内容理论联系实践，强调实用性
- 配有实训练习，学习更有针对性



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



工业和信息化普通高等教育“十二五”规划教材
21世纪高等教育计算机规划教材

COMPUTER

计算机网络

Computer Networks

■ 刘佩贤 张玉英 主编

■ 刘淑艳 段雪丽 副主编



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

计算机网络 / 刘佩贤, 张玉英主编. — 北京: 人民邮电出版社, 2015. 2
21世纪高等教育计算机规划教材
ISBN 978-7-115-38021-0

I. ①计… II. ①刘… ②张… 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010202号

内 容 提 要

本书利用 Internet 协议分层, 采用自顶向下的方法, 即从应用层到物理层的顺序讲解计算机网络的基本原理。首先介绍读者最为熟悉的应用层协议是怎样交换信息的, 再解释消息是怎样一层一层往下分解成比特通过 Internet 传输的。最后讲解局域网和广域网、无线网络和移动通信网络和网络安全, 使得读者能够了解到计算机网络更全面的内容, 扩展知识面。

本书以通俗易懂的方式阐述了计算机网络的原理, 并配有大量的习题和实训练习, 适合作为高等院校计算机科学与技术、软件工程、自动化技术、电子信息技术和通信工程相关专业的计算机网络课程教材, 也可以作为计算机网络业界人士、信息技术爱好者和考研者的参考用书。

◆ 主 编 刘佩贤 张玉英
副 主 编 刘淑艳 段雪丽
责任编辑 刘盛平
执行编辑 刘 佳
责任印制 杨林杰

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京天宇星印刷厂印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 21.5 2015 年 2 月第 1 版
字数: 552 千字 2015 年 2 月北京第 1 次印刷

定价: 45.00 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316
反盗版热线: (010)81055315



前言

随着计算机网络的发展,人们的学习、工作和生活已经渐渐离不开计算机网络。计算机网络技术已经应用到了各个领域,因此需要了解和掌握计算机网络相关知识的群体也在不断扩大。本书作为一本计算机网络教材,深入浅出地介绍了计算机网络的基本原理和应用形式。

本书共9章。第1章引言,首先使读者了解学习计算机网络需要的基础知识,具有初步的网络分层的概念,通过网络实例对网络有了直观的理解;接着按照网络体系结构自顶向下分层介绍了应用层(第2章)、传输层(第3章)、网络层(第4章)、数据链路层(第5章)和物理层(第6章),这样使得读者能够进一步掌握网络体系结构各层的功能、任务和工作原理,建立起清晰的网络体系结构概念;最后第7章局域网和广域网、第8章无线网络和移动通信网络和第9章网络安全,使得读者能够了解到计算机网络更全面的内容,扩展知识面。

本书的特点是采用更易于理解的自顶向下的方法,结构清晰合理,内容理论联系实践,强调实用性;原理讲解通俗易懂、图文并茂;每章有相应的实训练习,以帮助学生知识的理解掌握;每章还配有配套的习题供学生测试知识的掌握情况。本书可作为高等院校计算机科学与技术、软件工程、自动化技术、电子信息技术和通信工程相关专业的计算机网络课程教材,也可以作为计算机网络业界人士、信息技术爱好者和考研者的参考用书。为方便教师备课,本书有配套资源,包括PPT电子教案、课后习题答案和工具软件等。

本书由刘佩贤、张玉英任主编,刘淑艳、段雪丽任副主编。第1章、第4章由刘佩贤编写;第5章、第6章和第7章由张玉英编写;第2章和第9章由刘淑艳编写;第3章由段雪丽编写;第8章由史迎春编写。全书由刘佩贤统稿,莫德举定稿。

本书在编写过程中,燕京理工学院的莫德举教授给予了很多有益的指导和帮助,编者表示诚挚谢意。由于编者时间和精力有限,书中难免存在错误和不妥之处,敬请读者、同仁批评指正。我们期待着您的意见与建议。

编 者

2014年12月

目 录

第1章 引言	1
1.1 计算机网络概述	1
1.1.1 计算机网络的概念	1
1.1.2 计算机网络的分类	4
1.1.3 计算机网络的功能	11
1.1.4 计算机网络发展阶段	12
1.1.5 计算机网络的标准化工作及 相关组织	15
1.2 计算机网络的性能	17
1.2.1 计算机网络的性能指标	17
1.2.2 计算机网络的非性能指标	21
1.3 计算机网络体系结构	22
1.3.1 计算机网络体系结构及 协议概念	22
1.3.2 OSI 参考模型	26
1.3.3 TCP/IP 参考模型	28
1.3.4 OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型比较	29
1.3.5 本书使用的参考模型	30
1.4 网络实例	31
1.4.1 Internet	31
1.4.2 移动电话网络	35
1.4.3 无线局域网: 802.11	37
1.4.4 RFID 和传感器网络	38
本章小结	39
习题	40
第2章 应用层	42
2.1 网络应用模型	42
2.1.1 客户/服务器模型	42
2.1.2 P2P 模型	43
2.2 标准客户/服务器应用举例	43

2.2.1 DNS	44
2.2.2 FTP	48
2.2.3 万维网和 HTTP	50
2.2.4 E-mail	55
2.2.5 Telnet	59
2.2.6 DHCP	60
2.3 P2P 应用举例	61
2.3.1 P2P 文件分发	61
2.3.2 在 P2P 区域中搜索信息	62
2.3.3 案例学习: BitTorrent	64
2.4 实训 网络服务器配置	66
一、实训目的	66
二、实训设备	66
三、实训任务	66
四、实训步骤	66
本章小结	75
习题	76
第3章 传输层	79
3.1 传输层概述	79
3.1.1 传输层功能及提供的服务	79
3.1.2 应用进程、传输层接口与 套接字	80
3.1.3 传输层的多路复用与 多路分解	82
3.1.4 无连接服务与面向连接服务	83
3.2 UDP	84
3.2.1 用户数据报概述	84
3.2.2 UDP 服务	86
3.2.3 UDP 应用	86
3.3 TCP	88
3.3.1 TCP 服务	88

3.3.2 TCP 报文格式	89	4.5.2 IPv6 的地址空间	173
3.3.3 TCP 连接管理	90	4.5.3 从 IPv4 过渡到 IPv6	174
3.3.4 滑动窗口机制	92	4.6 实训	176
3.3.5 TCP 流量控制和拥塞控制	95	4.6.1 实训一 路由器的	
3.3.6 TCP 差错控制	98	基本操作	176
3.4 实训 TCP 传输控制协议分析	99	一、实验目的	176
一、实验目的	99	二、实验设备	176
二、实验设备	100	三、实验拓扑	176
三、实验原理	100	四、实验原理	176
四、实验步骤	100	五、实验步骤	177
五、注意事项	104	六、注意事项	179
本章小结	104	4.6.2 实训二 单臂路由	179
习题	104	一、实验目的	179
第 4 章 网络层	106	二、实验设备	179
4.1 网络层概述	106	三、实验拓扑	179
4.1.1 网络层功能	106	四、实验原理	179
4.1.2 网络层提供的服务	107	五、实验步骤	180
4.2 网络层协议	109	六、注意事项	181
4.2.1 IP 概述	110	本章小结	181
4.2.2 IPv4 数据报格式	111	习题	181
4.2.3 IPv4 地址	115	第 5 章 数据链路层	186
4.2.4 ARP 和 RARP	130	5.1 数据链路层功能	187
4.2.5 ICMP	135	5.2 组帧	189
4.2.6 IP 多播与 IGMP	140	5.3 差错控制	191
4.3 路由选择	143	5.3.1 奇偶校验	191
4.3.1 分组交付和路由选择的		5.3.2 循环冗余检测	192
基本概念	143	5.3.3 海明码	193
4.3.2 路由选择协议的基本概念	151	5.4 介质访问控制	195
4.3.3 路由信息协议 (RIP)	154	5.4.1 静态划分介质访问控制	196
4.3.4 开放最短路径优先		5.4.2 随机访问介质访问控制	196
协议 (OSPF)	159	5.4.3 轮询访问介质访问控制:	
4.3.5 边界网关协议 (BGP)	161	令牌传递协议	198
4.3.6 路由器	163	5.5 网卡、网桥和交换机	201
4.4 移动 IP	166	5.5.1 网卡	201
4.4.1 移动 IP 的基本概念	166	5.5.2 网桥	204
4.4.2 移动 IPv4 的通信过程	168	5.5.3 交换机	207
4.5 IPv6	170	5.6 实训 以太网交换机的配置	210
4.5.1 IPv6 数据报格式	171	一、实训目的	210

二、实训环境	210
三、实训步骤	210
本章小结	217
习题	217
第 6 章 物理层	221
6.1 物理层的基本概述	221
6.2 数据通信基础	222
6.2.1 基本概念	222
6.2.2 奈奎斯特定理与香农定理	227
6.2.3 数据编码技术	228
6.2.4 数据交换	233
6.2.5 多路复用技术	236
6.3 物理层下的传输介质	242
6.3.1 有线传输介质	243
6.3.2 无线传输介质	246
6.4 物理层设备	247
6.4.1 中继器	248
6.4.2 集线器	248
6.5 实训 双绞线跳线制作与测试	250
一、实训目的	250
二、实训设备	250
三、实训任务	250
四、实训步骤	250
本章小结	255
习题	256
第 7 章 局域网和广域网	259
7.1 局域网的基本概念	259
7.1.1 局域网的特点	259
7.1.2 局域网的分类	260
7.1.3 局域网的组成	261
7.1.4 局域网传输介质类型与特点	262
7.1.5 局域网体系结构	262
7.2 典型局域网的组网技术	264
7.2.1 10Mbit/s 以太网	265
7.2.2 100Mbit/s 以太网	267
7.2.3 1 000Mbit/s 以太网	268
7.2.4 10 吉比特以太网	270

7.2.5 虚拟局域网	272
7.3 广域网	275
7.3.1 广域网的基本概念	275
7.3.2 高级数据链路控制 (HDLC) 协议	278
7.3.3 PPP 协议	279
7.3.4 帧中继	281
7.3.5 VPN	284
7.3.6 异步传输模式	285
7.4 网络互连	287
7.4.1 网络互连的必要性	288
7.4.2 网络互连的基本原理	288
7.4.3 网络互连的类型	290
7.5 实训 配置虚拟局域网 (VLAN)	291
本章小结	293
习题	293
第 8 章 无线网络和移动通信网络	297
8.1 无线局域网	297
8.1.1 无线局域网的组成	297
8.1.2 802.11 体系结构与协议栈	298
8.1.3 无线局域网应用	300
8.2 宽带无线	301
8.2.1 802.16 体系结构与协议栈	302
8.2.2 802.16 技术应用	304
8.3 蓝牙	305
8.3.1 蓝牙网络结构	305
8.3.2 蓝牙应用	306
8.4 移动自组织网络	307
8.4.1 移动自组织网络概述	307
8.4.2 自组织网络应用领域	309
8.5 实训 搭建 Ad Hoc 模式无线网络	311
一、实训目的	311
二、实训设备	311
三、实训任务	311
四、实训步骤	311

本章小结	315
习题	315
第9章 网络安全	317
9.1 网络安全概述	317
9.1.1 网络安全定义	317
9.1.2 网络面临的安全威胁	318
9.1.3 网络安全的特征	318
9.1.4 网络安全体系结构	319
9.2 加密技术	321
9.2.1 加密技术概述	321
9.2.2 数字签名与身份认证技术	322
9.2.3 加密软件介绍	323
9.3 计算机病毒与防范技术	324

9.3.1 计算机病毒定义及特征	325
9.3.2 计算机病毒分类	326
9.3.3 病毒防范技术	327
9.4 防火墙技术	328
9.4.1 防火墙概述	328
9.4.2 防火墙的主要技术	329
9.4.3 防火墙体系结构	329
9.4.4 防火墙发展趋势	330
9.5 实训	331
本章小结	332
习题	333

各章习题选择题答案	335
-----------	-----

参考文献	336
------	-----

第1章

引言

计算机网络是计算机技术与通信技术紧密结合的产物，网络技术对信息产业的发展有着深远的影响。为了使读者对计算机网络有一个全面、准确的认识，本章在讨论网络形成与发展历史的基础上，对网络的定义、分类、功能及性能等问题进行讨论；并着重介绍计算机网络体系结构和协议的概念，从 OSI 模型和 TCP/IP 模型着手引出本书使用的五层结构的参考模型；最后以因特网、移动电话网络、无线局域网等典型的网络实例为例，对网络的现实使用进行全面的探讨。

1.1

计算机网络概述

计算机网络在当今社会和经济发展中起着非常重要的作用，世界上任何一个拥有计算机的人都能够通过计算机网络了解世界的变化，掌握先进的科技知识，获得个人需要的资讯。因此从某种程度上讲，计算机网络的发展水平不仅反映了一个国家的计算机科学和通信技术的水平，而且已经成为衡量其国力及现代化程度的重要标志之一。

计算机网络的示意图如图 1-1 所示。企业用户、家庭用户等通过 ISP（Internet Service Provider，互联网服务提供商，即向广大用户综合提供互联网接入业务、信息业务和增值业务的电信运营商）连接到 Internet。

1.1.1 计算机网络的概念

1. 计算机网络的定义

关于计算机网络这一概念的描述，从不同的角度出发，可以给出不同的定义。简单地说，计算机网络就是由通信线路互相连接的许多独立工作的计算机构成的集合体。这里强调构成网络的计算机是独立工作的，这里所谓的功能独立计算机系统，是为了和多终端分时系统相区别，一般指有 CPU 的计算机。以下是从应用、资源共享和技术 3 个不同的角度对计算机网络进行的定义。

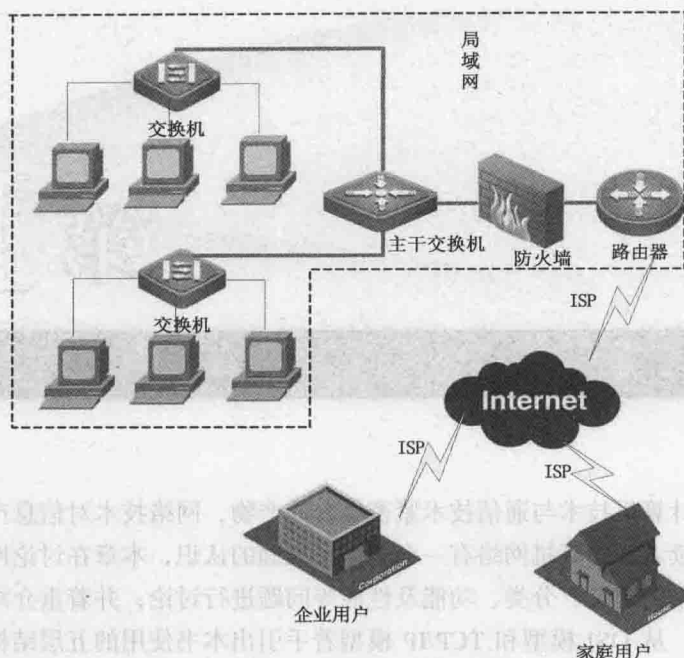


图 1-1 计算机网络示意图

① 从应用的角度来讲，只要将具有独立功能的多台计算机连接起来，能够实现各计算机之间信息的互相交换，并可以共享计算机资源的系统就是计算机网络。

② 从资源共享的角度来讲，计算机网络就是一组具有独立功能的计算机和其他设备，以允许用户相互通信和共享计算机资源的方式互连在一起的系统。

③ 从技术角度来讲，计算机网络就是由特定类型的传输介质（如双绞线、同轴电缆和光纤等）和网络适配器互连在一起的计算机，并受网络操作系统监控的网络系统。

综上所述，可以将计算机网络这一概念系统地定义为：计算机网络就是将分布在不同地理位置上的具有独立工作能力的主计算机、终端及其附属设备用通信设备和通信线路连接起来，并配有相应的网络软件（网络协议、网络操作系统等），以实现计算机资源共享的系统。

2. 计算机网络的组成

一般而言，计算机网络有 3 个主要组成部分。

- ① 若干个主机，它们为用户提供服务。
- ② 一个通信子网，它主要由结点交换机和连接这些结点的通信链路所组成。
- ③ 一系列的协议，这些协议是为在主机和主机之间或主机和子网中的各结点之间通信而采用的，它是通信双方事先约定好的和必须遵守的规则。

概括起来说，一个计算机网络必须具备以下 3 个基本要素。

- ① 至少有两个具有独立操作系统的计算机，且它们之间有相互共享某种资源的需求。
- ② 两个独立的计算机之间必须用某种通信手段将其连接。
- ③ 网络中的各个独立的计算机之间要能相互通信，必须制定相互可确认的规范标准或协议。

以上 3 点是组成一个网络的必要条件，三者缺一不可。

在计算机网络中，能够提供信息和服务能力的计算机是网络资源，而索取信息和请求服务

的计算机则是网络用户。由于网络资源与网络用户之间的连接方式、服务类型及连接范围的不同,从而形成了不同的网络结构及网络系统。

为了便于分析,计算机网络结构可以从物理结构和逻辑结构两个方面来进行分析,如图 1-2 所示。



图 1-2 计算机网络结构

从物理结构上看,计算机网络结构可以分为计算机网络硬件子系统和计算机网络软件子系统。硬件子系统包括网络服务器、工作站、网络连接设备、网络传输介质等。软件子系统包括网络操作系统、网络协议和协议软件、网络通信软件、管理及应用软件等。

按照数据通信和数据处理的功能,一般从逻辑上将网络分为通信子网和资源子网两个部分,如图 1-3 所示。

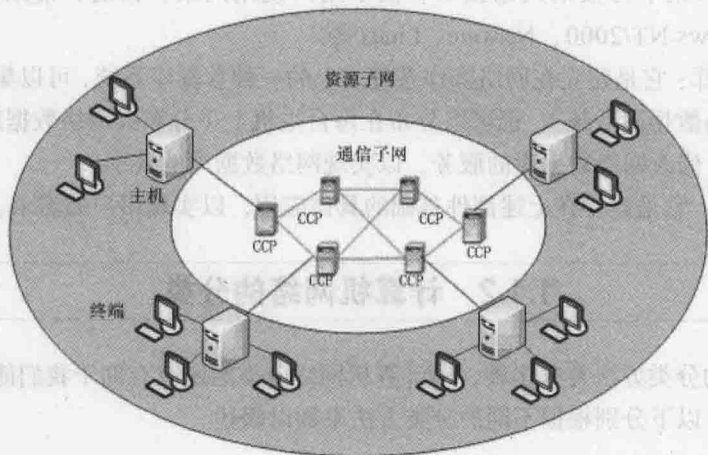


图 1-3 计算机网络的逻辑结构

(1) 通信子网

通信子网由通信控制处理机 (CCP)、通信线路与其他通信设备组成,负责完成网络数据传输、转发等通信处理任务。

通信控制处理机在网络拓扑结构中被称为网络结点。它一方面作为与资源子网的主机、终

端连接的接口,将主机和终端连入网内;另一方面它又作为通信子网中的分组存储转发结点,完成分组的接收、校验、存储、转发等功能,实现将源主机报文准确发送到目的主机的作用。

通信线路为通信控制处理机与通信控制处理机、通信控制处理机与主机之间提供通信信道。计算机网络采用了多种通信线路,如电话线、双绞线、同轴电缆、光缆、无线通信信道、微波与卫星通信信道等。

什么是通信设备?这里的通信设备也就是网络设备。为了提供网络之间相互访问,需要使用网络互连设备。目前常用的网络互连设备主要有集线器、网桥、交换机、路由器、网关等。

(2) 资源子网

资源子网由主机系统、终端、终端控制器、联网外设、各种软件资源与信息资源组成。资源子网实现全网的面向应用的数据处理和网络资源共享,它由各种硬件和软件组成。

① 服务器:网络服务器是计算机网络中最核心的设备之一,它既是网络服务的提供者,又是数据的集散地。按应用分类,网络服务器可以分为数据库服务器、Web 服务器、邮件服务器、视频点播(VOD)服务器、文件服务器等。按硬件性能分类,网络服务器可分为 PC 服务器、工作站服务器、小型机服务器、大型机服务器等。

② 工作站:工作站是连接到计算机网络的计算机,工作站既可以独立工作,也可以访问服务器,使用网络服务器所提供的共享网络资源。

③ 网络协议:为实现网络中的数据交换而建立的规则标准或约定,是网络相互间对话的语言,如常使用的 TCP/IP、SPX/IPX、NETBEUI 协议等。

④ 网络操作系统:网络操作系统是网络的核心和灵魂,其主要功能包括控制管理网络运行、资源管理、文件管理、用户管理、系统管理等,以及全网硬件和软件资源的共享,并向用户提供统一的、方便的网络接口,便于用户使用网络。目前,常用的网络操作系统有 UNIX、Windows NT/2000、Netware、Linux 等。

⑤ 网络数据库:它是建立在网络操作系统之上的一种数据库系统,可以集中驻留在一台主机上(集中式网络数据库系统),也可以分布在每台主机上(分布式网络数据库系统),它向网络用户提供存取、修改网络数据库的服务,以实现网络数据库的共享。

⑥ 应用系统:它是建立在上述部件基础的具体应用,以实现用户的需求。

1.1.2 计算机网络的分类

计算机网络的分类方法有很多种,对计算机网络分类的研究有助于我们能够更好地理解和学习计算机网络。以下分别根据不同的分类方法来加以阐述。

1. 按网络的覆盖范围分类

按照计算机网络规模和所覆盖的地理范围对其分类,可以很好地反映不同类型网络的技术特征。由于网络覆盖的地理范围不同,所采用的传输技术也有所不同,因此形成了不同的网络技术特点和网络服务功能。按覆盖地理范围的大小,可以把计算机网络分为个域网、局域网、城域网和广域网,如表 1-1 所示。

表 1-1

计算机网络的一般分类

网络的分类	分布距离	跨越地理范围
个域网 (PAN)	1m	一米见方
局域网 (LAN)	10m	同一房屋
	100m	同一建筑物
	1 000m	同一校园内
城域网 (MAN)	10km	城市
广域网 (WAN)	100km	同一国家
	1 000km	同一洲际

表 1-1 中大致给出了各类网络的传输范围, 下面分别作进一步说明。

(1) 个域网 (Personal Area Network, PAN)

个域网允许设备围绕着一个人进行通信。一个常见的例子是计算机通过无线网络与其外围设备连接。每一台计算机都有显示器、键盘、鼠标和打印机等外围设备。如果不使用无线传输技术, 那么这些外围设备必须通过电缆连接到计算机。在网络构成上, PAN 位于整个网络链的末端, 用于实现同一地点终端与终端间的连接, 如连接手机和蓝牙耳机等。PAN 所覆盖的范围一般在 1m 半径以内, 必须运行于许可的无线频段。PAN 设备具有价格便宜、体积小、易操作和功耗低等优点。

蓝牙 (bluetooth) 是目前 PAN 应用的主流技术。蓝牙标准是在 1998 年, 由爱立信、诺基亚、IBM 等公司共同推出的, 即后来的 IEEE 802.15.1 标准。蓝牙技术为固定设备或移动设备之间的通信环境建立通用的无线空中接口, 将通信技术与计算机技术进一步结合起来, 使各种 3C 设备 (通信产品、电脑产品和消费类电子产品) 在没有电线或电缆相互连接的情况下能在近距离范围内实现相互通信或操作。蓝牙网络采用主-从操作模式, 如图 1-4 所示。其中 PC 通常是主设备, 它与鼠标、键盘等从设备通信。主设备告诉从设备广播时使用什么地址、能够传输多长时间、使用什么频率等关于传输的信息。我们将在第 8 章中更详细地讨论蓝牙。

PAN 也可以采用其他短程通信技术来搭建, 比如 ZigBee、RFID 等。

(2) 局域网 (Local Area Network, LAN)

局域网是分布于一个间房、每个楼层、整栋楼及楼群之间等, 范围一般在 2km 以内, 最大距离不超过 10km, 如图 1-5 所示。

它是在小型计算机和微型计算机大量推广使用之后逐渐发展起来的。一方面, 它容易管理与配置; 另一方面, 容易构成简洁整齐的拓扑结构。局域网速率高, 延迟小, 传输速率通常为 10Mbit/s~2Gbit/s。因此, 网络结点往往能对等地参与对整个网络的使用与监控。

局域网主要用来构建一个单位的内部网络, 如办公室网络、办公大楼内的局域网、学校的校园网、工厂的企业网、大公司及科研机构的园区网等。局域网通常属于单位所有, 单位拥有自主管理权, 以共享网络资源和协同式网络应用为主要目的。

局域网的主要特点如下。

① 适应网络范围小。



图 1-4 蓝牙 PAN 配置

- ② 传输速率高。
- ③ 组建方便、使用灵活。
- ④ 网络组建成本低。
- ⑤ 数据传输错误率低。

局域网按照采用的技术、应用范围和协议标准的不同,可以分为共享局域网和交换局域网。局域网发展迅速,应用日益广泛,是目前计算机网络中最活跃的分支。

(3) 城域网 (Metropolitan Area Network, MAN)

城域网是介于广域网与局域网之间的一种大范围的高速网络,它的覆盖范围通常为几千米至几十千米,传输速率为 2Mbit/s~1Gbit/s,如图 1-6 所示。最有名的城域网例子是许多城市都有的有线电视网。随着使用局域网带来的好处,人们逐渐要求扩大局域网的范围,或者要求将已经使用的局域网互相连接起来,使其成为一个规模较大的城市范围内的网络。因此,城域网设计的目标是要满足几十千米范围内的大量企业、机关、公司与社会服务部门的计算机联网需求,实现大量用户、多种信息传输的综合信息网络。城域网主要指的是大型企业集团、ISP、电信部门、有线电视台和政府构建的专用网络和公用网络。

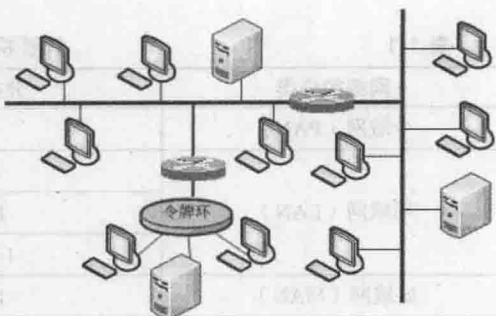


图 1-5 局域网

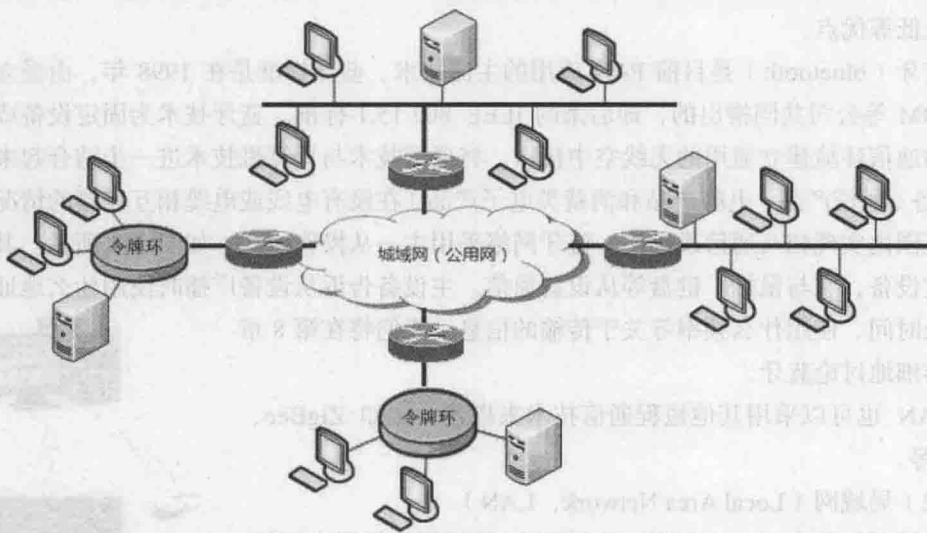


图 1-6 城域网

城域网的主要特点如下。

- ① 适合比 LAN 大的区域（通常用于分布在一个城市的校园或企业之间）。
- ② 比 LAN 速度慢，但比 WAN 速度快。
- ③ 昂贵的设备。
- ④ 中等错误率。

(4) 广域网 (Wide Area Network, WAN)

广域网的覆盖范围很大,几个城市、一个国家、几个国家甚至全球都属于广域网的范畴,从几十千米到几千或几万千米,如图 1-7 所示。此类网络起初是出于军事、国防和科学研究的

需要。例如,美国国防部的 ARPANET 网络,1971 年在全美推广使用并已延伸到世界各地。由于广域网传播的距离远,其速率要比局域网低得多。另外在广域网中,网络之间连接用的通信线路大多数是租用专线,当然也有专门铺设的线路。物理网络本身往往包含了一组复杂的分组交换设备,通过通信线路连接起来,构成网状结构。由于广域网一般采用点对点的通信技术,所以必须解决寻径问题,这也是广域网的物理网络中心包含网络层的原因。目前,许多全国性的计算机网络都使用这种网络,如 ChinaPAC 网和 ChinaDDN 网等。

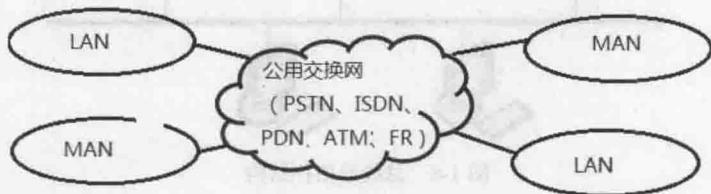


图 1-7 广域网

互联网在范畴上属于广域网,但它并不是一种具体的物理网络技术,它是将不同的物理网络技术按某种协议统一起来的一种高层技术,是广域网与广域网、广域网与局域网、局域网与局域网之间的互连,形成了局部处理与远程处理、有限地域范围资源共享与广大地域范围资源共享相结合的互联网。目前,世界上发展最快、最热门的互联网就是 Internet,它是世界上最大的互联网。国内这方面的代表主要有:中国电信的 Chinanet 网、中国教育科研网(CERNET)、中国科学院系统的 CSTNET 和金桥网(GBNET)等。

广域网的主要特点如下。

- ① 规模可以与世界一样大小。
- ② 网络传输速率,一般比 LAN 和 MAN 慢很多。
- ③ 网络传输错误率最高。
- ④ 昂贵的网络设备。

2. 按拓扑结构分类

拓扑结构的定义是:网络中通信线路和结点之间的几何排列形式,或者说网线与结点之间排列所构成的图形。

网络拓扑结构是抛开网络电缆的物理连接来讨论网络系统连接形式,是指网络电缆构成的几何形状,它能表示出网络服务器、工作站、网络设备的网络配置和互相之间的连接,在网络方案设计过程中,网络拓扑结构是关键问题之一,了解网络拓扑结构的有关知识对于网络系统集成具有指导意义。

计算机网络拓扑结构一般可以分为总线形、星形、树形、环形、网状形等。

(1) 总线形拓扑结构 (Bus Topology)

总线形拓扑结构采用一条单根的通信线路(总线)作为公共的传输通道,所有的结点都通过相应的接口直接连接到总线上,并通过总线进行数据传输。总线形网络使用广播式传输技术,总线上的所有结点都可以发送数据到总线上,数据沿总线传播。但是,由于所有结点共享同一条公共通道,所以在任何时候只允许一个结点发送数据。当一个结点发送数据,并在总线上传

播时,数据可以被总线上的其他所有结点接收。各结点在收到数据后,分析目的物理地址再决定是否接收该数据。粗、细同轴电缆以太网就是这种结构的典型代表。如图 1-8 所示为总线形拓扑结构。

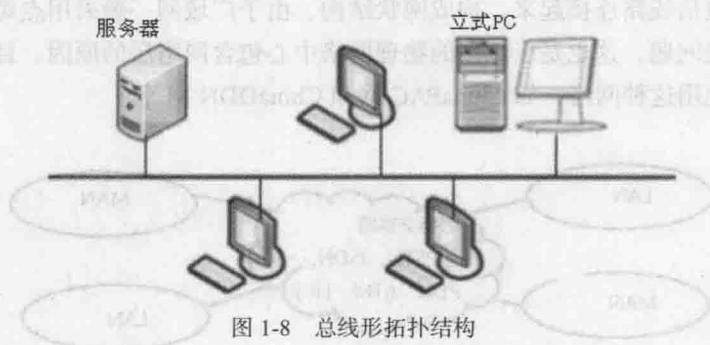


图 1-8 总线形拓扑结构

总线形拓扑结构有如下一些特点。

- ① 结构简单灵活,易于扩展。
- ② 共享能力强,便于广播式传输。
- ③ 网络响应速度快,但负荷重时则性能迅速下降。
- ④ 局部站点故障不影响整体,可靠性较高。但是,总线出现故障,则影响整个网络。
- ⑤ 易于安装,费用低。
- ⑥ 网络效率和带宽利用率低。
- ⑦ 采用分布控制方式,各结点通过总线直接通信。
- ⑧ 各工作站点平等,都有权争用总线,不受某站点仲裁。

(2) 星形拓扑结构 (Star Topology)

星形拓扑是以一个结点为中心的处理系统,各种类型的人网计算机均与该中心结点有物理链路直接相连,其他结点间不能直接通信,通信时需要通过该中心结点转发。星形拓扑以中央结点为中心,执行集中式通信控制策略,因此,中央结点相当复杂,而各个结点的通信处理负担都很小,又称集中式网络。中央控制器是一个具有信号分离功能的“隔离”装置,它能放大和改善网络信号,外部有一定数量的端口,每个端口连接一个端结点。常见的中央结点如集线器 (Hub)、交换机等。采用星形拓扑的交换方式有线路交换和报文交换,尤以线路交换更为普遍。

图 1-9 所示为使用集线器的星形拓扑结构,集线器相当于中间集中点,可以在每个楼层配置一个,并具有足够数量的连接点,以供该楼各层的结点使用,结点的位置可灵活放置。

星形拓扑结构的主要特点如下。

- ① 结构简单,便于管理和维护。
- ② 易实现结构化布线。
- ③ 易扩充,易升级。
- ④ 通信线路专用,电缆成本高。
- ⑤ 网络由中心结点控制与管理,中心结点的可靠性基本上决定了整个网络的可靠性。
- ⑥ 中心结点负担重,易成为信息传输的瓶颈,且一旦故障,全网瘫痪。

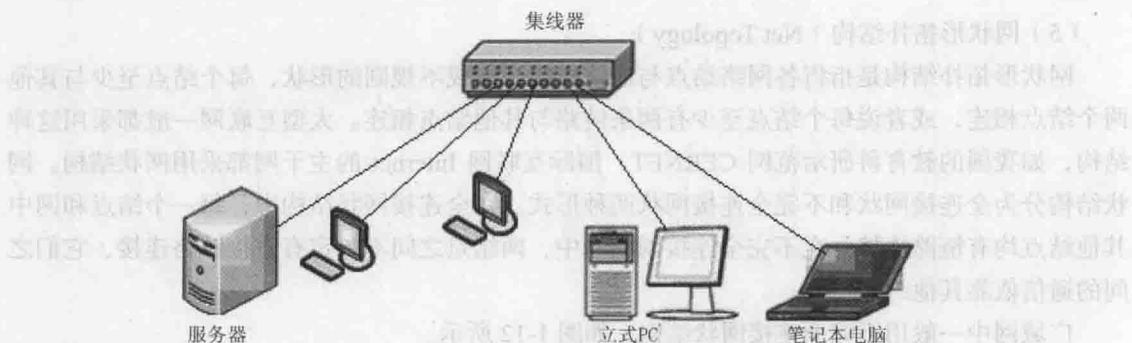


图 1-9 星形拓扑结构

(3) 环形拓扑结构 (Ring Topology)

环形拓扑结构中的各结点通过链路连接，在网络中形成一个首尾相接的闭合环路，信息按固定方向流动，或按顺时针方向流动，或按逆时针方向流动。采用环形拓扑的有 Token Ring 技术、FDDI 技术等。环形拓扑结构如图 1-10 所示。

环形拓扑结构的特点如下。

- ① 在环形网络中，各工作站间无主从关系，结构简单。
- ② 信息流在网络中沿环形单向传递，延迟固定，实时性较好。
- ③ 两个结点之间仅有唯一的路径，简化了路径选择。
- ④ 可靠性差，任何线路或结点的故障，都有可能引起全网故障，且故障检测困难。
- ⑤ 可扩充性差。

(4) 树形拓扑结构 (Tree Topology)

树形拓扑是从总线拓扑演变而来的，它把星形和总线形结合起来，形状像一棵倒置的树，顶端有一个带分支的根，每个分支还可以延伸出子分支，如图 1-11 所示。

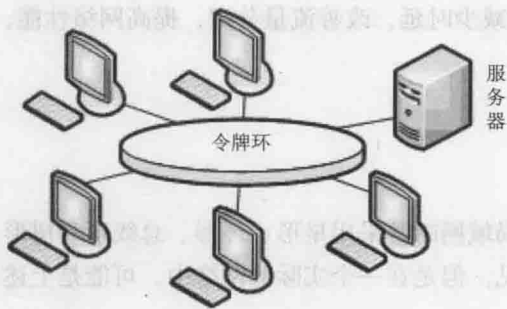


图 1-10 环形拓扑结构

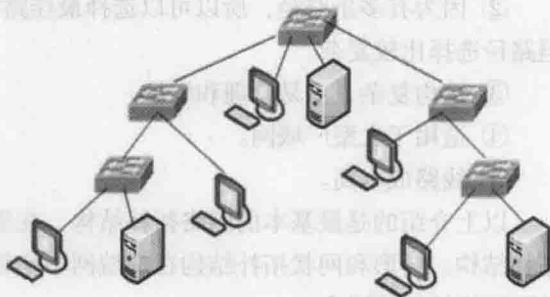


图 1-11 树形拓扑结构

在这种拓扑结构中，当结点发送时，根接收该信号，然后再重新广播发送到全网。

树形拓扑结构的主要特点如下。

- ① 这种结构是天然的分级结构。
- ② 易于扩展。
- ③ 易故障隔离，可靠性高。
- ④ 电缆成本高。
- ⑤ 根结点的依赖性大，一旦根结点出现故障，将导致全网不能工作。