



华章教育

计算机学科硕士研究生
入学统一考试课程参考教材

Computer Networking

计算机网络

黄传河 主编



机械工业出版社
China Machine Press

计算机学科硕士研究生
入学统一考试课程参考教材

Computer Networking

计算机网络

黄传河 主编
杜瑞颖 吴黎兵 吕慧 张春林 张沪寅 张健 参编



机械工业出版社
China Machine Press

本书以全国计算机类专业硕士研究生入学考试专业基础课考试大纲为基础，对计算机网络各部分的内容进行了简要介绍，并针对考试题型和方式，讲解了例题，给出了解答的思路和方法，列出了习题。本书的主要内容包括：计算机网络体系结构、物理层、数据链路层、网络层、传输层，应用层。

本书可作为计算机硕士研究生入学考试的辅导教材，也可作为高等院校计算机类、电子类等相关专业的参考书。

本书习题答案可从华章网站 www.hzbook.com 下载。

封底无防伪标均为盗版

版权所有，侵权必究

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

图书在版编目（CIP）数据

计算机网络 / 黄传河主编. —北京：机械工业出版社，2010.6

（计算机学科硕士研究生入学统一考试课程参考教材）

ISBN 978-7-111-30757-0

I. 计… II. 黄… III. 计算机网络—研究生—入学考试—自学参考资料 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 093305 号

机械工业出版社（北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：李东震

北京诚信伟业印刷有限公司印刷

2010 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm • 13.5 印张

标准书号：ISBN 978-7-111-30757-0

定价：25.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

客服热线：（010）88378991；88361066

购书热线：（010）68326294；88379649；68995259

投稿热线：（010）88379604

读者信箱：hzsj@hzbook.com

PREFACE 前言

自 2009 年起,计算机类专业的硕士研究生入学考试实行专业基础课全国统一考试制度。这为不同类别学校的学生提供了一次平等竞争的机会。

计算机网络是统考的科目之一,其内容包括计算机网络概述、物理层、数据链路层、网络层、传输层、应用层六部分。

考试大纲中所列出的要求都是最基本的内容,基本上未包括最新的网络理论和技术。为帮助广大考生备考,我们遵循大纲的范围,但又不绝对拘泥于大纲的限制,对少数内容进行了微小的扩展,便于使考生更全面地把握知识体系。

本书由黄传河主编,杜瑞颖、吴黎兵、吕慧、张春林、张沪寅、张健为本书提供了素材。

由于资料来源的广泛性,书中引用的资料没有能够一一注明出处,对此,我们对有关原作者表示歉意,同时对原作者表示感谢。

由于时间仓促,加之作者水平限制,本书可能存在不足之处,诚望读者不吝赐教。若有任何意见或建议,敬请发送电子邮件至 huangch@whu.edu.cn。

黄传河

2009 年 12 月

目 录 CONTENTS

前 言

第 1 章 计算机网络体系结构····· 1

- 1.1 计算机网络的概念、组成与功能····· 1
 - 1.1.1 计算机网络的定义····· 1
 - 1.1.2 计算机网络与其他网络的关系····· 1
 - 1.1.3 计算机网络的应用····· 1
 - 1.1.4 计算机网络的组成····· 2
- 1.2 计算机网络的分类····· 4
 - 1.2.1 按分布范围分类····· 4
 - 1.2.2 按拓扑结构分类····· 4
 - 1.2.3 按交换技术分类····· 5
 - 1.2.4 按协议分类····· 6
 - 1.2.5 按传输介质分类····· 6
 - 1.2.6 按用途分类····· 6
 - 1.2.7 按信息的共享方式分类····· 7
- 1.3 计算机网络与互联网的发展历史····· 7
 - 1.3.1 计算机网络的发展····· 7
 - 1.3.2 Internet 的发展····· 10
 - 1.3.3 计算机网络的发展趋势····· 12
- 1.4 计算机网络的标准化工作及
相关组织····· 12
 - 1.4.1 Internet 的标准····· 12
 - 1.4.2 Internet 的管理机构····· 13
- 1.5 计算机网络分层结构····· 13
- 1.6 计算机网络协议、接口和服务····· 14
 - 1.6.1 协议与接口····· 14
 - 1.6.2 服务与服务质量····· 15
- 1.7 ISO/OSI 参考模型和 TCP/IP 模型·· 16
 - 1.7.1 OSI 模型····· 16

1.7.2 TCP/IP 模型····· 18

1.7.3 虚拟模型····· 19

习题····· 20

第 2 章 物理层····· 22

- 2.1 数据通信基础····· 22
 - 2.1.1 基本概念····· 22
 - 2.1.2 奈奎斯特定理与香农定理·· 25
 - 2.1.3 信源与信宿····· 26
 - 2.1.4 编码与调制····· 28
 - 2.1.5 交换方式····· 37
 - 2.1.6 数据报与虚电路····· 39
 - 2.1.7 多路复用方式····· 42
 - 2.2 传输介质····· 45
 - 2.2.1 主要传输介质····· 45
 - 2.2.2 物理层接口的特性····· 50
 - 2.3 物理层设备····· 55
 - 2.3.1 中继器····· 55
 - 2.3.2 集线器····· 55
- 习题····· 56

第 3 章 数据链路层····· 59

- 3.1 数据链路层的功能····· 59
- 3.2 组帧····· 60
- 3.3 差错控制····· 60
 - 3.3.1 检错编码····· 61
 - 3.3.2 纠错编码····· 62
- 3.4 流量控制与可靠传输机制····· 63
 - 3.4.1 流量控制、可靠传输和
滑动窗口机制····· 63
 - 3.4.2 单帧滑动窗口与停止-
等待协议····· 65

3.4.3 多帧滑动窗口与后退 n 帧协议	69	4.3.4 ARP、RARP、ICMP 和 DHCP 协议	138
3.4.4 多帧滑动窗口与选择重传协议	70	4.4 IPv6	143
3.5 介质访问控制	72	4.4.1 IPv6 的主要特点	143
3.5.1 信道划分介质访问控制	72	4.4.2 IPv6 地址	144
3.5.2 随机访问介质访问控制	72	4.4.3 IPv6 分组格式	148
3.5.3 令牌传递访问控制方式	75	4.4.4 ICMPv6 协议	150
3.6 局域网	76	4.4.5 邻节点发现	151
3.6.1 局域网的基本概念与体系结构	76	4.4.6 IPv6 分组转发过程	152
3.6.2 以太网与 IEEE 802.3	78	4.5 路由协议	152
3.6.3 IEEE 802.11	91	4.5.1 自治系统	153
3.6.4 令牌环网的基本原理	95	4.5.2 域内路由与域间路由	153
3.7 广域网	95	4.5.3 RIP 路由协议	153
3.7.1 广域网的基本概念	95	4.5.4 OSPF 路由协议	155
3.7.2 PPP 协议	96	4.5.5 BGP 路由协议	158
3.7.3 HDLC 协议	99	4.6 IP 组播	159
3.7.4 ATM 网络基本原理	104	4.6.1 组播的概念	159
3.8 数据链路层设备	105	4.6.2 IP 组播地址	160
3.8.1 网桥	105	4.6.3 组播路由算法	160
3.8.2 局域网交换机及其工作原理	107	4.7 移动 IP	161
习题	115	4.7.1 移动 IP 的概念	161
第 4 章 网络层	118	4.7.2 移动 IP 的通信过程	162
4.1 网络层的功能	118	4.8 网络层设备	162
4.1.1 异构网络互联	118	4.8.1 路由器的组成和功能	162
4.1.2 路由与转发	119	4.8.2 路由表与路由转发	164
4.1.3 拥塞控制	119	4.9 IPv4 向 IPv6 的过渡	165
4.2 路由算法	124	习题	167
4.2.1 静态路由与动态路由	125	第 5 章 传输层	173
4.2.2 距离-向量路由算法	127	5.1 传输层提供的服务	173
4.2.3 链路状态路由算法	129	5.1.1 传输层的功能	173
4.2.4 层次路由算法	130	5.1.2 传输层寻址与端口	174
4.2.5 广播与组播路由选择算法	130	5.1.3 无连接服务与面向连接服务	174
4.3 IPv4	131	5.2 UDP 协议	175
4.3.1 IPv4 分组	132	5.2.1 UDP 数据报	175
4.3.2 IPv4 地址与 NAT	133	5.2.2 UDP 校验	176
4.3.3 子网划分与子网掩码、CIDR	136	5.3 TCP 协议	176
		5.3.1 TCP 协议概述	176
		5.3.2 TCP 段	178

5.3.3 TCP 连接管理	180	6.3 FTP	196
5.3.4 TCP 可靠传输	183	6.3.1 FTP 的工作原理	196
5.3.5 TCP 流量控制与拥塞控制	185	6.3.2 FTP 的工作模式	197
习题	188	6.3.3 FTP 登录鉴别与匿名访问	197
第 6 章 应用层	190	6.3.4 FTP 传输模式	198
6.1 网络应用模型	190	6.3.5 FTP 的改进	198
6.1.1 客户/服务器模型	190	6.4 电子邮件	199
6.1.2 P2P 模型	190	6.4.1 电子邮件系统的组成结构	199
6.2 DNS 系统	191	6.4.2 电子邮件格式与 MIME	200
6.2.1 层次域名空间	191	6.4.3 SMTP 协议与 POP3 协议	201
6.2.2 域名服务器	192	6.5 WWW	202
6.2.3 域名解析过程	194	6.5.1 WWW 的概念与组成结构	202
6.2.4 DNS 报文格式	195	6.5.2 HTTP 协议	204
6.2.5 DNS 为适应 IPv6 所做的修改	196	6.5.3 Web 文档形式	207
		6.5.4 HTML 语言	207
		习题	209

计算机网络体系结构

□ 1.1 计算机网络的概念、组成与功能

1.1.1 计算机网络的定义

计算机网络是一个将分散的、具有独立功能的计算机系统，通过通信设备与线路连接起来，由功能完善的软件实现资源共享的系统。

对于这一定义，其中仍有一些不确定的地方，例如，完善的标准是什么？资源共享的内容、方式和程度是什么？资源共享是最终目标吗？由于对这些问题的界定不同，对计算机网络的理解主要有三种观点：

一是广义观点。持此观点的人认为，只要是能实现远程信息处理的系统或进一步能达到资源共享的系统都可以认为是计算机网络。

二是资源共享观点。持此观点的人认为，计算机网络必须是由具有独立功能的计算机组成的能够实现资源共享的系统。

三是用户透明观点。持此观点的人认为，计算机网络就是一台超级计算机，资源丰富、功能强大，其使用方式对用户透明，用户使用网络就像使用单一计算机一样，无须了解网络的存在、资源的位置等信息。这是最高标准，目前还未实现，是计算机网络未来发展追求的目标。

1.1.2 计算机网络与其他网络的关系

以语音通信为主要目的的通信系统统称为电话网络或电信网络，其中包括固话网络、移动网络等。

以发送电视信号为目的的通信系统统称为电视网络。

以数据通信为目的的通信系统统称为数据通信网络。

计算机网络是计算机技术、通信技术相结合的产物，可实现数据的传输、收集、分配、处理、存储和消费。数据通信网络是计算机网络的基础或初级形式。

现在所说的网络，广义地泛指上述网络之一或全部，狭义地特指计算机网络。

随着技术的进步和应用的相互渗透，电信网络、电视网络、计算机网络将逐步实现融合，走向统一。

1.1.3 计算机网络的应用

计算机网络的应用越来越广泛，深刻地影响着社会发展的进程。在此我们只简单地说明计算

机网络的几个应用方向。

- 对分散的信息进行集中、实时处理。比如航空订票、工业控制和军事指挥等众多的应用，离开了计算机网络，将无法进行。
- 资源共享。实现对各类资源的共享，包括信息资源、硬件资源和软件资源。网络是计算机网络的高级形态，将使资源共享变得更加方便、透明。
- 电子化办公与服务。借助计算机网络，得以实现电子政务、电子商务、电子银行和电子海关等一系列现代化办公、商务应用。当今社会，即使到商场购物、到餐馆吃饭这样的日常事务也离不开计算机网络。利用计算机网络进行网上购物，更加方便、廉价。
- 通信。电子邮件、即时通信系统等众多的通信功能，极大地方便了人与人之间的信息交往，既快速又廉价。
- 远程教育。利用网络可以提供远程教育平台，借助丰富的知识管理系统，学生可以更加方便地自学，提高学习效率。
- 娱乐。娱乐是人的天性，对于大多数人来说，工作之余都需要娱乐活动来丰富自己的生活。网络可提供各种各样的娱乐内容，既满足了社会的需要，同时也具有巨大的经济效益。

1.1.4 计算机网络的组成

1.1.4.1 计算机网络的物理组成

从物理组成上看，计算机网络包括硬件、软件和协议三大部分。

1. 硬件

硬件主要包括以下部分：

- 1) 两台以上的计算机及终端设备，统称为主机（host），其中部分主机充当服务器，部分主机充当客户机（也称为端系统）。
- 2) 前端处理机（FEP）、通信处理机或通信控制处理机（CCP），负责发送、接收数据，最简单的 CCP 是网卡。
- 3) 路由器、交换机等连接设备，交换机将计算机连接成网络，路由器将网络互连组成更大的网络。
- 4) 通信线路，负责将信号从一个地方传送到另一个地方，包括有线线路和无线线路。直接连接两个设备的线路称为链路。

2. 软件

软件主要有实现资源共享的软件、方便用户使用的各种工具软件，如网络操作系统、邮件收发程序、FTP 程序和聊天程序等。

3. 协议

协议由语法、语义和时序三部分构成。其中语法部分规定传输数据的格式，语义部分规定所要完成的功能，时序部分规定执行各种操作的条件、顺序关系等。协议是计算机网络的核心。一个完整的协议应完成线路管理、寻址、差错控制、流量控制、路由选择、同步控制、数据分段与装配、排序、数据转换、安全管理、计费管理等功能。

1.1.4.2 计算机网络的功能组成

从功能上看，计算机网络由资源子网和通信子网两部分组成。其中资源子网完成数据的处理、存储等功能，相当于计算机系统；通信子网完成数据的传输功能，是为了连网而附加上去的通信

设备、通信线路等,如图 1-1 所示。

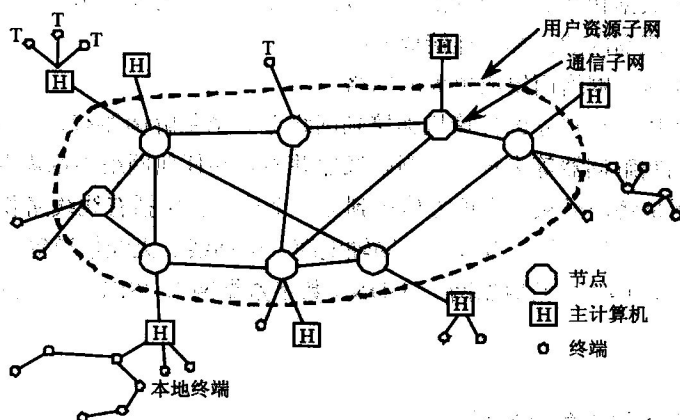


图 1-1 资源子网与通信子网

为了方便,有时将计算机网络中的任一设备(包括主机、交换机和路由器等)统称为一个节点,因此节点的具体含义要依上下文确定。

1.1.4.3 计算机网络的工作方式组成

从工作方式上看,也可以认为计算机网络由边缘部分和核心部分组成。其中边缘部分是用户直接使用的主机,核心部分由大量的网络及路由器组成,为边缘部分提供连通性和交换服务,如图 1-2 所示。

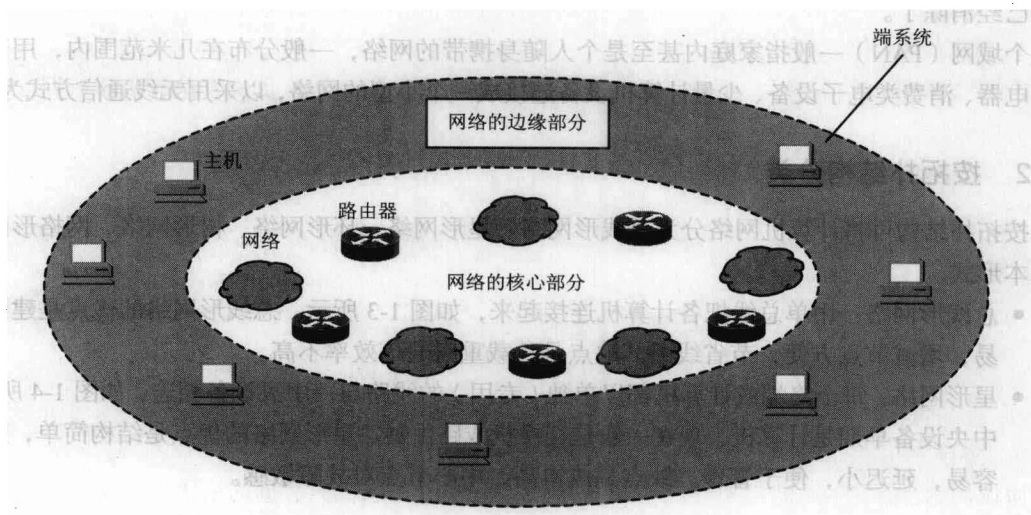


图 1-2 网络的边缘部分与核心部分

1.1.4.4 计算机网络的要素组成

从用户的观点即网络的组成要素看,计算机网络包括计算机、路由器、交换机、网卡、通信线路和调制解调器等基本设施。

计算机包括客户机和服务器,客户机是连接用户和网络的设备,用户借助客户机使用网络。服务器是存储信息并为用户提供信息的计算机。

网卡附在计算机里面（也有外接的，如 USB 接口网卡），负责与通信线路相连，完成从计算机到通信线路的并串数据转换、信号变换、信号接收和信号发送等工作。

交换机用于把小范围内的计算机连接成网络。

路由器用于互连多个网络而组成更大的网络。

调制解调器的作用是将孤立的计算机连接到网络上。调制解调器有音频调制解调器、ADSL 调制解调器、卫星调制解调器等多种。调制解调器并不是在任何网络中都需要。

通信线路的作用是将信号从一个地方传送到另一个地方，包括有线线路和无线线路。狭义的通信线路指一条通信线，如光纤、双绞线、同轴电缆、电话线、无线信道等。广义的通信线路可指一个传输网络，如 PDN（公共数据网）、DDN（数字数据网）、ISDN（综合业务数字网）、SDH（同步数字系列）等。

□ 1.2 计算机网络的分类

1.2.1 按分布范围分类

按分布范围可将计算机网络分为广域网、城域网、局域网和个域网。

广域网（WAN）一般分布在数十千米以上区域。

城域网（MAN）一般分布在一个城区，使用广域网的技术，可以看成是一个较小的广域网。

局域网（LAN）一般分布在几十米到几千米范围。传统上，局域网与广域网使用不同的技术，广域网使用交换技术，局域网使用广播技术，这是二者的根本区别。但从万兆以太网开始，这种区别已经消除了。

个域网（PAN）一般指家庭内甚至是个人随身携带的网络，一般分布在几米范围内，用于将家用电器、消费类电子设备、少量计算机设备连接成一个小型的网络，以采用无线通信方式为主。

1.2.2 按拓扑结构分类

按拓扑结构可将计算机网络分为总线形网络、星形网络、环形网络、树形网络、网格形网络等基本形式。

- 总线形网络：用单总线把各计算机连接起来，如图 1-3 所示。总线形网络的优点是建网容易，增减节点方便，节省线路。缺点是负载重时通信效率不高。
- 星形网络：每个终端或计算机都以单独（专用）的线路与一中央设备相连，如图 1-4 所示。中央设备早期是计算机，现在一般是交换机或路由器。星形网络的优点是结构简单，建网容易，延迟小，便于管理。缺点是成本高，中心节点对故障敏感。

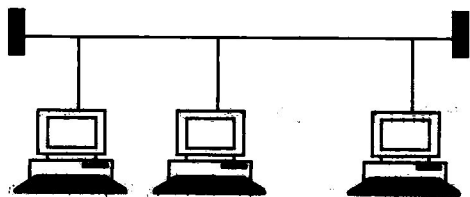


图 1-3 总线形网络

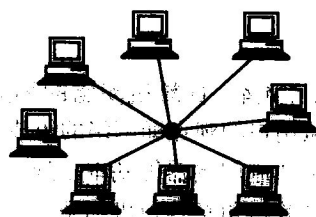


图 1-4 星形网络

- 环形网络：所有计算机接口设备连接成一个环，如图 1-5 所示。环可以是单环，也可以是双环，环中的信号是单向传输的。双环网络中两个环上信号的传输方向相反，具备自愈功能。
- 树形网络：节点组织成树状结构，具有层次性，如图 1-6 所示。
- 网格形网络：一般情况下，每个节点至少要有两条路径与其他节点相连，如图 1-7 所示。网格形网络有规则型和非规则型两种。其优点是可靠性高，缺点是控制复杂，线路成本高。

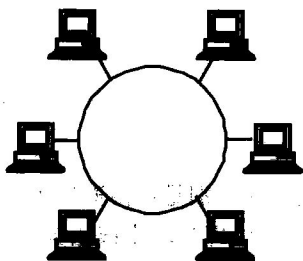


图 1-5 环形网络

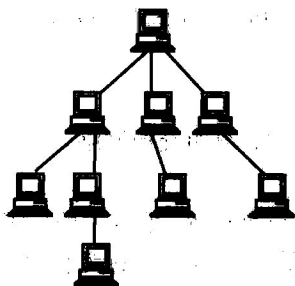


图 1-6 树形网络

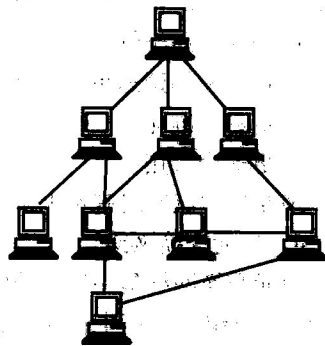


图 1-7 网格形网络

可以将这些基本形网络互连组织成更为复杂的网络。

1.2.3 按交换技术分类

交换技术是指计算机与计算机之间、计算机与终端之间或终端与终端之间为交换信息所用数据格式和交换装置的方式。

按交换技术可以将网络分为电路交换网络、报文交换网络、分组交换网络、信元交换网络、广播网络等类型。

1. 电路交换网络

电路交换网络在源节点和目的节点之间建立一条专用的通路用于数据传送，包括建立连接、传输数据和断开连接三个阶段。最典型的电路交换网络就是电话网络。该类网络的优点是数据直接传送，延迟小；缺点是线路利用率低，不能充分利用线路容量，不便于进行差错控制。

2. 报文交换网络

报文交换网络将用户数据加上源地址、目的地址、长度和校验码等辅助信息封装成报文，发送给下一个节点。下一个节点收到后先暂存报文，待输出线路空闲时再转发给下一个节点，重复这一过程直到到达目的节点。每个报文可单独选择到达目的节点的路径。这类网络也称为存储-转发网络。其优点是：

- 可以充分利用线路容量（可以利用多路复用技术，利用空闲时间）。
- 可以实现不同链路之间不同数据传输速率的转换。
- 可以实现一对多、多对一的访问，这是 Internet 的基础。
- 可以实现差错控制。
- 可以实现格式转换。

缺点是：

- 增加资源开销，例如辅助信息导致时间和存储资源开销。

- 增加缓冲延迟。
- 多个报文的顺序可能发生错误, 需要额外的顺序控制机制。
- 缓冲区难于管理, 因为报文的大小不确定, 接收方在接收到报文之前不能预知报文的大小。

3. 分组交换网络

分组交换网络也称包交换网络, 其原理是将数据分成较短的固定长度的数据块, 在每个数据块中加上目的地址、源地址等辅助信息组成分组(包), 按存储-转发方式传输。除具备报文交换网络的优点外, 它还具有自身的优点:

- 缓冲区易于管理。
- 包的平均延迟更小, 网络中占用的平均缓冲区更少。
- 更易标准化。
- 更适合应用。

现在的主流网络基本上都可以看成是分组交换网络。

4. 信元交换网络

信元交换网络是一种特殊的分组交换网络, 它与一般分组交换网络的区别是: 传输的单位为信元, 比分组更小; 可采用不完全存储-转发方式(称为直通式交换方式), 当输出线路为空时, 信元可不暂存, 直接转发出去。

5. 广播网络

在广播网络中, 节点发送信息时采用广播方式, 一个节点发送的信息, 其他所有节点都可以收到, 但是否接收该信息, 取决于信息中的目的地址是否与本节点的地址匹配。广播网络中的传输线路是共享的, 一个主要问题是当多个节点都要发送信息时, 如何分配发送权。

1.2.4 按协议分类

每层的协议都不同, 因此按协议的分类应指明协议的区分方式。比如, 按网络层的协议来分类, 可以将计算机网络分为 IP 网、IPX 网等, 无线网络可以分为 Wi-Fi (可以将终端以无线方式互相连接的技术) 网络、蓝牙网络等。

1.2.5 按传输介质分类

按传输介质可以将计算机网络分为有线网络和无线网络两大类。有线网络又可以分为双绞线网络、同轴电缆网络、光纤网络、光纤同轴混合网络等。无线网络又可分为无线电、微波、红外等类型。

按照使用介质的方式, 计算机网络经历了三代。

- 第一代: 使用电信号。
- 第二代: 混用光、电信号。在骨干网上使用光信号, 在连接处(如交换机、路由器等)需要进行光电转换。
- 第三代: 全光信号。在传输的全过程使用光信号, 不需要进行光电转换。这样所有网络设备都需要在光域内处理信号(如交换、转发)。

目前计算机网络处在第二代, 正向第三代迈进。

1.2.6 按用途分类

按用途可以将计算机网络分为公共网络和专用网络, 也可以分为骨干网、接入网和驻地网。

公共网络也称公用网,是指该网络能为所有用户服务,例如,公用DDN网、SDH网等,就像现在的公用铁路、公用公路一样。专用网络是指专门为特定的对象建造的网络,其他人不能随便使用,例如,军事网络、特定的保密网络等。

骨干网是指一个网络的核心部分,负责将其他部分连接在一起组成完整的网络,其上承载了主要的通信量,要求具有最好的性能和可靠性。接入网是指将用户设备或用户驻地网接入到骨干网的网络。驻地网是指用户端将用户设备连接到接入网或骨干网的小型网络,一般是小型局域网。

1.2.7 按信息的共享方式分类

按信息的共享方式或者按信息传送方式,可以将计算机网络分为C/S网络、B/S网络、P2P网络。

C/S (Client/Server, 客户机/服务器)模式是一种分布式的工作方式。在这种模式中,将需要共享的信息存放在服务器上,客户机向服务器发出命令或请求,如需要什么信息,服务器接收到客户机的命令或请求后,对其进行分析、处理,然后把处理的结果送给客户机,客户机按给定的格式呈现结果。服务器可以同时接收很多客户机的请求,并行地处理客户机的请求并返回结果。客户机、服务器的角色是不对等的。这种工作模式是网络上信息资源共享的基础。C/S网络要求服务器有很高的性能以便及时响应客户机的请求。

B/S (Browser/Server, 浏览器/服务器)模式是一种特殊形式的C/S模式。在这种模式中,客户端运行浏览器软件,浏览器以超文本形式向Web服务器提出访问信息的要求(通常是文件名或地址),Web服务器接收到客户端的请求后,将相应的文件发送给客户机,客户机通过浏览器解释所接收到的文件,并按规定的格式显示其内容。Web服务器所发送的文件可能是事先存储好的文件(称为静态文件),也可能是根据给定的条件到数据库中取出数据临时生成的文件(称为动态文件)。

P2P (Peer to Peer)方式是指在网络中没有特定的服务器,信息分散存放在所有计算机上,计算机需要共享其他计算机上的信息时,就向其他计算机发出请求,其他计算机将存储的信息返回给请求者。这样每台计算机既是客户机又是服务器,它们的地位是对等的。P2P网络的好处是,当一个用户需要的信息能在附近的计算机上找到时,能够实现就近访问,提高响应速度,特别是对一些几乎所有用户都需要共享的信息,由于在很多计算机上已经存在,响应速度很快。例如,当几乎所有人都同时收看某个热门的网络视频时,响应速度会很快,而如果采用C/S方式效果则较差。P2P网络的缺点是,每个人都要把自己计算机上的一些信息拿出来让别人共享,会带来一些问题,如安全问题。

□ 1.3 计算机网络与互联网的发展历史

1.3.1 计算机网络的发展

现代计算机技术的发展始于20世纪40年代。早期的计算机都是以单机的形式存在的,每台计算机具有相应的处理、存储功能,但这些计算机之间不能直接进行信息交换,这样就形成了一个信息孤岛。随着社会的发展,需要这些信息孤岛之间能够直接进行信息交换,进而消除信息孤岛。

相对于计算机技术,通信技术的发展要早得多。利用电技术进行通信已有100多年的历史,

其中具有里程碑意义的事件有：

- 1839 年：美国建立了 13 英里的铁路电报系统，传输速度为 2CPS。
- 1844 年：发明摩尔斯（Morse）电码，建立了从华盛顿到巴尔的摩的电报线路。
- 1874 年：实现将 7 路信号合在一根物理线路上传送。
- 1876 年：贝尔发明电话。
- 1906 年：发明电子管。
- 1913 年：发明电子管中继器，实现长途电话。
- 1918 年：发明载波系统，实现多路复用。
- 1921 年：发明电传。
- 20 世纪 40 年代：使用同轴电缆传输信号。
- 1946 年：开始使用微波无线电通信。
- 20 世纪 60 年代：使用卫星通信。
- 20 世纪 70 年代：使用光纤通信。

计算机技术与通信技术是因不同的应用需求独立发展起来的。计算机技术的迅猛发展和应用的推广，对解决信息孤岛问题的要求开始显现出来。一些先驱者尝试将通信技术与计算机技术结合起来，一方面解决计算机中信息的远程传输问题，另一方面解决通信中的信息处理问题。通信技术与计算机技术的结合，最终导致计算机网络的诞生。

按照通信技术与计算机技术结合方式的不同，计算机网络大致经历了三个阶段，并正向第四个阶段迈进。

1. 面向终端的计算机网络

在 20 世纪五六十年代，计算机的数量还比较少且价格昂贵，都安装在少量的计算中心，用户使用计算机必须到计算中心，并且当时使用计算机的方式也比较落后。于是有人提出了在用户所在地安装终端，通过远程线路将终端接入计算中心的计算机上，使用户不必到计算中心就可使用计算机的方案。这样就诞生了第一代计算机网络，称为面向终端的计算机网络，其结构如图 1-8 所示。按照今天标准，这种网络只能称为联机系统。

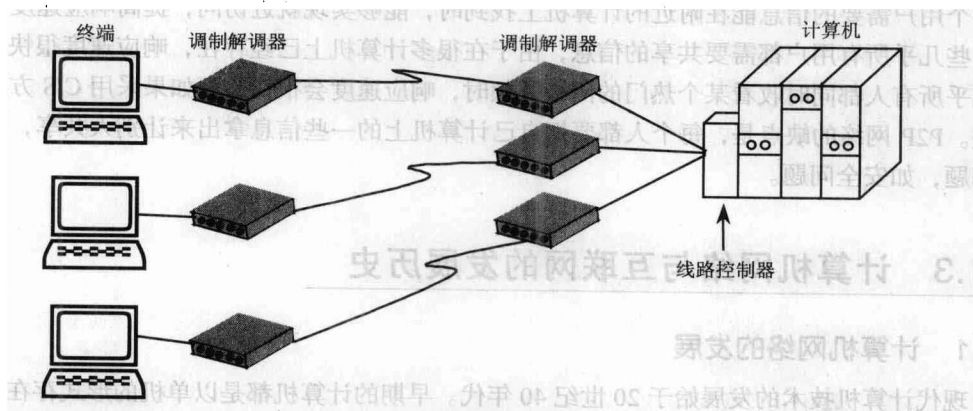


图 1-8 面向终端的联机系统

1952 年，美国按照这种模式构建了第一个计算机网络 SAGE（半自动地面防空系统），该网络将雷达信号通过远程线路传送到一台旋风计算机上进行处理，大大提高了处理和反应速度。在 20 世纪 60 年代初期，美国建造了一个飞机订票系统 SABRE，将全国的 2000 多台终端连接到一

台主机上,实现了所有航空公司的所有航班的机票在线销售,大大方便了售票工作和乘客。

但这种联机系统有两个严重的缺点:一是线路利用率低。长途线路成本很高,但每个终端都使用专用的长途线路,利用率低,使用成本高。二是主机负担重。早期的计算机处理能力较弱,其设计目的是完成计算工作,其擅长的工作也是进行计算。现在加上通信,使得计算机把主要的时间花在不擅长的通信过程管理上,没有足够的时间进行计算,降低了计算机的效能。

针对这两个问题,提出了相应的改进措施。对第一个问题,在用户端增加集中器,使得多个用户共享一条通信线路。对第二个问题,在计算机端增加一个通信控制处理机(或称前端处理机),专门负责管理通信过程。按照这种方式建立的系统被称为分时系统,如图1-9所示。

按照这种方式,美国构建了一个医用资料系统 TYMNET, TYMNET 被看成是世界上第一个专业网站。

这种方式有一个基本问题需要解决,就是多个终端如何共享一条通信线路与计算机通信。

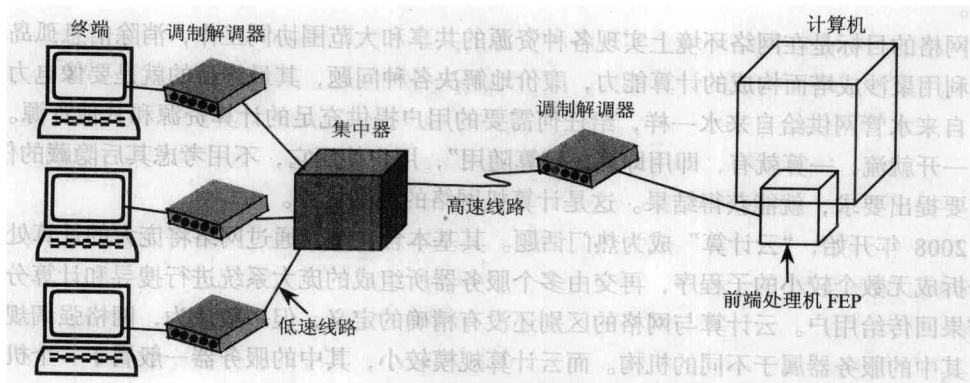


图 1-9 分时系统

2. 计算机通信网络

到了 20 世纪 60 年代,计算机技术发展迅猛,计算机安装量大大增加,人们不再满足于终端与计算机的通信模式,而是要求计算机之间直接进行通信,并且对通信的目的、方式有了更高的要求。主要体现在:

- 以信息传输为主要目的(而不是早期的远程使用计算机)。
- 以计算机为信源和信宿。
- 采用标准的体系结构。
- 采用分组交换技术。

根据这些思想,美国国防部高级研究计划署(ARPA)于 1969 年研制了一个计算机网络 ARPANET,该网络最初连接了 4 所大学的 4 台计算机,3 年后增加到 23 个节点。该网络首次使用分组交换技术。利用该网络可以收发电子邮件、传递文件等,大大方便了科学家们之间的通信,极大地提高了工作效率。ARPANET 就是今天 Internet 的前身。

3. 共享资源的计算机网络

随着计算机特别是微机的普及和计算机网络的广泛使用,对网络内资源共享的要求越来越高,因此推动计算机网络发展到以共享资源为特征的第三阶段。

早期的共享资源网络以共享硬件资源为主,例如共享文件服务器、打印机等,通过硬件资源的共享,相应地实现数据资源和软件资源的共享。

1990 年欧洲原子研究组织 CERN 的英国物理学家蒂姆·伯纳斯·李 (Tim Berners-Lee) 开发了超文本文件系统和世界上第一个 Web 服务器, 1993 年第一个浏览器 Mosaic 诞生, 使得计算机网络进入 Web 时代, 共享的资源变成以数据和信息为主, 浏览器成为主要的网络工具。

4. 计算机网络

随着社会的信息化, 计算机网络已经无所不在, 人们希望以一种更加高效、更加透明的方式使用计算机网络。

计算机网络 (简称为网络) 以 Internet 为基础, 将所有资源互连互通, 可实现大规模、大范围、跨地区、跨管理域的资源一体化和服务一体化, 给用户透明共享资源和服务的方式, 也就是用户把整个 Internet 当成一台计算能力巨大、存储空间无限、信息资源丰富的单一计算机, 在使用网络时无须指定具体设备, 查找、使用信息时无须指定信息的位置, 网络以智能方式自动完成资源分配和信息定位, 完成用户交给的任务, 返回最终结果, 用户看到的只是面前的单一计算机。

网络的目标是在网络环境上实现各种资源的共享和大范围协同工作, 消除信息孤岛和资源孤岛, 利用聚沙成塔而构成的计算能力, 廉价地解决各种问题, 其最终目的就是要像电力网供给电力、自来水管网供给自来水一样, 给任何需要的用户提供充足的计算资源和其他资源。“一插就亮, 一开就流, 一算就有, 即用即算, 随算随用”, 用户使用它, 不用考虑其后隐藏的任何细节, 只需要提出要求, 就能获得结果。这是计算机网络的最高境界。

2008 年开始, “云计算”成为热门话题。其基本含义是: 通过网络将庞大的计算处理程序自动分拆成无数个较小的子程序, 再交由多个服务器所组成的庞大系统进行搜寻和计算分析, 最后将结果回传给用户。云计算与网络的区别还没有精确的定义, 但一般认为, 网络强调规模的巨大性, 其中的服务器属于不同的机构。而云计算规模较小, 其中的服务器一般属于一个机构。云计算把软件、存储、平台都作为一种服务提供给用户。

1.3.2 Internet 的发展

Internet 是一个计算机交互网络, 又称网间网。它是一个全球性的巨大的计算机网络体系, 包含了难以计数的信息资源, 向全世界提供信息服务。今天的 Internet 已经远远超过了一个网络的涵义, 它是一个信息社会的缩影。一般认为, Internet 是一个基于 TCP/IP 协议簇的国际互联网络; 是一个网络用户的团体, 用户使用网络资源, 同时也为该网络的发展壮大贡献力量; 是所有可被访问和利用的信息资源的集合。

Internet 的发展大致经历了三个阶段。

1. 第一阶段: 1969 ~ 1983 年, 起源阶段

Internet 源于美国国防部高级研究计划署 (DARPA) 的前身 ARPA 建立的 ARPANET。

1968 年, ARPA 为 ARPANET 网络项目立项, 这个项目基于这样一种主导思想: 网络必须能够经受住故障的考验而维持正常工作, 一旦发生战争, 当网络的某一部分因遭受攻击而失去工作能力时, 网络的其他部分应当能够维持正常通信。最初, ARPANET 主要用于军事研究目的, 它有 5 大特点:

- 支持资源共享。
- 采用分布式控制技术。
- 采用分组交换技术。
- 使用通信控制处理机。