



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高职高专计算机类专业规划教材

计算机网络 规划与设计

吴学毅 主编

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



赠电子课件

JISUANJI WANGLIANG
GUIHUA YU SHE

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高职高专计算机类专业规划教材

计算机网络规划与设计

主 编 吴学毅
副主编 宋真君 岳经伟 张国清
参 编 李巧君 桑莉君 杨 宇

责任编辑：(CIP) 吴学毅

北京：机械工业出版社，2009.4

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
计算机专业系列教材

ISBN 978-7-111-26288-9

1. 计算机—设计—教材—高等学校—吴学毅
2. 计算机—设计—教材—高等学校—吴学毅

中国图书馆书号(CIP)第032012号

机械工业出版社：北京市百万庄大街22号，邮政编码100037
责任编辑：王天露、黄任、刘子峰、张其斌、张其斌
封面设计：李 勇 封面设计：马精明 责任印制：李 勇

北京德政印刷有限公司印刷

2009年4月第1版第1次印刷

184mm×260mm 1/32 印张·293千字

0001—4000册

定价：25.00元



机械工业出版社

本书结合工程实际,介绍了计算机网络系统的设计,主要内容包括计算机网络基础知识、网络资源设备、广域网技术、网络系统设计、网络工程项目管理、网络故障的预防与处理以及典型的案例分析。

本书内容安排合理,在兼顾计算机网络基础知识的同时,更侧重于网络系统设计的实际应用,选择的实际案例具有较强的代表性。本书适合作为高职高专院校网络工程专业、计算机专业或其他相关专业的网络规划与设计课程教材,对从事计算机网络规划与设计的技术人员也有一定的参考价值。

为方便教学,本书配备电子课件等教学资源。凡选用本书作为教材的教师均可登录机械工业出版社教材服务网 www.cmpedu.com 免费下载。如有问题请致信 cmpgaozhi@sina.com,或致电 010-88379375 联系营销人员。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络规划与设计/吴学毅主编. —北京:机械工业出版社, 2009. 4

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 高职高专计算机类专业规划教材

ISBN 978-7-111-26386-9

I. 计… II. 吴… III. 计算机网络—设计—高等学校: 技术学校—教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 025015 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:王玉鑫 责任编辑:刘子峰 版式设计:张世琴
责任校对:李 婷 封面设计:马精明 责任印制:李 妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2009 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·12 印张·293 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-26386-9

定价: 22.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)68354423

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着网络技术的不断成熟和发展,以及计算机和网络设备价格不断下降,越来越多的企事业单位已经组建了自己的局域网,并通过网络处理事务、进行交易、获取信息。网络正以前所未有的发展速度影响并改变着人们的生活、学习和工作方式。

目前,许多已有计算机局域网的单位需要升级或更新,没有网络的单位欲组建自己的局域网。但是,一定规模的网络建设或升级是一个系统工程,需要综合考虑多方面的因素。

本书主要介绍了组建计算机网络的步骤、网络服务器和存储设备、计算机网络故障预防和检测,并结合具体的案例让读者掌握组建计算机网络的具体过程。本书共分11章:

- 第1章介绍了计算机网络基础知识。
- 第2章介绍了网络资源设备。
- 第3章介绍了广域网技术。
- 第4章介绍了网络系统设计。
- 第5章介绍了网络工程项目管理。
- 第6~10章分别介绍了校园网络、企业网络、智能小区网络、政府上网工程和无线局域网的案例。
- 第11章介绍网络故障的预防与处理。

本书具有以下几个特点:

- 1) 内容安排合理。本书简单介绍了计算机网络基础知识,将重点放在计算机网络设计与组建上,并且以理论够用为度,不做过细讲解,而通过具体案例对计算机网络设计与组建过程进行详细分析与阐述。
- 2) 理论与实践相结合。本书做到理论与实践相结合,理论共6章,实际案例5章,使读者可以在学习完理论后,再参考实际案例加深理解。
- 3) 选择的案例具有代表性。本书所选择的实际案例分别涉及了几个重要领域,十分具有代表性。

本书由辽宁省交通高等学校吴学毅任主编,宋真君、岳经伟、张国清任副主编。参加本书编写的还有李巧君、桑莉君、杨宇。

由于作者水平有限且编写时间仓促,书中错漏和不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言	3.3 高级广域网技术	51
第1章 计算机网络基础知识	3.4 Internet 简介	54
1.1 网络的基本概念	3.4.1 连接 Internet	54
1.1.1 计算机网络定义	3.4.2 Internet 提供的服务	54
1.1.2 资源子网和通信子网	3.4.3 IP 地址与域名	55
1.1.3 网络结构	小结	57
1.1.4 网络体系结构	复习题	57
1.1.5 网络协议	第4章 网络系统设计	59
1.1.6 网络拓扑结构	4.1 网络需求分析	59
1.2 网络传输介质	4.1.1 需求调查	59
1.3 网络系统集成	4.1.2 应用概要分析	61
1.3.1 网络系统集成的定义	4.1.3 详细需求分析	62
1.3.2 网络系统集成的体系框架	4.2 网络系统方案设计	63
小结	4.2.1 网络总体目标 and 设计原则	64
复习题	4.2.2 通信子网规划设计	64
第2章 网络资源设备	4.2.3 资源子网规划设计	66
2.1 网络服务器	4.2.4 网络方案中的设备选型	67
2.1.1 服务器概述	4.2.5 网络操作系统与服务器	68
2.1.2 服务器的分类	4.2.6 网络安全设计	70
2.1.3 服务器相关技术	4.3 综合布线	71
2.1.4 服务器的性能指标	4.3.1 综合布线系统概述	71
2.1.5 服务器的选型要点	4.3.2 综合布线系统的组成	73
2.2 网络传输及存储设备	4.3.3 综合布线系统设计要点	75
2.2.1 SCSI 接口总线	4.3.4 综合布线产品厂商介绍	75
2.2.2 独立磁盘冗余阵列	4.3.5 网管中心机房建设	76
2.2.3 网络存储系统	4.3.6 综合布线系统的设计等级	77
2.2.4 服务器数据备份系统	小结	78
小结	复习题	78
复习题	第5章 网络工程项目管理	79
第3章 广域网技术	5.1 项目管理基础	79
3.1 广域网的连接方式	5.1.1 项目管理概述	79
3.2 网络互连设备		



5.1.2 项目管理过程	80	7.3.5 局域网设计特点	106
5.2 网络工程的项目管理	81	7.4 广域网设计方案	106
5.2.1 建立高效的项目管理组织结构	81	7.4.1 广域网拓扑结构	106
5.2.2 网络工程的文档资料管理	81	7.4.2 设备选型	107
5.3 工程测试与验收	82	7.4.3 中心节点设计	108
5.3.1 综合布线系统的验收	83	7.4.4 广域网设计特点	108
5.3.2 综合布线系统的测试	84	7.4.5 使用技术与应用	108
5.3.3 网络设备的清点与验收	85	7.5 主机系统设计方案	109
5.3.4 网络系统的初步验收	85	7.5.1 设计目标	109
5.3.5 网络系统的试运行	86	7.5.2 设备选型	109
5.3.6 网络系统的最终验收	86	7.6 网络安全系统	111
5.3.7 网络系统的交接和维护	86	7.6.1 广域网安全分析	111
小结	87	7.6.2 网络安全建议	113
复习题	87	7.6.3 路由器及其安全控制	117
第6章 校园网络案例	88	7.7 信息监控系统	117
6.1 需求分析与网络建设目标	88	7.7.1 系统需求分析与设计目标	117
6.2 网络系统设计策略	89	7.7.2 具体技术要求	118
6.3 网络系统设计方案	91	7.7.3 系统管理方案	119
6.3.1 网络系统集成的内容	91	7.7.4 网络管理方案	120
6.3.2 网络基础平台——综合布线系统	92	7.8 磁带机备份系统	121
6.3.3 网络平台	93	7.8.1 概述	121
6.3.4 网络设备选型	95	7.8.2 需求描述	121
6.3.5 网络方案描述	96	7.8.3 厂家选择	122
6.3.6 网络应用平台	97	7.8.4 技术选型	122
6.4 工程进度表	98	7.8.5 方案特点	123
6.5 售后服务及培训	98	7.9 弱电防雷系统	123
小结	98	7.10 机柜及布线	124
第7章 企业网络案例	99	7.11 网络方案特点	124
7.1 网络建设目标与需求分析	99	小结	125
7.1.1 企业基本情况与总体设计目标	99	第8章 智能小区网络案例	126
7.1.2 应用系统的分析	100	8.1 需求分析	126
7.1.3 需求分析	100	8.1.1 项目概况	126
7.2 设计原则	102	8.1.2 网络设计的总体要求	127
7.3 局域网设计方案	102	8.1.3 网络设计的技术要求	127
7.3.1 局域网拓扑结构	102	8.2 主干技术选择	129
7.3.2 网络设备选型	103	8.2.1 各种宽带技术	129
7.3.3 使用技术与应用	105	8.2.2 千兆以太网	129
7.3.4 网络安全设计说明	105	8.2.3 GE 与其他宽带技术的比较	130
		8.3 网络系统设计方案	131



8.3.1	设计思想	131	9.7	安全性设计	156
8.3.2	小区网络系统组网方案	131	9.8	维护与服务	157
8.3.3	主要网络设备性能及 技术说明	133	小结		158
8.3.4	网络管理及安全性建议——政策 网络	135	第10章 无线局域网案例		159
8.3.5	网络增值业务	140	10.1	概述	159
8.3.6	网络系统扩充方案	141	10.2	无线局域网技术	159
8.4	方案特点	141	10.2.1	无线局域网标准	159
8.5	技术支持和技术服务	142	10.2.2	无线局域网传输方式	161
8.6	工程施工及管理	143	10.2.3	无线局域网的常见拓扑结构	162
8.7	系统实施方案	144	10.2.4	无线局域网的优势	164
小结		144	10.3	企业网络需求分析	164
第9章 政府上网工程案例		145	10.4	企业无线局域网设计	165
9.1	案例背景	145	小结		168
9.2	系统概述与需求	145	第11章 网络故障的预防与处理		169
9.3	局域网技术概述与分析	146	11.1	常见的网络故障	169
9.4	网络方案设计	148	11.1.1	物理通信媒介故障	169
9.4.1	网络设计思想	148	11.1.2	网卡故障	170
9.4.2	网络逻辑结构	149	11.1.3	协议失配	172
9.5	网络实现	149	11.1.4	计算机问题	173
9.5.1	系统需求	149	11.1.5	配置故障	173
9.5.2	网络实现技术	150	11.2	网络故障的预防	174
9.5.3	外连方式	150	11.3	网络故障的检查与排除	176
9.5.4	网络设备选择	153	11.4	排除网络故障常用的工具	178
9.5.5	系统平台	154	11.4.1	硬件诊断工具	178
9.5.6	管理软件	155	11.4.2	软件诊断工具	179
9.6	技术重点与难点	155	小结		182
			复习题		182
			参考文献		184

第 1 章 计算机网络基础知识

21 世纪是一个计算机网络的年代，通过网络可以将分散在各地的单独的计算机紧紧地联系在一起，并完成资源共享、数据传输、实时通信等任务。本章首先介绍了网络的基本概念、历史与发展情况，然后描述了在网络中常用的几种传输介质，最后讨论了系统集成的基本概念和构成。

1.1 网络的基本概念

1.1.1 计算机网络定义

1. 网络的概念

图 1-1 所示是一个简单的网络，计算机 1、2、3、4 可以共享其他计算机的资源，例如可以共享打印机，也可以共享一个调制解调器。

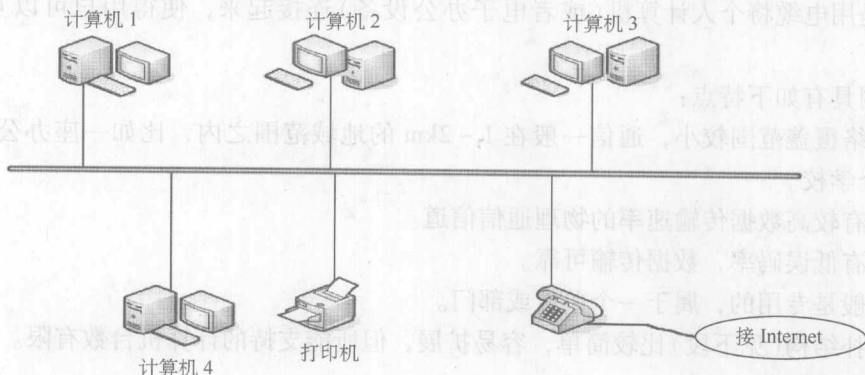


图 1-1 一个简单的网络

一般地，网络中可以共享的资源主要包括以下几类：

- 1) 硬件资源。包括大型主机、大容量磁盘、光盘库、打印机、UPS、网络通信设备等。
- 2) 软件资源。包括网络操作系统、数据库管理系统、网络管理系统、应用软件、开发工具和服务器软件等。
- 3) 数据资源。包括数据文件、数据库和各种数据，其中数据又包括文字、图表、声音、图像和视频等，是网络中最重要的资源。

概括起来，网络是指利用通信设备、线路连接设备和通信线路将分散在各地的具有自主功能的多个计算机系统连接起来，利用功能完善的网络软件(网络通信协议和网络操作系统等)实现网络中的资源共享和信息传递的系统。把若干单台计算机连接起来组成一个网络的过程叫做组网。

组网的目的是既实现计算机资源共享和信息传递，同时节约费用。比如在图 1-1 所示的



网络中,就可以用一台打印机实现四台打印机的功能,它起到了四台打印机的作用。大型计算机的价格往往是个人计算机的数千倍,如果在一个公司里每个职员计算机全部使用大型计算机,则价格太昂贵而且也是一种资源浪费。若改成将每个职员的个人计算机组成一个网络系统,再用一台大型计算机作为服务器,那么各个职员共享的文件或数据就可存于该服务器中,而且随着公司的发展,网络系统还可以不断地扩充。例如:如果硬盘容量不够,则只需增大服务器的硬盘;如果工作负荷增大,则只需增加处理器,这样可以不断地改进系统性能,并节省大量的经费。另外,网络对于数据也能提供更高的可靠性。比如计算机1中存有的数据文件,同时在计算机2和计算机3中存有副本,如果计算机1中数据文件被破坏了,还可以用计算机2或计算机3中的副本文件。另外,现在的操作系统支持多处理器,如果一个处理器坏了,不会导致整个计算机瘫痪,利用另外的处理器,计算机仍可以运转起来,这样就提高了计算机的可靠性。此外,还可以通过网络实现远程办公,同时,网络还是一个强有力的通信工具,通过它人们可以跨越时间和空间的障碍进行交流。

2. 网络的分类

根据分类方法的不同,可以将网络划分为不同的类别。

(1) 按照网络覆盖的范围划分 按照网络覆盖的范围划分是最为常见的方法,一般将其分成局域网(LAN)和广域网(WAN)两种。

局域网是指在较小的范围内的各种数据通信设备相互连接所构成的网络,服务区域较小,通常是用电缆将个人计算机(或者电子办公设备)连接起来,使得用户可以互相通信、共享资源。

局域网具有如下特点:

- 1) 网络覆盖范围较小,通信一般在1~2km的地域范围之内,比如一座办公楼、一个仓库或一个学校。
- 2) 具有较高数据传输速率的物理通信信道。
- 3) 具有低误码率,数据传输可靠。
- 4) 一般是专用的,属于一个单位或部门。
- 5) 拓扑结构(见下段)比较简单,容易扩展,但所能支持的计算机台数有限。
- 6) 安全性较好。

广域网是局域网的扩充,它由成千上万个局域网构成,在局域网之间借助于网桥和路由器等设备将网络范围扩大到一个地区、一个国家、甚至全世界。对用户来说,广域网的功能和操作方法与局域网没有什么区别,但由于广域网中计算机之间的距离增大,其实现的方法比较复杂。广域网一般由大型通信公司来组建。

(2) 按网络拓扑结构划分 网络的拓扑结构是指网络中通信线路、计算机以及其他组件的物理布局。

网络按其拓扑结构划分,分为总线型网络、星形网络、环形网络、树形网络和网状网络。其中,后两种网络比较复杂,这里不作介绍。

总线型网络是最简单也是最常见的一种组网形式,其特点是网络中所有的站点共享一条数据通道。总线型网络的优点在于安装简单方便,需要铺设的电缆最短,成本低;缺点是介质故障会导致网络瘫痪,安全性低,监控比较困难,网络难扩展。

在星形网络中各站点计算机通过缆线与中心网络设备相连,数据信息通过集线器从中心



网络设备传送到各台计算机。其优点是很容易在网络中增加新的站点,数据的安全性和优先级容易控制。但中心网络设备出现故障,整个网络就会瘫痪。

环形网络将各站点的计算机通过线缆连成一个封闭的环。其优点是容易安装和监控,缺点是容量有限,网络建成后难以增加新的站点。

网络的拓扑结构影响网络的性能,因此选择哪种拓扑结构与具体的网络要求相关。

3. 网络的产生和发展

网络技术与其他许多科学技术一样,其研究发展是从一项军事研究开始的。20世纪60年代中期,美国国防部已认识到通信与计算机在未来战争中的重要性,并且美国军方内部的计算机系统已经可以让多个用户同时分享一个计算机处理器所提供的信息资源。这种分享系统的技术,成为网络的关键理论基础之一。1962年,美国国防部先进研究项目局(ARPA)把建设网络的项目交给了贝拉涅克和纽门的研究小组。1969年夏季,ARPANET开始正式运行,其由四个计算机站互相连接组成,其中三台计算机设在加州大学洛杉矶分校中,另一台设在内华达州。这样,世界上的第一个网络系统就诞生了。

1970年,美国康宁玻璃公司研制出了实用的玻璃光纤,并应用于ARPANET中,使得网络通信速度变得更快。1972年,ARPANET实验人员首次成功地发出了世界上第一封电子邮件(E-mail)。1973年,ARPANET和其他非地面网络系统连接成功,可以通过无线电话系统和地面移动网络系统进行连接,从此网络的发展日趋成熟。

20世纪80年代,各国政府的大力投资加快了网络的发展。1982年,日本开始建设全国高级信息网络系统(ISN)。1986年,我国政府开始制定信息技术发展政策,逐步发展国家11大类纵向信息系统,网络革命之风开始席卷神州大地。

从网络的发展来看,其到目前为止大致经历了三个主要阶段:

1) ARPANET阶段。从1968年到1986年,这是美国的网络研究及试用阶段。在这一阶段网络应用的主要目的是提供网络通信、保障网络连通、实现网络数据共享和网络硬件设备的共享。

2) NSF网络阶段。从1986年到1995年,是互联网络的科研应用阶段。这一阶段主要解决了计算机联网与互连标准化问题,提出了符合计算机网络国际标准的“开放式系统互连参考模型(OSIRM)”,极大地促进了计算机网络技术的发展。此阶段网络应用已经发展到为企业提供信息共享服务的信息服务时代,以美国国家科学基金会(NSF)网络为代表。

3) 从1995年开始,大规模的国际联网发展席卷全球,这是全球网络商业化的开始阶段。

随着计算机技术和通信技术的不断发展,网络也在不断发展,具有代表性的新技术包括以下几点:高速局域网技术,已经达到吉比特带宽;ATM,即异步传输技术;帧中继技术,是对X.25技术的改进;综合业务数字网。

这些新技术推进了网络的应用,而最新的应用主要包括电子邮件的多样化、远程会议系统、电子数据交换、远程教育、计算机及集成制造系统、智能大厦和结构化的综合布线系统等。

从以上介绍来看,在未来的生活和工作中,网络将无处不在,其建设和发展将引导人们步入真正的信息化社会。



1.1.2 资源子网和通信子网

从逻辑功能上，计算机网络可以分为面向数据通信的通信子网和面向数据处理的资源子网，如图 1-2 所示。

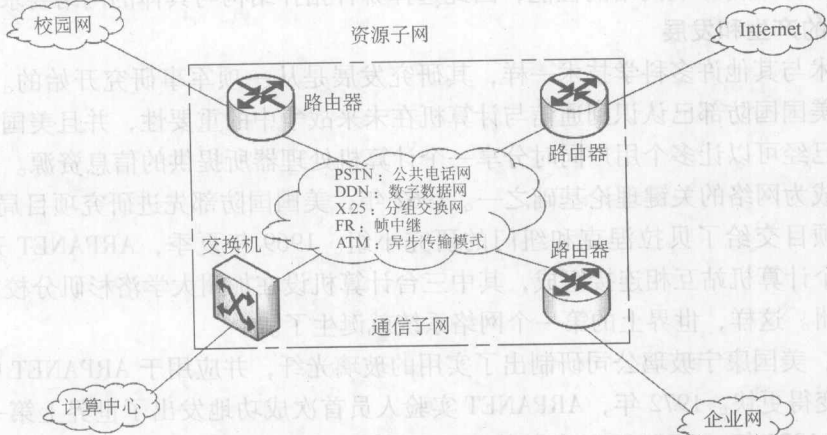


图 1-2 通信子网和资源子网

图中框内为通信子网，其中常用设备包括网络通信传输介质和通信设备，具体有网控中心、网络接口卡、通信线路、集线器、网络交换机、路由器、网桥、网关、转发器、远程服务器和调制解调器 (Modem) 等。通信子网提供网络通信功能，完成全网主机之间的数据传输、交换、控制和变换等通信任务，负责全网的数据传输、转发及通信处理等工作。

框外为资源子网，其主体为网络资源设备，包括服务器、用户计算机、网络操作系统、网络打印机、独立运行的网络设备、网络终端及机项盒设备等。此外，还包括网络上运行的各种软件资源和数据资源。资源子网负责全网的数据处理业务，并向网络客户提供各种网络资源和网络服务。

把网络中纯通信部分的子网和以计算机为主体的资源子网分离开，这是网络层次结构思想的重要体现，使得对整个计算机网络的分析和设计大为简化。但是这种划分方法过于学术化、理想化，没有把网络结构与协议层次结合起来。比如，控制着通信的网络协议就是以软件形式运行在网络中的计算机上，而且除了个别带 CPU 的网卡外，一般在网络通信过程中网卡要占据一定的主机 CPU 资源。所以，事实上无法严格区分哪些设备属于资源子网，哪些设备属于通信子网。

1.1.3 网络结构

网络结构是一个与网络设计密切相关的问题。随着计算机通信技术的发展，网络的结构经历了一个由低级到高级的演变过程，大体上可以分成 5 个阶段。

1. 具有通信功能的单机点到点的网络结构

这是网络的雏形。通信线路的一端连接远程终端，另一端连接计算机，远程终端可以使用计算机的资源。

2. 面向终端的计算机网络结构



20世纪50年代中后期,许多公司开始将地理上分散的多个终端通过通信线路连接到一台中心计算机上,从而形成第一代计算机网络。在这种网络结构中,用户通过与主机相连的终端,在主机操作系统的管理下共享主机的内存、外存、中央处理器、输入输出设备等资源。随着计算机技术的发展,特别是微型机价格的降低,这种终端逐渐被其代替,形成一种大型计算机带微型计算机的结构,人们常说的工作站/文件服务器(Workstation/File Server)和客户机/服务器(Client/Server)就是一种这样的结构。

3. 面向计算机的网络结构

这是在面向终端的计算机网络结构基础上发展起来的网络结构,中心计算机使用大型/小型计算机,用微型计算机取代终端,形成了计算机对计算机的系统。它们之间除了完成各自的任务外,还需要交换彼此的信息数据,共同完成一项大的作业,或者共享别的计算机系统的软件或硬件资源,也就是说每个计算机既要处理自己的业务,又要完成通信任务,如图1-3所示。

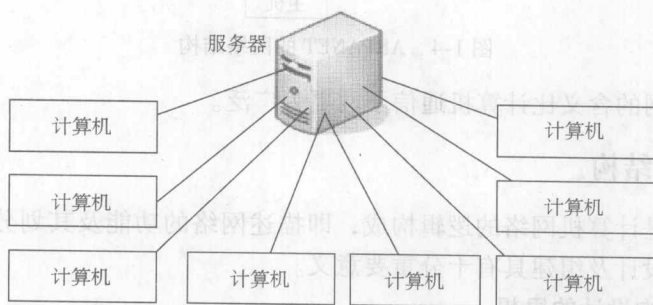


图1-3 面向计算机的网络结构

4. 通信子网

随着计算机网络不断扩大,计算机之间通信任务和业务量也在增加。对于面向计算机的网络结构中的计算机来说,既要承担数据处理工作,又要承担通信任务,负担太重。为此,将网络中的通信任务与数据处理工作分开,大多数计算机只负责数据处理工作而不负责通信任务,通信任务由一台计算机专门处理,将其称为接口信息处理机(IMP)。1968年美国国防部高级项目研究局(ARPA)建立的ARPANET是世界上较早出现的具有通信子网的计算机网络,如图1-4所示,该网络具有四个接口信息处理机和一个终端接口处理器。子网一般由传输线和接口信息处理机组成,传输线有时也叫信道,它在计算机之间传递二进制数据;接口信息处理机是专门的计算机,用来连接两条和多条传输线,当数据从一条传输线传入时,转接部件必须选择一条输出线,把数据继续向前发送。

5. 公用数据网

随着计算机通信业务的发展,专用网之间的互通以及专用网用户数量的不断扩大,人们就把如图1-4中的通信子网资源为各类用户所公用,即由国家电信主管部门统一建设公用数据网,专门用于数据通信。目前规定公用数据网承担三大类数据传输业务:电路交换数据传输业务,分组交换数据传输业务和租用专用电路数据传输业务。为完成前两类数据传输业务,在公用数据网中使用计算机作为交换机,用存储转发方式来进行信息交换和分组交换,从这个意义上讲,公用数据网就是计算机通信子网。但是公用数据网又是数据传输网,它以共享子网的资源为特征,在终端—计算机、计算机—计算机之间按规定的协议传输数据。由

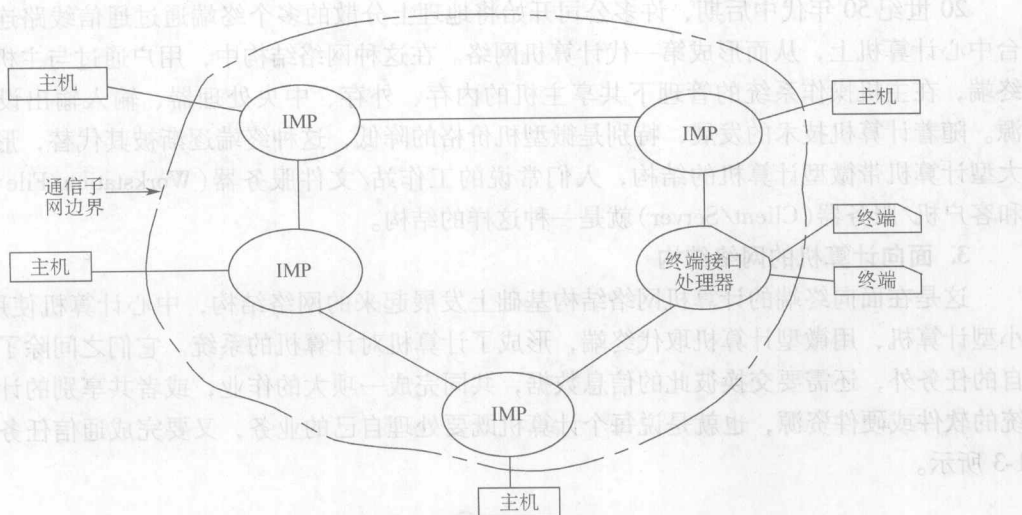


图 1-4 ARPANET 的网络结构

此可见，公用数据网的含义比计算机通信子网更为广泛。

1.1.4 网络体系结构

网络体系结构是计算机网络的逻辑构成，即描述网络的功能及其划分。理解这个概念，对于计算机网络的设计及组建具有十分重要意义。

1. 网络体系结构设计思想

随着数据通信和计算机网络技术的发展，计算机网络系统的种类越来越多、越来越复杂。于是，计算机网络的设计采用了程序设计中的“结构化”思想，把网络设计为分层的结构，上一层建立在下一层的基础上，每一相邻层之间有一个接口，各层之间通过接口传递信息和数据，各层内部的功能实现方式对外加以屏蔽。这样整个网络的研究就转化变为对各层的研究。

网络体系结构的主要目的是解决网络的逻辑结构和功能划分问题，也就是用层次清晰的结构化设计方法，将计算机网络按功能分出若干个层次，以找出不同的计算机网络系统之间互连和通信的方法和结构。网络体系结构只是从功能上描述计算机网络的结构，即计算机网络设置多少层以及每层提供哪些功能，而不涉及每层硬件和软件的组成以及如何实现等问题。由此看来，网络体系结构是抽象的。

早期的 ARPANET 把网络体系分成 6 层：应用层、系统程序层、网络控制层、主机与 IMP 连接模块层、IMP 层和物理层。其分层的基本原则是按照任务来划分，每一层都有一个相当明确的任务，如图 1-5 所示。

从 ARPANET 的体系结构来看，网络体系的分层一般应遵循以下原则：

- 1) 根据任务的需要来分层，每一层应当实现一个明确的功能。
- 2) 每一层的选择应当有助于制定国际标准化协议。
- 3) 各层界面的选择应尽量减少跨过接口的信息量。
- 4) 层数应足够多，以免不同的功能混杂在同一层中，使实现起来变得复杂；但层数也不能太多，否则网络体系结构过于庞大。

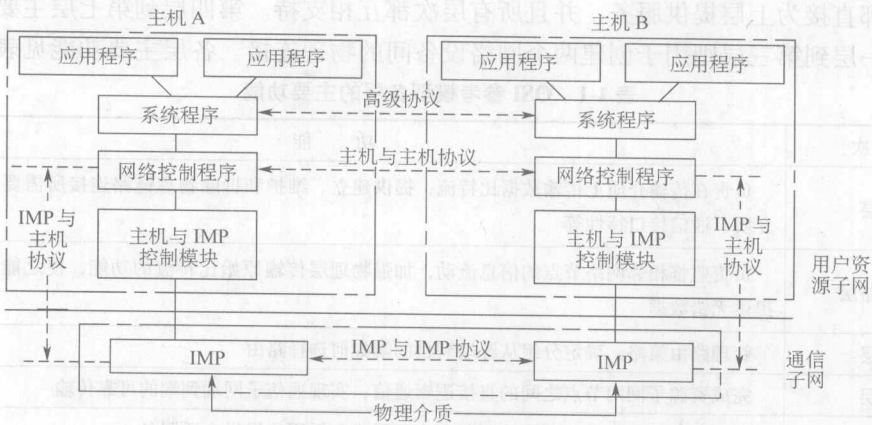


图 1-5 ARPANET 的体系结构

世界上第一个网络体系结构是 1974 年由 IBM 公司提出的“系统网络体系结构(SNA)”。之后,许多公司纷纷提出了各自的网络体系结构。所有这些体系结构都采用了分层技术,但层次的划分、功能的分配及采用的技术均不相同。随着信息技术的发展,不同结构的计算机网络互连已成为人们迫切需要解决的问题。在这个前提下,就产生了开放系统互连参考模型 OSI。

2. OSI 参考模型

20 世纪 70 年代以来,国外一些主要计算机生产厂家先后提出了各自的网络体系结构,但它们都属于专用的。为使不同计算机厂家的计算机能够互相通信,以便在更大的范围内建立计算机网络,有必要建立一个国际范围的网络体系结构标准。

关于网络体系模型,国际上不同的组织提出了许多的模型,其中国际标准化组织(ISO, International Standards Organization)提出的开放系统互连(OSI)模型最为著名,它的开放性使得任何两台遵守 OSI 参考模型和有关协议的系统都可以进行连接。

OSI 参考模型将整个网络通信的功能划分为七个层次,如图 1-6 所示。它们由低到高分别是物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层、应用层。每层完成一定的功

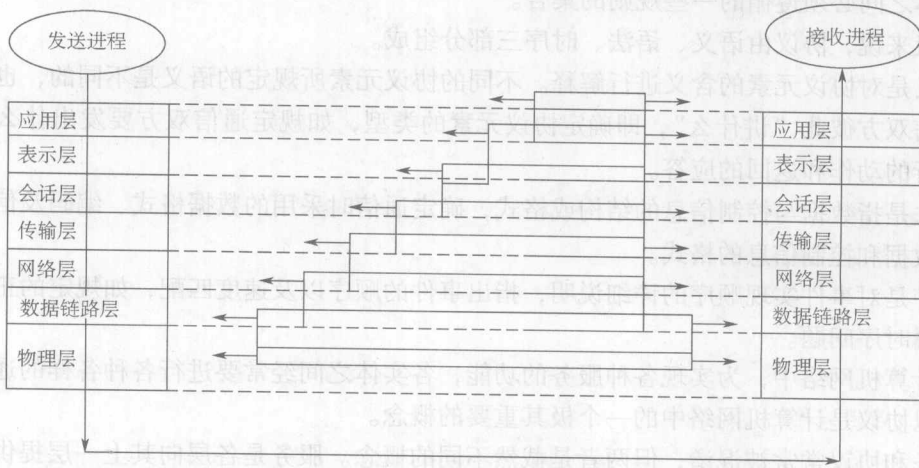


图 1-6 数据在 OSI 模型中的传递



能，每层都直接为上层提供服务，并且所有层次都互相支持。第四层到第七层主要负责互操作性，第一层到第三层则用于创建两个网络设备间的物理连接。各层主要功能见表 1-1。

表 1-1 OSI 参考模型各层的主要功能

层 次	功 能
物理层	负责在传输介质上传输数据比特流，提供建立、维护和拆除物理链路连接所需要的各种传输介质、通信接口特性等
数据链路层	负责监督相邻网络节点的信息流动，加强物理层传输原始比特流的功能，使之能够为网络层提供无错数据
网络层	管理路由策略，确定分组从源端到目的端如何选择路由
传输层	完成资源子网两节点之间的直接逻辑通信，实现通信子网端到端的可靠传输
会话层	利用传输层提供的端到端的服务向表示层或会话用户提供会话服务
表示层	表示层以下的各层只关心可靠的传输比特流，而表示层关心所传输的信息的语法和语义，完成一些特定的功能
应用层	负责与用户和应用程序进程通信，包含了各种应用协议和服务

按照 OSI 模型描述，当两台计算机通过网络通信时，一台机器上的任何一层的软件都假定是在和另一台机器上的同一层进行通信。例如，一台机器上的传输层和另一台机器的传输层进行通信时，第一台机器上的传输层并不关心通信实际上是如何通过该机器的较低层、物理媒体以及第二台机器的较低层来具体实现的。

1.1.5 网络协议

协议是互联网和通信技术中正式规定的技术规范，它定义了数据发送和接收工作中必经的过程。协议规定了网络中数据传输时使用的格式、定时方式、顺序和检错。两个通信实体在进行通信时，必须遵从相互接受的一组约定和规则，以使通信双方在通信内容、通信方式以及通信时间等方面相互配合。这些约定和规则的集合就称为协议。简单地说，协议是网络通信实体之间必须遵循的一些规则的集合。

一般来说，协议由语义、语法、时序三部分组成。

语义是对协议元素的含义进行解释。不同的协议元素所规定的语义是不同的，也就是说规定通信双方彼此“讲什么”，即确定协议元素的类型，如规定通信双方要发出什么控制信息，执行的动作和返回的应答。

语法是指数据与控制信息的结构或格式，确定通信时采用的数据格式、编码及信号电平等等，如数据和控制信息的格式。

时序是对事件实现顺序的详细说明，指出事件的顺序以及速度匹配，如规定的正确应答关系即属时序问题。

在计算机网络中，为实现各种服务的功能，各实体之间经常要进行各种各样的通信和对话，所以协议是计算机网络中的一个极其重要的概念。

服务和协议常常被混淆，但两者是截然不同的概念。服务是各层向其上一层提供的一组原语(操作)，尽管服务定义了该层能够代表其用户完成的操作，但丝毫未涉及这些操作是



如何实现的。服务描述了两层之间的接口，下层是服务的提供者，上层是服务的用户。协议定义的是同层对等实体间共同约定的一组规则的集合，实体利用协议来实现它们的服务定义。只要不改变提供给用户的服务，实体可以随意改变它们的协议。这样，服务和协议就完全被分离开来。

随着计算机网络迅猛发展，网络协议也有很多种。但常见的协议包括以下几种：

1) TCP/IP。是一种工业标准协议，提供不同计算机之间的通信标准，可以广泛应用于广域网中。它是一组协议，包括 IP、文件传输协议、简单的网络管理协议、TCP/IP 网络打印协议、动态主机配置协议、域名服务、地址解析协议、传输控制协议等。

2) NetBEUI 协议。NetBIOS 扩展用户接口标准。

3) X.25。报文交换网络中的协议。

4) IPX/SPX 协议。Novell 网络中使用的协议。

5) MWLink 协议。微软对 IPX/SPX 的实现。

6) Apple Talk 协议。Apple 公司的专用协议。

7) DECnet 协议。DECnet 公司的专用协议。

8) XNS 协议。Xerox 的以太网局域网协议。

9) LAT 协议。局域网传输协议。

1.1.6 网络拓扑结构

所谓“拓扑”就是把实体抽象成与其大小、形状无关的“点”，而把连接实体的线路抽象成“线”，进而以图的形式来表示这些点与线之间关系的方法，其目的在于研究这些点、线之间的相连关系。表示点和线之间关系的图被称为拓扑结构图。拓扑结构与几何结构属于两个不同的数据概念，在几何结构中，要考察的是点、线之间的位置关系，或者说几何结构强调的是点与线所构成的形状及大小，如梯形、正方形、平行四边形及圆形都属于不同的几何结构。但从拓扑结构的角去看，由于点、线之间的连接关系相同，从而上述四种图形具有相同的拓扑结构即环型结构。也就是说，不同的几何结构可能具有相同的拓扑结构。

同样在计算机网络中，把计算机、终端、通信处理器等设备抽象成点，把连接这些设备的通信线路抽象成线，并将由这些点和线所构成的拓扑称为网络拓扑结构。网络拓扑结构反映网络的结构关系，它对于网络的性能、可靠性以及建设管理成本等都有重要的影响，因此网络拓扑结构的设计在整个网络设计中占有十分重要的地位，在网络构建时，网络拓扑结构往往是首先考虑的因素之一。

在计算机网络中常见的拓扑结构有总线型、环形、星形、树形、网状和混合型几种，如图 1-7 所示。

1. 总线型拓扑

总线型拓扑结构采用单根传输线作为网络的传输介质，所有网络节点的接口都串联在总线上。在总线型拓扑结构中，每一个节点发送的信号都在总线中传送，并被所有的其他节点接收。总线需要有一定的负载能力，因此总线长度有限制，而且一条总线也只能连接一定数量的节点。在总两端连接的器件称为终结器（其中一端接地），主要用来与总线进行阻抗匹配，最大限度地吸收传送端的能量，避免信号反向回总线，产生不必要的干扰。

总线型拓扑结构的优点是结构简单灵活，设备量少，便于扩充，价格低，安装、使用方

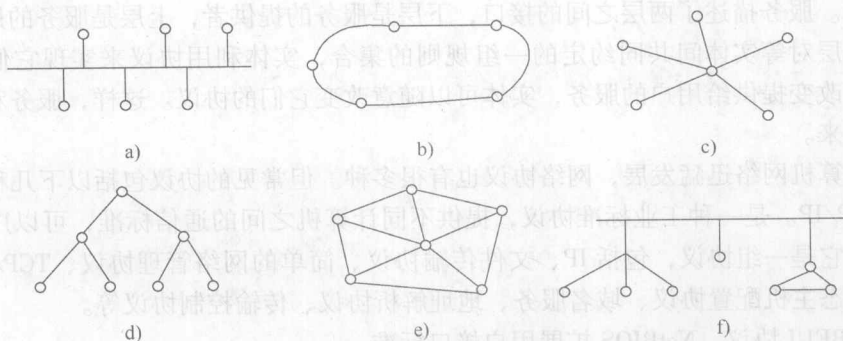


图 1-7 常见拓扑结构示意图

a) 总线型 b) 环形 c) 星形 d) 树形 e) 网状 f) 混合型

便。其缺点是“一条直线走到黑”，使得网络规模、距离、网络布线施工等受到限制。

2. 环形拓扑

在环形拓扑结构中，节点通过相应的网络接口卡(NIC)，使用点到点线路连接，构成闭合的环，环中数据沿着一个或两个方向绕环逐点传输。

环形拓扑结构的特点包括：信息在网络中沿着固定方向流动，两个节点间仅有唯一的通路，大大简化了路径选择的控制；当某个节点发生故障时，可以自动旁路，可靠性较高；由于信息是串行穿过多个节点环路接口的，当节点过多时，会影响传输效率，使网络响应时间变长，但当网络确定时，其延时固定，实时性强；环路封闭，扩充不方便。

环形拓扑结构曾经是局域网常用的拓扑结构之一，其主要优点是延时具有可控制性。它适用于对时间要求比较苛刻的信息采集、处理系统和工厂自动化系统。而且当网络负载过载时，环形网的传输效率要比以太网优秀。1985年，IBM公司推出的令牌环网就是典范；1995年前后，比较流行的大型FDDI骨干网采用的也是这种拓扑结构。目前流行的局域网主干也往往采用环形拓扑结构。

3. 星形拓扑

星形拓扑结构中存在着一个中心节点，每个节点通过点到点线路与中心节点连接，任何两个节点之间的通信都要通过中心节点转接。按照这种定义，普通的共享介质局域网中不存在星形拓扑，只有在出现交换局域网之后，才真正出现了物理结构和逻辑结构统一的星形拓扑。

星形拓扑结构的特点包括：高度集中控制，易于网络管理，所有的信息都必须经过中央节点，所以中央节点可以很容易地统计网络的通信量、报告错误信息、监测和诊断网络故障；容易扩展，只需在中央节点和新节点之间增加一条线路就可以了，不影响其他节点；但这种拓扑结构费用比较高，因为每个节点都需要电缆与中央节点相连，所以需要大量的电缆；中央节点成为全网的关键设备，如果中央节点发生故障，整个网络就不能工作，因此要求中央节点具有较高的可靠性和冗余度及较强的数据处理能力，这无形又增加了费用。

星形拓扑结构是目前应用最广泛的一种网络拓扑结构，最常见的是由双绞线构成的10Base-T以太网。另外，几乎所有的无线通信网络都采用星形结构，如卫星通信、移动电话、无线寻呼等。

4. 树形拓扑