

新世纪高职高专课程与实训系列教材

计算机网络技术 基础与实训教程

潘荷新 主 编
束美玲 刘子明 卞华珍 副主编
邓 凯 主 审

课程

与

实训



清华大学出版社

新世纪高职高专课程与实训系列教材

计算机网络技术基础与实训教程

潘荷新 主 编

束美玲 刘子明 卞华珍 副主编

邓 凯 主 审

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以实际网络工程建设为背景,介绍了网络建设、网络管理的主要技术与实施方法,内容包括活动目录、IP 规划、DHCP 服务、WINS 服务、路由管理、DNS 服务、Web 服务、FTP 服务、电子邮件、网络接入技术、网络安全等。为方便读者学以致用,从第 3 章起每章都精心安排了网络实验与实训,结合作者总结的 Internet 仿真环境,可实现 Internet 环境下的所有网络实践。

本书以 Internet 环境的实现为基础,结构清晰,叙述深入浅出,注重实践。本书既可作为高等职业院校计算机网络技术专业的教材,也可作为其他从事相关工作的人员学习参考。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术基础与实训教程/潘荷新主编;束美玲,刘子明,卞华珍副主编;邓凯主审. —北京:清华大学出版社,2005.10

(新世纪高职高专课程与实训系列教材)

ISBN 7-302-11864-7

I.计… II.①潘…②束…③刘…④卞…⑤邓… III.计算机网络—高等学校: 技术学校—教材
IV.TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 109311 号

出 版 者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 客户服务:010-62776969

组稿编辑:黄 飞

文稿编辑:闫光龙

排版人员:李 欣

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:16.5 字数:390 千字

版 次:2005 年 10 月第 1 版 2005 年 10 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-11864-7/TP·7709

印 数:1~4000

定 价:23.00 元

前 言

计算机网络是计算机技术和通信技术紧密结合的产物,它的诞生使计算机应用体系发生了巨大变化,在当今社会经济中起着非常重要的作用。从某种意义上讲,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。

近年来,高等职业技术教育得到了飞速发展,学校急需适合职业教育特点的计算机网络技术课程的实用型教材,减少枯燥难懂的理论,取而代之的是建网、管网、上网等实际操作应用能力的培养与训练,本书就是根据这一人才培养特点编写的。

本书编写的原则是拓宽基础、突出实验与实训,以网络规划、网络工程为主线,以网络技术为基础,以网络功能实现为主体,所有的教学内容均有基于网络工程环境的实验与实训方法,特别是编者结合多年网络课程的教学经验,设计出一种 Internet 网络环境的仿真方法,使所有的网络实验,特别是基于 Internet 的实验都能在教学实验中实现,克服了以往 Internet 只讲不做,或实验成本过高等问题,达到了事半功倍的效果。

由于本教材注重网络实用技术及实际应用能力,并以经济、易行的 Internet 仿真技术为基础,因此使学生在学学习网络技术的时候,能掌握实际工程中的管理和应用技巧,真正实现实验、实训的系统化、工程化。本教材以 Windows 2003 为主要实验平台,内容新,讲述方法浅显,适合高等职业学校、成人高校、本科院校设立的二级职业技术学院的学生和网络工程人员使用。

本书由潘荷新主编,邓凯主审,卞华珍编写了第 1、2 章,束美玲编写了第 3、4、5 章,刘子明编写了第 6、11、14 章,潘荷新编写了第 7、8、9、10、12、13 章及附录。

由于作者水平有限,书中难免存在缺点与错误,欢迎大家批评指正,作者希望能与更多的老师和读者交流,联系方法 E-mail: hxpan_0418@sohu.com。

编 者

目 录

第 1 章 计算机网络概述..... 1	第 2 章 计算机网络技术与系统集成 22
1.1 计算机网络的发展 1	2.1 网络系统集成概述 22
1.2 计算机网络的概念 4	2.2 网络技术 23
1.3 计算机网络的功能 4	2.2.1 网络传输技术 23
1.3.1 数据通信功能..... 4	2.2.2 网络交换技术 24
1.3.2 资源共享功能..... 4	2.2.3 网络接入技术 26
1.3.3 其他功能..... 5	2.3 综合布线技术 26
1.4 计算机网络的分类 5	2.3.1 综合布线概述 27
1.5 网络体系结构 6	2.3.2 综合布线的标准 27
1.5.1 网络协议..... 6	2.3.3 综合布线系统的结构 28
1.5.2 计算机网络的体系结构..... 6	2.4 服务器技术与选择 29
1.6 ISO/OSI 开放系统互联参考模型 7	2.4.1 服务器分类 29
1.6.1 OSI 参考模型层次划分原则 ... 7	2.4.2 服务器技术 30
1.6.2 OSI 参考模型的七层 协议及其功能..... 8	2.4.3 服务器的选型 32
1.6.3 OSI 模型的数据流向 11	2.5 本章习题 33
1.7 网络互联与 TCP/IP 协议综述 12	第 3 章 Windows Server 2003 的 安装与基本使用..... 34
1.7.1 网络互联层次..... 12	3.1 Windows Server 2003 的特点 34
1.7.2 TCP/IP 参考模型..... 13	3.1.1 服务器角色 34
1.8 网络的基本组成 16	3.1.2 Windows Server 2003 的优点 35
1.8.1 网络的基本逻辑组成..... 16	3.1.3 Windows Server 2003 的家族成员 35
1.8.2 网络工作站与服务器..... 16	3.2 Windows Server 2003 硬件条件 36
1.8.3 网络适配器..... 17	3.3 文件系统 37
1.8.4 传输介质..... 17	3.3.1 FAT 文件系统 37
1.8.5 网络互联设备..... 18	3.3.2 FAT32 文件系统 38
1.9 网络操作系统 19	3.3.3 NTFS 文件系统..... 38
1.9.1 网络操作系统概述..... 19	3.3.4 NTFS 和 FAT 的区别 39
1.9.2 网络操作系统提供的内容..... 20	
1.10 其他网络软件 21	
1.11 本章习题 21	

3.4 Windows Server 2003 的安装	40	5.5 实验与实训	88
3.4.1 安装前的准备	40	5.6 本章习题	92
3.4.2 Windows Server 2003 标准版的安装	41	第 6 章 DHCP 服务与实现	93
3.5 Windows Server 2003 网络 组件的安装与配置	45	6.1 DHCP 服务概述	93
3.5.1 Windows Server 2003 网络组件简介	46	6.1.1 DHCP 概述	93
3.5.2 安装网络协议、服务 组件和客户组件	46	6.1.2 DHCP 的工作过程	94
3.5.3 添加网络组件	48	6.1.3 DHCP 的常用术语	95
3.5.4 配置 TCP/IP 协议	49	6.2 DHCP 服务器的安装与配置	95
3.6 实验与实训	52	6.2.1 安装 DHCP 服务器	95
3.7 本章习题	54	6.2.2 在 DHCP 服务器中 添加作用域	97
第 4 章 IP 寻址与规划	55	6.2.3 DHCP 服务器的属性设置	100
4.1 网络协议与 IP 寻址	55	6.2.4 保留特定的 IP 地址	102
4.1.1 TCP/IP 协议概述	55	6.3 DHCP 客户机的设置	103
4.1.2 IPv4 寻址	56	6.4 实验与实训	103
4.2 下一代网络协议 IPv6	62	6.5 本章习题	108
4.3 网络协议的安装与 IP 地址的配置	66	第 7 章 路由服务与实现	109
4.4 实验与实训	66	7.1 概述	109
4.5 本章习题	68	7.1.1 路由器的基本功能	109
第 5 章 Windows Server 2003 的 资源管理	70	7.1.2 路由器的分类	110
5.1 活动目录概述	70	7.2 路由器的工作过程与路由协议	110
5.2 Active Directory 的特性	71	7.2.1 路由器的工作过程	110
5.3 域与域控制器	72	7.2.2 路由选择	111
5.3.1 域	72	7.2.3 路由协议	112
5.3.2 信任关系	73	7.3 Windows Server 2003 路由器 的实现与管理	113
5.3.3 用户帐户和计算机帐户	74	7.3.1 配置路由器	113
5.4 Active Directory 功能的 实现与管理	75	7.3.2 静态路由的配置	115
5.4.1 安装 Active Directory	75	7.3.3 配置 RIP 动态路由协议	116
5.4.2 管理域控制器	80	7.3.4 路由器访问控制	118
5.4.3 用户帐户的基本操作	84	7.4 配置路由器客户端	119
5.4.4 组的操作	86	7.5 实验与实训	120
5.4.5 计算机帐户的管理	87	7.6 本章习题	125
		第 8 章 域名系统及实现	126
		8.1 域名概述	126
		8.2 域名结构与工作过程	127

8.2.1 域名结构.....	127	第 11 章 FTP 服务与实现	174
8.2.2 DNS 名称解析过程.....	128	11.1 FTP 服务概述	174
8.2.3 域名解析方式.....	130	11.2 FTP 服务的配置	175
8.2.4 域名注册.....	130	11.2.1 FTP 服务器的规划.....	175
8.3 域名服务器的安装与配置	131	11.2.2 创建 FTP 站点.....	176
8.3.1 域名系统的安装.....	131	11.2.3 创建虚拟目录	179
8.3.2 域名系统正向区域的配置...	132	11.2.4 管理 FTP 站点.....	182
8.3.3 反向查找区域配置.....	135	11.2.5 FTP 站点安全性设置.....	186
8.3.4 添加子域.....	138	11.3 FTP 应用	189
8.4 DNS 客户端配置	138	11.4 实验与实训	189
8.5 DNS 诊断	139	11.5 本章习题	192
8.6 实验与实训	140	第 12 章 电子邮件及其实现.....	193
8.7 本章习题	145	12.1 电子邮件服务概述	193
第 9 章 WINS 服务与实现	146	12.2 电子邮件系统的组成与服务	194
9.1 WINS 服务概述	146	12.2.1 邮件系统的组成	194
9.2 WINS 服务的运行机理	147	12.2.2 电子邮件系统的 服务机制	195
9.2.1 WINS 的基本服务	147	12.3 邮件服务器的类型与选择	196
9.2.2 WINS 的名字解析机制	147	12.4 邮件服务器的安装配置与使用	197
9.3 WINS 服务的实现	148	12.4.1 Foxmail Server for Windows 2.0 安装	197
9.3.1 WINS 服务的安装	148	12.4.2 邮件的使用	201
9.3.2 WINS 服务器的配置	149	12.5 实验与实训	205
9.3.3 WINS 数据库维护	151	12.6 本章习题	208
9.4 WINS 客户机的配置	153	第 13 章 Internet 接入技术与实现	209
9.5 实验与实训	154	13.1 概述	209
9.6 本章习题	157	13.1.1 Intranet 连入 Internet 的方式	209
第 10 章 Web 服务与实现	158	13.1.2 普通用户接入 Internet 的方法	211
10.1 Web 服务概述	158	13.2 代理服务器	212
10.2 Web 服务器软件及其选择.....	159	13.2.1 代理服务器的功能	212
10.2.1 Web 服务器软件的选择	159	13.2.2 代理服务器使用与配置	213
10.2.2 IIS 6.0 简介	160	13.2.3 代理服务器客户端 的配置	219
10.3 IIS 使用与 Web 配置	161		
10.3.1 IIS 的安装.....	161		
10.3.2 Web 网站配置与管理	161		
10.4 多个网站建设方法	165		
10.5 实验与实训	168		
10.6 本章习题	173		

13.3	实验与实训	220	14.3.3	对实况进行编码	232
13.4	本章习题	224	14.4	视频点播服务器的搭建、 配置与管理	232
第 14 章	多媒体视频点播 服务与实现.....	225	14.4.1	设置默认点播发布点	232
14.1	流媒体技术概述	225	14.4.2	创建点播发布点	233
14.2	Windows Media 服务的安装.....	226	14.4.3	制作播放列表	239
14.3	制作流式文件	227	14.4.4	对点播发布点的访问	241
14.3.1	安装 Windows Media 编码器.....	228	14.5	实验与实训	242
14.3.2	转换文件格式.....	229	14.6	本章习题	248
			附录	Internet 网络实验机房技术.....	249

第 1 章 计算机网络概述

学习目的与要求:

计算机网络技术是信息技术中最活跃的分支之一,虽然只有短短的三十多年时间,却给人类社会带来了深刻的影响。本章主要介绍计算机网络技术发展的基本历史,了解计算机网络技术发展的概况,并通过具体网络协议的介绍,使读者能掌握网络技术的内涵与特点,达到对计算机网络技术的全面认识。

本章主要学习内容:

- 计算机网络技术的发展与功能
- 网络的分类与特点
- TCP 网络协议与 ISO/OSI 网络互联标准
- 网络的基本组成

1.1 计算机网络的发展

当 1969 年 12 月世界上第一个数据包交换计算机网络 ARPANET 出现时,没有人会预测到时隔三十多年,计算机网络在现代信息社会中扮演了如此重要的角色。ARPANET 网络已从最初的四个结点发展为横跨全世界一百多个国家和地区、挂接几万个网络、几百万台计算机、几十亿用户的因特网 (Internet)。Internet 是当前世界上最大的国际性计算机互联网络,而且还在不断发展之中。

在 1946 年,世界上第一台数字计算机问世,但当时计算机的数量非常少,且非常昂贵。由于当时的计算机大都采用批处理方式,用户使用计算机首先要将程序和数据制成纸带或卡片,再送到计算中心进行处理。1954 年,出现了一种被称作收发器(Transceiver)的终端,人们使用这种终端首次实现了将穿孔卡片上的数据通过电话线路发送到远地的计算机上。此后,电传打字机也作为远程终端和计算机相连,用户可以在远地的电传打字机上输入自己的程序,而计算机计算出来的结果也可以传送到远地的电传打字机上并打印出来,计算机网络的基本原型就这样诞生了。

由于当初的计算机是为批处理而设计的,因此当计算机和远程终端相连时,必须在计算机上增加一个接口。显然,这个接口对计算机原来软件和硬件的影响应当尽可能小。这样就出现了如图 1.1 所示的线路控制器(Line Controller)。图中的调制解调器(MODEM)是必需的,因为电话线路本来是为传送模拟语音而设计的。

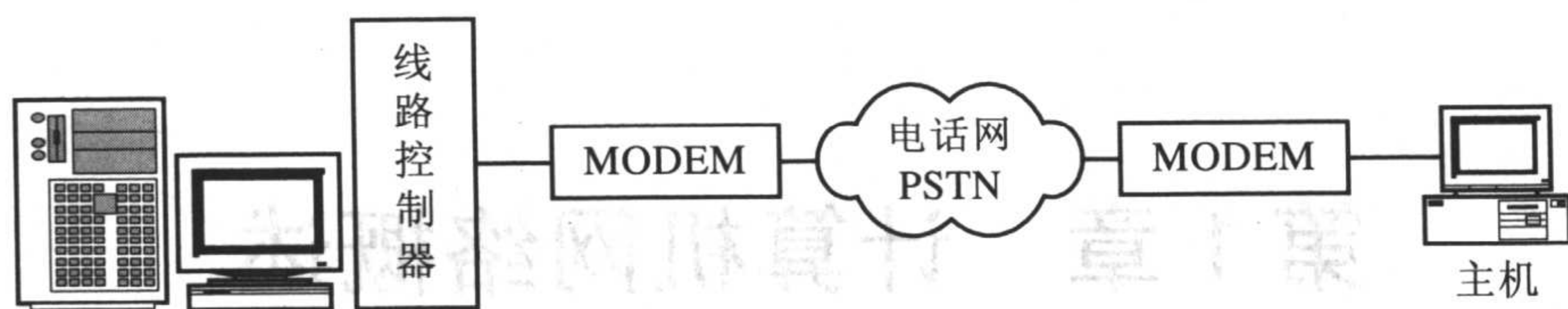


图 1.1 计算机通过线路控制器与远程终端相连

随着远程终端数量的增加,为了避免一台计算机使用多个线路控制器,在 20 世纪 60 年代初期,出现了多重线路控制器(Multiple Line Controller)。它可以和多个远程终端相连接,构成面向终端的计算机通信网,如图 1.2 所示。有人将这种最简单的通信网称为第一代计算机网络。这里,计算机是网络的控制中心,终端围绕着中心分布在各处,而计算机的主要任务是进行批处理。考虑到为一个用户架设直达的通信线路是一种极大的浪费,因此在用户终端和计算机之间通过公用电话网进行通信。

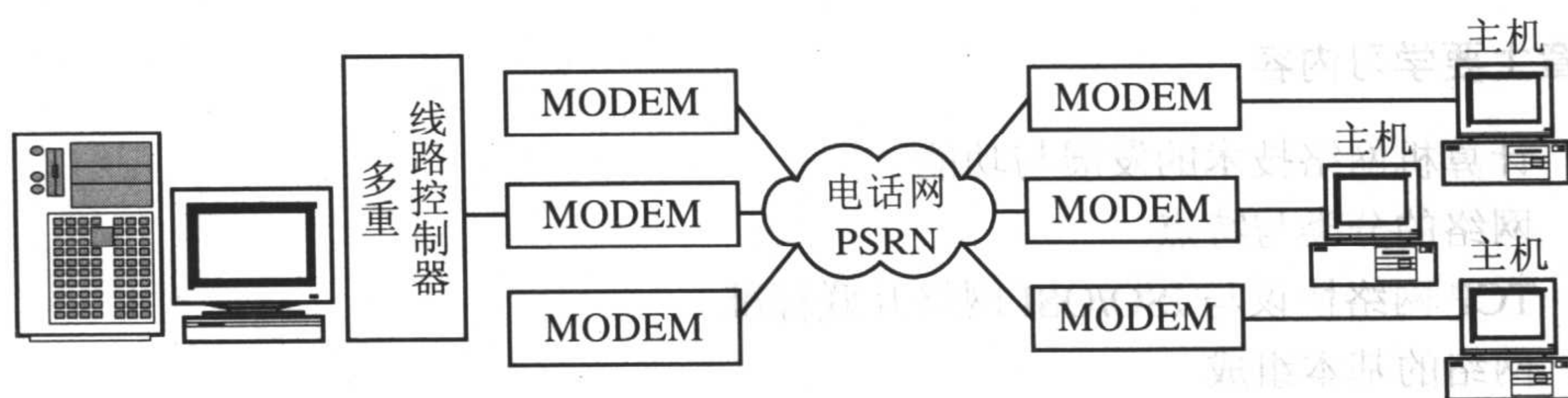


图 1.2 第一代计算机网络：以主机为中心

面向终端的计算机网络系统(分时系统)的成功,极大地刺激了用户使用计算机的热情,使计算机用户的数量迅速增加。但这种网络系统也存在着一些缺点:如果计算机的负荷较重,会导致系统响应时间过长,而且单机系统的可靠性一般较低,一旦计算机发生故障,将导致整个网络系统的瘫痪。

为了克服第一代计算机网络的缺点,提高网络的可靠性和可用性,人们开始研究将多台计算机相互连接的方法。

人们首先想到能否借鉴电话系统中所采用的电路交换(Circuit Switching)思想?多年来,虽然电话交换机经过多次更新换代,但是其本质始终未变,都是采用电路交换技术。从资源分配角度来看,电路交换是预先分配线路带宽的。用户在开始通话之前,先要通过拨号申请建立一条从发送端到接收端的物理通路。只有在此物理通路建立之后,双方才能通话。在通话过程中,用户始终占有从发送端到接收端的固定传输带宽。1964 年 8 月,巴兰(Baran)在美国兰德(Rand)公司“论分布式通信”的研究报告中提到了存储转发的概念。1962~1965 年,美国国防部高级研究计划署(Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA)和英国的国家物理实验室(National Physics Laboratory, NPL)都在对新型的计算机通信技术进行研究。英国 NPL 戴维斯(David)于 1966 年首次提出了“分组”(Packet)这一概念。到 1969 年 12 月, DARPA 的计算机分组交换网 ARPANET 投入运行。ARPANET 连接了美国加州大学洛杉矶分校、加州大学圣巴巴拉分校、斯坦福大学和犹他大学四个结点的计算机。ARPANET 的成功,标志着计算机网络的发展进入了一个新纪元。

ARPANET 的成功运行使计算机网络的概念发生了根本性的变化。早期的面向终端的计算机网络是以单个主机为中心的星型网,各终端通过电话网共享主机的硬件和软件资源。但分组交换网则以通信子网为中心,主机和终端都处在网络的边缘,如图 1.3 所示。主机和终端构成了用户资源子网。用户不仅共享通信子网的资源,而且还可共享用户资源子网的丰富的硬件和软件资源。这种以资源子网为中心的计算机网络通常被称为第二代计算机网络。

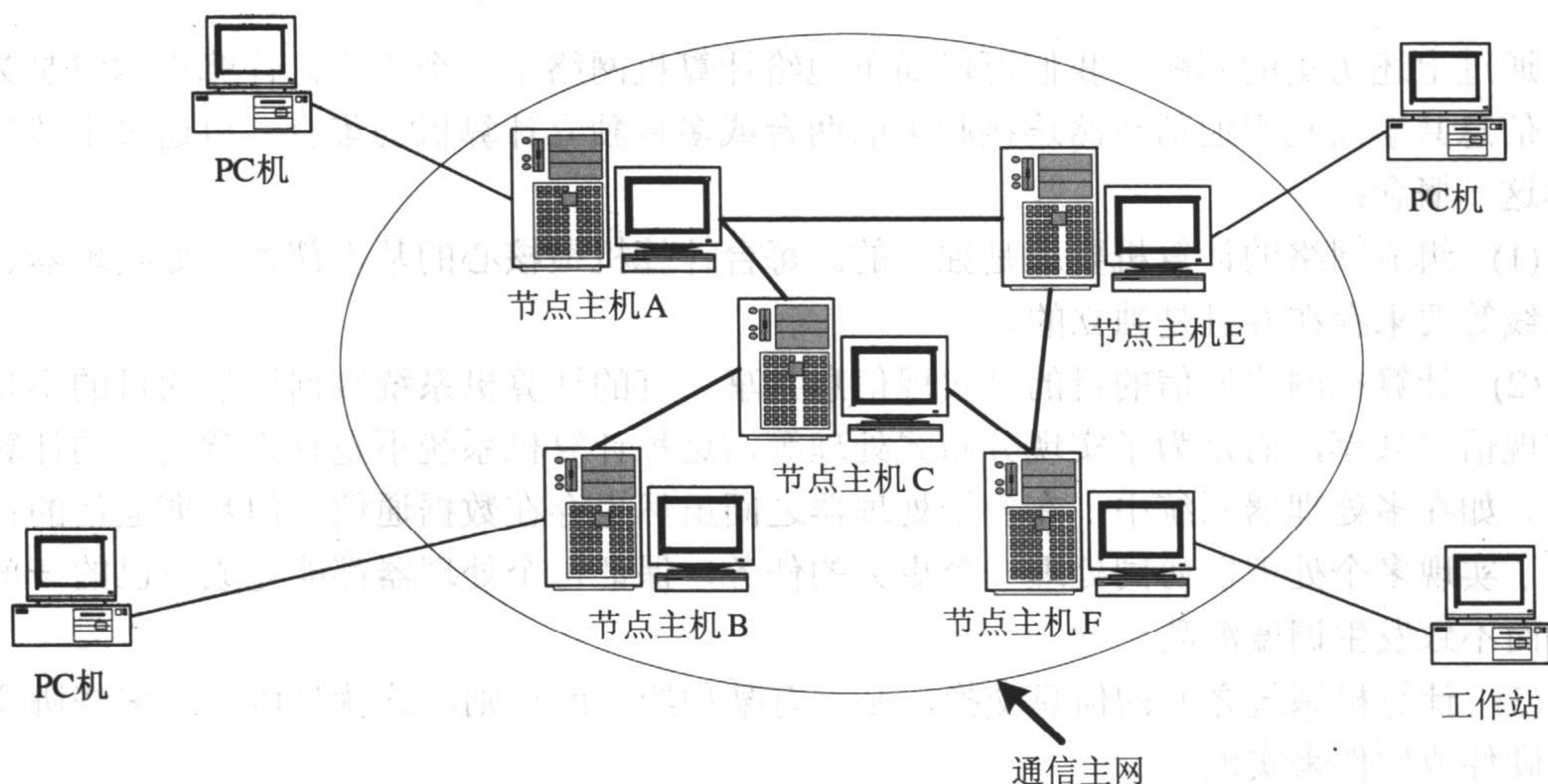


图 1.3 以分组交换网通信子网为中心的计算机网络

在第二代计算机网络中,多台计算机通过通信子网构成一个有机的整体,既分散又统一,从而使整个系统性能大大提高;原来单一主机的负载可以分散到全网的各个机器上,使得网络系统的响应速度加快;而且在这种系统中,单机故障也不会导致整个网络系统的全面瘫痪。

早期的计算机网络大都是由研究部门、大学、计算机公司等各自研制的,因而没有统一的系统标准。由于各生产厂家的计算机和网络产品在技术、结构等方面有着很大的差异,这给用户带来了很大的不便。

20 世纪 70 年代后期,人们认识到了这个问题的严重性,开始提出发展计算机网络的国际标准化问题。许多国际组织,如国际标准化组织(ISO)、国际电报电话咨询委员会(CCITT)、美国电气和电子工程师协会(IEEE)等都成立了专门的研究机构,研究计算机系统的互联、计算机网络协议标准化等问题,研究使不同的计算机系统、不同的网络系统能互联在一起,实现“开放”的通信和交换、实现资源共享和分布处理等。1984 年,ISO 正式颁布了一个称为“开放系统互联基本参考模型”(OSI/RM 模型)的国际标准 ISO7498,该模型目前已被国际社会普遍接受,并被公认为是新一代计算机网络体系结构的基础。80 年代中期,以 OSI 模型为参照,ISO 以及 CCITT、IEEE 等机构开发制定了一系列协议标准,形成了一个庞大的 OSI 基本标准机制。OSI 标准确保了各厂商生产的计算机和计算机网络产品之间的互联,推动了 OSI 技术的发展和标准的制定。OSI 参考模型的出现,意味着计算机网络发展到第三代。

在 OSI 参考模型推出后,网络的发展一直走标准化道路,而网络标准化的最大体现就是 Internet 的飞速发展。现在 Internet 已成为世界上最大的国际性计算机互联网。Internet 遵循 OSI 参考模型,因此 Internet 仍属于第三代计算机网络。

1.2 计算机网络的概念

通过上述历史的回顾,我们可以简单地给计算机网络下一个定义:计算机网络是为了实现信息共享而利用通信线路连接起来的两台或多台独立计算机的集合。可通过下述三点理解这一概念:

(1) 组成网络的计算机要求是独立的。每台计算机最核心的基本部件,如处理器、系统总线等要求存在并且是独立的。

(2) 计算机网络通信的目的是实现信息共享。有的计算机系统数据通信的目的不是为了实现信息共享,而是为了实现分布式处理等,这种计算机系统不是真正意义上的计算机网络。如在多处理器系统中,在各个处理器之间虽然也存在数据通信,但数据通信的目的是为了实现多个处理器协同处理一个更大的任务,保证每个处理器都能完成自己的一部分任务而不致发生调度混乱。

(3) 计算机系统之间的信息交换,必须有某种约定或规则,这就是协议。这些协议可以由硬件或软件来实现。

1.3 计算机网络的功能

1.3.1 数据通信功能

数据通信是计算机网络最基本的功能,是指允许计算机网络上的计算机之间能相互进行数据传输、信息交换。数据通信最简单的应用就是电子邮件,目前计算机网络的通信业务主要有以下几类:信息查询与检索、文件传输与交换(FTP 等)、电子数据交换(EDI)、信息点播(例如视频点播 VOD)、CAD/CAM/CAI、计算机集成制造系统(CIMS)等。

1.3.2 资源共享功能

在计算机网络中,共享的网络资源可以有多种形式:数据、信息、软件、硬件等。通过计算机网络系统,可以使用远程计算机的强大处理能力或其他硬件设备,例如通过 TELNET 远程登录,可以使用远程计算机强大的运算能力处理本地复杂的数据运算,通过网络打印方式,可将本地打印任务由网络打印机打印,而不必自己购买并添加本地打印机。

1.3.3 其他功能

其实通信和资源共享只是计算机网络最基本和最重要的功能,实质上计算机网络的功能远不止这些,随着网络技术的发展,计算机网络的功能也将得到进一步的扩展和升华。如通过网络本身的高度冗余、容错提高计算机的可靠性;通过网络使一些性能较低的计算机共同合作完成只有大型机计算才能完成的大型项目,而其费用比大型计算机要低得多;对于较大型的综合问题,当一台计算机不能完成任务处理时,可按一定的算法将其分解成几个小的任务或几个阶段,交给不同的计算机分工协作完成。

1.4 计算机网络的分类

计算机网络的分类标准很多,按网络覆盖范围的大小,我们将计算机网络分为局域网(LAN)、城域网(MAN)、广域网(WAN)和互联网,不同规模的网络将采用不同的技术。

1. 局域网

局域网(Local Area Network, LAN)是指范围在几百米到十几公里内办公楼群或校园内的计算机相互连接所构成的计算机网络。计算机局域网被广泛应用于连接校园、工厂以及机关的个人计算机或工作站,以利于个人计算机或工作站之间共享资源(如打印机)和数据通信。

局域网中经常使用共享信道,即所有的机器都接在同一条电缆上。传统局域网具有高数据传输率(如 100Mbps 或 1000Mbps)、低延迟和低误码率的特点。新型局域网的数据传输率可达每秒千兆位甚至更高。

2. 城域网

城域网(Metropolitan Area Network, MAN)作为一种网络类型的主要原因是其标准存在并已实现,该标准的名称为分布式队列双总线(Distributed Queue Dual Bus, DQDB),它已经成为国际标准。城域网所采用的技术基本上与局域网相似,只是规模上要大一些。可以支持数据和语音传输,也可以与有线电视相连。

3. 广域网

广域网(Wide Area Network, WAN)通常跨接很大的物理范围,如一个国家。广域网包含很多用来运行用户应用程序的计算机系统集合,我们通常把这些机器叫做主机(Host);把这些主机连接在一起的是通信子网(Communication Subnet)。通信子网的任务是在主机之间传送报文。将计算机网络中的纯通信部分的子网与应用部分的主机分离开来,可以大大简化网络的设计。

广域网最初只是为使物理上广泛分布的计算机能够进行简单的数据传输,而目前主要用于交互终端与主机的连接、计算机之间文件或批处理作业传输以及电子邮件传输等。

4. 互联网

也称网间网，一般用于不同网络之间的相互连接，如局域网和广域网的连接、两个局域网的相互连接或将多个局域网通过广域网连接起来。

1.5 网络体系结构

1.5.1 网络协议

要想让两台计算机进行通信，必须使它们采用相同的信息交换规则。计算机网络协议(Protocol)，是指实现计算机网络中不同计算机系统之间的通信所必须遵守的通信规则的集合。例如，什么时候开始通信，采用什么样的数据格式，数据如何编码，按什么顺序交换数据，如何处理差错，如何协调发送和接收数据的速度，如何为数据选择传输路由等。网络协议包括以下三大要素：

(1) 语法 确定通信双方“如何讲”，定义了数据格式、编码和信号电平等。

(2) 语义 确定通信双方“讲什么”，定义了用于协调同步和差错处理等的控制信息。即对发生的请求、执行的动作和对方的应答等进行解释和响应。

(3) 时序 确定通信双方的“讲话次序”，定义了速度匹配和排序等。如谁先讲，先讲什么，后讲什么，讲多快等。

1.5.2 计算机网络的体系结构

所谓网络体系结构，是指从体系结构的角度来研究和设计计算机网络系统，其核心问题是网络系统的逻辑构造和功能分配，即确定管理和实现不同计算机系统之间互联和通信的方法与结构。现代计算机网络通常要用层次清晰的结构化设计方法，将计算机网络按功能划分为若干层(模块)，形成层次化的网络体系结构。

为了减少网络设计的复杂性，绝大多数网络采用分层设计方法。所谓分层设计方法，就是按照信息的流动过程将网络的整体功能分解为一个个的功能层，不同机器上的同等功能层之间采用相同的协议，同一机器上的相邻功能层之间通过接口进行信息传递。

为了便于理解接口和协议的概念，我们首先以邮政通信系统为例进行说明。人们平常写信时，都要有个约定，这就是约定信件的格式和内容。首先，我们写信时必须采用双方都懂的语言文字和文体，开头是对方称谓，最后是落款等。这样，对方收到信后，才可以看懂信中的内容，知道是谁写的，什么时候写的等。当然还可以有其他的一些特殊约定，如书信的编号、间谍的密写等。信写好之后，必须将信封装并交由邮局寄发，这样寄信人和邮局之间也要有约定，这就是规定信封的写法并贴邮票。在中国寄信必须先写收信人的地址、姓名，然后才写寄信人的地址和姓名。邮局收到信后，首先进行信件的分拣和分类，然后交付有关运输部门进行运输，如航空信交民航，平信交铁路或公路运输部门等。这时，邮局和运输部门也有约定，如到站地点、时间、包裹形式等。信件运送到目的地后进行相反的过程，最终将信件送到收信人手中，收信人依照约定的格式才能读懂信件。如图 1.4

所示，在整个过程中，主要涉及了三个子系统，即用户子系统、邮政子系统和运输子系统。

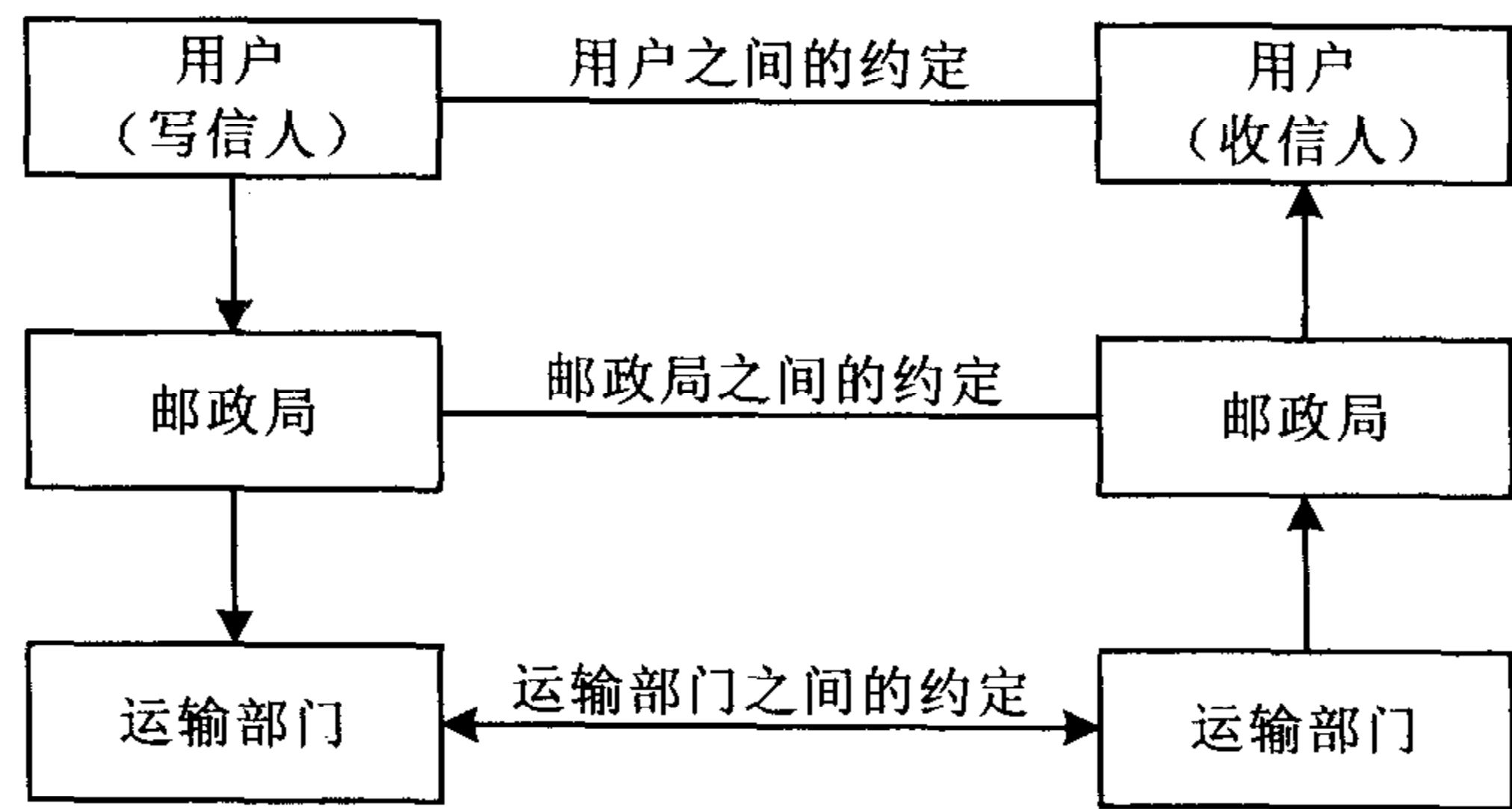


图 1.4 邮政通信系统

从上例可以看出，各种约定都是为了达到将信件从一个源点送到某一个目的点这个目标而设计的，这就是说，它们是因信息的流动而产生的。可以将这些约定分为同等机构间的约定，如用户之间的约定、邮政局之间的约定和运输部门之间的约定，以及不同机构间的约定，如用户与邮政局之间的约定、邮政局与运输部门之间的约定。

虽然两个用户、两个邮政局、两个运输部门分处甲、乙两地，但它们都分别对应同等机构，同属一个子系统；而同处一地的不同机构则不在一个子系统内，它们之间的关系是服务与被服务的关系。很显然，这两种约定是不同的，前者为部门内部的约定，而后者是不同部门之间的约定。

在计算机网络环境中，两台计算机中两个进程之间进行通信的过程与邮政通信的过程十分相似。用户进程对应于用户，计算机中进行通信的进程(也可以是专门的通信处理器)对应于邮局，通信设施对应于运输部门。

1.6 ISO/OSI 开放系统互联参考模型

网络分层体系结构模型的概念为计算机网络协议的设计和实现提供了很大方便。体系结构中最著名的是国际标准化组织(ISO)于 1981 年颁布的开放系统互联参考模型(Open System Interconnection Reference Model)，简称 OSI 模型。OSI 定义了异种互联网标准的框架结构，受到计算机和通信行业的极大关注，得到了国际上的承认，成为各计算机网络系统结构遵循的标准，大大地推动了计算机网络和计算机通信的发展。

1.6.1 OSI 参考模型层次划分原则

OSI 开放系统互联参考模型如图 1.5 所示。它用结构描述方法，即分层描述的方法，将整个网络的通信功能划分成七个部分(也叫七个层次)，每层各自完成一定的功能。由低层至高层分别称为物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层。这种划分使每一层都能执行本层所承担的具体任务，且功能相对独立，并通过接口与其相邻层连接。这里接口指相邻层之间的连接，依靠各层之间的接口或功能的组合，实现两系统间、

各结点间信息的传输。

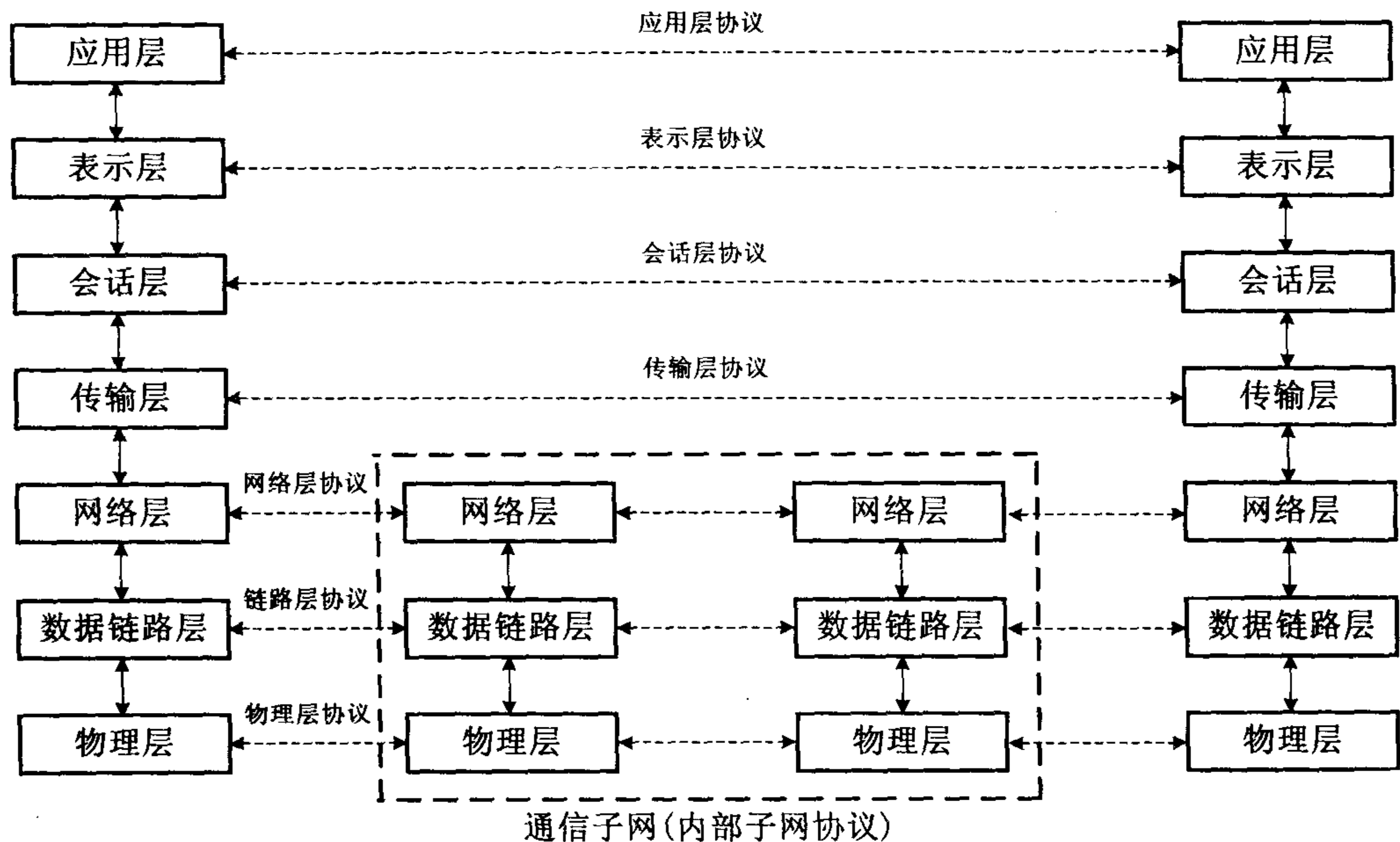


图 1.5 OSI 参考模型及协议

1.6.2 OSI 参考模型的七层协议及其功能

OSI 模型并未确切地描述用于各层的协议和服务，它仅仅告诉我们每一层应该做什么，其本身不包含网络体系结构的全部内容。

下面我们将从最下层开始，依次讨论 OSI 参考模型各层的功能。

1. 物理层 (Physical Layer)

物理层涉及通信在信道上传输的原始比特流。设计上必须保证一方发出二进制“1”时，另一方收到的也是“1”而不是“0”。这里最典型的问题是：用多少伏电压表示“1”多少伏电压表示“0”；一个比特持续多少微秒；传输是否在两个方向上同时进行；最初的连接如何建立和完成；通信后连接如何终止；网络接插件有多少针以及各针的用途；主要处理与物理传输介质有关的机械的、电气的、功能的和规程的接口问题。

物理层完成的主要功能：

- ① 二进制在线路上的表示和传输二进制“位”信号。
- ② 指定传输方式的要求。
- ③ 当建立、维护与其他设备的物理连接时，提供需要的机械、电气、功能特性和规程特性。

2. 数据链路层 (Data Link Layer)

数据链路层的主要任务是加强物理层传输原始比特的功能，使之对网络层显现为一条

无差错的链路。发送方把输入的数据分装在数据帧(Data Frame)里(一般帧数据为几百字节或几千字节),按顺序传送各帧,并处理接收方回送的确认帧(Acknowledgement Frame)。因为物理层仅仅接收和传送比特流,并不关心它的意义和结构,所以只能依赖各链路层来产生和识别帧边界(即帧的起始数据和结束数据)。数据链路层要解决的另一个问题(在大多数层上也存在)是防止高速的发送方的数据把低速的接收方“淹没”。因此需要有某种流量调节机制,使发送方知道当前接收方还有多少缓存空间。通常流量调节和出错处理同时完成。

简而言之,数据链路层的任务就是提供数据帧在链路上无差错地传输,其完成的主要功能有:

- ① 数据链路的建立、维护与释放链路的管理工作。
- ② 将传输数据增加的同步信息、校验信息及地址信息封装成数据帧。
- ③ 数据帧传输顺序的控制。
- ④ 差错检测与控制。
- ⑤ 数据流量控制。

3. 网络层(Network Layer)

网络层关系到子网的运行与控制,其中一个关键问题是确定分组从源端到目的端如何选择路由。路由既可以选用网络中固定的静态路由表,也可以在每一次会话开始时决定(例如通过终端对话决定),还可以根据当前网络的负载状况,高度灵活地为每一个分组决定路由。

如果在子网中同时出现过多的分组,它们将相互阻塞通路,形成瓶颈。此类拥塞控制也属于网络层的任务范围。

当分组不得不跨越一个网络以到达目的地时,新的问题又会产生:第二个网络的寻址方法可能和第一个网络完全不同;第二个网络可能由于分组太长而无法接收;两个网络使用的协议也可能不同等。网络层必须解决这些问题,以便异种网络能够互联。

在广播式网络中,一般共享一条公用信道,所以选择路由问题很简单。因此网络层很弱,甚至不存在。

网络层完成的功能如下:

- ① 通过路径选择将信息从最合适的路径由发送端传送到接收端。
- ② 防止通信子网信息流量过大而造成网络阻塞。
- ③ 网络连接的建立和管理。

4. 传输层(Transport Layer)

传输层的基本功能是从会话层接收数据,并且在必要时把它分成较小的单元,传递给网络层,并确保到达对方的各段信息正确无误,而且,这些任务都必须高效率地完成。从某种意义上讲,传输层可使会话层不受硬件技术变化的影响,因而传输层被认为是 OSI 模型中最重要的一层。

通常,会话层每请求建立一个传输连接,传输层就为其创建一个独立的网络连接。如果传输连接需要较高的信息吞吐量,传输层也可以为之创建多个网络连接,让数据在这些网络连接上分流,以提高吞吐量。另一方面,如果创建或维持一个网络连接较合算,传输