

第 6 章 计算机网络基础

6.1 计算机网络概述

6.1.1 计算机网络的概念

计算机网络是现代计算机技术和通信技术相结合的产物。它是用通信线路和通信设备将分布在不同地点的具有独立功能的多个计算机系统互相连接起来,在网络软件的支持下实现彼此之间的数据通信和资源共享的系统。

从计算机网络的定义可以看出,计算机网络是通信技术与计算机技术的结合。在硬件设备上,计算机网络增加了通信设备,网络内的计算机通过一定的互联设备与通信技术连接在一起,通信技术为计算机之间的数据传递和交换提供了必要的手段。因此,网络中的计算机之间能够互相进行通信。

计算机网络是多个计算机的集合系统。网络中的计算机最少是两台,大型网络可容纳成千上万台主机。目前世界上最复杂、最大的网络就是国际互联网,即因特网(Internet),它将全世界的计算机相互连接在一起,并且能够互相进行通信,实现全球范围内的资源共享。到目前为止,Internet 上的主机已达上亿台。网络中的计算机又分为服务器和 workstation,计算机网络中的计算机要么是服务器要么是 workstation。其中服务器是为网络提供共享资源并对这些资源进行管理的计算机。服务器有文件服务器、异步通信服务器、打印服务器、远程访问服务器、文件传输服务器、远程登录服务器等,网络中的服务器一般由较高档次的计算机来担任。特别是对安全性要求很高的网络,作为服务器的计算机都是专用服务器,如 HP 公司生产的 HP 服务器、IBM 公司生产的 Netsnity 服务器等,它们不仅具有大容量的硬盘和内存,并且都有双硬盘和快速处理数据的 SCSI 接口、SSA 接口,这些总线接口,其数据的处理速度是一般计算机的几倍甚至几十倍。网络 workstation 是用户在网上操作的计算机。用户通过 workstation 从服务器中取出程序和数据,并由 workstation 来处理。一般的微机都可作为 workstation。

联网的计算机都具有“独立功能”,即网络中的每台主机在没有联网之前,就有自己独立的操作系统,并且能够独立运行。联网以后,它本身是网络中的一个节点,可以平等地访问网络中其他的主机。

计算机网络的安装相当于“修路”,路修好以后,路上如何跑车,则必须有一些规则来支持。同样,网络上的信息传输、处理和使用则依赖于网络软件。网络软件包括网络系统软件、网络数据库软件和网络应用软件。

(1) 网络系统软件。包括网络服务器上运行的网络操作系统软件、网络 workstation 上运行的操作系统软件和一些基于网络操作系统的应用软件。网络服务器上运行的网络操作系统软件同一般的操作系统软件不同,它是一个多用户使用的软件。通常人们使用的 Windows 3.x、Windows 9x、DOS 等操作系统都是单用户的操作系统,它们都可以作为网络中 workstation 的操作系统,但不能作为服务器的操作系统。

(2) 网络数据库软件。是基于网络操作系统基础上的数据库软件。同一般的数据库软件不同,它可同时供多用户查询。目前最常见的大型网络数据库软件有 Oracle、Sysbase、Informix、SQL Server 等。

(3) 网络应用软件。是根据用户的需要,用开发工具开发出来的基于网络操作系统的用户软件,如 Lotus Notes 群件、Exchange、Netscape Navigator、Internet Explorer 等。

计算机网络通常被划分为通信子网和资源子网。在大型网络上的主机与主机之间的通信,中间要经过很多节点(又称为“中转站”)。从逻辑上说,网络中的计算机是应用部分,并且每台计算机都保存大量的信息,因此通常将主机部分称为资源子网,通信子网是通信部分。比如,局域网中,通信子网较简单,有传输介质(即传输线路及其附设)、网卡和集线器等。总之,网络中除了计算机之外的大多数硬件都归于通信子网。而实际上计算机在数据传输过程中也参加了网络通信,因此这种划分只是一种粗略的划分,它仅仅从硬件上把网络区分开了。图 6-1 所示为将一个通信网络划分为资源子网和通信子网。

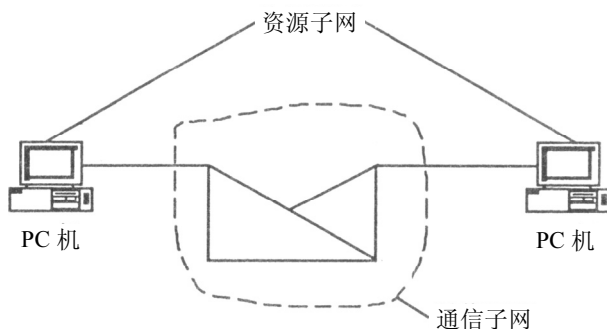


图 6-1 计算机网络的组成

6.1.2 计算机网络的发展

计算机网络的发展经历了从简单到复杂的过程,大体上可分为远程终端联机阶段、计算机网络阶段、计算机网络互联阶段和信息高速公路阶段 4 个阶段。

1. 远程终端联机阶段

远程终端联机阶段是计算机网络发展的初级阶段,经历了两个过程:远程终端联机过程和具有通信控制功能的远程终端联机过程。

最初的计算机具有两大特点:体积庞大、价格昂贵。正是这两个主要特点,使得一般的单位和个人无力购买计算机。很多科技工作者基于科研工作的要求,需要进行数据处理,因而就出现了一个叫做“多重线路控制器”的硬件设备,它可以使一台计算机和许多终端相联接,这样很多用户就可以通过终端共享一台计算机。这里,计算机是数据处理的中心和控制器,中心计算机通过通信线路和远程终端联接起来,用户使用终端把自己的请求通过通信线路传给中心计算机,计算机把所有用户的任务进行成批处理,再把处理结果返回给各用户。这个阶段就是计算机网络初级阶段的远程终端联机阶段。总之,最初的远程终端联机阶段是由一台中心计算机和若干终端通过通信线路联接起来进行远程批处理业务。这种联机系统有两个缺点:一是其主机系统的负荷太重,它既要承担数据处理任务,又要承担通信任务;二是对于远程终端来讲,一条通信线路只能与一个终端相联,通信线路的利用率很低。

为了减轻主机的负担,人们开发了一种叫做通信处理机的硬件设备,它承担所有的通信

任务，减少了主机的负荷，大大地提高了主机处理数据的效率。另外，在远程终端较密集处加了一个集中器，它也是一种通信处理机。它的一端用低速线路与多个终端相联，另一端则用一条较高速率的线路与计算机相连。这样就实现了多台终端共享一条远程通信线路，充分提高了通信线路的利用率。这个阶段就是具有通信控制功能的远程终端联机阶段。例如，1963 年在美国投入使用的飞机订票系统 SABRAI，其中心是设在纽约的一台中央计算机，2000 个售票终端遍布全国，使用通信线路与中央计算机相联。这是较早期的远程联机系统。

2. 计算机网络阶段

随着计算机的普及和价格的降低，一些大型的企事业单位和军事部门已经拥有多台计算机且分布在不同的地方，往往需要将分布在不同地区的多台计算机用通信线路连接起来，彼此交换数据、传递信息，而每个相联的计算机都是具有独立功能的计算机。这种通信双方都是计算机系统的网络就是计算机网络。1968 年，美国国防部高级研究计划局（ARPA）提出研制 ARPANET 的计划，1969 年建成 4 个节点的实验网。随后的几年间，ARPANET 迅速发展，联入的主机数超过 100 台，地理范围已覆盖美国的很多州。ARPANET 是世界上第一个实现了以资源共享为目的的计算机网络，所以人们往往将它作为现代计算机网络诞生的标志。1972 年，美国 Xerox 公司开发出以太网（Ethernet）技术，局域网技术逐渐成熟。

3. 计算机网络互联阶段

1984 年，国际标准化组织公布了开放系统互连模型（OSI），使各种不同的网络之间互连、互相通信成为现实，实现了更大范围内的计算机资源共享。随之而来的是，以 ARPANET 为主干发展起来的国际互联网，它的覆盖范围已遍及全世界，全球各种各样的计算机和网络都可以通过网络互联设备连入国际互联网，实现全球范围内的计算机之间的通信和资源共享。

4. 信息高速公路阶段

国际互联网 Internet 目前已经联系着超过 160 个国家和地区的一亿多台主机，成为当今世界上信息资源最丰富的互联网络，被认为是未来全球信息高速公路的雏形。但随着 Internet 的不断发展，用户的不断增加，Internet 的缺点就逐渐暴露出来了——上网的速度太慢，特别是随着多媒体应用的普及，人们希望 Internet 也能传输电视会议，甚至传输像彩色电视那样高质量的活动画面。网上会议要求传输线路至少要有 128kb/s 的带宽。彩色动画的传输需要 6Mb/s 的传输带宽，这些速率与目前 Internet 上的传输能力相距甚远，这是 Internet 发展的一大技术障碍。

未来的信息高速公路将以光纤为传输媒体，传输速率极高，集电话、数据、电报、有线电视、计算机网络等所有网络为一体的信息高速公路网。

6.1.3 计算机网络的分类

网络的分类标准有很多，如网络的拓扑结构、传输介质、速率、数据交换方式等，但这些标准只描述了网络某一方面的特征，不能反映网络技术的本质。事实上，有一种网络划分标准能反映网络技术的本质，这就是最常用的划分网络的标准——网络的覆盖范围。网络中的两个主要要素是硬件设备和网络协议。网络覆盖范围的不同，其联网的硬件设备和技术都不同，特别是覆盖范围很大的广域网，其联网的硬件技术和设备以及网络通信协议与局域网有根本的区别，因此以覆盖范围划分网络能真正反映网络的本质。

从覆盖范围进行分类，网络可分为局域网、广域网和城域网。

（1）局域网（Local Area Network, LAN）。一般指覆盖范围在 10 公里以内，一座楼房或

一个单位内部的网络。由于传输距离直接影响传输速度,因此局域网内的通信由于传输距离短,传输的速率一般都比较快。目前,局域网的传输速率一般可以达到 10Mb/s 和 100Mb/s,高速局域网传输速率可以达到 1000Mb/s。

(2) 广域网 (Wide Area Network, WAN)。是指远距离的、大范围的计算机网络。跨地区、跨国家的网络都是广域网。由于广域网的覆盖范围广,联网的计算机数量多,因此广域网上的信息量非常大,共享的信息资源很丰富。Internet 是全球最大的广域网,它覆盖的范围遍及全世界。

(3) 城域网 (Metropolitan Area Network, MAN)。其覆盖范围在局域网和广域网之间,一般指覆盖范围为一个城市的网络。

6.1.4 计算机网络的通信协议

从最根本的角度上讲,协议就是规则。在计算机网络中,数据从一台计算机传输到另一台计算机,称为数据通信或数据交换,也需要遵守一些规则,以减少网络阻塞,提高网络的使用效率。为进行网络中的数据交换而建立的规则、标准或约定,就称为网络通信协议。

计算机之间传输的信息实际上是一些位流,都代表一定的含义。至于代表什么含义,是由通信协议来说明的。在通信协议不同的两个网络中,同一位流其含义是不同的。

1. 网络通信协议的分层

网络通信比较复杂,因此网络的协议很多。网络通信不仅涉及到物理线路通信设备、计算机等硬件设备,还涉及到网络拥挤、数据丢失、不同的应用环境、不同的应用程序等软件环境。这就需要制定一些共同的规则即协议,只要大家都遵守这些规则,就能互相通信。因此,网络通信的正常运行,要靠大量复杂的网络协议来保证。

由于网络的通信协议涉及网络的各个方面,因此如果把通信协议作为一个整体来处理,那么单一的、无层次的协议,任何一个方面的改进必然需要对整体进行修改。而网络发展是非常迅速的,网络协议的增加和修改是不可避免的。因此,网络中需要一个有层次的、结构化的协议集合。这样,把网络的通信任务划分成不同的层次,每一层都有一个清晰、明确的任务,每层的任务由相应的协议来完成。每层协议与其他层之间是相对独立的,层与层之间有单向依赖性,每一层建立于它的下层之上,每一层都向上一层提供服务。这样,对网络通信协议某一方面的修改,只需要修改某层的某一个协议即可。

1974 年,人们提出了一个网络协议分层模式 SNA。此后,很多公司都提出了自己的网络分层结构。这些结构大同小异,都采用了层次的技术,但各有特点。DNA 是 Digital 公司提出的分层结构。网络分层结构的出现,加速了网络技术的发展。但由于各种网络分层结构不统一,一个公司的计算机网络很难与另一个公司的计算机网络进行互相通信。为解决这一问题,1977 年国际标准化组织 ISO 制定并公布了 OSI (Open System Interconnection) 开放系统互连模型。

OSI 开放系统互连模型把 DNA 和 SNA 等标准进行了统一,制定了全球开放系统互连模型。世界上任何一个系统,只要遵循 OSI 标准,就可以和世界上位于任何地方的也遵循着同一标准的其他系统进行通信。OSI 参考模型采用了七个层次的体系结构,从下到上依次为:物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层。

(1) 物理层。它是网络体系结构的最低层。主要定义网络的硬件特性,包括使用什么样的传输介质,以及传输介质连接的接头等物理特性,提供数据流的传输。作为发送方,物理层通过传输介质发送数据;作为接收方,物理层通过传输介质接收数据。

(2) 数据链路层。提供点到点的可靠传输，包括差错控制、流量控制。这里所说的点到点是指相邻两节点之间的通信，这两个节点之间没有任何转换设备。若在数据传输过程中，接收方发现接收到的数据有错误，数据链路层负责通知发送方重新发送数据，直至接收到的数据没有错误为止。这就是通常所说的差错控制。当发、收双方的数据传输速率不同，例如当发送方使用 100Mb/s 的网卡发送数据，而接收方使用 10Mb/s 的速度接收数据时，有些数据来不及接收，易丢失，此时数据链路层通知发送方发送速率太快，双方协商减慢发送速率，这就是通常所说的流量控制。总之，数据链路层为网络层提供可靠的、无差错的数据和流量控制。

(3) 网络层。主要功能是提供网络间的路径选择、网络互联和拥挤控制。在一个局域网内，涉及不到网络层，只有当网络互联、网络间相互通信时，才可能涉及到网络层。

(4) 传输层。是为端到端的应用程序间提供可靠的传输。进行相互通信的两个设备，不是直接通过传输介质连接起来，它们之间有很多中间转发设备（即交换设备），这样的两个设备间的通信就叫做端到端的通信。一般端到端通信是由一段段的点到点信道构成（如同接力比赛由几位运动员共同完成一样），提供应用程序间的通信手段。

(5) 会话层。主要针对远程访问，任务包括会话管理、传输同步以及活动管理等。会话一般都是面向连接的。例如，当建立的连接突然中断时，文件传输到半路，当重新传输文件时，是从文件的开始处重传还是从断处重传，这个任务由会话层来完成。

(6) 表示层。主要功能是信息转换，包括信息压缩、加密、与标准格式的转换以及各种逆转换等，以确保信息以对方能够识别的方式到达。

(7) 应用层。是 OSI 的最高层，提供面向用户的网络应用程序，例如电子邮件、文件传输、远程登录等。

总之，OSI 七个分层的模式，一是各层之间功能界限清楚，使复杂的网络设计简化；二是各层相对独立，某层的协议修改不涉及其他层次。当然，OSI 分层模式是抽象的，用户能够看到的只是应用层的应用界面以及自己要发送或接收的信息，至于数据格式转换、流量控制、差错控制、速率匹配、路由选择等大量的功能是 OSI 提供给用户的，但用户是看不到的。网络的通信中，涉及到发送方和接收方，对于发送方，其应用数据的传送是由应用层一层层向下进行的，每经过一层，都在上一层数据的基础上加上一定的控制信息，再交给下一层，依此类推。但到了第二层（数据链路层），其控制信息分成首尾两部分。而物理层，不加任何控制信息，直接将第二层传下来的数据通过传输介质发送出去。对于信息接收方，首先由物理层接收到数据后，就从物理层依次向上传输到最高层，中间经过的每一层都根据发送方在此层的控制信息进行必要的操作，然后剥去这一层的控制信息，再交给上一层，直至到达应用层，恢复发送方的应用层数据。

图 6-2 中，第三栏为每一层的数据分组的名称，传输层及传输层以上都称每个数据分组为“报文”，网络层称每个数据分组为“分组”，数据链路层称为“帧”，物理层称为“比特”。总之，数据分组在网络的每一层都有一个不同的名字，是数据分组在不同层次的不同称呼。

2. 计算机网络的功能

(1) 数据通信。这是计算机网络的最基本功能，计算机网络的其他功能都是基于数据通信功能之上实现的。计算机联网实现了计算机之间的数据传送。例如电子邮件、远程登录、信息浏览等是计算机网络为用户提供的基于数据通信的通信服务。

(2) 资源共享。共享是指网络中的计算机能够使用网络中其他计算机的硬件或软件。计

计算机网络的资源共享包括硬件资源共享、软件资源共享。网络中共享的硬件设备通常有打印机、绘图仪、光驱等。

(3) 分布式处理。在计算机网络中,可以把一项复杂的任务划分成若干个子模块,将不同的子模块同时运行在网络中不同的计算机上,使其中的每一台计算机分别承担某一部分工作。这样,多台计算机连成具有高性能的计算机系统来解决大型问题,大大提高了整个系统的效率和功能。

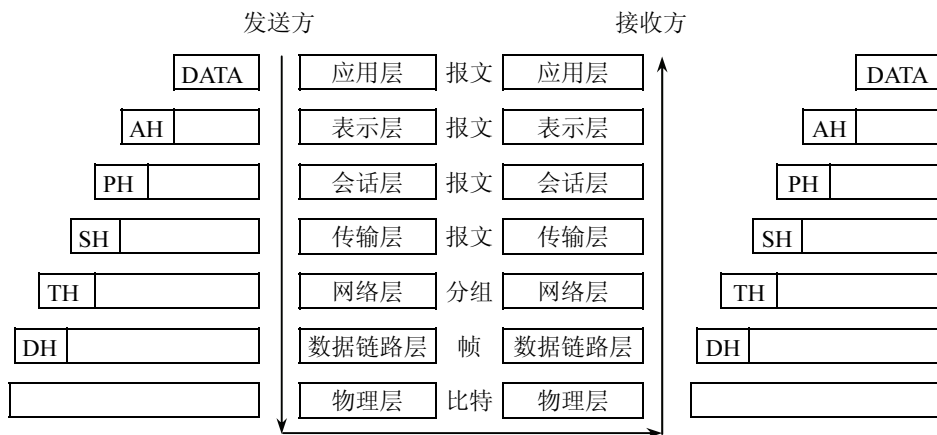


图 6-2 开放系统互连环境中的数据传输

(4) 提高计算机的可靠性。这也是计算机网络的主要功能。计算机网络中,每一台计算机都可以通过网络为另一台计算机做备份,这样一旦网络中的某台计算机发生故障,另一台做备份的后备机可代为工作,整个网络可以照常运行。这与单机相比,计算机网络提高了计算机的可靠性。目前安全性要求较高的计算机网络中,都配备双机热备份机,它的作用就是为网络服务器上的重要信息自动做备份。另外,计算机网络的分布式处理功能可以均衡网络中计算机的负载,同样可以提高网络中计算机的可靠性和可用性。

3. 网络的操作系统

网络操作系统和一般的单用户操作系统不同,它不仅是一个支持多线程、多任务的操作系统,还必须是一个支持多用户的操作系统。常用的网络操作系统有 UNIX、Netware、Windows NT 和 Linux 等。其中,UNIX 操作系统是最早也是最成熟的网络操作系统。

6.1.5 数据通信技术

1. 数据通信系统的构成

在计算机网络中,数据通信系统的任务是:把源计算机欲发送的数据迅速、可靠、准确地传输到目的计算机。一个完整的数据通信系统一般由源计算机(发送者)、目的计算机(接收者)、传输数据和通信线路组成,如图 6-3 所示。在源计算机和目的计算机中要有相应的数据信号接收和转换设备,如网卡、调制解调器等。

数据通信系统传输的信息是数据,是数字化了的信息,叫数字信息。数字信息是由二进制代码“0”和“1”组合而成的,将数字信息“0”和“1”用不同的电压表示,直接送到线路上传输。

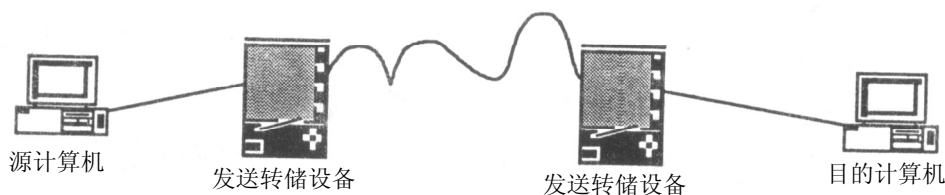


图 6-3 点到点的数据通信模型

通信线路是信息在数据设备之间传输的通道。常见的通信线路有数据通信线路和模拟通信线路。像电话线路和 CATV（有线电视）使用的线路，都是模拟线路。模拟线路用来传输模拟信号，而不能直接传输数字信号。如计算机之间的远距离通信需要借助模拟线路，则需要在通信的计算机两端增加调制解调器。同样，数据线路用来传输数字信号，如计算机之间传输的信号是数字信号，可以直接在数据线路上进行传输。

2. 数字信号和模拟信号

线路上传输的电信号可分为数字信号和模拟信号。模拟信号是指信号的波长和频率（每秒的波数）是连续变化的信号，如话音信号和广播电视信号。模拟信号在模拟线路上传输。在模拟线路上，模拟信号（例如电话中的声音）是通过电流和电压的变化进行传输的。

数字信号是指离散的信号，如计算机所用的由二进制代码“0”和“1”组成的信号。在通信线路上传输时，需要借助于电信号的状态来表示二进制代码的值。因为电信号可呈现两种状态，可以分别表示为“0”和“1”。

举例来讲，数字信号只包括“开”和“关”两种离散的状态，要么是“开”，要么是“关”；而模拟信号则包括从“开”到“关”之间的所有状态。由于模拟信号是连续变化的信号，所以模拟信号衰减得较慢，适合于长距离的传输。而数字信号是跳跃变化的，抗干扰能力差，适合于近距离的传输。

与模拟设备相比，用数字通信设备建立和提供高速通信的费用更低。近几年来，光纤技术的普及，使数据传输信道的带宽加宽，信号衰减减慢，数字信号的传输距离增长，数字线路正在普及。例如，电话系统这个古老的模拟信号系统，其主干网已逐渐改进为 ATM 数字信号网。

3. 数字信号与模拟信号的转换

两台距离较远的计算机之间要进行互相通信，如果想直接联网的话，则需要敷设传输线路，并且传输线路中间需要中继器，费用是很高的。这种情况下，往往借助现成的电话模拟系统。电话系统传输的是模拟信号，而计算机通信传输的是数字信号，模拟线路不能很好地传输数字信号，因此需要将数字信号转换成模拟信号。这个转换是由调制解调器 Modem 来完成的。同样，调制解调器也可以将模拟信号转换成数字信号。

数字信号在线路上的传输有两种方式：并行传输方式和串行传输方式。在并行传输中，可以同时传输多个二进制位。这样，每个位需要一条信道。在计算机内部或计算机与高速外设（如打印机、磁盘存储器等）之间，一般都采用并行传输，它可以获得很高的数据传输速率。如 32 位 PCI 总线的计算机，同时可传输 32 位，必须采用 32 条导线并排的传输线，所以并行传输只限于几米以内的极短距离的数据传输。

在串行传输中，数字信息是逐位在一条线路上或在一个信道上进行传输的。这种传输方式只要一条信道，通常用在远距离（10m 以外）的数据传输。与并行传输相比，其传输速率较低，但对信道的要求也低，所以它是数据通信中最常用的传输方式。

信道是指向某一方向传输信息的媒体。一条通信线路往往包括一条发送信道和一条接收信道,即一条通信线路往往包括两条或更多条信道。数字信道是用来传输数字信号的,模拟信道是用来传输模拟信号的。

6.2 计算机局域网

6.2.1 局域网的基本结构

局域网是指在一个集中的区域,将计算机、终端和各种外围设备互联在一起的通信网络。这里强调的是通信网,因此它的协议主要是低三层的通信协议。只有将连接到局域网中的数据通信设备再加上高层协议和网络软件,才能组成计算机网络,称为计算机局域网。但一般人们并不严格区分,故本书也不严格区分局域网和计算机局域网。

1. 局域网的主要特点

(1) 地理范围有限。通常网络分布在一座办公大楼或集中的建筑群内,为一个部门所有,涉辖范围一般只有几千米。

(2) 通信速率高。一般为基带传输,传输速率为 $1\sim 20\text{Mb/s}$,甚至 1000Mb/s ,能支持计算机间的高速通信。

(3) 可采用多种通信介质。例如,价格低廉的双绞线、同轴电缆或光纤等,可根据不同的需求进行选用。

(4) 多采用分布式控制和广播式通信。可靠性较高,误码率通常为 $10^{-4}\sim 10^{-11}$,节点的增删比较容易。

局域网中除一般的 LAN 之外,还有高速局域网(HSLAN)和计算机交换分机(CBX)。一般说来,决定局域网特性的主要技术有3个方面:局域网的拓扑结构、用以共享媒体的介质访问控制方法、用以传输数据的介质。局域网的拓扑结构与介质访问控制方法紧密相关,一旦拓扑结构确定,就对应着相应的介质访问控制方法。例如,总线结构主要采用载波监听多址访问/冲突检测(CSMA/CD)方法,也可采用令牌总线(Token-Bus)方法;对环型结构,则主要采用令牌环(Token-Ring)方法。拓扑结构、介质访问控制方法和介质种类一旦确定,则在很大程度上决定了网络的响应时间、吞吐率和利用率等各种特性。因此在选择局域网类型时,应根据用户需求权衡性能价格比等多种因素,切忌草率行事。

2. 计算机局域网的基本结构

(1) 总线型网络结构。

总线型网络结构指的是以一根中央主电缆将相互之间以线性方式连接的工作站连接起来的布局结构,如图6-4所示。

从图6-4可知,在总线型结构网络上的所有工作站或计算机都通过相应的硬件接口直接连在一根中央主电缆上,任何一个节点的信息都可以沿着总线向两个方向传输扩散,并且能被总线中任何一个节点所接收。其传输方式类似于广播电台,所以总线网络也称为广播式网络。

总线型网络结构的特点是:网络结构简单灵活,节点的插入、删除都较方便,因此易于网络的扩展;可靠性高,由于总线通常用无源工作方式,因此任一个节点故障都不会造成整个网络的故障;网络响应速度快,共享资源能力强,便于广播式工作;设备量少,价格低,安装使用方便;故障诊断和隔离困难,网络对总线状态比较敏感。

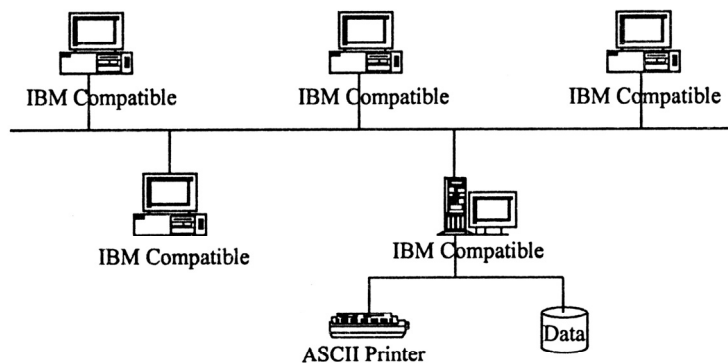


图 6-4 总线型网络结构

（2）环型网络结构。

环型网络结构指的是在网络中的各节点通过环路接口连在一条首尾相接的闭合环型通信线路中，环路上的任何节点均可以请求发送信息，请求一旦被批准，便可以向环路发送信息。环型结构网络如图 6-5 所示。

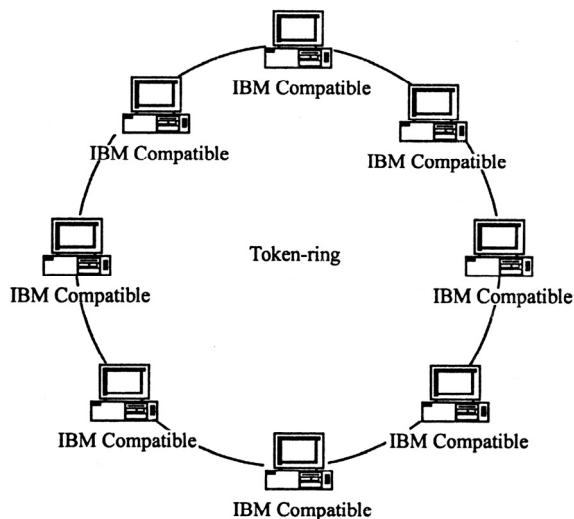


图 6-5 环型网络结构

从图 6-5 可知，在环型结构网络上的所有微机都通过一条环型线首尾相连，环网中的数据按照事先约定好的方向从一个节点单向传送到另一个节点，没有路径的选择问题。由于环线是公用的，所以一个节点发出的信息必须穿越环中所有的环路接口，当信息流中目的地址与环上某节点的地址相符时，信息被该节点的环路接口所接收，而后的信息继续流向下一环路接口，一直流回到发送信息的环路接口节点为止。在整个发收信息过程中，任何一个接口的损坏都将导致整个网络瘫痪。

环型网络结构的特点是：信息在网络中沿固定方向流动，两个节点间仅有唯一的通路，大大简化了路径选择的控制；由于信息是串行通过多个节点环路接口，所以当节点过多时，影响传输的效率，使网络响应时间变长；环路中每一节点的收发信息均由环路接口控制，控制软件较简单；当网络固定后，其延时也确定，实时性强；在网络信息流动过程中，由于信息源节

点到目的节点都要经过环路中的各中间节点,所以任何两点的故障都能导致环路失常,可靠性差;由于环路是封闭的,所以不易扩展。

(3) 星型网络结构。

星型网络结构是由中央节点为中心与各个节点连接组成的,各节点与中央节点通过点到点的方式连接,其结构如图 6-6 所示。

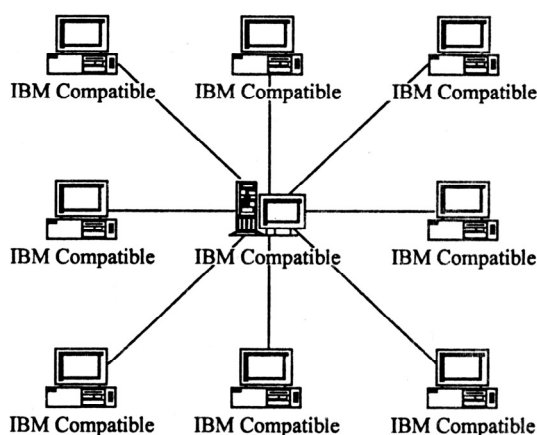


图 6-6 星型网络结构

从图 6-6 可知,在星型结构网络上的所有微机都通过中央节点,中央节点又称为中心转接站,所有信息流都经过中央节点进行信息控制,所以对中央节点要求相当高,中央节点相当复杂,其负荷比各站点重得多。

目前,大多局域网都采用星型网络结构,最为流行的 PBX 就是星型网络拓扑结构。星型网络结构的特点是:网络结构简单,便于管理,控制简单,联网建网都容易;网络延时时间较短,误码率较低;网络共享资源能力较差,通信线路利用率不高;节点间的通信必须经过中央节点进行转接,中央节点负担太重,工作复杂。现有的数据处理和声音通信的信息网大多采用星型网络结构。

(4) 树型网络结构。

树型网络结构是总线型网络的扩展,它是在总线型网络上加以分支形成的。该结构与 DOS 中的目录树结构相似,其传输介质可有多条分支,但不形成闭合回路,如图 6-7 所示。

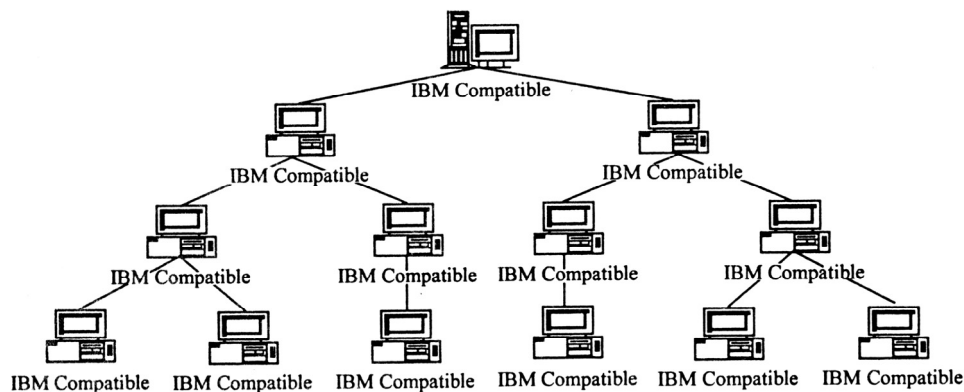


图 6-7 树型网络结构

从图 6-7 可知，树型网络结构是层次结构，它是一种在分级管理基础上的集中式网络，主要通信是在上下级节点之间，最上层的节点称为根节点，具有统管全网的能力，下面的节点称子节点，又具有统管所在支路网部分节点的能力。一般一个分支节点的故障不会影响到另一个分支节点的工作，任何一个节点发出的信息都可以传遍到整个传输介质。该网络也是广播式网络，树型网上的链路相对具有一定的专用性，无须对原网作任何改动就可以扩充工作站。

树型网络结构的特点是：网络结构的通信线路较短，所以网络成本低；由于树型网的链路相对具有一定的专用性，所以易于维护和扩充；某一个分节点或连线上的故障将影响该支路网络的正常工作；树型网络结构较星型网络复杂。

应当指出的是，在实际组建网络时，其拓扑结构不一定是单一的，通常是这 4 种拓扑结构的综合利用。微机局域网互联技术得到大力发展后，会出现某几种拓扑结构的复合形式。

6.2.2 计算机局域网的组成

1. 网络服务器及其作用

目前，流行的各种微机局域网的控制核心部件称为网络服务器。网络服务器一般可用一台高档次的微机或以大容量硬盘为主的专用服务器来担任。一个网络至少要有有一个服务器，服务器质量的好坏直接影响整个网络的效率。

网络服务器具有以下作用：

（1）运行网络操作系统。网络操作系统（Network Operating System, NOS）如同 DOS 与 Windows 在 PC 机上的角色，它是整个网络的核心。

（2）存储和管理网络中的共享资源。它控制网络上的文件传输的方式以及文件处理的效率，并且作为整个网络与使用者之间的界面。网络中共享的数据库、文件、应用程序等软件资源，大容量硬盘、打印机、绘图仪以及其他贵重设备等硬件资源等均放在服务器中。

（3）网络管理员。在网络服务器上对各工作站的活动进行监视控制和调整。

（4）在客户机/服务器（Client/Server）体系结构中，网络服务器不仅充当文件服务器，还应具有为各网络工作站的应用程序服务的功能。

2. 网络操作系统

网络操作系统的核心目标是管理好共享资源、文件系统，为保证网络操作系统正常运行而提供完好的保护手段。例如，系统备份、容错和安全控制等。常用的网络操作系统有如下几种：

（1）Novell 公司的 Netware 网络操作系统。该系统具有多用户、多任务的设计思想，并实施了开放系统的措施，采用了系统容错等一系列技术。目前，该操作系统占据整个网络市场的 60%~70% 份额，其产品有 Netware 386V3.11, Netware V4.0、V4.1、V5.0 和 Netware 386SFT E 等。

（2）Microsoft 公司的 LAN Manager 网络操作系统。该系统适合于中小规模的网络，设计成带有图形界面的 OS/2 应用程序，其特点使用域服务器概念，提供复杂的客户机/服务器应用，是唯一具有自动再连接特性的网络操作系统。其产品有 LAN Manager 2.1、2.2 等。其中，2.2 版本已具有局域网和广域网的功能。

（3）Microsoft 公司的 Windows NT 网络操作系统。于 1993 年 5 月正式推出，该系统具有 Windows 图形用户界面，内置网络功能，支持 Win 32 API 的操作系统，其目的是满足高档单用户桌面工作站操作平台、局域网服务器或主干计算机系统的需要，其版本有 Windows NT 4.0（高档次的操作系统）、Windows NT Server Edition 4.0（网络服务器高级操作系统）、Windows NT Workstation 4.0 以及 Windows NT Server 4.0 等。

Windows NT 系统具有工作站和服务器两种版本,既可以作为单机(工作站)的操作系统,又可以作为服务器的操作系统,是最新和功能最全的 32 位操作系统。Windows NT 除了继承和完善 Windows 95 的全部功能外,还具有完善的网络功能。其特点如下:其一,该系统支持多种网络协议,例如 NETBEUI、TCP/IP 和 DLC 等,这些协议可以在系统中同时运行,并提供了与其他系统的互联能力;其二,改进了 TCP/IP 协议功能,该系统提供了新的 TCP/IP 栈,增加了动态主机配置协议,增加了 Windows 网际命名服务 WINS;其三,Windows NT 支持远程访问服务(RAS),远程连接数可达 256 个,Windows NT RAS 支持 PPP 和 SLIP2 远程协议,具有 IP 和 IPX 路由功能,支持 X.25 和 ISDN 等远程连接;其四,Windows NT 提供了远程引导服务,支持无盘工作站,在无盘工作站上可以运行 MS-DOS 和 Windows;其五,通过第三方软件,Windows NT 可以和 Banyan 公司的 VINES、DEC 公司的 Pathworks 和 NFS 互联。

(4) UNIX 网络操作系统。该系统是典型的 32 位多用户、多任务的网络操作系统,适合于超级小型机、大型机、RISC 计算机,具有支持网络文件系统服务、提供数据库应用等功能,并可以和 DOS 工作站通过 TCP/IP 协议组成目前最常用的以太网(Ethernet)总线网络。目前常用的版本主要是:AT&T 和 SCO 公司的 UNIX SVR 3.2V4.0 以及由 Urvell 推出的 UNIX SVR4.2 版本。

(5) Banyan 系统公司的虚拟网络系统(Virtual Networking System, VINES),市场份额较小,但它具有技术独特之处,它是基于 UNIX 并以多服务器连接特色而著称的网络操作系统,在支持多个节点和地理位置上分散的多个服务器方面能力很强,并具有全局命名、目录服务及网桥、网关、路由器的集成能力等。

(6) Linux 网络操作系统。该系统是网络操作系统的后起之秀,基本上 Linux 是一个类似 UNIX 的、以核心模组为基础的、完全记忆体保护的多作业系统,它是 Linus Torvalds 于 1991 年在 Helsinki 大学原创开发的,并在 GNU 一般公共执照(General Public License)下发行。它是一个全开放的系统,其系统源代码完全公开,具有结构简单、稳定性好的特点,给用户的使用和二次开发带来很大的方便。现在很多第三方软件开发商对 Linux 进行了整合,出现了很多版本,例如 Turbo Linux、Red Linux 等。

3. 工作站

工作站是网络各用户的使用工具,通常是一台带有驱动器和硬盘的 386、486、586、奔腾等的系列微机或终端,也可以是不配有磁盘驱动器的“无盘工作站”。工作站通过插在其中的网卡(网络接口板)经传输介质与网络服务器相连,当它与文件服务器连接并登录后,可以到文件服务器上存取文件,得到所需文件后即可在工作站上用自己的 CPU 和内存直接进行运算处理,处理结果可以再存到服务器中去。工作站可以有自己单独工作的操作系统,独立工作,但与网络相连时,需要将网络操作系统的一部分,即工作站连接软件安装到工作站上,形成一个专门的引导程序,通过软盘或硬盘引导上网。对于无盘工作站,则必须在网络接口板上加插一片专用的启动芯片 EPROM 来引导本地系统。

一个网络系统中所连接的工作站数可达数台或数百台之多,一台文件服务器所能连接的工作站台数完全取决于网络操作系统。例如,在 Netware V3.11 中可连接多达 250 台工作站。

4. 网络接口板

网络接口板也称为网卡或网络适配器,服务器和工作站通过网卡与网络电缆相连接。网卡上的电路提供通信协议的产生与检测,用以支持所针对的网络类型。为了提高网络的运行效率,在网卡上带有数据分组缓冲芯片,对无盘工作站则还必须提供一个远程启动

EPROM 芯片。

网卡基于 OSI 模型的物理层和数据链路层，根据其使用的固化软件不同，大致将网卡分为 Ethernet、ARCnet、IBM Token-Ring 三大系列，以不同的方式将物理与逻辑拓扑、信号与介质访问技术有机地结合在一起。

目前流行的网卡有 Novell、3Com、Intel、Ethernet 以太网卡、IBM Token-Ring 令牌环网卡、FDDI 网卡、无线网卡、PCMCIA 网卡等。

5. 网络连接设备

(1) 中继器。

对于任意一个网络，由于受最远距离的限制，当网络段超过最大传输距离时，则需要加一个中继器。中继器用于两个网络段的连接，如图 6-8 所示。

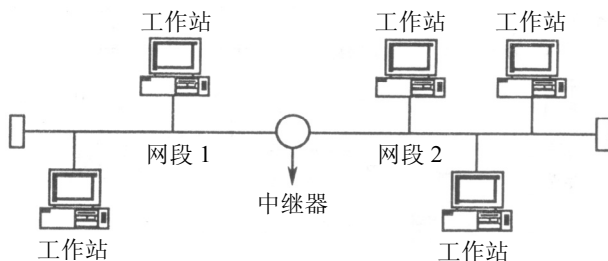


图 6-8 中继器连接

中继器很简单，它没有软件，只是将物理层的信号增强，以便传输到另一个网络段中。各个网络段仍属于同一个网络，各网络段上的工作站可共享处于某一网络段上的一个文件服务器。

(2) 网桥。

网桥的作用是连接两个同类的网络。例如，具有相同网络操作系统、使用同轴电缆的以太网和使用双绞线的令牌环网可以通过网桥来连接，如图 6-9 所示。

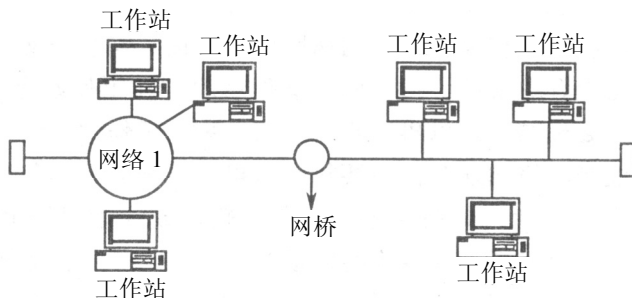


图 6-9 网桥连接

网桥的功能比中继器复杂，它不仅能实现信号的增强传输，而且具有信息收集、过滤、传送和数据链路层协议帧格式变换的功能。这些功能都是由网桥软件来实现的。

网桥工作时，首先读取一个网上的传送信息，并根据它的目的地址决定是否将该信息传送到另一个网。如果传送的信息不在同一个网上，网桥采用传送方式将一个网的帧格式转换成另一个网的帧格式，进入另一个网中；相反，则采用过滤的方式，不让信息进入另一个网中。

(3) 路由器。

当两个以上的同类网络互联时，则必须使用路由器。例如，具有相同网络操作系统的以太网、令牌环网和 FDDI 网可以通过路由器连接起来，如图 6-10 所示。路由器的功能比网桥更强，它除了应具有网桥的全部功能外，还应具有路径选择功能，即当要求通信的工作站分别处于两个局域网且两个工作站之间存在多条通路时，路由器应根据当时网络上的信息拥挤程度自动选择传输效率比较高的路径。

(4) 网关。

网关又称为信关，它工作在 OSI 协议的传输层或更高层，用于连接不同体系结构的网络，或用于连接局域网与主机，如图 6-11 所示。网关设备比路由器复杂，当异型局域网连接时，网关除具有路由器的全部功能外，还要进行由于操作系统差异而引起的不同协议之间的转换，这些功能均由网关软件来实现。由于网关连接的是不同体系的网络结构，因此它只能针对某一特定的应用而言，不可能有万能的网关，所以有用于电子邮件的网关，也有用于远程终端仿真的网关等。

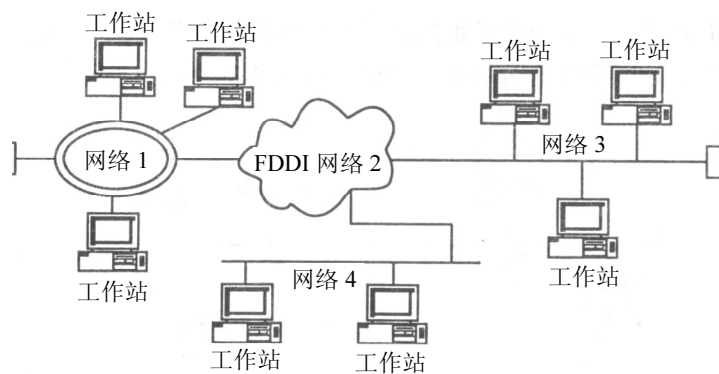


图 6-10 路由器连接

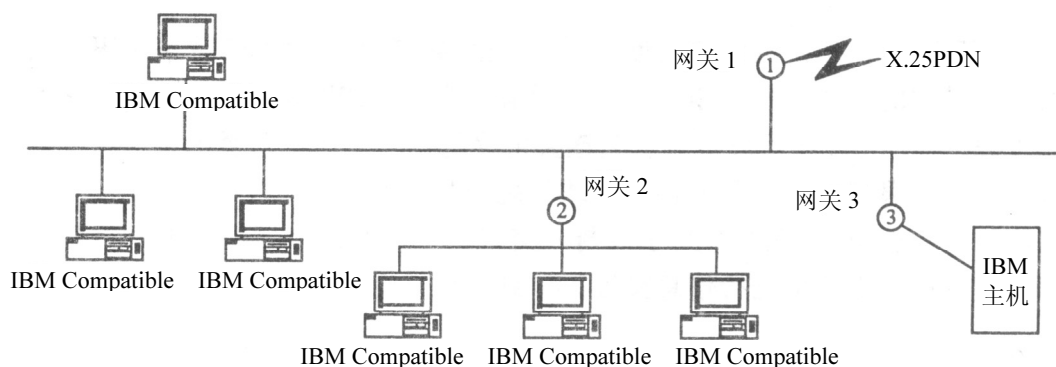


图 6-11 网关连接

(5) 集线器。

集线器（Hub）也称为多口转换器，它是连接网络上各个节点的一种装置。当网络的某个节点发生故障时，连接在集线器上的节点可以立即检测到，而且不影响网络上其他节点的正常工作，有利于网络的维护和故障排除。

集线器的产品很多，大致可分为机箱式集线器、堆叠式集线器和无管理式集线器。目前，

在集线器上引入了交换技术，使集线器的基板具有线路交换功能，可以有效地提高传输带宽。例如，以太网交换式集线器、ATM 集线器等。

6.3 Internet 的基本知识

6.3.1 Internet 概述

20 世纪中后期，特别是最后十年，借着计算机飞速发展的步伐，计算机网络也开始普及到各行各业，然而由于不同部门、不同机构在为自己选择网络时考虑的角度不同，因此无论是在拓扑结构还是在网络硬件的选取上，无论是在网络体系还是在网络软件的选择上都千差万别。这种局面下当人们试图在不同网络中交换信息时，一个严重的问题就摆在了面前：不同网络的数据无法彼此识别。这就像从未交往、持不同语言的几个国家的人们突然地坐在了一起试图讨论、解决某一问题，他们虽然很想知道别人的观点，也很想把自己的思想表达给别人，但语言不通导致了他们初次交流的失败。解决这个问题的最好方法就是使用所有人都能听懂且会讲的语言，这样一来，即便有再多不同的语言，而每个人只需要掌握本国及通用的这两门语言就可以和任何人交谈了。因特网中这门通用的“语言”就是 TCP/IP 协议。

TCP/IP 是异构网络通信的基础协议，有了 TCP/IP 协议，原有网络只需添加一个专用服务器而不必改动其他任何部件就可以和其他网络通信了。这台服务器的主要工作就是当有信息从本网中发送出去时把信息的数据格式、传送方式等封装成为 TCP/IP 协议定义的格式；同样，当有信息从外部进入本网时，把 TCP/IP 协议格式的数据解析为本网数据格式。这样的最终结构是 TCP/IP 把许许多多不同规模、不同国家、不同部门、不同类型的网络连接起来并实现了资源共享，这个更大概念上的网络称为国际互联网（Internet），也叫因特网。

因特网最早起源于 ARPNET 网，ARPNET 网建成并运行于 1969 年。最早它只是为军方服务的一个网络，后来，越来越多的商业机构看到了它的美好前景，慢慢地 ARPNET 开始朝民用方向发展。到了 20 世纪 80 年代，特别是 TCP/IP 协议体系的出现和应用，越来越多的网络都基于 TCP/IP 而加入了进来，庞大的世界性网际网——因特网就这样开始迅速地普及开来了。

正因为连接到因特网中的各个网络隶属于不同国家、不同民族、不同机构、不同组织，因此因特网不隶属于任何国家、任何机构。管理它的也只是一个松散的国际性机构。

因特网丰富的资源服务为全世界人们提供了一个全新的认知世界、获取信息的渠道，同时也提供了一个可充分施展想象力的虚拟世界和社区，从而改变了一些人的生活方式、思维方式和与外界交流的方式。但是目前的因特网还存在着诸如 IP 地址严重不足、网络安全体系不够完善、网络速率不能满足更高要求等种种问题，因此一种新型的更快捷、更安全、更完善的基于 1M 宽带的 Internet2 已经慢慢从实验室走了出来，一个全新的 Internet2 时代已经到来。

6.3.2 因特网在中国的发展

我国的因特网开始于 20 世纪 90 年代初，至今前后建成了多个与国际互联网互联、提供因特网服务的全国性网络。其中最著名的大众化网络有：

（1）中国教育与科研网（CERNET）：这是隶属于国家教育部的广域网，分东北、西北、华北、华中、西南等几个区域。目前它已基本覆盖了全国所有的大学，全国的中、小学也正在逐步地接入中。由于国家对教育系统的支持力度很大，这使得 CERNET 成为目前国内最为先

进的网路。

2004年12月上旬,第二代中国教育和科研计算机网 CERNET2 在北京正式开通,这是中国下一代因特网示范工程 CNGI 最大的核心网和唯一的全国性学术网,也是目前为止世界上规模最大的采用纯 IPv6 技术的下一代因特网主干网,它为基于 IPv6 的下一代因特网技术提供了广阔的试验环境。与第一代因特网不同的是, CERNET2 大量采用了我国自主研发、具有自主知识产权的因特网技术。CERNET2 的速率目前已达 2500Mb/s, 它所具有的海量 IP 地址、高传输速度、高清晰度图像、高管理安全性,将使网上应用的规模和水平产生革命性的突破,如网络计算、高清晰度电视、智能交通、环境地震监测等。

(2) 中国科技网 (CSTNET): 中国科技网是我国最早提供因特网服务的网络之一,它的前身是中关村地区教育与科研示范网。其后由中国科学院网、北京大学校园网、清华大学校园网构成核心成员组建而成,主要用于国内其他科研与教育单位的院校网及 Internet 的连接,为各成员提供 E-mail、FTP、WWW 等因特网全功能服务。成为我国覆盖范围大、设施先进的全国性科技网。

(3) 中国金桥信息网 (CHINAGBNET): 即中国国家公用经济信息通信网 (China Golden Bridge Net, CHINAGBNET), 是我国经济和社会信息化的基础设施之一,是覆盖全国跨世纪的重大工程,主要以企业为服务对象。例如国家经济信息网、气象信息网、广电信息网等一批行业信息网在该网上运行,实现信息共享。

(4) 中国公用计算机因特网络 (CHINANET): 由中国公用组交换数据网 (ChinaPAC)、中国公用数字数据网 (ChinaDDN)、中国公用电子信箱系统 (ChinaMail)、帧中继网 (FrameRelay)、市话交换网 (PSTN) 等网络互联而成,面向全国普通用户或单位提供多种服务,可通过多种途径以多种速率接入该网。ChinaNET 是中国民用的 Internet 骨干网。ChinaNET 的发展得到了许多企业界、事业单位及政府的广泛支持,纷纷在这个网中建立了综合性网站,因此 CHINANET 上提供的各类资源最为丰富。

6.3.3 客户机/服务器的工作模式

与 Internet 相连的任何一台主机中,有为成千上万的用户服务的大型机或巨型机,也有小型工作站或 PC 机。只要和 Internet 相连,都是主机。也就是说,连接 Internet 的主机不论大小,都是平等关系。

为了实现网络上的资源共享,通常通过两个独立的程序来完成,它们分别运行在网络的不同计算机上。提供资源的计算机上的程序称为“服务器程序”,简称“服务器”;使用服务器资源的计算机上的程序称为“客户程序”,简称“客户”。客户机所运行的程序是一个请求某些服务的程序,而服务器上所运行的程序则是提供某些服务的程序。一个客户机可以向许多不同的服务器发出请求,一个服务器也可以同时向多个不同的客户机提供服务。通常情况下,一个客户机启动与某个服务器的对话,服务器通常是等待客户机请求的一个自动程序。客户机请求服务器和服务器如何应答请求的方法称为协议。例如,在使用浏览器浏览 Web 服务器的过程中,Web 服务器运行支持 HTTP 协议的服务器软件,随时准备接收 Internet 上的请求。当客户端的浏览器访问 Web 服务器时,Web 服务器就会作出应答,把客户端需要的信息传回客户端的浏览器。

在 Internet 上,大多数的信息访问方式是采用客户机/服务器的工作模式。Internet 上有成千上万个服务器,如 FTP 服务器、Web 服务器、SMTP 服务器、POP 服务器、DNS 服务器、

IP Phone 服务器等，为上网的客户机提供各种各样的服务。Internet 上的各种资源和信息服务都是由这些服务器提供的。遍布全世界大大小小的各种各样的服务器形成了没有国界、没有地理位置限制的庞大的信息资源库，为上网的用户提供各种各样的信息服务。

6.3.4 TCP/IP 协议

在一条普通的公路上，要通过很多辆汽车，为了保证车辆的畅通和安全，就必须制定相应的一系列交通规则，如一条公路左右分成两部分，行驶的车辆只能沿公路右边行走，因而路上行驶的车辆都必须遵守这些交通规则。这样，相反方向行驶的汽车分道行驶，减少了车辆间的碰撞。网络中不同主机间的数据交换同样也需要一定的规则，包括不同网络之间的数据传输，即共同遵守的网络通信协议。其中，传输控制协议（Transmission Control Protocol, TCP）和网间协议 IP（Internet Protocol）是最重要的协议，简称 TCP/IP 协议。

1. TCP/IP 协议的分层模式

TCP/IP 协议是一组协议，与 OSI 开放系统互连模型类似，它也采用分层模式，自上而下分为 4 层，分别为：应用层、传输层、网络层、物理层。

2. TCP/IP 中几个常用的协议及其特点

（1）物理层。由于 TCP/IP 在设计时考虑到与具体的传输介质无关，即任何网络都可以接入 Internet，因此物理层只提供了各种物理网络与 TCP/IP 之间的接口。例如，TCP/IP 实现了与其他网络如 Ethernet（以太网）、FDDI、令牌环网的通信。

（2）网络层，又叫寻址层。TCP/IP 网络层运行的协议是 IP 协议。互联网协议 IP 协议是 TCP/IP 体系中的两个最重要协议之一。同 OSI 的网络层功能类似，此层的任务就是将数据封装成数据报，并为其选择合适的路由，发送和传递包。与 IP 协议配套使用的还有 3 个协议：地址转换协议 ARP（Address Resolution Protocol）、反向地址转换协议 RARP（Reverse Address Resolution Protocol）、Internet 控制报文协议 ICMP（Internet Control Message Protocol）。其中，IP 协议为 Internet 上的每一台主机分配一个独一无二的 32 位的 IP 地址，并且 IP 地址的分层结构使人们在 Internet 上可以很方便地寻找主机地址。

IP 地址是网络层的地址，若将网络层中传送的数据最终交给目的主机，必须知道该主机的物理地址。因此，必须将 IP 地址转换为物理地址。ARP 协议即是完成 IP 地址到物理地址转换的协议。

RARP 是实现物理地址到 IP 地址转换的协议。

ICMP 发送消息，并报告数据包的传送错误。

总之，网络层实现网络和网络间发送数据的路由选择，先找出 IP 地址的网络地址部分，再根据各种路由选择协议，选择合适的路径发送数据包。

（3）传输层。提供端到端的可靠通信。这一层通常使用的两个协议为 TCP 和 UDP。

TCP 是一个可靠的面向连接的协议。面向连接服务具有建立连接、数据传输和连接释放 3 个阶段，而且传输的数据是按顺序到达的。在发送数据之前，通信双方首先建立连接，就好像占有了一条完整的端到端的物理线路一样（Internet 上采用的是分组交换，链路是逐段被占用的）。连接建立之后，用户就可以将报文按顺序发送给远端用户，接收报文也是按顺序进行的。数据发送完毕，释放连接。

UDP（User Datagram Control Protocol，用户数据报文协议）提供数据包的传递服务。在传递服务时，通信双方不建立连接，发送方发送完数据，它的任务就完成了。优点是比较灵活，

适合发送少量数据。

(4) 应用层。应用程序通过此层访问网络,为用户和主机间提供了一个接口。常用的应用层协议有:DNS (Domain Name System, 域名系统),域名和IP地址之间转换所使用的协议;FTP (File Transmission Protocol, 文件传输协议),主机之间进行文件交换所使用的协议;TELNET (远程登录协议);HTTP (Hyper Text Transmission Protocol, 超文本传输协议),使用浏览器查询Web服务器上的超文本信息所使用的协议;SMTP (Simple Mail Transfer Protocol, 简单的邮件传输协议);POP (Post Office Protocol) 邮局协议。

6.3.5 Internet 上的地址结构

1. IP 地址概述

全球范围内,每个家庭都有一个地址,而每个地址是由国家、省、市、区、街道、楼号、单元、楼层、门牌号这样一个层次结构组成的,因此每个家庭地址是全球唯一的。不同的家庭有不同的家庭住址,有了这个唯一的家庭住址,则不同的家庭间普通信件投递才能够正常进行,不会发生冲突。同样,覆盖全球的Internet的主机组成了一个大家庭,Internet上的主机间要进行通信,则每台主机都必须具有唯一的地址,以区别于其他主机,这个地址就是Internet地址,也称为IP地址。

人们都知道,在局域网中,网上主机间的通信是根据它们的物理地址来进行的。物理地址有两个特点:第一,物理地址的格式及长度是由局域网技术决定的,不同的局域网,其物理地址的格式也是不同的;第二,全世界范围内的以太网中,主机的物理地址是统一分配的,是唯一的、不能重复的。除以太网以外的其他局域网,同一类型的不同网络中的主机的物理地址不一定是唯一的。正是由于局域网中物理地址的不统一性和不唯一性,在全球互联网Internet中不可能使用物理地址来进行主机间的通信。为了保证Internet上主机地址的唯一性,Internet采用的是IP地址,IP地址是在网络层实现的。网络层的IP协议提供了一种在国际互联网中统一的地址格式。由于每个主机都有一个唯一的地址以区别于其他主机,而Internet上有上亿台主机,因此Internet上有上亿个主机地址。为了更好地管理和查找主机地址以及保证主机地址的唯一性,Internet上的主机地址采用的是分层结构。每个主机地址由网络地址和主机地址两部分组成,并在全球范围内由专门的机构进行统一的地址分配。这样,就保证了Internet上的每一台主机(PC机、服务器、路由器、网关等)都有一个唯一的IP地址。在数据通信的过程中,首先查找主机的网络地址,根据网络地址找到主机所在的网络,再在一个具体的网络(物理网络)内部查找主机。

总之,在Internet上,IP协议定义的主机地址屏蔽了所有局域网中物理地址的差异,使所有的Internet上的主机地址在网络层(IP层)得到了统一。因此,这个地址就叫做IP地址。

2. IP 地址的组成及其表示方法

(1) IP 地址的组成。

从逻辑上讲,在因特网中,每个IP地址由网络地址和主机地址两部分组成,位于同一物理子网上的所有主机和网络设备(如路由器、服务器、工作站)的网络地址是相同的,该网络地址在因特网中也是唯一的。

一般来讲,在因特网上,通过路由器互联的两个网络就是两个不同的物理网络。对于两个不同的网络,其网络地址是不同的。

主机地址是用来区别同一物理子网中不同的主机和网络设备的,在同一物理子网中,又

有许许多多的主机，必须给出每一台主机和网络设备以唯一的主机地址以区别于其他的主机。

由此可见，网络地址的唯一性和主机地址的唯一性决定了 IP 地址的唯一性。总之，在 Internet 中，每台主机或网络设备的 IP 地址是唯一的，IP 地址是由网络地址和主机地址组成的。

由于 IP 地址是由网络地址和主机地址两部分组成的，因特网在根据 IP 地址寻找主机时，首先根据网络地址找到主机所在的物理网络，在同一物理网络内部，主机间的数据交换是根据物理网络内部的物理地址来完成的。所以，网络地址的定义对于 Internet 上不同的网络间的数据交换是非常有利的。

（2）IP 地址的表示方法。

用数学式子来表示，一个 IP 地址由 4 个字节组成，32 位二进制，平均分为 4 段，每段 8 位（一个字节），每段的取值范围为 0~255，段与段之间用圆点分开。

IP 地址有两种表示方法：二进制表示和点分十进制表示。

在协议软件中，IP 地址经常是以二进制方式出现的，这种方式易于运算，但使用户感到繁琐，难以记忆，更易搞错。因此，为了方便用户使用，IP 地址被直观地表示为 4 个以小数点隔开的十进制数，其中每一个整数对应一个段值，这种表示方法叫“点分十进制”表示法，即 a.b.c.d。

下面是一个 IP 地址以二进制和点分十进制表示的例子。

二进制方式：10000111.1100010.00100100.00100110。

点分十进制：135.194.36.38

（3）IP 地址从二进制转换为十进制。

每个 IP 地址由 4 段组成，每一段是一个 8 位的二进制数，从二进制转换为十进制，每段的 8 位二进制都分别转换为十进制，每段 8 位二进制数转换为十进制后，其最大值为 255，最小值为 0。

3. IP 地址的分类

Internet 是一个网际网，它是由大大小小各种各样的网络组成的，每个网络中的主机数目是不同的。为了充分利用 IP 地址以适应主机数目不同的各种网络，IP 地址也进行了分类，共分为 5 类地址：A 类地址、B 类地址、C 类地址、D 类地址和 E 类地址。分类的具体标准是根据 IP 地址（a.b.c.d）第一段（a 的取值范围）来划分的，如表 6-1 所示。

表 6-1 IP 地址的分类

地址分类	A 的二进制的表示方法	A 的二进制的取值范围	每一个网络的主机数	互联网上的网络个数
A 类	0xxxxxxx	1~126	16 777 214	126
B 类	10xxxxxx	128~191	65 534	16 384
C 类	110xxxxx	192~223	254	2 097 152
D 类	1110xxxx	224~239		
E 类	11110xxx	239~255		

（1）A 类地址。前 8 位（第一段）为网络地址，后 24 位为主机地址。因此，每个 A 类地址中可容纳 $2^{24}-2=16777214$ 台主机（因为主机地址全为“0”的地址和主机地址全为“1”的地址是两个特殊的地址，所以要减 2），A 类地址适合于大型网络。

A 类地址共有 $2^{(8-1)}=128$ 个，网络地址部分，由于第一字节中第一个比特为 0，点分十进

制表示中首段整数 a 的取值范围为 $0 \sim 127$ ，由于 a 等于 0 、 127 的 IP 地址在因特网中留作特殊用途，因此全球范围内可用的 A 类地址共有 126 个， a 的取值范围为 $1 \sim 126$ 。由此可知， $a < 128$ 的网络地址一定是 A 类地址。

(2) B 类地址。前 16 位（前二段）为网络地址，后 16 位为主机地址。因此，每个 B 类地址中可容纳的主机数为： $2^{16}-2=65534$ 台主机，B 类地址用于不大不小的中等网络中。

B 类地址共有 $2^{(16-2)}=2^{14}$ 个，网络地址部分，由于第一字节中前两个比特为 10 ，因此点分十进制表示中首段整数 a 的取值范围为 $128 \sim 191$ 。由此可知， $128 < a < 191$ 的 IP 地址一定是 B 类地址。

(3) C 类地址。前 24 位（前三段）为网络地址，后 8 位为主机地址。因此，每个 C 类地址中可容纳的主机数为： $2^8-2=254$ 台主机，C 类地址用于小型网络中。

C 类地址共有 $2^{(24-3)}=2^{21}$ 个，网络地址部分，由于第一字节中前三个比特为 110 ，点分十进制表示中首段整数 a 的取值范围为 $192 \sim 223$ 。由此可知， $192 < a < 223$ 的网络地址一定是 C 类地址。

(4) D 类地址。又叫多目地址，是比广播地址稍弱的多点传送地址，用于支持多目的传输。E 类地址留作将来备用。

总之，Internet 的这种地址定义方式既灵活又合理。对于大型网络，可向有关机构申请 A 类地址，小型网络可申请 C 类地址。各单位可根据自己的需求，向有关部门申请所需要的 IP 地址。

4. 子网掩码

由 IP 地址的定义可以推出，因特网上 IP 地址的总个数为 2^{32} 个，其中还包括一些留用（如 E 类地址）和一些有特殊用途的 IP 地址。由此可见，IP 地址的资源是有限的。目前，由于连入 Internet 的主机数目正在以始料未及的速度增长，因此 IP 地址资源已经告急。解决这一问题有两条途径：一是扩展 IP 地址，有人提出采用 16 个字节的 IP 地址定义方案，但这非常复杂，涉及到各种主机运行的大量软件要修改，涉及的范围非常广泛，这是费时又费力的事情；第二种途径是节省 IP 地址资源。根据 IP 地址的分类可知：一个 A 类地址可容纳 16777214 台主机，一个 B 类地址可容纳 65534 台主机，一个 C 类地址可容纳 254 台主机。如有一个单位，它申请了一个 C 类地址，而它只拥有 120 台主机，因此余下的 134 个 IP 地址闲着没用，白白浪费了。而若另一个单位拥有 125 台主机，将这 134 个 C 类地址分给两个单位子网使用的话，那么这个 C 类地址可以充分利用起来。那么，在 Internet 上用什么可以将 A 类地址、B 类地址、C 类地址进一步划分成各种子网呢？这就要用到子网掩码的概念。

(1) 子网掩码的概念。

子网掩码是一个 32 位二进制的值，用于“屏蔽”IP 地址的一部分，它可以把一个 IP 地址分离出网络地址和主机地址。它的表示形式与 IP 地址类似，子网掩码也是用点号隔开的 4 段的 32 位二进制数，通常用十进制来表示。

(2) 网络地址和主机地址。

子网掩码中为 1 的位可分离出 IP 地址中的网络地址，而为 0 的位分离出 IP 地址中的主机地址。具体来讲，将 32 位的 IP 地址与 32 位的子网掩码的各位进行二进制“与”，得到的一个新的 32 位地址即是拥有该 IP 地址的主机的网络地址。

例如，IP 地址 10011111 11100000 00000111 10000001 159.224.7.129

子网掩码 11111111 11111111 00000000 00000000 255.255.0.0

网络地址 10011111 11100000 00000000 00000000 159.224.0.0

这是一个 B 类地址的 IP 地址和子网掩码，这个主机所在网络的网络地址为 159.224.0.0，主机地址为 7.129。上述子网掩码的使用实际上是把一个 B 类地址作为一个独立的网络，前 16 位为网络地址，后 16 位为主机地址，一个 B 类地址可容纳的主机数为 $2^{16}-2$ （除去全“0”和全“1”的主机地址）。

如果拥有上述 B 类地址的单位只有一万台主机，这样可以将 IP 地址进一步划分成多个子网，以便充分利用 IP 地址资源。

实际上，一个 B 类地址在划分子网以后，IP 地址由 3 部分组成：网络地址（前 16 位）、子网地址、主机地址。根据子网掩码的不同，一个 B 类地址可以划分成几个子网。下面以 B 类地址 3 位二进制的子网地址为例，讨论划分子网的个数及子网内所能容纳的主机数。

IP 地址 10000011.01101011.00000001.00000001 131.107.1.1

子网掩码 11111111.11111111.11111100.00000000 255.255.224.0

则子网掩码 255.255.224.0 可将一个 B 类地址划分为 $2^6-2=62$ 个子网（去掉全“0”和全“1”的子网号码）。每个主机的 IP 地址中，前 22 位用来表示网络地址，后 10 位表示主机地址，即每个子网最多可容纳的主机数为 $2^{10}-2=1022$ 台。因此 62 个子网可容纳的主机总数是 $62 \times 1022=63364$ 台。而一个 B 类地址作为一个独立的网络可容纳的主机数是 65534 台。因此划分子网后，主机的 IP 地址损失了 $65534-63364=2170$ 个，但在管理方面就会方便很多。

A 类地址和 C 类地址划分子网的子网掩码模式也是类似的，在这里就不一一列举了。

总之，使用子网掩码可以进一步划分子网。有了子网掩码，还可以进一步判断一台主机是在本地网络还是远程网络中。因为在同一网络中的主机，其网络地址是相同的。这里所说的网络地址不包括子网地址。子网的划分属于一个单位内部的事情。

5. 域名系统（DNS）

IP 地址是 Internet 上主机的唯一标识，以区别不同的主机。但 IP 地址是用一串数字来表示的，难以记忆，因此 Internet 上专门设计了一种字符型的主机命名机制，如 IP 地址为 202.194.36.9 的主机，其主机名为 WWW.OUQD.EDU.CN。正如在一个班级中，每个学生都有一个名字和一个学号，人名比数字表示的学号更方便，更容易记忆。Internet 上这种层次型名字管理机制叫域名系统。

在这里还需要说明的是，Internet 上的主机可有一个域名，也可有多个域名。这要根据使用者自己的需要，由域名管理系统来实现，但每个域名只对应一个唯一的 IP 地址。

（1）域名系统（DNS）的层次命名机构。

Internet 上，最初采用的是一种非层次的命名机制，每一个主机名简单地由一串字符组成，没有进一步的结构，每一个主机名对应一个 IP 地址。但当网络规模迅速扩大之后，这种非层次结构的命名系统很难进行管理。因此，从 1983 年开始，Internet 开始采用层次结构的域名系统。

所谓层次域名机制，就是按层次型结构依次为主机命名。比如，在 Internet 中，首先由中央管理机构（NIC，又称顶级域）将一级域名划分成若干部分，如 CN（中国）、UK（英国）等国家域名和美国的各种机构组织（由于 Internet 骨干网在美国，因此美国的机构域名和其他国家的国家域名同级，都作为一级域名），并将各部分的管理权授予相应机构。如中国域 CN 授权给国务院信息办，国务院信息办又负责分配二级子域，如 COM 中国工商界、EDU 中国教育界、ORG 中国团体界、NET 中国邮电网、GOV 中国政府机构、AC 中国科研网，并将各部分的管理权授予若干机构，EDU 的域名管理权授予国家教育部，AC 的域名管理权授予国家

科技部等。再一级级分下去，形成了一个层次型结构。用图形来表示，就是一个倒树形结构，树根在上。

下面所列的是一级域名的含义：

COM：美国商业机构，如 IBM 公司（IBM.COM）、SUN 公司（SUN.COM）。

EDU：美国教育机构或大学，如芝加哥大学（UIC.EDU）。

ORG：美国非营利组织，如 IEEE（IEEE.ORG）。

NET：美国网络（Internet 骨干网），如 NST（NST.NET）。

GOV：美国政府部门，如 NASA（NASA.GOV）。

MIL：美国军事部门，如美国陆军（ARMY.MIL）。

TNT：美国国际组织，如 NATO（NATO.TNT）。

NUM：电话号码。

XX：两字母的国家代码。

（2）域名的表示方式。

在域名（也叫完全有效域名）地址表达式中，最右边的是最高层次的域名（顶级域名），最左边的是主机名，自左向右，右边的域是左边域的上一级域，域与域之间用圆点隔开。例如，microsoft 域中有一主机名为 ftp，则其在 Internet 上的有效域名为 ftp.microsoft.com，其中 microsoft.com 域是微软公司向美国的商业组织域 COM 申请的一个子域。

（3）域名的解析过程。

Internet 上的主机之间是通过 IP 地址来进行通信的，而为了用户使用和记忆方便，通常习惯使用域名来表示一台主机。因此，在网络通信过程中，主机的域名必须转换成 IP 地址，Internet 上就出现了将主机域名转化为 IP 地址的系统软件，安装这种软件并完成这种转换的主机叫域名服务器（DNS Server）。域名服务器是一个基于客户机/服务器的数据库。在这个数据库中，每个主机的域名和 IP 地址是一一对应的，域名系统就是由这样一系列数据库组成的分布式管理系统。它类似于电话簿，用户在电话簿中可以查找要联系的人或组织名，并找到其对应的电话号码。在通信过程中，主机要与其他名字的计算机通信，域名服务器就将这个名字转换成对应的 IP 地址，以便两台主机间能互相进行通信。

域名与 IP 地址之间的转换具体可分为两种情况：一是当目标主机（要访问的主机）在本地网络时，由于本地域名服务器中含有本地主机域名与 IP 地址的对应表，因此这种情况下的解析过程比较简单，首先客户机向本地域名服务器发出请求，请求将目标主机的域名解析成 IP 地址，本地域名服务器检查其管理范围内主机的域名，查出目标主机的域名所对应的 IP 地址，并将解析出的 IP 地址返回给客户机；二是当目标主机不在本地网络时，这种情况下的解析过程比较复杂，例如国内一台客户机请求域名服务器解析 www.yahoo.com（美国的一台主机）的 IP 地址，具体的解析过程为：

- 1）客户机向本地域名服务器发出请求，请求回答 www.yahoo.com 主机的 IP 地址。
- 2）本地域名服务器检查其数据库，发现数据库中没有域名为 www.yahoo.com 的主机，于是将此请求发送给根域名服务器。
- 3）根域名服务器将.com 一级域的域名服务器 IP 地址返回给本地域名服务器。
- 4）本地域名服务器向.com 域名服务器发出查询 www.yahoo.com 的 IP 地址的请求。
- 5）.com 域名服务器给本地域名服务器返回 yahoo.com 域名服务器的 IP 地址。
- 6）本地域名服务器向 yahoo.com 域名服务器发出查询 www.yahoo.com 的 IP 地址的请求。

7) yahoo.com 域名服务器给本地域名服务器返回 www.yahoo.com 所对应的 IP 地址。

8) 本地域名服务器将 www.yahoo.com 的 IP 地址返回给客户机。

至此，整个域名解析过程完成。

6.4 Internet 的实用操作

6.4.1 万维网

万维网 WWW (World Wide Web, 简称 Web), 也称 3W 或 W3, 全球网络资源。Web 是近年来代替远程登录、文件传输等而成为发展最快、最公众化的因特网服务。Web 最主要的功能是读取超文本 (Hypertext) 文件。

Web 将全球信息资源通过关键字方式彼此建立链接, 形成一个个存放在不同服务器上的包含有许多链接关键字的超文本文件。在超文本文件中当用户选中某关键字时, 就可以进入与该关键字链接的另一个超文本文件, 这个被链接的文件可能与前一个文件同在一台服务器上, 也可能在因特网的其他主机上。对于用户而言, 关心和看到的只是终端显示器上显示的内容, 而不必在意它们来自何处或者如何被调用。在 Web 上的超文本文件中链接的不仅仅是文本, 还可以是音频、图像、视频等多种媒体, 用户只要选中链接关键字, 就可以访问到相关的多媒体文件。

Web 的目标就是试图将因特网的一切资源组织成超文本文件, 然后通过链接让用户方便地访问它们。在因特网上访问超文本链接使用的是超文本传输协议 (HTTP)。Web 提供极其丰富的网络资源, 利用它, 用户可以在网络上搜索到任何感兴趣的资源, 包括新闻、文本资料、各类软件、各种格式的图片、音乐文件、影视剧等视频文件等。

Web 还有一项功能就是可连接任何一种因特网资源, 如启动远程登录、参加新闻组一专题讨论等。例如, 当 Web 连接到 Telnet, 就会自动启动远程登录, 用户甚至不必知道主机地址、端口号等细节。若连接到新闻组, Web 将以简明的超文本格式让用户阅读专题文章。

6.4.2 电子邮件

电子邮件 (E-mail) 是目前因特网上另一项使用最广泛的基本服务。通过电子邮件, 用户可以方便快速地交换信息和查询信息。这种信息最基本的是文本信息, 但是如果采取附件方式, 任何形式的信息都可以在电子邮件中进行传递。

使用电子邮件时用户必须先申请一个信箱账号, 从而得到一个电子信箱地址。例如 xinxix@sina.com.cn, 它是一个由电子信箱专用符号 “@” 分为两部分的信箱地址, “@” 前的 xinxix 是用户个人的账号, 称为用户账号或用户名、用户标识, “@” 后的 sina.com.cn 是提供电子信箱的服务器名称。也就是说电子信箱地址标记为:

用户账号@邮件服务器名称

现在提供电子邮件服务的网站非常多, 如新浪、亿邮、网易、263 等。这些网站又可分为两种: 如 263 等收费型网站和新浪等免费型网站。通常情况下, 收费型网站具有邮件传送速度快、垃圾邮件少等优点, 此外收费型网站的服务会更稳定一些, 电子信箱空间会更大一些。

电子信箱申请方法是首先登录到提供电子信箱服务的网站主页, 单击电子信箱链接关键字, 进入电子信箱主页。选定申请信箱按钮, 此时申请信箱向导会一步一步引导用户完成电子

信箱账号的申请过程。在这期间会要求用户为自己命名一个账号、设置信箱密码、填写个人信息等,如果是收费型网站,还会要求填写付费方式等内容。申请完成后用户在该网站上拥有了一个自己的电子信箱账号,就可以使用该信箱收发电子邮件了。当有人向该用户发送邮件时,网络邮件服务器会把邮件传送并保存在这个信箱内。在以后的任何有效时间内,只要该用户登录到他的信箱中即可看到新邮件了。

为保证电子邮件的准确传送,发送电子邮件时至少需要填写收件人。收件人是指收件人的电子信箱地址,主题是以简明扼要的几句话告诉收件人该邮件来自哪里、谁发送的、大体内容等。在有些邮件服务器系统中,如果识别出邮件没有主题、发件人或主题内容是特定字符时,会把此邮件当作病毒或垃圾邮件而直接删除,因此主题一栏比较重要。

因特网上的电子邮件系统采用简单邮件传送协议,即 SMTP 协议。

6.4.3 文件传输

文件传输协议(File Transport Protocol, FTP)的主要功能是在两台联网的计算机之间传输文件。这是一项因特网传统的服务,现在很多地方还在大量地使用。利用 FTP 服务,用户可以把远程计算机上的一个文件夹视为本地文件夹来对待。受网络速度的限制,这两者之间交换文件时速度会比本地两文件夹间传送的速度要慢很多。FTP 提供了登录、目录查询、文件操作、命令执行及其他会话控制功能。

FTP 的工作方式采用了客户机/服务器模式,客户机是请求端,FTP 服务器为服务端。FTP 客户机根据用户需求发出文件传输请求,FTP 服务器响应请求,两者协同完成实时的文件传输作业。用户将文件从远程计算机拷贝到本地计算机称为下载(DownLoad),将本地文件拷贝到远程计算机称为上传(UpLoad)。

因特网提供的各种 FTP 资源相当丰富,如研究资料、音乐、电影、电视剧等。用户可利用相应的工具如 CuteFTP、IE 等进行下载或上传。

6.4.4 远程登录

远程登录(Telnet)是另一项因特网的重要服务之一,它可以让用户访问称为 Internet 主机的远程计算机,成为这台主机的成员,担任因特网主机的计算机的性能通常远远超过本地计算机,从而实现代替本地计算机快速地完成繁重的工作。

Telnet 提供两种登录远程因特网主机的方法:一是要求使用账号登录,只要用户在任意一台因特网主机上有账号,就可以通过 Telnet 使用这台主机;二是匿名登录。

随着个人计算机性能的大幅提高,远程登录服务慢慢地淡出了因特网。

6.4.5 聊天室、BBS、新闻组

除新闻组外,聊天、BBS 等都是近些年在我国越来越普及的 Internet 服务,几位好友通过聊天工具(如 OICQ 等)在网络上实时聊天,这种聊天的方式可以是多种多样的,也许是文本,也许是语音,还可能是视频。

BBS 也就是电子公告板系统(Bulletin Board System)的简称,是由多人参与的论坛系统。在 BBS 中,大家对不同的主题进行讨论、交流。通常 BBS 划分为多个讨论区,每个区都有一个比较集中和固定的话题。BBS 的优点是传输纯文本信息,数据量小,交互速度比较快。用户可以把自已的观点以“帖子”的形式发表在 BBS 的相关论坛上,凡登录到该 BBS 的用户都

可以看到这些观点，并可以提出自己的看法，称为“回帖子”。BBS 的管理者称为版主，用来管理和监控 BBS。

BBS 具有非常强的地域特征，如一个高校的 BBS，其中的参与者都相对集中在本校学生，与此不同，新闻组中参与的人员会来自世界各地，讨论的主题也是包罗万象。新闻组（NewsGroup）的功能和 BBS 类似，但相对于聊天室和 BBS，新闻组中讨论的问题要正式得多，大得多。针对每一个主题，用户发表的往往是带有一定学术性的观点。由于新闻组采用了分级分类体系，因此新闻组中讨论的主题数量虽然庞大，但使用起来还是比较方便的。

6.5 常用上网工具

针对使用不同的 Internet 服务，选用的工具也不同。

6.5.1 Internet Explorer

Internet Explorer，简称 IE，是 Windows 自带的用于访问 Web 的工具。这类工具其实还很多，如网景公司的 Netscape 就是一款非常不错的浏览器。此外国产的一些小浏览器在功能上也有其独到之处，如 51357、Green Browser 等。这些软件的主要功能都是相同的。

1. IE 窗口简介

图 6-12 所示是使用 IE 浏览的中国教育和科研计算机网主页。和 Windows 标准窗口相似，IE 浏览器的窗口由标题栏、菜单栏、标准按钮（工具）栏、地址（工具）栏、窗体、状态栏等部分组成。IE 的地址栏是用于填写网址的地方。



图 6-12 使用 IE 访问中国教育和科研计算机网主页

2. IE 访问网络资源的过程

当用户填写好网址，请求浏览此网页时，网络系统先把用户填写的网址（即域名）转换为 IP 地址，再把请求信息打包成 IP 数据包发送到因特网上。因特网上的路由器收到此数据包

后, 根据数据包中的目标 IP 地址传送到目标网站的服务器上。网站服务器会解析和确定该用户寻求的是哪一类型的服务, 然后把请求转发给相应的服务器。若用户寻求的是 Web 服务, 则用户的请求会转到该网站的 Web 服务器。Web 服务器收到此请求信息后, 就把保存在 Web 服务器上的网页复制一份, 然后按照用户请求数据包中包含的用户地址打包成一组 IP 数据包并发送到网上, 由因特网传送到用户计算机上, 用户计算机收到这些信息后显示在 IE 窗体中。

3. 统一资源定位器

统一资源定位器 (Uniform Resource Locators, URL) 用以表示在因特网中各种形式的数据、文件与程序等。URL 不仅用来标识某一个网络的地址, 也可以指出连接该网站所需的通信规则与网站内数据存放的位置, 统一资源定位器的格式如下:

通信协议://主页网址[:端口号]/路径/文件名称

其中, 通信协议指定了以何种协议方式获取网络资源, 例如 http (超文本传输协议)、FTP (文件传输协议) 等。主页网址是指网络资源所在的主机名称, 可能是 IP 地址, 也可能是域名。端口号是可选项, 指明获取资源时的通信端口。路径指网络资源在主机上的相对路径。文件名称用以指定网络资源中的文件。在有些地方, 除主页网址外, 其他项均可以省略。

例如当用户在 IE 的地址栏内填写如下格式的信息时:

http://www.edu.cn/jyzy.html

则表示用户此时寻求的是超文本链接服务 (http://), 用以访问中国教育网的 Web 服务器 (WWW) 上的 jyzy 这个超文本文件。

再比如当用户在 IE 地址栏内填写如下格式的信息时:

ftp://ftp.lzu.edu.cn/wyxy

表示用户寻求的是文件传输服务 (ftp://), 访问兰州大学的 FTP 服务器上的 wyxy 文件夹。如图 6-13 所示是某手机视频下载网的 FTP 服务器的根目录。



图 6-13 某手机视频下载网的 FTP 服务器的根目录

4. 搜索引擎与分类检索

Web 提供的网络资源极其丰富, 如何找到自己需要的资料也是困扰很多人的问题。利用搜索引擎或分类检索可以较方便地找到所需的相关信息。

提供搜索引擎及分类检索服务的网站很多，如百度、Google、搜狐等都是知名的这类网站。在检索信息时，如果有目标地去找，那么使用搜索引擎会事半功倍。如图 6-14 所示，这是百度网站提供的搜索引擎。百度搜索引擎分六大类，即新闻、网页、贴吧、知道、MP3 和图片。例如在网上查找名字中包含“云”的歌曲，那么先选定 MP3，在查找栏内填写“云”，单击“搜索”按钮或按回车键即可找到并列出很多有关云的不同格式的乐曲链接目录，同时还会提供相应的试听链接、歌词等信息。



图 6-14 百度搜索引擎

有些时候检索信息时目标并不明确，例如找一个关于介绍有海滩的旅游胜地，这时可以利用分类检索的形式找到有关海滩的各个旅游景点。

6.5.2 FlashGet

从网络上下载文件时，系统默认的下载工具就是 IE，IE 本身具有下载功能，但这个功能并不完善，它只支持单线程下载，而且实现断点续传的操作复杂。单线程下载的速度不高，因为不能充分利用网络带宽。断点续传的含义是指在下载过程中一旦因为某种原因中断，下次下载时从中断处开始。这在下载一个小的文件时好处不明显，但当被下载的文件很大或网络并不太好时，则对文件下载的成功率帮助很大。

有效解决这些问题的办法是使用专用的下载工具，如网际快车（FlashGet）、网络蚂蚁（NetAnt）、影音传送带、电驴等，这些都是口碑不错的下载工具，如图 6-15 所示。

这些网络下载工具一方面可以把被下载的文件分成几个部分同时下载（即多线程下载），从而成倍地提高下载速度，充分利用网络带宽；另一方面支持断点续传功能，就是在下载过程中一旦中断，这些软件会记住断点，当再次下载该文件时就可以从断点处接着下载。这种做法能保证极高的下载成功率。当然断点续传和多线程下载必须得到资源网站的支持才能应用，现在的网站基本都提供这些功能。



(a) 添加任务界面



(b) 主界面

图 6-15 网际快车