

第 3 章

网络基础知识

计算机网络技术从 20 世纪 60 年代出现到现在, 虽然只有短短几十年, 但对人们生活的影响却很大。通过因特网, 人们可以随时查阅到自己希望了解到的知识、资料; 通过网络, 人们可以足不出户就买到自己想要的东西; 通过网络, 人们可以很方便地和远在千里的朋友聊天等等, 可以说我们现在的的生活每天都离不开网络, 网络使我们的工作方式、学习方式乃至思维方式都发生了深刻的变革。本章主要介绍计算机网络的基础知识。

3.1 计算机网络概述

3.1.1 计算机网络的定义

计算机网络的定义随网络技术的更新从不同的角度描述, 目前人们普遍认可的关于计算机网络的定义如下。

计算机网络是将分布在不同位置上的具有独立工作能力的计算机、终端及其附属设备用通信设备和通信线路连接起来, 并配置网络软件, 以实现计算机资源共享的系统。图 3.1 所示为计算机网络的结构示意图。

从图 3.1 中可看出, 计算机网络由外围的资源子网和内部的通信子网组成。资源子网指负责数据处理的主计算机与终端; 通信子网指负责数据通信处理的通信控制处理机与通信线路。资源子网由联网的服务器、工作站、共享的打印机和其他设备及相关软件所组成。通信子网一般由网卡、线缆、集线器、中继器、网桥、路由器、交换机等设备和相关软件组成。在广域网中, 通信子网由一些专用的通信处理机(即结点交换机)及其运行的软件、集中器等设备和连接这些结点的通信链路组成。资源子网由通信子网的所有主机及其外部设备组成。

随着微型计算机的广泛应用, 大量的微型计算机是通过局域网联入广域网, 而局域网与广域网、广域网与广域网的互联是通过路由器实现的; 在 Internet 中, 用户计算机需要通过校园网、企业网或 ISP 联入地区主干网, 地区主干网通过国家主干网联入国家间的高速主干网, 这样就形成一种由路由器互联的大型、层次结构的互联网络, 如图 3.2 所示。

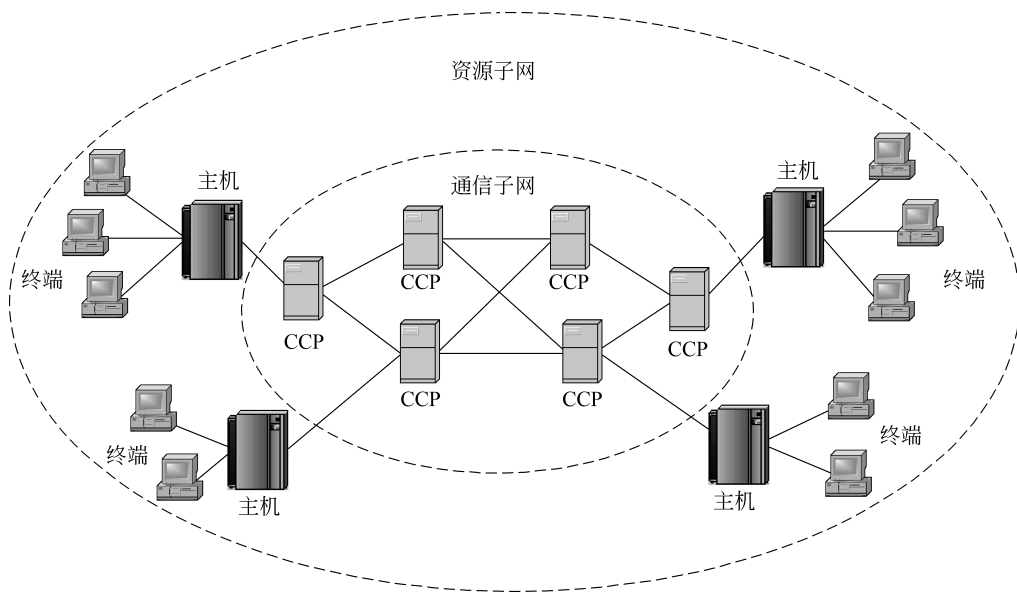


图 3.1 计算机网络结构示意图

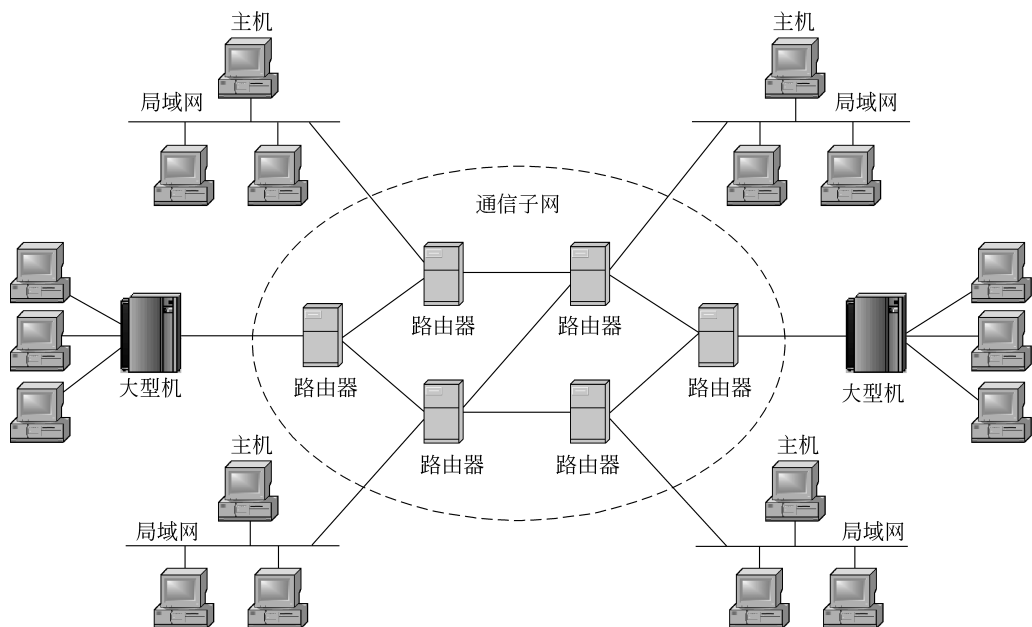


图 3.2 现代网络结构

3.1.2 计算机网络的组成

大型的计算机网络是一个复杂的系统。例如，现在所使用的 Internet 网络。它是一个集计算机软件系统、通信设备、计算机硬件设备以及数据处理能力为一体的，能够实现资源共享的现代化综合服务系统。一般网络系统的组成可分为 3 部分：硬件系统、软件系统和网络信息。

1. 硬件系统

硬件系统是计算机网络的基础, 硬件系统由计算机、通信设备、连接设备及辅助设备组成, 通过这些设备的组成形成了计算机网络的类型。下面来学习几种常用的设备。

(1) 服务器 (Server)

在计算机网络中, 核心的组成部分是服务器。服务器是计算机网络中向其他计算机或网络设备提供服务的计算机, 并按提供的服务被冠以不同的名称, 如数据库服务器, 邮件服务器等。

常用的服务器有文件服务器、打印服务器、通信服务器、数据库服务器、邮件服务器、信息浏览服务器和文件下载服务器等。

文件服务器是存放网络中的各种文件, 运行的是网络操作系统, 并且配有大容量磁盘存储器。文件服务器的基本任务是协调处理各工作站提出的网络服务请求。一般影响服务器性能的主要因素包括: 处理器的类型和速度、内存容量的大小和内存通道的访问速度、缓冲能力、磁盘存储容量等, 在同等条件下, 网络操作系统的性能起决定作用。

打印服务器是接收来自用户的打印任务, 并将用户的打印内容存放到打印队列中, 当队列中轮到该任务时, 送打印机打印。

通信服务器是负责网络中各用户对主计算机的通信联系, 以及网与网之间的通信。

(2) 客户机 (Client)

客户机是与服务器相对的一个概念。在计算机网络中享受其他计算机提供的服务的计算机就称为客户机。

(3) 网卡 (Network Interface Board)

网卡是安装在计算机主机板上的电路板插卡, 又称网络适配器或者网络接口卡。网卡的作用是将计算机与通信设备相连接, 负责传输或者接收数字信息。

(4) 调制解调器 (Modem)

调制解调器是一种信号转换装置, 它可以将计算机中传输的数字信号转换成通信线路中传输的模拟信号, 或者将通信线路中传输的模拟信号转换成数字信号。

一般将数字信号转换成模拟信号, 称为“调制”过程; 将模拟信号转换成数字信号, 称为“解调”过程。

调制解调器的作用是将计算机与公用电话线相连, 使得现有网络系统以外的计算机用户能够通过拨号的方式利用公用事业电话网访问远程计算机网络系统。

(5) 集线器 (Hub)

集线器是局域网中常用的连接设备, 它有多个端口, 可以连接多台本地计算机。

(6) 网桥 (Bridge)

网桥也是局域网常用的连接设备。网桥又称桥接器, 是一种在链路层实现局域网互联的存储转发设备。

(7) 路由器 (Route)

路由器是互联网中常用的连接设备, 它可以将两个网络连接在一起, 组成更大的网络。路由器可以将局域网与 Internet 互联。

(8) 中继器

中继器可用来扩展网络长度。中继器的作用是在信号传输较长距离后,进行整形和放大,但不进行信号校验处理等。

2. 软件系统

网络系统软件包括网络操作系统和网络协议等。网络操作系统是指能够控制和管理网络资源的软件,是由多个系统软件组成,在基本系统上有多种配置和选项可供选择,使得用户可根据不同的需要和设备构成最佳组合的互联网络操作系统。网络协议保证网络中两台设备之间正确传送数据。

3. 网络信息

计算机网络上存储、传输的信息称为网络信息。网络信息是计算机网络中最重要的资源,它存储于服务器上,由网络系统软件对其进行管理和维护。

3.1.3 计算机网络的发展

纵观计算机网络的发展历史可以发现,它和其他事物的发展一样,也经历了从简单到复杂,从低级到高级的过程。在这一过程中,计算机技术与通信技术紧密结合,相互促进,共同发展,最终产生了计算机网络。

1. 计算机网络的产生

在计算机网络出现之前,信息的交换是通过磁盘进行相互传递资源的,如图 3.3 所示。

1946 年世界上第一台电子计算机问世后的十多年时间内,计算机数量很少,价格很昂贵。早期的所谓计算机网络主要是为了解决这一矛盾而产生的,其形式是将一台计算机经过通信线路与若干台终端直接连接。这是一种简单的计算机联机系统,也被称为终端—计算机网络或称为面向终端的计算机网络,如图 3.4 所示。

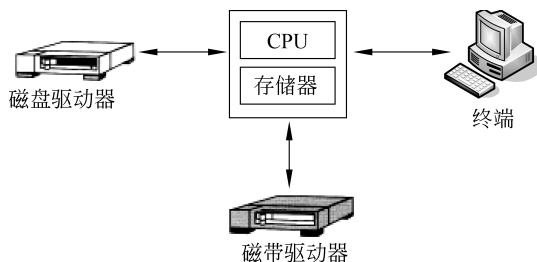


图 3.3 利用磁盘实现数据交换

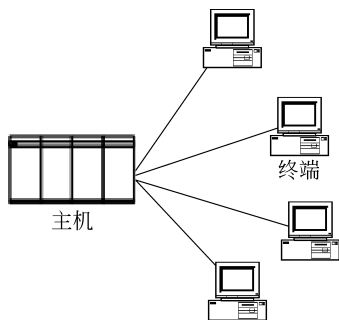


图 3.4 多终端的主机系统

在这里终端用户通过终端机向主机发送一些数据运算处理请求,主机运算后又发给终端机,而且终端用户要存储数据时向主机里存储,终端机并不保存任何数据。第一代网络并不是真正意义上的网络而是一个面向终端的互联通信系统。当时的主机负责两方面的任务:

(a) 负责终端用户的数据处理和存储。

(b) 负责主机与终端之间的通信过程。

所谓终端就是不具有处理和存储能力的计算机。所以这种多终端系统不能称为计算机网络，但它开辟了计算机和通信技术结合的先河。

20 世纪 60 年代冷战时期美国国防部为了提高通信网络的冗余性，提出建立一种即使网络中某一条线路被炸毁，整个网络还可以通信。因此美国国防部指派其下属的高级研究计划局（ARPA）进行研究生存性很强的网络，诞生了 ARPANET。这个网络把位于洛杉矶的加利福尼亚大学、位于圣芭芭拉的加利福尼亚大学、斯坦福大学，以及位于盐湖城的犹他州立大学的计算机主机连接起来，位于各个结点的大型计算机采用分组交换技术，通过专门的通信交换机和专门的通信线路相互连接。这个阿帕网就是 Internet 最早的雏形。

ARPANET 由子网和主机组成。子网由若干个结点处理机 IMP（Interface Message Processor）连接在一起组成。为了保证数据传输的可靠性，每个 IMP 都要求与多个 IMP 相连。如果有部分线路或 IMP 被损坏，系统仍可以通过其他路径自动完成分组的转发，如图 3.5 所示。IMP 设备就是路由器的雏形。

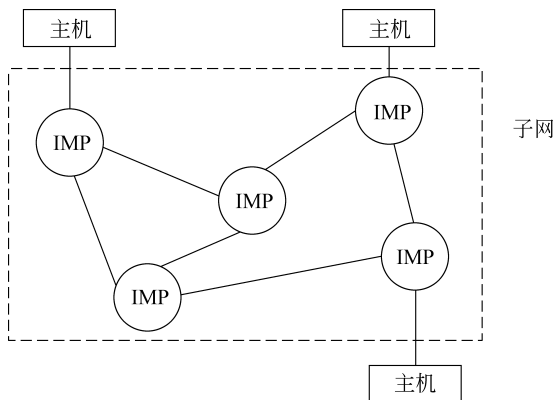


图 3.5 ARPANET 示意图

2. Internet 和局域网发展时期

20 世纪 70、80 年代是 ARPANET 稳步壮大时期。到 1972 年时，ARPANET 网上的网点数已经达到 40 个，这 40 个网点彼此之间可以发送小文本文件（当时称这种文件为电子邮件，也就是我们现在的 E-mail）和利用文件传输协议发送大文本文件，包括数据文件（即现在 Internet 的 FTP），同时也发现了通过把一台计算机模拟成另一台远程计算机的一个终端而使用远程计算机上资源的方法，这种方法被称为 Telnet。由此可看到 E-mail、FTP 和 Telnet 是 Internet 上较早出现的重要工具，E-mail 和 FTP 仍然是目前 Internet 上最主要的应用。

20 世纪 80 年代初，美国一大批科学家呼吁实现全美的计算机和网络资源共享，以改进教育和科研领域的基础设施建设，抵御欧洲和日本先进教育和科技进步的挑战和竞争。80 年代中期，美国国家科学基金会（NSF）为鼓励大学和研究机构共享他们非常昂

贵的 4 台巨型计算机, 希望各大学、研究所的计算机与这 4 台巨型计算机连接起来。最初 NSF 曾试图使用 ARPANET 作 NSFNET 的通信干线, 但由于 ARPANET 的军用性质, 并且受控于政府机构, 这个决策没有成功; 于是他们决定自己出资, 利用 ARPANET 发展出来的 TCP/IP 通讯协议, 建立名为 NSFNET 的广域网。

1986 年 NSF 投资在美国普林斯顿大学、匹兹堡大学、加州大学圣地亚哥分校、依利诺斯大学和康纳尔大学建立 5 个超级计算中心, 并通过 56Kbps 的通信线路连接形成 NSFNET 的雏形。1987 年 NSF 公开招标对 NSFNET 进行升级、营运和管理, 结果 IBM、MCI 和由多家大学组成的非盈利性机构 Merit 获得 NSF 的合同。1989 年 7 月, NSFNET 的通信线路速度升级到了 T1 (1.5Mbps), 并且连接 13 个骨干结点, 采用 MCI 提供的通信线路和 IBM 提供的路由设备, Merit 则负责 NSFNET 的营运和管理。由于 NSF 的鼓励和资助, 很多大学、政府机构甚至私营的研究机构纷纷把自己的局域网并入 NSFNET 中, 从 1986 年至 1991 年, NSFNET 的子网从 100 个迅速增加到 3000 多个。NSFNET 的正式营运以及实现与其他已有和新建网络的连接开始真正成为 Internet 的基础。

20 世纪 70、80 年代, 各种类型的计算机局域网技术纷纷出现, 如 Cambridge Ring、Ethernet、whalllop、Z-net Omninet 等。为统一局域网标准, IEEE 下属的 802 委员会推出 802 系列局域网标准。ISO 于 1981 年推出 ISO/RM, 确立了计算机网络体系结构的理论模型。

TCP/IP 协议也在实践中产生了, 1983 年 ARPANET 向 TCP/IP 协议的转换全部结束, TCP/IP 协议成为 Internet 上的事实标准协议。

3. Internet 大发展时期

20 世纪 90 年代开始, Internet 进入商用发展阶段, 商业机构开始进入 Internet, 使 Internet 开始了商业化的进程, 成为 Internet 大发展的强大推动力。1992 年 Internet 学会成立。该学会把 Internet 定义为“组织松散的、独立的国际合作互连网络”, “通过自主遵守计算机协议支持主机对主机的通信”。

与此同时世界上许多国家相继建立了本国的主干网, 并接入 Internet。欧洲主干网 EBONE、加拿大的 Canet、英国的 PIPEX、日本的 WIDE 都接入 Internet, Internet 从此逐渐形成全球性的互联网。

1993 年底, 中国正式启动了国民经济信息化的起步工程——“三金工程”。“三金工程”的目标, 是建设中国的“信息准高速国道”。三金工程是指金桥工程、金关工程和金卡工程。金桥工程属于信息化的基础设施建设, 是中国信息高速公路的主体。金桥网是国家经济信息技术信息网, 它以光纤、微波、程控、卫星、无线移动等多种方式形成空、地一体的网络结构, 建立起国家公用信息平台。其目标是: 覆盖全国, 与国务院部委专用网相连, 并与 31 个省、市、自治区及 500 个中心城市、1.2 万个大中型企业、100 个计划单列的重要企业集团以及国家重点工程联结, 最终形成电子信息高速公路大干线, 并与全球信息高速公路互联。金关工程即国家经济贸易信息网络工程, 可延伸到用计算机对整个国家的物资市场流动实施高效管理。它还将对外贸企业的信息系统实行联网, 推广电子数据交换 (EDI) 业务, 通过网络交换信息取代磁介质信息, 消除进出

口统计不及时、不准确,以及在许可证、产地证、税额、收汇结汇、出口退税等方面存在的弊端,达到减少损失,实现通关自动化,并与国际 EDI 通关业务接轨的目的。金卡工程即从电子货币工程起步,计划用 10 多年的时间,在城市 3 亿人口中推广普及金融交易卡,实现支付手段的革命性变化,从而跨入电子货币时代,并逐步将信用卡发展成为个人与社会的全面信息凭证,如个人身份、经历、储蓄记录、刑事记录等。除“三金工程”外,其他信息化建设的“金字工程”还有金智工程、金企工程等。金智工程指与教育科研有关的网络工程。金智工程的主体部分是“中国教育和科研计算机网示范工程”(即 CERNET),1994 年 12 月由国家计委正式批复立项实施。CERNET 由教育部主持,清华大学、北京大学、上海交通大学等 10 所高校承担建设任务,包括全国主干网、地区网和校园网三级网络层次结构,网络中心设在清华大学。金智工程的最终目的,是实现世界范围内的资源共享、科学计算、学术交流和科技合作。金企工程是由国家经贸委所属的经济信息中心规划的“全国工业生产与流通信息系统”的简称,于 1994 年底正式启动建设。

4. 下一代网络 (NGN)

NGN 即下一代网络。从发展的角度来看,NGN 是从传统的以电路交换为主的 PSTN 网络中逐渐迈向以分组交换为主,它承载了原有 PSTN 网络的所有业务,把大量的数据传输卸载到 IP 网络中以减轻 PSTN 网络的重荷,又以 IP 技术的新特性增加和增强了许多新老业务。从这个意义上讲,NGN 是基于 TDM 的 PSTN 语音网络和基于 IP/ATM 的分组网络融合的产物,它使得在新一代网络上语音、视频、数据等综合业务成为可能。从网络功能上看,NGN 不是今天哪一种网络的简单发展延伸,而是三网融合的产物。它不仅将具有今天各种网络的所有功能,还将具有网络融合后产生的新功能。NGN 技术实现了业务的融合,吸取网络 (PSTN/ISDN、PLMN、IN、Internet) 之间的互通,在全网内快速提供新的语音、数据、图像,融合了 IP、ATM、IN 和 TDM 等众家之长,形成分层的全开放的体系架构。此外,在 NGN 中还将实现固定网络和移动网络的融合。在网络的体系结构方面 NGN 将从今天的 IP 网演化形成。首先是网络的 IP 化。从终端接入网、城域网到广域网都将实现 IP 化。进一步的演化是改进 IP 网的结构,发展新协议以满足 NGN 的要求。

3.1.4 计算机网络的分类

1. 按地理范围分类

计算机网络常见的分类依据是网络覆盖的地理范围,按照这种分类方法,可将计算机网络分为局域网、广域网和城域网三类。

局域网 (Local Area Network) 简称 LAN,它是连接近距离计算机的网络,覆盖范围从几米到数公里。例如办公室或实验室的网、同一建筑物内的网及校园网等。

广域网 (Wide Area Network) 简称 WAN,其覆盖的地理范围从几十公里到几千公里,覆盖一个国家、地区或横跨几个洲,形成国际性的远程网络。例如我国的公用数字数据网 (China DDN)、电话交换网 (PSDN) 等。

城域网（Metropolitan Area Network）简称 MAN，它是介于广域网和局域网之间的一种高速网络，覆盖范围为几十公里，大约是一个城市的规模。

2. 按拓扑结构分类

拓扑结构就是网络的物理连接形式。如果不考虑实际网络的地理位置，把网络中的计算机看作一个结点，把通信线路看作一根连线，这就抽象出计算机网络的拓扑结构。局域网的拓扑结构主要有星型、总线型、环型、树型和网状等五种。

（1）总线型拓扑结构

这种结构所有结点都直接连到一条主干电缆上，这条主干电缆就称为总线。该类结构没有关键性结点，任何一个结点都可以通过主干电缆与连接到总线上的所有结点通信，总线的起始点和终结点有一个终端电阻，终端电阻的功能是避免信号反射，当网络中的一个信号流经所有设备，最后传到终端时，如果没有终端匹配电阻，信号就会反射回去，产生噪声，致使新的信号难以识别，如图 3.6 所示。总线在早期的以太网中比较流行，如 10Base-5、10Base-2 等以太网技术都采用总线拓扑结构。总线型拓扑结构的特点是结构简单、成本低、安装使用方便。最致命的缺点是，单点故障，即如果主干的线路上出现故障，整个网络都会瘫痪。

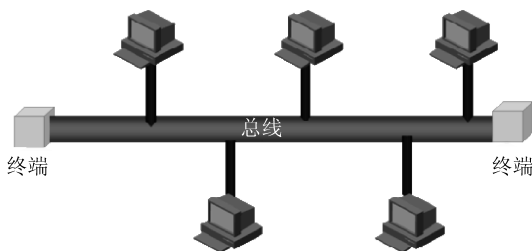


图 3.6 总线型结构

（2）星型拓扑结构

这种结构以一台设备作为中央结点，其他外围结点都单独连接在中央结点上，各外围结点之间不能直接通信，必须通过中央结点进行通信，如图 3.7 所示。中央结点可以是文件服务器或专门的接线设备，负责接收某个外围结点的信息，再转发给另外一个外围结点。星型拓扑的优点是结构简单，管理方便，可扩充性强，组网容易。缺点是属于集中控制，主结点负载过重，如果中央结点产生故障，则全网不能工作，所以对中央结点的可靠性和冗余度要求很高。星型拓扑结构广泛应用于网络中智能集中于中央结点的场合。在目前传统的数据通信中，该拓扑结构仍占支配地位。

（3）环型拓扑结构

这种结构是将各台联网的计算机用通信线路连接成一个闭合的环，是一个点到点的环路，每台设备都直接连接到环上，或通过一个分支电缆连到环上。信息在环中作单向流动，可实现环上任意两结点间的通信，如图 3.8 所示。环形结构的优点是电缆长度短、成本低。该结构的缺点是单点故障，某一结点出现故障会引起全网故障，且故障诊断及每一个结点，故障诊断困难；若要扩充环的配置，就需要关掉部分已接入网中的结点，重新配置困难。

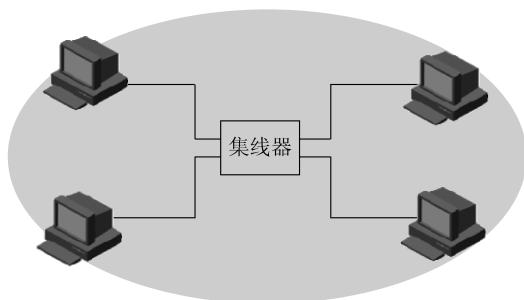


图 3.7 星型拓扑结构

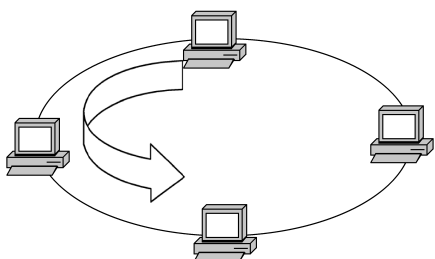


图 3.8 环型拓扑结构

（4）树型拓扑结构

树型结构是从总线型结构演变而来，它把星型和总线型结合起来，形状就像一个树根朝上的树，顶端是根结点，根结点下面有若干个分支，每个分支还可以延伸出子分支。各个结点分层次地接入网络，如图 3.9 所示。树型结构的优点是容易扩展，故障也容易分离处理。缺点是如果根结点出现故障，则会影响整个网络的通信。树型结构的特点非常适合用于构建网络主干，能够有效地保护布线投资。这种拓扑结构的网络一般采用光纤作为网络主干，主要用于军事单位，政府单位等上下界限相当严格和层次分明的部门。

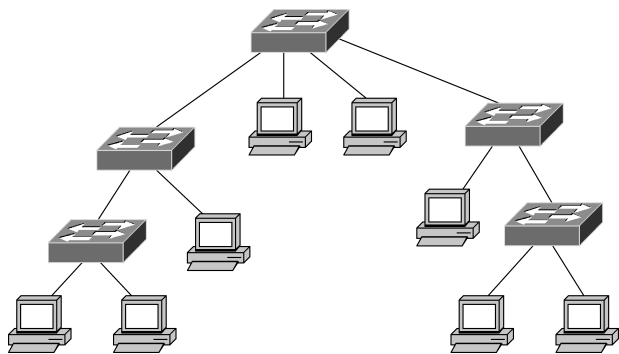


图 3.9 树型拓扑结构

（5）网状拓扑结构

网状拓扑结构中，结点之间的连接是没有规律的，结点间的连线构成一张网，如图 3.10 所示。网状拓扑结构的特点是可靠性好，存在冗余路径，当一条线路损坏时整个网络仍然可以工作。但是网状型拓扑比较复杂，需要采用路由选择算法才能正确地传输数据。

网状结构分为全连接网状和不完全连接网状两种形式。在全连接网状结构中，每一个结点和网中其他结点均有链路连接。在不完全连接网状网中，两结点之间不一定有直接链路连接，它们之间的通信，依靠其他结点转接。广域网中一般用不完全连接网状结构。

一般来说，拓扑结构会影响传输介质的选择和控制方法的确定，因而会影响网上结点的运行速度和网络软、硬件接口的复杂程度。网络的拓扑结构和介质访问控制方法是影响网络性能的最重要因素，因此应根据实际情况选择最合适的拓扑结构，选用相应的

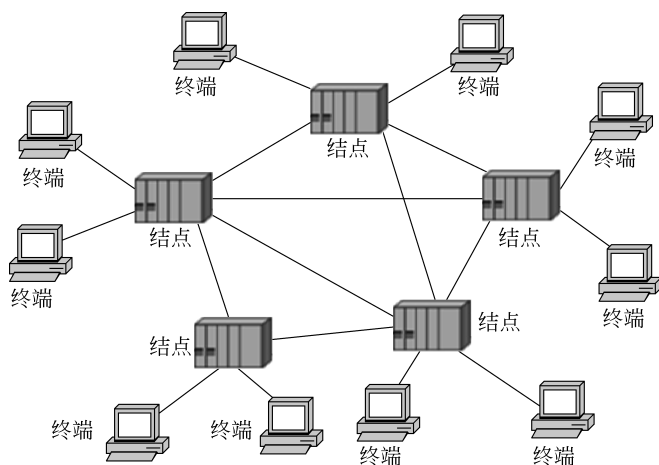


图 3.10 网状拓扑结构

网络适配器和传输介质，确保组建的网络具有较高的性能。

3. 按传输技术分类

按照网络所采用的传输技术分，网络可以分为点到点网络和广播式网络。在点到点网络中，每条物理线路连接一对结点，由于连接多个站点之间的线路可能很复杂，因此，一条信息从源站点到宿站点的路程上要进行路由选择，并经过多个站点的存储与转发。广域网中的通信一般都采用这种方式。在广播式网络中，所有联网的计算机都连接到一个公共的通信信道上。当一个站点发出信息后，其他站点都能收到这个信息。由于网络中传输的信息包含有目标站点地址和源站点地址，所以每个结点都可以根据目标地址判断哪个信息包是发送给自己的，并根据源地址判断是谁发来的。局域网中的通信一般都采用这种方式。

4. 按传输介质分类

传输介质就是指用于网络连接的通信线路。目前常用的传输介质有同轴电缆、双绞线、光纤、卫星、微波等有线或无线传输介质，相应地可将网络分为同轴电缆网、双绞线网、光纤网、卫星网和无线网。

5. 按带宽速率分类

带宽速率指的是“网络带宽”和“传输速率”两个概念。传输速率是指每秒钟传送的二进制位数，通常使用的计量单位为 b/s、kb/s、Mb/s。按网络带宽可以分为基带网（窄带网）和宽带网；按传输速率可以分为低速网、中速网和高速网。一般来讲，高速网是宽带网，低速网是窄带网。

3.2 Internet 概述

在网络技术不断更新的今天，一种用网络互连设备将各种类型的广域网、城域网和局域网互连起来，形成了称为互联网的网中网。互联网的出现，使计算机网络从局部到

全国进而将全世界连成一片，这就是 Internet 网。

Internet 中文名为因特网或国际互联网，它是世界上发展速度最快、应用最广泛和最大的公共计算机信息网络系统，它提供了数万种服务，被世界各国计算机信息界称为未来信息高速公路的雏形。

3.2.1 Internet 体系结构

Internet 的基础结构经过几十年的发展，由最初的单一网络结构发展到三级结构的网络结构，到现在已经发展成为多层次 ISP 结构的 Internet。

20 世纪 90 年代是 Internet 大发展时期。这一阶段接入 Internet 的网络、主机和用户数每年都以指数级增长。随着网络通信量的急剧增大，作为主干的 NSFNET 不堪重负，于是美国政府决定将 Internet 的主干网交给私人公司来经营。从 1993 年开始，NSFNET 逐渐被若干个商用的 Internet 主干网所代替，这些主干网络的提供者称为 Internet 服务提供商（Internet Service Provider, ISP）。ISP 拥有从 Internet 管理机构申请到的多个 IP 地址，同时拥有通信线路（大的 ISP 自己建造通信线路，小的 ISP 则向电信公司租用通信线路）以及路由器等连网设备，因此任何机构和个人只要向 ISP 交纳规定的费用，就可从 ISP 得到所需的 IP 地址，并通过该 ISP 接入到 Internet。

根据提供服务的覆盖面积大小以及所拥有的 IP 地址数目的不同，ISP 也分为不同的层次，图 3.11 是具有三层 ISP 结构的 Internet 的概念示意图，但这种示意图并不表示各 ISP 的地理位置关系。

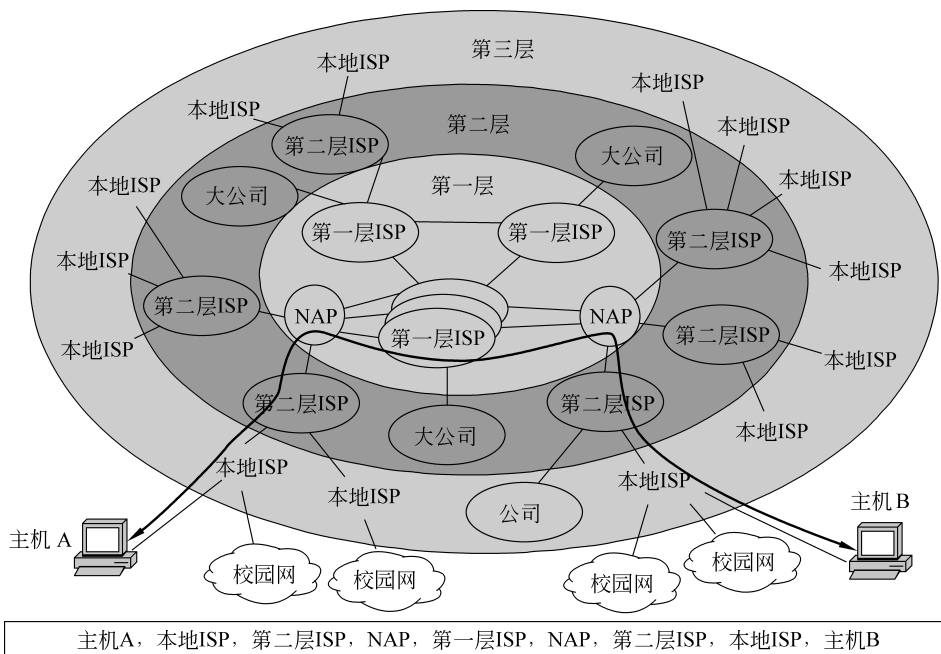


图 3.11 基于 ISP 的多层结构的 Internet 的概念示意图

在图中，最高级别的 ISP 是第一层 ISP，该层 ISP 的服务面积最大，一般能够覆盖

国家范围，并且还拥有高速主干网。第二层 ISP 和一些大公司都是第一层 ISP 的用户。第三层 ISP 又称为本地 ISP，它们是第二层 ISP 的用户，且只拥有本地范围的网络。一般的校园网或企业网以及拨号上网的用户，都是第三层 ISP 的用户。为了使不同层次 ISP 经营的网络都能够互通，在 1994 年开始创建了四个网络接入点 NAP (Network Access Point)，分别由四个电信公司经营。网络接入点 NAP 用来交换因特网上流量。在 NAP 中安装有性能很好地交换设施（例如，使用 ATM 交换技术）。到 21 世纪初，美国的 NAP 的数量已达到十几个。NAP 可以算是最高等级的接入点。它主要是向各 ISP 提供交换设施，使它们能够互相通信。

从图 3.11 可以看出，Internet 逐渐演变成基于 ISP 和 NAP 的多层次结构网络。但今日的 Internet 由于规模太大，已经很难对整个的网络结构给出细致的描述。但下面这种情况是经常遇到的，就是相隔较远的两个主机的通信可能需要经过多个 ISP（图中的粗线表示主机 A 要经过许多不同层次的 ISP 才能把数据传送到主机 B）。因此，当主机 A 和另一个主机 B 通过 Internet 进行通信时，实际上也就是它们通过许多中间的 ISP 进行通信。

3.2.2 接入 Internet

接入 Internet 的方式多种多样，一般都是通过提供 Internet 接入服务的 ISP (Internet Service Provider) 接入 Internet。主要的接入方式有如下几种。

1. 局域网接入

一般单位的局域网都已接入 Internet，局域网用户即可通过局域网接入 Internet。局域网接入传输容量较大，可提供高速、高效、安全、稳定的网络连接。现在许多住宅小区也可以利用局域网提供宽带接入。

2. 电话拨号接入

电话拨号入网可分为两种：一是个人计算机经过调制解调器和普通模拟电话线，与公用电话网连接。二是个人计算机经过专用终端设备和数字电话线，与综合业务数字网 (ISDN, Integrated Service Digital Network) 连接。通过普通模拟电话拨号入网方式，数据传输能力有限，传输速率较低（最高 56 kb/s），传输质量不稳，上网时不能使用电话。通过 ISDN 拨号入网方式，信息传输能力强，传输速率较高（128 kb/s），传输质量可靠，上网时还可使用电话。

3. ADSL 接入

非对称数字用户线路 (Asymmetric Digital Subscriber Line, ADSL) 接入是指通过在现有电话线上安装 ADSL 调制解调器来接入 ISP。ADSL 方案的最大特点是不需要改造信号传输线路，完全可以利用普通铜质电话线作为传输介质，配上专用的调制解调器即可实现数据高速传输。ADSL 支持上行速率 640kbps~1Mbps，下行速率 1Mbps~8Mbps，其有效的传输距离在 3~5 公里范围以内。在 ADSL 接入方案中，每个用户都有单独的一条线路与 ADSL 局端相连，它的结构可以看作是星形结构，数据传输带宽是由每一个

用户独享的。上行（指从用户电脑端向网络传送信息）速率最高可达 1Mb/s，下行（指浏览 WWW 网页、下载文件）速率最高可达 8Mb/s。通过 ADSL 上网的同时可以打电话，互不影响，而且上网时不需要另交电话费。

4. 线缆调制解调器接入

基于有线电视的线缆调制解调器（Cable Modem）接入方式可以达到下行 8Mb/s、上行 2Mb/s 的高速率接入。要实现基于有线电视网络的高速互联网接入业务还要对现有的 CATV 网络进行相应的改造。基于有线电视网络的高速互联网接入系统有两种信号上行信号传送方式，一种是通过 CATV 网络本身采用上下行信号分频技术来实现，另一种通过 CATV 网传送下行信号，通过普通电话线路传送上行信号。

5. VDSL 接入

VDSL 是比 ADSL 更高速的宽带接入方式。使用 VDSL，短距离内的最大下载速率可达 55Mb/s，上传速率可达 2.3Mb/s（将来可达 19.2Mb/s，甚至更高）。VDSL 使用的介质是一对铜线，有效传输距离可超过 1000 米。但 VDSL 技术仍处于发展初期，长距离应用仍需测试，端点设备的普及也需要时间。

目前有一种基于以太网方式的 VDSL，接入技术使用 QAM 调制方式，它的传输介质也是一对铜线，在 1.5 公里的范围之内能够达到双向对称的 10Mb/s 传输，即达到以太网的速率。如果这种技术用于宽带运营商社区的接入，可以大大降低成本。

6. DDN 专线接入

DDN 是英文 Digital Data Network 的缩写，这是随着数据通信业务发展而迅速发展起来的一种新型网络。DDN 的主干网传输媒介有光纤、数字微波、卫星信道等，用户端多使用普通电缆和双绞线。DDN 将数字通信技术、计算机技术、光纤通信技术以及数字交叉连接技术有机地结合在一起，提供了高速度、高质量的通信环境，可以向用户提供点对点、点对多点透明传输的数据专线出租电路，为用户传输数据、图像、声音等信息。DDN 的通信速率可根据用户需要在 $N \times 64\text{kb/s}$ （ $N=1 \sim 32$ ）之间进行选择，当然速度越快租用费用也越高。

用户租用 DDN 业务需要申请开户。DDN 的收费一般可以采用包月制和计流量制，这与一般用户拨号上网的按时计费方式不同。DDN 的租用费较贵，普通个人用户负担不起，DDN 主要面向集团公司等需要综合运用的单位。DDN 按照不同的速率带宽收费也不同，例如，在中国电信申请一条 128kb/s 的区内 DDN 专线，月租费大约为 1000 元。因此它不适合社区住户的接入，只对社区商业用户有吸引力。

7. 无线上网

无线接入使用无线电波将移动端系统和 ISP 的基站连接起来，基站又通过有线方式接入 Internet。目前无线上网可以分为两种：一种是无线局域网，以传统局域网为基础，通过无线 AP 和无线上网卡构建的一种无线上网方式；另一种是无线广域网，通过电信服务商开通数据功能，以计算机通过无线上网卡达到无线上网的接入方式，如 CDMA 无线上网卡，GPRS 无线上网卡、3G 无线上网卡等。

8. 光纤接入

PON（无源光网络）技术是一种点对多点的光纤传输和接入技术，下行采用广播方式，上行采用时分多址方式，可以灵活地组成树形、星形、总线形等拓扑结构，在光分支点不需要结点设备，只需要安装一个简单的光分支器即可，具有节省光缆资源、带宽资源共享、节省机房投资、设备安全性高、建网速度快、综合建网成本低等优点。

PON 包括 ATM-PON（APON，即基于 ATM 的无源光网络）和 Ethernet-PON（EPON，即基于以太网的无源光网络）两种。APON 技术发展得比较早，它还具有综合业务接入、QoS 服务质量保证等独有的特点，ITU-T 的 G.983 建议规范了 ATM-PON 的网络结构、基本组成和物理层接口，我国信息产业部也已制定了完善的 APON 技术标准。

PON 接入设备主要由 OLT、ONT、ONU 组成，由无源光分路器件将 OLT 的光信号分到树型网络的各个 ONU。一个 OLT 可接 32 个 ONT 或 ONU，一个 ONT 可接 8 个用户，而 ONU 可接 32 个用户，因此，一个 OLT 最大可负载 1024 个用户。PON 技术的传输介质采用单芯光纤，局端到用户端最大距离为 20 公里，接入系统总的传输容量为上行和下行各 155Mb/s，每个用户使用的带宽可以从 64kb/s 到 155Mb/s 灵活划分，一个 OLT 上所接的用户共享 155Mb/s 带宽。

3.2.3 Internet 编址

Internet 上每个主机都有一个唯一的地址，称为 IP 地址，它们用来在网络通信时标识每台设备。如果没有 IP 地址，数据就不能在网络和设备间流动。

IP 地址是一个 32 比特的二进制数字。为了方便记忆和书写，每个 IP 地址按字节分成四组，每组 1 字节，字节之间用点隔开，每组的 8 比特用对应的十进制数字表示，这种表示法称为点分十进制，例如 202.143.137.144，如图 3.12 所示。

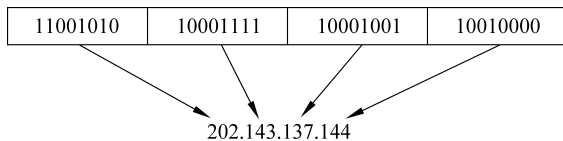


图 3.12 点分十进制

每个 IP 地址分为两部分：网络号和主机号。网络号用来表明结点所在的网络，主机号表明结点在网络里的编号，如图 3.13 所示。

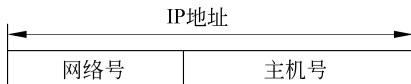


图 3.13 IP 地址的网络号和主机号

根据网络号和主机号所占比特位数不同，IP 地址可以分为 A、B、C、D、E 五大类，如图 3.14 所示。其中 A、B、C 类地址用来分配给主机和路由器，D 类地址是组播地址，E 类地址保留。

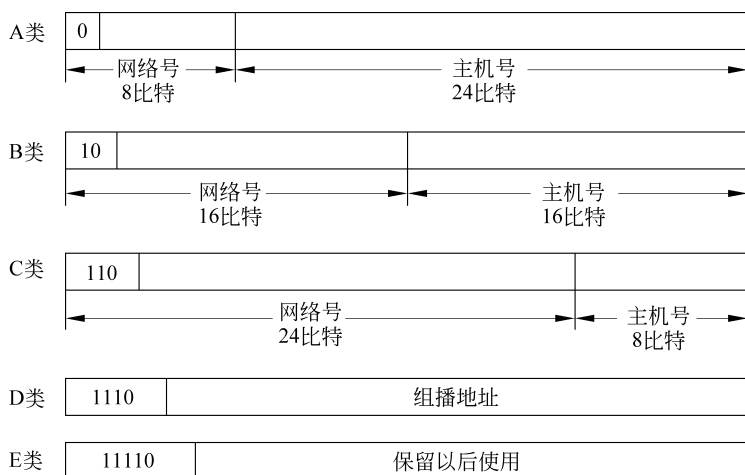


图 3.14 IP 地址的分类

A 类 IP 地址网络号占 1 字节，主机号占 3 字节，第 1 个比特固定是 0，第一个字节的十进制取值在 1~126 之间。B 类 IP 地址网络号占 2 字节，主机号占 2 字节，前两个比特固定是 10，第一个字节的取值在 128~191 之间。C 类地址网络号占 3 字节，主机号占 1 字节，前三个比特固定是 110，第一个字节的取值在 192~223 之间。可以看出，A 类网络数目最少，但每个 A 类网络中能容纳的主机数是最多的；而 C 类网络数目最多，但是每个 C 类网络中能容纳的主机是最少的。

由于 IP 地址是数字标识，使用时难以记忆和书写，因此在 IP 地址的基础上又发展出一种符号化的地址方案，来代替数字型的 IP 地址。每一个符号化的地址都与特定的 IP 地址对应，这样网络上的资源访问起来就容易得多了。这个与网络上的数字型 IP 地址相对应的字符型地址，就被称为域名。

一个域名由若干部分组成，各个部分之间用小数点间隔，最顶层的域名在最右边，最底层域名在最左边，形如 ...三级域名.二级域名.顶级域名，例如 www.sina.com.cn。

目前互联网上的域名体系中共有三类顶级域名：地理顶级域名、类别顶级域名和新增顶级域名。地理顶级域名包括各个国家和地区的代码，例如.cn 代表中国，.jp 代表日本，.uk 代表英国等。类别顶级域名包括：.com（公司）、.net（网络机构）、.org（组织机构）、.edu（美国教育）、.gov（美国政府部门）、.arpa（美国军方保留）、.mil（美国军方）和.int（国际组织）。新增加的顶级域名有.biz（商业）、.coop（合作公司）、.info（信息行业）、.aero（航空业）、.pro（专业人士）、.museum（博物馆行业）、.name（个人）。

在这些顶级域名下，可以根据需要定义次一级的域名。例如，在我国的顶级域名.cn 下又设立了.com、.net、.org、.gov、.edu 域名和我国各个行政区划的域名，如.bj 代表北京，.sh 代表上海等。

整个域名体系就像一棵倒过来的树一样，树根在上面，树根下面是顶级域名，顶级域名下是一级域名，一级域名下是二级域名，等等。Internet 域名体系如图 3.15 所示。

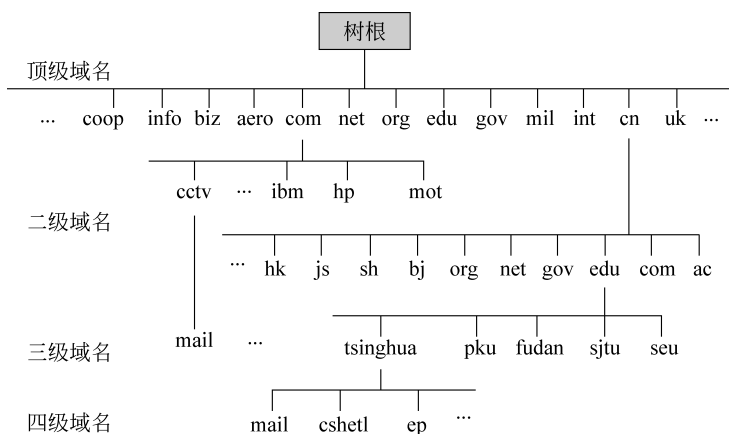


图 3.15 Internet 域名体系

3.2.4 Internet 应用

1. 电子邮件

电子邮件 (E-mail) 是 Internet 上最主要的服务之一, 也是最基本和用户最常用的服务之一。它是利用计算机网络来发送和接收邮件。通过网络的电子邮件系统, 用户可以用非常低廉的价格 (不管发送到哪里, 都只需负担电话费和网费即可), 以非常快速的方式 (几秒钟之内可以发送到世界上任何你指定的目的地), 与世界上任何一个角落的网络用户联系, 这些电子邮件可以是文字、图像、声音等各种方式。同时, 用户可以得到大量免费的新闻、专题邮件, 并实现轻松的信息搜索。

要使用电子邮件, 必须有一个信箱。用户可在 Internet 上申请一个免费的电子邮箱。网络上的每个 E-mail 信箱都有一个信箱地址, 要向一个用户发送 E-mail, 必须知道他的信箱地址, 即电子邮件地址。

Internet 上使用的信箱地址由一个字符串组成, 该字符串被 “@” 分成两个部分。如 zhangsan@163.com, 前面部分称为信箱地址的前缀, 它标识信箱的用户, 后面部分称为“后缀”, 是用户信箱所在计算机的域名, 即标识在域名为 163.com 的计算机上, 账号为 zhangsan 的一个用户。

电子邮件的工作过程遵循客户-服务器模式。每份电子邮件的发送都要涉及发送方与接收方, 发送方构成客户端, 而接收方构成服务器, 服务器含有众多用户的电子信箱。发送方通过邮件客户程序, 将编辑好的电子邮件向邮局服务器 (SMTP 服务器) 发送。邮局服务器识别接收者的地址, 并向管理该地址的邮件服务器 (POP3 服务器) 发送消息。邮件服务器是将消息存放在接收者的电子信箱内, 并告知接收者有新邮件到来。接收者通过邮件客户程序连接到服务器后, 就会看到服务器的通知, 进而打开自己的电子信箱来查收邮件。

目前应用最广泛的 Internet Explorer 和 Netscape 都带有电子邮件收发程序的插件, 其中, Microsoft Outlook Express 是 Internet Explorer 的一个功能强大的组件, 主要用于电子邮件和新闻组服务。另外常用的收发电子邮件的应用程序还有我国张小龙制作的

Foxmail, 用户可以根据使用习惯选择自己喜欢的客户端软件收发邮件。

2. 万维网

万维网 (WWW) 是 World Wide Web 的缩写, 又称为 3W 或 Web。WWW 是融合信息检索技术与超文本和超媒体技术而形成的使用简单、功能强大的全球信息系统。它将文本、图像、声音和其他资源以超文本 (HTML) 的形式提供给访问者, 是 Internet 上最方便和最受欢迎的信息浏览方式。我们将在下一节中详细介绍关于万维网的知识。

3. 文件传输

文件传输 (File Transfer Protocol, FTP) 是 WWW 出现以前 Internet 使用最广泛的服务。FTP 用来在计算机之间传输文件。访问 FTP 和 WWW 服务是不同的, 要访问一个 FTP 服务器上的信息资源, 一般先在该服务器上进行注册, 以获得合法的用户账号 (用户名和密码), 此为匿名 FTP 服务器。还有一种匿名 FTP 服务器, 它的用户名是 Anonymous, 口令是自己的电子邮件地址, 输入匿名的用户名和口令后便可使用 FTP 服务。

4. 远程登录

远程登录是指在 TCP/IP 的远程终端协议 Telnet 的支持下, 用户用仿真终端方式远程登录到 Internet 主机的过程。远程登录是 Internet 提供的最基本的信息服务之一。用户可以使用 Telnet 命令使自己的计算机暂时成为远程计算机的一个终端。一旦用户成功地实现了远程登录, 用户就可以像远程计算机的本地终端一样进行工作, 使用远程计算机对外开放的全部资源, 如硬件、程序语言、操作系统、应用软件及信息资源。

5. 信息查询

在 Internet 中有很多有用的信息, 但是这些信息分布在不同的计算机上, 如何才能检索到所需要的信息, 是广大用户关心的问题。百度、Archie、Gopher 和 WAIS 都可以解决检索问题。

6. 即时通信

即时通信 (Instant Messaging, IM) 是一种可以让使用者在网络上建立某种私人聊天室的实时通信服务。大部分的即时通信服务提供了状态信息的特性——显示联络人名单, 联络人是否在线及能否与联络人交谈。目前在互联网上受欢迎的即时通信软件包括 QQ 和 Skype 等。

7. 电子商务服务

电子商务是基于因特网的一种新的商业模式, 其特征是商务活动在因特网上以数字化电子方式完成。电子商务通常是指是在全球各地广泛的商业贸易活动中, 在因特网开放的网络环境下, 基于浏览器/服务器应用方式, 买卖双方不谋面地进行各种商贸活动, 实现消费者的网上购物、商户之间的网上交易和在线电子支付以及各种商务活动、交易活动、金融活动和相关的综合服务活动的一种新型的商业运营模式。

8. 博客

博客 (Blog) 最初的名称是 Weblog, 由 Web 和 log 两个单词组成, 按字面意思就为网络日记, 后来喜欢新名词的人把这个词的发音故意改了一下, 读成 We Blog, 由此, Blog 这个词被创造出来。中文意思即网志或网络日志, 不过, 在中国大陆有人往往也将 Blog 本身和 Blogger (即博客作者) 均音译为“博客”。“博客”有较深的含义: “博”为“广博”; “客”不单是“Blogger”更有“好客”之意。看 Blog 的人都是“客”。

博客就是以网络作为载体, 简易迅速便捷地发布自己的心得, 及时有效轻松地与他人进行交流, 再集丰富多彩的个性化展示于一体的综合性平台。不同的博客可能使用不同的编码, 所以相互之间也不一定兼容。而且, 目前很多博客都提供丰富多彩的模板等功能, 这使得不同的博客各具特色。博客是继 E-mail、BBS、ICQ 之后出现的第四种网络交流方式, 是网络时代的个人“读者文摘”, 是以超级链接为武器的网络日记, 代表着新的生活方式和新的工作方式, 更代表着新的学习方式。

一个博客其实就是一个网页, 它通常是由简短且经常更新的帖子所构成, 这些张贴的文章都按照年份和日期倒序排列。博客的内容和目的有很大的不同, 从对其他网站的超级链接和评论, 有关公司、个人构想到日记、照片、诗歌、散文, 甚至科幻小说的发表或张贴。许多博客是个人心中所想之事情的发表, 其他博客则是一群基于某个特定主题或共同利益领域的集体创作。

随着博客快速扩张, 它的目的与最初的浏览网页心得已相去甚远。目前网络上数以千计的博客作者发表和张贴博客的目的有很大的差异。不过, 由于沟通方式比电子邮件、讨论群组更简单和容易, 博客已成为家庭、公司、部门和团队之间越来越盛行的沟通工具, 因为它也逐渐被应用在企业内部网络 (Intranet) 中。

除了上述应用外, 还有一系列其他服务, 如网络 IP 电话、远程医疗和远程教学等。总之 Internet 为用户提供了各种各样的服务, 有了 Internet, 人类的文化生活日益丰富多彩。

3.3 万 维 网

3.3.1 万维网概述

万维网 (World Wide Web, WWW) 是 Tim Berners-Lee 于 20 世纪 90 年代初在欧洲粒子物理实验室发明的。万维网是 Internet 最重要的一种应用, 人们通过 Web 进行信息浏览和查询。人们常常把万维网和 Internet 混为一谈, 其实并非如此。有人形象地把 Internet 比作纵横交错的公路网, 而万维网则是成千上万在公路上跑的汽车。万维网的出现是 20 世纪计算机网络领域的一件大事, 正是有了万维网, 网络才真正地实现了大众化。

万维网是以超文本标记语言 (Hyper Text Markup Language, HTML) 与超文本传输协议 (Hyper Text Transfer Protocol, HTTP) 为基础, 能够提供面向 Internet 服务的、一致的用户界面的信息浏览系统。下面介绍几个与万维网相关的名词。

1. HTML

HTML (Hyper Text Mark-up Language) 即超文本置标语言或超文本链接置标语言, 是目前网络上应用最为广泛的语言, 也是构成网页文档的主要语言。HTML 文本是由 HTML 命令组成的描述性文本, HTML 命令可以说明文字、图形、动画、声音、表格、链接等。HTML 的结构包括头部 (Head)、主体 (Body) 两大部分, 其中头部描述浏览器所需的信息, 而主体则包含所要说明的具体内容。

2. Web 站点

万维网上的有机细胞便是一个个 Web 站点, 而每个 Web 站点在物理构成上就是一系列在内容上彼此相关、在功能上紧密集成的 HTML 页面的集合。一个 Web 站点其实也就是一个 Web 服务器。Web 服务器利用超链接非线性地组织相关的多媒体信息页, 这些信息既可放置在一台主机上, 也可以放在不同地理位置的不同主机上。Web 服务器随时准备响应远程 Web 浏览器发来的浏览请求, 为用户提供所需要的超文本文件。

3. 网页

一个网页 (Web 页) 实际上对应于一个 HTML 文件, 通常以 .htm 或 .html 为扩展名。

4. 主页

又称为 Web 首页。每个 Web 服务器都有一个用来展示自己的风貌, 介绍自己能够提供的信息服务, 具有自己独特风格的超文本文件。该文件通常是其所在 Web 服务器的入口网页, 故称为主页或首页。网站的主页通常以 index.html、default.html 来命名。

5. 统一资源定位符

在实际的网络应用中, 通常使用统一资源定位符 (Uniform Resource Location, URL) 表示服务器上可以访问的资源。URL 是对 Internet 上资源的位置和访问方法的一种表示形式, 其中资源可以是多种类型, 如文件、目录、图像、声音等。URL 由 3 部分组成: 传输协议://、主机 IP 地址或域名地址、资源所在路径和文件名。如中国石油大学 (北京) Web 服务器中有关学校简介的网页 URL 地址为:

`http://www.cup.edu.cn/xxgk/xxjj/`

其中, “http://” 表示以超文本传输协议进行数据传输; `www.cup.edu.cn` 是中国石油大学 (北京) Web 服务器的域名; “/xxgk/xxjj/” 为介绍学校简介的超文本文件在服务器上存储的相对路径。

6. HTTP 协议

HTTP 是超文本传输协议, 是客户端浏览器或其他程序与 Web 服务器之间的应用层通信协议。在 Internet 上的 Web 服务器上存放的都是超文本信息, 客户机需要通过 HTTP 协议传输所要访问的超文本信息。HTTP 包含命令和传输信息, 不仅可用于 Web 访问, 也可以用于其他因特网/内联网应用系统之间的通信, 从而实现各类应用资源超媒体访问的集成。

3.3.2 Web 工作过程

Web 的工作基于客户机/服务器计算模型，由 Web 浏览器（客户机）和 Web 服务器（服务器）构成，两者之间采用超文本传输协议（HTTP）进行通信。HTTP 是 Web 浏览器和 Web 服务器之间的应用层协议，是通用的、无状态的、面向对象的协议。事实上，我们使用的浏览器如 Netscape 或 IE 是实现 HTTP 协议中的客户端，而一些常用的 Web 服务器软件如 Apache 和 IIS 是实现 HTTP 协议中的服务器端。Web 页通过服务器端进行资源定位，传输到浏览器，经过浏览器的解释后，被客户所看到。

一个完整的 Web 客户机和 Web 浏览器的交互过程包括如下 4 个步骤，如图 3.16 所示。

（1）连接

WWW 服务通常将超文本文档都存储在 Web 服务器主机上。每个服务器主机上运行一个 Web 服务器进程，在 80 端口等待 Web 浏览器（客户端）的请求。Web 浏览器与 Web 服务器建立连接，就是要在客户端与服务器的 80 端口上建立一个称为 Socket（套接字）的连接。

（2）请求

连接建立后，Web 浏览器通过 Socket 向 Web 服务器提交请求。请求中包含所需 HTML 文档的地址和名称。HTTP 的请求一般是 GET 或 POST 命令。

（3）应答

收到请求后，Web 服务器在本地硬盘中找到对应的 HTML 文档，返回给浏览器。Web 浏览器收到后，根据 HTML 文档中的标记去解释文档，在页面上显示文字、图片、链接等内容。

（4）关闭连接

应答结束后，Web 浏览器与 Web 服务器之间的 Socket 连接必须断开，以保证其他 Web 浏览器能够与 Web 服务器建立连接。

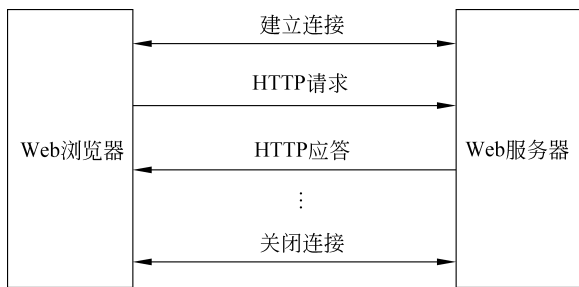


图 3.16 Web 浏览器与 Web 服务器交互

3.4 网络安全

网络安全是指网络系统的硬件、软件及其系统中的数据受到保护，不因偶然的或者恶意的原因而遭受到破坏、更改、泄露，系统连续可靠正常地运行，网络服务不中断。