

1

计算机网络概论

学习目标

- 了解计算机网络产生的背景
- 掌握计算机网络发展各个阶段的特点
- 理解分组交换的概念
- 掌握计算机网络的定义
- 掌握计算机网络的分类
- 了解因特网发展的历史
- 理解现实网络需要解决的技术问题

1.1 计算机网络的形成与发展

计算机网络改变了人们传统的生活方式，通过网络可以实现网络通信、网上购物、网上银行、网上营销、网上政务等。计算机网络已经和人们的日常工作、学习、生活息息相关，人类社会已经离不开计算机网络。目前，以计算机网络为基础的云计算技术、物联网技术在各个领域正扮演着越来越重要的角色。随着经济社会的发展，计算机网络将起到更加重要的作用。

1.1.1 计算机网络的产生

计算机网络的发展同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。

从 19 世纪 40 年代到 20 世纪 30 年代，电磁技术被广泛用于通信。1844 年电报的发明以及 1876 年电话的出现开始了近代电信事业，为人们迅速传递信息提供了方便。从 20 世纪 30 年代到 60 年代，电子技术被广泛用于通信领域。微波传输、大西洋电话电缆以及 1960 年美国海军首次使用命名为“月亮”的卫星进行远距离通信，标志着远程通信事业的开始。

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，而且非常昂贵。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，出现了一种被称为收发器（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。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。

1.1.2 计算机网络的发展

按照计算机网络发展不同历史阶段出现的典型技术，将计算机网络的发展分为面向终端的计算机通信网、分组交换网、形成计算机网络体系结构和高速网络技术 4 个阶段。

1. 面向终端的计算机通信网

面向终端的计算机通信网是计算机通过线路控制器和远程终端连接的形式。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，这个接口应当对计算机原来软件和硬件的影响尽可能小，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 M 是必需的，因为电话线路本来是为传送模拟话音而设计的。

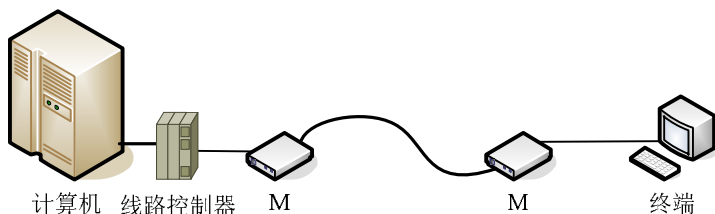


图 1-1 计算机通过线路控制器和远程终端连接

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。同时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。

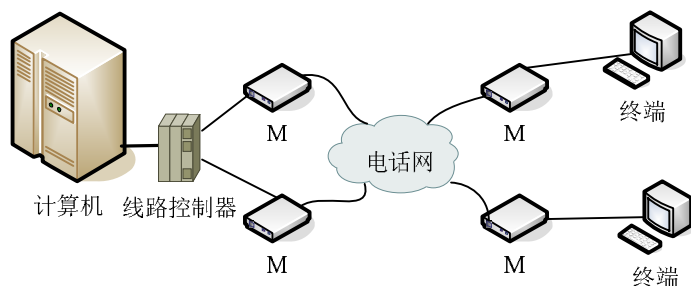


图 1-2 以主机为中心的第一代网络

当时，这种面向终端网络的应用范围极广，已涉及军事、银行、航空、铁路、教育等部门。其中极具代表性的是 20 世纪 50 年代美国建立起来的半自动地面防空系统（SAGE），它将雷达信号和其他信息经远程通信线路送至计算机进行处理，第一次利用计算机网络实现远程集中控制。其他如 20 世纪 60 年代初美国建成的全国性航空公司飞机订票系统、1970 年投入使用的美国商用分时系统都是面向终端的计算机网络的应用实例。

面向终端的计算机网络，虽然可实现远程信息通信，促进计算机及计算机网络的应用和发展，但也存在以下问题：①主机负荷过重，从而导致响应时间过长；②终端速度慢，操作时间长，因而占用通信线路的时间也长，故通信代价极高；③单个计算机集中系统的可靠性较低，一旦主机出现故障，将导致整个系统瘫痪。为了克服上述缺点，便产生了资源共享的网络，或者叫做具有通信功能的多机系统和计算机网络，这是网络发展的第二阶段，其主要标志是 ARPA 网的出现。它是美国国防部高级研究计划局于 1969 年研制的有 4 个节点相连接的网络。到 1975 年已有 100 多台不同型号的大型计算机联于网内，其节点遍及北美、欧洲和夏威夷等地。

2. 分组交换网

分组交换（Packet Switching）也称为包交换，它是现代计算机网络的技术基础。但是，这一技术经历了一个发展过程。

在有线电话出现不久，人们就认识到在所有用户之间架设直达的线路，不仅线路投资太大，而且没有必要，可以采用交换机实现用户之间的互联。一百多年来，尽管电话交换机从人工转接发展到现代的程控交换机，经过多次更新换代，但交换方式始终未变，都是采用电路交换（Circuit Switching），即通过交换机实现线路的转接，在两个要求通话的用户之间建立一条专用的通信线路。用户在通话之前，先要申请拨号，待建立一条从发端到收端的物理通路后，双方才能互相通话。在通话的全部时间里，用户始终占用端到端的固定线路，直到通话结束，挂起电话（释放线路）为止。这种通信系统不适合传送计算机或终端的数据，主要体现在以下几点：

（1）计算机的数字信号是不连续的，它和打电话传送的连续语音信号不同，具有突发性和间歇性，传送这种信号真正占用线路的时间很少，往往不到 10% 甚至 1%，在绝大部分时间

里通信线路实际上是空闲的。但是，对电信局来说，只要通信线路被用户占用，不论线路是否在传送数据都要收费。

(2) 电路交换建立通路（即呼叫过程）的时间为 10~20 秒，对打电话来讲并不长，但对计算机传送数据来说就太长了。

(3) 电路交换很难适应不同类型、规格、速率的终端和计算机之间的通信，除非采取一些措施，比如在终端与计算机之间经过缓冲器暂存一下，经适当变换后再发送或接收。但是，这样做已有别于电路交换。

(4) 计算机通信对可靠性要求很高，需要在传送过程中进行差错控制，电路交换难以做到。

电路交换本来是为电话通信设计的，对计算机网络来说，建立通路的呼叫过程太长，必须寻找新的适合于计算机通信的交换技术。1964 年 8 月，美国兰德 (Rand) 公司的巴兰 (Baran) 在其发表的“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 ARPA (Advanced Research Projects Agency) 和英国国家物理实验室 NPL (National Physics Laboratory) 都在对新型的计算机通信技术进行研究。英国 NPL 的戴维斯 (David) 于 1966 年首次提出了“分组” (Packet) 这一概念。1969 年 12 月，采用分组交换技术的 ARPANET 投入运行。

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。而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。

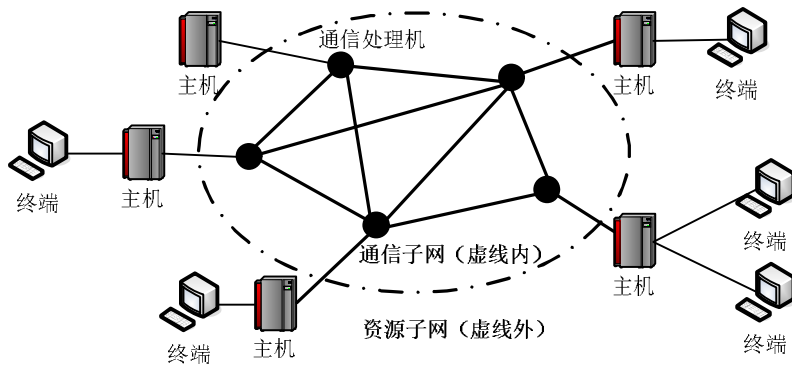


图 1-3 分组交换网示意图

3. 形成计算机网络的体系结构

在网络中，相互通信的计算机必须高度协调工作，而这种“协调”是相当复杂的。为了降低网络设计的复杂性，早在设计 ARPANET 时就有专家提出了层次模型。分层设计方法可

以将庞大而复杂的问题转化为若干较小且易于处理的子问题。1974 年 IBM 公司宣布了它研制的系统网络体系结构 SNA (System Network Architecture), 它是按照分层的方法制定的。DEC 公司也在 20 世纪 70 年代末开发了自己的网络体系结构——数字网络体系结构 (Digital Network Architecture, DNA)。

但是, 随着社会的发展, 不同网络体系结构的用户迫切要求能互相交换信息。为了使不同体系结构的计算机网络都能互联, 国际标准化组织 ISO 于 1977 年成立专门机构研究这个问题。1978 年 ISO 提出了异种机联网标准的框架结构, 得到了国际上的承认, 这就是著名的开放系统互连参考模型 OSI/RM, 成为其他各种计算机网络体系结构靠拢的标准, 大大推动了计算机网络的发展。从这以后, 开启了第三代计算机网络的新纪元。

在这一时期 (20 世纪 70 年代末到 80 年代初), 出现了利用人造通信卫星进行中继的国际通信网络、局域网的商品化和实用化、网络互联和实用化、网络互联技术的成熟和完善、网络环境下的信息处理——分布式处理的应用和分布式数据库的应用。

4. 高速网络技术

从 20 世纪 80 年代末开始, 计算机网络开始进入发展的第四代, 其主要标志可归纳为: 网络传输介质的光纤化、信息高速公路的建设; 多媒体网络及宽带综合业务数字网 (B-ISDN) 的开发和应用; 职能网络的发展; 比计算机网络更高的分布式系统的研究, 促使高速网络的发展, 相继出现的高速以太网、光纤分布式数据接口 FDDI、快速分组交换技术, 包括帧中继、异步转移模式等。这些内容将在后面章节中详细介绍。

1.1.3 计算机网络的应用

计算机网络自 20 世纪 60 年代末诞生以来, 经过几十年的发展已经被越来越广泛地应用于政治、经济、军事、生产及科学技术的各个领域。目前, 以移动互联网为代表的各种应用已经渗透到我们的生活中。

(1) 资源共享。

在计算机网络中, 有许多昂贵的资源, 如大型数据库、巨型计算机等, 并非为每一个用户所拥有, 所以必须实行资源共享。资源共享包括硬件资源 (如打印机、大容量磁盘等) 的共享和软件资源 (如程序、数据等) 的共享。资源共享的结果是避免重复投资和劳动, 从而提高了资源的利用率, 使系统的整体性能价格比得到改善。

(2) 交流沟通。

现代社会信息量激增, 信息交换也日益增多, 交流沟通是用户使用网络的最基础应用之一。我们可以通过即时通信软件、博客、微博、社交网络等形式实现交流沟通。

(3) 信息获取。

获取信息是使用网络的一项基本需求, 人们通过网络获取信息最常用的方法就是使用搜索引擎。搜索引擎是一种网上信息检索工具, 在浩瀚的网络资源中, 它能帮助用户迅速而全面地找到所需要的信息。搜索引擎收集了因特网上几千万到几十亿个网页并对网页中的每一个词

(即关键词)进行索引,建立索引数据库的全文搜索引擎。当用户查找某个关键词的时候,所有在页面内容中包含了该关键词的网页都将作为搜索结果被搜出来,再经过复杂的算法进行排序后,这些结果将按照与搜索关键词相关度的高低依次排列。

(4) 商务交易。

随着网络的普及,商务交易已经成为重要的网络应用,目前人们常用的网络商务交易形式有网络购物、团购、网上支付、旅游预订等。据中国互联网络信息中心统计资料显示,截至2013年底我国网络购物用户规模达到3.02亿,我国团购用户规模达到1.41亿,使用网上支付的用户规模达到2.60亿,在网上预订过机票、酒店、火车票或旅行行程的网民规模达到1.81亿。

(5) 网络娱乐。

网络娱乐是指运营商为吸引网民而借助互联网或局域网等传输媒介推出的各种娱乐方式,这些娱乐方式包括网络游戏、音乐、视频、网络文学等。

截至2013年12月,中国网络游戏用户规模达到3.38亿,中国网络视频用户规模达到4.28亿。以网络视频为代表的网络娱乐形式呈现快速普及趋势,这得益于网络建设和视频设备为网络视频提供了更好的使用条件和网络视频内容更为丰富,吸引更多网民在线收看视频。视频企业不但加强了PC端和移动端产品的优化升级,而且加强了与客厅娱乐相关的业务推进,围绕“家庭娱乐”推出了与网络视频相关的机顶盒、路由器、互联网电视等硬件产品。

随着网络技术的不断发展和网络应用的进一步普及,智能家庭、网络医疗等各种网络应用将层出不穷,并将逐渐深入到社会的各个领域及人们的日常生活当中,改变着人们的工作、学习和生活乃至思维方式。

1.2 计算机网络的定义及分类

1.2.1 计算机网络的定义

什么是计算机网络?这是任何研究计算机网络的人首先要搞清楚的问题。关于计算机网络的定义,存在着以下3种不同的观点:

(1) 广义的观点。将计算机网络定义为“计算机技术与通信技术相结合,实现远程信息处理以进一步达到资源共享的系统。”按照这一定义,20世纪50年代出现的“终端—计算机”网和20世纪60年代后期出现的“计算机—计算机”网以及目前的分布式计算机网都是计算机网络。

(2) 资源共享的观点。这是美国信息处理学会联合会在1970年春季的计算机联合会议上提出的。它把计算机网络定义为“以资源共享为目的,用通信线路连接起来的具有独立功能的计算机系统的集合。”

(3) 用户透明性观点。随着分布式处理技术的发展,为了使用户更好地应用网络资源,

出现了第三种观点,即强调用户透明性,把计算机网络定义为“使用一个网络操作系统来自动管理用户任务所需的资源,使整个网络像一个大的计算机系统一样对用户是透明的”。这里的透明是指用户不觉察多个计算机的存在。如果不具备这种透明性,需要用户来熟悉资源情况,确定和调用资源,就认为这种网络是计算机通信网而不是计算机网络,按照这种观点,具有资源共享能力只是计算机网络的必要条件,而非充分条件。实际上,符合这一定义的计算机网络是一种远程分布式计算机系统,或者叫做分布式计算机网络。当前实际应用的计算机网络只能部分地做到“用户透明”。

在这 3 种观点中,前两种观点都只从某一角度说明了计算机网络的特点,只有第三种观点才是真正说明了网络的内涵。而且今天网络的飞速发展和广泛应用,特别是 Internet 的发展以及它在人类生活中占有的重要位置也说明,只有这样的计算机网络才是人类所真正需要的网络。

综上所述,可以将计算机网络做如下描述:计算机网络是利用通信线路将地理位置分散的计算机、网络设备连接起来,按照某种协议进行数据通信,实现资源共享的信息系统。

正确理解计算机网络的定义应从以下两个方面把握:

(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。先看一个不满足这个要求的例子。在 1980 年前后,许多图书馆采用了图书查询系统,采用一台小型机带几十台查询终端的体系结构。这种系统不是计算机网络,因为整个系统中除了有一台主机具有处理器外,其他的终端都只有输入/输出设备,不是计算机,所以整个系统属于具有一台主机的计算机系统,而不是计算机网络。

(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,这种计算机系统也不是计算机网络。如在多处理机系统中,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。因此,一个多处理机系统,如双 CPU 的计算机不是计算机网络。如在科学计算、天气预报等领域广泛应用的多处理机系统可以看作是处理能力很强的计算机,而不是计算机网络。判断计算机系统是不是计算机网络的一个必要标准就是系统是否以实现信息共享为数据通信的目的。当然,并不是说所有分布式处理系统都不是计算机网络,一个计算机网络也可以实现分布式处理,如有的网络操作系统(Windows 2000 AdvancedServer、Linux 等)支持集群的功能,可以实现在网络环境中多台计算机之间的负载平衡,具有分布式处理的能力。

1.2.2 计算机网络的分类

计算机网络的分类标准很多,按拓扑结构可以分为:星型、树型、总线型、环型、网状和无线通信结构;从功能上计算机网络可分为通信子网和资源子网两类;按网络的使用范围可以分为公用网和专用网;还可以按介质访问方式、交换方式、数据传输率等划分。用得较多的划分方法为按照计算机网络的覆盖范围划分。按网络覆盖范围的大小,我们将计算机网络分为

局域网、城域网、广域网。

1. 局域网 (Local Area Network, LAN)

所谓局域网,是指在局部地区范围内的网络,它所覆盖的地区范围在几米至 10 公里以内。局域网在计算机数量配置上没有太多的限制,少的可以只有两台,多的可达几百台。一般来说在企业局域网中,工作站的数量在几十到两百台左右。局域网一般位于一个建筑物或一个单位内,不存在寻址问题,不包括网络层的应用。

2. 城域网 (Metropolitan Area Network, MAN)

城域网一般指在一个城市但不在同一地理小区范围内的计算机互联。这种网络的连接距离可以在 10~100 公里,它采用的是 IEEE802.6 标准。MAN 与 LAN 相比扩展的距离更长,连接的计算机数量更多,在地理范围上可以说是 LAN 网络的延伸。在一个大型城市或都市地区,一个 MAN 网络通常连接着多个 LAN。如连接政府机构的 LAN、医院的 LAN、电信的 LAN、公司企业的 LAN 等,城域网多采用 ATM 技术作骨干网。

3. 广域网 (Wide Area Network, WAN)

广域网所覆盖的地理范围从几十公里到几千公里,利用公用分组交换网、卫星通信网和无线分组交换网作为通信子网,主要使用分组交换技术,在不同城市的 LAN 或 MAN 之间进行网络互联。

目前广域网中采用的技术主要有以下几种: X.25 分组交换网、综合业务数字网 (Integrated Service Digital Network, ISDN)、异步传输模式 (Asynchronous Transfer Mode, ATM)、帧中继 (Frame Relay, FR)、公共电话交换网 (Public Switched Telephone Network, PSTN)、千兆以太网 (Gigabit Ethernet, GE) 和 10GE 的光以太网 (Optical Ethernet)。

1.3 因特网的发展

1.3.1 因特网的起源

因特网来自 Inter 的音译,是世界或全球的意思,“Net”的意译是“网”,因特网是指一个覆盖全球的计算机网络。

Internet 泛指全世界各个国家利用 TCP/IP 通信协议所建立的整个网络(范围包括全世界而不单指某一地)。

从某种意义上,Internet 可以说是美苏冷战的产物。当时美国国防部认为:如果仅有一个集中的军事指挥中枢,万一这个中枢被苏联的核武器摧毁,全国的军事指挥将处于瘫痪状态,其后果将不堪设想。因此,有必要设计出一种分散的指挥系统:它由一个个分散的指挥点组成,当部分指挥点被摧毁后,其他点仍能正常工作,并且这些点之间能够绕过那些已被摧毁的指挥点而继续保持联系。为了对这一构思进行验证,从 20 世纪 60 年代末至 70 年代初,由美国国防部资助建立了 ARPANET 网。

ARPANET 开始只有 4 个节点：分布在洛杉矶的加利福尼亚州大学洛杉矶分校、加州大学圣巴巴拉分校、斯坦福大学、位于盐湖城的犹他州大学四所大学的 4 台大型计算机。ARPANET 网采用分组交换技术，这种技术能够保证这四所大学之间的某一条通讯线路因某种原因被切断（如核打击）以后，信息仍能够通过其他线路在各主机之间传递，ARPANET 就是今天的 Internet 的雏形。

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，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的资源的方法，这种方法被称为 Telnet。

1972 年，来自全世界电脑业和通讯业的专家学者在美国华盛顿举行了第一届国际计算机通信会议。在这次会议上，大家就在不同的计算机网络之间进行通信达成协议，决定成立一个 Internet 工作组，负责建立一种能保证计算机之间进行通信的标准规范。

1983 年，原来的 ARPANET 自行分裂成两个网络，即 ARPANET 和 MILNET，但它们之间仍保持着互连状态，彼此之间仍能进行通信和资源共享。这种网际互连的网络最初被称为“DARPA Internet”，随后不久就被简称为“Internet”，它标志着 Internet 的诞生。为了规范网络环境，便于网络互连，美国国防通信局规定 ARPANET 中所有的主机都必须使用 TCP/IP 协议，并通过修改分组交换软件来促进 TCP/IP 协议的推行。结果 ARPANET 中所有主机都开始使用 TCP/IP 协议，这导致了 Internet 网络环境的形成，也意味着无论现存的或将来的网络及主机结构差异有多大，只要使用 TCP/IP 协议都可以连入 Internet。

1986 年，美国国家科学基金会网 NSFNET (National Science Foundation Network) 诞生了，它对 Internet 的发展起着极其重要的推动作用。NSFNET 将美国各地科研人员的计算机连接到分布在美国不同地区的 5 个超级计算机中心，随后又将各个大学和科研单位的中等级别的计算中心连接起来，这就形成了全国性的广域网络。这样，NSFNET 逐渐取代了 ARPANET，致使 ARPANET 于 1990 年 7 月退役。而今天的 NSFNET 就成为 Internet 主要的远程通信设施的提供者。虽然美国政府拥有 Internet 的很多权利，但是为了科技的发展，美国政府本身并没有对网络上的任何行为收取大量的权利金（因为国际互联网是美国政府出钱研究开发的），所以很多的研究机构得以以很低的成本加入 Internet 技术与服务的研究开发中，Internet 也因此得以发展成全世界最广的网络。

作为全球性最大的互联网络，究竟由谁来管理呢？总的说来，Internet 没有确定的负责人，它是由各自独立管理的网络互连构成的，而这些网络都各自拥有自己的管理体系和政策法规。因此，没有集中的负责掌管整个 Internet 的机构。尽管如此，某些政府部门在制定 Internet 有关政策时实际上起着主导作用。例如，某些有关 Internet 的重要政策是由美国国家科学基金会 (NSF) 决定的，又如，我国国务院也出台了我国 Internet 管理的有关规定。此外，为了确保 Internet 的正常运行和推动有关新技术的应用，并使之不断地发展，需要有一个组织机构负责协调、组织新技术标准的研究与传播，并对大众的技术服务给予支持。这样成立了 Internet 的

最高国际组织——Internet 学会 (Internet Society), 该学会是一个志愿者组织, 也是一个非盈利性的专业化组织, 其主要目标是促进 Internet 的改革与发展。目前, Internet 学会下分 Internet 体系结构研究会 (IAB) 和其他几个研究会, IAB 下又有工程组 (IETF)、许可证管理局 (ICRS)、技术研究组 (IRTF) 和编号管理局 (IANA) 等。IAB 的主要任务是为支持 Internet 的科研与开发提供服务。

1.3.2 因特网的主要组成部分

1. 通信线路

通信线路是 Internet 的基础设施, 各种各样的通信线路将网络中的设备连接起来, 保障传输信号的畅通。

接入 Internet 的通信线路种类很多。因为不可能要求接入的单位或个人都自己铺设通信线路, 所以绝大多数用户主要是通过公共通信网 (电信网) 接入到 Internet。目前, 我国的公共通信网提供的线路主要有以下几种类型:

- 公用电话交换网 PSTN, 即通常的模拟电话线路, 也是个人用户最常用的线路。
- 公用分组交换网, 即 X.25 网 (CHINAPAC)。
- 数字数据网, 即 DDN 网 (CHINADDN)。
- 依附于 X.25 网或 DDN 网的帧中继网 FR。
- 综合业务数据网 ISDN。
- 光纤线路。
- 卫星线路。

2. 网络设备

从目前 Internet 的接入来说, 最重要的网络连接设备有 3 种: 路由器、访问服务器和调制解调器。其中路由器 (Router) 和访问服务器 (Access Server) 主要用于 ISP (Internet 服务商) 端, 用户端一般使用调制解调器 (Modem) 即可接入。

路由器连接多个独立的网络或子网, 为网间的数据传送寻找最佳路由。

调制解调器 (Modem) 的用途是将计算机的数字信息转换成模拟信号以便在模拟线路上传送。根据接入的方式不同又分为普通 Modem (33.6kb/s、56kb/s 电话接入)、ISDN Modem (ISDN 接入)、ADSL Modem (ADSL 接入)、基带 Modem (DDN 接入) 和光纤 Modem (光纤接入)。

3. 服务器和客户机

计算机是 Internet 中不可缺少的成员, 它是信息资源和服务的载体。接入 Internet 的计算机既可以是像深蓝一样的巨型机, 也可以是一台普通的微机、笔记本电脑或平板电脑, 所有连接在 Internet 上的计算机我们统称为主机。

接入 Internet 的主机按其在 Internet 中扮演的角色不同分成两类, 即服务器和客户机。所谓服务器, 就是 Internet 服务与信息资源的提供者, 而客户机是 Internet 服务和信息资源的使用者。作为服务器的主机通常要求具有较高的性能和较大的存储容量, 而作为客户机的主机可

以是任意一台普通计算机。服务器借助于服务器软件向用户提供服务和管理信息资源，用户通过客户机中装载的访问各类 Internet 服务的软件访问 Internet 上的服务和资源。目前，Internet 中的服务器种类很多，如 WWW 服务器、电子邮件服务器、文件传输器、Gopher 服务器、新闻组服务器、域名服务器等，用户可以通过各种服务器提供的服务来获取资料、搜索信息、相互交流、网上购物、发布信息、进行娱乐等。

客户/服务器系统的完美之处在于客户程序和服务器程序没有必要在同一台计算机上运行。实际上，在多数情况下，它们都存在于不同的计算机中。比如，用户可以坐在自己的 PC 前使用 Gopher 服务器，而程序运行在地球另一边的计算机之中。

所有的 Internet 服务资源都使用客户/服务器系统实现。学习如何使用 Internet 实际上是学习如何使用客户程序。每一种 Internet 客户程序都有自己的命令和规程，并且都有帮助 (Online Help) 功能。用户的工作只是启动客户程序并告诉它去做什么，而客户程序的任务是与适当的服务器建立连接并保证用户发出的命令得到正确的执行。

4. 软件系统

软件系统包括操作系统、客户程序和网络通信协议。操作系统的重要性是不容置疑的。网络通信协议可以说是网络能够自下而上连接的基础。正如我们前面提到的，Internet 上广泛使用的网络协议是 TCP/IP，它的重要性可以用“没有 TCP/IP 就没有今天的 Internet”这句话来形容。至于客户程序，可以把它们看成是网络协议的应用层。所有网络服务都要通过运行客户程序来获得。例如，运行 Telnet 程序以获得 Telnet 服务，运行浏览器程序以获得 WWW 服务等，它们是使用者与 Internet 服务的一个交互界面。

1.3.3 因特网在中国的发展

因特网在中国的发展起步较晚，但是进入 21 世纪后发展迅速。根据中国互联网络信息中心统计数据显示，截止到 2014 年 12 月，中国网民规模达到 6.18 亿人，域名总数为 1844 万个，其中“.CN”域名总数较去年同期增长 44.2%，达到 1083 万，在中国域名总数中占比达 58.7%。网站数达到 320 万个，国际出口带宽数达到 3406824Mb/s。我们可以通过因特网在我国发展的一些事件来了解因特网的发展。

1987 年 9 月，在德国卡尔斯鲁厄大学 (Karlsruhe University) 维纳·措恩 (Werner Zorn) 教授带领的科研小组的帮助下，王运丰教授和李澄炯博士等在北京计算机应用技术研究所 (ICA) 建成一个电子邮件节点，并于 9 月 20 日向德国成功发出了一封电子邮件，邮件内容为 “Across the Great Wall we can reach every corner in the world. (越过长城，走向世界)”。

1987 年 11 月 9 日至 11 日，中国代表团受邀参加了在美国普林斯顿 (Princeton) 举办的第六届国际学术网络会议 (International Academic Networkshop)。与会期间，美方向中方代表杨楚泉转交了美国国家科学基金会 (NSF) 对中国接入计算机科学网 (CSNET) 和美国大学网 (BITNET) 的认可性贺信。

1988 年初，中国第一个 X.25 分组交换网 CNPAC 建成，当时覆盖北京、上海、广州、沈

阳、西安、武汉、成都、南京、深圳等城市。

1988年3月，中国计算机科技网（CANET）项目启动，旨在组织中国众多大学、研究机构的计算机与世界范围内的计算机网络相连。

1988年7月，中国科学院高能物理研究所通过奥地利无线电公司的卫星线路，采用X.25协议使一台VAX785机成为瑞士日内瓦欧洲核子研究中心（CERN）的一个子节点。

1988年12月，清华大学校园网采用胡道元教授从加拿大UBC大学（University of British Columbia）引进的采用X400协议的电子邮件软件包，通过X.25网与加拿大UBC大学相连，开通了电子邮件应用。

1989年5月，中国研究网（CRN）通过当时邮电部的X.25试验网（CNPAC）实现了与德国研究网（DFN）的互连。CRN的成员包括：位于北京的电子部第15研究所和电子部电子科学研究所、位于成都的电子部第30研究所、位于石家庄的电子部第54研究所、位于上海的复旦大学和上海交通大学、位于南京的东南大学等单位。CRN提供符合X.400（MHS）标准的电子邮件、符合FTAM标准的文件传送、符合X.500标准的目录服务等功能，并能够通过德国DFN的网关与Internet沟通。

1989年10月，国家计委利用世界银行贷款重点学科发展项目——国内命名为：中关村地区教育与科研示范网络，世界银行命名为：National Computing and Networking Facility of China（简称NCFC）正式立项，11月，该项目正式启动。NCFC是由世界银行贷款“重点学科发展项目”中的一个高技术信息基础设施项目，由国家计委、中国科学院、国家自然科学基金会、国家教委配套投资和支持。项目由中国科学院主持，联合北京大学、清华大学共同实施。当时立项的主要目标就是通过北京大学、清华大学和中国科学院3个单位的合作，搞好NCFC主干网和3个院校网的建设。

1990年11月28日，在王运丰教授和维纳·措恩教授的努力下，中国的顶级域名.CN完成注册，钱天白任行政联络员。从此在国际互联网上中国有了自己的身份标识。由于当时中国尚未实现与国际互联网的全功能连接，中国CN顶级域名服务器暂时设在德国卡尔斯鲁厄大学。

1991年3月，中国科学院高能物理研究所与美国斯坦福大学直线加速器中心（SLAC）的计算机网络连接建立。

1992年12月底，清华大学校园网（TUNET）建成并投入使用，是中国第一个采用TCP/IP体系结构的校园网，主干网首次成功采用FDDI技术，在网络规模、技术水平以及网络应用等方面处于国内领先水平。

1992年底，NCFC工程的院校网，即中科院院网（CASNET，连接了中关村地区30多个研究所及三里河中科院院部）、清华大学校园网（TUNET）和北京大学校园网（PUNET）全部完成建设。

1993年3月2日，中国科学院高能物理研究所租用AT&T公司的国际卫星信道接入美国斯坦福大学直线加速器中心（SLAC）的64KDECnet专线正式开通。专线开通后，由于国家

自然科学基金委员会的大力支持,许多学科的重大课题负责人能够拨号连入高能物理研究所的这根专线,几百名科学家得以在国内使用电子邮件。

1993年3月12日,朱镕基副总理主持会议,提出和部署建设国家公用经济信息通信网(简称金桥工程)。

1993年4月,中国科学院计算机网络信息中心召集在京部分网络专家调查了各国的域名体系,提出并确定了中国的域名体系。

1993年6月,NCFC专家们在INET'93会议上利用各种机会重申了中国连入Internet的要求,且就此问题与国际Internet界人士进行商议。INET'93会议后,钱华林研究员参加了CCIRN(Coordinating Committee for Intercontinental Research Networking)会议,其中一项议程专门讨论中国连入Internet的问题,获得大部分到会人员的支持。这次会议对中国能够最终真正连入Internet起到了很大的推动作用。1994年4月20日,NCFC工程通过美国Sprint公司连入Internet的64K国际专线开通,实现了与Internet的全功能连接。

1994年5月15日,中国科学院高能物理研究所设立了国内第一个Web服务器,推出中国第一套网页,内容除介绍中国高科技发展外,还有一个栏目叫“Tour in China”。此后,该栏目开始提供包括新闻、经济、文化、商贸等更为广泛的图文并茂的信息,并改名为《中国之窗》。^①

20世纪末到现在的十几年时间,因特网在中国得到蓬勃发展,如今因特网的应用已经深入到我国经济社会生活的各个领域,人们无论工作、学习、购物、沟通、娱乐都离不开因特网。

1.4 计算机网络研究的问题

本书描述的计算机网络知识和我们现实生活中使用的网络有什么联系呢?本节将通过实例加以说明。

假设,位于郑州市和广州市的两个用户之间通过计算机网络进行通信。实现这个通信过程要解决一系列问题。

1.4.1 现实的网络场景

因特网是由各个不同的网络通过互相连接形成的,生活中如果我们要登录因特网获取信息,首先需要一台终端设备接入特定网络,然后再接入因特网。例如郑州市的用户通过网络给位于广州的用户发送文件,要求两地用户终端设备所在的网络都已经接入因特网。为了便于分析,可以将异地用户网络通信图简化为如图1-4所示的网络图。

^① 资料来源于中国互联网络信息中心《中国互联网发展大事记》。



图 1-4 网络连接图

用户的终端设备通常位于一个局域网中，假设郑州的用户终端设备是校园网中的一台计算机，校园网的场景如图 1-5 所示。

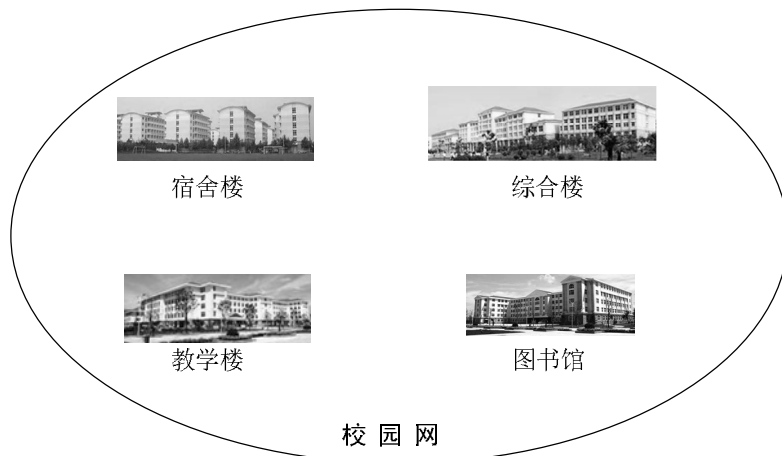


图 1-5 校园网络图

校园网通过网线、网络设备把位于不同建筑物、不同房间的多台计算机互相连接起来，形成物理网络。设备之间的连接关系如图 1-6 所示。

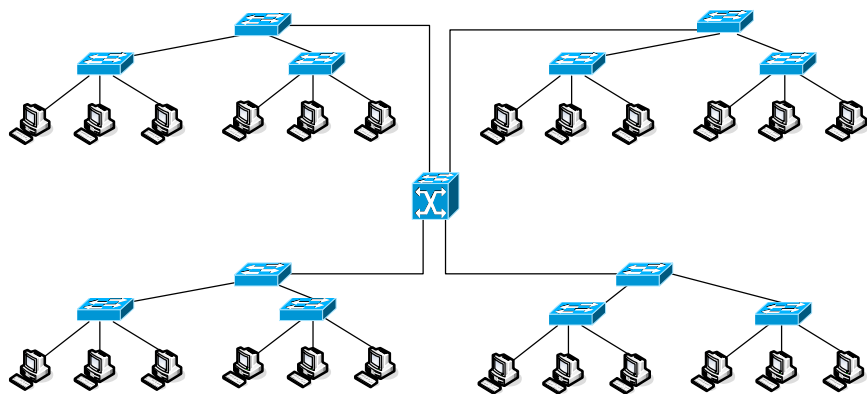
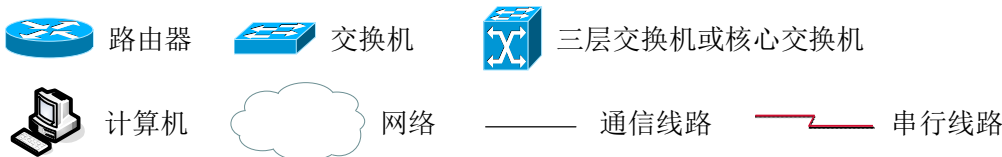


图 1-6 校园网络拓扑图

图例：



1.4.2 实现网络数据传递需要解决的问题

不同地方的计算机通过网络实现数据传递需要解决以下问题：

- 不同的网络设备、计算机物理连接问题、信号的传递问题，这一问题将在第 2 章物理网络的实现中讲述。
- 将用户熟悉的文字、音乐、图片、视频等形式转变成计算机能识别的信号需要遵循一定的规则，这一问题将在第 3 章网络体系结构与协议中讲述。
- 相邻设备之间数据传递处理机制问题，这一问题将在第 4 章节点间的数据传输（数据链路层）中讲述。
- 局域网范围内计算机之间的数据传递问题，这一问题将在第 5 章局域网中讲述。
- 数据在不同网络之间的传递问题，这一问题将在第 6 章网络互联中讲述。
- 数据在网络传输过程中的传输控制机制，这一问题将在第 7 章端到端的数据传输（传输层）中讲述。
- 用户通过应用接口使用网络的协议规则，这一问题将在第 8 章应用层协议中讲述。
- 使用网络过程中的安全和管理问题，这一问题将在第 9 章计算机网络安全与管理中讲述。
- 网络规划设计问题，这一问题将在第十章网路系统集成中讲述。

习题一

填空题

1. APRANET 诞生于_____年_____月。
2. 计算机网络的发展可分为_____、_____、_____、_____4 个阶段。
3. 1964 年 8 月_____在“论分布式通信”的研究报告中提到了存储转发的概念。
4. 从功能上计算机网络可分为_____、_____两类。
5. 按照网络的覆盖范围，我们可将计算机网络分为_____、_____和_____3 类。

选择题

1. “分组”的概念是由（ ）提出的。
A. 冯·诺依曼 B. 巴兰

- C. 摩尔
D. 戴维斯
2. 简写 NSFNET 指的是 ()。
A. 万维网
B. 美国国家科学基金会网
C. 邮件系统
D. 美国军事网
3. () 是 Internet 服务与信息资源的提供者。
A. 服务器
B. 客户机
C. 计算机
D. 操作系统
4. 关于计算机网络的主要作用, 下列说法不正确的是 ()。
A. 资源共享
B. 节约资源
C. 数据通信
D. 增加可靠性
5. 中国开通电子邮件应用的时间是 ()。
A. 1987 年 9 月
B. 1988 年 12 月
C. 1989 年 10 月
D. 1993 年 11 月

简答题

1. 简述电路交换的特点。
2. 计算机网络的主要功能体现在哪些方面?
3. 什么是计算机网络?
4. 简述分组交换技术的优缺点。
5. 简述因特网的主要组成部分。
6. 简述客户机和服务器两个概念的区别。

课外作业

利用课余时间上网查阅因特网发展历史的相关资料。