

第 1 章 计算机网络概论

本章旨在让读者对计算机网络有一个整体的认识，首先介绍计算机网络的形成和发展，接着讨论计算机网络的定义、组成和分类，计算机网络的拓扑结构，以及实现计算机网络通信的数据交换技术，最后介绍现代计算机网络的特点和网络标准化组织。

【本章重点】

- (1) 计算机网络的定义和组成、拓扑结构；
- (2) 数据交换技术。

【本章难点】

- (1) 数据交换技术。

【本章关键词】

计算机网络；拓扑结构；交换技术。

1.1 计算机网络的形成与发展

计算机网络的发展是与通信技术和计算机技术的发展密切关联的。计算机网络技术是计算机技术应用的一个重要领域，同时也是计算机技术和通信技术相互交叉融合而形成的一门新兴学科分支，当前得到了空前迅速的发展和应用。随着云计算平台的提出，计算机网络技术更广泛、便利地应用于人们的生活、工作、娱乐、休闲等方方面面，比如：电子政务——政府部门的各类政务工作和办公自动化；国防——国家军事指挥系统及其他科学实验；电子商务——淘宝、天猫等网上购物平台；信息服务业——旅游交通各种类型的 APP。同时，由于

它是一门新兴学科分支，其理论、方法和实现仍处于不断发展和逐步完善之中。

1.1.1 计算机网络的形成

计算机网络的形成可以追溯到 20 世纪 50 年代，其形成过程如图 1-1 所示。

从 20 世纪 50 年代开始，通信技术发展日趋成熟，提出了分组交换技术。

20 世纪 60 年代，起源于军事通信，美国组建了 ARPANET 网络，这是首次实现的第一个计算机网络，在计算机网络技术发展过程中具有里程碑意义。

20 世纪 70 年代，国际标准化组织 (International Organization for Standardization, ISO) 提出网络协议标准化，这就是开放系统互联参考模型 (Open System Interconnection Basic Reference Model, OSI)。同时，ARPANET 研究人员提出了传输控制协议 (Transmission Control Protocol, TCP) 与互联网络协议 (Internet Protocol, IP)，这就是后来得到广泛应用的 TCP/IP 网络协议模型。

20 世纪 80 年代，为了适应更多的科学研究工作需要，美国国家科学基金会 (The National Science Foundation, NSF) 组建了计算机科学网 (Computer Science NETWORK, CSNET)，让美国所有大学的计算机系可以接入并共享 ARPANET 的资源。1984 年，NSF 开始组建 NSFNET 网络，它连接了美国 6 个超级计算机中心，是第一个使用 TCP/IP 的广域网。随着接入 ARPANET 网络的主机数量急剧增加，使用简单的文本文件记录主机名和 IP 地址越来越不能满足需要，于是人们提出了域名系统技术 (Domain Name System, DNS)，DNS 将接入网络的主机划分成不同的域，使用分布式数据库来存储主机名的相关信息，这就是域名系统。设计有结构的域名空间，通过域名将物理结构“无序”的计算机网络变成逻辑结构上“有序”的可管理网络系统。

1984年,JEEVES开始使用第一个DNS程序。1988年,BSD UNIX4.3推出它的DNS程序BIND。

20世纪90年代,是Internet发展的黄金时期,其用户数量以每年翻一番的速度增长。从20世纪80年代中期开始,空间物理网、高能物理网、IBM的大型计算机网络与西欧的欧洲学术网等全球各大网络都接入了ARPANET。Internet最初主要用于科学研究和学术领域,从90年代开始发展商业活动应用,这极大地推动了Internet的迅猛发展,商业应用用户的数量很快超出学术研究用户的一倍。商业应用的扩张,用户量的不断增加,推动Internet网络技术不断更新,Internet已经深入社会生活的各个领域,成为一种全新的学习与生活方式。

Internet的主干网是由ANS公司建设的ANSNET,其他主干网通过ANSNET接入Internet。家庭或办公室个人用户再通过电话线接入Internet服务提供商(Internet Service Provider,ISP),单位或实验室的计算机通过局域网接入校园网或企业网,再接入宽带城域网,然后再接入国家级主干网,最终接入Internet。

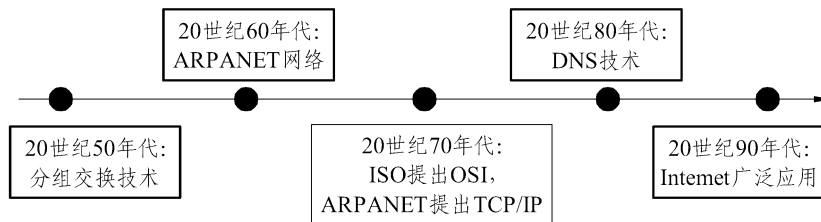


图 1-1 计算机网络形成过程

1.1.2 计算机网络的发展及趋势

随着计算机网络技术的蓬勃发展,它的演变可以概括地分成以下四个阶段:

1. 以单个计算机为中心的远程联机系统,构成面向终端的计算机网络阶段

所谓远程联机系统,就是一台中央主计算机连接大量的在地理上处于分散位置的终端。

20 世纪 50 年代初，美国为了自身的安全，在美国本土北部和加拿大境内，建立了半自动地面防空系统 SAGE，将地面的雷达和其他测量控制设备的信息通过通信线路汇集到一台中心计算机进行处理，进行了计算机技术和通信技术相结合的首次尝试。这类简单的“终端—通信线路—计算机”系统是计算机网络的雏形，严格地说，与以后发展成熟的计算机网络相比，存在着一个本质的区别：这样的系统除了一台中心计算机外，其余的终端设备都没有自主处理信息的功能。这一阶段研究的典型代表为美国的飞机订票系统 SABRE-1，它由一台计算机和遍布全美国范围的 2000 多个终端组成，终端只有显示器和键盘，而没有 CPU 和内存，随着远程终端的增加，在主机前又增加了前端机 FEP，如图 1-2 所示。

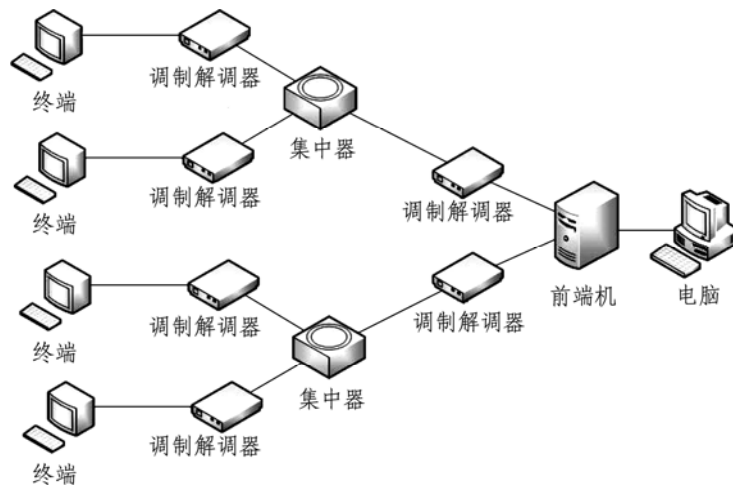


图 1-2 具有通信功能的多机系统

2. 多个自主功能的主机通过线路互联，形成资源共享的计算机网络阶段

20 世纪 60 年代中期至 70 年代，多个具有自主功能的主机由接口报文处理机（IMP）转接后互联，这个阶段的计算机网络由通信子网和资源子网构成，如图 1-3 所示。通信子网由 IMP 等各种通信设备和连接线路组成，承担各主机之间的数据传输、转接和变换等通信处理

等工作。资源子网由主机、终端、终端控制器、外设和各种软件、数据资源组成，承担全网的数据处理和向网络用户（主机或终端）提供网络资源和服务等工作。这一阶段研究的典型代表为 ARPANET 网络。

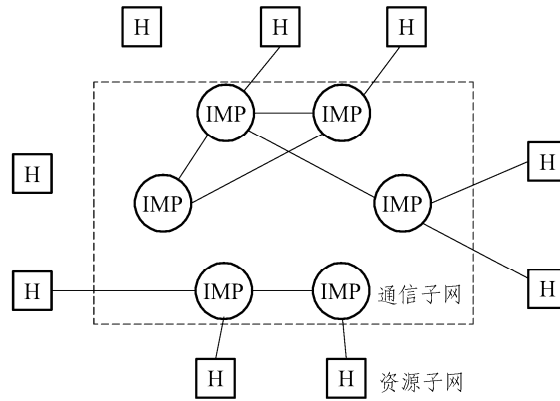


图 1-3 计算机互联网络的逻辑结构

3. 形成具有统一的网络体系结构、遵循国际标准化协议的计算机网络阶段

计算机网络发展的第三阶段是加速体系结构与协议国际化的研究与应用。20 世纪 70 年代末，国际标准化组织 ISO 的计算机与信息处理标准化技术委员会成立了一个专门机构，来研究和制定网络通信标准，以实现网络体系结构的国际化。1984 年 ISO 正式颁布了“开放系统互联基本参考模型”的国际标准 ISO7498，简称 OSI RM，即著名的 OSI 七层模型。OSI RM 及标准协议的制定和完善大大加速了计算机网络的发展。很多大的计算机厂商相继宣布支持 OSI 标准，并积极研究和开发符合 OSI 标准的产品。

遵循国际标准化协议的计算机网络具有统一的网络体系结构，厂商需按照共同认可的国际标准开发自己的网络产品，从而可保证不同厂商的产品可以在同一个网络中进行通信。这就是“开放”的含义。

目前存在两种典型的网络体系结构：一种是国际标准化组织 ISO 提出的 OSI RM (开放式系统互联参考模型)；另一种是 Internet 所使用的事实上的工业标准 TCP/IP RM (TCP/IP 参考模型)。

4. 向高速、智能化方向发展的计算机网络阶段

计算机网络发展的第四个阶段是向高速和智能化发展，这也是新的发展趋势。从 20 世纪 80 年代末开始，计算机网络技术进入发展以 Internet 为代表的互联网这个新的发展阶段。

1993 年美国政府公布了“国家信息基础设施”行动计划 (National Information Infrastructure, NII)，就是信息高速公路计划。这里的“信息高速公路”是指数字化大容量光纤通信网络。美国政府又分别于 1996 年和 1997 年开始研究发展更加快速可靠的互联网 2 (Internet 2) 和下一代互联网 (Next Generation Internet)。可以说，网络互联和高速计算机网络正成为最新一代计算机网络的发展方向。

1984 年美国已提出智能网的概念，它仅仅是一种“业务网”，目的是提高通信网络开发业务的能力。它的出现引起了世界各国电信部门的关注，国际电信联盟 (ITU) 在 1988 年开始将其列为研究课题。1992 年 ITU-T 正式定义了智能网，制订了一个能快速、方便、灵活、经济、有效地生成和实现各种新业务的体系。该体系的目标是应用于所有的通信网络，不仅可应用于现有的电话网、N-ISDN 网和分组网，同样适用于移动通信网和 B-ISDN 网。随着时间的推移，智能网络的应用将向更高层次发展。

随着网络规模的不断增大，用户对网络服务功能的需求也越来越多，各国正在开展智能网络 (Intelligent Network, IN) 的研究。智能网络可以提高通信网络开发业务和服务功能的

能力，可以更加合理地管理各种网络业务，真正以分布和开放的形式向用户提供服务。

计算机网络在中国的发展经历了四个阶段：

1. 建立公用分组交换网 CHINAPAC

1989 年 11 月我国第一个公用分组交换网 CNPAC 建成运行，由 3 个分组节点交换机、8 个集中器和一个双机组成的网络管理中心组成；在此基础上，新的公用分组交换网于 1993 年 9 月建成，并改称 CHINAPAC，由国家主干网和各省（自治区、直辖市）的省内网组成。

2. “三金”工程

1993 年 3 月 12 日，国务院提出了建设“三金”工程，即金桥、金关、金卡工程。计算机网络正是“三金”工程中的一个非常重要的组成部分。

“金桥工程”是以建设我国重要信息化基础设施为目的的跨世纪重大工程，它与原邮电部的通信干线及各部门已有的专用通信网互联互通，成为国家公用经济信息通信的主干网，即国家公用经济信息通信网。

“金关工程”是加快我国外贸业务信息化和管理自动化进程的一项重要工程，其目的是要推动海关报关业务的电子化，取代传统的报关方式以节省单据传送的时间和成本，为推广电子数据交换 EDI 业务和实现无纸贸易创造条件。

“金卡工程”建设的总体目标是要建立起一个现代化的、实用的、比较完整的电子货币系统，形成和完善符合我国国情，又能与国际接轨的金融卡业务管理体制。

3. 基于 Internet 技术的公用计算机网络

我国在 1996 年年底建成了四个基于 Internet 技术，并可以和 Internet 互联的全国性公用计

算机网络，即：中国公用计算机互联网 CHINANET、中国金桥信息网 CHINAGBN、中国教育和科研计算机网 CERNET 和中国科学技术网 CSTNET。

根据 2004 年 1 月中国互联网络信息中心 CNNIC (<http://www.cnnic.net.cn/>) 发布的第十三次《中国互联网络发展状况统计报告》，目前已经建成和正在建设中的基于 Internet 技术的公用计算机网络有：

中国科技网 (CSTNET)；

中国公用计算机互联网 (CHINANET)；

中国教育和科研计算机网 (CERNET)；

中国联通互联网 (UNINET)；

中国网通公用互联网 (CNCNET) (网通控股)；

宽带中国 CHINA169 网 (网通集团)；

中国国际经济贸易互联网 (CIETNET)；

中国移动互联网 (CMNET)；

中国长城互联网 (CGWNET) (建设中)；

中国卫星集团互联网 (CSNET) (建设中)。

4. 三网融合、对等网络和物联网技术

1) 三网融合

2001 年 3 月 15 日通过的国家“十五”计划纲要第一次明确提出“三网融合”的概念。所谓三网融合是指电信网、广播电视网和计算机网络分别在向宽带通信网、数字电视网、下一代互

联网演进的过程中，相互渗透、相互兼容，并逐步整合成统一的信息通信网络，其中互联网是核心部分。三网融合从不同层次看，涉及技术融合、业务融合、行业融合、终端融合和网络融合，其竞争分析示意图如图 1-4 所示。三网融合应用广泛，遍及智能交通、环境保护、政府工作、公共安全、平安家居等多个领域。

2) 对等网络

对等网络 (Peer to Peer, P2P) 技术被认为是 21 世纪计算机网络技术的热点，美国《财富》杂志这样描述 P2P 技术：P2P 技术是今后改变 Internet 发展的四大新技术之一，它有可能成为无线宽带互联网的未来技术。P2P 的定义是：一个用于资源共享的 peer 群体，每个 peer 既自治又相互依赖，独自决定其行为且不受集中授权机制控制，peer 群体之间通过相互协作获得信息内容、计算能力，存储空间和网络连接等资源。P2P 与 C/S 模型网结构对比如图 1-5 所示。

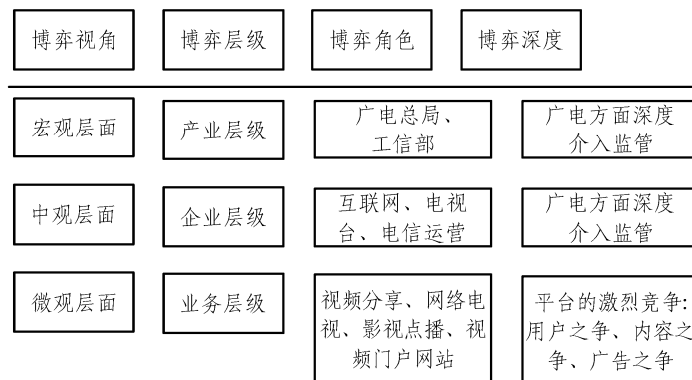


图 1-4 三网络融合竞争分析示意图

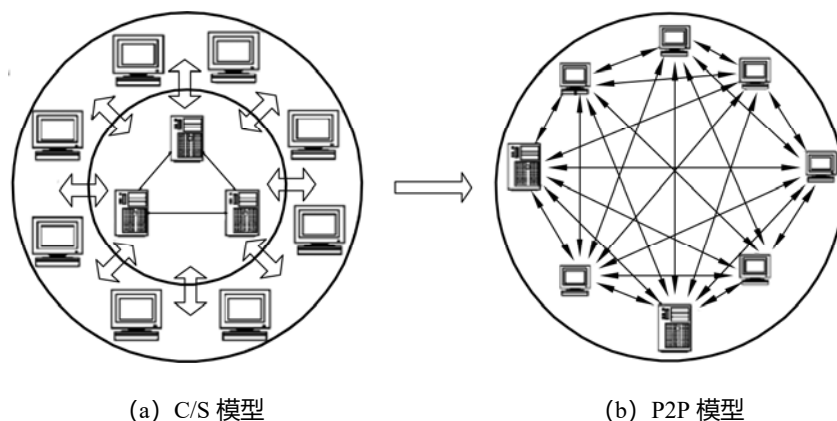


图 1-5 C/S 与 P2P 两种模型下的网络结构

3) 物联网技术

物联网 (Internet of Things) 技术是互联网技术的延伸, 用户端扩展到物与物之间, 实现物物之间的信息交换, 其核心和基础仍是“互联网技术”。物联网技术的定义是: 通过射频标识符 (RFID)、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器等信息传感设备, 按约定的协议, 将物品与互联网相连接, 进行信息交换和通信, 以实现智能化识别、定位、追踪、监控和管理。

物联网典型的体系架构分为 3 层, 自下而上分别是感知层、网络层和应用层。物联网体系主要由运营支撑系统、传感网络系统、业务应用系统、无线通信网系统等组成。

物联网指的是将无处不在的终端设备, 包括具备“内在智能”的传感器、移动终端、工业系统、数控系统、家庭智能设施、视频监控系统等, 和“外在使能”的, 如贴上 RFID 的各种资产 (Assets)、携带无线终端的个人与车辆等“智能化物件或动物”或“智能尘埃” (Mote), 通过各种无线和/或有线的长距离和/或短距离通信网络实现互联互通 (M2M)、应用大集成 (Grand Integration) 以及基于云计算的 SaaS 营运等模式, 在内网 (Intranet)、专网 (Extranet)、和/或互联网 (Internet) 环境下, 采用适当的信息安全保障机制, 提供安全可控以及个性化的实