第 1 章　网络原理简介

1.1　计算机网络概述

随着计算机技术的迅猛发展，计算机的应用逐渐渗透到各个技术领域和整个社会的各个方面。社会的信息化、数据的分布处理、各种计算机资源的共享等各种应用，推动着计算机技术朝着群体化方向发展，促使当代计算机技术和通信技术紧密结合。计算机网络属于多机系统的范畴，是计算机与通信这两大现代技术相结合的产物，它代表着当前计算机体系结构发展的重要方向，它的出现引起了人们的高度重视和极大兴趣。

1.1.1　计算机网络定义

什么是计算机网络？就是利用通信线路，将分散在各地的、并具有独立功能的多个计算机系统互相连接，按照网络协议进行数据通信，实现资源共享的计算机的集合。计算机网络首先是计算机的一个集合体，是由多台计算机组成的。计算机之间的互连是指它们彼此之间能够交换信息。通常互连有两种方式：计算机间通过双绞线、同轴电缆、电话线、光纤等有形通信介质互相连接，或通过激光、微波、地球卫星通信信道等无形介质互连。独立功能是指每台计算机的工作是独立的，任何一台计算机均不能干预其它计算机的工作，例如启动、停止或控制其运行等，任意两台计算机间没有主从关系。协议可理解成通信的各方面之间所达成的、一致的、共同遵守和执行的一些约定。概括地讲，在相互通信的不同计算机进程之间，存在有一定次序的和相互理解的相互作用的过程，协议规定了这一过程的进展过程，或定性规定这些过程应能实现哪些功能和应满足哪些要求。

计算机网络的研究始于 60 年代中期，至今已有 30 年左右的历史。尽管目前的网络的硬件技术和软件技术还处于迅速发展中，但许多研究成果和产品已进入应用领域，并日益显示出它对信息革命所带来的影响和威力。

1.1.2　计算机网络的分类

在计算机网络中，根据网络覆盖范围的大小和应用的技术条件以及工作环境，可把网络分为广域网络(WAN)、局域网络(LAN)和大都市网络(MAN)等几种不同的类型。

广域网络又称为远距离网络，一般可跨城市、跨地区，其覆盖范围甚至能延伸到全国和全世界。出于军事、国防和科学研究的需要，这种网络发展得较早。例如美国国防部高级研究计划局等研制和建立的 ARPA 网，它从 1969 年开始建立，1971 年在美国全面推广使用，至今地理上不仅跨越美洲大陆，而且通过通信卫星与夏威夷和欧洲等地区的计算机网络连接。它是世界上最大型的广域网络之一。

局域网络又称为局部地区网络，它是在小型计算机和微型计算机大量推广使用之后才逐步发展起来的。它成本低、应用广、深受用户的欢迎，已成为计算机网络的后起之秀，

得到了世界各国的普遍重视。局域网络与广域网络不同，覆盖的范围有限，一般不超过10km，采用具有从中等到较高的数据传输速率和较低误码率的物理通信信道。通常在工厂、学校、机关办公室和大型建筑物中使用，比较灵活方便。1975年美国XEROX公司推出的实验性以太网络(ETHERNET)和1974年英国剑桥大学研制的剑桥环网是局域网络的典型代表。

随着局域网络使用所带来的好处，人们要求扩大局域网络的范围，通常要求将已经使用的局域网络互相连接起来，使它成为一个规模较大的、适合于大都市使用的网络。这种网络称为大都市地区网络。它是在局域网络基础上增加局域网络互连的技术，这也是局域网络大量使用的必然结果。

在80年代，局域网与广域网趋向组合连接，构成"结合网"，在结合网中每个用户既可以共享局域网内的资源，又可共享广域网内的资源。

1.1.3 计算机网络中的重要组成部分

计算机网络是一个非常复杂的系统，它由许许多多的计算机软件/硬件和通讯设备组合而成。在此，对计算机网络中常用设备和常用术语做一个简单介绍。

1. 服务器(SERVER)

在基于微机的局域网中，服务器是网络的中枢核心.根据服务器在网络中所起的作用，还可以进一步将它分为文件服务器、打印服务器的通信服务器。文件服务器能使其大容量磁盘存储空间供给网络上的工作站点(或称为客户机)使用，接受工作站点发出的数据处理、存取请求；打印服务器接受来自工作站点的打印任务，并将打印内容存入打印队列中，当在队列中轮到该任务时，则送到打印机打印输出；通信服务器负责网络中各工作站点对主计算机的联系，网与网之间的通信以及在工作站点之间共享昂贵的高速调制解调器或传真机等通讯设备。总之，服务器只提供网络上的服务，提供并管理对磁盘驱动器、打印机和通讯设备等的多重并发访问。

2. 工作站点

工作站点是共享网络资源的计算机。任何一台工作站点在使用上的诸如硬盘、通信线路或打印服务器上的打印机时，都觉得它在独立使用这些设备。每一个工作站点都运行在它自己的并为服务器所认可的操作系统或环境中。在Novell NetWare中，工作站点可运行在DOS、MACINTOSH、OS/2、UNIX、WINDOWS操作系统之上。

如果工作站点通过异步通信接口连接调制解调器，并接入电话网，与远距离的其它工作站接通，这台工作站便负责管理远程工作站点与局域网络的通信，称为通信服务器。

3. 对等机

对等机既可作为服务器使用，也可用作工作站点。实际上，任何有足够的内存和硬盘的计算机，都可以同时充当服务器或工作站点，这取决于它运行什么样的软件。

4. 实体

实体可以定义为服务器、工作站点、对等机及它们运行软件的集合体。

5. 协议

协议是一个规则或一组规则和标准。它帮助实体之间、网络之间的相互理解和正确进

行通信。语法、语义和同步是协议的关键因素。语法定义所用信号的电平和发送数据的格式；语义则含有使实体协调配合和数据管理所需的信息结构；时序则包括速率匹配和对接受数据的正确排序。

6. 网络操作系统

计算机网络必须有相应网络操作系统的支持。网络操作系统承担着整个网络范围内的任务管理以及资源的管理与分配任务，它帮助用户越过各主机的界面，对整个网络中的资源进行有效的利用和开发，对网络内的设备进行存取访问，并支持各用户间的通讯。此外，在其实现过程中，还考虑到与之配合工作的网络协议，与其协调一致。网络操作系统由多种系统软件组成，在基本系统之上有多种配置和选项，用户可根据需要构成最佳组合。目前，主要有三种计算机网络操作系统：UNIX、NetWare 和 Windows NT。UNIX 网络操作系统是唯一跨微机、小型机、大型机的系统；NetWare 则是面向微机、占世界微机网络市场主导地位的网络操作系统；Windows NT 是 Microsoft 最新推出的、可运行在微机和工程工作站上的、面向分布式图形应用的网络操作系统。

7. 对等网络

对等网络也可以称为点对点网络(Peer-to-Peer Networks)，它允许每一台计算机都处于对等机的角色。它以均衡式的数据存储和资源共享概念为基础，目前流行的对等网络操作系统有：Novell 的 NetWare Lite、Microsoft 的 Windows for Workgroups。

8. 网络服务

网络服务泛指网络中计算机的处理和资源共享能力。网络服务是通过计算机硬件、软件和网络设备的组合而获得的，并以这一集合体来完成特定的任务。

9. 网络设备

计算机网络是由分布在一定的或不同的区域中的计算机连接而成的，网络设备就是专门用于这种连接的硬件。网络设备一般由传输介质、网卡、接口连接设备、收发器、中继器、集线器、网桥、路由器等组成。

1.2 局域网络

1.2.1 局域网络的出现与发展

局域网络的发展始于 70 年代，至今仍是网络领域中的一个活跃分支。1972 年美国加州大学研制成功了 newhall 环，称为分布式计算机系统；1975 年出现了第一个竞争总线的实验性 ETHERNET 网，在该网络中，借鉴使用了夏威夷大学的 ALOHA 网络的相关技术；1977 年日本京都大学研制成功了以光纤为传输介质的局域网络。到 80 年代初期，各种各样的网络层出不穷，越来越多的网络厂商投入了局域网络的研制潮流。其中比较著名的有 XEROX 公司、DEC 公司和 INTEL 公司联合开发的第二代 ETHERNET 网络，Corvus 公司和 INTEL 公司推出 Omninet 网等。美国、日本和西欧等一些国家投入了大量的力量研制局域网，同时各种先进的网络设备、传输介质等也不断出现，连同高性能的微机一起构成了局域网络的硬件基础。由于新技术、新结构、新器件的层出不穷，所以局域网络显示了越来越强的功能和越来越大的生命力。在 80 年代后期，局域网络操作系统又有

了大的发展，先后出现了 3+OPEN NETWARE 和 LAN MANAGER 等性能较高的网络系统。

微机的迅速发展，导致了各种各样的分布式数据处理系统的出现和发展。这种系统与多个用户共享同一台主机系统不同，它可以将多台微机连成一个计算机网络。在这样的系统中，可以访问共享数据库和其他的共享资源。一台计算机发生故障，只影响一个结点的工作，因而提高了整个系统的可靠性。用户通过自己的计算机，可以访问和使用其它机器的资源。

局域网络主要用于办公自动化、工厂自动化、企业管理信息系统、生产过程实时控制、军事指挥和控制系统、辅助教学系统、医疗管理系统、银行系统、软件开发系统和商业系统等方面。例如建立为教学和科研服务的校园网、工业生产过程控制的分布式控制网以及为企业管理服务的数据采集、信息管理的分布式计算机网络等。机关、学校、工厂、商店、银行等各行各业都是局域网络服务的对象。

目前，局域网络已逐步渗透到当今社会的各个部门，其前景是非常广阔的。但如何利用和发展各种技术，把局域网络的潜在优势换化成巨大的现实效益还需要做大量的工作，还需解决许多问题。

1.2.2 局域网络的特点

由于局域网络的理论和技术都处在一个迅速发展的过程中，很难给局域网下一个严格的定义。通俗地说，在较小的地理范围内，利用通信线路，将许多数据设备连接起来，实现彼此间的数据传输和资源共享的系统称为局域网络。具体地讲，局域网络具有如下主要特点：

1. 局域网络覆盖的地理范围较小。如一幢大楼、一个工厂、一所学校等，其范围不超过 10km。

2. 以微机为主要连网对象。局域网络可以连接的数据设备包括大、中、小、微各类计算机，还可以包括终端等各种外围设备(如打印机、磁盘机等)，但局部网络的主要连网设备是微型计算机。大部分局域网络中没有主机系统，只有各种微机及外设。可以说局域网络是专为微机设计的连网工具。

3. 通常属于某个部门所有。局域网一般仅被一个部门或单位控制，本部门具有建立、管理和使用它的所有权力。这与广域网有明显不同。广域网可能分布在一个国家的不同地区，甚至不同的国家之间，由于经济和法律上的原因，不可能被某一组织所独有。

4. 通信速度较高。广域网络通信距离比较远，一般在物理通信信道上信息传输速度为 KB/s(每秒千位)数量级；局域网络通信速度常为 MB/s(每秒兆位)数量级。如以太网(ETHERNET)为 10Mbps。因此局域网络能更好地支持计算机之间的高速通信。而且由于距离短，传输中的误码率也比广域网低得多。

5. 管理方便。由于范围较小，且为部门所有，因而网络的建立、维护、管理和扩充都十分方便。而且，网络的开发可以针对本单位的实际情况，开发适合本单位的应用程序，扩充网络服务项目，是简单易行的。

6. 价格低廉。由于局域网规模小，除了宽带网以外，一般局域网连接时不用调制解调设备，尤其是微机构成的局域网中，采用价格低廉而功能颇强的微机作为网上工作站，这使局域网的性能价格比相当理想。

7. 如果采用宽带局域网，则可以实现对数据、语音和图象的综合传输；在基带网上，采用一定的技术，也有可能实现语音和静态图象的综合传输，而这正是实现办公自动化的条件。

1.2.3 局域网络的拓扑结构

拓扑结构是构成网络的连接方式，即连接地理位置上分散的各个结点的几何逻辑方法。

首先，网络拓扑结构决定了网络的工作原理及信息的传输方法。一旦拓扑结构选定，必定要选择一种适合于这种拓扑结构的工作方式与信息的传输方式。网络的拓扑结构不同，网络的工作原理及信息的传输方式也不同。

其次，拓扑结构又与支持局域计算机网络的技术水平及其实现方法有关。随着电子集成技术和通信技术的发展，拓扑结构也在不断地变化和更新，向着更适应于新的技术和需要方向发展。在 60 年代推出了环形网络和星形网络，随着分布式控制的发展，在 70 年代推出了公共总线形网络。如图 1-1 所示。

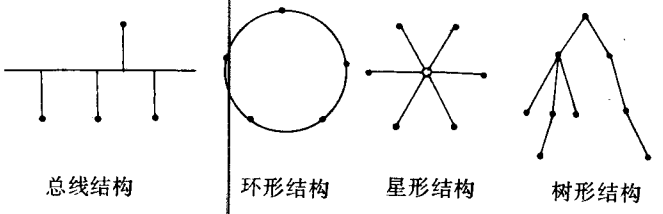

图 1-1 局域网络的拓扑结构示意图

总线形拓扑结构为线状连接，即用一条开环、无源的双绞线或同轴电缆通过连接头或收发器把结点连接到电缆上，形成一条公共的多路访问总线。总线结构连接简单，增加和删除结点比较方便。国内企业所建的网络系统绝大多数都采用了总线形拓扑结构。总线上一般没有控制网络的设备，每个结点独立控制传输，按竞争方式发送，因而需要对总线上信息传输的冲突作出决策。

环形结构是一种闭合的总线结构，每个结点串行连接形成一个封闭的环路。网上信息的传输是单方向进行的，每个结点从它的前面结点接收信息，向后面的结点传递信息，由被寻址的节点获取信息。环形网的缺点是当结点发生故障时会影响到整个网络上不能工作。

星形网络有一个中心控制器，实现集中控制。它可以与一般分时系统一样，每一个结点通过中断方式向中心处理机申请服务。其缺点是可靠性差，中心控制器故障会成为致命性故障，连线及连接设备比较多，造价昂贵。

树形网络是星形网络的扩充，因此具有与星形网相似的特征。

树形网络一般在具有一个中心计算机的系统中做为终端网络来使用，其最下端即为一些终端设备。除此之外，它也适用于分级的过程控制系统。

树形网的可靠性也不高，因为其中一个结点的故障，可能导致其下面的结点与网络脱离连接。

树形结构的网络适合于军事单位、政府机构等上、下级界限相当严格的部门使用。处于不同级别的节点分担不同的职能，网络中任一通路出现故障只影响网络局部的运行，它的扩充性能也很好。由于这种结构与具体应用系统配置有关，通用产品还不多见。

1.3 计算机网络体系结构

在给网络体系结构下定义之前，我们先分析一下日常生活中的通信例子。A 公司的经理与 B 公司的经理需要交流信息，那么首先他涉及到的一件事情是选择什么媒介方式，如电报、电话、传真、书信(这相当于传输介质)等，它是通信交流的基础。每一媒介方式又都有他本身必须遵守的技术的、行政管理的规则。接着他须考虑用什么语言表达思想(相当于信息编码)，而各种语言需遵守语法、词法等规则。假设 A 公司经理选择书信方式，他可能需要将写好的书信交办公秘书部门去做编号、盖章、标记发送日期、发送的目的地址、姓名等工作。这阶段的工作同样也有其交接形式、格式与规定。待信件送到邮政部门后，又需要经过包装标注，按需要选择邮政路径等。信件到达对方，又需要经过对等的相应部门，以相对应的方式一层层交接最后到达 B 公司经理手中处理。由此例可以看出，信息的交流过程是一层层递交执行的，而每一层都有自己的处理形式、规定和要求，在层与层之间又都有着交接的手续约定，在通信交流的两端的同一层次中遵照相同的形式、规定办事，如交流的语言、语法、邮政部门邮递规范等。

计算机网络中的通信也同样有着类似的过程，它也是由高度模块化的功能层组织起来的系统，每一层都实现具体的、相对独立的、与其它层有着截然不同的功能。而每一层又有着完成其功能的所必需有的协议，而网络体系结构正是描述这些内容及其关系的。网络体系结构准确的定义是："把网络通信功能的层次构成以及各层的通信协议规范和相邻层的接口协议规范的集合模型称为网络体系结构"。

这定义中包含的内容有：

1. 网络体系结构中有若干层次，每一层完成具体的功能，所划分的各层之间的功能有明确的界限。

2. 每一个功能层有自己的通信协议规范，这些协议有着相对的独立性，其自身的修改补充不会影响其它层次的协议。

3. 上下相邻层之间有接口协议规范。

4. 两主机间的通信会话是建立在同等层之间的，应用同样的协议规范，如图 1-2 中虚线，沿水平方向。

5. 实际会话途径是由高层逐层递交到最低层，经传输介质至接收方后，由低层向高

层递交直到与发送方的同等层，应用的是层间接口协议，如图 1-2 中的实线途径。

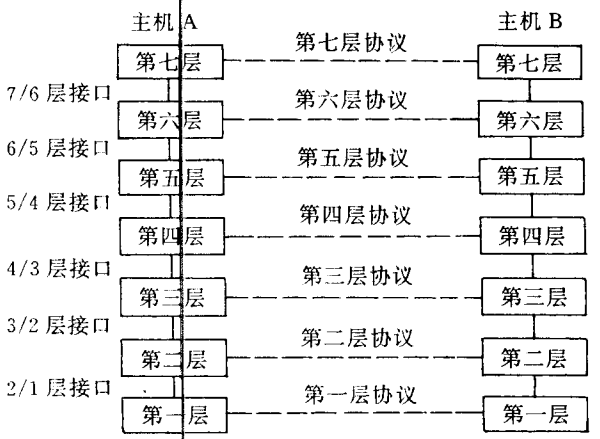

图 1-2　网络体系结构层次、协议、接口示意图

1.3.1　ISO/OSI 网络体系结构

ISO/OSI-RM 是国际标准化组织(International Stardardization Organization)制定的计算机网络体系结构-开放系统互连(Open System Interconnection)参考模型的简称。它是由各国著名专家在综合考虑了目前存在的网络体系结构基础之上共同研制的成果，也是目前网络体系结构所普遍遵循的参考模型。

虽然直到现在 ISO/OSI 还未完全定型，但它已为世界各国所承认，愿意把它作为研究和发展计算机网络的基础和国际标准。我国已正式将其列为研究和设计计算机网络的国家标准。

70 年代中期，计算机网络技术的研究发展进入一个新的阶段，国际上许多大的计算机公司相继发表了以本公司为主要依托的各自的网络体系结构，如 1974 年 IBM 公司首先发表了“系统网络体系结构(SNA)”，紧接着 DEC 公司推出了“数字网络体系结构(DNA)”，日本东芝公司发展了“先进的网络体系结构(ANSA)”。这些公司对网络体系结构所作的研究，一方面推动了计算机网络的迅猛发展，也带来了网络体系结构如何兼容和互连的问题。广大用户和厂商迫切需要有一个标准化的网络体系结构，为此 ISO 建立了计算机网络标准化分会，专门研究计算机网络标准化问题。该技术委员会在分析研究了当时已有的网络体系结构的基础上，吸收和综合了各国网络中的精华，总结出和推出了一个较好的实现网络统一互连的建议性方案，即 ISO/OSI 参考模型。该委员会把网络系统划分成七层，并对每一层做出了较为详细的规定，图 1-3 即为 ISO/OSI 的参考模型。

参考模型中各层的主要功能如下：

1. 物理层：通过机械的和电气的互相连接方式，把计算机连接起来，让数据流通过。这一层主要对通信的物理参数作出规定，如通信介质、调制技术、传送速率、接插头等有关网络的电气和机械特性作说明。

2. 数据链路层：进行二进制数据块传送，进行差错校验和数据流的控制。

3. 网络层：通过分组交换和路径选择，实现数据块传输。

4. 运输层：实现主机至主机之间的正确数据交换，为上层提供服务。运输层实现了会话层对下三层的透明性。这一层一般由输入输出驱动程序实现。

5. 会话层：建立、管理和拆除进程到进程之间的连接，处理同步和恢复问题，负责把面向网络的会话地址变换为相应结点的物理地址等，此层常置于操作系统中。

6. 表示层：实现主机之间不同的信息格式和编码之间的变换。

7. 应用层：处理网络应用方面的实用程序和给用户提供一个 OSI 环境。

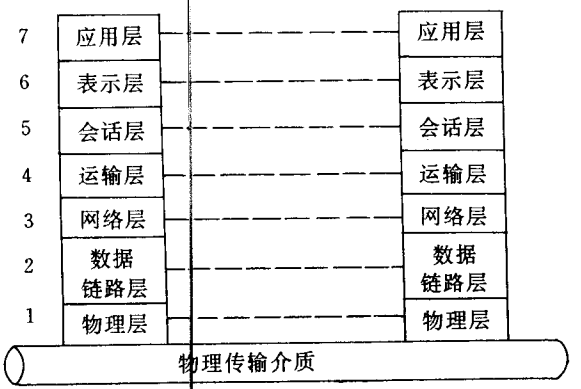

图 1-3　ISO/OSI 参考模型

利用 ISO/OSI 参考模型，可以将两个通信实体之间的工作过程明确地表现出来。如果两个实体之间不能直接连接，而要通过中间连接结点(OSI 正式名称叫做中继开放系统)互相连接，则此中间连接结点主要是起网络连接和数据传输的作用。网络工作过程如图 1-4 所示。

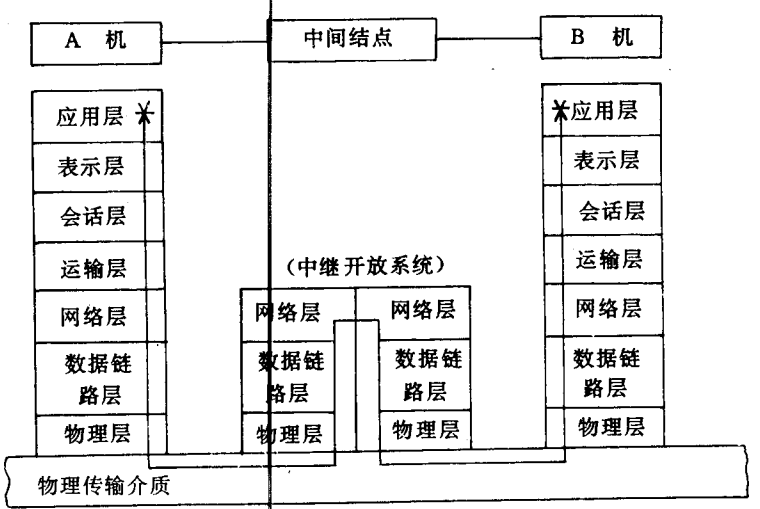

图 1-4　带有中继开放系统的通讯系统

1.3.2 IEEE 802 局域网络标准

1980 年美国电气电子学工程师学会(简称 IEEE)组成了局域网标准化分会——802 分会,专门进行有关局域网的标准化工作。它所制定的局域网体系结构与 ISO/OSI 参考模型中的下两层与下三层中的部分内容对应。它把数据链路层分成两个子层,即逻辑链路控制层(LLC)和介质访问控制层(MAC)。LLC 的组成从逻辑上分为三个部分:第一部分是和网络上层协议的界面,向网络上层协议提供服务,这一部分中,LLC 子层向上层提供数据传输服务;第二部分是 LLC 的通信协议,说明 LLC 子层采用何种方式把数据准确无误地送到对方;第三部分是和 MAC 的界面,它指明了 LLC 为了实现其下面的功能对下面所要求的服务。至于 MAC 则与局域网络的拓扑结构有关,目前常用的 MAC 协议有两种:CSMA/CD 方式和 TOKEN PASSING 方式。

1. CSMA/CD(Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect)方式

CSMA/CD 的全称是载波侦听多路访问/冲突检测,主要用在总线拓扑结构中,其工作原理如下:

当网络节点要向网络发送信息前,先侦听一下总线是否空闲,如空闲就开始发送信息,否则就要等到总线空闲才发送信息。在信息发送过程中,发送节点在向总线上发送信息的同时也侦听总线上的信息,将侦听信息与发送信息进行比较,如果一致,则继续发送信息;否则说明总线发生冲突,这时立即停止发送,并向网络上发送一干扰帧,告知网络上其它结点——网络上发生了冲突,然后根据后退延时算法,后退一段时间再侦听发送此信息。当发送站点把信息发送到总线上时,网上其余结点几乎可以同时收到信息,这时这些结点首先分析所受到信息包中的目的地址。如与某结点本身地址相同,则此结点接收数据。如未发现信息中有差错,则向源发送站点发送 ACK 包,以告知源发送结点,发送数据已正确接收;如发现接收数据中有差错,则舍弃接收到的数据。发送结点在发出信息包后便计算时间,如果一定时间内收不到接收结点发回的 ACK 信息包,就要重新发送信息,若始终接收不到 ACK 包,则作为传输失败处理。

CSMA/CD 的主要优点是简单、可靠、传输延时小且成本低,其缺点就是实时性差、传输效率不高、只能在负载不太重的局域网中使用。

通常把 MAC 层采用 CSMA/CD 协议的网络称为以太网,CSMA/CD 协议称为以太协议。

2. 令牌传递方式(TOKEN PASSING)

令牌传递法是环形结构局域网经常采用的一种访问控制方式。在令牌传递网络中是通过令牌(TOKEN)来进行总线竞争的,网络上有一个令牌在不断传递,各个结点只有拥有此令牌,才有效地向环路上发送信息,而其它结点仅允许接收信息。结点在发送信息完成后,便把令牌交给网络上的下一个结点,如果此结点无信息需要发送,便将此令牌再顺次交给下一结点。

采用令牌传递方式的局域网络的每一个结点都知道信息的来去动向,保证了较高的信息传输的确定性。由于能算出信息传输的延时时间,因而比较适合于实时系统中使用。令牌传递方式中信息包长度不定,但对不同长度的信息包都有较高的传输效率,即使在负

载增大的条件下也能可靠地工作，而无需冲突检测机制。这种方式的主要缺点是设计比较复杂，结点的增删比较困难。采用此方式的局域网有 IBM 令牌环网。图 1-5 是 OSI 七层模型与 IEEE802 模型的对应关系。

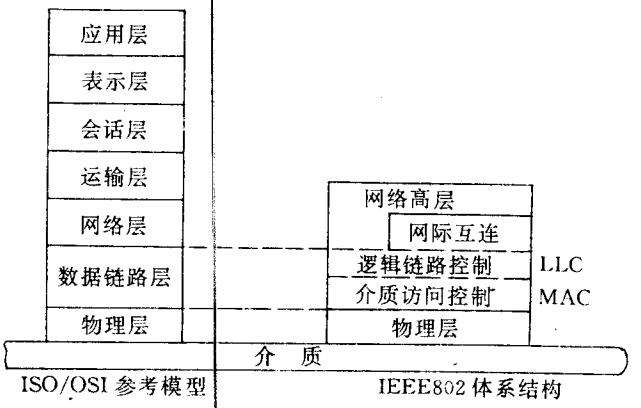

图 1-5 ISO 七层模型与 IEEE802 模型对应图

1.4 NetWare 概述

NOVELL 公司成立于 1973 年，是一家专业网络公司。NetWare 是其开发的高性能局域网络操作系统，目前占世界局域网络市场的 60%以上，占美国市场的 90%，由此可见，NOVELL 市场优势地位相当明显，我国有关部门已把它列为 90 年代的优选网络标准。

1.4.1 NetWare 的发展现状

NOVELL 公司开发的第一个网络操作系统并非今天的其于 INTEL X86 结构的 NetWare，而是运行在 NOVELL 自己研制的 MOTOROLA MC 68000 之上称为 Novell S-Net 网络上。同年 IBM 公司推出 PC/XT，NOVELL 立即认识到，为支持市场上的多种网络，应开发一种新的、基于 INTEL 8088 的网络操作系统，于是诞生了 NetWare 网络操作系统。

NOVELL 于 1983 年发布了以 PC 机为运行基础的 NetWare 86 网络操作系统。后来，随着 PC/AT 的出现，NOVELL 公司又推出了在 INTEL 80286 微机上运行的多种版本的 NetWare 286。NetWare 286 以其良好的性能、安全性和可靠性及硬件结构的灵活性迅速占领网络市场，成为 80 年代世界上最流行的网络操作系统之一。该阶段产品有 ELS NetWare LEVEL I(简易版本 I)、ELS NetWare LEVEL II(高级版本)、SFT NetWare 286 V2.1X(容错版本)。随后，NOVELL 又将以上 286 产品的功能的优点集中起来，推出了 NetWare V2.2，这是一个完整的网络操作系统，是为满足小规模商业、专业事务和部门的需要而设计的，是一个安装、使用、管理都非常容易的通用产品。NetWare 2.2 提供了

ADVANCED NetWare 的性能并包含了 SFT NetWare 的特性。

从 1989 年起，NOVELL 公司推出了 NetWare 386 V3.0、NetWare V3.1、NetWare V3.11 和 NetWare V3.12。它充分利用了 INTEL 80386 和 80486 CPU 的强大的处理能力，着眼于使更多不同类型的计算机设备和更广泛的环境资源集中使用，提供了更强的网络功能和更优秀的网络性能。其中 V3.0 和 V3.1 版是两个过渡性产品，而 V3.11 和 V3.12 则是一个功能较全的定型产品，国内使用较多，本书以 NetWare V3.X 为主进行介绍。

1.4.2 NetWare 的特点

NetWare 网络操作系统之所以能在世界局域网络市场上“一枝独秀”，是与它在设计上以及功能上的一些特有的特点分不开的。

1. 高速文件系统

在局域网络中，对服务器的文件系统的访问最为频繁。对服务器硬盘和文件的访问速度往往成为提高网络相应速度的瓶颈。从一开始，NOVELL 就采用一系列先进的技术，加快文件访问速度，使 NetWare 在有关速度的性能上具有明显的优势。

(1) 目录 HASH 查找法：NetWare 对文件卷上的目录设立了两张表：一张为索引表，按文件名或目录建立索引；另一张为目录本身的结构表。在查找一个文件时，先查索引表，再根据索引的位置从目录结构表中找到目录登记项，这样就无须查找整个目录。在运行时 NetWare 将这两张表存放在内存中，以此进一步提高访问速度。

(2) 磁头电梯式寻道：当出现多个磁盘访问请求时，NetWare 根据当前磁头位置和移动方向，先服务在磁头运行方向上最近的请求，按照电梯服务方式来服务多个请求，从而减少了磁头抖动的次数，既提高了网络速度，又延长了磁盘的寿命。

(3) 磁盘 CACHE：NetWare 以块(缺省为 4K)为单位访问磁盘。NetWare 在内存中开辟一块存储区作为磁盘输入/输出的高速缓存区，称为 CACHE。CACHE 以块为单位进行分配，CACHE 的大小在网络安装时根据服务器内存的大小设置，当接到读盘请求时，首先在 CACHE 中寻找，如果在内存中，则从内存中直接读取，以此加快磁盘访问的速度。

(4) FAT 索引：当一个大型文件超过 64 块时，NetWare 386 自动建立一个 FAT 索引表，它将对应于此文件的所有 FAT 入口群集在一起，从而加速了对大型文件的访问。NetWare 386 采用两级索引，第一级从 64 块到 1023 块；第二级索引为 1024 块以上。

2. 硬件适应性强

NetWare 是一个不依赖于任何连网环境的网络操作系统，使得不论使用何种传输介质、拓扑结构、网卡连成的局域网络，都可以使用 NetWare。NetWare 可支持以太网、令牌环、双绞线以太网等网络硬件环境，支持数百种不同种类的网卡。NetWare 通过网络驱动程序访问网卡，不同的网卡要求使用符合 NOVELL 规范的不同的网络驱动程序。

3. 三级容错

NetWare 是第一个建立容错机制的微机网络操作系统，目前在 NOVELL 网络中可以达到三级容错：

(1) 第一级容错是防止硬盘的区域故障而采取的容错手段。例如热修复与写后读校验、UPS 监控等。

(2) 第二级容错是防止硬盘表面的整个损坏而采取的容错手段。例如 NetWare 中可以采用磁盘镜象和磁盘双工。(所谓磁盘镜象就是在服务器中用一块硬盘控制卡带多块硬盘,这其中有一块硬盘作为其它几块硬盘的备份,一旦某块硬盘发生故障,存放在其中的数据在其它硬盘上还有备份,从而不会引起数据的丢失;磁盘双工则是服务器中使用了多块硬盘控制卡,每块控制卡带一块硬盘,其中一块硬盘作为其它几块硬盘的备份,一旦某块硬盘发生故障,存放在其中的数据在其它硬盘上还有备份,从而不会引起数据的丢失。)

(3) 第三级容错是防止服务器损坏而采取的容错手段。在 NetWare 中可以采用双服务器备份,网络上挂有两个型号、类型、容量完全一样的服务器,对用户来说,它们是一个服务器,在网络运行过程中互为备份,一旦某个服务器发生故障,网络能够不受任何影响地继续执行。

4. 四种安全机制

NetWare 中建立了入网限制、用户权限、受托权限以及文件和目录属性等四级安全机制,从而有效地防止了对重要数据和文件的窃取和破坏。

5. 网络监控与管理

NetWare 网络监控与管理实用程序(Monitor 和 Fconsole)使网络管理员了解当前网络的运行情况,如查看用户的连接情况、监控和统计文件服务器的性能和工作状态、了解网卡配置、了解任务执行状态、显示文件和物理记录的加锁情况、广播控制台信息和关闭文件服务器等。

NetWare 记帐功能可以统计每个用户对网络资源的使用情况,并能根据系统管理员设置的记费标准统一收费。记帐的项目包括:入网时间、用户从文件服务器上读取的信息量、用户写入服务器的信息量、用户请示服务器的服务次数等。

6. 开放协议技术

NetWare 中引入的开放协议技术包括两方面的内容:①允许在统一的 NetWare 环境中使用不同的网络拓扑结构、不同的传输介质和不同的网卡;②为在已有的种类繁多的网络层/运输层协议支持的网络之间实现网络互连和提供一致的 NetWare 服务,提供流接口。

1.4.3 NetWare 协议

NetWare 与 OSI 参考模型对应关系见图 1-6。由此图可知,NetWare 的网络层和运输层采用了互联网报文分组交换协议(IPX)和顺序报文分组交换协议(SPX),而高层协议则是 NetWare 自己的核心协议(NCP)。

NetWare 的 IPX 协议提供了数据报接口,工作站应用程序通过它与 NetWare 网络驱动程序连接,与网上服务器及其它设备进行通信。

IPX 的格式如图 1-7 所示。IPX 中的长度字段代表整个包的长度。

SPX 提供一致、可靠和按序的传递,它使得工作站应用程序经由网络驱动程序直接与网络中的其它结点通信。SPX 的结构图如图 1-8 所示,除了 IPX 的内容外,还包括了 12

字节的连接控制域。

SPX 向下调用 IPX 数据报原语，向上提供简单且功能很强的面向连接接口，利用此接口可以方便地开发高层软件。

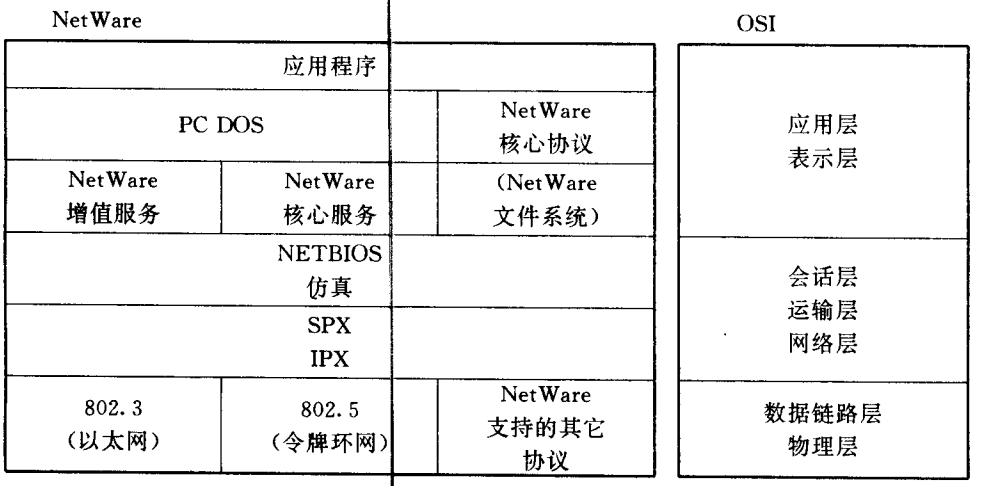

图 1-6　NetWare 开放协议技术体系结构

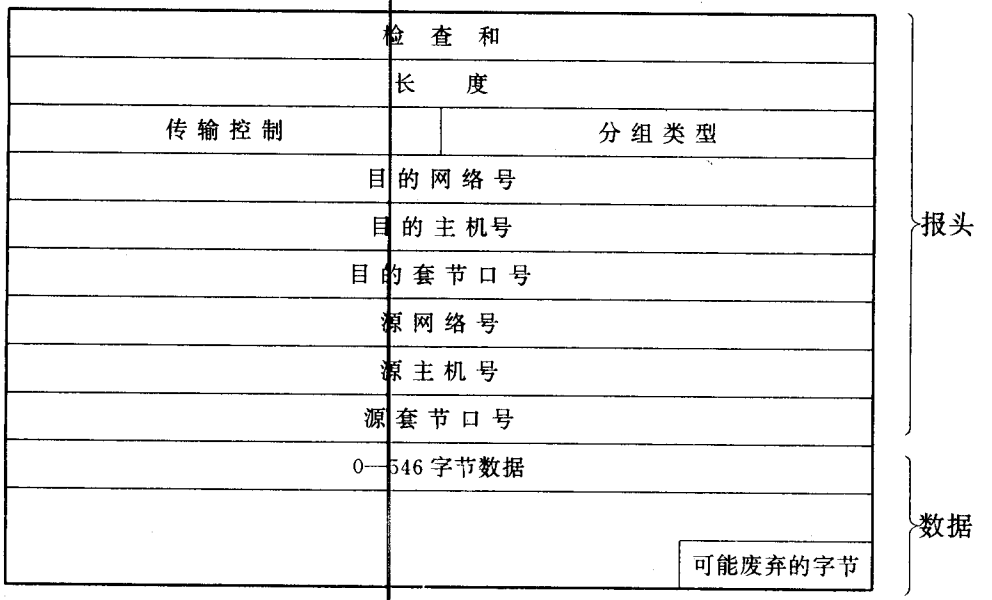

图 1-7　IPX 包格式

NetWare 的核心协议是由一系列的服务协议构成的，这些服务协议由客户/服务器模式确定。根据协议，由用户送往服务器的请求，在服务器中响应此请求，并把用户所需要的数据送往用户。基于 NCP，形成了文件和网络所有的服务(NetWare 的核心服务和增值服务)。依靠这些服务可以构成各种功能的客户/服务器应用程序，工作站 SHELL 是使用 NCP 的一个典型例子。

NCP 与其它支持的服务一起形成了数据访问和同步的原语，建立子用户接口，为不

同的操作系统映象这些网络服务建立了理论基础。

	检 查 和	
	长 度	
传 输 控 制		分 组 类 型
	目 的 网 络 号	
	目 的 主 机 号	
	目 的 套 节 口 号	
	源 网 络 号	
	源 主 机 号	
	源 套 节 口 号	
连 接 控 制		数 据 流 类 型
	源 连 接 标 识	
	目 的 连 接 标 识	
	序 号	
	应 答 号	
	分 配 号	
0—546 字节透明数据		
可能废弃的字节		

图 1-8 SPX 报文格式

第 2 章　NetWare 网络的安装

2.1　Novell 网的基本组成

这里从两个方面来介绍 Novell 网的基本组成：基本硬件组成和软件组成。

2.1.1　基本硬件组成

一个基本的 Novell 网络有四个基本组成部分：文件服务器，工作站，网卡，电缆连接系统。图 2-1 是用同轴细电缆组建起来的一个最简单的 Novell 网络。

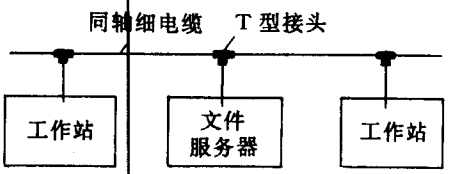

图 2-1　同轴细电缆组成的简单网络

1. 文件服务器

文件服务器是 Novell 网络的核心，许多网络的性能及操作都与文件服务器的选择有关。

文件服务器通常是一台高档微机。一般都接有几百兆、甚至到几个 G 的大容量硬盘，用来存放网络中共享的程序和数据，还可为无盘工作站提供存放私人数据和程序的磁盘空间。

文件服务器一般连有一台或几台高速打印机或激光打印机，为网络工作站提供共享的打印服务。在 NetWare 中，一台文件服务器最多可支持五台打印机，两台分配到 LPT 并行口；三台为串行打印机分配到 COM 串行口上。

Novell 网络操作系统的主体在服务器上装入并运行，用来管理网络上的各种资源和网络通信，为网络中的工作站提供各类网络服务。

为了网络的安全，可用不间断电源给文件服务器供电，以防在突然停电情况下引起网络数据的丢失。此外，为了防备服务器硬盘损坏，甚至是服务器损失，可以利用 NetWare 的容错特点，采取磁盘双工、磁盘镜象，甚至服务器备份等措施。

2. 工作站

网络工作站一般就是一台 PC 机，它是用户访问网络共享资源的操作台，用户在工作站上通过键盘输入网络命令或调用网络菜单实用程序，向文件服务器请求网络服务，如使用服务器硬盘中的各种应用程序、查询共享数据库、使用共享的网络打印机等。

工作站一般不管理网络资源，当工作站用户不需要网络服务时，可将工作站作为一台普通微机使用，运行本地的 DOS 或 OS/2 操作系统。

工作站的硬盘和打印机称为本地硬盘和本地打印机，一般不能为网络用户共享。在NetWare 中，有时可以在工作站中装入打印机服务程序，使工作站上所连接的打印机作为网络打印机，为其它工作站所共享。

3. 网卡

每一台联网的计算机，包括工作站和服务器，都要在它的扩展槽中插入一块网卡，通过网卡上的电缆接头接入网络的电缆系统中。

网卡是局域网络的通信接口，实现网络体系结构中的物理层和介质访问控制层的功能。一方面，网卡要完成计算机与电缆系统的物理连接，显然，对于不同的传输介质有不同的连接器，如同轴细电缆可采用 T 型头，双绞线采用多芯插座；另一方面，要根据所采用介质访问控制层协议实现数据帧的封装和拆封，差错校验和相应的数据通信管理。例如，在总线网中，要进行载波侦听和冲突检测及处理。

4. 电缆系统

文件服务器、工作站和网卡安装后，要通过电缆将所有设备连接起来。连接时必须使用 T 型头或端接器与网卡相连。使用的电缆类型取决于不同的因素，最流行的网络电缆类型有无屏蔽双绞线、同轴细电缆、同轴粗电缆等，这可根据传输的速度和连接距离选择相应的电缆连接。有关常见电缆系统的详细情况，请参见本章 2.3.1 节中的介绍。

2.1.2 NetWare 的软件组成

NetWare 包括网络操作系统、工作站 Shell 和网桥软件三部分，三者形成了网络环境，作为所有的网络应用和服务的基础。

1. 网络操作系统：网络操作系统是专门为提供网络服务而设计的。保密性、数据访问的同步、目录和文件服务、信息传递以及软件保护等均被运行网络操作系统的网络服务器所管理。网络操作系统包含大量的网络服务功能，提供给用户工作站系统调用。通过这些系统调用，工作站 Shell 为本地用户提供了各类网络服务。

2. 工作站 Shell：用户工作站通过工作站 Shell 映象到网络上，访问网络上的可用服务和资源。换言之，工作站 Shell 就是用户工作站注册入网的工具。

3. 网桥：实现多个网络的互连。NetWare 网桥有两种：本地网桥和远程网桥。本地网桥是用来进行本地网络互连的；远程网桥是用来实现相距甚远的网络，通过远程通信设备所进行的互连。远程网桥包含两种：异步远程网桥和 x.25 远程网桥。在专用或公用数据网络中，远程网桥的传输率可达 19.2Kbps—64Kbps。

2.2 安装 NetWare 网的预备知识

2.2.1 服务器的目录结构

NetWare 网络操作系统包含许多文件，其中绝大部分都存放在文件服务器的硬盘里。此外，各种需要共享的应用程序和数据库文件也存放在服务器硬盘中。

NetWare 的文件系统按照卷、目录和子目录的层次进行组织。一个典型的 NetWare

目录结构图如下：

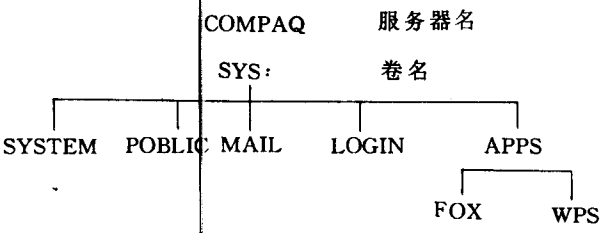

图 2-2　典型的 NetWare 目录结构

1. 卷

卷是NetWare 中目录结构的最高层。NetWare 可将文件服务器硬盘空间划分为一个或多个卷。每台文件服务器至少要有一个卷——SYS。其他卷的卷名则由用户指定。一个文件服务器中最多可划分成 64 个卷。

NetWare 中的第一个卷名为 SYS，在安装时，NetWare 自动在其中创建 SYSTEM、PUBLIC、LOGIN 和 MAIL 目录。其它的卷，则完全是在安装时用 INSTALL 定义卷名和大小。

2. 目录

在卷下面可以创建各种目录，NetWare 的目录采用树形结构。

在安装时，NetWare 将必要的系统实用程序和文件拷入 SYS 卷中的四个自动创建的目录中。

(1) 操作系统的核心程序、系统管理程序、一些 NetWare 实用程序和超级用户专用的程序将拷入 SYS:SYSTEM 目录中。普通用户一般不能访问这个目录。

(2) SYS:LOGIN 目录中则存放用户注册所需的实用程序。

(3) 普通用户和超级用户可以共享的程序和文件将拷入 SYS:PUBLIC 目录中。

(4) SYS:MAIL 目录留给电子邮件系统，安装时这个目录是空的，用户可以将其他厂家的电子邮件拷入此目录中。

除了以上四个目录之外，NetWare 系统允许用户建立其他的目录，如图 2-2 中的 APPS 目录。

DOS 中的 CD、MD、RD 命令以及 NetWare 中的 CHKDIR FILER 等命令均可以用来创建和操作目录。

2.2.2　用户和用户组

1. 用户分类

NetWare 中的用户具有严格的等级。主要有三种类型的用户：超级用户、普通用户(用户)和客人。

(1) 超级用户(Supervisor)

又称为网络管理员，是网络中最高权力的拥有者，对整个文件系统具有全部的访问控制权限。超级用户负责网络的日常维护和管理工作，如增删用户、设置文件安全系统、管理