
网络规划与布线施工

第一章 网络基础知识

本章主要介绍计算机网络的概念，如网络的传输媒体、网络的拓扑结构、网络协议等。网络能将不同地理位置的一组计算机连接起来，使已联网的计算机用户可以共享网络上的信息资源。

第一节 计算机网络的概念

一、什么是计算机网络

最简单的网络就是将两台计算机连接起来，共享文件和共享连接到两台计算机上的打印机、绘图仪和扫描仪等外部设备，而复杂的网络则把全世界范围的计算机连在一起。

什么是计算机网络？目前对计算机网络还没有一个严格的定义，自 1970 年以来存在着各种不同的理解和定义。从计算机与通信技术结合的广义观点出发，把计算机网络定义为“计算机技术与通信技术相结合，实现远程信息处理或进一步达到资源共享的系统”。照此定义，20 世纪 50 年代的“终端—计算机”网，20 世纪 60 年代的“计算机—计算机”网以及分布式计算机网均属计算机网络。

美国信息处理学会联合会 1970 年从共享资源角度出发，把计算机网络定义为“以能够相互共享资源（硬件、软件和数据等）的方式连接起来，并各自具备独立功能的计算机系统之集合”。随着“终端—计算机”通信发展到“计算机—计算机”通信，又出现了计算机通信网的定义。计算机通信网定义为：在计算机间以传输信息为目的而连接起来的计算机系统的集合为计算机通信网。可见，计算机通信网是一组物理上相互联接、能够彼此通信，以共享硬件、软件和数据等资源为目的的计算机系统。

从物理结构上看，计算机网络又可定义为在协议控制下，由若干计算机、终端设备、数据传输设备和通信控制处理机等组成的系统集成。它强调计算机网络是在协议控制下，通过通信系统实现计算机之间的连接。网络协议是区别计算机网络与一般计算机互联系统的标志。

综上所述，我们可理解如下：凡是分布在不同地理位置上的具有独立功能的多台计算机、终端及其附属设备，用通信媒体连接起来，按照网络协议相互通信，以共享硬件、软件和数据资源为目的的系统称为网络系统。根据所处的环境和研究的着眼点不同，可选用计算机网络的不同术语。当研究分析网络资源的共享时，可采用计算机网络术语；当着重通信方面的研究时，可使用计算机通信网术语。

首先我们应该理解，计算机网络是计算机的一个群体，是由多台计算机组成的，每台计算机的工作是独立的，任何一台计算机都不能干预其他计算机的工作，例如启动、关机或控制其运行等，任意两台计算机间没有主从关系；其次这些计算机通过一定的通信媒体互联在一起，计算机间的互联是指它们彼此之间能够交换信息。网络上的设备包括微机、小型机、大型机、终端、打印机、绘图仪和光盘驱动器等各种设备。用户可以通过网络共享设备资源

和信息资源。网络处理的电子信息除了一般文字数据外，还可以包括声音和视频信息。

在我们生活的许多领域都可以发现各种各样的网络应用实例。比如说，一个企业的生产管理可能要依赖于一个计算机网络管理信息系统，管理部门所制订的生产计划可以通过这个网络下达给生产车间，而生产车间则记录并处理数据然后将其反馈给管理部门。

二、计算机网络的发展历程

1. 第一代计算机网络

1946年，在世界上第一台计算机（ENIAC）问世后的几年中，计算机与计算机之间还没有建立相互之间的联系。1954年，随着一种被称为收发器（Transceiver）的终端研制成功，人们实现了将穿孔卡片上的数据通过电话线路发送到远距离的计算机上的梦想，第一代计算机网络就这样诞生了。

2. 第二代计算机网络

随着技术的发展，1969年产生了第二代计算机网络。第二代计算机网络强调了网络的整体性，用户不仅可以共享主机的资源，而且还可以共享其他用户的软件、硬件资源，这种工作方式至今仍被沿用。

3. 第三代计算机网络

第一、二代计算机网络时代，在同一网络中只能存在同一厂家的计算机，其他厂家的计算机是无法接入的，这就限制了网络的发展。1977年，国际标准化组织成立了一个专门机构，提出了一个可以使各种计算机在世界范围内进行互联的标准框架——OSI模型，即开放系统互联模型。这一模型的提出为不同厂家生产的计算机进行互联提供了条件，这就是第三代计算机网络。

4. 第四代计算机网络

进入20世纪90年代后，计算机及其相关技术已经有了相当的发展，随着数字通信的出现，计算机网络也向综合型、数字化、宽通道方向转化，这就是第四代计算机网络。它可将如语音、数据、图像等综合信息以二进制代码数字的形式综合到一个网络中来进行传送，这种技术的发展是与计算机多媒体技术的应用分不开的。

三、计算机网络的优越性

为什么要建立计算机网络呢？这是每一个考虑建网的单位首先要提出的问题。建立网络可以给用户的事务处理带来很多好处，网络最大的优势在于实现各个用户对这些信息资源的共享。

1. 共享硬件资源

一个网络能够共享多种硬件设备。最常见的有服务器资源、打印机和通信设备等。

(1) 共享服务器资源

最早的微机网络的设计目的是共享服务器硬盘，这主要是因为早期在微机出现的早期，硬盘十分昂贵。现在的网络仍基于共享服务器上一个或多个硬盘的概念。这样可以带来很多好处，最明显的是价格因素。如果多个用户可以共享同一台服务器硬盘的话，每个用户工作站就可以不必安装硬盘，而将所有文件存放在服务器上，可以使数据备份变得简单，网络管理员只要有一台数据备份（如磁带机、可读写光盘机等）就可以在服务器上备份网上所有用户的数据。

(2) 共享打印机

联网使得打印机共享变得简单多了。我们可以将一台打印机直接连到服务器或一台专门配置的打印服务工作站上，甚至直接连在网络电缆上（要求打印机带网络接口，称为网络打印机）。

实现打印机共享后，再也不用每台机器都配一台打印机了，这样可以买一台更高档的打印机，网络用户都可以使用，大大节约了费用。打印机、扫描仪、绘图仪和其他外设都可以连到网络上共享使用。

（3）访问其他系统上的资源

如果单位有大型机或小型机，网络上的微机用户可能要对这些系统进行访问。早期的策略是加上终端仿真软件，使得微机充当大型机的一台终端。这样就要在每台微机上加上专用通信卡，还有通信链路，价格并不便宜。有了网络后，与大型机通信可以由一台称为网关的机器完成，网络上所有的微机工作站要访问大型机都可以经过该网关完成。

（4）共享通信设备

除了与大型机或小型机通信外，微机用户经常利用调制解调器与其他微机用户通信或访问电子公告牌。调制解调器是一种使数据能在电话线上传送的设备。网络上加入通信服务器使得网上用户可以访问其他资源（如电子公告牌）或远程用户可以拨入网络以访问网上资源。

另一类新型的可共享的通信设备是传真机。传真机并不是一项新技术，它借助电话线传送文件，已经被办公室广泛采用。如果将传真机放到网络上共享，不论发送与接收都比单台传真机方便得多。

2. 共享软件资源

（1）共享软件包

没有联网时，一台微机上用户要使用某个软件，就需要在自己的微机上安装一份。如果要升级，则每台微机都要做一遍。有了网络，购入这些软件的网络版本，则配置和升级就可以既省时又能有效地避免出错。

考虑到软件的版权，购买网络版软件更合算。例如，网络上同时不超过 20 个用户使用一个网络版软件，则可以购买一个 20 用户版本的软件，即使网络上有 100 台工作站，也不存在版权问题。

（2）共享数据

因为网络上所有用户都可以访问服务器硬盘，所以共享数据并非一件难事。各个工作站可以同时操作服务器上的数据库，实现数据共享。

3. 通信应用

从通信角度看，计算机网络实际上是一种计算机通信系统。作为计算机通信系统，能实现下列重要应用：

（1）传输文件

网络能快速地、不需要交换软盘就可在计算机与计算机间进行文件拷贝。

（2）使用电子邮件（E-mail）

用户可以将网络作为邮局，通过网络向全球范围内的其他计算机发送备忘录、报告、报表、语音和图像。虽然在办公室里使用电话是非常方便的，但网络的 E-mail 可以向不在办公室的人传送信息，而且提供了一个无纸办公的环境。

4. 企事业单位形象宣传和经营等方面的应用

（1）利用 Internet 提供的主页，企事业单位可以直接面向全球发布自己的各种信息。如

企业的性质、地理位置、特色、产品等信息，可以收到意想不到的效果。

(2) 开展电子商务，企业可在最短时间内完成经营中的定单、合同和结算付款等一切商务活动。

(3) 科研人员可以与全球的同行进行科学研究和学术讨论。学生可通过网络进入无形而庞大的电子教室学习，并可直接获得国外大学的文凭。

由于计算机和 Internet 的出现，将会改变人们的生活和工作方式，其应用的范围可以说是无穷的，例如远程医疗、视频会议等，在此就不一一列举了。

四、计算机网络类型

计算机网络类型可按不同的标准进行划分。

1. 广域网和局域网

按网络范围和计算机之间互联的距离划分有广域网（WAN——Wide Area Network，也叫远程网 RCN——Remote Computer Network）和局域网（LAN——Local Area Network）两种。广域网涉及的范围较大。例如，一个城市，一个国家或全球范围内建立的网络都是广域网，在广域网中采用统一的访问方式和网络协议，如 TCP/IP 协议等就构成了今天的 Internet。局域网内，用于通信的传输装置和介质一般由电信部门提供，网络由多个部门或多个国家联合组建而成，网络规模大，能实现较大范围内的资源共享。局域网地理范围一般在 10 km 以内，属于一个部门或单位组建的小范围网。例如，一个建筑物内、一个学校、一个单位内等。局域网组建方便，使用灵活，是目前计算机网络发展中最活跃的分支。如果局域网采用与 Internet 相同的网络协议和访问方式，就构成今天人们所说的 Intranet。

局域网（LAN）和广域网（WAN）是计算机网络的两种基本类型。在这两种极端情况之间还有大量中间类型的网络，每一种都是为满足一种特定连网需要而产生的，都考虑到了地理、资金和使用人口上的均衡因素，一个网络可能跨越全球五大洲，也可能只是跨越一间屋子；可能拥有数万用户，也可能只是个人使用，只要有不同的需要，网络就有不同的类型。

一般来说局域网都是用在一些局部的、地理位置相近的场合，如一个家庭或一个小办公楼。而广域网则与局域网相反，它可以用于地理位置相距甚远的场合，比如说两个城市或两大洲之间。此外，局域网中包含的计算机数目一般相当有限，而广域网中包含的机器数目则可能难以计数。可见，局域网和广域网之间在规模和使用范围上相差是比较大的，但这并不意味着这两种类型的网络之间没有联系，恰恰相反，它们之间联系紧密，因为局域网是广域网的一个局部组成。

从技术角度来说，广域网和局域网在它们连接的方式上有所不同。比如说，一个局域网通常是在一个单位拥有的建筑物里用本单位所拥有的电缆线连接起来；而广域网则不同，它通常是用一些通信服务设施连接起来的，如公用的无线电通信设备，微波通信线路，光纤通信线路和卫星通信线路等，这些设备可以突破距离的局限性。

为了理解局域网和广域网的不同，我们可以想象下面这个例子：假设有家大银行，它有很多分支办公室，每个办公室中的人员都用计算机和其他办公室进行通信，交换存款和货币收支信息、共享贷款处理数据等，这就是一个局域网。如果这家银行和其他城市的很多银行共享上面这些相同的信息，这些银行间的计算机又构成一个广域网。在局域网和广域网两种网络类型中还有一些分支类型。

(1) 网络片段（子网）

一个网络片段 (Network Segment) 包含有限数目的设备 (工作站、服务器、外设等), 这些设备共享一个特定的网络地址。如在一个 Ethernet 网络片段中, 所有计算机都可以彼此共享对方的信息资源。但在网络片段之间除非用桥接器 (Bridge) 和路由器 (Router) 连接起来, 否则各网络片段之间不能共享信息, 因此一个局域网可以由一些连接在一起的网络片段组成。

(2) 校园/企业网

校园/企业网 (Campus Network) 像广域网一样跨越多个建筑物, 但它又不必依赖外部传输线资源 (和邮电部门毫无关系), 这种网一般用在学校或大的企事业单位中, 它把地理上分散的建筑物连为一体, 使用的传输媒介为高速骨干线, 如光纤、干线电缆等。在它所连接的建筑物的里面, 可能用的是网络片段或局域网。

(3) 城域网

城域网 (MAN——Metropolitan Area Network) 很容易和广域网 (WAN) 搞混。它实际是把国家或地方事业部门的计算机连接起来。地方邮电部门可能在城市的某些区域中提供通信服务。如果城市中这片区域的通信线路大家都可见, 即不能由某些单位独占, 那么为了获得高速度的网络连接, 需要通信部门遵循一套标准, 如 x.25 协议。因此, MAN 仅仅是在依赖一套特定的网络标准上和广域网相同。

2. 对等式网络和客户机/服务器网络

按用户存取和共享信息的方式划分, 可分成对等式网络和客户机/服务器网络。它们都是由同一个祖先发展而来的, 继承了早期主机系统中的一些计算机处理模式。在这种主机系统中, 由一个中央计算机带动一定数目的终端, 中央主机负责完成终端和平共处提交的任务, 用户通过终端输入信息, 信息由中央主机进行处理和存储。

随着社会上使用个人微机的迅速增长, 这种中心化的处理方式显得越来越力不从心, 因此, 各个工作站也慢慢地从主机那里继承了很多处理能力, 变得具有相当强的功能。非中心化的处理方式已是一种潮流, 不可阻挡, 在这种方式中, 各工作站都有独立的工作能力, 并且可以和其他工作站共享处理能力、文件存储空间和打印服务等。

(1) 对等式网络

正如其文字所说明的, 在对等式网络中, 相连的计算机彼此处于同等地位, 所以称为对等式网络 (Peer to Peer network)。它们共享资源, 每台计算机都能以同样方式作用于对方 (如图 1-1 所示)。

首先, 每台计算机都把自己的资源及资源允许使用情况告知网络, 然后, 在需要时, 一台计算机可以登录到另一台计算机并访问这台计算机的信息。基本上说, 所有计算机都可以既作为服务器, 同时又是客户机。每台计算机作用都相当于一个客户机, 但一个客户机也能成为另一个客户机的客户机 (这时, 后者的作用就相当于一个服务器了)。

有许多网络操作系统可应用于对等式网络, 如 Microsoft Windows for Workgroups, Novell Lite, Microsoft Windows NT Workstation 和 Microsoft Windows 98 等。

对等式网络有很多优点, 这类网络一般比客户机/服务器型网络造价低。它们允许数据和处理机能分布在一个很大的范围里, 还允许用户动态地安排计算需求。

但是, 事物总是一分为二的, 对等式网络也有它的缺点。对等式网络难以确定文件的位置, 因为这些文件一般是散布于整个网络, 在许多不同的机器上。由于对等式网络数据的分散性, 使得网络服务难以管理。

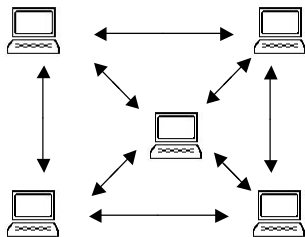


图 1-1 对等式网络

(2) 客户机/服务器网络

客户机/服务器 (Client/Server) 这种网络也是从主机系统发展而来的, 但是, 客户机/服务器网络又可以说是个混合物, 既保留了主机系统的许多特性, 又添加了它自己的性能。

客户机/服务器网络是一种基于服务器的网络 (见图 1-2), 与对等式网络相比, 基于服务器的网络提供了更好的运行性能, 并且可靠性也有所提高。在基于服务器的网络中, 不必将工作站计算机的硬盘与他人共享。实际上, 如果想与某个人共享一份文件, 就必须先将文件拷贝到服务器的硬盘上 (或者一开始就在服务器上生成该文件), 这样别人才能访问这份文件。共享数据全部都集中存放在服务器上。

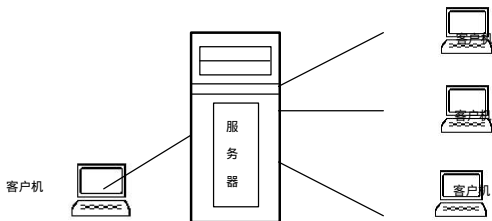


图 1-2 客户机/服务器网络

客户机/服务器网络的一个很好例子是数据库的应用。比如说, 一个数据库管理系统 (DBMS——Database Management System) 由两部分组成。客户机和服务器, 客户机执行一系列指示性的指令, 如结构化查询语言 (SQL——Structured Query Language), 而服务器则保存数据库。客户机 (前端) 给出一个指示, 如一个搜索请求, 服务器 (后端) 即对这个请求作出反应。粗略一看, 这种方式与一个对等式网络的工作站访问另一个对等式网络的工作站的数据库文件没什么两样, 但是, 仔细想想就会发现客户机/服务器方式有两个基本的不同点。第一, 后端数据库负责完成大量的处理任务。如果用户请求客户机/服务器型数据库查找一个特定的信息片段, 在搜寻整个数据库期间并不返回每条记录的结果, 而只是在搜寻结束返回最后结果。第二个不同点是, 如果包含数据库应用程序的客户机工作站在处理数据库事务 (如添加或删除一个记录) 时失败, 服务器为了维护数据库完整性, 将自动重新执行这个事务。而任何一个对等式网络的数据库系统都不提供上述服务。前端数据库应用程序和后端

数据库本体之间有着积极的交互作用，也正是这种交互形成了客户机/服务器关系。

基于客户机/服务器的网络操作系统有：Novell Netware，UNIX，Windows NT Advanced Server，IBM LAN Server。

客户机/服务器网络和对等式网络相比，具有很明显的优点。首先，它有助于使主机系统配置的规模缩小化；其次，由于在客户机/服务器网络中是由服务器完成主要的数据处理任务，这样在服务器和客户机之间的网络传输量就减少了很多。另外，客户机/服务器网络中把数据都集中起来，这种结构能提供更严密的安全保护功能，也有助于数据的保存和恢复。

另外，用户还可以把几个服务器组合起来使用，构成多服务器网络（见图 1-3），用以提高网络性能。

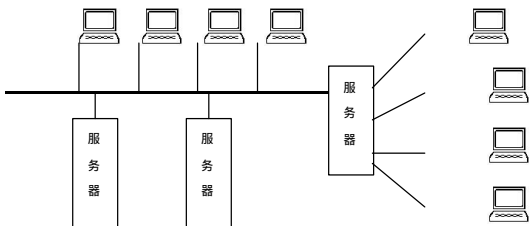


图 1-3 多服务器组成的客户机/服务器网络

（3）综合使用

虽然客户机/服务器网络比对等式网络有更多的优点，但把两者结合起来使用则好处更多。例如，一个由多个 Windows NT Advanced Server 客户机/服务器操作系统形成的网络就可以为一些 Windows 98 工作站提供集中存储的解决方法，这里可以动态地形成一些对等式网络的工作组，一些工作组可以自由地共享文件、打印机和 E-mail 等服务，但不会干扰那些由 NT 服务器提供的广泛服务（见图 1-4）。

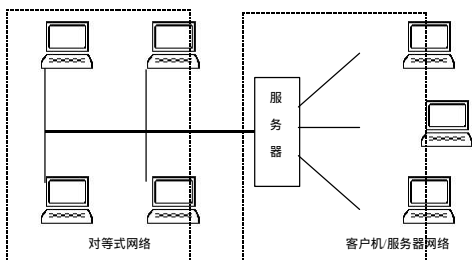


图 1-4 综合模式

此外，可按信息交换方式、通信制式和传输控制规程等进行分类，由于篇幅有限，这里不再赘述。

第二节 计算机网络的拓扑结构

一、计算机网络的基本拓扑结构

为进一步分析网络单元彼此互联的形状与其性能的关系，采用拓扑学中一种研究与大小形状无关的点、线特性的方法，把网络单元定义为结点，两个结点间的连线称链路，这样从拓扑学观点看计算机网络可以说是由一组结点和链路组成。网络结点和链路的几何位置就是网络的拓扑结构。网络中共有两类结点：转接结点和访问结点；结点计算机、集中器和终端控制器等属转接结点，它们在网络中只是转接和交换传送的信息；主计算机和终端等是访问结点，它们是信息交换的源结点和目标结点。通信子网的拓扑类型较多，主要的有以下四种：星型、树型、环型和总线结构。如图 1-5 所示。

1. 星型

图 1-5 (a) 是星型结构。星型的中心结点是主结点，它接收各分散结点的信息再转发给相应结点，具有中继交换和数据处理功能。星型网的结构简单，建网容易，但可靠性差，中心结点是网络的瓶颈，一旦出现故障则全网瘫痪。

2. 树型

树型网络是分层结构，适用于分级管理和控制系统。如图 1-5 (b) 所示。与星型结构相比，由于通信线路总长度较短，故它的成本低，易推广，但结构较星形复杂。网络中，除叶结点及其连线外，任一结点或连线的故障均影响其所在支路网络的正常工作。

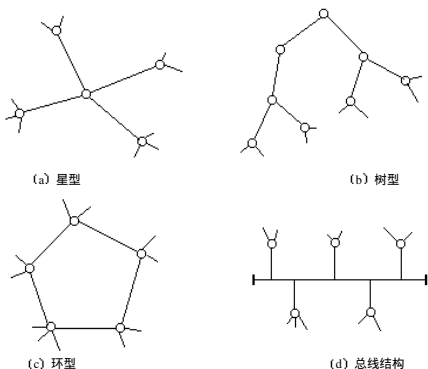


图 1-5 网络的拓扑结构

3. 环型

环型网络中结点计算机连成环形就成为环型网络，如图 1-5 (c) 所示。环路上，信息单向从一个结点传送到另一个结点，传送路径固定，没有路径选择问题。环形网络实现简单，适用于传输信息量不大的场合。由于信息从源结点到目的结点都要经过环路中的每个结点，故任何结点的故障均导致环路不能正常工作，可靠性较差。

由于环型网络具有结构简单，容易实现，无路径选择和建网初始投资少等优点，使它在多机系统和局部计算机网络中占有重要地位，是使用较多的结构。

4. 总线结构

总线结构如图 1-5 (d) 所示，总线结构中，各结点通过一个或多个通信线路与公共总线连接，总线型结构简单，扩展容易。网络中任何结点的故障都不会造成全网的故障，故相对上述几种结构可靠性高。

四种结构中，环型和总线型主要使用分布控制方式，它的主要缺点是可靠性差，主线路的故障会导致全网瘫痪。星型和树型网络均属集中控制方式，在局域网络中多被采用。如何确定网络的拓扑结构是网络设计中首要考虑的问题，需根据应用场合、任务要求和费用等诸多因素综合分析比较后确定。

对于局域网中工作站、打印机和服务器等设备来说，它们之间要进行有效地通信，就必须用一种标准化的方式把它们连接起来。这种连接标准不但要考虑尽可能地和其他网络相连，还要考虑将来可能要加入的设备，已连入的设备要移动、变化等等。

二、局域网拓扑类型

有四种基本局域网拓扑类型：星型配置、星型配置的环、星型/总线配置和总线配置。下面简单介绍这四种类型，注意每种拓扑类型是如何与特定的连线以及协议方案相对应的。

1. 星型结构

如图 1-6 所示，这种配置几乎是 Ethernet 双绞线网络专用的，它适用于 IEEE 802.2 和 IEEE 802.3 以太网 (Ethernet)。由于每个工作站都是直接和集线器 (HUB) 相连，一个工作站断线不会使整个网络瘫痪，只影响这根线连接的工作站，因此这种星型配置的连接可靠性很高。另外，由于星型拓扑本身特点，对网络设备添加、移动和改变也都很容易完成。由于每条传输线都是从服务器发散开来，用户可以连接多个集线器。这意味着网络的扩展将很容易完成，比如说，只要简单地从 HUB 中引出一条线连接另一个附加 HUB，所增加的工作站围绕这个 HUB 同样可以连接入网。当一个工作站发送了信息时，网上所有的其他工作站都可以收到这些信息，是一种广播式的通信方法。被称为带冲突检测的载波侦听多路存取 (CSMA/CD——Carrier Sensing Multi Access with Collision Detection) 传输媒体存取控制方法。

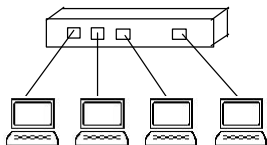


图 1-6 局域网星型结构

2. 星型/环型结构

如图 1-7 所示，这种配置主要用于 IEEE 802.5 的令牌网 (Token Ring Network)。这种网中，令牌在环型连接中依次传递，和这个环相连的是一个子网的所有工作站、服务器和外设。一个相连的设备得到令牌后就可以发送消息。星型配置的环形主要好处就是速度快，因为 IEEE 802.5 令牌网允许有 16 Mb/s 的传送速率，虽然这比标准的 Ethernet 网 (10Mb/s) 快 6 Mb/s，但令牌网的运行性能、效率远比 Ethernet 网要好很多。Ethernet 网慢的原因是 CSMA/CD 要花费大量的额外管理开销 (如解决冲突问题)。环型拓扑还有一个问题，就是它对整个网络的连接可靠性较差，如果环在某处断了，那么环上连接的所有设备都将失去作用。不过还有另一种协议，它既利用了星型配置环拓扑的优点，又提供了更快的传输速率，并且对连线故

障还提供了保护的措施。这种协议叫 FDDI，它能以 100 Mb/s 的速率传送数据，如果环断了，这个环会向后改线，利用传输线未断的部分重新创建环路。

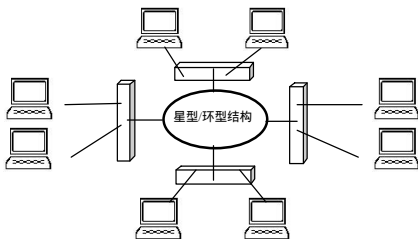


图 1-7 星型/环型结构

目前很少使用真正的物理上是环型的拓扑结构，一般都使用逻辑环型结构。环型是指逻辑路径，在环上消息包是从一台机器移到另一台机器，最终形成一个完全的环路。

3. 总线结构

如图 1-8 所示，在这种配置中，每台设备都直接和总线相连，它一般用 Ethernet 10 Base-5（粗同轴电缆）和 10 Base-2（细同轴电缆）二种传输线方案。不过，这种配置有一个严重的缺点，就是如果总线断了，由总线相连的整个网络将瘫痪。星型/总线配置中也有这个缺点。

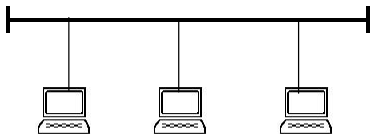


图 1-8 总线结构

4. 星型/总线配置

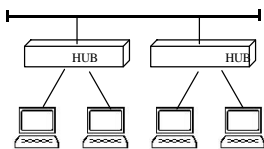


图 1-9 星型/总线结构

如图 1-9 所示，这个配置综合应用了星型配置和总线配置的特点，它用一条或多条总线把多组设备连接起来，而这相连的每组设备本身又呈星型分布。对于星型/总线配置，用户很容易配置和重新配置网络设备。从图 1-9 可看到，这种拓扑配置实际有多个星型配置，这些星型配置适宜用双绞线的 Ethernet 网；每个星型配置的 HUB 由总线连接起来，从而形成一个整体。总线可用 10 Base-5 或 10 Base-2，它把 10 Base-T 的星型网 HUB 连接起来。

三、网际拓扑

用户把多个子网或多个局域网连接起来的方式就叫网际拓扑。在一个子网中，集线器和中继器把多个设备连接起来，而桥接器、路由器和超级集线器则把子网连接起来。例如，一

个桥接器用来连接两个或多个子网，而一个路由器则用来连接两个或多个局域网。依据所用硬件不同，有三种不同的网际拓扑：网状网、主干网和星状相连网。

1. 网状网

当需要在一个大区域里用无线电通信链路连接一个大网络时，网状网是最好的拓扑结构。通过路由器和路由器相连，可以让网络选择一条最快的路径来传送数据。其实现过程大致如下：每个路由器都记住了和它相连的所有网络设备的地址，当一个消息包进入一个给定的路由器时，这个路由器就计算该消息包要到目的地的所有可能路径和估算沿这些路径所需要的时间，并选择其中最快的路径，然后把消息包沿这条路径的方向发送出去。要实现这一点，不但要求网络自动对路由器/传输线的故障情况作出相应调整，还要求对网络应用情况（频段利用率，数据传送占多少，管理开销又占多少等）也作出调整。如果一个连接处失效了，其他路由器能自动地绕过失效的这条线把消息包向终点传送。

2. 主干网

这种网通过桥接器或路由器把不同的子网或局域网连接起来形成单个总线或环形拓扑结构，它通常用来连接校园网或办公室网。这种主干网一般都使用高速的传输线系统，如光纤。协议选择通常是 FDDI 能满足主干网的要求，它能跨越较长的距离，而长距离是连接分散座落的子网和局域网所需要的。另外，它还能提供较宽的带宽和较强的容错能力，而这一点又是操作和控制一个大集团的整个信息流所需要的。

3. 星状相连网

星状相连网是利用了一些叫超级集线器（Super HUB）的部件来连接一个结构化的连线系统，连线系统遵循了 EIA/TIA 568 连线标准。这些超级集线器的作用就像一个缩小化的骨干网，它们有一个叫做底板（backplane）的传输媒体，用来从中央的枢纽向下层分布的枢纽传送数据，当然也可以从下层枢纽向中央枢纽传送。每层（子层）都有一个中央枢纽（也可以是一个超级集线器），在这一层中各设备直接和中央枢纽相连，类似于星型拓扑。由于星状相连网的特点，连线结构中任一处的故障都很容易检测并修复。

第三节 网络协议

协议，从最基本的角度来讲，就是规则。它们规定了两台计算机之间通过一个网络进行通信的方式。例如，当一个计算机请求一个文件服务器上的某个文件时，计算机就必须都遵守各自的规则，如工作站和服务器之间传送的数量、传送信息包的地址信息，用于保证信息成功到达的错误检查例程，以及远程发送的用于保证传送信息包以正确的顺序到达的时序等，这些都需要由协议来规定。

一、开放系统互联模型

许多网络操作系统都使用了完全不同的协议把它们的服务和外界联系起来，每种协议都出于不同的需要，因而每种协议也就适用于不同的网络环境之中。读者可能会有点担心，网络操作系统这么多：Novell NetWare，UNIX 和 Windows NT 等，它们是怎么“和平共处”的呢？其实不用担心，这些操作系统所用的协议都是从一个模型发展起来的，所有协议都有相通之处。这个模型是由计算机（通信）界的众多大企业和协会、组织等开发的一种信息标准。有了一个标准后，不同的“协议”就能和平共处，甚至团结协作。

上面讲的模型叫开放系统互联（OSI——Open System Interconnection）模型，它是由国际标准化组织（ISO——International Organization for Standardization）制订的，它定义了一个描述网络通信所需要的全部功能的总模型。OSI 模型从底往上分成一到七层，如图 1-10 所示。

这七层分别是物理层、数据链路层、网络层、传输层、对话层、表示层和应用层，每层都表示不同的功能。每层都直接为它的上一层提供服务，并且所有层次都相互提供支持。尽管每一层都定义了一个独立的功能，但第四层至第七层主要负责互操作性，而一层至三层则是用于创建两个网络设备之间的物理连接。由于所有的 OSI 模型的各层之间以及与其他机器上的相应层之间相互工作，因而它们都可以称为协议层。

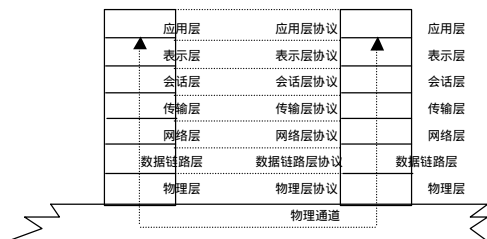


图 1-10 OSI 参考模型及协议

第一层，物理层。这一层负责在计算机之间传递数据位，它为在物理媒体上传输的位流建立规则，这一层定义电缆如何连接到网卡上，以及需要用何种传送技术在电缆上发送数据，同时还定义了位同步及检查。这一层表示了用户的软件与硬件之间的实际连接。它实际上与任何协议都不相干，但它定义了数据链路层所使用的访问方法。对于每种访问方法，Ethernet、Token Ring、ATM 和 FDDI，它们处理方法都不同。

第二层，数据链路层。这是 OSI 模型中极其重要的一层，这一层，把从物理层来的原始数据打包成帧。一个帧是放置数据的、逻辑的、结构化的包。数据链路层负责帧在计算机之间的无差错传递。数据链路层负责构成遵守一个特定的网络访问方法的包。例如，如果用户将自己的工作站与一个 Ethernet 网络相连，数据链路层就会将数据组织成 Ethernet 网站可以识别的格式。此外，数据链路层还提供了错误检查，网桥的功能也在这一层里，消息包从一个子网传向另一个子网时必须通过桥接器。另外，数据链路层还支持工作站的网络接口卡所用的软件驱动程序。正是在这一层上，用户的 Windows NT 网络操作系统才能与计算机的通信硬件进行对话。假如用户通过 Ethernet 访问方法与一个网络相连，当用户安装 Windows NT 时，用户就可以选择安装一个网络驱动程序接口规范（NDIS）或一个开放数据连接（ODI）来与网络接口卡进行通信。

第三层，网络层。这一层定义了网络操作系统通信用的协议，为信息确定地址，把逻辑地址和名字翻译成物理的地址。它也确定从源机沿着网络到目标机的路由选择，并处理交通问题，例如交换、路由和对数据包阻塞的控制。路由器的功能在这一层，路由器可以将子网连接在一起，它依赖于网络层将子网之间的流量进行路由。例如，当一个消息包离开用户的工作站并传向另一个子网时，它就会从一个路由器传送到另一个路由器那样到达目的地。

但是，路由器实际上并不太了解这个包的真正目的地。它们只是知道与它们所连接的子网，如图 1-11 所示。

第四层，传输层。这一层负责错误的确认和恢复，以确保信息的可靠传递。在必要时，它也对信息重新打包，把过长信息分成小包发送，而在接收端，把这些小包重构成初始的信息。在这一层中最常见的协议就是 TCP/IP 的传输控制协议 TCP，Novell 的顺序包交换 SPX 以及 Microsoft 的 NetBIOS/NetBEUI。

第五层，会话层。允许在不同机器上的两个应用建立、使用和结束会话。这一层在进行会话的两台机器间建立对话控制，管理哪边发送、何时发送、占用多长时间等。例如，当用户请求将一个文件从一个 NT 文件服务器发送到用户的工作站时，会话层就产生一个在整个请求过程中一直持续的通信会话。在创建一个通信会话时，会话层将列出在对话中应遵守的术语和协议，如要交换的包的大小以及是否按全双工或半双工速度（对于 Ethernet 网络）传输数据。

第六层，表示层。表示层包含了处理网络应用程序数据的格式的协议。表示层位于应用层的下面和会话层的上面，它从应用层获得数据并把它们格式化以供网络通信使用。该层将应用程序数据排序成一个有意义的格式并提供给会话层。这一层也通过提供诸如数据加密的服务来负责安全问题，并压缩数据以使得网络上需要传送的数据位尽可能少。许多常见的协议都将这一层集成到应用层中。例如，NetWare 的 IPX/SPX 就为这两个层次使用一个 NetWare 核心协议。TCP/IP 也为这两个层次使用一个网络文件系统（NFS）协议。

第七层，应用层。这一层是最终用的应用程序访问网络服务的地点。它负责整个网络的应用程序能够很好地工作。这里也正是最有含义的信息传过的地方。应用程序如电子邮件、数据库等都利用应用层传送信息。

当两台计算机通过网络通信时，一台机器上的任何一层的软件都假定是在和另一机器上的同一层进行通信。例如，一台机器上的传输层和另一台机器的传输层通信。第一台机器上的传输层并不关心实际上是如何通过该机器的较低层，然后通过物理媒体，最后通过第二台机器的较低层来实现通信的。

二、媒体访问控制方式

网卡把数据送上网络电缆上或从电缆上取下数据时都使用了一个特定的访问方式。Ethernet 网卡使用载波侦听方法，Token Ring 使用令牌传输法。

IEEE（Institute of Electrical and Electronics Engineer）委员会公布了一系列的标准，ISO 组织已将其采纳为 OSI 标准的一部分，关于媒体访问控制方法的任何讨论都必须包括此组织定义的标准。局域网的 IEEE 802 标准有：

- 802.1 详细描述了其他 802.X 系统标准的功能
- 802.2 逻辑链路控制（LLC）
- 802.3 CSMA/CD（Ethernet）
- 802.4 令牌总线（Token Bus）

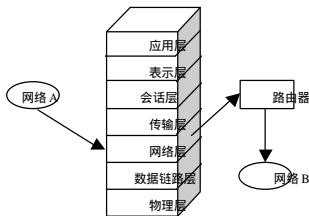


图 1-11 路由器读取网络层的信息

- 802.5 令牌环 (Token Ring)
- 802.6 分布式队列总线 (Distributed Queue Dual Bus)
- 802.7 宽带 (Broadband) 技术
- 802.8 光纤 (Fiber Optic) 技术
- 802.9 集成声音和数据
- 802.10 局域网 (LAN) 安全标准
- 802.11 无线网络标准
- 802.12 100VG-ANYLAN (由 HP 公司创导的一个 100MB 局域网标准)

这些标准定义了 OSI 参考模型的物理层和数据链路层。如图 1-10 所示。数据链路层划分为逻辑链路控制子层 (LLC) 和媒体访问控制子层。逻辑链路控制层提供上层协议与下层媒体访问控制层的单一标准接口。LLC 层像一个切换开关板, 决定数据在上、下之间的流向。

三、Ethernet 和 IEEE 802.3

Ethernet 网络系统最早由 Xerox 公司创建, 在 1980 年由 DEC 公司、Intel 和 Xerox 公司联合发展为一个标准。Ethernet 有 10Mb/s 的吞吐量, 使用 CSMA/CD 访问控制方法, 网络的拓扑结构为总线型, 工作站之间用同轴电缆相互联接, 对双绞线型 (10 Base-T) 可配置成星型, 从每台工作站出来的电缆都连到中央集线器 (HUB) 上。

IEEE 802.3 标准有以下几种 (参见表 1-1。注意名称中的第一个数字表示传输速度, 单位是 Mb/s; 最后一个数字表示网段的长度 (乘以 100), 单位是 m。Base 代表基带, Broad 代表宽带。

表 1-1 IEEE 802.3 标准

10 Base-5	使用粗同轴电缆, 最大网段长度为 500m, 基带传输方法
10 Base-2	使用细同轴电缆, 最大网段长度为 185m, 基带传输方法
10 Base-T	使用双绞线电缆, 最大网段长度为 100m
1 Base-5	使用双绞线电缆, 最大网段长度为 500m, 传输速度为 1Mb/s
10 Broad-36	使用同轴电缆 (RG-59/U CATV), 最大网段长度为 3600m, 宽带传输方法
10 Base-F	使用光纤, 传输率为 10Mb/s

第四节 TCP/IP 协议

一、TCP/IP 协议简介

在 Internet 上使用了一组网络协议, 其中 Internet 协议 IP (Internet Protocol) 和传输控制协议 TCP (Transfer Control Protocol) 是最核心的两个协议。Internet 上的其他协议都要由这两个协议支持, 这两个协议结合在一起, 形成了 TCP/IP 协议组, 成为 Internet 的标准。TCP/IP 协议支持互联的异种机或同种机之间相互通信。

二、TCP/IP 的数据交换方式

1. 数据交换方式

Internet 上的一个主要任务就是进行数据交换。数据交换就是将数据从信源通过媒介传输

到宿宿的过程。根据数据交换过程和连接方式，数据交换可分为以下几种形式。

(1) 电路交换

在该交换方式下，通信双方独占一条实际的物理线路，在通信中时始至终使用这条线路通信，而不允许其他通信方共享这条线路。电路交换方式一般用于公用电话网、公用电网和电路交换的公用数据网。

电路交换方式适用于一次持续传输长报文的通信。其优点是实时性强、延时小，设备成本低。其缺点是建立连接的时间较长，独占线路，造成信道的浪费。

(2) 报文交换

报文交换方式克服了电路交换方式独占信道的缺点，提高了中继线的利用率。报文交换是一种“存储—转发”式的数据交换方式。当信源有数据块需要发送时，它把数据块作为一个整体（称为报文）交给交换设备，交换设备自己选择一条空闲的通信线路把报文传出去。在这个过程中，交换设备的输入线和输出线之间并未建立物理连接，而是先把报文存储起来，在有空闲信道时再传送。报文交换方式的缺点是以报文为单位进行存储转发，网络传输延时长，并且占用大量的内存和磁盘空间，对系统安全性要求很高。

(3) 分组交换

在报文交换方式中，如果报文很大，则首先对它进行存储，延时时间很长。如果在发送时出现错误，则整个报文都得重新发送，浪费很多时间。分组交换方式将整个报文分为多个小块，称为分组，分组的大小严格的限制，这样既可以提高信道的利用率，又大大降低了延时时间。

TCP/IP 协议所使用的数据交换方式是分组交换方式，它的数据传输过程是：

首先，TCP 协议将数据分成多个数据报，给第一个数据报加一个 TCP 报头，上面有数据报的编号，以便在接收端把数据还原成原来的格式。

然后 IP 协议把每个 TCP 数据报再套上一个 IP 报头，上面有接收主机的地址，这样就可以在网络上传输数据了。

IP 数据报可以通过不同的传输途径（路由）进行传输。由于各数据报的传输路由不同，可能会出现顺序颠倒等问题，这些由 TCP 协议在恢复数据时进行处理。

总之，IP 协议负责数据的传输，TCP 协议负责数据传输的可靠性。

2. TCP/IP 数据传输方式的特点

TCP/IP 的数据传输方式具有以下特点。

(1) 传输质量高

分组交换方式具有差错控制功能，它不仅仅在节点交换机之间传输分组时采取差错控制与重发，而且对于分组型终端，在用户端部分也可以进行差错控制，所以分组在网络中传输的差错率大大降低，在一般传输电路的误码率为 10^{-5} 时，网络全程的误码率在 10^{-10} 以下。

(2) 可靠性高

在电路交换中，一次呼叫的通信线路固定不变，而分组交换中报文可以自己选择传输路由。如果网内发生线路故障，分组可以自动选择其他路由进行传输，不会造成通信中断。

(3) 多路通信

由于每个数据报都有控制信息，可以实现一个用户同时与多个用户进行通信。

(4) 降低成本

在网络中传输和交换的协议实现标准化之后，简化了交换处理，降低了网络设备的费用。

由于分组交换的多路复用，大大提高了通信线路的利用率，并且在中继线上以高速传递信息，降低了线路使用费用，从而降低了整个网络通信的成本。

三、TCP/IP 的分层结构

ISO/OSI 参考模型将网络分为七层，但 ISO/OSI 是一个设计规范，并不是一个实际的网络。TCP/IP 协议只采用了 ISO/OSI 的五层结构，如图 1-12 所示。

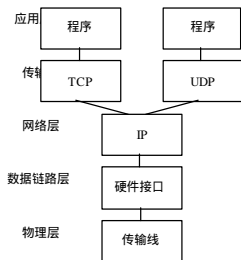


图 1-12 TCP/IP 网络分层结构

四、TCP/IP 支持的服务

TCP/IP 协议发展初期，支持三个基本服务：电子邮件（E-mail）、远程登录（Telnet）和文件传输协议（FTP）。随着 Internet 的发展，特别是客户机/服务器模式的出现，使用网络应用越来越丰富。图 1-13 是 TCP/IP 的服务结构。

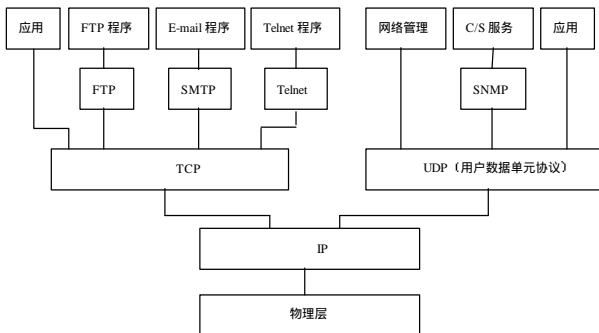


图 1-13 TCP/IP 的服务结构