

第一章 绪论

1.1 计算机通信发展概况

这里,计算机通信实际上讲的是计算机通信网。也就是我们平常讲的计算机网络。这门融计算机技术、通信和计算机网络技术为一体的高科技是近十年发展起来的。虽说时间不长,但它的发展和应用都是在传统的技术基础上得以推广、壮大的。人们说十八世纪是机械系统的世纪,十九世纪是蒸汽机的世纪,二十世纪则是信息的世纪。世界范围电话网的建立、无线电及电视的发明、应用,计算机工业的不断发展及通信卫星的发射是当今信息世纪发展的里程碑。由于信息的收集、传输、存储及处理的界线逐渐消失而朝着一个更高级、功能更完善的综合体发展。计算机通信网就是综合通信和计算机这两大技术为一体的典型例子。

为了管理的需要,把若干台分散、各自独立的计算机连接起来组成一个系统网,以便全面了解各处计算机的工作情况和集中调度计算机资源,这就是当初所谓的计算机网的概念。充分发挥计算机的资源共享是推动计算机网发展的另一力量。这里讲的资源系计算机的硬件、软件。通信技术的发展和运用则是推动组成计算机通信网的第三个重要因素。

随着用户数量及要求的不断增加,通信网的服务项目也大大地增加了,除语言通信、电报、数字图象、遥测外,还有各种数据的传输、存储、交换和处理。这些功能要求使网络各节点大大复杂化了。

1.2 计算机通信网络的现状

最早的计算机通信网是在 60 年代后期以分时系统的形式出现的。70 年代中、后期,计算机通信网的所有功能都有了明显的进展,所使用的终端系统如文件编辑、公共邮件、银行柜台业务处理和售货系统都有了较大的发展,使计算机通信网从最初的数值计算向所谓的综合业务网方向迅速发展,构成了如第八章中讲到的金融系统综合业务网络这样结构复杂、功能齐全的计算机网络。

通信网发展的重要成果是成本的降低及路线速率、质量和可靠性等方面的提高。现在的计算机通信网已经广泛地采用了地面线路(速率每秒兆比特级)、卫星线路及无线电路。九十年代初光纤传输已在银行综合业务网络系统中得到充分的应用。图 1-1 给出了计算机通信网的示意图。

最早的能全面反映计算机通信网发展的典型例子是由美国国防部与多个计算机公司在 1969 年共同研制的 ARPA 网。该网 1969 年只包括 4 个节点,到 1975 年,已发展为有 60 个节点和 100 台计算机的大型网。该网络在地理上不仅跨越美国大陆,而且通过卫星链路连接夏威夷和欧洲的节点。

计算机通信网通过电路交换或存储——转发交换来进行信息传输。

在电路交换中,网络信息在一组临时分配的专用链路上进行传输。在传输期间一直占用该

链路直到传输结束为止(与通电话类似)。而在存储转发交换中,信息首先被存储在节点中,然后再逐条链路地往目的终端传输。

在有些网络中,信息在传输之前,首先被分成若干较小长度的单元,称为信息分组(信息包),各分组可独立地沿网络传输,当所有的分组到达目的节点后,再将它们重新组装起来形成原始信息。通常,各组的长度是固定的,这样有利于传输和存储。这种交换方式称为分组交换(包交换)。

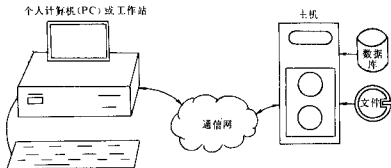


图 1-1 计算机通信网示意图

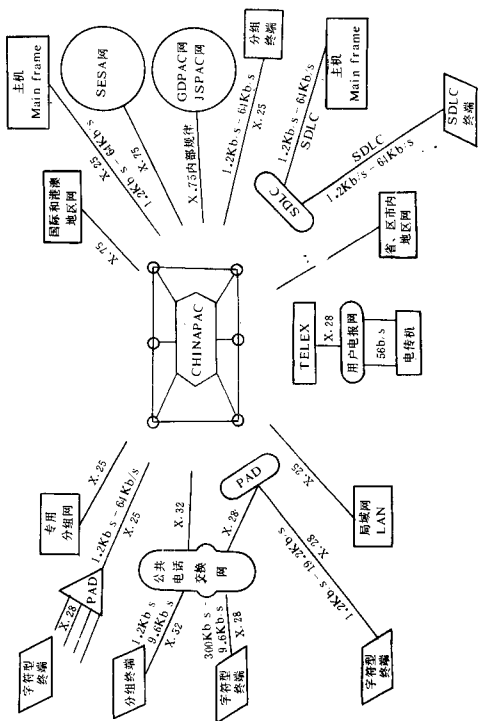
计算机通信网从问世之日起就得到了广泛的应用。根据其覆盖范围的大小和应用技术条件及工作环境,可将计算机通信网分为广域网(WAN)和局域网(LAN)两大类。目前,计算机和通信正向着兼容和相互补充的方向发展。信息社会要求有效而及时地对信息进行搜集、处理、交换和传输,这就需要开发一种能够传输和处理所有信息业务的综合信息系统,这有发展的目标就是所谓的综合服务数字网(Integrated Services Digital Network 简称 ISDN)。第二章将对 ISDN 网作一介绍。

1.3 我国计算机通信网络的现状

我国的电信工业近年来发展速度很快,但由于基础较薄弱,与世界电信工业的平均水平尚有一定差距。为了满足信息社会的需要,已先后建立了国家经济信息管理系统、铁路营运系统、电网自动化控制系统、科技情报检索系统、海关业务处理系统、民航订票系统及中国公用分组交换数据网(CHINAPAC)、银行电子汇兑和清算、支付系统等多种业务网络系统。CHINAPAC 的建成,为金融系统组建自己的综合业务网络提供了必备的信息通道。

这里对 CHINAPAC 作一简介:中国公用分组交换数据网(CHINAPAC)是邮电部门经营和管理的全国性分组交换数据网络。该网具有速率高、质量高、接续时间短、响应快等优点。为实现不同速率、不同类型终端之间的互通及数据库资源共享提供高质量、低成本的国际和国内数据通信服务。同时为各类增值业务如:电子信箱、电子数据交换(EDI)、可视图文等业务提供了良好的网络环境。全国诸如行政、能源、金融(含证券)等众多的行业都可以利用 CHINAPAC 网传输自己的信息。我国金融系统已有不少银行已租用 CHINAPAC(即该网的 X.25 和 DDN 端口)来建立自己的综合业务网络系统。

CHINAPAC 由三十一个一级交换中心和各省、市、区的二级交换中心组成,网络覆盖全国



大部分地、市以上城市和部分县级城市。

CHINAPAC 的一级交换中心设有八个汇接中心,分别设在北京、沈阳、上海、南京、武汉、广州、成都和西安,相互之间采用全网状结构,其它一级交换中心以汇接方式与汇接中心连接,根据需要部分交换中心之间设有直达高效电路。中心节点机之间传输速率可达 64kbps 或者 9.6kbps。

CHINAPAC 的国际出入口局设在北京(今后增加上海),广州局为地区性出入口局,承担广东省与港、澳地区的进出口业务。图 1-2 展示了 CHINAPAC 网的联网结构 and 应用示意图。

CHINAPAC 网支持如图 1-3 所示终端。

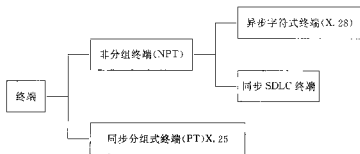


图 1-3 用户终端类型

异步字符终端:包括带有异步通信接口的计算机、微机、键盘显示器、键盘打印机、电传机和可视图文终端等。

同步 SDLC 终端:包括带有 SDLC 规程的计算机和终端。

同步分组式终端:包括带有 X.25 规程的计算机、微机、专用终端、规程转换器、智能用户电报终端和分组装拆器(PAD)等。

表 1-1 列出了 CHINAPAC 用户终端入网方式。

表 1-1 用户终端入网方式

终端类型	入网方式	接口规程	速率	物理接口
PT(X.25)	租用专线	X.25	1200b/s-64kb/s	v.24/v.35
PT(X.25)	电话网	X.32	1200b/s-9600b/s	v.24
NPT(X.28)	租用专线	X.28	1200b/s-19.2kb/s	v.24
NPT(X.28)	电话网	X.28	300b/s-9600b/s	v.24
NPT(SDLC)	租用专线	SDLC	1200b/s-64kb/s	v.24/v.35
NPT(TELEX)	用户报网	X.28	50b/s	v.24

用户终端和其他网络与 CHINAPAC 的连接方式见图 1-2。

1.4 计算机通信网的组成

计算机通信和网络是当今信息社会的基础设施。计算机通信网是由一系列用户终端(包括

计算机)、具有信息处理与交换功能的节点及节点间的传输线路组成。用户通过具有交换功能的节点在网络中传输。信息的传输是通过通信网来完成的。要组建一个计算机网络通常必须具备硬件(包括计算机设备、通信设备、网络控制设备)和软件(计算机操作系统、通信协议、网络系统软件及供用户使用的各种应用程序)等条件。通常把计算机通信网分为两种子网:即用户子网和通信子网,图 1-4 给出了计算机通信网的结构示意图。

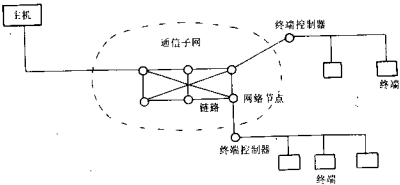


图 1-4 计算机通信网的结构示意图

1. 用户子网

为用户提供访问网络的功能,主要由主计算机、终端控制器(类似路由器)及终端组成。主计算机为各终端用户提供数据库及各种应用程序。主计算机通过一条高速复用信道或通信链路与通信子网中的某一节点相连接。如图 1-5 所示。

终端用户通过终端控制器访问网络。终端控制器提供的功能包括对有关链路的控制,为各终端提供网络协议接口。

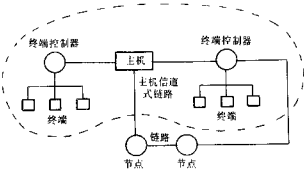


图 1-5 用户子网的组成

2. 通信子网

通信子网是通过链路建立相互通信的节点的集合。它由若干网络节点、传输链路及信号交换设备组成。如图 1-6 所示。

这里讲的传输链路是指用于传输数据的通信信道。这些链路的传输容量可以从 55bps(比特/秒)——即每秒钟在信道上能传输的二进制代码位数,也称为数据率。)到 1.5Mbps、光纤作

为传输连路的比特/秒可达 14.4~230.4Mbps。为了使传输链路具有更宽的带宽,即传输容量增加和提高链路的可靠性,可在一对相邻节点间使用多条链路并接入 MODEM(调制解调器)。

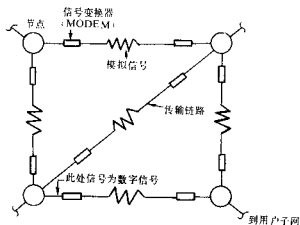


图 1-6 通信子网的组成示意图

3. 网络节点的作用

网络节点的作用一是提供通信子网与用户子网的接口;其次对其它节点来说是一个存储-转发节点。作为网络接口节点,它提供诸如信息的接收/发送、信息传输状态的监测等功能;作为存储-转发节点,它提供信息交换功能(即信息的路由选择)。

通信子网的软件必须遵循网络协议,它应提供对链路及节点存储器的管理,还必须提供与主处理机、终端、终端集中器及信息交换的接口。

1.5 计算机通信网所完成的主要任务

通常,计算机通信网有如下的主要任务:

1. 提供诸如信息(数据库)或处理方面的资源共享。
2. 提供几乎无误差的通信线路以满足网络用户间、各处理器(机)间及用户与处理器(机)间的通信。
3. 改善可靠性。计算机通信网通过检错、重发及多重链路等手段来提高网络的可靠性。如果某一处理器(机)被破坏,则网络中的另一处理器(机)可以取而代之。同样,如果路径中有一链路被中断,可使用别的链路。
4. 分布处理功能。分布式计算机通信网络可以将原来集中于一个大型计算机的许多处理功能分散给若干节点去完成。这样可减轻价格最贵的主处理器(机)的负担,而整个通信及处理的费用也因此大大降低。
5. 用于工业、金融、国防的计算机通信网,需对地理上分散的系统提供集中控制,并对整个网络进行集中管理和集中分配网络资源。
6. 对不同类型的设备及软件提供兼容,这样充分发挥硬、软件的作用。
7. 使网络用户费用最少而获得最佳服务——服务性能/价格比的比值最大。

1.6 计算机通信网的基本功能

计算机通信网要完成如图 1-1 所示的信息传输,首先要保证在网络发送节点与目的节点间确实存在物理传输线路(通常还要经过不少中间节点)。当通信距离很远时,还要经过公用网提供的地面或卫星链路。

由于目前多数公用网主要为传输语言信号的模拟线路,这就要求采用调制解调器(MODEM)来将发送端的原始数字信号变成被调制的模拟信号,而在接收端将模拟信号加以解调而恢复原始的数字信号,其作用如图 1-7 所示(调制解调器将在第六章详细讨论)。



图 1-7 传输信息的转换

这里讲的调制解调器的状态必须受到网络节点的控制。为此,网络必须提供一个电气和物理方面的接口,目前使用的为 X.21 协议标准来完成这一接口功能。

网络提供分组交换/快速交换技术来完成终端用户具有突发特性的业务信息的传输。利用“数据链路控制”提供的功能来完成信息传输中的误码检测和重发。同时,计算机通信网还应有一路由选择功能,以便使传输的信息走捷径或避开故障/拥挤信道。网络还必须能对传输的信息分组流速率进行控制,达到收发速率同步,以免造成信息溢出。

网络在为用户的信息传输提供上述功能外,还应对网络用户间的通信进行管理,使其有条不紊地工作。再就是完成协议变换,使得具有不同字符、码型、格式及控制方式的终端用户能互相传输信息。表 1-2 列出了网络总功能要求。

当网络提供能完成表 1-2 中的要求的所有功能后,才能说明网络为两终端用户间提供了一条完整而有效的接续通路。

表 1-2 网络总功能要求

要 求	解 决 途 径
1. 保证确实有一条传输路径存在	采用网络传输链路或公用网链路
2. 审查是否是模拟线路	若是,则采用调制解调器。
3. 提供终端与调制解调器间电气连接及控制	采用接口电路
4. 当间隙使用线路时,保证有一定的线路利用率(经济性)	采用公用拨号线路或采用多点连接或其它多路访问技术实现线路共享
5. 无误码地进行传输	数据链路控制,误码检测和重传
6. 将信息正确发送到目的地并能绕过有故障的或拥挤的节点和链路	寻址,路由选择
7. 提高效率,避免重发长信息	分组装拆
8. 终端用户和网络间信息速率的匹配	缓冲,信息流控制
9. 向终端用户对提供一定的请求—响应服务方式	对各次用户会话(对话)进行管理
10. 使有不同码型、格式和命令的终端仍能进行通信	协议变换

1.7 计算机通信网中的数据交换和传输链路

在计算机网络中(不论是点对点还是局域网或是广域网),网络的主要任务是为用户传输信息(数据)。要实现数据的传输(交换),就必须给网络提供传输数据的通道。这里讲的传输链路就是为网络的节点提供数据传输的物理联接。

在计算机通信网中,所传输的信息均可以认为是一种数据在网络用户两端的交换。完成数据交换的方法有多种,下面我们将从通信网络结构的连接方式和交换信息的方式来讨论。

1.7.1 连接方式

1. 全连接方式

全连接方式实际上是一种固定的点对点的连接方式,即将图 1-8 中所示的所有的终端对都用链路连接起来。要将 n 个终端全连接起来就需要有 $n(n-1)/2$ 条链路。当 $n=6$ 时,就需用 15 条链路。

2. 星形连接方式

对同样的终端数 n ,网络连接所需要的链路数可以通过采用一个交换中心来减少。该中心可以在用户的要求下,将网络内的任意两个终端连接起来。如图 1-9 所示,当 $n=6$ 时,仅需要 6 条链路。

3. 部分连接方式

网络中各终端(或称为终端节点)只与网络中其余的部分终端直接连接。具体需要哪些终端对接是根据用户要求而定。如图 1-10 所示。

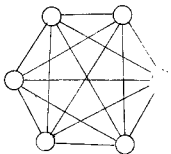


图 1-8 全连接方式

当网中每一个节点只与其余 k 个节点相连(k 为网络的连接度),如网络包括 n 个节点时,部分连接方式需要 $kn/2$ 条链路。当 $n=6$ 时,则连接度为 3 的部分连接方式要求的链路数为 9。

从上述分析,我们得知,同样的终端数 n ,全连接方式需用链路最多,部份连接方式居中,需要最少链路的是星形连接方式。如果一个网

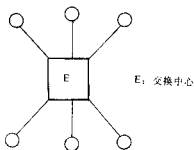


图 1-9 星形连接方式

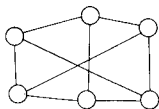


图 1-10 部分连接方式

络中有 100 个终端($n=100$),所需求的链路分别为 4950、150(取决于连接度)、100。

在全连接方式中,数据的传输在途中不存在交换(直接点对点)。而星形连接方式中,就需要一个复杂的大容量的交换处理中心,全网络都依赖于此中心,这就使对交换中心的可靠性要求特别高。由于部分连接网络处于上述两个极端情况之间,所以现在已有网络(如 SITA、ARPA 及 NPSS)均采用部分连接方式。网络的结构选择取决于网络造价和服务质量(即通信失败率或通信响应时间)。

1.1.3 数据交换方式

在计算机通信网中,交换信息的方式有以下三种:

线路交换方式(Circuit Switching)

报文交换方式(Message Switching)

分组交换方式(Packet Switching)

其中报文交换、分组交换均采用了信息的存储-转发原理,因此人们常把这两类交换方式称为存储-转发交换。下面分别叙述三种交换方式的交换原理。

1. 线路交换

这种方式类似于电话交换机,电话系统亦是最普通的线路交换的例子。这种方式要求在开始正式信息传输前,首先由用户呼叫,一直等到在收——发间建立起一条适当的信息通道,用户才开始进行信息传输。在信息传输期间,该线路一直被通信双方用户所占用,通信结束才释放线路。这种方式的信号延迟很小,适应于语音类的交互式实时通信,其缺点是线路利用率相对要低些。

2. 报文交换

这种交换方式是根据数据(或)报文传输的特点提出来的,是一种存储-转发(Store-and-Forward)技术。在此交换方式中,不需要在两个节点之间建立专用线路,信号在网络中逐段线路(两通信终端可能跨越 n 个交换局)地依次从发送站(源节点)向接收站(目的节点)传输。一般传到一个站就先将信息存储在节点中并排队等候,一直等到先到的信息发送完后,有链路可供本信息使用时再继续向下一站传输。在这里,信息是以报文为单位,一次传输一条报文,故称为报文转发。这种交换方式的优点在于线路利用率高,但信息传递的时间延迟太长。这样人们就开始寻找另一传输方式——分组交换。

3. 分组交换

1967 年英国国家物理实验室(NPL)的一研究小组首先提出了在存储-转发系统中采用归一化的短信息单元(称为分组或包 Packet)来进行传输,这样可以大大地降低信息传输延迟,从而有可能实现快速响应的交互式通信。这种交换方式实际上和报文交换类似,只不过是其传输信息的基本单位是分组(Packet)而不是报文。

在信息发送端,先将整个信息分为若干分组,然后每次以一个分组为单位进行传输。传完一个分组后,线路即可以为别的分组(可能属于另一报文或对话)占用。属于同一信息的各分组可以同时在网络内分别沿不同路径进行传输。当所有分组都传到目的节点后,再将各分组按发送端的顺序重新组合起来送给目的站用户。这样一来,由于网络中任意两点间可能有好几条通

路,属于同一信息的各分组可以并行传输,因此大大缩短了信息通过网络的时间。加之信息传输单位的长度减小,可以使中间节点排队和处理时间明显减小,从而为要求快速响应的通信创造了条件。这样,线路利用率很高。图 1-11 展示了分组信息的传输格式。

分 组	信 息	目 的 站	控 制	信 息	分 组	最 末 一 个 信	正 文	误 码
始	源地址	地 址	信 息	编 号	编 号	总分组标志		检 测

图 1-11 信息分组格式

一个分组包含有固定数量的二进制码。分组交换网可以连接计算机及一般的用户终端,也能连接话音终端(PCM 终端机)。所有连接到分组交换网通路的设备是通过它自己的专用通信计算机(称为接口信息处理机 IMP)来与网络连接的。IMP 完成存储-转发的功能,即接收信息(对话或报文)并在传输给网络之前将它们分为若干组或接收来自网络并具有该节点地址的分组并重新将这些分组组合成信息(对话或报文)再送往目的终端。

图 1-11 中的格式头是分组格式中的附加字段,给出该分组在信息(或报文)中的编号(即说明是整条信息中的第几个分组),并需标明信号中的最后一个分组,以便让收方知道整条信息是否已经传输结束。由于分组具有固定长度,勿需有分组结束的标志。

1.7.3 传输链路

通常,网络中所传输的信号可分为模拟信号和数据信号两种。计算机网络实现信息的传输是靠调制解调器来完成将数据信号调制成模拟信号和将模拟信号解调为数字信号(调制解调)的。

传输链路(信道)的任务是为网络各节点提供数据通信在物理上的连接。网络节点之间的信息可以通过卫星、无线电传输链路,或光纤等有线信道来实现数据的传输。

下面我们将分别对传输链路涉及的有关问题作一简单的介绍,其中传输介质我们将专一小节进行介绍。

1. 模拟信号与数据信号

模拟信号的信号强度(通常以伏为单位)是一个连续变化的值,其间没有任何突变,如图 1-12(a)所示。日常生活中的话音,电视图象等就是最常见的模拟信号。数字信号则不是连续变化的,而是有限的、离散值的集合,例如方波波形、电脉冲波形等,每一个信号都有一个特定的意义,例如在二进制中,将高电平(比如 3.5V~5V)定为进制数中的 1,而将低电平(0V~1V)定为 0,方波所代表的二进制数如图 1-12(b)所示。

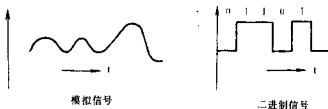


图 1-12 模拟信号和数据信号

在通信链路上传输的信号可以是模拟信号,也可以是数字信号,或者两者的组合。即信息可以以模拟或数字的方式在网络上传输。语音通过电话线进行传输,就是最典型的模拟信号的传输。

传送数字信号较模拟信号有更强的抗干扰能力,但数字信号易衰减。利用调制解调器,数字信号可被调制成模拟信号来进行传输。与调制解调器相类似,模拟信号也可以用数字信号来表示,完成这一功能的装置就是编码器和解码器(这些内容已超出本书范围,这里就不具体介绍了)。

2. 带宽和频谱

任何一个信号都可由各种频率的正弦波成份所组成,只不过不同的信号是由不同频率成份且其各频率成份的强度不同而已。所谓信号的频谱就是指该信号包含的频率的范围,信号的绝对带宽就是指频谱的宽度。

一个信道(链路)的带宽定指一个信道可传输的最高频率和最低频率之差,即能传输的信号频率的宽度。所以,要使传输的信号不失真,信号频谱越宽,要求的信道带宽就愈大。

在传输二进制数字信息时,信号的数据率越高,则所占的带宽越大。因此带宽也体现了信道的传输容量,表示传输线上的最大比特率。

3. 传输速率

传输速率是指每秒钟传输的信息单元数。一般人所谓的比特率和波特率都是传输速率的一种描述。但它们并不具有一一对应的关系。

比特率——在传输二进制信号时,传输速率是指每秒钟传输的比特数(位数),我们将这个速率称为比特率(又称为数据率)。

波特率——波特率是指传输的数字信号每秒钟信号变化的次数,即信号的变化速率。

由此可见波特率和比特率是不同的,只有当每个频率周表示1个比特即一个数据位时,波特率和比特率才相等,但一波特可以 n 个比特,这就不相等了。

4. 信息流的方向

就通信介质来说,数据在其中流动的方向可分为如下三种。

①单工,信息流只有一个方向。类似于街道上的单行道。单工传输通常用于遥测系统或远程监视系统。

②半双工,信息可在两个方向传输但不能同时在两个方向传输。类似于一座单通道的桥梁。半双工主要用于民用无线电系统或一个查询/回答系统。

③全双工,信息可同时在两个方向传输。类似于双行道的公路,交通量按规定的方向同时向两个方向流动。全双工传输的典型例子是分组交换网络系统。

上述内容可用图形表示,如图1-13所示。

5. 信噪比

在信息传输中,信号的正确与否很大程度上取决于传输介质的质量。衡量其质量的标准通常用信噪比来表示。

信噪比是信号功率与噪声功率在传输线相同点上的比率。它用来表示信号电平超过噪声

电平的量值(分贝)。也就是信息信号相对于信息噪声的相对强度。

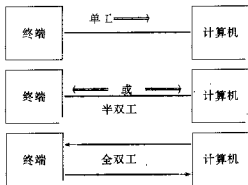


图 1-13 信息流的方向

1.7.4 传输介质

传输介质系指发送端与接收端之间的物理通路,通常也称为通信信道或通信线路。平常所用到的传输介质有:

- ①铜线(双绞线)
- ②同轴电缆
- ③光缆
- ④空间

人们习惯把双绞线、同轴电缆和光缆称为硬介质(见图 14),而把空间称为软介质。

传输介质的特性对计算机网络通信的质量有着直接的影响。因此,我们在组网时一定要根据传输介质的物理特性、传输特性以及价格等因素和用户的要求来综合考虑介质的选择。

1. 硬介质

双绞线——是按一定规则旋绕的两条绝缘铜线(故叫“线对”),见图 1-14(a)。线对就是通信介质,一对线就是一条通信链路,通常把许多这样的线对捆在一起再包上保护层就形成了一条电缆。

把电线双绞起来主要是减少线对间的噪声、串话等电磁干扰,提高信息的传输质量。双绞线对的口径越粗传输性能越好。

其主要用途有:电话公司外部设施 PBX(用户交换机)或室内系统间的模拟或数字通信。

其主要特点:带宽有限、容易受噪声干扰,易安装价格便宜,总传输率为 1Mbps。

同轴电缆——同轴电缆象一双绞线对一样由两条导线组成。这两条导线分别称为中心导体(内导体)和外导体,内、外导体之间用绝缘层隔开,如图 1-14(b)所示。中心导体可以是单股铜线,也可以是多股细铜线即绞合线,外层导体一般是一条网状空心圆柱导体,最外层是一保护套。同轴电缆的直径可从 0.4 英寸到 1 英寸。同轴电缆可同时运载 1 万个话路。

同轴电缆可以分为基带和宽带两类。基带同轴电缆的阻抗为 50Ω ,而宽带则为 75Ω 。

基带同轴电缆主要用于局域网、以太网的联网。

其特性有:数据信号直接加到电缆,易于联接,电磁干扰屏蔽性能极好。

宽带同轴电缆主要用作长途电话网、有线电视系统的信号传输。其特点是:采用射频载波

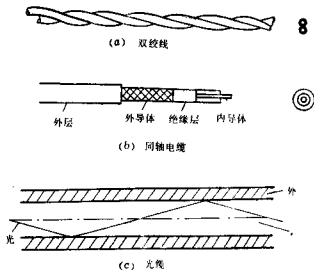


图 1-14 三种传输介质

的 FDM(频分多路复用)来传输数据、需要附加的信号处理设置,但易于联接,抗电磁干扰屏蔽性能极好。

光缆——光缆是一种轻便灵活、能传导光线的介质。可用各种玻璃和塑料来制作光缆。光缆的中心是一根透明圆柱形细丝,称为心线,外边用折射率较低的材料将心线包围起来见图 1-14(c)所示。当光波从高折射率的心线媒体射向低折射率的外层时光线会又反射回心线,从而进行传输,见图 1-14 所示。光缆具有不同于双绞线和同轴电缆的特性。

光缆有更宽的带宽。由于光缆的带宽可使数据传输率随频率而增加。在光纤上传输率可达到 10 公里 2Gbps。而同轴电缆 1 公里为几百 Mbps、双绞线则为 1 公里几 Mbps。

光缆的尺寸小重量轻。光纤较同轴电缆或双绞线小得多、轻得多,重量的减轻则减少了构成上的支撑要求。

电磁隔离好。光纤系统不受外界电磁场的影响,因此系统不易受干扰、串音的影响。误码率优于 10^{-9} (金属导线的误码率为 10^{-6})。

安全性好。光纤难以窃听,当搭线窃听时,它的信号损耗是任何传输介质中最大的。加强了信息传输的保密性。

上述几种传输硬介质的性能比较如表 1-3 所示。

2. 软介质

软介质的典型例子是空间,可通过微波和卫星传输以利用空间介质。

微波传输——微波可以高的数据率实现长距离的传输,微波干线一般为点对点线路,间距为 40~48 公里,该距离主要受地球曲率造成的视距传输要求的限制。

为了发送微波信号,必须取得视距条件。这就是说信号从发信机到收信机必须有一条直线路径。如果两个微波中继站相距太远,地球的曲率将使视距条件消失,信号便不能达到收信机。在这种情况下,可利用卫星通信来恢复视距条件。

卫星传输——从作用上看,一颗通信卫星就是一个微波中继站,它用于与 2 个或更多的地

面微波发/收信机(也称为地面站)联接。卫星接收一个频段上传输的信号,将其放大,然后用另一频率发回到接收中继站。由于发射的信号在两种情况下都循着直线传输,故传输是视距的。

表 1-3 几种传输介质的性能比较

特 性	双绞线	基带同轴	宽带同轴	光 纤
带宽(bps)	1~10M	30~50M	150~180M	达 5G
技术状况	成熟	成熟	成熟-CATV	较成熟
安全性	低	中等	高于基带	高
材料成本(美元/英尺)	.10~.75	.75~3.50	.35~2.25	3.50~6.00
终端设备费用与复杂性	基带-低、便宜 MODEM-中等、复杂	中等	高、复杂	高、复杂
远程能力	有	无	有	无
空间要求	导管、连接代码限制	自容式 可能需要导管	自容式	小
抗噪能力	低-无屏蔽 较好-屏蔽	高-高频 低-低频	高于基带	极高
维护/重新配置	容易	容易	中等或困难	难
灾难性故障	高-无屏蔽 中等-屏蔽	中等	中等	低
安装容易性	容易	容易	中等或困难	中等或困难
安装情况	大量-无屏蔽 少量-屏蔽	大量	不及基带	适中

卫星和光纤是同等重要的技术革命,今天卫星正用来处理远距离的电话、用户电报和电视业务。在繁忙的国际通信干线中,卫星通信是最佳的选择。

在卫星通信中应注意下面的几个问题:

- 由于传输的距离很长,因而有明显的传播延迟。
- 需解决信号的安全性。

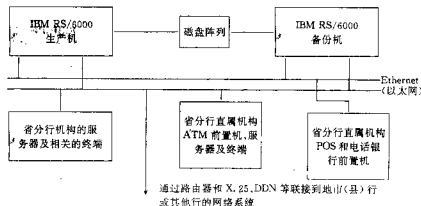
1.8 金融系统综合业务网络的模式

前面我们介绍了计算机网络的基本原理、组成及所要完成的任务。网络的实现(这里主要以金融系统的综合业务网络为例)就是利用这些原理来组建用户的局域网或广域网。第二章和第七章将对网络和局域网作具体介绍。

一个银行要建立自己的局域网,首先是根据用户的银行业务量和目前具备的条件(诸如投资、技术力量及业务发展和工作环境等)来选择主机系统。比如:省分行网络系统主机选用 IBM RISC/6000 SP2(详见附录)可伸缩并行处理系统(当然也可以选用如图 1-16 中指出的 HP9000、DEC7000 等型号的计算机作为省分行、地市行一级的网络主机系统)和磁盘阵列 RAID5;地市行和经济发达的县支行就可选用 IBM RISC/6000 R300 对称多 CPU 主机作为地市分行网络中心的主机系统,一般县支行选用 IBM RISC/6000 G30 或 J30 作为此局域网的主机,地、县两级行的磁盘阵列可根据具体情况选用 RAID0&5。当硬件和系统软件都选定后,就可利用目前较为流行的局域网以太网(Ethernet)并安装 Novell 局域网软件按第八章所介绍的方案来建立自身的局域网了。下面图 1-15 给出了金融系统的局域网的直观描述。

在局域网的基础上,利用网络设备:路由器(Router)、集线器或智能集线器(HUB)和各种网络协议;X.25、DDN,加上 FDDI、PSTN 和 SLIP 传输链路将另一局域网或远程终端链接,构成银行自己所需要的网络(即广域网——省、地辖行大联网),实现各局域网系统间的信息传输。

通常,金融系统的业务网络是以省分行一级为中心,上联接总行,下面接地市分行和县级支行。省分行网络系统是用两台中(大)型计算机和一磁盘阵列及以太网或 Novell 网络软件构成双机热备份的分行网络处理中心;再利用上面提到的网络设备,传输信道和各种网络协议就构成了联接其他的业务网络系统的局域网系统(如图 1-15 所示)。如果要在全省系统行的网络联接起来,就成了图 1-16 所示的全省联网模式。图 1-16 给出了金融系统全省银行网络的基本模式。(这里所涉及的内容将在后面的章节中进行详细介绍)。



注:各级分行的主机处理系统也可选用 HP 9000、EDC 7000 或 U6000 等高性能计算机作为网络的主处理机。

图 1-15 省分行一级的局域网系统示意图

第二章 计算机网络

通过第一章的介绍,我们已对计算机网络有了一个初步的了解。那么,网络到底是什么东西,它包括哪些内容?本章就以此来介绍计算机网络的结构、常用的标准、各类接口。以便读者进一步了解和掌握网络系统的内部关系及工作(传输信息)情况。

2.1 网络的含义

网络(英文为 Net 或 Network),按技术辞典的解释有三:

1. 由通信信道和站组成的系统,其中各站能够互相通信,但不一定要在同一条信道上进行通信。

2. 两条或多条相互联系的线路。

3. 适用于某一给定用途的转接器、终端和线路的组合。

计算机网络(计算机网路——Computer Network)其定义是以共享资源为目的,通过数据线路将多台计算机互连而成的系统。资源共享包括共享网络中的计算机硬件、软件和数据。多台计算机通常在地理上是广为分布的,其连接的方式有集中式、分布式和环式三种。若按计算机网络的分布距离划分,可分为局域网(LAN)、都市网(MAN)、广域网(WAN)和网间网(InterNet)。表 2-1 给出了上述几种网络的划分。

表 2-1 计算机网络的分类

分布距离	处理机位于同一地点	网络分类	传输速率
10 米	房 间	局域网	4Mbps—2Gbps
100 米	建 筑 物		
1 公里	校 园		
10 公里	城 市	都市网	100bps—50kbps
100 公里	国 家	广域网	9.6kbps—45Mbps
1000 公里	洲或洲际	网间网	9.6kbps—45Mbps

2.2 网络的分层结构

从前面所讲述的内容中,我们知道要实现计算机通信网的基本功能,就应具备硬件(计算机、通信线路、各种物理接口)和软件(系统软件、应用软件)以及完成通信(传输信息)的网络系统(包括网络操作系统、传输协议、管理系统等),也就是说,网络是硬件和软件的集合体。由于大家对硬件设备和软件已有相当的了解,这里只对网络系统的有关内容作一叙述。

网络系统实现用户通信主要是从管理协调的角度出发,针对不同的任务,用相应的网络功能来给予满足。网络设计者把网络的不同功能按顺序进行组合,也就是平常所讲的分层。

计算机通信网的分层是一种体系结构,把网络在逻辑上看成由若干相邻的层组成,其中每一层都用到了比它低的层的功能,而且把低层和比它高的层次隔离开。每一层都具有某些特定的功能,这些功能有些是新增加的,有些则是为了增强低层的功能而设定的。