

计算机网络概述

随着计算机技术和通信技术的发展,计算机网络这一名词逐渐为人们认识和熟知。现在,计算机网络的应用已经深入到社会生活的各个方面,深刻地影响着人们的思维方式和生活方式,成为信息社会和知识经济的重要载体。那么,什么是计算机网络呢?它最基本的特征是什么?它是如何组成的?有什么样的功能和应用?本章将初步回答上述问题。

1.1 计算机网络的产生和发展

1.1.1 计算机网络的概念

为了信息传输和资源共享的目的,将若干台计算机用通信线路按照一定的规范连接起来,这就是计算机网络。

首先,被连接的主体是计算机。除了大、中、小或微型计算机之外,它们还可以是工业控制机和嵌入式计算机。工业控制机是工厂中用于控制生产过程的计算机,它们的特点是有一些专用的输入/输出设备,如能采集电压、电流、温度等数据,能输出各种用于操纵机器的控制信号。嵌入式计算机是安装在其他设备或系统内部的计算机,通常是微处理器。这类设备的例子比比皆是,大到飞机、轮船,小到由电脑控制的家用电器、智能仪表、智能卡等,这类设备内部都嵌入了计算机或微处理器。在计算机网络中还会用到一些网络连接设备,如网络适配器、集线器等。这些设备有的做成板卡成为计算机的一个组成部分,有的本身就是一台专用的计算机。

其次,这些计算机是用通信线路连接起来的。通信线路如果是有形的,即看得见、摸得着的,如双绞线、同轴电缆和光纤等,就称为有线通信;通信线路如果是无形的,即看不见、摸不着的,如无线电波、微波和红外线等电磁波,就称为无线通信。

再次,这种连接要依据一定的规范。例如,要采用某些网络通信协议才能进行连接。著名的协议例子有以太网协议、传输控制协议/网际协议(TCP/IP)等。

最后,连接的目的是为了实现信息传输和资源共享。要进行信息传输,计算机网络上必须有要传输的信息。资源共享是指计算机网络上的计算机硬件、计算机软件和数据三种资源能够为大家共享,如大型机的处理能力、昂贵的外部设备、特殊的软件以及各种数据库等。

1.1.2 计算机网络的产生与发展

计算机网络的产生与发展,经历了以下几个阶段。

1. 联网的尝试

从 20 世纪 50 年代开始,美国军方所研制的半自动地面防空系统(SAGE)试图把各雷达站测得的数据传送到计算机进行处理。在 1958 年首先建成了纽约防区,到 1963 年共建成了 17 个防区。该项工程投入了 80 亿美元,推动了当时计算机产业的技术进步;几乎同时,由 IBM 公司研制了全美航空订票系统(SABRAI)。到 1964 年,美国各地的旅行社就都能用它来预订航班的机票了。

严格地说,上述两个系统都只是将远程终端和主机联机的系统,只是人们联网的尝试,并没有实现计算机之间的联网。同一时期,在大学与研究机构中,为均衡计算机的负荷和共享宝贵的硬件资源,也进行着计算机间通信的试验,做了联网的种种尝试。

2. ARPANET 的诞生

20 世纪 60 年代,在数据通信领域提出了分组交换的概念,这是人们着手研究计算机间通信技术的开端。1968 年美国国防部高级研究计划署(Advanced Research Projects Agency,ARPA)资助了对分组交换的进一步研究。1969 年 12 月,在西海岸建成有 4 个通信节点的分组交换网,这就是最初的 ARPANET。随后,ARPANET 的规模不断扩大,很快就遍布在美国的西海岸和东海岸之间了。

ARPANET 实际上分成两个基本的层次,底层是通信子网,上层是资源子网。初期的 ARPANET 租用专线连接专门负责分组交换的通信节点,通信节点实际上是专用的小型计算机,线路和节点组成了底层的通信子网。大型主机通常分接到通信节点上,由通信节点支持它的通信需求。由于这些大型主机提供了网上最重要的计算资源和数据资源,故有些文献说联网的主机及其终端构成了 ARPANET 上的资源子网。这种把网络分层的做法,极大地简化了整个网络的设计。

3. 多种网络技术的并存

20 世纪 70 年代是多种网络技术并存的发展阶段,也是标准化备受关注的时期,微机和局域网的诞生是这一时期的两个重大事件。

(1) 各公司自行制定了网络的体系结构

在 20 世纪 70 年代,IBM、DEC 等计算机公司分别制订了自己计算机产品的联网方案。在公司内部以及自身的用户群中建立了一批专门性的网络,并分别确定了网络的体系结构。IBM 所生产的各种计算机,能够以系统网络体系结构(system network architecture,SNA)组网;DEC 生产的各种型号的计算机则能够以数字网络体系结构(digital network architecture,DNA)组网。不同的计算机公司,用以组成网络的硬件、软件和通信协议都各不兼容,难以互相连接。

(2) 标准化备受关注

在这个阶段,人们开始在标准化方面进行大量的工作。当时的电报电话咨询委员会

(CCITT)制定了分组交换的 X.25 标准。从欧洲开始,先后在世界各地建立了遵循 X.25 标准的公共数据网(PDN)。公共数据网的建立对组建远程计算机网络起了重大作用。

同期,国际标准化组织(ISO)在当时负责信息处理与计算机方面标准制定的技术委员会(TC97)的几个子委员会的努力下,分别建立了开放系统的互联参考模型(OSI/RM)和在这一框架模型下相关的各项标准。制定这个参考模型的目的是规定计算机系统在与其他计算机系统通信时应当遵循的通信协议。这样,不管系统本身多么不同,只要在与别的系统通信时遵循相同的协议与规则,就被认为是开放系统。

(3) 局域网的出现

局域网(LAN)诞生于 20 世纪 70 年代中期,随着微电子技术的进步,其性价比都在急剧提高。到了 20 世纪 80 年代,价格低廉的微型计算机的性能早已超过了早期的大型计算机,这极大地促进了计算机应用的普及。局域网则在近距离内,通过可共享的信道连接了多台计算机。这种简易、低成本又安全可靠的网络结构解决了微型计算机彼此间通信的问题,使局域网上的激光打印机、大型主机、高档工作站、超级小型机和大容量的存储设备都可以被网上多台微型计算机所共享,这就使计算机应用的成本进一步降低了,因此 LAN 被各行各业普遍接受了。

几乎是在同一时期,为满足不同的需要,开发了几种不同的 LAN 技术,各种局域网的性能、价格和通信协议各不相同。当然,这也为相互联网增加了一些难度。

局域网与远程网络的互联,使局域网上每个用户都能访问远方的主机,这又反过来提出了如何使不同计算机、网络广泛互联的新课题,这种广泛互联的需求促使了 Internet 的崛起。

4. Internet——TCP/IP 的崛起

(1) Internet 的由来

20 世纪 80 年代初期,为了使不同型号的计算机和执行不同协议的网络都能彼此互联,ARPA 资助了相关的研究项目,特别是为了使互不兼容的 LAN 都能与广域网(WAN)互联,建立了 Internet 项目组。众所周知,Internet 是 Inter Network 的缩写,原意是网与网的互联,可译为互联网,或“因特网”。

(2) TCP/IP 协议集的诞生

在 Internet 项目的研究中,人们重新改写了 ARPANET 的通信协议,为了广泛互联,制定了新的网际协议 Internet Protocol(简称 IP 协议)。IP 协议定义了计算机间通信应遵守的规则、数据报(即 Internet 上面的分组)的格式以及存储转发数据报的方法。IP 协议着眼于各个网络的互联,相应的协议既解决了如何把底层不同的网络与 IP 网络相对应的问题,又对用户屏蔽了底层网络技术的细节。使底层的各种网络仅以 IP 网络的形式呈现在用户面前,并实现了不同主机上应用进程间的通信。

为了保证进程间端到端的通信能够高效、可靠地进行,在 IP 网络之上,主机内的传输控制协议(transmission control protocol, TCP)软件,构成了有序的报文传输通路,使不同计算机上的进程能经过异构网可靠地相互通信。以 TCP、IP 两个协议为主的一整套通信协议,被称做 TCP/IP 协议集,有时也称做 TCP/IP 协议。

Internet 项目组新研制的 TCP/IP 软件开始只在小范围内试用,到了 1982 年许多大学与公司中的研究机构使用 TCP/IP 协议接入了 Internet。TCP/IP 协议为不同计算机、网络的互联打下了基础。

(3) Internet 的形成与发展

1982 年美国军方决定以 TCP/IP 协议作为不同网络互联的基础,规定从 1983 年 1 月起,军方的各种网络都必须运行在 TCP/IP 协议上并彼此互联。这使 Internet 从一个实验性的原型变成了初具规模的互联网络。在随后的几年中,与 Internet 连接的主机数几乎每年都翻一番。TCP/IP 逐步成了事实上被广泛承认的工业标准。

(4) 美国国家科学基金会的贡献

美国国家科学基金会(NSF)于 1980 年前资助了旨在使各大学计算机科学系彼此联网的项目,建立了 CSNET(计算机科学网)。它以灵活的策略,采用不同方式实现了广泛的互联。网上的资源共享和电子邮件(E-mail)促进了合作与交流。

CSNET 的成功,促使 NSF 在 1985 年提出使百所大学用 TCP/IP 协议联网的计划并建立了使用 TCP/IP 协议的 NSFNET,它与 ARPANET 在费城的卡内基-梅隆大学彼此互联,NSFNET 成了 Internet 的组成部分。在 NSFNET 建成之前,网络的使用者只是计算机科学家、军方、大公司及与政府签约的机构;在 NSFNET 建成之后,大学各学科的师生都能使用网络了,这的确是个非常重大的转变。

为使美国在未来的发展中能始终领先,NSF 认为应当使每个科技人员都能使用网络。1987 年 NSF 决定用 T1 干线(1.544Mbps)连接几个国家级的高性能计算中心,这个 T1 主干网于 1988 年夏天建成,实际上替代了原有的 ARPANET 主干网。在这个形势下,ARPANET 于 1990 年宣布退出运营。NSF 在建设主干网的同时,又资助各地区建设了中级网络。各地区的中级网络连接本地区的主要城市、各个大学校园网及各个公司的企业网,使它们既彼此互联,又能接到 Internet 主干上,这样就形成了主干网、中级网及校园网(企业网)三级网络彼此互联的层次结构。

从 1988 年起,Internet 正式跨出了美国国门,首先是接到了加拿大、法国和北欧,随后延伸到了地球的每个大洲的各个角落。

5. G 级网络的试验研究

G 级网络(gigabit network)指每秒传送千兆位的网络,通常也包括速率大于 500Mbps 的全双工干线。

20 世纪 80 年代末 90 年代初,多媒体技术有了很大进展,实时传送多媒体信息要求更高的传输速率。近年来,由于涉及多媒体信息传送的浏览器被广泛使用,干线速率的提高已经刻不容缓。从 1989 年开始,ARPA 和美国国家科学基金会(NSF)就联合资助了高速网络的试验。1991 年 12 月,美国国会通过关于国家研究与教育网(national research education network,NREN)的法案,要使 NREN 成为替代 NSFNET 的非商业性网络。它必须以高于 1Gbps 的速率运行,其目标是在 2000 年前建成 3Gbps 的国家级网络。在 NREN 名下,又资助了一批项目,这些就是 G 级网络的试验研究,这些项目是由大学和工业界共同完成的。

1.1.3 计算机网络的发展趋势

计算机网络发展的基本方向是开放、集成、高速、移动、智能以及分布式多媒体应用。开放和集成是相辅相成的。开放指网络体系结构的开放和操作系统调用界面与用户操作界面的开放。开放的核心问题是标准问题,能够使各种异构系统和产品相连和互操作。集成则是在开放的基础上,各种异构系统和产品能够融于一个像 Internet 这样的全球性网络中,并能够根据用户的需要提供各种满足用户服务质量(quality of service, QoS)需求的分布式多媒体应用。集成包括两个方面,即各种产品的集成和各种应用与服务的集成。例如电信网的话音传输服务、广播电视的电视与广播的各种节目服务、计算机网络的数据传输服务等正在被集成在一个网络上提供给用户,目前三网合一技术已经实现。

以下从几个方面来概述网络发展的趋势。

1. 宽带接入网技术

用户接入网(从本地电信局到用户之间的部分)是电信网的重要组成部分,是电信网的窗口,也是信息高速公路的“最后一公里”。Internet 的飞速发展使越来越多的用户通过电话拨号上网,但拨号上网的速度远远不能满足用户对网络带宽的要求。因此迫切需要一种高速的用户接入技术。虽然综合业务数字网(ISDN)是一种综合了各种业务的网络,能够为客户提供一种完全的数字化解决方案,但由于 ISDN 是一种交换式的广域网,基础建设投资巨大,同时其本身的带宽(128Kbps)也不能满足多媒体传输的需求。为实现用户接入网的数字化、宽带化,用光纤作用户线是用户网发展的必然方向。但由于光纤用户网的成本较高,在今后的一段时间内大多数用户仍将继续使用现有的铜线环路。近年来,人们提出了多项过渡性的宽带接入网技术,其中 ADSL(非对称数字用户环路)和 HFC(光纤同轴混合网)是最具竞争力的两种。ADSL 技术能利用现有的市话铜线进行信号传输,其最高速率为下行速率 9Mbps,上行速率 1Mbps。现有的市话铜线网的用户数目十分庞大,而 ADSL 能对现有的市话铜线进行充分的利用。

2. 传输的高速化

计算机网络系统发展的基本条件是高速传输。由于分布式多媒体信息的大量上网和用户的不断增加,带宽不足将是一个永远存在的问题。目前,世界主要通信公司传输数据业务时,主要采用由 ATM 交换机和光纤构成的主干网。这种网络的主干网传输速率早已超过了 1Gbps。使用 ATM 技术和相应的交换设备时,由于 ATM 交换机具有划分不同类型服务的能力以及能根据不同类型服务调度分配缓冲和带宽等网络资源,从而为用户提供较好的服务质量。这就有利于电信公司实现语音/图像(音频/视频)以及数据传输业务的综合处理和传输。吉(Giga)比特网之后,使用光通信和密集波分复用(DWDM)技术的 Tera 比特网也将会出现,从而大幅度地提高主干网的传输速度。同样,在局域网方面,随着 10Mbps、100Mbps 以及 1000Mbps 以太网技术的迅速发展,局域网的速度也将会向一个更高的层次发展。

3. 接入设备的发展变化

随着计算机技术的发展和 4C(computer、communication、content、consumer electronics)技术的迅速融合,用户接入计算机网络的方式正在由传统的 PC、工作站以及笔记本电脑向消费类电子设备(例如电视机、移动电话等)、个人数字助理(PDA)以及掌上型电脑(handheld PC, HPC)等非台式、非固定的移动式嵌入系统转变。以后的计算机中的大部分将是一个可放置于口袋中、随身移动的、能依靠语音和手写体输入的简单设备。这些设备如何与 Internet 等计算机网络连接也将是计算机网络面临的主要问题。

4. 网络应用的发展

网络应用是推动计算机网络技术发展的重要部分。事实上,计算机网络的许多技术进步与发展都是与应用需求分不开的。网络应用涉及各行各业,除了万维网(WWW)、电子邮件等传统的网络应用之外,比较著名的网络应用有电子商务(electronic commerce)、远程教育、远程医疗、远程电视会议以及以电子数据互换(electronic data interchange, EDI)、数据库技术和网络技术为基础的 CALS(continuous acquisition and life-cycle support,持续采办和全寿命支持)技术、虚拟大学(virtual university)和虚拟城市(virtual cities)等,这些应用有些已经在小范围内实现,有些尚在实验阶段。但是,目前我们必须承认,Internet 上的网络应用实际上还处于刚刚开始阶段。娱乐、教育、医疗、军事、图书馆、购物、旅游等大量的分布式多媒体应用也只拥有极少数用户并处于实验阶段。如果这些应用如同今天的电视机那样真正走进千家万户,变成人们日常生活的一部分的话,必须首先解决网络服务质量(QoS)和网络地址问题。这些问题和需求导致了 1996 年 10 月开始的美国 Internet II 计划。随后又提出了下一代 Internet(NGI)。目前,针对网络地址问题,人们开发了 IPv6 技术,与现用的 IPv4 技术相比,它不仅仅是地址位由 32 位扩展为 128 位,在其他方面(如报文头的简化、流量标识、安全性)也都有了很大的改进。

1.2 计算机网络的组成和分类

1.2.1 计算机网络系统的组成

计算机网络要完成数据处理与数据通信两大基本功能,那么从它的结构上必然可以分成两个部分:负责数据处理的计算机或终端;负责数据通信的通信控制处理机(communication control processor, CCP)和通信线路。从计算机网络组成角度来分,典型的计算机网络在逻辑上可以分为两个子网:资源子网和通信子网。

1. 计算机网络系统的逻辑组成

计算机网络系统是由通信子网和资源子网组成的,其结构如图 1-1 所示。

(1) 资源子网

资源子网由主机、终端、终端控制器、联网外设、各种软件资源与信息资源组成。资

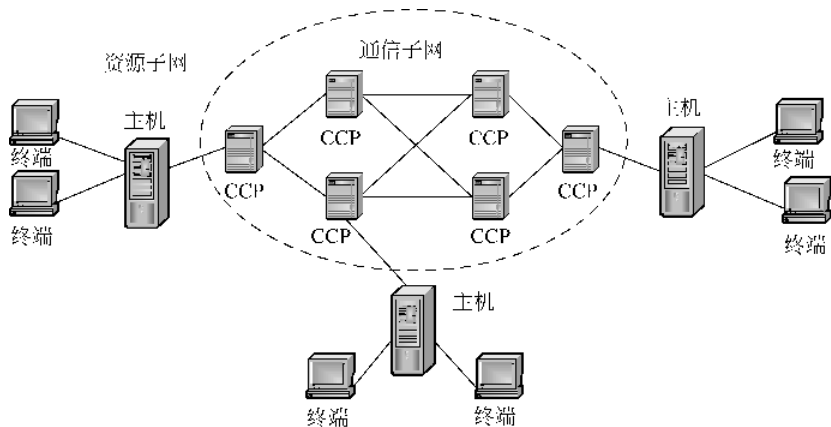


图 1-1 计算机网络系统的逻辑组成

源子网负责全网的数据处理业务,向网络用户提供各种网络资源与网络服务。

① 主机

在计算机网络中,主机可以是大型机、中型机、小型机、工作站或微机。主机是资源子网的主要组成单元,它通过高速通信线路与通信子网的通信控制处理机相连接。普通用户终端通过主机连入网内。主机要为本地用户访问网络其他主机设备与资源提供服务,同时要为网中远程用户共享本地资源提供服务。

② 终端/终端控制器

终端控制器连接一组终端,负责这些终端和主机的信息通信,或直接作为网络节点。终端是直接面向用户的交互设备,可以由键盘和显示器组成的简单的终端,也可以是微型计算机系统。

③ 联网外设

联网外设指网络中的一些共享设备,如大型的硬盘机、高速打印机、大型绘图仪等。

(2) 通信子网

通信子网由通信控制处理机、通信线路与其他通信设备(如信号变换设备)组成,完成网络数据传输、转发等通信处理任务。

① 通信控制处理机

通信控制处理机又被称为网络节点。一方面作为与资源子网的主机、终端连接的接口,将主机和终端连入网内;另一方面它又作为通信子网中的分组存储转发节点,完成分组的接收、校验、存储、转发等功能,实现将源主机报文准确发送到目的主机的功能。

② 通信线路

计算机网络采用了多种通信线路,如电话线、双绞线、同轴电缆、光纤、无线通信信道、微波与卫星通信信道等。一般在大型网络中和相距较远的两节点之间的通信线路,都利用现有的公共数据通信线路。

③ 信号变换设备

信号变换设备是对信号进行变换以适应不同传输媒体的要求。比如,将计算机输出

的数字信号变换为电话线上传送的模拟信号的调制解调器、无线通信接收和发送器、用于光纤通信的编码解码器等。

2. 计算机网络软件

在网络系统中,网络上的每个用户都可享有系统中的各种资源,系统必须对用户对这些资源的访问进行控制;否则,就会造成系统混乱、信息数据的破坏和丢失。为了保护网络上的系统资源,系统需要通过软件工具对网络资源进行全面的管理、调度和分配,并采取一系列的安全保密措施,防止用户不合理地对数据和信息的访问,以防数据和信息的破坏与丢失。网络软件是实现网络功能不可缺少的软件环境。

通常网络软件包括:

(1) 网络协议和协议软件。实现网络协议功能,如 TCP/IP、IPX/SPX(Novell 公司为适应网络的发展而开发的通信协议)等。

(2) 网络通信软件。网络通信软件是指用于实现网络中各种设备之间进行通信的软件。

(3) 网络操作系统。网络操作系统是用以实现系统资源共享、管理用户对不同资源访问的应用程序,它是最主要的网络软件。

(4) 网络管理及网络应用软件。网络管理软件是用来对网络资源进行管理和对网络进行维护的软件;网络应用软件是为网络用户提供服务并为网络用户解决实际问题的软件。

网络软件最重要的特征是:网络软件所研究的重点不是在于网络中互联的各个独立的计算机本身的功能,而是在于如何实现网络特有的功能。

1.2.2 计算机网络的分类

计算机网络的分类标准很多,比如按拓扑结构、介质访问方式、交换方式以及数据传输率等,但这些分类标准只给出了网络某一方面的特征,并不能反映网络技术的本质。事实上,确实存在一种能反映网络技术本质的网络划分标准,那就是计算机网络的覆盖范围。按网络覆盖范围的大小,我们将计算机网络分为局域网(LAN)、城域网(MAN)、广域网(WAN)和互联网。网络覆盖的地理范围是网络分类的一个非常重要的量度参数,因为不同规模的网络将采用不同的技术。下面我们将简要介绍上述几种网络,最后还要讨论一下目前比较流行的无线网。

按计算机网络分布距离和覆盖范围,计算机网络可大致作如下分类。

- 10m 房间局域网
- 100m 建筑物局域网
- 1km 校园网
- 10km 城市城域网
- 100km 国家广域网
- 1000km 洲或洲际互联网

1. 局域网

局域网(local area network, LAN)是指范围在几百米到十几公里内办公楼群或校园

内的计算机相互连接所构成的计算机网络。计算机局域网被广泛应用于连接校园、工厂以及机关的个人计算机或工作站,以利于个人计算机或工作站之间共享资源(如打印机)和数据通信。局域网区别于其他网络主要体现在下面3个方面:

- (1) 网络所覆盖的物理范围。
- (2) 网络所使用的传输技术。
- (3) 网络的拓扑结构。

局域网中经常使用共享信道,即所有的机器都接在同一条电缆上。传统局域网具有高数据传输率(10Mbps 或 100Mbps)、低延迟和低误码率的特点。新型局域网的数据传输率可达每秒千兆位,甚至更高。

局域网有不同的拓扑结构。在总线结构的网络中,任何时刻只允许一台机器发送数据,而所有其他机器都处于接收状态。当有两台或多台机器想同时发送数据时必须进行仲裁,仲裁机制可以是集中式也可以是分布式的。例如 IEEE802.3,即以太网,它是基于共享总线采用分布控制机制、数据传输率为 10Mbps 的局域网。以太网中的站点可以在任意时刻发送数据,当发生冲突时,每个站点立即停止发送数据并等待一个随机长的时间继续尝试数据发送。

局域网的第二种类型是环型网。在环型网中,数据沿着环不停地传输。同样的道理,在环型网中必须有一种机制用于仲裁不同站点对环的同时访问。IEEE802.5(即 IBM 令牌环网)就是一种常见的数据传输率为 4Mbps 或 16Mbps 的环型局域网。

2. 城域网

城域网(metropolitan area network,MAN)所采用的技术基本上与局域网类似,只是规模上要大一些。城域网既可以覆盖相距不远的几栋办公楼,也可以覆盖一个城市;既可以是私网,也可以是公网。城域网既可以支持数据和话音传输,也可以与有线电视相连。城域网一般只包含 1~2 根电缆,没有交换设备,因而其设计比较简单。将城域网作为一种网络类型的主要原因是其有标准而且已经实现,该标准的名称为分布式队列双总线(distributed queue dual bus,DQDB),它现在已经成为国际标准,编号为 IEEE802.6。DQDB 的工作范围一般是 160km,数据传输率为 44.736Mbps。DQDB 采用两条单向总线,这两条平行的单向总线贯穿于整个城市,每个站点都同时与这两条总线相连。其中每条总线都有一个端接点,各自产生一个 53 字节的信元流。每个信元都从端接点沿着总线往下传,当它到达终点时,就从总线中消失。每个信元带有 44 字节的有效载荷,而且每个信元中带有两个标志位:“忙”(busy)位和“请求”(request)位。当“忙”标志位为 1,表示该信元已被占用;当某站点想发出请求时,将信元的“请求”标志位置为 1。每个站点在发送信元之前必须知道目的站点是位于其左方还是右方。如果目的站点位于它的右方,发送站点使用总线 A;否则使用总线 B。在 DQDB 中,每个站点的数据是通过“线或”电路输入到相应的总线中,因此某个站点的失效不会造成整个网络的瘫痪。在 802.6 标准中,站点是按照“先进先出”的原则进行排队发送数据,即每个站点必须等到其下方的站点发送完后自己才能发送。这样做的目的是为了防止离端接点最近的站点将经过它的所有空闲信元全部捕获并填入内容,致使其后的站点没有发送信元的

机会。

3. 广域网

广域网(wide area network, WAN)通常跨接很大的物理范围,如一个国家。广域网上包含很多用来运行用户应用程序的机器集合,通常把这些机器叫做主机(host)。把这些主机连接在一起的是通信子网(communication subnet)。通信子网的任务是在主机之间传送报文。将计算机网络中的纯通信部分的子网与应用部分的主机分离开来,可以大大简化网络的设计。在大多数广域网中,通信子网一般都包括两部分:传输信道和转接(或交换)设备。传输信道用于在机器间传送数据;转接设备是专用计算机,用来连接两条或多条传输线。当数据从一条输入信道到达后,转接设备必须选择一条输出信道,把数据继续向前发送。在 ARPANET 网中,转接设备叫做接口信息处理机(IMP)。ARPANET 中的每一台主机都至少连着一台 IMP。所有出入该主机的报文,都必须经过与该主机相连的 IMP。绝大多数广域网中,通信子网包含大量租用线路或专用线路,每一条线路连着一对 IMP。当报文从源节点经过中间 IMP 发往远方目的节点时,每个 IMP 将输入的报文完整接收下来并存储起来,然后选择一条空闲的输出线路,继续向前传送,因此这种子网又称为点到点(point-point)子网、存储转发(store-and-forward)子网。除了那些使用卫星的广域网外,几乎所有的广域网都采用存储转发方式。广域网最初只是为使地理上广泛分布的计算机能够进行简单的数据传输,主要用于交互终端与主机的连接、计算机之间文件或电子邮件传输等。在广域网中,一个重要的设计问题是 IMP 互联的拓扑结构应采用什么形式。

广域网的第二种可能的组网方式是卫星或地面无线电网。每个中间转接站点都通过天线接收和发送数据。所有的中间站点都能接收到来自卫星的信息,并能同时收到其相邻站点发往卫星的信息。

4. 互联网

目前,世界上有许多网络,而不同网络的物理结构、协议和所采用的标准是各不相同的。如果连接到不同网络的用户需要进行相互通信,就需要将这些不兼容的网络通过称为网关(gateway)的机器设备连接起来,并由网关完成相应的转换功能。多个异构的网络相互连接构成的集合称为互联网。互联网的最常见形式是多个局域网通过广域网连接起来。如何判断一个网络是广域网还是通信子网取决于网络中是否含有主机。如果一个网络只含有中间转接站点,即 IMP,则该网络仅仅是一个通信子网;反之,如果网络中既包含 IMP,又包含用户可以运行作业的主机,则该网络是一个广域网。

通信子网、网络和互联网这三个概念经常混淆。通信子网作为广域网的一个重要组成部分,通常是由 IMP 和通信线路所组成。举个例子,电话系统包括用高速线路连接的局间交换机和连到用户端的低速线路,这些线路和设备就构成电话系统的通信子网,它的所有权属于电话公司并由他们经营管理,而用户的电话机则不是子网的一部分。通信子网和主机相结合构成计算机网络(对于局域网来说,它是由电缆和主机构成的,没有通信子网)。而互联网一般是不同网络的相互连接,如局域网和广域网的连接、两个局域网的相互连接或多个局域网通过广域网连接起来。