

电厂新技术岗位培训教材

热控部分

电力系统中计算机 网络技术及其应用

中国华电集团公司电气及热控技术研究中心 编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

电厂新技术岗位培训教材

热控部分

电力系统中计算机 网络技术及其应用

中国华电集团公司电气及热控技术研究中心 编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书针对工业控制系统的应用,系统地介绍了计算机网络的基本原理和应用技术,并对当前网络技术的最新发展动态作了介绍,并增加了局域网技术、RS-485总线等内容。

全书分7章,内容包括计算机网络概述、数据通信基础、数据传输环境、局域网技术、网间交换设备、网络通信协议、网络管理基础与网络安全。全书理论联系实际,深入浅出,具有很强的可读性和使用价值。

本书可供从事工业控制系统的设计、安装、调试、检修和维护等有关工作的工程技术人员阅读,或作为培训教材使用,也可供大中专院校自动化专业、工业仪表专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

电力系统中计算机网络技术及其应用 / 中国华电集团公司电气及热控技术研究中心编. —北京:中国水利水电出版社, 2009

电厂新技术岗位培训教材. 热控部分

ISBN 978-7-5084-6322-3

I. 电… II. 中… III. 计算机网络-应用-电力系统-技术培训-教材 IV. TM7-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第027161号

书 名	电厂新技术岗位培训教材 热控部分 电力系统中计算机网络技术及其应用
作 者	中国华电集团公司电气及热控技术研究中心 编
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 11.75印张 279千字
版 次	2009年4月第1版 2009年4月第1次印刷
印 数	0001—5000册
定 价	25.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

序

在电力工业的发展进程中,特别是厂网分开以来,发电装机容量增长的速度是前所未有的,单机容量已突破百万千瓦,发电技术已实现超超临界发电和空冷发电等。发电规模成倍增加及预期经济和社会效益充分发挥的关键是确保发电机组安全、稳定、高效运行,同时满足国家节能环保要求,这也是广大发电企业一个永恒的主题。

在电厂安全稳定运行中,电气控制技术(含继电保护、励磁、变频节能、除尘节能控制等)和热工控制技术(含分散控制系统、计算机网络技术、单元机组自动控制、PLC可编程控制等)所起的作用是不言而喻的,而熟练掌握相应专业技术人才的不足已成为企业科学发展的瓶颈。因此,不断提高发电厂电气和热控专业技术人员的素质及运行管理水平,是电力企业的一项重要工作。为了充分体现发电技术的发展现状,给电气及热控专业人员培训提供系统、实用、可操作、案例丰富的教材,造就一支能力强、业务精、能打硬战的专业人才队伍,中国华电集团公司电气及热控技术研究中心组织编写了“电厂新技术岗位培训教材”。

本套教材是总结多年电厂岗位培训实践的结果,汇集了多位专家、教授和现场技术人员的集体智慧,反映了最新技术应用成果,具有一定的超前性和很高的实用性。以能力培养为主,全面提升继电保护、热工自动化、运行管理检修等专业人员的技术、技能水平;突出实用性、完整性和先进性,适合集中培训和自主学习。本套教材的出版必将有助于电气专业和热控专业及相关人员的学习和培训,有助于提高电厂运行、检修、管理人员应用继电保护(电气控制)及热工自动化基础理论解决生产运行中实际问题的能力,有助于发电企业运行、管理人员以及有关设计、研制人员提高业务素质,从而提高设备的运行管理水平。

本套教材的正式出版，是电力体制改革后，中国华电集团在缺少原有电力技术体系支撑的情况下，根据自身的发展需要，从实际需求出发，结合多年的技术进步，完全依靠自己的专家和技术优势编写而成。它区别于一般专业技术学历教育用教材，也不同于一般的技术交流和经验总结性丛书。它立足于发电企业，充分运用案例的示范效果，强化实用和解决实际问题，填补了该领域应用型技术在岗学习教材的空白，完全适用于国内其他发电集团的相关技术人员学习。特别是本套教材在出版之前已进行了一年多的培训试用，获得了受训学员的一致好评和电力系统同行的广泛认可，是近年来难得的专业培训用教材。

希望通过本套教材的出版，能促进发电企业运行、检修岗位涌现出更多专家；更希望通过不断总结经验，不断提高运行、检修水平，为发电系统安全稳定、经济、节能环保运行作出贡献。

中国华电集团公司



2009年4月

前 言

计算机网络技术是计算机技术与通信技术发展的结晶。计算机网络技术对工业控制系统的发展影响巨大,可以说,当今的工业控制系统离不开计算机网络。自从计算机网络技术诞生以来,一直发展非常迅速,由此也导致了工业控制系统,特别是分散控制系统的快速发展。

本书系统地介绍了计算机网络的基本原理和应用技术,并对当前网络技术的最新发展动态作了介绍。针对工业控制系统的应用,本书还加强局域网技术、RS-485 总线等内容。

全书分 7 章。第 1 章计算机网络概述。介绍了计算机网络的概念、构成、分类、标准的制定机构、计算机网络的演变和发展过程,并举例说明了几种计算机网络,同时还介绍了计算机网络的体系结构及参考模型。第 2 章数据通信基础。介绍了主要术语、信道及其特征、数据编码技术、数据变换技术、差错控制方法等内容。第 3 章数据传输环境。包括传输介质、拓扑结构等内容,还介绍了 RS-232 标准的机械、电气、功能等特性,同时特别详细地介绍了 RS-485 标准的应用技术,以及通用串行协议和 MODBUS 协议。第 4 章局域网络技术。包括局域网的特点、介质访问控制方式、IEEE802 局域网标准、以太网技术以及虚拟局域网技术。第 5 章网间交换设备。包括网间交换的概念、中继器、网桥、路由器、网关等设备,还有集线器、交换机设备。第 6 章网络通信协议。包括各层协议的功能及应用、网络地址和子网地址划分方法等内容,还详细介绍了 TCP/IP 网络的配置技术、虚拟专用网技术。第 7 章网络管理基础与网络安全。包括网络管理与网络安全的概念,简单网络管理协议、网络安全标准、信息加密技术、信息认证技术、防火墙等内容。

本书可供从事电厂分散控制系统 (DCS) 的设计、安装、调

试、检修和维护等有关工作的工程技术人员阅读,或作为培训教材使用,也可供大中专院校自动化专业、工业仪表专业的师生参考。

本书在中国华电集团公司电气及热控技术研究中心的主持下编写,由华北电力大学周黎辉担任主编,参加编写的还有华北电力大学孙海蓉,国电南京自动化股份有限公司王锋,除上述编写人员外,国电南京自动化股份有限公司冀科伟、胡昀,南京工业大学顾晓敏也参与了部分资料的收集和文字整理工作。

本书由西门子电站自动化有限公司许立昌主审,参加审读的还有中国大唐集团公司江苏分公司的高明,望亭发电厂的藏旭东等专家。

本书在收集资料和编写过程中,参阅了大量正式出版的专业图书,还有互联网上的大量论坛文章。在此一并表示衷心感谢。

由于作者学识有限,编写时间仓促,因此书中存在不足之处,诚望广大读者批评指正。

本书编委会

2009年2月

目 录

序 前言

第 1 章 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络的定义	1
1.2 计算机网络的演变和发展	2
1.3 计算机网络实例	4
1.4 计算机网络的分类	7
1.5 计算机网络的标准制定机构	10
1.6 网络体系结构及参考模型	12
第 2 章 数据通信基础	17
2.1 通信系统的构成	17
2.2 信道及其主要特征	21
2.3 数据编码技术	24
2.4 数据交换技术	31
2.5 差错控制方法	34
第 3 章 数据传输环境	37
3.1 传输介质	37
3.2 网络拓扑结构	46
3.3 RS-232 标准	50
3.4 RS-449 标准	55
3.5 EIA-485 标准	56
3.6 EIA-485 网络的主从式通信管理	63
第 4 章 局域网技术	68
4.1 局域网的特点	68
4.2 介质访问控制方式	68
4.3 IEEE 802 标准	73
4.4 以太网技术	77
4.5 虚拟局域网技术	88

第5章 网间交换设备	94
5.1 网际互联概念	94
5.2 中继器(Repeater)	95
5.3 集线器(HUB)	96
5.4 网桥(Bridge)	102
5.5 交换机(Switch)	104
5.6 路由器(Router)	107
5.7 网关(Gateway)	110
第6章 网络通信协议	113
6.1 TCP/IP 概况	113
6.2 链路层	115
6.3 网络层	116
6.4 IP 地址	126
6.5 传输层	135
6.6 应用层	137
6.7 TCP/IP 网络的配置	149
6.8 虚拟专用网技术	153
第7章 网络管理基础与网络安全	160
7.1 网络管理基本方法	160
7.2 网络安全	168
参考文献	177

第1章 计算机网络概述

1.1 计算机网络的定义

关于计算机网络的定义存在着三种不同的观点。

第一种是广义的观点，把计算机网络定义为“计算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”。按照这一定义，20世纪50年代出现的用通信线路把一台计算机与若干用户终端相连的“终端——计算机”网，60年代后期出现的用通信线路将分散于不同地点的计算机互相连接的“计算机——计算机”网，以及目前正在发展的分布式计算机网，均属计算机网络。也有人把“终端——计算机”网叫做面向终端的计算机网或数据通信网，把包括“计算机——计算机”网在内的广义的计算机网络叫做计算机通信网络。因此，广义的计算机网络与计算机通信网络的含义是相同的。

第二种观点是资源共享的观点，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，并且各自具备独立功能的计算机系统之集合”。这一定义是美国信息处理学会联合会在1970年的春季计算机联合会议上提出的。它与前一定义的主要区别是“资源共享”。

第三种观点是用户透明性观点，把计算机网络定义为“存在一个能为用户自动管理资源的网络操作系统，由它来调用完成用户任务所需的资源，而整个网络像一个大的计算机系统一样对用户是透明的”。如果不具备这种透明性，需要用户来熟悉资源情况，确定和调用资源，那么就认为这种网络是计算机通信网络而不是计算机网络。按照这一观点，具有资源共享能力只是计算机网络的必要条件，而非充分条件，因此这对计算机网络的功能提出了更高的要求。完全符合这一定义的计算机网络目前还处于研究阶段。

另外，由于计算机网络是计算技术与通信技术相结合的产物，广泛地用于社会各个方面，随着人们看问题的着重点不同，便采用了不同的术语。在着重用户如何使用网络资源时，采用“资源共享”或“用户透明”的计算机网络的术语；在着重计算机间的数据传输时，则采用“计算机通信网络”的术语。

为了描述网络的构成和作用，举一个简单的数字通信的例子。例如一些人分布在不同的房间里，他们没有其他的交互手段，除了干电池、万用表（或者用小灯泡也可以）、导线。

为了传递信息，可以构成如图1-1所示的网络，其中发布信息者拥有干电池，称之为发送端，其他人分布在其他不同的房间中，每人拥有一个万用表，称之为接收端，用导线将干电池和所有的万用表连接起来，就构成了一个很简单的网络。

在这个网络中，发送端连续地接通或断开干电池，就会在线路上形成在1.5V或者

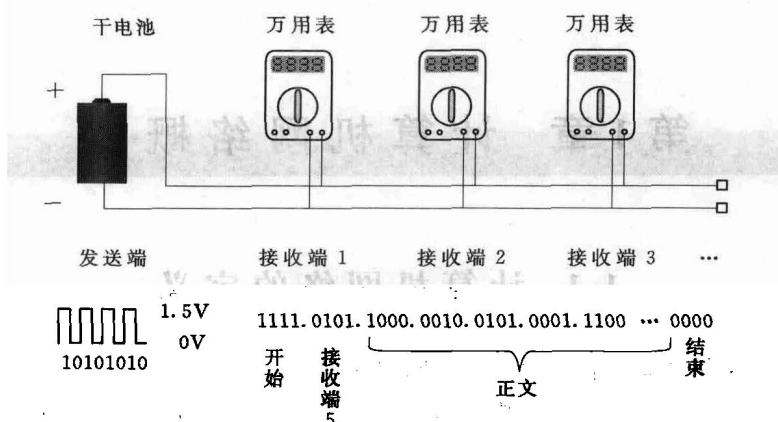


图 1-1 最简单的数字通信

0V 的电压。如果事先预定好，电压 1.5V 表示数字量的“1”，电压 0V 表示数字量的“0”，则发送端发出的电压脉冲串就可以表示为二进制的数字串。所有的接收端通过读取万用表电压的变化，就可以读到二进制的数字串。如果事先再预定好二进制数据的编码格式（类似于电报用的莫尔斯码），用 4 个位表示一个特定信息符，比如“1111”总是表示一句话的开始，紧接着的信息符表示接收端位置（图中“0101”表示接收端 5），“0000”总是表示一句话的结束等。这样每个接收端都知道发送端向他说了一句话（发了一组完整信息）。

上面这个例子虽然非常简单，但是它描述了数字通信的全部要素，而计算机网络的作用就是进行数字通信。这些要素包括：①发送端（设备），这里是干电池；②接收端（设备），这里是万用表；③传输介质，这里是导线；④通信的协议，协议就是相关的各种约定，包括设备、传输介质、编码方式、报文格式等各种约定；⑤报文，就是传输的主题内容。

1.2 计算机网络的演变和发展

计算机网络的发展历史虽然不长，但发展速度很快。第一台电子数字计算机 ENIAC 于 1946 年在美国诞生时，计算机技术与通信技术并没有直接的联系，随着美国军方的需求，开始了计算机技术与通信技术的结合，于是出现了以单个计算机为中心的联机系统，见图 1-2；再随着计算机应用的发展，又出现了多台计算机互联的要求，实现了将分布在不同地点的计算机通过通信线路互联成网络，完成计算机的软件、硬件与数据资源的共享；在计算机网络技术与应用发展的同时，计算体系结构与产品也在不断地发展，此时，各种网络体系结构与网络协议接踵而至，对此的研究与制定又将计算机的发展推入了一个新的阶段。综上所述，计算机的发展可以归结为以下的 3 个阶段：面向终端的计算机网络阶段，计算机——计算机的网络阶段以及开放式标准化网络阶段。

1. 面向终端的计算机网络

面向终端的计算机网络，出现在 20 世纪 50 年代，最初就是一台计算机经通信线路与

若干终端直接相连。

当通信线路增长时,线路费用将大大增加。于是出现了许多终端共享通信线路的结构。为了能够在一条线路上有选择地连通某一终端,以及当多个终端同时要求使用主机时解决它们的争用及排队问题,便需增加相应的硬件、软件和建立相应的协议。这些相关通信问题的处理增大了主机的负担。为了减轻主机负担,在20世纪60年代出现了前端处理机或叫通信处理机,对一些分散集聚的远程终端则设置了多路器或集中器,以实现通信线路共享。多路器是一个按时分或频分原理构成的多路开关,集中器则是起着与上述通信处理机类似作用的小型计算机。集中器还可以连至其他集中器或多路器,然后再与终端相连,从而构成多级的树形网络。此时,美国航空公司建成的由一台计算机与分布在全国2000多个终端组成的航空订票系统(SABRE-1)就是一种典型的计算机与数据通信相结合的产物。

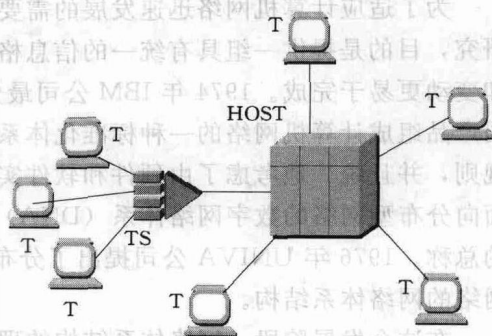


图 1-2 以单个计算机为中心的远程联机系统

2. 计算机——计算机网络

在最初的网络结构中,计算机之间经过由小型机组成的接口信息处理机(IMP)相连。各地的用户终端均与本地主机相连,当用户需要访问远地主机时,先经本地主机将报

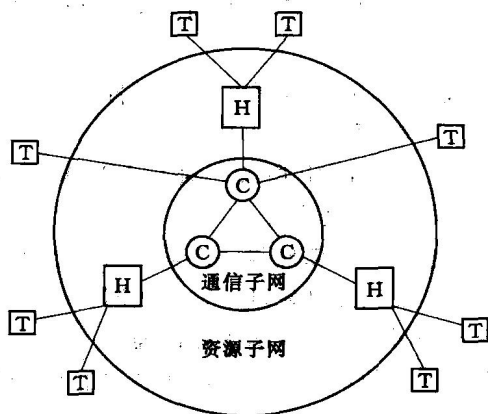


图 1-3 两层网络的概念结构

文送至本地IMP,在这里将报文分解为规定长度的报文分组,将各报文分组沿适当的路径送至终点(目的地),再将它们重新组合成报文,送至终点主机。随之发展的网络中又增设了终端接口处理机(TIP)。它既有IMP的功能,又能直接与终端T相连。这样,有的终端就可以不必经过主机,只要与本地TIP相连即可。各IMP及TIP经高速通信线路连成的子网叫通信子网;主机系统(软件、硬件及数据库)、终端、集中器等,则统称为资源子网,见图1-3。通信子网的主要任务是保证可靠的和高效能的数据通信,主机及终端对它来说只不过是数据

通信的用户。资源子网的任务主要是数据处理,它不需再管理繁琐的通信任务,从而有利于主机系统效能的发挥,更好地提高对用户服务的质量。

这一阶段研究的典型代表是美国国防部高级研究计划局的ARPAnet。1969年美国国防部高级研究计划局提出将多个大学,公司和研究所的多台计算机互联的课题,在1969年ARPAnet只有4个节点,到1973年发展到了40个节点,而到1983年已经达到了100多个节点。ARPAnet通过有线,无线与卫星通信线路,使网络覆盖率从美国本土到欧洲的广阔地域。

3. 开放式标准化网络

为了适应计算机网络迅速发展的需要,各计算机研制部门都大力投入网络体系结构的研究,目的是提供一组具有统一的信息格式和协议的网络软件结构,使网络的实现、扩充和变动更易于完成。1974年IBM公司最先提出了系统网络体系(SNA),它是用IBM公司产品组成计算机网络的一种标准化体系结构。它解决了一整套联网的原理、方法和具体规则,并且统一地考虑了由硬件和软件实现的功能划分。1975年,美国DEC公司提出了面向分布型网络的数字网络体系(DNA),它实际上是(DEC)公司提供的一套网络软件的总称。1976年UNIVA公司提出了分布式通信结构(DCA),也是一种可供构成分布式网络的网络体系结构。

在这个发展阶段,网络体系结构的理论与协议标准化的研究都取得了重大的进展。一些重要的标准化协议逐渐走向成熟。

国际标准化组织(International Standardization Organization)成立了计算机与信息处理标准化技术委员会(TC97),从事网络体系结构与协议的标准化问题的研究。经过多年的努力,ISO正式制定了开放系统互联(OSI, Open System Interconnection)参考模型。到了20世纪80年代,ISO与CCITT等组织分别为参考模型的各个层次制定了一系列的协议标准,组成一个庞大的OSI基本协议集。尽管ISO/OSI只是一个理论模型,但是对于推动网络体系结构理论的发展起了很大的作用。

从1980年开始,IEEE开始制定局域网标准IEEE 802,经过多年发展,到目前为止,建成了由十几个子集构成的局域网标准集。同时,IEEE还把草案送交国际标准化组织(ISO),ISO把这个802规范称为ISO 8802标准,因此,许多IEEE标准也是ISO标准。例如,IEEE 802.3标准就是ISO 802.3标准。

TCP/IP协议是目前最成功的协议。TCP/IP协议最早由斯坦福大学的两名研究人员于1973年提出。1983年,TCP/IP被Unix 4.2BSD系统采用,TCP/IP逐步成为Unix的标准网络协议。随后,Internet的前身ARPAnet采用了TCP/IP协议。随着ARPAnet逐渐发展成为Internet,TCP/IP协议就成为Internet的标准连接协议。

随着个人计算机技术的发展和广泛应用,用户共享数据、软件与硬件系统的愿望日益强烈。这种社会需求导致了局域网技术突破性的进展。在局域网领域中,以太网、令牌总线、令牌环网的技术产品呈三足鼎立的局势,并且已经形成了相应的国际标准。

随着网络的广泛应用和规模的不断增大,网络管理问题日益突出,这就导致了网络管理技术、协议标准与产品研发、开发工作的发展。

1.3 计算机网络实例

1.3.1 因特网(Internet)

1969年11月,ARPAnet通过租用电话线路将分布在美国不同地区的4所大学的主机连成一个网络。通过这个网络,进行了分组交换设备、网络通信协议、网络通信与系统操作软件等方面的研究。自从1983年1月TCP/IP协议成为正式的ARPAnet的网络协议

标准后,大量的网络、主机和用户都连入了 ARPAnet,使得 ARPAnet 迅速发展。

20 世纪 70 年代后期,美国国家科学基金会 (NSF, National Science Foundation) 认识到了 ARPAnet 对大学研究工作的重大影响。利用 ARPAnet,各国的科学家可以不受地理位置限制共享数据,合作完成研究项目。

到 1984 年,美国国家科学基金会 (NSF) 决定组建 NSFnet。通过 56kbit/s 的通信线路将美国 6 个超级计算机中心连接起来,实现资源共享。NSFnet 于 1986 年建立,实现了广域网与计算机中心以及计算机中心与计算机中心之间的互联。

NSFnet 采取的是一种具有三级层次结构的广域网络,整个网络系统由主干网,地区网和校园网组成。各大学的主机可连接到本校的校园网,校园网可就近连接到地区网,每个地区网又连接到主干网,主干网再通过高速通信线路与 ARPAnet 连接。这样一来,学校中的任一主机可以通过 NSFnet 来访问任何一个超级计算机中心,实现用户之间的信息交换。后来,NSFnet 所覆盖的范围逐渐扩大到全美各大学和科研机构,NSFnet 和 ARPAnet 就是美国乃至世界 Internet 的基础。

当美国在发展 NSFnet 的时候,其他一些国家也在建设自己的广域网络,这些网络都是和 NSFnet 兼容的,它们最终构成 Internet 在各地的基础。20 世纪 90 年代以来,这些网络逐渐连接到 Internet 上,从而构成了今天的世界范围内互联网络。

在我国,1994 年中国科学技术网 CSTNET 首次实现和 Internet 直接连接,同时建立了我国最高域名服务器,标志着我国正式接入 Internet。接着,相继又建立了中国教育科研网 (CERNet)、计算机互联网 (Chinanet) 和中国金桥网 (GEnet),从此中国用户日益熟悉并使用 Internet。

从用户的角度看,Internet 是一个全球范围的信息资源网,接入 Internet 的主机可以是信息服务的提供者,也可以是信息服务使用者的客户机。Internet 代表着全球范围内无限增长的信息资源,是人类拥有的最大的知识库之一。随着 Internet 规模的扩大,网络与主机数量的增多,这个知识库所提供的信息资源与服务将更加丰富。

传统的 Internet 应用主要有 E-mail、WWW、Telnet、FTP 与 Usenet 等。随着 Internet 的规模扩大以及用户数量的日益增加,各种应用也得到了进一步的开拓。Internet 不再仅仅是一种资源共享、数据通信和查询的手段,还逐渐成为人们了解世界、讨论问题,购物休闲乃至从事跨国学术研究、商贸活动的重要途径。Internet 的全球性、开放性和平等性,使人们愿意在 Internet 上自由发布和获取信息,而浏览器、超文本标记语言、网上“搜索引擎”、java 跨平台编程技术的产生对 Internet 的发展起了重要的作用,使得 Internet 的使用更为简便,信息更加丰富,信息资源检索更快捷。

1.3.2 公用数据网 (PDN, Public Data Network)

公用数据网 (PDN) 是由局域或长途电信局提供的一种分组交换或电路交换服务,这些电信局包括 MCI、US Sprint 和 AT&T。上述服务也可以由另外一些机构提供,这些机构首先为自己使用而建造了网络,然后又使得其他用户也可以使用这些网络。提供的分组交换服务通常包括 X.25、帧中继、交换式多兆位数据服务 (SMDS) 或异步传送模式。电路交换服务包括拨号线、交换 56 线路和综合业务数字网络 (ISDN)。

一个典型的 PDN 网络在 PDN 的交换设备之间形成了一种全球性连接。使用电路包括 PDN 自己的专用线路或从主要电信公司,如 AT&T 租用来的线路。

对服务的访问是由在本地访问传输区域 (LATA) 内的本地电信局 (LEC) 提供的。在顾客地点和 LEC 交换设施之间通常需要安装一条线路。这条线路可以是一条拨号线路,也可以是一条专用数字线路。PDN 服务提供商在称为访问点 (POP) 的位置连进本地电信局。POP 是他们访问顾客线路的地方。LEC 必须根据政府的指定提供 POP 设施。

使用 PDN 可以减少成本,并减少为建造专用网所需的租用昂贵的长途专用数字线路的需求。PDN 自己处理交换服务和网络的任何问题。它还可以以较低的价格保证较好的数据分发。

各个国家都有自己的公用数据网,如:英国 PSS、法国 TRANSPAC、加拿大 DATAPAC、美国 TELENET、欧共体 EURONET、日本 DDX-P。中国 CHINAPAC (CNPAC) 1989 年开通服务。上述网络大都采用国际电报电话咨询委员会 CCITT 制定的 X.25 协议,X.25 协议是为同一个网络上用户进行相互通信而设计的。而现在的 X.75 协议是为各种网络上用户进行相互通信而设计的。目前 X.75 协议已取代了 X.25 协议。

1.3.3 SNA (System Network Architecture)

一些大的计算机公司纷纷开展了计算机网络研究与产品开发工作,提出了各种网络体系结构与网络协议,如 IBM 公司的 SNA (System Network Architecture)、DEC 公司的 DNA (Digital Network Architecture) 与 UNIVAC 公司的 DCA (Distributed Computer Architecture)。

SNA 是 IBM 公司开发的网络体系结构,在 IBM 公司的主机环境中得到广泛的应用。一般来说,SNA 主要是 IBM 公司的大型机 (ES/9000、S/390 等) 和中型机 (AS/400) 的主要联网协议。

SNA 最大的特色就是它的封闭性,它是 IBM 公司开发的专有协议。如果 SNA 要在其他主机系统中应用,需在网络的每一个节点增加支持 SNA 的软件和硬件。

SNA 环境具有 COS (服务分类) 与安全的能力,但 SNA 的安全仅仅是基于主机的 XID (交换 ID)。XID 类似于用户的口令,在 SNA 会话建立过程中要交换 XID 来确认用户的合法性。XID 需要在主机中静态配置,网络 LU (逻辑单元) 需要与主机上的 LU 在建立会话时进行 XID 交换;在 SNA 环境中,除 XID 交换外没有其他安全方面的考虑。由于 SNA 协议的封闭性,大多数人不熟悉它,使用 SNA 协议的网络也因此少受攻击,但对于熟悉它的人来说,SNA 的安全机制并不严密。基于 SNA 设计和开发的安全系统也不常见。单单依靠封闭性实际上是不可靠的。

由于 SNA 协议的非开放性 & 开发的复杂性,在 SNA 环境下开发应用系统比较复杂,而且系统的迁移性比较弱,这不符合业界开放的潮流。维持一大批专家来支持 SNA 网络也日趋困难。随着 Internet 的发展和普及,越来越多的用户采用开放的 TCP/IP 协议,IBM 也不例外。现在,在 IBM 的传统上只支持 SNA 环境的机器上也开始支持 TCP/IP 协

议, 包括 ES/9000 和 AS/400。越来越多的 SNA 用户都在向 TCP/IP 环境迁移。

1.4 计算机网络的分类

计算机网络是指独立自治、相互连接的计算机集合。独立自治意味着每台联网的计算机是完整的计算机系统, 可以独立运行用户的任务; 相互连接意味着两台计算机之间能够相互交换信息。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。这些分类标准分别给出了网络某一方面的特征, 而最能体现网络技术的本质的划分就是以计算机网络的覆盖范围为标准。按网络覆盖范围的大小, 计算机网络可分为局域网 (LAN)、城域网 (MAN)、广域网 (WAN) 和互联网等。网络覆盖的地理范围是网络分类的一个非常重要的度量参数, 因为不同规模的网络采用的技术也不同。

1.4.1 局域网

局域网 (LAN, Local Area Network) 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资源共享 (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。

(1) 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 (10Mbit/s 或 100Mbit/s)、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。图 1-4 给出了两种不同网络拓扑结构的示意图。

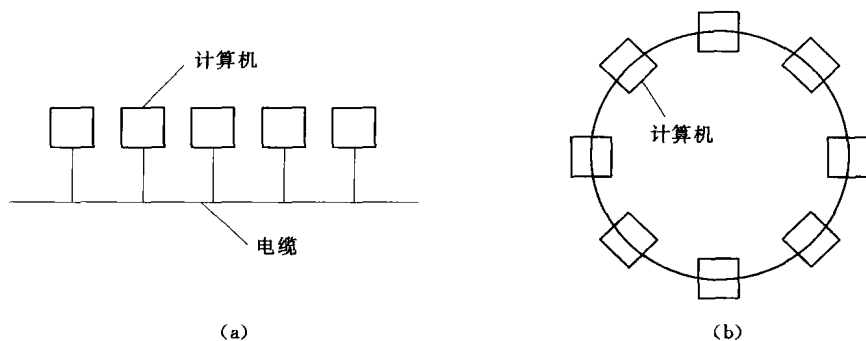


图 1-4 局域网的两种拓扑结构

(a) 总线结构; (b) 环状结构

在总线网络中, 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 IEEE 802.3, 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 10Mbit/s 的局域网。以太网中的站点机器可以在任意时刻发送数据, 当发生

冲突时, 每个站点机器立即停止发送数据并等待一个随机时间继续尝试数据发送。

(2) 局域网的另一种类型是环型网。在环型网中, 数据沿着环不停地旋转。同样的道理, 在环型网中必须有一种机制用于仲裁不同机器站点对环的同时访问。IEEE 802.5 (即 IBM 令牌环) 就是一种常用的数据传输率为 4Mbit/s 或 16Mbit/s 的环型局域网。

1.4.2 城域网

城域网 (MAN, Metropolitan Area Network) 所采用的技术基本上与局域网相类似, 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; 既可以是私人网, 也可以是公用网。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, 因而其设计就比较简单。

将城域网作为一种网络类型的主要原因是其有独立的标准而且已经实现, 该标准的名称为分布式队列双总线 (DQDB, Distributed Queue Dual Bus), 它现在已经成为国际标准, 编号为 IEEE 802.6。DQDB 的工作范围一般是 160km, 数据传输率为 44.736Mbit/s。

DQDB 采用两条单向总线, 如图 1-5 所示, 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。

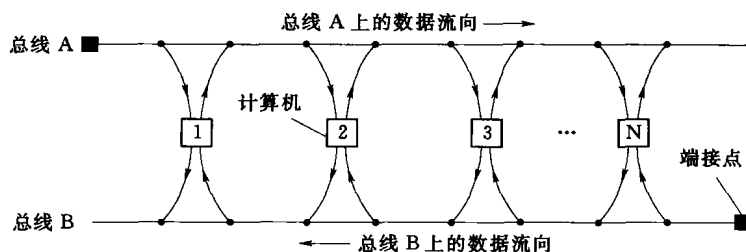


图 1-5 DQDB 城域网的结构

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。802.6 采取的发送原则是每个站点必须 “有礼貌”, 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, 致使其后的站点无法发送数据。

1.4.3 广域网

广域网 (WAN, Wide Area Network) 通常跨接很大的物理范围, 如一个国家。广