

27

7 U243-31
785

高等学校智能建筑技术系列教材

智能建筑计算机网络

段培永 齐保良 编 著
韩 宇 主 审



A0964416

人民交通出版社

内 容 提 要

本书全面阐述了智能建筑常用计算机网络的原理、工程设计与设备选择方法,系统地介绍了 LonWorks 现场总线技术及其开发方法。

全书共分八章。内容包括计算机网络的基本概念、体系结构及标准,具有代表性的传统网络,快速以太网、千兆位以太网、ATM 局域网原理;无线局域网协议、组网原理及其互联技术;有线广域网简介;集线器、交换机、路由器等网络互联设备的工作原理及局域网互联方法;智能建筑网络的规划与设计原理与方法,网络设备、操作系统、拓扑结构、安全措施、网管工具的选择;综合布线的基本概念、系统的组成及其产品选型原则、布线设计标准与工程设计方法;智能建筑计算机网络工程实例;LonWorks 局域控制网络技术、应用开发方法及在智能建筑中的应用。附录给出了某多媒体 ATM 网络标书的主要内容。

本书的编写力求深入浅出、图文并茂、内容丰富,紧跟智能建筑技术领域的发展方向;既注重基本原理的介绍和必要的理论分析,又突出实际工程应用。

本书可作为普通高等院校电子信息类专业特别是电气工程与自动化、自动化、计算机科学与技术、信息工程等专业的教科书,也可供从事建筑、计算机、通信和自动控制等领域的工程技术人员参考。

图书在版编目 (C I P) 数据

智能建筑计算机网络/段培永, 齐保良编著. —北京:
人民交通出版社, 2002. 3
ISBN 7-114-04204-3

I. 智... II. ①段... ②齐... III. 智能建筑—计算机网络 IV. TU855

中国版本图书馆CIP数据核字 (2002) 第012241号

高等学校智能建筑技术系列教材

ZHINENG JIANZHU JISUANJI WANGLUO

智能建筑计算机网络

段培永 齐保良 编著

韩 宁 主审

正文设计:姚亚妮 责任校对:刘晓方 责任印制:张 凯

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街10号 010-64216602)

各地新华书店经销

北京平谷大华山印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 14.5 字数: 355千

2002年5月 第1版

2002年5月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—3000册 定价: 29.00 元

ISBN 7-114-04204-3

TU·00090

序 言

高等学校智能建筑技术系列教材是根据 1999 年 12 月,在北京召开的有 15 所高等学校参加的“智能建筑系列课程内容体系改革的研究与实践”课题研讨会的精神,由高等学校智能建筑技术系列教材编审委员会组织编写的。

本系列教材以适应和满足高等学校自动化专业教学和科研的需要、培养智能建筑技术人才为主要目标,同时也面向从事智能建筑建设的科研、设计、施工、运行及管理单位,提供智能建筑技术标准、规范以及必备的基础理论知识。

智能建筑技术是一门跨专业的新兴学科,我们真诚地希望,使用本系列教材的广大读者提出宝贵意见,以便不断完善教材的内容,改进我们的工作。

系列教材主编赵义堂,副主编寿大云,主审王谦甫。

高等学校智能建筑技术系列教材编审委员会

2000 年 8 月

高等学校智能建筑技术系列教材
编审委员会成员

名誉主任:赵义堂 张忠晔

主任:裴立德

副主任:寿大云 任庆昌 宋镇江 苏 曙

委员:(以姓氏笔画为序)

王可崇	王 娜	王晓丽	马海武	白 莉	齐保良
乔世军	刘 玮	刘国林	刘永芬	仲嘉霖	何仁平
杨国清	张志荣	骆德民	段培永	赵三元	原 野
黄民德	黄琦兰	韩 宁	彭 玲	焦 敏	覃 考
蒋 中	谭克艰	薛立军			

秘书长:寿大云(兼)

前 言

人类社会进入 21 世纪的信息时代,随着信息与通信技术的发展,建筑物内信息的采集、交换、传输、处理和共享也向网络化、智能化、集成化方向发展。智能建筑作为信息高速公路的主节点,其智能化程度越来越高。而计算机网络是智能建筑信息传输的“神经中枢”,在智能化系统中占有重要地位。

智能建筑中采用计算机局域网与局域操作网(Local Area Networks, LON)。计算机局域网主要是用于传输数字、语音、图像,共享建筑物内计算机、打印机等资源,并与因特网连接;局域操作网主要是用于建筑物内设备管理、监测与控制,因而,也称作测控网。本书主要讲述了这两种网络的基本原理及其在智能建筑中的应用。

本书第 1~3 章由山东建筑工程学院齐保良副教授编写,第 6 章中 6.4 节由邵兰云讲师编写,第 8 章由段培永博士和汤同奎博士编写,其余章节由段培永博士编写,并负责全书的通稿工作。本教材从基本原理到应用,自成一体,主要是为了兼顾不同专业的学生使用。在教学过程中,可根据授课学时、专业的不同等具体情况,确定讲授内容。

在编写过程中得到了美国思科(Cisco)上海分公司刘益林博士与其他同行的指导,同时得到了单位领导和同事们的大力支持,在此一并表示感谢。

由于时间仓促,作者水平有限,书中难免有不妥和错误之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2002.2.6

目 录

第 1 章 计算机网络的基本概念	1
1.1 计算机网络的定义	1
1.2 计算机网络功能	1
1.3 计算机网络分类	2
1.4 计算机网络的组成	4
1.5 计算机网络传输介质	5
1.6 数据通信技术基础	9
第 2 章 网络体系结构及标准	18
2.1 ISO/OSI 网络体系结构	18
2.2 TCP/IP 网络体系结构	24
2.3 IEEE802 标准	34
2.4 测控网标准	35
第 3 章 局域网技术	44
3.1 局域网的发展和分类	44
3.2 局域网的硬件配置	45
3.3 局域网基本技术	48
3.4 具有代表性的传统网络	52
3.5 快速以太网(Fast Ethernet)	59
3.6 千兆以太网(Gigabit Ethernet)	60
3.7 ATM 局域网	62
3.8 虚拟局域网(VLAN)	66
第 4 章 无线局域网	70
4.1 概述	70
4.2 扩展频谱技术	70
4.3 IEEE802.11 协议体系结构	75
4.4 无线局域网的功能及优势	79
4.5 802.11 扩展标准	80
4.6 无线网络的组成	81
4.7 无线局域网的技术要求	83
4.8 无线局域网互联	84
第 5 章 网络互联	90
5.1 网络互联概述	90
5.2 广域网简介	91
5.3 网络互联设备	97
5.4 局域网之间的互联	111

5.5 局域网与广域网之间的互联	113
第6章 智能建筑网络工程设计	115
6.1 智能建筑概述	115
6.2 智能建筑网络的规划与设计	116
6.3 网络管理	128
6.4 网络布线系统的选择	131
第7章 智能建筑计算机网络工程实例	146
7.1 工程基本要求	146
7.2 综合布线系统设计	147
7.3 计算机网络系统设计	150
7.4 主要技术标准与参数	154
7.5 软件配置	161
7.6 完工文档	162
7.7 系统报价	163
第8章 LonWorks 现场总线及其应用	173
8.1 现场总线的产生与发展	173
8.2 现场总线网络控制系统	177
8.3 LonWorks 现场总线的特点	179
8.4 LonWorks 硬件	179
8.5 LonTalk 协议	185
8.6 LonWorks 开发	187
8.7 Lonworks 节点开发举例	191
8.8 Lonwork 网络安装	199
8.9 LonWorks 技术在智能建筑中的应用	202
附录 某宽带多媒体 ATM 网络工程招标书	207
参考文献	222

第1章 计算机网络的基本概念

1.1 计算机网络的定义

计算机网络是计算机技术和通信技术有机结合的产物,它涉及到通信与计算机两个领域。计算机网络是利用通信线路和通信设备,将分散在不同地点,并具有独立功能的多台计算机系统互相连接起来,按照网络协议进行数据通信,实现资源共享的计算机系统的集合。

计算机网络是20世纪最重要的科技成果之一,它对人类社会的进步做出了重大贡献。现在,计算机网络已经成为人类社会生活中不可缺少的组成部分。

1.2 计算机网络功能

计算机网络功能中,最主要的是资源共享和通信功能。

1.2.1 资源共享功能

计算机网络资源主要包括以下几种:

(1)数据 通常是保存在数据库、磁带、磁盘和光盘中的原始数据。

(2)信息 信息是一种等同于能量、物质的战略资源,是网络中最重要的财富之一。信息来源于对数据的处理。

(3)软件 计算机网络中,包括大量共享应用软件,允许网上的多个用户同时使用,可节省大量的软件投资。

(4)硬件 硬件共享是网络用户对网络系统中的各种硬件资源的共享,如主计算机、网络打印机、磁盘阵列、扫描仪、绘图仪、通信线路和设备等。

1.2.2 通信功能

计算机网络可为用户提供强有力的通信手段。我们建设计算机网络的主要目的就是让分布在不同地理位置的计算机用户之间能够相互通信、交流信息。计算机网络可以传输数据、声音、图形和图像等多媒体信息。利用网络的通信功能可以发送电子邮、检索情报、举行电视会议、进行远程教学、远程医疗等。

1.2.3 其他功能

(1)高可靠性

连网后的计算机可以互为备份,具有冗余功能。当某台计算机发生故障时,另一台计算机可代替它工作,并且由于数据和信息资源存放于不同地点,因此可防止因故障而无法访问或因灾害造成数据破坏。

(2)均衡负荷

在网络操作系统的调度和管理下,网络中的多台计算机可协同工作来解决复杂而大型的任务。

(3)多媒体化

由于局域网传输速度和计算机处理速度的迅速提高,计算机网络多媒体的应用越来越丰富。如数据库的多媒体化、Web 的多媒体化、电子商务的多媒体化等。

1.3 计算机网络分类

网络分类的方法很多,下面介绍几种常用的分类方法。

1.3.1 按网络覆盖的地理范围分类

按照网络覆盖的地理范围的大小,计算机网络可分为局域网、城域网和广域网三种类型。

(1)局域网 LAN(Local Area Network)

局域网是将较小地理区域内的计算机或数据终端设备连接在一起的通信网络。其作用范围通常为几米到几公里。

(2)广域网 WAN(Wide Area Network)

广域网是在一个广阔的地理区域内进行数据、语言、图像信息传输的通信网。其作用范围通常为几十到几千公里,可以覆盖一个城市,一个国家甚至于全球(如:Internet)。

(3)城域网 MAN(Metropolitan Area Network)

城域网是一种大型的 LAN,它的作用范围在 WAN 与 LAN 之间,一般为几千米到几十千米。

1.3.2 按通信传输介质分类

(1)有线网:是采用如双绞线、同轴电缆、光纤等物理介质来传输数据的网络。

(2)无线网:是采用无线电波为传输介质来传输数据的网络。

1.3.3 按网络的拓扑结构分类

计算机科学家通过采用从图论演变而来的“拓扑”(TOPOLGY)的方法,抛开网络中的具体设备,把象工作站、服务器等网络单元抽象为“点”,把网络中的电缆等通信媒体抽象为“线”,这样从拓扑学的观点看计算机和网络系统,就形成了点和线组成的几何图形,从而抽象出了网络系统的具体结构。我们称这种采用拓扑学方法抽象出的网络结构为计算机网络的拓扑结构。网络拓扑结构是指网络中各个组成部分相互联接的形式和方法,网络的构成或形状,它对整个网络的功能、可靠性、费用等方面有着重要的影响,是网络规划和设计的重要内容。网络拓扑结构有以下两层意思,特别注意,逻辑拓扑结构与物理拓扑结构是两个不同的概念。

(1)逻辑拓扑结构,指示各组成部分的逻辑关系,即信息如何流动。

(2)物理拓扑结构,指示各组成部分的物理关系,即连接方式。

根据网络的拓扑结构,可以把网络分为:星型网络、总线型网络、环型网络、树型网络、网状型网络和混合型网络。

图 1-1 给出了几种常用的网络拓扑结构及其应用。表 1-1 给出了这几种网络拓扑结构的

特性及其网络分类。

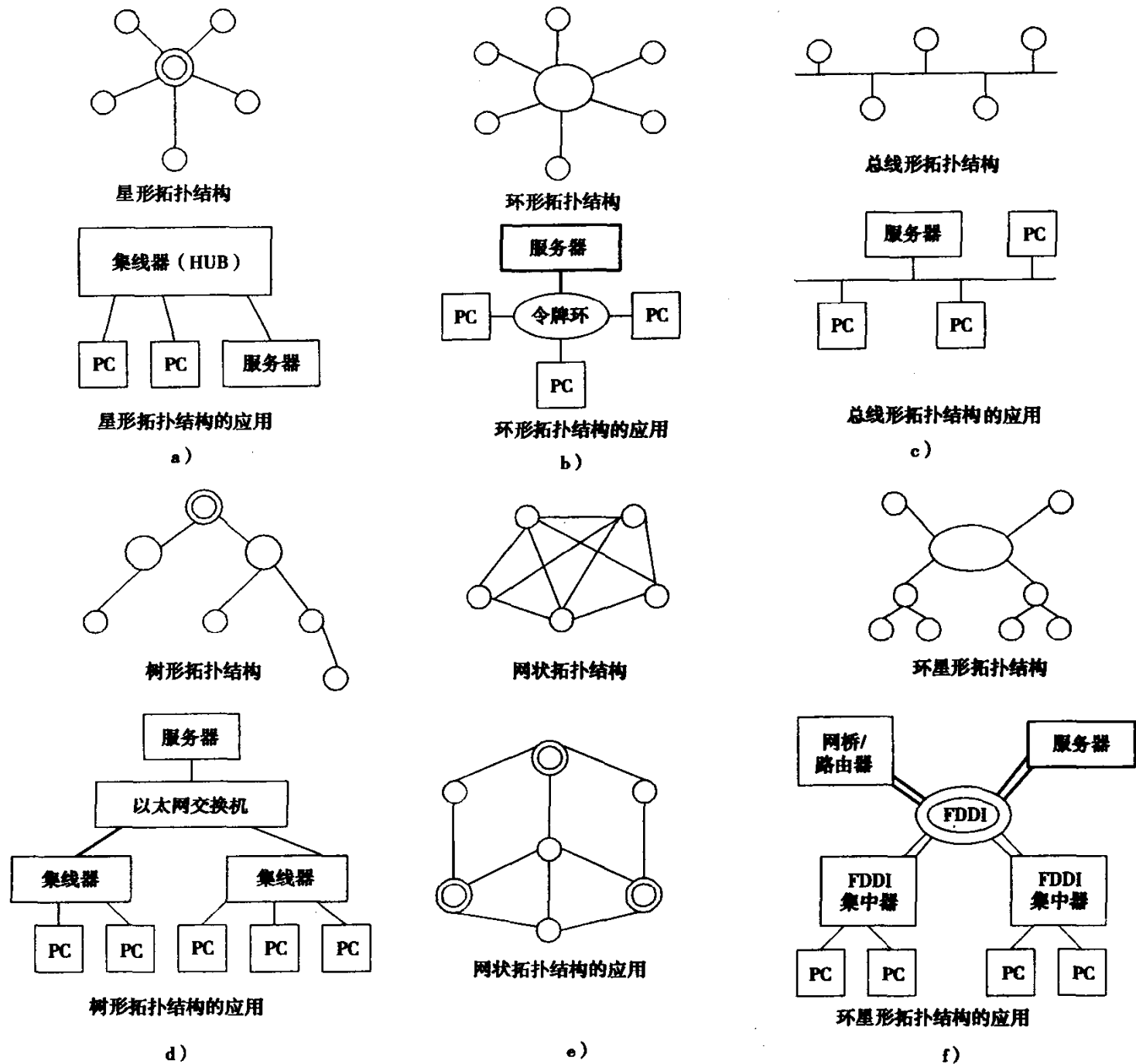


图 1-1 计算机网络拓扑结构及其应用

a)星形拓扑结构及其应用;b)环形拓扑结构及其应用;c)总线形拓扑结构及其应用;d)树形拓扑结构及其应用;e)网状拓扑结构及其应用;f)环星形拓扑结构及其应用

常用网络拓扑结构及其网络分类 表 1-1

网络拓扑结构	网络分类	主 要 特 点	典 型 应 用
星形	星形网络	优点:路径短,易管理,传输效率高,易扩展 缺点:中央节点应具有很高的可靠性和冗余度	以太网交换机与集线器,ATM 交换机与集中器
总线形	总线形网络	优点:可靠性较高,费用低,易扩展 缺点:管理维护困难,传输效率低	10Base-2 10Base-5
环形	环形网络	优点:电缆长度短,适应性好,可靠性高 缺点:不便于扩充,管理维护困难	IBM 令牌环 FDDI

续上表

网络拓扑结构	网络分类	主 要 特 点	典 型 应 用
树形	树形网络	优点:易扩展,网络层次清晰 缺点:根节点的可靠性要求高	以太网交换机与集线器
网状	网状网络	优点:高可靠性 缺点:费用高,结构复杂,管理维护困难	大型网络,例如 CHINANET 等
环星形	混合网络	优点:易扩展,可靠性高 缺点:安装维护较困难	交换式 FDDI, FDDI 集中器

1.3.4 按网络协议分类

根据所使用的网络协议,可以把网络分为使用 IEEE802.3 标准协议的以太网(Ethernet),使用 IEEE802.5 协议的令牌网(Token Ring),还有 FDDI 网、ATM 网、TCP/IP 网、X.25 网等。

1.3.5 按网络操作系统分类

根据网络使用的网络操作系统,可以把网络分为 Netware 网、Unix 网、Windows NT 网等。

1.3.6 按通信传播方式划分

(1)点对点传播方式网

点对点传播方式网是以点对点的连接方式,把各个计算机连接起来的。这种传播方式的网主要用于局域网中。其主要结构有:星形、树形、环形、网形。

(2)广播式传播结构网

广播式传播结构网是用一个共同的传播媒体把各个计算机连接起来。在传播信息时,任何一个站点都可以发送数据,传到每台机器上,被其它所有站点接受。而这些机器根据数据包中的目的地址进行判断,如果是发给自己的则接受,否则,丢弃它。如以同轴电缆连接起来的总线形网;以微波、卫星方式传播的广播式网。

1.4 计算机网络的组成

计算机网络的组成根据应用范围、目的、结构以及采用的技术而不同。但都必须包括硬件和软件两大部分,网络硬件是数据处理、数据传输的物质基础。网络软件控制数据流程,二者缺一不可。计算机网络的基本组成主要包括如下四大要素。

(1)计算机系统

计算机网络最少含有两台具有独立功能的计算机系统。计算机网络连接的计算机可以是巨型机、大型机、小型机、工作站或微机等。计算机系统的主要作用是负责数据信息的收集、处理、存储与传播和提供共享资源。

(2)通信线路和通信设备

通信线路指是传输介质及其连接部件,包括光缆、同轴电缆、双绞线等。通信设备是指网

网络连接设备、网络互联设备,包括网卡、集线器(HUB)、中继器(Repeater)、交换机(Switch)、网桥(Bridge)和路由器(Router)以及调制解调器(Modem)等其它的通信设备。使用通信线路和通信设备将计算机互联起来,在计算机之间建立一条物理通道,以便传输数据。通信线路和通信设备负责控制数据的发出、传送、接受或转发,包括信号转换、路径选择、编码与解码、差错校验、通信控制管理等,以便完成信息交换。通信线路和通信设备是连接计算机系统的桥梁,是数据的传输通道。

(3)网络协议

协议是指通信双方必须共同遵守的约定和通信规则。如用什么样的格式表达、组织和传输数据,如何校验和纠正信息传输的错误,以及传输信息的时序组织与控制机制等。现代网络都是层次结构,协议规定了分层原则、层间关系、执行信息传递过程的方向,分解与重组等约定。协议的实现是由软件和硬件分别或配合完成的,有的部分由连网设备来承担。

(4)网络软件

网络软件是一种在网络环境下使用和运行或者控制和管理网络工作的计算机软件。根据软件的功能,网络软件可分为网络系统软件和网络应用软件两类。

① 网络系统软件。网络系统软件是控制和管理网络运行,提供网络通信、分配和管理共享资源的网络软件,它包括网络操作系统、网络协议软件、通信控制软件和管理软件等。

② 网络应用软件。网络应用软件是指为某一个应用目的而开发的网络软件,如远程教学软件、电子图书馆软件、Internet 信息服务软件等。网络应用软件为用户提供访问网络的手段及网络服务,资源共享和信息的传输。

1.5 计算机网络传输介质

1.5.1 传输介质的分类

传输介质可分为有线传输介质和无线传输介质两类。有线传输介质是指利用电缆和光缆等充当传输导体的传输介质,如双绞线、同轴电缆、光缆等。无线传输介质是指利用电波或光波充当传输导体的传输介质,如无线电波、微波、红外线和激光等。

1.5.2 双 绞 线

双绞线(TP)是一种计算机网络中最常用的传输介质。双绞线是由两根具有绝缘保护层的铜导线组成的。把两根绝缘的铜导线按一定密度互相绞在一起,可降低信号干扰的程度,每一根导线在传输中辐射出来的电波会被另一根线上发出的电波抵消。如果把一对或多对双绞线放在一个绝缘套管中便成了双绞线电缆,与其它传输介质相比,双绞线在传输距离、带宽和数据传输速度等方面均受到一定限制,但价格较为低廉。

目前,双绞线可分为非屏蔽双绞线(UTP)和屏蔽双绞线(STP),屏蔽双绞线电缆的外层由铝箔包裹着,它的价格相对要高一些。虽然双绞线主要是用来传输模拟声音信号的,但同样适用于数字信号的传输,特别适用于较短距离的数据传输。

采用双绞线的局域网的带宽取决于所用线缆的质量、线缆的长度及传输技术。只要精心选择和安装双绞线,就可以在有限距离内达到几兆位每秒的可靠传输速率。当距离很短,并且采用特殊的电子传输技术时,传输速率可达 100 ~ 250Mbps。

因为双绞线传输数据时要向周围辐射,很容易被窃听,所以要花费额外的代价加以屏蔽,以减小辐射(但不能完全消除)。这就是我们常说的屏蔽双绞线电缆(STP)。屏蔽双绞线相对来说贵一些,安装要比非屏蔽双绞线电缆难一些,类似于同轴电缆,它必须配有支持屏蔽功能的特殊连接器和相应的安装技术。但它有较高的传输速率,100m内可达到250Mbps。

双绞线有1类、2类、3类、4类、5类、超5类、6类和7类。7类是屏蔽双绞线,计算机网络应首选5类、超5类或6类双绞线。对于双绞线,作为用户所关心的是衰减、近端串扰、阻抗特性、分布电容、直流电阻等。为了便于理解,我们首先解释几个名词。

(1) 衰减

衰减是沿链路的信号损失度量。衰减随频率而变化,所以应测量在应用范围内的全部频率上的衰减。

(2) 近端串扰

串扰是高速信号在双绞线上传输时,由于分布互感和电容的存在,在邻近传输线中感应的信号。串扰分近端串扰(NEXT)和远端串扰(FEXT)。近端串扰是指在一条双绞电缆链路中,某侧的发送线对向同侧其它线对通过电磁感应造成的信号耦合,NEXT值是对这种耦合程度的度量,它对信号的接收产生不良的影响。NEXT的单位是dB,定义为导致串扰的发送信号功率与串扰之比。NEXT越大,串扰越低,链路性能越好。对于UTP链路NEXT是一个关键的性能指标,也是最难精确测量的一个指标,尤其是随着信号频率的提高其测量难度加大。测试仪主要是测量NEXT,对于线路损耗,FEXT影响较小。

NEXT并不表示在近端点所产生的串扰值,它只是表示在近端点所测量到的串扰值。这个量值会随电缆长度不同而变化,电缆越长越小。同时发送端的信号也会衰减,对其它线对的串扰也相对变小。实验证明,只有在40m内测量得到的NEXT才是较真实的,如果另一端是远于40m的信息插座,它会产生一定程度的串扰,但测试仪可能无法测量到这个串扰值。基于这个理由,对NEXT最好在两个端点都要进行测量。现在的测试仪都配有相应设备,使得在链路一端就能测量出两端的NEXT值。

(3) 直流电阻

直流环路电阻会消耗一部分信号能量并转变成热量,它是指一对导线电阻的和,ISO11801规定不得大于 19.2Ω 。每对间的差异不能太大(小于 0.1Ω),否则表示接触不良,必须检查连接点。

(4) 特性阻抗

与环路直流电阻不同,特性阻抗包括电阻和频率1~100MHz的电感抗及电容抗,它与一对电线之间的距离及绝缘体的电气性能有关。各种电缆有不同的特性阻抗,对双绞线电缆而言,则有 100Ω 、 120Ω 及 150Ω 几种。

(5) 衰减串扰比(ACR)

在某些频率范围,串扰与衰减量的比例关系是反映电缆性能的另一个重要参数。较大的ACR值表示抗干扰能力较强,系统要求至少大于10dB。ACR的计算公式为:

$$ACR = NEXT - \alpha$$

式中,NEXT为任意两个线对间的近端串扰, α 为链路衰减值,单位均为dB。

ACR有时也以信噪比(SNR)表示,它由最差的衰减量与NEXT量值的差值计算。SNR是在考虑到干扰信号的情况下,对数据信号强度的一个度量。如果SNR过低,将导致数据信号被接收时,接收器不能分辨数据信号和噪声信号,最终引起数据错误。因此,为了使数据错误

限制在一定的范围内,必须定义一个最小可接收的 SNR。

非屏蔽双绞线电缆的优点如下:

- (1)非屏蔽外套,直径小,节省所占用的空间;
- (2)重量轻、易弯曲、易安装;
- (3)将串扰减至最小或加以消除;
- (4)具有阻燃性;
- (5)具有独立性和灵活性,适用于结构化综合布线。

1.5.3 同轴电缆

同轴电缆是由一根空心的外圆柱导体及其所包围的单根内导线所组成。柱体与铜导线用绝缘材料隔开,其频率特性比双绞线好,能进行较高速率的数据传输。由于它的屏蔽性能好,抗干扰能力强,通常多用于基带传输。

在同轴电缆网络中,一般可分为三类:①主干网;②次主干网;③线缆。

主干线路在直径和衰减方面与其它线路不同,主干线路通常由带防护层的电缆构成。次主干电缆的直径比主干电缆小,当在不同建筑物的层次上使用次主干电缆时,要采用高增益的分布式放大器,并要考虑沿着电缆与用户设备连接的接口。

目前,同轴电缆可分为工作站部分和服务器部分以及与其相关的接口部件。

同轴电缆不可绞接,各部分是通过低损耗的 75Ω 连接器来连接的。连接器在物理性能上与电缆相匹配。中间接头和藕合器用线管包住,以防不慎接地。若希望电缆埋在光照射不到的地方,最好把电缆埋在冰点以下的地层里。同轴电缆每隔 100m 采用一个标记,以便于维修。必要时每隔 20m 要对电缆进行支撑。在建筑物内部安装时,要考虑便于维修和扩展,在必要的地方还要提供管道来保护电缆。

对电缆进行测试的主要参数如下:①导体和屏蔽层的开路情况;②导体和屏蔽层的短路情况;③导体接地情况;④在各屏蔽接头之间的短路情况。

同轴电缆可分为两种基本类型,基带同轴电缆和宽带同轴电缆。目前基带常用的电缆,其屏蔽线是用铜线做成的网状,特征阻抗为 50Ω ,如 RG-8、RG-58 等;宽带常用的电缆,其屏蔽层通常是用铝冲压成的,特征阻抗为 75Ω ,如 RG-59 等。

粗同轴电缆与细同轴电缆是指同轴电缆的直径大小。粗缆适用于比较大型的局域网络,传输距离长、可靠性高。由于安装时不需要切断电缆,因此可以根据需要灵活调整计算机的入网位置。但粗缆网络必须安装收发器和收发器电缆,两头装上基本网络连接头(BNC),然后接在 T 形连接器两端,所以当接头多时容易产生接触不良的隐患,这是目前运行中的 10Base-5 以太网所发生的最常见故障之一。

为了保证同轴电缆正确的电气特性,电缆屏蔽层必须接地。同时两头要有终结器来降低信号反射作用。无论是粗缆还是细缆均为总线拓扑结构,即一根缆上连接多台机器,这种拓扑适用于计算机密集的环境。但是当某一连接点发生故障时,故障会串联影响到整根缆上的所有计算机,故障的诊断和修复都很麻烦。所以,同轴电缆已逐步被非屏蔽双绞线或光缆取代。

常用的同轴电缆有下列几种:①RG-8 或 RG-11, 50Ω ;②RG-58, 50Ω ;③RG-59, 75Ω ;④RG-62, 93Ω 。

计算机网络一般选用 RG-8 以太网粗缆和 RG-58 以太网细缆。RG-59 用于电视系统, RG-62 用于 ARCnet 网络和 IBM3270 网络。

同轴电缆一般安装在设备与设备之间。在每一个用户位置上都装有一个连接器为用户提供接口。接口的安装方法如下：

①细缆 将细缆切断，两头装上 BNC 头，然后接在 T 型连接器两端。

②粗缆 粗缆一般采用一种类似夹板的端头(Tap)上的引导针穿透电缆的绝缘层，直接与导体相连。电缆两端头要有终结器来降低信号的反射作用。

1.5.4 光 缆

光导纤维是一种传输光束的细而柔韧的介质。光导纤维电缆由一捆纤维组成，简称为光缆。光缆由三个部分组成：纤芯、包层及涂覆层。光缆传输是利用激光二极管把电脉冲变为光脉冲信号在纤芯中传输。光纤的分类方法很多。按照传输模式可分为单模光纤与多模光纤。单模光纤只提供一条光路，加工复杂，对接头要求高，但具有更大的通信容量和更远的传输距离。多模光纤使用多条光路传输同一信号，传输距离比单模光纤近，但制造工艺简单，对接头的要求不高，因此大量用于局域网中。单模和多模光纤的特性比较如表 1-2 所示。

光纤单模、多模特性比较 表 1-2

单 模	多 模
用于高速度、长距离	用于低速度、短距离
成本高	成本低
窄芯线，需要激光器	宽芯线，聚光好
耗散小，高效	耗散大，低效

光缆是数据传输中最有效的一种传输介质，它有以下优点：

(1)频带宽，电磁绝缘性能好。光纤电缆中传输的是光束，而光束是不受外界电磁干扰影响的，而且本身也不向外辐射信号，因此它适用于长距离的信息传输以及要求高度安全的场合。

(2)衰减较小，可以说在较大范围内是一个常数。

(3)传输距离远，目前，当传输速率为 2.5Gbit/s 时，无中继器传输距离可达 100km 以上，其误码率低于 1×10^{-9} 。

在使用光缆介质建网应用中，必须考虑光纤的单向特性，如果要进行双向通信，就应使用双股光纤。由于要对不同频率的光进行多路传输和多路选择，故在通信器件市场上又出现了光学多路转换器。

光缆的类型由模材料(玻璃或塑料纤维)及芯和外层尺寸决定，芯尺寸大小决定光的传输质量。常用的光缆有如下几种：①8.3 μm 芯/125 μm 外层，单模；②9.5 μm 芯/125 μm 外层，多模；③50 μm 芯/125 μm 外层，多模；④100 μm 芯/140 μm 外层，多模。

光缆在普通计算机网络中的安装是从用户设备开始的。因为光缆只能单向传输，为要实现双向通信就必需成对出现，一个用于输入，一个用于输出。光缆两端接到光设备接口上。安装光缆需小心谨慎。每条光缆的连接都要磨光端头，通过电烧烤或化学环氯工艺与光学接口连在一起。要确保光通道不被阻塞。光缆不能拉得太紧，也不能形成直角。

1.5.5 无线传输介质

计算机网络中的无线传输介质主要指微波和卫星。

(1)微波通信

微波的频率范围在 300MHz ~ 300GHz 之间，通常用于有线通信不能覆盖的地域，例如跨越荒凉或难以施工的地段等。由于微波直线传播，因此可在高塔或高山上设立微波收发站，进行微波接力通信。微波通信通常用的频率为 2、4、6 和 6.8GHz。微波通信的优点是通信容量大，

传输质量高,适用于山川、河流等,投资小,见效快。

(2) 卫星通信

卫星通信是利用地球同步卫星作为中继站的通信系统。地面系统通常采用定向抛物天线。卫星通信的优点是通信距离远,覆盖范围广,通行容量大,特别适用于全球通信、电视广播和地理环境恶劣的地区等。

1.6 数据通信技术基础

1.6.1 信道与信道最大传输速率

(1) 通信信道

在通信系统中,各种信号都要通过信道才能从一端点传至另一端点,广义地可以将信道理解为电信号的传输媒介,它是传输信号的路径。信道中的设备包括传输媒体和有关设备。因为在数据传输过程中不可避免地受到干扰,所以信号的传输质量除传送的信号和发送接收装置外,通信线路直接影响其传输效果。信道有多种分类方法,例如按传播媒体的传输方式可分为有线信道和无线信道,以信息多路复用可分为频率分割信道(频分信道)和时间分割信道(时分信道),按信道传输的信息可分为模拟信道和数字信道等。

(2) 信道带宽

信道上传输的是电磁波信号,某个信道能够传送电磁波的有效频率范围就是该信道的带宽。即带宽等于所能传输电磁波的最大有效频率减去最小有效频率所得的值。

(3) 数据传输速率

信道每秒所能传输的二进制比特数,记作 bps(比特每秒)。常见单位还有 kbps、Mbps、Gbps 等,1kbps = 1024bps,1Mbps = 1024kbps,1Gbps = 1024Mbps。

(4) 信道最大传输速率(又叫信道容量)

信道的传输能力是有一定限制的,某个信道传输数据的速率有一个上限,叫做信道的最大传输速率。无论采用何种编码技术,传输数据的速率都不可能超过这个上限。

香农在 20 世纪 40 年代初奠定了通信的数字理论基础。他的“信道容量定理”指出,可以找到这样一种技术,当数据传输速率小于或等于某个最大传输速率(信道容量)时,通过它可以以任意小的错误概率传送信息。相反,如果大于这个上限,则不论采用什么编码技术,错误概率都将无法忍受。如果用 C 表示信道容量(最大传输速率),那么,

$$C = B \log_2(1 + S/N) \quad (\text{bps})$$

式中: B ——信道的带宽;

S ——信号能量;

N ——噪声能量;

S/N ——信噪比,用来描述信道的质量,噪声小的系统信噪比大,反之则小。

1.6.2 基带传输与频带传输

(1) 基带传输

基带是指调制前原始信号所占用的频带,它是原始电信号所固有的基本频带。在信道中