

建筑电气专业系列教材

网络通信与综合布线技术

杨国庆 张志钢 主编



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

网络通信与综合布线技术

杨国庆 张志钢 主编

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书针对现代建筑网络通信与综合布线技术的不断发展,将网络通信与综合布线相结合,理论与实际设计相结合,并根据相关工程设计新的标准和规范要求,在介绍网络通信和综合布线基本概念、原理和技术的基础上,突出先进性、实用性、系统性、相融性和工程实践性等特点。全书主要内容包括网络和数据通信基础、传输介质、局域网技术、广域网技术、网络规划与设计、综合布线系统及工程设计、测试与验收、工程实例等。

本书可作为高等院校自动化、建筑电气与智能化、电子工程、通信工程、网络工程、计算机技术等专业的教材或教学参考书,同时也可作为从事智能建筑以及相关领域的工程技术人员的参考书和培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

网络通信与综合布线技术/杨国庆主编. —天津:天津大学出版社,2008.9

ISBN 978-7-5618-2797-0

I. 网… II. 杨… III. ①计算机网络—计算机通信 ②计算机网络—布线 IV. TN915

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 150155 号

出版发行 天津大学出版社

出版人 杨欢

地址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

电话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742

网址 www.tjup.com

短信网址 发送“天大”至 916088

印刷 天津泰宇印务有限公司

经销 全国各地新华书店

开本 185mm×260mm

印张 15.5

字数 387 千

版次 2008 年 9 月第 1 版

印次 2008 年 9 月第 1 次

定价 30.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

建筑电气专业系列教材 编写委员会

主 任:吴爱国

副主任:孟庆龙 王东林 黄民德

委 员:王 萍 王绍红 王东林 温海水 迟长春

苏 刚 龚 威 沈迺文 孟庆龙 黄民德

靖大为 郭福雁 季 中 王 赢 张志刚

杨国庆 崔同泰 曾永捷 孙绍国

秘 书:胡林芳 陈建辉

前 言

随着网络技术、现代通信技术的飞速发展,当今世界已经进入信息化时代。网络通信是信息化的重要基础,人们对网络通信性能的需求越来越高,而综合布线系统为构建通信网络的基础平台,在网络通信系统中具有很长的生命周期,其重要性越来越被人们所认识。为使网络通信向标准化、宽带化、数字化和模块化方向发展,需将网络通信和综合布线两者有机结合,以满足通信网络的灵活性及可扩展性等要求,从而更好地传输数据,同时也适应智能建筑及智能小区网络化建设的需要,促进社会信息化建设的不断发展。

高效的网络通信系统、良好的综合布线系统将带来信息传输的稳定性。在网络通信系统的常见故障中,有一部分主要来源于布线系统,同时综合布线系统的质量对提高网络通信性能起着举足轻重的作用。如何规划和设计综合布线系统、怎样与计算机网络技术相结合、选择什么样的产品、如何正确地进行布线和网络测试,都是十分重要的问题。目前需要交换的信息种类越来越多,数量也越来越大。网络技术的发展给整个社会带来了重大变革,网络技术的应用已经悄然深入社会生活中的每一个角落。网络通信与综合布线今后的发展方向是将视频、数据和语音等宽带业务通过光纤直接送到用户终端,即光纤到户(FTTH)。

本书针对现代建筑网络通信与综合布线技术的不断发展,将网络通信与综合布线相结合,将理论与实际设计相结合,同时按照相关工程设计新的标准和规范要求,其内容在介绍基本概念、原理和技术的基础上,突出先进性、实用性、系统性、相融性和工程性等特点。全书主要包括网络和数据通信基础、传输介质、局域网技术、广域网技术、网络规划与设计、综合布线系统及工程设计、测试与验收、工程实例等内容,具有一定的连贯性和较好的针对性,适应了电气、通信、电子、计算机、网络类等专业的需求。

全书共分11章,第1、3、4、8、9章和附录由杨国庆编写;第5、6、7、10章由张志钢编写;第2、11章由雒伟编写。全书由杨国庆统稿,黄民德教授主审。在编写过程中,得到了龚威、王瀛、迟长春教授的指教,并得到曹立辉、王首斌、李江和李侠等同志的大力协助,在此一并向他们表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中疏漏与不妥之处在所难免,恳请读者提出宝贵意见。

作 者

2008年5月

目 录

第1章 概述	(1)
1.1 网络通信概述	(1)
1.2 计算机网络	(3)
1.3 网络通信技术的发展趋势	(8)
1.4 智能建筑与结构化综合布线	(10)
复习与思考题	(11)
第2章 网络体系结构	(13)
2.1 网络的体系结构	(13)
2.2 ISO/OSI 网络参考模型	(15)
2.3 TCP/IP 协议	(17)
2.4 网际协议 IPv6	(24)
复习与思考题	(26)
第3章 数据通信基础	(27)
3.1 数据通信技术	(27)
3.2 数据编码技术	(34)
3.3 多路复用技术	(37)
3.4 数据交换技术	(39)
3.5 差错控制方法	(43)
复习与思考题	(47)
第4章 传输介质	(49)
4.1 双绞线	(49)
4.2 同轴电缆	(53)
4.3 光纤	(55)
4.4 无线传输介质	(59)
复习与思考题	(62)
第5章 局域网	(63)
5.1 局域网概述	(63)
5.2 局域网参考模型	(68)
5.3 以太网	(72)
5.4 交换式局域网	(75)
5.5 虚拟局域网	(77)
5.6 无线局域网	(79)
复习与思考题	(84)
第6章 广域网	(85)
6.1 广域网概述	(85)
6.2 公共交换电话网络	(87)
6.3 xDSL	(88)

6.4 光纤接入	(90)
复习与思考题	(97)
第7章 网络规划与设计	(98)
7.1 网络规划	(98)
7.2 网络设计	(101)
复习与思考题	(112)
第8章 综合布线系统	(113)
8.1 综合布线系统概述	(113)
8.2 综合布线系统结构	(114)
8.3 综合布线系统的特点	(123)
8.4 综合布线系统的设计标准要点	(125)
8.5 建筑智能化与综合布线系统的关系	(127)
复习与思考题	(127)
第9章 综合布线系统工程设计	(128)
9.1 概述	(128)
9.2 综合布线系统的设计标准及等级	(129)
9.3 综合布线系统设计	(131)
9.4 综合布线系统的防护设计	(146)
9.5 家居综合布线系统设计	(156)
9.6 住宅小区综合布线系统的设计	(158)
复习与思考题	(161)
第10章 综合布线系统测试与验收	(162)
10.1 综合布线系统测试基础	(162)
10.2 双绞线电缆测试	(163)
10.3 光纤测试	(169)
10.4 综合布线系统工程验收	(174)
复习与思考题	(177)
第11章 工程实例	(178)
11.1 楼宇综合布线系统设计实例(一)	(178)
11.2 楼宇综合布线系统设计实例(二)	(183)
11.3 校园网综合布线系统设计实例	(190)
11.4 家居综合布线系统设计实例	(195)
11.5 小区综合布线系统设计实例	(198)
复习与思考题	(202)
附录:综合布线工程设计规范(GB 50311—2007)	(203)
参考文献	(240)

第1章 概述

人类已经进入信息社会和知识经济时代。信息社会的基础设施是计算机、通信和网络。数据通信是指计算机和其他数字设备之间通过通信节点、有线或无线链路进行数字信息的交换。信息是当今世界最重要的资源之一,它与物质及能源一起构成了三大资源支柱。处理信息的计算机和传输信息的互联计算机网络便是在这样的社会需求背景下成为了信息时代的基础。而计算机通信网络需要建立在结构化综合布线的基础之上,两者有机结合,才能更好地传输信息。

一个通信系统传输的信息是数据,计算机的输入输出都是数据信号,而数据通信就是以传输数据为业务的一种通信方式,因此是计算机和通信相结合的产物。计算机与计算机、计算机与终端以及终端与终端之间的通信,是按照某种协议连接信息处理装置和数据传输装置,进行数据的传输及处理。计算机与通信相结合,同时构建在综合布线和互联网络平台上,使人们更好地远距离使用计算机,应用范围扩大到社会生活的各个领域,从而更好地促进社会信息化的不断前进。

为了实现数据通信,就必须进行数据传输,将位于一地的数据源发出的数据信息通过数据通信网络传送到另一地的数据接收设备。被传递的数据信息的类型是多种多样的,其典型的应用有文件传输、语音交流、视频会议等。同时信息高速公路是信息社会的基础建设,而计算机网络是信息高速公路的重要组成部分,在信息的搜索、积累、处理和应用等方面至关重要。

1.1 网络通信概述

1.1.1 通信的定义

通信是信息的传输与交换,即将信息从发送器传送到接收器,信息可以是语音、文字、符号、音乐、图像等等。任何一个通信系统,都是从一个为信源的时空点向另一个为信宿的目的点传送信息。以各种通信技术,如以长途和本地的有线电话网(包括光缆、同轴电缆网)、无线电话网(包括卫星通信、微波通信网)、有线电视网和计算机数据网为基础组成的现代通信网,通过多媒体技术,可为家庭、办公室、医院、学校等提供文化、娱乐、教育、卫生、金融等广泛的信息服务。通信网络系统已成为支撑现代社会最重要的基础结构之一。

信息有多种不同形式,例如符号、文字、话音、音乐、数据、图片、活动图像等。一条信息可以用多种形式的数据来表示,不同形式的数据可以包含相同的信息。信号是信息的载体,信息是靠信号来传递的。信号一般为某种形式的电磁能(电信号、无线电、光)。通信的目的是为了完成信息的传输和交换。

在通信领域中,信息一般可分为话音、数据和图像三大类型。数据是具有某种含义的信号的组合,如字母、数字和符号等。这些字母、数字和符号在传输时,可用离散的数字信号逐一准确地表达出来,例如可以用不同极性的电压、电流或脉冲来代表,然后将这样的数据信号加到

数据传输信道上进行传输,到达接收地点后再正确地恢复出原始发送的数据信息。

1.1.2 通信系统

1. 通信系统的模型

基本的点对点通信系统的一般模型如图 1-1 所示。各部分的功能如下。

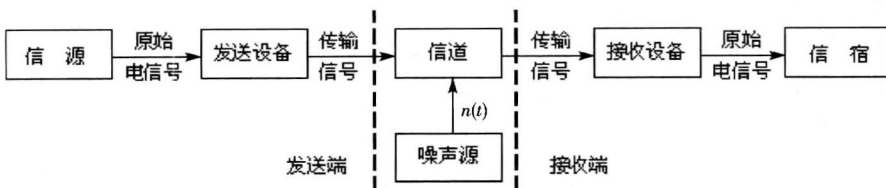


图 1-1 通信系统的一般模型

(1) 信源:把各种可能信息转换成原始电信号。

(2) 发送设备:为了使原始电信号适合在信道中传输,将原始电信号变换成与传输信道相匹配的传输信号。

(3) 信道:信号传输的通道。

(4) 接收设备:从接收信号中恢复出原始电信号。

(5) 信宿:将原始电信号转换成相应的信息。

2. 模拟通信系统与数字通信系统

通信系统中的信息可以分为两种。

(1) 连续信息(模拟数据):信息状态连续变化,如语音、图像。

(2) 离散信息:信息状态离散,如符号、文字、数据。

信号是信息的表现形式,信息被承载在电信号的某一参量上。模拟信号和数字信号可以互相转换。因此,任何一个信息既可以用模拟信号表示,也可以用数字信号表示。相应地,通信系统也可以分为模拟通信系统与数字通信系统两大类。

1) 模拟通信系统

模拟通信系统在信道中传输的是模拟信号,模型如图 1-2 所示。其中基带信号是由信息转化而来的原始模拟信号,一般含有直流和低频成分,不宜直接传输;已调信号是由基带信号转化来的、频域特性适合信道传输的信号,又称频带信号。对模拟通信系统进行研究的主要内容就是研究不同信道条件下不同的调制解调方法。

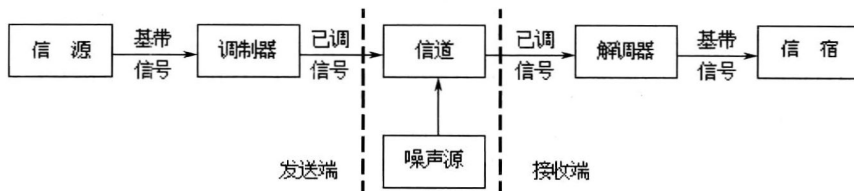


图 1-2 模拟通信系统模型

2) 数字通信系统

数字通信系统在信道中传输的是数字信号,模型如图 1-3 所示。

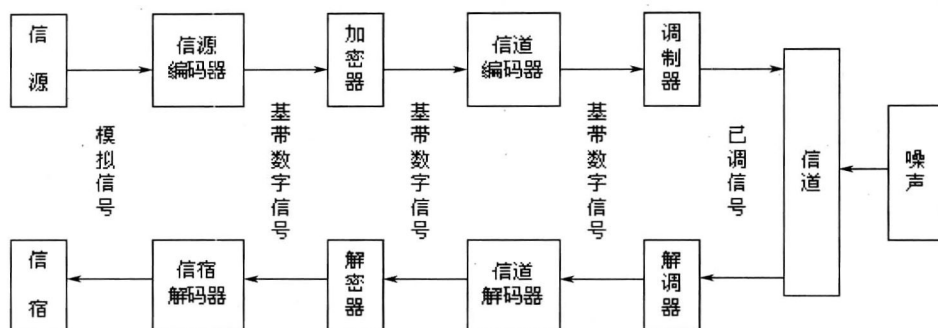


图 1-3 数字通信系统模型

(1) 数字通信系统包括:

- ①信源编/译码器——实现模拟信号与数字信号之间的转换;
- ②加/解密器——实现数字信号的保密传输;
- ③信道编/译码器——实现差错控制功能,用以对抗由于信道条件造成的误码;
- ④调制/解调器——实现数字信号的传输与复用。

(2) 数字通信具有以下显著的特点:

- ①数字电路易于集成化,因此数字通信设备功耗低、易于小型化;
- ②再生中继无噪声累积,抗干扰能力强;
- ③信号易于进行加密处理,保密性强;
- ④可以通过信道编码和信源编码进行差错控制,改善传输质量。

1.1.3 通信网络的分类

(1) 按照信源的内容可以分为:电话网、数据网、电视节目网和综合业务数字网(ISDN)等。其中,数据网又包括电报网、电传网、计算机网等。

(2) 按通信网络所覆盖的地域范围可以分为:局域网、城域网、广域网等。

(3) 按通信网络所使用的传输信道可以分为:有线(包括光纤)网、短波网、微波网、卫星网等。

传输信道从不同角度有不同的分类方法,如有模拟信道与数字信道之分、专用线路和交换网线路之分、有线信道和无线信道之分、频分信道和时分信道之分等。数据电路加上传输控制规程就是数据链路。实际上,必须在建立数据链路之后,通信双方才能真正有效地进行数据传输。由于数据链路要遵循严格的传输控制规程,使得它所提供的数据传输质量要比数据电路所提供的数据传输质量好得多。

1.2 计算机网络

计算机网络是现代计算机技术与通信技术密切结合的产物,是随着社会对信息共享和信

息传递的日益增强的需求而发展起来的。计算机网络,就是利用通信设备和线路将地理位置不同、功能独立的多个计算机系统互联起来,以功能完善的网络软件(即网络通信协议、信息交换方式和网络操作系统等)实现网络中资源共享和信息传递的系统。

1.2.1 计算机网络的定义

计算机网络从不同的角度出发,可以给出不同的定义。简单地说,计算机网络就是由通信线路互相连接的许多独立工作的计算机构成的集合体。构成网络的计算机是独立工作的,这是为了和多终端分时系统相区别。

(1)从应用的角度来讲,只要将具有独立功能的多台计算机连接起来,能够实现各计算机之间信息的互相交换,并可以共享计算机资源的系统就是计算机网络。

(2)从资源共享的角度来讲,计算机网络就是一组具有独立功能的计算机和其他设备,以允许用户相互通信和共享计算资源的方式互联在一起的系统。

(3)从技术角度来讲,计算机网络就是由特定类型的传输介质(如双绞线、同轴电缆和光纤等)和网络适配器互联在一起的计算机,并受网络操作系统监控的系统。

综上所述,可以将计算机网络这一概念系统地定义为:计算机网络就是将分布在不同地理位置上的具有独立工作能力的主计算机、终端及其附属设备用通信设备和通信线路连接起来,并配置网络软件,以实现计算机资源共享的系统。

1.2.2 计算机网络的功能

计算机网络技术的应用对当今社会的经济、文化和生活等都产生了重要影响,当前,计算机网络的功能主要有以下几个方面。

(1)资源共享。计算机网络最具吸引力的功能是进入计算机网络的用户可以共享网络中各种硬件、软件资源和数据,使网络中各部分的资源互通有无、分工协作,从而提高系统资源的利用率。

(2)数据传输。数据传输是计算机网络的基本功能之一,用以实现计算机与终端,或计算机与计算机之间传送各种信息,从而提高了计算机系统的整体性能,也大大方便了人们的工作和生活。

(3)集中管理。计算机网络技术的发展和运用,已使得现代办公、经营管理等发生了很大的变化。目前,许多单位部署了管理信息系统(MIS)、OA系统等,通过这些系统可以将地理位置分散的生产单位或业务部门连接起来进行集中的控制和管理,提高工作效率,增加经济效益。

(4)分布处理。对于综合性的大型问题可以采用合适的算法,将任务分散到网络中不同的计算机上进行分布式处理,以达到均衡使用网络资源,实现分布处理的目的。

(5)负载均衡。负载均衡是指任务被均匀地分配给网络上的各台计算机。网络控制中心负责分配和检测,当某台计算机负载过重时,系统会自动转移部分工作到负载较轻的计算机中去处理。

(6)提高安全与可靠性。建立计算机网络后,还可减少计算机系统出现故障的概率,提高系统的可靠性。另外对于重要的资源可将它们分布在不同地方的计算机上。这样,即使某台计算机出现故障,用户在网络上可通过其他路径来访问这些资源,不影响用户对同类资源的访

问。

1.2.3 资源子网和通信子网

计算机网络是一个通信网络,各计算机之间通过通信媒体、通信设备进行数字通信,在此基础上各计算机可以通过网络软件共享其他计算机上的硬件资源、软件资源和数据资源。从计算机网络各组成部件的功能来看,各部件主要完成两种功能,即网络通信和资源共享。一个计算机网络是由资源子网和通信子网构成,如图1-4所示。资源子网负责信息处理,通信子网负责全网中的信息传递。资源子网包括提供资源的主机(HOST)和请求资源的终端(Terminal,T),它们都是信息传输的源节点或宿节点,有时也统称为端节点。

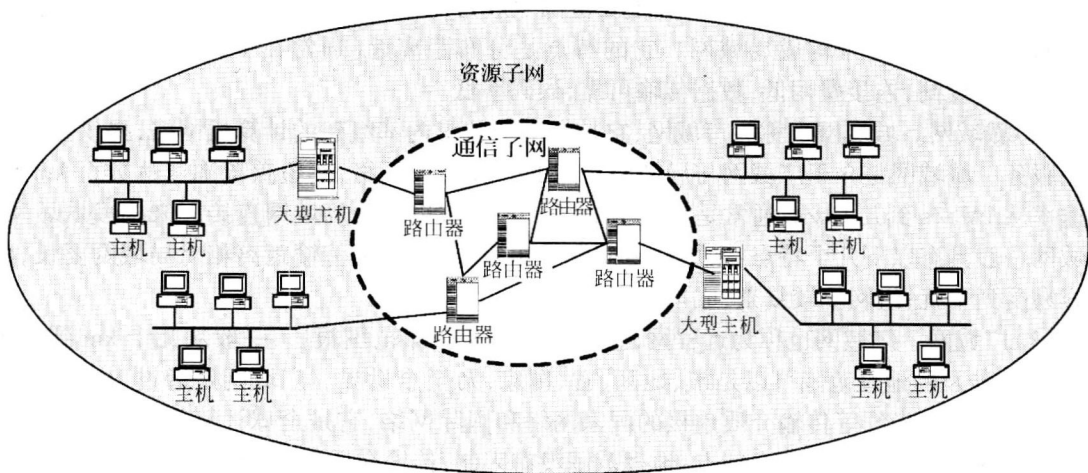


图1-4 通信子网与资源子网

通信子网主要由网络节点和通信链路组成。网络节点也称为转接节点或中间节点,它们的作用是控制信息的传输和在端节点之间转发信息。根据不同的作用,网络节点可以是分组交换设备(Packet Switching Exchanger, PSE)、分组装配/拆卸设备(Packet Assembler Disassemble, PAD)、集线器(Concentrator, C)、网络控制中心(Network Control Center, NCC)、网间连接器(Gateway, G)或它们的组合。这些功能一般都由专用于通信的计算机来完成,所以也常将网络节点统称为接口信息处理机(Interface Message Processor, IMP)。

通信子网一般由网卡、线缆、集线器、中继器、网桥、路由器、交换机等设备和相关软件组成。资源子网由联网的服务器、工作站、共享的打印机和其他设备及相关软件所组成。

在广域网中,通信子网由一些专用的通信处理机(即节点交换机)及其运行的软件、集线器等设备和连接这些节点的通信链路组成。资源子网由通信子网的所有主机及其外部设备组成。

随着微型计算机的广泛应用,大量的微型计算机是通过局域网联入广域网,而局域网与广域网、广域网与广域网的互联是通过路由器实现的;在Internet中,用户计算机需要通过校园网、企业网或Internet服务提供商(Internet Service Provider, ISP)联入地区主干网,地区主干网通过国家主干网联入国家间的高速主干网,这样就形成一种由路由器互联的大型、层次结构的互连网络。

1.2.4 计算机网络的分类

计算机网络的分类标准有很多,可以从覆盖范围、拓扑结构、交换方式、传输介质、通信方式等方面进行分类。

1. 根据网络的覆盖范围分类

根据网络的覆盖范围进行分类,计算机网络可以分为三种基本类型:局域网(Local Area Network, LAN)、城域网(Metropolitan Area Network, MAN)和广域网(Wide Area Network, WAN)。这种分类方法是目前比较流行的一种方法。

(1)局域网。局域网也称为局部网,是指在有限的地理范围内构成的规模相对较小的计算机网络。它具有很高的传输速率,其覆盖范围一般为几千米,通常将一座大楼或一个校园内分散的计算机连接起来构成局域网。它的特点是分布距离近(通常在1 000~2 000 m范围内),传输速度快,连接费用低,数据传输可靠,误码率低。

(2)城域网。城域网也称为市域网,它是在一个城市内部组建的计算机网络,提供全市的信息服务。城域网是介于广域网与局域网之间的一种高速网络,其覆盖范围可达数百 km,传输速率从1 Mb/s到几 Gb/s,通常是将一个地区或一座城市内的局域网连接起来构成城域网。城域网一般具有以下几个特点:采用的传输介质相对复杂;数据传输距离相对局域网要长,信号容易受到干扰;组网比较复杂,成本较高。

(3)广域网。广域网也称为远程网,它的联网设备分布范围很广,一般从几十 km到几千 km。它所涉及的地理范围可以是市、地区、省、国家,乃至全世界。广域网是通过卫星、微波、无线电、电话线、光纤等传输介质连接的国家网络和国际网络,它是全球计算机网络的主干网络。广域网一般具有以下几个特点:地理范围没有限制;传输介质复杂;由于长距离传输,数据的传输速率较低,且容易出现错误;采用的技术比较复杂;是一个公共的网络,不属于任何一个机构或国家。

2. 根据网络的交换方式分类

根据计算机网络的交换方式,可以将计算机网络分为电路交换网、报文交换网和分组交换网三种类型。

(1)电路交换网。电路交换方式是在用户开始通信前,先申请建立一条从发送端到接收端的物理信道,并且在双方通信期间始终占用该信道。

(2)报文交换网。报文交换方式是把要发送的数据及目的地址包含在一个完整的报文内,报文的长度不受限制。报文交换采用存储-转发原理,每个中间节点要为途经的报文选择适当的路径,使其能最终到达目的端。

(3)分组交换网。分组交换方式是在通信前,发送端先把要发送的数据划分为一个个一定长的分组,这些分组逐个由各中间节点采用存储-转发方式进行传输,最终到达目的端。由于分组长度有限,可以比报文更加方便地在中间节点机的内存中进行存储处理,其转发速度大大提高。

3. 根据网络的传输介质分类

根据网络的传输介质,可以将计算机网络分为有线网、光纤网和无线网三种类型。

(1)有线网。有线网是采用同轴电缆或双绞线连接的计算机网络。用同轴电缆连接的网络成本低,安装较为便利,但传输率和抗干扰能力一般,传输距离较短。用双绞线连接的网络

价格便宜,安装方便,但易受干扰。

(2) 光纤网。光纤网也是有线网的一种,但由于它的特殊性而单独列出。光纤网是采用光导纤维作为传输介质的,光纤传输距离长,传输率高,抗干扰性强,不会受到电子监听设备的监听,是高安全性网络的理想选择。但其成本较高。

(3) 无线网。无线网以用电磁波作为载体来传输数据,其安装便捷、使用灵活、易于扩展,目前作为有限网的补充,应用广泛。目前无线网联网费用较高,还不太普及。但由于联网方式灵活方便,是一种很有前途的联网方式。

除了以上几种分类方法外,还可按网络信道的带宽分为窄带网和宽带网;按网络不同的用途分为科研网、教育网、商业网、企业网等。

1.2.5 计算机网络的应用

计算机网络在资源共享、数据传输、分布式处理、高可靠性、高性价比和易扩充性等方面所具有的特殊优势,使得它在工业、农业、交通运输、邮电通信、文化教育、商业、国防以及科学研究等各个领域、各个行业获得了越来越广泛的应用。下面简要介绍一下计算机网络在一些具有普遍意义和典型意义领域的应用。1994年我国先后建成了中国科学技术网(CSTNET)、中国公用计算机互联网(CHINANET)、中国教育和科研计算机网(CERNET)以及中国金桥网(CHINAGBN)等几大互联网络,并通过这些网络接入 Internet。

现在从国家政府机关到公共事业单位,从学校到企业,只要初具规模的单位都会建立自己的计算机网络,对内进行管理,对外进行通信和连接互联网获取信息。许多团体通过在 Internet 上建立自己的网站,向外宣传自己,提高知名度,争取更多的业务往来,以便有更大的发展。今天,随处都可以感受到计算机网络的存在。走进银行要存钱或取钱时,每个储蓄员前面都有一台电脑连接到计算机网络上;生了病来到医院,挂号的窗口里都在使用计算机进行挂号,每台计算机都连在计算机网络上;学生到了学校,学校将把学生的一切情况输入到计算机网络中去,学生拿着 IC 卡去食堂吃饭时,也离不开计算机网络。可以说人们已经生活在了一个计算机网络的世界里。计算机网络与人们的生活密切相关。计算机网络的应用范围非常广泛,本节只涉及一些带有普遍意义和典型意义的应用领域。

(1) 办公自动化(Office Automation, OA)。办公自动化系统,按计算机系统结构来看是一个计算机网络,每个办公室相当于一个工作站。它集计算机、数据库、局域网、远距离通信以及人工智能、声音、图像、文字处理等技术综合应用之大成,是一种全新的信息处理方式。办公自动化系统的核心是通信,其所提供的通信手段主要为数据/声音综合服务、可视会议服务和电子邮件服务。

(2) 电子数据交换(Electronic Data Interchange, EDI)。电子数据交换,是将贸易、运输、保险、银行、海关等行业信息用一种国际公认的标准格式,通过计算机网络通信,实现各企业之间的数据交换,并完成以贸易为中心的业务全过程。EDI 在发达国家应用已很广泛,我国的“金关”工程就是以 EDI 作为通信平台的。

(3) 远程教育。远程教育是一种利用在线服务系统,开展学历或非学历教育的全新的教学模式。远程教育几乎可以提供大学中所有的课程,学员通过远程教育,同样可得到正规大学从学士到博士的所有学位。这种教育方式,对于已从事工作而仍想取得更高学位的人士特别有吸引力。

远程教育的基础设施是电子大学网络(Electronic University Network, EUN)。EUN 的主要作用是向学员提供课程软件及主机系统的使用,支持学员完成在线课程,并负责行政管理、协作合同等。这里所指的软件除系统软件之外,包括 CAI 课件即计算机辅助教学(Computer Aided Instruction)软件。CAI 课件一般采用对话和引导式的方式指导学生学习,发现学生错误还具有回溯功能,从根本上解决学生学习中的困难。

(4)电子银行。电子银行也是一种在线服务系统,是一种由银行提供的基于计算机和计算机网络的新型金融服务系统。电子银行的功能包括:金融交易卡服务、自动存取款作业、销售点自动转账服务、电子汇款与清算等,其核心是金融交易卡服务。金融交易卡的诞生,标志着人类交换方式从物物交换、货币交换到信息交换的又一次飞跃。

(5)电子公告板系统(Bulletin Board System, BBS)。电子公告板是一种发布并交换信息的在线服务系统。BBS 可以使更多的用户通过电话线以简单的终端形式实现互联,从而得到廉价的丰富信息,并为其会员提供网上交谈、发布信息、讨论问题、传送文件、学习交流和游戏等的机会和空间。

(6)证券及期货交易。由于证券及期货交易获利巨大、风险巨大,且行情变化迅速,投资者对信息的依赖显得格外重要。金融业通过在线服务计算机网络提供证券市场分析、预测、金融管理、投资计划等需要大量计算工作的服务,提供在线股票经纪人服务和在线数据库服务(包括最新股价数据库、历史股价数据库、股指数据库以及有关新闻、文章、股评等)。

(7)校园网(Campus Network)。校园网是在大学校园区内用以完成大中型计算机资源及其他网内资源共享的通信网络。一些发达国家已将校园网确定为信息高速公路的主要分支。无论在国内还是国外,校园网的存在与否,是衡量该院校学术水平与管理水平的重要标志,也是提高学校教学、科研水平不可或缺的重要支撑环节。

共享资源是校园网最基本的应用,人们通过网络更有效地共享各种软、硬件及信息资源,为众多的科研人员提供一种崭新的合作环境。校园网可以提供异型机联网的公共计算环境、海量的用户文件存储空间、昂贵的打印输出设备、能方便获取的图文并茂的电子图书信息,以及为各级行政人员服务的行政信息管理系统和为一般用户服务的电子邮件系统。

1.3 网络通信技术的发展趋势

1. 宽带化——更强大的信息传输能力

提高信息速率、获得更宽的带宽,可以说是通信技术发展中的永恒主题。通信网络各个环节所应用的技术都在追求更宽的带宽。以下分别列举了骨干网和接入网的带宽演变。

(1)骨干网。在 20 世纪 90 年代前期,我国的全国骨干网络还是以 155 Mb/s 的同步数字系列(SDH)技术为主,而目前所建的骨干网均是 80 Gb/s、160 Gb/s 的 DWDM 设备,甚至很多大中城市的城域网的技术水平也达到了这一级别。

(2)接入网。目前,各种宽带接入技术已经非常普及,利用非对称数字用户环线(ADSL)技术和以太网技术组成接入网络,均可以达到数 Mb/s 的带宽水平,而在国内刚引入拨号接入业务时,调制解调器只能够提供 9.6 kb/s 的带宽。

2) 广泛化——无处不在的通信

网络通信已经日益渗透到人们生活的每一个角落,通信技术将会以很多令人意想不到的

方式渗透到各个行业中,它与人们的日常生活也会结合得日趋紧密,将会在潜移默化中改变人们的生活。这必然对通信技术的发展提出全新的要求。

(1)从通信的环境上来说,要实现在任意时间、任意地点与任何人的通信,尽量为人们的通信行为赋以更大的自由度,使之不受到某一具体通信技术的约束。从固定通信网到移动通信网进而到无处不在的可佩戴式通信设备的发展,不同网络间互联互通技术的发展,既充分体现了任意地点这一要求,也实现了与任何人通信这一要求。这既包括不同运营商之间同一通信技术之间的互通,也包括不同通信技术之间的融合,例如中国移动与中国联通之间 GSM 移动通信网络的互通,再如已经出现的固话短信、无线通信等技术。

(2)从通信技术的载体也就是可以进行通信的设备来看,越来越多的设备具有通信能力,可以进入通信网络中,这一变革极大地拓展了通信业务可能的应用范围。未来的通信设备,将不只是电话、手机这样基本通信设备,随着 IPv6 的应用,我们甚至可以为一个家电设备加入通信能力并分配 IP 地址,这样就可以在网上“遥控”家中的家电。此外,很多这样的设备也可以自发地组织成一个局部的网络。例如在智能家庭环境中,家中所有的音响设备可以组成一个网络,通过这一网络,不同设备之间可以任意地交换音乐文件,或者为音乐的播放自动选择最为合适的音响设备。总之,更多的设备具有通信能力,也必然要求设计全新的业务模式,这也会推动新的应用的产生。

3) 多样化——多种多样的人机交互方式

对于用户来说,通信的根本目的是获取信息并进行有效的使用,对于这些信息,他们甚至不会关心信息的具体获取方式;而另一方面,通信向其他领域的渗透会产生新的应用。现有的人机交互手段,已经严重地限制了这些应用的产生与使用。

例如手机对于很多人来说已经不只是一种通信工具,它已经成为一种日用必需品,围绕手机的各种应用具有广阔的发展前景,但手机的输入(多数手机只具有简单的数字小键盘输入)、输出(面积小而且分辨率、色彩质量不高的显示屏)严重限制了这些新应用。很多操作较为复杂的应用,就很难移植到手机平台上来。目前,绝大多数国际领先的通信研究机构,特别是用户终端设备的研究机构,先进的人机交互技术无一例外地都是他们的重要研究方向。未来的人机交互方式会有以下几个发展趋势。

(1)通过包括视觉、味觉、嗅觉等在内的多种感知方式来完成通信。目前对于通信所获得信息的利用,还只局限于视觉(如上网)和听觉(如电话),更多、更丰富的感知方式,将使得通信设备可以与用户进行更为复杂的信息交互。

(2)已有的“多媒体”概念将得到进一步发展。综合动画、声音、图像、文本等多种交互手段在内的多媒体业务,显然是一个更为实用的概念,它更接近我们目前的应用水平。目前已有不少多媒体业务可供使用,例如彩铃、彩信、视频电话、视频会议等。

(3)人机交互方式的发展,目的是提供能够更好为人服务的通信业务。本质上讲,人机交互方式越接近人类熟悉的认知方式,用户从中获得信息就更容易,基于这些人机交互方式构造的业务也就更容易为人接受。在这一点上,通信技术的发展与其他很多技术有着类似的需求。

4) 综合化——多种业务的综合

传统的通信网络基本上是一个单一业务的网络,话音、数据、视频等多种业务不仅在传输上是分开的,而且用户也把它们分别作为独立的业务来使用。多种业务的综合不仅可以向用户提供更有吸引力的应用,也能够为运营商提供更多的收入。但是,多业务并不是原有的单一

业务的简单叠加,它在很多方面对原有的通信技术与网络都提出了新的挑战。

1.4 智能建筑与结构化综合布线

智能建筑(Intelligent Building)是近年来集计算机技术、通信技术、楼宇控制、楼宇设施管理为一体,使大楼具有高度的适应性,以适应各种不同环境建筑形式的需要。智能建筑是以信息技术为主要支撑的,要求具有 3A 的建筑为智能建筑。所谓 3A 就是 CA(通信自动化)、OA(办公自动化)和 BA(楼宇自动化)。智能建筑除有传统建筑功能之外,还必须具备下列基本构成要素:高舒适的工作环境、高效率的管理信息系统和办公自动化系统、先进的计算机网络和远距离通信网络及楼宇自动化。

智能建筑及计算机网络的信息基础设施是结构化综合布线系统(Structure Cabling System, SCS)。在构建计算机网络系统时,布线系统是整个计算机网络系统设计中不可分割的一部分,它关系到日后网络的性能、投资效益、实际使用效果以及日常维护工作。结构化布线系统是指在一个楼宇或楼群中的通信传输网络能连接所有的语音、数字设备,并将它们与交换系统相连,构成一个统一、开放的结构化布线系统。在综合布线系统中,设备的增减、工位的变动,仅需通过跳线简单插拔,而不必变动布线本身,从而大大方便了管理、使用和维护。

随着通信网络的不断发展,多媒体技术、宽带技术、移动通信、网络安全这些技术将成为发展的热点。多媒体技术(如视频点播、交互视频、远程教学、远程医疗等)走进人们的生活,信息的传输速度和容量要求也越来越高,带宽的要求也越来越宽,需要不断升级现有网络,达到信息高速公路的目标。同时要达到随时、随处都可以接收信息,就离不开移动通信技术的发展,它将使通信变得更加方便、更加快捷。随着计算机网络的发展,网络安全变得越来越重要,信息的安全关系到国家的政治、军事、经济和社会的安定,还关系到每个人的切身利益。同时数据通信技术的发展将促使闭路电视网、电话网和计算机网合并成一个网。这样将大大提高网络的利用率,传输的信息将更加丰富多彩,包括声音、图像、电视、电影等多媒体的信息。传输的质量也将大大提高。某建筑通信网络如图 1-5 所示。