

普通高等教育智能建筑规划教材

通信与计算机网络技术

张少军 主编

43

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育智能建筑规划教材

通信与计算机网络技术

张少军 主编

机械工业出版社

本书主要介绍了通信及计算机网络的基础知识、智能化建筑系统中的综合布线系统及工程应用,内容包括:通信基础知识;通信网、计算机网络基础理论(含局域网、网络互联技术、网络的管理与安全、网络协议);Windows NT;Internet 技术的基本应用;计算机网络工程及其实例;综合布线系统和综合布线系统工程;超文本标识语言(HTML)和网页制作技术、VBScript 脚本语言与 ASP 网络程序应用。

本书可作为高等院校电气工程与自动化、工业自动化、电气工程、机械电子工程、建筑电气与智能化等专业的教材,也可供建筑行业的相关专业的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

通信与计算机网络技术/张少军主编. —北京:机械工业出版社, 2003.10

普通高等教育智能建筑规划教材

ISBN 7-111-12753-6

I. 通... II. 张... III. ①数据通信—高等学校—教材②计算机网络—高等学校—教材 IV. ①TN919②TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 065254 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:周娟 贡克勤 责任编辑:周娟

版式设计:霍永明 责任校对:张媛

封面设计:张静 责任印制:路琳

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm $1/16$ ·19 印张·471 千字

定价:28.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

智能建筑规划教材编委会

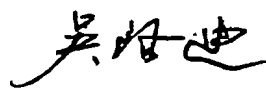
主 任	吴启迪		
副主任	徐德淦	温伯银	陈瑞藻
委 员	程大章	张公忠	王元凯
	龙惟定	王 忱	张振昭

序

20 世纪,电子技术、计算机网络技术、自动控制技术和系统工程技术获得了空前的高速发展,并渗透到各个领域,深刻地影响着人类的生产方式和生活方式,给人类带来了前所未有的方便和利益。建筑领域也未能例外,智能化建筑便是在这一背景下走进人们的生活。智能化建筑充分应用各种电子技术、计算机网络技术、自动控制技术、系统工程技术,并加以研发和整合成智能装备,为人们提供安全、便捷、舒适的工作条件和生活环境,并日益成为主导现代建筑的主流。近年来,人们不难发现,凡是按现代化、信息化运作的机构与行业,如政府、金融、商业、医疗、文教、体育、交通枢纽、法院、工厂等,他们所建造的新建筑物,都已具有不同程度的智能化。

智能化建筑市场的拓展为建筑电气工程的发展提供了宽广的天地。特别是建筑电气工程中的弱电系统,更是借助电子技术、计算机网络技术、自动控制技术和系统工程技术在智能建筑中的综合利用,使其获得了日新月异的发展。智能化建筑也为其设备制造、工程设计、工程施工、物业管理等行业创造了巨大的市场,促进了社会对智能建筑技术专业人才需求的急速增加。令人高兴的是众多院校顺应时代发展的要求,调整教学计划、更新课程内容,致力于培养建筑电气与智能建筑应用方向的人才,以适应国民经济高速发展需要。这正是这套建筑电气与智能建筑系列教材的出版背景。

我欣喜地发现,参加这套建筑电气与智能建筑系列教材编撰工作的有近 20 个姐妹学校,不论是主编者或是主审者,均是这个领域有突出成就的专家。因此,我深信这套系列教材将会反映各姐妹学校在为国民经济服务方面的最新研究成果。系列教材的出版还说明一个问题,时代需要协作精神,时代需要集体智慧。我借此机会感谢所有作者,是你们的辛劳为读者提供了一套好的教材。



写于同济园

2002 年 9 月 28 日

前 言

计算机网络技术全方位地改变了世界，改变了社会生活的方方面面，其影响是深远和长久的；计算机网络技术不仅极大地改变了人们当前的生活，影响社会发展进程；还将深刻地影响今后的社会经济发展和社会的全面发展。在人类发展的历史长河中，计算机网络技术是对社会发展具有重大影响的新技术之一，它的出现本身就是现代科学技术高度发展的结果，同时又反过来极大地推动现代科学技术更迅速地向前发展。

使用 Internet（因特网），能够快捷方便地调用全世界极为巨大的各类信息资源，可以非常方便地和世界各地的企业、教育单位、研究单位、个人进行信息交流、资料和文件的交流。有了 Internet，使地球村的公民可以享有了一个极为巨大的知识信息库，它取之不竭、用之不竭。

本书的实用性较强，结合工程应用较紧密，同时也兼顾了现代通信技术的基础知识、计算机网络技术的基础理论；本书较详细地介绍了 Internet 的各方面应用。本书对计算机网络在建筑领域中的应用也做了较多的介绍，如建筑通信与网络综合工程、综合布线系统工程。本书还对网络程序作了一定的讲述，其内容含网页设计与制作、脚本语言和 ASP 程序等部分。

本书共分为 11 章。

第 1 章讲述了现代通信的基础知识；第 2 章讲述了各类通信网，内容包括通信网的基础理论、基本通信网、现代通信网；第 3 章介绍了现代计算机网络中用的较多的操作系统 Windows NT；第 4 章叙述了计算机网络的基础知识；第 5 章重点讲述了网络工程设计，内容紧贴工程设计和应用实际；第 6、7 章详细介绍了综合布线系统和综合布线系统工程，工程应用性很强；第 8 章较全面地介绍了 Internet 在各个方面的应用。第 9、10、11 章介绍了几种网页制作的软件及网页制作的基础知识，还介绍了 ASP 网络程序设计与 VBScript 脚本语言。

本书由张少军主编，马剑岳、陈明、刘辛国共同编写。各章编写分工如下：第 1 章、第 2 章、第 3 章由刘辛国编写，第 4 章、第 5 章由马剑岳编写，第 6 章、第 7 章由陈明编写；第 8 章、第 9 章、第 10 章、第 11 章由张少军编写。

本书在编写过程中，得到了张公忠教授的宝贵指导，得到了陈志新教授的大力支持，在此表示衷心感谢。由于时间仓促，作者水平有限，作品中难免有一些错误和缺点，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

序 前言

第 1 章 通信基础知识 1

1.1 通信基础概述	1
1.2 信息、数据和信号	2
1.2.1 信息	2
1.2.2 数据	3
1.2.3 信号	4
1.3 信道与信道容量	5
1.3.1 信道	5
1.3.2 信道容量	6
1.4 通信方式	7
1.4.1 串行传输与并行传输	7
1.4.2 同步传输与异步传输	8
1.4.3 单工、半双工和全双工	10
1.5 带宽和数据传输速率	11
1.5.1 带宽	11
1.5.2 数据传输速率	11
1.6 信道复用与多址方式	12
1.6.1 频分多路复用 (FDM)	13
1.6.2 时分多路复用 (TDM)	13
1.7 差错控制	14
1.7.1 差错控制原理	15
1.7.2 差错控制编码	16
1.7.3 差错控制方法	20
1.8 数据交换技术	22
1.8.1 电路交换	22
1.8.2 报文交换	23
1.8.3 分组交换	25
练习题	27

第 2 章 通信网 28

2.1 通信网概述	28
-----------------	----

2.1.1 通信网的概念	28
2.1.2 通信网的功能	29
2.1.3 通信网的业务	29
2.1.4 通信网的类型	29
2.1.5 通信网的发展	29
2.2 通信网的理论基础	30
2.2.1 通信网的基本要求	30
2.2.2 通信网的拓扑结构	31
2.2.3 通信网的交换技术	32
2.2.4 通信网络控制	34
2.2.5 通信网的约定	36
2.3 基本通信网	38
2.3.1 交换网	38
2.3.2 广播网	39
2.4 现代通信网	41
2.4.1 电话网	41
2.4.2 计算机通信网	42
2.4.3 移动通信网	43
2.4.4 综合业务数字网	45
练习题	46

第 3 章 Windows NT 47

3.1 Windows NT 概述	47
3.1.1 Windows NT 简介	47
3.1.2 Windows NT Server	50
3.1.3 Windows NT Workstation	51
3.1.4 Windows NT Server 与 Windows NT Workstation 的比较	51
3.2 Windows NT 的安装及运行环境	52
3.2.1 Windows NT 的安装及运行 的基本配置要求	52
3.2.2 Windows NT 的安装	52
3.3 Windows NT 的网络功能与通信 功能	54

3.3.1 Windows NT 的网络功能与操作	54	5.1.1 网络工程设计的基本原则	103
3.3.2 Windows NT 的通信功能与设置	56	5.1.2 网络工程设计步骤	104
3.3.3 Windows NT 与 Internet	57	5.2 网络拓扑结构选择的原则	106
练习题	58	5.3 网络干线技术方案选择	107
第 4 章 计算机网络基础	59	5.3.1 FDDI	107
4.1 计算机网络系统概论	59	5.3.2 ATM	107
4.1.1 计算机网络系统的定义	59	5.3.3 交换式以太网	108
4.1.2 联网带来的好处	59	5.3.4 快速以太网	108
4.1.3 计算机网络系统的分类	59	5.4 网络设备选型	109
4.1.4 网络的拓扑结构	60	5.4.1 网络服务器的选型	109
4.1.5 与网络通信有关的几个名词	61	5.4.2 网络工作站(客户机)	111
4.1.6 计算机网络的硬件组成	62	5.4.3 网络传输介质	112
4.1.7 网络操作系统及分类	64	5.4.4 网络接口设备与连接设备	113
4.2 网络体系结构和协议	68	5.4.5 高档集线器(路由器)和交换集线器的选择	114
4.2.1 标准化组织和协议	68	5.5 结构化综合布线设计	114
4.2.2 ISO/OSI 参考模型简介	69	5.5.1 传统的网络布线	114
4.2.3 TCP/IP 模型	70	5.5.2 结构化综合布线	114
4.2.4 局域网协议	71	5.5.3 结构化综合布线的组成	115
4.3 局域网的基本概念	72	5.5.4 结构化综合布线所需的材料	116
4.3.1 局域网的特点	72	5.5.5 结构化综合布线的设计内容	117
4.3.2 介质访问技术	72	5.6 Ethernet 网络设计	118
4.3.3 常用局域网介绍	74	5.6.1 细同轴电缆 10BASE-2 Ethernet 网络的设计	118
4.4 高速局域网技术	79	5.6.2 粗同轴电缆 10BASE-5 Ethernet 网络的设计	119
4.4.1 发展高速局域网的原因	79	5.6.3 粗细同轴电缆混合 Ethernet 网络的设计	120
4.4.2 高速局域网	79	5.6.4 双绞线 10BASE-T Ethernet 网络的设计	121
4.5 广域网	87	5.6.5 细缆、粗缆和双绞线混合型 Ethernet 网络	122
4.5.1 什么是广域网	87	5.6.6 组建具有网络管理功能的 Ethernet 网络	122
4.5.2 广域网技术	89	5.7 FDDI 网络设计	123
4.5.3 Internet	93	5.7.1 FDDI 站点	123
4.6 网络互联技术	95	5.7.2 FDDI 拓扑结构	124
4.6.1 网络互联设备	95	5.7.3 FDDI 网络所需的设备	124
4.6.2 网络互联的应用	97	练习题	126
练习题	101		
第 5 章 网络工程设计	103		
5.1 网络工程设计的基本原则和步骤	103		

第6章 综合布线系统..... 127

6.1 综合布线系统概念.....	127
6.2 综合布线系统结构.....	128
6.2.1 综合布线的结构.....	128
6.2.2 工作区子系统.....	129
6.2.3 水平子系统.....	133
6.2.4 干线子系统.....	138
6.2.5 设备间、通信间子系统.....	140
6.2.6 光纤系统.....	147
6.3 综合布线系统设备.....	151
练习题.....	153

第7章 综合布线系统工程..... 154

7.1 综合布线系统设计.....	154
7.1.1 综合布线系统的选型原则与设计要领.....	154
7.1.2 总体规划.....	154
7.1.3 系统设计.....	155
7.1.4 综合管理.....	155
7.1.5 综合布线系统信息点的确定.....	155
7.1.6 综合布线系统管线设计.....	156
7.1.7 综合布线系统图和综合布线系统材料清单.....	156
7.2 综合布线系统设计实例.....	157
7.2.1 概述.....	157
7.2.2 工程概述.....	157
7.2.3 综合布线设计.....	158
7.3 综合布线系统施工.....	159
7.3.1 综合布线与土建施工的配合及中央空调施工的配合.....	159
7.3.2 综合布线与装修施工的配合.....	159

第8章 Internet..... 160

8.1 Internet 概述.....	160
8.1.1 Internet 的发展.....	160
8.1.2 中国与 Internet.....	161
8.1.3 网络技术发展的意义.....	161
8.2 Internet 提供的服务.....	162

8.2.1 域名服务.....	162
8.2.2 WWW 服务.....	165
8.3 接入 Internet.....	169
8.3.1 硬件环境.....	169
8.3.2 ISP 选择.....	170
8.3.3 网络连接方式.....	170
8.3.4 入网方式.....	170
8.3.5 调制解调器 (Modem).....	172
8.3.6 电话线拨号入网设置.....	174
8.4 IE5.0 浏览器的功能与设置.....	180
8.4.1 IE5.0 浏览器的功能.....	180
8.4.2 IE5.0 浏览器主窗口.....	181
8.4.3 IE 浏览器的设置.....	181
8.4.4 页面信息保存.....	183
8.4.5 降低上网费用.....	183
8.4.6 保护未成年人的信息浏览分级服务设置.....	185
8.4.7 使用浏览器的一些技巧.....	186
8.5 文件传输与 FTP.....	187
8.5.1 基本概念.....	187
8.5.2 FTP 的特点.....	187
8.5.3 FTP 服务器分类及其系统和免费软件.....	188
8.5.4 下载文件.....	188
8.5.5 FTP 文件传输服务中的一些说明.....	191
8.6 电子邮件.....	194
8.6.1 电子邮件概述.....	194
8.6.2 电子邮件基本设置.....	196
8.6.3 Outlook Express 主窗口及收发电子邮件.....	198
8.6.4 在邮件中插入附件和阅读带有附件的邮件.....	202
8.6.5 管理电子邮件.....	203
8.6.6 使用通信簿.....	203
8.6.7 邮箱安全.....	205
8.7 电子信息资源检索与搜索引擎.....	207
8.7.1 电子信息资源检索及其方法.....	207
8.7.2 搜索引擎.....	208

8.8 电子公告牌 (BBS)	215
8.8.1 BBS 介绍	215
8.8.2 BBS 的功能	215
8.8.3 用 Telnet 访问 BBS	216
8.8.4 使用 IE 浏览器访问 BBS	220
8.9 网络会议	223
8.10 网络安全	224
练习题	225
第 9 章 网页制作基础	227
9.1 HTML 超文本标识语言	227
9.1.1 一个 HTML 文件的基本标记	227
9.1.2 一个简单但完整的主页	228
9.1.3 HTML 文件中的常用标签	229
9.2 Web 页面中的图像格式	231
9.3 Web 页面中图像的插入及位置 调整	231
9.4 网页的背景图案、颜色和字体 设置	236
9.5 建立超级链接和地址链接	237
9.5.1 建立超级链接	237
9.5.2 链接定位	238
9.6 列表结构	240
9.6.1 无序列表	240
9.6.2 有序列表	240
9.7 基本表格使用	242
9.8 网页设计的一些要点	243
9.9 交互式 Web 网页和表单	244
9.9.1 表单的初步使用	244
9.9.2 应用实例	245
9.10 站点发布概述	247
9.10.1 Web 服务器	247
9.10.2 站点发布	248
9.10.3 修改和维护站点	249
9.11 将站点加入到搜索引擎	250

第 10 章 FrontPage 2000 网页制作 软件介绍	253
10.1 FrontPage 2000 介绍	253

10.1.1 启动 FrontPage 2000	253
10.1.2 FrontPage 2000 的窗口结构	253
10.2 FrontPage 2000 的基本操作	254
10.2.1 创建站点	254
10.2.2 在已建站中创建一个网页	256
10.2.3 打开已有网页	256
10.3 网页编辑	257
10.3.1 网页的基本编辑	257
10.3.2 一些编辑技巧	257
10.3.3 字符格式设置	259
10.4 网页中链接的设置	259
10.4.1 创建超级链接	259
10.4.2 观察超级链接设置的有效性	260
10.4.3 验证超级链接	261
10.5 主题的应用	261
10.6 网页中的表格	262
10.6.1 创建表格	262
10.6.2 表格编辑	262
10.7 网页中多媒体元素的运用	262
10.7.1 插入静态图像	262
10.7.2 网页中插入背景图片和设 置背景颜色	263
10.7.3 在网页中插入声音剪辑和 视频剪辑	263
10.7.4 图像属性的设置与修改	263
10.8 站点计数器	266
10.9 创建一个有数个网页的站点 实例	267
10.9.1 建立只有一个网页的站点	267
10.9.2 在“东伊特”站点中用导 航结构创建新网页	268
10.10 将网页导入到站点和将网页 保存到站点	269
10.10.1 将网页导入到站点	269
10.10.2 将某网页保存到站点	270

第 11 章 ASP 网络程序设计简介与 VBScript 脚本语言	271
11.1 ASP 介绍	271
11.1.1 静态站点与动态站点	271

11.1.2 ASP 简介	271	11.6.2 Select case 条件语句	280
11.1.3 ASP 的特点和功能	271	11.7 循环语句	281
11.2 ASP 程序及 ASP 的执行和发布	272	11.7.1 循环语句结构分类	281
11.2.1 ASP 程序	272	11.7.2 Do 语句	281
11.2.2 ASP 的执行和发布	273	11.8 VBScript 过程和函数	285
11.3 VBScript 脚本语言概述	273	11.8.1 Sub 过程	285
11.4 VBScript 数据类型和变量	275	11.8.2 Function 函数	287
11.4.1 VBScript 数据类型	275	11.9 VBScript 内部函数	288
11.4.2 变量及赋值	276	11.9.1 MsgBox 函数	288
11.4.3 变量作用域与存活期	276	11.9.2 InputBox 函数	288
11.5 数组、常量和运算符	277	11.9.3 时间和日期函数	290
11.5.1 数组	277	11.10 在 VBScript 中使用对象	291
11.5.2 常量与运算符	278	11.11 VBScript 页面的简单举例	292
11.6 VBScript 流程控制语句	279	参考文献	294
11.6.1 If 语句	279		

第 1 章 通信基础知识

1.1 通信基础概述

通信的目的是传送包含消息内容的信息。在实际通信系统中，信息又常用某种电的或电磁的形式来表达，它们称为信号。因此，通信就是传送和处理各种信号的物理实现。而通信的广义定义是：通信是信息表达方式的时、空转移，这又将存储功能也包括到了通信内容之中。

通信可认为是由一地 toward 另一地传递消息，消息的传递是利用通信系统来实现的。通信系统是指完成通信过程的全部设备和传输介质。通信系统有各种各样的形式，其具体设备和业务功能也各不相同。但是，经过抽象和概括，一般都可以用图 1-1 所示的模型来描述。

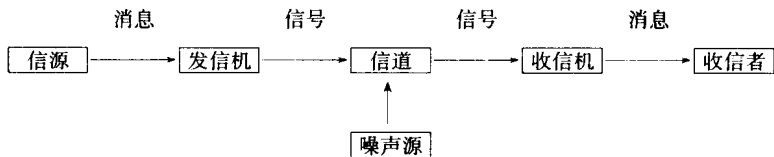


图 1-1 通信系统模型

其中，信源的作用是产生（形成）消息。消息有多种形式，如符号、文字、语音、音乐、数据、图片、活动图像等。消息带有送给收信者的信息，因此，消息是载荷信息的有次序的符号序列（包括状态、字母、数字等）或连续的时间函数。前者称为离散消息，如书信、电报、数据等；后者称为连续消息，如语音、图片、活动图像等。这里“离散”或“连续”是指时间上的离散或连续。

发信机的作用是将消息转换为适合在信道中传输的信号。信号是消息的直接反映，与消息一一对应，因此，信号是消息的载荷者。在通信系统里，它可以由电压、电流或电波等物理量来体现。通信系统中传输的信号，当它为时间的连续函数时，称为“连续信号”，亦称为“模拟信号”。而当载荷信息的物理量（如电信号的幅度、频率、相位等）的改变，在时间上是离散时，则称为离散信号。如果不仅在时间上离散，而且取值也离散，则称之为数字信号。

消息转换为信号通常要经过三个步骤，即变换、编码、调制。它们可以分别进行，也可以同时进行。

所谓变换，就是将表达消息的非电量的变化变换为电量的变化。例如，电话就是利用送话器把话音压力的变化变换为相应的电流变化。通常要求这类变换设备具有线性特性，即响应与作用成正比。

所谓编码，是指在数字通信系统里，为了某种目的而对数字信号进行的变换。例如，用来提高传输有效性的信源编码、用来提高传输可靠性的纠错编码以及用来保密的保密编码等。进行编码的设备称为编码器。

调制在通信系统中主要用来变换信号。从消息变换过来的原始信号称为基带信号（或低

通信信号),它的特点是其频谱由零频附近开始延伸到某个通常小于几兆赫的有限值。在某些系统中(如市话系统、计算机网络等),基带信号可以直接传输,称为基带传输。但在大量的通信系统中,则需要调制,将基带信号变换为更适合于信道传输的形式。例如,无线系统中,基带信号必须变换到射频波段才能进行有效的传输,即使在有线信道中,有时也需经过调制,以使信号频率和信道的有效传输频带相适应。调制对通信系统是至关重要的,调制方式在很大程度上能决定系统可能达到的性能。

信道是指将信号由发信机传输到收信机的媒介或途径(通道)。信道的种类很多,概括起来有两类,即有线信道和无线信道。信道的传输特性对通信质量有直接影响。

在通信系统中,噪声来源很多,它散布在系统各点,为了分析方便,在图 1-1 中,将噪声源集中表示在一个方框里。

收信机的作用与发信机相反,即完成解调、解码等任务,将信号转换为消息。

收信者是消息传输的对象,它的作用与信源相反。信源和收信者可以是人,也可以是设备,有时也把它们叫做发终端和收终端。

1.2 信息、数据和信号

1.2.1 信息

通信系统中传输的具体对象是消息,但是通信的最终目的是传递信息。因此,在研究具体通信系统之前需要明确信息的含义。

随着通信技术的发展和研究,从不同的角度产生了以下三种不同的信息概念:

1)“技术信息”概念,认为信息是物质属性的反映。

2)“语义信息”概念,认为信息是人们为适应外部世界,并同外部世界进行交换的内容的标记。

3)“价值信息”概念,认为信息是具有价值性、有效性、经济性及其他特性的知识。

人们在实践中发现,信息的含义比从各个角度定义包含的内容广泛得多,一切含有内容的信号都是信息。信息是一种经加工为特定形式的数据,这种数据对接收者来说是有意义的,而且对当前和将来的行动或决策具有实际价值。

从以上定义可见:①信息是一种被加工过的数据;②信息对于决策是有价值的。

信息有哪些主要特征呢?一般认为信息具有以下特征:

(1)可识别性 信息可以通过感官直接识别,或可以通过各种探测手段间接识别,这要视不同的信息源区别对待。

(2)可转换性 如语言、文字、图像和图表等信息形式,以及计算机代码、广播、电视和电信的信号,是可以相互转换的。

(3)可传递性 信息可以通过人工或利用特定的设备进行传递。微波通信和卫星通信可以把信息传送到具有接收条件的任何地方。

(4)可处理性 信息可以经过加工和处理,并且不断扩充和重新生成,以满足所需目的和形式。

(5)可存储性 信息可以利用专门的存储介质和设备暂时或长期存储起来,在需要时重新取得,可多次应用。

1.2.2 数据

随着数字化与计算机的发展，数据这个名词已大量活跃在通信领域中，何谓“数据”？数据就是具有任何一种含义的任何一种表示方式，是人类社会活动中产生出来的数字、字母、符号、代码等表明信息内容的形式。于是，除数字、字母、符号、代码外，语音、图像、报文等一切可视与可听信息表示方式都可用数据来表示。但是，比如你见到一个人或某种事物，却不能说这是数据，而在电视屏幕上的人和人的照片，印刷的文字等说成是由数据组成的也未尝不可。一般所指的数据是借助于人工或自动的方法把某种事物、含义和信令等按一定规则和一定结构形式表示出来，以便进行传输、存储、编译与有关处理。

数据包括模拟与数字两种形式。数字数据（如数字计算机的输出、数字仪表的测量结果等）是只取有限个离散值的数字序列。对于通信系统，数据被看作具有赋予某种特定含义的电量单元或取值的信号序列，并能由数据通信系统进行传输，由数字计算机或处理器进行处理的信息表达方式。

在数据通信中，借助于所约定的关于数据的协议，人为地赋予数据的含义，即将信息寓于数据之中，从此意义上说，数据就是信息。

一般情况下，数据和信息这两个术语常常被互通使用，但是，它们之间还是有差别的。数据是描述客观事物的数字、字母和符号，以及所有能输入计算机并被计算机程序加工处理的符号集合。在管理领域中，数据是一组表示数量、行动和目标的非随机的可鉴别符号。数据的符号集包括数字、字母或其他符号（如 *、\$ 等），也可以是图像和声音等。

1. 数据和信息的关系可看做原料和成品之间的关系

数据是没有加工处理的原料，而信息则是经过对数据加工处理过的成品。当然，这个过程是通过一个系统来加工处理的，该系统将不可利用的数据形式加工处理（包括赋予含义或解释）成可利用的数据形式。对于某个或某些用户来说，这种可利用的数据形式就是信息。

例如，有一个数据

284013870850425

乍一看这是一个数字数据，但经过解释（或特定的处理）后得到了一组信息：职工号为“2840”的职工，性别男（第5位为“1”），具有工程师职称（第6位为“3”），工资870元（第7至9位）和1985年4月25日参加工作。这样的职工信息对该职工所在单位无疑是有用的。把该单位所有职工的“数据”中第5位数字为“1”的累加后，就得到了该单位的男职工人数，把第7至9位数字累加后就是该单位职工工资总额……。又如身份证上的编号数字同样包含了一个人的许多信息。

2. 数据和信息的关系可看作“载体”与“负载”的关系

数据是“载体”，在这些载体上，可以“装载”各种各样的“负载”内容。这些数据经过某些加工处理后可以为人们提供某些有用的信息。图1-2表示了信息处理系统中数据被加工成信息的关系。

由于数字计算机是一种数字处理的工具，对计算机来说，不管是能由它处理的“无意义”的数据，还是数据中包含了“有意义”的信息，计算机并不加以“区分”。因此在计算机处理时，数据和信息常常被混用。但是有一点需要强调的，信息是不随载荷的物理设备形式的改变而改变的。

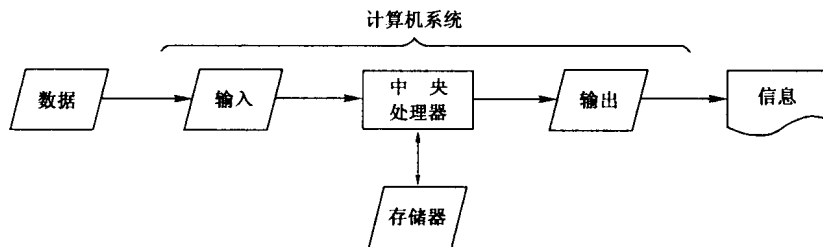


图 1-2 信息处理系统中数据被加工成信息

1.2.3 信号

在数据通信或数据处理中，数据信息均是以信号来表示的，信号有两种：一种是连续的，称为模拟信号；另一种为离散的，称为数字信号。

模拟信号在其最大值和最小值之间是连续变化的，即它在两个极值之间有无数个值，如图 1-3a 所示。人们说话的声音、变化着的温度、变化着的压力等均是模拟信号的例子。数字信号不像模拟信号可视为连续值的集合，而是有限、间断值的集合。每一个信号都具有特定意义，如一个信号值表示的是一个数字或字符。图 1-3b 示出了一个二进制数字信号，二进制数字信号只有两个可能的值，这两个值对应于二进制数字的 0 和 1。

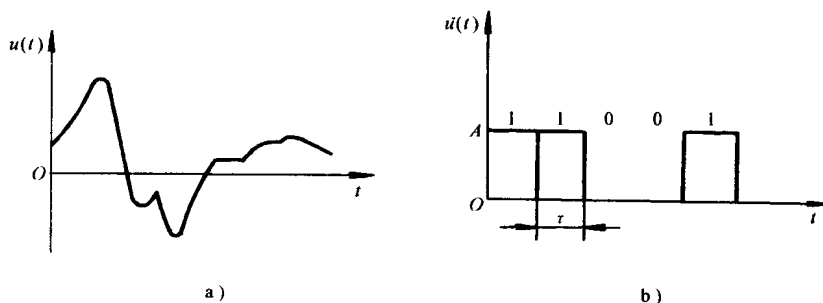


图 1-3 模拟信号和数字信号

a) 模拟信号 b) 数字信号

通信系统本身也可以是模拟的或数字的，或者是这两种方式的组合。这就是说，信息可以用模拟的或数字的方式在通信网络上传输。打电话就是模拟传输的例子，在发话端声音强度的变化转变为变化的电信号传送至接收端，接收端将电信号还原为声音，变化的电信号是模拟信号。在数字传输中，在每个固定的时间间隔内只有有限个分离的、不连续的信号，这些离散信号或者离散信号的序列能被用来传送数字、字符等信息。典型的数字通信包括一串通、断脉冲的传输。

数字信号和模拟信号，在一定的条件下，可以实现相互之间的转变，这就是说，模拟的通信系统可传输数字信息，数字的通信系统也可传输模拟信息。

任何传输系统的一个重要参数是传输信号的强度。当信号沿传输媒质传播时，会有信号强度的损失或衰减。要想补偿，则可以在不同的地点加入放大器，以提供信号强度的增益。

通常以分贝数表示增益、损失及相对电平，因为：

- 1) 信号强度常为对数型下降，所以损失易于用分贝数表达，它是对数的单位。
- 2) 级联传输路径上的增益和损失可以用简单的加法和减法来计算。

分贝是两功率电平差别的度量，即

$$N_{\text{dB}} = \lg \frac{P_1}{P_2} \quad (1-1)$$

式中, N_{dB} 为分贝数 (dB); P_1 、 P_2 为功率值。

例如, 具有 10mW 功率的信号加到传输线上, 而在某距离上测得的功率是 5mW, 损失可以表示为

$$\text{LOSS} = 10\lg(10/5) \approx 10 \times 0.3\text{dB} = 3\text{dB} \quad (1-2)$$

注意, 分贝是差别的相对度量, 而不是绝对度量。从 1000W 到 500W 的损失也是 3dB 的损失。

1.3 信道与信道容量

1.3.1 信道

任何一个通信系统都可以看作是由发送设备、传输信道和接收设备三大部分组成。发送设备和接收设备是为了实现信号有效可靠地传输而设置的信号转换设备, 它们通常是围绕信号形式和传输信道而实现的; 而传输信道是指以传输物理媒质为基础, 为发送设备和接收设备而建立的信号通路。具体地说, 传输信道是由有线 (双绞线、电缆、光缆等) 或无线 (中波、短波、微波及卫星等) 线路 (有时还要包括交换设备) 提供的信号通路。抽象地说, 传输信道是指定的一段频带, 它既允许信号通过, 又给信号以限制和损害。对任意的传输物理媒质构成的信道来说, 建模成传输频带后, 对各种传输信号而言都是相同的, 它规定了系统允许信号通过的频谱范围。而且无论什么物理媒质构成的信道, 其允许信号通过 (无损耗或损耗低于某规定值) 的频段总是有限的, 这种频段的有限性又限制了数据传输的有效性 (速率)。另外, 由于物理传输媒质的介入, 不可避免地要引入噪声干扰, 从而又给传输信号带来了损害, 传输信道的特性对数据通信的质量有着重要的影响。

信道可按不同方式来分类。按传输媒质它可分为有线信道和无线信道, 前者包括双绞线、对称电缆、同轴电缆、光缆; 后者主要有地面微波、卫星、短波等信道。按信息复用形式可分为频分制信道和时分制信道, 前者包括载波信道、频分短波信道、频分微波信道和频分卫星信道等; 后者主要有时分基带信道、时分短波信道、时分微波信道和时分卫星信道等。信道还可按信道参数的时间特性分为恒参信道和变参信道等。另外, 还有码分信道。

信道在概念上通常有两种理解: 一是狭义信道; 二是广义信道。

狭义信道是指传输信号的具体传输物理媒质, 如双绞线、电缆、光缆或短波、微波、卫星中继等传输线路。

广义信道是指相对某类传输信号的广义上的信号传输通路。它通常是将信号的物理传输媒质与相应的信号转换设备合起来看作是信道, 常用的信道如调制信道、编码信道等, 如图 1-4 所示。

广义信道在研究某些特殊问题时是很有意义的。例如, 在研究调制和解调问题时, 采用如图 1-4 所示的调制信道, 将调制器和解调器之间的信道和设备看作是一个广义信道。只研究调制器输出和解调器输入信号的特性, 而不考虑其中间的变换过程, 通常对研究这类问题是有利的。同理, 根据需要还可定义其他广义信道, 例如图 1-4 中的编码信道。

广义信道的概念和方法在理论研究中经常使用, 但由于传输媒质 (狭义信道) 是广义信道的

重要组成部分，它是影响信道特性的主要因素，所以在讨论信道时，物理传输媒质仍是重点。

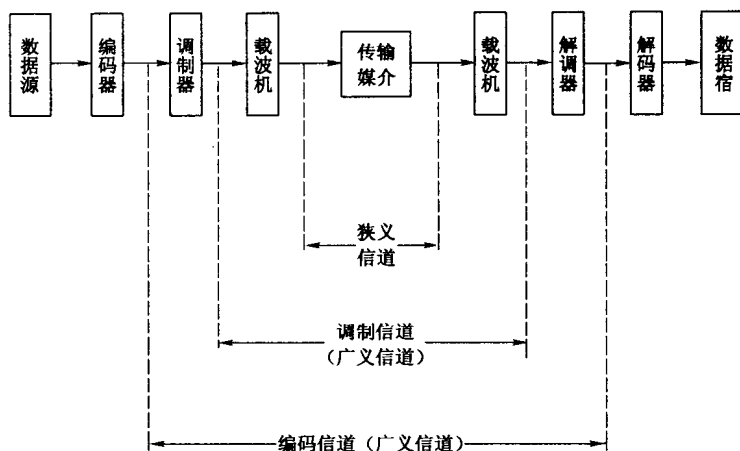


图 1-4 广义信道与狭义信道示意图

1.3.2 信道容量

通信的目的在于可靠有效地传输信息。长期以来，围绕这个目的，人们不断地寻找新的通信方式和新的通信系统。然而，通信的可靠性和有效性之间存在着矛盾，也就是说，在一定的物理条件下，提高了通信效率，通信的可靠性往往会下降。所以，如何在给定信道条件下，尽可能提高信息传输量，并减小传输的差错率，是值得探讨的课题，这实际上是信道容量的问题。

信息论提出并解决了这样一个问题，即对于给定的信道，当无差错传输（差错率趋于零）时，信道的信息传输量是否存在一个极限？如果存在，这个极限怎样求得？香农信息论证明了这个极限的存在，并给出了其计算公式，这个极限就是信道的容量。信道容量是一个理想的极限值，它是一个给定信道在传输差错率趋于零的情况下，在单位时间内可能传输的最大信息量。信道容量的单位是比特/秒（bit/s）。信息论中，对一些常见信道进行了建模，并根据这些模型，给出了它们的信道容量计算公式。

对于连续信道，若 B 为信道带宽，在加性高斯白噪声的干扰下，根据香农信息论，其信道容量 C (bit/s) 为

$$C = B \log_2(1 + S/N) \quad (1-3)$$

式中， N 为噪声的平均功率； S 是信号的平均功率； S/N 为信噪比。

信道容量 C 是指信道可能传输的最大信息速率（即信道能达到的最大传输能力）。由上式可得出以下结论：

1) 任何一个信道，都有信道容量 C 。如果信息速率 $R \leq C$ ，理论上存在一种方法，能以任意小的差错概率通过信道传输；如果 $R > C$ ，在理论上无差错传输是不可能的。

2) 对于给定的 C ，可以用不同的带宽和信噪比的组合来传输。若减小带宽，则必须发送较大的功率，即增大信噪比 S/N ；若有较大的传输带宽，则可用较小的信号功率（即较小的 S/N ）来传送。这表明宽带系统表现出较好的抗干扰性。因此，当信噪比太小，不能保证通信质量时，可采用宽带系统，以改善通信质量。这就是带宽换功率的措施。但应指出，带宽和信噪比的互换并不是自动的，必须变换信号使之具有所要求的带宽。实际上，这