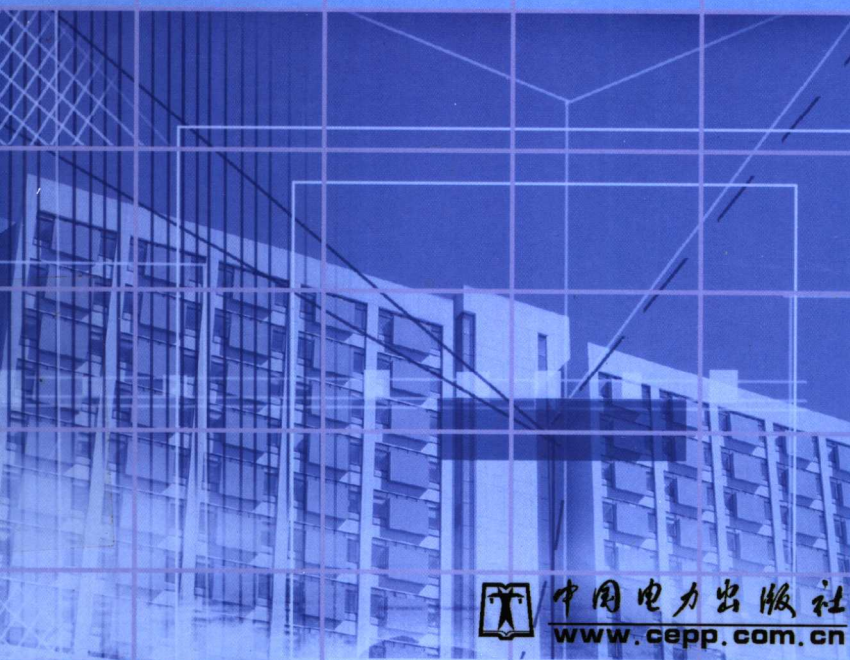


张少军 主编

建筑网络通信 与 计算机网络技术

应用



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

建筑网络通信与计算机网络技术应用

张 少 军 主 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 简 介

本书的内容主要包括：通信基础知识；计算机网络基础、网络工程设计；综合布线系统；楼宇自控系统中的现场总线控制系统及工程应用；Internet 和无线网络；网络安全；Internet 接入及宽带接入；Web 网页技术要素；楼宇自动化系统中的系统集成与多网络体系。本书内容较新颖并自成体系。

本书可作为建筑类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、建筑电气与智能化专业的教材，也可供建筑行业的相关专业和涉及建筑行业的相关专业的工程技术人员、管理人员学习“建筑网络通信与计算机网络”技术的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑网络通信与计算机网络技术应用/张少军主编.
—北京：中国电力出版社，2004
ISBN 7-5083-2614-8

I. 建… II. 张… III. 智能建筑—计算机网络
IV. TU855

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 123826 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2004 年 12 月第一版 2004 年 12 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 22.125 印张 501 千字
印数 0001—3000 册 定价 35.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换)

前言

为体现我国建筑类高校专业教学的特点,将计算机网络技术与智能建筑较紧密地结合起来。本书力图体现这种特点,力所能及地将一些较新的相关内容融入到本教材中。

本书的内容取材较新颖,实用性较强,结合工程应用较紧密。

一些有多年教学经验的教师参加了本书的编写工作。“第1章 通信基础知识”由北京建工学院自动化系刘辛国副教授撰写;“第2章 计算机网络基础”、“第3章 网络工程设计”由北京建筑工程学院计算机系班成副教授撰写;“第4章 综合布线系统”由深圳职业技术学院陈明高级工程师撰写;“第6章 楼宇自控系统中的现场总线控制系统及工程应用”由北京建工学院自动化魏东博士撰写;“第5章 Internet”、“第7章 无线网络”、“第8章 网络安全”、“第9章 Internet 接入及宽带接入”、“第10章 Web 网页技术要素”、“第11章 楼宇自动化系统中的系统集成与多网络体系”、“第12章 移动无线网络”由北京建工学院自动化系张少军博士撰写。

本书可作为建筑类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、建筑电气与智能化专业的教材,也可供建筑行业的相关专业和涉及建筑行业的相关专业的工程技术人员、管理人员学习“计算机网络”技术的参考书。

本书在编写过程中,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。

在本书撰写的过程中,北京建工学院自动化系的刘莉馨同学帮助做了很多工作,此处表示感谢。

编者

2004年10月15日

目 录



前言

第1章 通信基础知识

1

1.1 概述	1
1.2 信息、数据、信号	2
1.3 信道与信道容量	5
1.4 通信方式	6
1.5 带宽和数据传输速率	9
1.6 信道复用与多址方式	11
1.7 差错控制	13
1.8 数据交换技术	20
1.9 通信网概述	23
1.10 通信网的理论基础	26
1.11 电话网	28

第2章 计算机网络基础

30

2.1 计算机网络系统概论	30
2.2 网络操作系统的选择	36
2.3 网络体系结构和协议	41
2.4 局域网	46
2.5 广域网	51
2.6 网络的互联技术	55
2.7 网络管理	61

第3章 网络工程设计

67

3.1 网络工程设计的基本原则和步骤	67
3.2 网络拓扑结构选择的原则	71
3.3 网络干线技术方案选择	71

3.4	网络设备选型	72
3.5	网络中心机房设计	74
3.6	以太网 (Ethernet) 网络设计	78
3.7	FDDI 网络设计	83

第4章 综合布线系统 87

4.1	综合布线系统概念	87
4.2	综合布线系统标准	88
4.3	综合布线系统结构	93
4.4	综合布线系统设备	114
4.5	综合布线系统设计	117
4.6	综合布线系统施工	122
4.7	综合布线系统验收	123
4.8	综合布线六类系统	126

第5章 计算机网络技术应用 130

5.1	概述	130
5.2	域名服务	130
5.3	www 服务	133
5.4	IP 电话	148
5.5	远程登录 Telnet	149
5.6	移动上网	149
5.7	电子信息资源检索与搜索引擎	150

第6章 楼宇自控系统中的现场总线控制系统及工程应用 156

6.1	楼宇自动控制系统	156
6.2	建筑物自动控制网络数据通信协议	157
6.3	现场总线技术	162
6.4	LonWorks 现场总线网络技术核心器件—神经元 (Neuron) 芯片	168
6.5	Neuron C 语言	175
6.6	网络变量 (Network Variables)	181
6.7	显式报文 (explicit message)	185
6.8	Neuron 芯片的 I/O 对象类别与应用编程	186
6.9	LonTalk 网络通信协议	199

6.10 LonWorks 网络的应用开发	204
6.11 LonWorks 现场总线网络控制技术在楼宇自控系统中的应用	211

第 7 章 无线网络 216

7.1 无线传输技术	216
7.2 无线局域网 (WLAN) 将有线网络延伸	217
7.3 IEEE802.11	218
7.4 802.11b+ 标准	218
7.5 无线局域网的结构	219
7.6 实现无线宽带接入	220
7.7 WLAN 的关键技术	222
7.8 无线局域网技术发展的近期分析	223
7.9 WLAN 安全	226
7.10 无线接入 Internet	228
7.11 蓝牙技术	232

第 8 章 网络安全 239

8.1 计算机网络安全的概念	239
8.2 网络系统面临的安全风险和安全措施	239
8.3 加密和认证	241
8.4 防火墙技术	247
8.5 计算机病毒与网络计算机病毒	251

第 9 章 Internet 接入及宽带接入 257

9.1 Internet 的接入方式	257
9.2 拨号上网	258
9.3 ISDN 接入	259
9.4 数字用户线 (XDSL) 接入	262
9.5 以太网接入方式 (LAN 接入方式)	266
9.6 有线宽带网 HFC (Cable Modem) 接入	267
9.7 其他接入技术	268
9.8 接入方式比较及说明	269
9.9 接入技术发展展望	271
9.10 智能化小区的宽带接入	272

第 10 章 Web 网页技术要素

276

10.1 HTML 超文本标识语言	276
10.2 Web 页面中的图像格式	280
10.3 Web 页面中图像的插入及位置调整	281
10.4 网页的背景图案、颜色和字体设置	285
10.5 建立超级链接和地址链接	286
10.6 列表结构	289
10.7 基本表格使用	291
10.8 网页设计的一些要点	292
10.9 交互式 Web 网页和表单	293
10.10 站点发布	296
10.11 将站点加入到搜索引擎	299

第 11 章 楼宇自动化系统集成与多网络体系

306

11.1 楼宇自动化系统集成	306
11.2 楼宇自动化系统集成的实施	308
11.3 楼宇自动化系统的控制网络和结构	309
11.4 楼宇自控系统集成的几种主要技术模式	311
11.5 楼宇自控系统网络集成	312
11.6 楼宇自动化系统的控制网络和信息网络	314
11.7 智能楼宇现场总线控制系统集成技术	314
11.8 智能楼宇系统集成工程应用例	315
11.9 关于系统集成商	317
11.10 智能楼宇系统集成的发展方向	318

第 12 章 移动无线网络

320

12.1 移动无线网络技术概述	320
12.2 GSM 通信系统	322
12.3 GPRS	326
12.4 CDMA 通信系统	327
12.5 第三代移动通信系统	330
12.6 手机上网和数据服务	332

参考文献	346
------------	-----

第 1 章

通信基础知识

1.1 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。有人用广义的定义来说明什么是通信:通信是信息表达方式的时、空转移,于是这里又将存储功能也包括到通信的内容之中。

通信可认为是由一地向另一地传递消息,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。

通信系统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。在电信系统里,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,在时间上是离散的,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。

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、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。

什么是信息? 像其他司空见惯的重要术语一样, 迄今为止还没有一个公认的信息定义。人们常常从“自身”关注的角度给予各种限定和概括。

随着通信发展和研究, 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(信息和数据的关系在下面即将讨论)。②信息对于决策是有价值的。这是由于信息所引起的决策行为的确定而获得的价值, 或者能够影响将来行动的变化、模型构造和背景知识积累等诸方面的信息价值。

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”?数据就是具有一定含义且按一定方式组织的信息,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,话音、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。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、存贮、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。

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。

数据和信息的关系也可看作“载体”与“负载”的关系。数据是“载体”,在这些载体上我们可以“装载”各种各样的“负载”内容。这些数据经过某些加工处理可以为我们提供某些有用的信息。

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。

1.2.3 信号

在数据通信或在数据处理中,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，即它在两个极端值之间有无数的值，如图 1-1 (a) 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 1-1 (b) 示出了一个二进制数字信号，二进制数字信号只有两个值，这两个值对应于二进制数字的 0 和 1。

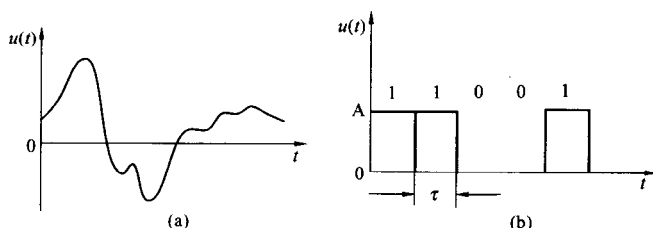


图 1-1 模拟信号和数字信号
(a) 模拟信号; (b) 数字信号

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到接收端，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，单位为 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

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

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（明线、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。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。从概念上可分为广义信道和狭义信道。按传输媒体可分为有线信道和无线信道，前者包括明线、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，一般又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，另一种是广义信道。

狭义信道是指传输信号的具体的传输物理媒介，如电线、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介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。

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，对于通信工作者来说，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？香农的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)，即信道的最大比特率。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 为信号的平均功率； 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）。由式 (1-3) 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。实际上这是由各种类型的调制和编码来完成的。调制和编码过程就是实现带宽与信噪比互换的手段。

③由于信息速率 $C = I/T$ ， I 为信息量， T 为传输时间，代入式 (1-3) 则可得

$$I = TB \log_2(1 + S/N) \quad (1-4)$$

可见，当 S/N 一定时，给定的信息量可以用不同的带宽和时间 T 的组合来传输。和带宽与信噪比互换类似，带宽与时间也可以互换。

1.4 通信方式

数据在信道上传送所采取的方式，按数据代码传输的顺序可以分为并行传输和串行传输；按数据传输的同步方式可分为同步传输和异步传输；按数据传输的流向和时间关系可分为单工、双工和全双工数据传输。

1.4.1 串行传输与并行传输

串行传输是数据码流以串行方式在一条信道上传输。在串行传输中，一个字符所包括的码元在线路上进行顺序传输，数据流的各个比特是一位接一位地在一条信道上传输的 [见图 1-2 (a)]。显然，同步是重要的，收发双方要保持位同步和字符同步。在二进制传输方式中，一个比特就是一个码元，一个字符用几位二进制码的一种组合来表示，这种组合称为码组。在串行传输中，收发双方只需要一条传输通道。因此，该传输方式实现容易，也是实际中较为常用的一种传输方式。

并行传输是将数据以成组的方式在两条以上的并行信道上同时传输，可以同时传输一

组比特，每个比特使用单独的一条线路导线 [见图 1-2 (b)]。而在并行传输中，字符虽然串行传输，但代表字符的码元则并行传输。一个编码字符的所有比特是同时传送的，码组的每一位都单独使用一条通道。并行传输通常用于现场通信或计算机与外设之间的数据传输。并行传输不需要另外措施就实现了收发双方的字符同步。缺点是需要传输信道多，设备复杂，成本高。一般适用于计算机和其他高速数字系统，特别适于在设备之间距离较近时采用。最常见的例子是计算机和外围设备之间的通信，CPU、存储器模块和设备控制器之间的通信。

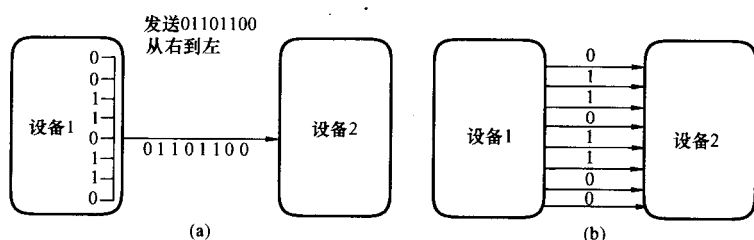


图 1-2 串行传输和并行传输

(a) 串行传输；(b) 并行传输

由图 1-2 可见，串行传输是顺序传送各字符中每一个码元，并行传输是串行传输字符，但各字符的每个码元并行传输。

并行传输一次传送一个字符，收发之间不存在字符同步问题。长距离传输时，由于并行信道成本高，故很少采用，多采用串行信道。所以串行传输存在着并/串、串/并变换问题，即发送端要将计算机中的字符进行并/串变换，接收端再通过串/并变换，还原成计算机的字符结构，如图 1-3 所示。显然，在相同的发送时钟控制情况下，并行传输速率要高于串行传输速率。

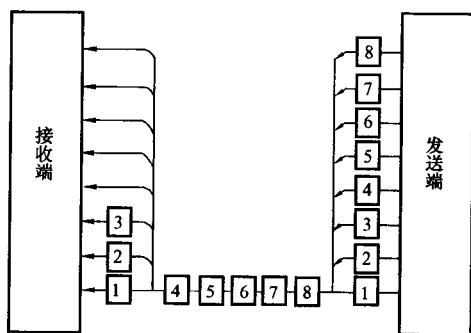


图 1-3 串行/并行传输变换

并行传输的典型应用实例为标记阅读器

以及类似设备与计算机之间的活性连接。在并行传输中，由于终端不必将固定的字符表示方式转换为传输中的串行数据流，因此可减少终端电路的费用，但传输媒质和接口的费用却相应增加。在利用并行传输时，由于整个字符能在同一时刻发送，因此能获得比串行传输设备更高的数据传输速率。由此，计算机及其外围设备间的本地通信，大都利用并行传输完成。

1.4.2 同步传输与异步传输

在数字通信中，不管其采用的是模拟信号还是数字信号，它的最基本要求是接收装置要能知道所接收的数据是从何处开始以及每一比特持续的时间。否则，发送和接收装置由于其计时差别会造成数据传输的错误。因此，收发装置之间应保持步调一致，也即是说二

者应同步。为确保数据正确传输,必须做到:比特同步、字符或字同步以及块或报文同步。比特同步是要识别每一比特的开始和结束,字符或字同步是识别每一字符或其他小的数据单位的开始和结束,块或报文同步是识别大的数据单位的开始和结束。

(一) 异步传输

为使发送和接收装置同步的最早、也是最简单的办法就是异步传输。异步传输又称起止传输,它是由一个5~8比特组成的字符。它每次传输一个字符,用起比特和止比特标志作为字符的开始和结束,当无字符传输时,链路处于闲状态。通常约定“1”电平为闲状态,起比特为1个“0”比特,而止比特为1至2个“1”比特(1、1.5或2)。由于止比特和闲状态一样,闲状态时就等于发送装置一直发送止比特。当发送装置要发送数据时,首先发一起比特“0”,然后接着是一个字符的有效比特,最后以止比特结束。若要连续发送字符,则每一字符都要有止比特。止比特按不同的通信规程和约定,可以是1、1.5或2比特。接收装置寻找从1到0的跃变作为字符开始,然后在约定的有效比特时间间隔中对输入信号采样以取得有效字符值。图1-4给出了异步传输图示。

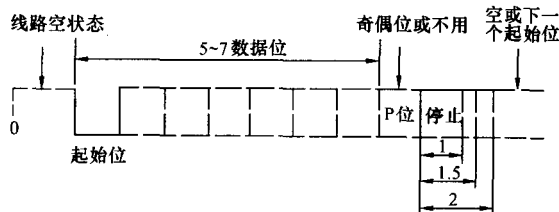


图 1-4 异步传输

异步传输方式的每一个字符的发送都是独立和随机的,以不均匀的速率发送,所以这种方式被称为异步传输。异步传输方法简单,但每个字符要有2位~3位的附加位,故传输效率低。例如,传输一个ASCII码字符,每个字符有7位,若停止位用2位,加上1位校验位和1位起始位,共计11位。11位传输

码中只有7位是有用信息,效率只有约64%。

(二) 同步传输

对于同步传输,还有另外一级的同步要求以便让接收器可确定数据块的开始和结束。为做到这些,每一块以前同步比特组合(也称前导码)开始,以后同步比特组合(也称后缀码)结束。前后同步码不是数据,而是传输控制信息。数据加上前后同步码等控制信息便成为一帧。

帧内的数据可以以字符为单位组合,也可是不加组合的比特流,前者称为面向字符的帧,后者称为面向比特的帧。对于面向字符传输,同步码也是字符,常用SYN表之;而对于面向比特传输,同步码可为一8比特标志。同步传输如图1-5所示。

同步传输不是以一个字符而是以一个数据块为传输单位。为了使收方能准确地确定数据块的开始和结束,需在数据块的前面加上一个前文,表示传输数据块的开始;在数据块的后面加上一后文,表示传输数据块的结束。加有前文和后文的数据块称为一帧。前文和后文的具体格式视传输控制规程而定。面向字符型的方案,每个数据块以一个或多个同步字符SYN作为开始,后文是一确定的控制字符。面向比特型的方案,如采用高级数据链路控制(HDLC)规程,则前文和后文采用标志字段01111110,以区分一帧的开始和结束。

在同步传输方式中,数据的传输由定时信号控制。定时信号可由终端设备产生,也可

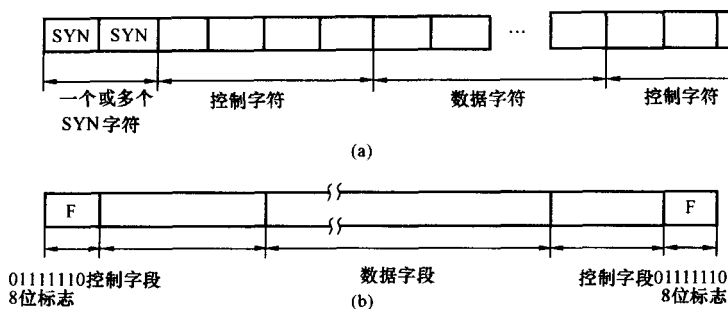


图 1-5 同步传输

(a) 面向字符型帧; (b) 面向比特型帧

由通信设备（如调制解调器、多路复用器等）提供。在收端，通常由通信设备从接收信号中提取出定时信号。接收定时必须始终保持，以避免接收的比特重叠或丢失。

在实际中，人们常将同步传输称为同步通信，异步传输称为异步通信。同步通信的效率要比异步通信的效率，因此同步通信方式更适用于高速数据传输。

图 1-5 显示一个数据帧的一般组织形式。数据帧的第一部分是同步字符（SYN），它是一个独特的比特组合，用于通知接收方一个帧已经到达。SYN 字符类似于前面提到的开始位，但它还能确保接收方的采样速度和比特的到达速度保持一致。接下来是控制位，可能包含下列元素：

- 1) 源地址，指出数据帧从哪里来。
- 2) 目标地址，指出数据帧到哪里去。这在数据帧必须经过几个节点才能到达目的地的网络中非常重要。每个中间节点依据目标地址进行路由选择。
- 3) 数据的实际字节数。
- 4) 序列号，它用于发送很多帧，但由于某种原因这些帧无法按顺序到达目的地的情况，接收方使用序列号对帧进行重组。
- 5) 帧类型，随协议而定。

数据位定义了要发送的信息，字符间不需要开始位和停止位。错误检测位被用来检测或校正传输错误。发送方通常要传送由数据决定的附加比特位，如果数据发生改变，附加位将不再与之保持一致。

帧的最后一部分是帧结束标记。和 SYN 字符一样，它是一个独特的比特串，用于标志没有别的即将到达的比特了（至少在下一帧开始之前）。

1.5 带宽和数据传输速率

1.5.1 带宽

带宽是指通信系统的频带宽度，它是通信信道所能够通过信号的最高频率与最低频率之差，是一个频率范围，用赫兹（Hz）表示。如某一信道能通过的最高频率为 5000Hz，