

深入浅出自动化技术丛书

接口与通信技术

原理与应用

孙晓云 主 编
刘东辉 刘朝英 副主编

- 全面介绍各种常用的通信接口技术
- 重点讲述计算机在数据通信和接口方面的应用技术
- 详细阐述了常用芯片的结构、功能及其工作原理
- 重点剖析DCS系统的通信方案



中国电力出版社

www.infopower.com.cn

深入浅出自动化技术丛书

接口与通信技术

原理与应用

孙晓云 主 编
刘东辉 刘朝英 副主编
孙会琴 张新岭 张 凯 参 编



中国电力出版社

www.infopower.com.cn

内 容 简 介

本书是深入浅出自动化技术丛书之一,详细介绍了计算机在数据通信方面的应用技术,系统地讲述了单片机与单片机之间、单片机与PC之间、PC与PC之间以及单片机多机通信中的各种常用通信接口技术,特别是针对RS-323C/RS-422/RS-485接口、GPIB接口、USB接口、无线数字通信接口、激光红外接口、I2C总线、SPI总线、CAN总线、LonWorks等现场总线、嵌入式以太网网络接口中的常用芯片作了比较详细的介绍,并给出了具体的实例。

本书内容翔实、密切联系实际,便于读者尽快掌握各种通信接口技术,既可为工业控制和自动化领域的工程技术人员在解决生产和科研中的实际问题时提供参考、借鉴,也可作为高等院校相关专业的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

接口与通信技术原理与应用/孙晓云主编.

—北京:中国电力出版社,2007

(深入浅出自动化技术丛书)

ISBN 978-7-5083-5373-9

I. 接... II. 孙... III. ①微型计算机-接口 ②计算机通信
IV. TP364.7 TN919

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第045127号

中国电力出版社出版、发行

(北京市三里河路100044, <http://www.cepp.com.cn>)

北京钢铁印刷厂印刷

各地新华书店经售

2007年6月第1次印刷

787毫米×980毫米 16开本 16印张 370千字

印数0001—3000册 定价26.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

《深入浅出自动化技术丛书》

编 委 会

主任委员：吴惕华

副主任委员：潘立登

委 员：（以姓氏笔画为序）

王均术	王振臣	孙晓云	孙会琴	吕卫阳
李大字	李海滨	刘向东	刘东辉	刘朝英
何坚强	张永德	张新岭	张 凯	张伟勇
姜国煊	郝 成	徐昌荣	翁维勤	黄晓华
蔡满军	薛迎成			

丛书序

日新月异的自动化技术为传统产业的改造、生产水平的提高和产品更新换代注入了强大活力。微电子技术和计算机、通信、网络技术的崛起，给自动化技术架起了腾飞的双翼，成为当代发展最快、影响最大、最引人注目的高技术之一，在百花争艳的信息化舞台上独领风骚。现在，自动化技术不仅渗透于国民经济各行各业，对社会、经济、文化、军事、科技等各个领域都有着深刻的影响，而且正悄然地改变着人们的生产、工作、生活乃至思维方式。一个无处不在的、方兴未艾的自动化时代正在到来。

为了适应自动化技术蓬勃发展的需要，我们组织编写了这套丛书，旨在进一步对自动化技术的应用和推广起到积极的推动作用。本丛书主要面向从事自动化及其相关技术领域的工程技术人员和在校大学生，为他们提供应用自动化技术或解决应用领域中的疑难问题，提高自动化技术水平的参考用书，同时也是他们学习和掌握当前自动化领域涌现的新技术和新方法、知识更新、提高创新能力的良师和益友。许多非自动化专业的工程技术人员，由于工作中常遇到自动化技术问题，有着拓宽知识面，学习和了解有关自动化技术和基本要求的要求，学习本丛书定有裨益。其他凡是对自动化技术有兴趣的初学者均可将本丛书作为快捷的入门先导。

本丛书编写宗旨是面向读者、面向应用，力求突出实用性、适用性、易用性。在编写中注意不仅既要求内容丰富、覆盖面广，又要技术先进、新颖，而且在内容的组织和表述上要深入浅出、通俗易懂，便于自学，使读者不仅学了就能懂，更要学了就会用。在理论和实际二者兼顾和结合方面，以应用尤其是工程上的实际应用为重点，尽量多采用实例编写；而理论的介绍以应用为目的，注意基本概念，避免面面俱到和“全”而“深”，以“必要”和“够用”为度，尽量减少烦琐的理论推导和公式证明，力求简练实用。在把握先进技术和流行、成熟技术的关系方面，在介绍先进的新技术同时，重点是掌握现阶段的实用的流行技术。

为了保持全套丛书具有科学性、先进性、广泛性和代表性，我们聘请了不同部门和行业各具特长的自动化专家、教授组成了编审委员会。作者均有多年从事自动化专业教学、科研或工程技术工作的经历，具有较丰富的实践经验。为了打造“精品”出好书，本丛书凝聚了作者们的心血和汗水，在此我们致以诚挚的谢意。对丛书中不足之处，还望广大读者批评和指正。

丛书编审委员会
2007年2月于北京

前言

21 世纪是信息时代,信息技术已渗透到人类生活的各个角落。信息处理离不开计算机,特别是单片机。单片机是微型计算机的一个重要分支,自 1976 年 Intel 推出第一款 8 位单片机开始,单片机在短短的几十年间就获得了长足的发展。

随着计算机技术的发展,单片机的应用领域也越来越广泛,在工业控制、数据采集等领域都起着十分重要的作用。但在实际应用中,在要求响应速度快、实时性强、控制量多的应用场合,单个单片机往往难以胜任,这时使用多个单片机结合 PC 机组成分布式系统就会是一个比较好的解决方案。这样数据通信及接口技术就变得十分重要。

多年来,随着电子技术的不断发展,通信接口芯片的功能也日趋完善。本书结合大量的设计实例,较为深入地介绍了几种常用数据通信技术的软硬件设计方法。

本书有针对性地介绍了 RS-323C /RS-422/RS-485 接口、GPIB 接口、USB 接口、无线数字通信接口、激光红外接口、I²C 总线、SPI 总线、CAN 总线、LonWorks 等现场总线以及嵌入式以太网接口中常用芯片的结构、功能及其工作原理,并给出了具体应用实例。

全书分为八章,第一章为通信技术概述,简要介绍了信道的基本概念、信道的分类、常用的传输介质以及工程上常用的通信技术;第二章为常用现场总线接口及应用,介绍了 RS-323C /RS-422/RS-485 接口、I²C 总线、SPI 总线、CAN 总线和 LonWorks 等现场总线技术和相应的应用电路;第三章为 GPIB 接口与应用,详细介绍了 NI 公司生产的 GPIB 专用芯片, NAT7210、NAT9914、TNT4882,并对其结构、功能及其工作原理进行了详细阐述,以 NAT9914 为例,介绍了基于 GPIB 接口的程控仪器软硬件设计;第四章为 USB 接口与应用,详细介绍内部不包含微处理器的 USB 接口芯片,如 SL811HS、CH375、PDIUSB12、FT245BM 以及 USBN9602 系列芯片的结构、特点及其具体使用;内部包含微处理器的 USB 接口芯片 EZ-USB FX2 系列接口控制芯片的结构、特点,以及基于 CY7C68013 控制芯片的软硬件系统设计;第五章为无线数字通信接口与应用,介绍了读/写式射频卡 E5551 和只读式射频卡 H4001 工作原理,相应读卡器的软硬件设计,无线收发模块 PTR2000 和 SRWF-501 的工作原理,并以 PTR2000 为例,介绍了客房温度监控系统的设计;第六章为光学通信接口与应用,介绍了无线激光通信系统和红外通信系统的应用,基于单片机的红外通信系统设计;第七章为嵌入式以太网接口与应用,简要介绍了 TCP/IP 协议、以太网的概念及其协议 IEEE802.11、嵌入式以太网技术,详细介绍了嵌入式以太网技术的专用芯片(如 CS8900A、W3100A、S7600A、PS2000A、HMS91C7432)的结构、特点以及具体应用;第八章介绍了基于 DCS 智能小区门禁控制系统的软硬件设计,并对 DCS 系统的通信方案进行了探讨。

本书内容覆盖面广,紧密联系实际,提供了大量针对不同接口的设计实例,便于读者尽快掌握各种通信及接口技术。

本书由孙晓云、刘东辉、刘朝英老师主编。孙会琴编写第一章和第二章,刘东辉编写第

三章和第四章，张新岭编写第五章，刘朝英和孙会琴编写第六章，孙晓云和张凯编写第七章，孙晓云编写第八章。研究生李爱华、冯立乾、李勇等同学协助做了书稿校对工作，并绘制了全部插图。孙晓云、刘东辉和刘朝英负责全书统稿。

此书既可为工业控制和自动化领域的工程技术人员在解决现代生产和科研中的实际问题时提供参考、借鉴，同时也可作为高等工科院校相关专业的培训教材。

限于作者的水平，不妥及错误之处在所难免，恳切希望读者给予批评指正。

作 者

2007 年 3 月

目录

丛书序

前言

第一章 通信技术概述	1
第一节 通信的基本概念	1
第二节 通信系统	2
第三节 通信方式	9
第四节 信道和传输媒质	13
第五节 工程上常用的通信技术	18
第六节 小结	20
第二章 常用现场总线接口及应用	21
第一节 RS-232C 通信原理	21
第二节 RS-422/RS-485 通信原理	24
第三节 I ² C 总线及应用	27
第四节 SPI 接口及应用	37
第五节 CAN 总线	42
第六节 LonWorks 总线	48
第七节 小结	55
第三章 GPIB 接口与应用	56
第一节 GPIB 通信原理	56
第二节 GPIB 接口芯片	61
第三节 NAT7210 芯片	62
第四节 NAT9914 芯片	66
第五节 TNT4882 芯片	70
第六节 应用电路设计	75
第七节 小结	82
第四章 USB 接口与应用	83
第一节 USB 总线介绍	83
第二节 芯片的主要性能指标	91
第三节 SL811HS 接口芯片	92
第四节 CH375 接口芯片	96
第五节 PDIUSB12 接口芯片	102
第六节 FT245BM 接口芯片	104
第七节 USBN 9602/9603/9604 接口芯片	109

第八节	EZ-USB FX2 系列接口控制芯片	116
第九节	FX2 软件系统设计	120
第十节	EZ-USB 2131Q 芯片	124
第十一节	CY7C68013 芯片	126
第十二节	其他 FX2 芯片	129
第十三节	小结	131
第五章	无线数字通信接口与应用	133
第一节	数字基带信号的常用码型	133
第二节	射频识别技术	134
第三节	无线通信模块	152
第四节	基于 PTR2000 的客房温度监控系统的设计	159
第五节	小结	165
第六章	光学通信接口与应用	166
第一节	激光与激光器	166
第二节	激光通信原理	169
第三节	红外通信原理	174
第四节	红外发射和接收器件	175
第五节	红外通信应用电路设计	179
第六节	小结	185
第七章	嵌入式以太网网络接口与应用	186
第一节	TCP/IP 协议简介	186
第二节	以太网简介	189
第三节	IEEE 802.11 协议简介	191
第四节	嵌入式以太网技术	193
第五节	CS8900A 网络控制器	197
第六节	W3100A 芯片	205
第七节	PS2000A 芯片	213
第八节	S7600A 芯片	219
第九节	HMS91C7432 芯片	223
第十节	小结	225
第八章	基于 DCS 智能小区门禁控制系统设计	226
第一节	DCS 系统概述	226
第二节	智能小区门禁系统设计	228
第三节	通信方案选择	239
第四节	通信协议	241
第五节	小结	242
参考文献		243

1

第一章 通信技术概述

通信是指通过某种媒体进行的信息传递。在古代,人们通过驿站、飞鸽传书、烽火报警等方式进行信息传递。到了今天,随着科学水平的飞速发展,相继出现了无线电、固定电话、移动电话、互联网甚至可视电话等各种通信方式。通信技术拉近了人与人之间的距离,提高了效率,极大地改变了人类的生活方式和社会面貌。

本章将系统介绍信道、信道分类及通信技术。从内容上大体分为两部分:第一部分简要介绍通信、信道和传输媒质的基本概念、通信系统的组成及特点、多种通信方式;第二部分主要介绍工程上常用的通信技术,并给出了评价通信系统的性能指标。

第一节 通信的基本概念

一、通信

通信作为一门科学、一种技术,当前是特指利用各种电信号和光信号作为通信信号的电信与光通信。通信所研究的主要问题是把信息快速、准确、安全地从信源通过传输介质传送到信宿。

通信是将信息通过某种媒体进行传递。这里的“传递”可以认为是一种信息传输的过程或方式。从古代的飞鸽传书、烽火报警到近代的电话、电报和计算机技术的应用,通信系统飞速发展,焕然一新。

1844年, Samuel Morse 发明了电报,在通信领域发生了巨大的变革,这项发明使通过一根铜线上的电脉冲传递信息成为可能。1876年, Alexander Graham Bell 进一步发展了电话技术,发现声音也能被转换成为电信号,由一条电压连续变化的导线传输出去,在导线的另一端,电信号重新被转换为声音信号,完成了电话功能,而且电话在以后的70年里不断发展,成为家庭常用的通信设备。1946年,世界上第一台电子计算机 ENIAC 诞生,它的计算与决策能力对通信系统的发展起着至关重要的作用。随着计算机技术的发展,个人计算机(PC)得到广泛普及,20世纪90年代互联网技术的诞生使计算机之间的信息交换更加方便快捷,从而促进了通信技术飞速发展。

二、消息和信息

消息是只有具体内容的文字、符号、数据、语言、图片、图像等。信息是指消息中包含的有意义的内容,它是通过消息来表达的,消息是信息的载体,是信息的具体表现形式,是各种特定的信息。信息是消息的统称,是消息的抽象与概括。例如,教师在课堂上讲课,具体讲授的内容即为信息,而所要传授的内容是通过语言表达的,语言即为信息的载体,是

消息。

消息根据具体的表现形式可以分为离散消息和连续消息两大类。离散消息中元素之间的差异明显,并且有界可数。它的主要特点是状态离散,如文字、符号和数字等。连续消息中消息的数目是无穷多个,相邻元素的差异很小,如语言、连续图像等。

在通信中,虽然消息的传递意味着信息的传递,但对于接收者来说,某些消息比另外一些消息包含更多的信息。例如,某城市秋天常常是秋高气爽,在这个季节里,如果天气预报说:“明天白天晴”,人们习以为常,因而得到的信息量很小;但若天气预报说:“明天白天有雪”,人们将会感到十分意外,后一条天气预报给人们的信息量比前一条大,因为在秋天出现这种气候的可能性极小。从这个例子可以看出,消息出现的可能性越小,携带的信息量就越多。

三、信号

一般而言,因为具体的消息不适合在信道中直接传输,所以需将其调制成适合在信道中传输的信号。信号是指随时间变化的物理量,可以分为连续时间信号和离散时间信号。

连续时间信号是指对于每个实数(有限个间断点除外)都有定义的函数。连续时间信号的幅值可以是连续的,也可以是离散的(信号含有不连续的间断点属于此类),图 1-1 表示幅值连续的时间信号,图 1-2 表示幅值离散的连续时间信号。对于时间和幅值都为连续值的信号又称为模拟信号。

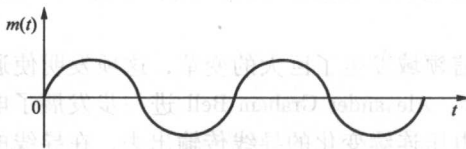


图 1-1 幅值连续的时间信号

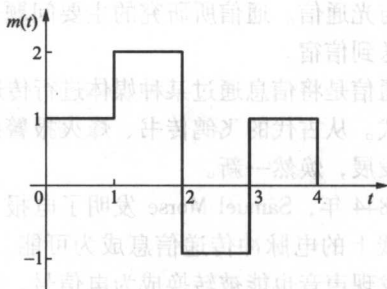


图 1-2 幅值离散的连续时间信号

离散时间信号是指对每个整数都有定义的函数,如果表示离散时间,则称函数为离散时间信号或离散序列。如果离散时间信号的幅值是连续的模拟量,则称该信号为抽样信号。因为抽样信号的幅值仍然为连续信号的相应时刻的幅度,它可能有无穷多个值,难以编成数字码,所以对抽样信号的幅值应按四舍五入的原则进行分等级量化,从而得到数字信号,图 1-3 和图 1-4 分别表示抽样信号和数字信号。

第二节 通信系统

通信系统是指用于进行通信的硬件设备、软件和传输介质的集合。过去对通信系统的定

义没有软件部分,但随着计算机进入通信系统,通信软件就成为组成通信系统的基本要素,因此在定义中加入了软件这一模块。

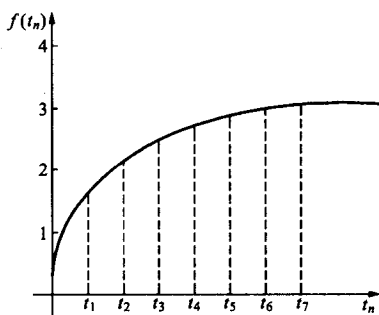


图 1-3 抽样信号

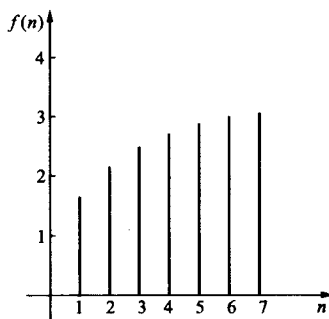


图 1-4 数字信号

一、通信系统模型

(一) 通信系统的组成

如图 1-5 所示,通信系统的一般模型主要由信源、变换器、信道、反变换器、信宿和噪声源 6 部分组成。其中,噪声源可理解为是通信系统的一部分,因为在实际应用中,一个通信系统无法彻底消除干扰。

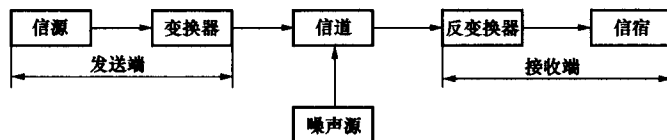


图 1-5 通信系统的一般模型

1. 信源

信源是发出信息的源,其作用是把各种消息转换成原始电信号。不同信源输出的信号性质不同,一般将信源分为模拟信源和数字信源。模拟信源的输出信号在时间和幅值上都是连续的,如电话机、电视、摄像机等;数字信源输出的是离散的数字信号,如传真机、计算机等各种数字终端设备。不同的信源有不同的信息速率,例如,电报信道的信息速率一般为 150b/s,阅读的信息速率一般为 400b/s。不同速率的信息源对整个传输系统的要求也各不相同。

2. 变换器

由于语音、图像等原始消息不能用电磁波来传送,所以需要通过变换器将原始的非电消息转换成电信号,再对这种电信号进一步转换,使其转换成适合某种具体信道传输的电信号。例如,电话机的送话器就是先将语音变换成幅度连续变化的电信号,再进一步转换后送到信道上。

4 接口与通信技术原理与应用

3. 信道

信道是指传输信号的通道,又称为传输介质,可以有线的,也可以是无线的,有线和无线均有多种传输媒质。信道既给信号以通路,也对信号产生各种干扰和噪声。传输介质的固有特性和干扰直接决定通信的质量。

4. 反变换器

反变换器的基本功能是完成变换器的反变换,即进行解调、译码、解码等。它的任务是从带有干扰的接收信号中正确恢复出相应的原始信号来。对于多路复用信号,接收设备还具有解除多路复用和实现正确分路的功能。

5. 信宿

信宿是传输信息的归宿,其作用是将复原的原始信号转换成相应的消息。一般信宿需要的信息应和信源发出的信息类型一致,而且收到和发出的信息相同度越高越好。

6. 噪声源

噪声源是信道中的噪声以及分散在通信系统其他各处干扰的集中表示。信息在传输过程中会受到来自外界和通信系统本身的噪声干扰,噪声会对传输的信息产生很大的影响,而这些噪声无法彻底消除,只能减弱。

按照信道中传输信号的不同,可以把通信系统分为模拟通信系统和数字通信系统。

(二) 模拟通信系统

1. 模拟通信系统的组成

模拟通信一般是指由信源发出的信宿接收和信道传输都是模拟信号的通信过程或方式。模拟通信的系统模型如图 1-6 所示。在模拟通信系统中,需要两种变换:第一种变换是将发送端的连续消息变换成原始电信号,接收端收到的信号反变换成原来的连续消息;第二种变换是调制和解调,调制可以将原始电信号变换成其频带适合信道传输的信号,解调在接收端将信道中传输的信号还原成原始的电信号。经过调制后的信号称为已调信号,发送端调制前和接收端解调后的信号称为基带信号。因此,原始电信号又称为基带信号,其基本特征是频谱从零附近开始,如声音信号为 300 ~ 3400Hz,图像信号为 0 ~ 6MHz,而已调信号又称为频带信号。

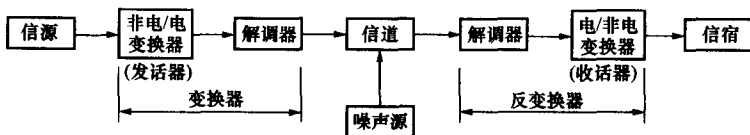


图 1-6 模拟通信系统模型

从信号处理方面来讲,调制过程是用低频信号去控制高频振荡,使其具有低频信号特征。低频信号称为调制信号或调制波,被控制的高频等幅振荡称为被调信号或载波。根据低频信号所控制高频信号参数的不同,调制方式也不同。以调制信号去控制载波的振幅,使载波的振幅按调制信号的规律变化,这种调制称为振幅调制,简称调幅。以调制信号去控制载波的频率,使载波的频率按调制信号的规律变化,则称频率调制,简称调频。同理,使载波的相位按调制信号的规律变化,则称相位调制,简称调相。调幅、调频和调相都属

于连续调制。

消息从发送端传递到接收端并非仅经过以上两种变换,系统还包括滤波、放大、变频、辐射等过程。

2. 模拟通信系统特点

模拟通信在信道中传输的信号频谱比较窄,因此可通过多路复用使信道的利用率提高。它的缺点是传输的信号是连续的,叠加噪声干扰后不易消除,即抗干扰能力较差;不易保密通信;设备不易大规模集成;不适应飞速发展的计算机通信的要求。

(三) 数字通信系统

1. 数字通信系统的组成

数字通信系统是指利用数字信号传递消息的通信系统。对于数字电信号,可以不经过调制而直接送入信道进行传输,这种方式称为数字基带传输,通信系统的模型如图 1-7 所示。而采用调制/解调方式的称为数字频带传输,通信系统的模型如图 1-8 所示。

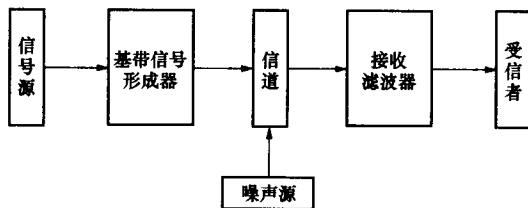


图 1-7 数字基带传输通信系统的模型

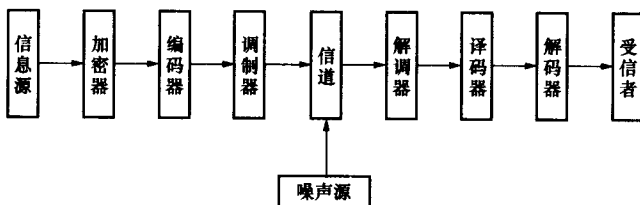


图 1-8 数字频带传输通信系统的模型

数字信号在进行传输时,有时需要加密,则需通过加密器按照一定的规律加上一些密码,对信号进行“扰乱”。信道噪声可以使信号产生差错,为了控制这种差错,一般通过编码器在数字信号内部再附加一定数量的数字码,形成新的数字信号,使其内部数码间的关系形成一定的规律,当数字信号发生差错时,接收端可以按照一定的规律自动检查出来或进行自动更正。为使信号能满足信道传输的要求,应安装调制器。为使信号准确到达接收端,需进行一一对应的反变换:解调、译码和解码。

在数字通信系统中,若采用正弦波信号作为载波,同样具有振幅调制、频率调制和相位调制 3 种调制方式。由于数字信号的时间和取值离散的特点,使受控参数离散化,数字基带信号波形只有几个离散值,所以调制后的载波参数也只能有几个有限值。这就像用数字信号控制开关从几个具有不同参量的振荡源中选择参量一样,所以把这种调制方式称为

键控。

以上3种方式对应地称为幅移键控 (Amplitude Shift Keying, ASK)、频移键控 (Frequency Shift Keying, FSK) 和相移键控 (Phase Shift Keying, PSK)。数字信号可以是二进制的, 也可以是多进制的。若数字信号是二进制的, 则 ASK、FSK、PSK 实现的原理框图及键控信号的输出波形如图 1-9 所示。为了进一步提高系统的频带利用率, 对于高速数字调制, 常采用多幅调制 (MASK) 和多相调制 (MPSK) 等。

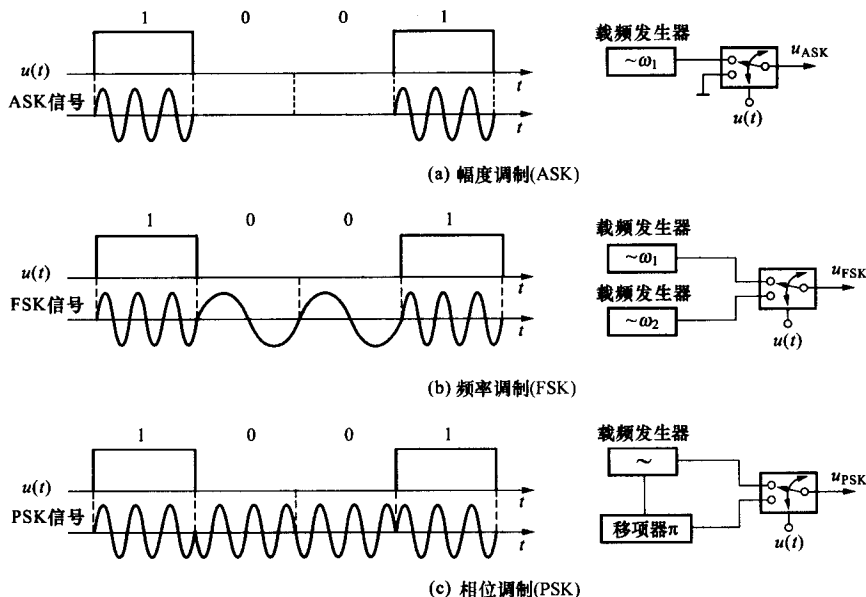


图 1-9 3 种二进制数字调制的波形及方框图

2. 数字通信系统的特点

(1) 抗干扰能力强。数字信号通过中继再生后可消除噪声积累, 由于数字信号的取值个数有限 (大多数情况只有 0 和 1 两个值), 因此在传输过程中不必太关心信号的绝对值, 只注意相对值即可。例如, 设高电平 5V 为 1, 低电平 0V 为 0, 在传输时受噪声影响, 5V 变成 8V, 而对于数字通信系统来说, 大于 5V 的值就认为是 5V。同时, 传输中继器可再生信号, 消除噪声积累。例如, 一个中继器收到一个受干扰而变成 8V 的信号, 若是模拟通信, 中继器就会原封不动地把这个 8V 信号放大后送往下一级, 下一级接着放大再往下送, 这样一级一级传下去, 噪声被不断地放大, 形成噪声积累直到通信终端。如果是数字通信, 第一个收到这个 8V 信号的中继器先认为该信号为一高电平信号, 然后并不将该信号往下传, 而是重新生成一个标准高电平信号 (比如 5V) 传往下一级, 这样, 噪声就不会像模拟通信那样被一级一级地放大, 而是被中继器 “隔离”, 从而消除了噪声积累。

(2) 数字通信可通过差错控制编码控制传输中的差错。差错控制编码不但可以发现差错, 而且还能改正差错, 可提高传输质量, 从而提高通信的可靠性。由于数字信号的抗干扰能力

强,所以在相同的信道条件下,数字通信的传输精度要比模拟通信高得多。若要求两者具有相同的精度,则数字通信对信道的要求可以低一些。

(3) 由于数字通信传输一般采用二进制码,所以可使用计算机对数字信号进行处理,实现复杂的远距离大规模自动控制系统和自动数据处理系统,形成以计算机为中心的通信网。

(4) 在数字通信中,各种消息(模拟的和离散的)都可转换成统一的数字信号进行传输。在系统中,表示数字信号传输情况的监视信号、控制信号及业务信号都可采用数字信号。数字传输和数字交换技术结合起来组成的综合业务数字网(Integrated Service Digital Network, ISDN)可将来自不同信源的信号自动地进行变换、综合、传输、处理、存储和分离,实现各种综合业务。

(5) 数字通信保密性好。当今,信息传输的安全性和保密性显得越来越重要。数字通信系统可以通过简单的逻辑电路对数字信号实施规律复杂的密码加密处理,从而提高通信的安全性和保密性。

总之,数字通信的优点很多,但与模拟通信相比,数字通信也有其不足之处,主要有两点:一是占用系统的频带(即信道频带)较宽。以电话为例,一路模拟电话仅占4kHz的带宽,而一路数码率为64kb/s的数字电话却要占64kHz的带宽。可见,数字通信的频带利用率比模拟通信低得多,可以认为数字通信的许多优点是以信号频带为代价而换取的;二是数字通信系统中必须具备同步系统,从而使系统的结构较复杂。尽管如此,数字通信仍将是未来通信的发展方向。

二、通信系统的分类

(一) 按信号特征分类

根据信道传输信号种类的不同,通信系统可分为3类:模拟通信系统、数字通信系统和数据通信系统。

模拟通信系统是以模拟信道传输模拟信号的系统,如电话、广播和电视系统;数字通信系统是以数字信号的形式传输模拟信号的系统,如数字电话通信系统。数字通信系统中增加了信源编码(解码)和信道编码(解码)功能模块,而这正是数字通信系统的特点所在;数据通信是随计算机和计算机网络的发展而出现的一种新的通信方式,它是指信源、信宿处理的都是数字信号,而传输信道既可以是数字信道也可以是模拟信道的通信过程(方式)。通常,数据通信主要指计算机(或数字终端)之间的通信。

数字通信产生的直接原因是为了提高模拟通信的质量,所以数字通信可以理解为是模拟通信的升级。数据通信在信号传输上与数字通信大致相同,它的信息源一般为数字信息(离散信息),所以数据通信在功能上可以认为是数字通信的延伸或分支。

(二) 按传输介质分类

按传输介质的不同,通信系统有无线通信系统与有线通信系统之分。利用无线电波、红外线、超声波、激光进行通信的系统统称为无线通信系统。广播系统、移动电话系统、传呼通信系统、电视系统等都是无线通信系统。用导线(包括电缆、光缆和波导等)作为传输介质的通信系统就是有线通信系统,如市话系统、闭路电视系统、普通的计算机局域网等。随

着通信技术、计算机技术和网络技术的飞速发展,单纯的有线或无线通信系统越来越少,实际通信系统常常是“无线”中有“有线”,“有线”中有“无线”。

(三) 按调制方式分类

按调制与否,可分为基带通信系统和调制通信系统。基带通信系统传输的是基带信号,是没有经过任何调制处理的信号,而调制通信传输的是已调信号。常见的调制方式如表 1-1 所示。

表 1-1 常见的调制方式

调 制 方 式			用 途
连续波调制	线性调制	常规双边带调幅 (AM)	广播
		抑制载波双边带调幅 (DSB)	立体声广播
		单边带调幅 (SSB)	载波通信、无线电台、数传
		残留边带调幅 (VSB)	电视广播、数传、传真
	非线性调制	频率调制 (FM)	微波中继、卫星通信、广播
		相位调制 (PM)	中间调制方式
	数字调制	幅移键控 (ASK、MASK)	数据传输
		频移键控 (FSK)	数据传输
		相移键控 (PSK、DPSK、QPSK、MPSK)	数据传输、数字微波、空间通信
		其他高效数字调制 (QAM、MSK)	数字微波、空间通信
	脉冲模拟调制	脉幅调制 (PAM)	中间调制方式、遥测
		脉宽调制 (PWM)	中间调制方式
		脉位调制 (PPM)	遥测、光纤通信
	脉冲数字调制	脉码调制 (PCM)	电话、卫星、空间通信
		增量调制 (DM)	民用、军事电话
		差分脉码调制 (DPCM)	电视电话、图像编码
		其他语音编码调制 (ADPCM、APC、LPC)	中低速数字电话

振幅调制方式使用最早,应用较广,这种方式尽管效率较低,抗干扰性能较差,但它占用的频带窄,线路简单,所以现在的中、短波广播仍广泛采用调幅调制。调制不仅使低频信号得到了有效的传输,而且可以使不同电台具有不同的载波频率,从而使各电台相互区别。

(四) 按通信业务分类

按传送信息的物理特征可分为电话通信系统、电报通信系统、广播通信系统、电视通信系统、数据通信系统等。

(五) 按工作波段分类

按使用波长不同可分为长波通信系统、中波通信系统、短波通信系统、微波通信系统和光通信系统等。通信使用频段与常用的传输介质如表 1-2 所示。