

主编◎张琳琳

数字通信技术 及SystemView软件仿真

SHUZI TONGXIN JISHU
JI SYSTEMVIEW RUANJIAN FANGZHEN



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

数字通信技术及 SystemView 软件仿真

主 审 唐彦儒
主 编 张琳琳
副主编 曹 雷 殷锡亮

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书内容紧紧围绕当今数字通信系统及其发展,涵盖所需的数字通信知识,内容全面,系统性强。全书分为7章,内容包括数字通信系统的组成、信源编码技术、信道编码技术、调制技术、复用技术、同步技术等,并将 SystemView 仿真设计渗透到各部分内容中,培养学习者的设计技能。另外,为了加深学习者对所学知识的理解与吸收,特设置了提升内容——任务单,读者在学习的同时可通过完成任务单来检验自己的学习成果。

本书通信理论部分以“必需”“够用”为准绳,做到浅显易懂,轻理论、重设计,减少不必要的数学推导和计算,注重理论与实用相结合,注重数字通信技术在实际数字通信系统中的应用,给出应用实例。并且结合 SystemView 仿真软件,进行各部分系统设计,既能锻炼设计能力,也能在一定程度上解决硬件实验设备缺乏的问题,且比硬件实验设备具有可扩展性和设计性。

本书可作为高等院校电子信息、通信技术等专业相关课程教学用书,也可供广大工程技术人员阅读参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

数字通信技术及 SystemView 软件仿真/张琳琳主编. —北京:北京理工大学出版社, 2018. 1

ISBN 978 - 7 - 5682 - 4701 - 6

I. ①数… II. ①张… III. ①数字通信系统 - 系统仿真 - 应用软件 IV. ①TN914. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 205384 号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址/<http://www.bitpress.com.cn>

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京市国马印刷厂

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/16.5

字 数/420千字

版 次/2018年1月第1版 2018年1月第1次印刷

定 价/56.00元

责任编辑/陈莉华

文案编辑/陈莉华

责任校对/周瑞红

责任印制/李志强

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前言

Preface

人类社会已经进入信息化时代,作为信息化时代的主要标志,数字通信方式无论在理论上还是在技术上都有了突飞猛进的发展。随着大容量数字通信系统、压缩编码技术、数/模兼容技术及用户环路数字化技术的不断发展和完善,它必然对人类社会和人们的日常生活产生深远的影响,成为当今乃至未来信息社会发展的主流。

本书是根据“数字通信技术”课程的教学基本要求,结合通信技术发展状况、社会对高技能人才的需求编写而成的。可作为高等院校电子信息和通信技术类专业教材,也可作为电子信息和通信技术类工程技术人员的参考用书。

本书既着眼于数字通信基本原理、基础知识的分析,在重点介绍数字通信技术相关知识的同时,又注重突出结构的合理性及内容的先进性与实用性,减少了不必要的数学推导。在阐述数字通信的概念特点、数字终端技术、数字信号传输技术和同步等基本知识的基础上,为培养设计能力在必要章节设置了系统仿真设计,通过 SystemView 仿真软件进行通信系统的设计和分析,内容具有趣味性、实用性和开拓性。本书语言简练、层次清晰、结构完整、立意新颖,并反映出现代通信技术相关领域的发展状况。

全书共分7章,具体内容如下:

第1章:数字通信基础知识。简要介绍数字通信的概念、特点,数字通信系统的组成、信息的度量及数字通信系统的主要性能指标。

第2章:模拟信号的数字传输。内容包括脉冲编码调制(PCM)、增量调制等。

第3章:数字信号的基带传输。内容包括数字信号基带传输的基本理论、基带传输码型、码间串扰以及眼图、误码检测、再生中继系统、同步传输与异步传输。

第4章:差错控制编码。内容包括差错控制的方式、原理,并介绍了几种常用的差错控制编码方法。

第5章:数字信号的频带传输。内容包括二进制的数字调制、多进制的数字调制以及几种改进型数字调制技术。

第6章:信道复用与多址接入技术。内容包括频分复用、时分复用等,以及无线领域常用的几种多址技术。

第7章:同步原理。内容包括载波同步、位同步和群同步。

本书由张琳琳担任主编,负责统稿,并编写第1、3、4、5章及全书仿真设计;曹雷、殷锡亮担任副主编,曹雷负责编写第2、7章、附录A、附录B及附录C的全部任务单,殷锡亮负责编写第6章;由唐彦儒教授主审,并提出了很多宝贵建议。同时,对本书参阅的所有参考文献的作者,在此一并表示深深的谢意。

由于编者水平有限,且时间仓促,书中难免存在缺点和错误,希望读者批评指正。

编者

目录

Contents

►第1章 数字通信基础知识	1
1.1 通信的基本概念	1
1.1.1 信息与信号	1
1.1.2 模拟信号与数字信号	2
1.1.3 通信系统的构成、分类及通信方式	3
仿真实验1 SystemView 初识	7
1.2 信息及其度量	9
1.2.1 信息和信息量	9
1.2.2 平均信息量	11
1.3 数字通信系统的主要性能指标	12
1.3.1 有效性指标	13
1.3.2 可靠性指标	13
1.4 数字通信的特点及发展	14
1.4.1 数字通信的特点	14
1.4.2 数字通信的发展概况及趋势	15
仿真实验2 信源测试系统设计	18
提升	20
本章小结	20
►第2章 模拟信号的数字传输	21
2.1 脉冲编码调制技术(PCM)	21
2.1.1 抽样	22
仿真实验3 PAM 调制与解调系统设计	25
2.1.2 量化	27
2.1.3 编码与解码	30
2.1.4 单片集成 PCM 编解码器	34
仿真实验4 PCM 调制与解调系统设计	37
提升	39
2.2 增量调制	39
2.2.1 增量调制的概念和工作原理	40
2.2.2 DM 的实现	41
2.2.3 简单增量调制	43

2.2.4 PCM 与 ΔM 系统性能比较	46
2.2.5 自适应增量调制	46
2.3 增量总和调制	48
2.4 自适应差值脉冲编码调制	51
2.4.1 差值脉码调制(DPCM)的原理	51
2.4.2 自适应差值脉冲编码调制(ADPCM)	55
仿真实验5 增量调制系统设计	58
提升	59
本章小结	59
►第3章 数字信号的基带传输	60
3.1 数字基带信号	60
3.1.1 数字基带信号的波形与频谱	60
3.1.2 数字基带信号常用线路码型	64
仿真实验6 NRZ、RZ 码系统设计	68
仿真实验7 AMI 码产生系统设计	69
提升	70
3.2 基带传输系统	70
3.2.1 数字基带信号传输的基本准则	71
3.2.2 眼图	73
仿真实验8 有无码间干扰的基带传输系统设计(眼图)	74
3.2.3 基带传输的再生中继系统	75
3.2.4 再生中继器	76
3.3 同步传输与异步传输	80
3.3.1 同步传输	80
3.3.2 异步传输	81
提升	84
本章小结	84
►第4章 差错控制编码	85
4.1 差错控制方式	85
4.1.1 差错类型	85
4.1.2 常用的差错控制方式	86
4.2 差错控制编码的基本原理	88
4.2.1 检错和纠错原理	88
4.2.2 差错控制编码的分类	89
4.2.3 差错控制编码的检错和纠错能力	89
4.2.4 编码效率	90

4.3 几种常用的差错控制编码	91
4.3.1 奇偶校验码	91
4.3.2 行列校验码	91
4.3.3 恒比码	92
4.3.4 正反码	93
4.3.5 线性分组码	93
4.3.6 卷积码	104
4.3.7 交错码	105
提升	107
本章小结	107
►第5章 数字信号的频带传输	108
5.1 二进制数字调制与解调	109
5.1.1 二进制幅度键控调制	109
仿真实验9 2ASK的调制与解调系统设计	110
5.1.2 频移键控调制	113
仿真实验10 2FSK的调制与解调系统设计	117
5.1.3 相位键控调制	119
仿真实验11 2PSK的调制与解调系统设计	123
仿真设计12 2DPSK的调制与解调系统设计	125
提升	128
5.2 多进制数字调制	128
5.2.1 多进制振幅键控	128
仿真实验13 MASK与2ASK功率谱分析系统设计	129
5.2.2 多进制频移键控	131
5.2.3 多进制相移键控	132
仿真实验14 QPSK调制与解调仿真系统设计	135
5.2.4 常用的改进型数字调制技术	138
仿真实验15 QAM调制与解调	139
提升	142
5.3 数字信号的频带传输系统	142
5.3.1 光纤数字传输系统	142
5.3.2 数字微波传输系统	145
5.3.3 数字卫星传输系统	149
提升	155
本章小结	155

►第6章 信道复用与多址接入技术	157
6.1 信道复用	157
6.1.1 频分复用(FDM)	157
仿真实验16 频分复用系统设计	159
6.1.2 时分复用(TDM)	161
6.1.3 码分复用(CDM)	164
6.1.4 波分复用(WDM)	164
6.1.5 光时分复用(OTDM)	166
6.1.6 光码分复用(OCDM)	167
提升	168
6.2 多址接入技术	168
6.2.1 多址的基本原理	168
6.2.2 频分多址技术	169
6.2.3 时分多址技术	171
6.2.4 码分多址技术	174
6.2.5 空分多址技术	180
6.2.6 随机多址技术	182
6.2.7 面向5G的新型多址技术	185
提升	187
本章小结	187
►第7章 同步原理	188
7.1 载波同步	188
7.1.1 直接法	189
7.1.2 插入导频法	196
7.1.3 载波同步系统的性能	199
提升	201
7.2 位同步	201
7.2.1 外同步法	202
7.2.2 直接法	204
7.2.3 位同步系统的性能	210
提升	212
7.3 群同步	212
7.3.1 连贯插入法	213
7.3.2 间隔插入法	215
7.3.3 群同步系统的性能	217
7.3.4 群同步的保护	219
提升	220

本章小结.....	220
►附录.....	221
附录 A 国际性通信组织及相关组织简介.....	221
附录 B 信号电平的分贝表示方法.....	222
附录 C 任务单.....	223
任务单 1.....	223
任务单 2.1.....	226
任务单 2.2.....	228
任务单 3.1.....	230
任务单 3.2.....	231
任务单 4.....	234
任务单 5.1.....	236
任务单 5.2.....	239
任务单 5.3.....	242
任务单 6.1.....	244
任务单 6.2.....	246
任务单 7.1.....	248
任务单 7.2.....	250
任务单 7.3.....	252
►参考文献.....	254

第 1 章

数字通信基础知识

本章节重难点:

信息的度量

通信系统模型

数字通信系统的性能指标

数字通信系统的特点

人类社会的进化和发展与信息的交互息息相关，社会越进步，信息交互越频繁。进入 21 世纪以来，通信与网络以井喷之势迅速融入人们日常生活的各个角落，人们无时无刻不感受到信息时代给生活带来的巨大变革。通信与传感器技术、计算机技术紧密结合，相互融合，已经成为推动人类社会文明进步和发展的巨大动力。

数字通信技术是现代电子信息技术的重要领域之一。在现代社会中，人类生活所需要的几乎所有信息，都离不开数字通信技术，如信息查询、处理、存储和传输等，一个数字化的通信网络已经覆盖全球。

1.1 通信的基本概念

1.1.1 信息与信号

人类从远古至今，各种活动都无一例外地伴随着信息的交流。在古代，人们通过飞鸽传书、击鼓鸣金、烽火等方式进行信息传递，这些方式古老而低级，有效性和可靠性不高。如今，科学技术飞速发展，相继出现了电话、互联网、视讯等多种现代通信手段，通信形式多种多样，通信速度越来越快，通信质量越来越高。多种通信手段的出现，目的都是为了进行

信息的传递。

在通信领域常会出现消息和信息这两个相近的词，二者之间既有联系又有区别。消息是指被传递的内容。信息是指消息中包含的对受信者有意义的内容，它是客观世界和主观世界共同作用的产物。

信息是一个抽象的概念，作为一种内容不能单独存在，因此不能直接传递，必须借助特定的载体。携带信息的载体称为信号。信息必须依靠某一种信号才能传递出去，就如同货物要依靠某种交通工具才能运输一样。另外，同一种信息也可以有不同的表现形式，即可以用不同的信号来表达，它可以是语言，也可以是文字或其他形式的信号。在各种形式的信号中，电（光）信号传递信息速度快，准确性高，且很少受到时间、地点、空间、距离等方面的限制，因而发展迅速。其他形式的信号都可以转换成电信号进行传递。当今发达的信息社会就充分证明了这一点。信息是依靠信号进行传递和交流的，这就是通信的主要目的和内容。因此，通信就是信息的交流，它包括了信息的发送、传递和接收等3个环节，其实质就是传递携带某种信息的信号。通信的含义非常广泛，这里主要是指电通信，简称电信（Telecommunication），即以电信号为载体来进行信息的传输和交换。作为现代社会中最主要、最普遍的通信方式，电信具有在任意距离上实现信号的快速、有效、准确、可靠传递的优点。在当今的自然科学中，“通信”和“电信”几乎就是同义词了。由于电信的特点，电信的收信者收到的是原信息的“复制品”，而不像邮政通信那样收信者收到的是“原物”，这就要求电信中的“复制品”要尽可能与“原物”相同，也就是要求电信传递的信息不失真或失真很小。

电信号可以分为模拟信号和数字信号两大类，两者均可以以电流或电磁波的方式传输。

1.1.2 模拟信号与数字信号

1. 模拟信号

大家都知道，任何电信号的波形都可以用幅度和时间两个参量来描述。如果代表信息的信号幅度（如电压或电流）的取值随时间连续变化，即在某一时间范围内可以取无限多个数值，那么就称该信号为模拟信号（Analog Signal），如图1-1所示。模拟信号的特征是在某一瞬间的幅度无法用有限个数值来表示。图1-1（a）、（b）分别为语音信号及其抽样信号的电压波形。

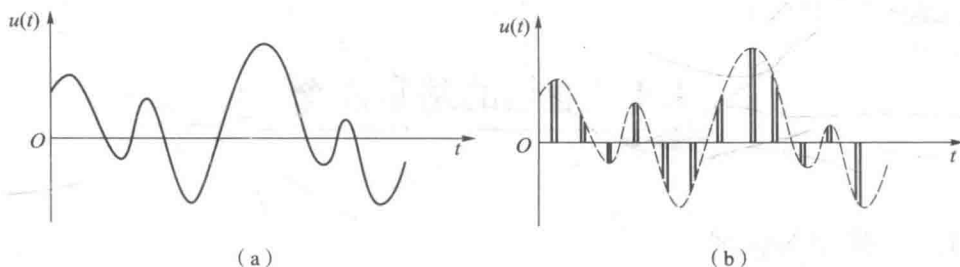


图1-1 模拟信号波形

（a）时间、状态都连续的信号；（b）时间离散、状态连续的信号

2. 数字信号

如果代表信息的信号幅度取值是离散变化的，即在某一瞬间具有有限个状态或称状态

可数, 则这样的信号就称为数字信号 (Digital Signal)。图 1-2 所示分别为二进制和四进制两种数字信号的波形。前者是二电平信号波形, 只能取 0、1 这两个状态。后者是四电平信号波形, 可取 3、1、-1、-3 这四个状态。常见的电报信号、数据信号均属于数字信号。

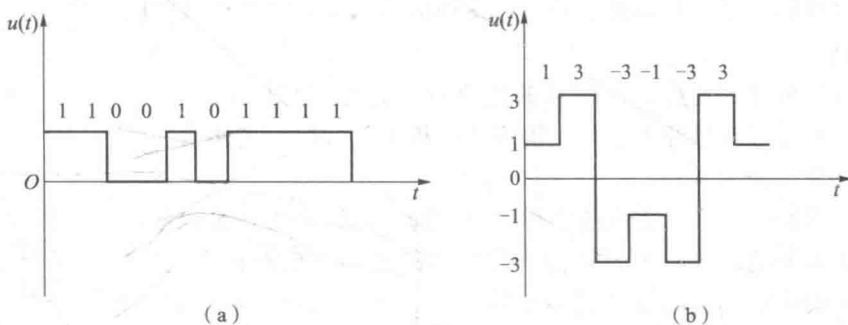


图 1-2 数字信号波形

(a) 二进制数字信号波形; (b) 四进制数字信号波形

可以通过信号幅度取值是否连续来判断一个信号是模拟信号还是数字信号。一个信息既可以用模拟信号来表示, 也可以用数字信号来表示。两者在一定条件下可以相互转换。但由于两种信号形式不同, 物理特性也不同, 所以对传输通路的要求以及信号传输过程的处理方式也是不同的。

1.1.3 通信系统的构成、分类及通信方式

1. 通信系统的构成

任何通信系统都要完成异地间的信息传递或交换, 而且在这一过程中又不可避免地会受到各种系统内、外客观因素的影响, 这是所有通信系统的共性。因此, 对传输电信号的通信系统而言, 应由信源、变换器、信道、反变换器、信宿和噪声源等 6 个部分构成, 如图 1-3 所示。



图 1-3 通信系统模型

(1) 信源

信源是信息的来源, 是通信系统的传输对象。在人与人通信的情况下, 信源是发出信息的人; 在机器与机器之间通信时, 信源可以看成是发出信息的机器, 如计算机、传真机等。

(2) 变换器

变换器的功能是将信源发出的信息变换成适合在信道上传输的信号。例如电话通信系统中的送话器, 它把语音变换成电信号。当然, 为了更有效、更可靠地传递信息, 还可能更需要更复杂或功能更完善的变换和处理设备。

(3) 信道

信道是信号的传输通道, 是信号传输媒介的总称。不同的信源形式所对应的变换处理方

式不同,与之对应的信道也不同,但都会对所传输的信号产生不同程度的衰减。因此,通信系统设计者要首先考虑到信道的特性对通信系统的影响。

(4) 反变换器

反变换器的功能与变换器相反,因为适合在信道中传输的信号一般不能被信息接收者直接接收,所以要利用反变换器把这种信号转换成信息接收者可以接收的信息。

(5) 信宿

信宿是信息传送的终点,即信息的接收者。它可以与信源相对应,构成人—人通信或机—机通信,也可以与信源不一致,构成人—机通信或机—人通信。

(6) 噪声源

噪声源并不是一个人为实现的实体,但在通信系统中又是客观存在的。模型中的噪声源是以集中形式表示的。实际上,这种干扰噪声既可能在信源信息初始产生的环境中就混入了,也可能从构成变换器的电子设备中掺入,又可能来自传输信道及接收端的各种电子设备,还可能是以上3种情况共同作用而产生。这里只是把上述若干种情况下的干扰噪声集中地由一个噪声源来表示罢了。因此,通信系统设计者还必须考虑到各种噪声对通信系统的影响。

2. 通信系统的分类

通信的目的是传递信息。从不同的角度,按照不同的方法,可将通信系统分成许多类型。这里主要介绍常见的3种分类方法。

1) 按照业务内容的不同,通信可分为电报、电话、传真、数据通信、无线寻呼等。其中电话又含市内电话、长途电话、固定电话、移动电话等。数据通信又可分为人—机或机—机之间的通信。从广义上讲,广播、电视、雷达、遥控、遥测等均属通信范畴。

2) 按照传输信道的不同,通信可分为有线通信和无线通信。所谓有线通信是指电磁波沿线缆传输的通信方式。常见的线缆有双绞线、同轴电缆、光缆、波导等。其特点是传输媒介看得见、摸得着。无线通信是指电磁波在空间传输的通信方式。常见的有长波、中波、短波、超短波和微波等通信方式。此外,移动、卫星、散射、无线寻呼等通信方式亦均属无线通信。有线与无线两种通信方式相比较,前者具有可靠性高、成本低、适用于近距离固定通信等特点;后者则具有灵活、不受地域限制、通信范围广等优点,但也存在易受干扰、保密性差等方面的不足。

3) 按信道中所传输信号的不同,通信系统可以分为模拟通信和数字通信两大类。利用模拟信号作为载体来传递信息的通信系统称为模拟通信系统,传输模拟信号的信道称为模拟信道。虽然目前在电话通信中仍存在相当数量的模拟通信,但因其存在抗干扰能力差、噪声积累、灵活性差、不易加密等诸多缺点,将逐步为数字通信所取代。与模拟通信相对应,信源所发出的信息经变换和处理后,送往信道上传输的是数字信号,这样的通信系统称为数字通信系统。数字通信系统的形式多种多样,但从系统的主要功能和部件来看,所有的数字通信系统均可概括为图1-4所示的模型。

3. 数字通信系统的组成

由图1-4可见,一个数字通信系统应包括8个主要组成部分:信源、编码器、调制器、信道、解调器、译码器、信宿、定时与同步系统。下面对各部分的组成和功能做一简要介绍。

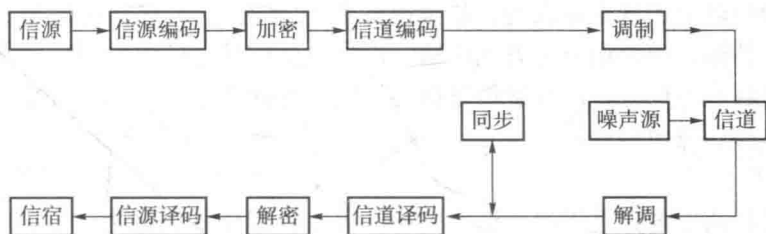


图 1-4 数字通信系统的模型

（1）信源与信宿

信源是产生和发出信息的人或机器，发出的信息可以是模拟的，也可以是数字的。而信宿是接收这些信息的人或机器，接收的信息可以是模拟的，也可以是数字的。

（2）编码器与译码器

编码器一般包括信源编码器和信道编码器两部分。信源编码器的主要任务是将信源进出的模拟信号数字化或将信源送出的数字信号进行适当变换以提高传送的有效性，减少原始信息的冗余度。若信源送出的是模拟信号，则信源编码器首先应对其进行模/数（A/D）转换编码，如脉冲编码调制（PCM）编码或增量调制（DM）编码等；若信源送出的是数字信号，应根据实际信源的统计特性进行数据压缩编码。信道编码一般包括线路编码（又称码型变换）和差错控制编码两部分，主要解决数字通信的可靠性问题，故又称为抗干扰编码，它是将信源编码后的数字信号人为地按一定规律加入多余的数码，使信号能够适应具有低通特性的信道，以达到接收端可以发现和纠正误码的目的。信道编码技术主要应用于移动通信、卫星通信等无线通信系统中。译码器主要包括信道译码器和信源译码器两部分，是编码器的逆变换，是为恢复原始信息而设置的。在数字通信中，为了保密，通常在信道编码器之前或之后加一个加密器，对数字信号进行加密，而在接收端的相应位置加一个解密器，对接收到的数字信号进行解密。由编码器输出的信号为数字基带信号，若将其直接送入信道传输则称为数字基带传输。

（3）调制器与解调器

由编码器输出的数字基带信号一般不适于在具有带通特性的信道中传输。此时，需要将其通过调制器调制后变成频带信号送往信道进行传输。调制器的主要功能在于提高信号在信道上的传输效率，或达到信号复用的目的，或是为了提高信号抗干扰性能。无线信道就是具有这种特征的信道。解调是调制的逆过程。

（4）信道与噪声

由于构成信道的物理媒介不同，信道种类也多种多样。但无论哪种信道，在其中传输的信号都会受到噪声和干扰的影响。噪声和干扰信号主要有起伏噪声、脉冲噪声和电台干扰等。不同的噪声对通信系统的影响是不同的。

（5）定时与同步系统

任何一个实际的数字通信系统要正常工作，都必须有一个稳定的定时与同步系统。定时系统产生一系列定时脉冲信号，使系统有序地工作；同步系统确保收、发端机之间具有一定（相对不变）的时间关系。定时系统应产生一个高稳定度的主时钟及相应的时序信号。同步系统包括载波同步、位同步、帧（群）同步和网同步。如果同步系统有误差或失去同步，

则数字通信系统中就会出现大量误码，甚至使整个通信中断。需要指出的是，任何一个信息既可用模拟方式传输，也可用数字方式传输。例如电话信号，过去是用模拟方式传输，现在则用数字化手段将模拟信号变成数字信号后再传输，这就是数字电话。而数字信号经适当变换后，也可在模拟信道中传输。

4. 通信方式

通信方式是指通信各方之间的工作形式和信号在信道中的传输方式。从不同角度考虑，通信方式可有多种分类方法。

1) 按信号传输的方向和时间可分为单工通信、半双工通信和全双工通信。所谓单工通信是指信号只能单方向传输的工作方式，如图 1-5 (a) 所示，广播、电视、遥控等都属于单工通信；所谓半双工通信是指通信双向都能收发消息，但不能同时进行收发的工作方式，如图 1-5 (b) 所示，使用同一载频工作的无线电对讲机就属于半双工通信；所谓全双工通信是指通信双向可同时进行收发消息的工作方式，如图 1-5 (c) 所示，普通电话就属于全双工通信。

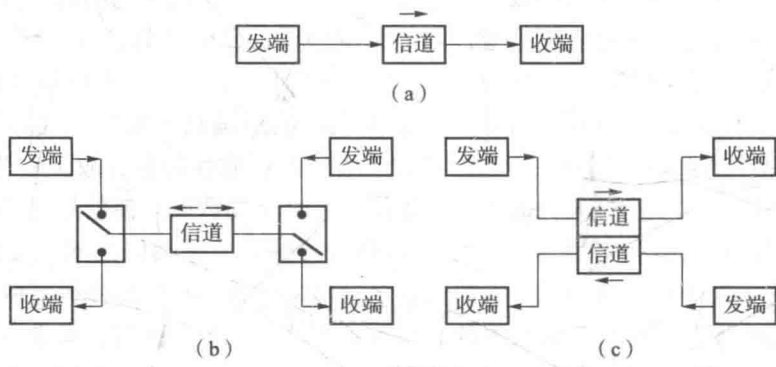


图 1-5 单工、半双工和全双工通信方式示意图
(a) 单工通信；(b) 半双工通信；(c) 全双工通信

2) 按数字信号排序的方式可分为并行通信和串行通信。如果将数字信号码元序列分割成两路或两路以上同时在多个并行信道中传输，则称为并行通信，如图 1-6 所示，一般在计算机内部或近距离数字通信中采用，如打印机连接线；所谓串行通信是指将数字信号码元序列按时间顺序一个接一个地在一个信道中传输，即只需占用一条通路，如图 1-7 所示，一般用于远距离数字通信。

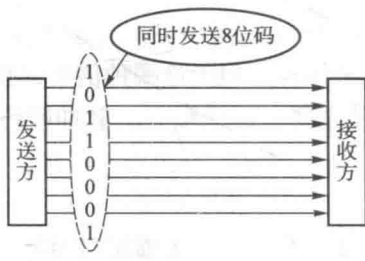


图 1-6 并行通信

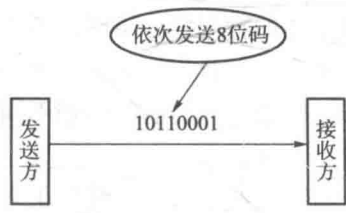


图 1-7 串行通信

3) 按通信终端的数量可分为点到点通信、一点到多点通信和多点到多点通信。在两个

通信终端之间进行的通信称为点到点通信；一点到多点通信是指一个通信终端对多个通信终端之间进行的通信；而多个通信终端对多个通信终端之间进行的通信即为多点到多点通信。

4) 按通信终端的连接方式可分为直联方式和交换方式。直联方式是指各通信终端之间均有直联线路并可直接进行通信的方式；而交换方式则是指通信终端之间没有直联线路，需经过交换设备进行连接的通信方式。

仿真实验 1 SystemView 初识

SystemView 是一个简单易学的通信仿真软件，主要用于电路与通信系统的设计、仿真，能满足从信号处理、滤波器设计到复杂的通信系统等要求。SystemView 借助 Windows 窗口环境，以模块化和交互式的界面，为用户提供一个嵌入式的分析引擎。

打开 SystemView 软件后，屏幕上首先出现系统视窗。系统窗口最上边一行为主菜单栏，包括文件、编辑等 11 项功能菜单。菜单栏下面是常用快捷功能按钮区，左侧为图符库选择区，如图 1-8 所示。

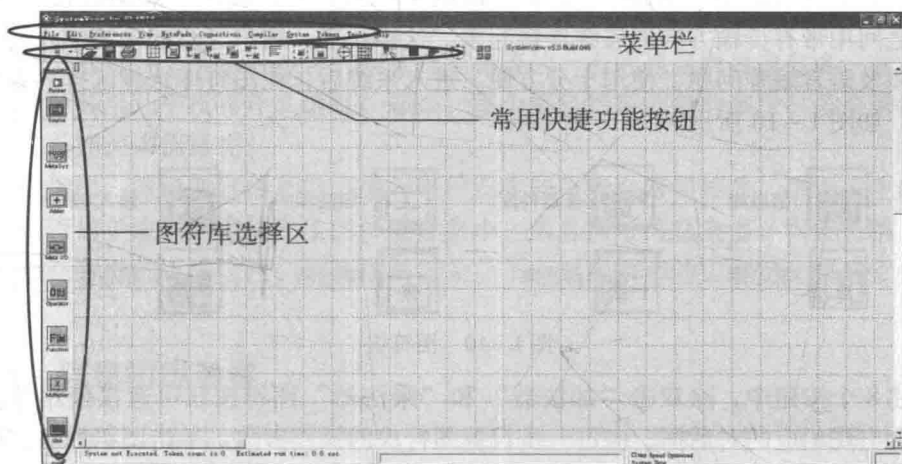


图 1-8 SystemView 系统视窗

SystemView 由两个窗口组成，分别是系统设计窗口和分析窗口。系统设计窗口，包括标题栏、菜单栏、工具条、滚动条、提示栏、图符库和设计工作区。所有系统的设计、搭建等基本操作，都是在设计窗口内完成的。分析窗口包括标题栏、菜单栏、工具条、滚动条、活动图形窗口和提示信息栏。提示信息栏显示分析窗口的状态信息、坐标信息和指示分析进度；活动图形窗口显示输出的各种图形，如波形等。

分析窗口是用户观察 SystemView 数据输出的基本工具，在窗口界面中，有多种选项可以增强显示的灵活性和系统的用途等功能。在分析窗口中最为重要的是接收计算器，利用这个工具我们可以获得输出的各种数据和频域参数，并对其进行分析、处理、比较，或进一步组合运算。例如信号的频谱图就可以很方便地在此窗口观察到。

当需要对系统中某个测试点或某一图符块输出进行观察时，通常应放置一个信宿 (Sink)，一般选择 “Analysis” 观察窗。

在主菜单栏下, SystemView 为用户提供了 16 个常用快捷功能按钮 (见图 1-8), 按钮功能如图 1-9 所示。



图 1-9 常用快捷功能按钮

SystemView 提供的常用图符库在系统视窗左侧竖排选择区 (见图 1-8)。图符块 (Token) 是构造系统的基本单元模块, 相当于系统组成框图中的一个子框图, 用户在屏幕上所能看到的仅仅是代表某一数学模型的图形标志 (图符块), 图符块的传递特性由该图符块所具有的仿真数学模型决定。创建一个仿真系统的基本操作是, 按照需要调出相应的图符块, 将图符块之间用带有传输方向的连线连接起来。这样一来, 用户进行的系统输入完全是图形操作, 不涉及语言编程问题, 使用十分方便。进入系统后, 在图符库选择区排列着 8 个图符选择按钮, 如图 1-10 所示。



图 1-10 图符块

在上述 8 个按钮中, 除双击“加法器”和“乘法器”图符按钮可直接使用外, 双击其他按钮后会出现相应的对话框, 应进一步设置图符块的操作参数。单击图符库选择区最上边的主库开关按钮“main”, 将出现选择库开关按钮“Option”下的用户库 (User)、通信库 (Comm)、DSP 库 (DSP)、逻辑库 (Logic)、射频模拟库 (RF/Analog) 和数学库 (Matlab) 选择按钮, 可分别双击选择调用。

利用 SystemView 进行具体仿真的步骤如下:

- 1) 建立通信系统数学模型。
- 2) 从各种功能库中选取、双击或拖动可视化图符, 组建相应的通信系统仿真模型。
- 3) 根据系统性能指标, 设定各模块参数。
- 4) 设置系统定时参数 (注: 该步骤可先可后)。
- 5) 进行系统的仿真, 得到具体的仿真波形, 并通过分析窗口、动态指针、实时显示观察分析结果。

问题:

根据对 SystemView 的认知, 自主设计一个具有输入/输出的系统, 并运行, 以熟悉 SystemView 软件的使用。