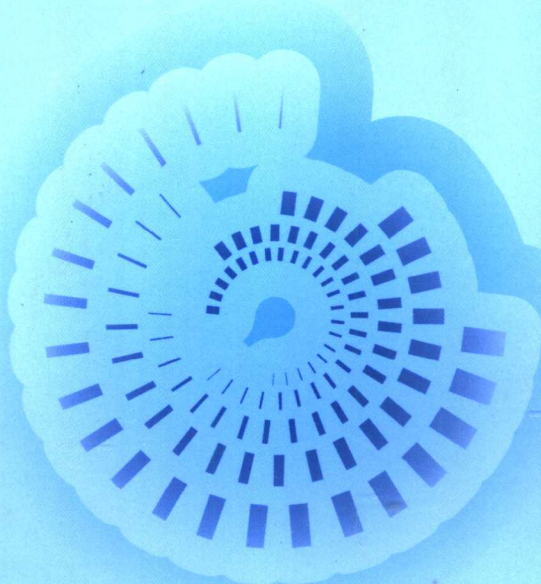


通信原理

实验指导

◎ 杨建华 编著 ◎



国防工业出版社

National Defense Industry Press

通信原理实验指导

杨建华 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书在介绍传统通信原理的基础上,着重反映了通信原理实验的最新成果。

全书共分8章,除对通信的基本理论进行了较详细地介绍外,重点选择了38个通信原理的代表性实验内容,按照通信原理的结构,通过基本知识和相关实验相结合的形式,涵盖了通信原理课程主要知识点。

本书是一本理论与实际应用相结合的教材,可作为高等理工院校通信原理课程学生实验指导,也可供相关专业人员参考之用。

图书在版编目(CIP)数据

通信原理实验指导/杨建华编著. —北京:国防工业出版社,2007.5

ISBN 978-7-118-05071-4

I. 通... II. 杨... III. 通信理论—实验 IV. TN911-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 035019 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

北京四季青印刷厂印刷

新华书店经售

※

开本 787×1092 1/16 印张 12 字数 274 千字

2007 年 5 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 25.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

通信原理课程是通信工程、信息工程、网络工程等电子信息类专业的一门重要理论课程。对培养学生通信理论分析与综合应用能力有着非常重要的作用。随着信息技术的快速发展,通信知识不仅是通信专业学生应当掌握的内容,而且逐渐成为电子信息类各专业学生学习的内容。通信原理课程理论性强,用到的基础知识多,其中有许多概念和原理高度抽象、难以理解,非常需要与之配套的实验用书,以便学生掌握与巩固理论知识,提高实际操作能力。

本书在介绍传统通信原理的基础上,努力反映通信技术的最新发展。在编写过程中,参考了多所高等院校通信工程专业通信原理课程教学大纲,考虑到与通信原理课程相呼应,尽力按照通信原理的理论体系来安排章节,将编码、调制的实验作为主要内容,此外,还介绍了一些相关技术的实验。

本书选择了38个通信原理的代表性实验内容,以ZH7001通信原理综合实验系统为平台,按照通信原理的结构,分为8章,通过基本知识、相关实验的形式,涵盖了通信原理课程主要知识点。

全书分为3大部分,第1部分为通信原理基本实验,从第三章到第六章,设置了振幅调制(AM)、AMI/HDB₃码型变换、FSK传输系统、BPSK/DBPSK传输系统、PCM/ADPCM编译码器系统等21个实验;第2部分为其它通信实验,在第七章设置了汉明码实验、帧成形及帧同步提取系统实验、接口实验等7个实验;第3部分为综合性系统实验,在第八章设置了电话交换呼叫处理通信系统、时分复用(TDM)通信系统、汉明纠错编码通信系统测试等10个综合性系统实验。

本书由杨建华主编,在编写过程中,参阅了南京哲华科技有限公司相关资料,同时得到了王永澄老师的大力帮助,在此一并表示感谢。

本书力求文字简洁,条理清晰,明白易懂,但限于编者水平,书中疏漏之处在所难免,恳请读者多多指正。

编著者

目 录

第一章 绪论	1
1.1 通信系统的组成	1
1.2 通信系统的分类及通信方式	3
1.2.1 通信系统分类	3
1.2.2 通信方式	4
第二章 实验系统概述	6
2.1 电路组成概述	6
2.2 用户操作界面使用说明书	9
2.3 信号源的使用	10
2.4 分布式硬件控制设计技术	11
第三章 模拟调制系统	12
3.1 幅度调制	12
3.1.1 常规双边带调幅——振幅调制(AM)	13
3.1.2 抑制载波的双边带调幅——双边带调制(DSB)	16
3.1.3 单边带调制(SSB)	17
3.1.4 残留边带调制(VSB)	19
3.2 模拟调制系统实验	21
实验一 振幅调制(AM)	21
实验二 双边带调制实验(DSB)	24
实验三 单边带调制实验(SSB)	27
实验四 频率调制传输系统实验(FM)	30
第四章 数字信号的基带传输	32
4.1 数字信号的基带处理	32
4.1.1 选择适合信道传输的码型	32
4.1.2 使用伪随机序列进行扰码	35
4.2 基带信号传输实验	36
实验一 AMI/HDB ₃ 码型变换实验	36

实验二	CMI 码型变换实验	40
实验三	加扰码实验	45
第五章	数字信号的载波调制	48
5.1	数字信号载波调制原理	48
5.1.1	数字载波调制三种基本方式	49
5.1.2	四相相移键控(QPSK)	50
5.1.3	正交振幅调制(QAM)	51
5.1.4	最小频移键控(MSK)	53
5.2	数字信号的载波调制实验	55
实验一	FSK 传输实验	55
实验二	BPSK 传输实验	66
实验三	DBPSK 传输实验	82
实验四	QPSK 传输系统实验	89
实验五	OQPSK 传输系统实验	92
实验六	$\pi/4$ DQPSK 传输系统实验	96
实验七	MSK 传输系统实验	100
实验八	GMSK 传输系统实验	103
实验九	16QAM 传输系统实验	108
实验十	64QAM 传输系统实验	111
第六章	模拟信号的数字传输	112
6.1	模拟信号的数字化处理	112
6.1.1	抽样定理及脉冲调制	112
6.1.2	模拟信号的数字化过程	114
6.2	编译码实验	117
实验一	PAM 编译码实验	117
实验二	PCM 编译码实验	121
实验三	ADPCM 编译码实验	125
实验四	CVSD(连续可变斜率增量调制)编译码实验	129
第七章	其他通信实验	135
7.1	差错控制编码	135
实验	汉明码实验	135
7.2	数字复接技术	141
实验一	帧成形及其传输实验	141
实验二	帧同步提取系统实验	145

7.3 电话接口技术.....	147
实验一 用户环路接口实验.....	147
实验二 双音多频检测实验.....	151
7.4 数据接口技术.....	154
实验一 RS422 接口实验.....	154
实验二 RS232 接口实验.....	156
第八章 通信系统及综合测试.....	159
实验一 电话交换呼叫处理通信系统综合实验.....	159
实验二 时分复用(TDM)通信系统综合实验	162
实验三 CMI 线路编码通信系统综合实验	164
实验四 HDB ₃ 线路编码通信系统综合测试实验	167
实验五 汉明纠错编码通信系统综合测试实验.....	169
实验六 BPSK(DBPSK)调制 + 汉明码系统测试实验	171
实验七 同步数据传输系统综合测试实验(一).....	173
实验八 通信网络同步数据传输系统综合测试实验(二).....	175
实验九 计算机数据传输通信系统综合测试实验.....	178
实验十 移动衰落信道通信系统综合测试实验.....	181
参考文献.....	185

第一章 绪 论

1.1 通信系统的组成

通信按照通常的理解就是信息的传输与交换。通信的目的是传输消息。消息具有不同的形式,例如:符号、文字、语音、音乐、数据、图片、活动图像等等。因此,根据所传递消息的不同,目前通信业务可分为电报、电话、传真、数据传输及可视电话等。如果从广义的角度看,则广播、电视、雷达、导航、遥测、遥控等也可列入通信的范畴。

实际上,基本的点对点通信,均是把发送端的消息通过某种信道传递到接收端。因而,这种通信系统可由图 1-1 中模型加以概括。在发送端,信息源的作用是把各种可能的消息转换成原始电信号。为了使这个原始信号适合在信道中传输,由发送设备对原始信号完成某种变换,然后再送入信道。信道是指信号传输的通道。在接收端,接收设备的功能与发送设备的相反,它能从接收信号中恢复出相应的原始信号,而受信者(也称信息宿或收终端)是将复原的原始信号转换成相应的消息。图 1-1 中的噪声源是信道中的噪声及分散在通信系统其他各处的噪声的集中表示。

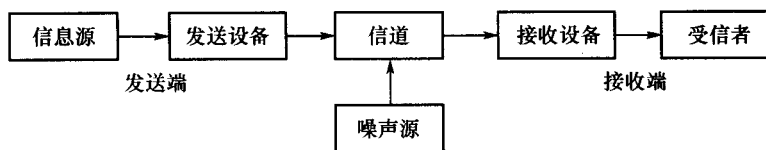


图 1-1 通信系统的一种简化模型

如上所述,通信传输的消息是多种多样的,可以是符号、文字、语音、数据、图像等。各种不同的消息可以分成两类:一类称为离散消息,另一类称为连续消息。离散消息是指消息的状态是可数的或离散型的,比如符号、文字或数据等。离散消息也称为数字消息;而连续消息则是其状态连续变化的消息,例如,连续变化的语音、图像等。连续消息也称为模拟消息。

为了传递消息,各种消息需要转换成电信号。由图 1-1 的通信过程可知,消息与电信号之间必须建立单一的对应关系,否则在接收端就无法复制出原来的消息。通常,消息被载荷在电信号的某一参量上,如果电信号的该参量携带着离散消息,则该参量必将是离散取值的,这样的信号就称为数字信号,例如,电传机输出的信号就是数字信号;如果电信号的参量连续取值,则称这样的信号为模拟信号,例如,普通电话机输出的信号就是模拟信号。按照信道中传输的是模拟信号还是数字信号,可以相应地把通信系统分成两类:模拟通信系统和数字通信系统。

当然,我们也可以先把模拟信号变换成数字信号(这种变换称为模拟/数字变换),经

数字通信方式传输后,在接收端再进行相反的变换(即数字/模拟变换),以还原出模拟信号。

模拟通信系统正如图 1-1 表明的那样,需要两种变换。首先,发送端的连续消息要变换成原始电信号,接收端收到的信号要反变换成原连续消息。这里所说的原始电信号,由于它通常具有频率很低的频谱分量,一般不宜直接传输。因此,模拟通信系统里常需要有第二种变换:将原始电信号变换成其频带适合信道传输的信号,并在接收端进行反变换。这种变换和反变换通常称为调制或解调。经过调制后的信号称为已调信号,它应有两个基本特征:一是携带有消息,二是适应在信道中传输。通常,我们将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,而已调信号则常认为都是足够理想的,而不予讨论。

于是,一般的模拟通信系统模型可由图 1-1 略加改变而成,如图 1-2 所示。这里的调制器与解调器就代表图 1-1 中的发送设备与接收设备。

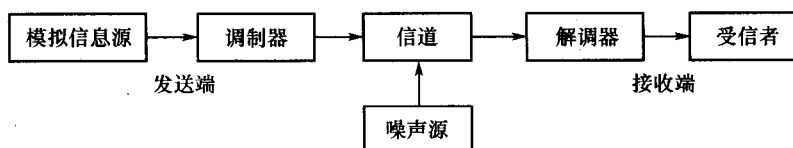


图 1-2 模拟通信系统模型

数字通信系统的模型又是怎样的呢?数字通信的基本特征是,它传输的信号是“离散”或数字的,从而使数字通信有许多特点。比如,对于上面提到的第二个变化来说,在模拟通信中强调变换的线性特性,即强调已调参量与基带信号成比例;而在数字通信中,则强调已调参量与基带信号之间的一一对应。

此外,数字通信还有以下问题。第一,数字信号传输时,信道噪声或干扰所造成的差错,原则上都是可以控制的。这是通过差错控制编码等手段来实现的。为此,在发送端需要增加一个编码器,而在接收端相应地需要一个解码器。第二,当数字通信需要保密时,可以对基带信号进行人为“搅乱”,即加上密码,这叫加密,此时,在接收端就需要进行解密。第三,由于数字通信传输的是一个接一个按节拍传送的数字信号单元,即码元,因而接收端必须按与发送端相同的节拍接收。不然,会因收发节拍不一致而造成混乱,使接收性能变坏。另外,为了表述消息内容,基带信号都是按消息内容进行编组的(相当于写文章要有标点符号那样)。因此,编组的规律在收发之间也必须一致,否则接收时消息的正确内容就无法恢复。在数字通信中,通常称节拍一致为“位同步”或“码元回步”,而称编组一致为“群同步”、“帧同步”、“句同步”或“码组同步”。可见,数字通信还必须有一个同步问题。

综上所述,点对点的数字通信系统模型,一般可用图 1-3 (a) 表示。图中,同步环节没有出示,因它的位置往往不是固定的。当然,实际上的数字通信系统并非一定要如图 1-3 (a) 所示的那样包括所有的环节。比如,调制与解调、加密与解密、编码与解码等环节究竟采用与否,还取决于具体设计方法及要求。例如,在数字基带传输系统中,它的模型就不包括调制与解调环节,如图 1-3 (b) 所示。另外,数字通信系统传送的消息一般都是离散型的,但也可以是连续型的。倘若需要在数字通信系统中传送模

拟消息，则在发送端的信息源中应包括一个模/数转换装置，而在接收端的受信者中包括一个数/模转换装置。

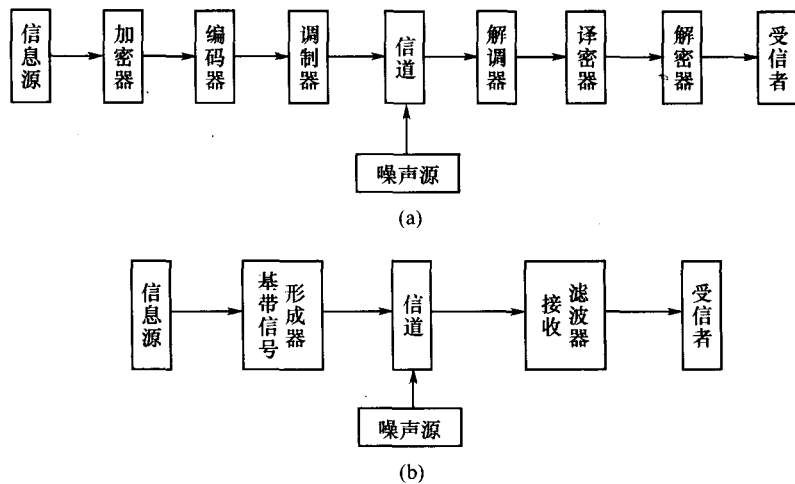


图 1-3 数字通信系统模型

(a) 点对点的数字通信系统模型；(b) 数字基带传输系统模型。

目前,数字通信日益兴旺,甚至出现了数字通信替代模拟通信的某种趋势。除了计算机的广泛应用需要传输大量数字信息的客观要求外,数字通信迅速发展的基本原因是它与模拟通信相比,更能适应对通信技术越来越高的要求。第一,数字传输抗干扰能力强,尤其在中继时,数字信号可以再生而消除噪声的积累。第二,传输差错可以控制,从而改善了传输质量。第三,便于使用现代数字信号处理技术来对数字信息进行处理。第四,数字信息易于做高保密性的加密处理。第五,数字通信可以综合传递各种消息,使通信系统功能增强。但是,数字通信的许多优点都是用比模拟通信占据更宽的系统频带而换得的。以电话为例,一路模拟电话通常只占据 4kHz 带宽,而一路传输质量相同的数字电话则可能要占用数十千赫的带宽。在系统频带紧张场合,数字通信的这一缺点显得很突出,但是在系统频带富余的场合,比如毫米波通信、光通信等场合,数字通信几乎成了唯一的选择。

1.2 通信系统的分类及通信方式

1.2.1 通信系统分类

通信系统有不同分类方法。这里从通信系统模型的角度讨论分类。

1. 按消息的物理特征分类

根据消息的物理特征的不同,通信系统可以分为电报通信系统、电话通信系统、数据通信系统、图像通信系统等。由于电话通信网最为发达普及,因而其他消息常常通过公共的电话通信网传送。例如,电报常通过电话信道传送。又如,随着电子计算机发展而迅速增长起来的数据通信,在远距离传输数据时也常常利用电话信道传送。在综合业务通信

网中,各种类型的消息都在统一的通信网中传送。

2. 按调制方式分类

根据是否采用调制,可将通信系统分为基带传输和频带(调制)传输。基带传输是将未经调制的信号直接传送,如音频市内电话;频带传输是对各种信号调制后传输的总称。调制方式很多,常见的一些如表 1-1 所列。

表 1-1 常用调制方式及用途

调制方式		用 途	
载波调制	线性调制	常规双边带调制 AM	广播
		单边带调制 SSB	载波通信,短波无线电电话通信
		双边带调制 DSB	立体声广播
		残留边带调制 VSB	电视广播、传真
	非线性调制	频率调制 FM	微波中继、卫星通信
		相位调制 PM	中间调制方式
	数字调制	振幅键控 ASK	数据传输
		频移键控 FSK	数据传输
		相位键控 PSK、DPSK	数据传输
		其他数字调制 QAM、MSK	数字微波、空间通信
脉冲调制	脉冲模拟调制	脉幅调制 PAM	中间调制方式、遥测
		脉宽调制 PDM	中间调制方式
		脉位调制 PPM	遥测、光纤传输
	脉冲数字调制	脉码调制 PCM	市话中继线、卫星、空间通信
		增址调制 DM(ΔM)	数字电话
		差分脉码调制 DPCM	电视电话、图像编码
		其他编码方式 ADPCM	中速数字电话

3. 按信号特征分类

前面已经指出,按照信道中传输的是模拟信号还是数字信号,可以相应地把通信系统分成模拟通信系统与数字通信系统两类。

4. 按传输媒介分类

按传输媒介,通信系统可分为有线(包括光纤)和无线两类。

5. 按信号复用方式分类

传送多路信号有三种复用方式,即频分复用、时分复用和码分复用。频分复用是用频谱搬移的方法使不同信号占据不同的频率范围;时分复用是用抽样或脉冲调制方法使不同信号占据不同的时间区间;码分复用则是用一组包含互相正交的码字的码组携带多路信号。

传统的模拟通信中大都采用频分复用。随着数字通信的发展,时分复用通信系统的应用越来越广泛。码分复用多用于空间扩频通信系统中,目前又开始用于移动通信系统中。

1.2.2 通信方式

对于点与点之间的通信,按消息传送的方向与时间关系,通信方式可分为单工通信、半双工通信及全双工通信三种。

所谓单工通信,是指消息只能单方向传输的工作方式,如图 1-4(a)所示。例如遥测、遥控,就是单工通信方式。

所谓半双工通信,是指通信双方都能收发消息,但不能同时进行收发的工作方式,如图 1-4(b)所示。例如,使用同一载频工作的无线电对讲机,就是按这种通信方式工作的。

所谓全双工通信,是指通信双方可同时进行收发消息的工作方式,如图 1-4(c)所示。例如,普通电话就是一种最常见的全双工通信方式。

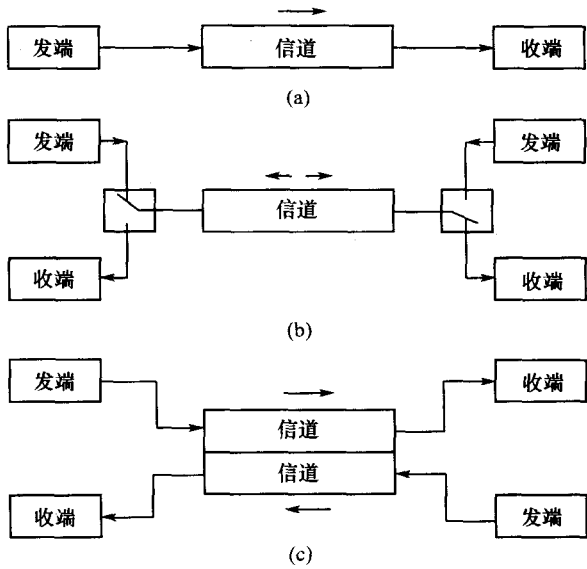


图 1-4 通信方式示意图

(a) 单工通信方式; (b) 半双工通信方式; (c) 全双工通信方式。

在数字通信中,按照数字信号码元排列方法不同,有串行传输与并行传输之分。

所谓串行传输,是将数字信号码元序列按时间顺序一个接一个地在信道中传输,如图 1-5(a)所示。如果将数字信号码元序列分割成两路或两路以上的数字信号码元序列同时在信道中传输,则称为并行传输,如图 1-5(b)所示。

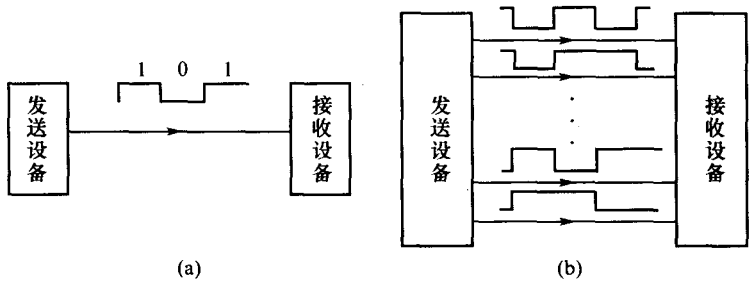


图 1-5 串行和并行方式传输

(a) 串行传输; (b) 并行传输。

一般的远距离数字通信大都采用串行传输方式,因为这种方式只需占用一条通路。并行传输在近距离数字通信中有时也会遇到,它需要占用两条或两条以上的通路,使用多条导线传输。

第二章 实验系统概述

在通信原理综合实验系统中,涉及到数字调制解调技术、纠错编译码技术、语音编码技术、数字复接技术、基带传输技术、电话接口技术、数字接口技术等。该系统将当今的核心技术和新器件融入通信原理课程,具有以下特点:

- (1) 先进性:数字信号处理(DSP)技术 + FPGA 技术。
- (2) 全面性:通过这些测试接口,可以对每一种电路模块的功能和性能有一个全面的了解。
- (3) 系统性:每个电路测试模块可以放入多个系统中进行综合实验。
- (4) 基础性:与当今通信原理课程和教学大纲结合紧密。
- (5) 实用性:便于老师对实验内容的组织和实施。

2.1 电路组成概述

在通信原理综合实验系统中,主要由下列功能模块组成:

1. 显示控制模块
2. FPGA 初始化模块
3. 信道接口模块
4. DSP + FPGA 处理模块
5. D/A 模块
6. 中频调制模块
7. 中频解调模块
8. A/D 模块
9. 测试模块
10. 汉明编码模块(含加扰模块)
11. 汉明译码模块(含解扰模块)
12. 噪声模块
13. 电话接口(1、2)模块
14. DTMF(1、2)模块
15. PAM 模块
16. ADPCM(1、2)模块
17. CVSD 发模块
18. CVSD 收模块
19. 帧传输复接模块
20. 帧传输解复接模块

21. AMI/HDB₃ 码模块
22. CMI 编码模块
23. CMI 译码模块
24. 模拟锁相环模块
25. 数字锁相环模块
26. 计算机接口模块
27. 同步数据接口模块
28. 函数信号产生器模块

在该硬件平台中,模块化功能较强,其电路布局如图 2-1 所示。对于每一个模块,在 PCB 板上均由白色线条将其明显分割开来,每个测试模块都能单独开设实验,便于教学与学习。

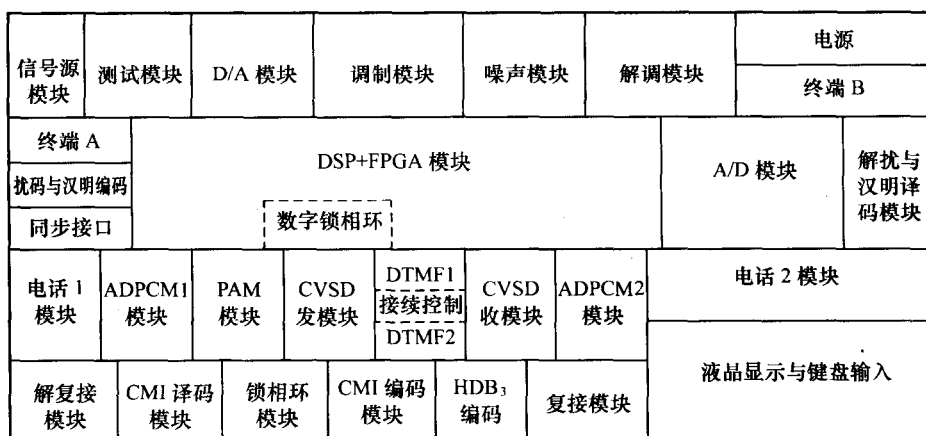


图 2-1 通信原理综合实验系统布局图

在通信原理综合实验系统中,电源插座与电源开关在机箱的后面,电源模块在该实验平台电路板的下面,它主要完成交流~220V 到 +5V、+12V、-12V 的直流变换,给整个硬件平台供电。

在平台上具有友好的人机接口界面设计,学生可以通过键盘选择相应的工作模式与设置有关参数。菜单可选择方式及设置参数见 2.2。

通信原理综合实验系统通过下面几个端口与外部进行连接:

(1) JH02(实验箱左端同步口模块内):同步数据端口。该端口电平特性为 RS422,通过该端口接收外部来的发送数据,并送入调制器中;同时将解调器解调之后的数据通过该端口送往外部设备。在该接口中,还包括调制解调器提供的收发时钟信号。在使用 RS422 接口时需要通过菜单设置,选择调制器输入信号为“外部数据信号”。

(2) K002(实验箱中上部左端的中频 Q9 连接器):为中频发送信号连接器,调制后的中频信号通过该端口对外输出,一般通过中频同轴电缆送入信道仿真平台(ZH8001)或自环送到接收端。

(3) JL02(实验箱中上部右端的中频 Q9 连接器):从信道中来的中频信号(如加噪后的中频信号、无线衰落后的低中频信号)由该端口输入,送入解调模块中进行解调。

(4) J007(数字测试信号输入)、J005(模拟测试信号输入)、J006(地)(在实验箱左端的

信号输入接头):为测试信号输入端,用于向通信原理综合实验系统中送入各种测试信号。
 测试信号的输入能否加入测试模块还与测试模块的跳线器设置有关,具体见测试步骤。

(5) JF01、JG01:标准异步数据端口 A(JF01)和 B(JG01)。A 到 B 的异步传输经过信道传输,B 到 A 为直通方式。

通信原理综合实验系统接口布局如图 2-2 所示。

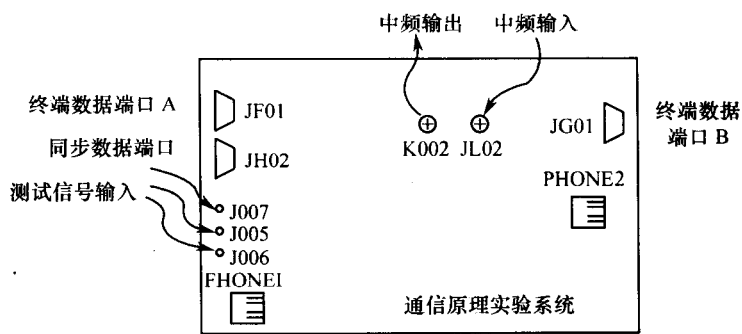


图 2-2 通信原理综合实验系统接口布局图

在通信原理综合实验系统中,为便于学习和实验,各项实验内容是以模块进行划分,各个测试模块可以单独开设实验。各电路测试模块间的系统连接见图 2-3 所示。由图可以看出,在系统中通信双方的传输信道是不对称的。

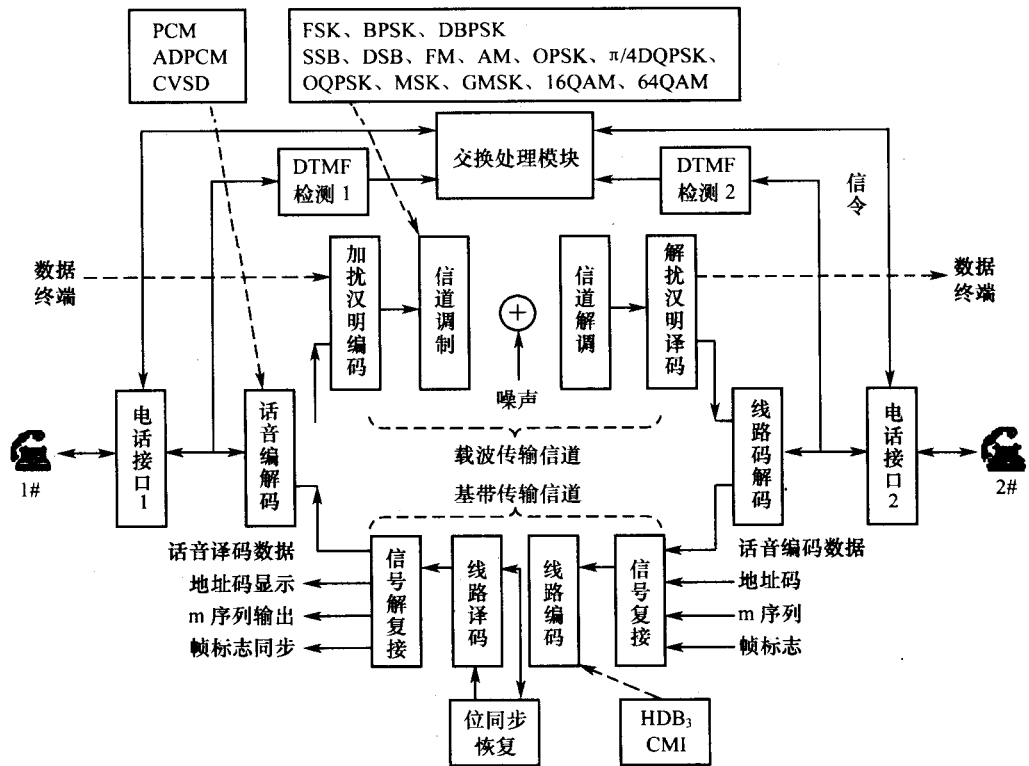


图 2-3 各电路测试模块间的系统连接框图

从用户电话 1# 向用户电话 2# 的信号支路是以无线信道传输技术为主,信号流程为:用户电话接口 1→话音编码 1→汉明纠错编码→信道调制→加噪信道→信道解调→汉明译码→话音解码 2→用户电话接口 2。

从用户电话 2# 向用户电话 1# 的信号支路是以有线信道传输技术为主,信号流程为:用户电话接口 2→话音编码 2→信号复接→线路编码(HDB₃/CMI)→线路译码→信号解复接→话音解码 1→用户电话接口 1。

这样设计实验系统的目的,是为了在不增加成本的条件下最大限度的增加系统实验内容,加强学生的动手能力,便于将各测试模块放在不同系统中进行测试、比较,加强学生对各模块在系统中的地位、作用、性能的掌握,使学生对通信系统有一个较全面的了解,同时老师可以根据实验实际课时对实验项目进行组织和优化。

在每一个模块中,都有测试点与测试插座对应信号点的定义。

2.2 用户操作界面使用说明书

在通信原理综合实验系统中,各模块的功能实现,需初始化不同的 FPGA 程序与数字信号处理 DSP 程序,并对它们进行一定的管理。这些都是通过操作界面,让学生进行选择、控制。

在系统加电之后,系统按照上次关机前选择的模式进行初始化,在这期间 DSP + FPGA 模块中的初始化灯(DV01)熄灭。当初始化完成之后,初始化灯亮。在这之后大约经过 5 秒钟之后,完成相应模式参数的设置。

在此过程中,液晶显示器一直显示以下内容:

通信原理实验

完成初始化与参数设定后,液晶显示:

调制方式选择

之后,将等待学生的输入,学生必须按下箭头键(除复位键外,其他键将不起作用),将进入前一次学生选择的界面。

学生通过上、下箭头键进行下列菜单的选择:

菜单 1: **调制方式选择** (该菜单上只有下箭头和右箭头起作用)

在这过程中,液晶显示器一直显示以下内容:

通信原理实验

完成初始化与参数设定后,液晶显示:

调制方式选择

之后,将等待学生的输入,学生必须按下箭头键(除复位键外,其他键将不起作用),将进入前一次学生选择的界面。

学生通过上、下箭头键进行下列菜单的选择:

菜单 1: **调制方式选择** (该菜单上只有下箭头和右箭头起作用)

菜单 2: **FSK 传输系统**

菜单 3: **BPSK 传输系统**

菜单 4: DBPSK 传输系统

菜单 5: 调制器输入信号

菜单 6: 外部数据信号

菜单 7: 全 1 码

菜单 8: 全 0 码

菜单 9: 0/1 码

菜单 10: 特殊码序列

菜单 11: m 序列

菜单 12: 工作方式选择

菜单 13: 匹配滤波

菜单 14: PCM

菜单 15: ADPCM

菜单 16: 增强调制选择

菜单 17: AM

菜单 18: FM

菜单 19: QPSK

菜单 20: OQPSK

菜单 21: PI4QPSK

菜单 22: MSK

菜单 23: GMSK

菜单 24: 16QAM

菜单 25: 64QAM (在该菜单上只有上箭头和左箭头起作用)

通过上下箭头,学生可以在菜单 1 到菜单 24 之间移动,对已选择的模式或参数的菜单打勾,否则显示手形图标。如要选择某一种模式,当移至该菜单时按确认键即可。如果对已选择的模式打勾为阴影,则说明该实验箱不支持该种模式。如确需此功能,需进行功能升级。

当学生在菜单 2 到菜单 4、菜单 16 到菜单 23 任一菜单上进行确认时,系统对学生选择的模式进行初始化,在这期间左边的初始化灯(DV01)熄灭。当初始化完成之后,初始化灯亮。在这之后大约经过 5s,完成相应模式参数的设置,并且在该菜单上打勾。

菜单 2~4 是调制方式选择;菜单 6~11 是输入数据选择;菜单 13 是一个复选菜单:第一次确认选择,第二次按确认则取消该参数的设置;菜单 14~15 是语音编码方式选择;菜单 17~25 是有关现代调制方式的选择。

2.3 信号源的使用

在通信原理综合实验中,进行 PCM、ADPCM、CVSD、模拟锁相环、数字锁相环模块实