



大学实验教学系列
DAXUESHIYANJIAOXUEXILIE

通信技术综合实验 (下)

主编 邱 敏 牟艳男 张秀平



HEUP 哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press



大学实验教学系列
DAXUESHIYANJIAOXUEXILIE

通信技术综合实验 (下)

主编 邱 敏 牟艳男 张秀平



HEUP 哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

内 容 简 介

本书分为上、下册,本书上册包括高频电路实验和通信原理实验,下册包括光纤通信实验和程控交换实验,每一部分实验包括验证性实验、综合性实验和设计性实验三大部分,实验内容覆盖了高频电路、通信原理、光纤通信和程控交换课程的全部内容,实验题目比较多,选择性比较强,符合时代要求。

本书适用于普通高等学校电子信息科学与技术专业、物联网专业、通信工程专业的通信类基础课程实验教学。本书可以作为普通高等学校相关专业的教师用书,也可以供其他相关专业选用。

图书在版编目(CIP)数据

通信技术综合实验:全2册/邱敏等主编. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社, 2013. 1

ISBN 978 - 7 - 5661 - 0521 - 9

I. 通… II. ①邱… III. ①通信技术 - 实验 - 高等学校 - 教材 IV. ①TN - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 019876 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451 - 82519328
传 真 0451 - 82519699
经 销 新华书店
印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂
开 本 787mm × 1 092mm 1/16
印 张 14.75
字 数 353 千字
版 次 2013 年 2 月第 1 版
印 次 2013 年 2 月第 1 次印刷
定 价 55.00 元(全二册)

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

本书是普通高等院校理工科电子信息科学与技术专业、物联网专业通信类课程的实验教材。本书以教育部高教司颁布的高等学校通信和物联网教学计划指导文件要求作为编写依据。本书的编写是在满足课程教学基本要求的前提下,根据专业的特点,有针对性地对实验教学内容进行了筛选,在实验形式上进行了改革,把每一部分实验分为验证性实验、综合性实验和设计性开放实验三大部分,注重培养学生实际动手能力和创新能力。

本书下册包括光纤通信和程控交换技术两部分实验。每个实验详细介绍了实验原理、实验步骤和实验报告要求,不仅有利于学生对光纤通信、程控交换基本概念、基本理论的理解,而且有利于进一步培养学生分析问题和解决问题的能力、应用能力和职业技能。

本书编写中注意了精选内容,技术名词术语力求与主教材一致。在内容叙述上,力求做到实验目的明确,实验原理叙述清楚,仪器介绍实用、典型,实验步骤简明可行。

本书下册由邱敏主编并负责全书的统稿,编写分工如下:邱敏编写光纤通信综合实验部分,牟艳男和张秀平编写光纤通信的其余内容和程控交换的全部,每人撰写字数6万字。由于编者水平有限,疏漏谬误之处在所难免,恳请读者批评指正,以便今后修订提高。

本书在编写过程中,参考或引用了一些专家学者的论著,在此一并表示感谢。

编 者

2012年10月

目 录

第一篇 光纤通信实验

第一部分 光纤通信实验系统简介	1
第二部分 验证性实验部分	3
实验一 数字信源实验	3
实验二 HDB ₃ /AMI 编译码实验	7
实验三 PCM 编译码实验	13
实验四 光发送模块实验	22
实验五 光接收模块实验	28
实验六 数字信号电—光、光—电转换传输实验	32
实验七 模拟信号电—光、光—电传输实验	34
实验八 光纤无源器件特性测试实验	38
实验九 数字光发送接口指标测试实验	40
实验十 数字光接收接口指标测试实验	42
实验十一 PCM 话路特性综合测试实验	44
实验十二 光纤传输特性测量实验	45
实验十三 5B6B 编译码及其光纤传输实验	47
实验十四 帧同步实验	51
第三部分 综合性实验部分	55
实验十五 波分复用(WDM)光纤通信系统实验	55
实验十六 数字时分复用光纤传输实验	59
实验十七 全数字锁相环与位同步实验	63
实验十八 数字基带系统实验	68
实验十九 电话语音光传输系统实验	72
实验二十 图像光纤传输系统实验	76
实验二十一 两台计算机间的光纤通信	78
第四部分 常用光纤通信仪表简介	82
实验二十二 光功率计	82
实验二十三 稳定光源	88
实验二十四 光时域反射仪(OTDR)	90

实验二十五 误码测试仪	92
实验二十六 光纤熔接机	94
实验二十七 PCM 终端测试仪	96
第五部分 设计性实验部分 (VHDL 程序设计实验)	97
实验二十八 CMI 编译码 VHDL 程序设计及其光纤传输	97
实验二十九 曼彻斯特码的 VHDL 程序设计及其光纤传输	99
实验三十 米勒码 VHDL 程序设计及其光纤传输	101
实验三十一 5B6B 编译码 VHDL 程序设计及其光纤传输实验	103
实验三十二 四路异步 (RS-232) 数据时分复用光纤传输实验	107
实验三十三 同步数据时分复用光纤传输实验	112
实验三十四 帧同步提取的 VHDL 程序设计	115
实验三十五 全数字锁相环与位同步 VHDL 程序设计实验	116

第二篇 程控交换实验

第一部分 空分验证性实验	119
程控交换原理空分实验系统概述	119
程控空分交换原理实验系统组成	121
程控交换空分实验系统端口说明	125
实验一 多种信号音及人工交换实验	128
实验二 用户线接口电路及振铃实验	134
实验三 双音多频接收实验	139
实验四 双音多频发送实验	145
实验五 程控空分交换实验	148
实验六 实验系统与电信网络通信实验	153
实验七 中继接口模拟局域网通信实验	155
实验八 DTMF 来电显示实验	157
实验九 FSK 来电显示实验	159
第二部分 时分验证型实验	162
程控交换原理时分实验系统概述	162
程控时分交换原理实验系统组成	164
程控时分交换实验系统端口说明	168
实验十 数字拨号音发送实验	170
实验十一 回铃音实验	175
实验十二 忙音发送实验	178
实验十三 空号音的发送实验	181
实验十四 拥塞音发送实验	185
实验十五 双频多音信号接收实验	187

实验十六 用户线接口电路及振铃实验	193
实验十七 时分通话实验	199
实验十八 双频多音发送实验	207
第三部分 空分综合性实验部分	210
实验十九 与上位机联机传送话单实验	210
第三篇 开放综合设计实验项目	
实验一 利用光传输系统实现电话语音信号 AM 调制/解调通信系统实验	212
实验二 利用波分复用(WDM)光纤传输系统实现多路电话语音信号 AM 调制/解调通信系统实验	212
实验三 利用光传输系统实现电话语音信号 PAM 编码/解码通信系统实验	212
实验四 利用波分复用(WDM)光纤传输系统实现多路电话语音信号 PAM 编码/解码通信系统实验	212
实验五 利用光传输系统实现电话语音信号 ADPAM 编码/解码通信系统实验	212
实验六 利用波分复用(WDM)光纤传输系统实现多路电话语音信号 ADPAM 编码/解码通信系统实验	212
实验七 利用光传输系统实现电话语音信号 CVSD 编码/解码通信系统实验	213
实验八 利用波分复用(WDM)光纤传输系统实现多路电话语音信号 CVSD 编码/解码通信系统实验	213
实验九 利用波分复用(WDM)光纤传输系统实现多台计算机数据通信实验	213
实验十 利用数字时分复用光纤传输系统实现多路图像传输实验	213
附录一 CVSD 编译码芯片——MC3418 介绍	214
附录二 MAX + Plus II 介绍	220
参考文献	225

第一篇 光纤通信实验

第一部分 光纤通信实验系统简介

本套实验系统是配合光纤通信系统的理论教学而研制开发的,在这套系统上除了完成理论验证实验外,还可实现各种开发性实验,并可配合 CPLD 进行各模块的二次性开发。此款产品采用模块化,可自由选配。实验时,把系统模块固定到底板箱上即可。

一、主要完成的实验项目

1. 数字信号源实验。
2. HDB₃/AMI 编译码实验。
3. PCM 编译码实验。
4. 光发送模块实验。
5. 光接收模块实验。
6. 数字信号电—光、光—电转换传输实验。
 - (1) 方波信号传输。
 - (2) NRZ 码传输。
 - (3) HDB₃ 码传输。
7. 模拟信号电—光、光—电传输实验。
 - (1) 正弦信号传输。
 - (2) 正弦信号→PCM 编码→光→PCM 译码→正弦信号。
8. 电话语音光传输系统实验。
9. 图像光纤传输系统实验。
10. 两台计算机间的光纤通信实验。
11. 光纤无源器件特性测试实验。
 - (1) 光纤活动连接器。
 - (2) 分路器。
 - (3) 耦合器。
 - (4) 光可变衰减器。
12. 数字光发送接口指标测试实验。
13. 数字光接收接口指标测试实验。
 - (1) 灵敏度测试。
 - (2) 动态范围测试。
14. PCM 话路特性综合测试实验。
15. 光纤传输特性测量实验。

16. 波分复用(WDM)光纤通信系统实验。

17. 数字时分复用光纤传输实验。

18. 5B6B 编译码实验。

二、系统特点

模块化设计,灵活搭线,可实现多个实验,并可以自己灵活搭接组成其他实验。光纤模块上配有光纤跳线的接口模块,可自由加入光纤无源器件,使用多种仪表如误码分析仪等进行观测。完全满足国家教学大纲的教学要求。此外本实验箱,还可以实现通信原理和 DSP 的实验,光纤和通信合二为一,还可以让学生了解 DSP 的工作原理和经典电路。

三、配套仪器

必备仪器:20M 通用示波器或虚拟仪器。

可选配仪器:音频信号源、频谱分析仪、光功率计、稳定光源、光时域反射仪、误码测试仪、光纤熔接机、PCM 终端测试仪。

第二部分 验证性实验部分

实验一 数字信源实验

一、实验目的

1. 了解单极性码、双极性码、归零码、不归零码等基带信号波形特点。
2. 掌握集中插入帧同步码时分复用信号的帧结构特点。

二、实验内容

用示波器观察单极性非归零码(NRZ)、位同步信号(BS)及帧同步信号(FS),了解它们的对应关系。

三、基本原理

本实验使用数字信源模块(EL-TS-M6)。

本模块是整个实验系统的发终端之一,其原理方框图如图 1.1.1 所示。本单元产生 NRZ 信号,信号码速率约为 170.5 kB,帧结构如图 1.1.2 所示。帧长为 24 位,其中首位无定义,第 2 位到第 8 位是帧同步码(7 位巴克码 1110010),另外 16 位为 2 路数据信号,每路 8 位。此 NRZ 信号为集中插入帧同步码时分复用信号。发光二极管亮状态表示 1 码,熄状态表示 0 码。

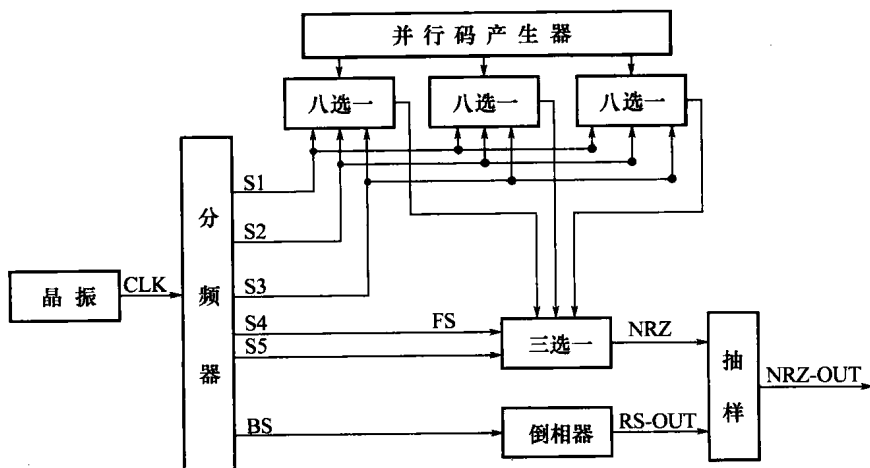


图 1.1.1 数字信源方框图

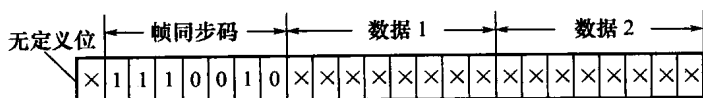


图 1.1.2 帧结构

本模块有以下测试点及输入输出点：

- CLK 晶振信号测试点
- BS - OUT 信源位同步信号输出点/测试点
- FS - OUT 信源帧同步信号输出点/测试点
- NRZ - OUT NRZ 信号输出点/测试点

下面对分频器,八选一及三选一等单元作进一步说明。

1. 分频器。74LS161 进行 13 分频,输出信号频率为 341 kHz。74LS161 是一个 4 位二进制加计数器,预置在 3 状态。

74LS193 完成 $\div 2$ 、 $\div 4$ 、 $\div 8$ 、 $\div 16$ 运算,输出 BS, S_1 , S_2 , S_3 等 4 个信号。BS 为位同步信号,频率为 170.5 kHz。 S_1 , S_2 , S_3 为 3 个选通信号,频率分别为 BS 信号频率的 1/2、1/4 和 1/8。74 193 是一个 4 位二进制加/减计数器,当 CPD = PL = 1, MR = 0 时,可在 Q_0 , Q_1 , Q_2 及 Q_3 端分别输出上述 4 个信号。

40160 是一个二 - 十进制加计数器,预置在 7 状态,完成 $\div 3$ 运算,在 Q_0 和 Q_1 端分别输出选通信号 S_4 , S_5 ,这两个信号的频率相等、等于 S_3 信号频率的 1/3。

分频器输出的 S_1 , S_2 , S_3 , S_4 , S_5 等 5 个信号的波形如图 1.1.3(a)和 1.1.3(b)所示。

2. 八选一。采用 8 路数据选择器 74LS151,它内含了 8 路传输数据开关、地址译码器和三态驱动器,其真值表如表 1.1.1 所示。U5, U6 和 U7 的地址信号输入端 A, B, C 并连在一起并分别接 S_1 , S_2 , S_3 信号,它们的 8 个数据信号输入端 $x_0 \sim x_7$ 分别与 K_1 , K_2 , K_3 输出的 8 个并行信号连接。由表 1.1.1 可以分析出 U5, U6, U7 输出信号都是码速率为 170.5kB、以 8 位为周期的串行信号。

3. 三选一。三选一电路原理同八选一电路原理。 S_4 , S_5 信号分别输入到 U8 的地址端 A 和 B, U5, U6, U7 输出的 3 路串行信号分别输入到 U8 的数据端 x_3 , x_0 , x_1 , U8 的输出端即是一个码速率为 170.5 kB 的 2 路时分复用信号,此信号为单极性不归零信号(NRZ)。

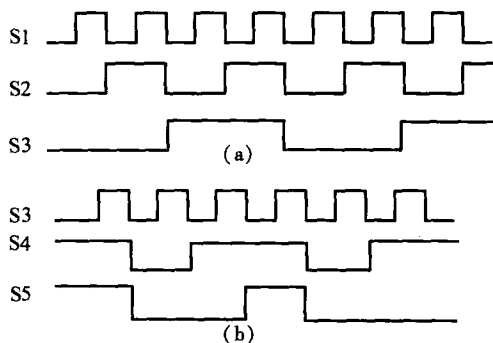


图 1.1.3 分频器输出信号波形

表 1.1.1 74LS151 真值表

C	B	A	INH	DIS	Z
0	0	0	0	0	x_0
0	0	1	0	0	x_1
0	1	0	0	0	x_2
0	1	1	0	0	x_3
1	0	0	0	0	x_4
1	0	1	0	0	x_5
1	1	0	0	0	x_6
1	1	1	0	0	x_7
Φ	Φ	Φ	1	0	0
Φ	Φ	Φ	Φ	1	高阻

4. 倒相与抽样。图 1.1.1 中的 NRZ 信号的脉冲上升沿或下降沿比 BS 信号的下降沿稍有点滞后。在数字调制单元中,有一个将绝对码变为相对码的电路,要求输入的绝对码信号的上升沿及下降沿与输入的位同步信号的上升沿对齐,而这两个信号由数字信源提供。倒相与抽样电路就是为了满足这一要求而设计的,它们使 NRZ - OUT 及 BS - OUT 信号满足码变换电路的要求。

FS 信号可用作示波器的外同步信号,以便观察 2DPSK 等信号。

FS 信号、NRZ - OUT 信号之间的相位关系如图 1.1.4 所示,图 1.1.4 中 NRZ - OUT 的无定义位为 0,帧同步码为 1110010,数据 1 为 11110000,数据 2 为 00001111。FS 信号的低电平、高电平分别为 4 位和 8 位数字信号时间,其上升沿比 NRZ - OUT 码第一位起始时间超前一个码元。

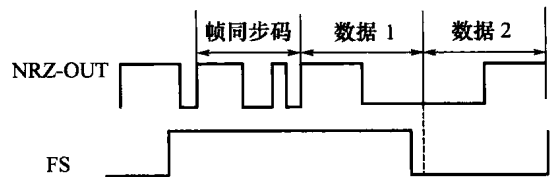


图 1.1.4 FS、NRZ - OUT 波形

四、实验步骤

1. 熟悉信源模块(EL - TS - M6)的工作原理。把模块 EL - TS - M6 固定在底板的四个固定孔上,并连接与底板相应的电源和地线。

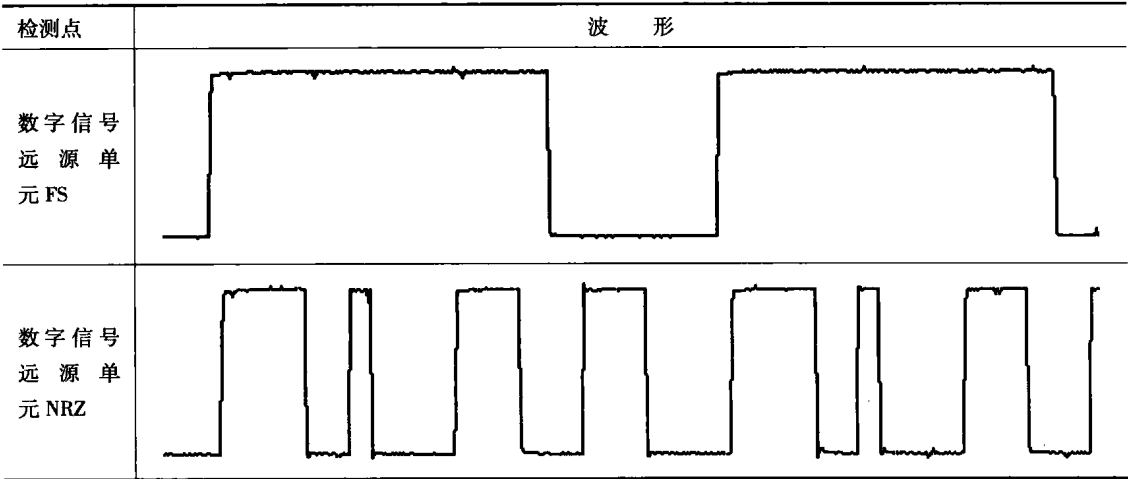
2. 用示波器观察数字信源模块上的各种信号波形。

用 FS 作为示波器的外同步信号,进行下列观察:

(1) 示波器的两个探头分别接 NRZ - OUT 和 BS - OUT,对照发光二极管的发光状态,判断数字信源单元是否已正常工作(1 码对应的发光管亮,0 码对应的发光管熄)。

(2) 用 K₁ 产生代码 ×1110010(×为任意代码,1110010 为 7 位帧同步码),K₂、K₃ 产生任意信息代码,观察本实验给定的集中插入帧同步码时分复用信号帧结构,和 NRZ 码特点。

按照实验指导书要求,用 K₁ 产生代码 11110010, K₂ 产生代码 00011100, K₃ 产生代码 01110000(其中 K₁ 的代码为帧同步码, K₂ 和 K₃ 是产生的信息码,可以任意定义)。用示波器观察 NRZ,FS,BS,如图 1.1.5 所示。



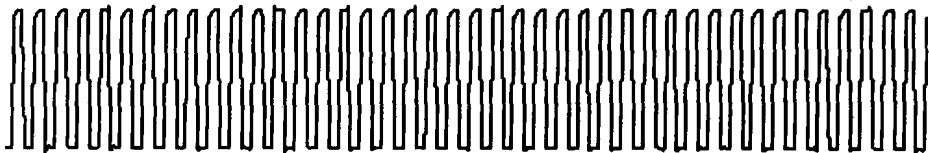
检测点	波 形
数字信号 远源单 元 BS	

图 1.1.5

五、实验报告要求

根据实验观察和纪录回答：

1. 不归零码和归零码的特点是什么？
2. 根据电路原理图设计出一任意伪随机码(RZ)产生电路。

六、实验仪器

示波器、综合通信实验箱、模块 EL - TS - M6。

实验二 HDB₃/AMI 编译码实验

一、实验目的

1. 掌握 AMI, HDB₃ 码的编码规则。
2. 掌握从 HDB₃ 码中提取位同步信号的方法。
3. 了解 HDB₃/AMI 编译码集成电路 CD22103。

二、实验内容

1. 用示波器观察传号交替反转码(AMI)、三阶高密度双极性码(HDB₃)。
2. 用示波器观察从 HDB₃/AMI 码中提取位同步信号的波形。
3. 用示波器观察 HDB₃/AMI 译码输出波形。

三、基本原理

本实验用到的电路模块为 HDB₃/AMI(EL-TS-M6)。编译码原理框图如图 1.2.1 所示。本单元有以下测试点及输出点：

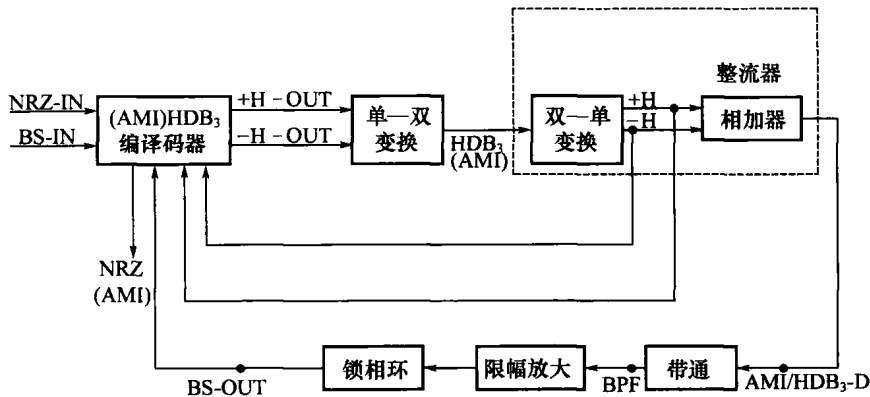


图 1.2.1 HDB₃ 编译码方框图

- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| • NRZ - IN | 编码器输入信号 |
| • BS - IN | 位同步输入信号 |
| • NRZ - OUT | 译码器输出信号 |
| • BS - OUT | 锁相环输出的位同步信号 |
| • AMI/HDB ₃ - OUT | 编码器输出信号 |
| • AMI/HDB ₃ - IN | 译码器输入信号 |
| • AMI/HDB ₃ - D | AMI/HDB ₃ 整流输出信号 |

本模块上的开关 K320 用于选择码型, K320 位于 H 端选择 HDB₃ 码, 位于 A 端选择 AMI 码。HDB₃ 码和 AMI 码的编码输出点都在 AMI/HDB₃ - OUT, 译码输入点都在 AMI/HDB₃ - IN。

下面简单介绍 AMI, HDB₃ 码编码规律。

AMI 码的编码规律是:信息代码 1 变为带有符号的 1 码即 +1 或 -1, 1 的符号交替反转;信息代码 0 的为 0 码。AMI 码对应的波形是占空比为 0.5 的双极性归零码, 即脉冲宽度 τ 与码元宽度(码元周期、码元间隔) T_s 的关系是 $\tau = 0.5T_s$ 。

HDB₃ 码的编码规律是:4 个连 0 信息码用取代节 000V 或 B00V 代替, 当两个相邻 V 码中间有奇数个信息 1 码时取代节为 000V, 有偶数个信息 1 码(包括 0 个信息 1 码)时取代节为 B00V, 其他的信息 0 码仍为 0 码;信息码的 1 码变为带有符号的 1 码即 +1 或 -1; HDB₃ 码中 1, B 的符号符合交替反转原则, 而 V 的符号破坏这种符号交替反转原则, 但相邻 V 码的符号又是交替反转的; HDB₃ 码是占空比为 0.5 的双极性归零码。

设信息码为 0000 0110 0001 0000 0, 则 NRZ 码、AMI 码、HDB₃ 码如图 1.2.2 所示。

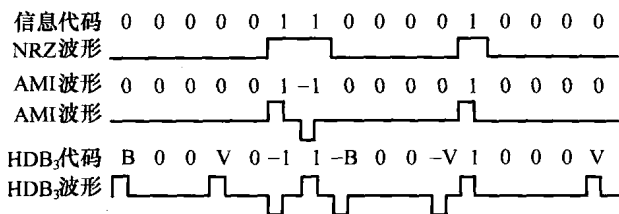


图 1.2.2 NRZ, AMI, HDB₃ 关系图

分析表明, AMI 码及 HDB₃ 码的功率谱如图 1.2.3 所示, 它不含有离散谱 f_s 成分($f_s = 1/T_s$, 等于位同步信号频率)。在通信的终端需将它们译码为 NRZ 码才能送给数字终端机或数模转换电路。在做译码时必须提供位同步信号。工程上, 一般将 AMI 或 HDB₃ 码数字信号进行整流处理, 得到占空比为 0.5 的单极性归零码(RZ | $\tau = 0.5T_s$)。这种信号的功率谱也在图 1.2.3 中给出。由于整流后的 AMI、HDB₃ 码中含有离散谱 f_s , 故可用一个窄带滤波器得到频率为 f_s 的正弦波, 整形处理后即可得到位同步信号。

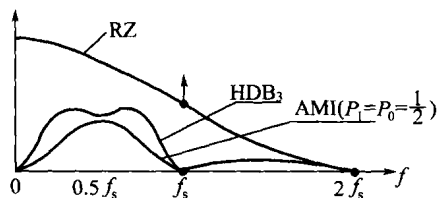


图 1.2.3 AMI, HDB₃, RZ | $\tau = 0.5T_s$ 频谱

这种信号的功率谱也在图 1.2.3 中给出。由于整流后的 AMI、HDB₃ 码中含有离散谱 f_s , 故可用一个窄带滤波器得到频率为 f_s 的正弦波, 整形处理后即可得到位同步信号。

本单元用 CD22103 集成电路进行 AMI 或 HDB₃ 编译码。当它的第 3 脚 (HDB₃/AMI) 接 +5 V 时为 HDB₃ 编译码器, 接地时为 AMI 编译码器。编码时, 需输入 NRZ 码及位同步信号, 它们来自数字信源单元, 已在电路板上连好。CD22103 编码输出两路并行信号 +H-OUT 和 -H-OUT, 它们都是半占空比的正脉冲信号, 分别与 AMI 或 HDB₃ 码的正极性信号及负极性信号相对应。这两路信号经单/双极性变换后得到 AMI 码或 HDB₃。

双/单极性变换及相加器构成一个整流器。整流后的 AMI/HDB₃ - D 信号含有位同步信号频率离散谱。由于位同步频率比较低, 很难将有源带通滤波器的带宽做得很窄, 它输出的信号 BPF 是一个幅度和周期都不恒定的正弦信号。对此信号进行限幅放大处理后得到幅度恒定、周期变化的脉冲信号, 但仍不能将此信号作为译码器的位同步信号, 需作进一

步处理。当锁相环的自然谐振频率足够小时,对输入的电压信号可等效为窄带带通滤波器(关于锁相环的基本原理将在实验三中介绍)。本单元中采用电荷泵锁相环构成一个 Q 值约为 35 的窄带带通滤波器,它输出一个符合译码器要求的位同步信号 BS - OUT。

译码时,需将 AMI 或 HDB₃ 码变换成两路单极性信号分别送到 CD22103 的第 11、第 13 脚,此任务由双/单变换电路来完成。

当信息代码连 0 个数太多时,从 AMI 码中较难于提取稳定的位同步信号,而 HDB₃ 中连 0 个数最多为 3,这对提取高质量的位同步信号是有利的。这也是 HDB₃ 码优于 AMI 码之处。HDB₃ 码及经过随机化处理的 AMI 码常被用在 PCM 一、二、三次群的接口设备中。

在实用的 HDB₃ 编译码电路中,发端的单/双极性变换器一般由变压器完成;收端的双/单极性变换电路一般由变压器、自动门限控制和整流电路完成,本实验目的是掌握 HDB₃ 编码规则及位同步提取方法,故对极性变换电路作了简化处理,不一定符合实用要求。

CD22103 的引脚及内部框图如图 1.2.4 所示,引脚功能如下:

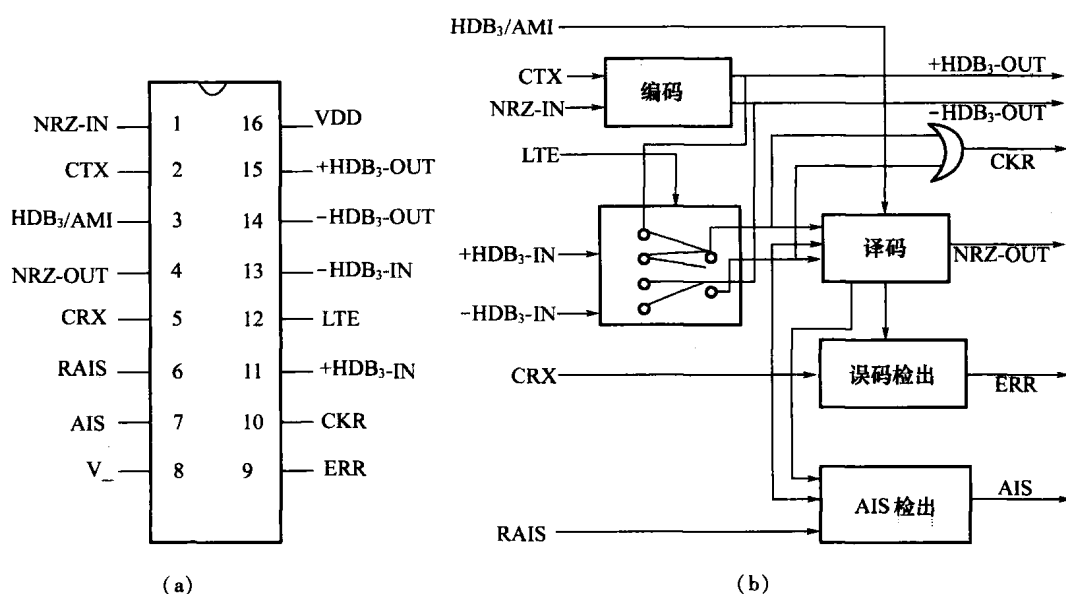


图 1.2.4 CD22103 的引脚及内部框图

(a) 引脚; (b) 内部框图

(1) NRZ - IN

(2) CTX

(3) HDB₃/AMI

(4) NRZ - OUT

(5) CRX

(6) RAIS

编码器 NRZ 信号输入端;

编码时钟(位同步信号)输入端;

码型选择端:接 TTL 高电平时,选择 HDB₃ 码;接 TTL 低电平时,选择 AMI 码;

HDB₃ 译码后信码输出端;

码时钟(位同步信号)输入端;

告警指示信号(AIS)检测电路复位端,负脉冲有效;

(7) AIS	AIS 信号输出端,有 AIS 信号为高电平,无 AIS 信号时为低电平;
(8) VSS	接地端;
(9) ERR	不符合 HDB ₃ /AMI 编码规则的误码脉冲输出端;
(10) CKR	HDB ₃ 码的汇总输出端;
(11) + HDB ₃ -IN	HDB ₃ 译码器正码输入端;
(12) LTFHDB ₃	译码内部环回控制端,接高电平时为环回,接低电平时为正常;
(13) - HDB ₃ -IN	HDB ₃ 译码器负码输入端;
(14) - HDB ₃ -OUT	HDB ₃ 编码器负码输出端;
(15) + HDB ₃ -OUT	HDB ₃ 编码器正码输出端;
(16) VDD	接电源端(+5 V)。

CD22103 主要由发送编码和接收译码两部分组成,工作速率为 50 kB/s ~ 10 Mb/s。两部分功能简述如下:

1. 发送部分

当 HDB₃/AMI 端接高电平时,编码电路在编码时钟 CTX 下降沿的作用下,将 NRZ 码编成 HDB₃ 码(+HDB₃ - OUT、-HDB₃ - OUT 两路输出);接低电平时,编成 AMI 码。编码输出比输入码延迟 4 个时钟周期。

2. 接收部分

(1)在译码时钟 CRX 的上升沿作用下,将 HDB₃ 码(或 AMI 码)译成 NRZ 码。译码输出比输入码延迟 4 个时钟周期。

(2)HDB₃ 码经逻辑组合后从 CKR 端输出,供时钟提取等外部电路使用。

(3)可在不断业务的情况下进行误码监测,检测出的误码脉冲从 ERR 端输出,其脉宽等于收时钟的一个周期,可用此进行误码计数。

(4)可检测出所接收的 AIS 码,检测周期由外部 RAIS 决定。据 CCITT 规定,在 RAIS 信号的一个周期(500 s)内,若接收信号中“0”码个数少于 3,则 AIS 端输出高电平,使系统告警电路输出相应的告警信号,若接收信号中“0”码个数不少于 3,AIS 端输出低电平,表示接收信号正常。

四、实验步骤

1. 把模块 EL - TS - M6 固定在底板的四个固定孔上,并连接与底板相应的电源和地线。

2. 用示波器观察 HDB₃/AMI 编译单元的各种波形。用信源模块的 FS 信号作为示波器的外同步信号。

(1)示波器的两个探头 CH1 和 CH2 分别接 NRZ - OUT 和 HDB₃/AMI_OUT,将信源模块 K₁,K₂,K₃ 的每一位都置 1,观察并记录全 1 码对应的 AMI 码和 HDB₃ 码(图 1.2.5);再将 K₁,K₂,K₃ 置为全 0,观察全 0 码对应的 AMI 码和 HDB₃ 码(图 1.2.6)。观察 AMI 码时将开关 K320 置于 AMI 端,观察 HDB₃ 码时将 K₁ 置于 HDB₃ 端,观察时应注意编码输出 AMI/HDB₃ - OUT 比输入 NRZ - OUT 延迟了 4 个码元。