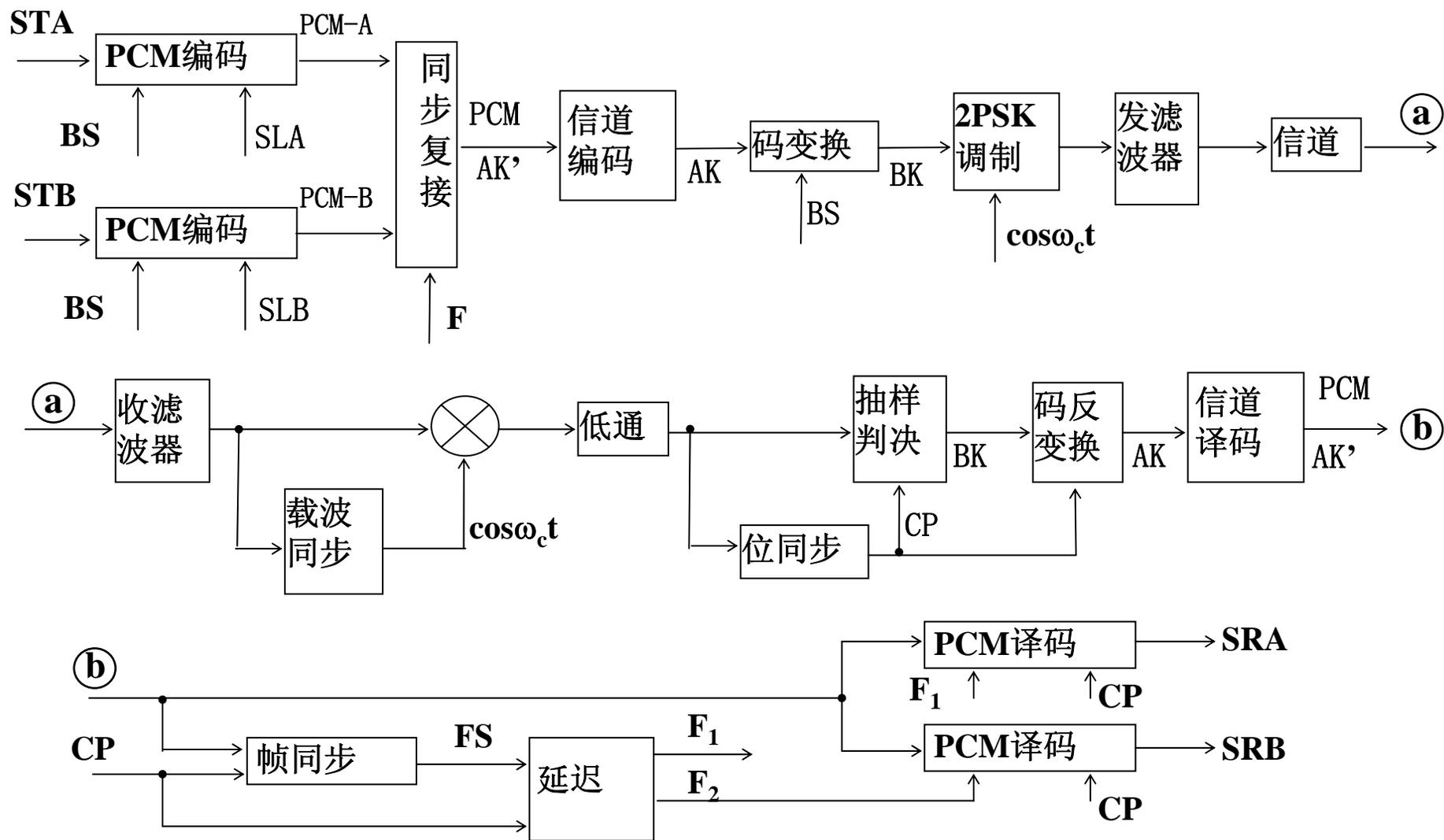


通信实验

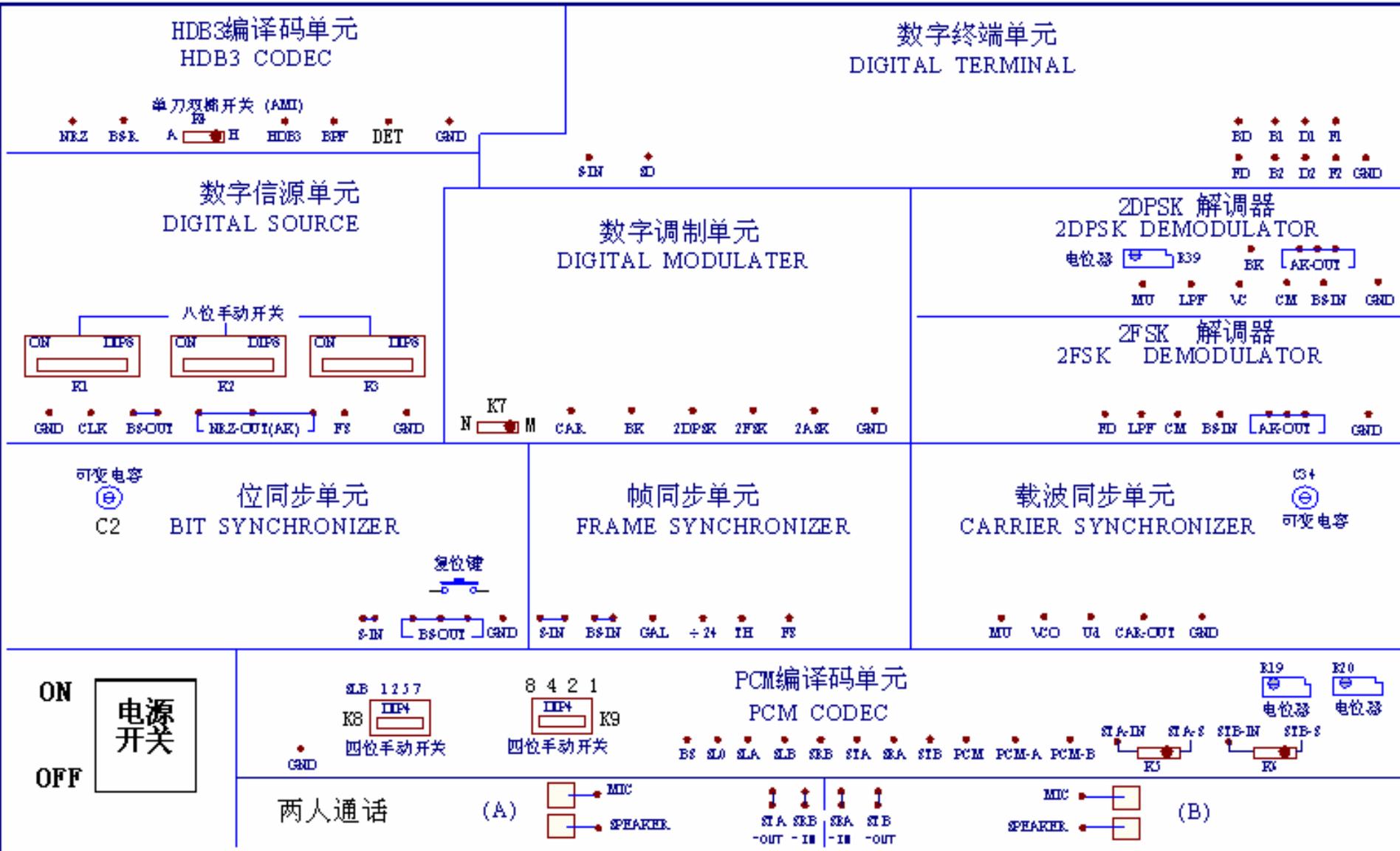
青岛科技大学信息科学技术学院
通信工程教研室

TX-5通信原理教学实验系统实验系统涵盖了数字频带传输的主要内容及时分复用技术，其设计思路是如下图所示的两路PCM/2DPSK数字电话系统。



TX-5通信原理教学实验系统布局示意图

TX-5通信原理教学实验系统 布局示意图



001 002 003 004 005
88888

振荡器与频率调制

电源

功率放大

This section of the circuit board includes the following stages:

- 振荡器与频率调制 (Oscillator and Frequency Modulation):** Features a crystal oscillator (CT1) and a frequency modulator (V17) with associated resistors (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R25, R26, R27, R28, R29, R30, R31, R32, R33, R34, R35, R36, R37, R38, R39, R40, R41, R42, R43, R44, R45, R46, R47, R48, R49, R50, R51, R52, R53, R54, R55, R56, R57, R58, R59, R60, R61, R62, R63, R64, R65, R66, R67, R68, R69, R70, R71, R72, R73, R74, R75, R76, R77, R78, R79, R80, R81, R82, R83, R84, R85, R86, R87, R88, R89, R90, R91, R92, R93, R94, R95, R96, R97, R98, R99, R100) and capacitors (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16, C17, C18, C19, C20, C21, C22, C23, C24, C25, C26, C27, C28, C29, C30, C31, C32, C33, C34, C35, C36, C37, C38, C39, C40, C41, C42, C43, C44, C45, C46, C47, C48, C49, C50, C51, C52, C53, C54, C55, C56, C57, C58, C59, C60, C61, C62, C63, C64, C65, C66, C67, C68, C69, C70, C71, C72, C73, C74, C75, C76, C77, C78, C79, C80, C81, C82, C83, C84, C85, C86, C87, C88, C89, C90, C91, C92, C93, C94, C95, C96, C97, C98, C99, C100).
- 电源 (Power):** Includes a power supply regulator (V14) and associated components (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R25, R26, R27, R28, R29, R30, R31, R32, R33, R34, R35, R36, R37, R38, R39, R40, R41, R42, R43, R44, R45, R46, R47, R48, R49, R50, R51, R52, R53, R54, R55, R56, R57, R58, R59, R60, R61, R62, R63, R64, R65, R66, R67, R68, R69, R70, R71, R72, R73, R74, R75, R76, R77, R78, R79, R80, R81, R82, R83, R84, R85, R86, R87, R88, R89, R90, R91, R92, R93, R94, R95, R96, R97, R98, R99, R100).
- 功率放大 (Power Amplification):** Contains a power amplifier (V16) and associated components (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R25, R26, R27, R28, R29, R30, R31, R32, R33, R34, R35, R36, R37, R38, R39, R40, R41, R42, R43, R44, R45, R46, R47, R48, R49, R50, R51, R52, R53, R54, R55, R56, R57, R58, R59, R60, R61, R62, R63, R64, R65, R66, R67, R68, R69, R70, R71, R72, R73, R74, R75, R76, R77, R78, R79, R80, R81, R82, R83, R84, R85, R86, R87, R88, R89, R90, R91, R92, R93, R94, R95, R96, R97, R98, R99, R100).

低频调制信号

振幅调制

前置放大

高频小信号放大

晶体管混频

二次混频与鉴频

This section of the circuit board includes the following stages:

- 低频调制信号 (Low Frequency Modulation Signal):** Features a low-frequency modulator (V17) and associated components (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R25, R26, R27, R28, R29, R30, R31, R32, R33, R34, R35, R36, R37, R38, R39, R40, R41, R42, R43, R44, R45, R46, R47, R48, R49, R50, R51, R52, R53, R54, R55, R56, R57, R58, R59, R60, R61, R62, R63, R64, R65, R66, R67, R68, R69, R70, R71, R72, R73, R74, R75, R76, R77, R78, R79, R80, R81, R82, R83, R84, R85, R86, R87, R88, R89, R90, R91, R92, R93, R94, R95, R96, R97, R98, R99, R100).
- 振幅调制 (Amplitude Modulation):** Includes an amplitude modulator (V18) and associated components (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R25, R26, R27, R28, R29, R30, R31, R32, R33, R34, R35, R36, R37, R38, R39, R40, R41, R42, R43, R44, R45, R46, R47, R48, R49, R50, R51, R52, R53, R54, R55, R56, R57, R58, R59, R60, R61, R62, R63, R64, R65, R66, R67, R68, R69, R70, R71, R72, R73, R74, R75, R76, R77, R78, R79, R80, R81, R82, R83, R84, R85, R86, R87, R88, R89, R90, R91, R92, R93, R94, R95, R96, R97, R98, R99, R100).
- 前置放大 (Pre-amplification):** Contains a pre-amplifier (V19) and associated components (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R25, R26, R27, R28, R29, R30, R31, R32, R33, R34, R35, R36, R37, R38, R39, R40, R41, R42, R43, R44, R45, R46, R47, R48, R49, R50, R51, R52, R53, R54, R55, R56, R57, R58, R59, R60, R61, R62, R63, R64, R65, R66, R67, R68, R69, R70, R71, R72, R73, R74, R75, R76, R77, R78, R79, R80, R81, R82, R83, R84, R85, R86, R87, R88, R89, R90, R91, R92, R93, R94, R95, R96, R97, R98, R99, R100).
- 高频小信号放大 (High Frequency Small Signal Amplification):** Features a high-frequency small signal amplifier (V20) and associated components (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R25, R26, R27, R28, R29, R30, R31, R32, R33, R34, R35, R36, R37, R38, R39, R40, R41, R42, R43, R44, R45, R46, R47, R48, R49, R50, R51, R52, R53, R54, R55, R56, R57, R58, R59, R60, R61, R62, R63, R64, R65, R66, R67, R68, R69, R70, R71, R72, R73, R74, R75, R76, R77, R78, R79, R80, R81, R82, R83, R84, R85, R86, R87, R88, R89, R90, R91, R92, R93, R94, R95, R96, R97, R98, R99, R100).
- 晶体管混频 (Transistor Mixer):** Includes a transistor mixer (V21) and associated components (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R25, R26, R27, R28, R29, R30, R31, R32, R33, R34, R35, R36, R37, R38, R39, R40, R41, R42, R43, R44, R45, R46, R47, R48, R49, R50, R51, R52, R53, R54, R55, R56, R57, R58, R59, R60, R61, R62, R63, R64, R65, R66, R67, R68, R69, R70, R71, R72, R73, R74, R75, R76, R77, R78, R79, R80, R81, R82, R83, R84, R85, R86, R87, R88, R89, R90, R91, R92, R93, R94, R95, R96, R97, R98, R99, R100).
- 二次混频与鉴频 (Second Mixer and Frequency Discrimination):** Contains a second mixer and frequency discriminator (V22) and associated components (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R25, R26, R27, R28, R29, R30, R31, R32, R33, R34, R35, R36, R37, R38, R39, R40, R41, R42, R43, R44, R45, R46, R47, R48, R49, R50, R51, R52, R53, R54, R55, R56, R57, R58, R59, R60, R61, R62, R63, R64, R65, R66, R67, R68, R69, R70, R71, R72, R73, R74, R75, R76, R77, R78, R79, R80, R81, R82, R83, R84, R85, R86, R87, R88, R89, R90, R91, R92, R93, R94, R95, R96, R97, R98, R99, R100).

频率合成器

平衡混频器

中放

振幅解调

This section of the circuit board includes the following stages:

- 频率合成器 (Frequency Synthesizer):** Features a frequency synthesizer (V23) and associated components (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R25, R26, R27, R28, R29, R30, R31, R32, R33, R34, R35, R36, R37, R38, R39, R40, R41, R42, R43, R44, R45, R46, R47, R48, R49, R50, R51, R52, R53, R54, R55, R56, R57, R58, R59, R60, R61, R62, R63, R64, R65, R66, R67, R68, R69, R70, R71, R72, R73, R74, R75, R76, R77, R78, R79, R80, R81, R82, R83, R84, R85, R86, R87, R88, R89, R90, R91, R92, R93, R94, R95, R96, R97, R98, R99, R100).
- 平衡混频器 (Balanced Mixer):** Includes a balanced mixer (V24) and associated components (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R25, R26, R27, R28, R29, R30, R31, R32, R33, R34, R35, R36, R37, R38, R39, R40, R41, R42, R43, R44, R45, R46, R47, R48, R49, R50, R51, R52, R53, R54, R55, R56, R57, R58, R59, R60, R61, R62, R63, R64, R65, R66, R67, R68, R69, R70, R71, R72, R73, R74, R75, R76, R77, R78, R79, R80, R81, R82, R83, R84, R85, R86, R87, R88, R89, R90, R91, R92, R93, R94, R95, R96, R97, R98, R99, R100).
- 中放 (Intermediate Frequency Amplifier):** Contains an intermediate frequency amplifier (V25) and associated components (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R25, R26, R27, R28, R29, R30, R31, R32, R33, R34, R35, R36, R37, R38, R39, R40, R41, R42, R43, R44, R45, R46, R47, R48, R49, R50, R51, R52, R53, R54, R55, R56, R57, R58, R59, R60, R61, R62, R63, R64, R65, R66, R67, R68, R69, R70, R71, R72, R73, R74, R75, R76, R77, R78, R79, R80, R81, R82, R83, R84, R85, R86, R87, R88, R89, R90, R91, R92, R93, R94, R95, R96, R97, R98, R99, R100).
- 振幅解调 (Amplitude Demodulation):** Features an amplitude demodulator (V26) and associated components (R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17, R18, R19, R20, R21, R22, R23, R24, R25, R26, R27, R28, R29, R30, R31, R32, R33, R34, R35, R36, R37, R38, R39, R40, R41, R42, R43, R44, R45, R46, R47, R48, R49, R50, R51, R52, R53, R54, R55, R56, R57, R58, R59, R60, R61, R62, R63, R64, R65, R66, R67, R68, R69, R70, R71, R72, R73, R74, R75, R76, R77, R78, R79, R80, R81, R82, R83, R84, R85, R86, R87, R88, R89, R90, R91, R92, R93, R94, R95, R96, R97, R98, R99, R100).

TX-5通信原理教学实验系统

实验目录

实验一	数字基带信号
实验二	数字调制
实验三	模拟锁相环与载波同步
实验四	数字解调与眼图
实验五	数字锁相环与位同步
实验六	帧同步
实验七	时分复用数字基带通信系统
实验八	时分复用2DPSK、2FSK通信系统
实验九	PCM编译码
实验十	时分复用通话与抽样定理

实验一 数字基带信号

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AMI、HDB3码的编码规则。
- 3、掌握从HDB3码信号中提取位同步信号的方法。
- 4、掌握集中插入帧同步码时分复用信号的帧结构特点。
- 5、了解HDB3 (AMI) 编译码集成电路CD22103。

二、实验内容

- 1、用示波器观察单极性非归零码 (NRZ)、传号交替反转码 (AMI)、三阶高密度双极性码 (HDB3)、整流后的AMI码及整流后的HDB3码。
- 2、用示波器观察从HDB3码中和从AMI码中提取位同步信号的电路中有关波形。
- 3、用示波器观察HDB3、AMI译码输出波形。

三、基本原理

- 基带信号—— 未经过调制的脉冲数字信号。
- 数字基带传输系统—— 直接在信道中传输数字基带信号的系统。
- 波型—— 数字基带信号的脉冲波形有矩形、钟形、三角形等，并无严格规定，以矩形脉冲为最常用。
- 码型—— 指数字与脉冲的对应关系。

四种基本码型:

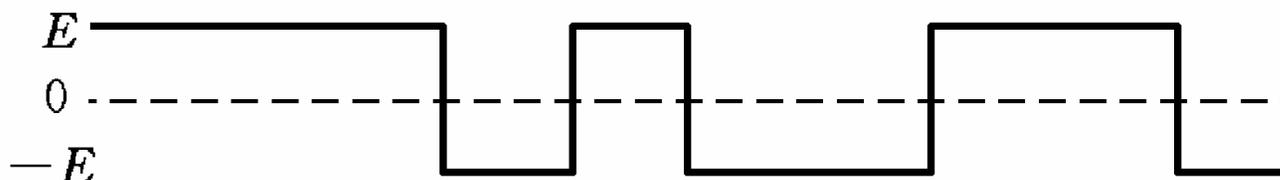
二进制信码

1 1 1 0 1 0 0 1 1 0

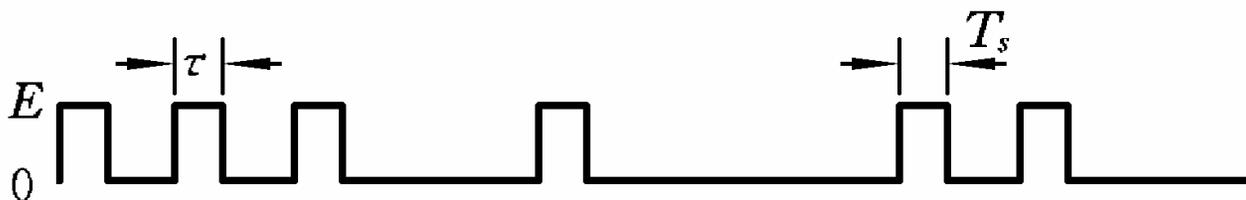
NRZ码
(单极性非归零码)



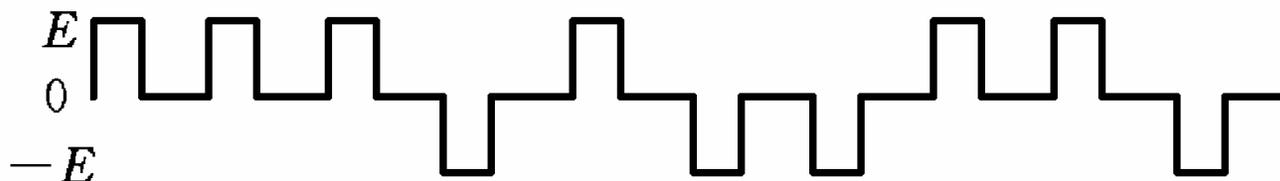
BNRZ码
(双极性非归零码)



RZ码
(单极性归零码)



BRZ码
(双极性归零码)



什么码型好？（基本要求是前三项）

- (1) 无平均直流成份。
- (2) 便于提取同步信息（定时脉冲）
- (3) 不受信源统计性质影响。

四种基本码型中，只有双极性归零码能满足前两条要求，但它仍受信源统计影响。实际上它已经是三电平码。

经改进，提出以下码型：

- (1) 归零的极性交替转换码（AMI码）
- (2) 三阶高密度双极性码（HDB3码）

1. AMI 码 — *Alternate Mark Inversion* (传号交替反转码)

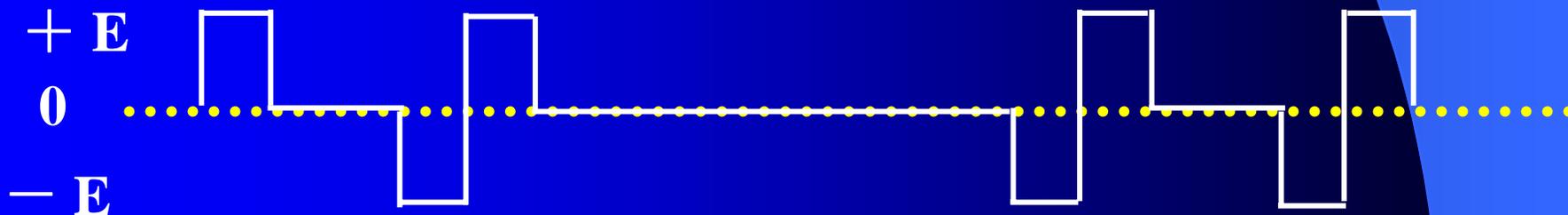
克服了信源统计依赖性。

规则：(1) 无脉冲为“0”；

(2) 用极性交替的正负脉冲表示“1”。

消息代码 1 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 0 0 1 1 ...

AMI码 +E 0 0 -E +E 0 0 0 0 0 0 0 -E +E 0 0 -E +E ...



2. HDB₃码 —— *High Density Bipolar 3 code*

(三阶高密度双极性码)

解决**AMI**码在多个连零情况下无法提取同步信息的困难。

- (1) 当信码中连“0”个数不超过3时，AMI码即为HDB₃码；
- (2) 当连“0”个数超过3时，则将第4个“0”改为“1”码，记作**V**码。为与真正“1”码区别，V码的极性破坏了正负交替的规律，它与前一个非“0”脉冲的极性相同；

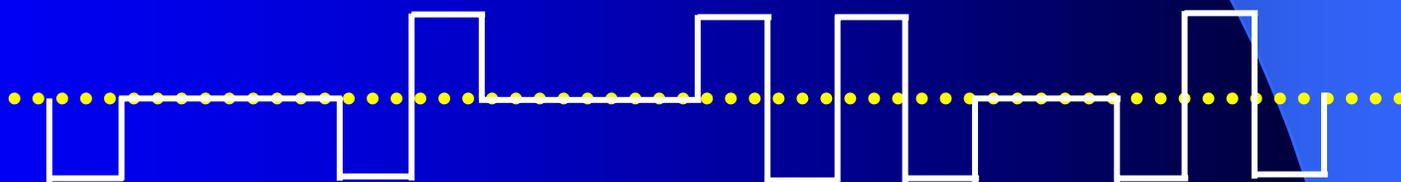
信息代码: 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1
AMI码: -1 0 0 0 0 +1 0 0 0 0 -1 +1 0 0 0 0 -1 +1
HDB₃码: -1 0 0 0 -V +1 0 0 0 +V -1 +1 0 0 0 +V -1 +1

却发现: 若两V码间有**奇数**个“1”，V码满足极性交替。

若两V码间有**偶数**个“1”，V码不满足极性交替。

(3) 为确保码中直流成份为零，V码也应保持极性交替；当两个V码之间有偶数个“1”时，将4连“0”的第一个“0”更改为与该V码极性相同的脉冲，记为B，并要求B码与其后的V码合起来，与它前面的V码保持极性交替的规律。

信息代码: 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1
 AMI码: -1 0 0 0 0 +1 0 0 0 0 -1 +1 0 0 0 0 -1 +1
 HDB₃码: -1 0 0 0 -V +1 0 0 0 +V -1 +1 -B 0 0 -V +1 -1



(4) 当出现B00V时，后面相继1码的极性只好与B00V相反，与原先的AMI码不同。

HDB3的译码:

- 因为 HDB3 编码的结果，凡是单个的同极性脉冲都代表1，且中间少于四个连0；凡是双连的同极性脉冲都代表存在四个连0。码流中不存在三连或更多的同极性脉冲。
- 所以译码规则很简单：而双连的同极性脉冲，将后面的V码译为0的同时，且将V码前面的三个码元也都译为0。单个的同极性脉冲，无论什么极性都译为1；这样一来，B00V和000V都被译为0000，即不会把B当作1，也不会把000V前面的1当作0。

例：已知信息代码如下，试画出相应的单极性不归零码、AMI码以及HDB₃码的波形。

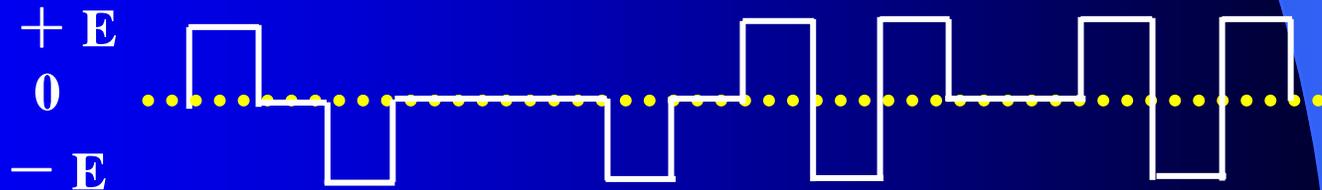
信息代码： 1 0 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1



AMI码： 1 0 -1 0 0 0 0 0 1 -1 0 0 0 0 1 -1



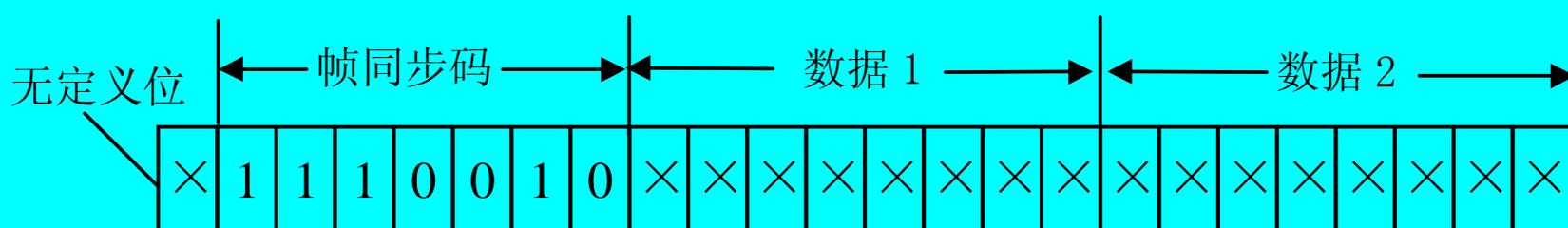
HDB₃码： 1 0 -1 0 0 0 -V 0 1 -1 B 0 0 V -1 +1

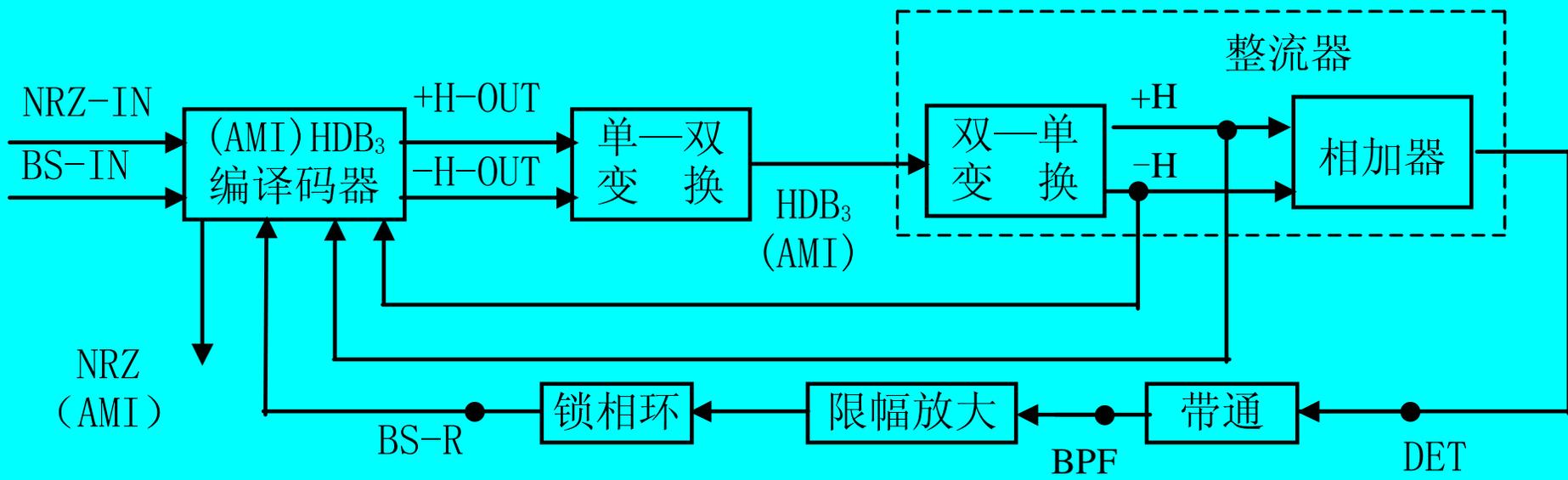


数字信源

本模块是整个实验系统的发终端。本单元产生NRZ（单极性不归零码）信号，信号码速率约为170.5KB，帧结构如图所示。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。

实验电路中数据码用红色发光二极管指示，帧同步码及无定义位用绿色发光二极管指示。发光二极管亮状态表示1码，熄状态表示0码。





HDB3编译码方框图

四、实验步骤与结果

实验结果：

- (1) 观察并记录全1码对应的AMI码和HDB3码。
- (2) 观察并记录全0码对应的AMI码和HDB3码。
- (3) 将K1、K2、K3置于0111 0010 0000 1100 0010 0000态，观察并记录对应的AMI码和HDB3码。
- (4) 将K1、K2、K3置于任意状态，K4先置A（AMI）端再置H（HDB3）端，CH1接信源单元的NRZ-OUT，CH2依次接HDB3单元的DET、BPF、BS-R和NRZ，记录这些信号波形。

实验二 数字调制

一、实验目的

- 1、掌握绝对码、相对码概念及它们之间的变换关系。
- 2、掌握用键控法产生2ASK、2FSK、2DPSK信号的方法。
- 3、掌握相对码波形与2PSK信号波形之间的关系、绝对码波形与2DPSK信号波形之间的关系。

二、实验内容

- 1、用示波器观察绝对码波形、相对码波形。
- 2、用示波器观察2ASK、2FSK、2PSK、2DPSK信号波形。

三、基本原理

载波数字调制将数字基带信号的信息转载到高频载波上去的处理过程。



载波数字调制系统
(数字频带调制系统)

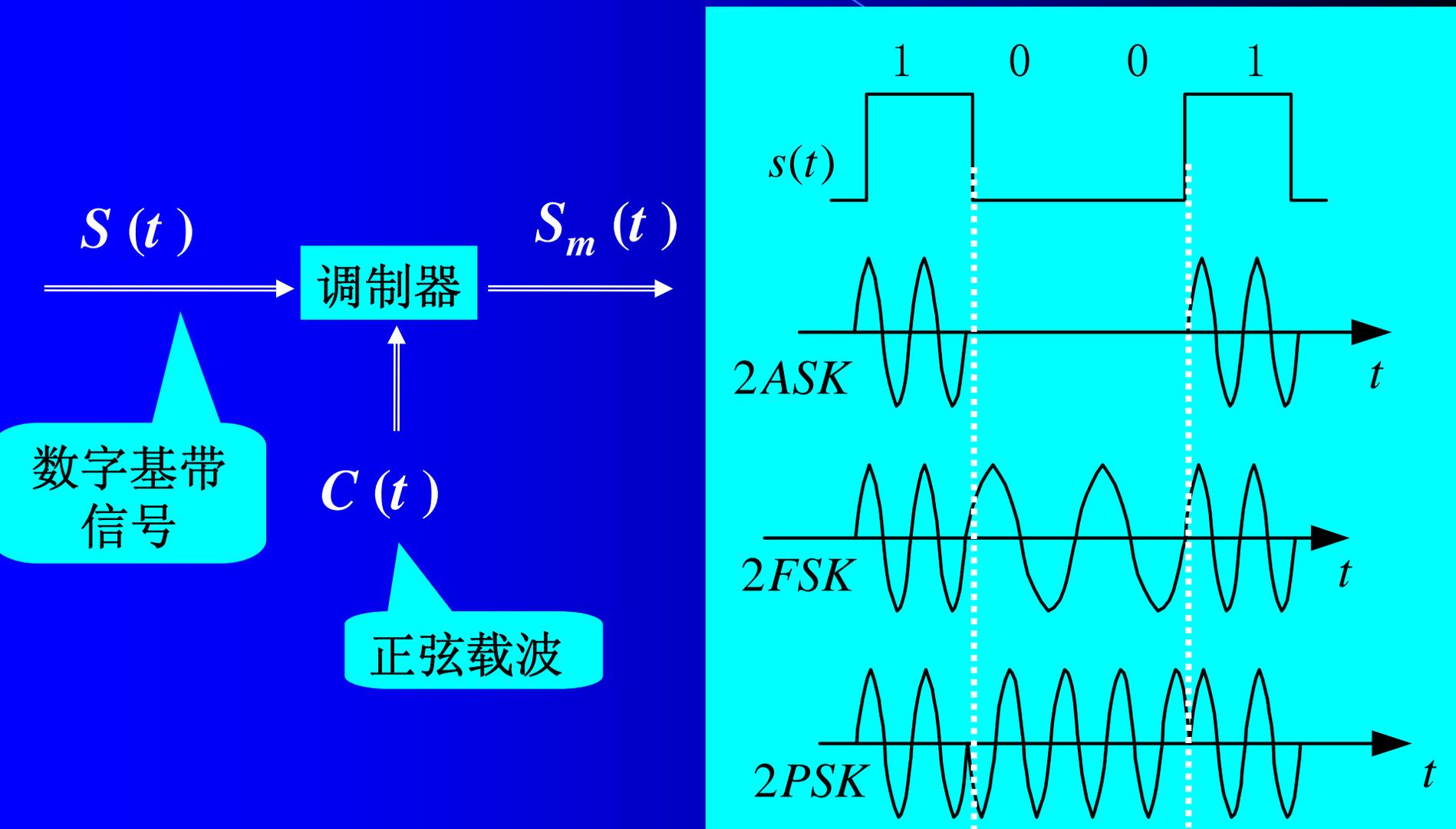
怎样进行频带调制？

- ❖ 高频载波 $C(t) = A \cos(\omega_c t + \phi_0)$ 为等幅单频余弦电波。
- ❖ 需要让载波携带的数字基带信号信息，只有0和1两种。
- ❖ 可以携带数字基带信号信息的参量有幅度、频率和相位。

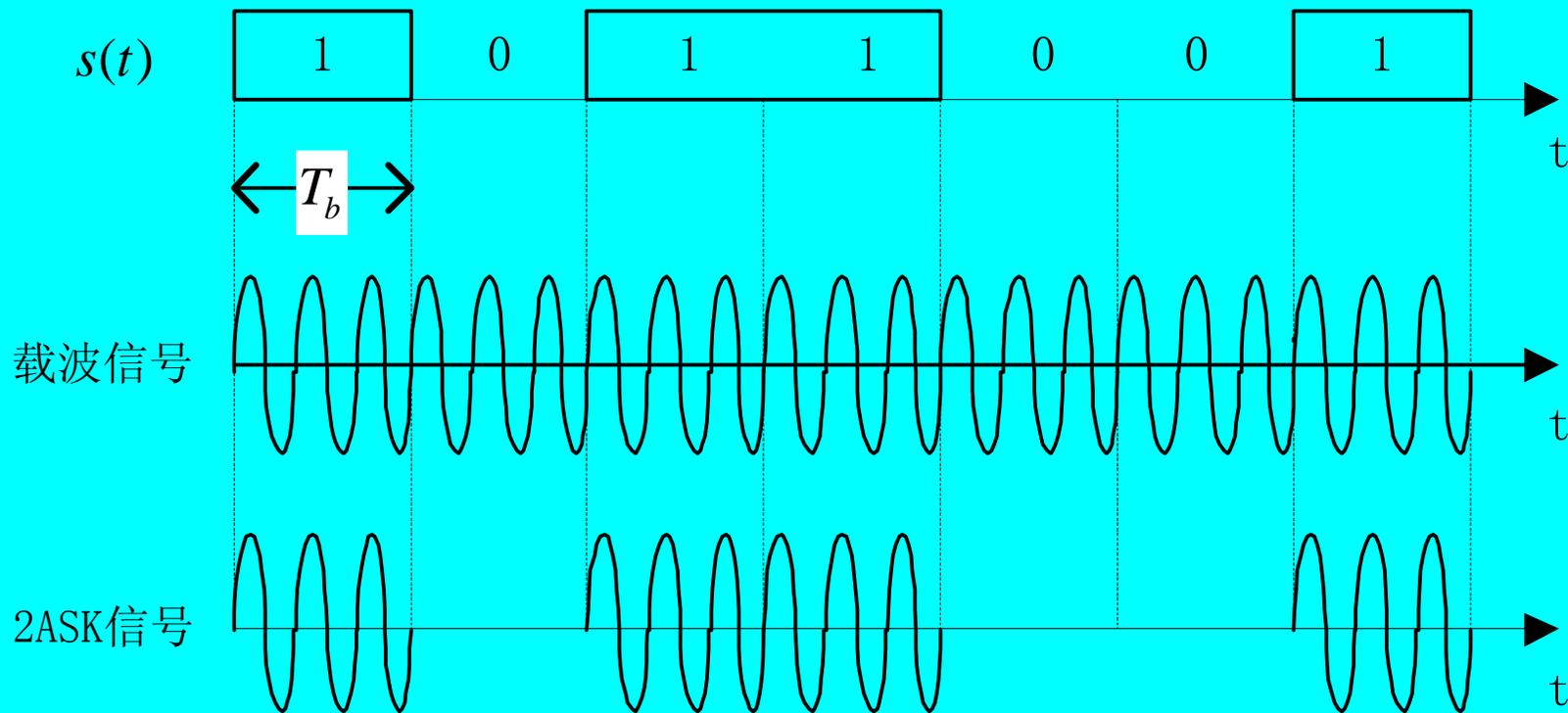
因此可设计出三种调制方案：

- 1、让载波幅度 A 按数字信号的代码变化——数字调幅；
- 2、让载波频率 ω_c 按数字信号的代码变化——数字调频；
- 3、让载波相位 ϕ_0 按数字信号的代码变化——数字调相。

调制信号为二进制数字信号时，这种调制称为二进制数字调制。在二进制数字调制中，载波的幅度、频率或相位只有两种变化状态。



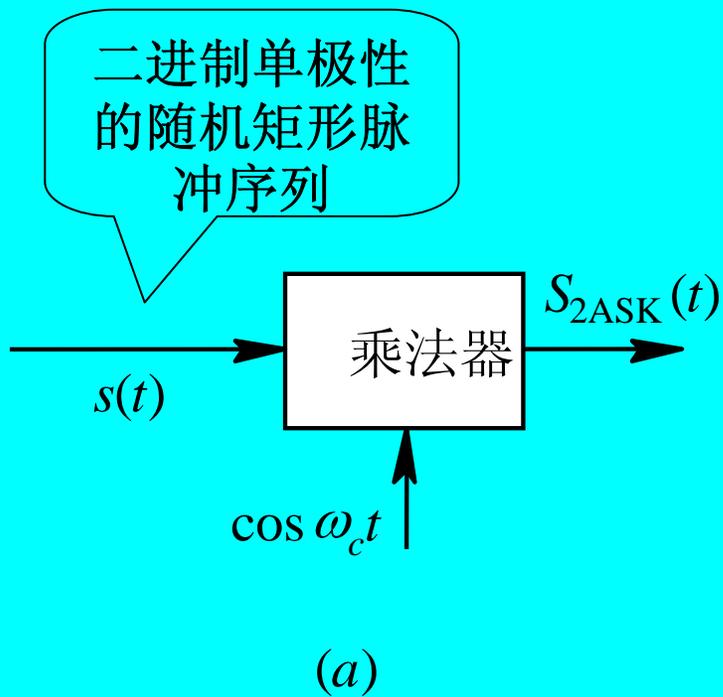
二进制振幅键控 (2ASK) 信号



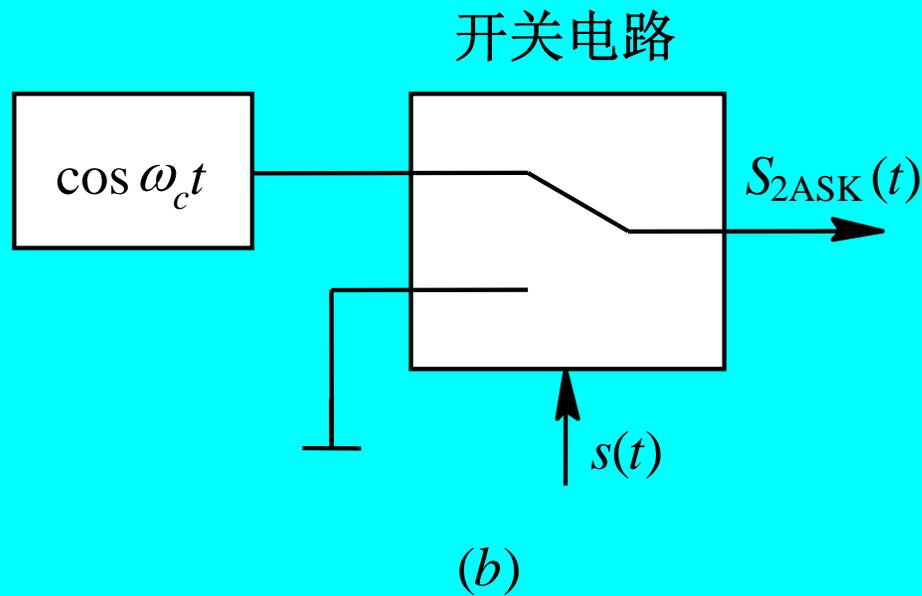
特点：“1”码期间有等幅正弦波输出，相当于开关开通；
“0”码期间无输出，相当于开关切断。

因此，数字调幅又称为开关键控(通断键控)，记作
OOK(On Off Keying)。

二进制振幅键控 (2ASK) 信号的调制方法

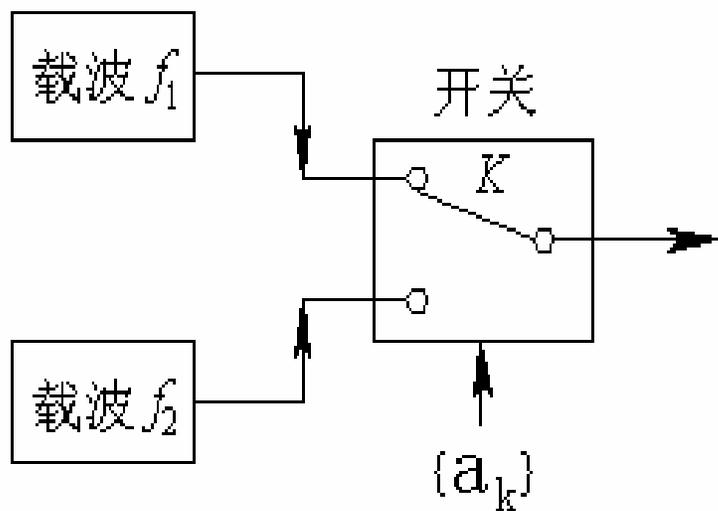


模拟法

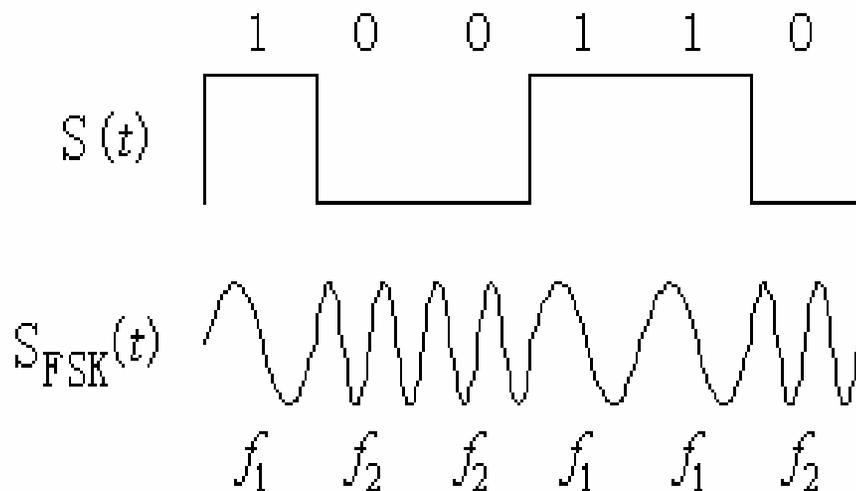


键控法

二进制频移键控 (2FSK) 信号



(a)

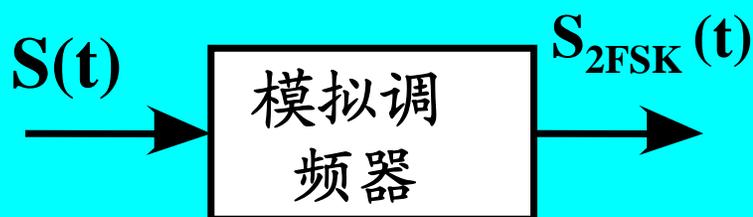


(b)

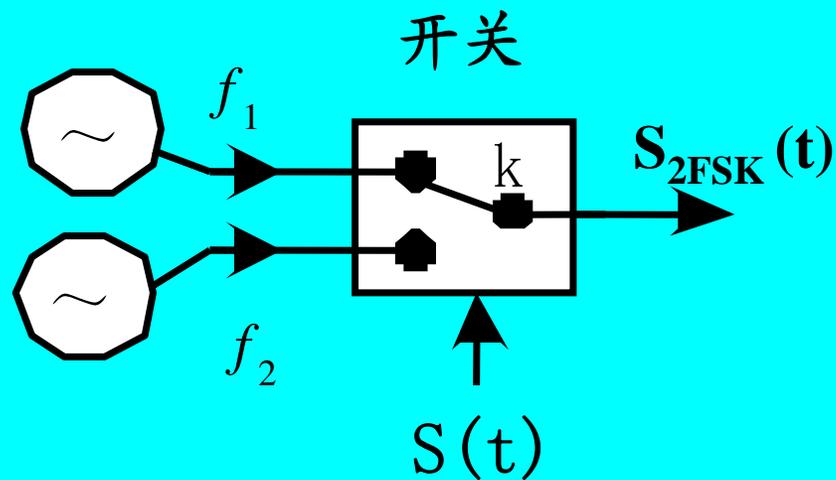
载波在两种不同频率之间进行切换

生成2FSK信号的波形

二进制频移键控（2FSK）信号的调制方法

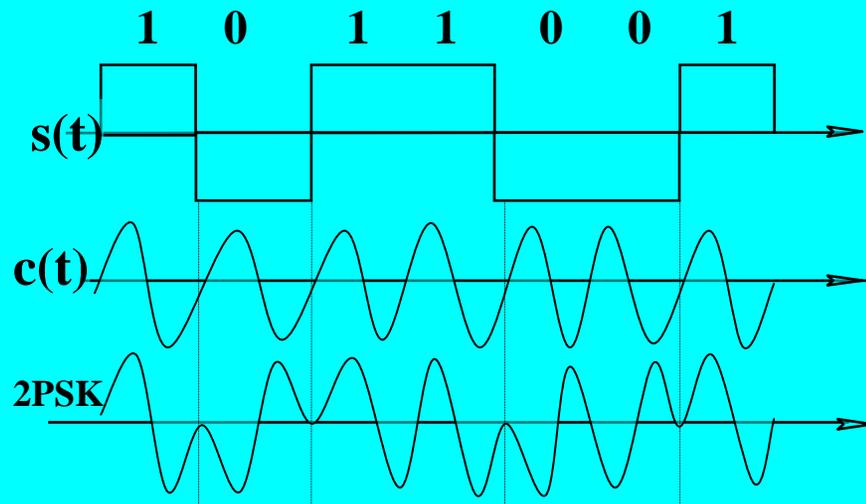
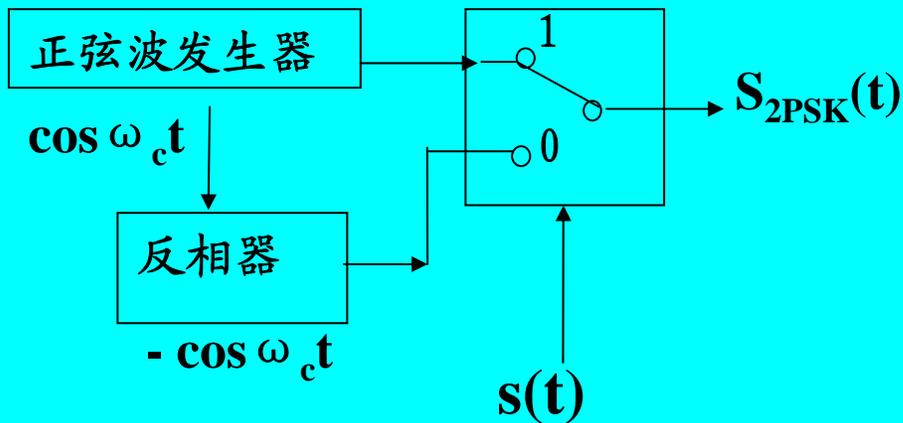


(a) 模拟调频法

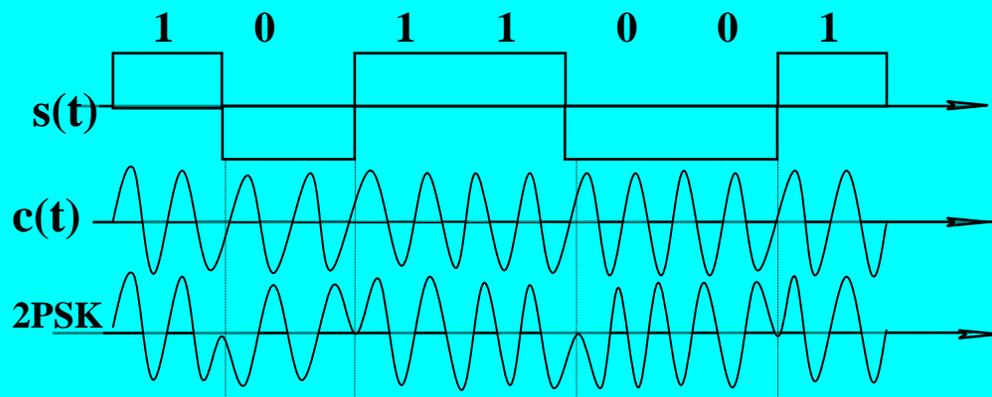
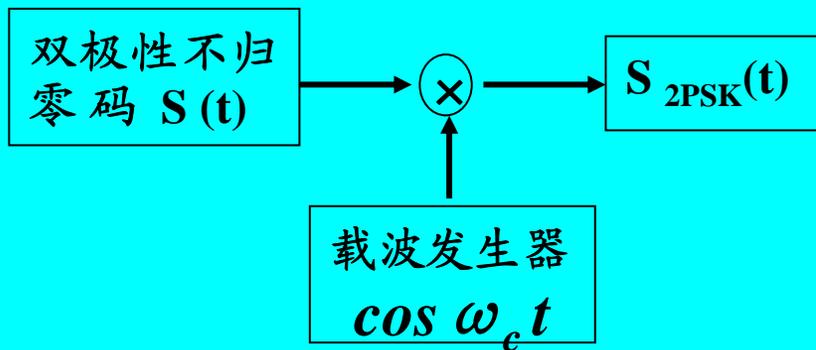


(b) 频率键控法

二进制相移键控 (2PSK) 信号



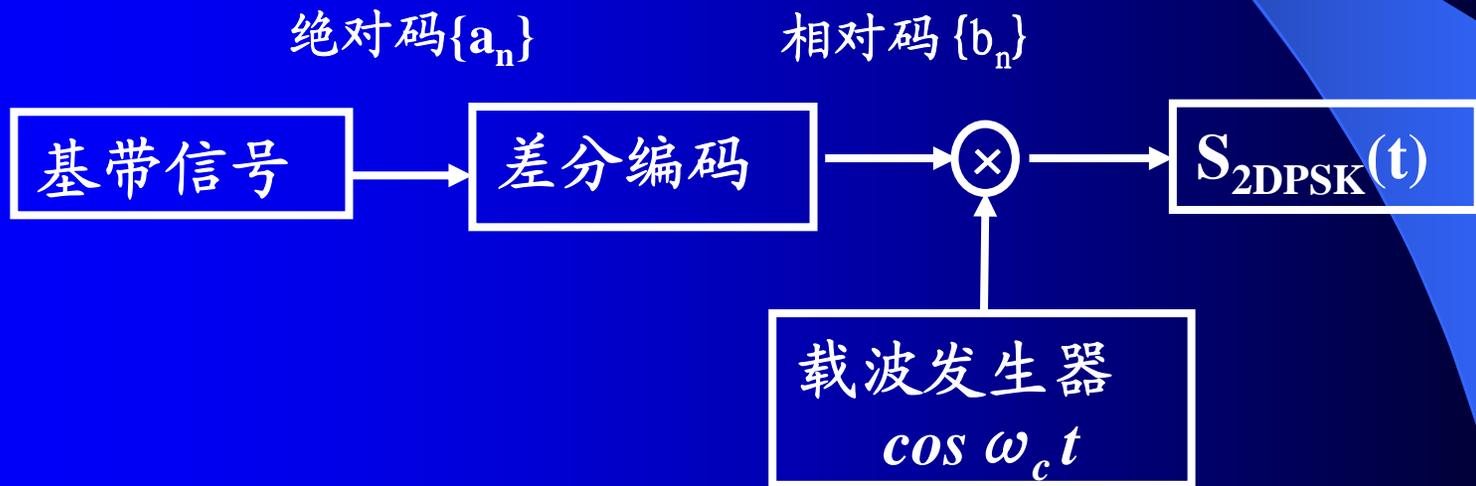
载波在两种不同相位之间进行切换生成2PSK信号 (数字键控法)



用双极性不归零基带信号进行调幅生成2PSK信号 (模拟调制法)

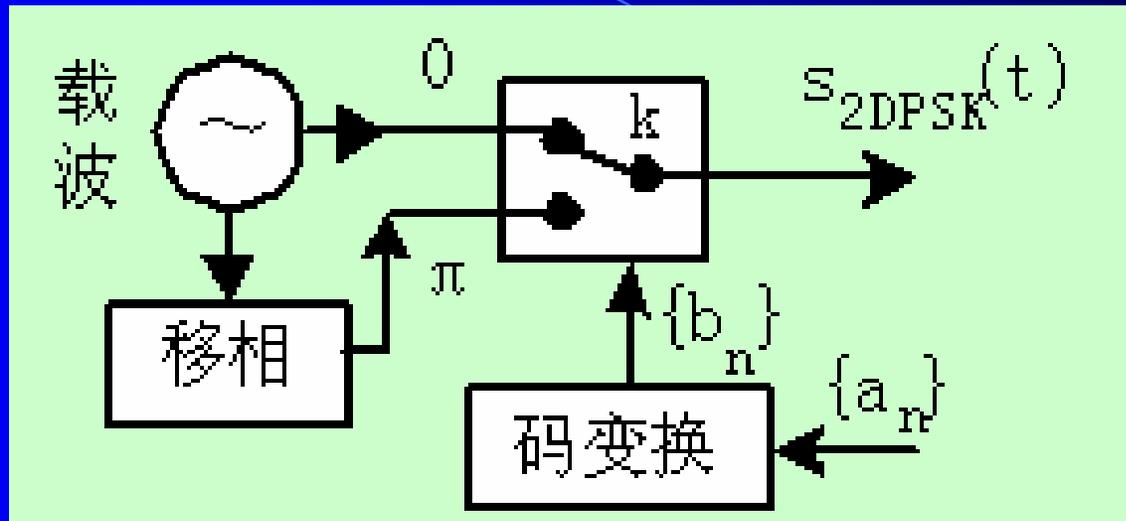
二进制差分相移键控 (2DPSK) 信号

为了解决“ $0\sim\pi$ 模糊”问题，在进行数字调相之前先进行差分编码，再对差分码进行二元数字调相，称为二元差分调相。



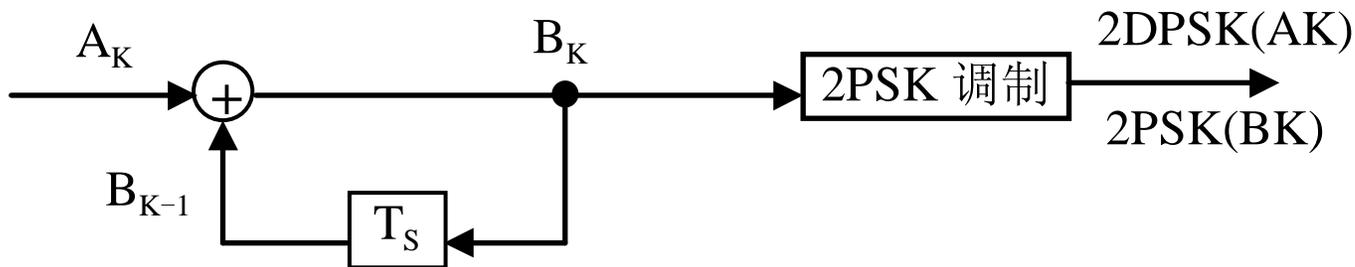
2DPSK调制（模拟法）流程框图

2DPSK调制（键控法）流程图

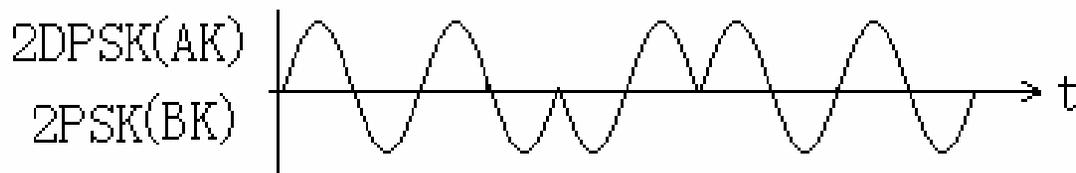


2DPSK不会存在“ $0 \sim \pi$ 模糊”问题，这是由于即使本地载波倒相，那么前后码元都倒相，但它们的相位差并没有变，而2DPSK正是由前后码元的相对相移表示数字信号的。

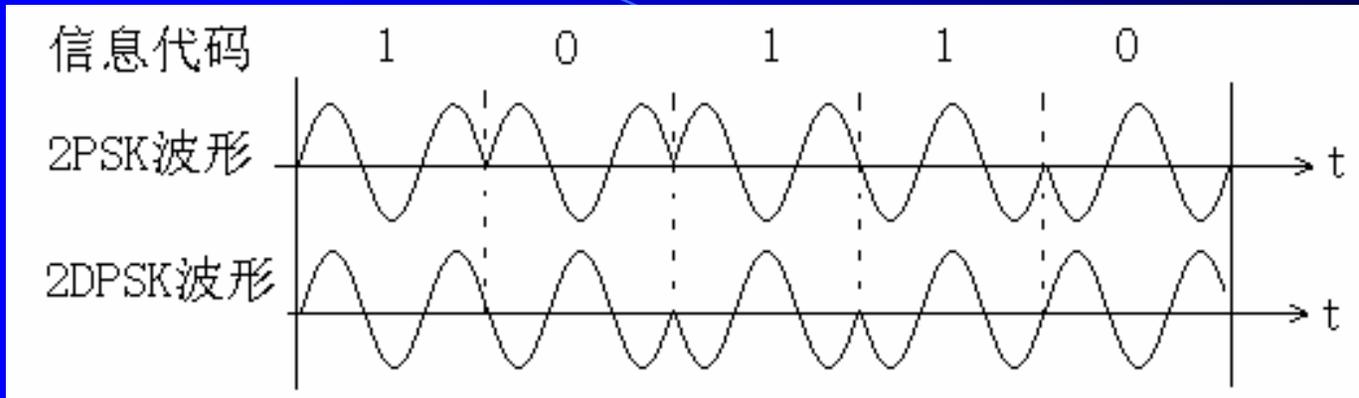
2DPSK: 本单元用**码变换**——**2PSK**调制方法产生**2DPSK**信号，原理框图及波形图如图所示。相对于绝对码**A_K**、**2PSK**调制器的输出就是**2DPSK**信号，相对于相对码、**2PSK**调制器的输出是**2PSK**信号。图中设码元宽度等于载波周期，已调信号的相位变化与**A_K**、**B_K**的关系当然也是符合上述规律的，即对于**A_K**来说是“**1变0不变**”关系，对于**B_K**来说是“**异变同不变**”关系，由**A_K**到**B_K**的变换也符合“**1变0不变**”规律。



A_K	1	0	1	1	0
B_K	1	1	0	1	1



2PSK、2DPSK波形与信息代码的关系：



图中假设码元宽度等于载波周期的1.5倍。

2PSK信号的相位与信息代码的关系是：前后码元相异时，2PSK信号相位变化 180° ，相同时2PSK信号相位不变，可简称为“**异变同不变**”。

2DPSK信号的相位与信息代码的关系是：码元为“1”时，2DPSK信号的相位变化 180° 。码元为“0”时，2DPSK信号的相位不变，可简称为“**1变0不变**”。

应该说明的是，此处所说的相位变或不变，是指将本码元内信号的初相与上一码元内信号的末相进行比较，而不是将相邻码元信号的初相进行比较。实际工程中，2PSK或2DPSK信号载波频率与码速率之间可能是整数倍关系也可能是非整数倍关系。但不管是那种关系，上述结论总是成立的。

四、实验步骤与结果

本实验使用数字信源单元及数字调制单元。

- 1、熟悉数字调制单元的工作原理。接通电源，打开实验箱电源开关。将数字调制单元单刀双掷开关**K7**置于**N**端。
- 2、示波器**CH1**接信源单元的**(NRZ-OUT)AK**，**CH2**接数字调制单元的**BK**，信源单元的**K1**、**K2**、**K3**置于任意状态（非全**0**），观察**AK**、**BK**波形，总结绝对码至相对码变换规律以及从相对码至绝对码的变换规律。
- 3、示波器**CH1**接**2DPSK**，**CH2**分别接**AK**及**BK**，观察并总结**2DPSK**信号相位变化与绝对码的关系以及**2DPSK**信号相位变化与相对码的关系（此关系即是**2PSK**信号相位变化与信源代码的关系）。
- 4、示波器**CH1**接**AK**、**CH2**依次接**2FSK**和**2ASK**；观察这两个信号与**AK**的关系（注意“**1**”码与“**0**”码对应的**2FSK**信号幅度可能不相等，这对传输信息是没有影响的）。

实验三 模拟锁相环与载波同步

一、实验目的

1. 掌握模拟锁相环的工作原理，以及环路的锁定状、失锁状态、同步带、捕捉带等基本概念。
2. 掌握用平方环法从2DPSK信号中提取相干载波的原理及模拟锁相环的设计方法。
3. 了解相干载波相位模糊现象产生的原因。

二、实验内容

1. 观察模拟锁相环的锁定状态、失锁状态及捕捉过程。
2. 观察环路的捕捉带和同步带。
3. 用平方环法从2DPSK信号中提取载波同步信号，观察相位模糊现象。

三、基本原理

所谓同步是指收发双方在时间上步调一致，故又称定时。

按照同步的功用把同步分为：载波同步、位同步、帧同步和网同步。

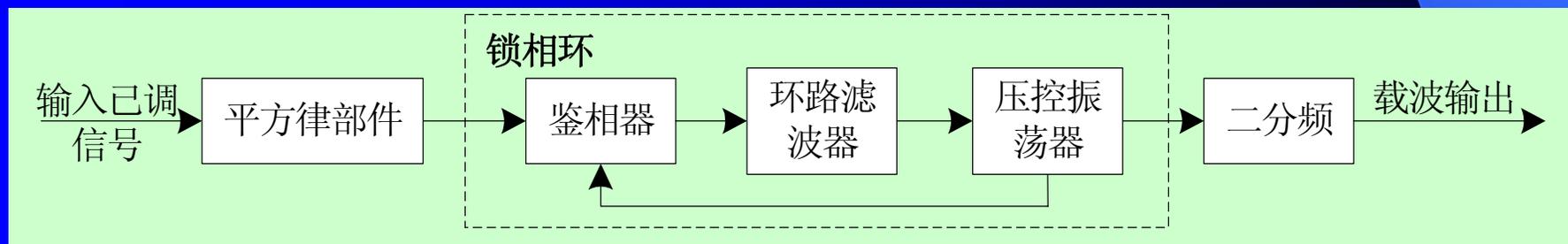
- 1、载波同步：载波同步是指在相干解调时，接收端需要提供一个与接收信号中的调制载波同频同相的相干载波。这个载波的获取称为载波提取或载波同步。
- 2、位同步(码元同步)：接收端的码元定时脉冲序列的重复频率和相位要与发送端码元保持一致。
- 3、帧同步(群同步)：为把若干码元组成的帧加以区分而正确找到每帧的起止时刻的过程称为帧同步。
- 4、网同步：为使数字通信网有一个统一的时间节拍标准而进行的同步。

载波同步的方法

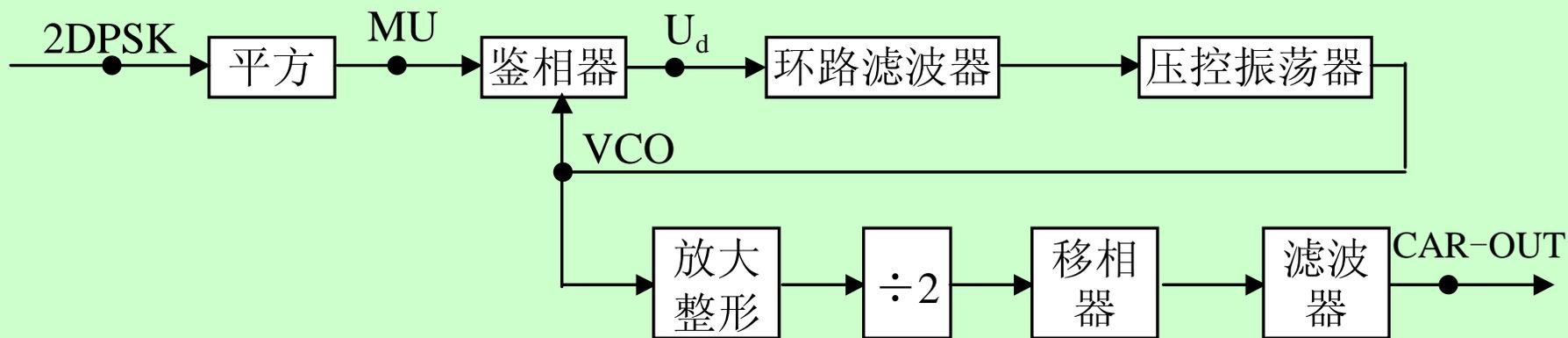
➤平方变换法:



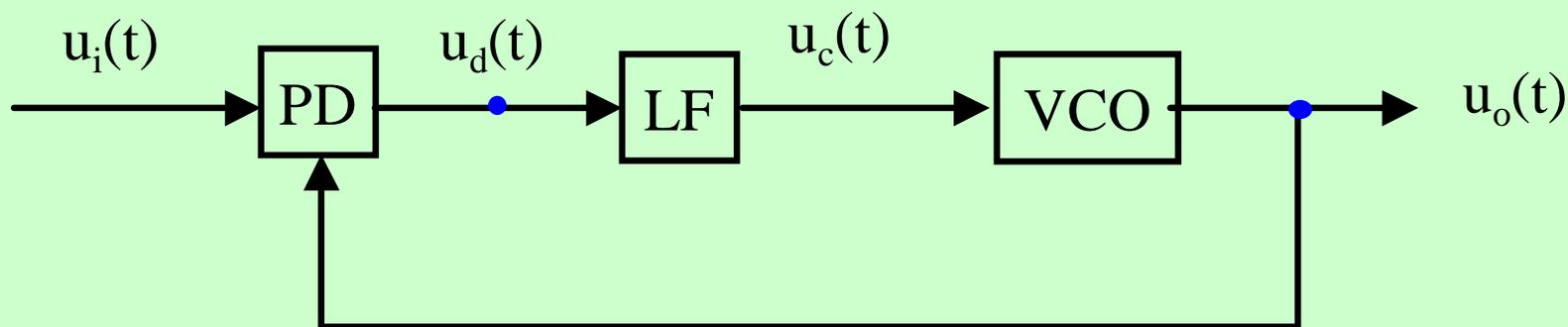
➤平方环法: 为了改善平方变换的性能, 可以在平方变换的基础上, 把窄带滤波器改用锁相环, 这就变成了平方环法。



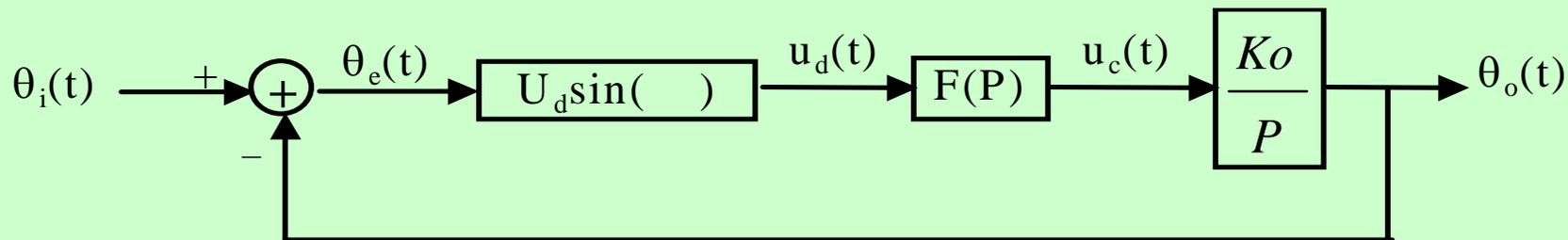
本实验系统的载波同步提取模块用平方环，原理方框图如图所示。模块内部使用+5V、+12V、-12V电压，所需的2DPSK输入信号已在实验电路板上与数字调制单元2DPSK输出信号连在一起。



锁相环由鉴相器（PD）、环路滤波器（LF）及压控振荡器（VCO）组成，如下图所示。



锁相环方框图



模拟环数学模型

四、实验步骤与结果

1.熟悉载波同步单元的工作原理。接好电源线，打开实验箱电源开关。

2.检查数字信源单元和数字调制单元是否正常工作（用示波器观察NRZ(AK)和2DPSK信号有无，两者逻辑关系正确与否）。

3.用示波器观察载波同步模块锁相环的锁定状态、失锁状态，测量环路的同步带、捕捉带。

(1) 观察锁定状态与失锁状态

(2) 测量同步带与捕捉带

4.观察环路的捕捉过程

5.观察相干载波相位模糊现象

实验四 数字解调与眼图

一、实验目的

掌握**2DPSK**相干解调原理。

掌握**2FSK**过零检测解调原理。

二、实验内容

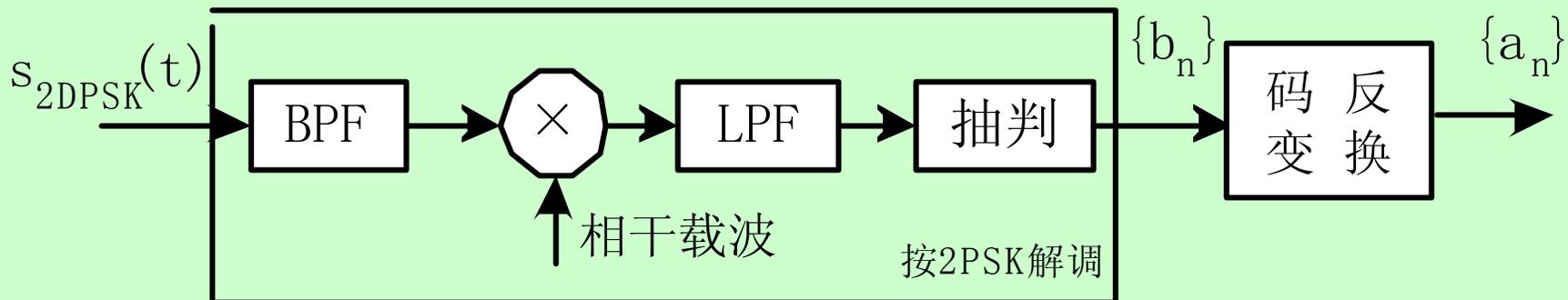
1. 用示波器观察**2DPSK**相干解调器各点波形。
2. 用示波器观察**2FSK**过零检测解调器各点波形。
3. 用示波器观察眼图。

三、基本原理

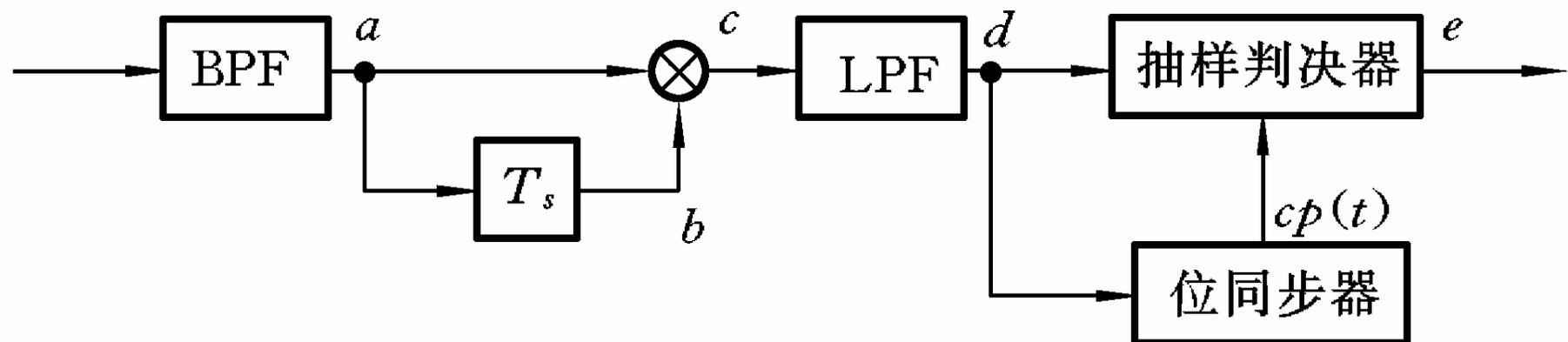
1、2DPSK相干解调原理

可用相干解调或差分相干解调法（相位比较法）解调2DPSK信号。

➤相干解调法

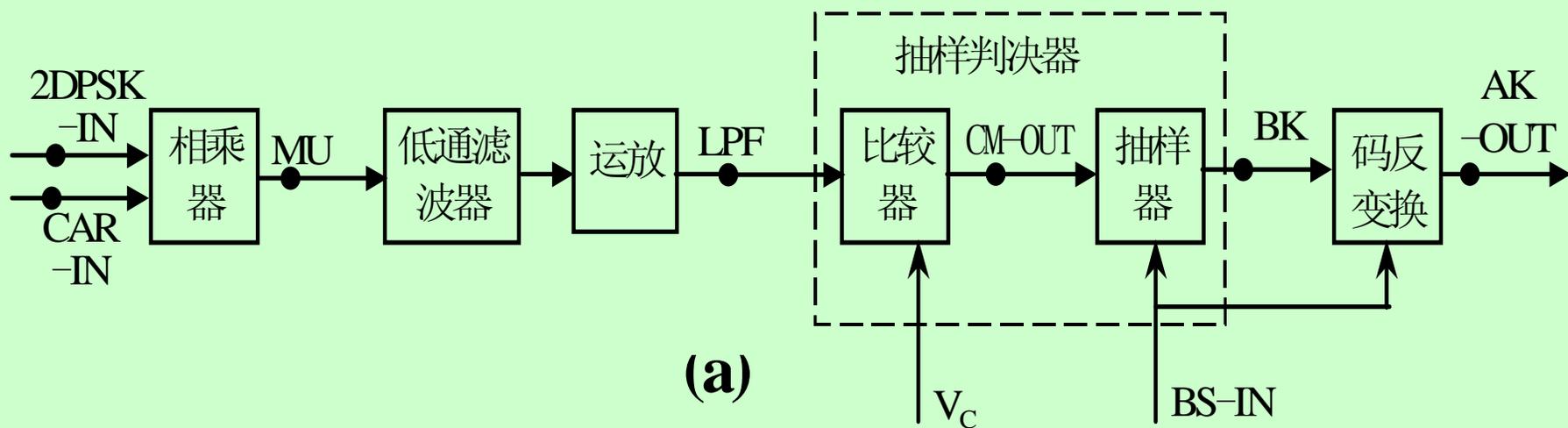


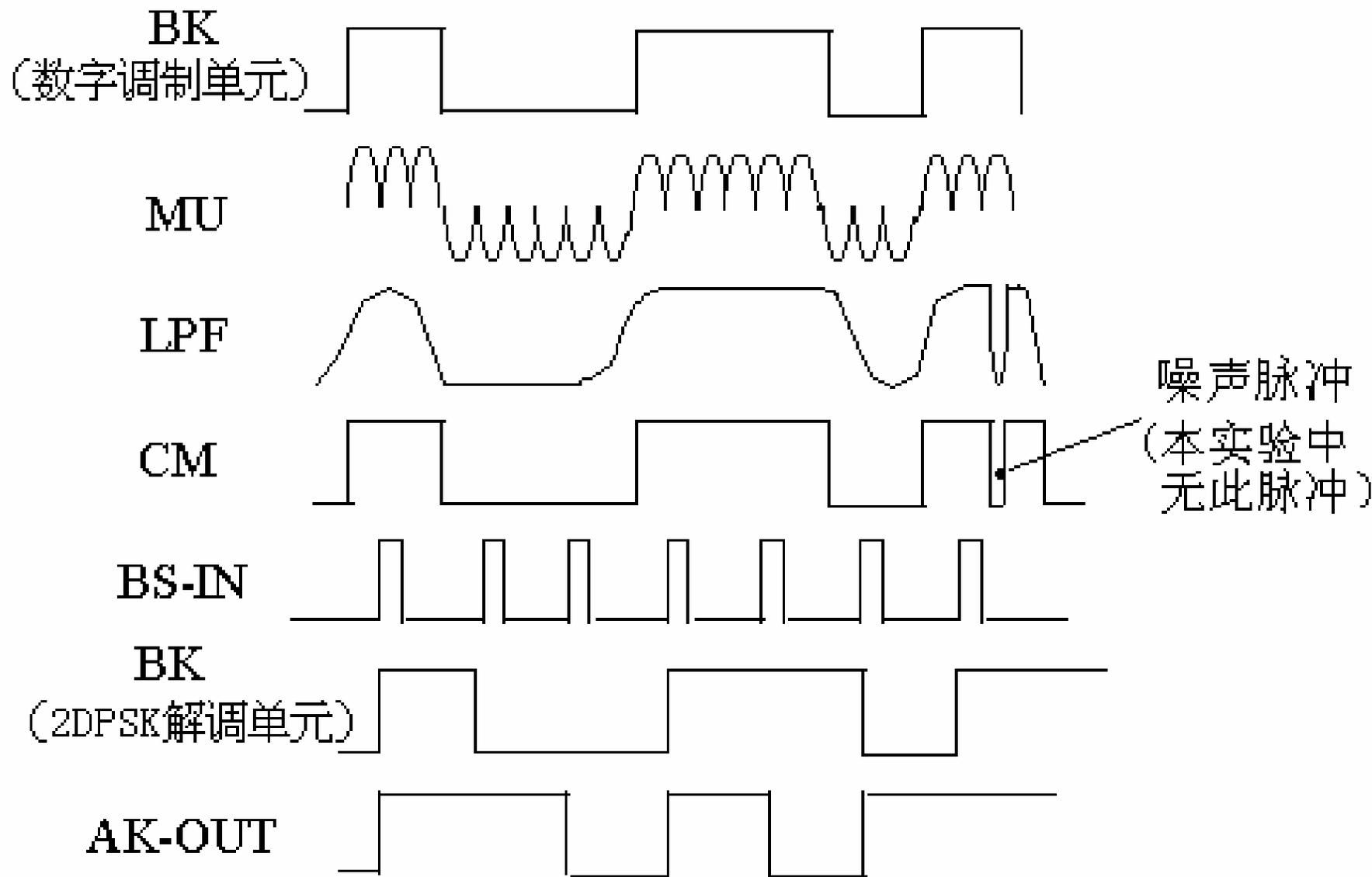
➤ 差分相干解调法（相位比较法）



在相位比较法中，要求载波频率为码速率的整数倍，当此关系不能满足时只能用相干解调法。

本实验系统中，2DPSK载波频率等码速率的13倍，两种解调方法都可用。实际工程中相干解调法用得最多。

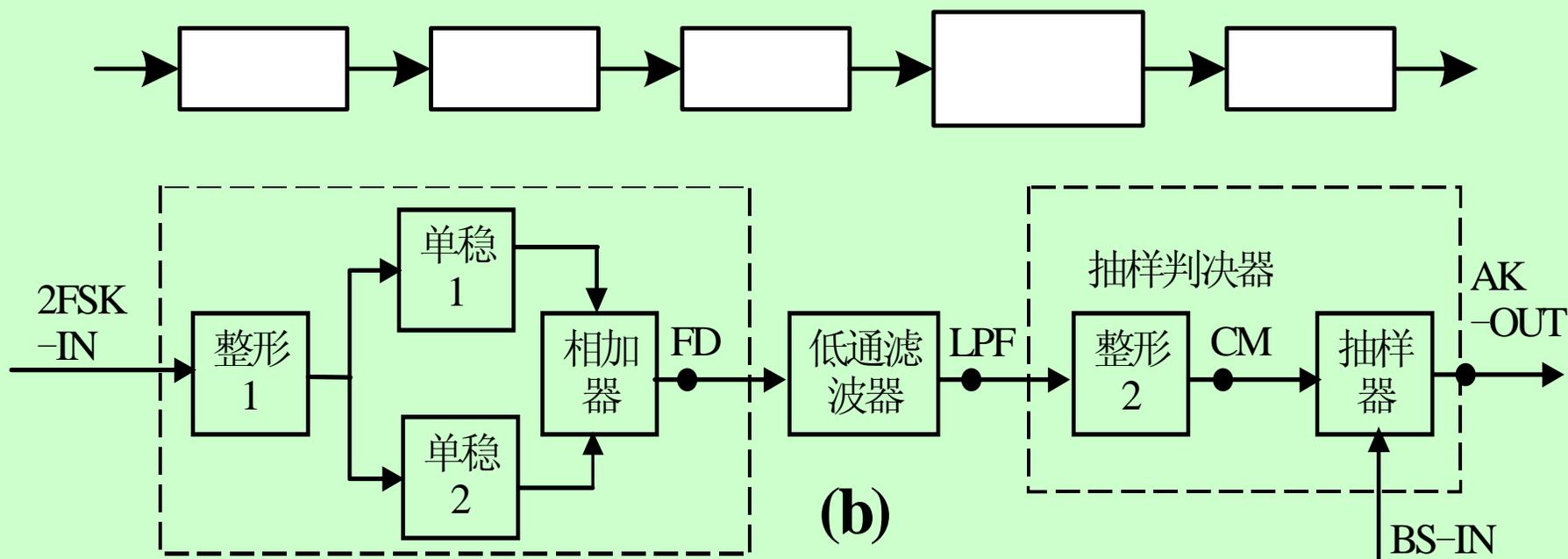




2DPSK相干解调波形示意图

2、2FSK过零检测解调原理

2FSK信号的解调方法有：包络检波法、相干解调法、鉴频法、过零检测法等。



a

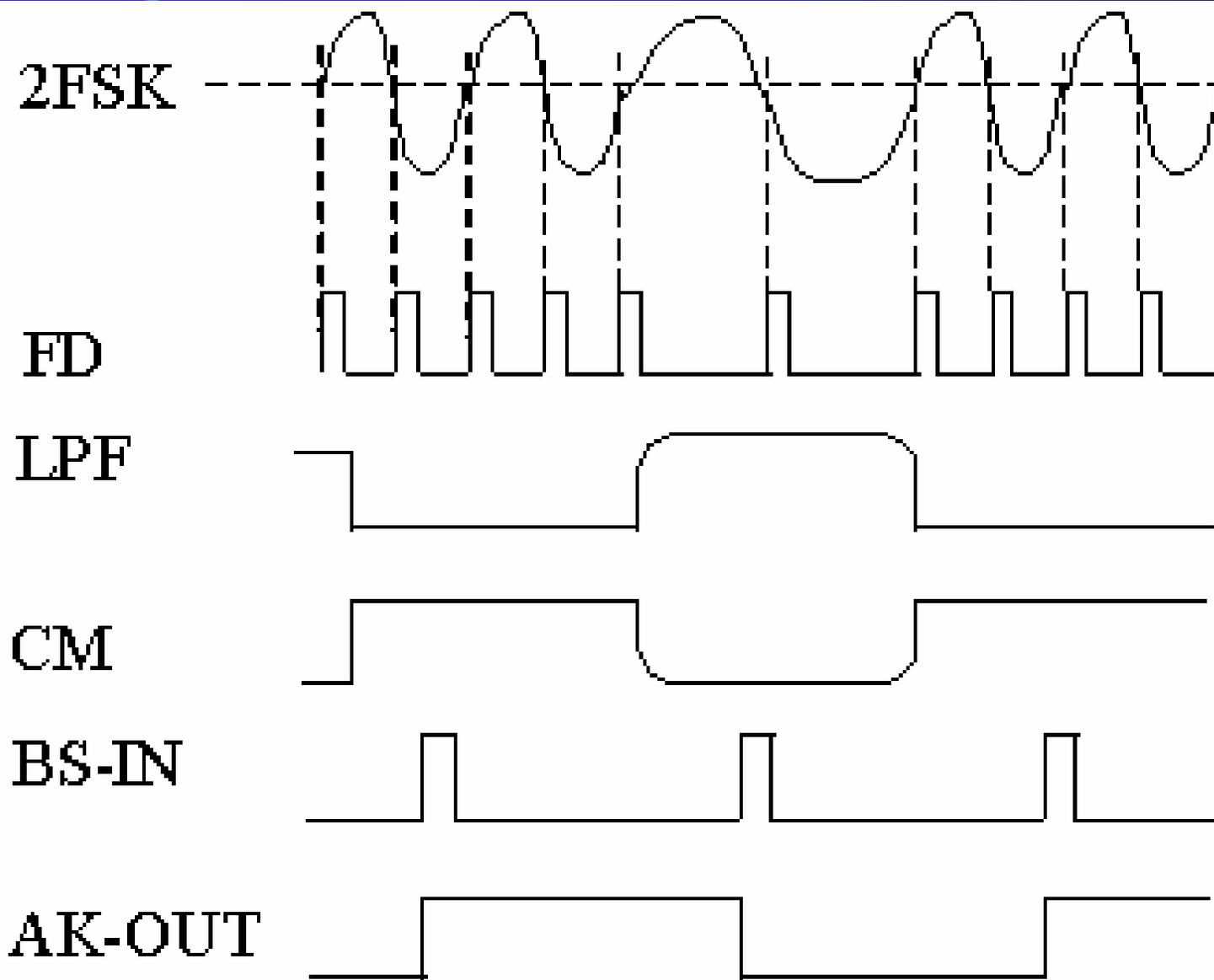
2FSK过零检测解调

(b)

微分

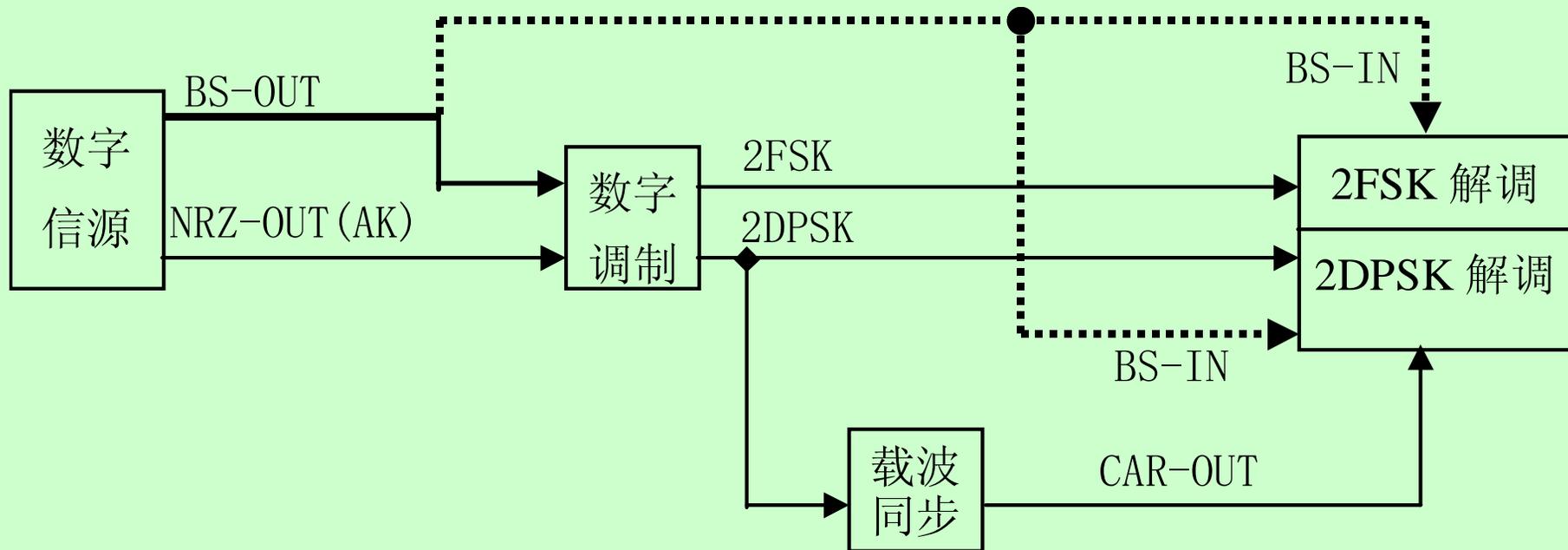
c

束



2FSK过零检测解调器各点波形示意图

四、实验步骤与结果



1. 复习前面实验的内容并熟悉**2DPSK**解调单元及**2FSK**解调单元的工作原理。将数字调制单元单刀双掷开关**K7**置于**N**端。

2. 检查数字信源模块、数字调制模块及载波同步模块是否工作正常，使载波同步模块提取的相干载波**CAR-OUT**与**2DPSK**信号的载波**CAR**同相（或反相）。

3. **2DPSK**解调实验

观察并记录数字调制单元的**BK**信号和**AK**信号，**2DPSK**解调单元的**MU**信号、**LPF**信号、**CM**信号、**BS-IN**信号、**BK**信号和**AK-OUT**信号。观察并记录无噪声的眼图 (**K7**置于**M**端)。

4. **2FSK**解调实验

观察并记录数字调制单元中的**AK**信号和**2FSK**信号，**2FSK**解调单元中的**FD**信号、**LPF**信号、**CM**信号、**BS-IN**信

实验五 数字锁相环与位同步

一、实验目的

1. 掌握数字锁相环工作原理以及触发式数字锁相环的快速捕获原理。
2. 掌握用数字环提取位同步信号的原理及对信息代码的要求。
3. 掌握位同步器的同步建立时间、同步保持时间、位同步信号同步抖动等概念。

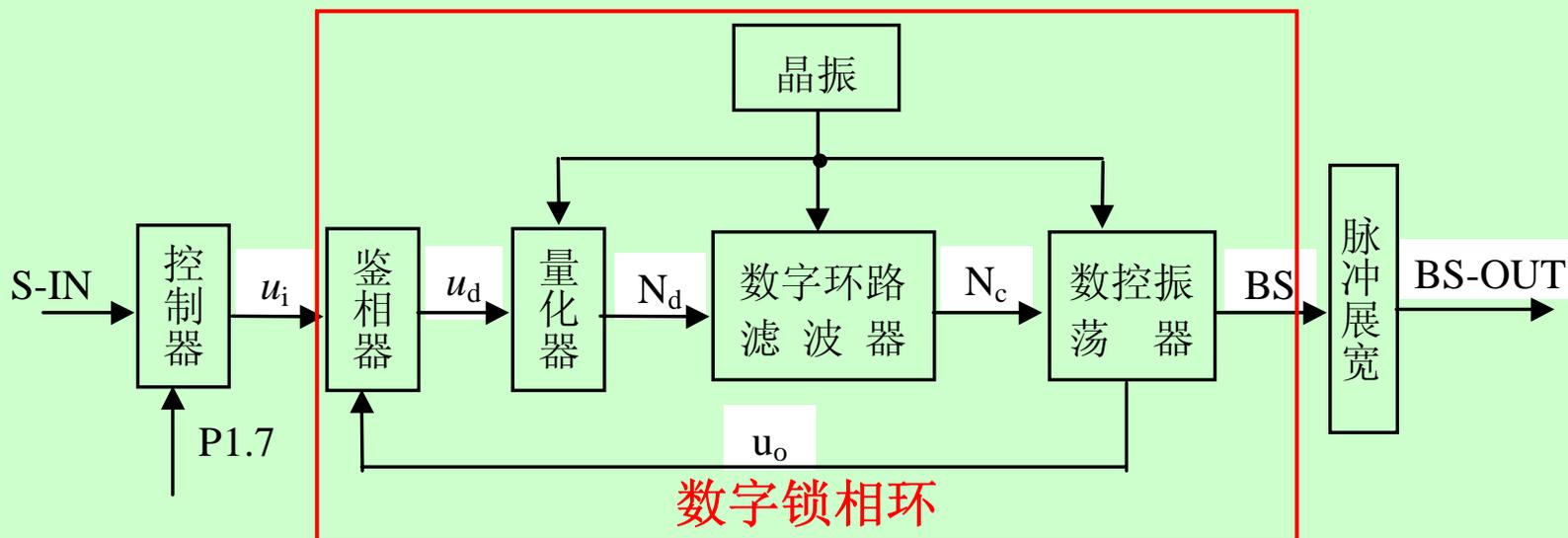
二、实验内容

1. 观察数字环的失锁状态、锁定状态。
2. 观察数字环锁定状态下位同步信号的相位抖动现象及相位抖动大小与固有频差、信息代码的关系。
3. 观察数字环位同步器的同步保持时间与固有频差之间的关系。

三、基本原理

- 位同步(码元同步)：接收端的码元定时脉冲序列的重复频率和相位要与发送端码元保持一致。
- 位同步信号的作用：判决器的抽样脉冲；解码脉冲；PCM系统；帧同步的。

位同步器方框图



四、实验步骤与结果

1、熟悉位同步单元工作原理。

2、观察数字环的锁定状态和失锁状态。

记录数字信源单元的NRZ-OUT和位同步单元的BS-OUT，调节位同步单元上的可变电容器C2，观察数字环的锁定状态和失锁状态。

3、观察位同步信号抖动范围与位同步器输入信号连“1”或连“0”个数的关系。

4、观察并记录位同步器的快速捕捉现象、位同步信号相位抖动大小及同步保持时间与环路固有频差的关系。

实验六 帧同步

一、实验目的

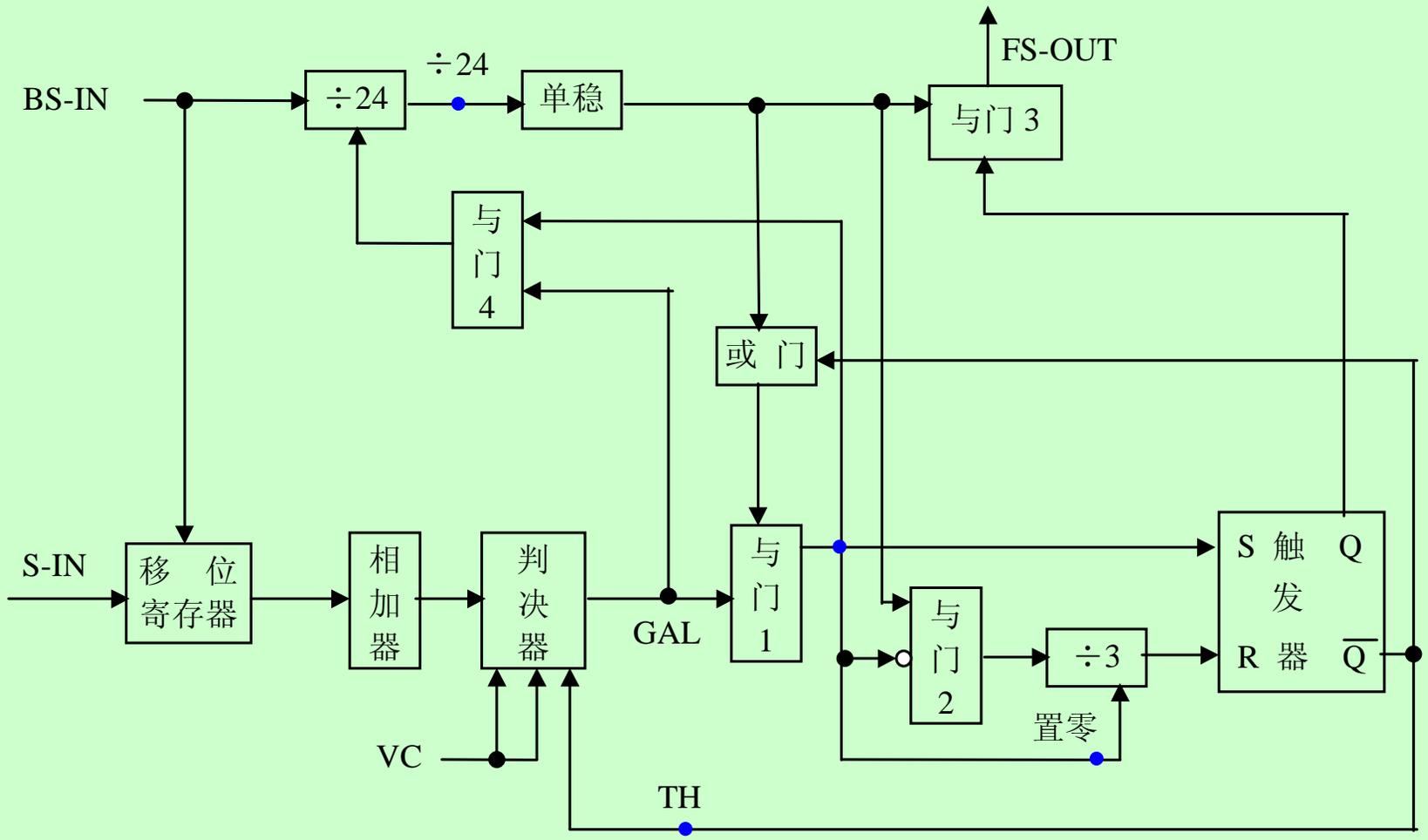
1. 掌握巴克码识别原理。
2. 掌握同步保护原理。
3. 掌握假同步、漏同步、捕捉态、维持态概念。

二、实验内容

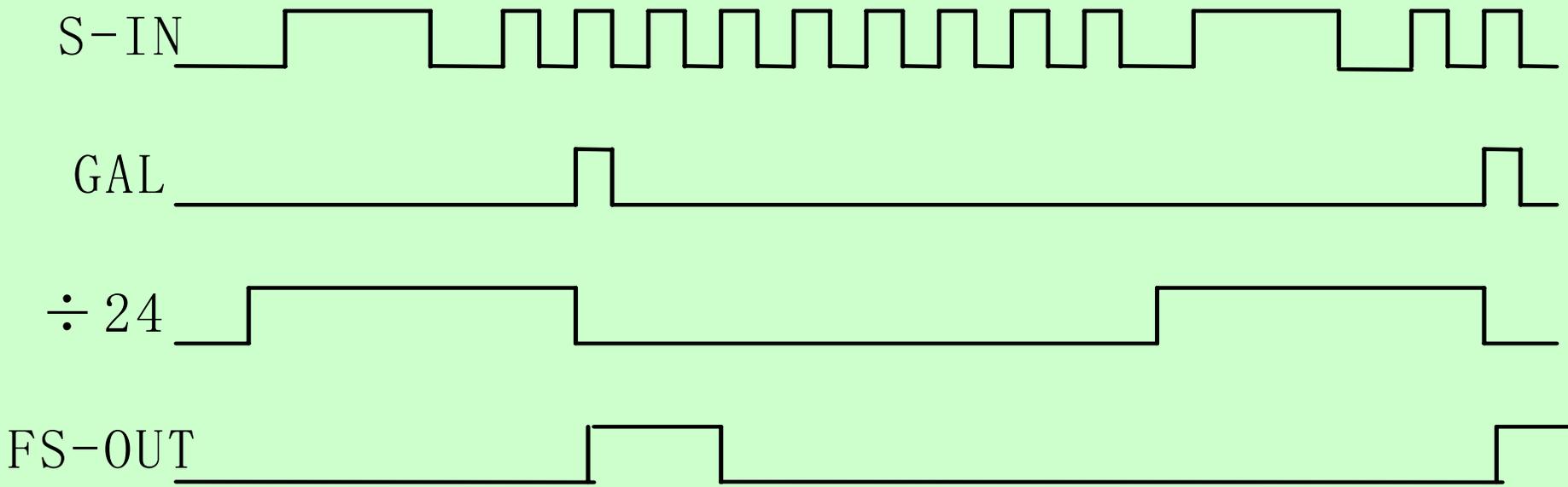
1. 观察帧同步码无错误时帧同步器的维持态。
2. 观察帧同步码有一位错误时帧同步器的维持态和捕捉态。
3. 观察同步器的假同步现象和同步保护作用。

三、基本原理

- 帧同步的任务就是在位同步信息的基础上，识别出数字信息群的起止时刻，或者说给出每个群的“开头”和“末尾”时刻。
- 为了实现群同步，可在数字信息流中插入一些特殊码字作为每个群的头尾标记。连贯式插入法就是在每群的开头集中插入群同步码字的同步方法。该方法的关键是需要找到一个特殊的帧同步码组（如巴克码）。
- 本实验系统中帧同步识别码为7位巴克码，集中插入到每帧的第2至第8个码元位置上。



帧同步模块原理框图



帧同步器信号波形

四、实验步骤与结果

1、熟悉帧同步单元的工作原理，将信源单元的**NRZ-OUT**、**BS-OUT**分别与帧同步单元的**S-IN**、**BS-IN**对应相连，接通实验箱电源。

2、观察同步器的维持态（同步态）

观察并纪录帧同步单元的**GAL**、**÷24**、**TH**及**FS**信号波形以及与信源单元的**NRZ-OUT**的相位关系。

使信源的帧同步码（注意是**K1**的第2位到第8位）中错一位，重新观察上述信号。使信源帧同步码再错一位重作上述观察。

3、观察同步器的捕捉态（失步态）

上步中电路已经由同步态变为捕捉态，示波器仍观察**÷24**信号，此时断开电源，再接通电源。观察并纪录帧同步单元的**GAL**、**÷24**、**TH**及**FS**信号波形以及与信源单元的**NRZ-OUT**的相位关系。

将信源**K1**从刚才错两位状态还原为仅错一位状态，观察**÷24**信号相位是否变化。再将信源**K1**还原为正确的帧同步码（**×1110010**），观察**÷24**信号相位是否变化。分析**÷24**信号相位变化原因，从而理解同步器从失步态转为同步态的过程。

4 观察识别器假识别现象及同步保护器的保护作用

实验七 时分复用数字基带通信系统

一、实验目的

- 1.掌握时分复用数字基带通信系统的基本原理及数字信号传输过程。
- 2.掌握位同步信号抖动、帧同步信号错位对数字信号传输的影响。
- 3.掌握位同步信号、帧同步信号在数字分接中的作用。

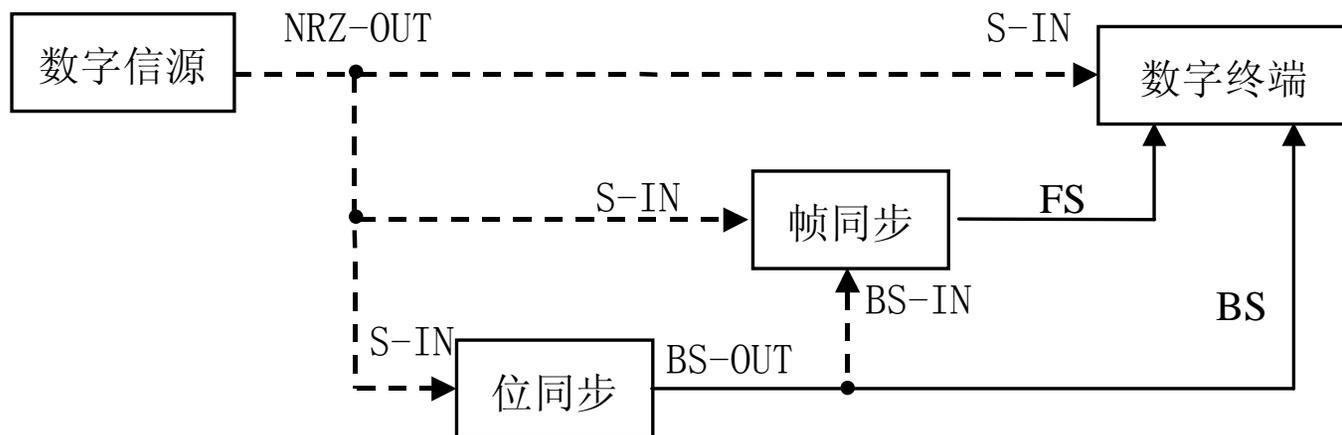
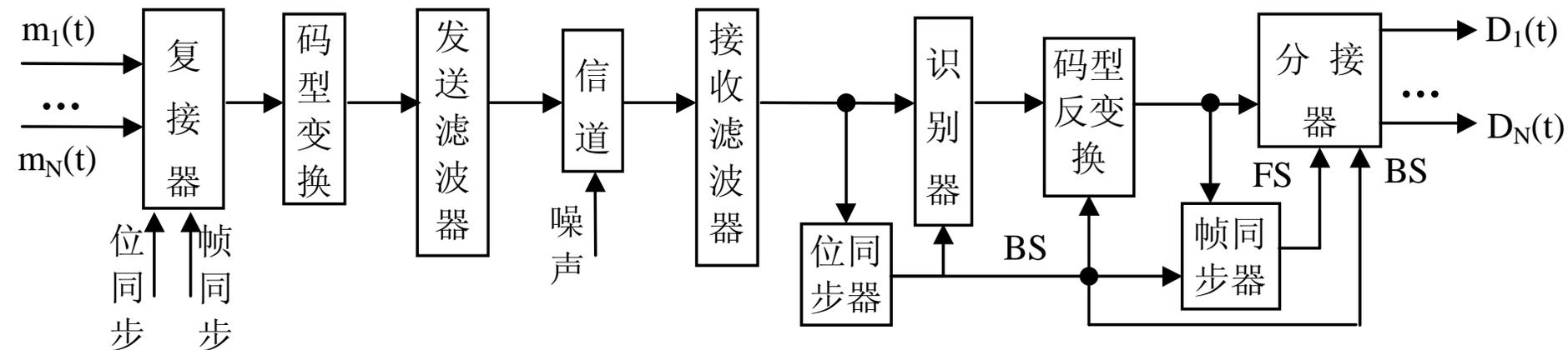
二、实验内容

- 1.用数字信源模块、数字终端模块、位同步模块及帧同步模块连成一个理想信道时分复用数字基带通信系统，使系统正常工作。
- 2.观察位同步信号抖动对数字信号传输的影响。
- 3.观察帧同步信号错位对数字信号传输的影响。
- 4.用示波器观察分接后的数据信号、用于数据分接的帧同步信号、位同步信号。

三、基本原理

1、数字终端模块工作原理。

2、时分复用数字基带通信系统。



四、实验步骤与结果

- 1、观察并记录数字信源单元NRZ-OUT波形，位同步单元BS-OUT波形，使位同步信号BS-OUT对准信源的NRZ信号中间位置并且相位抖动最小。
- 2、将数字信源单元的K1置于×1110010，观察并记录帧同步单元FS信号与信源NRZ信号的相位关系，判断帧同步单元是否工作正常。
- 3、当位同步单元、帧同步单元已正确地提取出位同步信号和帧同步信号时，通过发光二极管观察两路8bit数据已正确地传输到终端。
- 4、用示波器观察分接出来的两路8bit周期信号D1(对应位同步B1)和D2(对应B2)。
- 5、观察位同步抖动对数据传输的影响。
用示波器观察数字终端单元的D1或D2信号，缓慢调节位同步单元上的可变电容C2，观察D1或D2信号波形变化情况和发光二极管的状况。
- 6、观察帧同步对数据传输的影响。
还原位同步单元到正确的状态，将数字信源单元的K1置为1110 010X，观察数字终端分接出来的两路信号和数字信源单元的对应关系，分析原因。

实验八 时分复用2DPSK、2FSK 通信系统

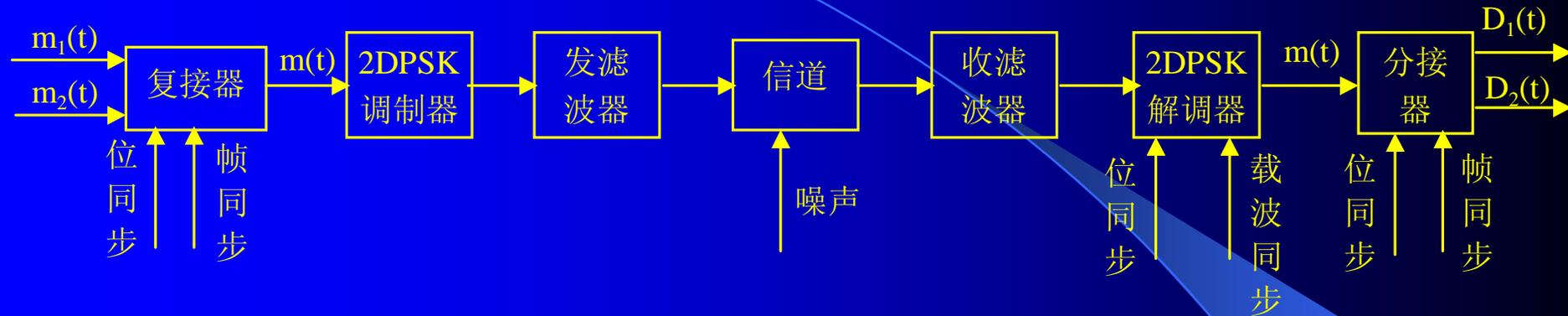
一、实验目的

掌握时分复用2DPSK通信系统的基本原理及数字信号的传输过程。

二、实验内容

用数字信源、数字终端、数字调制、数字解调、载波同步、位同步及帧同步等七个模块构成一个理想信道时分复用2DPSK、2FSK通信系统并使之正常工作。

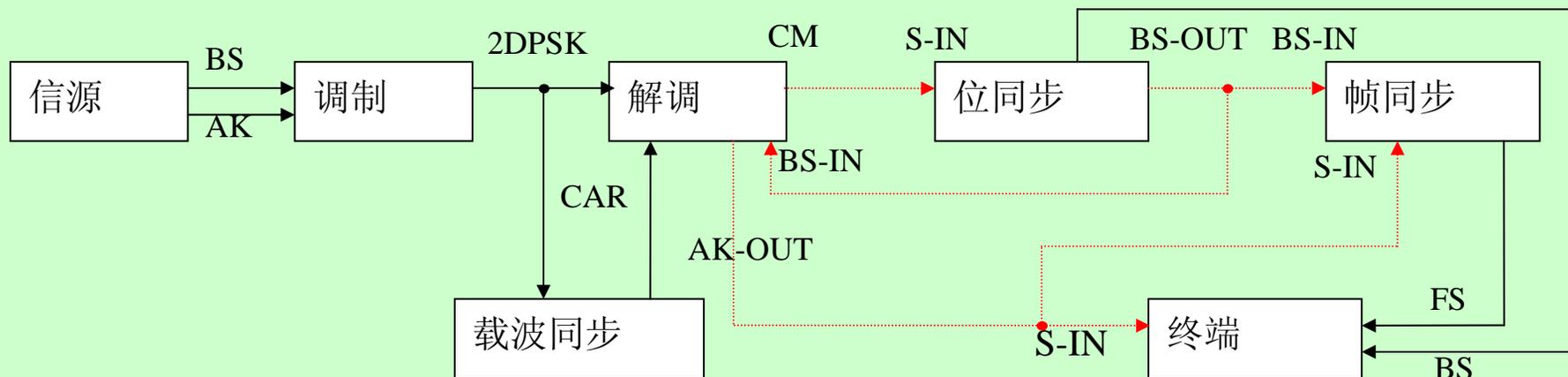
2DPSK时分复用通信系统



图中 $m(t)$ 为时分复用数字基带信号，为NRZ码。
发滤波器及收滤波器的作用与基带系统相同。本实验假设信道是理想的，收、发端都无带通滤波器。
 $m(t)$ 由数字信源提供，即为NRZ信号。

四、实验步骤和结果

1. 拟定详细的2DPSK系统及2FSK系统各模块之间的信号连接方案。



2. 进行2DPSK/2FSK通信系统实验。

按拟定的系统方案连好接线，接通实验箱电源，数字调制单元单刀双掷开关K7应置于N端。调整需要调节的电位器及可变电容器，使信源的两路数据正确地传输到终端。

实验注意事项

依照信号流程检查各单元，找出故障产生点，予以排除。

0) 检查电源输出和接线；

1) 信源单元帧同步识别码设置是否正确（**K1**应设置为×**1110010**），看**NRZ-OUT**波形是否正确；

2) 数字调制单元看**2DPSK**输出波形是否正确；

3) 载波同步单元的锁相环是否完全锁定（调节可变电容器**C34**使**Ud**处于同步带中间）；

4) **2DPSK**解调单元**MU**、**LPF**波形以及**Vc**电压设置是否正确（调节电位器使**MU**、**LPF**波形符合要求，**Vc**处于**LPF**中值），看**AK-OUT**与信源相同；

5) 位同步单元锁相环是否正确锁定（调节可变电容器使**BS-OUT**抖动足够小）；

6) 帧同步单元看**FS-OUT**信号是否正确。

7) 数字终端看终端二极管与信源二极管显示是否正确。

8) 开关机，变化数字信源数据进行检查。

实验九 PCM编译码

一、实验目的

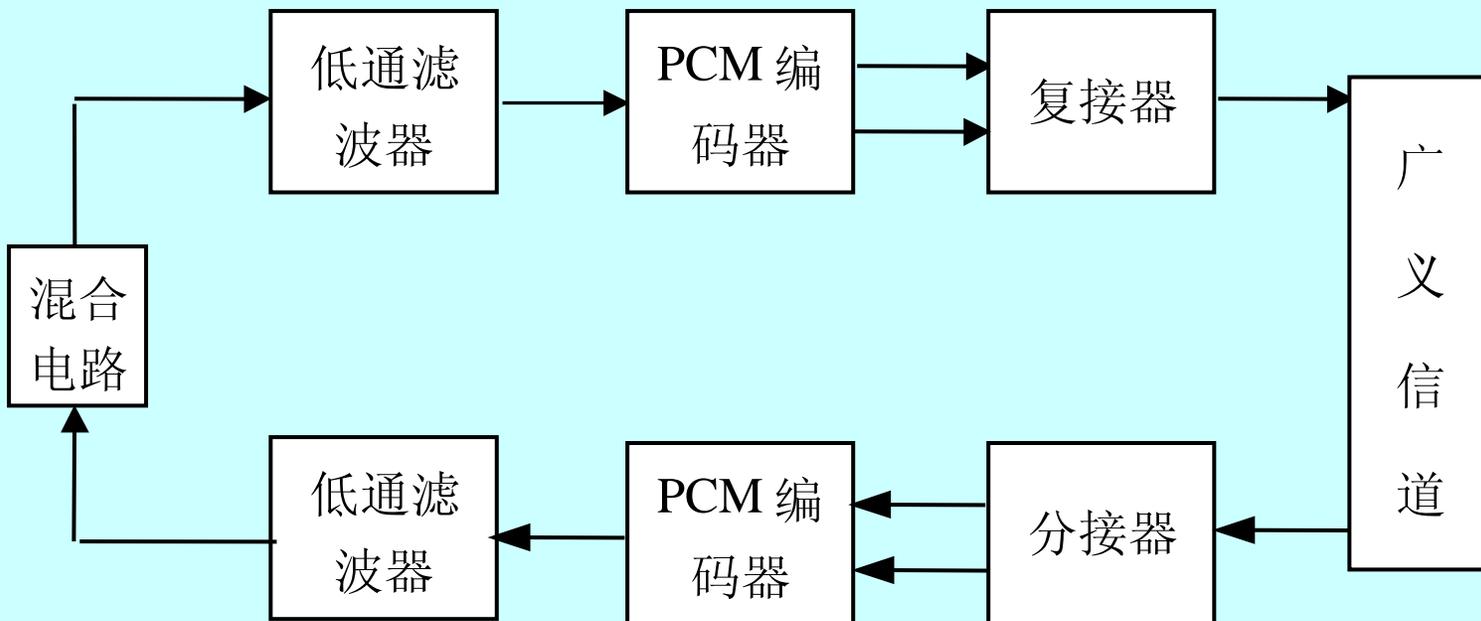
1. 掌握PCM编译码原理。
2. 掌握PCM基带信号的形成过程及分接过程。
3. 掌握语音信号PCM编译码系统的动态范围和频率特性的定义及测量方法。

二、实验内容

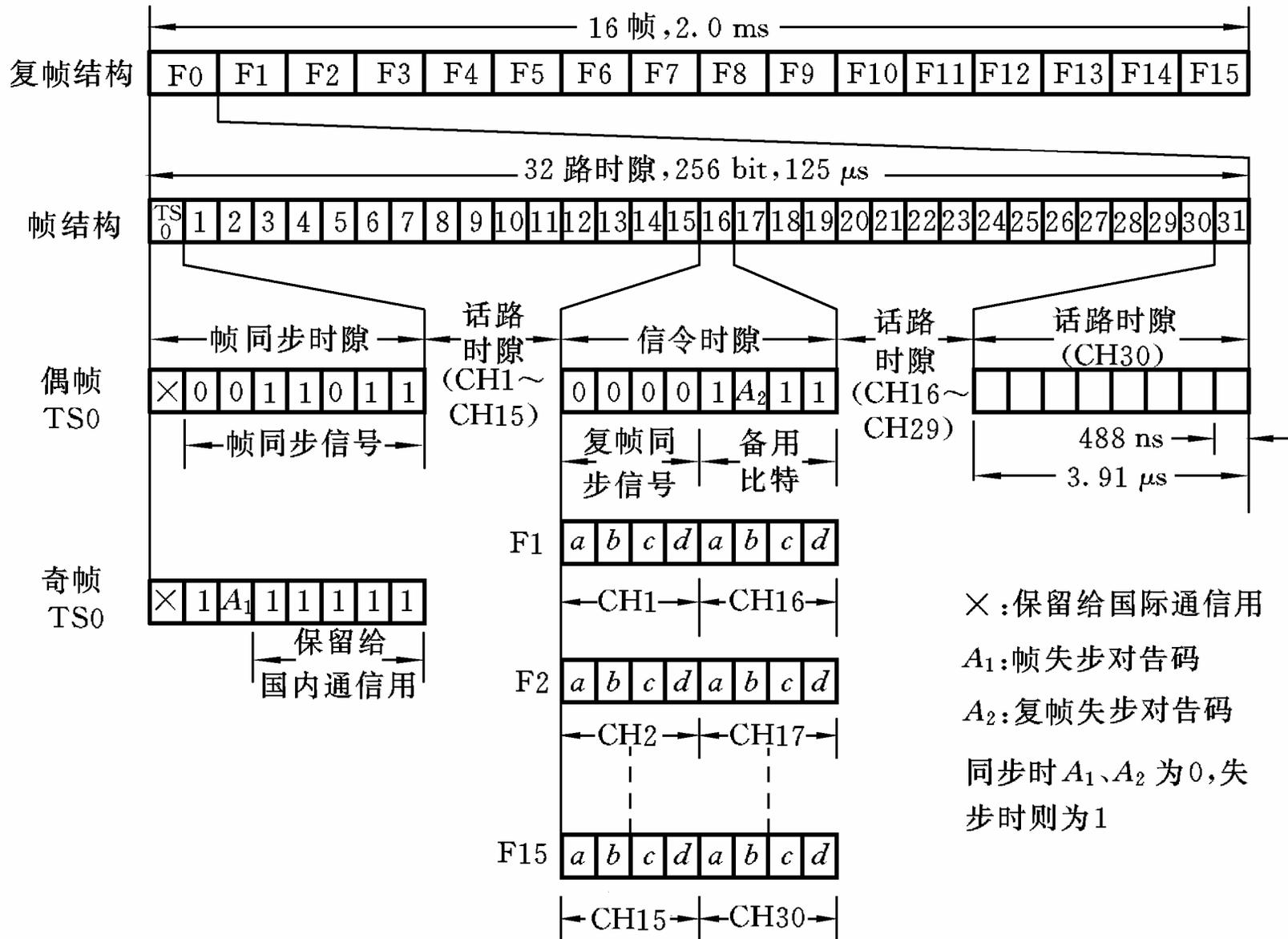
1. 用示波器观察两路音频信号的编码结果，观察PCM基群信号。
2. 改变音频信号的幅度，观察和测试译码器输出信号的信噪比变化情况。
3. 改变音频信号的频率，观察和测试译码器输出信号幅度变化情况。

三、基本原理

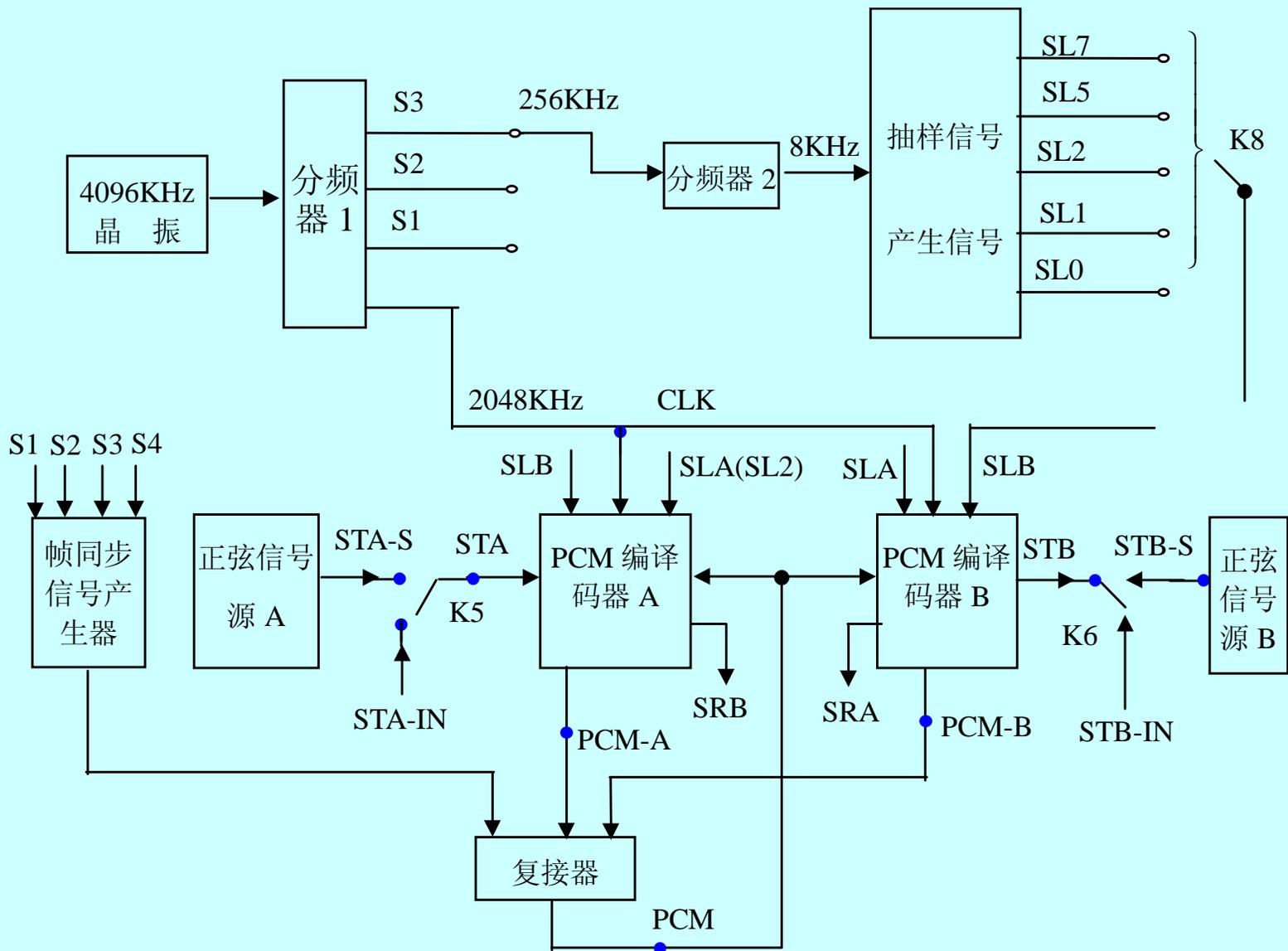
1、点到点PCM多路电话通信原理



PCM30 / 32路基群的帧结构



2、PCM编译码模块原理



四、实验步骤与结果

1. 熟悉PCM编译码单元工作原理，开关K9接通8KHz(置为1000状态)，开关K8置为SL1(或SL5、SL7)，开关K5、K6分别置于STA-S、STB-S端，接通实验箱电源。
2. 用示波器观察STA、STB，调节电位器R19(对应STA)、R20(对应STB)，使正弦信号STA、STB波形不失真(峰峰值小于5V)。
3. 用示波器观察PCM编码输出信号。

示波器CH1接SL0，（调整示波器扫描周期以显示至少两个SL0脉冲，从而可以观察完整的一帧信号）CH2分别接SLA、PCM-A、SLB、PCM-B以及PCM，观察并记录编码后的数据所处时隙位置与时隙同步信号的关系以及PCM信号的帧结构。

开关K8分别接通SL1、SL2、SL5、SL7，观察并记录PCM基群帧结构的变化情况。

4. 用示波器观察PCM译码输出信号

示波器的CH1接STA，CH2接SRA，观察并记录这两个信号波形，观察这两个信号波形是否相同(有相位差)。

实验十 时分复用通话与抽样定理

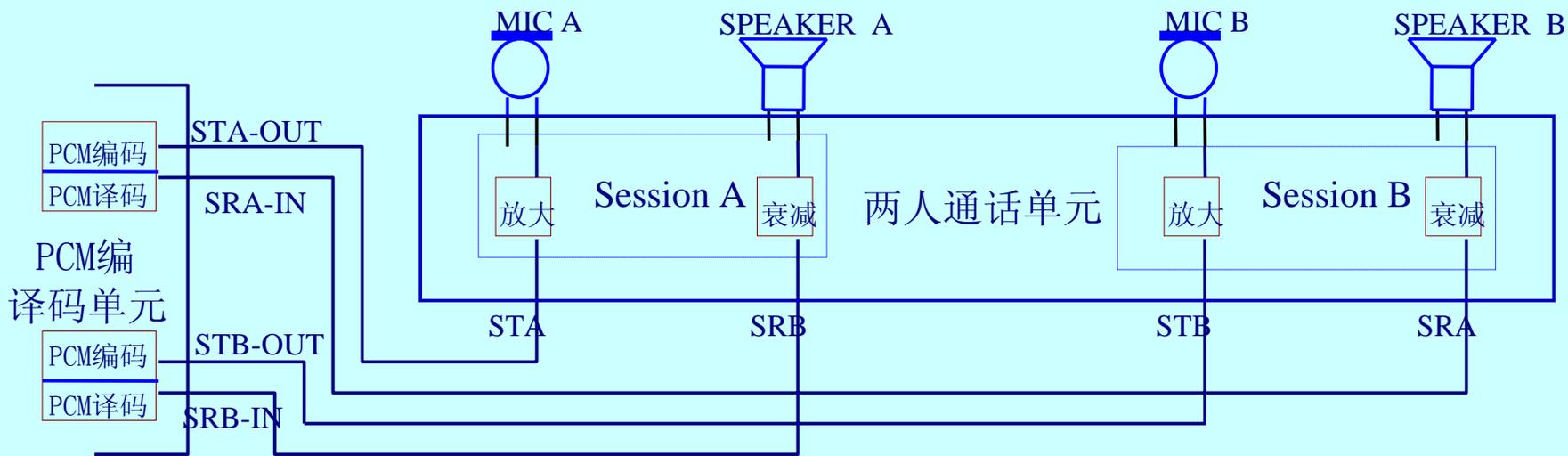
一、实验目的

掌握抽样定理，了解时分复用数字电话原理。

二、实验内容

- 1、用示波器观察模拟话音信号、时分复用话音信号。
- 2、两人进行时分复用通话。
- 3、改变抽样频率，验证抽样定理。

三、基本原理



两人通话单元原理图

四、实验步骤与结果

1. 熟悉PCM编译码单元和两人通话单元，接通实验箱电源。
2. 通话双方将各自的MIC和SPEAKER插头分别插入相应插座，将PCM编译码单元上的开关K5和K6置于STA-IN和STB-IN。将PCM编译码单元的STA-IN、SRA、STB-IN、SRB分别与两人通话单元上的STA-OUT、SRA-IN、STB-OUT、SRB-IN接通。
3. 将抽样频率置于8KHz（PCM单元K9开关置为1000状态），进行两人通话，用示波器观察STA-OUT、SRB-IN、STB-OUT、SRA-IN以及PCM信号。
4. 将抽样频率置于4KHz（PCM单元K9开关置为0100状态）或2KHz（K9开关置为0010状态），再进行两人通话，通过话音质量的变化，分析抽样频率低于奈奎斯特频率时的频谱混叠现象及其对话音质量的影响。

实验十一 振幅调制器

一、实验目的

1. 掌握用集成模拟乘法器实现全载波调幅（AM）和抑止载波双边带调幅（DSB-SC）的方法。
2. 研究已调波与调制信号及载波信号的关系。
3. 掌握调幅系数测量与计算的方法。
4. 通过实验对比全载波调幅和抑止载波双边带调幅的波形。

二、实验内容

1. 调测模拟乘法器MC1496正常工作时的静态值。
2. 实现全载波调幅，改变调幅度，观察波形变化并计算调幅度。
3. 实现抑止载波的双边带调幅波。

三、基本原理

➤调制是把基带信号携带的信息转载到高频信号上的处理过程。

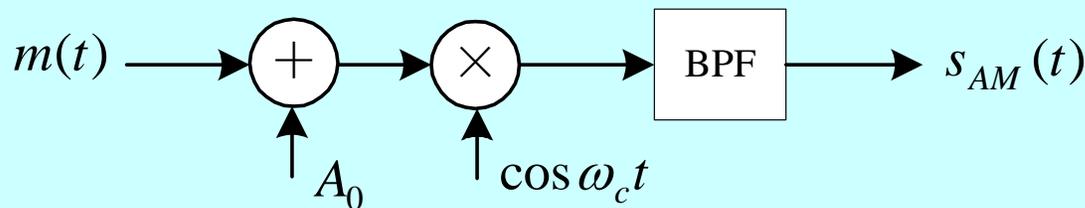
➤如何调制：高频载波信号为 $c(t) = A \cos \omega_c t$ ；

让它的幅度按基带信号变化： $A \rightarrow A(t) = A_0 + m(t)$ ，称为调幅调制。

全载波调幅信号为 $S_{AM}(t) = [A_0 + m(t)] \cdot c(t)$

抑止载波双边带调幅 $S_{DSB}(t) = m(t) \cdot c(t)$

➤调制方法：



➤幅度调制就是载波的振幅（包络）受调制信号的控制作周期性的变化。变化的周期与调制信号周期相同。即振幅变化与调制信号的振幅成正比。通常称高频信号为载波信号。本实验中载波是由晶体振荡产生的10MHZ高频信号。1KHZ的低频信号为调制信号。

四、实验步骤与结果

1. MC1496静态工作点调测：使调制信号 $V_{\Omega}=0$,载波 $V_c=0$ (短路块J11、J17开路), 调节VR7、VR8使各引脚偏置电压接近下列参考值:

引脚	U8	U10	U1	U4	U6	U12	U2	U3	U5
参考值	6V	6V	0V	0V	8.6V	8.6V	-0.7V	-0.7V	-6.8V
实测值									

2. 抑止载波振幅调制:

载波信号: J12端输入载波信号 $V_c(t)$,其频率 $f_c=10\text{MHz}$,峰一峰值 $U_{CP-P}=100\sim 300\text{mV}$ 。

调制信号: J16端输入调制信号 $V_{\Omega}(t)$,其频率 $f_{\Omega}=1\text{KHz}$,先使峰一峰值 $U_{\Omega P-P}=0$ 。

抑止载波振幅信号: 调节VR8,使输出 $V_o=0$ (此时 $U_4=U_1$),再逐渐增加 $U_{\Omega P-P}$,则输出信号 $V_o(t)$ 的幅度逐渐增大,最后出现如图13-3(a)所示的抑止载波的调幅信号。

3. 全载波振幅调制:

载波信号: J12端输入载波信号 $V_c(t)$, $f_c=10\text{MHz}$, $U_{CP-P}=100\sim 300\text{mV}$ 。调节平衡电位器VR8, 使输出信号 $V_O(t)$ 中有载波输出(此时U1与U4不相等)。

调制信号: 再从J16端输入调制信号, 其 $f_\Omega=1\text{KHz}$, 当 $U_{\Omega P-P}$ 由零逐渐增大时, 则输出信号 $V_O(t)$ 的幅度发生变化, 最后出现如图13-3(b)所示的有载波调幅信号的波形, 记下AM波对应 $U_{m\max}$ 和 $U_{m\min}$, 并计算调幅度 m

$$m = \frac{U_{m\max} - U_{m\min}}{U_{m\max} + U_{m\min}}$$

4. 加大 V_Ω , 观察波形变化, 画出过调制波形并记下对应的 V_Ω 、 V_C 值进行分析。

附: 调制信号 V_Ω 可以用外加信号源, 也可直接采用实验箱上的低频信号源。将示波器接入J22处, (此时J17短路块应断开) 调节电位器VR3, 使其输出1KHz信号不失真信号, 改变VR9可以改变输出信号幅度的大小。将短路块J17短接, 示波器接入J19处, 调节VR9改变输入 V_Ω 的大小。

实验十二 混频器

一、实验目的

1. 掌握晶体三极管混频器频率变换的物理过程和本振电压 V_o 和工作电流 I_e 对中频输出电压大小的影响。
2. 掌握由集成模拟乘法器实现的平衡混频器频率变换的物理过程。
3. 比较晶体管混频器和平衡混频器对输入信号幅度及本振电压幅度要求的不同点。

二、实验内容

1. 研究晶体管混频器的频率变换过程。
2. 研究晶体管混频器输出中频电压 V_i 与混频管静态工作点的关系。
3. 研究晶体管混频器输出中频电压 V_i 与输入本振电压的关系。
4. 研究平衡混频器的频率变换过程。

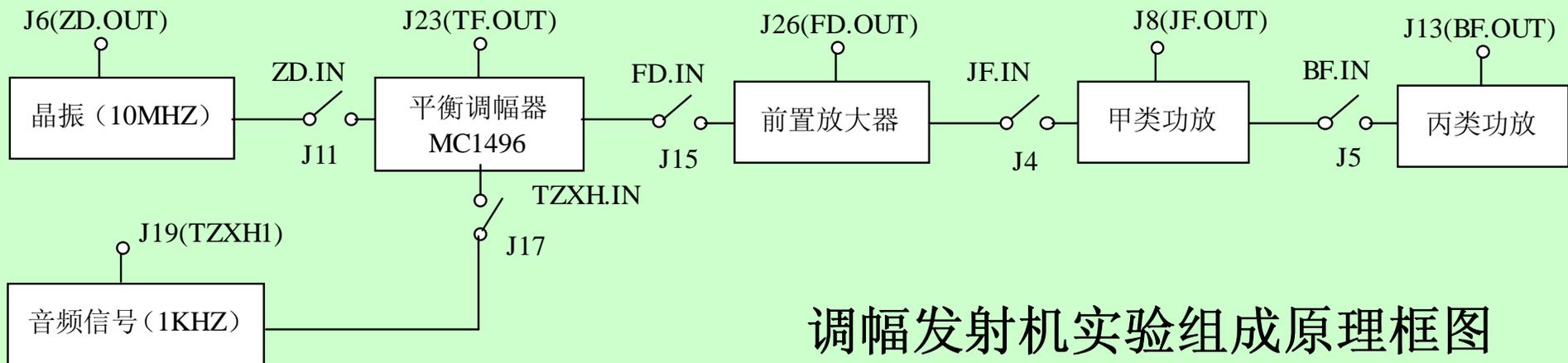
三、基本原理

混频器常用在超外差接收机中，它的任务是将已调制（调幅或调频）的高频信号变成已调制的中频信号而保持其调制规律不变。本实验中包含两种常用的混频电路：晶体三极管混频器和平衡混频器。

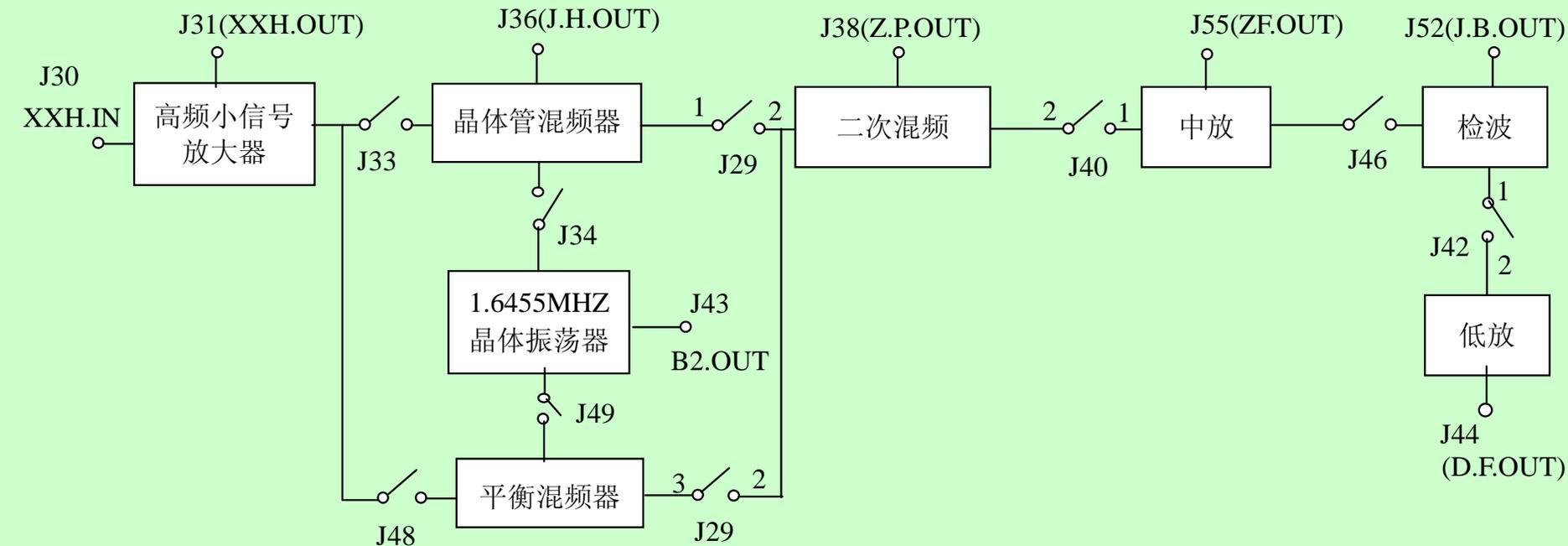
输入信号频率 $f_s = 10\text{MHz}$,

本振频率 $f_o = 16.455\text{MHz}$,

其选频回路选出差拍的中频信号频率 $f_i = 6.455\text{MHz}$ 。



调幅发射机实验组成原理框图



调幅接收机实验组成原理框图

四、实验步骤与结果

(一) 平衡混频器

1. 将J33,J34,J48,J49全断开，观察本振信号J43（300mV）。
2. 将平衡混频器的短路环J49（BZ）接通，晶体管混频中的短路环J34断开，将振荡器J6（调幅信号J23）输出的10MHz信号调到100mV左右接到平衡混频器输入端J47，此时短路环J49连通，J48开路，从平衡混频器输出端J54（P.H.OUT）处观察混频输出中频电压波形，并轻旋中周CP5，观察其变化。
3. 调节电位器VR19（50K Ω ），观察波形变化。
4. 改变输入信号电压幅度 V_s ，记录输出中频 V_i 电压加以分析（本振信号 $V_0=500mV$ ）。

V_s	50	100	150	200	300
V_i					

(mV)

5. 改变本振电压幅度 V_0 ，记录输出中频 V_i 电压（输入信号电压幅度 $V_s=100mV$ ）。

V_0	50	100	150	200	300
V_i					

(mV)

(二) 晶体管混频器:

1. 观察晶体管混频前后的波形变换:

- (1) 将J33,J34,J48,J49全断开, 观察本振信号J43(300mv)。
- (2) 将J28短路块连通在C.DL, J34 (BZ.IN) 短路块连接在下横线处, 平衡混频中的J49断开, 即将16.455MHZ本振信号加入晶体管混频器上。
- (3) 将10MHZ100mV左右的高频小信号(本实验板上调幅器J23的输出信号(TF.OUT)) 加到晶体管混频器信号输入端J32处, 此时短路块J33应置于开路。
- (4) 用示波器在晶混的输出端(JH.OUT) J36处可观察混频后的中频电压波形。

2. 用无感小起子轻旋CP3中周, 观察波形变化, 直到中频输出达到最大, 记下输入信号 f_s 幅度和输出中频电压幅度, 计算其混频电压增益。

3. 用示波器分别观察输入信号 V_s 和输出中频信号 V_i 的载波频率, 在观察波形中, 注意它们之间频率的变化, 并用示波器分别测出输入信号频率(在J32处)、本振频率(在J35处)、混频输出频率(在J36处), 并分析比较。

4. 研究混频器输出中频电压 V_i 与混频管静态工作点的关系。

保持本振电压 $V_0=0.5V$ 左右, 信号电压 $V_s=100mV$ 左右, 调节VR13记录对应的 V_e 电压和中频电压 V_i 。

V_e	4V	5.5	7.4	9	9.5	10V
V_i						

(V_e 为晶体管发射极电阻R64两端电压。)

6. 研究混频器输入本振电压和输出中频电压 V_i 的关系, 改变输入本振信号电压幅度。观察输出电压 V_i 波形及幅度并记录。

实验十三 调幅波信号的解调

一、实验目的

1. 掌握调幅波的解调方法。
2. 掌握二极管峰值包络检波的原理。
3. 掌握包络检波器的主要质量指标,检波效率及各种波形失真的现象,产生的原因以及克服的方法。

二、实验内容

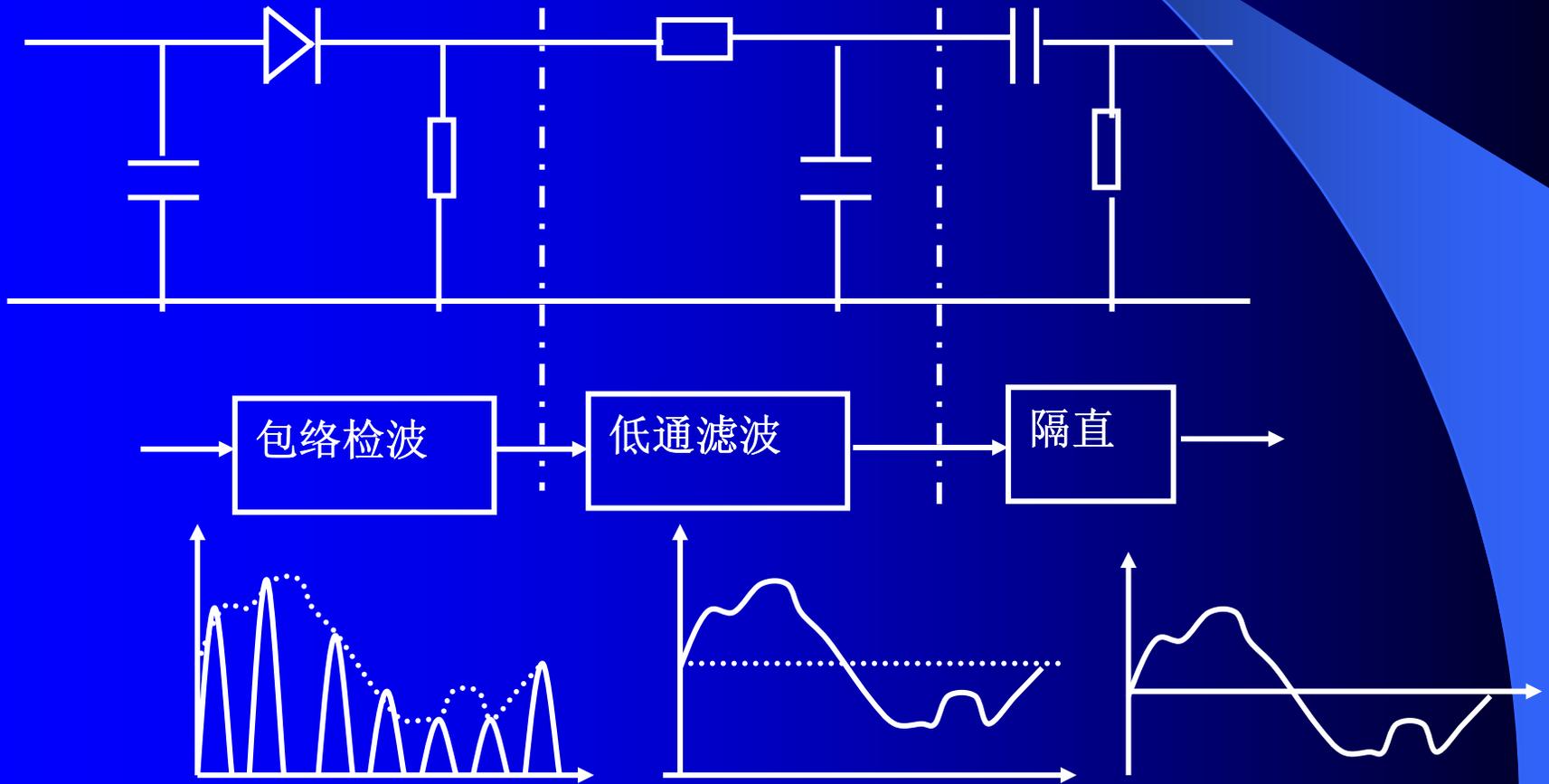
1. 完成普通调幅波的解调
2. 观察抑制载波的双边带调幅波的解调
3. 观察普通调幅波解调中的对角切割失真,底部切割失真以及检波器不加高频滤波的现象。

三、基本原理

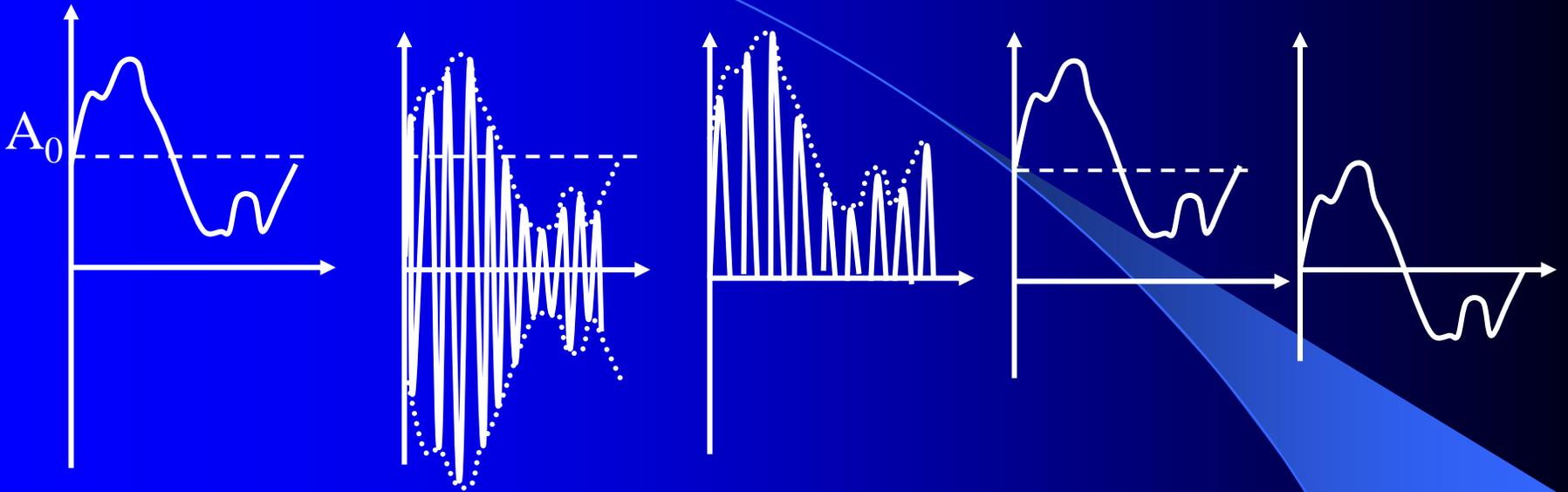
调幅波信号的解调原理：

(非相干解调)

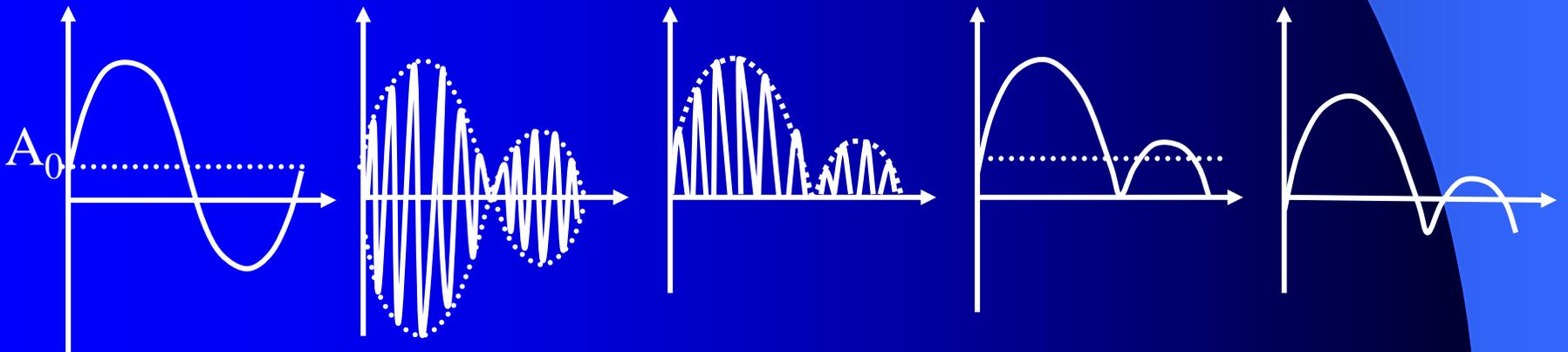
- (1) 包络检波 (二极管单向导通性)
- (2) 低通滤波 (除去高频成分)
- (3) 隔断直流 (恢复基带波形)



正常调制的解调波形：



过调制的解调产生失真：



四、实验步骤与结果

1. 解调全载波调幅信号

(1) $m < 30\%$ 的调幅波检波:

从J45(ZF.IN)处输入455KHZ,0.1V. $m < 30\%$ 的已调波,短路环J46连通,调整CP6中周,使J51(JB.IN)处输出0.5V~1V已调幅信号。将开关S13拨向左端,S14,S15,S16均拨向右端,将示波器接入J52(JB.OUT),观察输出波形。

(2) 加大调制信号幅度,使 $m = 100\%$,观察记录检波输出波形。

2. 观察对角切割失真:

保持以上输出,将开关S15拨向左端,检波负载电阻由 $3.3K \Omega$ 变为 $100K \Omega$,在J52处用示波器观察波形,并记录与上述波形进行比较。

3. 观察底部切割失真:

将开关S16拨向左端, S15也拨向左端,在J52处观察波形并记录与正常解调波形进行比较。

4. 将开关S15, S16还原到右端, 将开关S14拨向左端, 在S52处可观察到检波器不加高频滤波的现象。

实验十四 模拟通话

一、实验目的

通过实验使学生对一个实际通信系统建立感性认识，提高学生学习兴趣。巩固课堂所学知识。

二、实验内容

进行调幅系统通话实验。

三、实验步骤与结果

(一) AM发射机实验:

1. 将振荡模块中拨码开关S2中“4”置于“ON”即为晶振。将振荡模块中拨码开关S2中“3”置于“ON”，“S3”全部开路。用示波器观察J6输出10MHZ载波信号，调整电位器VR5，使其输出幅度为0.3V左右。
2. 低频调制模块中开关S6拨向左端，短路块J11，J17连通到下横线处，将示波器连接到振幅调制模块中J19处（TZXH1），调整低频调制模块中VR9，使输出1KHZ正弦信号VPP=0.1~0.2V。
3. 将示波器接在J23处可观察到普通调幅波。

(二) AM接收机实验

1. 在晶体管混频器信号输入端J32处（XXH.IN）处加入10MHZ小于50mv的调幅信号，调幅度小于30%。
2. 将晶体管混频模块中J33断开，J34连通到下横线处，示波器在输出端J36（J.H.OUT）端可观察到混频后6.455MHZ的AM波。
3. 调整中周CP3及VR13使J36处输出电压最大。
4. 将J29连通到J.H.IN下横线处，开关S9拨向右端，调整VR14使二次混频输出J38（Z.P.OUT）输出0.2V,455KHZ不失真的调幅波。

5. 连通中放模块中J40到下横线处，在中放输出端J55处可观察到放大后的AM波。
6. 调谐中周CP6使J55输出1V_{pp}左右的AM信号。
7. 振幅解调处J46连通，开关S13拨向左端，S14、S15、S16拨向右端，在J52处可观察到解调后的低频信号。S15拨向左端可观察到惰性失真，S15、S16，同时拨向左端可观察到底部失真。S14拨向左端可观察到不加高频滤波的现象。
8. 若J42连通J.B.I.N，则在J44处可观察到放大后的低频信号。

(三) 调幅系统通话

1. 将话筒插入调制信号模块中J18处，该模块中S6拨向右端。
2. 将耳机插入低放模块J41处。
3. 调幅系统联调，可在耳机中听到对方通过话筒、调幅、检波、低放出来的声音。
4. 调整“二次混频与鉴频”模块中的电位器VR14和低放模块中的VR17，调制模块中的VR9使声音适中。
7. 将示波器接入低放模块输出端J44处，对话筒讲话，可在示波器上观察声音信号波形。