

通信实验实验 指导书

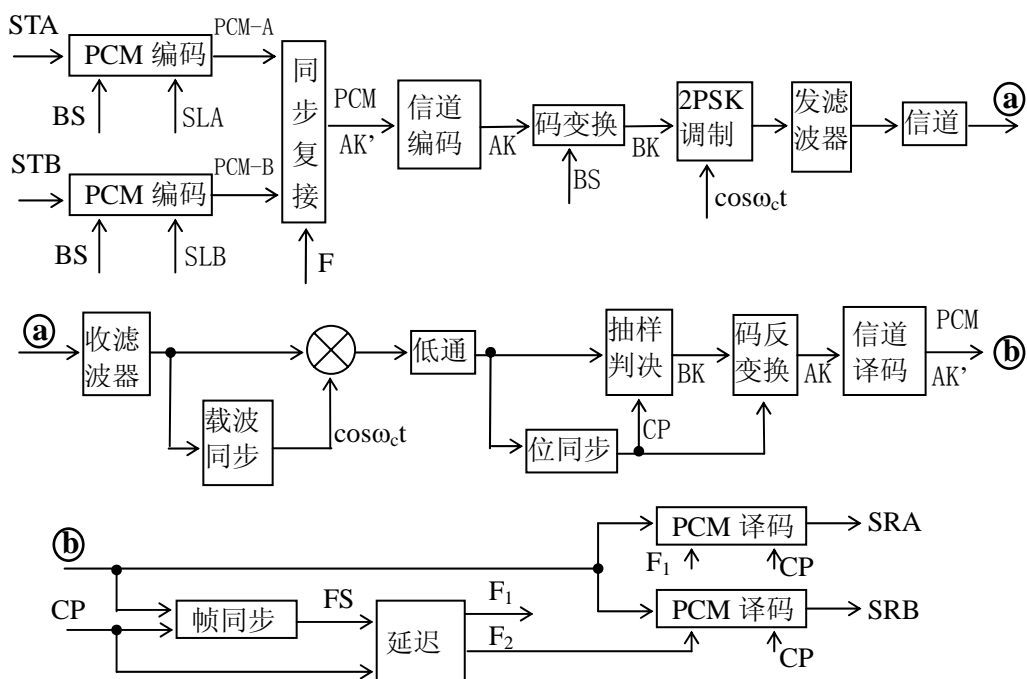
陈琦 阎春娟 李勤 编

青岛科技大学信息科学技术学院
二〇〇八年二月

前 言

为配合《通信实验》教学改革的要求，进一步提高学生的动手能力，增强学生的创新意识，我们采购了 TX-5 通信原理教学实验系统和 GP-4 通信电子线路教学实验系统。这两个系统主要覆盖《通信原理》和《高频电子线路》两门课程。

现代通信包括传输、复用、交换、网络等四大技术。《通信原理》课程主要介绍传输及复用技术。本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。



图中 STA、STB 分别为发端的两路模拟话音信号，BS 为时钟信号，SLA、SLB 为抽样信号，F 为帧同步码，AK 为绝对码，BK 为相对码。在收端 CP 为位同步信号，FS 为帧同步信号， F_1 、 F_2 为两个路同步信号，SRA、SRB 为两个 PCM 译码器输出的模拟话音信号。

图中发滤波器用来限制进入信道的信号带宽，提高信道的频带利用率。收滤波器用来滤除带外噪声并与发滤波器、信道相配合满足无码间串扰条件。由于系统的频率特性、码速率与码间串扰之间的关系比较适合于软件仿真实验，再考虑到收端有关信号波形的可观性，我们在本实验系统中省略了发滤波器、信道及收滤波器，而直接将 2PSK 调制器输出信号连接到载波提取单元和相干解调单元。

信道编译码实验也比较易于用软件仿真，所以本系统设计中也不考虑。

对普通语音信号进行编码而产生的 PCM 信号是随机信号，不适于用示波器观察信号传输过程中的变化。所以我们用 24 比特为一帧的周期信号取代实际的数字语音信号作

为发端的 AK 信号，该周期信号由两路数据（每路 8 比特）和 7 比特帧同步码以及一未定义比特复接而成。在收端对两路数据进行分接，形成两路并行码和两路串行码，发端的 24 比特信号可根据实验需要任意设置。

由两路实际的话音信号(或两路正弦信号)形成的 PCM 时分复用信号则不再经过调制、解调而直接送给 PCM 译码器，实验者可以观察到 PCM 话音（或正弦信号）波形、量化噪声、过载噪声，从而理解 PCM 编译码原理。

HDB₃码及AMI码是基带传输中的重要码型，其编码规律、位同步提取原理是课堂教学中的重点和难点，因此也是本实验系统重点考虑的内容。

目前 ΔM 应用不广泛且无统一的国际标准，故本实验系统中没有考虑。

TX-3B 型通信原理教学实验系统由下面十一个单元构成，其印刷电路板布局图见后。

1. 数字信源单元

该单元产生码速率约为 170.5KB 的单极性不归零码（NRZ 码），数字信号帧长为 24bit，其中包括两路数字信息，每路 8bit，另外 8bit 中的 7bit 为集中插入帧同步码，1bit 无定义。本单元还产生了 M 序列信号。

2. HDB₃编译码单元

本单元用 CD22103 芯片完成 HDB₃或 AMI 码的编译码，用带通滤波器及电荷泵锁相环提取位同步信号。

信源部分的分频器、三选一、倒相器、抽样以及 (AMI)HDB₃编译码专用集成芯片 CD22103 等电路的功能可以用一片 EPLD 完成，具体见附录四。

3. 数字调制单元

该单元将 NRZ 码对频率约为 2.216MHZ 的正弦载波进行调制，产生 2DPSK 及 2ASK 信号。将 NRZ 码对 2.216MHZ 及 1.608MHZ 的正弦信号进行调制产生 2FSK 信号。

4. 载波同步单元

该单元采用平方环从 2DPSK 信号中提取相干载波。

5. 2DPSK 解调单元

该单元采用相干解调方法解调 2DPSK 信号。

6. 2FSK 解调单元

该单元采用过零检测方法解调 2FSK 信号。

7. 位同步单元

该单元用全数字锁相环从信源的 NRZ 信号中或从 2DPSK 解调单元（或 2FSK 解调单元）的比较器输出信号中提取位同步信号。

8. 帧同步单元

该单元从信源的 NRZ 信号或从 2DPSK 解调单元（或 2FSK 解调单元）解调输出的 NRZ 信号中提取帧同步信号。

9. 数字终端单元

该单元输入 NRZ 信号、位同步信号、帧同步信号，在位同步及帧同步信号控制下，将两路数字信息从时分复用 NRZ 信号分接出来，并用发光二极管显示。

10. PCM 编译码单元

本单元采用 TP3057 芯片对两路模拟音频信号进行 PCM 编码和译码。时分复用 PCM

信号码速率为 2.048MB，帧结构类似于 PCM 基群信号，但只传输两路数字音频信号，其中一路信号放在第 2 个时隙，另一路可放在第 1、2、5、7 任何一个时隙内，第 0 个时隙中有 7 位帧同步码，其余 29 个时隙为全 0 码。

11. 两人通话单元

该单元包含音频放大和衰减电路，与 PCM 编译码单元连接可进行两人时分复用通话实验。话音抽样频率可选择为 8K/4K/2K Hz。

用上述前 8 个单元可构成一个理想信道 2DPSK 或者 2FSK 通信系统，用 1、7、8、9 单元可构成一个理想信道数字基带通信系统。

利用 TX-5 型实验设备，可开设数字基带信号、数字调制、模拟锁相环与载波同步、数字解调与眼图、数字锁相环与位同步、帧同步、时分复用数字基带通信系统、时分复用 2DPSK/ 2FSK 通信系统、PCM 编译码、时分复用通话与抽样定理等十一个实验。通过这些实验，同学们可以获得数字通信时分复用技术及传输技术的感性认识、巩固课堂上所学的理论知识。

在学习《通信原理》这门课之前，同学们已基本具备了模拟电路及数字电路的分析、设计及调试能力，通信实验的主要目的是帮助大家理解通信系统的整体概念及基本理论。因此在实验指导书中，不必详细地分析各个单元电路的工作过程，只说明了它们的作用。

TX-5 型实验设备所需三输出直流稳压电源（+5V、3A，+12V、0.5A，-12V、0.5A）已内置，实验时只需将交流 220V 通过电源线接到实验箱左侧的插座内。**电源开关在实验板左下角**，开关中带指示灯。

通信电子线路实验系统由通信发射机和接收机两大部分组成。每部分都由单独的单元模块组合。既可根据课程内容、进度完成单元模块实验，又可进行调幅、调频两种收发系统的实验。实验内容既有分立器件又有集成器件，便于学生循序渐进的学习。

发射机系统由低频调制源振荡器电路、变容二极管调频电路、振幅调制电路、高频功率放大器五个模块组成。可独立进行各部分功能模块实验，也可将各部分级连完成发射机整机调试和测试实验。

接收机系统由小信号调谐放大器、混频器、锁相频率合成器、本振源、中放、二次混频与鉴频，包络检波五个模块组成。可独立进行各部分功能模块实验，也可将各部分级联完成接收机功能实验。该实验装置还可进行通话实验，使学生了解实际的通信系统。

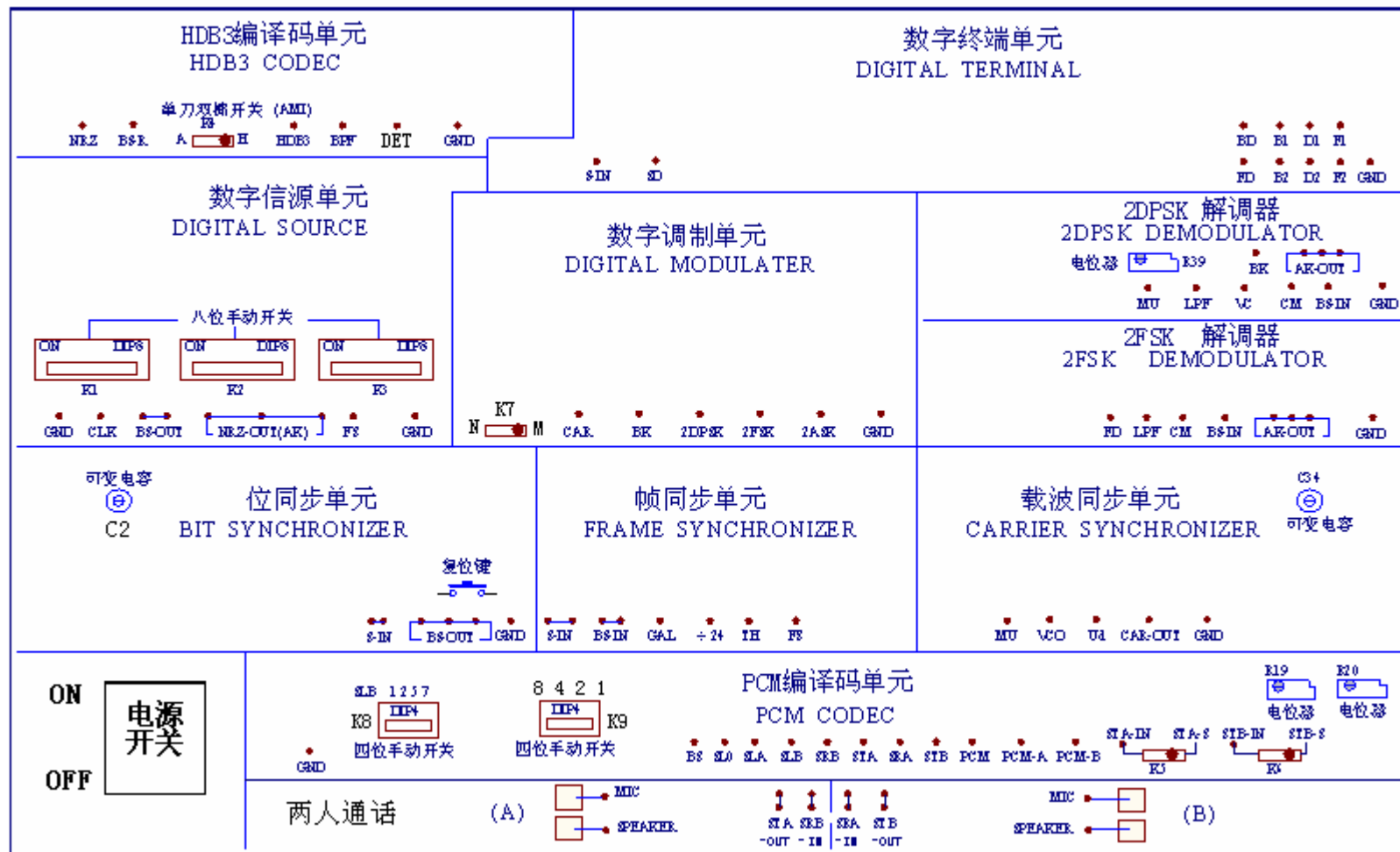
通过实验可使学生进一步消化理解理论课程内容，培养学生调测的实际动手能力，建立系统概念。

用本实验设备做实验时，必备的仪器是三路输出直流稳压电源（+5V、±12V，均为 0.5A），20MHZ 以上双踪示波器，万用表、频率计、毫伏表、高频信号发生器等。

实验其他必备 20MHZ 双踪示波器，万用表等。在某些实验步骤中，需用频率计、低失真度低频信号源、失真仪、频谱仪等，但无这些仪器时绝大部分实验内容仍可完成。

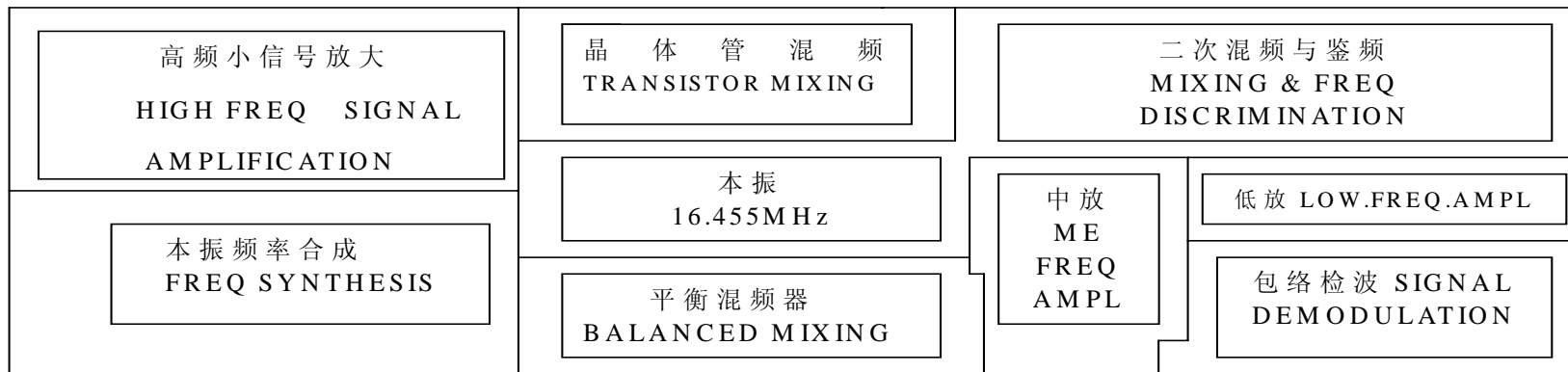
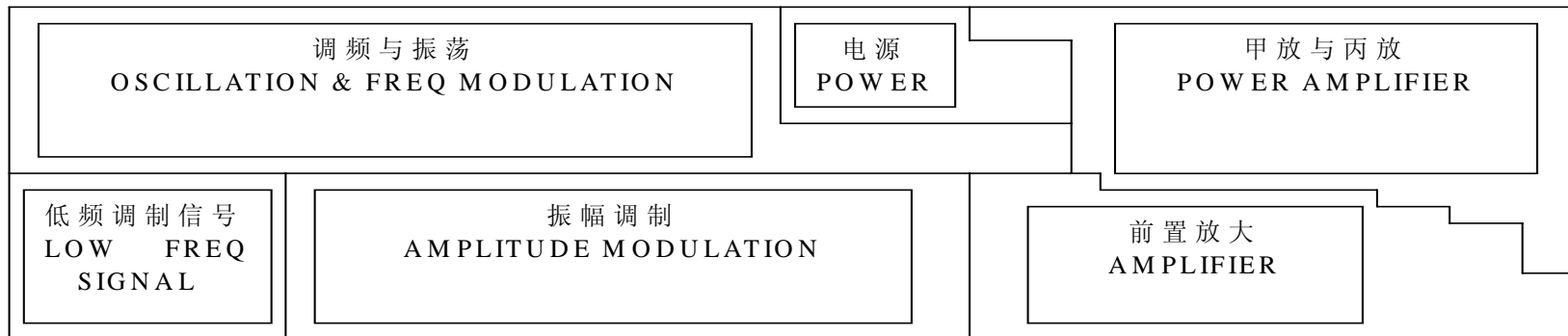
本实验设备还有待进一步完善，实验指导书中也难免有不当之处，期望同学们及有关老师提出宝贵意见。

TX-5通信原理教学实验系统 布局示意图



GP-4

发射板模块分布图



接收板模块分布图

目 录

实验一	数字基带信号	1
实验二	数字调制	8
实验三	模拟锁相环与载波同步	12
实验四	数字解调与眼图	16
实验五	数字锁相环与位同步	19
实验六	帧同步	24
实验七	时分复用数字基带通信系统	28
实验八	时分复用 2DPSK、2FSK 通信系统	32
实验九	PCM 编译码	34
实验十	时分复用通话与抽样定理	40
实验十一	高频小信号调谐放大器	42
实验十二	高频功率放大器	45
实验十三	振幅调制器	47
实验十四	混频器	50
实验十五	调幅波信号的解调.....	54
实验十六	模拟通话实验.....	56
附录一	各单元电路原理图	59
附录二	主要集成电路芯片真值表和封装	68
附录三	信源和HDB ₃ 编译码模块中的EPLD功能说明	78
参考文献	80