

§ 2 超声多普勒系统的一般特性

1 基本框图

- 发射、接收、处理和监测四部分；
- 还包括声束方位的换能器定位系统、计算机控制和处理、彩色监视器等；

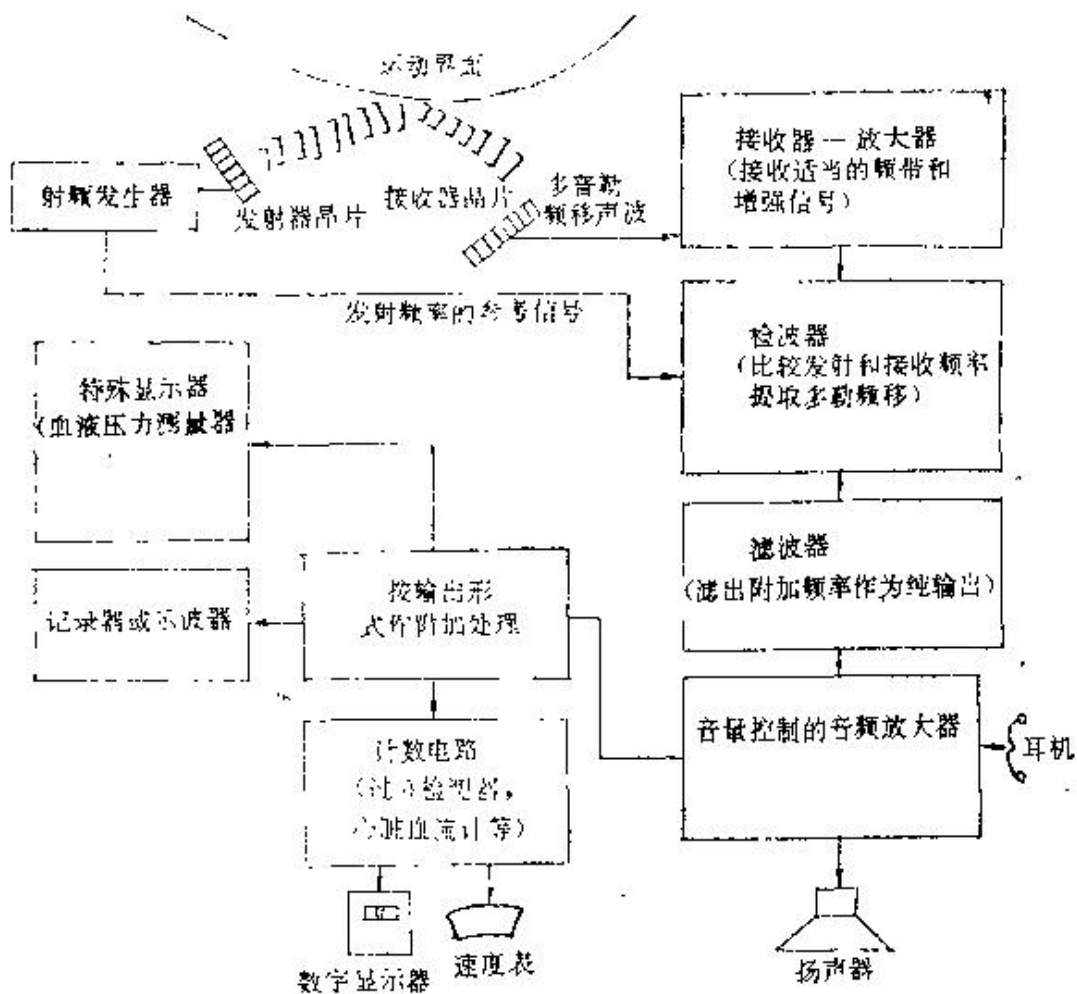


图8-5 超声多普勒系统的一般框图

2 信噪比和最佳频率

- 信噪比：有用信号和噪声的比值；
- 影响因素：
- 在最大散射面积、最小衰减损失和调整系统带宽之间权衡；

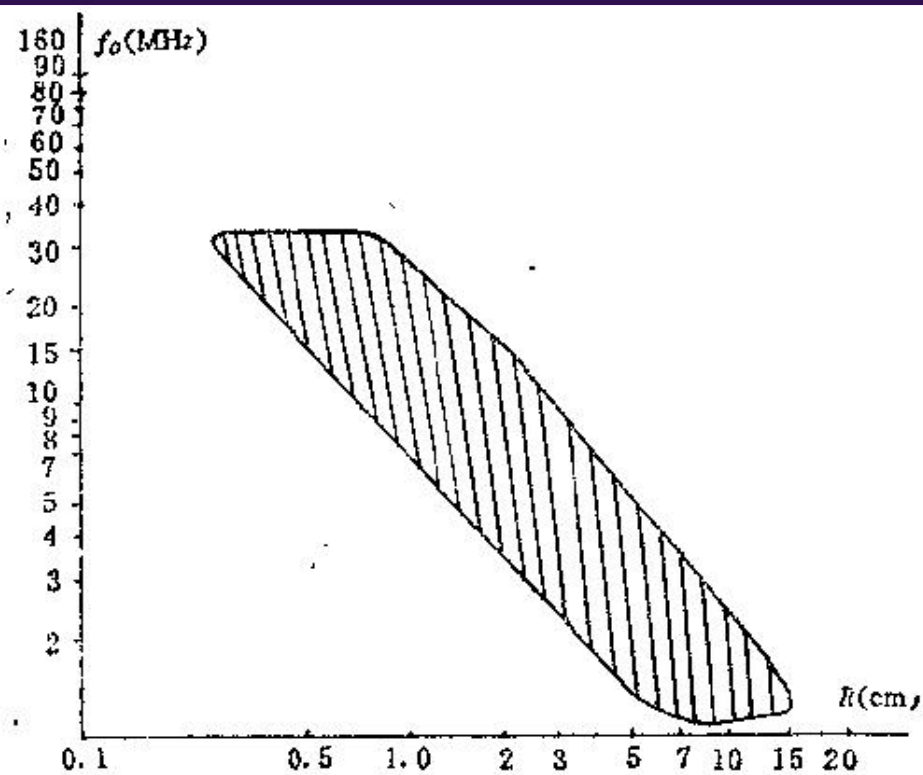


图8-6 最佳发射频率与穿透深度的关系

3 发射功率

- 平均功率越大，系统灵敏度越高；
- 但是必须考虑到生物组织的特性，根据用途选择超声功率；
- 脉冲多普勒的声功率要受脉冲重复频率的影响；

4 多普勒型超声换能器

- 中心频率通常为2-10MHz，直径为1-25mm。
- 发射器要求发射常数较大，接收器要求接收常数较大；
- 一般采用两个晶片；

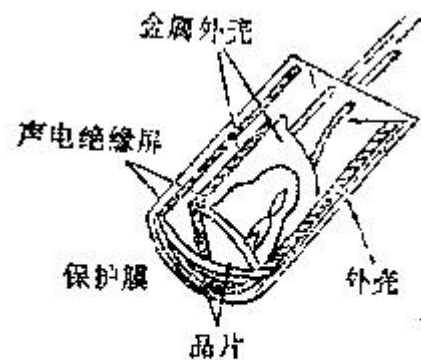


图8-7 超声多普勒型探头的基本结构

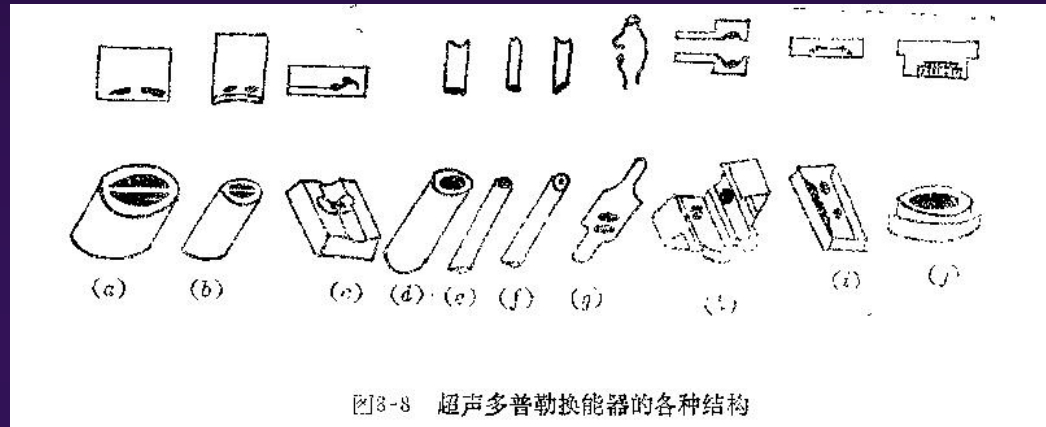
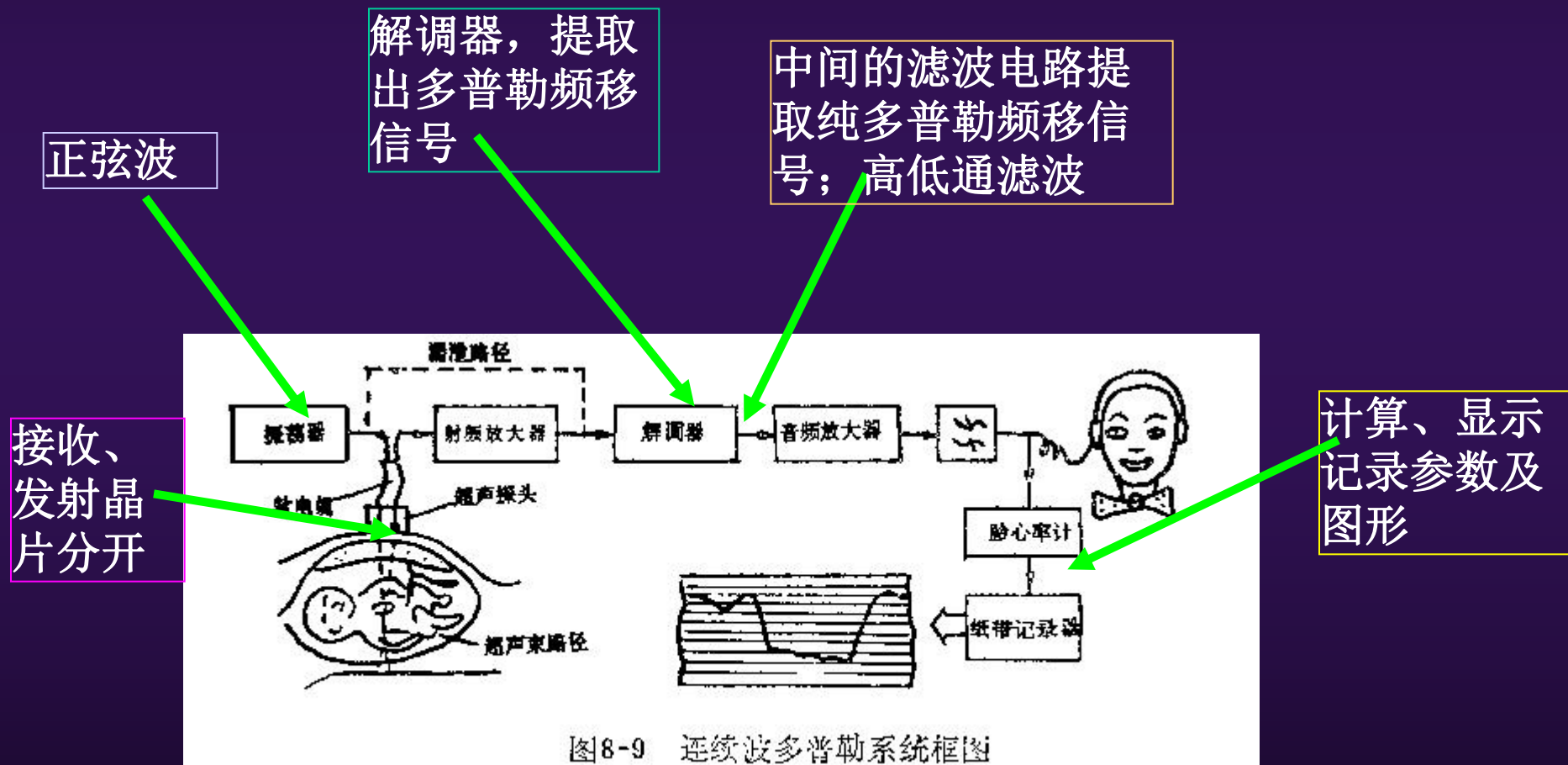


图8-8 超声多普勒换能器的各种结构

- 收发晶片要隔开，减小相互的影响；
- 探头接收的频带宽度要大些：返回信号频率变化影响；

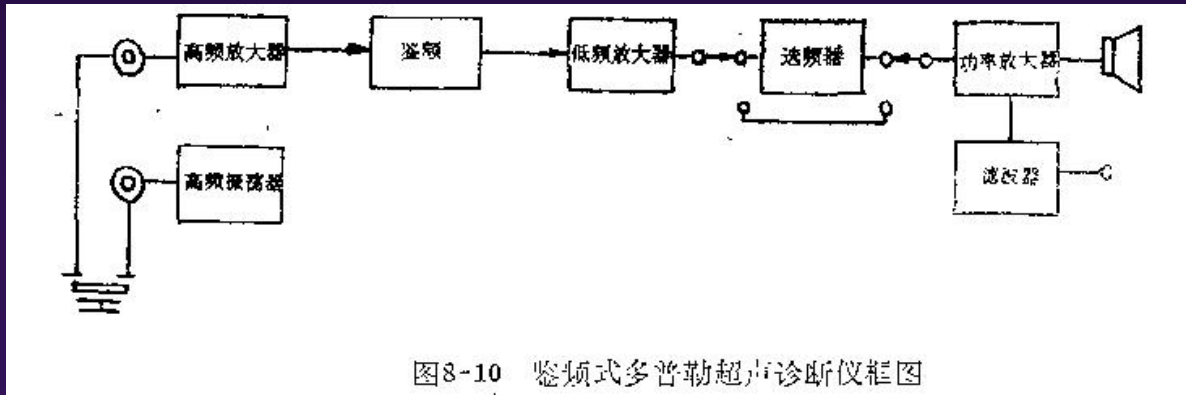
§ 3 连续多普勒系统

1 基本原理分析



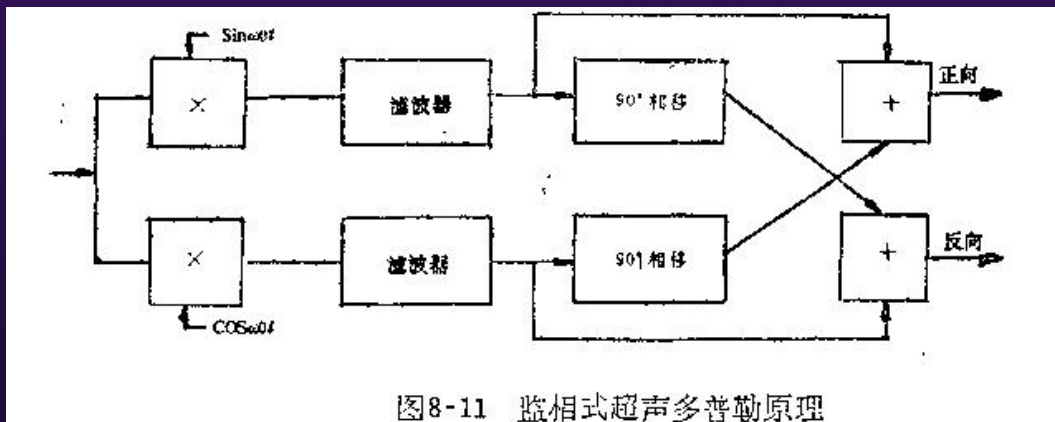
2 鉴频式多普勒超声诊断仪

先鉴频处理，再分档选频



3 鉴相式多普勒超声诊断仪

正反向流动分别处理；



§ 4 脉冲超声多普勒系统

1 概述

- 既要测距又要测速，原理上要复杂些；
- 可分为：

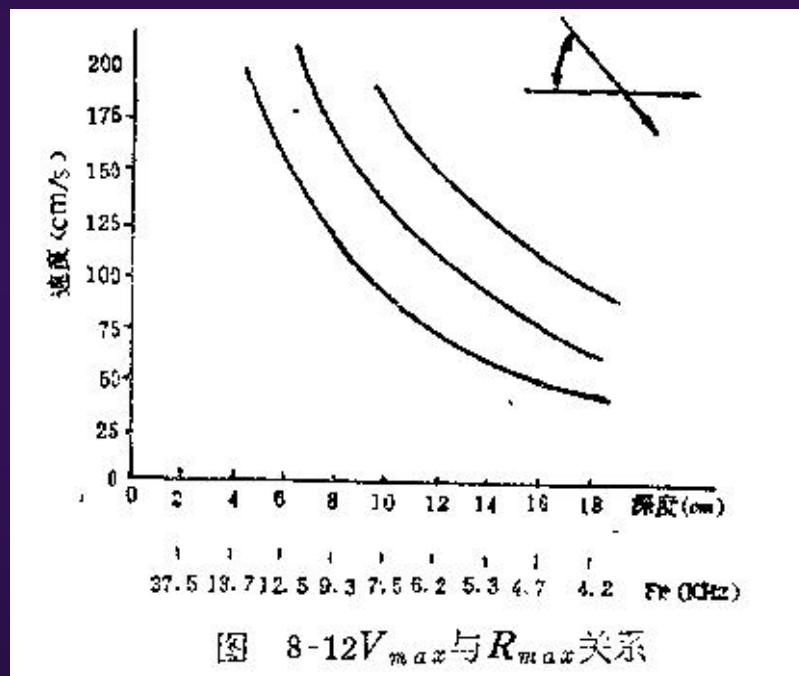
相干脉冲多普勒系统

随机噪声多普勒系统

调频脉冲多普勒系统

$$V_{\max} = \frac{C^2}{8f_0 R_{\max} \cos \theta}$$

最大速度、最大距离、载波频率和多普勒角之间的折衷选择；



2 相干脉冲多普勒系统

- 门电路控制只接收特定深度的信号，进行分析；
- 音频放大的是采样体积内的多普勒频移信号；
- 逐点选通，较费时；

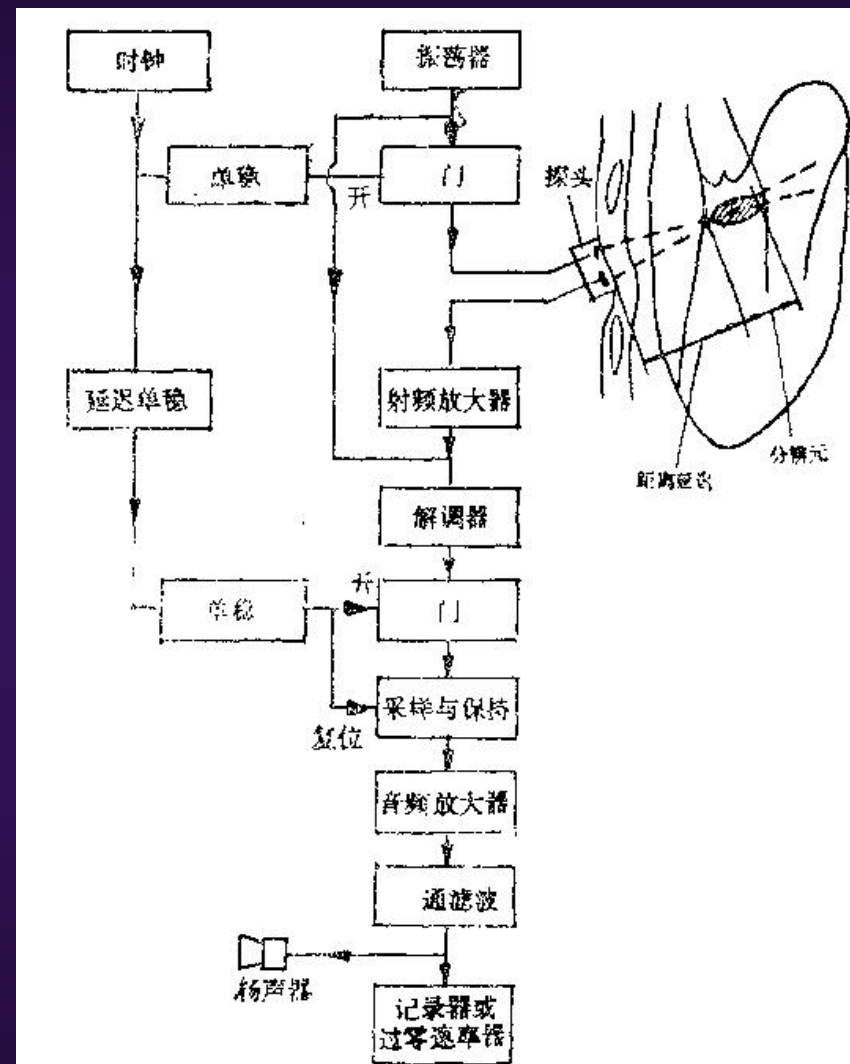


图8-13 脉冲多普勒系统原理框图

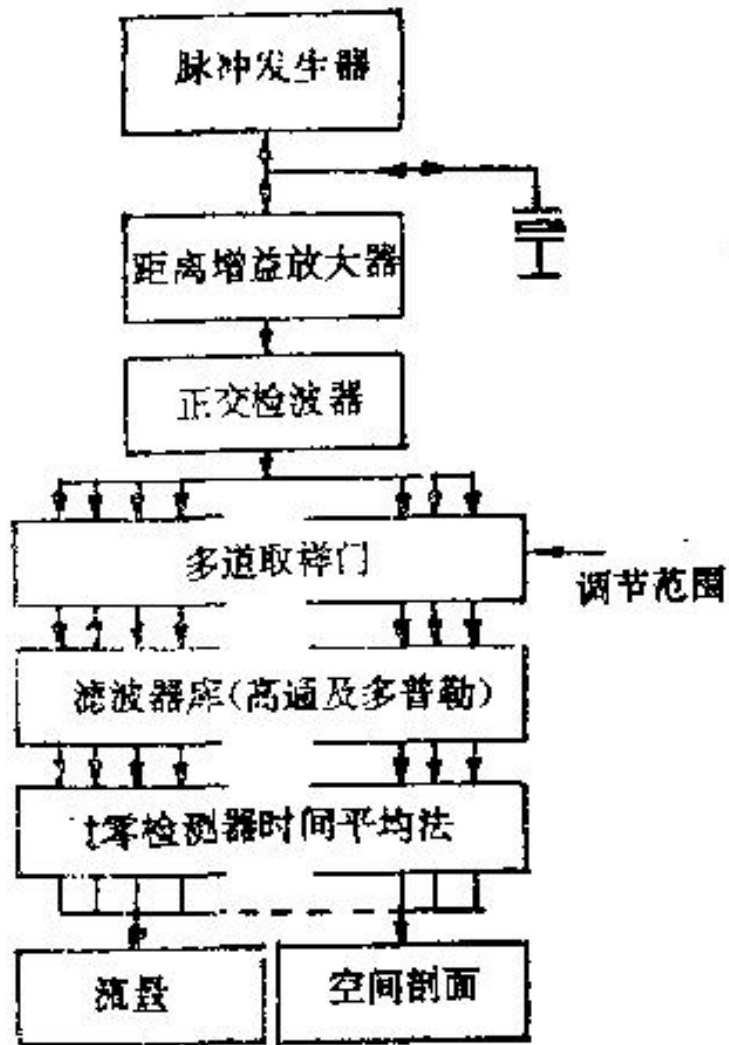


图8-14 多道脉冲多普勒原理图

- 采用**多点多道**取样，同时采集节约扫查时间；
- 处理过程中，为简化计算，采用相干处理；

3 随机噪声多普勒系统

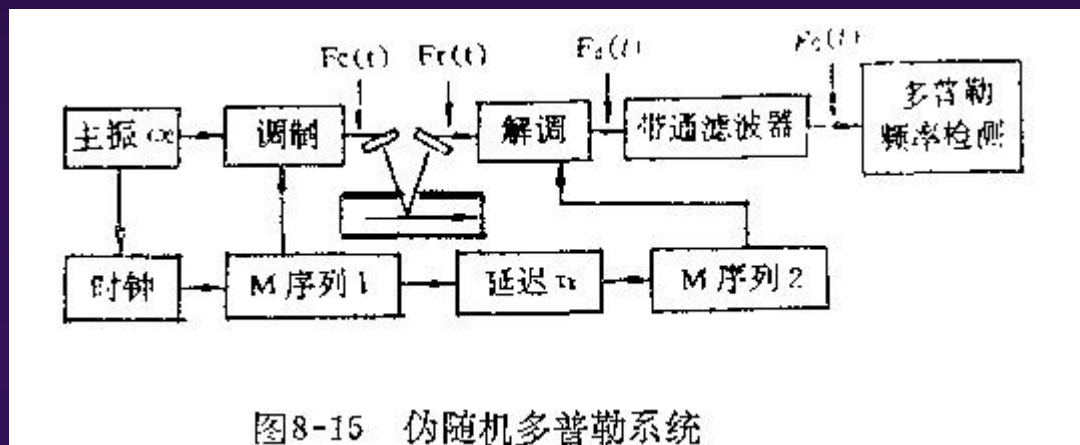


图8-15 伪随机多普勒系统

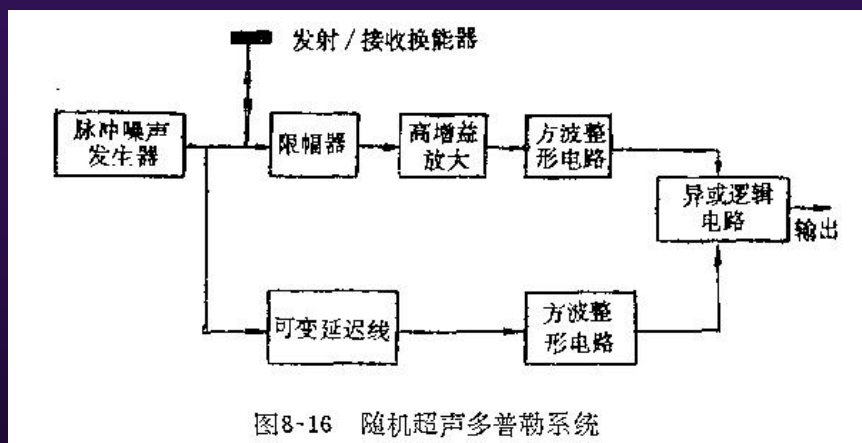
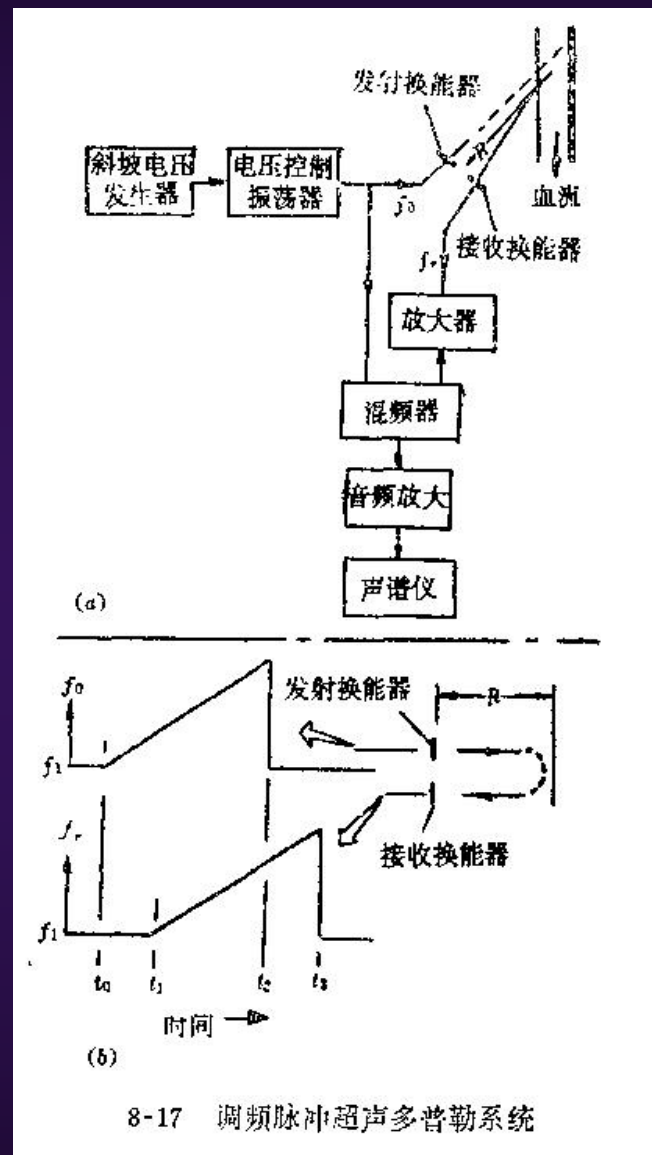


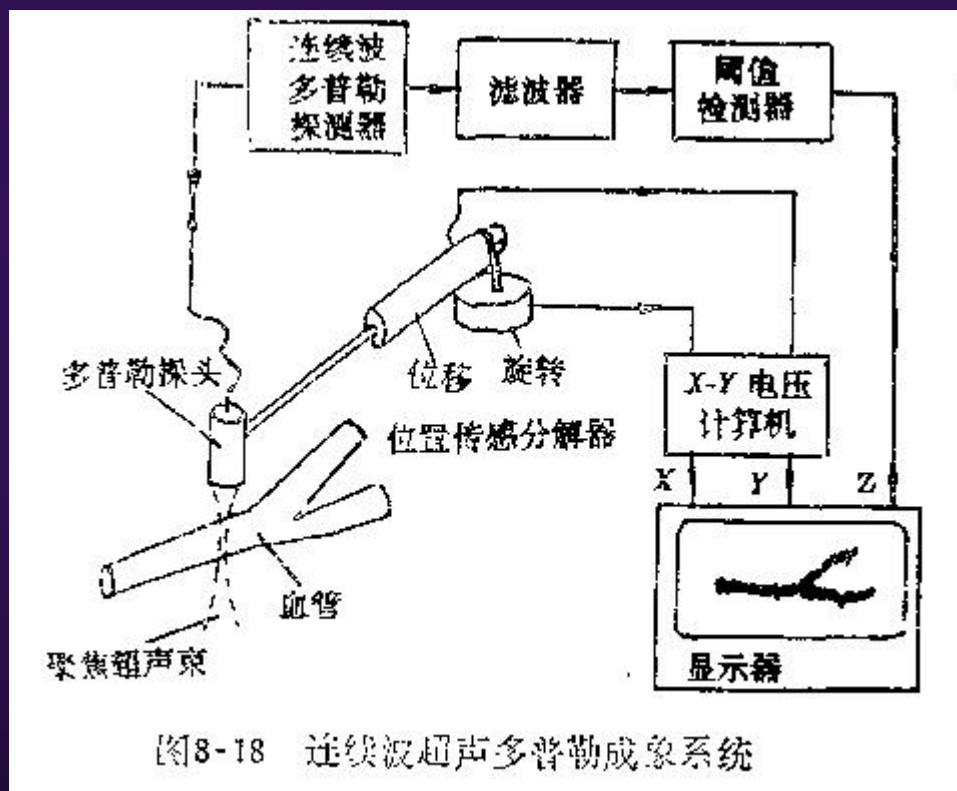
图8-16 随机超声多普勒系统

4 调频脉冲多普勒系统

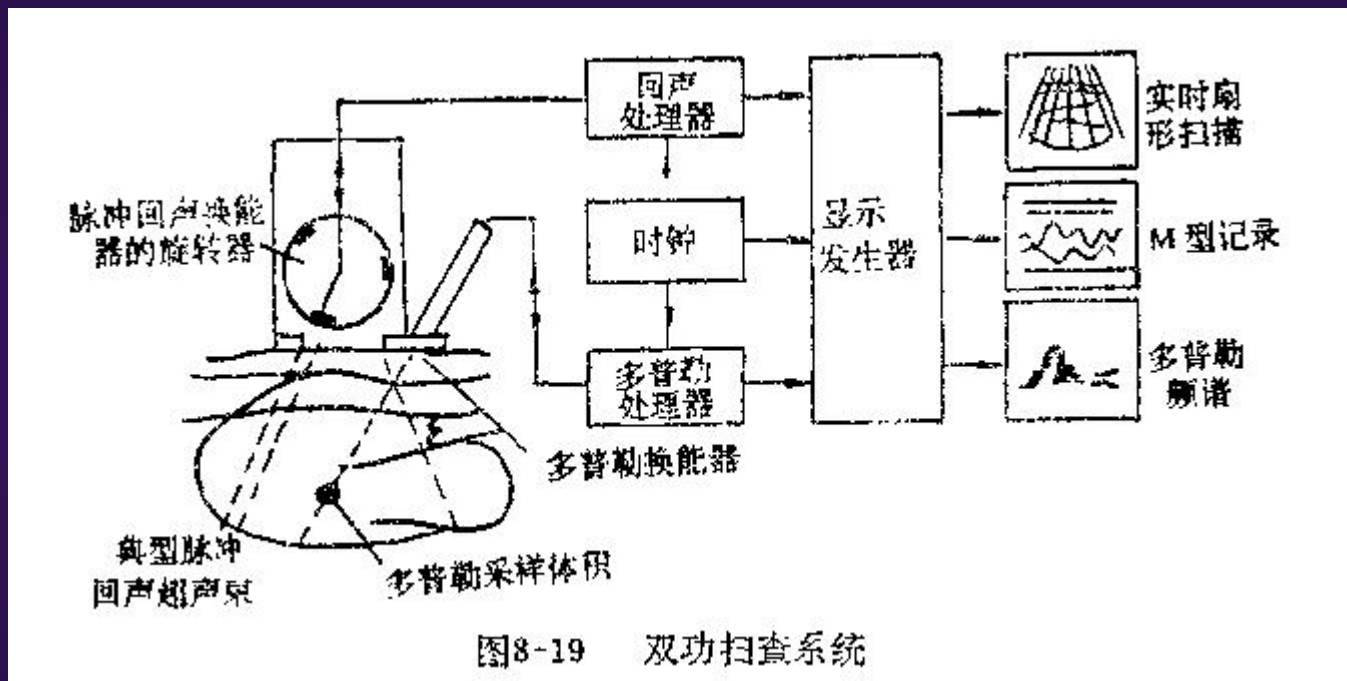


§ 5 多普勒成像技术

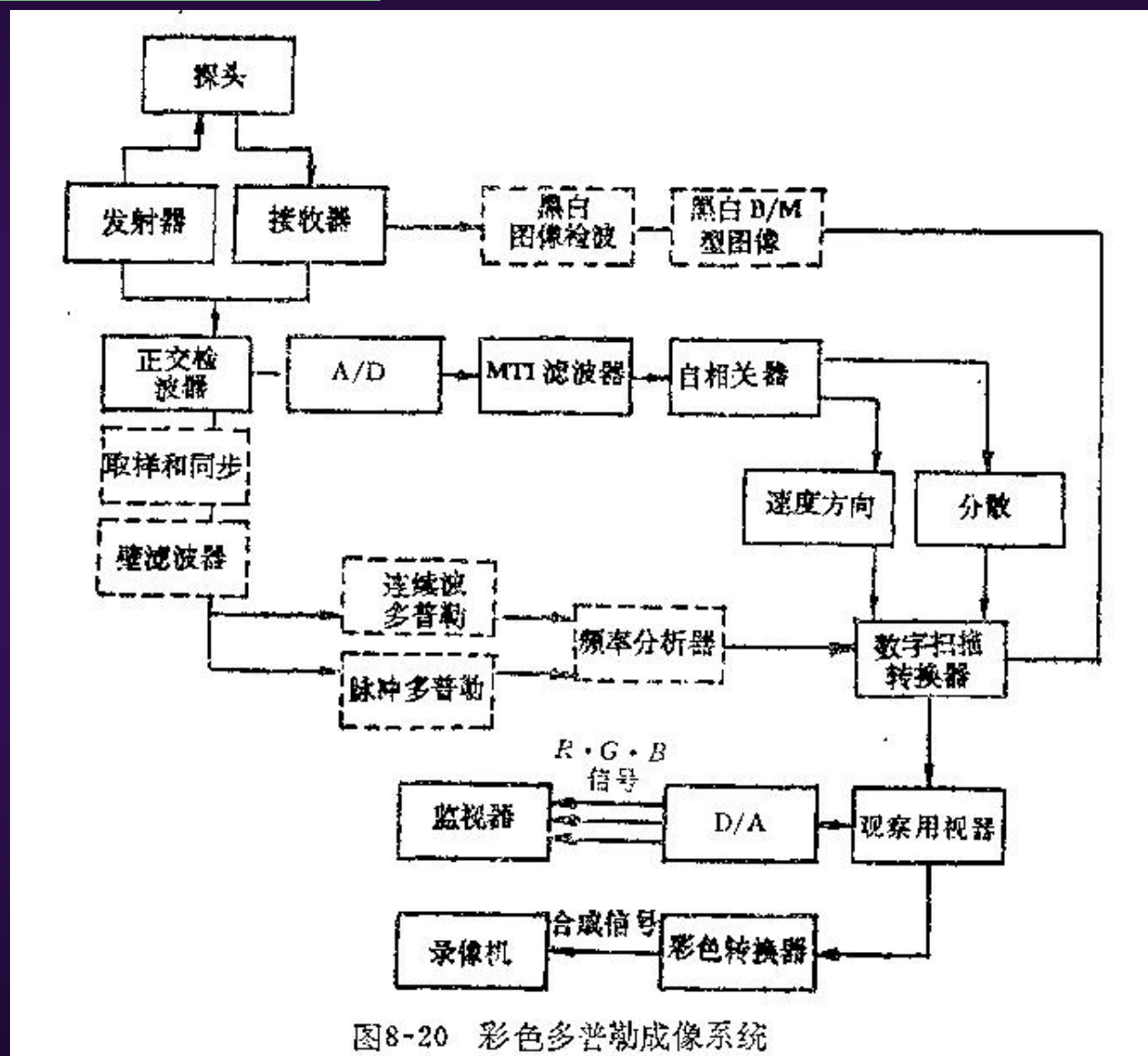
1 连续波超声多普勒成像



2 脉冲多普勒双功扫查成像系统



3 彩色多普勒成像系统



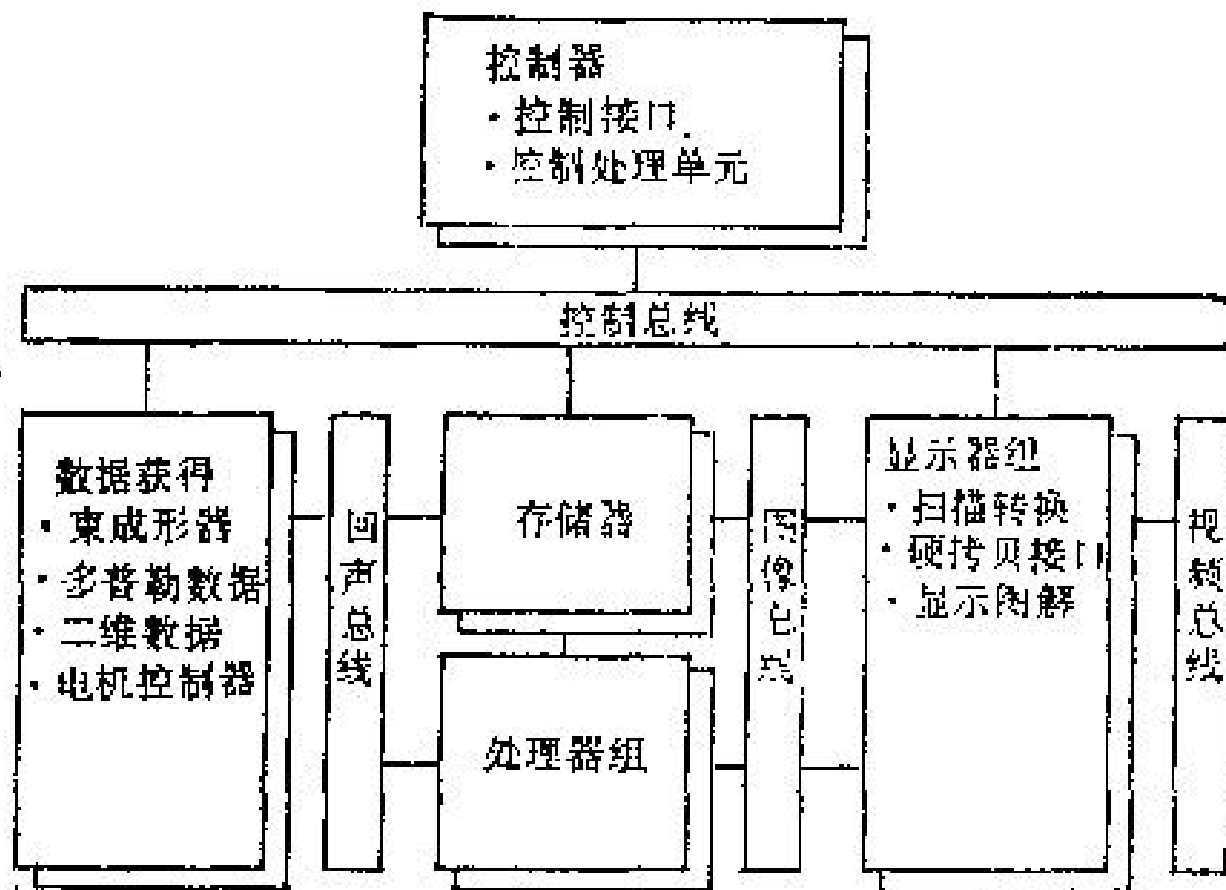


图8-21 全数字处理的多功能B型超声成像系统

第五章 超声诊断仪基本结构和 A型超声诊断仪

§ 1 A型显示原理和仪器结构

1 A型显示方式

- 显示器上显示的是振幅和它所处的距离；
- 回声振幅大小表示反射的强弱，即界面声阻抗的差别；
- 不同组织反射特性不同，正常与病理组织的反射特性也不同；

2 A型超声诊断仪的总体结构

- 由同步发生器、
- 发射器、探头、衰减器、
- 射频放大器、实际扫描电路、扫描增益补偿、
- 解调和抑制、
- 视频放大、增辉电路。电源等部分组成：

- 脉冲不断发射，某点的显示实际上是不同周期连续作用的结果；
- 深度信息和振幅信息分别处在x和y轴上；
- 主要部分是同步脉冲，发射器和解调及显示部分；
- 附属电路，提高效果电路各机器有所不同；

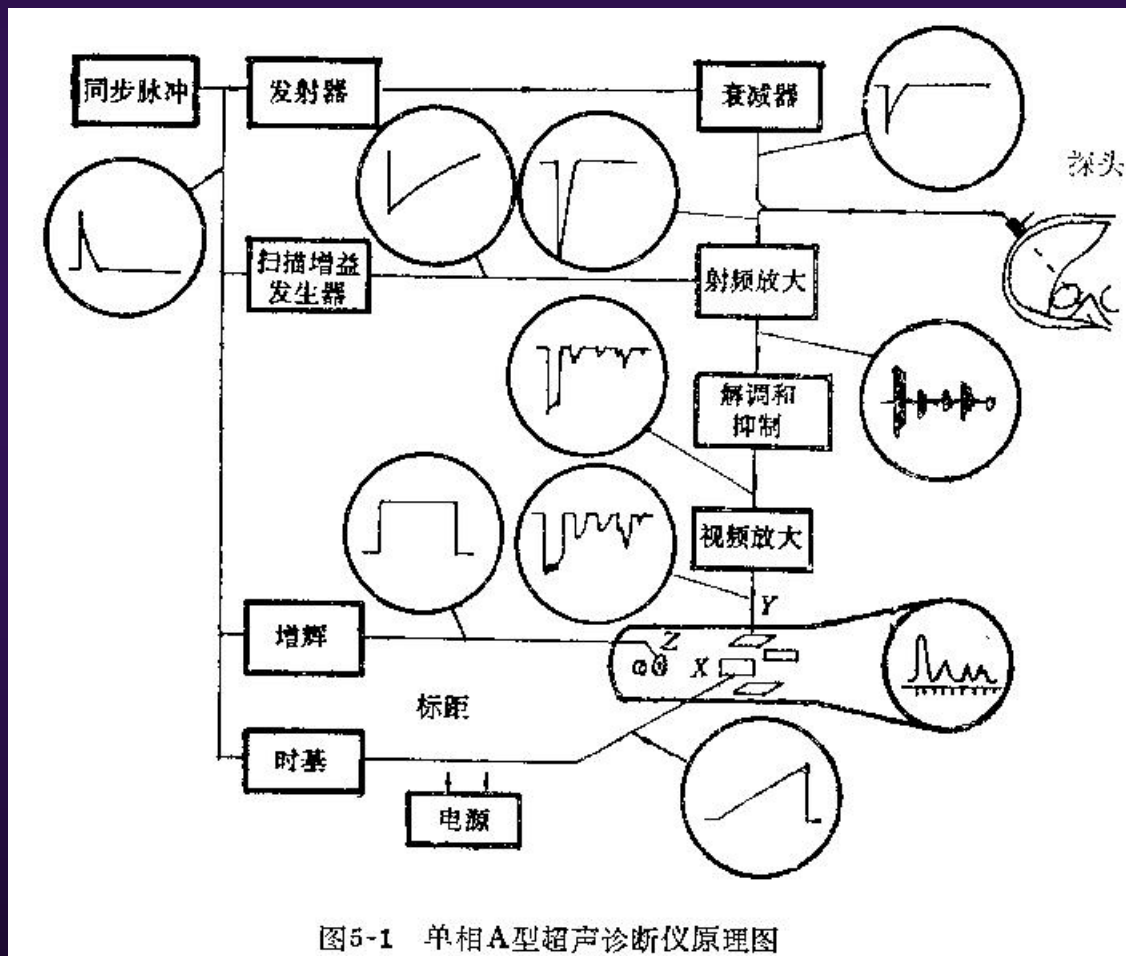


图5-1 单相A型超声诊断仪原理图

同步发生器

- 产生主控脉冲信号，重复频率在几十赫到几千赫之间；
- 是其他电路工作的基础
- 使得回声脉冲重复得以形成稳定波形；

发射器：产生振荡信号

衰减器：比较反射回波之间相对幅度，控制显示幅度：不超过以及可以显示出来差异；

射频放大：放大深部信号，使得具有足够的振幅显示

解调和抑制：即提取出视频脉冲包络信号

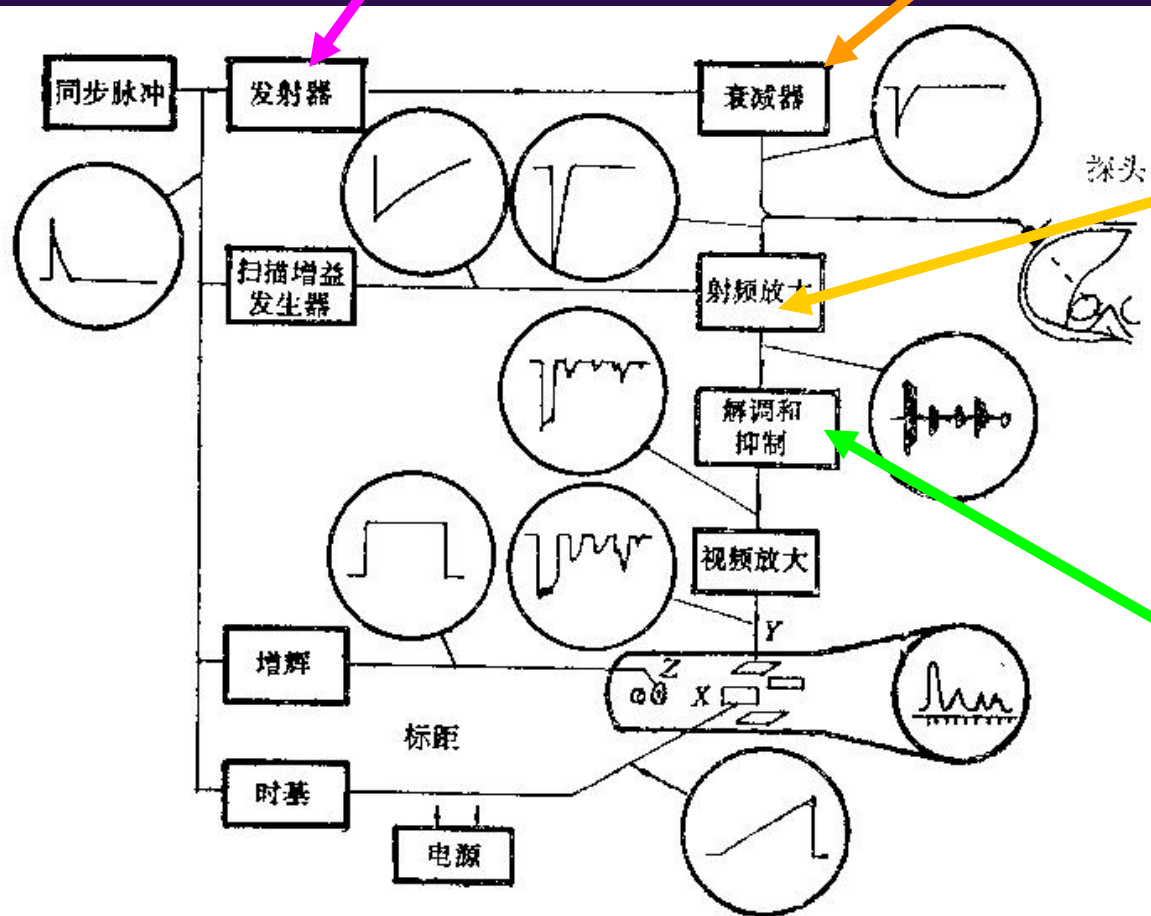


图5-1 单相A型超声诊断仪原理图

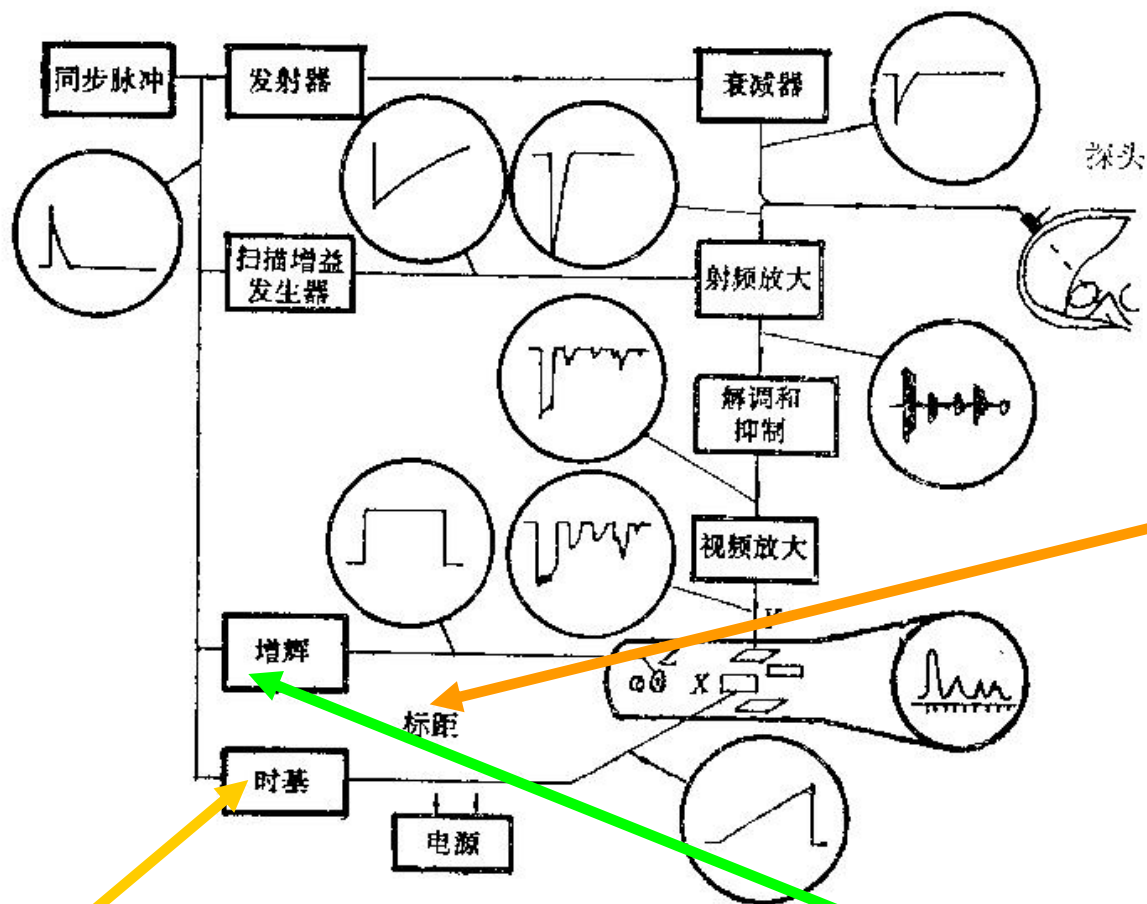


图5-1 单相A型超声诊断仪原理图

标距电路：显示厘米刻度等，便于估计数值；

时基发生器：即扫描电压发生器，控制电子束产生时间基线及水平扫描线

增辉电路：产生方波信号，保证扫描电压发生周期内发射电子束

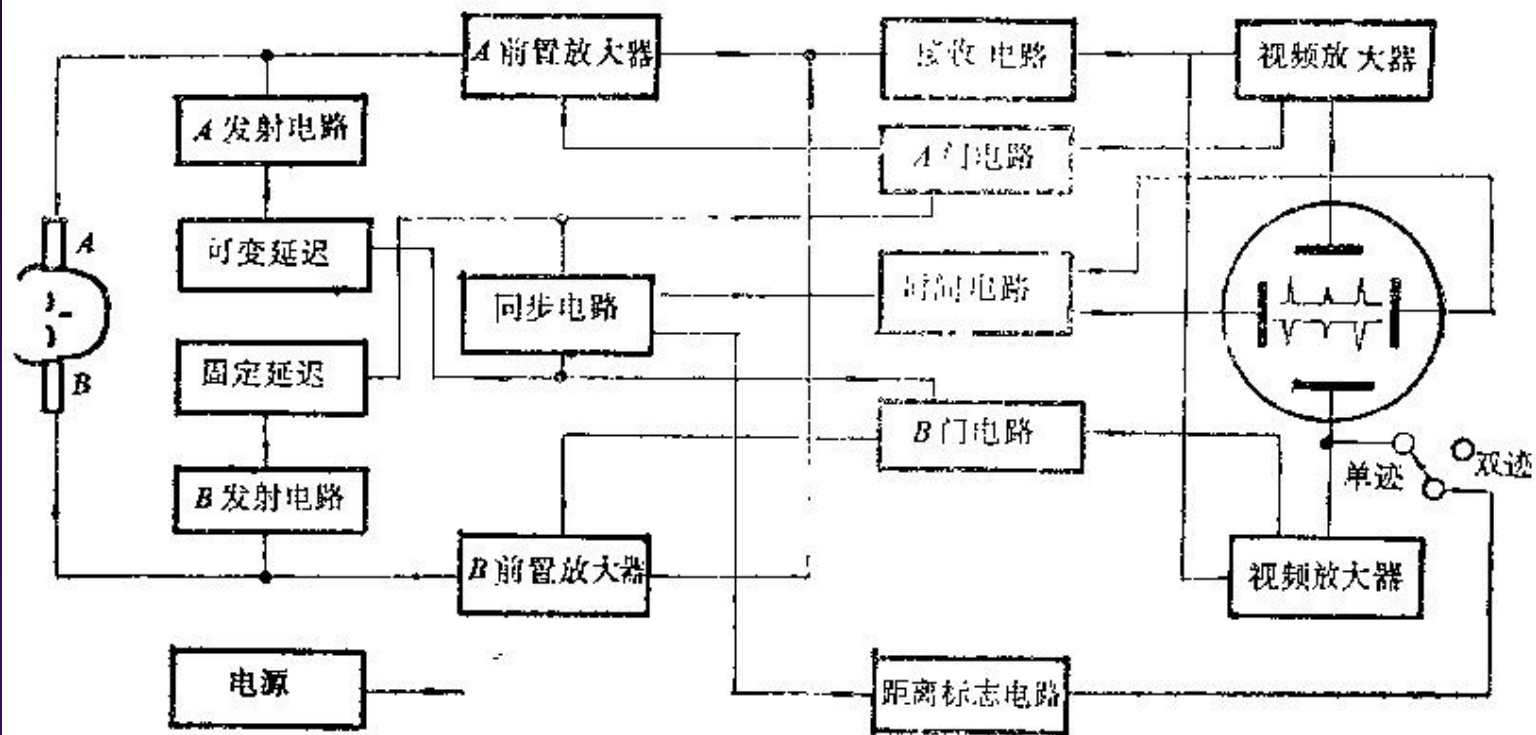
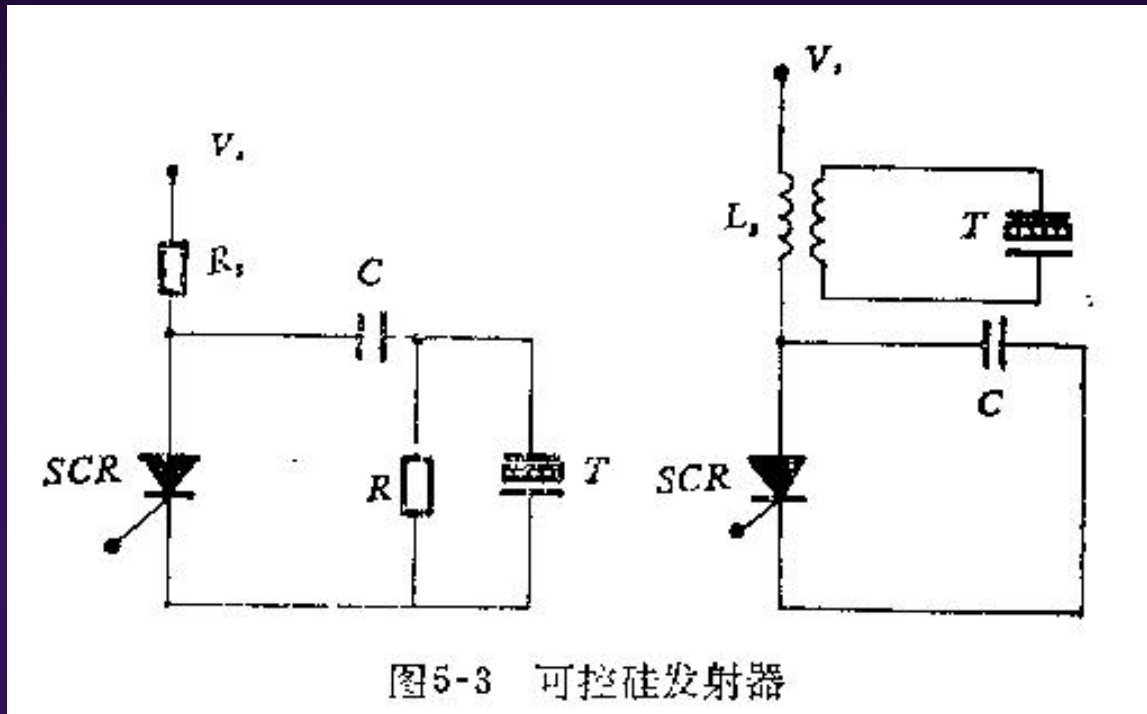


图5-2 双相型A型超声诊断仪

有时亦同时使用两个探头进行探测显示，此时称为双相；

§ 2 发射器

- 信号产生过程中的;
- 产生高压脉冲去激励压电换能器产生基频谐振;
- 一般利用充电到高压的电容经开关放电;



- 脉冲加在换能器上，转化成振动的电路；
- 必须保证脉冲沿较窄；

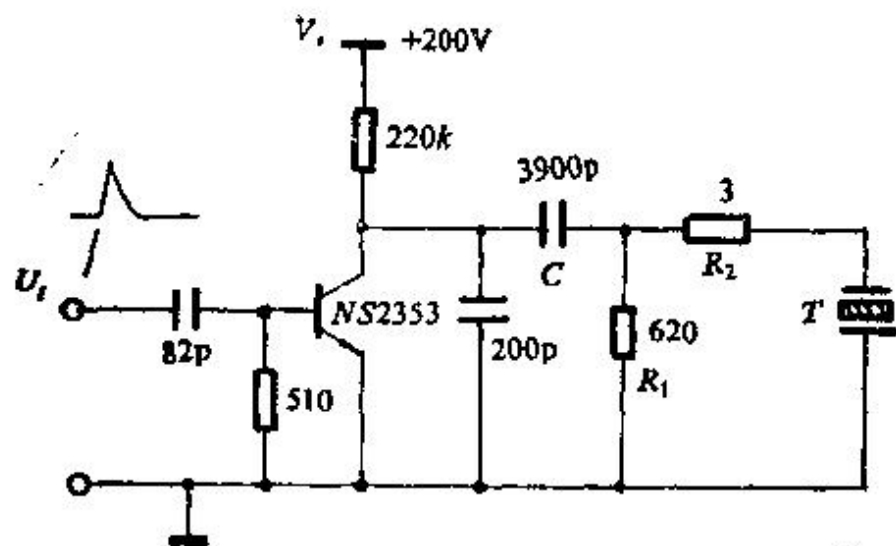


图5-4 利用雪崩管作发射器

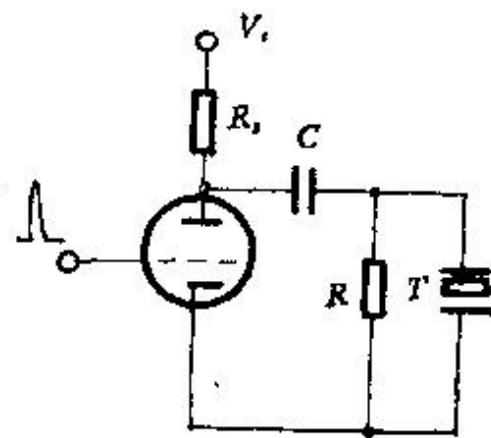


图5-5 闸流管声发射电路

§ 3 脉冲回声信号处理的基本过程

1 信号处理流程

- 接收信号返回时的处理流程;
- 衰减器, 线性控制进入放大器的信号电压;
- 包含有多种处理;

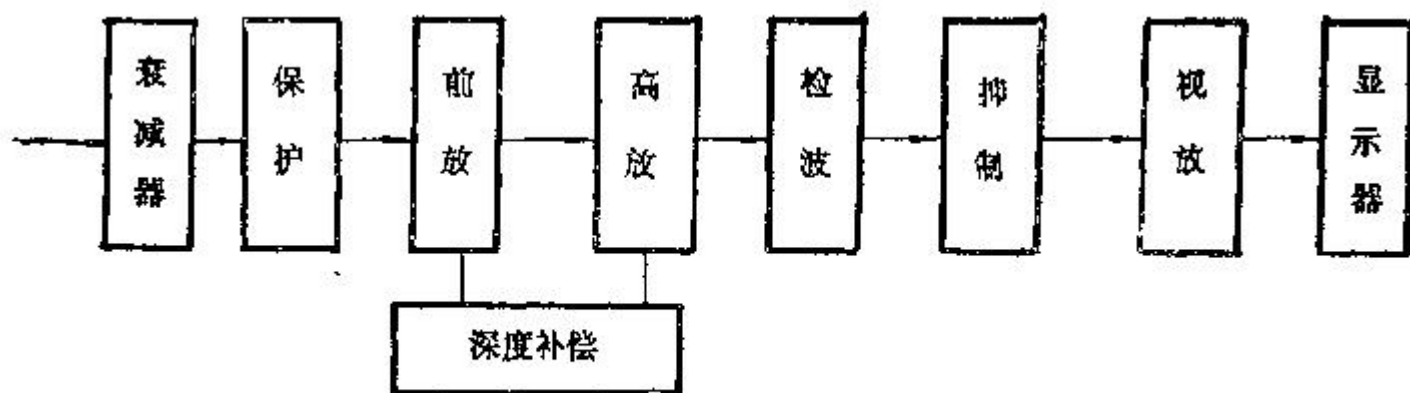


图5-6 脉冲回声信处理流程

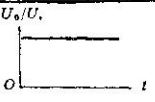
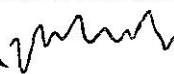
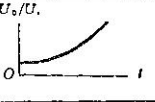
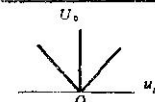
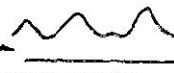
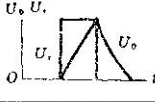
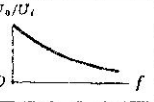
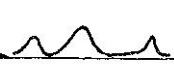
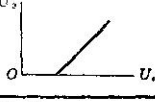
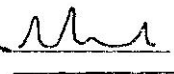
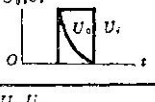
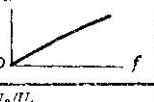
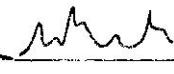
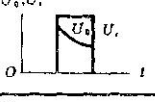
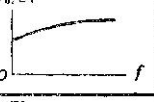
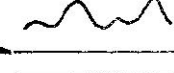
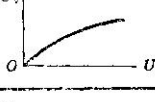
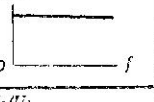
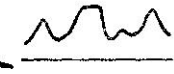
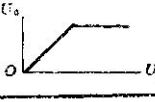
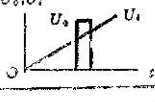
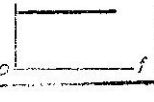
信号波形	初步处理	初步处理的响应	
	换能器	幅值	频率
	射频放大		
	扫描增益放大		
	解调		
	包络检波与整流		
	抑制		
	微分与整流		
	微分 整流与相加		
	对数变换		
	非线性变换		
	门限检测 与脉冲形成		

图5-7 脉冲信号初步处理的各种选择

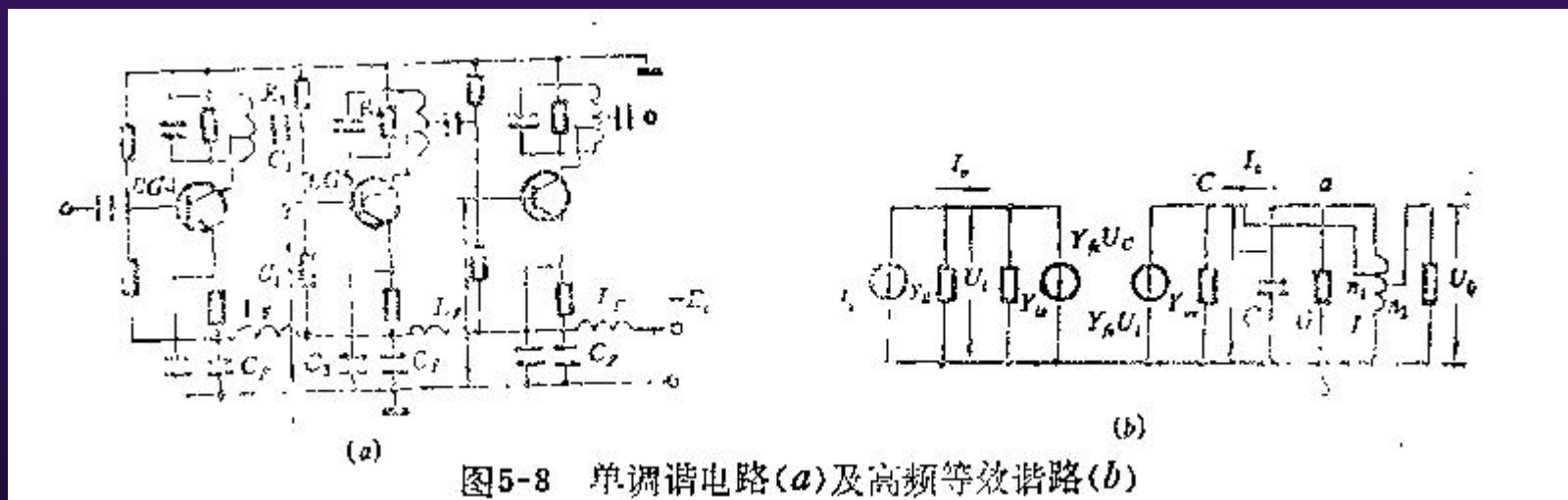
2 射频信号放大处理

1) 基本要求

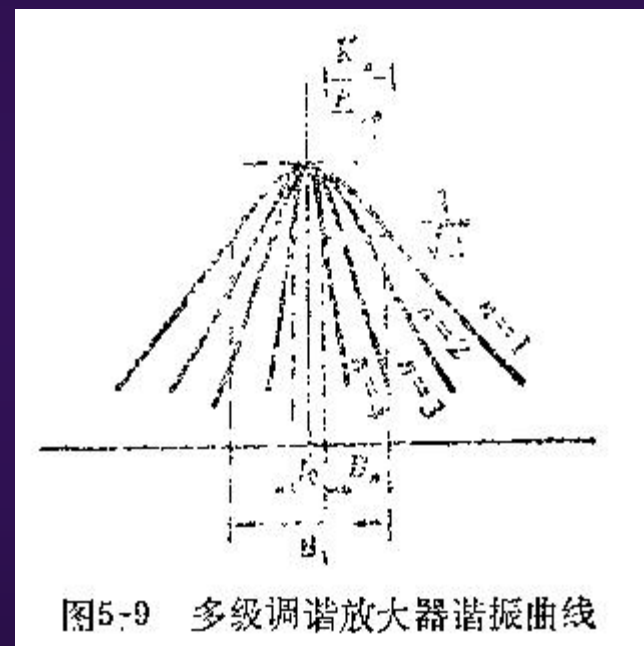
- 适合的中心频率，足够大的低噪声增益带宽；
- 低相位失真和适当的相应幅度；
- 承受发射输出，过载恢复快和足够扫描增益；

2) 调谐放大电路

- 要实现多级的放大;
- 能够适应探头信号是较宽频率的要求;
- 射频放大器是小信号高倍率宽带宽的放大器;



- 多级联用时，放大倍数
是各单级放大倍数之乘积；
- 多级放大的谐振曲线如
右图：
- 级联越多，频带越窄；



采用双调谐射频放大，频
带宽，选择性好；

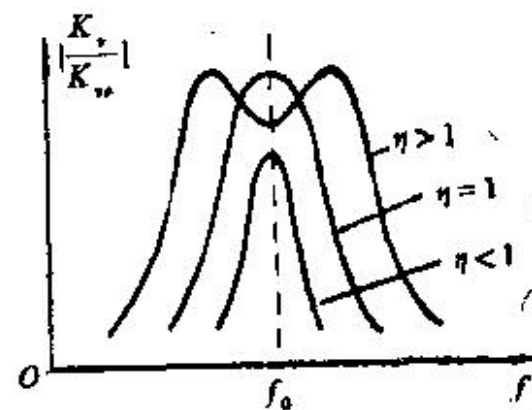


图5-11 双调谐放大器的谐振曲线

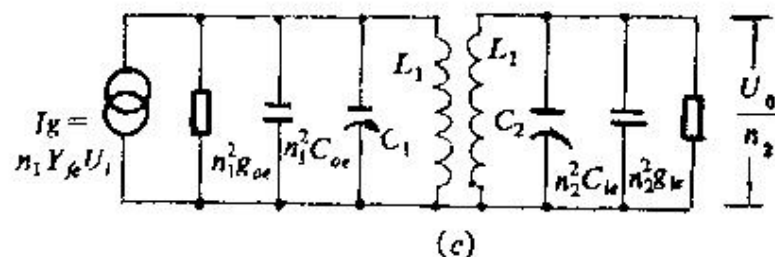
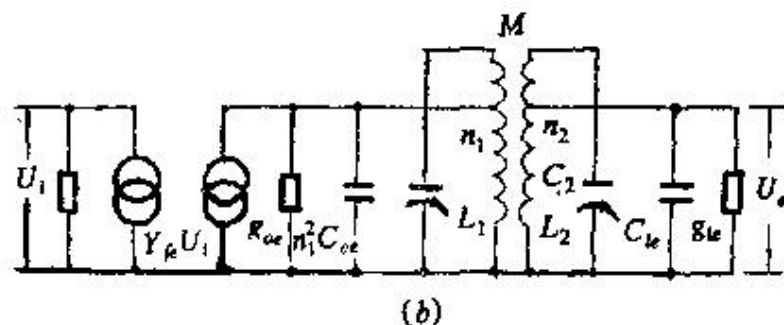
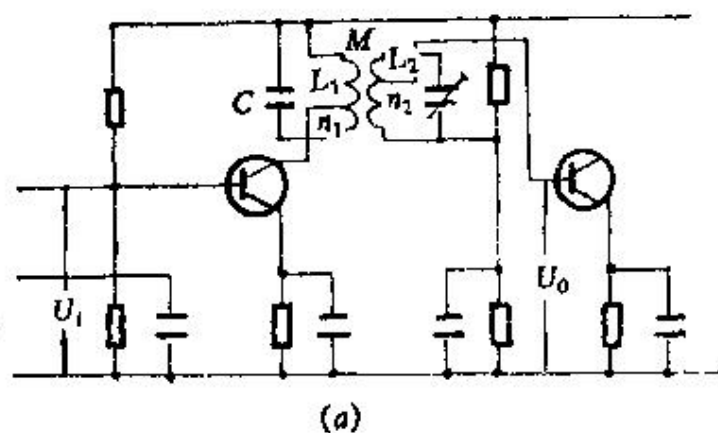


图5-10 双调谐放大器和高频等效电路

- 参差调谐，一种简单实现调谐的方式
- 通常仅两三级，每级谐振回路的写真频率参差错开；
- 通频带较宽；

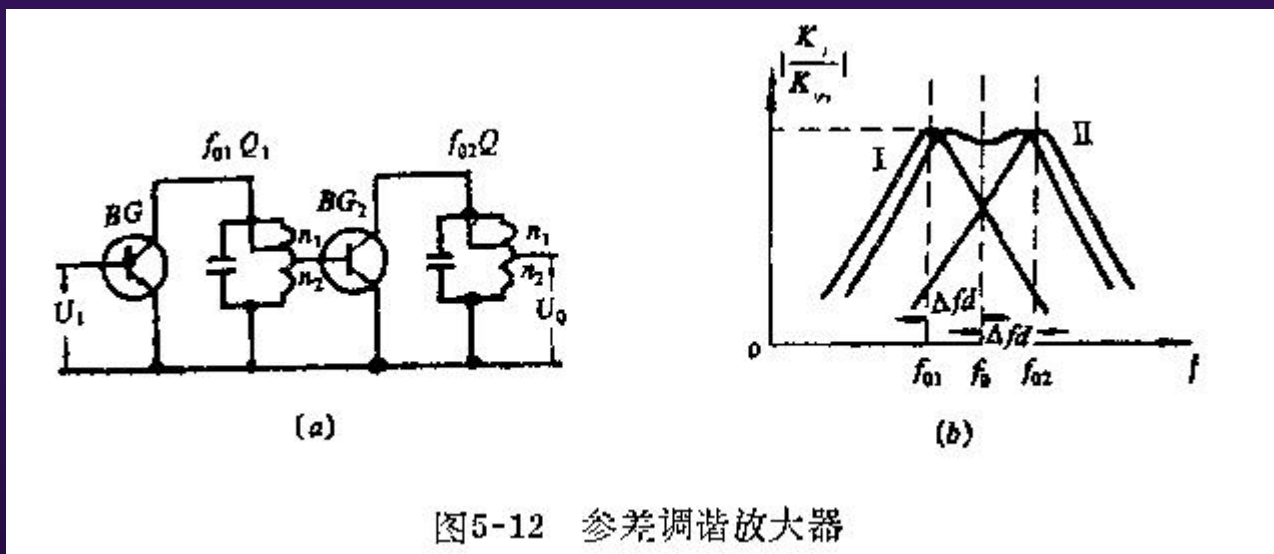


图5-12 参差调谐放大器

3) 扫描增益电路

作用：超声信号的衰减，利用此电路对深度进行补偿；

1. 控制负反馈电压；

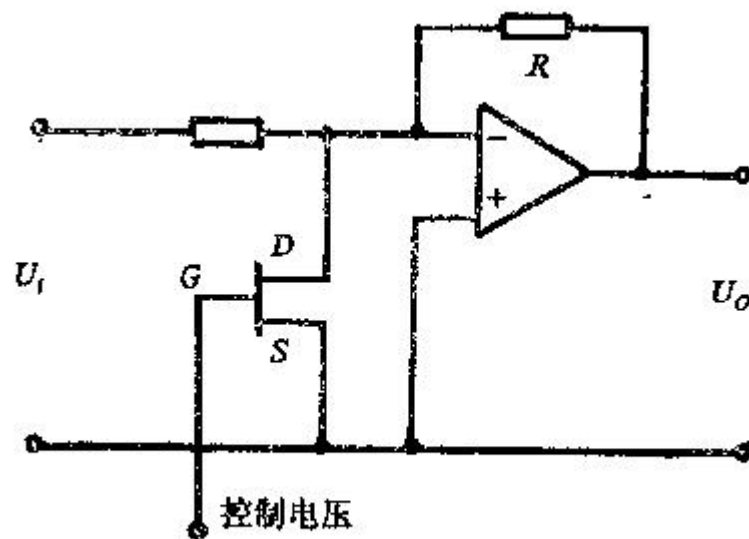


图5-13 可变负反馈增益控制

2. 控制晶体管基极偏流;

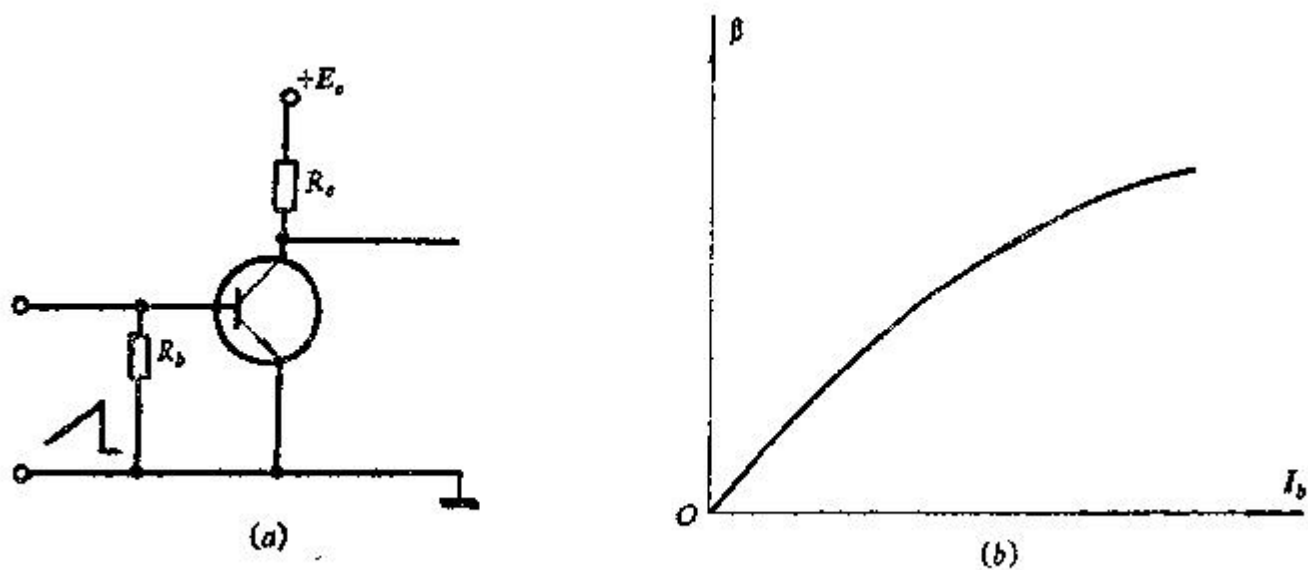


图5-14 控制基极偏流的增益控制电路

3. 电控衰减器;

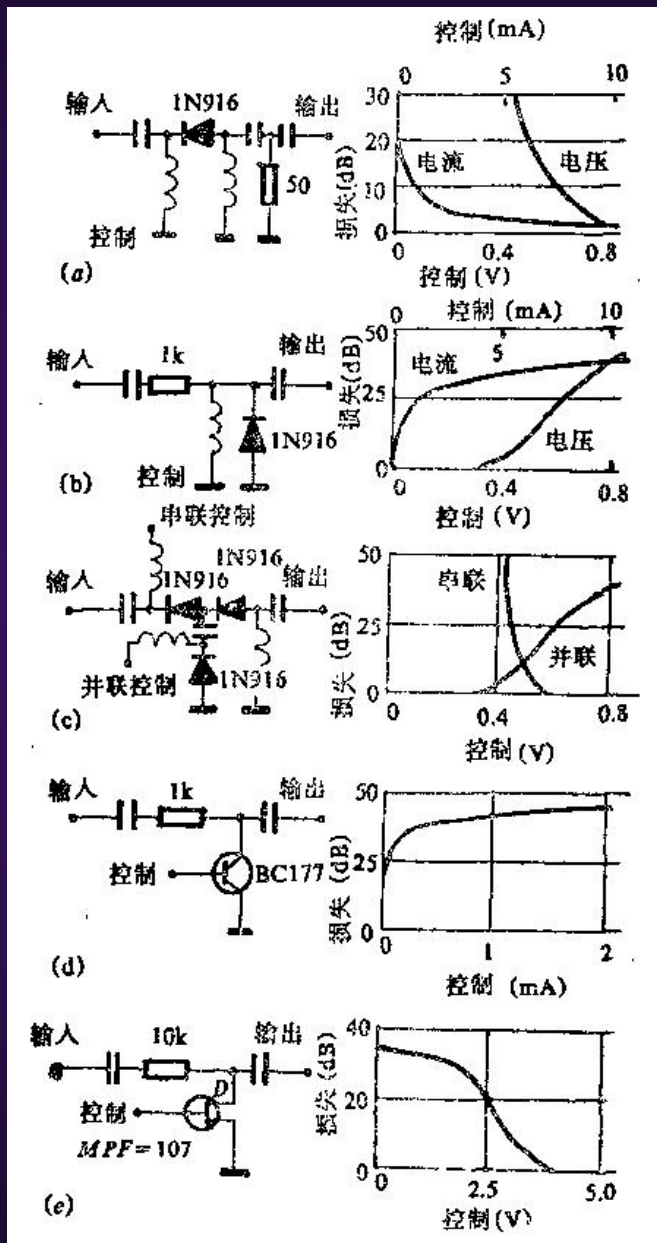


图5-15电控衰减器例子

(a) 串联二极管衰减器

(b) 并联二极管衰减器

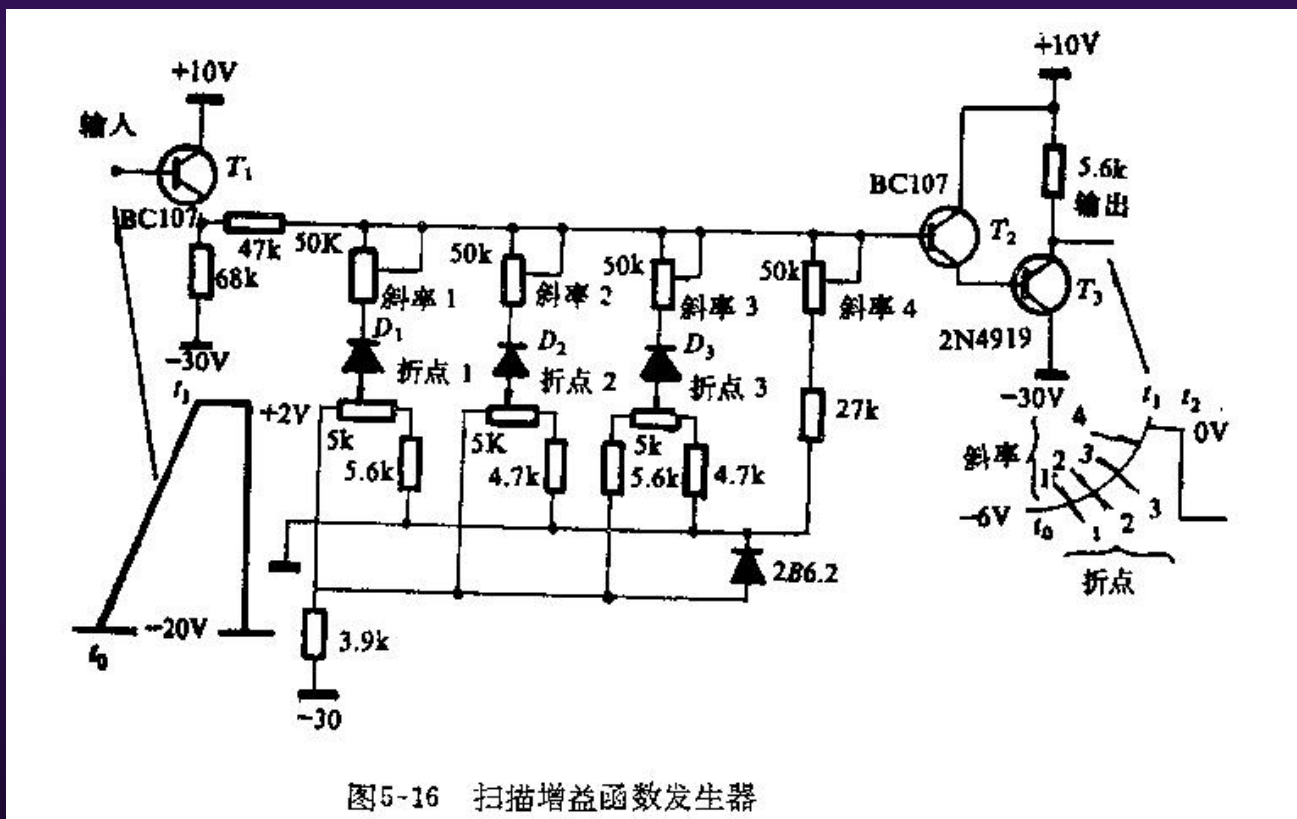
(c) 恒电阻T段衰减器

(d) 晶体管并联衰减器

(e) 场效应管节点并联衰减器

4) 扫描增益函数发生器

设置启控门限，控制不同段实现非线性的斜率，满足不同部位增益函数改变的需要；

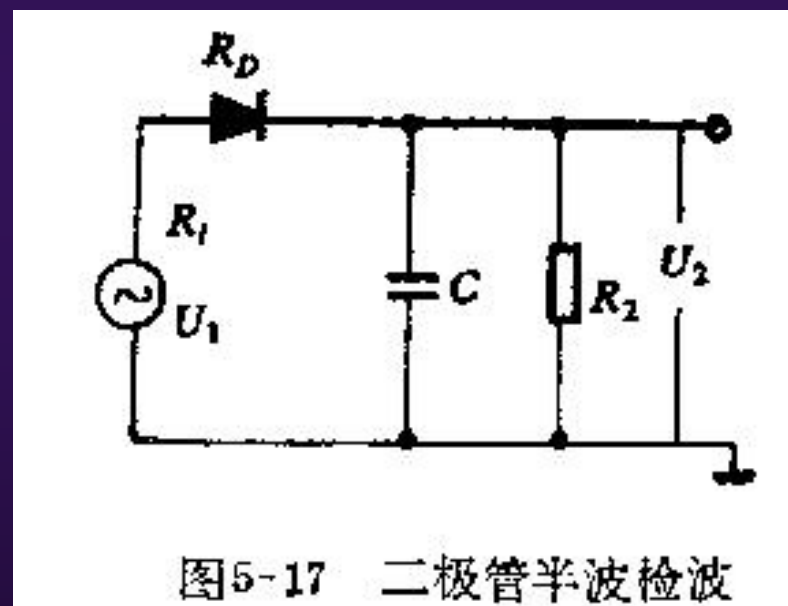


3 解调和抑制

1) 检波

- 从高频已调信号中取出调制信号的过程称为**解调**。调幅波的解调称为振幅检波，简称**检波**；
- 可分为小信号平方律检波，大信号包络检波和同步检波；

- 对于大信号，只有半波能用；
- 相当于将高频流过，获取低频成份分析；



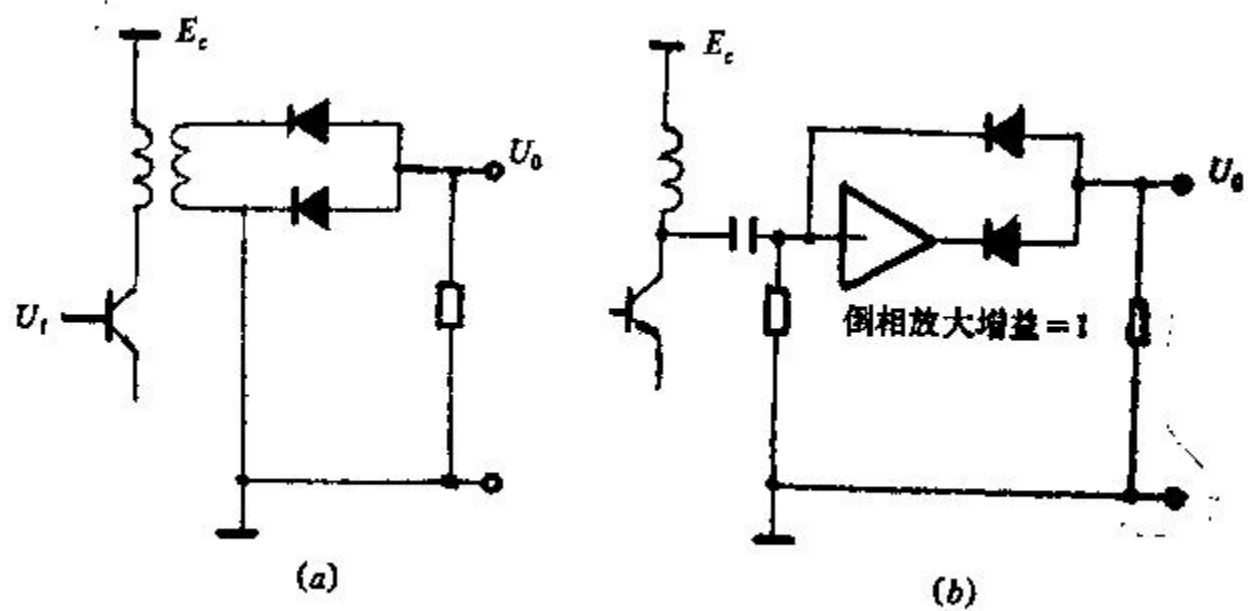


图5-18 典型全波检波电路

2) 抑制

设置检测电平阈值，将诊断价值小的回声信号和噪声不显示在显示器重中；

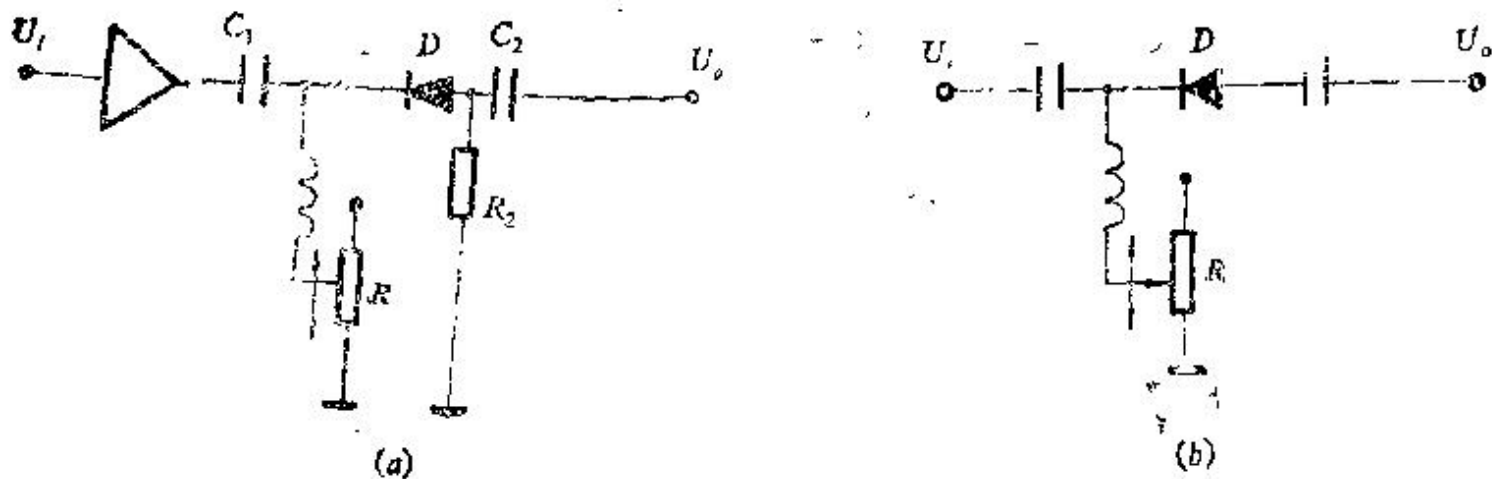


图5-19 抑制电路 (a) 控制检波级 (b) 控制视放级

4 视频信号放大处理

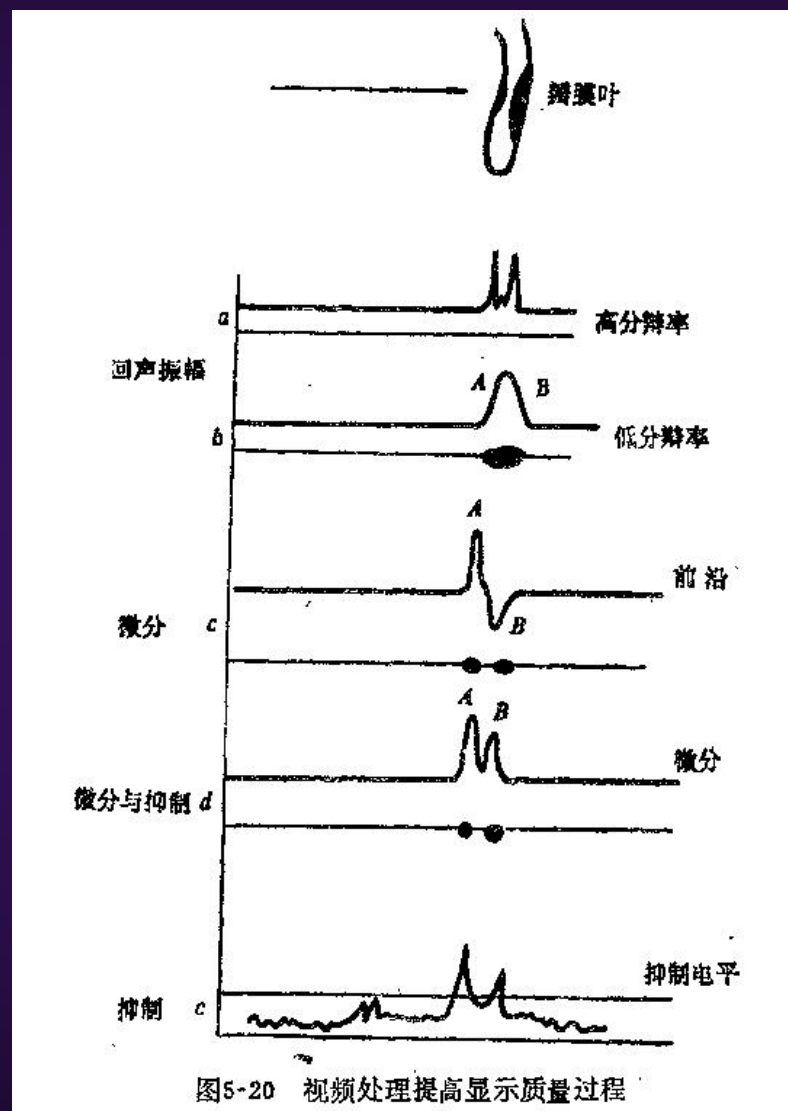
1) 基本要求

- 从检波器输出的脉冲包络信号是**视频信号**即无线电低频波段信号。
- 一般具有30dB左右的信号动态范围，电压1伏左右；需要放大到适当的电平才能驱动专用显示器；
- 视频处理通常包括**视放**、**抑制**和**微分**电路；

➤视频放大可由线性放大器或对数放大器来实现；

➤右图显示的是视频信号经过微分处理可以提高分辨力；

➤一般要经过抑制的过程；



2) 视频放大器

- 可用阻容耦合的几级低频放大器构成，也可选用集成电路；
- 放大器的级数由要求增益确定；
- 低兆赫时，通带宽度等于载波宽度，高兆赫时，略窄带宽也可满足；

使用目的：压缩有用信号的动态范围使其和现实器的动态范围相符合；

对数放大器

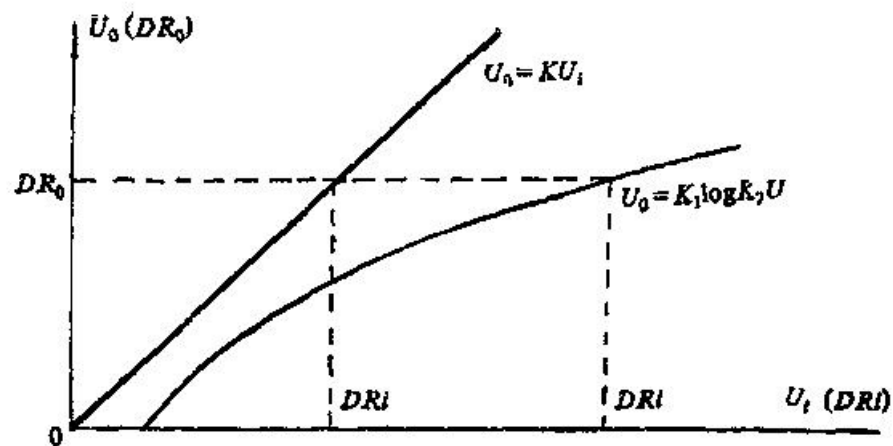


图5-28 对数放大器与线性放大器的比较

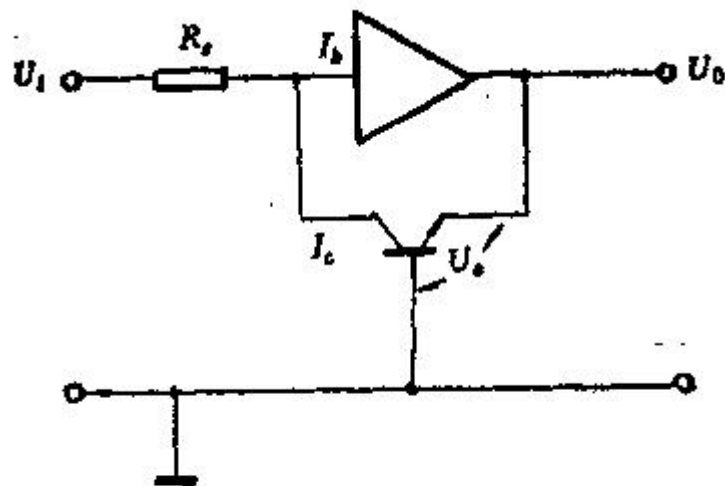


图5-22 应用负反馈构成对数放大器

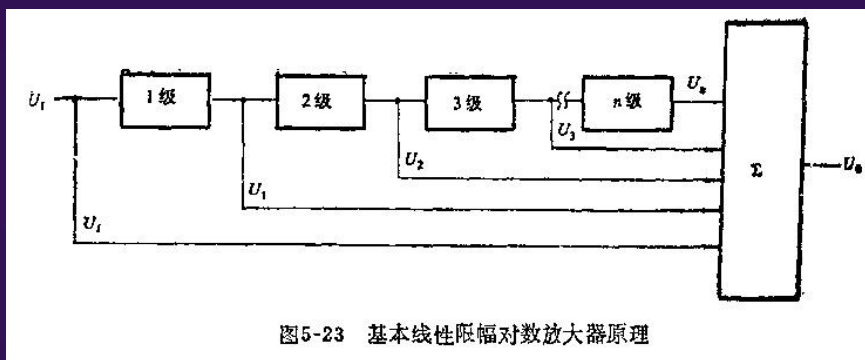


图5-23 基本线性限幅对数放大器原理

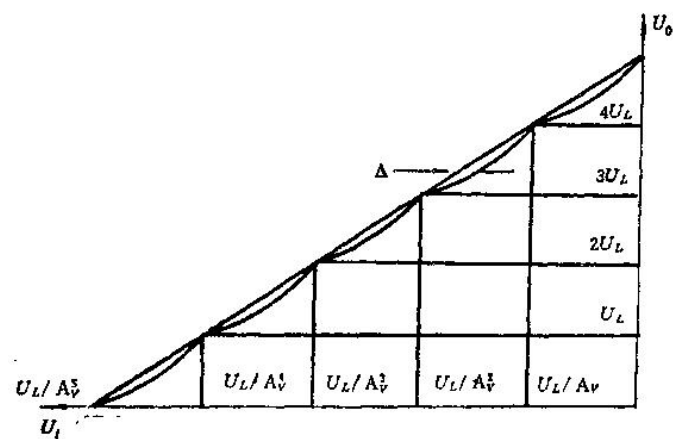


图5-24 四级串联电压相加对数放大特性

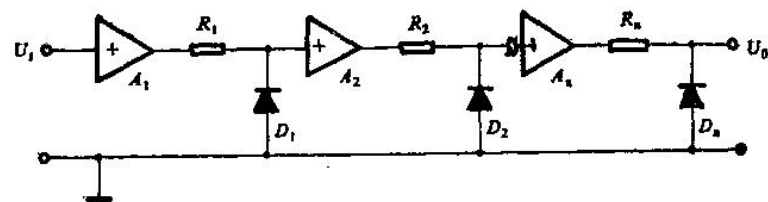


图5-25 利用二极管限幅的对数放大器

图5-26 流电相加的基本对数放大单元

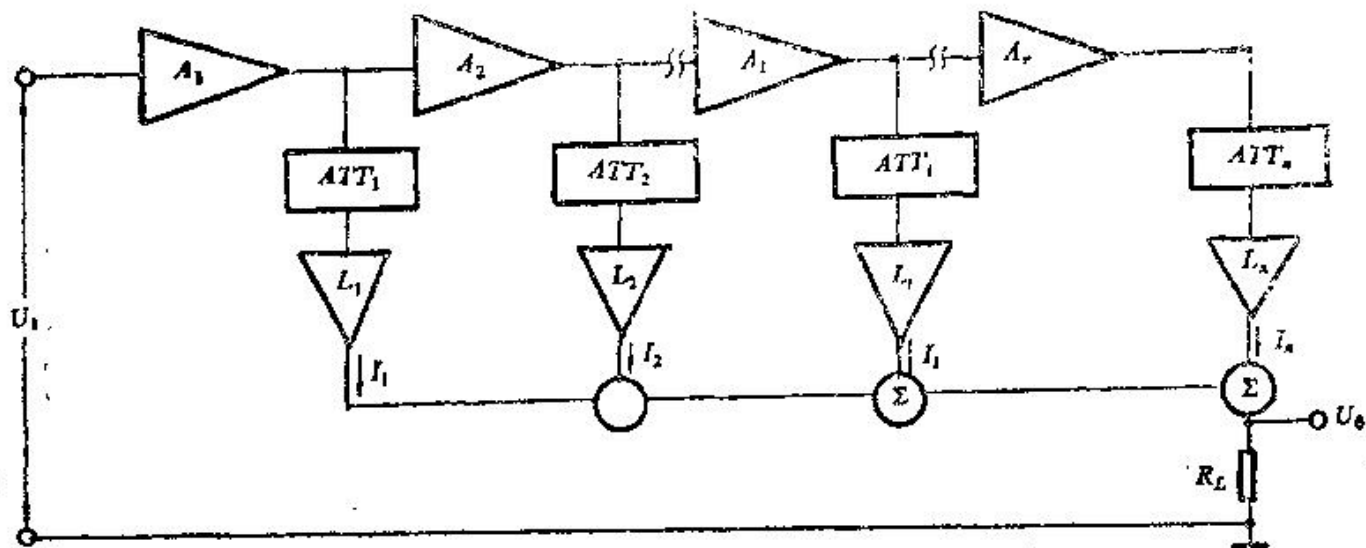
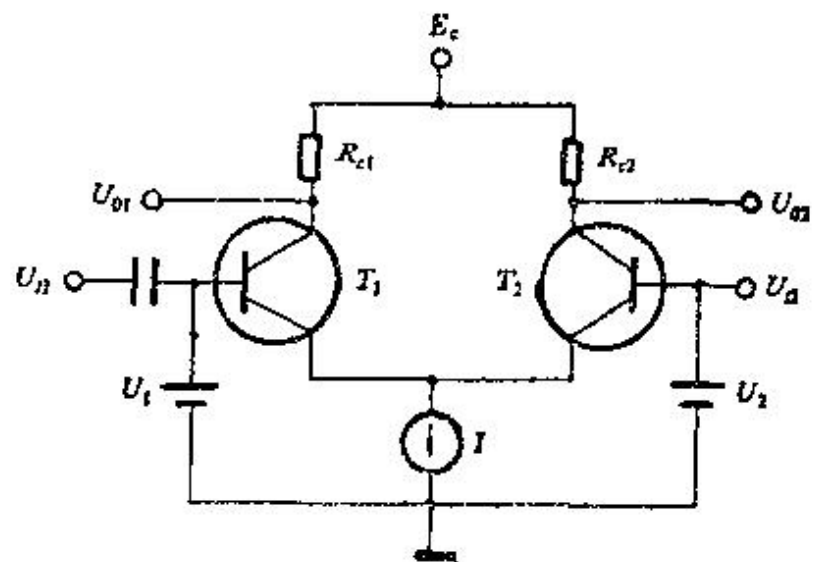


图5-27 多级并联相加对数放大器原理图

§ 4 基本辅助电路

1 时间电路

比率发生器

- 即脉冲重复频率发生器，25-3000Hz之间选取；
- 多数采用多谐振荡器

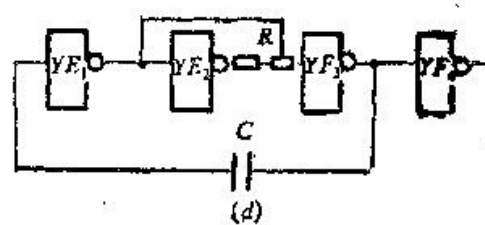
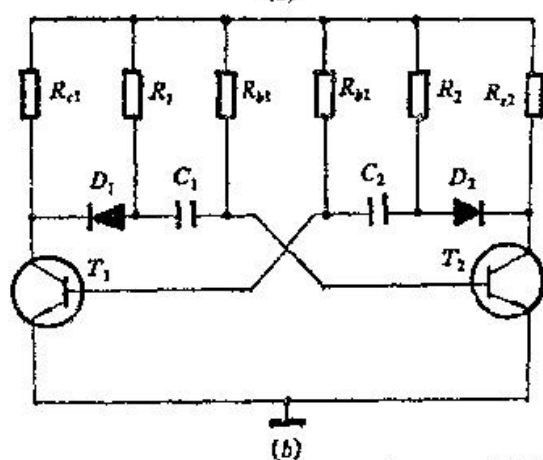
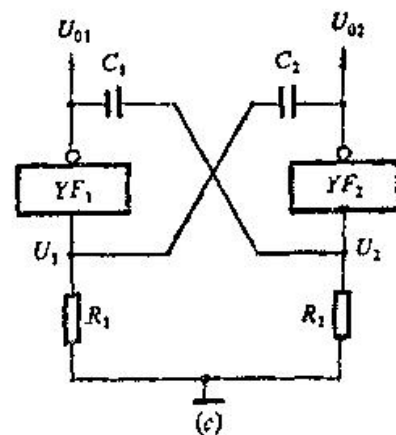
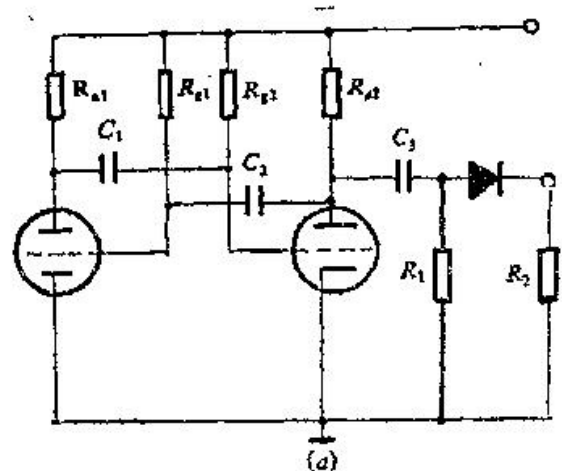


图5-28多谐振荡器电路举例

(a)电子管式, (b)晶体管式, (c)双与非门式, (d)四与非门式

2 延时发生器

利用超声脉冲固定长度的时间间隔来延时触发脉冲和准备选通时间；

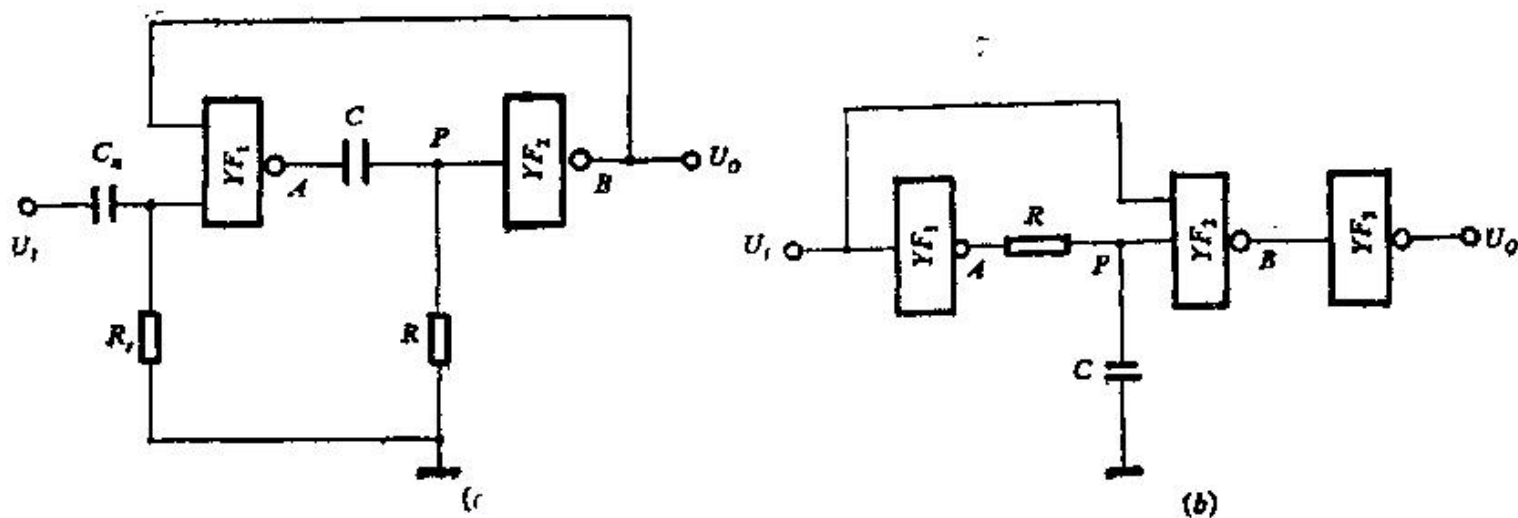
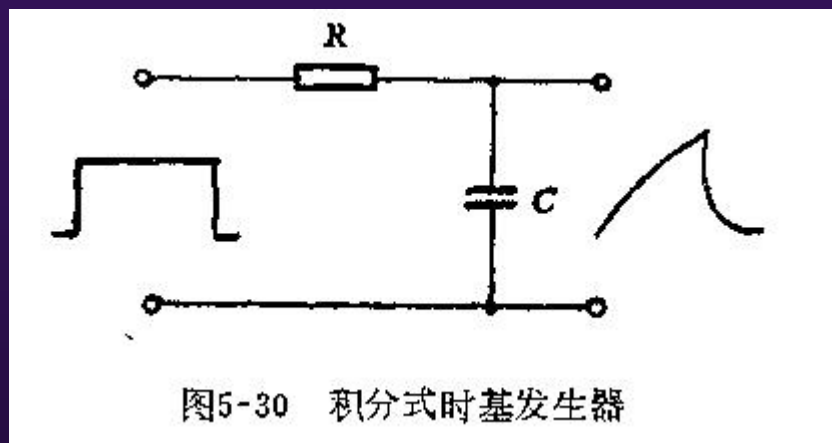


图5-29 单稳态触发器
(a)微分型, (b)积分型

3 时间扫描发生器

即时间基线发生器；提供水平扫描线，使信号出现在相应的时间（距离）上，扫描时间的选取和探测深度是成正比的；



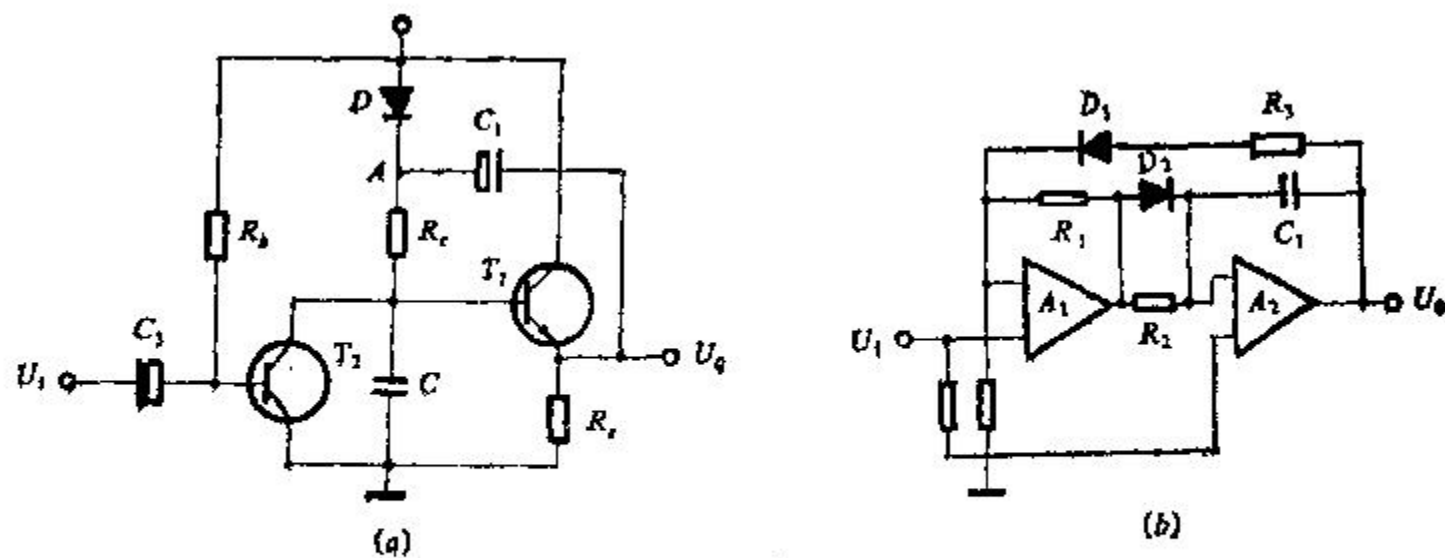


图5-31 时间扫描电路
(a)自带电路, (b)线性斜波电压发生器

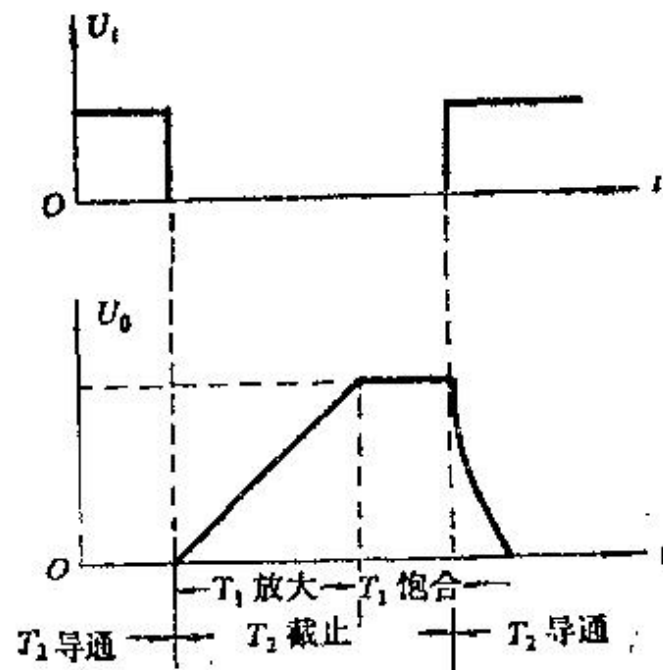
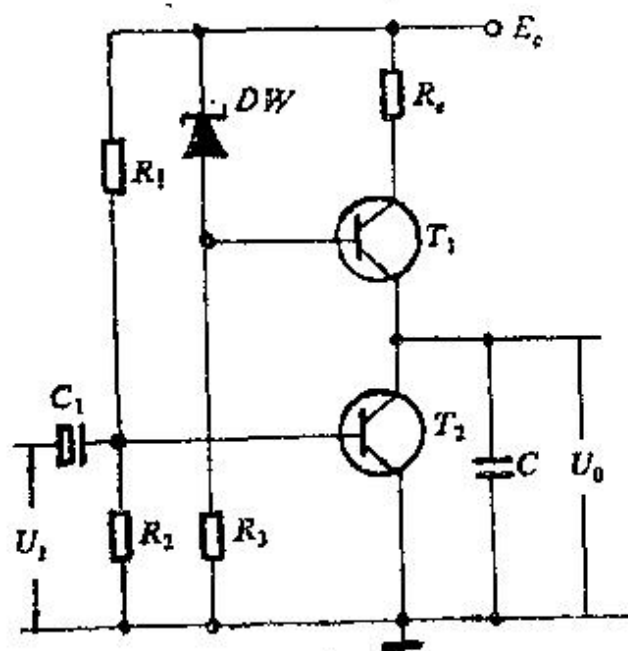


图5-32 恒流源扫描电路原理图

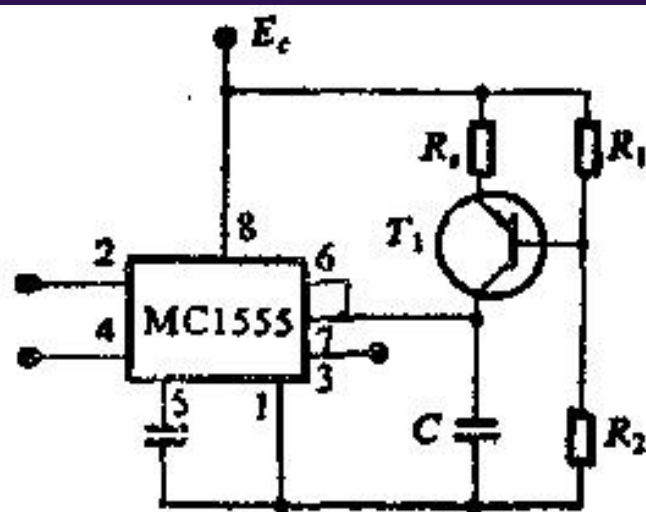
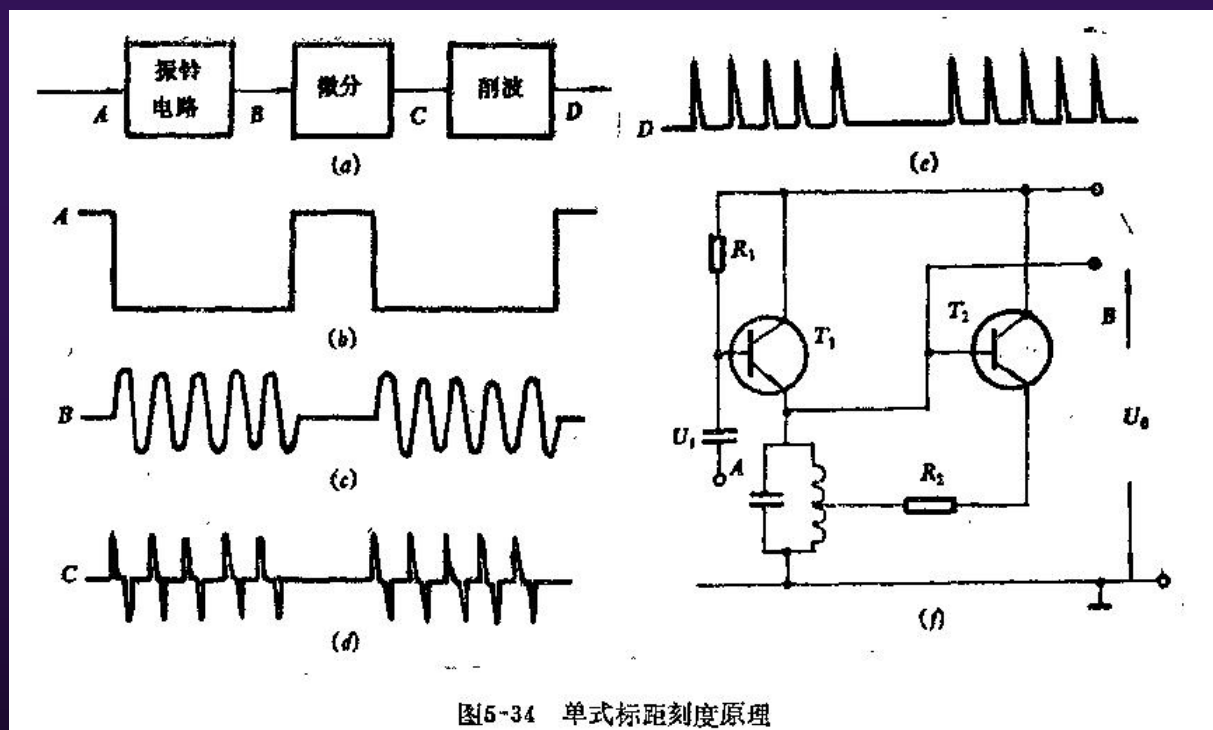


图5-33 用定时器构成的恒流源扫描电路

4 标志发生器

- 主要是用于确定距离标志，以显示回波的位置或幅值；
- 可以形成电子距离刻度标志显示在荧光屏上；



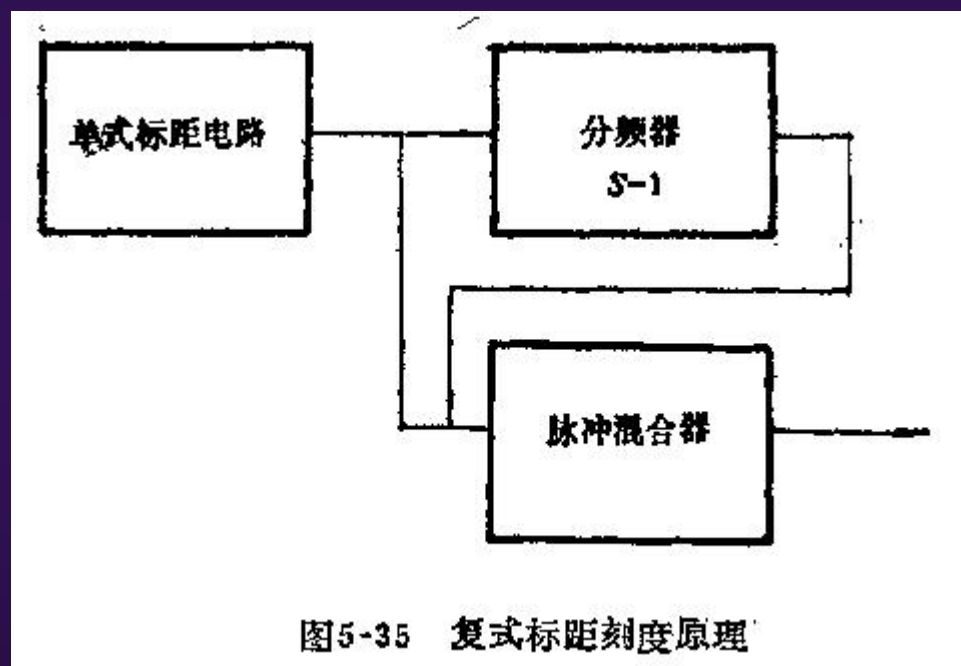


图5-35 复式标距刻度原理

2 显示电路

主要包括：

- 电子产生及其大小；
- 亮度， 聚焦
- 水平： 接入锯齿形时间扫描电压信号
- 垂直偏转： 接入视频脉冲包络信号和标距刻度信号；

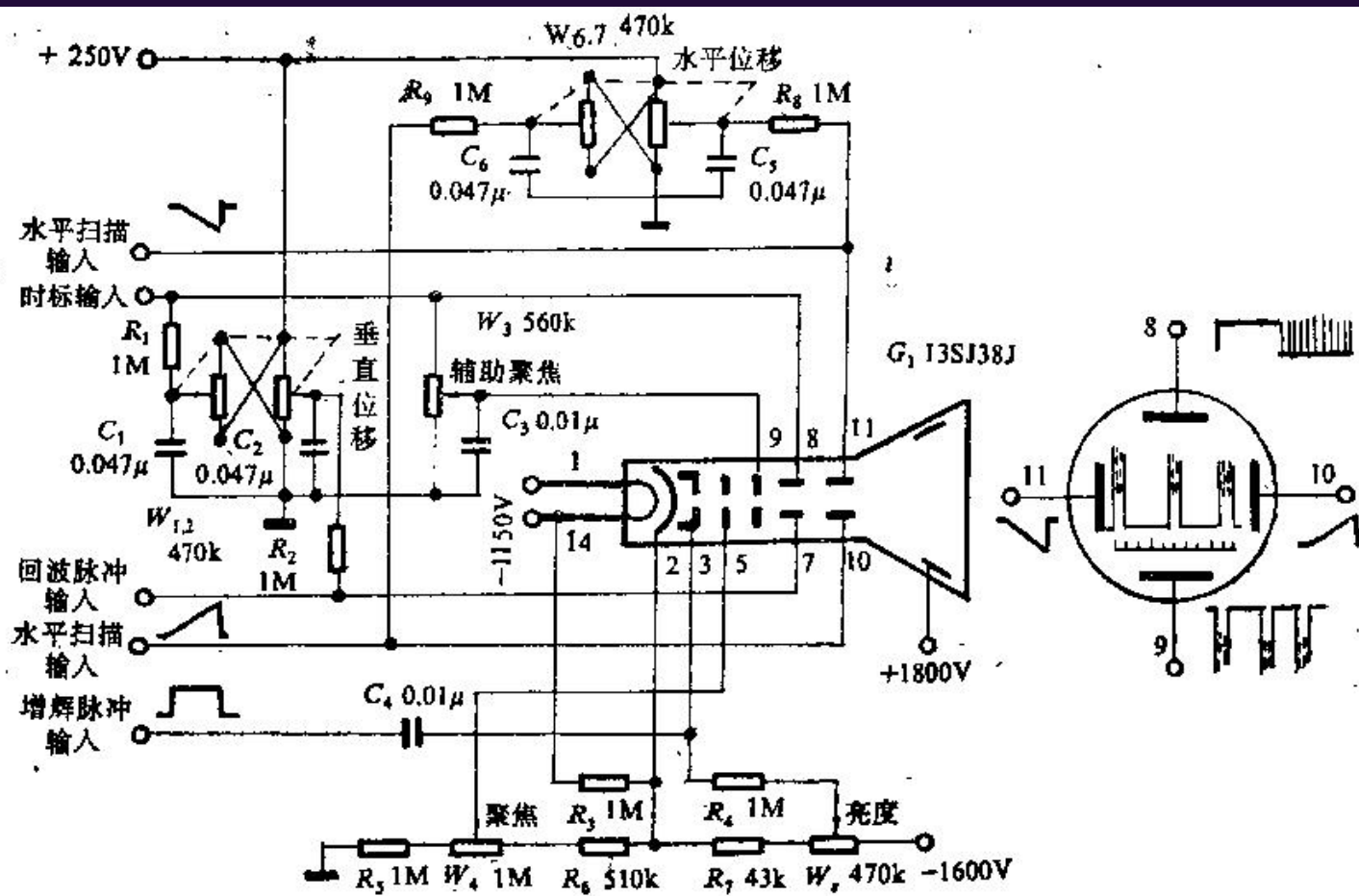


图5-36 A型超声诊断仪显示电路

增辉电路

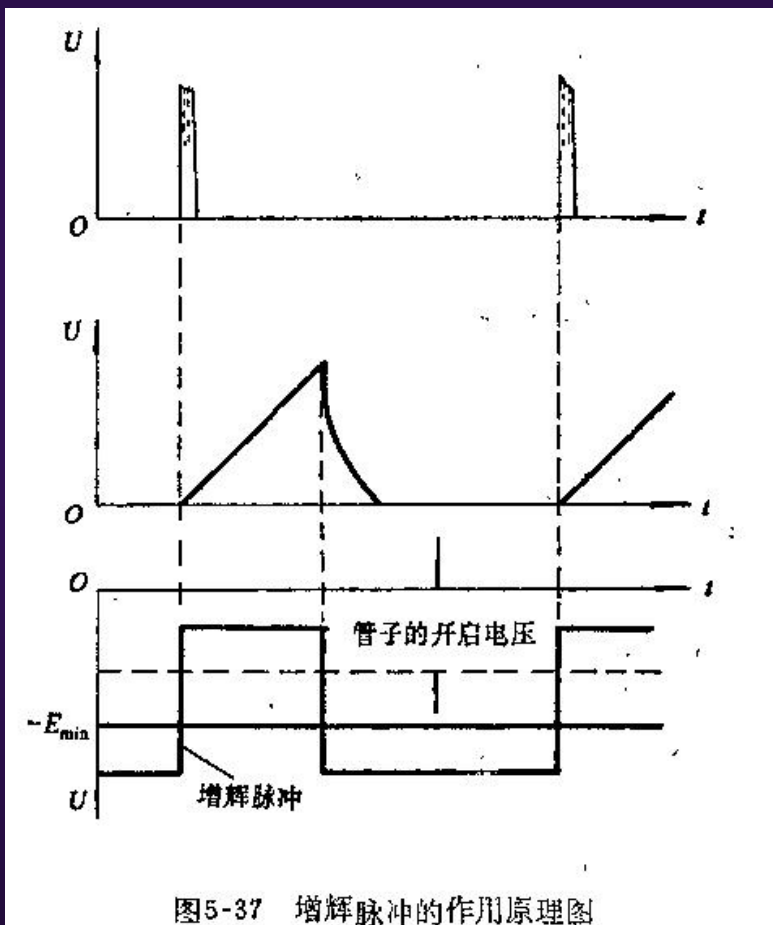
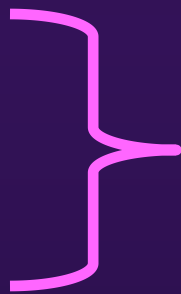


图5-37 增辉脉冲的作用原理图

3 电源电路

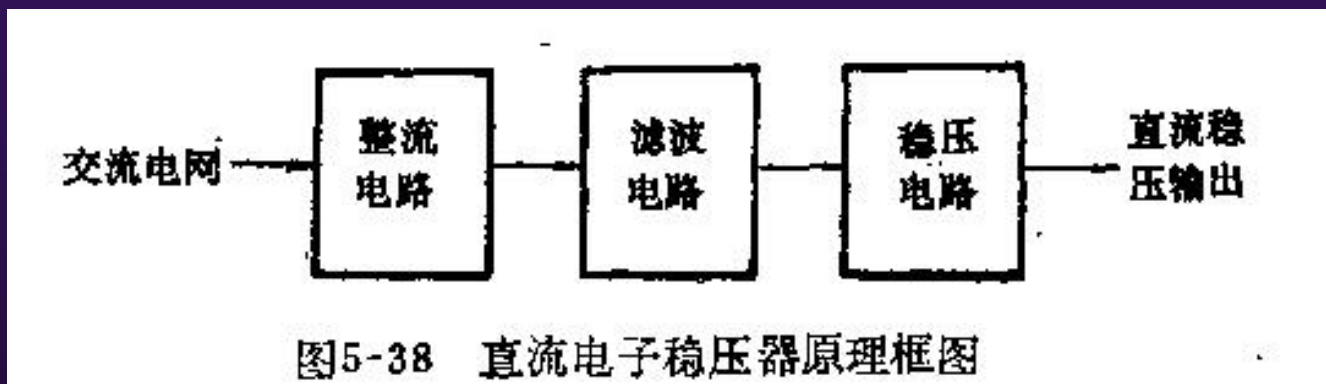
包括电流电压调整，及CRT的工作电源提供；

- 整流
- 滤波
- 稳压
- 高压电源



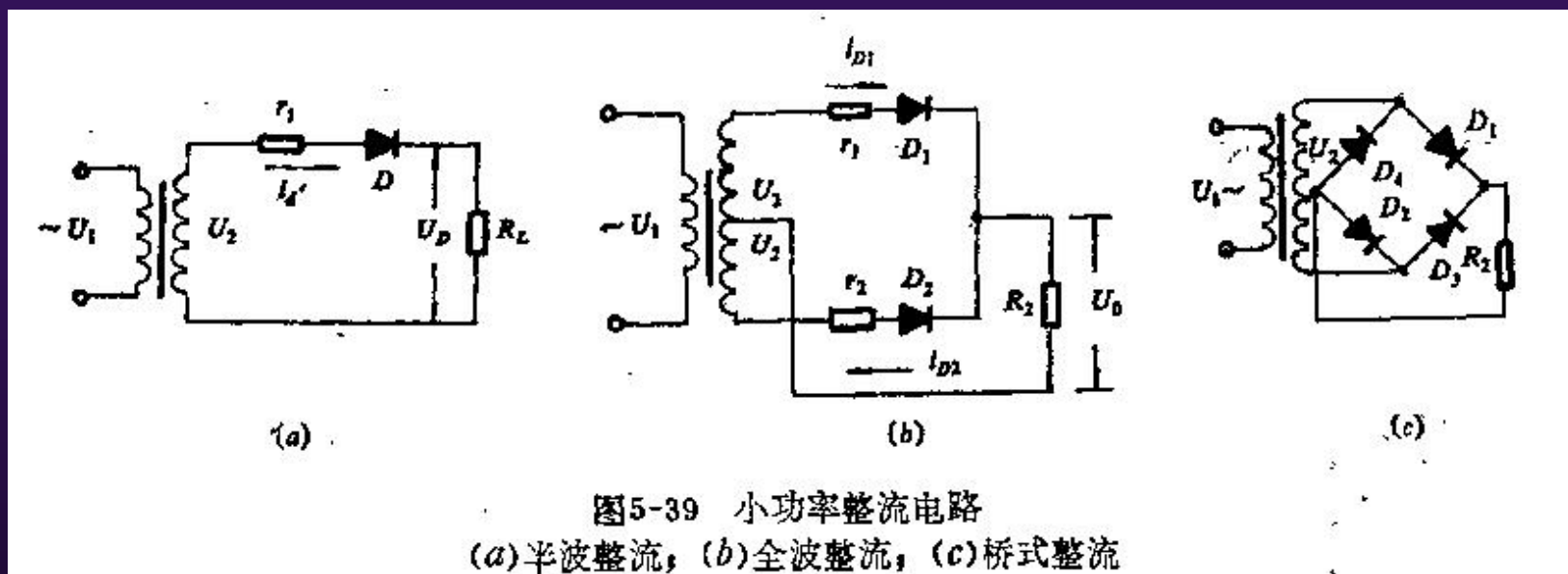
1. 低压稳压电路

交流电网电压不稳，采取稳压措施稳定电源，输出直流的低压电源；



整流

- 交流→直流
- 主要通过二极管实现，有单相半波、全波和桥式整流等；



滤波

- 滤掉整流后所存在的交流脉动成分;
- 电容和电感组合来实现;

电容具有维持电压不突变的能力;

电感具有维持电流不突变的能力;

故也有稳定电流电压

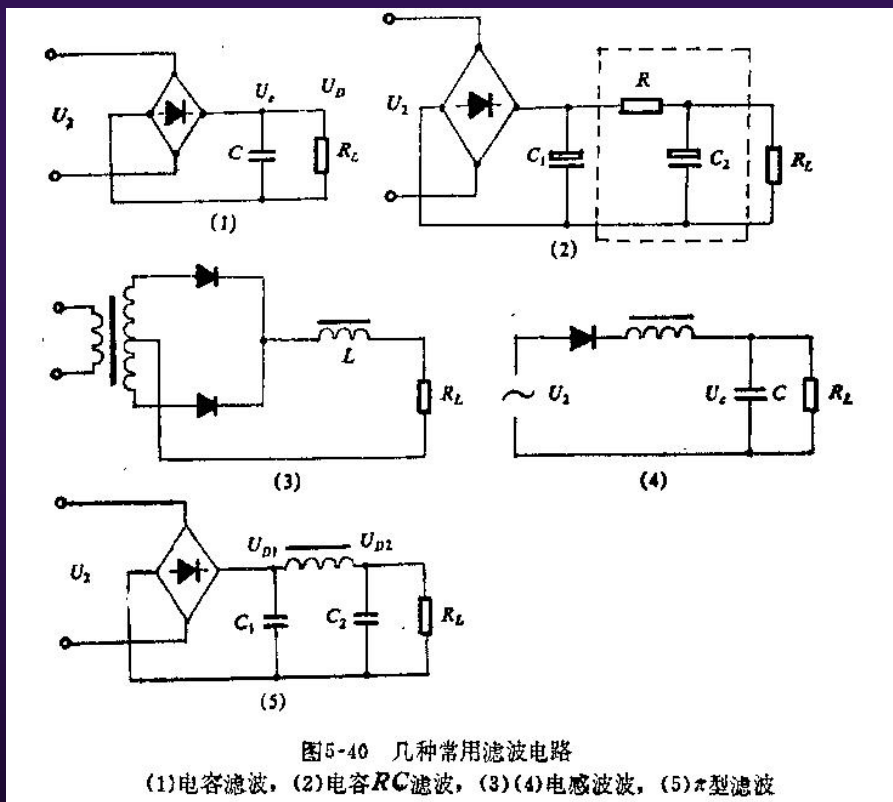


表5-5 各类滤波电路性能比较表

序号	性能 类型	$\frac{\bar{U}_o}{\bar{U}_2}$ (小电流)	滤波效果	对整流管 冲去电流	外 特 性
1	电容滤波	≈ 1.2	小电流较好	大	The graph plots the normalized output voltage $\frac{\bar{U}_o}{U_1}$ on the y-axis against the ripple factor r on the x-axis. The y-axis has markings at 0, 0.9, and 1.4. A horizontal dashed line is drawn at $\frac{\bar{U}_o}{U_1} = 0.9$. Five curves are shown, labeled 1 through 5. Curve 1 (capacitor filter) starts at 1.4 and drops most steeply. Curve 2 (RC filter) starts at 1.4 and drops less steeply than curve 1. Curve 3 (inductor filter) starts at 1.4 and drops very gradually. Curve 4 (LC filter) starts at 1.4 and drops very gradually, similar to curve 3. Curve 5 (pi-type filter) starts at 1.4 and drops very gradually, similar to curve 4. All curves intersect the horizontal dashed line at different points along the x-axis.
2	电容及RC滤波	≈ 1.2	同上	大	
3	电感滤波	0.9	大电流较好	小	
4	LC滤波	0.9	适应性强	小	
5	π 型滤波	≈ 1.2	适当性强	大	

稳压电路

将少电压的脉动，通常利用稳压管来实现

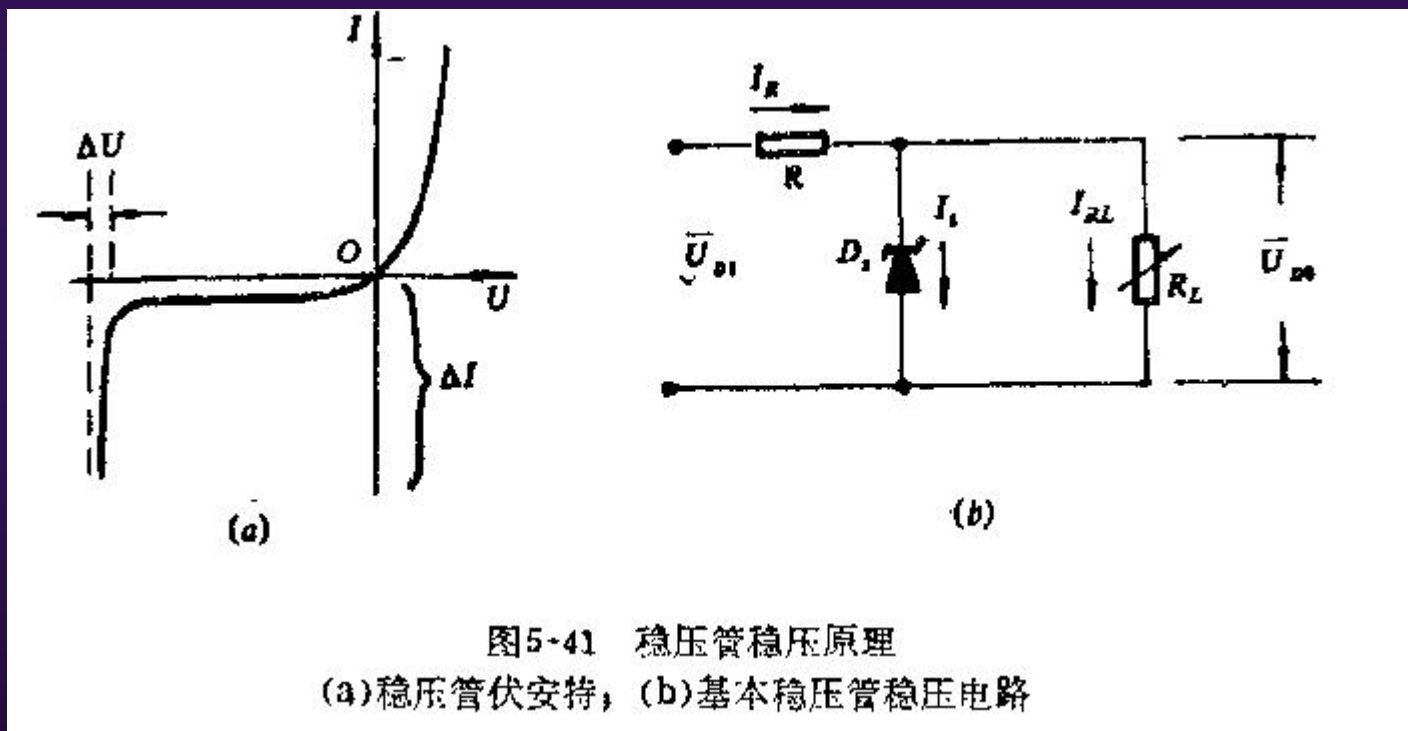
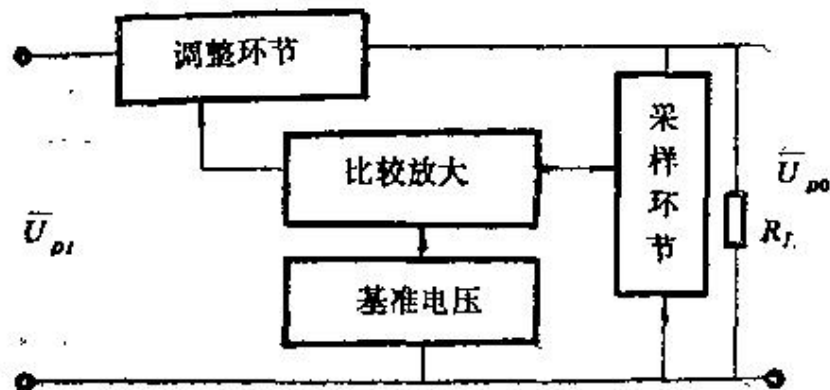
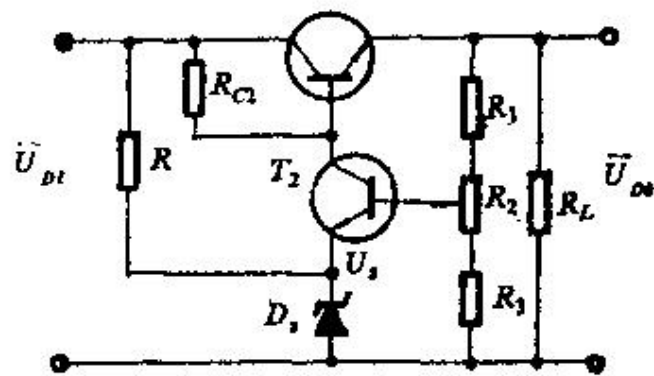


图5-41 稳压管稳压原理
(a)稳压管伏安特；(b)基本稳压管稳压电路

串联式稳压器

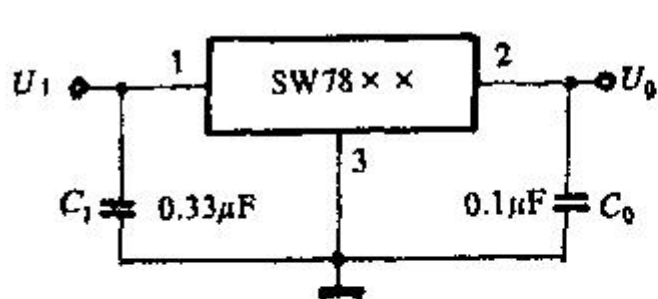


(a)

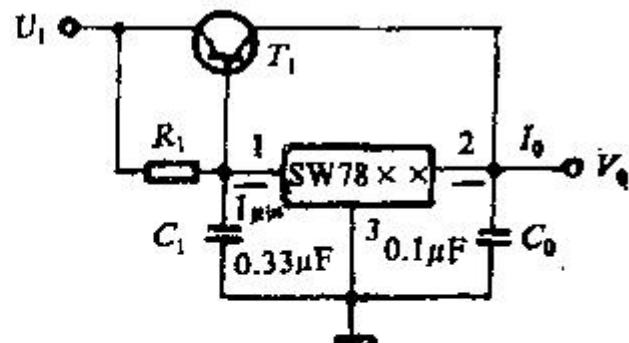


(b)

图5-42 具有放大环节的稳压电路框图(a)和电路(b)



(a)



(b)

图5-43 集成稳压态构成稳压源举例

(a)固定输出电压；(b)扩大电流输出

2 高压电源

倍压和多倍压整流

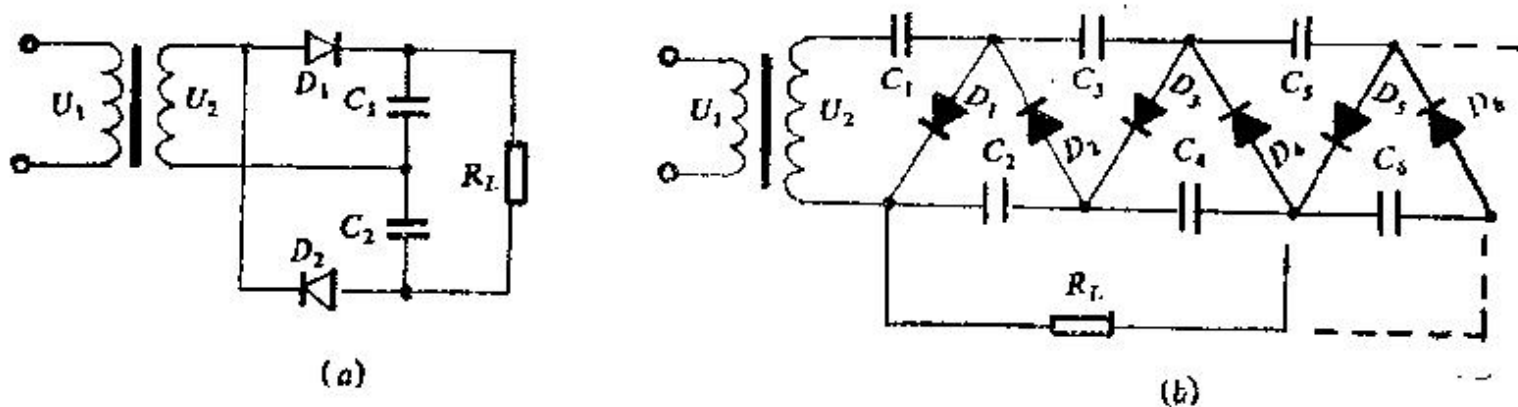


图5-44 (a)倍压整流；(b)多倍压整流

直流变换器

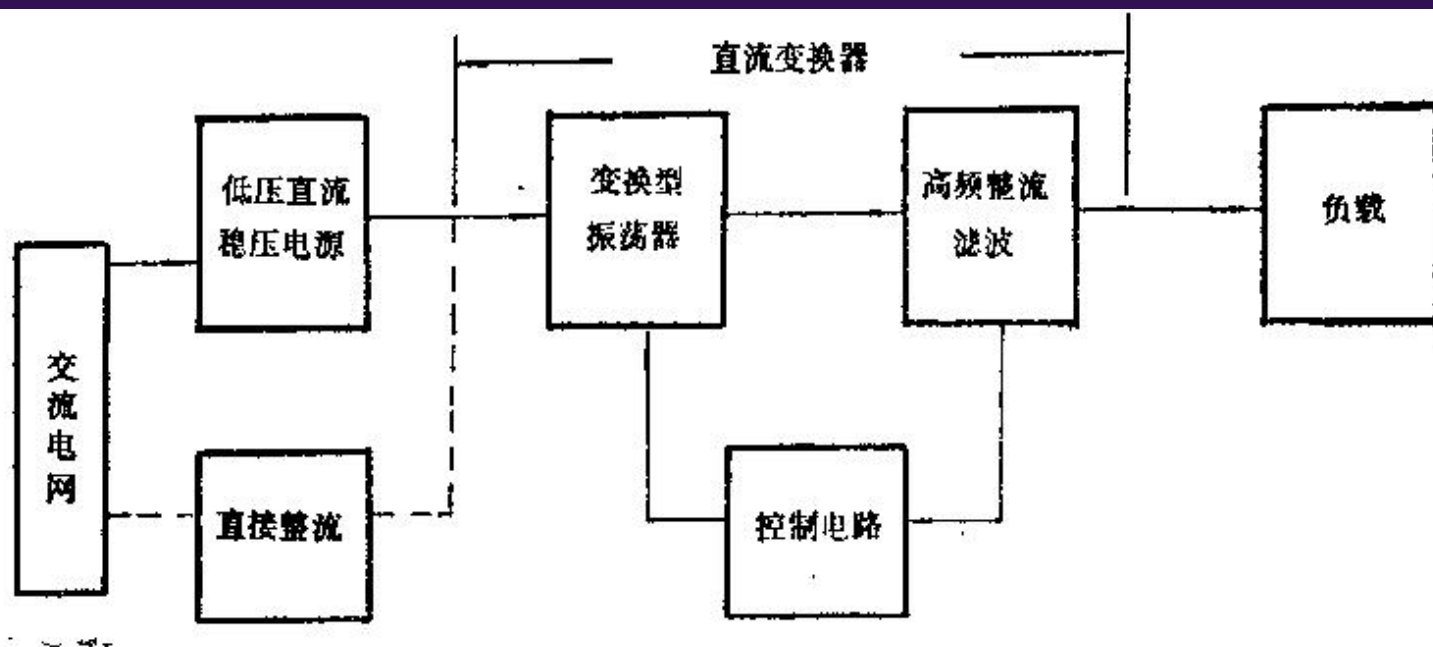


图5-45 应用直流变换器的高压电源

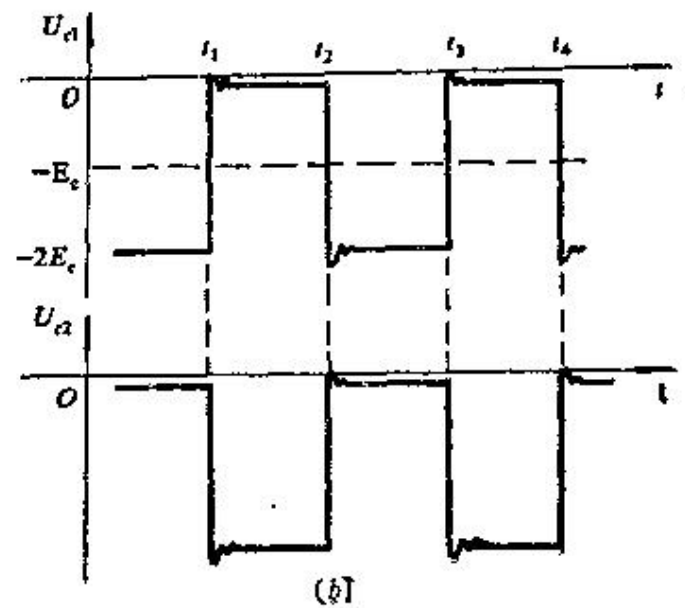
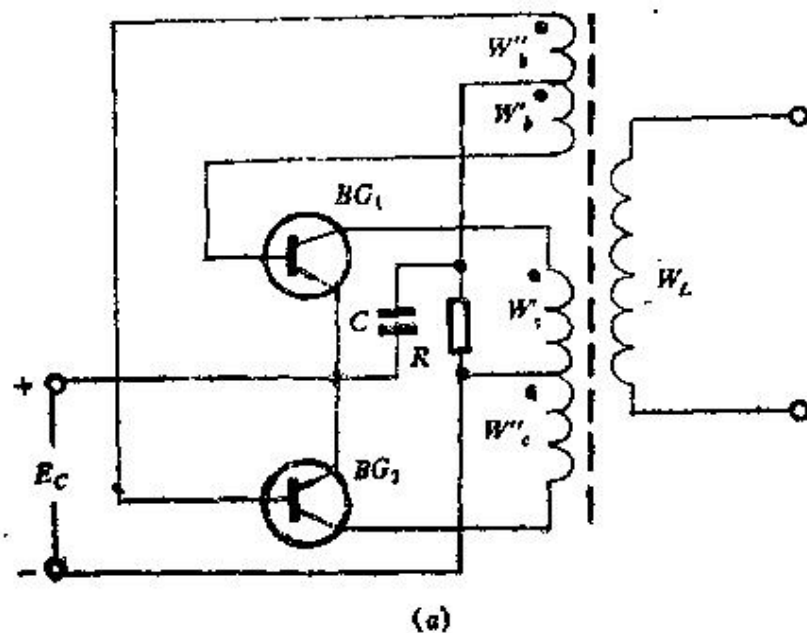
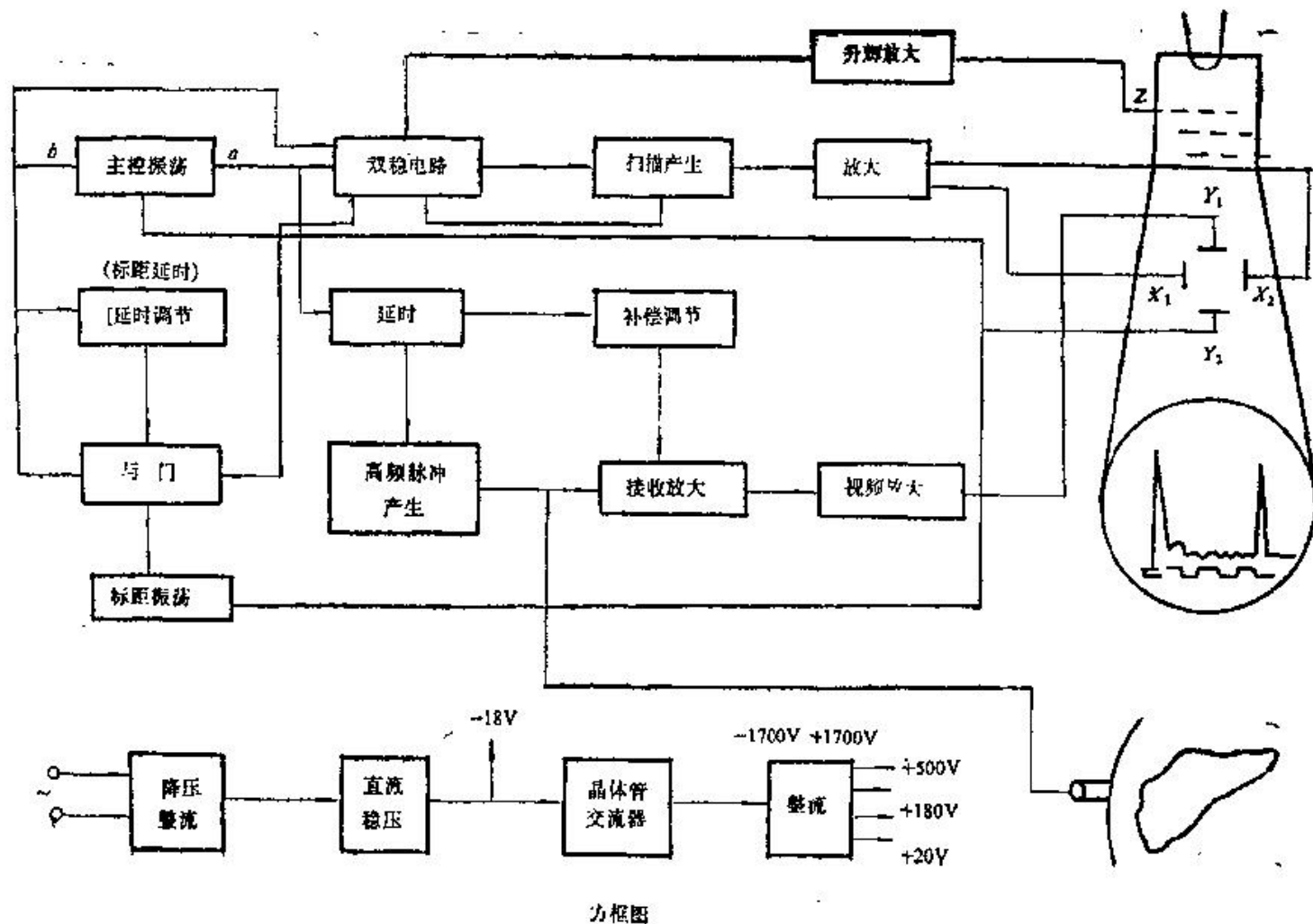


图5-46 推挽型直流变换器原理及波形图

§ 5 A型超声诊断仪系统分析

1 整机工作原理



2 电路分析

触发扫描电路

时基扫描发生电路

接收放大电路

电源电路

触发标距

显示电路

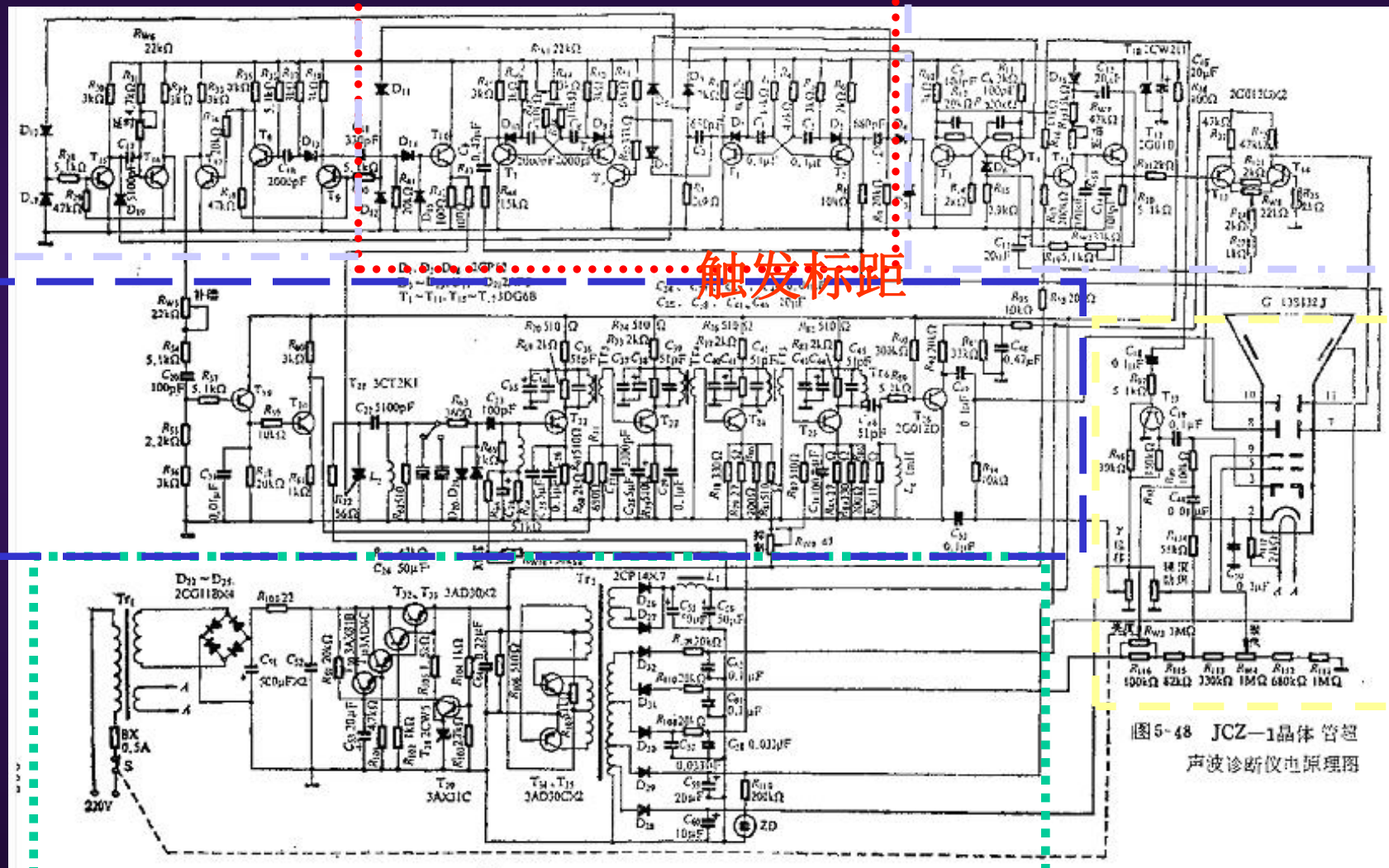


图5-48 JCZ-1晶体管
超声波诊断仪电路原理图

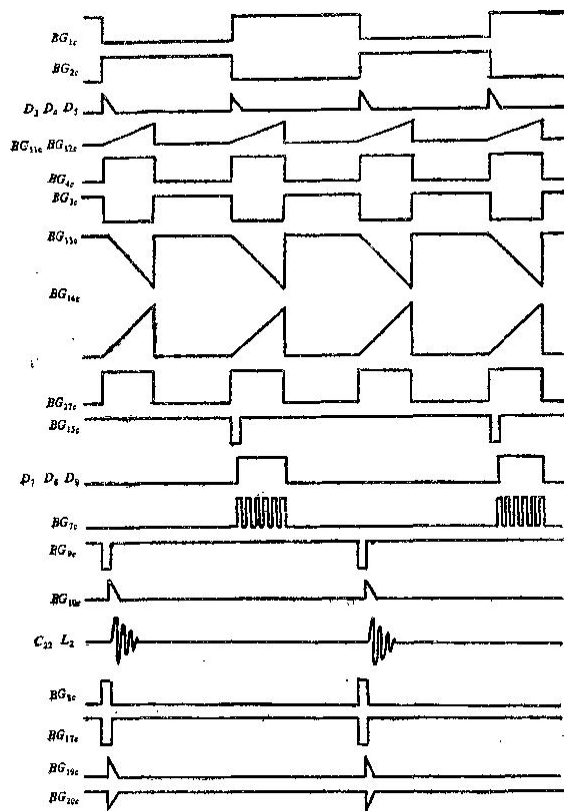


图5-49 JCZ-1晶体管超声波诊断仪电路各级波形图

3 应用简介

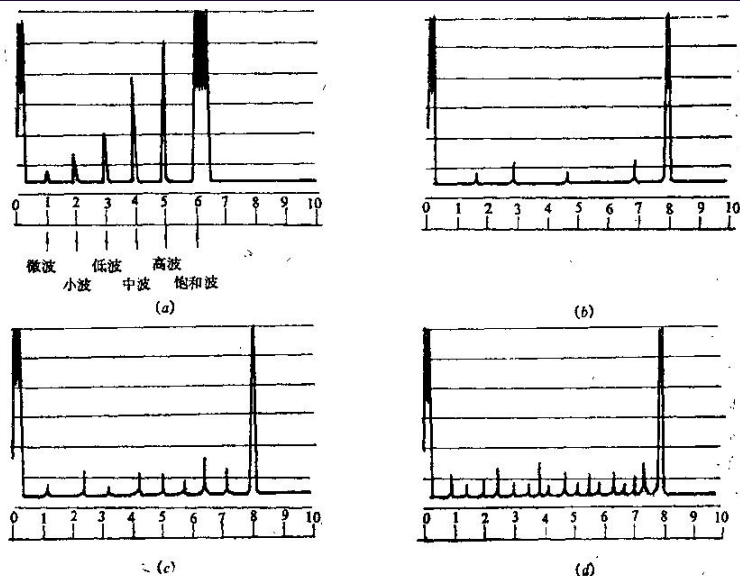


图5-50 (a)以格命名的波, (b)稀疏波, (c)较密波, (d)密集波。

2. 以波的形态、意义、平段等定义

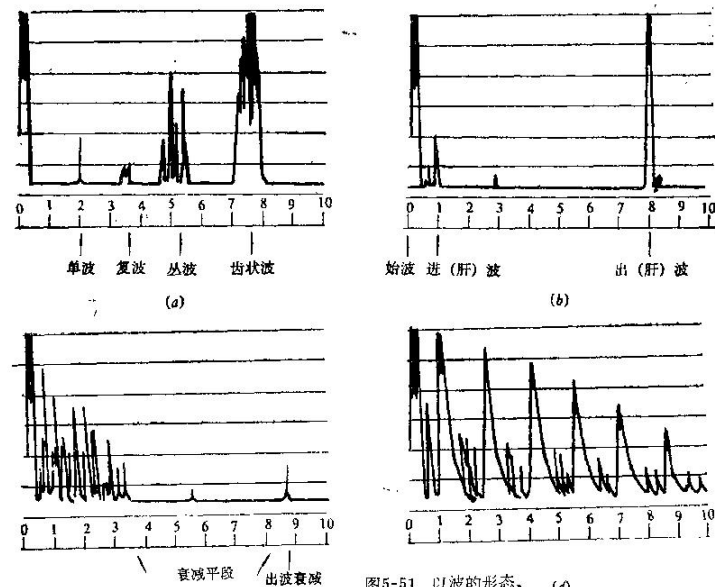


图5-51 以波的形态、意义平段定义的波形

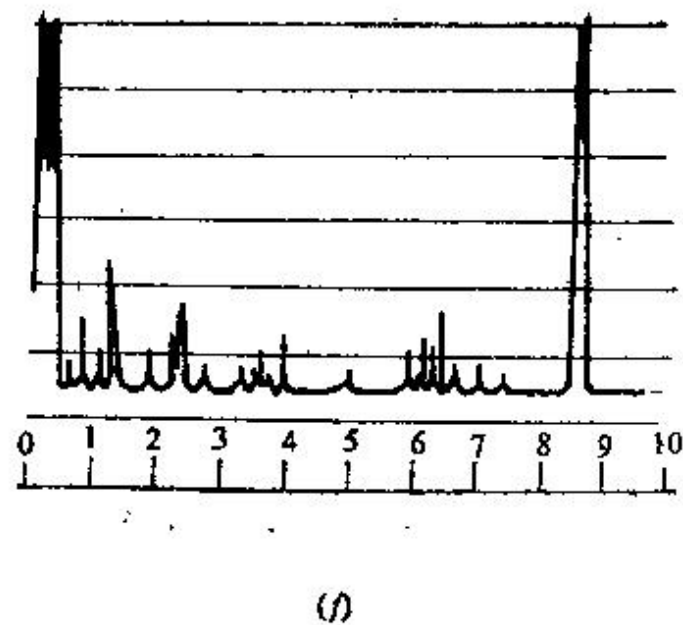
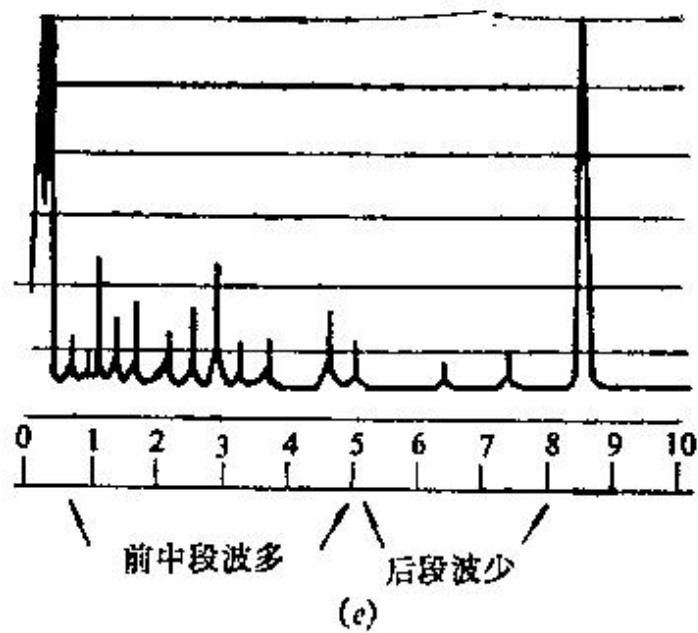
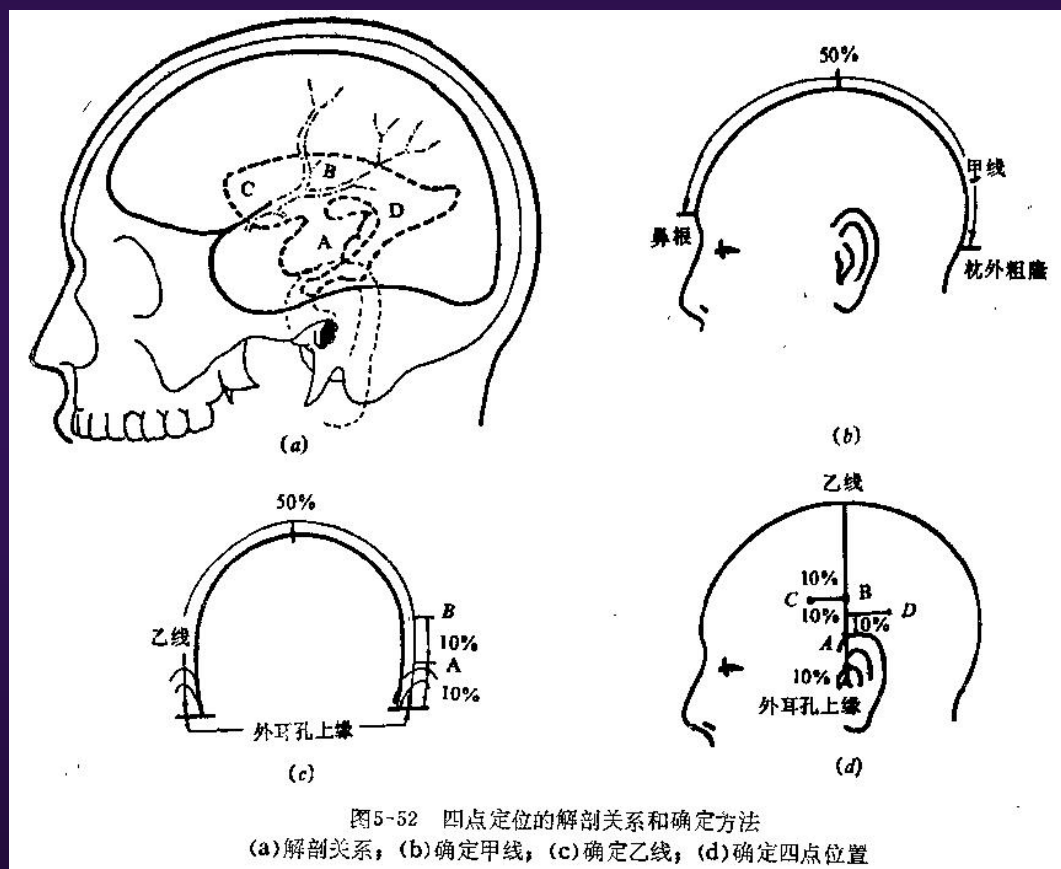


图5-51 以波的形态意义、平段定义的波形



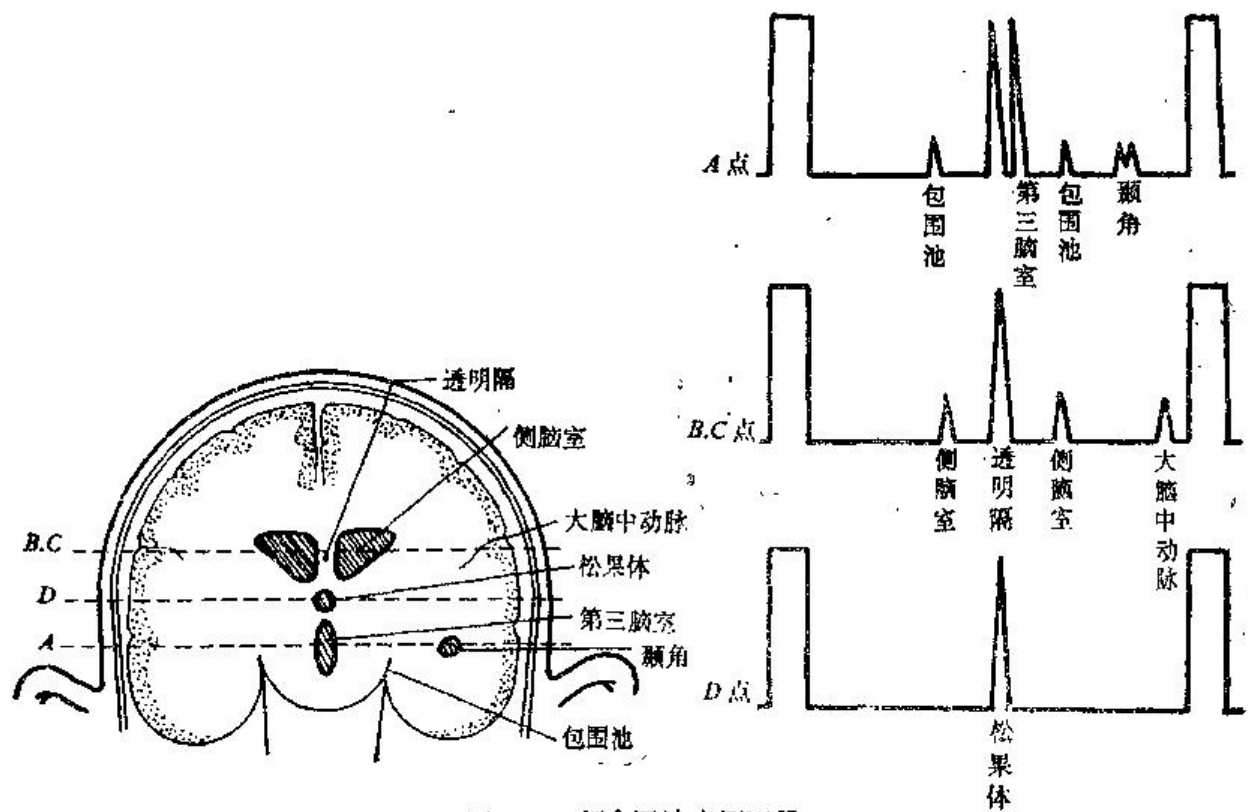


图5-53 颅内回波来源图示

