

291

71949.12
767a1

彩色电视机识图入门

董政武 编著

于 晖 审校



A0875720

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

彩色电视机识图入门/董政武编著. —北京:人民邮电出版社, 2000.12

ISBN 7-115-08971-X

I. 彩… II. 董… III. 彩色电视—电视接收机—电路图—识图法 IV. TN949.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 76402 号

内 容 提 要

本书主要讨论怎样看彩色电视机电路图,着重讨论看电视机电路图的方法、步骤和技巧,总结归纳了看各种电路图的经验体会,并概括为容易记忆和操作的要领、口诀。本书偏重于中、小屏幕彩色电视机电路图识读,重视基本知识和基本电路图的讨论,对新型大屏幕机的某些新电路、新技术也作了简要介绍。本书着重讨论极具生命力的单片式彩色电视机电路图,并以国内名牌机型为例。本书使用较大篇幅对市场流行的 3 类单片式彩色电视机电路图作了专门讨论,典型机型分别是康佳 T2138D II 型、长虹 C2191D 型和熊猫 2138C 型彩色电视机。

本书适于广大无线电爱好者和电视机维修人员阅读。

彩色电视机识图入门

◆ 编 著 董政武

审 校 于 晖

责任编辑 刘建章

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@pptph.com.cn

网址 <http://www.pptph.com.cn>

北京密云春雷印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本:787×1092 1/16

印张:20.25

插页:3

字数:507 千字

2001 年 1 月第 1 版

印数:1—5 000 册

2001 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-08971-X/TN·1676

定价:28.00 元

前 言

本书主要讨论怎样看彩色电视机电路图，着重讨论看电视机电路图的方法、步骤和技巧，总结归纳了看各种电路图的经验体会，并概括为容易记忆、操作的要领、口诀。本书是《怎样看新型大屏幕彩色电视机电路图》(已出版)的姊妹篇。两本书相比较，本书偏重于大众化的中、小屏幕彩色电视机电路图识读，更为重视基本知识和基本电路图的讨论。大家知道，大屏幕机和中、小屏幕机的电路没有明显区别，一些大屏幕机使用了中、小屏幕机的一些电路系统和集成电路，甚至二者连机芯电路都可能相似。为了减少内容重复和本书的篇幅，这里只对大屏幕机的某些新电路、新技术，作了简要的介绍。还有，几年来国产彩色电视机的发展很快，本书着重于讨论极具生命力的单片式彩色电视机电路图，并以国内名牌机为例。

全书分为七章，共3个部分。第一部分就是第一章，主要讨论看电视机电路图的基本任务、方法和要求，它是全书的理论基础，总结了作者多年读图的心得体会。第二部分是第二到第六章，主要讨论彩色电视机几个电路系统的电路功能和组成、集成电路举例和集成电路引出脚的规律，还分别以海信 TC2125C 型彩色电视机各部分电路图为例，进行识读练习，最后归纳读图的体会。其中，第二章讨论开关型稳压电路图的识读，第三章讨论电视高、中频电路图和伴音电路图的识读，第四章讨论视频信号处理电路图的识读，第五章讨论同步与扫描电路图的识读，第六章讨论电视遥控系统电路图的识读。第三部分是第七章，它是全书的总结，是读图综合练习部分，在讨论整机电路图识读方法步骤的基础上，用很大篇幅对市场流行的3类单片式彩色电视机电路图作了专门讨论。典型机型分别是康佳 T2138D II 型、长虹 C2191D 型和熊猫 2138C 型彩色电视机。

本书适合于广大无线电爱好者和电视机维修人员阅读，具有初中文化程度的读者均可阅读本书。书中引用了生产厂家提供的一些技术资料和数据，特表示诚挚的谢意。由于作者水平有限，本书中难免存在一些缺点和错误，望广大读者和专家提出批评指正。

作 者

第一章 看电视机电路图的基本任务、方法和要求

本章讨论看电视机电路图的基本任务、方法和要求，分别讨论看整机电路图、单元电路图、系统电路图、集成电路图、疑难电路图的任务、基本方法和要求。它是全书的理论基础，对识读电路图具有指导意义。掌握了这些基本内容后，才能顺利地识读电视机电路图，读者应对本章给予足够的重视。

第一节 电视机电路图识图基础知识

看彩色电视机电路图需要一些基础知识，概括地说，需要物理学、电磁和电工学、电子学和广播电视学等方面的基础知识。涉及的具体内容十分广泛。下面，对识读彩色电视机电路图的基础性专业知识，作一些简单的介绍。

一、基本元器件

各种电路的基本元器件是电阻器 R 、电感器 L 、电容器 C 、二极管 VD 和晶体三极管 VT 等。由它们可以组成各种电路网络或单元电路，可以完成各种基本功能。

1. L 、 C 元件的一些特点

电感 L 和电容 C 对不同频率的交流信号具有不同的阻抗值。其中， L 的感抗值 $X_L = \omega L$ ，而电容 C 的容抗值 $X_C = \frac{1}{\omega C}$ ，式中交流信号的角频率 $\omega = 2\pi f$ ， f 是交流信号的频率。当 X_L 或 X_C 值在电路中的阻抗作用很小时，即可认为该元件在电路中起交流通路、短路作用，称为交流短路；当 X_L 或 X_C 值的阻抗作用极大时，即可认为交流信号被阻断、隔离，称为隔离断路。

L 、 C 元件在脉冲电路中具有特殊重要作用。对电容器充电(或放电)时，通过的电流可以发生突变，但两端的电压不能突变，必须通过电荷积累(或释放)过程，才能使其两端电压明显增加(或减小)；电感器的特点恰好相反，通过电感的电流不能突变，但两端电压可以突变。

2. 晶体管的一些特性

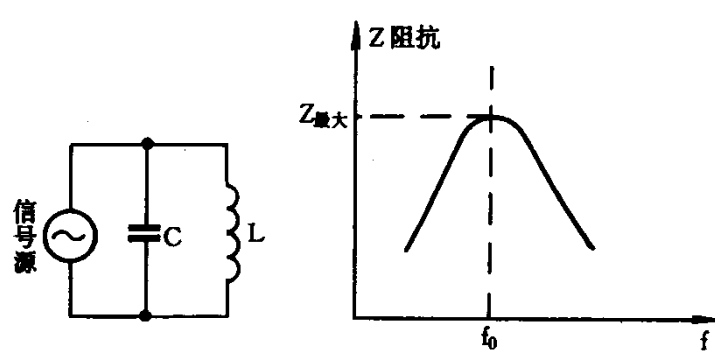
一般认为，锗型二极管和硅型二极管的导通电压值分别约为 $0.2V$ 和 $0.6V$ 。二极管在正向偏置电压作用下，具有导电作用，呈导通状态，相应的导通电阻值很小；但在反向偏置电压(需小于其击穿电压)作用下，不能反方向通过直流电流，呈截止状态，相应的等效电阻

很大。当二极管处于导通状态时，它具有钳位功能，其两端电压值为稳定的导通电压值。当二极管处于反偏截止状态时，它具有隔离功能，可认为二极管两端失去了联系。二极管处于反偏截止状态时，交流和直流电流都不容易通过，直流电阻和交流电阻值都极大。但是处于正偏导通状态时，交、直流电流都容易通过，直流电阻约百欧(Ω)以上，直流压降为导通电压；而交流电阻值很小，甚至可以忽略掉，交流电压降也可以忽略。

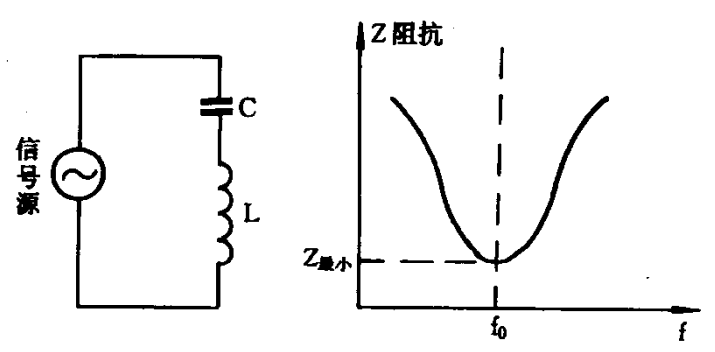
晶体三极管的直流、交流参数对分析晶体管具有重要意义。读者应能通过识读电路图，分清晶体管电路是处于截止、线性放大或饱和导通状态，并能分清3种状态下的电流、电压和电阻值的特点、规律。表1.1.1列出了晶体三极管在各种状态下的规律和有关数据。分析、计算晶体管电路的直流工作点也十分重要，它对分析晶体管工作状态、电路功能具有直观、现实的意义。

表 1.1.1 晶体三极管在各种工作状态时的一些特点

项 目 \ 状 态	饱 和 态	放 大 态	截 止 态
电 流	$I_{CS} \neq \beta I_B$ I_{CS} 是集电极饱和电流	$I_C = \beta I_B$	$I_C = 0$ $I_B = 0$
U_{BE}	硅管 $\geq 0.7V $ 锗管 $\geq 0.3V $ 均正偏	硅管 $ 0.6 \sim 0.7 V$ 锗管 $ 0.2 \sim 0.3 V$ 均正偏	零偏或反偏
U_{CE}	硅管 锗管	中等	电源电压
R_{CE}	近于零	中等	极大



(a) LC 并联电路及其谐振曲线



(b) LC 串联电路及其谐振曲线

图 1.1.1 LC 谐振回路及其谐振曲线

在电路图中还有许多其它元器件。例如，变容二极管、可控硅、稳压管、双绝缘栅场效应管、声表面波中频滤波器(SAWF)、陶瓷滤波器、石英晶体、亮度延迟线、色度延迟线等，我们将在后面章节陆续向读者介绍。另外，按照规定，各种元器件在电路图中应当使用统一的、特定的图形符号。但是，本书列举了许多电路实例，它们的国别、生产日期和生产厂家不同，所用图形符号有许多不同。为了便于读者识读原整机电路图，仍使用了原图的图形符号。

二、基本网络

利用 R、L、C、VD 等元件，可以组成多种形式的网络，用以完成某些特定功能。

1. 调谐回路

调谐回路又称为谐振回路。最基本的调谐回路是 LC 串联或并联回路，其谐振特性

见图 1.1.1。利用 LC 回路的谐振特性，可以完成对信号的选择和衰减作用。当 LC 并联回路处于谐振状态时，电路具有最大阻抗值，通常可达几十千欧以上，在电路两端取得最大谐振电压；当 LC 串联回路处于谐振状态时，电路具有最小阻抗值，通常仅为几欧或更小。当 LC 回路处于谐振状态时，表现为纯电阻性，可等效为纯电阻来处理；当频率高于或低于谐振频率时，回路呈现为电感性或电容性，可等效为电容、电感来处理。LC 回路的谐振特性可用谐振曲线来表示，谐振曲线的“胖”、“瘦”程度和幅度高低，可以决定输出信号的频带宽窄和电平高低，这些特点可用“品质因数 Q ”值和电路通频带宽度来定量描述。

当上述两个单调谐回路之间存在能量耦合关系时，其整体就构成双调谐回路。可以通过电容、电感或电阻等实现两个回路之间的能量传输。常见的双调谐回路见图 1.1.2。双调谐回路的初级和次级回路都具有各自的“谐振曲线”，但人们更关心次级回路的谐振特性。根据初、次级回路之间的耦合松紧程度不同，可将耦合程度分为 3 种情况。当初、次级间耦合很弱时，称为弱耦合(或称松耦合)；当初、次级间耦合深度达到一定程度时，称临界耦合，此时次级谐振曲线最佳，输出幅度最大且通频带最宽，次级可取得最大能量；当耦合程度进一步增加时，称强耦合(或紧耦合)，谐振曲线变坏，幅度和带宽均不理想。在电视机电路中，多处使用双调谐回路，并且使它们处于临界耦合或稍强于临界耦合状态。此外，外电容耦合式或互感式双调谐回路还具有独特的相位特性，当初、次级回路谐振频率相同时，次级回路信号对初级回路信号恰好移相 90° ，在彩色电视机内经常使用这个特点。

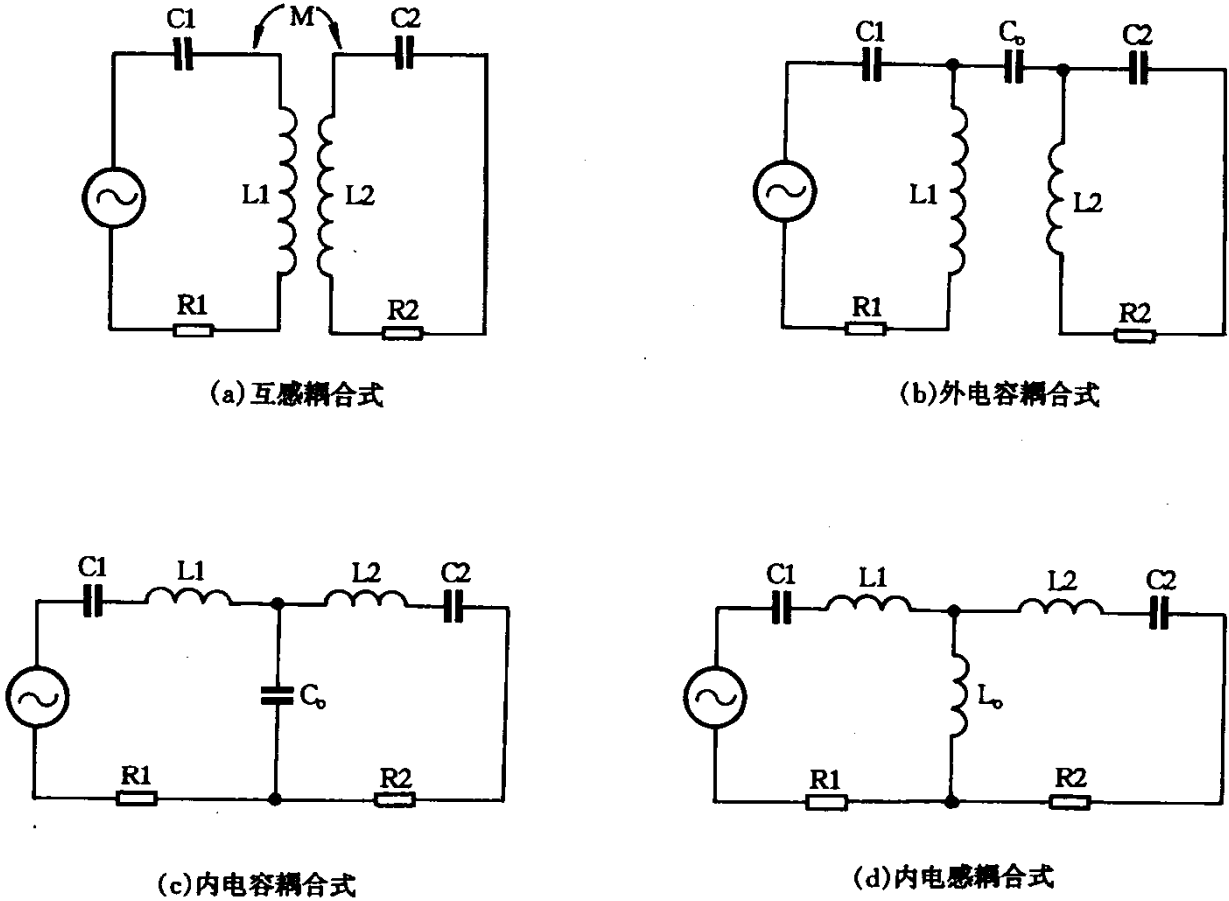


图 1.1.2 常见的双调谐回路

2. 滤波网络

滤波网络的主要功能是“滤波”。当输入信号的频带很宽时，滤波网络可根据设计的需要，选择或抑制掉某些频率或频带的信号。滤波网络的类型较多，按功能分类，可分为低通滤波器、高通滤波器、带通滤波器和带阻滤波器等；按电路基本结构分类，可分为 T 型、 π

型和倒 L 型滤波器等。最基本型式的滤波器是所谓 K 式滤波器，图 1.1.3 示出了几种 K 式滤波器，它们都是由串臂、并臂元件组合而成的。所谓 K 式，指基本节电路的串臂阻抗与并臂阻抗的乘积，是一个与频率无关的常数，且通常以常数 K 表示。

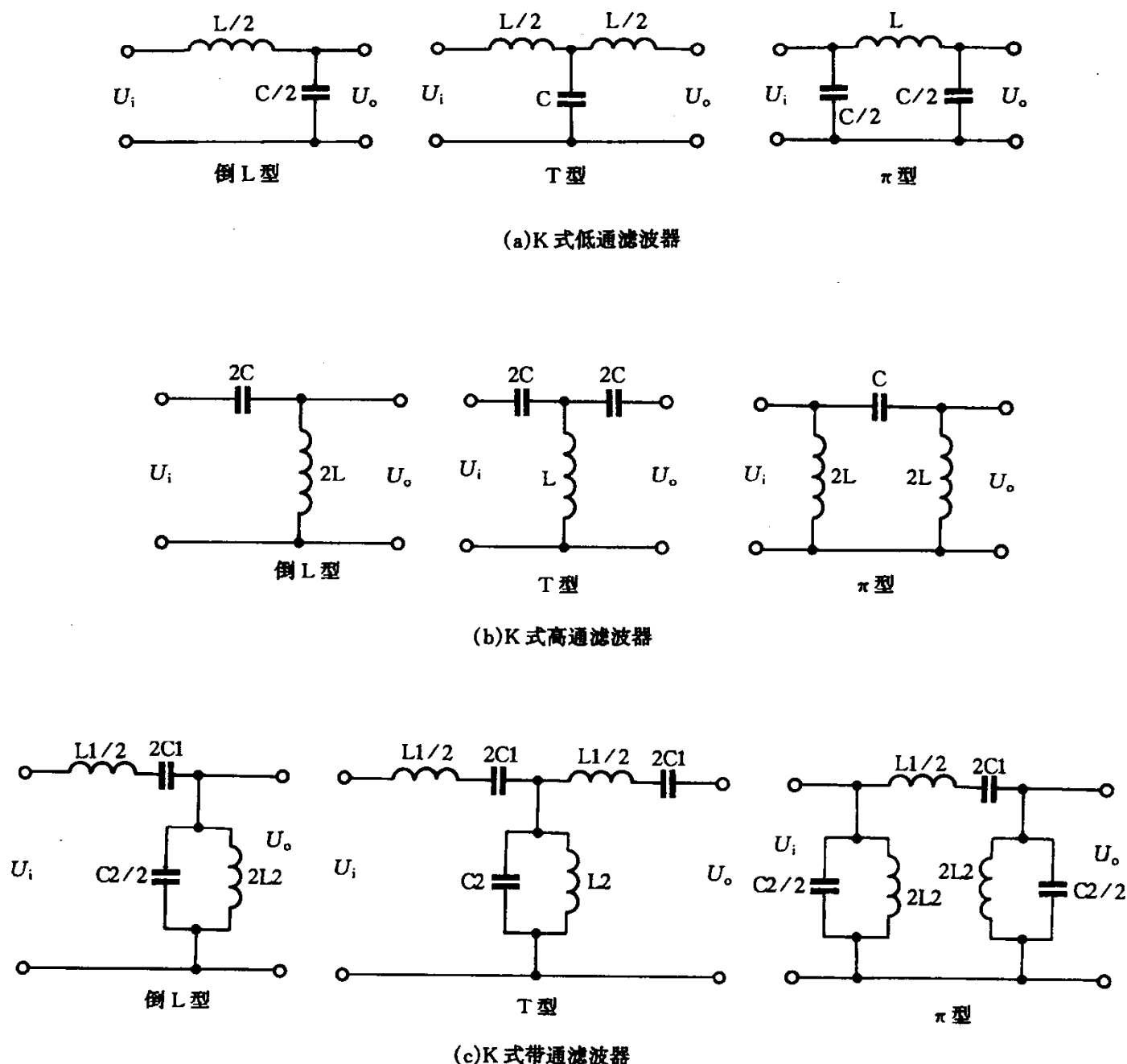


图 1.1.3 基本型滤波网络

3. 微分电路和积分电路

RL 网络和 RC 网络应用于脉冲电路时，经常参与信号能量的存储与释放过程，其储能、放能的快慢，经常用“时间常数 τ ”来描述。时间常数 $\tau = RC$ 或 $\tau = \frac{L}{R}$ 。这里对 RC 电路的时间常数作简要说明。

当 RC 电路的时间常数 $\tau = RC \ll T$ (输入信号的脉冲宽度) 时，若由电阻 R 两端取出输出信号，则该电路称为微分电路，见图 1.1.4。微分电路是一种波形变换电路。当输入矩形波电压时，它输出一对正、负尖脉冲；在上、下平顶期没有信号输出。当微分电路输入锯齿波电压时，输出窄矩形脉冲。微分电路具有高通滤波器的特性。

如果电路形式和微分电路相同，但时间常数 $\tau = RC \gg T$ ，它不能称为微分电路，而称为 RC 耦合电路，C 称耦合电容，R 是下级电路的输入电阻。一些多级放大电路，经常利用

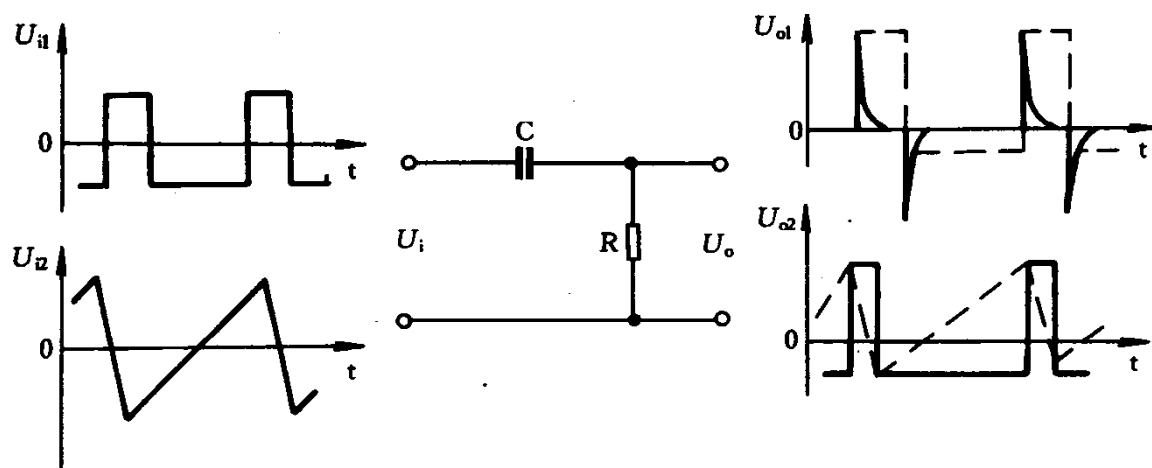


图 1.1.4 RC 微分电路

RC 耦合电路进行信号传输和耦合。RC 耦合电路具有隔直流、通交流的功能。

当 RC 电路的 $\tau = RC \gg T$ 时，若由电容两端取出输出信号，则这种电路称为积分电路，见图 1.1.5。积分电路也是一种波形变换电路，当输入矩形波电压时，输出锯齿波电压。积分电路具有低通滤波器性质。

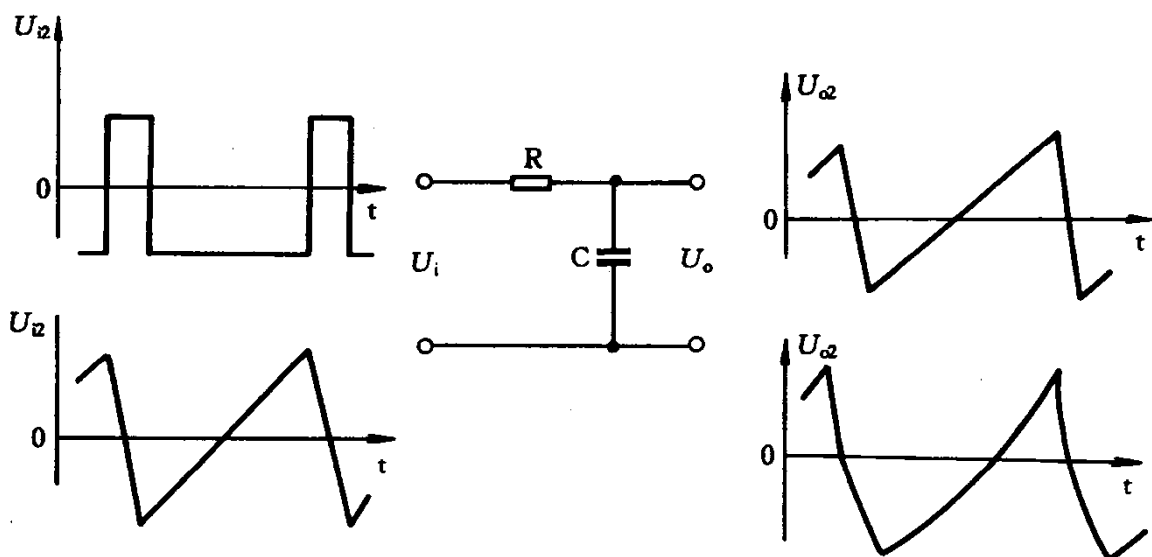
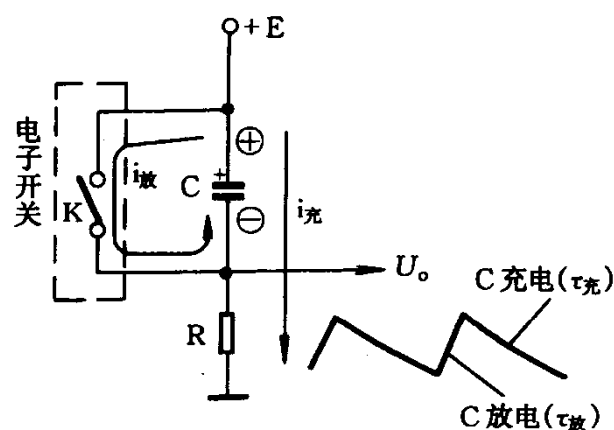


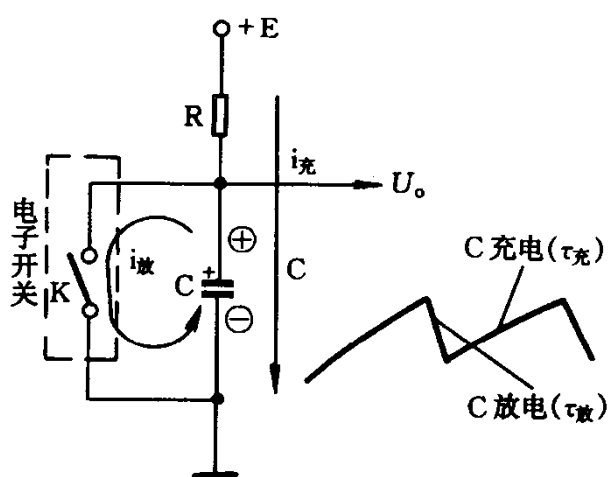
图 1.1.5 RC 积分电路

在电视机电路中，经常设置具有两个时间常数的积分电路。例如，场振荡器、行振荡器和电子开关等。这种电路以电容 C 为中心，在不同工作阶段充放电路径不同，时间常数不同。可以通过非线性元件或电子开关等来控制积分电路的不同时间常数。现以图 1.1.6(a) 所示 RC 锯齿波电压形成电路为例，说明双时间常数积分器的波形变换规律。

图 1.1.6 所示电路，在电子开关作用下，利用电容 C 的充、放电作用，可以输出锯齿波电压；由于电容充电时间常数和放电时间常数有明显差异，可形成正程、逆程时间明显不同的锯齿波电压。图 1.1.6(a) 中，当电子开关 K 断开时，电容 C 经过电阻 R 充电，充电时间常数 $\tau_{\text{充}} = RC$ ，充电较慢，则电阻 R 两端电压(即 U_o)缓慢下降；当电子开关 K 闭合时，电容 C 经电子开关 K 快速放电，设 K 的等效电阻为 r ，则放电时间常数 $\tau_{\text{放}} = rC$ ，一般 r 很小，则迅速放电，电容电压迅速减小，电阻端电压 U_o 迅速上升。于是，可输出正程下降型的锯齿波电压。如果电子开关自动地、周期性地闭合和断开，则输出连续的锯齿波电压。同样，图 1.1.6(b) 所示电路也可输出锯齿波电压，因电容充电、放电时间常数相差很大，可



(a)正程下降



(b)正程上升

图 1.1.6 RC 锯齿波电压形成电路

则 C 可缓慢放电，使 C 两端电压基本稳定。若将该图中的二极管反接，则可形成负峰值检波器。

5. 钳位电路

钳位电路是另一种双时间常数网络，它可以把信号波形的整体电平向上或向下平移，把信号波形钳制于确定的直流电位。使用该电路，可以恢复交流信号的直流分量。图 1.1.8 是一个最简单的二极管钳位电路。该电路要求二极管正向电阻 $r_{正} \ll R_L \ll$ 反向电阻 $r_{反}$ (即忽略 R_L 的影响)。在该电路上，经 $r_{正}$ 向电容 C 充电的时间常数 $\tau_{充}$ 很小，即充电快；而经 $r_{反}$ 使 C 放电的时间常数 $\tau_{放}$ 很大，即放电缓慢。经过若干个充、放电周期后，可将输入信号的底部钳位于零电平(0V)，而不管输入信号原来处于何种电平位置。可见，本图是一个底部为零电平的钳位电路。在上述电路基础上，可引出几种变形的钳位电路，见图 1.1.9。在电视机内，还经常设置三极管钳位电路，它利用三极管的饱和导通和截止两种状态，可使电路出现两种时间常数，完成信号的钳位功能。

6. 限幅电路

限幅电路又称削波电路。当输入信号电压超过某个变化范围时，该电路可使输出电压幅度不再变化，把超过规定范围的波形切掉了。限幅电路按照核心器件来分类，可分为二极管和三极管限幅两大类；按照波形限幅的极性来分类，可分为上限幅、下限幅和双向限幅等类型。限幅电路可对信号波形进行整形，例如可将输入的正弦波变形为矩形波(或近似矩形)。

形成正程上升型的锯齿波电压。

RC 积分电路经常用作低通滤波器，用于电源或交流信号的滤波、退耦。可利用其足够大的时间常数，在电路输出端取得较平滑的平均直流电压，以直流电压控制后级电路。在 PLL 锁相环路系统中，多使用 RC 双时间常数型低通滤波器，后面结合具体电路再进行说明。

4. 峰值检波电路

峰值检波电路也是一种双时间常数网络，它可完成多种功能，二极管峰值检波电路就是一例。利用电路上小时间常数网络快速充电，大时间常数网络缓慢放电，可在滤波电容两端取得接近于被检信号源峰值电压的充电电压，然后以此电压再去控制后级有关电路。

图 1.1.7 是一个典型的二极管正峰值检波电路。假设该电路输入信号是正弦波，二极管 VD 仅正半周才能导通，可向电容 C 充电，同时有电流流经负载 R_L 。因 VD 的正向导通电阻 r_D 小，故充电时间常数 $\tau_{充} = r_D C$ 的数值小，C 迅速充电；当输入信号峰值过后，VD 反偏截止时，C 通过负载 R_L 放电，放电时间常数 $\tau_{放} = R_L C$ 。一般要求， $\tau_{放} \gg$ 输入信号周期 $T \gg \tau_{充}$ ，

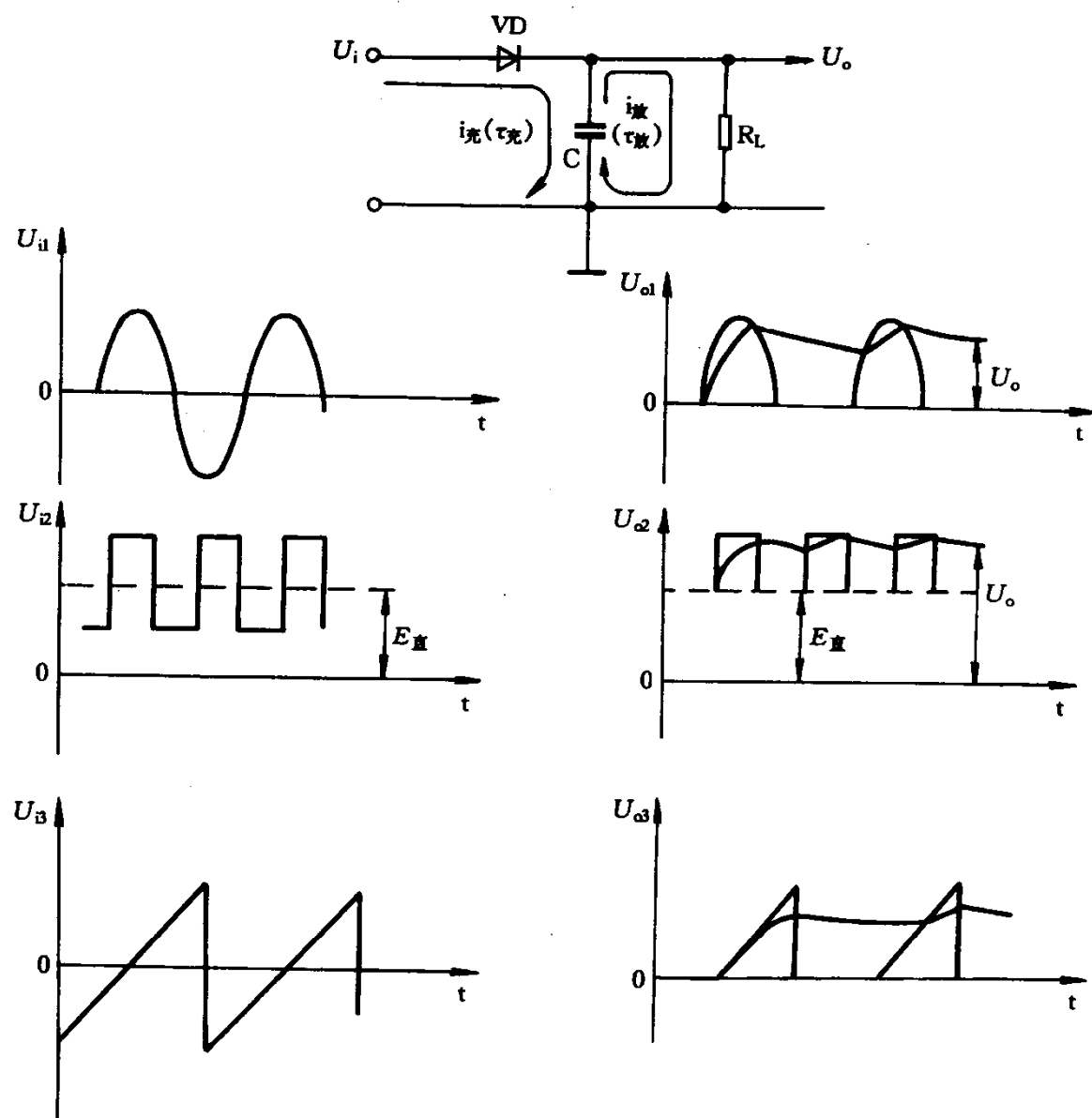


图 1.1.7 正峰值检波器及波形

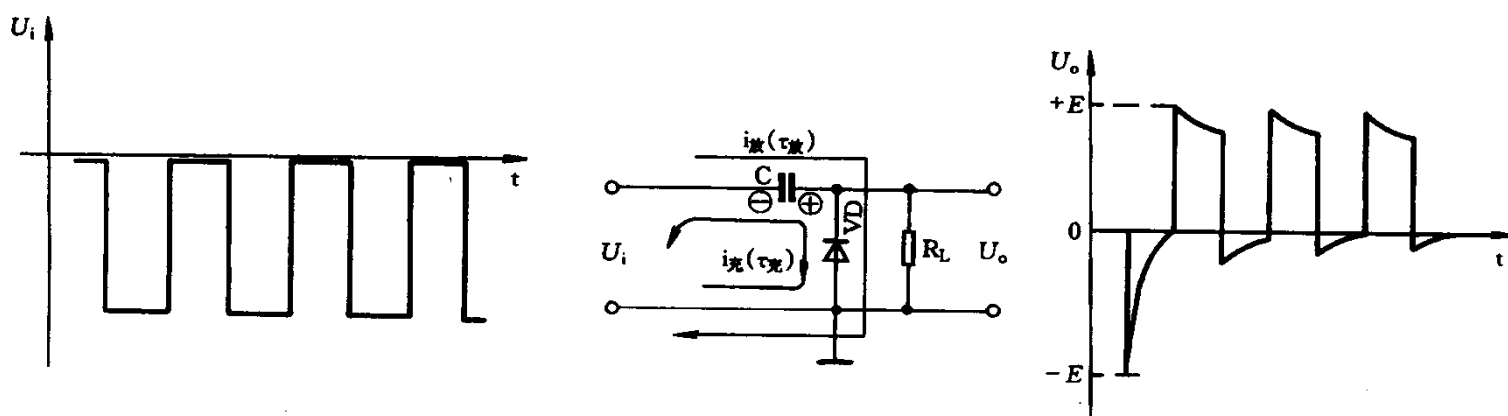


图 1.1.8 基本钳位电路及波形

最简单的二极管限幅电路如图 1.1.10 所示。它们是简单的 R、VD 电路，是无时间常数网络。其中，在图 1.1.10(a)中，限幅二极管 VD 与输出端串联，称为串联限幅电路，在理想状态下，该电路可将零电位以下的波形全部切削掉；若将二极管调转极性时，该电路转换为零电平上限幅电路。在图 1.1.10(b)中，限幅二极管与输出端并联，称为并联限幅电路。它可将零电位以上的波形全部削去；若将二极管的极性调转，该电路转换为零电平下限幅电路。

为了改变限幅电平的数值，可在上述零电平限幅电路中接入辅助电源 E ， E 值应当小于输入电压的峰值，否则二极管将失去限幅作用。图 1.1.11 是几个任意电平限幅电路。若将上述有关限幅电路结合起来，可以得到上、下限幅于任何电平的信号波形。

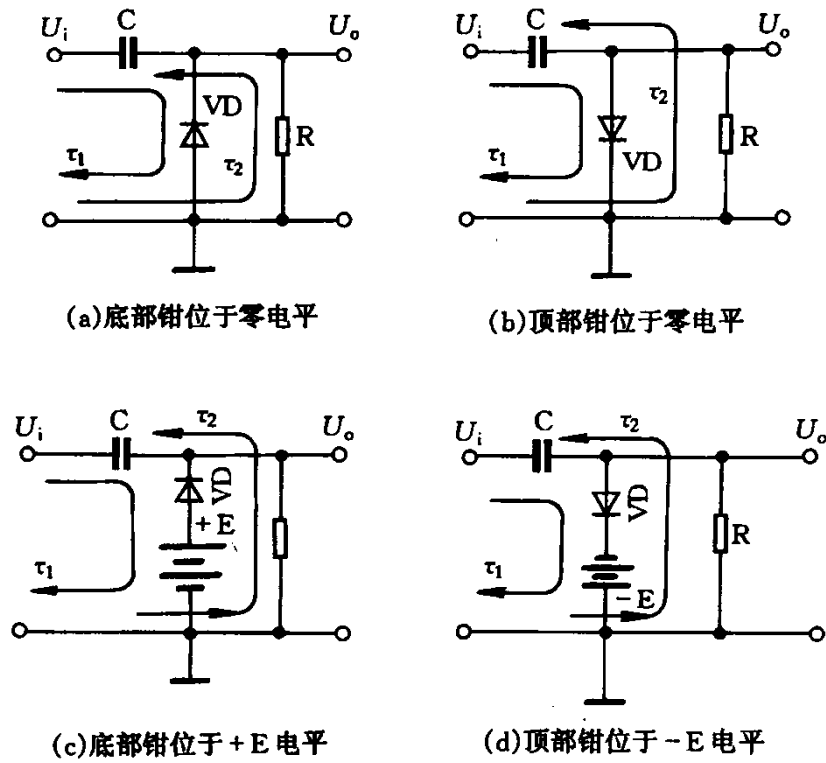


图 1.1.9 各种二极管钳位电路

三、线性放大电路和脉冲(开关)电路

目前，模拟信号电视机中，仍以线性放大电路和脉冲(开关)电路为主体。

1. 线性放大电路

当晶体三极管工作于线性放大状态时，对信号具有模拟放大作用。晶体管线性放大电路主要有 3 种基本型态，即共射极放大电路、共基极放大电路和共集电极放大电路。基本电路结构见图 1.1.12。图中三极管哪个极交流接地，就称为共什么极电路。接地未必是直流接

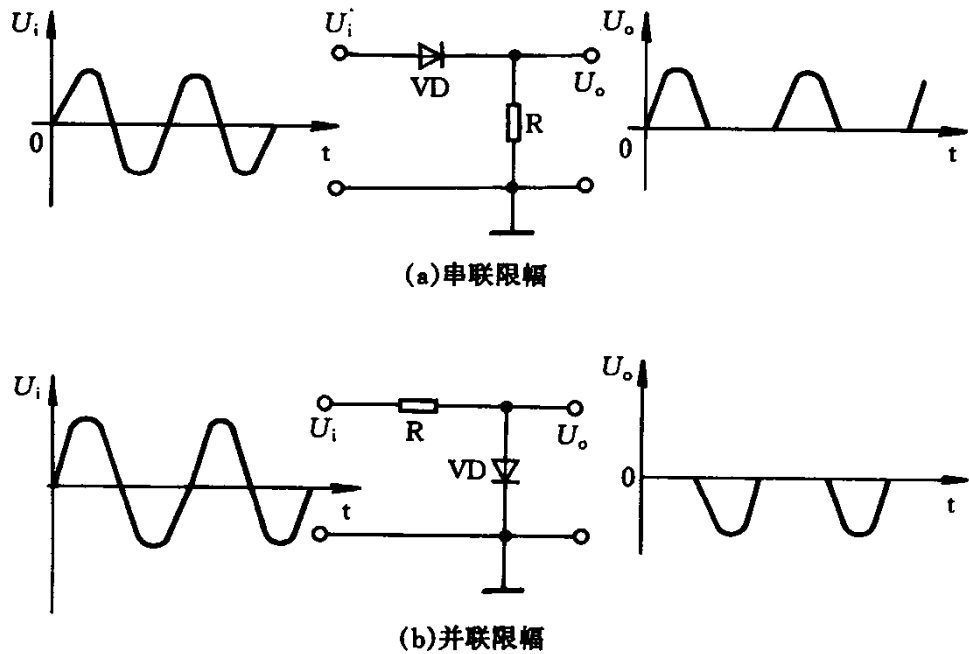


图 1.1.10 零电平限幅电路

地，经常是交流信号接地。这几种放大电路各具有不同的功能和特点，表 1.1.2 是 3 种基本放大电路的性能比较。根据电视机单元电路的要求，可采用相应的放大电路。

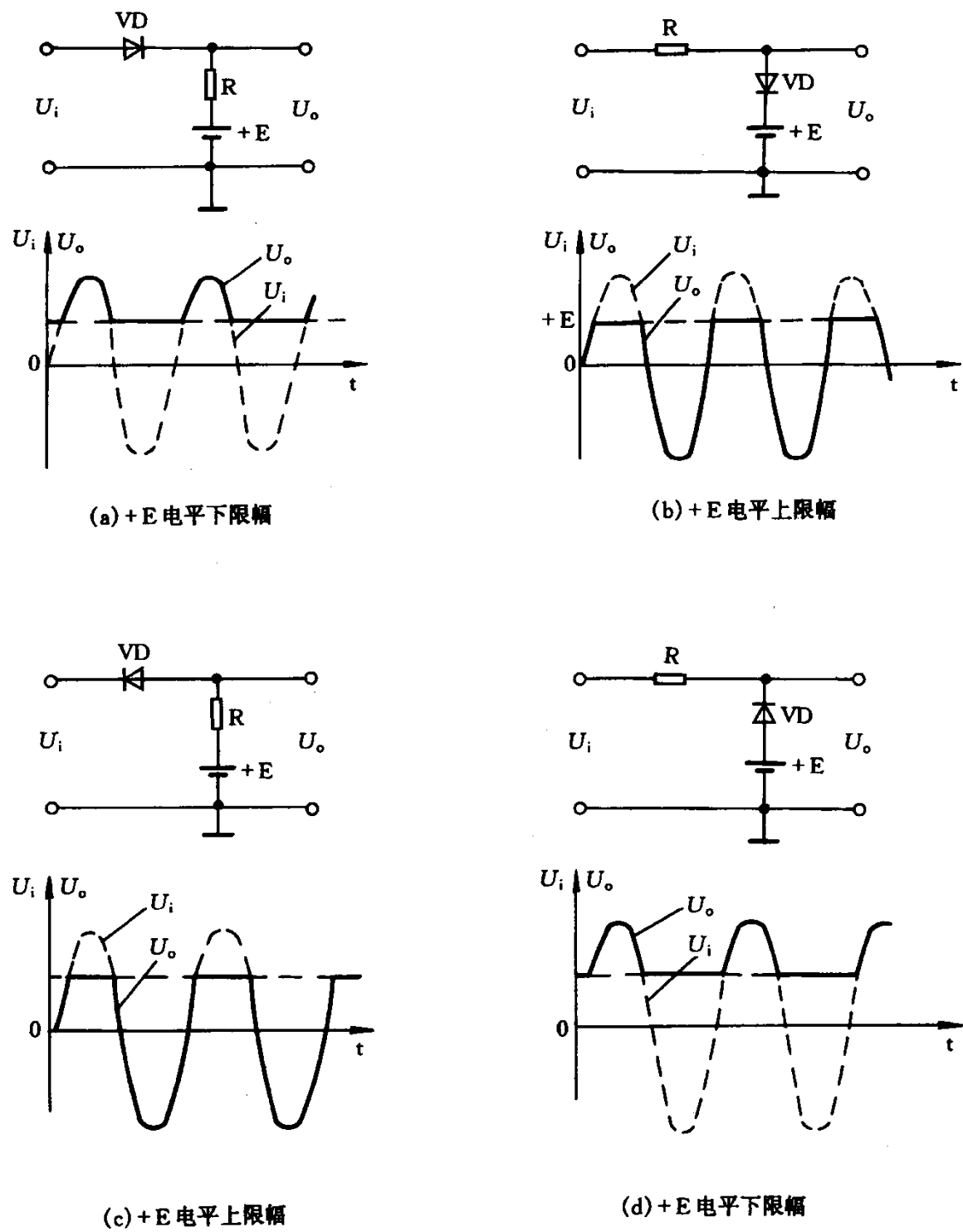


图 1.1.11 任意电平限幅电路

表 1.1.2 3 种基本放大电路性能比较

	共发射电路	共基电路	共集电路
交流接地	发射极	基极	集电极
输入电阻	较低 (几十 Ω ~ $k\Omega$)	很低 (十余 Ω ~几十 Ω)	很高 (几十 $k\Omega$)
输出电阻	较高 $k\Omega$ (即 R_C 值)	最高(几十 $k\Omega$)	很低 (十余 Ω ~几十 Ω)
增益	k_i 、 k_u 均大	k_u 大、 $k_i \approx 1$	k_i 最大、 $k_u \approx 1$
	$k_p = k_i k_u$ 最大	k_p 一般	k_p 一般

续表

	共发射电路	共基电路	共集电路
频率特性	通频带较窄	宽	宽
	截止频率较低	高	高
稳定性	易自激	稳定	稳定
U_i 与 U_o 相位	反相位	同相位	同相位(跟随)

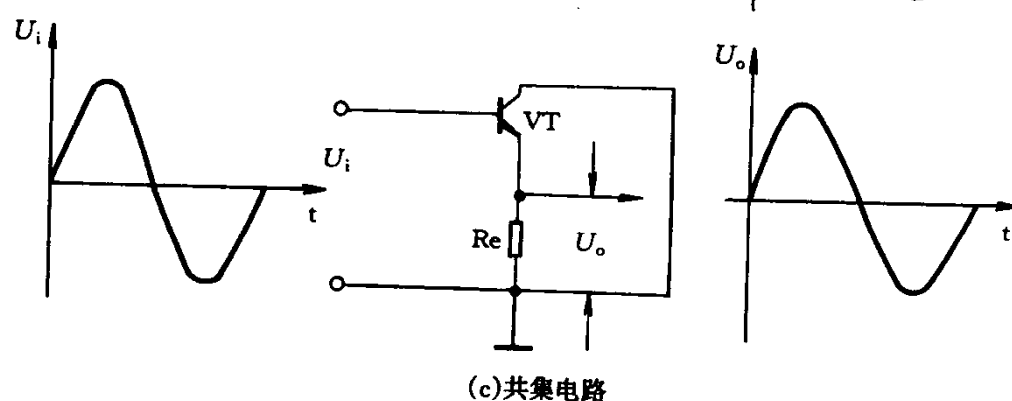
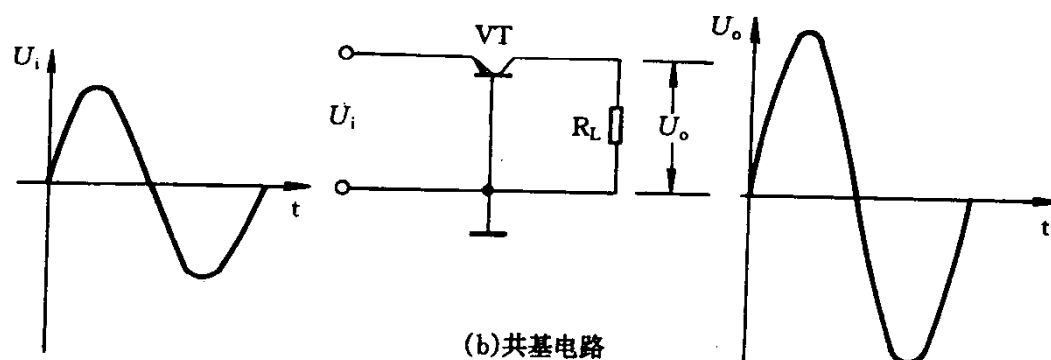
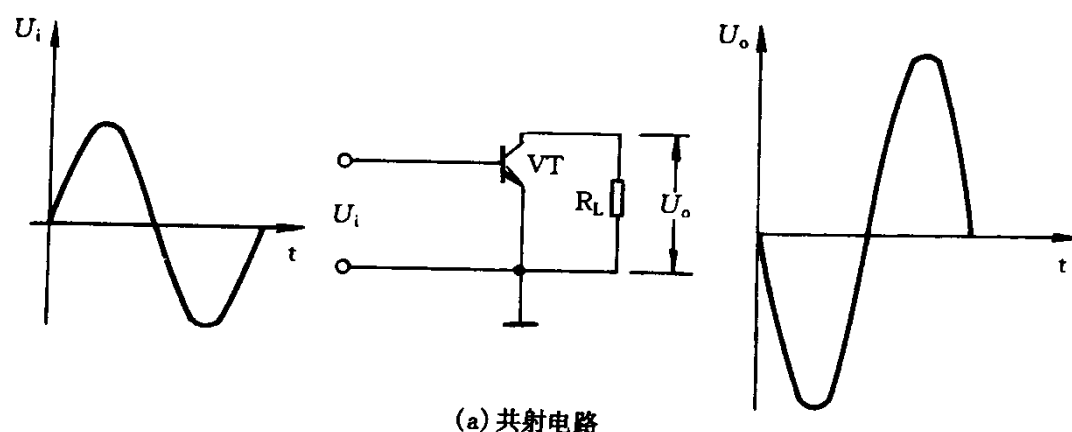


图 1.1.12 三种基本放大电路

2. 脉冲(或开关)电路

当输入信号幅度足够大时,晶体管在饱和状态和截止状态之间跃变,此时电路就是脉冲(或开关)电路。图 1.1.13 示出了一些常见脉冲电路的基本形式。在这种类型电路中,当管型不同或直流偏置电路不同时,所需要输入信号的极性不同。实际上,输出信号的极性也因电路和元件而异。在图中,各电路输出端假定都是电阻性负载,若输入矩形脉冲,则输出仍为矩形脉冲。应当看到,脉冲电路的负载经常是电容性或电感性负载,此时输出波形将受负载性能不同而改变。

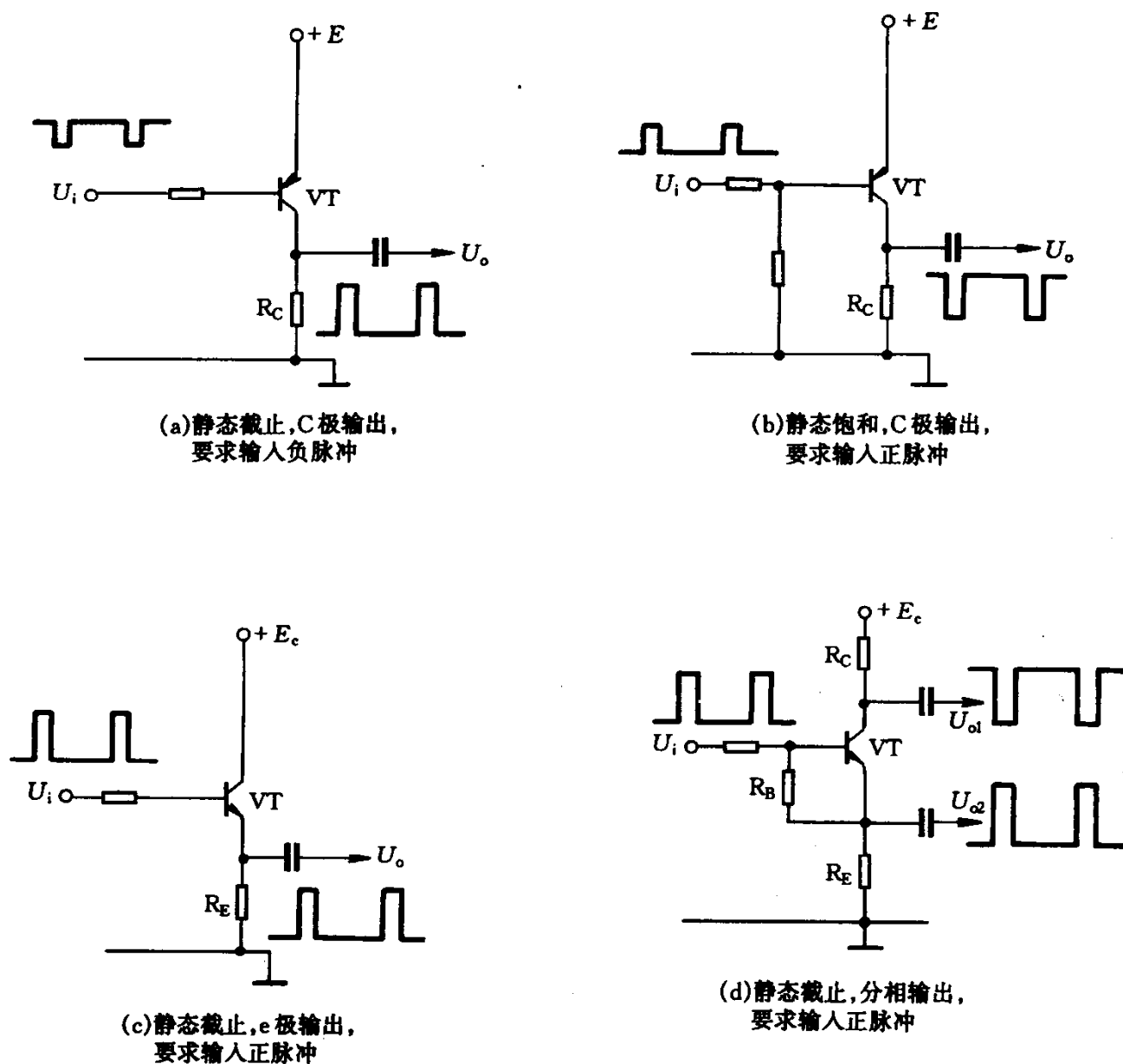


图 1.1.13 常见的开关电路基本形式

四、电视模拟集成电路基础

1. 电视模拟集成电路概述

由半导体集成工艺的特点所决定, 在集成块内制作晶体管最容易, 而且在一块集成芯片上, 晶体管的特性可以做得基本一致。但制作大数值的电阻、电容比较困难, 制作电感更困难一些, 所以集成电路内尽量用晶体管组合成某些功能的电路。必须使用较大值电阻、电容或应使用电感时, 经常通过引出脚外接所需元件。

集成化电视机所用的集成块, 是经过半导体集成工艺处理的一种小硅片, 上面有各种半导体元件及电路走线, 形成各种单元电路, 以完成电视机某些电路的功能。集成内电路和分立元件电路一样, 也是由一些基本单元电路组成的, 但是, 这些单元电路的结构与具有相同功能的分立元件电路有很大不同。它们以直接耦合电路、射极输出器、恒流源和恒压源电路、差分放大器、模拟乘法器、差分比较器等电路为基础, 组成具有各种功能的单元电路。用 1 块集成电路就可以完成线性放大、调制、解调、自动调整、波形产生及变换等多种功能。由于小硅片有散热、绝缘耐压等方面的限制, 一般不把大功率管、高反压管置于块内。于是, 用单片或几片集成电路为核心, 外配以少量外围元件和某些大功率、高反压晶体管,

就可以构成完整的电视机机芯电路了。

集成电路引出脚具有明显的规律性。它们可能是输入信号、输出信号的外接脚；可能是控制集成内电路的控制、调整脚，而且多是以外部的直流电压去控制内电路的增益、工作状态等，具体外接元件可能是固定电阻或电位器等；可能是用于外接内部不容易制作的电阻、电容或电感等；可能是集成内电路的供电电源、公共接地端。由于集成工艺水平越来越高，芯片的集成度日益提高，内部功能日益丰富，整机集成块数目逐步减少，外接引出脚也越来越少。

2. 差分电路的功能

差分电路又称差动放大器，它在电视机集成电路内的用途十分广泛，集成工艺容易制作。它是集成电路内最基本的单元电路之一，可以完成多种功能。这里着重介绍差分电路的基本功能。

(1) 线性放大器和双向限幅器

最基本的差分放大器如图 1.1.14(a)所示。差分放大器的输入端或输出端都可以接成双端或单端形式，即能有 4 种工作方式。差分放大器对差模信号(是对两管基极呈等值反极性的两个输入信号)具有放大能力，而对共模信号(是对两管基极呈等值同极性的两个输入信号)具有强烈的抑制能力。差分放大器的负载可以像普通单管放大器一样，是电阻 R_L 、变压器或 LC 谐振回路。若为 LC 并联谐振回路，则该放大器是选频放大器，频率特性由 LC 参数决定， Q 值由集电极电阻 R_C 及 LC 的特性决定；在实用电路中，可将 LC 并联谐振回路外接于引出脚。

对于图 1.1.14(a)电路，利用简单的数学运算，可推出公式： $U_o = U_{o1} - U_{o2} = -20I_o R_C (U_{i1} - U_{i2})$ 。即输出电压 U_o 与集电极电阻 R_C 阻值成正比，与流过发射极电阻 R_E 的电流 I_o 成正比。欲提高输出电压 U_o (是交流电压!)值，应加大集电极负载值，或加大发射极电流 I_o (是直流电流!)值。

进一步改进差分放大器，可以得到改进电路如图 1.1.14(b)~(g)所示。其中，图 1.1.14(b)是射极恒流源型差分放大器；射极电阻改为恒流源电路后，可进一步提高对共模信号的抑制能力。但是，该电路的线性工作区不大，当输入信号 $U_i < 50\text{mV}$ 时，电路处于线性工作区，可作线性放大器；当 $U_i > 100\text{mV}$ 时，电路就成了限幅放大电路，可作双向限幅器。为了扩大电路的线性动态范围，可采用图 1.1.14(c)、(d)所示电路。其中图 1.1.14(c)内两管发射极电阻 R_1 、 R_2 是电流负反馈电阻，但 R_1 、 R_2 阻值不宜过大。而图 1.1.14(c)内 R_1 、 R_2 、 R_w 构成 π 型电阻网络，利用电工学理论，它可以等效变换为 T 型电阻网络。经变换可知，该电路仍是一般发射极反馈型差分电路，该电路要求 $R_1 = R_2$ ， $R_w \ll R_1$ 。为了提高电路的输入阻抗，可以采用图 1.1.14(e)、(f)所示电路。其中，图 1.1.14(e)是用 VT3、VT4 发射极输出电路来提高输入阻抗；图 1.1.14(f)是用复合管作差分对管来提高输入阻抗。这两个电路经常用作多级放大器的输入级。为了提高差分放大器的增益，可采用图 1.1.14(g)的形式，图中，VT3、VT4 称镜像恒流源，而恒流源 VT4 作为 VT2 的有源集电极负载。此电路的电压增益可达千余倍，但电路输出阻抗过大，约兆欧($M\Omega$)级。该电路是双端输入变单端输出的工作形式，经常用作多级放大器的中间级。上述诸电路的输入信号，可通过外部引出脚施加到晶体管基极，或者通过集成内电路送到晶体管基极。

(2) 模拟乘法器

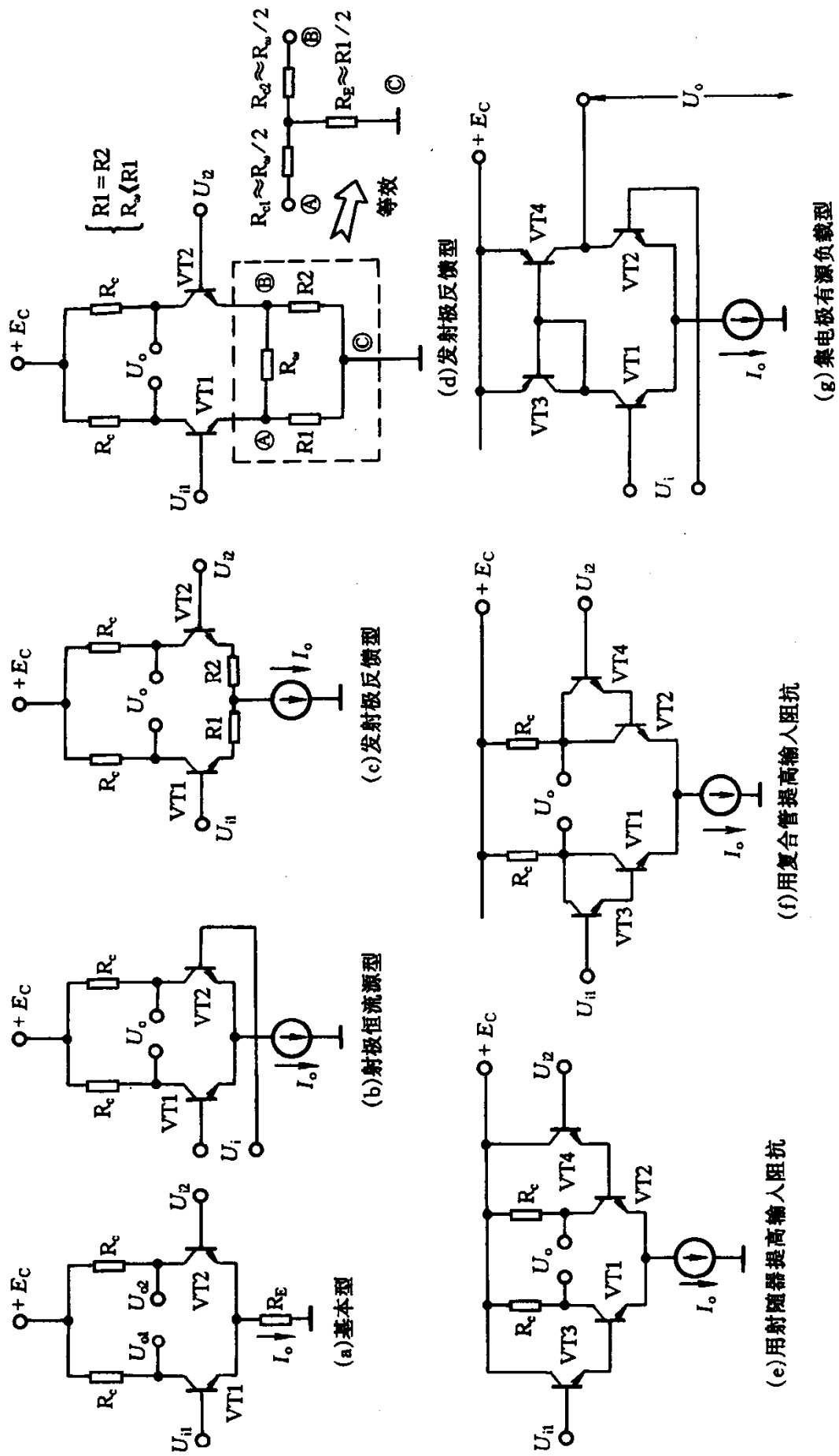


图 1.1.14 各种形式的差分放大器

差分电路具有模拟乘法器功能。利用乘法器功能可以完成电视机多种功能,例如,可用作视频检波器、伴音鉴频器、行扫描 AFC 电路、高频调谐器本振电路的 AFT 电路,还可以在色度通道内用作色差同步解调器、APC 鉴相器、PAL 识别检波电路等。差分电路形式的模拟乘法器是电视机集成电路的基本单元电路。

模拟乘法器可以是单差分电路形式,也可以是平衡式双差分电路形式。图 1.1.15(a)是单差分电路的乘法器电路。射极恒流源管 VT3 的输入信号 U_2 ,使恒流源的电流 I_0 随着 U_2 而变动。由于输出电压 U_0 与 I_0 成正比例地变化,因而 U_0 也与 U_2 成正比例地变化;因为 U_0 还与 U_{i1} 成正比例地变化,所以 U_0 与两个输入信号的乘积 $U_{i1} U_2$ 成正比例地变化,即差分电路具有模拟乘法器功能。图 1.1.15(b)所示电路,是由双差分电路构成的双平衡模拟乘法器。它是前一种电路的改进型电路。它是由两个对称的差分放大器并联构成的,电路中各器件及输出端采用对称交叉耦合,具有对称平衡输入和输出、增益高、温度漂移小等优点。它是一个理想的乘法器,其输出电压 $U_0 = k U_{i1} U_2$,其中 k 是与该电路参量有关的比例系数。

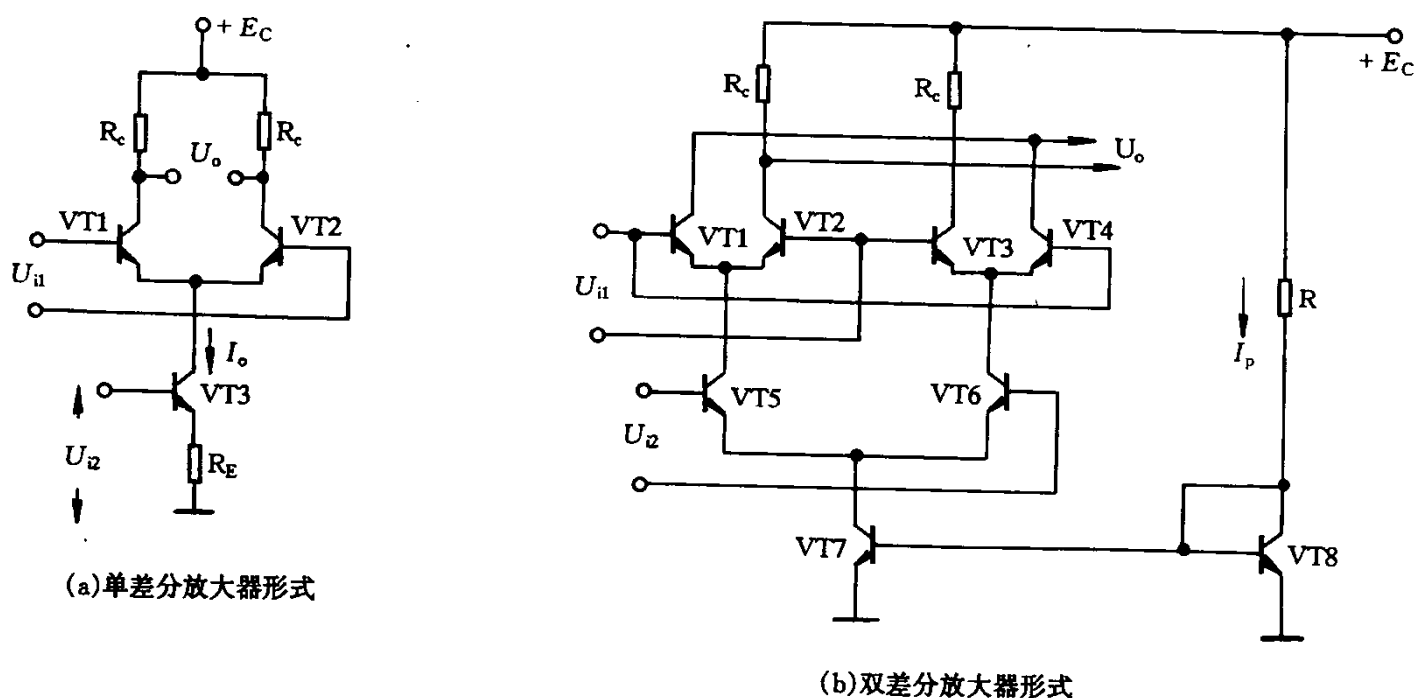


图 1.1.15 模拟乘法器

鉴相器在电视机中应用十分广泛。鉴相器又称为相位检波器,它能够鉴别两个输入信号的相位差,并能够将相位差转换为相应输出控制电压。这里仅简要介绍其特点。假设两个输入信号都是正弦波,各为 U_{i1} 、 U_{i2} ,它们的角频率 ω 相同,但是相位差为 φ ,可用数学式表示为

$$U_{i1} = U_1 \sin \omega t$$

$$U_{i2} = U_2 \sin (\omega t + \varphi)$$

若将两个信号输入到双差分模拟乘法器,则输出电压有:

$$\begin{aligned} U_0 &= k U_{i1} U_{i2} \\ &= k U_1 U_2 \sin \omega t \sin (\omega t + \varphi) \\ &= \frac{1}{2} k U_1 U_2 \cos \varphi - \frac{1}{2} k U_1 U_2 \sin (2 \omega t + \varphi) \end{aligned}$$

利用简单的三角学公式可以得到上述结果,即输出电压 U_0 包含两项内容。第 1 项是与输入信号相位差余弦有关的信号,第 2 项是与 2 倍谐波有关的信号。后者是高频信号,若在乘法器输出端再设置一个低通滤波器,将 2 倍谐波信号滤掉,则仅能输出第 1 项信号,即经低通