

固体彩色电视机电路

河北省高教电教资料中心

固体彩色电视机电路

G·R·怀尔丁 著

冯 宏 谋 译

河北省高教电教资料中心

出版说明

G·R·怀尔丁的《固体彩色电视机电路》(Solid State Colour Television)是介绍PAL制式的固体彩色电视机实用电路的一本书。该书从简单的元器件入手,逐步深入到集成电路,并以日本、西欧各著名厂家产品为例,着重阐述了彩电视机的基本原理,逐一分析各种实际电路元器件的功能。这是一本浅显易懂的固体彩色电视机的入门书,对研究固体彩色电视机各部分电路、了解国外彩色电视机的特点和发展有一定的参考价值。

全书共分十二章,搜集了一百三十余幅电路原理图。本书可供电视工作者、彩色电视设备维修人员和无线电爱好者学习参考。

《固体彩色电视机电路》一书由河北师范大学电化教育中心冯宏谋同志翻译,马运迎、郭静茹和王跃生等同志校对。由于译者水平有限,译文难免存在错误和不妥之处,欢迎读者批评指正。

一九八三年二月

前 言

彩色电视机采用了固体电路，完全改变了电源系统到信号输出级的电路设计。只有了解这些电路的工作原理，才能更好地掌握新的维修技术。在固体彩色电视机中，大多数电路都需要稳定的工作电压，并增加了过流与电压保护电路和广角显象管的有源动态和枕形校正电路，因此使电路的设计更为复杂。

目前，可控硅已成为彩色电视机的重要器件。很多欧洲电视机利用它稳定高压，并将它用于场振荡器、行输出级，产生低压和过载保护等电路。场效应管、双向二极管、变容二极管和其他半导体器件也已广泛用于各种电路；而新式的集成电路除了可以稳定地放大和处理信号外，还经常用于“手触”频道选择器，行发生器，开关电源和伴音输出等电路中。

这本书阐述了晶体管和其他半导体器件的工作原理，并从实用的角度，辅以详细的电路原理图，对英国、欧洲和日本的各种彩色电视机电路逐一加以分析和说明。

G·R·杯尔丁 (G·R·WILDING)

符 号 说 明

通用

f	工作频率
P_{tot}	T_{amb} 或 T_{case} 一定时, 器件总耗散功率
T_{amb}	环境温度
T_{case}	管壳温度
T_j	结温度
θ_{amb}	空气中的器件热阻
θ_{case}	结至外壳的热阻

晶体管

C_{ob}	V_{cb} 一定, 共基极输出电容
f_T	特征频率 (V_{ce} 和 I_c 一定, 共发射极电流放大系数下降至 1 时的频率)
G_{pe}	f 、 P_o 和 V_{ce} 一定, 共发射极功率增益
h_{fe}	V_{ce} 和 I_c 一定, 共发射极小信号电流增益
h_{FE}	V_{ce} 和 I_c 一定, 直流电流增益
I_c	集电极电流
I_e	发射极电流
I_{ceo}	V_{ce} 一定、基极开路, 集电极—发射极反向漏电流
I_{cbo}	V_{cb} 一定, 发射极开路, 集电极—基极反向漏电流
P_o	输出功率
V_{cb}	集电极—基极之间反向电压
V_{cbo}	发射极开路或反向偏置, 集电极—基极额定反向电压
V_{ce}	集电极工作电压
V_{dc}	集电极—发射极电压
V_{ceo}	基极开路, 集电极—发射极额定电压
V_{cer}	基极和发射极之间接入电阻时, 集电极—发射极额定电压
V_{ces}	基极—发射极短路, 集电极—发射极额定电压
V_{cesat}	I_c 和 I_b 一定, 集电极—发射极饱和电压
V_{cev}	V_{cb} 一定、发射结正向偏置, 集电极—发射极电压
V_{eb}	集电极开路, 发射极—基极电压

二极管, 齐纳管和基本元件

C	V_r 和 f 一定, 结电容
C_{tot}	V_r 一定, 器件总电容
dC/dV	V_r 一定, 电容/电压特性曲线的斜率
f_o	V_r 一定, 串联谐振频率

f_{Q1}	V_r 一定, $Q=1$ 时的频率
I_f	正向电流
I_{fm}	正向峰值电流
I_r	反向电流
I_o	半波、电阻负载, 额定负载电流
I_z	稳定电流
I_{zm}	最大稳定电流
L_s	不包括导线的串联电感
Q	V_r 和 f 一定, Q 值 ($=X_s/R_s$)
r_f	I_f 和 f 一定, 正向动态电阻
Δr_f	在一定的 I_f 范围内, r_f 变化增量
r_s	V_r 一定, 串联电阻
r_z	齐纳二极管的动态电阻
t_{rr}	反向恢复时间
TC	I_z 一定, 电压的温度系数
$V(\cdot)_r$	反向击穿电压
V_f	正向电压
V_r	反向电压
V_{rm}	最大反向电压
V_z	稳定电压

目 录

1、器件和原理.....	(1)
2、电源.....	(21)
3、扫描电路.....	(35)
4、同步分离器.....	(66)
5、会聚和消磁.....	(69)
6、调谐器和中频放大器.....	(74)
7、亮度电路.....	(90)
8、色度电路.....	(97)
9、色同步选通和基准振荡器.....	(107)
10、解调器和PAL开关电路.....	(112)
11、信号放大和输出级.....	(119)
12、电子束限流器.....	(130)

第一章 器件和原理

尽管维修彩色电视机并不需要半导体的高深理论知识，但清楚地了解它们的作用还是很重要的。假定读者相当熟悉电子管电视机和晶体管收音机的电路，我们首先概述一下晶体管、场效应管、可控硅和其他半导体器件的原理，以便对它们在新式彩色电视机中所起的作用有个全面的了解。

晶体管

结构

根据锗或硅成分中的电子（负 n ）或空穴（正 p ）的浓度，可以把晶体管分为 $n-p-n$ 型和 $p-n-p$ 型两类。虽然目前彩色电视机中最广泛使用的是 $n-p-n$ 型晶体管，但以后讲到的电路对 $p-n-p$ 型晶体管来说，除电源极性相反外都可适用。

晶体管的用途不同，其结构也不相同。例如小功率或大功率的低频、中频或超高频放大管，开关管、电压或电流调整管等等。晶体管基本上可以看作由两层硅或锗（构成发射极和集电极）之间夹有一薄层相反类型的 n 或 p 型硅或锗（基极）组成。

晶体管也可以看作由两只极性相反的二极管串联组成，它们具有一个公共极（基极）。当电源与集电极和发射极连接时（对于 $n-p-n$ 型管，电源正极接集电极，负极接发射极），它们层间只流过很小的漏电流 I_{c0} 。

然而，注入一个足以克服晶体管势垒（硅型管为 $0.5V-0.7V$ ）的基极电流就可以产生很大的集电极电流 I_c 。 dI_c/dI_b 的比值代表了晶体管的“电流放大系数”，在共发射极、共基极和共集电极方式中，分别用 h_{fe} 、 h_{fb} 和 h_{fc} 表示。

发射极电流 I_e 等于 I_c 和 I_b 之和， I_b 在总电流中只占很小比例， I_c/I_e 即 α 值十分接近1，其典型值为0.98。

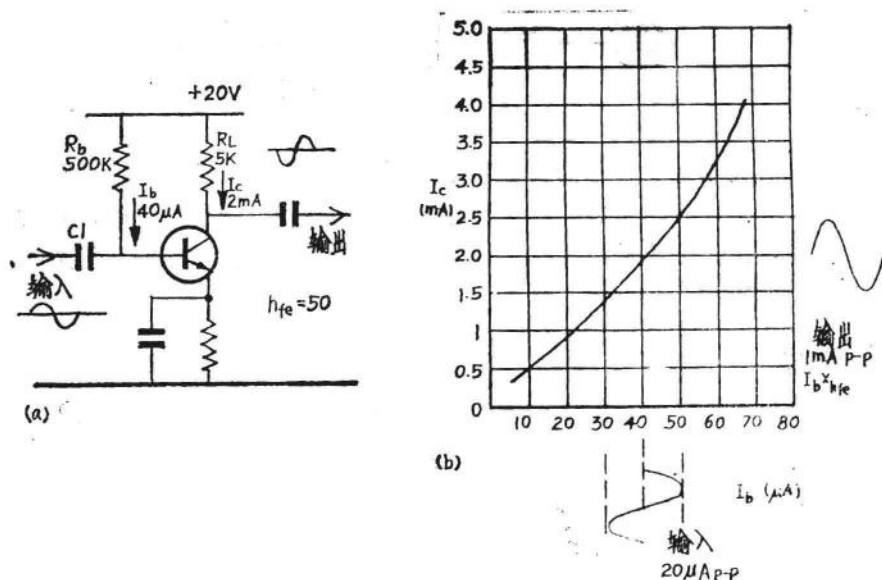
晶体管是三端器件，它们作为放大器使用时，由两端输入，另两端输出，其中一端对输入和输出电路是共用的。根据在输入输出电路中哪一端是共用的，晶体管放大器可以分为共发射极、共基极和共集电极方式，共集电极通常也称为射极跟随器。

每一种方式都有自己的特点，它们之间有很大的不同，但各种方式在电视机电路中都要用到。为了说明基本的放大作用，我们先来讨论应用最普遍的共发射极方式的工作情况。

图1.1所示的实例是一只 h_{fe} 为50的 $n-p-n$ 型晶体管，它经一个 $5K$ 负载电阻与 $20V$ 电源连接，并通过 R_b （ $500K$ ）提供 $40\mu A$ 的基极电流 I_b 。

硅型晶体管的漏电流很小，可以忽略不计，因此 I_c 就等于 $I_b \times 50$ （ $40\mu A \times 50$ ），即 $2mA$ ，此电流在负载电阻和晶体管两端都产生 $10V$ 电压。假如晶体管的工作点取在其

传输特性曲线的线性区中点，则通过C1加到基极上的正、负半周信号幅度将使放大的 I_c 产生同样的增大和减小。



(图1.1)

图1.1(a)基本共发射极RC放大器。在正常温度下，硅型管的漏电流可忽略不计。经 R_b 的 $40\mu A$ 正向偏流 I_b 产生一个 $2mA$ 的静态电流 I_c ，而在负载电阻和晶体管两端都产生 $10V$ 电压。幅度正负变化的输入信号产生放大的 I_c ，而 V_c 的变化和输入信号的相位相反。(b)通过传输特性曲线来说明电流放大倍数 I_c/I_b 。一个 $20\mu A$ (峰—峰值)的正弦输入信号产生 $1mA$ p-p的输出信号，同时 $5K$ 负载电阻两端产生 $5V$ p-p的 V_c 变化(交流电压)。

负载电阻两端产生的电压也将相应地增大和减少，由于集电极负载电阻比输入回路的总阻抗大得多，所以电压增益 $A_v = (V_{out}/V_{in}) = h_{fe} \times R_L / (R_s + R_i)$ ，其中 R_L 是负载电阻， R_s 是信号源的内阻， R_i 是输入阻抗。

用基极电流控制集电极电流就会在发射结上产生一个激励电压降，因晶体管的输入阻抗随所加电压稍有变化，用实际的输入电流直接计算总是更为适宜和精确的。

在中频和色度放大器中，调谐电路的动态阻抗(可能与负载电阻并联)所组成的集电极负载可以用来代替单一的电阻，但由于负载和下一级的输入阻抗是并联的，有效的负载阻抗将小于其标称值。

由于上述原因，多级调谐放大器之间通常需要的阻抗匹配可以通过下列三种方法实现：

- (a) 通过降压变压器；
- (b) 通过有抽头的线圈，实际上起降压自耦变压器的作用；
- (c) 通过两个串联电容器与下一级连接，其组合电容和相应的线圈谐振，而电容的比率就决定了降压的程度。

截止和饱和

当信号的负峰值使集电极电流减小到零,也就是瞬时负信号值使晶体管的正向偏压降低到它的势垒以下时,集电极电流截止,使输出的正峰值产生平顶或限幅,并因集电极/发射极的作用而倒相。这时集电极/发射极之间的电压将等于电源电压,而集电极和发射极电阻两端则没有电压降。

反之,如果基极信号正幅度足够大,就可以使集电极电流达到饱和点。在达到饱和点之后,进一步增大正向激励幅度也不会使集电极电流 I_c 继续增加,于是晶体管处于饱和状态。

集电极电流很大,会使 V_c 减小到 V_b 以下,这时两个pn结都处于正向偏置。由于两个pn结产生的微小电压降是反向串联的,它们之间的电位差 $V_{ce(sat)}$ 通常不到1V。显然,集电极负载电阻越大,晶体管达到饱和状态就越容易。

因此,在一些电视机中,采用大幅度的识别正弦波交替截止和饱和一只晶体管,从而得到所需的控制PAL开关的方波(图1.2)。

晶体管可以很好地起开关作用,截止时,新式硅管的漏电流非常小,可以使全部电源电压都加到晶体管的集电极和发射极两端,实际上它们可以等效成一个阻值很大的电阻。在饱和时, $V_{ce(sat)}$ 如前所述是一个很小的电压,晶体管就等效成一个小阻值的电阻。中功率晶体管的阻值约在 50Ω 左右。

然而,在晶体管饱和时,即使电流取最大值,它们的功率损耗也是非常小的,因此它们可以长期在这种条件下安全工作。

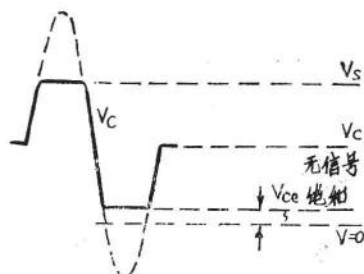


图1.2

图1.2, 用大幅度正弦波激励晶体管使其交替截止和饱和,从而产生近似的方波。

各种方式的特点

共发射极方式(图1.3a)

(a)高电流增益(h_{fe} 在40到200范围内)、高电压增益,其输出信号与输入信号相位相反;

(b)输入阻抗适中(h_{ie} 在0.5K到2.5K范围内),其阻值随负载电阻的增大而减小;

(c)输出阻抗较高,其阻值随信号源内阻减小而减小。

由于共发射极方式具有高的电流和电压增益,也就是具有较高的功率增益,加上它们具有适中的输入和输出阻抗,很容易实现级间耦合。除了在超高频电路中,共基极方式具有更好的性能外,共发射极放大器是应用最广泛的方式。

电压放大倍数 $A_v = (V_{out}/V_{in}) = R_{fe} \times R_L / (R_s + R_i)$, 由于信号源的内阻一般都比 R_i 小得多,这个公式可以在不影响精确程度的情况下,简化成: $A_v = h_{fe} (R_L / R_i)$ 。当许多亮度放大器的发射极电阻上没有并联旁路电容,或仅有部分电阻并联了旁路电容时,电压放大倍数为: $A_v = R_i / R_{e0}$ 。

共基极方式 (图1.3b)

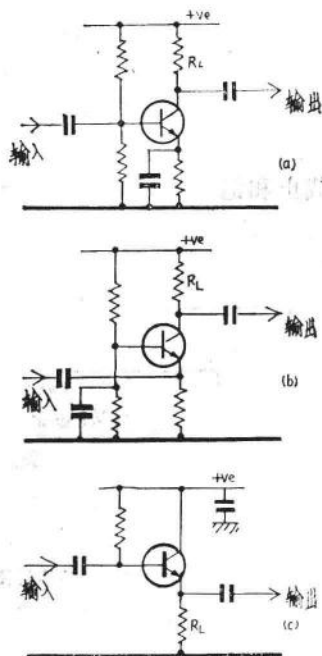
(a) 电流增益小于1, 但电压增益很高, 其输出和输入信号同相;

(b) 具有非常低的输入阻抗, h_{ib} 平均约为 50Ω , 并随负载电阻值的增大而增大;

(c) 高输出阻抗 ($100K-500K$), 并随信号源内阻增大而增大。

由于输入和输出阻抗之间存在着极大的差异, 在多级放大器的设计上自然受到很大的牵制, 但共基极放大器的低阻抗输入及其在高频下的工作特殊性能, 使得它们特别适用于射频放大器、混频器和振荡器。

由于电流增益几乎等于1, 所以电压增益 $A_v = V_{out}/V_{in} = R_L/R_s$ 。



(图1.3)

图1.3晶体管的三种联连方式。

(*) 共发射极; (b) 共基极——基极是信号的地电位, 输入信号加在发射极和地之间, 而输出信号取自集电极和地之间; (c) 共集电极 (射极跟随器)——由于集电极是信号的地电位, 输入信号是加在基极和地之间的, 而输出信号取自发射极和地之间。

和晶体管发射结两端连接所产生电流的 $1/10$ 。因此, 对输入信号所呈现的阻抗是它的标称值的10倍。一个电流增益为70、负载电阻为 300Ω 的射极跟随器, 其输入阻抗应为 $70 \times 300\Omega$ 即 $21K$ 。输出阻抗近似为 R_s/h_{fe} , 其中 R_s 是与上述发射极负载电阻并联的信号源内阻。

当使用上述同一个晶体管, 但信号由 $4.2K$ 的检波器负载电阻输入时, 其输出阻

共集电极方式 (射极跟随器) (图1.3c)

(a) 具有与共发射极类似的高电流增益, h_{fe} 在40—200范围内, 但电压增益稍小于1, 其输入和输出信号同相;

(b) 高输入阻抗, 在 $10K$ 到 $0.5M$ 范围内, 并随负载电阻和 h_{fe} 的增大而增大;

(c) 低输出阻抗, 当信号源的内阻接近 $1K$ 时, 其输出阻抗增大到 20 至 100Ω 范围内。

由于共集电极方式产生的输出电压与输入电压近似, 并且可以连接很小阻值的负载电阻, 所以在许多彩色电视机中, 广泛地应用射极跟随器作为缓冲器和阻抗匹配器。特别是用在: (a) 亮度检波器之后, 使负载电阻和第一放大级的输入电容隔离; (b) 基准振荡器和同步检波器之间; (c) 扫描发生器和推动级或输出级之间。在某些Saba电视机中, 采用射极跟随器使荫罩式显象管的阴极输入电容和亮度输出级的负载电阻隔离。

由于射极跟随器使用得非常广泛, 了解高输入阻抗产生的原因是很重要的。当发射极负载电阻没有旁路电容时, 输入信号 V_{in} 的变化在负载电阻两端产生一个变化相同、但稍小一点的电压, 其有效的发射结电压为 $V_{in} - V_e$ 。因此, 产生基极电流的是输入电压的一部分而不是 V_{in} 。若设 $V_{in} - V_e$ 仅为 V_{in} 的 0.1 倍, 那末它所产生的基极电流 I_b 也只有 V_{in} 直接

抗等于 $4200/70$ 即 60Ω ，通过与 300Ω 发射极电阻并联，最后减小到 50Ω 。

基本射极跟随器电路和典型的实用例子如图1.4所示。后者的正向偏压是通过分压器R1和R2的连接点提供的，并通过C1退耦，C1与检波器负载电阻R3的接地端连接。

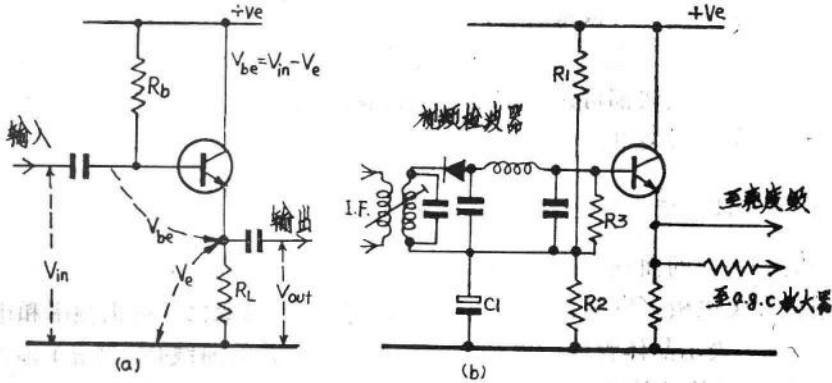


图1.4，(a)基本射极跟随器电路；(b)实用电路，由分压器R1和R2的连接点提供的正向偏压通过检波器负载R3加到晶体管基极上，去耦电容C1接在检波器和地之间。

用这种方式提供正向偏压避免了R1和R2与检波器负载并联。根据检波二极管的连接方式，它产生负输出信号。在有信号输入时，集电极电流减小，并在同步信号的顶端产生最小值，以控制agc（自动增益控制）放大器。

达林顿对管

晶体管对管可以在各种电路中使用，例如共发——共基中频放大器、门控噪声同步分离器agc或acc(自动色度控制)、信号矩阵变换和电子束限流等等。在彩色电视机中，越来越多地采用由两只晶体管组成的达林顿对管，特别是应用在第一亮度放大级中。由于这种组合对管的电流增益一般可以达到0.9995，所以它们也被称为超 α 对管，其共集电极方式也称为双射极跟随器。

两种电路如图1.5所示，(a)使用较广泛的射极跟随器方式；(b)共发射极方式。

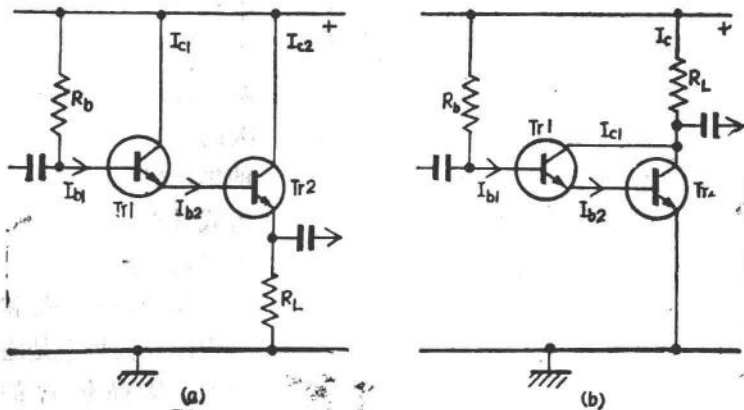


图1.5，超 α 对管或达林顿对管。(a)共集电极方式；(b)共发射极方式；在这两个例子中， Tr_1 管的发射极电流是 Tr_2 管的基极电流，因此总电流增益近似等于 $h_{f1} \times h_{f2}$ ， α 值几乎等于1，其典型值为0.9996。

两种电路的显著特点是：Tr1管的发射极电流是Tr2管的基极电流，因此 $I_{b2} = h_{fe} \times I_{b1} + I_{b10}$ 。总增益等它们各自增益值之积，对于每只增益 h_{fe} 均为50的对管，其总电流增益为2500。

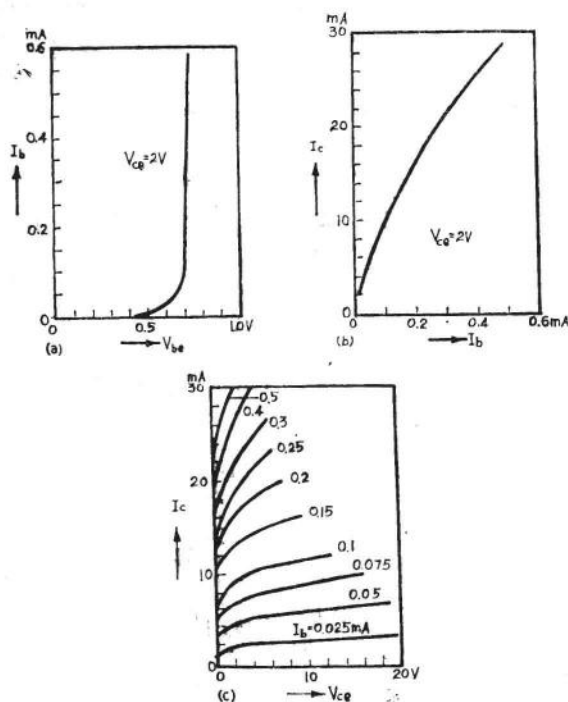
输入阻抗、特别是双射极跟随器的输入阻抗，是非常高的，因此Tr1管的正向偏压经常通过一个电阻和低压电源连接，为了保持高输入阻抗，一般不接到分压器上。

在实用中，两种接法都可以看作是一只具有高电流增益和高输入阻抗的晶体管，实际上，在一个简单的封装单元中可以得到各种不同的组合。

工作特性曲线

我们用各种不同的曲线来表示晶体管的工作特性，如最大额定电压、 I_c 的温度变化、基极/发射极和集电极/发射极之间的电容随所加电压的变化、截止频率和电流增益随 V_{ce} 的变化等等。表示晶体管实际性能的三种应用最广泛的曲线是：(a) 输入特性曲线 V_{be}/I_b ；(b) 传输特性曲线（电流增益） I_c/I_b ；(c) 输出特性曲线 V_{ce}/I_c 。

典型的npn型高频晶体管BF115的三种特性曲线如图1.6所示。



(图1.6)

图1.6，典型的npn型高频晶体管BF115的主要特性曲线，(a)， V_{ce} 为常数时的 V_{be}/I_b 输入特性曲线。它表明在没有达到发射结势垒之前，基极电流可以忽略不计。(b) V_{ce} 为常数时的 I_c/I_b 传输特性曲线（电流增益）。(c) I_b 值恒定时的 V_{ce}/I_c 输出特性曲线。

硅晶体管的输入特性曲线表明，当偏压超过其0.5—0.7V势垒时，它的发射结才导通。在导通之后， V_{be} 很小的变化，就可使 I_b 产生很大的变化，表明共发射级方式具有相当小的输入阻抗。由于 I_c 受 I_b 控制，在晶体管工作时， V_{be} 一定要超过它的势垒。

传输特性曲线显示了整个曲线有较好的线性关系，当集电极电流较大时，线性关系进一步得到改善。而输出特性曲线表明（特别是基极电流较小时），很大的集电极电压变化仅能产生很小的集电极电流变化，可知共发射极方式具有相当高的输出阻抗。

热效应

晶体管集电极和发射极之间的漏电流及其势垒是随温度变化而变化的。锗晶体管的漏电流随温度每升高 8°C 增加一倍；而硅晶体管的漏电流随温度每升高 5°C 增加

一倍。但是,由于硅管的漏电流仅仅是同样的锗管的1%,采用硅管对电路设计是很有益的。不过为防止过大的功率损耗和避免热击穿,大功率管的偏压稳定和电流限制电路以及散热问题是非常重要的。

h参数

用数值表示晶体管参数的方法得到了广泛地应用, h参数因具有混合特性, 也称为混合参数, 并用欧姆、比值和导纳等表示如下:

h_{ie} , 输出短路时的输入阻抗 ($=V_{in}/I_{in}$)。

h_{re} , 输入开路时的电压反馈系数, 即一部分输出电压以相反的相位反馈到输入信号中 ($=V_{in}/V_o$)。

h_{fe} , 输出短路时的电流增益, ($=I_{out}/I_{in}$)。

h_{oe} , 输入开路时的输出导纳 ($=I_{out}/V_{in}$), 以西门子(S)为单位, 更经常用 μS 计量。

由于导纳是阻抗的倒数, 所以输出阻抗为50K的晶体管的输出导纳为20 μS 。

在h符号上所加的第二个下标字母(b、c或e)用来表示晶体管的工作方式。 h_{fe} 表示晶体管共发射极方式的电流增益, 而 h_{ie} 表示晶体管共集电极方式的输入阻抗。

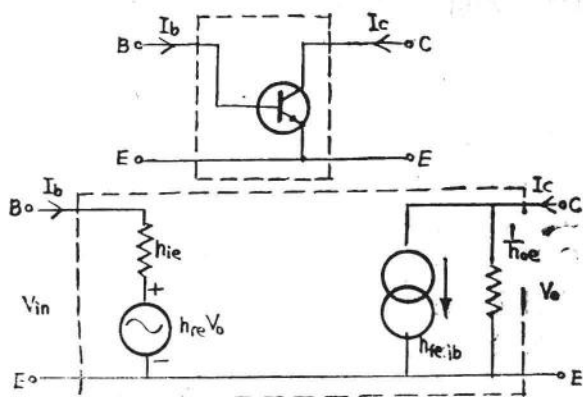
图1.7表示的是共发射极晶体管的“黑盒”, 输入电路由输入阻抗 h_{ie} 和与它串联的电压源组成, 这个电压源是由输出电压的一部分以相反的相位反馈到输入信号中产生的。

恒流源产生 h_{fe} 倍的输入电流, 其电阻用 $1/h_{oe}$ 输出阻抗, 即晶体管输出导纳的倒数来表示。

稳定性

几乎在所有的应用中, 放大信号的晶体管的正向偏压都是由跨接于电源和地之间的分压器提供的, 以便克服热漂移现象而使工作状态稳定。如果发射极电流因环境温度升高趋于增加, 在它的发射极电阻两端将产生一个相应的电压增量, 但分压器连接点电压基本上保持恒定, 所以发射结上净偏压减小。组成分压器的电阻越小, V_{be} 稳定性就越显著, 稳定度因数也就越好。

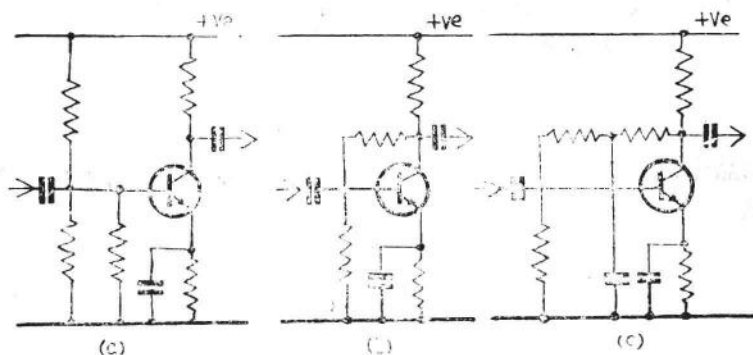
在分压器下面的电阻上并联一个小热敏电阻, 可以使稳定性进一步得到改善。当环境温度升高时, 热敏电阻的阻值下降, 使 V_{be} 减小, 从而保持了一个近似恒定的静态 I_c 。这种方法广泛地用于伴音和场输出级电路中。在这些电路中, 温度的变化和影响最为显著(图1.8a)。由集电极代



(1.7)

图1.7, 共发射极方式的h参数“黑盒”的等效电路。

替电源提供基极电流 I_b ，也能使晶体管的工作稳定（图1.8b）。



（图1.8）

图1.8，基本的稳定方法：（a）用一个负温度系数的电阻（热敏电阻）并联在分压器下面的电阻两端；（b）由集电极提供正向偏压；（c）除了使用两个电阻外，和（b）类似，为了消除信号的负反馈，旁路电容由两个电阻的连接点接地。

当某种原因使集电极电流升高时，集电极负载电阻两端电压降增大，因而集电极提供的正向偏压相应地减小，使工作点恢复原状。

电路的这种简单的变动，引进了直流和交流两种负反馈。但若在集电极和基极间的两个串联电阻连接点上接一个旁路电容（它对信号的最低频率呈低阻抗），就可以避免交流负反馈（图1.8c）。

晶体管的保护电路

除了特殊放大级，如同步分离器、脉冲放大器、同步选通和键控 a g c 检波器等（这些电路仅瞬间被脉冲导通）以外，晶体管的发射结总是正向偏置的，集电结总是反向偏置的（饱和时除外）。然而，把一个大幅度的负脉冲加到 npn 型晶体管的集电极上时，就可以使它的集电结正向偏置。虽然这样对集电结并没有什么损害，但能使发射结的反向偏压超过它的最大反向额定电压值。

在回扫期间，正常的集电极正电压极性突然改变，就会使行输出晶体管的集电结正向偏置。但发射结被激励变压器的低阻抗次级旁路，相当于并联了一个低阻值的电阻。

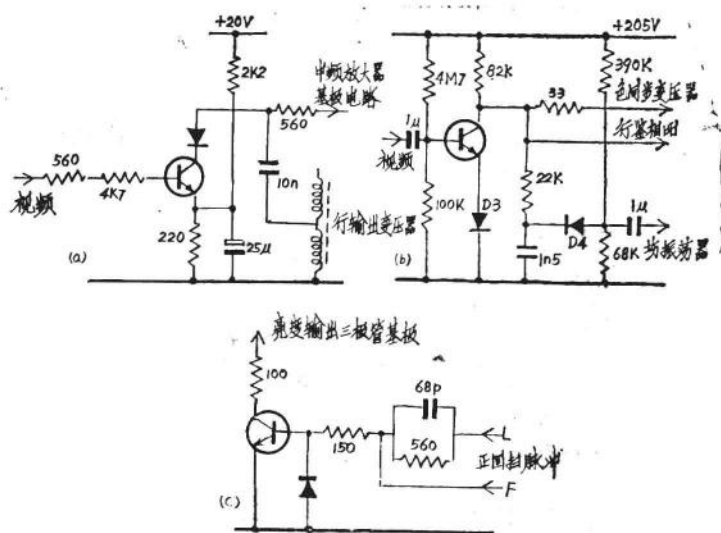
因为“导通”脉冲过大，或电路发生故障，加到基极上的负脉冲或加到发射极上的正脉冲也可能超过最大的反向发射结电压而使晶体管损坏。

在接行输出变压器低压绕组的键控 a g c 放大器的集电极上，通常串接一只保护二极管，其作用是：（a）在行消隐期间保证正脉冲使晶体管导通；（b）阻止负脉冲（图1.9a）。

某些同步分离器和脉冲放大器，特别由高压电源供电时，经常在发射极和地之间串联一只保护二极管。在同步脉冲期间，晶体管饱和，二极管只相当于一个低阻值电阻，其影响可以忽略；但在图象期间晶体管截止时，负 V_b 将加到发射结和此时反向偏置的二极管上，因反向偏置的二极管阻抗比发射结的阻抗大得多，所以绝大部分的反向电压都加到二极管上，只有一小部分电压加到发射结上（图1.9b）。

在三洋 (Sanyo) 电视机中, 行和场的消隐是通过一只 npn 型晶体管实现的, 它与一个 100Ω 电阻串联后并联在亮度输出晶体管的基极输入电路上。在图象期间, 晶体管截止对电路没有影响。但是, 当它被正回扫脉冲饱和时, 就会使亮度输出晶体管的输入信号和正向偏压短路, 于是亮度输出晶体管的 V_b 、即荫罩显象管的阴极电位升高, 从而使电子束电流截止。

并联在消隐晶体管发射结两端的保护二极管被正脉冲反向偏置, 它限制了可能损坏晶体管的负脉冲的幅度。



(图1.9)

图1.9, 二极管晶体管保护电路。

(a) 在一个键控放大器或发生器的集电极电路中串联一支二极管, 使晶体管仅在负脉冲时截止, 并防止负脉冲使集电结正向偏置, 以及发射结反向偏置; (b) 用一只与发射极串联的二极管保护同步分离器的发射结, 在图象期间晶体管截止时, 二极管也截止, 并具有高反向阻抗, 因而产生的反向 V_b 电压大部分加在二极管两端, 仅有很小一部分加到发射结上; (c) 限制消隐晶体管基极上的正回扫脉冲的负幅度 (三洋)。

晶体管的电压

晶体管作为放大器时, 通常加有一定程度的正向偏压, 以便得到最佳的增益和最小的失真, 也就是允许集电极的电压由静态值沿两个方向线性增减, 但不产生峰值的削幅或限幅。实际上, 硅管发射结上的平均压降为 $0.5-0.7V$, 而锗管约为 $0.2-0.3V$ 。

按照晶体管的类型和电源的极性, 可以把晶体管的发射极或集电极接地。当前, 在大多数的彩色电视机中, 正的低压和高压电源是标准化的, 因此目前普遍采用的 npn 型管的发射极是接负地的。

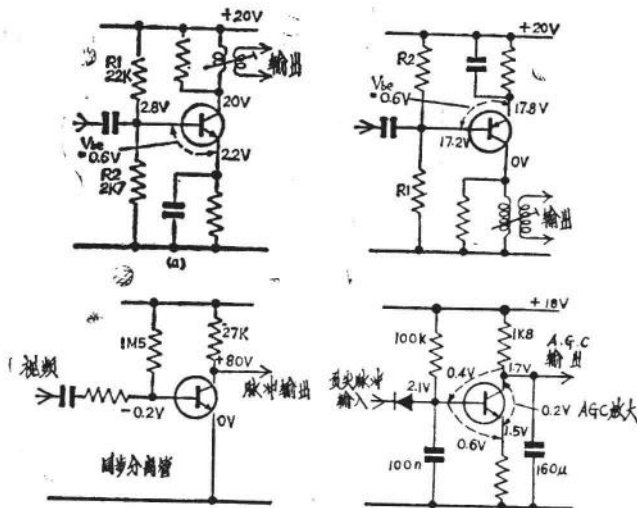
正常放大器的基极电位只比发射极电位高零点几伏, 而集电极电压至少要高几伏。

另一方面，在某些日本电视机中使用pnp管，它的 V_{ce} 是最高工作电压， V_{be} 比它稍小一点，而 V_e 为零电位或相当小。

图1.10表示了上述的不同之处，其中(a)和(b)是类似的中频放大级，所不同的是前者采用npn晶体管，而后者采用同样特性的pnp晶体管，通过调换偏压电阻R1和R2的位置，可以得到相同的 V_{be} 和 V_{ce} 。然而，将npn晶体管的基极短路到地时，仅仅消除它的正向偏压；而将pnp晶体管基极短路到地时，实际上是把全部电源电压加到它的发射结两端，因此，几乎肯定会使它损坏。我们在检查接到正低压或高压电源上的pnp型晶体管发射极电压时，一定要避免上述情况发生。

在图象期间，同步分离器被自身产生的反向偏压截止，这时检测到的集电极平均电压很高，而基极则只存在很小的负电压（图1.10c）。

另一方面，某些agc放大器或发生器，在没有输入信号或输入信号微弱时，将处于饱和状态，其 V_{ce} 很小，并且 V_{be} 高于集电极和发射极的电位（图1.10d）。



(图1.10)

图1.10，晶体管电压：

(a) 集电极接正低压电源的npn型晶体管中频放大器；(b)是和(a)类似的放大器，但使用的是特性相同的pnp型晶体管，调换偏压电阻的位置可以产生同样的0.6V和17.8V的 V_{be} 和 V_{ce} 电压；(c)典型的npn型同步分离器，其反向偏压平均为-0.2V，除脉冲期间外，它保持截止状态；(d)在没有信号时，饱和的agc放大器的基极对集电极和发射极都为正电位， $V_{ce}(sat) = V_c - V_e$ 即0.2V。

以同样周期交替截止和饱和的双稳态振荡器的集电极平均电压大约为 $\frac{1}{2} V_{ce}$ ，这个电压也证明了此电路工作正常。当双稳态振荡器停振时，一只晶体管的集电极电压接近 V_{ce} ，而另一只晶体管的集电极电压只稍高于地电位。

尽管所测量的电压只是平均值，但在每一行或场周期内，瞬时值的变化是非常大的，平均值很好地反映了晶体管被激励到什么程度。如果测量仪表的内阻（或高频条件下的电容）不破坏电路的真实值，那末在规定数值发生明显变化时，就表示存在着某种故障。