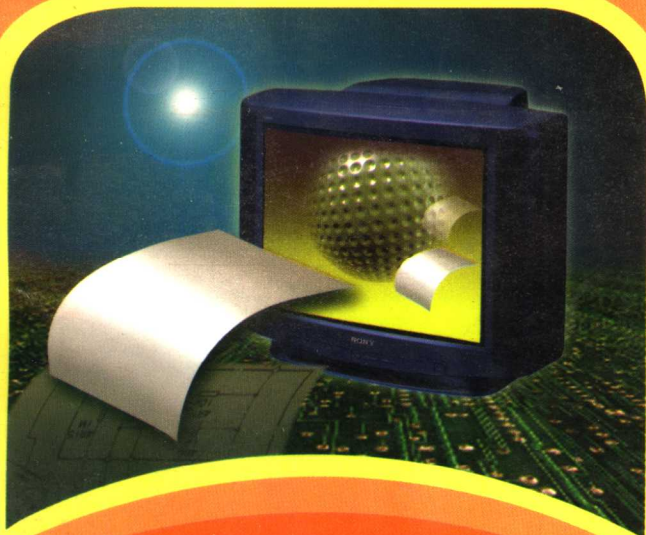


无线电爱好者丛书

# 怎样看电视机电路图

(修订本)

赵忠卫 编著



5081

人民邮电出版社

无线电爱好者丛书

# 怎样看电视机电路图(修订本)

赵忠卫 编著

人民邮电出版社

## 内 容 提 要

随着人民物质文化生活水平的提高,电视机的品种日益增多。电视机修理人员除需要熟练地掌握修理技术外,还应进一步掌握对电视机电路的读图方法,以便举一反三。

本书主要介绍读识电视机电路图的方法,内容包括直流等效电路分析法、交流等效电路分析法、电路的时间常数分析法、电路的频率特性分析法、电路的动态分析法、整机电路读识方法等。可供电视机修理员和比较熟练的无线电爱好者阅读。

### 无线电爱好者丛书 怎样看电视机电路图(修订本)

---

◆ 编 著 赵忠卫

责任编辑 胡美霞 孙中臣

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京崇文区夕照寺街14号

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 1/32

印张:6.5

字数:144千字 插页:1 1998年5月第2版

印数:738 101-746 100册 1998年12月北京第14次印刷

ISBN 7-115-07145-4/TN·1373

---

定价:9.00元

# 中国电子学会

## 《无线电爱好者丛书》编委会

|        |     |     |     |
|--------|-----|-----|-----|
| 主 任:   | 牛田佳 |     |     |
| 副 主 任: | 宁云鹤 | 李树岭 |     |
| 编 委:   | 刘宪坤 | 王明臣 | 刘 诚 |
|        | 孙中臣 | 安永成 | 郑凤翼 |
|        | 聂元铭 | 郑春迎 | 孙景琪 |
|        | 寇国华 | 蔡仁明 | 陈有卿 |
|        | 陈国华 | 徐士毅 | 于世均 |
|        | 王锡江 | 张兰芬 | 张国峰 |
| 执行编委:  | 李树岭 | 刘宪坤 | 孙中臣 |

# 《无线电爱好者丛书》

## 前 言

众所周知,迅速发展着的无线电电子技术,是一门应用十分广泛的现代科学技术。它的发展水平和普及程度是现代化水平的重要标志。为了普及电子技术知识,培养更多的无线电爱好者,适应现代化建设的需要,中国电子学会和人民邮电出版社约请有关专家编写了这套《无线电爱好者丛书》。

本丛书从无线电爱好者的实际条件出发,按照理论联系实际的指导思想,深入细致地讲述各种无线电元器件和常用电子电路的原理;介绍各种家用电器、电子设备(如收音机、扩音机、录音机、电视机、录像机、电子计算机、计算器、复印机、电子相机、常用电子仪器仪表、电子钟表、电冰箱、空调器、洗衣机、吸尘器、电风扇、电热器具等)的工作原理、制作技术、使用和维修方法,为无线电爱好者提供所需的各种技术资料及有关工具书,使读者通过阅读本丛书和不断动手实践,能逐步掌握应用电子技术的基本技能。本丛书的读者对象是各行各业的广大无线电爱好者。

我们衷心希望广大电子科学技术工作者、专家、学者和无线电爱好者,对这套丛书的编辑出版工作提出宝贵意见,给予帮助。让我们共同努力,为普及无线电电子技术,为实现我国现代化做出贡献。

# 目 录

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 引言                             | 1  |
| 第一章 直流等效电路分析法                  | 3  |
| 一、直流等效电路的绘制方法                  | 3  |
| 二、直流等效电路的分析与计算                 | 4  |
| 1. 简单偏置电路                      | 7  |
| 2. 电流负反馈简单偏置电路                 | 9  |
| 3. 电压负反馈偏置电路                   | 13 |
| 4. 电压电流复合负反馈偏置电路               | 15 |
| 5. 电流负反馈分压偏置电路                 | 15 |
| 6. 复合反馈分压偏置电路                  | 18 |
| 三、直流等效电路分析法的应用举例               | 19 |
| 1. 金星牌 C49-312 彩色电视 Y'放大电路分析   | 19 |
| 2. 索尼(sony)-122 CH 电视机图像中放通道分析 | 26 |
| 3. 友谊 jD 16 电视机场放大电路分析         | 31 |
| 第二章 交流等效电路分析法                  | 37 |
| 一、交流等效电路的绘制方法                  | 37 |
| 二、交流等效电路分析法的应用举例               | 42 |
| 1. 电视机中频放大器分析                  | 42 |
| 2. 日立 CTP-216 高频头本振电路分析        | 44 |
| 第三章 电路的时间常数分析法                 | 51 |
| 一、电路时间常数的概念                    | 51 |
| 1. 无信号源的单电容多回路电路               | 54 |

|                                  |           |
|----------------------------------|-----------|
| 2. 无信号源的单电感多回路电路 .....           | 55        |
| 3. 具有恒压源的单电容多回路电路 .....          | 55        |
| 4. 具有恒压源的单电感多回路电路 .....          | 56        |
| 5. 具有恒流源的单电容多回路电路 .....          | 56        |
| 6. 具有恒流源的单电感多回路电路 .....          | 57        |
| 二、信号通过单时间常数电路时的情况 .....          | 58        |
| 1. 信号通过微分电路 .....                | 58        |
| 2. 信号通过耦合电路 .....                | 60        |
| 3. 信号通过积分电路 .....                | 61        |
| 三、信号通过双时间常数电路时的情况 .....          | 62        |
| 1. 信号通过双时间常数 RC 积分电路 .....       | 63        |
| 2. 信号通过峰值检波电路 .....              | 65        |
| 3. 信号通过箝位电路 .....                | 67        |
| <b>第四章 电路的频率特性分析法 .....</b>      | <b>70</b> |
| 一、由 L、C 组成的二端网络的频率特性分析方法 .....   | 70        |
| 1. 单元件电抗二端网络 .....               | 70        |
| 2. 双元件电抗二端网络 .....               | 71        |
| 3. 多元件电抗二端网络 .....               | 76        |
| 4. 二端电抗网络应用举例 .....              | 76        |
| 二、由 R、C、L 组成的四端网络的频率特性分析方法 ..... | 83        |
| 1. 滤波器概述 .....                   | 84        |
| 2. K 式滤波器的分析 .....               | 87        |
| 3. m 式滤波器的分析 .....               | 93        |
| 4. 频率吸收回路分析 .....                | 95        |
| 5. 四端网络的图解分析方法 .....             | 105       |
| 三、阻容耦合放大器的频率特性分析方法 .....         | 109       |
| 四、选频放大器电路的频率特性分析方法 .....         | 113       |

|                                             |     |
|---------------------------------------------|-----|
| 1. 单调谐选频放大器的分析 .....                        | 114 |
| 2. 双调谐选频放大器的分析 .....                        | 118 |
| 五、直流耦合放大器的频率特性分析方法 .....                    | 123 |
| 六、LC 振荡电路的频率估算方法 .....                      | 123 |
| <b>第五章 电路的动态分析法</b> .....                   | 125 |
| 一、电路动态分析法的基本思路 .....                        | 126 |
| 二、分析电路系统时有关问题的处理方法 .....                    | 127 |
| 1. 输入信号的理想化处理 .....                         | 127 |
| 2. 信号的分割 .....                              | 129 |
| 3. 电路的分割 .....                              | 130 |
| 4. 等效代换 .....                               | 133 |
| 5. 闭环电路的处理 .....                            | 134 |
| 三、电路动态分析法的应用举例 .....                        | 134 |
| 1. 输入波形的处理 .....                            | 134 |
| 2. 对电路进行分割 .....                            | 135 |
| 3. 分析分割后的各局部电路的工作过程 .....                   | 137 |
| 4. 整体分析 .....                               | 142 |
| <b>第六章 整机电路识读方法</b> .....                   | 143 |
| 一、分析整机电路的基本步骤 .....                         | 143 |
| 1. 浏览全图 .....                               | 143 |
| 2. 建立整机方框图 .....                            | 144 |
| 3. 分析疑难 .....                               | 146 |
| 4. 验证结论 .....                               | 153 |
| 二、分析实例 .....                                | 154 |
| 1. 波兰 LIBRA203 型 24 英寸电视机高频头 VHF 部分电路 ..... | 154 |
| 2. 日立 CTP-216 彩色电视机开关稳压电源电路 .....           | 175 |

# 引 言

能否正确识读和分析电路是电视机修理技术人员能否迅速排除故障的关键。识读和分析电路的快慢也反映了一个修理员基础知识、专业知识掌握的程度。一般来说,掌握的基础知识、专业知识的面越广、程度越深,则识读电路的速度就越快,对电路各部分工作原理的分析就越透,对各元件作用的判别也准确,也就能很快找到故障所在。

虽然识读电路的快慢与一个人所掌握的知识面及专业知识的程度有关,但如果能掌握一些识读电路的方法和技巧,对分析电路是有帮助的。

识读电视机电路图的基本过程,可以归纳成如下四句话:

原理心中藏,  
方框贯全图;  
图中疑难处,  
“等效”才清楚。

所谓“原理心中藏”,就是说要学习和掌握被分析系统的基本工作原理,以便在分析各个具体电路时应用。

所谓“方框贯全图”,就是把所要分析的原理图,按照其中各部分电路的功能画出方框图。这对电路图来说是进行了一次简化,而对被分析系统的认识来说却是一次深化。它对我们弄清原理图中各级之间的相互联系以及信号在电路中的来龙去脉是非常有益的。

看不懂某部分电路图,不外乎两种情况:一种是对该电路在

该处的作用不清楚。也就是说,不知道该电路的输入、输出信号的状况。如果知道了它的输入、输出信号,就容易推断出该电路的作用了。例如一旦知道其输入、输出信号的形状一样,只是幅度不同,那么这电路不是放大电路就是衰减电路;如果输入是正弦波,而输出应是梯形波,则该电路一定是波形整形、限幅电路……。

画出整机的方框图后,就不难判断出各级电路的输入、输出信号的种类了。

另一种情况是已知该电路在整机中的作用,但不知道该电路是怎样起这一作用的。这原因多是由于对基本电路不很熟悉,或具体电路中附加元件较多,电路某些方面有点“变形”所致。遇到这种情况时,最好的办法是将电路简化,并画出其交流及直流等效电路,然后再来分析。

经常用来分析电路的方法不外下列几种:

- (1) 直流等效电路分析法;
- (2) 交流等效电路分析法;
- (3) 电路的动态分析法;
- (4) 电路的频率特性分析法;
- (5) 电路的时间常数分析法。

当然,上述几种方法的运用,还必须建立在熟悉晶体管基本电路(例如放大电路、振荡电路、开关电路、波形变换电路……)的基础之上。

# 第一章 直流等效电路分析法

所谓直流等效电路分析法,就是对被分析电路的直流系统进行单独分析的一种方法。在进行这种分析的时候,完全不考虑电路对输入信号的处理功能。只考虑电路在加接电源以后,由电源电压直接引起的电路中静态直流电流、电压以及它们之间的相互关系。

采用直流等效电路分析法所要达到的目的有以下五个:

- (1) 了解被分析电路的直流系统。
- (2) 知道晶体管静态工作点,掌握其静态工作状态和偏置性质。
- (3) 弄清级与级之间的耦合方式。
- (4) 计算某些关键点的静态工作电压。
- (5) 分析电路中有关元件,特别是电阻、二极管等在电路中的作用。

达到了上述五个目的以后,就为电路的动态分析打下了基础。

## 一、直流等效电路的绘制方法

分析电路直流系统的具体方法是绘制直流等效电路。绘制时可按以下四个原则进行。

- (1) 电容器一律看作开路。因为电容器对直流来说,其阻抗

为无穷大。

(2) 能忽略直流电阻的电感一律看作短路;不能忽略电阻成分的电感等效成电阻。

(3) 取降压退耦后的电压作为等效电路的供电电压。

(4) 把反偏状态的二极管看成开路。

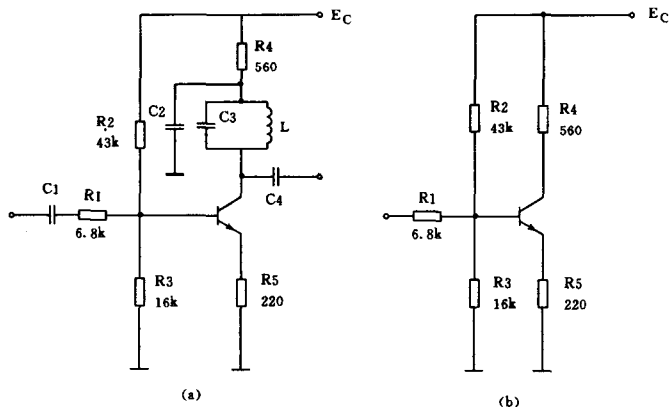


图 1-1 LC 选频放大器

例如图 1-1(a)是 LC 选频放大器的实际电路。根据上述四个绘制直流等效电路的原则,把  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$ 、 $C_4$  看作开路,把  $L$  看成短路,则电路就变成了如图 1-1(b)所示那样。这就是图(a)的直流等效电路。

## 二、直流等效电路的分析与计算

电路的直流系统与晶体管的直流偏置有着直接的联系,因此在分析电路的直流系统时,应把重点放在晶体管的偏置电路

上。

晶体管静态时的偏置性质、工作状态以及电路属性大致可归纳成表 1-1 所示。

表 1-1 晶体管偏置与电路性质的大致关系

| 偏置性质 | 静态时工作状态 | 电路性质              |
|------|---------|-------------------|
| 无偏置  | 乙类      | 多数为脉冲处理电路         |
| 反偏置  | 丙类      | 脉冲或直流处理电路         |
| 正向偏置 | 甲类、甲乙类  | 多数属放大电路,少数属脉冲处理电路 |

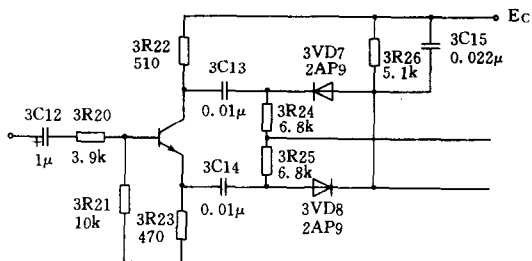


图 1-2 无偏置电路

无偏置就是在静态时晶体管基极不加直流电压的晶体管电路,如图 1-2 所示。由于静态时晶体管不加直流偏置电压,其基极回路中就无电流产生,因此在静态时晶体管是截止的,在其它电极的回路中也就不会有电流产生。对于这种电路,静态时不必作什么计算。

所谓反偏置,就是静态时晶体管 b-e 间加有反向偏置电压(对 PNP 管来说基极为正压,对 NPN 管来说基极是负压)的晶体管电路。图 1-3 就是这种电路。这里由于  $3R_{12}$ 、 $3R_{10}$  的分压,

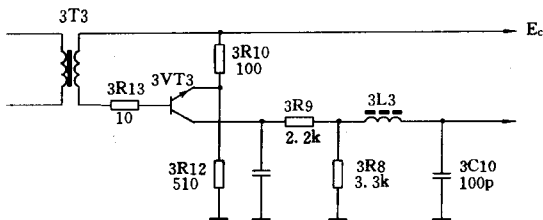


图 1-3 反偏置电路

在  $3R_{10}$  上有一压降, 它使  $3VT_3$  的基极为正, 发射极为负。就是说, 静态时晶体管  $b-e$  的 PN 结处于反偏, 因此晶体管处于截止状态, 其基极回路无电流, 其它电极回路中也无电流产生。在这种电路中, 所要研讨的是晶体管的反偏程度, 以了解动态时晶体管在多大输入信号时才能从截止变为导通。

在图 1-3 中可以看出, 只要求出发射极电压  $U_e$ , 就可知道晶体管  $3VT_3$  的反偏大小。已知  $E_c$  为正 12V,

$$U_e = \frac{3R_{12}}{3R_{12} + 3R_{10}} \cdot E_c = \frac{510}{510 + 100} \times 12 = 10.03 \approx 10V$$

由于  $3VT_3$  反偏, 基极无电流, 在  $3R_{13}$  及  $3T_3$  上无直流压降, 因此基极电压等于电源电压  $E_c$  为正 12V。根据求得的发射极电压可知,  $3VT_3$  的  $b-e$  PN 结反偏为  $12 - 10 = 2V$ 。如果  $3VT_3$  为硅管, 那么输入信号只有大于 2.7V 以后,  $3VT_3$  才能从截止变成导通而进入动态。如果  $3VT_3$  为锗管, 则输入信号必须大于 2.2V。

正向偏置, 就是指在静态时晶体管基极与发射极间加有使发射结为正偏的直流电压。由于各种电路所担负的使命不相同, 因此对晶体管所施加的正向偏置的程度也不相同。在电视机电路中, 晶体管偏置型式有很多种。下面分别介绍采用不同偏置型

式的电路静态工作点的计算方法。

## 1. 简单偏置电路

简单偏置的基本型式如图 1-4 所示。图 1-5(a)所示电路就是一种简单偏置的实际电路。这个电路的直流等效电路如图 1-5(b)所示。

对于图 1-4 所示的简单偏置电路,当集电极电源电压  $E_c$ 、集电极负载电阻  $R_c$ 、基极电阻  $R_{b1}$ 、晶体管的  $\beta$  被确定以后,放大器的静态工作点完全可以通过简单计算来求得。

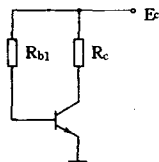


图 1-4 简单偏置的基本型式

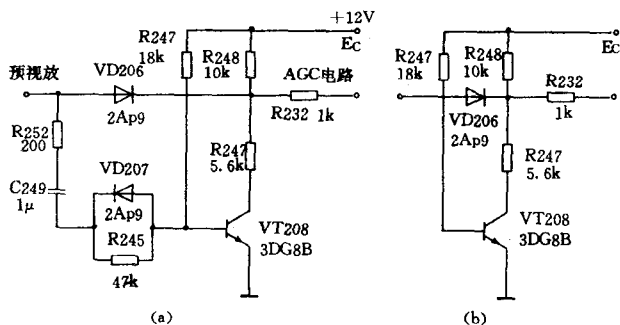


图 1-5 简单偏置的实际电路(飞跃 9DS4 抑噪电路)

晶体管的静态工作点由静态基极电流  $I_{b0}$ 、集电极电流  $I_{c0}$ 、集电极电压  $U_{c0}$ 、发射极电压  $U_{e0}$  决定。由于简单偏置电路的晶体管发射极没有接直流负反馈电阻,因此  $U_{e0}=0$ 。留下的  $I_{b0}$ 、 $I_{c0}$ 、 $U_{c0}$  可由下面一组公式求得:

$$I_{b0} = \frac{E_c - U_{be0}}{R_{b1}} \quad (1-1)$$

式中： $U_{be0}$ 为晶体管 b-e 导通时的结降压，硅管为 0.7V 左右，锗管为 0.2V 左右。

$$I_{c0} = \beta I_{b0} \quad (1-2)$$

$$U_{c0} = E_c - I_{c0} \cdot R_c \quad (1-3)$$

为了知道静态时晶体管处在什么状态，在具体计算  $I_{b0}$ 、 $I_{c0}$ 、 $U_{c0}$  以前，应先求出该晶体管电路可能发生的最大或晶体管饱和时的集电极电流  $I'_{cm}$ 。

$$I'_{cm} = \frac{E_c - U_{ces}}{R_c} \quad (1-4)$$

式中： $U_{ces}$ 为晶体管 c-e 饱和压降，可从晶体管手册中查得。

求出该晶体管饱和时的集电极电流  $I'_{cm}$  后，再求  $I_{b0}$ 、 $I_{c0}$ 、 $U_{c0}$  这三个参数。如果被分析的电路是采用电阻作集电极负载的，只要取其中的  $I_{c0}$  与  $I'_{cm}$  作比较，便可知道静态时晶体管的工作状态。对比结果，不外乎有下面几种情况：

(1)  $I_{c0} < \frac{1}{10} I'_{cm}$ ：说明晶体管处于微微导通状态。对于采用电阻作集电极负载的电路来说，静态工作状态属甲乙类。

(2)  $I_{c0} \approx \frac{1}{2} I'_{cm}$ ：说明晶体管处于良好导通状态，静态工作状态属甲类。

(3)  $I_{c0} \approx I'_{cm}$ ：说明晶体管处于饱和导通状态。

(4)  $I_{c0} > I'_{cm}$ ：说明晶体管处于深度饱和导通状态。必须注意，这里的  $I_{c0}$  是根据  $I_{b0}$  计算获得的。但晶体管进入饱和导通后， $I_{c0} = \beta I_{b0}$  就不再成立，因此实际上  $I_{c0}$  是不会大于  $I'_{cm}$  的。这里只是利用  $I_{b0}$  与  $\beta$  的乘积结果来定性地说明晶体管的工作状态。

图 1-5 所示电路的晶体管采用 3DG8B 蓝点硅管，故  $\beta$  值约为 100。根据其电路中元件参数，求得  $I'_{cm}$ 、 $I_{b0}$ 、 $U_{c0}$  如下：

$$I'_{cm} = \frac{E_c - U_{ces}}{R_c} = \frac{12 - 0.3}{10 \times 10^3 + 5.6 \times 10^3} = \frac{11.7}{15.6 \times 10^3} \\ = 0.75 \text{mA}$$

$$I_{b0} = \frac{E_c - U_{be0}}{R_{b1}} = \frac{12 - 0.7}{18 \times 10^3} = \frac{11.3}{18 \times 10^3} \approx 0.63 \text{mA}$$

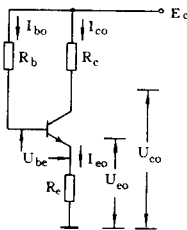
$$I_{c0} = \beta \cdot I_{b0} = 100 \times 0.63 \times 10^{-3} = 63 \text{mA}$$

从计算结果中可以看到： $I_{c0} \gg I'_{cm}$ ，这说明图 1-5 电路静态时其晶体管处于深度饱和状态。

对于采用 LC 回路作集电极负载的电路，由于电感 L 的直流电阻通常小到可以被忽略，因此利用式 (1-4) 求得的饱和集电极电流  $I'_{cm}$  就很大，这样就不能采用  $I_{c0}$  与  $I'_{cm}$  相比来确定晶体管静态时的工作状态。不过在电视机中采用 LC 回路作集电极负载的电路属选频放大电路，而选频放大电路的直流工作点通常大都选择在交流负载线（交流动态范围）的中点，因此其工作状态绝大多数是甲类。

## 2. 电流负反馈简单偏置电路

电流负反馈简单偏置电路的典型型式如图 1-6 所示。其静态时工作点的求解公式如下：



$$I_{c0} = \frac{E_c - U_{be}}{\frac{R_b}{\beta} + R_e} \quad (1-5)$$

$$U_{c0} = E_c - I_{c0} R_e \quad (1-6)$$

$$I_{b0} = \frac{I_{c0}}{\beta} \quad (1-7)$$

$$U_{e0} \approx I_{c0} R_e \quad (1-8)$$

图 1-6 电流负反馈简单偏置电路

通过上述这组公式求得晶体管有关电流电压的静态参数以后，如