

# 电视机电源及开关电源

程新生 编著

电子工业出版社

## 内 容 简 介

本书讨论在电视机中使用的电源。着重介绍近年来在黑白、彩色电视机中出现的新型稳压电源,尤其是开关型稳压电源与集成稳压电源原理、故障与检修。全书共分七章,即电视机稳压电源;电视机电源电路分析;开关稳压电源;电视机可控硅稳压电源;集成稳压电源;恒压变压器以及稳压电源的故障维修。

本书内容新颖、叙述具体,可供从事电视工作的工程技术人员及广大维修者和电子爱好者阅读。

## 电视机电源及开关电源

程新生 编著

\*

电子工业出版社出版

(北京市万寿路)

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

1986年2月第一版 开本: 787×1092 1/16

1986年2月第一次印刷 印张: 17 插页: 1

印数: 0001—30100 字数: 435千

统一书号: 15290·244

定价: 3.60元

# 目 录

<b>第一章 电视接收机稳压电源</b> .....	1
第一节 稳压电源在电视机中的作用与重要性.....	1
第二节 几种类型的整流电路.....	3
第三节 简单的稳压电路.....	14
第四节 串联型晶体管稳压电路.....	19
第五节 串联型稳压电源的性能分析及其改进方法.....	24
第六节 稳压电源中过电流、过电压保护电路.....	36
第七节 串联型稳压电源的调整与指标测试.....	42
<b>第二章 电视机电源电路分析</b> .....	49
第一节 金星 B31-1 型黑白电视机稳压电源.....	49
第二节 牡丹 31H1 型黑白电视机稳压电源.....	50
第三节 飞跃 40D2 型黑白电视机稳压电源.....	52
第四节 上海 J147-1 型电视机稳压电路.....	53
第五节 台湾 VOVO 型电视机稳压电源.....	55
第六节 索尼 TV-122CH 型黑白电视机稳压电源.....	56
第七节 松下 TR-602D 型黑白电视机稳压电源.....	58
第八节 三洋 12-T280U1 型黑白电视机稳压电源.....	59
第九节 罗马尼亚 224 型黑白电视接收机稳压电源.....	60
第十节 波兰 (NEPTUN) 625 型黑白电视机稳压电源.....	63
第十一节 日电 20P31·2D2(D) 型黑白电视机电源电路.....	68
第十二节 东芝 CT7(X-53P) 型彩色电视机稳压电源.....	70
第十三节 德律风根 2088 型彩色电视机稳压电源.....	73
第十四节 Hitachi 110° 型彩色电视机稳压电源.....	76
<b>第三章 开关型稳压电源</b> .....	79
第一节 概述.....	79
第二节 开关电源输出电路的工作原理.....	82
第三节 底板不带电 12 英寸黑白电视机开关稳压电源.....	92
第四节 黑白电视机的高压开关稳压电源.....	96
第五节 北京 847 型黑白电视机开关稳压电源.....	99
第六节 天津牌黑白电视机开关稳压电源.....	101
第七节 联合设计开关稳压电源.....	104
第八节 861 型黑白电视机低压开关稳压电源.....	107
第九节 匈牙利 TA5301 型电视机泵电源电路.....	109

第十节	日立 CTP-216D 型彩色电视机开关稳压电源 .....	114
第十一节	金星 C37-401 型彩色电视机开关稳压电源 .....	123
第十二节	北京 838A 型彩色电视机开关稳压电源 .....	129
第十三节	北京 839 型彩色电视机开关稳压电源 .....	133
第十四节	牡丹 TC-483D 型彩色电视机开关电源 .....	135
第十五节	索尼 KV-1400CH 型彩色电视机开关稳压电源 .....	138
第十六节	丰泽 (ITT)CVC 20/2 型彩色电视机开关稳压电源 .....	143
第十七节	飞利浦 KT3 彩色电视机开关稳压电源 .....	150
第十八节	夏普 C-2010DK 型彩色电视机开关稳压电源 .....	151
第十九节	TCE9000 型彩色电视机开关稳压电源 .....	155
<b>第四章</b>	<b>电视机可控硅稳压电源 .....</b>	<b>159</b>
第一节	可控硅的特性及其工作原理 .....	159
第二节	可控硅整流与控制电路 .....	162
第三节	可控硅的稳压电源 .....	164
第四节	几种电视机用可控硅稳压电源 .....	166
第五节	PYE713 型彩色电视机可控硅稳压电源 .....	170
<b>第五章</b>	<b>集成稳压电源 .....</b>	<b>173</b>
第一节	概述 .....	173
第二节	运算放大器在稳压电源中的应用 .....	178
第三节	集成稳压电源 .....	182
第四节	单片三端式集成稳压电源 .....	193
第五节	KC582C 集成稳压电源 .....	200
<b>第六章</b>	<b>恒压变压器 .....</b>	<b>202</b>
第一节	恒压变压器的工作原理 .....	202
第二节	恒压变压器的应用 .....	206
<b>第七章</b>	<b>稳压电源的故障检修 .....</b>	<b>213</b>
第一节	串联型稳压电路故障检修 .....	213
第二节	日立 CTP-236 型彩色电视机开关电源故障检修 .....	217
<b>附录 1</b>	<b>整流二极管及稳压管参数特性 .....</b>	<b>233</b>
<b>附录 2</b>	<b>应用在电源中的晶体管参数特性 .....</b>	<b>241</b>
<b>附录 3</b>	<b>集成稳压器参数特性 .....</b>	<b>255</b>
<b>附录 4</b>	<b>电视机的电源变压器 .....</b>	<b>263</b>

# 第一章 电视接收机稳压电源

## 第一节 稳压电源在电视机中的作用与重要性

在电视接收机中,直流稳压电源的质量会直接影响图象与伴音质量,因此对电视机直流稳压电源的设计、调整与测试都提出了较高的要求。近年来,黑白与彩色接收机中新颖和优良的稳压电源不断出现,从而使电视机的性能、价格、重量、效率以及可靠性都进一步得到完善。

### 一、电视机中直流稳压电源的构成

直流稳压电源是电视机的能源供给中心。由于电视接收机各部份电路需要不同的直流电源电压供电,因此它具有十几伏的低压、几百伏的中压及上万伏的高压等多种电源电压。

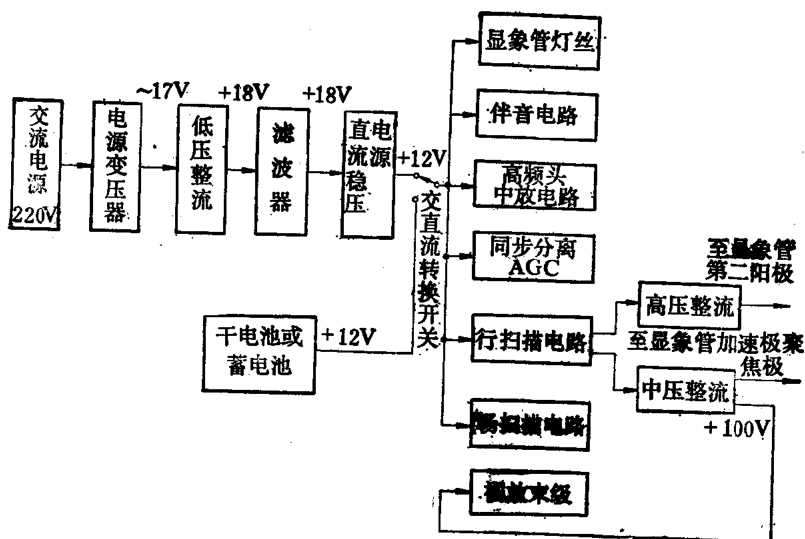


图 1-1

### 1. 电视机中低电压电源供电系统

图 1-1 为小屏幕黑色电视机电源方框图, 它可制成交直两用式。当电源选择开关切换在直流位置时, 由蓄电池或电池供电; 当电源选择开关切换在交流位置时, 输入交流电网电压。当电网输入交流电压后, 先经过电源变压器变压, 将市电变换成较低的电压, 再经过整流电路、滤波电路、稳压电路, 获得稳定的较低的直流电压(通常为 +12V)。低压直流电源供给电视机中的调谐器、中频放大器、伴音电路、自动增益控制 (AGC) 电路, 同步分离, 行场扫描电路及显象管灯丝。此外, 它还利用行输出电路的行逆程脉冲, 经行

输出变压器升压、整流、滤波获得 +100V, +400V 及 +10000V 左右高压。将 +100V 供给视放输出电路, +400V 供显象管加速极及聚焦极, 10000 多伏供给显象管第二阳极。

## 2. 电视机的高压电源供电系统

在大屏幕黑白电视机或彩色电视机中, 通常都应用高电压电源供电系统, 其供电方框图如图 1-2 所示。输入交流市电 220V, 经电源变压器转换成 100V 左右交流电压, 再经整流、滤波, 稳压获得约 +100V 直流电源, 供行扫描电路, 视放电路, 伴音输出放大, 场扫描输出级。而行输出电路的行逆程脉冲, 经行输出变压器的变换后, 从次级取得脉冲电压再经整流滤波, 获得 +12V, +400V, 及 1.5~2 万伏高压等多种直流电压。+12V 供给调谐器、中频放大器、自动增益控制 (AGC) 电路、伴音电路、同步分离电路等。+400V 直流电压供显象管的加速极、聚焦极。1.5~2 万伏高压供显象管的第二阳极。灯丝电压也可由电源变压器第二次级绕组 6.3V 供电, 也可由行输出变压器一组次级绕组的脉冲供电, 其有效值应为 6.3V。在高压电源系统供电中, 有时可省去电源变压器, 由交流电网 220V 直接供电, 将此电压通过整流、滤波、稳压后获得 +250V 左右直流电源。由于省去了变压器使电视机重量、成本、效率都得到了改善, 但由于此时底板可能带电, 在维修时必须注意安全。

## 二、电视机电源电路的重要性及其要求

如果电视机电源电路性能不良, 会明显影响接收图象质量及收看效果。我们常见到这样的现象: 图象中混有向上或向下滚动的水平横条, 这就是稳压电源纹波太大所造成的。当电源电压的纹波进入行扫描电路, 还能造成图象的扭动。尤其在电网电压变化较大的地区, 如电视机稳压电路稳压性能不良, 当电网电压变低时, 会造成接收灵敏度下降, 图象画面缩小, 图象暗淡, 甚至会出现无法同步而不能正常收看。当电网电压升高使整机

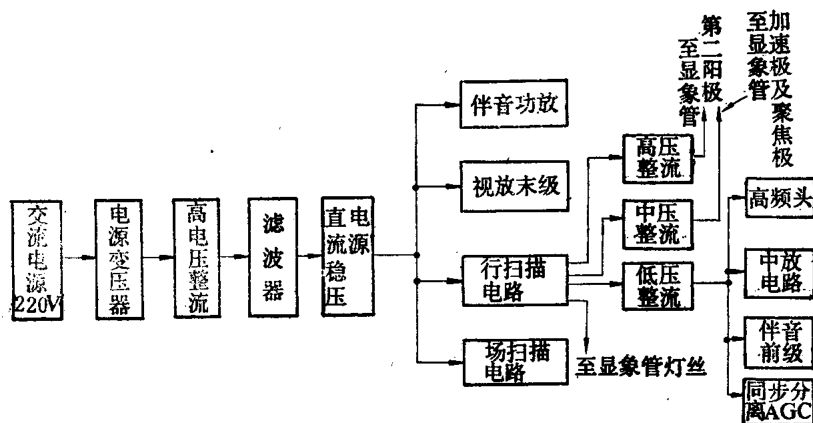


图 1-2

处于更大功耗状态时, 容易造成电视机损坏, 因此必须对电视机电源提出以下要求:

(1) 有良好的稳压特性: 不论电网交流电压的变化或直流电源输出负载电流改变时, 稳压电路输出的直流电压应基本不变。

(2) 纹波电压小: 输入交流电压经整流、滤波、稳压后, 应得到纯净的直流电压, 要求在直流电源电压上所迭加的 50Hz 与 100Hz 残留纹波应越小越好。

(3) 电源内阻小: 稳压电源电路应具有小内阻, 一般要求在  $0.3\Omega$  左右, 这样能保证稳压性能。在负载电流变化时, 不会引起输出直流电压改变。同时由于电源内阻小, 各部份电路之间的信号不会相互干扰, 如电源内阻大时, 放大器之间就通过电源内阻的耦合引起振荡。例如: 扫描信号通过电源内阻, 耦合至伴音电路会产生场频蜂音, 当然其他电路之间的相互干扰也会产生类似故障。

(4) 环境温度对输出电压的影响: 电视机要求在环境温度变化时, 稳压电源的直流输出电压不变。由于在稳压电源电路中有变压器、调整管等元件。这些元件有较大功率损耗, 是电视机中主要发热元件, 由于这些器件发散出热量, 使电源电路周围温度升高。而稳压电路中元件如二极管、三极管, 在温度较高情况下工作, 会造成直流工作点漂移, 特性变坏, 从而引起输出直流电压变化, 影响整机正常工作, 严重时甚至可能使元器件损坏。为此要求稳压电源电路受温度影响小。

(5) 稳压电源的输出噪声小: 交流电网输入端常有各种天电干扰和工业干扰窜入。因此, 要求稳压电路能滤除由电网窜入的各种干扰, 同时还要求电源电路本身产生的噪声小, 以防止对电视图象、声音的干扰。

### 三、稳压电路的发展趋势

#### 1. 不断提高效率

提高电视机稳压电路的效率, 不但能节约能源, 而且能减小机内的温升, 进一步提高电视机的可靠性。一般串联稳压电路的效率较低, 约为百分之五十, 而开关型稳压电源效率可提高达  $80\sim 90\%$  左右。开关电源在电视机中应用越来越多, 在电路设计中, 高效率、低功耗的电源已引起人们的重视。

#### 2. 小型化

在电视机稳压电源中, 变压器占一定体积。在某些电视机电源中, 常将变压器革除, 以达到缩小体积、减轻重量, 使电源电路小型化。

小型化的第二个方面是电源电路采用集成化。目前, 已有三端式集成稳压电路出现, 采用这种元件后, 使整机的体积、重量、成本, 及可靠性大大提高。

#### 3. 可靠性

在电视机稳压电路中, 常采用各种保护电路, 如电源输出端短路而引起负载电流激增时, 稳压电路能自动关断, 从而保护电源电路免受损坏。此外, 还有过电压保护电路, 当稳压电源输出直流电压过高时, 为防止辐射 X 射线及高压电路和其他电路部份受损坏, 便自动切断电源, 以提高整机的可靠性。

## 第二节 几种类型的整流电路

为了将交流电源电压变换成直流, 需要应用单向导电的整流元件。在电视接收机电源电路中, 硅二极管已成为常用的整流元件, 它具有高的反向耐压, 较小的反向漏电流, 但正向压降比锗二极管略大。

整流电路有半波整流, 全波整流、桥式整流和倍压整流等电路。

## 一、半波整流电路

图 1-3 所示为最简单的半波整流电路。

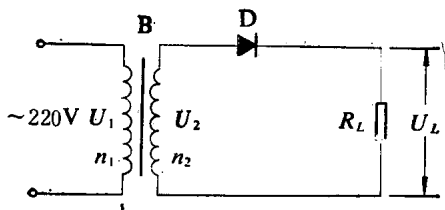


图 1-3

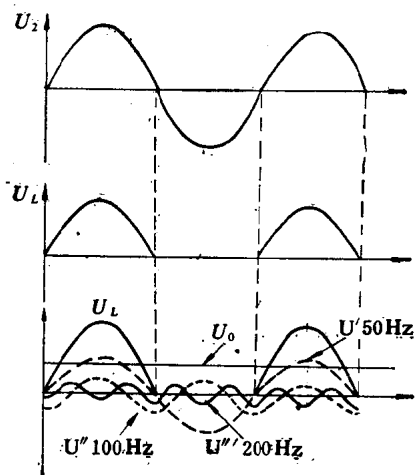


图 1-4

### 1. 电路组成

B 为电源变压器,它将 220V 的 50Hz 交流电压变换成低电压,以满足晶体管需要,变压器的次级输出电压由初、次级匝数比所决定。

$$U_2 = 220V \frac{n_2}{n_1}$$

式中  $n_1$  为初级匝数;  $n_2$  为次级匝数。

### 2. 电路工作原理

D 为整流二极管,  $R_L$  为负载电阻。变压器次级正弦波在正半周时,二极管 D 导通,负载电阻  $R_L$  上有电流通过,如二极管 D 的正向内阻  $R_f$  很小,则可以忽略不计,负载电阻  $R_L$  上的输出半波电压近似于  $U_2$  的正半周波形。在  $U_2$  为负半周时,二极管 D 反向偏置而截止,负载电阻  $R_L$  上无电流通过,输出为零。整流后的输出电压如图 1-4 所示。半波的周期性脉冲波形我们可以分析为由直流成份和及其基波及其各次谐波所合成,该波形可认为由平均直流成份  $U_0$ , 50Hz 的  $U'$  及 100Hz 的  $U''$  交流成份等组成。如图 1-4 虚线所示。

整流后半波电压的峰值为  $\sqrt{2} U_2 = 1.41 \times U_2$ 。平均直流电压  $U_0 = \frac{1}{\pi} \times \sqrt{2} \times U_2 = 0.45 \cdot U_2$ , 有效的纹波电压(只计 50Hz、而 100Hz 及以上谐波幅度较小,忽略不计)为  $0.54 U_2$ 。二极管的反向最大电压为  $\sqrt{2} U_2 = 1.41 \times U_2$ 。

### 3. 电容滤波的半波整流电路

图 1-5 为电容滤波的半波整流电路,负载二端并联滤波电容,能滤去交流纹波,获得较好的直流电压。当变压器次级电压  $U_2$  正半周时,二极管导通,  $U_2$  通过二极管内阻向电容 C 充电,由于二极管内阻小,充电时间常数小,很快就充到输入电压的峰值。当输入电压  $U_2$  上升至峰值以后,瞬时电压开始下降,由于电容器 C 容量取得足够大,电容器的放电较慢,当电容器 C 上电压比  $U_2$  的瞬时值高,使二极管 D 的负端电压高于正端电压,这样,二



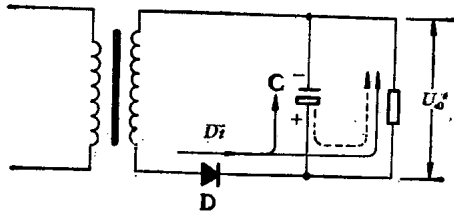


图 1-5

极管  $D$  就截止。此时负载电阻  $R_L$  上的电流由电容器  $C$  放电供给，但这时电容  $C$  上电压下降仍很缓慢。当下一周期  $U_2$  正半周期间，其瞬时值大于电容器  $C$  上电压时，二极管又导通，电容又充电，从而补充上次所放掉电荷。因此，二极管  $D$  仅在  $T_c$  时间导通，产生脉冲电流如图 1-6(b) 所示。

如放电时间常数较大(即  $C$  足够大，而  $R_L \gg R_i$ )，电容器放电缓慢而使输出电压的纹波小。从波形图上可以看出，电容器容量越大，输出直流电压越大，而纹波幅度越小。当负载电阻小时，导致放电时间常数减小，使输出电压下降，而纹波亦增大。

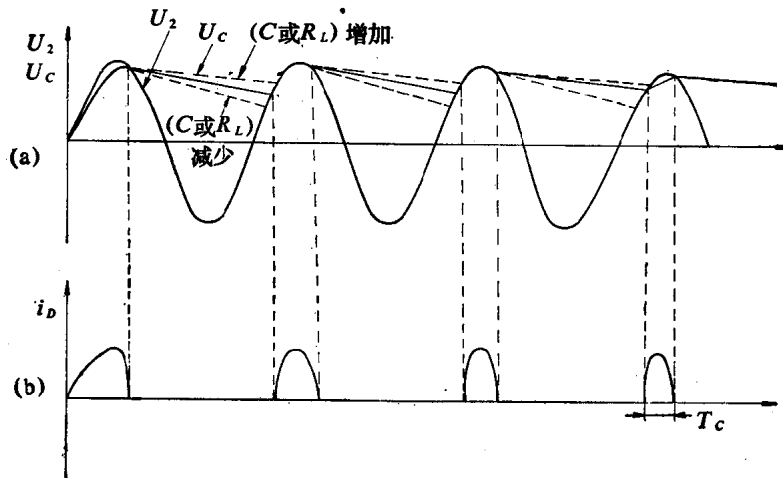


图 1-6

#### 4. 半波整流电路存在的问题

半波整流电路虽然简单，但因只利用输入交流电压的半个周期，效率较低，输出纹波电压大，要求配有较好的滤波电路。而且变压器次级通过直流电流，使变压器效率降低。

## 二、全波整流电路

图 1-7(a) 为全波整流原理图，它克服了半波整流电路的缺点，提高了效率，减小了输出电压脉动纹波。

### 1. 电路组成

电源变压器  $B$  的次级有二个匝数相等的绕组，分别取得二个大小相等，极性相反的电电压  $U'_2$  和  $U'_2$ ，全波整流电路可以看作为二个半波整流电路的组合。

### 2. 电路工作原理

(1) 在输入电压第一个半周期内,如次级电压的极性上端为正,下端为负,次级上部绕组 ( $U'_2$ ) 与二极管  $D_1$  及负载电阻  $R_L$  组成半波整流电路。 $U'_2$  正端加到二极管  $D_1$  正极,而  $U'_2$  负极经负载电阻  $R_L$  加到  $D_1$  负极。因此,二极管  $D_1$  导通,由于二极管在正向导通时内阻  $R_i$  很小,所以在负载  $R_L$  两端获得半波输出电压。此时,下部绕组的  $U'_2$  的正端通过负载电阻  $R_L$  加到二极管  $D_2$  负端,而负端加到二极管  $D_2$  的正极,因此二极管  $D_2$  截止。

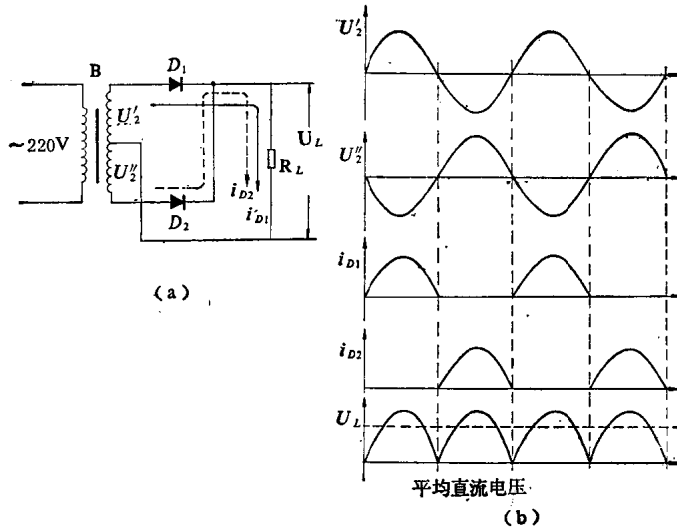


图 1-7

(2) 在输入电压第二个半周期中,次级两个绕组电压的极性为上端负,下端正,极性与前半周期相反。次级下部绕组  $U'_2$  与二极管  $D_2$  及负载电阻  $R_L$  组成半波整流电路,结果使二极管  $D_1$  截止,而二极管  $D_2$  导通。在负载电阻  $R_L$  流过电流方向如虚线所示,与前半个周期相同,在负载上压降亦为半波。

全波整流电路在每一半周期中都有一半波整流电路工作,在负载电阻  $R_L$  上得到输出波形如图 1-7(b) 所示,是连续的正半周期波形,故称为全波整流,同样该波形可认为是具有平均直流成份为  $U_0$ 、100Hz 的  $U'$  与 200Hz 的  $U''$  等组成,它的平均直流电压是半波整流电压的 2 倍。

$$U_0 = \frac{2}{\pi} \sqrt{2} U_2 = 0.90U_2$$

有效的纹波电压(忽略幅度较小的高次谐波仅计 100Hz) 为  $0.43U_0$ 。二极管最大反向电压为  $2.82U_2$ ,如图 1-7 所示,因二个二极管交替导通,在  $D_1$  导通时, $D_1$  相当于闭合开关,二极管  $D_2$  的正极为下面绕组负电压,而上面绕组正电压经  $D_1$  加在二极管  $D_2$  负极, $D_2$  所承受的最大反向电压为  $2 \times 1.41U_2$ 。

### 三、电容滤波的全波整流电路

目前绝大多数电源电路都采用电容滤波,其电路如图 1-8 所示。在第一个正半周时,二极管  $D_1$  导通,而  $D_2$  截止, $U'_2$  通过二极管  $D_1$  的内阻向电容  $C$  充电。因为二极管正向电

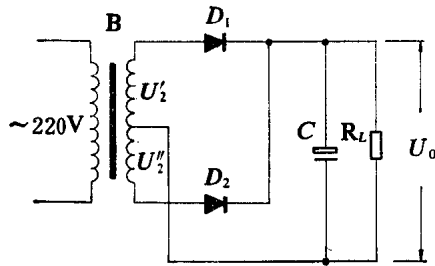


图 1-8

阻很小,充电时间常数很小,电容  $C$  上的电压随着  $U_2'$  很快上升。当  $U_2'$  电压到达峰值时,正弦波开始下降,使二极管正端电压很快下降,但因电容器  $C$  容量较大,其放电时间常数大,造成电容器  $C$  上电压下降缓慢。当  $D_1$  负极(即电容  $C$ )上电压高于正极  $U_2'$  瞬时值时,二极管  $D_1$  反向偏置而截止。这时由电容器  $C$  所充的电压去供给负载  $R_L$  电流,约半个周期后,  $U_2''$  电压瞬时值为正而且足够高时,使二极管  $D_2$  正向偏置而导通。此时  $D_1$  截止,下部绕组  $U_2''$  通过  $D_2$  向电容  $C$  充电,  $U_2''$  到达峰值时,正弦波开始下降,使二极管  $D_2$  的负极,电容上电压高于正极  $U_2''$  的峰值,二极管  $D_2$  截止。二极管导通时间为  $T_c$ ,该期间电容器  $C$  充电,补充前面半个周期负载电流的消耗。

### 1. 输出纹波与滤波电容器及负载电流的关系

在二极管截止期间,电容器  $C$  供给负载电流。由于滤波电容  $C$  的容量取得足够大,放电的时间常数大,电容上电压下降量很小,并可认为是线性的,即电容供给负载的电流  $I_0$  是恒定的,它的电压变化率为  $dU_C/dt = I_0/C$ 。

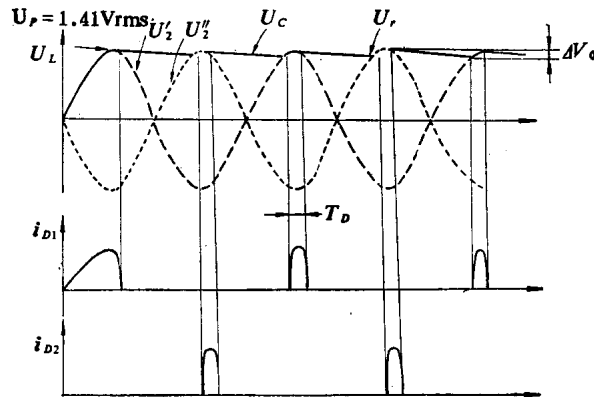


图 1-9

纹波三角形的峰值  $U_P$ , 可以假定为交流正弦波的峰值(忽略整流二极管正向压降),纹波的谷点  $U_r$  电压决定于滤波电容通过负载放电供给负载电流的间隔时间,从图 1-9 可看出滤波电容的导通角,  $\theta_C = 90^\circ + \arcsin U_r/U_P$ , 滤波电容的导通角加上整流二极管导通角为  $180^\circ$ 。因此,全波整流的滤波电容供给负载电流时间间隔为  $T_c = \frac{\theta_C}{180} \times 10\text{ms}$ 。

滤波电容导通角与  $U_r/U_P$  值关系如表 1-1 所示,一般纹波电压不允许大于  $U_P$  的 10%。如全波整流电路,纹波电压峰峰值为  $0.1U_P$  时,从表中可查出电容的导通角及其时间。假定滤波电容在整个半波供给负载电流,即滤波电容  $C$  导通角近似为  $180^\circ$  或 10ms 时

间。

纹波电压峰峰值为  $\Delta U_0 = (I_0/C) \times \Delta t = (I_0/C) \times 10\text{ms}$ 。

也就是说,对于允许的纹波峰峰值为  $\Delta U_0$ , 所要的滤波电容值为:

$$C_0 = \frac{I_0}{\Delta U_0} \times 10 \times 10^{-3} \text{ 法}$$

表 1-1

纹波的峰 值电压 $U_p$	纹波的谷 点电压 $U_r$	纹波的峰-峰值 $\Delta U_0 = U_p - U_r$	滤波电容 $C$ 的导 通角(电容放电) $90^\circ + \arcsin(U_r/U_p)$	滤波电容放电在半周 期 (10ms) 中所占时间 (ms)
$U_p$	$0.95U_p$	$0.05U_p$	$161.8^\circ$	8.98
$U_p$	$0.90U_p$	$0.10U_p$	$154.2^\circ$	8.56
$U_p$	$0.85U_p$	$0.15U_p$	$148.2^\circ$	8.23
$U_p$	$0.80U_p$	$0.20U_p$	$143.1^\circ$	7.95
$U_p$	$0.75U_p$	$0.25U_p$	$138.6^\circ$	7.7

$I_0$  单位为安,  $\Delta U_0$  单位为伏。

上述计算关系式可计算出在各种允许纹波电压值以及所需的负载电流  $I_0$  时, 滤波电容值。如要求纹波电压在一定值时, 所选择滤波电容值正比于负载电流。同样在要求一定负载电流时, 纹波电压要求越小时, 滤波电容必须越大。

上述关系是在纹波电压小于输出电压 10%, 而电容放电电流为恒定时得出的。输出电压峰值  $U_p$  比交流正弦波峰值低一个二极管的正向压降, 滤波的输出的平均直流电压:

$$U_0 = U_p - \Delta U_0/2 = 1.41U_{\text{rms}} - \Delta U_0/2$$

## 2. 二极管所承受最大耐压

全波整流电路, 截止时二极管所承受的反向电压是电容两端电压与绕组上反向电压同相串联, 使每个二极管所要求的最大反向耐压增加一倍。为了克服上述缺点, 可采用桥式整流电路。应注意全波整流与半波整流相比纹波电压频率提高一倍。

## 四、桥式整流电路

桥式整流电路也是全波整流方式, 这种电路仅要求变压器次级有一组绕组, 由四个整流二极管连接成桥式, 电路如图 1-10 所示。图 (b) 是其简化电路画法。

### 1. 电路工作过程

当变压器次级电压  $U_2$  为正半周时 (上正下负), 二极管  $D_1 D_3$  导通, 而二极管  $D_2 D_4$  反向截止。电流从电源变压器次级上端经二极管  $D_1$ 、负载电阻  $R_L$ 、二极管  $D_3$  回到变压器次级下端, 电流流向如图 1-10(c) 实线所示。在负载  $R_L$  上产生半波电压降。当变压器次级电压  $U_2$  为负半周时, 电压极性如图 1-10(d) 所示, 变压器次级下端为正。电流经二极管  $D_2$ 、负载电阻  $R_L$ 、二极管  $D_4$  回到变压器次级上端, 电流方向如图所示。在负载  $R_L$  上产生半波电压, 极性与前半个周期相同。最后,  $U_2$  不仅在正半周, 而且在负半周时负载上都取得单向半波电压输出。

图 1-11 为负载  $R_L$  两端并接滤波电容桥式整流电路, 与全波整流电路相同可得到纹

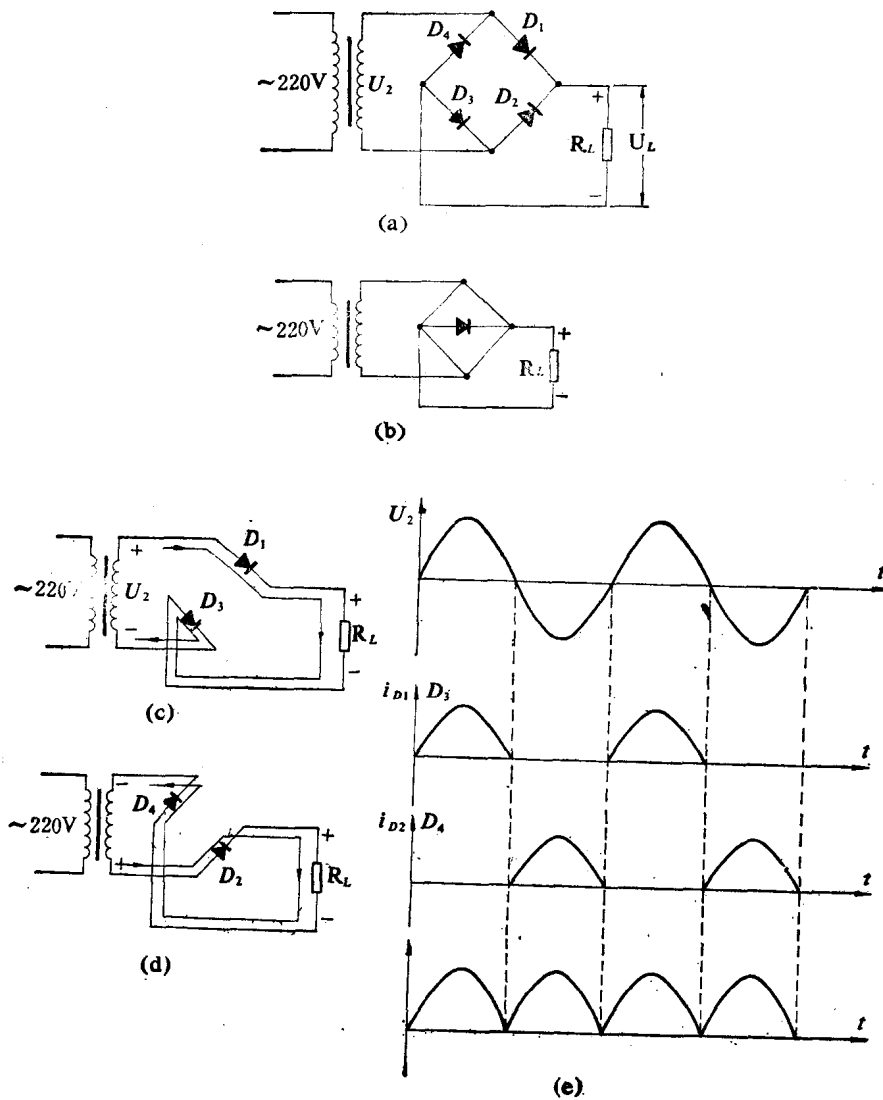


图 1-10

波较小直流输出电压。

## 2. 桥式整流电路与全波整流电路比较

桥式整流电路和全波整流电路各有特点：

(1) 桥式整流电路需要四个二极管。全波整流只用二个二极管，因每个二极管的功

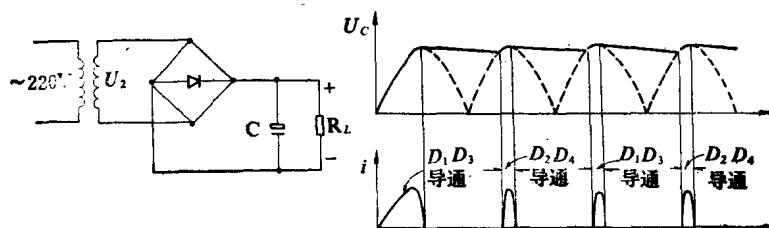


图 1-11

耗为负载电流乘以管压降(1V)。因此,全波整流电路功耗小,而且由于整流元件少,从成本上看也就经济些。

(2) 桥式整流电路的变压器次级仅需一个绕组(无需中心抽头),因此桥式电路的电源变压器体积小。全波整流要取得同样直流电压,次级匝数必须增加一倍,而且必须中心抽头。但桥式整流电路的单个次级绕组通过电流有效值是全波整流(抽头式变压器)每半绕组通过电流的二倍。

(3) 桥式整流电路工作时,因两个二极管是串接的,每个整流二极管的耐压与全波相比可以降低一半,但全波整流电路的输出阻抗更小。

## 五、倍压整流电路

一般高压取得是通过提高变压器初次级的匝数比来取得高压,这就要求变压器的次级匝数增多,这样不但使用大量的漆包线,使变压器体积增大,而且由于次级匝数过多,对变压器的绝缘,制造带来困难。

倍压整流电路不要求变压器次级具有高的电压,它是通过整流二极管和电容器级联方式而获得高压的一种电路,但这种电路只适用作为高电压小电流电源。

### 1. 双二极管二倍压整流电路

如图 1-12 所示,这电路采用了二个二极管(这电路又称为桥式二倍压整流电路),两个电容器  $C_1$ 、 $C_2$  串联后跨接在输出负载两端,两个电容器中间的公共端与变压器次级下端相连。当变压器次级电压  $U_2$  为正半周时,二极管  $D_1$  导通,  $D_2$  截止,输入电压通过  $D_1$  向电容  $C_1$  充电至  $U_2$  的峰值,电容器  $C_1$  上电压极性上正下负。当  $U_2$  为负半周时,如虚线圆圈所示,二极管  $D_1$  截止,而  $D_2$  导通,输入电压通过  $D_2$  向  $C_2$  充电,同样充至  $U_2$  的峰值。负载  $R_L$  两端输出电压即是电容器  $C_1$  和电容器  $C_2$  上电压相加,负载电阻  $R_L$  较大时,输出直流电压约为  $U_2$  的峰值的 2 倍 ( $2\sqrt{2}U_2$ )。此时二极管  $D_1$ 、 $D_2$  所承受最大反向峰值电压为  $2\sqrt{2}U_2$ , 电容器  $C_1$ 、 $C_2$  所承受最大电压为  $\sqrt{2}U_2$ 。

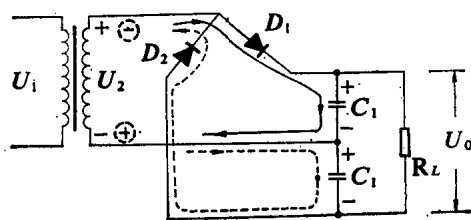


图 1-12

### 2. 串接二极管倍压整流电路

串接二极管倍压整流电路如图 1-13 所示。也采用二个二极管、而电容器  $C_1$  与变压器次级绕组串接。它的优点是变压器次级绕组与输出端有一个公共端,可作为公用接地。

当变压器次级电压为上负下正时(虚线圆圈所示),二极管  $D_1$  导通,而  $D_2$  截止。此时,电容  $C_1$  充电至输入电压  $U_2$  的峰值,电容器  $C_1$  上电压极性为右正左负。当  $U_2$  为正半周时,即变压器次级电压为上端正,下端负,从  $AB$  二端看电容器  $C_1$  上的电压与变压器次级两端电压是同极性相加。 $A$  点为正,加至二极管  $D_2$  正极,  $B$  点为负,经  $C_2$  加至  $D_2$  负极,使二极管  $D_2$  导通,  $D_1$  截止。电容  $C_2$  充电到二倍  $U_2$  的峰值,而负载电阻  $R_L$  与电

容  $C_2$  并联,因此输出电压也就是电容器  $C_2$  两端的电压,为  $2 \times \sqrt{2} \times U_2$ 。

串联二极管倍压整流电路中,二个电容器所承受电压为  $2\sqrt{2} \times U_2$ ,二极管所承受的反向峰值电压也为  $2\sqrt{2} \times U_2$ ,因此在选用倍压整流二极管时,必须使其耐压大于  $2\sqrt{2} \times U_2$  值。

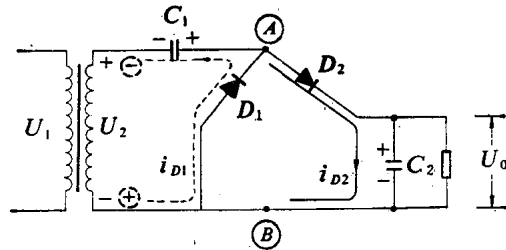


图 1-13

这种二倍压整流电路的缺点,输出电压有较大的纹波因为电容器  $C_2$  仅每一周期充电一次,纹波频率与电源频率相同。而前面讨论的双二极管倍压整流电路因其电容  $C_1$  与  $C_2$  是串联后并联在负载上,半个周期  $C_1$  充电,另半个周期  $C_2$  充电,纹波频率是两倍于电源频率,所以对电容器容量要求比串接二倍压整流电路小些。

注意,双二极管与串联连接倍压整流电路应用于正弦波电源的整流,对行逆程脉冲无升压作用。

### 3. 行逆程脉冲二倍压整流电路之一

电视接收机中,所需要的高压常采用行逆程脉冲来倍压整流。它利用行输出变压器将行逆程脉冲升压,在变压器的次级取得较大幅度的脉冲电压,再进行倍压整流,可取得高压电源。而且因行频的频率较高,所需滤波电容器的容量可取得较小。

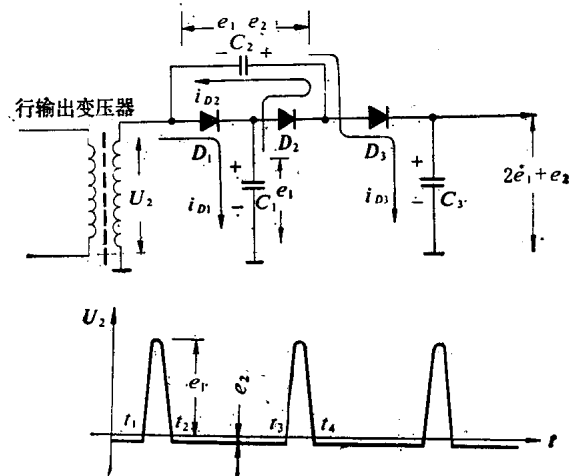


图 1-14

电路如图 1-14 所示,  $B$  为行输出变压器,倍压整流电路由三个二极管及三个电容器组成。

(1) 在  $t_1 \sim t_2$  期间:

第一个正脉冲输入,此时二极管  $D_1$  导通,电容器  $C_1$  充电至脉冲正峰值  $e_1$  ( $D_2, D_3$  也导通,  $C_3$  也充电至  $e_1$ )。

(2) 在  $t_2 \sim t_3$  期间:

第一个脉冲已过去,二极管  $D_1$  截止。电容器  $C_1$  上的电压  $e_1$  与变压器次级负脉冲值  $e_2$  相加,将通过二极管  $D_2$  向电容  $C_2$  充电,使电容  $C_2$  充得电压为  $e_1 + e_2$ 。

(3) 在  $t_3 \sim t_4$  期间:

第 2 个逆程脉冲到来,一方面二极管  $D_1$  导通,  $C_1$  又充到  $e_1$  值。同时变压器次级的脉冲电压峰值  $e_1$  与电容  $C_2$  上电压 ( $e_1 + e_2$ ) 迭加后为  $2e_1 + e_2$ , 使二极管  $D_3$  导通、 $D_2$  截止。给电容器  $C_3$  充电,  $C_3$  上充得电压为  $2e_1 + e_2$ 。因  $e_2 \ll e_1$  所以输出电压约为逆程脉冲的二倍压。电容器  $C_2$  上承受电压为  $e_1 + e_2$ , 电容器  $C_1$  也约为此值。而电容器  $C_3$  电压为  $2e_1 + e_2$ 。三只二极管承受反向电压约为  $e_1 + e_2$ 。

#### 4. 行逆程脉冲倍压整流电路之二

如图 1-15 所示,该电路与前一电路略有差别。

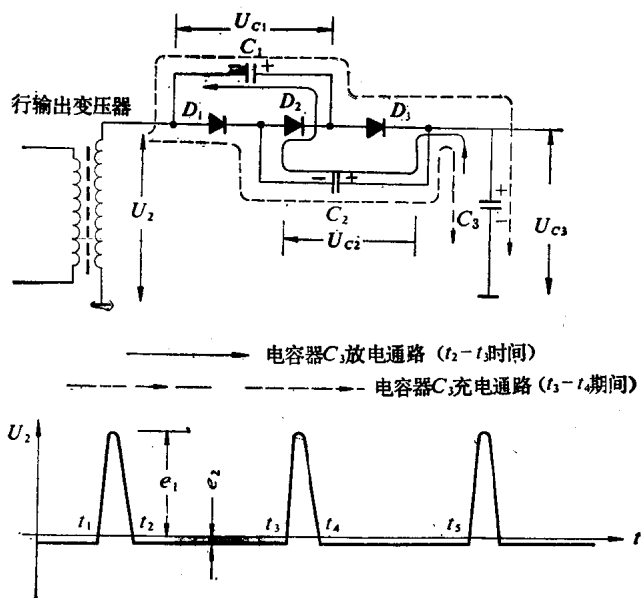


图 1-15

(1) 在  $t_1 \sim t_2$  期间: 行输出变压器次级的正脉冲峰值为  $e_1$ , 使二极管  $D_1, D_2, D_3$  导通, 电容器  $C_3$  充到峰值  $e_1$ 。

(2) 在  $t_2 \sim t_3$  期间: 行输出变压器次级输出为负脉冲, 其值为  $e_2$ 。电容器  $C_3$  上电压  $e_1$  通过  $C_2, D_2, C_1$  及变压器次级放电 (此时二极管  $D_1, D_3$  截止)。而对电容器  $C_1, C_2$  来讲是充电, 如果  $C_1 = C_2$ , 则  $C_1$  和  $C_2$  上所充得的电压应为

$$U_{C_1} = U_{C_2} = \frac{e_1 + e_2}{2},$$

极性为右正左负。

(3) 在  $t_3 \sim t_4$  期间: 行输出变压器次级又为正极性脉冲时, 其峰值仍为  $e_1$ , 在该正脉冲作用下, 电容器  $C_3$  又充电, 充电回路有两个。



(a) 第一条充电回路：变压器次级正脉冲  $e_1$  与电容器  $C_1$  上电压  $\left(\frac{e_1 + e_2}{2}\right)$  迭加后通过  $D_3$  向  $C_3$  充电。

(b) 第二条充电回路：此时因  $D_1$  也导通，变压器次级正脉冲  $e_1$  与电容器  $C_2$  上电压  $\left(\frac{e_1 + e_2}{2}\right)$  迭加后通过  $D_3$  向  $C_3$  充电，此时  $D_2$  截止。

这二条充电回路都使电容器  $C_2$  充电到  $e_1 + \frac{e_1 + e_2}{2}$ 。

(4) 在  $t_4 \sim t_5$  期间：行输出变压器次级输出又是负脉冲，其值为  $e_2$ 。电容器  $C_3$  上的电压  $\left(e_1 + \frac{e_1 + e_2}{2}\right)$  再通过  $C_2$ 、 $D_2$ 、 $C_1$  变压器次级绕组放电。同样对电容器  $C_1$ 、 $C_2$  来讲又是充电。这时充电值比上一次高， $C_1$ 、 $C_2$  分别充得  $C_3$  上电压  $\left(e_1 + \frac{e_1 + e_2}{2}\right)$  与变压器次级电压  $e_2$  之和的一半，为  $\left[e_1 + \frac{e_1 + e_2}{2} + e_2\right] / 2$ 。

经多次反复充电后，电容器  $C_3$  上的电压不断升高。电路达到平衡时，电容器  $C_3$  上输出电压值为：

$$U_{C3} = e_1 + U_{C1} = e_1 + \frac{U_{C3} + e_2}{2}$$

整理后为： $U_{C3} - \frac{U_{C3}}{2} = e_1 + \frac{e_2}{2}$

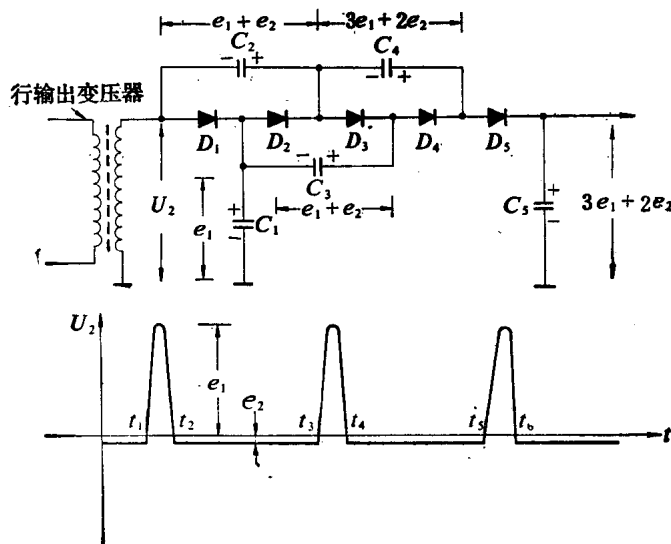
$$\frac{1}{2} U_{C3} = e_1 + \frac{e_2}{2}$$

$$U_{C3} = 2e_1 + e_2$$

*手注：U<sub>C3</sub> = 2e<sub>1</sub> + e<sub>2</sub> = 3e*

因为  $e_1 \gg e_2$  近似获得二倍压整流电压。

注意，脉冲二倍压整流电路，在输入正弦波时为三倍压整流电路。



*如不满足平衡电压 C1 最好要*

图 1-16