

张校铭 主 编



# 手把手教你

## 开关电源维修技能

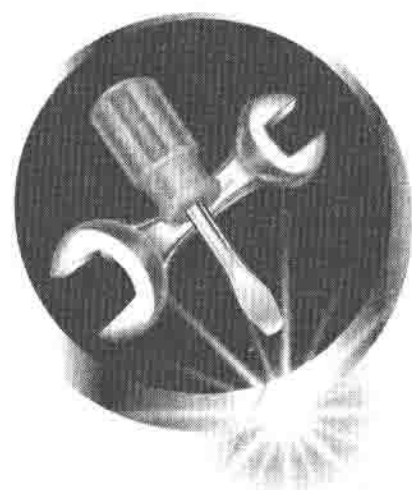
SHOUBASHOU JIAONI  
KAIGUAN DIANYUAN WEIXIU JINENG



化学工业出版社



张校铭 主 编 ■



# 手把手教你

## 开关电源维修技能

SHOUBASHOU JIAONI  
KAIGUAN DIANYUAN WEIXIU JINENG



化学工业出版社

· 北京 ·

电子设备电气故障的检修，基本上都是先从电源入手，在确定其电源正常后，再进行其他部位的检修。如何快速诊断故障并维修，是摆在维修人员面前的难题。《手把手教你开关电源维修技能》在告诉读者通用维修要领，帮助读者充分熟悉开关电源的基本结构以及模块特性、基本条件的基础上，详细介绍了各类型开关电源的工作原理、故障及排除技巧，主要包括多种分立元件开关电源、多种集成电路自激开关电源、多种集成电路他激开关电源、多种 DC-DC 升压型开关电源、多种 PFC 功率因数补偿型开关电源典型电路分析与检修方法。按照书中的引导，就能迅速地排除开关电源故障，达到事半功倍的效果。

本书可供电子技术人员、电子爱好者以及电气维修人员阅读，也可供相关专业的院校师生参考。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

手把手教你开关电源维修技能/张校铭主编. —北京:  
化学工业出版社, 2015. 7  
ISBN 978-7-122-24078-1

I. ①手… II. ①张… III. ①开关电源-维修 IV. ①TN86

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 111272 号

---

责任编辑: 刘丽宏  
责任校对: 吴 静

文字编辑: 云 雷  
装帧设计: 刘丽华

---

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 14 $\frac{1}{4}$  插页 1 字数 386 千字 2016 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 58.00 元

版权所有 违者必究

# 前言

随着科学技术的迅猛发展和人民生活水平的提高,各种各样的电器产品也在不断更新。电源是各种电子设备必不可缺的组成部分,其性能优劣直接关系到电子设备的技术指标及能否安全可靠地工作。由于开关电源内部关键元器件工作在高频开关状态,功耗小,转化率高,且体积和重量只有线性电源的20%~30%,因而目前它已成为稳压电源的主流产品。电子设备电气故障的检修,基本上都是先从电源入手,在确定其电源正常后,再进行其他部位的检修,且电源故障占电子设备电气故障的大多数。为了普及开关电源科学知识,帮助广大维修人员及电子爱好者尽快掌握开关电源维修技能,特编写了本书。

本书从实用角度出发,结合作者多年的现场维修经验,全面介绍了各类型开关电源的工作电路、工作过程、常见故障以及维修技巧。书中详细说明了多种分立元件开关电源的维修方法,多种集成电路自激开关电源的维修方法,多种集成电路他激开关电源的维修方法,多种DC-DC升压型典型电路分析与检修方法,多种PFC功率因数补偿型开关电源典型电路分析与检修方法。

在介绍每一种开关电源时,遵照读者的认知规律和学习习惯,通过典型电路图示说明其工作原理和工作过程后,通过实际故障检修案例,展示故障现象,分析故障原因,提供全面的检修方案。读者可以举一反三,触类旁通,全面掌握开关电源基础知识和维修技能。

本书由张校铭主编,参与编写的还有丁雪松、苏路勇、权振振、苏亚东、孙雷雷、韩伟、徐健、吕鹏飞、张宗歧、吴征、杨新影、耿俊银、张天芹、冯雅静、彭亚楠、李红月、赵菲菲、崔秀峰、康继东、王运琦、刘艳、阴放、藏艳阁、崔占军、郑环宇、肖慧娟、徐艳蕊、汪淦、郝军、周玉翠。在本书的编写过程中,作者借鉴了很多专业资料,在此,向这些资料的作者表示衷心的感谢!

由于水平有限,时间仓促,书中不足之处难免,敬请广大读者批评指正。

编者



## 第一章 电源基础知识

1

第一节 调整型稳压电路组成及电路分析	1
一、连续调整型稳压电路构成	1
二、实际连续型调整型稳压电路分析与检修	4
三、集成稳压连续型电源电路分析	5
第二节 开关型稳压电路组成及结构特点	7
一、开关型稳压电路构成及基本原理	7
二、开关型电源电路种类	8
三、电源电路的保护措施	11
第三节 开关电源的检修思路和检修方法	13
一、开关电源的检修方法及注意事项	13
二、开关电源的检修方法	14

## 第二章 多种分立元件开关典型电路分析与检修

17

第一节 串联型调宽典型电路原理与检修	17
一、电路原理（以日本松下 M11 机芯串联自激式开关电源为例）	17
二、串联型调宽典型电路故障检修	19
第二节 并联型调宽典型电路原理与检修	20
一、电路原理	20
二、并联型调宽典型电路故障检修	24
第三节 调频-调宽直接稳压型典型电路原理与检修	25
一、电路原理	25
二、调频-调宽直接稳压型电路故障检修	27
第四节 调频-调宽间接稳压型典型电路原理与检修	33
第五节 多种分立元件开关电源电路原理与检修	70
一、分立件调频-调宽间接稳压型典型电路原理及故障分析	70
二、多种分立元件开关电源电路分析与故障检修	74

## 第三章 集成电路自激开关典型电路分析与检修

83

第一节 多种 STR 系列开关典型电路分析与检修	83
一、STR-5412 构成的典型电路分析与检修	83
二、STR-5941 构成的典型电路分析与检修	85
三、STR-D6601 构成的典型电路分析与检修	90
四、STR-D6802 构成的典型电路分析与检修	93
五、STR-S5741 构成的典型电路分析与检修	97

六、TR-S6308/6309 构成的典型电路分析与检修 .....	102
七、STR-S6709 构成的典型电路分析与检修 .....	105
八、STR-8656 构成的典型电路分析与检修 .....	110
九、STR-S6708A 构成的典型电路分析与检修 .....	113
第二节 KA 系列开关典型电路分析与检修 .....	115
一、KA-5L0380R 组成电源典型电路分析与检修 .....	115
二、KA7552 组成电源典型电路分析与检修 .....	119
第三节 其他系列开关典型电路分析与检修 .....	125
一、TDA16833 组成电源典型电路分析与检修 .....	125
二、TEA2280 构成的典型电路分析与检修 .....	127

## 第四章 集成电路他激开关电源电路原理与检修

131

第一节 单管他激试开关典型电路分析与检修 .....	131
一、STRG5643D 组成的开关电源电路原理与检修 .....	131
二、STR-M6831AF04 构成的典型电路分析与检修 .....	133
三、TDA4161 构成的典型电路分析与检修 .....	136
四、TDA16846 构成的典型电路分析与检修 .....	140
五、STR-83145 构成的典型电路分析与检修 .....	143
六、TEA1522 组成电源典型电路分析与检修 .....	148
七、TOP212YAI 组成电源典型电路分析与检修 .....	151
八、TOP223 组成电源典型电路分析与检修 .....	152
九、UPC194G 构成的典型电路分析与检修 .....	155
十、TEA2262 构成的开关电源电路原理维修 .....	157
十一、L6565 组成的开关电源电路分析与检修 .....	160
十二、KA3842 组成电源典型电路分析与检修 .....	163
十三、MC44603P 构成的典型电路分析与检修 .....	171
十四、TA1319AP 组成电源典型电路分析与检修 .....	175
十五、TDA4161 构成的典型电路分析与检修 .....	179
第二节 双管推挽式开关稳压典型电路分析与检修 .....	183
一、STR-Z3302 构成的典型电路分析与检修 .....	183
二、STR-Z4267 构成的典型电路分析与检修 .....	189
三、KA3524 组成电源典型电路分析与检修 .....	192
四、TL494 组成电源典型电路分析与检修 .....	194

## 第五章 DC-DC 升压型典型电路分析与检修

200

一、BIT3101DC-DC 升压型典型电路分析与检修 .....	200
二、BIT3102DC-DC 升压型典型电路分析与检修 .....	201
三、BIT3105DC-DC 升压型典型电路分析与检修 .....	202

## 第六章 PFC 功率因数补偿型开关典型电路分析与检修

204

第一节 PFC 功率因数补偿型开关电源电路构成及补偿原理 .....	204
一、PFC 功率因数补偿型开关电源电路构成及特点 .....	204
二、PFC 功率因数补偿型开关电源电路补偿原理 .....	205

第二节 多种 PFC 典型电路分析与检修 .....	206
一、L6661+L6991 构成的开关典型电路分析与检修 .....	206
二、TDA16888+UC3843 构成的开关典型电路分析与检修 .....	210
三、ICE1PCS01+NCP1207 构成的开关典型电路分析与检修 .....	214



# 第一章

## 电源基础知识

### 第一节 调整型稳压电路组成及电路分析

#### 一、连续调整型稳压电路构成（如图 1-1 所示）

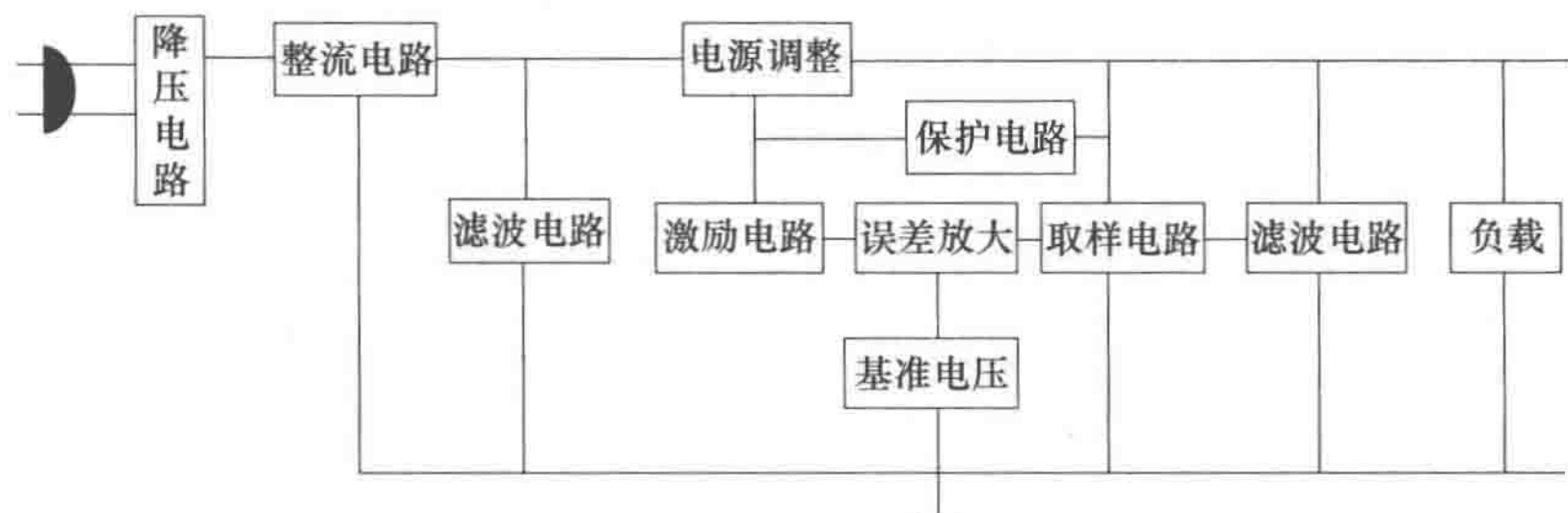


图 1-1 连续调整型稳压电路构成

#### 1. 降压电路

我国市电供电为 220V，电子产品中需要多种电压（多为直流），可利用变压电路将 220V 交流市电转换为所需要电压，变压电路主要有升压电路和降压电路两类。

(1) 变压器变压电路 常用的降压元件是变压器，将 220V 变压为低压时称为降压变压器，广泛应用于各种电子线路中，将 220V 变压为高压时，称为升压变压器，无论是降压变压器还是升压变压器，均是利用磁感应原理完成升降压的，详见变压器相关介绍。

(2) 阻容降压电路 在一些小功率电路中，常用阻容降压电路（电阻与电容并联）。适当选择元件参数，可以得到所需要的电压，其原理是用 RC 电路限流降压的，R 不允许开路，因电阻限制电流，只适用于小功率电路。

#### 2. 整流电路

电子电路应用的多为直流电源，整流电路就是将交流电变成直流电的电路。

(1) 半波整流电路 半波整流电路如图 1-2 所示，由变压器 T、二极管 VD、滤波电容 C、电阻 RL 构成。

变压器 T 的作用是将市电进行转换，得到用电器所需电压。若市电电源电压与用电器的要求相符，就可以省掉变压器，既降低成本又简化了电路。



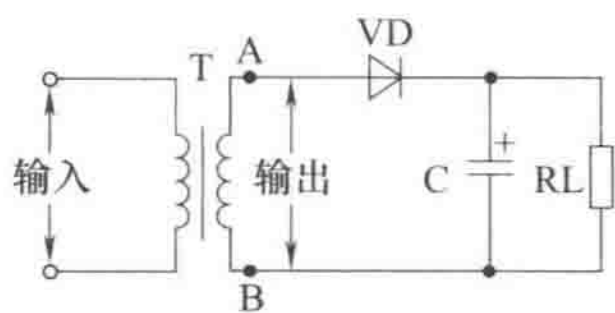


图 1-2 半波整流电路

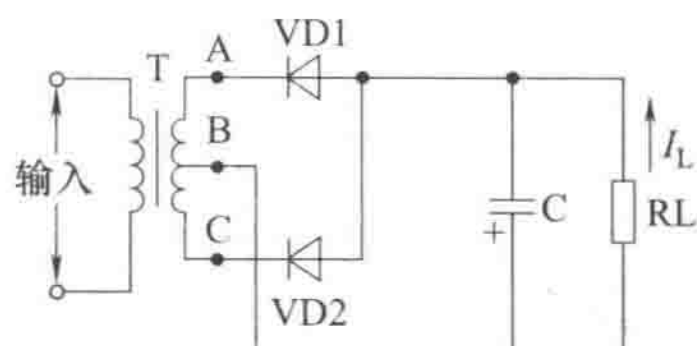


图 1-3 半桥式整流电路

工作过程：当变压器次级电压  $U_2$  为正半周时，A 为正，VD 导通，负载  $R_L$  有电流通过，当变压器次级电压  $U_2$  为负半周时，A 为负，D 截止， $R_L$  中就没有电流通过，则负载中只有正半周时才有电流。这个电流的方向不变，但大小仍随交流电压波形变化，叫做脉动电流。

(2) 全波整流电路 全波整流电路有“半桥式整流电路”和“全桥式整流电路”两种。

① 半桥整流电路。图 1-3 是半桥式整流电路，电路变压器次级线圈两组匝数相等。在交流电正半周时，A 点的电位高于 B，而 B 点的电位又高于 C，则二极管 VD1 反偏截止，而 VD2 导通，电流由 B 点出发，自下而上地通过负载  $R_L$ ，再经 VD2，由 C 点流回次级线圈。在交流电负半周时，C 点的电位高于 B，而 B 点的电位又高于 A，故二极管 VD1 导通，而 VD2 截止。电流仍由 B 点的自下而上地通过  $R_L$ ，但经过 VD1 回到次级的另一组线圈。这个电路中，无论交流电的正、负半周，都有电流自下而上地通过，则叫做全波整流电路。此种电路的优点是市电利用率高，缺点是变压器利用率低。

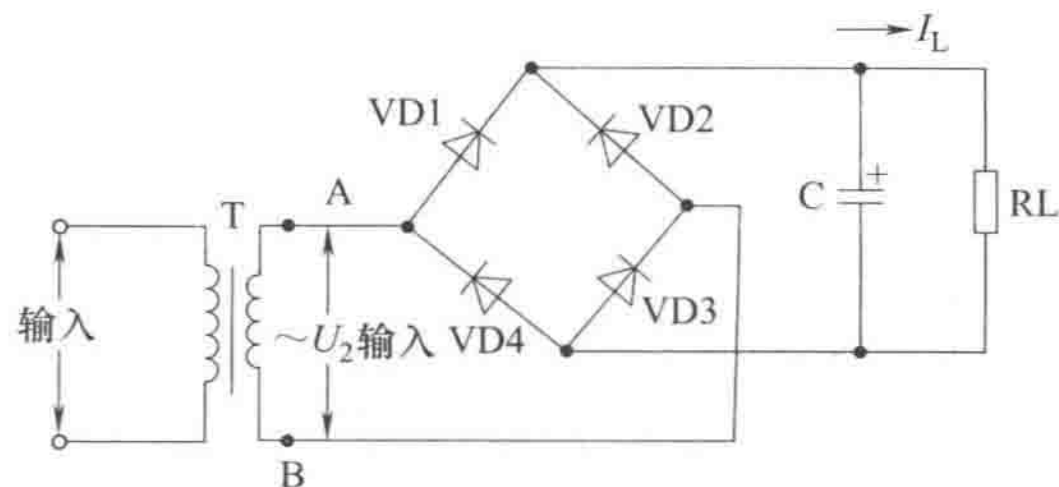


图 1-4 全桥式整流电路

② 全桥式整流电路。如图 1-4 所示在交流电正半周时，A 点的电位高于 B 点，则二极管 VD1、VD3 导通，而二极管 VD2、VD4 截止，电流由 A 点经 VD1，自上而下地流过负载  $R_L$ ，再通过 VD2 回到变压器次级；在交流电负半周时，B 点的电位高于 A，二极管 VD2、VD4 导通，而 VD1、VD3 截止，那么电流由 B 点经 VD2，仍然由上而下地流过负载  $R_L$ ，再经 VD4 到 A。可见，桥式整流电路中，无论交流电的正、负半周，都有单方向的直流电流输出，而且输出的直流电压也比半波整流电路高。

全波整流电路在交流电的正、负半周都有直流输出，整流效率比半波整流提高一倍，输出电压的波动更小。

### 3. 滤波电路

整流电路虽然可将交流电变为直流电，但是这种直流电有着很大的脉动成分，不能满足电子电路的需要。因此，在整流电路后面必须再加上滤波电路，减小脉动电压的脉动成分，提高平滑程度。

(1) 无源滤波 常用的无源滤波主要有电容滤波、电感滤波及 LC 组合滤波电路，下面主要介绍 LC 组合电路。

LC 滤波电路的基本形式如图 1-5 所示。它在电容滤波的基础上，加上了电感线圈 L 或电阻 R，以进一步加强滤波作用。因这个电路的样子很像希腊字母“π”则称为“π 型滤波器”。

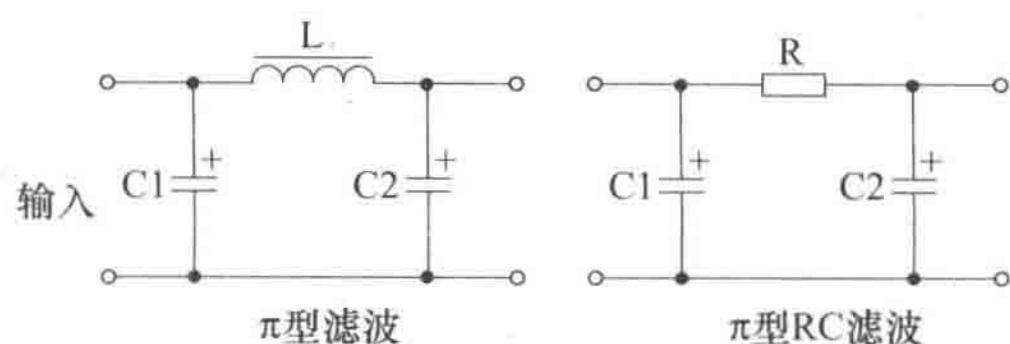


图 1-5 LC 滤波电路的基本形式

电路中电感的作用可以这样解释：当电感中通过变化的电流时，电感两端便产生反电动势来阻碍电流的变化。当流过电感的电流增大时，反电动势会阻碍电流的增大，并且将一部分

电能转变为磁能存储在线圈里；当流过电感线圈的电流减小时，反电动势又会阻碍电流的减小并释放出电感中所存储的能量，从而大幅度地减小了输出电流的变化，达到了滤波的目的。将两个电容、一个电感线圈结合起来，便构成了π型滤波器，能得到很好的滤波效果。

在负载电流不大的电路中，可以将体积笨重的电感  $L$  换成电阻  $R$ ，即构成了π型 RC 滤波器。

(2) 有源滤波 有源滤波电路又称电子滤波器，在滤波电路中使用了有源器件晶体管。有源滤波电路如图 1-6 所示。在有源滤波电路中，接在三极管基极的滤波电容容量为  $C$ ，因三极管的放大作用，相当于在发射极接了一只大电容。

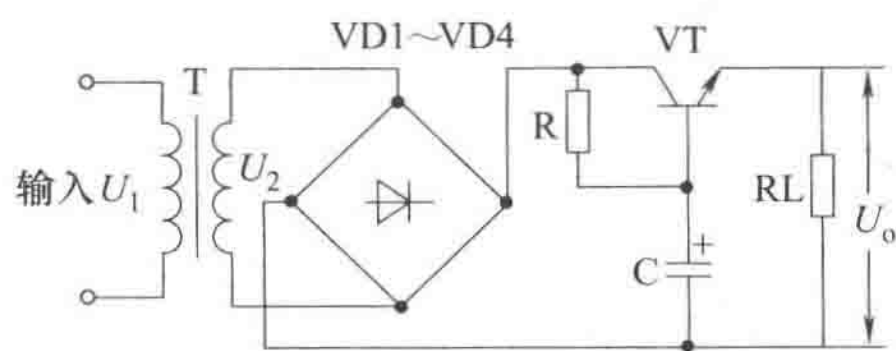


图 1-6 有源滤波电路

电路原理：电路中首先用 RC 滤波电路，使三极管基极纹波相当小，因  $I_B$  很小，则  $R$  可以取较大， $C$  相对来讲可取得较小，又因三极管发射极电压总是低于基极，则发射极输出纹波更小，从而达到滤波作用，适当加大三极管功率，则负载可得到较大电流。

#### 4. 稳压电源

整流滤波后得到直流电压，若交流电网的供电电压有波动，则整流滤波后的直流电压也相应变动；而有些电路中整流负载是变化的，则对直流输出电压有影响；电路工作环境温度的变化也会引起输出电压的变化。

因电路中需要稳定的直流供电，整流滤波电路后设有“稳压电路”，常用的稳压电路有：稳压二极管稳压电路、晶体管稳压电路和集成块稳压电路。

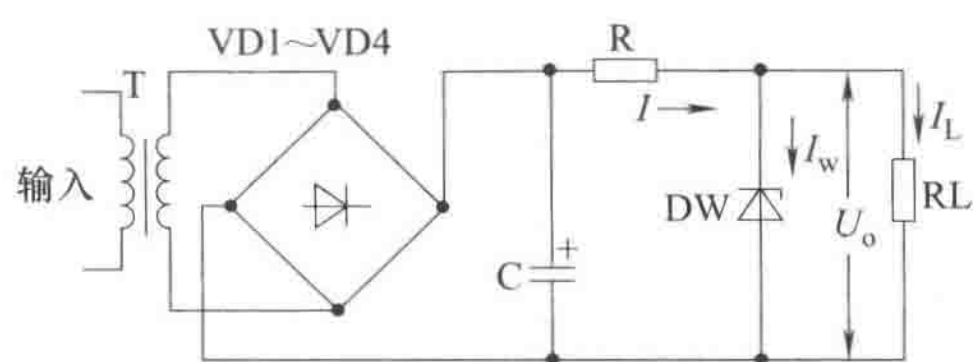


图 1-7 稳压二极管稳压电路

(1) 稳压二极管稳压电路 如图 1-7 所示，电路由电阻  $R$  和稳压二极管  $DW$  组成，图中  $R$  为限流电阻， $R_L$  为负载， $U_o$  为整流滤波电路输出的直流电压。

工作过程：稳压二极管的特点是电流在规定的范围内反向击穿时并不损坏，虽然反向电流有很大的变化，反向电压的变化却很小。电路就是利用它的这个特性来稳压的。假设因电网电压的变化使整流输出电压  $U$  增高，这时加在稳压二极管  $DW$  上的电压也会有微小的升高，但这会引起稳压管中电流的急剧上升。这个电流经过限流电阻  $R$ ，使它两端的电压也急剧增大，从而可使加在稳压管（即负载）两端的电压回到原来的  $U_o$  值。而在电网电压下降时， $U_i$  的下降使  $U_o$  有所降低，而稳压管中电流会随之急剧减小，使  $R$  两端的电压减小，则  $U_o$  上升到原值。

(2) 晶体管稳压电路 晶体管稳压电路有串联型和并联型两种，稳压精度高，输出电压可在一定范围内调节。晶体管稳压电路如图 1-8 所示， $VT_1$  为调整管（与负载串联）， $VT_2$  为比较放大管。电阻  $R$  与稳压管  $DW$  构成基准电路，提供基准电压。电阻  $R_1$ 、 $R_2$  构成输出电压取样电路。电阻  $R_3$  既是  $VT_1$  的偏置电阻又是  $VT_2$  的集电极电阻。

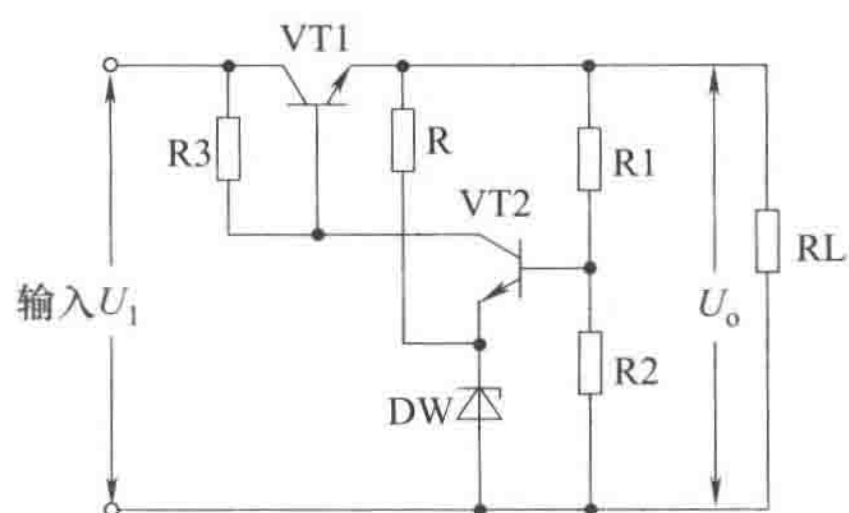


图 1-8 晶体管稳压电路

稳压工作过程：当负载  $R_L$  的大小不变时，若电网电压的波动使输入电压增大，则会引起输出电压  $U_o$  变大。通过  $R_1$ 、 $R_2$  的分压，会使  $VT_2$  管的基极电压也随之升高。因  $VT_2$  管的发射极接有稳压二极管，所以电压保持不变，则这时  $VT_2$  的基极电流会随着输出电压的升高而增大，引起



VT2 的集电极电流增大。VT2 的集电极电流使 R3 上电流增大，R3 上的电压降也变大，导致 VT1 的基极电压下降。VT1 管的导通能力减弱 VT1 增大，使集电极发射极间电阻增大，压降增大，输出电压降低到原值。同理，当输入电压下降时，引起输出电压下降，而稳压电路能使 VT1 的集电极、发射极间电阻减小，压降变小，使输出电压上升，保证输出电压稳定不变。

调压原理：当电位器 W 的中间端上移时，使 VT2 的基极电压上升，它的基极和集电极电流增大，使 R3 两端的电压降增大，引起调整管 VT1 的基极电压下降，使输出电压也随之下。同理，当电位器 W 的中间端向下滑动时，能使输出电压上升。调整后的输出电压，仍受电路稳压作用的控制，不受电网波动或负载变化的影响。

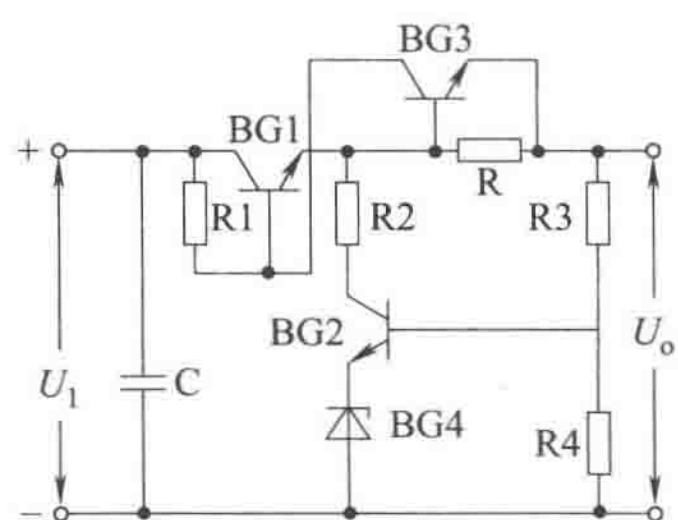


图 1-9 带有保护功能的稳压电路

(3) 带有保护功能的稳压电路 在串联型稳压电路中，负载与调整管串联，当输出过载或负载短路时，输入电压全部加在调整管上，这时流过调整管的电流很大，使得调整管过载而损坏。即使在电路中接入熔丝作为短路保护，因它的熔断时间较长，仍不能对晶体管起到良好的保护作用。因此，必须在电源中设有快速动作的过载保护电路。如图 1-9 所示。三极管 VT3 和电阻 R 构成限流保护电路。因电阻 R 的取值比较小，因此，当负载电流在正常范围时，它两端压降小于 0.5V，VT3 处于截止状态，稳压电路正常工作。当负载电流超过限定值时，R 两端电压降超过 0.5V，VT3 导通，其集电极电流流过负载电阻 R1，使 R1 上的压降增大，导致 VT1 基极电压下降，内阻变大，控制 VT1 集电极电流不超过允许值。

## 二、实际连续型调整型稳压电路分析与检修

### 1. 电路分析

BX1、BX2 为熔丝 B 电源变压器，VD1~VD4 为整流二极管，C1、C2 为保护电容，C3、C4 为滤波电容，R1、R2、C5、C6 为 RC 供电滤波电路，R3 为稳定电阻，C8 为加速电容，DW 为稳压二极管 R4、R5、R6 为分压取样电路，C7 为输出滤波电容，Q1 为调整管，Q2 为推动管；Q3 为误差放大管，电路如图 1-10 所示。

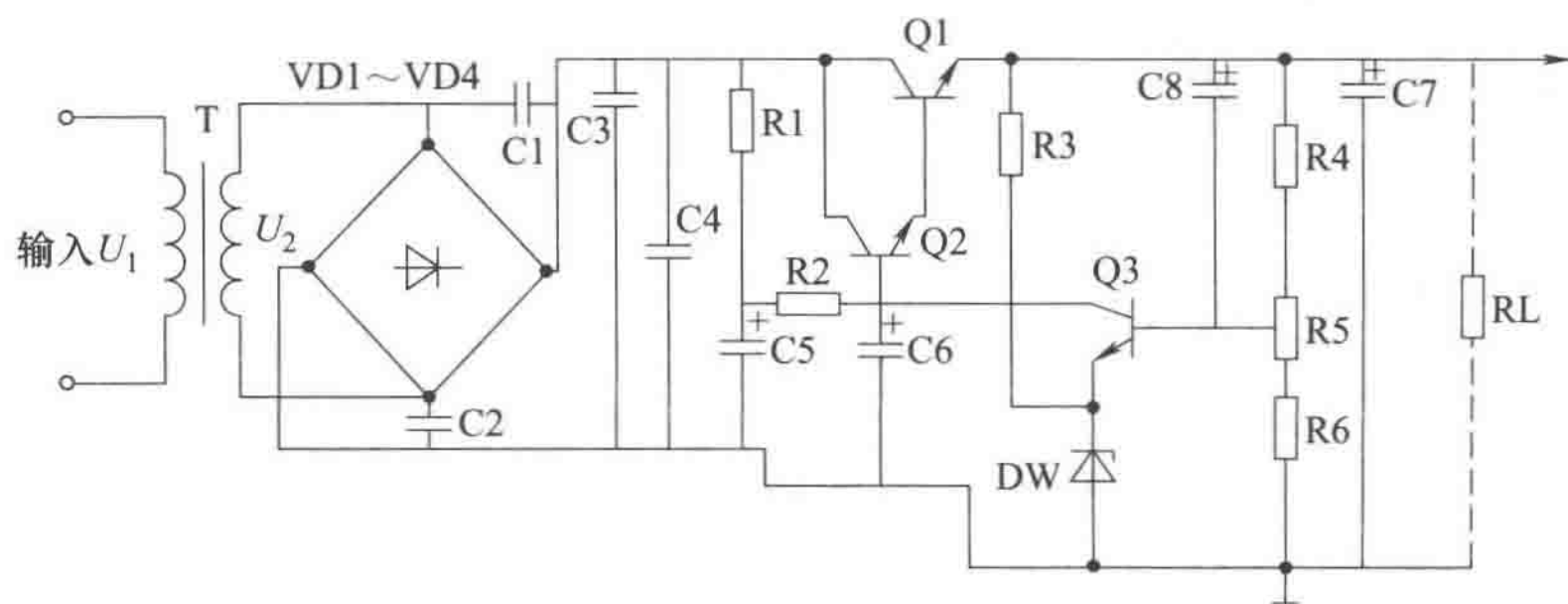


图 1-10 实际稳压电路

### 2. 电路工作原理

(1) 自动稳压原理 当某原因  $+V \uparrow \rightarrow R5$  中点电压  $\uparrow \rightarrow Q3 U_b \uparrow \rightarrow U_{be} \uparrow \rightarrow I_b \uparrow \rightarrow I_C \uparrow \rightarrow U_{R1.2} \uparrow \rightarrow U_C \downarrow \rightarrow Q2 U_b \downarrow \rightarrow I_b \downarrow \rightarrow R_{Ce} \uparrow \rightarrow U_{e1} \downarrow \rightarrow Q1 U_b \downarrow \rightarrow U_{be} \downarrow \rightarrow I_b \downarrow \rightarrow I_c \downarrow \rightarrow R_{ce} \uparrow \rightarrow U_e \downarrow \rightarrow +V \downarrow$  原值。

(2) 手动调压原理 此电路在设计时，只要手动调整 R5 中心位置，即可改变输出电压 V 高低，如当 R5 中点上移时，使 Q3UB 电压上升，根据自动稳压过程可知 +V 下降，如当 R5 中点下移时，则 +V 会上升。

### 3. 电路故障检修

此电路常出现故障主要有：无输出、输出电压高、输出电压低、纹波大等。无输出或输出不正常的检修过程，如图 1-11 所示。

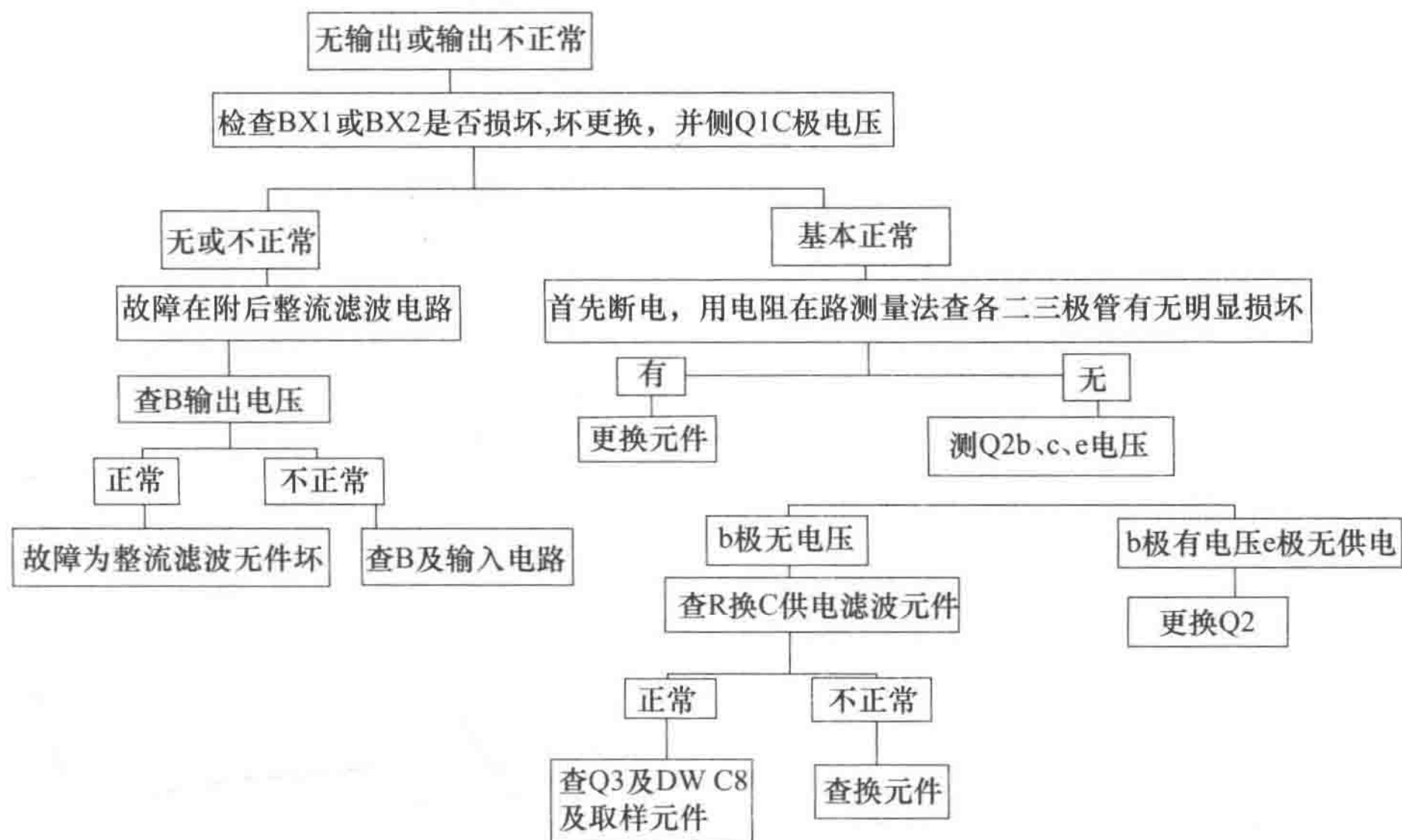


图 1-11 无输出或输出不正常的检修过程

除利用上述方法检修外，在检修稳压部分时（输出电压不正常），还可以利用电压跟踪法由后级向前级检修，同时调 R5 中点位置，哪级电压无变化，则故障应在哪级。

如输出电压偏高或偏低，首先测取样管基极电压，调 R5 电压不变则查取样电路，电压变化则测 Q3，集电极电压，调 R5 电压不变则查 Q3 电路及 R1、R2、C1 与 C6、DW 等元件，如变再查 Q2、Q3 等各极电压，哪级不变化故障在哪级。

## 三、集成稳压连续型电源电路分析

集成电路连续型稳压器主要是三端稳压器，有普通三端稳压器 78、79 系列，低压差稳压器 29 系列或可调型 LM317、LM337 系列及高误差放大器 TL431 系列。

### 1. 普通三端集成稳压器

为了使稳压器能在比较大的电压变化范围内正常工作，在基准电压形成和误差放大部分设置了恒流源电路，启动电路的作用就是为恒流源建立工作点。实际电路是由一个电阻网络构成的，在输出电压不同的稳压器中，使用不同的串、并联接法，形成不同的分压比。通过误差放大之后去控制调整管的工作状态，使其输出稳定的电压。图 1-12 所示为普通三端稳压器基本应用电路。

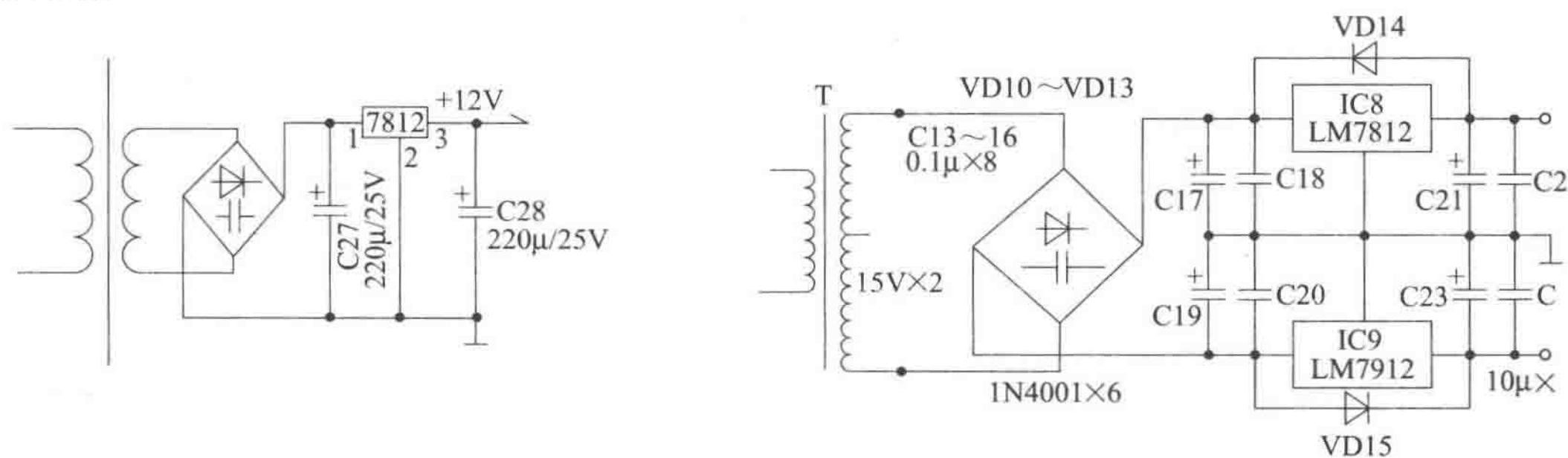


图 1-12 普通三端稳压器基本应用电路



## 2. 29 系列集成稳压器

29XX 系列低压集成稳压器与 78/79 系列集成稳压器结构相同，但最大优点是输入/输出压差小。

## 3. 可调型集成稳压器

三端可调集成稳压器，分正压输出和负压输出两种，主要种类如区别见表 1-1。三端可调型集成稳压器使用起来非常方便，只需外接两个电阻就可以在一定范围内确定输出电压。图 1-13 (a) 是 LM317 的应用电路，图 1-13 (b) 是正负可调应用电路。

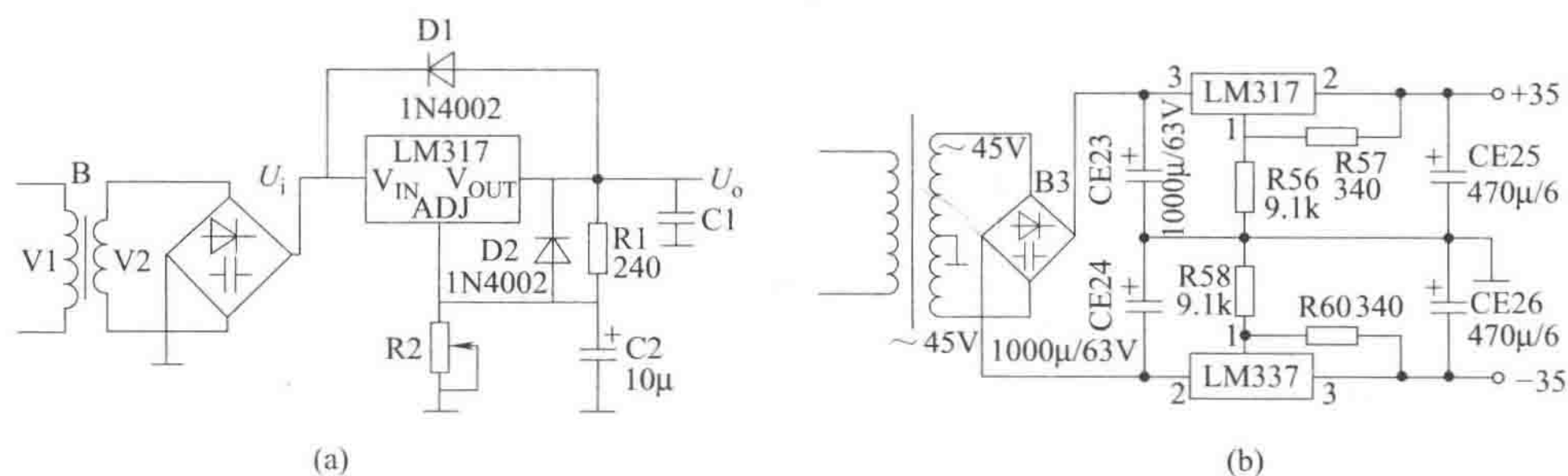


图 1-13 可调型集成稳压器基本应用电路

工作原理：以 LM317 为例，在图 1-13 中， $U_i$  为直流电压输入端， $U_o$  为稳压输出端，ADJ 则是调整端。与 78XX 系列固定三端稳压器相比较，LM317 把内部误差放大器、偏置电路的恒流源等的公共端改接到了输出端，则它没有接地端。LM317 内部的 1.25V 基准电压设在误差放大器的同相输入端与稳压器的调整端之间，由电流源供给  $50\mu\text{A}$  的恒定  $I_{\text{ADJ}}$  调整电流，此电流从调整端 (ADJ) 流出。 $R_{\text{SOP}}$  是芯片内部设有的过流检测电阻。实际使用时，采用悬浮式工作，即由外接电阻  $R_1$ 、 $R_2$  来设定输出电压，输出电压可用下式计算， $V_o = 1.25(1 + R_2/R_1)$ 。

表 1-1 可调型集成稳压器的种类及区别

类型	产品系列及型号	最大输出电流/A	输出电压/V
正压输出	LM117L/217L/317L	0.1	1.2~37
	LM117M/217M/317M	0.5	1.2~37
	LM117/217/317	1.5	1.2~37
	LM150/250/350	3	1.2~33
	LM138/238/338	5	1.2~32
	LM196/396	10	1.2~15
负压输出	LM137L/237L/337L	0.1	-37~-1.2
	LM137M/237M/337M	0.5	-37~-1.2
	LM137/237/337	1.5	-37~-1.2

使用悬浮式电路是三端可调型集成稳压器工作时的特点。图 1-13 中，电阻  $R_1$  接在输出端与调整端之间承受稳压器的输出基准电压 1.25V，电阻  $R_2$  接在调整端至地端。 $V_o = 1.25(1 + R_2/R_1)$ 。 $R_1$  一般取  $120'\Omega$  或  $240'\Omega$ 。若要连续可调输出，则  $R_2$  可选用电位器。 $C_1$  用于防止输入瞬间过电压。 $C_2$  用于防止输出接容性负载时稳压器的自激。用钽电容  $1\mu\text{F}$  或铝电解电容  $25\mu\text{F}$ ，接入  $D_1$  为防止输入端短路时  $C_1$  放电损坏稳压器。调整端至地端接入  $C_2$  可明显改善稳压器的纹波抑制比。 $C_1$  一般取  $10\mu\text{F}$ ，并接在  $R_1$  上的  $D_2$  是为了防止输出短路时  $C_1$  放电损坏稳压器。

实际应用中应注意  $R_1$  要紧靠输出端连接，当输出端流出较大电流时， $R_2$  的接地点应与





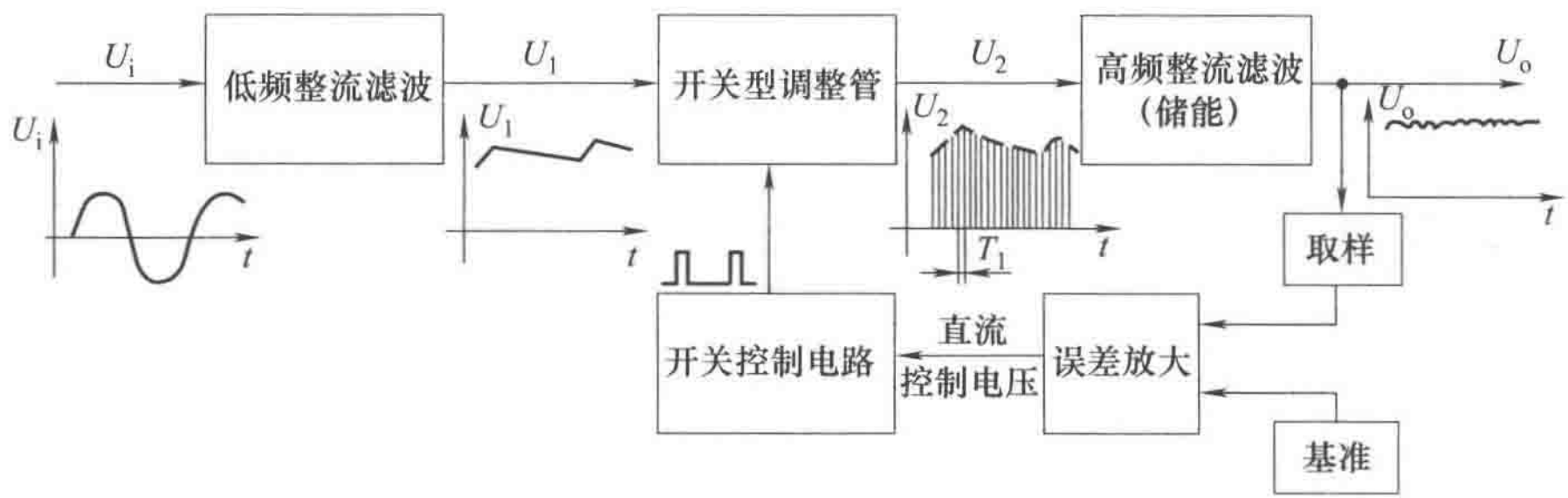


图 1-16 开关型稳压电路的构成方框图

由图 1-16 可知，输出端的直流电压  $U_o$  就是换能器提供的高频脉冲电压  $U_2$  的平均电压，即： $U_o = \frac{T_1}{T} U_2$ 。

式中， $T$  是开关脉冲的周期，它就是开关调整管的激励脉冲的周期； $T_1$  是高频脉冲  $U_2$  的脉宽，它与开关调整管的激励脉宽有关。一般激励脉宽等于  $T_1$ ，或与  $T_1$  有关。

$T_1/T$  称占空系数，调整  $T_1/T$  大小，可以调节输出电压  $U_o$  值。实际上，通过调整脉宽（即调整  $T_1$ ），调整脉冲周期（即  $T$ ），都能够调整输出电压。

## 二、开关型电源电路种类

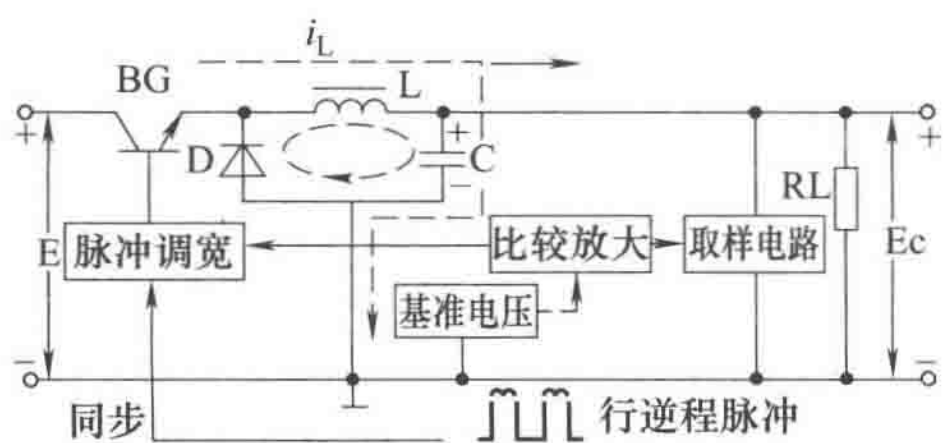


图 1-17 开关电源分类方式

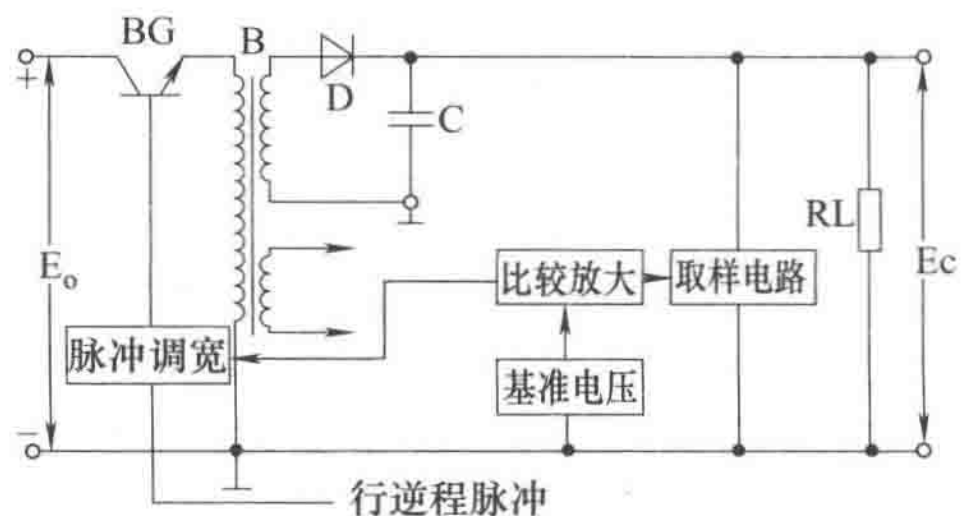
开关电源有多种分类方法，如图 1-17 所示，实际应用中，要将各种方式通过不同的组合，形成某形式开关电源，如直接稳压式自激调频并联式电源，间接稳压并联自激式电源，并联它激式电源等。下面简要介绍各种电源的工作原理。

### 1. 串联与并联型开关稳压电路

(1) 串联型开关稳压电路 如图 1-18 (a) 所示，它由开关管 BG、储能电路（包括储能电感  $L$ 、滤波电容  $C$  和续流二极管  $VD$ ）、取样电路、比较放大电路、基准电压电路、脉冲调宽电路等部分构成，若储能电感  $L$  串联在输入端与输出负载  $RL$  之间，则叫串联型开关稳压电路。



(a)



(b)

图 1-18 串联与并联型开关稳压电路

电路正常工作时，开关管受脉冲电压控制工作在开关状态，使输入与输出之间周期性地闭合与断开，间断地把输入的能量送入储能电路，经均衡滤波后形成直流电压输出。单位时间内输入储能电路能量的多少（即开关管在单位时间里导通时间的长短）决定输出电压的大小。

取样电路取出一部分输出电压，并将这部分电压与基准电压相比较产生出误差信号，比较放大电路将误差信号放大，再去控制脉冲调宽电路，改变控制开关管的脉冲电压的宽度，从而

改变开关管的导通时间。当输出电压偏高时,误差信号使脉冲宽度变窄,窄脉冲又使开关管单位时间内导通的时间变短,从而使输入储能器的能量减少,输出的电流、电压下降。这样输出电压经过取样、比较放大、脉冲调宽电路的作用后,使输出电压向相反的方向变化,从而达到稳定目的。

(2) 并联型开关稳压电路 如图 1-18 (b) 所示,电路中的储能元件用脉冲变压器 B 替代,就可以得到脉冲变压器耦合并联型开关稳压电路。这种电路的特点是可以使脉冲变压器级多加几组绕组,分别构成储能电路,可以提供多路独立输出的不同电压。因此,这种形式的电路在目前的彩电中广泛应用。

## 2. 自激式与它激式开关稳压电路

开关稳压电源在开机后,为了保证有直流电压输出,使电视机开始正常工作,应让开关管很快进入开关状态,这个过程叫开关稳压电源启动。按启动方式不同,可分为两种开关稳压电路。

(1) 自激式开关稳压电路 它是利用电路中的开关管、脉冲变压器构成一个自激振荡器,来完成电源启动工作,使电源有直流电压输出。图 1-19 所示为一种简单实用的自激式电源电路。

220V 交流电经 D1 整流, C1 滤波后输出约 280V 的直流电压,一路经 B 的初级绕组加到开关管 V1 的集电极;另一路经启动电阻 R2 给 V1 的基极提供偏流,使 V1 很快导通,在 B 的初级绕组产生感应电压,经 B 耦合到正反馈绕组,并把感应的电压反馈到 V1 的基极,使 V1 则入饱和导通状态。

当 VT1 饱和时,因集电极电流保持不变,初级绕组上的电压消失,VT1 退出饱和,集电极电流减小,反馈绕组产生反向电压,使 VT1 反偏截止。

接在 B 初级绕组上的 D3、R7、C4 为浪涌电压吸收回路,可避免 VT1 被高压击穿。B 的次级产生高频脉冲电压经 D4 整流, C5 滤波后 (R9 为负载电阻) 输出直流电压。

(2) 它激式开关稳压电路 这种电路必须附加一个振荡器,利用振荡器产生的开关脉冲去触发开关管完成电源启动,使电源的直流电压输出。在电视机正常工作后,可由行扫描输出电路提供行的脉冲作为开关信号。这时振荡器可以停止振荡。可见附加的振荡器只须在开机时工作,完成电源启动工作后可停止振荡。因此这种电路线路复杂。

图 1-20 为实际应用中的他激式电源电路,采用推挽式输出 (也可以使用单管输出),图中 VT1、VT2、C1、C2、R1~R4、VD1、VD2 构成多谐振荡电路,其振荡频率为 20kHz 左右,电路工作后可以从 VT1 和 VT2 的集电极输出两路相位相差 180° 的连续脉冲电压,调节 R2、R3 可以调整输出脉冲的宽度 (占空比)。这两路信号分别经 C3、R5 和 C4、R6 耦合到 VT3 和 VT4 基极。

VT3 和 VT4 及 R7、VD3、VD4、R8 构成两个独立的电压放大器,从 VT3 和 VT4 集电极输出的已放大的脉冲电压信号分别经 C5、R9、ZD1 和 C6、R10、ZD2 耦合到 VT5 和 VT6 的基极。

VT5、VT6、VD5、VD6、VD9、VD10 和 VD11、VD12 构成脉冲推挽式功率放大电路,将 VT5、VT6 送来的脉冲电压进行放大,并经 T1 耦合后驱动开关电源主回路。VD5、VD6 是防共态导通二极管,VD11、VD12 为阻尼管,VD9、VD10 为发射结保护二极管。电路的工

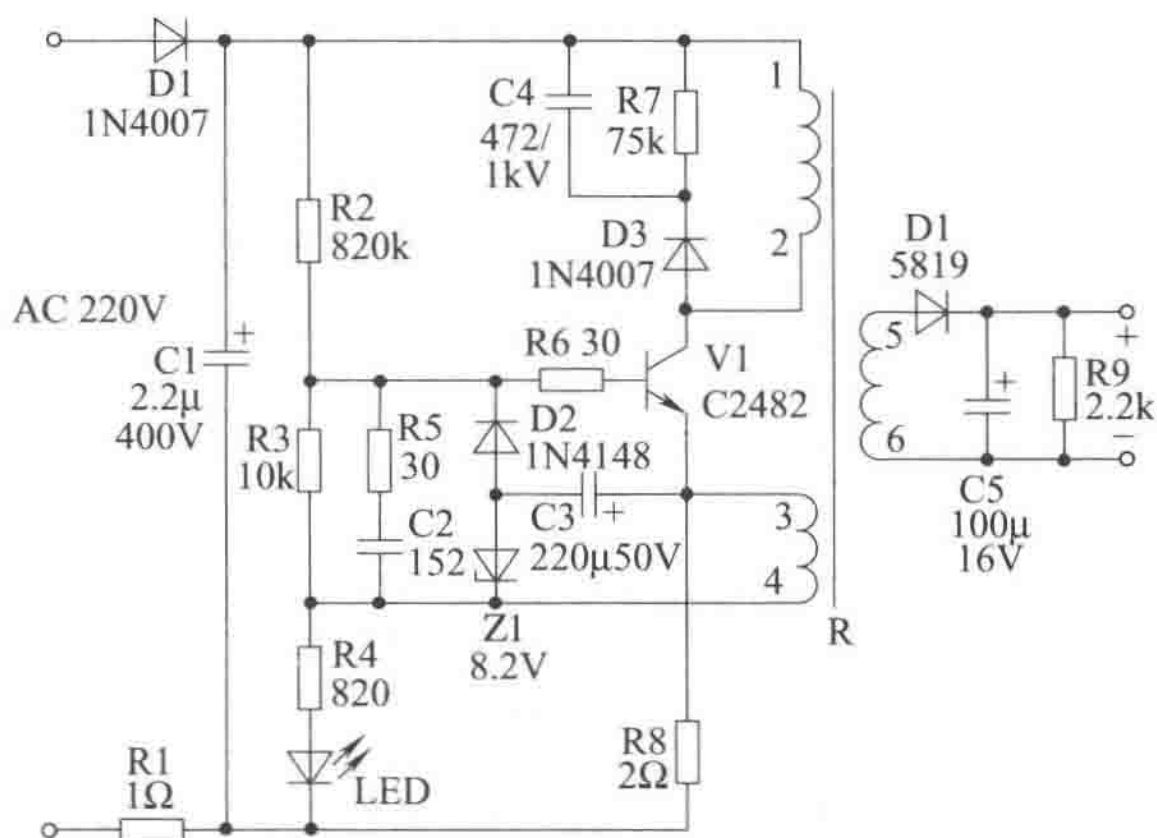


图 1-19 自激式并联电源



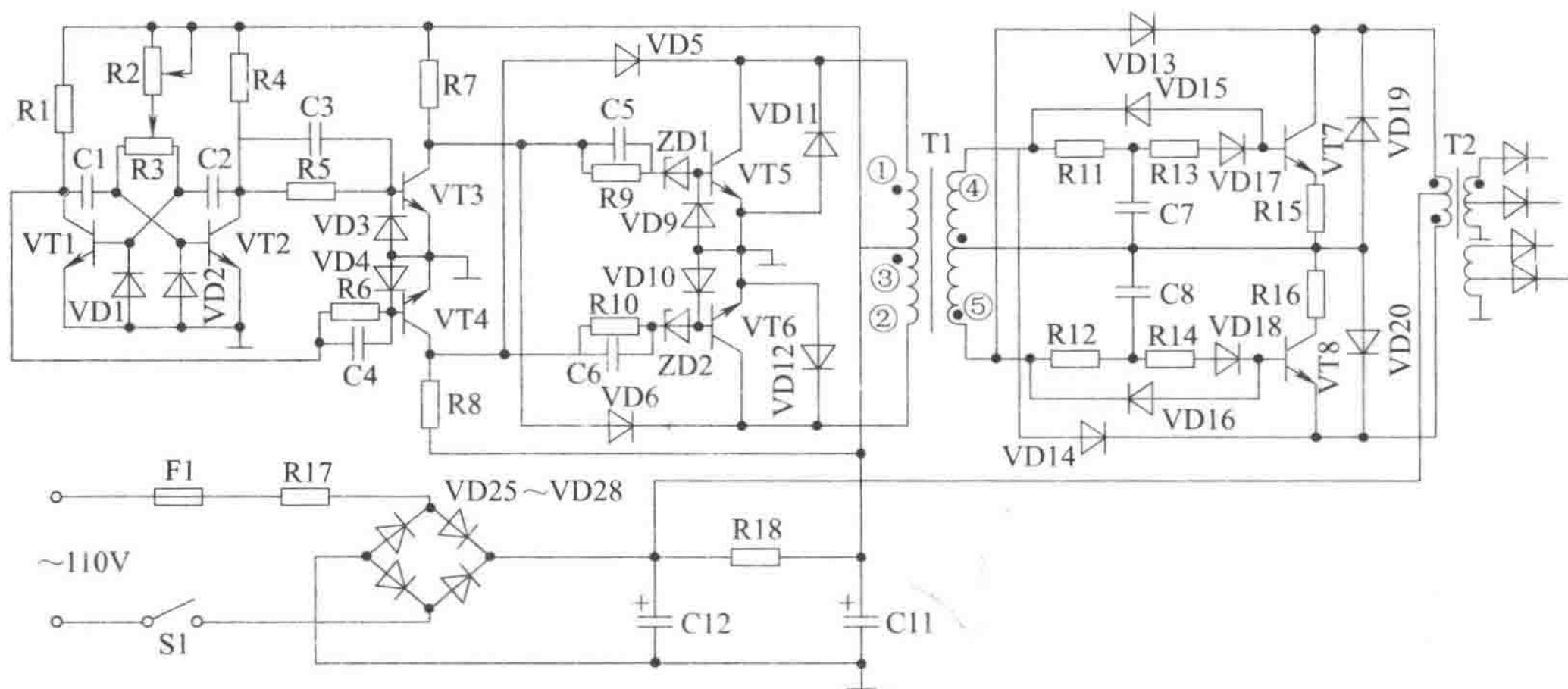


图 1-20 推挽式开关电源的实际电路

作过程如下。

当 VT3 集电极有正脉冲出现并超过 10V 时，ZD1 被击穿，VT5 因正偏而导通（VT6 处于截止状态），因同名端相关联，VT5 集电极电流流经 T1 初级③—①绕组时，将在次级绕组④端感应出正的脉冲电压，⑤端感应出负的脉冲电压。此电压分别加到 VT7 和 VT8 基极回路，将使 VT7 导通、VT8 截止。

当 VT4 集电极有正脉冲出现并且幅度超过 10V 时，ZD2 被击穿，VT6 因正偏而导通（VT5 处于截止状态），因同名端相关联，VT6 集电极电流流经 T1 初级③—②绕组时，将在次级绕组④端感应出负的脉冲电压，⑤端感应出正的脉冲电压，此电压分别加到 VT7 和 VT8 的基极回路，使 VT7 截止、VT8 导通。

VT7、VT8、VD13~VD20、C7、C8、R11~R16、T2 构成他激式推挽式开关电源的主变换电路（末级功率驱动电路）。VD13、VD14 是防共态导通二极管，VD19、VD20 为阻尼管，C7、R11 和 C8、R12 分别构成输入积分电路，其作用也是防止 VT7、VT8 共态导通，其原理是使 VT7 或 VT8 延迟导通。VD15、VD16 的作用是加速 VT7、VT8 截止响应。电路的工作过程同原理电路，T2 次级输出正负方波电压。

VD21~VD24、C9、C10、C11、C12 构成整流滤波电路，其作用是对 T2 次级输出的方波进行整流滤波，输出负载所需的直流电压。

VD25~VD28、C11、C12、R17、R18 构成输入整流滤波电路，此电路直接将输入的 220V 交流电压进行整流得到所需直流电压供上述各电路工作。电路中的 R17 的作用是冲击电流限幅，限制开机瞬间 C11、C12 的充电电流的最大幅度。

### 3. 调宽与调频式开关稳压电路

串联型和并联型开关稳压电源，在稳压工作中都要进行脉冲宽度的调整，以改变单位时间内开关管的导通时间。调整输出电压的高低有以下两种方法。

(1) 调宽的方法 在开关周期一定的条件下，增减开关合上的时间，就可以控制输出电压的大小，这种方法就是调宽的方法，使用这种方法的开关稳压电路叫调宽式开关稳压电路。

(2) 调频的方法 一定情况下，改变开关重复周期，可以控制输出电压的大小。这种方法就是调频的方法，使用这种方法的开关稳压电路称为调频式开关稳压电路。

在电视机中，使用调宽式的开关稳压电路是用某标准频率控制（如电视机为行逆程脉冲控制）来锁定开关管的开关频率，使其开关周期不变，使用调频式的开关稳压电路，其脉冲振荡不受外来同步信号的控制。两种方式波形变化图如图 1-21 所示。