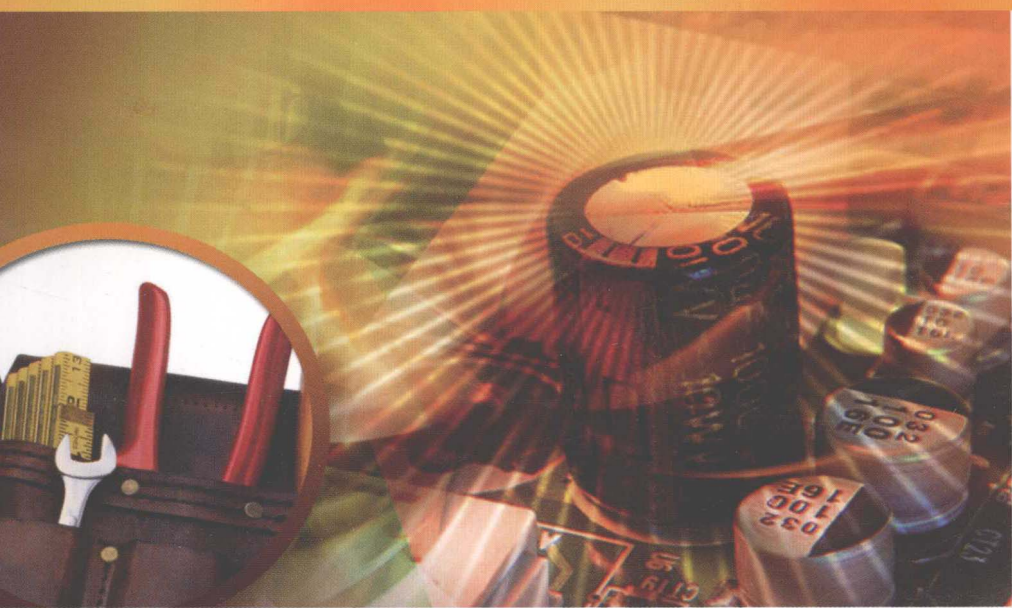


技能型人才培养丛书

# 典型开关电源 电路分析与检修



主编：张伯龙



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

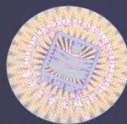




- 电子技术出版分社微博：<http://weibo.com/etpublish>
- 王敬栋编辑微博：<http://weibo.com/wjd80>



策划编辑：王敬栋  
责任编辑：王敬栋



本书贴有激光防伪标志，凡没有防伪标志者，属盗版图书。

ISBN 978-7-121-13879-9



9 787121 138799 >

定价：45.00元

技能型人才培养丛书

# 典型开关电源电路分析与检修

主编：张伯龙

参编：王可山 张晓红 冯家银 陈 荣  
路连峰 付张建 曹 祥

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书打破了以机型、品牌归类的编写模式,除特殊情况外,每一种线路形式的电源只讲解一个,从而使本书的实用价值更高。全书内容包括电源基础知识、分立件开关电源、集成电路自激开关电源电路分析及故障检修、集成电路他激开关电源电路分析与故障检修、PFC 功率因数补偿型开关电源电路分析及故障检修、DC—DC 变换器电源电路分析及故障检修。

本书内容丰富,通俗易懂,可供从事开关电源研究的技术人员、工业设备维修人员、家电维修人员和无线电爱好者阅读,也可作为各类高职高专院校家用电器维修培训的辅助教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

典型开关电源电路分析与检修 / 张伯龙主编. —北京:电子工业出版社,2011. 7

(技能型人才培养丛书)

ISBN 978-7-121-13879-9

I. ①典… II. ①张… III. ①开关电源-电路分析 ②开关电源-检修 IV. ①TN86

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 117792 号

责任编辑:王敬栋(wangjd@phei.com.cn)

印 刷:北京丰源印刷厂

装 订:三河市鹏成印业有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:18.75 字数:480 千字

印 次:2011 年 7 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:45.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

# 前 言

开关电源以其效率高、工作稳定、价格低廉等特点，广泛应用于各个领域，为了使电子技术人员及从事电子产品的维修人员快速掌握开关电源原理与维修技术，我们编写了此书。

全书共6章，第1章介绍电源基础知识，讲解了连续调整型稳压电路构成及电路分析、开关型稳压电路构成及结构特点、开关电源的检修思路及检修方法；第2章介绍分立件开关电源，讲解了串联型调宽典型电路分析及故障检修、并联型调宽典型电路分析及故障检修、分立件调频—调宽直接稳压型典型电路分析及故障检修、分立件调频—调宽间接稳压型典型电路分析及故障检修；第3章介绍集成电路自激开关电源电路分析及故障检修；第4章介绍集成电路他激开关电源电路分析与故障检修；第5章介绍PFC功率因数补偿型开关电源电路分析及故障检修，讲解了PFC功率因数补偿型开关电源电路构成及补偿原理、多种PFC电源电路分析及故障检修；第6章介绍DC—DC变换器电源电路分析及故障检修，讲解了DC—DC高压变换器及DC—DC低压变换器电源电路分析及故障检修。全书从分立元件的开关电源电路到采用多种不同厚膜集成电路构成的开关电源电路均有介绍，包罗万象，对各种形式的开关电源电路原理及维修进行了全方位的阐述。读者通过阅读此书，可达到“举一反三，通一机，机机通”的目的。

本书中随开关电源所附带的电路图均为生产厂商所提供。本书为了便于讲授，并与实际维修衔接，对原机型的电路图中不符合我国国家标准的图形及符号未做改动，以便读者在识图时能将电路板上的元器件与电路图上的元器件相对应，同时也能使维修者在原电路板上准确地找到故障元器件，并快速排除故障。在电路原理及故障排除章节，由于所取机型不同，个别元件标号与书中给定典型有差异。因此，电路中元件标号应参考实际机型电路图。此外，有的电路图为了简洁，电阻的单位省略了 $\Omega$ ，电容的单位省略了F，电感的单位省略了H。在此，特别加以说明。

本书内容丰富，通俗易懂，可供从事开关电源研究的技术人员、工业设备维修人员、家电维修人员和无线电爱好者阅读，也可作为各类高职高专院校家用电器维修培训的辅助教材。

本书由张伯龙主编，参加本书编写的还有王可山、张晓红、冯家银、陈荣、路连峰、付张建、曹祥。由于编者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

第 1 章 电源基础知识 .....	1
1.1 连续调整型稳压电路构成及电路分析 .....	1
1.1.1 连续调整型稳压电路构成及各电路工作原理 .....	1
1.1.2 实际连续调整型稳压电路分析与检修 .....	6
1.1.3 集成电路连续型稳压器 .....	7
1.2 开关型稳压电路构成及结构特点 .....	10
1.2.1 开关型稳压电路构成及基本原理 .....	10
1.2.2 开关型电源电路种类 .....	11
1.2.3 电源电路的保护措施 .....	16
1.3 开关电源的检修思路及检修方法 .....	20
1.3.1 开关电源的检修思路及注意事项 .....	20
1.3.2 开关电源的检修方法 .....	21
第 2 章 分立件开关电源电路分析与故障检修 .....	24
2.1 串联型调宽典型电路分析及故障检修 .....	24
2.1.1 串联型调宽典型电路分析 .....	24
2.1.2 串联型调宽典型电路故障检修 .....	26
2.2 并联型调宽典型电路分析及故障检修 .....	28
2.2.1 并联型调宽典型电路分析 .....	28
2.2.2 并联型调宽典型电路故障检修 .....	33
2.3 分立件调频—调宽直接稳压型典型电路分析及故障检修 .....	34
2.3.1 调频—调宽直接稳压型调宽典型电路分析 .....	34
2.3.2 调频—调宽直接稳压型电路故障检修 .....	38
2.3.3 长城 GW—PS60 型计算机电源电路原理与故障检修 .....	43
2.3.4 联想 L—250 型计算机电源电路分析与故障检修 .....	47
2.3.5 康佳 T16 机芯电源电路分析与故障检修 .....	50
2.3.6 康佳 SA 机芯电源电路检修 .....	56
2.3.7 松下 M16 机芯电源电路故障检修 .....	61
2.3.8 索尼 DVP—K333 机芯电源电路检修 .....	67
2.3.9 飞利浦 GR—8 机芯大屏幕彩色电视机电源电路检修 .....	69

2.3.10	康佳 T54 机芯电源电路故障检修	71
2.3.11	熊猫 6498 机芯电源电路故障检修	74
2.3.12	熊猫 C74P2M 机芯电源电路故障检修	79
2.4	分立件调频—调宽间接稳压型电源典型电路分析及故障检修	84
2.4.1	调频—调宽间接稳压典型电路分析及故障检修	84
2.4.2	高路华 TC2982 型彩色电视机电源电路分析与故障检修	88
<b>第 3 章</b>	<b>集成电路自激开关电源电路分析及故障检修</b>	<b>96</b>
3.1	STR 系列开关电源电路分析及故障检修	96
3.1.1	STR5412 构成电源电路分析及故障检修	96
3.1.2	STR—5941 构成电源电路分析及故障检修	99
3.1.3	STR—D6601 构成电源电路分析及故障检修	103
3.1.4	STR—D6802 构成电源电路分析及故障检修	108
3.1.5	STR—S5741 构成电源电路分析及故障检修	113
3.1.6	STR—S6709 构成电源电路分析及故障检修	119
3.1.7	STR—S6708A 构成电源电路分析	122
3.2	其他自激电源电路分析及故障检修	125
3.2.1	KA—5L0380R 构成电源电路分析及故障检修	125
3.2.2	TEA2280 构成电源电路分析及故障检修	128
<b>第 4 章</b>	<b>集成电路他激开关电源电路分析与故障检修</b>	<b>134</b>
4.1	单管他激式开关电源电路分析及故障检修	134
4.1.1	STRG5643D 构成的开关电源电路分析与检修	134
4.1.2	STR—M6831AF04 构成电源电路分析及检修	137
4.1.3	STR—W6756 构成的开关电源电路分析	142
4.1.4	TDA4161 构成电源电路分析及故障检修	145
4.1.5	TDA16846 构成电源电路分析及故障检修	149
4.1.6	STR—83145 构成电源电路分析及故障检修	155
4.1.7	TEA1522P 构成电源电路分析及故障检修	160
4.1.8	TOP202YAI 构成电源电路分析及故障检修	164
4.1.9	TOP223 构成电源电路分析及故障检修	165
4.1.10	$\mu$ PC1094G 构成电源电路分析及故障检修	169
4.1.11	TEA2262 构成的开关电源电路分析与维修	171
4.1.12	L6565 构成的开关电源电路分析与检修	175
4.1.13	KA3842 构成电源电路分析及故障检修	179
4.1.14	KIA3842 构成电源电路原理及故障检修	184
4.1.15	KA7552 构成电源电路分析及故障检修	189
4.1.16	TA1319AP 构成电源电路分析及故障检修	194

4.2	双管推挽式开关稳压电源电路分析及故障检修	197
4.2.1	STR—Z3302 构成电源电路分析及故障检修	197
4.2.2	STR—Z4267 构成电源电路分析及故障检修	202
4.2.3	KA3524 构成电源电路分析及故障检修	206
4.2.4	SG3524 构成电源电路分析及故障检修	209
4.2.5	TL494 构成电源电路分析及故障检修	214
4.2.6	MST894CN 构成的 COMPAQ CP—300 型电源电路分析及故障检修	219
4.2.7	MST894CN 构成的宏基 I—300 型计算机电源电路分析及故障检修	222
4.2.8	多科推挽输出式电源电路原理图	227
<b>第 5 章</b>	<b>PFC 功率因数补偿型开关电源电路分析及故障检修</b>	<b>232</b>
5.1	PFC 功率因数补偿型开关电源电路构成及补偿原理	232
5.1.1	PFC 功率因数补偿型开关电源电路构成及特点	232
5.1.2	PFC 功率因数补偿型开关电源电路补偿原理	233
5.2	PFC 电源电路分析及故障检修	235
5.2.1	L6561 + L5991 构成的开关电源电路分析及故障检修	235
5.2.2	TDA16888 + UC3843 构成的开关电源电路分析及故障检修	239
5.2.3	ICE1PCS01 + NCP1207 构成的开关电源电路分析及故障检修	245
5.2.4	NPC1650 + NCP1217 开关电源电路分析	252
5.2.5	STR—E1565 + STR—2268 构成的开关电源电路分析	258
<b>第 6 章</b>	<b>DC—DC 变换器电源电路分析及故障检修</b>	<b>266</b>
6.1	DC—DC 高压变换器电源电路分析及故障检修	266
6.1.1	TL1451 DC—DC 升压型电源电路分析	266
6.1.2	OZ965 DC—DC 升压型电源电路分析	270
6.1.3	OZ29RR 系列 DC—DC 高压电源电路分析	272
6.1.4	BIT3106 DC—DC 升压型电源电路分析	275
6.1.5	其他 BIT 系列升压型电源电路分析	280
6.1.6	高压供电电路的维修和绕组注意事项	283
6.2	DC—DC 低压变换器电源电路分析及故障检修	285
6.2.1	AP1510 DC—DC 电感降压式变换器电源电路分析	285
6.2.2	NCP5006 电感升压式变换器电源电路分析	286
6.2.3	L4973 DC—DC 低压变换器电源电路分析	288
6.2.4	DC—DC 变换器的维修方法	290



# 第 1 章 电源基础知识

## 1.1 连续调整型稳压电路构成及电路分析

### 1.1.1 连续调整型稳压电路构成及各电路工作原理

#### 1. 连续调整型稳压电路构成

连续调整型稳压电路构成如图 1-1 所示。

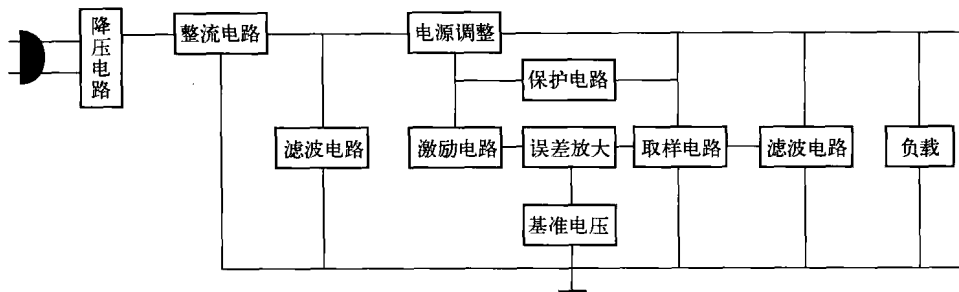


图 1-1 连续调整型稳压电路构成

#### 2. 各电路工作原理

##### 1) 降压电路

我国市电供电电压为 220 V，而电子产品中需要多种供电电压（多为直流电压），可利用变压电路将 220 V 交流市电电压转换为所需要电压，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 220 V 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 220 V 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。

##### (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）来变压。适当选择元器件参数，可以得到所需要的电压。它是通过 RC 电路限流降压的，R 不允许开路。因为电阻限制电流，所以只适用于小功率电路。

## 2) 整流电路

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 和滤波电容 C 构成。电阻  $R_L$  表示用电器, 是整流电路的负载。

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

工作过程: 当变压器二次电压  $U_2$  为正半周时, A 点电压为正, VD 导通, 负载  $R_L$  有电流通过; 当变压器二次电压  $U_2$  为负半周时, A 点电压为负, VD 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。方向不变, 强度随时间作用周期性改变的电流, 叫做脉动电流, 也叫脉冲电流。

### (2) 全波整流电路

全波整流电路分为半桥式整流电路和全桥式整流电路两种。

① 半桥式整流电路。图 1-3 所示是半桥式整流电路, 变压器二次绕组两组匝数相等。在交流电正半周时, A 点的电压高于 B 点的电压, 而 B 点的电压又高于 C 点的电压, 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 点流回二次绕组; 在交流电负半周时, C 点的电压高于 B 点的电压, 而 B 点的电压又高于 A 点的电压, 故二极管 VD1 导通, 而 VD2 截止, 电流仍由 B 自下而上地通过  $R_L$ , 经过 VD1 回到二次绕组。在交流电的正、负半周都有电流自下而上地通过的电路叫做全波整流电路。此种电路的优点是市电利用率高, 缺点是变压器利用率低。

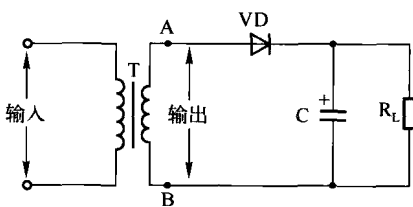


图 1-2 半波整流电路

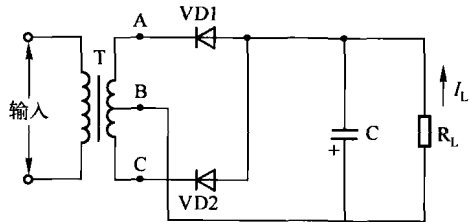


图 1-3 半桥式整流电路

② 全桥式整流电路。如图 1-4 所示, 在交流电正半周时, A 点的电压高于 B 点的电压, 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 回到变压器二次绕组; 在交流电负半周时, B 点的电压高于 A 点的电压, 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, 在桥式整流电路中, 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的直流电压高。

全波整流电路在交流电的正、负半周都有直流电流输出, 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

整流电路虽然可以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。

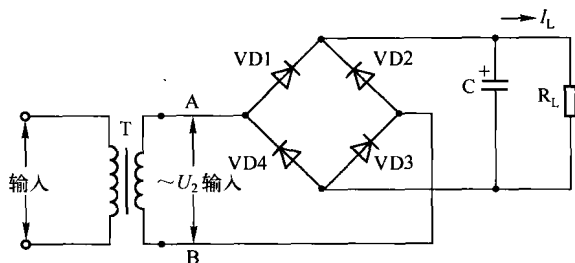


图 1-4 全桥式整流电路

### (1) 无源滤波电路

常用的无源滤波电路主要有电容滤波电路、电感滤波电路及 LC 组合滤波电路，这里主要介绍 LC 组合滤波电路。

LC 组合滤波电路的基本形式如图 1-5 (a) 所示。它是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”，故称为“π”型滤波器。

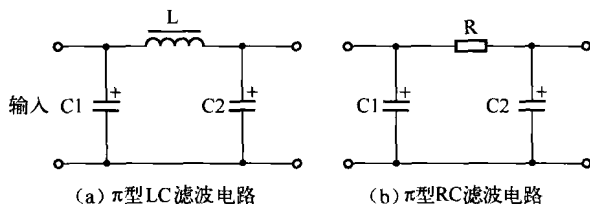


图 1-5 LC 组合滤波电路的基本形式

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，如图 1-5 (b) 所示。

### (2) 有源滤波电路

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，在三极管基极接有滤波电容 C，因三极管的放大作用，相当于在发射极接了一只大电容。

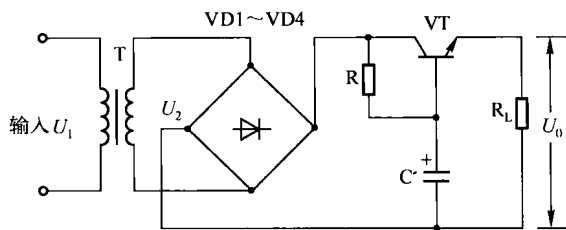


图 1-6 有源滤波电路

在有源滤波电路中，首先采用 RC 滤波电路，使三极管基极纹波相当小。因  $I_B$  很小，故  $R$  可以取得较大， $C$  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电压，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) 稳压电路

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，故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、晶体管稳压电路带有保护功能的稳压电路。

##### (1) 稳压二极管稳压电路

如图 1-7 所示，稳压二极管稳压电路由电阻  $R$  和稳压二极管  $VDZ$  组成。图中， $R$  为限流电阻； $R_L$  为负载。

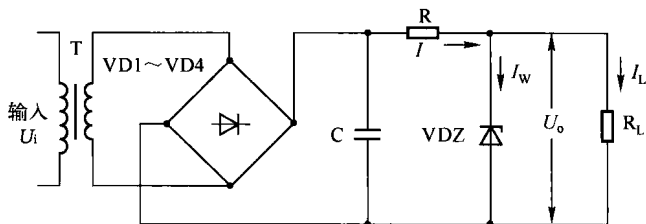


图 1-7 稳压二极管稳压电路

稳压二极管的特点是电流在规定范围内当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  $U_1$  升高，这时加在稳压二极管  $VDZ$  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（负载）两端的电压回到原来的  $U_0$  值。而在电网电压下降时， $U_1$  的下降使  $U_0$  有所降低，而稳压管中的电流会随之急剧减小，使  $R$  两端的电压减小，则  $U_0$  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，其稳压精度高，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。其中， $VT1$  为调整管（与负载串联）； $VT2$  为比较放

大管；电阻 R 与稳压管 VDZ 构成基准电路，提供基准电压；电阻 R1、R2 构成输出电压取样电路；电阻 R3 既是 VT1 的偏置电阻，又是 VT2 的集电极电阻。

当负载  $R_L$  的电阻值不变时，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 R1、R2 的分压，会使 VT2 的基极电压也随之升高。因为 VT2 的发射极接有稳压二极管，所以电压保持不变。这时，VT2 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，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。

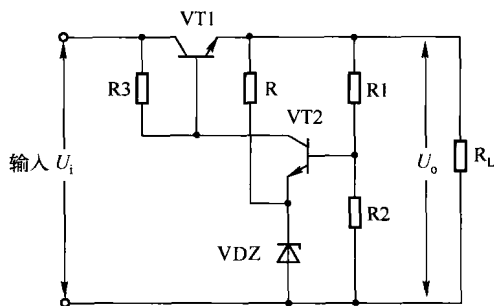


图 1-8 晶体管稳压电路

### (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。图中，三极管 VT3 和电阻 R 构成限流保护电路。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 0.5 V，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 0.5 V，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。

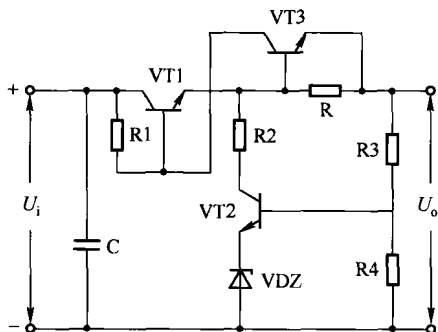


图 1-9 带有保护功能的稳压电路



### 1.1.2 实际连续调整型稳压电路分析与检修

#### 1. 电路分析

图 1-10 所示为实际稳压电路。其中，FU1、FU2 为熔丝；T 为电源变压器；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；VDZ 为稳压二极管；R4、R5、R6 为分压取样电阻；C7 为输出滤波电容；VT1 为调整管；VT2 为推动管；VT3 为误差放大管。

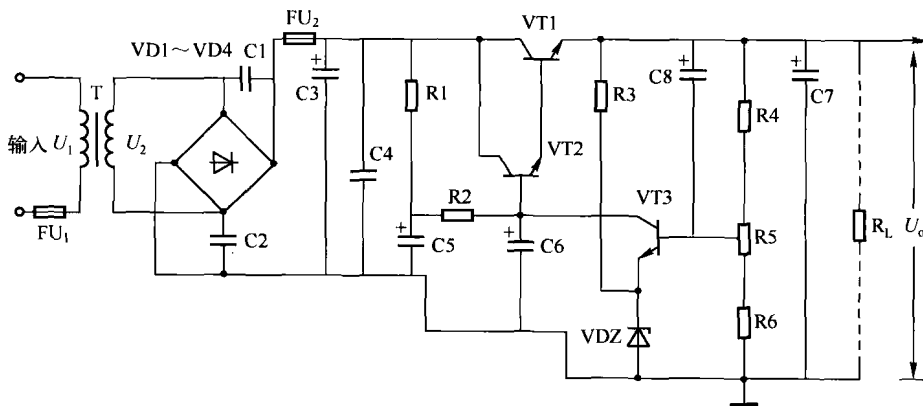


图 1-10 实际稳压电路

#### 2. 电路工作原理

##### 1) 自动稳压原理

当某原因  $U_o \uparrow \rightarrow R5$  中点电压  $\uparrow \rightarrow VT3$  的  $U_b \uparrow \rightarrow VT3$  的  $U_{be} \uparrow \rightarrow VT3$  的  $I_b \uparrow \rightarrow VT3$  的  $I_c \uparrow \rightarrow U_{R2} \uparrow \rightarrow U_c \downarrow \rightarrow VT2$  的  $U_b \downarrow \rightarrow VT2$  的  $I_b \downarrow \rightarrow VT2$  的  $R_{ce} \uparrow \rightarrow VT2$  的  $U_c \downarrow \rightarrow VT1$  的  $U_b \downarrow \rightarrow VT1$  的  $U_{be} \downarrow \rightarrow VT1$  的  $I_b \downarrow \rightarrow VT1$  的  $I_c \downarrow \rightarrow VT1$  的  $R_{ce} \uparrow \rightarrow VT1$  的  $U_c \downarrow \rightarrow U_o \downarrow$  恢复原值。

##### 2) 手动调压原理

只要手动调整 R5 中心位置，即可改变  $V$  的高低。例如，当 R5 中点上移时，使 VT3 的  $U_b$  上升，根据自动稳压过程可知， $V$  下降；当 R5 中点下移时，则  $V$  会上升。

#### 3. 电路故障检修

图 1-10 所示电路常出现的故障主要有无输出、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。

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，同时调整 R5 中点位置，哪级电压无变化，则故障应在哪级。

如果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 VT3 集电极电压，调 R5 电压不变，则查 VT3 电路及 R1、R2、C1、C6、VDZ 等元器件，如变再查 VT2、VT1 等各级电压，哪级不变化故障在哪级。

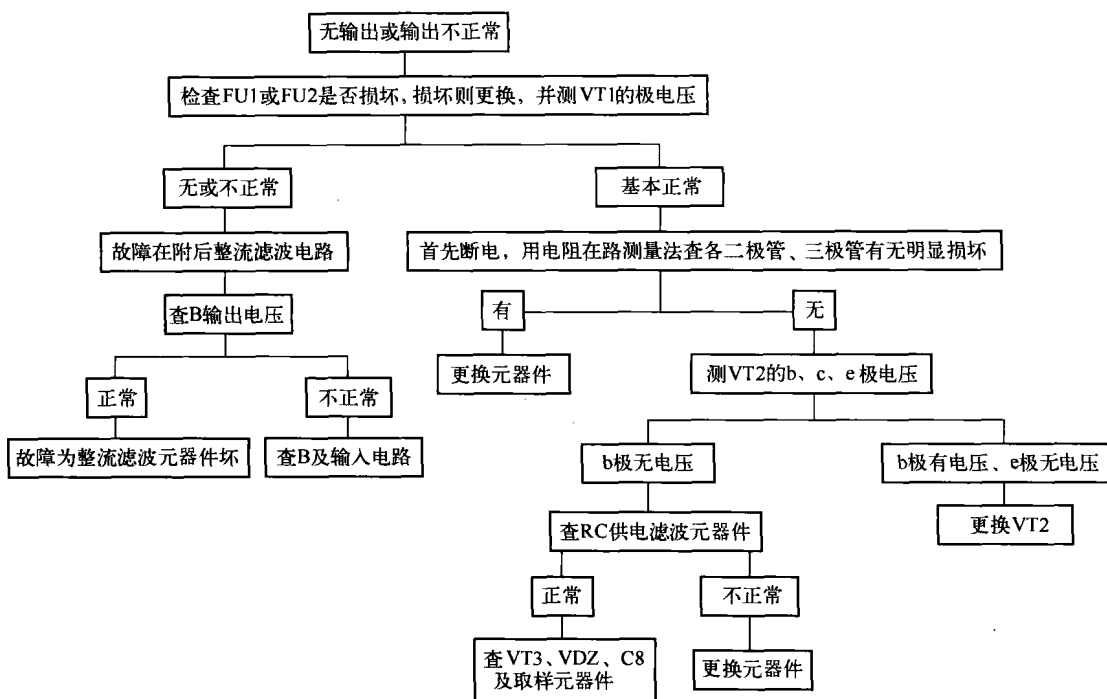


图 1-11 无输出或输出不正常的检修过程

### 1.1.3 集成电路连续型稳压器

集成电路连续型稳压器包括普通三端稳压器 78、79 系列，低压差稳压器 29 系列或可调型 LM317、LM337 系列，以及三端并联可调基准稳压器 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。

#### 2. 29 系列集成稳压器

29 × × 系列低压集成稳压器与 78/79 系列集成稳压器结构相同，但它们的最大优点是输入/输出电压差小。

#### 3. 可调型集成稳压器

三端可调型集成稳压器分正压输出和负压输出两种，主要种类及其参数如表 1-1 所示。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

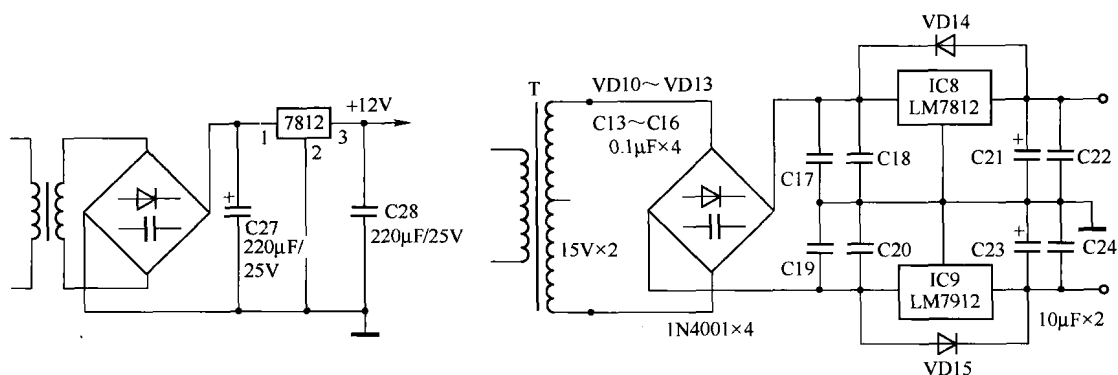
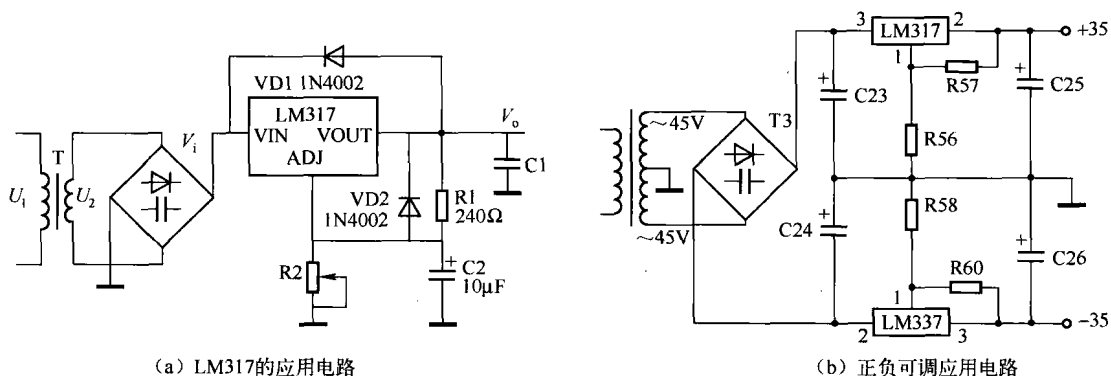


图 1-12 普通三端稳压器基本应用电路

电压。图 1-13 (a) 所示为 LM317 的应用电路，图 1-13 (b) 所示为正负可调应用电路。



(a) LM317的应用电路

(b) 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

在 LM317 的引脚中，VIN 为直流电压输入端；VOUT 为稳压输出端；ADJ 则是调整端。与 78 × × 系列固定三端稳压器相比，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，因此它没有接地端。LM317 内部的 1.25 V 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 50µA 的恒定  $I_{ADJ}$  调整电流，此电流从调整端 (ADJ) 流出。 $R_{SOP}$  是芯片内部设有的过流检测电阻。实际使用时，采用悬浮式电路，即由外接电阻 R1、R2 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主要种类及其参数

类 型	产品系列及型号	最大输出电流 (A)	输出电压 (V)
正压输出三端可调型集成稳压器	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

续表

类 型	产品系列及型号	最大输出电流 (A)	输出电压 (V)
负压输出三端可调型 集成稳压器	LM137L/237L/337L	0.1	-1.2 ~ -37
	LM137M/237M/337M	0.5	-1.2 ~ -37
	LM137/237/337	1.5	-1.2 ~ -37

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 (a) 中, 电阻 R1 接在输出端与调整端之间, 承受稳压器的输出基准电压 1.25 V; 电阻 R2 接在调整端与地端之间, R<sub>1</sub> 一般取 120 Ω 或 240 Ω, 所需的输出电压按公式求出, 若要连续可调输出, 则 R2 可选用电压器; C1 用于防止输入瞬间过电压, C2 用于防止输出接容性负载时稳压器的自激, 常用 1 μF 钽电容或 25 μF 铝电解电容; 接入 VD1 为防止输入端短路时 C1 放电损坏稳压器。调整端至地端接入 C2, 可明显改善稳压器的纹波抑制比。C<sub>1</sub> 一般取 10 μF。

实际应用中应注意 R1 要紧靠输出端连接。当输出端流出较大电流时, R2 的接地点应与负载电流返回的接地点相同; 否则, 负载电流在地线上的压降会附加在 R2 的压降上, 造成输出电压不稳。R1 和 R2 应选择同种材料的电阻, 以保证输出电压的精度和稳定。

#### 4. 三端并联可调基准稳压器 TL431A/B

##### 1) 特性及工作原理

三端并联可调基准稳压器集成电路广泛地应用于开关电源的稳压电路中, 外形与三极管类似, 但其内部结构和三极管不同。三端并联可调基准稳压器与简单的外电路相组合就可以构成一个稳压电路, 其输出电压在 2.5 ~ 36 V 之间可调。在开关电源电路中, 三端并联可调基准稳压器还常用做三端误差信号取样电路, 常用的为 TL431。

##### 2) 应用电路

典型应用电路如图 1-14 和图 1-15 所示。

(1) 用作并联电源。市电经降压、桥式整流、电容滤波后, 输出脉动直流电压通过负载, 电流的大小和电压的高低由电压器 RP 决定, 并可根据负载电流变化自动调整。

(2) 用作误差放大器。在图 1-15 中, 改变 RP1 中点位置可改变电压, 改变 VT2 集电极与发射极间的电阻, 从而改变 V<sub>o</sub>。

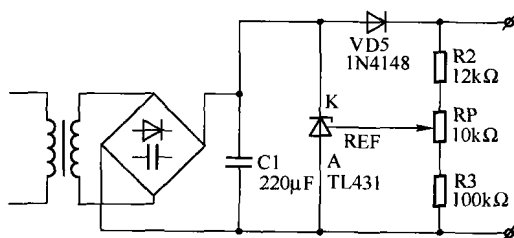


图 1-14 用作并联电源的应用电路