

应用电路百例丛书

新型电源电路应用实例

薛永毅 王淑英 何希才 编著

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 提 要

本书精选经作者多年总结的电源电路应用 800 多例,这些电路性能优良,结构新颖。内容包括线性稳压电路、开关稳压电路、线性集成稳压器电路、开关集成稳压器电路、充电器电路、电子镇流器电路、电源保护电路、电源中的厚膜电路等,内容丰富,实用性强。

本书可供大专院校电子类专业师生、电路设计技术人员和电子爱好者使用。

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,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

新型电源电路应用实例/薛永毅等编著. —北京:电子工业出版社,2001. 10

(应用电路百例丛书)

ISBN 7-5053-6913-X

I. 新… II. 薛… III. 电源电路—应用 IV. TN710

中国版本图书馆(CIP)数据核字(2001)第 055502 号

丛 书 名: 应用电路百例丛书

书 名: 新型电源电路应用实例

编 著 者: 薛永毅 王淑英 何希才

责任编辑: 王 颖

特约编辑: 朱 宇

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者:

装 订 者:

出版发行: 电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 30 字数: 764.8 千字

版 次: 2001 年 10 月第 1 版 2001 年 10 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-6913-X
TN · 1461

印 数: 5 000 册 定价: 38.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;

若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

前 言

电源是各种电子设备的核心。电源系统出故障就会使整个电子设备不能工作,因此,电源系统质量的优劣和可靠性直接决定着整个电子设备的质量。另外,电子设计师设计电子产品也都要考虑节能的问题。对于多数电子设备而言,节能的潜力主要在于电源系统,各国正在加紧研究开发的新型开关电源正是节能的主要举措之一。在实际应用中,电子设备的故障约有 60%来自电源系统。所以,电源越来越受到人们的重视,也出现了一些新的电路理论、新的器件和新的电路方案。

本书参考了国内外新资料并根据作者多年实践提供了较多的电源电路,内容包括线性稳压电源电路、开关稳压电源电路、集成稳压器电路、充电器电路等。这些电路设计新颖、结构合理、性能优良、实用性强,稍加修改就可应用到自己设计的产品中,因此,可大大缩短设计周期。

对在本书编写过程中参考的有关资料的作者,在此表示感谢。由于编者水平有限,书中难免有疏漏和错误之处,请读者批评指正。

2001 年 5 月

编著者

目 录

第 1 章 线性稳压电源	(1)
1.1 线性稳压电源技术指标	(1)
1.2 晶体管集成电路构成的稳压电源电路	(1)
1.3 低损耗 5A/5V 稳压电源电路	(2)
1.4 实验用稳压电源电路	(3)
1.5 功率 MOS 管构成的线性稳压电源电路	(4)
1.6 性能优良的稳压电源电路	(5)
1.7 高稳定度的恒流恒压电源电路	(9)
1.8 设有保护回路的稳压电源电路	(13)
1.9 实用稳压电源电路	(16)
1.10 集成运放在线性稳压电源中的应用	(18)
1.11 电源变压器的巧妙利用	(28)
第 2 章 开关稳压电源电路	(30)
2.1 开关稳压电源的技术指标	(30)
2.2 开关稳压电源的典型方式	(33)
2.3 自激式串联型/并联型开关电源电路	(37)
2.4 SG3524/3525A 构成的开关稳压电源电路	(39)
2.5 TL494 构成的开关稳压电源电路	(45)
2.6 TL1451 构成的开关稳压电源电路	(48)
2.7 TDA4918/4919 构成的开关稳压电源电路	(51)
2.8 L4990 构成的开关稳压电源电路	(53)
2.9 UC3842/UC3828 构成的开关稳压电源电路	(55)
2.10 ML4841/UC3852 构成的开关稳压电源电路	(59)
2.11 SI9114/SI9120 构成的开关稳压电源电路	(63)
2.12 UC1864 构成的开关稳压电源电路	(67)
2.13 MC33066 构成的开关稳压电源电路	(70)
2.14 MC34063A 构成的开关电源电路	(72)
2.15 NE555 构成的开关电源电路	(74)
2.16 LT1171/LT1269 构成的开关电源电路	(79)
2.17 MC3420 构成的开关电源电路	(80)
2.18 MC44602 构成的开关电源电路	(82)
2.19 晶闸管开关电源电路	(84)
2.20 实用开关电源电路	(87)
2.21 功率 MOSFET 管在开关电源中的应用	(98)

2.22	高频变压器的设计	(100)
第3章	线性集成稳压器	(109)
3.1	78XX/79XX 系列的基本应用	(109)
3.2	可调电压稳压器的基本应用	(114)
3.3	采用 78XX/79XX 构成的稳压电路	(120)
3.4	LM317 构成的实用稳压电源电路	(123)
3.5	μ A723 构成的实用稳压电源电路	(128)
3.6	集成电压基准源应用电路	(133)
3.7	低压差、低功耗线性集成稳压器的应用	(140)
3.8	其他类型集成稳压器构成的稳压电源电路	(146)
3.9	新型线性集成稳压器的应用	(150)
3.10	电池供电集成稳压器的应用	(162)
第4章	开关集成稳压器电路	(185)
4.1	YDSXX 系列三端开关集成稳压器电路	(185)
4.2	MC34063 系列开关集成稳压器电路	(187)
4.3	LM2575-5.0 降压型开关稳压器电路	(189)
4.4	LM2577-ADJ 升压型开关稳压器电路	(191)
4.5	LT1074/76 斩波式降压型集成稳压器电路	(193)
4.6	MAX730 系列斩波式降压型集成稳压器电路	(196)
4.7	MAX639 斩波式降压型集成稳压器电路	(199)
4.8	MAX660/MAX680/LT1054 充电泵式集成稳压器	(201)
4.9	MAX732 系列/MAX736 系列开关集成稳压器	(211)
4.10	MAX742/MAX743 开关集成稳压器	(217)
4.11	LAS6351/DN-25 开关集成稳压器	(219)
4.12	HS7076/HV-2405E 开关集成稳压器	(224)
4.13	UCC3889/MAX610 开关集成稳压器	(228)
4.14	L4970A/LM2579 开关集成稳压器	(233)
4.15	MAX761/762 的应用	(238)
4.16	LM3578A 单片开关集成稳压器的应用	(240)
4.17	MAX782/LTC1149 开关集成稳压器	(242)
4.18	新型开关集成稳压器的应用	(246)
4.19	微处理机电源电路	(269)
第5章	充电器电路	(276)
5.1	新型充电电池	(276)
5.2	简单镍镉电池充电器电路	(277)
5.3	多功能充电器电路	(281)
5.4	采用晶体管的充电器电路	(289)
5.5	采用 NS-8910 模块/MAX846 集成芯片构成的电池充电电路	(293)
5.6	采用 LTC1148/LT1513 构成的电池充电器电路	(295)

5.7	采用 NE555 构成的电池充电器电路	(297)
5.8	采用 CD4040 等构成的充电器电路	(305)
5.9	采用晶闸管的电池充电器电路	(307)
5.10	移动电话充电器电路	(311)
5.11	采用 MAX2003/2003A 以及 TT3356A 构成的充电器电路	(314)
5.12	采用 BQ2002/2003/2004 以及 UC3906/U2402B/U2403B 构成的充电器电路	(317)
5.13	采用 ATC105/ATC106 以及 AIC1761/1766 构成的充电器电路	(334)
5.14	采用 M51849L/CD4017/CH701 构成的充电器电路	(340)
5.15	采用 MAX712/713 构成的充电器电路	(345)
5.16	TL494/UC3842 构成的充电器电路	(353)
5.17	电池管理系统	(354)
5.18	充电器控制电路	(358)
第 6 章	电子镇流器电路	(366)
6.1	概述	(366)
6.2	设有晶闸管保护的电子镇流器电路	(370)
6.3	KA7531 芯片构成的电子镇流器电路	(371)
6.4	KA7522D 芯片构成的电子镇流器电路	(373)
6.5	TFA3351 芯片构成的电子镇流器电路	(375)
6.6	IR2155 构成的电子镇流器电路	(376)
6.7	采用 TDA4918 驱动卤素灯的电子镇流器电路	(380)
6.8	KA7514 构成的电子镇流器电路	(382)
6.9	IR51H420/L6569 构成的电子镇流器电路	(385)
6.10	实用电子镇流器电路	(388)
6.11	电子镇流器的有关电路	(395)
第 7 章	其他电源电路	(398)
7.1	不间断电源电路	(398)
7.2	晶闸管稳压电源电路	(405)
7.3	变换器电路	(408)
7.4	微功耗控制器构成的电源电路	(415)
7.5	高压电源电路	(419)
7.6	电源监视电路	(423)
7.7	电源控制电路	(430)
7.8	数控电源电路	(431)
第 8 章	电源保护电路	(435)
8.1	整流电路的保护	(435)
8.2	串联稳压电源的短路与过载保护电路	(436)
8.3	开关电源的过流保护电路	(437)
8.4	过电压保护电路	(441)

8.5	实用电源保护电路	(443)
8.6	多功能保护电路	(449)
8.7	启动电路	(452)
第9章	电源中的厚膜电路	(455)
9.1	概述	(455)
9.2	IX0205CE 系列开关电源厚膜电路	(456)
9.3	IX0247CE 系列开关电源厚膜电路	(457)
9.4	IX0308CE 系列开关电源厚膜电路	(457)
9.5	IX0689CE 系列开关电源厚膜电路	(458)
9.6	STR440 系列开关电源厚膜电路	(459)
9.7	STR5312 系列开关电源厚膜电路	(460)
9.8	STR6020 系列开关电源厚膜电路	(461)
9.9	STR40090 系列开关电源厚膜电路	(461)
9.10	IX0465CE,LA51120R,STR50103A,STR50213,STR50115B,STR54041,STR51213 开关电源厚膜电路	(462)
9.11	STRD 系列开关电源厚膜电路	(463)
9.12	HM114/HM9201/HM7101 开关电源厚膜电路	(464)
9.13	STR-S5941 新型开关电源厚膜电路	(464)
9.14	STR80145 厚膜电路	(465)
9.15	STK7308/WK212-166 厚膜电路	(467)
9.16	STR11006 开关电源厚膜电路	(470)
9.17	开关电源中的光电耦合器电路	(470)

第 1 章 线性稳压电源

1.1 线性稳压电源技术指标

线性稳压电源技术指标大致包括 4 个方面。① 额定指标。用以说明电源能供出的功率、电压和电流的范围等。此外,还有额定工作条件,包括环境温度、湿度、气压等。② 质量指标。主要有稳定度、动态性能、纹波电压、保护性能、干扰电平及抗干扰能力、机械噪声的大小、可靠性等。③ 自动化程度。④ 经济指标、功率因数等。晶体管线性稳压电源的主要指标如表 1-1 所示。

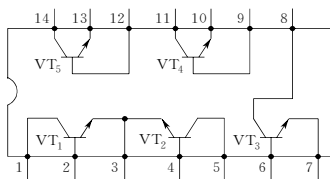
表 1-1 晶体管线性稳压电源的主要指标

指标名称	精度等级							
	Ⅰ		Ⅱ			Ⅲ		
电压稳定度	$\leq 10^{-4}(+0.5\text{mV})$		$\leq 10^{-3}(+5\text{mV})$			$\leq 10^{-2}$		
负载稳定度	$\leq 5 \times 10^{-4}(+2\text{mV})$		$\leq 5 \times 10^{-3}(+20\text{mV})$			$\leq 5 \times 10^{-2}$		
纹波电压峰-峰值 V(mV)	1	2	1	2	3	1	2	3
	≤ 0.5	≤ 1	≤ 1	≤ 5	≤ 10	≤ 10	≤ 50	≤ 100
相对温度系数	$\leq 5 \times 10^{-5}/\text{C}$		$\leq 5 \times 10^{-4}/\text{C}$					

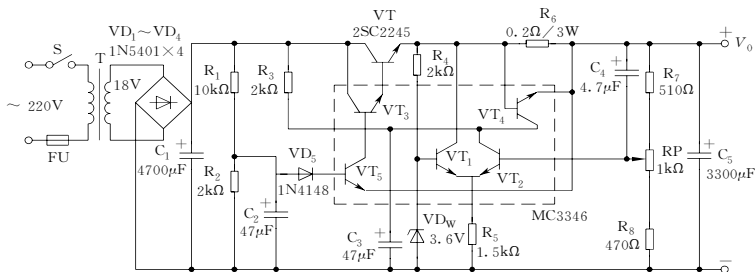
注: $+0.5\text{mV}$, $+2\text{mV}$ 等值是输出电压允许变化的基数,使低压稳压器的稳定度适当增大。

1.2 晶体管集成电路构成的稳压电源电路

MC3346 是小功率通用晶体管集成电路,由一对差分放大管和三个晶体管组成,内部结构如图 1-1(a)所示。由 MC3346 构成的高性能稳压电源电路如图 1-1(b)所示,最大输出电流可达 3A,纹波电压 $\leq 5\text{mV}$ 。电路原理简介如下:220V 交流电压经变压器降压、整流、滤波变成直流电压。 VT_3 及外接大功率管 VT 共同构成复合调整管。分分管 VT_1 、 VT_2 组成电压比较放大器, VT_1 的基极接 3.6V 基准电压,输出电压 V_o 经电阻分压后接入 VT_2 的基极。当 V_o 升高时, VT_2 导通加深,使 VT_3 的基极电压下降, VT_3 及 VT 导通程度也随之减弱,最终使 V_o 降到原定值;反之,若 V_o 降低,电路也随之进行负反馈调整,使 V_o 上升到设定值。输出电压 V_o 可通过电位器 RP 在 5~15V 之间调整。 VT_4 和 R_5 组成限流保护电路,限流值 $I_s = V_{\text{BE}}/R_5 = 0.6/0.2 = 3(\text{A})$ 。当电源输出端短路时,虽限流电路起作用,但时间过长也会损坏功率管。为此,增设由 R_1 、 R_2 及 VD_5 、 VT_5 组成短路保护电路, R_1 、 R_2 的分压值约为 3.4V,而 V_o 的输出电压为 5~15V,因此,平时 VT_5 截止。一旦输出端短路, VT_5 饱和导通,使 VT_3 和 VT 截止,这时无输出电流,故 VT_3 、VT 功耗极低,有效地保护了功率调整管。



(a) MC3346内部结构图



(b) 稳压电源电路

图 1-1 晶体管阵列构成的稳压电源电路

1.3 低损耗 5A/5V 稳压电源电路

图 1-2 是低损耗 5A/5V 的稳压电源电路。设计电压 5V 以下的稳压电源时，需要 2~3V 的基准电压，电路中采用发光二极管 LED 获得此基准电压，发光二极管的正向压降一般为 1.6~2.0V。对于低压稳压电源，常需要输出大电流，为减小损耗，采用功率晶体管共射极电路，降低输入输出间的电压差。由于是集电极接地，晶体管的外壳为地电位，因此可直接装在散热器上，从而获得良好的散热效果。

二极管的正向压降随二极管所用的材料不同而异，然而，对温度的变化率是恒定的，常温下，其值约为 2.3mV/°C。当选用二极管的正向压降作为基准电压时，选用正向压降高的二极管，会使温度系数很小。例如，硅二极管的正向压降约为 0.7V，温度系数为 0.33%/°C ($2.3 \times 10^{-3}/0.7$)，但正向压降为 1.6V 的发光二极管的温度系数为 0.14%/°C ($2.3 \times 10^{-3}/1.6$)，不到硅二极管温度系数的一半。除此以外，发光二极管还可兼作电源指示灯。

图 1-2 电路中，VT₁ 和 VT₂ 构成差动放大器，VT₃ 构成恒流电路，消除输入电压中纹波的影响。VT₄ 是电平移动与放大的反相放大器。VT₅ 和 VT₆ 构成射极跟随器，驱动功率晶体管 VT₇，VT₇ 功率晶体管采用集电极接地方式，VT₈ 用于限制电流，R 为限流检测电阻。RP 用于设定输出电压，C 为防振电容。本电路有很多优点，例如，输出晶体管采用集电极接地方式，因此，输入与输出之间电压差为 1V 时电路也能正常工作，输出低电压大电流也能获得较高效率。输入所加非稳定的直流电压对地成为浮置电源。

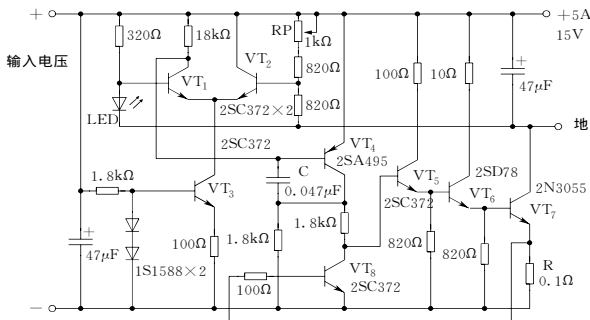


图 1-2 低损耗 5A/5V 的稳压电源电路

1.4 实验用稳压电源电路

图 1-3 是实验用稳压电源电路，输出电压可调范围为 $0\sim 20\text{V}$ ，输出电流设定范围为 $0\sim 2\text{A}$ ，纹波电压小于 $100\mu\text{V}$ 。电路中，输出晶体管 VT_1 为达林顿管，采用发射极接地方式，有较大的放大倍数，转换速率高，对负载变动的跟踪性能好。电位器 RP_2 设定输出电压， RP_1 设定输出短路电流。运放 A_1 接的 LED 用于指示限流动作和进入下垂的范围以及负载中没有电流流通，正常工作时微亮。30V 电压和 RP_3 用于在输出电压设定为 0V 时控制晶体管要提供漏电流，否则，输出电压不能调到 0V；若输出电压不要求为 0V，或控制晶体管提供漏电流较小时，可不用。

用 VT_2 作为稳压管提供基准电压。这样，集电极基极连在一起作为二极管可补偿稳压管(RD20EB)的温度特性，比使用单独的稳压管获得更好的效果。对于实验电源，温度系数不是太大的问题，如果有必要，也可用温度补偿二极管替代 VT_2 。

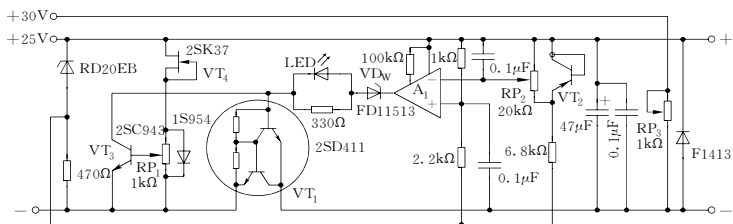


图 1-3 实验用稳压电源电路

1.5 功率 MOS 管构成的线性稳压电源电路

图 1-4 是采用功率 MOS 管的简单串联式线性稳压电源电路。采用功率 MOS 管的好处是由于该管子的漏源电流具有负温度系数和自动均流及均温作用。因此,一个管子不能满足输出电流要求时,可采用多个功率 MOS 管直接并联,使用非常方便。

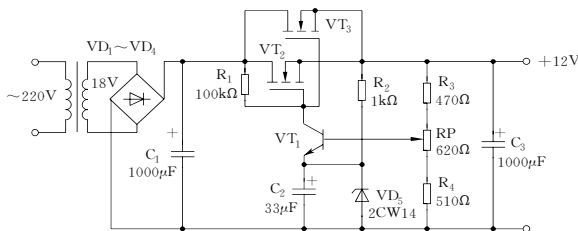


图 1-4 简单串联式线性稳压电源电路

图 1-5 是采用功率 MOS 管的精密线性稳压电源电路。电路中 TL431 为可调基准稳压三极管,当调节 RP 时,图中①端电压也随之改变,③端的稳压值为 $V_3 = (1 + R_{RP}/R_2)V_{REF}$ 。式中, $V_{REF} = 2.5V$, V_3 通过 R_3 后加于功率 MOS 管的栅极。VT₂ 为短路保护管,当输出端短路时,VT₂ 导通,VT₁ 的栅极电压降至 0.7V,VT₁ 截止,切断电源输出。

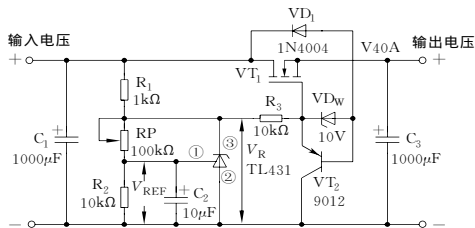


图 1-5 精密线性稳压电源电路

图 1-6 是性能优良的线性稳压电源电路。恒流二极管 VD_R 及稳压二极管 VD_w 提供运放 A_1 的同相参考电压, A_1 的反向输入端则输入取样电压。运放 A_1 本身构成反相放大器,因此,输出电压发生变化会导致 A_1 作反相放大,经 VT₁ 的放大控制,使输出电压回到设定值。电路中, R_S 和 VT₂ 起限流保护作用,限流值 $I_S = 0.6/0.15 = 4A$ 。 C_3 主要使 A_1 降低高频增益,免受高频噪声干扰。该电路的输出电压为 9~15V,最大输出电流为 4A。

图 1-7 是采用功率 MOS 管的低压降线性稳压电源电路,驱动电路非常简单。整流滤波后的电压经 R_1 加至 VT₁ 的栅极,使 VT₁ 导通,输出电压经取样电路后获得取样信号并送到基准电压源 VD_S 的控制端。当输出电压偏高时, VD_S 的阴极电位便降低,使 VT₁ 的栅极电位下降,从而使输出电压回到设定值。反之亦然,从而达到稳压的目的。电路中稳压二极管

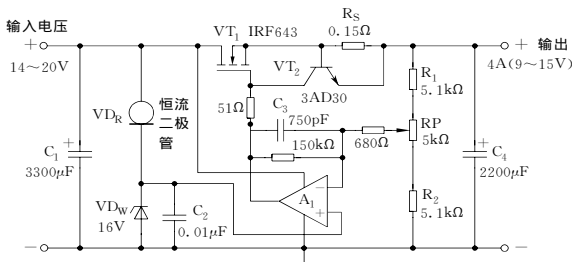


图 1-6 性能优良的线性稳压电源电路

VD_4 为 VT_1 的栅极提供过压保护, R_6 、 R_7 和 VT_2 提供过流保护, C_3 为保证闭环稳定性提供频率补偿, VD_3 、 C_2 为基准电压源 VD_5 提供偏置电压。为得到最佳电路性能, 功率 MOS 管 VT_1 应选用在低工作电压时具有很小导通电阻的器件。电路主要性能指标: 调整管压降 0.6V, 负载调整率 10mV, 调压线性 ± 5 mV, 输出纹波峰峰值 10mV。

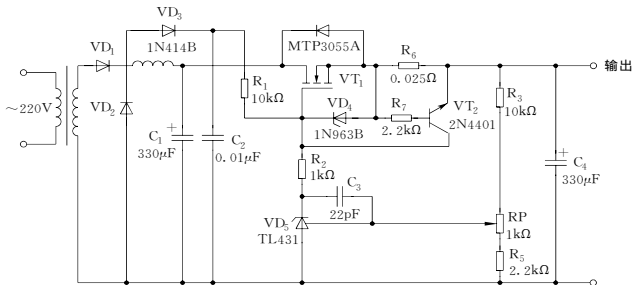


图 1-7 采用功率 MOS 管的低压降线性稳压电源电路

1.6 性能优良的稳压电源电路

图 1-8 是性能优良的稳压电源电路, 额定输出电压 5V, 调节范围为 4.5~5.5V, 输出电流变化范围为 0~1A, 当电网电压波动 $\pm 10\%$ 和负载电流由空载变到满载时, 输出电压变化不大于 1%。电路采用桥式整流、经电容滤波获得非稳定直流电压。为减小放大管 VT_4 和 VT_5 的负担, 提高调整管 VT_1 的放大倍数, 扩大输出电流, 采用 VT_2 和 VT_1 复合管作为调整管。为减少电网波动对输出电压的影响, 采用 VD_{W2} 等组成辅助电源。为减少稳压管电流变化和零点漂移的影响, 采用 VT_4 和 VT_5 构成差动放大器。 VT_3 等构成过流保护电路, 正常工作时, VT_3 截止对电路工作无影响, 电流超过规定值时, VT_3 导通, 减小调整管基极电流, 从而调整管得到保护。

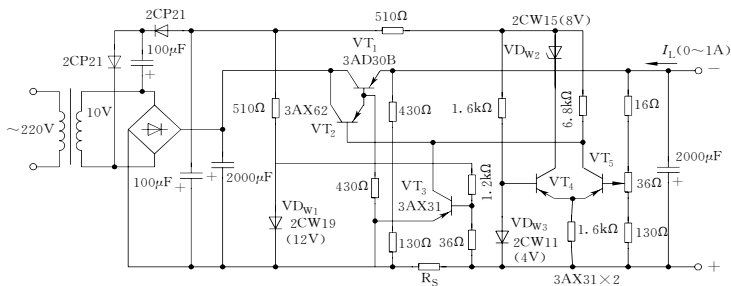


图 1-8 性能优良的稳压电源电路

图 1-9 是采用互补差动放大器的稳压电源电路，是输出 100mA/75V 的高压电源。电路中， VT_3 和 VT_4 构成互补差动放大器，把 VT_1 和 VT_2 的差动输出变为单端输出。发射极电阻 R_E 值要这样确定，即使 VT_1 和 VT_2 的集电极电压接近 $1/2$ 输出电压。基准电压稳压管 VD_w 要选用稳定度高、噪声低的稳压二极管，电路中 VD_w 采用 1S2190，并在其两端并联电容 C_1 (47μF)，把输出噪声抑制在 100μV 以下。误差放大电路的增益过大，容易产生振荡，因此，在 VT_4 的集电极与基极之间接入电容 C_2 进行相位补偿。因输出电压高达 75V，所以要选用 V_{CEO} 大于 100V 的晶体管。基准电压稳压管 VD_w 的地线要靠近输出侧或者加粗。

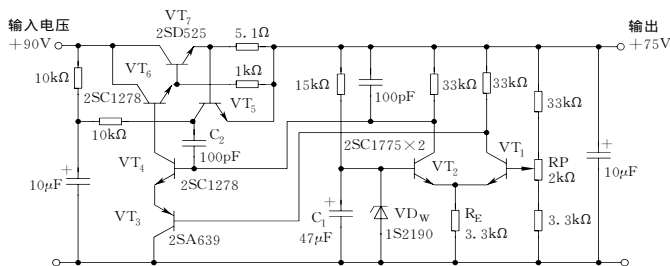


图 1-9 采用互补差动放大器的稳压电源电路

稳压电源的稳定度由基准稳压管的特性决定。图 1-10 所示稳压电路中采用带有恒温槽的低温度漂移稳压管 LM399 提供基准电压，LM399 的温度漂移典型值为 $3 \times 10^{-7} ^\circ\text{C}$ 。为使 LM399 的恒温槽的温度保持恒定，在加热器中接入恒流源电路，由 VT_5 和 VT_6 (2SK68) 构成恒流源，调节电位器 RP_1 ，使加热器中流经 8.5mA 的电流。除此以外，为提高稳定度还要考虑电阻的温漂，特别是电压检测电阻，电路选用温度特性好的金属膜电阻。

图 1-11 是采用 LM399 的高精度稳压电源电路。电路采用全波整流，再经电容平滑，获得的直流电压通过 VT_1 和 VT_2 达林顿管连接的晶体管供给负载稳定的直流电压。负载电流（即 VT_1 的发射极电流）为 1A 时，需要选用直流电流放大倍数高达 1000 倍的晶体管，因此，

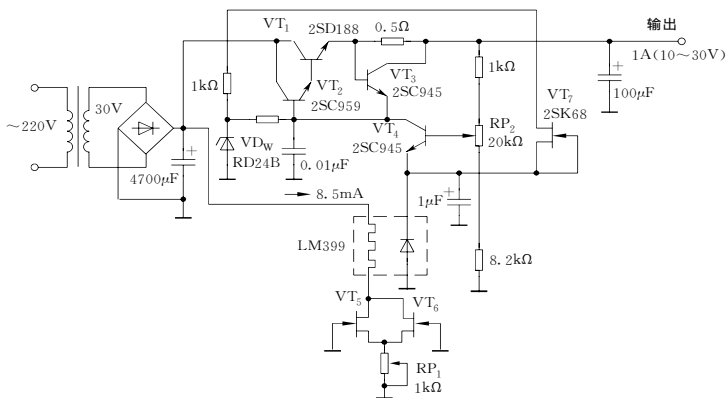


图 1-10 采用低温漂稳压管的稳压电源电路

采用 VT_1 和 VT_2 构成达林顿管, 当输出电流为 $1A$ 时, VT_2 的发射极只需要 $1mA$ 的电流, VT_2 的基极只需要 $10\mu A$ 的微小电流。这样, 若降低 VT_2 的基极电流, 反馈放大器的输出电流就可减小, 有载与空载时电流变化小。从 A_1 内部损耗变化产生热的影响来看, 应防止输出电压发生变化。

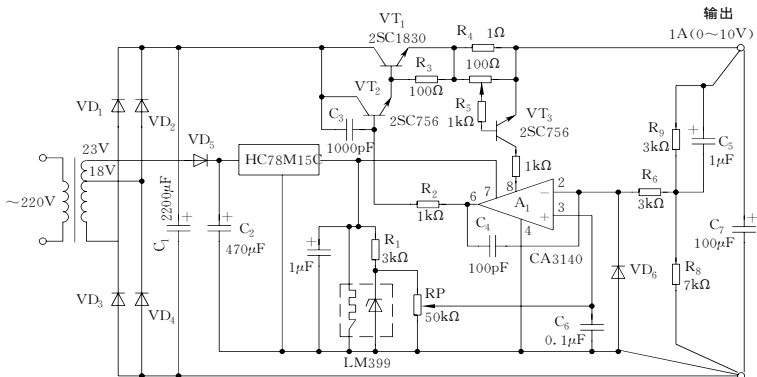


图 1-11 高精度稳压电源电路

另外,变压器次级 23V 电压经 VD_5 和 VD_3 半波整流、电容 C_1 平滑滤波,再经过 MC78M15C 稳压器变成 +15V 稳定电压,一路作为运放 A_1 的工作电源,另一路加到 LM399。

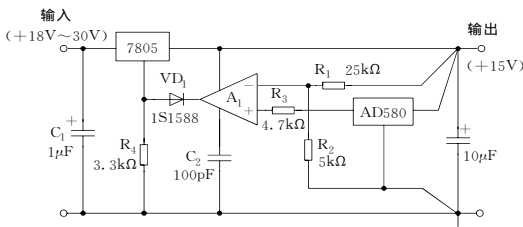


图 1-13 采用基准稳压器 AD580 的高稳定度稳压电源电路

1.7 高稳定度的恒流恒压电源电路

构成恒流电路基本上有两种方法,如图 1-14 所示。作为恒流电路工作时,电流检测电阻 R_S 上压降与基准电压 V_R 相等,且分别加到放大器的反相和同相输入端,可获得恒定电流 $I_0 = V_R/R_S$ 。图 1-14(a)、(b) 电路具有相同稳定度,但作为恒流电路采用图(b)所示电路不太合适。原因是,对于恒流(高阻抗)源,反馈放大器的电压增益需要足够大,然而,图(b) 电路中 VT_2 为射极跟随器,电压增益为 1,总增益就小。在图(a) 电路中, VT_2 采用晶体管发射极接地方式,本身有较高增益,且输出阻抗非常高,可以利用其恒流特性,反馈放大器的电压增益即使较低也能得到足够的稳定度。根据图 1-14(a) 的原理构成的简单恒流电路如图 1-15 所示。对于输入电压和负载的变化,输出电流的变化为 0.1%,但电路的缺点是: 电路中基准电压是利用 VT_2 的发射极基极间电压 V_{EB} ,若 V_{EB} 随温度而变化,输出电流也以相同比例变化。为此,可采用另外的基准电源,但反馈放大器需要采用差动方式。

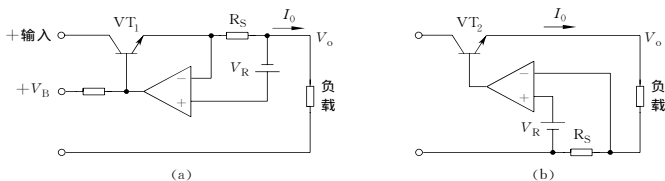


图 1-14 恒流电路的基本方式

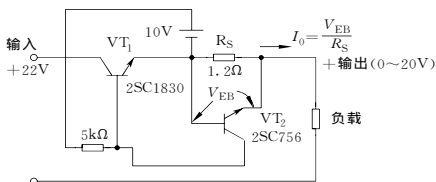


图 1-15 简单的恒流电路