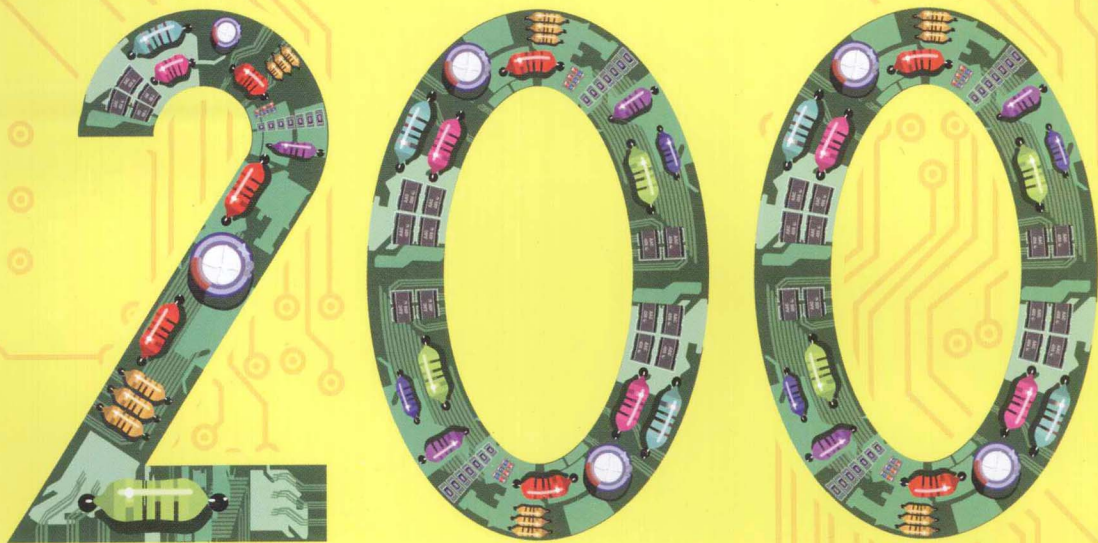


经典集成电路实例精解



常用直流稳压电源电路 应用200例

卿太全 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

经典集成

常用直流稳压电源电路 应用200例

卿太全 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书集资料性、知识性和实用性于一体,编写形式新颖,检索方便,针对性强,可使读者快速掌握设计要领,学以致用。对于每一种类型的集成电路,在介绍其特性、引脚功能的基础上,着重介绍其应用并给出了具体的应用实例。

本书共七章。主要介绍了线性直流电压稳压电源(固定输出、可调节输出、多路多组输出等常规直流低压电源;电源输出电压从低 1.2V 到高达 50V,电流大至 20A 的直流电源)、DC-DC 变换直流电源、精密参考电压源/电流源、开关电源、充放电电路、LED 驱动电源等。目前比较热门的 LED 照明产品的驱动电源,本书也用专门章节作了介绍。对与数码产品及计算机外设相关的直流电源,如笔记本电脑电源、打印机电源等也作了较大篇幅的介绍。

本书不仅适合广大电子爱好者阅读,也可供电路设计等专业技术人员及相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

常用直流稳压电源电路应用 200 例 / 卿太全编著. —北京:中国电力出版社,2013.2

ISBN 978-7-5123-4059-6

I. ①常… II. ①卿… III. ①直流—稳压电源—电源电路 IV. ①TN86

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 029515 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 7 月第一版 2013 年 7 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 15 印张 261 千字 1 插页

印数 0001—3000 册 定价 32.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

常用的直流稳压电源通常是将220V的交流市电转换成电器产品所需要的低压直流电。在一些特殊的应用中,也有需要升压的高压输出稳压电源。根据不同的电子、电器产品及不同应用领域的需要,按功能和特性,直流稳压电源通常分为固定电压输出的直流稳压电源、可调稳压电源、可编程电源、恒流源、电压校准参考源等。随着科技的发展,电源的结构形式和控制电路不断更新,高频开关电路和智能化数控成为电源的发展方向。

直流稳压电源应用范围非常广泛。从便携式随身携带电子产品、家用电子电器产品、工业电子产品、商业消费电子产品、国防科研电子电器产品等均离不开直流电源。由于直流稳压电源的种类繁多,其功能、性能参数、规格要求不同,因此,了解和掌握不同直流稳压电源的特性,对电子工程技术人员及电子爱好者设计、组装、生产电子产品,优化电子产品的设计和性能都是有所裨益的。基于此目的,本书在内容上涵盖了几乎所有工民用电子产品所需要的直流电源,因此,本书适合于电子爱好者、电子工程技术人员、IT人员、大中专院校、职业技术培训学校相关专业的师生等阅读和参考。

由于编者水平有限,疏漏之处请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 常用低压直流稳压电源电路	1
一、常用晶体管稳压电路	1
1 +5V 三极管稳压电源电路.....	1
2 0~12V 简易可调稳压电源电路.....	1
3 1A 12V 晶体管稳压电源电路.....	2
4 低压差、带短路保护的稳压电源电路.....	2
5 +2.5~+30V 连续可调稳压电源电路.....	3
6 1A 5V 高效稳压电源电路.....	4
7 15V 2A 高精度直流稳压电源电路.....	5
二、常用 78××/79×× 系列三端稳压集成电路	5
1 三端稳压集成电路基本应用电路.....	7
2 三端稳压恒流源电路.....	8
3 三端稳压并联扩流 (3A) 稳压电路.....	8
4 三端稳压串联降压 (+35V—+15V 电源转换) 电路.....	9
5 三端稳压复合升压 (+45—+36V 电源转换) 电路.....	10
6 三端稳压的调压应用电路.....	10
7 三端稳压外接晶体管扩流应用电路.....	11
8 高输入电压三端稳压电路.....	12
9 带短路保护的扩流稳压电路.....	12
10 1A ±15V 稳压电源电路.....	13
11 +3V 超低压稳压电路.....	13
12 高精度+15V 稳压电路.....	14
三、常用三端可调稳压集成电路	14
1 LM317/337 的基本应用电路.....	15

2	带输入/输出保护的 1.2~37V 稳压电源电路	15
3	带限流输出的实验室电源电路	16
4	0~30V 可调稳压电源电路	17
5	4A 4.5~25V 可调稳压电源电路	17
6	\pm (1.2~37V) 稳压电源电路	18
7	数控低电直流稳压电源电路	18
四、常用低压稳压集成电路		20
(一) 高精度低压差三端稳压集成电路 LM1084~LM1086		20
1	低压差+10V 稳压电源电路	21
2	1.2~15V 连续可调稳压电路	21
(二) 5A 可调稳压集成电路 LM138/LT138A/LM338/LT338A		21
1	LT338A 1.2~25V 稳压电源电路	22
2	+5V 15A 稳压电源电路	22
(三) 可开/关控制输出的可调稳压集成电路 LM2941/2991		22
(四) UC1835/1836 系列稳压电源电路		24
1	UC1835 低压差+5V 2A 稳压电源电路	24
2	UC1835 低压差 2A 可调稳压电源电路	24
3	UC1835 低压差大电流可调稳压电源电路	24
(五) 其他集成稳压电源电路		25
1	7.5A 最大电流输出、输出电压可调稳压集成电路 KD1083	25
2	7A 电流、输出电压可调稳压集成电路 LD1580	26
3	5A、低压差 (1.2V) 输出电压可调稳压集成电路 LD1585	28
4	LF 系列稳压集成电路	29
5	LX8 系列稳压集成电路	31
(六) 其他稳压电源电路		32
1	0~50V 输出范围可调的稳压电源电路	32
2	12V 30A 直流稳压电源电路	33
3	3A 3~25V 可调稳压电源电路	33
4	3A 0~28V 可调稳压电源电路	34
5	10A 13.8V 稳压电源电路	35
6	20A 13.8V 稳压电源电路	35
7	其他集成稳压电源电路	35

第二章 低压直流—直流变换 (DC—DC) 电路	46
一、直流—直流变换 IC M5291P/FP	46
1 +5V— +12V 直流变换电路	46
2 +24V— +5V 直流变换电路	47
3 +5V— -12V 直流变换电路	47
二、直流—直流变换 IC LM2575/2576/2596	47
1 DV— +5V 直流变换电路	49
2 可开关控制 DC— -5V 电源电路	49
3 输出可调的 DC—DC 变换电路	50
三、超低压输入 DC-DC 变换器 MAX1642/1643	50
四、高输入电压 (60V) 降压型 DC-DC 变换稳压 LT×× 系列	51
1 宽输入电压范围 5V 1A 稳压电源	52
2 其他型号 LT×× 系列应用电路	52
五、超低压差、超低压输入开关稳压 LP385×	53
六、其他常用 DC—DC 变换集成电路	54
1 超低压 0.8V—5.5V 变换器 1	54
2 超低压+0.8V— +5.5V 变换器 2	55
3 超低压、大功率+1V— +5V 变换器	55
4 双路输出的 DC-DC 变换器 LM2716/2717	57
5 KA7500B 电源变换器	57
6 高输入电压范围、0.7A 输出的 DC-DC 变换器	58
7 80V 高输入电压范围、1.25A 输出的 DC-DC 变换器	60
8 输出电压范围宽的 DC-DC 变换器	60
9 高输入电压、带过压关断保护的可调电源	61
10 +5~+30V 升压电源	61
11 +5~+2.5V 降压电源	62
12 +3.3~+5V 升压电源电路	62
13 宽输入电压范围—3.3V 电源变换	63
14 LM2577 隔离式 DC-DC 变换器	64
15 带逻辑控制的双+5V 电源电路	65
16 正高电压热插拔电源	66

17 其他 DC-DC 电源电路图集	66
--------------------	----

第三章 电流/电压源电路

一、常用精密基准电压源	71
(一) 精密基准电压源 TL431	71
1 TL431 的主要性能特点	71
2 TL431 的基本应用	72
(二) REF 系列精密基准电压/电流源	74
1 轻触开关控制、增大输出电流的电压源	76
2 电压源的“串联”升压	76
3 逻辑控制选择输出的电压源	77
4 三输出高压参考电压源	77
5 高压输入精密参考电压/电流源	78
6 参考电压源的扩流/限流输出电路	78
二、其他精密基准稳压电压源	79
1 利用基准稳压源改善可调稳压 IC 的性能	80
2 利用基准稳压源调节三端稳压的输出	80
3 12V 基准电压源	81
4 输入电压范围宽的基准电压源	81
5 带缓冲输出的基准电压源	82
6 低温漂 1A 可调稳压电流源	82
7 带校准的+10V 基准电压源	83
三、其他电压/电流源电路	83
1 5A 5V 精密稳压电源	83
2 工作于 5V 电源下的+5V 精密电压源	84
3 简易低成本恒流源	84
4 输出可调的恒流源	85
5 多组输出的恒压源	89
6 大电流输出的可调恒流源	90
7 $\pm 10V$ 精密电压源	91
8 数控精密电压源	91

四、常用精密基准电流源	94
(一) REF200 精密基准电流源	94
1 基本应用电路	94
2 1nA~1mA 可调节电流源	95
3 500 μ A~10mA 可调节电流源	96
4 1A 可调节电流源	96
(二) 三端可调精密基准电流源 LM134/234/334	97
(三) 精密基准电流源 LT3092	97
1 LT3092 并联扩流—300/400mA 电流源	99
2 并联扩流—可调节电流源	100
3 串联升压—可调节电流源	100

第四章 电池充放电电路

一、可调三端稳压 IC 构成的充电电路	101
1 12V 恒压、50mA 恒流充电器	101
2 带电流限制的恒压充电器	102
3 铅酸电池充电器	103
4 自动充放电电路	103
二、集成电路专用充电电路	104
1 LTC4053 USB 接口充电器	104
2 MAX1811 USB 接口充电器	106
3 MAX1874 直流输入/USB 接口输入两用锂电充电器	106
4 TC3827 锂电充电器	107
5 镍氢、镍镉电池充电器	108
6 UC2906/3906 铅酸电池充电器	108
7 TA8532 石墨电池充电器	110
8 MAX1679 锂电充电电路	111
9 MAX1908 化学电池充电电路	112
10 ADP3820 锂电充电电路	112
11 LT1769 锂电充电电路	114
12 LM3647 化学电池充电电路	115
13 LM3420 锂电池充电电路	116

14	MAX712 12V 电池充电电路	118
15	DS2714 1~4 节 NiMH 电池充电器	122
16	LTC1730 单电池脉冲充电器	123
17	LTC1731 500mA 锂电池充电器	125
18	LTC4052 带过流保护的锂电脉冲充电器	125
19	LTC4007 高效、4A 大电流充电器	126
20	三电锂电充电器	127
21	镍镉电池充电器	128
22	ADP2291 恒流/恒压线性充电器	128
23	其他充电器电路图集	129
第五章 LED 驱动电源		133
一、DC-DC 驱动		133
1	电阻限流电路	133
2	线性恒流源/恒压驱动	133
3	开关型恒流源电路	133
二、AC-DC LED 驱动		134
1	电容电阻驱动	134
2	开关型恒流源电路	134
三、基本的 LED 驱动电路		134
四、LED 专用驱动电路		135
1	双路升压型白光 LED 驱动 LT3466	136
2	LED 驱动 AD8240	137
3	多组 LED 驱动电路 LM2751	139
4	高效白光 LED 驱动电路 MP1521	140
5	DC-DC 变换、恒流 LED 驱动电路 LT1932	140
6	升压型 DC-DC 变换、白光 LED 驱动电路 LT1937	142
7	双路白光 LED 驱动电路 LT3486	143
8	可使用 2 组电源的 LED 驱动 MAX1698	145
9	MAX 系列 LED 驱动电路	145
10	数控 LED 驱动 NJU6051	149
11	低电源电压大电流输出白光 LED 驱动 MX841	149

12	可编程亮度可调 6 串 LED 驱动器 LX1991	150
13	LM3445 大功率 LED 驱动电路	151
14	功率因数校正 18W LED 日光灯恒流源	152
15	18W LED 日光灯开关恒流源	153
16	隔离式 LED 驱动恒流源 PT4017	156
17	15~20W LED 日光灯恒流源	156
18	12W 高效 LED 驱动电路 A705	157
19	6~60V 宽电压输入范围 LED 驱动器 LM5022	158
20	其他几款 LED 驱动电路	158
21	无需电源滤波电容的 LED 驱动电源	162
22	7.6V、700mA 隔离式 LED 驱动电源	162
23	基于 SEPIC 技术的 LED 路灯驱动 PMP3976	168
24	带 PFC 的 25W 可调光驱动器 UCC28810	168
25	手电用 LED 驱动电源	168

第六章 开关电源电路 172

1	+5V 输出开关电源	172
2	低噪声±12V 开关电源	173
3	低噪声-3V 开关电源	174
4	LM2585 升压式正、负 12V 电源	174
5	LM 2585 降压式正、负 12V 电源	174
6	LM 2586 降压 3.3V 电源	174
7	LM2586 降压式多组输出电源	175
8	LM5021 大功率开关电源	175
9	UC3842/3843 110V 输入开关电源	178
10	MC33065/34065 电流方式开关电源	178
11	MC35060A/34060A 开关电源	182
12	FAN100 5V 1A 开关电源	182
13	FAN102 5V 1A 开关电源	184
14	FAN7554 12V 3.5A 开关电源	185
15	FAN480X 多组输出开关电源	185
16	LCS702 24V 开关电源	185

17	TOP261 65 W 超薄型笔记本电脑电源	191
18	FSEZ1216 开关电源	193
19	FAN6754 开关电源	194
20	FAN7621 LED 驱动电源	196
21	FAN6921 笔记本电脑电源	196
22	3.75W 开关电源式充电器	199
23	12V 5A 绿色电源	199
24	400V 0.5A 高压开关电源	201
25	其他开关电源电路图集	201

第七章 其他电源电路 208

1	EPROM 擦除器用 25V 电源	208
2	可编程门阵列电源	208
3	多电源供电系统	209
4	太阳能电池板转换电路	210
5	50kV 高压电源	211
6	12kV 高压电源	211
7	12~250V 升压电源	212
8	5kV 大功率高压发生器	212
9	1000W 功率调节电源 (调功电路)	213
10	500W 逆变电源 (1)	215
11	150W 逆变电源	215
12	500W 逆变电源 (2)	216
13	50W、100W 逆变电源	216
14	DC-AC 自动切换电源	216
15	水银电池替代电源 (1)	221
16	水银电池替代电源 (2)	221
17	+5V 备用电源电路	222
18	+12V 可充电备用电源电路	223
19	12V 10A 二极管“或”电源	223
20	单片机控制 25V 8A 数控电源	224

第一章

常用低压直流稳压电源电路

可以说,任何电子设备都离不开电源。电源是电子仪器、设备工作的动力和源泉,没有电源它们就是一堆沉睡的废铁,什么事情也干不了。电源有很多种类型,本章介绍的是与 220V 市电相关的、常用的直流低压电源,包括稳压电路、充电电路、电源变换电路三大类。

一、常用晶体管稳压电路

在稳压精度要求不高、输出功率不大的场合,一些简易的晶体管稳压电源电路仍然是主要角色。

1 +5V 三极管稳压电源电路

由三极管构成的带电子滤波的简易稳压电源电路如图 1-1 所示,电阻 R 和稳压二极管 VD 组成简易稳压电路、 C_2 和 VT 构成电子滤波和串联型稳压电源电路, C_2 可以平滑 VD 上的微小波动,经调整管 VT 放大后,输出电压 U_O 的纹波大大减小。输出电压 U_O 由下式确定:

$U_O = U_{VD} - U_{be}$, 其中, U_{VD} 为稳压二极管 VD 的稳压值, U_{be} 为三极管 VT 的正向

压降(对 NPN 硅管,一般取 0.6V),按图中的参数, $U_O = 5.6 - 0.6 = 5V$ 。要得到其他稳压值的输出,如 $U_O = 9V$,只要把 VD 换成 9.6V 的稳压二极管即可,但输入电压应不低于 12V(这类电路,一般要求输入输出之间的压差,即输入、输出之间的电压之差不低于 2V,就是说,输入电压至少要比输出电压高 2V)。

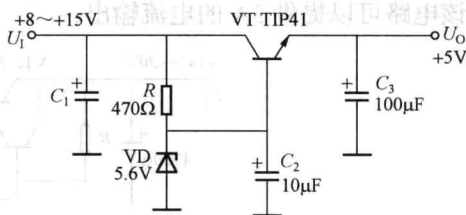


图 1-1 +5V 三极管稳压电源电路

2 0~12V 简易可调稳压电源电路

在图 1-1 的基础上增加整流滤波电路部分,增加 1 只电位器 R_p ,即成为输出

电压连续可调的稳压电源电路，如图 1-2 所示。只要调节 R_P 就可以得到 0~12V 连续的稳压输出。

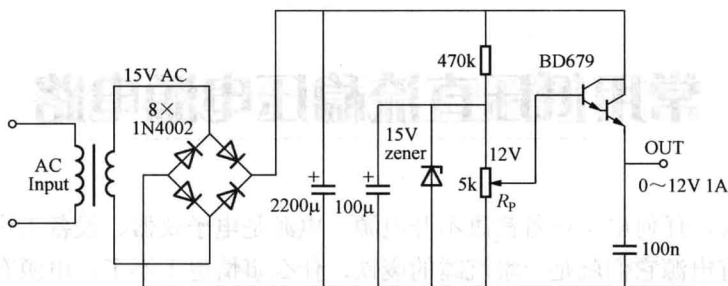


图 1-2 0~12V 可调稳压电源电路

该电路可以用于对稳压要求不是太高的场合，如电动机调速、电热丝加热等。

3 1A 12V 晶体管稳压电源电路

图 1-3 所示电路是传统的串联型（调整管 VT2 的 c、e 结串联在输入输出之间，所以称为串联型稳压电路）稳压电路，VT3 为误差取样放大管，与 R_3 、 R_4 、 R_P 、VD 构成取样稳压电路，取样放大后的信号经 VT1 驱动调整管 VT2，VT2 发射结输出稳定的电压，由于增加了 VT1 作为推动，因此，增大了电源的输出功率，该电路可以提供 3A 的电流输出。

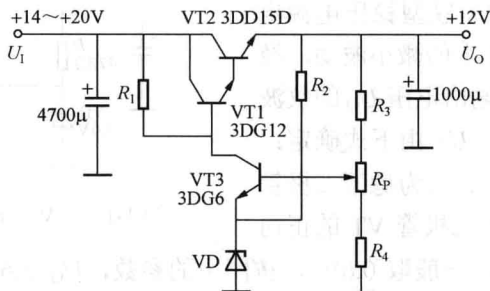


图 1-3 1A 12V 晶体管稳压电源电路

4 低压差、带短路保护的稳压电源电路

在实际应用中，常常会遇到负载过重甚至短路的情况，这无疑给电源带来了威胁。因此，给稳压电路增设过载自动保护是有必要的。图 1-4 所示电路可以实现这种功能。不仅如此，它对输入输出电压之差要求很低（低至 1V），调整管 VT2

的 c、e 之间的压差小，可以降低调整管本身的功耗、降低发热，提高电源的利用效率。

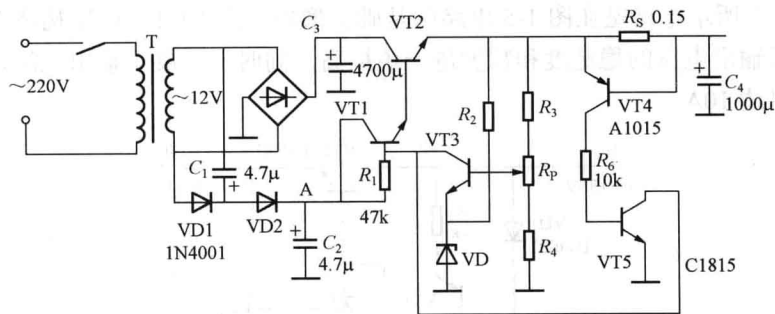


图 1-4 低压差、带短路保护的稳压电源电路

VD1、VD2、C₁、C₂ 构成倍压整流电路，在 C₂ 上产生约 26V 左右的电压，给推动管 VT1 提供电源，因此，即使 C₃ 上的电压仅比输出电压高 1V，VT1 仍然可以驱动 VT2 正常工作。VT3 为误差取样放大管，与 R₃、R₄、R_p、VD 构成取样电路，取样放大后的信号经 VT1 驱动调整管 VT2。VT4、VT5 为过载自动保护电路。电路正常工作时，R₅ 上的压降很小，可以忽略。当负载电流超过 2A 时，R₅ 上的压降将超过 0.3V，VT4 的 e、c 结获正向偏置电压而饱和导通，VT5 也饱和导通，VT1 的基极变为低电位而截止，VT2 也转为截止，输出停止，从而避免了故障进一步扩大。

5 +2.5~+30V 连续可调稳压电源电路

图 1-5 和图 1-6 为两款 +2.5~+30V 连续可调稳压电路。这里用 +2.5~+36V 可调基准稳压电压源 TL431（将在第三章作介绍）代替常规的稳压二极管，使得稳压精度大大提高；另外，由于 TL431 的大电流、宽电压输出特性，省去了推动管。不仅简化了电路，而且提高了输出电压的稳定度和精度。

R₁ 给 VT 和 TL431 提供偏置，通过调节 R_p，即调节 TL431 的基准输入电压，从而改变 K、A 之间

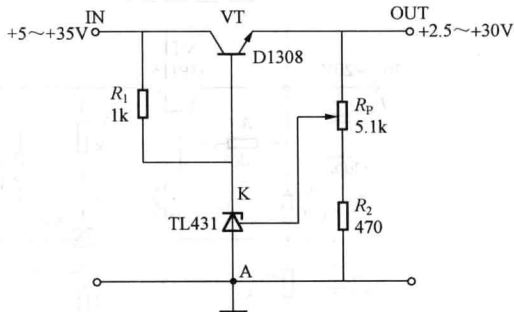


图 1-5 +2.5~+30V 连续可调稳压电源电路 (1)

的输出电压，导致 VT 基极电位变化，经 VT 调节后，输出稳定的电压。该电路输入电压范围为+5~+35V，输出电压范围为+2.5~+30V，最大输出电流为 5A。

图 1-6 所示电路是在图 1-5 电路的基础上增加了由 VD1、VT1 构成的恒流电路，使得输出电压的稳定度和精度进一步提高，同时，扩展了输出电流，最大输出电流可达 10A。

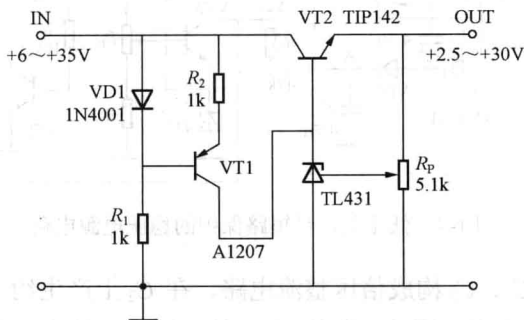


图 1-6 +2.5~+30V 连续可调稳压电源电路 (2)

6 1A 5V 高效稳压电源电路

在电源资源比较紧张的地方，如野外蓄电池供电的电器设备，电源的利用率是应该考虑的问题。图 1-7 所示电路为一高效率稳压电源，在 $U_1=15V$ 、 $U_0=5V$ 、 $I_0=1A$ 时，电源的效率为 82%。 R_p 、 R_7 为参考电压设置，调节 R_p ，即改变 TL431 的输出电压，该电压经 VT2 进一步放大后调节调整管 VT1 的基极电位，从而改变 VT1 结电极输出电压的大小。TL431 的工作电流经 R_5 直接取至输入端，这样可以避免在输入输出压差较小的情况下，保证得到正常的工作电流，有利于提高电源利用效率。

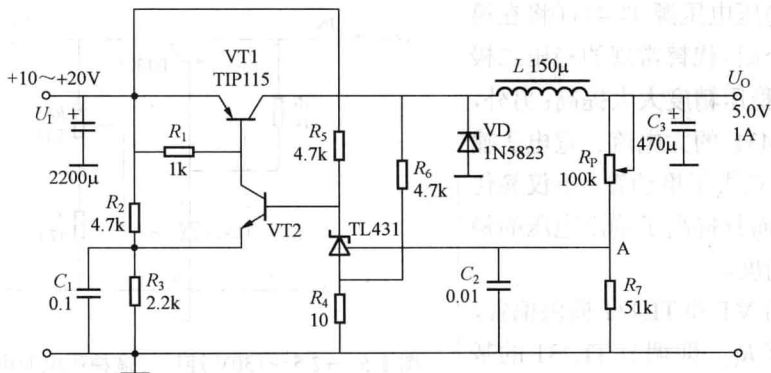


图 1-7 1A 5V 高效稳压电源电路

7 15V 2A 高精度直流稳压电源电路

图 1-8 所示电路是固定稳压输出的三端稳压集成电路与 TL431 的混合应用电路实例。

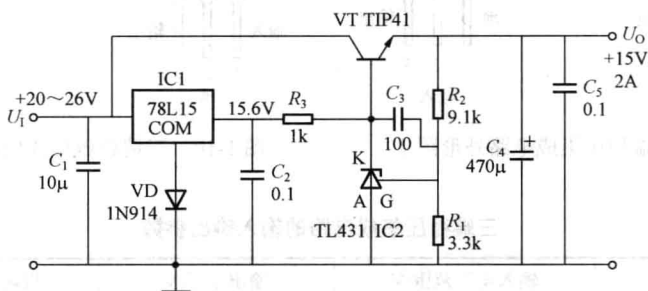


图 1-8 三端稳压集成电路与 TL431 的混合应用电路

固定稳压输出的三端稳压集成电路 78L15 的公共端 COM 通常是接零电位的，因此，输出电压是一个固定值 (+5V)。这里，通过改变 COM 端的电位，可以固定稳压输出变为可调节稳压输出，从而扩展了三端稳压集成电路的应用范围。同时，它们两者的结合，也提高了稳压输出的性能。

该电路输出电压大小由下式决定： $U_o = 2.5(1 + R_1/R_2)$ 。调节 R_1 ，可以得到连续、稳定的输出。输出电压最小值为 $U_{\min} = U_R + 5.0 = 2.5 + 5.0 = 7.5\text{V}$ 。该电路适合输出的电压范围为 7.5~20V，额定输出电流 1A。

二、常用 78××/79×× 系列三端稳压集成电路

三端稳压集成电路，顾名思义，是指只有三条引出脚的通用稳压集成电路，这三条引出脚的功能分别是输入端、接地端（公共端）和输出端。这里所说的三端稳压集成电路是指包括正电压输出的 78××（7805、7806、… 7824）系列和负电压输出的 79××（7905、7906、… 7924）系列。它们最常用的有 TO-220（标准封装）和 TO-92 两种形式的封装。外形如图 1-9、图 1-10 所示。

该系列三端稳压集成电路均为固定电压输出型，输出电压系列为 5、6、8、9、12、15、18、20、24V，实际输出电压的数值大小直接标注在型号中，“78”代表正电压输出，“79”代表负电压输出，后面的 2 位数字代表该三端集成稳压电路的输出电压，如 7806 表示输出电压为正 6V，7912 表示输出电压为负 12V。三端稳压集成电路的输入输出参数见表 1-1。