



电源系列丛书

# 稳定电源 实用电路选编



曲学基  
王增福 编著  
曲敬锐

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



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

电源系列丛书

# 稳定电源实用电路选编

曲学基 王增福 曲敬铠 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书详细介绍了近几年发展的新型稳定电源典型实用电路,包括开关稳压电源、集成稳压器电源、晶体管实用稳压电源、交流稳压电源及其他电源电路。

本书所选编的电源电路既注明了主要技术指标,又给出了电路所选用的各种元器件参数,还对电路的特点和工作原理给予较详细的分析和论述,这对读者选用电路和制作是非常有益的。本书是一本普及型和应用型的书籍,同时也是一本有实用价值的参考书。

本书既适用于广大电子工程技术专业人员、无线电爱好者和家电维修人员参考,也可供大专院校师生阅读。

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

稳定电源实用电路选编/曲学基,王增福,曲敬铠编著. —北京:电子工业出版社,2003.10  
(电源系列丛书)

ISBN 7-5053-9222-0

I. 稳... II. ①曲...②王...③曲... III. 稳定电源—电路图—汇编 IV. TN86

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 089713 号

责任编辑:富军

印 刷:北京民族印刷厂

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:24.25 字数:614.4 千字

版 次:2003 年 10 月第 1 版 2003 年 10 月第 1 次印刷

印 数:5000 册 定价:36.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。质量投诉请发邮件至 [zlts@phei.com.cn](mailto:zlts@phei.com.cn),盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

## 读者服务卡

电子工业出版社电子应用图书事业部精心策划了电源系列丛书, 详见封四所列书名。为了最大限度满足您的需求, 出版您所需要的图书, 欢迎您填写本读者服务卡, 返馈给我们。

地址: 北京万寿路 173 信箱 魏永昌收

邮编: 100036

电话: (010)68240824 E-mail: Zhong Ran@phei.com.cn

1. 购买本系列图书的书名书号:

2. 您的职业:  公务员  教师  技术人员  学生  其他

3. 您的文化程度:  研究生  本科  专科  其他

4. 您的评价: 内容:  很满意  满意  尚可  不满意  很不满意

编校:  很满意  满意  尚可  不满意  很不满意

印装:  很满意  满意  尚可  不满意  很不满意

封面:  很满意  满意  尚可  不满意  很不满意

5. 您的通信电话及地址:

6. 你的希望和建议:

## 序

近 10 年来,由于新型功率器件的出现和电力电子变换技术的进步,使电源技术又有了新的的发展。其主要发展方向可以归纳为以下几个方面:

1. 扩展了电源的功率范围。从几瓦的小功率电源发展到几百千瓦乃至几千千瓦的大功率或超大功率电源。

2. 提高了电源的电气性能。如对输出电压(或电流)、输出纹波、负载调整率、电网调整率、输入和负载功率因数、电磁兼容性等提出了更高的要求。

3. 提高了电源的节能效果。目前电能经过电源技术处理后的节能效果在 15%~20%,期望能达到 40%~50%。

4. 提高了电源工作的可靠性。在电路优化设计、元器件的选择、可靠性预测和设计及大功率电源的散热设计等方面做了大量的工作,使电源设备具有尽可能长的平均无故障时间。

5. 提高了电源小型化和集成化的程度。这主要靠新型元器件(新型功率器件和电源模块)来实现,使电源向轻、薄、小和高效率方向发展。

6. 积极研发工作在高温、高海拔、高潮湿、高盐雾、抗辐射等特殊自然环境和冶金、焊接、电镀、热处理等特殊工作环境下的特种电源。

电源技术高速发展的表现是经过电源变换技术再应用的电能已占全部电能的 90%左右。电源的应用领域非常广泛,在工农业生产、家用电器、军事工程等凡是有电子设备的场合都要用到电源设备。电源技术现已成为电子工程中的一门专业技术——功率电子技术。在大专院校的相关专业中相继开设了电源技术的课程。目前,全国从事电源研发、生产和维护的专业技术队伍已达 10 万人左右,这些人员都是有专业职称的。随着家用电器向广大农村的普及,电源技术将深入到每个家庭。可以说,每个人都是电源的使用者,形成了广大的用户队伍。

鉴于电源技术的飞速发展和电源技术专业队伍的不断扩大,电子工业出版社组织人力,推出了《稳定电源基本原理与工艺设计》、《稳定电源电路设计手册》、《稳定电源实用电路选编》和《UPS 供电系统应用手册》等多部力作。

新书的出版力求从实际需要出发,内容突出实用性、新颖性和广泛性,写作侧重于原理阐述、实例解剖、电路设计和经验介绍。本套电源系列丛书适合于电子类大、中专院校相关专业的师生学习,可供广大电子技术专业人员及广大爱好者参考。

中国电源学会理事长

季幼章

## 前 言

本书把各种实用电路和近几年电源技术领域新研发的典型电路汇集在一起,并分为5大类,即开关稳压电源、集成稳压器电源、晶体管实用稳压电源、交流稳压电源及其他电源。

开关稳压电源部分是从工作原理、驱动电路及功率变换方式等各种不同的电路中选编了近100例电路,基本上涵盖了开关稳压电源所有的技术门类和应用领域。由于集成稳压器近几年发展比较快,产品型号系列比较多,实用面比较广,故本书选编了具有代表性的7800、7900、117、337、2000、BG602等实用电路200多例。晶体管实用稳压电源是直流稳压电源的基础,为了帮助读者更好地理解 and 掌握电源的基本知识,本书选编了固定输出电压、可调输出电压、高输入阻抗、低纹波电压、多路输出及高稳定度等多种用途的、输出电压从1 000~1.5V之间的各种电源电路近100例。交流稳压器是电源电路中的一个重要组成部分,特别是在幅源辽阔、人口众多的中国,交流电应用的场合和几率比直流电要多。因此本书比较系统地讲述了各种交流稳压器电源的基本原理和典型电路,并选编了近50多例实用电路。其他电源包括充电器、应急灯、彩灯、霓虹灯电源及电源的保护、控制、监视电路70多例。

本书所选编的电路既注明了主要技术指标,又给出了电路中的各种元器件参数,还对电路的特点和工作原理做了比较详细的分析和论述。这对读者选用电路和制作是非常有益的。本书是一本普及型和应用型的书籍,同时也是一本有实用价值的参考书。

本书由曲学基、王增福、曲敬铠担任主编,参加本书编写的还有魏永昌、陈步亮、李然、范斌、张再鸣、张秀廷、李学鹏、董辉、宋玉杰、王春祥、刘志勤、张友强、吴思凯、许京春、李治国、屈照星、吴兆民、秦学春、刘月明、周晓辉、王增祥、王清泉、周和平、周胜利、周桂荣、全亮等。我们要特别感谢电子工业出版社的编辑同志,他们为本书的编著和出版做了大量的工作,不仅对全书做了认真的审校,还参与了部分章节的编写工作。

由于编者水平有限,书中错误和不足之处在所难免,希望广大读者批评指正。

编著者

# 目 录

第 1 章 开关稳压电源	1
1.1 晶体管开关稳压电源	1
1.2 VMOS 管开关稳压电源	2
1.3 可控硅开关稳压电源	4
1.4 自激振荡开关稳压电源	6
1.5 他激振荡开关稳压电源	9
1.6 脉冲调宽式开关稳压电源	11
1.7 频率调制式开关稳压电源	12
1.8 调宽、调频混合式开关稳压电源	15
1.9 不隔离开关稳压电源	19
1.10 隔离开关稳压电源	21
1.11 低压开关稳压电源	25
1.12 高压开关稳压电源	27
1.13 降压式斩波型开关稳压电源	27
1.14 升压式斩波型开关稳压电源	29
1.15 极性变换式斩波型开关稳压电源	30
1.16 振铃扼流式开关稳压电源	31
1.17 单端反激式开关稳压电源	35
1.18 单端正激式开关稳压电源	38
1.19 推挽式变换电路开关稳压电源	40
1.20 半桥变换器式开关稳压电源	42
1.21 全桥变换式开关稳压电源	44
1.22 软开关技术——谐振式开关稳压电源	46
1.23 零电压转换(ZVT)软开关稳压电源	48
1.24 零电流转换(ZCT)软开关稳压电源	51
1.25 600W 零电压转换开关稳压电源	52
1.26 600W 零电流转换开关稳压电源	52
1.27 由 TOPSwitch- II 系列构成的开关稳压电源	53
1.27.1 4W 后备式开关稳压电源	54
1.27.2 双路输出开关稳压电源	55
1.27.3 30W 精密开关稳压电源	56
1.27.4 150W 精密开关稳压电源	57
1.28 由 TOP209/210 系列构成的开关稳压电源	59
1.28.1 5V、4W 开关稳压电源	59
1.28.2 采用 110V(倍压)/220V 交流电压输入的开关稳压电源	59
1.29 由 WS157/106 系列构成的开关稳压电源	60

1.29.1	+12V、0.5A 开关稳压电源	61
1.29.2	+5V、1.6A 精密开关稳压电源	62
1.30	由 MS33370 系列构成的开关稳压电源	62
1.30.1	52W 开关稳压电源	64
1.30.2	90W 开关稳压电源	66
1.31	由 CW1524/2524/3524 系列构成的开关稳压电源	67
1.31.1	双端输出式脉冲宽度调制器的应用	67
1.32	由 CW1840/1842 系列构成的开关稳压电源	71
<b>第 2 章</b>	<b>集成稳压器电源</b>	<b>77</b>
2.1	三端固定正输出电压的集成稳压器——7800 系列组成的各种电源	77
2.1.1	固定正、负输出的稳压电源	77
2.1.2	高输入—高输出集成稳压电源	78
2.1.3	可调输出的集成稳压电源	80
2.1.4	大电流输出的集成稳压电源	82
2.1.5	恒流源电路	83
2.1.6	开关式集成稳压电源	84
2.1.7	跟踪式集成稳压电源	85
2.1.8	可控式集成稳压电源	85
2.1.9	三端固定输出集成稳压器的其他应用	86
2.2	三端固定负输出电压的集成稳压器——7900 系列组成的各种电源	88
2.3	三端可调正输出电压的集成稳压器——CW117/CW217/CW317 系列组成的各种电源	91
2.3.1	可调集成稳压电源的标准电路	92
2.3.2	从零伏开始连续可调的集成稳压电源	94
2.3.3	大电流、可调集成稳压电源	94
2.3.4	高输出电压集成稳压电源	96
2.3.5	开关式集成稳压电源	97
2.3.6	跟踪式集成稳压电源	99
2.3.7	逻辑控制集成稳压电源	100
2.3.8	多路集中控制集成稳压电源	100
2.3.9	慢启动集成稳压电源	101
2.3.10	恒流源	101
2.3.11	恒压/恒流电源	102
2.3.12	充电器电路	103
2.3.13	功率跟随器和放大器电路	103
2.3.14	交流削波电路	103
2.4	三端可调负输出电压集成稳压器——CW137/CW237/CW337 系列组成的各种电源	104
2.5	多端可调输出电压集成稳压器——CW200 及 BG602 组成的各种电源	107
2.5.1	标准应用电路	107



2.5.2	负输出电压集成稳压电源 .....	108
2.5.3	高稳定度集成稳压电源 .....	108
2.5.4	减小输出纹波电压的电路 .....	108
2.5.5	大电流集成稳压电源 .....	109
2.5.6	高输入电压集成稳压电源 .....	110
2.5.7	高输出电压集成稳压电源 .....	111
2.5.8	正、负输出电压集成稳压电源 .....	112
2.5.9	跟踪式集成稳压电源 .....	113
2.5.10	开关式集成稳压电源 .....	114
2.5.11	逻辑控制集成稳压电源 .....	116
2.5.12	恒流源 .....	116
2.5.13	充电器电路 .....	117
2.5.14	慢启动集成稳压电源 .....	117
2.6	国外集成稳压电源的参考电路 .....	118
2.6.1	5V 稳压电源之一 .....	118
2.6.2	5V 稳压电源之二 .....	118
2.6.3	5V、1A 稳压电源 .....	118
2.6.4	5V、3A 稳压电源 .....	119
2.6.5	TTL 用 3A 稳压电源 .....	119
2.6.6	TTL 用 5A 稳压电源 .....	119
2.6.7	5V、5A 稳压电源 .....	120
2.6.8	5V、10A 稳压电源 .....	120
2.6.9	高稳定度的 12V 稳压电源 .....	120
2.6.10	$\pm 12V$ 稳压电源 .....	121
2.6.11	12V、5A 稳压电源 .....	121
2.6.12	12V、10A 稳压电源之一 .....	122
2.6.13	12V、10A 稳压电源之二 .....	122
2.6.14	15V、300mA 稳压电源 .....	122
2.6.15	15V、5A 稳压电源 .....	122
2.6.16	$\pm 15V$ 、1A 对称稳压电源 .....	123
2.6.17	$\pm 15V$ 对称稳压电源 .....	123
2.6.18	$\pm 15V$ 、10A 对称稳压电源 .....	124
2.6.19	28V、1A 稳压电源 .....	124
2.6.20	28V、7A 稳压电源 .....	125
2.6.21	28V、10A 稳压电源 .....	125
2.6.22	50V 悬浮稳压电源 .....	125
2.6.23	并联稳压电源之一 .....	125
2.6.24	并联稳压电源之二 .....	126
2.6.25	计算机用 $\pm 5V$ 和 $\pm 12V$ 稳压电源 .....	126
2.6.26	$\pm 5V$ 和 $\pm 12V$ 稳压电源 .....	126

2.6.27	多路稳压电源之一	127
2.6.28	利用二极管提升输出电压的稳压电源	127
2.6.29	双稳压电源	127
2.6.30	多路稳压电源之二	128
2.6.31	双对称稳压电源	128
2.6.32	多路稳压电源之三	128
2.6.33	多路稳压电源之四	129
2.6.34	带微调的双稳压电源	129
2.6.35	-10V、1A 稳压电源	129
2.6.36	-10V、2A 稳压电源	130
2.6.37	恒压和可调两用稳压电源	130
2.6.38	通用稳压电源	131
2.6.39	15V 可调稳压电源	131
2.6.40	0~15V 可调稳压电源	132
2.6.41	可变双极性稳压电源	132
2.6.42	0~20V 可调稳压电源	132
2.6.43	0~20V、1A 可调稳压电源	132
2.6.44	4.5~34V、1A 可调稳压电源	133
2.6.45	2~35V、10A 可调稳压电源之一	133
2.6.46	2~35V、10A 可调稳压电源之二	133
2.6.47	2~37V 可调稳压电源	134
2.6.48	廉价的多种保护的稳压电源	134
2.6.49	1.25~37V、1.5A 可调稳压电源	135
2.6.50	输出电流和输出电压可调的稳压电源	135
2.6.51	可调高压稳压电源之一	135
2.6.52	可调高压稳压电源之二	135
2.6.53	跟踪稳压电源	137
2.6.54	$\pm 5 \sim \pm 18V$ 可调跟踪稳压电源	137
2.6.55	$\pm 10V$ 跟踪稳压电源	137
2.6.56	0~ $\pm 6.6V$ 的可调跟踪稳压电源	138
2.6.57	$\pm 15V$ 跟踪稳压电源之一	138
2.6.58	$\pm 15V$ 跟踪稳压电源之二	138
2.6.59	$\pm 15V$ 跟踪稳压电源之三	139
2.6.60	$\pm 15V$ 跟踪稳压电源之四	139
2.6.61	$\pm 15V$ 跟踪稳压电源之五	139
2.6.62	$\pm 15V$ 跟踪稳压电源之六	140
2.6.63	$\pm 5 \sim \pm 20V$ 从动跟踪稳压电源	140
2.6.64	$\pm 15V$ 双跟踪稳压电源	141
2.6.65	精密双跟踪稳压电源	141
2.6.66	双跟踪稳压电源	141

2.6.67	TTL 逻辑电平控制的双跟踪稳压电源 .....	141
2.6.68	单端开关稳压电源 .....	143
2.6.69	正压开关稳压电源 .....	143
2.6.70	负压开关稳压电源 .....	143
2.6.71	5V、1A 开关稳压电源 .....	144
2.6.72	5V、5A 开关稳压电源 .....	144
2.6.73	5V、6A 开关稳压电源 .....	144
2.6.74	多路输出开关稳压电源 .....	145
2.6.75	4.5~30V 可变开关稳压电源 .....	145
2.6.76	双输出稳压电源 .....	146
2.6.77	单控稳压电源之一 .....	146
2.6.78	单控稳压电源之二 .....	147
2.6.79	程控稳压电源之一 .....	147
2.6.80	程控稳压电源之二 .....	147
2.6.81	逻辑电平控制的稳压电源 .....	147
2.6.82	0~25V、0~10A 的稳压 / 稳流电源 .....	149
2.6.83	高精度稳压电源 .....	149
2.6.84	高温稳定性稳压电源 .....	149
<b>第 3 章</b>	<b>晶体管实用稳压电源 .....</b>	<b>151</b>
3.1	1000V 高压输出直流稳压电源 .....	151
3.2	输出电压为 175V 的稳压电源 .....	151
3.3	0~150V 稳压电源 .....	154
3.4	150V 稳压电源 .....	156
3.5	3~120V 稳压电源 .....	156
3.6	3~120V 连续可调稳压电源 .....	157
3.7	120V 稳压电源 .....	158
3.8	110V 稳压电源 .....	159
3.9	70V 稳压电源 .....	160
3.10	10~65V 稳压电源 .....	162
3.11	0~50V 稳压电源 .....	164
3.12	0~35V 稳压电源 .....	164
3.13	0~30V、2A 稳压电源 .....	166
3.14	0~30V、3A 稳流稳压电源 .....	168
3.15	0~30V、2A 稳流稳压电源 .....	170
3.16	1~30V、5A 稳压电源 .....	172
3.17	可输出 0~30V 电压的简单稳压电源 .....	173
3.18	1~30V、0~5A 稳压电源 .....	173
3.19	6~30V、500mA 稳压电源 .....	176
3.20	28V 简单稳压电源 .....	177
3.21	$\pm 5$ ~25V 双极性稳压电源 .....	177

3.22	25V 精密稳压电源	178
3.23	24V 软启动稳压电源	178
3.24	24V 防短路稳压电源	180
3.25	具有限流保护电路的 24V 稳压电源	180
3.26	24V、2A 稳压电源	181
3.27	具有电流补偿的 24V 稳压电源	182
3.28	-24V、0.5A 稳压电源	182
3.29	用发光二极管作为过流保护及指示的 24V 稳压电源	183
3.30	24V VMOS 管稳压电源	184
3.31	24V、6A 低功耗稳压电源	184
3.32	0~20V 稳压电源	185
3.33	0~20V、1A 稳压电源	186
3.34	20V、2A 稳压电源	186
3.35	6~18V 精密稳压电源	187
3.36	$\pm 18V$ 双极性稳压电源	188
3.37	15V、-6V 双路稳压电源	189
3.38	15V、1A 并联稳压电源	189
3.39	$\pm 15V$ 、5V 三种输出稳压电源	190
3.40	$\pm 15V$ 双极性并联型稳压电源	191
3.41	具有限流保护的 0~15V 稳压电源	191
3.42	15V 并联稳压电源	192
3.43	15V、600mA 稳压电源	192
3.44	15V、1A 集电极输出稳压电源	193
3.45	15V 简单稳压电源	194
3.46	采用可控硅保护的 15V 稳压电源	194
3.47	保护电流可调的 15V 稳压电源	195
3.48	15V VMOS 管稳压电源	195
3.49	不要辅助电源的 10~15V 稳压电源	196
3.50	1.45~15V 全取样稳压电源	196
3.51	-9~-14.5V 集电极输出稳压电源	197
3.52	13V、2A 简单稳压电源	198
3.53	12V 集电极输出稳压电源之一	198
3.54	12V 集电极输出稳压电源之二	199
3.55	12V 集电极输出稳压电源之三	199
3.56	12V 软启动稳压电源	200
3.57	用光电耦合作为短路保护的 12V 稳压电源	201
3.58	12V 串、并联复合式稳压电源	201
3.59	12V、100mA 精密稳压电源	202
3.60	适用于电网起伏大的 12V 稳压电源	202
3.61	$\pm 12V$ 双极性输出稳压电源	203

3.62	12V 稳压器简单电路	204
3.63	简单的 12V 及其他 5V 双路电源	205
3.64	工作在电网电压为 120~250V 之间的 10V 稳压电源	205
3.65	2~10V 精密稳压电源	206
3.66	10V、1A 精密稳压电源	207
3.67	消除纹波的 10V 稳压电源	208
3.68	-9V 录音机稳速电源	208
3.69	9V 集电极输出稳压电源	208
3.70	9V 交、直流供电的收录机电源	209
3.71	取样比为 1 的 3~9V 可调稳压电源	210
3.72	9V 零阻抗稳压器	210
3.73	6V 收录机交、直流自动转换稳压电源	211
3.74	6V 集电极输出稳压电源	211
3.75	能在 -55℃~71℃ 温度范围内工作的 6V 稳压电源	212
3.76	2V、4V、6V 分挡输出的精密稳压电源	212
3.77	1.5V、3V、4.5V、6V 分挡输出的精密稳压电源	212
3.78	5V 集电极输出串、并联复合电源	215
3.79	把 +15V 电源变成 -5V 电源的稳压电源	216
3.80	采用倍压整流的 5V 稳压电源	216
3.81	具有过载保护的 5V 稳压电源	217
3.82	具有短路保护的 5V 稳压电源	217
3.83	4.5V 精密电源	218
3.84	2V 精密稳压电源	219
3.85	1.5V 精密稳压电源	220
<b>第 4 章</b>	<b>交流稳压电源</b>	<b>221</b>
4.1	磁饱和交流稳压电源	221
4.1.1	电磁稳压器	221
4.1.2	稳压变压器	225
4.1.3	简易磁饱和交流稳压电源	226
4.2	电子交流稳压器	227
4.2.1	工作原理	227
4.2.2	614 系列交流稳压器电路	230
4.3	调压器交流稳压电源	237
4.3.1	200W 自动调压式交流稳压电源	237
4.3.2	晶体管交流调压器电路	238
4.3.3	可控硅交流稳压器电路	238
4.3.4	双向可控硅交流稳压器	240
4.3.5	500W 家用交流调压器	240
4.3.6	全自动交流稳压电源	241
4.3.7	全自动交流调压器	242

4.3.8	1000W 自动调压交流稳压电源 .....	244
4.3.9	由集成电路和双向可控硅构成的自动调压式稳压电源 .....	245
4.3.10	330W 交流稳压电源 .....	246
4.3.11	110~380V 交流自动稳压电源 .....	248
4.3.12	自动延时降压启动稳压电源 .....	250
4.3.13	自动稳压电源 .....	251
4.3.14	声控交流调压器 .....	252
4.3.15	TXD1742 连续调节的全自动交流稳压器 .....	253
<b>第 5 章</b>	<b>其他电源 .....</b>	<b>255</b>
5.1	充电电源 .....	255
5.1.1	干电池充电器 .....	255
5.1.2	蓄电池充电器 .....	256
5.1.3	镍镉电池充电器 .....	256
5.1.4	锂离子电池充电器 .....	257
5.1.5	镍氢电池充电器 .....	258
5.1.6	汽车电池充电器 .....	259
5.1.7	摩托车蓄电池充电器 .....	260
5.1.8	剃须刀用充电器 .....	261
5.1.9	随身听充电器 .....	261
5.1.10	诺基亚 232 手机充电器 .....	262
5.1.11	爱立信 788 手机充电器 .....	264
5.1.12	摩托罗拉 SPN4096A 手机充电器 .....	265
5.2	应急灯、彩灯、霓虹灯电源 .....	266
5.2.1	高效应急灯电源 .....	266
5.2.2	节能应急日光灯电源 .....	268
5.2.3	霓虹灯高压电源 .....	270
5.2.4	实用霓虹灯电源 .....	271
5.2.5	伴大自然音响的四路彩灯电源 .....	272
5.2.6	会唱圣诞歌的绿树银花圣诞树电路 .....	273
5.2.7	实用电子镇流器电路 .....	274
5.3	其他电源电路 .....	277
5.3.1	电源控制电路 .....	277
5.3.2	电源监视电路及其芯片的应用 .....	278
5.3.3	电源保护电路 .....	284
<b>附录 A</b>	<b>部分国产集成稳压器的电参数特性 .....</b>	<b>295</b>
<b>附录 B</b>	<b>部分国内外集成稳压器型号对照表 .....</b>	<b>331</b>
<b>附录 C</b>	<b>集成运算放大器国内外型号对照表 .....</b>	<b>334</b>
<b>附录 D</b>	<b>部分常用半导体器件国内外型号对照表 .....</b>	<b>344</b>
<b>附录 E</b>	<b>国外部分常用半导体器件参数表 .....</b>	<b>352</b>

# 第 1 章 开关稳压电源

## 1.1 晶体管开关稳压电源

晶体管开关稳压电源应用得比较普遍,如图 1-1 所示即是一个具体的电路实例。图中,变压器 T、二极管  $VD_1 \sim VD_4$  和电容器  $C_5$  组成整流滤波电路;电阻  $R_7$ 、 $R_8$  和电位器  $R_9$  串联组成取样电路;晶体管  $VT_4$  作为误差放大器;晶体管  $VT_2$ 、 $VT_3$  复合组成开关调整器; $VT_1$  是脉宽调整管; $VT_1$ 、 $VT_2$ 、 $VT_3$  与  $R_3$ 、 $C_8$  又组成自激振荡电路;电阻  $R_6$  和稳压二极管  $VD_6$  组成基准电压源; $VD_5$  是续流二极管; $L$  是储能电感; $VD_5$ 、 $L$  与  $C_{12}$  组成输出滤波器; $R_5$  和  $C_{10}$  组成的回路,可以使续流二极管  $VD_5$  具有较好的恢复特性。

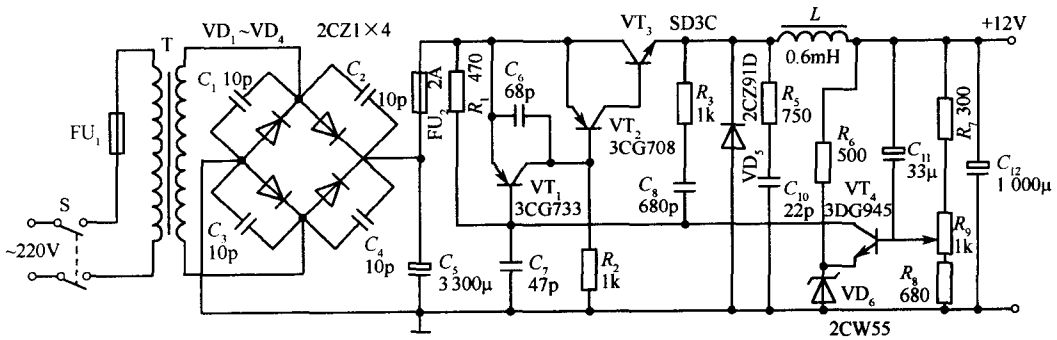


图 1-1 晶体管开关稳压电源应用电路实例

当交流电网电源开关 S 接通后,桥式整流器输出直流电压。其正端与  $VT_2$  管发射极相接,负端经电阻  $R_2$  给  $VT_2$  管基极提供偏压,使复合开关调整管饱和导通。输出电流经过储能电感  $L$  时,产生左正、右负的感应电势。此时,  $VT_3$  管发射极处于高电位,续流二极管  $VD_5$  截止,输出电流供给负载,同时对电容  $C_{12}$  充电,当电压升高到一定程度时,误差放大器  $VT_4$  开始工作。

$VT_4$  工作后,开关调整管的输出电流即向电容器  $C_8$  充电,电容器  $C_8$  上的电压为上正、下负。当  $C_8$  充电至一定程度时,晶体管  $VT_1$  饱和导通。其管压降  $U_{ce1}$  很小。 $VT_2$  基极电位升高,迫使复合开关管  $VT_2$ 、 $VT_3$  截止。这时,储能电感上的电流已上升到最大值。但由于开关管的关断,将使  $L$  上的电流减小,这个变化的电流在  $L$  上产生的感应电势为左负、右正,将阻止电流减小,同时使续流二极管  $VD_5$  导通, $L$  上的能量便通过  $VD_5$  与负载构成通路,使之继续向负载供电。当  $L$  向负载提供的电压低于  $C_{12}$  两端电压时, $C_{12}$  便补充供电,以补充  $L$  释放电能的不足,使输出电压保持为平滑的直流。

一旦开关管  $VT_3$  进入截止状态, $C_8$  便从充电状态转为放电状态,进而发展到反向充电状态, $C_8$  上的电压上负、下正。当反向充电达到一定程度时, $VT_1$  由于其基极电位升高而截止。复合开关管由于  $VT_2$  基极重新获得低电位而导通,自激振荡便如此循环下去。其振荡频率主要由电阻  $R_3$  和电容  $C_8$  决定。

由于某种原因使输出电压上升时,经取样电路给误差放大管  $VT_4$  基极提供的电位升高,使其集电极电流增大,管压降  $U_{ce4}$  减小,从而加速对  $C_8$  的充电。 $C_8$  两端电压迅速升高, $VT_4$  集电极电位迅速降低,使脉冲宽度调制管  $VT_1$  很快从截止转为导通,并增加了导通时间。而复合开关管  $VT_2$ 、 $VT_3$  则相应地延长了截止时间,使输出的脉冲宽度变窄,使已升高的输出电压又降了下来。

反之,当输出电压下降时,其调节过程相同,方向相反,把下降的输出电压又升起来,从而保持输出电压的稳定。

晶体管在多种类型的开关电源中都可以作为开关调整器件,为了简单起见,在此就不一一列举了。

## 1.2 VMOS 管开关稳压电源

### 1. VMOS 管开关稳压电源之一

图 1-2 是一个用 VMOS 管作为开关器件的稳压电源电路。图中, $VT_5$  是 VMOS 功率晶体管,是本电源开关调整器件; $L_1$  为储能电感; $VD_3$  为续流二极管; $VT_3$  为场效应管,作为  $VT_1$ 、 $VT_2$  的恒流源,给它们的发射极提供 1mA 的恒定电流; $C_1$  为输入滤波电容; $C_5$ 、 $C_6$ 、 $C_7$  为输出滤波电容。

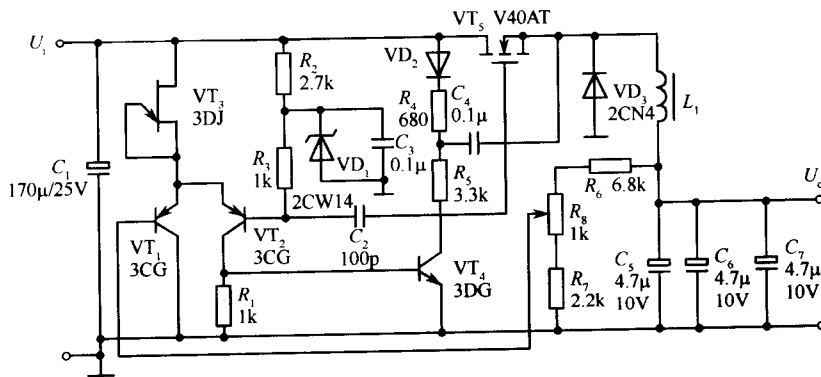


图 1-2 VMOS 管开关稳压电源应用电路之一

$VT_1$ 、 $VT_2$  哪个管先导通,取决于两管基极的相对电压。如果  $VT_1$  基极电位低于  $VT_2$  的基极电位,则  $VT_1$  导通, $VT_2$  截止;如果相反,则  $VT_1$  截止、 $VT_2$  导通。 $VT_2$  的基极电位由电阻  $R_2$ 、 $R_3$  和稳压二极管  $VD_1$  决定,是个常量;而  $VT_1$  基极电位则由输出电压经分压电阻  $R_6$ 、 $R_7$  和电位器  $R_8$  分压而得,调节电位器  $R_8$  可改变输出电压。

为了减小开关调整管  $VT_5$  的功耗,提高其翻转速度,电路采用了由  $R_5$ 、 $C_4$  组成的自举网络。该网络在  $VT_5$  截止时,源极电位为 0V,输入电压通过二极管  $VD_2$ 、电阻  $R_4$  给  $C_4$  充电,使  $C_4$  上的电压接近于输入电压。 $VT_5$  导通后,源极电位升高,由于电容  $C_4$  上充有电压,使二极管  $VD_2$  截止,此时  $R_5$  上的电压接近于输入电压的 2 倍,使  $VT_5$  导通更迅速。此时即使输入电压比较低,电路也能可靠翻转。 $C_2$ 、 $C_3$  的作用是使  $VT_1$ 、 $VT_2$  能迅速翻转,以提高开关速度。

由于某种原因引起输出电压  $U_o$  升高时, $VT_1$  的基极电位便随之上升,使  $VT_2$  导通,并进一步使  $VT_4$  导通, $VT_5$  的栅极电位下降而后截止。此时,储能电感  $L_1$  中的电流下降,导致输



出电压降低。当输出电压低于额定值时,VT<sub>1</sub> 导通、VT<sub>2</sub> 截止,两管发生翻转。因此,VT<sub>5</sub> 由于栅极电位的升高而导通,L<sub>1</sub> 中的电流增大,输出电压升高,电路进入下一个循环。也就是说,从此电路进入振荡状态,其振荡频率为 100kHz。

本电源的额定输出电压为 5V,输出电流为 1A,电源效率为 80%,工作频率为 100kHz。

## 2. VMOS 管开关电源之二

图 1-3 是另外一个 VMOS 管开关稳压电源电路。由于采用了电压比较器 710,因此该电路比前者有所简化。图中,电阻 R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>、R<sub>3</sub> 和稳压管 VD<sub>1</sub>、VD<sub>2</sub> 组成分压稳压电路,从 28V 输入电压中分出 5V、6V 和 18V 三组电压,作为 710 的电源;电阻 R<sub>12</sub>、R<sub>13</sub>、电容 C<sub>13</sub> 及二极管 VD<sub>6</sub>、VD<sub>7</sub> 和晶体管 VT<sub>3</sub> 组成电源软启动电路。在电源接通的瞬间,能使 VMOS 管 VT<sub>1</sub> 的驱动脉冲宽度按指数规律增加。这样当比较器 710 首次关断驱动脉冲时,可防止储能电感 L<sub>1</sub> 的电流过大。当开关管 VT<sub>1</sub> 关断时,开关稳压电源的输出电压还继续上升,这是因为储能电感 L<sub>1</sub> 的电流仍继续对输出滤波电容 C<sub>6</sub>~C<sub>12</sub> 充电。也就是说,软启动电路使电源刚开始工作时,储能电感 L<sub>1</sub> 上的电流上升速度减慢,防止输出电压发生较大的过冲。当稳压电源进入稳定工作状态以后,软启动电路便不起作用了。

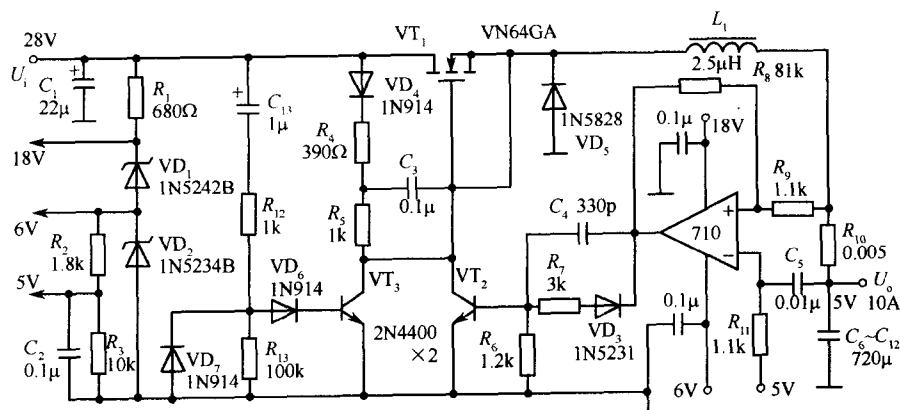


图 1-3 VMOS 管开关稳压电源应用电路之二

本电源的额定直流输出电压为 5V,输出电流为 10A,工作频率为 200kHz。

## 3. VMOS 管开关电源之三

图 1-4 是以 VMOS 功率场效应管为开关器件,以 TL494 开关集成电路组件为控制电路的推挽开关稳压电源。

图中,TL494 作为电源的控制电路,除了作为振荡源以外,还担负调整和稳定输出电压的任务。其振荡频率主要由外接元件 R<sub>1</sub> 和 C<sub>1</sub> 决定。本电源的开关频率为 100kHz。VD<sub>1</sub>、VD<sub>2</sub> 为隔离二极管,工作电压为 33V。T 为输出推挽变压器,其初级中心抽头与直流 12V 输入电源相接。次级接输出桥式整流电路。输出滤波器由扼流圈 L<sub>1</sub> 和滤波电容 C<sub>3</sub> 组成,能对 100kHz 的交流电起到很好的滤波作用。当输出电压升高或降低时,其通过取样分压电阻 R<sub>4</sub>、R<sub>5</sub>、R<sub>6</sub> 反馈到 TL494 的 1 脚,将其转换为脉冲宽度与输出电压 U<sub>o</sub> 相反变化的驱动功率,经过 TL494 的 9、10 脚分别传输给 VMOS 管 VT<sub>1</sub>、VT<sub>2</sub>,改变其输出脉冲宽度,使输出电压 U<sub>o</sub> 保持稳定。