

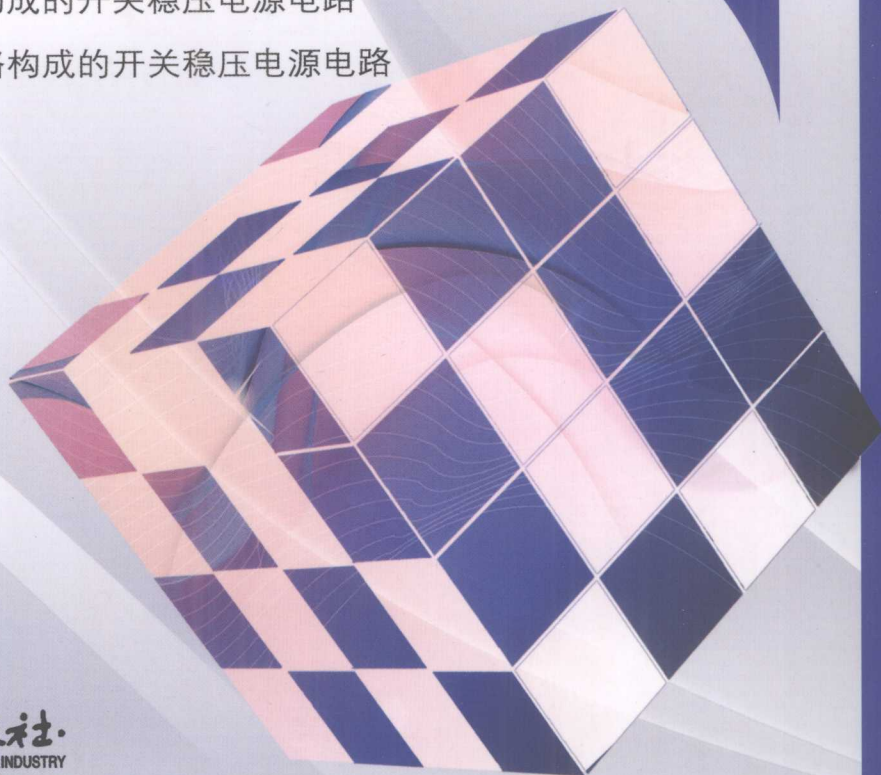
巧学巧用电子实用技术丛书

巧学巧用

开关电源实用技术

孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著

- ◆ 巧学巧用开关电源的必备知识
- ◆ 巧学巧用由晶体管构成的开关稳压电源电路
- ◆ 巧学巧用由集成电路构成的开关稳压电源电路

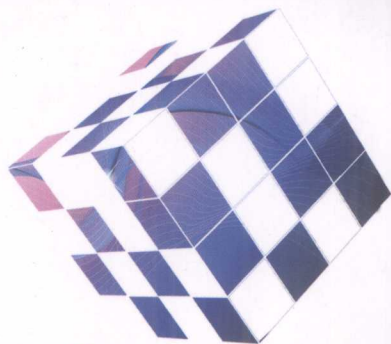


电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

电子行业职业技能培训实用指南

巧学巧用电子实用技术丛书



巧学巧用 无师自通

- ◆ 精心搭建从入门到精通的巧学平台
- ◆ 量身定做电子实用技术的巧用指南
- ◆ 开拓打造上岗培训就业的绿色通道

- ★ 巧学巧用电工实用技术
- ★ 巧学巧用基础电路实用技术
- ★ 巧学巧用开关电源实用技术
- ★ 巧学巧用电子测量实用技术
- ★ 巧学巧用电子元器件实用技术
- ★ 巧学巧用模拟集成电路实用技术



天启星

<http://www.tqxbook.com>

策划编辑：谭佩香
责任编辑：徐子湖
责任美编：王嵩



ISBN 978-7-121-09196-4



9 787121 091964 >

本书贴有激光防伪标志，凡没有防伪标志者，属盗版图书。

定价：34.00元

巧学巧用电子实用技术丛书

巧学巧用 开关电源实用技术

孙余凯 吴鸣山 项绮明 等编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以普及开关稳压电源基础知识、巧学巧用开关稳压电源电路为主线，详细讲解了开关稳压电源等巧学巧用方法。以比较简单的单管开关稳压电源为切入点，逐步深入地扩展到多管乃至集成电路开关稳压电源，详细讲解各种开关稳压电源的原理、特点，以及由高频开关电源变换器、软开关变换器、功率开关元件等各种分立元器件与集成电路构成的开关电源电路。由此，开拓读者的巧学思路与巧用方法，进而熟能生巧地去多方位、多领域地巧用这些开关电源电路、设计制作出功能齐全、自动化程度高的开关电源新产品。

本书分类明确、简明实用、通俗易懂，能使读者结合实际即学即用，既可以作为中等电子职业学校与相关专业学校电子技术学科的教材，也可作为电子技术岗位人员的技能培训教材。同时，还可供电子产品开发和生产技术人员及广大电子爱好者学习参考。

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

巧学巧用开关电源实用技术 / 孙余凯等编著. —北京: 电子工业出版社, 2009.7
(巧学巧用电子实用技术丛书)
ISBN 978-7-121-09196-4

I. 巧… II. 孙… III. 开关电源—基本知识 IV. TN86

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 109868 号

策划编辑: 谭佩香

责任编辑: 徐子湖

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

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: 19.5 字数: 475 千字

印 次: 2009 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 34.00 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 zltz@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

电源是各种电气设备能量的来源，电源的质量是决定电气设备运行正常与否的关键。稳压电源则是各种电气设备能量供给的重要组成部分，它提供电压电流给电气设备使其能正常工作，就像一个人的心脏一样必须向全身供给所需要的血液使其能够生存。为了帮助读者设计出满意的稳压电源，并能熟练地巧学巧用开关稳压电源电路，我们精心策划并组织编写了本书，集中介绍了开关电源学习与应用的方法与技巧。

本书以普及开关稳压电源基础知识、巧学巧用开关稳压电源电路为主线，全面、系统地介绍了开关电源的基础知识及巧学巧用由 1 至多只晶体管与 3 至多引脚集成电路构成的开关电源电路。从两个方面多层次地介绍开关电源电路的特点、特色、结构组成及工作原理，突出实用巧用的编写宗旨，以便于让读者灵活掌握，学以致用。

本书在编写时采用对比方法，以基本的开关稳压电源电路组成方框图为基础，介绍了分立元器件和集成电路开关式稳压电源的各种巧用技能，将各种同功能、使用同样数量晶体管或由同样数量引脚的电源控制集成电路构成的开关电源电路同时介绍给读者。通过对比归纳，全面介绍了各自的组成特点及工作原理，为读者能顺利地读懂其他同类新电路，巧用开关稳压电源打下良好的理论基础。

本书的最大特点是在编排上，先从最基础、最简单的知识或电路入手，然后逐步深入介绍较复杂的电路，最后提供的典型应用电路、巧用实际电路，具有新颖、实用的特点。通过简明扼要地讲述它们的工作原理、电路功能及巧用中应注意事项，使读者一看就懂、一学就会，为读者应用这些电路提供了方便。

本书的另一特点是浅显易懂、图文并茂、取材新颖、资料丰富、实用性强，许多巧用电路具有拿来即可为已用的显著特点。因此，特别适合初学者巧学，尽快地提高阅读电路图的能力，快速正确地处理实际工作中遇到的问题（如开关电源产品开发、开关电源性能改进、开关电源及线性稳压电源等的故障排除），并在开关电源电路设计和开关电源故障维修中获得有益的启迪。对于巧学巧用中的一些电路还可作为维修开关稳压电源的参考电路使用。

书中部分整机电路图为厂家所提供，为了便于讲授并与实际维修衔接，对原机型的电

目 录

第 1 章 巧学巧用开关电源的必备知识.....	1
1.1 开关电源的类型与基本组成	1
1.1.1 开关电源的类型	1
1.1.2 常用电源特点对比	3
1.1.3 开关稳压电源基本组成	3
1.2 常用开关稳压电源的基本原理	5
1.2.1 串联开关稳压电源	5
1.2.2 并联开关稳压电源	7
1.2.3 脉冲变压器耦合开关稳压电源	8
1.3 常用开关稳压电源的特性和适用场合	10
1.3.1 开关稳压电路的特性	10
1.3.2 开关电源特性对比	11
1.3.3 开关稳压电源适用场合	11
1.4 开关电源输入电路	11
1.4.1 开关电源电磁干扰的类型及来源	11
1.4.2 开关电源电磁干扰的测试	13
1.4.3 抑制开关电源电磁干扰的基本措施	13
1.4.4 开关稳压电源抗干扰常用电路	15
1.4.5 整流电路	18
1.4.6 滤波电路	19
1.5 开关电源逆变电路	22
1.5.1 开关电源逆变电路的类型	22
1.5.2 晶体管自激式逆变电路	22
1.5.3 晶体管他激式逆变电路	24
1.5.4 集成电路的逆变电路	28
1.6 开关电源控制集成电路	28
1.6.1 集成式开关稳压源控制电路类型	29
1.6.2 集成式开关稳压电路机理	29
1.7 开关电源变压器与开关管	30
1.7.1 开关电源变压器	30
1.7.2 开关晶体管	32

第 2 章 巧学巧用单双管及 3 管式开关电源电路..... 33

2.1 巧学巧用单管式开关稳压电源电路.....	33
2.1.1 巧学单管式开关稳压电源电路.....	33
2.1.2 巧用单管式开关稳压电源电路方法指导.....	36
2.1.3 巧用由单只晶体管构成的+14 V 与+5 V 开关电源电路.....	36
2.1.4 巧用由单管式开关电源构成的手机充电电路.....	37
2.1.5 巧用由单只管构成的+14 V 开关电源电路.....	38
2.1.6 巧用由单只晶体管构成的 1 路 18 V 与 5 路 15 V 开关电源电路.....	40
2.1.7 巧用由单管式开关电源构成的 MP3 电源适配器电路.....	42
2.1.8 巧用由单管式开关电源构成的充电器电路.....	43
2.1.9 巧用由单管式开关电源构成的 MP3 与 MP4 充电电路.....	44
2.1.10 巧用由单管式开关电源构成的+9 V 电源电路.....	46
2.1.11 巧用由单管式开关电源构成的 6 V 电源电路.....	47
2.1.12 巧用由单管式开关电源构成的±12 V 与+5 V 电源电路.....	48
2.1.13 巧用由单管式开关电源构成的 5~30 V 电源电路.....	49
2.2 巧学巧用双管式开关稳压电源电路.....	50
2.2.1 巧学双管式开关稳压电源电路.....	51
2.2.2 巧用双管式开关稳压电源电路方法指导.....	54
2.2.3 巧用由双晶体管构成的 5.6 V 开关电源电路.....	54
2.2.4 巧用由双晶体管构成的 15 V 开关电源电路.....	56
2.2.5 巧用由双管式开关电源构成的充电器电路.....	58
2.2.6 巧用由双晶体管构成的 5 V 与 28 V 开关电源电路.....	60
2.2.7 巧用由双晶体管构成的 7.8 V 开关电源电路.....	63
2.2.8 巧用由双晶体管构成-6.8 V 开关电源电路.....	64
2.2.9 巧用由双管式开关电源构成的具有放电功能的充电器.....	65
2.2.10 巧用由双晶体管构成的-21~+12 V 开关电源电路.....	66
2.2.11 巧用由双管式开关电源构成的 6 V 电源电路.....	68
2.2.12 巧用由双管式开关电源构成的+18 V 与+5 V 电源电路.....	69
2.2.13 巧用由双管式开关电源构成的 3.6 V 充电器电路.....	70
2.2.14 巧用由双晶体管构成的精密基准源式开关稳压电源电路.....	72
2.3 巧学巧用 3 管式开关稳压电源电路.....	73
2.3.1 巧学 3 管式开关稳压电源电路.....	73
2.3.2 巧用 3 管式开关稳压电源电路方法指导.....	77
2.3.3 巧用由 3 管式开关稳压电源构成的±12 与 5 V 电源电路.....	77
2.3.4 巧用由 3 管式开关电源构成的 12~42 V 蓄电池充电电路.....	78
2.3.5 巧用由 3 管式开关电源构成的变频空调电源电路.....	82
2.3.6 巧用由 3 只晶体管构成的+5 V 与 24 V 开关电源电路.....	84

2.3.7	巧用由 3 管式开关电源构成的-24 V 电源电路	86
2.3.8	巧用由 3 管式开关电源构成的 5.3 V 电源电路	87
2.3.9	巧用由 3 管式开关电源构成的 3.3~33 V 电源电路	89
2.3.10	巧用由 3 管式开关电源构成的 15 V 电源电路	91
2.3.11	巧用由 3 管式开关电源构成的 3.3~30 V 电源电路	92
2.3.12	巧用由 3 管式开关电源构成的+12 V 电源电路	94
2.3.13	巧用由 3 管式开关电源构成的 5.5 V 电源电路	94
2.3.14	巧用由 3 管式开关电源构成的 5 V 电源电路	96
2.3.15	巧用由 3 管式开关电源构成的 250 V 与 6.3 V 胆机电源电路	97
第 3 章	巧学巧用多管式开关电源电路	99
3.1	巧学巧用 4 管式开关稳压电源电路	99
3.1.1	巧学 4 管式开关稳压电源电路	99
3.1.2	巧用 4 管式开关电源电路方法指导	101
3.1.3	巧用由 4 只晶体管构成的+5~24 V 开关电源电路	102
3.1.4	巧用由 4 只晶体管构成的+110 V 开关电源电路	103
3.1.5	巧用由 4 只晶体管构成的 5~35 V 开关电源电路	108
3.1.6	巧用由 4 只晶体管构成的+5 V 与+24 V 开关电源电路	110
3.1.7	巧用由 4 只晶体管构成的 12 V 与 24 V 开关电源电路	111
3.1.8	巧用由 4 管式开关电源构成的 12~32 V 电源电路	112
3.1.9	巧用由 4 管式开关电源构成的 5~143 V 电源电路	113
3.1.10	巧用由 4 管式开关电源构成的+12 V 电源电路	116
3.1.11	巧用由 4 管式开关电源构成的 16~180 V 电源电路	117
3.2	巧学巧用 5 管式开关稳压电源电路	118
3.2.1	巧学 5 管式开关稳压电源电路	118
3.2.2	巧用 5 管式开关稳压电源方法指导	120
3.2.3	巧用由 5 管式开关电源构成的 18~130 V 电源电路	120
3.2.4	巧用由 5 管式开关电源构成的 5 V 与 24 V 电源电路	124
3.2.5	巧用由 5 管式开关电源构成的+36 V 与+5 V 电源电路	125
3.2.6	巧用由 5 管式开关电源构成的+110 V 与+18 V 电源电路	128
3.3	巧学巧用 6 管式开关稳压电源电路	130
3.3.1	巧用由 6 管式开关电源构成的+12 V 与+5 V 电源电路	130
3.3.2	巧用由 6 管式开关电源构成的充电电路	133
3.4	巧学巧用 7 管式开关稳压电源电路	134
3.4.1	巧学 7 管式开关稳压电源电路	134
3.4.2	巧用 7 管式开关稳压电源电路方法指导	141
3.4.3	巧用由 7 管式开关电源构成的+36 V 电源电路	141
3.4.4	巧用由 7 管式开关电源构成的 12~180 V 电源电路	143

3.5 巧学巧用多管式开关稳压电源电路.....	145
3.5.1 巧用由 10 管式开关电源构成的+39 V 与+5 V 电源电路.....	145
3.5.2 巧用由多只晶体管构成的+130 V 与+28 V 开关电源电路.....	148
第 4 章 巧学巧用 3 引脚 IC 开关电源电路	153
4.1 巧学 3 引脚 IC 开关电源电路.....	153
4.1.1 由 TOP212YA1 构成的开关电源电路结构.....	153
4.1.2 由 TOP212YA1 构成的开关电源电路工作原理.....	154
4.2 巧用 3 引脚 IC 开关电源电路.....	155
4.2.1 巧用 3 引脚 IC 开关电源电路方法指导	155
4.2.2 巧用由 TOP223Y 构成的+5 V 与+8 V 开关电源电路	156
4.2.3 巧用由 W78XX 构成的开关稳压电源电路.....	161
4.2.4 巧用由 W7805 构成的可自动转换的开关/线性两用稳压电源电路	162
4.2.5 巧用由 TOP224 构成的开关电源电路.....	163
4.2.6 巧用由 TOP224Y 构成的+36 V、12 V 开关电源电路.....	165
4.2.7 巧用由 TOP202YA1 构成的-27~12 V 开关电源电路.....	167
4.2.8 巧用由 TOP221P 构成的 12 V 开关电源电路	170
4.2.9 巧用由 WS157 构成的+5 V 开关电源电路.....	171
4.2.10 巧用由 TOP222P 构成的 9 V 开关电源电路	172
4.2.11 巧用由 MC13005—2 构成的±12 V 与+5 V 开关电源电路.....	173
4.2.12 巧用由 TOP100Y 构成的+5 V 开关电源电路	175
4.2.13 巧用由 TOP222Y 构成的-5~24 V 开关电源电路	176
4.2.14 巧用由 TOP225Y 构成的-12~30 V 开关电流电路	177
第 5 章 巧学巧用 4 引脚 IC 开关电源电路	179
5.1 巧学 4 引脚 IC 开关电源电路.....	179
5.1.1 由 1L0380R 构成的开关电源电路结构	179
5.1.2 由 1L0380R 构成的开关电源电路工作原理.....	180
5.2 巧用 4 引脚 IC 开关电源电路.....	181
5.2.1 巧用 4 引脚 IC 开关电源电路方法指导	181
5.2.2 巧用由 5L0380R 构成的-22~9 V 开关电源电路.....	182
5.2.3 巧用由 TNY266P 构成的+3.3 V 开关电源电路.....	183
5.2.4 巧用由 KA1 M0280 构成的-22~8 V 开关电源电路.....	184
5.2.5 巧用由 TOP232P 构成的开关电源电路	185
5.2.6 巧用由 MIP0254SP 构成的微功耗集成开关电源电路.....	187
5.2.7 巧用由 TNY266P 构成的充电器电路.....	188
5.2.8 巧用由 TNY264 构成的恒压/涓流充电器电路.....	189
5.2.9 巧用由 TNY255P 构成的开关电源式充电电路.....	190

5.2.10	巧用由 TWH8751 构成的-3~30 V 开关电源电路	191
5.2.11	巧用由 TWH8778 构成的 0~24 V 开关电源电路	192
5.2.12	巧用由 5L0265R 构成的+5 V 与 3.3 V 开关电源电路	192
5.2.13	巧用由 VIPer22A 构成的±9 V 与 5 V 开关电源电路	194
5.2.14	巧用由 K7H319 构成的+5.2 V 开关电源电路	196
5.2.15	巧用由 DH321 构成的 12 V 与 5 V 开关电源电路	197
5.2.16	巧用由 P1014AP10 构成的 20 V 与 3.3 V 开关电源电路	200
5.2.17	巧用由 CP1001PN 构成的+5 V 开关电源电路	201
5.2.18	巧用由 5 M0380R 构成的 3.3~33 V 开关电源电路	202
5.2.19	巧用由 MC33371TV 构成的多路电压输出式开关电源电路	205
5.2.20	巧用由 VIPER12A 构成的 6.8 V 开关电源电路	207
第 6 章	巧学巧用 5 引脚 IC 开关电源电路	209
6.1	巧学 5 引脚 IC 开关电源电路	209
6.1.1	由 DM0565R 构成的开关电源电路结构	209
6.1.2	由 DM0565R 构成的开关电源电路工作原理	209
6.2	巧用 5 引脚 IC 开关电源电路	210
6.2.1	巧用 5 引脚 IC 开关电源电路方法指导	210
6.2.2	巧用由 STR—D1706 构成的+12 V 开关电源电路	211
6.2.3	巧用由 KA3S0680R 构成的 12.7~130 V 开关电源电路	213
6.2.4	巧用由 STRS5314 构成的开关电源电路	215
6.2.5	巧用由 DP308P 构成的开关电源电路	217
6.2.6	巧用由 STR—F6656 构成的开关电源电路	220
6.2.7	巧用由 TDA16833 构成的开关电源电路	221
6.2.8	巧用由 5 M02659R 构成的±12 V 与 5 V 开关电源电路	224
6.2.9	巧用由 STR—G9656 构成的 16~130 V 开关电源电路	225
6.2.10	巧用由 KA5Q0765RT 构成的 5~115 V 开关电源电路	229
第 7 章	巧学巧用 6 与 7 引脚 IC 开关电源电路	233
7.1	巧学巧用 6 引脚 IC 开关电源电路	233
7.1.1	巧学 6 引脚 IC 开关电源电路	233
7.1.2	巧用 6 引脚 IC 开关电源电路方法指导	234
7.1.3	巧用由 NE555 构成的开关稳压电源电路	235
7.1.4	巧用由 MC44608P40 构成的开关电源电路	235
7.1.5	巧用由 MC34063A 构成的 12 V 开关升压器电路	237
7.1.6	巧用由 LM2579 构成的开关稳压电源电路	238
7.2	巧学巧用 7 引脚 IC 开关电源电路	239
7.2.1	巧学 7 引脚 IC 开关电源电路	239

7.2.2	巧用 7 引脚 IC 开关电源电路方法指导	242
7.2.3	巧用由 STRM6559LF 构成的开关电源电路	242
7.2.4	巧用由 STRM6831AF04 构成的开关电源电路	248
7.2.5	巧用由 STRM6529F04 构成的开关电源电路	250
7.2.6	巧用由 TEA1522P 构成的开关电源电路	251
7.2.7	巧用由 L4960 构成的开关电源电路	254
7.2.8	巧用由 NCP1200P100 构成的 5~16 V 开关电源电路	256
7.2.9	巧用由 ICE3B5565P 构成的 24 V 开关电源电路	258
第 8 章	巧学巧用 8 引脚 IC 开关电源电路	261
8.1	巧学 8 引脚 IC 开关电源电路	261
8.1.1	由 FAN7601 构成的开关电源电路结构	262
8.1.2	由 FAN7601 构成的开关电源工作原理	263
8.2	巧用 8 引脚 IC 开关电源电路	264
8.2.1	巧用 8 引脚 IC 开关电源电路方法指导	264
8.2.2	巧用由 LTC1147L 构成的软启动式开关电源电路	264
8.2.3	巧用由 TDA4605 构成的 140 V 与 ±14 V 开关电源电路	266
8.2.4	巧用由 KA7552 构成的开关电源电路	271
8.2.5	巧用由 L6565 构成的开关电源电路	274
8.2.6	巧用由 FA5315 构成的开关电源电路	276
8.2.7	巧用由 UC3843AN 构成的 -12~40 V 开关电源电路	278
8.2.8	巧用由 FA5304A 构成的 5~24 V 开关电源电路	279
第 9 章	巧学巧用多引脚 IC 开关电源电路	281
9.1	巧学多引脚 IC 开关电源电路	281
9.1.1	由 MC44602 构成的开关电源电路结构	281
9.1.2	由 MC44602 构成的开关电源电路工作原理	282
9.2	巧用多引脚 IC 开关电源电路	283
9.2.1	巧用多引脚 IC 开关电源电路方法指导	283
9.2.2	巧用由 93 W126 构成的 19 V 开关电源充电电路	283
9.2.3	巧用由 TDA16846 构成的开关电源电路	285
9.2.4	巧用由 STRZ4267 构成的开关电源电路	289
9.2.5	巧用由 TDA4919 构成的开关电源电路	293
9.2.6	巧用由 GH003 构成的开关电源电路	295
9.2.7	巧用由 STK73909C 构成的 115 V 开关电源电路	297
9.2.8	巧用由 STR—S5941 构成的 7~135 V 开关电源电路	299
参考文献		302

第 1 章 巧学巧用开关电源的必备知识

现代化电子设备，如各种测试设备、通信系统、计算机系统、家用影视系统、办公电子设备等，都是将电网的交流电源经过整流、滤波和稳压等一系列变换获得必需的稳定直流电源。由于直流电源的性能将直接影响电子电气设备的可靠性及性能指标，因此，下面介绍与巧学巧用开关电源必备的有关基本知识。

1.1 开关电源的类型与基本组成

开关稳压电源是 20 世纪 70 年代以来发展非常迅速的新技术，被广泛应用于各个电子技术领域中。

开关稳压电源的效率高，开关管工作在开关状态，功耗小，所以开关电源的工作效率可达 80%~90%，而通常的线性调整式稳压电源的效率仅达 50%左右。开关稳压电源的稳压范围宽，它是将交流市电整流后的直流电压通过开关管的开关作用变换成交流脉冲，再由整流滤波电路变换成直流电压。所以，只要开关电路能够正常工作，就能够输出稳定的直流电压。

由于开关电源允许输入的电压大范围地变化，故特别适合于电网电压波动较大的地区使用。

1.1.1 开关电源的类型

开关稳压电源的种类繁多，电路形式也各种各样，根据分类方式的不同可以分成以下 5 种。

1. 根据开关管在电路中的连接方式分类

根据开关管在电路中的连接方式不同分类，可分为串联型开关稳压电源、并联型开关稳压电源，这两者应用最广泛。

(1) 并联型开关稳压电源

所谓并联型开关稳压电源是指储能电感元件与负载采用并联方式连接构成的一种电源电路。

(2) 串联型开关稳压电源

所谓串联型开关稳压电源是指储能电感元件与负载采用串联方式连接构成的一种电源电路。

并联型开关电路中开关管截止时，集电极和发射极两端承受的电压为输入电压与电感器感应电压之和，为串联型开关电路的 2 倍，对开关管耐压要求较高；但并联型开关电源可设置多只不同电感量的储能电感元件，以同时提供多路输出电压，因此并联型开关电源应用也较广泛。

2. 根据开关管的激励方式不同分类

根据开关管的激励方式不同分类，开关电源可分为自激式开关稳压电源和他激式开关稳压电源。

(1) 自激式开关稳压电源

自激式开关稳压电源是由开关管和开关变压器（脉冲变压器）构成的正反馈环路，来完成自激振荡的，其工作特点与间歇振荡器相似。

(2) 他激式开关稳压电源

他激式开关稳压电源是另加一个振荡器，振荡器产生的开关脉冲加在开关管上，用来控制开关管的导通与截止，使开关电路工作并输出直流电压。

3. 根据使用的器件种类不同分类

根据使用的器件种类不同分类，可分为由分立元器件构成的开关稳压电源和由集成电路构成的开关稳压电源。

4. 根据稳压的控制方式不同分类

根据稳压的控制方式不同分类，开关稳压电源可分为脉冲调宽式开关电源和脉冲调频式开关电源两种。

(1) 脉冲调宽式开关稳压电源

所谓脉冲调宽式开关稳压电源是由相关电路对开关的脉冲宽度进行调制的一种稳压电路。

(2) 脉冲调频式开关稳压电源

所谓脉冲调频式开关稳压电源是由相关电路对开关的脉冲频率进行调制的一种稳压电路。

5. 其他开关稳压电源

(1) 根据误差取样方式分类

从误差取样方式来分类，还有间接取样和直接取样开关电源两种。

(2) 根据输出电压高低分类

根据输出电压的高低不同分类，可以分为升压式开关稳压电源和降压式开关稳压电源两种。

(3) 根据电压和频率是否变动分类

根据电压和频率是否变动分类，可以分为恒压恒频式开关稳压电源和变压变频式开关稳压电源两种。

(4) 根据效率高低的的不同分类

根据效率高低的的不同分类，可分为 PWM（脉宽调制）和高效率的谐振式开关稳压电源两种。

高效率的谐振式开关电源是由基本的 PWM 开关电源演变而来的。通常主要用于需要电源具有更轻的重量和更小的体积，并且对电磁噪声（干扰）有严格要求的场合，如航空

航天电子设备、便携式设备及模块电源等。

PWM 开关电源比线性电源具有更高的效率和灵活性，通常应用于要求高效率和多组电源电压输出的场合。开关电源的重量要比线性电源轻得多，因为对于相同的输出功率，开关电源的散热器要小得多。但开关电源的成本较高。

另外还有单端式、推挽式、半桥式和全桥式开关电源等。

1.1.2 常用电源特点对比

从目前使用的情况来看，用量较多的三种常用电源：线性电源、脉宽调制（PWM）开关电源和高效率的谐振式开关电源。表 1-1 所列为四种电源的技术特点。

表 1-1 四种电源的技术特点

项 目	线 性 电 源	PWM 开关电源	谐振变换开关电源	准谐振开关电源
RF 噪声	无	高	居中	居中
效率 (%)	35~50	70~85	78~92	78~92
多路输出	无	有	有	有
重量	高	中偏低	中偏低	中偏低
价格	低	高	高	最高

1.1.3 开关稳压电源基本组成

虽然开关稳压电源的类型较多，电路组成也较复杂，但它们的基本原理是不变的，一般都由图 1-1 所示的结构功能方框图为主构成。

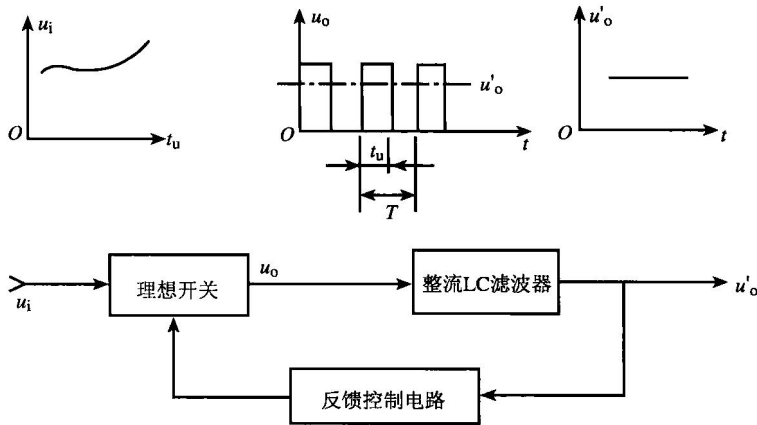


图 1-1 开关稳压电源结构功能方框图及波形图

1. 输入电压 u_i

输入电压一般为整流、滤波后的不稳定电压，该电压提供给开关电路。

2. 理想开关电路

理想开关对输入电压 u_i 进行开关振荡，产生出频率在 15~50 kHz 范围的开关脉冲电

压送到后级整流及 LC 滤波器。

3. 整流及 LC 滤波器

整流及 LC 滤波器对理想开关电路送来的开关脉冲进行整流和滤波，产生出稳定的直流输出电压。

4. 反馈控制电路

反馈控制电路对输出电压 u_o （图 1-1 所示）进行取样，得到的误差电压对理想开关进行负反馈控制，以保证输出电压的稳定。

5. 工作过程

假设理想开关的开关周期为 T ，接通时间为 t_u ，如果开关频率远大于电源频率，则在开关的一个周期内可以不考虑输入电压 u_i 中的纹波，把 u_i 视为常量。因此，开关输出电压就是幅度为 u_i 、周期为 T 、脉冲宽度为 t_u 的周期性矩形脉冲 u_o ，如图 1-1 所示。

用 LC 滤波器滤去交流成分后，输出端便得到直流电压 u_o' ，当 u_o 增加或减小时由反馈电路产生控制信号去控制脉冲的占空系数 d ，使之减小或增大，从而实现稳定输出电压的目的。

6. 脉冲调制电路的类型

在开关稳压电源中，保证输出直流电压的稳定是一个核心问题，通常都是由“脉冲调制电路”来实现的。脉冲调制电路通常分为脉冲宽度调制方式和脉冲频率调制方式两种。两者的工作原理基本相同，均是采用控制开关脉冲的占空比来实现稳压目的的，也就是通过控制开关管的导通时间与开关周期的比值来使输出的电压稳定的。

（1）脉冲宽度调制

所谓脉冲宽度调制是指开关工作频率受一标准频率（例如，在彩色电视机中利用行扫描频率）锁定，使开关脉冲周期恒定，稳压过程中是通过改变开关管的导通时间，即开关脉冲波形的占空比来达到直流输出电压的稳定。

（2）脉冲频率调制

所谓脉冲频率调制，它也是通过控制开关管的导通时间来稳定输出直流电压的，即开关脉冲宽度受控于输出直流电压的变化量，而其开关工作频率也跟着变化。当输出直流电压升高时，脉冲频率调制电路促使开关管导通时间缩短（开关电源的工作频率也随之会升高）。

当开关管导通时间缩短以后，就会使储能元件中储存的能量减少，最终就会使输出电压下降，达到了稳定输出电压的目的。

7. 其他方面说明

近年来，随着电子技术的发展，用于开关稳压电源电路中的新器件越来越多，在电路结构上也进行了较大地改进和提高。开关稳压电源也由分立元器件逐步发展到了厚膜集成电路。

所谓厚膜集成电路，它是将分立元器件开关电源电路中的取样电路、基准电路、比较放大电路、脉冲调制电路、开关管等集成在一块集成电路内，由此，可使开关稳压电源的元器件数量大幅度地减少，开关电源的可靠性得到进一步地提高。

微电子技术的迅速发展，也使开关稳压电源厚膜集成块的集成度越来越高，新技术的应用也越来越多，例如“过零检测”和逻辑控制电路等先进数字电路的引入，也使开关稳压电源的稳压特性越来越好，保护功能越来越完善，故障率也必将越来越低。

1.2 常用开关稳压电源的基本原理

在电子电路中用得较多的是串联开关稳压电源与并联开关稳压电源，现将这两类开关稳压电源的工作原理分别介绍如下。

1.2.1 串联开关稳压电源

串联开关稳压电源是指开关管串联在输入电压与负载电路之间的一种工作方式的开关稳压电源电路。

1. 组成特点

串联型开关稳压电源组成方框图如图 1-2 所示。其主要由开关管、取样电路、比较放大电路、基准电路、脉冲调宽电路等组成。

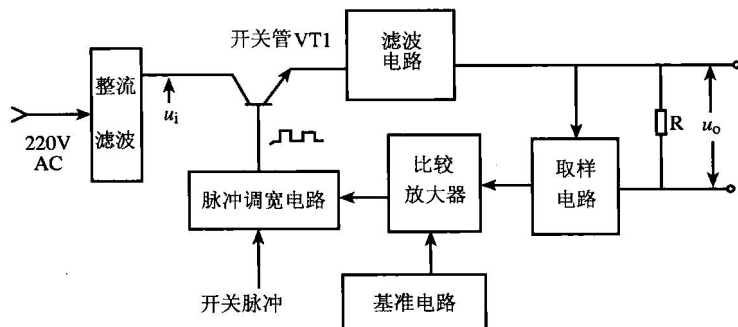


图 1-2 串联型开关稳压电源组成方框图

(1) 稳压过程

当输入的交流电压或负载电流发生变化时，就会使输出电压 u_o 发生变化。这一变化的电压，由取样电路将变化量取出后与基准电压进行比较，得到的误差电压经比较放大器放大以后，去控制（即调制）开关脉冲的宽度，以使输出的直流电压稳定。

由以上分析可看出，脉冲调宽电路的作用，就是对开关脉冲的宽度进行调制，也就是用误差电压作为调制信号，使开关脉冲宽度受误差电压的控制。

(2) 特点

串联型开关稳压电源的效率较高，而且工作效率与输入电压 u_i 的大小无关。不过，由于串联开关稳压电源未使用电源变压器，且其开关管的输入端和整流滤波电路输出的直流电压直接相连（整流滤波电路通常是直接将市电 220 V 交流电压整流滤波后输出的），故电

路地线往往会带电，属于热底板方式。

2. 基本电路

串联式开关电源的基本电路如图 1-3 所示。在该电路中，VT1 为开关管，VD1 为续流二极管，L 为储能电感器，C 为滤波电容器， R_L 为负载电阻器。

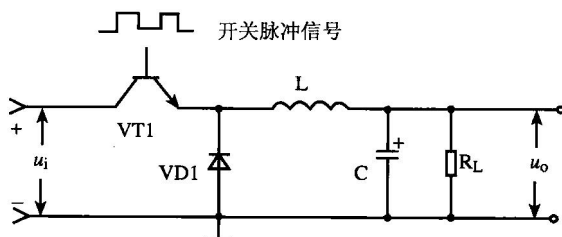


图 1-3 串联式开关电源的基本电路

开关管 VT1 串联在输入电压 u_i 与负载 R_L 之间。当开关管 VT1 的基极有开关脉冲信号输入时，开关管就会周期性地开关而处于饱和导通和截止两种状态。

二极管 VD1 的作用与彩色电视机行输出电路中的阻尼二极管十分类似，与开关管处于相反的工作状态。当开关管 VT1 导通时，VD1 二极管则截止；而当开关管 VT1 截止时，VD1 则导通，由此就可使 R_L 负载中有连续的电流通过。正是 VD1 的这种续流特性，通常称其为续流二极管。

设置了 VD1 二极管，不仅提高了电路的工作效率，而且也改善了输出直流电压中的纹波。

(1) VT1 基极输入正脉冲

当开关管 VT1 的基极有正脉冲输入时，VT1 就会正偏饱和导通，其 c-e（集电极与发射极）之间电压降近似为 0 V，开关管导通后，输入的 u_i 电压（整流滤波后的电压）分为两路：

① 一路加到续流二极管 VD1 的负极上，使其反偏截止；

② 另一路经 L、C、 R_L 形成回路，回路电流经 L 对电容器 C 进行充电，也对 R_L 负载供电。由于电感器是一种储能元件，故当该回路中有电流流入（或电流断开）时，电感器会以磁场能的形式将能量储存起来。

(2) VT1 基极输入负脉冲

当开关管 VT1 的基极有负脉冲时，VT1 就会反偏截止，从而切断了输入电压 u_i 向负载供电的通路。但由于电感器中的电流不会突变，在电感器中会感应出右正、左负电压。该电压就会使续流二极管正偏导通，储存在电感 L 中的能量就会通过 VD1 导通的二极管继续向电容器 C 充电，同时也为负载提供工作电流，也就是电感器中储存的磁能被转换为电容器的电能或向负载释放，以维持负载电流的连续性。

在图 1-3 所示电路中，由电感器 L 和电容器 C 构成的 LC 滤波电路具有很好的滤波特性，用于滤除输出直流电压中的开关脉冲频率的纹波及其谐波分量，以使开关电源输出的直流电压更加纯净。