

● 杨绪东 刘一民 李 伟 杨兴瑶 编

家用电器与工业控制 实用电路精选



化学工业出版社

家用电器与工业控制 实用电路精选

杨绪东 刘一民 李 伟 杨兴瑶 编

 化学工业出版社

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

家用电器与工业控制实用电路精选/杨绪东等编. —北京:
化学工业出版社, 2003. 4
ISBN 7-5025-4234-5

I. 家… II. 杨… III. ①日用电气器具-电子电路②工业-
过程控制-电子电路 IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 014408 号

家用电器与工业控制实用电路精选

杨绪东 刘 民 李 伟 杨兴瑶 编

责任编辑: 张建茹

责任校对: 李 林

封面设计: 于 兵

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100629)

发行电话: (010) 64982530

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

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 17 $\frac{3}{4}$ 字数 430 千字

2003 年 5 月第 1 版 2003 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4234-5/TN·9

定 价: 34.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前言

如今，电子技术的广泛应用，给国民经济、生产活动和社会活动带来极大的变革。特别是集成电路和微电子技术的飞跃发展，更为设计、安装体积小、性能优越、功能全的装置创造了良好的条件。可以说，电子技术的应用水平是现代化进程的一个重要标志。

在实际生活中，人们会碰到各种各样的工程问题或生活问题需要利用电子线路来加以解决。但是否每一种线路都要亲自去设计呢？事实上，多年的实践证明，有很多被广泛应用的成熟电路可以代替费时和效果并不一定好的自行设计的电路，参考和借鉴具体的、成熟的电路并加以改进，将可以大大提高工效。

参考和使用具体电路，一方面要知道线路的原理、具体结构和参数，另一方面要对多种类似的线路进行综合比较。有时需要采用较复杂的电路，有时用简单的电路可能比复杂的电路更能解决问题和可靠。这就要求尽可能多地搜集资料并加以分析、类比，最后总能做成满足自己要求的电路。

本书旨在为读者提供最常用的一些电子电路具体内容，并在详细介绍各种电路之前，详细和浅显地介绍各类电路的共同基本原理和应用特点。这不仅使各个电路不再是孤立的，而且也给使用者提供了理论基础。

全书共分七章，涉及到电源、运放、前置和功放、通信、光控、模-数间转换以及微机控制接口等方面，各种电路总数约 500 个左右。

由于编写者经验和水平有限，书中难免会有缺点和错误，欢迎读者批评指正。

编 者

目 录

1. 简易电源和特种电源电路	1
1.1 7800 系列正集成稳压器的基本电路	1
1.2 提高输出电压的 7800 稳压器的应用电路	2
1.3 扩展输出电流的 7800 稳压电路	2
1.4 采用 7800 系列稳压器的开关式电源	3
1.5 7900 系列负压集成稳压器的基本电路	4
1.6 输出电压可调的稳压电路	4
1.7 0.5~10V 和 -0.5~-10V 可调稳压电路	5
1.8 扩展电流输出的 7900 稳压电路	6
1.9 具有跟踪稳压电源的双极性稳压电路	7
1.10 117/217/317 正压可调集成稳压器的基本电路	7
1.11 0~30V 可调正压输出的稳压电路	8
1.12 扩展输出电流的可调正压稳压电路	8
1.13 电子和程序控制的稳压电路	8
1.14 开关式可调稳压电源电路	9
1.15 137/237/337 负压可调集成稳压器的应用电路	10
1.16 具有正负电源对称输出的稳压电路	11
1.17 具有倍压输出的稳压电路	12
1.18 采用 550 集成稳压器的实用电路	12
1.19 具有数字控制的电源电路	14
1.20 采用 MC1406L 数-模转换器的稳压电路	14
1.21 采用 1524/2524/3524 集成电路的开关稳压电源电路	15
1.22 采用 1525/2525/3525 或 1527/2527/3527 集成电路的开关稳压电源电路	17
1.23 采用 NE/SE5560 开关电源集成电路的稳压电路	18
1.24 采用 NE/SE5561 开关电源控制集成电路的稳压电路	20
1.25 采用电流型 PWM 集成控制器 LT1846/LT1847 的开关电源电路	22
1.26 采用电压、电流型 PWM 集成控制器 UC1825 的开关电源电路	23
1.27 采用 MC33066/34066 高性能谐振控制器的开关电源电路	24
1.28 采用移相谐振软开关全桥变换控制器 ML4818 的开关电源电路	24
1.29 采用功率因数校正集成控制器 UC1855 的开关电源电路	26
1.30 采用 PWR200 智能功率集成电路的电源电路	26
1.31 采用 KA2S068 智能功率集成电路构成的 15 英寸 (1 英寸=2.54cm) 彩色监视器开关电源电路	28
1.32 双输出笔记本电脑的供电电源电路	29
1.33 采用 MAX630 集成电路的不间断 5V 电源电路	30

1.34	个人微机用不间断交流电源	30
2.	运放应用电路	32
2.1	基本运放电路	32
2.2	具有差动输入的基本运放电路	35
2.3	采用两个运放的差动放大器	36
2.4	具有差分对晶体管输入的差动放大电路	37
2.5	采用双运放的差动放大电路	37
2.6	采用三个运放的高输入阻抗差动放大器	38
2.7	精密的仪表放大器电路	39
2.8	比例增益可调的比例调节器电路	39
2.9	加法器运放电路	40
2.10	积分与比例-积分调节器运算电路	41
2.11	微分与比例-微分调节器运算电路	42
2.12	积分-微分和比例-积分-微分调节器运算电路	43
2.13	电压跟随器运算电路	43
2.14	采样和保持运放电路	44
2.15	双向限幅运放电路	45
2.16	绝对值运算电路	45
2.17	具有正反向输出的高精度平衡输出电路	46
2.18	精密整流器和峰值检波器运放电路	46
2.19	平均值检波测量仪表电路	47
2.20	有效值检波测量电路	48
2.21	利用 FC92 作宽带交流电压表测量电路	49
2.22	采用运放的对数与指数放大电路	50
2.23	采用运放的电流测量电路	51
2.24	采用程控运算放大器的电流测量电路	52
2.25	利用运放实现电压—电流转换的电路	52
2.26	利用运放实现电压—电压转换的电路	53
2.27	采用运放的 $F \rightarrow V$ (频率—电压) 变换器电路	53
2.28	采用运放的 $V \rightarrow F$ (电压—频率) 变换器电路	55
2.29	由运放构成的压控振荡器电路	56
2.30	采用运放的方式电桥正弦波振荡器电路	56
2.31	可产生多种波形的振荡电路	57
2.32	采用 LM13080 运放的低频信号灯闪烁电路	58
2.33	采用程控运算放大器的压电报警信号电路	58
2.34	单电源低电压带通有源滤波器电路	58
2.35	具有多种滤波特性的积分式带通滤波器电路	59
2.36	采用电压比较器的基本电路	61
2.37	采用单个运放组成的窗口比较器电路和三态电压比较器电路	61
2.38	利用电压比较器组成时延信号产生电路	62

2.39	采用电压比较器的自动量程转换电路	63
2.40	光电式互感器用模拟信号处理电路	63
3.	前置和功率放大电路	65
3.1	单级低频小信号晶体管放大器的基本电路	65
3.2	两级直接耦合和阻容耦合放大电路	66
3.3	具有负反馈的放大电路	66
3.4	具有推挽输出的功率放大电路	69
3.5	无输出变压器 (OTL) 的互补对称和准互补放大电路	70
3.6	采用场效应管的放大电路	71
3.7	采用集成电路的话筒放大器电路	72
3.8	音调控制电路	73
3.9	采用集成电路的动圈磁头放大电路	74
3.10	由运算放大器构成的前置放大电路	74
3.11	场效应管差分前置放大器电路	75
3.12	具有多信号输入的前置放大器电路	76
3.13	高音质耳机放大器电路	76
3.14	混合式传声放大器电路	77
3.15	由单电源供电的互补对称电路	77
3.16	车用晶体管直接耦合放大器电路	77
3.17	低频甲类推挽放大器电路	78
3.18	由单块集成电路构成的无平衡变压器 (BTL) 电路	78
3.19	具有双管对称互补输出的功放电路	79
3.20	具有 60W 输出功率的放大器电路	81
3.21	具有差分输入和达林顿管输出的放大电路	81
3.22	可降低非线性失真的功率放大电路	82
3.23	由小功率单块集成电路构成的放大器电路	82
3.24	采用 NE541 的 25W 功率放大器电路	83
3.25	带升压晶体管的功率放大器电路	83
3.26	分离式双声道集成电路放大器	84
3.27	桥式集成功率放大电路	84
3.28	采用集成电路 SL349 的无平衡变压器 (BTL) 电路	85
3.29	采用 5G37 功率集成电路的扩音电路	86
3.30	实用立体声扩展电路	86
3.31	反相串音式立体声展宽电路	87
4.	电话与通讯电子电路	88
4.1	具有自动增益调节的送话放大电路	88
4.2	受话放大实用电路	89
4.3	实用桥式消除侧音的通话电路	90
4.4	由分离式元件构成的电子通话电路	91
4.5	采用集成电路 SL521 和 SL30 构成的通话电路	92

4.6	采用 1060 系列的通话电路	93
4.7	采用 CSC285 AGP 集成电路的话音放大器电路	94
4.8	采用 TEA1093 的声控扬声电话电路	95
4.9	采用 CSC6668 的应答电话机语言录制/重放电路	95
4.10	单片音频振铃器电路	97
4.11	采用扬声器和放大电路的振铃电路	97
4.12	可编程多音频电子铃电路	98
4.13	压电陶瓷片发声电子铃电路	98
4.14	脉冲/双音频 (P/TSD) 电话机拨号电路	99
4.15	多功能脉冲/双音频拨号电路	99
4.16	全锁电话机电路	100
4.17	脉冲计数式锁控电路	101
4.18	采用 BA9101 的密码锁实用电路	101
4.19	长途电话号码全锁锁控电路	102
4.20	脉冲电话机优化电路	103
4.21	电话扩音和录音附加电路	104
4.22	电话机的自动录音电路	104
4.23	同线电话复接电路	105
4.24	投币电话机的检测收费信号电路	105
4.25	投币电话机的收币电路	106
4.26	投币电话机的定时电路和限时电路	107
4.27	投币电话机的告警信号电路	108
4.28	投币电话机的“特服”免话费功能电路	108
4.29	具有特殊服务的电话机 R 键电路	109
4.30	数字微波收信信道接收机的宽带中放电路	109
4.31	通信线路中的反相和同相功率合成器电路	110
4.32	由模拟乘法器 MC1596 构成的调幅电路	111
4.33	由模拟乘法器 MC1596 构成的检波电路	111
4.34	采用 MC1595L 模拟乘法器构成的调制电路	112
4.35	由模拟乘法器 BG314 构成的同步检波电路	113
4.36	采用模拟乘法器 MC1596 构成的混频器电路	114
4.37	利用具有自动增益控制功能的放大器构成混频器电路	114
4.38	利用变容二极管构成的调频器电路	115
4.39	采用晶体管构成鉴频器电路	116
4.40	采用数字集成电路构成锁相式鉴频器电路	116
4.41	采用 D 触发器的数字鉴相器电路	117
4.42	采用模拟电子开关构成相敏检波器电路	117
4.43	采用模拟乘法器 AD534 构成的相敏检波器电路	118
5.	光电控制电路	119
5.1	光敏电阻的基本电路	119

5.2	采用光敏电阻的传送制品检测电路	120
5.3	光电式带材跑偏检测电路	121
5.4	照度监视器电路	121
5.5	采用光敏电阻作敏感元件的任意波形函数发生器电路	122
5.6	电子测光表电路	123
5.7	利用光敏电阻作红外测温仪的前置放大电路	123
5.8	采用光敏电阻作探测元件的火焰报警器电路	123
5.9	光敏二极管及其光电变换器基本电路	124
5.10	利用光敏二极管作照度传感器电路	124
5.11	利用光敏二极管作光控继电器的控制元件	125
5.12	利用光敏二极管控制反射式光电开关电路	125
5.13	采用光敏二极管的冲床自动保护电路	126
5.14	光敏三极管及其光—电变换器和光—电开关基本电路	126
5.15	采用光敏三极管的光控报警电路	127
5.16	采用光敏三极管的光电触发器电路	128
5.17	采用光敏三极管的逻辑电路	128
5.18	利用光敏三极管的光—电转换前置放大电路	128
5.19	采用集成型光敏传感器的应用电路	129
5.20	硅光电池的基本应用电路	129
5.21	采用光电池的照度计电路	130
5.22	采用光电池的光—电压 D/A 转换电路	131
5.23	采用光电池的日照计时电路	131
5.24	自动曝光电路和印相定时曝光器电路	131
5.25	光照—频率转换电路	132
5.26	采用硅光电池构成的数字检测电路	133
5.27	采用硅光电池的电机缺相保护电路	133
5.28	发光二极管 (LED) 的基本电路	134
5.29	收录机彩色 LED 显示电路	135
5.30	用 LED 作开关和电源插座的指示灯	135
5.31	用 LED 作漏电声光指示的电源插座	135
5.32	采用 LED 的查线器电路	136
5.33	直流电压监视声光报警电路	137
5.34	交流电压声光报警电路	137
5.35	液位光显示和报警电路	138
5.36	轴承故障声光测试电路	138
5.37	由 LED 组成的电平显示驱动电路	139
5.38	采用 ULN-3330 的单片集成光电开关电路	140
5.39	光电耦合器的典型结构电路	141
5.40	光电耦合器的基本驱动电路和输出电路	142
5.41	利用光电耦合器作固态开关	143

5.42	利用光电耦合器作隔离元件的固态继电器基本电路	145
5.43	固态继电器的特殊输出电路	146
5.44	利用光电耦合器作检测电路的光电开关	147
5.45	利用光电耦合器作停电报警器电路	148
5.46	利用光电耦合器构成的双稳和单稳电路	148
5.47	利用光电耦合器作脉冲放大器的隔离电路	149
5.48	利用光电耦合器作线性放大器的隔离电路	149
5.49	利用光电耦合器构成斩波器电路	150
5.50	由光电耦合器构成的逻辑电路	150
5.51	利用光电耦合器作电平转换电路	151
5.52	超高速集成电路型光电耦合器的应用电路	151
5.53	利用高速光电耦合器作长线传输的去干扰电路	152
5.54	利用光电耦合作微机数字传输隔离器电路	153
5.55	采用光电耦合器的 RS-232 接口电路	154
6.	数-模 (D/A) 转换器与模-数 (A/D) 转换器应用电路	156
6.1	数-模转换器的基本原理电路	156
6.2	具有正基准电压的数-模转换器电路	158
6.3	具有负基准电压的数-模转换器电路	160
6.4	采用 DAC1508/1408 的数-模转换器电路	160
6.5	利用数-模转换器传递调制解调信号	161
6.6	具有双极性输出的数-模转换器电路	162
6.7	具有偏移二进制代码的数-模转换器电路	163
6.8	采用补码的双极性数-模转换器电路	164
6.9	具有对称的偏移二进制码的数-模转换器电路	165
6.10	具有独立基准电源的双极性数-模转换器电路	166
6.11	采用 DAC-10 的双极性输出电路	167
6.12	具有抑制干扰的数-模转换器电路	168
6.13	具有低输入阻抗和高输入阻抗的数-模转换器电路	169
6.14	采用 DAC-100/DAC-101 数-模转换器的电路	170
6.15	具有二—十进制编码 (BCD 码) 的数-模转换器电路	171
6.16	具有 $2\frac{1}{2}$ 位的数-模转换器电路	171
6.17	采用 DAC-20 的 BCD 码数-模转换器电路	172
6.18	采用 DAC-20 的四通道 BCD 码数-模转换器电路	172
6.19	带有数据锁存器的数-模转换器电路	174
6.20	内部带有数据寄存器的 DAC-0832 数-模转换器电路	174
6.21	采用 AD7524 的 CMOS 数-模转换器电路	176
6.22	采用 AD7541 的数-模转换器电路	177
6.23	采用 AD7523 构成的数-模转换器电路	177
6.24	用于串行数据变换的数-模转换器电路	178
6.25	采用 3.3~5V 单电源工作的数-模转换器电路	179

6.26	具有高电压和大功率输出的数-模转换器电路	180
6.27	具有高精度的 16 位数-模转换器 AD660 的电路	180
6.28	采用 PCM54 的高精度数-模转换器电路	181
6.29	模-数转换器的基本原理电路	182
6.30	采用单片双积分式集成电路的 A/D 转换器电路	187
6.31	视频用 20MHz 8 位模-数转换器电路	190
6.32	具有串行输出隔离的模-数转换器电路	190
6.33	采用 3V 单电源工作的 12 位模-数转换器 AD7896 的电路	191
6.34	采用 DAC-08 的模-数转换器电路	192
6.35	采用 DAC-10 数-模转换器的模-数转换器电路	194
6.36	具有采样-保持的模-数转换器电路	194
6.37	具有 12 位输出的快速作用模-数转换器电路	195
6.38	适用于桥接电路 (传感器电路) 用的高精度模-数转换器电路	196
6.39	具有差分输入的桥接电路模-数转换器电路	196
6.40	用于温度测量的桥接电路模-数转换器电路	197
6.41	采用单片 ADC-0801~0805 构成的模-数转换器电路	197
6.42	采用 ADC0808/0809 的模-数转换电路	199
6.43	采用 AD574A 混合集成的模-数转换器电路	200
7.	微机系统的接口电路	203
7.1	数据采集系统中的功能原理电路	203
7.2	多路转换器电路	204
7.3	利用 CD4051 多路转换器实现交流信号转换的电路	208
7.4	利用 CD4051 多路转换器实现数字脉冲合成正弦信号的电路	208
7.5	采用 CD4051 多路转换器构成的示波器 8 路显示的电路	209
7.6	采用 CC14512 的数据选择器电路	209
7.7	可编程放大器电路	210
7.8	频率可编程的振荡器电路	211
7.9	波形可编程的信号发生器电路	212
7.10	占空比可编程的振荡器电路	212
7.11	采样/保持器电路	213
7.12	采用 D/A 或 A/D 转换器的运算电路	214
7.13	同步信号产生器实用电路	216
7.14	数据采集系统数据传送的接口电路	216
7.15	利用微机中断功能完成 A/D 采样的接口电路	218
7.16	采用 AD574 的数据采集系统电路	219
7.17	利用程序实现模-数转换的 8 位 8 通道数据采集系统电路	219
7.18	采用 AD362 数据采集子系统构成的电路	220
7.19	具有高抗干扰性和适于远程数据传输的数据采集系统电路	222
7.20	采用单片机的巡回检测系统电路	224
7.21	串行通信中常用的接口原理电路	224

7.22	串行通信的标准接口电路·····	226
7.23	计算机控制系统的外围接口电路·····	231
7.24	微机与数-模转换器的连接电路 ·····	233
7.25	微机与模-数转换器的连接电路 ·····	235
7.26	微机控制系统的前向通道开关量接口电路·····	237
7.27	车载 IC 卡自动检票机和食堂窗口机中的接口电路 ·····	238
7.28	单片机磁盘数据采集器电路——通用磁盘系统·····	240
7.29	微机系统的掉电保护电路·····	241
7.30	微机系统程序运行监视系统(看门狗)电路·····	241
7.31	多点湿度巡回检测与控制接口电路·····	243
7.32	使用电压-频率(V/F)转换器做微机的输入接口电路 ·····	244
7.33	微机控制系统后向通道功率晶体管开关输出接口电路·····	245
7.34	具有电位隔离的输出接口驱动电路·····	247
7.35	具有晶闸管输出的接口驱动电路·····	248
7.36	由脉冲变压器控制双向晶闸管的输出接口电路·····	249
7.37	微机控制系统输出接口电磁线圈驱动电路·····	250
7.38	单片机控制的气候调节系统接口电路·····	251
7.39	单片机控制洗衣机的接口电路·····	252
7.40	单片机控制直流电动机的驱动电路·····	253
7.41	单片机控制无刷直流电动机的接口电路·····	254
7.42	采用单片机控制的异步电动机变频调速系统接口电路·····	254
7.43	炉温微机控制系统的接口电路·····	255
7.44	微机控制系统的键盘接口电路·····	257
7.45	微机控制系统的显示接口电路·····	259
7.46	具有多种功能合一的 LED 显示电路 ·····	263
7.47	段式和点阵式 LCD 显示器的应用电路 ·····	264
7.48	通用微机控制温度调节系统的实例电路·····	266

1. 简易电源和特种电源电路

电源，特别是稳压电源，几乎是所有电子电路和设备的必备部分。过去那种用稳压管及其前接限流电阻的简单稳压电路，或者用大量功率晶体管来调压稳压的复杂电路已经看不到了，或者仅在特殊场合下（如作基准电源等）才能用到。目前广泛使用的稳压集成电路（稳压块），体积又小，精度又高，价格又极便宜，是广大电子技术工作者以及其他科技人员的工具性器件。至于那些具有极高精度或特殊功能（如保护、诊断等）的稳压电源也能用各种专用集成电路芯片和先进的工艺技术实现。

作为本书的基础，本章从集成稳压块基本电路介绍开始，逐步扩大到特殊场合、具有特殊要求（如大电流、高电压、宽调节等）的应用电路。最后介绍各种高性能开关稳压电路，包括用于彩电和微机中的电源电路。

1.1 7800 系列正压集成稳压器的基本电路

7800 系列正压集成稳压器具有集成化体积小、性能好、保护功能完善、成本低、使用简便、不需要调试等许多优点，在众多领域均可取代分立元件稳压器电路，成为世界最通用系列产品之一。国内产品以 CW 7800 系列表示，国外产品则冠以 LM（美国 NC 公司）、 μ A（美国仙童公司）、MC（摩托罗拉公司）、L（意大利 SGS 公司）、TA（日本东芝公司）、 μ PC（日本日电公司）、HA（日本日立公司）等。其典型标记为：

$$\square\square 78\square\times\times$$

其中 $\square\square$ 为公司名； $\square$ 表示输出电流的大小：L—0.1A，T—3A，H—5A，P—10A，无字母—1.5A； $\times\times$ 表示稳压值。表 1.1 示出常用 7800 系列集成稳压器的输出和输入电压值及范围。

表 1.1 7800 系列集成稳压器的输出与输入

系 列	输 出 电 压	标准输入电压	最大输入电压	最小输入电压
7805	5	10	35	7
7806	6	11	35	8
7809	9	14	35	11
7812	12	19	35	14
7815	15	23	35	18
7818	18	26	35	21
7824	24	33	40	27

7800 系列集成稳压器有三个端子：1— U_i 输入端，2— U_o 输出端，3—GND 地。具体封装型式如图 1.1-1 所示。其中图（a）和（b）最大功耗分别为 20W 和 10W，均需加装合适的散热器。图（c）为适于 78L00 小电流集成稳压器的封装型式。

图 1.1-2 示出采用 7800 系列集成稳压器构成的基本稳压电路。图中 C 为整流器输出滤波电容，可选用几百乃至几千微法电容。C₁ 为消振电容。当各仪器或装置及各印刷电路板

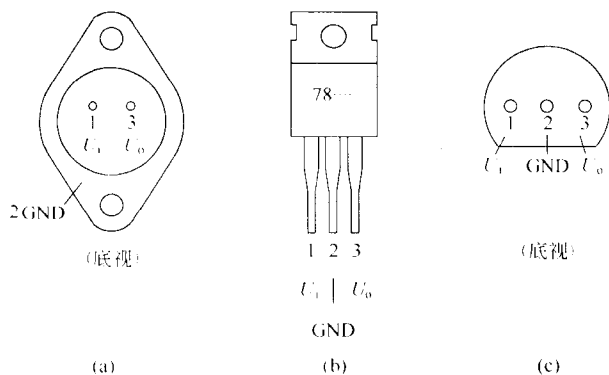


图 1.1-1

分别由各自的集成稳压器供电时，它可防止因电源内阻而造成的串扰。在集成稳压器与大电容距离较近的单独供电线路中可以不用。电容 C_0 为防振电容，用于提高稳压性能和减小输出纹波。一般取 $0.1\mu\text{F}$ ，也有用几 μF （钽电解电容）或几十 μF 的（铝电解电容）。但要注意，当 C_0 选用较大值，在输入端断电时已充电的大电容放电有可能损坏稳压器，为此可在其输出与输入端之间反向连接

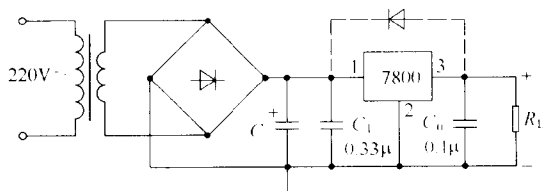


图 1.1-2

一个二极管（图中虚线）。电容 C_0 为防振电容，用于提高稳压性能和减小输出纹波。一般取 $0.1\mu\text{F}$ ，也有用几 μF （钽电解电容）或几十 μF 的（铝电解电容）。但要注意，当 C_0 选用较大值，在输入端断电时已充电的大电容放电有可能损坏稳压器，为此可在其输出与输入端之间反向连接

1.2 提高输出电压的 7800 稳压器的应用电路

图 1.2 电路中输出端外接两只电阻 R_1 和 R_2 ，它们可以决定新的稳压值：

$$U_R = U_N \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_0 R_2$$

式中 U_N —— 稳压器标称稳压值；

I_0 —— 稳压器的静态工作电流，一般 $< 10\text{mA}$ 。

电路中 R_1 上流过的电流应大于 $5I_0$ 。当

$I_{R_1} \geq I_0$ 即 R_1 、 R_2 值较小时可忽略 $I_0 R_2$ ，故有

$$U_A = U_N \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

如图中 R_2 采用可调电阻，则输出电压可在一定范围内调节。

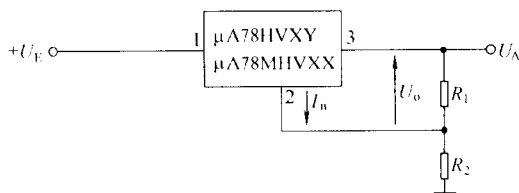


图 1.2

1.3 扩展输出电流的 7800 稳压电路

图 1.3-1 示出一种可增大输出电流的电路。比如 7815 最大输出电流为 1.5A ，如需电流超过 1.5A ，则可如图 1.3 所示外接 PNP 型功率晶体管来加以扩展。其中电阻 R 的阻值由外接功率管的 U_{BE} 压降值（一般可取 0.3V ）和三端稳压器的输出电流 I_{BG} 来决定：

$$R = \frac{U_{BE}}{I_r - \frac{1}{\beta} I_{BG}}$$

式中 I_r ——流入集成稳压器的电流；
 β ——功率管的电流放大系数。

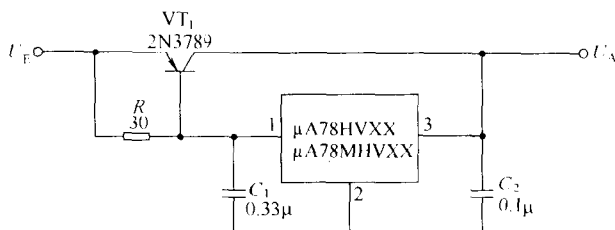


图 1.3 1

此时稳压器总的输出电流为集成稳压器的固定输出电流与扩展管的集电极电流之和。

如果需要对扩展功率管施加限流保护，则可如图 1.3-2 所示，增加一个晶体管 VT_2 和一个电阻 R_2 。当功率管过流时，限流电阻 R_2 上的压降超过一定值时启动 VT_2 管使之导通，从而降低功率管的 U_{BE} 电压，降低其电流或促使其截止。

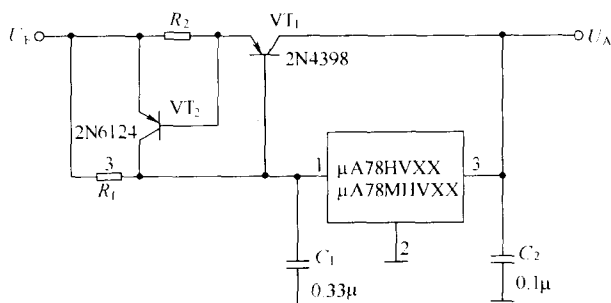


图 1.3 2

1.4 采用 7800 系列稳压器的开关式电源

开关式电源具有本身功耗小、输出功率大的优点，故适合于要求较大电流输出的场合。图 1.4 所示为采用 7800 系列稳压器和功率三极管构成的自激开关式稳压电路。功率三极管 VT_1 (2N3789 或 3AD30 等) 做开关使用，它与 7800 内部的调整管组成复合管形式。当接通电源后，边自激边输出稳定电压，这时 7800 系列内部的误差放大器作为电压比较器使用。输出电压 U_A 即为 7800 的标称稳压值。图中电源输入端与 7800 引线端 1 之间接入稳压二极管 VZ_1 可减小 7800 输入与输出间的电压差，此时输入电压 U_E 应维持在由下式给出的数值上：

$$U_E = U_N + U_d + U_{VZ} + U_{BE}$$

式中， U_N 为集成稳压器的输出电压标称值； U_d 为 7800 的输入与输出间的电压差； U_{VZ} 为稳压二极管的稳压值； U_{BE} 是开关管的射极-基极正向电压值。

图中功率三极管的电流负载能力要有足够的裕量（应为负载能力的二倍以上），稳压二极管的稳定电流值应大于 7800 提供的电流值。

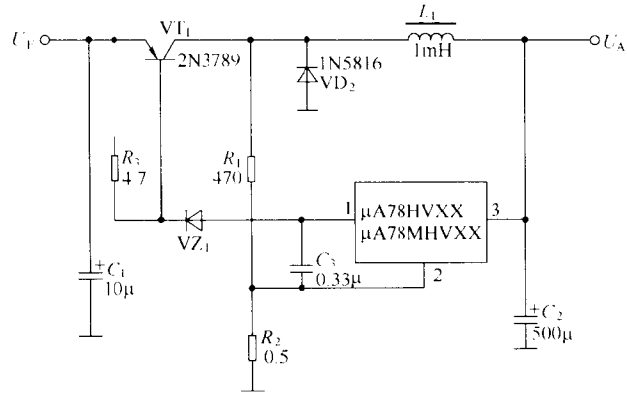


图 1.4

1.5 7900 系列负压集成稳压器的基本电路

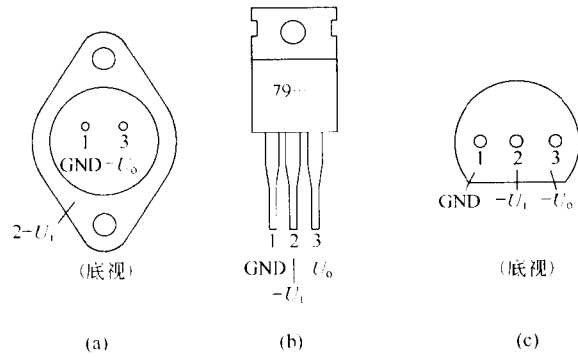


图 1.5-1

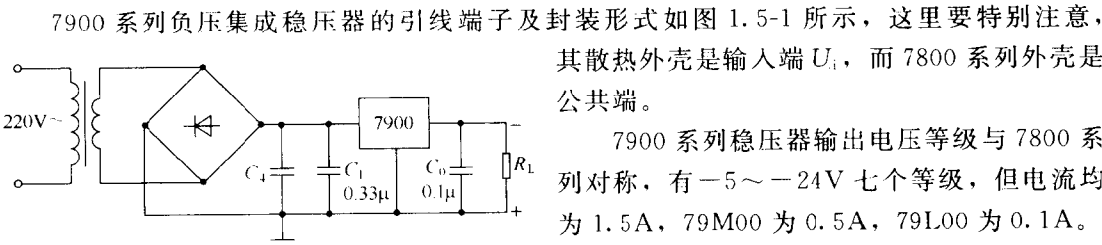


图 1.5-2

为负电压，且要注意引线端子的接法。

1.6 输出电压可调的稳压电路

与前面图 1.2 类似，采用 7900 系列稳压器也可构成负压可调的稳压电路（图 1.6-1）。

由 7800 系列或 7900 系列集成稳压器与 $\mu A741$ (或 F007 等) 运算放大器可构成 $7\sim 30V$ 或 $-7\sim -30V$ 可调输出电压的应用线路, 正压和负压两种线路仅电压极性不同, 接法完全相同。图 1.6-2 示出为采用 7900 的负压可调稳压电路, 这里运算放大器作为电压跟随器使用, 其电源直接取自于稳压器的输入电压。由于运算放大器输入阻抗很高, 而输出阻抗很低, 所以能克服稳压器静态电流 I_o 的变化, 故稳压器输出电压

$$U_o = U_N \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

式中 R_2 和 R_1 分别为图 1.6-2 中电位器中点下方电阻和上方电阻。

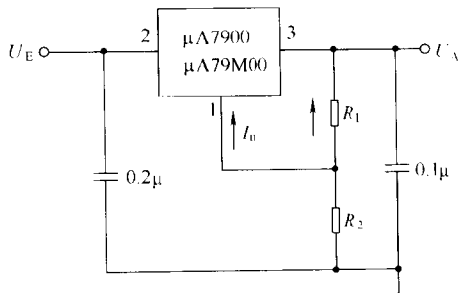


图 1.6 1

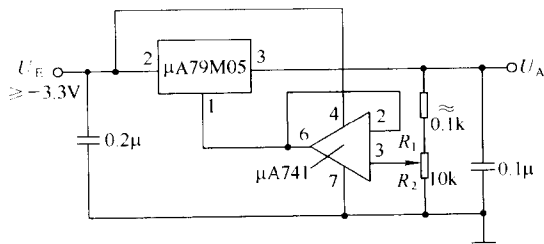


图 1.6-2

由于运算放大器的输出幅值比电源电压要小 2V, 故输出电压只能下调至 $-7V$ 。

1.7 $0.5\sim 10V$ 和 $-0.5\sim -10V$ 可调稳压电路

采用 7805 或 7905 与 $\mu A741$ (或 F007) 运算放大器可组成 $0.5\sim 10V$ 或 $-0.5\sim -10V$ 电压可调电路。正压和负压电路相同, 仅电压极性不同 (图 1.7)。

为使稳压值下调, 需要给运算放大器负电源端接上 $-7\sim -10V$ (对于正压稳压) 或 $+7\sim +10V$ (对于负压稳压) 辅助电源。此外, 运算放大器不能全反馈, 要经过电阻 R_4 、 R_5 分压后再接入运算放大器的反相输入端。这样稳压器输出电压变成 (以正压为例):

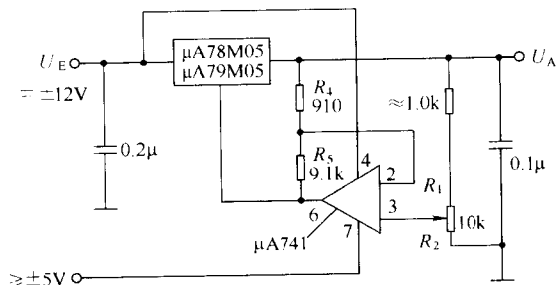


图 1.7

$$U_A = \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \times \frac{R_4}{R_4 + R_5} \times U_N$$

$$= \frac{R_4}{R_1} \times \frac{R_1 + R_2}{R_4 + R_5} \times 5 \text{ (V)}$$

若取 $R_1 + R_2 = R_4 + R_5$ (图中为 $10k\Omega$), 则有

$$U_A = \frac{R_4}{R_1} \times 5 \text{ (V)}$$

如果电位器处于中间位置即 $R_1 = 5k\Omega$, 则

$$U_o = \frac{910}{5000} \times 5V = 0.91V$$