

新型实用 电源电路 集锦

杨帮文 编著



精
品
系
列



无线电爱好者丛书

各种电源电路工作原理
详尽解说

固定直流稳压电源·可调
整直流稳压电源·开关
电源·高压电源·Hi-Fi
放大器电源·变换电源·
交流稳压电源……大放送

大量实用电路设计实例·
设计技巧·制作与调试
方法·教你轻轻松松
当“摩机”高手

人民邮电出版社

1 无线电爱好者丛书精品系列

新型实用电源电路集锦

杨帮文 编著

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

新型实用电源电路集锦/杨帮文编著. -北京:人民邮电出版社,1999.9

ISBN 7-115-07773-8

I. 新… II. 杨… III. 电源电路 - 基本知识 IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 18873 号

本书主要介绍了目前较为流行的各种电源电路的工作原理、元器件选择、制作与调试,包括固定直流稳压电源、可调整直流稳压电源、开关电源、高压电源、Hi-Fi 放大器电源、彩色电视机电源、变换电源、逆变电源、交流稳压电源和其它电源。书中所选的电路均具有较强的代表性。本书内容丰富,语言生动,实用性强,是无线电爱好者“摩机”的必备参考用书。

本书可供无线电爱好者,电源研制开发、生产、维修人员学习应用,也可供大中专院校、职业技能学校相关专业的师生参考。

无线电爱好者丛书精品系列

新型实用电源电路集锦

◆ 编 著 杨帮文

责任编辑 姚予疆

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

北京朝阳隆昌印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本:787×1092 1/16

印张:18

字数:440 千字

1999 年 10 月第 1 版

印数:1-6 000 册

1999 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-07773-8/TN·1476

定价:24.00 元

中国电子学会
《无线电爱好者丛书》编委会

主 任： 杜肤生

副 主 任： 徐修存 宁云鹤 李树岭

编 委： 王亚明 刘宪坤 王明臣

刘 诚 孙中臣 安永成

郑凤翼 赵桂珍 聂元铭

郑迎春 孙景琪 李勇帆

刘文铎 陈有卿 徐士毅

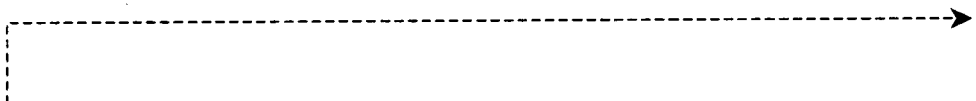
于世均 贾安坤 张国峰

无线电爱好者丛书前言

众所周知,迅速发展着的无线电电子技术,是一门应用十分广泛的现代科学技术。它的发展水平和普及程度是现代化水平的重要标志。为了普及电子技术知识,培养更多的无线电爱好者,适应现代化建设的需要,中国电子学会和人民邮电出版社约请有关专家编写了这套《无线电爱好者丛书》。

本丛书从无线电爱好者的实际条件出发,按照理论联系实际的指导思想,深入细致地进述各种无线电元器件和常用电子电路的原理;介绍各种家用电器、电子设备(如收音机、扩音机、录音机、电视机、录像机、电子计算机、计算器、复印机、电子相机、常用电子仪器仪表、电子钟表、电冰箱、空调器、洗衣机、吸尘器、电风扇、电热器具等)的工作原理、制作技术、使用和维修方法,为无线电爱好者提供所需的各种技术资料及有关工具书,使读者通过阅读本丛书和不断动手实践,能逐步掌握应用电子技术的基本技能。本丛书的读者对象是各行各业的广大无线电爱好者。

我们衷心希望广大电子科学技术工作者、专家、学者和无线电爱好者,对这套丛书的编辑出版工作提出宝贵意见,给予帮助。让我们共同努力,为普及无线电电子技术,为实现我国现代化做出贡献。



前 言

电源作为电子产品的能量供应部分,在电路中起着举足轻重的作用。好的电源能够使电路的作用发挥得更出色。但是电源的种类繁多,技术也在不断地进步,为了满足广大电子技术爱好者掌握电源开发、制作的愿望,我们编著了这本集原理、制作、调试、维护及应用于一体的《新型实用电源电路集锦》一书,以飨读者,使他们能尽快掌握电源电路的工作原理,从而能加工出实用、高效的电源。

本书共分十部分,主要介绍了固定直流稳压电源、可调整直流稳压电源、开关电源、高压电源、Hi-Fi 放大器电源、彩色电视机电源、变换电源、逆变电源、交流稳压电源和其他电源的工作原理、元器件选择、制作与调试方法。书中所选的电路均具有较强的代表性。本书内容丰富,语言生动,实用性强,是无线电爱好者“摩机”的必备参考用书。

本书可供无线电爱好者,电源研制开发、生产、维修人员学习应用,也可供大中专院校、职业技能学校相关专业的师生参考。

为使本书的资料更广泛、全面,在本书的编写过程中从有关报刊杂志上优选了一部分电源电路方面的资料,在此向有关作者表示衷心的感谢!

由于编著者水平有限,书中不妥和疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编著者

目 录

一、固定直流稳压电源

1. 低压差微功耗三端稳压器	1
2. 低压差高效稳压器	2
3. 新型低压差 78 系列稳压器 IC	3
4. 集成稳压器 LT 系列的选择与应用	4
5. LT1121 - 5 微功耗低压差稳压器	7
6. 大电流线性稳压器 UCC283/383	8
7. 单片电源芯片 HV - 2405E	9
8. 适合学生制作的随身听用交直流低压差稳压器	10
9. 用 TL431 制作稳压器	10
10. 新型电源模块 CJM03 的原理及应用	12
11. 多路直流电源	14
12. 高性能稳压电源	20
13. 高稳定度稳压电路	21
14. 安全型直流稳压器	21
15. 实用稳压电源	23
16. 三端稳压器的并联扩流	24
17. 自制三端稳压模块	25
18. 一种自适应直流稳压器	26
19. 带发光管极性指示的随身听稳压器	26
20. 对旧式整流电源的改进	28
21. 给数字万用表制作一个稳压器	29
22. 船用甚高频电台稳压电源的改造	29
23. 给无绳电话配置备用电源	30
24. 简易型电话机功能检测电源	30
25. 与众不同的天线放大器电源	31

二、可调直流稳压电源

1. 可调直流稳压电源	32
2. 自给可调稳压电源	32
3. 多端可调稳压器的应用	33
4. 可变分压稳压器	38
5. 步进式调集成稳压电源	38
6. 可调稳压器的电流扩展	40
7. 用三端稳集成电路制作可调大电流直流稳压器	41
8. 输出电压可调、输出电流可限的稳压器	42

9. 无触点可逆换挡稳压电源	44
10. 具有输出电流电压指示的可调电源	46
11. 大功率可调稳压电源	47
12. 0~12V 可调直流稳压电源	48
13. W7800 系列可调稳压器	49
14. 用 MC3346 制作高性能稳压电源	50
15. 精密稳压集成电路 TL431	51
16. 新颖实用的稳压器	51
17. 新颖实用的直流低压稳压电源	54
18. 新颖实用的稳压电源	57
19. 简易数显稳压器	58
20. 数字式稳压电源	58
21. 数字显示直流稳压电源	60
22. 自制触摸可调程控电源	62
23. 一种实用的可编程电源	63
24. 多用途电源	66
25. 并联稳压电源	66
26. 高稳定度直流电源	67
27. 无电源变压器的电源	68
28. 学生用实验电源	69
29. 具有过载保护功能的教学电源	70

三、开关电源

1. 开关电源专用集成电路 SPH 4692	71
2. 开关电源集成控制器 IP3842N	72
3. 开关电源电流型集成控制器 CW1842	74
4. 开关电源控制模块 CW3524 及应用	76
5. 电源控制器 UCC3889	81
6. 单片开关稳压器 LM3578A	81
7. 单片开关稳压器 LM2579 及应用	84
8. 新型开关电源器件 WS157 及应用	85
9. 新型开关电源芯片 ML4841	87
10. 新型脉宽调制型开关控制器 SI9114 及应用	89
11. LTC1429 开关式电容反相稳压器	92
12. 准谐振开关电源控制器 MC34067	93
13. 用 555 电路制作开关稳压电路	93
14. 低功耗 5V 不间断电源	96
15. CMOS 升压型三端开关稳压器	97
16. TOP 开关在开关电源及 PFC 升压变换器中的应用	98
17. 一种低成本无变压器开关电源	100
18. 不用电源变压器的直流稳压器	101

19. 功放用高频开关稳压电源	103
20. 大功率开关稳压电源	105
21. 一种实用的大功率开关电源	106
22. 采用傻瓜型功率开关制作开关电源	108
23. 功率因数校正前置稳压器	109
24. 智能型功率开关	110
25. 高输入电压开关电源启动器	111
26. 采用 PWR - TOP214 的双路输出回扫式开关电源	112
27. SPS 开关电源的应用	114
28. 适用于开关电源的脉宽调制器	114
29. 一种汽车用仪表开关稳压器电路	116
30. - 24V(- 40V) 开关稳压电源	117
31. 48V/3A 开关电源	119
32. - 48V/5A 开关电源	121
33. 可输出七种低压的电源	121
34. 苹果机和 ASTEC 机的电源电路	125
35. 理光 FT4000 系列复印机电源原理与维修	126
36. 200W 高功率因数开关电源	129
37. 单片高效大电流开关稳压器	133
38. 高耐压 PWM 三端开关电源	134
39. 号码自动寻检器备用电源	135
四、高压电源	
1. 0 ~ 2kV 高压稳压电源	137
2. 3 ~ 2000V 可调直流稳压电源	137
3. 3kW 有源 PFC 升压变换器	138
4. 用 LM338 实现的高压大电流稳压电源	139
5. 宽范围可调高压电源	140
6. 超高压模块	141
五、Hi-Fi 放大器电源	
1. 甲类 FET 放大器电源	143
2. 优质场效应管稳压器	144
3. 优质电子管放大器电源	145
4. 低噪声电子管前级电源	146
5. 合并式英格尔 ST260 电子管放大器电源	147
6. 一款优质电源	149
7. 高质低噪伺服电源	150
8. 混合式整流供电电源	151
9. A501 放大器电源	153
10. 稳流、稳压式晶体管放大器电源	154
11. 电子管式稳压器	155

12. 音响功放用的 100W 开关电源	157
13. $\pm 15\text{V}$ 稳压电源	158
14. 音响开关电源	159

六、彩色电视机电源

1. 彩色电视机串联型开关电源	161
2. 彩色电视机并联型开关电源	162
3. 大屏幕彩色电视机的开关电源	162
4. 一种彩色电视机用的宽范围开关电源	168
5. 用 PFC 控制 IC 设计的新一代彩色电视机开关电源	173
6. 长虹 2588 型彩色电视机的电源电路	175
7. 新型 MOS 场效应管开关电源	175
8. 自举升压式开关电源	178

七、变换电源

1. DC-DC 变换的开关电源	180
2. 新型 DC-DC 变换器	180
3. 高精度超小型 DC-DC 稳压模块	182
4. 用六只反相器的 DC-DC 升压器	184
5. 微功耗多功能 DC-DC 变换器	184
6. 一种小型 DC-DC 转换器	187
7. 可升压的 DC-DC 变换器	188
8. 美国 NS 半导体公司的 DC-DC 变换器	189
9. 无变压器的 DC-DC 变换器	190
10. HB006 DC-DC 电源转换器	191
11. HB096 DC-DC 电源模块	192
12. MC33466 系列固定频率 PWM 微功率 DC-DC 变换器	193
13. 用 MAX607 制作直流升压器	194
14. 直流变换器 MAX619 及应用	195
15. 升压开关稳压器 MAX630 及其应用	196
16. MAX687 系列高精度低压差线性调节器	197
17. 多电源 IC MAX714	198
18. 新型单片降压 MAX727 系列 DC-DC 变换器	200
19. 单电池电压升压的 MAX866/MAX867 DC-DC 变换器	201
20. 电源集成电路专用 DC-DC 变换器 TL1464	202
21. 电压反向器 TC7662B	204
22. 新型电压反转电路 NJU7663	205
23. 适合万用表使用的直流升压器	206
24. 1.5V 升至 9V 电源转换器	208
25. $\pm 5\text{V}$ 稳压电源	209
26. 具有对称 5V、12V 的稳压电源	209
27. 新颖 5V 的太阳能电源	210

28. 正负倍压输出电压转换器	211
29. 一种正电源产生负电源的方法	212
30. 带稳压输出的负电压变换器	213
31. 便携式医疗仪器稳压电源	215
32. 低输出电压有源 PFC 预调整器	216
八、逆变电源	
1. DC-AC 逆变电源的制作	219
2. DC-AC 模块高频开关电源及应用	220
3. DC6V-AC220V 逆变器	224
4. AC-DC 变换模块	225
5. 无变压器的 AC-DC 稳压 IC	225
6. 超小型 AC-DC 隔离式开关稳压电源模块	227
7. 输出电压可调 AC-DC 转换电路	228
8. 逆变器驱动模块 NB950 及应用	229
9. 逆变电源制作	232
10. 简易逆变器	232
11. 高频逆变器	233
12. 250 ~ 500W 逆变器	235
九、交流稳压电源	
1. 交流自动调压稳压器	237
2. 交流电源的调压稳压电路	238
3. 交流无触点自动调压器	240
4. 家用交流自动调压稳压器	242
5. 家用调压器改为自动稳压器	244
6. 全自动交流稳压器	244
7. 全自动交流稳压器的制作	245
8. 用 TL431 制作交流稳压器	247
9. 用固态继电器制作交流稳压器	248
10. 用 MC1413 制作自动调压器	249
11. 节能型延时稳压器	251
12. 巧改伺服交流稳压器	254
13. GW 净化交流稳压器	255
14. 数字式交流稳压器	256
15. 新型无触点交流稳压器	259
16. 相位补偿交流稳压器	260
17. 614 系列电子交流稳压器的原理与维修	262
18. PW2211 系列电源模块及应用	265
十、其它电源	
1. 电源变换器电路	267
2. 可调整流电源的改进	268

3. 电子钟供电电源	268
4. 变压器多挡输出的一种设计方法	269
5. 多用途步进式自耦调压器	270
6. 直流电源净化电路	271
7. 具有电池保护功能的不间断电源	272
8. 单按键红外遥控调压器	272

一、 固定直流稳压电源

1. 低压差微功耗三端稳压器

低压差微功耗(BAH)三端稳压器是 CMOS 器件。该系列有 BAH03 及 BAH05 两种,分别输出 3.0V 和 5.0V 电压。它们主要特点是:

- (1) 输出最大电流为 100mA;
- (2) 输出电压精度可达 $\pm 2.4\%$;
- (3) 静态电流为 $16\mu\text{A}$ (典型值);
- (4) 压差小;BAH03 输出 30mA 时压差为 140mV;BAH05 在输出 40mA 时压差为 120mV(典型值)。

该系列为贴片式器件,尺寸小($2.5 \times 4.5\text{mm}$),特别适用于录像机、照相机、耗电小的便携式电子仪器、仪表等,它可以延长电池的寿命。

BAH 三端稳压器内部结构框图如图 1-1 所示。它主要由基准电压源、误差放大器、MOSFET 调整管及确定输出电压的电阻分压器组成。其外形及管脚排列如图 1-2 所示。

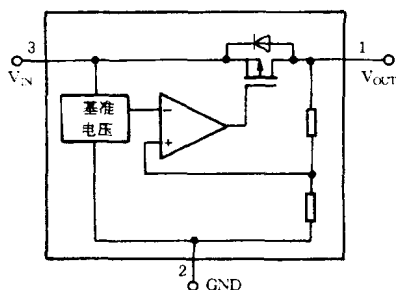


图 1-1 BAH 三端稳压器内部结构框图

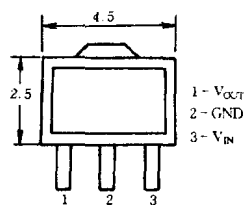


图 1-2 BAH 外形及管脚排列图

BAH 系列最大的极限输入电压为 18V,功耗为 500mW,工作温度范围为 $-30^{\circ}\text{C} \sim +80^{\circ}\text{C}$ 。在实际使用中,由于采用电池供电,3V 输出时可采用 3 节充电电池;5V 输出时可用 5 节充电电池(或 4 节碱性电池)。

BAH 系列典型应用电路如图 1-3 所示。按图 1-3 电路进行测试,结果见表 1-1(输入电容为 $1\mu\text{F}$,输出电容为 $2.2\mu\text{F}$)。

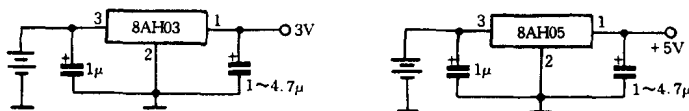


图 1-3 BAH 系列典型应用电路图。

表 1-1

BAH 系列典型应用电路测试结果

输入电压(V)	负载电流(mA)	输出电压(V)	压差(V)
6.06/4.23	0	5.13/3.02	
	30	5.08/2.98	
	40	5.07/2.97	
	50	5.06/2.97	
	60	5.06/2.96	
	70	5.05/2.95	
	80	5.04/2.95	
	90	5.04/2.94	
	100	5.03/2.93	
5.28	80	4.95	0.33
5.17/3.28	60	4.95/2.93	0.22/0.35
3.08	30	2.93	0.15

由上述试验证明,BAH03/05 可以最大输出 100mA。在 60mA 输出时,其压差分别为 0.35V 和 0.22V。在空载及 100mA 负载电流时,输出电压的差值为 0.1V(BAH05)及 0.09V(BAH03),其输出精度是相当好的。

2. 低压差高效稳压器

LM2940/2940C 为三端固定输出线性稳压电源电路,输出电压分 5V、8V、10V、12V、15V 五种规格,最大输出电流达 1A。LM2940/2940C 的输入输出压差最低可达 0.5V,可显著降低功耗并提高电源系统的工作效率。此外,电路内部具有完善的短路保护、限流保护、过热保护等措施,以确保在工作过程中的安全、稳定、可靠。

LM2940/2940C 还含有一个静态电流降低电路,当输入输出压差超过 3V 时,可以减少地电流。在输出电流为 1A 或输入输出压差为 5V 时,静态电流仅为 30mA。此外,该电路内还设有防反接电路,防止输入电压反接对电路造成损害。因此,LM2940/2940C 特别适合于汽车、机动车辆、船舶等的使用。

LM2940/2940C 的基本应用与常见的三端稳压器 78×× 系列相同,图 1-4 为其典型应用电路。为确保电路工作时的稳定性, C_{OUT} 至少应 $\geq 22\mu F$ 。

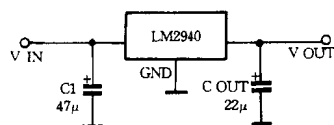


图 1-4 LM2940/2940C 典型应用
电路图

LM2941/2941C 为五端可调式线性稳压电源电路,输出电压可从 5V 调至 20V,输入输出最低压差为 0.5V,输出电流最大达 1A。电路具有一个通/断控制端,低电平时稳压器正常工作,高电平时切断输出。LM2941/2941C 的其它特点与 LM2940/2940C 相同。

图 1-5 为 LM2941/2941C 的外形引脚封装图。图 1-6 为 LM2941/2941C 的典型应用电

路,输出电压 $V_{OUT} = V_{REF}(R_1 + R_2)/R_1$, $V_{REF} = 1.25V$ 。使用时须注意,不能将 R_1 或 R_2 短路,这样会引起电路工作时的不稳定。 C_{OUT} 的取值至少为 $22\mu F$ 。为了确保能可靠控制稳压器关闭(S_1 断开时),应合理选择 R_3 ,使流过 R_3 的电流至少为 $300\mu A$, R_3 的取值为 $R_3 \leq (V_{IN} - 2V)/I_{R3}$,式中的 $2V$ 为通/断控制端电压。



图 1-5 LM2941/2941C 外形图

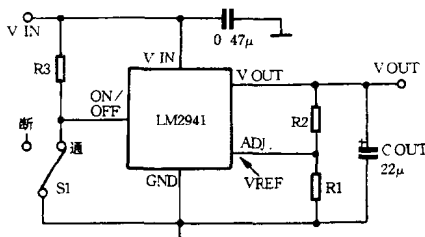


图 1-6 LM2941/2941C 典型应用电路图

3. 新型低压差 78 系列稳压器 IC

78 系列是目前应用最广的稳压器 IC,但该系统最大的缺点是输入与输出之间的压差大,不仅损耗大,并且往往还要加装散热器。因此这系列仅适用于市电供电的稳压器。这里介绍新型低压差 78 系列稳压器 IC,它不仅可用于市电供电,也适用于电池供电的场合。

KA76L05 的基本功能与 78L05 相同,但性能上有较大的提高。该器件最大的压差为 $0.6V$ (典型值为 $0.1V$);过压保护可达 $60V$;静态电流小,并有过热保护及输出电流限制。

该器件在输入电压为 $6 \sim 26V$,输出电流 $100mA$ ($T_j = -40^\circ C \sim +125^\circ C$) 时,其输出电压为 $5 \pm 0.25V$ 。

该器件的内部结构框图如图 1-7 所示,采用 TO-92 封装,其管脚排列如图 1-8 所示。

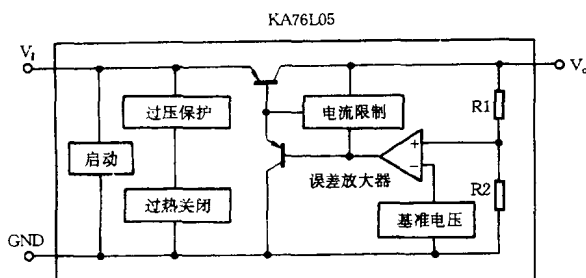


图 1-7 KA76L05 内部结构框图

KA78R05 及 KA78R12 是输出 $5V$ 及 $12V$ 、 $1A$ 的稳压器,是 7805 及 7812 的换代产品。该器件增加了一个电源开关控制端,使功能更加完善。该器件的特点是:最大压差为 $0.5V$;内部有过流、过热保护电路;输出电压精度分别为 $5 \pm 0.12V$ 及 $12 \pm 0.3V$;在控制端加 $2V$ 以上的高电平时,电源导通,加低于 $0.8V$ 低电平时,电源关闭。

该器件的内部结构框图如图 1-9 所示,采用 TO-220 封装,其管脚如图 1-10 所示。典型应用电路如图 1-11 所示。

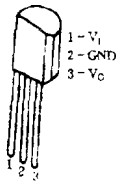


图 1-8 KA76L05 管脚排列图

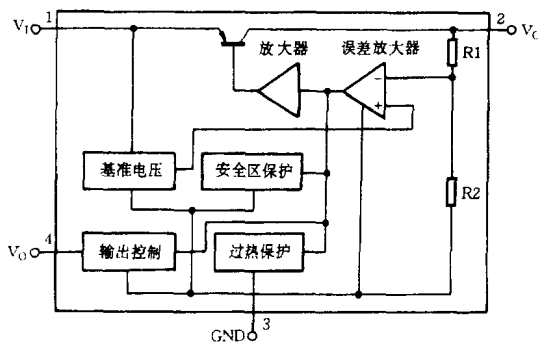


图 1-9 KA78R05/KA78R12 内部结构框图

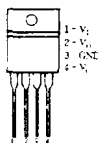


图 1-10 KA78R05/KA78R12 管脚排列图

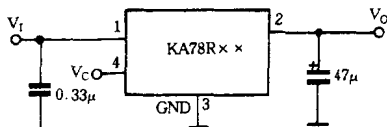


图 1-11 KA78R×× 典型应用电路图

4. 集成稳压器 LT 系列的选择与应用

任何电子产品都有电源部分。电源的种类繁多,但现在一般都采用集成稳压器。从发展的趋势来看,对集成稳压器的要求是:高性能、高效率、低成本、小体积、易使用、外围元件少。特别是近年来便携式电子产品发展迅速,为减轻产品的重量、延长电池的使用寿命,开发出不少微功耗、低压差、高效率、带控制端的线性或开关稳压器。例如,用 1 节或 2 节 5 号电池经小功率 DC-DC 变换器升压到 3.3V、5V 及 12V 等工作电压,并且电池电压降到 0.9~1.0V 还能正常工作,这不仅充分利用了电池内在的潜力,并且减少了产品的体积及重量。

合理地选择集成稳压器是十分重要的,例如大家都十分熟悉的 78 系列三端稳压器,它的压差一般为 3V,则工作电流在 1.5A 时,其损耗为 4.5W。若采用新型低压差的 LT1086,其压差的典型值为 1V,则在工作电压为 1.5V 时,其损耗为 1.5W。这对便携式产品来说是至关重要的。这里介绍一组 LTC 公司的先进稳压器集成电路,供设计电源时参考。

(1) 线性稳压器

老型号的线性稳压器的压差大(约 3V)、效率低。新型号的线性稳压器压差低,如 LT1129 型线性稳压器在 100mA 时典型压差为 0.4V;LT1083 系列在 1.5~7.5A 时,最大压差为 1.3V。

表 1-2 列出了一些低压差固定正压输出的稳压器,表 1-3 列出的为可调正压输出稳压器,表 1-4 列出的为负压可调输出稳压器。

表 1-2 固定正压输出电压稳压器

型 号	输出电流(A)	输出电压(V)	最大压差(V)	最大输入电压(V)
LT1129-3.3	0.7	3.3	1.2	30
LT1129-5		5	1.2	30

续表

型 号	输出电流(A)	输出电压(V)	最大压差(V)	最大输入电压(V)
LT1068-3.3	1.5	3.3	1.2	30
LT1068-5		5	1.2	30
LT1068-12		12	1.2	30
LT1085-3.3	3	3.3	1.2	30
LT1085-5		5	1.2	30
LT1085-12		12	1.2	30
LT1084-5	5	5	1.2	30
LT1084-12		12	1.2	30
LT1083-5	7.5	5	1.3	30
LT1083-12		12	1.3	30

表 1-3 正电压可调稳压器

型 号	输出电流(A)	输出电压(V)	最大输入电压(V)
LT1129	0.7	1.25 ~ 29	30
LT1086	1.5	1.25 ~ 29	30
LT1085	3	1.25 ~ 34	35
LT1084	5	1.25 ~ 34	35
LT1083	7.5	1.25 ~ 33	35

表 1-4 负电压可调稳压器

型 号	输出电流(A)	输出电压(V)	最大输入电压(V)	注
LT1185	3	-2.3 ~ -30	-35	压差 1.2V

LT1129-3.3 的应用电路如图 1-12 所示。LT1086 的应用电路如图 1-13 所示,图 1-13 中 $V_{OUT} = 1.25(1 + R_2/R_1) + I_{ADJ} \cdot R_2$ 。LT1185 的应用电路如图 1-14 所示。

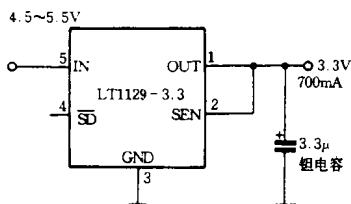


图 1-12 LT1129-3.3 的应用电路图

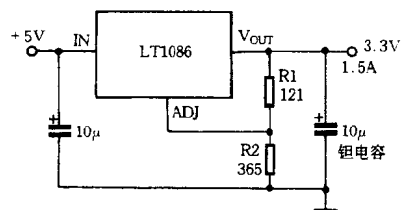


图 1-13 LT1086 应用电路图