

4-18 MC34163/MC33163 功率开关稳压器

一、概述

MC34163 系列功率开关稳压器包括 DC-DC 转换的主要功能,尤其适用于升压、降压和电压倒相等应用场合,只需很少的外部元件。

这个系列器件包括两个高增益电压反馈比较器,温度补偿基准电压,可控占空比振荡器,高效率的自举能力驱动器,大电流输出开关,保护性能包括周期性的限流和内部热关断,同样低电压指示器输出满足微处理器接口设计的要求。

这些器件采用 16 脚的双列直插或塑封以改善热传递。

二、性能

- 输出开关电流超过 3.0A
- 输入电压 2.5V~40V
- 低备份电流
- 基准电压精度为 2%
- 可控占空比振荡器
- 具有提高效率自举电路的驱动器
- 周期性的限流
- 内部热关断保护
- 低压指示器输出与微处理器接口
- 散热片功率封装形式

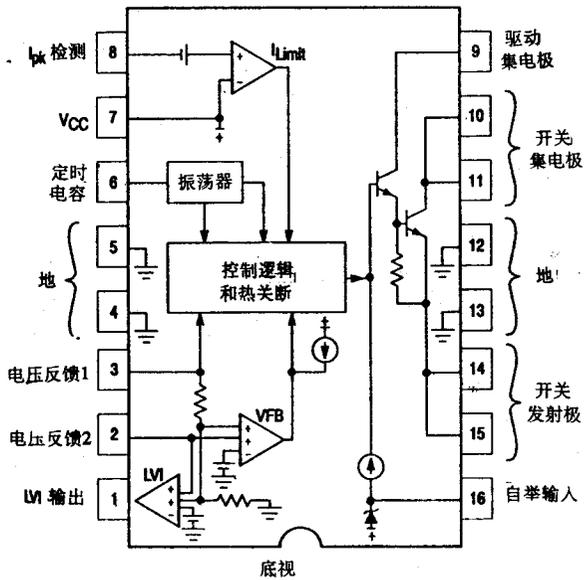
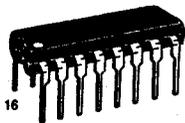


图 4.328 原理图

三、原理图及封装形式



P 后级塑封

图 4.329 封装形式

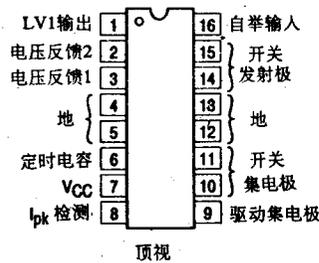


图 4.330 管脚说明

规格序列

器 件	温度范围	封闭形式
MC34163P	0°C~+70°C	16脚塑封 DIP
MC33163P	-40°C~+85°C	16脚塑封 DIP

四、电气性能

1 极限参数

极限参数

名 称	符 号	数 值	单 位
电源电压	V_{CC}	40	V
开关集电极电压范围	$V_{C(switch)}$	-1.0~+40	V
开关发射极电压范围	$V_{E(switch)}$	-2.0~ $V_{C(开关)}$	V
开关集电极到发射极电压	$V_{CE(switch)}$	40	V
开关电流	I_{SW}	3.4	A
驱动器集电极电压	$V_{C(driver)}$	-1.0~+40	V
驱动器集电极电流	$I_{C(driver)}$	150	mA
自举输入电流范围	I_{BS}	-100~+100	mA
电流检测输入电压范围	$V_{Ipk(sense)}$	($V_{CC}-7.0$)~($V_{CC}+1.0$)	V
反馈与定时电容输入电压范围	V_{in}	-1.0~+7.0	V
低电压指示器输出电压范围	$V_{C(LVD)}$	-1.0~+40	V
低电压指示器输出吸收电流	$I_{C(LVD)}$	10	mA
功耗和热特性			
P 后缀封装	P_D	1.56	W
最大功耗@ $T_A=25^\circ\text{C}$	$R_{\theta JA}$	80	$^\circ\text{C/W}$
热阻,结到环境	$R_{\theta JC}$	15	$^\circ\text{C/W}$
热阻,结到外壳 (脚 4,5,12,13)			
工作结温	T_J	+150	$^\circ\text{C}$
工作环境温度	T_A		$^\circ\text{C}$
MC34163		0~+70	
MC33163		-40~+85	
贮存温度范围	T_{stg}	-65~+150	$^\circ\text{C}$

2 电参数特性

$V_{CC}=15\text{V}$, $C_T=620\text{pF}$

特 性	符 号	最小值	典型值	最大值	单 位
-----	-----	-----	-----	-----	-----

(1) 振荡器

频率 $T_A=25^\circ\text{C}$	f_{osc}	46	50	54	kHz
在 $V_{CC}=2.5\text{V}\sim 40\text{V}$ 和温度范围内,总变化		45	—	55	
充电电流	I_{chg}	—	225	—	μA
放电电流	I_{dischg}	—	25	—	μA
充电与放电电流比	I_{chg}/I_{dischg}	8.0	9.0	10	—
锯齿波峰值电压	$V_{OSC(P)}$	—	1.25	—	V
锯齿波谷峰电压	$V_{OSC(V)}$	—	0.55	—	V

(2) 反馈比较器 1

门限电压 $T_A=25^\circ\text{C}$	$V_{th(FB1)}$	4.9	5.05	5.2	V
线路调整($V_{CC}=2.5\text{V}\sim 40\text{V}, T_A=25^\circ\text{C}$)		—	0.008	0.03	%/V
在线路和温度范围内总变化		4.85	—	5.25	V
输入偏置电流($V_{FB1}=5.05\text{V}$)	$I_{IB(FB1)}$	—	100	200	μA

(3) 反馈比较器 2

门限电压 $T_A=25^\circ\text{C}$	$V_{th(FB2)}$	1.225	1.25	1.275	V
线路调整($V_{CC}=2.5\text{V}\sim 40\text{V}, T_A=25^\circ\text{C}$)		—	0.008	0.03	%/V
在线路和温度范围内总变化		1.213	—	1.287	V
输入偏置电流($V_{FB2}=1.25\text{V}$)	$I_{IB(FB2)}$	-0.4	0	0.4	μA

(4) 限流比较器

门限电压 $T_A=25^\circ\text{C}$	$V_{th(Ipk检测)}$	—	250	—	mV
在 $V_{CC}=2.5\text{V}\sim 40\text{V}$ 和温度范围内,总变化		230	—	270	
输入偏置电流($V_{Ipk(检测)}=15\text{V}$)	$I_{IB(检测)}$	—	1.0	20	μA

(5) 驱动器和输出开关

吸收饱和电压($I_{SW}=2.5\text{A}$, 脚 14, 15 地)	$V_{CE(sat)}$				V
非达林顿连接($R_{pin9}=110\Omega\sim V_{CC}$, $I_{SW}/I_{DRV}=20$)		—	0.6	1.0	
达林顿连接(脚 9, 10, 11 连接)		—	1.0	1.4	
集电极关断漏电流($V_{CE}=40\text{V}$)	$I_{C(断)}$	—	0.02	100	μA
自举输入电流源($V_{BS}=V_{CC}+5.0\text{V}$)	$I_{source(DRV)}$	0.5	2.0	4.0	mA
自举输入齐纳箝位电压($I_Z=25\text{mA}$)	V_Z	$V_{CC}+6.0$	$V_{CC}+7.0$	$V_{CC}+9.0$	V

续表

特性	符号	最小值	典型值	最大值	单位
----	----	-----	-----	-----	----

(6) 低电压指示器

输入门限(V_{FB2} 增加)	V_{th}	1.07	1.125	1.18	V
输入滞后(V_{FB2} 下降)	V_H	—	15	—	mV
输出吸收饱和电压($I_{sink} = 2.0mA$)	$V_{OL(LVD)}$	—	0.15	0.4	V
输出关断漏电流($V_{OH} = 15V$)	I_{OH}	—	0.01	5.0	μA

(7) 整个器件

备份电源电流($V_{CC} = 2.5V \sim 40V$, 脚 8 = V_{CC} , 脚 6, 14, 15 = 地, 保持脚开路)	I_{CC}	—	6.0	10	mA
---	----------	---	-----	----	----

五、性能曲线

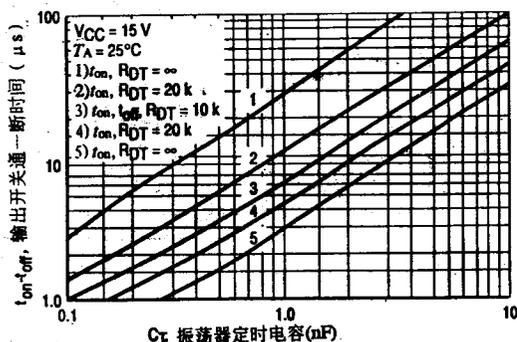


图 4.331 输出开关通断时间与振荡器定时电容关系

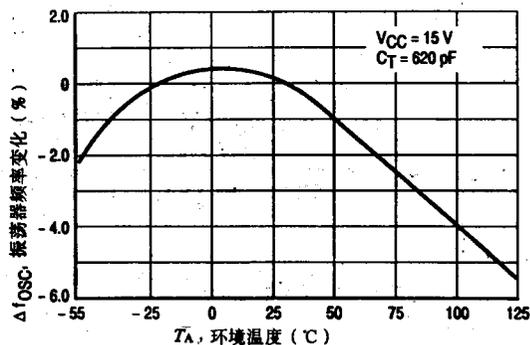


图 4.332 振荡器频率与温度的关系

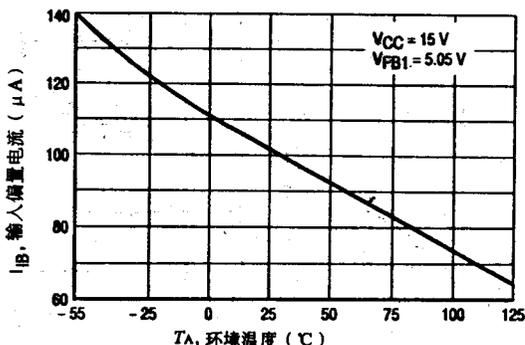


图 4.333 反馈比较器 1 输入偏置电流与温度的关系

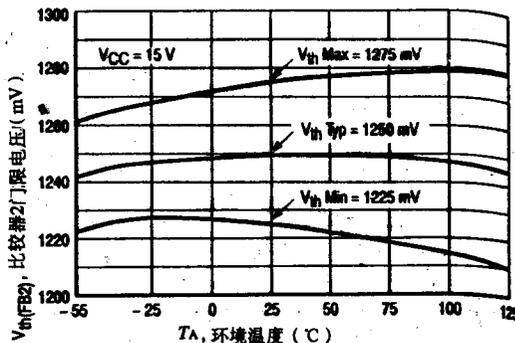


图 4.334 反馈比较器 2 门限电压与温度的关系

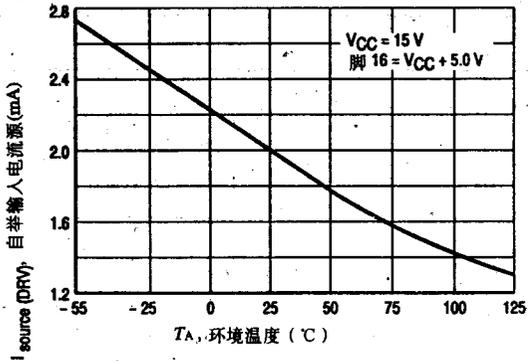


图 4.335 自举电路输入电流源与温度的关系

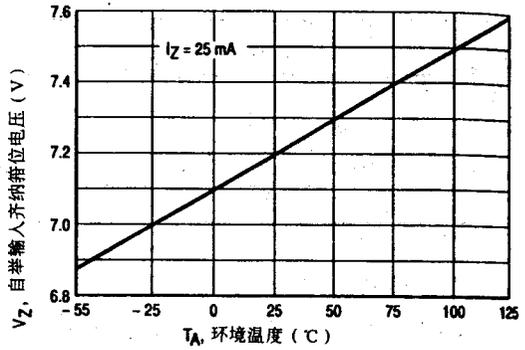


图 4.336 自举电路输入齐纳箝位电压与温度的关系

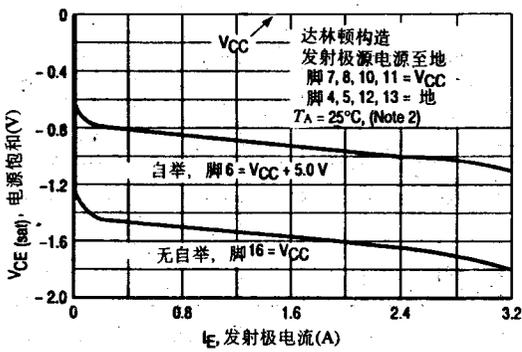


图 4.337 输出开关源饱和与发射极电流的关系

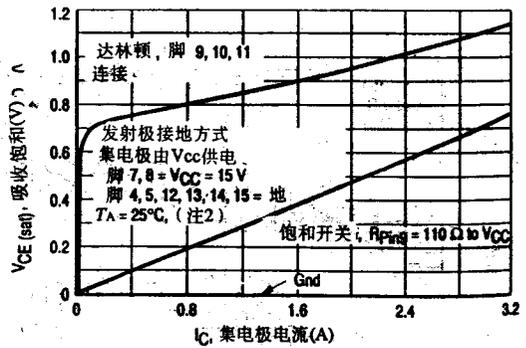


图 4.338 输出开关吸收饱和电压与集电极电流的关系

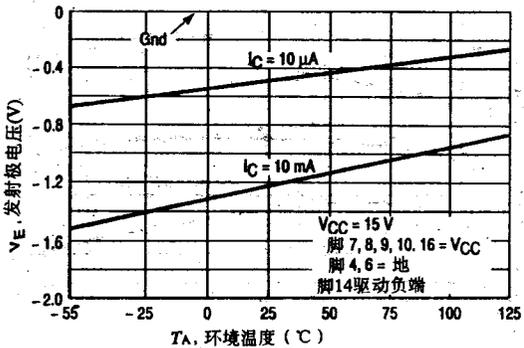


图 4.339 输出开关负发射极电压与温度的关系

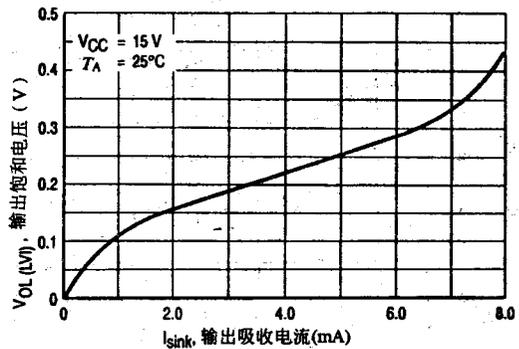


图 4.340 低电压指示器输出饱和电压与吸收电流的关系

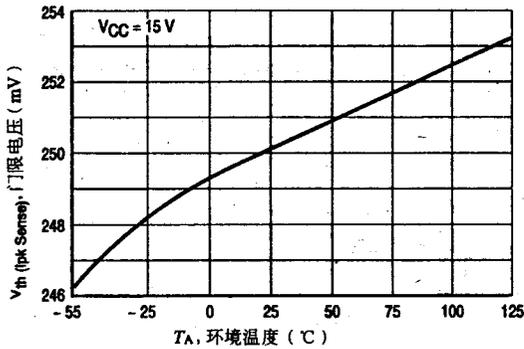


图 4.341 限流比较器门限电压与温度的关系

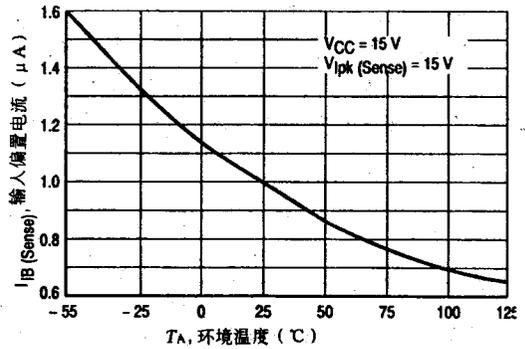


图 4.342 限流比较器输入偏置电流与温度的关系

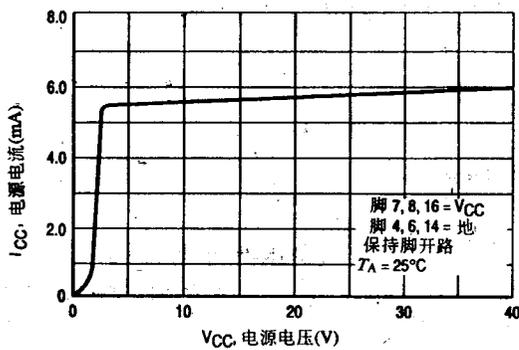


图 4.343 备份电源电流与电源电压的关系

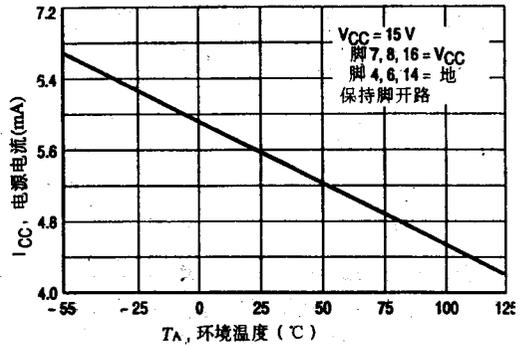


图 4.344 备份电源电流与温度的关系

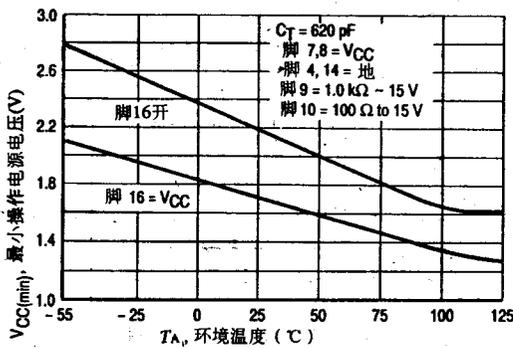


图 4.345 最小工作电源电压与温度的关系

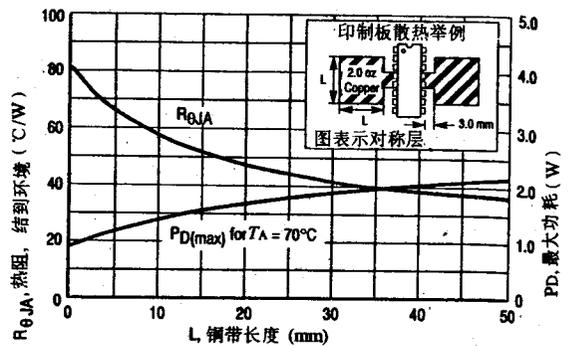


图 4.346 热阻和最大功耗与 PCB 铜箔长度的关系

六、工作原理

1 简介

MC34163 系列单片功率开关稳压器非常适合 DC-DC 转换的应用场合,其显著特点是使系统设计者采用较少的外部器件直接实现升压、降压和电压倒相等变换,可应用到家用电器、汽车、计算机和工业设备等。典型框图如图 4.347 所示。

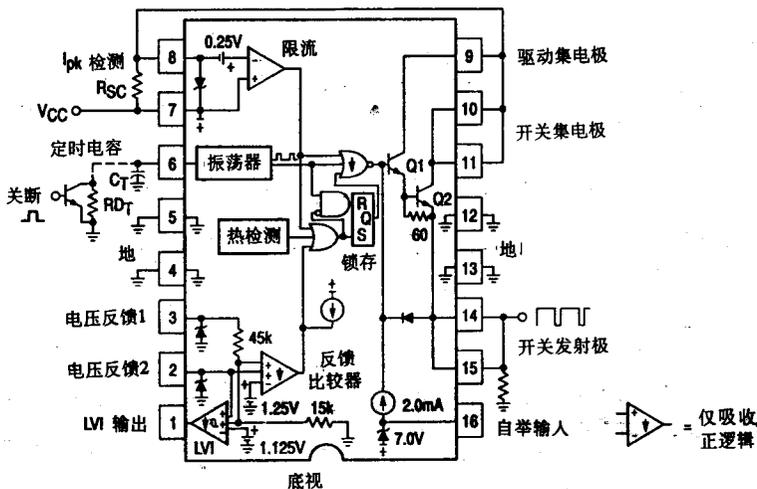


图 4.347 典型框图

2 工作说明

MC34163 是具有固定的导通时间、可变的关断时间电压方式稳压器,一般来说,这种工作方式有些像电容充电,不需要用主极环路补偿来保证转换器的稳定性,其典型的工作波形如图 4.348 所示。

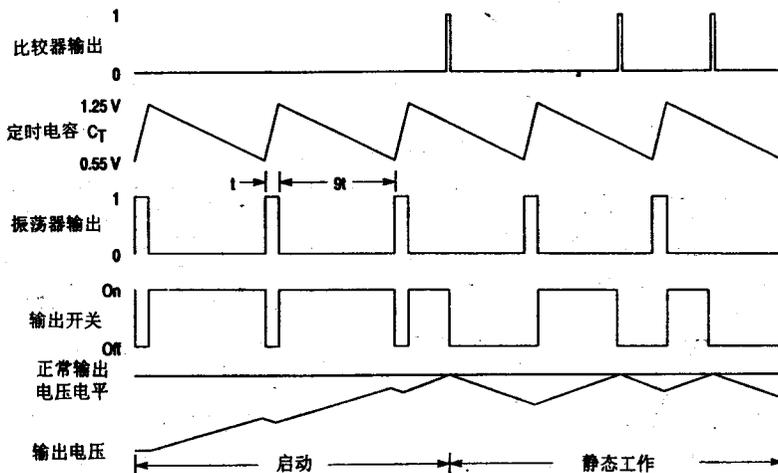


图 4.348 典型工作波形

为了易于说明,在最初变换器打开时,加大了降压输出电压波形的纹波和相位。反馈比较

器检测输出电压低于正常时,将由振荡器控制输出开关以某一频率通、断和占空比给输出滤波电容充电,在输出电压到达正常值时,反馈比较器锁定,关断开关导通。反馈比较器在负载电流使输出电压降低于正常值时打开开关,在这种条件下,部分振荡周期或一部分周期加一个完整周期,多个周期或一部分周期加多个周期内禁止输出开关导通。

3 振荡器

振荡器频率和输出开关导通时间可由定时电容 C_T 的选择来设定。电容器 C_T 充电和放电按 9 比 1 的比例,在 6 脚产生负的锯齿波,在 C_T 充电时,内部脉冲由振荡器输出产生,这个脉冲连到“或与”门的中间输出,以防止输出开关导通;连到“与”门的上面输入端使锁定在比较器输出低时复位。这样输出开关在升压时总是在比较器输出低时复位、所以输出开关在斜波上升时总是不起作用,而仅在斜波下降开始时比较器输出下降,输出开关方起作用。振荡器峰值和低值门限为 1.25V 和 0.55V,尤其是以 $225\mu\text{A}$ 充电和以 $25\mu\text{A}$ 放电时,满足最大导通占空比为 90%,最大占空比的减少需要特殊的变换结构,这可以通过跨接在 C_T 上的外接延时电阻来完成。这个电阻增加放电电流使输出开关导通时间减少,输出开关导通关断时间与振荡器定时电容对于各种 R_{DT} 值的关系见图 4.331。最大输出占空比为 $t_{on}/(t_{on}+t_{off})$,在 C_T 大于 0.2nF 保持恒定,变换器输出由箝位 C_T 通过外接小信号晶体管到地禁止。

4 反馈和低电压指示比较器

输出电压控制是通过反馈比较器进行的,倒相输入为内部偏置 1.25V,且没有管脚输出。典型的变换器输出电压是由二只外接电阻分压,并由脚 2 的高阻抗同相输入端检测。最大输入偏置电流为 $\pm 0.4\mu\text{A}$,这使输出电压误差等于输入偏置电流和上边分压阻抗值的乘积。在需要 5.0V 的应用场合,变换器输出可直接连到脚 3 同相输入端。脚 2 高输入阻抗必须连到地以防止噪声增加,内部电阻分压器设置 5.05V 标准电压,另有 50mV 以补偿在电缆和从变换器到负载的连接 1% 电压下降。反馈比较器的输出状态由最高电压加到两个同相输入的任一端控制。

低电压指示器(LVI)比较器设计用于微处理器系统的复位控制,反相输入内部偏置 1.25V,设置同相输入门限值标准值的 90%,LVI 比较器具有 15mV 滞后以防止错误复位操作。开路集电极输出能吸收超过 6.0mA 的电流(见图 4.340)。外接电阻(R_{LVI})和电容(C_{DLY})由下面公式计算设置复位延迟时间,其中 V_{th} (MPU)是微处理器复位输入门限,参见图 4.349。

$$T_{DLY} = R_{LVI}C_{DLY} \ln\left(\frac{1}{1 - \frac{V_{th}(MPU)}{U_{out}}}\right)$$

5 限流比较器,锁定和热关断

在正常条件下,电压方式进行纹波变换操作输出开关的导通由振荡器触发,由电压反馈比较器控制结束。非正常操作条件会发生变换器输出过载或反馈电压检测失灵,在这种条件下,限流比较器将保护输出开关。

由输入分布电阻与 V_{CC} 和输出晶体管 Q2 串联的插入电阻 R_{sc} 将开关电流转换为电压, R_{sc} 的电压降由电流检测比较器检测。如果与 V_{CC} 比电压下降 250mV,比较器将设置锁定且在周期间偏置关断输出开关导通。比较器/锁定器结构确保输出开关在给定振荡周期具有单个导通时间。 R_{sc} 的计算:

$$R_{sc} = \frac{0.25V}{I_{pk}(\text{switch})}$$

图 4.341 和图 4.342 给出电流检测比较器门限与温度控制关系并具有典型的输入偏置电

流 $1.0\mu\text{A}$ 。从比较器输入到输出,开关延时的典型值为 200nS ,与 R_{sc} 和电路布线有关的寄生电感应尽量减少。这将防止不需要的电压使限流比较器误动作。

内部热关断电路提供在超过最大结温时防止 IC 损坏功能,激活时典型值为 170°C ,锁定期被强制锁定“设置”状态,使输出开关失效。这个性能提供保护以避免器件过热时器件完全损坏,但它不能取代相应的散热措施。

6 驱动器和输出开关

为了使系统设计灵活和提高变换效率,驱动器电流源和集电极、输出开关的集电极和发射机分别引出管脚,这使设计者可以选择驱动输出开关进入饱和或在连接达林顿管时驱动其接近饱和,输出开关在 2.5A 时具有典型电流增益 70,并设计 3.4A 峰值集电极电流,在集电极与发射极之间电压达 40V , R_{sc} 的最小值为:

$$R_{\text{sc}}(\text{min}) = \frac{0.25\text{V}}{3.4\text{A}} = 0.0735\Omega$$

在降压或电感倒相应用时,如图 4.349 和图 4.353 所示,当开关断开时,电感线圈将前向偏置输出整流器。不应采用具有高正向压降或较长的导通延迟时间的整流器,如果发射极接负极,集电极电流使器件产生热量并降低变换效率。

图 4.339 所示将发射极箝位在 0.5V ,集电极电流在规定的温度范围内将不超过 $10\mu\text{A}$ 。建议采用一个 1N5822 或等价的肖特基隔离整流器来满足这个要求。

当器件用作降压或电压倒相器时,提供一个自举输入以减少输出开关的饱和电压。这个输入通过串联电阻和电容连到开关的发射极,在 V_{cc} 上提升内部 2.0mA 的偏置电流,一个内部的齐纳管将自举输入电压限制在 $V_{\text{cc}} + 7.0\text{V}$ 。电容的等效串联电阻限制齐纳电流小于 100mA 。如果用钽电容或其它低 ESR(等效串联电阻)的电容,则需要附加一个串联电阻。下面的公式是用来计算基于最小齐纳电压上的自举电容值:

$$C_{\text{B}}(\text{min}) = I \frac{\Delta t}{\Delta V} = 4.0\text{mA} \frac{t_{\text{on}}}{4.0\text{V}} = 0.001t_{\text{on}}$$

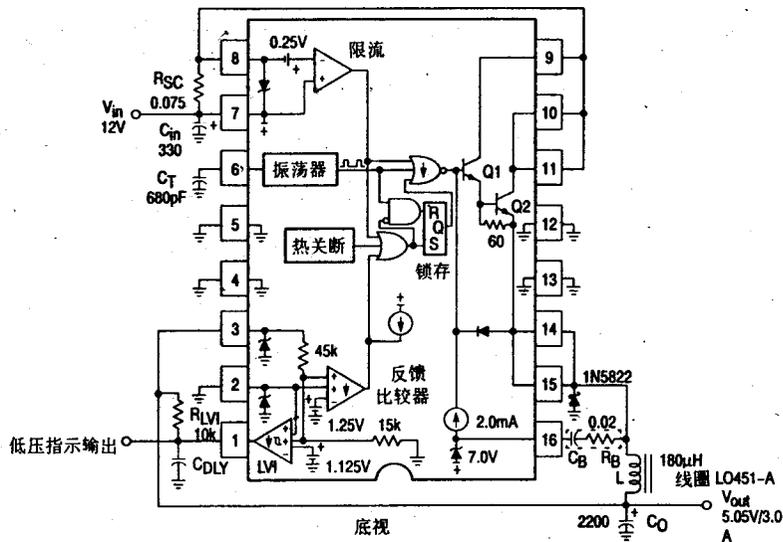
MC34163 在 2.5V 到 40V 电源电压范围内进行工作。在低于 3.0V 工作时,自举输入应与 V_{cc} 相连接。图 4.345 表明,在室温下可在 1.7V 的低电压进行工作。

7 封装

MC34163 是包含在一个可散热的 16 脚双列直插式塑封内,电路片安装在专用的散热片铜合金引线架上。这引线片有 4 个中心接地脚,它专门设计用来改进从电路片到印制电路板的热导,图 4.346 所示是简单而有效地利用印制电路板作为散热介质的方法。这就是将这些脚焊接在铜箔的相应区域上。这样就可以采用标准的布线和安装方法,使从结到空气的热阻降低一半,这个例子是在单面板上进行对称布线,每平方英尺有 2 盎司的铜。

8 应用说明

下面的变换器应用表明电路结构的简单和灵活性,给出了三种变换器拓扑示意。其实际测试数据分别在相应的电路图给出。



测试	条件	结果
线路调整	$V_{in} = 8.0\text{V} - 24\text{V}, I_O = 3.0\text{A}$	$6.0\text{mV} = \pm 0.06\%$
负载调整	$V_{in} = 12\text{V}, I_O = 0.6\text{A} - 3.0\text{A}$	$2.0\text{mV} = \pm 0.02\%$
输出纹波	$V_{in} = 12\text{V}, I_O = 3.0\text{A}$	36mVp-p
短路电流	$V_{in} = 12\text{V}, R_L = 0.1\Omega$	3.3A
无自举电路效率	$V_{in} = 12\text{V}, I_O = 3.0\text{A}$	76.7%
带自举效率	$V_{in} = 12\text{V}, I_O = 3.0\text{A}$	81.2%

图 4.349 降压变压器

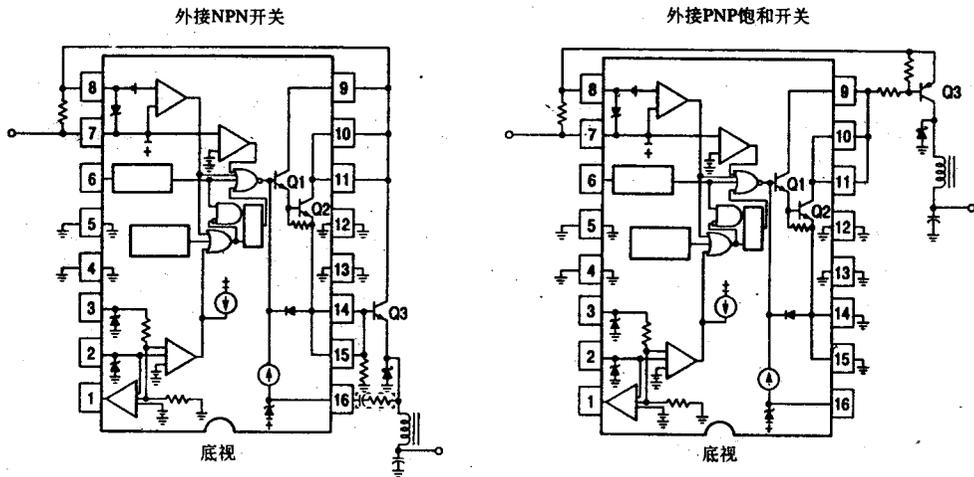
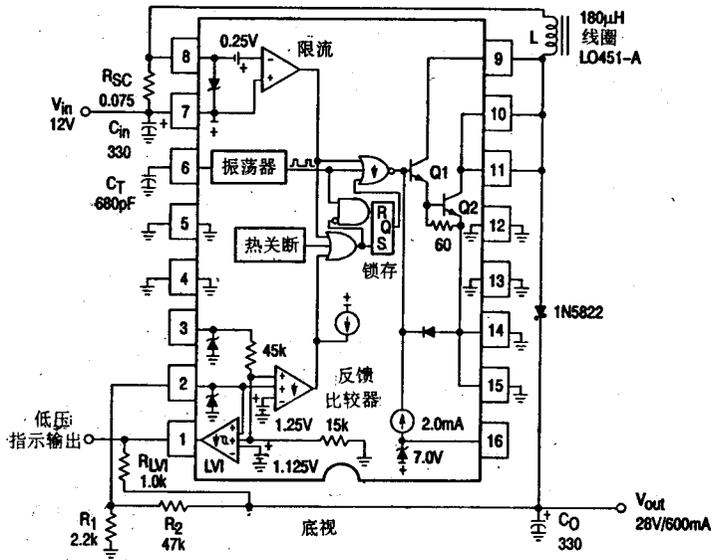


图 4.350 在 $I_{pc}(\text{switch})$ 大于 3.4A 时外部电流提升接线



测试	条件	结果
线路调整	$V_{in} = 9.0V \sim 16V, I_O = 0.6A$	$30mV \pm 0.05\%$
负载调整	$V_{in} = 12V, I_O = 0.1A \sim 0.6A$	$50mV \pm 0.09\%$
输出纹波	$V_{in} = 12V, I_O = 0.6A$	$140mV_{p-p}$
效率	$V_{in} = 12V, I_O = 0.6A$	88.1%

图 4.351 升压变换器

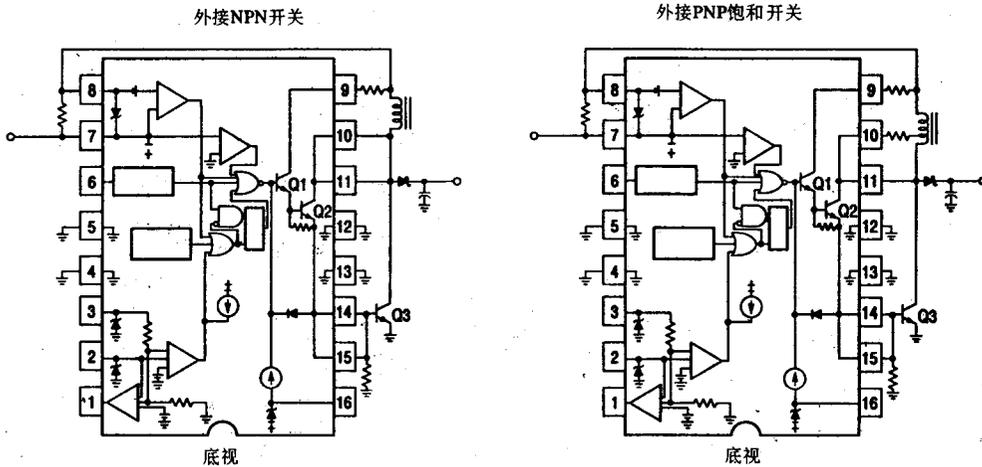
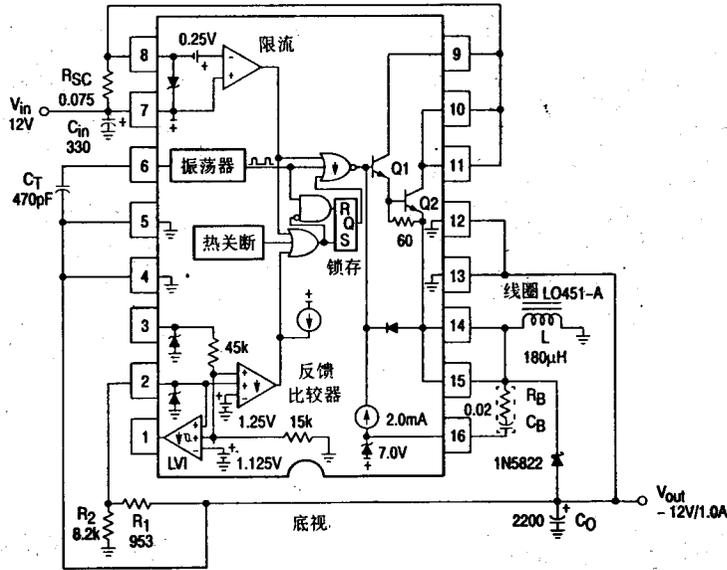


图 4.352 在 $I_{pk}(switch)$ 大于 3.4A 时的外部电流提升接线



测试	条件	结果
线路调整	$V_{in} = 9.0\text{V} \sim 16\text{V}, I_O = 1.0\text{A}$	$5.0\text{mV} = \pm 0.02\%$
负载调整	$V_{in} = 12\text{V}, I_O = 0.6\text{A} \sim 1.0\text{A}$	$2.0\text{mV} = \pm 0.01\%$
输出纹波	$V_{in} = 12\text{V}, I_O = 1.0\text{A}$	130mVp-p
短路电流	$V_{in} = 12\text{V}, R_L = 0.1\Omega$	3.2A
无自举电路时效率	$V_{in} = 12\text{V}, I_O = 1.0\text{A}$	73.1%
有自举电路时效率	$V_{in} = 12\text{V}, I_O = 1.0\text{A}$	77.5%

图 4.353 电压倒相变换器

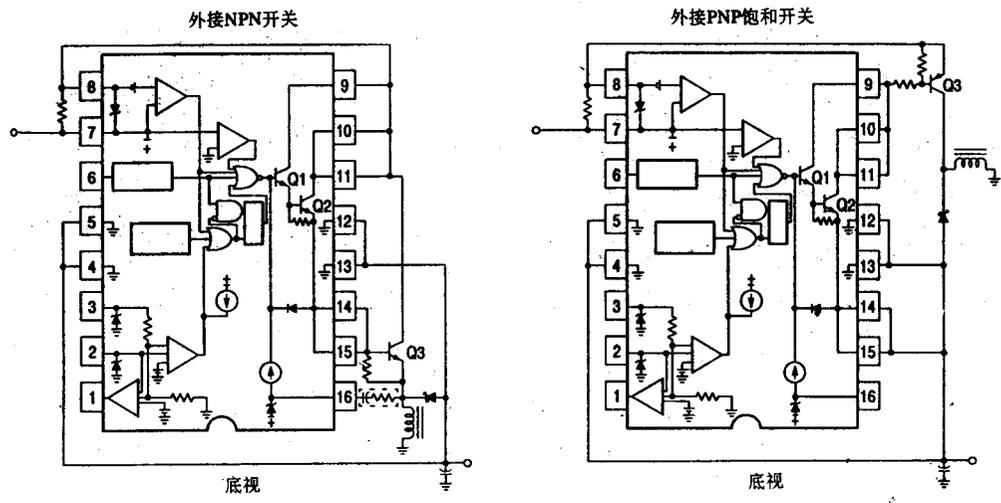
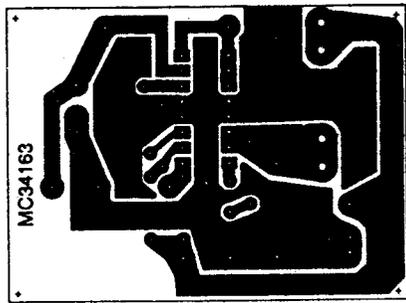
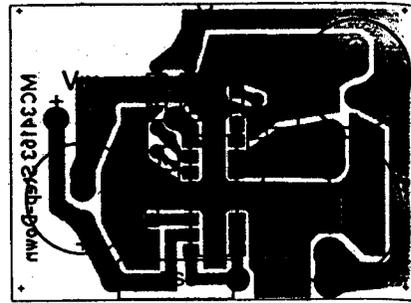


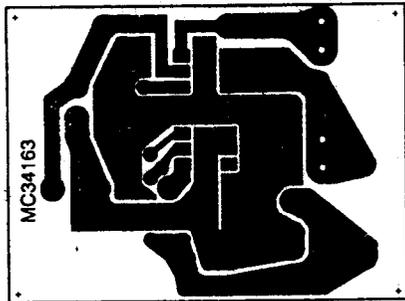
图 4.354 在 $I_{pk}(\text{switch})$ 大于 3.4A 时的外部电流提升接线



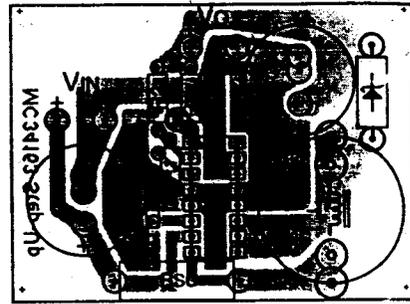
底视



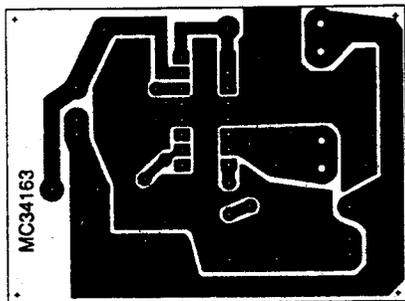
顶视



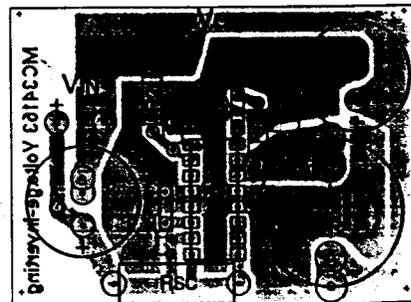
底视



顶视



底视



顶视

图 4.355 印制电路板和元件布局
(电路图 4.349、4.351、4.353)

设计公式

计 算	降 压	升 压	电压倒相
$\frac{t_{on}}{t_{off}}$	$\frac{V_{out} + V_F}{V_{in} - V_{sat} - V_{out}}$	$\frac{V_{out} + V_F - V_{in(min)}}{V_{in} - V_{sat}}$	$\frac{ V_{out} + V_F}{V_{in} - V_{sat}}$

续表

计 算	降 压	升 压	电压倒相
t_{on}	$\frac{t_{on}}{t_{off}}$ $f(\frac{t_{on}}{t_{off}}+1)$	$\frac{t_{on}}{t_{off}}$ $f(\frac{t_{on}}{t_{off}}+1)$	$\frac{t_{on}}{t_{off}}$ $f(\frac{t_{on}}{t_{off}}+1)$
C_T	$35.7 \times 10^{-6} t_{on}$	$35.7 \times 10^{-6} t_{on}$	$35.7 \times 10^{-6} t_{on}$
$I_{L(avg)}$	I_{out}	$I_{out}(\frac{t_{on}}{t_{off}}+1)$	$I_{out}(\frac{t_{on}}{t_{off}}+1)$
$I_{pk(开关)}$	$I_{L(avg)} + \frac{\Delta I_L}{2}$	$I_{L(avg)} + \frac{\Delta I_L}{2}$	$I_{L(avg)} + \frac{\Delta I_L}{2}$
R_{sc}	$\frac{0.25}{I_{pk(开关)}}$	$\frac{0.25}{I_{pk(开关)}}$	$\frac{0.25}{I_{pk(开关)}}$
L	$(\frac{V_{in}-V_{sat}-V_{out}}{\Delta I_L})t_{on}$	$(\frac{V_{in}-V_{sat}}{\Delta I_L})t_{on}$	$(\frac{V_{in}-V_{sat}}{\Delta I_L})t_{on}$
$V_{ripple(p-p)}$	$\Delta I_L \sqrt{(\frac{1}{8fC_O})^2 + (ESR)^2}$	$\approx \frac{t_{on} I_{out}}{C_O}$	$\approx \frac{t_{on} I_{out}}{C_O}$
V_{out}	$V_{ref}(\frac{R_2}{R_1}+1)$	$V_{ref}(\frac{R_2}{R_1}+1)$	$V_{ref}(\frac{R_2}{R_1}+1)$

4-19 MC34164/MC33164 小功率欠压检测电路

一、概述

MC34164 系列是欠压检测电路,专门为延长电池使用寿命的便携式微处理器系统控制器的复位而设计的。这些器件为设计者提供了一种廉价的、只需一个外接电阻的低电压检测方法。MC34164 系列具有许多性能,有一个带隙基准电压、一个具有精确门限的比较器和一个片内滞后以防止错误复位操作,一个集电极开路复位输出,最多能吸收 6.0mA 的电流,在 1.0V 的低输入电压下正常工作,并且有极低的备份电流。这些器件封装在 3 脚的 T0-226AA 和 8 脚的表面镶嵌封装内。

应用范围包括监测仪表、汽车、家用电器和工业设备上用的 3.0V 或 5.0VMPU(微处理器)/逻辑电源。

二、性能

- 温度补偿基准电压
- 监测 3.0V(MC34164-3)或 5.0V(MC34164-5)电源
- 在整个温度范围内保证精确的比较器门限
- 比较器滞后以防止误复位动作