

LNM4644 14V, 四路 4A DC/DC微模组稳压器

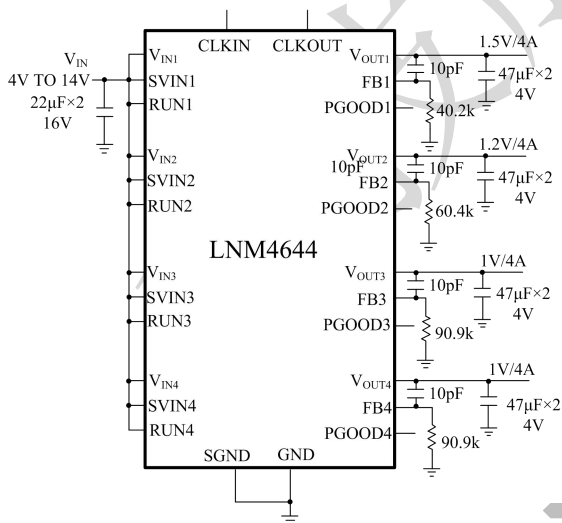
◆ 特点

- 降压开关电源
- 输入电压：4V ~ 14V
- 输出电压：0.6V ~ 5.5V
- 四路，每路4A 最大输出电流，可并联实现大电流
- 快速瞬态响应
- $\pm 1.5\%$ 输出电压误差
- 输出电压跟踪
- 频率同步
- 过温保护
- 工作壳温范围：-55°C ~ 125°C
- 封装形式：9mm × 15mm × 5.0mm 的塑封BGA封装

◆ 应用场合

- 航空、航天电子设备
- CPU、FPGA供电电源
- 通用型点负载电源

◆ 典型应用



◆ 产品描述

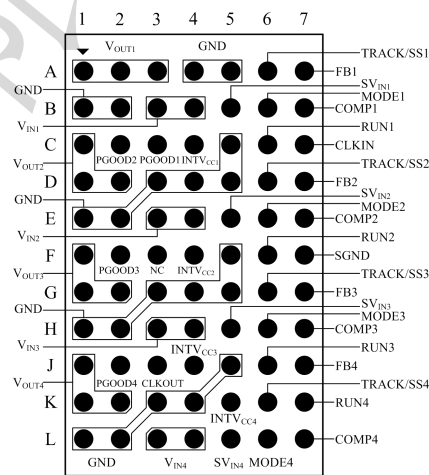
LNM4644是一款四路4A输出、开关模式DC/DC电源。封装中内置了开关控制器、肖特基二极管、电感器以及电阻、电容等元器件。LNM4644支持4V至14V的输入电压范围，其输出电压范围为0.6V至5.5V。每路最大输出4A电流，通过并联，输出电流高达16A。此外，外部仅需输入和输出电容，即可完成整个电源的设计，为用户节约了布板空间。

LNM4644采用15mm × 9mm × 5.0mm BGA封装。

◆ 器件信息

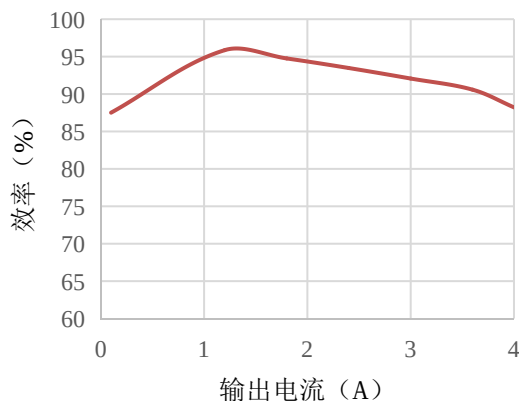


3D外形图

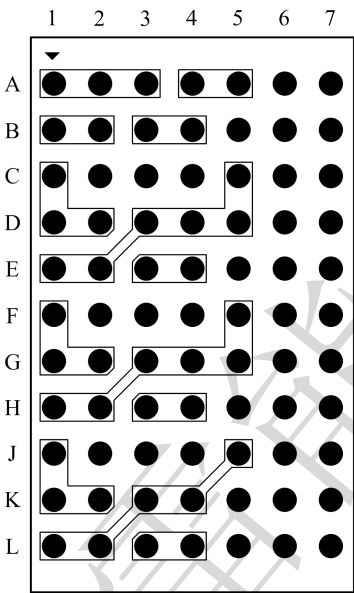


顶视图

效率 ($V_{IN}=5V, V_{OUT}=3.3V$)



◆ 引脚排列



顶视图

标识	引脚名称	标识	引脚名称	标识	引脚名称	标识	引脚名称
A1	V _{OUT1}	D1	V _{OUT2}	G1	V _{OUT3}	K1	V _{OUT4}
A2	V _{OUT1}	D2	V _{OUT2}	G2	V _{OUT3}	K2	V _{OUT4}
A3	V _{OUT1}	D3	GND	G3	GND	K3	GND
A4	GND	D4	GND	G4	GND	K4	GND
A5	GND	D5	GND	G5	GND	K5	INTV _{CC4}
A6	TRACK/SS1	D6	TRACK/SS2	G6	TRACK/SS3	K6	TRACK/SS4
A7	FB1	D7	FB2	G7	FB3	K7	RUN4
B1	GND	E1	GND	H1	GND	L1	GND
B2	GND	E2	GND	H2	GND	L2	GND
B3	V _{IN1}	E3	V _{IN2}	H3	V _{IN3}	L3	V _{IN4}
B4	V _{IN1}	E4	V _{IN2}	H4	V _{IN3}	L4	V _{IN4}
B5	SV _{IN1}	E5	SV _{IN2}	H5	SV _{IN3}	L5	SV _{IN4}
B6	MODE1	E6	MODE2	H6	MODE3	L6	MODE4
B7	COMP1	E7	COMP2	H7	COMP3	L7	COMP4
C1	V _{OUT2}	F1	V _{OUT3}	J1	V _{OUT4}		
C2	PGOOD2	F2	PGOOD3	J2	PGOOD4		
C3	PGOOD1	F3	TEMP	J3	CLKOUT		
C4	INTV _{CC1}	F4	INTV _{CC2}	J4	INTV _{CC3}		
C5	GND	F5	GND	J5	GND		
C6	RUN1	F6	RUN2	J6	RUN3		
C7	CLKIN	F7	SGND	J7	FB4		

◆ 管脚定义

编号	管脚名称	管脚功能描述
1	V_{IN1} , V_{IN2} V_{IN3} , V_{IN4}	每一路电源外部供电管脚。
2	GND	功率参考地。
3	V_{OUT1} , V_{OUT2} V_{OUT3} , V_{OUT4}	每一路电源输出电压管脚。
4	PGOOD1, PGOOD2 PGOOD3, PGOOD4	每一路电源输出电压正常的标志, 当FB电压上下浮动超过0.6V的10%, 管脚电压会拉低到零。
5	$INTV_{CC1}$, $INTV_{CC2}$ $INTV_{CC3}$, $INTV_{CC4}$	每一路电源内部5V稳压器的输出。
7	SV_{IN1} , SV_{IN2} , SV_{IN3} , SV_{IN4}	每一路电源控制部分供电电压。
8	TRACK/SS1, TRACK/SS2 TRACK/SS3, TRACK/SS4	每一路电源的输出电压跟踪以及软启动。外挂电容确定软启动时间。当模块配置为主输出时, 可以设置一个电阻分压器从主输出到地来实现从操作。
9	RUN1, RUN2, RUN3, RUN4	每一路电源的使能控制, 当电压大于1.2V模块工作, 当低于1.1V模块关断, 该管脚不能悬空。
10	FB1, FB2, FB3, FB4	系统输出电压反馈端, 内部连接误差放大器的反向输入端; 误差放大器的同向输入端连接0.6V参考电压。
11	SGND	信号参考地。
12	COMP1, COMP2 COMP3, COMP4	既是每一路电源的内部误差放大器的输出端, 又是每一路电源的内部PWM比较器的输入端。
13	MODE1, MODE2 MDDE3, MODE4	每一路电源的工作模式控制脚, 接到 $INTV_{CC}$ 时, 工作在强制CCM模式, 暂不支持DCM。
14	CLKOUT	模块相位操作的输出时钟信号。
15	CLKIN	模块的外部输入时钟信号。
16	TEMP	未定义, 不连接。

◆ 绝对最大额定值

绝对最大额定值表示使用该产品的限制条件，超过此限制可能会损坏产品。除非特别说明，所有电压参数都是以GND为参考的绝对电压。

参数		最小	最大	单位
各管脚耐压值	V_{IN}, SV_{IN}	-0.3	15	V
	V_{OUT}	-0.3	6	
	$INTV_{CC}$,	-0.3	5	
	RUN	-0.3	15	
	FB, MODE, TRACK/SS, PGOOD	-0.3	$INTV_{CC}$	
	CLKOUT,CLKIN	-0.3	$INTV_{CC}$	
T_C	工作壳温	-55	125	°C
T_S	贮存温度	-55	125	

◆ 电气参数

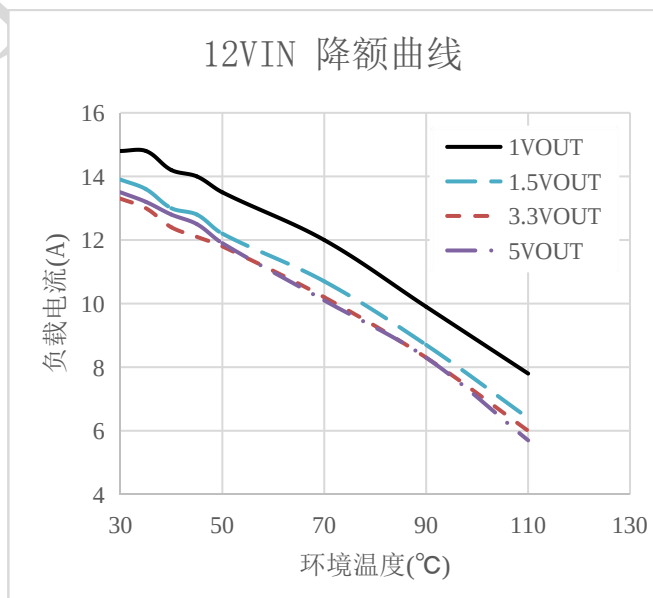
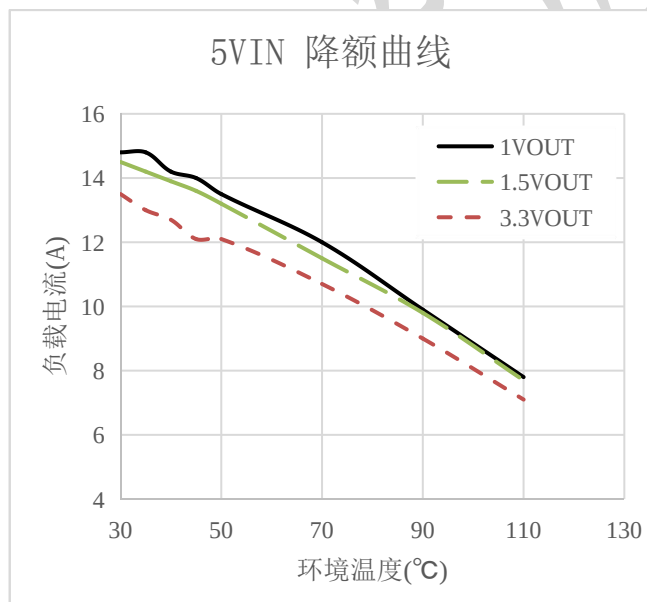
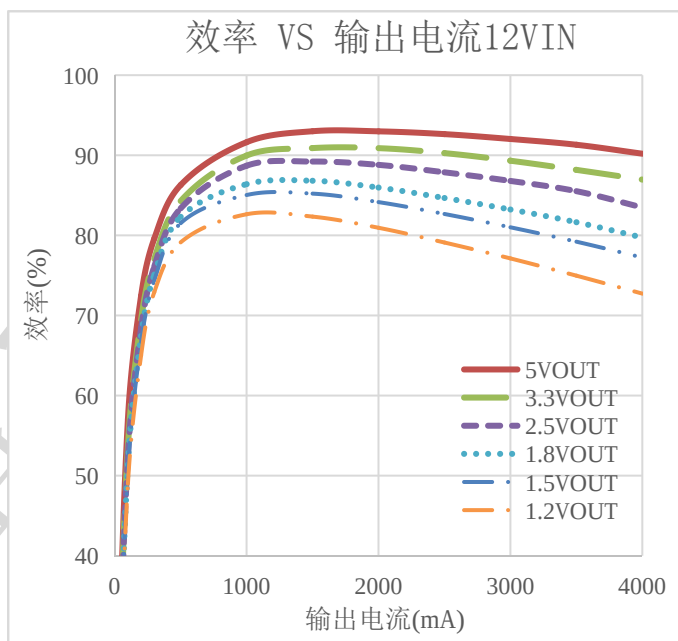
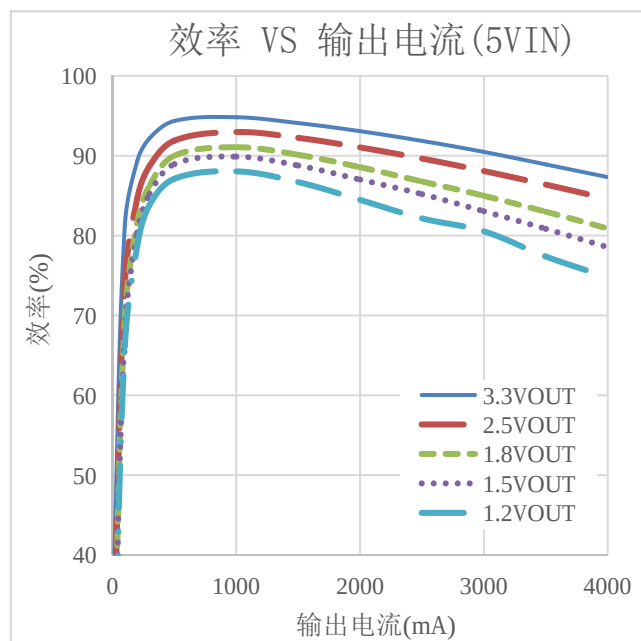
用●标注的是产品全工作温度范围内的技术参数，其他参数是在 $T_A=25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ， $V_{IN}=12\text{V}$ 情况下测。

参数		条件		最小	典型	最大	单位
V_{IN}, SV_{IN}	输入直流电压	$SV_{IN}=V_{IN}$	●	4	—	14	V
$V_{OUT(RANGE)}$	输出电压范围		●	0.6	—	5.5	V
$I_{Q(SVIN)}$	静态输入电流	$V_{OUT}=3.3\text{V}, \text{MODE}=INTV_{CC}$			11.2	20	mA
		$V_{OUT}=3.3\text{V}, \text{MODE}=\text{GND}$			2	4	mA
		Shutdown, RUN=0V, $V_{IN}=12\text{V}$			20	30	μA
$I_{OUT(DC)}$	输出电流范围	$V_{OUT}=1.5\text{V}$		0	—	4	A
$\frac{dV_{OUT(LINE)}}{V_{OUT}}$	电压调整率	$V_{IN}=4\text{V to }14\text{V}, V_{OUT}=1.5\text{V}, I_{OUT}=0\text{A}$		—	0.04	0.15	%/V
$\frac{dV_{OUT(LOAD)}}{V_{OUT}}$	负载调整率	$V_{OUT}=1.5\text{V}, I_{OUT}=0\text{A to }4\text{A}$		—	0.5	1	%
$V_{OUT(AC)}$	输出电压纹波	$I_{OUT}=0\text{A}, V_{OUT}=1.5\text{V}, C_{OUT}=100\mu\text{F}$ Ceramic		—	8	20	mV

◆ 电气参数

用●标注的是产品任何工作温度范围内的技术参数，其他参数是在 $T_A=25\text{ }^{\circ}\text{C}$, $V_{IN}=12\text{V}$ 情况下测量。

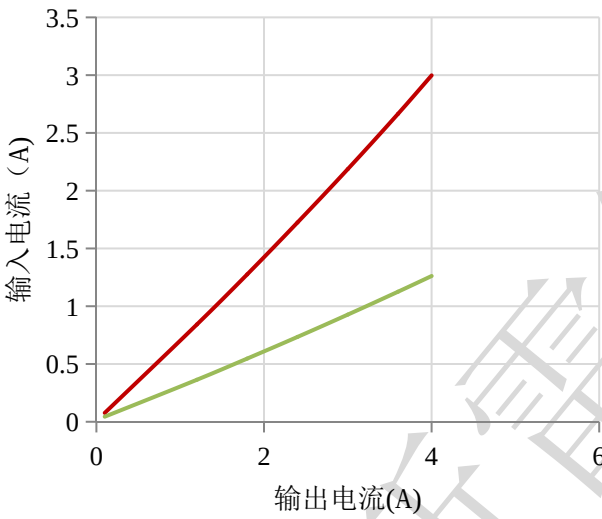
参数		条件		最小	典型	最大	单位
η	效率	$V_{IN}=5\text{V}, V_{OUT}=3.3\text{V}$, 满载		—	88	—	%
ΔV_{OUTLS}	负载动态 响应电压	Load: 0% to 50% , $V_{OUT}=1.5\text{V}$, $C_{OUT}=100\mu\text{F}$ Ceramic		—	50	100	mV
t_{START}	启动时间	$V_{OUT}=1.5\text{V}$, $C_{OUT}=100\mu\text{F}$ Ceramic, TRACK/SS=10nF, 空载		—	2.1	5	ms
$V_{OUT(START)}$	启动过冲 电压	$I_{OUT}=0\text{A}$, $V_{OUT}=1.5\text{V}$, $C_{OUT}=100\mu\text{F}$ Ceramic		—	30	—	mV
V_{FB}	误差放大器 反馈电压	$I_{OUT}=0\text{A}$, $V_{OUT}=1.5\text{V}$	●	0.592	0.6	0.608	V
V_{RUN}	使能电压	开启电压		—	1.3	1.5	V
V_{INTVCC}	内部供电 电压	$SV_{IN}=5\text{V}$ to 14V		—	5	—	V
R_{FBHI}	V_{OUT} 与FB脚之间的 电阻			59.7	60.4	61	k Ω
f_{OSC}	频率			800	1	1.2	MHz
$I_{TRACK/SS}$	软启动的 上拉电流			—	2.5	4	μA
V_{PGOOD}	PGOOD阈值	V_{FB} 下降		-13	-10	-7	%
		V_{FB} 上升		7	10	13	
I_{PGOOD}	PGOOD漏电流			—	2	4	μA
CLKIN	时钟输入信号的 阈值			—	0.7	—	V
V_{UVLO}	INT _{VCC} 欠压阈值 V_{IN} 上升			—	3.6	—	V
	迟滞			—	280	—	mV

◆ 典型性能特性 (除特殊说明外, $T_A=25^\circ\text{C}$)

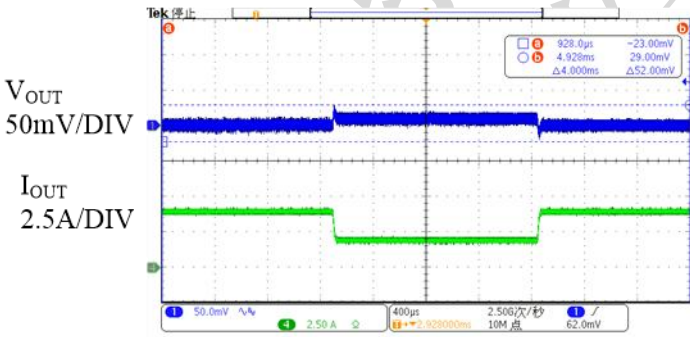
备注: 测试PCB:10cm*10cm, 铜厚1oz, 四层板FR4。由于实际应用时散热条件与以上测试条件不一致, 实际结果有所区别, 请以实际测试为准。

◆ 典型性能特性 (T_A=25 °C)

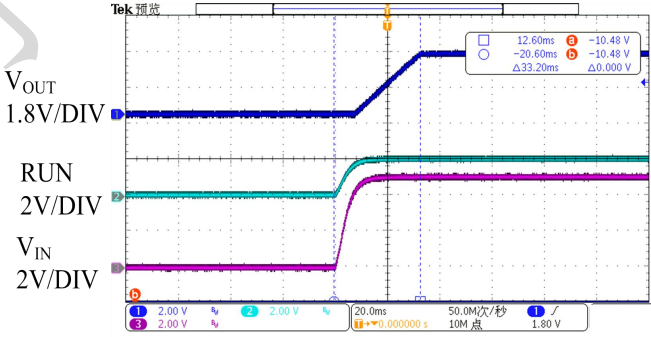
输入电流 vs 输出电流 (V_{OUT}=3.3V)



瞬态响应 (V_{IN}=5V, V_{OUT}=3.3V)

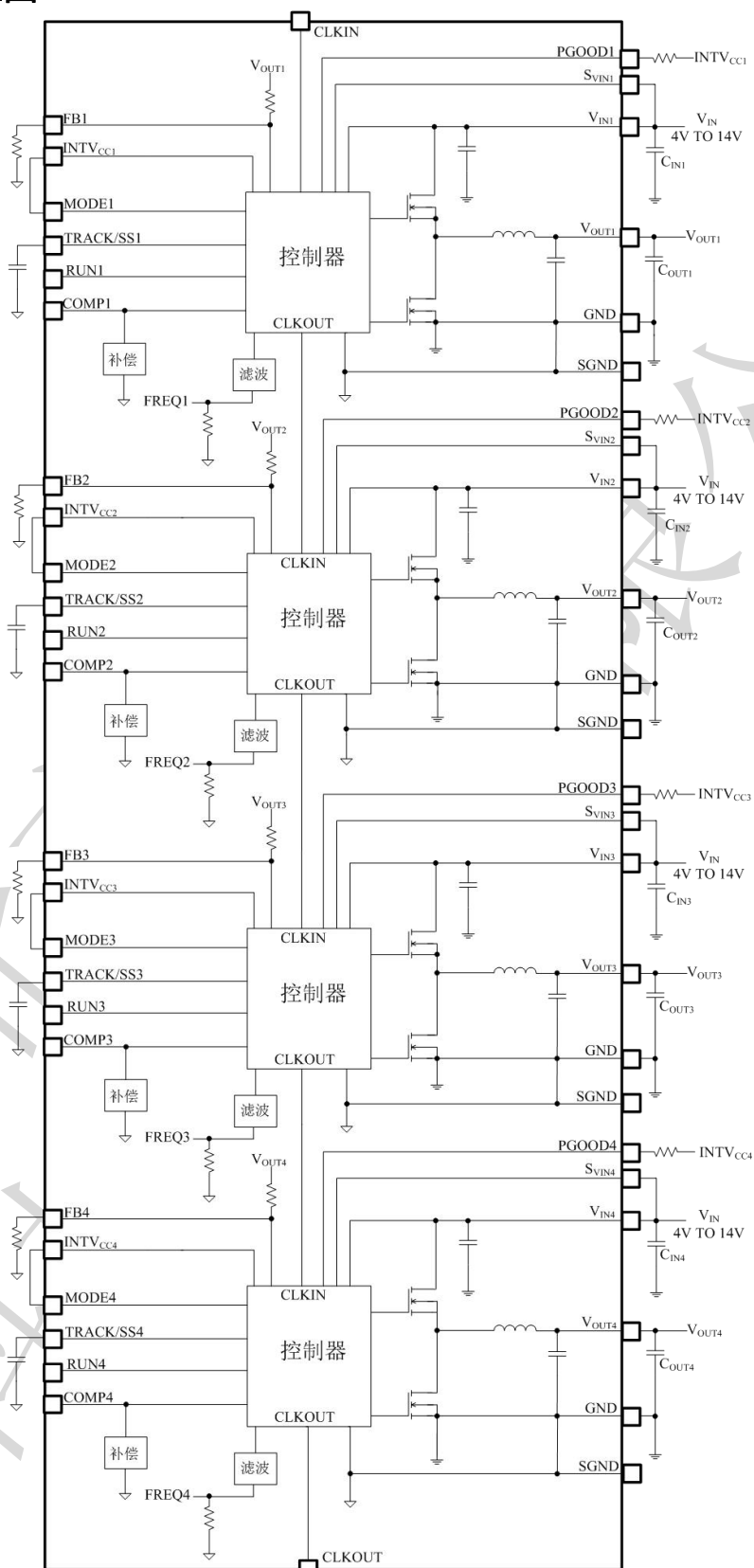


启动波形



备注：测试PCB:10cm*10cm，铜厚1oz，四层板FR4。由于实际应用时散热条件与以上测试条件不一致，实际结果有所区别，请以实际测试为准。

◆ 产品功能框图



◆ 功能描述

LNM4644是一款四路4A输出DC/DC电源，通过并联，输出电流高达16A；集成了软启动、频率同步、过温保护等功能。

输出电压设置：

PWM控制器有一个0.6V的内部参考电压。如功能框图所示，一个60.4k的内部反馈电阻连接V_{OUT}到FB脚。在FB脚和SGND之间加一个电阻R_{FB}就可以设定输出电压：

$$R_{FB} = R1 / (V_{OUT} / V_{FB} - 1)$$

V_{FB} = 0.6V, R1 = 60.4 kΩ

R_{FB}单位：kΩ

表1：调压电阻R_{FB}参考表

V _{OUT} (V)	0.6	1.0	1.2	1.5	2.5	3.3	5
R _{FB} (kΩ)	悬空	90.9	60.4	40.2	19.1	13.3	8.25

模式选择：

LNM4644可以通过MODE脚连接到INTV_{CC}来选择轻载下的工作模式：强制连续导通模式（强制CCM）。

在定频比轻载效率更重要的应用当中，强制CCM模式可以使纹波更小，在这种工作模式下，电感电流在轻载下会反向。

工作频率和频率同步：

LNM4644内部频率设置为1MHz，具有内部锁相环，可以将所有的上管MOS锁定在同一外部时钟上升边缘启动，通过CLKIN管脚与外部的时钟同步。

该外部时钟方波低电平应低于0.3V，高电平高于2V；且其脉冲宽度应大于400ns，外部同步频率应比内部设置的频率(1MHz)高±30%以内，即为：700kHz-1.3MHz。

LNM4644在启动过程中锁相环是不工作的。

多相并联工作：

LN4644可以通过多路并联来实现给大电流负载供电，在四路中的每两路预置了内置相移，适用于2+2、3+1、4路并联输出，因此多路并联并不会加大输入输出纹波。

4路之间相位关系如表2所示。

表2				
通道	CH1	CH2	CH3	CH4
相位关系	180°	90°	180°	

2+2、4路并联的相位原理图如图1、图2所示。

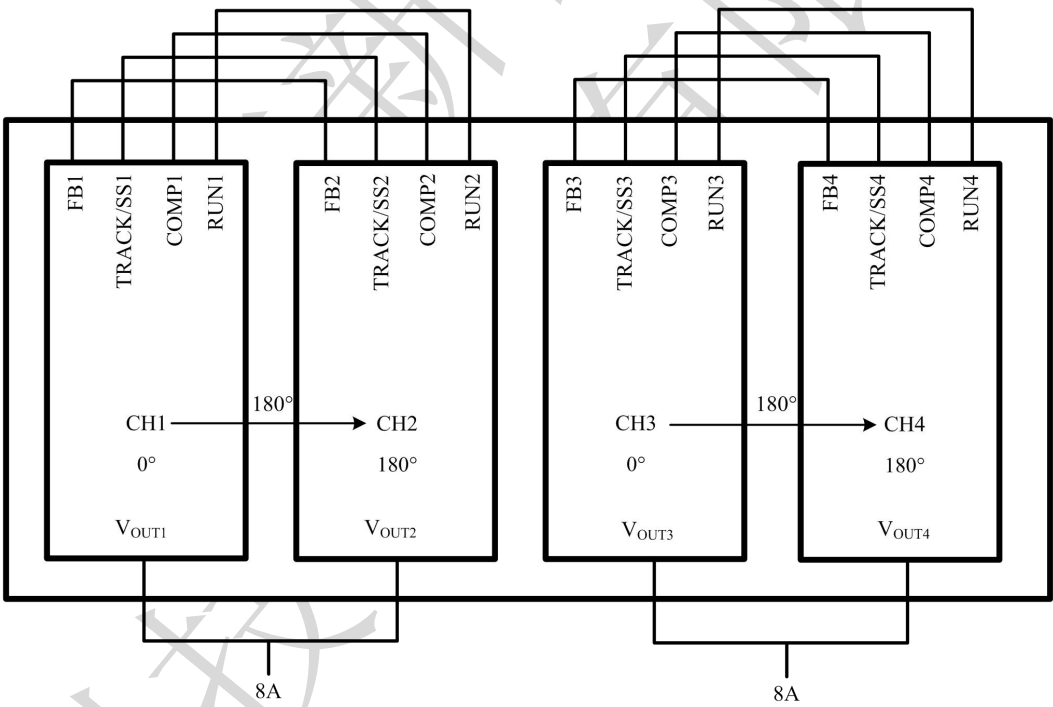


图1 2+2（两路分别并联）连接原理图

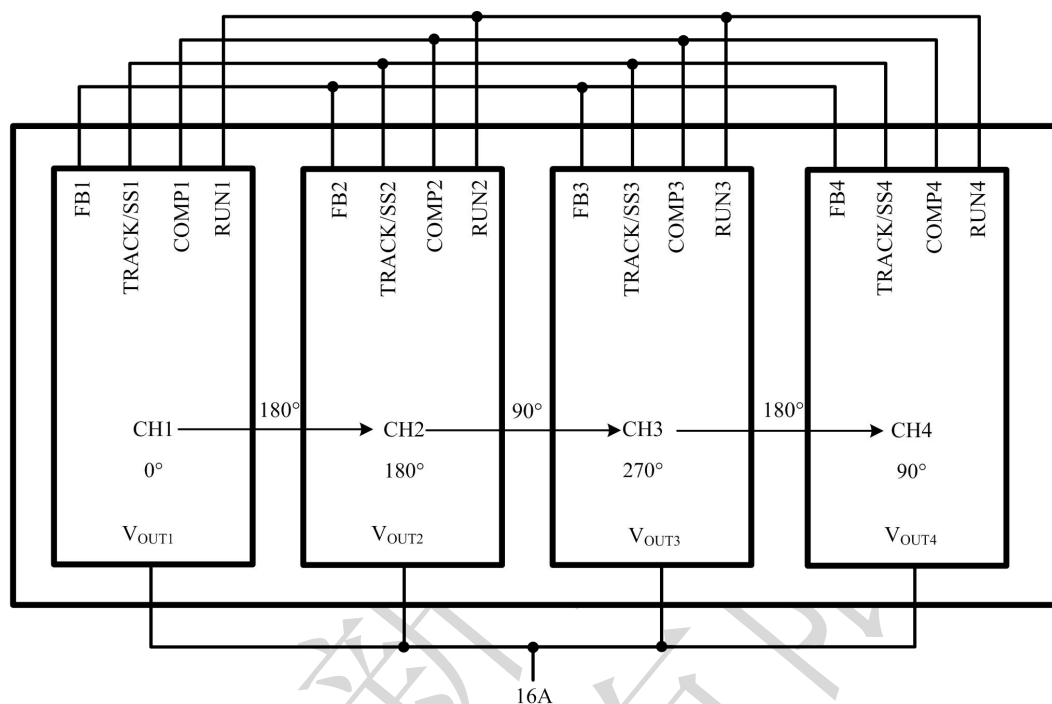


图2 4路并联连接原理图

LNM4644对于多相并联具有较好的均流能力。多相并联时，将每相RUN、TRACK/SS、FB、COMP分别相连。

注意：LNM4644多路并联时，应当每路输出稳压后再并联，即每路放一定数量输出电容保证每路输出稳定后再进行输出并联。

软启动和电压跟踪：

LNM4644可以通过TRACK/SS脚实现软启动功能和输出电压跟踪。通过TRACK/SS脚上的电容可以确定输出电压的斜坡斜率。内部2.5 μA的电流源向外部软启动电容充电。当TRACK/SS的电压低于0.6V, TRACK/SS 会跟踪输出电压。软启动时间计算公式如下：

$$t_{ss} = 0.6 * C_{ss} / 2.5 \mu A$$

输出电压跟踪也可以应用到一个模块的不同输出通道中，图3和图4给出了原理图（其中V_{OUT1}为主输出，V_{OUT2}, V_{OUT3}, V_{OUT4}为从输出）。

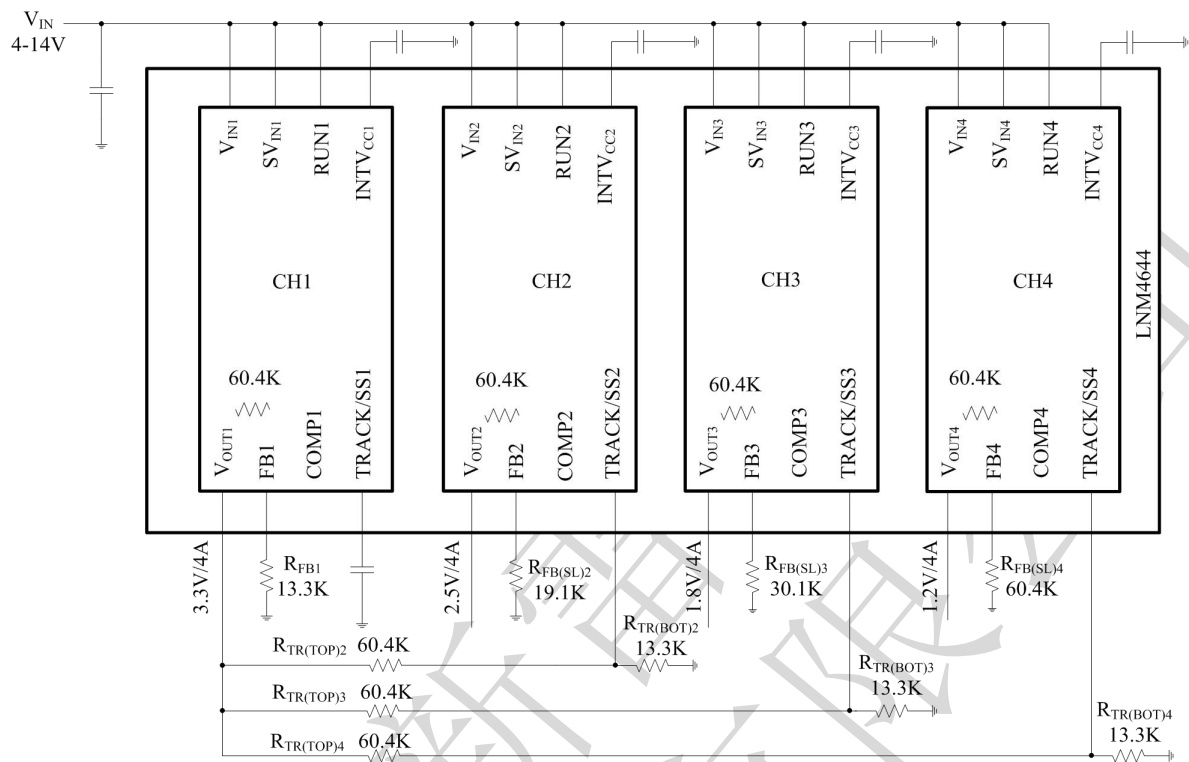


圖3

$$\frac{R_{FB(SL)}}{R_{FB(SL)} + 60.4k} = \frac{R_{TR(BOT)}}{R_{TR(TOP)} + R_{TR(BOT)}}$$

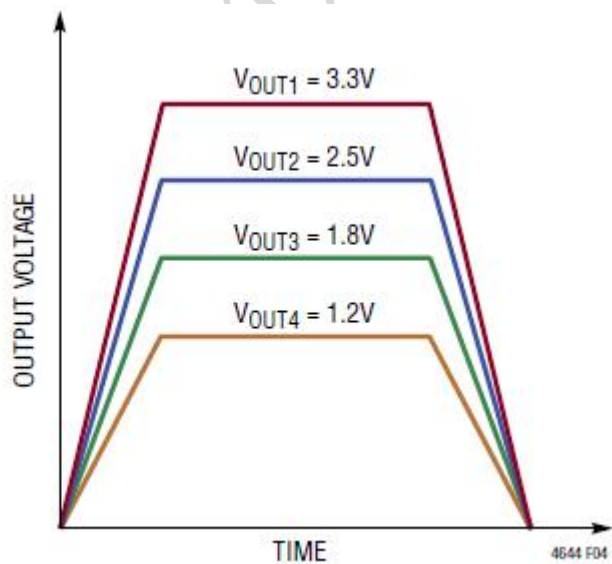


圖4

RUN脚：

RUN脚接地能够使模组处于关断的状态，此时该通道的上下管以及内部的大部分控制电路均处于关断状态；将RUN电压升高至0.7V以上，此时内部基准建立，但上下管仍处于关闭状态；将RUN电压升高至1.2V以上，此时该通道完全开启，属于工作状态。

过温保护：

LNM4644有过温保护的功能，当内部控制器结温接近150℃时，该通道控制器的上下开关管将会被关断，此时该通道处于关闭状态，直到温度降低15℃左右，该控制器将重新开始工作。

低电压输入应用：

LNM4644模块的每个稳压器通道都有单独的SV_{IN}引脚，使其能够兼容输入电压低至2.375V的工作。SV_{IN}引脚是调节器控制电路的信号输入，而V_{IN}引脚是直接连接到顶部MOSFET漏极的电源输入。在输入电压范围从4V到14V的大多数应用中，将SV_{IN}引脚直接连接到每个稳压器通道的V_{IN}引脚。可以放置一个可选滤波器，由SV_{IN}与V_{IN}地之间的一个电阻(1Ω至10Ω)组成，以提高抗扰度。如果遵循良好的PCB布局做法，大多数情况下不需要此滤波器。在低输入电压(2.375V到4V)的应用中，或为了减少内部偏置LDO的功耗，可以使用0.1μF本地旁路电容将SV_{IN}连接到高于4V的外部电压。

表 3：推荐的元件值及配置（单路输出）

V_{OUT}	C_{IN}	C_{OUT}	每路 C_{FF}	每通道 R_{FB}
0.6V	22 μ F*2	100 μ F *3	-	悬空
		47 μ F *5	10pF	
1V	22 μ F*2	47 μ F *3	-	90.9k Ω
		47 μ F *2	10pF	
1.2V	22 μ F*2	47 μ F *3	-	60.4k Ω
		47 μ F *2	10pF	
1.5V	22 μ F*2	47 μ F *2	10pF	40.2k Ω
2.50V	22 μ F*2	47 μ F *2	-	19.1k Ω
		47 μ F *1	10pF	
3.30V	22 μ F*2	47 μ F *1	10pF	13.3k Ω
5.00V	22 μ F*2	47 μ F *1	10pF	8.25k Ω

表 4:推荐的元件值及配置（两路并联输出）

V_{OUT}	C_{IN}	两路总电容 C_{OUT}	每路 C_{FF}	每通道 R_{FB}
0.6V	22 μ F*2	100 μ F *5	-	悬空
		47 μ F *8	10pF	
1V	22 μ F*2	47 μ F *4	-	90.9k Ω
		47 μ F *3	10pF	
1.2V	22 μ F*2	47 μ F *4	-	60.4k Ω
		47 μ F *3	10pF	
1.5V	22 μ F*2	47 μ F *4	-	40.2k Ω
		47 μ F *3	100pF	
2.50V	22 μ F*2	47 μ F *2	10pF	19.1k Ω
3.30V	22 μ F*2	47 μ F *2	10pF	13.3k Ω
5.00V	22 μ F*2	47 μ F *2	10pF	8.25k Ω

表 5：推荐的元件值及配置（三路并联输出）

V_{OUT}	C_{IN}	三路总电容 C_{OUT}	每路 C_{FF}	每通道 R_{FB}
0.6V	22 μ F*2	100 μ F *5	-	悬空
		47 μ F *9	10pF	
1V	22 μ F*2	47 μ F *8	-	90.9k Ω
		47 μ F *4	100pF	
1.2V	22 μ F*2	47 μ F *8	-	60.4k Ω
		47 μ F *4	100pF	
1.5V	22 μ F*2	47 μ F *5	-	40.2k Ω
		47 μ F *4	10pF	
2.50V	22 μ F*2	47 μ F *3	10pF	19.1k Ω
3.30V	22 μ F*2	47 μ F *3	10pF	13.3k Ω
5.00V	22 μ F*2	47 μ F *3	10pF	8.25k Ω

表 6:推荐的元件值及配置（四路并联输出）

V_{OUT}	C_{IN}	四路总电容 C_{OUT}	每路 C_{FF}	每通道 R_{FB}
0.6V	22 μ F*2	100 μ F *6	-	悬空
		47 μ F *8	100pF	
1V	22 μ F*2	47 μ F *8	-	90.9k Ω
		47 μ F *4	100pF	
1.2V	22 μ F*2	47 μ F *8	-	60.4k Ω
		47 μ F *4	100pF	
1.5V	22 μ F*2	47 μ F *6	-	40.2k Ω
		47 μ F *4	10pF	
2.50V	22 μ F*2	47 μ F *4	100pF	19.1k Ω
3.30V	22 μ F*2	47 μ F *4	100pF	13.3k Ω
5.00V	22 μ F*2	47 μ F *4	100pF	8.25k Ω

备注：

1. TRACK/SS电容可根据使用调节，建议选择范围：10nF~0.1uF，不可悬空。
2. 输入输出电容应该紧贴微模块，输出电容建议选陶瓷电容，可以选多个不同容值的电容并联。但建议总容量不低于推荐值。
3. 当多路并联用一个 R_{ADJ} 电阻时， R_{ADJ} 电阻=每通道 R_{ADJ}/N ，N为并联路数。
4. C_{FF} 电容是指FB与 V_{OUT} 之间的电容，可以用来调节环路。

◆ 外形尺寸图

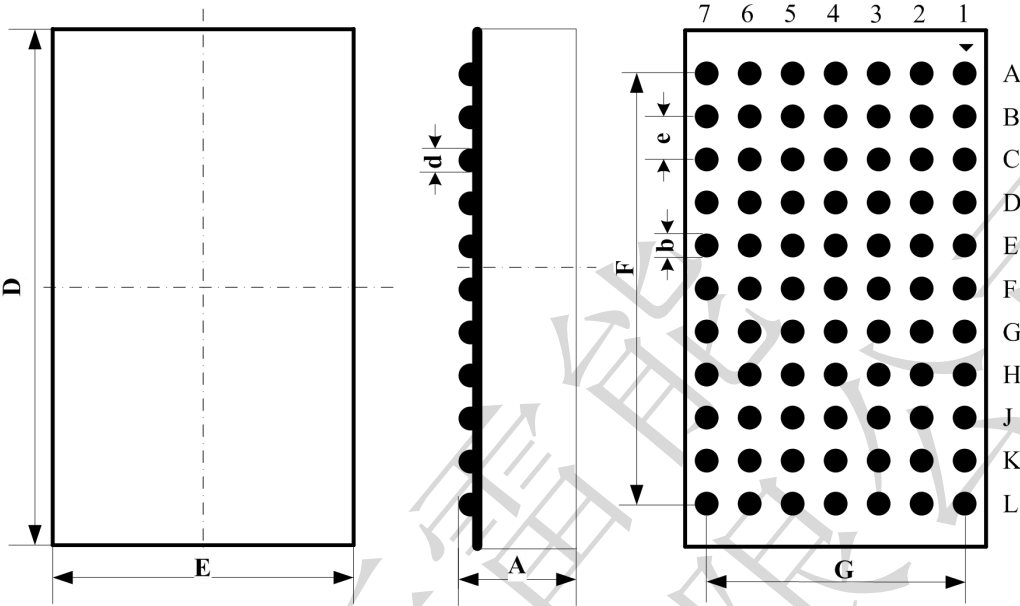


图5 LNM4644电路外形图

表7 LNM4644外形尺寸说明

尺寸符号	数值		
	最小值	标称值	最大值
A	4.92	5.0	5.08
D	14.9	15.0	15.1
E	8.9	9.0	9.1
F	---	12.7	---
G	---	7.62	---
e	---	1.27	---
Φb	0.71	0.76	0.81
Φd	0.55	0.63	0.65

注：F，G，Φb，Φd，e值由基板、外形制造及检验保证。Φb：球直径，Φd：焊盘直径

◆ 推荐焊盘尺寸

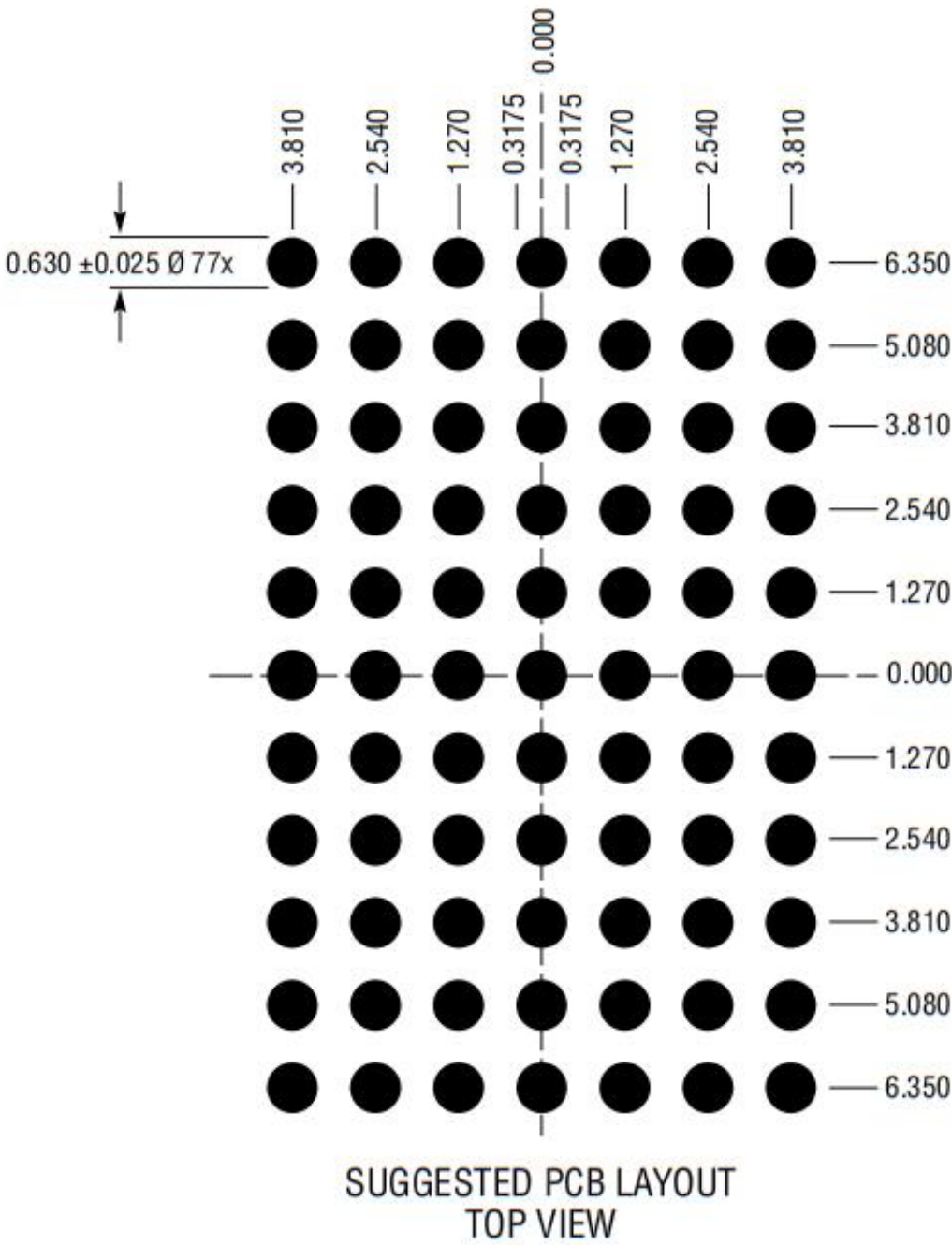


图6 LNM4644推荐焊盘尺寸

◆ PCB布局参考

高度集成化的LNM4644使PCB设计变得非常简单。但是，为了使电气性能和温度特性最优化，在PCB设计过程中需要了解以下注意事项：

- 1、对 $V_{IN1} \sim V_{IN4}$ 、GND和 $V_{OUT1} \sim V_{OUT4}$ 等大电流通路进行大面积铺铜。这样有助于减小PCB传导损耗和温升压力。
- 2、测试点可以被放置在信号脚上，用于监测。
- 3、在输入和输出端放置高频陶瓷电容可减小高频噪声。
- 4、在PCB板下面设置专用的功率地层。
- 5、用multiple vias来连接顶层和其他功率层，可以最小化过孔的传导损耗和减小模块温升压力。
- 6、建议不要将过孔直接放在焊盘上。
- 7、用一个单独的SGND铺铜区域来连接信号脚，在PCB下层，将SGND和PGND连接在一起。

PCB布局参考图7。

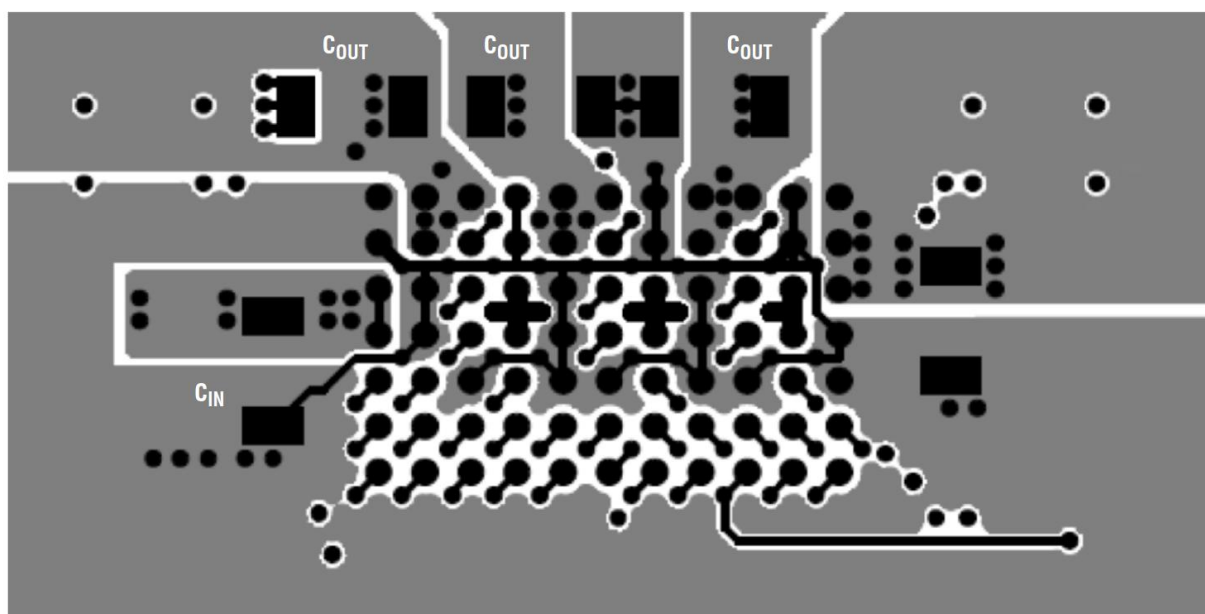
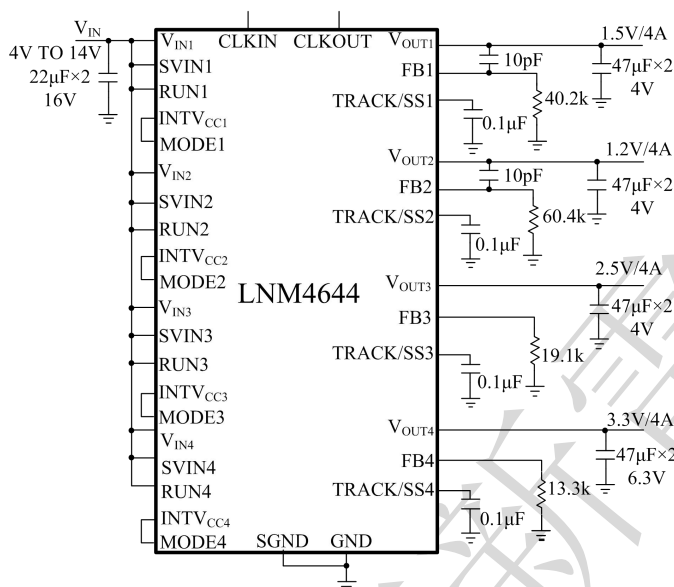


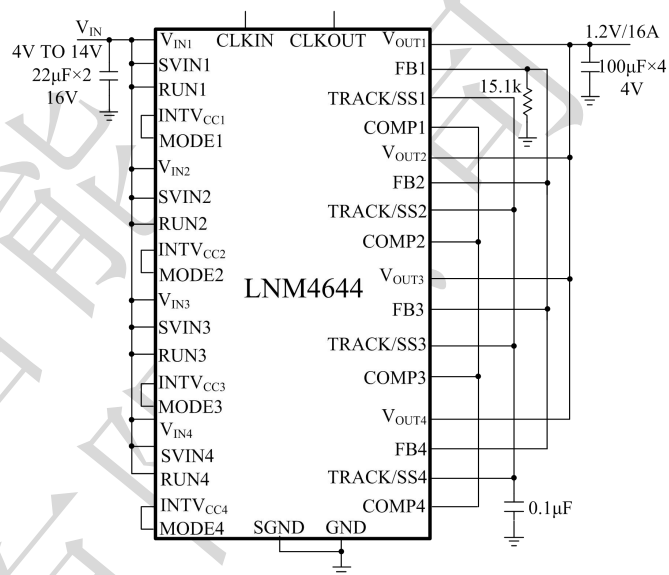
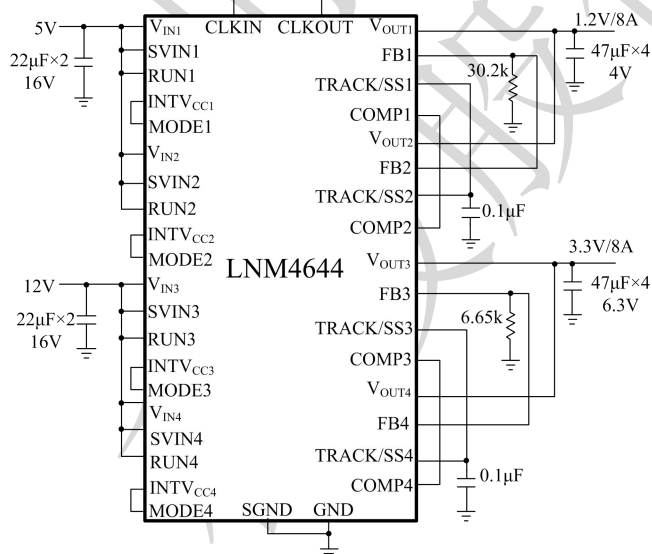
图7 PCB布局参考

◆ 典型应用

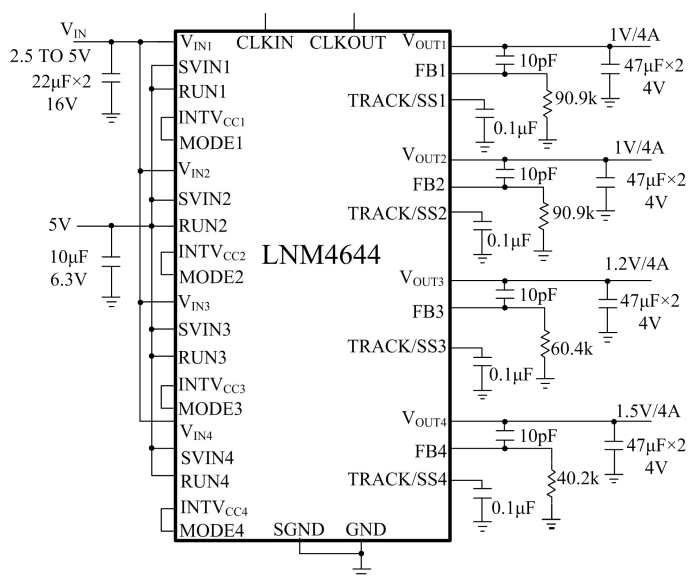
4V-14V 输入，1.2V、1.5V、2.5V、3.3V 输出



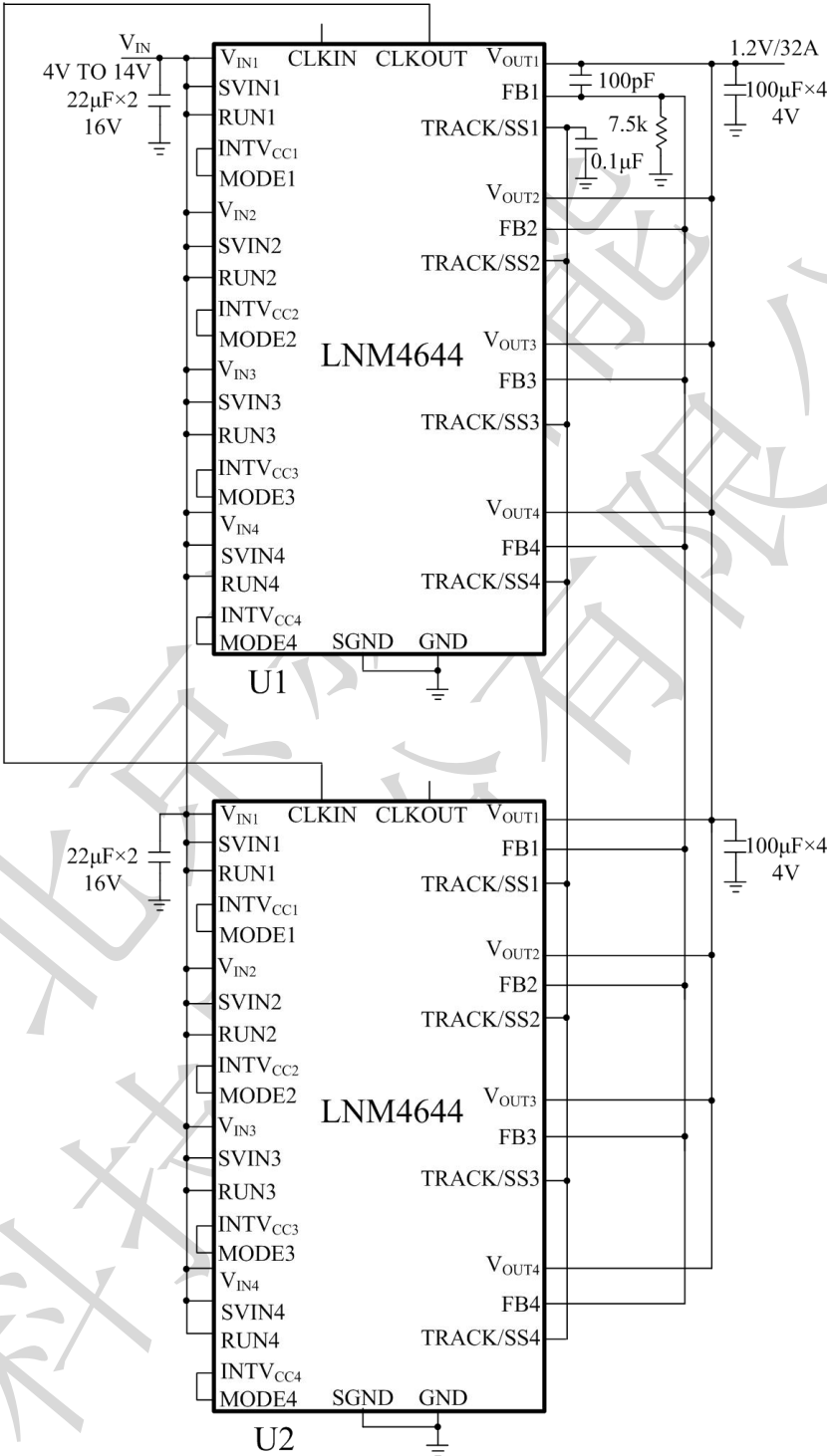
4V-14V 输入，1.2V，16A 输出

5V 输入，1.2V，8A 输出
12V 输入，3.3V，8A 输出

2.5V-5V 输入，1V、1.2V、1.5V 输出



4V-14V 输入，1.2V ， 32A 输出，两个模块并联



注意：LNM4644多路并联时，应当每路输出稳压后再并联，即每路放一定数量输出电容保证每路输出稳定后再进行输出并联。

◆ 订货信息

产品名称	标识	封装	工作温度	引脚数	质量等级	引出端材料	潮敏等级
LNM4644YMBG	LNM4644	BGA	-55℃~125℃	77	工业级	RoHS	MSL3
LNM4644YMBW	LNM4644	BGA	-55℃~125℃	77	军温级	RoHS	MSL3
LNM4644YMBB	LNM4644B	BGA	-55℃~125℃	77	普军级	RoHS	MSL3
LNM4644YMBM	LNM4644M	BGA	-55℃~125℃	77	企军级	RoHS	MSL3
LNM4644YMAB	LNM4644B	BGA	-55℃~125℃	77	普军级	37Pb/63Sn	MSL3
LNM4644YMAM	LNM4644M	BGA	-55℃~125℃	77	企军级	37Pb/63Sn	MSL3