

描述:

HX604E 是单片集成的开关型降压转换器，可在宽输入电压范围提供4安培的持续输出电流，具有优良的负载和线性调整度。

最大峰值电流可通过外接高精度取样电阻来设定。

安全保护机制包括每周期的峰值限流、内部软启动和温度保护。

HX604E 需要非常少的常规外围器件。采用8脚的 ESOIC8封装。

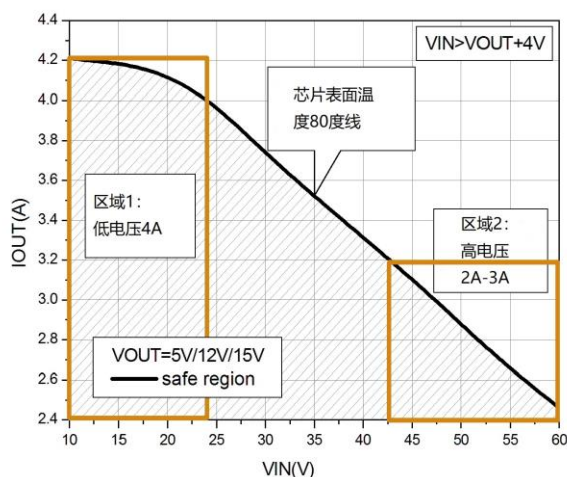
特性:

- ◆ 宽输入电压：4.5V到60V
- ◆ 输出电压可从0.8V到45V
- ◆ 集成32mΩ的功率开关
- ◆ 输入60V，输出12V@2.0A，能效达93%
- ◆ 输入60V，输出5V@2.0A，能效达84.5%
- ◆ 固定200K频率
- ◆ 热保护
- ◆ 每周期电流保护
- ◆ ESOIC8封装

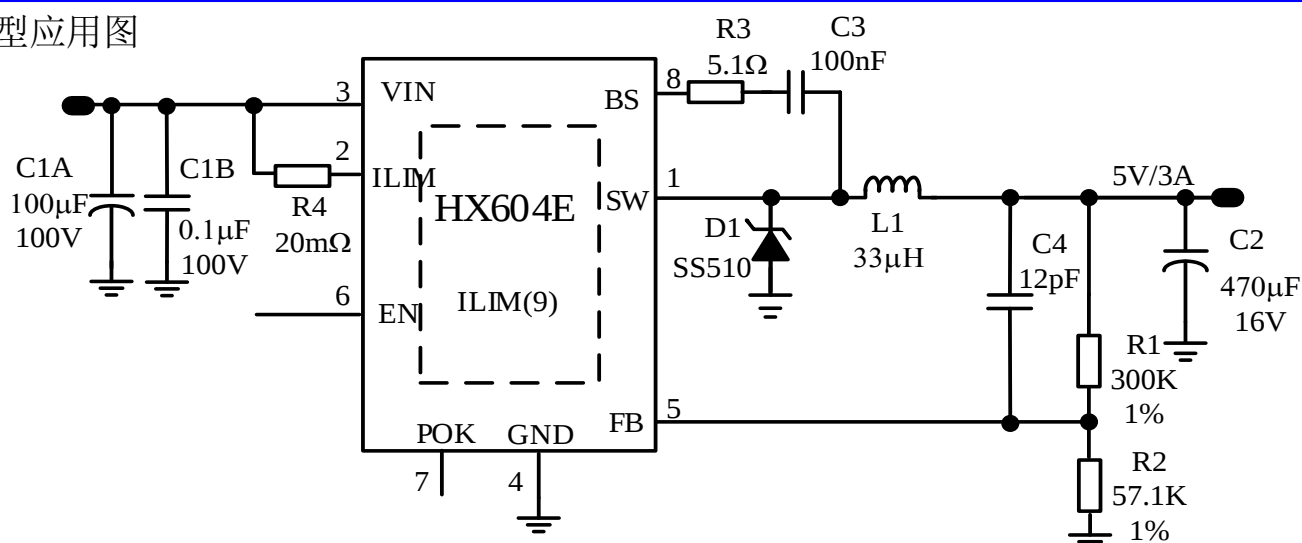
应用

- ◆ 平衡车
- ◆ e-bike
- ◆ 电动车电源适配器
- ◆ 通讯交换机

下图为最大输出电流与输入电压对应关系:



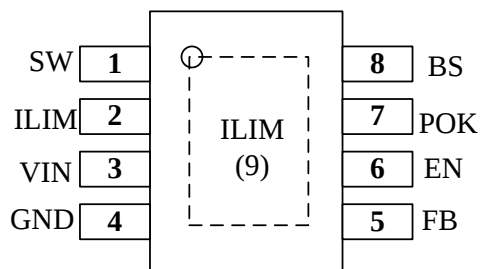
典型应用图



订单信息

产品名称	HX604E
温度范围	-40°C to 85°C
封装形式	ESOIC8

管脚定义



最大工作范围 (1)

输入电压 V_{IN}, V_{ILIM} 62V
 V_{SW} -0.3V to $V_{IN} + 0.3V$
 V_{BST} $V_{SW} + 6.0V$
 V_{POK} 0V to 45V
 其它管脚 -0.3V to +6.5V
 结温 150°C
 管脚焊锡温度 260°C
 储存温度 -65°C to +150°C

推荐的工作条件(2)

输入电压 V_{IN} 4.5V to 60V
 输出电压 V_{OUT} 0.8V to 40V
 工作温度 -40°C to +85°C

热阻(3) θ_{JA} θ_{JC}
 ESOIC8 45 15 ... °C/W

Notes:

- 1) 超过这个范围可能会损害器件
- 2) 不保证在工作条件之外正常工作
- 3) 在1oz的42x45mm覆铜板上测试

管脚	管脚名称	管脚描述
1	SW	开关输出脚。
2,9	ILIM	峰值电阻检测脚，功率电流通过此管脚流入 IC。
3	VIN	输入电源。需要输入电容来防止输入端的电压过冲，请将输入电容尽可能的靠近电路的输入管脚。电源脚连接内部功率管的漏极。
4	GND	电源地。
5	FB	反馈脚。输出和地之间通过外部电阻分压来设定输出电压。
6	EN	使能管脚，高使能，接地关闭 IC。
7	POK	输出电压状态脚。是漏级开路输出，当反馈端 FB 电压低于 0.72V 时，输出低。通过外接电阻接到电源，可控制当输出电压稳定后再启动后级电路，不使用此功能可悬空或接地。
8	BS	自举脚。通过和 SW 脚间连接 100nF 的电容来提供输出功率管栅极驱动。

电学特性

$V_{IN} = 12V$, $T_A = +25^{\circ}C$, (非特殊注明时)。

参数名称	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
反馈电压	V_{FB}	$4.5V \leq V_{IN} \leq 80V$	0.785	0.805	0.825	V
反馈偏置电流	$I_{BIAS(FB)}$	$V_{FB} = 0.8V$		10		nA
开关导通电阻	$R_{DS(ON)}$			32		m Ω
限流点 ⁽⁴⁾				见注 4		A
震荡频率	f_{SW}	$V_{FB} = 0.6V$	160	200	240	KHz
保护频率		$V_{FB} = 0V$		70		KHz
自举电压	$V_{BST} - V_{SW}$			6		V
最小开时间 ⁽⁵⁾	t_{ON}	$V_{FB} = 1V$		100		ns
低压锁定 (上升)			3.0	3.3	3.6	V
低压锁定迟滞			200			mV
静态电流		$V_{EN} = 2V$, $V_{FB} = 1V$		400	700	μA
热保护 ⁽⁵⁾				160		$^{\circ}C$
POK		$I_{POK} = 5mA$			0.3	V

注:

4) 外接电阻设定

5) 设计保证

工作原理

主控制环路

HX604E是电流模式降压转换器，其误差放大器（EA）输出电压正比与峰值电感电流。在每个周期的开始期间，集成的高端功率开关管 M1 不导通，误差放大器输出电压高于电流检测放大器电压，电流比较器输出低电平。200K 时钟信号的上升沿置位 RS 触发器，输出高电平使功率开关管 M1 导通，SW 管脚和电感通过高端功率开关管连接到输入电源。

电流检测放大器检测增加的电感电流并将其放大，合并斜坡补偿信号后输入 PWM 比较器的正端，与误差放大器（EA）的输出相比较，当叠加斜坡补偿信号的电流检测放大器输出超过误差放大器（EA）的电压值，RS 触发器复位，HX604E 转换为初始的高端功率开关管截止状态。

如果叠加斜坡补偿信号电流检测放大器输出没有超过限流放大器的 COMP 电压，时钟 CLK 的下降沿将会复位 RS 触发器。

误差放大器的输出电压放大了反馈电压和 0.8v 内部带隙基准源的偏差。其极性是当 FB 管脚电压低于 0.8V，误差比较器输出电压将增大。由于误差放大器（EA）的输出电压正比于电感的峰值电流，

其数值的增大即意味着更多的电流传送到输出。在高端功率开关管关断期间，电感电流通过外接的肖特基二极管 D1 续流。

应用

设定输出电压

外部分压电阻来设定输出电压。反馈电阻 R1 连同内部的补偿电容同时也用来设定反馈环路的带宽。为优化瞬态响应，应选择 R1 在 300k Ω 左右，R2 按下面公式来选取：

$$R2 = \frac{R1}{V_{OUT} / 0.805 - 1}$$

表 1 -分压电阻的选取

Vout(V)	R1(K Ω)	R2(K Ω)
3.3	300(1%)	96(1%)
5	300(1%)	57.1(1%)
12	300(1%)	21.4(1%)
15	300(1%)	16.9(1%)
24	300(1%)	10.2(1%)
32	300(1%)	7.6(1%)

电感的选取

常规应用选用直流电流指标至少高于负载电流 25% 的 22μH 到 100μH 的电感。多数应用，电感的数值可通过下面公式得出：

$$L = \frac{V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT})}{V_{IN} \times r \times I_{OUT(MAX)} \times f_{SW}}$$

r 是电感的纹波电流系数，选取纹波电流大约为 30%~40% 的最大负载电流，最大的电感峰值电流为：

$$I_{L(MAX)} = I_{OUT(MAX)} + \frac{\Delta I_L}{2}$$

在小于 100mA 的轻载条件，推荐使用大的电感以改善能效。

增大电感改善纹波，减小电感改善动态响应。

输入电容的选取

输入电容减少来自输入端的浪涌电流和来自器件的开关噪声。在开关频率的输入电容阻抗应小于输入电源的阻抗以防止高频开关电流传输到输入。建议使用 100μF 的电解电容。

输出电容的选取

输出电容保证输出电压值和输出环路稳定。输出电容阻抗应该在开关频率保持低值。建议使用 220μF-470μF 的电解电容。高容值低 ESR 电解将显著改善纹波值。

ILIM 电阻

功率电流是通过外接 ILIM 管脚的限流电阻流入芯片的，可以通过选取限流电阻的值来限定最大的输入峰值电流，请参考表 2 来选取限流电阻。

表 2：输出电流与限流电阻

输出电流 (A)	Rsense (mΩ)
1	50
2	30
3	20
4	15

在保证正常带载启动的前提下（电阻选择太大，会造成无法带载启动），增大 ILIM 电阻值可增加芯片安全余量。避免短路时功率过大。）

低温应用要减少此电阻，以保证有足够的电流余量带载启动。

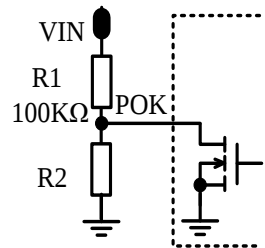
环路补偿

通过调整前馈电容值的大小来获取更大的带宽或相位裕量以满足其特定的应用需求。通过在 FB 脚和输出脚 OUT 间接入 10pF-82pF 的前馈电容，环路引入一个零点和一个极点来补偿由于 PCB 寄生电感等造成的环路不稳。多数应用场合推荐使用 12pF 的陶瓷电容。

POK 的设置

POK 为漏级开路输出，当输出电压低于设定值的 90% 时为低电平。可设定为下一级的使能信号，待输出电压稳定后次级再开始工作。不用此功能时可将此管脚接地。通常 R1 可选取 100K，R2 可按下面公式计算：

$$R2 = \frac{R1}{V_{IN} / 3.6 - 1}$$

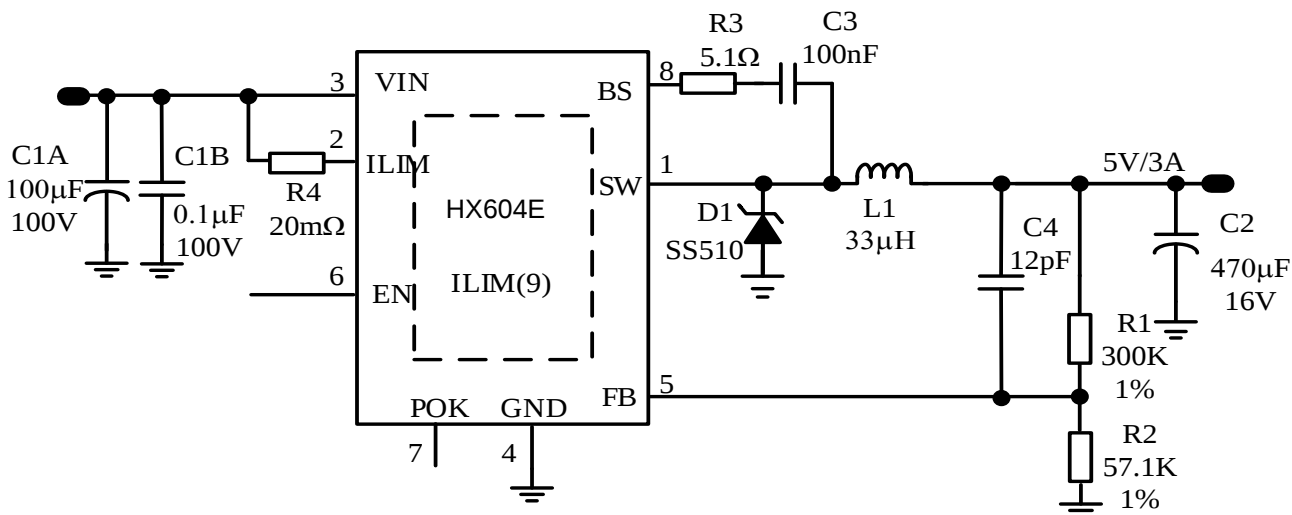


PCB 板布局

- 1) 在大电流及高输入输出压差情况下，肖特基二极管和主芯片及电感是最主要的发热源，肖特基二极管和转换器不要靠的太近，在设计 PCB 时要留有足够的散热区域，建议肖特基和主芯片的散热区域之比设计为 6: 4，由于成本考虑，PCB 板的铜箔通常选用 1oz，其散热性能较差，建议留出一定面积的焊锡区域通过焊锡加厚来增强散热，并通过过孔连接背面铜箔以辅助散热。
- 2) 主芯片的 ILIM 管脚连接内部的功率高压 MOS，PCB 的设计应考虑增大此管脚的 PCB 散热面积以降低芯片温升。
- 3) 大电流路径 (ILIM、SW) 应尽可能靠近器件，用短、直、宽的覆铜线连接。
- 4) 输入电容需要尽可能靠近 VIN 和 GND 管脚。
- 5) 输入电容、内置功率 MOS、肖特基二极管形成的环路是最大 di/dt 辐射区域，尽可能减小此环路面积，如区域较大，可通过增加 0.1μF 的陶瓷电容与内置功率 MOS、肖特基形成最小的环路，可最大的减少由于 PCB 布线寄生电感造成的开关上过冲和振铃。
- 6) 外部反馈电阻需要放在 FB 管脚附近。开关信号节点 SW 尽可能短并远离反馈环路。



典型应用图

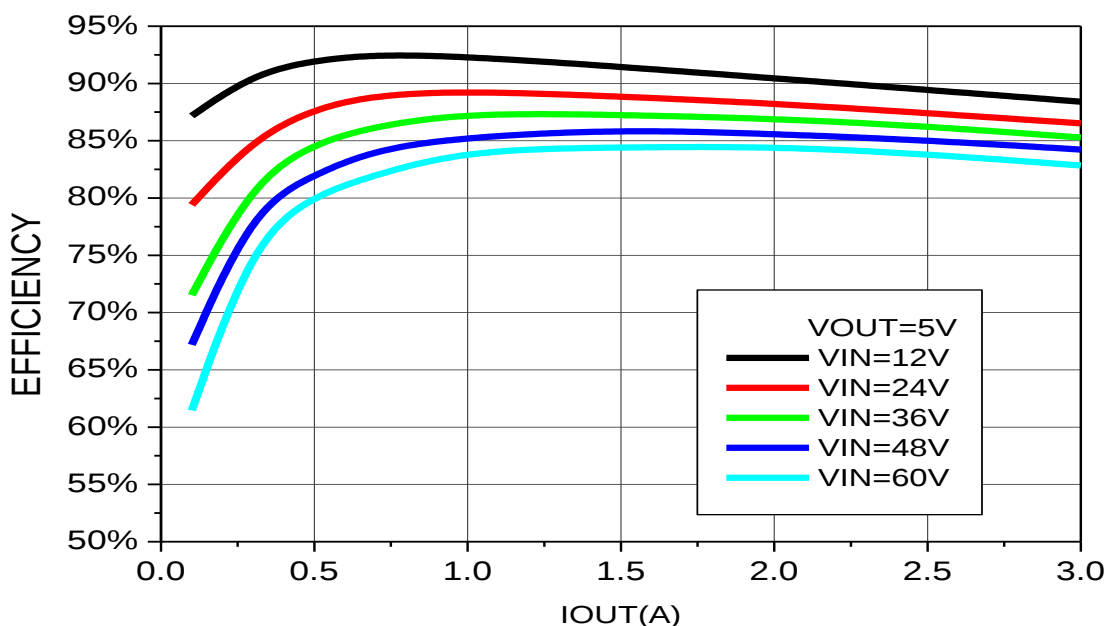


5V/3A 元器件BOM表:

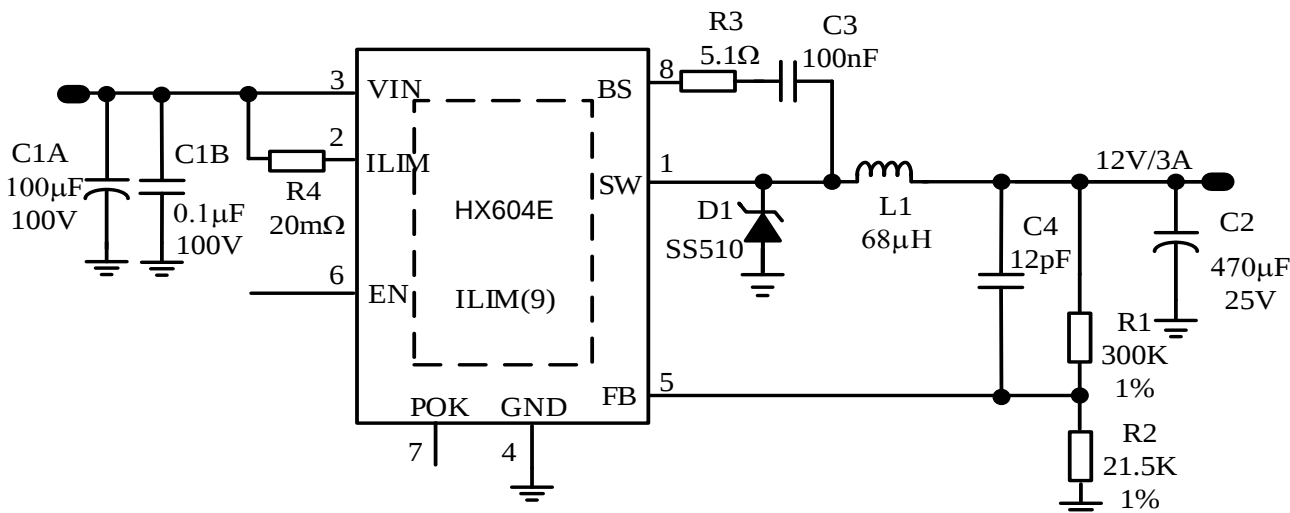
编号	数值	描述	封装	制造商	数量	产品编号
C1A	100uF	Electrolytic,100V	ELC SMD	jiang hai	1	VTD-100V100
C1B	0.1uF	陶瓷电容, 100V, X7R	0603	muRata	1	GRM188R72A104K
C2	470uF	Electrolytic,16V	ELC SMD	jiang hai	1	VTD-16V470
C3	100nF	陶瓷电容, 100V, X7R	0603	muRata	1	GRM188R72A104K
C4	12pF	陶瓷电容, 50V, X7R	0603	muRata	1	GRM188R71H120K
D1	5A	肖特基二极管, SS510, 100V, 5A	SMC		1	
L1	33uH	CDRH127,3A,58mΩ	CDRH127		1	
R1	300KΩ	贴片电阻, 1%	0603	Panasonic	1	ERJ-3EKF3003V
R2	57.1KΩ	贴片电阻, 1%	0603	Panasonic	1	ERJ-3EKF5712V
R3	5.1Ω	贴片电阻, 1%	0603	Panasonic	1	
R4	20mΩ	贴片电阻, 1%	1206		1	
U1		DC-DC转换器	ESOP8	HX604E	1	

注:推荐使用低正向压降的肖特基二极管以提升能效

能效图:



典型应用图

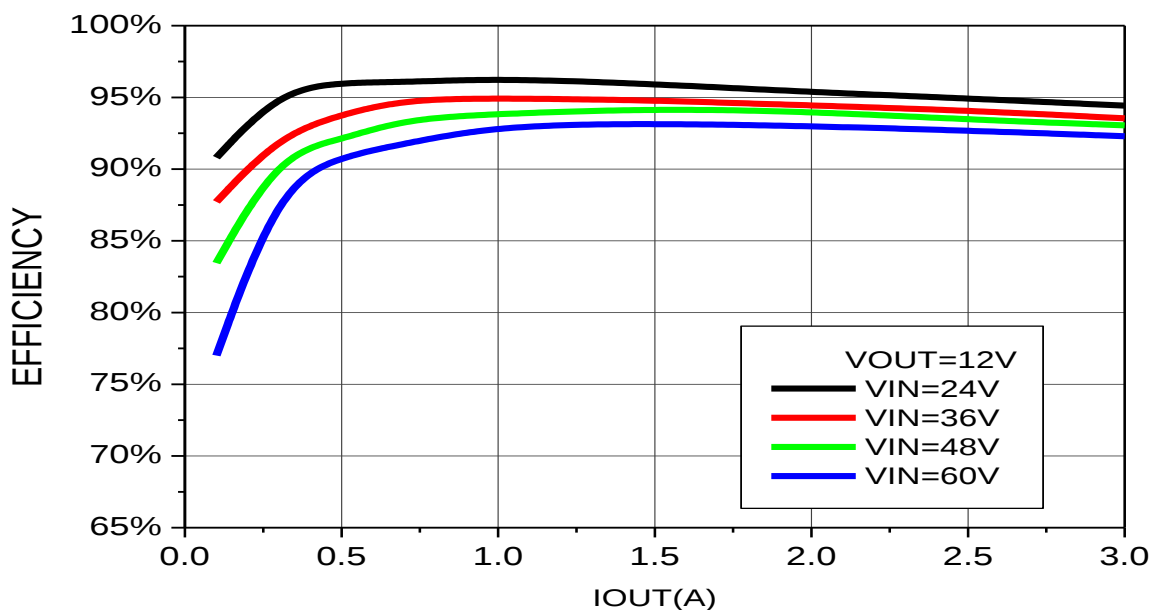


12V/3A 元器件BOM表:

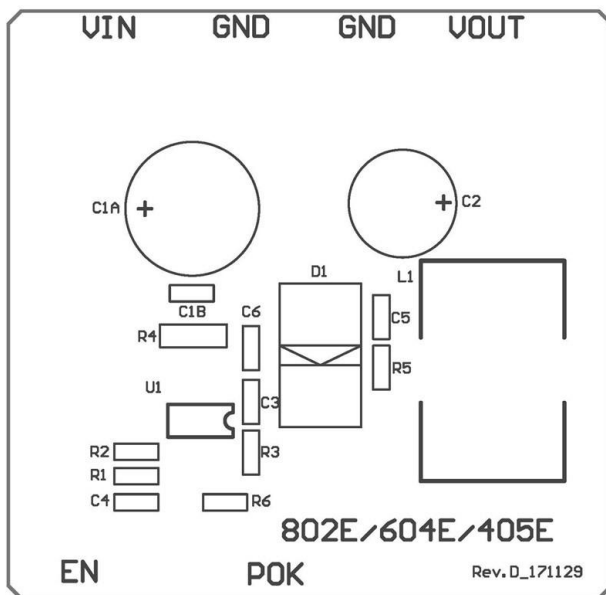
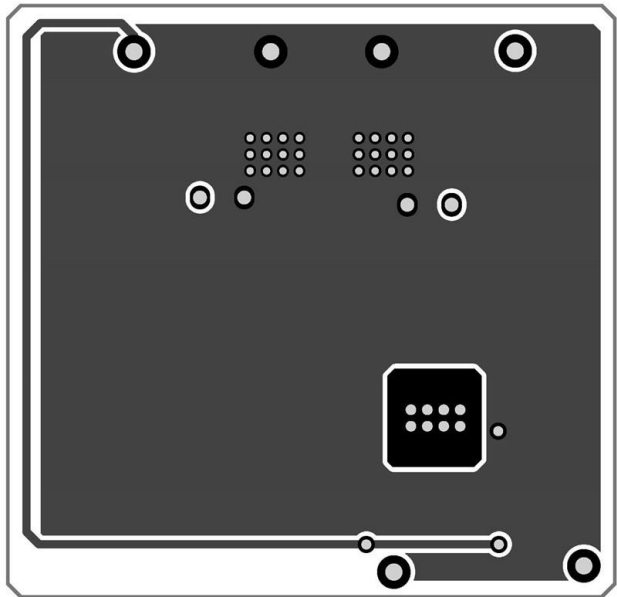
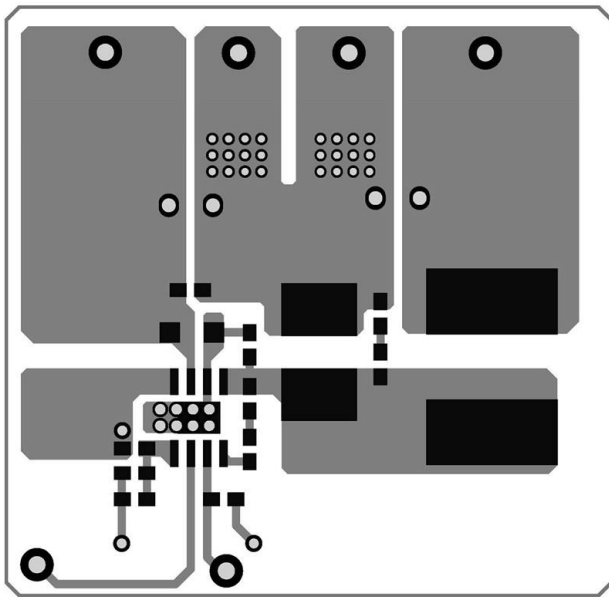
编号	数值	描述	封装	制造商	数量	产品编号
C1A	100µF	Electrolytic,100V	ELC SMD	jiang hai	1	VTD-100V100
C1B	0.1µF	陶瓷电容, 100V, X7R	0603	muRata	1	GRM188R72A104K
C2	470µF	Electrolytic,25V	ELC SMD	jiang hai	1	VTD-25V470
C3	100nF	陶瓷电容, 100V, X7R	0603	muRata	1	GRM188R72A104K
C4	12pF	陶瓷电容, 50V, X7R	0603	muRata	1	GRM188R71H120K
D1	5A	肖特基二极管, SS510, 100V, 5A	SMC		1	
L1	68µH	铁硅铝磁环50125, 4A			1	
R1	300KΩ	贴片电阻, 1%	0603	Panasonic	1	ERJ-3EKF3003V
R2	21.5KΩ	贴片电阻, 1%	0603	Panasonic	1	ERJ-3EKF2152V
R3	5.1Ω	贴片电阻, 1%	0603	Panasonic	1	
R4	20mΩ	贴片电阻, 1%	1206		1	
U1		DC-DC转换器	ESOP8	HX604E	1	

注:推荐使用低正向压降的肖特基二极管以提升能效

能效图:

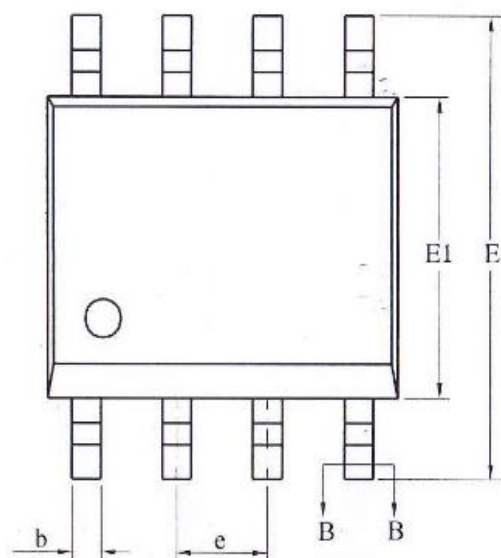
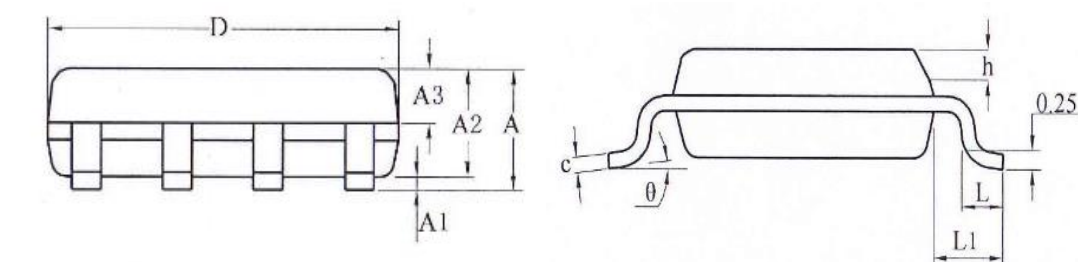
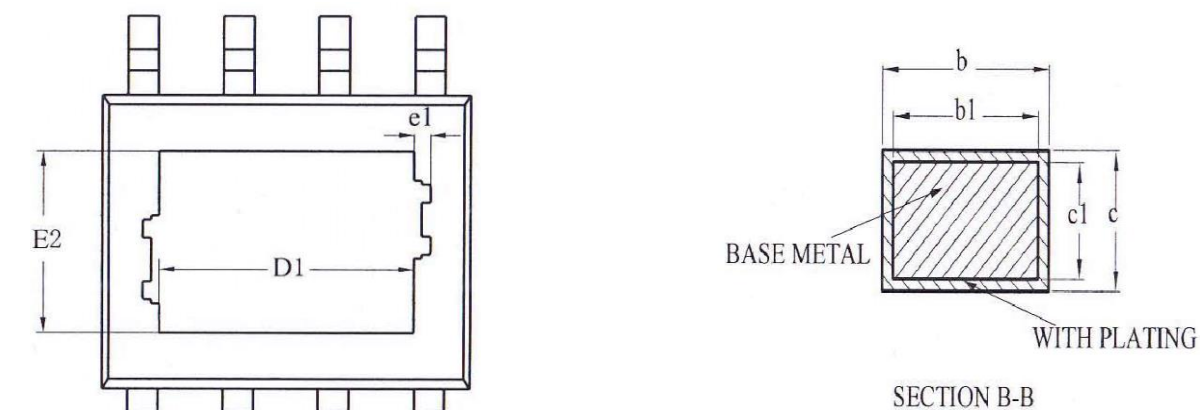


PCB LAYOUT:



封装外形

ESQIC8封装外形和尺寸



SYMBOL	MILLIMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	—	—	1.65
A1	0.05	—	0.15
A2	1.30	1.40	1.50
A3	0.60	0.65	0.70
b	0.39	—	0.47
b1	0.38	0.41	0.44
c	0.20	—	0.24
c1	0.19	0.20	0.21
D	4.80	4.90	5.00
E	5.80	6.00	6.20
E1	3.80	3.90	4.00
e	1.27BSC		
h	0.25	—	0.50
L	0.50	0.60	0.80
L1	1.05REF		
θ	0	—	8°

Size (mm) J/F Size (mil)	D1	E2	e1
90*90	2.09REF	2.09REF	0.16REF
95*130	3.10REF	2.21REF	0.10REF