

1 描述

IBSP3242是一款高效率同步直流降压转换器，其额定带载能力可达2A，输入电压范围为6V至36V，内部集成高、低侧MOSFTE，其导通电阻典型值为90毫欧及65毫欧，并支持轻载跳频工作模式，从而提高器件在轻载工况下的工作效率，该器件在关断模式下的静态电流仅为6uA。在全温度范围内，其参考电压精度为1.5%，保证了其输出电压的精准度。

IBSP3242 内置多种高灵敏的保护功能，包括：使能控制、欠压锁存、软启动、过温关断、逐周期电流检测、过流、短路保护等功能，进一步增强其在应用中的可靠性。

IBSP3242支持ESOP-8封装。

2 应用范围

- 工业自动化和电机控制
- 监控系统
- 打印机系统
- 汽车电池稳压
- 工业电源
- 电信和数据通信系统

3 特性

- 输入电压范围：6V 至36V
- 输出电压范围：1V至24V可调
- 基准电压及精度： 0.6V，1%

- 持续输出电流： 2.0A
- 关断电流:6uA 典型值
- 开关频率范围： 500K
- 轻载控制模式： PFM
- 兼容内外软启动功能
- 使能控制
- 集成自举充电FET
- 软启动： 1.5ms典型值
- 低导通电阻： 90mΩ/65mΩ (Top/Bottom)
- 电流模式控制
- 多种保护方式：
 - 过温关断
 - 过流保护
 - 短路保护
 - 欠压锁存保护
 - 逐周期电流检测

4 管脚定义

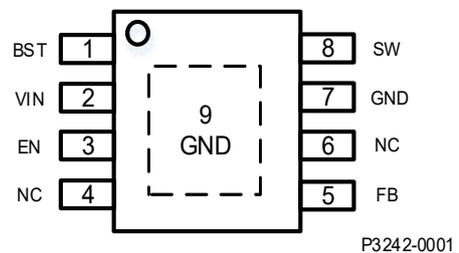


图4.1 ESOP-8封装

表4.1 管脚定义功能表

序号	管脚名称	功能说明
1	BST	高边门极驱动输入。应用时，在此管脚与SW管脚之间串联一颗10nF的电容器。
2	VIN	电压输入管脚。IBSP3242供电电压范围为6V至38V，需要在此管脚上加上退藕电容，并用较宽的PCB走线方式，提供足够的电流路径。
3	EN	使能管脚：高有效。不需要用到软开断时，直接将其与Vin相连，应用中，推荐在EN与Vin之间串联一颗不小于2k的电阻。该管脚不能浮空使用。
4	NC	无连接
5	FB	输出反馈引脚。将此引脚连接到输出电阻分压器的中心点，以调节输出电压
6	NC	无连接
7	GND	系统地。输出电压的参考地，在PCB设计时需要注意输出电容，输入电容的GND与器件系统GND尽可能的靠近，确保寄生电感尽可能的小，从而实现更好的EMC性能
8	SW	开关输出管脚。PCB设计时用较粗的走线与电感相连，达到优化EMI的目的
9	GND	热焊盘，与GND相连，与PCB保持充分的焊接可改善器件热性能

5 电气特性

典型测试条件：

$V_{IN} = 12V$, $V_{OUT} = 5V$, $L = 10\mu H$, $C_{OUT} = 44\mu F$, $T_A = 25^\circ C$, $I_{OUT} = 1A$ 除非另有说明。

表5.1 IBSP3242电气特性

电参数	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压范围	V_{IN}		6		36	V
输入欠压阈值	V_{UVP}				5.3	V
输入欠压迟滞	V_{HYS}			0.6		V
待机电流	I_Q	$I_{OUT}=0, V_{FB}=V_{REF}\times 105\%$		150		μA
关断电流	I_{SHDN}	$V_{EN} = 0$		6		μA
EN 上升阈值	V_{EN_R}			1.2		V
EN 下降阈值	V_{EN_F}			1		V
反馈参考电压	V_{REF}			0.6		V
FB 脚输入电流	I_{FB}	$V_{FB}=3.3V$	-50		50	nA
顶部FET导通电阻	$R_{DS(ON)}$			90		m Ω
底部FET导通电阻	$R_{DS(ON)}$			65		m Ω
启动时间	T_{ON_MIN}			50		ns
关断时间	T_{OFF_MIN}			100		ns
开启延迟	T_{ON_DLY}	from EN high to SW start switching		180		μs
软启动时间	T_{SS}	V_{OUT} from 0 to 100%		1.5		ms
开关频率	F_{SW}	$V_{OUT}=3.3V$, CCM		500		kHz
顶部FET限流阈值	I_{LIM_TOP}			3		A
底部FET限流阈值	I_{LIM_BOT}			3		A
热关断	T_{SD}			150		$^\circ C$
热关断迟滞	T_{HYS}	Duty = 30%		15		$^\circ C$

6 应用

6.1 系统框图

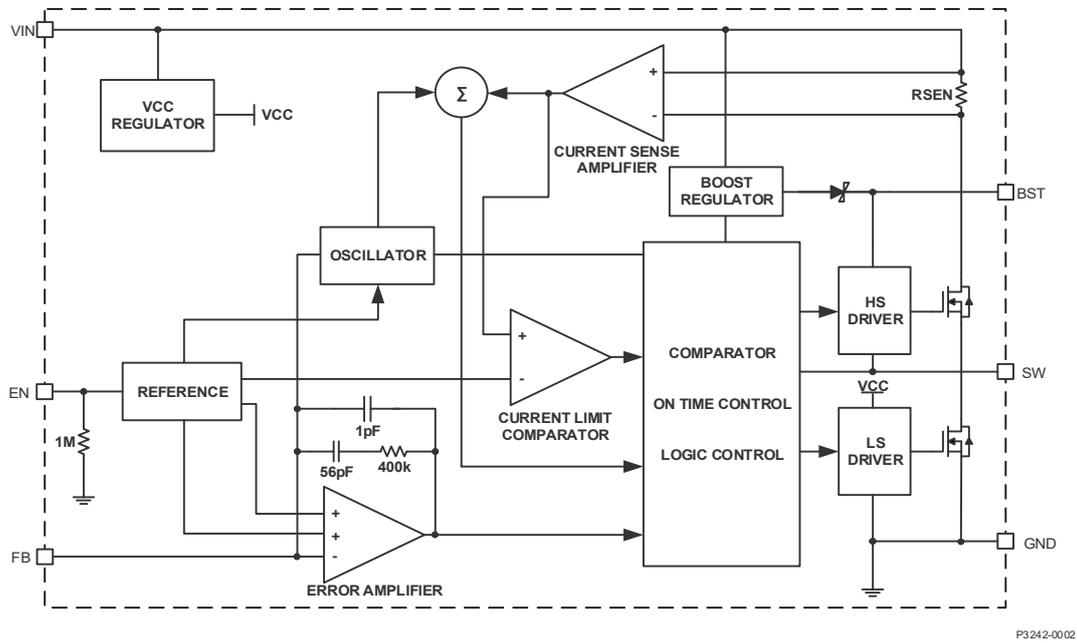


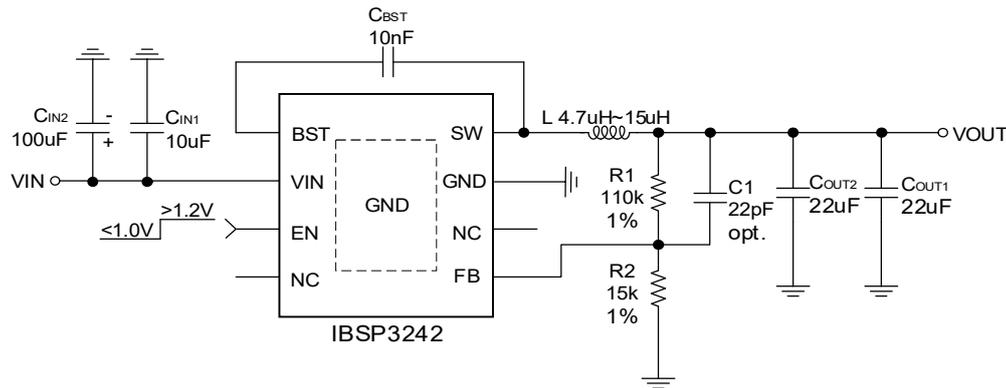
图6.1 IBSP3242内部框图

6.2 极限参数

表6.1 IBSP3242极限参数

电参数	最小值	最大值	单位
输入电压范围	-0.3	38	V
SW, EN 管脚电压	-0.3	$V_{IN} + 0.3$	V
FB, BS-SW 管脚电压	-0.3	4	V
最大结温		150	°C
推荐工作节温范围	-40	125	°C
存储温度范围	-50	150	°C
热阻 θ_{JA} (环境至结)		42.1	°C/W
热阻 θ_{JC} (结至芯片顶部)		50.9	°C/W
HBM(人体放电模式)		2000	V
MM(机器放电模式)		200	V

6.3 典型应用



P3242-0003

图6.2 IBSP3242 典型应用图

6.4 功能描述

IBSP3242 是一款高效、500kHz 同步降压 DC/DC 稳压器，能够提供高达 2A 的负载电流。它可以在 6V 到 36V 的宽输入电压范围内工作，并将主开关和同步开关集成在一起，具有非常低的导通电阻，以最大限度地减少导通损耗。IBSP3242 提供逐周限流和热停机保护等保护功能。

■ 软启动

IBSP3242 具有内部软启动电路，在启动过程中限制涌流，这使得转换器逐渐达到稳态工作点，从而减少启动浪涌冲击，在启动过程中，开关电流限制逐步增加，该器件典型的软启动时间为 1.5ms。

■ OCP 和 SCP

如果高侧功率场效应管电流高于峰值限流阈值，高侧功率场效应管将关闭，低侧功率场效应管将打开。如果低侧场效应管电流高于谷值电流阈值，低侧场效应管将继续开启，直到低侧场效应管电流降低到谷值电流阈值以下，所以峰谷电流都是有限值的。如果负载电流在这些条件下继续增加，输出电压将下降，当输出电压下降到调节电平的 33% 以下时，检测到输出短路，IC 将关断主开关管，停止工作一段时间(关断时长约 9ms)后，再重新启动工作(工作时长为 2.5ms)，如果输出短路消除，系统就进入到正常工作。

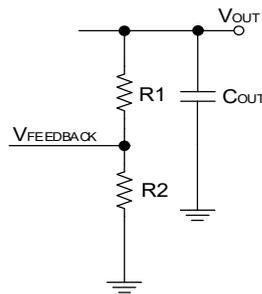
■ 开启和调整 UVLO

EN 引脚具有精确的上升和下降阈值，它通过连接外部电阻分压器提供可编程的 ON/OFF 控制。一旦 EN 引脚电压超过上升阈值，器件将开始工作，如果 EN 引脚电压被拉到下降阈值以下，器件将进入关机状态。

■ 调整输出电压

利用从输出节点到反馈引脚的电阻分压器设置输出电压，分压电阻建议使用 1% 或更优精度，输出电压的计算公式如下：

$$V_{out} = V_{feedback} \times (R_1 + R_2) \div R_2 \text{ ---- 公式 6.1}$$



P3242-0004

图6.3 输出电压调节应用图示

为了提高轻负载下的效率，可以考虑使用大值电阻器，但数值过高，会增加系统的噪声。

■ 电感的选择

应用中，推荐使用直流额定电流至少比最大负载电流高 25% 的电感，为获得最高效率，请选择直流电阻小于 15mΩ 的电感器。对于大多数设计，从下式中推导电感值：

$$L = (V_{out} \times (V_{in} - V_{out})) \div (V_{in} \times \Delta I_L \times F_s) \text{ ----公式6.2}$$

公式6.2中， ΔI_L 为流过电感的纹波电流，选择的电感额定电流接近最大负载电流的 30%，电感中的峰值电流计算方法如公式6.3所示：

$$I_{L(max)} = I_{load} + \Delta I_L / 2 \text{ ----公式6.3}$$

在轻载模式下（小于 100mA），用更大的电感能提升器件工作效率。

■ 输入电容选择

降压变换器的输入电流是不连续的，因此需要一个电容器既为降压变换器提供交流电流，并维持直流输入电压。为了获得最佳性能，请使用低ESR电容器，如具有X5R或X7R介质和小温度系数的陶瓷电容器。对于大多数应用来说，一个 10μF 的电容器就足够了。输入电容需要足够的纹波电流额定值，因为它吸收了输入开关噪声。估算输入电容器中的RMS电流：

$$I_{CIN} = I_{load} \times \frac{\sqrt{V_{out} \times (V_{in} - V_{out})}}{V_{in}} \text{ ----公式6.4}$$

最恶劣的工况发生在 $V_{in} = 2V_{out}$ 时，此时： $I_{CIN} = \frac{I_{load}}{2}$

为简化起见，请选择额定电流大于最大负载电流一半的输入电容器。输入电容可以是电解电容、钽电容或陶瓷电容。当使用电解电容器或钽电容器时，应尽量在离IC较远的地方放置一个小的、高质量的陶瓷电容器 (0.1μF)。在使用陶瓷电容器时，请确保它们有足够的电容来提供足够的电荷，以防止输入电压纹波过大。用以下公式估算由电容引起的输入电压纹波：

$$\Delta V_{in} = \frac{I_{load}}{F_s \times C_{in}} \times \frac{V_{out}}{V_{in}} \times \left(1 - \frac{V_{out}}{V_{in}}\right) \text{ ----公式6.5}$$

■ 输出电容的选择

输出电容稳定直流输出电压，可使用陶瓷，钽或低 ESR 的电解电容器。如果使用低 ESR 的电解电容，估算输出电压纹波：

$$\Delta V_{out} = \frac{V_{out}}{F_s \times L} \times \left(1 - \frac{V_{out}}{V_{in}}\right) \times \left(R_{ESR} + \frac{1}{8 \times F_s \times C_{out}}\right) \text{ ----公式6.6}$$

式中，L 是电感的值，RESR 是输出端电容的等效串联电阻。

对于陶瓷电容器，电容在开关频率处主导阻抗，并引起大部分输出电压纹波。为简化起见，用以下方法估算输出电压纹波：

$$\Delta V_{out} = \frac{V_{out}}{8 \times F_s^2 \times L \times C_{out}} \times \left(1 - \frac{V_{out}}{V_{in}}\right) \text{ ----公式6.7}$$

对于钽电容或电解电容，ESR 在开关频率处处于主导位置，其输出纹波近似估算方法如下：

$$\Delta V_{out} = \frac{V_{out}}{F_s \times L} \times \left(1 - \frac{V_{out}}{V_{in}}\right) \times R_{ESR} \text{ ----公式6.8}$$

输出电容的特性会影响调节器系统的稳定性，推荐输出端的电容选用 X5R 或性能更优材质的电容类别，输出电容值最好能大于 44μF。

■ 自举电容选择

在 SW 和 BOOST 引脚之间连接 100nF 陶瓷电容器，以确保正常工作，推荐使用 X5R 或更好等级的电介质的陶瓷电容器。电容器应具有 6.3V 或更高的额定电压。

■ PCB 布局

PCB 布局是 DC-DC 变换器设计的重要组成部分。不良的电路板布局会破坏 DC-DC 变换器和周围电路的性能，导致电磁干扰、接地反弹和电压精度损失。这些会向 DC-DC 转换器反馈错误信号，导致调节不良或不稳定。好的布局可以通过遵循一些简单的设计规则来实现。

1) 尽量减少开关电流回路的面积。在降压调节器中，有两个电流快速切换的回路。第一个回路从 CIN 输入电容开始，到稳压器 VIN 端子，到稳压器 SW 端子，到电感，然后到输出电容 COUT 和负载。第二个回路从输出电容地开始，到调节器 GND 端子，到电感，然后到 COUT 和负载。为了使两个回路区域最小化，输入电容应放置在尽可能靠近 VIN 端子的地方。输入和输出电容器的接地都应该由一个小的局部化的平面连接到 GND。电感器应尽可能靠近 SW 引脚和输出电容器。

2) 线宽原则：

a) 线宽由流过的电流大小决定，大电流走线要提供足够的线宽，优化效率减少发热；特别是 SW 节点，有条件的情况下可以使用铺铜。控制电路线宽至少 20mil，例如 Vcc，GND(SGND)；

b) 使输入和输出总线连接尽可能宽。以减少转换器输入或输出上的任何电压降，并提高效率。如果负载处的电压精度很重要，请确保反馈点尽可能的靠近负载，这样可避免线路上的压降对反馈采集精度的影响。

3) 旁路/去耦电容：电容靠近 IC 电源引脚布置。多个电容时，小容值靠近 IC；

4) 最小化到 FB 终端的迹线长度。反馈迹线应从 SW 引脚和电感处布线，以避免开关噪声干扰到反馈信号。

7 订货信息

表7.1 IBSP3242订货信息

型号	封装	描述
IBSP3242ADJSO8R00	ESOP-8	Buck DCDC, 36V, 2A, 同步, 500kHz开关频率, 可调电压输出

8 封装

8.1 ESOP-8 封装尺寸

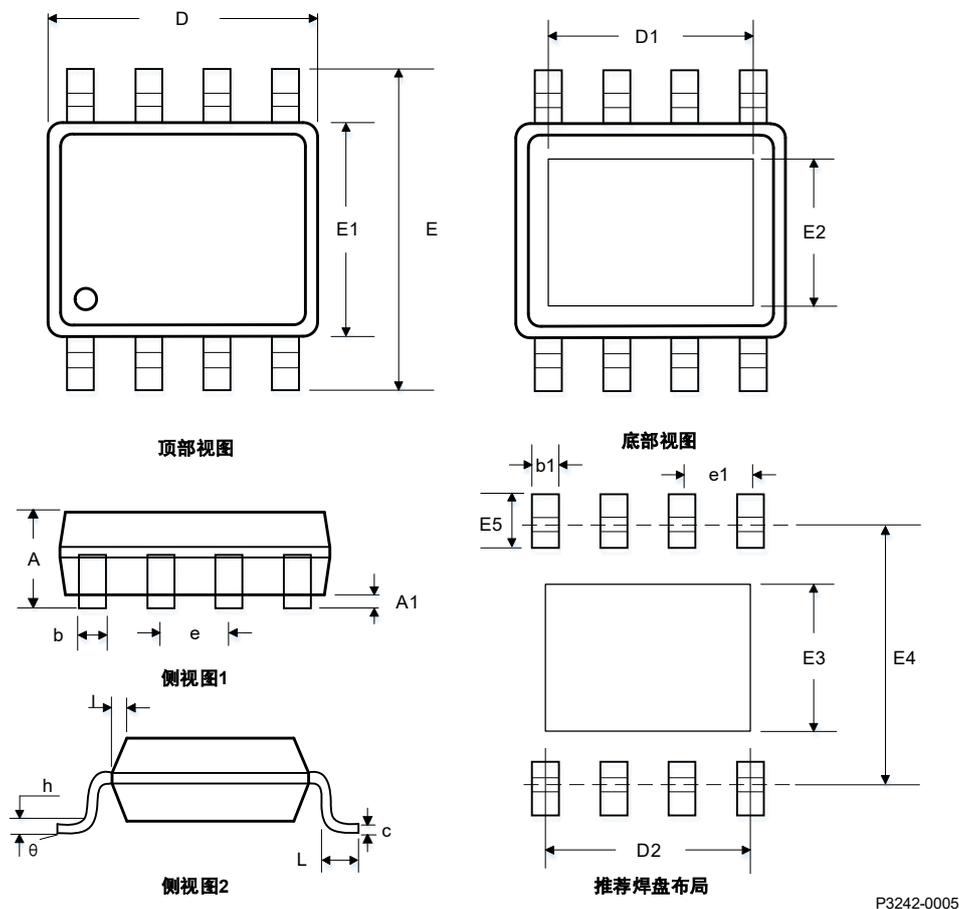


图8.1 IBSP3242 ESOP-8封装尺寸图

表8.1 IBSP3242 ESOP-8封装尺寸参数(单位: mm)

尺寸标注	最小	标准	最大	尺寸标注	最小	标准	最大
A	1.30	-	1.70	E2	2.26	-	2.55
A1	0.00	-	0.15	E3	-	2.62	-
b	0.33	-	0.51	E4	-	5.40	-
b1	-	0.61	-	E5	-	1.60	-
c	0.19	-	0.25	e	1.27BSC		
D	4.80	-	5.00	e1	1.27		
D1	3.15	-	3.45	L	0.41	-	1.27
D2	-	3.51	-	l	0.25	-	0.50
E	5.20	-	5.80	h	0.25BSC		
E1	3.80	-	4.00	θ	0°	-	8°