

主要特色

- 输入电压范围：4V至40V
- 固定工作频率：500kHz
- 内置软启动
- 频率折返
- 轻载跳周期模式
- 额定电流限制2.4A
- 采用ESOP8封装

应用范围

- 工业、医疗、自动化领域适用的升压电源
- DSL调制解调器
- TFT-LCD偏置电源

简要描述

ASP2415 是一款 PWM 模式控制的升压型 DC/DC 转换器，内置了 2A、40V 的 MOS 功率管。它不光可用于 BOOST 电路，亦可用于 SEPIC 电路。

在电路启动时，其内置的软启动和频率折返可保护电路。在电路轻载时可跳周期。

典型应用

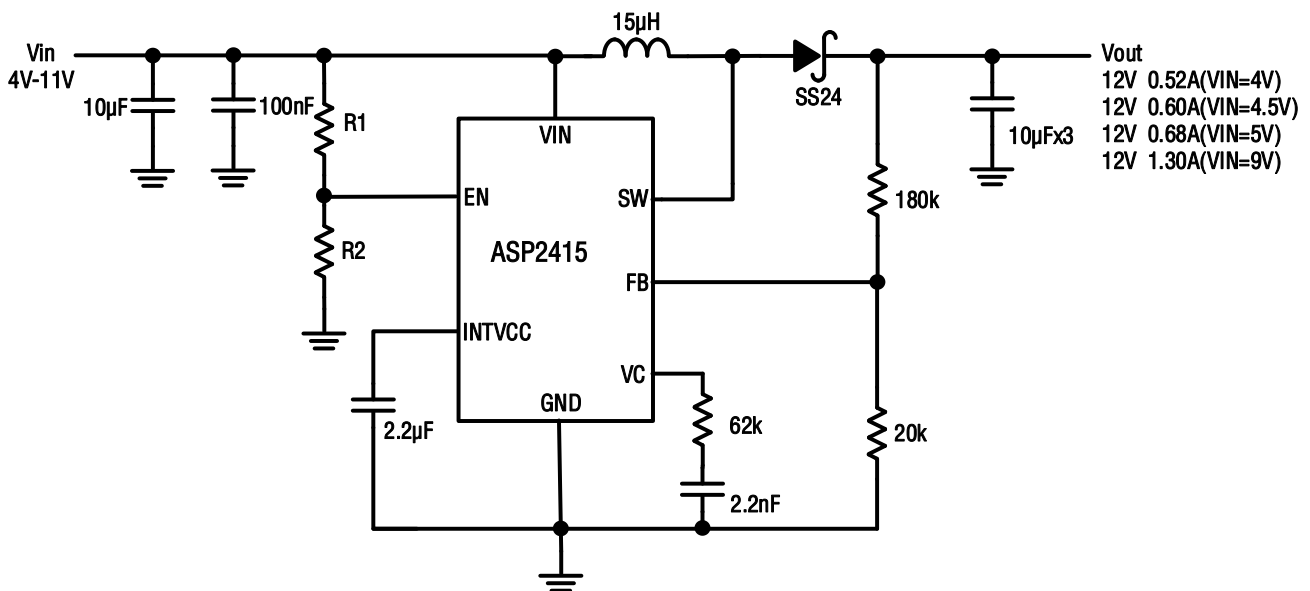


图 1 典型应用

额定极限

SW 耐压	42V
VIN 耐压	42V
VC、FB 耐压	5V
EN 耐压	45V
INTVCC 耐压	5V

最高结温	150℃
工作温度	-40℃ to 125℃
存储温度	-65℃ to 150℃
引脚温度 (焊接 10 秒)	300℃

引脚配置

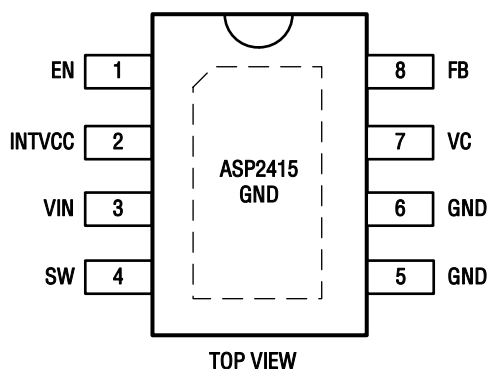


图 2 ASP2415 ESOP8封装的引脚配置

引脚功能

INTVCC: 线性稳压器输出引脚。需外接一个低 ESR, 1 μ F 以上的电容到地。

VIN: 芯片输入电源引脚。应通过一个布设在该引脚附近的低 ESR 电容器来去耦至芯片地。

SW: 内部功率开关管漏极引脚。最小化连接于此的金属区域以减少 EMI。

EN: 芯片使能引脚。EN 引脚电压与内部参考电压进行比较来实现欠压锁存功能。当 EN 引脚电压超过 1.4V 时, 整个芯片启动。当 EN 引脚电压低于 1.25V 时, 芯片进入欠压模式。

VC: 环路补偿引脚。在 VC 引脚与地之间放置一个 RC 网络用以稳定电压环路和优化瞬态响应。

FB: 外部电阻反馈输入引脚。FB 脚的参考电压为 1.215V, 通过调节 FB 到 VOUT 和 FB 到地的电阻比例即可调节输出电压。

GND: 接地引脚。

底部焊盘: 芯片地。必须焊接至一个连续的 ground plane。

订购信息

器件型号	封装形式	数量
ASP2415W-R	ESOP-8	4000pcs/Reel

注: "W": ESOP-8, "R": 卷装。

参数指标

如无特殊说明，测试温度 25℃，VIN=12V，EN=5V。

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
VIN 工作电压范围		4		40	V
VIN 关机电流	VIN=12V, EN=0V		2	5	μA
VIN 静态电流	VIN=12V, EN=5V, FB=1.1V		1.2	2	mA
FB 电压	VIN=12V, EN=5V, VC=1.6V	1.195	1.215	1.235	V
EA 跨导	VIN=12V, EN=5V		160		μS
EA 增益	VIN=12V, EN=5V		200		V/V
INTVCC 电压	VIN=12V		4		V
开关频率(fosc)	FB=1.1V	425	500	575	kHz
频率折返	FB=0 V		100		kHz
导通电阻	ISW=0.5A		250		mΩ
开关漏电流	VSW=40V			2	μA
最小导通时间	VIN=12V, EN=5V		220		ns
最小截止时间	VIN=12V, EN=5V		150		ns
开关最大电流限制	VIN=12V	2.1	2.4	2.7	A
EN 阈值（上升）	VIN=12V		1.4	1.5	V
EN 阈值（下降）	VIN=12V	1.15	1.25		V
EN 电流	EN=2V, VIN=12V, FB=2V			100	nA
软启动时间			4		ms

内部框图

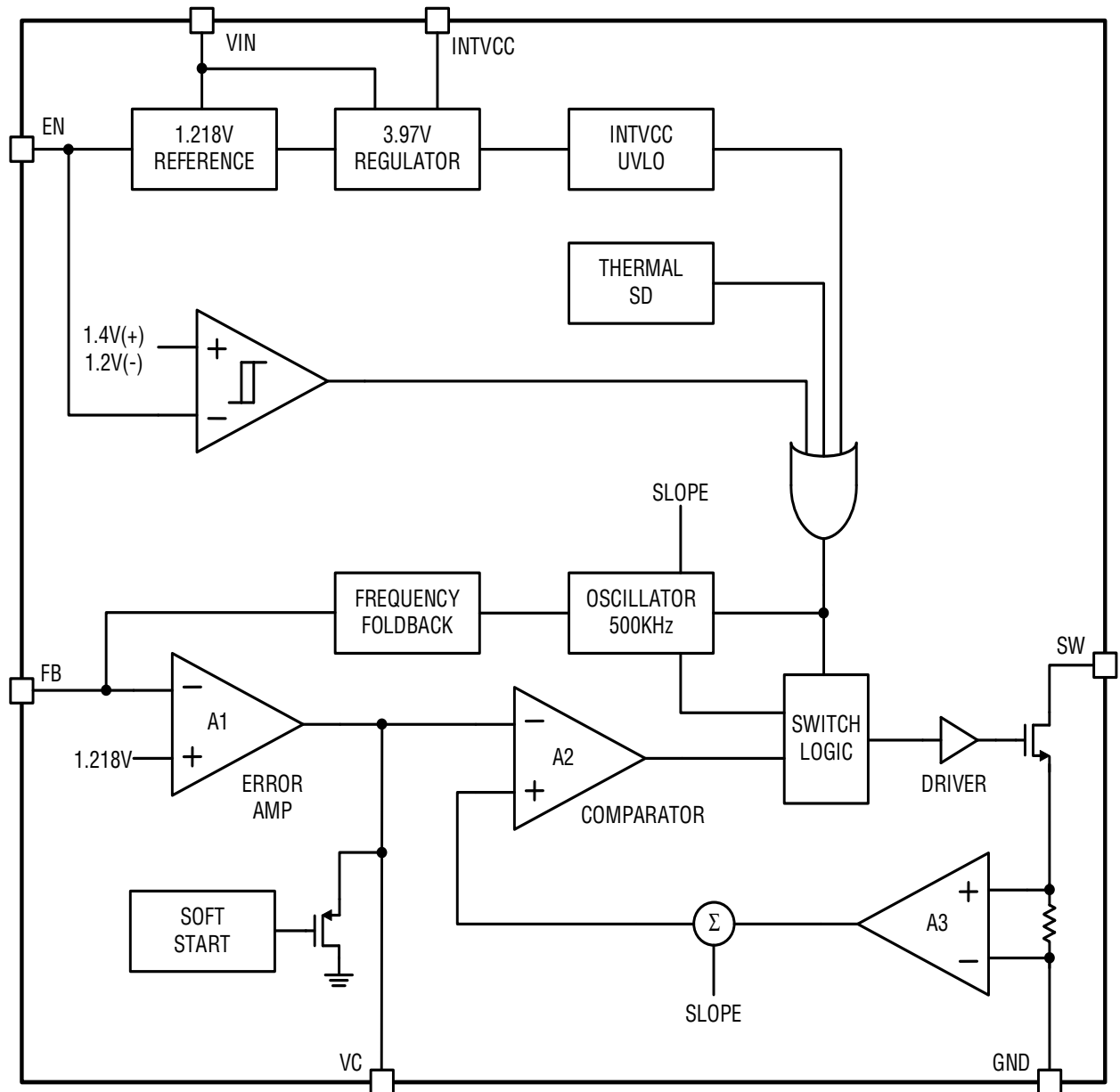


图 3 ASP2415 原理框图

工作原理

ASP2415采用一种恒定电流模式控制电路，旨在提供优秀的输出电压和负载调节性能。通过原理框图可以了解ASP2415的内部工作原理。在每个振荡器周期的起点，SWITCH LOGIC 中的 SR 锁存器会被设定，打开 MOS 功率管。一个与开关电流成正比例的电压被加至一个稳定的斜坡信号之上，最终会被馈入电流比较器 A2 的正端。等到该电压超过电流比较器

A2 的负端电压时，SR 锁存器被复位，关闭功率开关管。而电流比较器 A2 的负端电压则由误差放大器 A1 来设定，其通过负反馈电压 FB 与内部基准电压相比较得出。环路以此方式来设定正确的峰值电流，调节输出电压使其工作正常。

Boost, SEPIC, DC-DC Converter

电路启动

ASP2415内置了软启动和频率折返以保证电路安全启动。当电路刚开始启动，电感电流开始充电上升时，软启动会开始启动保证电感电流平缓上升，防止输出电压过冲。同时频率折返模块会检测 FB 引脚电压，当 FB 电压小于 1V，降低内部工作频率控制电感电流，当 FB 电压大于 1V，频率折返失效，工作频率回归正常。

电流限制与温度保护

ASP2415 具有电流限制功能（原理框图未画出）。在电路工作时，对开关电流进行连续监视且不允许其超过最大开关电流（典型值 2.4A）。如果开关电流达到该值，则无视误差放大器 A1 的状态，SR 锁存器被复位，关闭功率管。ASP2415 也具有温度保护功能，当内部温度达到 150℃，直接进入欠压状态，待温度降低重新启动，同时软启动也会跟着重新启动。

应用说明

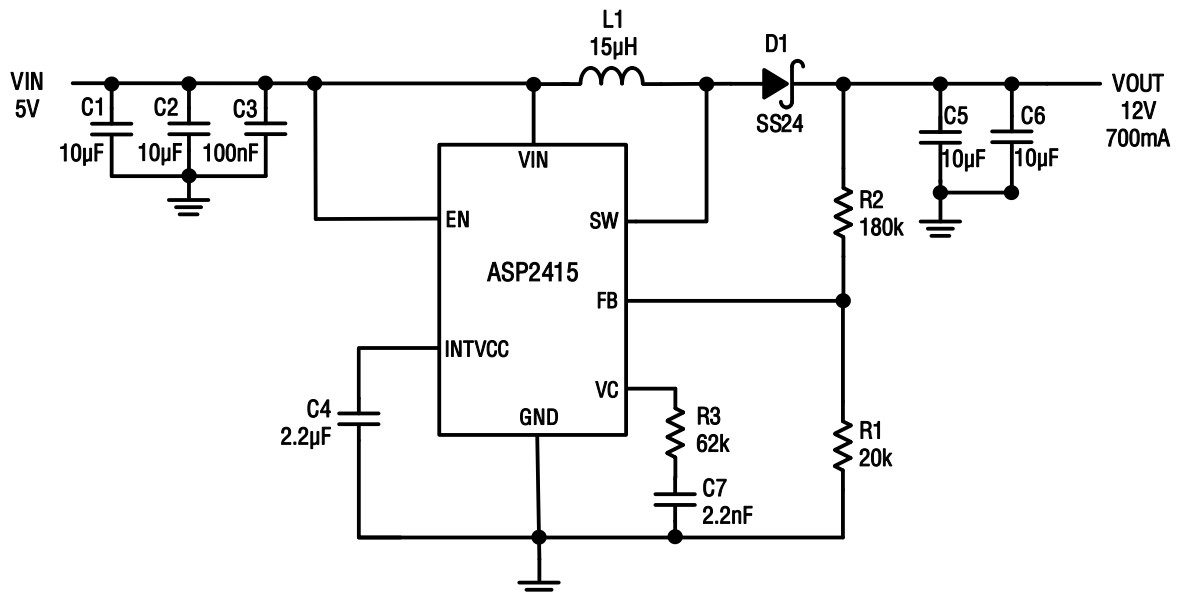


图 4 BOOST 应用原理图

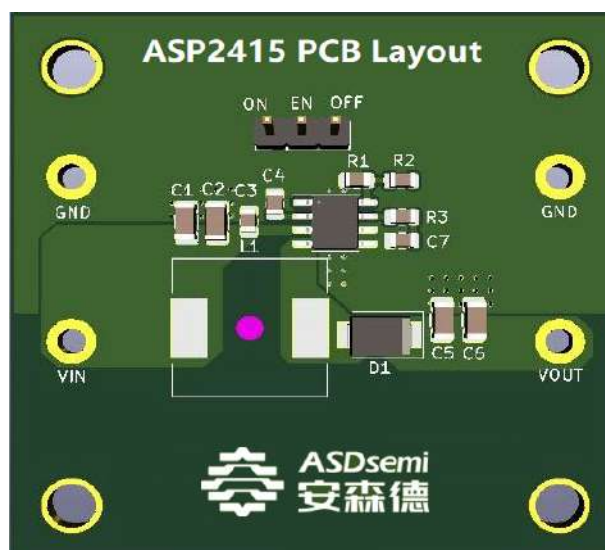


图 5 BOOST 应用 PCB 图

ASP2415 的典型升压应用如图 4 所示，可以通过外部元器件的选择来确定输出电压以及输出电压范围，输出电压纹波等。

输出电压的设置

ASP2415 芯片内部 FB 端是一个 1.218V 的参考电压。想要得到输出电压 V_{OUT} ，可以根据以下公式

$$V_{out} = 1.218 \times \frac{R_1 + R_2}{R_1}$$

R_1 是 FB 与 GND 之间的电阻，

R_2 是 FB 与 V_{OUT} 之间的电阻。

电感的选择

1、计算平均输入电流

通过能量守恒输入功率等于输出功率可以得到以下等式：

$$V_{IN} \times \overline{I_{IN}} \times \eta = V_{OUT} \times I_{OUT}$$

$$\overline{I_{IN}} = \frac{V_{OUT} \times I_{OUT}}{V_{IN} \times \eta}$$

η 为开关电源转换效率，考虑最差的情况取值 0.80，则可以得出 $\overline{I_{IN}}$

2、电感的选取

计算开关的占空比

$$\Delta i = \frac{V_{IN} - 0}{L} DT = \frac{V_{OUT} - V_{IN}}{L} (1-D)T$$

$$D = 1 - \frac{V_{IN}}{V_{OUT}}$$

计算得知 D

另外为了使得电感内部的电流不出现为零的情况，必须满足如下条件：

$$\overline{I_{IN}} > \frac{\Delta i}{2}$$

同时内部开关限流如下：

$$\overline{I_{IN}} + \frac{\Delta i}{2} < 2.4A$$

可以求得最小的电感量 L。而电感中能通过的电流要预留 33% 的裕量。

Boost, SEPIC, DC-DC Converter

当电路工作在连续模式，当开关闭合的时候，负载上的电量完全由电容提供。电感上的电流 (I_L) 以及整流二极管上的电流 (I_D) 如图 6、图 7 所示：

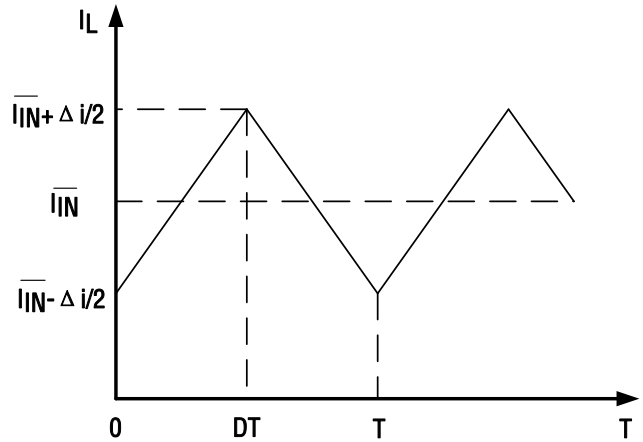


图 6 电感上的电流随时间变化波形

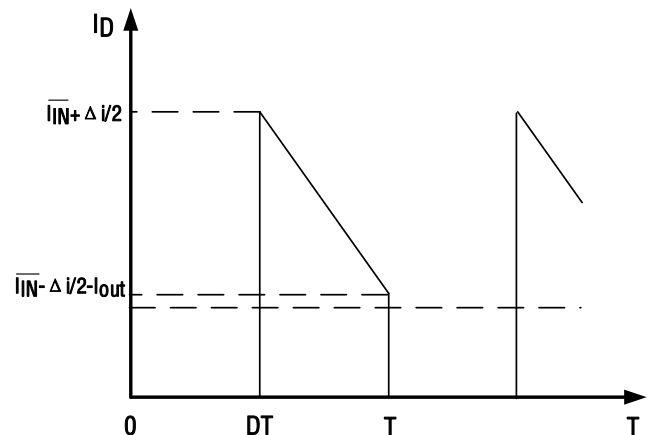


图 7 二极管上的电流随时间变化波形

输出电容选择

首先在没有考虑电容的等效串联电阻 (ESR) 的时候，可以用如下公式计算需要的最小电容值

$$C > \frac{I_{OUT} \times D \times T}{\Delta V}$$

此时再来看 ESR 带来的影响：

在开关断开期间流向电容的最大电流为 $\overline{I_{IN}} + \Delta i/2 - I_{OUT}$ ，则由于 ESR 引起的电压变化为

$$\Delta V_{ESR} = ESR \times (\overline{I_{IN}} + \Delta i/2 - I_{OUT})$$

Boost, SEPIC, DC-DC Converter

由公式可看出，在 ESR 比较大的时候能够对输出电压产生巨大的影响，所以尽量选用 ESR 比较小的电容。

输入电容的选择

需要放置一个高频，低 ESR 的电容来降低噪声。采用 10μF 的电容对大多数应用足够了。对于一个升压转换器，开关的占空比为

$$D = \frac{V_{OUT} - V_{IN}}{V_{OUT}}$$

推荐使用的电容其电压额定值至少要高于该应用中最大输入电压的 25%。另外需要注意的是，所选电容的电压与温度的降额。还应该注意到陶瓷电容器的纹波电流额定值在电容数据表中可能没有列出，需要直接与电容

生产商联系了解这个参数。如果系统设计要求保持某个最小峰-峰输入纹波电压值(ΔV_{IN})

可以用下列公式

$$C_{IN} \geq \frac{V_{IN} \times D}{8 \times L \times \Delta V_{IN} \times f_{SW}^2}$$

二极管的选择

肖特基二极管，具有低的正向压降和快速切换速度。需要注意的是二极管耐压，最小额定值为输出电压值，建议预留 30% 余量。二极管流过的平均电流即平均输出电流，最小额定值为输出电流，建议也应预留 30% 余量。

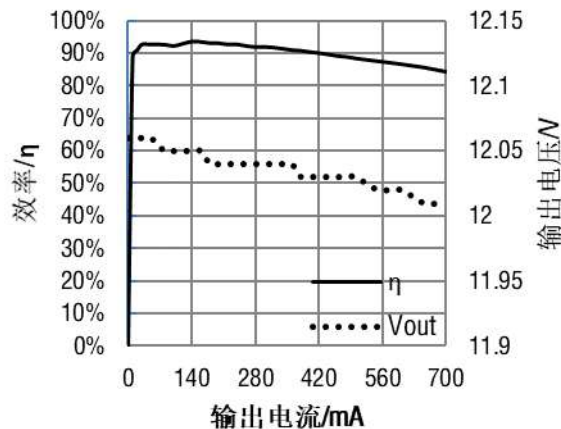


图 8 5V 输入电压下输出电压和效率与输出电流的关系

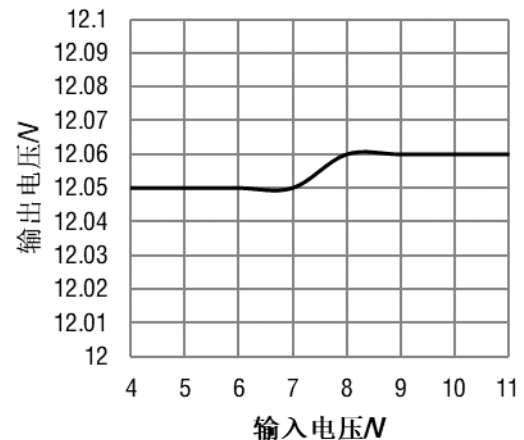


图 9 300mA 输出电流下输出电压与输入电压的关系

Boost, SEPIC, DC-DC Converter

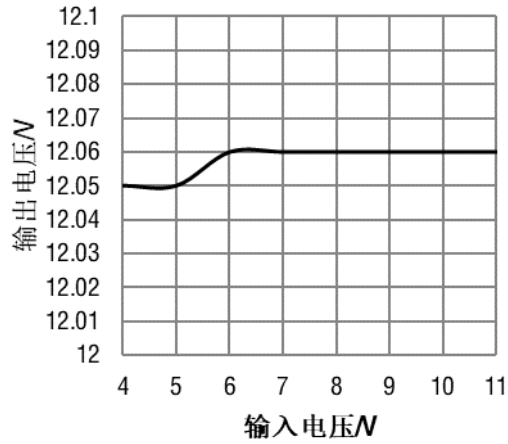


图 10 500mA 输出电流下输出电压与输入电压的关系

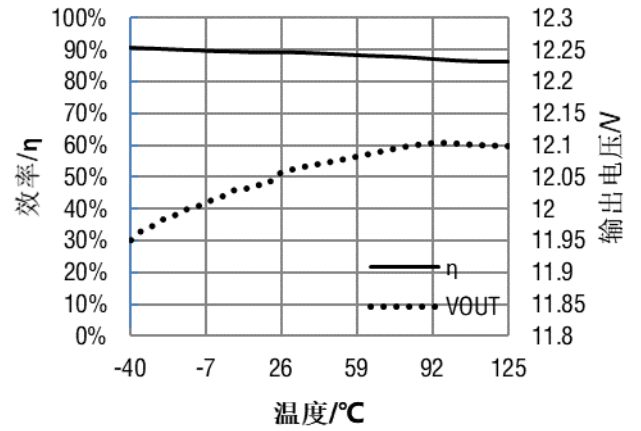


图 11 5V 输入电压下输出电压和效率与温度的关系

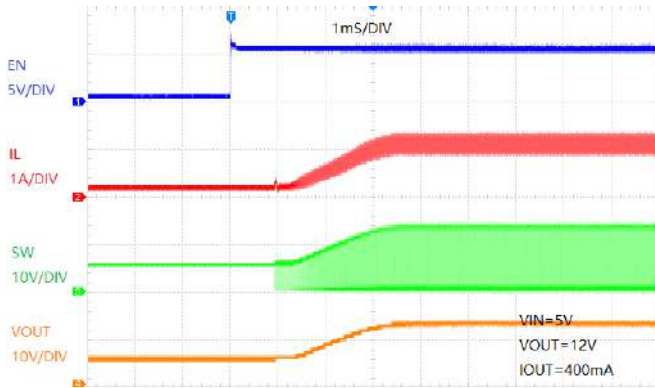


图 12 EN 上电, 电感电流, SW, 输出电压波形

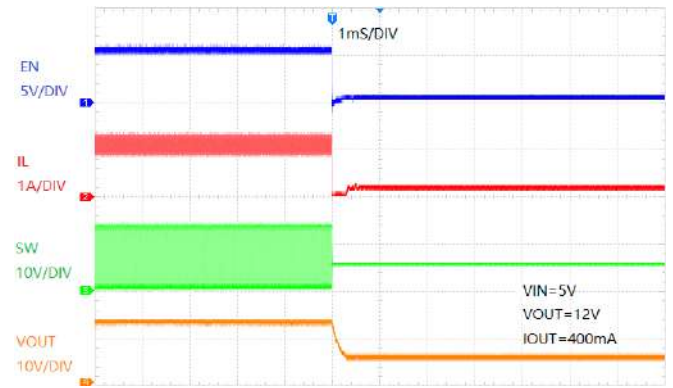


图 13 EN 掉电, 电感电流, SW, 输出电压波形

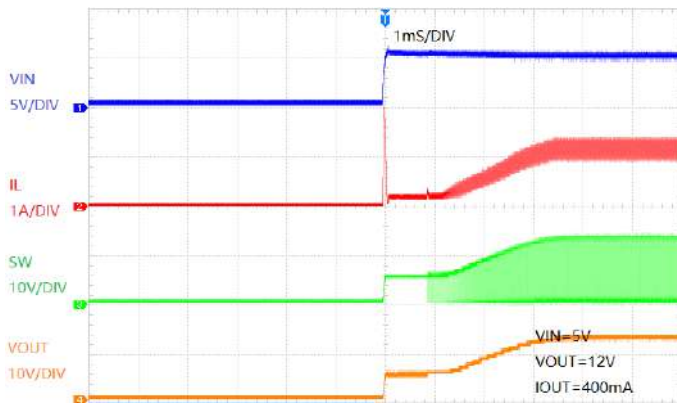


图 14 VIN 上电, 电感电流, SW, 输出电压波形

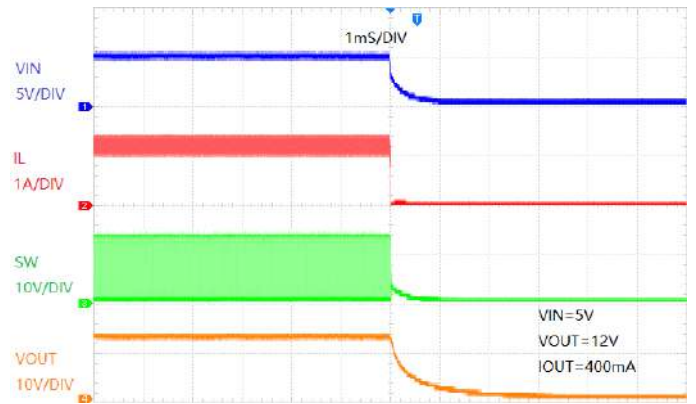


图 15 VIN 掉电, 电感电流, SW, 输出电压波形

Boost, SEPIC, DC-DC Converter

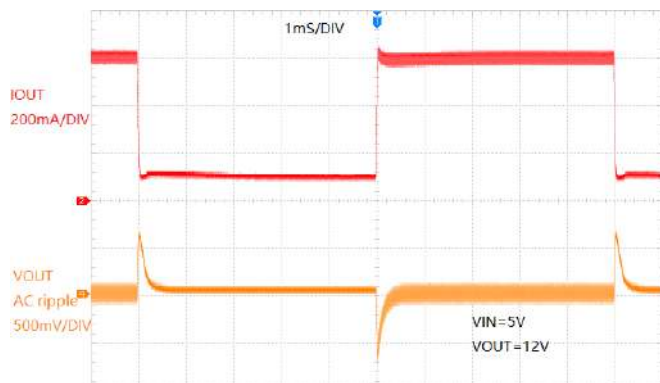


图 16 输出电压纹波与输出电流跳变的关系

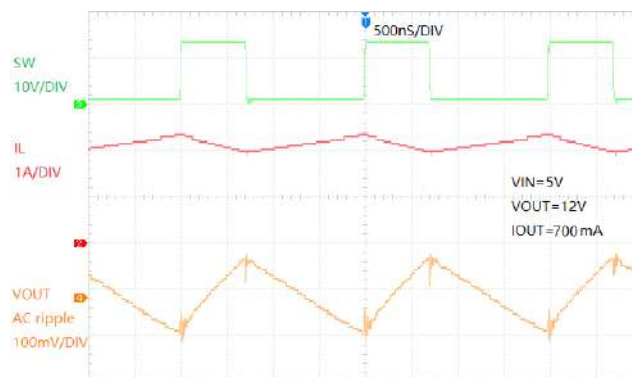


图 17 700mA 输出电流下，电感电流波形，输出纹波和 SW 电压波形

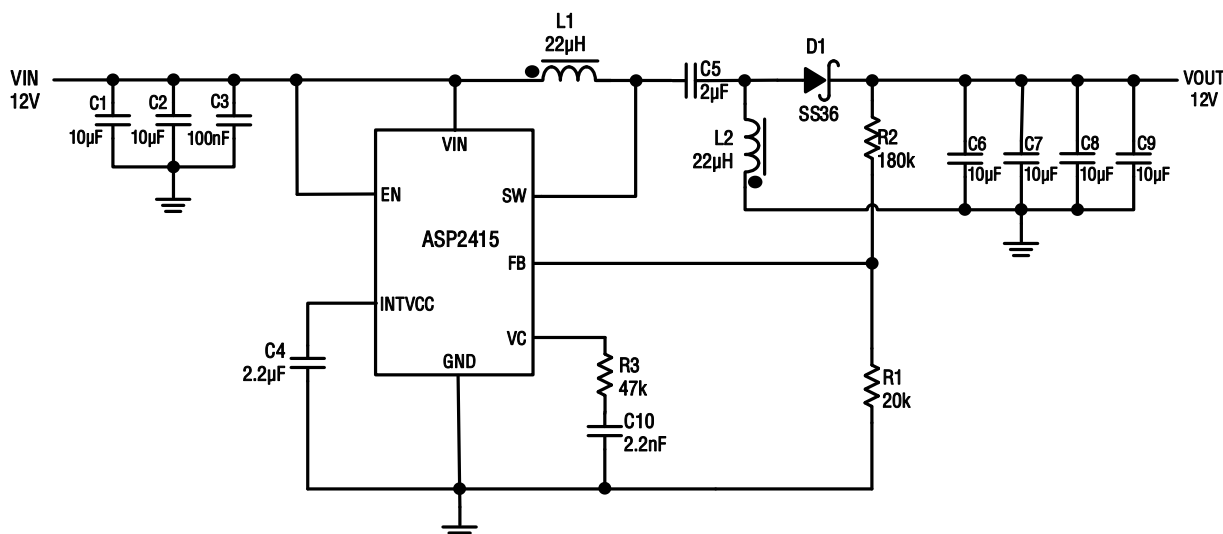


图 18 SEPIC 应用原理图

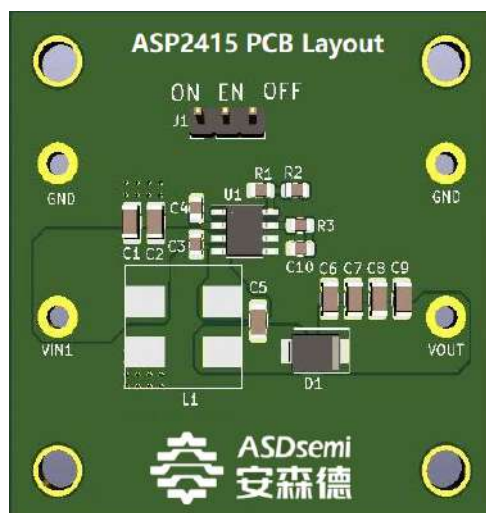


图 19 SEPIC 应用 PCB 图

Boost, SEPIC, DC-DC Converter

ASP2415还可以配置为 SEPIC 拓扑,如图 18 所示。该拓扑允许输入高于,等于或低于所需的输出电压。连续模式下转换率与占空比的关系为:

$$\frac{V_{OUT}+V_D}{V_{IN}} = \frac{D}{1-D}$$

即

$$D = \frac{V_{OUT}+V_D}{V_{IN}+V_{OUT}+V_D}$$

在计算时可忽略二极管压降 V_D

SEPIC 转换器: 开关占空比和频率

在 SEPIC 拓扑中,输入和输出之间存在一个能量转换电容,所以在输入输出之间不存在 DC 路径。对于升压转换器而言,这是一个优点,在开关管关闭时输出与输入源是断开的状态。

以 CCM 模式工作的 SEPIC 转换器,可以根据输出电压(V_{OUT}),输入电压(V_{IN})和二极管正向电压(V_D)计算主开关的占空比。当芯片在最小输入电压下工作时,占空比此时最大:

$$D_{MAX} = \frac{V_{OUT}+V_D}{V_{IN(MIN)}+V_{OUT}+V_D}$$

相反,最小占空比(D_{MIN})发生在转换器在最大输入电压下工作:

$$D_{MIN} = \frac{V_{OUT}+V_D}{V_{IN(MAX)}+V_{OUT}+V_D}$$

如图 20 所示,SEPIC 转换器包含两个电感: $L1$ 和 $L2$ 。 $L1$ 和 $L2$ 可以是独立的,但也可以缠绕在相同的磁芯上,因为在整个开关周期中,相同的电压会施加到 $L1$ 和 $L2$ 。其他引脚接法相同,故没有画出。

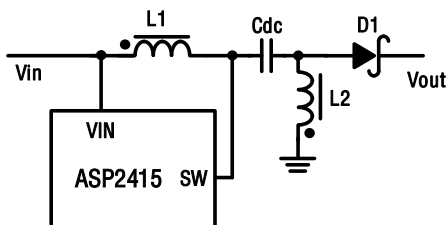


图 20 ASP2415 的 SEPIC 拓扑

电感的选择

对于 SEPIC 拓扑,流经 $L1$ 的平均电流为电路的输入电流。流经 $L2$ 的平均电流为输出电流。理想情况下,输出功率等于输入功率,因此 $L1$ 和 $L2$ 的最大平均电感电流分别为

$$I_{L1(MAX)(AVE)} = I_{IN(MAX)(AVE)} = I_{O(MAX)} \frac{D_{MAX}}{1-D_{MAX}}$$

$$I_{L2(MAX)(AVE)} = I_{O(MAX)}$$

在 SEPIC 转换器中,当开关管导通时,流过开关管的电流等于 $I_{L1} + I_{L2}$,因此,最大平均开关电流为

$$I_{SW(MAX)(AVE)} = I_{L1(MAX)(AVE)} + I_{L2(MAX)(AVE)} \\ = I_{O(MAX)} \frac{1}{1-D_{MAX}}$$

开关峰值电流为

$$I_{SW(PEAK)} = (1 + \frac{\chi}{2}) I_{O(MAX)} \frac{D_{MAX}}{1-D_{MAX}}$$

式中 χ 是表示 $I_{SW(MAX)(AVE)}$ 的开关过程中纹波电流的峰峰值的百分比,类似于 boost 电路常用的 $\frac{\Delta I}{2}$,关纹波电流 ΔI_{SW} 可以通过以下公式计算:

$$\Delta I_{SW} = \chi I_{SW(MAX)(AVE)}$$

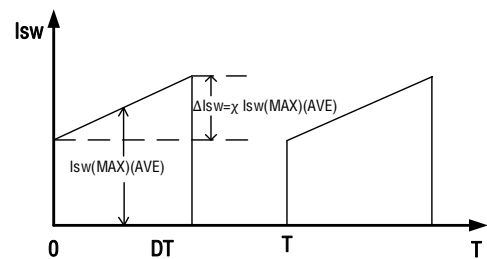


图 21 开关管上的电流随时间变化波形

电感值的选择直接影响电感纹波电流。选择较大感值的电感可以减小 ΔI_L 值,并且会降低电流环路增益(转换器将接近电压模式)。可以接受较大电流纹波的,可以使用低电感,但会导致输入电流纹波更高和铁损更大。建议 χ 在 0.2 到 0.6 的范围内选择。

Boost, SEPIC, DC-DC Converter

确定输入电压范围和输出电压后，可以算出最大占空比，并在电感器中选择了纹波电流，可以使用以下公式确定 SEPIC 转换器的电感器值（L1 和 L2 独立） $0.5\Delta I_{swf_{osc}}$

$$L1=L2=\frac{V_{IN(MIN)}}{0.5\Delta I_{swf_{osc}}} D_{MAX}$$

如果使 L1, L2 相等并将它们缠绕在同一个磁芯上，由于互感的原因，上式中的电感值将替换

$$L=\frac{V_{IN(MIN)}}{\Delta I_{swf_{osc}}} D_{MAX}$$

这样可以在电感器中保持相同的纹波电流和能量存储。峰值电感电流为：

$$I_{L1(PEAK)}=I_{L1(MAX)}+0.5\Delta L1$$

$$I_{L2(PEAK)}=I_{L2(MAX)}+0.5\Delta L2$$

二极管的选择

为了使效率最大化，需要具有低正向压降和低反向泄漏的快速开关二极管。肖特基二极管，具有低正向压降和快速切换速度。需要注意的是二极管耐压，最小额定值为 $V_{in}+V_{out}$ ，建议预留 30% 余量。二极管流过的平均电流和开关管电流一样，最小额定值为开关限流值，建议也应预留 30% 余量。

输入输出电容的选择

输入输出电容的选择和 boost 类似。

直流耦合电容的选择

直流耦合电容器（Cdc，如图 20 所示）的直流耐压值应大于最大输入电压。电容的电压电流波形近似于矩型波。在关断时间，流经 Cdc 的电流为 I_{in} ，而在导通期间，大约 $-I_o$ 流过。建议选用低 ESR 和 ESL，X5R 或 X7R 陶瓷电容器。

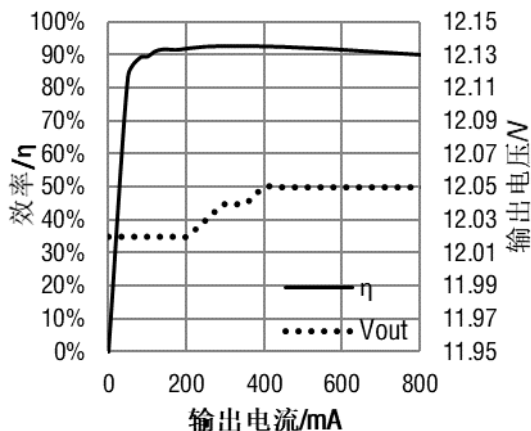


图 22 12V 输入电压下输出电压和效率与输出电流的关系

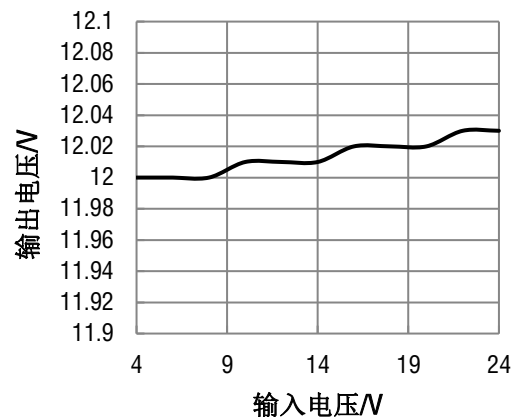


图 23 100mA 输出电流下输出电压与输入电压的关系

Boost, SEPIC, DC-DC Converter

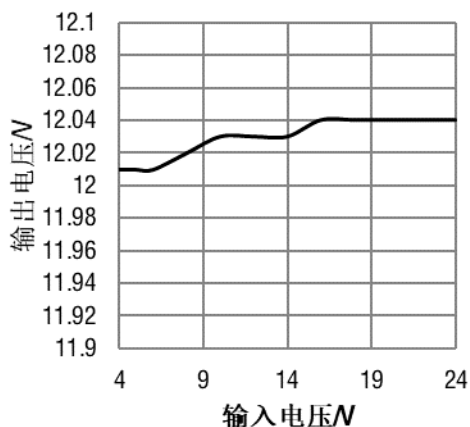


图 24 500mA 输出电流下输出电压与输入电压的关系

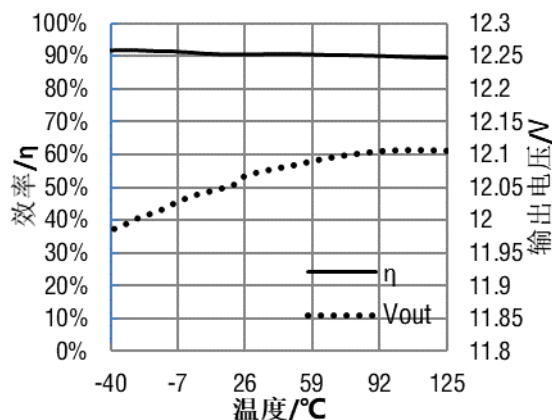


图 25 12V 输入电压下输出电压和效率与温度的关系

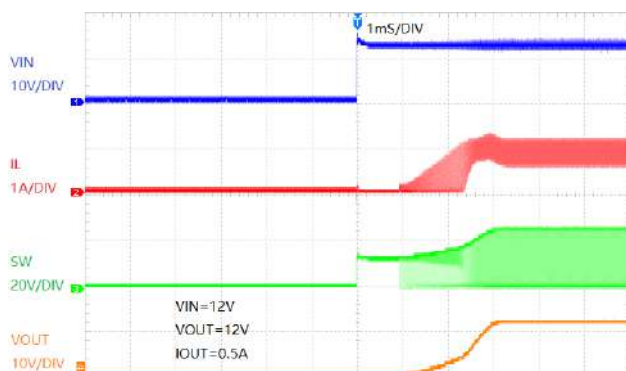


图 26 VIN 上电, 电感电流, SW, 输出电压波形

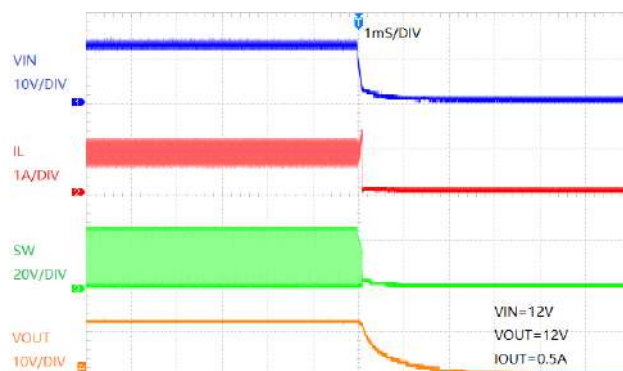


图 27 VIN 掉电, 电感电流, SW, 输出电压波形

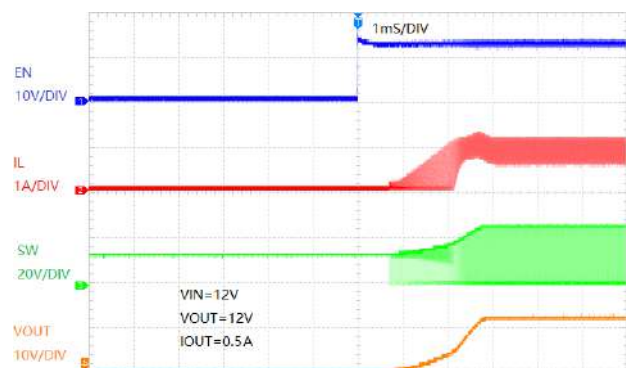


图 28 EN 上电, 电感电流, SW, 输出电压波形

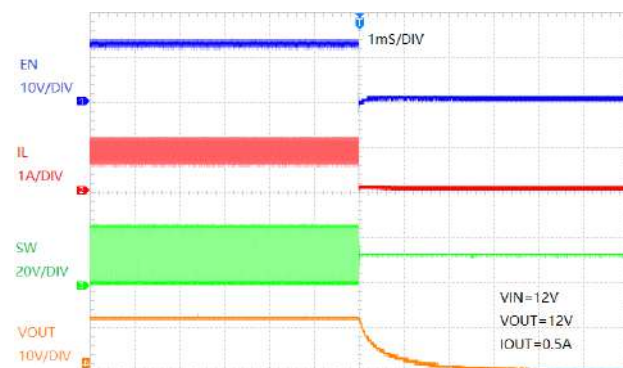


图 29 EN 掉电, 电感电流, SW, 输出电压波形

Boost, SEPIC, DC-DC Converter

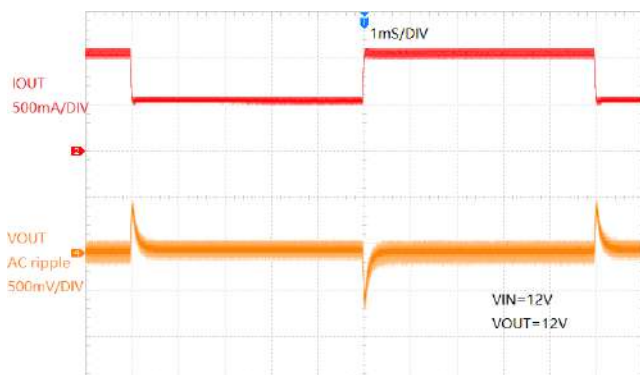


图 30 输出电压纹波与输出电流跳变的关系

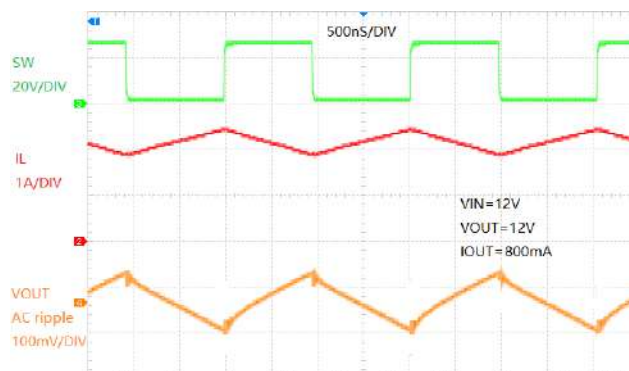
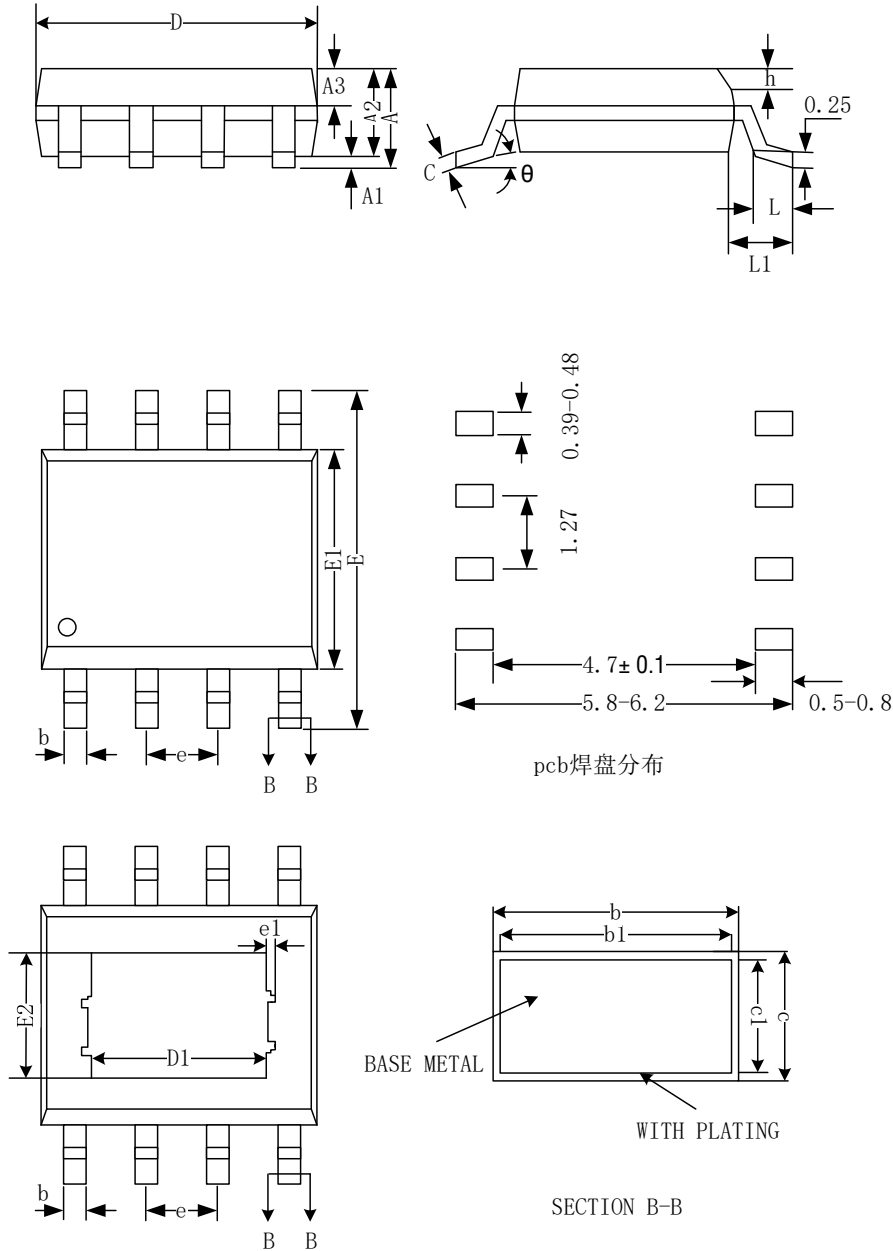


图 31 800mA 输出电流下，电感电流波形，输出纹波和 SW 电压波形

封装信息



IMPORTANT NOTICE

ShenZhen Ascend Semiconductor incorporated MAKES NO WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, WITH REGARDS TO THIS DOCUMENT, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A

PARTICULAR PURPOSE (AND THEIR EQUIVALENTS UNDER THE LAWS OF ANY JURISDICTION).

ShenZhen Ascend Semiconductor Incorporated and its subsidiaries reserve the right to make modifications, enhancements, improvements, corrections or other changes without further notice to this document and any product described herein. ShenZhen Ascend Semiconductor Incorporated does not assume any liability arising out of the application or use of this document or any product described herein; neither does ShenZhen Ascend Semiconductor Incorporated convey any license under its patent or trademark rights,

nor the rights of others. Any Customer or user of this document or products described herein in such applications shall assume .

all risks of such use and will agree to hold Ascendsemi Incorporated and all the companies whose products are represented on ShenZhen Ascend Semiconductor Incorporated website, harmless against all damages.

ShenZhen Ascend Semiconductor Incorporated does not warrant or accept any liability whatsoever in respect of any products purchased through unauthorized sales channel. Should Customers purchase or use ShenZhen Ascend Semiconductor Incorporated products for any unintended or unauthorized application, Customers shall indemnify and hold ShenZhen Ascend Semiconductor Incorporated and its representatives harmless against all claims, damages, expenses, and attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized application.

www.ascendsemi.com