

低功耗高压非同步升压转换器

1.描述

FDT2840 是专门用于中小型 LCD 偏置电源和白光 LED 背光源的高开关频率升压转换器。该芯片非常适合通过双节 NiMH/NiCd 电池或单节锂离子电池产生高达 30V 的电压，还可用于产生标准的 3.3V/5V 至 12V 电源转换等。

FDT2840 的开关频率最高可达 1MHz 这个频率允许使用小型陶瓷以及钽输出电容元件，并与小型的 TSOT 封装一起提供了一个非常小尺寸的整体应用解决方案吧。FDT2840 具有内部 400mA 开关电流限制，并提供较低的输出电压纹波，同时，在低功率应用场合允许使用小电感。使用优化的内部控制方案, FDT2840 具有低静态电流(典型值 20 μ A)使得芯片在整个负载电流范围内高效率工作。

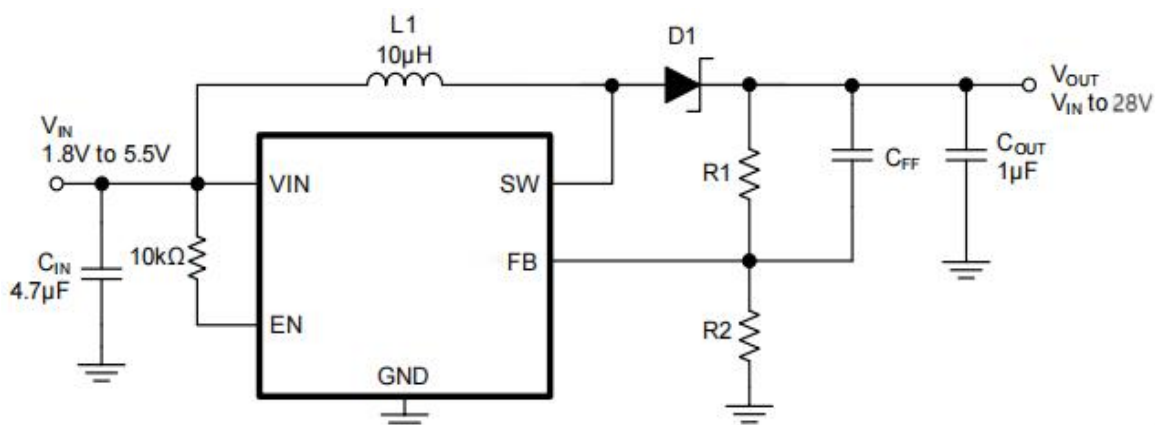
2.特征

- 输入电压范围:1.8V 至 5.5V
- 输出高达 28V 可调电压
- 内部开关电流: 400mA
- 开关频率:1MHz
- 典型空载静态电流: 20 μ A
- 典型关断电流: 0.1 μ A
- 内部软启动功能
- 工作温度: - 40°C ~ +85°C
- 封装: TSOT23-5, SOT23-5,TDFN2X2-6L

3.应用

- LCD 偏置电源
- LCD 背光的白光 LED 电源
- 数码相机 IP CAM
- 手机、掌上电脑
- 互联网音频播放器

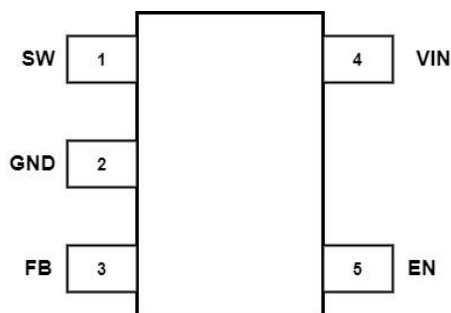
4.典型应用图



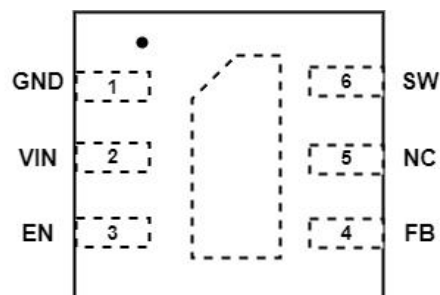
5.订购信息

型号	封装	工作温度	订单编号	Packing Option
FDT2840	TSOT23-5	-40℃ to +85℃	FDT2840YTSOT235G/TR	Tape and Reel,3000
	SOT23-5	-40℃ to +85℃	FDT2840YSOT235G/TR	Tape and Reel,3000
	TDFN2X2-6L	-40℃ to +85℃	FDT2840YTDFN6G/TR	Tape and Reel,3000

6.引脚定义



TSOT23-5/SOT23-5



TDFN2X2-6L

引脚名称	引脚编号		描述
	T/SOT23-5	TDFN2X2-6L	
SW	1	6	开关端，内部功率管漏极
GND	2	1	接地端
FB	3	4	反馈电压端，外部接输出节点的分压电阻来设定输出电压值
EN	4	3	使能端，下拉到地电位使芯片进入关断状态，此引脚不能悬空
VIN	5	2	输入电容端，必须与 GND 之间接去耦电容
NC	-	5	悬空引脚

7.绝对最大额定值(TA=25°C)

- V_{IN} ----- -0.3V ~ 6V
- V_{EN} ----- -0.3V ~ $V_{IN}+0.5V$
- V_{FB} ----- -0.3V ~ 6V
- V_{SW} ----- -0.3V ~ 32V
- 工作温度 T_A ----- -40°C ~ +85°C
- 焊接温度 (Soldering, 10 sec.) ----- 260°C
- 封装热阻 θ_{JA} (TSOT23-5) -----250°C/W

备注:

超过这些“绝对最大额定值”可能对设备造成永久性损坏。

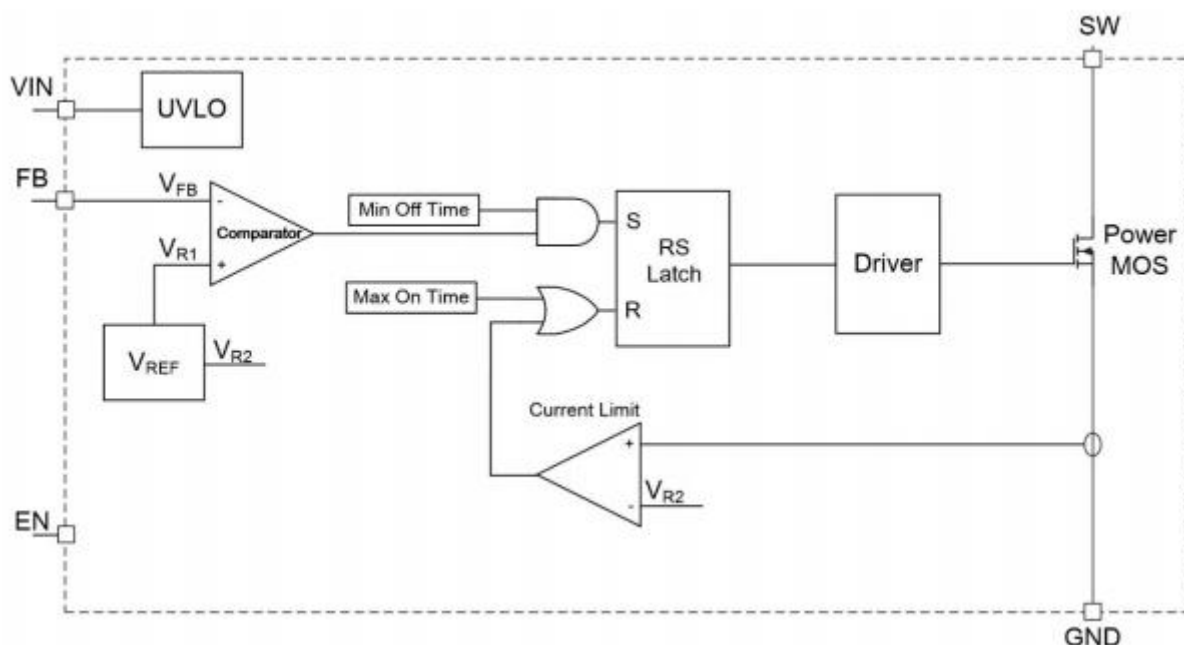
这些压力等级，只是针对硬件特定功能操作，不包含其他超过这些指示的推荐工作状况。

长时间暴露在绝对最大额定条件下可能影响器件的可靠性。

8.ESD 范围

		典型值	单位
V(ESD)	Human Body Model (HBM)	± 2	kV
	Charged Device Model (CDM)	± 1	

9.功能框图



10. 电气参数

$V_{IN}=2.4V$, $V_{EN}=V_{IN}$, $L=10\mu H$, $C_{IN}=4.7\mu F$, $C_{OUT}=1\mu F$, $T_A=-40^{\circ}C\sim+85^{\circ}C$, 典型值在 $T_A=25^{\circ}C$, 除非另有说明。

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
供电电流						
输入电压范围	V_{IN}	-	1.8	-	5.5	V
关断电流	I_{SD}	$V_{EN}=0V$	-	0.1	1	μA
静态电流	I_Q	$I_{OUT}=0A$, 不切换, $V_{FB}=1.3V$	-	20	-	μA
输入欠压锁定阈值	V_{UVLO}	-	-	1.5	1.65	V
功率管和电流限制						
最高开关电压	V_{SW}	-	-	-	30	V
最小关断时间	T_{OFF}	-	280	400	560	ns
最长导通时间	T_{ON}	-	4	6	8	μs
功率管导通阻抗	$R_{DS(ON)}$	$V_{IN}=2.4V, I_{SW}=200mA$	-	600	1000	$m\Omega$
功率管漏电流	I_{LEAK}	$V_{SW}=30V$	-	-	1	μA
开关电流限制	I_{LIM}	-	200	400	500	mA
使能						
EN 低电平电压	V_{ENH}	-	-	-	0.4	V
EN 高电平电压	V_{ENL}	-	1.3	-	-	V
EN 漏电流	I_{EN}	$EN=GND$ or V_{IN}	-	0.1	1	μA
输出						
输出电压范围	V_{OUT}	-	V_{IN}	-	30	V
反馈电压	V_{FB}	$T_A=25^{\circ}C$	1.207	1.23	1.253	V
反馈端输入电流	I_{FB}	$V_{FB}=1.3V$	-	-	1	μA
线性调整率	ΔV_{OUT}	$1.8V \leq V_{IN} \leq 5.5V; V_{OUT}=18V, I_{OUT}=10mA$	-	0.15	-	%/V
负载调整率		$V_{IN}=2.4V; V_{OUT}=18V; 0mA \leq I_{OUT} \leq 20mA$	-	0.1	-	%/mA

11. 典型工作特性

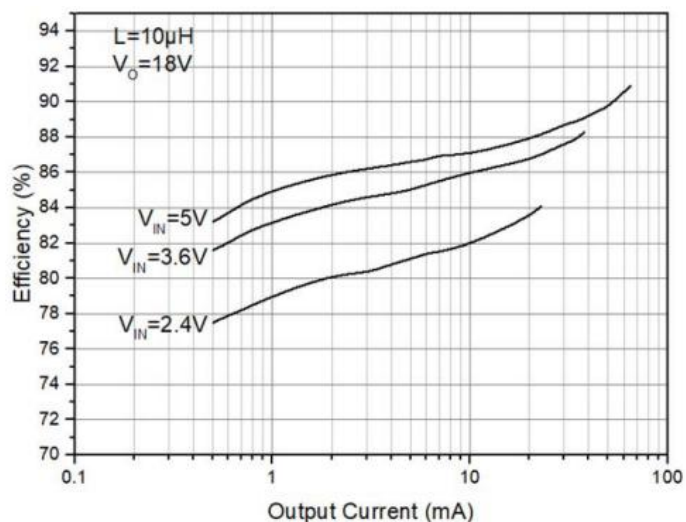


Fig 1. Efficiency vs Output Current

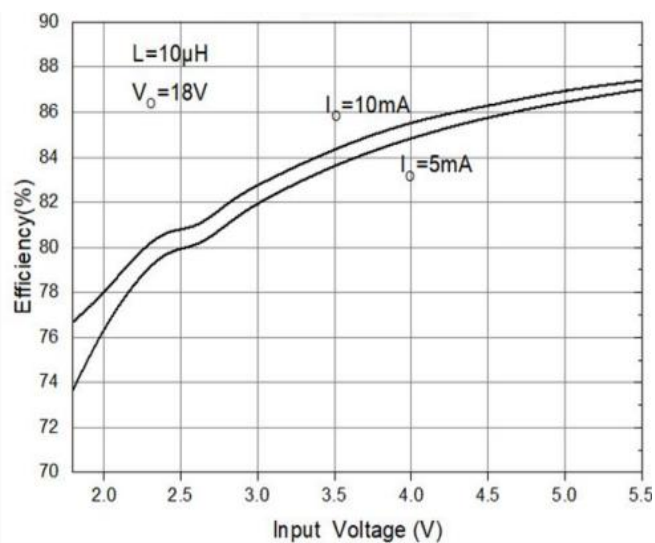


Fig 2. Efficiency vs Input Voltage

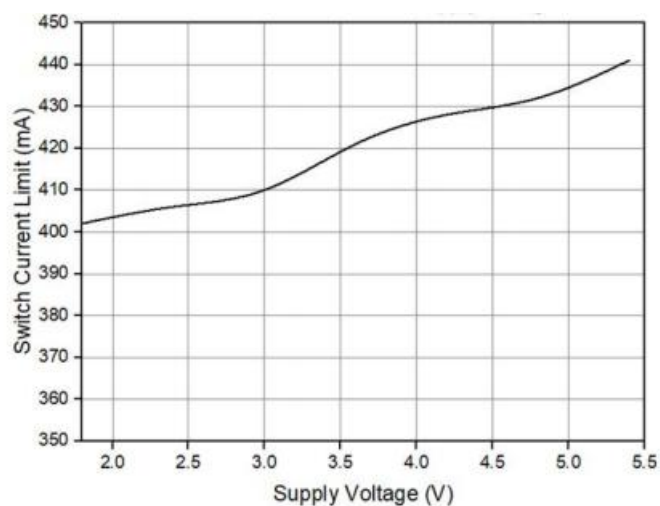


Fig 3. Switch Current Limit vs Supply Voltage

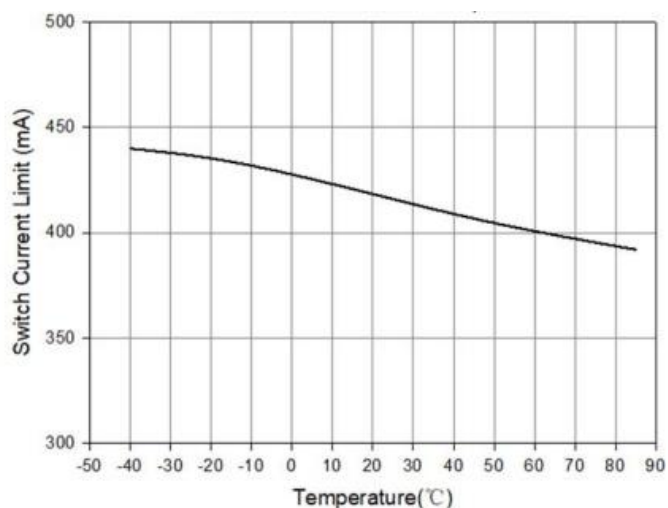


Fig 4. Switch Current Limit vs Temperature

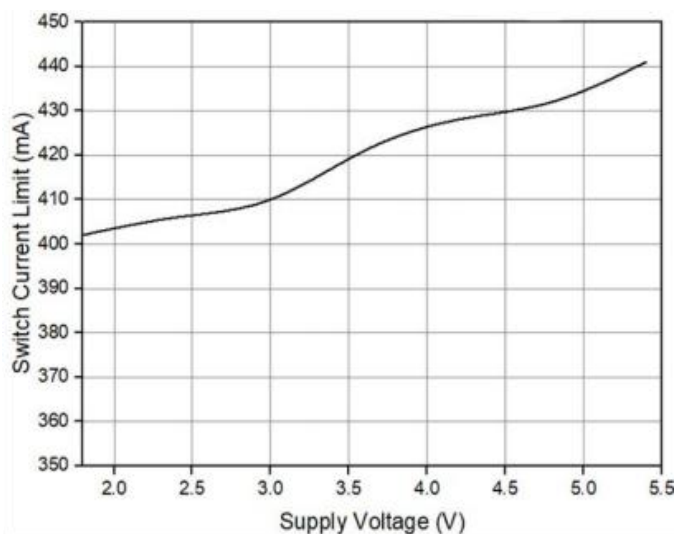
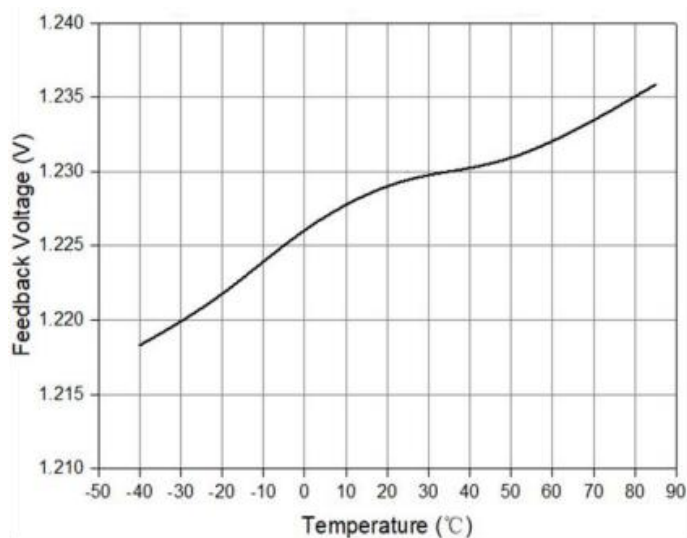
Fig 5. $R_{DS(ON)}$ vs Temperature

Fig 6. Feedback Voltage vs Temperature

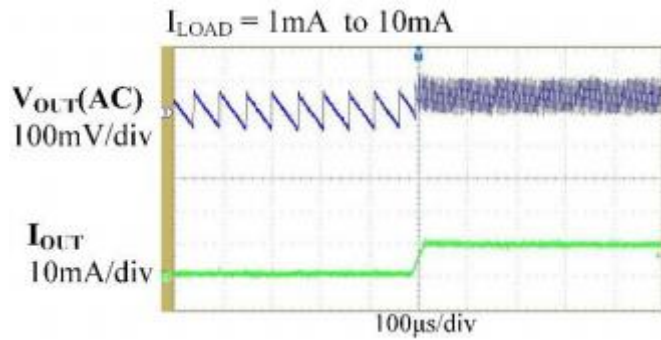


Fig 7. Load Transient

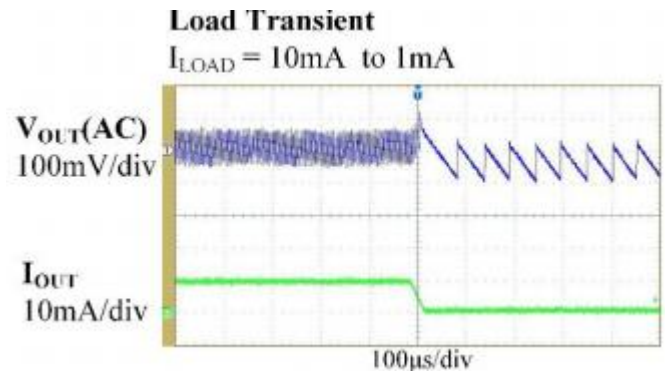


Fig 8. Load Transient

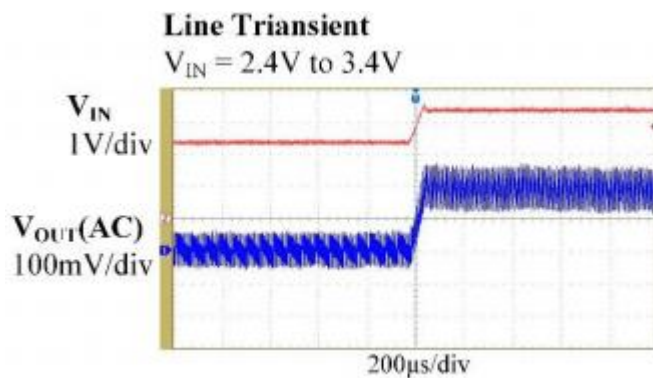


Fig 9. Line Transient

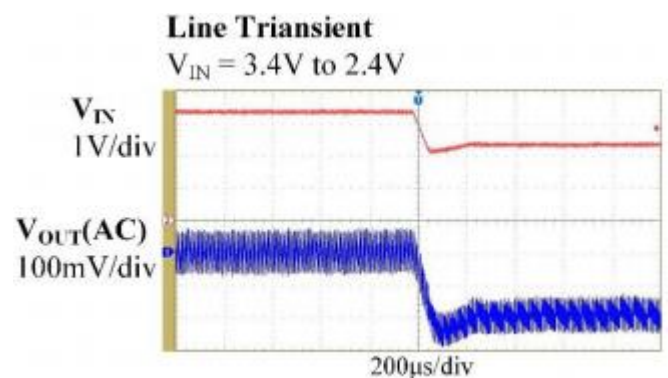


Fig 10. Line Transient

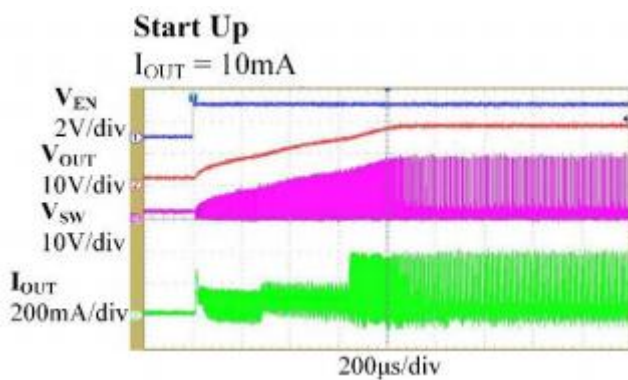


Fig 11. Start Up

12. 功能描述

FDT2840 是一款高频率的升压转换器，可用于中小尺寸的 LCD 屏供电或者白光 LED 的背光供电。芯片能够使用两节 NiMH/NiCd 电池或者单节锂电池作为输入电压，输入电压范围为 1.8V 至 5.5V，可产生高达 28V 的输出电压。该方案在整个负载电流范围内保持高效率，并且开关频率可高达 1MHz，该装置能够使用非常小的外部元件。

转换器监控输出电压，当反馈电压低于参考电压(通常为 1.23V)时，内部开关打开，电流上升。当电感器电流达到通常为 400mA 的内部设定峰值电流时，开关关闭。关闭开关的第二个标准是最大接通时间 6μs(典型值)。这只是为了限制变频器在极端条件下的最大开启时间。当开关关闭时，外部肖特基二极管正向偏置，将电流传输到输出端。开关保持关闭至少 400ns(典型值)，或直到反馈电压再次降至参考电压以下。采用这种 PFM 峰值电流控制方案，变换器在不连续导通模式(DCM)下工作，其中开关频率取决于输出电流，从而在整个负载电流范围内产生非常高的效率。这种调节方案本质上是稳定的，允许电感和输出电容有更大的选择范围。

● 峰值电流控制

内部功率导通，直到电感电流达到 400mA 的典型电流限制值(I_{LIM})之后关闭。

由于内部存在典型的 100ns 传输延迟，实际电流少量超出直流电流限制阈值。典型峰值电流限值可计算：

$$I_{PEAK} = I_{LIM} + \frac{V_{IN}}{L} \times 100ns$$

输入电压越高，电感值越低，则峰值越大。较低的电流限制支持低输出功率的应用，并允许使用具有较低额定电流和较小形状系数的电感。较低的电流限制通常也有较低的输出电压纹波。

● 软启动

如果没有特别的预防措施，所有感应式升压变换器在启动时都会表现出很高的浪涌电流。这可能导致启动期间输入电源的电压下降，并可能导致错误状态或系统关闭。

FDT2840 通过两步增加电流限值来限制该涌入电流，从第一个 256 个周期使用四分之一电流限制，到接下来的 256 个周期使用二分之一电流限制，之后使用正常电流限制，软启动结束。

● 使能

将使能引脚 EN 接到 GND 可关闭设备，将芯片关断电流降低至 0.1μA(典型值)。EN 引脚需要保持连接，不能够浮空使用。

因为有一条从输入到输出的通过电感和肖特基二极管的电流路径，在关机期间，输出电压等于输入电压。可以使用一个小的外部晶体管在关机期间断开输入和输出。

● 输入欠压锁定

欠压锁定可防止设备在低于典型 1.5V 的输入电压下误操作。当输入电压低于欠压阈值时，主功率管关闭。

13. 参数设计

● 电感选择，最大负载电流

由于 PFM 峰值电流控制方案本身就是稳定的，因此电感值不会影响稳压器的稳定性。电感的选择、额定负载电流、应用的输入和输出电压决定了转换器的开关频率。根据应用的不同，推荐使用 2.2μH 至 47μH 的电感值。最大电感值取决于开关的最大导通时间，通常为 6μs。为了正常工作，在此 6μs 周期内应达到 400mA(典型值)的峰值电流限制。

电感值决定了变换器的最大开关频率。因此，选择保证变换器最大负载电流不超过最大开关频率的电感值。最大开关频率按下式计算：

$$F_S = \frac{V_{IN(min)} \times (V_{OUT} - V_{IN})}{I_P \times L \times V_{OUT}}$$

式中：

I_P =峰值电流，如峰值电流控制中描述；

L =选择的电感值；

$V_{IN(min)}$ =最高开关频率出现在最小输入电压。

当选定的电感值不超过转换器的最大开关频率，则下一步是使用以下公式计算额定负载电流下的开关频率：

$$F_S(load) = \frac{2 \times I_{Load} \times (V_{OUT} - V_{IN} + V_d)}{I_P^2 \times L}$$

式中：

I_P =峰值电流，如峰值电流控制中所述；

L =选择的电感值；

I_{load} =额定负载电流；

V_d =整流二极管正向电压(通常为 0.3V)。

电感值越小，转换器开关频率越高，但效率越低。

电感值对最大负载电流的影响较小。计算某些工作条件下最大可用负载电流的最佳方法是在最大负载电流下估算预期的转换效率。这个数字可以从效率图中取出。最大负载电流可以估算如下：

$$I_{Load(max)} = \eta \frac{I_P^2 \times L \times F_S(max)}{2 \times (V_{OUT} - V_{IN})}$$

式中：

I_P =峰值电流；

L =选择的电感值；

$F_S(max)$ =之前计算的最大开关频率；

η =预期的转换器效率，通常 70%至 85%。

转换器的最大负载电流是转换器开始进入连续导通模式工作的电流。通常转换器应以非连续导通模式运行。

最后，选定的电感器应具有满足转换器最大峰值电流的饱和电流(按照峰值电流控制计算),使用 I_{LIM} 的最大值计算。

● 设置输出电压

输出电压计算如下：

$$V_{out}=1.23V\times(1+\frac{R_1}{R_2})$$

对于电池供电的应用，应使用高阻分压器，R2 的典型值≤200kΩ,R1 的最大值为 2.2MΩ。可以使用较小的电阻值来降低 FB 引脚的噪声敏感度。

上反馈电阻 R1 上的前馈电容容易为误差比较器提供足够的过驱动。如果没有前馈电容，或者其值太小，FDT2840 会在开关节点(SW)显示双脉冲或多脉冲，而不是单脉冲，从而导致更高的输出电压纹波。如果此纹波可接受，则可省去前馈电容。

转换器的开关频率越低，所需的前馈电容值越大。一个好的起点是使用 10pF 的前馈电容。作为第一个估算，前馈电容的值也可以用下面的公式计算：

$$C_F=\frac{1}{2\times\pi\times\frac{F_S}{20}\times R_1}$$

式中：

R1 为分压器的上电阻

Fs=变频器在标称负载电阻下的开关频率

C_F=选择一个最接近计算结果的值

前馈电容越大，芯片的线性调整率越差。因此，当关注线性调整率指标时，选定的前馈电容应尽可能小。

● 线性调整率和负载调整

FDT2840 的线性调整率取决于反馈引脚上的电压纹波。通常，反馈引脚 FB 上的 50mV 峰峰值电压纹波会产生良好的结果。

一些应用对于输出电压的性能要求非常严格，只能在一定的输入电压范围内允许输出电压具有较小的变化。如果在电压反馈分压器的上部电阻不并联前馈电容 C_F，则输出具有最佳的线性调整率。如果没有前馈电容，则输出电压纹波会更高，因为 FDT2840 在开关引脚 SW 上显示输出电压是多个脉冲而不是单个脉冲，从而增加了输出电压纹波。增加输出电容值可降低输出电压纹波。

如果不允许增加输出电容值，则可以使用前一节所述的前馈电容 C_F。前馈电容的使用增加了反馈引脚上的电压纹波。反馈引脚上的电压纹波(≥50mV)越大，输出调节越差。进一步改善有两种办法：

1、使用较小的电感值提高开关频率，从而降低输出电压纹波以及反馈引脚上的电压纹波。

2、在反馈引脚对地之间增加一个小电容，将反馈引脚上的电压纹波再次降低至 50mV。作为起点，可以使用与前馈电容器 C_F 相同的电容值。

● 输出电容的选择

为获得最佳的输出电压滤波，建议使用低 ESR 输出电容。陶瓷电容器具有低 ESR 值，但也可以使用铝电容器，具体取决于应用。

假设转换器在开关节点上不显示双脉冲或脉冲串，输出电压纹波可以计算如下：

$$\Delta V_{OUT} = \frac{I_{OUT}}{C_{OUT}} \times \left(\frac{1}{F_S} - \frac{I_P \times L}{V_{OUT} + V_d - V_{IN}} \right) + I_P \times ESR$$

式中：

I_P =峰值电流，如峰值电流控制中所述；

L =选择的电感值；

I_{OUT} =额定负载电流；

F_S =以前计算的最大开关频率；

V_d =整流二极管正向输出电压；

C_{OUT} =选定的输出电容；

ESR =输出电容 ESR 值。

● 输入电容的选择

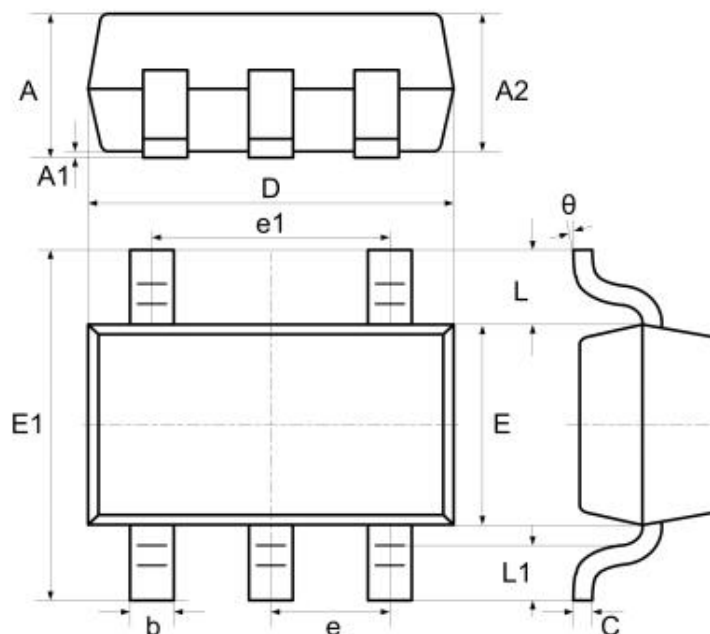
对于良好的输出电容滤波，建议使用低 ESR 陶瓷电容，4.7μF 的陶瓷输入电容器足以应付大部分应用。为了更好地输入电压滤波，这个值可以增加。

● 二极管选择

为达到高效率，应使用肖特基二极管。二极管的额定电流应满足芯片的峰值电流额定值，峰值电流额定值在前面功能描述中的峰值电流控制章节计算。这个计算使用 I_{LIM} 的最大值。

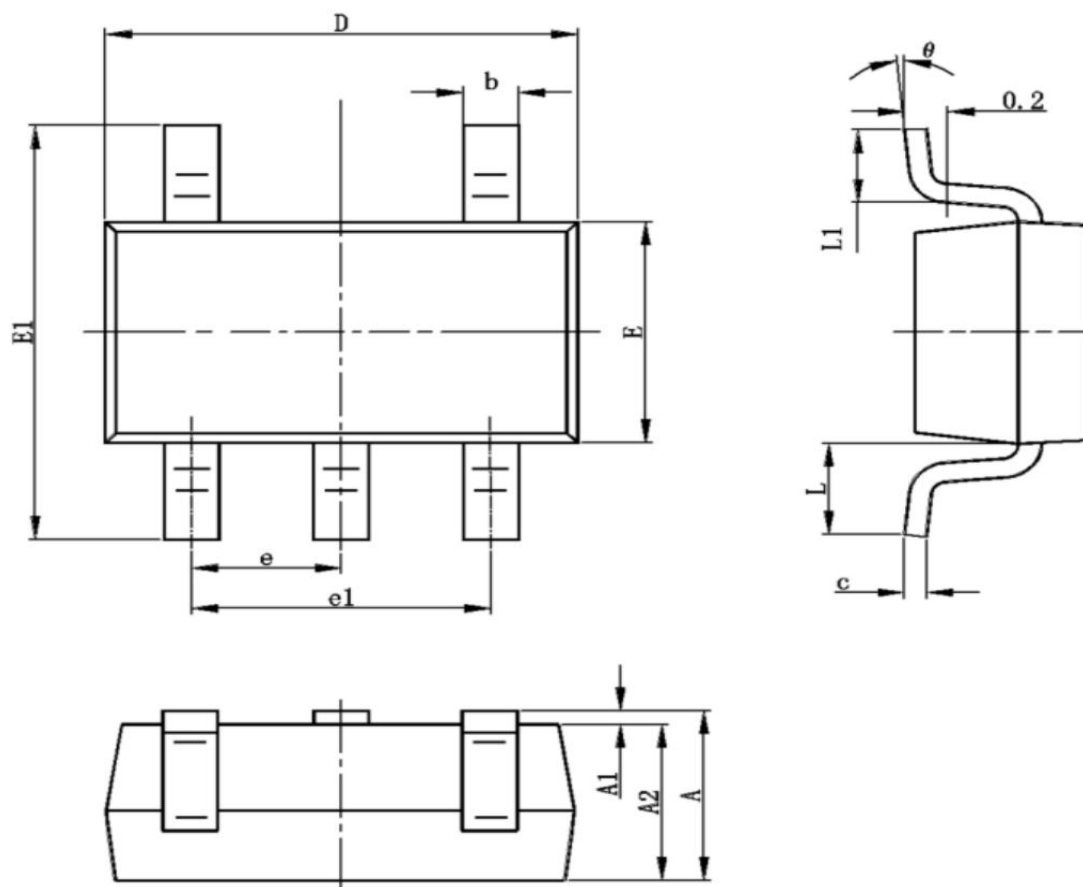
14.封装信息

(1)Package Type: TSOT23-5



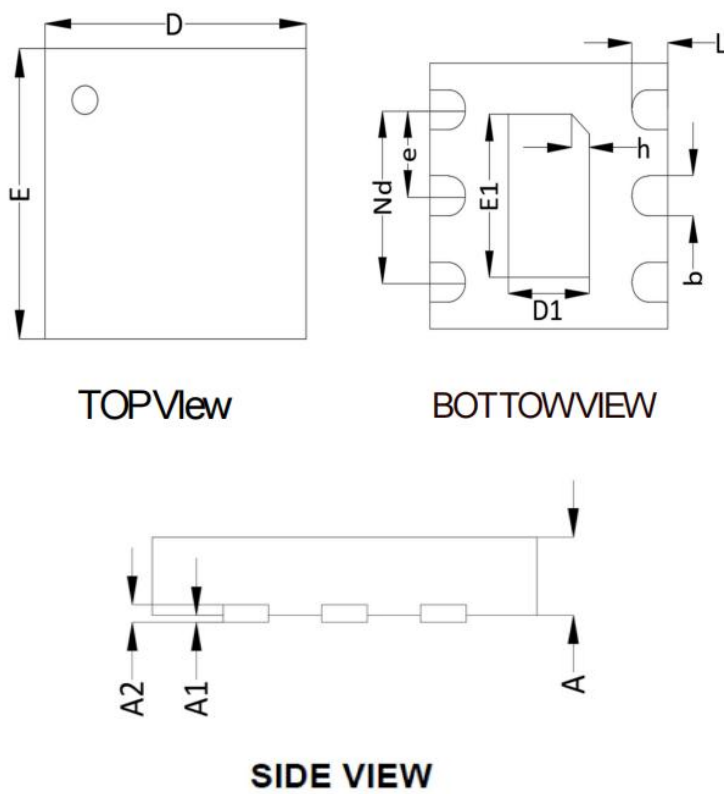
Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimensions In Inches	
	Min	Max	Min	Max
A	0.700	0.900	0.028	0.035
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	0.700	0.800	0.028	0.031
b	0.350	0.500	0.014	0.020
c	0.080	0.200	0.003	0.008
D	2.820	3.020	0.111	0.119
E	1.600	1.700	0.063	0.067
E1	2.650	2.950	0.104	0.116
e	0.950 typ.		0.037 typ.	
e1	1.900 typ.		0.075 typ.	
L	0.700 ref.		0.028 ref.	
L1	0.300	0.600	0.012	0.024
θ	0°	8°	0°	8°

(2)Package Type: SOT23-5



Symbol	Dimensions In Millimeters		Dimension In Inches	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.950	1.250	0.038	0.049
A1	0.000	0.100	0.000	0.004
A2	0.900	1.150	0.036	0.045
b	0.300	0.400	0.012	0.016
c	0.100	0.200	0.004	0.008
D	2.820	3.020	0.111	0.119
E	1.500	1.700	0.059	0.067
E1	2.650	2.950	0.104	0.116
e	0.950 TYP		0.037 TYP	
e1	1.800	2.000	0.071	0.079
L	0.700 REF		0.028 REF	
L1	0.300	0.600	0.012	0.024
θ	0.	8.	0.	8.

(3)Package Type: TDFN2X2-6L



SYMBOL	MILLMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	0.70	0.75	0.80
A1	0.00	0.02	0.05
A2	0.203REF		
b	0.25	0.30	0.35
D	1.95	2.00	2.05
E	1.95	2.00	2.05
D1	0.50	0.68	0.86
E1	1.00	1.23	1.46
e	0.65BSC		
L	0.20	0.30	0.40
Nd	1.30BSC		
L	0.20	0.30	0.40
h	0.10	0.15	0.20

15.声明

- 我公司保留说明书更改权利，恕不另行通知。
- 任何半导体产品在特定条件下都有一定的失效或发生故障的可能，买方有责任在使用我司产品进行系统设计和整机制造时遵守安全标准并采取安全措施，以避免潜在失败风险可能造成人身伤害或财产损失情况的发生！
- 产品品质的提升永无止境，我司将竭诚为客户提供更优秀的产品！

16.修改记录

版本号	修改内容
first edition	
V0.1	1. 更新第二页订购信息和第 12 页封装信息
V1.1	1. 更新封装图