

高效峰值电流控制模式3A同步降压变换器

主要特色

- 4V到36V的宽输入范围
- 0.8V到32V可调输出
- 85mΩ/55mΩ低导通阻抗内置功率 MOSFETS
- 高效外部200k到2.2MHz时钟同步
- 410kHz开关频率
- 内部省电模式
- 95%高占空比
- 内部软启动
- 过流保护和打嗝模式的短路保护
- 过温保护
- QFN-8(3mmx3mm)封装和ESOP8封装

应用范围

- 消费电子
- 多功能打印机(MFP)
- 分布式电源系统

简要描述

BT[®]1433 是一款内置功率 MOSFETS 的高频同步整流降压变换器,可实现高达 3A 电流输出。即使在宽输入范围,依然具有良好的负载调整率与线性调整率,芯片在同步模式下可在负载范围内实现更高的效率。芯片采用电流控制模式,具有快速瞬态响应、环路简单、稳定性好的优点。

BT1433 具有完整的保护功能,包括过流保护和过温保护。在应用中,使用少量的标准外部器件就可以实现需求,并且采用小封装 QFN-8(3mmx3mm)节省了空间。

典型应用

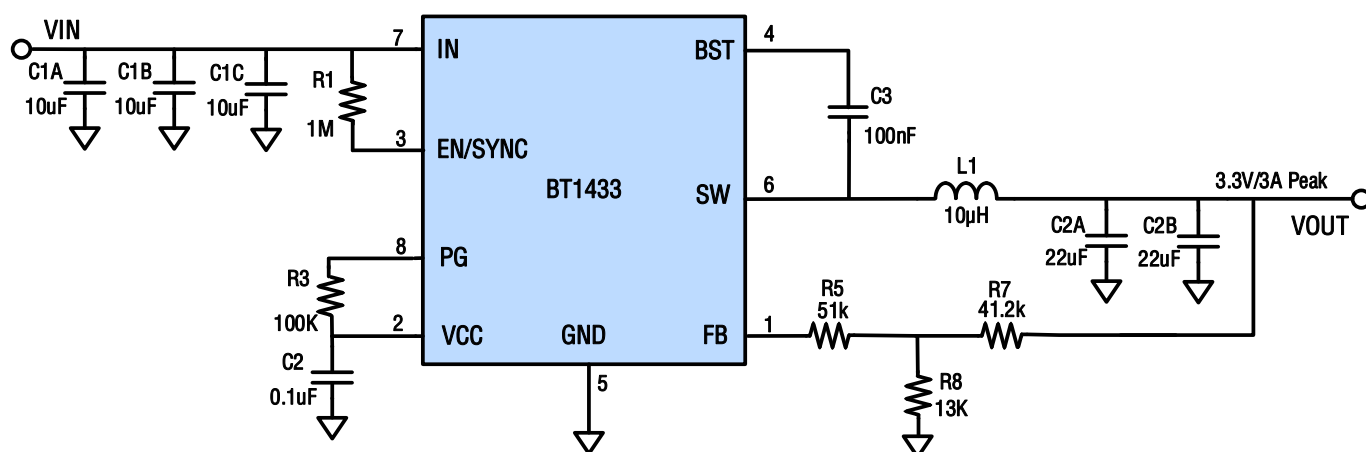


图 1 典型应用

BT1433

额定极限

供电电压	-0.3 V to 40V
SW 引脚	-0.3 V to 41V
BST 引脚	SW 引脚电压+6V
其他引脚	-0.3 V to 5V
结温	150℃

损坏温度	260℃
存储温度	-65℃ to 150℃
引脚温度 (焊接 10 秒)	300℃
25℃下的最大耗散功率	2.27W
工作温度	-40℃ to 125℃

引脚配置

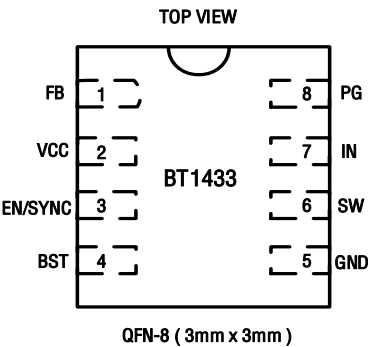


图 2 BT1433 QFN-8 封装的引脚配置

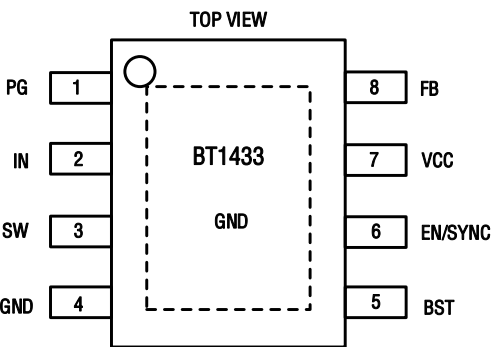


图 3 BT1433 ESOP8 封装的引脚配置

引脚功能

FB: 反馈引脚。从输出端连接到 GND 的外部电阻分压器的抽头，以设置输出电压。当 FB 电压低于 660mV 时，触发频率折返，降低振荡器的频率防止短路时电流过大超过极限，导致系统失控，造成故障。

VCC: 5V 基准电压输出，需外接 0.1μF—0.22μF 的电容。同时也为大部分内部电路供电。

EN/SYNC: 使能和时钟同步引脚。该模块控制 BT1433 是否工作，同时检测输入信号是否为时钟信号。当引脚 EN/SYNC 为高电平时，BT1433 正常启动。当 EN/SYNC 为低电平时，BT1433 不启动。当 EN/SYNC 输入 200kHz 至 2.2MHz 的时钟信号时，BT1433 正常启动，同时对内部时钟频率进行调节，使其与外部时钟频率同步。

BST: 浮动电压源引脚。通过一个 0.1μF 的电容连接到 SW，产生能够高于供电电压的浮动电压，来驱动高压端开关管。

GND: 系统接地引脚。为了达到最好的效果，布局时需要特别注意，需要宽的 PCB 区域与 GND 相连。

SW: 开关信号输出引脚。连接到一个宽的 PCB 区域。

IN: 电源输入引脚。输入范围为 4V-36V，需外接一个去耦电容，为整个芯片提供稳定的电源。

PG: 输出电压指示信号引脚。PG=1(输出超过额定电压的 90%)，输出电压良好；PG=0，输出电压异常。该引脚为开漏输出，因此需在外部接上拉电阻。

订购信息

器件型号	订货型号	封装	最小包装	工作结温	器件标记
BT1433DF8	BT1433DF8#TRPBF	QFN-8	2000	-40℃ to 150℃	BT1433
BT1433DF8	BT1433DF8#TPBF	QFN-8	130	-40℃ to 150℃	BT1433
BT1433ES8	BT1433ES8#TRPBF	ESOP8	4000	-40℃ to 150℃	BT1433
BT1433ES8	BT1433ES8#TPBF	ESOP8	250	-40℃ to 150℃	BT1433

联系电话: +86-400-833-2598 邮箱: sales@batelab.com 网址: <http://www.batelab.com>

参数指标

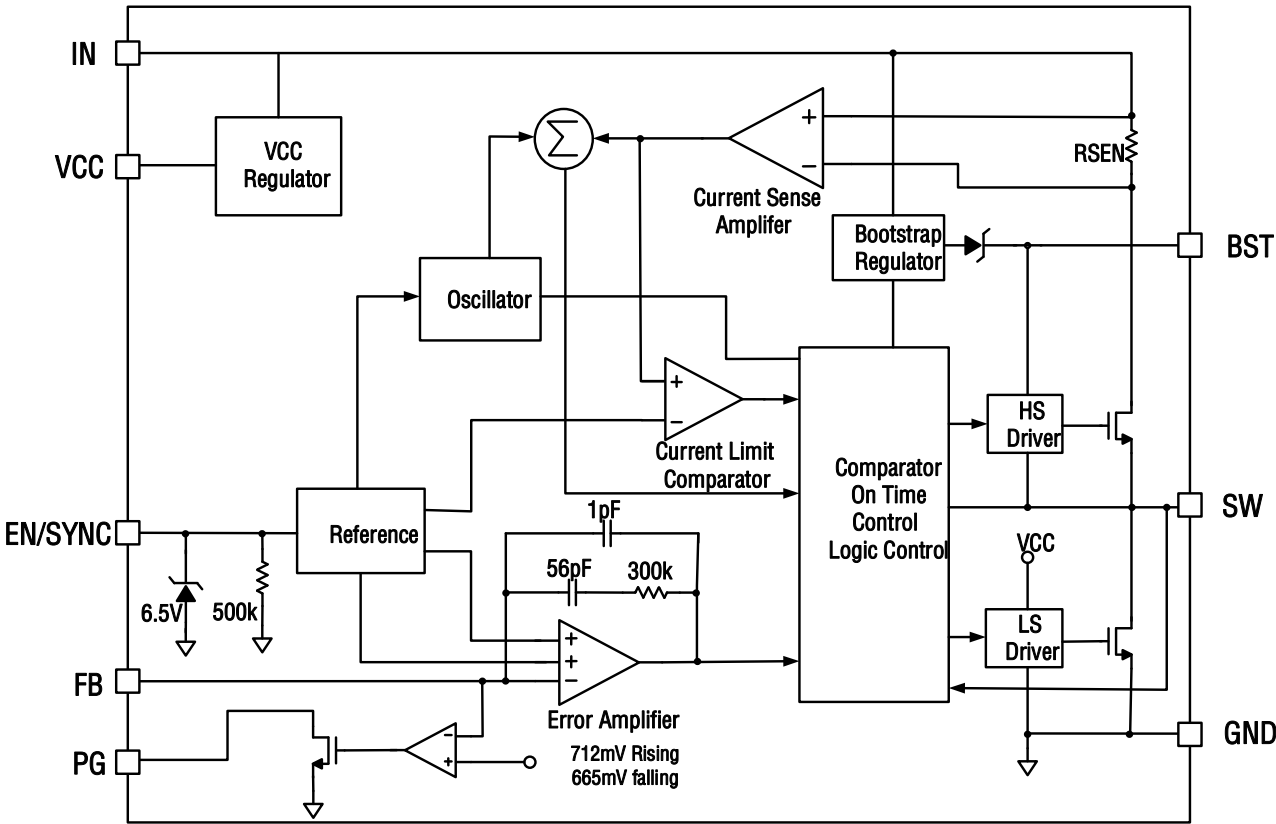
如无特殊说明, 测试温度 25℃, VIN=12V。

参数	工作条件	最小值	典型值	最大值	单位
关机电流 I_{SHDN}	$V_{EN}=0V$			8	μA
静态电流 I_Q	$V_{EN}=2V, V_{FB}=1V$		0.5	0.7	mA
上功率管导通阻抗 R_{ON_HS}	$V_{BST-SW}=5V$		85	105	m Ω
下功率管导通阻抗 R_{ON_LS}	$V_{CC}=5V$		55	75	m Ω
开关漏电电流 I_{LKG_SW}	$V_{EN}=0V, V_{SW}=12V$			1	μA
最大电流限制 I_{LIMIT}	小于 40% 占空比	3.2	4.4	5.5	A
振荡器频率 f_{SW}	$V_{FB}=750mV$	320	410	500	kHz
折返频率 f_{FB}	$V_{FB}<400mV$	70	100	130	kHz
最大占空比 D_{MAX}	$V_{FB}=750mV, 410kHz$	92	95		%
最小导通时间 t_{ON_MIN}			70		ns
外部时钟频率同步范围 f_{SYNC}		0.2		2.4	MHz
反馈引脚电压 V_{FB}		778	792	806	mV
反馈引脚电压 I_{FB}	$V_{FB}=820mV$		10	100	nA
EN 上升门限电压 V_{EN_RISING}		1.15	1.4	1.65	V
EN 下降门限电压 $V_{EN_FALLING}$		1.05	1.25	1.45	V
EN 门限迟滞量 V_{EN_HYS}			150		mV
EN 输入电流 I_{EN}	$V_{EN}=2V$		4	6	μA
	$V_{EN}=0V$		0	0.2	μA
UVLO 上升门限电压 $INUV_{RISING}$		3.3	3.5	3.7	V
UVLO 下降门限电压 $INUV_{FALLING}$		3.1	3.3	3.5	V
UVLO 门限迟滞量 $INUV_{HYS}$			200		mV

BT1433

VCC 电压 V_{CC}	$I_{CC}=0mA$	4.6	4.9	5.2	V
VCC 负载变化率	$I_{CC}=5mA$		1.5	4	%
软启动时间 T_{SS}	V_{OUT} 从 10% 上升到 90%	0.45	1.5	2.55	ms
过温保护 T_{SD}		150	170		°C
过温保护迟滞量 T_{SD_HYS}			30		°C
PG 上升门限电压 PG_{VTH_RISING}	占 V_{FB} 电压的百分比	86	90	94	%
PG 下降门限电压 $PG_{VTH_FALLING}$	占 V_{FB} 电压的百分比	80	84	88	%
PG 门限迟滞量 PG_{VTH_HYS}	占 V_{FB} 电压的百分比		6		%
PG 上升门限延迟 PG_{TD_RISING}		40	90	160	μs
PG 下降门限延迟 $PG_{TD_FALLING}$		30	55	95	μs
PG 下拉电流能力 V_{PG}	下拉 4mA		0.1	0.3	V
PG 漏电流 I_{LKG_PG}			10	100	nA

内部框图



工作原理

BT1433 是一款内置功率 MOSFETS 的高频同步整流降压变换器,可实现高达 3A 电流输出。即使在宽输入范围,依然具有良好的负载调整率与线性调整率,芯片在同步模式下可在负载范围内实现更高的效率。芯片采用电流控制模式,具有快速瞬态响应、环路简单、稳定性好的优点。

当 BT1433 固定频率工作时,以峰值电流控制模式调节输出电压。内部时钟启动 PWM 周期,集成的高端功率 MOSFET 导通并维持导通,直到其电流达到 COMP 设置的值。当功率开关关闭时,它将维持关闭状态,直到下一个时钟周期开始。如果功率 MOSFET 中的电流在一个 PWM 周期的 95% 内没有达到 COMP 设置的电流值,则功率 MOSFET 将被强制关闭。

内部稳压器 VCC

在 BT1433 内部,由内部电路产生由 VIN 供电的稳压器。当 VIN 超过 5.0V 时,稳压器输出 5.0V,当 VIN 小于 5.0V 的时候,稳压器输出低于 VIN。VCC 引脚需要外部接 0.1μF 的陶瓷去耦电容。误差放大器 EA

误差放大器对内部的 0.8V 参考电压(REF)和 FB 引脚电压进行比较,产生一个控制信号,控制功率 MOSFET 的导通和关断。优化后的内部补偿网络使用最少的外部器件,便可进行回路控制。

轻载条件下的省电模式 AAM

BT1433 具有适用于轻载的 AAM (高级异步调制)省电模式。在内部设有固定的阈值电压。在重负载条件下,VCOMP 高于 VAAM。当时钟变高时,高端功率 MOSFET 打开并保持导通,直到 COMP 达到 VILsense 电压设置的值。每当 VCOMP 高于 VAAM 时,内部时钟复位。

在轻负载条件下,VCOMP 的值很低。当 VCOMP 小于 VAAM 且 VFB 小于 VREF 时,VCOMP 会上升直至超过 VAAM。在此期间,内部时钟被阻塞,因此 BT1433 跳过一些脉冲用于实现轻载省电。

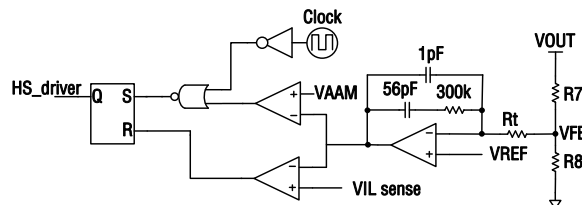


图 5 简化的 AAM 控制逻辑

使能和时钟同步控制 EN/SYNC

EN/SYNC 是一个数字控制引脚,用于打开和关闭稳压器。如果 EN/SYNC 为高电平则打开稳压器,如果为低电平则关闭稳压器。在内部从 EN/SYNC 到 GND 连接有 500kΩ 电阻,因此允许 EN/SYNC 引脚悬空来关闭芯片。在芯片的内部使用 6.5V 齐纳二极管来钳位 EN/SYNC 引脚电压,如图 5 所示。如果通过上拉电阻将 EN/SYNC 输入引脚连接到 VIN 引脚,在任何电压下通过设定电阻阻值应限制 EN/SYNC 输入电流小于 150μA。

例如,当连接到 VIN=12V 时,

$$RPULLUP \geq (12V - 6.5V) \div 150\mu A = 36.7k\Omega$$

如果将 EN/SYNC 引脚直接连接到没有任何上拉电阻的电压源需要将电压幅度限制在小于 6V,以防止损坏齐纳二极管。

在 EN/SYNC 连接外部时钟同步时,频率应为 200kHz 至 2.2MHz 范围内,并且外部时钟信号的脉冲宽度应小于 2μs。

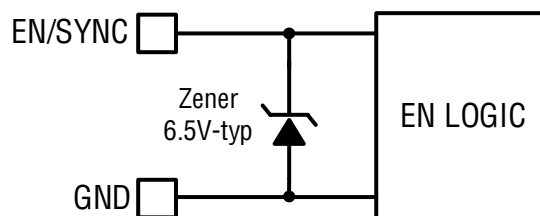


图 6 内置 6.5V 齐纳二极管

欠压锁存 UVLO

BT1433 的欠压锁存模块会产生一个信号阻止基准电压和输出模块启动,直到电源电压高于设定的阈值电压。在电源电压低于启动电压前,基准电压 VREF 和输出端 OUTPUT 均被拉低。BT1433 通过内部比较器来监控输出电

BT1433

压 VCC。UVLO 上升阈值约为 3.5V，下降阈值约为 3.3V。

内部软启动 SS

软启动防止在转换器启动时输出电压过冲问题。当芯片启动时，内部电路产生一个软启动电压(SS)，从 0V 上升到 1.2V。当 SS 低于 REF 时，SS 误差放大器用 SS 作为参考。当 SS 超过 REF 时，误差放大器采用 REF 作为参考。在内部设置的上升时间为 1.5ms。

过流保护和打嗝模式

BT1433 在工作过程中，当电感电流峰值超过了电流阈值限制，如果输出电压开始下降，直到 FB 电压低于阈值，通常低于 REF 的 84%，BT1433 开始进入打嗝模式，然后定时重新启动。当输出短路到地时这种保护模式尤其有用。这样平均短路电流大大减少，产生的功耗降低从而进行保护。当 BT1433 过流被移除时，退出打嗝模式。

热关机

为了防止芯片在极高的温度工作下损毁。当芯片温度超过 170℃，关闭整个芯片。当温度降至阈值以下(通常是 140℃)芯片再次启动。

浮动驱动和自举电路

内部稳压器（见图 6）将自举电容器电压充电调节至+5V。当 BST 和 SW 节点之间的电压降至稳压值以下时，从 VIN 连接到 BST 的 PMOS 传输晶体管导通。充电电流路径从 VIN，BST 再到 SW。外部电路应提供足够的电压余量以便于充电。只要 VIN 明显高于 SW，自举电容器就会保持充电状态。当高端功率 MOSFET 导通时，VIN≈VSW，因此自举电容器无法充电。当低端功率 MOSFET 导通时，VIN-VSW 达到最大值以进行快速充电。当没有电感电流时，

VSW=VOUT，因此 VIN 和 VOUT 之间的差值可以为自举电容充电。浮动驱动器具有自己的 UVLO 保护，上升阈值为 2.2V，迟滞为 150mV。强烈建议在 SW 和 BST 电容之间放置一个 20Ω 电阻，以降低 SW 尖峰电压。

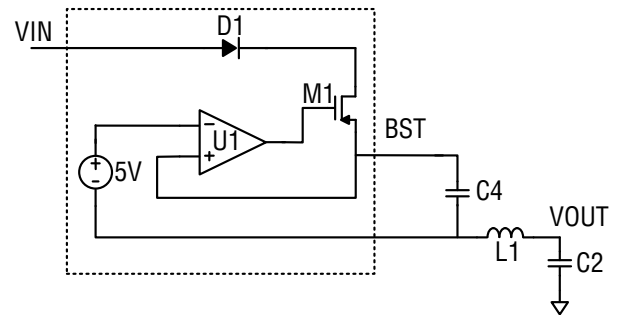


图 7 内部自举电路

启动和关机

如果 VIN 和 EN/SYNC 都超过相应的阈值电压，则芯片开始启动。首先参考模块启动，产生稳定的参考电压和电流，然后内部稳压器开始启动，为其余电路提供稳定的电源。

三种条件可以关闭芯片：EN/SYNC 为低电平，VIN 为低电平，热关断（过温保护）。在关闭过程中，首先阻塞信号路径以避免任何故障触发。然后下拉 COMP 电压和内部供电电压。浮动驱动不受此关闭命令的约束。

输出电压指示 PG

BT1433 具有输出电源良好标志引脚 (PG)。通过对反馈电压 VFB 的检测，指示输出电压是否良好。通常 PG 引脚通过电阻(例如 100kΩ) 连接到 VCC 或其他电压源。开始上电后，在 SS 准备就绪之前 PG 引脚为低电平。在 VFB 达到 90%×REF 后，PG 引脚一般在延迟 90μs 后被拉高。当 VFB 降至 84%×REF 时，PG 引脚被拉低。此外，如果触发了热关断或 EN/SYNC 引脚被拉低，PG 引脚也将被拉低。

应用方案

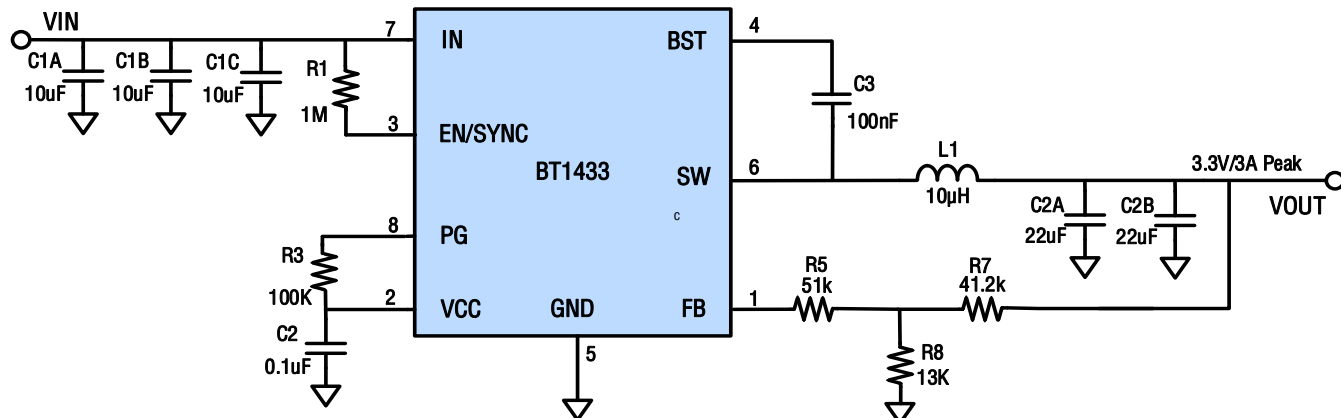


图 8 12V VIN 3.3V/3A 输出

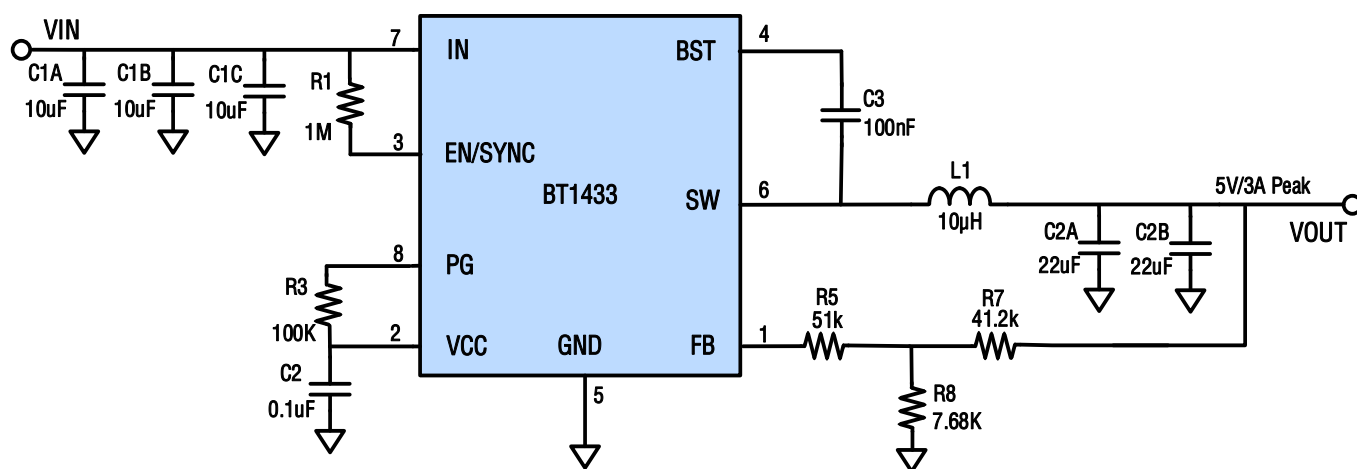
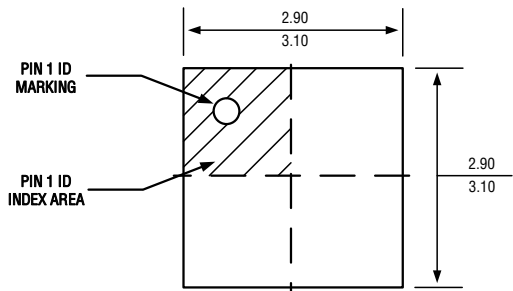
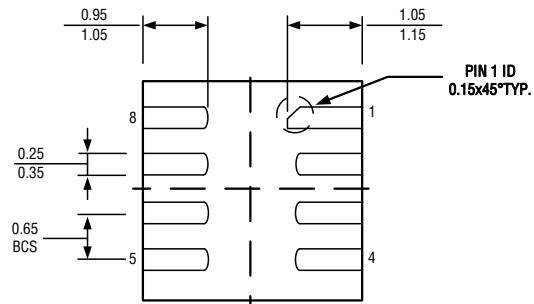


图 9 12V VIN 5V/3A 输出

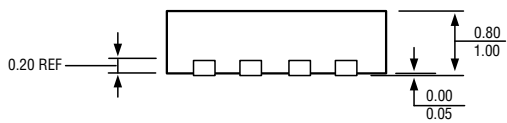
QFN-8 (3mm x 3mm)



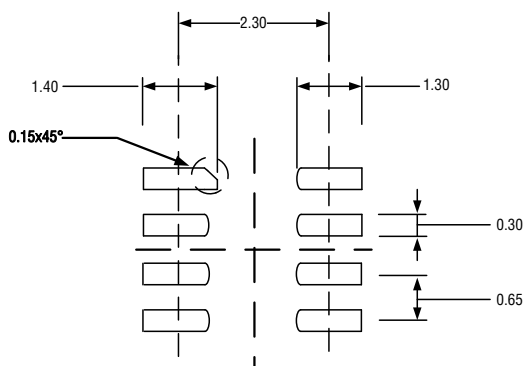
TOP VIEW



BOTTOM VIEW



SIDE VIEW

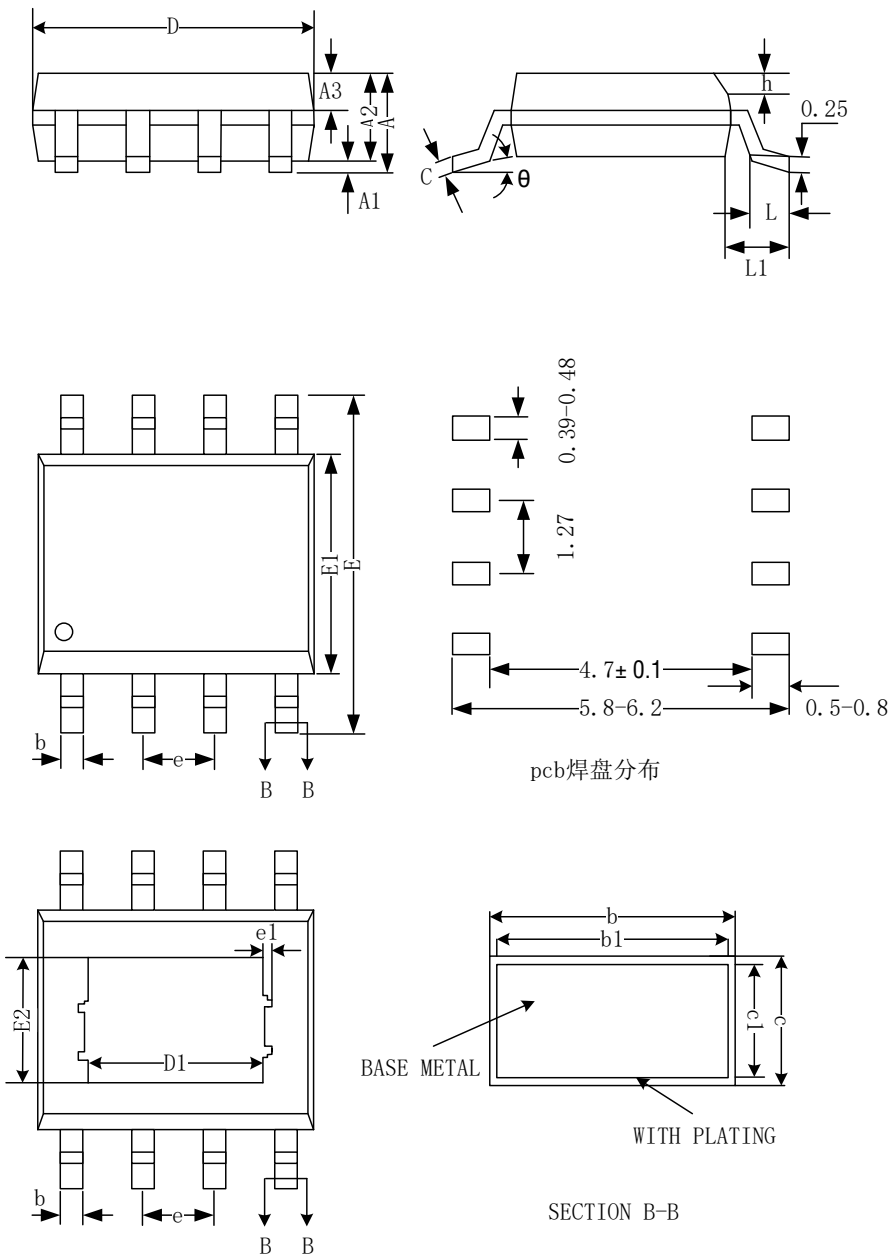


RECOMMENDED LAND PATTERN

NOTE:

- 1) ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
- 2) EXPOSED PADDLE SIZE DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH.
- 3) LEAD COPLANARITY SHALL BE 0.10 MILLIMETERS MAX.
- 4) JEDEC REFERENCE IS MO-220.
- 5) DRAWING IS NOT TO SCALE.

ESOP8



符号	毫米		
	最小值	典型值	最大值
A	-	-	1.75
A1	0.05	-	0.15
A2	1.30	1.40	1.50
A3	0.60	0.65	0.70
b	0.39	-	0.48
b1	0.38	0.41	0.43
c	0.21	-	0.26
c1	0.19	0.20	0.21
D	4.70	4.90	5.10
E	5.80	6.00	6.20
E1	3.70	3.90	4.10
e	1.27BSC		
h	0.25	-	0.50
L	0.50	-	0.80
L1	1.05BSC		
θ	0	-	8°
L/F载体尺寸 (mil)	80*80	90*90	95*130
尺寸mm L/F载体尺寸 mil	D1	E2	e1
90*90	2.09REF	2.09REF	0.16REF
95*130	3.10REF	2.21REF	0.10REF