

BP87625

集成 GaN 磁耦通信两绕组无 VCC 反激驱动开关

概述

BP87625 是一款应用于 AC/DC 反激变换器的原边驱动开关，内置 700V GaN，集成高压自供电，集成 VCC 电容，适用于全电压输入 33W 输出双绕组变压器的反激变换器应用。

BP87625 支持自适应 COT 控制方式，可工作于 CCM 或 DCM 工作模式。接收和解调配对的副边控制器（BP433BX）通过磁耦隔离器（BP818）发送到原边的脉冲信号，控制原边功率管的开通，从而实现副边控制。超低的工作电流使得 BP87625 可以直接从高压直流供电，省去了辅助绕组、整流二极管和外置 VCC 电容，外围电路非常简洁，非常适合宽输出电压范围的应用。同时满足待机功耗小于 50mW 和六级能效标准。

BP87625 采用频率调制技术，可以达到优异的 EMI 性能。

BP87625 内置多种保护，包括逐周期限流、输出短路保护、CS 引脚开路保护、次级整流管开路保护、反馈环开路保护，过温保护等，以及较低的输出短路功耗使系统更加安全可靠。

BP87625 采用 ESOP-5 封装。



ESOP-5 封装

特点

- 高压直流供电，无需辅助供电绕组
- 无需外部 VCC 电容
- 适合宽输出电压范围
- 外围电路简洁，超高性价比
- 磁耦通信实现副边主控，快速的动态响应
- 全电压范围满足六级能效，< 50 mW 待机功耗
- 内置 700 V GaN
- 输出短路功耗低
- 保护功能
 - 逐周期限流（OCP）
 - 输出短路保护（SCP）
 - CS 引脚开路保护（CS OLP）
 - 次级整流管开路保护
 - 反馈环开路保护（OLP）
 - 过温保护（OTP）

应用领域

- QC / USB PD / 可编程 AC/DC 充电器
- 适配器
- AC/DC 辅助电源

典型应用

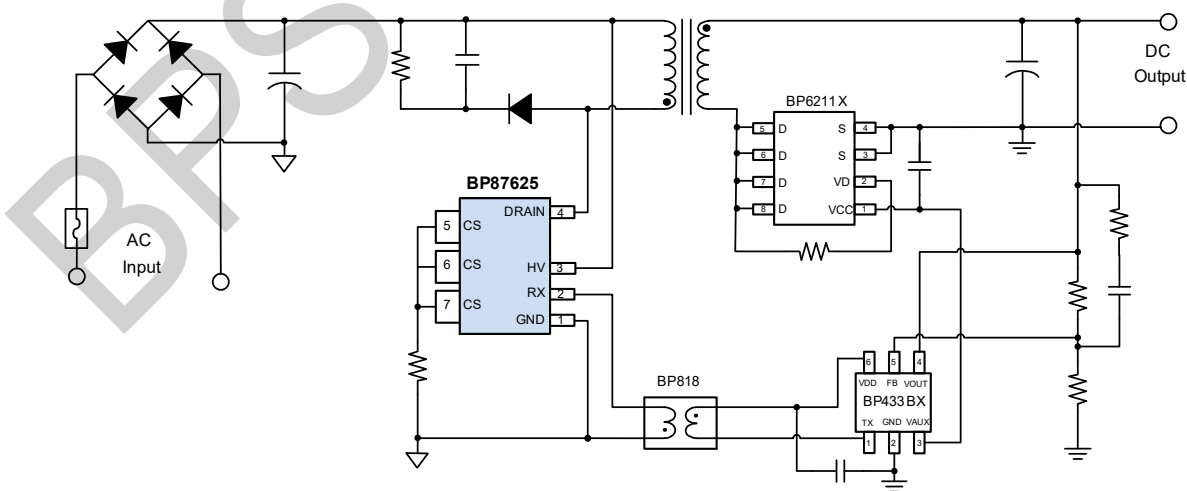


图 1. BP87625 典型应用电路

订购信息

订购型号	封装	包装形式	打印
BP87625	ESOP-5	卷盘 5000 颗/盘	BP87625 XXXXXXYY ZZZZWWX

管脚封装

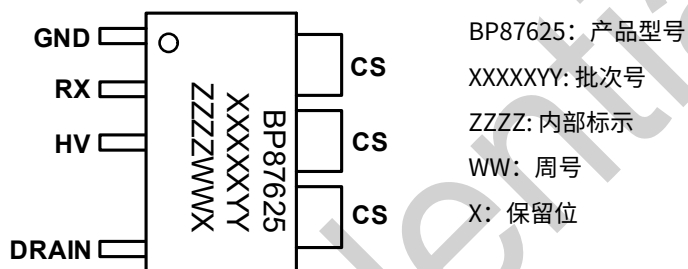


图 2. ESOP-5 管脚封装图

管脚描述

管脚号	管脚名称	描述
1	GND	芯片地
2	RX	信号接收引脚，用于接收副边发送到原边的控制信号，直接连接磁耦
3	HV	高压供电引脚，提供芯片工作电流，应用时连接到输入高压电解电容正端
4	DRAIN	芯片内部 GaN 漏极
5、6、7	CS	电流采样输入端，电流采样电阻接 CS 引脚和地之间

输出功率

型号	工作特点	输出功率 (90~265 VAC)
BP87625	过载保护	33 W

极限参数(注 1)

符号	参数	参数范围	单位
V _{SW}	内部高压功率管耐压	-0.3~700	V
V _{HV}	HV 引脚电压	-0.3~700	V
I _{HV}	HV 引脚最大输入电流	6.4	mA
V _{RX}	RX 引脚电压	-0.3~7	V
V _{CS}	CS 引脚电压	-0.3~7	V
P _{DMAX}	功耗(注 2)	1.47	W
θ _{JA}	结到环境的热阻(注 3)	85	°C/W
T _J	工作结温范围	-40 to 150	°C
T _{STG}	储存温度范围	-55 to 150	°C
ESD	除 HV 引脚外(注 4)	2	kV
	HV 引脚	1	kV

注 1: 极限参数是指超出该范围, 有可能导致器件永久性损坏。极限参数为器件应力的额定值, 长期工作在极限参数条件可能会影响器件的可靠性。

注 2: 温度升高最大功耗一定会减小, 这也是由 T_{JMAX}, θ_{JA}, 和环境温度 T_A 所决定的。最大允许功耗为 $P_{DMAX} = (T_{JMAX} - T_A) / \theta_{JA}$ 或是极限范围给出的数字中比较低的那个值。

注 3: 1 平方英寸双层 PCB 板, 按照 JEDEC 标准测试。

注 4: 人体模型, 100pF 电容通过 1.5kΩ 电阻放电。

电气参数(注 5) (无特别说明情况下, $T_A = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$)

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
HV 供电						
I_{HV}	HV 引脚平均工作电流	$f_s=0\text{ kHz}$	80	120	170	μA
		$f_s=25\text{ kHz}$		200		μA
		$f_s=70\text{ kHz}$		380		μA
V_{CC_ON}	内部 VCC 启动阈值电压	VCC 电压上升至 IC 开启	7.8	8.2	8.8	V
V_{CC_UVLO}	内部 VCC 欠压保护开启电压	VCC 电压下降至 IC 关闭	7	7.5	8	V
控制功能						
$f_{S_STARTUP}$	启机时的开关频率		30	36	42	kHz
t_{ON_MAX}	功率管最大导通时间		7.0	7.45	7.95	μs
t_{OFF_MIN}	功率管最小关断时间		1.55	1.9	2.25	μs
t_{AR_ON}	启动等待时间			43		ms
t_{AR_OFF}	自动重启前的停止时间			600		ms
t_{AR_SKIP}	启动后通信故障屏蔽时间			600		ms
V_{JITTER}	CS 电压抖动峰-峰值	$V_{CS}=V_{CS_MAX}$		6% $*V_{CS_MAX}$		V
f_{JITTER}	频率抖动峰-峰值	$f_s=25\text{ kHz}$		2		kHz
f_M	抖频调制频率			$f_s/128$		kHz
电流采样						
V_{CS_MAX}	CS 最大限流值	$di/dt = 420\text{ mA}/\mu\text{s}$ $T_J = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$	445	470	495	mV
V_{CS_MIN}	CS 最小限流值			120		mV
t_{D_OC}	过流保护延迟时间			150		ns
t_{LEB}	前沿消隐时间			250		ns
n_{SOA}	SOA 故障计数			2		
保护功能						
I_{CS_OLP}	CS 开路保护检测电流		6	8	15	μA
V_{CS_OLP}	CS 开路保护阈值电压			1		V
I_{RX_OLP}	RX 开路保护检测电流		8	11	17	μA
V_{RX_OLP}	RX 开路保护阈值电压			250		mV
t_{TX_OPEN}	磁耦故障退磁时间阈值			6.5		μs
t_{DIODE_OPEN}	二极管开路退磁时间阈值			9.6		μs
T_{OTP+}	过温保护阈值			150		$^{\circ}\text{C}$
T_{OTP-}	过温保护解除阈值			106		$^{\circ}\text{C}$
GaN 功率管						

符号	描述	条件	最小值	典型值	最大值	单位
I_{DSS}	关断漏电流	$V_{DS} = 700\text{ V}, T_J = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$		0.15	8	μA
		$V_{DS} = 700\text{ V}, T_J = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$		1.5		μA
V_{DS_CONT}	漏源极连续耐压	$I_D = 250\text{ }\mu\text{A}, V_{GS} = 0\text{ V}$	700			V
V_{DS_TRAN}	漏源极单脉冲瞬态耐压	$t_{pulse} < 200\text{ }\mu\text{s}, V_{GS} = 0\text{ V}$	800			V
I_D	连续漏极电流				3.3	A
I_{D_PULSE}	瞬态漏极电流	$T_J = 25\text{ }^{\circ}\text{C}, t_{pulse} < 10\text{ }\mu\text{s}$			6	A
R_{DS_ON}	导通电阻	$V_{GS} = 6\text{ V}, I_D = 1.4\text{ A}, T_J = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$		470	600	$\text{m}\Omega$
		$V_{GS} = 6\text{ V}, I_D = 1.4\text{ A}, T_J = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$		1020		$\text{m}\Omega$

注 5：电气参数定义了器件在工作范围内并且在保证特定性能指标的测试条件下的直流和交流电参数规范。最小值和最大值由测试保证，典型值由设计、测试或统计分析保证。对于未给定上下限值的参数，该规范不予保证其精度，但其典型值合理反映了器件性能。

内部结构框图

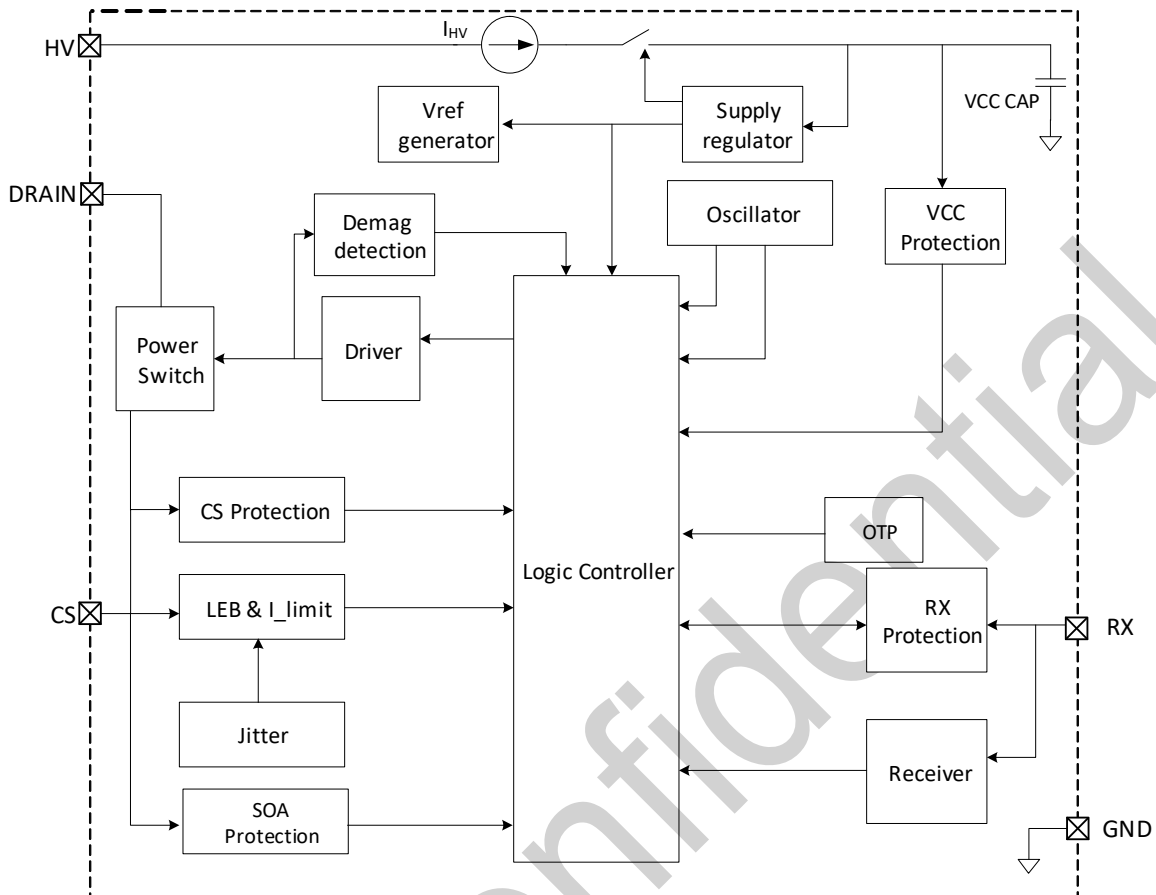


图 3. BP87625 内部框图

功能描述

BP87625 为电流模式反激式开关电源原边控制芯片，内置 700V GaN，集成高压自供电电路和 VCC 电容，无需辅助供电绕组和外置的 VCC 电容，外围电路非常简洁，节省了系统成本和体积。配合副边 ACOT 控制器 BP433BX 和磁耦隔离器 BP818 可以实现副边主控，达到较低的待机功耗、快速的动态响应、精准的输出过/欠压保护电压。同时由于直接从高压供电不会受到输出电压的影响，很容易实现宽范围的输出电压，使得 BP87625 非常适合应用于 USB PD 快充产品中。（注 6：以下描述到的参数均为电气参数列表中的典型值，除非特别说明是最大或最小值）

高压供电

BP87625 的 HV 引脚连接到输入电解电容的正端，系统上电后，当整流后的直流电压达到芯片启动电压 V_{SW_SUP} 时，芯片内部高压供电电路对集成的 VCC 电容充电。当 VCC 电压上升到启动阈值电压 V_{CC_ON} 时，芯片开始工作。正常工作时，

高压供电电路将 VCC 稳定在 V_{CC_ON0} 。由于芯片的工作电流非常小，高压供电对系统效率和温升影响很小。当 HV 供电不足时，VCC 电压下降，当下降到 V_{CC_UVLO} 时，触发 VCC 欠压保护，控制器停止功率管开关动作，直到 VCC 电压重新回到 V_{CC_ON0} 。

初次级通信

正常工作时，由于是副边主控，BP87625 需要通过 RX 引脚接收副边控制器发送的脉冲信号，根据接收到的信号控制原边功率管的状态。首次上电启动时，副边控制器 VDD 电压还未建立，原边控制器自主控制功率管的开关，开关频率为固定 $f_{S_STARTUP}$ ，原边限流值为最大峰值电流的 50%。同时，原边通过内部电路检测变压器的退磁时间，当退磁时间满足要求时，原边开始接收来自副边的脉冲信号，通过解调电路和逻辑控制电路确定原边功率管的开通和关断时机。

原边检测到的脉冲信号为负电平有效，并且两次脉冲信号的时间间隔需要大于 $5\mu\text{s}$ ，否则视为无效信号。如果 BP87625 在启动后的 $t_{\text{AR_ON}}$ 时间内未接收到有效的脉冲信号，则进入自动重启时序。正常工作时，开关频率由副边控制器决定。

控制方式

正常工作时，BP87625 根据接收到的脉冲信号频率调节原边峰值电流。配对的副边控制器 BP433BX 采用 ACOT 控制方式，开关频率随负载增加而增加。当负载较小，开关频率低于 40kHz 时，BP87625 维持原边电流最小值不变。当负载增加，频率上升到 40kHz 时，维持开关频率不变，增加峰值电流，直到达到最大值。负载继续增加时，维持峰值电流最大值不变，频率随负载增加而增加，如图 4 所示。最高开关频率取决于副边控制器，BP433BX 的最高开关频率为 100 kHz。

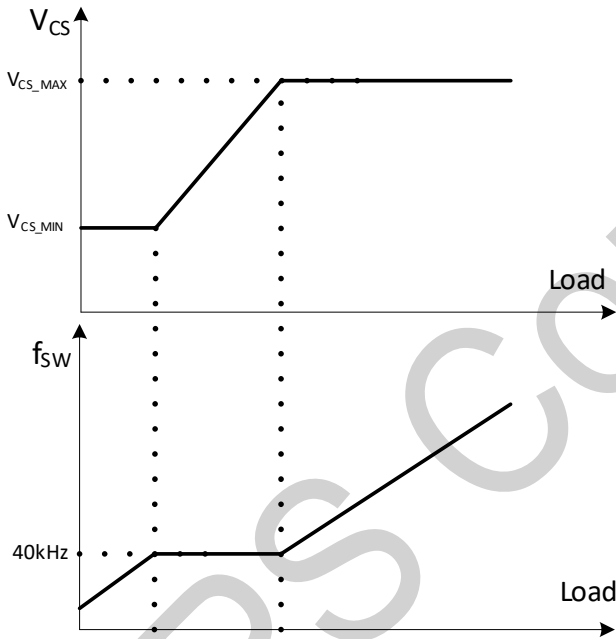


图 4. 控制曲线

电流检测

BP87625 通过外部电阻采样原边电流，对其逐周期限制，以实现电流模式控制。当 CS 引脚电压超过设定的限制值时，在该周期剩余阶段会关断功率管，直到下一个开关周期开始。内置前沿消隐(Leading Edge Blanking)时间 t_{LEB} 可以避免由于寄生容性或次级二极管的反向恢复电流导致功率管在开通瞬间出现电流尖峰误触发关断。因此，CS 引脚无需外加 RC 滤波网络。

t_{ON} 和 t_{OFF} 限制

BP87625 在 t_{ON} 和最小 t_{OFF} 时间内不接收副边的信号。 t_{ON} 的最大值为 $t_{\text{ON_MAX}}$ ， t_{OFF} 的最小值为 $t_{\text{OFF_MIN}}$ 。 $t_{\text{ON_MAX}}$ 和 $t_{\text{OFF_MIN}}$ 决定了最大占空比。

频率抖动

BP87625 采用了频率调制技术，对开关频率进行一定的调制，分散了噪声的频谱分布，可以降低 EMI 的平均值和准峰值。能有效降低 EMI 传导干扰，简化系统 EMI 设计。

RX 开路保护

BP87625 内置 RX 开路保护功能。在芯片启动工作前，对 RX 引脚上拉 $I_{\text{RX_OLP}}$ 电流，检测 RX 引脚电压，如果 $V_{\text{RX}} > V_{\text{RX_OLP}}$ ，则判定为 RX 开路。RX 开路故障响应为锁定，一旦检测到 RX 引脚为开路状态，则锁定该故障，只有 VCC 欠压才能清除该锁定状态。

CS 开路保护

BP87625 内置 CS 开路保护功能。在芯片启动工作前，对 CS 引脚上拉 $I_{\text{CS_OLP}}$ 电流，检测 CS 引脚电压，如果 $V_{\text{CS}} > V_{\text{CS_OLP}}$ ，则判定为 CS 开路。CS 开路故障的响应为锁定，一旦检测到 CS 引脚为开路状态，则锁定该故障，只有 VCC 欠压才能清除该锁定状态。

功率管 SOA 保护

芯片集成了功率管安全工作区 (SOA) 保护功能。当输出短路时，变压器去磁不充分会导致原边电流在 t_{LEB} 时间内增加并逐渐累积，不进行保护可能会导致电流超过功率管额定电流。当 BP87625 连续 n_{SOA} 次检测到 $t_{\text{on}} < 400\text{ ns}$ 时，则屏蔽下一个开关周期的 LEB 功能，防止电流继续增加，同时增加了变压器去磁时间。

自动重启

当副边控制器检测到故障时（比如输出短路、输出过压、输出欠压、副边侧过温保护等），会停止向原边发送脉冲信号。BP87625 将根据 RX 引脚的状态，判断副边是否发生故障，如果持续 $t_{\text{AR_SKIP}}$ 时间 RX 引脚没有接收到有效脉冲信号，控制器将停止工作，等待 $t_{\text{AR_OFF}}$ 时间后重新启动系统。

磁耦故障保护

当磁耦发生开路故障时，原边控制器接收不到副边控制器发送的脉冲信号。BP87625 通过内部电路检测变压器的退磁时间，如果连续 3 个周期检测到退磁时间小于预设的退磁时间阈值 t_{TX_OPEN} ，同时没有接收到副边发送的脉冲信号，则判定为磁耦故障。一旦检测到该故障，则进入自动重启时序，即控制器停止工作，等待 t_{AR_OFF} 时间后重新启动系统。

整流管开路保护

同步整流管开路时，由于变压器没有退磁回路，功率管关断时漏极电压很高，每个开关周期的退磁时间非常短。当 BP87625 检测到启动后的第一个开关周期退磁时间小于 t_{DIODE_OPEN} ，则触发整流管开路保护，进入自动重启时序。

过温保护

BP87625 系列内置了过温保护电路，当结温达到过温保护阈值 T_{OTP+} 时，芯片会停止工作，直到结温下降到过温保护解除阈值 T_{OTP-} 时，芯片触发自动重启。

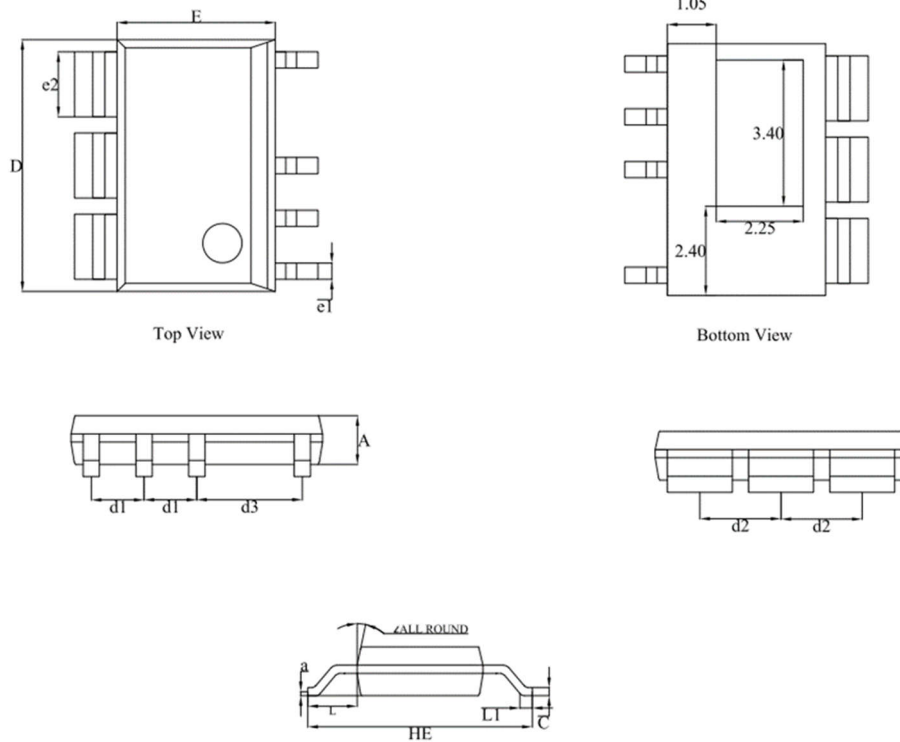
PCB Layout 指南

在设计 BP87625 PCB 时，需要遵循以下建议：

- 1) 为了降低辐射干扰，应减小高频功率环路面积。初级母线电容、变压器绕组和芯片组成的环路面积尽可能小；次级绕组、二极管和输出滤波电容组成的环路面积尽可能小；初级绕组和钳位电路组成的环路面积尽可能小。
- 2) CS 电阻尽量靠近 CS 引脚和 GND 引脚。
- 3) 磁耦 GND 需单独走线到芯片 GND 引脚，并于 RX 并行走线，信号线不要铺大铜皮，以避免容易受到干扰。走线尽可能短，并远离 Drian、初级钳位电路等强干扰源。
- 4) 芯片的 CS 引脚能很好地起到散热作用，是器件散热的主要途径。
- 5) 应将 Y 电容放置在初级输入滤波电容正端和次级滤波电容地之间。如果输入端使用了 π 型 EMI 滤波器，那么滤波电感应放置在输入滤波电容的负极之间。
- 6) ESD 放电针应直接连接在初级输入滤波电容正端和次级滤波电容地或者输出正端之间，并远离芯片控制电路。

封装信息

ESOP-5 封装外形尺寸



Unit		A	C	D	E	HE	d1	d2	d3	e1	e2	L	L1	a	∠
mm	max	1.25	0.22	6.40	4.10	6.10	1.35	2.05	2.65	0.45	1.65	1.15	0.80	0.2 (ref)	12°
	typ	1.15	0.20	6.20	3.90	6.00	1.30	2.00	2.60	0.40	1.60	1.05	/		
	min	1.05	0.15	6.00	3.70	5.90	1.25	1.95	2.55	0.35	1.55	0.95	0.40		
mil	max	49	9	252	161	240	53	81	104	18	65	45	31	8 (ref)	
	typ	45	8	244	154	236	51	79	102	16	63	41	/		
	min	41	6	236	146	232	49	77	100	14	61	37	16		

版本信息

版本	日期	记录
Rev. 1.0	2024/09	正式发行

免责声明

晶丰明源尽力确保本产品规格书内容的准确和可靠，但是保留在没有通知的情况下，修改规格书内容的权利。

本产品规格书未包含任何针对晶丰明源或第三方所有的知识产权的授权。针对本产品规格书所记载的信息，晶丰明源不做任何明示或暗示的保证，包括但不限于对规格书内容的准确性、商业上的适销性、特定目的的适用性或者不侵犯晶丰明源或任何第三人知识产权做任何明示或暗示保证，晶丰明源也不就因本规格书本身及其使用有关的偶然或必然损失承担任何责任。

电子器件报废说明

该产品在生命周期结束后，由客户按照一般电子产品的报废流程进行处理。

BPS Confidential