深圳市大能创智半导体有限公司

SPES4613OT 数据手册

单路 8A DC/DC

产品特点

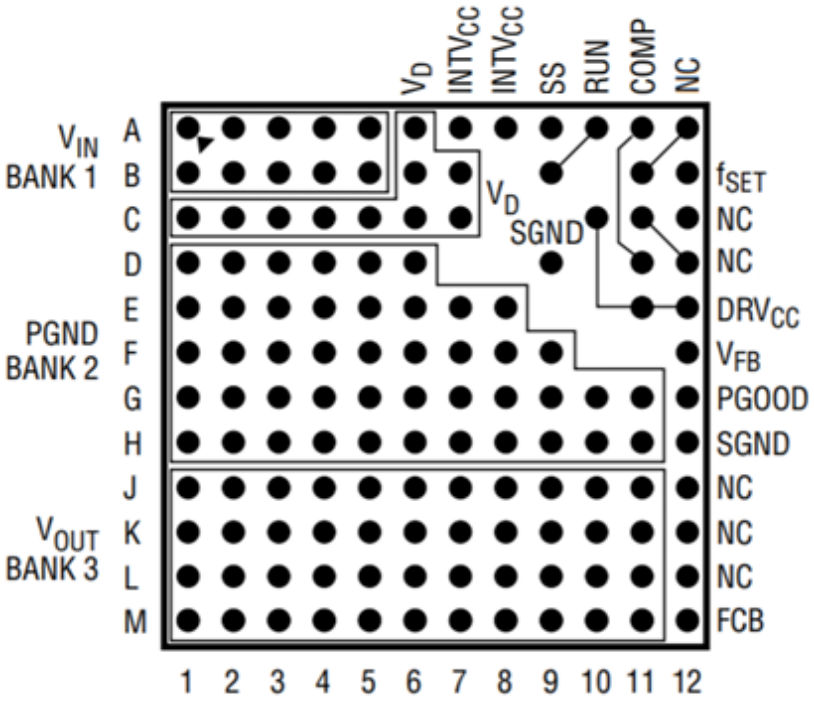
- 输入电压范围：7.5V 至 36V
- 输出电压 3.3V 至 12V 可调
- 8A 输出电流
- 高效率
- 电流模式控制、快速瞬态响应
- 输出过压、过流和短路保护
- 外部使能控制
- Power GOOD 信号接口
- 15mm x 15mm x 4.92mm BGA 封装

产品描述

SPES4613OT 是一款可提供 8A 电流的非隔离 DC/DC 电源模块。可为电信设备，网络设备，工业设备以及 RF 系统提供高可靠性的供电解决方案。

该电源输入电压范围为 7.5-36V_{DC}，输出通过外部电阻在 3.3V-12V 之间调节。该模块具有完整的自我保护，包括输入欠压，输出过压，输出过流以及短路保护等；同时该模块还具有效率高，热点均匀等特点。SPES4613OT 是无铅型器件，并符合 RoHS 标准。

PIN 脚配置(参见引脚功能)



133-LEAD (15mm×15mm×4.92mm)

图 1：SPES4613OT BGA 封装顶视图

绝对最大额定值 【注释 1】

输入电源电压 V_{IN}	-0.3V 至 36V
输出电压 V_{OUT}	-0.3V 至 12V
RUN，FCB	-0.3V 至 5V
V_{FB}, COMP 电压	-0.3V 至 6V
内部锡膏熔点	262℃
SS, PGOOD	-0.3V 至 6V
结温	125℃

储存温度范围	-65℃至 150℃
回流焊峰值	260℃
工作温度范围	企军级 SPES4613OTQ -55℃至 125℃
	军温级 SPES4613OTJ -55℃至 125℃
	工业级 SPES4613OTG -40℃至 85℃
	消费级 SPES4613OTX 0℃至 85℃

电参数 【注释 2】

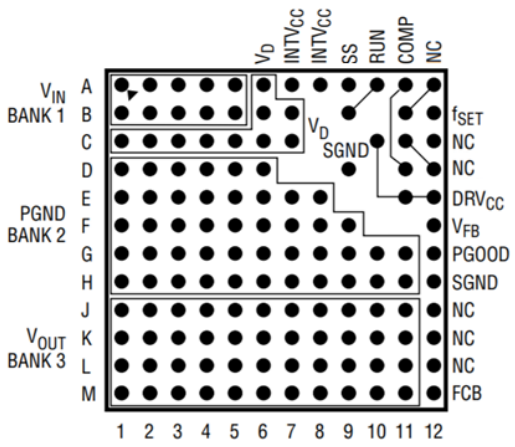
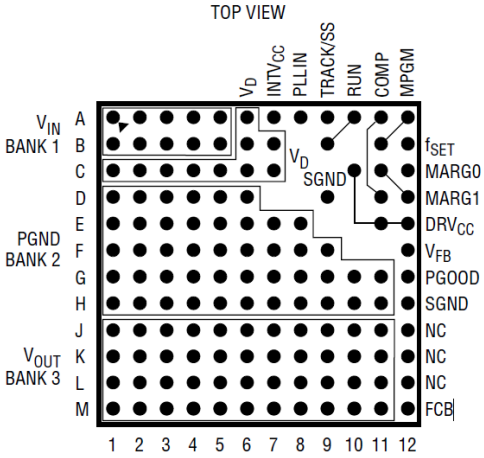
特性	条件	最小	典型	最大	单位
输入特性					
输入电压范围 $V_{IN(DC)}$		7.5	-	36	V
欠压锁定 $V_{IN(UVLO)}$	I_{OUT} = 0A		4.4		V
内部 V_{CC} 电压 V_{INTVCC}	7.5V<V_{IN}<36V, RUN>0.8V I_{CC}=0mA	4.75	5	5.25	V
$I_{INRUSH(VIN)}$	V_{OUT}=12V,C_{OUT} = 47 μ F × 4; C_{SS} = 100nF	-	-	-	-
	V_{in}=24V	-	150	-	mA
	V_{in}=36V	-	120	-	mA
输入电流 $I_{Q(VIN)}$	Vin=36V, V_{OUT}=12V, Io=0A	-	80	-	mA
	Vin=24V, V_{OUT}=12V, Io=0A	-	60	-	mA
	V_{IN} = 36V, RUN = 0V	-	50	-	μA
I_S(VIN)	V_{IN} = 36V, V_{OUT} = 12V, I_{OUT} = 8A		2.90		A
	V_{IN} = 24V, V_{OUT} = 12V, I_{OUT} = 8A		4.26		A
输出特性					
输出电压精度 $V_{OUT(DC)}$	V_{OUT}=12V	11.64	12	12.36	V
输出电流范围 $I_{OUT(DC)}$	V_{IN}=24V，V_{OUT}=12V	0	-	8	A
$\Delta V_{OUT(LINE)}/V_{OUT}$	V_{OUT}=12V, V_{FCB}=0V V_{IN}=24V-36V, I_{OUT}=0A	-	0.05	0.3	%
$\Delta V_{OUT(LOAD)}/V_{OUT}$	V_{OUT} = 12V, FCB = 0V, I_{OUT} = 0A to 8A, V_{IN}=36V	-	0.5	2	%
	V_{OUT} = 12V, FCB = 0V, I_{OUT} = 0A to 8A, V_{IN}=24V	-	0.5	2	%
开关频率 Fs	f_{SET} 对地阻值 410K		350		kHz
	f_{SET} 对地阻值 142K		450		kHz
	f_{SET} 对地阻值 103.9K		500		kHz
$t_{(SETTLE)}$	V_{IN}=12V，V_{OUT}=3.3V	-	100	-	μs
控制部分					
反馈电压 V_{FB_TH}		0.594	0.6	0.606	V
反馈过压保护阈值 VFB_OVP	V_{FB}上升，% of V_{FB_TH}		116		%
RUN 开启电压阈值 V_{RUN-H}			0.8		V
RUN 关闭电压阈值			0.6		V

V_{RUN-L}					
IC 内部上拉电流 I_{RUN}	V_{RUN}=0V		5		μA
RUN 引脚对地稳压管	LM5Z5V1T1G		5.1		V
RUN 对地电阻		6.732	6.8	6.868	kΩ
软启动时间	C_{SS}=0.047uF	-	3	-	mS
	C_{SS}=0.1uF	-	6	-	mS
$t_{ON(MIN)}$		-	150	-	ns
R_{FBHI}		99.5	100	100.5	kΩ
PGOOD					
PGOOD 上升时的 FB 阈值			0.57		V
PGOOD 引脚低电平	V_{PGOOD_LOW} I_{PGOOD} = 2mA			0.2	V
PGOOD 引脚高电平	V_{PGOOD_HIGH} I_{PGOOD} = 0A	4.5			V

注释 1：超出上述绝对最大额定值，可能会导致器件永久性损坏。在任何绝对最大额定值条件下长期工作，都会影响器件的可靠性和使用寿命。

注释 2：除非特殊说明，所有参数均在室温 25℃条件下测得。SPES4613OT 包含用于在短暂过载条件下对器件提供保护的过热保护功能。当内部温度超过最大工作结温时过热保护功能可能会启动。在高于规定的最大工作结温下连续运作有可能损害器件的可靠性。所有参数由产品焊接到测试板上测得，夹具测试的结果可能与此不同。

SPES4613OT 与 LTM4613 差别

引脚、功能	SPES4613OT	LTM4613
		
A8 引脚	$INTV_{CC}$	PLLIN
A9 引脚	SS	TRACK/SS
A12/B11 引脚	NC	MPGM
C12 引脚	NC	MARG0
C11/D12 引脚	NC	MARG1
F_{SET}	需要根据输出电压设置，参考推荐配置表进行配置	/
最大输出电压	12V	15V

推荐组件配置【注释 3】

V_{IN} (V)	V_{OUT} (V)	C_{IN} (CERAMIC)	C_{IN} (BULK)	C_{VD} (CERAMIC)	C_{OUT} (CERAMIC)	R_{FB} (kΩ)	$f_{OPTIMAL}$ (kHz)	R_{fSET} (kΩ)
12V	3.3V	2 × 10 μ F 50V	100 μ F 50V	3 × 10 μ F 50V	4 × 47 μ F 16V	22.1	350	410
24V	3.3V	2 × 10 μ F 50V	100 μ F 50V	3 × 10 μ F 50V	4 × 47 μ F 16V	22.1	350	410
36V	3.3V	2 × 10 μ F 50V	100 μ F 50V	3 × 10 μ F 50V	4 × 47 μ F 16V	22.1	350	410
12V	5V	2 × 10 μ F 50V	100 μ F 50V	3 × 10 μ F 50V	4 × 47 μ F 16V	13.7	450	142
24V	5V	2 × 10 μ F 50V	100 μ F 50V	3 × 10 μ F 50V	4 × 47 μ F 16V	13.7	450	142
36V	5V	2 × 10 μ F 50V	100 μ F 50V	3 × 10 μ F 50V	4 × 47 μ F 16V	13.7	450	142
24V	12V	2 × 10 μ F 50V	100 μ F 50V	3 × 10 μ F 50V	4 × 47 μ F 16V	5.23	500	103.9
36V	12V	2 × 10 μ F 50V	100 μ F 50V	3 × 10 μ F 50V	4 × 47 μ F 16V	5.23	500	103.9

注释 3：TA=25° C；需要输入大容量电容器

典型性能特点

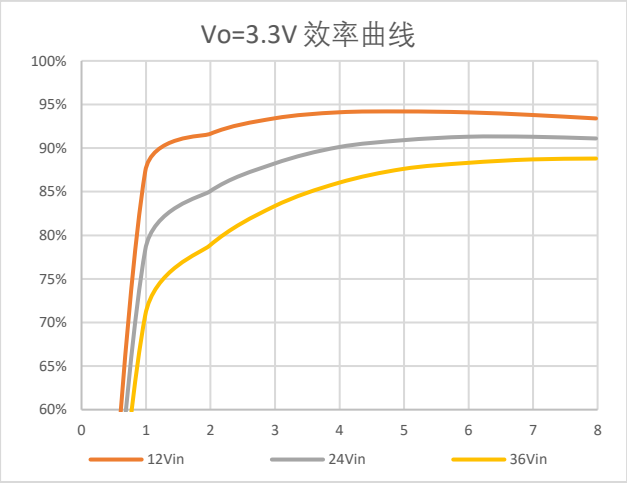


图 2: 效率 VS 负载电流 3.3V_{OUT}

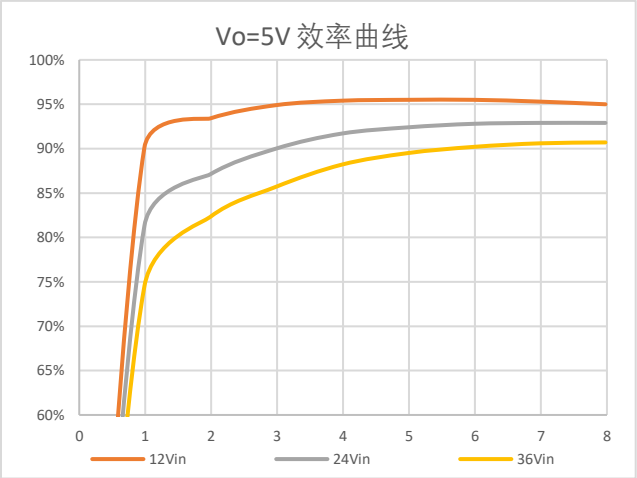


图 3: 效率 VS 负载电流 5V_{OUT}

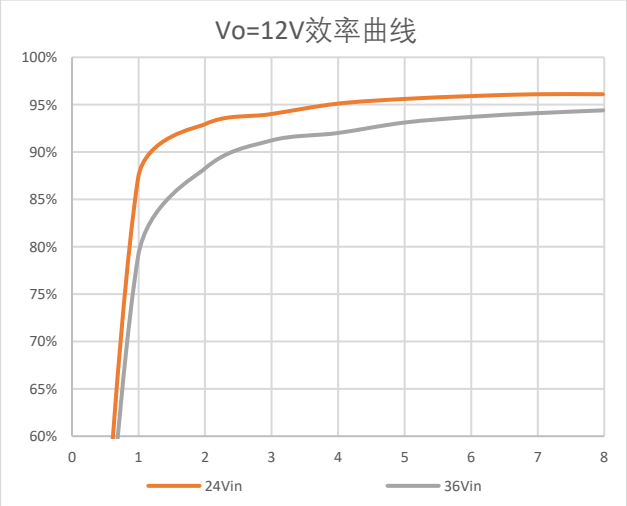


图 4：效率 VS 负载电流 12V_{OUT}

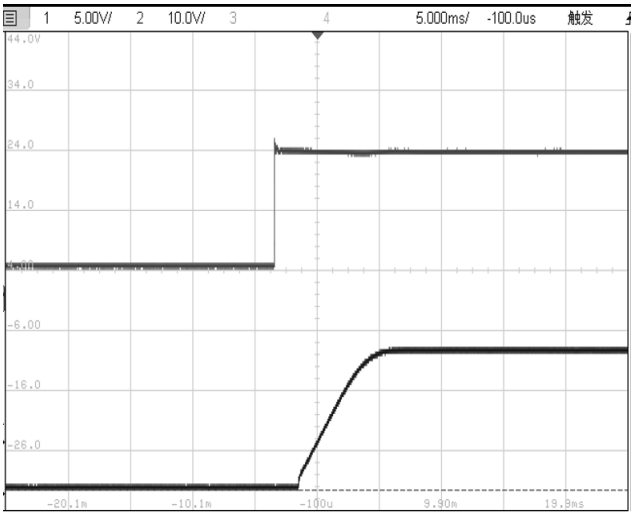


图 5: 24V_{IN}, 12 V_{OUT} 0A 启动

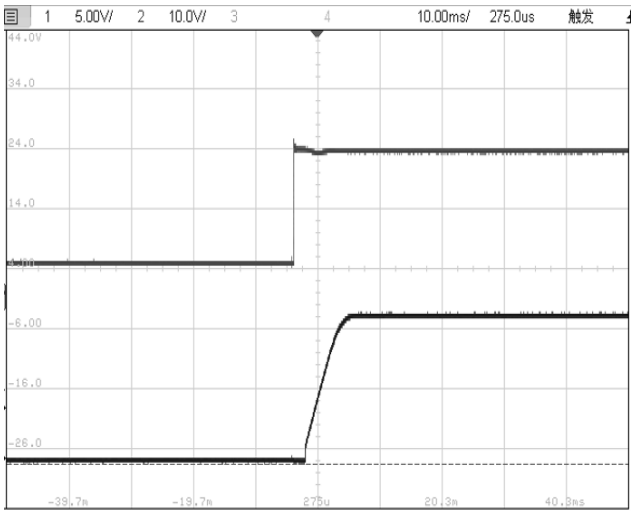


图 6：24V_{IN}, 12 V_{OUT} 8A 启动

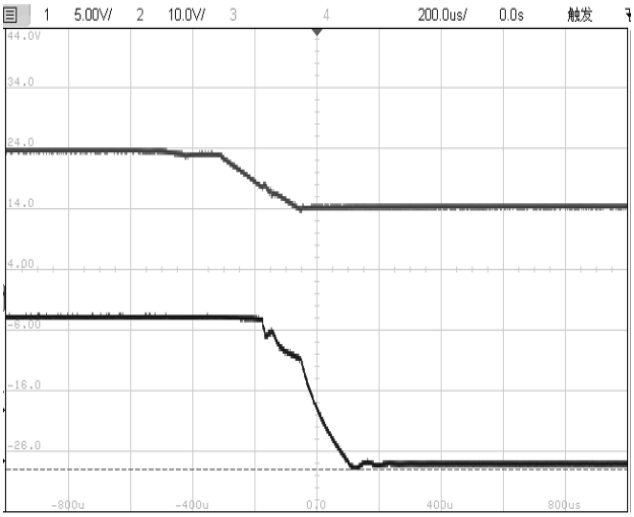


图 7： 24VIN, 12 V_{OUT} 8A 关机

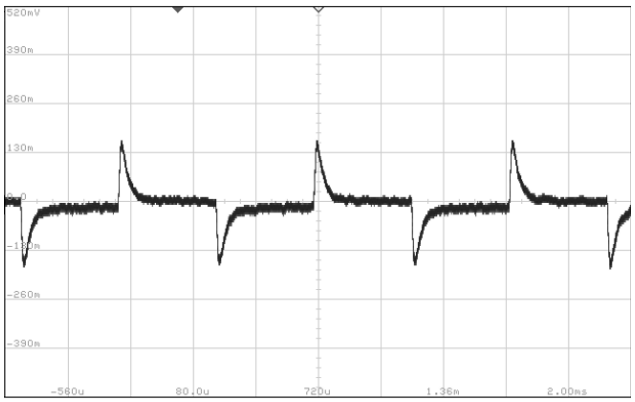


图 8：12V_{IN}, 3.3V_{OUT} ; 跳变：0.8A->4A->0.8A

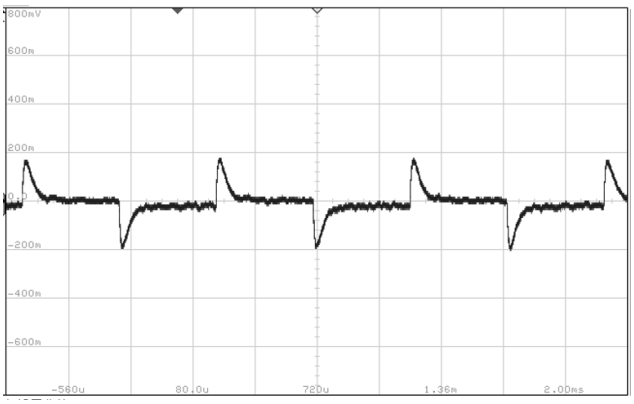


图 9：12V_{IN}, 5V_{OUT} ; 跳变：0.8A->4A->0.8A

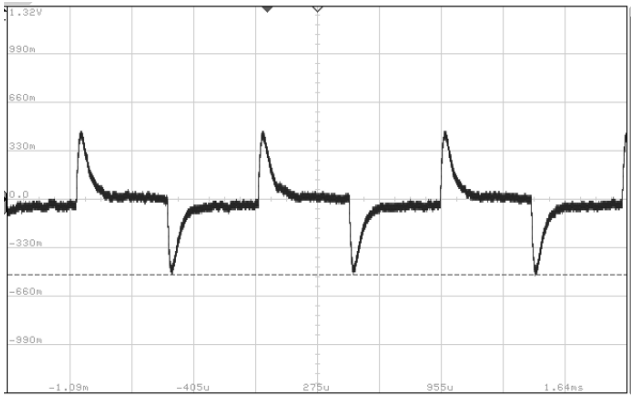


图 10：24V_{IN}, 12V_{OUT} ; 跳变 0.8A->4A->0.8A

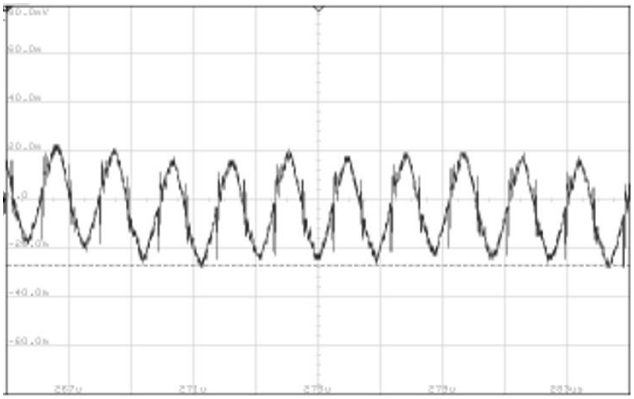


图 11：24V_{IN}, 12V_{OUT} ,8A 纹波

PIN 脚功能

V_{IN}（Bank 1）： 电源输入引脚。在这些引脚和 PGND 引脚之间施加输入电压。建议将输入去耦电容直接放在 V_{IN} 引脚和 PGND 引脚之间。

PGND（Bank 2）： 输入和输出返回的电源接地引脚。

V_{OUT}（Bank 3）： 功率输出引脚。在这些引脚和 PGND 引脚之间施加输出负载。建议在这些引脚和 PGND 引脚之间直接放置输出去耦电容。

V_D（引脚 C1 至 C7，B6 至 B7，A6）： 顶部 FET 漏极引脚。在 V_D 和 PGND 之间添加更多高频陶瓷去耦电容，以处理输入 RMS 电流并进一步降低输入纹波。

DRV_{CC}（引脚 C10，E11，E12）： 这些引脚通常连接到 $INTV_{CC}$，为内部 MOSFET 驱动器供电。

$INTV_{CC}$（引脚 A7，A8）： 该引脚用于 5V 内部稳压器的额外去耦。

FCB（引脚 M12）： 强制连续输入，请将此引脚连接到 SGND。

SS（引脚 A9）： 软启动引脚。此引脚上的软启动电容接地，以控制输出电压的斜率。

f_{SET}（引脚 B12）： 该引脚对地接一个电阻，设置对应输出电压的工作频率。

V_{FB}（引脚 F12）： 误差放大器的负输入。 在内部，该引脚通过 100k 0.5％精密电阻连接

到 V_{OUT}。可以通过 V_{FB} 和 SGND 引脚之间的附加电阻对不同的输出电压进行设置。

SGND（引脚 D9，H12）：信号接地引脚。这些引脚在输出电容点连接到 PGND。

COMP（引脚 A11，D11）：电流控制阈值和误差放大器补偿点。

PGOOD（引脚G12）：输出电源电压良好指示。当VFB>0.57V，该引脚通过电阻上拉至INTVCC，并锁存为高电平，直到电源或EN回收为止。

RUN（针脚 A10，B9）：运行控制引脚。该引脚高于 0.8V（TYP）将打开模块，低于 0.6V（TYP）将关闭模块。该引脚内部设置有 6.8K 的电阻与 5.1V 稳压管并联接地，使用中建议 RUN 引脚接外部 ON/OFF 信号来开启和关闭模块。

NC（引脚 J12，K12，L12）：无连接引脚。悬空。用于安装到 PCB。

应用综述

SPES4613OT 是一款独立的非隔离开关模式 DC/DC 电源。它可以提供 8A 的直流输出电流，只需极少的外部输入和输出电容。该模块提供精确调节的输出电压，可通过一个外部电阻在 $3.3V_{DC}$ 至 $12V_{DC}$ 范围内在 7.5V 至 36V 的宽输入电压进行调节。

当 DRVCC 引脚连接到 INTVCC 时，集成的 5V 线性稳压器为内部栅极驱动器供电。
如果在 DRVCC 引脚上施加 5V 外部偏置电源，则由于内部线性稳压器中的功率损耗降低，将会提高效率。在较高的输入电压范围内尤其如此。
SS 引脚用于软启动编程。

应用信息

V_{IN} 至 V_{OUT} 降压比率

对于给定的输入电压，最大 V_{IN} 和 V_{OUT} 降压比存在限制。“V_{IN} 至 V_{OUT} 降压比”的典型性能参考下表。

表 1. V_{IN} 至 V_{OUT} 降压比典型值

V_{OUT}	3.3V	5V	12V
V_{in} (min)	7.5V	9V	22V

输出电压编程

PWM 控制器具有 0.6V 的内部参考电压。一个 100k 0.5％的内部反馈电阻将 V_{OUT} 和 V_{FB} 引脚连接在一起。在 V_{FB} 引脚和 SGND 引脚之间添加一个电阻 R_{FB} 可对输出电压进行编程。

$$V_{OUT} = 0.6V \cdot \frac{100 + R_{FB}}{R_{FB}}$$

或者，

$$R_{FB} = \frac{100k}{\frac{V_{OUT}}{0.6V} - 1}$$

表 2. R_{FB} 标准 1％电阻值与 V_{OUT} 的关系

V_{OUT} (V)	3.3	5	12
R_{FB} (kΩ)	22.1	13.7	5.23

运行频率

SPES4613OT 的开关频率需根据输出电压调整，通过 f_{SET} 引脚对地设置不同电阻实现。请按照如下表所示设置开关频率。

表 3. 开关频率设置与 V_{OUT} 的关系

V_{OUT}	3.3V	5V	12V
Fs	350KHz	450KHz	500KHz
R_{fSET}	410KΩ	142KΩ	103.9KΩ

输入电容器

SPES4613OT 旨在通过快速切换导通和关断来实现低输入传导 EMI 噪声。 此外，高频电感器集成在输入线路中，用于降低噪声。 V_D 和 V_{IN} 引脚可用于外部输入电容，以形成高频 π 滤波器。V_D 引脚上的陶瓷电容用于处理转换器中的大部分 RMS 电流，因此需要特别注意 VD 引脚上电容器的选择。

对于降压转换器，可以将开关占空比估计为:

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

在不考虑电感电流纹波的情况下，输入电容的 RMS 电流可估算为：

$$\boldsymbol{I_{CIN(RMS)} = \frac{I_{OUT(MAX)}}{\eta} \cdot \sqrt{D \cdot (1 - D)}}$$

在这个等式中，$\boldsymbol{\eta}$ 是功率模块的估计效率。注意，电容器纹波电流额定值通常基于温度和使用寿命。 可以适当降低输入电容的额定值，或选择额定温度高于所需温度的电容。请务必联系电容器制造商以降低额定值。

在典型的 8A 输出应用中，推荐使用三个极低 ESR，X5R 或 X7R，10μF 陶瓷电容用于 VD 引脚。 该去耦电容应直接放置在 PCB 布局中的模块 VD 引脚附近，以最大限度地减少走线电感和高频交流噪声。每个 10μF 陶瓷通常适用于 2A 的 RMS 纹波电流。为了衰减高频噪声，应将额外的输入电容连接到 VIN 焊盘，并放置在高频电感之前，以形成 π 滤波器。建议将其中一个低 ESR 陶瓷输入电容靠近系统板的连接。 只有当输入源阻抗受到长电感引线或走线的影响时，才需要大容量 100μF 电容。

输出电容器

SPES4613OT 专为低输出电压纹波而设计。定义为 C_{OUT} 的大容量输出电容选择具有足够低的有效串联电阻(ESR)，以满足输出电压纹波和瞬态要求。 C_{OUT} 可以是低 ESR 钽电容，低 ESR 聚合物电容或陶瓷电容。 如果使用所有陶瓷输出电容，典型电容为 4x47μF。 如果需要进一步降低输出纹波或动态瞬态尖峰，系统设计人员可能需要额外的输出滤波。

软启动

SS 引脚提供了一种软启动稳压器，通过在 SS 引脚对地设置不同电容，可以调节输出电压的上升速率，电容容量增加，输出电压上升时间增加，开机冲击电流将变小。电容值 47nF 时，典型的上升时间约为 3mS，上升时间计算公式如下：

$$T_{SS}=6\times10^{4}\times C_{SS} \quad (S)$$

用户可根据需要，调整软启动电容以满足使用需要。

RUN 启用

RUN 引脚用于使能电源模块。可采用一个逻辑输入将此引脚驱动至不超过 5V 的电压。

模块内部 RUN 引脚对地设置有 6.8KΩ 的电阻与 5.1V 稳压二级管并联。

该引脚高于 0.8V（TYP）将打开模块，低于 0.6V（TYP）将关闭模块。

使用时，RUN 引脚接外部 ON/OFF 信号来开启和关闭模块。

POWER GOOD

PGOOD 引脚内部上拉至 INTVcc，可用于监控有效的输出电压。当 VFB>0.57V，该引脚通过电阻上拉至 INTVCC，并锁存为高电平，直到电源或 EN 回收为止。

COMP Pin

该引脚是外部补偿引脚。该模块已针对大多数输出电压进行内部补偿。

FCB Pin

使用中将此引脚接地。

$INTV_{CC}$ 和 DRV_{CC} 连接

内部低压差稳压器产生内部 5V 电源，为控制电路和 DRV_{CC} 供电，以驱动内部功率 MOSFET。因此，如果系统没有 5V 电源轨，SPES4613OT 可以直接由 V_{IN} 供电。

SPES4613OT 还提供外部栅极驱动器电压引脚 DRVCC。如果系统中有 5V 电压轨，建议 DRVCC 引脚连接到外部 5V 电压轨。对于更高的输入电压尤其如此。不要在 DRVCC 引脚上施加超过 6V 的电压。

安全考虑因素

SPES4613OT 不提供从 VIN 到 VOUT 的电气隔离。没有内部保险丝。如果需要，需要提供额定值为最大输入电流两倍的慢熔保险丝，以保护每个单元免受灾难性故障的影响。

PCB 布局

SPES4613OT 的高集成度使 PCB 板布局变得非常简单和容易。然而，为了优化其电气和热性能仍需考虑一些布局因素。

1.使用大面积的 PCB 铜区域作为大电流路径，包括 VIN、PGND 和 VOUT。这有助于减少 PCB 的导通损耗和热应力。

2.在 VD、PGND 和 VOUT 引脚旁边放置高频陶瓷输入和输出电容器，以最大限度地减少高频噪声。

3. 在模块下方放置一个专用的电源地层。

4. 使用多个过孔进行顶层与其他电源层之间的连接。

5.不要在焊盘上直接放置过孔。如果在焊盘上放置过孔，则必须盖住过孔。

6. 使用独立的 SGND 接地铜皮与信号引脚连接，将 SGND 连接到模块下方的 PGND。

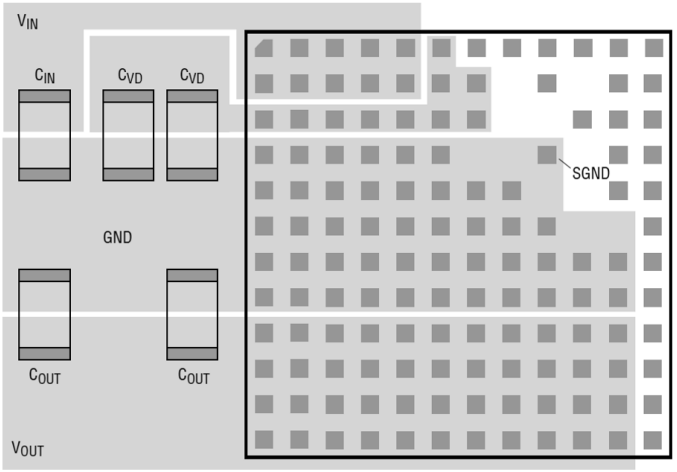


图 12 PCB Layout 参考设计

热考虑和输出电流降额

在不同的应用中，SPES4613OT 在各种热环境中运行。最大输出电流受环境热条件的限制。提供充足的冷却措施以确保可靠的运行。当冷却能力有限时，必须根据环境温度、气流、输入/输出条件，降低输出电流，以提高可靠性的需要。

常用典型应用电路参考

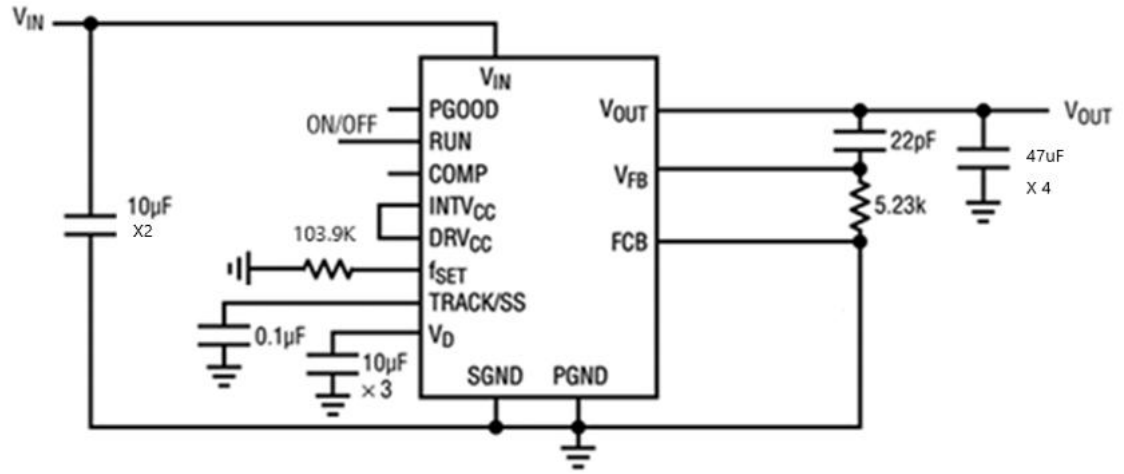


图 13：典型 24V 至 36V_{IN}，500KHz 频率，12V_{OUT}/8A

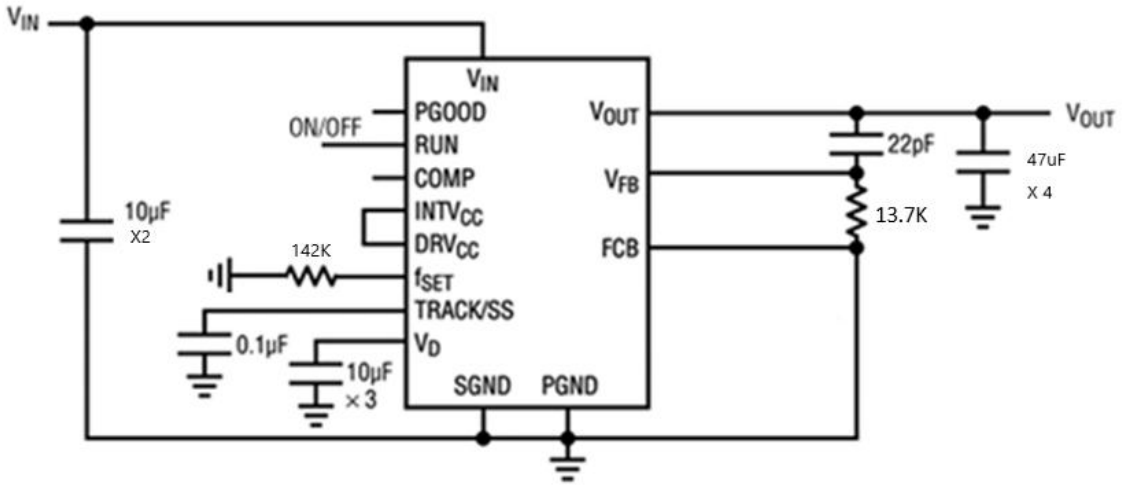


图 14：典型 12V 至 36V_{IN}，450KHz 频率，5V_{OUT}/8A

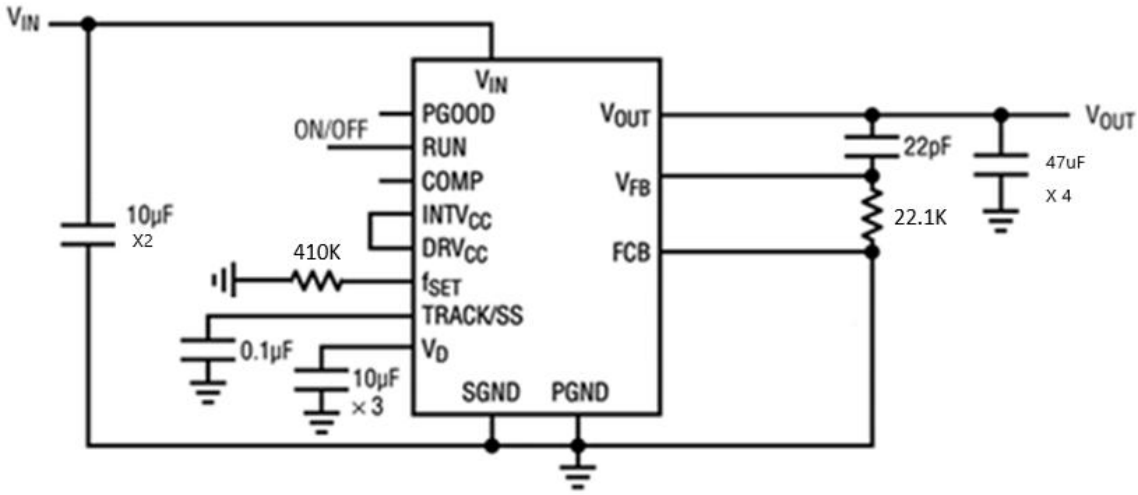


图 15：典型 7.5V 至 36V_{IN}，350kHz 频率，3.3V_{OUT}/8A

SMT 上板前湿度敏感性

SPES4613OT 产品上板前必须要烘干，否则可能因潮气导致焊接不良甚至损坏。参考 JEDEC 标准 J-STD-033“Handling, Packing, Shipping, and Use of Moisture/Reflow Sensitive Surface Mount Devices”，请按以下条件烘烤模块：温度 125℃，时长 48 小时或以上。SMT 回流焊温度曲线请参考图 16。

提醒：请尽量避免使用超过 SMT 回流焊峰值温度的高温焊接方式（例如高温热风枪、高温热板等）焊接上板、或者拆卸 SPES4613OT 产品模块，任何超过 SMT 回流焊峰值温度的高温焊接与拆卸方式，均有可能对产品造成不可逆转的损伤甚至损坏，厂家对超过 SMT 回流焊峰值温度进行焊接与拆卸的产品，将不作产品性能保证，并难以作出准确的失效分析。

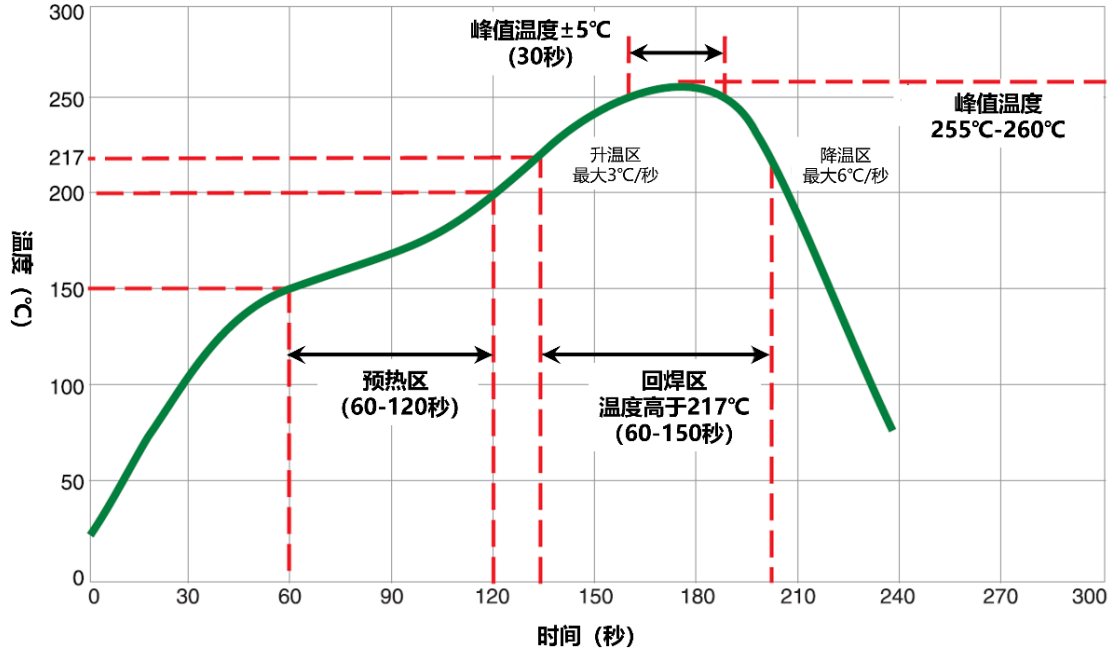
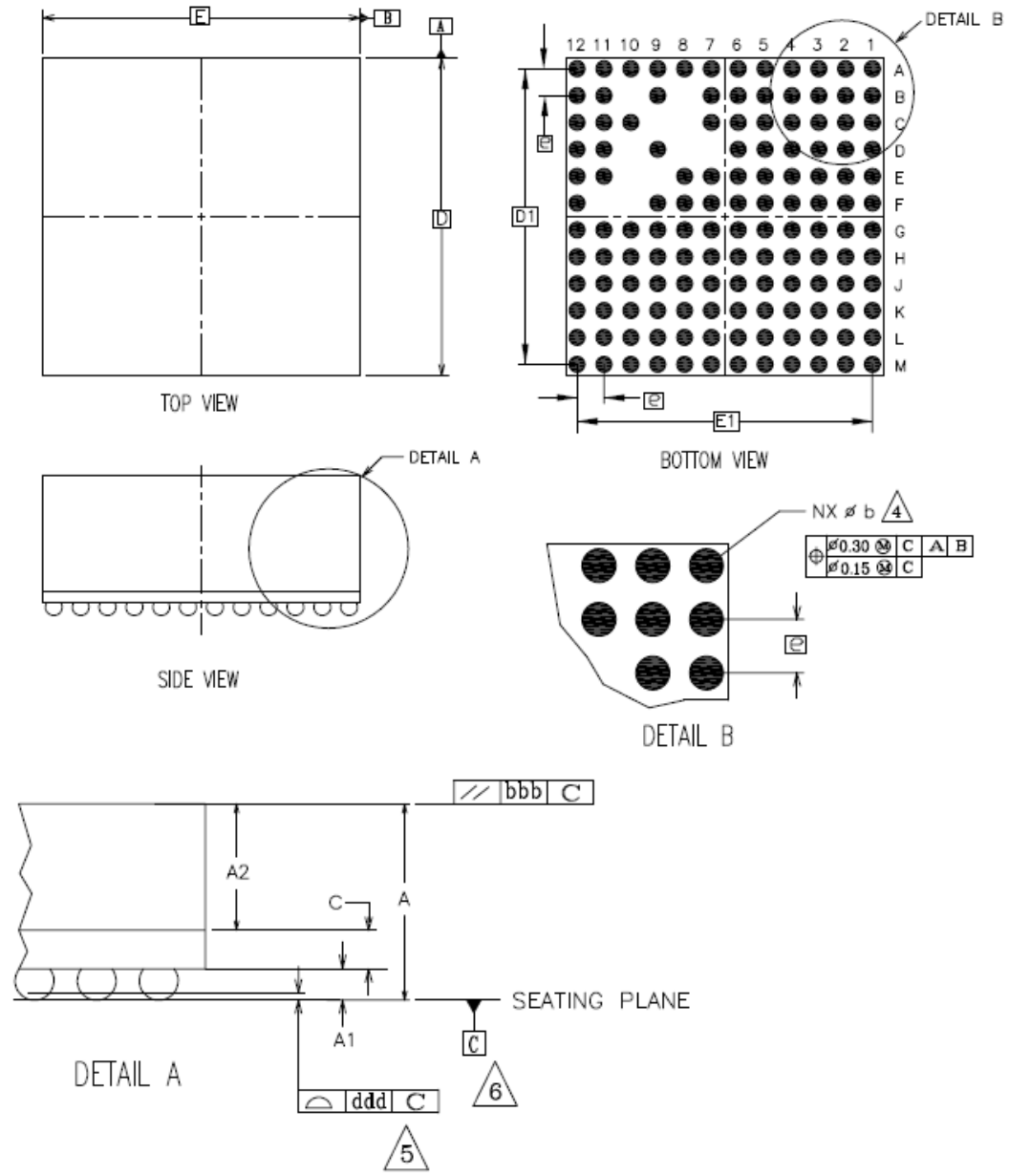


图 16：回流焊温度曲线图

封装描述



DIMENSIONAL REFERENCES			
REF.	MIN.	NOM.	MAX.
A	4.72	4.92	5.12
A1	0.50	0.60	0.70
A2	3.95	4.00	4.05
c	0.27	0.32	0.37
D	14.90	15.00	15.10
D1	13.97 BSC.		
E	14.90	15.00	15.10
E1	13.97 BSC.		
b	0.60	0.75	0.90
bbb	0.10		
ddd	0.20		
e	1.27 BSC.		
M	12		
N	133		
REF: JEDEC MS-028			

NOTES:

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
2. 'e' REPRESENTS THE BASIC SOLDER BALL GRID PITCH.
3. 'M' REPRESENTS THE BASIC SOLDER BALL MATRIX SIZE. AND SYMBOL 'N' IS THE NUMBER OF BALLS AFTER DEPOPULATING.
4. 'b' IS MEASURABLE AT THE MAXIMUM SOLDER BALL DIAMETER AFTER REFLOW PARALLEL TO PRIMARY DAIUM C
5. DIMENSION 'ddd' IS MEASURED PARALLEL TO PRIMARY DATUM C
6. PRIMARY DATUM C AND SEATING PLANE ARE DEFINED BY THE SPHERICAL CROWNS OF THE SOLDER BALLS.
7. PACKAGE SURFACE SHALL BE MATTE FINISH CHARMILLES 24 TO 27.
8. SUBSTRATE MATERIAL BASE IS BT RESIN / High Tg FR4.
9. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ASME Y14.5M 1994.
10. CONFORM TO JEDEC MS-028.

订货说明

产品型号	订货编号	封装形式	质量等级	产品标识	温度范围
SPES4613OT	SPES4613OTQ	133-BGA	企军级	SPES4613OTQ [a] YYWWXX [b]	-55℃至 125℃
	SPES4613OTJ	133-BGA	军温级	SPES4613OTJ YYWWXX	-55℃至 125℃
	SPES4613OTG	133-BGA	工业级	SPES4613OTG YYWWXX	-40℃至 85℃
	SPES4613OTX	133-BGA	消费级	SPES4613OTX YYWWXX	0℃至 85℃

注：
a 产品订货编号
b 产品批号

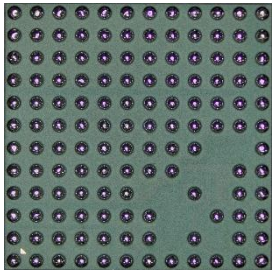
产品订货编号命名规则

SPES4613OT X (X)
① ② ③

① 产品型号
② 质量等级：Q 为企军级，J 为军温级，G 为工业级，X 为消费级
③ 封装形式：有 L 为 LGA 封装，无 L 默认为 BGA 封装



图 17：产品正面图


图 18：产品背面图