



深圳市大能创智半导体有限公司

SPES80230T 数据手册

降压型 POL 稳压器

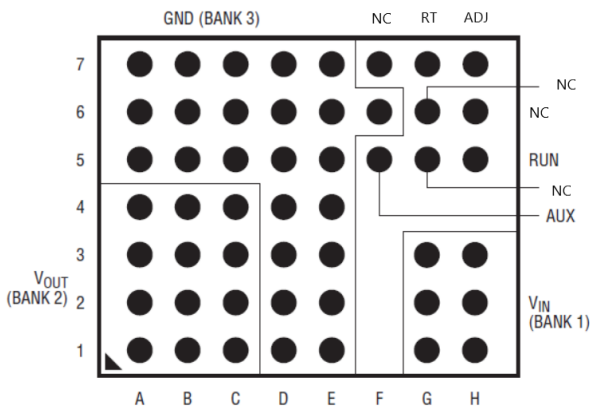
产品特点

- 完整的开关模式电源
- 宽输入电压范围：**3.8V** 至 36V
- 宽输出电压范围：**0.8V** 至 **8V**
- 2A 输出电流
- 轻载 PFM 模式
- 可选开关频率电流模式控制
- 效率高达 95%
- 符合 RoHS 标准的无铅型（e4）封装
- 9mm × 11.25mm × 3.42mm BGA 封装

产品描述

SPES8023OT 是一款完整的 2A DC/DC 降压型电源。封装中内置了开关控制器、电源开关、电感器以及所有的支持组件。SPES8023OT 可在一个 **3.8V** 至 36V 的输入电压范围内运行。支持高达 **8V** 的输出电压和一个 200kHz 至 2MHz 的开关频率范围（各由单个电阻器来设置）。仅需采用大容量的输入和输出滤波电容器便可实现完整的设计。SPES8023OT 是无铅型器件，并符合 RoHS 标准。

PIN 脚配置 (参见引脚功能)



BGA 封装
50-LEAD (9mm × 11.25mm × 3.42mm)
图 1：SPES8023OT 封装顶视图

绝对最大额定值【注释 1】

V _{IN} , RUN 电压	40V	工作温度范围	企军级 SPES8023OTQ -55°C至 125°C
ADJ, RT 电压	5V		军温级 SPES8023OTJ -55°C至 125°C
V _{OUT} , AUX 电压	8V		工业级 SPES8023OTG -40°C至 85°C
回流焊峰值	260°C		消费级 SPES8023OTX 0°C至 85°C
内部锡膏熔点	262°C		
贮存温度	-65°C至 150°C		

电参数【注释 2】

特性	条件	最小	典型	最大	单位
最小输入电压 V_{IN}		3.8	-	36	V
输出 DC 电压 V_{OUT}	$0A < I_{OUT} \leq 2A$, R_{ADJ} 开路, $C_{OUT} = 200 \mu F$	-	0.8	-	V
	$0A < I_{OUT} \leq 2A$, $R_{ADJ} = 1.116k$, $C_{OUT} = 10 \mu F$	-	8	-	V
最小 R_{ADJ}		1.116	-	-	k Ω
输出 DC 电流 I_{OUT}	$4V < V_{IN} \leq 36V$	0	-	2	A
V_{IN} 静态电流	$V_{RUN} < 0.2V$, $R_T = 470k$	-	13	18	μA
线路调节 $\Delta V_{OUT}/V_{OUT}$	$5 \leq V_{IN} \leq 36$, $I_{OUT} = 1A$, $V_{OUT} = 3.3V$, $C_{OUT} = 22 \mu F$		0.1		%
负载调节 $\Delta V_{OUT}/V_{OUT}$	$V_{IN} = 24V$, $0 \leq I_{OUT} \leq 2A$, $V_{OUT} = 3.3V$, $C_{OUT} = 22 \mu F$		0.4		%
输出纹波 (RMS)	$V_{IN} = 24V$, $I_{OUT} = 2A$, $V_{OUT} = 3.3V$, $C_{OUT} = 22 \mu F$		10		mV
开关频率	$R_T = 308k$		300		kHz
输出短路电流	$V_{IN} = 36V$, $V_{OUT} = 0V$	3.08	3.79	4.38	A
V_{ADJ}		783	803	820	mV
I_{ADJ}	$V_{ADJ} = 1V$, $C_{OUT} = 51 \mu F$		20		μA
RUN 使能高电平		1.4	1.58	1.75	V
RUN 使能回差			0.46		V
软启动时间 (t_{SS})	From 10% to 90% $\times V_{OUT}$ (set)		0.55		mS
输入欠压保护 (UVLO)		2.87	3.16	3.48	V
输入欠压保护回差			0.61		V

注释 1：高于“绝对最大额定值”部分所列数值的应力有可能对器件造成永久性的损害。在任何绝对最大额定值条件下暴露的时间过长都有可能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。SPES8023OT 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。

典型性能特点

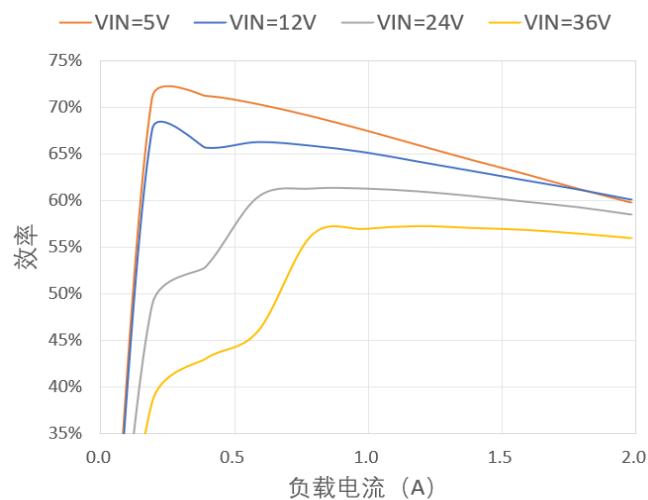


图 2: 效率与输出电流的关系(0.82VOUT)

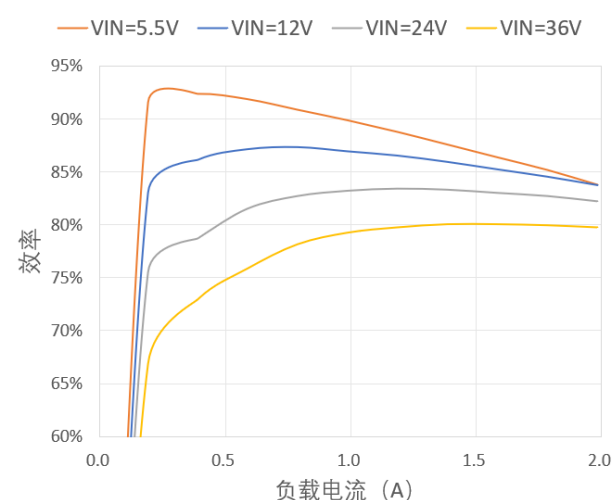


图 3: 效率与输出电流的关系(3.3VOUT)

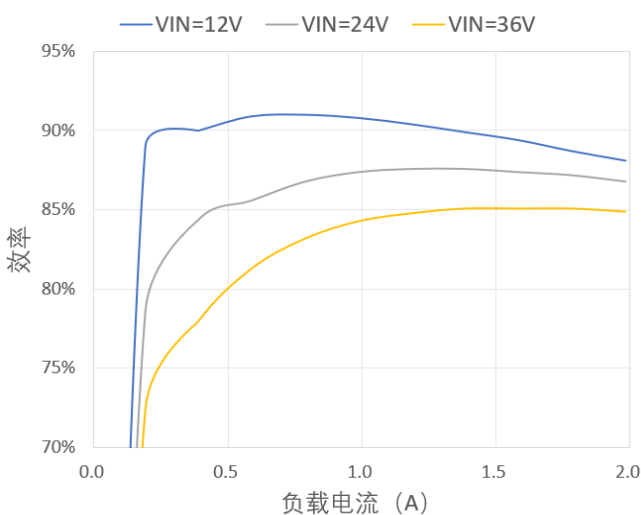


图 4: 效率与输出电流的关系(5VOUT)

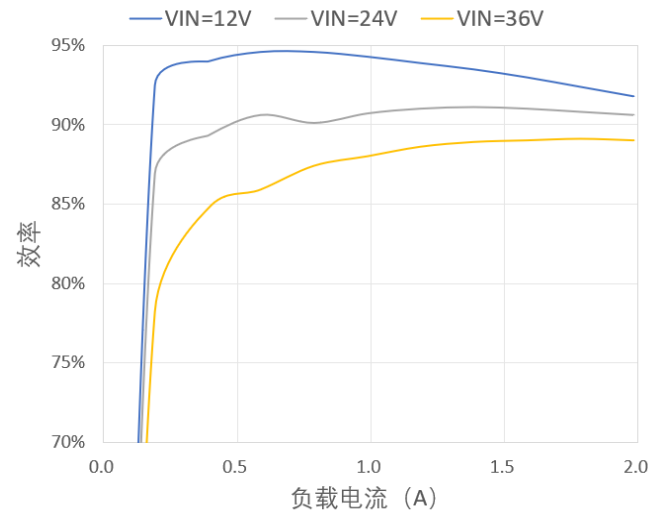


图 5: 效率与输出电流的关系(8VOUT)

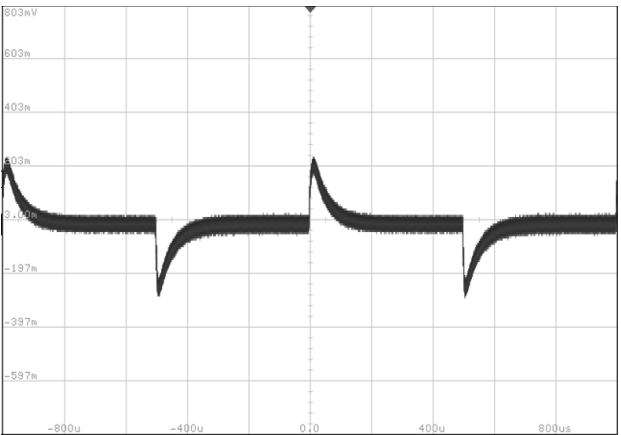


图 6: VIN=24V 动态 25% - 50% - 25% (8VOUT)

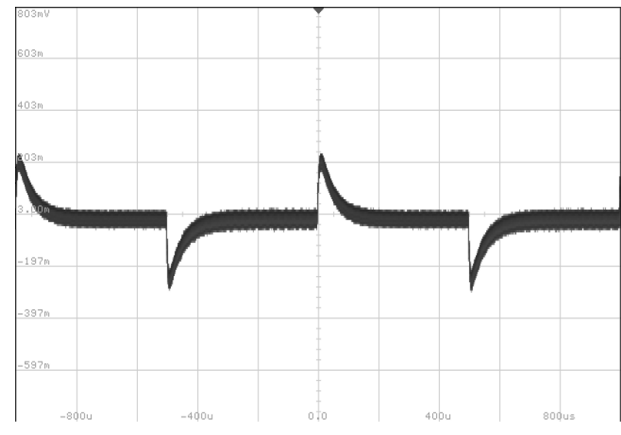


图 7: VIN=36V 动态 25% - 50% - 25% (8VOUT)

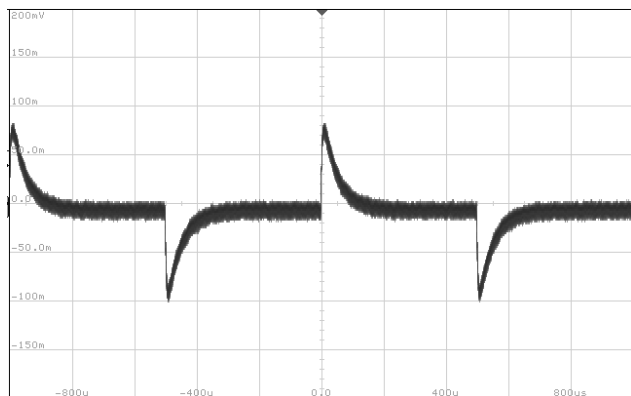


图 8: $V_{IN}=12V$ 动态 25% - 50% - 25% ($3.3V_{OUT}$)

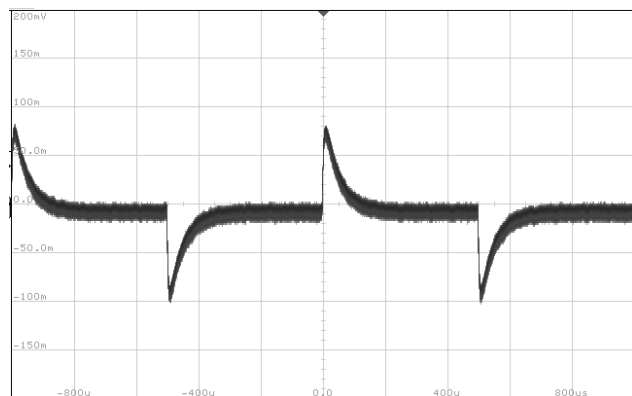


图 9: $V_{IN}=24V$ 动态 25% - 50% - 25% ($3.3V_{OUT}$)

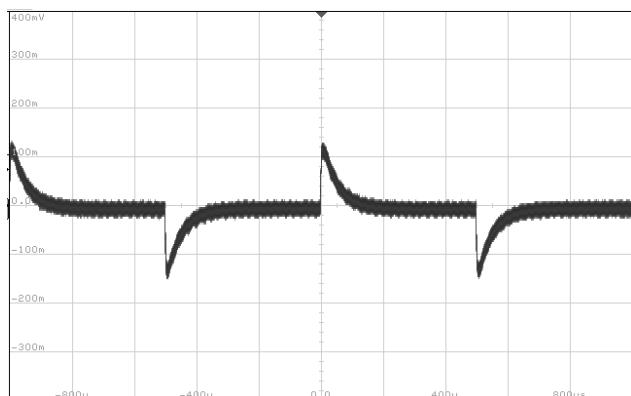


图 10: $V_{IN}=12V$ 动态 25% - 50% - 25% ($5V_{OUT}$)

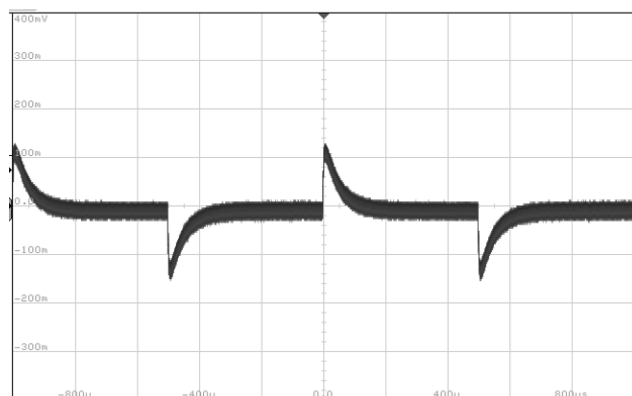


图 11: $V_{IN}=24V$ 动态 25% - 50% - 25% ($5V_{OUT}$)

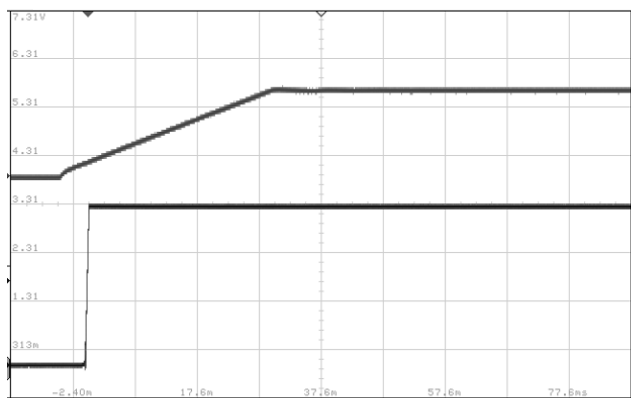


图 12: 36VIN 满载开机波形 ($3.3V_{OUT}$)

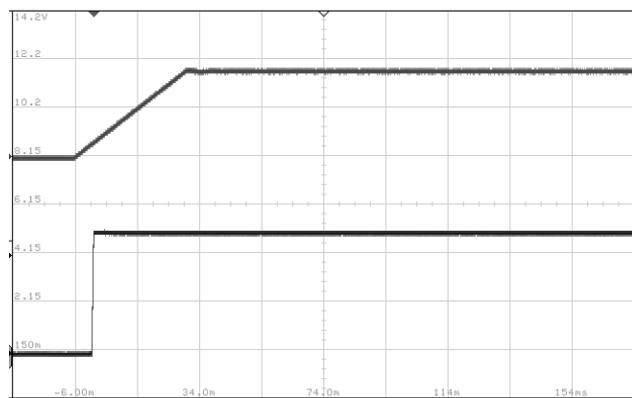


图 13: 36VIN 满载开机波形 ($5V_{OUT}$)

推荐组件配置 [注释 3]

V _{IN} (V)	V _{OUT} (V)	C _{IN}	C _{OUT}	R _{ADJ}	f _{OPTIMAL} (kHz)	R _{T(OPTIMAL)} (kΩ)	f _{MAX} (kHz)	R _{TMIN} (kΩ)
3.8V - 36V	0.82V	10μF	200μF 1206	472K	250	371	250	371
3.8V - 36V	1.00V	10μF	147μF 1206	40.8K	300	308.2	300	308.2
3.8V - 36V	1.20V	10μF	100μF 1206	20.22K	350	264	350	264
3.8V - 36V	1.50V	10μF	100μF 1206	11.51K	400	230	400	230
3.8V - 36V	1.80V	4.7μF	100μF 1206	8.06K	450	203	450	203
3.8V - 36V	2.00V	2.2μF	68μF 1206	6.71K	450	203	500	203
3.8V - 36V	2.20V	2.2μF	47μF 1206	5.75K	500	182	550	182
4.1V - 36V	2.50V	2.2μF	47μF 1206	4.73K	550	164.7	615	147
5.5V - 36V	3.30V	2.2μF	22μF 1206	3.22K	650	138.2	750	119
7.5V - 36V	5.00V	2.2μF	10μF 0805	1.91K	650	138.2	890	99
14.5V - 36V	8.00V	2.2μF	10μF 0805	1.116K	650	138.2	800	111
4.75V - 32V	-3.30V	2.2μF	22μF 1206	3.22K	550	164.7	800	111
7V - 31V	-5.00V	2.2μF	10μF 0805	1.91K	800	111	1100	78.7
15V - 28V	-8.00V	2.2μF	10μF 0805	1.116K	800	111	1600	51.9

注释 3: TA=25°C; 需要输入大容量电容器;

PIN 脚功能

VIN (Bank1) : VIN 引脚负责为 SPES8023OT 的内部稳压器及内部电源提供电流。必须在外部并联低 ESR 电容器(至少 2.2 μ F)，请参阅“推荐组件配置”，对这些引脚进行局部旁路。

VOUT (Bank2) : 电源输出引脚。将输出滤波电容器和输出负载施加在这些引脚和 GND 引脚之间。

AUX (引脚 F5) : AUX 引脚在内部连接至 VOUT。虽然该引脚在内部连接至 VOUT，但不要将其连接至负载，将其浮置。

RUN (引脚 H5) : 将 RUN 引脚连接至地可关断 SPES8023OT。而把该引脚连接至 2V 或更高的电压将正常工作。如果未使用停机功能，则通过一个上拉电阻器将该引脚连接至 VIN 引脚。

GND (BANK3) : 将这些 GND 引脚连接至一个位于 SPES8023OT 和电路组件下方的地平线。

RT (引脚 G7) : RT 引脚用于设置 SPES8023OT 的开关频率（方法是在该引脚和地之间连接一个电阻器）。请参阅“推荐组件配置”可根据期望的开关频率来决定这个电阻器的阻值。应最大限度地减小该引脚上的电容。

ADJ (引脚 H7) : SPES8023OT 将其 ADJ 引脚稳定至 0.803V。把调节电阻器连接在该引脚与地之间。RADJ 的阻值由下式求得：

$$R_{ADJ} = 8.03 / (V_{OUT} - 0.803)$$

式中 RADJ 的单位为 K Ω 。

NC (引脚 F7/G5/G6/H6) : NC PIN。

应用综述

SPES8023OT 是一款具有 3.8V 至 36V 输入电压范围的独立型非隔离式降压开关 DC/DC 电源，能够输送高达 2A 的输出电流。该模块可提供 0.8V-8V 的精准调节输出电压（可通过一个外部电阻器来设置），输入电压范围为 3.8V-36V。鉴于 SPES8023OT 是一款降压型转换器，因此需确定输入电压足够高，以支持期望的输出电压和负载电流。SPES8023OT 包含一个电流模式控制器、功率电感器、功率 MOSFET

及大小适中的输入和输出电容及其其他辅助控制器件。SPES8023OT 是固定频率 PWM 稳压器。其开关频率简单地通过在 R_T 引脚与 GND 之间连接合适的电阻器来设定。一个线性稳压器负责给控制电路提供内部电源。RUN 引脚用于使能 SPES8023OT 或将其置于停机模式、将输出电压关闭以及把输入电流减小至 50 μ A 以下。

应用信息

对大多数应用而言，设计过程简单明了，归纳如下：

1. 查阅“推荐组件配置”部分，找到具有期望的输入范围及输出电压的那一行。
2. 应用建议的 C_{IN} 、 C_{OUT} 、 R_{ADJ} 和 R_T 值。

尽管我们已就这些组件与接线之组合的正确运作进行了测试，但针对预期的系统电压、负载及环境条件来验证操作的正确性仍然是用户的责任所在。

电容器选择的考虑

“推荐组件配置”中的 C_{IN} 和 C_{OUT} 电容值是针对相关操作条件的最小推荐值。建议不要使用低于“推荐组件配置”所列的电容值，这有可能导致不良的操作。采用更大的电容值一般是可以接受的，并能改善动态响应（假如需要的话）。同样，用户需要针对预期的系统电压、负载和环境条件验证操作的正确性。陶瓷电容器小巧、坚固且具有非常低的 ESR。然而，并不是所有的陶瓷电容器都适合。X5R 和 X7R 型陶瓷电容器可在整个温度及施加电

压的范围内保持稳定，并能提供可靠的工作性能。其他类型（包括 Y5V 和 Z5U）的陶瓷电容器其电容则具有非常大的温度和电压系数。在有的应用电路中它们可能只具有其标称电容的一小部分，因而会导致比预期高得多的输出电压纹波。有关陶瓷电容器问题的最后一个注意事项是 SPES80230T 的最大额定输入电压。陶瓷输入电容器与印制线或电缆电感的组合会形成一个高 Q 值（欠阻尼）谐振电路。如果 SPES80230T 电路通过机械开关接入一个使用中的电源，则输入电压可能会产生两倍于其标称值的瞬时扰动，因而有可能超过器件的额定规格，造成器件损坏。请参阅“安全地进行热插拔”部分，可以轻松避免这种情况的出现。

输入欠压保护（UVLO）

SPES80230T 集成了输入欠压保护功能，以防止在输入电压不足为内部电路供电时发生故障。输入欠压保护的上升阈值为 3.16 V (TYP)，回差为 0.61 V (TYP)。

RUN 使能

SPES80230T 集成了 RUN 使能功能，输入高电平开启输出，将 RUN 拉低关闭输出。RUN 的上升阈值电压为 1.58 V (TYP)，具有 460mV (TYP)的回差。1 μA 内部电流源将 RUN 引脚拉高至大约 3.0 V，当 RUN 引脚悬浮时，该设备将使能。要禁用该设备，请将 RUN 引脚拉到 1.12 V 以下，至少具有 1 μA 吸收电流能力。

软启动功能

SPES80230T 内部集成了软启动功能，软启动时间固定，软启动时间为 0.55mS（TYP）。

频率选择

SPES80230T 使用恒定频率 PWM 体系结构，该体系结构可以通过使用从 R_T 引脚接地的电阻器进行编程，以从 200kHz 切换至 2MHz。表 1 列出了 R_T 电阻值及其产生的频率。

表 1：R_T 电阻器阻值和频率的关系

频率 (MHz)	RT (kΩ)
0.2	470
0.3	308.2
0.4	230
0.5	182

0.6	150
0.7	128
0.8	111
0.9	97.9
1.0	87.3
1.2	71.6
1.4	60.3
1.6	51.9
1.8	45.3
2.0	40.1

工作频率权衡折衷

建议用户针对输入和输出操作条件“推荐组件配置”中给出的最佳 RT 值。但是，系统级别或其他考虑因素可能需要另一个工作频率。尽管 SPES80230T 具有足够的灵活性以适应广泛的工作频率，但随意选择一个工作频率 SPES80230T 可能会导致在某些工作或故障条件下出现不良操作。如果输出过载或短路，频率太高会降低效率，产生过多热量甚至损坏 SPES80230T。频率太低会导致最终设计的输出纹波太大或输出电容器太大。

RADJ 电阻选择

SPES80230T 通过 ADJ 引脚对地接一个电阻来设置需要的输出电压，ADJ 引脚对地的阻值由下式求得：

$$R_{ADJ} = 8.03 / (V_{OUT} - 0.803)$$

表 2 列出了 RADJ 电阻值与输出电压的关系
表 2：RADJ 电阻值与输出电压关系表

VOUT (V)	RADJ (kΩ)
0.82	472
1	40.8
1.2	20.22
1.5	11.51
1.8	8.06
2	6.71
2.2	5.75
2.5	4.73
3.3	3.22
5	1.91
8	1.116

PFM 模式

为了提高轻载时的效率，SPES80230T 自动切换到 PFM 模式，减小损耗，达到较高的效率。

最小输出电流

SPES8023OT 需要 I_o 至少 20 μ A 的输出电流， I_o 电流包括负载电流和输出稳压电阻网络部分的电流。在输出电压小于 1V 的时候，空载下电流较小，建议增加假负载以增加输出电流。

最小输入电压

SPES8023OT 是一款降压型转换器，因此需要最小的裕量来使输出保持稳定。另外，接通所需的输入电压高于运行所需的输入电压，并取决于是否使用 RUN。

短路输入保护

当 SPES8023OT 的输入不存在时，输出将保持高电平的系统应格外小心。如果 V_{IN} 引脚被允许悬空并且 RUN 引脚被保持为高电平（通过逻辑信号或由于其与 V_{IN} 相连），则 SPES8023OT 的内部电路将通过其内部电源开关拉动其静态电流。如果您的系统在此状态下可以忍受几毫安，那就很好。如果将 RUN 引脚接地，则内部电源开关电流将基本降至零。但是，如果在输出保持高电平的同时 V_{IN} 引脚接地，则 SPES8023OT 内部的寄生二极管可以通过 V_{IN} 引脚从输出端拉大电流。

PCB 布局

大多数与 PCB 布局相关的难题都因为 SPES8023OT 的高集成度而得以缓解甚至消除。尽管如此，由于 SPES8023OT 是一款开关电源，因此务必尽可能地降低 EMI 并保证正确的操作。纵然 SPES8023OT 拥有很高的集成度，但如果在 PCB 布局时太过随意或方案欠佳，那么就有可能无法实现规定的操作性能。应确保接地和散热方式是可以接受的。建议布局请参见图 14。

需要牢记的几条规则如下：

1. 把 R_{ADJ} 和 R_T 电阻器安放在尽可能靠近其各自引脚的地方。
2. 把 C_{IN} 电容器放置在尽可能靠近 SPES8023OT 的 V_{IN} 和 GND 连接线的地方。
3. 将 C_{OUT} 电容器布设在尽可能靠近 SPES8023OT 的 V_{OUT} 和 GND 连接线的地方。

4. C_{IN} 和 C_{OUT} 的布设应使其接地电流紧邻 SPES8023OT 或在 SPES8023OT 的下方流动。
5. 把所有的 GND 线路都连接至顶层上一个尽可能大的覆铜或平面面积。避免使外部组件与 SPES8023OT 之间的接地连线出现中断。

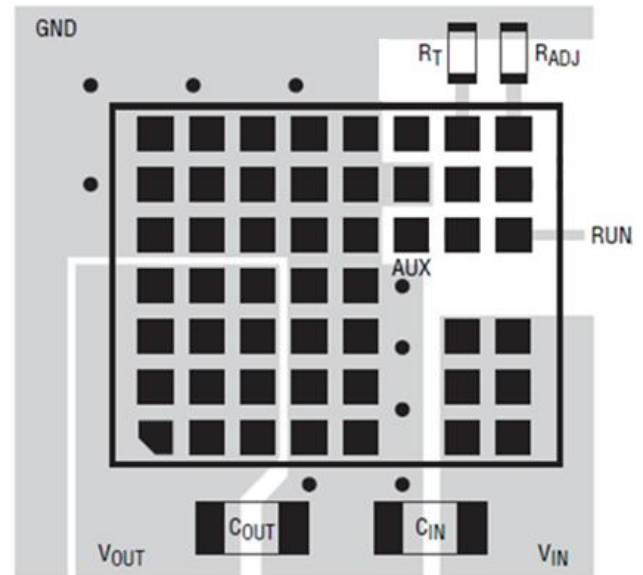


图 14：显示建议的外部组件，GND 平面和散热过孔的布局确保接地和散热可接受。

采用过孔将 GND 铜面积与电路板的内部接地平面相连。可大量地排布这些 GND 过孔以提供良好的接地连接以及至印刷电路板内部接地平面的散热通路。SPES8023OT 可得益于在这些位置上连接至内部 GND 接地平面的过孔所提供的散热作用，因为它们接近内部功率处理组件。热过孔的最佳数目取决于印刷电路板的设计。比如：一块电路板可能会使用非常小的过孔，那么它所采用的过孔数目应该多于使用较大过孔的电路板。

热考虑

SPES8023OT 的芯片温度必须低于 125°C 的最大额定值，因此在电路布局中应谨慎从事，以确保 SPES8023OT 的良好散热。从 SPES8023OT 释放出的大部分热量通过模块的底部和 BGA 封装衬垫进入印刷电路板。因此，不良的印刷电路板设计会产生过大的热量，从而导致器件性能或可靠性受损。

安全地进行热插拨

对于 SPES8023OT 的输入旁路电容器，陶瓷电容器陶瓷电容器的小尺寸，坚固性和低阻抗使其成为 SPES8023OT 的输入旁路电容器的一种有吸引力的选择。但是，如果将 SPES8023OT 插入带电电源中，这些电容器可能会引起问题。低损耗陶瓷电容器与寄生电感与电源串联形成一个欠阻尼的谐振电路，SPES8023OT 的 V_{IN} 引脚上的电压可以振铃到标称输入电压的两倍，可能超过 SPES8023OT 的额定值并损坏了该器件。如果输入电源的控制不良，或者用户将 SPES8023OT 插入通电的电源，则应设计输入网络以防止这种过冲。图 15 显示了 SPES8023OT 电路通过 6 英尺的 24 规格双绞线连接到 24V 电源时产生的波形。第一个曲线是输入端有一个 $2.2\mu\text{F}$ 陶瓷电容器

的响应。输入电压响起高达 35V，输入电流在 20A 时达到峰值。一种阻尼振荡电路的方法是在电路中增加另一个带有串联电阻的电容器。在图 15c 中，添加了铝电解电容器。该电容器的高等效串联电阻可抑制电路并消除电压过冲。额外的电容器可以改善低频纹波滤波，并可以稍微改善电路效率，尽管它可能是电路中最大的组件。另一种解决方案如图 15b 所示。在输入端串联一个 0.7Ω 的电阻，以消除电压过冲（它也减小了峰值输入电流）。一个 $0.1\mu\text{F}$ 的电容改善了高频滤波。该解决方案比电解电容器更小且更便宜。对于高输入电压，其对效率的影响很小，对于在 24V 电压下满载工作的 5V 输出，效率降低不到一半。

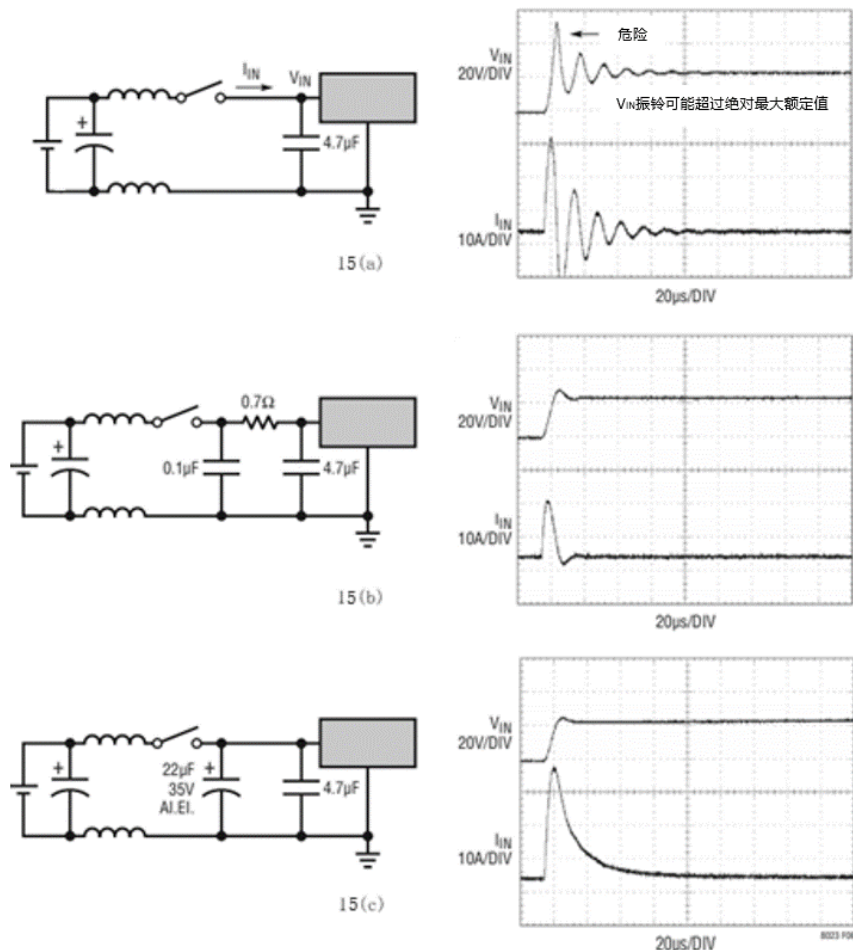


图 15: 24V 电源时产生的波形

常用典型应用电路参考

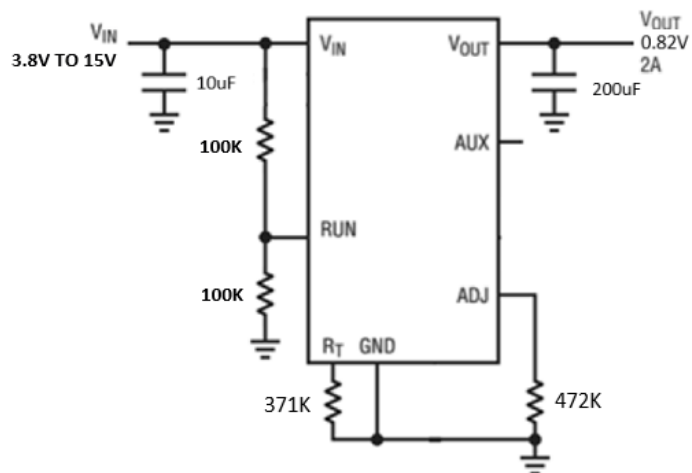


图 16: 0.82V_{OUT} 降压型转换器

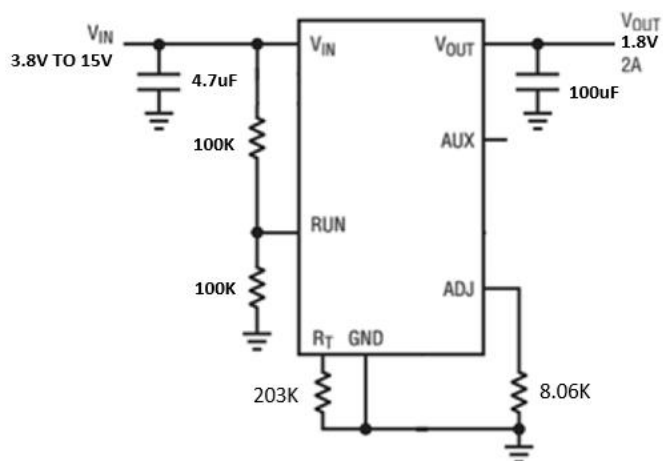


图 17: 1.8V_{OUT} 降压型转换器

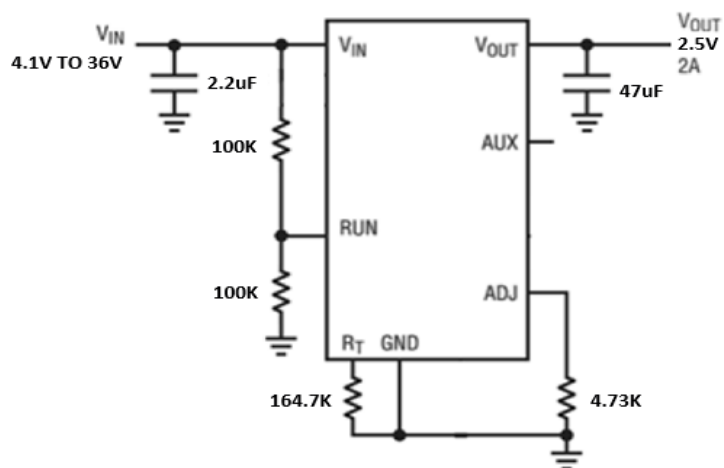


图 18: 2.5V_{OUT} 降压型转换器

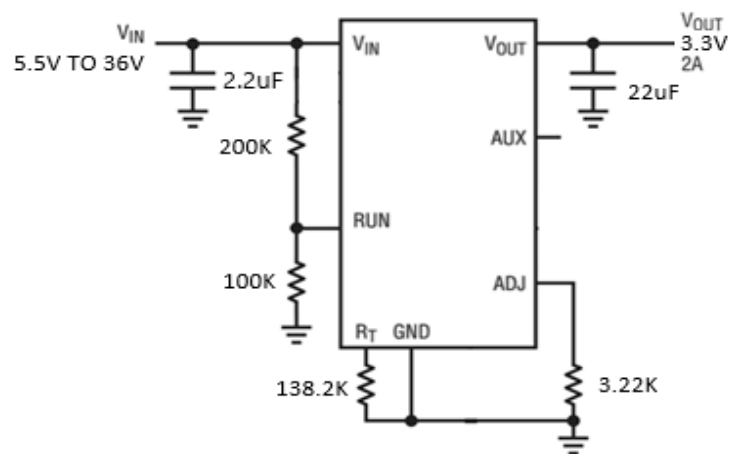


图 19: 3.3V_{OUT} 降压型转换器

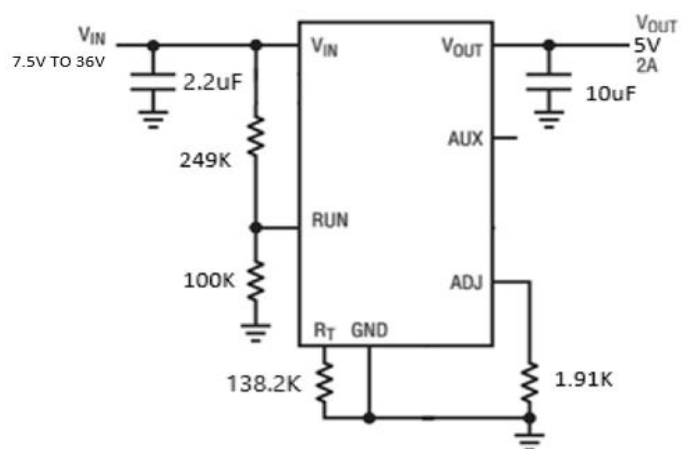


图 20: 5V_{OUT} 降压型转换器

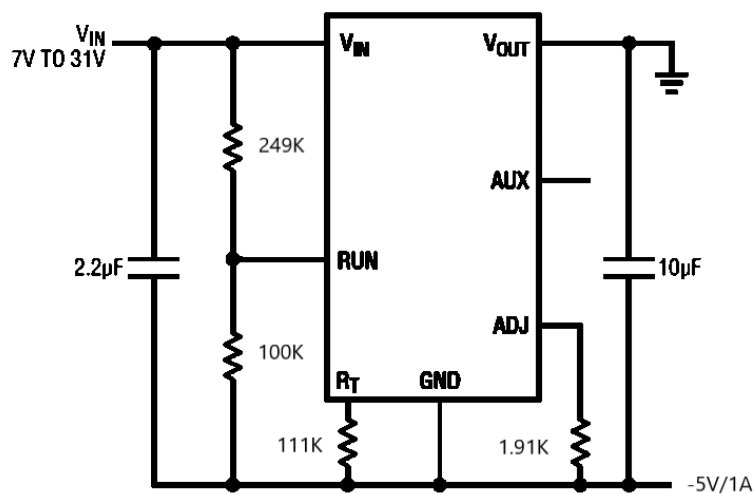


图 21: -5V_{OUT} 输出转换器

SMT 上板前湿度敏感性

SPES8023OT 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 22。

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 SPES8023OT 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。

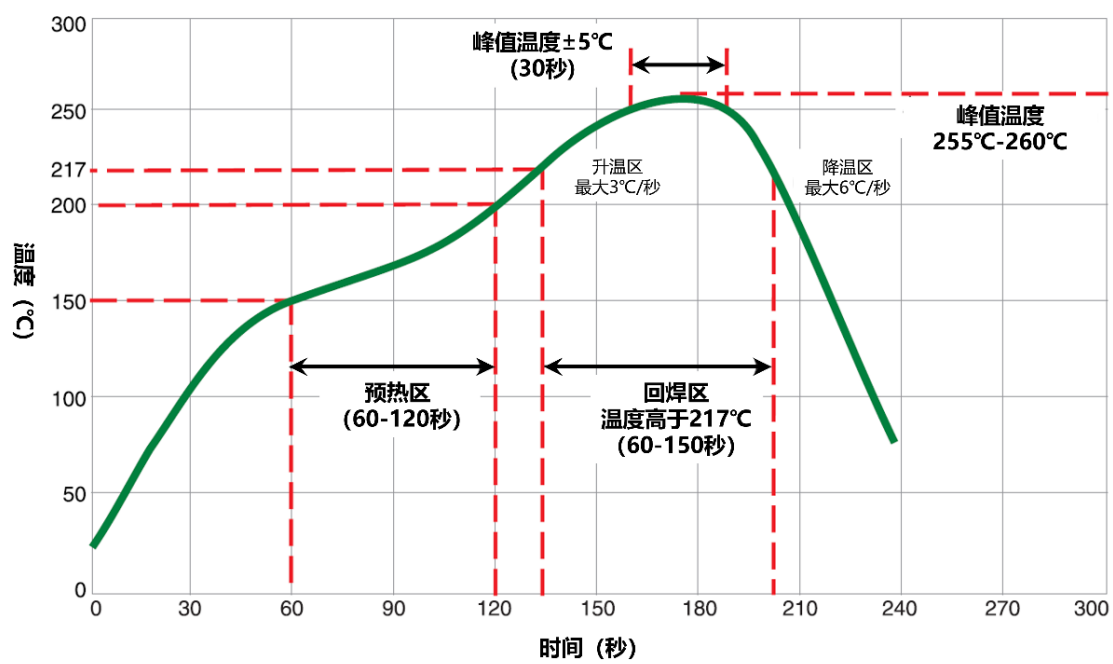
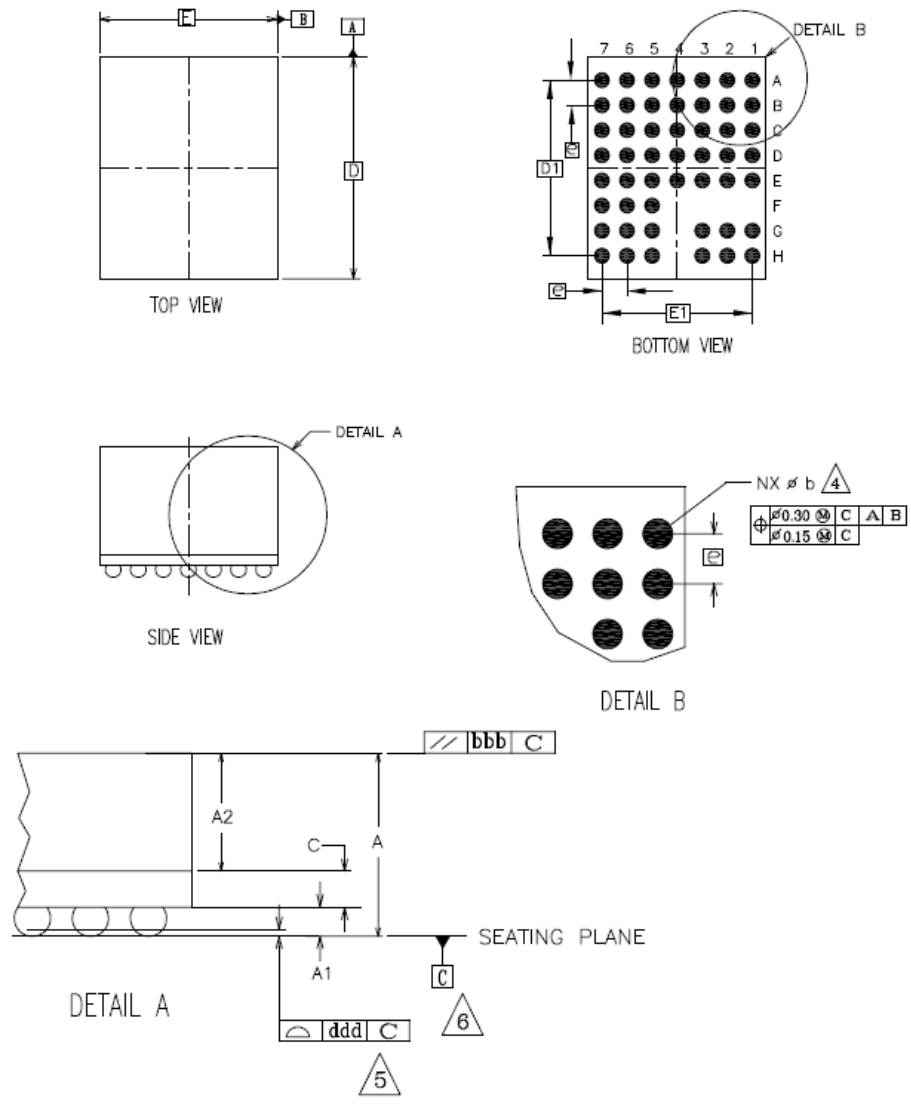


图 22：回流焊温度曲线图

封装描述



DIMENSIONAL REFERENCES			
REF.	MIN.	NOM.	MAX.
A	3.22	3.42	3.62
A1	0.50	0.60	0.70
A2	2.45	2.50	2.55
c	0.27	0.32	0.37
D	11.15	11.25	11.35
D1	8.89 BSC.		
E	8.90	9.00	9.10
E1	7.62 BSC.		
b	0.60	0.75	0.90
bbb	0.25		
ddd	0.20		
e	1.27 BSC.		
MD/ME	8/7		
N	50		
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 DATUM 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.

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
SPES8023OT	SPES8023OTQ	50-BGA	企军级	SPES8023OTQ ^a YYWWXX ^b	-55℃至 125℃
	SPES8023OTJ	50-BGA	军温级	SPES8023OTJ YYWWXX	-55℃至 125℃
	SPES8023OTG	50-BGA	工业级	SPES8023OTG YYWWXX	-40℃至 85℃
	SPES8023OTX	50-BGA	消费级	SPES8023OTX 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

SPES8023OT

X(X)

①②③

- 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 23：产品正面图

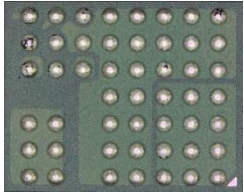


图 24：产品背面图