深圳市大能创智半导体有限公司

SPES4622OT 数据手册

双通道 2.5A 或单通道 5A DC/DC

(兼容 LTM4622)

产品特点

- 占板面积＜1cm² 的完整解决方案
- 宽输入电压范围：3.6V 至 20V
- 3.3V 输入可兼容连接至 INTVCC 的 V_{IN}
- 输出范围：0.6V 至 5.5V
- 双通道 2.5A (3A 峰值) 或单 5A 输出电流
- 在整个负载、电压和温度范围内提供 ±2% 的最大总输出电压调节误差
- 电流模式控制 / 快速瞬态响应
- 外部频率同步
- 多相可并联和均流
- 输出电压跟踪和软起动能力
- 过压输入和过热保护
- 电源良好指示器
- **6.25mm x 6.25mm × 2.42mm** BGA 封装
- 符合 SnPb 及 RoHS 标准

产品描述

SPES4622OT 是一款完整的双通道 2.5A 降压型开关模式 DC/DC 电源，其采用 6.25mm x 6.25mm × 2.42mm BGA 封装。封装中内置了开关控制器、功率 FET、电感器和支持组件。SPES4622OT 可在一个 3.6V 至 20V 的输入电压范围内运作，支持一个 0.6V 至 5.5V (由单个外部电阻器来设定) 的输出电压范围。SPES4622OT 的高效率设计能够提供双通道 2.5A 连续、3A 峰值输出电流。仅需少量的陶瓷输入和输出电容器。

SPES4622OT 支持电源轨排序的输出电压跟踪功能。其高开关频率和电流模式控制的运用可实现针对电压和负载变化的非常快速瞬态响应，而并未牺牲稳定性。故障保护功能包括输入过压、输出过流和过热保护。

典型应用电路

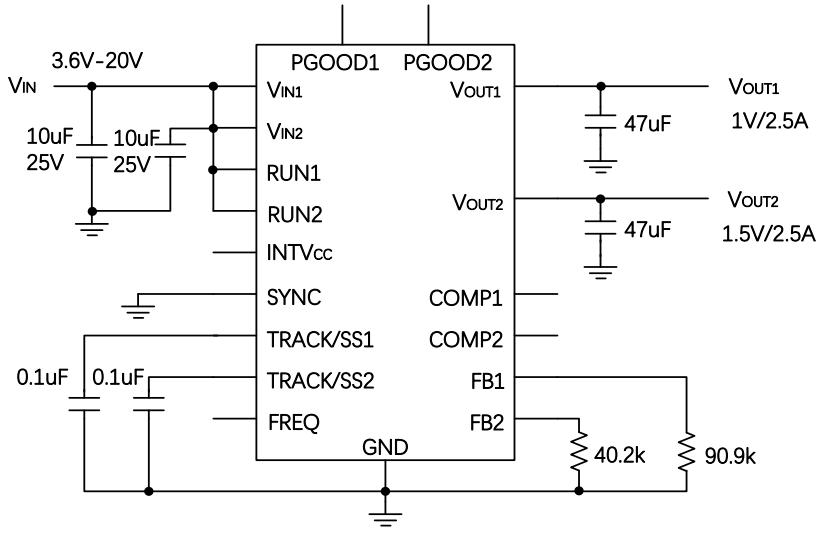


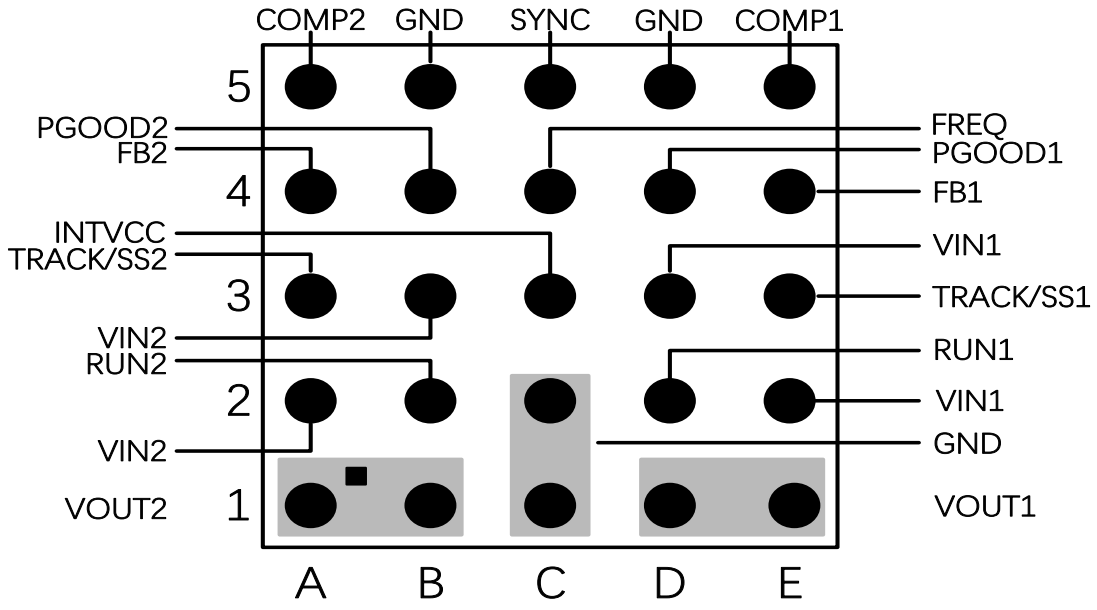
图 1：SPES4622OT 外围配置 1.5V 和 1V 双通道输出典型应用电路图

绝对最大额定值 【注释 1】

V_{IN1}, V_{IN2}	-0.3V 至 22V
V_{OUT1},V_{OUT2}	-0.3V 至 6V
RUN1, RUN2	-0.3 至 V_{IN}
$INTV_{CC}$	-0.3V 至 3.6V
PGOOD1, PGOOD2， FB1, FB2， TRACK/SS1, TRACK/SS2, SYNC/MODE, COMP1, COMP2	-0.3V 至 $INTV_{CC}$
储存温度范围	-65℃至 150℃

工作温度范围	N1 级 SPES4622OTN -55℃至 125℃
	企军级 SPES4622OTQ -55℃至 125℃
	军温级 SPES4622OTJ -55℃至 125℃
	工业级 SPES4622OTG -40℃至 85℃
内部锡膏熔点	262℃
回流焊峰值	260℃

PIN 脚配置(参见引脚功能)



BGA 封装

25-LEAD (6.25mm × 6.25mm × 2.42mm)

图 2：SPES4622OT-BGA 封装顶视图

电参数 【注释 2】

特性	条件	最小	典型	最大	单位
输入电压范围 $V_{IN1(DC)}$, $V_{IN2(DC)}$		3.6	-	20	V
3.3V 输入电压 $V_{IN_3.3(DC)}$	$V_{IN1(DC)} = V_{IN2(DC)} = INTV_{CC}$	3.1	3.3	3.5	V
输出电压范围 $V_{OUT\ (RANGE)}$	$V_{IN1(DC)} = V_{IN2(DC)}$ = 3.6V 至 20V	0.6	-	5.5	V
输出电压 $V_{OUT(DC)}$	C_{IN}=22μF 陶瓷（每通道）， C_{OUT}=22μF + 47μF 陶瓷（每通道），R_{FB} = 40.2k， V_{IN1}= V_{IN2}=3.6V 至 20V， I_{OUT} = 0A 至 2.5A	1.455	1.50	1.545	V
输入特性					
开关电压阈值 V_{RUN}	上升 下降	**2.0**		**0.9**	V
关断电流 $I_{Q(VIN)}$	RUN1=0,RUN2=0	-	45	-	μA
输入电源电流 $I_{S(VIN)}$	V_{IN}=3.6V, V_{OUT}=1.5V, I_{OUT} = 2.5A，双路带载	-	2.6	-	A
	V_{IN}=5V, V_{OUT}=1.5V, I_{OUT} = 2.5A，双路带载	-	1.85	-	
	V_{IN}=12V, V_{OUT}=1.5V, I_{OUT} = 2.5A，双路带载	-	0.8	-	
输出特性					
输出电流范围 $I_{OUT(DC)}$	V_{IN1}= V_{IN2}=12V, V_{OUT}=1.5V	0	-	2.5	A
电压调节精度	V_{OUT}=1.5V, V_{IN1}= V_{IN2}=3.6V 至 20V, I_{OUT}=0A （每通道）	-	**0.1**	**0.3**	%/V
负载调节精度	V_{OUT}=1.5V, I_{OUT}=0A 至 2.5A	-	**0.5**	1.0	%
输出纹波电压	V_{OUT}=1.5V, V_{IN1}= V_{IN2}=12V, I_{OUT}=0A C_{OUT}=47μF 陶瓷（每通道）	-	**20**	-	mVp-p
f_{OSC}(每通道)	【注释 3】	-	1	-	MHz
f_{SYNC} (外部同步频率)	相对于设定频率 fsoc	-	±30	-	%
开机过冲	V_{OUT}=1.5V, V_{IN1}= V_{IN2}=12V, I_{OUT}=0A C_{OUT}=47μF 陶瓷（每通道）	-	30	-	mV

开机时间 $t_{(START)}$	V_{OUT}=1.5V, V_{IN1}= V_{IN2}=12V, I_{OUT}=0A, TRACK/SS = 0.1μF C_{OUT}=47μF 陶瓷（每通道）	-	**40**	-	ms
$t_{(SETTLE)}$ 每通道	V_{IN}=12V, V_{OUT}=1.5V, 负载：50%至 100%至 50%满载, C_{OUT}=47μF 陶瓷（每通道）	-	**40**	-	μs
$I_{OUT(PK)}$ 每通道	V_{IN1}= V_{IN2}=12V, V_{OUT}=1.5V	2.5	-	-	A
控制部分					
V_{FB1}， V_{FB2}	I_{OUT}=0A, V_{OUT}=1.5V	**0.594**	0.600	**0.606**	V
I_{FB1}， I_{FB2}	【注释 4】	-	-	100	nA
$I_{TRACK/SS1}$, $I_{TRACK/SS2}$	TRACK/SS = 0V	-	1.5	-	μA
$t_{ON(MIN)}$	【注释 4】	-	60	-	ns
$t_{OFF(MIN)}$	【注释 4】	-	200	-	ns
R_{FBHI1}， R_{FBHI2}		-	60.4	-	kΩ
V_{PGOOD}	V_{FB} 斜坡下降	-	-10	-	%
	V_{FB} 斜坡上升	-	10	-	
R_{PGOOG}	1mA 负载电流	-	18	-	Ω
INTVCC 线性稳压器					
V_{INTVCC}	V_{IN1}= V_{IN2}=3.6V 至 20V	3.1	3.3	3.5	V
V_{INTVCC} 负载调节	I_{CC}=0mA 至 10mA	-	0.5	1.3	%

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。注意的最大环境温度符合这些规范是由特定的操作条件与板布局,额定包热阻抗和其他环境因素决定。SPES46220T 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。

注释 3：开关频率从 1MHz 至 2MHz 可变。

注释 4：100% 电性能测试。

典型性能特点

典型效率曲线

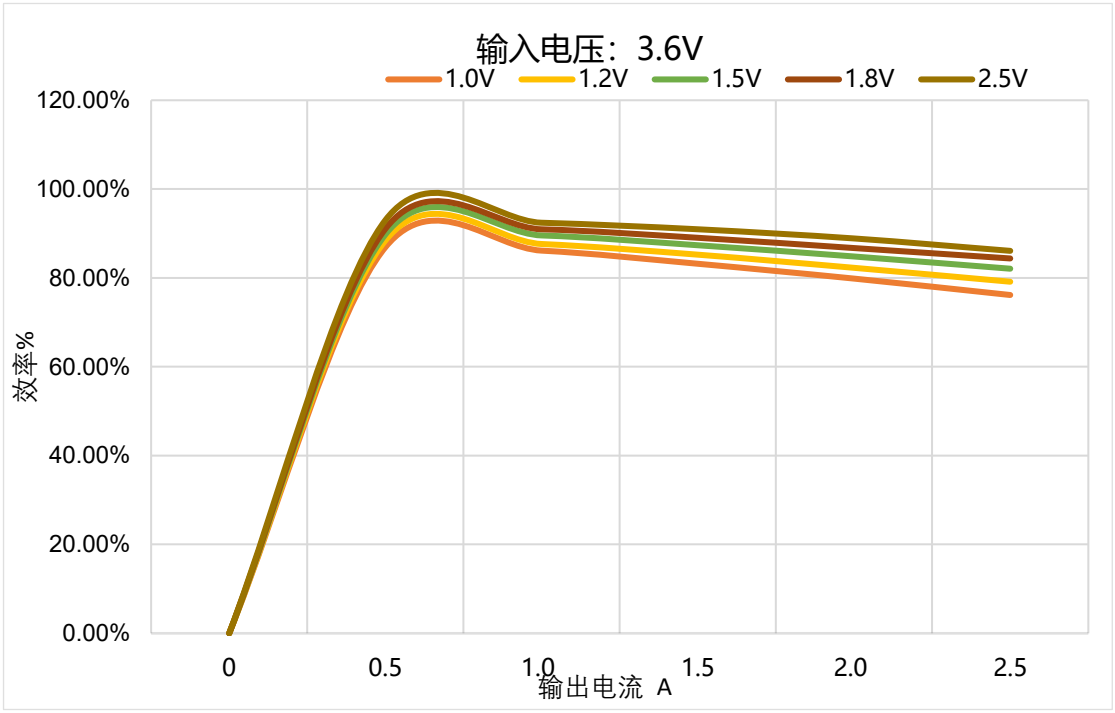


图 3：效率与输出电流的关系 V_{IN}=3.6V

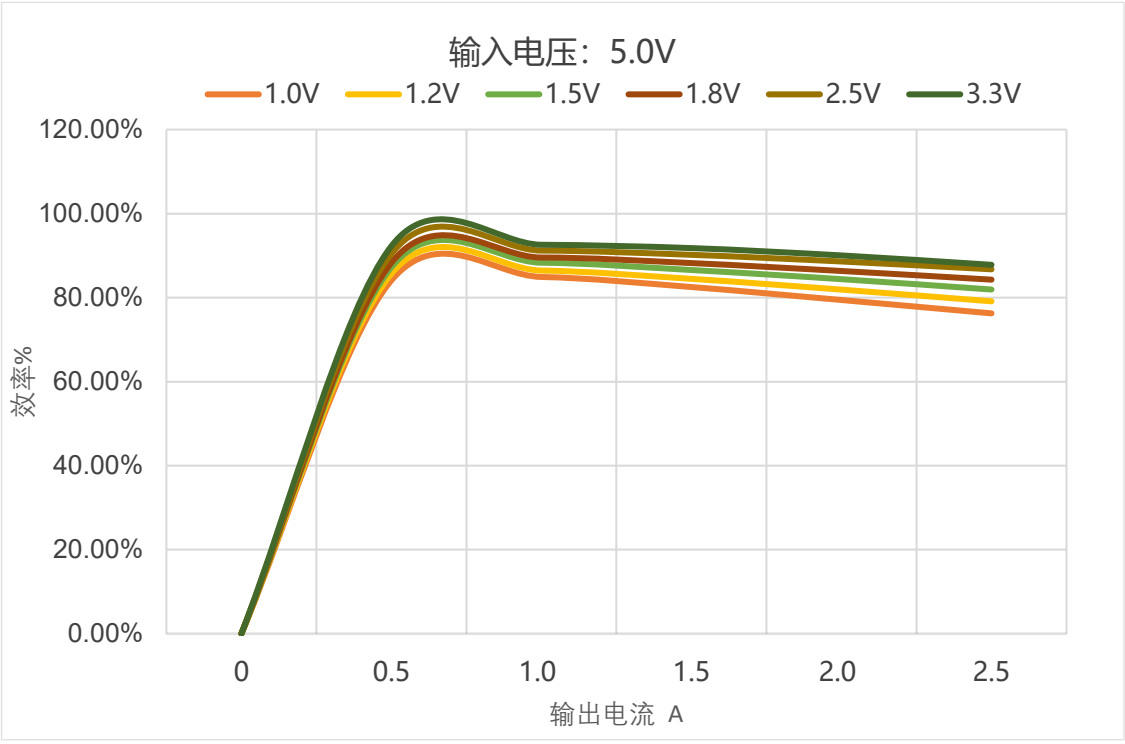


图 4：效率与输出电流的关系 V_{IN}=5V

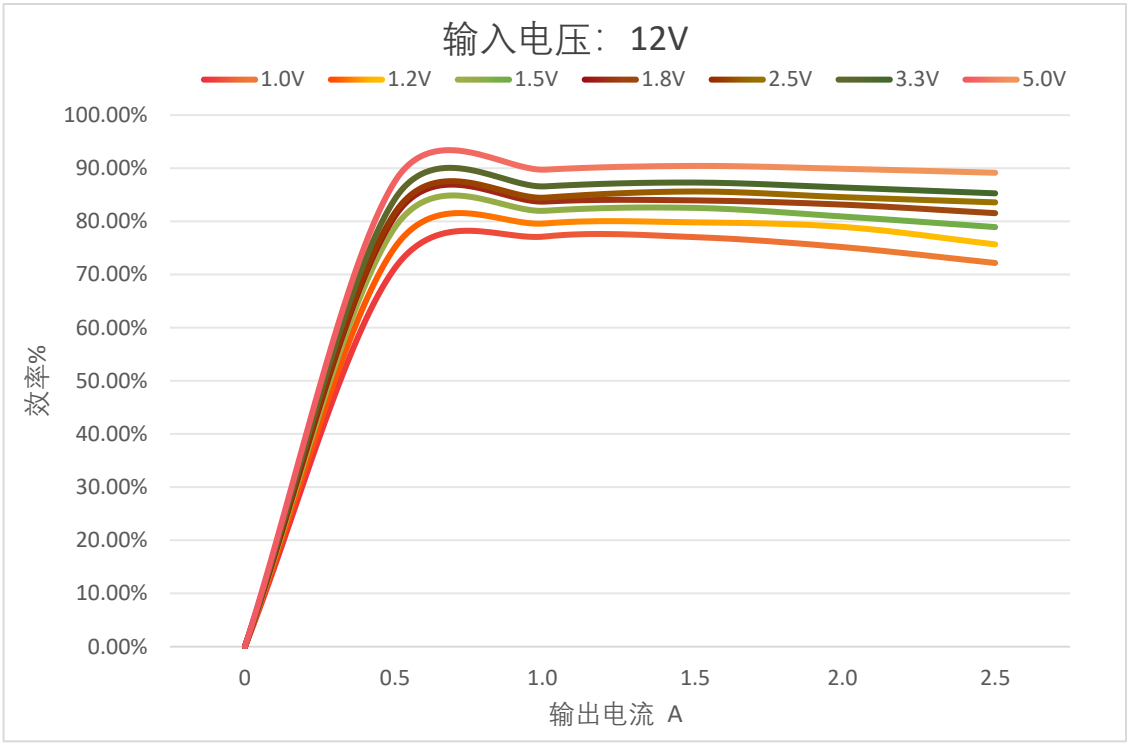


图 5：效率与输出电流的关系 V_{IN}=12V

典型负载动态，开机和纹波曲线

测试基本条件说明：以下图 6 至图 16 所示的相关波形，均在标准大气压、室温 25℃、滤波陶瓷电容的输入（每通道）为 22μF、输出的滤波电容（每通道）为 **1 x 47μF** 。跳变负载 1.25A 至 2.5A；跳变斜率为 2.5A/μs；跳变频率为 1kHz。

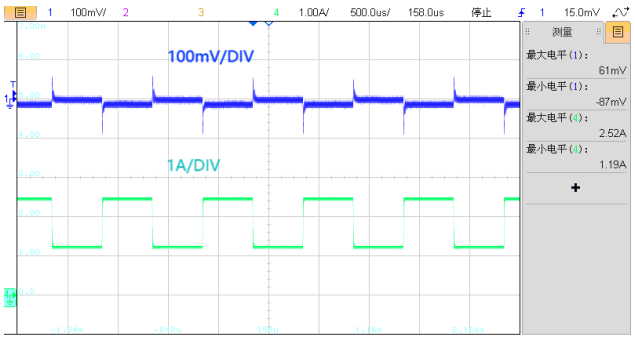


图 6：动态性能 V_{IN}=12V,V_{OUT}=1.0V, Fs=1MHz

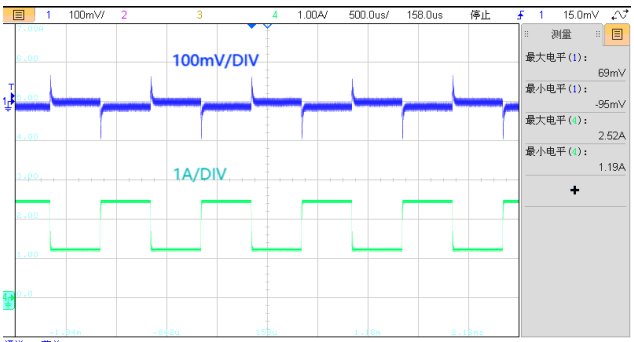


图 8：动态性能 V_{IN}=12V,V_{OUT}=1.5V, Fs=1MHz

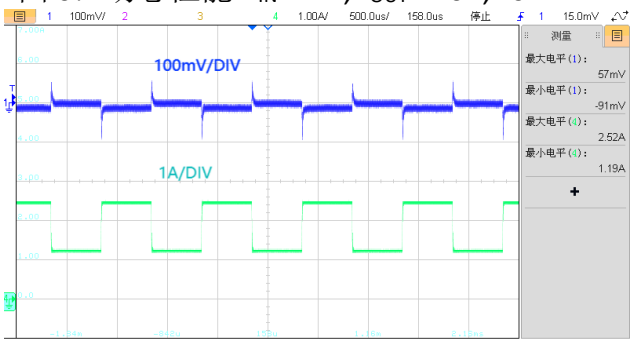


图 7：动态性能 V_{IN}=12V,V_{OUT}=1.2V, Fs=1MHz

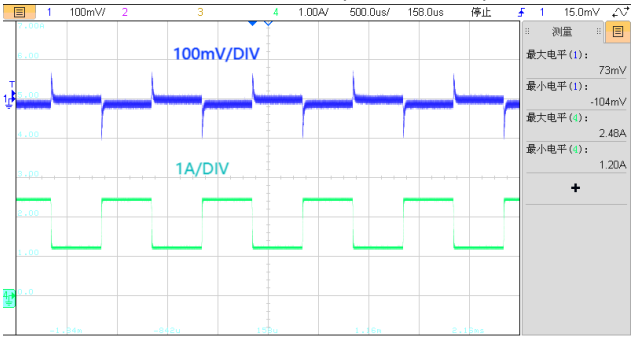


图 9：动态性能 V_{IN}=12V,V_{OUT}=1.8V, Fs=1MHz

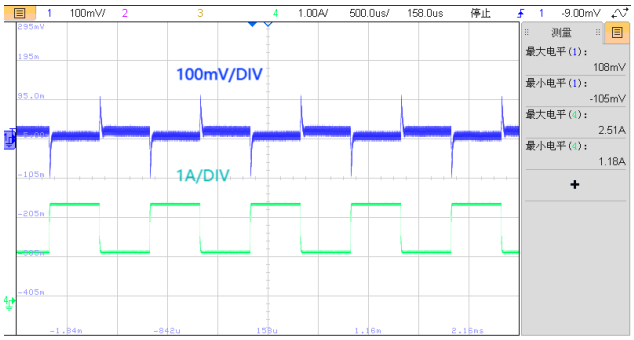


图 10：动态性能 V_{IN}=12V,V_{OUT}=2.5V, Fs=1.5MHz

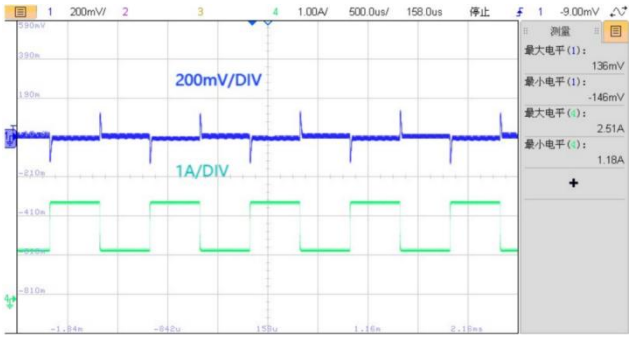


图 11：动态性能 V_{IN}=12V,V_{OUT}=3.3V, Fs=2MHz

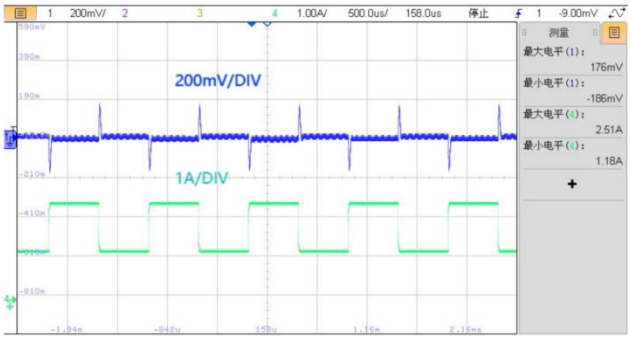


图 12：动态性能 V_{IN}=12V,V_{OUT}=5.0V, Fs=2MHz

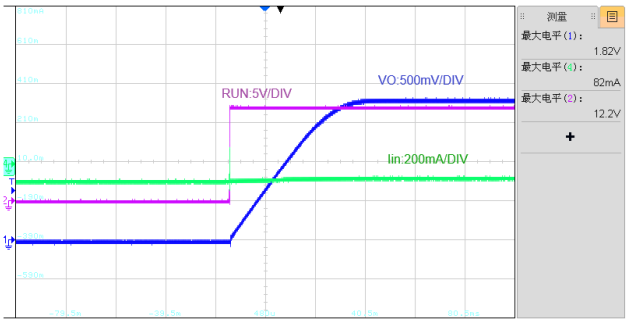


图 13：空载开机波形 V_{IN}=12V,V_{OUT}=1.8V, C_{OUT} = 1*47μF 陶瓷, Css=0.1uF

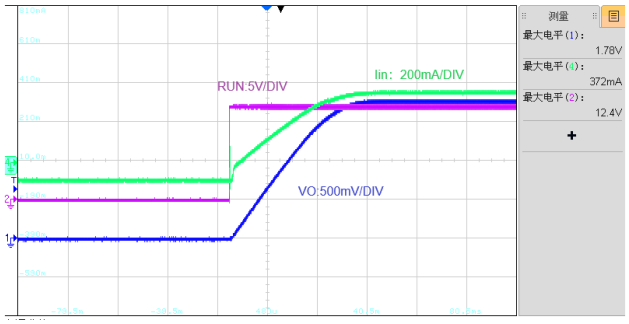


图 14：满载开机波形 V_{IN}=12V,V_{OUT}=1.8V, C_{OUT} = 1*47μF 陶瓷, Css=0.1uF

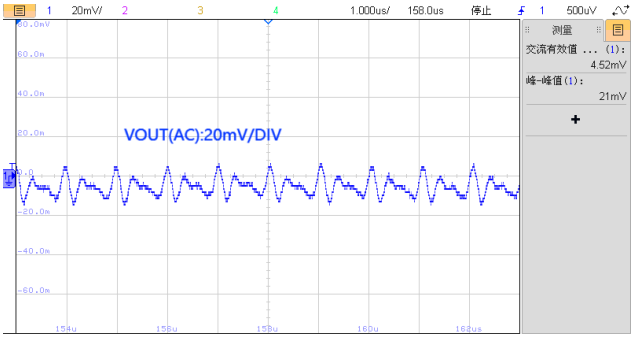


图 15：输出纹波 V_{IN}=12V,V_{OUT}=1.8V, I_O = 0A, C_{OUT} = 1*47μF 陶瓷, V_{PK-PK} = 21mV

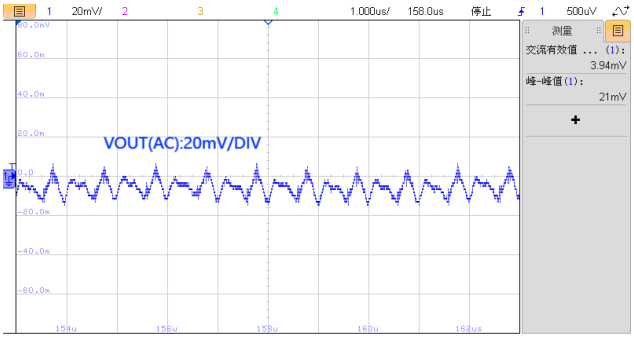


图 16：输出纹波 V_{IN}=12V,V_{OUT}=1.8V, I_O = 2.5A, C_{OUT} = 1*47μF 陶瓷, V_{PK-PK} = 21mV

推荐组件配置

输出电容	输入电容
注意：每通道输出去耦滤波电容的组合中，必须含有至少 47μF 容量的无极性低 ESR 陶瓷电容。 一般：1×22μF 陶瓷电容 (6.3V X7R 0805) + 1×47μF 陶瓷电容(6.3V X7R 1206)	至少包括一个 10μF 陶瓷电容(25V X7R 1210) 一般：1×22μF 陶瓷电容 (25V X7R 1210) + 1×10μF 陶瓷电容(25V X7R 1210) 如果输入端的引线过长，建议加一个至少 22μF 容量的电解铝电容或者聚合物电容

表 1：基本去耦要求

特性	条件	最小	典型	最大	单位
C_{IN}	V_{IN}=3.6-20V, V_{OUT}=1.5V; I_{OUT}=2.5A	10	22	-	μF
C_{OUT}	V_{IN}=3.6-20V, V_{OUT}=1.5V; I_{OUT}=2.5A	47	69	-	μF

PIN 脚功能

V_{IN1} (D3, E2), V_{IN2} (A2, B3): 电源输入引脚。将输入电压施加在这些引脚和 GND 引脚之间 。建议直接把输入去耦电容布设在 V_{IN1}、V_{IN2} 引脚和 GND 引脚之间。 **V_{IN1} 和 V_{IN2} 需要外部直接短接**。

GND (C1, C2, B5, D5): 输入和输出回路的功率地引脚。

INTV$_{CC}$ (C3): 内部 3.3V 稳压器输出。控制电路和内部栅极驱动器由该电压供电。该引脚内部有 2μF 低 ESR 陶瓷去耦电容接 GND。无需额外的外部去耦电容。

SYNC (C5): 外部同步输入的相位检测引脚。在该引脚上布设外部时钟驱动以同步 SPES4622OT 的开关频率。内部锁相环会强制将上端功率 MOSFET （NMOS）的开启信号与外部时钟的上升沿同步。

V_{OUT1} (D1, E1), V_{OUT2} (A1, B1): 电源输出引脚。将输出负载施加在这些引脚与 GND 引脚之间。建议将输出去耦电容直接布设在这些引脚和 GND 引脚之间。

FREQ (C4): 频率设置引脚。内置频率为 1MHz。可以在该引脚与 GND 之间放置一个外部电阻以升高频率，**外置电阻需放置在频率设置引脚底部正下方，且频率设置走线长度不超过 3mm**。有关详细信息，请参见"应用信息"部分。

RUN1 (D2), RUN2 (B2): 运行控制引脚。当该引脚连接至电压 **2.0V** 以上时，将开启模块中的每个通道。当 RUN 引脚上的电压低于 **0.9V** 时，将关闭相关的通道。不要悬空此引脚。

PGOOD1 (D4), PGOOD2 (B4): 输出电压电源良好指示器，漏极开路逻辑输出。当 FB 引脚上的电压不在内部 0.6V 参考电压的**±10%**（典型值）范围内时，该漏极开路逻辑输出（PGOOD）被拉至地。

TRACK/SS1 (E3), TRACK/SS2 (A3): 输出电压跟踪引脚和软启动引脚。该引脚允许用户控制每通道输出电压的软启动上升时间。引脚低于 0.6V 的电压时，FB 引脚和内部误差放大器会跟踪该引脚电压；高于 0.6V 时，FB 引脚和内部误差放大器会停止跟踪该引脚电压，转为采用内部恒定基准源。从 INTV$_{CC}$ 到该引脚有内部 1.5μA 上拉电流，故在此处放置一个电容可提供软启动功能。默认的内部软启动斜坡强制最小软启动时间为 30μs。

FB1 (E4), FB2 (A4): 用于每个通道的误差放大器的负输入引脚。该引脚内部已经通过一个 60.4kΩ 精密电阻连接到每通道的 V_{OUT}。通过选择外部 FB 和 GND 引脚之间的电阻，可对输出电压值进行设定。在多相并联工作时，要将每通道 FB 引脚连接在一起并联。有关详细信息，请参阅“应用信息”部分。

COMP1 (E5), COMP2 (A5): 用于每个通道的电流控制阈值和误差放大器补偿点。在并联工作时，需要将每通道的 COMP 引脚连接在一起。该器件采用内部补偿方式。不要驱动此引脚。

应用综述

SPES4622OT 是一款双通道输出独立式非隔离开关模式 DC/DC 电源。它可以通过外部加入少量输入和输出电容提供两个 2.5A DC（3A 峰值）输出电流。该模块通过两个外部电阻器可在 3.6V 至 20V 输入电压范围内提供双通道 0.6V 至 5.5V 的精确输出电压。将 V_{IN} 与 $INTV_{CC}$ 引脚连接，可以使该模块在 3.3V 输入电压下工作。典型的应用原理图如图 1 所示。

SPES4622OT 内部集成电流模式的同步降压稳压器、功率 MOSFET 器件、电感器和其他必要的器件。默认开关频率为 1MHz。对于输出电压需要维持在 2.5V 至 5.5V 之间时，需要在 FREQ 和 GND 引脚之间接入一个外部电阻器将开关频率设置为更高的频率，以优化电感器的电流纹波。对于开关噪声敏感的应用，开关频率可以通过外部电阻器调节，并且可以在设定频率±30%以内进行外部时钟同步。详情请参阅应用信息部分。

凭借电流模式控制和内部反馈环路补偿，SPES4622OT 模块具有足够稳定的裕度和良好的瞬态响应性能，可以搭配各种输出电容，甚至全陶瓷输出电容。

电流模式控制提供逐周期快速电流限制。如果输出反馈电压超出调节点附近±10%的窗口，内部的过压保护和欠压比较器会将开漏 PGOOD 输出拉低。此外，当 VIN 上升至 23V 以上时，控制器会通过关闭两个功率 MOSFET 来进行输入过压保护以保护内部器件。

通过将 SYNC 引脚连接到外部振荡器，可以轻松实现多相操作。电流模式的控制回路可以保证良好的均流，以保证最多可以并联 6 个相位的同时运行。

将 RUN 引脚上的电平拉低至 0.9V 及以下会强制控制器进入关断状态，从而关闭功率 MOSFET 和大部分的内部控制电路。TRACK/SS 引脚用于电源跟踪和软起动控制。详情请参阅应用信息部分。

应用信息

SPES4622OT 的典型应用电路如图 1 所示。外部元器件的选择主要取决于输入电压、输出电压和最大负载电流。有关特定应用的特定外部电容器要求，请参阅表 1：基本去耦要求。

V_{IN} /V_{OUT} 降压比

对于给定的输入电压，由于稳压器的最小关断时间和最短导通时间的限制，可实现的最大 V_{IN} 和 V_{OUT} 降压比存在限制。最小关断时间限制决定了最大占空比，后者可通过以下式子进行计算：

$$D_{MAX} = 1 - f_{SW} \cdot t_{OFF(MIN)}$$

其中，$t_{OFF(MIN)}$为最小关断时间，SPES4622OT 典型的最小关断时间为 **200ns**，f_{SW}为开关频率。

相反，最小导通时间限制决定了转换器的最小占空比，后者可通过以下式子进行计算：

$$D_{MIN} = f_{SW} \cdot t_{ON(MIN)}$$

其中，$t_{ON(MIN)}$为最短导通时间，SPES4622OT 典型的最短导通时间为 **60ns**，在极少数情况下，占空比会超出最小值，此时输出电压仍然受调节，但开关频率需要通过设定来降低。

请注意，在更严格的条件下还需要考虑如下参数：输入输出的 PCB 线路压降、热降额等导致的压降比。具体可参考相关铜阻计算、

散热或输出电流降额设计规范等，这些参数需要通过实际调试确定其具体数值。

输出电压设置

每个通道的 PWM 控制器具有内部 0.6V 基准电压。在控制器内部有一个 60.4kΩ 的内部反馈电阻将 V_{OUT} 和 FB 引脚连接在一起。模块每通道外部需要添加一个电阻 R_{FB} 连接在 FB 引脚和 GND 之间，以设置输出电压：

$$R_{FB} = \frac{0.6V}{V_{OUT} - 0.6V} \cdot 60.4k$$

表 2：VFB 电阻表与各种输出电压的关系

V_{OUT} (V)	0.6	1.0	1.2	1.5
R_{FB} (k)	开路	90.9	60.4	40.2
V_{OUT} (V)	1.8	2.5	3.3	5.0
R_{FB} (k)	30.1	19.1	13.3	8.25

请注意，对于在 2.5V 至 5.5V 的输出电压，需要在设置更高的开关频率，以优化电感器的电流纹波。请参阅“运行频率”部分。

对于 N 个通道的并联工作，要将每通道相同功能的 VOUT/FB/COMP 引脚各自连接在一起，使用一个电压反馈设置电阻连接在 FB 引脚和 GND 之间，使用以下等式可用于求解 RFB 值：

$$R_{FB} = \frac{0.6V}{V_{OUT} - 0.6V} \cdot \frac{60.4k}{N}$$

输入去耦电容

SPES4622OT 模块应连接到低交流阻抗直流电源。对于每个稳压通道，需要一个 **10μF** 输入低 ESR 陶瓷电容来给 RMS 纹波电流去耦。当输入源阻抗受到长的感性引线、走线影响或电压源电容不足时，需要大容量体输入电容。大容量体电容可以为钽电容或铝电解电容或聚合物电容。

在不考虑电感纹波电流的情况下，输入电容的 RMS 电流可估算为：

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

其中，η %是功率模块的估计效率。

输出去耦电容

SPES4622OT 凭借优化的高频率、高带宽设计，使得每通道输出最少仅需 47μF 单个低 ESR 输出陶瓷电容，即可实现低输出纹波电压和非常好的瞬态响应。但由于无论什么材质的电容的实际容量大小，都会随着电压和温度等会发生变化，如果 SPES4622OT 是在极端的低温或高温或高输出电压的更宽范围的实际使用，则需要增加额外的陶瓷电容容量与数量或钽聚合物电容。

如果需要进一步降低输出纹波或动态瞬态尖峰更高的设计需求，或者需要更宽的降额使用要求，系统设计人员可能根据实际电路和使用环境，在调试中根据需要使用更多额外的输出滤波电容。

注意：每通道输出去耦滤波电容的组合中，必须含有至少 47μF 容量的无极性低 ESR 陶瓷电容。

强制连续（CCM）模式

SPES4622OT 模块工作在强制连续模式。

在这种模式下，电感电流允许在低输出负载时反向，COMP 电压可以控制整个电流比较器的阈值，而顶部 MOSFET 始终随每个振荡器脉冲导通。

运行频率

SPES4622OT 的工作频率经过优化，以实现在紧凑的封装尺寸和最小输出纹波电压下，仍能保持高效率。内部默认的工作频率为 1MHz。在大部分应用中无需额外的工作频率调整。

如果需要在 1MHz 以外的频率下工作，可以通过在 REEQ 引脚与 GND 之间加入一个电阻器 R_{FSET} 去升高工作频率，如图 22：8V_{IN} 至 20V_{IN}、3.3V 和 5V 输出，2.5A，2MHz 开关频率。使用以下等式可用于计算工作频率：

$$f(Hz) = \frac{3.24 \times 10^{11}}{324k||R_{FSET}(\Omega)}$$

请注意，对于给定的 VIN、VOUT 工作条件，需要一个最小开关频率，以将 SPES4622OT 的最大峰值电感电流纹波保持在 1.2A 以下。

峰峰值电感电流纹波可以通过以下式子计算：

$$\Delta I_{P-P} = \frac{V_{OUT}}{1\mu H}\left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right) \cdot \frac{1}{f_{SW}(MHz)}$$

由于谷值电流模式控制的性质，最大 1.2A 峰峰值电感电流纹波是强制执行的，已在空载时保持输出电压调节。

为了降低开关电流纹波，在 2.5V 至 5.5V 输出电压的情况下，需要通过 R_{FSET} 将工作频率调节至最佳的开关频率，且如下表设置开关频率。

V_{IN}	3.6V-20V	3.6V-20V	**5V**	8V-20V
V_{OUT}	0.6V-1.8V	2.5V	**3.3V**	3.3V-5V
f_{SW}(MHz)	1	1.5	1	2
R_{FSET}(kΩ)	OPEN	649	OPEN	324

频率同步

该电源模块由内部压控振荡器和鉴相器组成的锁相环，允许内部顶部功率 MOSFET 导通时间锁定为外部时钟的上升沿。外部时钟频率范围必须在设定工作频率附近±30%以内。

脉冲检测电路用于检测 SYNC 引脚上的外部时钟信号，以开启锁相环功能，时钟的脉冲宽度至少须为 200ns。时钟高电平必须高于 2V，时钟低电平必须低于 0.3V。

多相并联

对于需要超过 2.5A 输出电流的情况，SPES4622OT 双通道或者多个 SPES4622OT 可以并联以异相运行，以提供更大的输出电流，而不会增加输入和输出电压纹波。

多相电源可显著降低输入和输出电容中的纹波电流量。RMS 输入纹波电流的减小倍数和有效纹波频率的增加倍数等于所使用的相数（假设输入电压大于所用相数乘以输出电压）。当所有输出连接在一起以实现单通道高输出电流设计时，输出纹波幅度也会因使用的相数而减少。

SPES4622OT 内部的两个开关模式稳压器通道在内部设置为以 180° 异相工作。通过在 SPES4622OT 的 SYNC 引脚接入一个外部多相振荡器以同步，多个 SPES4622OT 可以轻松地进行 90 度、60 度或 45 度偏移，这对应于 4 相、6 相或 8 相操作。图 18 显示了时钟定相的 4 相设计示例。

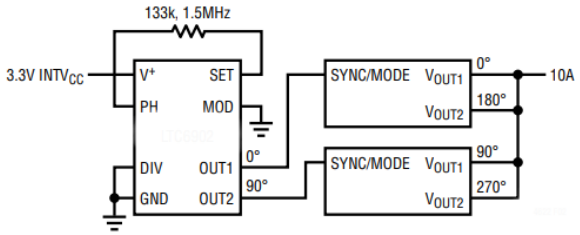


图 18：使用外部模块进行 4 相操作的时钟相位设计示例

SPES4622OT 是电流模式控制器件，因此并联模块将具有非常好的均流特性，这将能平衡工作时产生的热量。设计师请将每个并联通道的 RUN、TRACK/SS、FB 和 COMP 引脚连接在一起。

软启动和输出电压跟踪

TRACK/SS 引脚提供了让稳压器软启动或让其跟踪不同电源的方法。TRACK/SS 引脚上的外部设置电容器将会设置输出电压的斜率。一个内部 1.5μA 恒流源将外部软启动电容充电至 $INTV_{CC}$ 电压。当 TRACK/SS 电压低于 0.6V 时，它将接管内部 0.6V 参考电压来控制输出电压。总软启动时间可以用以下式子估算为：

$$t_{ss} = 0.6 \cdot \frac{C_{ss}}{1.5\mu A}$$

其中，t_{ss}单位是 s；C_{ss}为 TRACK/SS 引脚上的外部软启动电容，单位是 μF。在软启动过程中，强制连续模式会被禁用。

当 TRACK/SS 接 0.1uF 电容时，SPES4622OT 的软启动时间为 40ms。

电源工作状态监控

PGOOD 引脚为开漏引脚，可用于监控有效的输出电压调节。可通过外部上拉电阻器至特定电源电压点电平输出，用于监视有效输出电压状态变化。当输出电压超出设定的±10%范围时，此引脚被强制拉低至 GND。

稳定性补偿

SPES4622OT 模块内部补偿环路均经过专门设计和优化，适用于低 ESR 陶瓷电容器组合的输出滤波电路，并且该陶瓷电容在 PCB 上的位置需要尽可能的靠近模块输入与输出端口位置。如果输出电压非常低、纹波或动态瞬态尖峰需要降低大容量输出电容，或者需要适应各种输入输出的外围电路与输出负载，包括各种外围 EMC 环境的抗扰，则 V_{OUT} 和 FB 引脚之间需要额外的 10pF 至 150pF 环路补偿电容。所以建议模块设计电路时每一通道 FB 与输出 V_{OUT} 之间预留一个电容（环路补偿）的位置。当模块运行可能存在异常时，可以尝试在该位置焊上 10pF 至 150pF 电容调节测试，以达到更佳的效果。

RUN 使能

将某一路稳压器通道 的 RUN 引脚拉至 GND，会强制断开相应通道的两个功率 MOSFET 和关闭相同通道大部分内部控制电路。将 RUN 引脚电压提高到 2V 以上的电压会开启整个稳压器芯片工作。

低输入应用

当 SPES4622OT 的输入引脚 V_{IN} 连接到 INTVCC 引脚时，SPES4622OT 能够从 3.3V 输入电压运行，应用电路见图 23： 3.3V_{IN}、1.8V 和 1.2V 输出，2.5A 设计，具有输出一致跟踪。请注意 INTVCC 引脚的额定电压为 3.6V ABS MAX。

过温保护

SPES4622OT 稳压器有内部过热保护监控模块。如果结温达到大约 160℃，单个通道将关闭，直到温度下降大约 15℃后会恢复工作。

输入过压保护

为了保护内部功率 MOSFET 器件免受瞬态电压尖峰的影响，SPES4622OT 持续监视每个 V_{IN} 引脚是否存在过压情况。当 V_{IN} 升至 23V 以上时，稳压器通过关闭相应通道上的两个功率 MOSFET 来暂停操作。一旦 V_{IN} 降至 21V 以下，稳压器立即恢复正常工作。稳压器在退出过压条件时执行其软启动功能。

安全考虑因素

SPES4622OT 模块不提供从 V_{IN} 到 V_{OUT} 的电流隔离，没有内部保险丝。如果设计需要，可以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，该器件支持热关断和过流保护。

布局清单/示例

SPES4622OT 的高度集成使得 PCB 板布局非常简单和容易。然而，为了优化其电气和热性能，仍然需要考虑一些布局问题。

- 外置的频率设置电阻放置在频率设置引脚的背面，且通过频率设置引脚打孔到背面，频率设置引脚和外置频率设置电阻之间走线不超过 3mm。
- 将大面积的 PCB 铜面积用于大电流路径，包括 V_{IN1}、V_{IN2}、GND、V_{OUT1} 和 V_{OUT2}。它有助于最小化 PCB 的传导损耗和热应力。
- 将高频陶瓷输入和输出电容器放在 V_{IN}，GND 和 V_{OUT} 引脚旁边，以最大程度地减少高频噪声。
- 在设备的下方布设一个专用的电源接地层。
- 为了最大限度地减小过孔传导损耗并降低模块的热应力，应采用多个过孔来实现顶层与其他电源层之间的互连。
- 不要将过孔直接置于焊盘之上，除非过孔被覆盖或涂覆。
- 为连接至信号引脚的组件采用一个分离的 SGND 接地铜面积。在组件的下方将 SGND 连接至 GND。
- 对于并联模块，将 V_{OUT}、V_{FB} 和 COMP 引脚连接在一起。 使用内部层将这些引脚紧密连接在一起。 TRACK/SS 引脚可以连接一个公共电容器用于稳压器软启动。
- 在信号引脚上引出测试点进行监控。

图 19 给出了推荐布局的一个例子以供参考。

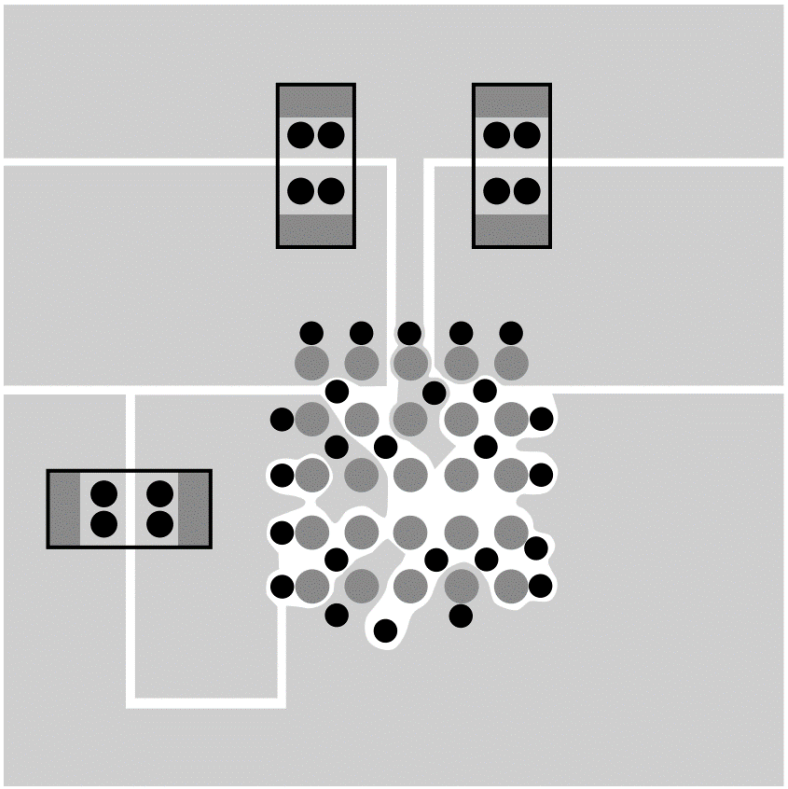


图 19：推荐的 PCB 布局

典型应用电路参考

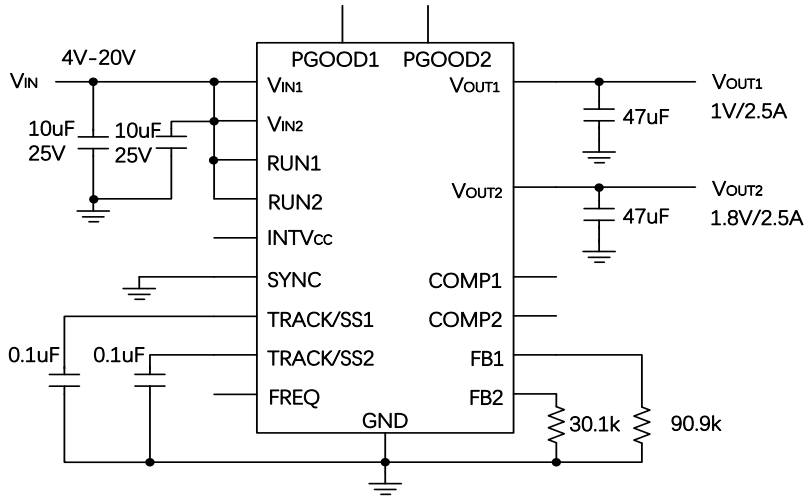


图 20：$4V_{IN}$ 至 $20V_{IN}$，1V 和 1.8V 输出 2.5A 设计

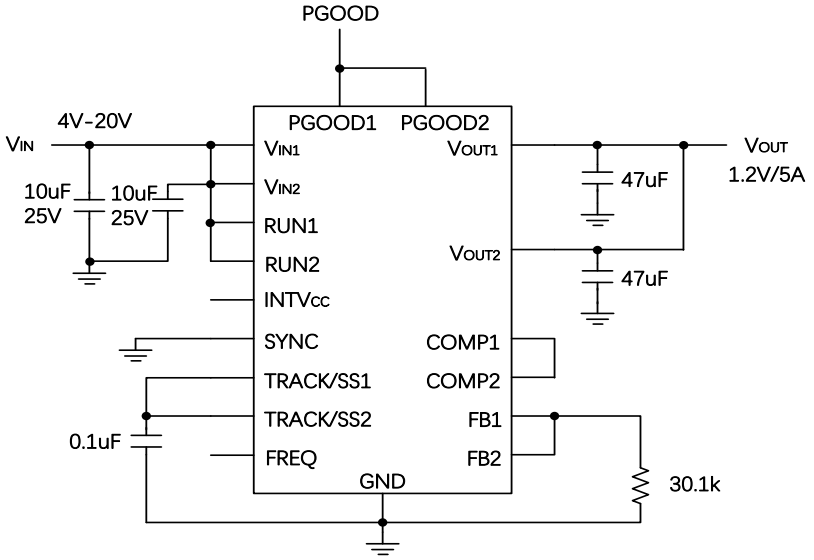


图 21：$4V_{IN}$ 至 $20V_{IN}$、1.2V 两相并联 5A 设计

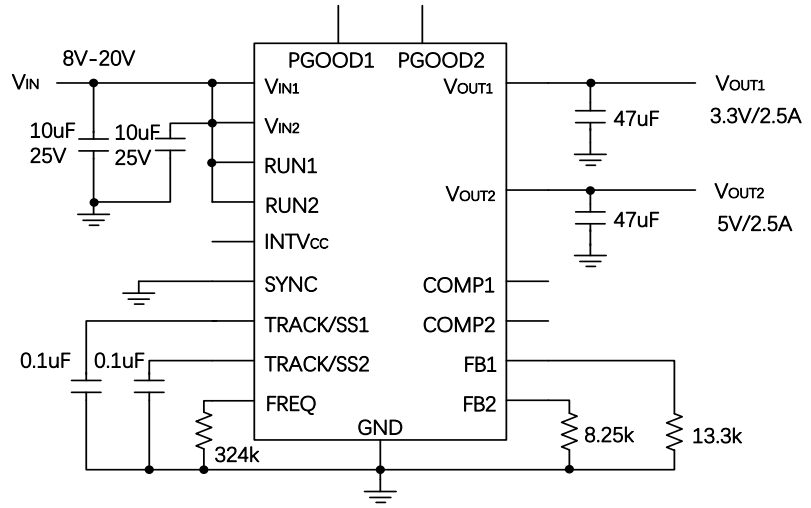


图 22：$8V_{IN}$ 至 $20V_{IN}$、3.3V 和 5V 输出，2.5A，2MHz 开关频率

典型应用电路参考

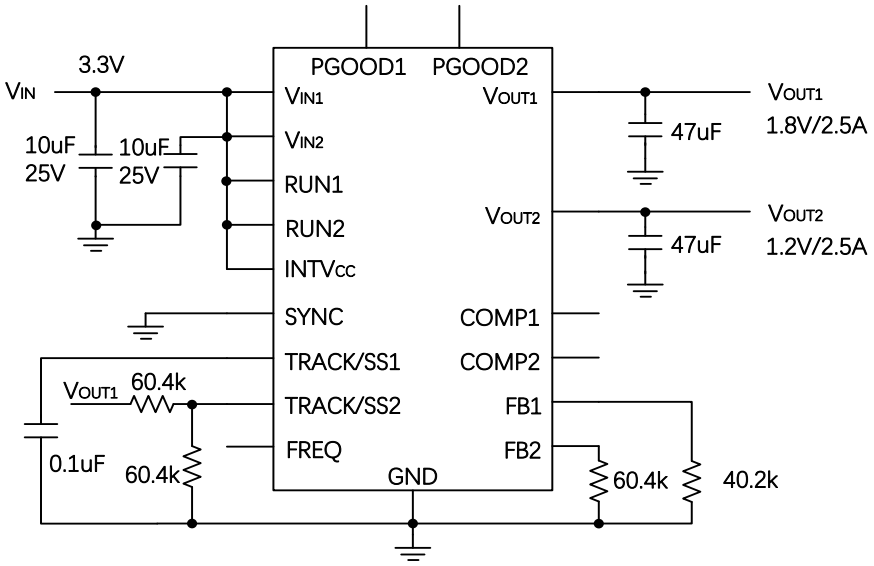


图 23： 3.3V$_{IN}$、1.8V 和 1.2V 输出，2.5A 设计，具有输出一致跟踪

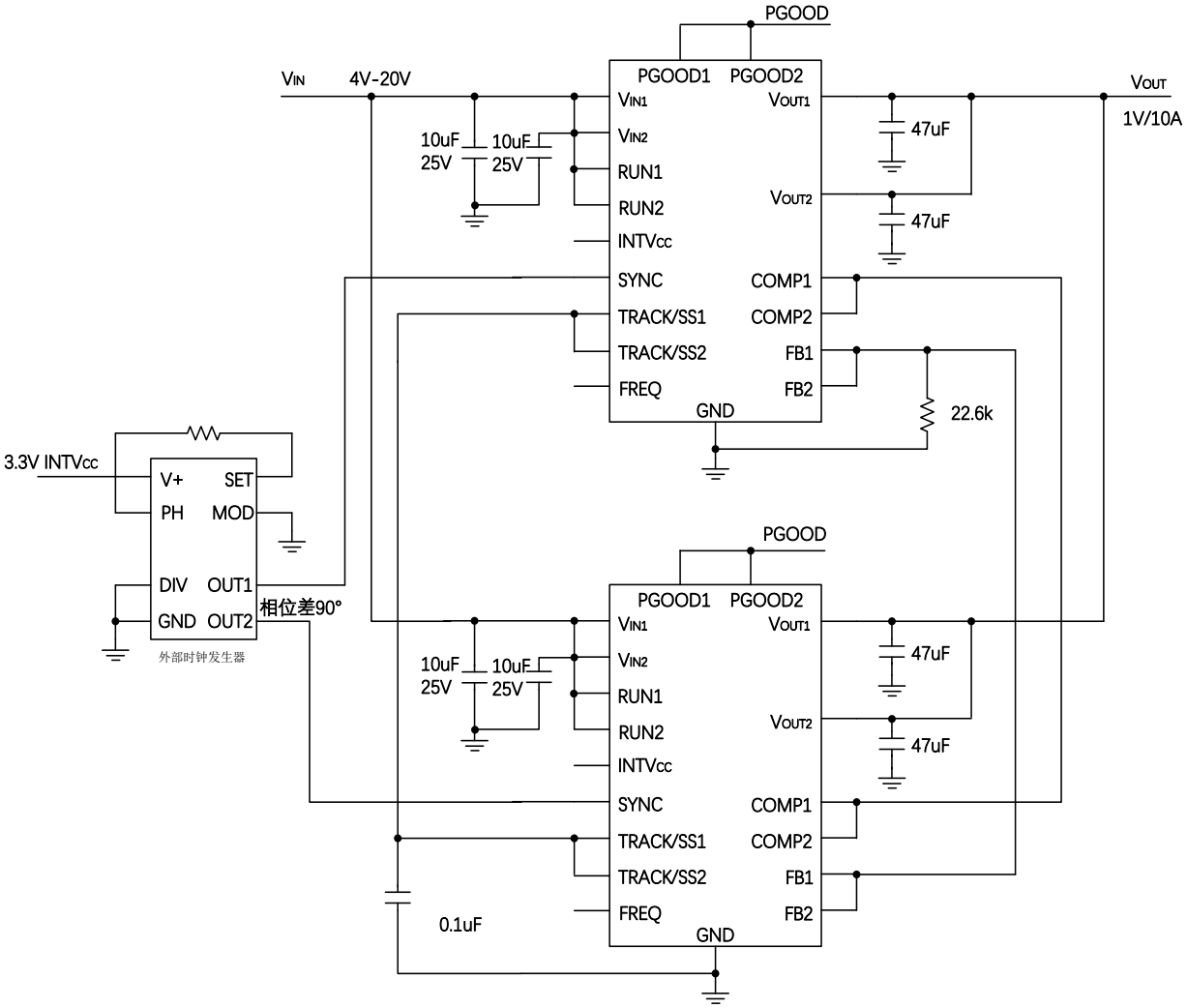


图 24：采用相位发生器， 4 相、1V 输出和 10A 设计

SMT 上板前湿度敏感性

SPES4622OT 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-020F“Moisture/Reflow Sensitivity Classification for Non-hermetic Surface Mount Devices”，请按以下条件烘烤模块：温度 125℃，时长 24 小时或以上。SMT 回流焊温度曲线请参考图 25。

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 SPES4622OT 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。

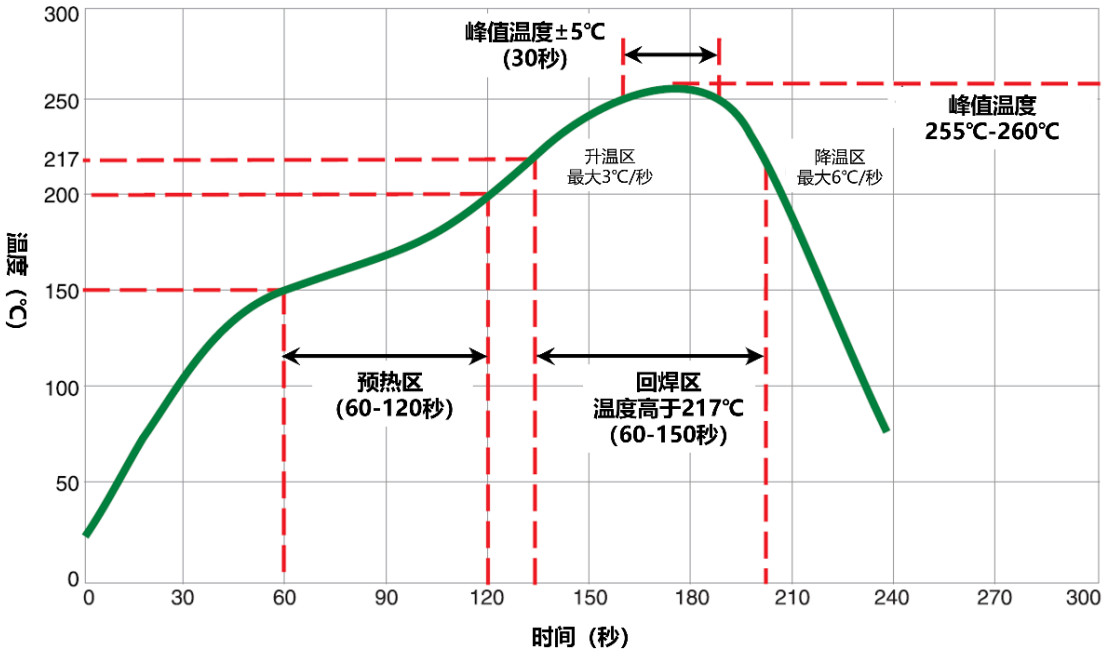
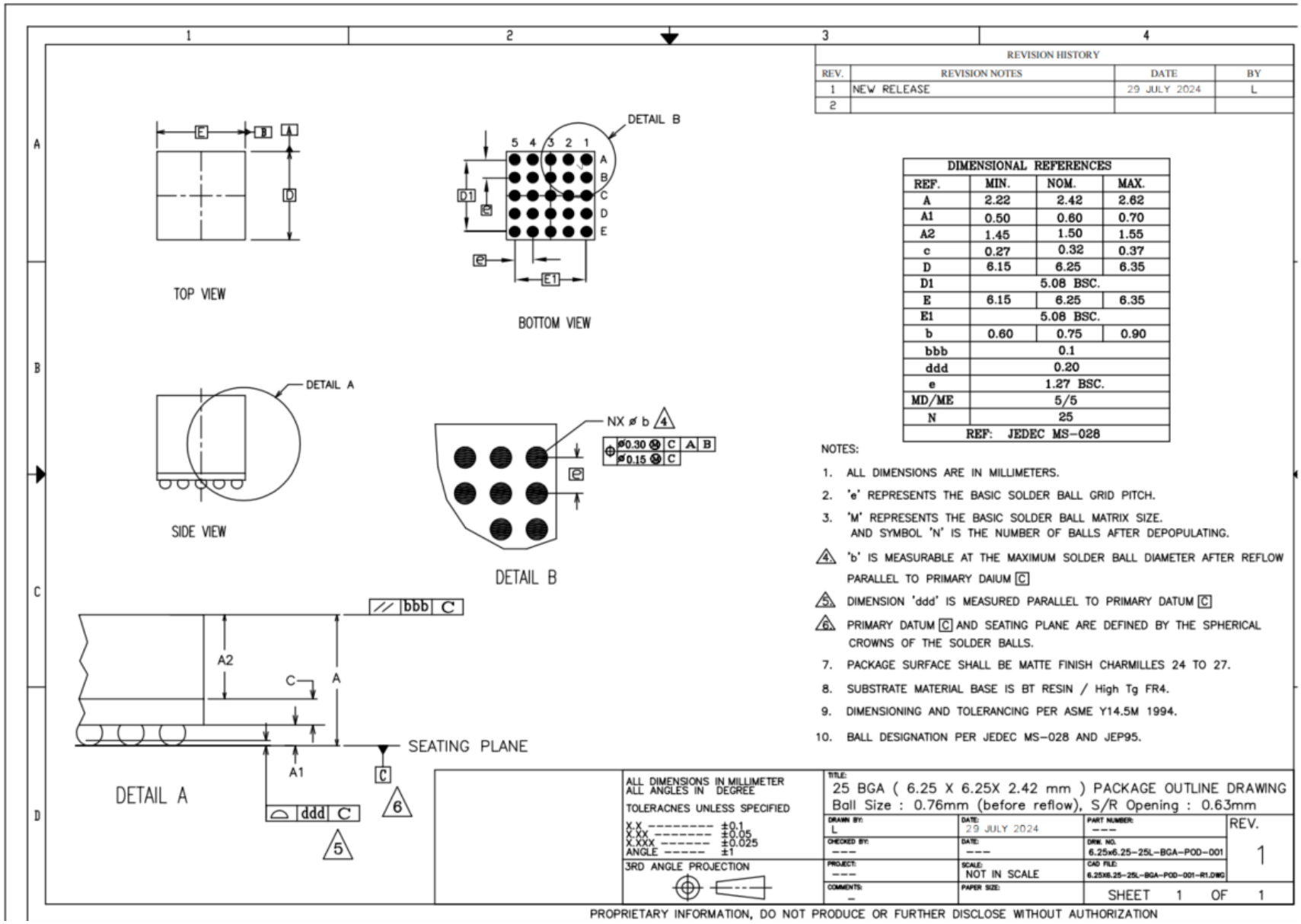


图 25：回流焊温度曲线图

封装描述


REVISION HISTORY
REV. | REVISION NOTES | DATE | BY
1 | NEW RELEASE | 29 JULY 2024 | L
2
TOP VIEW
BOTTOM VIEW
DETAIL B
SIDE VIEW
DETAIL A
DETAIL B
DETAIL A
SEATING PLANE
DIMENSIONAL REFERENCES
REF. | MIN. | NOM. | MAX.
A | 2.22 | 2.42 | 2.62
A1 | 0.50 | 0.60 | 0.70
A2 | 1.45 | 1.50 | 1.55
c | 0.27 | 0.32 | 0.37
D | 6.15 | 6.25 | 6.35
D1 | 5.08 BSC.
E | 6.15 | 6.25 | 6.35
E1 | 5.08 BSC.
b | 0.60 | 0.75 | 0.90
bbb | 0.1
ddd | 0.20
e | 1.27 BSC.
MD/ME | 5/5
N | 25
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. BALL DESIGNATION PER JEDEC MS-028 AND JEP95.
ALL DIMENSIONS IN MILLIMETER
ALL ANGLES IN DEGREE
TOLERACNES UNLESS SPECIFIED
X.X ±0.1
X.XX ±0.05
X.XXX ±0.025
ANGLE ±1
3RD ANGLE PROJECTION
TITLE:
25 BGA (6.25 X 6.25X 2.42 mm) PACKAGE OUTLINE DRAWING
Ball Size : 0.76mm (before reflow), S/R Opening : 0.63mm
DRAWN BY: L
DATE: 29 JULY 2024
PART NUMBER: ---
REV. 1
CHECKED BY: ---
DATE: ---
DRW. NO. 6.25x6.25-25L-BGA-POD-001
PROJECT: ---
SCALE: NOT IN SCALE
CAD FILE: 6.25X6.25-25L-BGA-POD-001-R1.DWG
COMMENTS: -
PAPER SIZE:
SHEET 1 OF 1
PROPRIETARY INFORMATION, DO NOT PRODUCE OR FURTHER DISCLOSE WITHOUT AUTHORIZATION

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
SPES4622OT	SPES4622OTN	25-BGA	N1 级	SPES4622OTN [a] YYWWXX [b]	-55℃至 125℃
	SPES4622OTQ	25-BGA	企军级	SPES4622OTQ YYWWXX	-55℃至 125℃
	SPES4622OTJ	25-BGA	军温级	SPES4622OTJ YYWWXX	-55℃至 125℃
	SPES4622OTG	25-BGA	工业级	SPES4622OTG YYWWXX	-40℃至 85℃

注：
a 产品订货编号
b 产品批号

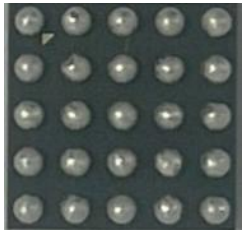
产品订货编号命名规则

SPES4622OT X (X)
① ② ③

① 产品型号
② 质量等级：N 为 N1 级，Q 为企军级，J 为军温级，G 为工业级
③ 封装形式：有 L 为 LGA 封装，无 L 默认为 BGA 封装



图 26：产品正面图


图 27：产品背面图