



深圳市大能创智半导体有限公司

SPES4615 数据手册

2. 375V-5.5V_{IN}，三路输出降压型 DC/DC 稳压器

产品特点

- 双路 4A 降压输出和一路 1.5A VLDO 输出
- 短路和过温保护
- 电源健康指示

双路 4A 降压调节器特性：

- 输入电压范围：2.375V-5.5V
- 4A 额定输出
- 输出 0.8V-5V，两路可并联
- $\pm 2.5\%$ 的输出电压精度
- 高达 95% 效率
- 可编程软启

VLDO 线性调节器特性：

- VLDO，输入电压范围 1.14V-3.5V
- VLDO，输出电压 0.4V-2.6V，输出电流 1.5A
- $\pm 1.5\%$ 的输出电压精度
- 16mm x 16mm x 3.0mm LGA
- 符合 Rohs 和无铅

产品描述

SPES4615 是一款可提供双路 4A 电流 DC/DC 开关调节器和一路 1.5A VLDO 极低压差线性调节器的电源模块，封装中包括开关控制器，功率 FETs，电感器，1.5A 线性调节器和所有支持组件。两个 4A 的 DC/DC 转换器在 2.375V 至 5.5V 的输入电压范围内工作，VLDO 在 1.14V 至 3.5V 的输入下工作。SPES4615 支持 DC/DC 转换器的输出电压范围为 0.8V 至 5V，VLDO 的输出电压为 0.4V 至 2.6V。三路输出电压都可通过各自的一个电阻进行设置。在应用设计中，只需要增加一些大容量的输入和输出电容。

小体积封装（3.0mm 高度）可利用 PC 板底部未使用的空间放置高密度负载点电源。高开关频率和电流模式架构能够对线路和负载变化做出非常快速的瞬态响应而不会牺牲稳定性。该设备支持电源轨排序的输出电压跟踪。

SPES4615 其他功能包括过压保护、过电流保护、热关断和可编程软启动。电源模块采用节省空间和热增强的 16mm×16mm×3.0mm LGA 封装。SPES4615 符合 RoHS 标准和无铅。

典型应用电路

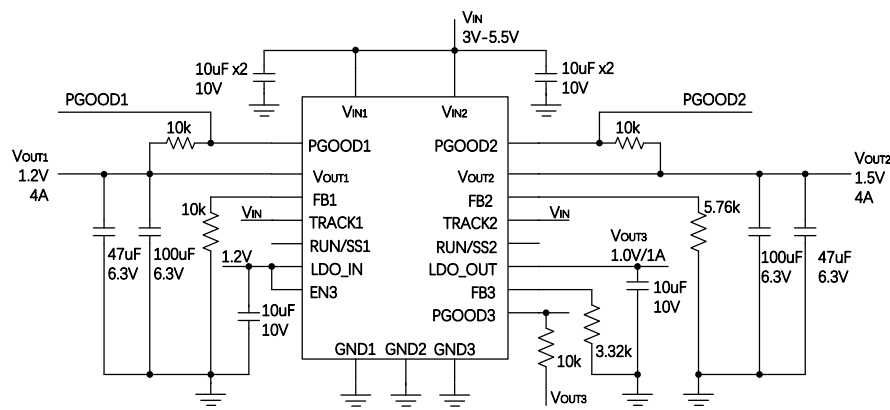
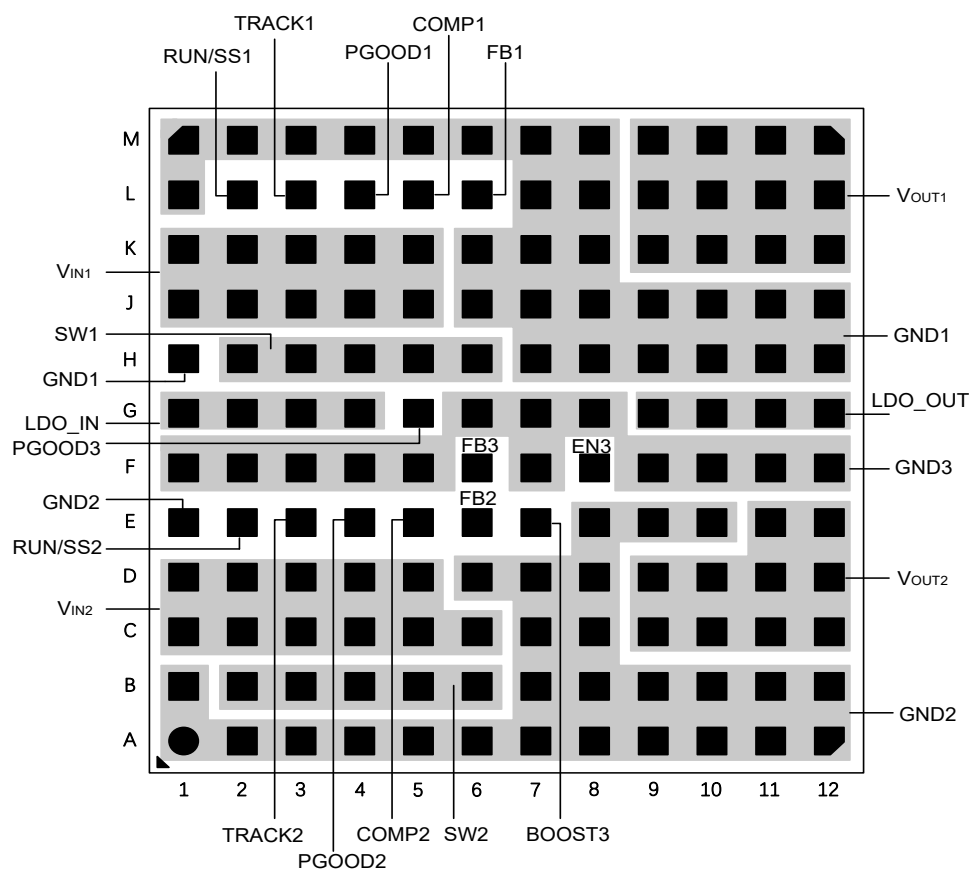


图 1： 1.2V/4A, 1.5V/4A 和 1V/1A 三通道输出典型应用电路图

PIN 脚配置(参见引脚功能)



LGA 封装
144-LEAD (16mm × 16mm × 3.0 mm)
图 2： SPES4615 封装顶视图

绝对最大额定值【注释 1】

开关调节器		工作温度范围	企军级 SPES4615Q -55°C至 125°C
$V_{IN1}, V_{IN2}, PGOOD1, PGOOD2$	-0.3V 至 6V		军温级 SPES4615J -55°C至 125°C
COMP1, COMP2, RUN/SS1, RUN/SS2, VFB1,VFB2,TRACK1,TRACK2	-0.3V 至 V_{IN}		工业级 SPES4615G -40°C至 85°C
SW,V _{OUT}	-0.3V 至 ($V_{IN}+0.3V$)		消费级 SPES4615X 0°C至 85°C
VLDO 调节器		结温	150°C
LDO_IN,PGOOD3,EN3	-0.3V 至 6V	储存温度范围	-65°C至 150°C
LDO_OUT	-0.3V 至 4V	回流焊峰值	260°C
FB3	-0.3V 至 (LDO_IN+0.3V)	内部锡膏熔点	262°C

电参数【注释 2】

特性	条件	最小	典型	最大	单位
开关调节器：每个通道					
输入电压范围 $V_{IN(DC)}$		2.375	-	5.5	V
输出电压范围 $V_{OUT(DC)}$		0.8	-	5.0	V
输出电压精度 $V_{OUT(DC)}$	$C_{IN}=22\mu F, C_{OUT}=100\mu F$ 陶瓷, $R_{FB}=5.76K$	1.45	1.49	1.53	V
输入欠压 $V_{IN(UVLO)}$	$I_{OUT}=0A$		2		V
静态电流 $I_{Q(VIN)}$	$RUN=0, V_{IN}=5V$	-	7	-	uA
输入电流 $I_{S(VIN)}$	$V_{IN}=2.375V, V_{OUT}=1.5V, I_{OUT}=4A$		3.2		A
	$V_{IN}=5.5V, V_{OUT}=1.5V, I_{OUT}=4A$		1.48		A
输出电流范围 $I_{OUT(DC)}$	$V_{IN}=5.5V, V_{OUT}=1.5V$	0	-	4	A

输出电压调整率 $\Delta V_{OUT(LINE+LOAD)}/V_{OUT}$	$V_{OUT}=1.5V, V_{IN}=2.375V-5.5V,$ $I_{OUT}=0A-4A$	-	1.0		%
纹波输出电压 $V_{OUT(AC)}$	$I_{OUT}=0A, C_{OUT}=100\mu F$ 陶瓷, $V_{IN}=5.5V, V_{OUT}=1.5V$	-	15		mV _{P-P}
上升时间 $t_{(START)}$	$C_{OUT}=100\mu F$ 陶瓷, $I_{OUT}=1A$ 阻性负载, RUN/SS 悬空, $V_{IN}=5V, TRACK=V_{IN}$	-	0.5	-	ms
动态恢复时间 $t_{(SETTLE)}$	负载: 0% 至 50% 至 0% 满载 $V_{IN}=5V, C_{OUT}=100\mu F$ 陶瓷, $V_{OUT}=1.5V$	-	15	-	μs
输出电流限额 I_{OUTPK}	$V_{IN}=5V V_{OUT}=1.5V$	-	8	-	A
开关频率 f_S	$I_{OUT}=0A, V_{IN}=5V, V_{OUT}=1.5V$		1.25		MHz
反馈电压 V_{FB}	$V_{OUT}=1.5V, I_{OUT}=0A$	0.786	0.8	0.809	V
TRACK 引脚电流 I_{TRACK}			0.2		μA
TRACK 偏置电压 $V_{TRACK (OFFSET)}$	TRACK=0.4V	-	30		mV
TRACK 电压范围 $V_{TRACK (RANGE)}$		0		0.8	V
反馈上拉电阻 R_{FBHI}		4.94	4.99	5.04	k Ω
电源指示范围 V_{PGOOD}		-	± 7.5	-	%
电源指示下拉电阻 R_{PGOOD}			90		Ω
VLDO 线性稳压器					
V_{LDO_IN} 输入电压	注释 3	1.14		3.5	V
$I_{IN(LDO_IN)}$ 工作电流	$I_{OUT} = 0mA, V_{OUT} = 1V, EN3 = 1.2V$	-	1	-	mA
$I_{IN(SHDN)}$ 关闭电流	$EN3 = 0V, LDO_IN = 1.5V$		1		μA
V_{BOOST3} 供电电压	$EN3 = 1.2V$	4.8	5	5.2	V
$V_{BOOST3 (UVLO)}$ 供电 欠压			4.3		V
V_{FB3} 基准电压	$1mA \leq I_{OUT} \leq 1.5A, 1.14V \leq$ $V_{LDO_IN} \leq 3.5V,$ $BOOST3 = 5V, 1V \leq V_{OUT} \leq 2.59V$	0.395	0.4	0.405	V

V _{LDO_OUT} 输出电压		0.4		2.6	V
V _{DO} 输入输出压差	V _{LDO_IN} = 1.5V, V _{FB3} = 0.38V, I _{OUT} = 1.5A, V _{DO} =V _{LDO_IN} - V _{LDO_OUT}		100	275	mV
LDO 上拉反馈电阻 LDO_RHI		4.94	4.99	5.04	kΩ
I _{OUT} 输出电流		1.5			A
I _{LIM} 输出限流点			2.5		A
V _{IH_EN3} 使能高电平	1.14V ≤ V _{LDO_IN} ≤ 3.5V	1			V
V _{IL_EN3} 使能低电平	1.14V ≤ V _{LDO_IN} ≤ 3.5V			0.4	V
V _{OL_PG00D3} 电源指示低电平	I _{PG00D3} = 2mA		0.1	0.4	V
PGOOD 指示电压	PGOOD3 高电平到低电平 PGOOD3 低电平到高电平		-12 -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。

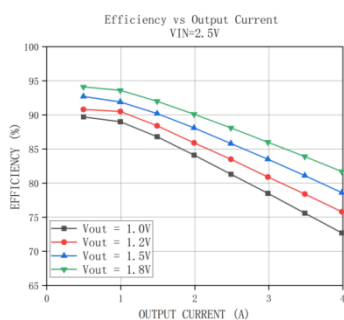
注释 3：最小工作电压需满足：

$$V_{IN} \geq V_{OUT(MIN)} + V_{DROPOUT}$$

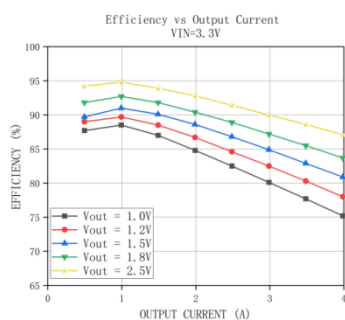
注释 2：除非特殊说明，所有参数均在室温 25℃ 条件下测得。SPES4615 包含用于在短暂过载条件下对器件提供保护的过热保护功能。当内部温度超过最大工作结温时过热保护功能可能会启动。在高于规定的最大工作结温下连续运作有可能损害器件的可靠性。所有参数由产品焊接到测试板上测得，夹具测试的结果可能与此不同。

典型性能特点

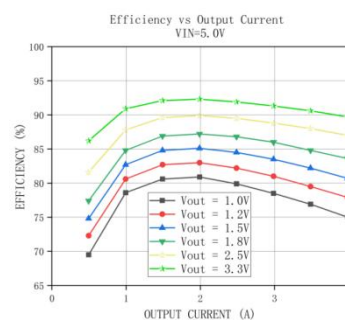
DC-DC 典型性能



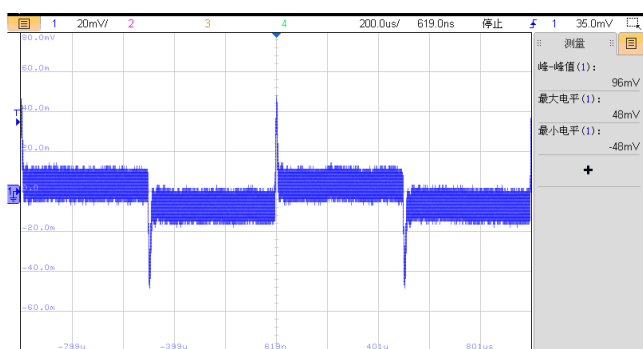
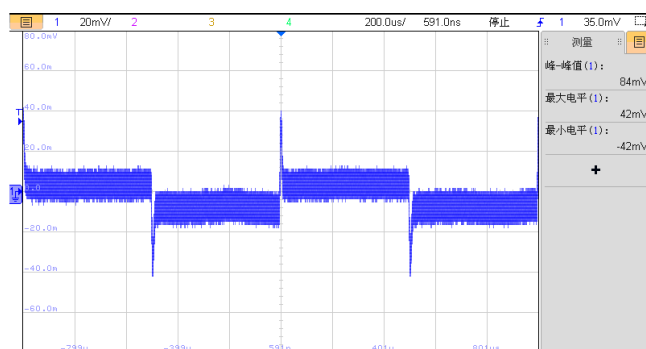
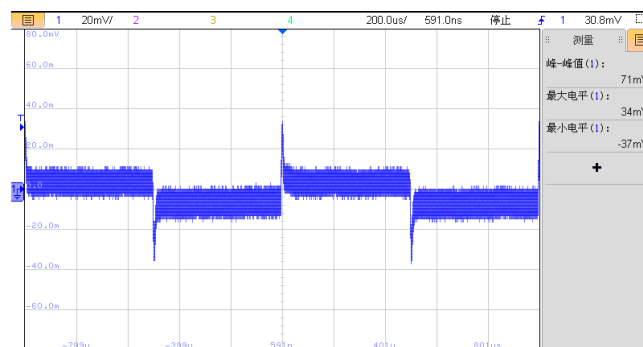
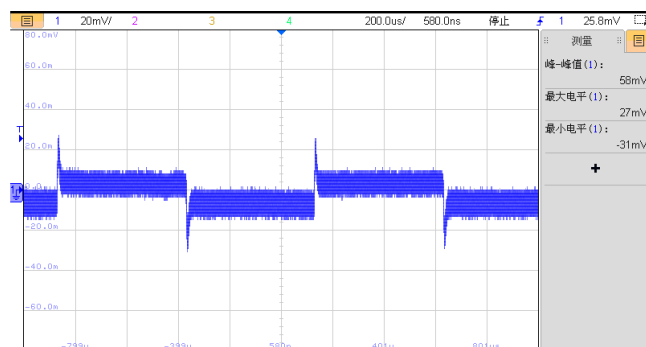
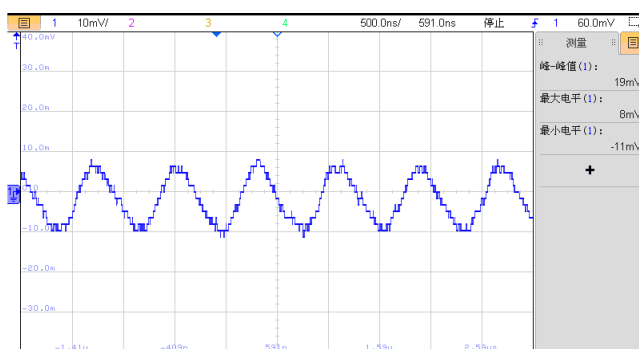
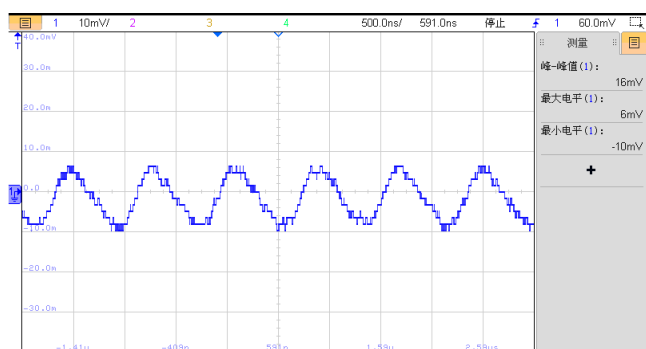
2.5VIN 效率曲线

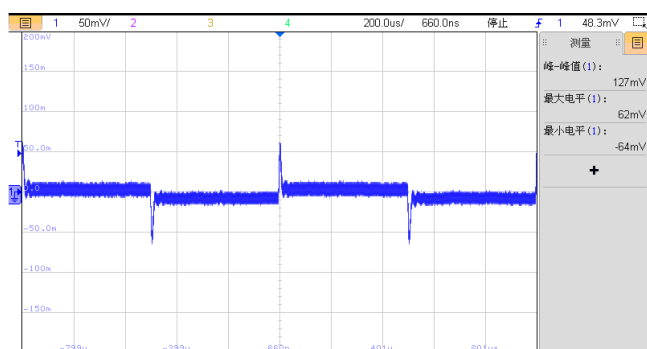


3.3VIN 效率曲线

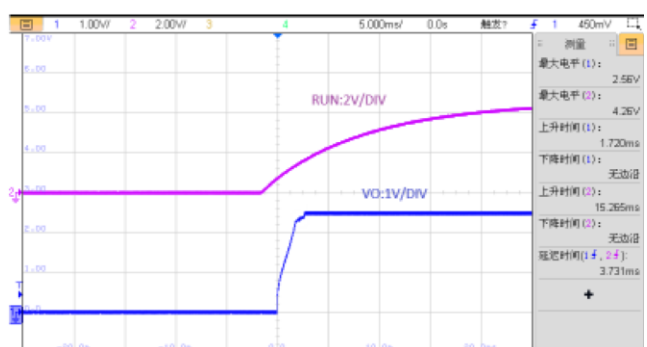


5VIN 效率曲线

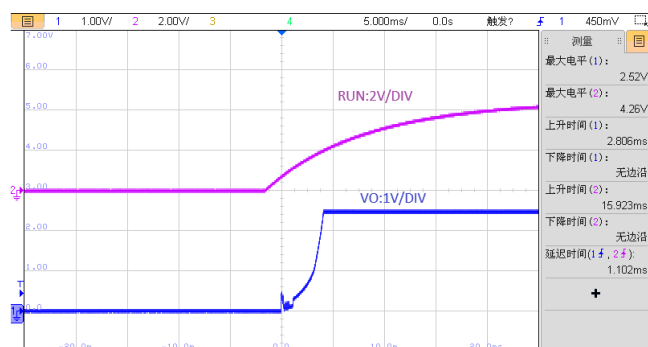




VIN=5V,VO=1.8V,0-4A 负载,2.5A/us

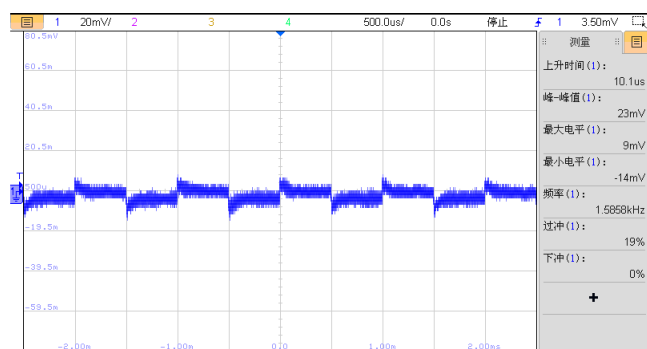


VIN=5V,VO=2.5V,0A 负载,Css=0.01uF,使能开机

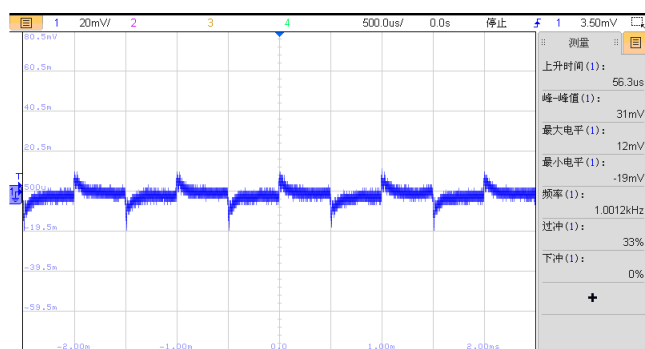


VIN=5V,VO=2.5V,4A 负载,Css=0.01uF,使能开机

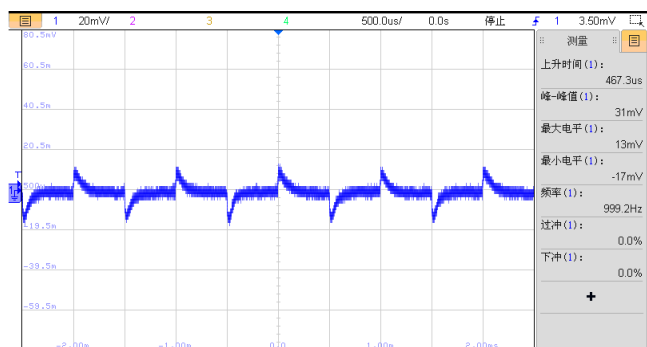
VLDO 典型性能



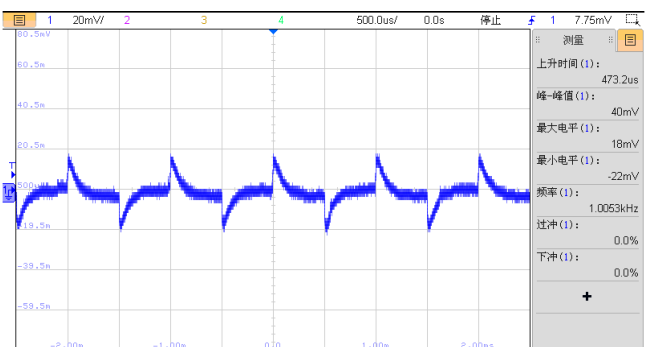
VIN=1.14V,VO=0.6V,0-1.5A 负载,2.5A/us



VIN=1.375V,VO=1.0V,0-1.5A 负载,2.5A/us



VIN=1.7V,VO=1.5V,0-1.5A 负载,2.5A/us



VIN=3.3V,VO=2.5V,0-1.5A 负载,2.5A/us

PIN 脚功能

VIN, VIN2(引脚 J1-J5, K1-K5; C1-C6, D1-D5): 电源输入引脚。在这些引脚和 GND 引脚之间施加输入电压。建议将输入去耦电容直接放在 VIN 引脚和 GND 引脚之间。

VOUT1, VOUT2 (引脚 K9-K12, L9-L12, M9-M12; C9-C12, D9-D12, E11-E12): 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 GND 引脚之间直接放置输出去耦电容。

GND1, GND2 (引脚 H1, H7-H12, J6-J12, K6-K8, L1, L7-L8, M1-M8; A1-A12, B1, B7-B12, C7-C8, D6-D8, E1, E8-E10): 输入和输出返回的电源接地引脚。

TRACK1, TRACK2 (引脚 L3, E3): 输出电压跟踪引脚。当模块配置为主输出时，软启动电容器被放置在 RUN/SS 引脚上以控制主斜坡率，或者可以将外部斜坡施加到主调节器的跟踪引脚上以对其进行控制。通过主输出电压的电阻分压器的中心点连接到从调节器上跟踪引脚，可以执行从路电压跟踪主路操作。如果不需要跟踪，则将 TRACK 引脚连接到 VIN。跟踪时必须存在负载电流。请参阅应用信息部分。

FB1, FB2 (引脚 L6, E6): 误差放大器的负输入。在内部，该引脚与 VOUT 4.99k 精度电阻器连接。在 FB 和接地引脚之间，可以使用附加电阻器对不同的输出电压进行编程。两个功率模块并联输出时，FB 短接。

FB3 (引脚 F6): 误差放大器的负输入。在内部，该引脚与 VOUT 4.99k 精度电阻器连接。在 FB3 和接地引脚之间，可以使用附加电阻器对不同的输出电压进行编程。

COMP1, COMP2 (引脚 L5, E5): 电流控制阈值和误差放大器补偿点。电流比较器阈值随此控制电压而增加。两个功率模块并联输出时，COMP 短接。每个通道在内部进行补偿。

PGOOD1, PGOOD2 (引脚 L4, E4): 输出电压电源良好指示。当输出电压不在调节点的 $\pm 7.5\%$ 范围内时，开漏逻辑输出被拉至地。

RUN/SS1, RUN/SS2 (引脚 L2, E2): 运行控制和软启动引脚。电压高于 0.8V 将打开模块，低于 0.5V 将关闭模块。该引脚有一个 1M 电阻器连接到 VIN，一个 1000pF 电容器连接到 GND。

SW1, SW2 (引脚 H2-H6, B2-B6): 各通道用于测试的开关节点。可以连接到板上的铜层，以提高热性能。SW1 和 SW2 必须是在单独的铜平面上。

LDO_IN (引脚 G1-G4): VLDO 输入电源引脚。将输入电容器靠近这些引脚。

LDO_OUT (引脚 G9-G12): VLDO 输出电源引脚。将输出电容器靠近这些引脚。最小 1mA 负载对于适当的输出电压精度是必要的。

BOOST3 (引脚 E7): 用于将内部 VLDO NMOS 驱动的升压电源。该引脚用于测试内部升压转换器。输出通常为 5V。

GND3 (针脚 F1-F5, F7, F9-F12, G6-G8): 内部 LDO 输入和输出返回的电源接地引脚。

PGOOD3 (引脚 G5): VLDO 电源良好指示引脚。

EN3 (引脚 F8): VLDO 使能引脚。

应用综述

双路开关部分

SPES4615 是一款独立的双非隔离开关模式 DC/DC 电源，带有额外的板载 1.5A VLDO。每个通道可以提供高达 4A 的直流输出电流，只需要很少的外部输入和输出电容器。该模块在 2.375V 至 5.5V 的输入电压范围内，通过一个外部电阻器为每个通道提供精确调节的 0.8V 到 5V 直流输出电压。VLDO 是一个独立的 1.5A 线性稳压器，可以由任一开关转换器供电。典型的应用示意图如图 1 所示。

SPES4615 有两个集成的恒频电流模式稳压器，内置高开关速度功率 MOSFET。典型的开关频率为 1.25MHz。通过电流模式控制和内部反馈环补偿，开关稳压器在各种工作条件下和全瓷片电容下，具有足够的稳定裕度和良好的瞬态性能。

电流模式控制提供逐周期快速电流限制。同时在具有热关断的过电流条件下也提供限流。如果输出反馈电压超出了调节点周围 $\pm 7.5\%$ 的窗口，内部过压和欠压比较器会将开漏极 PGOOD 信号输出拉低。在过电压条件下，内部顶部 FET M1 关断，底部 FET M2 导通并保持导通，直到过电压条件消除或超过电流限制。

将每个通道的 RUN/SS 引脚拉到 0.8V 以下，迫使特定的调节器控制器进入关闭状态，再任何工作状态下都关闭 M1 和 M2。在低负载电流下，每个调节器工作在连续电流模式，以实现最小的输出电压纹波。

TRACK 引脚用于跟踪每个特定稳压器的电源。请参阅应用程序信息部分。

SPES4615 经过内部补偿保持工作稳定。表 1 提供了几种条件下的输入和输出电容选型。

FB 引脚用于通过单个电阻器对地编程特定的输出电压。

VLDO 部分

VLDO（极低压差）线性稳压器的输入电压范围为 1.14V 至 3.5V。VLDO 使用内部 NMOS 作为源极跟随器的传输器件。BOOST3 引脚是内部升压转换器的输出，该转换器为传输设备提供更高的电源驱动，以实现超低压差。内部升压转换器在非常低的电流下工作，从而优化 VLDO 的高效率。

LDO 上的欠压锁定比较器确保在启用 LDO 之前升压电压大于 4.2V，否则 LDO 将被禁用。

LDO 提供高精度输出，能够提供 1.5A 的输出电流，典型压降为 100mV。输出电容器旁路只需要一个 10 μ F 的陶瓷电容器。低参考电压允许 VLDO 具有比通常的 LDO 更低的输出电压。

VLDO 还包括限流和过热保护。NMOS 跟随器架构具有快速的瞬态响应，没有传统的高驱动电流。VLDO 包括软启动功能，以防止启动期间输入电流过大。当 VLDO 启用时，软启动电路在大约 200 μ s 的时间内将参考电压从 0V 逐渐增加到 0.4V。

应用信息

双路开关调节器

SPES4615 典型应用电路如图 1 所示。外部元件选择主要由输入电压、输出电压和最大负载电流决定。有关特定的具体外部电容要求，请参见表 1。

V_{IN} 到 V_{OUT} 降压比

SPES4615 的占空比为 100%，但需要考虑 V_{IN} 到 V_{OUT} 的最小压降，典型的最小压降为 0.5V。

输出电压编程

每路调节器内置 0.8V 基准电压。一个 4.99k 内部反馈电阻将 V_{OUT} 和 FB 引脚连接在一起。没有反馈电阻时，输出电压将默认为 0.8V。添加一个电阻 R_{FB} 于 FB 引脚和 SGND 之间以设置输出电压：

$$R_{FB} = \frac{4.99k}{\frac{V_{OUT}}{0.8V} - 1}$$

V _{OUT}	0.8V	1.2V	1.5V	1.8V	2.5V	3.3V
FB	OPEN	10k	5.76k	3.92k	2.37k	1.62k

输入去耦电容

SPES4615 模块应连接到低交流阻抗直流电源。每个调节器通道的模块内都包含一个 4.7μF 的陶瓷电容器。如果需要高达 4A 的大负载阶跃，并且满足 RMS 纹波电流要求，则需要额外的输入电容器。输入电容可使用 47μF 大容量电容器。当输入直流源长电感引线或走线的影响时，需要大容量 47μF 的电容器。大容量电容器可以是开关额定铝电解 OS-CON 电容器。

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：

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

η % 是功率模块的估计效率。D 是开关占空比， $D = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$ 。

在上述方程式中，η%是功率模块的效率。每个通道输入上的内部 4.7μF 陶瓷通常额定为 1A 的 RMS 纹波电流，最高工作温度为 85°C。4A 最大电流的最坏情况纹波电流为 2A 或更小。可以使用额外的 10μF 或 22μF 陶瓷电容器来补充内部电容器，达到额外的 1A 至 2A 纹波电流值。

输出去耦电容

SPES4615 转换器的是为低输出电压纹波电压设计。选择具有足够低的有效串联电阻（ESR）的大容量输出电容器，以满足输出电压纹波和瞬态要求。输出电容器可以是低 ESR 钽电容器、低 ESR 聚合物电容器或陶瓷电容器。典型的输出电容范围为 66μF 至 100μF。如果需要进一步减少输出纹波或动态瞬态尖峰，系统设计者可能需要额外的输出滤波。表 1 显示了不同输出电压和输出电容器的矩阵，以最小化 2.5A/μs 瞬态期间的电压降和过冲。该表优化了总等效 ESR 和总体电容，以最大限度地提高瞬态性能。

故障情况：限流和过温保护

SPES4615 具有电流模式控制，不仅在稳态操作中，而且在瞬态操作中都能有效地限制电感器的逐周期电流。

除了在过载情况下进行限流外，SPES4615 还具有过热关机保护，禁止每个通道在 150°C 左右的开关操作。

调节器并联工作

SPES4615 开关稳压器是电流模式控制。并联将有很好的电流分配，将平衡设计上的热量。图 4 显示了并行设计的示意图。当通道并联时，输出电压等式随 N 个通道而变化。

$$V_{OUT} = 0.8V \cdot \frac{\frac{4.99k}{N} + R_{FB}}{R_{FB}}$$

N 是并联通道数量

VLDO 部分

可调输出电压

输出电压由两个电阻器的比率设置。从 LDO_OUT 到 FB3 的模块上内置了一个 4.99k 的电阻器。FB3 到 GND3 需要一个额外的电阻器（R_{FBLDO}）来将输出电压设置在 0.4V 到 2.6V 的范围内。全输出电压范围需要 1mA 的最小输出电流。

$$V_{LDO_OUT} = 0.4V \cdot \frac{\frac{4.99k}{N} + R_{FBLDO}}{R_{FBLDO}}$$

电源指示功能

VLDO 包括一个具有回差的开漏电源指示引脚（PGOOD3）。如果 VLDO 处于停机状态或处于欠压条件下（BOOST3 < 4.2V），则 PGOOD3 对地阻抗低。当 VLDO 输出电压上升到其调节电压的 93% 时，PGOOD3 变为高阻抗。PGOOD3 保持高阻抗，直到输出电压降至其设置电压的 91%。可以在 PGOOD3 引脚和正电源（如 VLDO 输出或输入）之间插入上拉电阻器。LDO_IN 输入电源应至少为 1.14V 或更高，以便电源正常工作。

输出电容和瞬态响应

VLDO 设计可使用各种陶瓷输出电容器。输出电容器的 ESR 会影响稳定性，尤其是小容值电

容器。建议使用 ESR 为 0.05Ω 或更低的 10μF 或更大的输出电容器，以确保稳定性。大容量电容器可用于减少负载变化下的瞬态偏差。旁路电容器用于负载装置还可以增加有效输出电容。可以使用高 ESR 钽或电解电容，但必须在输出端并联使用陶瓷电容器。

应额外考虑陶瓷电容器的电介质、温度和直流偏压对电容器的影响。VLDO 要求最小值为 10μF。X7R 和 X5R 电介质在直流偏压和温度下更稳定，因此更优选。

短路保护和热保护

VLDO 具有内置 3A 短路电流限制和过热保护。在短路条件下，VLDO 控制在 3A，当内部温度升至约 150°C 时，内部升压和 LDO 关闭，直到内部温度降至 140°C。VLDO 将循环进入和退出此模式，而不会锁死或损坏。在这种情况下，长期过应力会使设备性能衰减。

反向电流保护

VLDO 具有反向电流保护功能，可限制输出端任何辅助电源的电流消耗。

当反向电流保护电路被禁用并恢复正常操作时，且 LDO_IN 达到 LDO_OUT 的约 30mV 范围内，反向输入电流将飙升。当 LDO_IN 转变为高于 LDO_OUT 时，LDO_OUT 保持在调节电压以下，反向电流转变为短路电流。

安全考虑

SPES4615 模块不提供从 V_{IN} 到 V_{OUT} 的电隔离。内部无保险丝。如果需要，应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。

布局检查清单/示例

SPES4615 的高集成度使 PCB 布局非常简单和容易。然而，为了优化其电气和热性能，布局上仍有一些事项需要注意。

- 使用较大的 PCB 铺铜用于高电流路径，包括 V_{IN} 、GND 和 V_{OUT} 。它有助于最大限度地减少 PCB 的传导损耗和热应力。

- 将高频陶瓷输入和输出电容器放置在 V_{IN} 、GND 和 V_{OUT} 引脚旁边，以尽量减少高频噪声。
- 在 SPES4615 下方放置一个专用的电源接地层。SGND1 和 GND1，SGND2 和 GND2 在 SPES4615 内部已经连接，外部可以不连接。每路开关调节器的外部控制信号，都连接到各自的 SGND1 和 SGND2。
- 最大限度地减少通孔传导损耗并降低模热应力，使用多个通孔在顶层和其他电源层之间进行互连。
- 除非过孔被铜盖住，否则不要将过孔直接放在焊盘上。

图 3 显示了一个很好的推荐布局例子

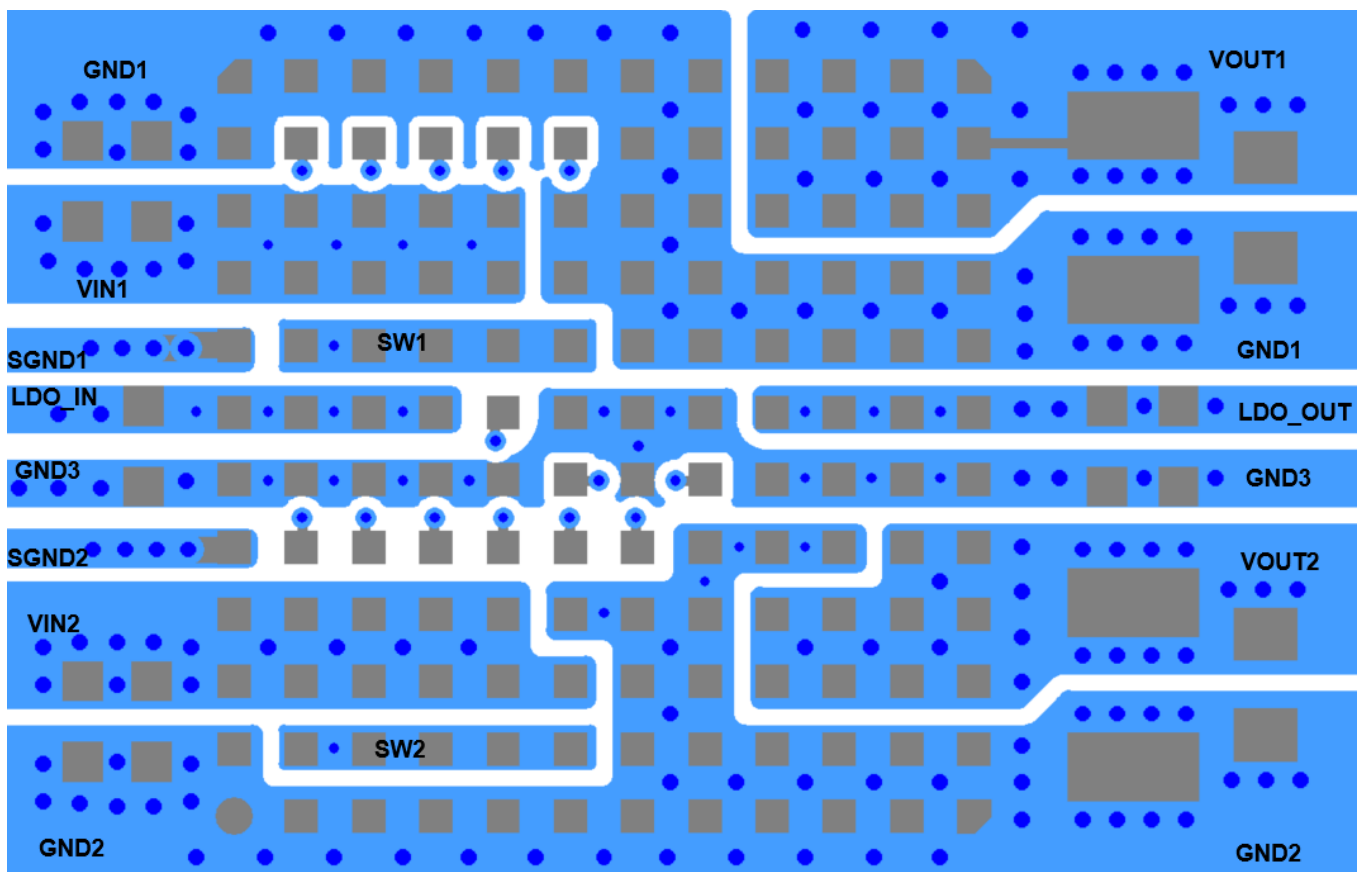


图 4: 推荐布局

表 1. 输出电压响应与元件对照表（参见图 1）

C _{OUT} 供应商	产品型号	描述
Murata	GRM188Z71A106KA	10μF、10V、X7R、0603
Fenghua	0603BT106K100NT	10μF、10V、X7T、0603
Murata	GRM32EC70J107ME	100μF、6.3V、X7S、1210
Fenghua	1210BS107M6R3NT	100μF、6.3V、X7S、1210
Murata	GRM21BR61A476ME	47μF、10V、X5R、0805
Fenghua	0805X476M100NT	47μF、10V、X5R、0805

V _{OUT1} , V _{OUT2} (V)	V _{IN1} , V _{IN2} (V)	R _{FB1} , R _{FB2} (kΩ)	C _{IN1} (陶瓷电容)	C _{IN2} (陶瓷电容)	C _{OUT1} (陶瓷电容)	C _{OUT2} (陶瓷电容)
1	3.3	20	10μF × 2	10μF × 2	47μF + 100μF	47μF + 100μF
1	5	20	10μF × 2	10μF × 2	47μF + 100μF	47μF + 100μF
1.2	3.3	10	10μF × 2	10μF × 2	47μF + 100μF	47μF + 100μF
1.2	5	10	10μF × 2	10μF × 2	47μF + 100μF	47μF + 100μF
1.5	3.3	5.76	10μF × 2	10μF × 2	47μF + 100μF	47μF + 100μF
1.5	5	5.76	10μF × 2	10μF × 2	47μF + 100μF	47μF + 100μF
1.8	3.3	3.92	10μF × 2	10μF × 2	47μF + 100μF	47μF + 100μF
1.8	5	3.92	10μF × 2	10μF × 2	47μF + 100μF	47μF + 100μF
2.5	3.3	2.37	10μF × 2	10μF × 2	47μF + 100μF	47μF + 100μF
2.5	5	2.37	10μF × 2	10μF × 2	47μF + 100μF	47μF + 100μF
3.3	5	1.62	10μF × 2	10μF × 2	47μF + 100μF	47μF + 100μF

V _{LDO_OUT} (V)	V _{LDO_IN} (V)	R _{FB3} (kΩ)	C _{IN3} (陶瓷电容)	C _{OUT3} (陶瓷电容)
0.6	1.2	10	10μF	10μF
0.6	3.3	10	10μF	10μF
0.8	1.2	4.99	10μF	10μF
0.8	3.3	4.99	10μF	10μF
1.0	1.2	3.3	10μF	10μF

1.0	3.3	3.3	10μF	10μF
1.2	1.5	2.49	10μF	10μF
1.2	3.3	2.49	10μF	10μF
1.5	1.8	1.82	10μF	10μF
1.5	3.3	1.82	10μF	10μF
1.8	2.5	1.43	10μF	10μF
1.8	3.3	1.43	10μF	10μF
2.5	3.3	0.953	10μF	10μF

常用典型应用电路参考

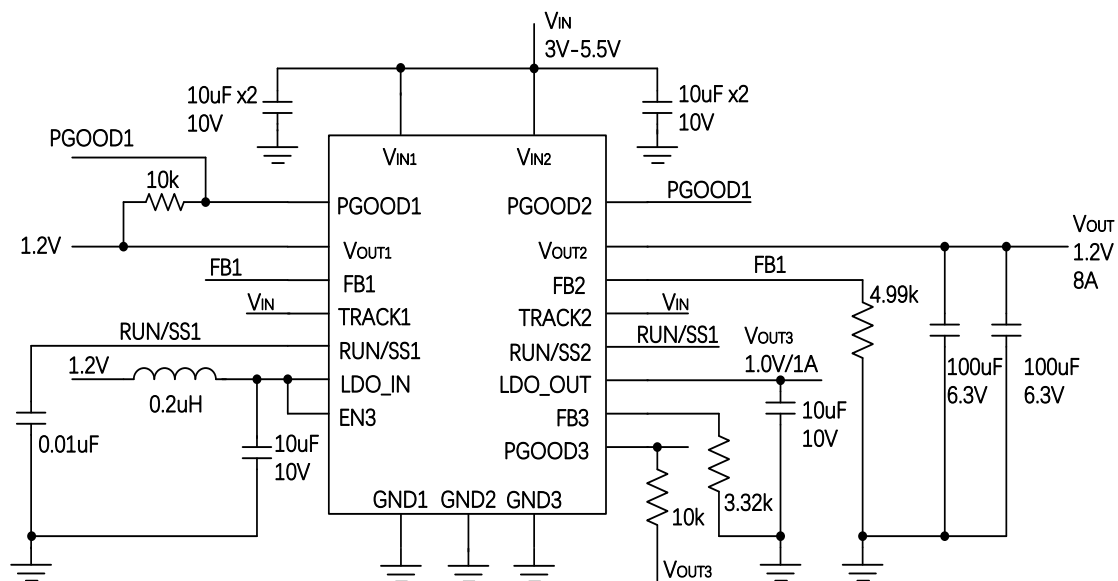


图 5: 1.2V 并联输出 8A 设计

SMT 上板前湿度敏感性

SPES4615 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 5。

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 SPES4615 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。

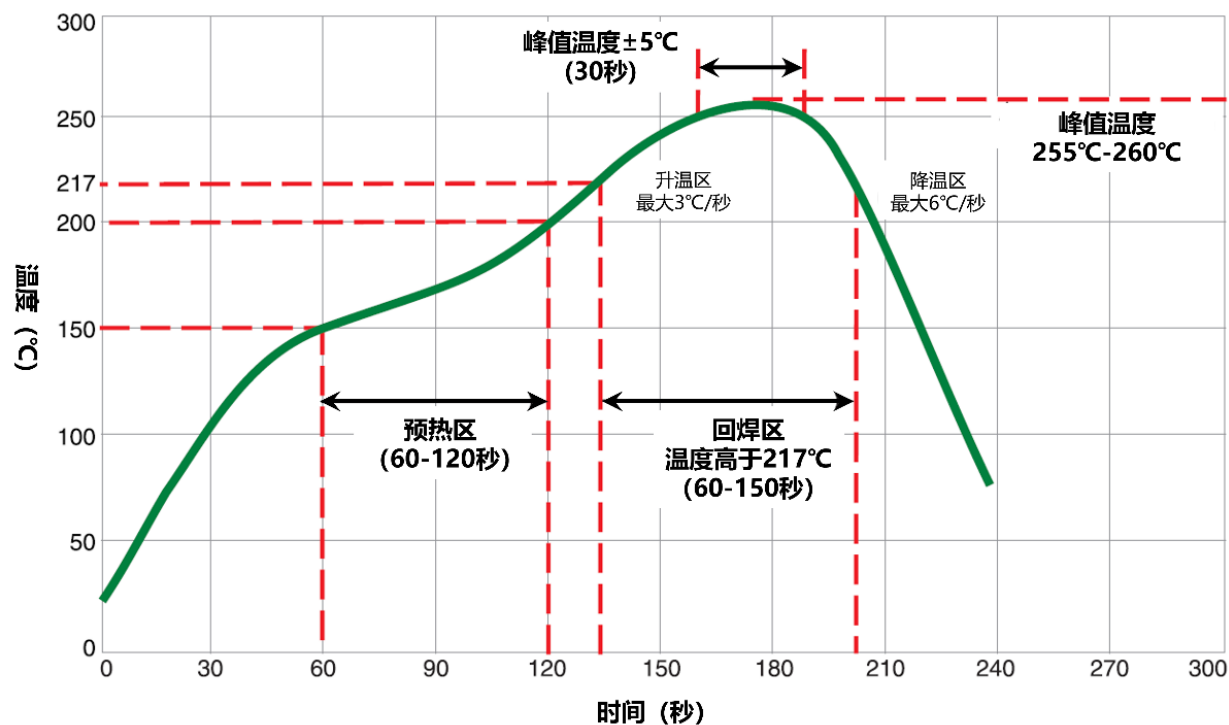
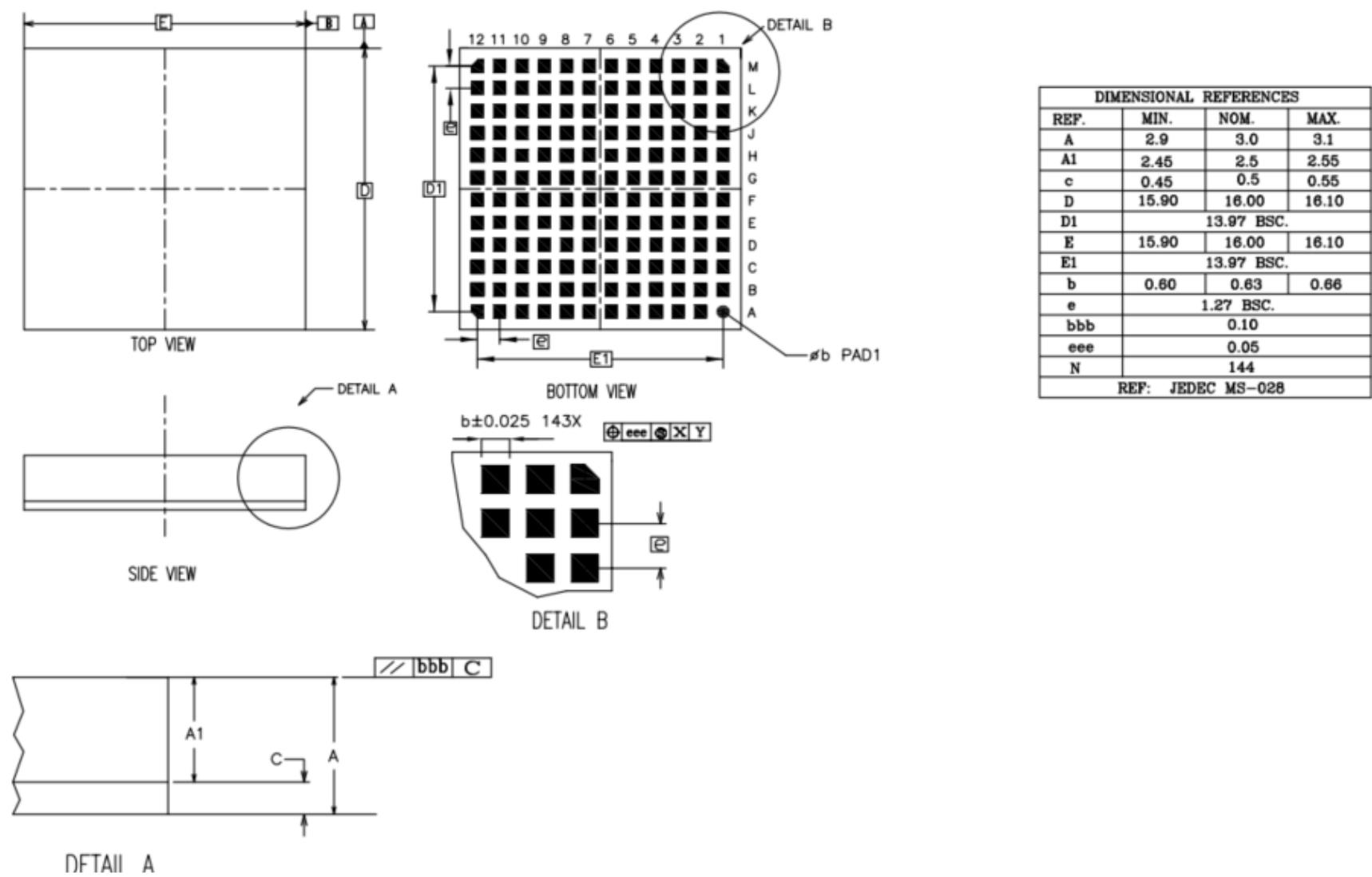


图 6: 回流焊温度曲线图

封装描述



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
SPES4615	SPES4615QL	144-LGA	企军级	SPES4615QL ^a YYWWXX ^b	-55℃至 125℃
	SPES4615JL	144-LGA	军温级	SPES4615JL YYWWXX	-55℃至 125℃
	SPES4615GL	144-LGA	工业级	SPES4615GL YYWWXX	-40℃至 85℃
	SPES4615XL	144-LGA	消费级	SPES4615XL 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

SPES4615 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 7：产品正面图

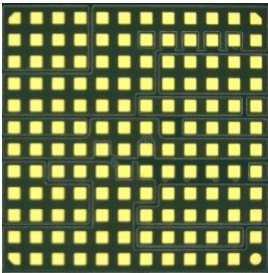


图 8：产品背面图