深圳市大能创智半导体有限公司

SPES4630OT 数据手册

双路 18A 或单路 36A DC/DC

(兼容 LTM4630/LTM4630A)

产品特点

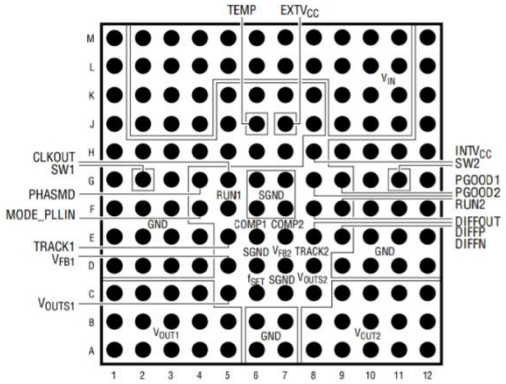
- 完整的独立型双通道电源
- 单通道 36A 或双通道 18A 输出
- 宽输入电压范围：4.5V 至 18V
- 输出范围：0.6V 至 8V
- ±1.5% 的总 DC 输出误差
- 差分远端采样放大器
- 电流模式控制 / 快速瞬态响应
- 可调开关频率
- 频率同步
- 内部温度检测二极管输出
- 可选的突发模式 (Burst Mode) 操作
- 软启动 / 电压跟踪
- 过流保护，输出过压保护
- 16mm x 16mm x 5.01mm BGA 封装，
  16mm × 16mm × 4.41mm LGA 封装
- 符合无铅及 RoHS 标准

产品描述

SPES4630OT 是一款完整的双通道 18A 输出开关模式 DC/DC 电源，可容易地通过配置提供单路两相 36A 输出。封装中内置了开关控制器、功率 FET、电感器和所有的支持元件。SPES4630OT 可在一个 4.5V 至 18V 的输入电压范围内运作，支持两个输出电压，输出范围均为 0.6V 至 8V (分别由单个外部电阻器来设定)。仅需少量的输入和输出电容器。SPES4630OT 的高效率设计能够为每个输出提供 18A 连续电流。

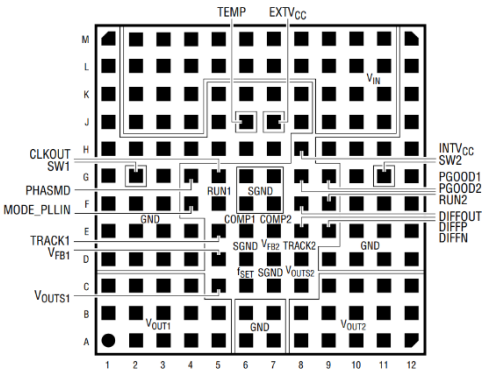
这款器件支持频率同步、多相操作、突发模式操作以及用于电源轨排序的输出电压跟踪功能。它具有一个负责监视器件温度的板上温度二极管。高开关频率和一种电流模式架构的运用实现了针对电压和负载变化的快速瞬态响应，而并未牺牲稳定性。适用于电信、网络设备、存储、ATCA 卡及工业设备等应用。

PIN 脚配置(参见引脚功能)



144-LEAD (16mm × 16mm × 5.01mm)

图 1-1：SPES4630OT BGA 封装顶视图



144-LEAD (16mm × 16mm × 4.41mm)

图 1-2：SPES4630OT LGA 封装顶视图

绝对最大额定值 【注释 1】

V_{IN}	-0.3V 至 20V	**工作温度范围**	N1 级 SPES4630OTN -55℃至 125℃
V_{SW1}, V_{SW2}	-1V 至 20V		企军级 SPES4630OTQ -55℃至 125℃
PGOOD1, PGOOD2, RUN1, RUN2, $INTV_{CC}$, $EXTV_{CC}$	-0.3V 至 6V		军温级 SPES4630OTJ -55℃至 125℃
MODE_PLLIN, f_{SET}, TRACK1, TRACK2, DIFFOUT, PHASMD	-0.3V 至 INTVCC		工业级 SPES4630OTG -40℃至 85℃
V_{OUT1}, V_{OUT2}, V_{OUTS1}, V_{OUTS2}	-0.3V 至 6V	**内部锡膏熔点**	262℃
DIFFP, DIFFN	-0.3V 至 $INTV_{CC}$	**储存温度范围**	-65℃至 150℃
V_{FB1}, V_{FB2}, COMP1, COMP2	-0.3V 至 2.7V	**回流焊峰值**	245℃
$INTV_{CC}$ 峰值输出电流	100mA		

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。

电参数 【注释 2】

特性	条件	最小	典型	最大	单位
输入电压范围 $V_{IN(DC)}$		4.5	-	18	V
输出电压范围 $V_{OUT(DC)}$	C_{IN}=22μFx3, C_{OUT}=100μFx5 陶瓷, V_{IN}=4.5V 至 18V	0.6	-	8	V
输入特性					
开关电压阈值 V_{RUN}		1.1	1.25	1.4	V
接通迟滞电压 V_{RUNHYS}		-	150	-	mV
输入涌浪电流 $I_{INRUSH(VIN)}$		-	1	-	A
输入偏置电流 $I_{Q(VIN)}$	突发模式	-	4.5	-	mA
	脉冲模式	-	25	-	mA
	开关连续模式	-	240	-	mA

	停机模式	-	35	-	μA
输入电源电流 $I_{S(VIN)}$	V_{IN}=5V	-	7.47	-	A
	V_{IN}=12V	-	3.12	-	
	V_{IN}=18V	-	2.10	-	
输出特性					
输出电流范围 $I_{OUT(DC)}$	V_{IN}=12V, V_{OUT}=1.8V	0	-	18	A
电压调节精度	V_{OUT}=1.2V, V_{IN}=4.5V-18V, I_{OUT}=0A (每通道)	-	0.4	0.5	%/V
负载调节精度	V_{OUT}=1.2V, 0A 至 18A V_{IN}=12V (每通道)	-	1	2	%
输出纹波电压	V_{OUT}=1.2V, V_{IN}=12V C_{OUT}=100μF X 5(每通道)	-	16	-	mVp-p
典型效率	V_{IN}=12V, V_{OUT}=1.8V，I_{OUT}=18A	-	88.6	89.6	%
	V_{IN}=12V, V_{OUT}=3.3V，I_{OUT}=18A	-	92.2	92.8	%
f_S(每通道)	V_{IN}=12V, V_{OUT}=1.2, f_{SET}=1.25V【注释 3】	-	500	-	kHz
f_{SYNC} (每通道)		400	-	780	kHz
开机过冲	V_{IN}=12V	-	10	-	mv
开机时间 $t_{(START)}$	V_{IN}=12V	-	5	-	ms
$t_{(SETTLE)}$ 每通道	V_{IN}=12V, C_{OUT}=100μFx5 陶瓷	-	20	-	μs
$I_{OUT(PK)}$ 每通道	V_{IN}=12V, V_{OUT}=1.2V	-	35	-	A
控制部分					
V_{FB1}，V_{FB2}	I_{OUT}=0A, V_{OUT}=1.8V	0.594	0.600	0.606	V
I_{FCB1}，I_{FCB2}	【注释 3】	-	-5	-20	A
I_{TRACK1}, I_{TRACK2}		1	1.25	1.5	μA
UVLO	V_{IN} 下降	-	3.3	-	V
	V_{IN} 上升	-	3.9	-	
$t_{ON(MIN)}$	【注释 4】	-	90	-	ns
R_{FBHI1}，R_{FBHI2}		60.05	60.4	60.75	kΩ
V_{PGOOD}	V_{FB} 斜坡下降	-	-10	-	%
	V_{FB} 斜坡上升	-	10	-	

I_{PGOOG}	V_{PGOOD}=5V	-	-	±5	μA
INTVCC 线性稳压器					
V_{INTVCC}	6V<V_{IN}<26.5V	4.8	5	5.2	V
V_{INTVCC} 负载调节	I_{CC}=0mA 至 50mA	-	0.75	2	%
$V_{EXTVCC(DROP)}$	$EXTV_{CC}$ 斜坡上升	4.5	4.7	-	V
V_{EXTVCC}	I_{CC}=20mA	-	50	100	mV
$V_{EXTVCC(HYS)}$		-	200	-	mV
振荡器和锁相环					
频率标称	f_{SET}=1.2V	450	500	550	kHz
最低频率	f_{SET}=0.93V	-	400	-	kHz
最高频率	f_{SET} > 2.4V, 高至 $INTV_{CC}$	-	780	-	kHz
f_{SET}		9	10	11	μA
R_{MODE_PLLIN}		-	250	-	kΩ
CLKOUT	PHASMD = GND	-	60	-	°
	PHASMD =浮置	-	90	-	°
	PHASMD = $INTV_{CC}$	-	120	-	°
CLK 高		2	-	-	V
CLK 低		-	-	0.2	V
差分放大器					
增益		-	1	-	V/V
输入电阻		-	80	-	kΩ
输入偏移电压		-	-	3	mV
电源抑制比	5V<V_{IN}<20V	-	90	-	dB
最大输出电流			3	-	mA
最大输出电压		1.4	-	-	V

注释 2：除非特殊说明，所有参数均在室温 25℃条件下测得。请注意，符合这些规格的最大环境温度由特定的操作条件、电路板布局、封装的额定热阻以及其他环境因素共同决定。SPES4630OT 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 400kHz 至 750kHz 可变。

注释 4: 100% 电性能测试。

典型性能特点

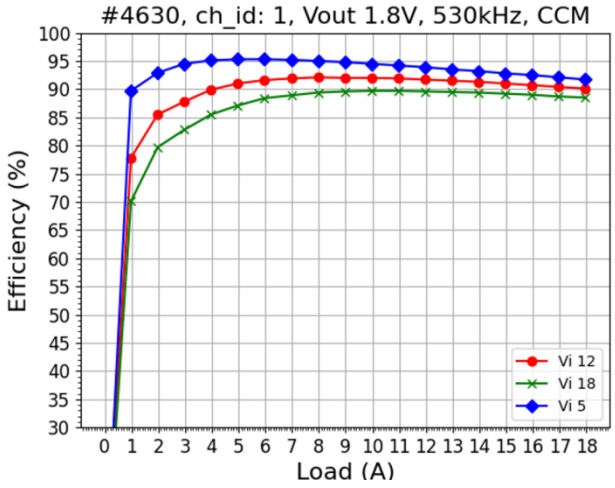


图 2：第一通道 1.8Vout 效率曲线

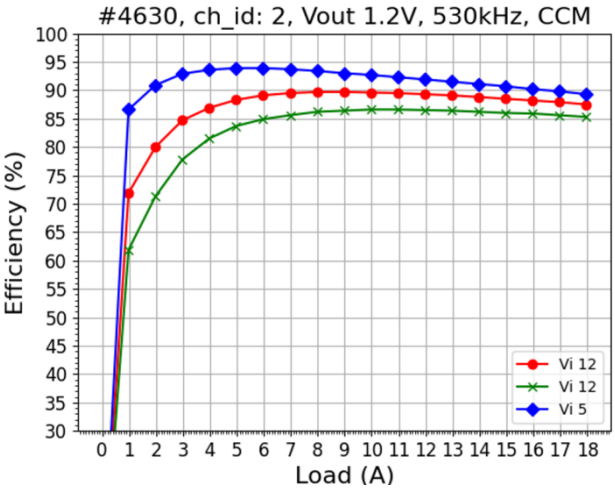


图 5：第二通道 1.2Vout 效率曲线

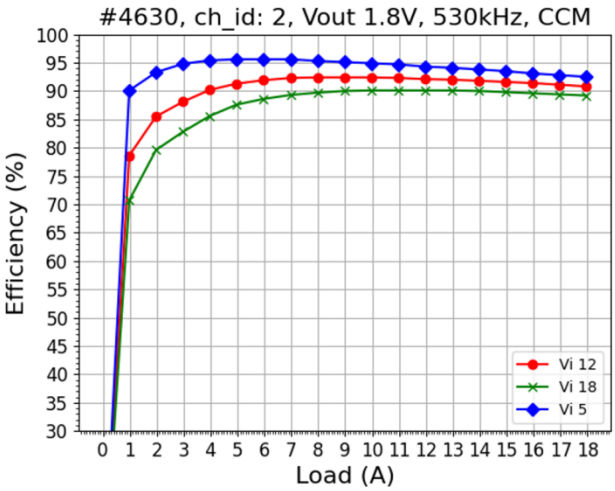


图 3：第二通道 1.8Vout 效率曲线

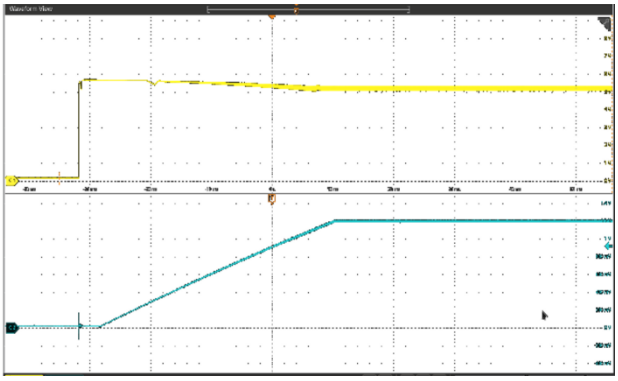


图 6：开机特性(0A) 绿色/输入,黄色/输出

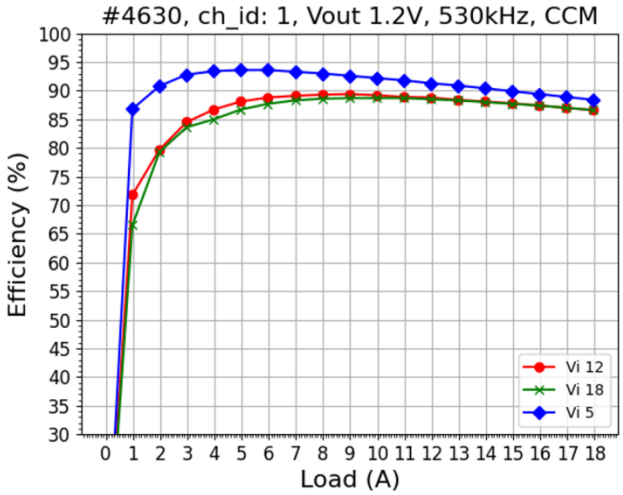


图 4：第一通道 1.2Vout 效率曲线

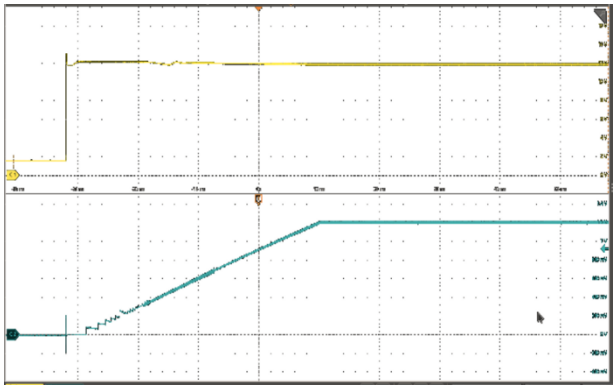


图 7：开机特性(18A) 绿色/输入,黄色/输出

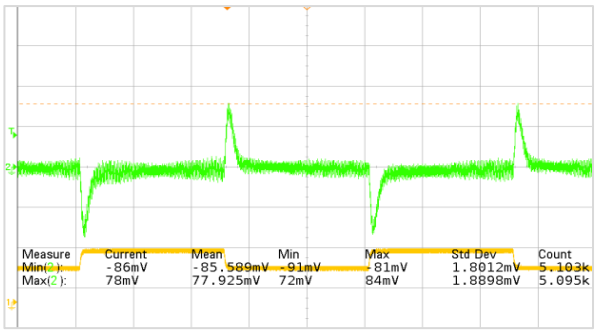


图 8：动态性能 (V_{IN}=12V,V_{OUT}=3.3V；跳变负载 9A 至 13.5A；5A/μs；跳变频率 1kHz)

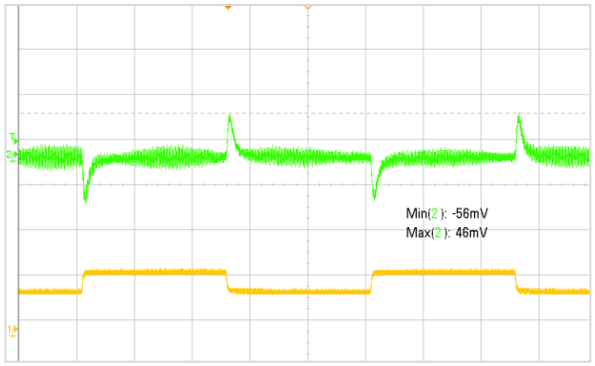


图 9：动态性能 (V_{IN}=12V,V_{OUT}=1.8V；跳变负载 9A 至 13.5A；5A/μs；跳变频率 1kHz)

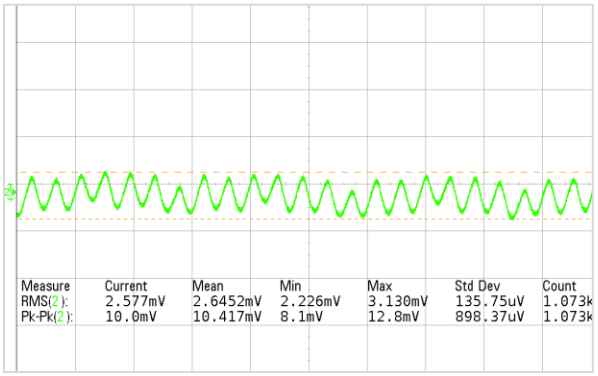


图 10：输出纹波 (V_{IN}=12V,V_{OUT}=1.8V,I_{OUT}=0A, C_{OUT}=100μF×5 陶瓷)

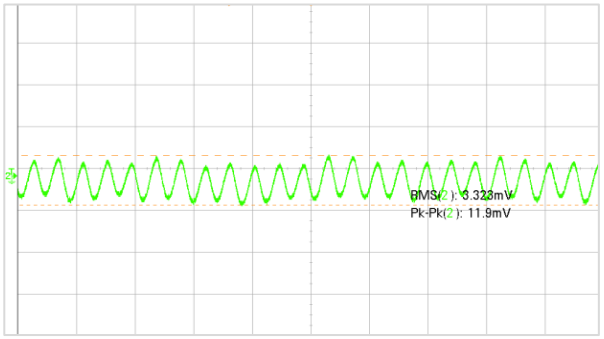


图 11：输出纹波 (V_{IN}=12V,V_{OUT}=1.8V,I_{OUT}=18A, C_{OUT}=100μF×5 陶瓷)

PIN 脚功能

V_{OUT1} (A1-A5, B1-B5, C1-C4): 电源输出引脚。将输出负载施加在这些引脚与 GND 引脚之间。建议直接把输出去耦电容布设在这些引脚和 GND 引脚之间。

GND (A6-A7, B6-B7, D1-D4, D9-D12, E1-E4, E10-E12, F1-F3, F10-F12, G1, G3, G10, G12, H1-H7, H9-H12, J1, J5, J8, J12, K1, K5-K8, K12, L1, L12, M1 , M12): 用于输入和输出回路的功率地引脚。

V_{OUT2} (A8-A12, B8-B12, C9-C12): 电源输出引脚。将输出负载施加在这些引脚与 GND 引脚之间。建议直接把输出去耦电容布设在这些引脚和 GND 引脚之间。

V_{OUTS1}, V_{OUTS2} (C5, C8): 该引脚连接至用于每个输出的内部上端反馈电阻器的顶部。此引脚可以直接连接到它的特定输出，或者当使用差分放大器时连接到差分放大器的输出。在并联模式中，其中一个 V_{OUTS} 引脚连接到远程检测器上的输出或者直接连到 V_{OUT} 引脚。由于这是反馈的路径，所以将这些插头连接到差分放大器输出或输出通道是非常重要的，并且不能保持开路。

f_{SET} (C6): 频率设置引脚。该引脚提供一个 10μA 电流。可以从该引脚与 GND 之间的电阻设定一个电压，此电压设定工作频率。或者，也可以采用一个能设定工作频率的直流电压来驱动该引脚。请参见"应用信息"部分。

SGND (C7, D6, G6-G7, F6-F7): 信号地引脚。所有模拟电路和低功率电路的返回地面路径。在应用中，到输出电容的地端建立一个单独连接。

V_{FB1}, V_{FB2} (D5, D7): 用于每个通道的误差放大器的负输入引脚。在内部，该引脚通过一个 60.4kΩ 高精度电阻器连接至 V_{OUTS1} 或 VOUTS2。可利用一个连接在 V_{FB} 和 GND 引脚之间的附加电阻器设置不同的输出电压。在多相操作中，把 V_{FB} 引脚连接在一起可实现并联运作。

TRACK1, TRACK2 (E5, D8): 输出电压跟踪引脚和软启动输入。每个通道具有一个 1.3μA 上拉电流源。当一个通道被配置为两个通道的主控器时，则一个连接在该引脚和地之间的电容器将设定一个软启动斜坡速率，剩下的那个通道可被设置为受控器，并通过一个分压器把主控器的输出施加至受控器输出的跟踪引脚。这个分压器等于从通道一致跟踪反馈分压的输出。参见"应用信息"部分。

COMP1, COMP2 (E6, E7): 用于每个通道的电流控制门限和误差放大器补偿点。电流比较器阈值随着该控制电压的升高而升高。把 COMP 引脚连接在一起可实现并联运作该器件采用内部补偿方式。

DIFFP (E8): 远端采样放大器的正输入。该引脚连接至输出电压的远程采样点。参见"应用信息"部分

DIFFN (E9): 远程采样放大器的负输入该引脚连接至输出 GND 的远程采样点。参见"应用信息"部分

MODE_PLLIN (F4): 强制连续模式、突发模式（Burst Mode）操作或脉冲跳跃模式选择引脚以及外部同步输入的相位检测引脚。把该引脚连接至 SGND，可使两个通道全部进入强制连续操作模式。连接至 $INTV_{CC}$ 可启用脉冲跳跃操作模式。而把该引脚浮置则将启用突发模式操作。在该引脚上布设一个时钟将强制两个通道都进入连续操作模式，并同步至施加在该引脚上的外部时钟。

RUN1, RUN2 (F5, F9): 运行控制引脚。当电压高于 1.25V 时，将开启模块中的每个通道。当 RUN 引脚上的电压低于 1.25V 时，将关闭相关的通道。每个 RUN 引脚都有一个 1μA 上拉电流，当 RUN 引脚达到 1.2V 时，将给该引脚增添一个额外的 4.5μA 上拉电流。

DIFFOUT (F8): 内部远程采样放大器输出。把该引脚连接至 V_{OUTS1} 或 V_{OUTS2}（取决于哪一个输出正在运用远程采样）。在并联操作中，

把其中的一个 VOUTS 引脚连接至 DIFFOUT 以进行远程采样。如果没有使用远程检测放大器，就让此引脚悬空。

SW1, SW2 (G2, G11): 每个通道用于测试目的的开关节点。另外，还可以施加一个 R-C 减振器网络以降低或消除开关节点振铃，否则将这些引脚浮置。参见"应用信息"部分

PHASMD (G4): 把该引脚连接至 SGND、INTVCC 或将该引脚浮置，以分别将 CLKOUT 的时钟相位选择为 60°、120°和 90°。

CLKOUT (G5): 具有相位控制功能的时钟输出。采用 PHASMD 引脚来启用器件之间的多相操作。参见"应用信息" 部分

PGOOD1, PGOOD2 (G9, G8): 输出电压电源良好指示器。当输出电压不在稳压点的±7.5%以内时，该漏极开路逻辑输出被拉至地。

$INTV_{CC}$ (H8): 内部 5V 稳压器输出。控制电路和内部栅极驱动器由该电压供电。当 RUN1 或 RUN2 启动时，INTVCC 被控制并启用，用一个 4.7μF 低 ESR 钽电容器或陶瓷电容器将该引脚引至 PGND 去耦。

TEMP (J6): 用于监视 VBE 结温随温度之变化情况的内置温度二极管。参见"应用信息" 部分。

$EXTV_{CC}$ (J7): 外部电源输入。当 $EXTV_{CC}$ 电压高于 4.7V 时，通过一个连接至 $INTV_{CC}$ 的开关启用该外部电源输入。 此引脚上的输入电压电压不要超过 6V，当 V_{IN} 工作电压为 5V 时，把该引脚连接到 VIN。效率的增加将与（V_{IN} – $INTV_{CC}$）x 功率 MOSFET 驱动器电流的乘积呈某种函数关系。典型电流要求为 30mA。V_{IN} 必须在 $EXTV_{CC}$ 之前施加，而 $EXTV_{CC}$ 则必须在 V_{IN} 之前移除。

V_{IN} (M2-M11, L2-L11, J2-J4, J9-J11, K2-K4, K9-K11): 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_{IN} 引脚和 GND 引脚之间。

应用综述

SPES4630OT 是双输出独立非隔离开关模式 DC/DC 电源。它可以提供两个 18A 输出与一些外部输入和输出电容和设置元件。这个模块提供了精确的可调的稳压输出。输出电压通过外部电阻条件，输出电压范围从 $0.6V_{DC}$ 到 $1.8V_{DC}$，输入电压范围从 4.5V 至 18V。 典型的 SPES4630OT 应用示意图 14 所示，外部元件选择主要由最大负载电流和输出电压决定。

SPES4630OT 具有双集成恒定电流模式稳压器和内置功率 MOSFET 器件，具有快速的开关速度。 典型的开关频率为 500kHz。 对于开关噪声敏感的应用，它可以外部同步到从 400kHz 到 780kHz 的频率。 可以使用 f_{SET} 引脚上的电阻器编程一个自由运行的频率。电流模式控制在过电流条件下提供逐周期快速电流限制和折返电流限制。 如果输出反馈电压在调节点周围出现±7.5％的窗口，内部过压和欠压比较器将开漏 PGOOD 输出拉低。如果输出电压超过其正常运行点的 10％，则底部功率 MOSFET 将尝试钳位输出以保护它。将 RUN 引脚拉低到 1.1V 以下，通过关断两个 MOSFET，迫使稳压器进入关断状态。 TRACK 引脚用于在启动期间对输出电压斜坡和电压跟踪进行编程或用于软启动稳压器。

内部补偿使得 SPES4630OT 在所有工作条件下都是稳定的。V_{FB} 引脚用一个对地的外部电阻设定输出电压。 差分遥感放大器可用于在其中一个输出上精确地检测输出负载点的输出电压，或在并联工作时，检测负载点的输出电压。MODE_PLLIN，PHASMD 和 CLKOUT 引脚可以方便地实现多相操作。 通过将 PHASMD 引脚设定到不同的级别，可以将多达 12 个相位级联以相互运行。 可以通过使用 MODE_PLLIN 引脚来选择突发模式操作或脉冲跳跃操作，以实现轻负载时的高效率。模块内部装有一个 PNP 晶体管，以监测模块的温度。 有关详细信息，请参阅应用信息部分。

应用信息

V_{IN} 到 V_{OUT} 降压比

对于给定的输入电压，可以实现最大 V_{IN} 和 V_{OUT} 降压比的限制。SPES4630OT 的每个输出都能达到 98%的占空比，但是 V_{IN} 到 V_{OUT} 的最小压差仍然为负载电流的函数，并且将限制顶部开关上的高占空比相关的输出电流能力。由于 $t_{ON(MIN)}<D/f_{SW}$，其中 D 是占空比，f_{SW} 是开关频率，所以在一定频率工作时的最小导通时间 $t_{ON(MIN)}$是另一个考虑的事。$t_{ON(MIN)}$ 在电气参数中指定为 90ns。

输出电压公式

PWM 控制器具有内部 0.6V 参考电压，一个 60.4kΩ 的内部反馈电阻连接在 V_{OUTS1} 到 V_{FB1} 和 V_{OUTS2} 到 V_{FB2} 之间。将这些引脚连接到各自的输出端进行适当的反馈调节是非常重要的。如果这些 V_{OUTS1} 和 V_{OUTS2} 引脚在用作单独的稳压器时悬空，或至少有一个用于并联稳压器，则可能会发生过压。 当 V_{FB1} 或 V_{FB2} 上没有反馈电阻时，输出电压默认为 0.6V。从 V_{FB} 引脚向 GND 加电阻 R_{FB} 编程输出电压：

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

表 1：

V_{OUT} (V)	0.6	1.0	1.2	1.5	1.8
R_{FB} (k)	开路	90.9	60.4	40.2	30.2

对于多通道的并联操作，可以使用相同的反馈设置电阻器进行并联设计。这可以通过将 V_{OUTS1} 连接到输出，如图 12 所示，从而将内部的 60.4k 电阻器连接到输出端。所有 V_{FB} 引脚与一个编程电阻相连，如图 12 所示。在并联操作中，V_{FB} 引脚的每个通道的 I_{FB} 电流最大为 20nA。为了降低由于该电流引起的输出电压误差，可以将额外的 V_{OUTS} 引脚连接到 V_{OUT}，并且可以使用附加的 R_{FB} 电阻来降低该电流所见的戴维南等效电阻。例如，在图 12 中，V_{FB} 引脚的总体戴维南（Thevenin）等效电阻为（60.4k//R_{FB}），对于 1.2V 输出，RFB 等于 60.4k，为 30.2k。并联连接的四相等同于最差情况下的反馈电流 4xI_{FB} 即最大等于 80nA。电压误差为 80nAx30.2k=2.4mV。如果 V_{OUTS2} 如图 12 所示连接到 V_{OUT}，另一个 60.4k 电阻从 V_{FB2} 连接到地，则电压误差降至 1.2mV。如果电压误差是可接受的，则不需要额外的连接。板载 60.4k 电阻的精度为 0.5%，V_{FB} 电阻可由用户选择需要精度。所有 COMP 引脚连接在一起，以便在两相之间进行电流共享。TRACK 引脚可以连接在一起，并且可以使用单个软启动电容来软启动稳压器。软启动方程将需要使软启动电流参数增加并行通道的数量。请参见输出电压跟踪部分。

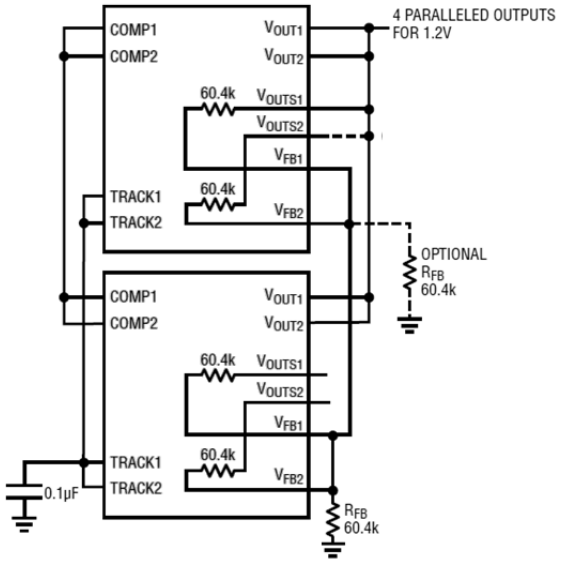


图 12：并联配置

输入电容

SPES4630OT 模块应连接到低交流阻抗直流电源对于稳压器输入，三个 22µF，或四个 10µF 输入陶瓷电容用于 RMS 纹波电流。 一个 47µF 到 100µF 的表面贴装铝电解体电容可以用于更多的输入体电容。只有当输入源阻抗受到长电感的导线，迹线或源电容不足的影响时，才需要这种大容量输入电容如果使用低阻抗功率平面，则不需要大容量电容器对于降压转换器，开关占空比可以估计为：

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

不考虑电感电流纹波，对于每个输出，输入电容的 RMS 电流可以估计为：

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

在上述方程中，η%是功率模块的估计效率。大容量电容器可以是开关型电解铝电容器或聚合物电容器。

输出电容

SPES4630OT 专为低输出电压纹波噪声和良好的瞬态响应而设计。选择定义为 C_{OUT} 的批量输出电容器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 钽电容器，低 ESR 聚合物电容器或陶瓷电容器。每个输出的典型输出电容范围为 200μF 至 470μF 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。一个小的 10Ω 至 50Ω 电阻可以从 V_{OUT} 到 V_{OUTS} 引脚串联放置，以允许波特图分析仪将信号注入到控制回路中，并验证稳压器的稳定性。相同的电阻可以从 V_{OUT} 到 DIFFP 串联放置，波特图分析仪可以将信号注入控制回路并验证稳压器的稳定性。

突发(Burst)模式

SPES4630OT 能够在每个稳压器上进行突发模式操作，其中功率 MOSFET 根据负载需求间歇工作，从而节省静态电流。对于在非常轻的负载下最大化效率的应用是高优先级的，应该应用突发模式操作。突发模式操作使 MODE_PLLIN 引脚浮动。在此操作期间，即使 COMP 引脚上的电压较低，电感器的峰值电流也被设置为正常工作时的最大峰值电流值的大约三分之一。当电感的平均电流大于负载要求时，COMP 引脚上的电压降低。当 COMP 电压降至 0.5V 以下时，突发比较器跳闸，导致内部睡眠线路变高，并关闭两个功率 MOSFET。在睡眠模式下，内部电路部分关闭，每个输出将静态电流降至约 450μA。负载电流现在由输出电容器供电。当输出电压下降时，使 COMP 上升到 0.5V 以上，内部睡眠线路变为低电平，SPES4630OT 恢复正常工作。下一个振荡器周期将打开顶部功率 MOSFET 并重复开关周期 。调节器可以配置为突发模式操作。

脉冲跳跃（Pulse-Skipping）模式

在需要低电平输出纹波和高效率的应用中，应使用脉冲跳跃模式。脉冲跳跃操作允许 SPES4630OT 在低输出负载下跳过周期，从而通过减少开关损耗来提高效率。将 MODE_PLLIN 引脚连接到 $INTV_{CC}$ 可以进行脉冲跳过操作。在轻载时，内部电流比较器可能会保持跳闸几个周期，并迫使顶部 MOSFET 保持关闭几个周期，从而跳过周期。在此模式下，电感电流不反转。该模式将保持更高的有效频率，从而降低输出纹波和降低噪声，而不是突发模式操作。调节器可以配置为脉冲跳跃模式。

强制连续（Forced Continuous）模式

在固定频率运行比低电流效率更为关键且需要最低输出纹波的应用中，应使用强制连续运行。可以通过将 MODE_PLLIN 引脚连接到 SGND 来实现强制连续操作在这种模式下，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，而顶级 MOSFET 总是在每个振荡器脉冲的情况下导通。在启动期间，强制连续模式被禁止，并且防止电感电流反转，直到 SPES4630OT 的输出电压处于调节状态。调节器可以配置为强制连续模式。

多相（Multiphase）交错模式

对于需要大于 18A 电流的输出负载，SPES4630OT 或甚至多个 SPES4630OT 中的两个输出可以并联运行，以提供更多的输出电流，而不增加输入和输出电压纹波。MODE_PLLIN 引脚允许 SPES4630OT 与外部时钟同步(400kHz 至 780kHz)，内部锁相环允许 SPES4630OT 锁定到输入时钟相位。CLKOUT 信号可以连接到下一级的 MODE_PLLIN 引脚，以对齐整个系统的频率和相位。将 PHASMD 引脚连接到 $INTV_{CC}$，SGND 或左侧悬空分别产生 120 度，60 度或 90 度的相位差（在 MODE_PLLIN 和 CLKOUT 之间）。通过将每个 SPES4630OT 通道的 PHASMD 引脚编程到不同的电平，可以将 12 个相位级联以相互运行。多相电源显着降低了输入和输出电容器中纹波电流的数量。RMS 输入纹波电流减小，有效纹波频率乘以所使用的相位数（假定输入电压大于使用的相位数乘以输出电压）。当所有输出连接在一起以实现单个高输出电流设计时，输出纹波幅度也减小了所使用的相位数。SPES4630OT 器件是一种固有的电流模

式控制器件，因此并行模块将具有非常好的电流共享。

频率选择和锁相环(MODE_PLLIN and f_{SET} Pins)

SPES4630OT 器件在一定频率范围内工作，以提高电源转换效率建议在较低频率下运行较低的输出电压或降低占空比转换，从而通过降低功率 MOSFET 开关损耗来提高效率更高的输出电压或更高的占空比转换可以在较高频率下工作，以限制电感纹波电流。效率图将显示为该条件选择的工作频率。SPES4630OT 开关频率可以通过外部电阻从 fSET 引脚设置为 SGND。电阻器中的精确 10μA 电流源将设置可以施加频率或直流电压的电压。频率设置与编程电压的关系曲线如图 13 所示。外部时钟可以在 400kHz 至 780kHz 的频率范围内从 0V 到 $INTV_{CC}$ 应用于 MODE_PLLIN 引脚。时钟输入高阈值为 1.6V，时钟输入低阈值为 0.5V。SPES4630OT 具有板载 PLL 环路滤波器组件始终存在频率设定电阻，以便在锁定到外部时钟之前设置初始开关频率。两个调节器都将在外部时钟下以连续模式工作。

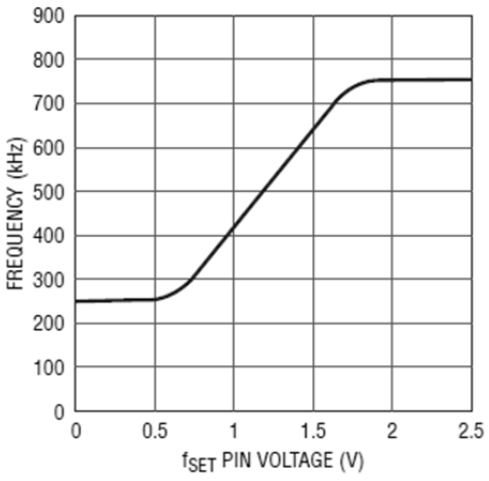


图 13 工作频率与 f_{SET} 引脚电压的关系曲线

最小导通时间

最小导通时间 t_{ON} 是 SPES4630OT 能够打开任一通道上的顶部 MOSFET 的最小持续时间它由内部定时延迟和开启顶部 MOSFET 所需的栅极电荷决定。低占空比应用可能达到这个最小的准时限制，并应注意确保：

$$\frac{V_{OUT}}{V_{IN} \cdot FREQ} > t_{ON\ (MIN)}$$

如果占空比低于最小的导通时间可以适应的范围，控制器将开始跳过周期。输出电压将继续调节，但输出纹波和电流将增加。通过降低开关频率可以提高最小导通时间。一个很好的经验法则是使用 110ns 的导通时间。

输出电压跟踪

输出电压跟踪可采用 TRACK 引脚在外部设置。可以使任一个输出跟踪另一个稳压器的上升或下降。 主稳压器的输出采用一个与从稳压器的反馈分压器相同的外部电阻分压器进行分压，以实现同步跟踪。 SPES4630OT 内部使用一个准确的 60.4k 电阻器作为每个通道的上端反馈电阻器。图 15 为同步跟踪的一个例子。

$$V_{OUT_SLAVE} = (1 + \frac{60.4k}{R_{TA}}) \cdot V_{TRACK}$$

V_{TRACK} 是施加在从稳压器跟踪引脚上的跟踪斜坡。V_{TRACK} 具有 0V 至 0.6V 的控制范围或内部基准电压。当以设定从稳压器输出相同的电阻值来对主稳压器的输出进行分压时，则从稳压器将同步跟踪主稳压器，直至达到其终值为止。主稳压器将从稳压器的稳压点继续趋近其终值。当 V_{TRACK} 高于 0.6V 时，电压跟踪功能被停用。TRACK 引脚可利用一个布设在稳压器 TRACK 引脚上的接地电容器来控制。一个 1.3μA 电流源将把 TRACK 引脚充电至基准电压，然后继续至 $INTV_{CC}$。在 0.6V 斜坡之后，TRACK 引脚将不再负责控制，而内部电压基准将通过反馈分压器来控制输出电压的调整。在开机跟踪或软启动过程中，折返电流限制功能被停用。当 RUN 引脚电压低于 1.2V 时，TRACK 引脚被拉至低电平。总的软启动时间可按下式计算：

$$t_{SOFT-START} = (\frac{c_{ss}}{1.3\mu A}) \cdot 0.6A$$

直到 TRACK=0.5V 之前，稳压器通道都将始终在脉冲跳跃模式中起动，这与 MODE_PLLIN 引脚所选定的模式无关。在 TRACK=0.5V 和 0.54V 之间，它将工作于强制连续模式，并在 TRACK>0.54V 时恢复至选定的模式。为了在处于稳态操作时立即跟踪另一个通道，一旦 V_{FB} 低于 0.54V，则强制 SPES4630OT 进入连续模式运作，这与 MODE_PLLIN 引脚上的设定

值无关。比例式跟踪可利用少量的简单计算以及加至主稳压器 TRACK 引脚的电压变化速率值来实现。如上文所述，TRACK 引脚具有一个 0V 至 0.6V 的控制范围。主稳压器 TRACK 引脚的电压变化速率直接等于主稳压器的输出电压变化速率（单位：伏特/时间）。算式为：

$$\frac{MR}{SR} \cdot 60.4k = R_{TB}$$

其中 MR 是主模块的输出电压上升速率，SR 是从模块的输出电压上升速率，单位为伏/秒当需要重合跟踪时，MR 和 SR 相等，因此 R_{TB} 等于 60.4k。R_{TA} 是从等式得出的:

$$R_{TA} = \frac{0.6V}{\frac{V_{FB}}{60.4k} + \frac{V_{FB}}{R_{FB}} - \frac{V_{TRACK}}{R_{TB}}}$$

其中 V_{FB} 是调节器的反馈电压基准，V_{TRACK} 为 0.6V。由于在相等的斜率或同步跟踪中，R_{TB} 等于从稳压器的 60.4k 顶部反馈电阻，那么当 V_{FB} = V_{TRACK} 时，R_{TA} 等于 R_{FB}。图 15 中 R_{TB}=60.4k，R_{TA}=60.4k。在比例式跟踪中，从稳压器可能需要一个不同的电压变化速率。可求解 R_{TB} 以得出 SR 低于 MR 的时刻。应确定所选的从电源电压变化速率足够快，以使从输出电压在主输出之前达到其终值。

例如：假设 MR=1.5V/1ms 和 SR=1.2V/1ms。则 R_{TB}=76.8k。解出 R_{TA} 等于 49.9k。当某个通道使用阻性分压器来实现跟踪时，每个 TRACK 引脚都有一个 1.3μA 的电流源。这将在 TRACK 引脚输入上施加一个偏移。可以使用较小阻值的电阻器（但具有与上面的公式计算出的电阻值相同的比例关系）。比如：在使用 60.4k 电阻器的场合中，就能采用一个 6.04k 电阻器，从而把 TRACK 引脚偏移减小至一个可以忽略不计的数值。

Power Good

PGOOD 引脚是漏极开路引脚，可用于监视有效的输出电压调节。该引脚负责监视一个围绕稳压点的±7.5% 窗口。一个电阻器可上拉至不超过 6V（最大值）的特定电源电压，以实现监视。

稳定性补偿

该模块已经对所有输出电压进行了内部补偿。

运行使能

RUN 引脚具有一个最大值为 1.4V（典型值为 1.25V）的使能门限和 150mV 迟滞。它们负责控制每个通道和 $INTV_{CC}$ 的接通。 这些引脚可被上拉至高达 V_{IN} 以执行 5V 操作，或者，也可以在这些引脚上布设一个 5V 齐纳二极管，在 5V 以上的输入安放一个 10K 至 100K 的电阻，以开启通道。另外，RUN 引脚还能用于输出电压排序。在并联操作中，RUN 引脚可连接在一起并利用单个控制器进行控制。

$INTV_{CC}$ 和 $EXTV_{CC}$

SPES4630OT 模块具有从输入电压导出的内部 5V 低压差稳压器。该稳压器用于为控制电路和功率 MOSFET 驱动器供电，可以输出高达 70mA 的电流，通常使用 30mA 以最大频率为器件供电。$EXTV_{CC}$ 允许外部 5V 电源为 SPES4630OT 供电，并减少内部低压差 5V 稳压器的功耗功率损耗，节省可以通过以下公式计算：

$$(V_{IN} - 5V) \bullet 30mA = PLOSS$$

$EXTV_{CC}$ 的启动阈值为 4.7V，最大额定值为 6V。当使用 5V 输入时，将此 5V 输入连接到 $EXTV_{CC}$，以保持 5V 栅极驱动电平。$EXTV_{CC}$ 必须在 V_{IN} 开通之后开通，而且 $EXTV_{CC}$ 还必须在 V_{IN} 关断之前关断。

差分遥感放大器

提供了一个准确的差分远程采样放大器，用于在远程负载点上准确地检测低输出电压。尤其是对于大电流负载情况。该放大器可在两个通道之一或者单个并联输出上使用。非常重要的一点是：DIFFP 和 DIFFN 应正确连接于输出端，而 DIFFOUT 则连接到 V_{OUTS1} 或 V_{OUTS2}。在并联操作中，DIFFP 和 DIFFN 正确地连接于输出端，DIFFOUT 则连接至 V_{OUTS} 引脚之一。

SW 引脚

SW 引脚一般用于测试目的（通过监视这些引脚来完成）。另外，这些引脚还可用来衰减由开关电流回路中的 LC 寄生参数所引起的开关节点振铃。通常采用一种串联 R-C 组合（称为减振器电路）。其中的电阻器负责衰

减谐振，而电容器的选择仅以影响电阻器两端的高频振铃为出发点。如果可以测量或近似求出杂散电感或电容，那么就能采用某种分析法来选择减振器的元件值，电感通常比较容易预知。它组合了电源通路板电感与 MOSFET 连接线电感。

首先，可以使用一个带高频探头的宽带宽示波器来监视 SW 引脚。振铃频率的值可以被测量出来 阻抗 Z 可采用下式计算：

$$ZL = 2\pi fL,$$

式中的 f 为振铃的谐振频率，L 为开关通路中的总寄生电感。如果选择了一个与 Z 相等的电阻器，则振铃应得到抑制应选择适合的减振器电容值，以使其阻抗等于振铃频率下的电阻器阻值。

采用以下公式计算：Z（C）=1/（2πfC）这些参数值提供了一个很好的出发点。变更这些组件的前提应该是：以尽可能低的功率损失实现振铃的衰减。

温度控制

一个二极管连接的 PNP 晶体管用于通过监视其在整个温度范围内的电压来提供 TEMP 监视功能。 二极管连接的 PNP 晶管可利用一个电阻器上拉至 V_{IN} 以把电流设定为 100μA，从而将该二极管连接的晶体管用作一个通用的温度监视器（通过监视随温度变化产生的二极管压降来实现）。

布版清单/示例

SPES4630OT 的高集成度使得 PCB 电路板的布局非常简单和容易。不过，为了优化其电气和热性能，有些布局考虑仍然是必不可少的。

- 为大电流通路使用大的 PCB 铜面积，包括 V_{IN}、GND、V_{OUT1} 和 V_{OUT2}。这样做有助于最大限度地减小 PCB 传导损耗及热应力。

- 在靠近 V_{IN}、PGND 和 V_{OUT} 引脚的地方布设高频陶瓷输入和输出电容器，以最大限度地降低高频噪声。

- 在组件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。

安全注意事项

SPES4630OT 模块不提供 V_{IN} 到 V_{OUT} 的电隔离，没有内部保险丝。如果需要应提供额定值为最大输入电流两倍的缓慢熔断保险丝，以保护每个单元免受灾难性故障的影响。

应选择合适的熔丝或电路断路器，以在内部上端 MOSFET 发生故障的情况下限制过压期间至稳压器的电流。倘若内部上端 MOSFET 出现故障，那么将其关断并不解决过压问题，因此内部下端 MOSFET 将无限期接通以保护负载。在此故障情况下，输入电压将通过发生故障的内部上端 MOSFET 和开通的内部下端 MOSFET 提供非常大的电流到地。这会引发过大的热量并造成电路板受损 （取决于输入电压可向该系统提供多大的功率）。在这种场合，可采用熔丝或电路断路器作为一种辅助的故障保护器。该器件能支持过流保护，其提供了一个用于监视内部温度的温度二极管，而且该二极管可用于检测是否需要执行热关断操作（此操作可通过控制 RUN 引脚来完成）。

典型应用电路参考

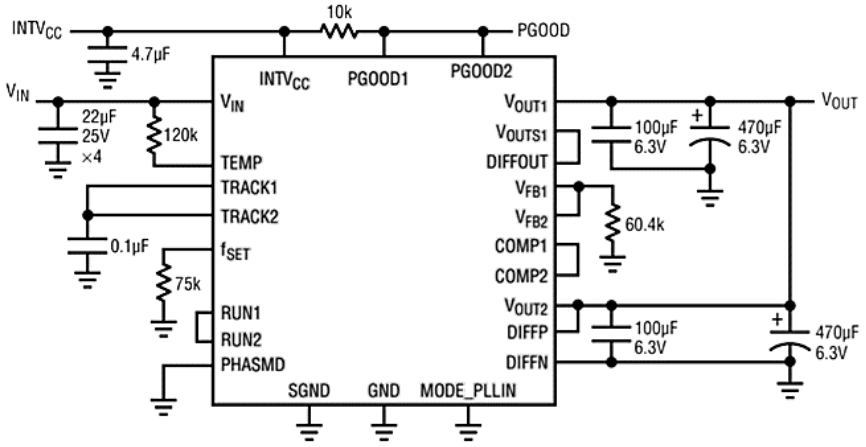


图 14：典型应用 36A，1.2V 输出

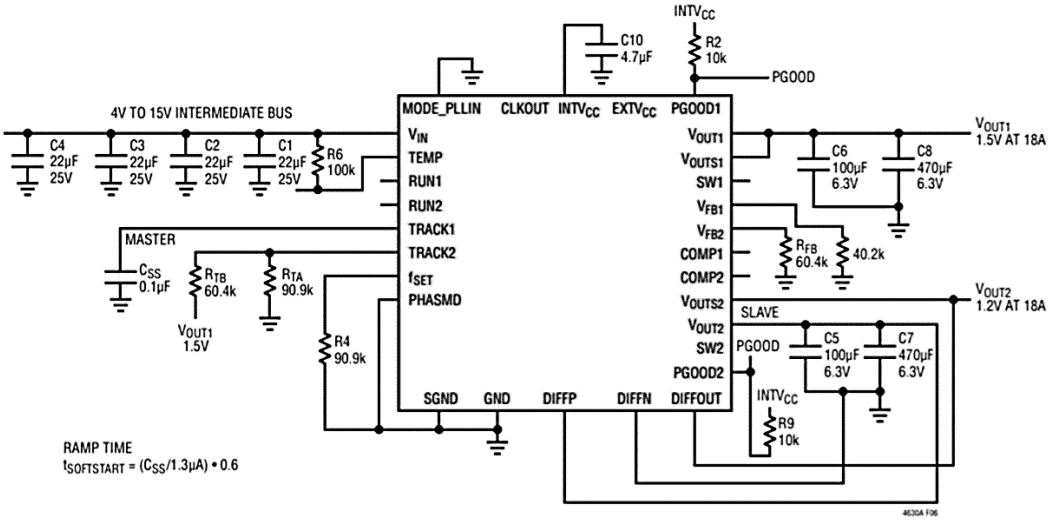


图 15：输出跟踪电路

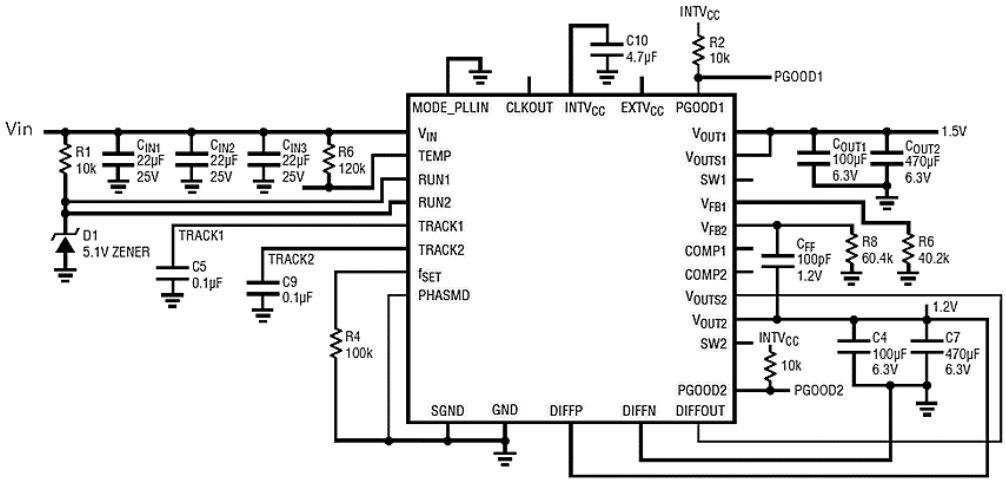


图 16：4.5V_{IN} 至 18V_{IN}，1.5V 和 1.2V 双路独立输出

典型应用电路参考

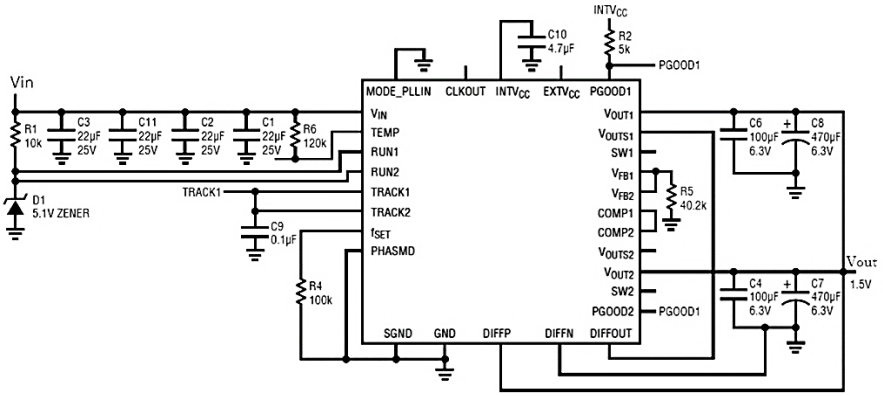


图17：具温度监视功能的SPES4630OT两相、1.5V/36A设计

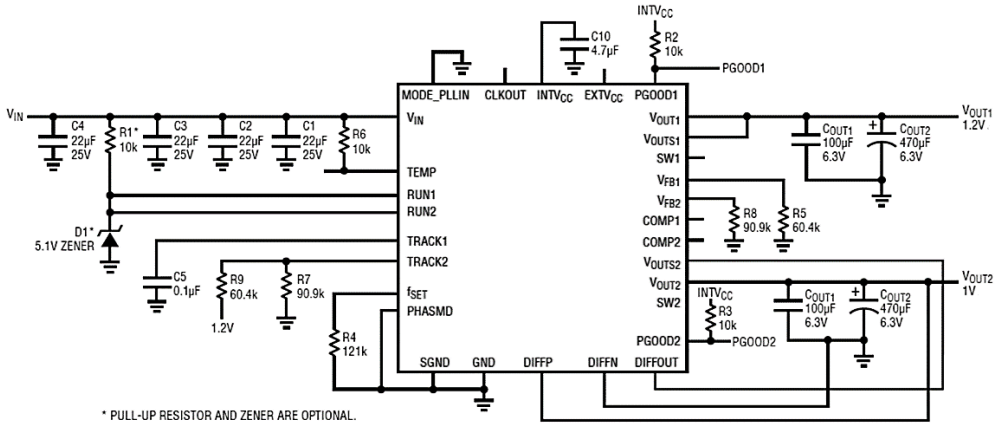


图 18：1.2V 和 1V 输出跟踪功能

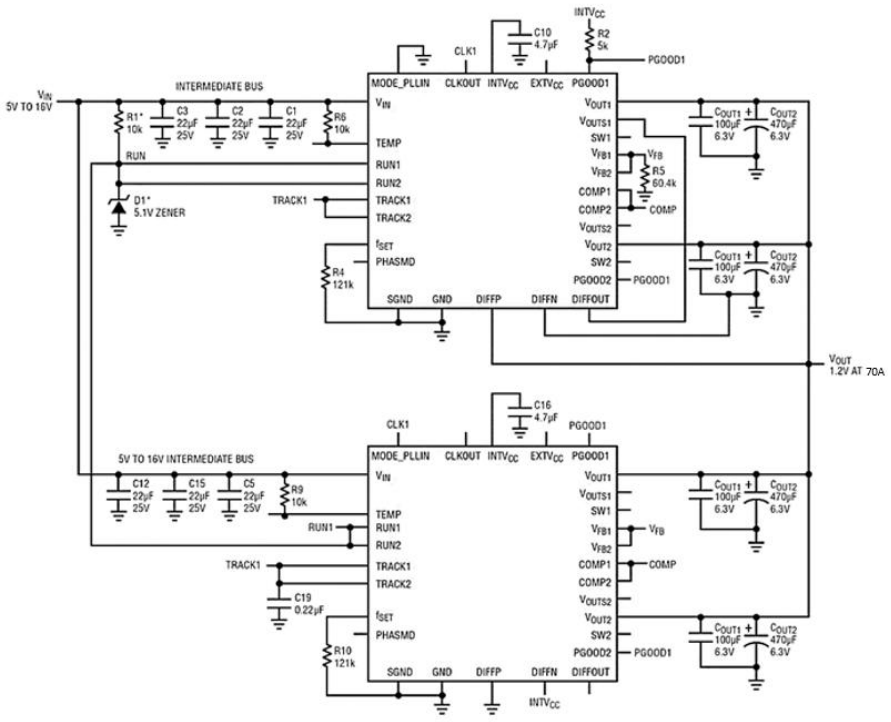


图 19： 两个 SPES4630OT 交错并联输出 1.2V-70A

SMT 上板前湿度敏感性

SPES4630OT 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 20。

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 SPES4630OT 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。

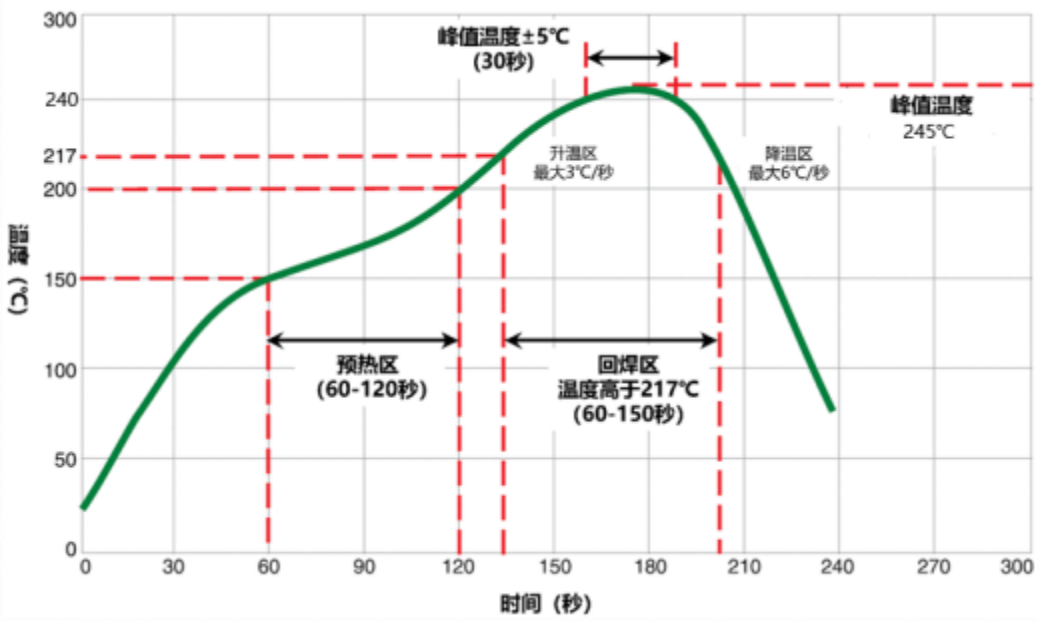
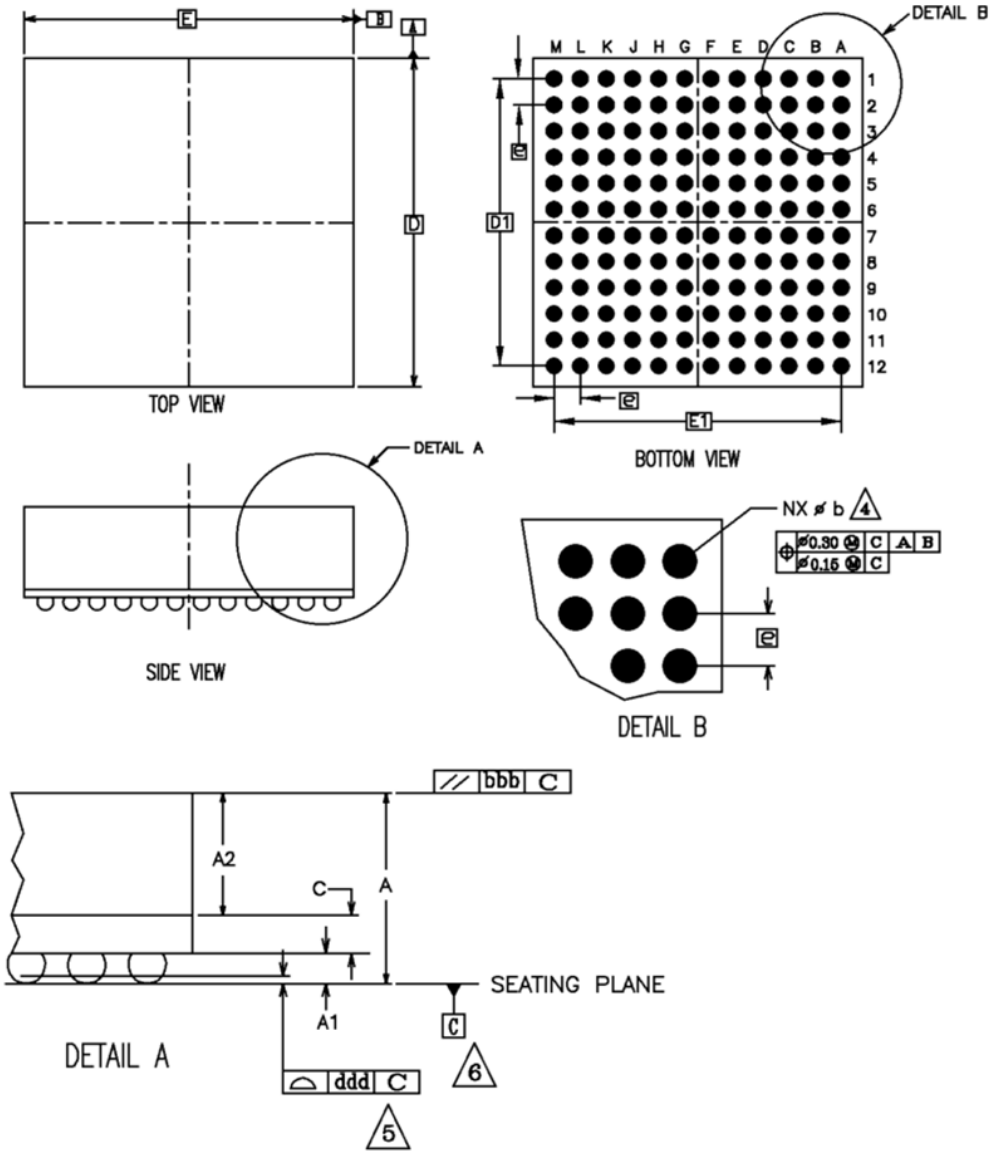


图 20：回流焊温度曲线图

封装描述



DIMENSIONAL REFERENCES				
REF.	MIN.	NOM.	MAX.	
A	4.76	5.01	5.26	10
A1	0.50	0.60	0.70	
A2	3.90	4.00	4.10	
c	0.36	0.41	0.46	
D	15.90	16.00	16.10	
D1	13.97 BSC.			
E	15.90	16.00	16.10	
E1	13.97 BSC.			
b	0.60	0.75	0.90	
bbb	0.25			
ddd	0.20			
e	1.27 BSC.			
M	12			
N	144			
REF: JEDEC MS-028				10

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]

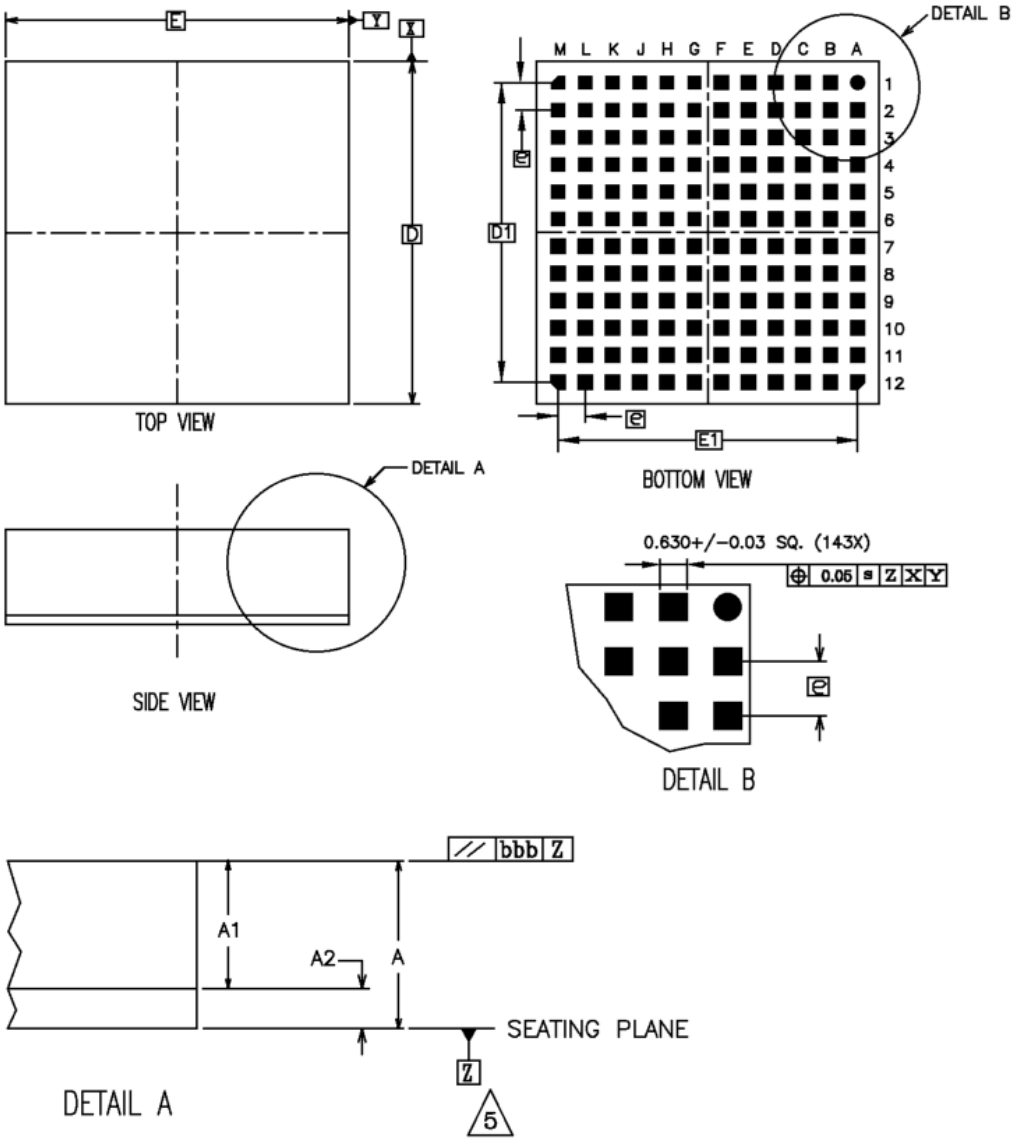
5. DIMENSION 'ddd' IS MEASURED PARALLEL TO PRIMARY DATUM [C]

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, EXCEPT DIMENSION 'A'.

封装描述



DIMENSIONAL REFERENCES			
REF.	MIN.	NOM.	MAX.
A	4.31	4.41	4.51
A1	3.95	4.00	4.05
A2	0.36	0.41	0.46
D	15.90	16.00	16.10
D1		13.97 BSC.	
E	15.90	16.00	16.10
E1		13.97 BSC.	
bbb		0.10	
e		1.27 BSC.	
MD/ME		12/12	
N		144	

NOTES:

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
2. 'e' REPRESENTS THE BASIC LGA PITCH.
3. 'M' REPRESENTS THE BASIC LGA MATRIX SIZE.
   AND SYMBOL 'N' IS THE NUMBER OF LGA AFTER DEPOPULATING.
4. PACKAGE SURFACE SHALL BE MATTE FINISH CHARMILLES 24 TO 27.
5. PRIMARY DATUM 'Z' IS SEATING PLANE.
6. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ASME Y14.5M 1994.
7. LAND DESIGNATION PER JESD MO−222.

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
SPES4630OT	SPES4630OTN	144-BGA	N1 级	SPES4630OTN [a] YYWWXX [b]	-55℃至 125℃
	SPES4630OTNL	144-LGA	N1 级	SPES4630OTNL YYWWXX	-55℃至 125℃
	SPES4630OTQ	144-BGA	企军级	SPES4630OTQ [a] YYWWXX [b]	-55℃至 125℃
	SPES4630OTQL	144-LGA	企军级	SPES4630OTQL YYWWXX	-55℃至 125℃
	SPES4630OTJ	144-BGA	军温级	SPES4630OTJ YYWWXX	-55℃至 125℃
	SPES4630OTJL	144-LGA	军温级	SPES4630OTJL YYWWXX	-55℃至 125℃
	SPES4630OTG	144-BGA	工业级	SPES4630OTG YYWWXX	-40℃至 85℃
	SPES4630OTGL	144-LGA	工业级	SPES4630OTGL 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

SPES4630OT 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 21：产品正面图


图 22：产品背面图