

特性

- 两路18A或单路36A输出
- 宽输入电压范围：4.5V~15V
- 输出电压：0.6 ~ 1.8V范围内可调
- 差分远程采样放大器
- 可调开关频率
- 具备外部频率同步功能
- 最多可8相并联，最大电流达144A
- 尺寸：16mm × 16mm × 4.32mm (LGA)
16mm × 16mm × 5.01mm (BGA)

应用

- 电信和网络设备
- 工业设备
- 服务器和计算
- FPGA / ASIC AI 和数据挖掘

描述

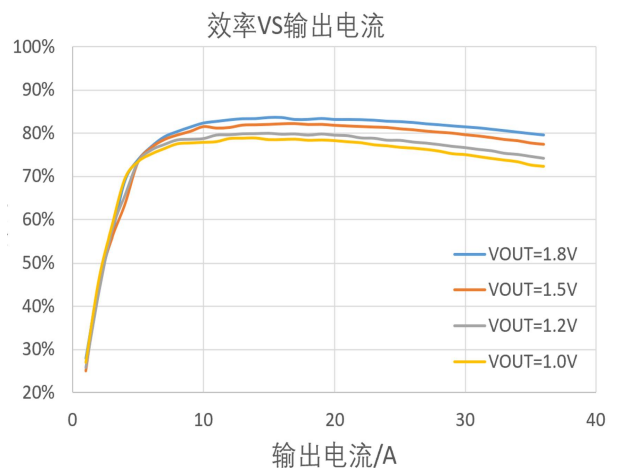
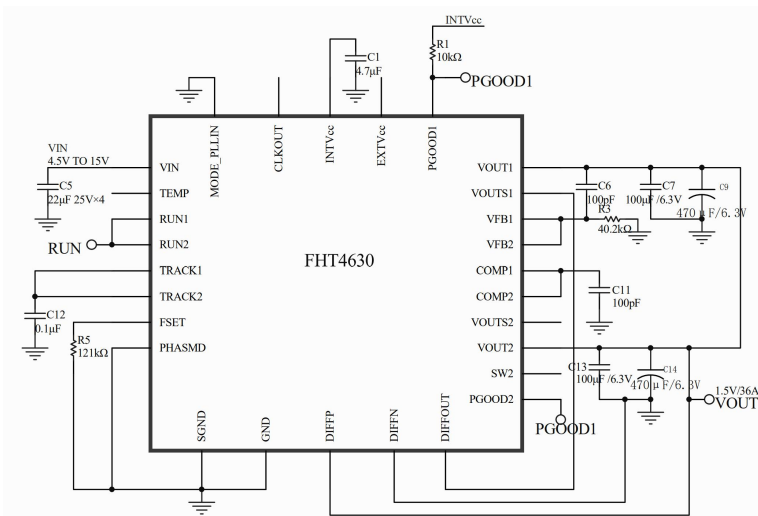
FHT4630是一款双路18A或单路36A输出的开关模式降压DC-DC稳压模块，内部集成了电源控制器、功率MOSFET、电感和其它外围器件。FHT4630输入电压范围为4.5V~15V，通过分别调节一个外部电阻，支持两路0.6~1.8V独立可调输出或两路并联输出。基于高效率的设计，FHT4630外围仅需少量的输入和输出电容，即可提供每路高达18A的输出电流。

FHT4630提供了一套完整的电源解决方案，具有出色的负载调整率和线性调整率。它可在宽负载范围内高效运行，并且可并联以提供更高的负载电流。

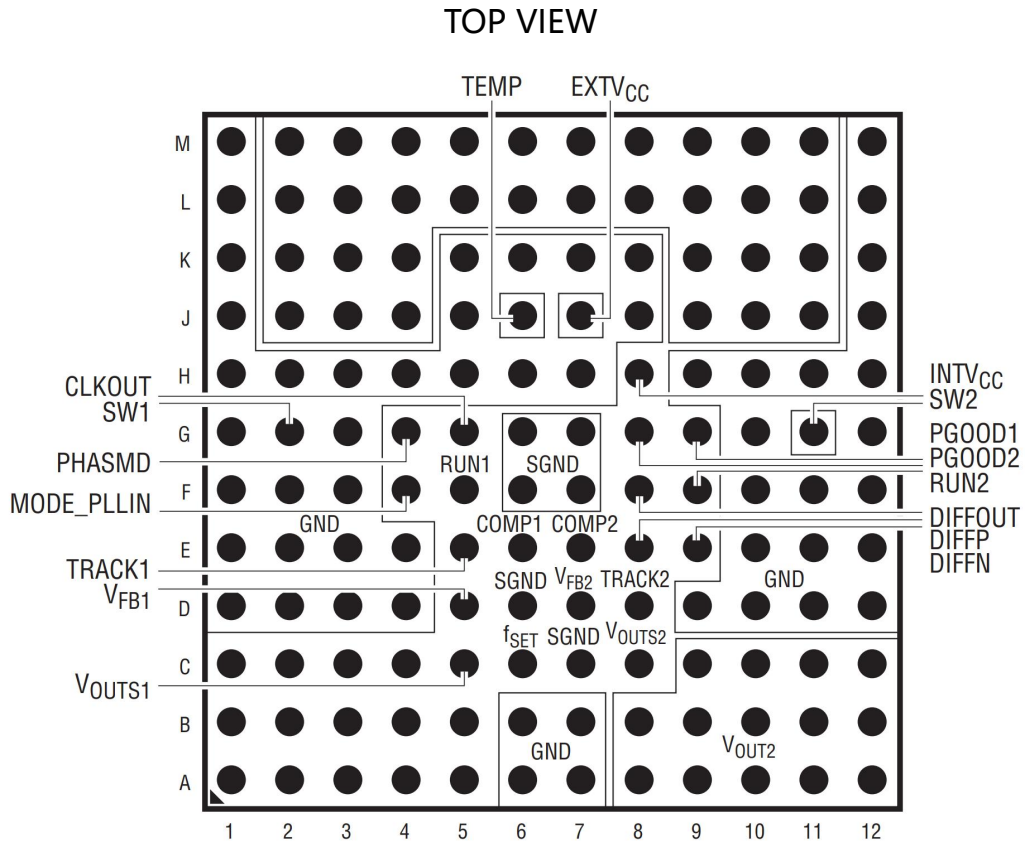
FHT4630具有全面的保护功能，包括过流保护

(OCP)，过压保护(OVP)，欠压保护(UVP)和过温保护(OTP)。FHT4630最大限度地减少了外部元器件的使用，外形尺寸为16mm×16mm×4.32mm (LGA) 和16mm×16mm×5.01mm (BGA)。

典型应用



产品脚位示意图和脚位定义



引脚	符号	描述
A1-A5, B1-B5, C1-C4	VOUT1	功率输出1引脚。将输出负载接到VOUT1与GND之间。需要在VOUT1与GND之间放置滤波电容。
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	GND	输入和输出的功率地引脚。
A8-A12, B8-B12, C9-C12	VOUT2	功率输出2引脚。将输出负载接到VOUT2与GND之间。需要在VOUT2与GND之间放置滤波电容。
C5, C8	VOUTS1, VOUTS2	输出电压采样引脚。该引脚在模块内部通过电阻接到对应的反馈引脚 (VFB1/2)。该引脚可直接接到输出 (VOUT)。当使用远程采样放大器的时候, 可接到DIFFOUT引脚。当并联使用时, 将VOUTS1和VOUTS2其中之一接到DIFFOUT引脚或者VOUT引脚。该引脚不能悬空。

产品脚位示意图和脚位定义

引脚	符号	描述
C6	fSET	频率设定引脚。该引脚输出10 μ A的电流。从该引脚接一个电阻到GND，在该电阻上将产生一个电压，该电压大小将决定开关频率。该引脚也可接一个直流电压来设定工作频率。
C7, D6, G6-G7, F6-F7	SGND	信号地引脚。所有控制用弱信号均通过该组引脚回流至模块。在应用中，采用单点连接的方式接到输出电容的GND端。
D5, D7	VFB1, VFB2	相应通道的误差放大器的输入端。在模块内部，该引脚通过1个60.4k Ω 的电阻接到VOUTS端。在该引脚到GND之间接不同阻值的电阻，用来设定不同的输出电压。当并联应用时，将VFB1和VFB2相连，再对GND接电阻。
E5, D8	TRACK1, TRACK2	输出电压跟踪和软启动引脚。每个通道提供1.3 μ A电流。
E6, E7	COMP1, COMP2	电流控制阈值和误差放大器补偿端。当并联使用时，将E6和E7连接。
E8	DIFFP	远程采样误差放大器同相输入端。将该引脚连接至输出电压的远程采样正端。
E9	DIFFN	远程采样误差放大器反相输入端。将该引脚连接至输出电压的远程采样GND端。
F4	MODE_PLLIN	工作模式选择和外部相位同步侦测引脚。该引脚接到SGND，则两个通道为强制连续模式（FCC）；接到INTV _{CC} 引脚为跳脉冲模式；悬空为脉冲爆发模式。详见应用信息。
F5, F9	RUN1, RUN2	使能控制引脚。接1.2V以上电压将开启相应通道。
F8	DIFFOUT	内部远程采样误差放大器输出。连接至使用远程采样通道的VOUTS。
G2, G11	SW1, SW2	开关节点，用于测量。可接R-C网络用于降低或消除振铃，也可悬空。详见应用信息。
G4	PHASMD	相位调整引脚。连接至SGND、INTV _{CC} 或悬空，对应CLOCK相位差依次为60°、120°或90°。
G5	CLKOUT	带相位控制的时钟输出引脚。用于多模块并联时的相位交错控制。
G9, G8	PGOOD1, PGOOD2	输出电压状态指示引脚。输出正常时为漏极开路，当输出电压超出额定值的 $\pm 10\%$ 时，该引脚将被拉到地。
H8	INTVCC	内部5V稳压输出。主要为内部控制电路和门极驱动电路供电。在该引脚到地之间接4.7 μ F低ESR瓷片电容。当RUN1或RUN2任一有效时，INTV _{CC} 也将有效输出。
J6	TEMP	NC。
J7	EXTVCC	外部电源输入引脚。当外部输入电压大于4.7V时，则外部输入电源功能将被使能。当输入电压VIN为5V时，请将引脚连接至VIN。
M2-M11, L2-L11, J2-J4, J9-J11, K2-K4, K9-K11	VIN	电源输入引脚。将输入电压接到VIN和GND之间。要求在VIN和GND之间放置去耦电容。

功能特性

极限值	条件	最小值	标称值	最大值	单位
VIN		-0.3		16	V
VOUT1, VOUT2, VOUTS1, VOUTS2		-0.3		6	V
PGOOD1, PGOOD2, RUN1, RUN2, INTVCC, EXTVCC		-0.3		6	V
VSW		-1		16	V
DIFFP, DIFFN, DIFFOUT, PHASMD		-0.3		INTVCC	V
COMP1, COMP2, VFB1, VFB2		-0.3		2.7V	V
贮存温度		-55		+125	°C
输入特性	条件	最小值	标称值	最大值	单位
输入电压范围		4		15	V
输入浪涌电流 (启动)	IOUT = 0A, CIN = 22 μ F \times 3, CSS = 0.1 μ F, COUT = 100 μ F \times 3, VOUT1 = 1.5V, VOUT2 = 1.5V, VIN = 12V			1.1	A
输入静态电流	VIN = 12V, VOUT = 1.5V, Burst模式		3		mA
	VIN = 12V, VOUT = 1.5V, PSM模式		15		mA
	VIN = 12V, VOUT = 1.5V, FCC模式		65		mA
	VIN = 12V, Shutdown, RUN = 0		50		mA
通用要求	条件	最小值	标称值	最大值	单位
开关频率		250		780	KHz
效率				90	%
功能	条件	最小值	标称值	最大值	单位
VRUN1, VRUN2阈值	上升	1.1	1.25	1.40	V
VRUN1HYS, VRUN2HYS	滞环			150	mV

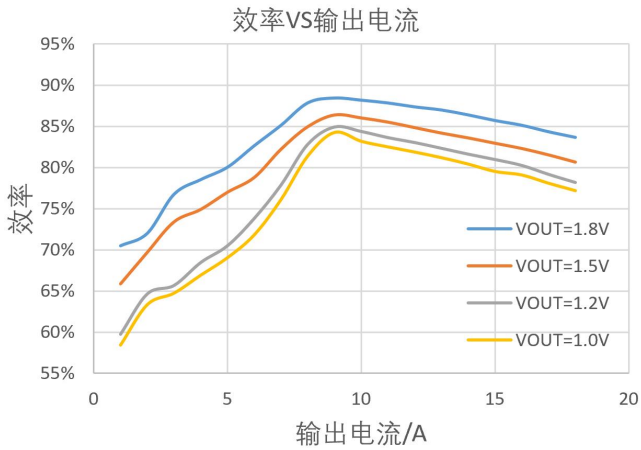
功能特性 (续)

输出特性	条件	最小值	标称值	最大值	单位
输出电压		0.6		1.8	V
线性调整率	VOUT = 1.5V, VIN from 5V to 15V IOU = 0A (每路)		0.01	0.025	%/V
负载调整率	VIN = 12V, VOUT = 1.5V, 0A 到18A		0.75	1	%
输出纹波 (每路)	IOU = 18A, COU = 100 μ F \times 3/ X7R/Ceramic, 470 μ F POSCAP, VIN = 12V, VOUT = 1.5V, Frequency = 450kHz		30		mV
动态负载响应	50-100%ILOAD, di/dt=2.5A/ μ s		80		mV
结构特性	条件	最小值	标称值	最大值	单位
尺寸 (BGA)	长	15.8	16	16.2	mm
	宽	15.8	16	16.2	mm
	高	4.91	5.01	5.21	mm
重量			2		g
环境适应性	条件	最小值	标称值	最大值	单位
工作温度 (工作结温)		-40		125	$^{\circ}$ C
高温贮存 (环境温度)	+125 $^{\circ}$ C, 48h			125	$^{\circ}$ C
高温工作 (环境温度)	+85 $^{\circ}$ C, 24h; 输入低压、标压、高压各8h; VIN=12V, VOUT=1.2V, IOU=10A			85	$^{\circ}$ C
低温贮存 (环境温度)	-55 $^{\circ}$ C, 24h	-55			$^{\circ}$ C
低温工作 (环境温度)	-40 $^{\circ}$ C, 24h; 输入低压、标压、高压各8h	-40			$^{\circ}$ C
湿热	高温高湿阶段: 60 $^{\circ}$ C, 95%; 低温高湿阶段: 30 $^{\circ}$ C, 95%; 循环10次, 每个循环为24h	30		60	$^{\circ}$ C
温度冲击	高温125 $^{\circ}$ C, 低温-55 $^{\circ}$ C, 高低温各一个小 时为一个周期, 共试验32个周期	-55		125	$^{\circ}$ C

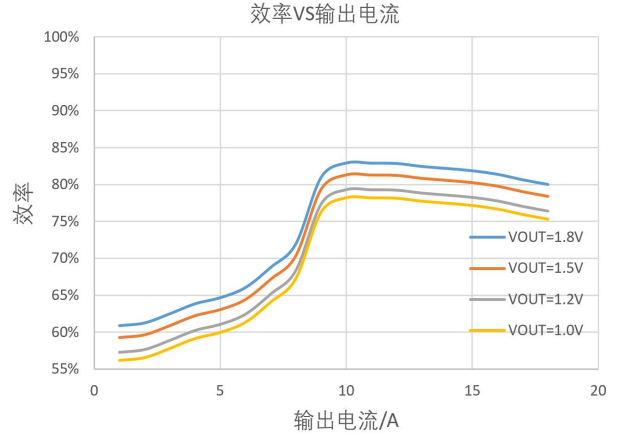
注 1: 高于“极限值”部分所列数值的应力有可能对器件造成永久性的损害。在任何绝对最大额定值条件下暴露的时间过长都有可能影响器件的可靠性和使用寿命。

典型性能特性

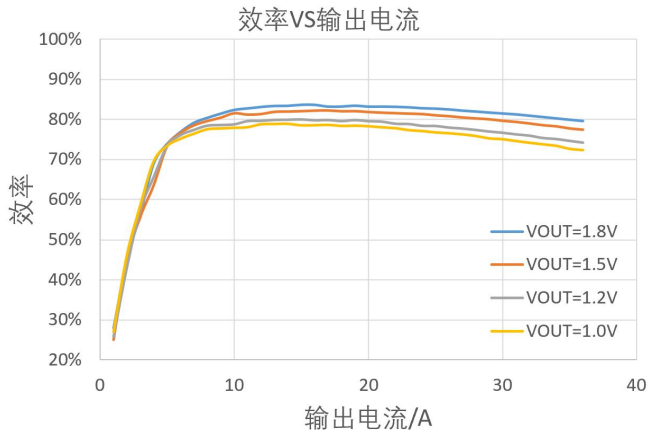
VIN=5V, fs= 450kHz



VIN=12V, fs= 450kHz

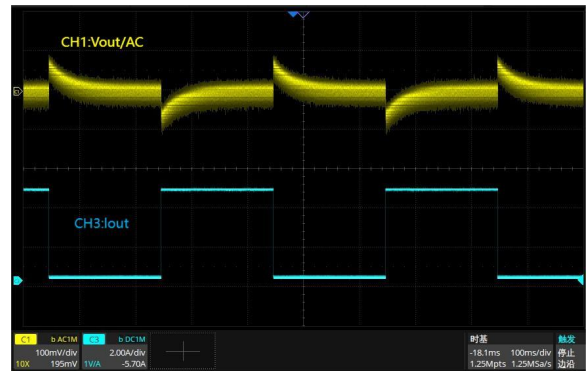


两路并联, VIN=12V, fs= 450kHz



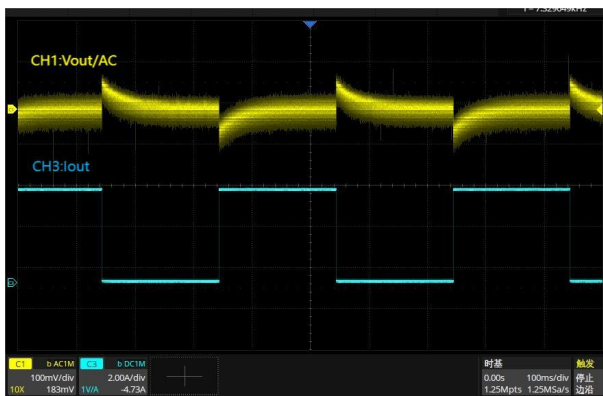
瞬态响应 (两路独立输出)

VIN=12V, VOUT=1V, IOUT= 4.5A->0A, 4.5A/μs



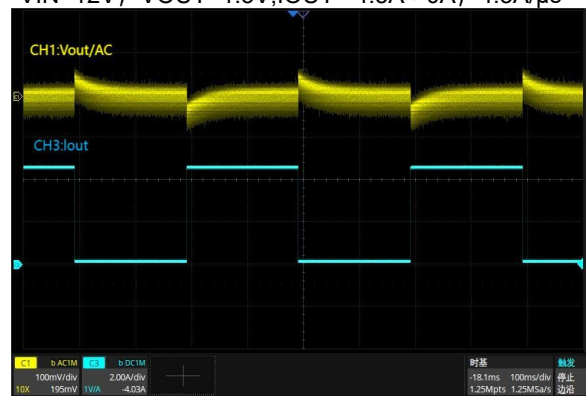
瞬态响应 (两路独立输出)

VIN=12V, VOUT=1.2V, IOUT= 4.5A->0A, 4.5A/μs



瞬态响应 (两路独立输出)

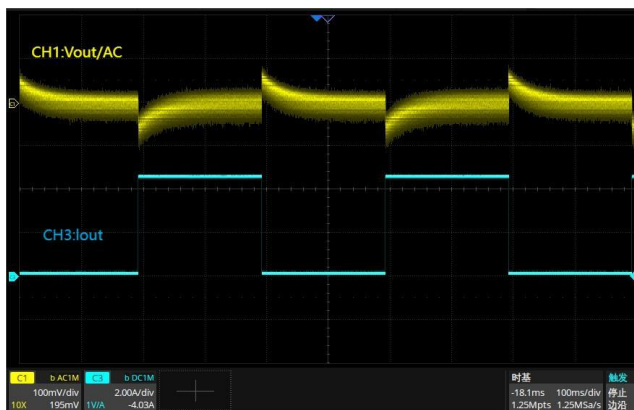
VIN=12V, VOUT=1.5V, IOUT= 4.5A->0A, 4.5A/μs



典型性能特性 (续)

瞬态响应 (两路独立输出)

VIN=12V, VOUT=1.8V, IOUT= 4.5A->0A, 4.5A/μs



空载启动

VIN=12V, VOUT=1.2V, IOUT=0A



带载启动

VIN=12V, VOUT=1.2V, IOUT=18A



空载短路

VIN=12V, VOUT=1.2V, IOUT=0A



带载短路

VIN=12V, VOUT=1.2V, IOUT=18A



工作原理

FHT4630是一个双输出独立非隔离变换的DC/DC模块。仅需少量外围器件，即可提供两路18A输出。该模块输入电压范围为4.5V到15V，通过外部调压电阻可将输出电压在0.6V到1.8V范围内调节。

FHT4630内置恒定频率电流模式控制稳压器和高速开关MOS管。典型开关频率为500kHz。在对开关噪声敏感的应用场合，可通过外部同步信号，在400kHz到780kHz范围内调节开关频率。也可在FSET引脚接一个对地电阻，实现频率调节。

基于电流模式控制和内部环路放大器，在较大的输出电容容量范围内，FHT4630都具有较好的环路稳定性和较好的动态性能。

电流模式控制提供了逐周期电流限制和反向电流限制。如果输出电压超出了设定值的 $\pm 10\%$ 范围，PGOOD引脚将被拉低。当输出电压超出设定值的10%时，低侧MOS管将导通用以钳位输出电压，高侧MOS管将关闭。

将RUN引脚电压拉低至1.1V以下将通过关闭MOS管强制该通道进入关闭状态。

TRACK引脚用来实现输出电压上升斜率和输出电压跟踪，用来实现输出软启动。

FHT4630内部集成了环路补偿网络，可适应所有应用条件。通过VFB引脚对地接一个电阻，可调节输出电压大小。FHT4630内部还集成了远程采样差分放大器，可实现一个通道的输出电压的精确检测，或者并联应用时的负载点电压的精确检测。

可通过MODE_PLLIN、PHASMD和CLKOUT引脚轻松实现错相功能。通过对PHASMD引脚进行编程，可实现多达12相的错相功能。

可通过对MODE_PLLIN引脚进行设置，选择跳周期模式或打嗝模式，实现在轻载下的高效率变换。该高效轻载工作模式非常适合于电池供电的场合，可有效延长续航时间。

SW开关引脚可用于监测模块的工作波形是否正常。在SW引脚接RC滤波电路可有效降低高频开关波形边沿的高频振铃。

应用信息

典型应用图给出了FHT4630的典型应用电路。外围器件参数主要由输出负载电流大小和输出电压决定。

输入 (VIN) 到输出(VOUT)降压比

对于一定的输入电压而言，FHT4630将有一个最大降压比限制。每个通道最大占空比均可达到98，但输入到输出的最小压差也是限制模块最大占空比的因素之一。最小导通时间 $t_{ON(MIN)}$ 也是另一个需要考虑的问题。在一定的工作频率下， $t_{ON(MIN)} < D/f_{SW}$ ， D 为占空比， f_{SW} 为开关频率。在电气参数上， $t_{ON(MIN)}$ 的最小值为90ns。

输出电压设置

FHT4630的PWM控制器内置一个0.6V的参考电压，并且在 V_{OUTS1} 到 V_{FB1} 和 V_{OUTS2} 到 V_{FB2} 分别接有一个60.4k Ω 的反馈电阻。用户可对两路输出分别进行电压调节。如果在独立输出或并联应用时 V_{OUTS1} 和 V_{OUTS2} 有至少1路悬空，将发生输出过压故障。如果 V_{FB1} 或 V_{FB2} 悬空，输出电压将输出默认值0.6V。在 V_{FB1} 或 V_{FB2} 到GND之间连接一个电阻即可调节输出电压：

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

VFB电阻与输出电压关系

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

对于并联应用，也是采用相同的调压电阻来进行电压设定。

输入电容

FHT4630在应用时必须接到一个低交流内阻的直流源。为实现输入电压滤波，输入端推荐加4颗22 μ F瓷片电容。也可另外加一个47 μ F到100 μ F的电解电容以增加输入电容量。

对于一个BUCK转换器，其一个开关周期内的占空比可估算为：

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

不考虑电感电流纹波的情况下，每个通道的输入电容纹波电流可估算为：

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

在上式中， $\eta\%$ 是功率模块的估算效率。可以采用电解电容或聚合物电容作为大容量的主滤波电容。

输出电容

FHT4630具有低输出电压纹波和良好的动态性能。应选择低ESR的输出电容，以降低输出纹波，并提升输出的动态性能。COUT电容可以为钽电容、低ESR的聚合物电容或瓷片电容。每个通道典型的输出电容应在200 μ F到470 μ F之间。如需进一步减小输出电压纹波或提升动态性能，设计者可根据需求增加额外的滤波电路。

脉冲突发模式

FHT4630两个通道均可工作在脉冲突发的模式，在该模式下，模块内部的MOSFET工作在间歇状态，从而大幅降低模块的轻载功耗。在应用中，如果在轻载下的效率要求较高，可采用脉冲突发模式。将MODE_PLLIN引脚悬空，模块即工作在脉冲突发模式。

应用信息 (续)

脉冲跳周期模式

在应用中，如果希望在半载情况下实现低输出纹波和高效率，可采用脉冲跳周期模式。在该模式下，允许模块在轻载情况下进入跳周期模式，这样可以减少开关损耗来提升轻载下的效率。将MODE_PLLIN 引脚上拉至INTV_{CC}可使模块工作在脉冲跳周期模式。

强制连续模式

在应用中，希望达到固定工作频率而非低负载下的高效率，并且同时希望达到更低的输出纹波时，可采用强制连续模式。将MODE_PLLIN 引脚下拉至GND可使模块工作在强制连续模式。在该模式下，允许内部电感电流在空载或轻载情况下反向流动，内部上管在每个开关周期都将开通。但在模块启动过程中，强制连续模式将被关闭，电感电流也被禁止反向，直至输出电压上升到正常值后将进入强制连续模式。

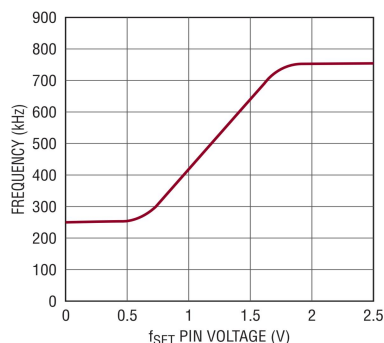
多相并联模式

当需求的输出电流超过18A时，可将FHT4630的两路并联使用。当需求更大的输出电流时，可将多个FHT4630并联使用。并联使用不会增大输入电流纹波和输出电压纹波。FHT4630还可以通过MODE_PLLIN 引脚同步至外部时钟信号（400kHz到780kHz之间），并且内部相位锁定环将该外部输入信号锁相至内部相位。另外，可将CLKOUT信号接到下一个模块的MODE_PLLIN引脚，用以实现频率同步和相位错相。将PHASMD引脚接到INTV_{CC}、SGND或者悬空可实现（MODE_PLLIN 和CLKOUT之间）120°、60°或90°错相。通过并联模块的PHASMD引脚进行不同配置，可实现最多达12相的错相并联。FHT4630的多相错相并联使用可有效降低电源输入和输出端的电流纹波。

另外，模块内部采用的是电流模式控制策略，因此可实现良好的并联均流效果，从而使模块间达到很好的热均衡效果。

频率选择和相位锁定环

FHT4630可通过调整开关频率来达到更高的转换效率。可通过调节f_{SET}对SGND的电阻阻值来调节开关频率。f_{SET}引脚输出为1个精确的10 μA电流源，该电流流通过对地电阻产生的电压即可实现对工作频率的调整。或者通过外部接入电压至FSET引脚，也可实现对工作频率的编程。



上图示出了FSET引脚电压与工作频率的关系曲线。也可通过MODE_PLLIN 引脚输入CLOCK信号（400kHz到780kHz之间），实现FHT4630开关频率和相位与外部同步。输入CLOCK信号的高电平阈值为1.6V，低电平阈值为1V。

输出电压跟踪

通过对TRACK引脚进行设置，可对输出电压跟踪进行配置。可通过外部稳压源对输出电压进行上升跟踪或下降跟踪控制。

在TRACK引脚对地接一颗电容来进行输出电压跟踪控制。TRACK引脚输出一个1.3 μA的恒流电流，对外部电容进行充电。外部电容电压随之升高直至INTV_{CC}电压。当达到内部基准电压0.6V之前，输出电压由该引脚电压

应用信息 (续)

控制：当达到基准电压后，输出电压将不再受TRACK引脚电压控制，而由内部基准电压和反馈电压的差值经运算后控制输出电压。在该启动时序或软启动过程中，电流反馈控制为关闭状态。当使能引脚

(RUN) 电压低于1.2V时，TRACK引脚处于被强制拉低状态。整个软启动时间可通过如下公式计算：

$$t_{\text{SOFT-START}} = \left(\frac{C_{\text{SS}}}{1.3\mu\text{A}} \right) \cdot 0.6$$

状态指示 (Power Good)

在模块内部，正常状态下状态指示引脚 (PGOOD) 为漏极开路状态。该引脚可用于检测输出电压是否在正常稳压值的±10%范围内。可通过上拉电阻接到某特定电压 (不超过6V) 从而实现输出电压监视。

环路补偿

在FHT4630内部已经集成了针对所有输出电压的环路稳定补偿系统，无需外部设计。

使能控制

FHT4630使能引脚开启电压阈值典型值为1.25V，最大阈值为1.4V，并提供150mV滞环功能。使能引脚控制对应通道的开启和INTVcc。

当输入电压为5V时，可直接将RUN引脚上拉至VIN；

当输入电压大于5V时，可将RUN引脚通过

10k~100kΩ的电阻上拉至VIN，并在该引脚对地加

5V稳压管。当多相并联应用时，可将RUN引脚接在一起，通过1个信号统一控制。

INTVCC 和 EXTVCC

FHT4630内置有线性稳压器，将输入电压转换为5V电压，为模块内部的控制电路和MOS管驱动供电。该5V输出电压由RUN1或RUN2控制。

FHT4630还允许外部通过EXTVcc引脚为模块提供5V控制电压，从而降低模块的功率损耗，提升效率。

EXTVcc引脚输入电压的最低有效值为4.7V，最大值为6V。当通过EXTVcc引脚输入控制电压时，必须晚于VIN输入，且早于VIN关闭。

远程差分采样放大器

FHT4630提供了精密的远程差分采样放大器，可在远程负载点精确采样较低的输出电压。该远程采样尤其适合于大电流负载的场合。该远程差分采样放大器可用于通道1或通道2的任意一路，或用于并联应用时的输出电压采样。

需要注意的是，DIFFP和DIFFN接到输出电压采样的相应位置，DIFFOUT接到VOUTS1或VOUTS2。并联应用时，DIFFP和DIFFN接到输出电压的相应位置，DIFFOUT接到VOUTS1或VOUTS2的任意一路。

SW引脚

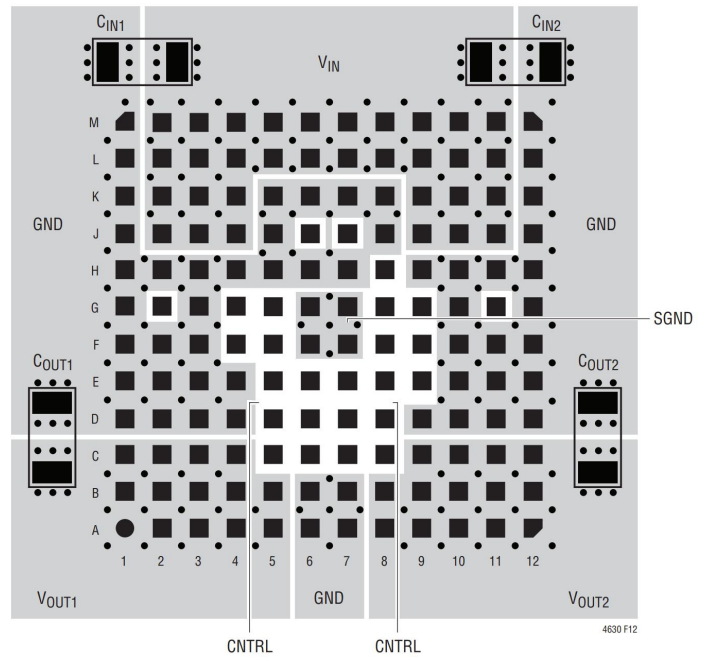
SW引脚主要用于测试和监测的目的。SW引脚还可用于抑制电流回路中寄生的LC参数产生的振铃。一般在该引脚接RC串联吸收电路到GND，用以吸收振铃干扰。选择合适的电容值，以只让高频干扰通过电阻并被吸收。

应用信息 (续)

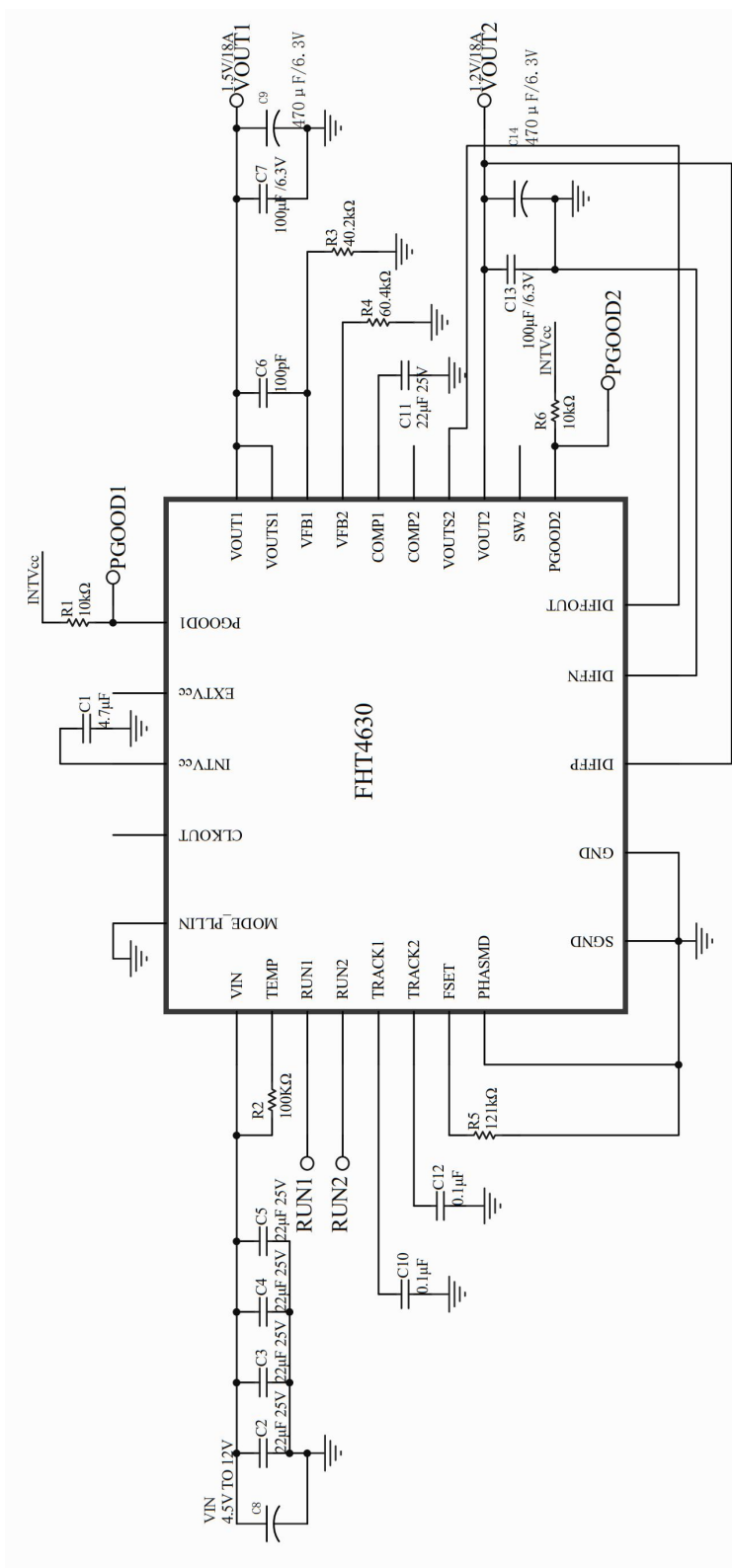
Layout 建议

FHT4630模块已高度集成了DCDC变换的大部分功能，使得用户PCB设计变得非常简单。但在PCB设计中仍要尽可能优化布局和走线，以达到最佳的电气和散热性能。

- V_{IN} 、GND、 V_{OUT1} 和 V_{OUT2} 采用大面积铺铜，以最大限度地降低寄生阻抗和降低热阻。
- 靠近 V_{IN} 对GND和 V_{OUT} 对GND放置高频瓷片电容，以尽可能降低开关噪声。
- 在模块底部设计专门的接地层。
- 为了降低大电流下过孔产生的损耗以及降低热阻，应采用多个过孔并联的方式，将PCB顶层大面积铺铜与其它层并联。
- 在信号地（SGND）区域采用独立的铺铜设计，并在模块底部单点接至GND。
- 并联应用时，将每个通道的VFB、 V_{OUT} 和COMP分别尽可能近的接到一起。

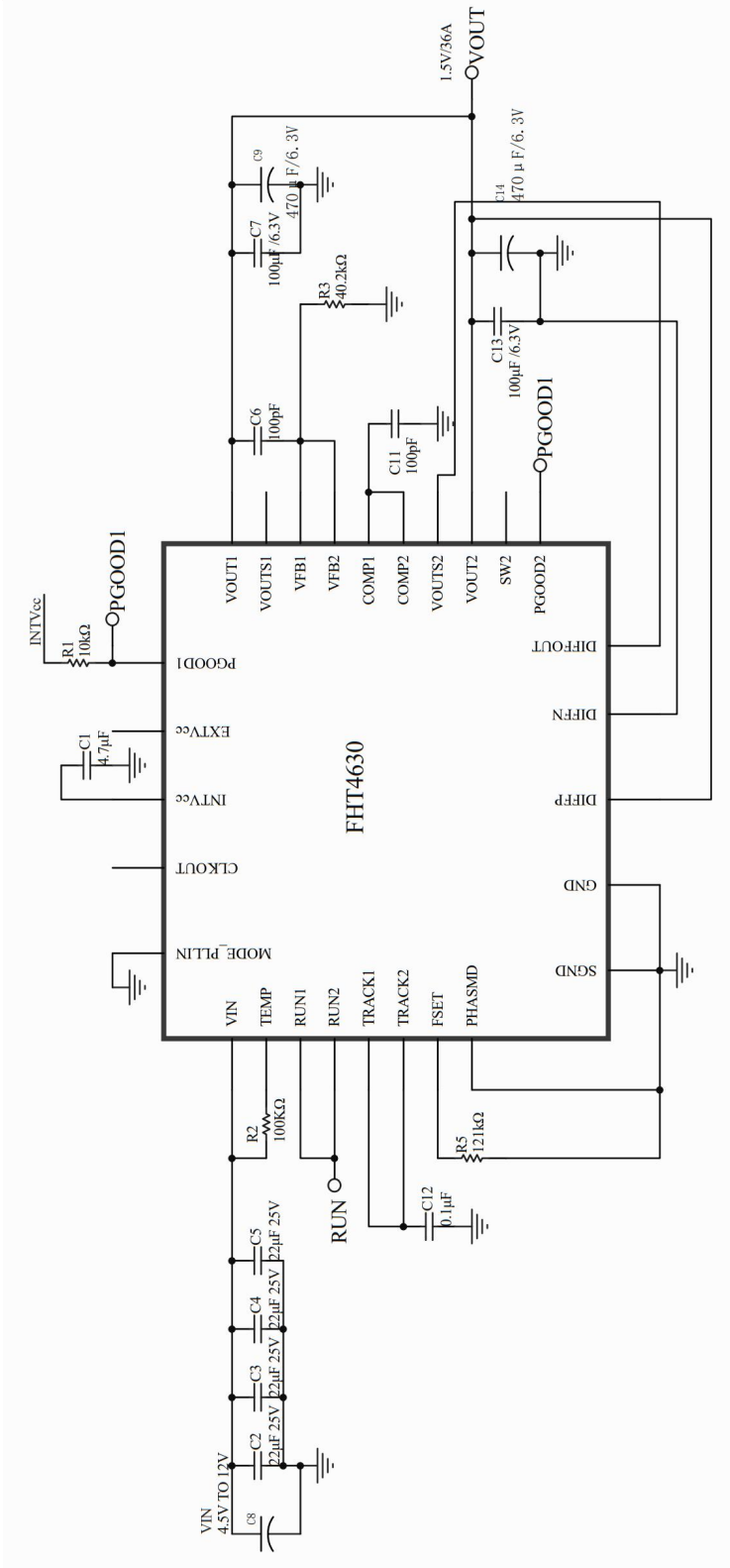


应用信息 (续)



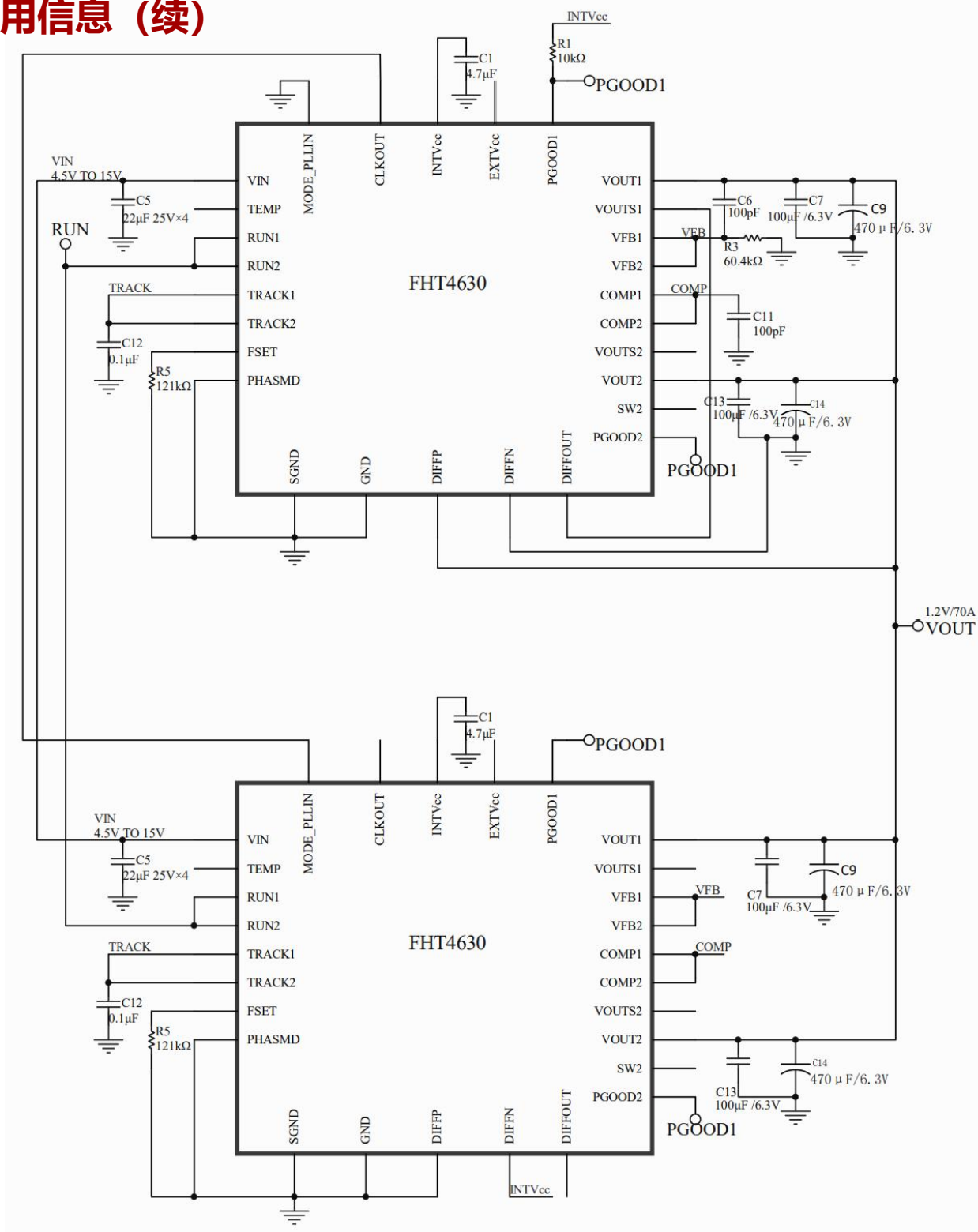
典型电路 两相独立输出应用示例

应用信息 (续)



典型电路 两相并联输出应用示例

应用信息 (续)

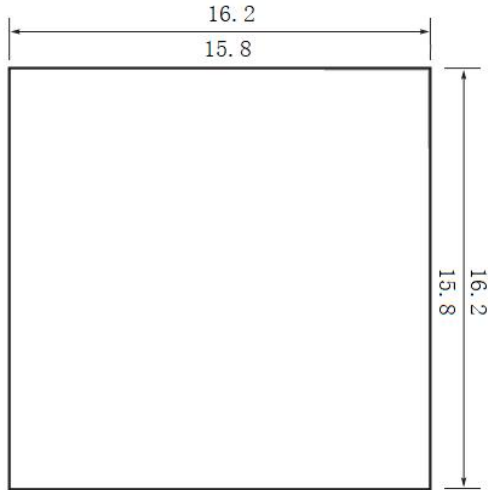


典型电路 4相并联输出应用示例

封装尺寸

LGA (16mm×16mm×4.32mm)

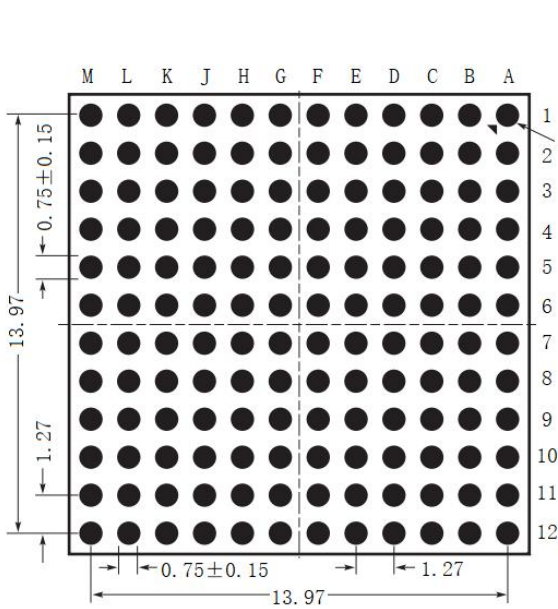
BGA (16mm×16mm×5.01mm)



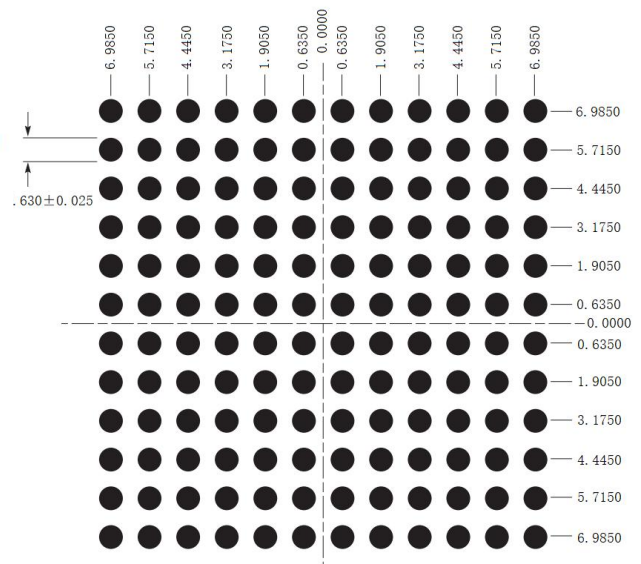
俯视图



侧视图



底视图

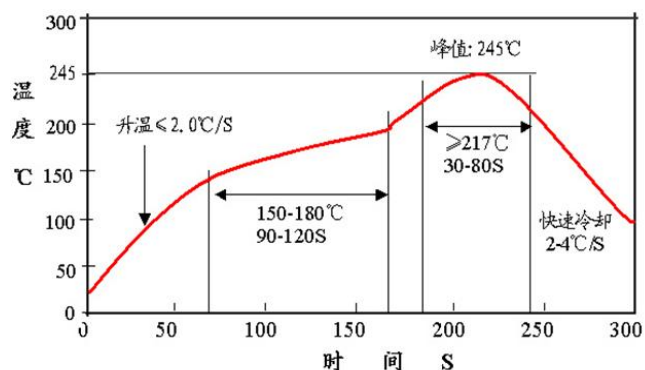


建议焊盘设计

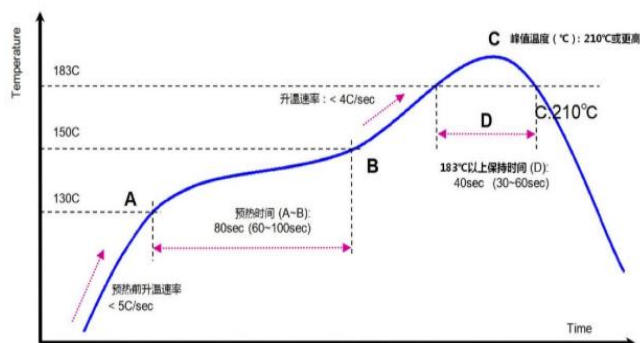
焊接及存储注意事项

对无铅BGA锡球产品，峰值温度不可超245℃；对有铅BGA锡球产品，峰值温度不可超225℃。

回流焊焊接推荐曲线供参考：

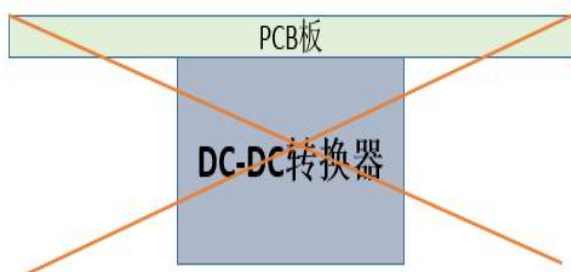


无铅制程



有铅制程

注意：



- 1、由于模块相对其他SMT器件较大，请不要将模块置于板底过回流焊，避免模块掉落。
- 2、对于散装和已拆封原包装的产品，要放干燥箱内保存（干燥箱的相对湿度要求在10%以内），对于未拆封原包装的产品，尽可能放干燥箱内保存。
- 3、上板前，需要严格遵照烘烤条件烘干样品：125° C环境温度下烘烤48小时以上。

订购信息

产品型号	输入	输出	封装	等级	温度范围 (壳温)	包装
FHT4630IY	4.5~15V	0.6~1.8V	BGA (有铅)	工业级	-40-125°C	带装
FHT4630IY#PBF	4.5~15V	0.6~1.8V	BGA (无铅)	工业级	-40-125°C	带装
FHT4630IV#PBF	4.5~15V	0.6~1.8V	LGA (无铅)	工业级	-40-125°C	带装
FHT4630MY	4.5~15V	0.6~1.8V	BGA (有铅)	普军级	-55-125°C	带装
FHT4630MY#PBF	4.5~15V	0.6~1.8V	BGA (无铅)	普军级	-55-125°C	带装
FHT4630MV#PBF	4.5~15V	0.6~1.8V	LGA (无铅)	普军级	-55-125°C	带装

版本信息

版本号	日期	变更内容	变更页码
V1.0	2023.8.28	初版	