

4路DC/DC, 每路输出4A, 可4路并联16A 一体式塑封可调降压电源模块



特性

- 每路4A持续满载输出电流, 峰值可达 5.5A
- 宽输入电压范围: 4.0V至15V
- 输出电压范围: 0.8V至5.5V
- 开关频率: 典型1MHZ, 可随输入输出自动调节
- 效率高达 92%
- 内部1mS软启动(附加外部1mS可选)
- $\pm 2\%$ 的总输出电压调整率
- 过流保护、过温保护、过压保护、欠压保护
- 扁平小尺寸:LGA封装(9mm*15mm*4.32mm)
BGA封装(9mm*15mm*5.01mm)

应用

- 多轨负载点调节; CPU和GPU供电
- CPLD、DSP和FPGA等ASIC芯片供电

描述

FHT4644是非隔离式降压型一体式塑封点电源, 适用于嵌入式大电流负载点, 其体积仅有 $9 \times 15 \times 4.32\text{mm}$ 可直接放置于FPGA/CPU旁边, 非常适合低输出电压、多路应用的场合。

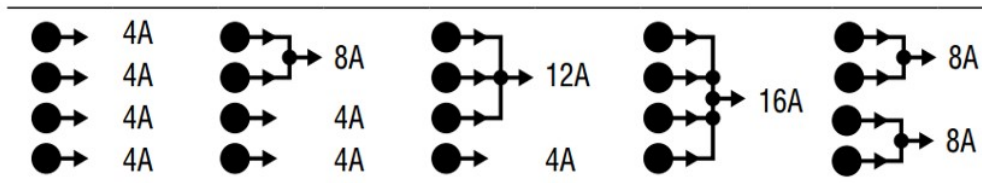
小体积的LGA和BGA封装集成了IC、电感及相应元器件, 只需要在外围配置一个调压电阻、几个输入输出瓷片电容, 即可快速完成多路电源系统的设计, 简化系统设计, 最大限度节省PCB空间。

基于同步整流型 Buck 拓扑设计, 最大每路 4A 电流, 有较高的电源转换效率, 可以从 4.0V~15V 电压转换至 0.8~5.5V, 提供四路 ON/OFF 控制, 四路 Power Good, OCP (过流)、OVP (过压)、UVP (欠压)、OTP (过温)、SCP (短路) 保护功能。

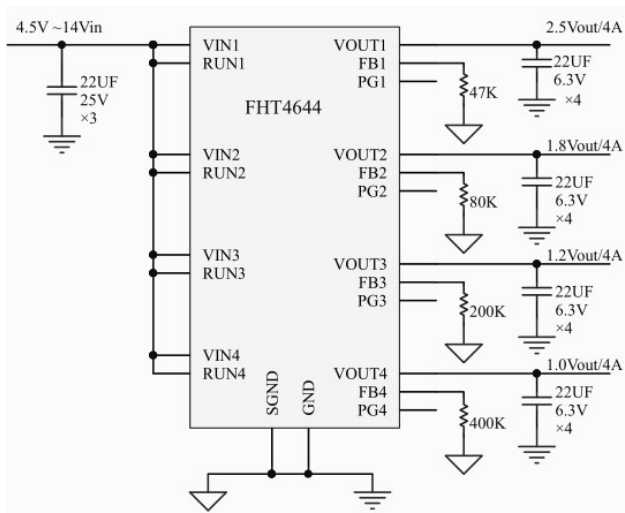
FHT4644内部四路输出可并联使用, 电源模块间也可并联。

典型应用

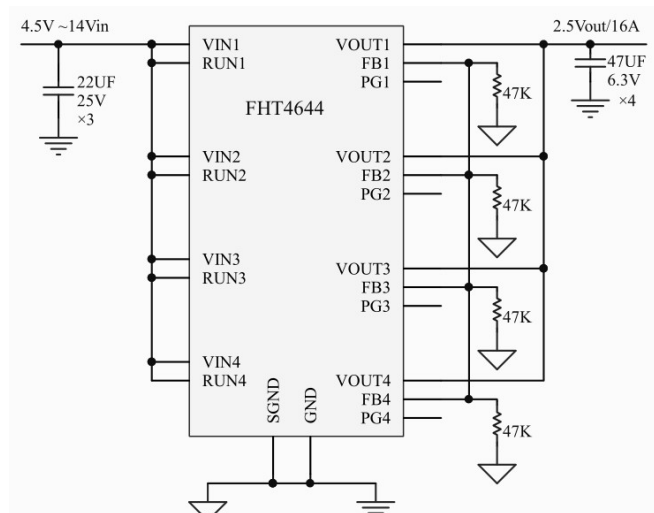
可配置的输出阵列



四路输出应用电路

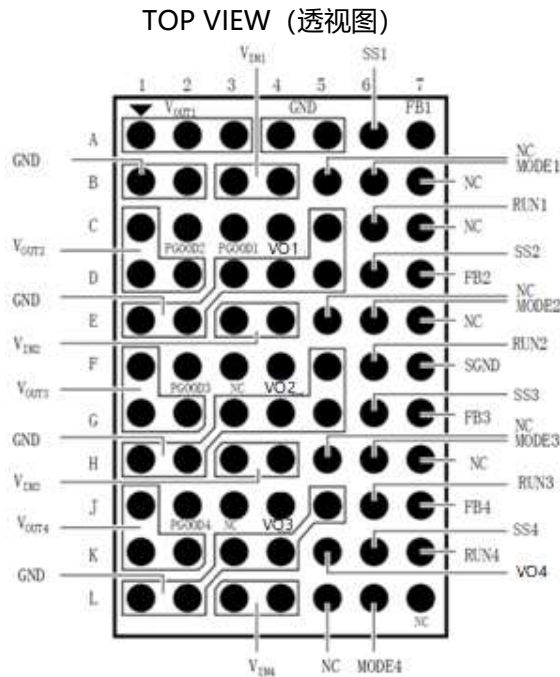


非并联应用



并联应用

产品脚位示意图和脚位定义



引脚	功能描述
V_{OUT1} (A1,A2,A3) , V_{OUT2} (C1,D1,D2) , V_{OUT3} (F1,G1,G2) , V_{OUT4} (J1,K1,K2) ,	电源模块四路输出引脚
V_{IN1} (B3,B4) , V_{IN2} (E3,E4) , V_{IN3} (H3,H4) , V_{IN4} (L3,L4)	电源模块四路输入引脚
GND (A4,A5, B1,B2, C5, D3,D4,D5, E1,E2, F5, G3,G4,G5, H1,H2, J5,K3, K4,L1,L2)	接地引脚
FB1 (A7) , FB2 (D7) , FB3 (G7) , FB4 (J7)	四路输出电压调整引脚, 可连接0.5%精度的调压电阻至GND。
RUN1 (C6) , RUN2 (F6) , RUN3 (J6) , RUN4 (K7)	四路使能引脚, 可直接接输入电压, 也可接外部电源来控制电源模块, 最小使能启动电压1.1V, 当使能电压低于0.95V时, 电源关断。建议使能电压大于1.2V, 此脚不能悬空。
PGOOD1 (C3) , PGOOD2 (C2) , PGOOD3 (F2) , PGOOD4 (J2)	故障指示引脚, PG=高表示VOUT在电压范围内, PG=低表示VOUT低于规定值。可将此PGOOD引脚接一个100K电阻到VO脚, 也可接其它电压供电到PGOOD, 当 PGOOD 置低时表示电源模块出现异常 (其所述异常包括UV,OV,OC,OT 等) 若不需要故障指示功能, 可不加这一电阻, PGOOD 可悬空。
VO1 (C4) , VO2 (F4) , VO3 (J4) , VO4 (K5)	VO可作为PG供电脚, 四组VO已在电源模块内部分别连接四组输出, 即 $VO1=V_{OUT1}$, $VO2=V_{OUT2}$, $VO3=V_{OUT3}$, $VO4=V_{OUT4}$ 。
MODE1(B6), MODE2(E6), MODE3(H6), MODE4(L6)	悬空,无电气连接功能, FHT4644工作频率和模式能自动调节, 工作频率典型值1MHz。
SGND (F7)	信号地, 建议GND (功率地) 和SGND分开布线, 最终用0欧姆电阻连接。
SS1 (A6), SS2(D6), SS3(G6), SS4(K6)	外部软启动引脚, 外部可接3.3nF的陶瓷电容到信号地, 若不需要增加外部软启动功能, 可不加这一电容, SS脚悬空。
NC (E7,H7,L7,C7,L5,H5,E5,B5,J3,F3)	悬空, 无电气连接功能。

功能规格

极限值	条件	最小值	标称值	最大值	单位
V_{IN} (每路)		-0.3		17	V
FB、 V_{OUT} (每路)		-0.3		7	V
PGOOD (每路)		-0.3		12	V
PGOOD电流 (每路)				10	mA
VO, SS/TR (每路)		-0.3		7	V
RUN (每路)		-0.3		17	V
贮存温度		-55		150	°C
回流焊温度				260	°C
输入特性	条件	最小值	标称值	最大值	单位
输入电压范围		4.0	12	14	V
开机电压阈值			3.95		V
关机电压阈值		3.5	3.6	3.9	V
满载时输入电流	$V_{IN}=12V, V_{OUT}=1.5V, I_{OUT}=4A$		0.6		A
低压满载时输入电流	$V_{IN}=5V, V_{OUT}=1.5V, I_{OUT}=4A$		1.5		A
空载时输入电流	$V_{IN}=12V, V_{OUT}=1.5V, I_{OUT}=0A$		650		μA
静态输入电流	ON/OFF=OFF		15		μA
通用要求	条件	最小值	标称值	最大值	单位
开关频率	自动调节		1000		KHz
效率	$V_{in}=5V, V_{out}=3.3V$			92	%
软启动时间	SS脚加3.3nF陶瓷电容		2		ms
使能	条件	最小值	标称值	最大值	单位
RUN使能电压		1.2	-	14	V
输出特性	条件	最小值	标称值	最大值	单位
输出电压范围	由FB脚电阻调节	0.8		5.5	V
输出电压	$C_{IN}=22\mu F, C_{OUT}=22\mu F \times 4, V_{IN}=4V$ to 15V, $I_{OUT}=0A$ to 4A	1.47	1.5	1.53	V
线性调整率	$V_{OUT}=1.5V, 4V < V_{IN} < 15V, I_{LOAD}=4A$			± 0.5	%
负载调整率	$V_{IN}=12V, V_{OUT}=1.5V, 1A < I_{LOAD} \leq 4A$			± 1	%
纹波和噪声	$V_{IN}=12V, V_{OUT}=1.5V, I_{OUT}=4A, C_{out}=22\mu F \times 4, 20MHz$ 带宽		10	50	mV
动态负载响应	75-100%满载, $di/dt=1A/\mu S, C_{out}=22\mu F \times 4$		50, 40		mV, μs

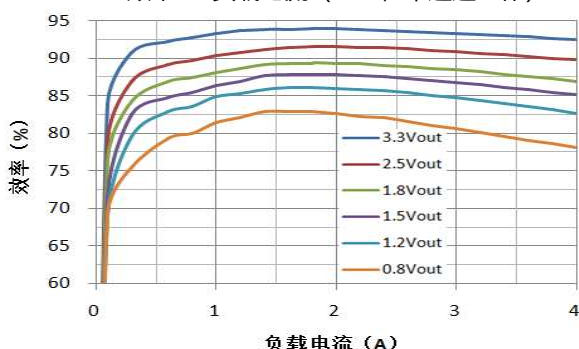
功能规格

输出特性	条件	最小值	标称值	最大值	单位
输出过电流保护	Iout%	115	120	125	%
输出过压保护	Vout%	115	115	130	%
过温度保护	壳温 (Tc)	-	-	135	°C
结构特性	条件	最小值	标称值	最大值	单位
封装	LGA、BGA	-	-	-	-
尺寸	LGA: 9*15*4.32; BGA: 9*15*5.01	-	-	-	mm
重量			1.6		g
环境适应性	条件	最小值	标称值	最大值	单位
工作温度 (壳温)		-40		125	°C
高温贮存 (环境温度)	+125°C, 48h			125	°C
高温工作 (环境温度)	+85°C, 24h; 输入低压、标压、负载降额、高压各8h			85	°C
低温贮存 (环境温度)	-55°C, 24h	-55			°C
低温工作 (环境温度)	-40°C, 24h; 输入低压、标压、高压各8h	-40			°C
湿热	高温高湿阶段: 60°C, 95%; 低温高湿阶段: 30°C, 95%; 循环10次, 每个循环为24h	30		60	°C
温度冲击	高温125°C, 低温-55°C, 高低温各一个小时为一个周期, 共试验32个周期	-55		125	°C

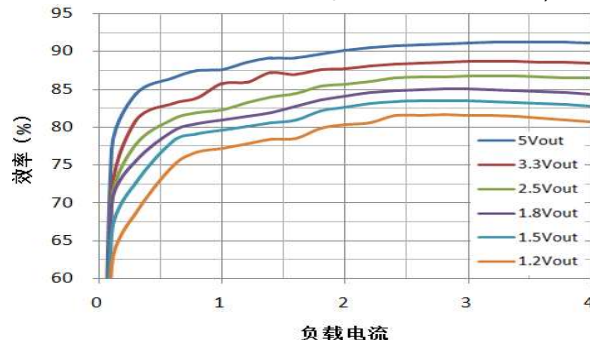
注 1: 高于“极限值”部分所列数值的应力有可能对器件造成永久性的损害。在任何绝对最大额定值条件下暴露的时间过长都有可能影响器件的可靠性和使用寿命。

典型性能特征

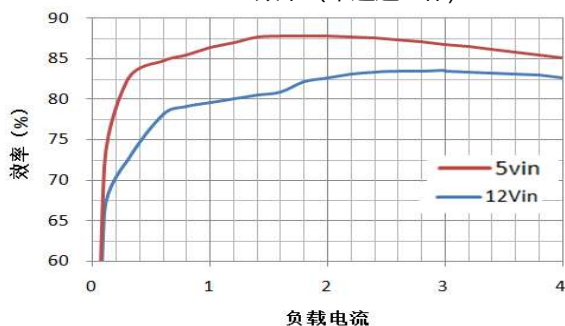
效率 vs 负载电流 (5Vin, 单通道工作)



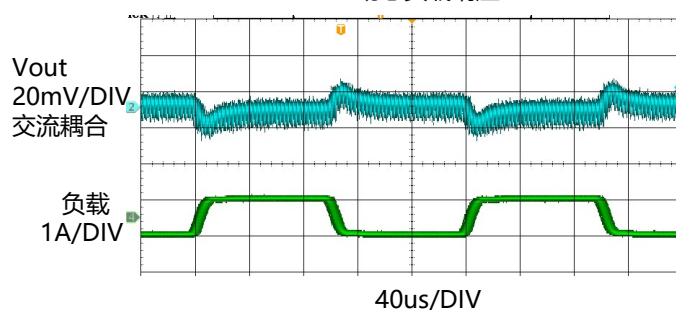
效率 vs 负载电流 (12Vin, 单通道工作)



1.5Vout效率 (单通道工作)

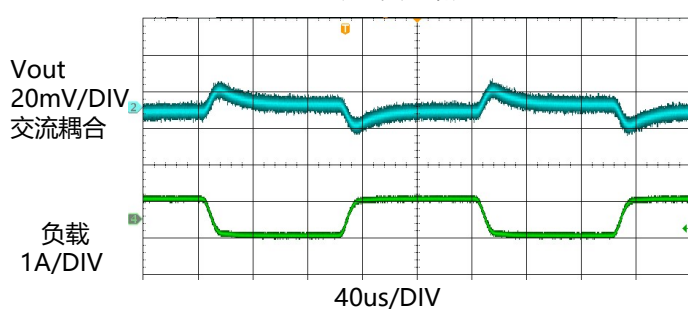


1.0V动态负载响应



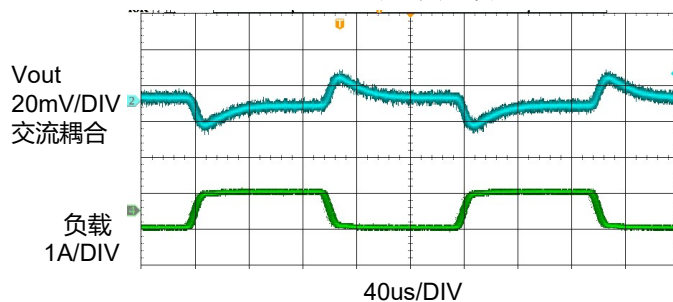
Vin=12V, Vout=1.0V, Iout=3A-4A, 1A/us
输出电容=4*22uF+0.1uF陶瓷电容

1.5V动态负载响应



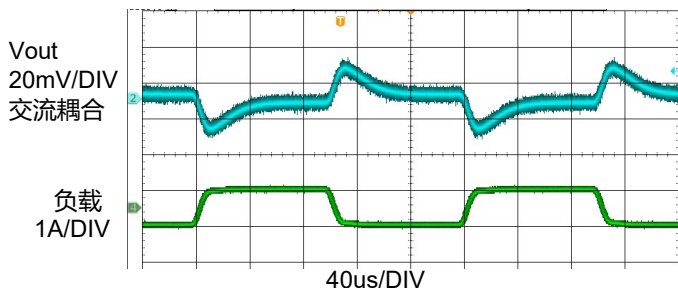
Vin=12V, Vout=1.5V, Iout=3A-4A, 1A/us
输出电容=4*22uF+0.1uF陶瓷电容

2.5V动态负载响应



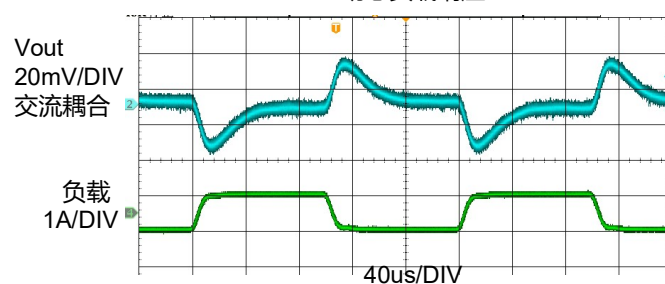
Vin=12V, Vout=2.5V, Iout=3A-4A, 1A/us
输出电容=4*22uF+0.1uF陶瓷电容

3.3V动态负载响应



Vin=12V, Vout=3.3V, Iout=3A-4A, 1A/us
输出电容=4*22uF+0.1uF陶瓷电容

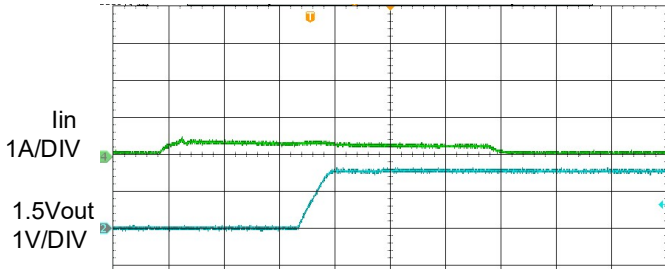
5.0V动态负载响应



Vin=12V, Vout=5V, Iout=3A-4A, 1A/us
输出电容=4*22uF+0.1uF陶瓷电容

典型性能特征

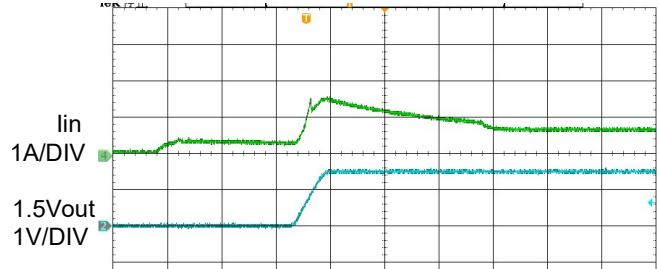
输出启动-空载



2ms/DIV

$V_{in}=12V$, $V_{out}=1.5V$, $I_{out}=0A$
 输入电容=150uF电解电容+4*22uF+0.1uF陶瓷电容
 输出电容=4*22uF+0.1uF陶瓷电容

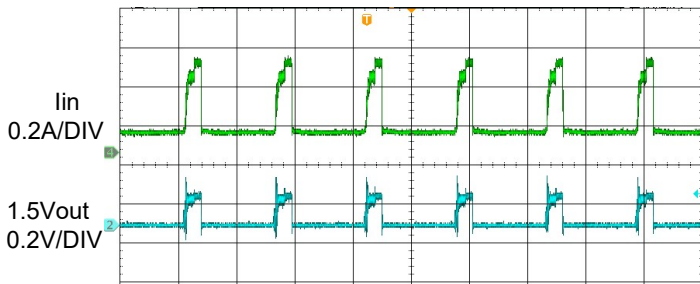
输出启动-4A负载



2ms/DIV

$V_{in}=12V$, $V_{out}=1.5V$, $I_{out}=4A$
 输入电容=150uF电解电容+4*22uF+0.1uF陶瓷电容
 输出电容=4*22uF+0.1uF陶瓷电容

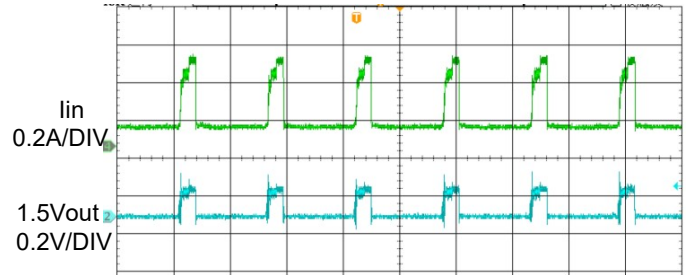
输出短路-空载 (常态, 打嗝模式)



4ms/DIV

$V_{in}=12V$, $V_{out}=1.5V$, $I_{out}=0A$
 输入电容=150uF电解电容+4*22uF+0.1uF陶瓷电容
 输出电容=4*22uF+0.1uF陶瓷电容

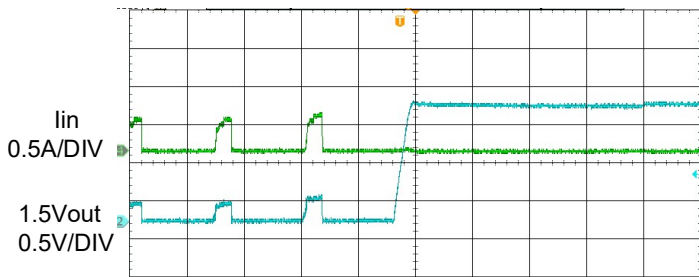
输出短路-4A负载 (常态打嗝模式)



4ms/DIV

$V_{in}=12V$, $V_{out}=1.5V$, $I_{out}=4A$
 输入电容=150uF电解电容+4*22uF+0.1uF陶瓷电容
 输出电容=4*22uF+0.1uF陶瓷电容

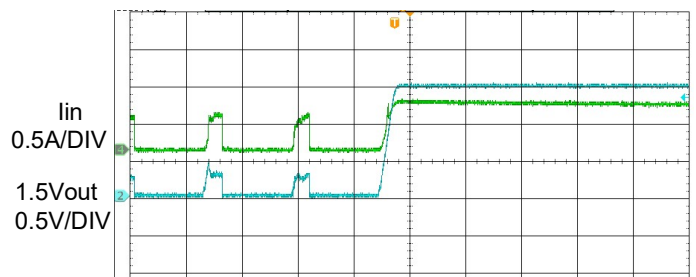
输出短路移除-空载 (瞬态, 打嗝模式)



4ms/DIV

$V_{in}=12V$, $V_{out}=1.5V$, $I_{out}=0A$
 输入电容=150uF电解电容+4*22uF+0.1uF陶瓷电容
 输出电容=4*22uF+0.1uF陶瓷电容

输出短路移除-4A负载 (瞬态, 打嗝模式)

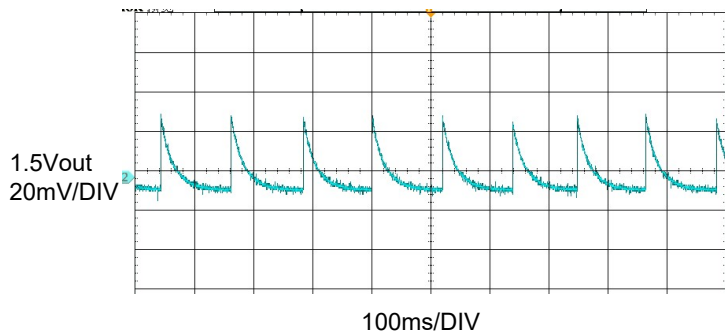


4ms/DIV

$V_{in}=12V$, $V_{out}=1.5V$, $I_{out}=4A$
 输入电容=150uF电解电容+4*22uF+0.1uF陶瓷电容
 输出电容=4*22uF+0.1uF陶瓷电容

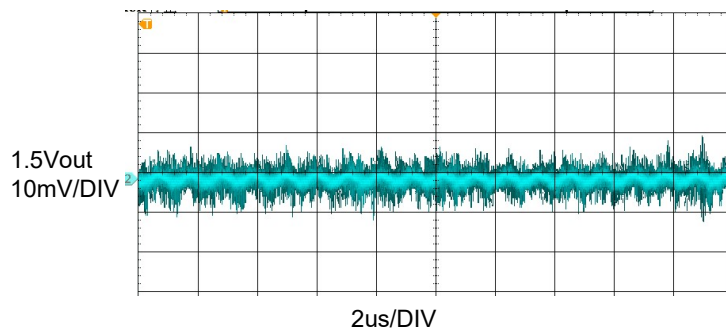
典型性能特征

1.5V输出纹波-空载



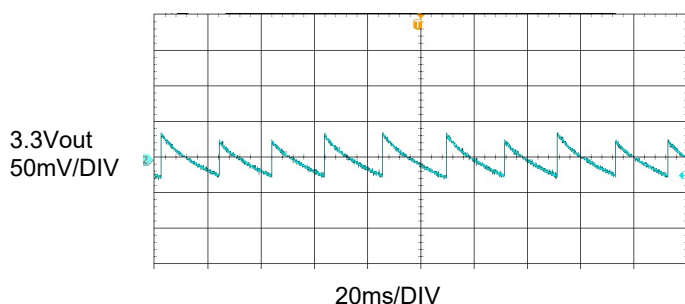
Vin=12V, Vout=1.5V, Iout=0A
 输入电容=4*22uF+0.1uF陶瓷电容
 输出电容=4*22uF+0.1uF陶瓷电容
 20MHZ带宽限制

1.5V 输出纹波-4A负载



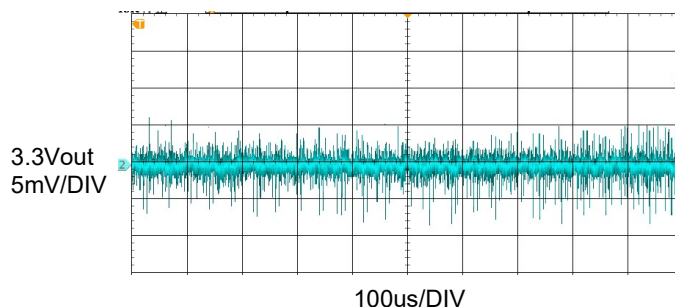
Vin=12V, Vout=1.5V, Iout=4A
 输入电容=4*22uF+0.1uF陶瓷电容
 输出电容=4*22uF+0.1uF陶瓷电容
 20MHZ带宽限制

3.3V输出纹波-空载



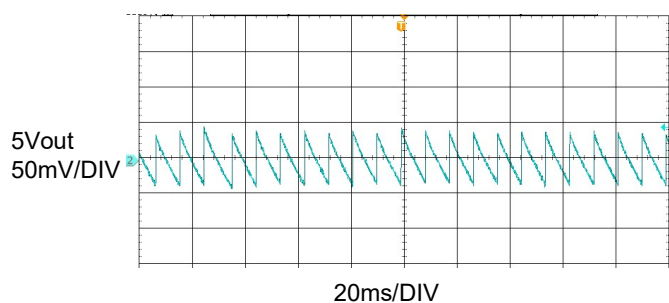
Vin=12V, Vout=1.5V, Iout=0A
 输入电容=4*22uF+0.1uF陶瓷电容
 输出电容=4*22uF+0.1uF陶瓷电容
 20MHZ带宽限制

3.3V 输出纹波-4A负载



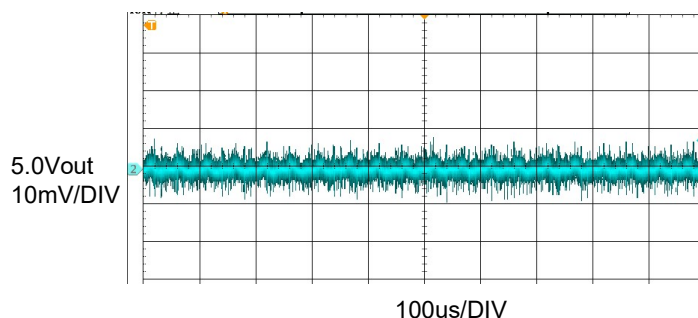
Vin=12V, Vout=1.5V, Iout=4A
 输入电容=4*22uF+0.1uF陶瓷电容
 输出电容=4*22uF+0.1uF陶瓷电容
 20MHZ带宽限制

5V 输出纹波-空载



Vin=12V, Vout=1.5V, Iout=0A
 输入电容=4*22uF+0.1uF陶瓷电容
 输出电容=4*22uF+0.1uF陶瓷电容
 20MHZ带宽限制

5V 输出纹波-4A负载



Vin=12V, Vout=1.5V, Iout=0A
 输入电容=4*22uF+0.1uF陶瓷电容
 输出电容=4*22uF+0.1uF陶瓷电容
 20MHZ带宽限制

应用详解

FHT4644 是一款四路独立输出的非隔离式 DC/DC 开关稳压器。它有四个独立的稳压器通道，每个通道都能够提供高达 4A 的连续输出电流，仅需少量外部输入和输出电容。在 4.0V 至 15V 输入电压范围内，每个稳压通道通过一个外部电阻可提供精确调节的输出电压，电压范围为 0.8V 至 5.5V。

RUN 启动

将每个稳压器通道的 RUN 引脚拉至地，迫使稳压器进入关断状态，关闭功率 MOSFET 和大部分内部控制电路。将 RUN 引脚置于 0.7V 以上仅打开内部参考，同时仍保持功率 MOSFET 关闭。进一步将 RUN 引脚电压增加到 1.2V 以上将打开整个稳压器通道。

输出电压设置

在 FHT4644 内部，FB 引脚通过 100kΩ 精密电阻连接到每个通道的 VOUT 端。本模块输出电压可通过对 FB 与 GND 引脚之间的电阻进行编程，来控制输出电压。计算如下所示：参考计算公式如下：

注：建议预留两个电阻位，且精度为 0.5%，以便对输出电压进行精调。下面公式为输出调压电阻计算公式：

$$R_{FB}(K) = \frac{100k}{\frac{V_{out}}{0.8} - 1}$$

下面列表 1 为 R_{FB} 电阻与各输出电压关系

V_{OUT} (V)	R_{FB} (kΩ)	V_{OUT} (V)	R_{FB} (kΩ)
0.8	Open	1.8	80
1.0	400	2.5	47.06
1.2	200	3.3	32
1.5	114.3	5.0	19.05

表 1 R_{FB} 电阻与各输出电压关系表

软启动

模块内置有软启动，另有外部软启动脚可供选择，接 1 个 3.3nF 左右的陶瓷电容，可增加延迟时间。

输入欠压保护

当 V_{IN} 降至 3.7V 以下，欠压锁定。

注意：如输入线比较长，由于存在线压降，需保证到模块输入脚电压大于 4.0V，以确保有正常输出。

输出过流保护

当输出电流超过电流限制值时，FHT4644 进入保护状态。当输出电流回到正常范围内，转换器进入正常工作状态。

Power Good

PGOOD 引脚为漏极开路引脚，可用于监测每个有效的输出电压调节。当 V_{out} 达到略低于设定的输出电压的窄裕度时，PG 变高。也可用来监测 UVLO 和 OTP 等保护功能，可以将电阻器上拉至特定电源电压以进行监控。

下面列表 2 为 PGOOD 脚逻辑图：

监测项	条件	PG 状态
UVLO	$0.7V < V_{IN} < V_{UVLO}$	低电平
开机(RUN=高电平)	$V_{FB} \geq V_{TH_PG}$	高电平
	$V_{FB} \leq V_{TH_PG}$	低电平
关机(RUN=低电平)		低电平
温度保护关机	$T_J > T_{SD}$	低电平
电源移除	$V_{IN} < 0.7V$	高电平

注： V_{FB} 为电压反馈脚电压， V_{TH_PG} 为 PGOOD 阈值电压， T_J 为结温， T_{SD} 为电源保护关机时温度

表 2 PGOOD 脚逻辑图

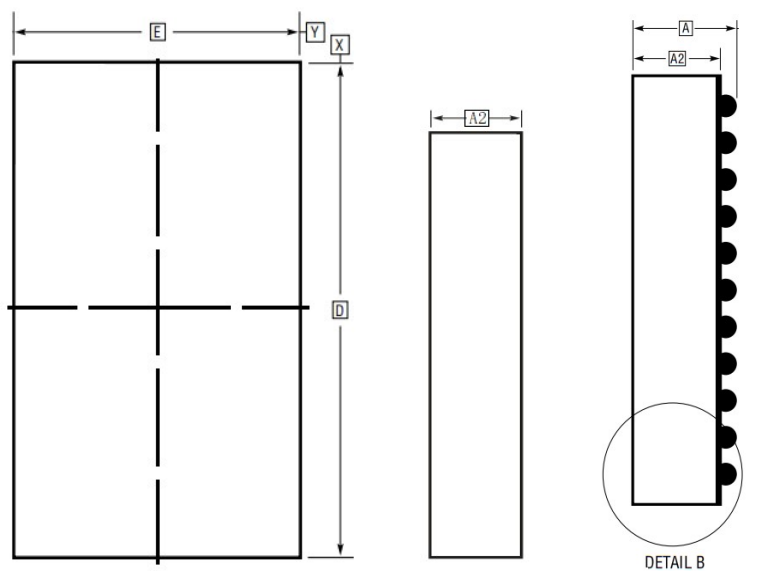
过温保护

当 FHT4644 的壳温上升到 135°C 以上时，进入过温保护状态

封装尺寸(77引脚)

LGA封装 (9mm×15mm×4.32mm)

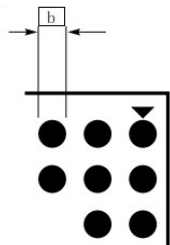
BGA封装 (9mm×15mm×5.01mm)



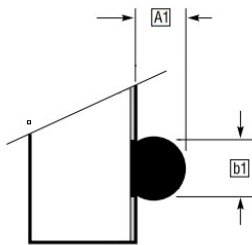
TOP VIEW

LGA SIDE VIEW

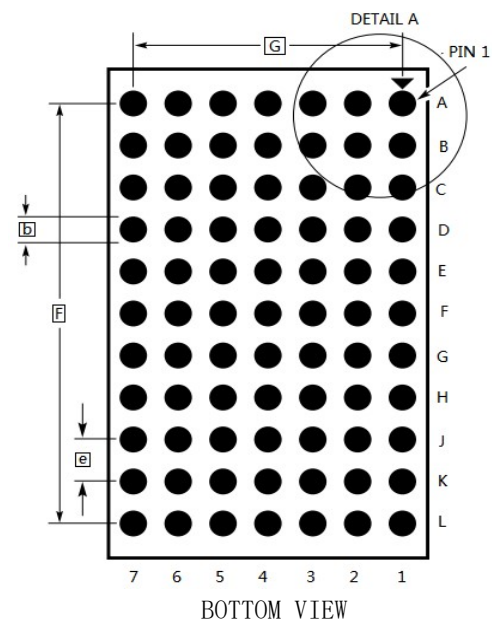
BGA SIDE VIEW



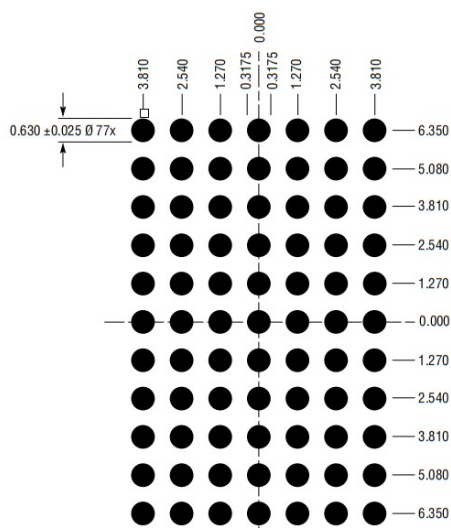
DETAIL A



DETAIL B



BOTTOM VIEW



TOP VIEW (PCB LAYOUT 建议尺寸)

LGA尺寸

SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A2	4.12	4.32	4.52
b	0.60	0.70	0.90
D	14.8	15	15.2
E	8.8	9	9.2
e	1.27		
F	12.70		
G	7.62		

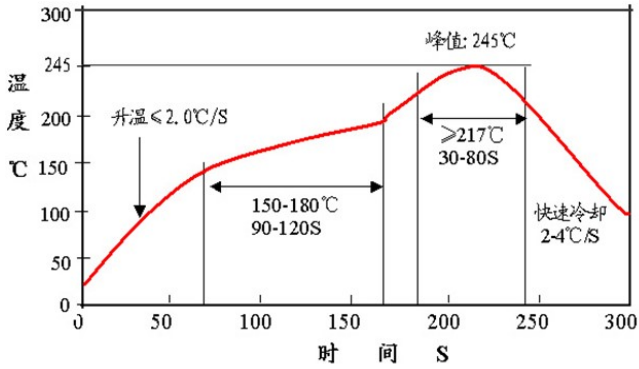
BGA尺寸

SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A	4.81	5.01	5.21
b	0.60	0.75	0.90
A1	0.50	0.60	0.70
b1	0.60	0.63	0.66
D	14.8	15	15.2
E	8.8	9	9.2
e	1.27		
F	12.70		
G	7.62		

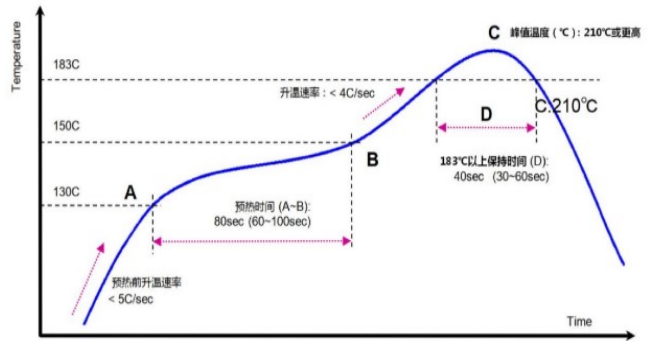
焊接及存储注意事项

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：

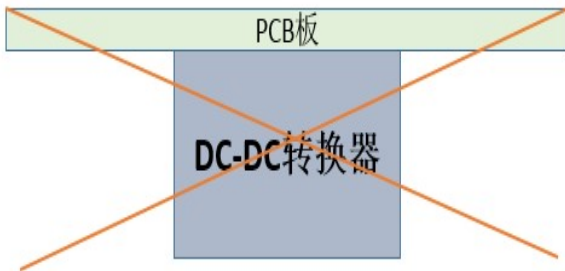


无铅制程



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情况下烘干48小时以上，并控制回流焊温度在245℃以内。

订购信息

产品型号	输入		输出		效率	使能电压	封装	使用等级	温度范围 (壳温)	包装
	输入范围	标称输入	输出范围	标称输出						
FHT4644IV#PBF	4.0-15V	12V	0.8-5.5V	5.0, 3.3, 2.5,1.5V	92%	1.2-15V	LGA (无铅)	工业级	-40-125°C	带装
FHT4644IY	4.0-15V	12V	0.8-5.5V	5.0, 3.3, 2.5,1.5V	92%	1.2-15V	BGA (有铅)	工业级	-40-125°C	带装
FHT4644MV#PBF	4.0-15V	12V	0.8-5.5V	5.0, 3.3, 2.5,1.5V	92%	1.2-15V	LGA (无铅)	普军级	-40-125°C	带装
FHT4644MY	4.0-15V	12V	0.8-5.5V	5.0, 3.3, 2.5,1.5V	92%	1.2-15V	BGA (有铅)	普军级	-40-125°C	带装
FHT4644IY#PBF	4.0-15V	12V	0.8-5.5V	5.0, 3.3, 2.5,1.5V	92%	1.2-15V	BGA (无铅)	工业级	-40-125°C	带装
FHT4644MY#PBF	4.0-15V	12V	0.8-5.5V	5.0, 3.3, 2.5,1.5V	92%	1.2-15V	BGA (无铅)	普军级	-40-125°C	带装

版本信息

版本号	日期	变更内容	变更页码
V1.0	2022.6.30	初版	
V1.1	2022.7.18	输出电压设置-调压电阻、订购信息	6、8
V1.2	2022.9.9	输出最低电压, 订购信息等	1、6、8
V1.3	2022.9.29	页码更正	6
V1.4	2022.10.22	部分极限值参数、纹波值参数	3
V1.5	2022.12.2	功能描述、订购信息	10
V1.6	2022.12.12	特性、典型应用	1
V1.7	2023.3.1	描述、输入欠压保护、焊接及存储注意事项、订购信息	1、8、11