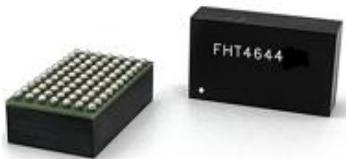




FHT4644

4路DC/DC，每路输出4A，可4路并联16A
超薄型SIP封装电源模块



产品特性

- **自主研发，纯国产化**
- **采用SMT工艺，SIP塑封封装**
- **总规范：GJB 10164-2021**
- **详细规范：SC-Q/GZX52013-2022**
- **输出电流：每路4A持续满载输出电流，峰值 5.5A**
- **并联：4路并联输出16A，支持4644模块之间并联**
- **工作温度 (Tc) : -55°C ~ +125°C**
- **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：变频，可自动调节，典型1MHz，**
- **工作模式：自动调节**
- **效率：92%**
- **空载功耗：4路总和0.01W (12Vin, 5V输出)**
- **输出纹波电压：15mVp-p (典型值)**
- **电压调整率：±1.0% (典型值)**
- **负载调整率：±0.5% (典型值)**
- **软启动：内部1ms软启动(附加外部1ms可选)**
- **保护：输出过流、过热、输出过压、输入欠压**
- **常规尺寸：**

LGA封装(9.0*15.0*4.32mm)

BGA封装(9.0*15.0*5.01mm)

- **超薄尺寸：**

LGA封装(9.0*15.0*1.82mm)

BGA封装(9.0*15.0*2.42mm)

应用

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

产品简介

FHT4644是一款非隔离式降压型DC/DC电源模块，4~15V宽电压输入，0.8~5.5V输出可调。四路输出、每路可加载4A、有LGA和BGA两种封装供用户选择。

FHT4644为SMT表贴模块，采用回流焊方式焊接到PCB板上，具有高功率密度、体积小的特点，超薄型仅有1.82mm厚度，功率密度达到了300W/cm³。电源模块电路集成了电源芯片、电感及相关元器件，每路输出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，简化的系统设计最大限度地节省PCB布局空间。

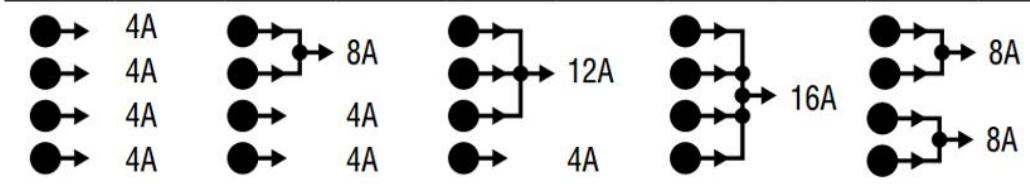
FHT4644作为负载点电源，可直接安装在FPGA旁边，为系统中的数字电路、FPGA控制电路、主板及CPU、通信、存储等提供5.0V、3.3V、2.5V、1.2V等高精度电压，每路可持续提供4A的电流，四路输出可任意组合并联使用，且FHT4644电源模块之间也可并联。非常适合低输出电压、多路应用的场合。

FHT4644工作模式和工作频率可自动调节，可根据实时的输入、输出电压及负载自动调节，不仅节省了外围电路，还能将空载功耗降到最低，电源模块始终处于最佳工作状态。

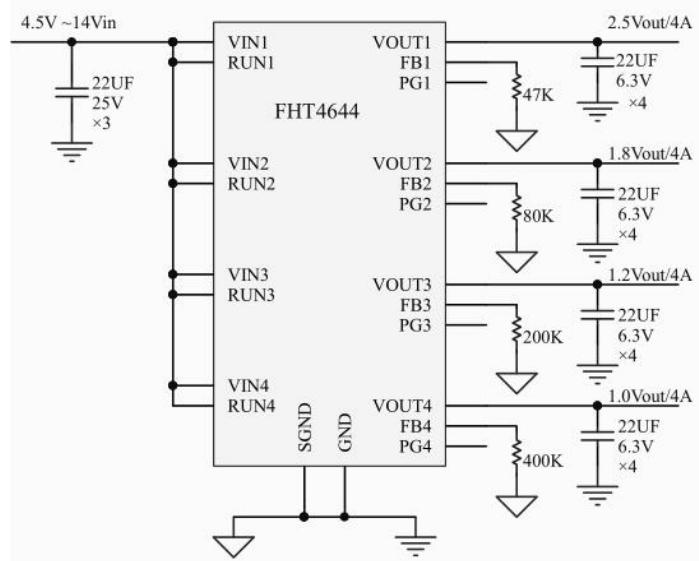
FHT4644所有元器件均实现国产，可提供自主可控报告。此外，该电源模块还具有高可靠性、高效率、长寿命的特点。特别是在低压输出时，其效率明显高于同类产品，可为系统提供更可靠、更稳定的电源。

典型应用

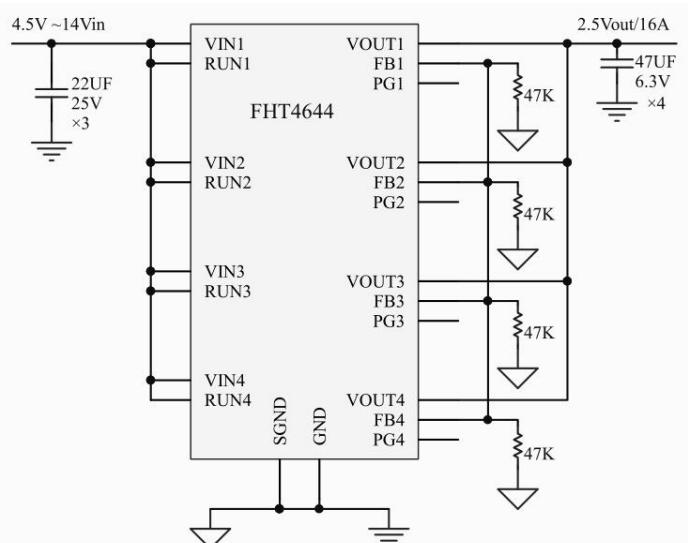
可配置的输出阵列



非并联应用

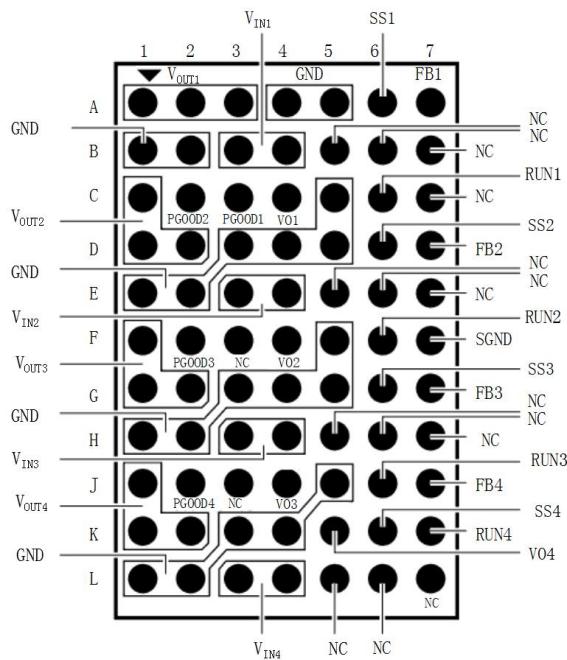


并联应用



产品脚位示意图和脚位定义

TOP VIEW (透视图)



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，如要关断电源，可将此脚接到地。
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（注意：需要评估VO脚实际电压是否能达到后级FPGA或其它芯片I/O口的电压要求），也可接外部电压供电到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对应连接到四路输出端，即VO1=VOUT1,VO2=VOUT2, VO3=VOUT3, VO4=VOUT4。
MODE1(B6), MODE2(E6), MODE3(H6), MODE4(L6)	空置引脚,无电气功能，可以跟任意引脚连接。（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起动功能，可不加这一电容，SS脚悬空。
NC (E7,H7,L7,C7,L5,H5,E5,B5,J3,F3)	空置引脚，无电气功能，可以跟任意引脚连接。

功能规格

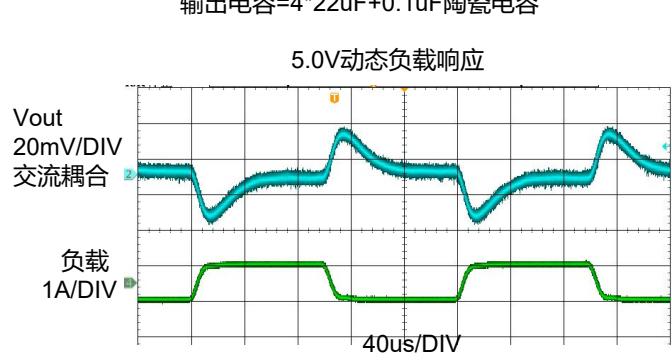
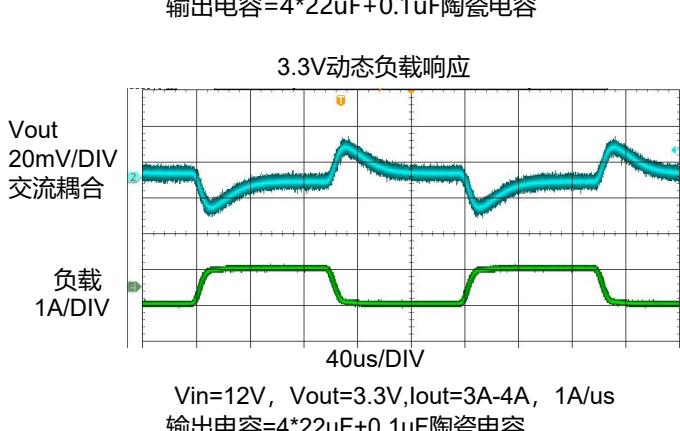
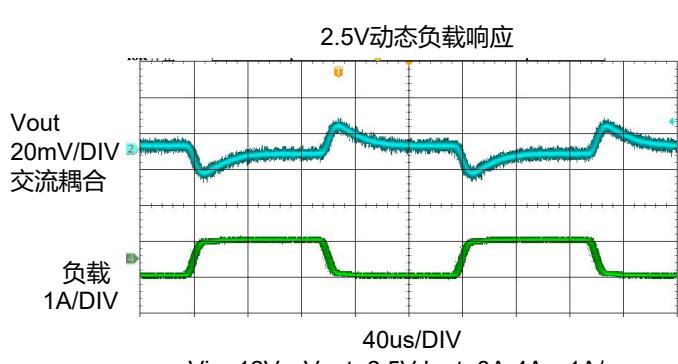
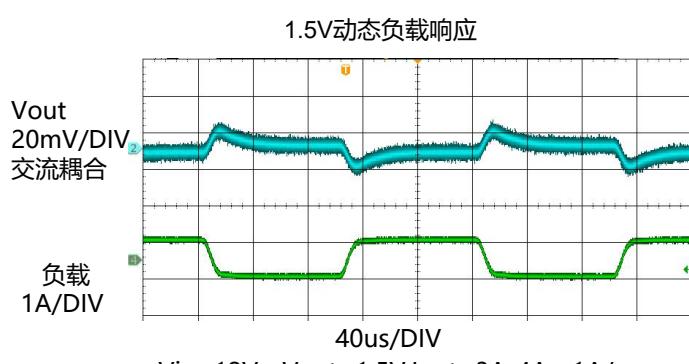
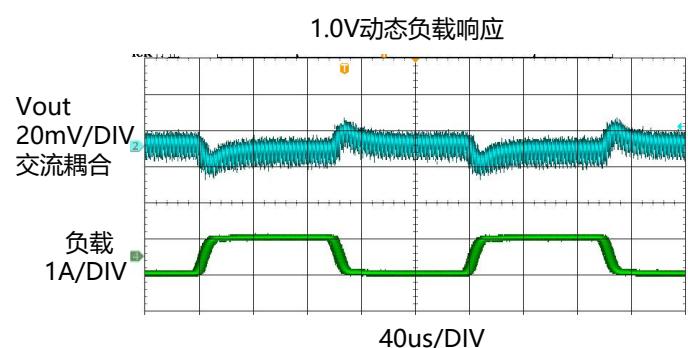
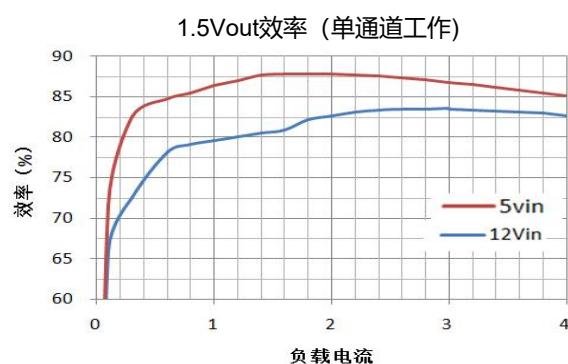
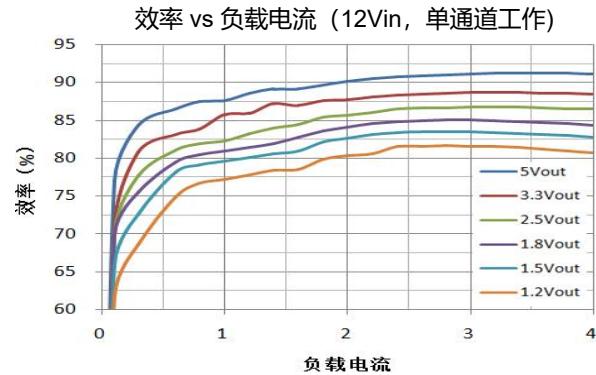
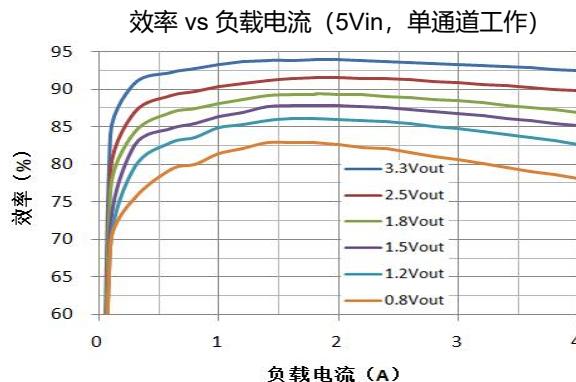
极限值	条件	最小值	标称值	最大值	单位
V_{IN} (每路)		-0.3		17	V
FB、 V_{OUT} (每路)		-0.3		7	V
PGOOD (每路)		-0.3		12	V
PGOOD电流 (每路)				10	mA
VO , SS/TR (每路)		-0.3		7	V
RUN (每路)		-0.3		17	V
贮存温度		-55		150	°C
回流焊温度				245	°C
输入特性	条件	最小值	标称值	最大值	单位
输入电压范围		4.0	12	14	V
开机电压阈值			3.95		V
关机电压阈值		3.5	3.6	3.9	V
满载时输入电流	$V_{IN} = 12V, V_{OUT} = 1.5V, I_{OUT} = 4A$		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	$C_{IN} = 22\mu F, C_{OUT} = 22\mu F \times 4, V_{IN} = 4V \text{ to } 15V, I_{OUT} = 0A \text{ to } 4A$	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	±1	%
负载调整率	$V_{IN} = 12V, V_{OUT} = 1.5V, 1A < I_{LOAD} \leq 4A$		±1	±2	%
纹波和噪声	$V_{IN} = 12V, V_{OUT} = 1.5V, I_{OUT} = 4A, C_{out} = 22\mu F \times 4, 20MHz \text{ 带宽}$		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		$mV, \mu s$

功能规格

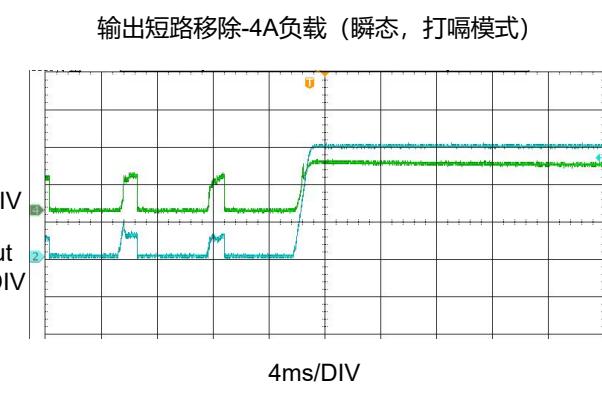
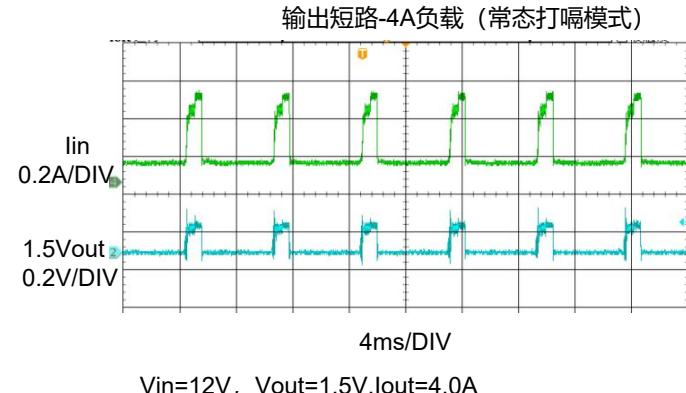
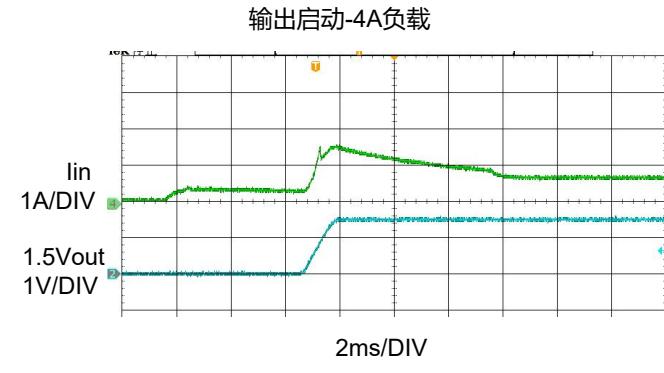
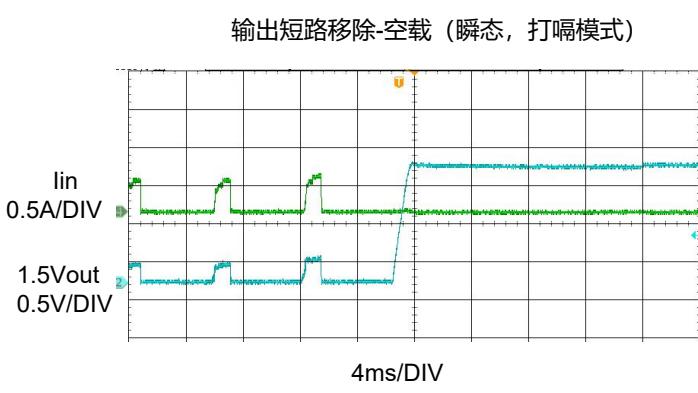
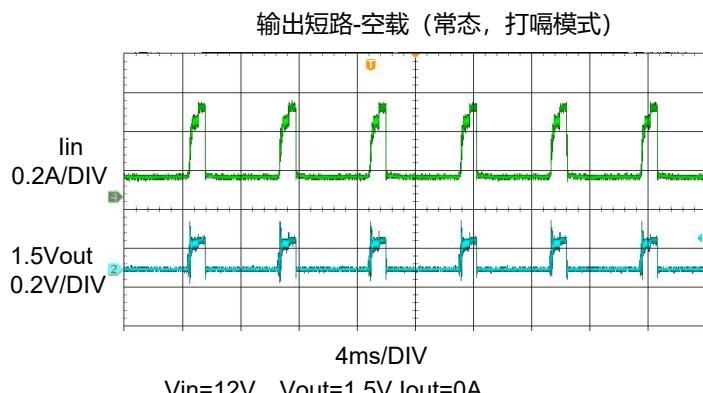
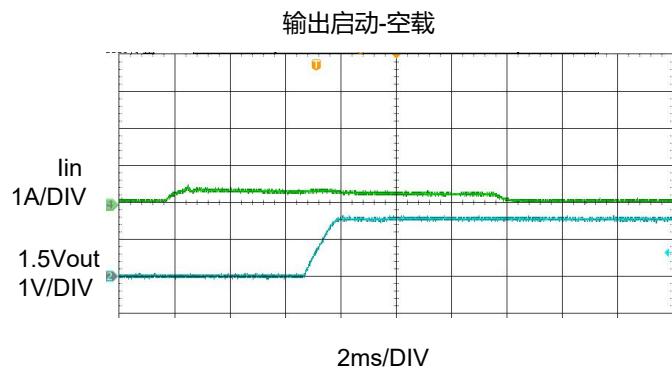
输出特性	条件	最小值	标称值	最大值	单位
输出过电流保护	Iout%	115	120	125	%
输出过压保护	Vout%	115	115	130	%
过温度保护	壳温 (Tc)	-	-	135	°C
结构特性	条件	最小值	标称值	最大值	单位
封装	LGA、BGA	-	-	-	-
常规尺寸	LGA: 9*15*4.32; BGA: 9*15*5.01	-	-	-	mm
超薄尺寸	LGA: 9*15*1.82; BGA: 9*15*2.42	-	-	-	mm
重量			1.6		g
环境适应性	条件	最小值	标称值	最大值	单位
工作温度 (壳温)		-55		125	°C
高温贮存 (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)	-55°C, 24h; 输入低压、标压、高压各8h	-55			°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。

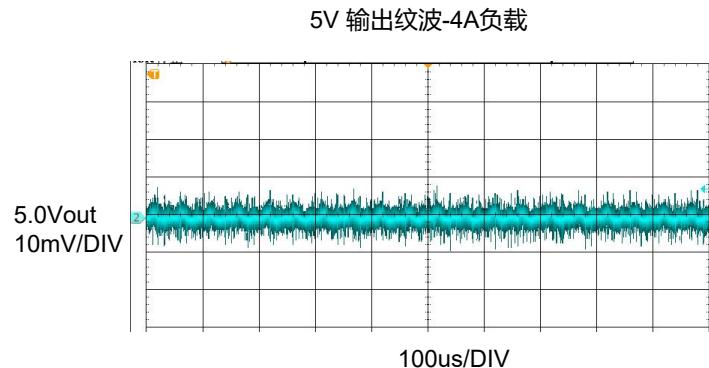
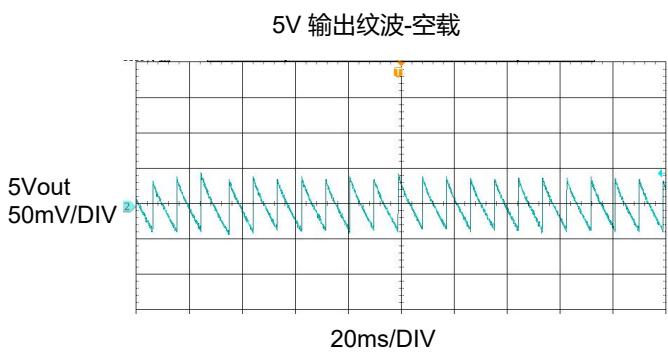
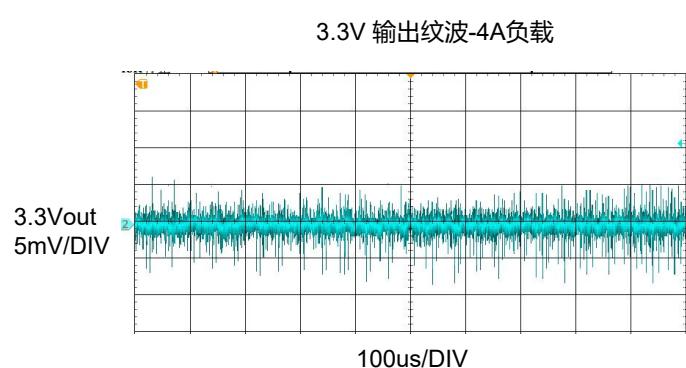
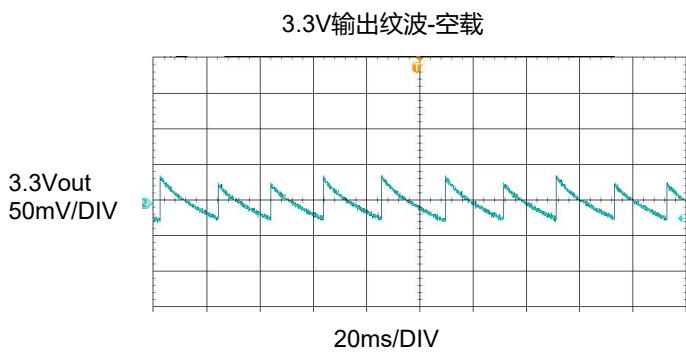
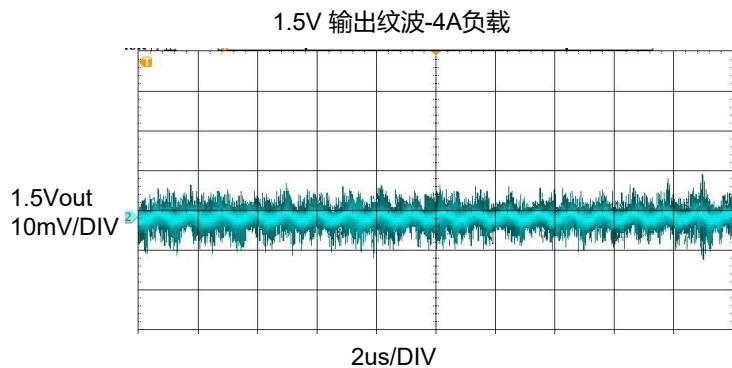
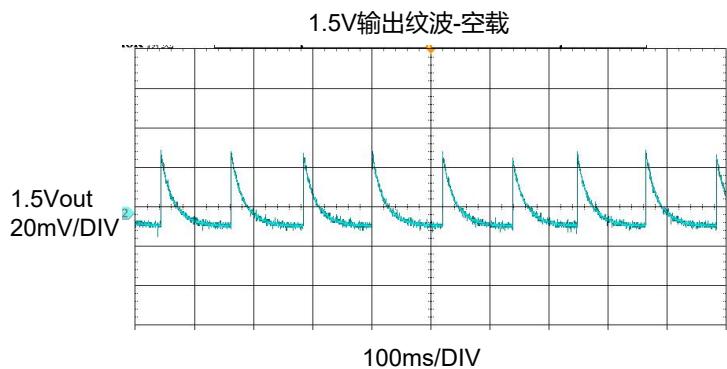
典型性能特征



典型性能特征



典型性能特征



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定调节的输出电压，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 FB 与 GND 之间的电阻 R_{FB} 来进行调节，计算如下所示：

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

注1：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。

下面列表1为 R_{FB} 电阻与各输出电压关系

Vout (V)	0.8	1.0	1.2	1.5	1.8	2.5	3.3	5.0
R _{FB} (kΩ)	open	400	200	114.3	80	47.06	32	19.05

注2：并联使用时，如 N 路并联，那么此时的 R_{FB} 电阻就是单路 R_{FB} 电阻值除以 N 的值，例如 3.3V 输出 4 路并联时，R_{FB} 电阻值就是 32K 除以 4=8K。

表1 R_{FB} 电阻与各输出电压关系表

软启动

模块内置有 1mS 的软启动，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。下面公式为软启动电容计算公式：

$$C_{ss} = 4 \times T_{ss}$$

C_{ss} 为软启动电容容值，单位为 nF，T_{ss} 为软启动时间，

单位为 mS。例如：附加的软启动时间为 1ms 时，所需要的软启动电容为 4nF。

输入欠压保护

当 VIN 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。

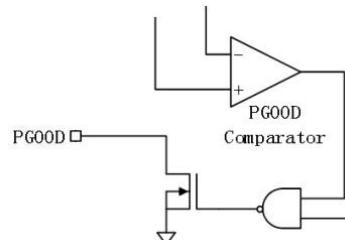
输出过流保护

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。当 Vout 低于设定的输出电压的门限电压时，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。

下图为 PG 电路示意图，列表 2 为 PGOOD 脚逻辑表：



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

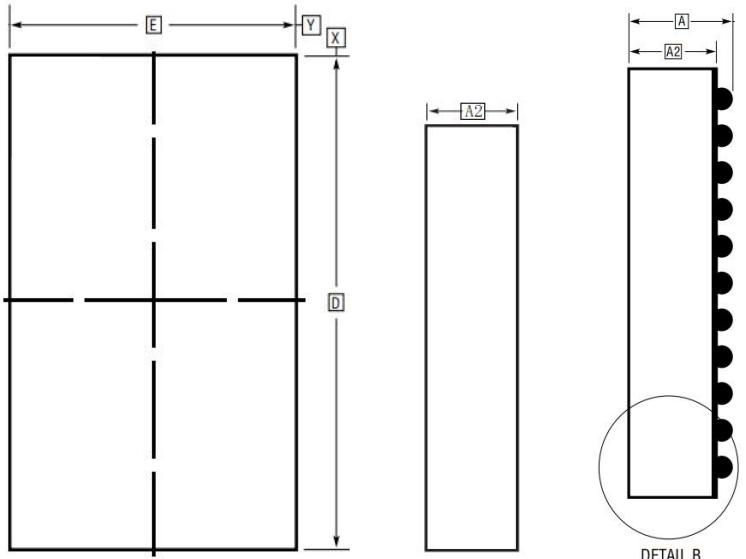
过温保护

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×4.32/1.82mm)

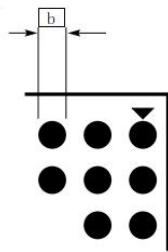
BGA封装 (9mm×15mm×5.01/2.42mm)



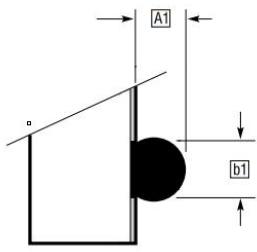
TOP VIEW

LGA SIDE VIEW

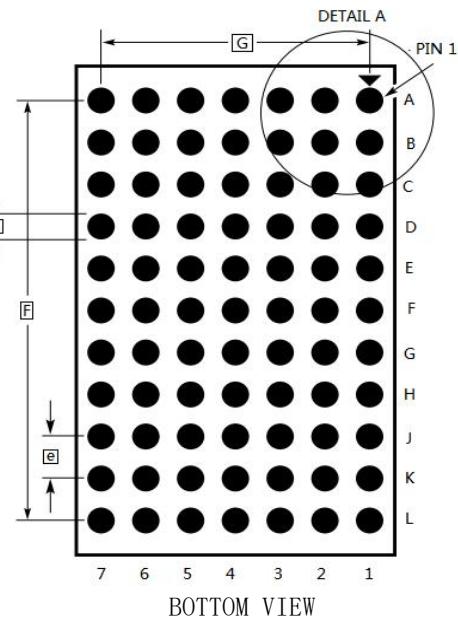
BGA SIDE VIEW



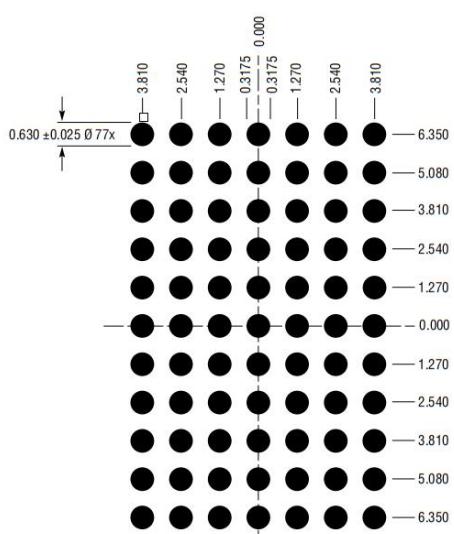
DETAIL A



DETAIL B



BOTTOM VIEW



TOP VIEW (PCB LAYOUT 建议尺寸)

LGA尺寸

SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A2 (常规尺寸)	4.12	4.32	4.52
A2 (超薄尺寸)	1.62	1.82	2.02
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 (常规尺寸)	4.81	5.01	5.21
A (超薄尺寸)	2.22	2.42	2.62
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	

工作条件、测试和应用特别说明

1、本模块推荐工作条件：

★ 输入电压范围：VIN = 4.0V ~ 15V (建议最小输入电压大于4.2V)

★ 输出电压范围：VOUT = 1.0V ~ 5.0V

★ 输出电流范围： (建议 80% 降额使用)

Iout= 0 ~ 4A 单通道独立工作

Iout=N × (0 ~ 4A) N 为并联通道数

★ 工作外壳温度 TC： -55°C ~ 125°C

2、测试和应用说明

该电源模块在功能测试时不建议采用线性电源测试（线性电源在调整输出时容易产生瞬态电压波动，有超过最大额定电压风险），推荐采用开关稳压电源或 DC/DC 模块电源。

★ 该电源模块为高功率密度型电路，建议采用 4 层或以上 PCB 板来布局。考虑高温情况下长期稳定工作，推荐进行适当负载降额（额定负载 80%）或做散热处理（可考虑使用：系统整机风冷、贴散热片到电源模块上方、增加电源模块底部PCB 板覆铜面积等）。

★ 该电源模块应用 PCB 板推荐采用较宽铜箔进行 VIN、VOUT 和 GND 布局，以减小因大电流造成的导通损耗和热应力。建议将输入、输出滤波电容靠近电源模块布局。为避免干扰，建议输入电容和输出电容相距要尽量大于1cm布局。

★ 若之前使用的是LTM4644外围电路设计，需要根据下面公式重新计算R_{FB}，只需变更电阻值即可，无需变更PCB布局。

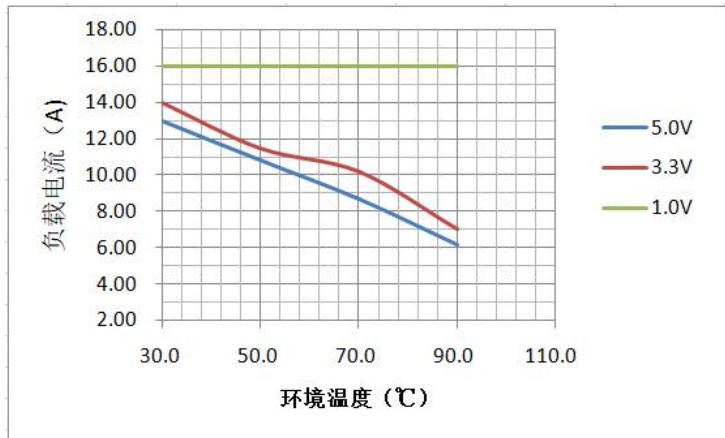
$$R_{FB}(K) = \frac{100k}{\frac{V_{out}}{0.8} - 1}$$

★ 该电源模块为空封全密封型产品，在焊接前看湿度卡的变化来确定是否需要预烘烤处理。

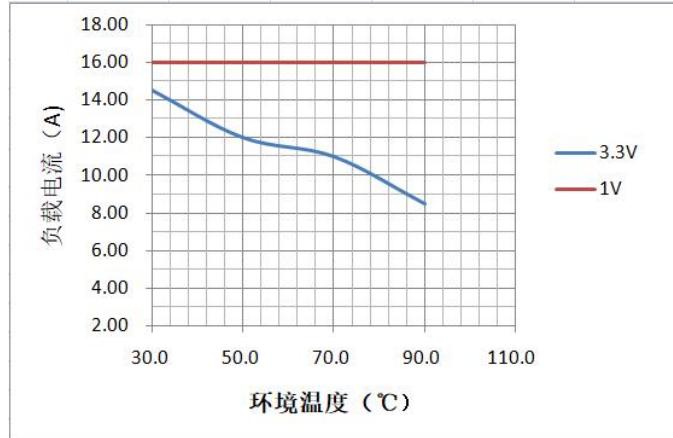
★ 注意产品传送过程中的静电防护。

工作条件、测试和应用特别说明

3、热降额曲线参考图（负载电流VS环境温度，温箱内测试，无外加散热装置，评估电源模块在不同环境温度下的加载情况）

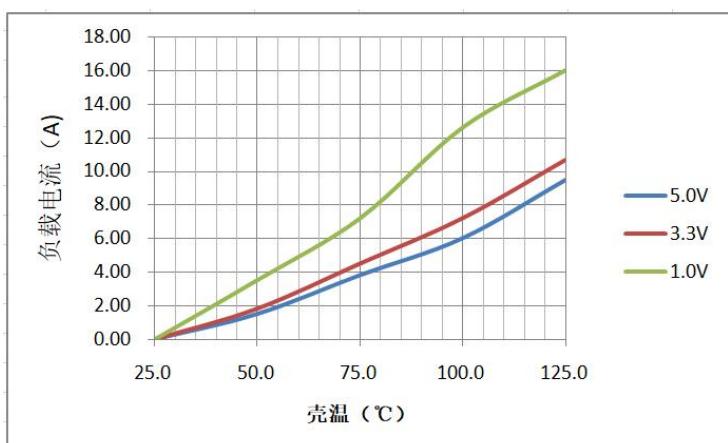


12Vin降额曲线，环境温度，4路并联

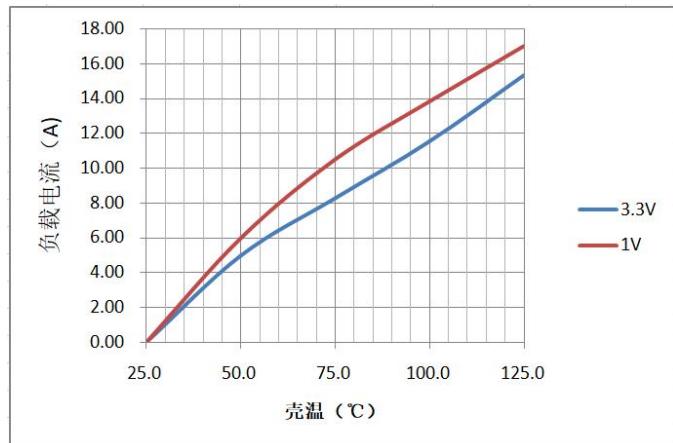


5Vin降额曲线，环境温度，4路并联

4、热降额曲线参考图（负载电流VS壳温，室温条件下测试，无外加散热装置，评估电源模块在不同负载条件下壳温的上升情况）



12Vin降额曲线，壳温，4路并联



5Vin降额曲线，壳温，4路并联

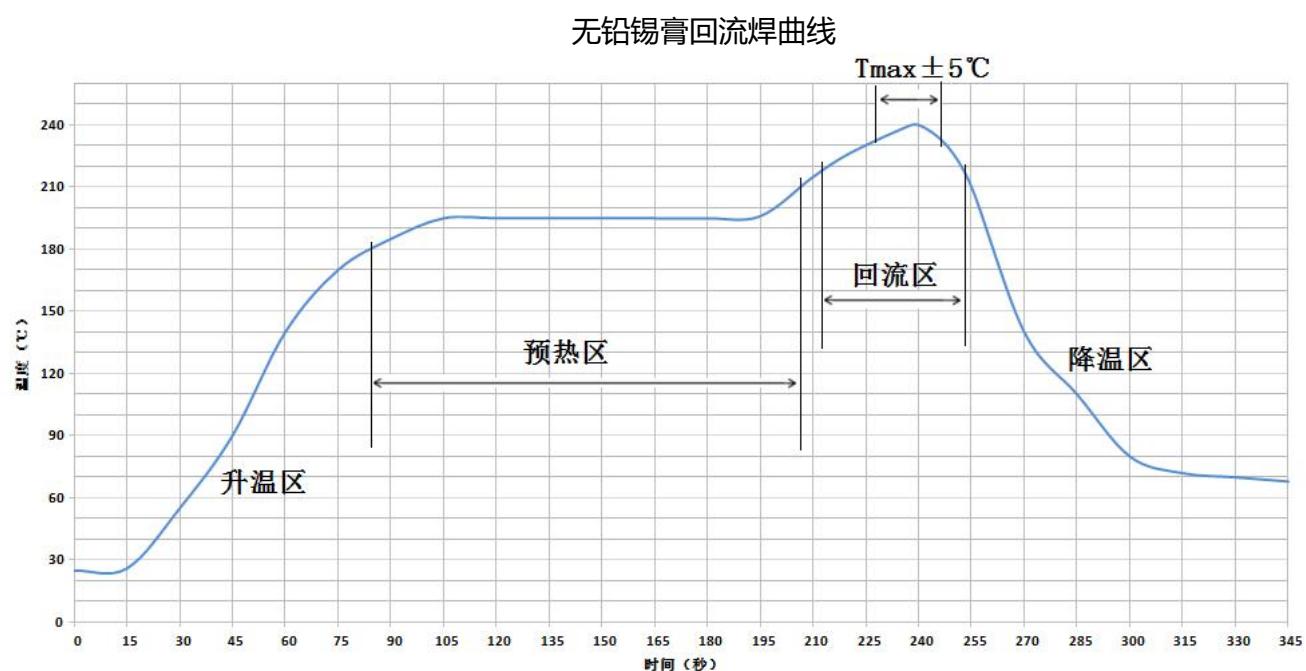
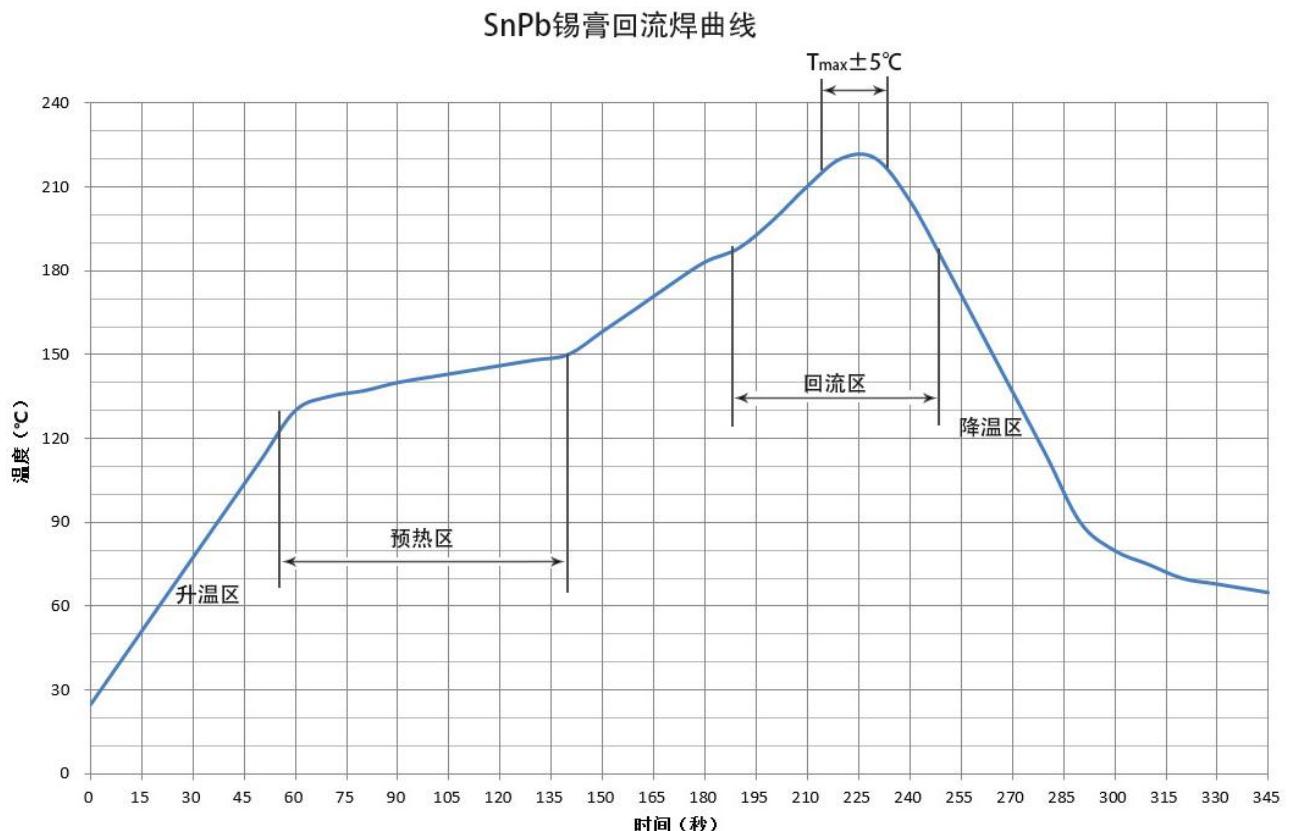
回流焊接注意事项

1. 包装完好的产品使用前要进行125°C 24小时的烘烤方可使用；若发现包装袋裂开或干燥剂、指示标签变色，使用前要进行125°C 48小时的烘烤方可使用。更多信息请参考IPC/JEDECJ-STD-033标准。
2. 对无铅BGA锡球产品回流焊接时，其峰值温度不可超245°C；对有铅BGA锡球产品回流焊接时，峰值温度不可超225°C。
3. 推荐钢网厚度125um-160um，钢网开孔略小于焊盘，以Φ 0.635mm焊盘为例，钢网开孔推荐Φ 0.620mm。
4. 锡膏可使用无铅SAC或SnPb(有铅)，推荐3号或4号粉，各不同品牌锡膏焊接建议各有不同，请留意参考，气孔率推荐不超过25%。

下表：推荐的回流焊参数

		无铅锡膏	SnPb (有铅) 锡膏
预热	最低预热温度	150°C	100°C
	最高预热温度	200°C	150°C
	预热时长	(60-120) 秒	(60-120) 秒
回流焊接	熔点	217°C	183°C
	高于熔点时长	(30-90) 秒	(30-90) 秒
	焊接曲线峰值温度	245°C	225°C
	峰值温度±5°C区间时长最大值	30秒	
	平均温升速率最大值	2.5°C/秒	
	降温速率最大值	2.5°C/秒	
	25°C升到峰值温度时长最大值	8分钟	

回流焊焊接推荐曲线（供参考）：



订购信息

1、产品命名规则

FHT 4644 L M Y #PBF

① ② ③ ④ ⑤ ⑥

- ① 厂家代号。
- ② 产品系列号。
- ③ L代表超薄尺寸型，缺省代表常尺寸规型。
- ④ 使用等级：M 为普军级，I 为工业级，E 为消费级
- ⑤ 引出脚方式：Y 或 V，V 代表 LGA 封装，Y 代表 BGA 封装。
- ⑥ BGA 球焊锡特性：#PBF 代表无铅，缺省代表有铅

2、常规尺寸型产品选型表

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						
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	-55-125°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	-55-125°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	-55-125°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
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
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
FHT4644MIY	4.0-15V	12V	0.8-5.5V	5.0, 3.3, 2.5,1.5V	92%	1.2-15V	BGA (有铅)	军温工业 级	-55-125°C	带装
FHT4644MIY#PBF	4.0-15V	12V	0.8-5.5V	5.0, 3.3, 2.5,1.5V	92%	1.2-15V	BGA (无铅)	军温工业 级	-55-125°C	带装
FHT4644MIV#PBF	4.0-15V	12V	0.8-5.5V	5.0, 3.3, 2.5,1.5V	92%	1.2-15V	LGA (无铅)	军温工业 级	-55-125°C	带装
FHT4644EY#PBF	4.0-15V	12V	0.8-5.5V	5.0, 3.3, 2.5,1.5V	92%	1.2-15V	BGA (无铅)	消费级	-40-125°C	带装

订购信息

3、超薄尺寸型产品选型表

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						
FHT4644LMY	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	-55-125°C	带装
FHT4644LMY#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	-55-125°C	带装
FHT4644LMV#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	-55-125°C	带装
FHT4644LIY	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
FHT4644LIY#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
FHT4644LIV#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
FHT4644LMIY	4.0-15V	12V	0.8-5.5V	5.0, 3.3, 2.5,1.5V	92%	1.2-15V	BGA (有铅)	军温工业 级	-55-125°C	带装
FHT4644LMIY#PBF	4.0-15V	12V	0.8-5.5V	5.0, 3.3, 2.5,1.5V	92%	1.2-15V	BGA (无铅)	军温工业 级	-55-125°C	带装
FHT4644LMIV#PBF	4.0-15V	12V	0.8-5.5V	5.0, 3.3, 2.5,1.5V	92%	1.2-15V	LGA (无铅)	军温工业 级	-55-125°C	带装
FHT4644LEY#PBF	4.0-15V	12V	0.8-5.5V	5.0, 3.3, 2.5,1.5V	92%	1.2-15V	BGA (无铅)	消费级	-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、10、11
V1.8	2023.6.12	最小工作温度、增加PG电路图、订购信息	4、8、11
V1.9	2023.9.5	TOP VIEW (透视图) 、回流焊温度	2、3
V2.0	2023.9.20	功能描述	2
V2.1	2023.12.12	增加了超薄尺寸型的相关描述	1、4、9、11
V2.2	2023.12.26	增加软启动电容计算公式	8
V2.3	2024.3.5	修改尺寸范围和订购信息	1、9、11
V2.4	2024.3.25	修改产品特性、产品简介和回流焊注意事项, 增加附件	1、12
V2.5	2024.4.12	增加热降额曲线	11
V2.6	2024.5.28	变更回流焊注意事项第1项烘烤条件	13
V2.7	2024.6.19	修改产品选型表, 删除了FHT4644EY、FHT4644EV#PBF	15、16
V2.8	2024.8.16	输出调整率指标增加典型值	4
V2.9	2024.10.20	选型表变更	15、16

附件一、FHT4644与LTM4644主要区别和说明

1. 功能区别

	LTM4644	FHT4644
输入电压	4-14V	4-14V
输出电压	0.6-5.5V	0.8-5.5V
工作频率	标称值1M，外部可调	标称值1M，自动调节
工作模式	CCM/DCM可调	CCM/DCM自动调节
总输出电压调节	±1.5% (典型值)	±1.5% (典型值)
输出电压设置	FB=0.6V, R1=60.4K	FB=0.8V, R1=100K
输出电压跟踪	有	有
输出时钟信号	有	电源芯片内置
内部温度检测	有	电源芯片内置
稳定性补偿	有	电源芯片内置
尺寸	9mm×15mm×5.01mm	9mm×15mm×5.01mm

注意：由于外接调压电阻的计算公式不同，所以FHT4644的电压调节电阻和LTM4644的调压电阻阻值不一样。

FHT4644调压电阻计算公式调压电阻值列表：

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

V _{out} (V)	0.8	1.0	1.2	1.5	1.8	2.5	3.3	5.0
R _{FB} (kΩ)	open	400	200	114.3	80	47.06	32	19.05

LTM4644调压电阻计算公式和调压电阻值列表：

$$R_{FB}(K) = \frac{60.4K}{\frac{V_{OUT}}{0.6} - 1}$$

V _{out} (V)	0.6	1.0	1.2	1.5	1.8	2.5	3.3	5.0
R _{FB} (kΩ)	open	90.9	60.4	40.2	30.1	19.1	13.3	8.25

2. 脚位比较

引脚功能	LTM4644	FHT4644
相同定义脚位		
输入	V_{IN1} (B3,B4) , V_{IN2} (E3,E4) , V_{IN3} (H3,H4) , V_{IN4} (L3,L4)	V_{IN1} (B3,B4) , V_{IN2} (E3,E4) , V_{IN3} (H3,H4) , V_{IN4} (L3,L4)
输出	V_{OUT1} (A1,A2,A3) , V_{OUT2} (C1,D1,D2) , V_{OUT3} (F1,G1,G2) , V_{OUT4} (J1,K1,K2)	V_{OUT1} (A1,A2,A3) , V_{OUT2} (C1,D1,D2) , V_{OUT3} (F1,G1,G2) , V_{OUT4} (J1,K1,K2)
接地脚	GND (A4,A5, B1,B2, C5, D3,D4,D5, E1,E2, F5, G3,G4,G5, H1,H2, J5,K3, K4,L1,L2)	GND (A4,A5, B1,B2, C5, D3,D4,D5, E1,E2, F5, G3,G4,G5, H1,H2, J5,K3, K4,L1,L2)
反馈脚	FB1 (A7) , FB1 (D7) ,FB3 (G7) , FB4 (J7)	FB1 (A7) , FB2 (D7) ,FB3 (G7) , FB4 (J7)
使能脚	RUN1 (C6) , RUN2 (F6) RUN3 (J6) , RUN4 (K7)	RUN1 (C6) , RUN (F6) , RUN3 (J6) , RUN4 (K7)
PG信号	PGOOD1 (C3) ,PGOOD2 (C2) , PGOOD3 (F2) ,PGOOD4 (J2)	PGOOD1 (C3) ,PGOOD2 (C2) , PGOOD3 (F2) ,PGOOD4 (J2)
信号地	SGND (F7)	SGND (F7)
软起动和输出电压跟踪脚	SS1/TRACK1 (A6), SS2/TRACK2(D6), SS3/TRACK3 (G6), SS4/TRACK4 (K6)	SS1/TRACK1 (A6), SS2/TRACK2(D6), SS3/TRACK3 (G6), SS4/TRACK4 (K6)

2. 脚位比较

引脚功能	LTM4644	FHT4644
不同定义脚位		
模式选择脚	MODE1(B6), MODE2(E6), MODE3(H6), MODE4(L6)	B6, E6, H6, L6 悬空, 不需要此脚, 模式可以自动调节。
INTvcc (内部电压源)	INTvcc1 (C4) , INTvcc1 (F4) , INTvcc1 (J4) , INTvcc1 (K5)	VO1 (C4) , VO2 (F4) , VO3 (J4) , VO4 (K5) , 无INTvcc, PG供电可由VO脚提供, VO=Vout.
Svin (内部电源供电)	SVIN1, SVIN2, SVIN, SVIN4 (B5, E5, H5, L5)	B5, E5, H5, L5 悬空, 内置电源芯片不需要SVIN。
稳定性补偿脚	COMP1, COMP2, COMP3, COMP4 (B7, E7, H7, L7)	B7, E7, H7, L7 悬空, 不需要, 已集成到电源芯片中。
输出时钟信号	CLKOUT (J3)	悬空, 不需要, 自动调节。
同步信号	CLKIN (C7) : 相位的外部同步输入模块探测器。	悬空, 不需要, 自动调节。
结温检测脚	TEMP (F3)	悬空, 电源芯片自带过温保护。

通过以上比较, 由于**FHT4644**采用了自动变频技术, 工作模式不需要外加电路控制, 外围电路比**LTM4644**更简单, 可以节省更多的元器件布局, 只需变更调压电阻 R_{FB} 即可原位替代**LTM4644**, 无需变更原有PCB布局。

附件二、FHT4644与其它4644效率比较

1. Vin=12V

(1) 效率对比

测试条件：输入电压Vin=12V，输出电压Vout分7组（0.8V, 1.0V, 1.2V, 1.5V, 1.8V, 2.5V, 3.3V）进行测试，每组四路输出电压都分别设定到一样的值，每路输出电流Iout=4A，实验室常温条件下测试。
效率=四路输出总功率/输入功率。

组别	Vout	Iout	FHT4644 效率(%)	某国产4644 效率(%)	进口4644 效率(%)
1	0.8V	4A	75.94	66.68	66.79
2	1.0V	4A	79.08	71.25	71.84
3	1.2V	4A	80.81	74.01	74.23
4	1.5V	4A	82.76	78.79	78.59
5	1.8V	4A	84.39	80.76	80.36
6	2.5V	4A	87.25	86.15	87.13
7	3.3V	4A	88.98	89.51	89.61

表1 测试数据

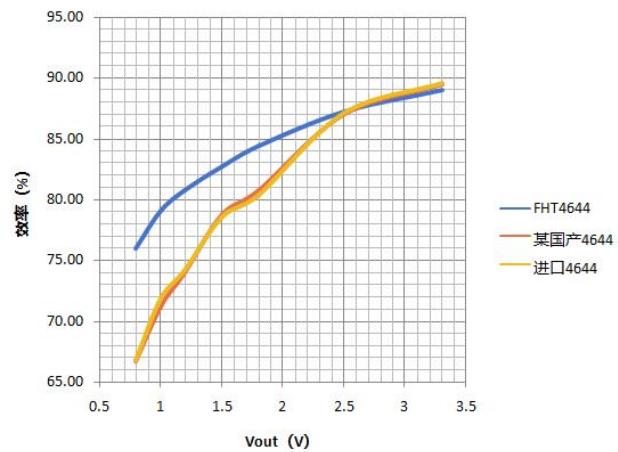


图1 效率比较曲线图

(2) 高温试验对比

测试条件：输入电压Vin=12V，四路输出电压都设定到1.0V，每路分别加载4A（电阻负载），在高温箱内测试。

高温条件下电源模块工作状况				
电源型号	环境温度55 °C	环境温度60 °C	环境温度75 °C	环境温度85 °C
FHT4644	正常工作 (连续加载2小时)	正常工作 (连续加载2小时)	正常工作 (连续加载8小时)	正常工作 (连续加载8小时)
某型号4644	正常工作 (连续加载2小时)	输出掉电 (加载5分钟后)	-	-
进口4644	正常工作 (连续加载2小时)	输出掉电 (加载5分钟后)	-	-

2. Vin=5.0V

(1) 效率对比

测试条件：Vin=5V，输出电压分7组（0.8V, 1.0V, 1.2V, 1.5V, 1.8V, 2.5V, 3.3V）进行测试，每组四路输出电压都分别设定到一样的值，每路输出电流Iout=4A，实验室常温条件下测试。

效率=四路输出总功率/输入功率。

组别	Vout	Iout	FHT4644 效率	某国产4644 效率	进口4644 效率
1	0.8V	4A	78.48	72.44	71.52
2	1.0V	4A	81.71	76.13	76.35
3	1.2V	4A	83.09	77.88	79.52
4	1.5V	4A	85.33	82.14	82.46
5	1.8V	4A	87.11	83.76	83.64
6	2.5V	4A	90.25	89.62	90.07
7	3.3V	4A	92.77	90.24	90.43

表2 测试数据

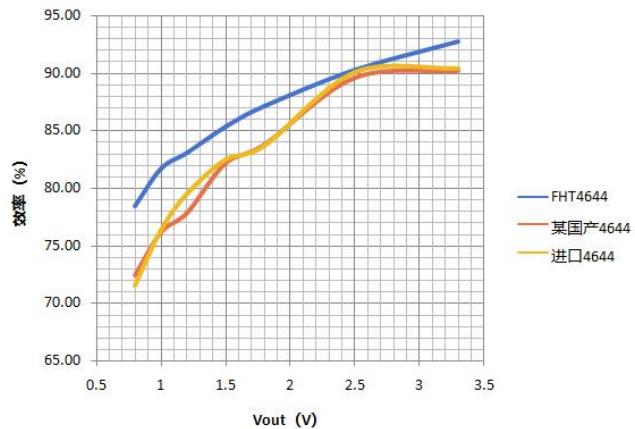


图2 效率比较曲线图

(2) 高温试验对比

测试条件：输入电压Vin=5V，四路输出电压都设定到1.0V，每路分别加载4A（电阻负载），在高温箱内测试。

高温条件下电源模块工作状况				
电源型号	环境温度55 °C	环境温度60 °C	环境温度75 °C	环境温度85 °C
FHT4644	正常工作 (连续加载2小时)	正常工作 (连续加载2小时)	正常工作 (连续加载8小时)	正常工作 (连续加载8小时)
某型号4644	正常工作 (连续加载2小时)	输出掉电 (加载5分钟后)	-	-
进口4644	正常工作 (连续加载2小时)	输出掉电 (加载5分钟后)	-	-