



特性

可替代 LTM4622
独立的双路微电源模块
每路单独输出 2.5A，并联输出 5.0A
3.6V~20V 宽范围输入
0.6V~5.5V 输出电压
±2%输出精度
电流控制模式，快速瞬态响应
可多个器件并联输出
开关频率可调，可与外部时钟同步
可选的突发模式操作
具备软启动/跟踪功能
输入过压保护
过热保护

概述

XHTM4622IY 是一个双路 2.5A 微电源模块，模块在一个超薄 的 $6.25\text{mm} \times 6.25\text{mm} \times 2.42\text{mm}$ BGA 尺寸中包括了开关控制器、场效应晶体管、电感器和所有的支持组件。

XHTM4622IY 在输入电压范围为 3.6V 至 20V 时工作，支持的输出电压范围为 0.6V 到 5.5V，由单个外部电阻设置。其高效的设计提供双 2.5A 连续，3A 峰值输出电流。只需要少量的陶瓷输入和输出电容器。

XHTM4622IY 支持可选的突发模式运行和输出电压跟踪排序。高开关频率和电流模式控制架构使在线路和负载的快速瞬态响应而不牺牲稳定性。

故障保护功能包括过压、过流和过温保护。

XHTM4622IY 可与 LTM4622 兼容。

典型应用

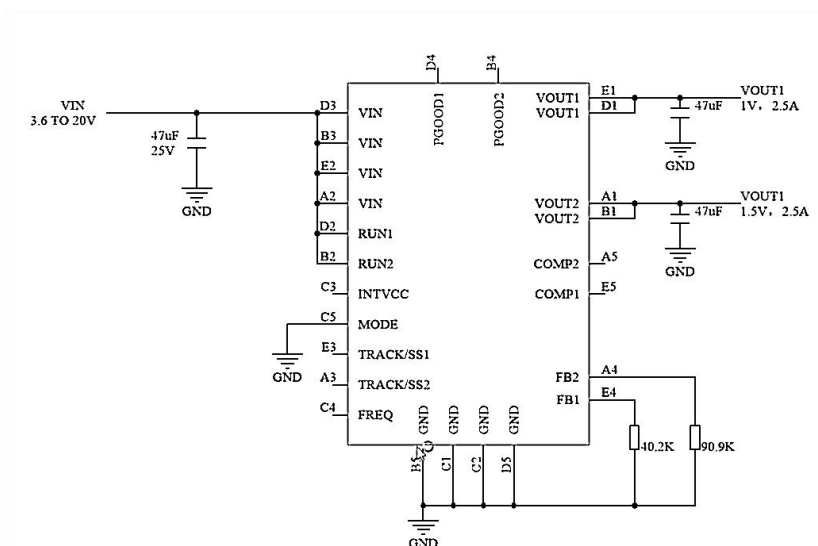


图1 典型应用

引脚功能



引出端排列按图 2 的规定（顶视）。

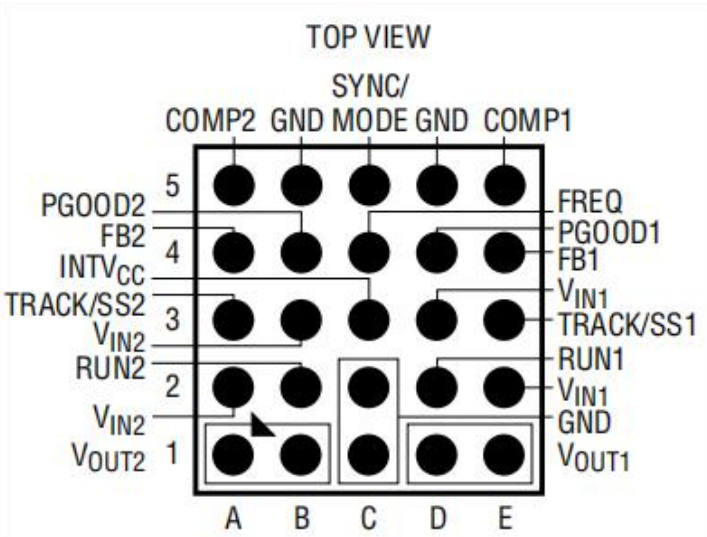


图2 引出端排列

表1 引出端描述

编号	符号	功能
D3, E2 A2, B3	VIN1 VIN2	功率电源输入
C1, C2, B5, D5	GND	参考地
C5	SYNC/MODE	模式选择和外部同步输入
D1, E1 A1, B1	VOUT1 VOUT2	输出
C4	FREQ	频率设定
D2, B2	RUN1 RUN2	使能
D4, B4	PGOOD1 PGOOD2	输出电源良好指示
E3, A3	TRACK/SS	跟踪和软启动
E4, A4	FB1 FB2	反馈
E5, A5	COMP1 COMP2	补偿



绝对最大值

电源电压 (V_{IN})	-0.3V~22V
使能 (V_{RUN1} , V_{RUN2})	-0.3V~ $V_{IN}+0.3V$
PowerGood (V_{PGOOD1} , V_{PGOOD2})	-0.3V~INTVCC
跟踪 (V_{TRACK1} , V_{TRACK2})	-0.3V~3.6V
输出 (V_{O1} , V_{O2})	-0.3V~6V
工作壳温 (T_C)	-55℃~100℃
存储温度范围 (T_{ST})	-60℃~150℃

电特性

除非另有说明，所有最小值/最大值规格适用于整个推荐的工作范围。所有典型规格在 $T_A=25^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{IN1}=V_{IN2}=12\text{V}$ 、 $V_{RUN1}=V_{RUN2}=5.0\text{V}$ 条件下测得。

表2 引出端描述

参数	符号	条 件 除另有规定外, $T_A=25^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{IN1}=V_{IN2}=12\text{V}$ 。	极限值			单位
			最小	典型	最大	
输入电压范围	V_{IN1}	全温度范围	3.6		20.0	V
	V_{IN2}	全温度范围	1.5		20.0	V
输出电压范围	V_{OUT}	$V_{IN1}=V_{IN2}=3.6\text{V}\sim 20.0\text{V}$	0.6		5.5	V
输出电压精度	V_{OUT1} V_{OUT2}	$C_{IN}=22\mu\text{F}$, $C_{OUT}=100\mu\text{F}$ 陶瓷, $R_{FB}=40.2\text{k}$, 模式切换至 INTVCC, $V_{IN1}=V_{IN2}=3.6\text{V}\sim 20.0\text{V}$, $I_{OUT}=0\text{A}\sim 2.5\text{A}$	1.470		1.530	V
使能电压	V_{RUN1}	RUN 引脚电压上升	1.1		1.4	V
	V_{RUN2}	RUN 引脚电压下降			0.5	V
输入偏置电流	IQ(VIN)	$V_{IN1}=V_{IN2}=12\text{V}$, $V_{OUT}=1.5\text{V}$, MODE = GND	0		30	mA
		$V_{IN1}=V_{IN2}=12\text{V}$, $V_{OUT}=1.5\text{V}$, MODE = INTVCC	0		7	mA
		$RUN1=RUN2=0$	0		200	uA
输出电流范围	I_{O1} , I_{O2}	$V_{IN1}=V_{IN2}=12\text{V}$, $V_{OUT}=1.5\text{V}$	0		2.5	A
线性调整率	$SV1$, $SV2$	$V_{IN1}=V_{IN2}=3.6\text{V}\sim 20\text{V}$, $V_{OUT}=1.5\text{V}$ $I_O=0\text{A}$, 全温度范围	0		0.5	%



负载调整率	S_{I1}, S_{I2}	$V_{IN1} = V_{IN2} = 12V, V_{OUT} = 1.5V$ $I_O = 0A \sim 2.5A$, 全温度范围	0		2.0	%
输出纹波电压	$V_{RIPPLE1}$ $V_{RIPPLE2}$	$I_{OUT} = 0A, C_{OUT} = 100\mu F$ 陶瓷, $V_{IN1} =$ $V_{IN2} = 12V, V_{OUT} = 1.5V$			30	mV
启动时间	t_{START}	$C_{OUT} = 100\mu F$ 陶瓷, 无负载, 轨道 /SS=0.01 μF , $V_{IN1} = V_{IN2} = 12V$, $V_{OUT} = 1.5V$			5	ms
FB 引脚处电压	V_{FB}	$I_{OUT} = 0A, V_{OUT} = 1.5V$	0.588		0.612	V
软启动上拉电流		TRACK/SS = 0V			5	μA
INTVCC 输出电压	V_{INTVCC}	$V_{IN1} = V_{IN2} = 12V$	3.4		3.5	V
INTVCC 负载调整率	S_{INTVCC}	$I_{CC} = 0mA \sim 50mA$			2.0	%
UVLO (V_{INi})	欠压锁定	输入下降, $T_A = 25^\circ C$	-		3.3	V
		输入迟滞, $T_A = 25^\circ C$	-		0.7	
频率值	f_{OSC}			1		MHz
频率同步范围	f_{SYNC}			± 30		%
VPGOOD	PGOOD 跳变电平	输入下降, $T_A = 25^\circ C$	- 15			%
		输入上升, $T_A = 25^\circ C$			15	%



功能简介

XHTM4622IY 是一款双路独立输出非隔离 DC/DC 微电源模块。它可以提供两个 2.5A 输出, 3A 峰值输出电流, 外部输入和输出电容和设置组件很少。在 3.3V 至 20.0V 输入范围内, 该模块可提供 0.6V~5.5V 的精确输出电压, 输出电压可通过外部电阻调节。

XHTM4622IY 内置一个集成恒定频率电流模式调节器和高速功率场效应晶体管。典型开关频率是 1MHz。对于在 2.5V 和 5.5V 之间的输出电压, 在 FREQ 和 GND 引脚之间需要一个外部电阻, 以将工作频率设置为更高的频率, 以优化电感电流纹波。对于开关噪声敏感的应用, 开关频率可以通过外部电阻进行调整, 模块可以通过外部同步到设定频率 30%±范围内的时钟。

XHTM4622IY 使用电流模式控制和内部反馈回路补偿, 在宽输出电容范围内具有足够的稳定性裕量和良好的瞬态性能, 输出电容器为陶瓷电容。

电流模式控制提供逐循环的快速电流限制。如果输出反馈电压离开调节点附近的±12%窗口, 则内部过压和过压比较器将开漏极 PGOOD 输出拉至较低。此外, 当 VIN 高于 23.5V 时, 通过关闭两个电源场效应晶体管来保护内部器件。

通过将同步针连接到外部振荡器, 可以很容易地实现多相操作, 最多 6 相并联。

将 RNU 引脚拉至 0.5V 以下将迫使控制器进入其关闭状态, 关闭电源场效应晶体管和大部分内部控制电路。在轻负载电流下, 通过将模式设定引脚连接到 INTVCC, 突发模式操作可以实现比连续模式 (CCM) 更高的效率。TRACK/SS 引脚用于电源跟踪和软启动编程。

应用信息

输入输出降压比

对于给定的输入电压, 由于每个调节器的最小关闭时间和最小导通时间限制, 在最大 VIN 和 Vout 降压比方面都有限制。最小关闭时间决定了最大占空比, 计算方法如下:

$$D_{MAX} = 1 - t_{OFF(MIN)} \times f_{SW}$$

其中 $t_{OFF(MIN)}$ 为最小关闭时间, 一般为 70ns, f_{SW} 为开关频率。相反地最小导通时间决定了最小占空比, 计算方法如下:

$$D_{MIN} = t_{ON(MIN)} \times f_{SW}$$

其中 $t_{ON(MIN)}$ 为最小导通时间, 一般为 40ns。在极少数低于最小占空比的情况下, 输出电压仍将保持在调节状态, 但开关频率将比设定值低。



输出电压设置

PWM 控制器有一个内部 0.6V 基准电压源。在 VOUT 和 VFB 之间连接了一个 60.4kΩ 的内部反馈电阻器。当 VFB1 或 VFB2 上未连接反馈电阻时，输出电压为 0.6V。在 VFB 引脚连接一个电阻 RFB 到 GND，可设置输出电压：

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

VFB电阻和输出电压关系

V _{OUT}	0.6V	1.0V	1.2V	1.5V	1.8V	2.5V	3.3V
R _{FB}	Open	90.9K	60.4K	40.2K	30.2K	19.1K	13.3K

输入电容器

XHTM4622IY 应连接到低交流阻抗直流电源。对于每个变换器通道，建议至少采用 4.7μF 输入陶瓷电容器来实现纹波电流退耦。只有当使用较长感性引线或没有足够的源电容导致输入源阻抗较大时，才需要大的输入电容，该电容器可以是电解铝电容器或聚合物电容器。

在不考虑电感纹波电流的情况下，输入电容器的均方根电流可使用下式估算：

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

其中η%为变换器的预估效率。

输出电容器

由于优化了高频、高带宽设计，每个通道只需一颗低 ESR 22μF 输出陶瓷电容器即可获得较低的输出电压纹波和很好的瞬态响应。如果需要进一步减少输出波纹或动态瞬态尖峰，设计人员可能需要增加额外的输出电容，以尽量减少瞬态负载电流暂态期间的电压下降和超调。多相运行将减少有效输出波纹，该输出纹波与通道数有关。

突发模式操作

在中间电流下的高效率比输出电压纹波更重要的应用中，可以通过将SYNC/ MODE引



脚连接到INTVCC来实现突发模式操作，以提高轻载效率。在突发模式运行中，电流比较器检测电感电流并关闭底部功率场效应管，让其不连续运行和提高效率。两个电源MOSFET都将保持关闭，输出电容器将提供负载电流，直到COMP电压上升超过零电流水平，以启动另一个循环。

强制连续操作

在固定频率操作比低电流下效率更重要，且需要更低的输出纹波的应用中，使用强制连续操作。通过将SYNC/ MODE引脚绑定到GND上，可以启用强制连续操作。

工作频率

对XHTM4622IY的工作频率进行了优化，以实现紧凑的封装尺寸和最小的输出纹波电压，同时仍然保持高效率。默认的工作频率在内部设置为1MHz。在大多数应用程序中，不需要额外的频率调整。

如果应用程序需要除1MHz以外的任何工作频率，则可以通过在FREQ引脚和GND之间增加一个电阻来适当增加工作频率。频率可计算为：

$$f(Hz) = \frac{1.6e11}{162K \parallel R_{FSET}(\Omega)}$$

注：在给定的VIN，VOUT工作条件下需要最小开关频率，以保持XHTM4622IY的最大峰峰电感纹波电流在1.2A以下。

电感纹波电流峰峰值可计算为：

$$\Delta I_{p-p} = \frac{V_{OUT}}{1\mu H} \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right) \cdot \frac{1}{f_{SW}(MHz)}$$

为了减少开关电流的纹波，对于2.5V到5.5V的输出，需要1.5MHz到2.5MHz的工作频率。

输出	0.6V~1.8V	2.5V	3.3V	5V
f _{SW} (MHz)	1	1.5	2	2.5
RFSET (KΩ)	OPEN	310	158	105

工作频率也可以通过在FREQ引脚和INTVCC之间增加一个电阻来适当降低频率，计算方法为：



$$f(Hz) = 1MHz - \frac{2.16e11}{R_{FSET}(\Omega)}$$

可编程工作频率范围为 800 kHz 到 2.5MHz。

频率同步

电源模块具有锁相环，由内部压控振荡器和鉴相器组成。这允许内部顶部场效应晶体管导通锁定在外部时钟的上升沿。外部时钟频率范围必须在±30%左右设定的工作频率。脉冲检测电路是用于检测 SYNC/MODE 引脚上的时钟以转动在锁相环上。时钟的脉冲宽度必须至少为 100ns。时钟高电平必须为高于 2V，时钟低电平低于 0.3V。存在的外部时钟将把两个稳压器通道放入强制连续模式操作。

多相操作

对于需要超过2.5A电流的输出负载，XHTM4622IY或甚至多个XHTM4622IY中的两个输出可以并连使用，以提供更多的输出电流，而不增加输入和输出电压波纹。

多相电源显著降低了输入和输出电容器中的纹波电流流量。RMS输入纹波电流减少，有效纹波频率 乘以使用的相数（假设输入电压大于使用的相数乘以输出电压）。当所有的输出被捆绑在一起以实现一个单一的高输出电流设计时，输出纹波的幅值也减少了所使用的相位数。

XHTM4622IY内部的两个开关模式调节器通道内部设置在180° 相位工作。通过让XHTM4622IY的SYNC/MODE与外部多相振荡器同步，可以很容易的实现90度、60度或45度相移。

并联使用时将TRACK/SS、FB和COMP引脚分别连接在一起。

软启动和输出电压跟踪

TRACK/SS引脚连接一个电容器改变输出电压的上升速率。内部一个2.5μA的电流源将向外部软启动电容器充电到INTVCC电压,当TRACK/SS电压低于0.6V时它将接管内部0.6V的参考电压来控制输出电压。软启动时间计算为：

$$t_{ss} = 0.6 \bullet \frac{C_{ss}}{1.4\mu A}$$

其中C_{ss}表示TRACK/SS引脚上的电容。

也可以通过TRACK/SS引脚外部编程实现输出电压跟踪。输出电压可以与另一个稳压器的输出上下跟踪。从属稳压器的输出斜升率与主稳压器的输出成比例。



由于次级调节器的TRACK/SS通过RTR(TOP)/RTR(BOT)电阻分压器连接到主调节器的输出端，并且当TRACK/SS电压低于0.6V时，其电压用于调节次级输出电压，因此在启动期间，次级输出电压和主输出电压应满足以下方程：

$$V_{OUT(SL)} \cdot \frac{R_{FB(SL)}}{R_{FB(SL)} + 60.4K} =$$

$$V_{OUT(MA)} \cdot \frac{R_{TR(BOT)}}{R_{TR(TOP)} + R_{TR(BOT)}}$$

反馈电阻器是指在主调节器的TRACK或SS脚上使用的电阻器，用于实施特定通道的跟踪。上式中，主要输出的上升率（MR）和次级输出的上升率（SR）以伏特每毫秒为单位计算，并由下列方程确定：

$$\frac{MR}{SR} = \frac{\frac{R_{FB(SL)}}{R_{FB(SL)} + 60.4K}}{\frac{R_{TR(BOT)}}{R_{TR(TOP)} + R_{TR(BOT)}}}$$

例如，当主要输出为1.5V，上升率为1.4V/1ms，次级输出为1.2V，上升率为1.2V/1ms时，从该方程中可以计算出RTR(TOP)=60.4k和RTR(BOT)=40.2k是实现比率跟踪的好选择。

当使用电阻器分压来实施特定频道的追踪时，TRACK脚会带有1.5 μA的电流源。这会给TRACK脚的输入带来一个偏移。可以使用比计算出的电阻器值小的电阻器来减少TRACK脚的偏移。例如，如果使用60.4k的电阻器，那么也可以使用6.04k的电阻器来将TRACK脚的偏移降到最低。

同相输出追踪可以被认为是一种特殊的比例输出追踪，其中主输出的上升率（MR）与次级输出的上升率（SR）相同。

从这个方程中，我们可以轻易地发现，在同相追踪中，次级调节器的TRACK/SS脚的电阻器分压总是与它的反馈分压相同。

$$\frac{R_{FB(SL)}}{R_{FB(SL)} + 60.4K} = \frac{R_{TR(BOT)}}{R_{TR(TOP)} + R_{TR(BOT)}}$$

例如，对于VOUT(MA)=1.5V和VOUT(SL)=1.2V的应用，RTR(TOP)=60.4k和RTR(BOT)=60.4k是同相追踪的良好搭配。

电源良好



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 $\pm 12\%$ 窗口。一个电阻器可上拉至INTVCC，以实现监视。

稳定性补偿

该模块已经针对所有的输出电压进行了内部补偿。

使能

RUN引脚电压超过1.4V将打开通道，低于0.5V将关闭通道。

低输入应用

XHTM4622IY在3.3V输入时工作时，将VIN引脚和INTVCC引脚连接到一起。

过温度保护

内部过温度保护监测模块的结温。如果结温达到大约 160°C ，两个功率开关将被关闭，直到温度降低大约 15°C 。

输入过压保护

为了保护内部功率场效应管等器件免受短暂的电压冲击，XHTM4622IY不断的监控每一个VIN引脚，以检测过压条件。当VIN超过23.5V时，调节器通过关闭相应通道上的两个功率场效应管来暂停运作。一旦VIN降至21.5V，调节器立即恢复正常工作。调节器在退出过压条件时执行其软启动功能。

输入输出电容选择

在使用中为了减少电磁干扰降低电压波动，提高整体电源效率，条件允许时可以使用大体积（比如1206）X7R材质的陶瓷电容器，这类电容器有着较低的等效串联电阻（ESR），具有良好的抗浪涌能力，同时较大的封装尺寸能更好的起到储能作用，在电路稳定工作中可以起到关键作用。

输入电容使用不低于25V耐压值的电容，输出电容使用耐压值大于输出电压2倍的电容，表4给出来对应不同输入输出下的电容选择；



表3

输出电压	输入电压	输入电容	输出电容
1.5V	5V	10uF~33uF	47uF~100uF
	12V	10uF~33uF	47uF~100uF
2.5V	5V	10uF~33uF	47uF~100uF
	12V	10uF~33uF	47uF~100uF
3.3V	5V	22uF~47uF	100uF~150uF
	12V	22uF~47uF	100uF~150uF
5.0V	12V	22uF~47uF	100uF~200uF

安全性

XHTM4622IY变换器中 V_{IN} 到 V_O 未隔离，没有内部保险丝。如果有需要，可使用一个慢熔型保险丝，其额定值是最大输入电流的两倍，以保护每个单元不受灾难性故障的影响。该器件支持热关机和过流保护。

布局布线

XHTM4622IY的高集成度使得PCB板的布局变得非常简单。然而，为了优化其电气和热性能，一些布局方面的考虑仍然是必要的。

1. 在大电流路径上使用大的PCB铜区，包括 V_{IN1} ~ V_{IN2} 、GND、 V_{O1} 到 V_{O2} 。它有助于最大限度地减少PCB的传导损耗和热应力。
2. 在 V_{IN} 、GND和 V_O 引脚旁边放置高频陶瓷输入和输出电容器，以尽量减少高频噪声。
3. 在包含变换器的电路单元下方放置专用电源接地层。
4. 为了最大限度地减小导通损耗，降低模块热应力，在顶层和其他功率层之间使用多通孔互连。
5. 不要直接在焊盘上放置过孔，除非它们被塞孔或电镀整平。
6. 对于连接到信号引脚的器件，使用分离的SGND敷铜区域。将SGND单点连接到GND。
7. 对于并行模块，将TRACK/SS、VFB和COMP引脚连接在一起。使用内部层将这



些引脚紧密连接在一起。TRACK/SS引脚可以共用一个电容器，用于变换器软启动。

8. 每一通道的SVIN有一个单独的电容，并在SVIN和PVIN间加一个1~10 Ω 的电阻。

降额曲线

降额曲线的设计基于关键器件（比如电感）的温升限制，以确保在高温环境下，模块的内部器件不会超过其允许的最高工作温度，从而避免损坏或缩短寿命，同时也使模块能够安全、稳定、长时间的工作。

以下给出的降额曲线条件均为：

1. XHTM4622IY模块直接贴装在100mm×100mm的4层PCB板上；
2. 采用自然对流；
3. PCB板采用了两面和内层铺铜，在顶层和其他功率层之间使用多通孔互连；
4. 在大电流路径上使用大的PCB铜区；
5. 并联输出。

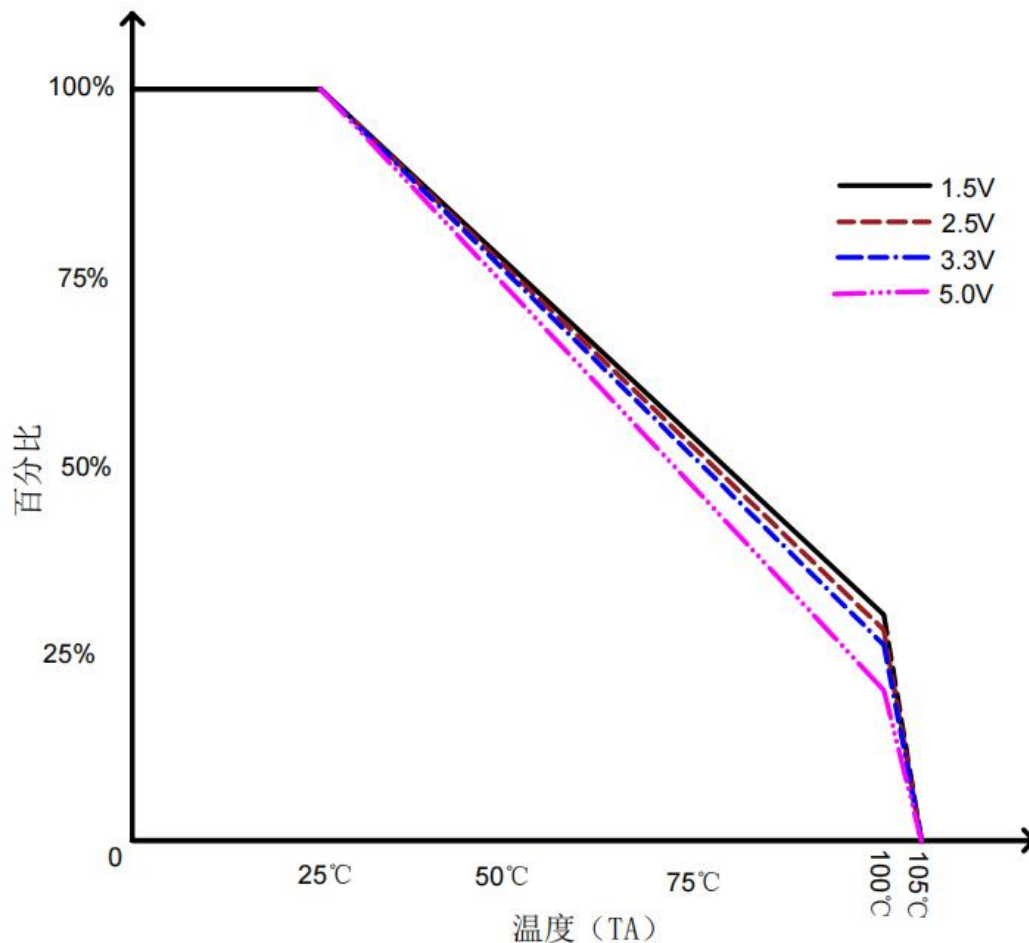


图3 12V输入

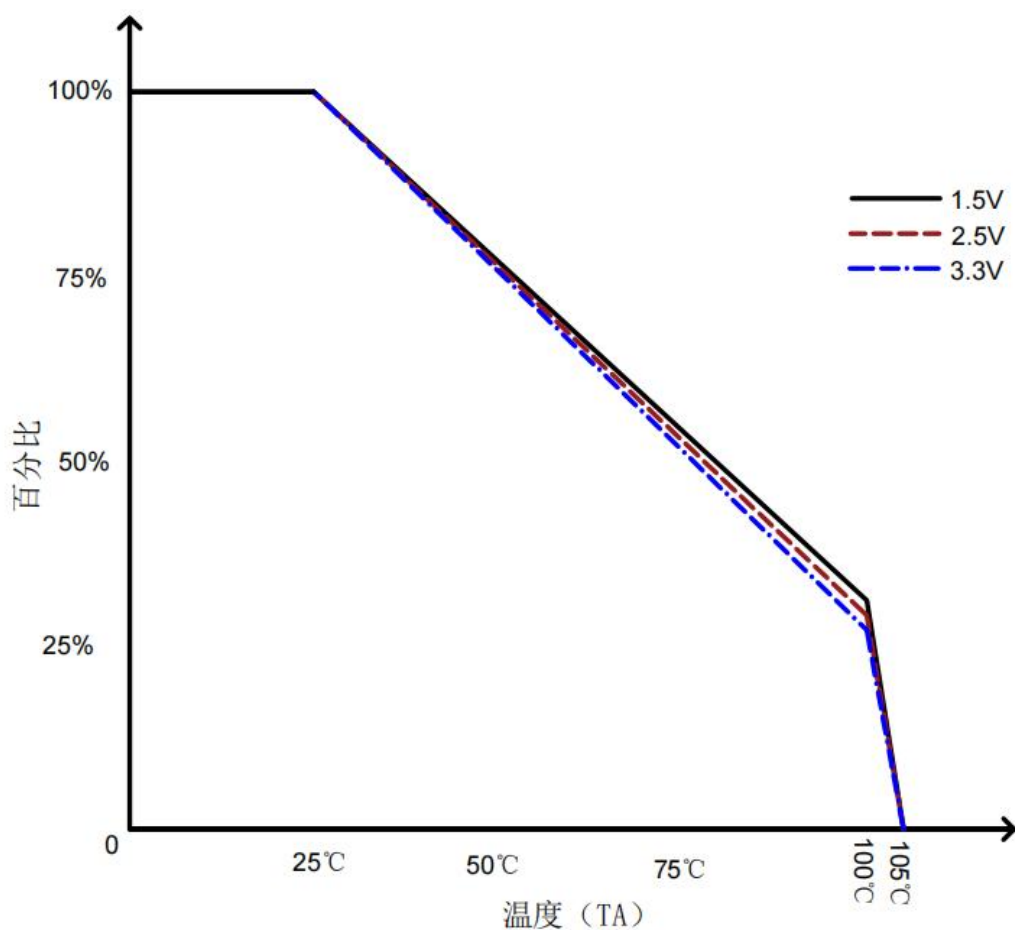


图4 5V输入

焊接及存储注意事项

1. 模块应贮存在环境温度为10°C~35°C、相对湿度不大于5%，周围环境无酸性、碱性及其他有害的气体的环境中；
2. SMT前请对模块进行烘烤，烘烤条件：125°C，烘烤时间不少于48小时；
3. XHTM4622IY模块使用了无铅BGA锡球，进行回流焊时峰值温度不可超过245°C。
4. 回流焊推荐曲线见图13

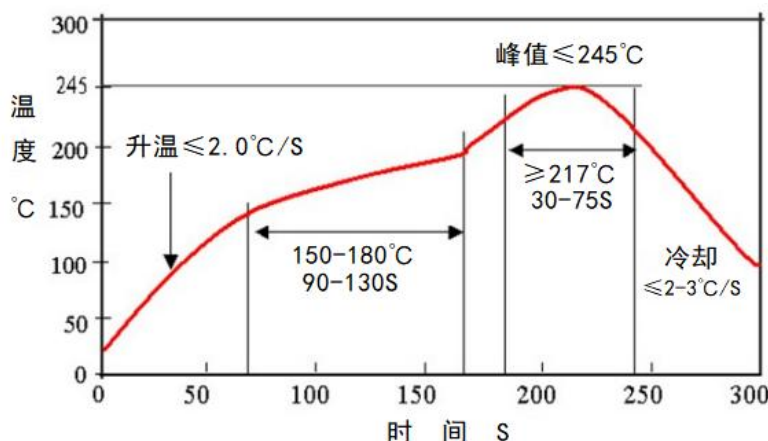


图5 回流焊曲线

静电防护及运输注意事项

1. 使用抗静电材料对模块进行包装，包装条件需保证使模块间不会相互碰撞；
2. 运输和存放都应对模块抽真空包装，包装中应放入袋装的干燥剂和湿度指示卡片并且在包装表面粘贴防静电标签；
3. 需要时可以使用铝箔防静电包装；
4. 运输中应避免雨雪的直接淋袭和机械损伤。

其他注意事项

1. 禁止热拔插，及带负载条件下的任何操作对模块进行插拔，热插拔时产生的尖峰电压可能会对模块产生不可预料的损坏；
2. 请选择合适的输入源，确保输出电压和电流的稳定，有效噪声不大于100uVRMS；
3. 模块在工作时会产生热量，在使用中请保持其良好的导热条件；
4. 模块贴装及开展各项试验时，请确保有有效的防静电环境。



封装信息

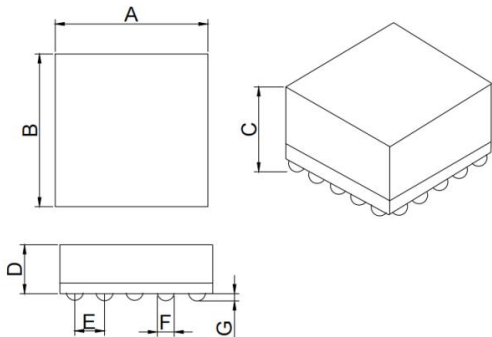


图6 外形尺寸

尺寸符号	数值		
	最小	公称	最大
A	6.10	6.25	6.40
B	6.10	6.25	6.40
C	2.22	2.42	2.62
D	1.72	1.82	1.92
E	1.27 标称		
F	0.60	0.75	0.90
G	0.50	0.60	0.70

典型应用电路

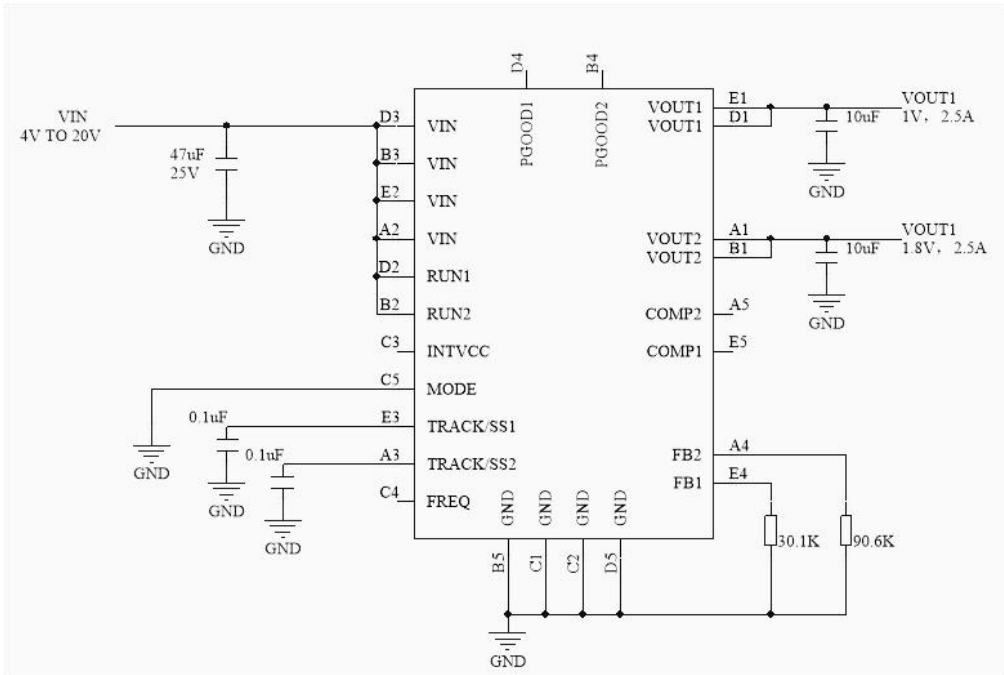


图7. 在4.0~20.0V输入，电流2.5A下，1V~1.8V输出

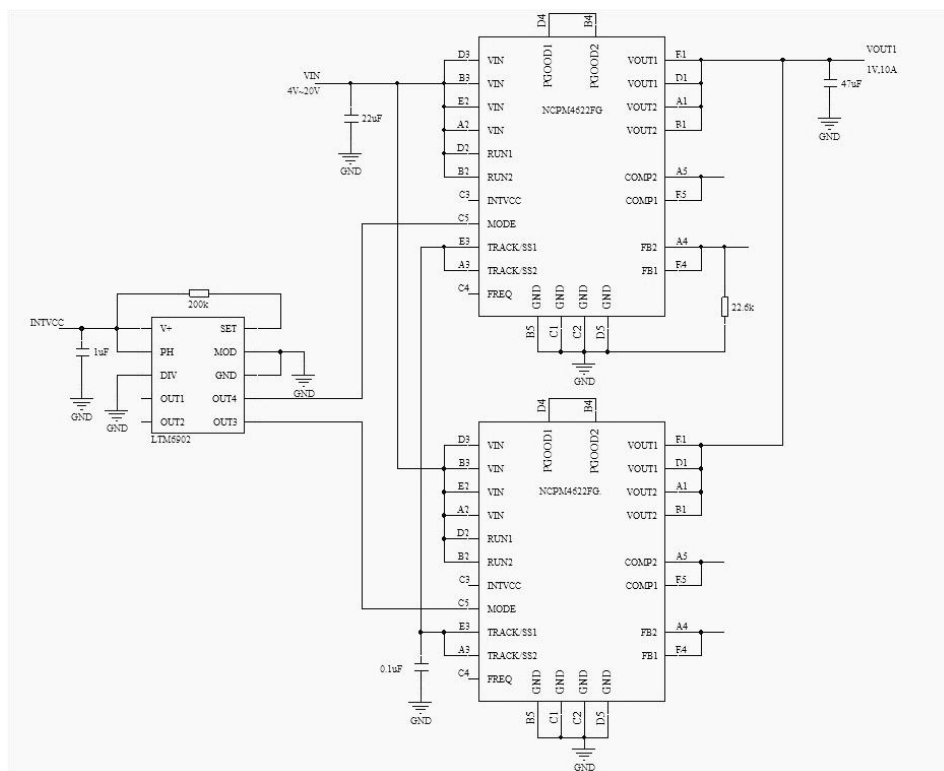


图8. 四通道10A输出电流

*内容如有变动，以本公司最新版本为准，最终解释权归PROTIS ELECTRONIC LIMITED所有