

文档版本	修订日期	内容描述
1.0	2026-6-25	初版

GC4615

三路输出微电路模块

1. 特性

DC/DC转换器通道

- 双路降压稳压模块，每路4A
- 2.375V~5.5V范围输入
- 0.8V~5.0V输出
- $\pm 2\%$ 输出误差
- 电流控制模式，快速瞬态响应
- 具备软启动/跟踪功能

- 过压、过流和过温保护

线性稳压器通道

- 1.14V~3.5V范围输入
- 0.4V~2.6V，1.5A输出
- 40dB电源抑制
- $\pm 1\%$ 输出误差

2. 描述

GC4615是一款三路输出微电路模块，其中两路为DC/DC转换器输出，能提供4A的连续输出电流；其中一路为线性稳压器输出，能提供1.5A的连续输出电流。封装内包含开关控制器、功率场效应晶体管、电感、1.5A线性稳压器和所有支持组件。DC/DC转换器的输入电压范围为2.375V~5.5V，输出电压范围为0.8V~5.0V。线性稳压器的输入电压范围为1.14 V ~ 3.5 V，输出电压范围为0.4V~2.6V。仅需要配置少量外围器件即可正常工作。

3. 典型应用

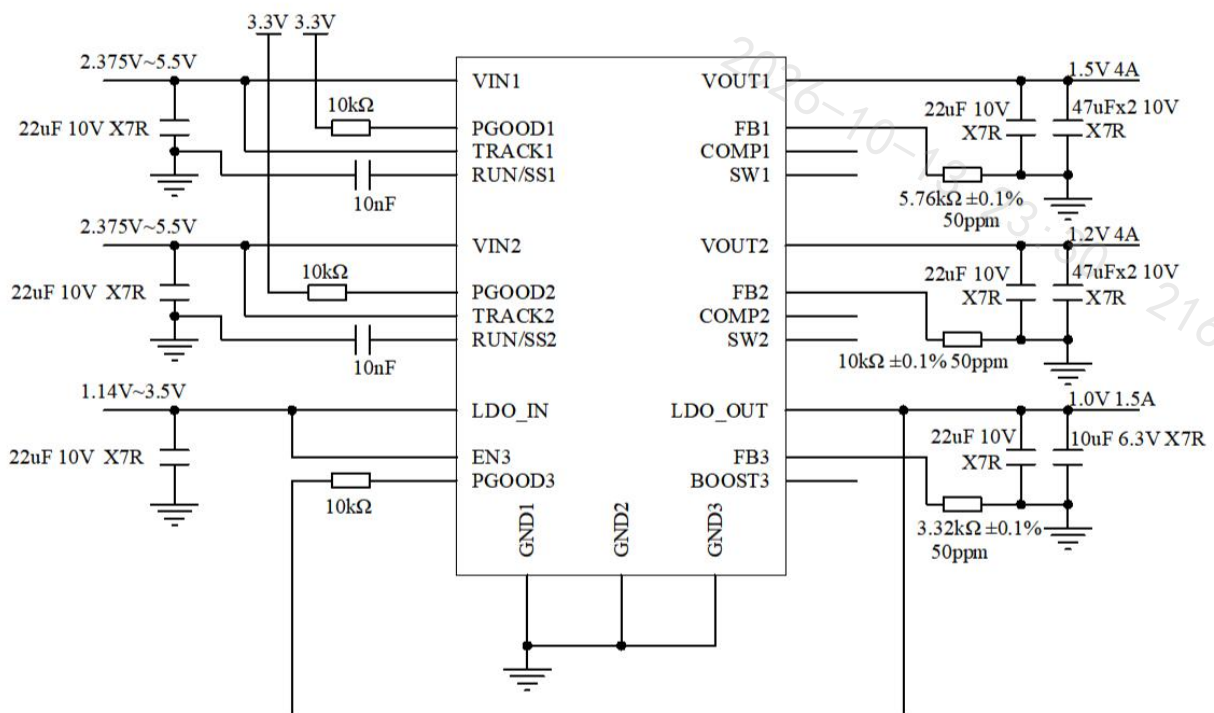


图 1. 典型应电路图

4. 订购信息

物料编号	温度范围	等级类型	封装
GC4615B144I	-40℃ - 85℃	工业级	BGA144
GC4615B144J	-55℃ - 125℃	军温级	BGA144
GC4615G144I	-40℃ - 85℃	工业级	LGA144
GC4615G144J	-55℃ - 125℃	军温级	LGA144

5. 引脚功能

引出端排列按图2的规定（顶视）。

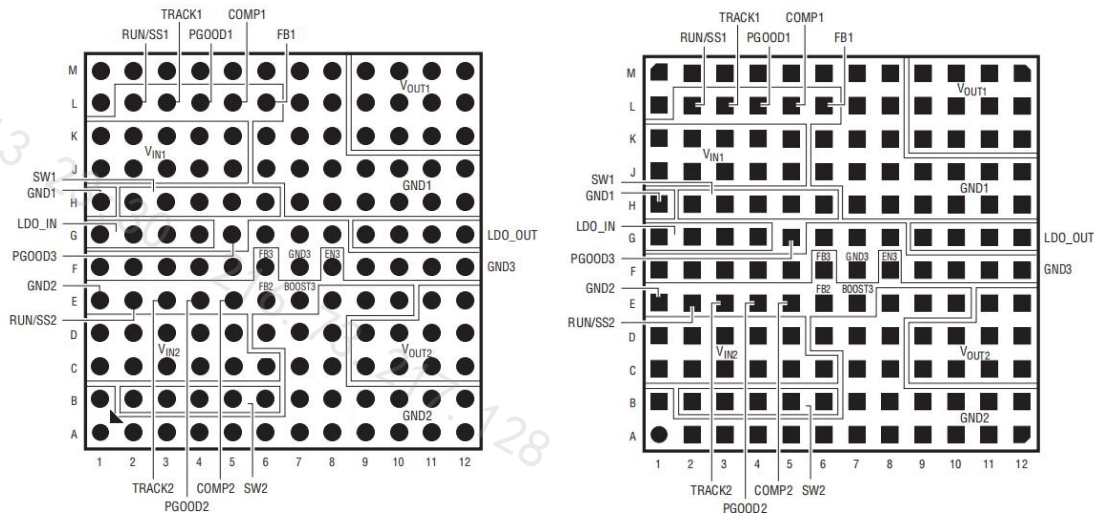


图2 引出端排列

表1 引出端描述

编号	名称	描述
K9-K12, L9-L12, M9-M12	V _{OUT1}	降压转换器输出1
C9-C12, D9-D12, E11-E12	V _{OUT2}	降压转换器输出2
G9-G12	LDO_OUT	线性稳压器输出
H1, H7-H12, J6-J12, K6-K8, L1, L7-L8, M1-M8	GND1	降压转换器功率地1
A1-A12, B1, B7-B12, C7-C8, D6-D8, E1, F1-F5, F7, F9-F12, G6-G8	GND2	降压转换器功率地2
	GND3	线性稳压器功率地
J1-J5, K1-K5	V _{IN1}	降压转换器输入1
C1-C6, D1-D5	V _{IN2}	降压转换器输入2
G1-G4	LDO_IN	线性稳压器输入
L3, E3	TRACK1, TRACK2	输出跟踪
L6, E6	FB1, FB2	输出电压负反馈
F6	FB3	输出电压负反馈
L5, E5	COMP1, COMP2	外部补偿

L4, E4	PGOOD1,	电源工作状态指示
L2, E2	RUN/SS1,	使能控制输入和软启动
H2-H6, B2-B6	SW1, SW2	开关节点
E7	BOOST3	线性稳压器偏置电压
G5	PGOOD3	线性稳压器工作状态指示
F8	EN3	线性稳压器使能控制输入

6. 绝对最大值

DC/DC转换器通道

电源 (VIN)	-0.3V~6.0V
功率电源输出 (VOUT)	-0.3V~VIN
状态信号 (PGOOD)	-0.3V~6.0V
使能、控制 (COMP、RUN/SS、FB、TRACK)	-0.3V~VIN
开关 (SW)	-2V~VIN+0.3V

线性稳压器通道

电源、状态信号、使能 (LDO_IN、PGOOD、EN)	-0.3V~6.0V
线性稳压器输出 (LDO_OUT)	-0.3V~4V
控制 (FB)	-0.3V~(LDO_IN+0.3V)
存储温度范围 (TSTG)	-60℃~150℃
回流焊峰值温度	245℃

7. 热特性

表2

参数符号	参数名称	典型值	单位	测试标准
θ_{JA}	结到环境热阻 (Junction-to-Ambient Thermal Resistance)	14.5	℃/W	JEDEC JESD 51-12
$\theta_{JC(top)}$	结到外壳顶部热阻 (Junction-to-Case (Top) Thermal Resistance)	24	℃/W	JEDEC JESD 51-12
$\theta_{JC(bottom)}$	结到外壳底部热阻 (Junction-to-Case (Bottom) Thermal Resistance)	1.5	℃/W	JEDEC JESD 51-12
$\theta_{JB} + \theta_{BA}$	结到PCB 到环境串联总热阻(Junction-to-Board-to-Ambient Series Thermal Resistance)	12	℃/W	JEDEC JESD 51-12
$T_{J_{MAX}}$	最大结温(Maximum Junction Temperature)	125	℃	—

测试条件与标准合规说明

7.1. 通用标准依据

所有热阻参数的定义、测试方法均严格遵循JEDEC JESD51 系列半导体热测试标准，核心依据如下：

JESD51-1：半导体器件热测试总则

JESD51-2A：自然对流下结到环境热阻 (θ_{JA}) 测试方法

JESD51-5：表面贴装器件热测试用标准PCB设计规范

JESD51-7：多层PCB热测试方法

JESD51-8：结到 PCB 热阻 (θ_{JB}) 测试方法

JESD51-12：半导体器件热特性参数定义与符号规范（本参数总定义标准）

JESD51-14：结到外壳热阻 (θ_{JC}) 单热流法测试规范

7.2. 测试PCB配置

完全符合JEDEC JESD51-5/JESD51-7标准的4层测试PCB：

a. 基板材质：FR-4，厚度 $1.6\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$ ；

b. 层数与铜厚：4层结构，顶层/底层2oz铜箔，内层1oz铜箔；

c. PCB尺寸： $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ ；

d. 焊盘设计：匹配器件封装的标准焊盘散热过孔；

e. 裸露焊盘区域布置不少于10个的内孔直径0.3mm的散热过孔，连接至内层/底层功率平面；

f. 安装方式：表贴，无额外支撑，避免热干扰。

7.3. 环境与测试工况

a. 环境温度： $15^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$ ；

b. 气流条件：自然对流；

c. 环境气压：标准大气压；

d. 测试状态：热平衡达到稳态（稳态条件：温度变化率 $\leq 0.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，持续 $\geq 10\text{min}$ ）；

e. 外部散热：无散热片、无导热垫、无额外散热措施。

8. 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 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{IN1/2} = 5\text{V}$ (DC/DC转换器通道)， $\text{LDO_IN} = 2.5\text{V}$ (线性稳压器通道)条件下测得。

表3 电特性

符号	参数	条件	极限值			单位
			最小	典型	最大	
DC/DC转换器通道						
V_{IN}	输入电压范围	—	2.375		5.5	V
$V_{OUT(RANGE)}$	输出电压范围	—	0.8		5.0	V
V_{OUT}	输出电压	$C_{IN}=22\mu F$, $C_{OUT}=47\mu F\times 2+22\mu F$ $V_{IN}=2.375V\sim 5.5V$, $I_{OUT}=0A\sim 4.0A$	1.470		1.530	V
$UVLO$	欠压锁定	下降电压	1.4		-	V

		上升电压	-		2.0	V
$I_{Q(VIN)}$	输入偏置电流	$V_{IN}=2.375V$, $V_{OUT}=1.5V$, 单路	-		30	mA
		$V_{IN}=5.5V$, $V_{OUT}=1.5V$, 单路	-		20	mA
$I_{S(VIN)}$	输入电源电流	$V_{IN}=5.0V$, $V_{OUT}=1.5V$, $I_{OUT}=4.0A$	-		1.6	A
I_{OUT}	输出电流范围	$V_{IN}=5.0V$, $V_{OUT}=1.5V$	0		4.0	A
S_V	线性调整率	$V_{IN}=2.375V\sim5.5V$, $V_{OUT}=1.5V$, $I_{OUT}=0A$	-		1.0	%
S_I	负载调整率	$V_{IN}=5.0V$, $V_{OUT}=1.5V$, $I_{OUT}=0A\sim4.0A$	-		1.0	%
V_{RIPPLE}	输出纹波电压	$V_{IN}=5.0V$, $I_{OUT}=0A$, $V_{OUT}=1.5V$, $C_{OUT}=47\mu F\times2+22\mu F$, $BW=20MHz$	-		20	mV
I_{OPK}	输出电流限值	$V_{IN}=5.0V$, $V_{OUT}=1.5V$		6		A
t_{START}	输出电压上升时间	$V_{OUT}=1.5V$, $C_{OUT}=47\mu F\times2+22\mu F$, $V_{IN}=5.0V$, $RUN/SS=Float$	-		1	ms
V_{FB}	反馈引脚电压	$V_{IN}=2.375V\sim5.5V$, $I_{OUT}=0\sim4A$	0.784	0.800	0.816	V
V_{RUN}	RUN控制电平	开启电平	1.4		-	V
		关断电平	-		0.6	V
线性稳压器通道						
V_{LDO_IN}	输入电压范围	-	1.14		3.5	V
V_{LDO_OUT}	输出电压范围	-	0.4		2.6	V
I_{OUT}	输出电流	$V_{LDO_IN}=1.14V\sim3.5V$		1.5		A
V_{FB3}	反馈引脚电压	$V_{LDO_IN}=1.14V\sim3.5V$, $I_{OUT}=0\sim1.5A$	0.392		0.408	V
V_{BOOST3}	偏置电压	-	4.8		5.2	V
V_{DO}	漏失电压	$V_{LDO_OUT}=1.5V$, $I_{OUT}=1.5A$			200	mV

9. 功能框图

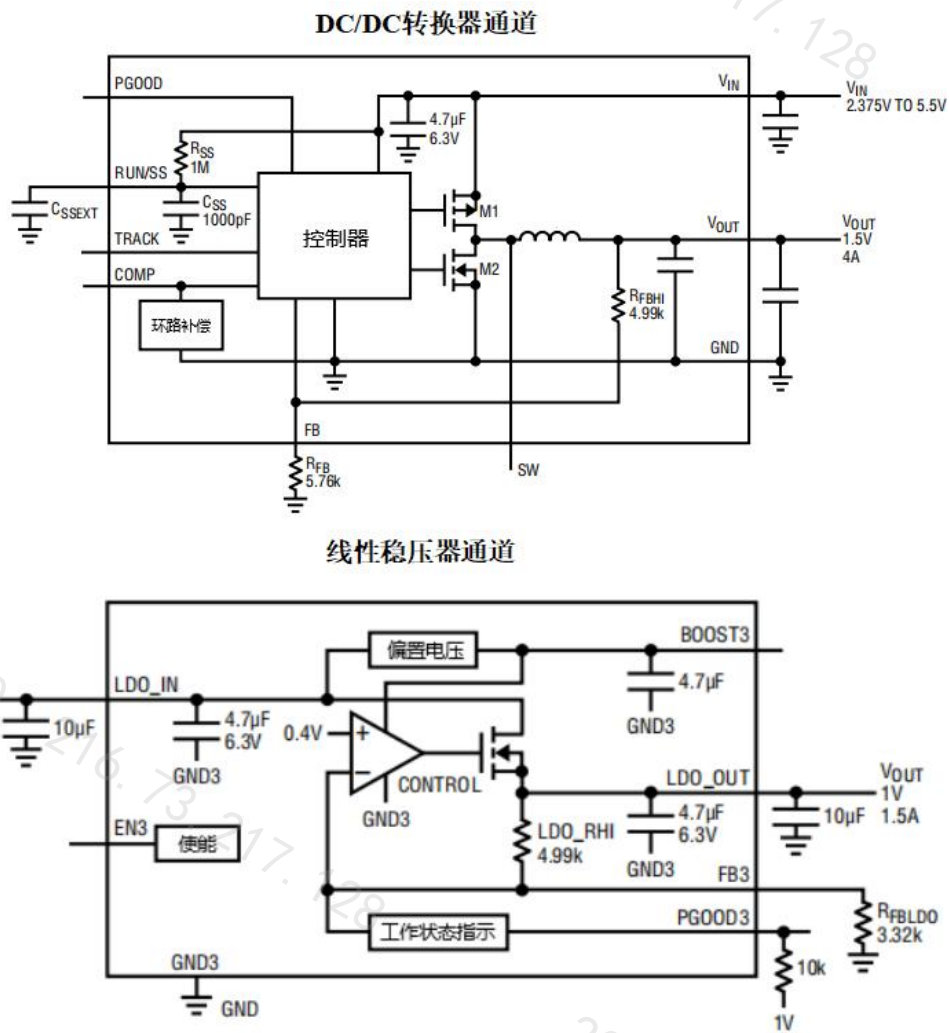


图3 功能框图

10. 效率曲线

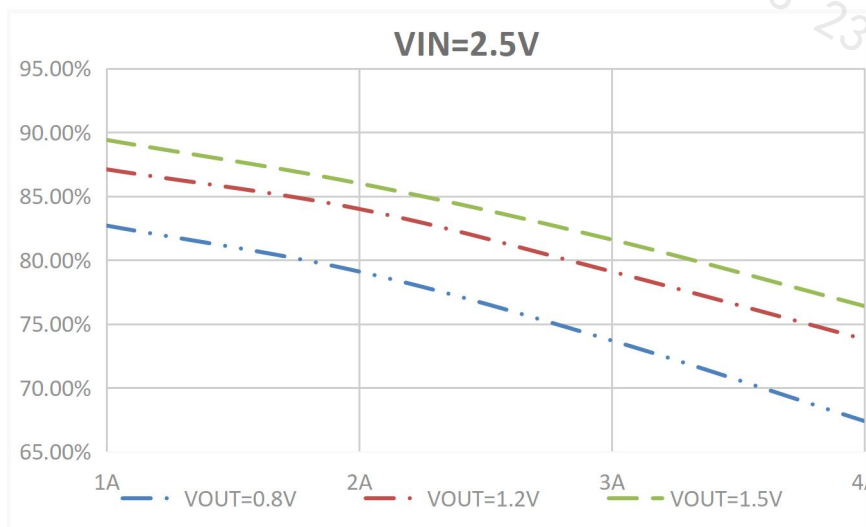
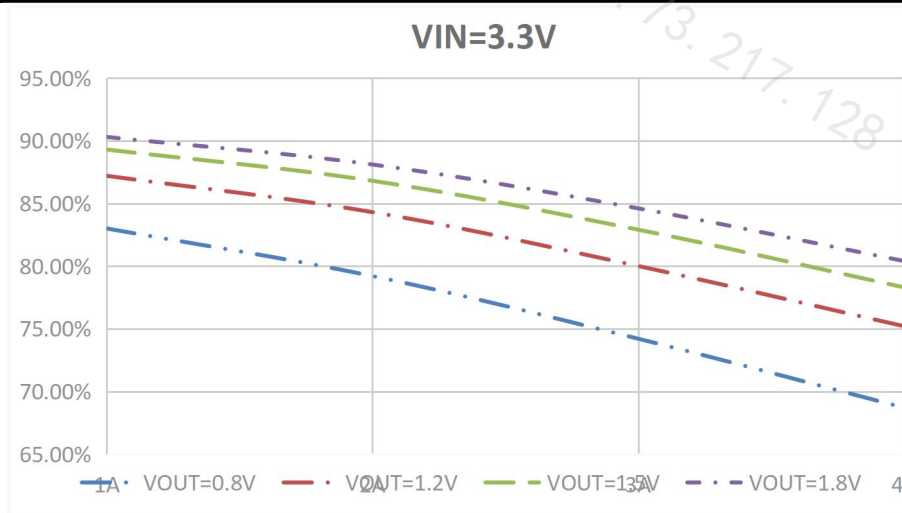
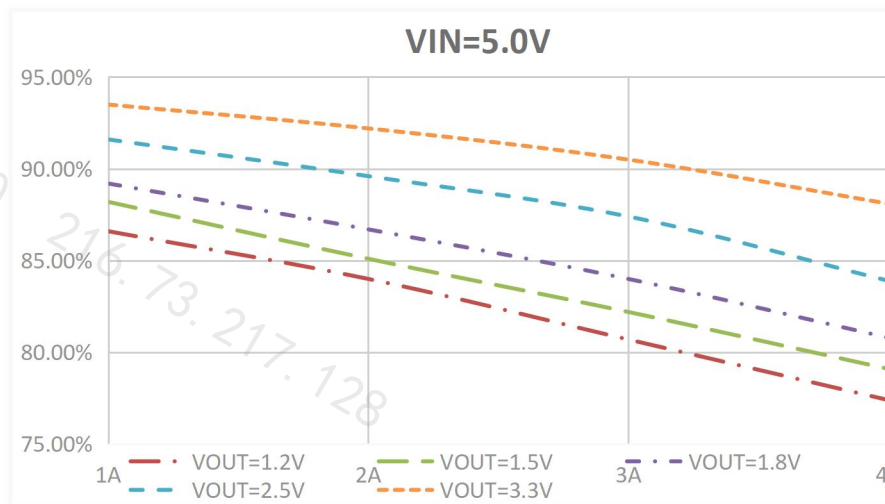


图4 VIN=2.5V时效率曲线


 图5 $V_{IN}=3.3V$ 时效率曲线

 图6 $V_{IN}=5.0V$ 时效率曲线

11. 功能简介

GC4615是一款非隔离三路输出微电路模块，其中两路为DC/DC转换器输出，能提供4A的输出电流；另一路为线性稳压器输出，能提供1.5A的输出电流，同时所需的外部输入输出电容器很少。其中DC/DC转换器通道在2.375V到5.5V的输入电压范围内，可通过一个外部电阻器设置精确可调的输出电压，调整范围为0.8V~5.0V；线性稳压器通道在1.14V到3.5V的输入电压范围内，也可通过一个外部电阻器设置精确可调的输出电压，调整范围为0.4V~2.6V。

GC4615微电路模块DC/DC转换器通道集成了两个独立的电流模式控制器，通过电流模式控制，内置反馈补偿环，具备充足的相位稳定裕度与出色的瞬态性能。同时，其输出电容可选范围广泛，即便所有输出电容器均为陶瓷电容器，也能保持良好的环路稳定性和瞬态性能。

电流模式控制还具备逐周期的快速电流监测功能。当VFB下降时，在过流情况下，电感谷流会降低至原始值的约40%，以此实现电流限制。若输出反馈电压超出调节点附近±12%的范围，内部过压或欠压比较器会将开漏的PGOOD引脚输出拉低。

12. 应用说明

12.1 输入输出降压比

GC4615微电路模块DC/DC转换器通道由于控制器的最小关闭时间和最小导通时间限制，对于给定的输入电压，在最大 V_{IN} 和 V_{OUT} 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90ns， 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60ns。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，输出电压也会降低。

12.2 输出电压设定

GC4615微电路模块DC/DC转换器通道内置一个0.8V的基准电压源。每个通道内部，内置一个4.99kΩ的电阻器，从 $V_{OUT1/2}$ 到 $V_{FB1/2}$ 。通过从 $V_{FB1/2}$ 引脚到地的外部电阻器 R_{FB} 可设置输出电压：

$$R_{FB} = \frac{4.99k\Omega}{\frac{V_{OUT}}{0.8V} - 1}$$

V_{OUT}	0.8V	1.2V	1.5V	1.8V	2.5V	3.3V
R_{FB}	开路	10 kΩ	5.76 kΩ	3.92 kΩ	2.35 kΩ	1.62 kΩ

表4

GC4615微电路模块线性稳压器通道内置一个0.4V的基准电压源以及一个4.99kΩ的电阻器，从LDO_OUT到 V_{FB3} 。通过从 V_{FB3} 引脚到地的外部电阻器 R_{FB} 可设置输出电压：

$$R_{FB} = \frac{4.99k\Omega}{\frac{V_{LDO_OUT}}{0.4V} - 1}$$

V_{LDO_OUT}	0.4V	0.8V	1.0V	1.5V	1.8V	2.5V
R_{FB}	开路	4.99 kΩ	3.32 kΩ	1.82 kΩ	1.43kΩ	0.95 kΩ

12.3 输入电容器

GC4615微电路模块应连接至低交流阻抗直流电源。对于DC/DC转换器通道输入回路，为了抑制RMS纹波电流， V_{IN} 对GND至少使用大于22μF的低ESR电容器，当输入端回路较长或没有足够的源电容导致输入源阻抗较大或引线阻抗较大时，则需要更大的输入电容。

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 $\eta\%$ 为模块的预估效率。

对于线性稳压器通道输入回路，为了抑制噪声干扰，LDO_IN对GND至少使用大于10 μ F的低ESR电容器。

12. 4输出电容器

GC4615微电路模块因对高频、高带宽设计进行了优化，每个通道需配备一颗或多颗低ESR输出陶瓷电容器，以获得较低的输出电压纹波和较好的瞬态响应。若需进一步降低输出纹波或瞬态峰值电压，需考虑增加额外的输出滤波电路，以尽量减小负载电流瞬变期间的电压变化。

12. 5软启动

GC4615微电路模块通过RUN/SS引脚，DC/DC转换器通道可以实现软启动。RUN/SS引脚上外置电容器的容值设定输出电压的上升斜坡。内部电流源给外部软启动电容器充电，软启动时间可计算为：

$$t_{SOFT_START} = \frac{C_{SS}}{I_{SS}} \times 0.6V$$

其中 C_{SS} 为软启动电容。

12. 6输出电压跟踪

GC4615微电路模块通过TRACK引脚可以实现跟踪另一个电源电压的上升斜率。当TRACK电压低于0.6V时，它将接替内部0.6V参考电压，以控制输出电压。输出电压跟踪可以通过使用每个通道的TRACK引脚设定。输出可以与另一个通道上下跟踪。

12. 7电源工作状态指示

GC4615微电路模块开路漏极引脚PGOOD可用于监测每通道工作状态。该引脚监控调节点周围 $\pm 12\%$ 窗口。可用外部上拉电阻器接到额外的稳压源（不超过6V）或 V_{IN} 、 V_{OUT} 以进行监控，推荐上拉电阻器取值范围为10k Ω 至100k Ω 。

12. 8稳定补偿

GC4615微电路模块DC/DC转换器通道的补偿环路只针对低ESR陶瓷输出电容器的情况进行了设计和优化。

12. 9运行使能

GC4615微电路模块DC/DC转换器通道通过RUN/SS引脚拉到地，使通道处于关闭状态，同时关闭功率MOSFET和大部分内部控制电路。将线性稳压器通道的EN引脚拉到地，会使线性稳压器处于关闭状态。

12. 10输入输出电容选择

GC4615微电路模块在应用中为减少电磁干扰，降低电压波动，提高模块整体工作效率，建议使用大封装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，在电路稳定工作中可以起到关键作用。

输入输出电容器的耐压值建议大于电容器两端电压2倍的规格，表6对应DC/DC转换器通道不同输入输出电压下的电容选择；表7对应线性稳压器通道不同输入输出电压下的电容选择；

表6 DC/DC转换器通道 输入输出电容推荐配置

输出电压	输入电压	输入电容	输出电容
0.8V	2.5V	22 μ F	47 μ F $\times$ 2+22 μ F
	3.3V	22 μ F	47 μ F $\times$ 2+22 μ F
	5.0V	22 μ F	47 μ F $\times$ 2+22 μ F
1.2V	2.5V	22 μ F	47 μ F $\times$ 2+22 μ F
	3.3V	22 μ F	47 μ F $\times$ 2+22 μ F
	5.0V	22 μ F	47 μ F $\times$ 2+22 μ F
1.5V	2.5V	22 μ F	47 μ F $\times$ 2+22 μ F
	3.3V	22 μ F	47 μ F $\times$ 2+22 μ F
	5.0V	22 μ F	47 μ F $\times$ 2+22 μ F
1.8V	3.3V	22 μ F	47 μ F $\times$ 3
	5.0V	22 μ F	47 μ F $\times$ 3
2.5V	3.3V	22 μ F	47 μ F $\times$ 3
	5.0V	22 μ F	47 μ F $\times$ 3
3.3V	5.0V	22 μ F	47 μ F $\times$ 3

表7 线性稳压器通道 输入输出电容推荐配置

输出电压	输入电压	输入电容	输出电容
0.4V	1.5V	22 μ F	10 μ F+22 μ F
	2.5V	22 μ F	10 μ F+22 μ F
	3.3V	22 μ F	10 μ F+22 μ F
0.8V	1.5V	22 μ F	10 μ F+22 μ F
	2.5V	22 μ F	10 μ F+22 μ F
	3.3V	22 μ F	10 μ F+22 μ F
1.2V	1.5V	22 μ F	10 μ F+22 μ F
	2.5V	22 μ F	10 μ F+22 μ F
	3.3V	22 μ F	10 μ F+22 μ F
1.5V	2.5V	22 μ F	10 μ F+22 μ F
	3.3V	22 μ F	10 μ F+22 μ F
1.8V	2.5V	22 μ F	10 μ F+22 μ F
	3.3V	22 μ F	10 μ F+22 μ F
2.5V	3.3V	22 μ F	10 μ F+22 μ F

12. 11 安全性

GC4615微电路模块中 V_{IN} 到 V_{OUT} 未隔离，没有内部保险丝。需要时，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上，以保护模块不受灾难性故障。

12. 12布局布线

GC4615微电路模块的高集成度简化了应用PCB板布局。但为优化其电气参数及热性能，布局方面仍需慎重考虑，以下为PCB设计建议：

1. 在大电流回路上加宽PCB铜区，包括 V_{IN1} 、 V_{IN2} 、LDO_IN、GND1~GND3、 V_{OUT1} 、 V_{OUT2} 、LDO_OUT。其有助于最大限度地减少PCB的传导损耗和热应力。
2. 在 V_{IN1} 、 V_{IN2} 、LDO_IN、GND1~GND3、 V_{OUT1} 、 V_{OUT2} 、LDO_OUT引脚旁边放置陶瓷电容器，尽量减少高频噪声干扰。
3. 在包含模块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. 请注意不要直接在焊盘上放置过孔，除非它们被铜浆塞孔且电镀整平。

12. 13降额曲线

降额曲线的设计依据关键器件的温升限制，确保在高温环境下，模块内部器件不超过其允许的最高工作温度，避免损坏或缩短寿命，同时让模块能够安全、稳定、长时间运行。

以下给出的降额曲线条件均为：

1. GC4615微电路模块直接贴装在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. 在大电流回路上使用大面积PCB铜区；

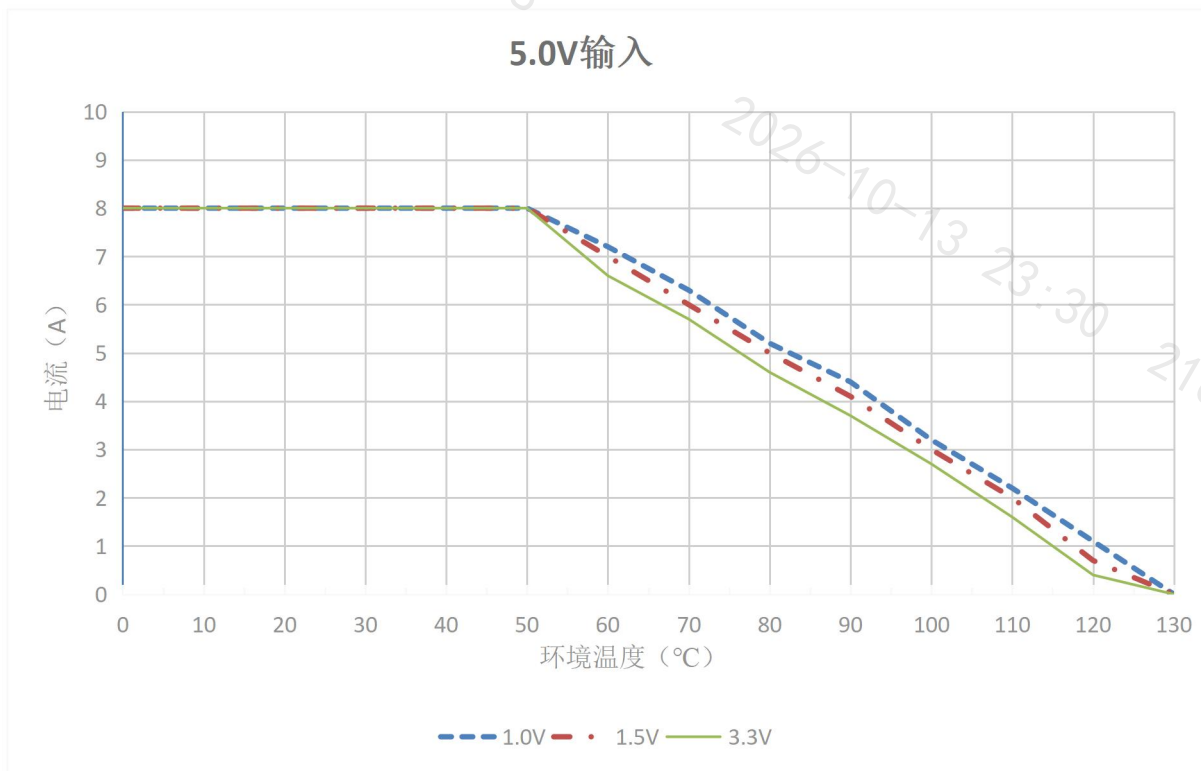


图7 输入5.0V降额曲线

13. 焊接及存储注意事项

1. 模块应贮存在环境温度为 $10^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于20%，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. 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8。

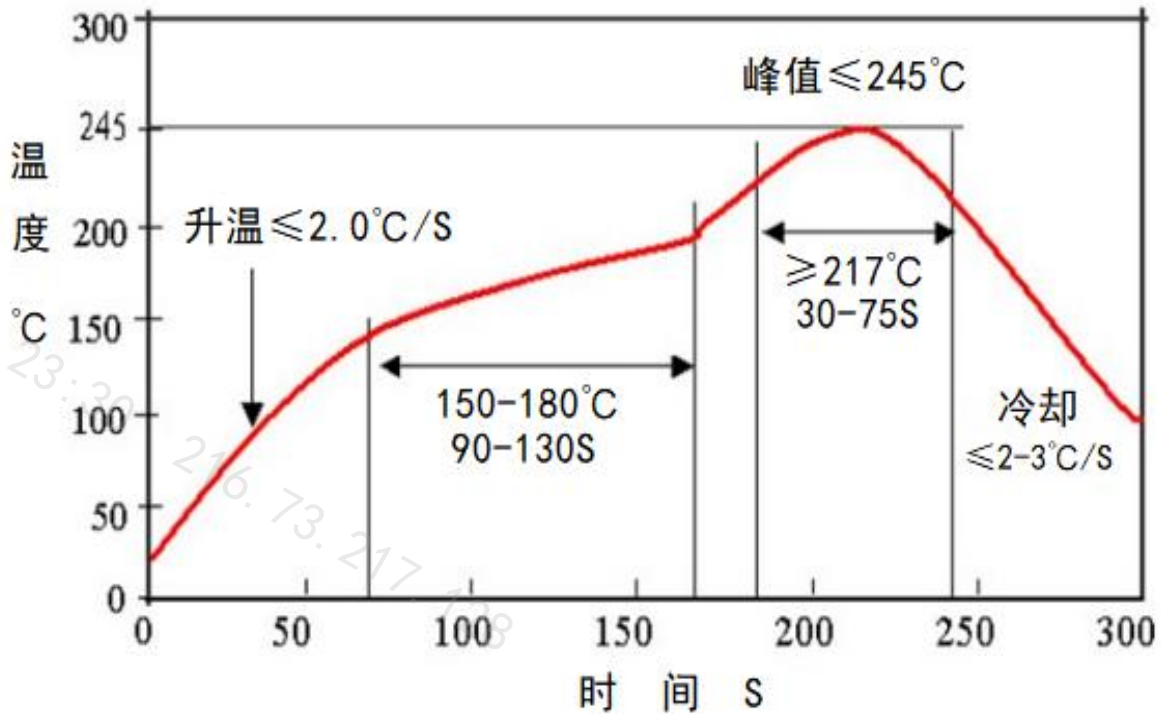


图8 回流焊曲线图

14. 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。

15. 其他注意事项

1. 禁止热拔插，热插拔时产生的尖峰电压会对模块产生不可预料的损坏；
2. 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；
3. 模块贴装及开展各项试验时，请确保有效的防静电措施；
4. 不推荐对器件进行返工、返修操作。

16. 封装信息

封装: BGA144

BGA-144 (15mm × 15mm × 2.82mm)

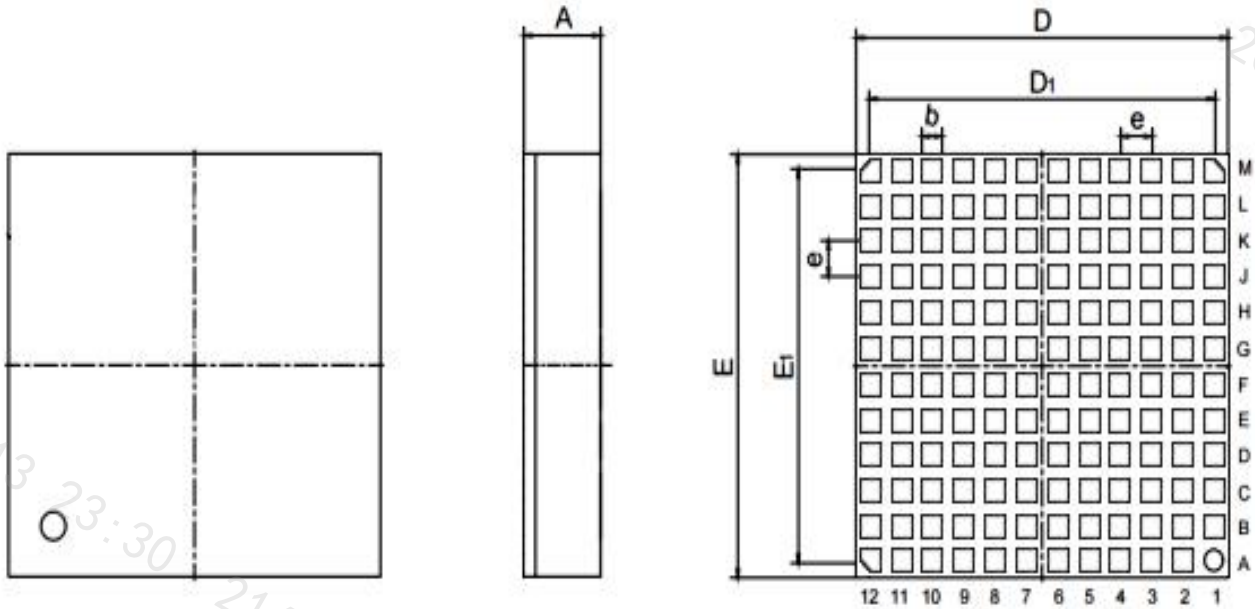


图9 外形尺寸

表8 外形尺寸说明

单位为毫米

尺寸符号	数值			尺寸符号	数值		
	最小	公称	最大		最小	公称	最大
A	2.72	2.82	2.92	D	14.80	15.00	15.20
E	14.80	15.00	15.20	D_1	11e		
E_1	11e			e		1.27	
				b	0.60	0.63	0.66

封装: LGA144

LGA-144 (15mm × 15mm × 3.42mm)

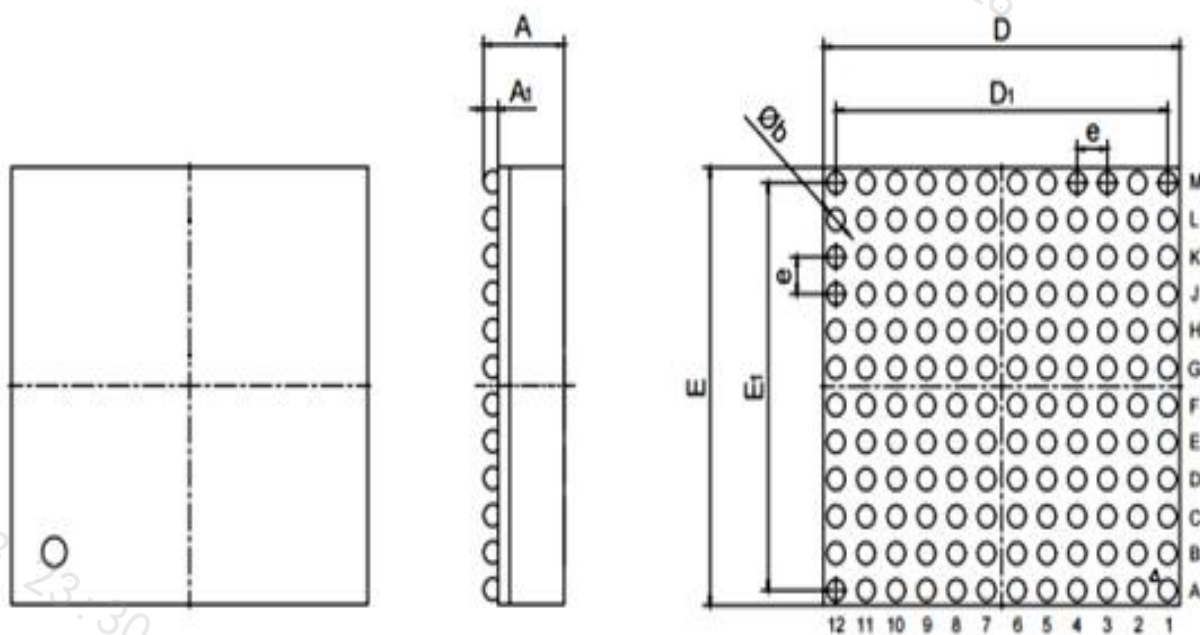


图10 外形尺寸

表9 外形尺寸说明

单位为毫米

尺寸符号	数值			尺寸符号	数值		
	最小	公称	最大		最小	公称	最大
A	3.22	3.42	3.62	D	14.80	15.00	15.20
A_1	0.50	0.60	0.70	D_1	11e		
E	14.80	15.00	15.20	e		1.27	
E_1	11e			$\varnothing b$	0.60	0.75	0.90

17. 典型应用电路

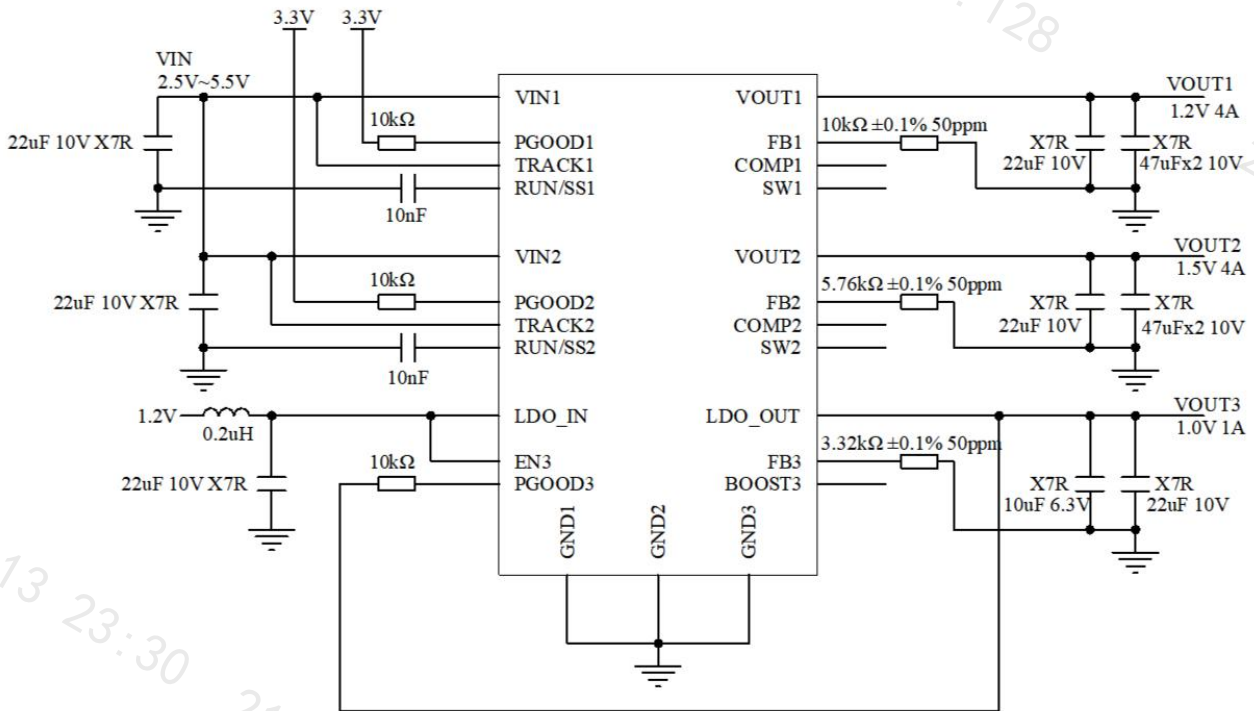


图11 典型应用图: $V_{IN}=2.5V\sim5.5V$, $V_{OUT1}=1.2V$ $I_{OUT1}=4A$,
 $V_{OUT2}=1.5V$ $I_{OUT2}=4A$, $V_{OUT3}=1.0V$ $I_{OUT3}=1A$

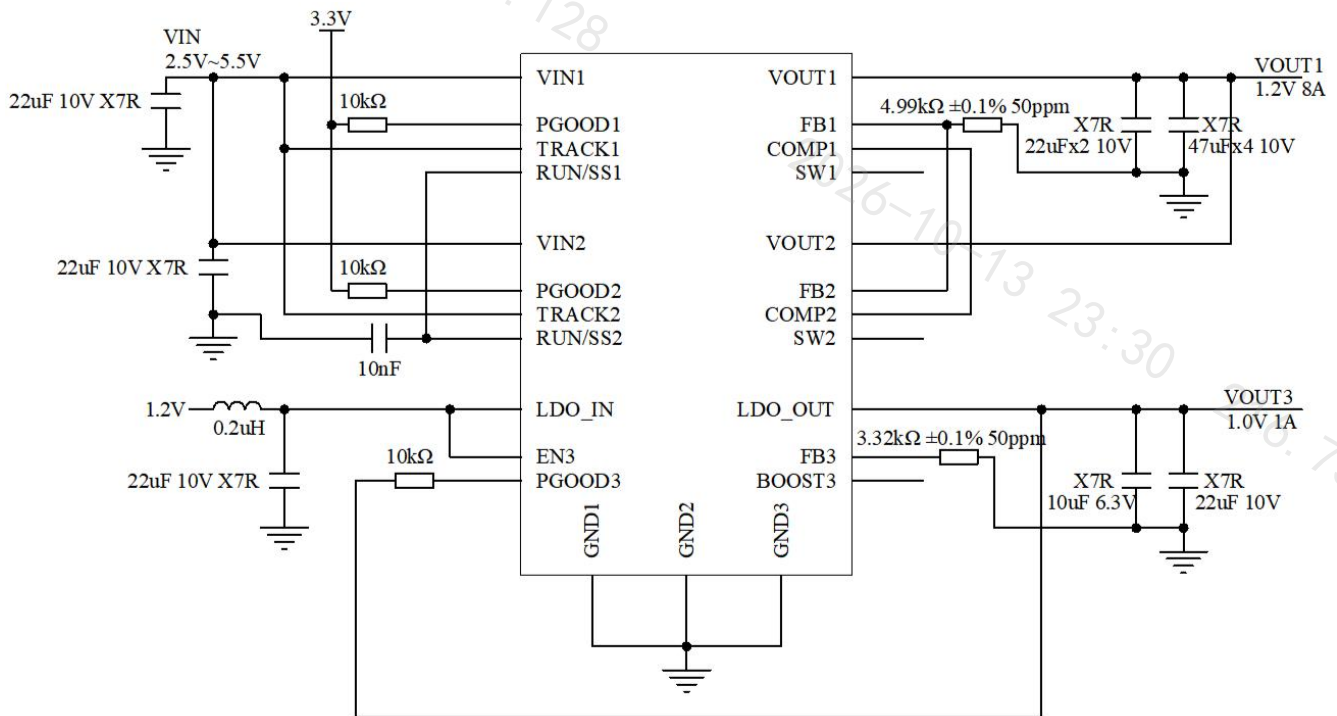


图12 典型应用图: 两相并联输出, $V_{IN}=2.5V\sim5.5V$, $V_{OUT1}=1.2V$ $I_{OUT1}=8A$,
 $V_{OUT3}=1.0V$ $I_{OUT3}=1A$

18. 说明

如欲了解更多的产品及公司信息，请联系公司办公室人员或登录公司网站；

联系电话：021-33885531；

网址：<https://mall.ichelps.com/>

19. 本文档中的信息如有变更，恕不另行通知



请使用微信扫码进入
芯片助手ICHELPS小程序

查资料 查替代 查库存 查价格

招募中国区各省代理，联系电话：021-33885531