40V、2A 高效率降压电源模块

Data Sheet

GM6402

产品特性

宽输入电压范围：3.4V 至 40V

输出电压范围：0.8V 至 16V

典型应用下，在输入电压 24V、输出电压 5V 或 3.3V、环境温度 85℃条件下，连续输出电流可达 2A

开关频率可选：200kHz 至 3MHz

支持外部同步功能

输出软起动和跟踪

电源良好功能

输出过压、过流、过温保护

25 引脚 4mm x 4mm x 2mm LGA 封装

结温：–40°C 至 125°C

典型应用

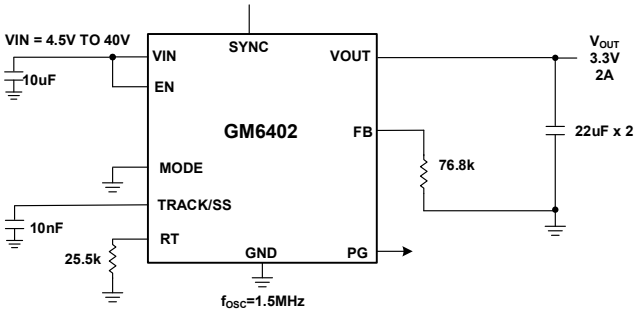


图 1. 典型应用

应用

汽车电池稳压源

便携式产品供电

分布式电源稳压源

工业电源

概述

GM6402 是一款输入电压 40V，连续输出电流 2A 的降压开关型降压开关型电源模组解决方案。采用超小型 25 引脚 4mm x 4mm x 2mm LGA 封装。其内部集成了开关管、电感以及电容等无源器件。

GM6402 输入电压范围为 3.4V 至 40V，其输出电压范围为 0.8V 至 16V，开关频率范围为 200kHz 至 3MHz，以上参数均可通过单个电阻独立设定。仅需额外配置输入电容和输出电容即可完成。从而为客户省去了设计流程中的电感选择过程。降低了客户的设计和制造风险，缩短了客户产品研发的周期。

基本功能内置于器件之中并且简单易用：一个漏极开路 PG 引脚负责在输出处于调节范围内时发出指示信号。准确的使能门限可采用 EN 引脚设定，而一个位于 RT 引脚的电阻器则负责设置开关频率。GM6402 支持输出过压、过流保护，及热保护等故障保护功能。

共模半导体技术（苏州）有限公司
江苏省苏州市苏州工业园区国际科技园四期 A1605.
技术支持及文档反馈: tech@manbasemi.com, manbasemi.com

目录

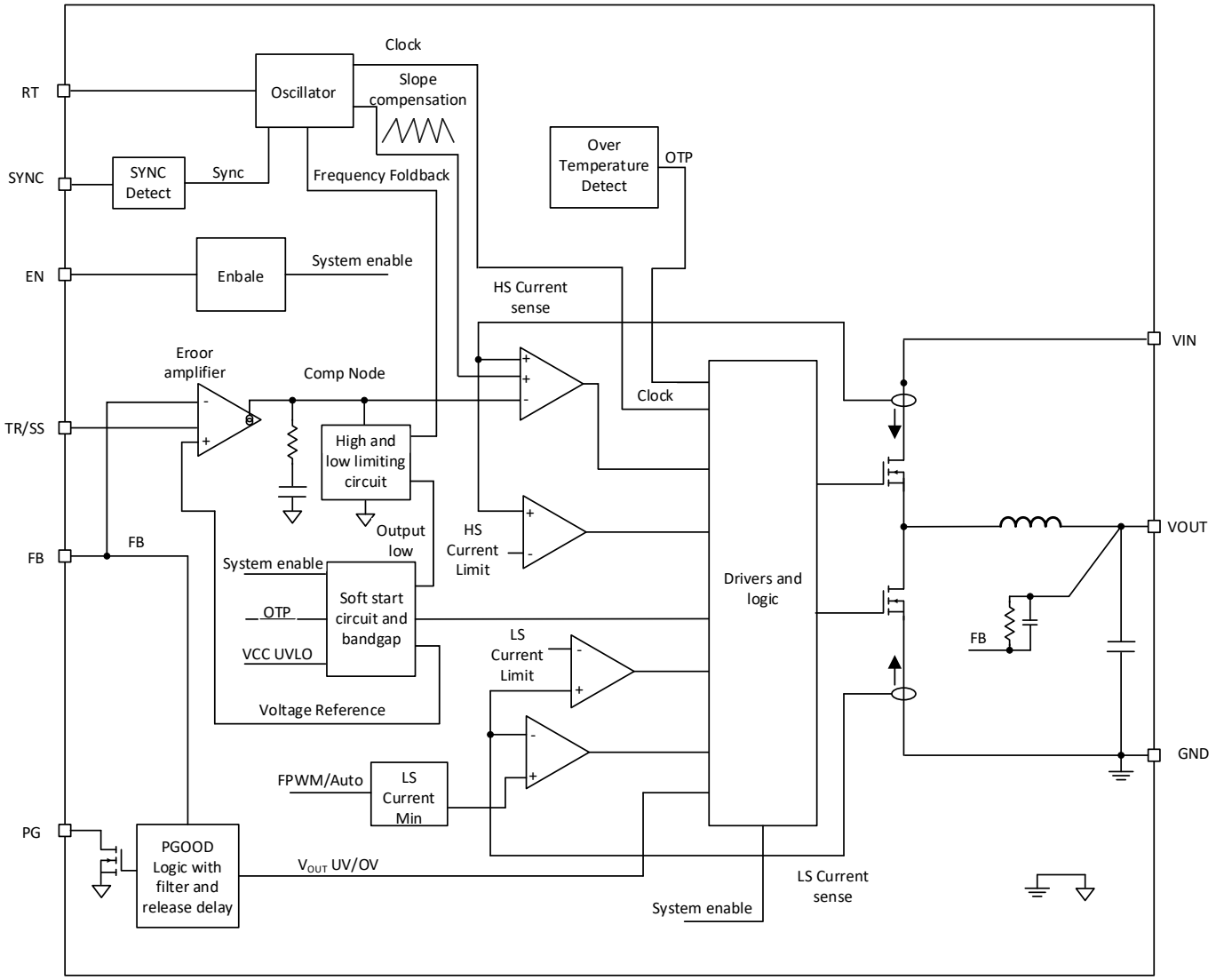
产品特性 1
应用 1
概述 1
目录 2
版本历史 2
功能框图 3
绝对最大额定值 4
热阻 4
电气特性 5
典型性能参数 6
引脚功能 9
工作原理 10
应用信息 11
PCB 布局 11
实现低静态电流 (低功耗模式) 11
脉冲跳跃模式 11
强制连续模式 11
扩频模式 12
时钟同步 12
FB 电阻器网络 12
设定开关频率 12
工作频率的选择和折衷 12
输入电容器 13
输出电容器和输出纹波 13
陶瓷电容器 13
使能引脚 13
输出电压跟踪和软起动 13
输出电源良好 14
短路保护 14
热考虑和峰值输出电流 14
外形尺寸 15
订购指南 16

版本历史

1/26—PrA

初稿

功能框图


RT
SYNC
EN
TR/SS
FB
PG
Oscillator
Clock
Slope compensation
SYNC Detect
Sync
Frequency Foldback
Over Temperature Detect
OTP
Enbale
System enable
HS Current sense
Eroor amplifier
Comp Node
High and low limiting circuit
Output low
HS Current Limit
Clock
VIN
VOUT
GND
FB
System enable
OTP
VCC UVLO
Soft start circuit and bandgap
Voltage Reference
LS Current Limit
Drivers and logic
FB
FPWM/Auto
LS Current Min
PGOOD Logic with filter and release delay
VOUT UV/OV
System enable
LS Current sense

绝对最大额定值

表 1:

参数	额定值
VIN 至 PGND	42V
VOUT 至 PGND	20V
EN 至 AGND	42V
PG 至 AGND	20V
TR/SS, FB, RT, SYNC 至 AGND	6V
工作结温范围	
GM6402	–40°C 至 125°C
贮存温度范围	–65°C 至 150°C

达到或者高于最大额定值下的应用可能会对产品造成永久性损坏。上表只是一个参考额定压力等级。不建议产品在上表所示条件，或高于上表所示条件的运行，长时间超过最大运行条件的运行可能会影响产品的可靠性。

热阻

θ_{JA} 适用于最坏情况，即器件焊接在电路板上以实现表贴封装。

表 2：

封装类型	θ_{JA}	单位
25 引脚 LGA	TBD	°C/W

电气特性

除非另有说明，V_{IN1} = 12V， T_J = −40°C to +125°C （对于最小/最大值规格）， T_A = 25°C（对于典型规格）。

参数	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
最小输入电压	V_{IN}			2.9		V
VIN 关机电流	$I_{SHTUDOWN}$	V_{EN} = 0V		2		µA
VIN 静态电流	IQ_BURST	V_{EN} = 2V，未执行开关工作		4		µA
FB 引脚						
反馈基准电压	V_{FB}	V_{IN} = 6V，I_{LOAD} = 0.5A		0.8		V
反馈电压的输入调整率		V_{IN} = 4.0V 至 40V，I_{LOAD} = 0.5A		0.01		%/V
反馈引脚输入电流	I_{FB}	V_{FB} = 0.8V	–20		20	nA
SW 引脚						
最小导通时间	t_{MIN_ON}	I_{LOAD} = 1A		45		ns
最小关断时间	t_{MIN_OFF}			80		ns
EN 引脚						
EN 引脚门限	V_{EN_RISING}	EN 逐渐上升	0.94	1	1.06	V
EN 引脚迟滞	V_{EN_HYS}			40		mV
EN 引脚电流	I_{EN}	V_{EN} = 2V	–20		20	nA
PG 引脚						
PG 上门限偏移 (从 VFB)	V_{PG_RISING}	V_{FB} 逐渐下降	6	8	10	%
PG 下门限偏移 (从 VFB)	$V_{PG_FALLING}$	V_{FB} 逐渐上升	–6	–8	–10	%
PG 迟滞	V_{PG_HYS}			0.5		%
PG 延迟时间	t_{PG_DELAY}			120		µs
PG 漏电流	I_{PG}	V_{PG} = 3.3V	–40		40	nA
PG 下拉电阻	R_{PG}	V_{PG} = 0.1V		700	2000	Ω
SYNC 门限	V_{SYNC_LO}	SYNC 低电平电压		0.9		V
	V_{SYNC_HI}	SYNC 高电平电压		1.2		V
	$V_{SYNC_MODE_HI}$	SYNC 作为模式选择高电平电压		2.6		V
扩频调频范围		RT = 18.7k		22		%
扩频调频频率				1/256		Fsw
软启动时间	t_{SS}	TR/SS 悬空		0.53		ms
TR/SS 源电流	I_{SS}			1.4		uA
TR/SS 下拉电阻	R_{TR_SS}	故障条件，$V_{TR/SS}$ = 0.1V		200		Ω
过温保护上升阈值				165		°C
过温保护下降阈值				155		°C

典型性能参数

除非另有说明，V_{IN} = 12V, T_A = 25°C。

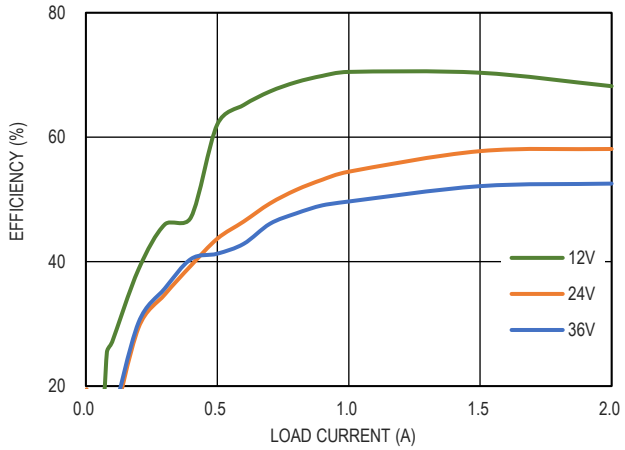


图 2. 效率曲线，V_{OUT} = 0.8V，F_{SW} = 850kHz

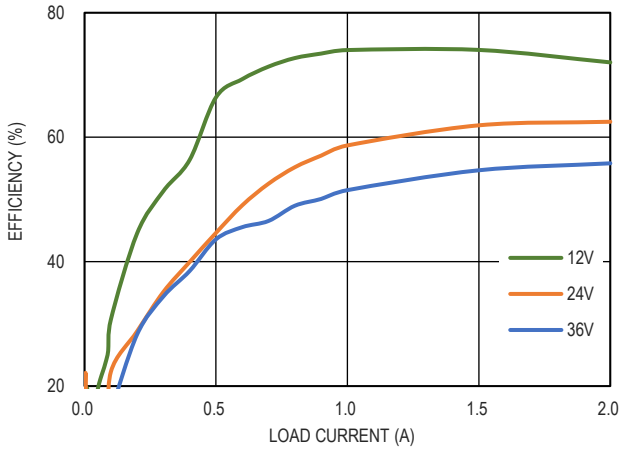


图 3. 效率曲线，V_{OUT} = 1V，F_{SW} = 850kHz

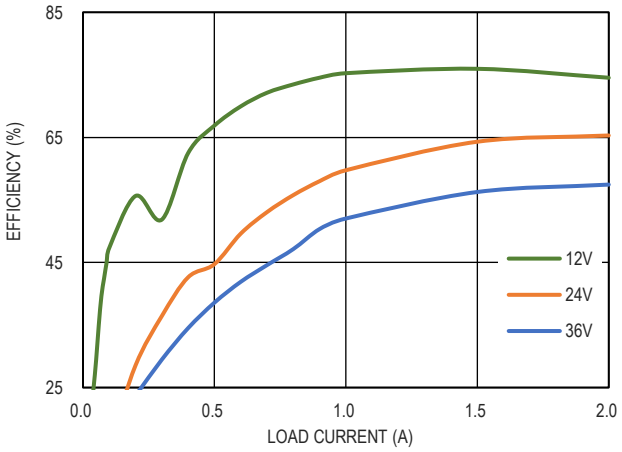


图 4. 效率曲线，V_{OUT} = 1.2V，F_{SW} = 1MHz

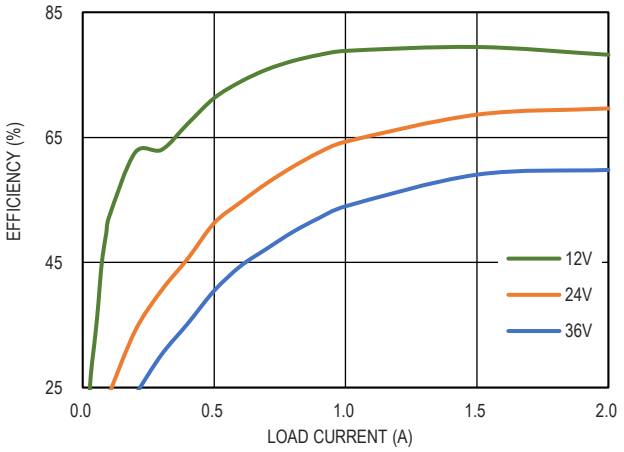


图 5. 效率曲线，V_{OUT} = 1.5V，F_{SW} = 1MHz

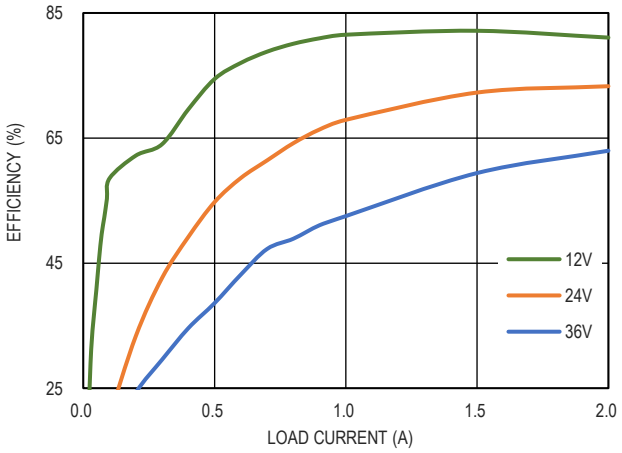


图 6. 效率曲线，V_{OUT} = 1.8V，F_{SW} = 1MHz

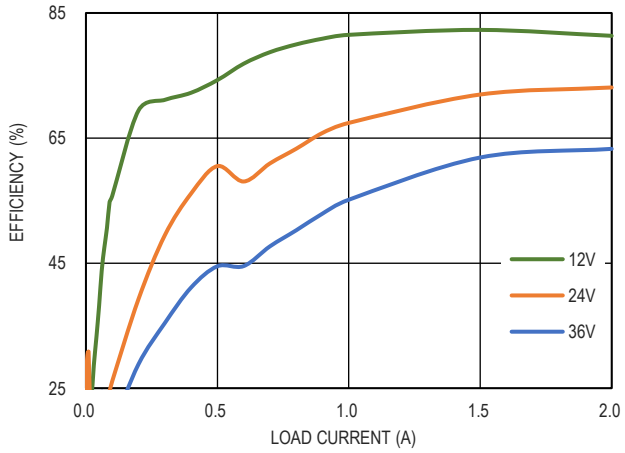


图 7. 效率曲线，V_{OUT} = 2V，F_{SW} = 1.2MHz

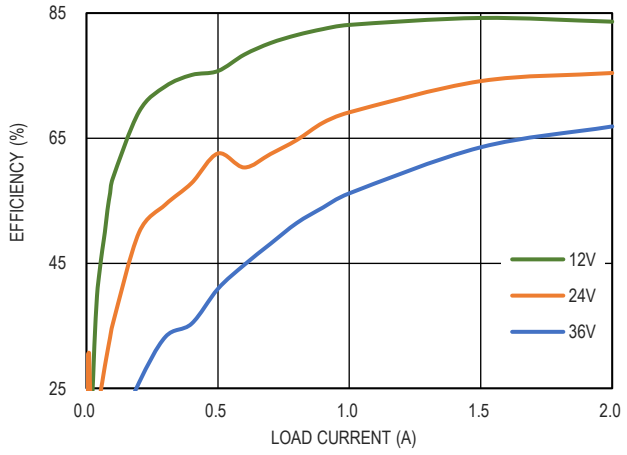


图 8. 效率曲线，V_{OUT} = 2.5V，F_{SW} = 1.4MHz

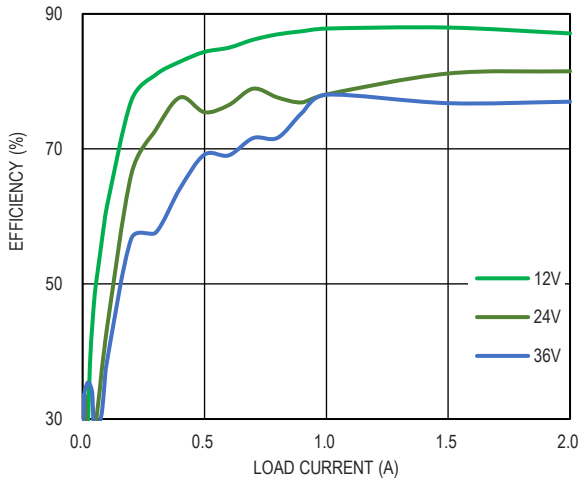


图 9. 效率曲线，V_{OUT} = 3.3V，F_{SW} = 1.5MHz

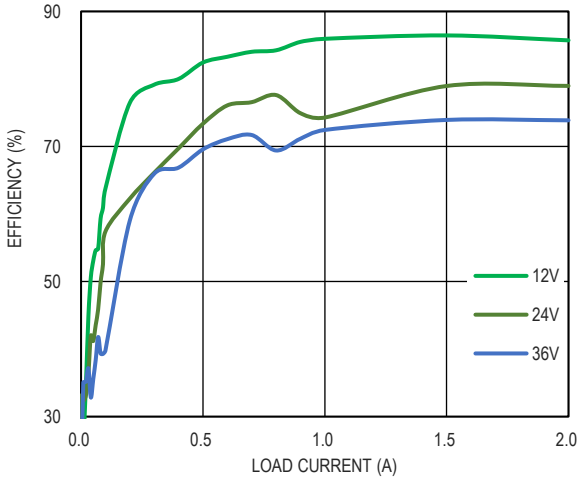


图 10. 效率曲线，V_{OUT} = 3.3V，F_{SW} = 2MHz

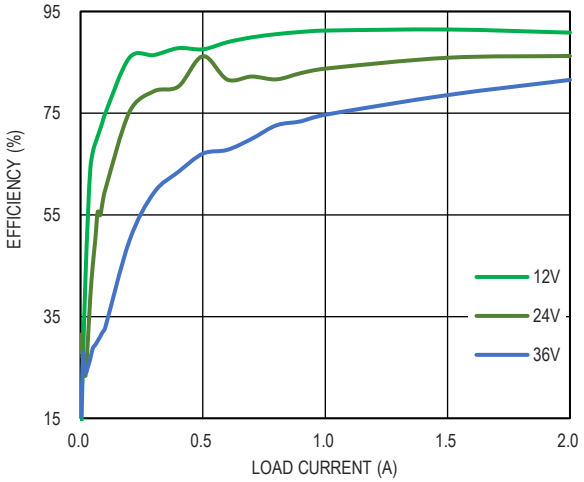


图 11. 效率曲线，V_{OUT} = 5V，F_{SW} = 1.5MHz

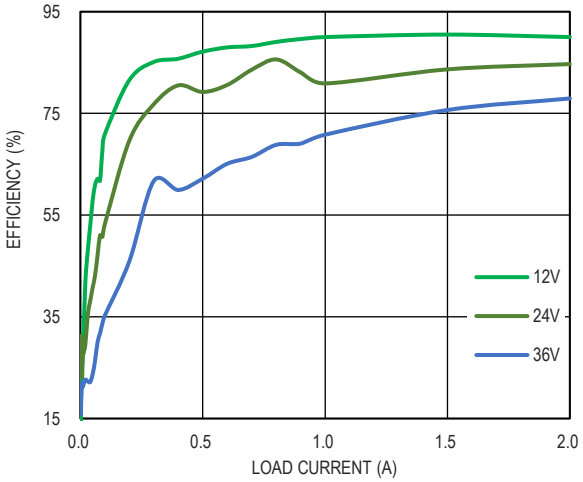


图 12. 效率曲线，V_{OUT} = 5V，F_{SW} = 2MHz

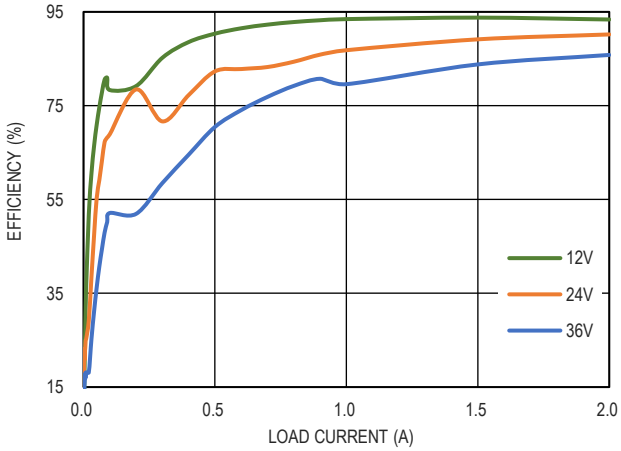


图 13. 效率曲线，V_{OUT} = 8V，F_{SW} = 1.7MHz

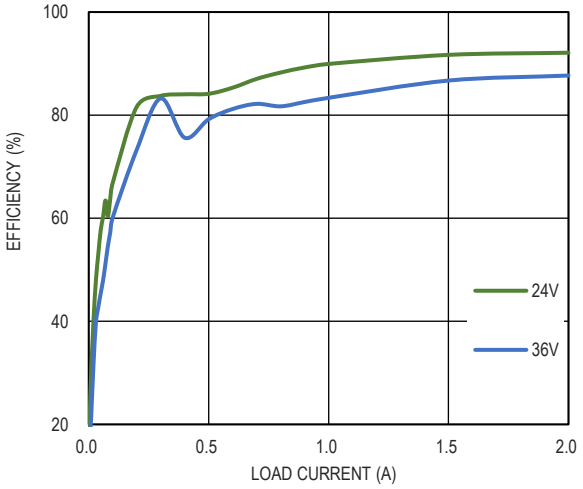


图 14. 效率曲线，V_{OUT} = 12V，F_{SW} = 2MHz

引脚功能

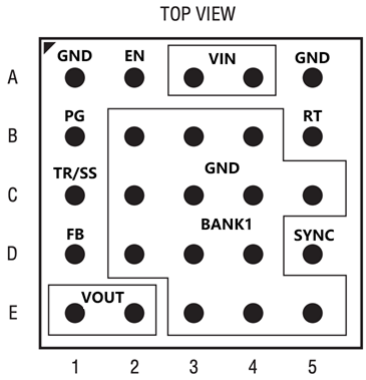


图 15. 25 引脚 LGA 封装

表 3. 引脚功能描述

引脚名	引脚号	描述
GND	Bank 1, A1, A5	接地引脚。将这些引脚连接至 GM6402 及周边电路元器件下方的局部接地层。GM6402 产生的大部分热量均通过这些焊盘发散，因此 PCB 的设计对该器件的散热性能影响显著。
EN	A2	当该引脚为低电平时 GM6402 停机，而当该引脚为高电平时则 GM6402 运行。迟滞门限电压为 1.00V (上升) 和 0.96V (下降)。如果不使用停机功能则把该引脚连接至 VIN。可以采用一个从 VIN 引出的外部电阻分压器来设置一个 VIN 门限，当该引脚的电压低于此门限时 GM6402 将停机。
VIN	A3, A4	电源输入引脚。将电源接至 VIN 与 GND，并在其间放置输入电容。
PG	B1	PG 引脚是内部比较器的漏极开路输出。当 FB 引脚电压尚未达到最终调节电压的 ±8% 范围内时，PG 引脚始终保持低电平。当 VIN 高于 3.4V 时，PG 有效，与 EN 引脚的状态无关。
RT	B5	在 RT 和 AGND 之间连接一个电阻器以设定开关频率。当该引脚接地时，开关频率为 2.2MHz。
TR/SS	C1	输出跟踪和软起动引脚。低于 0.8V 的 TR/SS 电压将强制 GM6402 把 FB 引脚电压调节至与 TR/SS 引脚电压相等。当 TR/SS 高于 0.8V 时，跟踪功能被停用，而且内部基准恢复控制误差放大器的输出。该引脚上有来自内部 1.4μA 上拉电流，允许通过外部电容器来控制引脚电压的上升速率。在停机期间和故障情况下，通过内部 200Ω 的阻抗将该引脚拉低至地；如果外接驱动电路的内阻较小，应在该引脚后面串联一个电阻。如果不需要跟踪和软启动功能，可以将该引脚浮空。
FB	D1	误差放大器的反相输入端。GM6402 将 FB 引脚调节至 0.8V。该引脚在内部通过一个 249k Ohm 的精密电阻连接至 VOUT。在 FB 与 AGND 之间外接一个额外电阻，即可设定不同的输出电压。
SYNC	D5	该引脚负责设置四种不同的工作模式：1) 低功耗模式：将该引脚接地，芯片在低输出负载条件下以低功耗模式工作，从而实现低静态电流。2) 脉冲跳跃模式（PSKIP）：该模式可实现全频率工作，直至输出负载降至较低水平后，才会进入脉冲跳频模式。将该引脚悬空以启用 PSKIP。3)扩频模式：将该引脚接高电平（2.9V 至 4.2V 之间），即可启用带扩频调制的脉冲跳跃模式。4)同步模式：使用时钟源驱动该引脚，可将芯片同步到外部频率。
VOUT	E1, E2	电源输出。将负载连接至 VOUT。在 VOUT 和 PGND 之间放置输出电容。

工作原理

GM6402 是一款 40V，2A (随输入/输出电压上升降额) 单片式峰值电流模式控制的降压 DC/DC 电源模块。振荡器 (其频率采用 RT 引脚上的一个电阻器来设定) 负责在每个时钟周期的起点导通内部顶端功率开关。电感器中的电流随后将增加，直到顶端开关电流比较器跳变并断开顶端功率开关为止。顶端开关断开时的峰值电感器电流受控于内部 VC 节点上的电压。误差放大器通过比较 FB 引脚上的电压与一个内部 0.8V 的基准来维持 VC 节点电平。当负载电流增加时，它将引起反馈电压下降 (相对于基准)，从而导致误差放大器提升 VC 电压，直到平均电感器电流与新的负载电流匹配为止。当顶端功率开关断开时，同步功率开关导通，直到下一个时钟周期开始或者电感器电流降至零为止。如果过载条件导致流过底端开关的电流大于 4A，则下一个时钟周期将被延迟，直到开关电流恢复至一个安全的水平为止。

如果 EN 引脚为低电平，则 GM6402 停机并从输入吸收 2μA 的电流。当 EN 引脚电压高于 1V 时，开关稳压器将变至运行状态。

GM6402 可通过 SYNC 引脚设定工作于低功耗模式 (BURST) 、脉冲跳跃模式 (PSKIP)或强制连续模式 (FCM)。为了优化轻负载时的效率，低功耗模式在两个脉冲之间，所有与控制输出开关相关联的电路均被关断，从而把输入电源电流减小至 1.7μA。

GM6402 也能工作在强制连续模式 (FCM) 以在宽负载范围内实现快速瞬态响应并执行全频率工作。当器件处于 FCM 时，振荡器连续工作并使正 SW 转换对准时钟。

为了改善 EMI/EMC，GM6402 能够工作于扩频模式。该功能可利用一个 +/-20% 的三角调频来改变时钟频率。例如，若 GM6402 的开关频率被设置为 2.2MHz，则扩频模式将在 1.8MHz 和 2.6MHz 之间调制振荡。

如果输出电压的变化幅度超出了设定点的 ±8% (典型值) 范围，或者存在某种故障情况，那么负责监视 FB 引脚电压的比较器将把 PG 引脚拉至低电平。

应用信息

PCB 布局

尽管高度集成的 GM6402 已经大幅简化了 PCB 布局，仍旧有一些地方需要注意。推荐布局见图 16。请确保接地和散热设计合理。

1. 输入电容 C_{IN} 需要尽可能靠近 GM6402 的 VIN 和 GND 放置。
2. 输出电容 C_{OUT} 需要尽可能靠近 GM6402 的 VOUT 和 GND 放置。
3. 放置 C_{IN} 和 C_{OUT} 时，应使其接地电流直接在 GM6402 旁边或下方经过。
4. 将所有 GND 接地端连接到顶层尽可能大面积的铺铜或地平面上。避免外部元器件与 GM6402 之间的接地通路被切断。
5. 将与 FB 相连的反馈电阻和与 RT 相连的频率设定电阻靠近各自引脚放置。
6. 使用过孔将接地铺铜区域连接到电路板的内部地层。大量均匀布置接地过孔，既能提供良好接地，又能为 PCB 内部地层提供散热通路。由于这些位置靠近内部功率器件，连接到内部地层的过孔可以为 GM6402 提供良好的散热效果。散热过孔的最佳数量取决于 PCB 设计。例如，若要使用孔径很小的过孔，就需要比大孔径过孔的电路板布置更多的散热过孔。

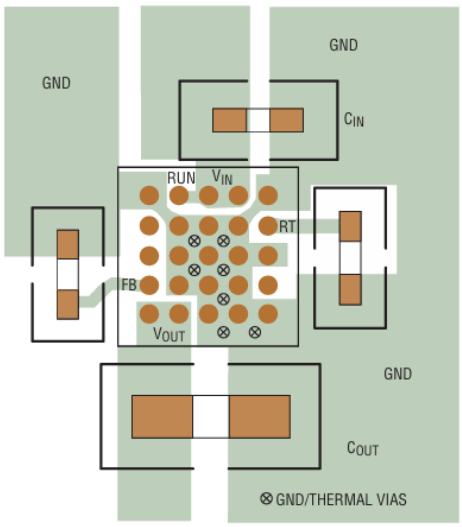


图 16. PCB 布局推荐

实现低静态电流 (低功耗模式)

为了提高轻负载条件下的效率，GM6402 工作于低功耗模式，以使输出电容器被充电至一个期望的输出电压，同时最大限度地减小输入静态电流和输出电压纹波。在低功耗模式工作中，GM6402 向输出电容器提供单一的小电流脉冲，跟随其后的是若干个由输出电容器提供输出功率的睡眠周期。在睡眠模式中 GM6402 的电流消耗为 1.7μA。

当输出负载减小时，单电流脉冲的频率降低，GM6402 处于睡眠模式的占空比增加，从而轻负载效率相比于传统稳压器有了大幅度的提高。

为了实现较高的轻负载效率，在低功耗模式工作中单一小脉冲期间必须向输出提供更多的能量，以使 GM6402 能够在脉冲之间的时间里更加长久地处于睡眠模式。这可以通过使用一个较大数值的电感器来实现，而且在选择电感器时其考虑因素应与开关频率无关。例如，虽然对于较高开关频率应用通常使用一个较低的电感值，但假如需要很高的轻负载效率，则应选择一个较高的电感值。

而在低功耗模式工作中，顶端开关的电流限值约为 900mA，因而产生了低输出电压纹波。增加输出电容将成比例地减小输出纹波。当负载增大时，开关频率将增加，但最高只会升至由 RT 引脚上的电阻器所设置的开关频率。

GM6402 到达编程频率的输出负载会随着输入电压、输出电压和电感器的选择而改变。如欲选择低功耗模式工作，则把 SYNC 引脚连接至低于 0.4V。

脉冲跳跃模式

对于有些应用而言，希望 GM6402 能够工作在脉冲跳跃模式，与前述低功耗模式存在一些差异。在脉冲跳跃模式下，始终处于唤醒状态，且所有的开关周期均对准。且在该模式中，许多内部电路始终是唤醒的，从而使静态电流增加到几百 uA。如需要使用脉冲跳跃模式，则把 SYNC 引脚悬空。

强制连续模式

GM6402 能工作于强制连续模式 (FCM) 以在宽负载范围内实现快速响应并执行全频率工作。当器件处于 FCM 时，振荡器连续工作并使正 SW 开关对准时钟。电感负电流在轻负载或大瞬变条件下是允许的。GM6402 可从输出吸收电流并

在此模式中把电荷回送至输入，从而改善负载阶跃瞬态响应。在轻负载条件下，FCM 工作的效率低于低功耗模式，但在那些必需使开关谐波远离信号频带的应用中则可能是合乎需要的。如果要求输出吸收电流，则必须使用 FCM。如欲启用 FCM，则把 SYNC 引脚上拉。该引脚上的漏电流应小于 1μA。

假如 VIN 引脚保持在高于 37V 或 FB 引脚保持在比反馈基准电压高 9.5% 以上的电平，则 FCM 停用。在软起动期间 FCM 也被停用，直到软起动电容器满充电为止。当以这些方式停 用 FCM 时 ，则不允许负电感器电流。

为在宽 VIN 和 VOUT 范围内执行稳健的工作，应采用一个大于 L_{MIN} 的电感值：

$$L_{MIN} = \frac{V_{OUT}}{2 \cdot f_{SW}} \cdot (1 - \frac{V_{OUT}}{40})$$

扩频模式

GM6402 具有扩频工作模式以进一步降低 EMI/ EMC 辐射。如欲启用扩频工作，则应把 SYNC 引脚连接至高电平（2.9V 至 4.2V 之间）。在该模式中，采用三角调频在由 RT 设置的数值大约 +/-20% 之间改变开关频率 。调制频率约为开关频率 1/256 。例如，当 GM6402 的开关频率被设置为 2.2MHz 时，频率将以 9kHz 的速率在 1.8MHz 和 2.6MHz 之间变化。

时钟同步

若要把 GM6402 振荡器同步至一个外部频率，则连接一个方波 (具有 20 % 至 80 % 的占空比) 至 SYNC 引脚。该方波的幅度应具有低于 0.4V 的谷值和高于 1.5V 的峰值 (最高 5.5V)。

当同步至一个外部时钟时，GM6402 在低输出负载下将不会进入低功耗模式工作，而是运行强制连续模式以维持调节作用。GM6402 可以在 200kHz 至 3MHz 的范围内实现同步。应选择合适的 RT 电阻器以把 GM6402 的开关频率设定为同步输入附近。

FB 电阻器网络

输出电压利用一个位于输出和 FB 引脚之间的电阻分压器来设置。根据下式来选择电阻器阻值：

$$R_A = R_B(\frac{V_{OUT}}{0.8V} - 1)$$

如图所示：

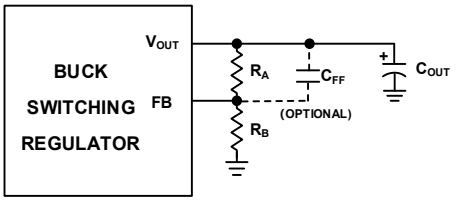


图 17. 反馈电阻网络

为保持输出电压准确度，建议采用精度为 1% 的电阻器。

设定开关频率

GM6402 采用一种恒定频率 PWM 架构，其开关频率可采用一个连接在 RT 引脚和地之间的电阻器设置在 200kHz 至 3MHz 的范围内。表 4 给出了期望开关频率与所需 RT 阻值的对应表。

针对某一期望开关频率所需的 RT 电阻器可采用下式计算：

$$R_T = \frac{38.82}{f_{SW}} - 0.85$$

式中的 R_T 其单位为 kΩ，f_{SW} 为期望的开关频率 (单位：MHz)。

表 4：SW 频率与 RT 阻值的对应关系

f_{SW} (MHz)	R_T (kΩ)
0.2	191
0.3	130
0.4	95.3
0.5	76.8
0.6	63.4
0.7	54.9
0.8	47.5
1.0	38.3
1.2	31.6
1.4	26.7
1.6	23.2
1.8	20.5
2.0	18.7
2.2	16.9
3.0	12.1

工作频率的选择和折衷

工作频率的选择是一个在效率、组件尺寸和输入电压范围之间进行权衡折衷的过程。高频工作的优点是可以采用较小的电感器和电容器数值，而缺点则是效率较低且输入电压范围较小。

对于一个给定的应用，最高开关频率($f_{SW(MAX)}$) 可由下式计算：

$$f_{SW(MAX)} = \frac{V_{OUT} + V_{SW(BOT)}}{t_{ON(MIN)}(V_{IN} - V_{SW(TOP)} + V_{SW(BOT)})}$$

式中的 V_{IN} 为典型输入电压，V_{OUT} 为输出电压，$V_{SW(TOP)}$ 和 $V_{SW(BOT)}$ 为内部开关压降 (在最大负载条件下分别为 ~0.3V 和 ~0.15V)，而 $t_{ON(MIN)}$ 则是顶端开关最小导通时间 (见 “电

特性")。该方程说明：需要采用一个较低的开关频率以适应一个高的 V_{IN}/V_{OUT} 比值。

对于瞬态工作，VIN 有可能走高至 42V 的绝对最大额定值 (这与 RT 阻值无关)，不过 GM6402 将在必要时降低开关频率以保持对电感器电流的控制，从而确保安全的工作。

GM6402 能够提供大约 99% 的最大占空比，而 VIN 至 VOUT 压差受限于顶端开关的 $R_{DS(ON)}$。在该模式中，GM6402 跳过若干开关周期，从而产生一个低于 RT 编程值的开关频率。

对于那些在低 V_{IN}/V_{OUT} 比值下不能允许偏离编程开关频率的应用，可采用下式来设定开关频率：

$$V_{IN(MIN)} = \frac{V_{OUT} + V_{SW(BOT)}}{1 - f_{SW} \cdot t_{OFF(MIN)}} - V_{SW(BOT)} + V_{SW(TOP)}$$

式中的 $V_{IN(MIN)}$ 是没有发生跳周期时的最小输入电压， V_{OUT} 为输出电压，$V_{SW(TOP)}$ 和 $V_{SW(BOT)}$ 为内部开关压降 (在最大负载条件下分别为 ~0.3V 和 ~0.15V)，f_{SW} 为开关频率 (由 RT 设定)，而 $t_{OFF(MIN)}$ 为最小的开关断开时间。请注意，较高的开关频率将增大最小输入电压 (当低于此电压时某些周期将被丢弃以实现较高的占空比)。

输入电容器

应在靠近 VIN 处安放较大的陶瓷电容器 (2.2μF 或更大)。更多详情请见布局部分。为了在整个温度和输入电压变化范围内获得最佳性能，建议采用 X7R 或 X5R 型电容器。

请注意，当采用较低开关频率时，将需要较大的输入电容。如果输入电源具有高阻抗，或者由于较长的走线或电缆而导致存在相当大的电感，则可能需要额外的大电容。这可以采用低成本的电解电容器来满足需求。

输出电容器和输出纹波

应采用 X5R 或 X7R 型电容器。这种选择将提供低输出纹波和优良的瞬态响应。利用一个数值较高的输出电容器并在 VOUT 和 FB 之间增设一个前馈电容器能够改善瞬态性能。另外，增加输出电容也将减小输出电压纹波。可采用一个数值较低的输出电容器以节省空间和成本，但瞬态性能将受损，而且有可能引起环路的不稳定性。见本产品手册的 "典型应用" 以了解建议的电容值。

当选择电容器时，应特别仔细地阅读其产品手册，以计算相关工作条件下 (电压偏置和温度) 的实际电容是多少。有可能需要采用一个体积较大或具有较高额定电压的电容器。

陶瓷电容器

陶瓷电容器小巧、坚固，并且具有非常低的 ESR。然而，由于其压电特性的原因，陶瓷电容器也会引发问题。在低功耗模式工作中， GM6402 的开关频率取决于负载电流，而当负载非常轻的时候，GM6402 会在音频条件下激励陶瓷电容器，从而产生音频噪声。倘若不能接受这种噪声水平，则可在输出端上采用高性能钽电容器或电解电容器。另外，也可以使用低噪声的陶瓷电容器。

与陶瓷电容器有关的最后一个注意事项涉及到 GM6402 的最大额定输入电压。如前文所述，一个陶瓷输入电容器与走线或电缆电感组合起来，形成了一个高质量 (欠阻尼) 的谐振电路。如果 GM6402 电路被插入一个通电电源，则输入电压会产生高达其标称值两倍的振铃，有可能超过 GM6402 的额定电压。

使能引脚

当 EN 引脚为低电平时 GM6402 停机，而当该引脚为高电平时则 GM6402 运行。EN 比较器的上升门限为 1.0V，并具有 40mV 的迟滞。EN 引脚可以连接至 VIN (如果不使用停机功能) 或连接至一个逻辑电平 (假如需要停机控制)。

在 VIN 和 EN 之间增设一个电阻分压器可将 GM6402 设置为仅在 VIN 高于某个期望电压时调节输出 (见 "功能框图")。通常，该门限 $V_{IN(EN)}$ 在输入电源其电流受限或者具有一个相对较高的源电阻之场合中使用。开关稳压器从电源吸取恒定的功率，因此当电源电压下降时电源电流增加。这对于电源而言看似一个负电阻负载，并会导致电源在低电源电压条件下对电流进行限制或者闭锁于低电平。

$V_{IN(EN)}$ 门限可防止稳压器在有可能出现问题的电源电压条件下工作。可通过设定合适的 R3 和 R4 阻值以满足下式来调节该门限：

$$V_{IN(EN)} = (\frac{R3}{R4} + 1) \cdot 1.0V$$

此时，GM6402 将保持关断状态直到 VIN 高于 $V_{IN(EN)}$ 为止。由于比较器迟滞的原因，开关工作将在输入降至略低于 $V_{IN(EN)}$ 时才会停止。

当在轻负载电流条件下运作于低功耗模式时，流过 $V_{IN(EN)}$ 电阻器网络的电流很容易地就会大于 GM6402 所消耗的电源电流。因此，$V_{IN(EN)}$ 电阻器值应该很大以尽量减轻其在低负载时对于效率的影响。

输出电压跟踪和软起动

GM6402 允许用户借助 TR/SS 引脚来设置其输出电压上升斜坡速率。一个内部 1.4μA 电流源将 TR/SS 引脚上拉。在 TR/SS 引脚上布设一个外部电容器可对输出进行软起动，以防止在输入电源上出现浪涌电流。在软起动期间，输出电压将成比例地跟踪 TR/SS 引脚电压。对于输出跟踪应用，可由另一个电压源从外部驱动 TR/SS。 从 0V 到 0.8V，TR/SS 电压将取代至误差放大器的 0.8V 基准输入，从而把 FB 引脚电压调节至 TR/SS 引脚的电压。当 TR/SS 引脚电压高于 0.8V 时，跟踪功能被停用且反馈电压将调节至内部基准电压。如果不需要该功能，则可把 TR/SS 引脚浮空。

一个有源下拉电路被连接至 TR/SS 引脚，其将在发生故障的情况下对外部软起动电容器进行放电，并在故障被清除时重启斜坡。导致软起动电容器储存电荷被清空的故障条件是：EN 引脚转换至低电平、VIN 电压降至过低、或者热停机。

输出电源良好

当 GM6402 的输出电压处于调节点的 ±8% 窗口之内时，则输出电压被认为处于良好状态，而且漏极开路 PG 引脚变至高阻抗，并通常利用一个外部电阻器拉至高电平。否则，内部下拉器件将把 PG 引脚拉至低电平。为防止出现毛刺干扰，上门限和下门限均包括 0.2% 的迟滞。

另外，在几种故障条件下 PG 引脚还将被主动拉至低电平：EN 引脚转换至低电平、VIN 过低、或者热停机。

短路保护

GM6402 容许输出短路，并在输出短路和欠压情况下提供保护。首先是开关频率将在输出低于设定点时折返以维持电感器电流控制。其次是对底端开关电流进行监视，以便在电感器电流超出安全水平时延迟顶端开关的切换，直到电感器电流降至安全水平时为止。

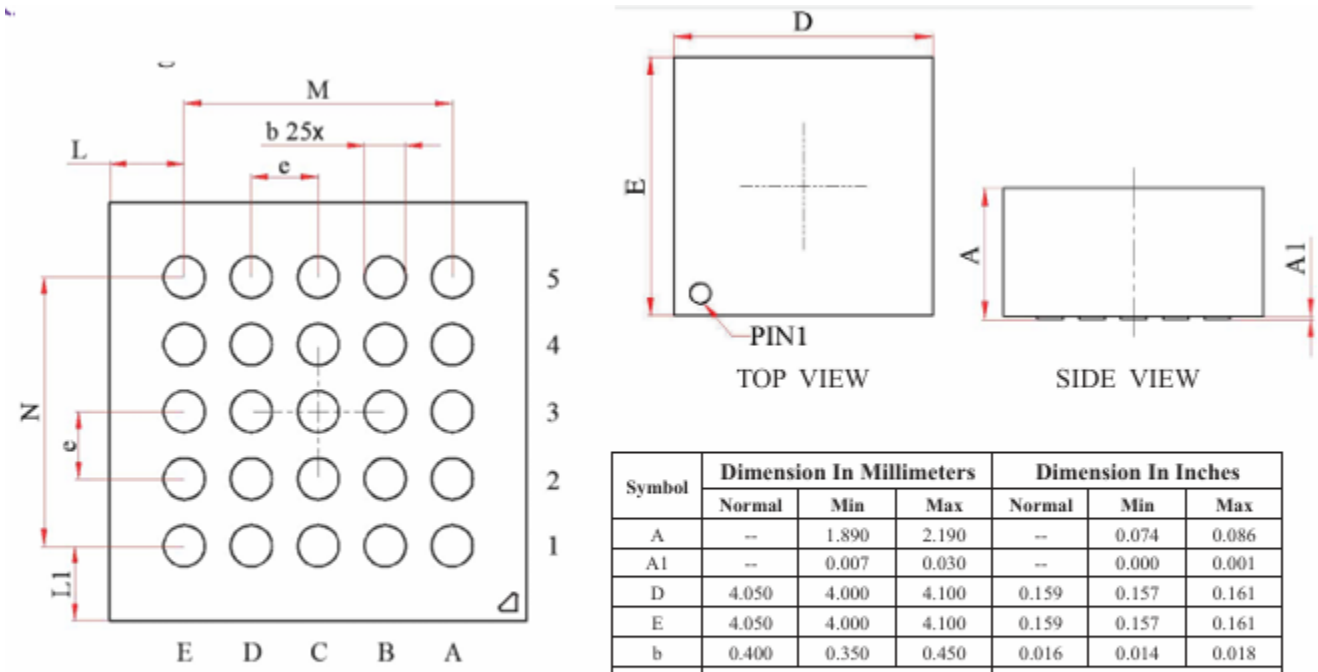
热考虑和峰值输出电流

对于较高的环境温度，PCB 的布局应谨慎以确保 GM6402 的良好散热。位于封装底部的接地引脚应焊接至一个接地平面。应利用热过孔把该接地点连接至位于其下方的大面积铜层；这些铜层将传播 GM6402 耗散的热量。增设过孔能够进一步地减小热阻。当环境温度接近最大额定结温时，最大负载电流应降额使用。GM6402 内部的功率耗散可通过从效率测量结果计算出总功耗并减去电感器损耗来加以估算。芯片温度则是通过把 GM6402 的功率耗散与从结点至环境的热阻相乘来计算。

内部过热保护电路负责监测 GM6402 的结温。如果结温达到约 165°C，则 GM6402 将停止开关工作并指示存在某种故障情况，直到温度下降了大约 10°C 为止。

当工作在高负载、高 VIN 和高开关频率条件下时， GM6402 的温升情况最糟。对于给定的应用，倘若外壳温度过高，则可降低 VIN、开关频率或负载电流，以把温度降至一个可以接受的水平。

外形尺寸



Symbol	Dimension In Millimeters			Dimension In Inches		
	Normal	Min	Max	Normal	Min	Max
A	--	1.890	2.190	--	0.074	0.086
A1	--	0.007	0.030	--	0.000	0.001
D	4.050	4.000	4.100	0.159	0.157	0.161
E	4.050	4.000	4.100	0.159	0.157	0.161
b	0.400	0.350	0.450	0.016	0.014	0.018
L	0.725 REF			0.029 REF		
L1	0.725 REF			0.029 REF		
M	2.600 REF			0.102 REF		
N	2.600 REF			0.102 REF		
e	0.650 BSC			0.026 BSC		

图 18. 25 引脚 LGA

订购指南

型号[1]	温度范围	频率	封装描述	封装选项
GM6402AMLZ-R7	−40°C 至 +125°C	200k-3M	LGA-25，2A	ML-25

[1] Z = 符合 RoHS 标准的部件。