

产品特性

- 优化快速瞬态响应
- 输出电流：1A
- 压差电压：1A 时为 276mV
- 超低噪声：3 μ V_{RMS} (10Hz 至 100kHz)
- 电源抑制比：88dB/75dB (100Hz/100kHz)
- 1mA 静态电流
- 宽输入电压范围：2.1V 至 40V
- 1.4V 至 20.5V 的引脚编程输出
- 1.4V 至 $V_{IN}-V_{DO}$ 的可调输出
- 1 μ A 关机时的静态电流
- 支持最小 10 μ F 输出电容稳定
- 热限制

应用

- 医学和影像应用
- 射频和 PA 电路
- 测试和测量等数据采集系统
- 音频设备

概述

GM1415 是一款低压差稳压器，专为低噪声和快速瞬态响应而优化。该器件能够提供 1A 的输出电流，典型压降为 276mV。工作静态电流为 1mA，关机时降至 1 μ A，同时压差模式下静态电流控制良好。除了快速瞬态响应外，GM1415 还具有 3 μ V_{RMS} 的超低输出电压噪声和高达 88dB 的电源纹波抑制比，这使得该器件非常适合敏感的射频电源、仪器仪表、音频和医疗影像应用。

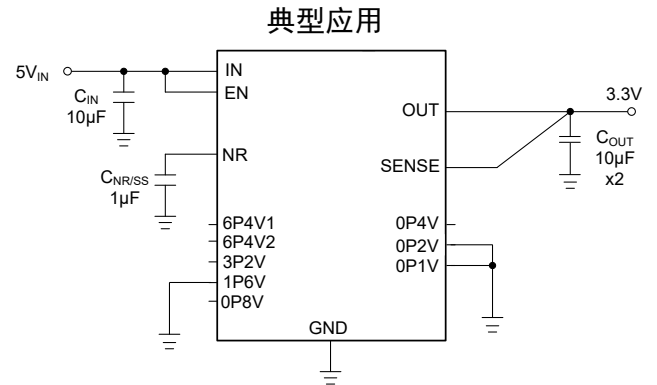


图 1 典型应用

GM1415 可以通过输出电压编程引脚和 PCB 布局设定输出电压，无需反馈电阻和前馈电容，从而减小外围元器件数量，此时输出电压范围为 1.4V 至 20.5V。同时，GM1415 也支持外部反馈电阻调压，输出电压范围为 1.4V 至 $V_{IN}-V_{DO}$ 。GM1415 稳压器内部保护电路包括电流限制和热限制，提供 20 引脚低热阻 QFN 封装，可工作在 -55°C - +125°C 温度范围。

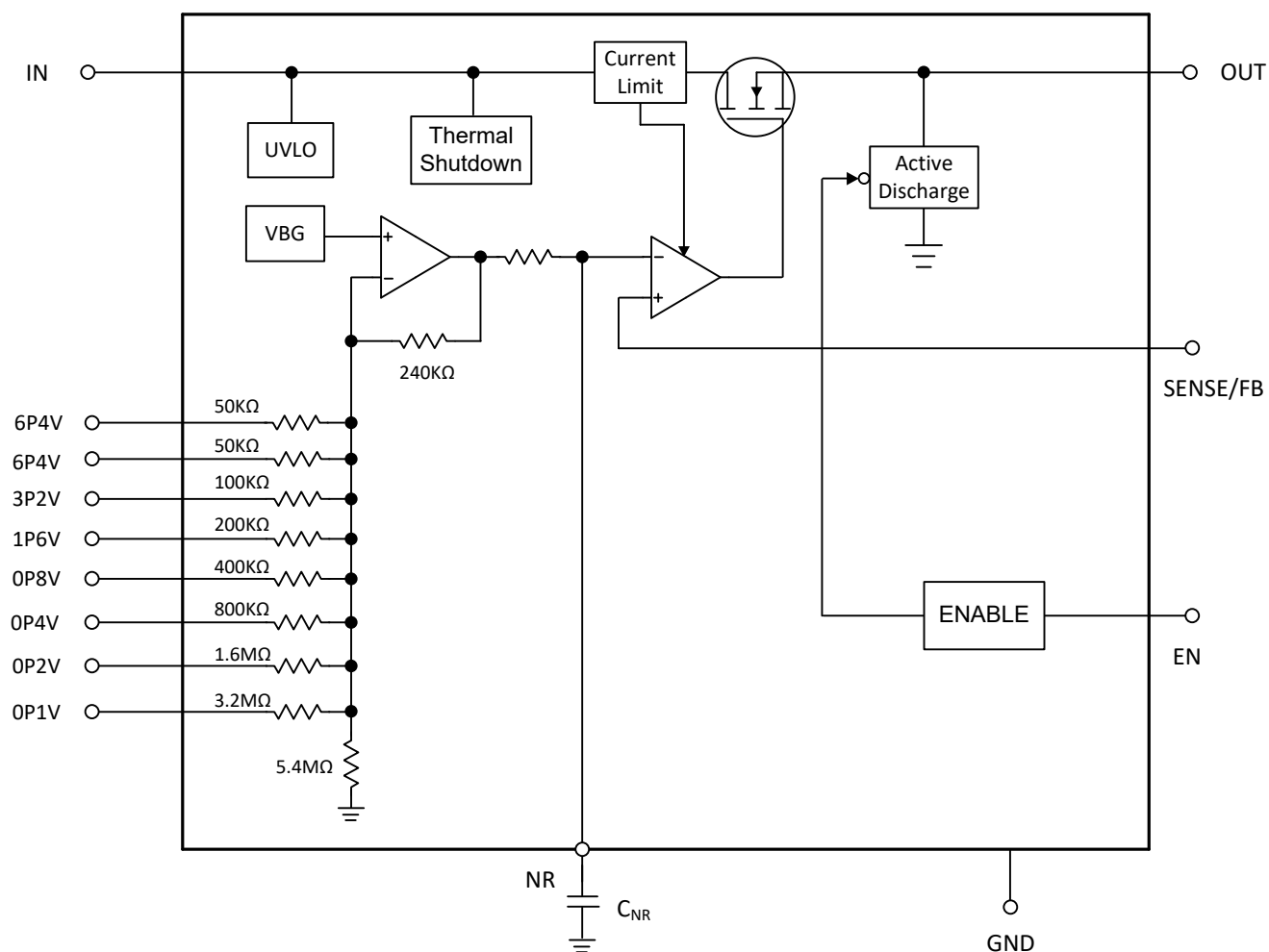
目录

产品特性	1	输出电压噪声.....	11
应用	1	过载恢复.....	11
典型应用	1	欠压锁定 (UVLO)	11
概述	1	过温保护 (OTP)	11
目录	2	应用信息	12
版本历史	2	输出电压设置.....	12
方框图	3	电源建议	13
引脚配置及功能描述	4	压差电压	13
绝对最大额定值	6	输入和输出电容选择	13
热阻	6	散热注意事项.....	13
电气特性	7	外形尺寸	14
典型性能参数.....	8	订购指南	15
工作原理	11		

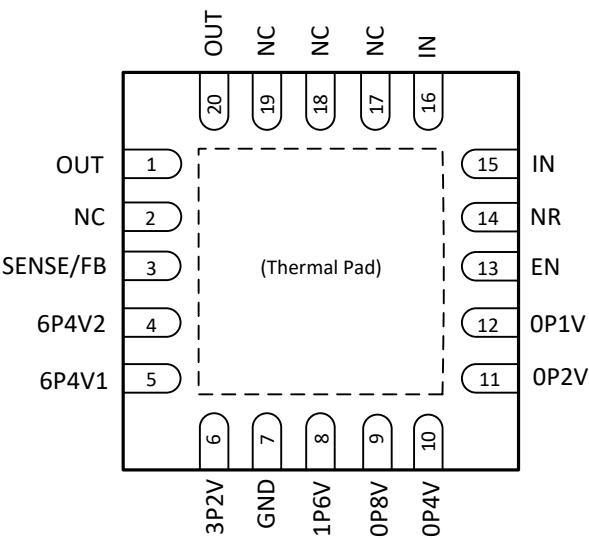
版本历史

9/25—PrA
初稿

方框图



引脚配置及功能描述



8 引脚 SOIC
图 2 引脚配置

表 1. 引脚功能说明

引脚名	引脚号	描述
0P1V	12	当该引脚与地（GND）相连时，稳压器的标称输出电压增加 0.1V。 不要将除 GND 之外的任何电压连接到此引脚上。如果不使用，应将此引脚保持悬空状态。
0P2V	11	当该引脚与地（GND）相连时，稳压器的标称输出电压增加 0.2V。 不要将除 GND 之外的任何电压连接到此引脚上。如果不使用，应将此引脚保持悬空状态。
0P4V	10	当该引脚与地（GND）相连时，稳压器的标称输出电压增加 0.4V。 不要将除 GND 之外的任何电压连接到此引脚上。如果不使用，应将此引脚保持悬空状态。
0P8V	9	当该引脚与地（GND）相连时，稳压器的标称输出电压增加 0.8V。 不要将除 GND 之外的任何电压连接到此引脚上。如果不使用，应将此引脚保持悬空状态。
1P6V	8	当该引脚与地（GND）相连时，稳压器的标称输出电压增加 1.6V。 不要将除 GND 之外的任何电压连接到此引脚上。如果不使用，应将此引脚保持悬空状态。
3P2V	6	当该引脚与地（GND）相连时，稳压器的标称输出电压增加 3.2V。 不要将除 GND 之外的任何电压连接到此引脚上。如果不使用，应将此引脚保持悬空状态。
6P4V1	5	当该引脚与地（GND）相连时，稳压器的标称输出电压增加 6.4V。 不要将除 GND 之外的任何电压连接到此引脚上。如果不使用，应将此引脚保持悬空状态。
6P4V2	4	当该引脚与地（GND）相连时，稳压器的标称输出电压增加 6.4V。 不要将除 GND 之外的任何电压连接到此引脚上。如果不使用，应将此引脚保持悬空状态。
EN	13	使能引脚。当此引脚上的电压超过最大启用电压时，设备将被启用。若无需启用，则将 EN 引脚与 IN 引脚相连。
GND	7	地。
IN	15,16	输入电源。必须将一个大于或等于 1 μ F 的电容器从该引脚连接至 GND，以确保电路的稳定性。推荐使用 10 μ F 的电容器从 IN 引脚连接至 GND（尽可能靠近器件），以降低电路对印刷电路板（PCB）布局的敏感度，尤其是在遇到长输入线或高源阻抗的情况时。
NC	2,17-19	此引脚可以保持敞开状态，也可以连接到 GND 和 IN 之间的任意电压值上。
NR	14	降噪引脚。当从此引脚连接一个电容至 GND 时，RMS 噪声降低至极低水平。此引脚与地相连的电容须大于或等于 10nF，以确保稳定性。建议将 1 μ F 的电容从 NR 引脚连接至 GND（尽可能靠近芯片）以最大限度地提高信号性能并降低噪声。
OUT	1,20	调节器输出。必须将一个大于或等于 10 μ F 的电容从此引脚连接至 GND，以确保稳定性。强烈建议将一个

引脚名	引脚号	描述
FB	3	22 μ F 的陶瓷输出电容从 OUT 连接到 GND（尽可能靠近芯片）以最大限度地提高交流性能。
EPAD		控制回路误差放大器输入。如果使用引脚编程的方式设定输出电压（无需外部反馈电阻）。此引脚必须连接到 OUT 引脚。将此引脚连接到负载端以实现最佳精度；如果使用外部电阻设定器件输出电压。此引脚通过分压电阻连接到 OUT 引脚。
		将散热垫连接到大面积接地平面。散热垫内部与地线（GND）相连。

绝对最大额定值

表 2:

参数	额定值
IN, OUT 至 GND	-0.3 V to +42 V
OUT 至 GND	-0.3 V to +42 V
NR, SENSE/FB 至 GND	-0.3 V to +42 V
OP1V, OP2V, OP4V, OP8V, 1P6V, 3P2V, 6P4V1, 6P4V2	-0.3 V to +42 V
存储温度范围	-65°C to +150°C
工作温度范围	-40°C to +125°C
M Grade	-55°C to +125°C
焊接条件	JEDEC J-STD-020

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 3:

封装类型	θ_{JA}	单位
20 引脚 QFN	32	°C/W

电气特性

除非另有说明, V_{IN} = 最大值($V_{OUT} + 1V, 3V$), $C_{IN} = 10\mu F$, $C_{OUT} = 10\mu F$, $C_{NR} = 1\mu F$, $V_{OUT(nom)}^{(1)} = 1.4V$, $I_{OUT} = 10mA$, $T_J = -55^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$ (对于最小/最大值规格), $T_A = 25^{\circ}C$ (对于典型规格)。

表 4.

符号	参数	测试条件/注释	最小值	典型值	最大值	单位
V_{UVLO_RISING}	IN UVLO 上升阈值	V_{IN} 上升		1.96	2.09	V
$V_{UVLO_FALLING}$	IN UVLO 下降阈值	V_{IN} 下降	1.55	1.65		V
I_{GND}	GND 引脚电流	$I_{LOAD} = 0mA$		1.0	1.7	mA
		$I_{LOAD} = 100mA$		2.0	3.5	
		$I_{LOAD} = 1A$		6.8	10	
$I_{SHUTDOWN}$	关机电流	$V_{IN} = 6V, V_{EN} = 0V$		0.9	10	μA
$V_{SENSE/FB}$	SENSE/FB 引脚精度	$2.1V < V_{IN} < 40V, 1mA < I_{LOAD} < 1A$	1.372	1.400	1.428	V
V_{SENSE}	固定输出电压精度	最大值($V_{OUT} + 1V, 3V$) $< V_{IN} < 40V, 1mA < I_{LOAD} < 1A$	-2		2	%
ΔV_{OUT_LINE}	输入电压调节	$V_{IN} = \text{最大值}(V_{OUT} + 1V, 2.1V) \text{ to } 20V, I_{LOAD} = 10mA$		0.05		%
ΔV_{OUT_LOAD}	负载调节	$1mA \leq I_{OUT} \leq 1A$		0.3		%
V_{DO}	压差电压	$V_{IN} = 3.3V, I_{OUT} = 100mA, V_{FB} = 0.5V - 3\%$		32	80	mV
		$V_{IN} = 3.3V, I_{OUT} = 1A, V_{FB} = 0.5V - 3\%$		276	500	
I_{LIM}	输出电流限制	V_{OUT} 外加 $0.9 \times V_{OUT(nom)}$, $V_{IN} = V_{OUT(nom)} + 1V$	1.6	2.1		A
V_{EN_IL}	EN 引脚低电平输入电压			1.01		V
V_{EN_IH}	EN 引脚高电平输入电压			1.24		V
I_{EN}	EN 引脚电流	$V_{IN} = V$		50	750	nA
V_{NR}	噪声					
PSRR	电源纹波抑制	$f = 100Hz, V_{OUT} - V_{OUT} = 1V, I_{LOAD} = 1A$		88		dB
		$f = 100kHz, V_{OUT} - V_{OUT} = 1V, I_{LOAD} = 1A$		75		
V_N	输出电压噪声	带宽 = 10 Hz to 100 kHz, $I_{OUT} = 1A$		3		μV_{RMS}
T_{SD}	热关断温度	关机阈值, 温度上升		155		$^{\circ}C$
T_{SD_HYS}		开机阈值, 温度下降		15		$^{\circ}C$

- (1) $V_{OUT(nom)}$ 是可编程引脚中计算得出的 V_{OUT} 目标值。在可调配置中, $V_{OUT(nom)}$ 是由外部反馈电阻设置的预期 V_{OUT} 值。
- (2) 当器件连接到 FB 引脚上的外部反馈电阻时, 不包括外部

- 电阻容差。
- (3) 本器件未在 $V_{IN} > V_{OUT} + 1.7V$ and $I_{OUT} = 1A$ 条件下测试过, 因为功耗大于封装的最高额定值。

典型性能参数

除非另有说明, $V_{IN} = \max(V_{OUT} + 1V, 2.1V)$, $I_{OUT} = 10mA$, $C_{IN} = 10\mu F$, $C_{OUT} = 20\mu F$, $C_{NR} = 1\mu F$ 。

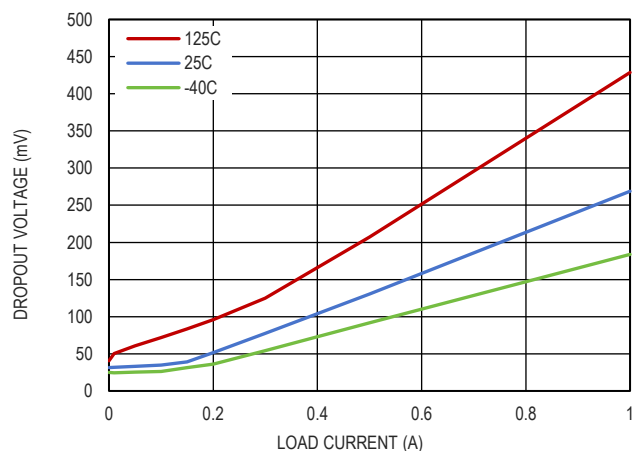


图 3. 压差电压和负载电流的关系

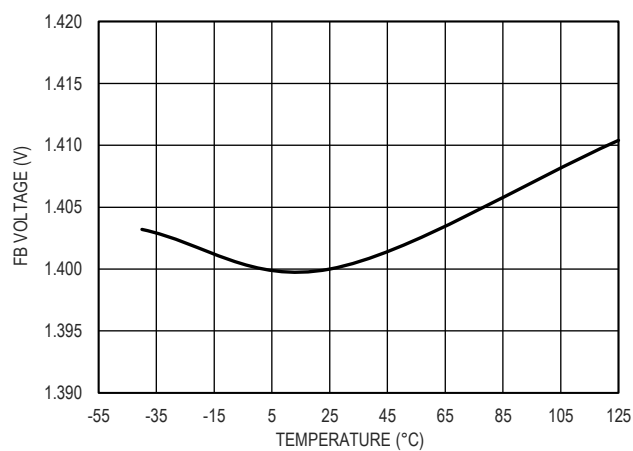


图 4. FB 引脚精度

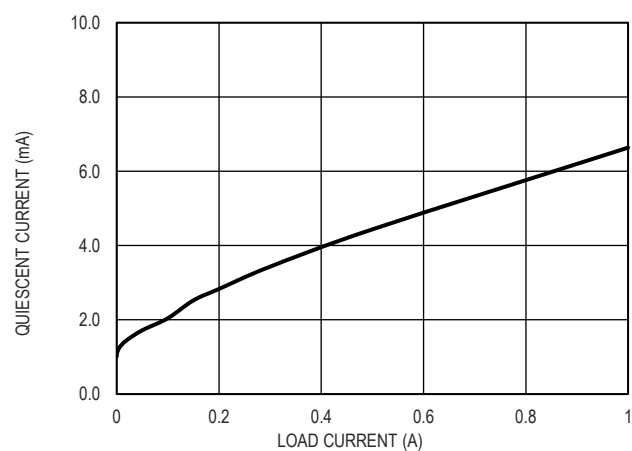


图 5. 静态电流和负载电流的关系

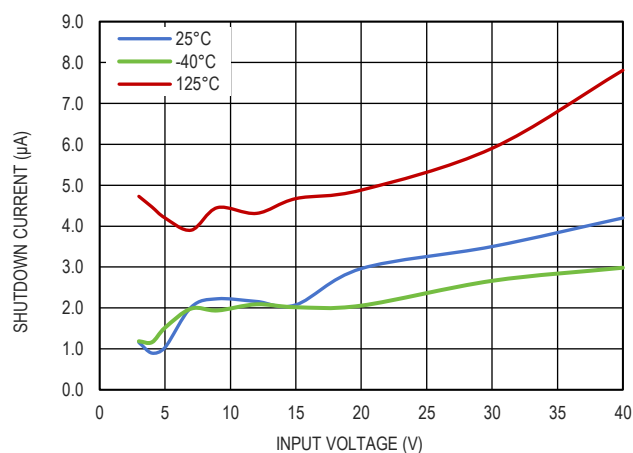


图 6. 关机电流和输入电压的关系

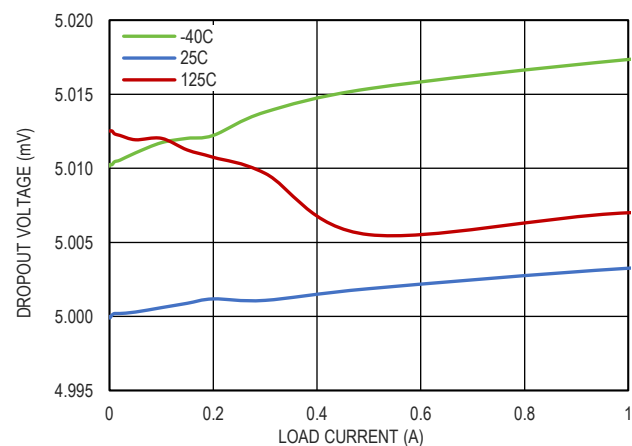


图 7. 引脚设定 5V 输出和负载电流的关系

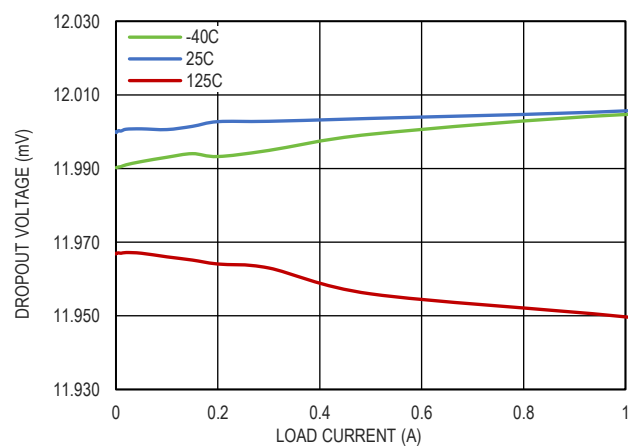


图 8. 引脚设定 12V 输出和负载电流的关系

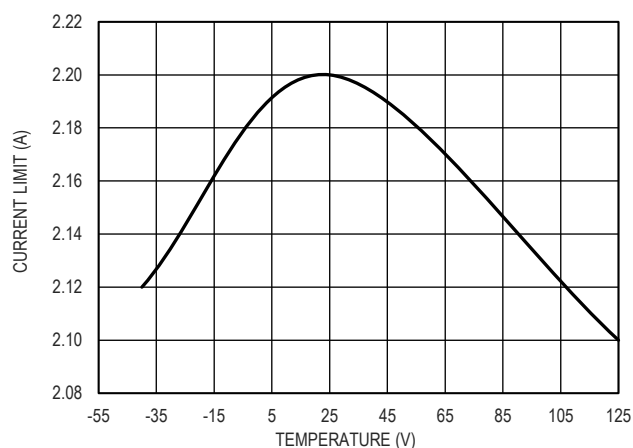


图 9. 输出限流值和温度的关系

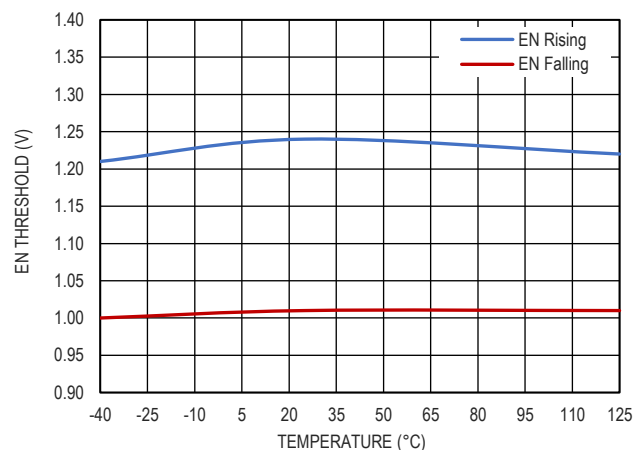


图 10. EN 阈值

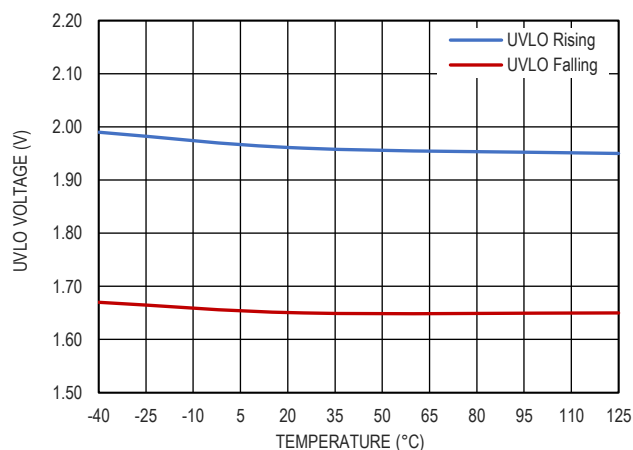
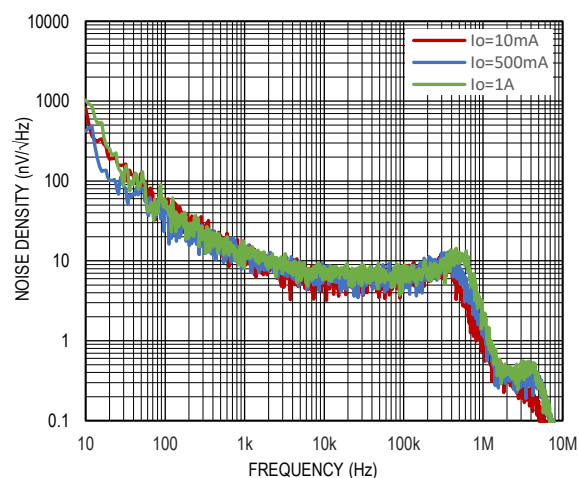
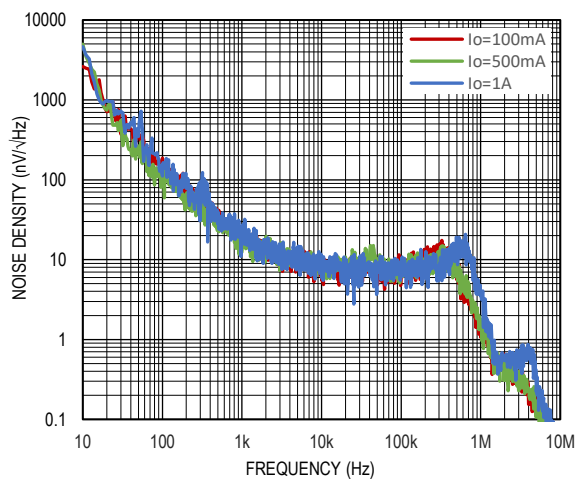
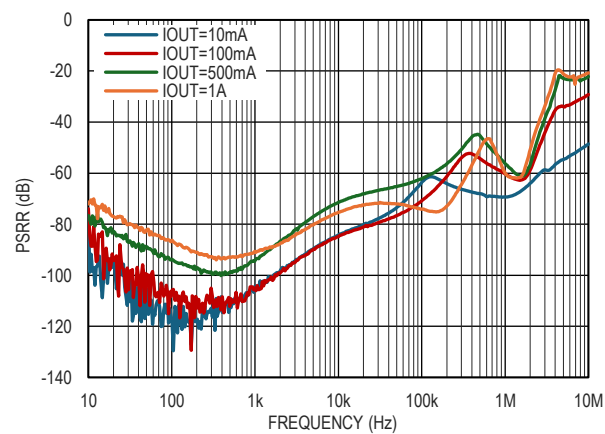


图 11. UVLO 阈值

图 12. 输出噪声谱密度, $V_{IN}=3\text{V}$, $V_{OUT}=1.4\text{V}$ 图 13. 积分 RMS 输出噪声, $V_{IN}=6\text{V}$, $V_{OUT}=5\text{V}$ 图 14. 电源电压纹波抑制比, $V_{IN}=6\text{V}$, $V_{OUT}=5\text{V}$

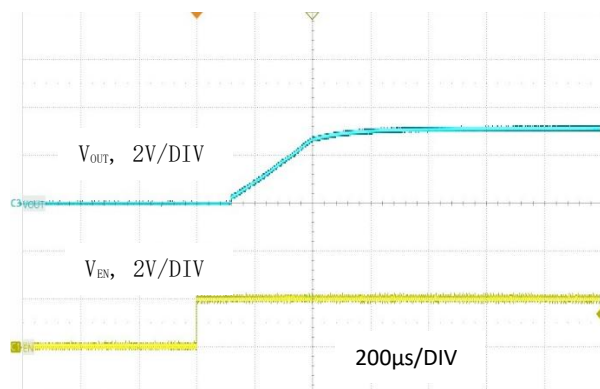


图 15. 软启动, $V_{IN}=4.3V$, $V_{OUT}=3.3V$, $I_{OUT}=1A$

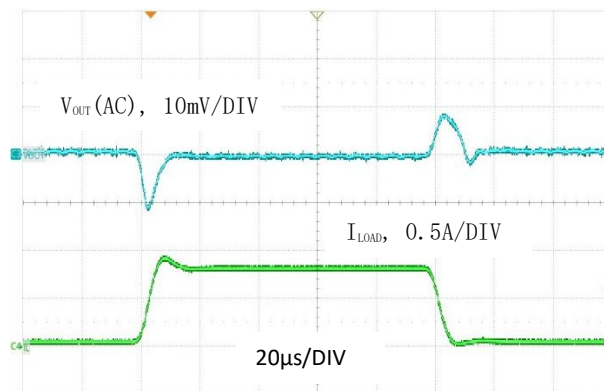


图 16. 负载瞬态响应, $V_{IN}=4.3V$, $V_{OUT}=3.3V$, $I_{OUT}=50mA$ to 800mA

工作原理

GM1415 系列是针对快速瞬态响应而优化的 1 A 低压差稳压器。该器件可在最大 276 mV 的压差电压下提供 1 A 负载电流。停机时，工作静态电流（1 mA）降至 1 μ A 以下。除了低静态电流外，GM1415 稳压器还具有多种保护功能，使其能够安全运行。

输出电压噪声

GM1415 稳压器设计用于在满负荷运行时，在 10 Hz 至 100 kHz 的带宽上提供低输出电压噪声。在该频率范围内，对于可调版本，使用电阻分压器产生更高的输出电压，输出电压噪声会相应增大。这导致 GM1415 在 10 Hz 至 100 kHz 带宽范围内的积分噪声为 3 μ V_{RMS}，噪声在 5V 和 15V 输出下分别增加到 7.4 μ V_{RMS} 和 13.5 μ V_{RMS}。

如果不注意电路布局和测试，可能会测量到更高的输出电压噪声值。来自附近走线的串扰可能会在 GM1415 的输出上产生不必要的噪声。还必须考虑电源纹波抑制；

GM1415 稳压器没有无限制的电源抑制，从而会将一小部分输入噪声传递到输出。

过载恢复

GM1415 具有安全工作区域保护。当输入到输出电压增加时，安全区域保护功能将降低电流限制，并将功率晶体管保持在所有输入到输出电压值的安全工作区域内。该保护设计用于在设备击穿之前的所有输入输出电压值下提供一定的输出电流。

当电源第一次接通时，随着输入电压的升高，输出跟随输入，允许稳压器启动到非常重的负载情况下。在启动过程中，随着输入电压的升高，输入到输出的电压差很小，允许稳压器提供较大的输出电流。对于高输入电压，可能会出现一个问题，即输出短路的消除后输出电压并未恢复。其他稳压器也表现出这种现象，因此这并非 GM1415 所独有。

当输入电压较高而输出电压较低时，输出负载较重时会出现问题。常见情况发生在短路消除后，或者在输入电压已接通后，将关机引脚拉高时。输出电压和负载可能在两点处与输出电流曲线相交。如果发生这种情况，稳压器有两个稳定的输出工作点。在这种情况下，可能需要将输入电源降到零，然后再次调高，使输出恢复。

欠压锁定 (UVLO)

UVLO 电路监视输入电压，以防止器件在 V_{IN} 高于 V_{UVLO} 之前导通。当 V_{IN} 低于锁定电压迟滞时，UVLO 电路还会禁用器件的输出。如果 V_{IN} 下降，UVLO 电路将被激活以禁用器件的输出。

过温保护 (OTP)

GM1415 实现了热关断保护。当结温 (T_J) 超过 155°C（典型值）时，该器件将被禁用。当温度下降 15°C（典型值）时，稳压器会自动再次打开。

为了可靠运行，请将结温限制在最大 125°C。连续运行 GM1415 直至进入热关机状态或结温高于 125°C 会降低长期可靠性。

应用信息

GM1415 是一款高电流、低噪声、高精度、低压差线性稳压器，能够为 1A 供电，最大输出电压为 270mV。输入电压工作范围为 2.1V 至 40V。引脚编程输出电压为 1.4V 至 20.5V。通过设置外部电阻，可调输出电压为 1.4V 至 VIN-VDO。

输出电压设置

GM1415 的输出电压可以通过外部电阻器设置。输出电压由 R1 和 R2 的值决定，如图 17 所示。

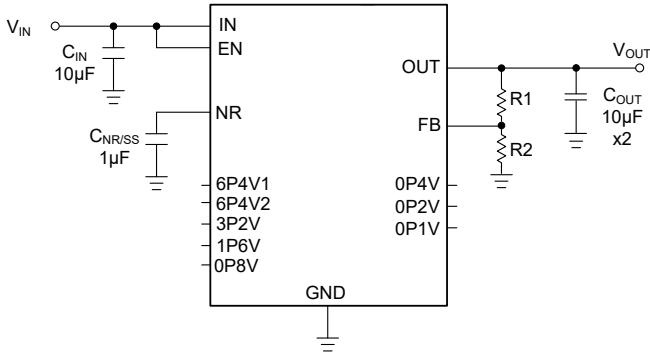


图 17. 由外部电阻决定的输出电压

R1 和 R2 的值可通过以下公式计算，建议 R2 的电阻值不大于 15kΩ。请注意，在关机时，输出被关闭，分压电阻器电流为零。

$$V_{OUT} = 1.4 \times \frac{R1 + R2}{R2}$$

GM1415 的输出电压还可以通过引脚编程设置。输出电压编程的设置内部基准电压 (VREF = 1.4V) 的总和加上分配给每个激活的引脚的相应电压的累积和，公式如下。如图 18 所示为 3.3V 输出电压的引脚编程设置。常用电压可编程引脚的配置如表 5 所示。

$$V_{OUT} = 1.4V + (\sum \text{Output setting pins to Ground})$$

$$= 1.4V + (1.6 + 0.2V + 0.1V) = 3.3V$$

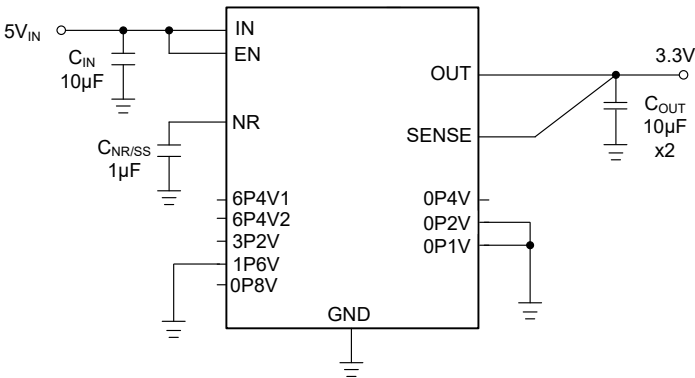


图 18. 由编程引脚决定的输出电压

表 5. 可编程输出电压引脚

Vo (V)	PIN NAMES AND VOLTAGE PER PIN							
	0P1V 100mV	0P2V 200mV	0P4V 400mV	0P8V 800mV	1P6V 1.6V	3P2V 3.2V	6P4V1 6.4V	6P4V2 6.4V
1.4	Open	Open	Open	Open	Open	Open	Open	Open
1.5	GND	Open	Open	Open	Open	Open	Open	Open
1.8	Open	Open	GND	Open	Open	Open	Open	Open
2.5	GND	GND	Open	GND	Open	Open	Open	Open
3	Open	Open	Open	Open	GND	Open	Open	Open
3.3	GND	GND	Open	Open	GND	Open	Open	Open
4.5	GND	GND	GND	GND	GND	Open	Open	Open
5	GND	Open	GND	Open	Open	GND	Open	Open
10	Open	GND	GND	Open	GND	Open	GND	Open
12	Open	GND	Open	GND	Open	GND	GND	Open
15	Open	Open	Open	GND	Open	Open	GND	GND
18	GND	GND	GND	Open	Open	GND	GND	GND
20.5	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND

电源建议

GM1415 器件设计用于在 2.1 V 至 20 V 的输入电压电源范围内工作。输入电压范围为器件提供了足够的裕量，以便获得稳定的输出。如果输入电源噪声很大，则具有低 ESR 的额外输入电容可能有助于改善输出噪声性能。

压差电压

压差是指在特定输出电流下工作时，IN 和 OUT 引脚之间的电压差。压差电压 V_{DO} 也可以表示为功率开关在特定输出电流下的压降，而功率开关完全在非饱和区域工作时，功率开关可以表征为电阻 $R_{DS(ON)}$ 。因此，压差可以定义为 ($V_{DO} = V_{IN} - V_{OUT} = R_{DS(ON)} \times I_{OUT}$)。对于正常工作，建议的 LDO 工作范围为 ($V_{IN} > V_{OUT} + V_{DO}$)，以获得良好的瞬态响应和 PSRR 性能。换句话说，在压差区域运行时，性能将严重下降。

输入和输出电容选择

GM1415 设计用于支持低等效串联电阻 (ESR) 陶瓷电容器。推荐使用 X7R、X5R 和 COG 级陶瓷电容器，因为它们在整个温度范围内具有良好的电容稳定性，而使用 Y5V 额定电容器则因电容变化较大而变得不正常。

但是，陶瓷电容会随工作电压和温度而变化，设计工程师必须了解这些特性。建议使用不低于 10 μ F (22 μ F 或更大的有效电容) 的电容器，以确保稳定性。PCB 走线阻抗也有助于提高电容的稳定性。如果需要更大的电容 (大于 22 μ F) 请将额外的电容器放在 2 英寸之后，并使用小于 0.25 英寸的走线连接。选择输入电容是为了最大限度地减少负载电流阶跃期间的瞬态输入压降。对于一般应用，强烈建议使用至少 10 μ F 的输入电容来实现最小的输入阻抗。如果 GM1415 和输入电源之间的走线感应较高，则快速的负载瞬态变化可能会导致输入电压电平振铃，并超过绝对最大额定电压，从而损坏器件。增加更多的输入电容可以限制振铃，并使其不超过器件的绝对最大额定值。

将这些电容器放置在尽可能靠近引脚的位置，以优化性能并确保稳定性。

散热注意事项

热保护限制了 GM1415 的功耗。当功率开关上的功耗过大 ($P_D = (V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{OUT}$) 导致工作结温超过 155°C 时，OTP 电路启动动态关断功能并关闭功率开关。结温冷却 15°C 后，功率开关再次导通。当输出发生短路时，GM1415 输出电压将关闭至零。这可降低芯片温度，并最终在发生输出短路时为用户提供最大的安全性。

结温不应超过绝对最大额定值下列出的绝对最大结温 $T_{J(MAX)}$ ，以避免对器件造成永久性损坏。最大允许功耗取决于 IC 封装的热阻、PCB 布局、周围气流速率以及结与环境温度之间的差异。最大功耗可以使用以下公式计算：

$$P_{D(MAX)} = (T_{J(MAX)} - T_A) / \theta_{JA}$$

其中 $T_{J(MAX)}$ 是最大结温， T_A 是环境温度， θ_{JA} 是结到环境热阻。

对于连续工作，绝对最大额定值指示的最大工作结温为 125°C。结邻环境热阻 θ_{JA} ，高度依赖于封装。对于 8 引脚 SOP-8 封装，标准 JEDEC 51-7 高有效导热四层测试板上的热阻 θ_{JA} ，为 32°C/W， $T_A = 25^\circ\text{C}$ 时的最大功耗可以计算如下

$$P_{D(MAX)} = (125^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) / (32^\circ\text{C/W}) = 3.1\text{W}$$

最大功率耗散取决于固定 $T_{J(MAX)}$ 的工作环境温度 and 热阻 θ_{JA} 。最大功耗将随着环境温度的升高而降低。

布局指南

- 为了获得最佳性能，所有线路应尽可能短。
- 对输入、输出和接地使用宽导线或者敷铜，将寄生电气效应降至最低。
- 建议最小输出电容为 10 μ F，ESR 小于等于 3 Ω ，以防止振荡。首选 X5R 或 X7R 电介质。
- 将输出电容器尽可能靠近输出引脚。
- 暴露的散热焊盘应连接到一个较宽的接地层，以便有效散热。

外形尺寸

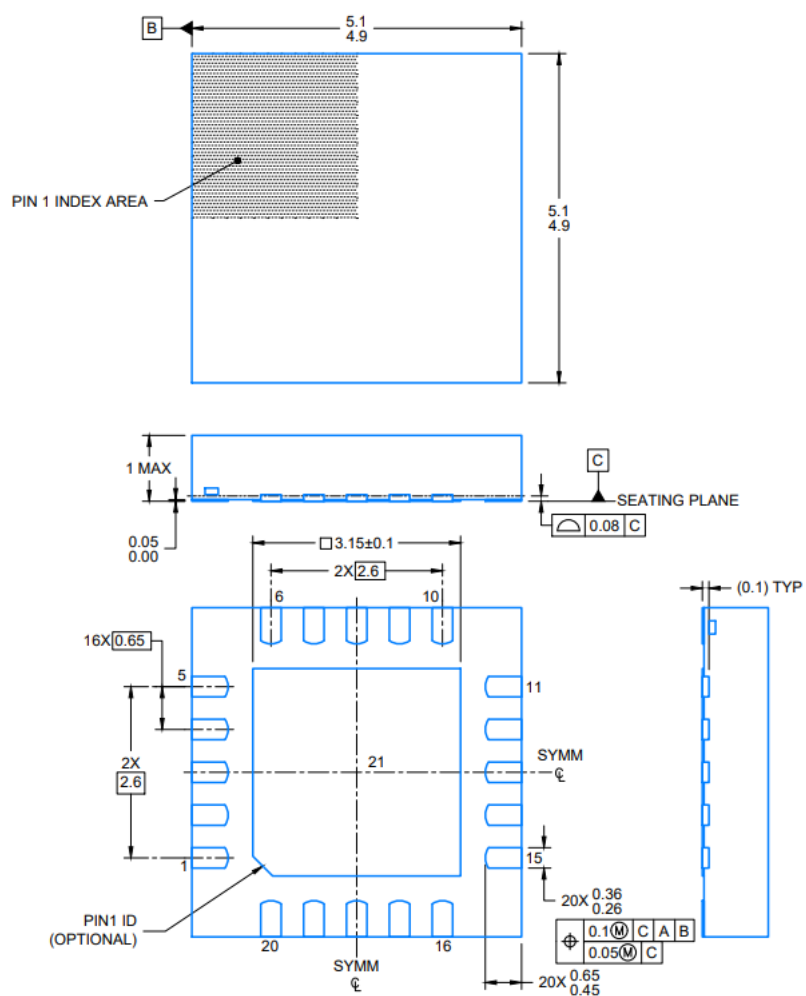


图 19. 20 引脚 5mm x 5mm QFN

所有线性尺寸均以毫米为单位

订购指南

型号 ¹	温度范围	封装描述	封装选项
GM1415ACPZ-R7	-40°C 至 +125°C	QFN-20	CP-20

¹ Z = 符合 RoHS 标准的部件。