

双通道 1.4A、单通道 2.8A 降压型 Silent Switcher μModule 稳压器

特点

- 两个完整的降压型开关电源
- 低噪声 Silent Switcher® 架构
- 符合 CISPR22 Class B 规格
- 宽输入电压范围：3V 至 40V
- 宽输出电压范围：0.8V 至 10V
- 每通道 1.4A 连续输出电流 (24V_{IN}、3.3V_{OUT}、T_A = 85°C)
- 支持多相并联以提高输出电流
- 可选开关频率：300kHz 至 3MHz
- 紧凑型封装 (6.25mm × 6.25mm × 2.22mm) 表贴 BGA

应用

- 自动测试设备
- 分布式电源调节
- 工业电源
- 医疗设备

说明

LTM8078 是一款 40V_{IN}、双通道 1.4A/单通道 2.8A 降压型 Silent Switcher μModule® 稳压器。Silent Switcher 架构可将 EMI 降至最低，同时在高 3MHz 的频率下实现高效率运行。封装中内置控制器、功率开关、电感和其他相关元件。LTM8078 支持宽输入电压范围，0.8V 至 10V 的输出电压范围，以及 300kHz 至 3MHz 的开关频率范围，输出电压、开关频率分别通过单个电阻进行设置。只需要输入电容、输出电容就可以完成设计。LTM8078 产品视频可在网站上观看。📺

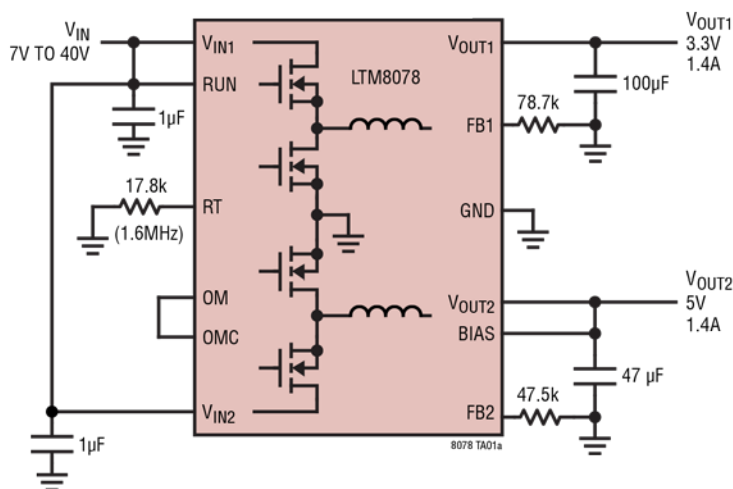
LTM8078 采用紧凑型 (6.25mm × 6.25mm × 2.22mm) 超模压球栅阵列 (BGA) 封装，适合由标准表面贴装设备自动装配。LTM8078 提供 SnPb (BGA) 或符合 RoHS 标准的引脚表面处理。

所有注册商标和商标均属各自所有人所有。

📺 点击查看相关的视频设计创意。

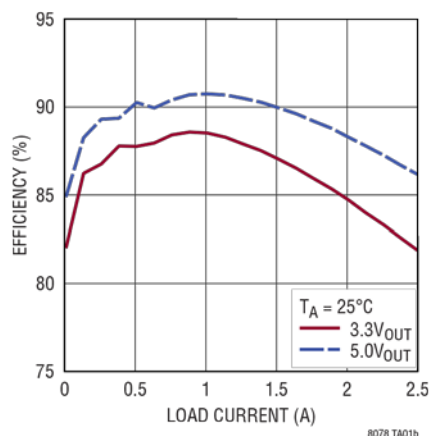
典型应用

3.3V_{OUT} 和 5V_{OUT}、7V 至 40V 双通道降压型转换器



PINS NOT USED:
TRSS1, TRSS2, PG1, PG2, CLKOUT, SYNC

效率, V_{IN} = 24V, BIAS = 5V

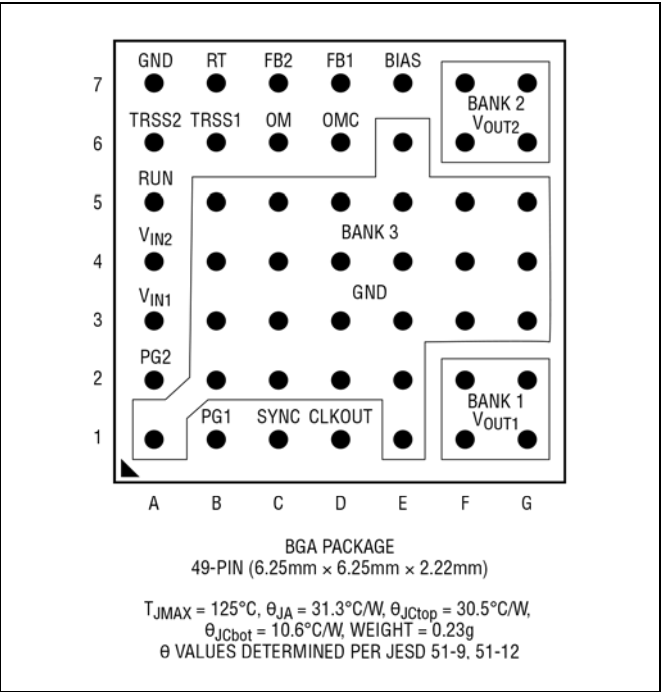


绝对最大额定值

(注释 1)

V_{INn} , RUN, PG_n	42V
V_{OUTn} , BIAS	10V
FBn , OM, OMC, $TRSSn$, RT	4V
SYNC	6V
最大内部温度 (注释 2)	125°C
存储温度	-55°C 至 125°C
峰值焊料回流封装体温	260°C

引脚配置



订购信息

产品型号	焊盘或焊球表面处理	器件标识		封装类型	MSL 额定值	温度范围 (见注释 2)
		器件	表面处理代码			
LTM8078EY#PBF	SAC305 (RoHS)	8078	1	BGA	3	-40°C 至 125°C
LTM8078IY#PBF						

- 器件温度等级由运输容器上的标签指示。
 - 焊盘或焊球表面处理代码依据 IPC/JEDEC J-STD-609 标准。
 - BGA 封装和托盘图纸
- 本产品不宜进行第二面回流焊。
本产品对湿气敏感。欲了解更多信息，请参阅 [BGA PCB 装配与制造建议程序](#)。

电气特性

● 表示规格适用于整个额定内部工作温度范围，其他规格的适用温度为 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。除非另有说明，

$V_{IN1} = V_{IN2} = 12\text{V}$ ， $\text{RUN} = 2\text{V}$ (注释 2)。

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
最小 V_{IN1} 输入电压	$V_{IN1} = 3\text{V}$	●		3.0	V
最小 V_{IN2} 输入电压		●		2.0	V
输出直流电压	FBn 开路		0.8		V
	$\text{FBn} = 21.5\text{k}\Omega$		10		V
最大输出直流电流	(注释 3)			2.5	A
流入 V_{INn} 的静态电流	$\text{RUN} = 0\text{V}$		2	4	μA
	$\text{BIAS} = 5\text{V}$ ， $\text{SYNC} = 0\text{V}$ ，无负载		60		μA
	$\text{BIAS} = 5\text{V}$ ， $\text{SYNC} = 3.3\text{V}$ ，无负载		10		mA
流入 BIAS 的电流	$\text{RUN} = 0\text{V}$ ， $\text{BIAS} = 5\text{V}$			1	μA
	$\text{BIAS} = 5\text{V}$ ， $\text{SYNC} = 3.3\text{V}$ ，无负载		7		mA
电压调整率	$5\text{V} < V_{INn} < 40\text{V}$ ， $I_{OUTn} = 0.5\text{A}$		0.1		%
负载调整率	12V_{INn} ， $0.1\text{A} < I_{OUTn} < 2\text{A}$		0.2		%
输出 RMS 纹波	3.3V_{OUTn}		10		mV
FBn 电压			792	800	mV
		●	784	816	mV
流出 FBn 的电流	$V_{OUTn} = 1\text{V}$ ， $\text{FBn} = 0\text{V}$		4		μA
正常工作所需的最小 BIAS				3.2	V
开关频率	$R_T = 113\text{k}\Omega$		300		kHz
	$R_T = 30.9\text{k}\Omega$		1		MHz
	$R_T = 7.15\text{k}\Omega$		3		MHz
RUN 阈值			0.74		V
RUN 输入电流	$\text{RUN} = 0\text{V}$			1	μA
FBn 处的 PGn 阈值	FBn 上升		740		mV
	FBn 下降		860		mV
PGn 输出灌电流	$\text{PGn} = 0.1\text{V}$		100		μA
$\text{CLKOUT } V_{OL}$			0		V
$\text{CLKOUT } V_{OH}$			3.3		V
SYNC 输入高阈值			1.5		V
SYNC 输入低阈值				0.8	V
SYNC 阈值至使能扩频			2.8	4	V
SYNC 电流	$\text{SYNC} = 6\text{V}$		65		μA
TRSSn 拉电流	$\text{TRSSn} = 0\text{V}$		2		μA
TRSSn 下拉电阻	故障状况， $\text{TRSSn} = 0.1\text{V}$		170		Ω

注释 1：应力超出上述绝对最大额定值可能会导致器件永久性损坏。在任何绝对最大额定值条件下长期工作会影响器件的可靠性和使用寿命。

注释 2：LTM8078E 保证满足 0°C 至 125°C 内部温度范围内的性能规格要求。 -40°C 至 125°C 内部工作温度范围内的规格通过设计、表征以及统计过程控制的相关性来保证。

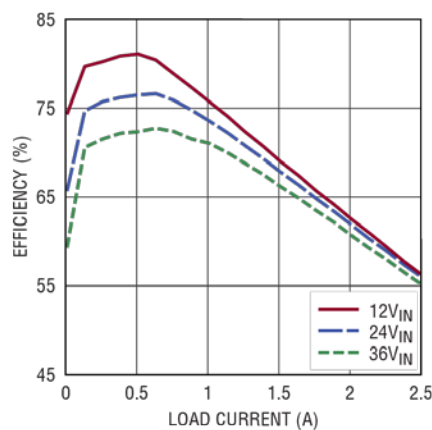
LTM8078I 保证在 -40°C 至 125°C 的内部工作温度范围内满足规格要求。请注意，最高内部温度取决于具体工作条件以及电路板布局、额定封装热阻和其他环境因素。

注释 3：LTM8078 的内部温度可能会限制任一通道流出的最大电流。请参阅不同 V_{IN} 、 V_{OUT} 和 T_A 下的输出电流降额曲线。

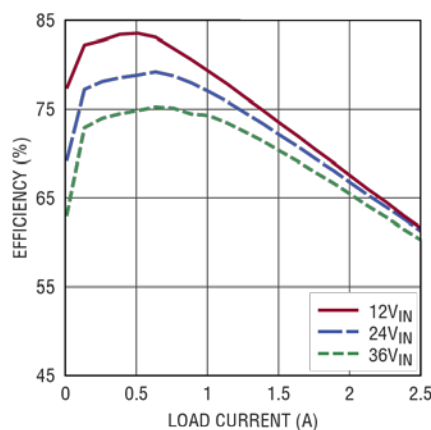
典型性能参数

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$, 工作条件依照表 1。

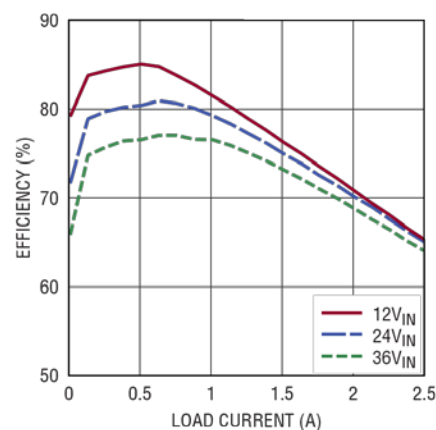
效率, $V_{\text{OUT}} = 0.8\text{V}$
BIAS = 5V



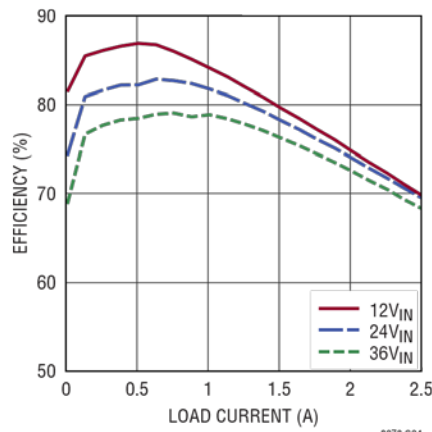
效率, $V_{\text{OUT}} = 1.0\text{V}$
BIAS = 5V



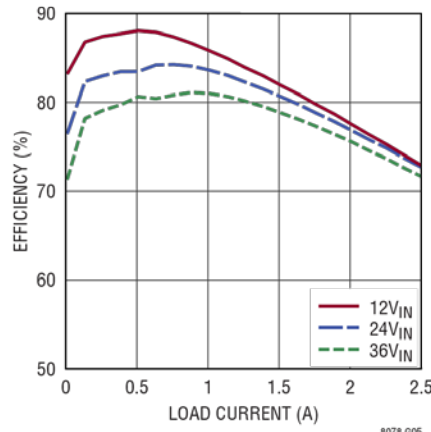
效率, $V_{\text{OUT}} = 1.2\text{V}$
BIAS = 5V



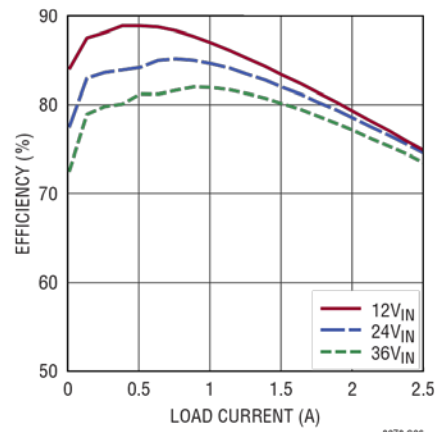
效率, $V_{\text{OUT}} = 1.5\text{V}$
BIAS = 5V



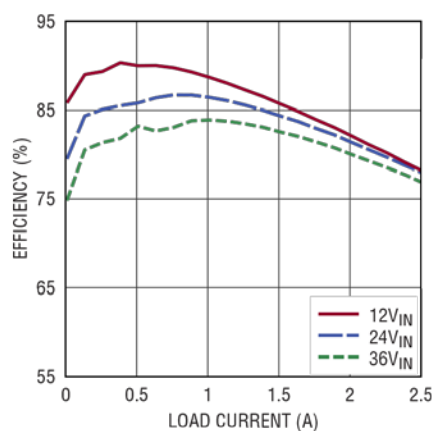
效率, $V_{\text{OUT}} = 1.8\text{V}$
BIAS = 5V



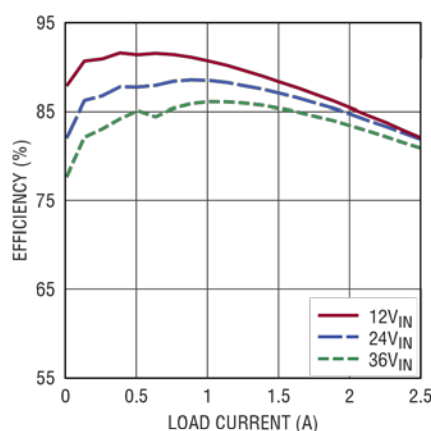
效率, $V_{\text{OUT}} = 2.0\text{V}$
BIAS = 5V



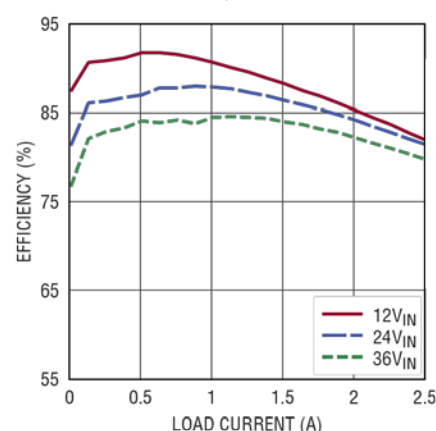
效率, $V_{\text{OUT}} = 2.5\text{V}$
BIAS = 5V



效率, $V_{\text{OUT}} = 3.3\text{V}$
BIAS = 5V



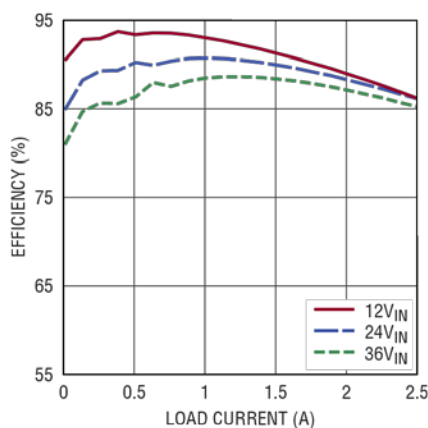
效率, $V_{\text{OUT}} = 3.3\text{V}$
BIAS = 5V, $F_{\text{SW}} = 2\text{MHz}$



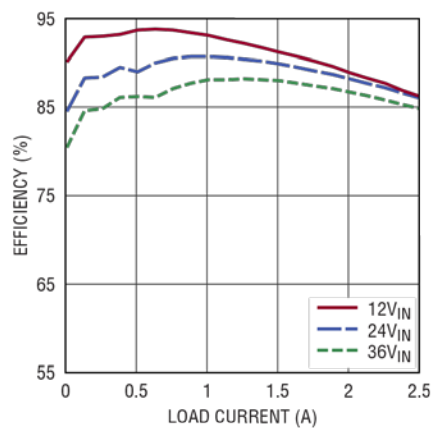
典型性能参数

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$, 工作条件依照表 1。效率, $V_{\text{OUT}} = 5\text{V}$

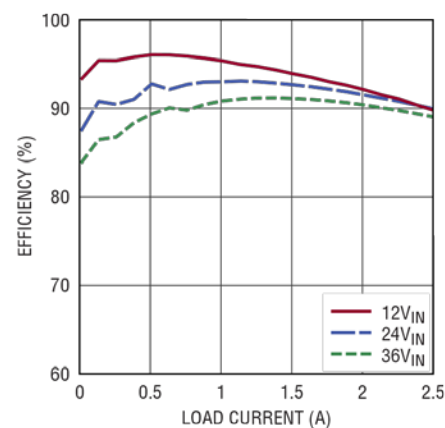
BIAS = 5V

效率, $V_{\text{OUT}} = 5\text{V}$

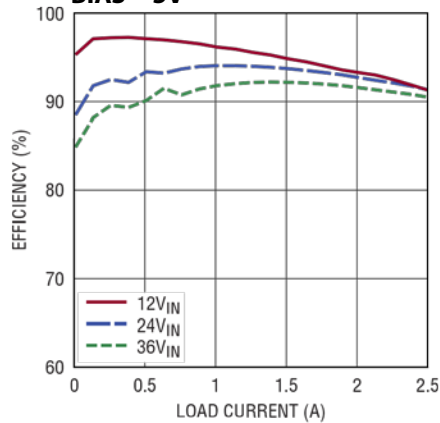
BIAS = 5V, FSW = 2MHz

效率, $V_{\text{OUT}} = 8\text{V}$

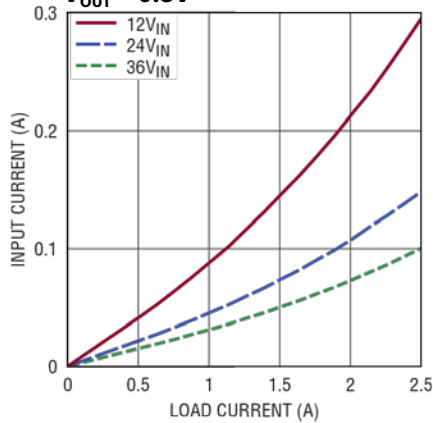
BIAS = 5V

效率, $V_{\text{OUT}} = 10\text{V}$

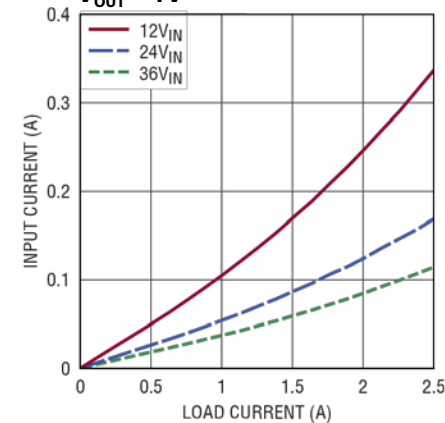
BIAS = 5V



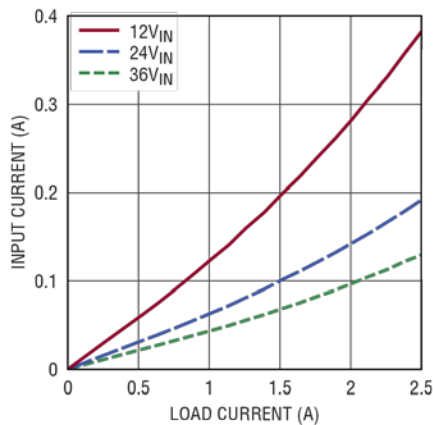
输入与负载电流的关系

 $V_{\text{OUT}} = 0.8\text{V}$ 

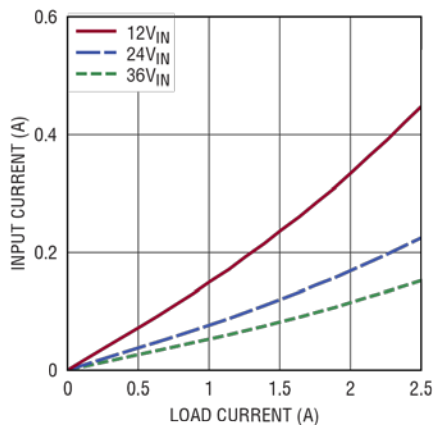
输入与负载电流的关系

 $V_{\text{OUT}} = 1\text{V}$ 

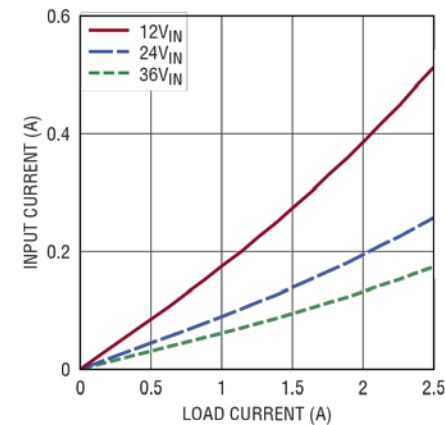
输入与负载电流的关系

 $V_{\text{OUT}} = 1.2\text{V}$ 

输入与负载电流的关系

 $V_{\text{OUT}} = 1.5\text{V}$ 

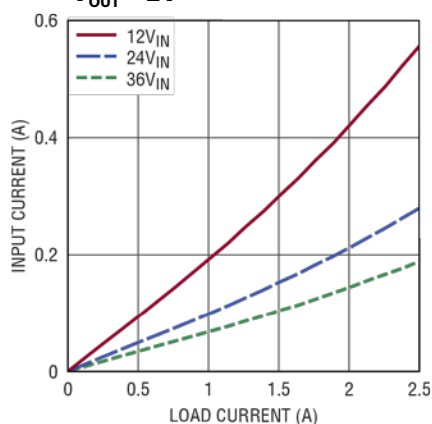
输入与负载电流的关系

 $V_{\text{OUT}} = 1.8\text{V}$ 

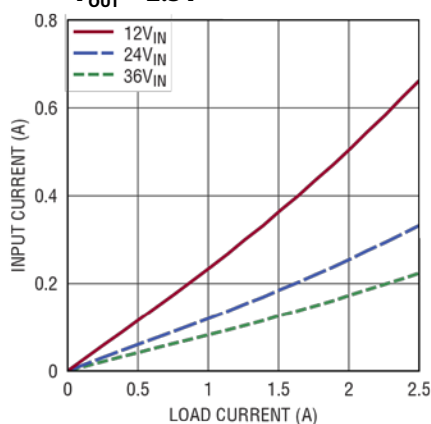
典型性能参数

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$, 工作条件依照表 1。

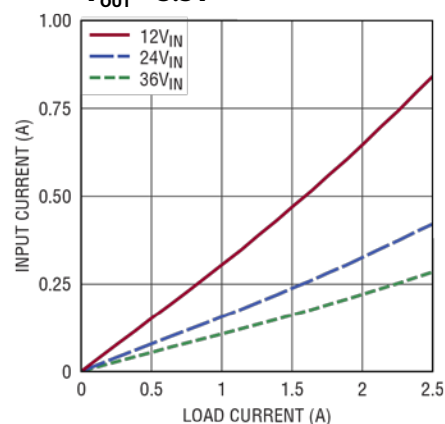
输入与负载电流的关系

 $V_{OUT} = 2\text{V}$ 

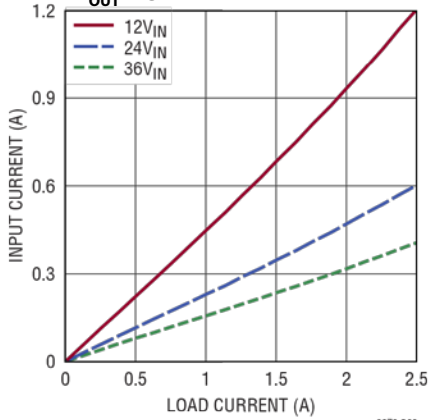
输入与负载电流的关系

 $V_{OUT} = 2.5\text{V}$ 

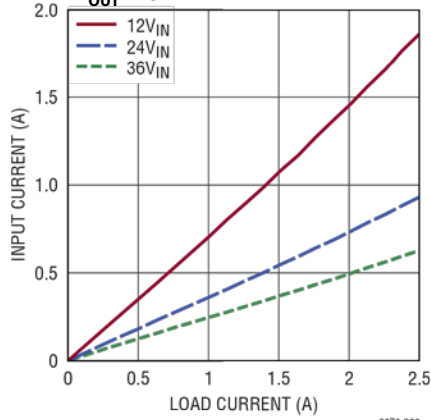
输入与负载电流的关系

 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ 

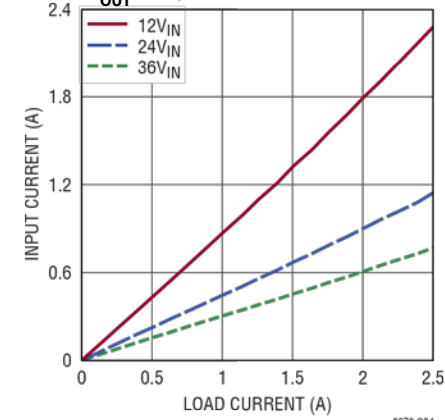
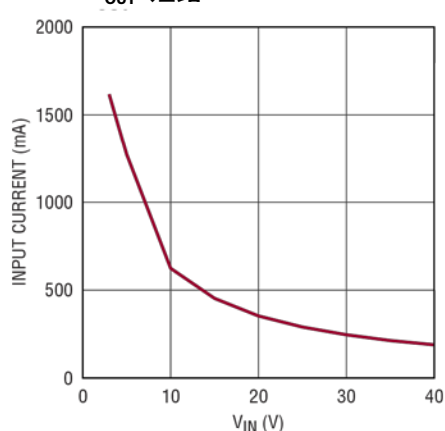
输入与负载电流的关系

 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 

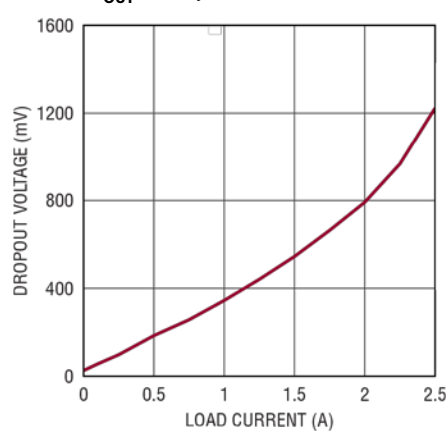
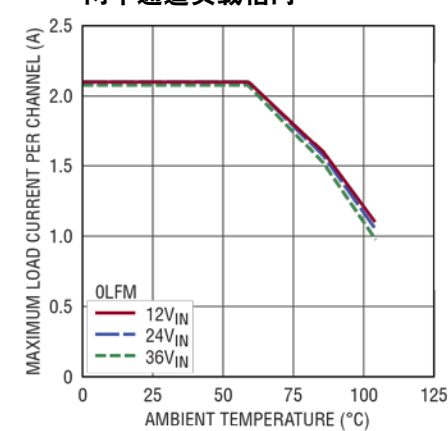
输入与负载电流的关系

 $V_{OUT} = 8\text{V}$ 

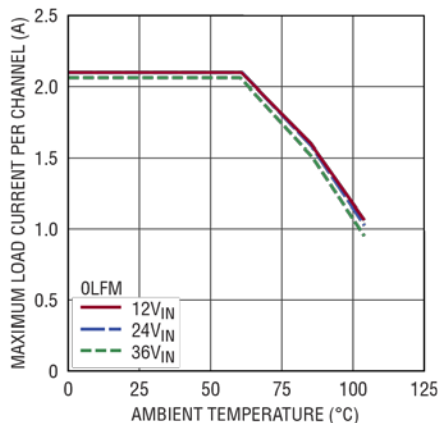
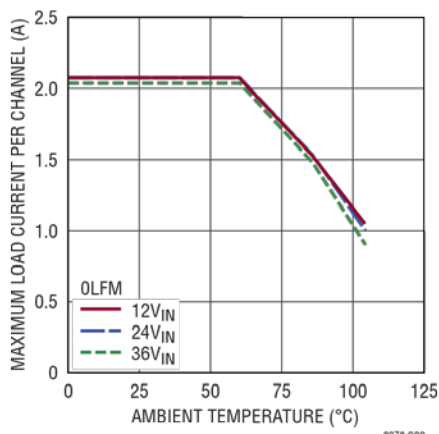
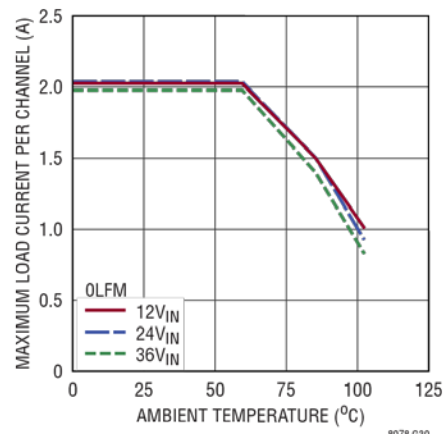
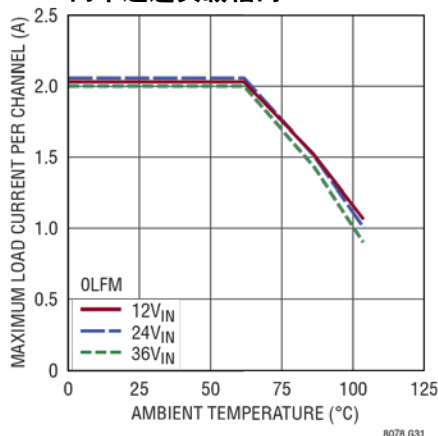
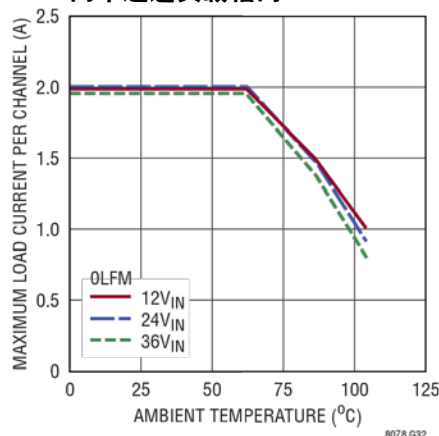
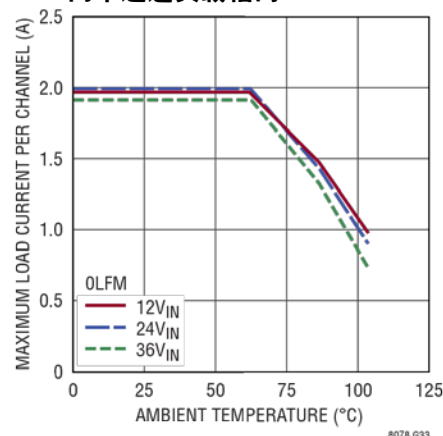
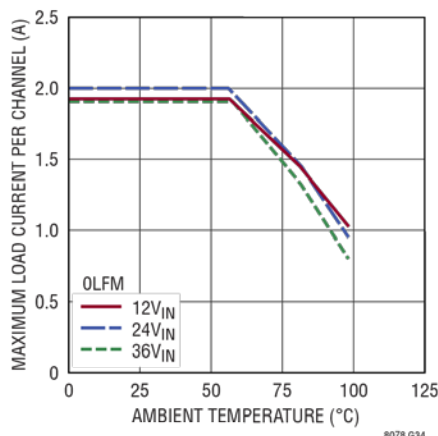
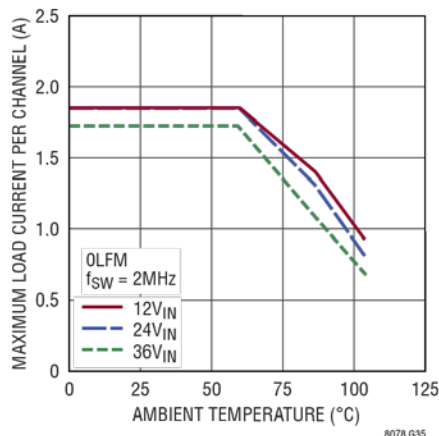
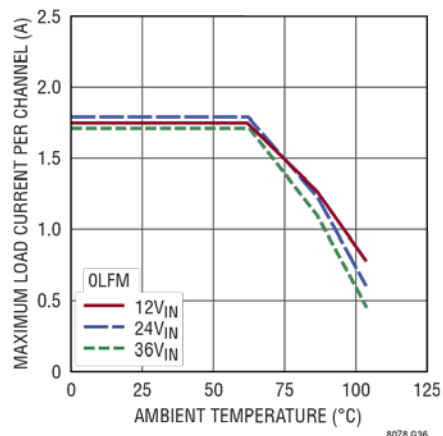
输入与负载电流的关系

 $V_{OUT} = 10\text{V}$ 输入电流与 V_{IN} 的关系 V_{OUT} 短路

压差与负载电流的关系

 $V_{OUT} = 5\text{V}$, $\text{BIAS} = 5\text{V}$ 降额, $V_{OUT} = 0.8\text{V}$ $\text{BIAS} = 5\text{V}$, DC2777A 演示板
两个通道负载相同

典型性能参数

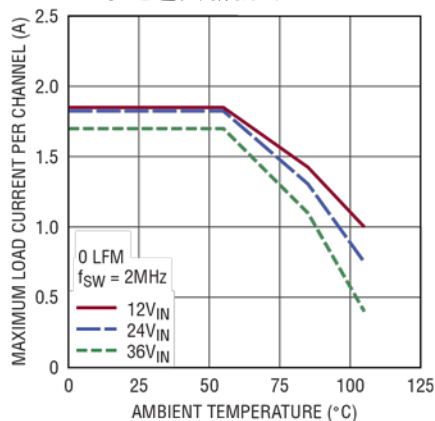
除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$, 工作条件依照表 1。降额, $V_{\text{OUT}} = 1.0\text{V}$,BIAS = 5V, DC2777A 演示板
两个通道负载相同降额, $V_{\text{OUT}} = 1.2\text{V}$ BIAS = 5V, DC2777A 演示板
两个通道负载相同降额, $V_{\text{OUT}} = 1.5\text{V}$ BIAS = 5V, DC2777A 演示板
两个通道负载相同降额, $V_{\text{OUT}} = 1.8\text{V}$,BIAS = 5V, DC2777A 演示板
两个通道负载相同降额, $V_{\text{OUT}} = 2.0\text{V}$,BIAS = 5V, DC2777A 演示板
两个通道负载相同降额, $V_{\text{OUT}} = 2.5\text{V}$,BIAS = 5V, DC2777A 演示板
两个通道负载相同降额, $V_{\text{OUT}} = 3.3\text{V}$,BIAS = 5V, DC2777A 演示板
两个通道负载相同降额, $V_{\text{OUT}} = 3.3\text{V}$,BIAS = 5V, DC2777A 演示板
两个通道负载相同,
 $f_{\text{SW}} = 2\text{MHz}$ 降额, $V_{\text{OUT}} = 5\text{V}$,BIAS = 5V, DC2777A 演示板
两个通道负载相同

典型性能参数

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$, 工作条件依照表 1。

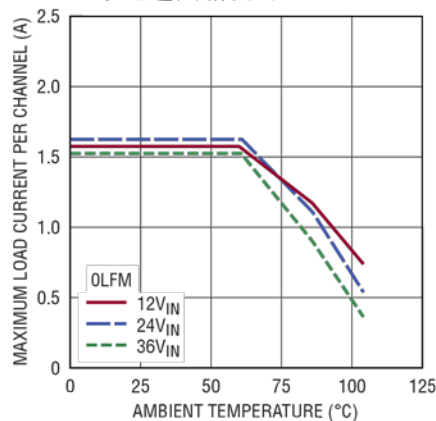
降额, $V_{\text{OUT}} = 5\text{V}$

BIAS = 5V, DC2777A 演示板
两个通道负载相同



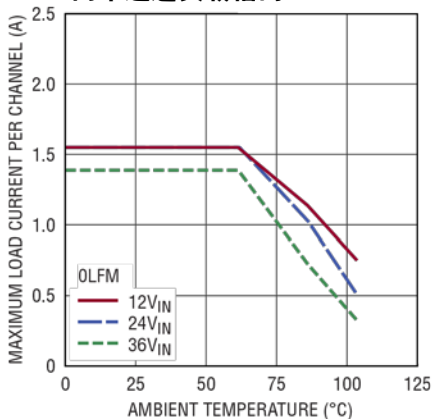
降额, $V_{\text{OUT}} = 8\text{V}$

BIAS = 5V, DC2777A 演示板
两个通道负载相同



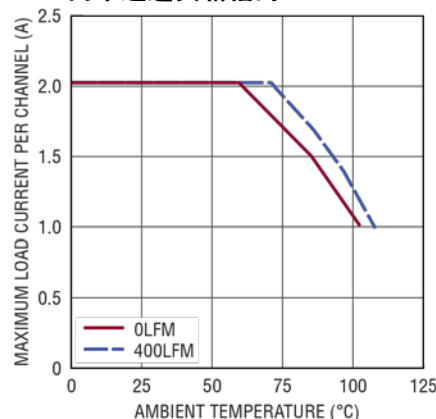
降额, $V_{\text{OUT}} = 10\text{V}$

BIAS = 5V, DC2777A 演示板
两个通道负载相同



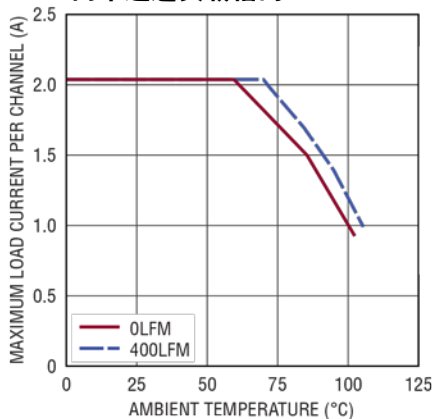
降额, $V_{\text{IN}} = 12\text{V}$, $V_{\text{OUT}} = 1.5\text{V}$

BIAS = 5V, DC2777A 演示板
两个通道负载相同



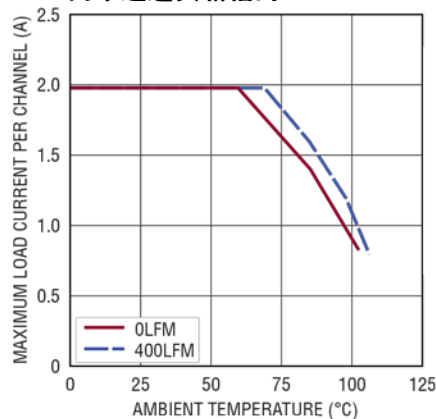
降额, $V_{\text{IN}} = 24\text{V}$, $V_{\text{OUT}} = 1.5\text{V}$

BIAS = 5V, DC2777A 演示板
两个通道负载相同



降额, $V_{\text{IN}} = 36\text{V}$, $V_{\text{OUT}} = 1.5\text{V}$

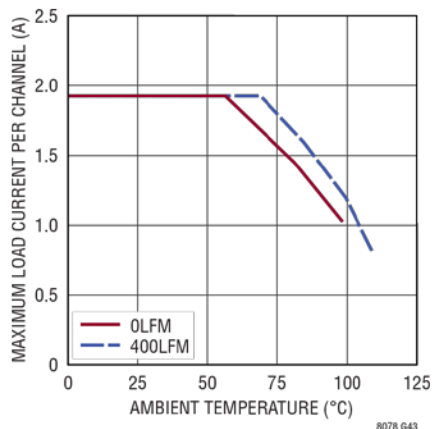
BIAS = 5V, DC2777A 演示板
两个通道负载相同



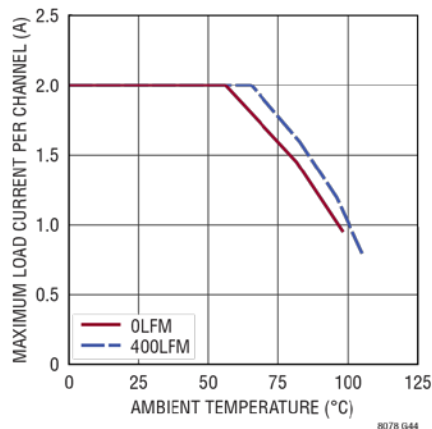
典型性能参数

除非另有说明, $T_A = 25^\circ\text{C}$, 工作条件依照表 1。

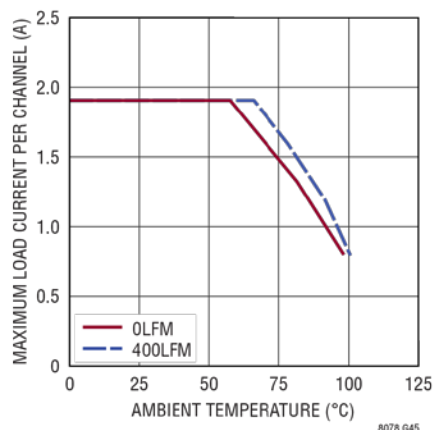
降额, $V_{IN} = 12\text{V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{V}$
BIAS = 5V, DC2777A 演示板
两个通道负载相同



降额, $V_{IN} = 24\text{V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{V}$
BIAS = 5V, DC2777A 演示板
两个通道负载相同



降额, $V_{IN} = 36\text{V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{V}$
BIAS = 5V, DC2777A 演示板
两个通道负载相同

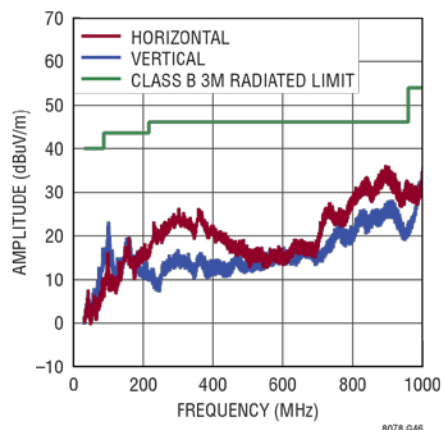


CISPR22 Class B 辐射

24V_{IN} , $f_{SW} = 1.6\text{MHz}$

5V_{OUT1} 、 1.4A , 3.3V_{OUT2} 、 1.4A

扩频开启, 无 EMI 滤波器



引脚功能

V_{IN1} (引脚 A3): 通道 1 稳压器的功率输入。V_{IN1} 组为两个通道的内部控制电路供电, 并受欠压保护电路控制。为使 LTM8078 的任一通道工作, V_{IN1} 电压必须大于 3.0V。需要外接低 ESR 电容给 V_{IN1} 去耦。推荐值参见表 1。

V_{IN2} (引脚 A4): 通道 2 稳压器的功率输入。V_{IN2} 引脚受欠压保护电路控制。为使 V_{IN2} 正常运行, V_{IN1} 电压必须大于 3.0V, V_{IN2} 电压必须大于 2V。需要外接低 ESR 电容给 V_{IN2} 去耦。推荐值参见表 1。

V_{OUT1}/V_{OUT2} (组 1 和 2): 分别为通道 1 和 2 的功率输出。在这些引脚和 GND 引脚之间施加输出滤波电容和输出负载。

GND (组 3, 引脚 A7): 将这些 GND 引脚连接到 LTM8078 和电路元件下方的局部接地层。在大多数应用中, LTM8078 的大部分热量会流经这些焊盘, 因此 PCB 设计对器件的热性能有很大影响。详情参见 PCB 布局和散热考虑部分。反馈分压电阻 (R_{FB}) 接到该网络。

BIAS (引脚 E7): 如果 BIAS 电压高于 3.2V, 将由 BIAS 而不是 V_{IN1} 给内部稳压器供电。对于 3.3V 及以上的输出电压, 此引脚应连接到 V_{OUT}。如果此引脚连接到 V_{OUT} 以外的电源, 则增加去耦电容。

CLKOUT (引脚 D1): 同步输出。当 SYNC > 2.8V 时, CLKOUT 引脚提供一个与通道 1 相位差大约 90 度的波形。可以与另外一只 LTM8078 同步, 最多实现 4 个相位同步。将外部时钟施加于 SYNC 引脚时, CLKOUT 引脚将输出与 SYNC 波形具有大致相同的相位、占空比和频率的波形。在突发工作模式下, CLKOUT 引脚内

部接地。如果不使用 CLKOUT 功能, 应将此引脚浮空。勿驱动此引脚。

FB1/FB2 (引脚 D7、C7): LTM8078 将 FB_n 引脚调节到 800mV。将反馈电阻连接到此引脚以设置输出电压。

PG1/PG2 (引脚 B1、A2): PG_n 引脚是内部比较器的开漏输出。当出现故障, 或者 FB_n 引脚超出最终调节电压的 ±7.5% 范围时, PG_n 为低电平。在 V_{IN1} UVLO、V_{IN2} UVLO、热关断或 RUN 引脚为低电平的时候, PG_n 会被拉低。

RT (引脚 B7): 在 RT 和地之间连接一个电阻, 以设置两个通道的开关频率。勿驱动此引脚。

RUN (引脚 A5): LTM8078 在该引脚为低电平时关断, 在该引脚为高电平时有效。如果不使用关断特性, 应将其连接到 V_{IN_n}。V_{IN_n} 的外部电阻分压器可用于设置 V_{IN_n} 阈值, 低于该阈值时 LTM8078 的相应通道会关断。勿让此引脚浮空。

OM (引脚 C6): 输出模式。当 LTM8078 的两路输出以不同电压进行调节时, 应将该引脚连接至相邻 OMC 引脚。当 LTM8078 的两路输出并联时, 该引脚应浮空。

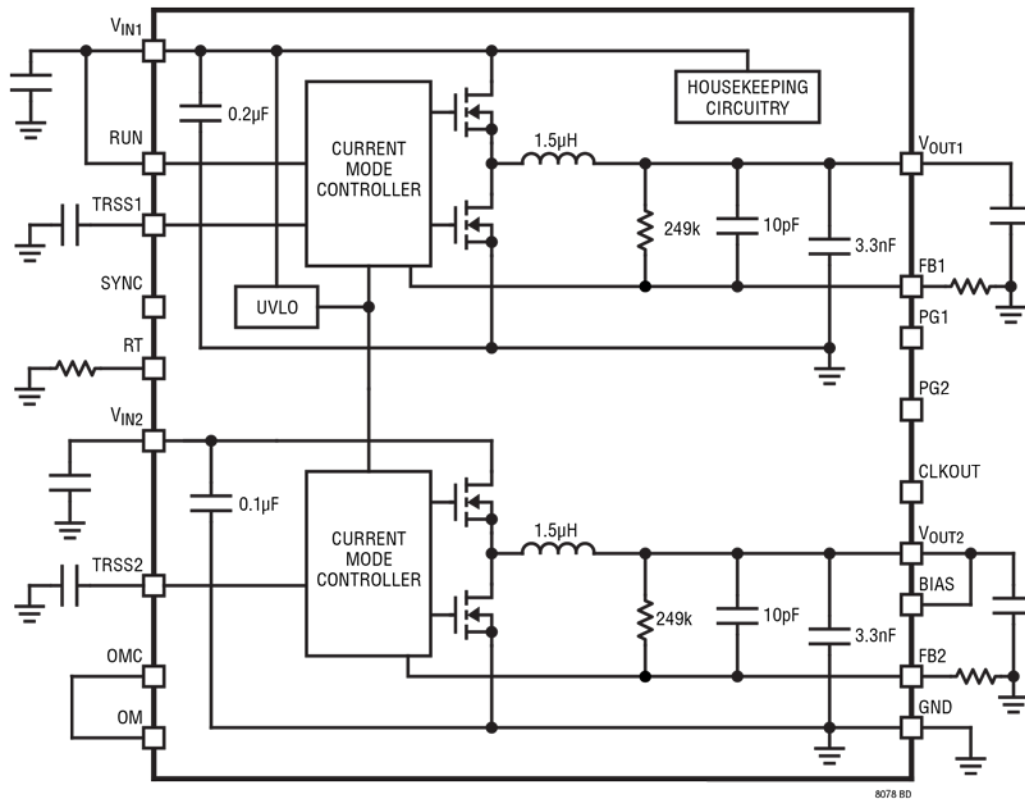
OMC (引脚 D6): 输出模式控制。当 LTM8078 的两路输出分担负载时, 该引脚应浮空。当多个 LTM8078 分担负载时, 应将该引脚连接到其他 LTM8078 的 OMC 引脚。无分担负载时, 应将该引脚连接到相邻 OM 引脚。也就是说, 当 V_{OUT1} 和 V_{OUT2} 均为独立电压时, 应将 OM 连接到 OMC。如果 V_{OUT1} 和 V_{OUT2} 是独立的, 并且 OM 和 OMC 没有连接在一起, 那么 LTM8078 将无法调节电压。

引脚功能

TRSS1/TRSS2 (引脚 B6、A6): 输出跟踪和软启动引脚。这些引脚允许用户控制启动期间的输出电压斜坡速率。低于 0.8V 的 $TRSS_n$ 电压会迫使 LTM8078 将 FB_n 引脚调节为与 $TRSS_n$ 引脚电压相等。当 $TRSS_n$ 高于 0.8V 时，跟踪功能禁用，内部基准电压源恢复对误差放大器的控制。该引脚内部由 2 μ A 电流源上拉，通过外部连接的电阻控制输出电压的斜率。在关断和故障状况下，该引脚被拉至地；如果从低阻抗输出驱动，则应使用串联电阻。如果不使用软启动功能，该引脚可以浮空。

SYNC (引脚 C1): 外部时钟同步输入。将此引脚接地，以在低输出负载下实现低纹波 Burst 工作模式；这也会禁用 CLKOUT 功能。施加 2.8V 至 4V 的直流电压支持扩频调制。对于不采用扩频调制的强制连续工作模式，应将 SYNC 引脚浮空。将时钟源应用于 SYNC 引脚以与外部频率同步。当施加外部频率时，LTM8078 将处于强制连续模式。

框图



操作

LTM8078 是一款双通道独立非隔离式降压型开关 DC/DC 电源,每个通道可提供高达 2.5A 的峰值电流。连续电流由内部工作温度决定。它提供精密调节的输出电压,范围为 0.8V 至 10V,可通过一个外部电阻进行设置。通道 1 的输入电压范围为 3V 至 40V,而通道 2 的输入电压范围为 2V 至 40V。为使任一通道工作, V_{IN1} 必须为 3V 或更高。

LTM8078 是降压型转换器,因此应确保输入电压足够高,以支持所需的输出电压和负载电流。参见简化框图。

LTM8078 包含两个电流模式控制器、功率开关元件、功率电感和适量的输入输出电容。LTM8078 是一款固定频率 PWM 稳压器。只需在 RT 引脚与 GND 之间连接适当的电阻即可设置开关频率。

内部稳压器为控制电路供电。该偏置稳压器一般从 V_{IN1} 引脚获取电源,但如果 BIAS 引脚连接到高于 3.2V 的外部电压,偏置电源将从外部来源(通常是输出电压)获取,这样可提高效率。如果不使用,应将 BIAS 连接到 GND。

为了提高效率,在轻负载或无负载情况下,LTM8078 可以切换到 Burst 工作模式。在两次 Burst 操作之间,所有与控制输出开关相关的电路都关断,输入电源电流降至仅几微安。

TRSS n 节点充当误差放大器的辅助输入。FB 电压跟随 TRSS 电压,直到 TRSS 高于 0.8V。软启动通过如下方式实现:利用内部恒流源给与 TRSS 脚连接的外部电容充电从而使输出电压按照一定斜率上升。或者,利用一个信号源或电阻网络驱动 TRSS 引脚可实现跟随功能。请勿使用低阻抗电压源驱动 TRSS 引脚。详见“应用信息”部分。

LTM8078 含有一个电源状态比较器,当 FB n 引脚介于其稳压值的 92% 至 108% 之间时,该比较器不动作。PG n 输出是一个开漏晶体管,当输出处于稳压状态时关断,从而允许外部电阻将 PG n 引脚拉高。当 V_{IN1} 高于 3V 时,PG1 信号有效。类似地,当 V_{IN2} 高于 2V 时,PG2 信号有效。

LTM8078 具备过热保护功能,在结温较高时,使电源处于关断状态。过热保护的阈值高于最高温度额定值,从而避免影响电源正常工作,因此过温的情况下长时间工作或重复操作可能会导致器件损坏或危害器件的可靠性。

应用信息

对于大多数应用,设计过程非常简洁,总结如下:

- 1. 查看表 1 并找到所需输入范围和输出电压对应的行。
- 2. 应用推荐的 C_{IN} 、 C_{OUT} 、 R_{FB} 和 R_T 值。
- 3. 按说明连接 BIAS。

当使用 LTM8078 提供两个不同输出电压时,表 1 建议的较高频率通常会在工作性能最佳。虽然这些元件组合已经过测试,能够正常工作,但用户有责任按照实际应用时的系统电压、负载和环境条件下验证其能否正常工作。须记住,最大输出电流受结温、输入电压和输出电压幅度的关系以及其他因素的限制。相关指南请参阅“典型性能参数”部分中的图形。

LTM8078 支持的最大开关频率(及伴随的 R_T 值)在表 1 的最大 f_{sw} 栏中给出,而为在给定输入条件下实现最佳效率的推荐频率(及 R_T 值)在 f_{sw} 栏中给出。如果使用同步功能,还必须满足其他条件。详情请参见“同步”部分。

电容选择注意事项

表 1 中的 C_{IN} 和 C_{OUT} 电容值是相关工作条件下的最小推荐值。建议不要使用低于表 1 所示值的电容,否则可能导致电源工作异常。使用更大的值一般是可以接受的,动态响应会更好。同样,用户有责任按照实际应用时的系统电压、负载和环境条件下验证其能否正常工作。

陶瓷电容体积小,坚固耐用,ESR 非常低。但是,并非所有陶瓷电容都合适。X5R 和 X7R 型在不同温度和电压下能保持稳定,提供可靠的性能。其他类型电容(包括 Y5V 和 Z5U)具有非常大的温度系数和电压系数。在应用电路中,其容值可能只有标称值的一小部分,导致输出电压纹波比预期高得多。

陶瓷电容也有压电效应。在 Burst 工作模式中,LTM8078 的开关频率取决于负载电流,在音频频率下可能激励陶瓷电容,产生可闻噪声。LTM8078 在 Burst 模式期间以较低电流限值工作,因此该噪声对普通人来说通常是非常安静的。

表 1. 推荐的元件值和配置 (T_A = 25°C)

V _{IN} (注释 1)	V _{OUT}	R _{FB} (kΩ)	C _{IN} (注释 2)	C _{OUT}	BIAS	f _{sw} (kHz)	R _T (kΩ)	最大 f _{sw} (MHz)	最小 R _T (kΩ)
3V 至 40V	0.8V	开路	1μF 50V X5R 0805	2× 100μF 4V X5R 0805	3.2V 至 10V	500	68.1	1.2	24.9
3V 至 40V	1V	1000	1μF 50V X5R 0805	2× 100μF 4V X5R 0805	3.2V 至 10V	600	54.9	1.4	21.0
3V 至 40V	1.2V	499	1μF 50V X5R 0805	2× 100μF 4V X5R 0805	3.2V 至 10V	700	46.4	1.4	21.0
3.2V 至 40V	1.5V	287	1μF 50V X5R 0805	100μF 4V X5R 0805	3.2V 至 10V	900	34.8	1.4	21.0
3.2V 至 40V	1.8V	200	1μF 50V X5R 0805	100μF 4V X5R 0805	3.2V 至 10V	900	34.8	1.8	15.0
3.6V 至 40V	2V	165	1μF 50V X5R 0603	100μF 4V X5R 0805	3.2V 至 10V	1000	30.9	1.8	15.0
4.2V 至 40V	2.5V	118	1μF 50V X5R 0603	47μF 4V X5R 0805	3.2V 至 10V	1100	28.0	2	13.3
5V 至 40V	3.3V	78.7	1μF 50V X5R 0603	22μF 6.3V X5R 0805	3.2V 至 10V	1200	24.9	2.8	8.06
7V 至 40V	5V	47.5	1μF 50V X5R 0603	10μF 6.3V X7R 0603	3.2V 至 10V	1400	21.0	3	7.15
10.5V 至 40V	8	27.4	1μF 50V X5R 0805	10μF 10V X5R 0805	3.2V 至 10V	2000	13.3	3	7.15
12V 至 40V	10	21.5	1μF 50V X5R 0805	10μF 16V X5R 1206	3.2V 至 10V	2200	11.5	3	7.15

注释 1: LTM8078 可以在较低输入电压下工作,但可能会跳过开关周期。

注释 2: 输入端需要电解电容。

应用信息

如果不能接受该可闻噪声,应在输出端使用高性能电解电容。它也可以是陶瓷电容和低成本电解电容的并联组合。

关于陶瓷电容的最后一点注意事项涉及 LTM8078 的最大输入电压额定值。输入电容与走线或电缆电感相结合,形成高 Q(欠阻尼)谐振电路。如果对 LTM8078 热插拔,输入电压可能谐振到其标称值的两倍,超过器件的额定值。这种情况很容易避免,参见“安全热插拔”部分。

频率选择

LTM8078 采用恒频 PWM 架构,利用从 RT 引脚连接到地的电阻可在 300kHz 到 3MHz 范围内设置其开关频率。表 2 列出了 R_T 电阻值及相应的频率。表中的电阻是标准 1% E96 值。

表 2. 开关频率与 R_T 值

f_{sw} (MHz)	R_T (k Ω)
0.3	113
0.4	86.6
0.5	68.1
0.6	54.9
0.7	46.4
0.8	40.2
0.9	34.8
1.0	30.9
1.2	24.9
1.4	21.0
1.6	17.8
1.8	15.0
2.0	13.3
2.2	11.5
2.4	10.2
2.6	9.09
2.8	8.06
3.0	7.15

工作频率权衡

对于输入和输出工作条件,建议用户采用表 1 中给出的最佳 R_T 值。当使用 LTM8078 提供两个不同输出电压时,表 1 建议的较高频率通常会使工作性能最佳。但是,系统级或其他考虑因素可能要求使用其他工作频率。虽然 LTM8078 非常灵活,足以适应各种工作频率,但随意选择频率可能导致在某些条件下性能不满足要求,或者出现故障。如果输出过载或短路,频率过高会降低效率,产生过多热量,甚至损坏 LTM8078。频率过低可能导致最终设计的输出纹波过多或输出电容过大。

BIAS 引脚注意事项

BIAS 引脚为内部电路供电。为使其正常工作,供电电压应不小于 3.2V。如果输出电压设置为 3.2V 或更高,BIAS 可以简单地连接到 V_{OUT} 。如果 V_{OUT} 小于 3.2V,BIAS 可以连接到 V_{IN} 或其他电压源。如果 BIAS 引脚电压过高,LTM8078 的效率可能会受到影响。最佳 BIAS 电压取决于许多因素,例如负载电流、输入电压、输出电压和开关频率。无论什么情况,应确保 BIAS 引脚的最大电压低于 10V。如果从远端或高噪声电压源为 BIAS 供电,该引脚可能需要就近接一个去耦电容。1 μ F 陶瓷电容效果很好。BIAS 引脚也可以接 GND,但效率会小幅下降。

应用信息

最大负载

LTM8078 每个通道可以驱动的最大实际连续负载（额定 1.4A）取决于内部电流限值和内部温度。内部限流旨在防止 LTM8078 在过载或短路情况下受到损坏。LTM8078 的内部温度取决于工作条件，如环境温度、输出功率和系统的散热能力等。例如，若将 LTM8078 的一个通道配置为 1V，而通道 2 关断，那么如果环境温度控制在 60°C 以下，则通道 1 可以从 12V_{IN} 连续输出 2.5A 电流。这比 1.4A 的连续额定值要高很多。请参见“典型性能参数”部分中的曲线。类似地，如果 LTM8078 的两个通道均提供 8V_{OUT} 且环境温度为 100°C，则每个通道从 24V_{IN} 至多能输出 0.6A 电流，小于 1.4A 连续额定值。

负载分配

LTM8078 的两个通道可以并联以产生更高电流。要在两个或更多 LTM8078 上这样做，应将所有并联通道/模块的 V_{IN}、V_{OUT}、FB 和 OMC 引脚连接在一起（见图 7）。如果仅一个 LTM8078 的两个通道并联，OMC 和 OM 应浮空。为确保并联通道一同启动，TRSS 引脚也可以连接在一起。如果将 TRSS 引脚连在一起不方便，应确保各 μ Module 稳压器使用相同值的软启动电容。当有 n 个单元分担负载且使用单个 R_{FB} 电阻时，该电阻的值为：

$$R_{FB} = \frac{199.2}{n(V_{OUT} - 0.8)} \text{ 其中, } R_{FB} \text{ 以 k}\Omega \text{ 为单位。}$$

当 LTM8078 输出独立调节时，应将 OM 连接到 OMC。负载分担应用的示例如图 4 至图 6 所示。

Burst 工作模式

为了提高轻负载下的效率，LTM8078 会自动切换到 Burst 工作模式，该模式下，通过输出电容上的能量维持输出电压，从而最大限度降低静态输入电流。在突发工作模式期间，LTM8078 向

输出电容提供单周期 Burst 电流，然后进入休眠周期，大部分内部电路关断，输出电容将能量传递给负载。在休眠期间，V_{IN} 和 BIAS 静态电流大大降低，因此，随着负载电流减小到无负载状况，LTM8078 处于休眠模式的时间百分比增加，平均输入电流大大降低，使得轻负载效率更高。

将 SYNC 连接到 GND 可使能 Burst 工作模式。

最小输入电压

LTM8078 是一款降压转换器，为了保持输出电压稳定，输入电压需要留有一定裕量。输入电压应始终高于 3V 以确保正常工作。导致输入电压低于 3V 的电压瞬变或纹波波谷可能会关断 LTM8078。

为使任一通道工作，V_{IN1} 必须高于 3V。如果 V_{IN1} 高于 3V，则只要 V_{IN2} 高于 2V，通道 2 就会工作。

输出电压跟踪和软启动

LTM8078 允许用户通过 TRSS 引脚调整输出电压上升斜率。内部 2 μ A 将 TRSS_n 引脚上拉至约 2.4V。在 TRSS_n 上外置电容以实现缓启动，从而减小输入冲击电流。在软启动期间，输出电压将按比例跟踪 TRSS_n 引脚电压。对于输出跟踪应用，TRSS_n 可以由另一个电压源从外部驱动。从 0V 到 0.8V，TRSS_n 电压会覆盖误差放大器的内部 0.8V 基准输入，从而将 FB_n 引脚电压调节到 TRSS_n 引脚的电压。当 TRSS_n 高于 0.8V 时，跟踪禁用，反馈电压将调节到内部基准电压。如果不需要该功能，TRSS_n 引脚可以浮空。

一个有源下拉电路连接到 TRSS_n 引脚，发生故障时，外部软启动电容放电；故障清除后，输出电压按照原斜率重启。清除软启动电容的故障情况包括：RUN_n 引脚变为低电平、V_{IN_n} 电压下降得过低或热关断。

应用信息

预偏置输出

如“输出电压跟踪和软启动”部分所述，只要 $TRSSn$ 小于 0.8V，LTM8078 就会将输出调节到 $TRSSn$ 引脚确定的 FB 电压。如果 LTM8078 输出高于目标输出电压，并且 SYNC 不是保持在 0.8V 以下，LTM8078 将尝试把少量能量送回输入电源，从而将输出调节到目标电压。如果输入电源没有任何负载，其电压可能会上升。请注意，它不会上升太高，以避免输入电压超过 LTM8078 的绝对最大额定值。如果 SYNC 接地，LTM8078 不会向输入侧馈电。

同步

要选择低纹波突发工作模式，请将 SYNC 引脚连接到约 0.8V 以下的电压（可以是接地或逻辑低电平输出）。要使 LTM8078 振荡器与外部频率同步，须将一个方波（约 20% 至 80% 占空比）连接到 SYNC 引脚。方波幅度的谷值应低于 0.8V，峰值应高于 1.5V。

LTM8078 可以在 300kHz 至 3MHz 范围内同步。LTM8078 使用外部时钟作为同步始终，在负载电流较小时不会进入突发工作模式。所选 R_T 电阻应将 LTM8078 开关频率设置为等于或低于最低同步输入频率。例如，如果同步信号为 500kHz 或更高，则应选择 R_T 以设置 500kHz 或更低的开关频率。

LTM8078 支持扩频模式，可进一步降低 EMI/EMC 辐射。要启用扩频操作，须将 2.8V 至 4V 的电压施加于 SYNC 引脚。该模式使用三角频率调制来改变开关频率，其范围是从 R_T 设置的值到比该值高约 20% 的频率。调制频率

约为 5kHz。例如，当 LTM8078 设置为 2MHz 时，频率将以 5kHz 的速率从 2MHz 变化到 2.4MHz。选择扩频操作时，突发工作模式禁用，器件可以断续模式运行。

输入短路保护

对于输出保持高电平的系统，在输入掉电的时候，针对 LTM8078 的应用需要小心。这可能发生在电池充电应用或电池备用系统中，其中电池或其他电源通过二极管与 LTM8078 的输出进行“或”连接。如果允许 V_{IN} 引脚浮空且 RUN 引脚保持高电平（通过逻辑信号或因为它连接到 V_{IN} ），则 LTM8078 的内部电路将通过内部功率开关拉取静态电流。如果系统在此状态下可以容忍几毫安电流，那么这没问题。如果将 RUN 引脚接地，则内部电流基本上降至零。但是，如果 V_{IN} 引脚接地且输出保持高电平，则 LTM8078 内部的寄生二极管可通过 V_{IN} 引脚从输出中拉取大电流。图 5 显示的电路仅在输入电压存在时运行，能够防范短路或反向输入。

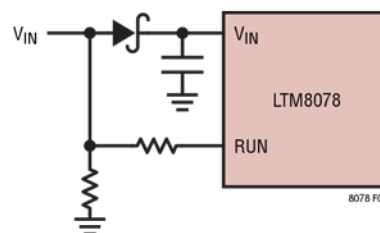


图 1. 输入二极管防止短路输入给连接到输出的备用电池放电。它还能保护电路免受反向输入的影响。LTM8078 仅在输入存在时运行。

应用信息

PCB 布局

LTM8078 的高集成度减轻甚至消除了与 PCB 布局布线相关的大多数麻烦。LTM8078 仍然是开关电源，务必注意尽量降低 EMI 并确保正常工作。虽然集成度很高，但如果布局很随意或不佳，用户也可能无法实现预期的性能。建议布局参见图 2。确保接地和散热合理。

牢记以下规则：

1. R_{FB} 和 R_T 电阻应尽可能靠近相应引脚放置。
2. C_{IN} 电容应尽可能靠近 LTM8078 的 V_{IN} 和 GND 连接。
3. C_{OUT} 电容应尽可能靠近 LTM8078 的 V_{OUT} 和 GND 连接。
4. C_{IN} 和 C_{OUT} 电容的布局应使其接地电流直接在 LTM8078 附近或下方流过。
5. 所有 GND 连接应连接到顶层上尽可能大的覆铜或平面区域。避免断开外部元件与 LTM8078 之间的接地连接。
6. 使用过孔将 GND 覆铜区连接到电路板的内部接地层。自由分配这些 GND 过孔，以为印刷电路板内部各层提供良好的接地和散热路径。注意图 2 中散热过孔的位置和密度。这些连接到内部 GND 层的过孔，由于靠近内部功率处理元件，对 LTM8078 的散热是有利的。散热过孔的最佳数量取决于印刷电路板设计。例如，电路板可能使用非常小的过孔，与使用较大孔的电路板相比，前者应使用更多的散热过孔。

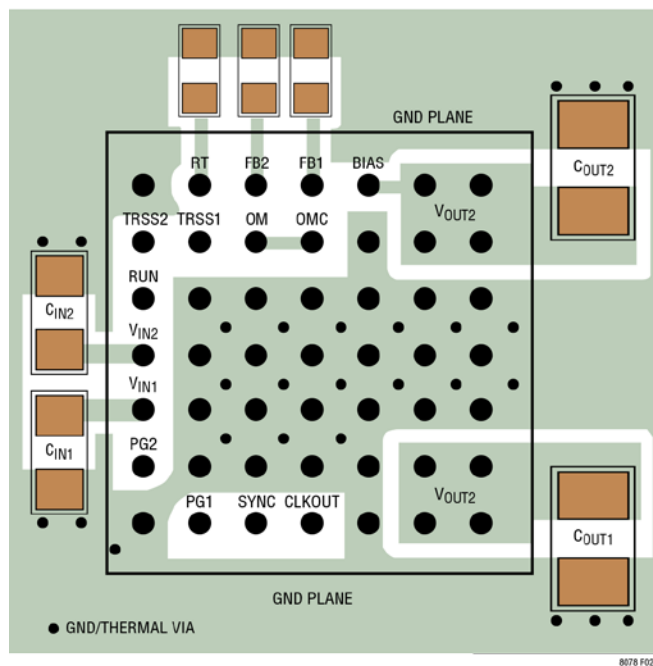


图 2. 布局显示了建议的外部元件、GND 层和散热过孔

安全地热插拔

陶瓷电容具有小尺寸、稳健、低阻抗的特点，适合用作 LTM8078 的输入旁路电容。然而，如果 LTM8078 接入带电电源，这些电容可能会导致问题（完整讨论请参阅应用笔记 88）。低损耗陶瓷电容、杂散电感与电源串联，形成欠阻尼储能电路，LTM8078 的 V_{IN} 引脚电压可能振荡至标称输入电压的两倍以上，超过 LTM8078 的额定值，可能会损坏器件。如果输入电源控制不善或 LTM8078 接入通电电源，输入网络应特别设计以防止这种过冲。为此，可以安装一个小电阻与 V_{IN} 串联，但控制输入电压过冲的最常用方法是在 V_{IN} 网络中增加一个电解电容。该电容具有相对较高的等效串联电阻，可抑制电路振荡并消除电压过冲。这个额外的电容可改善低频纹波滤波，并能略微提高电路的效率，不过它可能是电路中最大的元件。

应用信息

散热考虑

如果要求在高环境温度下工作，LTM8078 的输出电流可能需要降额。电流降额量取决于输入电压、输出功率和环境温度。“典型性能参数”部分中给出的降额曲线可用作指南。这些曲线由安装在 58cm² 4 层 FR4 印刷电路板上的 LTM8078 产生。其他尺寸和层数的电路板可能有不同的热特性，因此用户有责任在按照实际的系统电压、负载和运行环境条件下验证其能否正常工作。

为了提高实际应用的精度和保真度，许多设计人员使用 FEA（有限元分析）或 CFD（计算流体动力学）来预测热性能。为此，引脚配置通常给出三个主要热系数：

1. θ_{JA} - 结至环境热阻
2. θ_{JCbott} - 结至产品外壳底部的热阻
3. θ_{Jctop} - 结至产品外壳顶部的热阻

虽然各系数的含义看起来都很直观，但 JEDEC 已经明确了每个系数的定义以避免混淆和不一致。这些定义参见 JESD 51-12，下面是对其的引用或解释：

1. θ_{JA} 是自然对流下的结至环境空气热阻，在 1 立方英尺的密封外罩中测量。这种环境有时被称为“静止空气”，但自然对流会导致空气运动。该值是将器件安装在 JESD 51-9 定义的测试板上测定的，并不反映实际应用或可行工作条件。
2. θ_{JCbott} 是结至板热阻，此热阻下所有元件功耗都经封装底部耗散。在典型 μ Module 稳压

器中，大部分热量是从封装底部流出，但总会有热量流出到周围环境中。因此，该热阻值可用于比较封装，但测试条件与用户应用一般不一致。

3. θ_{Jctop} 是指器件内所有功耗经封装顶部耗散时的热阻。典型 μ Module 稳压器的电气连接位于封装底部，因此应用很少这样运行，使得大部分热量从结流到器件顶部。与 θ_{JCbott} 的情况一样，该值可用于比较封装，但测试条件与用户应用一般不一致。

考虑这些定义，现在应该很清楚，没有一个热系数反映了 μ Module 稳压器的实际物理工作条件。因此，单独使用任何一个系数都不能准确预测产品的热性能。同样，试图使用任何一个系数来与产品数据手册中给出的结温与负载关系曲线相关联也是不合适的。使用系数的唯一恰当方法是在运行详细热分析（例如 FEA）时，同时考虑所有热阻。

图 3 给出了这些主要热阻的图形近似表示。JEDEC 标准未定义某些热阻因素，例如从封装侧面流出的热量，因此未显示。蓝色热阻包含在 μ Module 稳压器内，绿色热阻在外部。

LTM8078 的芯片温度必须低于最大额定值，因此应注意电路布局，确保 LTM8078 具有良好的散热性能。LTM8078 产生的大部分热量是通过封装底部和焊盘进入印刷电路板。因此，糟糕的印刷电路板设计会导致过热，损害性能或可靠性。关于印刷电路板设计建议，请参阅“PCB 布局布线”部分。

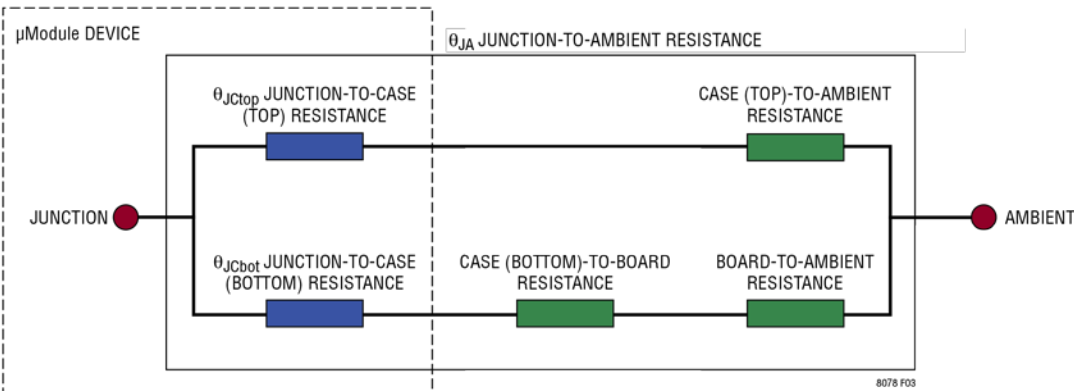
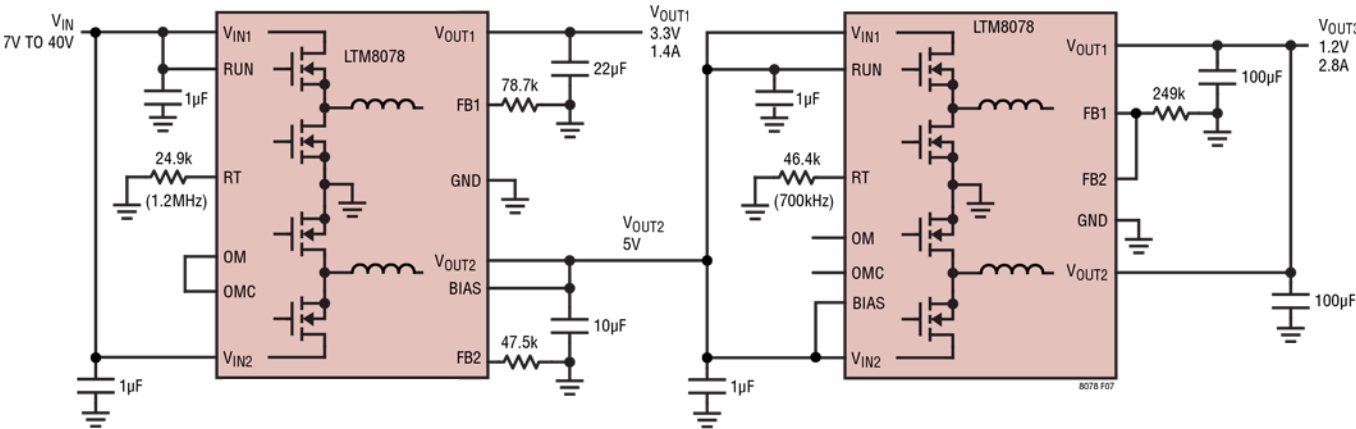


图 3. 热系数的图形表示，包括 JESD51-12 术语

典型应用



PINS NOT USED: TRSS1, TRSS2, PG1, PG2, CLKOUT, SYNC

图 4. 级联两个 LTM8078 以从 7V 至 40V_{IN} 产生 3.3V/1.4A、1.2V/2.8A 输出，两个 BIAS 引脚均连接到 V_{OUT2}

典型应用

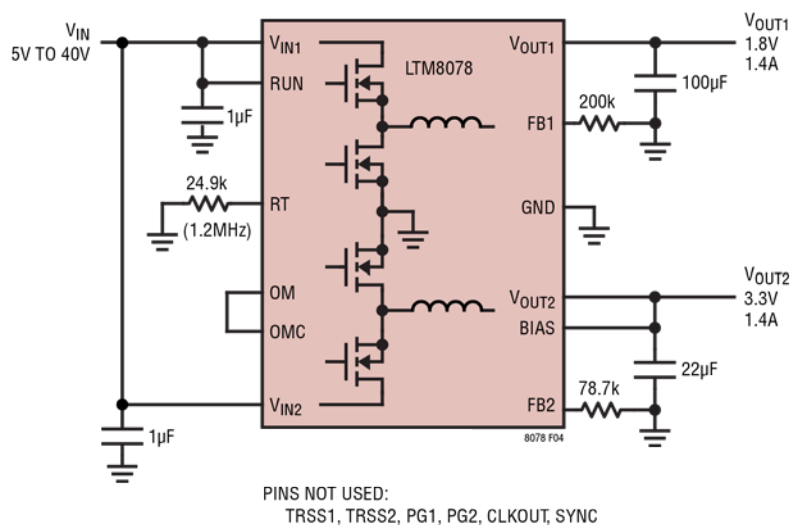


图 5. 从 5V 至 40V_{IN} 产生 1.8V/1.4A 和 3.3V/1.4A 输出，BIAS 连接到 V_{OUT2}

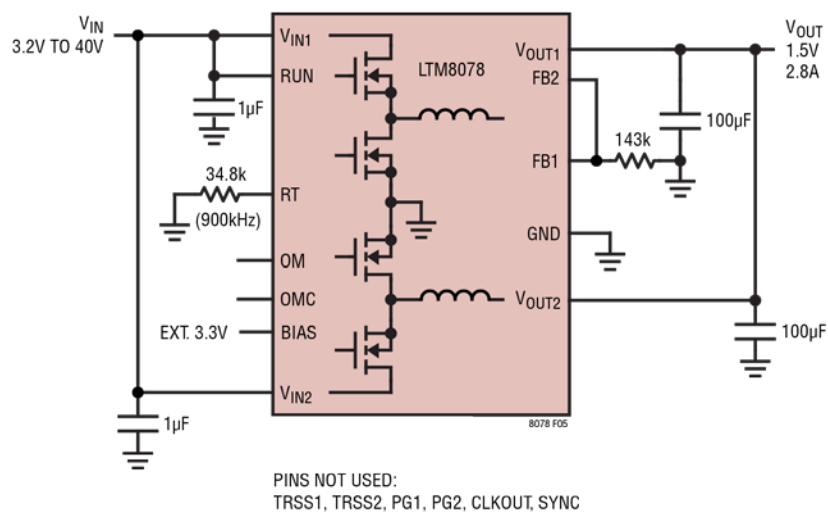


图 6. 并联两个通道以从 3.2V 至 40V_{IN} 产生 1.5V/2.8A 输出，BIAS 连接到外部 3.3V

典型应用

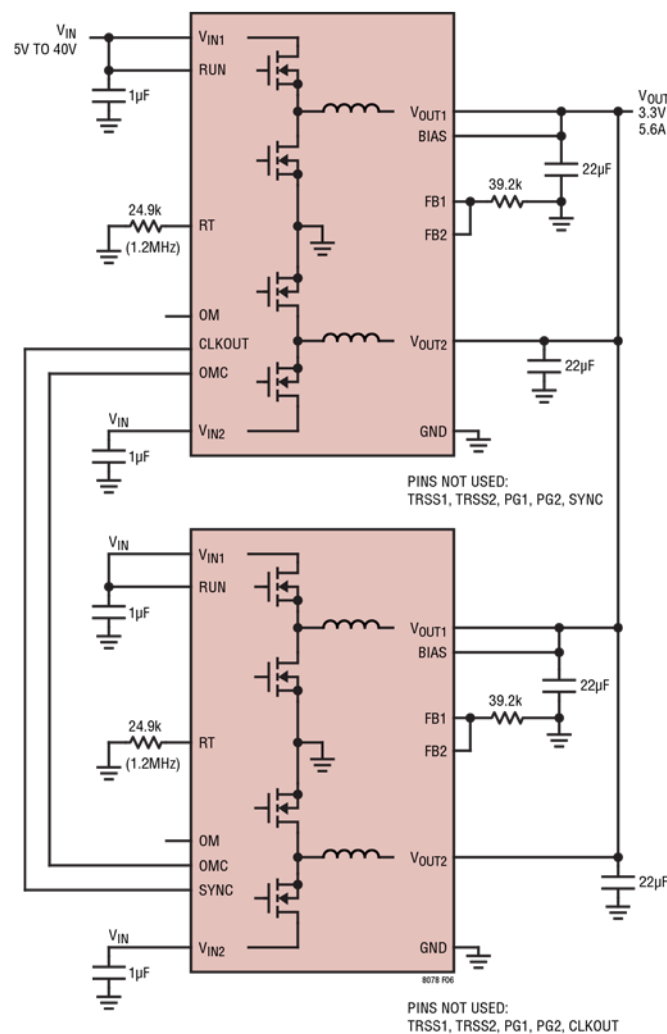


图 7. 并联两个 LTM8078 的所有通道以从 5V 至 40V 输入产生 3.3V/5.6A 输出，BIAS 连接到 V_{OUT}

封装说明

表 3. LTM8078 引脚分配 (按引脚编号排序)

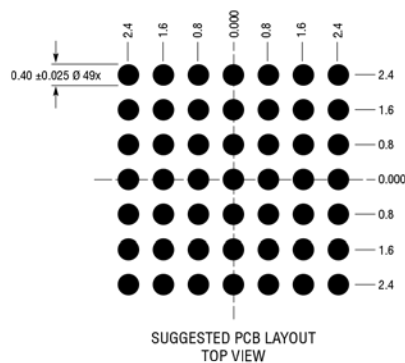
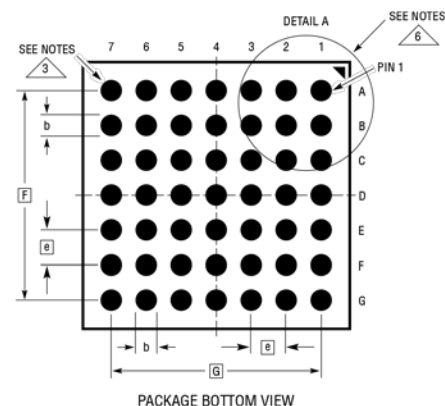
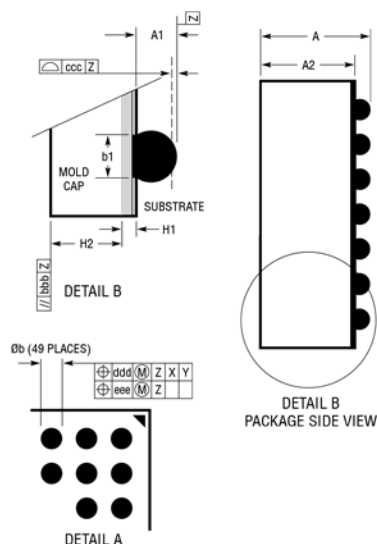
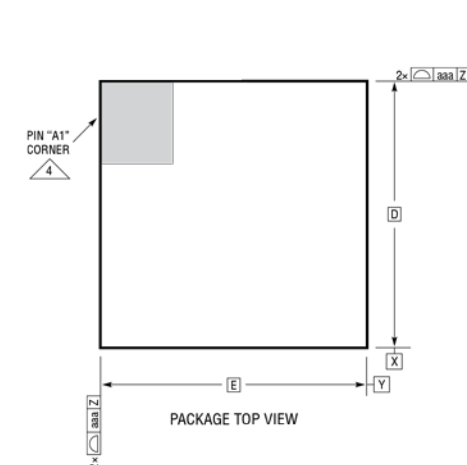
引脚	引脚名称	引脚	引脚名称	引脚	引脚名称	引脚	引脚名称	引脚	引脚名称	引脚	引脚名称	引脚	引脚名称
A 1	GND	B 1	PG1	C 1	SYNC	D 1	CLKOUT	E 1	GND	F 1	V _{OUT1}	G 1	V _{OUT1}
A 2	PG2	B 2	GND	C 2	GND	D 2	GND	E 2	GND	F 2	V _{OUT1}	G 2	V _{OUT1}
A 3	V _{IN1}	B 3	GND	C 3	GND	D 3	GND	E 3	GND	F 3	GND	G 3	GND
A 4	V _{IN2}	B 4	GND	C 4	GND	D 4	GND	E 4	GND	F 4	GND	G 4	GND
A 5	RUN	B 5	GND	C 5	GND	D 5	GND	E 5	GND	F 5	GND	G 5	GND
A 6	TRSS2	B 6	TRSS1	C 6	OM	D 6	OMC	E 6	GND	F 6	V _{OUT2}	G 6	V _{OUT2}
A 7	GND	B 7	RT	C 7	FB2	D 7	FB1	E 7	BIAS	F 7	V _{OUT2}	G 7	V _{OUT2}

封装说明

BGA 封装

49 引脚 (6.25mm × 6.25mm × 2.22mm)

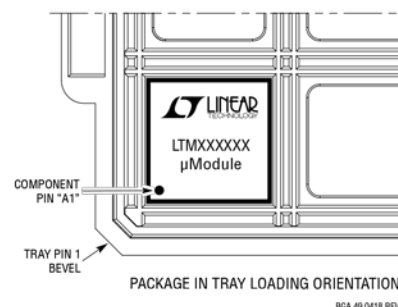
(参考 LTC DWG# 05-08-1518 Rev B)



DIMENSIONS				
SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTES
A	2.02	2.22	2.42	
A1	0.30	0.40	0.50	BALL HT
A2	1.72	1.82	1.92	
b	0.45	0.50	0.55	BALL DIMENSION
b1	0.37	0.40	0.43	PAD DIMENSION
D		6.25		
E		6.25		
e		0.80		
F		4.80		
G		4.80		
H1		0.32 REF		SUBSTRATE THK
H2		1.50 REF		MOLD CAP HT
aaa			0.15	
bbb			0.10	
ccc			0.20	
ddd			0.15	
eee			0.08	
TOTAL NUMBER OF BALLS: 49				

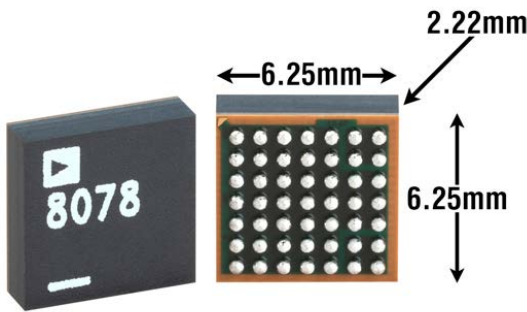
- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ASME Y14.5M-1994
 2. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 3. BALL DESIGNATION PER JEP95
 4. DETAILS OF PIN #1 IDENTIFIER ARE OPTIONAL, BUT MUST BE LOCATED WITHIN THE ZONE INDICATED. THE PIN #1 IDENTIFIER MAY BE EITHER A MOLD OR MARKED FEATURE

5. PRIMARY DATUM -Z- IS SEATING PLANE
6. PACKAGE ROW AND COLUMN LABELING MAY VARY AMONG µModule PRODUCTS. REVIEW EACH PACKAGE LAYOUT CAREFULLY



BGA 49 0418 REV B

封装照片



相关器件

产品型号	说明	备注
LTM8074	40V、1.2A Silent Switcher μ Module 稳压器	$3.2V \leq V_{IN} \leq 40V$, $0.8V \leq V_{OUT} \leq 12V$, $4mm \times 4mm \times 1.82mm$ BGA
LTM8063	40V、2A 降压型 Silent Switcher μ Module 稳压器	$3.2V \leq V_{IN} \leq 40V$, $0.8V \leq V_{OUT} \leq 15V$, $4mm \times 6.25mm \times 2.22mm$ BGA 封装
LTM8065	40V、2.5A 降压型 Silent Switcher μ Module 稳压器	$3.4V \leq V_{IN} \leq 40V$, $0.97V \leq V_{OUT} \leq 18V$, $6.25mm \times 6.25mm \times 2.32mm$ BGA 封装
LTM8053	40V、3.5A 降压型 μ Module 稳压器	$3.4V \leq V_{IN} \leq 40V$, $0.97V \leq V_{OUT} \leq 15V$, $6.25mm \times 9mm \times 3.32mm$ BGA
LTM8003	40V, 3.5A, H 级, 150°C 工作温度, 符合 FMAE 的引脚排列	$3.4V \leq V_{IN} \leq 40V$, $0.97V \leq V_{OUT} \leq 15V$, $I_{OUT} = 3.5A$, $6.25mm \times 9mm \times 3.32mm$ BGA
LTM8052	36V、5A CVCC 降压型 μ Module 稳压器	$6V \leq V_{IN} \leq 36V$, $1.2V \leq V_{OUT} \leq 24V$, 恒压恒流, $11.25mm \times 15mm \times 2.82mm$ LGA, $11.25mm \times 15mm \times 3.42mm$ BGA
LTM4613	36V、8A 低 EMI 降压型 μ Module 稳压器	$5V \leq V_{IN} \leq 36V$, $3.3V \leq V_{OUT} \leq 15V$, 符合 EN55022B 标准, $15mm \times 15mm \times 4.32mm$ LGA, $15mm \times 15mm \times 4.92mm$ BGA
LTM8073	60V、3A 降压型 μ Module 稳压器	$3.4V \leq V_{IN} \leq 60V$, $0.85V \leq V_{OUT} \leq 15V$, $6.25mm \times 9mm \times 3.32mm$ BGA
LTM8071	60V、5A Silent Switcher μ Module 稳压器	$3.6V \leq V_{IN} \leq 60V$, $0.97V \leq V_{OUT} \leq 15V$, $9mm \times 11.25mm \times 3.32mm$ BGA
LTM4622	双通道 2.5A、20V 降压型 μ Module 稳压器	$3.6V \leq V_{IN} \leq 20V$, $0.6V \leq V_{OUT} \leq 5.5V$, $6.25mm \times 6.25mm \times 1.82mm$ LGA, $6.25mm \times 6.25mm \times 2.42mm$ BGA
LTM4642	双通道 4A、20V 降压型 μ Module 稳压器	$4.5V \leq V_{IN} \leq 20V$, $0.6V \leq V_{OUT} \leq 5.5V$, $9mm \times 11.25mm \times 4.92mm$ BGA
LTM4643	四通道 3A、20V 降压型 μ Module 稳压器	$4V \leq V_{IN} \leq 20V$, $0.6V \leq V_{OUT} \leq 3.3V$, $9mm \times 15mm \times 1.82mm$ LGA, $9mm \times 15mm \times 2.42mm$ BGA
LTM4644	四通道 4A、14V 降压型 μ Module 稳压器	$4V \leq V_{IN} \leq 14V$, $0.6V \leq V_{OUT} \leq 5.5V$, $9mm \times 15mm \times 5.01mm$ BGA
LTM8024	40V _{IN} 、双通道 3.5A 或单通道 7A Silent Switcher μ Module 稳压器	$3V \leq V_{IN} \leq 40V$, $0.8V \leq V_{OUT} \leq 8V$, $9mm \times 11.25mm \times 3.32mm$ BGA 封装

