

LMR10520

LMR10510采用 SOT-23 和 LLP 封装的 SIMPLE SWITCHER[®] 5.5V 输入电压、1A 降压稳压器



文献编号: ZHCSA22A

LMR10520

采用 LLP 封装的 SIMPLE SWITCHER[®] 5.5 V 输入电压、2.0 A 降压稳压器

特性

- 输入电压范围：3 V 至 5.5 V
- 输出电压范围：0.6 V 至 4.5 V
- 输出电流高达 2 A
- 1.6 MHz (LMR10520X) 和 3 MHz (LMR10520Y) 开关频率
- 低待机静态电流 (I_q): 30 nA (典型值)
- 内部软启动
- 内部补偿
- 电流模式脉宽调制 (PWM) 操作
- 具有热关断功能
- LLP-6 (3 x 3 x 0.8 mm) 封装
- 得到 WEBENCH[®] Power Designer 工具的全面支持

性能优势

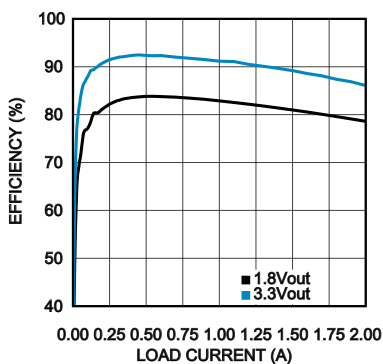
- 易用性极佳
- 纤巧的总体解决方案降低了系统成本

应用

- 从 3.3 V 和 5 V 电源轨的负载点转换
- 空间受限型应用
- 电池供电型设备
- 工业分布式电源应用
- 功率表
- 便携式手持式仪器

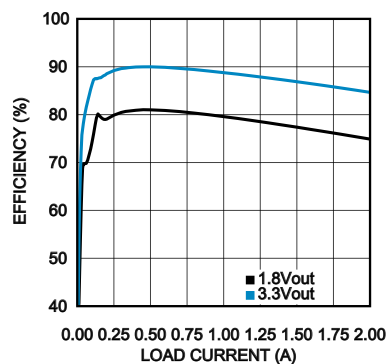
系统性能

效率与负载电流的关系曲线 - "X" $V_{IN} = 5 V$



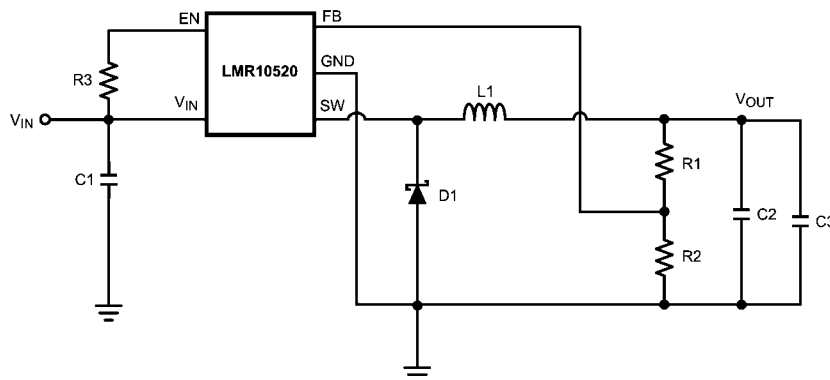
30166396

效率与负载电流的关系曲线 - "Y" $V_{IN} = 5 V$



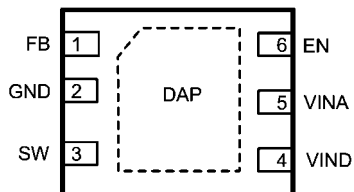
30166397

典型应用



30166364

连线图



6 引脚 LLP 封装

30166301

订购信息

订购编号	频率选项	封装类型	NSC 封装图例	正面标记	装运方式
LMR10520XSDE	1.6 MHz	LLP-6	SDE06A	L266B	250, 带装和卷装
LMR10520XSD					1000, 带装和卷装
LMR10520XSDX					4500, 带装和卷装
LMR10520YSDE	3 MHz			L267B	250, 带装和卷装
LMR10520YSD					1000, 带装和卷装
LMR10520YSDX					4500, 带装和卷装

NOPB versions available as well

6 引脚 LLP 封装的引脚说明

引脚	名称	功能
1	FB	反馈引脚。连接至外部电阻分压器，以设定输出电压。
2	GND	信号和电源接地引脚。将反馈网络的底端电阻器布设在尽可能靠近该引脚的地方。
3	SW	开关节点。连接至电感器和箝位二极管。
4	VIND	输入电源。
5	VINA	控制电路电源电压。在 PC 板上将 VINA 连接至 VIND。
6	EN	使能控制输入。当该引脚为逻辑高电平时，将使能器件操作。不得允许此引脚浮置或高于 VINA + 0.3 V。
DAP	芯片粘接焊盘	连接至系统地以实现低的热阻抗，但它不可被用作一个主 GND 连接。

最大绝对额定值 (注 1)

如果需要符合军用 / 航空航天要求的器件, 请与德州仪器的销售办事处/分销商联系, 以了解供货情况与技术规格。

V _{IN}	-0.5 V 至 7 V
FB 电压	-0.5 V 至 3 V
EN 电压	-0.5 V 至 7 V
SW 电压	-0.5 V 至 7 V
ESD 敏感度	2 kV

结温 (注 2)

贮存温度

如需了解焊接规范, 可通过以下网址参阅产品文件夹:

www.national.com 和
www.national.com/ms/MS/MS-SOLDERING.pdf

工作额定值

V _{IN}	3 V 至 5.5 V
结温	-40°C 至 +125°C

电特性 (注 3)、(注 4) 在“条件”栏中, 除非另有说明, 否则 V_{IN} = 5 V。采用标准字体表示的规格仅适用于 T_J = 25°C 的温度条件; 采用粗体字表示的极限值适用于 -40°C 至 +125°C 的结温 (T_J) 范围。表中给出的“最小”和“最大”规格限值由测试、设计或统计相关来保证。典型值代表 T_J = 25°C 条件下最可能采用的参数标准, 这里仅供参考。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{FB}	反馈电压		0.588	0.600	0.612	V
ΔV _{FB} /V _{IN}	反馈电压调节	V _{IN} = 3 V 至 5 V		0.02		%/V
I _B	反馈输入偏置电流			0.1	100	nA
UVLO	欠压闭锁	V _{IN} 逐渐上升		2.73	2.90	V
		V _{IN} 逐渐下降	1.85	2.3		
	UVLO 迟滞			0.43		V
F _{SW}	开关频率	LMR10520-X	1.2	1.6	1.95	MHz
		LMR10520-Y	2.25	3.0	3.75	
D _{MAX}	最大占空比	LMR10520-X	86	94		%
		LMR10520-Y	82	90		
D _{MIN}	最小占空比	LMR10520-X		5		%
		LMR10520-Y		7		
R _{DS(ON)}	接通电阻	LLP-6 封装		150		mΩ
I _{CL}	开关电流限值	V _{IN} = 3.3 V	2.4	3.25		A
V _{EN_TH}	关断门限电压				0.4	V
	使能门限电压		1.8			
I _{SW}	开关漏电流			100		nA
I _{EN}	使能引脚电流	灌/拉		100		nA
I _O	静态电流 (开关操作时)	LMR10515X V _{FB} = 0.55		3.3	5	mA
		LMR10515Y V _{FB} = 0.55		4.3	6.5	mA
	静态电流 (关断时)	所有选项 V _{EN} = 0 V		30		nA

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
θ_{JA}	结点至环境 0 LFPM 气流 (注 5)			80		$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
θ_{JC}	结点至外壳			18		$^{\circ}\text{C}/\text{W}$
T_{SD}	过热关断温度			165		$^{\circ}\text{C}$

注 1: 最大绝对额定值为极限值，在超过这些限值的条件下工作有可能损坏器件。工作范围系指器件预期的运行条件，但在这些条件下器件的特定性能限值有可能得不到保证。如需了解有保证的规格指标及测试条件，请参阅“电特性”。

注 2: 如果结温超过了器件的最大结温，则热关断电路将动作。

注 3: “最小”和“最大”极限值在 25 $^{\circ}\text{C}$ 温度条件下进行了全面的生产测试。工作温度范围内的极限值通过采用“统计质量控制 (SQC)”法的相关性来保证。这些极限值用于计算 National 的平均出厂质量水平 (AOQL)。

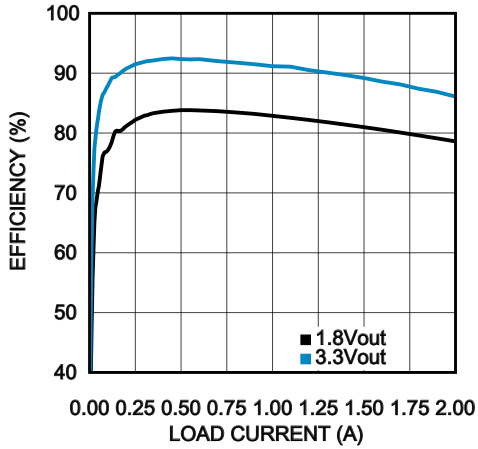
注 4: 典型值针对 25 $^{\circ}\text{C}$ 的温度条件，并代表最可能采用的参数标准。

注 5: 适用于在静止空气中直接焊接至一块 3" x 3" PC 板 (4 层，敷有 2 盎司铜箔) 的封装。

典型性能特征

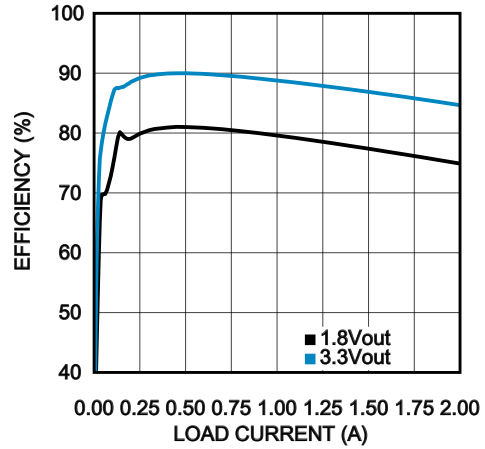
除非另有说明，否则所有曲线均在 $V_{IN} = 5.0\text{ V}$ 的情况下获得（采用图 3 所示典型应用电路中的配置）。 $T_J = 25^\circ\text{C}$ ，除非另有规定。

η 与负载的关系曲线 “X” $V_{in} = 5\text{ V}$, $V_o = 1.8\text{ V}$ 和 3.3 V



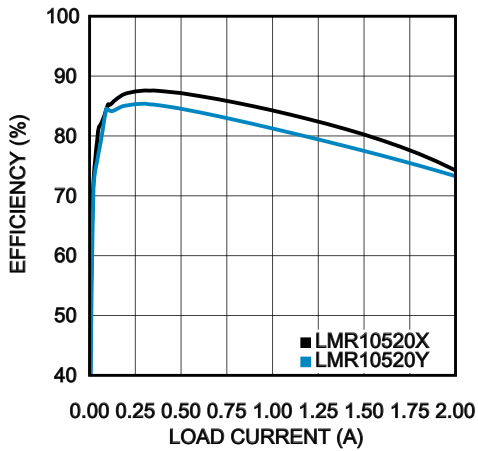
30166396

η 与负载的关系曲线 “Y” $V_{in} = 5\text{ V}$, $V_o = 3.3\text{ V}$ 和 1.8 V



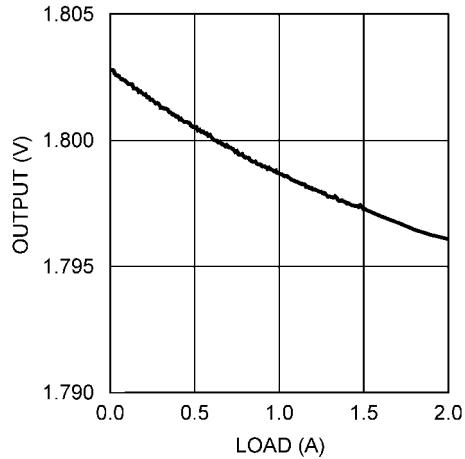
30166397

η 与负载的关系曲线 “X 和 Y” $V_{in} = 3.3\text{ V}$, $V_o = 1.8\text{ V}$

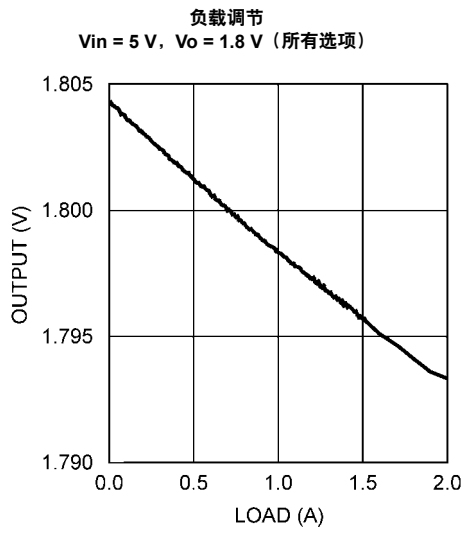


30166398

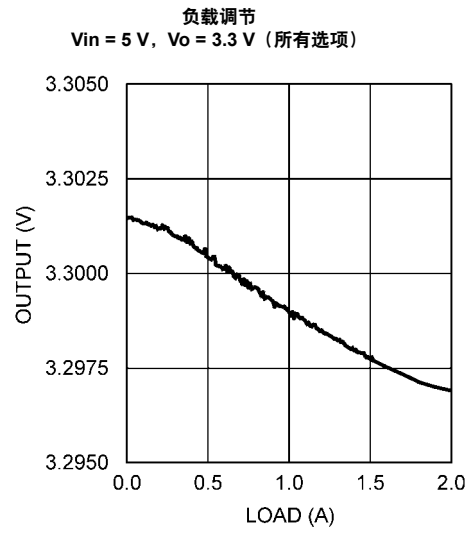
负载调节性能
 $V_{in} = 3.3\text{ V}$, $V_o = 1.8\text{ V}$ (所有选项)



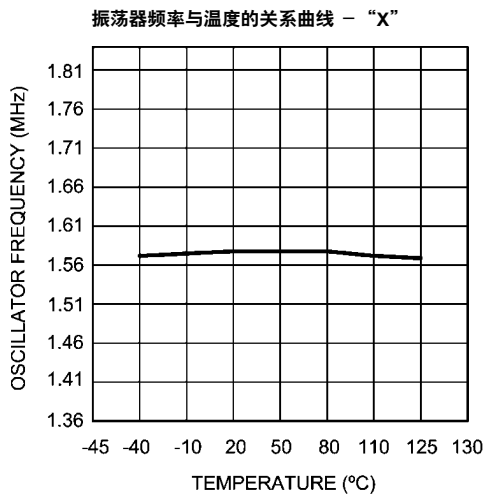
30166383



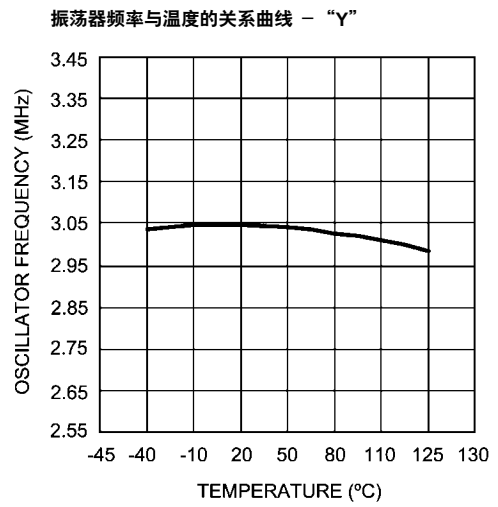
30166384



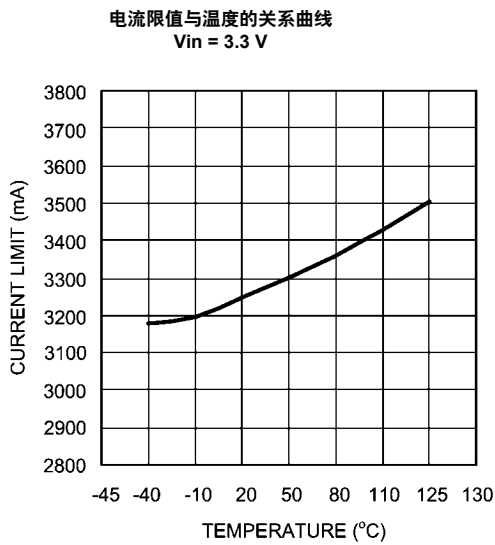
30166385



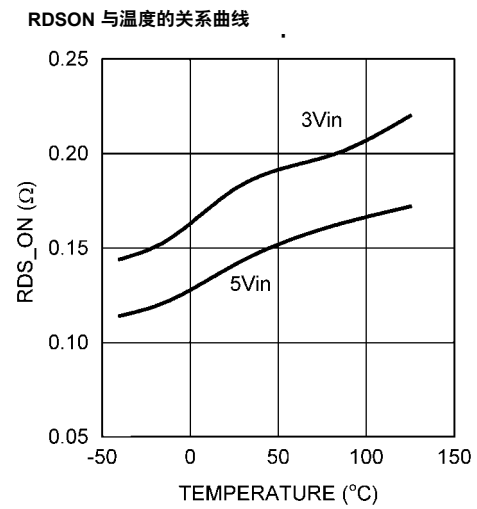
30166324



30166336

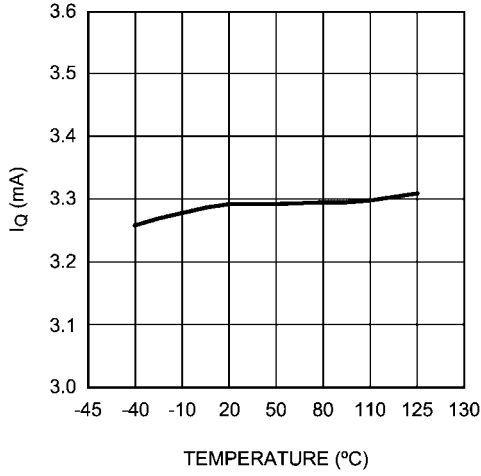


30166386



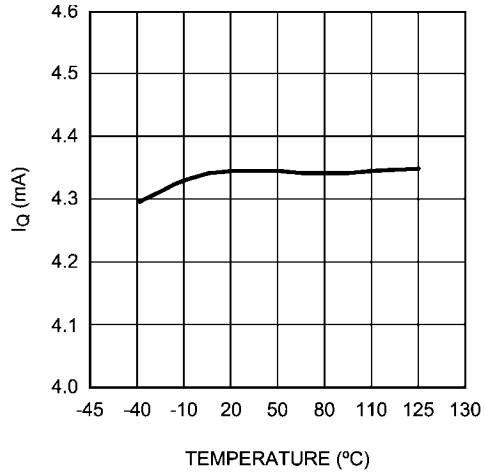
30166388

LMR10520X I_q (静态电流)



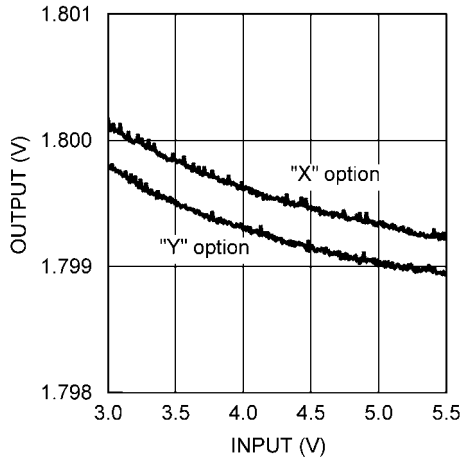
30166328

LMR10520Y I_q (静态电流)



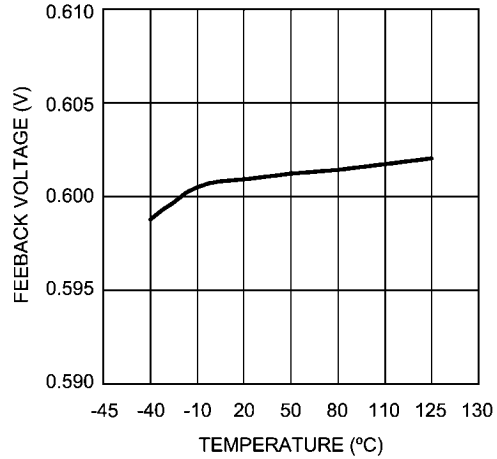
30166337

线路输入电压调节
 $V_o = 1.8 V, I_o = 500 mA$



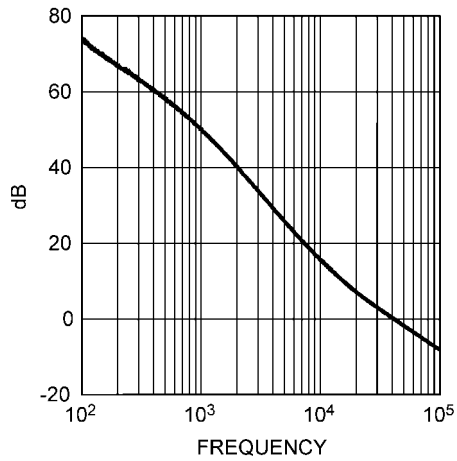
30166353

V_{FB} 与温度的关系曲线



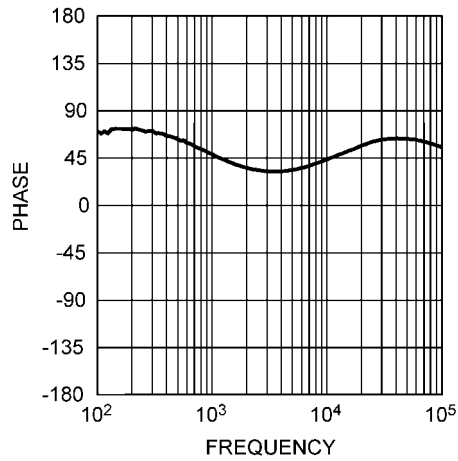
30166327

增益与频率的关系曲线
($V_{in} = 5V, V_o = 1.2V / 1A$)



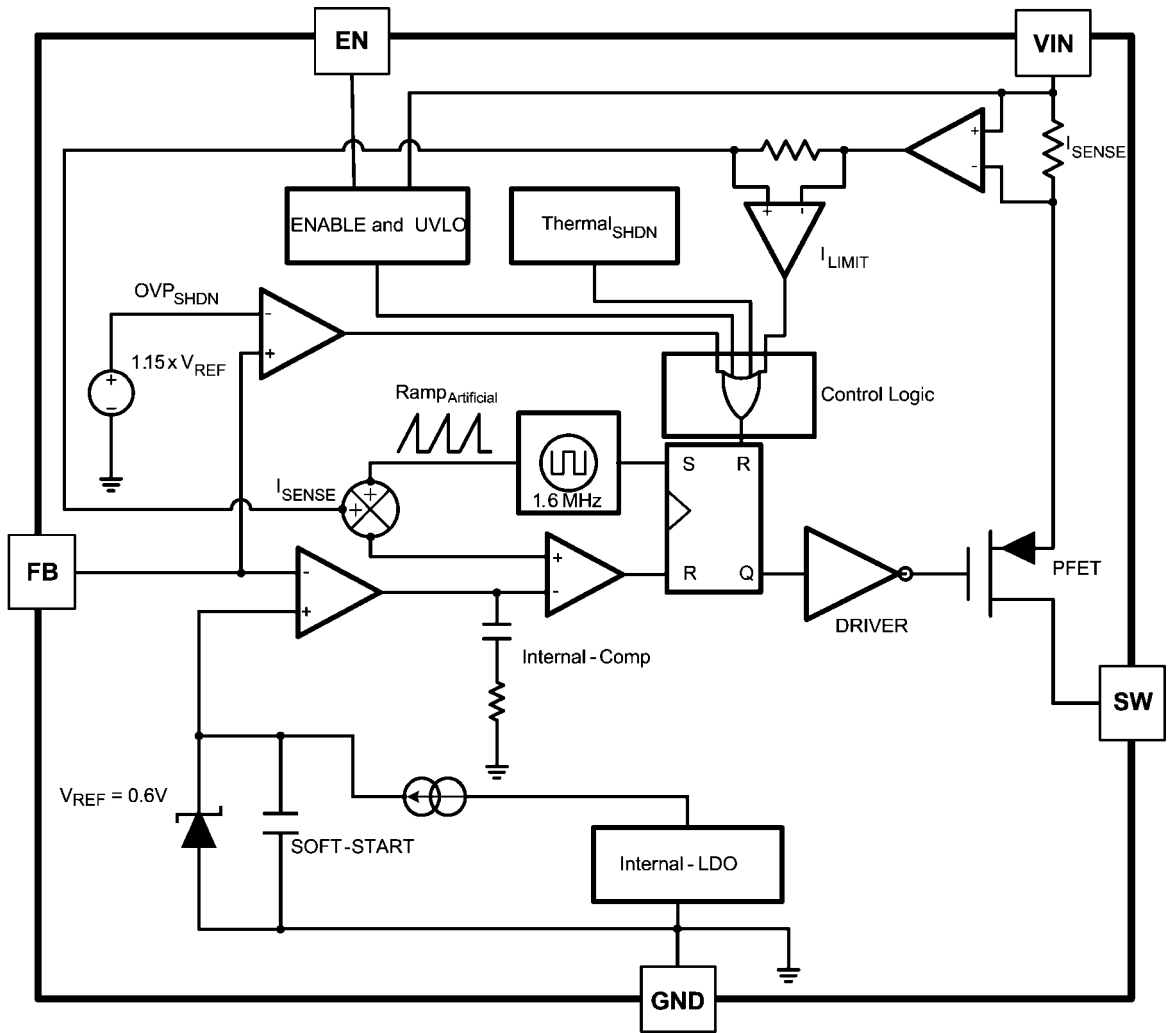
30166356

相位图与频率的关系曲线
($V_{in} = 5V, V_o = 1.2V / 1A$)



30166357

简化方框图



30166304

图 1

一般说明

LMR10520 稳压器是一款单片式、高频率、PWM 降压型 DC/DC 转换器，采用 6 引脚 LLP 封装。该器件拥有在尽可能小的 PCB 面积内提供局部 DC/DC 转换以及快速瞬态响应和准确调节所需的全部主动功能。由于所需的外部组件极少，因此 LMR10520 简单易用。可利用一个内部 $150\text{ m}\Omega$ PMOS 开关驱动 2.0 A 负载的能力实现了最佳的可用功率密度。世界级的控制电路可提供低至 30 ns 的导通时间，因而能在整个 3 V 至 5.5 V 的输入工作范围及低至 0.6 V 的最小输出电压条件下支持超高频率转换。LMR10520 采取内部补偿的方式，因此使用简单且所需的外部组件极少。尽管工作频率很高，但仍可轻松实现高达 93% 的效率。该器件包括外部关断功能，具有 30 nA 的超低待机电流。LMR10520 运用了电流模式控制与内部补偿，以在众多的操作条件下提供高性能的稳压。这款器件的其他特点还包括用于减小浪涌电流的内部软起动电路、逐脉冲电流限制、热关断和输出过压保护功能。

应用信息

工作原理

下面有关 LMR10520 工作原理的说明将参照“简化方框图”（图 1）和图 2 中的波形。通过以恒定的频率和可变的占空比切换内部 PMOS 控制开关，LMR10520 可提供一个稳定的输出电压。开关周期起始于由内部振荡器生成的复位脉冲的下降沿。当该脉冲走低时，输出控制逻辑电路将接通内部 PMOS 控制开关。在此导通时间里，SW 引脚电压 (V_{SW}) 摆动至高达 V_{IN} 左右，而电感器电流 (I_L) 则以线性斜率增大。 I_L 由电流检测放大器负责测量，该放大器生成一个与开关电流成正比的输出。检测信号与稳压器的校正斜坡信号相加，并与误差放大器的输出（其与“反馈电压和 V_{REF} 之差”成正比）进行比较。当 PWM 比较器输出走高时，输出开关将断开，直到下一个开关周期开始为止。在开关断开的时间里，电感器电流通过肖特基箝位二极管放电，这使 SW 引脚电压摆动至地电位以下达肖特基箝位二极管的正向电压 (V_D)。稳压器环路负责调节占空比 (D) 以保持一个恒定的输出电压。

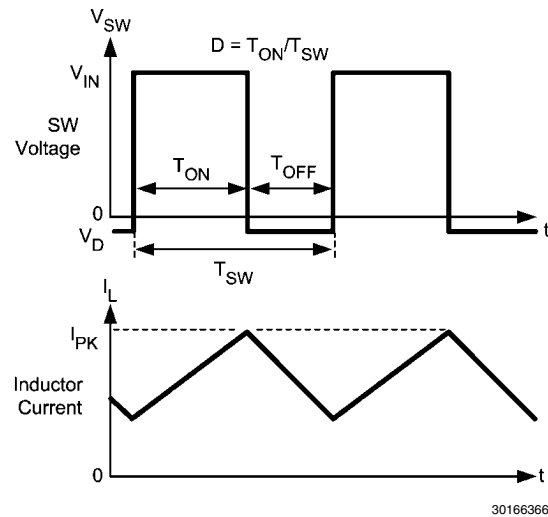


图 2：典型波形

软起动

该功能可使 V_{OUT} 在启动期间以一个受控的速率增加。在软起动过程中，误差放大器的基准电压在大约 $600\text{ }\mu\text{s}$ 的时间里从 0 V 上升至其 0.6 V 的标称值。这将强制稳压器输出以一种受控的方式斜坡上升，从而有助于减小浪涌电流。

输出过压保护

过压比较器将 FB 引脚电压与一个比内部基准 V_{REF} 高 15% 的电压进行比较。当 FB 引脚电压变至高于内部基准达 15% 时，内部 PMOS 控制开关将断开，从而使输出电压下降并趋近于稳定值。

欠压闭锁

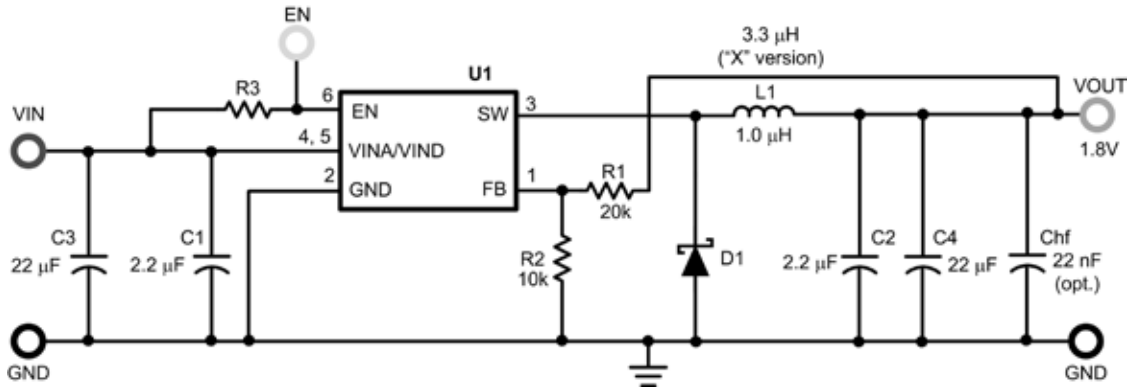
欠压闭锁 (UVLO) 功能可防止 LMR10520 在输入电压超过 2.73 V （典型值）之前进入操作状态。UVLO 门限具有大约 430 mV 的迟滞，因此器件将在 V_{IN} 降至低于 2.3 V （典型值）时才会停止操作。假如 V_{IN} 是非单调性的，那么迟滞可避免器件在上电期间被关断。

电流限制

LMR10520 采用逐周期电流限制以保护输出开关。在每个开关周期中，电流限值比较器都将检测输出开关电流是否超过 3.25 A （典型值），并在超过的情况下切断开关，直到下一个开关周期开始为止。

热关断

当 IC 的结温超过 165°C 时，热关断功能电路将通过断开输出开关来限制总功耗。在过热关断之后，输出开关将在结温下降至大约 150°C 后才会接通。



30166395

图 3：典型应用电路原理图

设计指导

电感器的选择

采用输出电压 (V_O) 与输入电压 (V_{IN}) 之比可快速求出占空比 (D) 的近似值：

$$D = V_{OUT} / V_{IN}$$

如需计算更加准确的占空比，则必须将箝位二极管 ($D1$) 正向压降和内部 PMOS 两端的压降考虑在内。可采用下式计算 D ：

$$D = (V_{OUT} + V_D) / (V_{IN} + V_D - V_{SW})$$

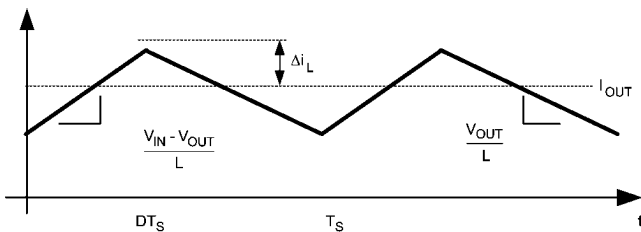
V_{SW} 可利用下式近似求出：

$$V_{SW} = I_{OUT} \times R_{DSON}$$

二极管正向压降 (V_D) 可在 0.3V 至 0.7V 之间变化（取决于二极管的质量）。 V_D 越低，转换器的工作效率越高。电感器数值决定了输出纹波电流。较低的电感器虽可减小电感器的尺寸，但会增大输出纹波电流。电感值的增大将减小输出纹波电流。

必须确保不超过最小电流限值 (2.4 A)，于是必须计算电感器中的峰值电流。电感器中的峰值电流 (I_{LPK}) 由下式计算：

$$I_{LPK} = I_{OUT} + \Delta i_L$$



30166395

图 4：电感器电流

$$(V_{IN} - V_{OUT}) / L = 2 \Delta i_L / DT_S$$

一般而言，

$$\Delta i_L = 0.1 \times (I_{OUT}) \rightarrow 0.2 \times (I_{OUT})$$

倘若 $\Delta i_L = 2$ A 的 20%，则电感器中的峰值电流将为 2.4 A。所有操作条件下的最小保证电流限值为 2.4 A。设计人员既可以减低 Δi_L ，也可以作出“零裕度将足够安全”的工程判断。典型电流限值为 3.25 A。

LMR10520 的工作频率允许使用陶瓷输出电容器，而不会牺牲瞬态响应性能。陶瓷电容器容许较高的电感器纹波，但不会显著增加输出纹波。有关输出电压纹波计算的更多详情请参阅“输出电容器”部分。既然确定了纹波电流，即可采用下式计算电感：

$$L = (DT_S / (2 \Delta i_L)) \times (V_{IN} - V_{OUT})$$

式中：

$$T_S = 1 / f_S$$

当选择电感器时，应确保其能在不发生饱和的情况下支持峰值输出电流。电感器饱和将导致电感的突然降低，并妨碍稳压器的正确操作。由于内部电流限制电路速度的原因，电感器的峰值电流规格指标只需针对所需的最大输出电流拟订即可。例如：倘若设计的最大输出电流为 1.0 A，且峰值电流为 1.25 A，则应规定电感器具有一个大于 1.25 A 的饱和电流限值。没有必要将电感器的饱和电流或峰值电流规格拟订在 3.25 A 的典型开关电流限值。电感器尺寸的差异可达 5 倍。由于 LMR10520 工作频率的原因，应优先选择基于铁氧体的电感器，以最大限度地减少磁芯损耗。这一要求所产生的限制微乎其微，因为基于铁氧体的电感器品种繁多，选择余地很大。最后，具有较低串联电阻 (R_{DCR}) 的电感器将提供更优越的工作效率。推荐使用的电感器见“电路实例”。

输入电容器

需要采用一个输入电容器，以确保在开关瞬变期间 V_{IN} 不会下降过多。输入电容器的主要规格指标是电容、电压、RMS 额定电流和 ESL（等效串联电感）。推荐的输入电容值为 $22\ \mu\text{F}$ 。额定输入电压由电容器制造商特别标明。一定要检查任何的建议降额，同时还需查验在工作输入电压和工作温度条件下电容是否有任何明显的变化。输入电容器的最大 RMS 输入电流额定值 (I_{RMS-IN}) 必须大于：

$$I_{RMS-IN} \sqrt{D \left[I_{OUT}^2 (1-D) + \frac{\Delta i^2}{3} \right]}$$

若忽略电感器纹波，则可将上式简化为：

$$I_{RMS-IN} = I_{OUT} \sqrt{D(1-D)}$$

由上式可知，最大 RMS 电容器电流出现在 $D = 0.5$ 的时候。始终计算占空比 D 最接近 0.5 时的 RMS。输入电容器的 ESL 常常取决于电流路径的有效截面积。大的引线电容器将具有高 ESL，而 0805 陶瓷片式电容器的 ESL 则非常之低。在 LMR10520 的工作频率下，引线电容器的 ESL 可能过大，以至于最终的阻抗 ($2\pi fL$) 将高于实现稳定操作所需的数值。因此，强烈建议采用表面贴装型电容器。

不管是输入电容器还是输出电容器，Sanyo 的 POSCAP、钽或铌电容器；Panasonic 的 SP 电容器以及多层陶瓷电容器 (MLCC) 等都是上佳的选择，这些电容器具有非常低的 ESL。就 MLCC 而言，建议使用 X7R 或 X5R 型电容器，这是出于其容差及温度特性的考虑。如需了解额定电容随工作条件的变化情况，请查阅电容器制造商的产品数据表。

输出电容器

输出电容器根据期望的输出纹波和瞬态响应来选择。负载瞬变的初始电流主要由输出电容器提供。转换器的输出纹波为：

$$\Delta V_{OUT} = \Delta I_L (R_{ESR} + 1 / (8 \times F_{SW} \times C_{OUT}))$$

当采用 MLCC 时，ESR 往往非常之低，以至于电容性纹波有可能占主导地位。当出现这种情况时，输出纹波将近似为正弦波，并从开关动作移相 90° 。考虑到 MLCC 的供货情况和质量，以及采用 LMR10520 之设计的预期输出电压，确实没有必要审查任何其他电容器技术了。陶瓷电容器的另一项优势是其能够旁路高频噪声。一定量的开关脉冲边沿噪声将通过电感器中的寄生电容耦合至输出。陶瓷电容器将旁路该噪声，而钽电容器则不会。由于输出电容器是负责控制稳压器控制环路稳定性的两个外部组件之一，因此大多数应用将需要一个 $22\ \mu\text{F}$ 的最小输出电容。常

常（但并非总是）可以大幅度地增加电容，而几乎不会损害稳压器的稳定性。与输入电容器一样，输出电容器推荐使用的多层陶瓷电容器也是 X7R 或 X5R 型的。

箝位二极管

箝位二极管 (D1) 在开关断开的时间里导电。建议采用肖特基二极管，因为其具有快速开关时间和低正向压降。箝位二极管的选择应使其额定电流大于：

$$I_{D1} = I_{OUT} \times (1 - D)$$

二极管的反向击穿额定电压必须至少等于最大输入电压 + 适当的裕度。为了改善效率，可选择一个具有低正向压降的肖特基二极管。

输出电压

输出电压采用下面的公式设定，其中的 R2 连接在 FB 引脚和 GND 之间，而 R1 则连接于 VO 和 FB 引脚之间。R2 的合适阻值为 $10\text{k}\Omega$ 。当设计单位增益转换器时 ($V_O = 0.6\text{V}$)，R1 应介于 0Ω 和 100Ω 之间，而 R2 应等于或大于 $10\text{k}\Omega$ 。

$$R1 = (V_{OUT} / V_{REF} - 1) \times R2$$

$$V_{REF} = 0.60\text{V}$$

PCB 布局考虑因素

当试图实现一个干净、稳定的输出时，在规划布局的时候就必需考虑一些事项。最重要的考虑因素就是输入电容器和箝位二极管 D1 的 GND 连接的紧密耦合。这些接地端应彼此靠近，并通过至少两个通孔连接至 GND 平面。应把这些组件布设在尽可能靠近 IC 的地方。次重要的是输出电容器 GND 连接的位置，其应靠近 CIN 和 D1 的 GND 连线。在双层电路板的底层上应具有一个连续的接地平面（当位于开关节点岛 [switching node island] 的下方时除外）。FB 引脚是一个高阻抗节点，并且应谨慎地使 FB 走线简短以避免噪声拾取和不准确的稳压。反馈电阻器应尽可能布设在靠近 IC 的地方，并使 R1 的 GND 尽量靠近 IC 的 GND。至 R2 的 VOUT 走线在布设时应远离电感器和任何其他正在进行开关操作的走线。高的 AC 电流会流过 VIN、SW 和 VOUT 走线，因此这些走线应尽可能地简短和宽阔。然而，使走线宽阔将增加辐射噪声，因此设计人员必须在这一点上进行权衡。辐射噪声可通过选择一个屏蔽式电感器来减低。另外，其余的组件也应布设在尽可能靠近 IC 的位置。请参见《应用笔记 AN-1229》，了解更多的布局考虑因素以及作为优良布局范例之一的 LMR10520 演示板。

计算效率和结温

计算效率和结温

完整的 LMR10520 DC/DC 转换器效率可采用以下方式计算：

$$\eta = P_{OUT} / P_{IN}$$

或

$$\eta = P_{OUT} / (P_{OUT} + P_{LOSS})$$

下面说明的是用于确定最显著功率损失的计算。其他损失加在一起不到总功率损失的 2%，在此不作讨论。

功率损失 (PLOSS) 是转换器中两类基本损失之和，即：开关损失和传导损失。在较高的输出负载条件下，传导损失常常占主导地位；而在较低的输出负载条件下，开关损失保持相对固定并居主导地位。确定功率损失的第一步是计算占空比 (D)：

$$D = (V_{OUT} + V_D) / (V_{IN} + V_D - V_{SW})$$

V_{SW} 是内部 PFET 导通时其两端的电压降，并且等于：

$$V_{SW} = I_{OUT} \times R_{DSON}$$

V_D 是肖特基箝位二极管两端的正向电压降。它可从二极管制造商提供的数据表的“电特性”部分获得。如果考虑到电感器两端的电压降 (V_{DCR})，则计算公式变为：

$$D = (V_{OUT} + V_D + V_{DCR}) / (V_{IN} + V_D + V_{DCR} - V_{SW})$$

续流肖特基二极管中的传导损失按下式计算：

$$P_{DIODE} = V_D \times I_{OUT} \times (1 - D)$$

通常，这是电路中最显著的单一功率损失。应谨慎地选择一个具有低正向电压降的肖特基二极管。

另一个显著的外部功率损失是输出电感器中的传导损失。计算公式可以简化为：

$$P_{IND} = I_{OUT}^2 \times R_{DCR}$$

LMR10520 的传导损失主要与内部 PFET 相关联：

$$P_{COND} = (I_{OUT}^2 \times D) (1 + 1/3 \times (\Delta I_L / I_{OUT})^2) R_{DSON}$$

假如电感器纹波电流相当小，则传导损失可简化为：

$$P_{COND} = I_{OUT}^2 \times R_{DSON} \times D$$

开关损失也与内部 PFET 有关。它们出现在开关接通和关断的瞬

变期间，此时电压和电流重叠，因而导致功率损失。确定该损失的最简单方法是在开关节点上对开关的上升和下降时间（10% 至 90%）进行基于实验的测量。

开关功率损失按下式计算：

$$P_{SWR} = 1/2 (V_{IN} \times I_{OUT} \times F_{SW} \times T_{RISE})$$

$$P_{SWF} = 1/2 (V_{IN} \times I_{OUT} \times F_{SW} \times T_{FALL})$$

$$P_{SW} = P_{SWR} + P_{SWF}$$

另一项损失是内部电路操作所需消耗的功率：

$$P_Q = I_Q \times V_{IN}$$

I_Q 为静态工作电流，且通常为 3.3 mA 左右（对于 1.6 MHz 频率选项）。

“典型应用”的功率损失为：

功率损失列表

V _{IN}	5.0 V		
V _{OUT}	3.3 V	P _{OUT}	5.78 W
I _{OUT}	1.75 A		
V _D	0.45 V	P _{DIODE}	262 mW
F _{SW}	1.6 MHz		
I _Q	3.3 mA	P _Q	16.5 mW
T _{RISE}	4 nS	P _{SWR}	28 mW
T _{FALL}	4 nS	P _{SWF}	28 mW
R _{DS(ON)}	150 mΩ	P _{COND}	306 mW
IND _{DCR}	50 mΩ	P _{IND}	153 mW
D	0.667	P _{LOSS}	794 mW
η	88%	P _{INTERNAL}	379 mW

$$\Sigma P_{COND} + P_{SW} + P_{DIODE} + P_{IND} + P_Q = P_{LOSS}$$

$$\Sigma P_{COND} + P_{SWF} + P_{SWR} + P_Q = P_{INTERNAL}$$

$$P_{INTERNAL} = 379 \text{ mW}$$

热参数定义

T_J = 芯片结温

T_A = 环境温度

R_{θJC} = 从芯片结点至器件外壳的热阻

R_{θJA} = 从芯片结点至环境空气的热阻

LMR10520 中由于内部功率耗散而产生的热量通过传导和/或空气对流来移除。

传导：热传递通过材料的横截面进行。视材料的不同，热量的传递可被认为具有从“不良”到“优良”的导热特性（“绝缘体”与“导体”）。

热传递的过程如下：

硅芯片 → 封装 → 引线框架 → PCB

空气对流：热传递利用气流来完成。这可以通过风扇或空气自然对流实现。当空气流从发热的器件升起并流向温度较低的环境空气时，就产生了自然对流。

热阻抗被定义为：

$$R_{\theta} = \Delta T / \text{功率}$$

从芯片结点至环境空气的热阻抗被定义为：

$$R_{\theta JA} = (T_J - T_A) / \text{功率}$$

PCB 尺寸、走线和接地平面排布所用铜的重量以及 PCB 内部的层数会极大地影响 $R_{\theta JA}$ 。另外，热过孔的种类和数目也会对热阻抗产生很大的影响。热过孔在大多数应用中都是必不可少的。它们可将热量从 PCB 的表面传导至接地平面。如果采用 LLP 封装，则应在裸露焊盘的下方布设 4~6 个至接地平面的热过孔。

此外，热阻抗还取决于应用操作条件（ V_{in} 、 V_o 、 I_o 等）以及周围电路的热特性。

芯片结温确定方法一：

为了准确测量给定应用的芯片温度，可以采用两种方法。第一种方法要求用户了解芯片结点至外壳温度的热阻抗。

对于带裸露焊盘的 6 引脚 LLP 封装而言， $R_{\theta JC}$ 大约为 $18^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 。在获知了内部功率耗散（利用前文给出的效率计算公式求得）以及外壳温度（可在工作台上通过实验进行测量）之后，我们得出：

$$R_{\theta JC} = (T_J - T_C) / \text{功率}$$

式中的 T_C 为裸露焊盘的温度，并可在 PCB 的底部进行测量。于是：

$$T_J = (R_{\theta JC} \times P_{\text{LOSS}}) + T_C$$

从前面的例子可得出：

$$\begin{aligned} T_J &= (R_{\theta JC} \times P_{\text{INTERNAL}}) + T_C \\ T_J &= 18^{\circ}\text{C}/\text{W} \times 0.213 \text{ W} + T_C \end{aligned}$$

第二种方法能获得非常准确的芯片结温。

第一步是确定应用的 $R_{\theta JA}$ 。LMR10520 具备过温保护电路。当芯片温度达到 165°C 时，器件停止开关操作。该保护电路具有一个大约 15°C 的迟滞。当芯片温度下降至大约 150°C 时，器件将重新启动开关操作。任何应用的 $R_{\theta JA}$ 都可在设计的早期进行特性分析，了解到这一点后，就可以通过将 PCB 电路置入一个温控箱来计算 $R_{\theta JA}$ 。在给定的工作应用中提高环境温度，直到电路进入过热关断状态为止。如果对 SW 引脚进行了监视，那么当内部 PFET 停止开关操作时就能明显地察觉，这表示结温达到了 165°C 。在通过上述方法获知了内部功率耗散以及结温和环境温度之后，即可确定 $R_{\theta JA}$ 。

$$R_{\theta JA} = (165^{\circ}\text{C} - T_a) / P_{\text{INTERNAL}}$$

一旦确定了此项参数，就能求得某一期望结温所容许的最大环境温度。

下面介绍一个例子：计算采用 LMR10520 的应用的 $R_{\theta JA}$ 。

将一块 PCB 样板置于一个没有强制气流的烘箱中。把环境温度提升至 120°C ，器件在该温度下进入热关断状态。

根据前面的例子：

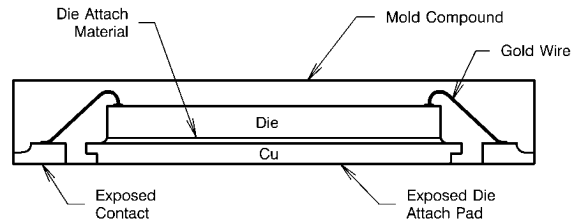
$$P_{\text{INTERNAL}} = 379 \text{ mW}$$

$$R_{\theta JA} = (165^{\circ}\text{C} - 120^{\circ}\text{C}) / 379 \text{ mW} = 119^{\circ}\text{C}/\text{W}$$

由于必须将结温维持在 125°C 以下，于是最大环境温度可按下式计算：

$$\begin{aligned} T_J - (R_{\theta JA} \times P_{\text{LOSS}}) &= T_A \\ 125^{\circ}\text{C} - (119^{\circ}\text{C}/\text{W} \times 379 \text{ mW}) &= 80^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

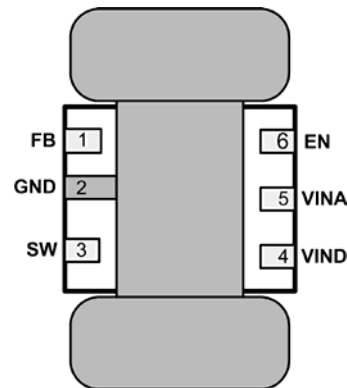
LLP 封装



30166368

图 5: LLP 封装的内部连线

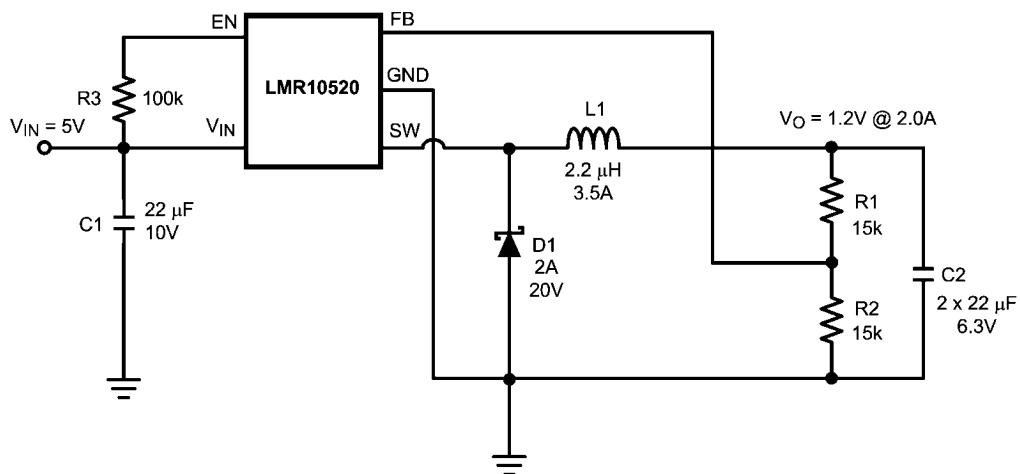
对于某些高功率应用，可以把 PCB 焊盘改为一种“狗骨”的形状（见图 6）。通过增加接地平面的尺寸并增设热过孔，便能减小应用的 $R_{\theta JA}$ 。



30166306

图 6: 6 引脚 LLP 封装的 PCB 狗骨布局

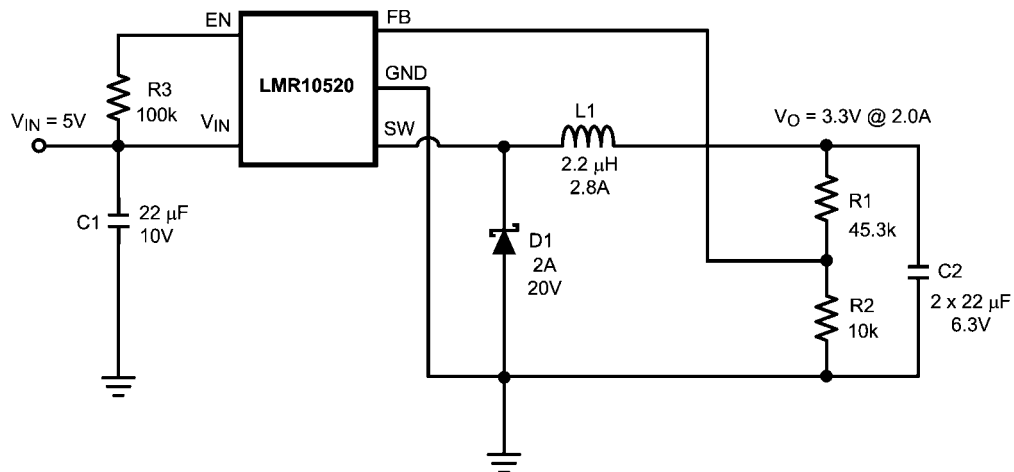
LMR10520X 设计实例一



30166307

图 7: LMR10520X (1.6 MHz): $V_{in} = 5\text{ V}$, $V_o = 1.2\text{ V} / 2.0\text{ A}$

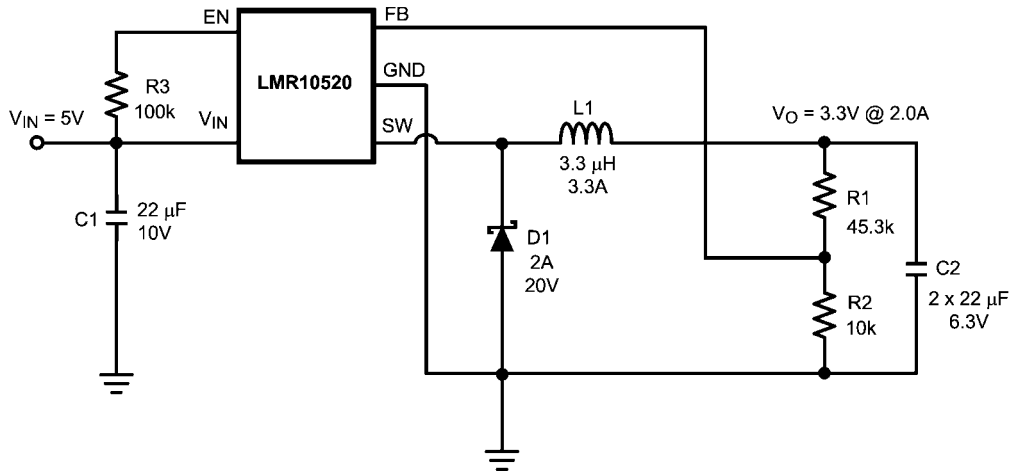
LMR10520X 设计实例二



30166308

图 8: LMR10520X (1.6 MHz): $V_{in} = 5\text{ V}$, $V_o = 3.3\text{ V} / 2.0\text{ A}$

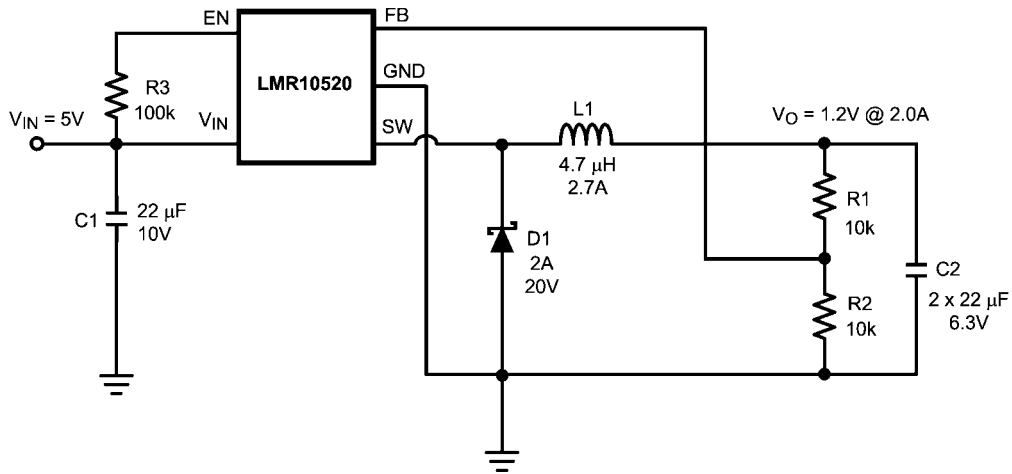
LMR10520Y 设计实例三



30166360

图 9: LMR10520Y (3 MHz): $V_{in} = 5\text{ V}$, $V_o = 3.3\text{ V} / 2.0\text{ A}$

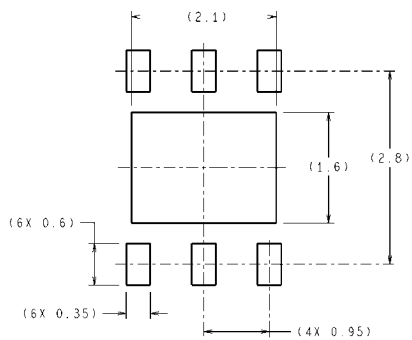
LMR10520Y 设计实例四



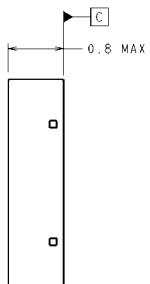
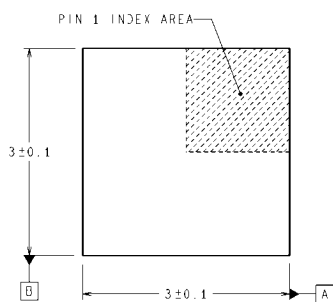
30166362

图 10: LMR10520Y (3 MHz): $V_{in} = 5\text{ V}$, $V_o = 1.2\text{ V} / 2.0\text{ A}$

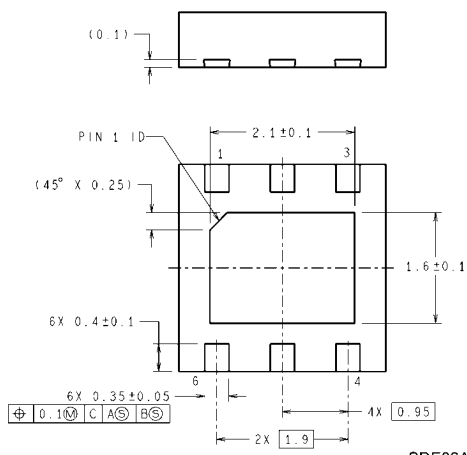
物理尺寸 图中标注尺寸的单位均为英寸 (毫米), 除非另有说明。



推荐的焊盘图形



尺寸以毫米 (mm) 为单位
圆括号内的尺寸仅供参考



6 引脚 SOT-23 封装
NS 封装编号 MF05A

SDE06A (Rev A)

Notes

LMR10520

重要声明

德州仪器 (TI) 及其下属子公司保留依据 JESD46C 对所提供的半导体产品和服务进行更正、增强、改进或其它更改, 并有权依据 JESD48B 中止提供任何产品和服务的权利。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有半导体产品 (这里也被称作“组件”) 的销售都遵循在订单确认时所提供的 TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的组件的性能符合产品销售时 TI 半导体产品销售条件与条款的适用规范。仅在 TI 保证的范围内, 且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非适用法律做出了硬性规定, 否则没有必要对每种组件的所有参数进行测试。TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 组件或服务的组合设备、机器或流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或间接权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于 TI 的产品手册或数据表中 TI 信息的重要部分, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

在转售 TI 组件或服务时, 如果对该组件或服务参数的陈述与 TI 标明的参数相比存在差异或虚假成分, 则会失去相关 TI 组件或服务的所有明示或暗示授权, 且这是不正当的、欺诈性商业行为。TI 对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。

客户认可并同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由 TI 提供, 但他们将独力负责满足与其产品及其应用中使用 TI 产品相关的所有法律、法规和国家安全相关要求。客户声明并同意, 他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识, 可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在此类安全关键应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些场合中, 为了推进安全相关应用有可能对 TI 组件进行特别的促销。TI 的目标是利用此类组件帮助客户设计和创立其特有的可满足适用的功能安全性标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此, 此类组件仍然服从这些条款。

TI 组件未获得用于 FDA Class III (或类似的生命攸关医疗设备) 的授权许可, 除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使用的特别协议。

只有那些 TI 特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的 TI 组件才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同意, 对并非指定面向军事或航空航天用途的 TI 组件进行军事或航空航天方面的应用, 其风险由客户单独承担, 并且由客户独力负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 特别标示了符合 ISO/TS16949 要求的特定组件, 此类组件主要针对汽车用途。凡未做如此标示的组件则并非设计或专门用于汽车用途; 如果客户在汽车应用中使用任何未被指定的产品, 则 TI 对未能满足应用要求不承担任何责任。

产品

数字音频
放大器和线性器件
数据转换器
DLP® 产品
DSP - 数字信号处理器
时钟和计时器
接口
逻辑
电源管理
微控制器(MCU)
RFID 系统
OMAP 机动性处理器
无线连通性

www.ti.com.cn/audio
www.ti.com.cn/amplifiers
www.ti.com.cn/dataconverters
www.dlp.com
www.ti.com.cn/dsp
www.ti.com.cn/clockandtimers
www.ti.com.cn/interface
www.ti.com.cn/logic
www.ti.com.cn/power
www.ti.com.cn/microcontrollers
www.ti.com.cn/rfidsys
www.ti.com.cn/omap
www.ti.com.cn/wirelessconnectivity

应用

通信与电信
计算机及周边
消费电子
能源
工业应用
医疗电子
安防应用
汽车电子
视频和影像

www.ti.com.cn/telecom
www.ti.com.cn/computer
www.ti.com.cn/consumer-apps
www.ti.com.cn/energy
www.ti.com.cn/industrial
www.ti.com.cn/medical
www.ti.com.cn/security
www.ti.com.cn/automotive
www.ti.com.cn/video

德州仪器在线技术支持社区 www.deyisupport.com

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道1568号, 中建大厦32楼 邮政编码: 200122
Copyright © 2012 德州仪器半导体技术(上海)有限公司



TAPE AND REEL INFORMATION

QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE


*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
LMR10520XSD/NOPB	WSON	NGG	6	1000	178.0	12.4	3.3	3.3	1.0	8.0	12.0	Q1
LMR10520XSDE/NOPB	WSON	NGG	6	250	178.0	12.4	3.3	3.3	1.0	8.0	12.0	Q1
LMR10520XSDX/NOPB	WSON	NGG	6	4500	330.0	12.4	3.3	3.3	1.0	8.0	12.0	Q1
LMR10520YSD/NOPB	WSON	NGG	6	1000	178.0	12.4	3.3	3.3	1.0	8.0	12.0	Q1
LMR10520YSDE/NOPB	WSON	NGG	6	250	178.0	12.4	3.3	3.3	1.0	8.0	12.0	Q1
LMR10520YSDX/NOPB	WSON	NGG	6	4500	330.0	12.4	3.3	3.3	1.0	8.0	12.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS


*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
LMR10520XSD/NOPB	WSON	NGG	6	1000	213.0	191.0	55.0
LMR10520XSDE/NOPB	WSON	NGG	6	250	213.0	191.0	55.0
LMR10520XSDX/NOPB	WSON	NGG	6	4500	367.0	367.0	35.0
LMR10520YSD/NOPB	WSON	NGG	6	1000	213.0	191.0	55.0
LMR10520YSDE/NOPB	WSON	NGG	6	250	213.0	191.0	55.0
LMR10520YSDX/NOPB	WSON	NGG	6	4500	367.0	367.0	35.0

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权根据 JESD46 最新标准, 对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权根据 JESD48 最新标准中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的组件的性能符合产品销售时 TI 半导体产品销售条件与条款的适用规范。仅在 TI 保证的范围内, 且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非适用法律做出了硬性规定, 否则没有必要对每种组件的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 组件或服务的组合设备、机器或流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或隐含权作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于 TI 的产品手册或数据表中 TI 信息的重要部分, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

在转售 TI 组件或服务时, 如果对该组件或服务参数的陈述与 TI 标明的参数相比存在差异或虚假成分, 则会失去相关 TI 组件或服务的所有明示或暗示授权, 且这是不正当的、欺诈性商业行为。TI 对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。

客户认可并同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由 TI 提供, 但他们将独力负责满足与其产品及其应用中使用的 TI 产品相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意, 他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识, 可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在此类安全关键应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些场合中, 为了推进安全相关应用有可能对 TI 组件进行特别的促销。TI 的目标是利用此类组件帮助客户设计和创立其特有的可满足适用的功能安全性标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此, 此类组件仍然服从这些条款。

TI 组件未获得用于 FDA Class III (或类似的生命攸关医疗设备) 的授权许可, 除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使用的特别协议。

只有那些 TI 特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的 TI 组件才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同意, 对并非指定面向军事或航空航天用途的 TI 组件进行军事或航空航天方面的应用, 其风险由客户单独承担, 并且由客户独力负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 已明确指定符合 ISO/TS16949 要求的产品, 这些产品主要用于汽车。在任何情况下, 因使用非指定产品而无法达到 ISO/TS16949 要求, TI 不承担任何责任。

	产品		应用
数字音频	www.ti.com.cn/audio	通信与电信	www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers	计算机及周边	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters	消费电子	www.ti.com.cn/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com	能源	www.ti.com.cn/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp	工业应用	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers	医疗电子	www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface	安防应用	www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic	汽车电子	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power	视频和影像	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers		
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys		
OMAP应用处理器	www.ti.com.cn/omap		
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity	德州仪器在线技术支持社区	www.deyisupport.com

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道 1568 号, 中建大厦 32 楼 邮政编码: 200122
Copyright © 2013 德州仪器 半导体技术 (上海) 有限公司