

LM2674 SIMPLE SWITCHER® 电源转换器、 500mA、高效降压稳压器

1 特性

- 推出的新产品：
 - LMR36506 3V 至 65V、0.6A、200kHz 至 2.2MHz 同步转换器
- 用于加快上市速度：
 - TPSM365R6 3V 至 65V、0.6A、200kHz 至 2.2MHz 电源模块
- 效率高达 96%
- 采用 8 引脚 SOIC、PDIP 和 16 引脚 WSON 封装
- 简单且易于设计
- 只需要五个外部元件
- 使用现成的标准电感器
- 3V、5V、12V 和可调输出型号
- 1.21V 至 37V 可调型号输出电压范围
- 在线路和负载条件下具有 $\pm 1.5\%$ 的最大输出电压容差
- 额定 500mA 输出负载电流
- 0.25 Ω DMOS 输出开关
- 8V 到 40V 的宽输入电压范围
- 260kHz 固定频率内部振荡器
- TTL 关断功能、低功耗待机模式
- 热关断和电流限制保护
- 使用 LM2674 并借助 WEBENCH® Power Designer 创建定制设计方案

2 应用

- 简单高效 (> 90%) 的降压稳压器
- 适用于线性稳压器的高效前置稳压器
- 负/正转换器

3 说明

LM2674 系列稳压器是采用 LMDMOS 工艺构建的单片集成电路。该系列稳压器提供降压开关稳压器的全部有效功能，能够驱动 500mA 负载电流，并具有出色的线性调整率和负载调整率。这些器件可提供 3.3V、5V、12V 固定输出电压和可调节输出电压版本。

这类稳压器不仅需要很少的外部元件，而且简单易用，还具有获得专利的内部频率补偿和固定频率振荡器。

LM2674 系列在 260kHz 的开关频率下运行，因此采用的滤波器元件可比更低频率的开关稳压器所需的元件尺寸更小。由于效率非常高 (> 90%)，只需通过印刷电路板上的覆铜线迹进行散热。

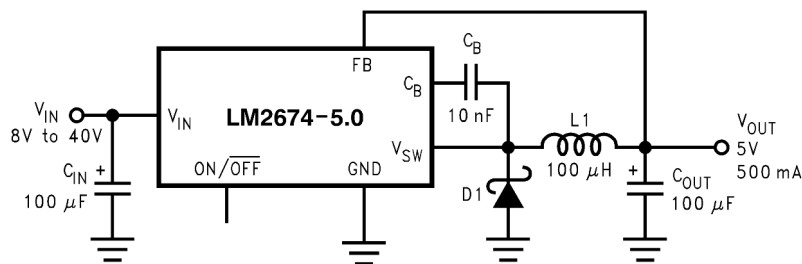
数家不同的生产商提供的标准电感器系列均可与 LM2674 搭配使用。使用这些先进的 IC，此特性极大地简化了开关模式电源的设计。数据表中还包含针对在开关模式电源中工作的二极管和电容器的选择器指南。

封装信息

器件型号	封装 ⁽¹⁾	封装尺寸 ⁽²⁾
LM2674	D (SOIC , 8)	4.9mm × 6mm
	P (PDIP , 8)	9.81mm × 9.43mm
	NHN (WSON , 16)	5mm × 5mm

(1) 有关更多信息，请参阅节 10。

(2) 封装尺寸 (长 × 宽) 为标称值，并包括引脚 (如适用)。



Copyright © 2016, Texas Instruments Incorporated

典型应用

其他特性包括在额定输入电压和输出负载条件下，该器件具有额定 $\pm 1.5\%$ 的输出电压容差和 $\pm 10\%$ 的振荡器频率容差。器件还具有外部关断功能，待机电流典型值为 50 μ A。输出开关具备电流限制以及在故障状况下提供全面保护的热关断功能。



内容

1 特性	1	6.3 特性说明.....	10
2 应用	1	6.4 器件功能模式.....	11
3 说明	1	7 应用和实施	12
4 引脚配置和功能	3	7.1 应用信息.....	12
5 规格	4	7.2 典型应用.....	13
5.1 绝对最大额定值.....	4	7.3 电源相关建议.....	25
5.2 ESD 等级.....	4	7.4 布局.....	25
5.3 建议运行条件.....	4	8 器件和文档支持	27
5.4 热性能信息.....	4	8.1 器件支持.....	27
5.5 电气特性 - 3.3V 版本.....	5	8.2 文档支持.....	27
5.6 电气特性 - 5V 版本.....	5	8.3 接收文档更新通知.....	27
5.7 电气特性 - 12V 版本.....	5	8.4 支持资源.....	27
5.8 电气特性 - 可调电压版本.....	6	8.5 商标.....	27
5.9 电气特性 - 所有输出电压版本.....	6	8.6 静电放电警告.....	27
5.10 典型特性.....	7	8.7 术语表.....	28
6 详细说明	10	9 修订历史记录	28
6.1 概述.....	10	10 机械、封装和可订购信息	29
6.2 功能方框图.....	10		

4 引脚配置和功能

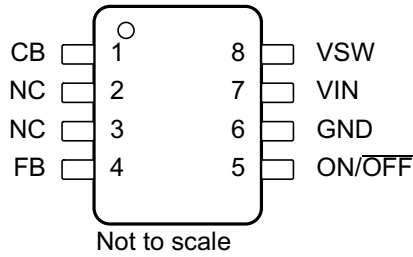
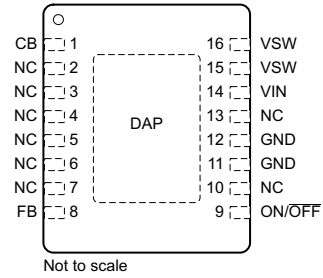


图 4-1. D 或 P 封装 8 引脚 SOIC 或 PDIP (顶视图)



将 DAP 连接到引脚 11 和 12。

图 4-2. NHN 封装, 16 引脚 WSON (俯视图)

表 4-1. 引脚功能

名称	引脚		类型 ⁽¹⁾	说明
	SOIC、PDIP	WSON		
CB	1	1	I	高侧驱动器的自举电容器连接。在 CB 引脚与 VSW 引脚之间连接一个 10nF 优质电容器。
FB	4	8	I	反馈检测输入引脚。连接到反馈分压器的中点以设置 ADJ 型号的 VOUT，或对于固定输出型号，将此引脚直接连接到输出电容器。
开启/关闭	5	9	I	电压稳压器的使能输入。高电平 = 开启，低电平 = 关闭。将该引脚拉至高电平或悬空以启用稳压器
VSW	8	15、16	O	内部高侧 FET 的源极引脚。此为开关节点。将该引脚连接到电感器和外部二极管的阴极
GND	6	11、12	—	电源接地引脚。连接到系统地。C _{IN} 和 C _{OUT} 的接地引脚。尽量缩短到 C _{IN} 的距离。
VIN	7	14	I	高侧 FET 的电源输入引脚到集电极引脚。连接到电源和输入旁路电容器 C _{IN} 。从 VIN 引脚到高频旁路 C _{IN} 和 GND 的路径必须尽可能短。
NC	2、3	2、3、4、5、6、7、10、13	—	无连接引脚
DAP	—	—	—	所有 DAP、引脚和焊盘连接均处于接地电位，并且必须连接到系统接地，以达到正确的热性能和电气性能。

(1) I = 输入，O = 输出

5 规格

5.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的工作温度范围内测得 (除非另有说明) ^{(1) (2)}

			最小值	最大值	单位
电源电压				45	V
开启/关闭引脚电压，V _{SH}			-0.1	6	V
开关电压至地				-1	V
升压引脚电压				V _{SW} + 8	V
反馈引脚电压，V _{FB}			-0.3	14	V
功率耗散			受内部限制		
引线温度	D 封装	气相 (60s)	215		°C
		红外 (15s)	220		
	P 封装 (焊接，10s)		260		
	WSON 封装		请参阅 AN-1187		
最大结温				150	°C
贮存温度，T _{stg}			-65	150	°C

- (1) 应力超出绝对最大额定值下面列出的值时可能会对器件造成永久损坏。这些列出的值仅仅是应力等级, 并不表示器件在这些条件下以及在建议工作条件以外的任何其他条件下能够正常运行。长时间处于绝对最大额定条件下可能会影响器件的可靠性。
- (2) 如果需要军用/航天专用器件, 请与德州仪器 (TI) 销售办事处/分销商联系以了解供货情况和技术规格。

5.2 ESD 等级

		值	单位
$V_{(ESD)}$ 静电放电	人体放电模型 (HBM), 符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准 ^{(1) (2)}	±2000	V

- (1) JEDEC 文档 JEP155 指出: 500V HBM 支持在标准 ESD 控制流程下安全生产。
- (2) 人体放电模型是一个经 1.5kΩ 电阻对各引脚放电的 100pF 电容器。

5.3 建议运行条件

	最小值	最大值	单位
电源电压	6.5	40	V
结温, T_J	-40	125	°C

5.4 热性能信息

热指标 ⁽¹⁾	LM2674			单位
	D (SOIC)	P (PDIP)	NHN (WSO)	
	8 引脚	8 引脚	16 引脚	
$R_{\theta JA}$ 结至环境热阻 ⁽²⁾	105	95	—	°C/W

- (1) 有关新旧热指标的更多信息, 请参阅 [半导体和 IC 封装热指标](#) 应用手册。
- (2) 结至环境热阻, 在引线周围有大约 1 平方英寸印刷电路板覆铜的情况下。覆铜面积越大, 热阻就越低。WSO (NHN) 封装的 $R_{\theta JA}$ 值具体取决于 PCB 走线面积、走线材料、层数和散热过孔数量。如需了解经改善的 WSO 封装热阻和功耗, 请参阅 [AN-1187 无引线框架封装 \(LLP\) 应用手册](#)。

5.5 电气特性 - 3.3V 版本

$T_J = 25^{\circ}\text{C}$ (除非另有说明)

参数	测试条件	最小值 ⁽³⁾	典型值 ⁽²⁾	最大值 ⁽³⁾	单位
系统参数 (请参阅 图 7-1) ⁽¹⁾					
V_{OUT} 输出电压	$V_{IN} = 8\text{V 至 } 40\text{V}$, $I_{LOAD} = 20\text{mA 至 } 500\text{mA}$	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$	3.251	3.3	V
		$T_J = -40^{\circ}\text{C 至 } 125^{\circ}\text{C}$	3.201	3.399	
	$V_{IN} = 6.5\text{V 至 } 40\text{V}$, $I_{LOAD} = 20\text{mA 至 } 250\text{mA}$	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$	3.251	3.3	
		$T_J = -40^{\circ}\text{C 至 } 125^{\circ}\text{C}$	3.201	3.399	
η 效率	$V_{IN} = 12\text{V}$, $I_{LOAD} = 500\text{mA}$	86%			

- (1) 环流二极管、电感器、输入和输出电容器、电压编程电阻器等外部元件会影响开关稳压器性能。当如 图 7-1 和 图 7-5 所示使用 LM2674 时, 系统性能取决于电气特性中的系统参数部分。
 (2) 典型数值在 25°C 下测得, 很有可能是标称值。
 (3) 所有这些限值用于计算平均出厂质量水平 (AOQL)。

5.6 电气特性 - 5V 版本

$T_J = 25^{\circ}\text{C}$ (除非另有说明)

参数	测试条件	最小值 ⁽³⁾	典型值 ⁽²⁾	最大值 ⁽³⁾	单位
系统参数 (请参阅 图 7-1) ⁽¹⁾					
V_{OUT} 输出电压	$V_{IN} = 8\text{V 至 } 40\text{V}$, $I_{LOAD} = 20\text{mA 至 } 500\text{mA}$	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$	4.925	5	V
		$T_J = -40^{\circ}\text{C 至 } 125^{\circ}\text{C}$	4.85	5.15	
	$V_{IN} = 6.5\text{V 至 } 40\text{V}$, $I_{LOAD} = 20\text{mA 至 } 250\text{mA}$	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$	4.925	5	
		$T_J = -40^{\circ}\text{C 至 } 125^{\circ}\text{C}$	4.85	5.15	
η 效率	$V_{IN} = 12\text{V}$, $I_{LOAD} = 500\text{mA}$	90%			

- (1) 环流二极管、电感器、输入和输出电容器、电压编程电阻器等外部元件会影响开关稳压器性能。当如 图 7-1 和 图 7-5 所示使用 LM2674 时, 系统性能取决于电气特性中的系统参数部分。
 (2) 典型数值在 25°C 下测得, 很有可能是标称值。
 (3) 所有这些限值用于计算平均出厂质量水平 (AOQL)。

5.7 电气特性 - 12V 版本

$T_J = 25^{\circ}\text{C}$ (除非另有说明)

参数	测试条件	最小值 ⁽³⁾	典型值 ⁽²⁾	最大值 ⁽³⁾	单位
系统参数 (请参阅 图 7-1) ⁽¹⁾					
V_{OUT} 输出电压	$V_{IN} = 15\text{V 至 } 40\text{V}$, $I_{LOAD} = 20\text{mA 至 } 500\text{mA}$	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$	11.82	12	V
		$T_J = -40^{\circ}\text{C 至 } 125^{\circ}\text{C}$	11.64	12.36	
η 效率	$V_{IN} = 24\text{V}$, $I_{LOAD} = 500\text{mA}$	94%			

- (1) 环流二极管、电感器、输入和输出电容器、电压编程电阻器等外部元件会影响开关稳压器性能。当如 图 7-1 和 图 7-5 所示使用 LM2674 时, 系统性能取决于电气特性中的系统参数部分。
 (2) 典型数值在 25°C 下测得, 很有可能是标称值。
 (3) 所有这些限值用于计算平均出厂质量水平 (AOQL)。

5.8 电气特性 - 可调电压版本

$T_J = 25^{\circ}\text{C}$ (除非另有说明)

参数	测试条件	最小值 ⁽³⁾	典型值 ⁽²⁾	最大值 ⁽³⁾	单位
系统参数 (请参阅图 7-5) ⁽¹⁾					
V_{FB} 反馈电压	$V_{IN} = 8\text{V}$ 至 40V , $I_{LOAD} = 20\text{mA}$ 至 500mA , V_{OUT} 编程为 5V (请参阅图 7-5)	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$	1.192	1.21	1.228
		$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 125°C	1.174		1.246
	$V_{IN} = 6.5\text{V}$ 至 40V , $I_{LOAD} = 20\text{mA}$ 至 250mA , V_{OUT} 编程为 5V (请参阅图 7-5)	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$	1.192	1.21	1.228
		$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 125°C	1.174		1.246
η 效率	$V_{IN} = 12\text{V}$, $I_{LOAD} = 500\text{mA}$	90%			

- (1) 环流二极管、电感器、输入和输出电容器、电压编程电阻器等外部元件会影响开关稳压器性能。当如图 7-1 和图 7-5 所示使用 LM2674 时, 系统性能取决于电气特性中的系统参数部分。
- (2) 典型数值在 25°C 下测得, 很有可能是标称值。
- (3) 所有这些限值用于计算平均出厂质量水平 (AOQL)。

5.9 电气特性 - 所有输出电压版本

对于 3.3V、5V 和可调型号, $T_J = 25^{\circ}\text{C}$, $V_{IN} = 12\text{V}$; 对于 12V 型号, $V_{IN} = 24\text{V}$, $I_{LOAD} = 100\text{mA}$ (除非另有说明)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
器件参数					
I_Q 静态电流	对于 3.3V、5V 和电压可调型号, $V_{FEEDBACK} = 8\text{V}$		2.5	3.6	mA
	对于 12V 型号, $V_{FEEDBACK} = 15\text{V}$		2.5		mA
I_{STBY} 待机静态电流	开启/关闭引脚 = 0V	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$	50	100	μA
		$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 125°C		150	
I_{CL} 电流限制	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$	0.62	0.8	1.2	A
	$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 125°C	0.575		1.25	
I_L 输出漏电流	$V_{IN} = 40\text{V}$, 开启/关闭引脚 = 0V , $V_{SWITCH} = 0\text{V}$		1	25	μA
	$V_{SWITCH} = -1\text{V}$, 开启/关闭引脚 = 0V		6	15	mA
$R_{DS(ON)}$ 开关导通电阻	$I_{SWITCH} = 500\text{mA}$	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$	0.25	0.4	Ω
		$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 125°C		0.6	
f_O 振荡器频率	在开关引脚处测得	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$	260		kHz
		$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 125°C	225	275	
D	最大占空比		95%		
	最小占空比		0%		
I_{BIAS} 反馈偏置电流	$V_{FEEDBACK} = 1.3\text{V}$ (仅限可调型号)		85		nA
$V_{S/D}$ 开启/关闭引脚电压阈值	导通阈值, 上升 ⁽¹⁾	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$	1.4		V
		$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 125°C	0.8	2	
$I_{S/D}$ 开启/关闭引脚电流	开启/关闭引脚 = 0V	$T_J = 25^{\circ}\text{C}$	20		μA
		$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 125°C	7	37	

- (1) 开启/关闭引脚在内部上拉至 7V , 可悬空以实现常开运行。

5.10 典型特性

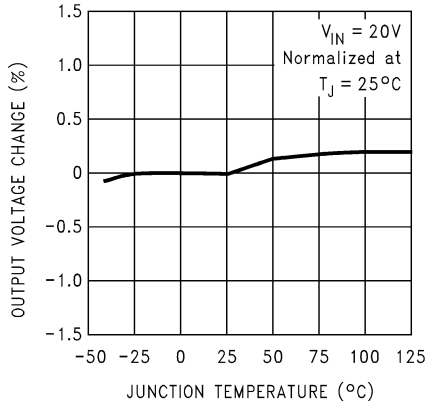


图 5-1. 标准化输出电压

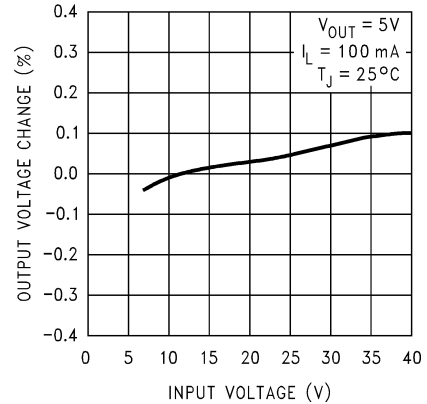


图 5-2. 线性调整率

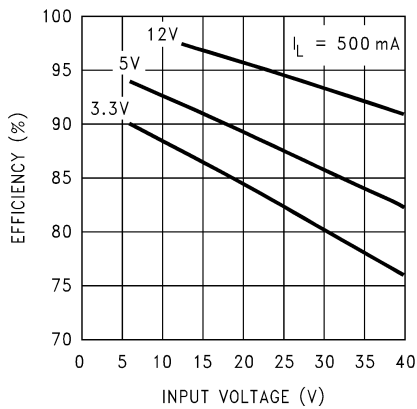


图 5-3. 效率

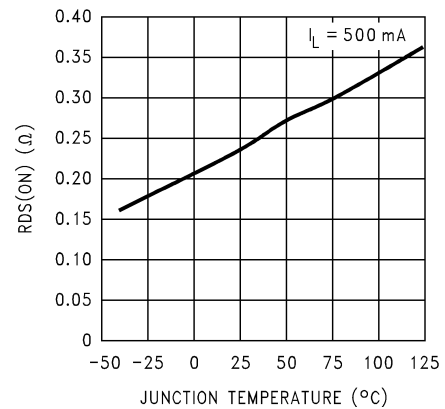


图 5-4. 漏源电阻

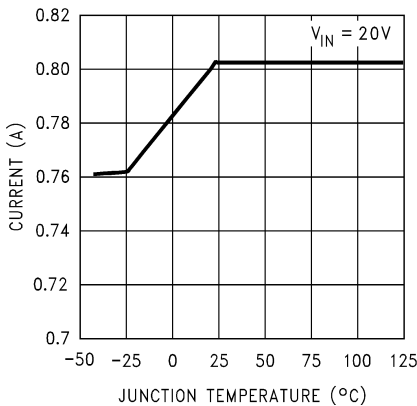


图 5-5. 开关电流限值

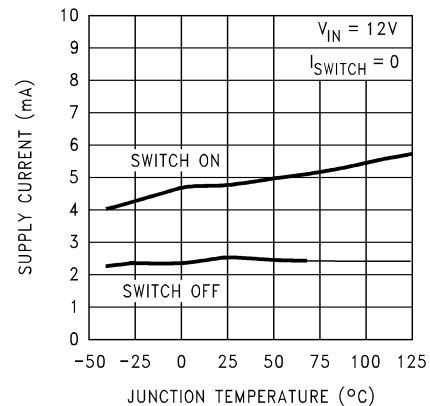


图 5-6. 工作静态电流

5.10 典型特性 (续)

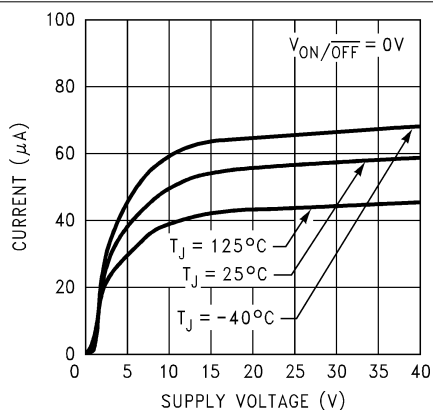


图 5-7. 待机静态电流

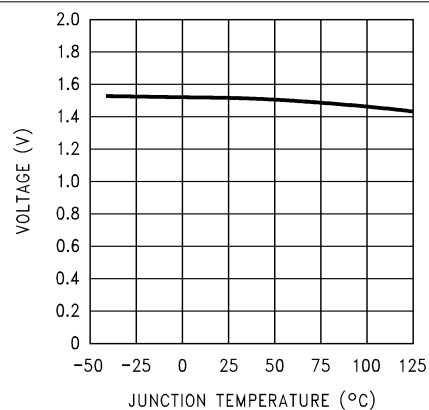


图 5-8. 开启/关闭阈值电压

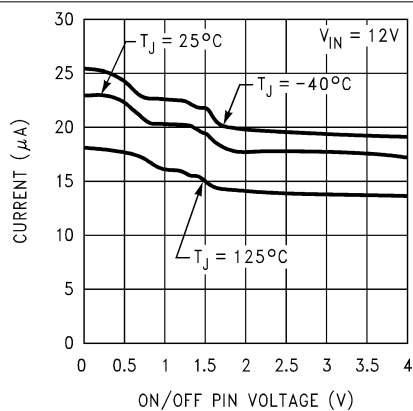


图 5-9. 开启/关闭引脚电流 (灌电流)

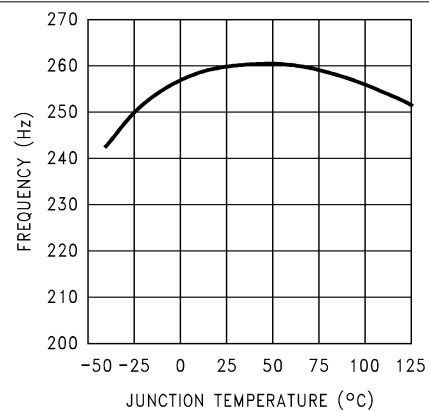


图 5-10. 开关频率

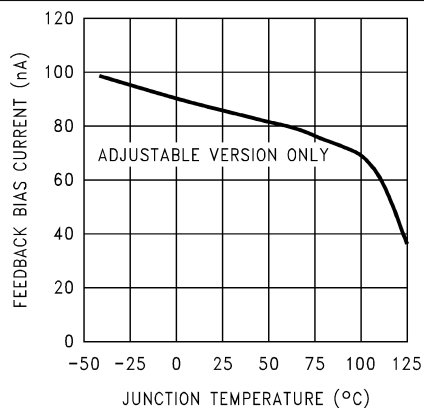


图 5-11. 反馈引脚偏置电流

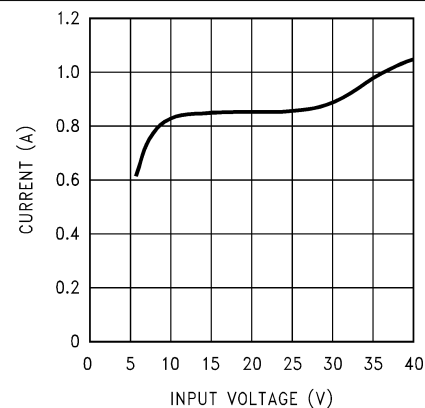


图 5-12. 峰值开关电流

5.10 典型特性 (续)

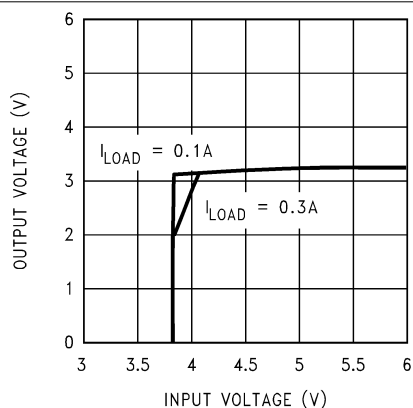


图 5-13. 压降电压, 3.3V 型号

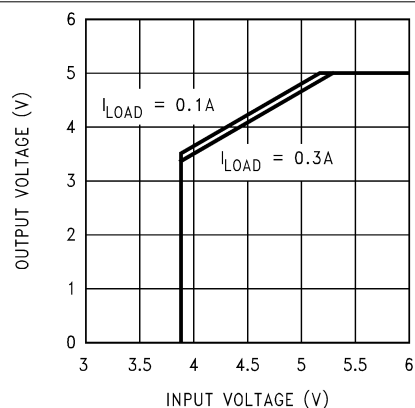


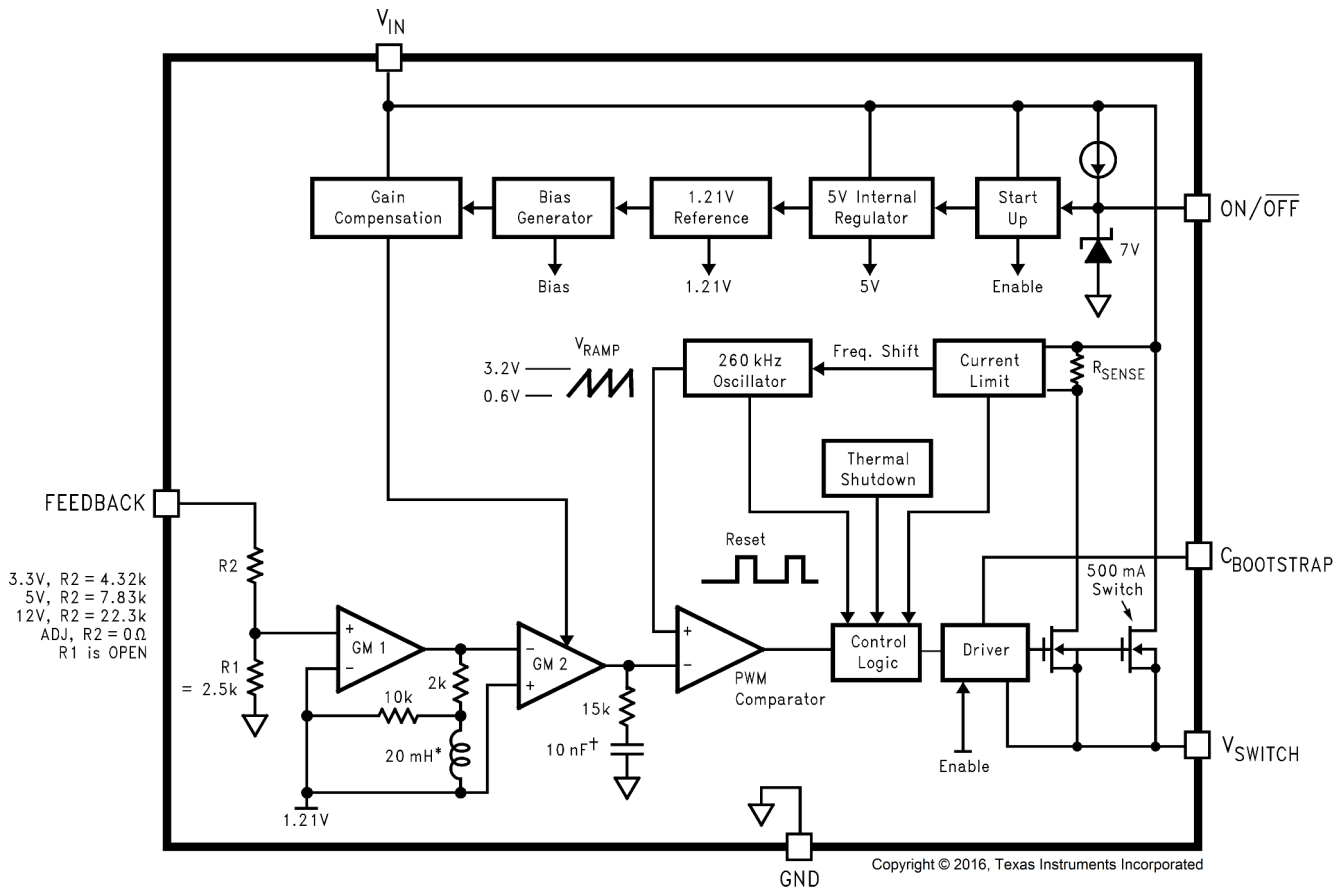
图 5-14. 压降电压, 5V 型号

6 详细说明

6.1 概述

LM2674 SIMPLE SWITCHER® 电源转换器稳压器是一款易于使用的非同步直流/直流降压转换器，具有高达 40V 的宽输入电压范围。LM2674 能够提供高达 0.5A 的直流负载电流，并具有出色的线性调整率和负载调整率。这些器件可提供 3.3V、5V、12V 固定输出电压和可调节输出电压版本。此系列器件所需的外部元件很少，而且引脚排列可实现简单且优化的 PCB 布局。

6.2 功能方框图



6.3 特性说明

6.3.1 可调节输出电压

LM2674 的电压调节环路通过将 FB 引脚 (VFB) 电压维持为与内部 REF 电压 (VREF) 相同来调节输出电压。需要一对电阻分压器来对输出电压 VOUT 与 VFB 之间的比例进行编程。此电阻器从 LM2674 的 VOUT 连接到接地端，其中点连接到 FB 引脚。电压基准系统可在整个温度范围内产生精确的电压基准。内部 REF 电压通常为 1.21V。要将 LM2674 的输出电压编程为特定值 VOUT，可以使用所选 R2 来计算 R1 (请参阅 [可调输出电压典型应用](#))。对于大多数应用来说，R2 的建议阻值范围为 10kΩ 至 100kΩ。如果电阻分压器未正确连接，则无法调节输出电压，原因在于反馈环路断开。如果 FB 引脚对地短路，则输出电压将被驱动至接近 VIN，因为稳压器在 FB 引脚上的电压非常低并尝试对其进行稳压。在这种情况下，连接到输出端的负载可能会损坏。启用 LM2674 时，请勿将 FB 引脚短接至地。务必将反馈走线远离 PCB 噪声区域布置。有关布局建议的更多信息，请参阅 [布局](#)。

6.4 器件功能模式

6.4.1 关断模式

开启/关闭引脚为 LM2674 提供电气开/关控制功能。当该引脚的电压低于 1.4V 时，器件处于关断模式。该模式下的典型待机电流为 50 μ A。

6.4.2 工作模式

当开启/关闭引脚的电压高于 1.4V 时，器件开始开关，同时输出电压上升，直到达到正常稳压电压。

7 应用和实施工

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 器件规格的范围，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户应负责确定器件是否适用于其应用。客户应验证并测试其设计，以确保系统功能。

7.1 应用信息

LM2674 是一款直流/直流降压稳压器。LM2674 通常用于将较高的直流电压转换为较低的直流电压，最大输出电流为 0.5A。以下设计过程可用于为 LM2674 选择元件。也可以用 WEBENCH® 软件生成完整设计。生成设计时，WEBENCH 软件使用迭代设计过程并访问综合的元件数据库。有关更多详细信息，请浏览 ti.com。

当输出电压约大于 6V 且最小输入电压下的占空比约大于 50% 时，设计人员在选择输出滤波器元件时必须格外小心。当设计用于这些特定运行条件的应用受到限流故障状况影响时，可能会观察到限流中的较大迟滞。这会影响到器件的输出电压，直到负载电流大幅降低到允许限流保护电路自行复位。

在限流状况下，LM267x 旨在通过以下方式响应：

1. 当电感器电流达到限流阈值时，导通脉冲立即终止。该设计适用于任何应用条件。
2. 然而，限流模块也被设计成瞬间将占空比减少到 50% 以下，防止次谐波振荡出现，后者会导致电感器饱和。
3. 此后，在电感器电流降至限流阈值以下后，有一小段弛豫时间，在此期间占空比逐渐回升到 50% 以上，以达到调节所需的值。

如果输出电容足够大，当尝试恢复输出时，输出电容充电电流会高到足以在输出完全稳定之前重复触发限流电路。这种情况会随更高的输出电压设置而加剧，因为输出电容器所需能量随输出电压的平方值 ($\frac{1}{2} CV^2$) 而变化，因此需要更高的充电电流。一个简单测试即可判断可疑应用是否存在此情况，即在转换器的输出端施加短路，然后解除输出短路状态。在外部元件选用得当的应用中，输出会平稳恢复。经实验测定，在这些特定运行条件下能够正常工作的外部元件的实际值为 $C_{OUT} = 47\mu F$ 、 $L = 22\mu H$ 。

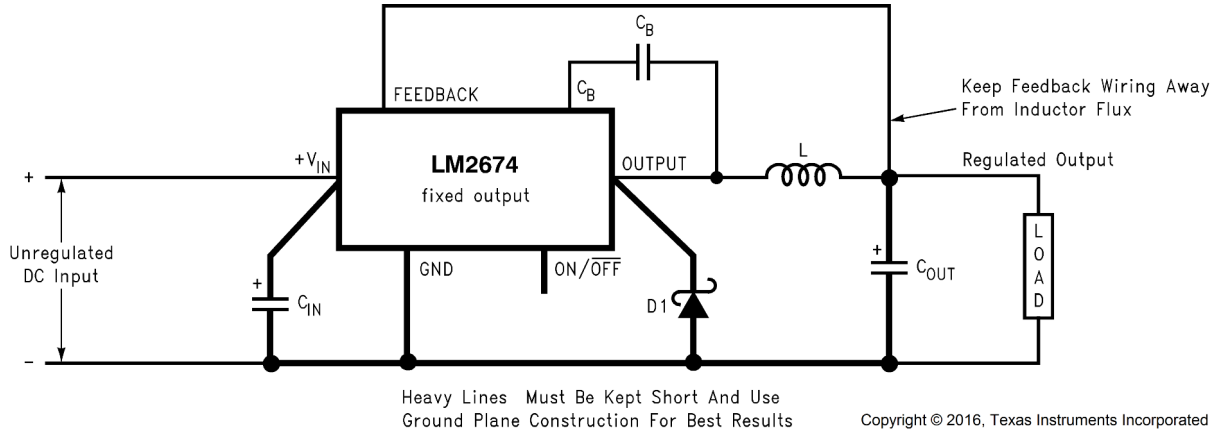
备注

即使采用这些元件，在器件限流值为 ICLIM 时，可将大电流限制迟滞可能性降至最低的最大负载电流为 ICLIM/2。

例如，如果输入为 24V 且设置的输出电压为 18V，则所需最大电流为 1.5A 时，必须确认所选开关转换器的电流限值至少为 3A。在极端过流或短路情况下，除了限流外，LM267X 还采用频率折返。如果逐周期电感器电流增加到高于限流阈值（例如，由于短路或电感器饱和），开关频率会自动降低以保护 IC。100kHz 以下的频率通常出现在极端短路情况下。

7.2 典型应用

7.2.1 固定输出电压典型应用



$C_{IN} = 22 \mu F$ 、50V 铝、Sprague 199D 系列
 $C_{OUT} = 47 \mu F$ 、25V 铝、Sprague 595D 系列
 $D1 = 3.3A$ 、50V 肖特基整流器，IR 30WQ05F
 $L1 = 68 \mu H$ Sumida #RCR110D-680L
 $C_B = 0.01 \mu F$ 、50V 陶瓷电容器

图 7-1. 固定输出电压版本

7.2.1.1 设计要求

表 7-1 列出了此示例的设计参数。

表 7-1. 设计参数

参数	值
稳压输出电压 (3.3V、5V 或 12V) , V_{OUT}	5V
最大直流输入电压, $V_{IN(max)}$	12V
最大负载电流, $I_{LOAD(max)}$	500mA

7.2.1.2 详细设计过程

7.2.1.2.1 使用 WEBENCH® 工具创建定制设计方案

点击[此处](#)，使用 LM2674 器件并借助 WEBENCH Power Designer 创建定制设计方案。

1. 首先键入输入电压 (V_{IN})、输出电压 (V_{OUT}) 和输出电流 (I_{OUT}) 要求。
2. 使用优化器表盘，优化该设计的关键参数，如效率、占用空间和成本。
3. 将生成的设计与德州仪器 (TI) 其他可行的解决方案进行比较。

WEBENCH Power Designer 提供了定制原理图，并罗列了实时价格和元件供货情况的物料清单。

在多数情况下，可执行以下操作：

- 运行电气仿真，观察重要波形以及电路性能
- 运行热性能仿真，了解电路板热性能
- 将定制原理图和布局方案以常用 CAD 格式导出
- 打印 PDF 格式的设计报告并与同事共享

有关 WEBENCH 工具的更多信息，请访问 www.ti.com/WBENCH。

7.2.1.2.2 电感器选型 (L1)

- 从图 7-10、图 7-11 或图 7-12 (输出电压分别为 3.3V、5V 或 12V) 中选择正确的电感器值选择指南。对于所有其他电压，请参阅可调型号的设计过程。使用图 7-11 中所示适合 5V 版本的电感器选择指南。
- 从电感器值选择指南中，确定与最大输入电压线和最大负载电流线相交的电感区域。每个区域由电感值和电感器代码 (LXX) 进行标识。在图 7-11 中所示的电感器值选型指南中，电感区域与 12V 水平线相交，500mA 垂直线为 47 μ H，电感器代码为 L13。
- 从表 7-7 中列出的四个制造商器件型号中选择合适的电感器。每个制造商都制造不同类型的电感器，可灵活满足各种设计要求。下面列出了各家制造商电感器的一些区别特性：
 - Schott**：铁氧体 EP 磁芯电感器；此类电感器具有极低的漏磁场以降低电磁干扰 (EMI)，并且是功率损耗最低的电感器
 - Renco**：铁氧体棒形磁芯电感器；其优势通常在于成本最低，可以承受高于额定值的 E•T 和瞬态峰值电流。请注意，此类电感器具有外部磁场，与其他类型的电感器相比，产生的 EMI 会更强。
 - Pulse**：铁粉芯环形磁芯电感器；此类电感器的成本也很低，能够承受比常规 E•T 更高的电流和瞬态峰值电流。环形电感器具有较低的 EMI。
 - Coilcraft**：铁氧体鼓芯电感器；这类是物理尺寸最小的电感器，仅以 SMT 元件形式供货。请注意，此类电感器也会产生 EMI，但弱于棒形电感器。

这些电感器的完整规格信息可从相应制造商处获得。所需的电感值为 47 μ H。请参阅表 7-7 的 L13 行，并从任一所示四家制造商中选择电感器器件型号。(大多数情况下，穿孔和表面贴装电感器均有提供)。

7.2.1.2.3 输出电容器选型 (Cout)

从输出电容器表 7-2 中选择一个输出电容器。根据第 1 步电感器选型指南中的输出电压和电感值，确定适当的电容器值和额定电压。使用输出电容器表 7-2 中的

5V 部分。从包含 47 μ H 电感值的行中选择电容器值和额定电压。对应 47 μ H 电感器的电容和额定电压值如下：

- 表面贴装
 - 68 μ F、10V Sprague 594D 系列
 - 100 μ F、10V AVX TPS 系列
- 穿孔
 - 68 μ F、10V Sanyo OS-CON SA 系列
 - 150 μ F、35V Sanyo MV-GX 系列
 - 150 μ F、35V Nichicon PL 系列
 - 150 μ F、35V Panasonic HFQ 系列

电容器列表包含四个不同电容器制造商提供的穿孔电解电容器，以及两个不同电容器制造商提供的表面贴装钽电容器。TI 建议采用表中列出的制造商及其产品系列。

表 7-2. 输出电容器表

输出电压 (V)	电感 (μ H)	输出电容器					
		表面贴装		穿孔			
		SPRAGUE 594D 系列 (μ F/V)	AVX TPS 系列 (μ F/V)	SANYO OS-CON SA 系列 (μ F/V)	SANYO MV-GX 系列 (μ F/V)	NICHICON PL 系列 (μ F/V)	PANASONIC HFQ 系列 (μ F/V)
3.3	22	120/6.3	100/10	100/10	330/35	330/35	330/35
	33	120/6.3	100/10	68/10	220/35	220/35	220/35
	47	68/10	100/10	68/10	150/35	150/35	150/35
	68	120/6.3	100/10	100/10	120/35	120/35	120/35
	100	120/6.3	100/10	100/10	120/35	120/35	120/35
	150	120/6.3	100/10	100/10	120/35	120/35	120/35

表 7-2. 输出电容器表 (续)

输出电压 (V)	电感 (μ H)	输出电容器					
		表面贴装		穿孔			
		SPRAGUE 594D 系列 (μ F/V)	AVX TPS 系列 (μ F/V)	SANYO OS-CON SA 系列 (μ F/V)	SANYO MV-GX 系列 (μ F/V)	NICHICON PL 系列 (μ F/V)	PANASONIC HFQ 系列 (μ F/V)
5	22	100/16	100/10	100/10	330/35	330/35	330/35
	33	68/10	100/10	68/10	220/35	220/35	220/35
	47	68/10	100/10	68/10	150/35	150/35	150/35
	68	100/16	100/10	100/10	120/35	120/35	120/35
	100	100/16	100/10	100/10	120/35	120/35	120/35
	150	100/16	100/10	100/10	120/35	120/35	120/35
12	22	120/20	(2 $\times$) 68/20	68/20	330/35	330/35	330/35
	33	68/25	68/20	68/20	220/35	220/35	220/35
	47	47/20	68/20	47/20	150/35	150/35	150/35
	68	47/20	68/20	47/20	120/35	120/35	120/35
	100	47/20	68/20	47/20	120/35	120/35	120/35
	150	47/20	68/20	47/20	120/35	120/35	120/35
	220	47/20	68/20	47/20	120/35	120/35	120/35

7.2.1.2.4 环流二极管选择 (D1)

- 在正常运行时，环流二极管的平均电流等于负载电流乘以环流二极管占空比，即 $1-D$ (D 为开关占空比，约等于输出电压除以输入电压)。在最大负载电流和最大输入电压 (D 采用最小值) 下，环流二极管平均电流可达到最大值。在正常运行时，环流二极管额定电流必须至少比自身最大平均电流大 1.3 倍。然而，如果电源设计必须承受持续输出短路，则二极管的额定电流必须等于 LM2674 的最大电流限值。此二极管的应力最大状况是输出短路。请参阅表 7-3。在本例中，1A、20V 肖特基二极管可提供出色性能。如果电路必须承受持续输出短路，TI 建议使用电流更高的肖特基二极管。

表 7-3. 肖特基二极管选型表

V_R	500mA 二极管		3-A DIODES	
	表面贴装	穿孔	表面贴装	穿孔
20V	SK12	1N5817	SK32	1N5820
	B120	SR102		SR302
30V	SK13	1N5818	SK33	1N5821
	B130	11DQ03	30WQ03F	31DQ03
	MBRS130	SR103		
40V	SK14	1N5819	SK34	1N5822
	B140	11DQ04	30BQ040	MBR340
	MBRS140	SR104	30WQ04F	31DQ04
	10BQ040		MBRS340	SR304
	10MQ040		MBRD340	
	15MQ040			
50V	SK15	MBR150	SK35	MBR350
	B150	11DQ05	30WQ05F	31DQ05
	10BQ050	SR105		SR305

2. 二极管的反向额定电压必须至少为最大输入电压的 1.25 倍。
3. 由于肖特基二极管具有高开关速度和低正向压降，因此可提供出色性能和效率。该肖特基二极管必须通过使用短引线 and 短印刷电路板走线，来使其靠近 LM2674 放置。

7.2.1.2.5 输入电容器 (C_{IN})

在输入引脚和接地端之间需要一个低 ESR 铝或钽旁路电容器，防止在输入端出现大电压瞬变。此电容器必须使用短引线靠近 IC 放置。此外，所选输入电容器的 RMS 电流额定值必须至少为直流负载电流的 $\frac{1}{2}$ 。必须查看电容器制造商数据表，确保不超过此额定电流。图 7-2 中所示曲线展示了几个不同铝电解电容器值的典型 RMS 电流额定值。需要并联两个或更多电容器的来增加最小总 RMS 电流额定值，进而满足应用要求。

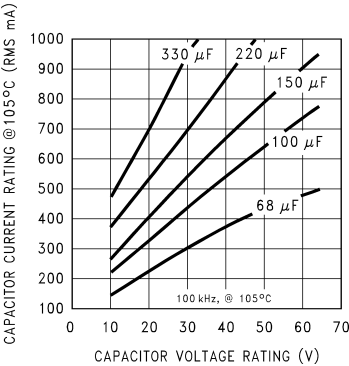


图 7-2. 低 ESR 电解电容器的 RMS 电流额定值 (典型值)

对于铝电解电容器，其额定电压必须至少为最大输入电压的 1.25 倍。如果使用了固体钽电容器，则必须小心谨慎。钽电容器额定电压必须是最大输入电压的两倍。表 7-4 和 表 7-5 展示了 AVX TPS 和 Sprague 594D 钽电容器的建议应用电压。TI 建议由制造商对其进行浪涌电流测试。AVX 提供的 TPS 系列和 Sprague 提供的 593D 和 594D 系列均经过浪涌电流测试。另一种尽可能减小输入电容器浪涌电流应力的方法是添加一个与输入电源线串联的小型电感器。

表 7-4. AVX TPS

建议应用电压 ⁽¹⁾	电压额定值
85°C RATING	
3.3	6.3
5	10
10	20
12	25
15	35

表 7-5. Sprague 594D

建议应用电压 ⁽¹⁾	电压额定值
85°C RATING	
2.5	4
3.3	6.3
5	10
8	16
12	20
18	25
24	35

表 7-5. Sprague 594D (续)

建议应用电压 ⁽¹⁾	电压额定值
85°C RATING	
29	50

(1) AVX TPS 和 Sprague 594D 钽贴片电容器在 85°C 下降额时的建议应用电压

仅使用陶瓷电容器进行输入旁路时请务必小心，因为这会在 V_{IN} 引脚上引起严重的振铃。输入电容器的重要参数是输入电压额定值和 RMS 电流额定值。当最大输入电压为 12 V 时，需要一个额定电压大于 15 V ($1.25 \times V_{IN}$) 的铝电解电容器。下一个更高的电容器额定电压为 16V。

降压稳压器的输入电容器的 RMS 电流额定值要求约为直流负载电流的 $\frac{1}{2}$ 。在此示例中，对于 500mA 负载，需要一个 RMS 电流额定值至少为 250mA 的电容器。可使用图 7-2 中所示曲线来选择合适的输入电容器。在曲线中，找到 16V 线，并注意哪些电容器值的 RMS 电流额定值大于 250mA。

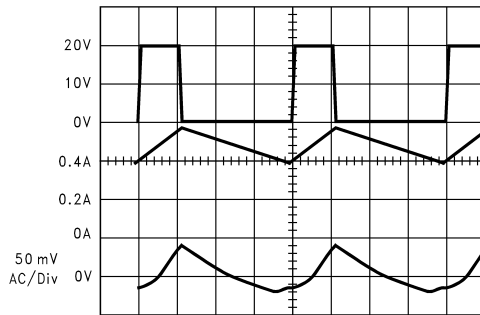
对于穿孔设计，100 μ F、16V 电解电容器 (Panasonic HFQ 系列、Nichicon PL 系列、Sanyo MV-GX 系列或等效产品) 就足够了。只要 RMS 纹波电流额定值足够大，就可以使用其他类型或其他制造商的电容器。此外，对于完整的表面贴装设计，可以考虑使用电解电容器，如 Sanyo CV-C 或 CV-BS、Nichicon WF 或 UR 以及 NIC Components NACZ 系列。

对于表面贴装设计，可以使用固体钽电容器，但务必关注电容器浪涌电流额定值和额定电压。在本例中，查阅表 7-4 和 Sprague 594D 系列数据表后，采用 Sprague 594D 15 μ F、25V 电容器即可满足要求。

7.2.1.2.6 升压电容器 (C_B)

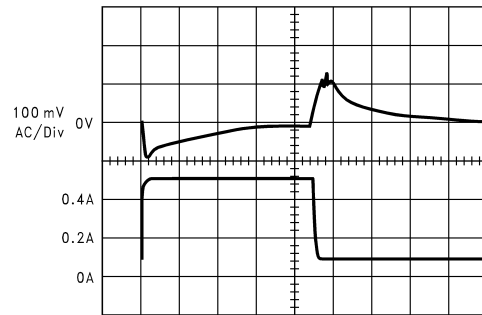
该电容器可产生完全导通开关栅极所需的电压。所有应用都必须使用一个 0.01 μ F、50V 陶瓷电容器。对于该应用以及各类应用，请使用一个 0.01 μ F、50V 陶瓷电容器。

7.2.1.3 应用曲线



连续模式开关波形 $V_{IN} = 20V$, $V_{OUT} = 5V$, $I_{LOAD} = 500mA$, $L = 100 \mu H$, $C_{OUT} = 100 \mu F$, $C_{OUT} ESR = 0.1 \Omega$
A: V_{SW} 引脚电压 = 10V/div
B: 电感器电流 = 0.2A/div
C: 输出纹波电压 = 50mV/div 交流耦合

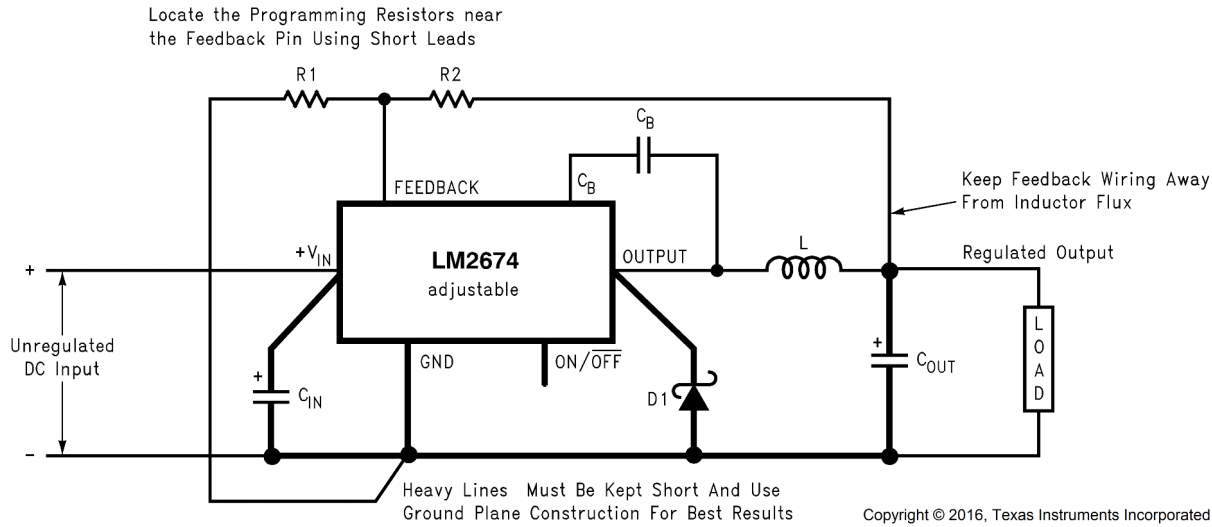
图 7-3. 水平时基: 1 μ s/div



连续模式的负载瞬态响应 $V_{IN} = 20V$, $V_{OUT} = 5V$, $L = 100 \mu H$, $C_{OUT} = 100 \mu F$, $C_{OUT} ESR = 0.1 \Omega$
A: 输出电压 = 100mV/div, 交流耦合
B: 负载电流 = 100mA 至 500mA 负载脉冲

图 7-4. 水平时基: 50 μ s/div

7.2.2 可调输出电压典型应用



$C_{IN} = 22 \mu F$ 、50V 钽、Sprague 199D 系列
 $C_{OUT} = 47 \mu F$ 、25V 钽、Sprague 595D 系列
 $D1 = 3.3A$ 、50V 肖特基整流器，IR 30WQ05F
 $L1 = 68 \mu H$ Sumida #RCR110D-680L
 $R1 = 1.5k \Omega$ ，1%
 $C_B = 0.01 \mu F$ 、50V 陶瓷电容器
针对 5V 输出， $R2$ 选用 $4.75k \Omega$ ，1%
$$V_{OUT} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

其中 $V_{REF} = 1.21V$
$$R_2 = R_1 \left(\frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right)$$

使用 1% 电阻器实现理想稳定性。

图 7-5. 可调节输出电压版本

7.2.2.1 设计要求

表 7-6 列出了此示例的设计参数。

表 7-6. 设计参数

参数	值
稳压输出电压， V_{OUT}	20
最大输入电压， $V_{IN(max)}$	28
最大负载电流， $I_{LOAD(max)}$	500
开关频率，F	固定为标称 260kHz

7.2.2.2 详细设计过程

7.2.2.2.1 对输出电压进行编程

选择 R_1 和 R_2 ，如 图 7-5 所示。

使用以下公式选择合适的电阻器值。

$$V_{OUT} = V_{REF} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) \quad (1)$$

其中

- $V_{REF} = 1.21V$

为 R_1 选择一个介于 $240\ \Omega$ 和 $1.5k\ \Omega$ 之间的值。较低的电阻器值可更大限度地降低敏感反馈引脚中的噪声拾取。
(为了获得更低温度系数和随时间推移达到更好的稳定性, 请使用 1% 金属膜电阻器。)

$$R_2 = R_1 \left(\frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right) \quad (2)$$

将 R_1 选择为 $1k\ \Omega$, 1%。求解 R_2 。

$$R_2 = R_1 \left(\frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right) = 1k\ \Omega \left(\frac{20V}{1.23V} - 1 \right) \quad (3)$$

其中

- $R_2 = 1k(16.53 - 1) = 15.53k\ \Omega$, 最接近的 1% 值为 $15.4k\ \Omega$
 $R_2 = 15.4k\ \Omega$

7.2.2.2.2 电感器选型 (L1)

1. 使用 [方程式 4](#) 计算电感器电压 • 微秒常数 $E \cdot T$ ($V \cdot \mu s$)。

$$E \cdot T = (V_{IN(MAX)} - V_{OUT} - V_{SAT}) \cdot \frac{V_{OUT} + V_D}{V_{IN(MAX)} - V_{SAT} + V_D} \cdot \frac{1000}{260} (V \cdot \mu s) \quad (4)$$

其中

- V_{SAT} = 内部开关饱和电压 = $0.25V$
- V_D = 二极管正向压降 = $0.5V$

使用 [方程式 5](#) 计算电感器电压 • 微秒常数 ($E \cdot T$)。

$$\begin{aligned} E \cdot T &= (28 - 20 - 0.25) \cdot \frac{20 + 0.5}{28 - 0.25 + 0.5} \cdot \frac{1000}{260} (V \cdot \mu s) \\ E \cdot T &= (7.75) \cdot \frac{20.5}{28.25} \cdot 3.85 (V \cdot \mu s) = 21.6 (V \cdot \mu s) \end{aligned} \quad (5)$$

2. 使用上一个公式中的 $E \cdot T$ 值, 并将其与 [图 7-13](#) 中所示电感器值选型指南的垂直轴上的 $E \cdot T$ 数字匹配。

$$E \cdot T = 21.6 (V \cdot \mu s)$$

3. 在水平轴上, 选择最大负载电流。

$$I_{LOAD(max)} = 500mA$$

4. 确定与 $E \cdot T$ 值和最大负载电流值相交的电感区域。每个区域由电感值和电感器代码 (LXX) 进行标识。

在 [图 7-13](#) 中所示的电感器值选型指南中, 电感区域与 $21.6 (V \cdot \mu s)$ 水平线相交, $500mA$ 垂直线为 $100\ \mu H$, 电感器代码为 L20。

5. 从[表 7-7](#)中列出的四个制造商器件型号中选择合适的电感器。有关不同类型电感器的信息, 请参阅固定输出电压设计过程中的电感器选型。

在 [表 7-7](#) 中, 找到 L20 行, 然后从制造商器件型号列表中选择电感器器件型号。

表 7-7. 电感器制造商器件型号

电感器 参考 型号	电感 (μ H)	电流 (A)	SCHOTT		RENCO		PULSE ENGINEERING		COILCRAFT (线 艺)
			穿孔	表面贴装	穿孔	表面贴装	穿孔	表面贴装	表面贴装
L2	150	0.21	67143920	67144290	RL-5470-4	RL1500-150	PE-53802	PE-53802-S	DO1608-154
L3	100	0.26	67143930	67144300	RL-5470-5	RL1500-100	PE-53803	PE-53803-S	DO1608-104
L4	68	0.32	67143940	67144310	RL-1284-68-43	RL1500-68	PE-53804	PE-53804-S	DO1608-683
L5	47	0.37	67148310	67148420	RL-1284-47-43	RL1500-47	PE-53805	PE-53805-S	DO1608-473
L6	33	0.44	67148320	67148430	RL-1284-33-43	RL1500-33	PE-53806	PE-53806-S	DO1608-333
L7	22	0.52	67148330	67148440	RL-1284-22-43	RL1500-22	PE-53807	PE-53807-S	DO1608-223
L9	220	0.32	67143960	67144330	RL-5470-3	RL1500-220	PE-53809	PE-53809-S	DO3308-224
L10	150	0.39	67143970	67144340	RL-5470-4	RL1500-150	PE-53810	PE-53810-S	DO3308-154
L11	100	0.48	67143980	67144350	RL-5470-5	RL1500-100	PE-53811	PE-53811-S	DO3308-104
L12	68	0.58	67143990	67144360	RL-5470-6	RL1500-68	PE-53812	PE-53812-S	DO3308-683
L13	47	0.7	67144000	67144380	RL-5470-7	RL1500-47	PE-53813	PE-53813-S	DO3308-473
L14	33	0.83	67148340	67148450	RL-1284-33-43	RL1500-33	PE-53814	PE-53814-S	DO3308-333
L15	22	0.99	67148350	67148460	RL-1284-22-43	RL1500-22	PE-53815	PE-53815-S	DO3308-223
L18	220	0.55	67144040	67144420	RL-5471-2	RL1500-220	PE-53818	PE-53818-S	DO3316-224
L19	150	0.66	67144050	67144430	RL-5471-3	RL1500-150	PE-53819	PE-53819-S	DO3316-154
L20	100	0.82	67144060	67144440	RL-5471-4	RL1500-100	PE-53820	PE-53820-S	DO3316-104
L21	68	0.99	67144070	67144450	RL-5471-5	RL1500-68	PE-53821	PE-53821-S	DO3316-683

7.2.2.2.3 输出电容器选型 (C_{out})

- 从表 7-8 的电容器代码选型指南中选择输出电容器。根据电感器选型指南中的电感值 (第 1 步), 找到与所需输出电压对应的电容器代码。使用表 7-8 中电容器代码选型指南的相应行。对于本示例, 请使用 15V 至 20V 行。对应 100 μ H 电感的电容器代码为 C20。
- 使用表 7-9 输出电容器选型的电容器代码选择适当电容器值和额定电压。共有两个固体钽 (表面贴装) 电容器制造商和四个电解 (穿孔) 电容器制造商可供选择。TI 建议采用表中列出的制造商及其产品系列。从表 7-9 的输出电容器选型中, 选择与 A 部分 C20 所选电容器代码相交的电容器值 (和额定电压)。

对应电容器代码 C20 的电感和额定电压值如下:

- 表面贴装
 - 33 μ F、25V Sprague 594D 系列
 - 33 μ F、25V AVX TPS 系列
- 穿孔
 - 33 μ F、25-V Sanyo OS-CON SC 系列
 - 120 μ F、35V Sanyo MV-GX 系列
 - 120 μ F、35V Nichicon PL 系列
 - 20 μ F、35V Panasonic HFQ 系列

如果电容器规格 (尤其是 100kHz ESR) 与输出电容器表中列出的电容器特性非常匹配, 也可以使用其他制造商或其他型号的电容器。有关此信息, 请参阅电容器制造商的数据表。

表 7-8. 电容器代码选型指南

封装 类型 ⁽¹⁾	输出 电压 (V)	电感 (μ H)						
		22	33	47	68	100	150	220
SM 和 TH	1.21 - 2.5	—	—	—	—	C1	C2	C3
SM 和 TH	2.5-3.75	—	—	—	C1	C2	C3	C3
SM 和 TH	3.75-5	—	—	C4	C5	C6	C6	C6
SM 和 TH	5-6.25	—	C4	C7	C6	C6	C6	C6

表 7-8. 电容器代码选型指南 (续)

封装 类型 ⁽¹⁾	输出 电压 (V)	电感 (μH)						
		22	33	47	68	100	150	220
SM 和 TH	6.25-7.5	C8	C4	C7	C6	C6	C6	C6
SM 和 TH	7.5-10	C9	C10	C11	C12	C13	C13	C13
SM 和 TH	10-12.5	C14	C11	C12	C12	C13	C13	C13
SM 和 TH	12.5-15	C15	C16	C17	C17	C17	C17	C17
SM 和 TH	15-20	C18	C19	C20	C20	C20	C20	C20
SM 和 TH	20-30	C21	C22	C22	C22	C22	C22	C22
TH	30-37	C23	C24	C24	C25	C25	C25	C25

(1) SM = 表面贴装, TH = 穿孔

表 7-9. 输出电容器选型表

输出电容器						
电容器 参考 型号 #	表面贴装		穿孔			
	SPRAGUE 594D 系列 (μF/V)	AVX TPS 系列 (μF/V)	SANYO OS-CON SA 系列 (μF/V)	SANYO MV-GX 系列 (μF/V)	NICHICON PL 系列 (μF/V)	PANASONIC HFQ 系列 (μF/V)
C1	120/6.3	100/10	100/10	220/35	220/35	220/35
C2	120/6.3	100/10	100/10	150/35	150/35	150/35
C3	120/6.3	100/10	100/35	120/35	120/35	120/35
C4	68/10	100/10	68/10	220/35	220/35	220/35
C5	100/16	100/10	100/10	150/35	150/35	150/35
C6	100/16	100/10	100/10	120/35	120/35	120/35
C7	68/10	100/10	68/10	150/35	150/35	150/35
C8	100/16	100/10	100/10	330/35	330/35	330/35
C9	100/16	100/16	100/16	330/35	330/35	330/35
C10	100/16	100/16	68/16	220/35	220/35	220/35
C11	100/16	100/16	68/16	150/35	150/35	150/35
C12	100/16	100/16	68/16	120/35	120/35	120/35
C13	100/16	100/16	100/16	120/35	120/35	120/35
C14	100/16	100/16	100/16	220/35	220/35	220/35
C15	47/20	68/20	47/20	220/35	220/35	220/35
C16	47/20	68/20	47/20	150/35	150/35	150/35
C17	47/20	68/20	47/20	120/35	120/35	120/35
C18	68/25	(2×) 33/25	47/ ⁽¹⁾	220/35	220/35	220/35
C19	33/25	33/25	33/25 ⁽¹⁾	150/35	150/35	150/35
C20	33/25	33/25	33/25 ⁽¹⁾	120/35	120/35	120/35
C21	33/35	(2×) 22/25	请参阅 ⁽²⁾	150/35	150/35	150/35
C22	33/35	22/35	请参阅 ⁽²⁾	120/35	120/35	120/35
C23	请参阅 ⁽²⁾	请参阅 ⁽²⁾	请参阅 ⁽²⁾	220/50	100/50	120/50
C24	请参阅 ⁽²⁾	请参阅 ⁽²⁾	请参阅 ⁽²⁾	150/50	100/50	120/50
C25	请参阅 ⁽²⁾	请参阅 ⁽²⁾	请参阅 ⁽²⁾	150/50	82/50	82/50

(1) SC 系列 OS-Con 电容器 (其他是 SA 系列)

(2) 表面贴装钽贴片和 OS-Con 电容器的额定电压过低, 无法在此类电压下工作。

7.2.2.2.4 环流二极管选择(D1)

1. 正常运行时，环流二极管的平均电流等于负载电流乘以环流二极管占空比，即 $1-D$ (D 是开关占空比，约为 V_{OUT}/V_{IN})。在最大输入电压 (D 采用最小值) 下，环流二极管平均电流可达到最大值。在正常运行时，环流二极管额定电流必须至少比自身最大平均电流大 1.3 倍。然而，如果电源设计必须承受持续输出短路，则二极管的额定电流必须大于 LM2674 的最大电流限值。此二极管的应力最大状况是输出短路。肖特基二极管可提供出色性能，在本例中，500mA、40V 肖特基二极管是理想的选择。如果电路必须承受持续输出短路，TI 建议使用电流更高 (至少 1.2A) 的肖特基二极管。
2. 二极管的反向额定电压必须至少为最大输入电压的 1.25 倍。
3. 由于肖特基二极管具有高开关速度和低正向压降，因此可提供出色性能和效率。该肖特基二极管必须通过使用短引线 and 短印刷电路板走线，来使其靠近 LM2674 放置。

7.2.2.2.5 输入电容器(C_{IN})

在输入引脚和接地端之间需要一个低 ESR 铝或钽旁路电容器，防止在输入端出现大电压瞬变。此电容器必须使用短引线靠近 IC 放置。此外，所选输入电容器的 RMS 电流额定值必须至少为直流负载电流的 1/2。必须查看电容器制造商数据表，确保不超过此额定电流。图 7-2 中所示曲线展示了几个不同铝电解电容器值的典型 RMS 电流额定值。需要并联两个或更多电容器的来增加最小总 RMS 电流额定值，进而满足应用要求。

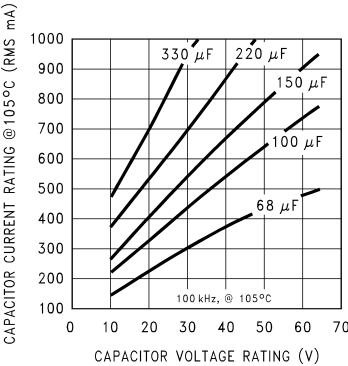


图 7-6. 低 ESR 电解电容器的 RMS 电流额定值 (典型值)

对于铝电解电容器，其额定电压必须至少为最大输入电压的 1.25 倍。如果使用了固体钽电容器，则必须小心谨慎。钽电容器额定电压必须是最大输入电压的两倍。表 7-10 和表 7-5 展示了 AVX TPS 和 Sprague 594D 钽电容器的建议应用电压。TI 还建议由制造商对其进行浪涌电流测试。AVX 提供的 TPS 系列和 Sprague 提供的 593D 和 594D 系列均经过浪涌电流测试。另一种尽可能减小输入电容器浪涌电流应力的方法是在输入电源线上串联一个小电感。

表 7-10. AVX TPS

建议应用电压 ⁽¹⁾	电压额定值
85°C RATING	
3.3	6.3
5	10
10	20
12	25
15	35

(1) AVX TPS 和 Sprague 594D 钽贴片电容器在 85°C 下降额时的建议应用电压

表 7-11. Sprague 594D

建议应用电压 ⁽¹⁾	电压额定值
85°C RATING	
2.5	4
3.3	6.3
5	10
8	16
12	20
18	25
24	35
29	50

(1) AVX TPS 和 Sprague 594D 钽贴片电容器在 85°C 下降额时的建议应用电压

仅使用陶瓷电容器进行输入旁路时请务必小心，因为这会在 V_{IN} 引脚上引起严重的振铃。输入电容器的重要参数是输入电压额定值和 RMS 电流额定值。当最大输入电压为 28V 时，需要一个额定电压至少为 35V ($1.25 \times V_{IN}$) 的铝电解电容器。

降压稳压器的输入电容器的 RMS 电流额定值要求约为直流负载电流的 $\frac{1}{2}$ 。在此示例中，对于 500mA 负载，需要一个 RMS 电流额定值至少为 250mA 的电容器。可使用图 7-2 中所示曲线来选择合适的输入电容器。在曲线中，找到 35V 线，并注意哪些电容器值的 RMS 电流额定值大于 250mA。

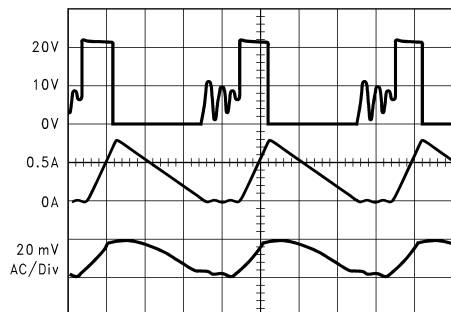
对于穿孔设计，68 μ F、35V 电解电容器 (Panasonic HFQ 系列、Nichicon PL 系列、Sanyo MV-GX 系列或等效产品) 就足够了。只要 RMS 纹波电流额定值足够大，就可以使用其他类型或其他制造商的电容器。此外，对于完整的表面贴装设计，可以考虑使用电解电容器，如 Sanyo CV-C 或 CV-BS、Nichicon WF 或 UR 以及 NIC Components NACZ 系列。

对于表面贴装设计，可以使用固体钽电容器，但务必关注电容器浪涌电流额定值和额定电压。在本例中，查阅表 7-5 的注释 1 和 Sprague 594D 系列数据表，采用 Sprague 594D 15 μ F、50V 电容器即可满足要求。

7.2.2.2.6 升压电容器 (C_B)

该电容器可产生完全导通开关栅极所需的电压。所有应用都必须使用一个 0.01 μ F、50V 陶瓷电容器。对于该应用以及各类应用，请使用一个 0.01 μ F、50V 陶瓷电容器。

7.2.2.3 应用曲线

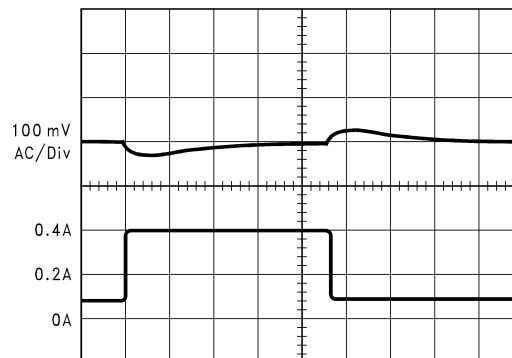


非连续模式开关波形 $V_{IN} = 20V$, $V_{OUT} = 5V$, $I_{LOAD} = 300mA$, $L = 15\mu H$, $C_{OUT} = 68\mu F$ ($2\times$), $C_{OUT} ESR = 25m\Omega$

A: V_{SW} 引脚电压 = 10V/div

B: 电感器电流 = 0.5A/div

C: 输出纹波电压 = 20mV/div 交流耦合

图 7-7. 水平时基: 1 μs /div

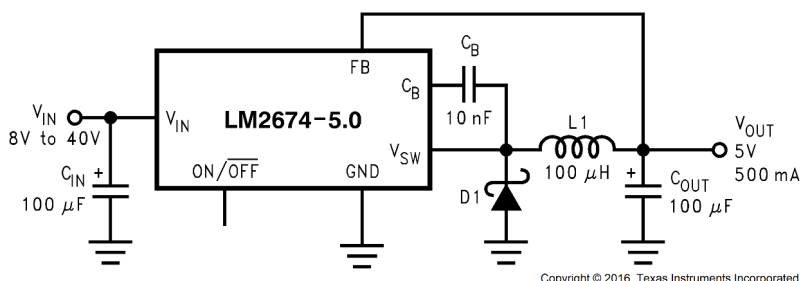
非连续模式的负载瞬态响应 $V_{IN} = 20V$, $V_{OUT} = 5V$, $L = 47\mu H$, $C_{OUT} = 68\mu F$, $C_{OUT} ESR = 50m\Omega$

A: 输出电压 = 100mV/div, 交流耦合

B: 负载电流 = 100mA 至 400mA 负载脉冲

图 7-8. 水平时基: 200 μs /div

7.2.3 所有输出电压型号的典型应用



Copyright © 2016, Texas Instruments Incorporated

图 7-9. 典型应用

7.2.3.1 应用曲线

连续模式运行

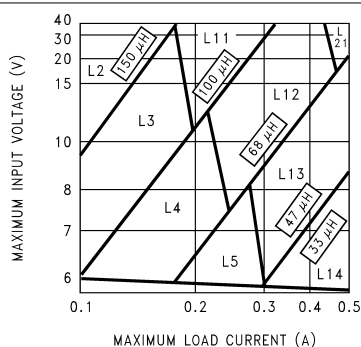


图 7-10. LM2674, 3.3V 型号

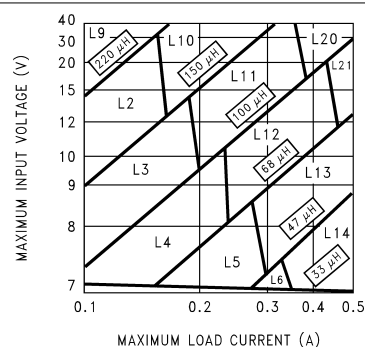


图 7-11. LM2674, 5V 型号

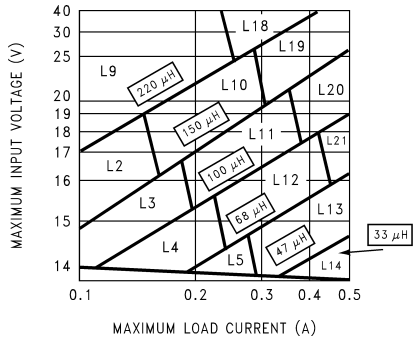


图 7-12. LM2674, 12V 型号

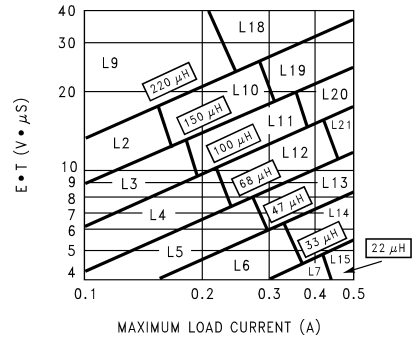


图 7-13. LM2674, 可调型号

7.3 电源相关建议

LM2674 可在高达 40V 的输入电压电源下运行。此输入电源必须经过良好调节，且能够承受最大输入电流并保持稳定的电压。

7.4 布局

7.4.1 布局指南

布局在开关稳压器设计中非常重要。与线路电感相关的快速开关电流会产生电压瞬变，从而导致问题。为了更大幅度地减小电感和接地回路，粗线所示 (图 7-1 和 图 7-5) 的电线必须采用宽印刷电路板走线，并且必须尽可能短。为了获得理想效果，必须使用接地平面结构或单点接地将外部元件放置在尽可能靠近开关转换器 IC 的位置。

如果使用了开放磁芯电感器，选择此类电感器的位置和定位时要格外小心。如果让电感器磁通与灵敏反馈相交，IC 接地路径和 C_{OUT} 接线会导致问题。

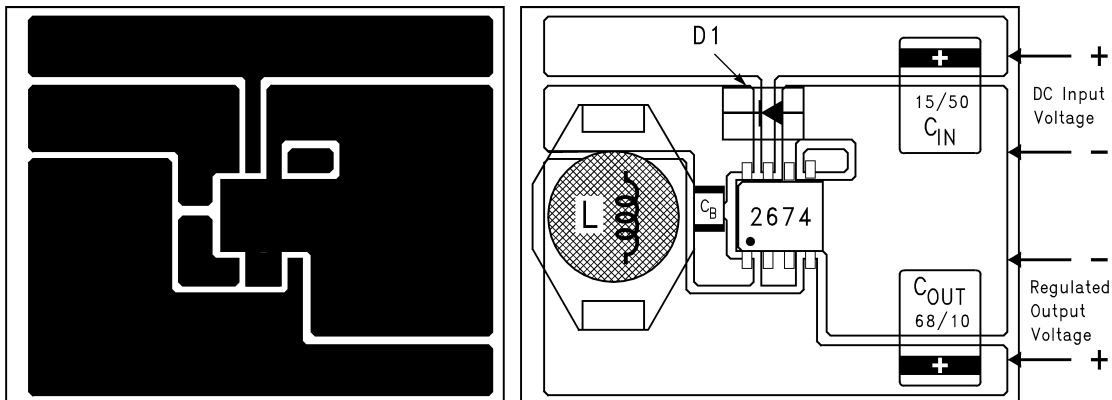
如果使用可调节型号，选择反馈电阻器和相关接线的位置时要格外小心。在物理上将两个电阻器放置在 IC 附近，并使接线远离电感器，尤其是开放磁芯类型电感器。

7.4.1.1 WSON 封装器件

LM2674 采用 16 引脚 WSON 表面贴装封装，与 8 引脚 SOIC 和 PDIP 相比，器件功耗更高。

裸片连接焊盘 (DAP) 必须连接到 PCB 接地平面。有关 CAD 和组装指南，请参阅 [AN-1187 无引线框架封装 \(LLP\)](#) 应用报告。

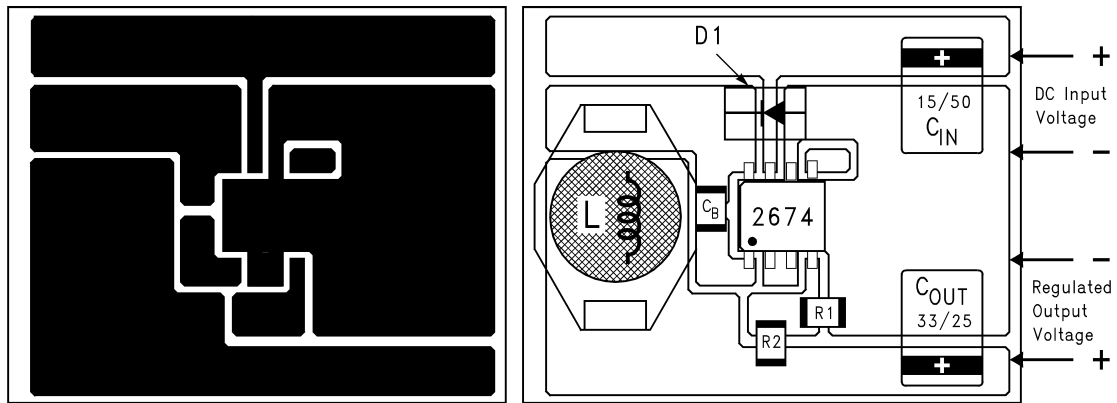
7.4.2 布局示例



C_{IN} = 15 μ F、25V、固体钽 Sprague 594D 系列
 C_{OUT} = 68 μ F、10V、固体钽 Sprague 594D 系列
D1 = 1A、40V 肖特基整流器，表面贴装
L1 = 47 μ H、L13、Coilcraft DO3308

$C_B = 0.01 \mu\text{F}$ 、50V 陶瓷电容器

图 7-14. 典型表面贴装 PCB 布局，固定输出 (4x 尺寸)



$C_{IN} = 15 \mu\text{F}$ 、50V、固体钽 Sprague 594D 系列

$C_{OUT} = 33 \mu\text{F}$ 、25V、固体钽 Sprague 594D 系列

D1 = 1A、40V 肖特基整流器，表面贴装

L1 = 100 μH 、L20、Coilcraft DO3316

$C_B = 0.01 \mu\text{F}$ 、50V 陶瓷电容器

R1 = 1k, 1%

R2 = 使用 [详细设计过程](#) 中的公式计算得出

图 7-15. 典型表面贴装 PCB 布局，可调输出 (4x 尺寸)

8 器件和文档支持

8.1 器件支持

8.1.1 开发支持

相关开发支持请参阅以下资源：

- 有关 TI 的 WEBENCH 设计环境，请访问 [WEBENCH 设计中心](#)

8.1.1.1 使用 WEBENCH® 工具创建定制设计方案

[点击此处](#)，使用 LM2674 器件并借助 WEBENCH Power Designer 创建定制设计方案。

1. 首先键入输入电压 (V_{IN})、输出电压 (V_{OUT}) 和输出电流 (I_{OUT}) 要求。
2. 使用优化器表盘，优化该设计的关键参数，如效率、占用空间和成本。
3. 将生成的设计与德州仪器 (TI) 其他可行的解决方案进行比较。

WEBENCH Power Designer 提供了定制原理图，并罗列了实时价格和元件供货情况的物料清单。

在多数情况下，可执行以下操作：

- 运行电气仿真，观察重要波形以及电路性能
- 运行热性能仿真，了解电路板热性能
- 将定制原理图和布局方案以常用 CAD 格式导出
- 打印 PDF 格式的设计报告并与同事共享

有关 WEBENCH 工具的更多信息，请访问 www.ti.com/WEBENCH。

8.2 文档支持

8.2.1 相关文档

请参阅以下相关文档：

德州仪器 (TI)，[AN-1187 无引线框架封装 \(LLP\) 应用手册](#)

8.3 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 ti.com 上的器件产品文件夹。点击 [通知](#) 进行注册，即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息，请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

8.4 支持资源

[TI E2E™ 中文支持论坛](#) 是工程师的重要参考资料，可直接从专家处获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题，获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的 [使用条款](#)。

8.5 商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

SIMPLE SWITCHER® and WEBENCH® are registered trademarks of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

8.6 静电放电警告



静电放电 (ESD) 会损坏这个集成电路。德州仪器 (TI) 建议通过适当的预防措施处理所有集成电路。如果不遵守正确的处理和安装程序，可能会损坏集成电路。

ESD 的损坏小至导致微小的性能降级，大至整个器件故障。精密的集成电路可能更容易受到损坏，这是因为非常细微的参数更改都可能会导致器件与其发布的规格不相符。

8.7 术语表

TI 术语表 本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

9 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision H (June 2023) to Revision I (June 2025)	Page
• 添加了 DAP 连接建议.....	3

Changes from Revision G (June 2016) to Revision H (June 2023)	Page
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式.....	1
• 添加了与 WEBENCH 相关的信息.....	1
• 添加了指向 LMR36506 和 TPSM365R6 产品文件夹的链接.....	1
• 更新了封装信息 表.....	1
• 将自举电容器建议值从 470nF 更新为 10nF.....	3
• 更新了商标信息.....	10

10 机械、封装和可订购信息

以下页面包含机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
LM2674LD-ADJ/NOPB	Active	Production	WSON (NHN) 16	1000 SMALL T&R	Yes	SN	Level-3-260C-168 HR	-40 to 125	S000CB
LM2674LD-ADJ/NOPB.B	Active	Production	WSON (NHN) 16	1000 SMALL T&R	Yes	SN	Level-3-260C-168 HR	-40 to 125	S000CB
LM2674LDX-5.0/NOPB	Active	Production	WSON (NHN) 16	4500 LARGE T&R	Yes	SN	Level-3-260C-168 HR	-40 to 125	S000BB
LM2674LDX-5.0/NOPB.B	Active	Production	WSON (NHN) 16	4500 LARGE T&R	Yes	SN	Level-3-260C-168 HR	-40 to 125	S000BB
LM2674M-12/NOPB	Active	Production	SOIC (D) 8	95 TUBE	Yes	NIPDAU SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	2674 M-12
LM2674M-12/NOPB.B	Active	Production	SOIC (D) 8	95 TUBE	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	2674 M-12
LM2674M-3.3/NOPB	Active	Production	SOIC (D) 8	95 TUBE	Yes	NIPDAU SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	2674 M3.3
LM2674M-3.3/NOPB.B	Active	Production	SOIC (D) 8	95 TUBE	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	2674 M3.3
LM2674M-5.0/NOPB	Active	Production	SOIC (D) 8	95 TUBE	Yes	NIPDAU SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	2674 M5.0
LM2674M-5.0/NOPB.B	Active	Production	SOIC (D) 8	95 TUBE	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	2674 M5.0
LM2674M-ADJ/NOPB	Active	Production	SOIC (D) 8	95 TUBE	Yes	NIPDAU SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	2674 MADJ
LM2674M-ADJ/NOPB.B	Active	Production	SOIC (D) 8	95 TUBE	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	2674 MADJ
LM2674MX-12/NOPB	Active	Production	SOIC (D) 8	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	2674 M-12
LM2674MX-12/NOPB.B	Active	Production	SOIC (D) 8	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	2674 M-12
LM2674MX-3.3/NOPB	Active	Production	SOIC (D) 8	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	2674 M3.3
LM2674MX-3.3/NOPB.B	Active	Production	SOIC (D) 8	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	2674 M3.3
LM2674MX-5.0/NOPB	Active	Production	SOIC (D) 8	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	2674 M5.0
LM2674MX-5.0/NOPB.B	Active	Production	SOIC (D) 8	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	2674 M5.0

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
LM2674MX-ADJ/NOPB	Active	Production	SOIC (D) 8	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	2674 MADJ
LM2674MX-ADJ/NOPB.B	Active	Production	SOIC (D) 8	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	2674 MADJ
LM2674N-3.3/NOPB	Active	Production	PDIP (P) 8	40 TUBE	Yes	NIPDAU	Level-1-NA-UNLIM	-40 to 125	LM2674 N-3.3
LM2674N-3.3/NOPB.B	Active	Production	PDIP (P) 8	40 TUBE	Yes	NIPDAU	Level-1-NA-UNLIM	-40 to 125	LM2674 N-3.3
LM2674N-5.0/NOPB	Active	Production	PDIP (P) 8	40 TUBE	Yes	NIPDAU	Level-1-NA-UNLIM	-40 to 125	LM2674 N-5.0
LM2674N-5.0/NOPB.B	Active	Production	PDIP (P) 8	40 TUBE	Yes	NIPDAU	Level-1-NA-UNLIM	-40 to 125	LM2674 N-5.0
LM2674N-ADJ/NOPB	Active	Production	PDIP (P) 8	40 TUBE	Yes	NIPDAU	Level-1-NA-UNLIM	-40 to 125	LM2674 N-ADJ
LM2674N-ADJ/NOPB.B	Active	Production	PDIP (P) 8	40 TUBE	Yes	NIPDAU	Level-1-NA-UNLIM	-40 to 125	LM2674 N-ADJ

⁽¹⁾ **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

⁽²⁾ **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

⁽³⁾ **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

⁽⁴⁾ **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

⁽⁵⁾ **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

⁽⁶⁾ **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "-" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION


*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
LM2674LD-ADJ/NOPB	WSO	NHN	16	1000	177.8	12.4	5.3	5.3	1.3	8.0	12.0	Q1
LM2674LDX-5.0/NOPB	WSO	NHN	16	4500	330.0	12.4	5.3	5.3	1.3	8.0	12.0	Q1
LM2674MX-12/NOPB	SOIC	D	8	2500	330.0	12.4	6.5	5.4	2.0	8.0	12.0	Q1
LM2674MX-3.3/NOPB	SOIC	D	8	2500	330.0	12.4	6.5	5.4	2.0	8.0	12.0	Q1
LM2674MX-5.0/NOPB	SOIC	D	8	2500	330.0	12.4	6.5	5.4	2.0	8.0	12.0	Q1
LM2674MX-ADJ/NOPB	SOIC	D	8	2500	330.0	12.4	6.5	5.4	2.0	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)
LM2674LD-ADJ/NOPB	WSO	NHN	16	1000	208.0	191.0	35.0
LM2674LDX-5.0/NOPB	WSO	NHN	16	4500	356.0	356.0	36.0
LM2674MX-12/NOPB	SOIC	D	8	2500	367.0	367.0	35.0
LM2674MX-3.3/NOPB	SOIC	D	8	2500	367.0	367.0	35.0
LM2674MX-5.0/NOPB	SOIC	D	8	2500	367.0	367.0	35.0
LM2674MX-ADJ/NOPB	SOIC	D	8	2500	367.0	367.0	35.0

TUBE



*All dimensions are nominal

Device	Package Name	Package Type	Pins	SPQ	L (mm)	W (mm)	T (μm)	B (mm)
LM2674M-12/NOPB	D	SOIC	8	95	495	8	4064	3.05
LM2674M-12/NOPB.B	D	SOIC	8	95	495	8	4064	3.05
LM2674M-3.3/NOPB	D	SOIC	8	95	495	8	4064	3.05
LM2674M-3.3/NOPB.B	D	SOIC	8	95	495	8	4064	3.05
LM2674M-5.0/NOPB	D	SOIC	8	95	495	8	4064	3.05
LM2674M-5.0/NOPB.B	D	SOIC	8	95	495	8	4064	3.05
LM2674M-ADJ/NOPB	D	SOIC	8	95	495	8	4064	3.05
LM2674M-ADJ/NOPB.B	D	SOIC	8	95	495	8	4064	3.05
LM2674N-3.3/NOPB	P	PDIP	8	40	502	14	11938	4.32
LM2674N-3.3/NOPB.B	P	PDIP	8	40	502	14	11938	4.32
LM2674N-5.0/NOPB	P	PDIP	8	40	502	14	11938	4.32
LM2674N-5.0/NOPB.B	P	PDIP	8	40	502	14	11938	4.32
LM2674N-ADJ/NOPB	P	PDIP	8	40	502	14	11938	4.32
LM2674N-ADJ/NOPB.B	P	PDIP	8	40	502	14	11938	4.32

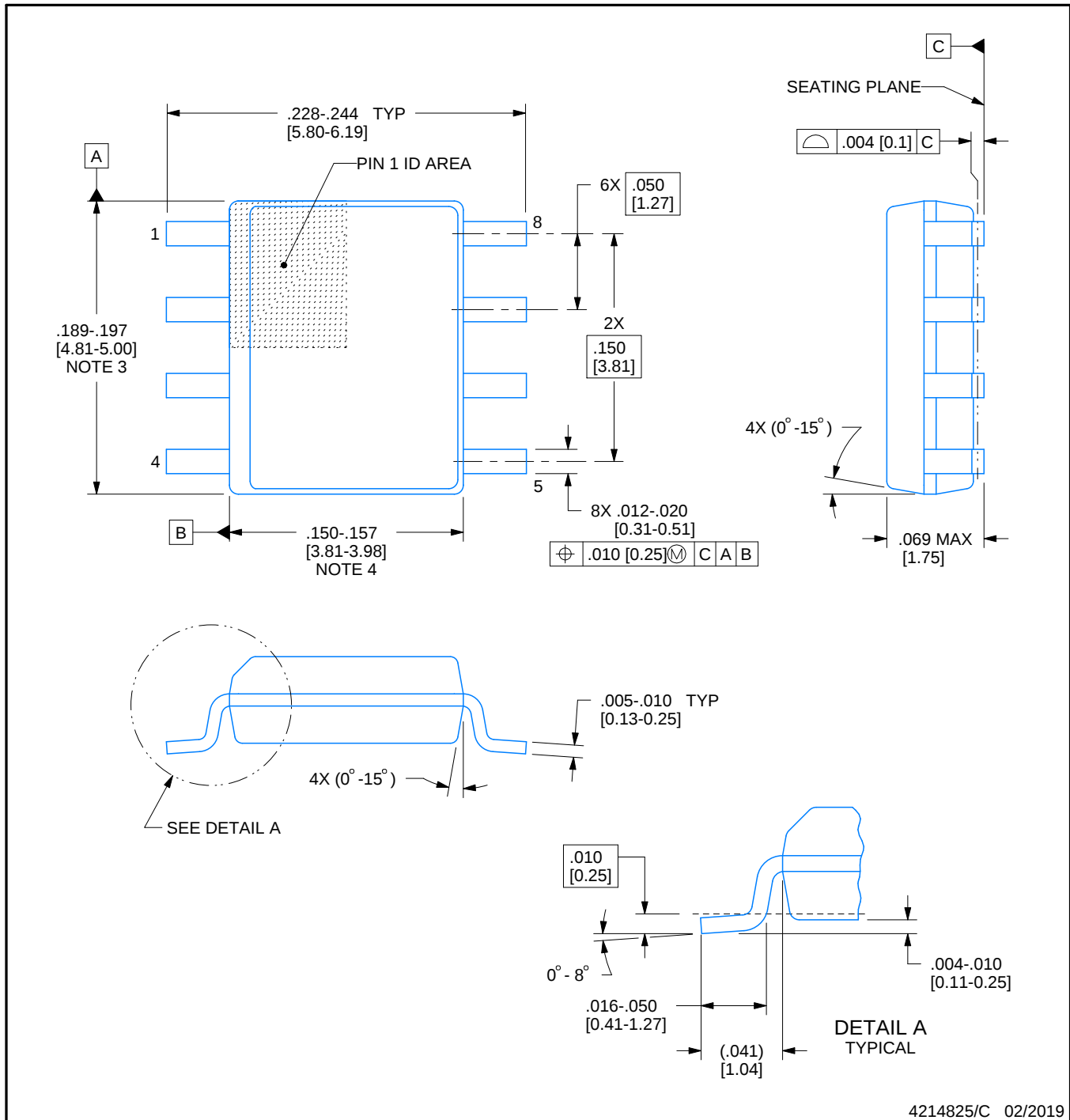


D0008A

PACKAGE OUTLINE

SOIC - 1.75 mm max height

SMALL OUTLINE INTEGRATED CIRCUIT



4214825/C 02/2019

NOTES:

1. Linear dimensions are in inches [millimeters]. Dimensions in parenthesis are for reference only. Controlling dimensions are in inches. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed .006 [0.15] per side.
4. This dimension does not include interlead flash.
5. Reference JEDEC registration MS-012, variation AA.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

D0008A

SOIC - 1.75 mm max height

SMALL OUTLINE INTEGRATED CIRCUIT



4214825/C 02/2019

NOTES: (continued)

6. Publication IPC-7351 may have alternate designs.

7. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

D0008A

SOIC - 1.75 mm max height

SMALL OUTLINE INTEGRATED CIRCUIT



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON .005 INCH [0.125 MM] THICK STENCIL
SCALE:8X

4214825/C 02/2019

NOTES: (continued)

8. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
9. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

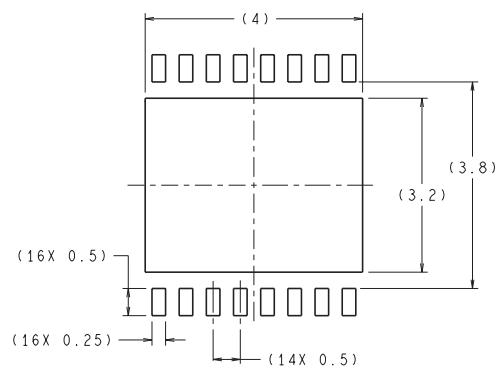
P (R-PDIP-T8)

PLASTIC DUAL-IN-LINE PACKAGE



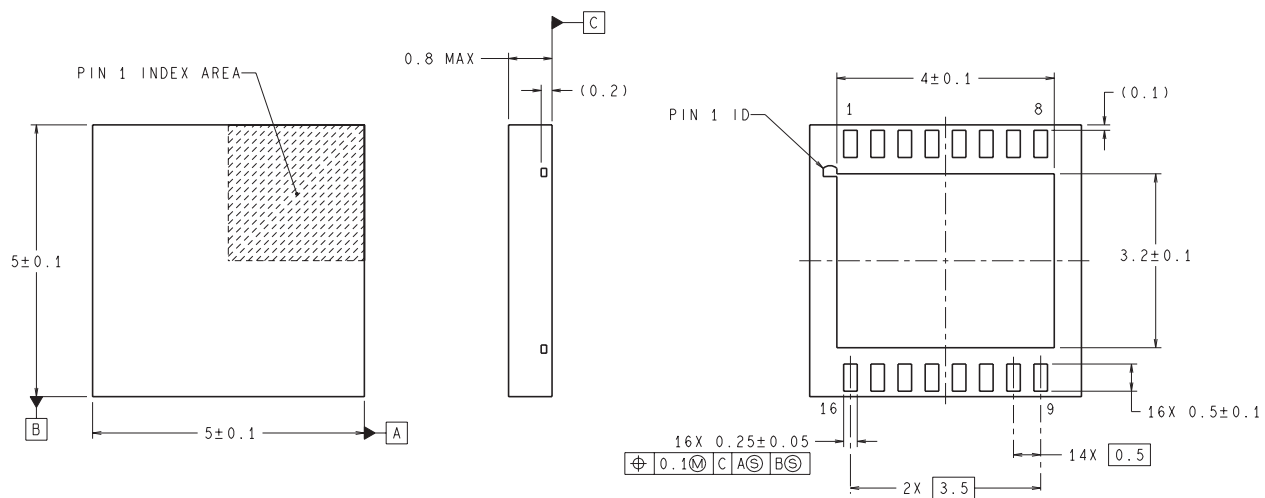
- NOTES:
- A. All linear dimensions are in inches (millimeters).
 - B. This drawing is subject to change without notice.
 - C. Falls within JEDEC MS-001 variation BA.

NHN0016A



RECOMMENDED LAND PATTERN
1:1 RATIO WITH PKG SOLDER PADS

DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS



LDA16A (REV A)

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、某特定用途方面的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他功能安全、信息安全、监管或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司