

采用 2mm × 3mm DFN 的 1.2A、750kHz 降压型开关稳压器

特点

- 宽输入范围：3.6V 至 36V 工作电压，最高为 40V
- 1.2A 输出电流
- 固定频率运作：750kHz
- 输出可调（最低可至 780mV）
- 抗短路性强
- 采用纤巧型电容器和电感器
- 软起动
- 内部补偿
- 低停机电流： $< 2\mu\text{A}$
- 低 V_{CESAT} 开关：330mV/1A
- 耐热增强型、扁平 DFN 封装

应用

- 汽车电池调节
- 工业控制电源
- 墙上变压器稳压
- 分布式电源稳压
- 电池供电型设备

描述

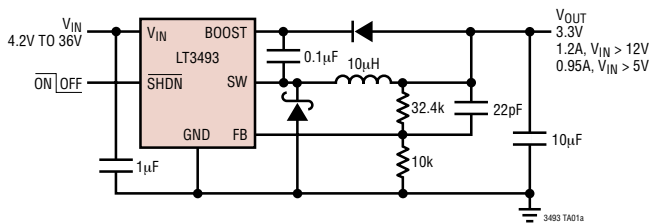
LT[®]3493 是一款具有一个 1.75A 内部电源开关的电流模式 PWM 降压型 DC/DC 转换器。3.6V 至 36V（最大值为 40V）的宽工作输入范围使得 LT3493 非常适合于调节各种电源，包括未稳压的墙上变压器、24V 工业电源和汽车电池。其高工作频率允许采用纤巧、低成本的电感器和陶瓷电容器，因而可产生低和可预知的输出纹波。

逐周期限流提供了针对输出短路的保护，而软起动功能则消除了启动期间的输入浪涌电流。低电流 ($< 2\mu\text{A}$) 停机模式提供了输出断接，从而在电池供电型系统中实现了简易的电源管理。

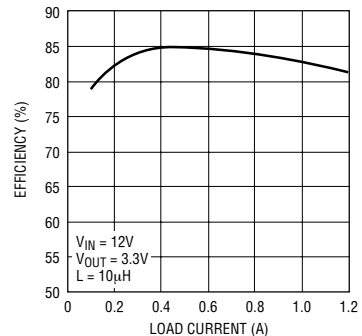
LT、LTC 和 LT 是凌特公司的注册商标。
ThinSOT 是凌特公司的商标。
所有其他商标均为其各自拥有者的产权。

典型应用

3.3V 降压型转换器



效率



LT3493

绝对最大额定值 (注1)

输入电压 (V_{IN})	40V
BOOST 引脚电压	50V
BOOST 引脚电压高出 SW 引脚电压的幅度	25V
SHDN 引脚	40V
FB 电压	6V
工作温度范围 (注 2)	
LT3493E	-40°C 至 85°C
LT3493I	-40°C 至 125°C
最大结温	125°C
贮存温度范围	-65°C 至 150°C

封装/订购信息

TOP VIEW

DCB PACKAGE
6-LEAD (2mm × 3mm) PLASTIC DFN

$T_{JMAX} = 125^{\circ}\text{C}$; $\theta_{JA} = 64^{\circ}\text{C/W}$
EXPOSED PAD (PIN 7) IS GND, MUST BE SOLDERED TO PCB

产品型号	DCB 器件标记
LT3493EDCB LT3493IDCB	LCGG LCGH

订购选项 卷带：加 #TR 无铅型：加 #PBF
无铅型卷带：加 #TRPBF
无铅型器件标记：<http://www.linear.com/leadfree/>

对于规定工作温度范围更宽的器件，请咨询凌特公司。

电特性

凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。 $V_{IN} = 12\text{V}$ ， $V_{BOOST} = 17\text{V}$ ， 除非特别注明。
(注 2)

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IN} 工作范围		3.6		36	V
欠压闭锁		3.1	3.4	3.6	V
反馈电压		● 765	780	795	mV
FB 引脚偏置电流	$V_{FB} = \text{实测 } V_{REF} + 10\text{mV}$ (注 4)	●	50	150	nA
静态电流	未进行开关操作		1.9	2.5	mA
停机模式中的静态电流	$V_{SHDN} = 0\text{V}$		0.01	2	μA
基准电压调节	$V_{IN} = 5\text{V}$ 至 36V		0.007		%/V
开关频率	$V_{FB} = 0.7\text{V}$ $V_{FB} = 0\text{V}$	685	750 36	815	kHz kHz
最大占空比	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$	● 88 91	95 95		% %

电特性

凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。 $V_{IN} = 12\text{V}$ ， $V_{BOOST} = 17\text{V}$ ， 除非特别注明。
(注 2)

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
开关电流限值	(注 3)	1.4	1.75	2.2	A
开关 V_{CESAT}	$I_{SW} = 1\text{A}$		330		mV
开关漏电流				2	μA
最小 BOOST 电压高出 SW 电压的幅度	$I_{SW} = 1\text{A}$		1.85	2.2	V
BOOST 引脚电流	$I_{SW} = 1\text{A}$		30	50	mA
SHDN 入电压高		2.3			V
SHDN 输入电压低				0.3	V
SHDN 偏置电流	$V_{SHDN} = 2.3\text{V}$ (注 5) $V_{SHDN} = 0\text{V}$		6 0.01	15 0.1	μA μA

注 1：高于“绝对最大额定值”部分所列数值的应力有可能对器件造成永久性的损害。在任何绝对最大额定值条件下暴露的时间过长都有可能影响器件的可靠性和使用寿命。

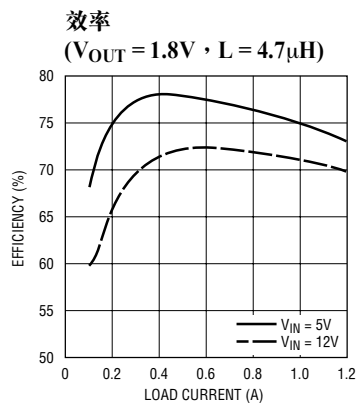
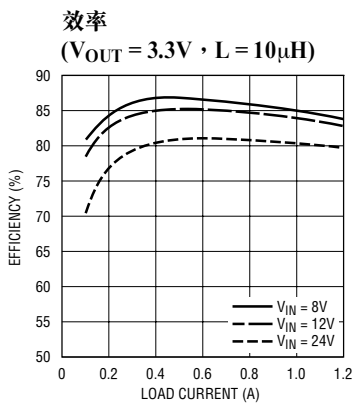
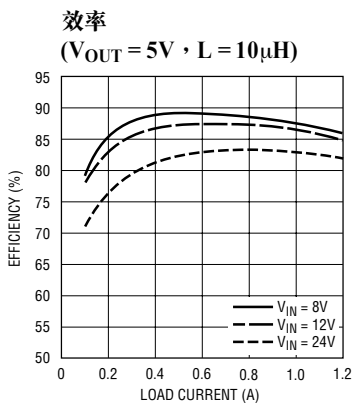
注 2：LT3493E 保证在 0°C 至 85°C 的范围内满足规定性能要求。在 -40°C 至 85°C 工作温度范围内的指标通过设计、特性分析和统计过程中的相关性来保证。LT3493I 的规格在 -40°C 至 125°C 的温度范围内是得到保证的。

注 3：电流限值由设计和/或静态测试的相关性来提供保证。斜率补偿在较高的占空比条件下减小电流限值。

注 4：电流出器件引脚。

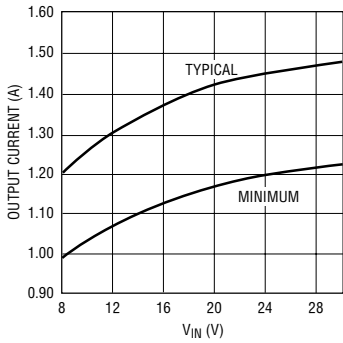
注 5：电流入器件引脚。

典型性能特征 $T_A = 25^\circ\text{C}$ ， 除非特别注明。

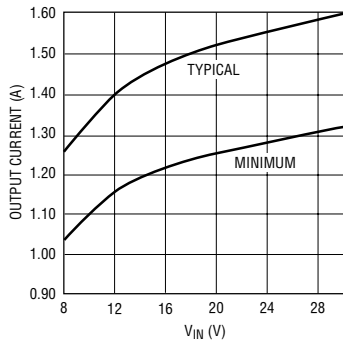


典型性能特征 $T_A = 25^\circ\text{C}$ ，除非特别注明。

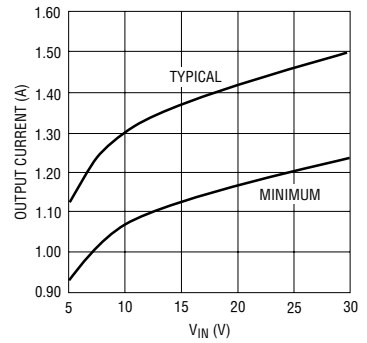
最大负载电流， $V_{OUT} = 5\text{V}$ ， $L = 8.2\mu\text{H}$



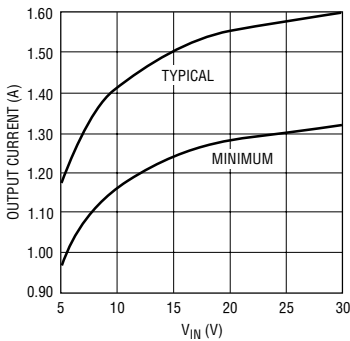
最大负载电流， $V_{OUT} = 5\text{V}$ ， $L = 33\mu\text{H}$



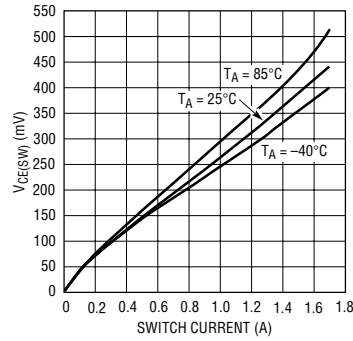
最大负载电流， $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ ， $L = 4.7\mu\text{H}$



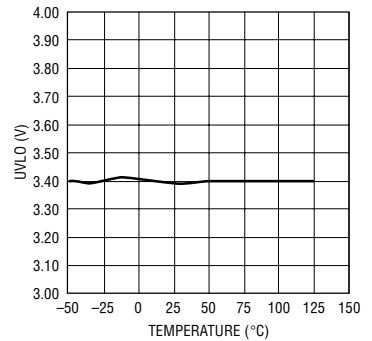
最大负载电流， $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ ， $L = 10\mu\text{H}$



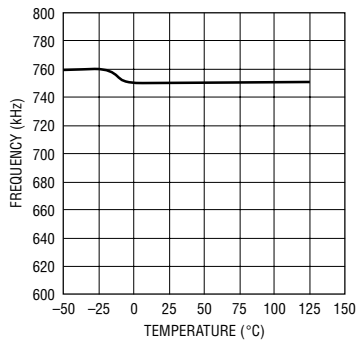
开关压降



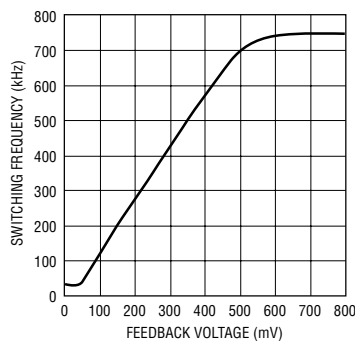
欠压闭锁



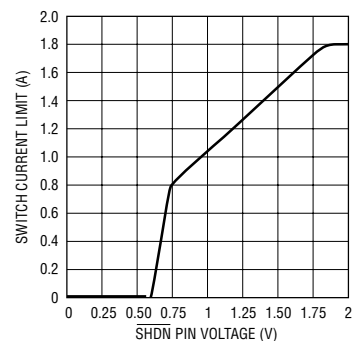
开关频率



频率折返

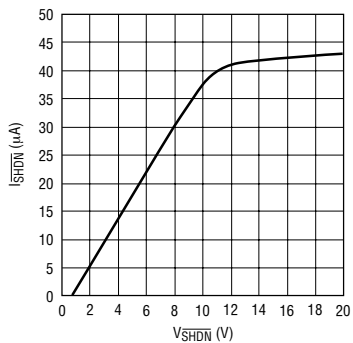


软起动



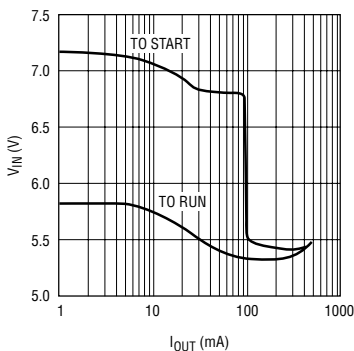
典型性能特征 $T_A = 25^\circ\text{C}$ ，除非特别注明。

SHDN 引脚电流



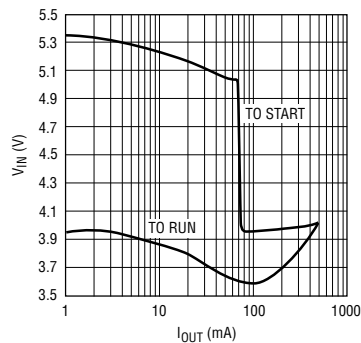
3493 G14

典型最小输入电压
($V_{OUT} = 5\text{V}$)



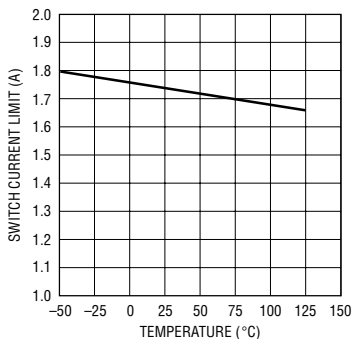
3493 G15

典型最小输入电压
($V_{OUT} = 3.3\text{V}$)



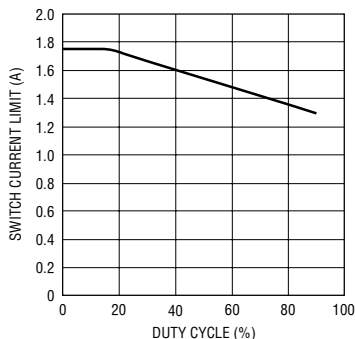
3493 G16

开关电流限值



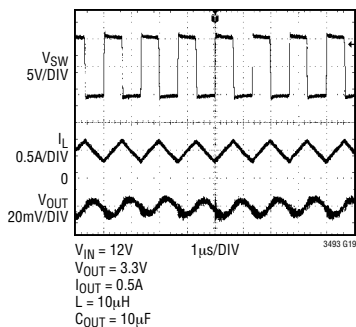
3493 G17

开关电流限值



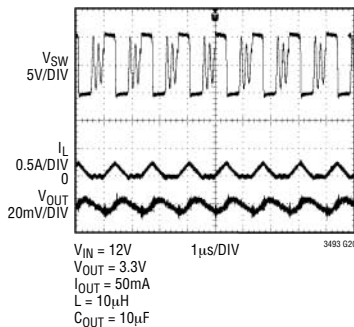
3493 G18

工作波形



3493 G19

工作波形，不连续模式



3493 G20

引脚功能

FB (引脚 1) : LT3493 将其反馈引脚电压调节至 780mV。把反馈电阻分压器抽头连接至该引脚。根据 $V_{OUT} = 0.78V \cdot (1 + R1/R2)$ 来设定输出电压。R2 的一个上佳阻值为 10k。

GND (引脚 2) : 把 GND 引脚连接至位于 LT3493 和电路元件下方的本机接地平面。将反馈分压器回接至该引脚。

BOOST (引脚 3) : BOOST 引脚被用于向内部双极 NPN 电源开关提供一个高于输入电压的驱动电压。

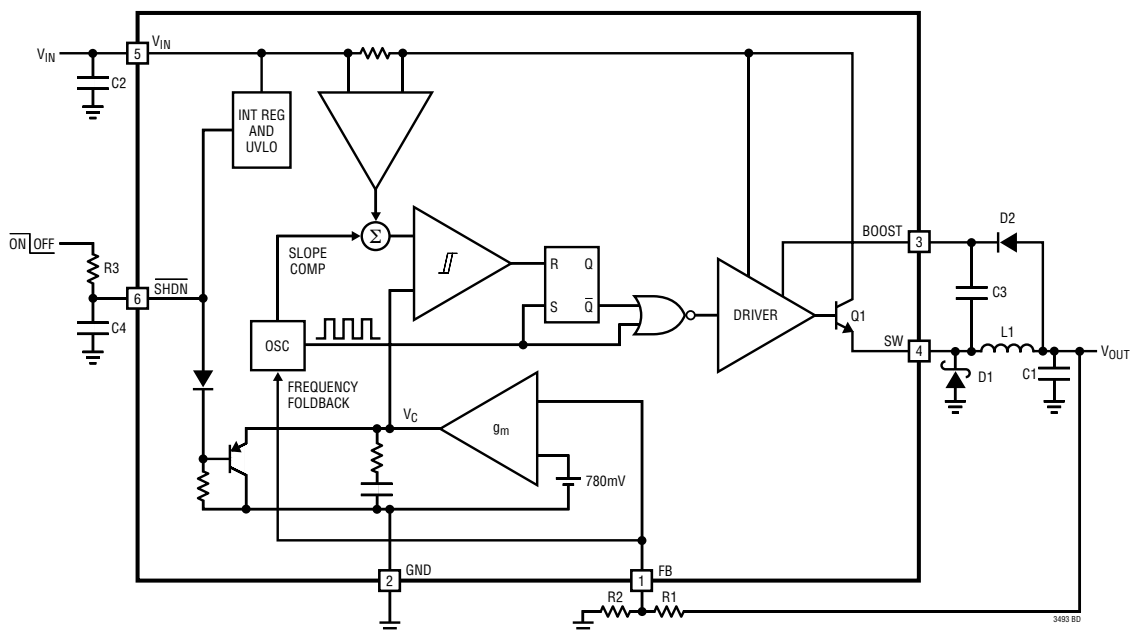
SW (引脚 4) : SW 引脚是内部电源开关的输出端。把该引脚连接至电感器、箝位二极管和升压电容器。

V_{IN} (引脚 5) : V_{IN} 引脚负责向 LT3493 的内部稳压器和内部电源开关提供电流。必须对该引脚进行本机旁路。

SHDN (引脚 6) : SHDN 引脚被用于将 LT3493 置于停机模式。把该引脚接地将关断 LT3493。把该引脚连接至 2.3V 或更高的电压将使 LT3493 正常运行。如果未采用停机功能，则把该引脚连接至 V_{IN} 引脚。SHDN 引脚还提供了一种软起动功能；见“应用信息”部分。

裸露衬垫 (引脚 7) : 裸露衬垫必须焊接至 PCB，并与地实现电连接。采用一个大接地平面和散热通孔来优化热性能。

方框图



工作原理 (参阅方框图)

LT3493 是一款恒定频率、电流模式降压型稳压器。一个 750kHz 振荡器使能一个 RS 触发器，以接通 1.75A 内部电源开关 Q1。一个放大器和比较器负责监视在 V_{IN} 和 SW 引脚之间流动的电流，并在该电流达到一个由 V_C 上的电压所决定的水平时断开开关。一个误差放大器通过一个与 FB 引脚相连的外部电阻分压器来测量输出电压，并维持 V_C 节点电压。如果误差放大器的输出增加，则将向输出输送更多的电流；如果误差放大器的输出减少，则向输出输送的电流变少。 V_C 节点上的一个有源箝位电路 (图中未示出) 提供了电流限值。 V_C 节点也被箝位于 \overline{SHDN} 引脚电压；软启动是通过采用一个外部电阻器和电容器在 \overline{SHDN} 引脚上生成一个电压斜坡来实现的。

一个内部稳压器负责向控制电路供电。该稳压器包括一个欠压闭锁电路，用于防止在 V_{IN} 低于约 3.4V 时进行开关操作。 \overline{SHDN} 引脚被用于把 LT3493 置于停机模式、使输出断接并将输入电流减小至 2 μ A 以下。

开关驱动器可从输入或 BOOST 引脚获得工作电压。一个外部电容器和二极管被用于在 BOOST 引脚上生成一个高于输入电源的电压。这允许驱动器使内部双极 NPN 电源开关完全饱和，以实现高效运作。

当 FB 引脚上的电压很低时，振荡器将降低 LT3493 的工作频率。这种频率折返有助于启动和过载期间的输出电流控制。

应用信息

FB 电阻器网络

输出电压是采用一个位于输出端和 FB 引脚之间的电阻分压器来设定的。根据下式来选择 1% 精度的电阻器：

$$R1 = R2 \left(\frac{V_{OUT}}{0.78V} - 1 \right)$$

R2 应为 20k 或更小，以避免出现偏置电流误差。参考标志符请见“方框图”。

在 V_{OUT} 和 FB 之间布设一个任意的 22pF 相位超前电容器可减小轻负载时的输出纹波。

输入电压范围

LT3493 应用的输入电压范围取决于输出电压以及 V_{IN} 和 BOOST 引脚的绝对最大额定值。

最小输入电压由 LT3493 的最小工作电压 (3.6V) 或其最大占空比来决定。占空比是内部开关接通时间在总时间中所占的百分比，并由输入和输出电压来决定：

$$DC = \frac{V_{OUT} + V_D}{V_{IN} - V_{SW} + V_D}$$

式中的 V_D 为箝位二极管的正向压降 (约 0.4V)，V_{SW} 为内部开关的压降 (在最大负载条件下约为 0.4V)。这产生了一个如下的最小输入电压：

$$V_{IN(MIN)} = \frac{V_{OUT} + V_D}{DC_{MAX}} - V_D + V_{SW}$$

式中的 DC_{MAX} = 0.91 (在整个温度范围内为 0.88)。

最大输入电压由 V_{IN} 和 BOOST 引脚的绝对最大额定值来决定。对于连续模式操作，最大输入电压由最小占空比 DC_{MIN} = 0.10 来决定：

$$V_{IN(MAX)} = \frac{V_{OUT} + V_D}{DC_{MIN}} - V_D + V_{SW}$$

请注意，这是对连续模式操作的工作输入电压

的一个限制条件；该电路将容许高达 V_{IN} 和 BOOST 引脚的绝对最大额定值的瞬变输入。在过载条件下 (短路或启动)，输入电压应被限制于 V_{IN} 工作范围 (36V)。

最小接通时间

该器件仍将把输出调节至高于 V_{IN(MAX)} (高达 40V) 的输入电压，然而，输出电压纹波将随著输入电压的增加而增加。图 1 示出了一个接近 V_{IN(MAX)} = 33V 时的 3V 输出应用的连续模式中的开关波形。

由于输入电压增加，因此要求器件缩短开关周期。与切断电源开关有关的延迟决定了器件的最小接通时间。LT3493 的最小接通时间约为 120ns。图 2 示出了当输入电压增加至 V_{IN} = 35V 时的开关波形。

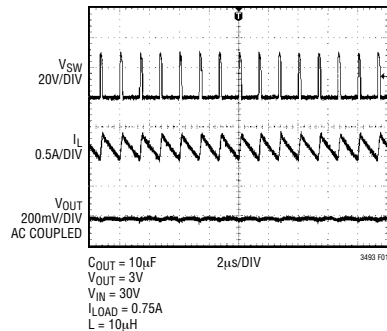


图 1

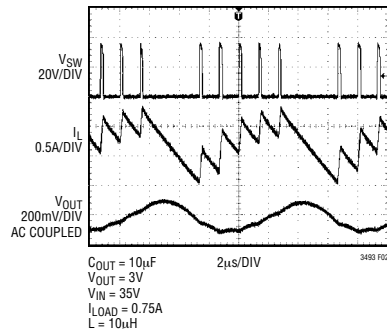


图 2

应用信息

现在，所需的接通时间降至 120ns 的最小接通时间以下。开关脉冲宽度并没有变窄(以适应较低的占空比要求)，而是仍然固定于 120ns。在图 2 中，电感器电流斜坡上升至一个高于负载电流的数值，而输出纹波增加至 200mV 左右。器件随后将保持关断状态，直到输出电压降至编程值的 100% 以下为止，而后开关操作再次开始。

如果负载能够容许增加的输出电压纹波且元件选择正确，则在高于 $V_{IN(MAX)}$ 的电压条件下运算是安全的，而且不会损坏器件。图 3 示出了当输入电压增加至其 40V 的绝对最大额定值时的开关波形。

随著输入电压的上升，电感器电流的斜坡上升速度加快，被跳过的脉冲数目增加，且输出电压纹波增加。当在高于 $V_{IN(MAX)}$ 的条件下运作时，对元件唯一的要求是其额定值必须针对指定电压电平条件下的操作来适当地拟订。

该器件具有足够的耐受性，完全可以在这些条件下长时间运作，只要峰值电感器电流不超过 2.2A 即可。在这种工作状态下，电感器电流饱和有可能进一步限制性能。

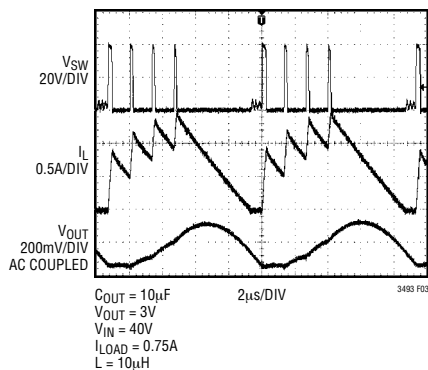


图 3

电感器的选择和最大输出电流

电感值的一个上佳的首先是：

$$L = 1.6 (V_{OUT} + V_D)$$

式中的 V_D 为箝位二极管的压降(约 0.4V)，L 的单位为 μH 。如果采用该电感值，则对于占空比为 50% 或更高的应用而言，将不会产生次谐波振荡。电感器的 RMS 额定电流必须大于您的最大负载电流，而且，其饱和电流应再高出 30% 左右。为了在故障条件下实现稳固的操作，饱和电流应高于 2.2A。为了保持高效率，串联电阻 (DCR) 应小于 0.1Ω 。表 1 罗列了一些供应商和合适的电感器型号。

当然，这样一个简单的设计指导将不会始终为您的应用带来最佳的电感器。采用一个较大的电感值将提供较高的最大负载电流并减小输出电压纹波，但代价是瞬态响应速度下降。如果您的负载小于 1.2A，则可以减小电感值并在纹波电流较高的条件下运作。这将允许您使用一个体积较小或 DCR 较低的电感器，从而实现较高的效率。在本数据表的“典型性能特征”部分中提供了几幅曲线图，用于显示在几种常见输出电压条件下最大负载电流与输入电压和电感值的函数关系。低电感有可能导致不连续模式操作，虽然这并无大碍，但将进一步减小最大负载电流。如需了解最大输出电流和不连续模式操作的详细信息，请参阅凌特公司的“应用指南 44” (Application Note 44)。

箝位二极管

根据负载电流的不同，建议箝位二极管 D1 采用一个 1A 至 2A 的肖特基二极管。该二极管必须具有一个等于或大于最大输入电压的额定反向电压。ON Semiconductor MBRM140 是一种上佳的选择；其额定值是针对 1A 的连续正向电流和一个 40V 的最大反向电压而拟订的。

应用信息

表 1：电感器供应商

供应商	网址	器件系列	电感值范围 (μH)	外形尺寸 (mm)
Sumida	www.sumida.com	CDRH4D28	1.2 至 4.7	4.5 × 4.5
		CDRH5D28	2.5 至 10	5.5 × 5.5
		CDRH8D28	2.5 至 33	8.3 × 8.3
Toko	www.toko.com	A916CY	2 至 12	6.3 × 6.2
		D585LC	1.1 至 39	8.1 × 8.0
Würth Elektronik	www.we-online.com	WE-TPC(M)	1 至 10	4.8 × 4.8
		WE-PD2(M)	2.2 至 22	5.2 × 5.8
		WE-PD(S)	1 至 27	7.3 × 7.3

输入电容器

通过一个 1μF 或更大数值的 X7R 或 X5R 型陶瓷电容器来对 LT3493 电路的输入进行旁路。Y5V 型电容器因其在温度和施加电压变化的情况下性能低劣，所以不能使用。一个 1μF 陶瓷电容器足以对 LT3493 进行旁路，并可轻松地处理纹波电流。然而，如果输入电源具有高阻抗，或者由于长电线或电缆而导致存在相当大的电感，则可能需要额外的电容。这可以利用一个低性能的电解电容器来提供。

降压型稳压器以具有非常快的上升和下降时间的脉冲的方式从输入电源吸收电流。需要采用输入电容器来减小 LT3493 上的合成电压纹波，并强制该开关频率非常高的电流进入一个紧密的本机环路，从而最大限度地降低了 EMI。一个 1μF 电容器能够胜任这一工作，但只有当其被布设得靠近 LT3493 和箝位二极管时方可奏效；请见“PCB 布局”部分。与陶瓷输入电容器有关的第二个注意事项涉及 LT3493 的最大额定输入电压。一个陶瓷输入电容器与走线或电缆电感组合起来，形成了一个高质量（欠阻尼）谐振电路。如果 LT3493 电路被插入一个通电电源，则输入电压会产生高达其标称值两倍的振铃，有可能超过 LT3493 的额定电压。可以很容易地避免这种情况的发生；见“热插拔安全”部分。

输出电容器

输出电容器具有两项基本功能。它与电感器一

道滤除 LT3493 生成的方波，以产生 DC 输出。在该作用中，它决定了输出纹波，因此在开关频率条件下具有低阻抗是很重要的。第二项功能是储存能量，以满足瞬变负载要求并稳定 LT3493 的控制环路。

陶瓷电容器具有非常低的等效串联电阻 (ESR)，并提供了最佳的纹波性能。一个上佳的数值是：

$$C_{OUT} = 65/V_{OUT}$$

式中的 C_{OUT} 的单位为 μF。应采用 X5R 或 X7R 型电容器，并牢记：一个被加有数值为 V_{OUT} 的偏置电压的陶瓷电容器的数值将低于其标称电容值。这种选择将提供低输出纹波和上佳的瞬态响应。采用一个高值电容器能够改善瞬态响应，不过，为了获得由此带来的全部好处，可能需要在反馈电阻器 R1 的两端布设一个相位超前电容器（见“补偿”部分）。

为了实现小尺寸，可根据下式来选择输出电容器：

$$C_{OUT} = 25/V_{OUT}$$

式中的 C_{OUT} 的单位为 μF。然而，采用一个这么小的输出电容器将导致环路交叉频率上升，并加剧对噪声的敏感程度。需要在 V_{OUT} 和 FB 引脚之间连接一个 22pF 电容器，用于滤除 FB 引脚上的噪声，并确保稳定性。

输出电容器可采用高性能电解电容器。低 ESR 是很重要的，因此应选择一个指定用于开关稳压器

应用信息

表 2：电容器供应商

供应商	电话	网址	器件系列	备注
Panasonic	(714) 373-7366	www.panasonic.com	陶瓷， 聚合物， 钽	EEF 系列
Kemet	(864) 963-6300	www.kemet.com	陶瓷， 钽	T494, T495
Sanyo	(408) 749-9714	www.sanyovideo.com	陶瓷， 聚合物， 钽	POSCAP
Murata	(404) 436-1300	www.murata.com	陶瓷	
AVX		www.avxcorp.com	陶瓷， 钽	TPS 系列
Taiyo Yuden	(864) 963-6300	www.taiyo-yuden.com	陶瓷	

的电解电容器。ESR 应由供应商来规定，并应为 0.1Ω 或更小。这样一个电容器的体积将大于陶瓷电容器，并将具有一个较大的电容值，因为电容器必须很大才能实现低 ESR。表 2 罗列了一些电容器供应商。

图 4 示出了选用几种不同输出电容器时 LT3493 的瞬态响应。输出为 3.3V。负载电流从 250mA 阶跃至 1A 并返回 250mA，示波器上的扫迹显示了输出电压。最上面的照片显示的是推荐值。中间的照片显示的是采用一个较大的输出电容器和一个相位超前电容器后实现的响应性能改善（压降较小）。最下面的照片给出的是采用一个高性能电解电容器时的响应曲线。瞬态性能由于大输出电容器的使用而得以提升。

BOOST 引脚的考虑

电容器 C3 和二极管 D2 用于生成一个高于输入电压的升压电压。在大多数场合，采用一个 $0.1 \mu\text{F}$ 电容器和快速开关二极管（例如 1N4148 或 1N914）将起到很好的效果。图 5 示出了升压电路的两种接线方法。BOOST 引脚电压必须至少比 SW 引脚电压高 2.3V，以实现最佳的效率。对于 3.3V 及更高的输出，标准电路（图 5a）是最好的。对于 3V 和 3.3V 之间的输出，应采用一个 $0.22 \mu\text{F}$ 电容器。对于 2.5V

和 3V 之间的输出，应采用一个 $0.47 \mu\text{F}$ 电容器和一个小型肖特基二极管（比如 BAT-54）。对于较低的输出电压，可将升压二极管连接至输入端（图 5b）。由于 BOOST 引脚电流来自一个较低的电压源，因此图 5a 所示电路的效率较高。您还必须确定 BOOST 引脚的最大额定电压未被超过。

如上文所述，LT3493 应用的最小工作电压受限于欠压闭锁（3.6V）和最大占空比。为了实现正确的启动，最小输入电压还受限于升压电路。如果输入电压缓慢斜坡上升，或者 LT3493 在输出已经处于调节状态的情况下利用其 SHDN 引脚来接通，则升压电容器有可能未被充满电。由于升压电容器是利用电感器中的储能来充电的，因此，该电路将依靠某个最小负载电流来使升压电路正确运行。该最小负载将取决于输入和输出电压以及升压电路的接线方法。一旦该电路起动，则最小负载通常变至零。图 6 示出了最小负载的起动和运行与输入电压的函数关系曲线图。在许多场合中，放电输出电容器将向开关电源提供一个负载，这将允许它起动。该曲线图给出了最坏情况（ V_{IN} 非常缓慢地斜坡上升）。对于较低的起动电压，可把升压二极管连接至 V_{IN} ；不过，这将把输入范围限制为 BOOST 引脚绝对最大额定值的 $1/2$ 。

应用信息

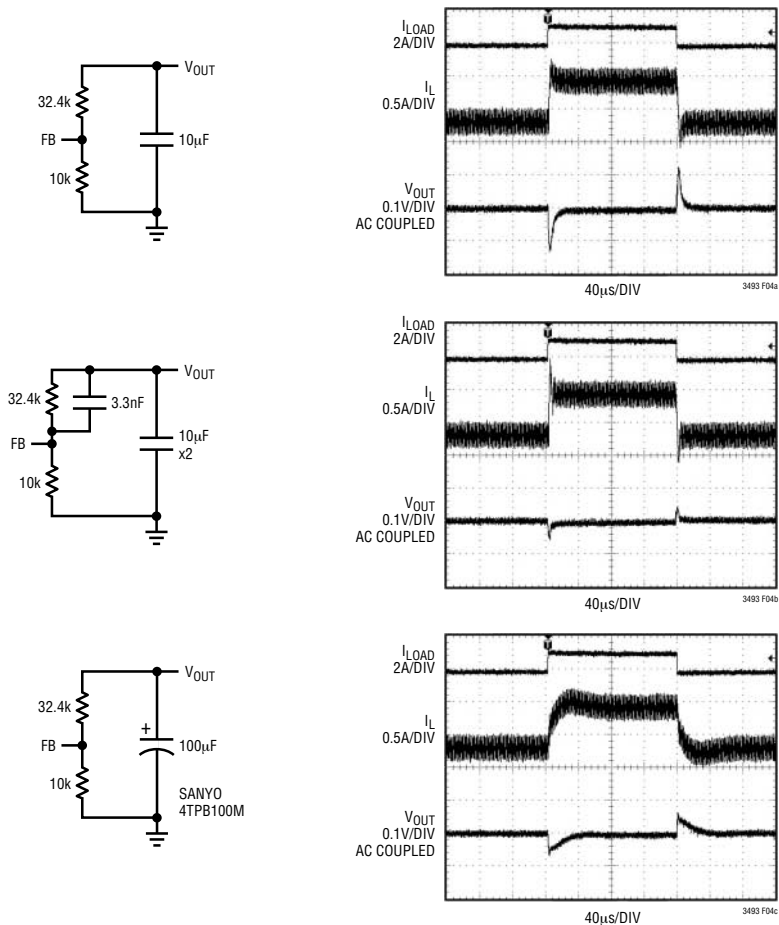


图 4：采用不同输出电容器时 LT3493 的瞬态负载响应（负载电流从 250mA 阶跃至 1A）。 $V_{IN} = 12V$ ， $V_{OUT} = 3.3V$ ， $L = 10\mu H$

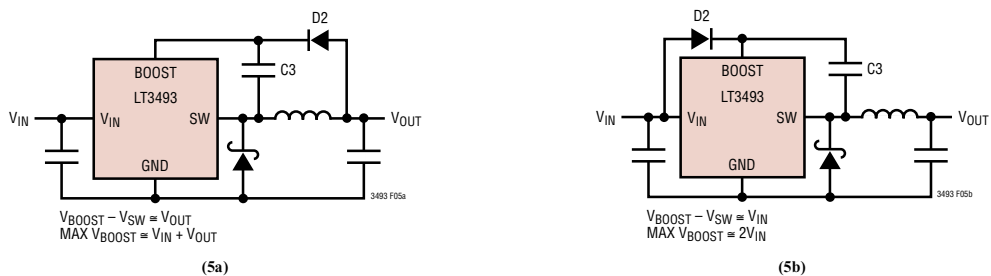


图 5：用于生成升压电压的两款电路

应用信息

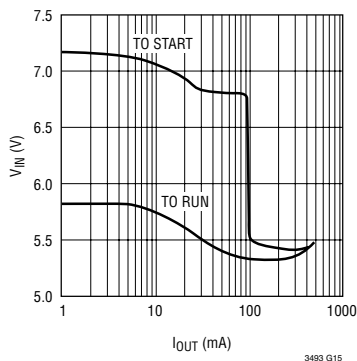
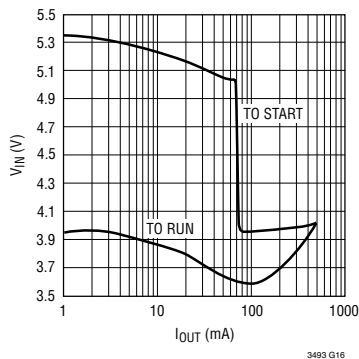
(6a) 典型最小输入电压， $V_{OUT} = 5V$ (6b) 典型最小输入电压， $V_{OUT} = 3.3V$

图 6

在轻负载条件下，电感器电流变成不连续的电流，而且有效占空比会非常高。这将把最小输入电压降至比 V_{OUT} 高 400mV 左右。在较高的负载电流条件下，电感器电流是连续的，且占空比受限于 LT3493 的最大占空比，因而需要一个较高的输入电压来维持稳压作用。

软起动

\overline{SHDN} 引脚可被用于实现 LT3493 的软起动，以减小启动期间的最大输入电流。 \overline{SHDN} 引脚是通过一个外部 RC 滤波器来驱动的，以在该引脚上生成一个电压斜坡。图 7 示出了采用和不采用软起动电路时的启动波形。通过选择一个大 RC 时间常数，可将峰值启动电流减小至实现输出稳压所需的电流值，且无过冲现象。应选择合适的电阻器阻值，这样它就能在 \overline{SHDN} 引脚电压达到 2.3V 时提供 20 μ A 的电流。

短路和反向输入保护

如果电感器的选择令其不会发生过度饱和，则一个 LT3493 降压型稳压器将容许一个短路输出。在那些当 LT3493 的输入未接入的时候将把输出保持于

高电平的系统，需要考虑另一种情况。在电池充电应用或一个电池或其他某个电源与 LT3493 的输出进行二极管“或”运算的电池后备系统中，有可能出现这种情形。如果允许 V_{IN} 引脚浮置且 \overline{SHDN} 引脚被保持于高电平(通过一个逻辑信号来实现或因其与 V_{IN} 相连的缘故而如此)，则 LT3493 的内部电路将从其 SW 引脚来获得静态电流。如果您的系统在该状态中能够承受几毫安 (mA) 的电流，则这没有任何问题。如果您将 \overline{SHDN} 引脚接地，则 SW 引脚电流将基本下降至零。然而，如果 V_{IN} 引脚在输出被保持于高电平的情况下接地，则 LT3493 内部的寄生二极管能够通过 SW 引脚和 V_{IN} 引脚从输出获取大电流。图 8 示出了一款将只在输入电压接入的情况下运行并可保护器件免受短路或反向输入之损害的电路。

热插拔安全

陶瓷电容器的小外形尺寸、坚固性和低阻抗使得它们很有希望被选择用作 LT3493 电路的输入旁路电容器。然而，如果 LT3493 被插入一个通电电源，则这些电容器将会引发一些问题(完整的讨论请见凌特公司出版的“应用指南 88”)。低损耗陶瓷电容器和



图 7：为了实现 LT3493 的软起动，应在 $\overline{\text{SHDN}}$ 引脚上增设一个电阻器和电容器。

$$V_{\text{IN}} = 12\text{V}, V_{\text{OUT}} = 3.3\text{V}, C_{\text{OUT}} = 10\mu\text{F}, R_{\text{LOAD}} = 5\Omega$$

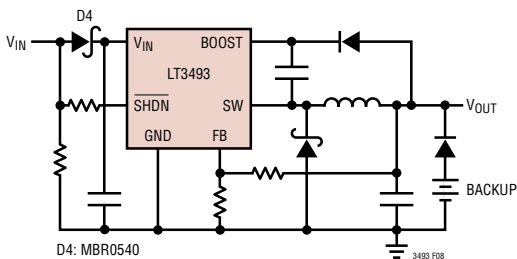
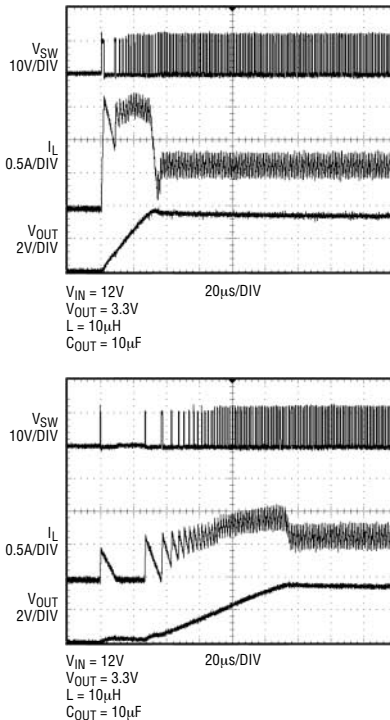


图 8：二极管 D4 用于防止一个短路输入对一个与输出端相连的后备电池进行放电；它还起到了保护电路免遭反向输入损坏的作用。LT3493 仅在输入电压接入的情况下运行

与电源相串联的杂散电感组合起来，形成了一个欠阻尼谐振电路，而且，LT3493 的 V_{IN} 引脚上的电压会产生两倍于标称输入电压的振铃，并很可能超过 LT3493 的额定电压，从而导致器件受损。如果未能很好地控制输入电源，或者用户将把 LT3493 插入一个通电电源，则应适当地设计输入网络以防止该过冲的发生。

图 9 示出了当一个 LT3493 电路通过一根长 6 英尺的 24-gauge 双绞线与一个 24V 电源相连时所产生的波形。第一幅曲线图是在输入端上采用一个 2.2µF 陶瓷电容器时的响应。输入电压振铃高达

应用信息

35V，输入电流峰值为 20A。一种对谐振电路进行阻尼的方法是在电路中增设另一个电容器和一个串联电阻器。在图 9b 中，增设了一个铝电解电容器。该电容器的高等效串联电阻可对电路进行阻尼，并消除了电压过冲。额外的电容器改善了低频纹波滤波，并能够使电路的效率略有提高，但它很有可能是电路中尺寸最大的元件。图 9c 示出了一种替代解决方案。增设了一个与输入端相串联的 1Ω 电阻器，旨在消除电压过冲(它还减小了峰值输入电流)。一个 $0.1\mu\text{F}$ 电容器改善了高频滤波。与采用电解电容器时相比，该解决方案的外形尺寸较小，且成本较低。对于高输入电压，其对效率的影响是轻微的，例如：对于一个 5V 输出，当在 24V 输入电压条件下满负载运作时，效率降幅不到 0.5%。

频率补偿

LT3493 采用电流模式控制来调节输出。这简化了环路补偿。特别地，LT3493 不需要借助输出电容器的 ESR 来实现稳定，因而允许采用陶瓷电容器来实现低输出纹波和小电路尺寸。

图 10 示出了 LT3493 控制环路的一个等效电路。误差放大器是一个具有有限输出阻抗的跨导放大器。由调制器、电源开关和电感器组成的电源部分被模拟为一个跨导放大器，用于生成一个与 V_C 节点上的电压成比例的输出电流。请注意，输出电容器负责对该电流进行积分，而 V_C 节点上的电容器 (C_C) 则用于对误差放大器输出电流进行积分，从而在环路中产生了两个极点。 R_C 提供了一个零点。当采用推荐的输出电容器时，环路交叉频率出现在 $R_C C_C$

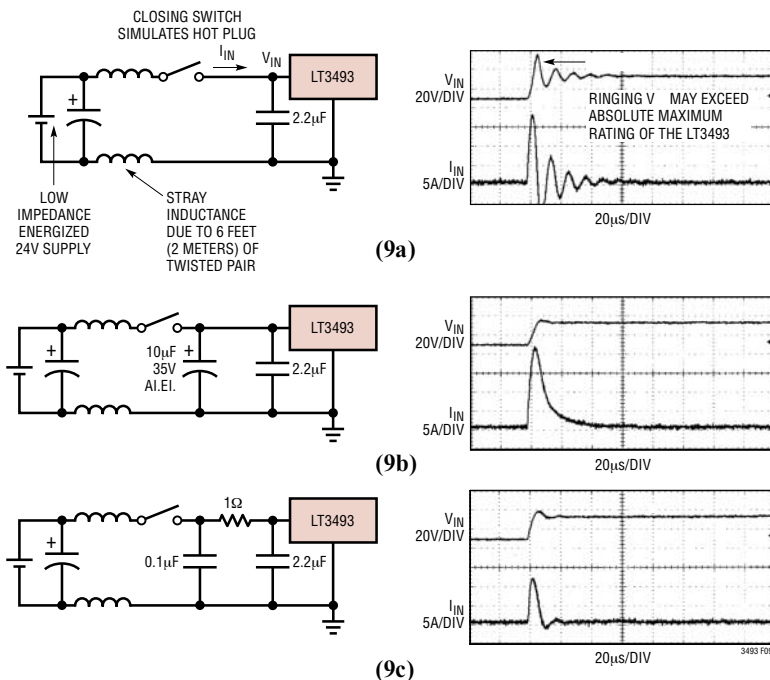


图 9：一个精心挑选的输入网络可在 LT3493 与一个通电电源相连的情况下防止发生输入电压过冲，并确保可靠的运作。

应用信息

零点以上。只要电感值不太高，而且环路交叉频率远远低于开关频率，则这种简单的模型将很奏效。当采用一个较大的陶瓷电容器（非常低的 ESR）时，交叉频率可能较低，而在反馈分压器两端跨接一个相位超前电容器 (C_{PL}) 可以改善相位余量和瞬态响应。大电解电容器可能具有足以生成一个附加零点的大 ESR，可不必采用相位超前电容器。

如果输出电容器不同于推荐的电容器，则应在所有的工作条件下检查稳定性，包括负载电流、输

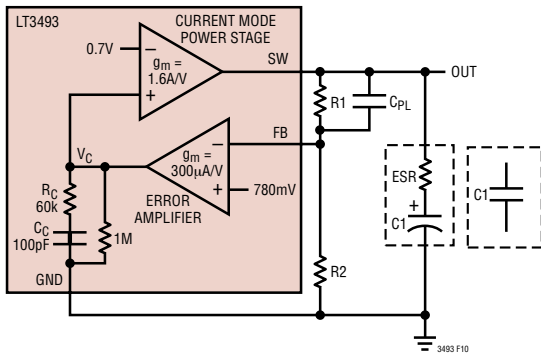


图 10：用于环路响应的电路模型

入电压和温度。LT1375 数据表对环路补偿进行了更加全面彻底的讨论，并说明了采用一个瞬变负载来测试稳定性的方法。

PCB 布局

为了实现正确的操作和最小的 EMI，在进行印刷电路板布局时必须谨慎。图 11 示出了推荐的元件布局，并标出了走线、接地平面和通孔的位置。需注意流过 LT3493 的 V_{IN} 和 SW 引脚、箝位二极管 (D1) 和输入电容器 (C2) 的大开关电流。由这些元件所形成的环路应尽可能小，并只在一处与系统地相连。这些元件应和电感器和输出电容器布设在电路板的同一侧，而且其接线应做在该电路层上。在这些元件的下方设置一个完整的本机接地平面，并在一个位置(最好是在输出电容器 C1 的接地端)上将此接地平面与系统地相连。SW 和 BOOST 节点应尽可能小。最后，应保持很小的 FB 节点，这样接地引脚和接地走线将使之免受 SW 和 BOOST 节点的影响。在靠近 LT3493 的裸露 GND 衬垫的地方布设通孔，以帮助把热量从 LT3493 散逸至接地平面。

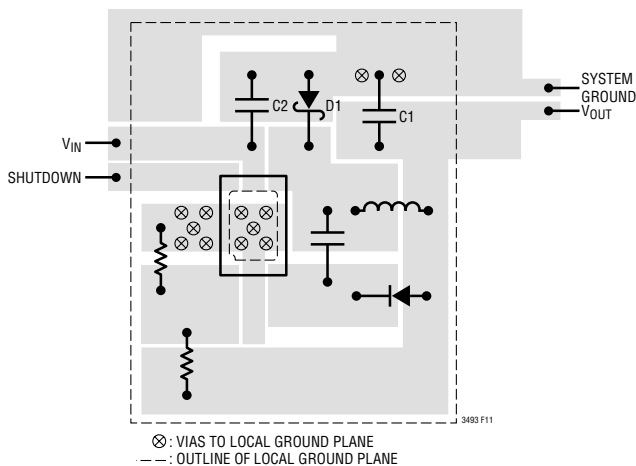


图 11：上佳的 PCB 布局保证了正确的低 EMI 操作

应用信息

高温的考虑

LT3493 的芯片温度必须低于 125°C 的最大额定值。这通常不是一个问题，除非环境温度高于 85°C 。对于较高的温度，在电路布局时需谨慎，以确保 LT3493 的良好散热。当环境温度接近 125°C 时，最大负载电流应降额使用。片温度是通过把 LT3493 的功耗与从结点至环境的热阻相乘来计算的。LT3493 的内部功耗可通过从一个效率测量结果计算出总功耗并减去箝位二极管损耗来加以估算。满负载条件下的最终温升几乎与输入电压无关。热阻取决于电路板的布局，但是，对于 $(2\text{mm} \times 3\text{mm})$ DFN (DCB) 封装而言，典型值为 $64^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 。

输出高于 6V

对于高于 6V 的输出，应在电感器的两端增设一

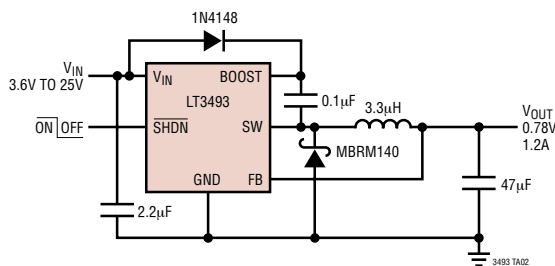
个 1k 至 2.5k 的电阻器，用于对 SW 节点的不连续振荡进行阻尼，以防止产生不需要的 SW 电流。“典型应用”部分中的“12V 降压型转换器电路”显示了该电阻器的位置。还应注意，对于 6V 以上的输出，输入电压范围将受限于 BOOST 引脚的最大额定值。该 12V 电路示出了如何采用一个额外的齐纳二极管来克服这一限制。

凌特公司的其他相关出版物

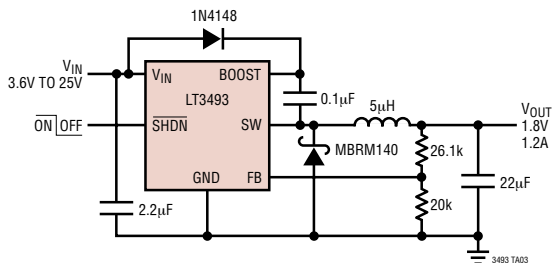
应用指南 (Application Notes) AN19、AN35 和 AN44 包含更多有关降压型稳压器和其他开关稳压器的详细说明和设计信息。LT1376 数据表对输出纹波、环路补偿和稳定性测试进行了更加广泛的讨论。“设计要点”DN100 说明了如何采用一个降压型稳压器来生成一个双极输出电源。

典型应用

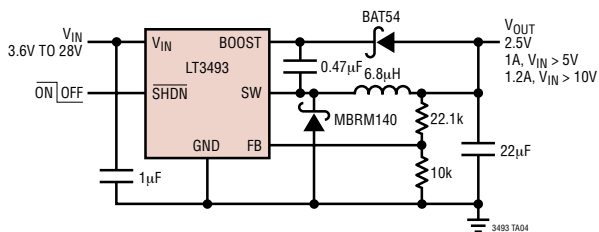
0.78V 降压型转换器



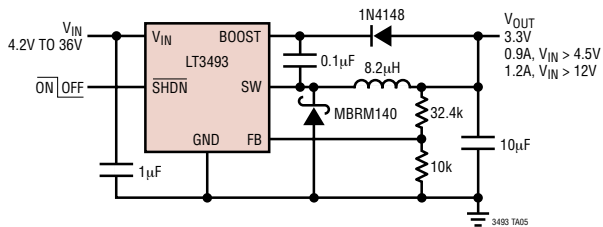
1.8V 降压型转换器



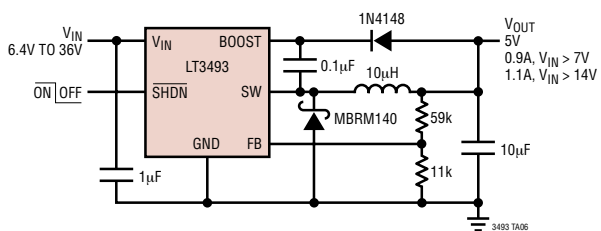
2.5V 降压型转换器



3.3V 降压型转换器

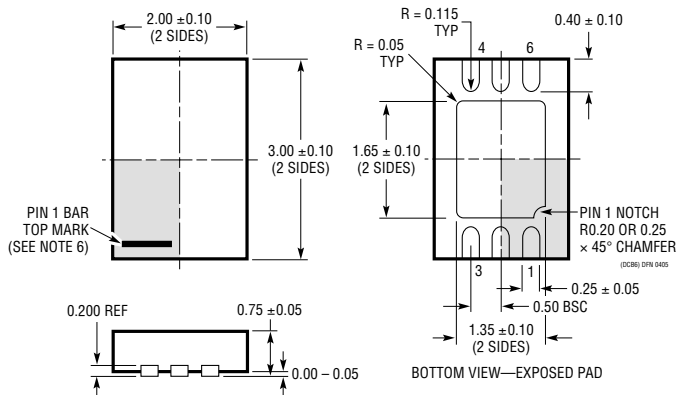
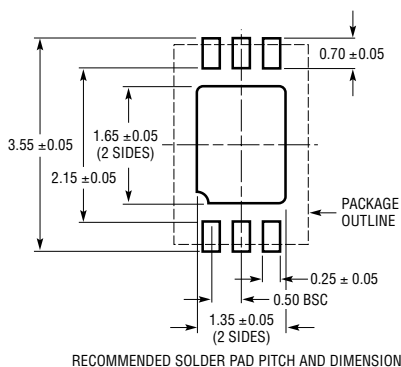


5V 降压型转换器



封装描述

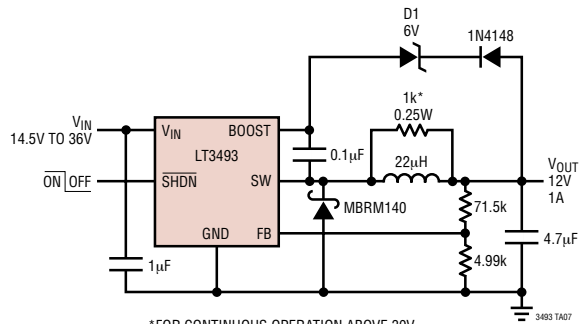
DCB 封装
6 引脚塑料 DFN (2mm × 3mm)
(参考 LTC DWG # 05-08-1715)



- NOTE:
1. DRAWING TO BE MADE A JEDEC PACKAGE OUTLINE M0-229 VARIATION OF (TBD)
 2. DRAWING NOT TO SCALE
 3. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 4. DIMENSIONS OF EXPOSED PAD ON BOTTOM OF PACKAGE DO NOT INCLUDE MOLD FLASH. MOLD FLASH, IF PRESENT, SHALL NOT EXCEED 0.15mm ON ANY SIDE
 5. EXPOSED PAD SHALL BE SOLDER PLATED
 6. SHADED AREA IS ONLY A REFERENCE FOR PIN 1 LOCATION ON THE TOP AND BOTTOM OF PACKAGE

典型应用

12V 降压型转换器



*FOR CONTINUOUS OPERATION ABOVE 30V
USE TWO 2k, 0.25W RESISTORS IN PARALLEL.
D1: CMD25235B

相关器件

器件型号	描述	备注
LT1766	60V, 1.2A I _{OUT} , 200kHz 高效降压型 DC/DC 转换器	V _{IN} : 5.5V 至 60V, V _{OUT(MIN)} = 1.2V, I _Q = 2.5mA, I _{SD} = 25µA, TSSOP16/TSSOP16E 封装
LT1933	36V, 600mA I _{OUT} , 500kHz 高效降压型 DC/DC 转换器	
LT1936	36V, 1.4A I _{OUT} , 500kHz 高效降压型 DC/DC 转换器	
LT1940	25V, 双通道 1.4A I _{OUT} , 1.1MHz 高效降压型 DC/DC 转换器	V _{IN} : 3.6V 至 25V, V _{OUT(MIN)} = 1.25V, I _Q = 3.8mA, I _{SD} = <30µA, TSSOP16E 封装
LT1976	具有突发模式 (Burst Mode [®]) 操作功能的 60V, 1.2A I _{OUT} , 200kHz 高效降压型 DC/DC 转换器	V _{IN} : 3.3V 至 60V, V _{OUT(MIN)} = 1.2V, I _Q = 100µA, I _{SD} = <1µA, TSSOP16E 封装
LT3010	80V, 50mA, 低噪声线性稳压器	V _{IN} : 1.5V 至 80V, V _{OUT(MIN)} = 1.28V, I _Q = 30µA, I _{SD} = <1µA, MS8E 封装
LTC3407	双通道 600mA I _{OUT} , 1.5MHz 同步降压型 DC/DC 转换器	V _{IN} : 2.5V 至 5.5V, V _{OUT(MIN)} = 0.6V, I _Q = 40µA, I _{SD} = <1µA, MS10E 封装
LT3430/LT3431	60V, 2.75A I _{OUT} , 200kHz/500kHz 高效降压型 DC/DC 转换器	V _{IN} : 5.5V 至 60V, V _{OUT(MIN)} = 1.2V, I _Q = 2.5mA, I _{SD} = 30µA, TSSOP16E 封装
LT3470	40V, 200mA I _{OUT} , 26µA I _Q , 降压型 DC/DC 转换器	

Burst Mode 是凌特公司的注册商标。