

单节电池提供 350mA 的 LED 驱动器

特 点

- 350mA 恒定电流输出
- 符合 2.8V 至 4V 输出
- 单节或两节 NiMH 或碱性电池输入
- 同步整流：效率高达 90%
- 固定工作频率：1.3MHz
- 低静态电流：<1mA
- 非常低的停机电流：<50 μ A
- 开路 LED 输出被限制为 4.7V
- V_{IN} 范围：1V 至 3.2V
- 调光控制
- 旨在保护电池的欠压闭锁功能
- 采用扁平（高度仅 0.75mm）3mm \times 3mm 耐热增强型 8 引脚 DD 和 S8 封装

应 用

- 便携式照明
- 可再充电闪光灯

描 述

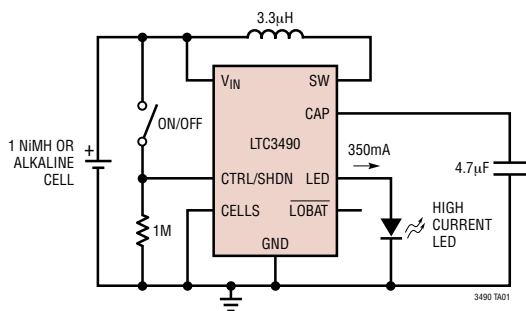
LTC[®]3490 为 1W LED 应用提供了一种恒定电流驱动。它是一款高效升压型转换器，采用单节或两节 NiMH 或碱性电池作为工作电源，可产生 350mA 的恒定电流，并符合高达 4V 的电压规格。它包含一个 100m Ω NFET 开关和一个 130m Ω PFET 同步整流器。在内部将固定开关频率设定为 1.3MHz。

如果输出负载断接，则 LTC3490 将输出电压限制为 4.7V。它还具有一种模拟调光能力，可按照与 CTRL/SHDN 引脚电压成比例的方式来减小驱动电流。当电池电压降至每节 1V 以下时，将传送一个低电池电量逻辑输出信号。当电池电压降至每节 0.85V 以下时，欠压闭锁电路将关断 LTC3490。对反馈环路实施内部补偿，旨在最大限度地减少元件数目。

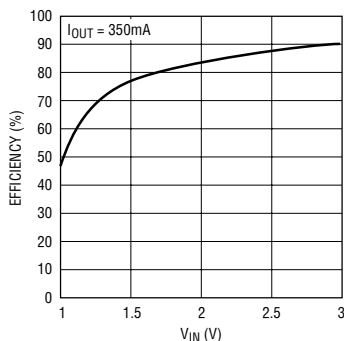
LT、LT、LTC 和 LTM 是凌力尔特公司的注册商标。
所有其它商标均为其各自拥有者的产权。

典型应用

采用单节电池且元件数目极少的 LED 驱动器



在 $V_{LED} = 3.5V$ 时效率与 V_{IN} 的关系



LTC3490

绝对最大额定值 (注1)

电源电压 (V _{IN})	−0.3V 至 6V	工作温度范围 (注 2)	−40°C 至 85°C
输入电压 (CTRL/SHDN, CELLS)	−0.3V 至 6V	贮存温度范围	−65°C 至 125°C
输出电压 (CAP, LED, SW)	−0.3V 至 6V	引脚温度 (焊接时间 10 秒, S8 封装)	300°C

封装/订购信息

<div><p>TOP VIEW</p><p>CELLS 1 8 CTRL/SHDN VIN 2 7 LOBAT SW 3 6 CAP GND 4 5 LED</p><p>DD PACKAGE 8-LEAD (3mm × 3mm) PLASTIC DFN</p><p>$T_{JMAX} = 125^{\circ}\text{C}$, $\theta_{JA} = 43^{\circ}\text{C/W}$ (NOTE 4) EXPOSED PAD (PIN 9) IS GND MUST BE SOLDERED TO PCB (NOTE 5)</p></div>	<div><p>TOP VIEW</p><p>CELLS 1 8 CTRL/SHDN VIN 2 7 LOBAT SW 3 6 CAP GND 4 5 LED</p><p>S8 PACKAGE 8-LEAD PLASTIC SO</p><p>$T_{JMAX} = 125^{\circ}\text{C}$, $\theta_{JA} = 150^{\circ}\text{C/W}$ (NOTE 4)</p></div>		
产品型号	DDB 器件标记	产品型号	DDB 器件标记
LTC3490EDD	LBRQ	LTC3490ES8	3490
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, 请咨询凌力尔特公司。

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°C。V_{IN} = 2.5V, 除非特别注明。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V _{IN}	输入电源范围		1		3.2	V
V _{IN(START)}	最小启动电压	(注 3)		0.9	1	V
I _{LED(MAX)}	LED 驱动电流	V _{CTRL/SHDN} = V _{IN} , DD 封装 25°C 至 85°C −40°C 至 <25°C	330 310	350 350	370 385	mA mA
		V _{CTRL/SHDN} = V _{IN} , S8 封装 25°C 至 85°C −40°C 至 <25°C	337 325	350 345	363 365	mA mA
I _{LED(SHDN)}	待机模式中的 LED 驱动电流	V _{CTRL/SHDN} = 0V		0.1	1	μA
V _{LED}	符合的输出电压		● 2.8		4	V
V _{LED(OVL)}	输出电压过压限值	开路 LED	● 4.2		4.7	V
I _{IN(SHDN)}	输入电流, 待机模式	V _{CTRL/SHDN} = 0V, 不包括开关漏电流		20	50	μA
I _{IN(ACTIVE)}	输入电流, 运行模式	不包括负载功率		20	30	mA
f _{SW}	开关频率		● 1.0	1.3	1.6	MHz
I _{L(NMOS)}	漏电流, NMOS 开关			0.1		μA
R _{ON(NMOS)}	接通电阻, NMOS 开关			0.1		Ω

3490fa

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 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。 $V_{IN} = 2.5\text{V}$, 除非特别注明。

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$I_L(\text{PMOS})$	漏电流, PMOS 开关			0.1		μA
$R_{ON}(\text{PMOS})$	接通电阻, PMOS 开关			0.13		Ω
V_{IH}	输入为高电平 (CELLS)		$V_{IN} - 0.4$			V
	输入为高电平 (SHDN)		$V_{IN} \cdot 0.9$			V
V_{IL}	输入为低电平 (CELLS)				0.4	V
	输入为低电平 (SHDN)		$V_{IN} \cdot 0.2$			V
I_{IN}	输入电流 (CTRL/SHDN, CELLS)			0.01		μA
K_{CTRL}	控制增益, I_{LED}/V_{CTRL}	根据 V_{IN} 来调节线性度, $V_{IN} = 1\text{V}$		500		mA/V
$R_{ON}(\text{LOBAT})$	接通电阻, LOBAT 输出	$V_{IN} < V_{IN}(\text{LOBAT})$	●		300	Ω
$V_{IN}(\text{LOBAT1})$	输入电压, 低电池电量, 单节电池	$V_{CELLS} = 0\text{V}$	●	0.8	1.12	V
$V_{IN}(\text{LOBAT2})$	输入电压, 低电池电量, 两节电池	$V_{CELLS} = V_{IN}$	●	1.8	2.24	V
$V_{IN}(\text{UVLO2})$	输入电压, 欠压闭锁, 两节电池	$V_{CELLS} = V_{IN}$	●	1.4	1.8	V
$V_{IN}(\text{UVLO1})$	输入电压, 欠压闭锁, 单节电池	$V_{CELLS} = 0\text{V}$	●	0.7	0.9	V

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坏。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: LTC3490 保证满足 0°C 至 70°C 之间的性能指标。 -40°C 至 85°C 工作温度范围内的指标通过设计、特性分析以及统计过程控制中的相关性来保证。

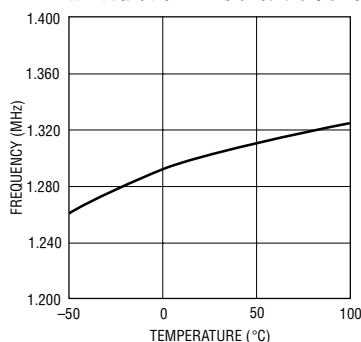
注 3: 一旦 LED 电压升至 2.3V 以上, LTC3490 输入电压将有可能降至最小启动电压以下。

注 4: 该器件具有用于在短暂过载条件下对器件提供保护的过热保护功能。当过热保护功能生效时, 最大结温有可能被超过。连续工作于高于规定的最大工作结温时有可能导致器件性能劣化或发生故障。

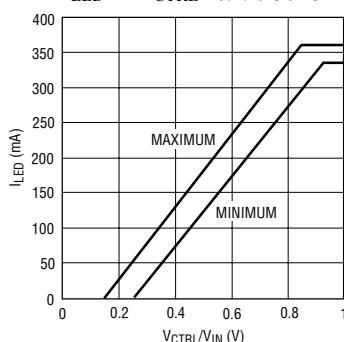
注 5: DFN 封装的裸露衬垫必须焊接至一个 PCB 衬垫, 以实现最佳的导热性。该衬垫必须连接至地。

典型性能特征

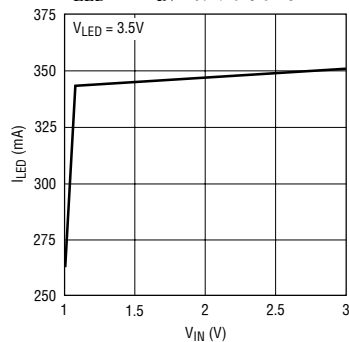
振荡器频率与温度的关系曲线



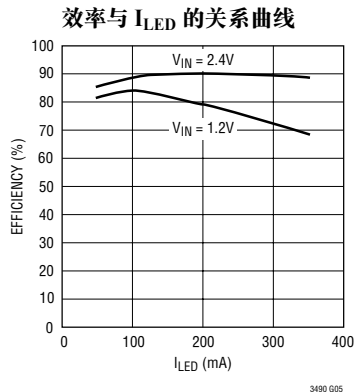
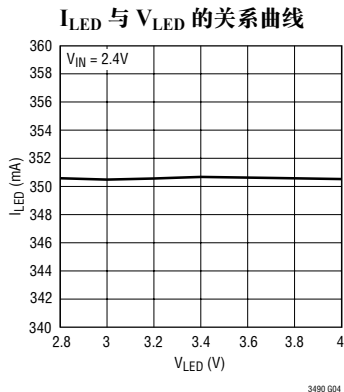
I_{LED} 与 V_{CTRL} 的关系曲线



I_{LED} 与 V_{IN} 的关系曲线



典型性能特征



引脚功能

CELLS (引脚 1)：用于设定低电池电量和欠压停机门限的逻辑输入。一个逻辑低电平(连接至 GND)将设定针对单节电池的门限。一个逻辑高电平(连接至 V_{IN})将设定针对两节电池的门限。

V_{IN} (引脚 2)：电源电压。

SW (引脚 3)：开关输入。将该引脚连接至一个从 V_{IN} 引出的外部电感器。

GND (引脚 4)：电路地。

LED (引脚 5)：至 LED 的输出驱动电流。

CAP (引脚 6)：滤波电容器。应将一个 4.7 μ F 低 ESR 电容器连接至该引脚。

\overline{LOBAT} (引脚 7)：指示一个低电池电量条件的低态有效、漏极开路逻辑输出。

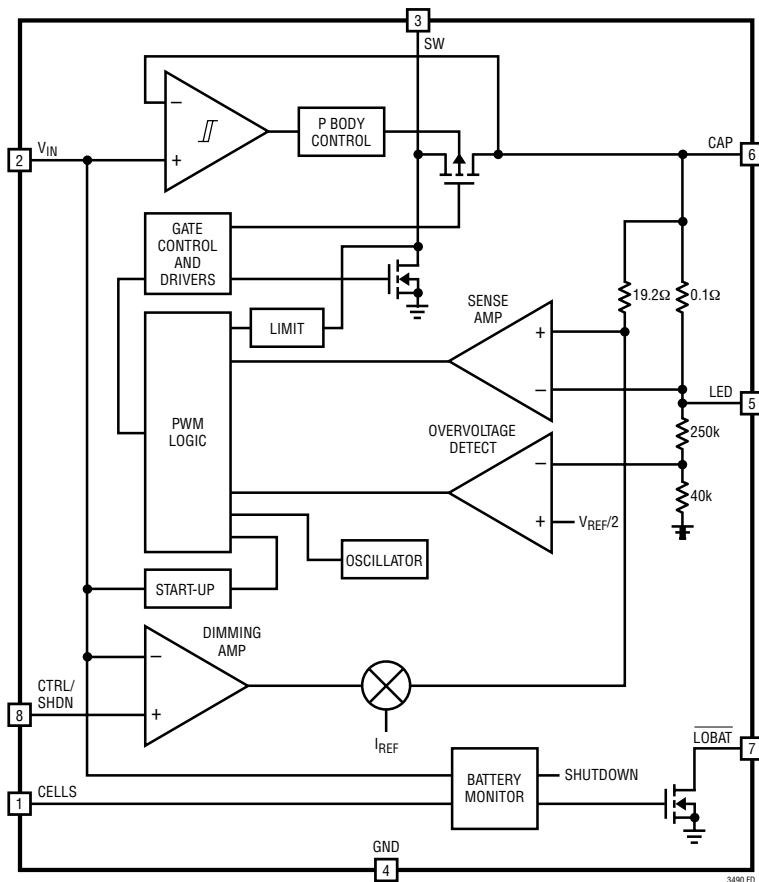
CTRL/SHDN (引脚 8)：模拟控制电压和停机。当 $V_{IN} \cdot 0.2 < V_{CTRL} < V_{IN} \cdot 0.9$ 时，LED 驱动电流按下式变化：

$$I_{LED} = 500 \cdot \left(\frac{V_{CTRL}}{V_{IN}} - 0.2 \right) \text{ mA}$$

当 $V_{CTRL} > V_{IN} \cdot 0.9$ 时，LED 驱动电流被箝位于 350mA。而当 $V_{CTRL} < V_{IN} \cdot 0.2$ 时，则器件处于低功耗停机模式。

裸露衬垫 (引脚 9, DD 封装)：地。必须将该引脚焊接至 PCB，以提供至地的电接触以及至 PCB 的上佳热接触。

功能示意图



工作原理

LTC3490 是一款用于 1W 高亮度白光 LED 的高效、恒定电流源。这些高亮度 LED 需要一个 350mA 的固定电流和一个符合 2.8V 至 4V 的电压。

LTC3490 以单节或两节 NiMH 或碱性电池为工作电源。它起一个升压转换器的作用，并具有一个用于提供控制反馈的电流检测电阻器。如果电池电压高于所需的 LED 顺应性，则其将周期性地关断以维持正确的平均电流。它具有一个低电压启动电路，该电路可在输入电压仅为 1V 的条件下启动。一旦驱动电压超过 2.3V，则电路将从驱动电压获得工作电源。

所有的环路补偿均在内部进行；只需要主滤波电容器以实现稳定操作。

调光功能

在 CTRL/SHDN 引脚与 V_{IN} 相连的正常操作过程中，LED 驱动电流被控制于 350mA。可通过改变 CTRL/SHDN 引脚上的电压来减小驱动电流。

当 $V_{IN} \cdot 0.2 < V_{CTRL} < V_{IN} \cdot 0.9$ 时，LED 电流与 V_{CTRL}/V_{IN} 成比例。这使得能够采用一个从 V_{IN} 引出

的简单电位计来控制电流，而不易受到电池电压的影响。LED 驱动电流由下式给出：

$$I_{LED} = 500 \cdot \left(\frac{V_{CTRL}}{V_{IN}} - 0.2 \right) \text{ mA}$$

当 $V_{CTRL} > V_{IN} \cdot 0.9$ 时，LED 驱动电流被箝位于 350mA。

开路保护

由于该器件是一个试图向负载输送驱动电流的升压型转换器，因此，一个开路或高阻抗负载将导致稳压器环路提高输出电压(以求实现稳压)。为了保护器件，最大输出电压在所有情况下均被限制于 4.7V。

欠压检测和保护

欠压闭锁功能可防止产生过大的电感器峰值电流，并保护电池免遭能使其受损的深度放电。低电池电量指示器可使最终用户在电池的使用寿命即将终结时有所察觉。

应用信息

LTC3490 的操作只需要 4 个外部元件：一个电感器、一个输出电容器、一个开关和一个下拉电阻器。电感器和电容器的标称值被分别设定为 3.3μH 和 4.7μF。任选的元件包括一个输入电容器和调光电阻器。

元件选择

电感器的选择

LTC3490 的高工作频率允许采用小型表面贴装电感器。最小电感值与工作频率成比例，并受限于以下约束条件：

$$L \geq \frac{3}{f} \text{ H}$$

以及

$$L \geq \frac{V_{IN(MIN)} \cdot (V_{OUT(MAX)} - V_{IN(MIN)})}{f \cdot \text{纹波} \cdot V_{OUT(MAX)}} \text{ H}$$

式中：

f = 工作频率 (Hz)

纹波 = 电感器电流纹波 (A)

$V_{IN(MIN)}$ = 最小输入电压 (V)

$V_{OUT(MAX)}$ = 最大输出电压 (V)

电感器电流纹波通常被设定为电感器电流的 20% 至 40%。

峰值电感器电流由下式给出：

$$I_{LPK} = I_{OUT} \frac{(V_{OUT} + I_{OUT} \cdot R_P) - R_N \cdot I_{IN}}{V_{IN} - R_N \cdot I_{IN}} + \frac{V_{IN}(V_{OUT} - V_{IN})}{2 \cdot L \cdot f \cdot V_{OUT}}$$

式中：

V_{IN} = 输入电压 (V)

V_{OUT} = 输出电压 (V)

I_{OUT} = LED 驱动电流 (A)

I_{IN} = 输入电流 = $V_{OUT}/V_{IN} \cdot I_{OUT}$ (A)

R_P = PFET 开关的 $R_{DS(ON)}$ (Ω)

R_N = NFET 开关的 $R_{DS(ON)}$ (Ω)

为了获得高效率，应选择一个采用高频磁芯材料 (例如：铁氧体) 的电感器，以降低磁芯损耗。该电感器必须具有低 ESR (等效串联电阻) 以降低 I^2R 损耗，并且必须能够在满负载条件下处理峰值电感器电流 (而不发生饱和现象)。在单节电池应用中，电感器 ESR 必须低于 25mΩ 以保持上升效率，并将输出电流维持于调节状态。两节电池应用能够承受高得多的 ESR (高达 75mΩ)，且效率的下降极小。模制扼流圈或片式电感器通常不具备足以支持 1A 至 2A 峰值电感器电流的磁芯。如果辐射噪声是一个需要关注的问题，则应采用环形芯、罐形磁芯或屏蔽线轴电感器以最大限度地降低辐射噪声。表 1 罗列了推荐的电感器。请仔细查看制造商的数据表；他们规定饱和电流的方式各不相同。

表 1：电感器信息

电感器产品型号	ESR (mΩ)	饱和电流 (A)
TOKO A918CY-3R3M	47	1.97
TYCO DN4835-3R3M	58	2.15
TDK SLF7045T-3R3M2R5	20	2.5

输出电容器的选择

输出电容器的数值和等效串联电阻 (ESR) 是产生输出纹波的主要因素。输出纹波并不直接关乎 LED 驱动，这是因为 LED 将工作于平均电流值条件下。不过，一定不得超过 LED 的峰值脉动正向电流额定值，以避免其受损。

应用信息

输出纹波电压具有两个主要成份。第一个是归因于电容器的数值，并由下式给出：

VRCAP = (ILPK * VIN) / (C * VOUT * f)

第二个则归因于电容器的 ESR：

VR_{ESR} = I_{LPK} * R_{ESR}

LED 电流纹波和峰值脉动电流由下面的公式来计算：

IRLED = (VR_{CAP} * VR_{ESR}) / (R_{SENSE} + R_{LED})
I_{PPFC} = I_{OUT} + (IRLED / 2)

式中：

R_{SENSE} = 内部检测电阻器 = 0.1Ω
R_{LED} = LED 的动态阻抗

应采用低 ESR 电容器以最大限度地减小输出纹波。建议采用 X5R 或 X7R 型陶瓷电容器。表 2 罗列了一些元件供应商。

表 2：电容器信息

电容器产品型号	描述
TDK C2012X5R0J475K	4.7μF，6.3V，X5R 型 (0805 规格)
AVX 1210ZC475MAT	4.7μF，10V，X7R 型 (1210 规格)
Taiyo Yuden CELMK316BJ475ML	4.7μF，10V，X7R 型 (1206 规格)

输入电容器的选择

大多数电池供电型应用都不需要输入电容器。在电源供电式应用以及那些具长导线至电池的电池供电式应用中，采用一个低 ESR 3.3μF 电容器可减小开关噪声和峰值电流。

设计实例

本例将采用一个 Lumileds DS25 白光 LED。主要

规格如下：

V_F (I_F = 350mA 时) = 3.4 ±0.6V
R_{LED} = 1Ω
峰值脉动正向电流 = 0.5A

将针对单节或两节 NiMH 电池来计算元件的参数值，并假设充电终止电压为每节 0.9V。工作频率假定为 1MHz (即最坏情况低频)。容许的电感器纹波电流为 0.31A。表 3 列出了关键参数的概要。

表 3：关键参数概要

参数	单节电池	两节电池	单位
L _{MIN}	2.2	3.2	μH
选定 L	3.3	3.3	μH
I _{IN}	1.56	0.78	A
I _{LPK}	1.93	0.96	A
选定 C	4.7	4.7	μF
电容器 ESR	5	5	mΩ
VR _{CAP}	0.09	0.09	V
VR _{ESR}	0.01	0.005	V
IR _{LED}	0.10	0.09	A
I _{PPFC}	0.40	0.39	A

其中：

I_{LPK} 为峰值电感器电流
VR_{CAP} 为由输出电容器的容值所引起的纹波电压
VR_{ESR} 为由输出电容器的 ESR 所引起的纹波电压
IR_{LED} 为 LED 电流纹波
I_{PPFC} 为 LED 峰值脉动正向电流

PC 板布局检查清单

应将电感器和输出电容器布设在尽可能靠近 IC 的地方。使印制线尽可能地简短而宽阔。寄生电阻和电感会降低效率并增加纹波。

应使电池接线的电阻尽可能小。在单节电池应用中，仅仅 0.1Ω 的电池接线电阻便会对效率和电池寿命产生显著的影响。I²R 损耗有可能超过 100mW，而且转换器的工作效率下降。

应用信息

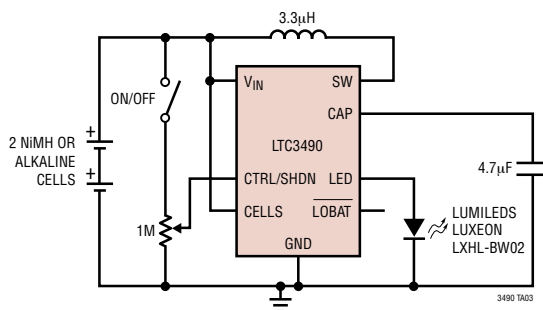
红光 Luxeon LED

红光、桔红光和琥珀光 Luxeon LED 的正向电压低于白光、蓝光和绿光 LED。由于 LTC3490 的内部电路由输出供电，因此，它需要一个 2.5V 的最小 LED 电压以实现可靠的操作。红光 LED 上的最小正向电压仅为 2.31V。为了进行正确的操作，LTC3490

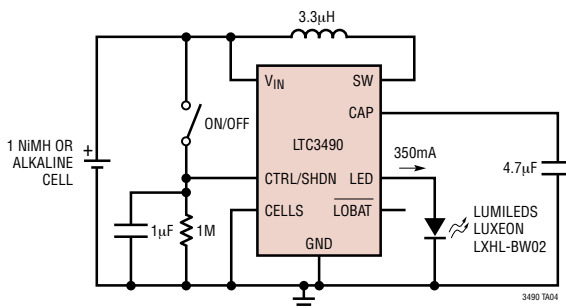
还需要 190mV 电压。在非调光型应用中，这可以通过采用一个与 LED 串联的 0.6Ω 电阻器来实现。在调光应用中，电阻器电压降至过低，因此建议采用一个肖特基二极管，以便在电流较低的条件下在输出端上保持足够的电压。

典型应用

采用两节电池的可调幅度 LED 驱动器

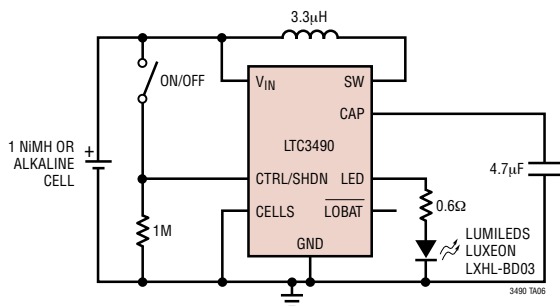


软关断 LED 驱动器

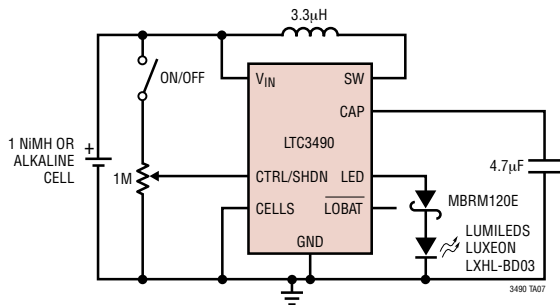
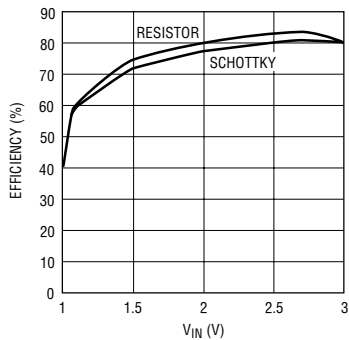


典型应用

不带调光功能的 Luxeon 红光 LED 驱动器



带调光功能的 Luxeon 红光 LED 驱动器

效率与 V_{IN} 的关系曲线 (红光 LED)

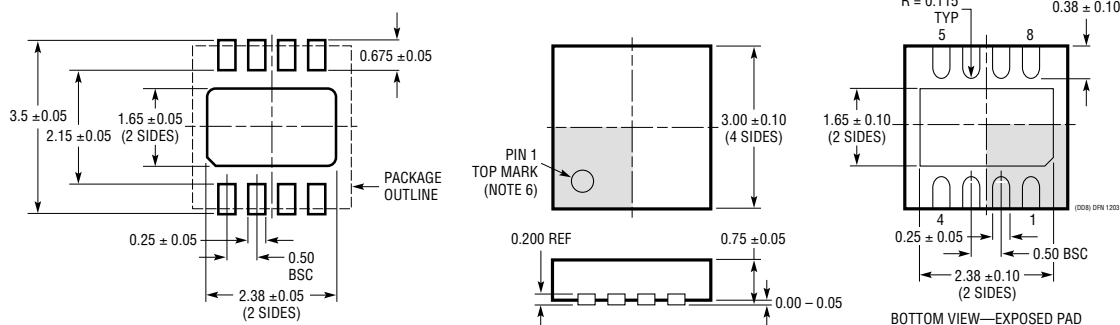
3490 G06

封装描述

DD 封装

8 引脚塑料 DFN (3mm×3mm)

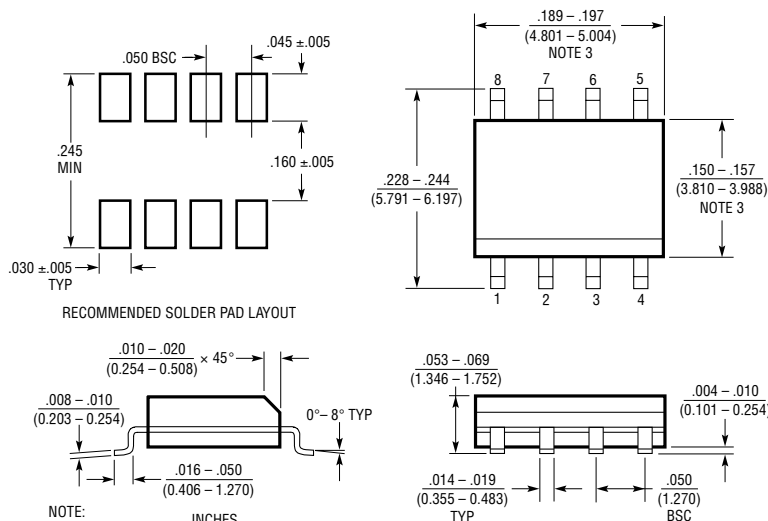
(参考 LTC DWG # 05-08-1698)



S8 封装

8 引脚塑料小外形 (窄式 .150 英寸)

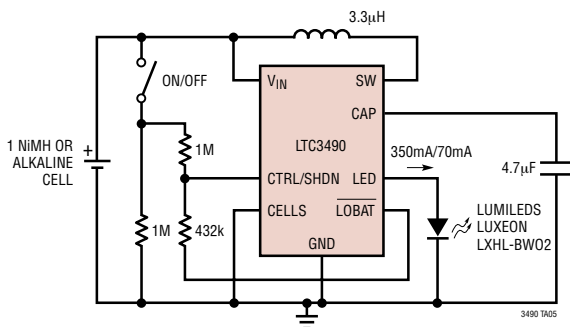
(参考 LTC DWG # 05-08-1610)



S08 0303

典型应用

LED 驱动器的驱动电流在低电池电量检测时降至 20% 幅度



相关器件

器件型号	描述	备注
LT®1618	恒定电流，恒定电压 1.4MHz，高效升压型稳压器	V_{IN} : 1.6V 至 18V， $V_{OUT(MAX)}$ = 34V， I_Q = 1.8mA， I_{SD} < 1 μ A，MS/EDD 封装
LT1932	恒定电流，1.2MHz，高效白光 LED 升压型稳压器	V_{IN} : 1V 至 10V， $V_{OUT(MAX)}$ = 34V， I_Q = 1.2mA， I_{SD} < 1 μ A，ThinSOT 封装
LT1937	恒定电流，1.2MHz，高效白光 LED 升压型稳压器	V_{IN} : 2.5V 至 10V， $V_{OUT(MAX)}$ = 34V， I_Q = 1.9mA， I_{SD} < 1 μ A，ThinSOT™/SC70 封装
LTC3205	高效率，多显示屏 LED 控制器	V_{IN} : 2.8V 至 4.5V， $V_{OUT(MAX)}$ = 6V， I_Q = 50 μ A， I_{SD} < 1 μ A，QFN24 封装
LTC3216	具有独立的闪光灯/电筒电流控制功能的 1A、低噪声、高电流 LED 充电器	V_{IN} : 2.9V 至 4.4V， $V_{OUT(MAX)}$ = 5.5V， I_Q = 300 μ A， I_{SD} < 2.5 μ A，DFN 封装
LTC3402	2A，3MHz 微功率同步升压型转换器	V_{IN} : 0.85V 至 5V， $V_{OUT(MAX)}$ = 5V， I_Q = < 38 μ A， I_{SD} < 1 μ A，MS/EDD 封装
LTC3453	采用 QFN 封装的 500mA 同步降压-升压型高电流 LED 驱动器	V_{IN} : 2.7V 至 5.5V， $V_{OUT(MAX)}$ = 5.5V， I_Q = 0.6mA， I_{SD} < 6 μ A，QFN 封装
LT3465/LT3465A	具有集成肖特基二极管的恒定电流，1.2MHz/2.7MHz，高效白光 LED 升压型稳压器	V_{IN} : 2.7V 至 16V， $V_{OUT(MAX)}$ = 34V， I_Q = 1.9mA， I_{SD} < 1 μ A，ThinSOT 封装
LT3466	具有集成肖特基二极管的双恒定电流，2MHz，高效白光 LED 升压型稳压器	V_{IN} : 2.7V 至 24V， $V_{OUT(MAX)}$ = 40V， I_Q = 5mA， I_{SD} < 16 μ A，DFN 封装
LT3479	具有软启动和涌入电流保护功能的 3A，全功能 DC/DC 转换器	V_{IN} : 2.5V 至 24V， $V_{OUT(MAX)}$ = 40V， I_Q = 6.5mA， I_{SD} < 1 μ A，DFN/TSSOP 封装

ThinSOT 是凌力尔特公司的商标。