

# 采用 LM364x 的无升压电感器设计，用于相机模块的长时间调焦



Xiaohu Qin, Robin Shao

## 摘要

在智能手机应用中，LED 闪光灯驱动单元在不同的工作模式中发挥着非常重要的作用，例如 Vlog 模式、视频模式、相机模式。LED 闪光灯驱动单元的更高性能将为最终用户带来更好的体验。德州仪器 (TI) 发布了 LM364x (LM3642、LM3643、LM3648、LM3644 和 LM36010) 系列，该系列 LED 闪存驱动器采用小于  $1.69 \times 1.31$  BGA 封装，最多可支持 2 通道 LED。在这份应用报告中，它提供了一个新颖的想法，即在没有升压电感器的情况下，使整个 PCB 尺寸更紧凑并节省成本。LM364x 系列可以帮助设计人员轻松实现 LED 闪光灯驱动单元设计，并具有更好的性能。

## 内容

1 引言.....	2
1.1 LM3644 主要规格.....	2
1.2 LM3644 简化方框图.....	2
2 采用 LM3644 的无升压电感闪光灯驱动设计.....	3
2.1 为什么尽量不使用升压电感解决方案？.....	3
2.2 用于双 LED 的 LM3644 无升压电感器原理图.....	3
2.3 用于单 LED 的 LM3644 无升压电感器原理图.....	4
2.4 无升压电感器设计、火炬模式、单 LED 的真实设计样本.....	4
3 不带升压电感器的 LM3644 的 PCB 布局技巧.....	7
4 参考文献.....	8

## 插图清单

图 1-1. LM3644 LED 闪光灯驱动器.....	2
图 2-1. LM3644 双通道不带升压电感器的双 LED 简化原理图.....	3
图 2-2. LM3644 双通道不带升压电感器的单 LED 简化原理图.....	4
图 2-3. LM3644 寄存器映射.....	5
图 2-4. LM3644 输入和输出.....	5
图 2-5. LED 的 $V_{\text{dropout}}$ .....	6
图 3-1. LM3644 双通道 PCB 布局.....	7

## 商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

## 1 引言

### 1.1 LM3644 主要规格

- 2.5V 至 5.5V 输入电压范围
- 双路独立 1.5A LED 电流源：在闪光灯模式下，可编程性每通道高达 1500mA
- 准确的可编程 LED 电流范围为 1.4mA 到 1.5A
- 手电筒电流最高可达 360mA (LM3644TT)
- 闪光电流高达 1500mA
- 支持闪光超时功能
- 支持输入电压闪存监视器 (IVFM)
- 尺寸：1.69mm × 1.31mm，DSBGA (12)

### 1.2 LM3644 简化方框图

LM3644 可支持市面上大部分的明星 LED 厂商产品，让 LED 闪光灯驱动设计更轻松。它最多可支持 2 通道 LED 闪烁或手电筒，每个通道的最大闪烁电流为 1.5A，手电筒电流为 360mA (LM3644TT)。LM3644 还支持闪光超时和 IVFM，以保持闪光 LED 和系统始终处于安全状态。

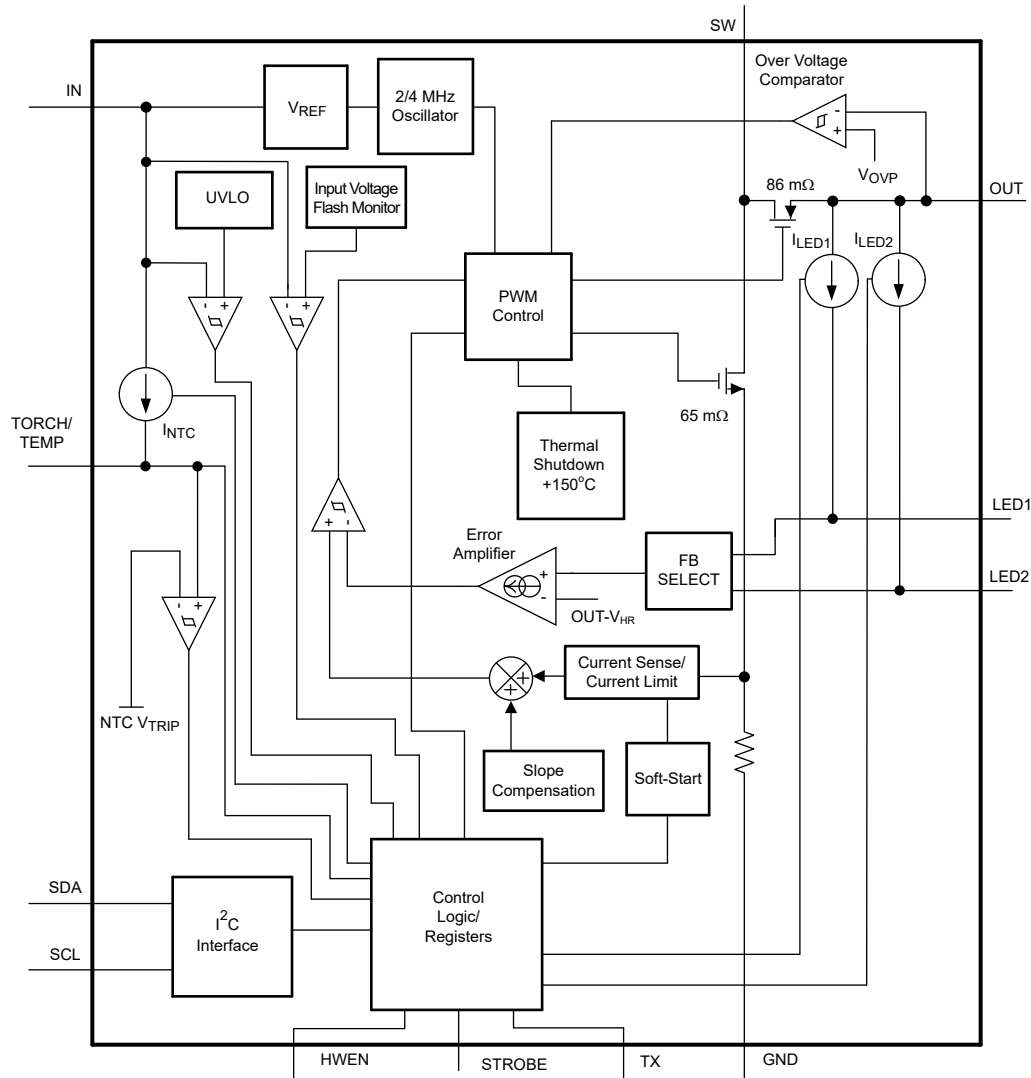


图 1-1. LM3644 LED 闪光灯驱动器

## 2 采用 LM3644 的无升压电感闪光灯驱动设计

### 2.1 为什么尽量不要使用升压电感解决方案？

在大多数智能手机应用中，系统的 UVP 阈值都在 3.6V 以上，而在 1A 或 1.5A 闪光灯电流条件下，大部分 LED 正向压降在 3V 左右，在此条件下，闪光灯驱动器将在线性模式或旁路模式下工作，表示升压电感器不参与，此时升压电感器优先选择普通铜线。对于设计人员来说，他们可以去除升压电感器，以节省更多的 PCB 面积和解决方案成本。

### 2.2 用于双 LED 的 LM3644 无升压电感器原理图

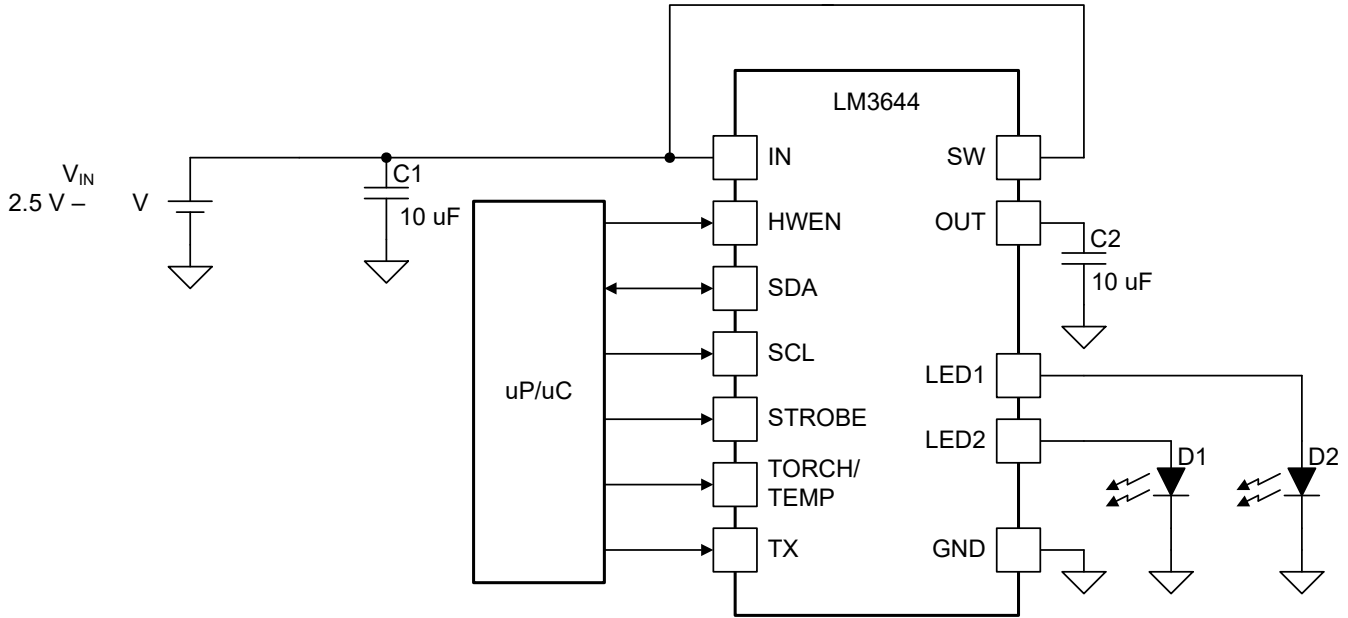


图 2-1. LM3644 双通道不带升压电感器的双 LED 简化原理图

## 2.3 用于单 LED 的 LM3644 无升压电感器原理图

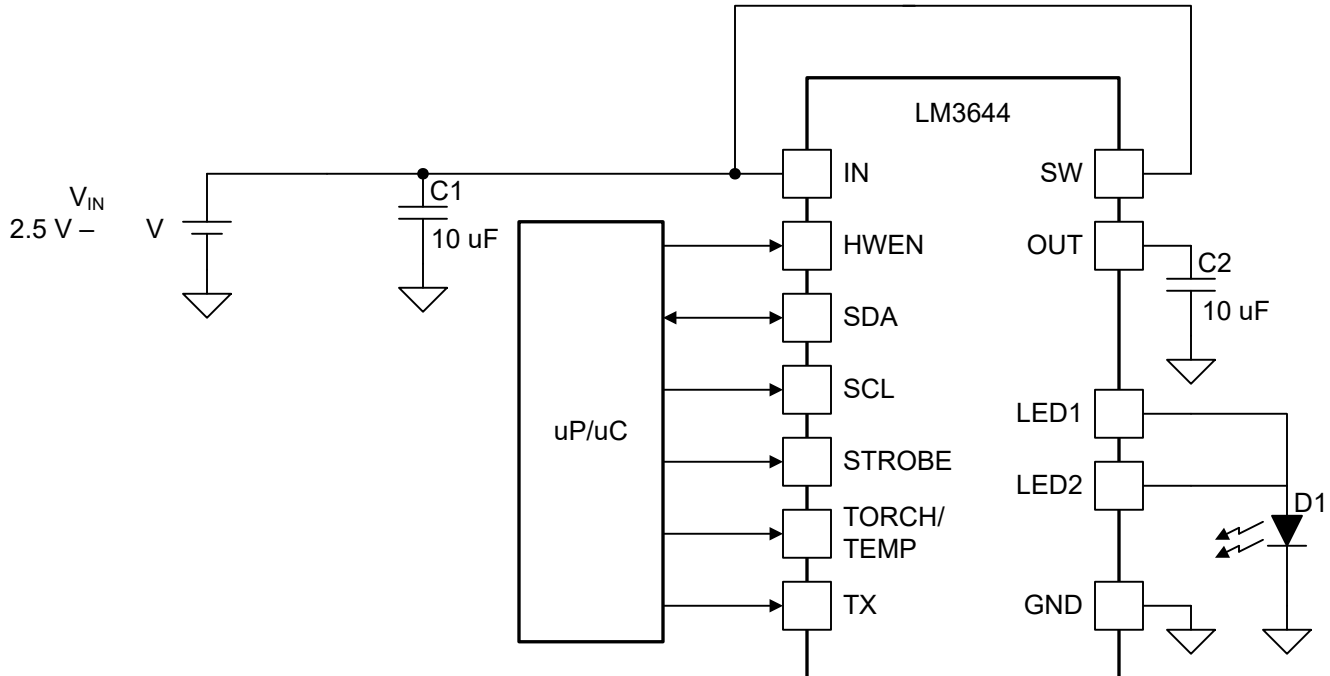


图 2-2. LM3644 双通道不带升压电感器的单 LED 简化原理图

## 2.4 无升压电感器设计、火炬模式、单 LED 的真实设计样本

对于特殊应用，如摄像头模块的高亮度长时间对焦，总电流为 500mA，调焦时间为 10s 以上，在这种情况下，火炬模式就可以达到这个目标。

### 条件

- $V_{IN} = 3.7\text{ V}$
- $I_{LED\_total} = 500\text{ mA}$ ，2 通道连接在一起，每通道提供 250mA
- 火炬模式
- 火炬时间 = 2s
- $V_{LED\_Forward} = 3.3\text{ V}$

### 寄存器配置

- 设置旁路模式：寄存器 0x07 的第 2 位应为 1，才能进入旁路模式
- 设置火炬模式：寄存器 0x01 的第 3 和第 2 位应为 10，才能进入火炬模式
- 设置 LED 电流：对于每个通道，寄存器 0x06 的位 6~0 应为 0010 1100，才能为每个通道设置 125mA
- 使能 LED1 + LED2：寄存器 0x01 的第 1 位和第 0 位应为 11，以打开 LED1 和 LED2
- 等待 2s 或其他预期的延迟时间
- 禁用 LED1 + LED2：寄存器 0x01 的第 1 位和第 0 位应为 00，以关闭 LED 和 LED2

### LED2 Torch Brightness Register (0x06)

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
RFU	<b>LED2 Torch Brightness Levels</b> $I_{\text{TORCH1/2}} \text{ (mA)} \approx (\text{Brightness Code} \times 1.4 \text{ mA}) + 0.977 \text{ mA}$ or $I_{\text{TORCH1/2}} \text{ (mA)} \approx (\text{Brightness Code} \times 2.8 \text{ mA}) + 1.954 \text{ mA}$ (LM3644TT) 0000000 = 0.977 mA or 1.954 mA (LM3644TT) ..... 0111111 = 89.3 mA (Default) or 178.6 mA (LM3644TT) ..... 1111111 = 179 mA or 360mA (LM3644TT)						

### Boost Configuration Register (0x07)

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
<b>Software Reset Bit</b> 0 = Not Reset (Default) 1 = Reset	RFU	RFU	RFU	<b>LED Pin Short Fault Detect</b> 0 = Disabled 1 = Enabled (Default)	<b>Boost Mode</b> 0 = Normal (Default) 1 = Pass Mode Only	<b>Boost Frequency Select</b> 0 = 2 MHz (Default) 1 = 4 MHz	<b>Boost Current Limit Setting</b> 0 = 1.9 A 1 = 2.8 A (Default)

### Enable Register (0x01)

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
<b>TX Pin Enable</b> 0 = Disabled 1 = Enabled (Default)	<b>Strobe Type</b> 0 = Level Triggered (Default) 1 = Edge Triggered	<b>Strobe Enable</b> 0 = Disabled (Default) 1 = Enabled	<b>TORCH/TEMP Pin Enable</b> 0 = Disabled (Default) 1 = Enabled	<b>Mode Bits: M1, M0</b> 00 = Standby (Default) 01 = IR Drive 10 = Torch 11 = Flash		<b>LED2 Enable</b> 0 = OFF (Default) 1 = ON	<b>LED1 Enable</b> 0 = OFF (Default) 1 = ON

图 2-3. LM3644 寄存器映射

图 2-4 和图 2-5 显示了测试结果。

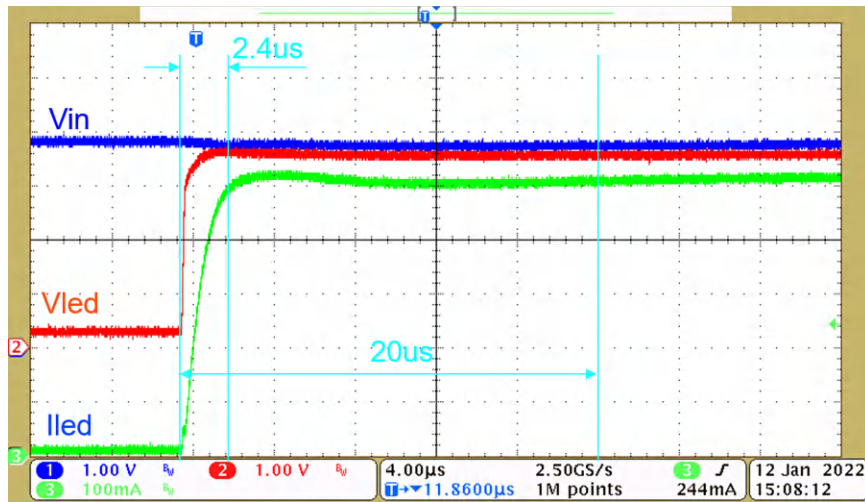
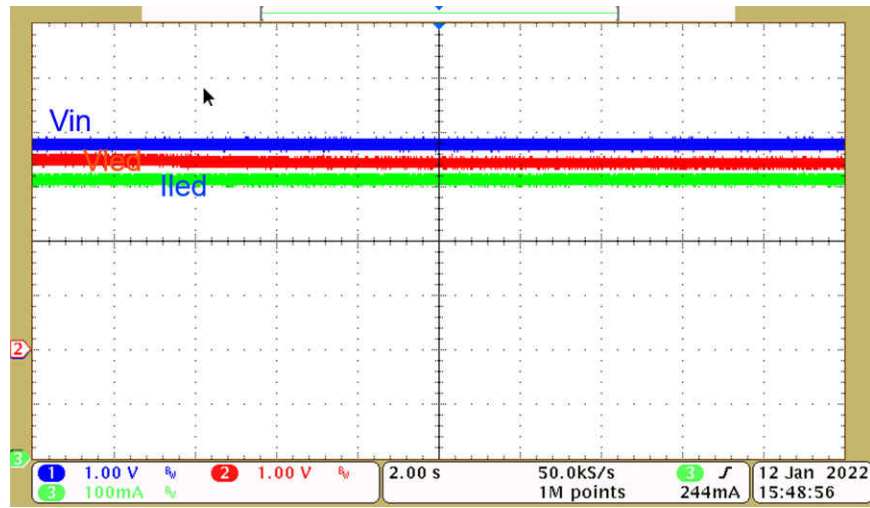


图 2-4. LM3644 输入和输出

总结

- 从 0 到 500mA 的上升时间为 2.4  $\mu\text{s}$
- 20  $\mu\text{s}$  后，输出电流变为稳定状态

图 2-5. LED 的  $V_{\text{dropout}}$ 

## 总结

- 保持火炬时间 20s
- $V_{\text{dropout}} (V_{\text{in}} - V_{\text{led}})$  约为 350mV，这个值是合理的，因为  $V_{\text{hr}}$  为 270mV@typ，PFET 导通压降为  $0.5\text{A} \times 86\text{m}\Omega = 43\text{mV}$

### 3 不带升压电感器的 LM3644 的 PCB 布局技巧

良好的 PCB 布局将保证良好的性能，因此设计人员必须更加关注 PCB 布局。LM3644 没有升压电感器的一个很好的例子如图 3-1 所示。

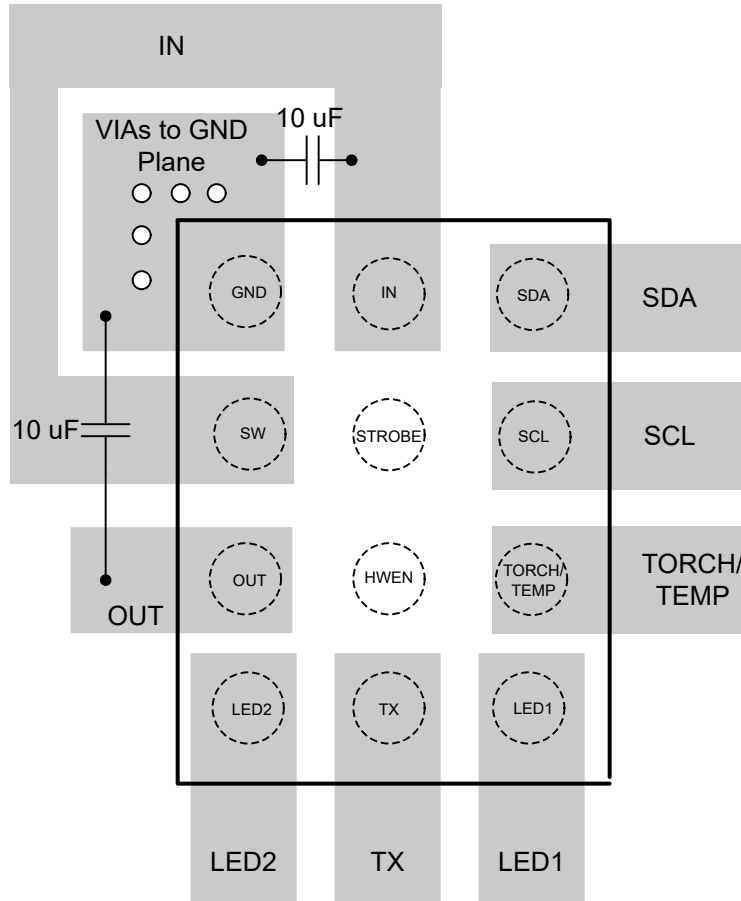


图 3-1. LM3644 双通道 PCB 布局

- 将  $C_{IN}$ 、 $C_{OUT}$  电容器靠近 LM3697 放置，电源布线应短而宽，以减少 PCB 布线上的功率损耗
- GND 引脚应直接连接到主接地层，以获得更好的散热和更好的 EMI 性能

## 4 参考文献

- 德州仪器 (TI) , [LM3644 双路 1.5A 拉电流摄像头闪光灯 LED 驱动器](#) 数据表。



## 重要声明和免责声明

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 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。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

Copyright © 2022，德州仪器 (TI) 公司