

## 采用 3mm × 3mm QFN 封装的主/相机 LED 控制器

### 特点

- 低噪声充电泵利用自动模式切换提供了高效率
- 多模式运作：1x、1.5x、2x
- 单独的全标度电流设定电阻器
- 高达 500mA 的总输出电流
- 用于主 (MAIN) 和照相 (CAM) LED 的单线式 EN (使能)/亮度控制 (8 个亮度等级)
- 用于主显示屏的 64:1 亮度控制范围
- 4 个 25mA 低压降主 LED 输出
- 1 个 400mA 低压降相机 LED 输出
- 低噪声恒定频率操作\*
- 低停机电流：3 $\mu$ A
- 内部软起动功能限制了启动和模式切换期间的涌入电流
- 开路/短路 LED 保护
- 无电感器
- 3mm × 3mm 16 引脚塑料 QFN 封装

### 应用

- 用于蜂窝电话/DSC/PDA 的多 LED 照明灯电源

LT、LTC 和 LT 是凌力尔特公司的注册商标。  
所有其他商标均为其各自拥有者的产权。  
\* 受包括第 6411531 号美国专利的保护。

### 描述

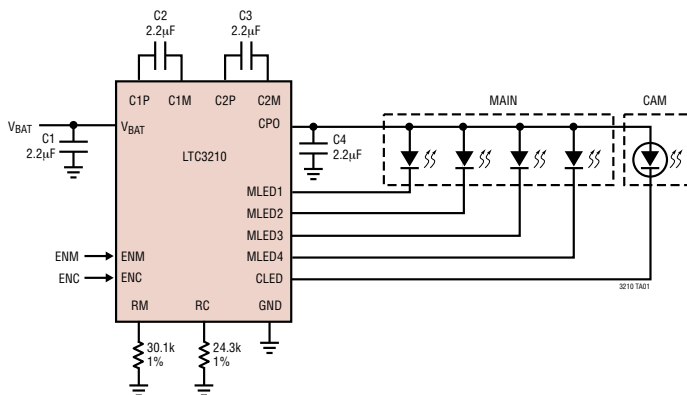
LTC<sup>®</sup>3210 是一款低噪声充电泵 DC/DC 转换器，专为驱动 4 个主 LED 和一个用于相机照明的高电流 LED 而设计。LTC3210 仅需 4 个小的陶瓷电容器和两个电流设定电阻器便可构成一个完整的 LED 电源和电流控制器。

内部软起动电路可防止在启动和模式变更期间产生过大的涌入电流。高开关频率允许采用小的外部电容器。独立的主和相机全标度电流设定值由两个外部电阻器来设置。停机模式和电流输出电平通过两个逻辑输入来选择。

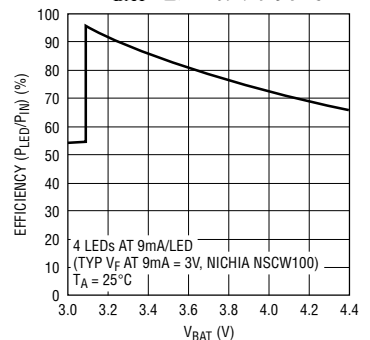
流过 LED 的全标度电流利用外部电阻器来设置。对 ENM 和 ENC 引脚电平进行变换，以通过内部计数器和 DAC 来调节 LED 电流。当 ENM 和 ENC 引脚均为低电平并持续了 150 $\mu$ s (典型值) 时，该器件将被关断。

充电泵根据 LED 电流源两端的电压来优化效率。该器件在 1x 模式中上电，并当任何被使能的 LED 电流源开始进入压降状态时自动切换至升压模式。LTC3210 采用 3mm × 3mm 16 引脚 QFN 封装。

### 典型应用



4-LED 主显示屏效率与 V<sub>BAT</sub> 电压的关系曲线



# LTC3210

## 绝对最大额定值 (注1)

$V_{BAT}$ , CPO 至 GND .....	-0.3V 至 6V
ENM, ENC .....	-0.3V 至 ( $V_{BAT} + 0.3V$ )
$I_{CPO}$ (注2) .....	600mA
$I_{MLED1-4}$ .....	30mA
$I_{CLED}$ (注2) .....	450mA
CPO 短路持续时间 .....	未限制
工作温度范围 (注3) .....	-40°C 至 85°C
贮存温度范围 .....	-65°C 至 125°C

## 封装/订购信息

TOP VIEW

UD PACKAGE  
16-LEAD (3mm × 3mm) PLASTIC QFN  
 $T_{JMAX} = 125^{\circ}C$ ,  $\theta_{JA} = 68^{\circ}C/W$   
EXPOSED PAD IS GND (PIN 17)  
MUST BE SOLDERED TO PCB

产品型号	UD 器件标记
LTC3210EUD	LBXH

**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  $T_A = 25^{\circ}C$ 。  $V_{BAT} = 3.6V$ ,  $C1 = C2 = C3 = C4 = 2.2\mu F$ ,  $RM = 30.1k$ ,  $RC = 24.3k$ ,  $ENM =$  高电平, 除非特别注明。

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位	
$V_{BAT}$ 工作电压		● 2.9		4.5	V	
$I_{VBAT}$ 工作电流	$I_{CPO} = 0$ , 1x 模式, MLED LSB 设定值		0.375		mA	
	$I_{CPO} = 0$ , 1.5x 模式		2.5		mA	
	$I_{CPO} = 0$ , 2x 模式		4.5		mA	
$V_{BAT}$ 停机电流	ENM = ENC = 低电平	●	3	6	$\mu A$	
<b>MLED1, MLED2, MLED3, MLED4 电流</b>						
LED 电流比 ( $I_{MLED}/I_{RM}$ )	$I_{MLED} =$ 全标度	●	463	515	567	A/A
LED 压降	模式切换门限, $I_{MLED} =$ 全标度			100	mV	
LED 电流匹配	任何两个输出, $I_{MLED} =$ 全标度			1	%	
MLED 电流, 3 位指数的 DAC	1 个 ENM 选通脉冲 (FS)			20	mA	
	2 个 ENM 选通脉冲			10	mA	
	3 个 ENM 选通脉冲			5	mA	
	4 个 ENM 选通脉冲			2.5	mA	
	5 个 ENM 选通脉冲			1.25	mA	
	6 个 ENM 选通脉冲			0.625	mA	
	7 个 ENM 选通脉冲 (FS/64)			0.312	mA	

**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  $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。  $V_{\text{BAT}} = 3.6\text{V}$ ，  $C1 = C2 = C3 = C4 = 2.2\mu\text{F}$ ，  $\text{RM} = 30.1\text{k}$ ，  $\text{RC} = 24.3\text{k}$ ，  $\text{ENM} = \text{高电平}$ ，除非特别注明。

参数	条件		最小值	典型值	最大值	单位
<b>CLED 电流</b>						
LED 电流比 ( $I_{\text{CLED}}/I_{\text{RC}}$ )	$I_{\text{CLED}} = \text{全标度}$	●	6750	7500	8250	A/A
LED 压降	模式切换门限， $I_{\text{CLED}} = \text{全标度}$			500		mV
CLED 电流，3 位线性 DAC	1 个 ENC 选通脉冲 (FS)			380		mA
	7 个 ENC 选通脉冲 (FS/7)			54		mA
<b>充电泵 (CPO)</b>						
1x 模式输出电压	$I_{\text{CPO}} = 0\text{mA}$			$V_{\text{BAT}}$		V
1.5x 模式输出电压	$I_{\text{CPO}} = 0\text{mA}$			4.55		V
2x 模式输出电压	$I_{\text{CPO}} = 0\text{mA}$			5.05		V
1x 模式输出阻抗				0.5		$\Omega$
1.5x 模式输出阻抗	$V_{\text{BAT}} = 3.4\text{V}$ ， $V_{\text{CPO}} = 4.6\text{V}$ (注 4)			3.15		$\Omega$
2x 模式输出阻抗	$V_{\text{BAT}} = 3.2\text{V}$ ， $V_{\text{CPO}} = 5.1\text{V}$ (注 4)			3.95		$\Omega$
CLOCK 频率				0.8		MHz
模式切换延迟				0.4		ms
<b>ENC · ENM</b>						
$V_{\text{IL}}$		●			0.4	V
$V_{\text{IH}}$		●	1.4			V
$I_{\text{IH}}$	$\text{ENM} = \text{ENC} = 3.6\text{V}$	●	10	15	20	$\mu\text{A}$
$I_{\text{IL}}$	$\text{ENM} = \text{ENC} = 0\text{V}$	●	-1		1	$\mu\text{A}$
<b>ENC · ENM 定时</b>						
$t_{\text{PW}}$	最小脉冲宽度	●	60			ns
$t_{\text{SD}}$	低停机时间 (ENC 和 ENM = 低电平)	●	50	150	250	$\mu\text{s}$
$t_{\text{EN}}$	电流源使能时间 (ENC 或 ENM = 高电平) (注 5)	●	50	150	250	$\mu\text{s}$
<b>RM · RC</b>						
$V_{\text{RM}}$ ， $V_{\text{RC}}$		●	1.16	1.20	1.24	V
$I_{\text{RM}}$ ， $I_{\text{RC}}$		●			70	$\mu\text{A}$

注 1：绝对最大额定值是指超出该值则器件的使用寿命可能会受损。

注 2：基于长期电流密度限值。假设一个在绝对最大值条件下 (持续时间短于 10 秒) 数值  $\leq 10\%$  的工作占空比。连续操作模式的最大电流为 300mA。

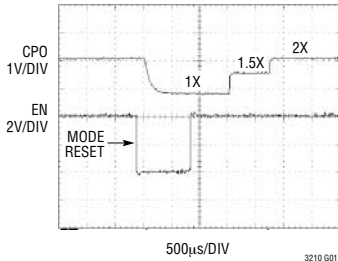
注 3：LTC3210E 在  $0^\circ\text{C}$  至  $70^\circ\text{C}$  的范围内保证能够满足性能规格的要求。在  $-40^\circ\text{C}$  至  $85^\circ\text{C}$  环境工作温度范围内的指标通过设计、特性分析和统计过程控制中的相关性来保证。

注 4：1.5x 模式输出阻抗被定义为  $(1.5V_{\text{BAT}} - V_{\text{CPO}})/I_{\text{OUT}}$ 。2x 模式输出阻抗被定义为  $(2V_{\text{BAT}} - V_{\text{CPO}})/I_{\text{OUT}}$ 。

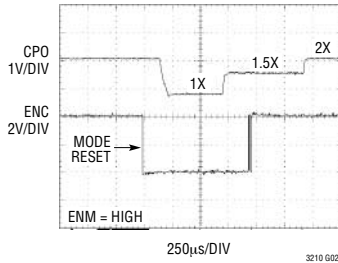
注 5：如果器件已被关断，则由于带隙使能时间的原因，初始使能时间大约延长了  $100\mu\text{s}$ 。

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

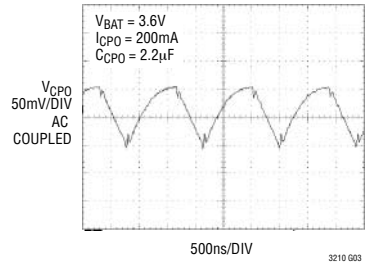
### 从停机模式的压降时间



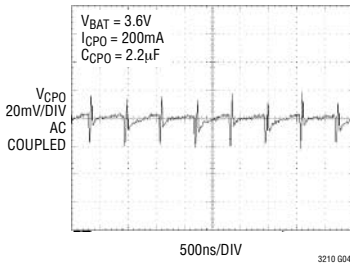
### 被使能时的压降时间



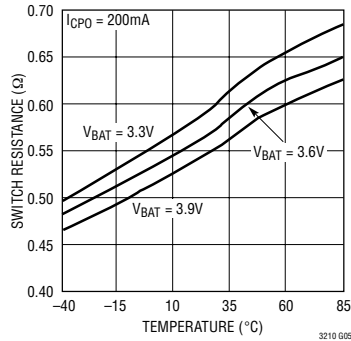
### 1.5x CPO 纹波



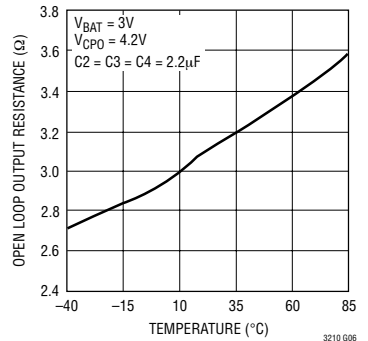
### 2x CPO 纹波



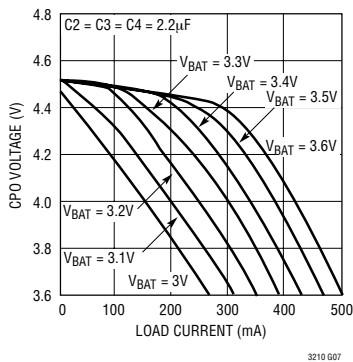
### 1x 模式开关电阻与温度的关系曲线



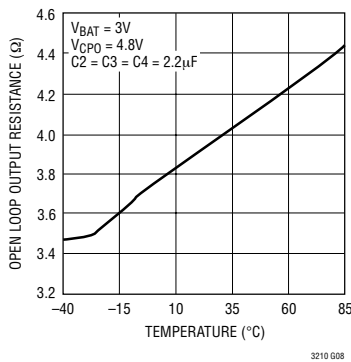
### 1.5x 模式充电泵开环输出电阻与温度的关系曲线 $(1.5V_{BAT} - V_{CPO})/I_{CPO}$



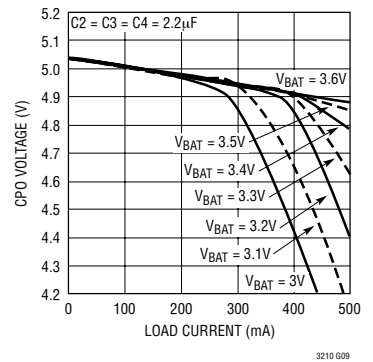
### 1.5x 模式 CPO 电压与负载电流的关系曲线



### 2x 模式充电泵开环输出电阻与温度的关系曲线 $(2V_{BAT} - V_{CPO})/I_{CPO}$

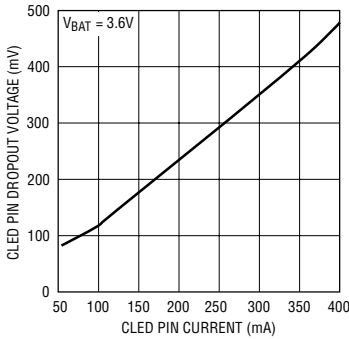


### 2x 模式 CPO 电压与负载电流的关系曲线



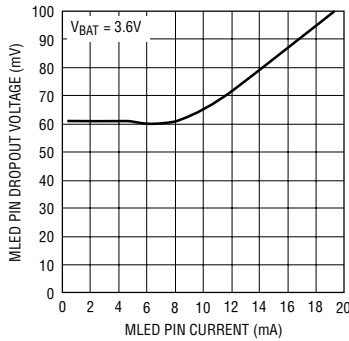
典型性能特征  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ，除非特别注明。

CLED 引脚压降与 CLED 引脚电流的关系曲线



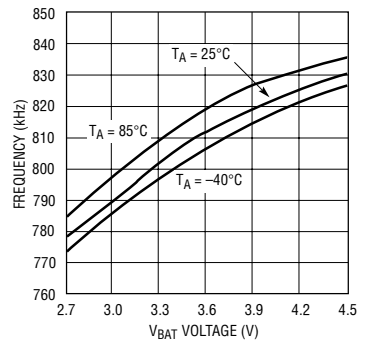
3210 G10

MLED 引脚压降与 MLED 引脚电流的关系曲线



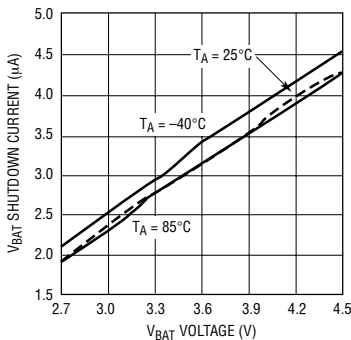
3210 G11

振荡器频率与  $V_{BAT}$  电压的关系曲线



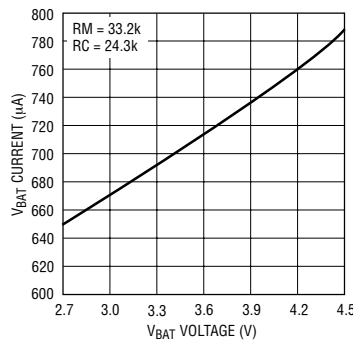
3210 G12

$V_{BAT}$  停机电流与  $V_{BAT}$  电压的关系曲线



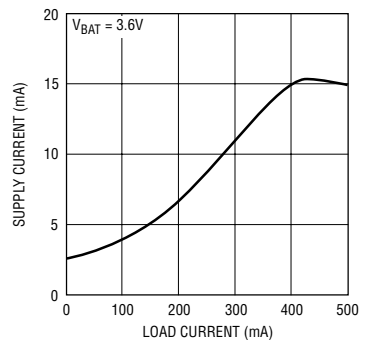
3210 G13

1x 模式无负载  $V_{BAT}$  电流与  $V_{BAT}$  电压的关系曲线



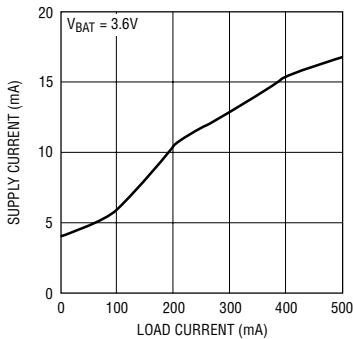
3210 G14

1.5x 模式电源电流与  $I_{CPO}$  的关系曲线 ( $I_{VBAT} - 1.5I_{CPO}$ )



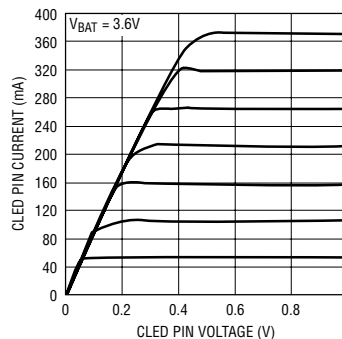
3210 G15

2x 模式电源电流与  $I_{CPO}$  的关系曲线 ( $I_{VBAT} - 2I_{CPO}$ )



3210 G16

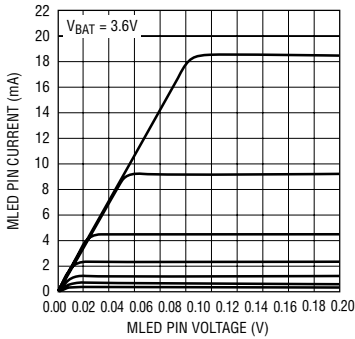
CLED 引脚电流与 CLED 引脚电压的关系曲线



3210 G17

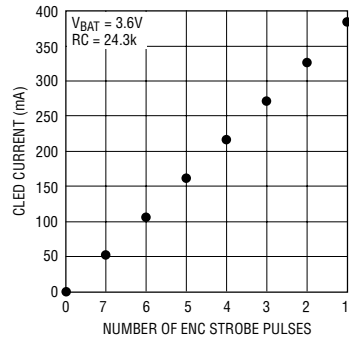
## 典型性能特征 $T_A = 25^\circ\text{C}$ ，除非特别注明。

**MLED 引脚电流与 MLED 引脚电压的关系曲线**



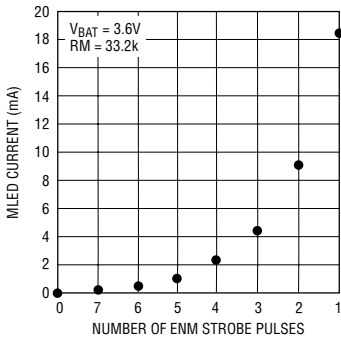
3210 G18

**CLED 电流与 ENC 选通脉冲的关系曲线**



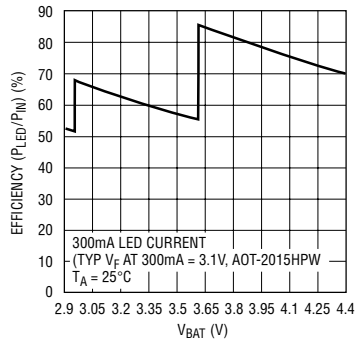
3210 G19

**MLED 电流与 ENM 选通脉冲的关系曲线**



3210 G20

**效率与 VBAT 电压的关系曲线**



3210 G21

## 引脚功能

**C1P、C2P、C1M、C2M (引脚 1、16、14、13) :** 充电泵跨接电容器引脚。应在 C1P 和 C1M 之间以及 C2P 和 C2M 之间连接一个 2.2 $\mu$ F X7R 或 X5R 陶瓷电容器。

**CPO (引脚 2) :** 用于给所有 LED 供电的充电泵输出。采用 ENM 和 ENC 输入来使能或停用该引脚。应把一个 2.2 $\mu$ F X5R 或 X7R 陶瓷电容器连接至地。

**ENM、ENC (引脚 3、10) :** 输入。ENM 和 ENC 引脚被用于设置 LED 输出电流。对每个输入进行多达 7 次选通，以把内部 3 位 DAC 从全标度递减至 1LSB。如果选通继续进行，则计数器将在 1LSB 停止操作。在最终期望的正选通脉冲沿之后，必须把该引脚保持在高电平上。数据将在一个 150 $\mu$ s (典型值) 的延迟之后进行传输。把 ENM 和 ENC 引脚保持于低电平将把 LED 电流设定为零，并将在 150 $\mu$ s (典型值) 之后使计数器复位。如果这两个输入均被保持于低电平并持续了 150 $\mu$ s (典型值) 以上，则器件将进入停机模式。当 ENC 引脚电平走低或器件处于停机模式时，充电泵模式将被复位至 1x。

**MLED1、MLED2、MLED3、MLED4 (引脚 4、5、6、7) :** 输出。MLED1 ~ MLED4 为主电流源输出。LED 被连接在 CPO (正极) 和 MLED1-4 (负极)

之间。至每个 LED 输出的电流通过 ENM 输入来设定，并把设置电阻器连接在 RM 和 GND 之间。4 个 LED 输出均可通过把输出直接连接至 CPO 来停用。每个直接连接的 LED 输出都将流过一个 10 $\mu$ A 的电流。

**RM、RC (引脚 8、9) :** LED 电流设置电阻器引脚。RM 和 RC 引脚电压将被维持于 1.2V。连接在这些引脚与 GND 之间的电阻器被用来设定 CLED 和 MLED 电流值。连接一个 12k 或更小的电阻器将导致 LTC3210 进行过流停机状态。

**CLED (引脚 11) :** 输出。CLED 为相机电流源输出。LED 连接在 CPO (正极) 和 CLED (负极) 之间。至 LED 输出的电流通过 ENC 输入来设定，而且，设置电阻器被连接于 RC 和 GND 之间。

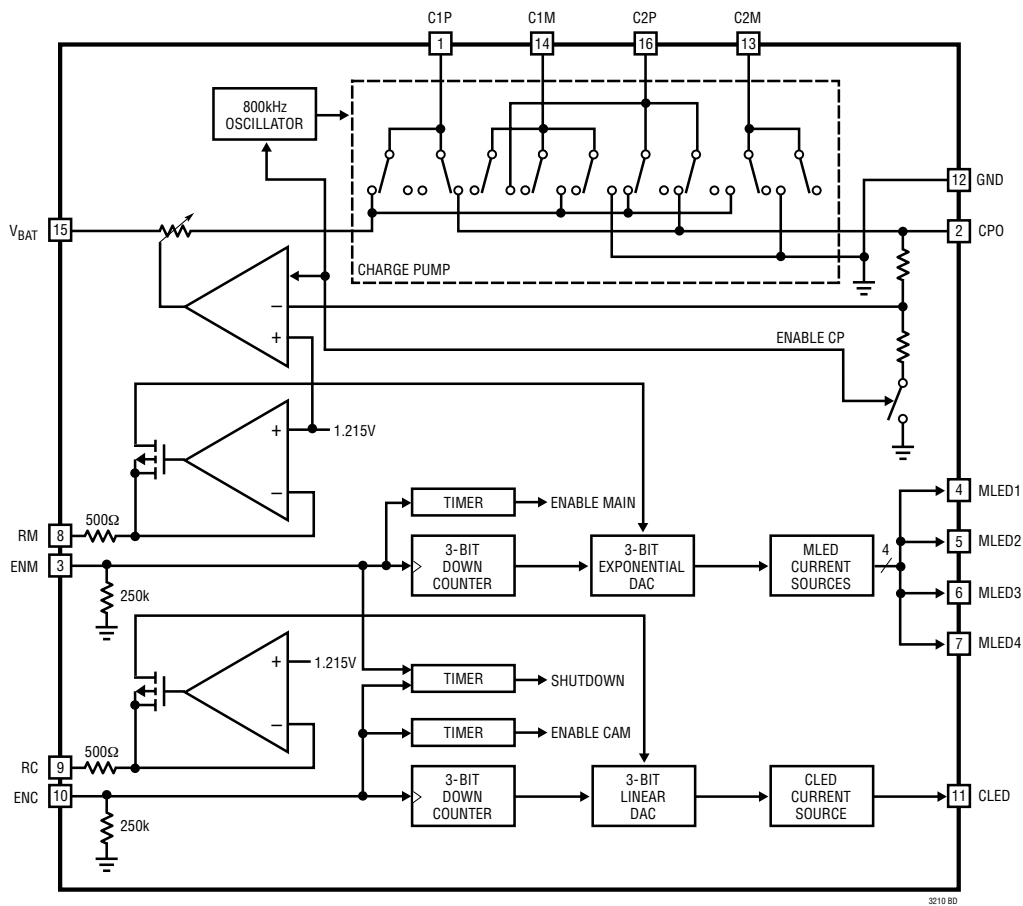
**GND (引脚 12) :** 地。应将该引脚连接至一个低阻抗接地平面。

**V<sub>BAT</sub> (引脚 15) :** 电源电压。应通过一个 2.2 $\mu$ F 或数值更大的低 ESR 陶瓷电容器对该引脚进行旁路。

**裸露衬垫 (引脚 17) :** 应将该衬垫直接连接至一个低阻抗接地平面，以实现最佳的热性能和电性能。

# LTC3210

## 方框图



3210 BD



## 工作原理

### 电源管理

LTC3210 采用一个开关电容器充电泵来把 CPO 引脚电压提升至输入电压的两倍(高达 5.1V)。器件在 1x 模式中启动。在该模式中,  $V_{BAT}$  直接连接至 CPO。该模式提供了最高的效率和最低的噪声。LTC3210 将保持在 1x 模式, 直至一个 LED 电流源发生压降为止。当一个电流源电压变得过低而无法提供编程电流时, 就会出现压降。当检测到压降时, LTC3210 将切换至 1.5x 模式。CPO 电压随后将开始增加, 并试图达到  $1.5x V_{BAT}$  (高达 4.6V)。之后发生的任何压降将导致器件进入 2x 模式。CPO 电压将试图达到  $2x V_{BAT}$  (高达 5.1V)。当器件被关断或 ENC 引脚电压走低时, LTC3210 将被复位至 1x 模式。

一个两相非重叠时钟用于起动充电泵开关。在 2x 模式中, 由  $V_{BAT}$  在交替的时钟相位上对跨接电容器进行充电, 以最大限度地减小输入电流纹波和 CPO 电压纹波。在 1.5x 模式中, 跨接电容器在第一个时钟相位期间被串联充电, 而在第二个相位中并联堆叠于  $V_{BAT}$  引脚上。跨接电容器的这种充电和放电序列以一个 800kHz 的恒定频率连续进行。

### LED 电流控制

MLED 电流由 4 个可设置电流源来输送。可通过对 ENM 引脚进行选通来提供 8 个电流设定值(0mA 至 20mA,  $RM = 30.1k$ )。每个正选通脉冲沿使负责控制一个指数 DAC 的 3 位降值计数器进行递减计数。当实现了期望的电流时, ENM 引脚被阻塞于高电平。接著, 输出电流将在  $150\mu s$  (典型值) 之后变至编程值。

当达到 LSB 时, 计数器将停止操作。当 ENM 引脚电平在输出被使能之后变换至低电平时, 输出电流被设定为零。如果选通操作在 ENM 引脚被设定为低电平之后的  $150\mu s$  (典型值) 以内被起动, 则计数器将继续进行递减计数。计数器在  $150\mu s$  (典型值) 之后被复位。

CLED 电流由一个可设置电流源来输送。可通过对 ENC 引脚进行选通来提供 8 个线性电流设定值(0mA 至 380mA,  $RC = 24.3k$ )。每个正选通脉冲沿使负责控制一个 3 位线性 DAC 的 3 位降值计数器进行递减计数。当实现了期望的电流时, ENC 引脚被阻塞于高电平。接著, 输出电流将在  $150\mu s$  (典型值) 之后变至编程值。当达到 LSB 时, 计数器将停止操作。当 ENC 引脚电平在输出被使能之后变换至低电平时, 输出电流被设定为零。如果选通操作在 ENC 引脚被设定为低电平之后的  $150\mu s$  (典型值) 以内被起动, 则计数器将继续进行递减计数。计数器在  $150\mu s$  (典型值) 之后被复位。

全标度输出电流按以下方法计算:

$$\begin{aligned} \text{MLED 全标度输出电流} \\ = (1.215V / (RM + 500)) \cdot 515 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CLED 全标度输出电流} \\ = (1.215V / (RC + 500)) \cdot 7500 \end{aligned}$$

当 ENM 和 ENC 均被保持于低电平并持续了  $150\mu s$  (典型值) 时, 器件将进入停机模式。定时信息见图 1。

ENC 在一个下降沿上将模式复位至 1x。

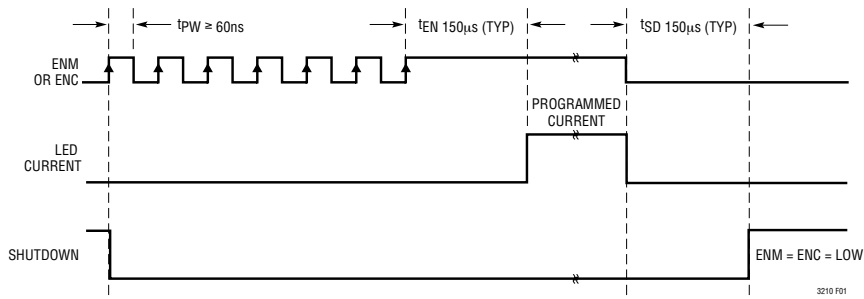


图 1: 电流设置和停机时序图

## 工作原理

### 软起动

最初，当器件处于停机模式时，一个弱开关把  $V_{BAT}$  连接至 CPO。这可使  $V_{BAT}$  对 CPO 输出电容器进行缓慢充电，并防止出现很大的充电电流。

LTC3210 还在其充电泵上采用了一种软起动功能，以防止在接入升压模式时产生过大的涌入电流和电源压降。可输送给 CPO 引脚的电流在一个  $150\mu\text{s}$  的典型周期内线性增加。软起动功能在 1.5x 和 2x 模式变更的起点生效。

### 充电泵强度和稳压

稳压是通过检测 CPO 引脚电压并根据误差信号对充电泵强度进行调整来实现的。CPO 调节电压在内部设定，并取决于充电泵模式，如表 1 所列。

表 1：充电泵输出调节电压

充电泵模式	已调 $V_{CPO}$
1.5x	4.55V
2x	5.05V

当 LTC3210 工作于 1.5x 模式或 2x 模式时，可将充电泵模拟为一个 Thevenin 等效电路，以确定可从有效输入电压和有效开环输出电阻  $R_{OL}$  获得的电流大小(图 2)。

$R_{OL}$  取决于许多因素，包括开关项  $1/(2f_{OSC} \cdot C_{FLY})$ 、内部开关电阻和开关电路的非重叠期。然而，对于一个给定的  $R_{OL}$ ，可获得的电流大小将与  $1.5V_{BAT} - V_{CPO}$  (用于 1.5x 模式) 和  $2V_{BAT} - V_{CPO}$  (用于

2x 模式) 的优势电压成正比。以采用一个 3.1V 电源来驱动白光 LED 的情况为例。如果 LED 正向电压为 3.8V，且电流源需要 100mV 电压，则 1.5x 模式的优势电压为  $3.1V \cdot 1.5 - 3.8V - 0.1V$  (即 750mV)。请注意，如果输入电压被提升至 3.2V，则优势电压跳升至 900mV — 充电泵的可用强度增加了 20%。

根据图 2，1.5x 模式的可用电流由下式给出：

$$I_{OUT} = \frac{(1.5V_{BAT} - V_{CPO})}{R_{OL}}$$

对于 2x 模式，可用电流由下式得出：

$$I_{OUT} = \frac{(2V_{BAT} - V_{CPO})}{R_{OL}}$$

请注意，在该场合中，优势电压为  $3.1V \cdot 2 - 3.8V - 0.1V = 2.3V$ 。在 2x 模式中，虽然  $R_{OL}$  阻值较大，但是总可用电流得到了显著增加。

图 3 和图 4 示出了  $R_{OL}$  的典型值与温度的函数关系。

### 停机电流

在停机模式中，所有的电路均被关断，而且 LTC3210 从  $V_{BAT}$  电源吸收一个非常低的电流。此外，CPO 被弱连接至  $V_{BAT}$ 。当 ENM 和 ENC 引脚均被拉至低电平并持续了  $150\mu\text{s}$  (典型值) 时，LTC3210 进入停机模式。ENM 和 ENC 引脚具有 250k 的内部下拉电阻器，用于在驱动器处于高阻抗状态时确定停机状态。

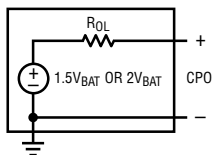


图 2：充电泵 Thevenin 等效电路

## 工作原理

### 热保护

LTC3210 具有内置过热保护功能。当内部芯片温度达到 150°C 左右时，热停机功能将生效。这将关闭所有的电流源和充电泵，直到芯片被冷却了约 15°C 为止。这种热循环将继续下去，直到故障状态被纠正为止。

### 模式切换

当在 LED 引脚上检测到压降条件时，LTC3210

将自动从 1x 模式切换至 1.5x 模式，并随后至 2x 模式。当一个电流源电压变得过低以至于无法提供设定电流时，将出现压降。从检测到压降条件至模式切换的时间通常为 0.4ms。

器件在被关断 (ENM = ENC = 低电平) 或位于 ENC 的下降沿时将被复位至 1x 模式。内部比较器将不允许主开关在 1x 模式中连接  $V_{BAT}$  和 CPO，直到 CPO 引脚电压降至小于或等于  $V_{BAT}$  引脚电压为止。

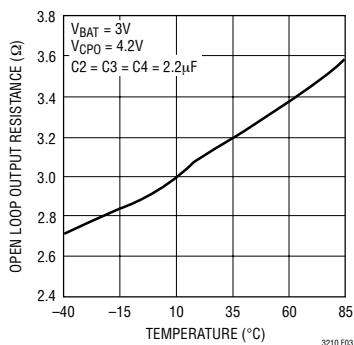


图 3：典型 1.5x  $R_{OL}$  与温度的关系曲线

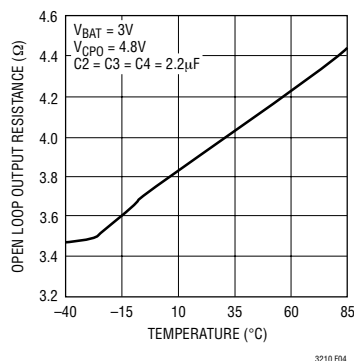


图 4：典型 2x  $R_{OL}$  与温度的关系曲线

## 应用信息

 $V_{BAT}$ 、CPO 电容器的选择

与 LTC3210 一道使用的电容器的类型和数值决定了多个重要参数，比如：稳压器控制环路稳定性、输出纹波、充电泵强度和最小启动时间。

为了降低噪声和纹波，建议  $CV_{BAT}$  和  $C_{CPO}$  均采用低等效串联电阻 (ESR) 陶瓷电容器。建议不要采用钽电容器或铝电容器，因为它们的 ESR 很高。

对于一个给定的负载电流， $C_{CPO}$  的数值直接控制著输出纹波的大小。增加  $C_{CPO}$  的数值将减小输出纹波，但代价是启动电流较高。1.5x 模式的峰至峰输出纹波由下式近似给出：

$$V_{RIPPLE(P-P)} = \frac{I_{OUT}}{(3f_{OSC} \cdot C_{CPO})} \quad (3)$$

式中的  $f_{OSC}$  为 LTC3210 振荡器频率 (或一般为 800kHz)，而  $C_{CPO}$  为输出电荷存储电容器。

在 2x 模式中，由于在时钟的两个周期中均提供负载电流，因此输出纹波非常小。

输出电容器的类型和数值对 LTC3210 的稳定性都会有显著的影响。如方框图所示，LTC3210 采用一个控制环路来调整充电泵的强度，以便与所需的输出电流相匹配。该环路的误差信号被直接存储于输出电容器。输出电容器还起著控制环路主极点的作用。为防止产生振铃或不稳定性，输出电容器在所有条件下均应保持至少  $1.3\mu F$  的电容值，这一点很重要。

此外，输出电容器过大的  $ESR > 100m\Omega$  往往也将导致 LTC3210 环路稳定性的劣化。多层陶瓷片式电容器通常具有优越的 ESR 性能。而且，当与紧密的电路板布局相结合时将实现非常好的稳定性。就像  $C_{CPO}$  的数值控制著输出纹波的大小一样， $CV_{BAT}$  的数值也控制著输入引脚 ( $V_{BAT}$ ) 上的纹波大小。当充电泵处于输入充电期或输出充电期时，LTC3210 的输入电流将相对恒定，但在时钟非重叠期间，该输入电流将降至零。由于该非重叠期很短 (约 35ns)，因此，这些丢失的“缺口”将只在输入电源线上产生很小的干扰。请注意，ESR 较高的电容器 (例如：钽电容器) 将具有较高的输入噪声 (由于 ESR 较高的原因)。于是，推荐使用具有较低 ESR 的陶瓷电容器。如图 5 所示，通过一个非常小的串联电感器来给 LTC3210 供电将进一步降低输入噪声。一个 10nH 的电感器将除去快速电流凹陷，由此向输入电源提供一个近乎恒定的电流负载。从经济的角度考虑，可利用约 1cm (0.4") 长的 PC 板印制线将该 10nH 电感器做在 PC 板上。

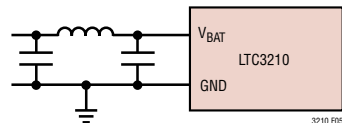


图 5：用于输入降噪的 10nH 电感器 (约 1cm 长的电路板印制线)

## 应用信息

### 跨接电容器的选择

**警告：绝对不能把极化电容器（比如钽电容器或铝电容器）用作跨接电容器，因为它们的电压会在 LTC3210 启动时反向。跨接电容器应始终使用陶瓷电容器。**

跨接电容器用于控制充电泵的强度。为了获得额定输出电流，每个跨接电容器需要具有至少  $1.6\mu\text{F}$  的电容。不同材料的电容器其电容随温度和电压的升高而损失的速率是不同的。例如，一个采用 X7R 材料制成的陶瓷电容器将能够在  $-40^{\circ}\text{C}$  至  $85^{\circ}\text{C}$  的温度范围内保留其大部分的电容，而一个 Z5U 或 Y5V 型电容器则将在相同的温度范围内损失大量的电容。Z5U 和 Y5V 电容器可能还具有一个非常差的电压系数，这使得它们在施加额定电压时会损失掉 60% 或更多的电容。因此，在比较不同的电容器时，更为合适的方法往往是比较它们在外壳尺寸一定的情况下所能获得的电容大小，而非其规定的电容值。例如，在额定电压和温度条件下，一个  $1\mu\text{F}$ 、10V 的 Y5V 陶瓷电容器所提供的电容可能并不比一个同样采用 0603 外壳的  $0.22\mu\text{F}$ 、10V 的 X7R 电容器大。应该参考制造商的数据表，以决定为确保在所有的温度和电压条件下具有最小电容需选用多大数值的电容器。

表 2 罗列了一些陶瓷电容器制造商以及他们的联系方法：

**表 2：推荐的电容器供应商**

AVX	<a href="http://www.avxcorp.com">www.avxcorp.com</a>
Kemet	<a href="http://www.kemet.com">www.kemet.com</a>
Murata	<a href="http://www.murata.com">www.murata.com</a>
Taiyo Yuden	<a href="http://www.t-yuden.com">www.t-yuden.com</a>
Vishay	<a href="http://www.vishay.com">www.vishay.com</a>

### 布局的考虑和噪声

考虑到 LTC3210 的高开关频率及其所产生的瞬态电流，需要进行谨慎的电路板布局。设置一个真正的接地平面并采用至所有电容器的简短连接将改善性能，并确保在各种条件下进行正确的稳压。

跨接电容器引脚 C1P、C2P、C1M 和 C2M 将具有高边缘速率的波形。这些引脚上的大  $dv/dt$  有可能将能量容性耦合至邻近的印刷电路板线路。如果跨接电容器不靠近 LTC3210（即环路面积很大），则还有可能产生磁场。为了对容性能量转移进行去耦，可采用法拉第 (Faraday) 屏蔽。这是一根位于敏感节点与 LTC3210 引脚之间的接地 PCB 印制线。为了获得一个高质量的 AC 地，应将其回接至一个一直延伸到 LTC3210 的连续接地平面。

在设计 LTC3210 的 PCB 布局时，应遵循以下准则：

- 应采用电镀通孔将裸露衬垫焊接至一个与连续、低阻抗接地平面相连的大面积铜平面，以实现正确的散热和噪声防护。
- 输入和输出电容器必须布设在器件的近旁。
- 跨接电容器必须布设在器件的近旁。从器件引脚至电容器衬垫的印制线应尽可能地宽。
- $V_{\text{BAT}}$ 、CPO 印制线必须很宽，以最大限度地减小电感并处理高电流。
- LED 衬垫必须很大，并与其他金属层相连，以确保实现合适的散热。
- RM 和 RC 引脚容易受到噪声和电容的影响。应利用极小的线宽将电阻器布设在器件的近旁。

## 应用信息

### 功率效率

为了计算白光 LED 驱动芯片的功率效率 ( $\eta$ )，应将 LED 功率与输入功率进行比较。这两个数的差值代表了损耗的功率 (不管这种损耗是在充电泵中还是在电流源中)。功率效率的数学表达式如下：

$$\eta = \frac{P_{LED}}{P_{IN}}$$

LTC3210 的效率取决于其工作模式。假设 LTC3210 用作一个通路开关 (将  $V_{BAT}$  连接至 CPO)，直到在 LED 引脚上检测到压降状态为止。对于一个给定的输入电压和 LED 正向电压，该功能提供了最佳的可用效率。当它用作一个开关时，效率可由下式近似求出：

$$\eta = \frac{P_{LED}}{P_{IN}} = \frac{(V_{LED} \cdot I_{LED})}{(V_{BAT} \cdot I_{BAT})} = \frac{V_{LED}}{V_{BAT}}$$

因为输入电流将非常接近于 LED 电流之和。

在中高输出功率条件下，LTC3210 的静态电流可忽略不计，上面的表达式有效。

一旦在 LED 引脚上检测到压降状态，LTC3210 将在 1.5x 模式中使能充电泵。

在 1.5x 升压模式中，LTC3210 的效率与一个有效输入电压为实际输入电压 1.5 倍的线性稳压器的效率相似。这是因为一个 1.5x 充电泵的输入电流大约是负载电流的 1.5 倍。在一个理想的 1.5x 充电泵中，功率效率将由下式给出：

$$\eta_{IDEAL} = \frac{P_{LED}}{P_{IN}} = \frac{(V_{LED} \cdot I_{LED})}{(V_{BAT} \cdot (1.5) \cdot I_{LED})} = \frac{V_{LED}}{(1.5 \cdot V_{BAT})}$$

同样地，在 2x 升压模式中，LTC3210 的效率与一个有效输入电压为实际输入电压 2 倍的线性稳压器的效率相似。在一个理想的 2x 充电泵中，功率效率将由下式给出：

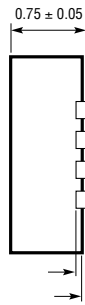
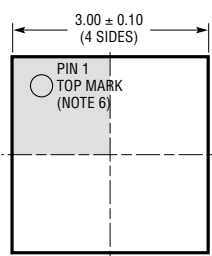
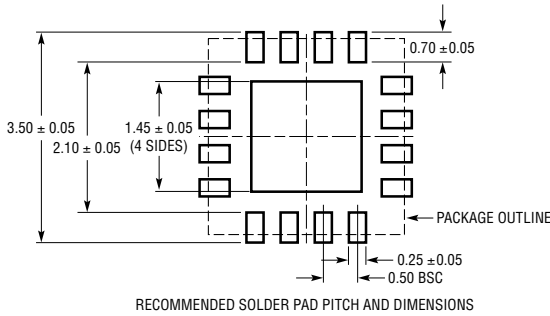
$$\eta_{IDEAL} = \frac{P_{LED}}{P_{IN}} = \frac{(V_{LED} \cdot I_{LED})}{(V_{BAT} \cdot (2) \cdot I_{LED})} = \frac{V_{LED}}{(2 \cdot V_{BAT})}$$

### 热管理

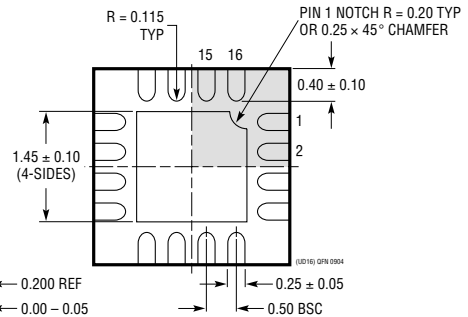
在较高的输入电压和最大输出电流条件下，LTC3210 中的功耗有可能相当大。如果结温升至约 150°C 以上，则热停机电路将自动使输出电流源和充电泵停止运作。为了降低最大结温，建议采用至 PC 板的良好热连接。把裸露衬垫连接至一个接地平面并在器件下方保持一个连续的接地平面将大大降低封装和 PC 板的热阻。

封装描述

UD 封装  
16 引脚塑料 QFN (3mm × 3mm)  
(参考 LTC DWG # 05-08-1691)



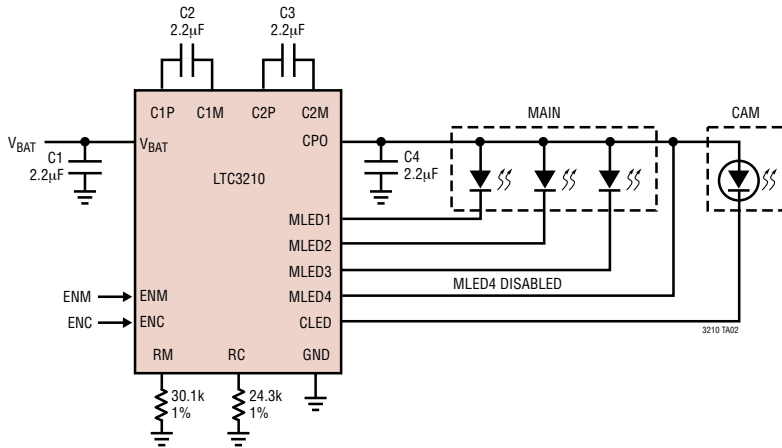
BOTTOM VIEW—EXPOSED PAD



- NOTE:
1. DRAWING CONFORMS TO JEDEC PACKAGE OUTLINE MO-220 VARIATION (WEED-2)\*
  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 S-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

### 3-LED 主显示屏、1-LED 相机显示屏



## 相关器件

器件型号	描述	备注
LT1618	恒定电流、1.4MHz、1.5A 升压型转换器	$V_{IN}$ : 1.6V 至 18V, $V_{OUT(MAX)}$ = 36V, $I_Q$ = 1.8mA, $I_{SD}$ < 1µA, MS 封装
LTC3205	250mA、1MHz、多显示屏 LED 控制器	$V_{IN}$ : 2.8V 至 4.5V, $V_{OUT(MAX)}$ = 5.5V, $I_Q$ = 50µA, $I_{SD}$ < 1µA, QFN 封装
LTC3206	400mA、800kHz、多显示屏 LED 控制器	$V_{IN}$ : 2.8V 至 4.5V, $V_{OUT(MAX)}$ = 5.5V, $I_Q$ = 50µA, $I_{SD}$ < 1µA, QFN 封装
LTC3208	高电流软件可配置多显示屏 LED 控制器	$V_{IN}$ : 2.9V 至 4.5V, $V_{OUT}$ = 5.1V, $I_Q$ = 250µA, $I_{SD}$ < 1µA, 17 个电流源 (主, 副, RGB, 相机, 辅助), 5 × 5 QFN 封装
LTC3209-1/ LTC3209-2	600mA 主/相机/辅助 LED 控制器	$V_{IN}$ : 2.9V 至 4.5V, $I_Q$ = 400µA, 效率高达 94%, 4mm × 4mm QFN-20 封装
LTC3210-1	具有 64 级亮度控制能力的主/相机 LED 控制器	$V_{IN}$ : 2.9V 至 4.5V, $I_Q$ = 400µA, 用于主和相机 LED 的 3 位 DAC 亮度控制, 3mm × 3mm QFN 封装
LTC3214	500mA 相机 LED 充电泵	$V_{IN}$ : 2.9V 至 4.5V, 单输出, 3 × 3 DFN 封装
LTC3215	700mA 低噪声高电流 LED 充电泵	$V_{IN}$ : 2.9V 至 4.4V, $V_{OUT(MAX)}$ = 5.5V, $I_Q$ = 300µA, $I_{SD}$ < 2.5µA, DFN 封装
LTC3216	具有独立闪光灯/手电筒电流控制功能的 1A 低噪声高电流 LED 充电泵	$V_{IN}$ : 2.9V 至 4.4V, $V_{OUT(MAX)}$ = 5.5V, $I_Q$ = 300µA, $I_{SD}$ < 2.5µA, DFN 封装
LTC3217	600mA 低噪声多 LED 相机照明灯	$V_{IN}$ : 2.9V 至 4.4V, $I_Q$ = 400µA, 4 个 100mA 输出, QFN 封装
LTC3440/ LTC3441	600mA/1.2A $I_{OUT}$ , 2MHz/1MHz, 同步 降压-升压型 DC/DC 转换器	$V_{IN}$ : 2.4V 至 5.5V, $V_{OUT(MAX)}$ = 5.25V, $I_Q$ = 25µA/50µA, $I_{SD}$ < 1µA, MS/DFN 封装
LTC3443	600mA/1.2A $I_{OUT}$ , 600kHz, 同步 降压-升压型 DC/DC 转换器	$V_{IN}$ : 2.4V 至 5.5V, $V_{OUT(MAX)}$ = 5.25V, $I_Q$ = 28µA, $I_{SD}$ < 1µA, DFN 封装
LTC3453	1MHz, 800mA 同步降压-升压型 高功率 LED 驱动器	$V_{IN(MIN)}$ : 2.7V 至 5.5V, $V_{IN(MAX)}$ : 2.7V 至 4.5V, $I_Q$ = 2.5mA, $I_{SD}$ < 6µA, QFN 封装
LT3467/ LT3467A	内置软启动功能的 1.1A( $I_{SW}$ ), 1.3/2.1MHz, 高效升压型 DC/DC 转换器	$V_{IN}$ : 2.4V 至 16V, $V_{OUT(MAX)}$ = 40V, $I_Q$ = 1.2mA, $I_{SD}$ < 1µA, ThinSOT 封装
LT3479	3A, 42V, 3.5MHz 升压型转换器	$V_{IN}$ : 2.5V 至 24V, $V_{OUT(MAX)}$ = 40V, $I_Q$ = 2µA, $I_{SD}$ < 1µA, DFN, TSSOP 封装