

CMOS 白色 LED 驱动器升压转换器—CAT37

特性

- 低静态地电流（通常为 0.5mA）
- 电源效率高于 80%
- 管脚配置兼容 LT1937
- 可调输出电流（高达 40mA）
- 高频率操作：1.2MHz
- 输入电压操作低至 2.5V
- 低电阻（0.5Ω），电源开关
- 可驱动多达 4 个串联的白色 LED
- 关断电流低于 1μA
- 负载出错保护，防止开路
- 外部元件的值很低
- 小型 5 脚 SOT23（高度最大为 1mm）和 TDFN（0.8mm）封装

应用

- 彩色 LCD 和键盘背景光
- 手机
- 手持式终端设备
- 数码相机
- PDA/游戏机
- 便携式 MP3 播放器

描述

CAT37 是一个 DC/DC 升压转换器，它的输出电流可调。当工作在 1.2MHz 的固定频率下时，CAT37 可使用电感值很小的外部电感器和电容值很小的陶瓷电容。

CAT37 用来驱动多个串联的白色发光二极管（LED）和提供可调的电流来控制亮度和色纯度。外部电阻 R1 控制输出电流的电平。2.5V~7V 的宽电源电压输入范围内可支持高达 40mA 的 LED 电流，使 CAT37 理想地用于电池供电的应用中。

高压输出级可驱动多达 4 个串联的白色 LED。串联驱动提供固有的电流匹配。

CAT37 通过 DC 电压、逻辑信号或脉宽调制（PWM）信号来控制 LED 的亮度。关断输入管脚允许器件进入静态电流“几乎为零”的掉电模式。

除了过流限制保护，器件还包含检测电路，防止开路负载故障。

器件包含小型（高度最大为 1mm）5 脚 SOT23 封装和 TDFN（高度最大为 0.8mm）两种封装形式。

典型应用

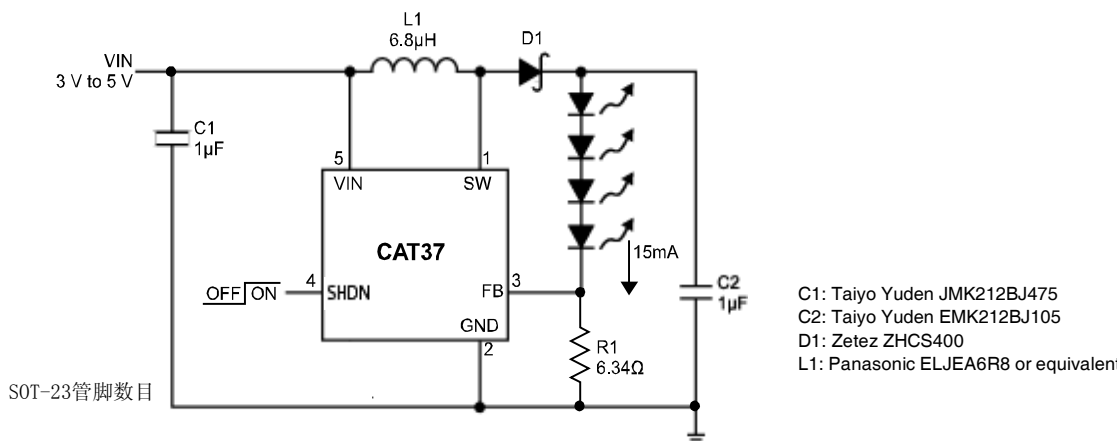
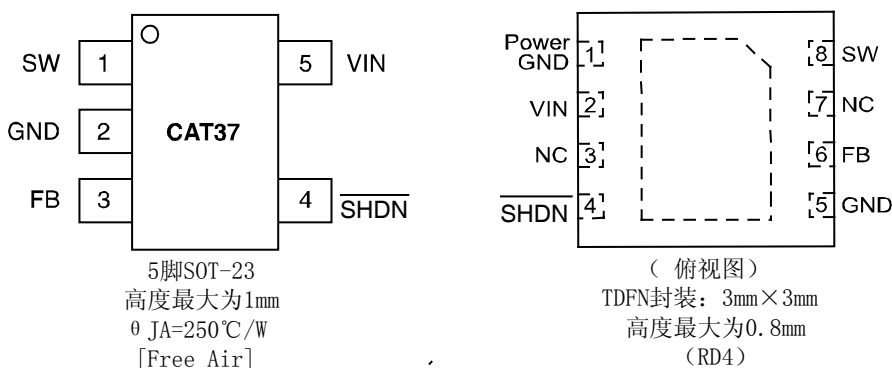


图1 4个高亮度白色LED驱动器

订购信息

| 器件型号 | 封装 | 每管的数目 | 每卷的数目 | 封装标识代码 |
|---------------|------------------|-------|-------|--------|
| CAT37EKK-TE7 | 5脚, 薄型 SOT23 | — | 3000 | BF |
| CAT37RD4-TE13 | 8脚 TDFN (3×3mm) | 120 | TBD | CCEW |
| CAT37TDI | 5脚, 薄型 SOT23, 无铅 | — | — | LM |

管脚配置



管脚描述

| 管脚编号 SOT23 | 管脚编号 TDFN | 名称 | 功能 |
|---------------|--------------|--------------------------|---|
| 1 | 8 | SW | 开关管脚。这是内部电源开关的输出。为了实现最低的EMI, 应最大限度地减少连接到该管脚的走线面积。 |
| 2 | 5 | GND | 地管脚。连接管脚2到地。 |
| 3 | 6 | FB | LED (阴极) 连接管脚。 |
| 4 | 4 | $\overline{\text{SHDN}}$ | 关断管脚。 |
| 5 | 2 | VIN | 输入电源管脚。该管脚应连接一个到地的旁路电容。建议在该管脚的旁边连接一个1µF的电容。 |
| — | 1 | 电源地 | 电源地。 |

绝对最大额定值

| | |
|--|---------------|
| V_{IN} , FB, \overline{SHDN} 电压..... | 8V |
| SW 电压..... | 20V |
| 接点温度..... | 125°C |
| 存储温度..... | -65°C ~ 160°C |
| ESD 额定值—人体放电模式..... | 2000V |
| 引脚焊接温度..... | 300°C |

建议工作条件

| 参数 | 范围 | 单位 |
|----------------------------|------------|----|
| V_{IN} | 2.5~7 | V |
| 环境温度范围 | -40~+85 | °C |
| 电感 L1 | 通常 6.8±20% | uH |
| 输入电容 C1 | 通常 1.0±20% | uF |
| 输出电容 C2 | 通常 1.0±20% | uF |
| 串联 1~4 个 LED 的电流 I_{LED} | 0~20 | mA |

电气规范

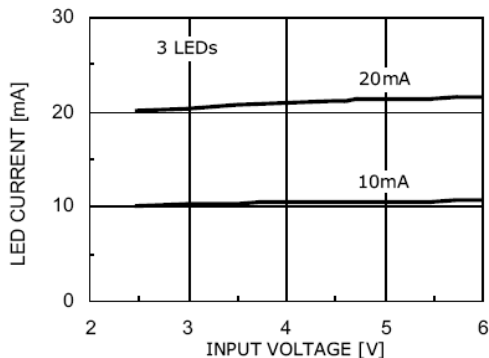
在建议的工作条件范围内操作，除非特别说明。 $T_A=25^\circ\text{C}$ ， $V_{IN}=3\text{V}$ 和 $V_{\overline{SHDN}}=3\text{V}$ 。

| 符号 | 参数 | 条件 | 最小 | 典型 | 最大 | 单位 |
|------------|----------|---------------------------------|------|------|------|-----|
| | 输入电压范围 | | 2.5 | | 7 | V |
| I_Q | 静态电流 | $V_{FB}=0.2\text{V}$ | | 0.5 | 0.7 | mA |
| I_{SD} | 关断电流 | $V_{\overline{SHDN}}=0\text{V}$ | | 0.05 | 1 | uA |
| V_{FB} | FB 管脚电压 | 4 个 LED 的电流为 15mA | 85 | 95 | 105 | mV |
| I_{FB} | FB 管脚漏电流 | | | 1 | 2 | uA |
| | 关断高阈值 | | 0.85 | | | V |
| | 关断低阈值 | | | | 0.25 | V |
| I_{SHDN} | 关断管脚电流 | | | | 1 | nA |
| f_{SW} | 升压转换器频率 | | 0.8 | 1.2 | 1.6 | MHz |
| DC | 最大转换占空比 | | 90 | 95 | | % |
| I_{SWL} | 开关电流限制 | | 400 | 550 | 780 | mA |
| | 开关闭合电压 | $I_{SW}=300\text{mA}$ | | 150 | 200 | mV |
| | 开关漏电流 | 断开, $V_{SW}=5\text{V}$ | | 0.01 | 5 | uA |
| | 效率 | 特定的元件如图 1 所示 | | 83 | | % |

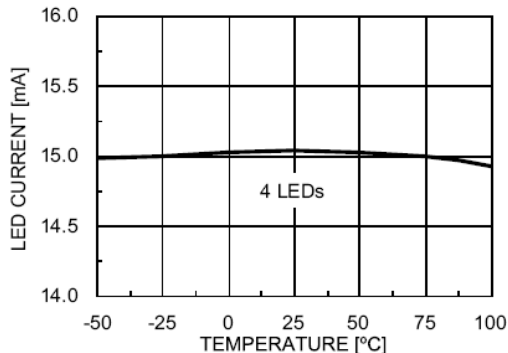
典型特性

$V_{IN}=3.6V$, $T_{AMB}=25^{\circ}C$, $C_{IN}=4.7\mu F$, $C_{OUT}=1\mu F$, $L=6.8\mu H$, 除非特别说明。

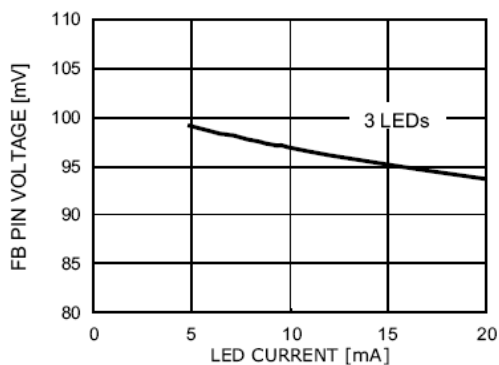
LED 电流 vs. 输入电压



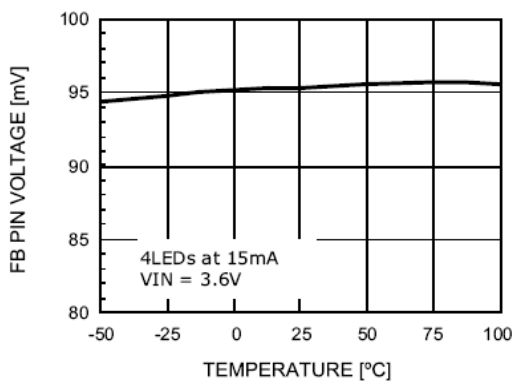
LED 电流 vs. 温度



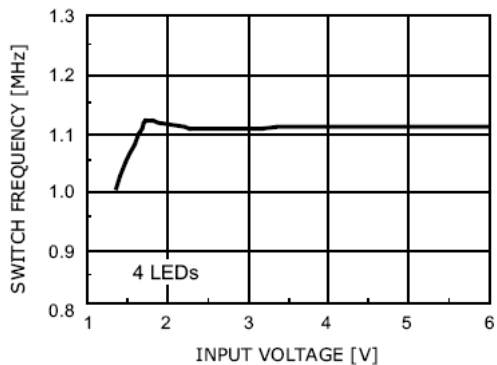
FB 管脚电压 vs. LED 电流



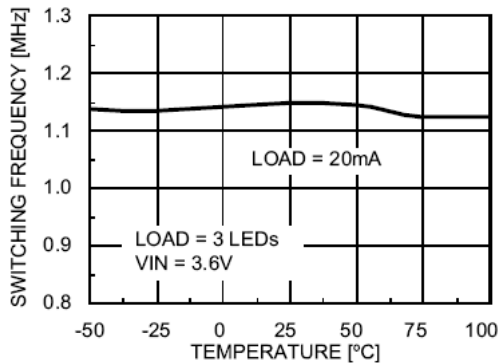
FB 管脚电压 vs. 温度



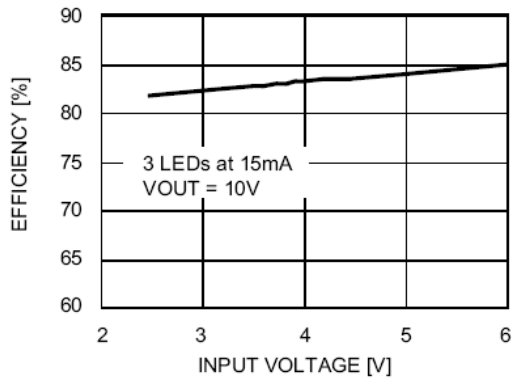
变化频率 vs. 输入电压



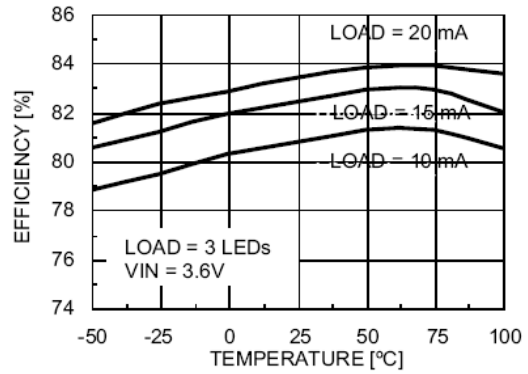
变化频率 vs. 温度



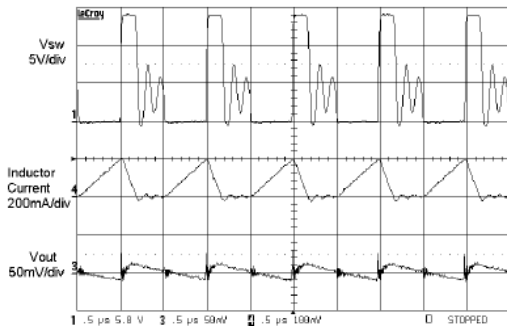
效率 vs.输入电压



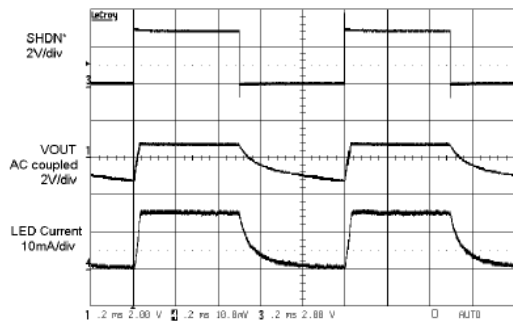
效率 vs.温度



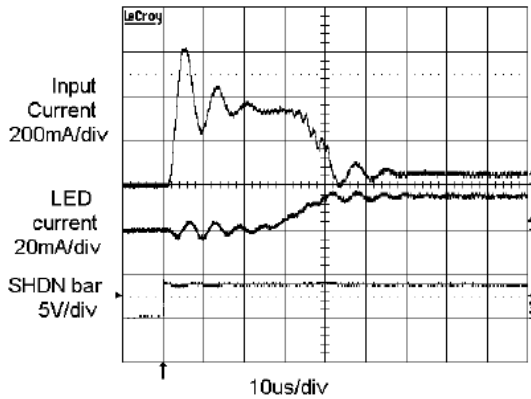
V_{sw} , I_L & V_{OUT} 波形



\overline{SHDN} 管脚 1KHz 的 PWM 输出



使能上电波形



工作原理

CAT37 器件是一个效率高、频率固定，电流可调的白色 LED 升压驱动器。

该器件包括一个开关和一个 LED 电流调整的内部补偿回路。

CAT37 的工作原理见功能框图。FB 管脚的电压被调节到 95mV，流过外部电阻的电流将设置为可调的 LED 电流为： $I_{LED}=0.095/R1$ 。

当 LED 调节电流稳定不变时，CAT37 将自动尽可能地调低 FB 管脚的电压。低 FB 管脚电压确保了很高的效率。

通过内部电源开关的电流被周期性地连续监测。如果超过电流限制值，开关马上断开，在剩余的时间内保护器件。

PWM 亮度控制可通过切换 \overline{SHDN} 管脚或将 FB 管脚拉高（高于 95mV）来实现。

功能框图

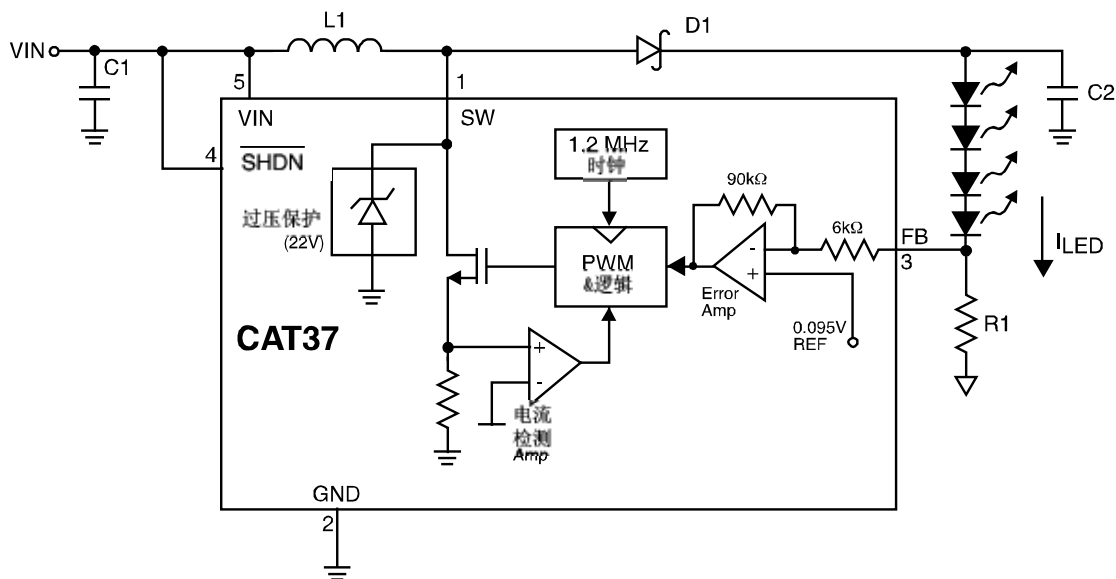


图 2 CAT37 功能框图

应用信息

电容器选择

输出应使用低 ESR（等效串联电阻）的电容以最大限度地减少输出干扰。具有低 ESR 和小封装的多层陶瓷电容是最佳的选择。通常选用 X5R 和 X7R 的电容类型，因为它们的电容值可比 Y5V 或 Z5U 类型更宽的电压和温度范围内保持不变。在大多数应用中建议使用 1.0uF 的输出电容。

输出电容 C2 的电压额定值取决于驱动的串联 LED 数目。当驱动 3 或 4 个 LED 时，建议使用一个 16V 的陶瓷电容器。

1mm 的最大高度/厚度的小陶瓷电容可满足设计的高度要求。输入电容使用陶瓷电容的效果也很好，但它必须尽可能地靠近 CAT37。建议输入电容的容量为 1.0uF 或 4.7uF。表 1 列出了一系列陶瓷电容器制造商。有关新器件和新封装的详细信息请与制造商联系。

表 1 陶瓷电容器制造商

| 供应商 | 网址 |
|-------------|--|
| Taiyo Yuden | www.t-yuden.com |
| Murata | www.murata.com |
| Kemet | www.kemet.com |
| AVX | www.avxcorp.com |

二极管选择

具有正向低压降和高速转换速度的肖特基(Schottky)二极管是高效应用的理想选择。表 2 列出了可供 CAT37 使用的几种不同肖特基(Schottky)二极管。选取二极管时应确保二极管的电压额定值大于输出电压。仅当电源开关断开时二极管传输电流（通常少于 1/3 的时间），因此对于大多数设计来说，0.4A 或 0.5A 的二极管将会十分适合。

表 2 肖特基(Schottky)二极管供应商

| 器件 | 供应商 |
|---------|--|
| MBR0520 | ON Semiconductor www.onsemi.com 800.282.9855 |
| MBR0530 | |
| MBR0540 | |
| ZHCS400 | Zetex |

LED 电流设置

LED 电流通过一个连接到 FB 管脚的电阻来设置。FB 管脚内部调解到 95mV，这设置经过 R1 的电流，使得 LED 的电流等于 0.095/R1。

为了得到最佳的精度，建议使用一个 1% 或更好的电阻。表 3 所示为一些典型的 1% 的 R1 值。

表 3 R1 电阻值

| I_{LED} (mA) | R1(Ω) |
|----------------|-------|
| 40 | 2.37 |
| 30 | 3.16 |
| 25 | 4.75 |
| 20 | 6.34 |
| 15 | 7.87 |
| 10 | 9.53 |
| 5 | 19.1 |

对于其它的 LED 电流值，使用下面的等式来选择 R1：

$$R1 = \frac{0.095}{I_{LED}}$$

大多数白色 LED 被 15mA~20mA 的最大电流驱动。一些较高的功率设计将使用两个并联的 LED 组来产生更亮的输出，使得经过 R1 电阻的电流为 30mA~40mA（每组 15mA~20mA）。

使用 DC 信号来控制 LED 的亮度

LED 的亮度可通过一个可变的 DC 电压来控制，如图 3 所示。随着 V_{DC} 的增加，R1 两端的电压降低，LED 的电流也随之降低。电阻 R2 和 R3 必须足够大，以使它们的电流(uA 的十倍数量级)比 LED 的电流小很多而比 FB 的漏电流 (I_{FB}) 大很多。当 V_{DC} 电压在 0V~2V 之内调节时，电阻将 LED 电流设置成 0mA~15mA 之间，如图 3 所示。

使用 PWM 信号来控制 LED 的亮度

PWM 信号提供了大范围的亮度控制（大于 20:1）。在控制信号的作用下，LED 被点亮或熄灭，LED 工作在零电流或满电流两种状态下，但它们的平均电流随着 PWM 信号占空比的变化而变化。通常情况下，使用 5KHz~40KHz 的 PWM 信号。

过滤的 PWM 信号可以控制 LED 的亮度，如图 4 所示。

除了提供大范围的亮度，PWM 亮度控制也可确保白色 LED 在整个亮度范围内发出“最纯”颜色的光。白色 LED 的颜色纯度随着操作电流的变化而变化，在某个特定的正向电流下（通常是 15mA 或 20mA）可显示“最纯”的白色。如果 LED 电流小于或大于这个值，发出的光将变得更蓝。在彩色 LCD 应用中希望发出的蓝光更少。

使用逻辑信号来控制 LED 的亮度

对于需要随意调节 LED 亮度的应用，可以使用逻辑信号，如图 5 所示。R₁ 将 LED 电流值设置成最小（当 NMOS 关闭时）：

$$R_1 = \frac{0.095V}{I_{LED(MIN)}}$$

当外部 NMOS 开关闭合时，R_{INCR} 决定 LED 电流增加的量。

$$R_{INCR} = \frac{0.095V}{I_{LED(INCREASE)}}$$

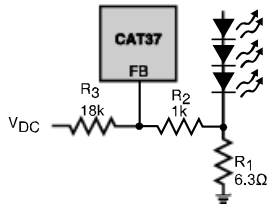


图 3 使用 DC 电压变暗

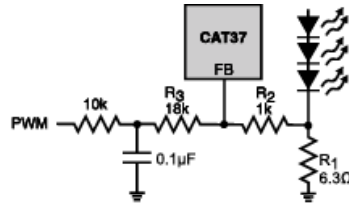


图 4 使用过滤的 PWM 信号变暗

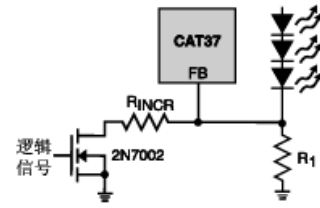


图 5 使用逻辑信号变暗

PCB 布线指南

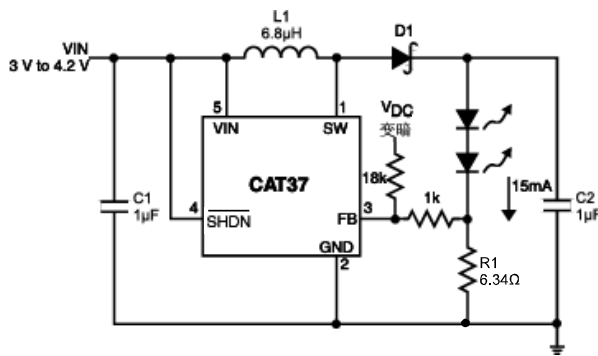
CAT37 是一个高频的开关模式调节器，其中恰当的 PCB 板布线和元件布局可最大限度地降低噪声和辐射、提高效率。为了达到效率最大化，CAT37 具有快速的上升和下降时间。为了防止辐射和高频谐振等问题，应最大限度地减少 SW 管脚所有走线的长度和面积，并在开关调节器下使用一个地平面。

开关、肖特基(Schottky)输出二极管和输出电容 C2 的信号通路应当尽可能地短。R_{SET} 电阻的连接到地应直接连接到 GND 管脚，不能与其它元件共用同一个地。

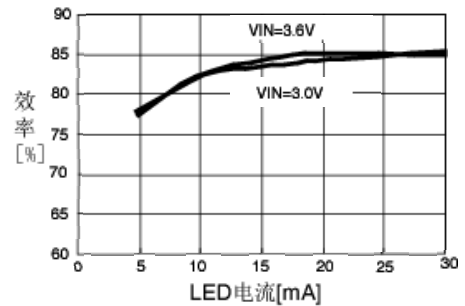
典型应用电路

下面的应用框图所示为 SOT23 的管脚数目。

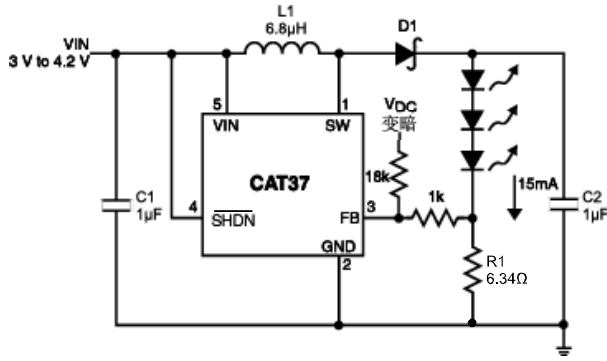
利用 DC 电平来控制 2 个 LED 的亮度



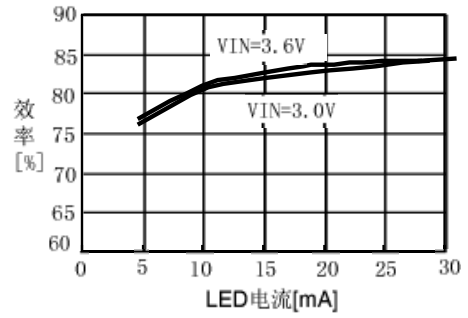
效率—2 个 LED



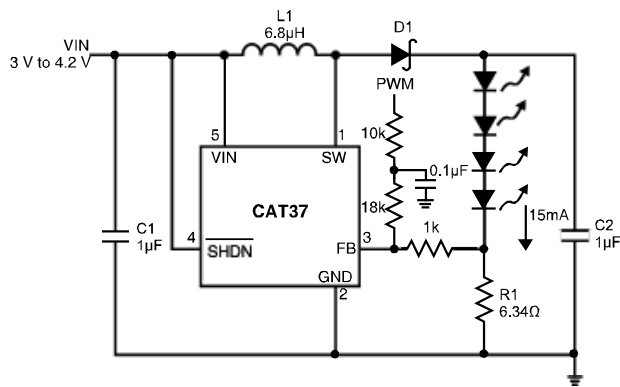
利用 DC 电平来控制 3 个 LED 的亮度



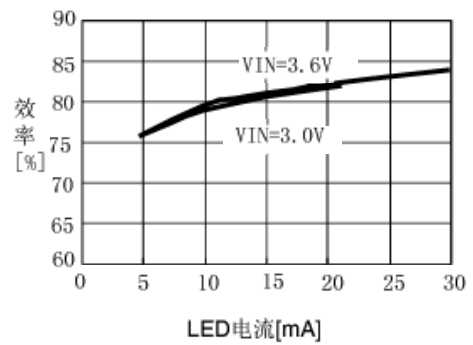
效率—3 个 LED



利用 PWM 来控制 4 个 LED 的亮度



效率—4 个 LED



封装

5 脚 SOT-23

所有尺寸以毫米为单位

