

1A内部开关LED恒流驱动器

概述

- TTP932 为一款高效率、电感电流连续导通模式的降压型恒流驱动器，用于单颗或多颗串联大功率 LED 的恒定电流驱动设计，只有 4 个外部组件，TTP932 可正常工作的输入电压宽至 5V 到 33V，提供高达 1A 的外部可调输出电流。
- TTP932 特别设计用于 PFM 控制器，可增强效率最高达 95%，可藉由外部修改电阻来调整输出电流，并可透过在 DIM 引脚加上外部控制讯号进行控制，DIM 接脚亦可接受 PWM 波形进行调光。此外，为确保系统可靠度，TTP932 内建有过热保护，以及 LED 开路短路保护，以免系统受损。

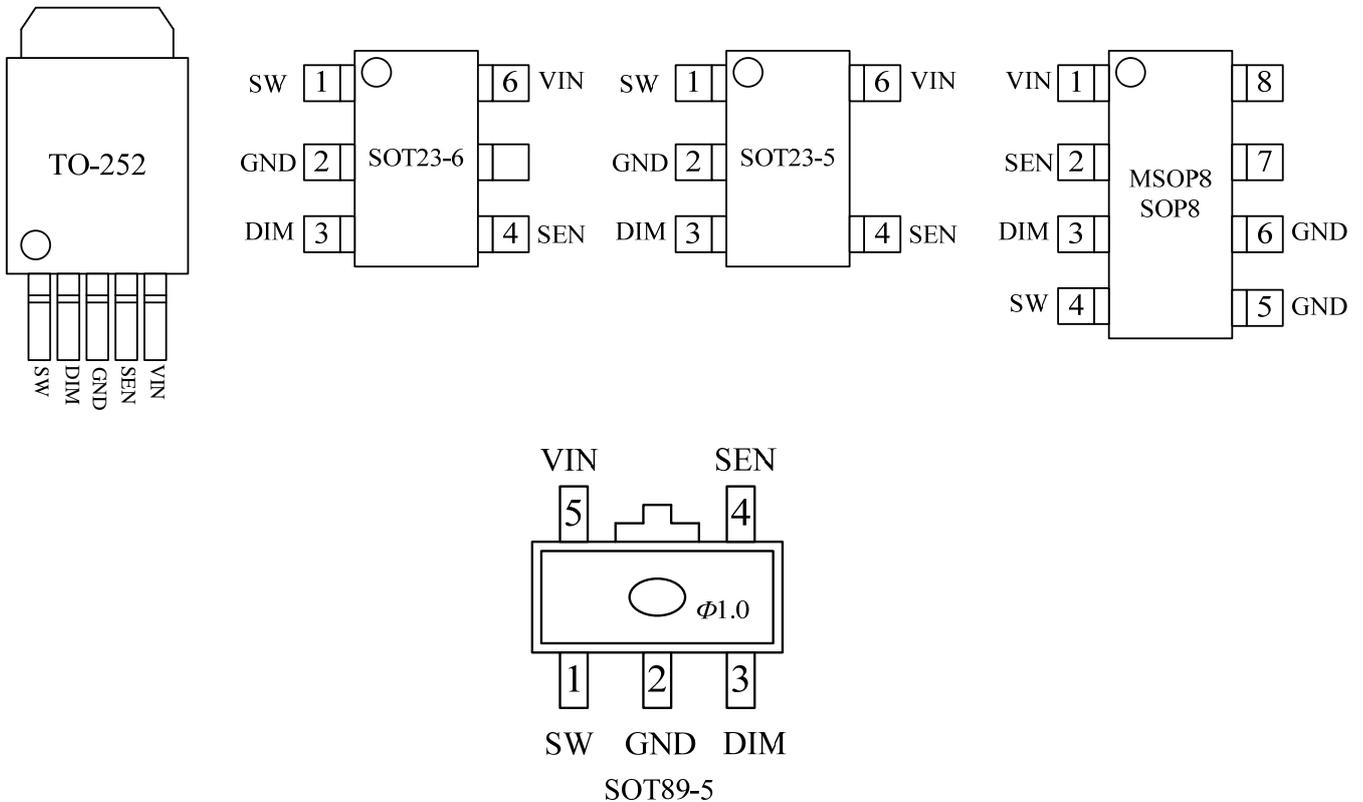
特点

- 1A 输出电流
- 宽的输入电压范围：5V ~ 33V
- 高效率（高达 95%）
- 内置 NDMOS 功率开关管
- PWM 单一引脚控制 开 / 关及亮度
- 迟滞式 PFM，改善轻载时的效率
- 具高温、软启动、LED 开—短路侦测保护
- 只有 4 个外部组件
- 高达 1Mhz 开关频率
- 典型 3%输出电流精确度

应用范围

- 高功率 LED 照明
- 车辆 LED 照明
- 低电压工业照明
- LED 背光照明
- 恒定电流源

封装类型



SOT23-6: TTP932B

TO252-5: TTP932C

MSOP8 (附导热片): TTP932D

SOP8 : TTP932E

SOT89-5: TTP932F1

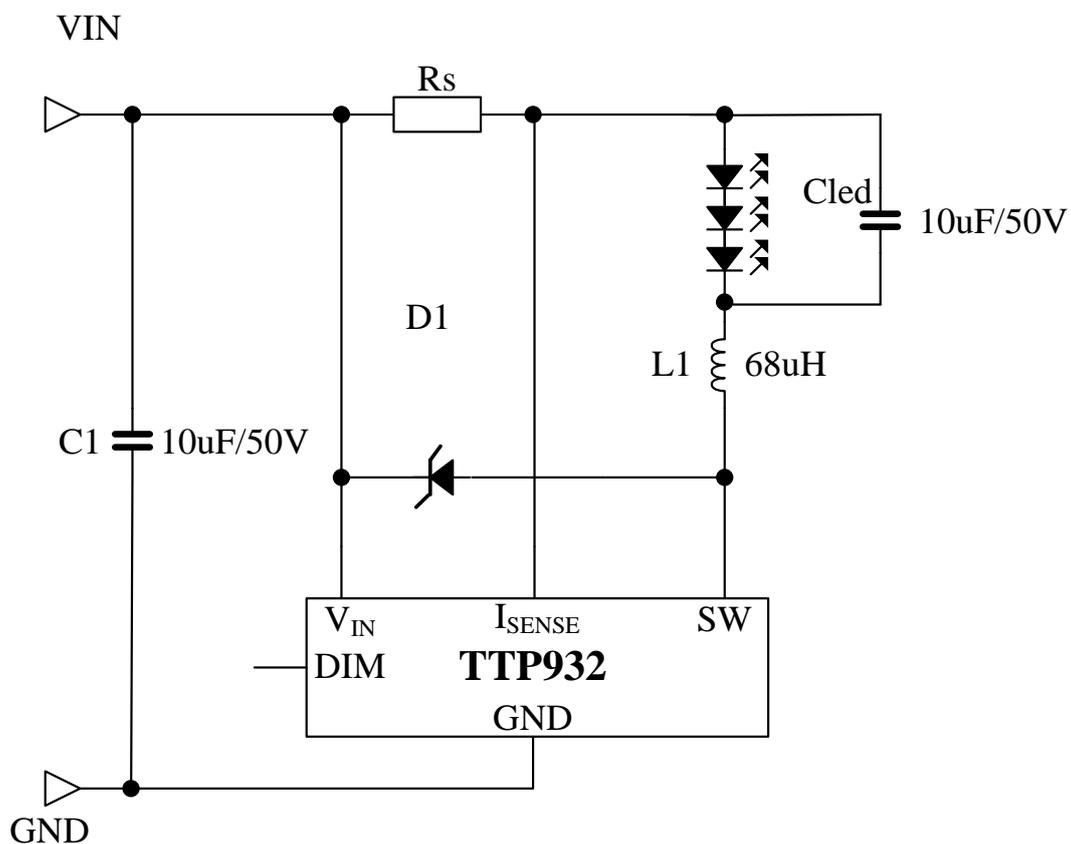
SOT23-5: TTP932J

脚位说明

| 脚位名称 | 脚位定义 |
|------|--------------------------|
| SW | NDMOS 开关D端输出引脚 |
| GND | 电源负极 |
| DIM | 调光控制引脚 |
| ISEN | 由此引脚将电阻RS连接至VIN，定义平均输出电流 |
| VIN | 电源正极 |

应用电路

典型應用電路



电气特性

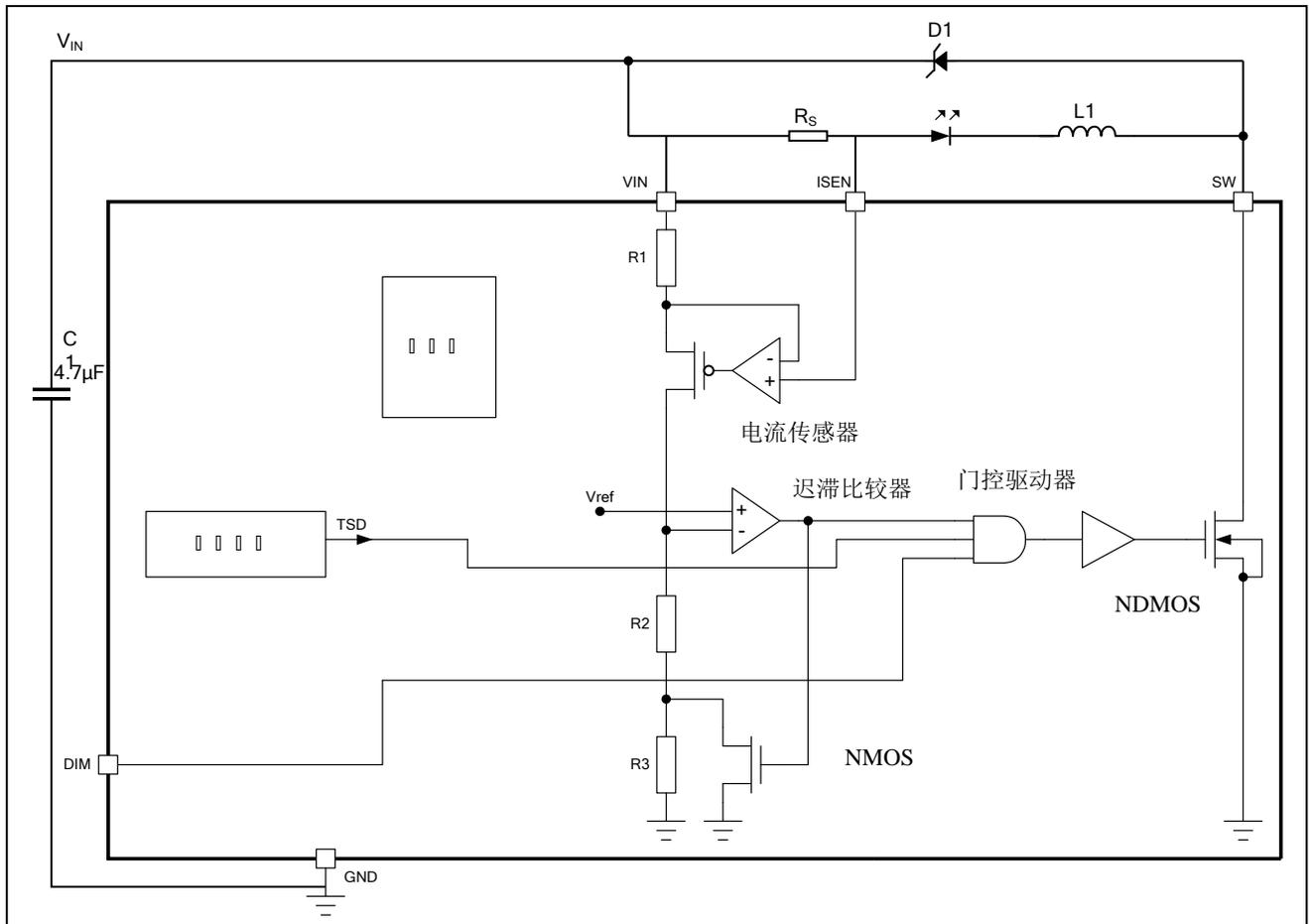
- **最大绝对额定值**

| 参 数 | | 符号 | 值 | 单位 |
|-----------------------------|---------------------|-----------------------|------------------------|------|
| 工作电压 | | V _{IN} | 0-33 (40V 持续 0.5 秒) | V |
| 输出电流 | | I _{OUT} | 1.25 | A |
| SW 脚位上的持续电压 | | V _{SW} | -0.5~33 (40V 持续 0.5 秒) | V |
| 功率消耗* | SOP8 | PD | 1.4 | W |
| | MSOP8 (thermal PAD) | | 1.45 | |
| | T0252 | | 2.8 | |
| | SOT23-6 | | 1.2 | |
| | SOT23-5 | | 1.2 | |
| | SOT89-5 | | 1.45 | |
| 热阻 | SOP8 | R _{th} (j-a) | 89.3 | °C/W |
| | MSOP8 (thermal PAD) | | 86.2 | |
| | T0252 | | 44.6 | |
| | SOT23-6 | | 104.2 | |
| | SOT23-5 | | 104.2 | |
| | SOT89-5 | | 86.2 | |
| 工作温度 | | Top | -40°C- +85°C | °C |
| 储存温度 | | T _{sto} | -55°C- +150°C | °C |
| 内部温度 (Junction Temperature) | | T _{j-MAX} | 150 | °C |
| * 双层 PCB 尺寸为 22mm*20mm | | | | |
| ** 功率消耗取决于 PCB 布局 | | | | |

- **DC / AC 特性:** (测试条件: V_{IN}=12V、V_{OUT}=3.6V、L₁=68uH、C_{IN}=C_{OUT}=10uF、T_a= 25 °C; 除非另有说明。)

| 参 数 | 符号 | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------------------|--------------------------------------|---|------|-----|------|-----|
| 工作电压 | V _{IN} | | 5 | - | 33 | V |
| 工作电流 | I _{IN} | V _{IN} = 5V~33V | - | 1 | 2 | mA |
| 输出电流 | I _{OUT} | | - | - | 1 | A |
| 输出电流精确度 | Δ I _{OUT} /I _{OUT} | 150mA ≤ I _{OUT} ≤ 1A | - | ±3 | ±5 | % |
| 转换效率 | | V _{IN} =12V、I _{OUT} =350mA、V _{OUT} =10.8V | - | 95 | - | % |
| SW 电压差 | Δ V _{SW} | I _{OUT} =1A | - | 0.5 | - | V |
| 内部传送延迟时间 | T _{PD} | | 100 | 200 | 300 | NS |
| 输入电压 | V _{IH} | | 3.5 | - | 5 | V |
| | V _{IL} | | - | - | 0.5 | V |
| 电流传感器迟滞阈值 | V _{SENSEHYS} | | - | ±15 | - | % |
| 电流平均值检电压测门限 | V _{SENSE} | | 95 | 100 | 105 | Mv |
| Switch 导通阻抗 | R _{DS(ON)} | V _{IN} =12V、I _{OUT} =350mA、V _{OUT} =10.8V | - | 0.5 | 1 | Ω |
| Switch 最小导通时间 | T _{ONmin} | | 100 | 350 | 450 | ns |
| Switch 最小截止时间 | T _{OFFmin} | | 100 | 350 | 450 | ns |
| 推荐工作占空比范围 | D _{sw} | | 0.2 | - | 0.8 | - |
| 最大工作频率 | Freq _{MAX} | | 40 | - | 1000 | KHz |
| 过温开关保护 | T _{SD} | | 145 | 160 | 175 | °C |
| 热保护迟滞 | T _{SD-HYS} | | - | 20 | - | °C |
| 加在DIM脚位上的PWM信号的占空比范围 | Duty _{DIM} | PWM 频率 = 1KHz | 0.01 | - | 1 | - |
| 输出电流上升时间 | T _r | V _{OUT} = 3.6V、I _{OUT} =350mA、f _{DIM} =1kHz、Duty _{DIM} =50% | - | 20 | - | ns |
| 输出电流下降时间 | T _f | V _{OUT} = 3.6V、I _{OUT} =350mA、f _{DIM} =1kHz、Duty _{DIM} =50% | - | 20 | - | ns |

方块图



工作原理描述

本线路结合线圈 (L1) 及电流侦测电阻 (RS)，一起构成自振荡的电感连续电流模式的降压转换器。

I. 操作流程 (参阅方块图及图 1-操作波形)

要理解线路的工作方式，是先假设 DIM 引脚悬空状态，此时 DIM 脚位的电压为 (VDIM)，直接连接到门控驱动器。

首次上电时，电源电压施加到 VIN，L1 和 RS 的初始电流为零，且电流传感器没有输出，在此情况下，迟滞比较器的 (-) 输入是低电平，其输出为高电平，这使得门控驱动器输出为高电平，使 NDMOS 开关导通，并将 SW 引脚切换至低电平，使电流从 VIN 经由 RS、L1 和 LED(s) 向地流动，由 VIN 和 L1 的数值决定了电流上升斜率，通过 RS 电阻转换为电压斜率 (VSENSE)。通过内部电阻 R1，将参考电压 VSENSE 输入至电流传感器回路，并在电阻 R2 和 R3 上产生一个与电流成比例上升的电压，这会在迟滞比较器的 (-) 输入电压上升，当此电压超过门坎电压 (Vref) 时，迟滞比较器输出切换为低电平，经门控驱动器输出为低电平，关闭 NDMOS 开关管，迟滞比较器输出亦驱动另一个 NMOS 开关，其绕过内部电阻 R3，以提供一受控制的滞后量，R3 设定的滞后为 VADJ 定义值的 15%。

当 NDMOS 关闭时，L1 中的电流继续经由 D1 及 LED(s) 流回 VIN，电流下降率由 LED(s) 和二极管的顺向电压决定，并在电流传感器上产生同步下降的电压，当迟滞比较器 (-) 端电压回到 VADJ 时，迟滞比较器输出再次切换为高电平，此后周期会重复执行，且迟滞比较器输入会在 $V_{ref} \pm 15\%$ 的范围变化。

II. 开关切换阈值

当 $V_{ADJ} = V_{REF}$ 时, $R1$ 、 $R2$ 和 $R3$ 的比值定义出 100mV 的平均 V_{SENSE} 切换门坎值 (在 I_{SENSE} 脚位上相对于 V_{IN} 的量测值), 接着, 即可用此电压和 R_S , 定义平均输出电流 I_{OUTnom} , 依据:

$$I_{OUTnom} = 100\text{mV}/R_S$$

额定涟波电流 (ripple current) 为 $\pm 15\text{mV}/R_S$

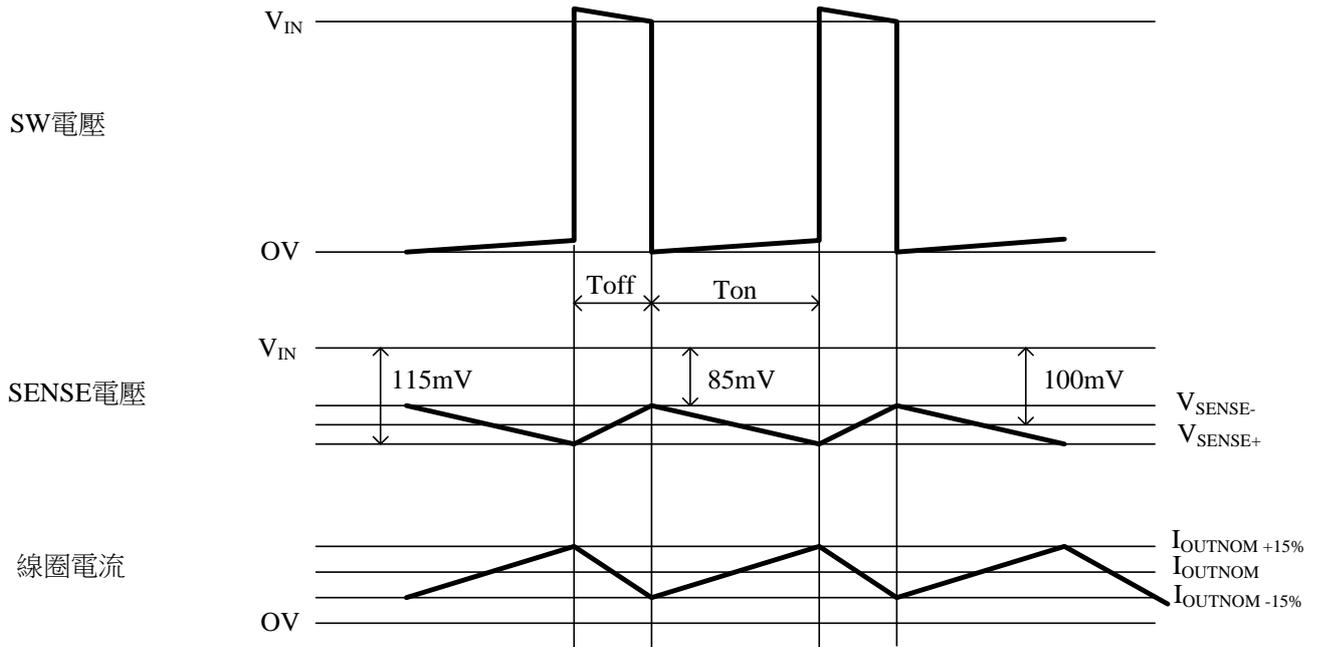
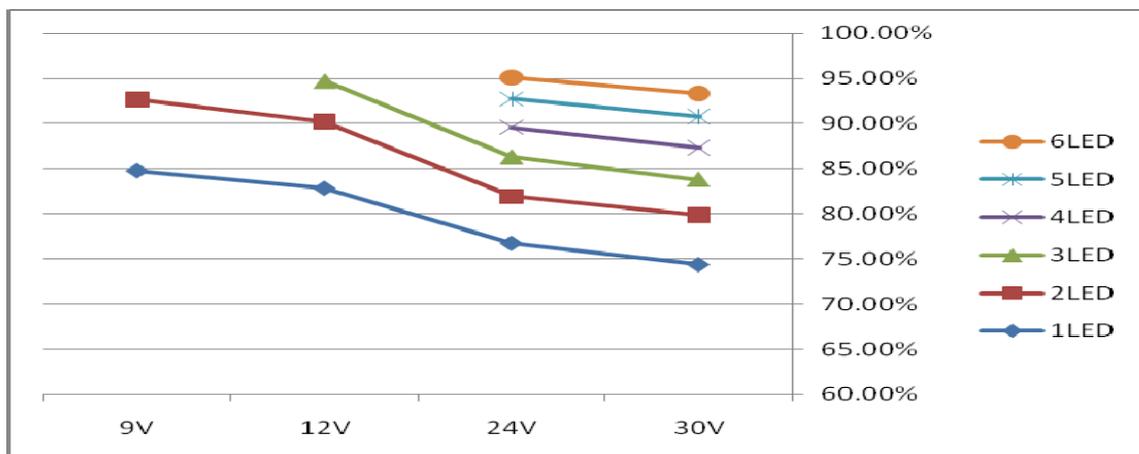


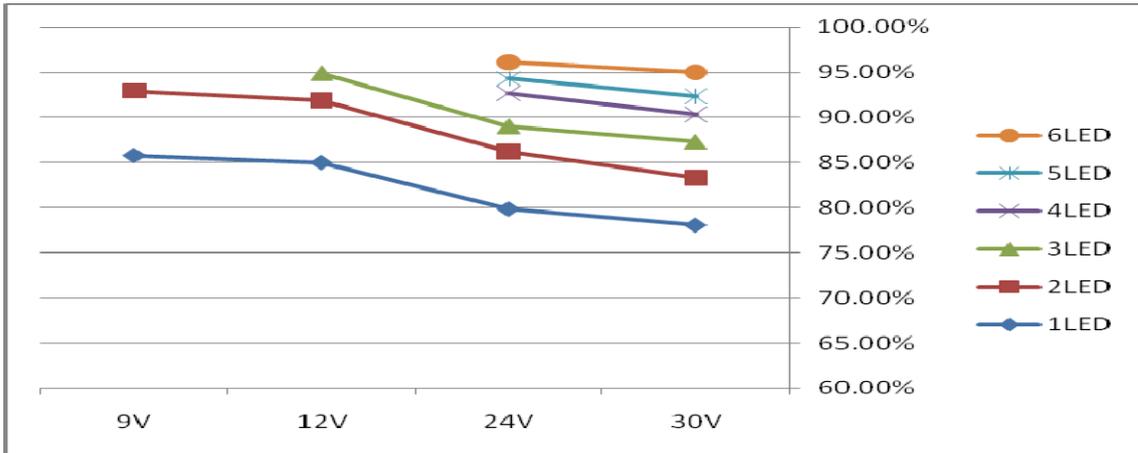
圖1-操作波形

III. 典型性能特征

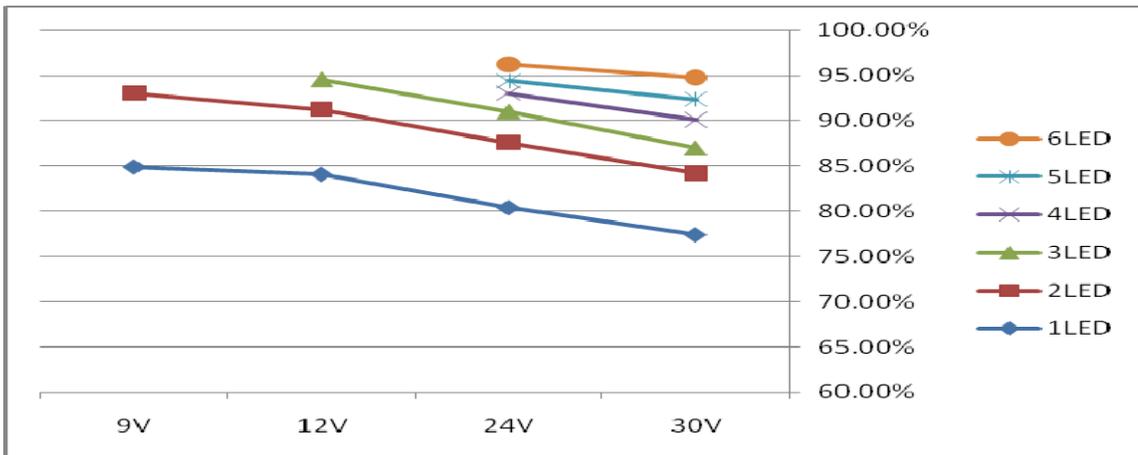
1. 不同 LED 串接数量的效率 vs. 输入电压



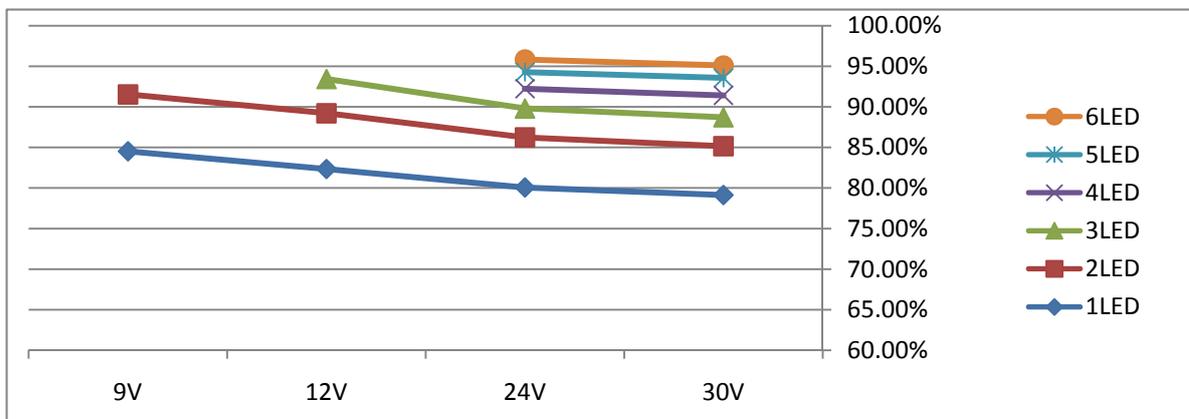
效率 vs. 输入电压 @ $L=22\mu\text{H}$ 、 $I_{OUT}=370\text{mA}$



效率 vs. 输入电压 @L=68uH、I_{OUT}=370mA

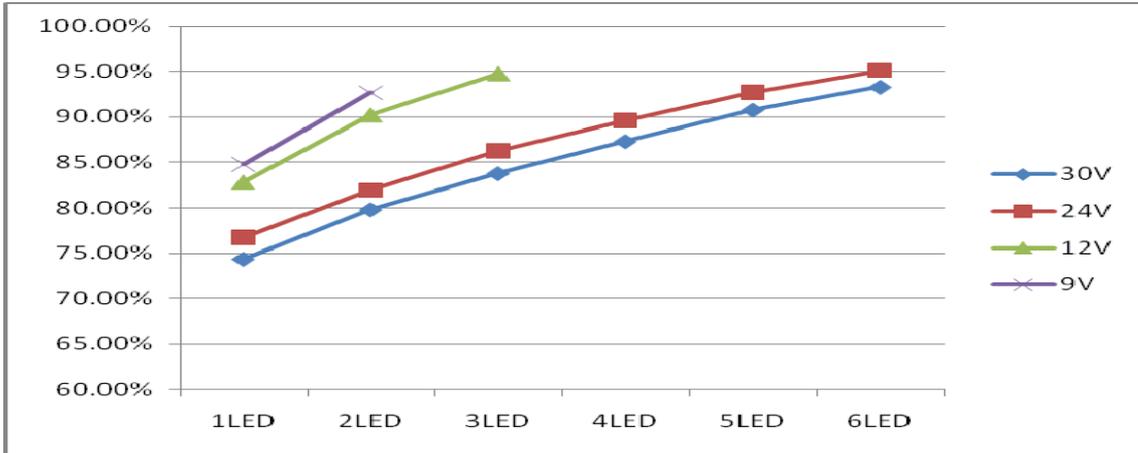
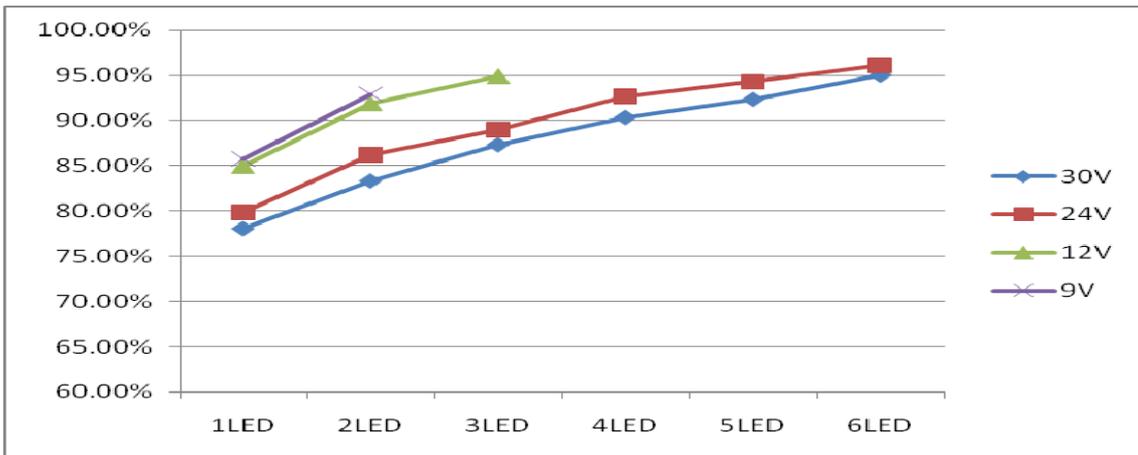
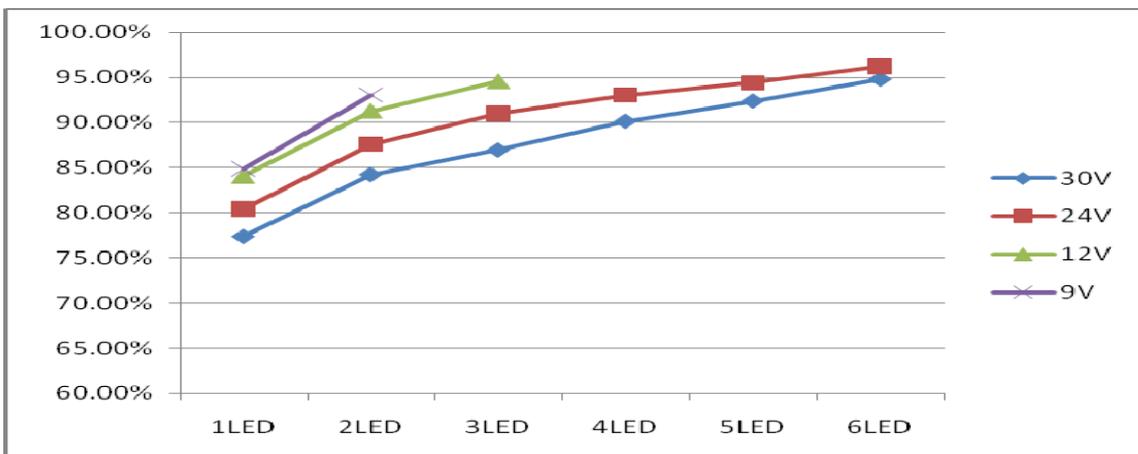


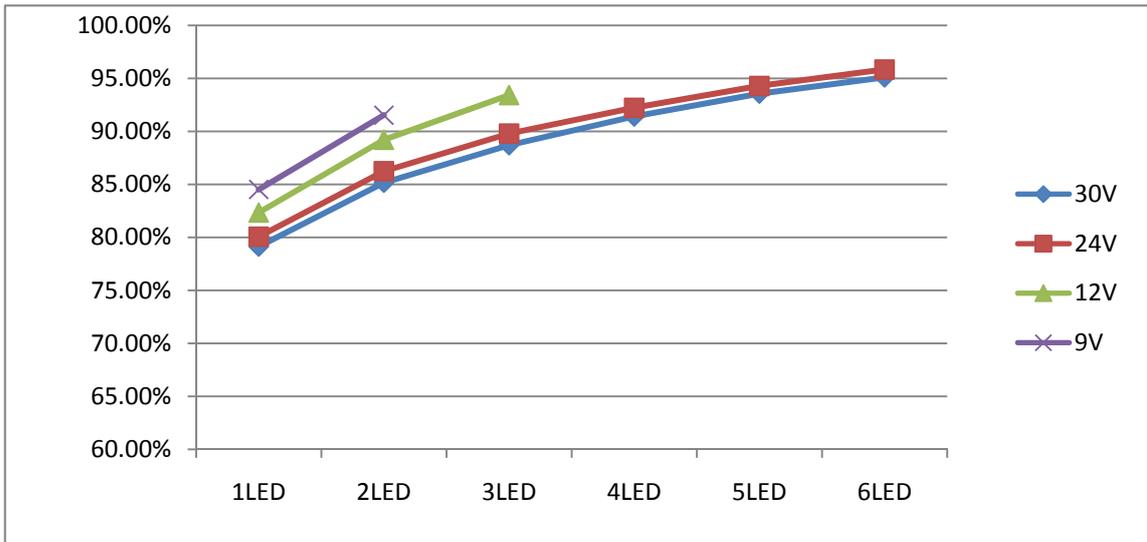
效率 vs. 输入电压 @L=100uH、I_{OUT}=370mA



效率 vs. 输入电压 @L=68uH、I_{OUT}=770mA

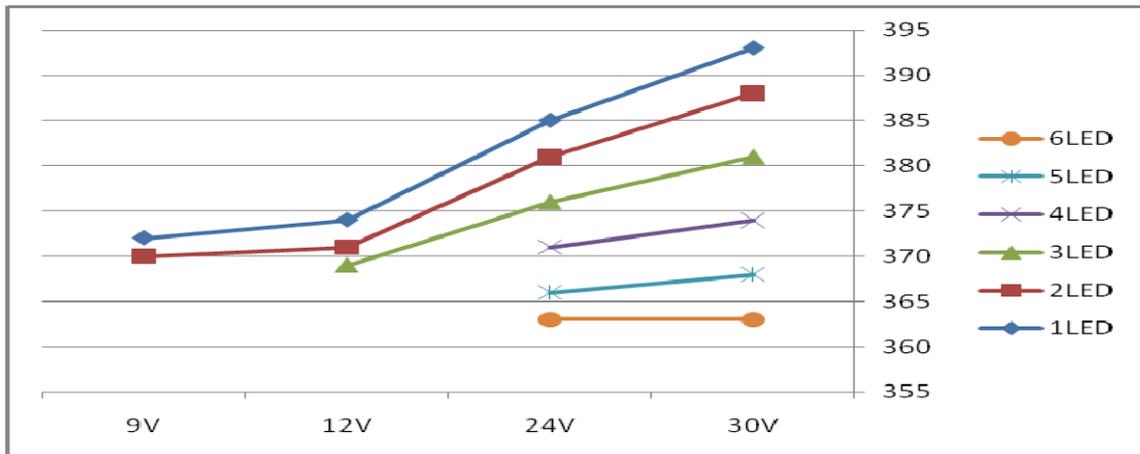
2. 不同输入电压下的效率 vs. LED 串接数量


 效率 vs. LED串接数量 @L=22uH、I_{OUT}=370mA

 效率 vs. LED串接数量 @L=68uH、I_{OUT}=370mA

 效率 vs. LED串接数量 @L=100uH、I_{OUT}=370mA

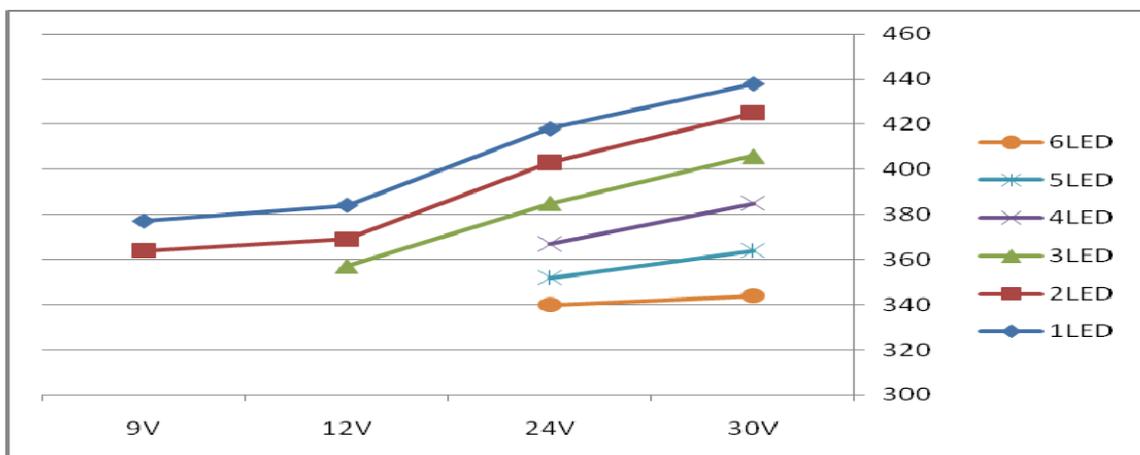


效率 vs. LED串接数量 @L=68uH、I_{OUT}=770mA

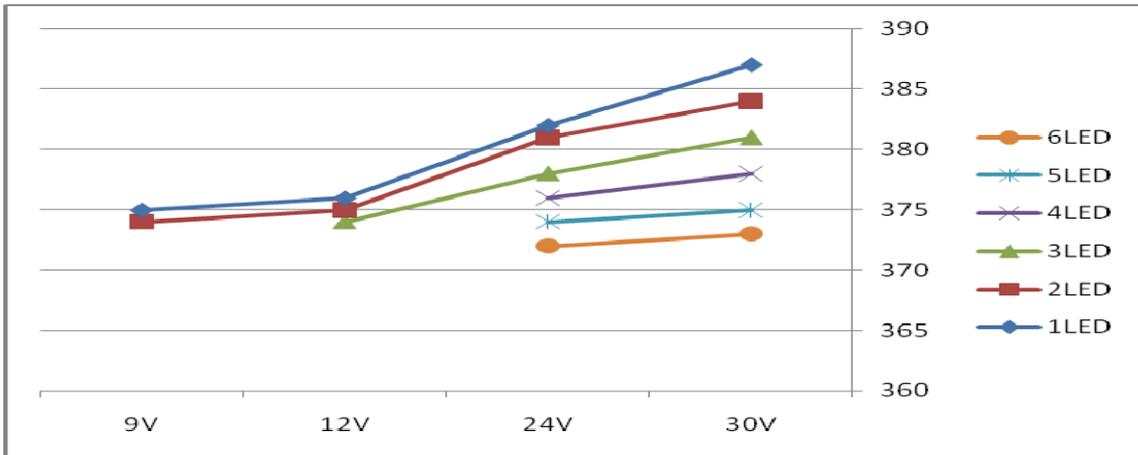
3. 不同 LED 串接数量的输出电流 vs. 输入电压



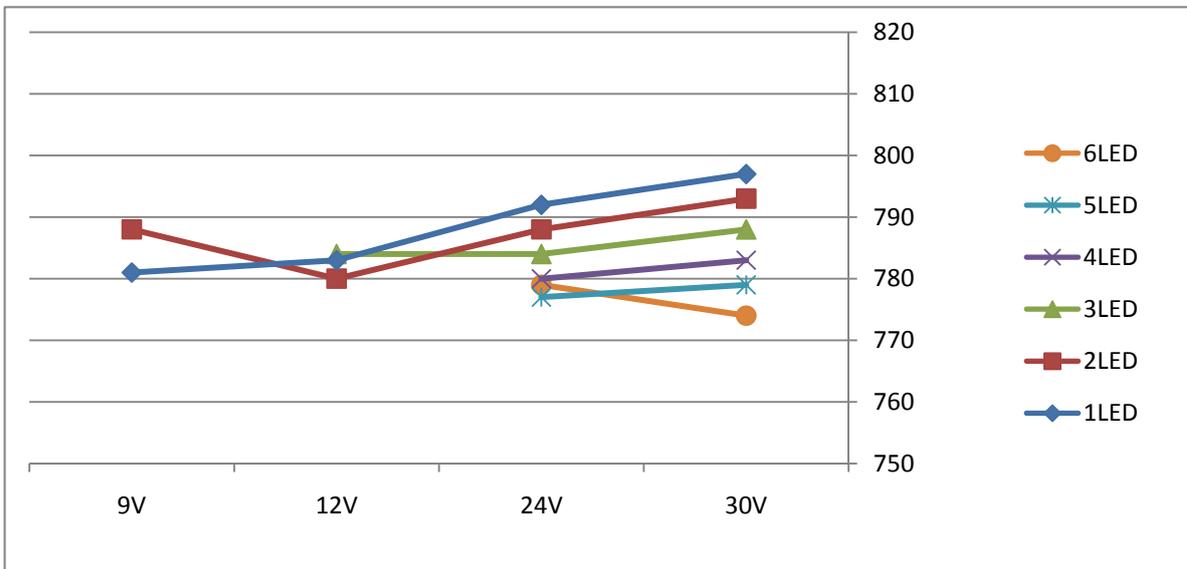
输出电流 vs. 输入电压 @L=22uH、I_{OUT}=370mA



输出电流 vs. 输入电压 @L=68uH、I_{OUT}=370mA

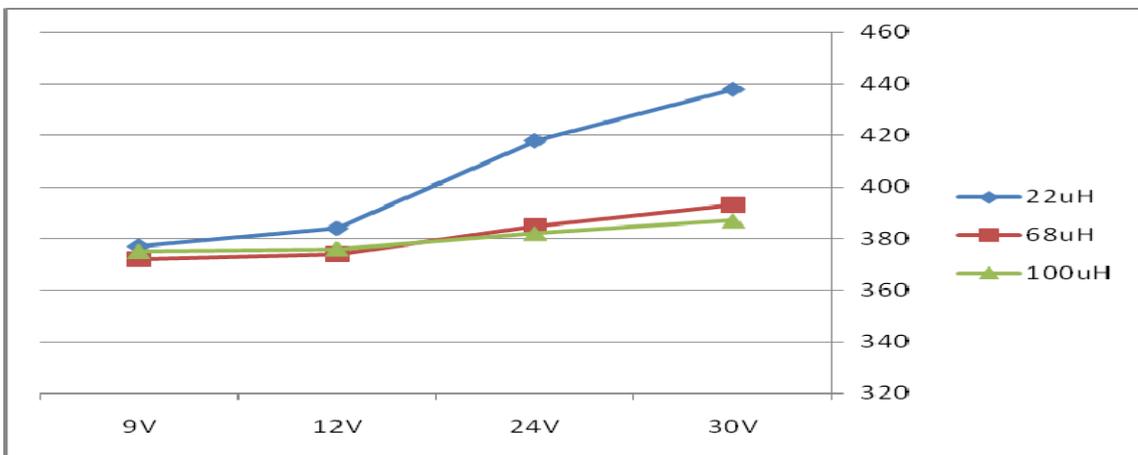


输出电流 vs. 输入电压 @L=100uH、I_{OUT}=370mA

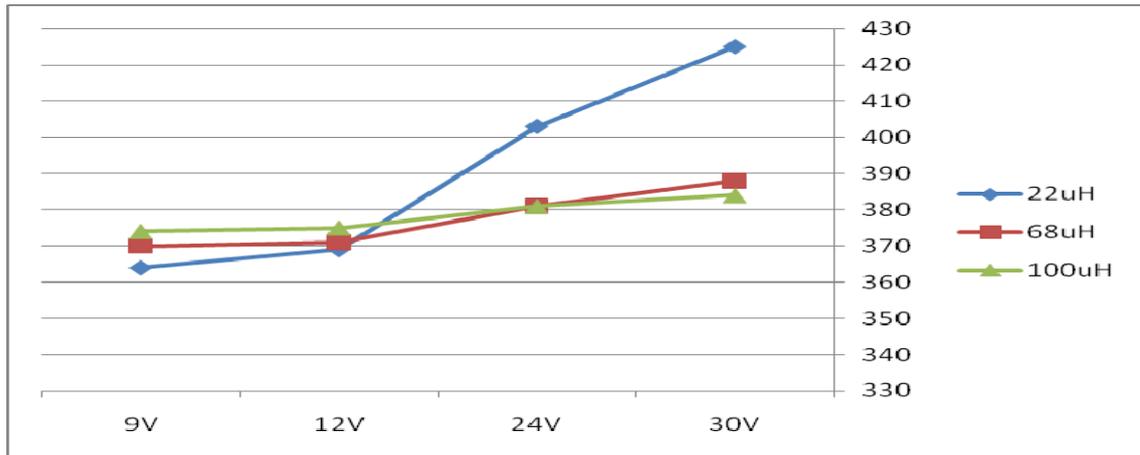


输出电流 vs. 输入电压 @L=68uH、I_{OUT}=770mA

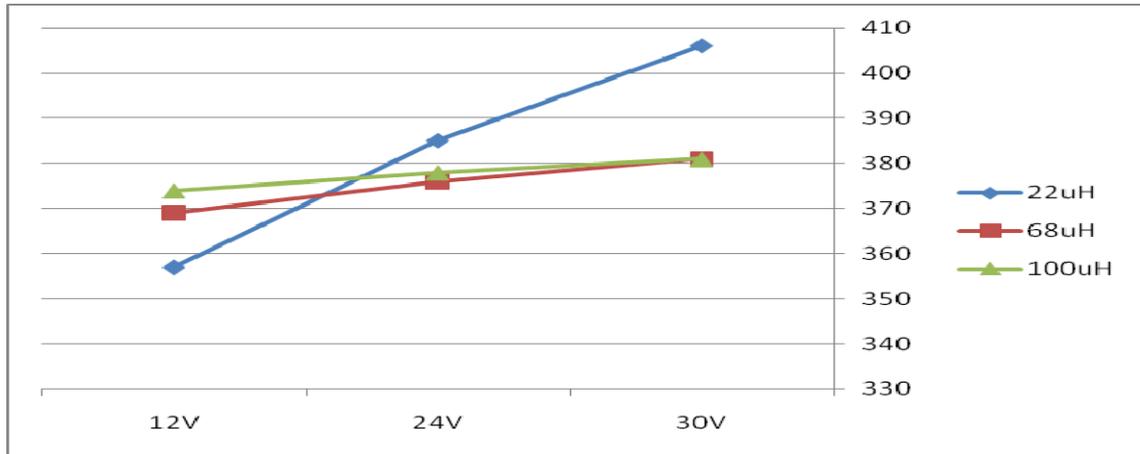
4. 不同电感组件下的输出电流 vs. 输入电压



输出电流 vs. 输入电压 @1-LED、I_{OUT}=370mA

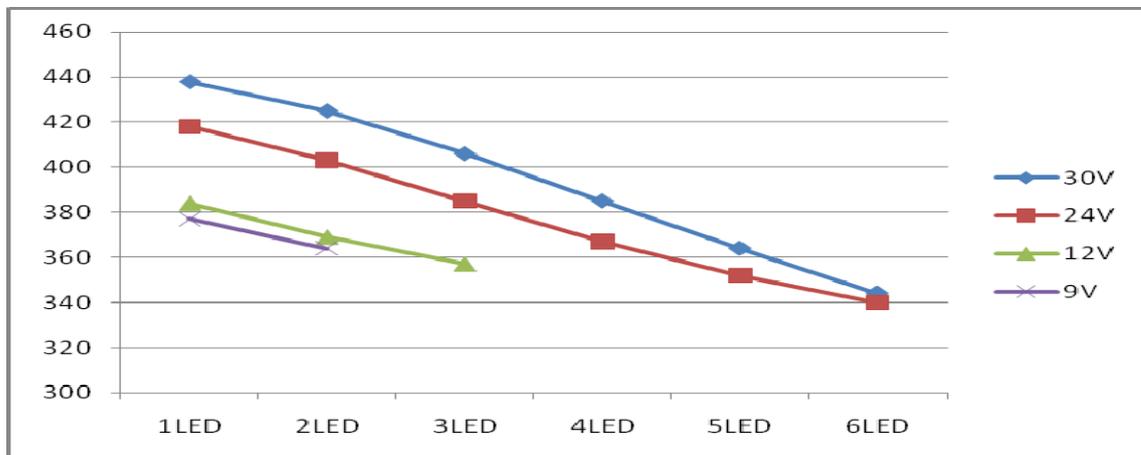


输出电流 vs. 输入电压 @2-LED串接、 $I_{out}=370mA$

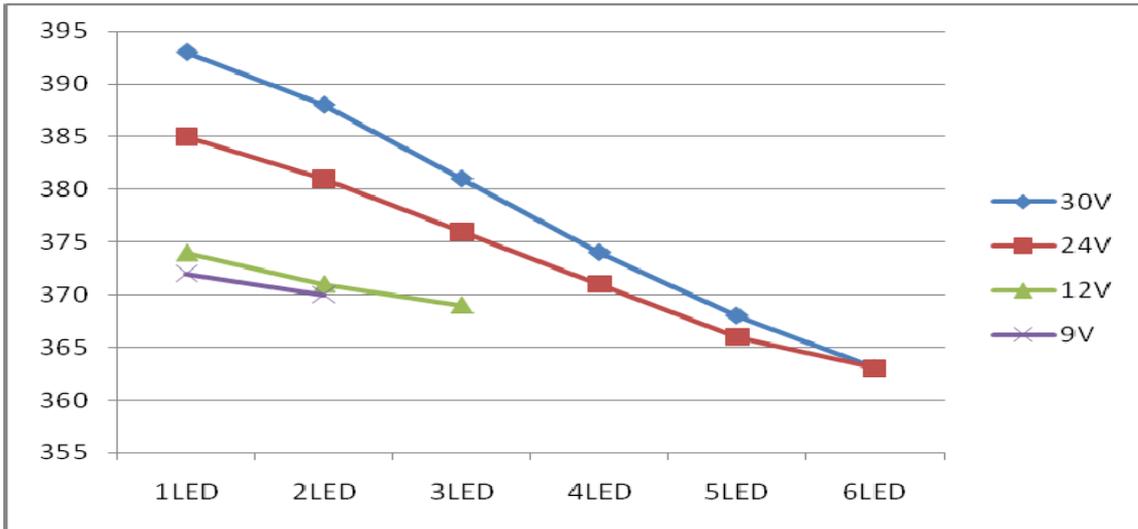


输出电流 vs. 输入电压 @3-LED串接、 $I_{out}=370mA$

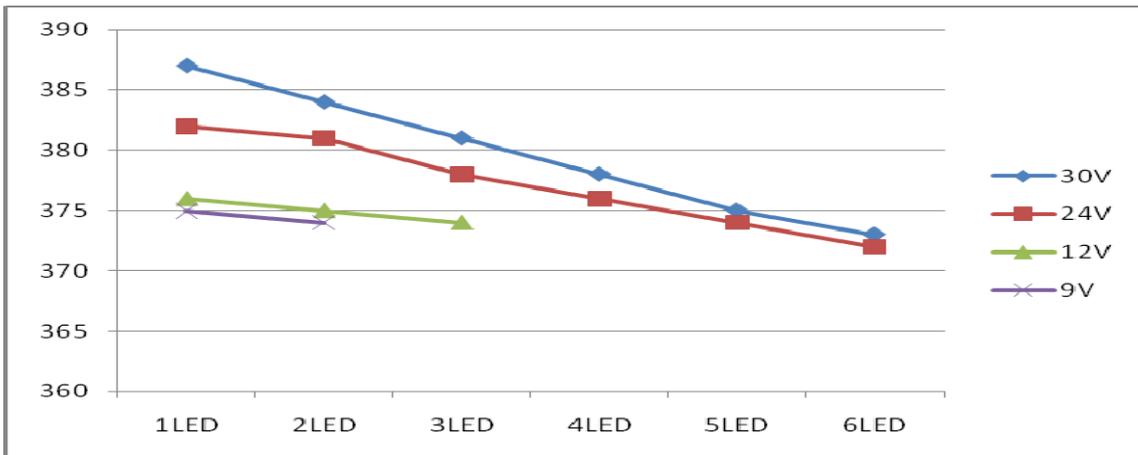
5. 不同输入电压下的输出电流 vs. LED 串接数量



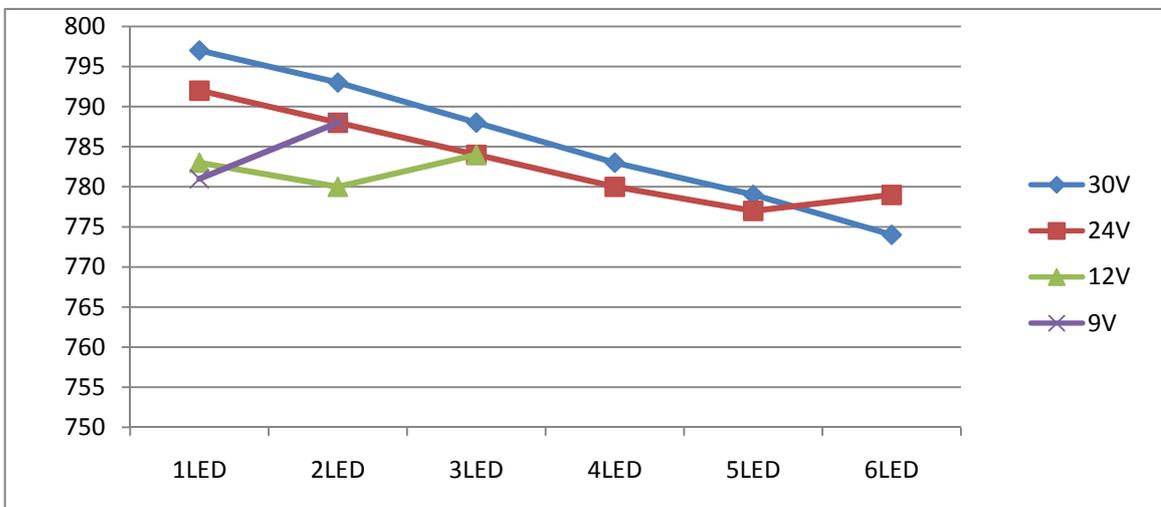
输出电流 vs. LED 串接数量 @L=22uH、 $I_{out}=370mA$



输出电流 vs. LED 串接数量 @L=68uH、I_{OUT}=370mA

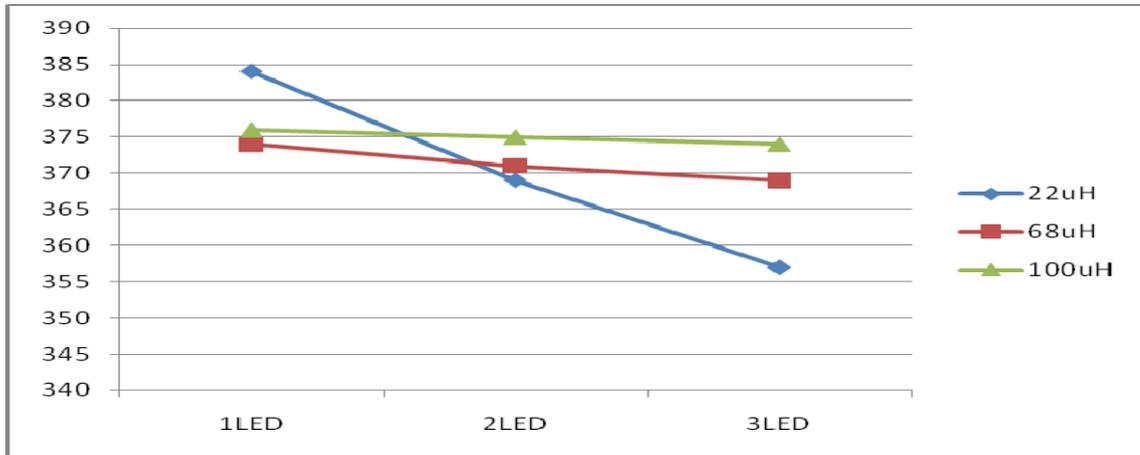


输出电流 vs. LED 串接数量 @L=100uH、I_{OUT}=370mA

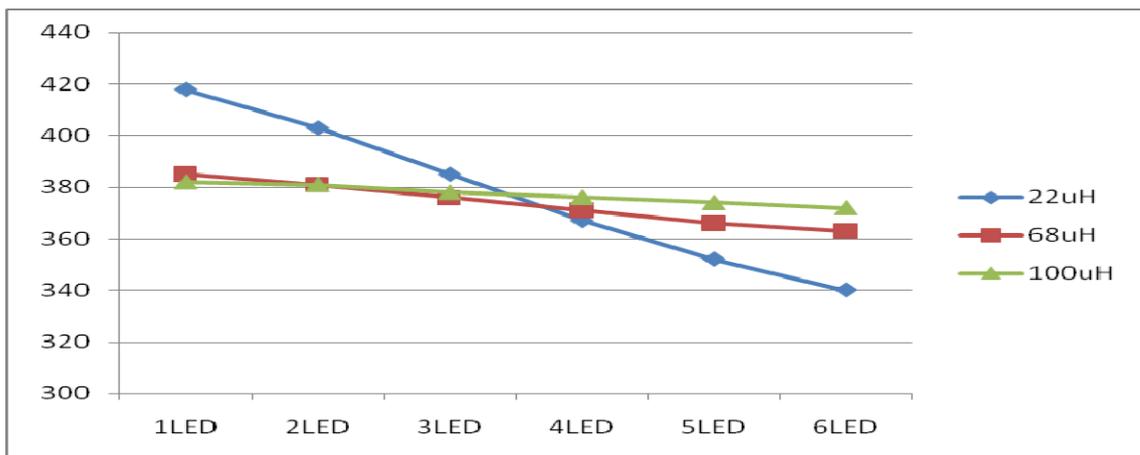


输出电流 vs. LED 串接数量 @L=68uH、I_{OUT}=770mA

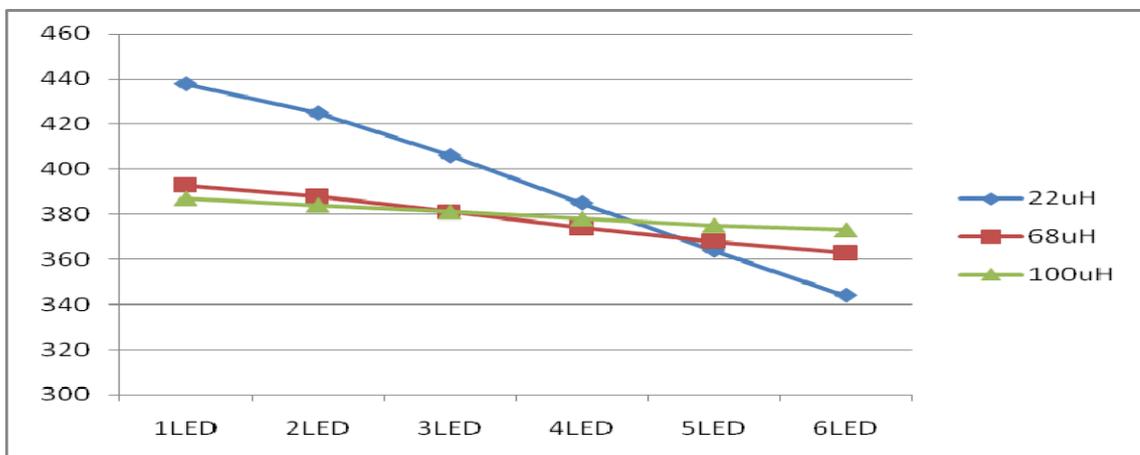
6. 不同电感组件 (inductor) 下的输出电流 vs. LED 串接数量



输出电流 vs. LED 串接数量 @VIN=12V、I_{OUT}=370mA

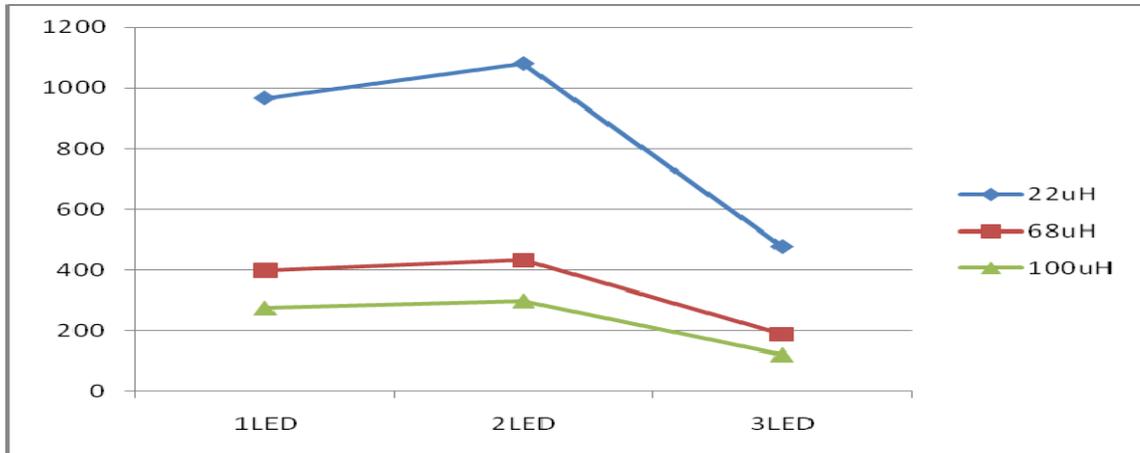


输出电流 vs. LED 串接数量 @VIN=24V、I_{OUT}=370mA

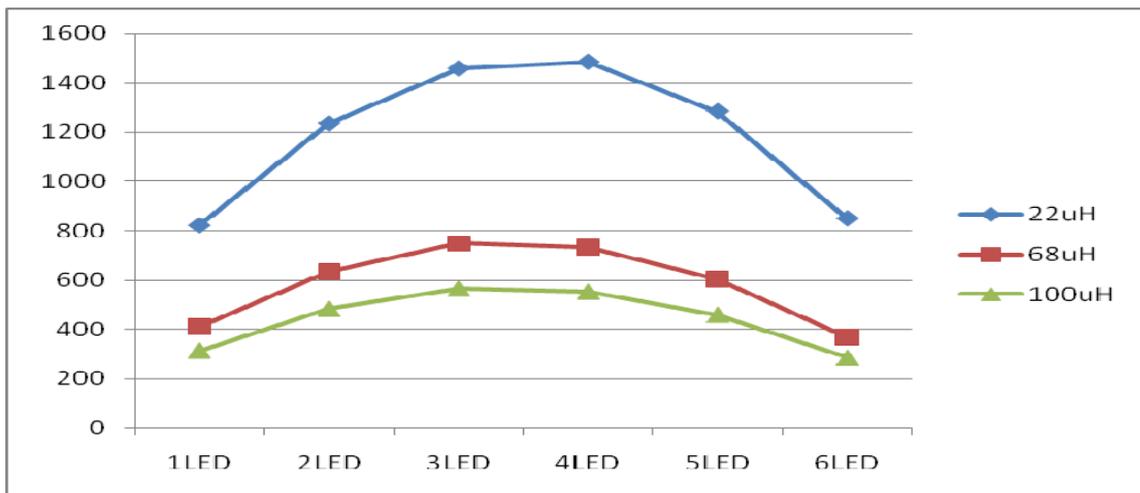


输出电流 vs. LED 串接数量 @VIN=30V、I_{OUT}=370mA

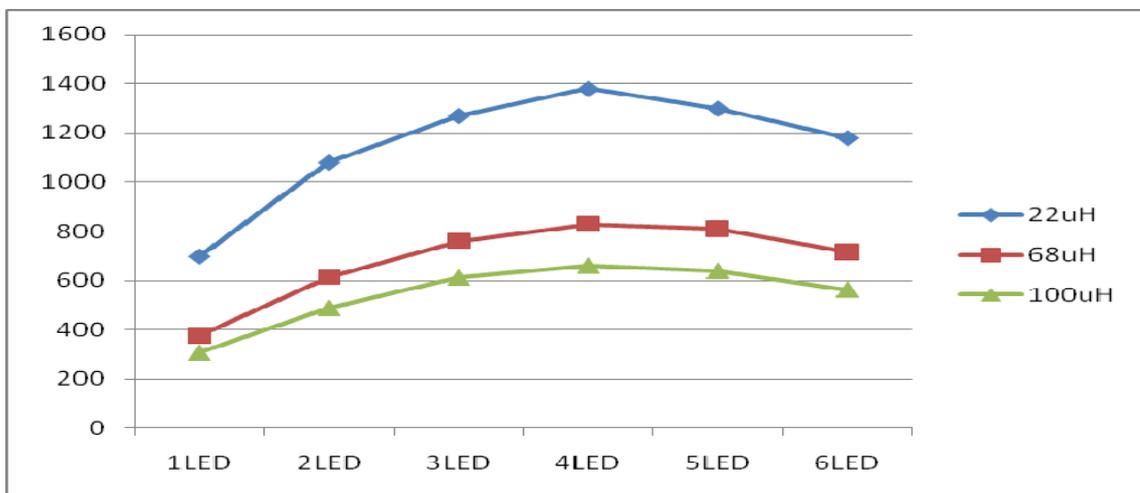
7. 不同电感组件下的切换频率 vs. LED 连接数量



切换频率 vs. LED 串接数量 @VIN=12V、I_{OUT}=370mA

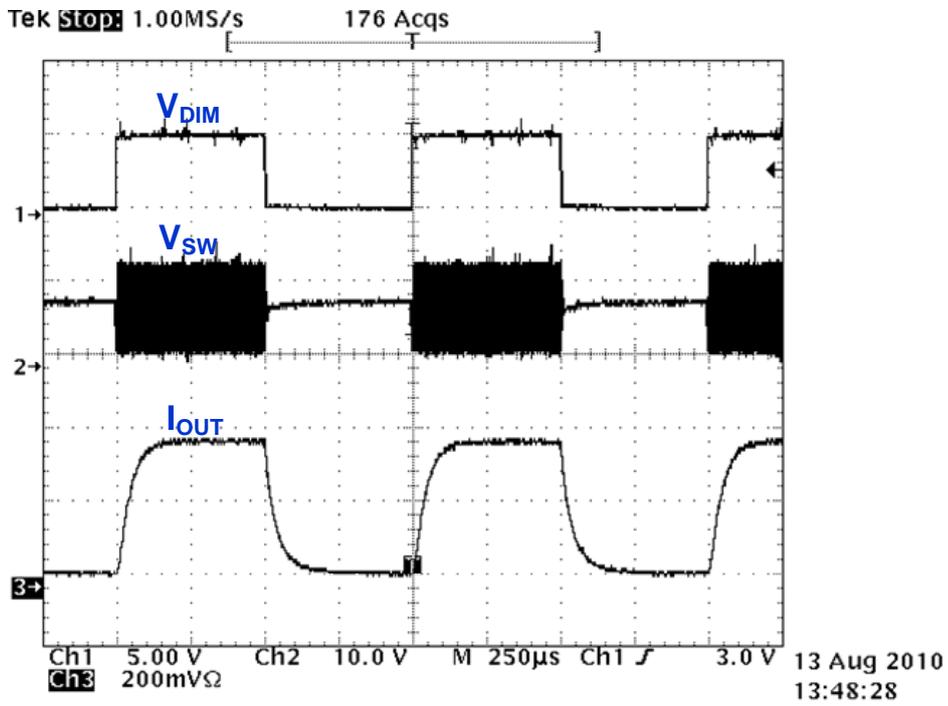


切换频率 vs. LED 串接数量 @VIN=24V、I_{OUT}=370mA

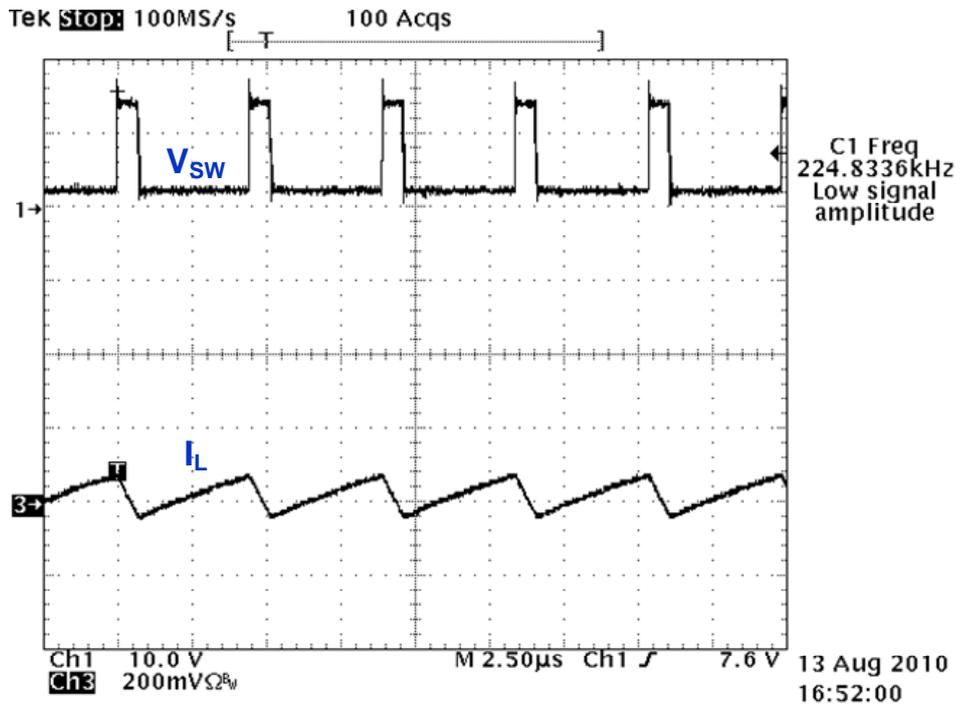


切换频率 vs. LED 串接数量 @VIN=30V、I_{OUT}=370mA

8. 调光与开关波形



调光波形 ($V_{IN}=12V$ 、 $R_{SEN}=0.27\ \Omega$ 、3-LED)



开关波形 ($V_{IN}=12V$ 、 $R_{SEN}=0.27\ \Omega$ 、3-LED)

IV. 应用注意事项

用外部电阻 RS 设定平均输出电流

利用连接在 VIN 与 Iout 间的外部电流感测电阻 (RS) 值, 决定 LED(s) 的额定平均输出电流,

且: $I_{OUTnom} = 0.1/RS$ [若 $RS \geq 0.1 \Omega$]

涟波电流为 $\pm 15mV/RS$

下表所示为第 1 页所列之典型应用电路中, 额定平均输出电流值对应之几个较适合的电流设定电阻 (RS) 值:

| RS (Ω) | 额定平均输出电流 (mA) |
|--------|---------------|
| 0.1 | 1000 |
| 0.13 | 760 |
| 0.15 | 667 |

1. 调光

具工作周期之脉冲宽度调变 (PWM) 讯号的 DPWM, 可施加在 DIM 接脚上。

DIM 的逻辑低 (logic low) (低于 0.5V) 会停用内部 MOSFET, 并关闭流至 LED 数组的电流。内部提升电路 (pull-high circuit) 确保当 DIM 接脚未连接时, TTP932 为开 (ON)。

2. 开路 / 短路 LED 保护

当任一 LED 为开路时, 输出电流会关闭。

当任一 LED 短路时, 会限制输出电流为其默认值。

3. 过热保护

当接合面温度超出范围, TTP932 会关闭输出电流。

4. 最低输入电压

最低输入电压为 R_{SEN} 、L1 的 DCR、内部 MOS 开关的 $R_{ds(ON)}$ 上之电压降与 LEDs 的总顺向电压 V_{LED} 之总和。

$$V_{in} = V_{RS} + V_{LED} + V_{L1} + V_{SW}$$

5. 设计考虑

切换频率:

为了较好的输出电流精确度, 应由最小开 / 关时间 SW 波形决定切换频率

$$F_{SW} = (1-D) / T_{OFF, MIN} , \text{ 当工作周期大于 } 0.5 \quad (D = V_{out} / V_{in})$$

或 $F_{SW} = D / T_{ON, MIN} , \text{ 当工作周期小于 } 0.5$

切换频率与效率 (低频时较好)、组件的大小 / 成本、以及输出涟波电压和电流的振幅有关 (高频时较小)。

较慢的切换频率来自大的电感组件值。在许多应用中, EMI 的敏感度限制了切换频率。

切换频率的范围可从 40kHz 到 1.0MHz。

LED 涟波电流:

LED 固定电流驱动器是设计用来经由选接 LED, 而非通过的电压来控制电流。

较高的 LED 涟波电流允许使用较小的电感、较小的输出电容, 甚至可不需要输出电容器, 较高 LED 涟波电流的优点是将 PCB 尺寸最小化, 并降低成本, 因为没有输出电容器。

较低的 LED 涟波电流需要较大的电感和输出电容器, 较低的 LED 涟波电流是为了延长 LED 的使用寿命, 并降低 LED 的温升。

建议的涟波电流为正常 LED 输出电流的 5%到 20%。

6. 选择电容器

应使用低 ESR 电容器, 进行输入解耦 (input decoupling), 因为此电容器是与电源阻抗串联出现的, 且会降低整体效率, 此电容器必须供应相对高的峰值电流给线圈, 并使输入电源上的电流涟波平滑。

若输入源靠近装置, 则 4.7uF 的最小值是可接受的, 但较高的数值可提升较低输入电压的表现, 特别是在高电源阻抗时, 输入电容器应尽可能放在靠近 IC 的地方。

为了随温度与电压变化的最大稳定性, 建议使用 X7R、X5R 或更好的电介质电容器。

此应用中, 不适合用具 Y5V 电介质电容器进行解耦, 故不应使用。

GRM42-2X7R475K-50 是合适的 Murata 电容器。

7. 选择电感组件

电感取决于两个系数：切换频率及电感组件涟波电波。

电感 L1 计算如下：

$$L1 > (V_{IN} - V_{OUT} - V_{SEN} - (R_{ds(on)} \times I_{OUT})) \times D / (f_{sw} \times \Delta I_L)$$

较高供应电压时，建议采用较高的电感值，以将切换延时的误差降至最低；其可能导致增加涟波及较低的效率。较高的电感值亦会产生供应电压范围内、较小的输出电流变化。（如图）。

电感组件应尽可能放置在靠近装置的地方，并以低电阻连接至 SW 和 V_{IN} 接脚。

应选择饱和电流高于峰值输出电流，且连续电流额定值高于所需之平均输出电流的线圈。

应选择能保持操作工作周期，且在供应电压及负载电流范围内切换「开」 / 「关」时间在范围内的电感组件值。

打开时间

$$T_{on} = L \Delta I / (V_{IN} - V_{LED} - I_{avg} (R_S + r_L + R_{sw}))$$

$$T_{off} = L \Delta I / (V_{LED} + V_D + I_{avg} (R_S + r_L))$$

其中

| | |
|------------------|--|
| L | 为线圈电感 |
| rL | 为线圈电阻 |
| R _S | 为电流感测电阻 |
| I _{avg} | 为要求之 LED 电流 |
| Δ I | 为线圈峰值－峰值涟波电流 {内部设定为 0.3 x I _{avg} } |
| V _{IN} | 为供应电压 |
| V _{LED} | 为总 LED 顺向电压 |
| R _{SW} | 为开关电阻 |
| V _D | 为要求之负载电流下的二极管顺向电压 |

8. 选择二极管

基于最大效率及性能，整流器 (D1) 应为在最大电压及温度下具低反向泄漏的快速低电容 Schottky 二极管，因为较低顺向电压与减少恢复时间的组合，其亦能提供优于硅二极管 (silicon diodes) 的效率，重要的是选择峰值电流额定值高于峰值线圈电流、且连续电流额定值高于最大输出负载电流的零件。

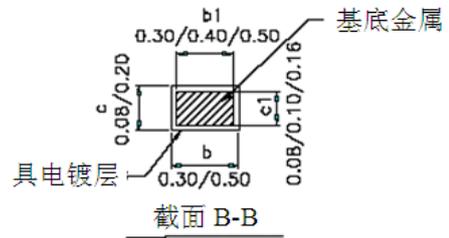
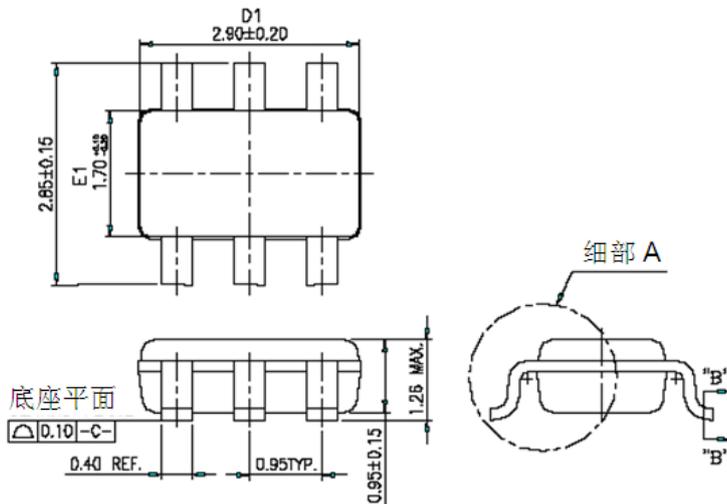
若在 85° C 以上操作时，考虑二极管的反向泄漏是很重要的，过高的泄漏会增加装置内的功率消耗，且若接近负载可能会创造热失控条件 (thermal runaway condition)。

较高的顺向电压以及因为硅二极管中反向恢复时间造成的过冲 (overshoot)，会增加 SW 输出上的峰值电压。

若使用硅二极管，应小心以确保出现在 SW 接脚上之含电源涟波 (supply ripple) 的总电压，不超过规定的最大值。

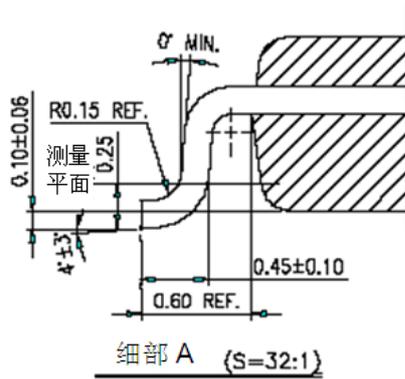
封装配置

SOT23-6 (TTP932B)

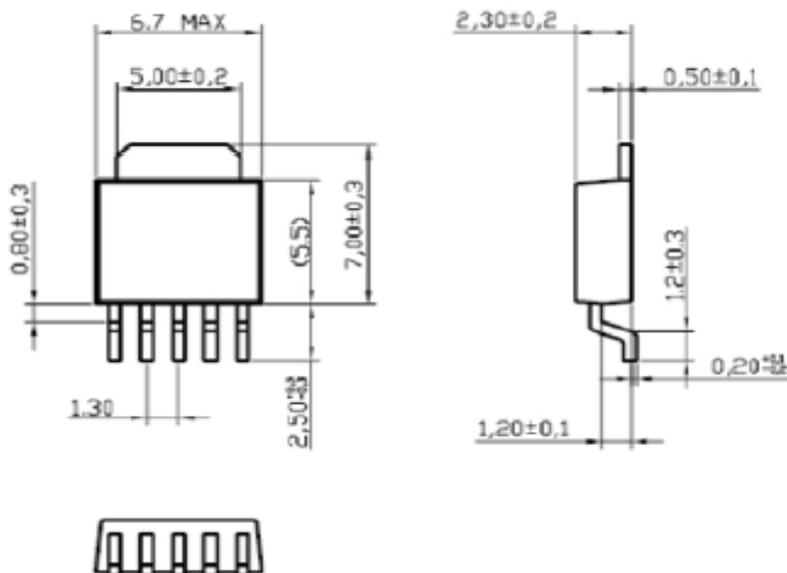


说明:

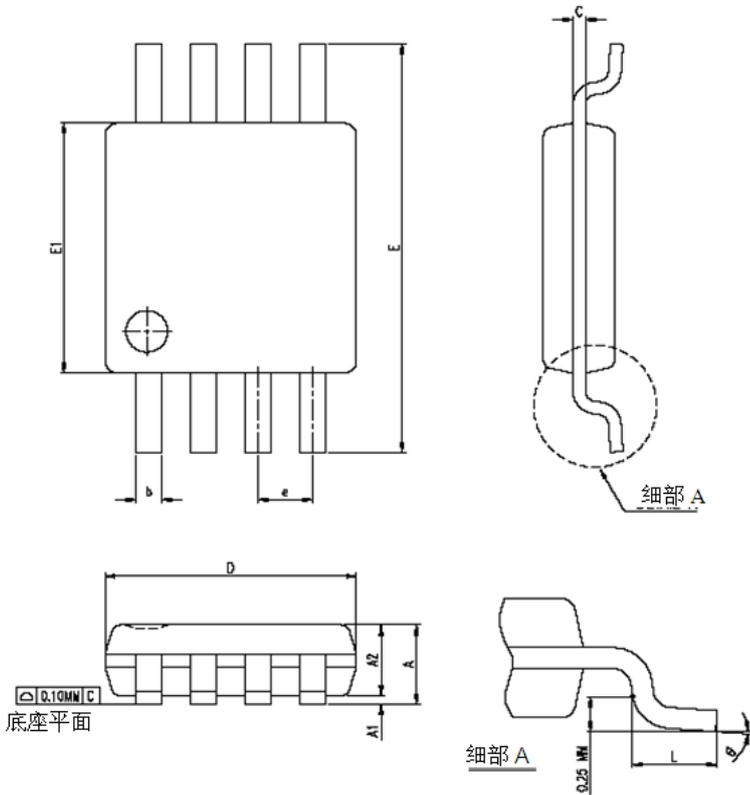
1. 尺寸 D1 & E1 不含模具突出。
2. 除非另有说明，所有引脚来自底座平面的共面性应为最大 0.1 (测试前)。
3. 除非另有说明，一般实际外观规格系参阅 TMC 的最终目视检查规格。



T0252-5 (TTP932C)



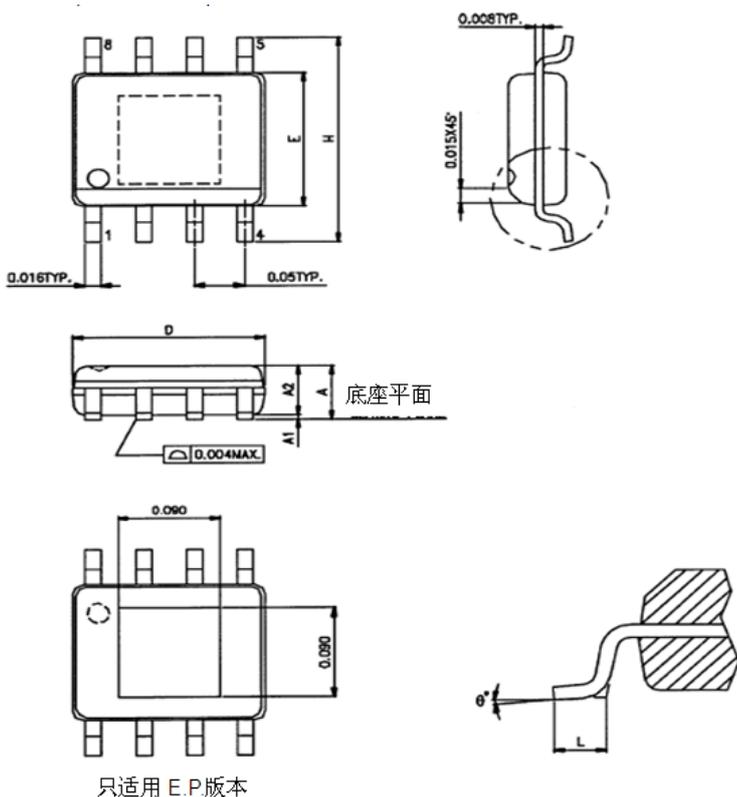
MSOP8 (TTP932D)



| 符号 | 尺寸 (mm) | | | 尺寸 (inch) | | |
|-------|------------|------|------|-------------|-------|-------|
| | MIN. | NOM. | MAX. | MIN. | NOM. | MAX. |
| A | 0.81 | 1.02 | 1.10 | 0.032 | 0.040 | 0.043 |
| A1 | 0.05 | | 0.15 | 0.002 | | 0.006 |
| A2 | 0.76 | 0.86 | 0.95 | 0.030 | 0.034 | 0.037 |
| b | 0.28 | 0.30 | 0.38 | 0.011 | 0.012 | 0.015 |
| C | 0.13 | 0.15 | 0.23 | 0.005 | 0.006 | 0.009 |
| D | 2.90 | 3.00 | 3.10 | 0.114 | 0.118 | 0.122 |
| E | 4.75 | 4.90 | 5.05 | 0.187 | 0.193 | 0.199 |
| E1 | 2.90 | 3.00 | 3.10 | 0.114 | 0.118 | 0.122 |
| e | 0.65 BASIC | | | 0.026 BASIC | | |
| L | 0.40 | 0.55 | 0.70 | 0.016 | 0.022 | 0.028 |
| θ | 0° | 3° | 6° | 0° | 3° | 6° |
| JEDEC | | | | | | |

*说明：尺寸「D」不含模具突出或浇口毛边。
 模具突出和浇口毛边每侧不得超过 0.006 英寸 (0.15 mm)。
 尺寸「E1」不含模具突出
 模具突出每侧不得超过 0.010 英寸 (0.25 mm)。

SOP8 (TTP932E)

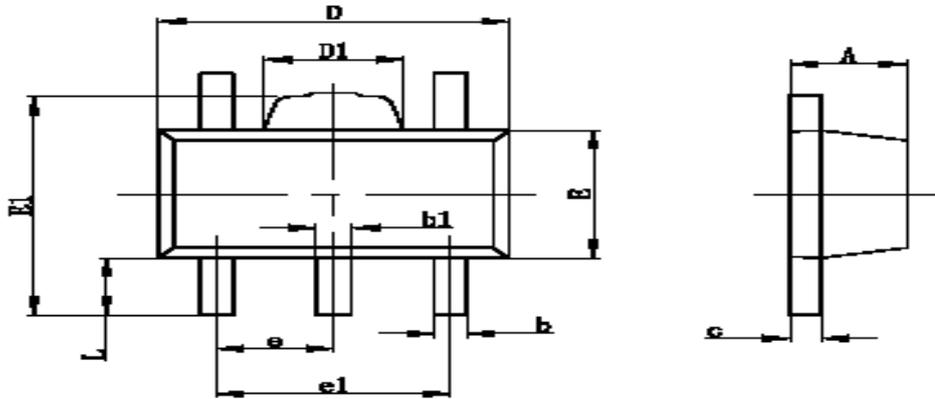


| 符号 | MIN. | MAX. |
|----|-------|-------|
| A | 0.053 | 0.069 |
| A1 | 0.004 | 0.010 |
| A2 | - | 0.059 |
| D | 0.189 | 0.196 |
| E | 0.150 | 0.157 |
| H | 0.228 | 0.244 |
| L | 0.016 | 0.050 |
| θ° | 0 | 8 |

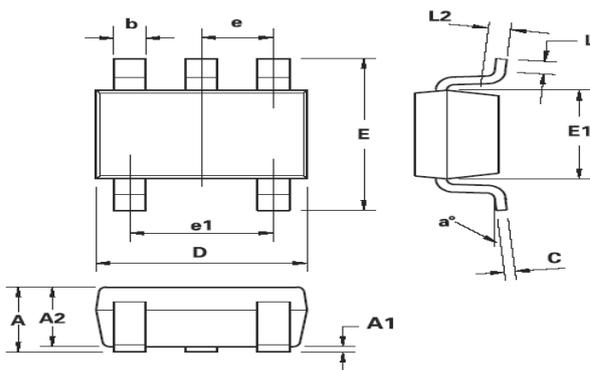
单位：英寸

说明：

- JEDEC 外观：MS-012 M/E.P. 版本：N/A
- 尺寸「D」不含模具溢料、突出或浇口毛边。模具溢料、突出和浇口毛边每侧不得超过 .15mm (.006 英寸)。
- 尺寸「E」不含引脚间溢料或突出。引脚间溢料或突出每侧不得超过 .25mm (.010 英寸)。

SOT89-5 (TTP932F1)


| Symbol | Dimensions In Millimeters | | Dimensions In Inches | |
|--------|---------------------------|-------|----------------------|-------|
| | Min | Max | Min | Max |
| A | 1.400 | 1.600 | 0.055 | 0.063 |
| b | 0.320 | 0.520 | 0.013 | 0.020 |
| b1 | 0.380 | 0.580 | 0.014 | 0.022 |
| c | 0.350 | 0.440 | 0.014 | 0.017 |
| D | 4.400 | 4.600 | 0.173 | 0.181 |
| D1 | 1.400 | 1.800 | 0.055 | 0.071 |
| E | 2.300 | 2.600 | 0.091 | 0.102 |
| E1 | 3.940 | 4.250 | 0.155 | 0.167 |
| e | 1.500TYP | | 0.060TYP | |
| e1 | 2.900 | 3.100 | 0.114 | 0.122 |
| L | 0.900 | 1.100 | 0.035 | 0.043 |

SOT23-5 (TTP932J)


| DIM | Millimeters | | Inches | |
|-----|-------------|------|------------|--------|
| | Min. | Max. | Min. | Max. |
| A | - | 1.00 | - | 0.0393 |
| A1 | 0.01 | 0.10 | 0.0003 | 0.0039 |
| A2 | 0.84 | 0.90 | 0.0330 | 0.0354 |
| b | 0.30 | 0.45 | 0.0118 | 0.0177 |
| c | 0.12 | 0.20 | 0.0047 | 0.0078 |
| D | 2.90 BSC | | 0.114 BSC | |
| E | 2.80 BSC | | 0.110 BSC | |
| E1 | 1.60 BSC | | 0.062 BSC | |
| e | 0.95 BSC | | 0.0374 BSC | |
| e1 | 1.90 BSC | | 0.0748 BSC | |
| L | 0.30 | 0.50 | 0.0118 | 0.0196 |
| L2 | 0.25 BSC | | 0.010 BSC | |
| a° | 4° | 12° | 4° | 12° |