

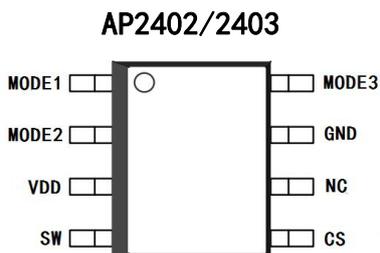
## AP240X 系列产品 应用指导书

本指导书主要是 AP240X 内置 MOS 产品的应用说明

### AP240X 产品特性说明

1. AP240X 产品共三款：AP2400 (外置 MOS)、AP2402 (1.5A 版本)、AP2403 (2.3A 版本)。
2. 降压恒流输出：IC 采用平均电流采样模式，在宽压输入时仍保持高精度的恒流性能。
3. 工作频率：固频 150KHz, 内置抖频电路，降低对其他设备的 EMI 干扰。
4. 输入工作电压：5-100V。
5. 三功能模式选择：MODE1 (半亮功能)、MODE2 (8Hz 爆闪功能)、MODE3 (三功能循环)
6. 短路保护、过温保护：避免烧 LED 的情况，IC 内部温度达 140°C 后降电流降功率。
7. 0~100% 占空比控制，无电流节点过冲，可避免低压差时电流过冲烧 LED 灯。
8. 封装形式：AP2402/2403 (ESOP8//底部焊盘接 SW 脚)

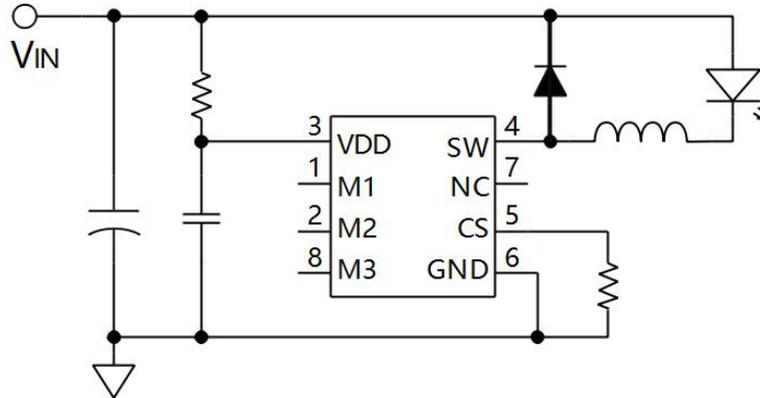
### 脚位说明



管脚	管脚名	功能描述
1	MODE1	1/2 亮度模式脚
2	MODE2	8HZ 爆闪模式脚
3	VDD	芯片供电
4	SW	功率管漏端
5	CS	输出电流采样端
6	NC	悬空
7	GND	芯片信号地和功率地
8	MODE3	MODE3 接地，三段功能切换
9	Exposed Pad	功率管漏端，接 SW 脚

## 应用原理图

### 1. 常规应用:



### 2. 车灯应用:

A、四线应用：全亮 100%——半亮 50%——8Hz 爆闪

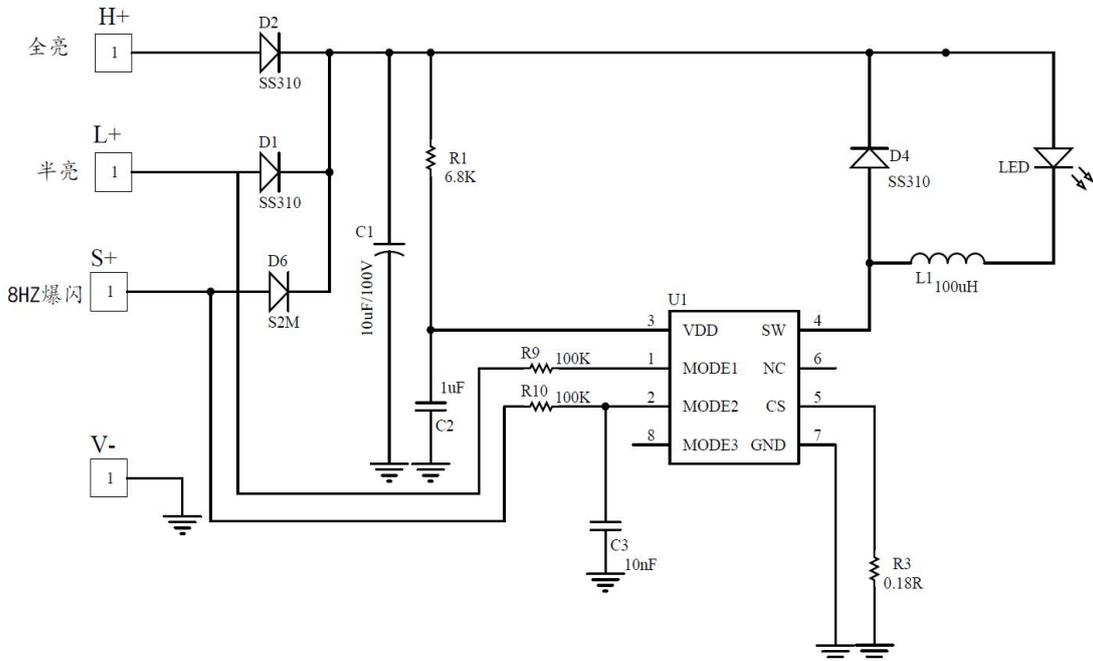
输入范围：10V-85V

输出范围：9V@1A-CC

以下电路为最全功能，三种功能皆具备。

若不需要半亮功能：D1、R9 去掉，MODE1 脚接地即可。

若不需要爆闪功能：D6、R10、C3 去掉，MODE2 脚接地即可（接地可防潮）。



## B、远近光应用(1切1):

输入范围: 10V-85V

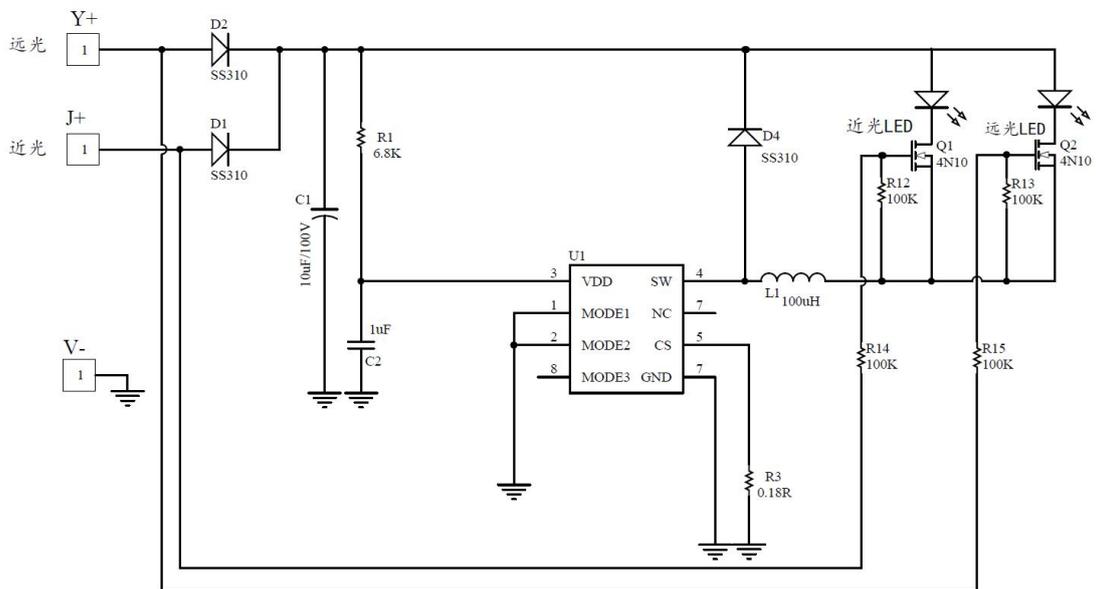
输出范围: 9V@1A-CC

说明: 正控电路, 实现远近光一切一功能。

正极接 J+(近光线) 时, 远光 LED 灯灭, 近光 LED 灯亮

正极接 Y+(远光线) 时, 远光 LED 灯亮, 近光 LED 灯灭

此种接法, 实现远近光一切一功能, 同时远近光总电流不变。



## C、远近光应用（1切2）：

输入范围：10V-85V

输出范围：9V@1A-CC

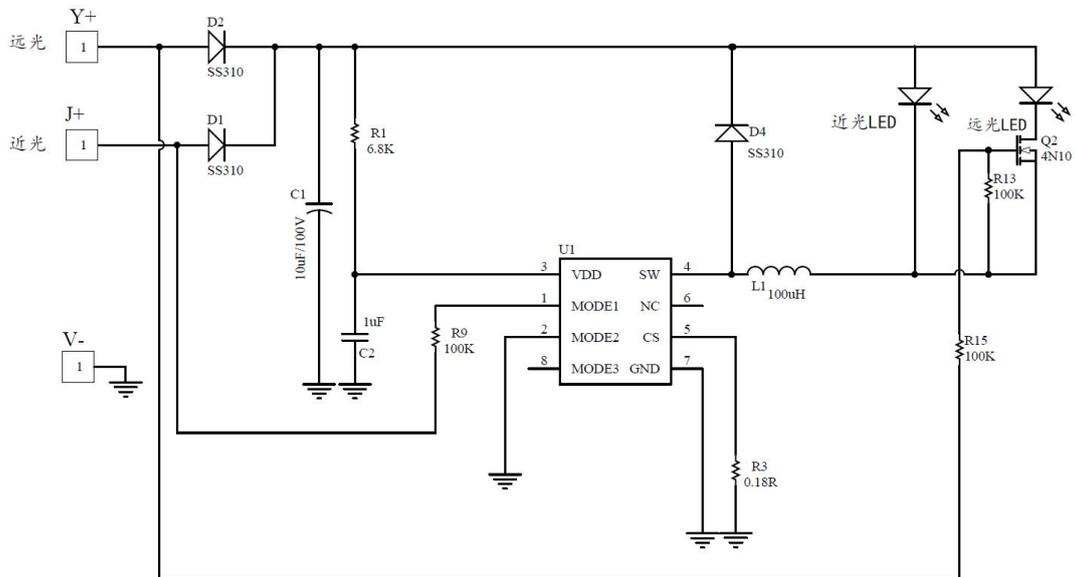
说明：正控电路，实现远近光一切二功能。

正极接 J+ (近光线) 时，远光 LED 灯灭，近光 LED 灯亮

正极接 Y+ (远光线) 时，远光 LED 灯、近光 LED 灯同时亮

此种接法，实现远近光一切二功能，同时近光电流是远光电流的一半，因为近光只亮一路灯。

如果要实现远近光功率一样：R9 去掉，MODE1 接地（接地可防潮）。

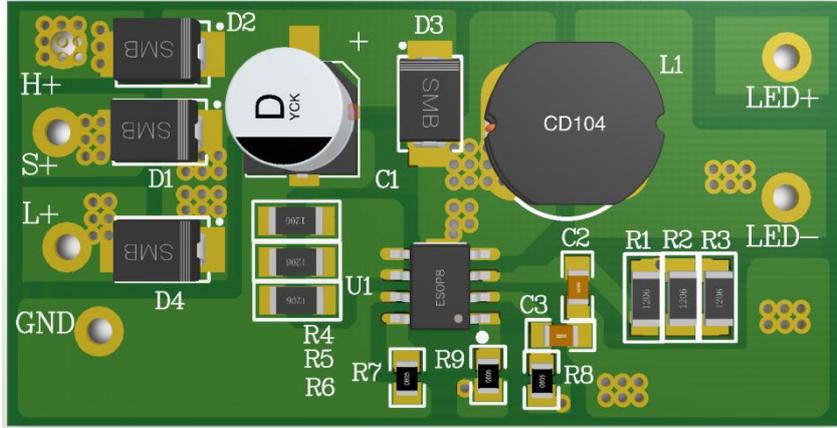


如需其他应用电路，可来电咨询我司。

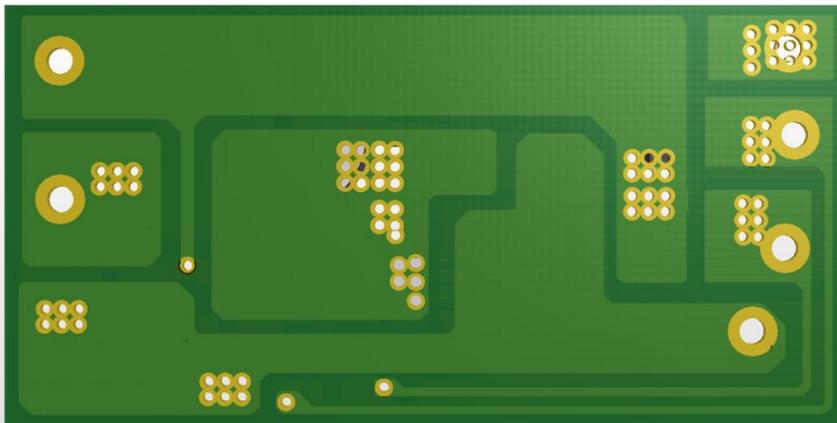
## PCB Layout:

以下 PCB 为我司 Demo 板的 PCB 图，仅供参考：

TOP Layer :



Bottom Layer :



## PCB 布线参考

- 1、大电流路径走线要粗，铺铜走线最佳。
- 2、大电路回路面积以最短、最宽路径完成最佳。
- 3、开关切换连接点：电感 L、SW PIN 与续流肖特基二极管，走线要短与粗，铺铜走线最佳，但同时需要适当面积作为电感、IC 与二极管散热。
- 4、Vin 端的输入电容要靠近输入端和 CS 电阻地，以达到稳压和滤波功效
- 5、采样电阻 Rcs 靠近 IC 的 CS /GND PIN
- 6、VDD 电容需靠近 VDD PIN，且 1UF 以上容量。
- 7、未使用的 MODE1、MODE2 可接 GND，以达到最佳的抗干扰效应。
- 8、如要降低 LED 纹波，可在输出 LED 并联一个电容。

## 芯片应用设计说明:

### 1. 最大占空比:

AP240X 驱动信号最大工作占空比是 99%, 在更低的输入-输出压差时, 能 100% 占空比输出, 实现线性恒流。在实际应用上考虑到电感上的 DCR、MOS 的内阻  $R_{on}$ 、续流二级管的压降  $V_F$ , 最低只需要  $0.9V@I_{out}=1A$  的压差即可实现恒流。

当然, 输出电流越大, 需要的最低压差越大。

### 2. 产品选型:

AP240X 内置 MOS 管共有两款产品: AP2402 和 AP2403。

AP2402 和 AP2403 皆是内置 100V 的 NMOS 管。

AP2402 适用于输出电流 1.5A 以内应用, 实际看散热条件。

AP2403 适用于输出电流 2.3A 以内应用, 实际看散热条件。

如需要应用于更大电流的情况下, 可采用外置 MOS 大电流的 AP2400。

输入电压	输出电流	IC 选型
5-90V	$\leq 1.5A$	AP2402
5-90V	$\leq 2.3A$	AP2403
5-130V	$> 2.3A$	AP2400

### 3. 芯片供电:

AP240X 采用外部供电, 如右图所示, IC 内部内置 5.6V 稳压管, IC 供电电流计算公式如下:

$$I_{vdd} = \frac{V_{IN+}}{R1}, \text{ 单位按国际单位。}$$

需要保证 VDD 电压  $\geq 4V$ 。

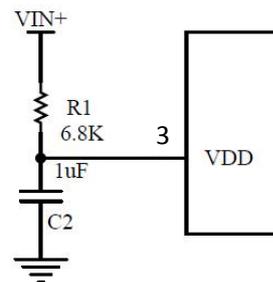
AP2402 工作电流最小为 0.9mA。

AP2403 工作电流最小为 1mA。

推荐车灯应用:

$V_{in}=12-80V$ , AP2402 采用  $\leq 7.5K$  的电阻, 一般用 7.5K。

$V_{in}=12-80V$ , AP2403 采用  $\leq 6.2K$  的电阻, 一般用 5.1~6K。



## 4. 输出恒流设置:

$$\text{输出电流设置公式: } I_{\text{out}} = \frac{0.18}{R_{\text{cs}}}$$

## 5. 电感计算方式:

为了确保恒流精度, 需要选择合适的电感量及尺寸, 使得电感工作在连续电流模式。

$$\text{电感的临界值为: } L \approx \frac{V_{\text{LED}} \times (V_{\text{IN}} - V_{\text{LED}})}{0.5 \times f \times I_{\text{LED}} \times V_{\text{IN}}}, \text{ 其中 } f \text{ 取 } 130\text{kHz}$$

//以上公式已忽略 Ron、DCR、Vd 等等参数。

以上公式得出的结果是临界模式的感量, 要工作在连续模式, 电感量需要更大。考虑电感的精度有可能在±20%以内, 请设计时预留足够的余量。

## 6. MODE 设置功能:

MODE1: 半亮功能脚, 内置 4.2V 嵌位电路, >1.9V 开启功能。

开启功能后, 输出电流只有原来的 50%。

MODE2: 8Hz 爆闪脚, 内置 4.2V 嵌位电路, >1.9V 开启功能。

开启功能后, 输出 LED 灯显示 8Hz 爆闪的效果。

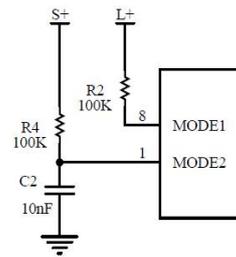
MODE3: 接地。实现掉电三段循环功能。不用时悬空。

MODE1、MODE2、MODE3 悬空不接时, 输出电流是设置的 100%。

//注意: MODE1、MODE2 默认低电平, 高电平开启功能。

MODE3 默认高电平, 低电平开启三段循环功能。

功能不用时, MODE1\MODE2 接地, MODE3 悬空, 可达到最佳抗干扰作用。



## 7. 温度保护:

AP240X 系列产品内部有过温电流调控功能。当温度达到 140°C 后会随着温度的升高, 逐步降低输出电流, 降功率过程中 LED 灯柔和无频闪, 同时防止过温烧毁电路。

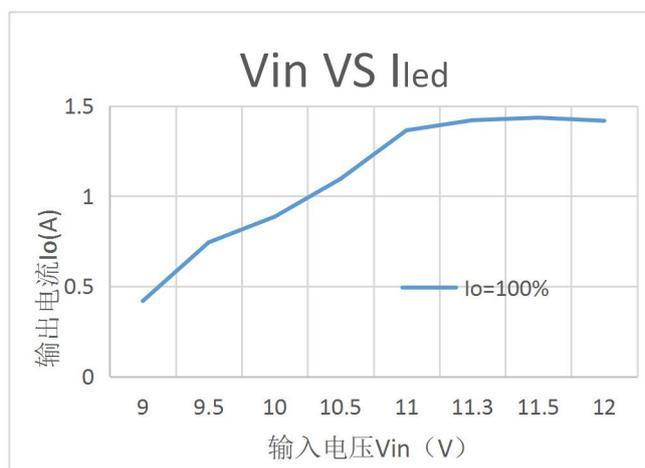
## 8. 短路保护:

AP240X 系列产品内置短路保护功能, 短时间内短路可保护模块不受损。

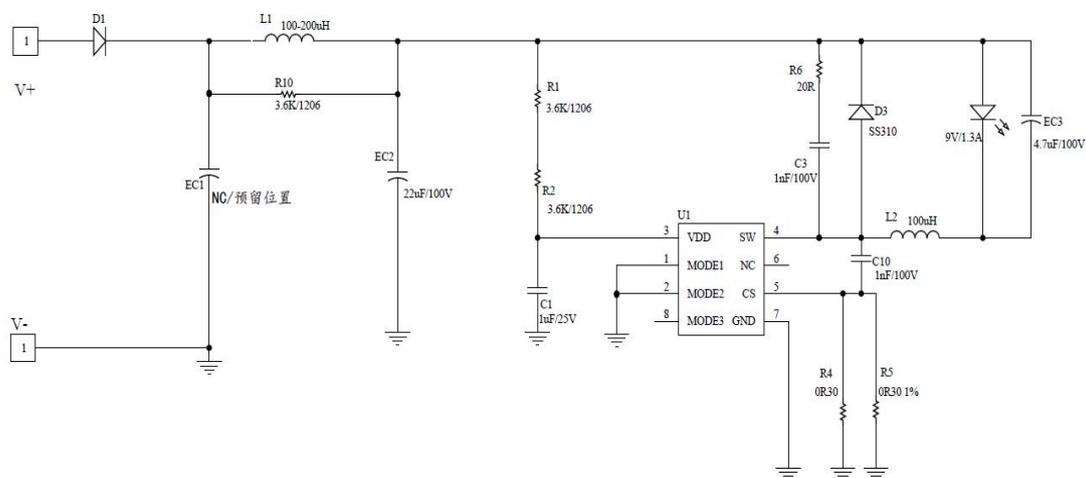
## 9. 低压差特性:

AP2402 和 AP2403 在输入电压与 LED 电压接近时仍能保持输出电流稳定不冲高，保持稳定恒流状态。当输入电压低于 LED 额定电压时，LED 电流会呈线性下降，此过程仍能 LED 灯仍保持柔和无频闪。如下表所示：

Vin (V)	Io (A)
12.0	1.418
11.5	1.435
11.3	1.421
11.0	1.365
10.5	1.096
10.0	0.886
9.5	0.744
9V	0.419



## 10. EMI 电路:

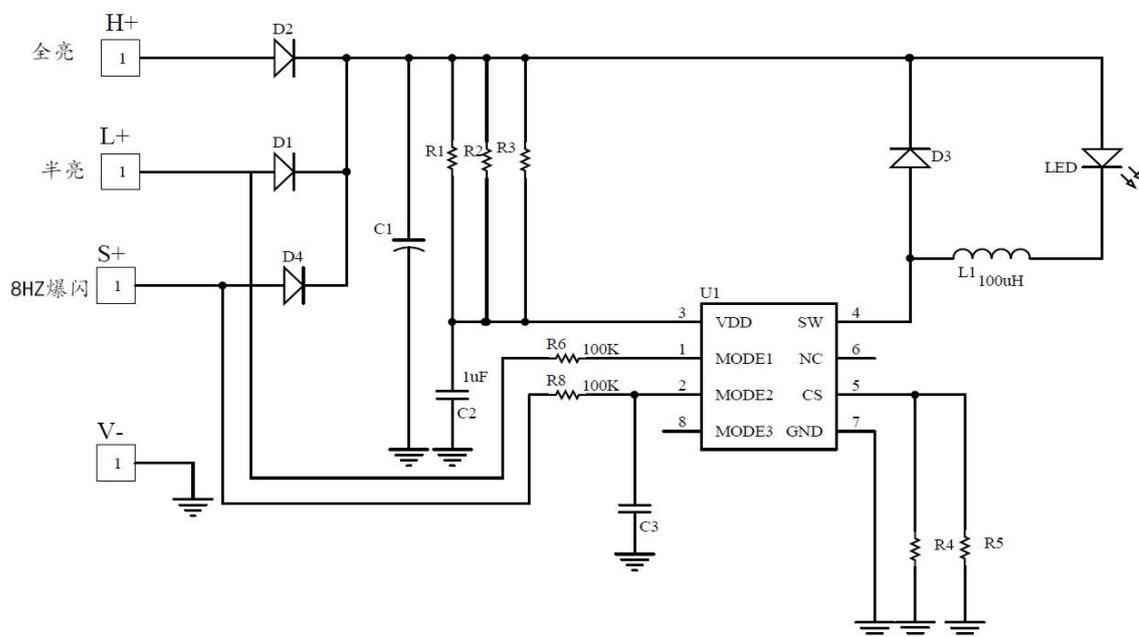


注意:

- 1、大电流回路要小，且大电流走线要短粗
- 2、开关节点 SW 走线要短、粗，且不宜大面积铺铜。
- 3、其他措施：地线可串入一个磁珠或 SW 处串入磁珠。

## 实例测试数据:

测试用电路图如下:



### 1、AP2402 实例测试数据:

输入范围: 12-80V

输出范围: 3 串 LED/1.4A

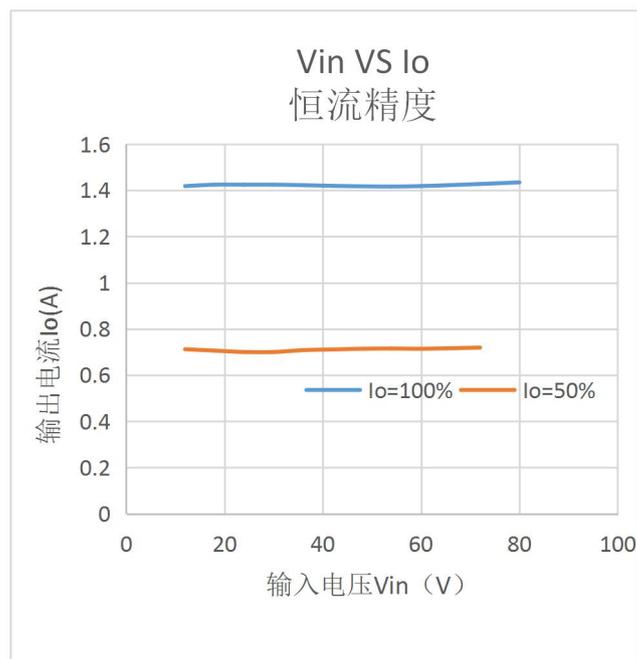
物料清单:

序号	名称	参数	封装	丝印位号	数量
1	贴片电阻	20K 5%	R1206	R1 R2 R3	3
2	贴片电阻	100K 5%	R0805	R6 R8	2
3	贴片电阻	0.25R 1%	R1206	R4 R5	2
4	肖特基二极管	SS310	SMB	D1 D2 D3 D4	4
5	铝电解电容	4.7uF/100V	8*10	C1	1
6	贴片电容	1uF/25V X7R	C0805	C2	1
7	贴片电容	10nF/16V	C0805	C3	1
8	贴片电感	100uH	CD105	L1	1
9	芯片	AP2402	ESOP	U1	1

## AP240X 系列产品应用指导书

测试数据:

Vin (V)	Iin (A)	Vo (V)	Io (A)	半亮 (A)	效率
12	1.31	9.29	1.418	0.712	83.8%
18	0.86	9.29	1.424	0.706	85.5%
24	0.64	9.29	1.424	0.700	86.1%
30	0.51	9.29	1.424	0.700	86.5%
36	0.43	9.29	1.422	0.708	85.4%
42	0.36	9.29	1.419	0.711	87.2%
48	0.32	9.29	1.417	0.714	85.7%
54	0.29	9.29	1.416	0.715	84.2%
60	0.26	9.29	1.418	0.714	84.4%
72	0.22	9.29	1.427	0.719	83.4%
80	0.20	9.29	1.434	0.725	83.3%



### 2、AP2403 实例测试数据:

输入范围: 12-80V

输出范围: 3 串 LED/2A

物料清单:

序号	名称	参数	封装	丝印位号	数量
1	贴片电阻	20K 5%	R1206	R1 R2 R3	3
2	贴片电阻	100K 5%	R0805	R6 R8	2
3	贴片电阻	0.20R 1%	R1206	R4 R5	2
4	肖特基二极管	SS510	SMB	D1 D2 D3 D4	4
5	铝电解电容	22uF/100V	8*10	C1	1
6	贴片电容	1uF/25V X7R	C0805	C2	1
7	贴片电容	10nF/16V	C0805	C3	1
8	贴片电感	68uH	CD105	L1	1
9	芯片	AP2403	ESOP	U1	1

测试数据:

Vin (V)	Iin (A)	Vo (V)	Io (A)	半亮 (A)	效率
12	1.68	9.66	1.861	0.933	89.17%
18	1.11	9.65	1.853	0.924	89.50%
24	0.83	9.64	1.844	0.919	89.24%
30	0.66	9.63	1.836	0.904	89.30%
36	0.54	9.63	1.833	0.899	90.80%
42	0.47	9.62	1.831	0.898	89.23%
48	0.41	9.62	1.832	0.894	89.55%
54	0.36	9.62	1.831	0.894	90.61%
60	0.33	9.62	1.833	0.896	89.06%
72	0.28	9.63	1.842	0.907	87.99%
80	0.25	9.63	1.850	0.916	89.08%

