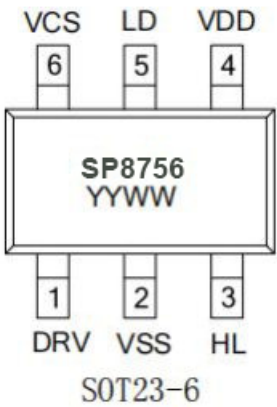


基于 SP8756 设计的 LED 恒流应用指导书

方案特点

- 宽输入电压:5V-150V
- 支持模拟线性调光（LD）/高低亮模式（HL）
- 平均电流检测
- 内置 VDD 5.5V 稳压管
- 支持多路共阳极设计
- 开关频率固定：160KHz
- 外围元件少，整体成本低
- 专利的过温保护模式
- 完善的多重保护，开路/短路保护等，可靠性高
- 简单好用，易于设计

管脚排列



管脚描述

芯片 型号	引脚定义					
	驱动端	芯片地	高低亮 选择脚	芯片 电源	模拟调光脚	电感电流检测脚
SP8756	1	2	3	4	5	6



目录

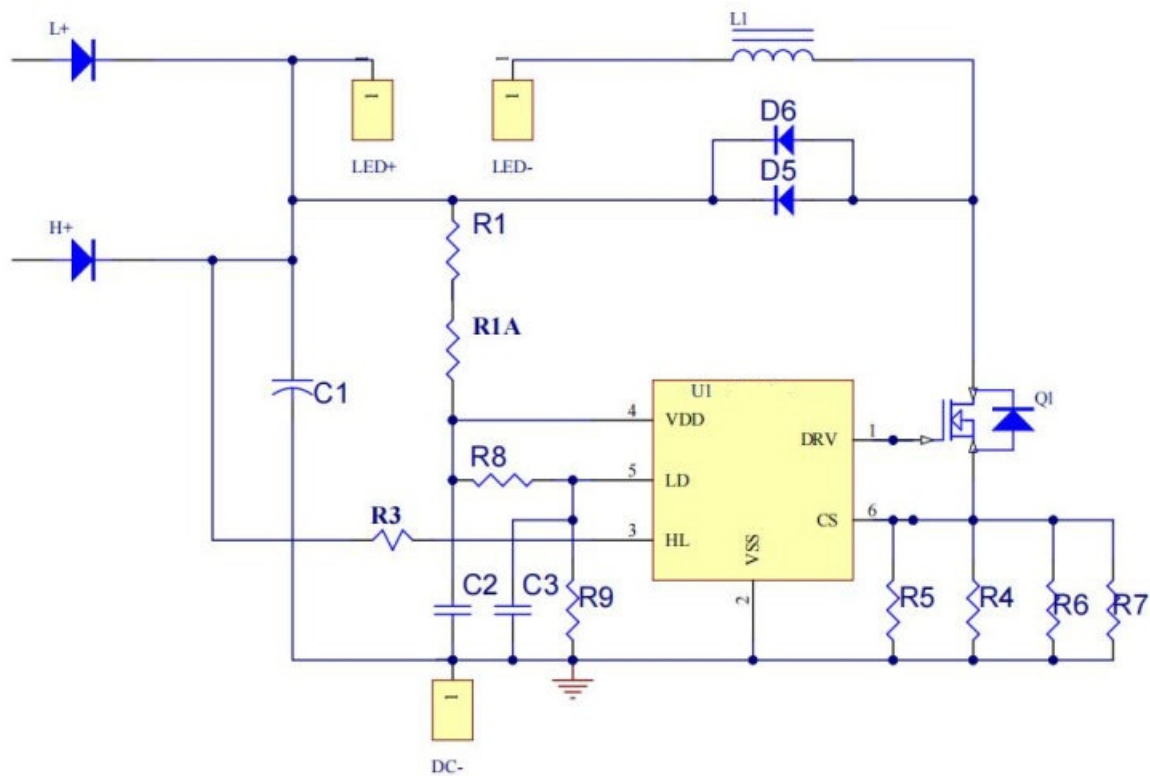
1. SP8756 选型参数	3
2. SP8756 外扩 MOS 应用	3
1) SP8756 外扩 MOS 应用 DEMO 原理图	3
2) SP8756 外置 MOS 应用 DEMO 对应 PCB 图	4
3) SP8756 外置 MOS 应用 DEMO BOM 清单	4
3. SP8756 系列设计指南	5
1) 芯片 VDD 参数，如何设计 VDD 线路	5
2) 芯片极限参数说明	7
3) 如何使用引脚进行 PWM 调光或线性调光	7
4) Layout 注意事项:	8
5) 《SP8756 电感外围参数计算器》使用步骤和使用说明书，实例演示:	10
6) SP8756 基本调试步骤	11
7) SP8756 应用中常见问题分析:	12

1. SP8756 基本参数

型号	输入电压	输出电流	输出功率	驱动方式	效率	调光方式	封装
SP8756	5-150V	$\leq 10A$	$\leq 100W$	外扩 MOS	$\leq 96\%$	模拟调光 高低亮调光	SOT23-6

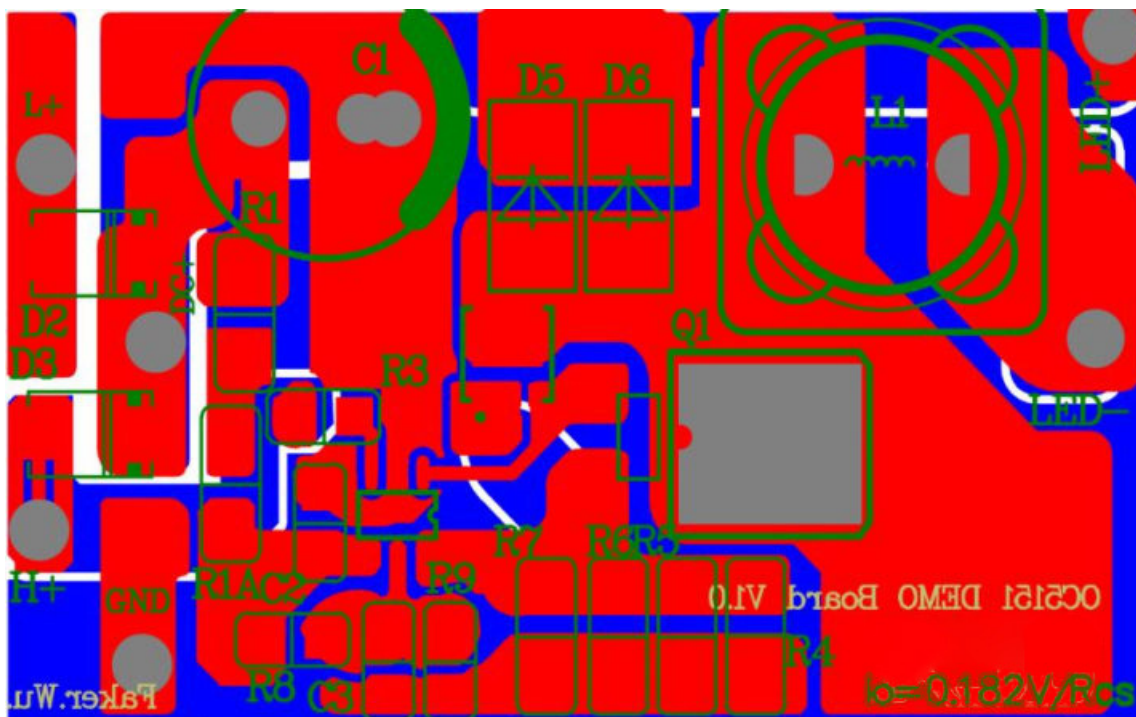
2. SP8756 应用

1) SP8756 应用 DEMO 原理图



(注：芯片内置 VDD 稳压管，若启动电流没有超过内部稳压管的电流（10-15mA），VDD 可不接稳压管，超过才使用 5.1V 稳压管）

2) SP8756 外置 MOS 应用 DEMO 对应 PCB 图



3) SP8756 外置 MOS 应用 DEMO BOM 清单

型号:SP8756			规格: Vin=48V;Vo=36V;Io=1A	设计:	
NO.	Part Types	Symbol	Description	Qty.	Unit
1	电解电容	C1	220uF/50V/ φ 10mm*13.5mm	1	Pcs
2	贴片电容	C2	1uF/16V/X7R/0805 (VDD 旁路电容)	1	Pcs
3	贴片电阻	R1	3.9K Ω /5%精度/1206/0.25W (芯片 VDD 供电电阻)	1	Pcs
4	贴片电阻	R1A	3.9K Ω /5%精度/1206/0.25W (芯片 VDD 供电电阻)	1	Pcs
5	贴片电阻	R4	0.56 Ω /1%精度/1206/0.25W (输出电流设定电阻)	1	Pcs
6	贴片电阻	R5	0.56 Ω /1%精度/1206/0.25W (输出电流设定电阻)	1	Pcs
7	贴片电阻	R6	0.56 Ω /1%精度/1206/0.25W (输出电流设定电阻)	1	Pcs
8	贴片电阻	R3	100K Ω /5%精度/0805/HL 上拉做全亮的电阻, 70%需悬空或者接地	1	Pcs
9	贴片电感	L1	47 μ H/CDRH127/2.0A	1	Pcs
10	肖特基二极管	D5	SS360/3A/60V/SMB	1	Pcs
11	贴片 N-MOS	Q1	OCT20N06/T0-252/20A/60V	1	Pcs
12	芯片	U1	SP8756/SOT23-6	1	Pcs



型号:SP8756			规格: Vin=12-40V;Vo=9V;Io=5A	设计:	
NO.	Part Types	Symbol	Description	Qty.	Unit
1	贴片电容	C1	220uF/50V/ ϕ 10mm*13.5mm	1	Pcs
2	贴片电容	C2	1uF/16V/X7R/0805 (VDD 旁路电容)	1	Pcs
3	贴片电阻	R1	1.2K Ω /5%精度/1206/0.25W (芯片 VDD 供电电阻)	1	Pcs
4	贴片电阻	R1A	1.2K Ω /5%精度/1206/0.25W (芯片 VDD 供电电阻)	1	Pcs
5	贴片电阻	R4	0.13 Ω /1%精度/1206/0.25W (输出电流设定电阻)	1	Pcs
6	贴片电阻	R5	0.13 Ω /1%精度/1206/0.25W (输出电流设定电阻)	1	Pcs
7	贴片电阻	R6	0.13 Ω /1%精度/1206/0.25W (输出电流设定电阻)	1	Pcs
8	贴片电阻	R6	0.22 Ω /1%精度/1206/0.25W (输出电流设定电阻)	1	Pcs
9	贴片电阻	R3	100K Ω /5%精度/0805/HL 上拉做全亮的电阻, 70%需悬空或者接地	1	Pcs
10	磁环电感	L1	47 μ H/65125/铁硅铝磁环电感/7.8A	1	Pcs
11	肖特基二极管	D5	SS1060/10A/60V/SMB	1	Pcs
12	肖特基二极管	D6	SS1060/10A/60V/SMB	1	Pcs
13	贴片 N-MOS	Q1	OCT30N06/T0-252/30A/60V	1	Pcs
14	芯片	U1	SP8756/SOT23-6	1	Pcs

3. SP8756 系列设计指南

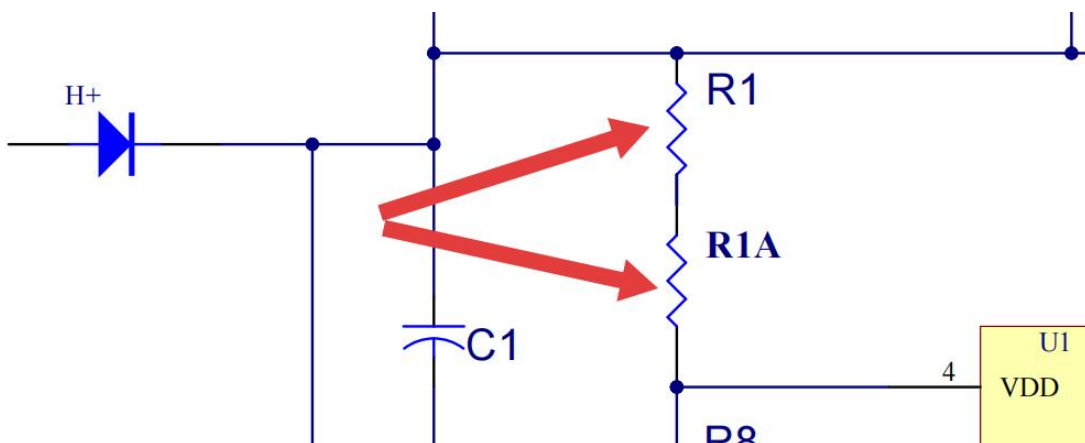
1) 芯片 VDD 参数, 如何设计 VDD 线路

VDD 嵌位电压	VDD 内置稳压管最大电流	VDD 建议工作电流
5.5V	20mA	10mA-15mA

从 SP8756 系列的规格书中可知, SP8756 的 VDD 内置稳压管, 且稳压管可承受的极限电流为 20mA, 稳压管的电压值为 5.5V, 这样就使得在设计过程中需要注意流入 VDD 引脚的电流值, 不能超过 20mA (建议设计值为 15mA 以内), 同样也不能低于 VDD 的工作电流 1.8mA。

现在我们介绍几种可稳定给 VDD 供电的方式:

a) 由于内部有稳压管, 可直接使用启动电阻作为限流和分压



芯片内部稳压管极限电流为 20mA，建议设计值为 10-15mA，超过 20mA 需要加 5.1V 稳压管，那么启动电阻选择：

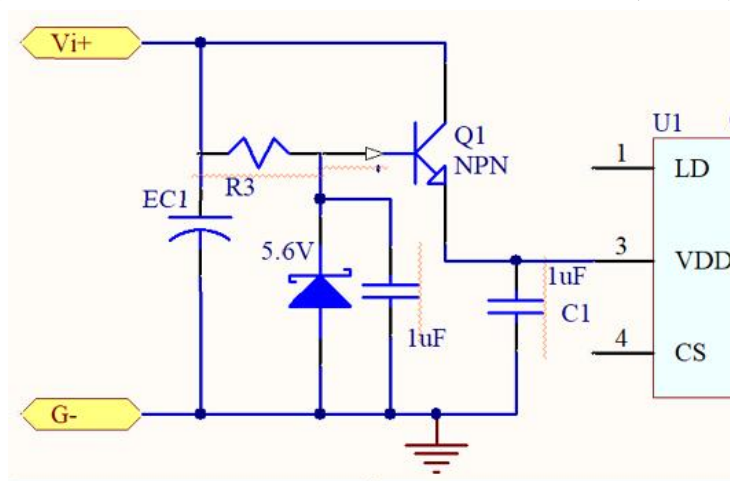
启动电阻值 $R1 = (Vi - 5.5) / 10\text{mA}$

比如 $Vi = 48\text{V}$ 输入应用， $R1 = (48 - 5.5) / 10 = 4.25\text{K}$ 启动电阻 $R1$ 的功耗

$Pd\text{-max} = (48 - 5.5)^2 / 4.25\text{K} = 425\text{mW}$ ，所以启动电阻选择 2 个 1206 (0.25W) 封装。

b) 如 12-80V 输入设计时，从上述可知，若按最低 12V，VDD 需要 1.8mA，计算启动电阻应选用 3.8K，但是在最高输入电压点，VDD 电流为： $I_{vdd} = (80\text{V} - 5.5\text{V}) / 3.8\text{K} = 19.6\text{mA}$ ，这时启动电阻和稳压管的功耗非常大，无法合理兼容电阻选择，且超内部稳压管的电流值。所以建议选择如下图的三极管供电方式，有效的解决了宽电压输入提供稳定的 VDD 电压，并且效率会有所提升。

工作原理是：通过 DZ 稳压管给 NPN 三极管的 b 极（基极）一个 5.6V 电压，而 NPN 三极管的 V_{be} 一般在 0.3~0.5V 之间，因而在 Q1 (NPN) 的 e 极（发射极）获得了一个 $V_{dd} = 5.6\text{V} - 0.5\text{V} = 5.1\text{V}$ 的稳压源。由于 CE 极之间需要提供最大 15mA 的电流给 Vdd，三极管为工作在放大区，以 β 的放大倍数。 $\beta = 100$ ，则需要在 90V 时，要通过 $R1$ 给 b 极提供一个至少 $150\mu\text{A}$ 的电流。所以， $R1$ 电阻器的值最大不得超过： $R1 < (90 - 5.6) / 150\mu\text{A} = 562\text{k}\Omega$ ， $R1$ 默认取值 100K。



以下是常规的 SOT23 封装的 NPN 三极管的选型表 (注意三极管的功耗):

型号	放大增益	耐压值
SS8050	>120	25V
MMBTA05	>100	60V
MMBTA06	>100	80V
2SD1782	>120	80V
FMMT493	>100	100V

2) 芯片极限参数说明

- a) 芯片采用 CMOS 工艺, 5.5V 为标准 VDD 引脚电压, 极限值为 6V 电压;
- b) VDD 极限电流为 20mA, 建议设计值在 $I_{vdd}=10-15\text{mA}$;
- c) VDD 内部稳压管电压为 5.5V, 外部接稳压管时不可超过内部稳压管电压, 建议外部稳压管电压为 5.1V;

使用外置 MOS 管芯片时, 外置 MOS 和肖特基的温升会很大, 为了高可靠性, 我司建议运行在外置功率管最大输出参数时尽量做好功率管与 IC 和电感的相互隔离, 当然, 若客户使用铝基板, 保证芯片的温升在可控范围以内输出电流可设计在极限参数值, 若超过芯片或功率器件极限电流, 芯片温度超高, 模块在装入灯具腔体之后, 由于灯具腔体的温度高, 可能会造成芯片进入到过温保护, 使得输出电流降低;

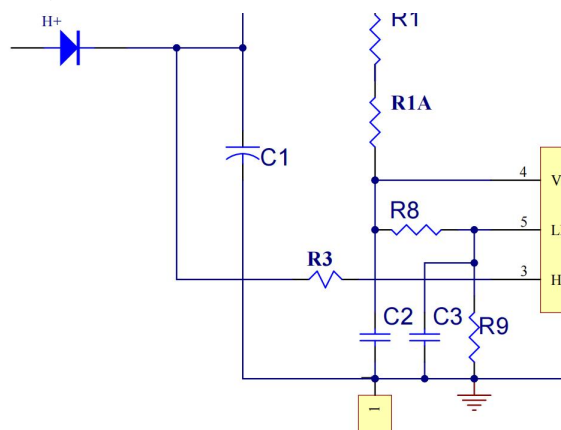
- d) 芯片极限焊接温度为 240°C (时间小于 30S)。

3) 如何使用引脚进行高低亮调光或线性调光

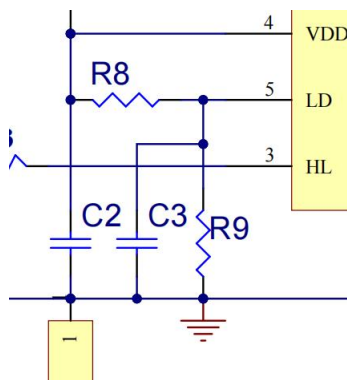
在 LED 恒流方案中, 经常会有高低亮或者线性调光的需要, 调节 LED 灯的亮度或者颜色, 而高低亮在使用中需要注意。

- a) HL 脚悬空或接地为 70%亮工作模式, LED 输出按 Rcs 设定电流典型值 70%亮输出; 当 HL 脚接高电平时为全亮工作模式, LED 输出按 Rcs 设定电流全亮输出。HL 脚内部集成了 80K 的下拉电阻

- b) 通常高低亮调光的接线电路:



控制器输出的高亮信号串入一个电阻 R3（100K），在接到 HL 引脚，芯片对 VSS 接一个内置的 80K 下拉电阻。

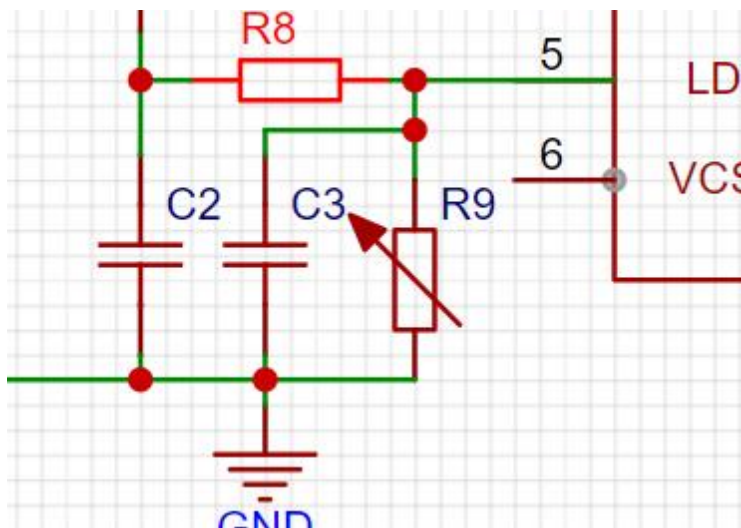


c) 使用 LD 脚线性调光:

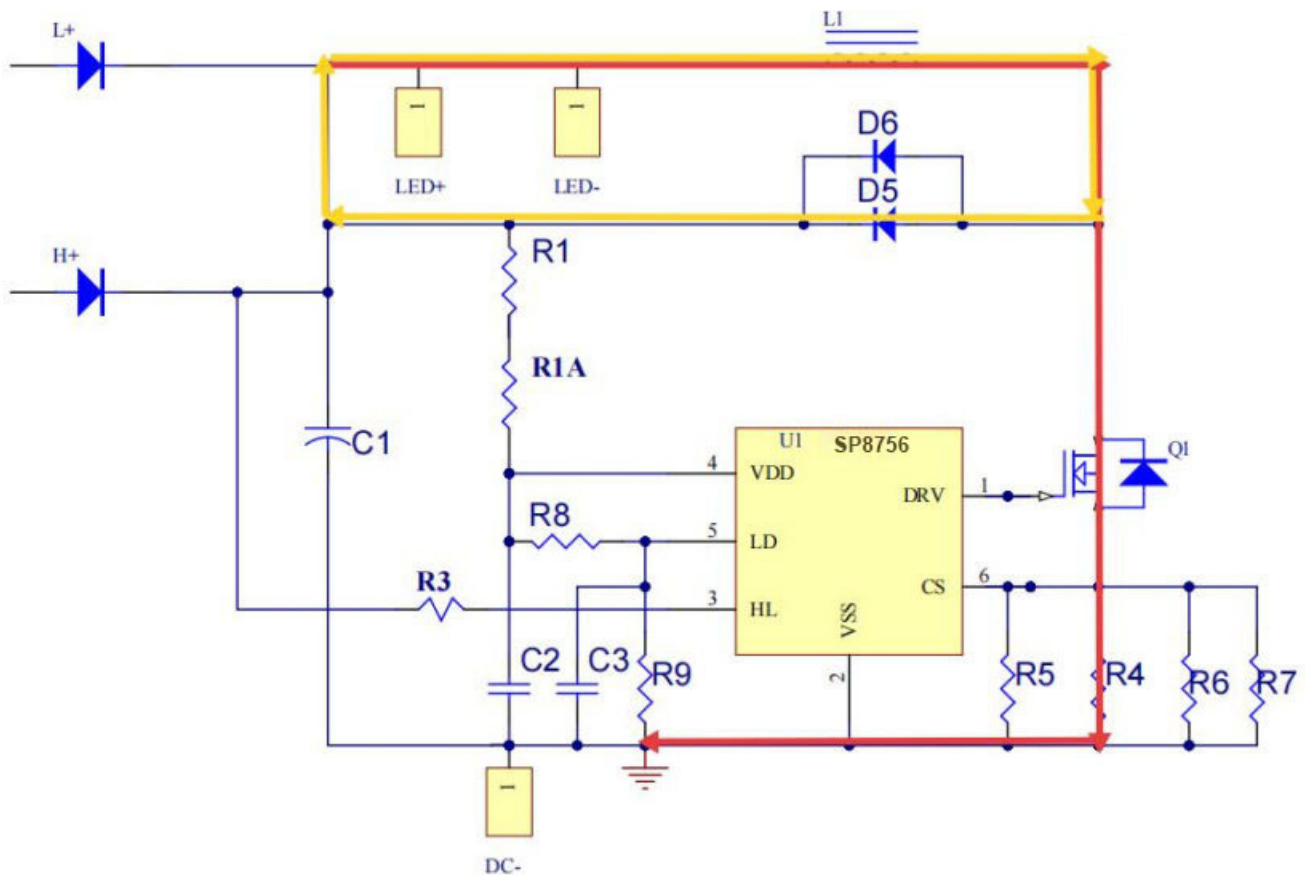
线性电压信号接到电阻 R8，R8 接到 LD 引脚，LD 引脚接旁路电容 C3=0.1uF

线性调光可使用电压调整，线性调光时 LD 可支持的电压范围为 0.45V~2.45V，在 LD 电压低于 0.45V 时，芯片会进入关断待机状态，在 LD 引脚电压达到 2.45V 时，输出电流为 100%全亮状态。在电压调动的过程中，由于电压调动的线性度一般精细度不高，应避免 LD 线性调光调到最小值 0.45V，需要留有一定幅度的余量，避免可能出现灯亮度抖动或者电流一致性差等情况。

在一些应用 NTC 控制温度的场景，可在 LD 到 VDD 串入 R8=3.3K~51K, C3=104/16V。增加电路图中 R9_NTC 用 100K±1%，B 值=3950，0805 封装。



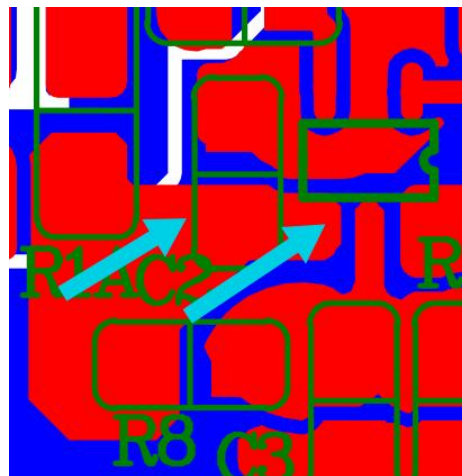
4) Layout 注意事项:



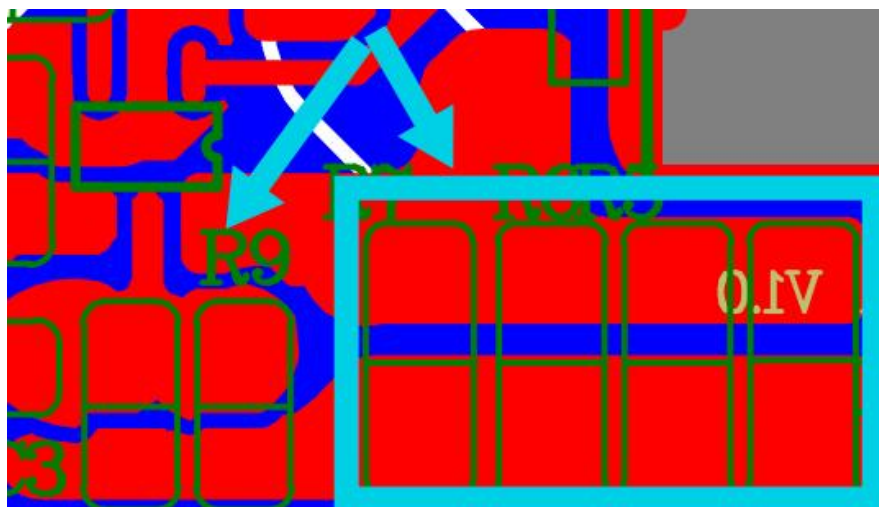
SP8756 系列在上电后, VDD 达到 4.5V 电压, DRV 驱动打开 MOS 管, CS 引脚检测 CS 电阻上的电压, 电感电流线性增大, CS 电阻上的电压也线性往上增, 在 CS 电压达到内部设定的电压时, DRV 关闭 MOS 管, 此 MOS 开的回路如图上 1: MOS 导通红色回路, 在 MOS 管关闭后, 电感释放电流经过续流二极管 D5、D6, 经过 LED 灯珠, 续流回路图上图 2: MOS 关闭黄色回路, 此两个为的主功率回路。

使用 SP8756 系列时主要布线注意事项如下:

- ① IC 的 VDD 旁路电容 C2 要靠近 IC 的 VDD 和 GND 脚;



- ② CS 电阻要靠近 IC 的采样信号脚, 避免噪声干扰;



③ 功率大电流回路（上图红色和黄色回路）走线要粗，短线，面积小，布线时尽可能不要走闭环，芯片尽可能不在大功率回路以内，避免电流涡流产生的高频磁场对芯片小信号有干扰；

④ MOS 管栅极到 IC 的 DRV 脚可接个小电阻，减少 MOS 管的尖峰电压；

⑤ PCB 布线小信号远离电感 L1 和续流二极管 D5、D6；

⑥ 电感器不可直接贴近 IC 或者倒放在 IC 上，避免电感高频电流信号对芯片内部小信号的干扰；

5) 《SP8756 电感外围参数计算器》使用步骤和使用说明书，实例演示：

参数计算器分为两个步骤

一、橙色部分填入，①输入参数、输出参数和频率选择

二、蓝色部分系统自动计算出相关的数值范围：

②根据橙色输入部分计算出电感感量，选择合适电感；

③根据橙色输入部分计算出 CS 采样电阻阻值；

④根据橙色输入部分计算出 CS 采样电阻功耗；

⑤根据橙色输入部分计算出芯片 VDD 启动电阻阻值；

⑥根据橙色输入部分自动生成原理图 BOM。

三、使用参数计算器实例演示：

提供的 SP8756 的 DEMO，演示如何使用《SP8756 电感外围参数计算器》

电压最小值 (V)	输出电压值 (V)	输出电流值 (A)
48	36	0.5

① 填入输入电压、输出电压和输出电流参数以及想要设计驱动频率参数：

输入最低电压 $V_{in\_min}(V)=$	48
输入最高电压 $V_{in\_max}(V)=$	48
输出电压 $V_o(V)=$	36
输出电流 $I_o(A)=$	0.5

② 自动生成电感、CS 电阻、启动电阻参数:

计算电感最小值 $L(uH) >$	215
实际电感取值 $L(uH)=$	330
采样电阻 $R_{cs}(\Omega)=$	0.36
VCS电压范围 $V_{cs}(V)=$	0.176

③ 自动生成原理图 BOM:

序号	位号	元件值	单位	耐压/封装
1	C1 >	3	μF	$V_{C1} > V_{in-max}$
2	C2 =	1.0	μF	16V/0805
3	R1=R1A=	3.9	K Ω	5%精度/1206
4	R4=R5=R6=R7	1.46	Ω	1%精度/1206
5	R3	100.0	K Ω	5%精度/0805/HL上拉做全亮的电阻, 70%需悬空或者接地
6	L1	330	μH	0.75
7	D5=D6	SS360		0.75
8	Q1/N-MOS	20N06/TO252		20N06/TO252
9	U1	OC5151		SOT23-6

6) SP8756 基本调试步骤

- ① 使用《SP8756 电感外围参数计算器》，填入输入输出参数以及预设芯片工作频率。;
- ② 根据《SP8756 电感外围参数计算器》自动生成的原理图和 BOM 参数，选择合适的元器件。
- ③ DC 输入时，输入电容容量选择初步应为 3~5 $\mu F/W$; AC 输入时输入电容的容量选择初步应为 30~50 $\mu F/W$; 输出电容可接或不接，接上输出电容可降低 LED 灯珠的纹波电流;
- ④ 根据参数焊接好模块，首先空载测试 Vdd 电压是否达到 5.0V~6V，且输出空载电压和输入电压基本一致;
- ⑤ 空载正常后，再带载(切不可先输入上电，再接输出灯载，由于先上电空载电压非常高，接负载时会烧坏灯珠)，带载时测试最高输入电压时的工作频率控制在 160KHz 左右，若偏差过大则要考虑是否外围不合理，且 VDD 的电压再输入电压范围段内均要满足大于 5V 的电压(若 VDD 电压小

于 5V，减小启动电阻，或者其他方式供电，启动电阻请参考规格书推荐值或者使用参数计算器来计算)

7) SP8756 应用中常见问题分析:

- ① Q: 模块效率低，续流二极管和 MOS 管发热严重。

A: 首先查看 MOS 管和续流二极管的电压和电流是否达到调试步骤中的余量要求，再排查 VDD 电压是否大于 5V，保证足够的驱动电压，提高效率，再排查芯片驱动频率是否过高，保证在 160KHz 左右；

- ② Q: 驱动 MOS 的 DRV 信号不规则，不是规则的稳定方波信号。

A: a) 首先排查 MOS 管的开启电压 $V_{gs(th)}$ 是否小于该 MOS 管的开启电压，若 MOS 管的开启电压大于 2.5V，可能造成开启困难或者开启不完全导通现象。b) 排查布线是否合理，请参考上述的布线规则。

- ③ Q: 输入电压变化过程中线性调整率精度不高，如何调整？

A: a) 排查 VDD 电压是否在输入电压范围段均达到 5V 以上。b) 排查芯片的工作频率在输入电压范围段是否有远超过 160KHz，并且驱动波形是规则的方波信号。c) 排查电感不会饱和(示波器测试 CS 引脚电压，若 CS 电压线性上升段为逐渐上升，没有出现弯曲或者陡峭上升，表明电感没有饱和)且温升合理的范围内，提高电感量，降低 LED 上的纹波电流，从而提高线性调整率。

- ④ Q: 输出负载变化时，输出电流精度不高，如何调整？

a) 提高 IC 的工作频率，但同样要保证芯片的最高频率控制在 160KHz 左右内为佳。b) 增大电感量，降低纹波电流，需保证电感的温升并且不会出现饱和现象。c) 排查布线是否合理，请参考上述的布线规则。

- ⑥ Q: VDD 启动电阻使用过大， $I_{vdd} < 15mA$ ，会导致出现什么问题？

a) 导致芯片工作不恒流，输出电流偏差大等一致性问题。b) 调光效果不佳：调光线性度差，或者调光会有抖动的现象。c) 内置 MOS 芯片发热严重、外置 MOS 应用则是 MOS 发热严重。