

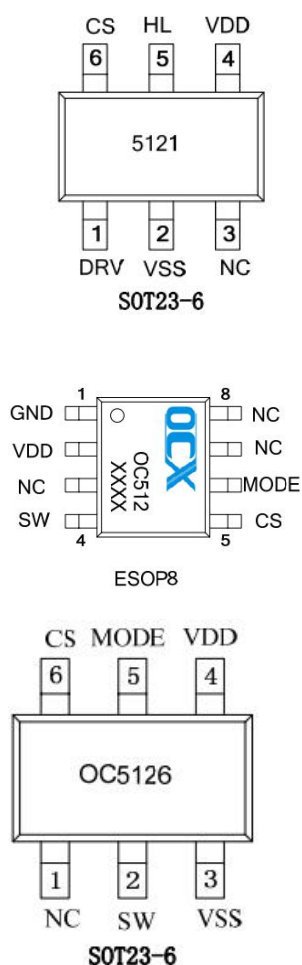
# 基于 OC512X 设计的 LED 恒流应用指导书

## 方案特点

- 宽输入电压: 4.1V-60V (OC5122)
- 4.1V-100V (OC5121/5128/5120)
- 4.1-85V (OC5126)
- 支持高低亮功能
- 高效率: 95%
- 内置 VDD 稳压管
- 固定工作频率
- 外围元件极少, 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					
	芯片地 GND	芯片电源 VDD	开关脚 SW/DRV	CS 电流采样脚	高低亮引脚	空脚 NC
OC5126 (sot23-6)	3	4	2	6	5	1
OC5126 (ESOP8)	1	2	4	5	6	3.7.8
OC5128 (ESOP8)	1	2	4	5	6	3.7.8
OC5120 (ESOP8)	1	2	4	5	6	3.7.8
OC5122 (ESOP8)	1	2	4	5	6	3.7.8
OC5121 (sot23-6)	2	4	1	6	5	3

**注: 内置 MOS/ESOP8 封装芯片底部散热焊盘接 SW 脚**

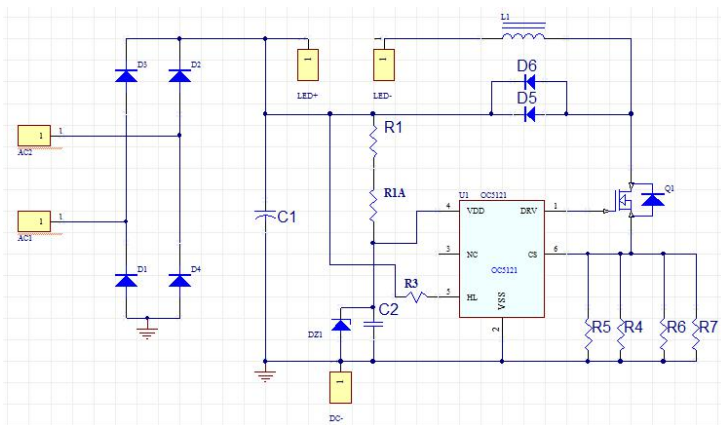
目录:	2
1. OC512X 系列快速选型表	3
2. OC5121 外扩 MOS 应用	3
1) DEMO 原理图和 PCB 图	4
2) OC5121 外扩 MOS 应用 DEMO BOM 清单	4
3) OC5121 外扩 MOS 典型应用测试数据	5
3. OC5128/20/22/5126 内置 MOS 应用	6
1) DEMO 原理图和 PCB 图	6
2) OC5128/20/22/5126 内置 MOS 应用 DEMO BOM 清单	6
3) OC5128/20/22/5126 内置 MOS 典型应用测试数据	6
4. OC512X 系列设计指南	6
1) 芯片 VDD 参数, 如何给 VDD 供电	7
2) 芯片的极限参数说明	8
3) 芯片使用高低亮调光, PWM 调光和线性调光	9
4) 芯片 Layout 注意事项	12
5) 《OC512X 电感外围参数计算器》使用步骤和说明书	13
6) 芯片调试基本步骤	15
7) 应用中常见问题解答	16

## 1. OC512X 系列快速选型表

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
OC5121	4.1-150	≤5A	≤50W	外扩 MOS	≤95%	两档高低亮	SOT23-6
OC5126	4.1-85	≤0.55A	≤15W	内置 MOS	≤93%	两档高低亮	SOT23-6
OC5126	4.1-85	≤0.8A	≤25W	内置 MOS	≤94%	两档高低亮	ESOP8
OC5128	4.1-100	≤1A	≤35W	内置 MOS	≤95%	两档高低亮	ESOP8
OC5120	4.1-100	≤1.5A	≤40W	内置 MOS	≤95%	两档高低亮	ESOP8
OC5122	4.1-60	≤2A	≤40W	内置 MOS	≤95%	两档高低亮	ESOP8

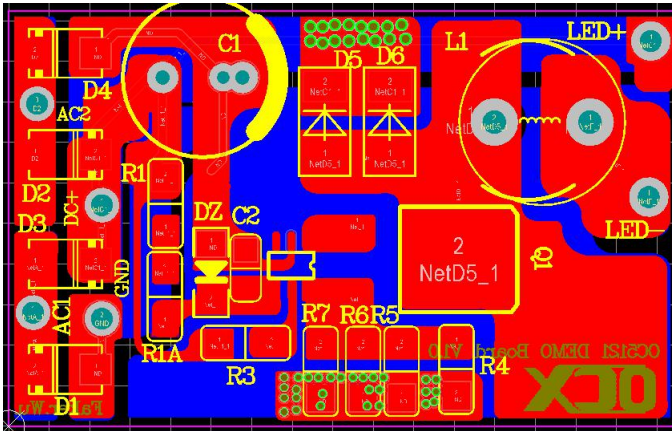
## 2. OC5121 外扩 MOS 应用

### 1) OC5121 外扩 MOS 应用 DEMO 原理图



(注: 芯片内置 VDD 稳压器, 若启动电流没有超过内部稳压管的电流 10mA, 可不接 DZ1, 超过才使用 DZ1=5.1V)

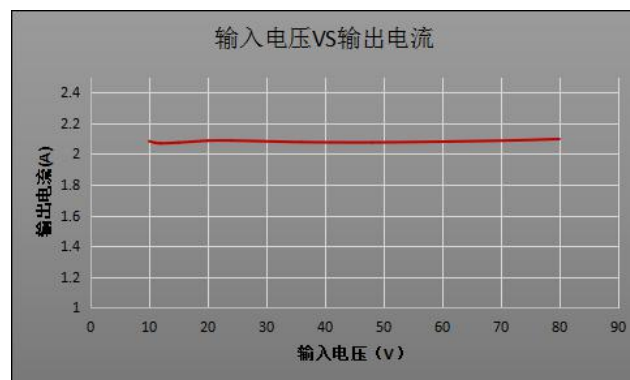
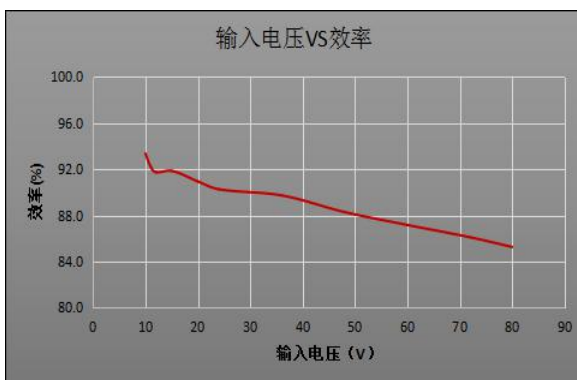
## 2) OC5121 外置 MOS 应用 DEMO 对应 PCB 图



## 3) OC5121 外置 MOS 应用 DEMO BOM 清单

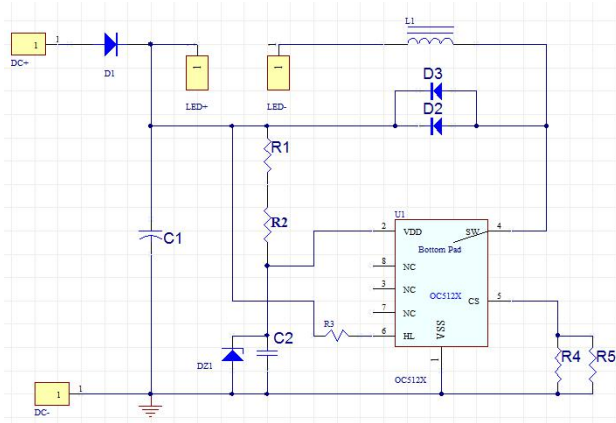
型号:OC5121		规格: Vin=(12-80)V;Vo=3-9V;Io=2.0A			设计:	
NO.	Part Types	Symbol	Description	Qty.	Unit	
1	贴片电阻	R1 R1A	4.3K±5% 1206 0.25W	2	Pcs	
2	贴片电阻	R4, R5	0R20±1% 1206 0.25W	2	Pcs	
3	贴片电阻	R3	100K±5% 1206 0.25W	1	Pcs	
4	贴片电容	C2	1uF±10%/25V/X7R/0805	1	Pcs	
6	电解电容	C1	22uF/100V/-40~150℃ (Φ 8*10)	1	Pcs	
7	贴片二极管	D1	5.0A/100V/SS510/SMB	1	Pcs	
8	MOS 管	Q1	15N10/15A/100V/T0-252	1	Pcs	
9	电感	L1	L=47uH/9*12MM 工字/Φ=0.6mm	1	Pcs	
10	IC	U1	OC5121/SOT23-6	1	Pcs	

## 4) OC5121 外置 MOS 应用 DEMO 测试数据

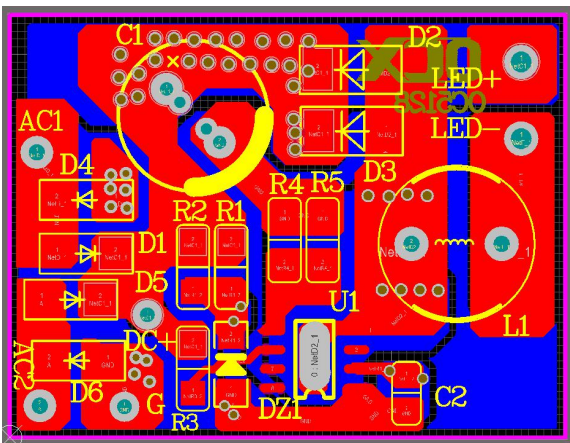


### 3. OC5128/5120/5122/5126 内置 MOS 应用

#### 1) OC5128/5120/5122/5126 内置 MOS 应用 DEMO 原理图



#### 2) OC5128/5120/5122/5126 内置 MOS 应用 DEMO 对应 PCB 图



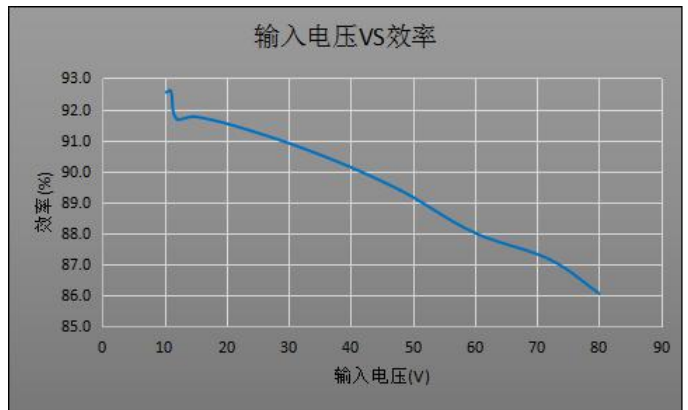
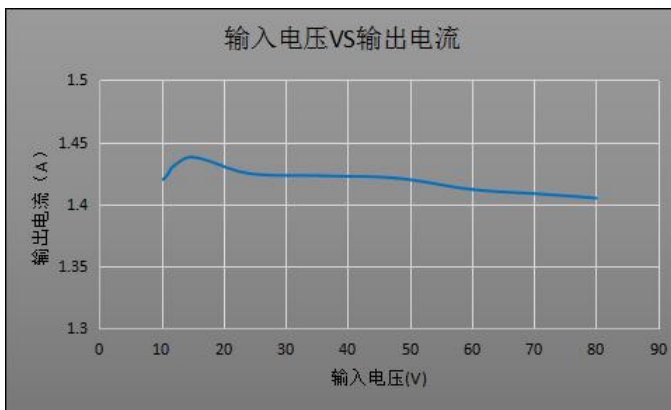
#### 3) OC5128/5120/5122/5126 内置 MOS 应用 DEMO BOM 清单

型号:OC5120		规格: $V_{in}=(12-80)V; V_o=9V; I_o=1.5A$		设计:	
NO.	Part Types	Symbol	Description	Qty.	Unit
1	贴片电阻	R1 R2	16K $\pm$ 5% 1206 0.25W	2	Pcs
2		R4, R5	0R270 $\pm$ 1% 1206 0.25W	2	Pcs
3		R3	100K $\pm$ 5% 1206 0.25W 低亮时才接	1	Pcs
4	贴片电容	C2	1uF $\pm$ 10%/25V/X7R/0805	1	Pcs
5	电解电容	C1	22uF/100V( $\phi$ 8*10)	1	Pcs

7	贴片二极管	D1 D2	3.0A/100V/SS310/SMA	1	Pcs
8	电感	L1	L=68uH/CD105	1	Pcs
9	IC	U1	OC5120/ESOP-8	1	Pcs

注：此 DEMO 板选择 OC5120 为典型应用参数，DEMO 板可共用 OC5128/5120/5122/5126 脚位。

#### 4) OC5120 内置 MOS 应用 DEMO 测试数据



## 4. OC512X 系列设计指南

### 1) 芯片 VDD 参数，如何设计 VDD 线路

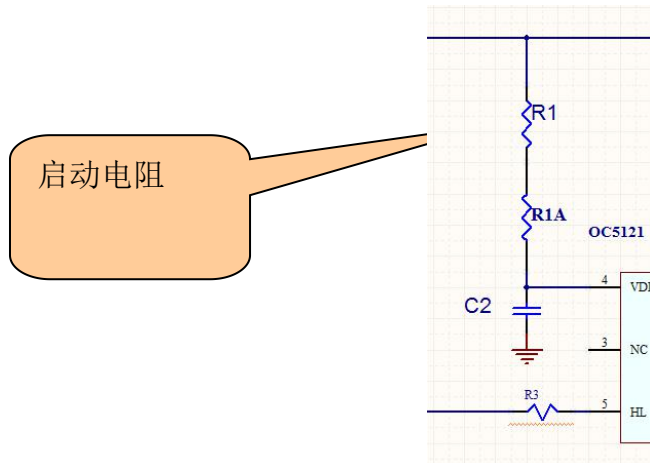
VDD 嵌位电压	VDD 内置稳压管最大电流	VDD 工作电流
5.8V	10mA	2mA

从 OC512X 系列的规格书中可知，OC512X 的 VDD 内置稳压管，且稳压管可承受的极限电流为 10mA，稳压管的电压值为 5.8V，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 10mA (建议设计值为 8mA 以内)，同样也不能低于 VDD 的工作电流 2mA。

由于 MOS 管在导通时的内阻和  $V_{gs}$  电压有关系，而 OC512X 系列中 MOS 管的驱动电压  $V_{gs}=V_{DD}-0.25$ ，为了保证能使 MOS 在导通过程中，导通内阻小，MOS 管的损耗小，达到提高效率，对于内置 MOS 的 OC5128/5120/5122/5126 芯片，同时可以改善芯片的温升。

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



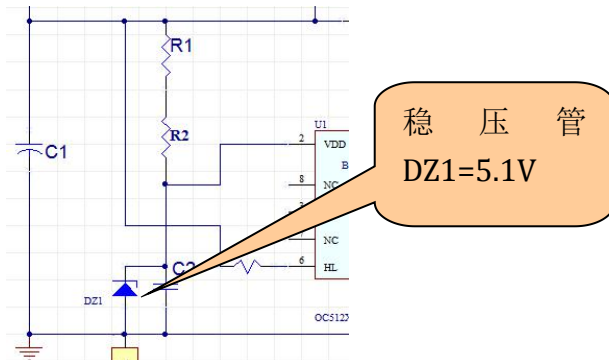
芯片内部稳压管极限电流为 10mA，建议设计值为 8mA 以内，芯片工作电流为 2mA，那么启动电阻选择：

启动电阻最大值  $R1 = (V_{i-min} - 5.8) / 2mA$ ，启动电阻最小值  $R1 = (V_{i-max} - 5.8) / 8mA$

比如 12-40V 输入应用， $R1-min = (12 - 5.8) / 2 = 3.1K$ ， $R1-max = (40 - 5.8) / 8 = 4.3K$

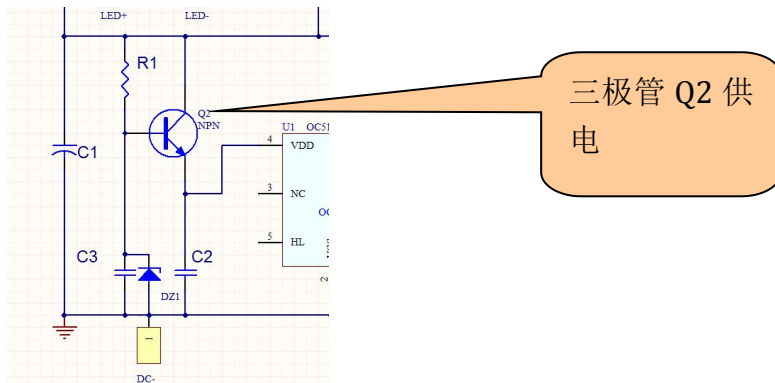
启动电阻 R1 的功耗  $Pd-max = (40 - 5.8)^2 / 4.3K = 276mW$ ，所以启动电阻选择 1 个 1206 封装即可

b) 外部应用电压范围非常宽，设置启动电阻值时，选择电阻无法取值合适宽电压应用，比如比如 90V 输入，启动电阻最小可选择： $R1 = (90 - 5.8) / 8mA = 10.5K$ ，如果按最低工作电流 2mA 计算，最低输入电压允许： $V_{i-min} = 2mA * 10.5K + 5.8V = 26.8V$ ，选择 10.5K 的启动电阻，只有输入电压高于 26.8V 时，VDD 电压才能保证稳定于 5.8V，此输入电压低于 26.8V，VDD 电压会掉到 5.8V 以下，造成驱动 MOS 管的电压  $V_{gs}$  降低，MOS 管的损耗增大或者内置 MOS 的芯片温升增大。所以为了兼容宽电压应用，在实际应用中必须实际测试 VDD 电压值，在输入最低电压时，VDD 电压值必须大于 4.8V 以上才能稳定的驱动 MOS 管。如果为了提高低输入电压下的 VDD 电压值，就必须降低启动电阻值，但由于减小启动电阻值，流入芯片 VDD 的电流可能会超过芯片可承受的 10mA 值，所以可在 VDD 旁路并联  $DZ1 = 5.1V$  稳压管，这样即可保证低输入电压下 VDD 电压值，又可能保证最高输入电压下不超过 10mA，但需要注意的是普通 1206 封装的稳压管为 20mA 值。



启动电阻的功耗设计：假设输入电压 12-90V，设置 12V 时最低工作电流为 1.0mA@Vdd=5V， $R1=(12-5.0)/1.0=7K$ ，则  $V_i=90V$  时，电阻上的功耗  $P_d=(90-5.8)^2/7K=1012mW$ ，因此启动电阻设计时需要注意功耗。

c) 由电阻加稳压管的形式，如上例 12-90V 或者更高输入电压输入设计时，在最高输入电压点，启动电阻的功耗非常大，对电阻的封装和取值都有要求，并且会增加成本，所以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 DZ1 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  $0.3\sim 0.5v$  之间，因而在 Q1 (NPN) 的 e 极(发射极)获得了一个  $V_{dd}=5.6v-0.5v=5.1v$  的稳压源。由于 CE 极之间需要提供最大 5.5mA 的电流给 Vdd，三极管为工作在放大区，以  $\beta$  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  $100\mu A$  的电流。所以，R1 电阻器的值最大不得超过： $R1 < (90-5.6) / 100\mu A=84.4k\Omega$ ，R1 默认取值 51K。



以下是常规的 SOT23 封装的 NPN 三极管的选型表：

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

- 芯片采用 CMOS 工艺，5V 为标准 VDD 引脚电压，极限值为 7V 电压；
- VDD 极限电流为 10mA，建议设计值在  $I_{VDD}=8mA$  以内；
- VDD 内部稳压管电压为 5.8V，外部接稳压管时不可超过内部稳压管电压，VDD 欠压保护电压为 3.7V；
- 内置 MOS 管的 OC5128/5120/5122/5126 为 ESOP8 封装，IC 最大散热功耗  $P_d=1.3W$ ，OC5128 极限电流为 1.2A/议最大输出 1.0A，OC5120 极限电流为 1.7A/建议最大输出 1.5A，OC5122 极限电流为 2.3A/建议最大输出电流为 2.0A，OC5126 的 SOT23-6 封装功耗为 0.3W，建议最大电流为 0.55A，极限电流 0.7A。



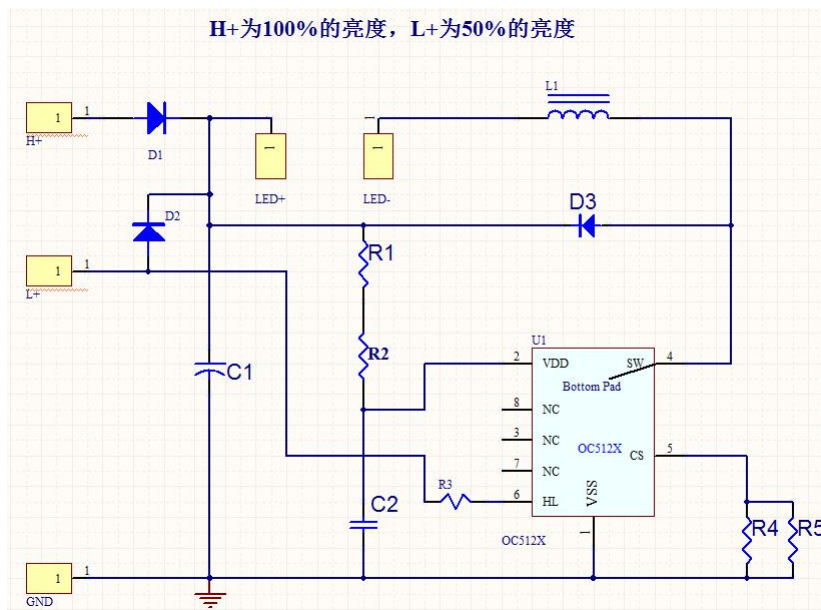
使用内置 MOS 管芯片时，IC 的温升会比外置 MOS 高，为了高可靠性，我司建议的最大输出电流测试芯片温升 55℃ 最大，当然，若客户使用铝基板，保证芯片的温升在可控范围以内输出电流可设计在极限参数值，若超过芯片极限电流，芯片温度超高，模块在装入灯具腔体之后，由于灯具腔体的温度高，可能会造成芯片进入到过温保护，使得输出电流降低，但是长期使用在高温下可能会造成外部元器件损坏。

e) 芯片极限焊接温度为 240℃（时间小于 30S）。

### 3) 如何使用高低亮调光，PWM 调光以及线性调光

在 LED 恒流方案中，经常会有调光的需要。

a) 使用 HL 脚 (MODE 脚) 进行全亮半亮调光。本系列 HL 脚 (MODE 脚) 为内部定义的调节高低亮的引脚，使用时：芯片内部 HL 脚 (MODE 脚) 的高低电平，决定了采样电阻的电压值，芯片 HL 脚 (MODE 脚) 悬空或者接地时，芯片 HL (MODE 脚) 内置下拉电阻 80K，则芯片 CS 采样电压输出为 0.2V，输出电流=0.2/Rcs。若芯片 HL 脚 (MODE 脚) 接高电平时，则芯片 CS 采样电压输出为 0.1V，输出电流=0.1/Rcs。如下图所示电路图，即可实现通过 HL 脚 (MODE 脚) 达到输出电流实现全亮+半亮。



图中输入电压接 H+\_GND 时，由于 D2 防反接作用，L+ 位置没有电压，相当于芯片 HL 脚为悬空状态，此时芯片的采样电压为 0.2V，则输出为 100% 亮度状态。

图中输入电压接 L+\_GND 时，由于 R3 会和芯片 HL 脚内部的下拉 80K 电阻进行分压，如果下拉电阻分压超过 5.5V 时，则 HL 内部稳压器会起作用，防止芯片引脚损坏。接 R3 上拉电压后，HL 脚电压被置高，此时芯片的采样电压为 0.1V，则输出为 50% 的亮度状态。

同时可衍生出如下电路，做两路灯输出的远近光电路图：



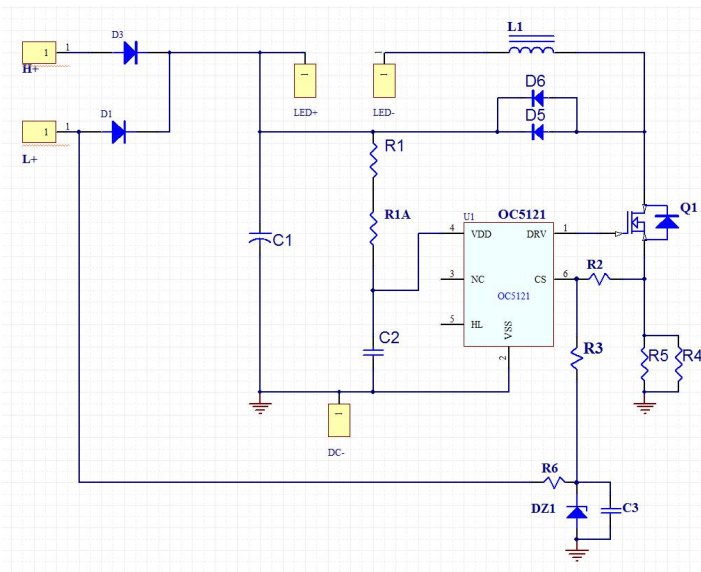
c) 关于使用 CS 电阻分压进行一定范围内的线性调光

如下图所示, 我们可以看出, 仅有 OC5121 外置 CS 采样脚是独立的, 才可采用下图进行线性调光, 目前由于 OC5128/5120/5126 内置 MOS 管的 CS 采样脚和 MOS 管的 S 极连接在一起了, 所以无法实现下图的调光线路 (若有需要可定制芯片的脚位来实现)

输入接 H+和 DC-位置时, CS 电压仍为  $V_{cs}=0.2V$ , 输出电流  $I_o=0.2V/R_{cs}$

输入接 L+和 DC-位置时, CS 电压变为, 则输出电流  $I_o = \frac{0.2 - V_{DZ1} * R2 / (R2 + R3)}{R_{cs}}$ , 若 R3 为可

调电阻, 则可实现输  $V_{cs} = 0.2 - V_{DZ1} * R2 / (R2 + R3)$  出电流线性变化。





⑨ 使用内置 MOS 芯片电感和续流二极管尽可能靠近芯片 SW 脚；

⑩ 使用内置 MOS 芯片，SW 脚接散热底座，在布线过程中尽可能多铺铜，加大芯片散热面积，但是铺铜时要远离弱信号。

⑪ 使用多路共阳极接法时，每路的布线必须分开，特别是功率地和小信号地要分开，且每路都接上电解电容，并仅在每路的输入电容连接在一起。铺地仅在输入电容负极分散出铺地，不可所有的地线全部铺一起，避免不必要的干扰。

5) 《OC512X 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、输出参数和启动电阻选择

二、**蓝色部分**系统自动计算出相关的数值范围：

②根据橙色输入和输出参数计算出启动电阻范围；

③根据芯片计算出的芯片驱动频率范围；

④根据橙色输入和输出参数计算出临界电感值的大小；

⑤系统自动计算出零界电感值，橙色选择电感量（必须大于零界电感值，输出电流越大，取值越小，反之亦然），同时侧边有根据不同的输出电流值有建议电感值；

⑥系统自动计算出 CS 采样电阻总值和电阻的总功耗，以便客户根据电阻的功耗和电阻值来选择是用哪种封装的电阻(0805/0.125W, 1206/0.25W)；

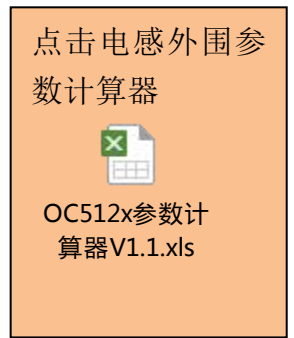
⑦系统自动计算出输入电容和输出参数计算出使用电感线径；

⑧如使用 HL 做高低亮功能，自动计算出上拉电阻阻值取值。

⑨系统自动计算出方案选的芯片型号，以便客户选型，使得客户不用去牢记选型表；

三、使用参数计算器实例演示：

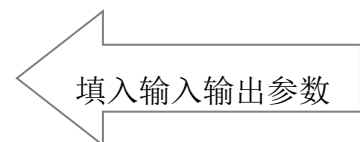
以我司提供的 OC512x 演示如何使用《OC512X 电感外围参数计算器》



输入电压最小值 (V)	输入电压最大值 (V)	输出电压值 (V)	输出电流值 (A)
12	80	9.6	1.5

①填入输入电压和输入电流、填入输出电压和输出电流参数

输入最低电压	Vin_min (V)=	12
输入最高电压	Vin_max (V)=	80
输出电压	Vo (V)=	9.6



输出电流	$I_o(A)=$	1.5
------	-----------	-----

②自动计算出启动电阻范围，随后填入启动电阻值

启动电阻范围	$R_{in}(K\Omega)$	8.2	3.1
实际使用启动电阻	$R_{in}(K\Omega)=$	8.2	

自动计算启动电阻范围, 并填入

③根据芯片计算出的芯片驱动频率范围;

驱动频率范围	$F_s(KHz)=$	45	160
--------	-------------	----	-----

④根据橙色输入和输出参数计算出临界电感值的大小;

计算电感最小值	$L(uH) >$	21
---------	-----------	----

根据电感最小值, 选择合适电感值

⑤系统自动计算出零界电感值，橙色选择电感量

实际电感取值	$L(uH)=$	100
--------	----------	-----

⑥系统自动计算出 CS 采样电阻总值和电阻的总功耗，以便客户根据电阻的功耗和电阻值来选择是用哪种封装的电阻(0805/0.125W, 1206/0.25W);

采样电阻	$R_{cs}(\Omega)=$	0.13
电阻功耗	$P_{cs}(W)=$	0.30

⑦系统自动计算出输入电容和输出参数计算出使用电感线径;

电感线径	$\phi(mm)=$	0.55
------	-------------	------

⑧如使用 HL 做高低亮功能，自动计算出上拉电阻阻值取值。

HL 实现高低亮上拉电阻 (K)	100
------------------	-----

⑨系统自动计算出方案选芯片型号，以便客户选型，使得客户不用去牢记选型表;

方案自动选型 IC 型号	OC5120/OC5121
--------------	---------------

四、使用说明书的“方案参数提示”和参数预判(若有提示，提示显示于参数计算器的右上方)方案参数提示为系统自动提示内容，排除客户使用此芯片时可能出现的现象，同时出现如下参数提示对应的措施为:

提示①，输入和输出压差不足;

提示②，感量取值太小，需增大感量。

## 6) OC512X 基本调试步骤

- ① 根据《OC512X 电感外围参数计算器 V1.1》初步计算外围参数：如启动电阻值、电感量和电感线径、CS 电阻值和功耗；
- ② 根据输出电流值选择 MOS 管(外扩 MOS 的 OC5121)和续流二极管的参数，MOS 管选择峰值电流( $I_{pk}=0.2/R_{cs}+0.3*I_o$ , 其中  $R_{cs}$  已在计算器中计算出)的 3~4 倍的余量，续流二极管选择输出电流的 2~3 倍的余量，确保外围器件的温升在合理范围以内；
- ③ DC 输入时，输入电容容量选择初步应为 3~5uF/W；AC 输入时输入电容的容量选择初步应为 30~50uF/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 5.5V，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，工作频率必须大于 45KHz，且 VDD 的电压在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)
- ⑥ 用示波器探测芯片的工作频率是否稳定，在输入电压范围内没有抖动和大小波出现；同时测试 CS 脚上的电压波形，正常 CS 电压波形为规则的梯形波形，如果有出现 CS 上升过程中为非线性的，有冒出尖峰电压，如下图所示的，即可判定为 CS 电压不正常，即电感出现饱和，需要增大电感体积。

## 7) OC512X 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。二极管耐压要足够，且选择低 VF 值的二极管。电感选择铁硅铝材质或者合金粉材质。输入电容选择高频低阻的电容，容量加大。同时可相应的改变灯珠的串并联方式，增加灯串，降低输出电流也可提高效率。

- ② Q: 驱动 MOS 的 DRV(内置为 SW 脚)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 3V(内置 MOS 的芯片不用排查此点)，若 MOS 管的最大开启电压大于 3V，可能造成开启困难或者开启不完全导通现象。b) 排查 HL 信号是否有干扰，可直接把 HL 引脚拉低到地测试。c) 排查布线是否合理，请参考上述的布线规则，特别是采样电阻是否离芯片引脚太远或者靠近开关器件(SW, 续流二极管、电感)。

- 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) Vdd 流入的电流控制在 5.5mA

以内,若超过 8mA 线性调整率精度会变差,可在 Vdd 并联稳压 5.1V 二极管来达到超过 8mA 的应用,并提高线性调整率。c)在电感不会饱和(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。

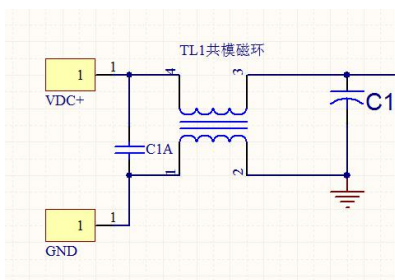
A:芯片为平均电流检测,理论上输出负载变化时电流精度应在 5%以内,如果变化大可能电感进入到断续模式,led 上的纹波太大 a)采样电阻的精度是否偏低,提高采样电阻精度;b)增大电感量,降低纹波电流,需保证电感的温升并且不会出现饱和现象;c)输入电容容量太小,增大输入电容容量;d)采样电阻离芯片引脚太远,或者采样电阻靠近 SW 和续流二极管、电感等器件。

⑤ Q:输出恒流的最低压差要求。

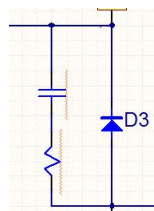
A:恒流需要的最低压差和输出电流有直接关系,一般为 1V/A,即输出电流 1A 则需要 1V 的压差,2A 则需要 2V 的压差。但同时压差和电感有较大的关系,如果电感线径用的细,那导致电感上的压降会增加,所以需要的压差也会增加。如果输入端加入了防反接的二极管或者无极性的二极管,则需要的压差也相应要增加二极管的导通压降。

⑥ 系统要过认证 EMC 或者电磁兼容收音机干扰等问题解决。

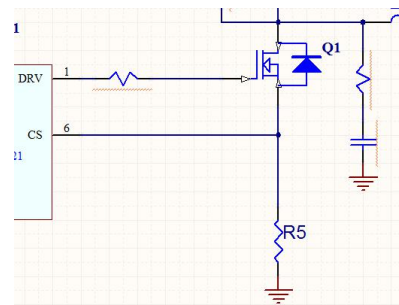
A:一般过电磁兼容需要增加以下电路来实现,前级共模, MOS 和续流二极管做吸收电路,输出共模等,实际使用参数以实际调试的结果为主,在做电磁兼容方面布线最为重要,特别是前面说到的两个功率环路,环路面积的大小、MOS 和续流二极管的位置摆放、MOS 的 D 极面积大小、地线走线均有很大的影响。



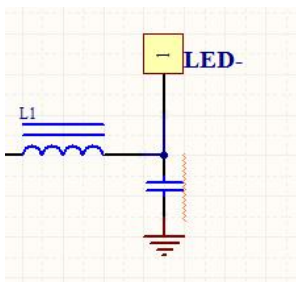
输入共模电感



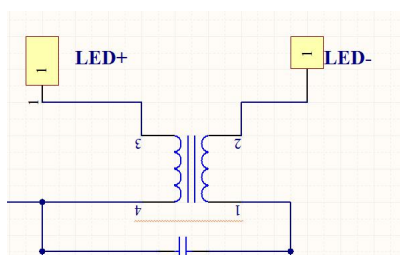
续流二极管吸收



MOS 管 G 极串联电阻和 DS 极加吸收

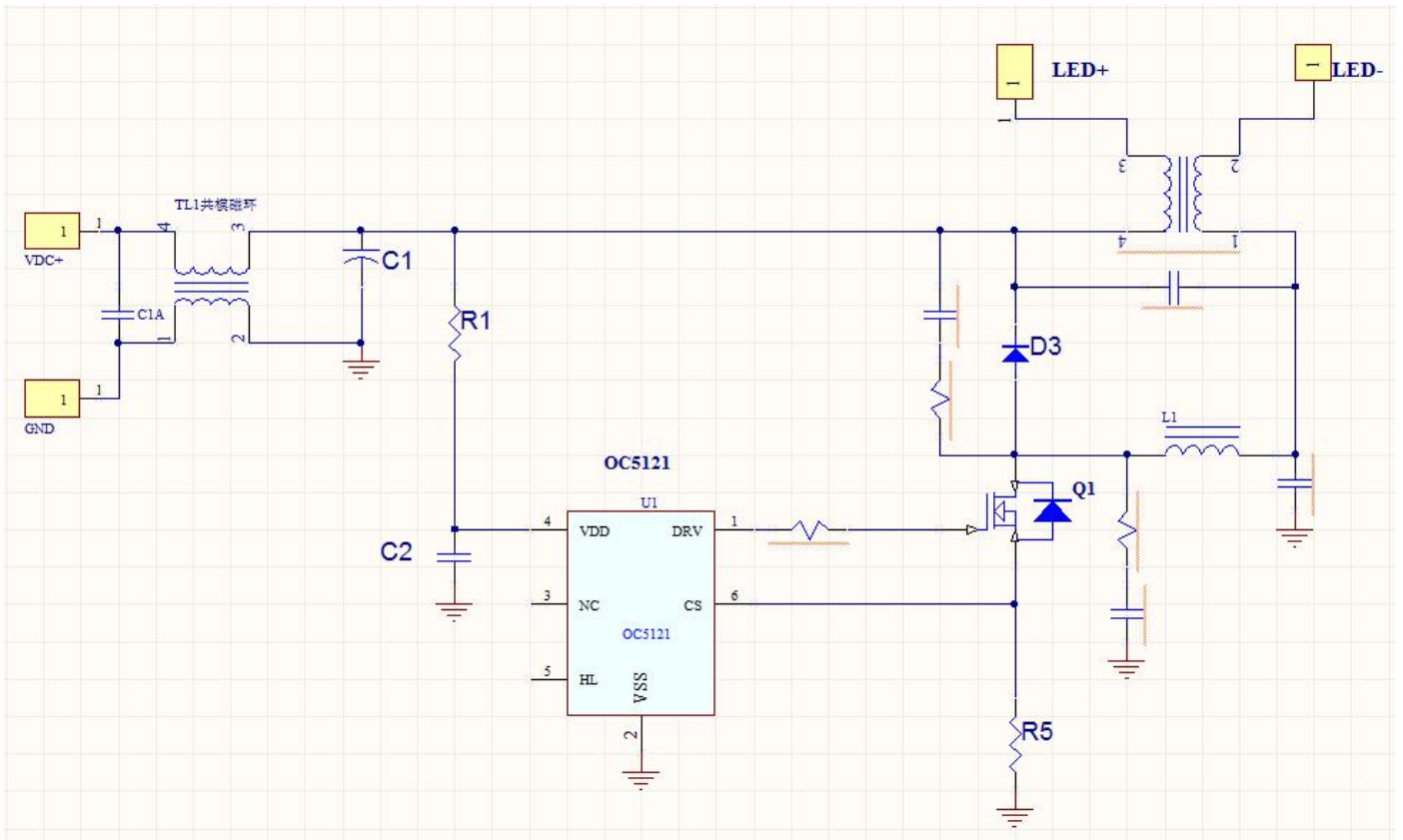


LED 负极加吸收电容



输出加共模电感





OC512X 过认证电路图

注：TL1 共模电感也可换成差模电感，同时应用中可根据实测数据来节省外围参数。