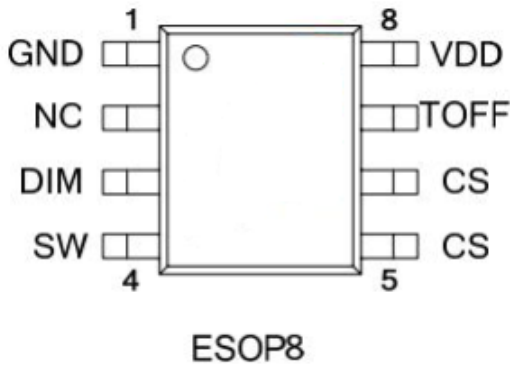




## 基于 TX6120/6122/6128 调光电路深度设计

## 管脚排列



## 管脚描述

管脚号	管脚名	描述
1	GND	接地
2	NC	悬空不接
3	DIM	调光脚，支持 PWM 调光及线性调光。DIM 接地则关断输出；DIM 电压高过 3.1V 则电流 100% 输出。
4	SW	开关脚，接内置 MOS 管漏极。
5、6	CS	电感峰值电流检测脚
7	TOFF	关断时间设置
8	VDD	芯片电源

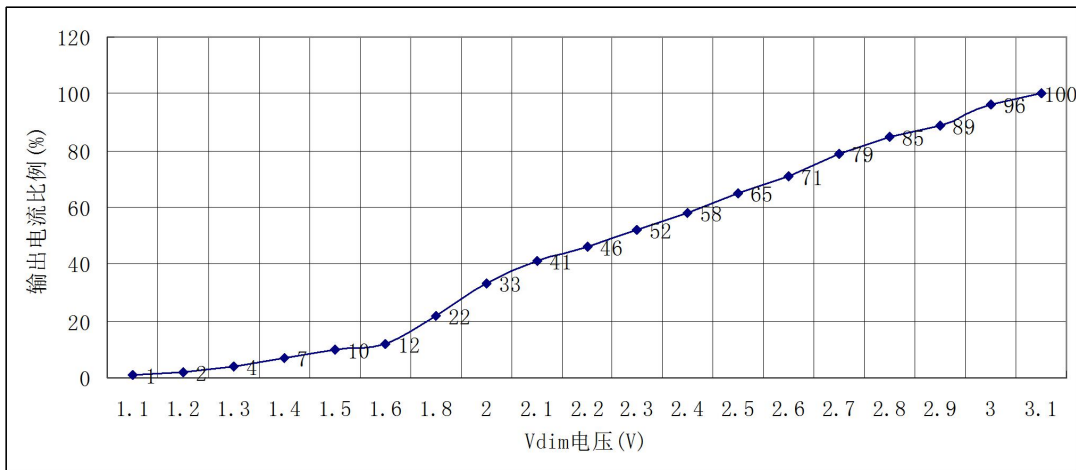
## 线性调光应用

## 1、使用 DIM 脚进行线性调光

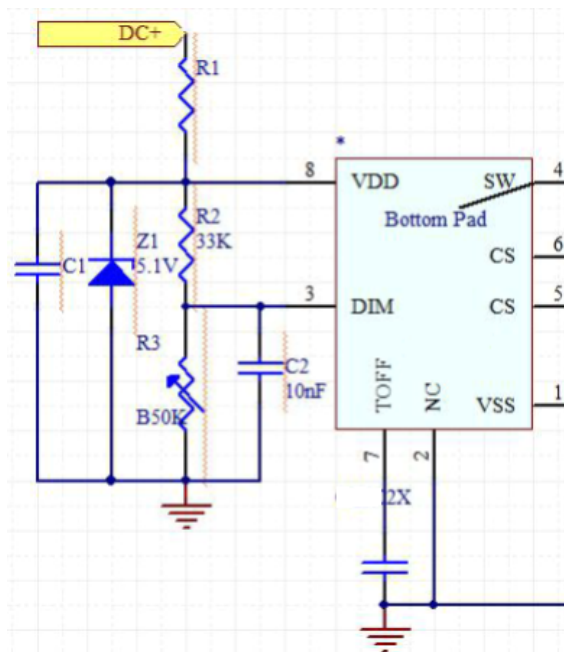
由于芯片本身 DIM 脚支持线性调光，支持的电压范围为 1.1-3.1V，线性调光范围为 1%-100%，要实现输出电流的亮度变化，可直接使用 DIM 脚，调整 DIM 脚电压，达到线性调光的目的。

DIM 脚电压对应的输出电流的比例可按如下表格数据进行换算，客户可根据需要的输出电流的大小来选择外围器件的参数，特别是 DIM 脚分压电阻。

VDIM 电压 (V)	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.8	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3	3.1
输出电流比例 (%)	1	2	4	7	10	12	22	33	41	46	52	58	65	71	79	85	89	96	100



1) 如下图所示：使用可调电阻调光，可调电阻型号为 B50K(电阻可调范围 0-50K)，要使电阻在可调的变化范围内实现亮度的变化

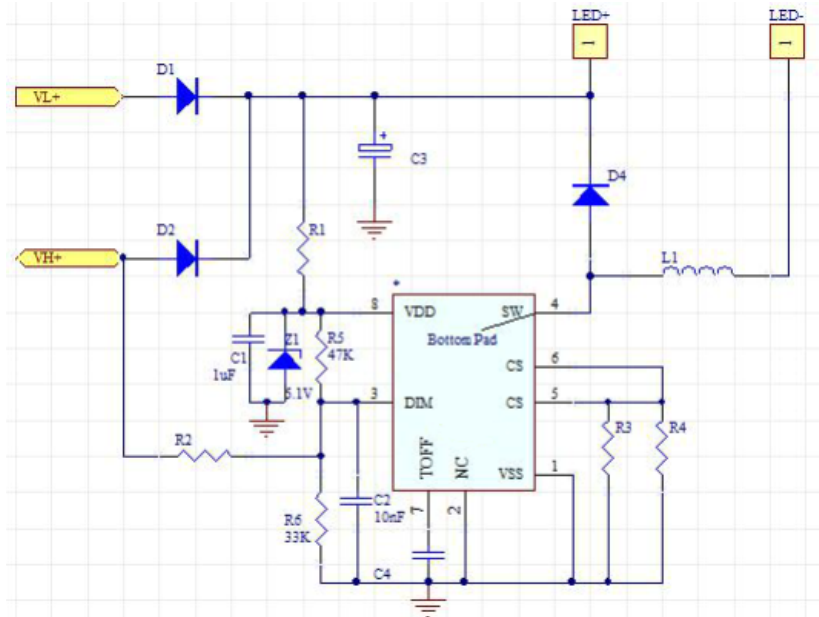


图中 C1 为 VDD 旁路电容，Z1 为 VDD 稳压管(使用外部稳压管电压更加稳定，线性调光比例会更加优异)，C2 为 DIM 脚的旁路电容，防止输入源进入的干扰信号，或者空间辐射带入的干扰信号，使用 B50K 可调电阻器调光时，最大电阻值应达到最大亮度，即 DIM 电压必须达到 3.1V。

按参数计算  $V_{DIM} = 5.1 * R3 / (R2 + R3) = 5.1 * 50 / (50 + 33) = 3.1V$ ，所以在上拉使用 33K 电阻时，在可调电阻调到最大值时，输出电流达到最大。

当使用 33K 上拉电阻时，当电阻扭到  $R3=33K \times 1.1V / (5.1-1.1)V=9.0K$ ，对应输出电流比例为 1%，即可调电阻阻值达到 9K 以上，灯珠才会有电流输出。

2) 如下图所示：使用 DIM 脚进行远近光调光，接高亮灯为全亮，接低亮灯为 50% 的输出电流，也可通过 DIM 脚已有的线性电压调光功能实现。



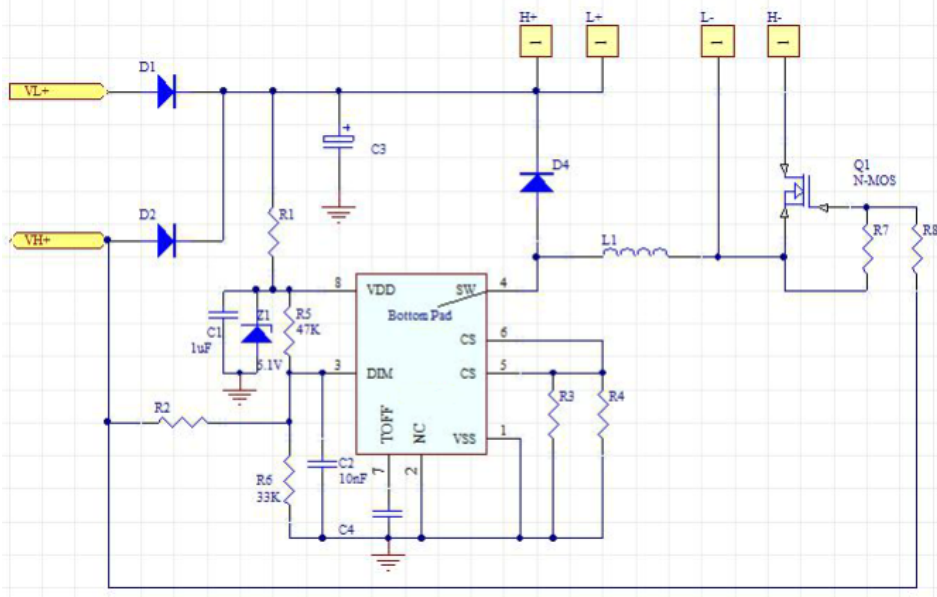
接 VL+和 GND 时，DIM 脚通过 R5 R6 进行分压，得到 50% 的输出电流；

接 VH+和 GND 时，DIM 脚通过 R2 电阻值被拉高，超过了 3.1V，所以输出得到 100% 的输出电流。

如下图的改进后的电路，可两组灯珠实现远近光灯切换

接 VL+和 GND 时，Q1 关闭，只亮 L+,L-这路灯，且 DIM 脚通过 R5 R6 进行分压，得到 50% 的输出电流；

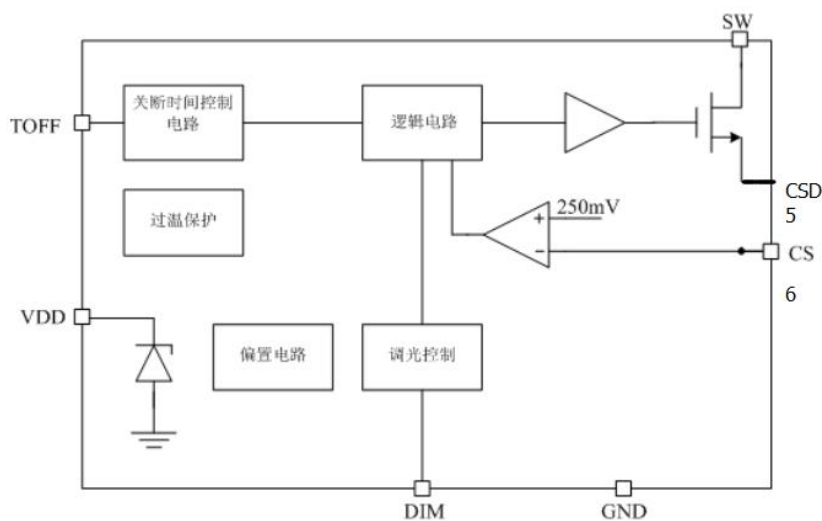
接 VH+和 GND 时，Q1 的 GS 极电压被拉高，Q1 导通，两路灯同时亮，输出电流为 100%；



## 2、使用 CS 脚进行线性调光

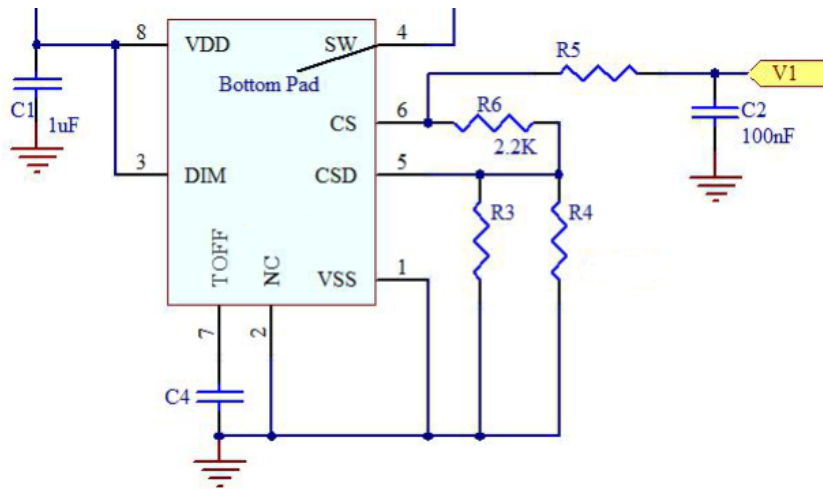
芯片内部架构图具体到芯片的 5/6 脚可标识为如下图，芯片的 5 脚位 MOS 管的源极，通过主功率电流，6 脚接内部基准电压比较器的负极。如果 5/6 脚直接接在一起的，就是用相当于用 250mV 来采样输出电阻，达到 250mV 时关闭 MOS 管动作，然后进入设定的 Toff 时间，电感进行放电，Toff 时间完成后，MOS 管重新开启。

所以可通过外部电阻分压来改变 6 脚 CS 采样电压值，从而改变控制 CSD 接的采样电阻上的采样电压值，达到控制输出电流值。





具体应用线路可按如下电路：



1) V1 为接入的可调电压，如下电路可通过调整 V1 电压值达到调整输出电流的效果，因为 V1 通过 R5, R6 的电阻分压，在采样电阻 R3/R4 上会形成一个可变的电压值，作为采样电阻的参考电平，在芯片工作过程中，内部 MOS 管导通后，大电流会从 CSD 经过 R3/R4 电阻，电阻上的电压和参考电平比较，若超过参考电平，则内部 MOS 会关闭，然后进入 Toff 时间内电感放电，Toff 时间完成后，MOS 再开通。

根据电路可计算采样电阻上的实际采样电压值非内部的 0.25V，而是  $V_{cs} = 0.25 - (V1 - 0.25) * R6 / (R5 + R6)$ ， $I_o = V_{cs} / R_{cs} - 0.5 * \Delta I$ ，从公式中可看出，当 V1=0V 时，输出电流达到最大值，当 V1 逐渐增大，输出电流也跟随线性降低。假设 R6=2.2K, R5=22K，需要达到一半的输出电流亮度时， $V_{cs} = 0.125$ ，可计算出此时 V1=1.625V，即 V1 达到 1.625V 时输出电流为总电流的一半。

同样按此线路我们可实现 0-10V 调光

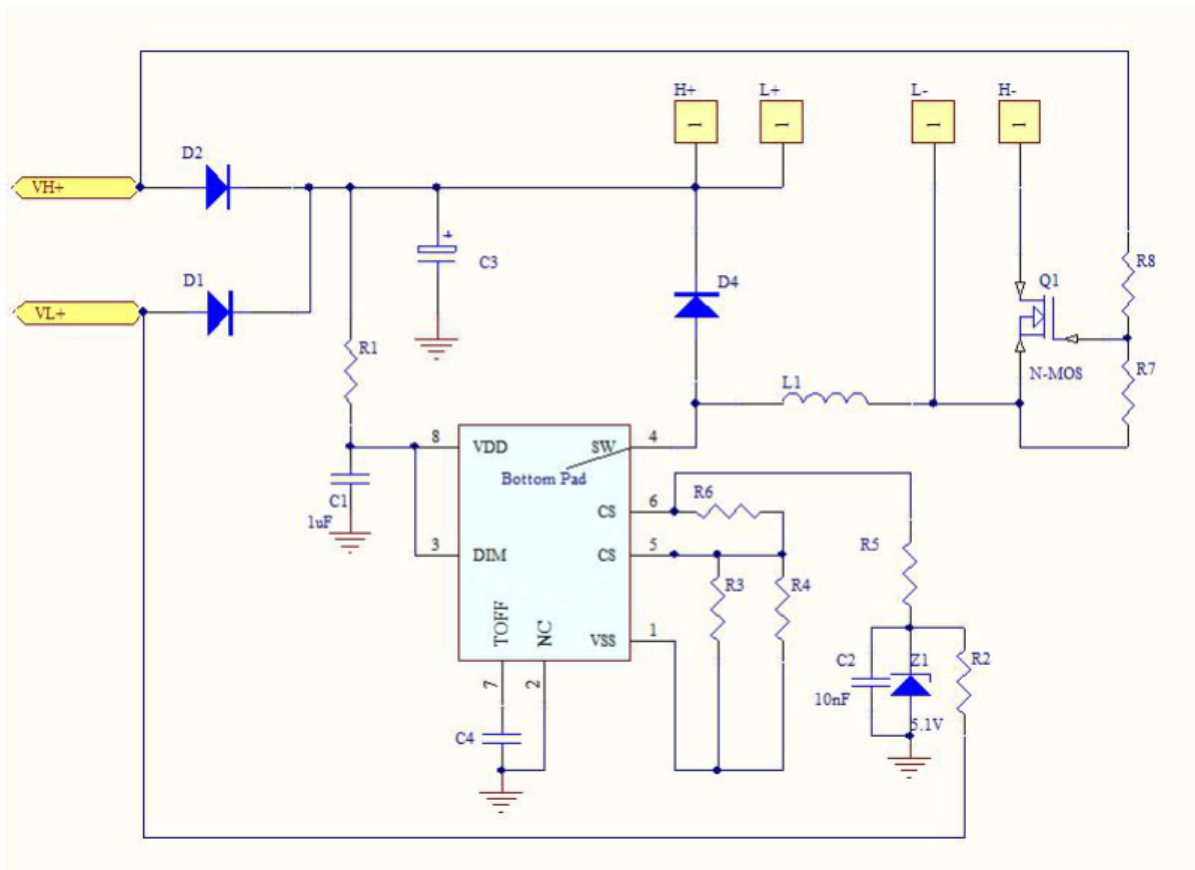
可假定在 V1=10V 时，输出电流达到 0%，在 V1=0V 时输出电流为 100%，R6=2.2K，则按图上的计算公式可计算出 R5=83.6K，即使用 R5=83.6K，R6=2.2K 可实现 0-10V 线性调光，在电压逐渐上升过程中，输出电流会逐渐下降，并且满足一个线性系数 K=0.025 降低输出电流。

2) 根据 CS 脚的线性调光，衍生出来可用来实现远近光灯的切换，如下图所示

接 VH+和 GND 时，R7/R8 分压给 Q1 的 GS 极，Q1 导通，同时 CS 电压以 0.25V 作为参考基准，所以输出电流为 100%。



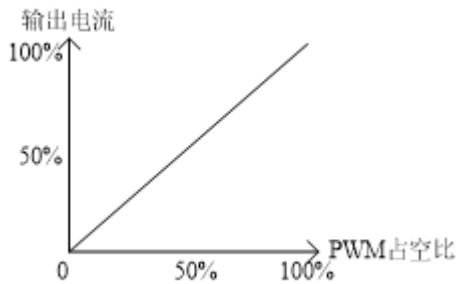
接 VL+ 和 GND 时，Q1 不导通，同时 CS 电压以 R5/R6 分压进行线性调光，可根据计算得出此时采样电阻 R3/R4 上的基准电压  $V_{cs} = 0.25 - (5.1 - 0.25) * R6/R5$ ，当使用 R5=10K，R6=200R 时，输出电流为 50%



## PWM 调光应用

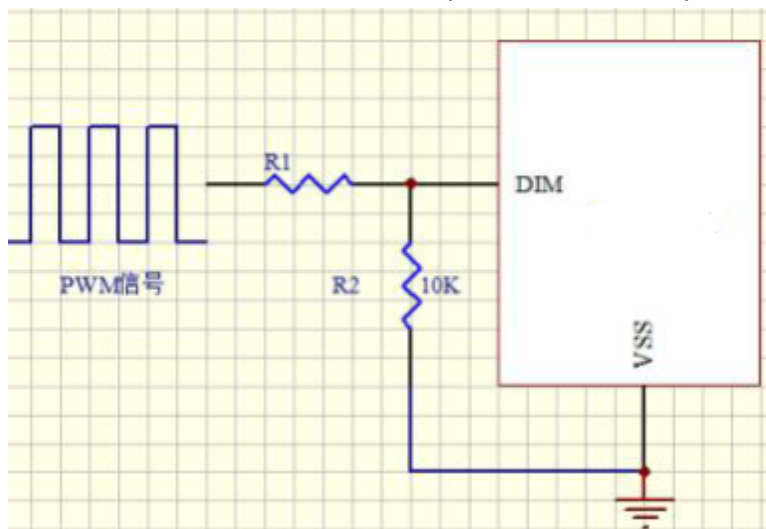
在 LED 恒流方案中 经常会有 PWM 或者线性调光的需要 调节 LED 灯的亮度或者颜色而 PWM 调光信号的频率，在使用中需要注意。

1. 直接 PWM 信号接入到 DIM 引脚进行调光，由于芯片内部运放、检测和驱动需要建立时间，所以在 MCU 发出 PWM 信号，到 DIM 接收到信号并且芯片做出相应的比例调节时，有一定的延迟时间，而这段延迟时间可能会造成 PWM 调节比例上的差别，PWM 信号的频率越高，延迟时间相对在开关工作周期内占的比重会越大，正常调光信号对应的输出电流比例应为 1:1 的比例关系



为保证调光的线性度和调光比,需要满足  $F_{sw} : F_{pwm} > 100:1$ ,假设芯片 SW 驱动频率为 100K, PWM 信号频率为 1K,  $100:1 > 100:1$  满足条件,这样在 PWM 信号为高时,50%占空比,芯片有 50 个完整的开关周期,这样,才能保证输出电流比例和 PWM 占空比信号比例保持基本一致,和上图会基本吻合,默认调光频率设置在 500Hz-5KHz。

建议客户使用 PWM 调光的接线电路( $R1=1K, R2=10K$ ):

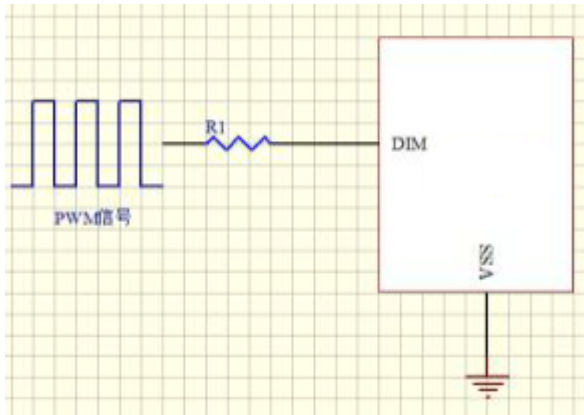


控制器输出的 PWM 信号串入一个电阻 R1,在接到 DIM 引脚, DIM 对 VSS 接一个 10K 下拉电阻。在此需要注意

①、TX612X 的 DIM 引脚内部并无上拉或下拉。因此,对于使用 MCU 一类的驱动 IC,由于 MCU 在上电瞬间会有一个持续达数 ms 的上电复位时期,而此时 I/O 口通常处于不确定的悬浮态。由于 TX612X 的  $V_{DIM} > 3.1$  即判断为高电平,因而当 I/O 口处于不确定态时,特别需要一个下拉或上拉,来确保 TX612X 在这段时间确定工作在某个状态。否则,在那些  $V_{in}$  输入电压特别高的情形下,容易因为数 ms 时间的不确定态,烧毁 LED 灯串。因而,在使用 MCU 调光时,我们**不建议客**



户使用如下电路：



### ②、关于 PWM 信号的串联限流电阻器 R2

一般情况下，该电阻器 R2 是不需要的。特别是很多 MCU 与 TX612X 是接近电压值，甚至是同一个电压供电的情况下（譬如共同由某个 LDO 输出的 5.0v）。但是在某些情况下，这需要增加串联电阻器。

当 MCU 采用比TX612X 更高的供电电压时，这就需要使用 R1 串联限流电阻器。由于 TX612X 的 DIM 引脚是一个高阻抗输入引脚，并不会吸入大电流。但是，一般来说，芯片内部引脚对 Vdd 均会有个反向的 ESD 二极管，若芯片 Vdd 以外的其他引脚电压超过 Vdd 达到 0.3V 以上，则内部 ESD 二极管会导通，继而损坏芯片内部电路，造成不可逆的损伤。所以在使用过程中，若 PWM 信号电压高电平电压超过 VDD 时，为保证 TX612X 稳定工作。为此，需要串入一个 1K-4.7kΩ的 R1 来避免此问题。

2. PWM 信号经过处理后接入到 CS 脚，同样也会根据 PWM 信号占空比的变化，达到实现调光的效果。

若使用 PWM 信号直接接入到 DIM 脚进行调光的，假设  $F_{pwm}=1\text{KHz}$ ，则 SW 脚内部 MOS 管、电感的充放电总周期为 1KHz，在 PWM 信号输出为高时，SW 开关频率以芯片的驱动频率  $F_{sw}$  工作，PWM 信号输出为低时，无输出电流。按此应用来看，由于电感在充放电的过程中，可能 SW 开通对电感进行了充电，但此时 PWM 信号来了要关闭 SW 输出，那电感在充电完成后的能量无法泄放，那电感必然需要寻找泄放的路径，此时电感的电流通过磁间隙损耗，而且此频率低，是在人耳可接受的频率范围内，所以会出现电感有啸叫声。而使用下面的调光线路进行 PWM 调光，可解决电感有





啸叫声的问题。

如下电路图改变采样电阻的基准电压  $V_{cs} = 0.25 - (V_{pwm} * D - 0.25) * R_6 / (R_5 + R_6 + R_7)$

当使用的 PWM 信号  $V_{pwm} = 3.3V$  时， $R_5 = 10K$ ；

当使用的 PWM 信号  $V_{pwm} = 5.0V$  时， $R_5 = 17K$ 。

