

一种 LED 低光衰驱动电路设计

0 引言

LED 照明灯具具有节能省电、高效、环保、寿命长等优点，LED 照明灯具将逐渐取代白炽灯及荧光灯。若 LED 照明灯具走向全世界，其必将成为一个海量的产品。显然，不断地提高 LED 的输入功率与发光效率是实现其成为通用照明方式的必由之路。

对于 LED 灯特别是大功率 LED 路灯，如果热设计做得不好，LED 结点温度高，就会造成可逆性光衰和不可恢复的永久性光衰，影响 LED 灯具的性能和寿命。为了增加 LED 灯具可靠性，驱动电源的性能及可靠性有待提高。大量实践表明，LED 不能加大输入功率的基本原因，是由于 LED 在工作过程中会放出大量的热，使管芯结温迅速上升，输入功率越高，发热效应越大。温度的升高将导致器件性能的变化与衰减，甚至失效。本文对 LED 驱动电路进行了过温保护电路设计，从而降低了 LED 的光衰现象，并提高了 LED 的使用寿命。

1 LED 过温保护电路原理

1.1 集成电路

MBI1801 是立即开关的驱动 IC，也是专为大功率 LED 设计的驱动 IC。MBI1801 提供了一个恒电流输出通道及高输出电流能力，可通过一外接电阻（ R_{ext} ）设定 MBI1801 电流，电流输出范围从 50 mA~1 200 mA，用以控制 LED 的发光亮度，此外亦可通过输入 PWM 讯号控制 LED 明亮度。为确保应用产品的可靠度，MBI1801 内建温度感应器与过热保护（TP, Thermal Protection）功能。温度感应器可侦测 MBI1801 的温度状态；当 MBI1801 温度超过 165℃ 时，过热保护功能会关闭电流，防止驱动器的温度过高。MBI1801 已在 T0-265 封装体上增加散热能力，以达到安全处理高输出电流。

芯片特点：恒流输出值不受输出端负载电压影响；大恒流输出范围值：1.2 A；利用一个外接电阻，可调整电流输出值；内建过热保护装置；操作电压：5 V；“无铅环保”包装，加置散热片。

产品应用：高亮度 LED 照明；红外线 LED 摄影机。

1.2 电路工作原理

图 1 为 MBI1801 搭配 LED 过温保护电路。

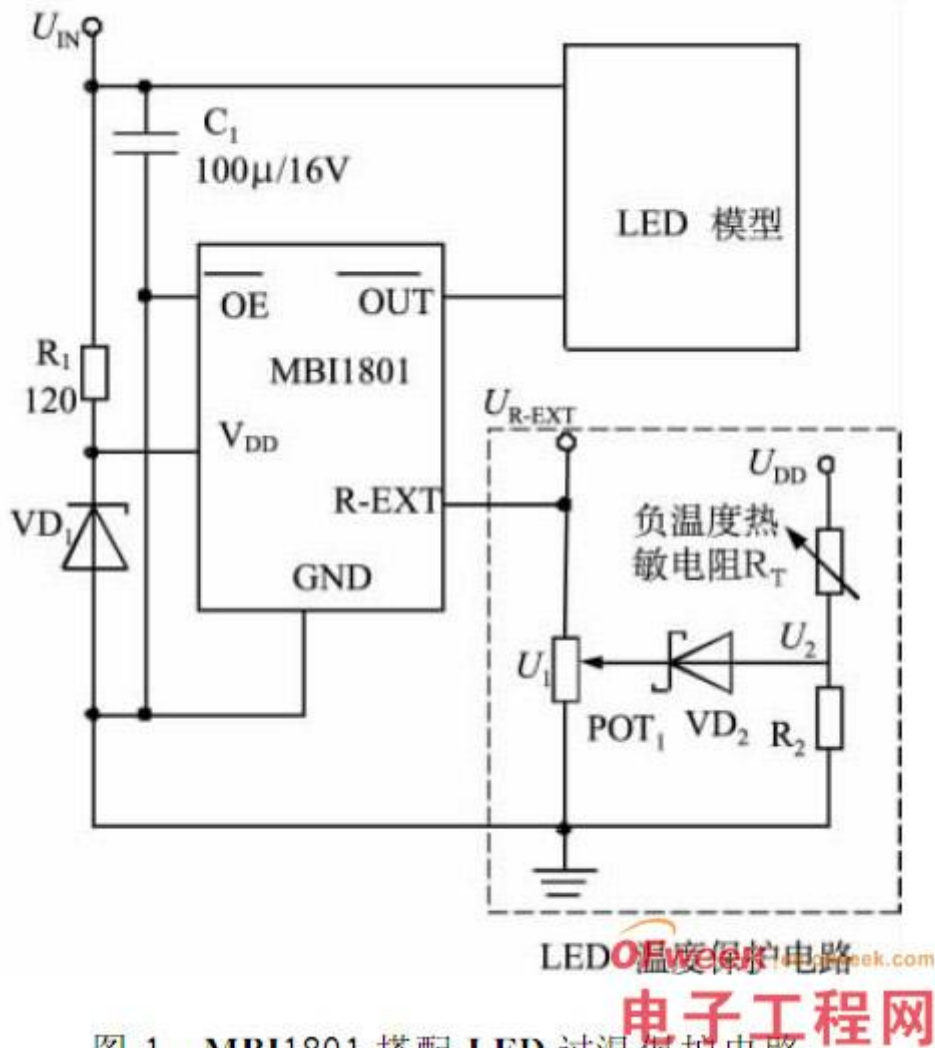


图 1 MBI1801 搭配 LED 过温保护电路

MBI1801 需要外设一个电阻 (REXT) 以确定 LED 预设电流, MBI1801 所要使用的电阻此处用一个电位器 POT1 来替代, 该电位器的标称值计算方法为:

$$POT_1 = \frac{U_{R-EXT}}{I_{LED}} \times 945 \quad (1)$$

在一些常见的设计中 REXT 常用两个电阻串联进行分压, 从而得到过温保护线路中的 U1. 此时的 U1 是一个定值, 一旦确定 R2 的阻值, 过温保护电路只能设定一个过温保护点, 为了提高电路对外界环境的适应能力, 可以将过温保护点设置成可调节的温度, 于是此处选用一个电位器代替两个串联的电阻。

负温度系数传感器 RT 可接到 LED 板上感测 LED 的温度。当 LED 的温度升高时, 热敏电阻的阻值会随之降低, 此时 U2 电压也会随之升高。当 U2 电压超过 U1 的电压值时, 二极管 VD2 导通, U1 的电位会被拉高, 此时的 LED 电流计算公式为:

$$U_1 = U_2 - U_{VD2} \quad (2)$$

$$I_{LED} = \frac{U_{R-EXT} - U_1}{R_2} \times 945 \quad (3)$$

在式 (1)、(2)、(3) 中, U_{VD2} 为正向电压, I_{LED} 为 LED 电流, U_{R-EXT} 为 MBI1801 R-EXT 引脚的电压。

LED 电流会开始下降直到温度平衡, 反之亦然。

U_1 的电压可以通过电位器设定, 该电压一旦确定, 线路的启动电压也随之而确定。

二极管 $VD2$ 的作用在于当 $U_2 < U_1$ 时, U_1 不会受 U_2 影响。如果 $VD2$ 的正向电压高就会产生额外的误差, 在此选择正向压降较小的肖特基二极管。

2 设计过程

2.1 定义负温度系数热敏电阻阻值变化曲线

负温度系数热敏电阻简称为 NTC. 使用温度范围: $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 125\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。电阻值随温度升高而变小。

100 k Ω 负温度系数热敏电阻值对温度的变化曲线如图 2 所示。

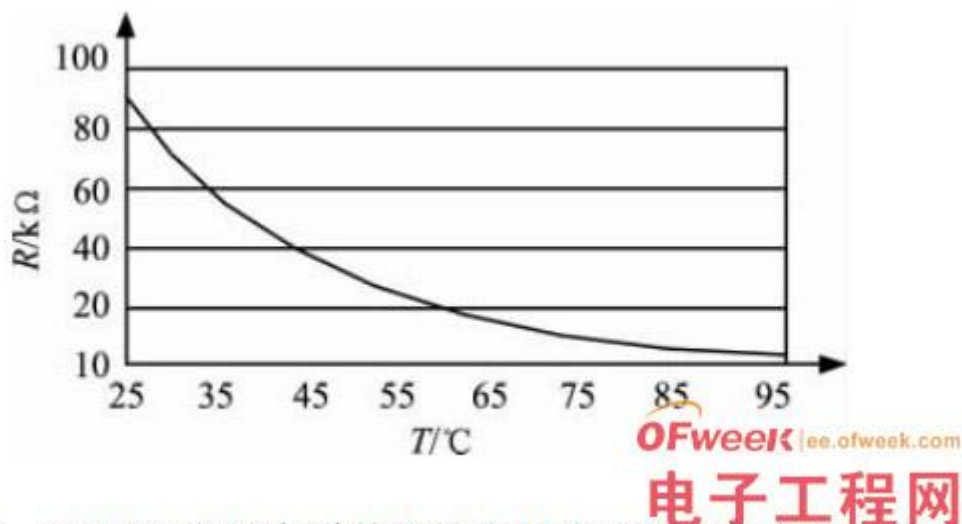


图 2 100 k Ω 负温度系数热敏电阻值对温度的变化曲线

2.2 确定电位器 POT1

LED 选用 4 串 4 并的连接方式，其输入电压为 13.5 V，LED 的电流为 1.2 A。由于 MBI801 R-EXT 引脚的电压 U_{R-EXT} 等于 1.251 V，因此 MBI801 所使用的电位器为

$$POT_1 = \frac{U_{R-EXT}}{I_{LED}} \times 945 = \frac{1.251 \text{ V}}{1.2 \text{ A}} \times 945 = 0.985 \text{ k}\Omega$$

所以此处选择 1 k Ω 的电位器。

2.3 确定电阻 R2

在确定 R2 之前，必须先确定一个过温度电路中的电压 U_1 ，可调整电位器使其电压值为 1.025 V。假如过温度保护点的温度为 85 $^{\circ}\text{C}$ ，当温度超过 85 $^{\circ}\text{C}$ 时，LED 过温保护电路开始工作，LED 电流开始下降。从图 2 负温度系数电阻阻值对温度的变化曲线上，可以找到温度为 85 $^{\circ}\text{C}$ 时对应的热敏电阻的阻值为 7.92 k Ω 。 $U_2=U_1$ ，可得 R2 的阻值为：

$$R_2 = \frac{R_T}{\frac{U_{DD}}{U_2} - 1} = \frac{7.92 \times 10^3 \Omega}{\frac{5.1 \text{ V}}{1.025 \text{ V}} - 1} = 1.992 \text{ k}\Omega \quad (4)$$

可以选择 $R_2=2 \text{ k}\Omega$ 。

同理，在 R2 的阻值确定以后，由公式 (4) 可以得出过温保护电路中 U_1 的公式：

$$U_1 = \frac{U_{DD}}{\frac{R_T}{R_2} + 1}$$

当 LED 工作的环境温度发生变化时，如环境温度较高，此时需要降低过温保护点的温度，可以通过调整电位器的电压来实现。如将过温保护电路的保护点温度降低到 80 $^{\circ}\text{C}$ ，此时在负温度系数电阻阻值对温度的变化曲线上对应的热敏电阻的阻值为 10 k Ω ，可将其阻值代入公式计算出 U_1 的电压为：

$$U_1 = \frac{5.1 \text{ V}}{\frac{10}{2} + 1} = 0.85 \text{ V}$$

通过调节电位器使其电压值为 0.85 V 即可。

3 测试结果

LED 选用 4 串 4 并的连接方式，其输入电压为 13.5 V，将过温保护电路的保护点温度选择到 80℃，电位器 POT1=1 kΩ，并调整电位器中间抽头电压为 U1=0.85 V，没有加过温保护线路前 LED 的温度变化见表 1。

表 1 没有加过温保护线路前 LED 的温度变化

时间/min	I_{LED}/A	温度/℃	U_{R-EXT}/V	U_1/V
0	1.219	25.1	1.252	0.850
5	1.217	82.2	1.252	0.845
10	1.217	90.1	1.251	0.845
20	1.217	93.3	1.251	0.843
30	1.217	96.5	1.251	0.843
40	1.216	97.2	1.251	0.843
50	1.216	103.2	1.250	0.842
60	1.215	104.4	1.250	0.842

表 2 加过温保护线路后 LED 的温度变化

时间/min	I_{LED}/A	温度/℃	U_{R-EXT}/V	U_1/V
0	1.224	27.2	1.252	0.820
5	1.225	79.8	1.252	0.821
10	1.170	90.7	1.249	0.826
20	1.105	94.7	1.247	0.831
30	1.105	94.7	1.247	0.839
40	1.103	94.4	1.247	0.839
50	1.084	95.5	1.248	0.840
60	1.091	95.5	1.248	0.841

MB11801 搭配 LED 过温保护线路以后 LED 电路板的温度变化如表 2 所示。过温保护线路元件数据如下：LED 选用 4 串 4 并的连接方式，其输入电压为 13.5 V，UDD =5.1 V，R2 =2 kΩ，电位器 POT1=10 kΩ。二极管 VD2 为 SCD32。

从表 2 可以看出在过温保护点 80℃之前，LED 电流基本维持一定，当 LED 电路板温度超过 80℃后，电流开始下降，20 min 后，LED 电路板温度达到平衡状态，温度几乎不再上升。

特别注意：过温度保护线路的保护点不能设在正常工作时的温度点以内，否则保护线路会提早启动并影响 LED 的亮度。建议将保护点设在比正常工作温度高 10℃，以免误动作发生。

4 总结

本文所设计过温保护电路具有结构简单、工作可靠等优点，且可以针对不同的环境温度设定过温保护点，在达到降低光衰目的同时，提高了电路对环境的适应能力。