

耗尽型 MOS 管在 LED 照明中的应用

发光二极管（LED, Light Emitting Diode）具有多种驱动方式。由于 LED 的二极管特性，采用恒流驱动的方式具有重要的意义。恒流驱动即保证流过 LED 的电流在任何情况下保持不变，包括输入电压改变、环境温度改变等。根据建议，LED 的电流纹波最好保持在平均电流的 20% 之内。

采用耗尽型 MOS 管电流调节器对 LED 进行驱动，具有电路结构简单、电流精度高、可靠性高的优点；同时能够很容易地调节白光 LED 的电流，实现模拟调光。图 1 为 CREE 公司生产的 LED 灯 LR6-230V，其采用耗尽型 MOS 进行驱动。



图 1. CREE 公司 LR6-230V LED 灯

采用设定电流的方式可保证白光 LED 工作在其额定电流的范围内，提高了白光 LED 工作的可靠性。

耗尽型 MOS 管电流调节器

采用耗尽型 MOSFET，可以非常简便地实现恒定电流源以驱动 LED，可参考成都方舟微电子有限公司 (ARK Microelectronics Co., Ltd.) 的产品应用手册 AN-DM21。

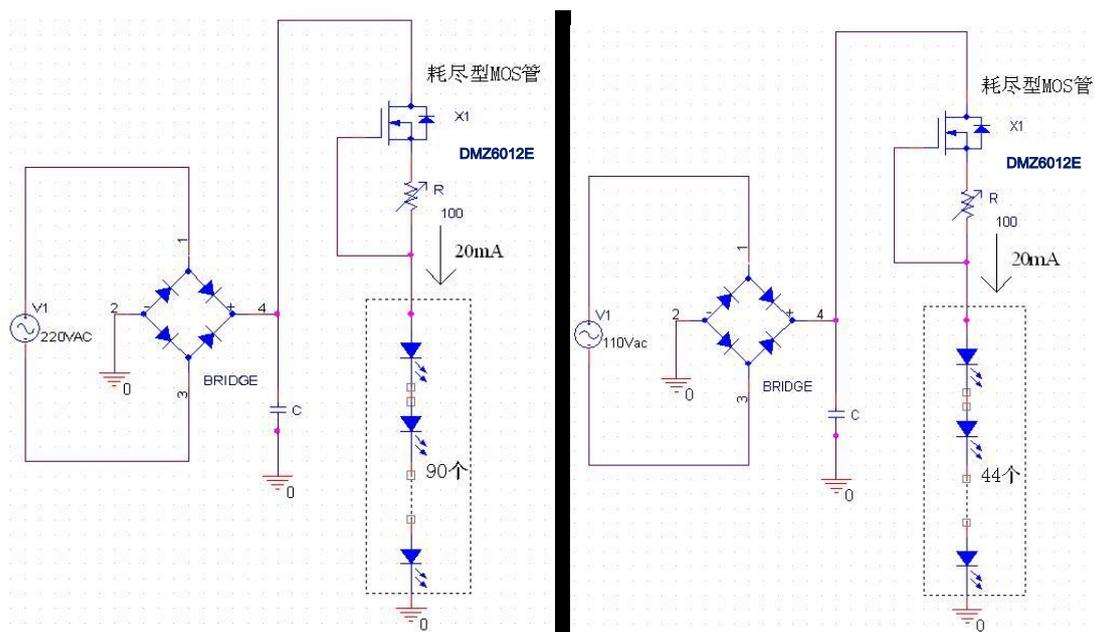
在饱和工作区，耗尽型 MOS 管的漏-源电流 I_D 为

$$I_D = I_{DSS} \left(1 + \frac{I_D R}{V_{GS(OFF)}} \right)^2 \quad (1)$$

$$R = \frac{V_{GS(OFF)}}{I_D} * (\sqrt{I_D / I_{DSS}} - 1) \quad (2)$$

由于不可避免的工艺波动，器件参数 I_{DSS} 和 $V_{GS(OFF)}$ 在批次到批次 (Lot to Lot) 之间存在一定的变化。因此，电路设计者需要根据式 (2)，以及 I_{DSS} 和 $V_{GS(OFF)}$ 的取值范围，确定电阻 R 的可调范围。在电路配置完成后，通过微调电阻 R 的值，即可得到所期望的恒定电流。

220V 市电驱动 LED



(a) 220V 市电驱动 LED

(b) 110V 市电驱动 LED

图 2. 不同市电下驱动 LED

如图 2 (a) 所示，220V 市电首先由桥堆及滤波电容整流，获得 100Hz 的脉动直流电压，其峰值可达 310V 左右。采用耗尽型 MOS 管 DMZ6012E 和电阻 R 构成恒流源获得 20mA 电流驱动 LED 工作。最大可串联约 90 个 CREE 公司的发光二极管 C460RT230-S0200 作为负载。C460RT230-S0200 正向压降的典型值为 3.1V，最大正向工作电流为 30mA，正常工作时电流一般取 20mA。

表 1 耗尽型 MOS 管 DMZ6012E 的参数

符号	参数	最小值	典型值	最大值
$V_{GS(OFF)}$	关断电压	-3.3V	-2.4V	-1.5V
I_{DSS}	饱和电流		100mA	

实现工作电流 $I_D=20mA$ ，根据表 1 可以计算出 R 的取值范围。

$$R = \frac{-2.4V}{20mA} * \left(\sqrt{20mA / 100mA} - 1 \right) = 66\Omega \quad (3)$$

因此，选取 100Ω 的可调电阻可满足要求获得 $20mA$ 恒流。

对图 2（a）进行 PSPICE 仿真，如图 3 可以看到输入 $220V$ 市电时 LED 中电流输出恒定为 $20mA$ 。

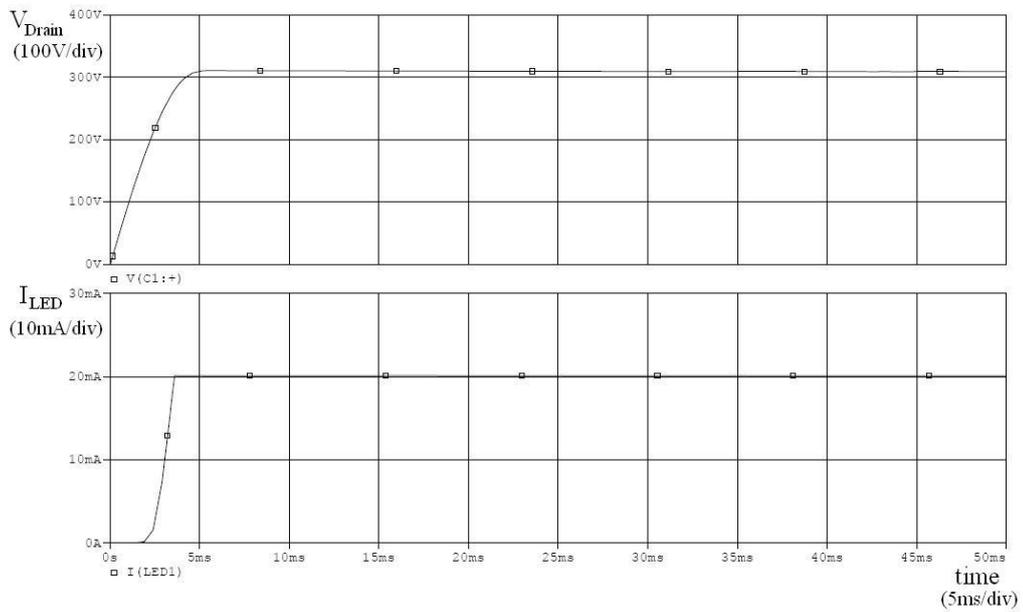


图 3. 耗尽型 MOS 管 DMZ6012E 输入电压波形及输出电流波形

由于 LED 的正向压降为正温度特性，温度升高时 V_F 上升，采用耗尽型 MOS 管构成的恒流源，可以避免因 LED 正向压降 V_F 的微小变化所引起 I_F 较大的变化，进而导致 LED 亮度较大的变化。

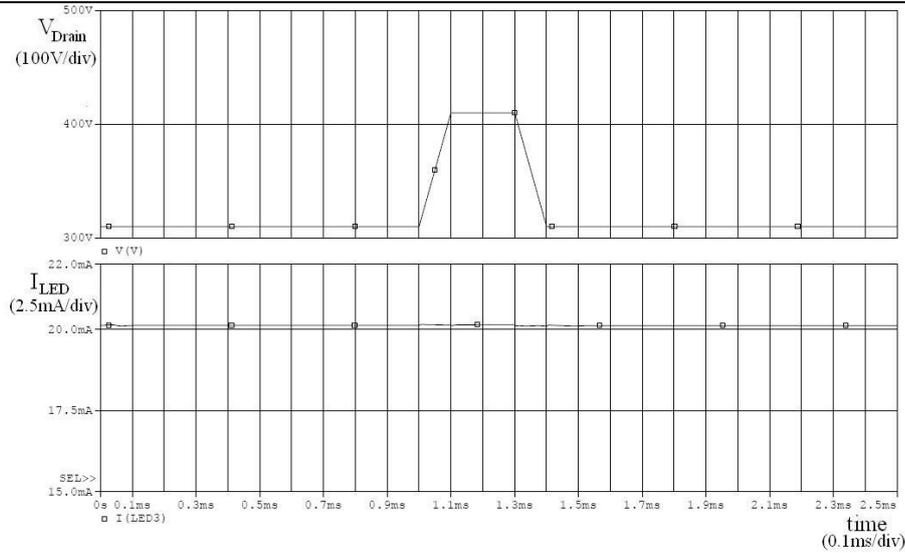


图 4. 100V 脉冲瞬态响应

此外耗尽型 MOS 管具有抵抗高的瞬态电压的能力。如图 4 所示，在耗尽型 MOS 管漏极输入的 310V 直流电压上叠加一个 100V 的瞬态脉冲电压，电流输出基本恒定为 20mA，其电流波动值不超过 0.1mA，对于 LED 的工作基本上不产生影响。具体分析可参考成都方舟微电子有限公司 (ARK Microelectronics Co., Ltd.) 的产品应用手册 AN-DM21。

110V 市电驱动 LED

如图 2(b)所示，为 110V 市电下的 LED 恒流驱动电路，其拓扑结构与 2(a)完全一样。唯一的区别是其最大可串联的发光二极管 C460RT230-S020 仅为 44 个。

降压后驱动 LED

如果所接 LED 个数不多，可以采用变压器降压后驱动的方式。如图 5 所示，利用变压器将 220V 市电转换为 50V 正弦交流电，然后通过桥堆和滤波电容整流，以耗尽型 MOS 管和可变电阻 R 构成恒流源输出 20mA 电流以驱动 LED，最大可串联约 18 个 CREE 公司的发光二极管 C460RT230-S0200 作为负载。

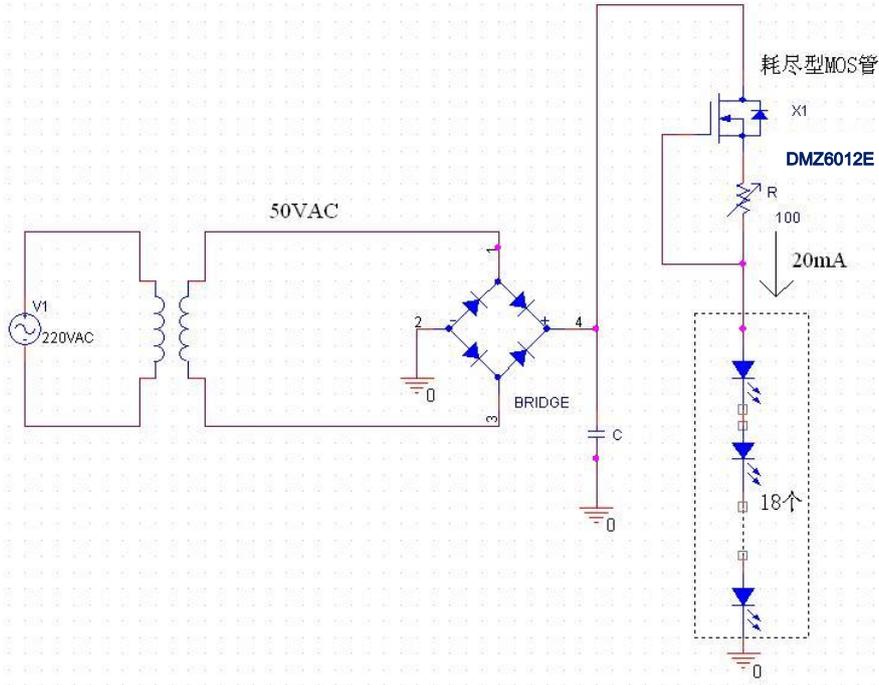


图 5. 变压为 50V 后驱动 LED

方便的模拟调光

通过调节可变电阻 R 可以极简便地实现模拟调光，和 PWM 调光方式相比有效地降低了工作噪声。

综上所述，采用耗尽型 MOS 管对 LED 进行恒流驱动具有如下优缺点：

- (1) 电流恒定，抗瞬态能力强；
- (2) 电路结构简单，系统成本低；
- (3) 输入电压范围极宽，可以直接联接到整流后的市电；
- (4) 通过控制电阻 R 的阻值，可以进行模拟调光。

关于耗尽型 MOS 管的更多应用，请参阅成都方舟微电子有限公司 (ARK Microelectronics Co., Ltd.) 的产品应用手册。