

照明用 LED 驱动技术方案的探讨(附图)

1 引言

照明现在基本都普及了 LED。为此，必须了解 LED 的使用条件、工作原理、驱动方法和典型应用，才能让 LED 照明的应用最大化。

2 LED 工作原理

要设计驱动电路，首先要掌握其工作原理。LED 的亮度主要与 V_F 、 I_F 有关。LED 的伏安特性见图 1，其中 V_F 是 LED 的正向压降、 I_F 是正向电流。当正向电压超过阈值(即导通电压，如图约 1.7V)时，可近似认为 I_F 与 V_F 成正比。由图可知，LED 的最高 I_F 可达 1A，而 V_F 通常为 2 V~4V。



图 1 LED 的 V_F 与 I_F 的关系

LED 的正向压降变化范围比较大(可达 1V 以上)，而由上图中的 V_F - I_F 曲线可知， V_F 的微小变化会引起 I_F 较大的变化，从而引起亮度的较大变化。所以，通常 LED 的发光特性都用电流的函数来描述，而不是电压的函数。但一般的整流电路的输出电压随着电网电压的波动也会变化，由此可知，采用恒压源驱动不能保证 LED 亮度的一致性，并且影响 LED 的特性。因此，LED 驱动通常采用恒流源驱动。

3 LED 驱动技术

由 LED 的工作原理知道，要使 LED 保持最佳的亮度状态，需要恒流源来驱动。驱动的任务既要保持恒流特性，还要保持较低的功耗。为了满足以上要求，通常采用的控制电流的方法有：通过调节能流电阻的大小实现控制电流；通过调节能流电阻上的基准电压来调节电流；PWM 调制实现电流控制。LED 的驱动技术与开关

电源中应用的技术十分类似，LED 驱动电路是一种电源转换电路，但输出的是恒定电流而非恒定电压。无论在任何情况下，都要输出恒定而平均的电流，纹波电流要控制在一定的范围内。

(1) 限流法

如图 2 所示，这是传统的电路。电网电压通过降压、整流、滤波后，通过电阻限流使 LED 稳定工作。这种电路的致命缺点是：电阻 R 上的功耗直接影响了系统的效率，再加上变压器损耗，系统效率约 50%。当电源电压在 $\pm 10\%$ 的范围内变动时，流过 LED 的电流变化将 $\geq 25\%$ ，LED 上的功率变化超过 30%。电阻限流的优点是设计简单、成本低、无电磁干扰；但是电流会随着 VF 的变化而改变亮度，效率很低，散热难。

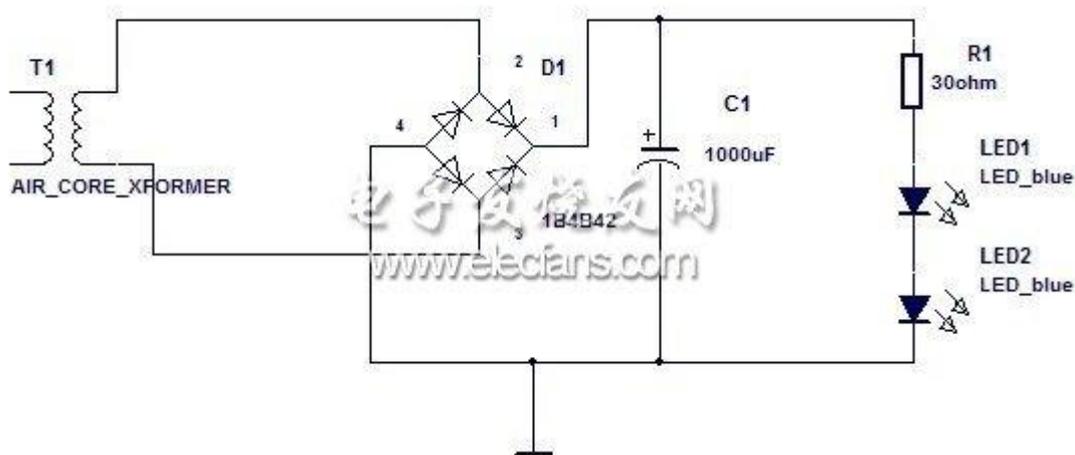


图 2 限流法

(2) 稳压法

图 3 是在图 2 的基础上加了一个集成稳压元件 MC7809，使输出端的电压基本稳定在 9V，限流电阻 R 可用得很小，不会造成 LED 的电压不稳。但是，此电路效率还是低。因为 MC7809 和 R1 上的压降仍占很大比例，其效率约为 40% 左右。这就称不上是节能照明产品。为了达到既能使 LED 稳定工作，又能保持高的效率，应采用低功耗的限流元件和电路来使系统效率提高。线形稳压法的优点是结构简单、外部元件少、效率中等、成本较低。

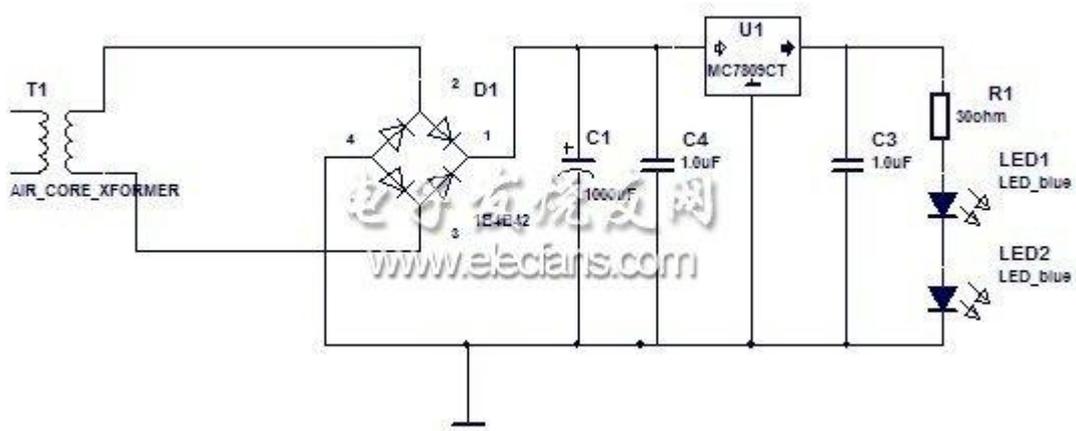


图 3 稳压法

(3) PWM 法

PWM 脉宽调制，即用脉宽调制的方法，改变 LED 驱动电流的脉冲占空比来控制光的亮度。是利用简单的数字脉冲，反复开 关 LED 驱动器的调光技术。使用者只需提供宽、窄不同的数字脉冲，即可实现改变输出电流，从而调节白光 LED 的亮度。此驱动电路的特点是，通过一个电感器 将能量传递给负载，通常是用一个 PWM 控制信号，对 MOSFET 晶体管触发导通和关断来实现。通过改变 PWM 的占空比和电感器的充放电时间，对输入电压和 输出电压的比率进行调节。这类电路常见的结构包括降压、升压、降压-升压等类型。优点是高效、稳定，但容易产生人耳听得见的噪声，成本高，设计复杂。

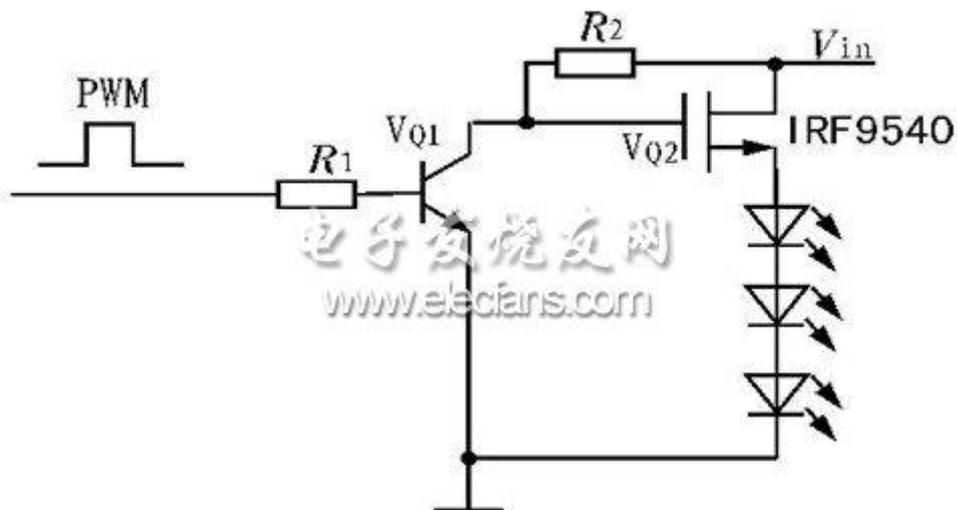


图 4 PWM 法

图 4 的 PWM 信号，经过三极管 VQ1 的基极连接到 P 沟道 MOS 管的栅极上。P 沟道 MOS 管的栅极驱动，采用简单的 NPN 三极管驱动放大电路，以改善 MOS 管的导通过程，减少驱动电源的功率。当驱动电路直接驱动 MOS 管时，会引起被驱动 MOS 管的快速开通和关断，这就可能造成被驱动 MOS 管漏源极间电压的振荡。一则引起射频干扰，二则有可能造成 MOS 管遭受过高的电压而击穿损坏。为解决这一问题，需在被驱动 MOS 管的栅极与驱动电路的输出之间串联一只无感电阻。当 PWM 波输出高电平时，三极管 VQ1 导通，从而使 MOS 管的栅极电压低于源极电压，MOS 管的源极和漏极导通，LED 点亮。当 PWM 波输出低电平时，VQ1 截止，LED 熄灭。

4 典型照明 LED 驱动方案

目前全球 LED 市场主要有日本的日亚化学 (Nichia)、丰田合成 (ToyodaGosei)、美国 Cree 公司、欧洲飞利浦 (PhilipsLumileds) 和欧司朗 (Osram) 5 家掌控。照明 LED 驱动芯片制造商，国内利用较多的有华润矽威科技和台湾点晶科技的产品，国外利用较多的有安森美和美国国家半导体等芯片。

(1) 华润矽威的 LED 驱动芯片

华润矽威科技最新推出的 PT4207 采用 SOP8 封装，是一款高压降压式 LED 驱动控制芯片，能适应从 18V 到 450V 的输入电压范围，可支持上百个 LED 的串并联驱动应用，占空比最高可达 100%，以保证系统的高效能。内置输入电压补偿功能，极大改善了 PT4207 在不同输入电压下的 LED 电流稳定性。PT4207 内置一个 350mA 开关，并配备外部 MOS 开关驱动端口。对于 350mA 以下的应用无需外部 MOS 开关，对于高于 350mA 的应用可采用外部 MOS 管扩展电流。LED 电流可通过外部电阻设定。通过多功能调光 DIM 管脚，可使用电阻或 DC 电压线性调节 LED 电流，也可使用数字脉冲信号进行 PWM 调光。PT4207 具有多种保护功能，包括负载短路保护、开路保护、过温度保护等。适合 AC/DC LED 日光灯、RGB 背光 LED 驱动、LED 环境装饰灯等各种应用。PT4207 的典型应用线路如图 5 所示。

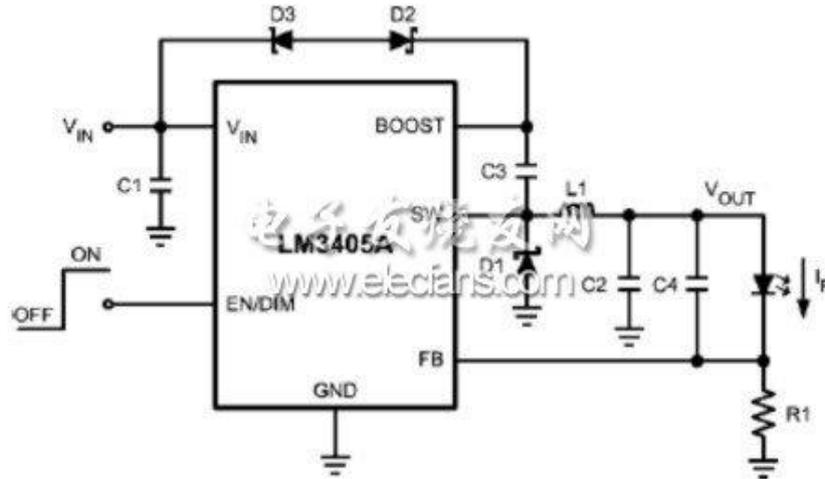


图 7 LM3405 典型应用原理图

(4) 台湾点晶科技 LED 驱动芯片

DM413 是全彩驱动芯片，内置灰度产生器，采用 PWM 脉宽调制方式。专为 LED 照明、装饰、大屏显示等应用而设计。最大恒流输出：100mA；最大输出承受电压：17V；最大串行时钟频率：20MHz；芯片工作电压：3.3V--5.5V。DM413 具有若干信号输入输出引脚及多个功能设定引脚。信号通过输入接口 给 DM413 相应的输入引脚。3 个输出引脚用于连接 LED，可分配给 R，G，B 三个颜色，同一个输出引脚接相同颜色的 LED，根据配色需要，每个输出引脚 可接一个或多个 LED。控制器输出接口具有三条信号线：

一条串行数据输出线，一条时钟信号输出线及一条锁存信号线。这三条线分别接到驱动芯片相应的 3 个引 脚上。和一般的串行移位机制相同，在时钟信号的控制下，串行数据在驱动芯片内部移位寄存。当数据发送接收完毕，控制器向驱动芯片发送锁存信号，使 LED 驱 动芯片锁存已存储的数据，同时会根据所存储的数据驱动 LED 发光。该方式控制 LED 以人眼分辨不出的高频率快速亮灭，根据芯片所存储的数据设定亮和灭所占 的比例，即实现灰度级别的控制。DM413 的典 型应用原理图见图 8。

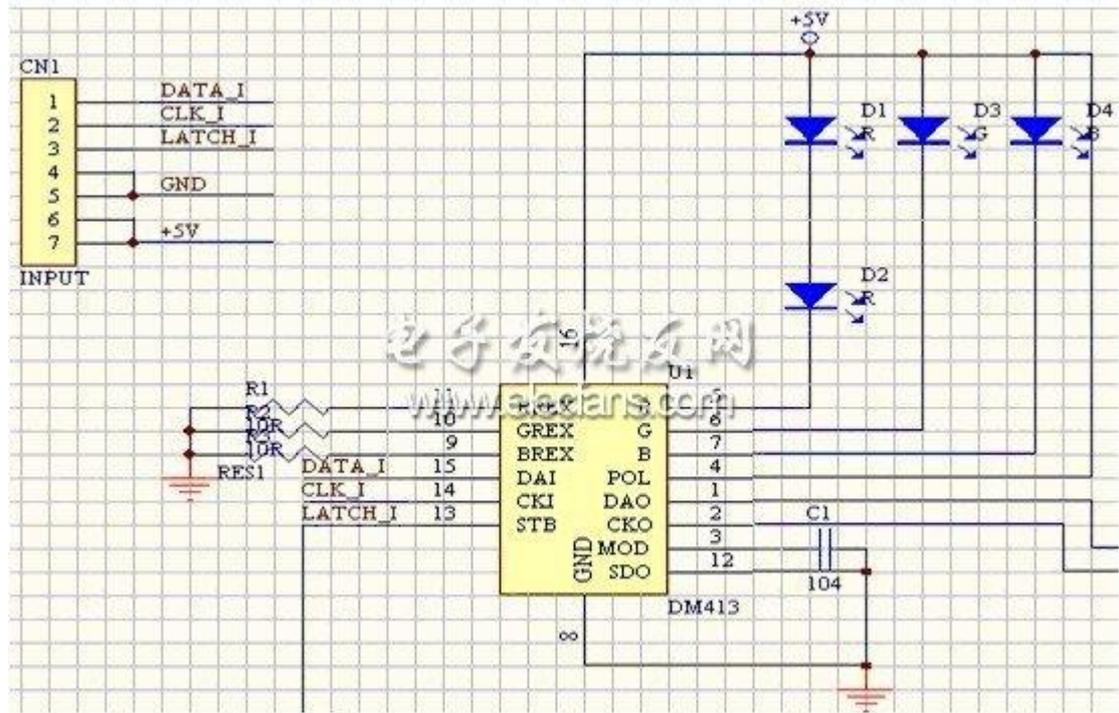


图 8 DM413 典型应用原理图

5 结语

综上所述可以看出，LED 在工作时需要要有稳流、稳压的元件，但是此类元件应具备自身承担的分压高但功耗要小的特性。所以，应尽可能采用电容、电感或有源开关电路等高效电路，这样才能保证 LED 系统的高效率。