

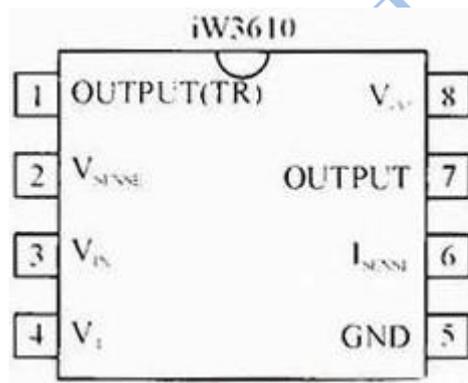
基于 iW3610 的高兼容可调光 LED 驱动电源

普通照明用 LED 驱动电源一般采用基于 PWM 控制器的反激式变换器电路拓扑。这种解决方案结构简单,但一般不能利用传统白炽灯用三端双向晶闸管 (TRIAC) 调光器调光,这是因为白炽灯是一种纯电阻性负载,而 AC/DC 电源系统与白炽灯的情况完全不同。

用 iW3610 型 AC/DC 数字电源控制器构建反激式 LED 驱动器,可以与所有类型的调光器兼容操作,调光范围达 2%~10%,并且无闪烁现象发生,在无调光器时的功率因数达 0.9,系数效率达 85%。

iW3610 的结构与特点

iW3610 采用 8 引脚 SOIC 封装,引脚配置如图 1 所示。



iW3610 芯片集成了启动和输入电压检测电路、反馈信号调节电路、A/D 转换器、D/A 转换器、调光器检测与相位测量电路、恒流控制电路、过电流保护比较器、峰值电流限制比较器、斩波 (chopping) 电路 MOSFET 栅极驱动器以上主电源中 MOSFET 栅极驱动器等,如图 2 所示。

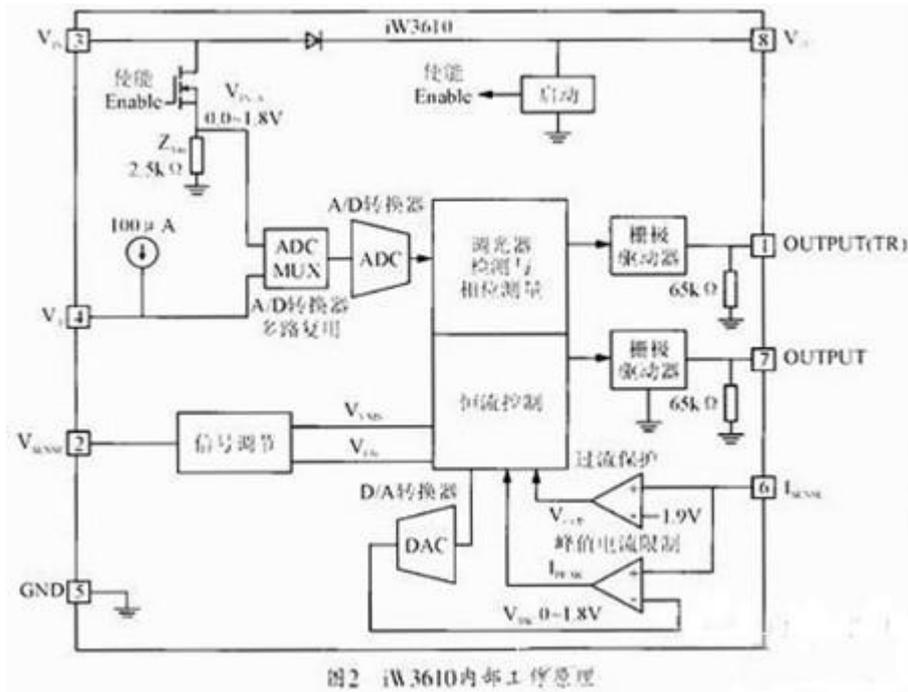


图2 iW3610内部工作原理

iW3610 各个引脚功能如下所述。

引脚 1 (OUTPUT (TR))：斩波电路 MOSFET 开关栅极驱动输出。

引脚 2 (VSENSE)：变压器辅助绕组感测信号输入，用于次级边电压反馈以对输出进行调节。

引脚 3 (VIN)：整流输出电压检测信号输入，用于调光器相位检测、输入欠电压 / 过电压保护，在启动期间为芯片提供电源电流。

引脚 4 (VT)：外部关闭控制端。如果关闭控制不用，应当连接一个电阻接地。

引脚 5 (GND)：地引脚。

引脚 6 (TSENSE)：初级电流感测输入，用于逐周期峰值电流控制。

引脚 7 (OUTPUT)：反激式变换器 MOSFET 开关栅极驱动输出。

引脚 8 (VCC)：控制器电源，启动阈值是 12V，欠电压关闭门限电平为 7.5V。

iW3610 采用数字控制技术，具有包括：斩波电路，其作用是提高功率因数，为调光器提供动态阻抗；隔离反激式电路拓扑，提供低成本解决方案，允许利用传统白炽灯调光器对 LED 进行调光。iW3610 能够对墙上调光器类型进行检测和

对相位进行测量。iW3610 在谷值模式开关，在无调光器时的效率可达 85%。
iW3610 采用初级侧反馈恒流控制技术，获得容差±5%的 LED 电流调节。

基于 iW3610 的可调光 LED 驱动电源

采用 iW3610 的可调光 LED 驱动电源电路如图 3 所示。适当选择电路中元件，输出功率可达 45W。

1 电路组成

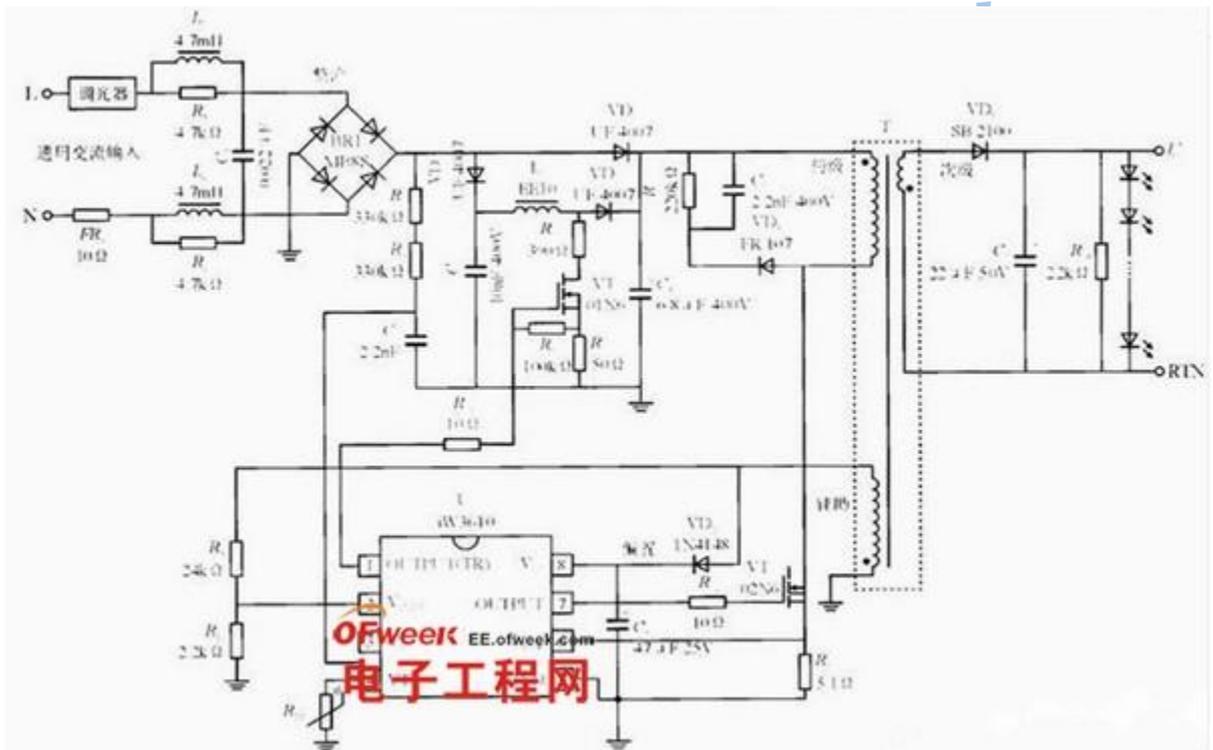


图 3 所示的电路主要由以下四个部分组成。

一是输入 EMI 滤波器。L1、L2 和 C1 组成 EMI 滤波器电路，R1 和 R2 用来阻尼 LC 谐振振荡。

二是桥式整流器。BR1 为全桥桥式整流器。

三是斩波电路。VD1~VD3、C2 和 C4、L3、VT2、R6 和 R7 组成斩波电路，用作调光器提供动态阻抗。

四是反激式变换器。U1、VT1、变换器 T1 等构成反激式转换器。T1 初级绕组上的 R8、C5 和 VD4，组成 RCD 型初级钳位电容。T1 次级侧上的 VD6 和 C7 组成

输出整流滤波电路，R14 为预负载，T1 辅助（或偏置）绕组、VD5 和 C6 组成 U1 引脚 VCC 上的偏置电源。辅助绕组同时提供输出反馈，消除了次级侧上的感测与光电耦合反馈电路。

调光器串接在 AC 线路输入相线 L 上。U1 能够检测调光器类型（如前沿调光器、后沿调光器等），并检测调光器相位。当 U1 检测到调光器不存在时，电路照样可以操作，而且具有高功率因数。

2 电路工作原理

(1) 电路启动

接通 AC 电源后，整流后的 DC 高压经电阻 R3、R4 和 U1 内部连接在引脚 VIN 和引脚 VCC 之间的二极管对电容 C6 充电。只要 U1 引脚 VCC 上的电压超过 12V 的阈值，U1 中的控制逻辑使能，U1 进入正常操作模式。在开始时的前 3 个 AC 半周期期间，U1 引脚 OUTPUT (TR) 保持高电平，VT2 导通。在调光器类型和 AC 线路周期被检测后，恒流电路使能，输出电压开始上升。当输出电压高于 LED 串上的总正向电压时，U1 开始在恒流模式操作。

在 U1 启动后，U1 引脚 VCC 则由偏置电源供电。

(2) 调光器检测与相位测量

调光器检测与调光器相位测量通过电阻 R3、R4 和 U1 引脚 VIN 内部电路来实现。

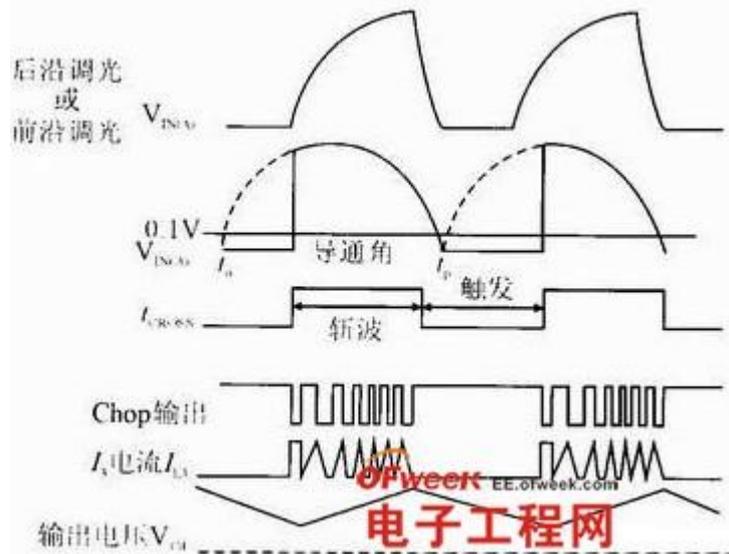
调光器检测分两步：第一步是确定调光器是否存在；第二步是在检测到调光器存在的情况下确定调光器的类型（是前沿调光器还是后沿调光器）。调光器检测发生在系统启动后的第三个周期。当 U1 引脚③上的电压 $V_{IN} < 0.1V$ 的时间不超过 600us 时，U1 则确定调光器未接入，U1 将调光器类型设置在“无调光器”。如果 $V_{IN} < 0.1V$ 的时间超过 600us，U1 则确定调光器的存在。如果调光器存在，U1 将探测调光器类型。在调光器检测期间，U1 引脚①输出高电平，斩波电路中的 MOSFET (VT2) 导通，从而为调光器产生一个纯电阻性负载。

在发现调光器出现的第二个周期中检测 VIN 周期并锁定备用。当 VIN 超过 0.1V 并计数输入电压采样时，开始测量调光器相位。如果可控硅导通时间为 t_{on} ，调光周期是 t ，调光器相位则为 t_{on} / t 。调光器中可控硅的导通角越大，电源输出功率也就越大，LED 则越亮；反之，调光器导通角越小，LED 亮度也就越暗。

(3) 斩波电路

斩波电路的作用是为调光器提供动态阻抗，并为反激式转换器建立能量。VD2 在电路 C4 上的电压 V_{c4} 低于输入电压时为充电 C4 提供通路，当 TRIAC 的触发时可以减少浪涌电流。在斩波周期期间，当 VT2 导通时，L3 导通时，L3 存储能量；当 VT2 关断时，L3 释放能量，使 VD3 导通。

L3、VT2、VD3 和 C4 等组成的电路与常规功率因数校正 (PFC) 升压变换器类似。在不接入调光器时, 通过 L3 的平均电流与输入 AC 电压同相位, 因此产生高于 0.9 的功率因数。



(4) 初级侧反馈与恒定 LED 电流操作

iW3610 采用初级侧反馈, 无需次级侧感测和光耦合器。T1 辅助绕组 (匝数为 NAUX) 上的电压 VAUX 是输出电压发射的结果。VD6 上的正向压降仅约 0.5V, 若忽略这个正向压降, 当 T1 次级绕组匝数为 Ns 时, 辅助绕组上的电压则为 $VAUX=U_o \times (NAUX / NS)$ 。T1 辅助绕组上的电压经 R9 和 R10 馈送到 U1 引脚 VSENSE, 经内部恒流控制电路将输出电流调节到一个恒定电平上, 而不管输出电压与否。

初级侧电流通过 VT1 源极电阻 R13 检测, 以执行峰值电流限制 (PCL) 和过电流保护 (OCP)。

(5) 谷值模式开关

在恒流输出操作期间, U1 采用谷值模式开关, 即 VT1 在漏-源极谐振电压最低点上开关, 因此具有最小的开关损耗和 EMI。

(6) LED 温度漂移补偿

U1 引脚 VT 外部连接一个 NTC 热敏电阻 RNTC, 为 LED 提供温度漂移补偿。RNTC 能够感测到 LED 温度。当温度较高时, U1 可使 LED 变暗。如果 LED 温度达到限制阈值, U1 将关断。

结束语

iW3610 是一种采用先进的数控技术的反激式电源控制器。基于 iW3610 的可调光 LED 驱动器，能够检测调光器的存在、调光器类型并测量调光器相位，无闪烁调光范围达 2%~100%。iW3610 采用初级侧感测技术，无需次级反馈电路和环路补偿元件，并通过脉冲接脉冲的波形分析来实现 LED 恒流调节。iW3610 在准谐振模式的操作，在无调光器时提供 85% 的效率。iW3610 结合一个配合调光的斩波电路，再无调光器时的功率因数达 0.9。iW3610 全范围的保护功能，使系统具有高可靠特性。

OFweek 电子工程网