基于 TNy279 电源芯片的 LED 驱动电源电路设计讨论

Design and Discuss of LED Driving Power Supply Circuit Based on TNy279

严乙 供稿

摘　要：文章介绍了一种采用 TNy279 电源芯片设计 LED 光源驱动电路的方法和原理，其反馈环节采用恒压流双环设计，可有效提高 LED 光源的使用寿命和转换效率。

关键词：TNy279 电源芯片，电源电路，LED 光源，驱动

中图分类号：TN86　　文献标识码：A　　文章编号：1606-7517(2016)07-3-127

0 引言

LED 是一种已为大家所熟悉的新型绿色光源。由于 LED 光源具有耗电量低、使用寿命长、反应速度快、节能高效等等优点，已被许多领域广泛应用。LED 光源与白炽灯比较，在同样的亮度下，前者的耗电量仅为后者的十分之一，而使用寿命却可以延长 100 倍。但 LED 的使用寿命很大程度上取决于驱动电源的性能，因此，对于 LED 光源十分重要的是设计出高可靠的、转换效率高和使用寿命长的驱动电源。

本文介绍了一种 LED 光源驱动电路的设计原理与方法，其采用电压和电流双环反馈，能够输出恒定的电压和电流，并且具有开环保护负载的功能，因此能够有效提高 LED 光源的使用寿命。

1 TNy279电源芯片简介

本电源电路的设计采用了 TNy279 电源芯片作为开关电源的控制芯片。TNy279 电源芯片在一个器件上集成有一个 700V 高压的 MOSFET 开关管和一个电源控制器，与常规的 PWM 控制器不同，它使用的是简单的开 / 关控制方式来稳定输出电压。TNy279 中的控制器包括一个振荡器、使能电路、限流状态调节器、5.8V 稳压器、欠电压或过电压电路、限流选择电路、过热保护电路、电流限流保护和前沿消隐电路等。该芯片具有自动重启、自动调整开关周期导通时间及频率抖动等功能。

2 采用TNy279的LED驱动电源电路的工作原理分析

该电源的整体设计电路如图 1 所示，它的核心部分采用反激式变换器，结构简单，容易实现。

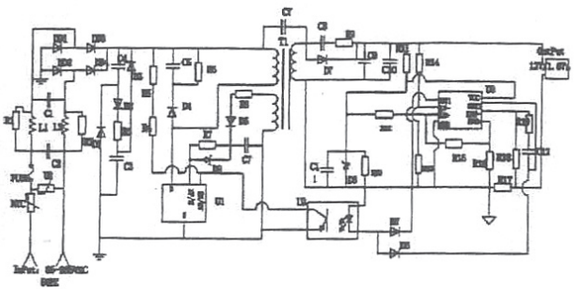

图1 基于TNy279的大功率LED驱动电源电路

2.1 输入整流滤波电路

鉴于产品的成本、体积重量等因素，改善谐波的设计采用无源功率因数校正电路，其主要是通过改善输入整流滤波电容的导通角方式来实现。具体的设计方法是在交流进线端和整流桥之间串联电感器，如图 1 所示的 C_{1-}、C_2、

L_1、L_2 组成一个 π 型电磁干扰滤波器，并使用填谷电路填平波谷，减小总谐波失真。填谷电路由 D_1、D_2、D_3、C_3、C_4、R_3 组成，限制 50Hz 交流电流的 3 次谐波和 5 次谐波。经整流与滤波的直流输入电压被加到 T_1 的初级绕组上。U_1（TNy279）中集成的 MOSFET 驱动变压器初级的另一侧，即二极管 D_4、C_5、R_6 组成箝位电路，将漏极的漏感关断电压尖峰控制在安全值范围以内。齐纳二极管箝位及并联 RC 的结合使用，不但优化了 EMI，而且更提升了效率。

2.2 高频变压器设计分析

TNy279 电源芯片完全可以自行供电，然而使用偏置绕组可以实现输出过压保护，在反馈出现开环故障时能够保护负载，有效地减少对 LED 光源产生的损害。本设计采用了偏置绕组，如图 1 所示，同时可以由更低的偏置电压向芯片供电，抑制了内部高压电流源供电，其在空载时功率损耗可以降低到 40mW 以下，图中的 Y 电容可以降低电磁干扰。

2.3 反馈电路设计分析

该变压器的次级采用恒流恒压双环控制，NCS1002 是一款恒流恒压次级端控制器，图 2 所示的是它内部集成了一个 2.5V 的基准和两个高精度的运算放大器。电压基准和运算放大器 1 是电压控制环路的核心部件。运算放大器 2 则是一个独立运放，用于电流控制。在本设计中，电压控制环路用于保证输出电压的稳定，电流反馈控制环路用来检测 LED 的平均电流，即电路中 R_{17} 上的电流，将其转换成电压和 2.5V 的基准电压比较，并且将误差反馈到 TNy279 芯片中来调整导通。其具体的工作原理是：NCS1002 调节输出的电压值，当输出电压超过设定的电压值时，电流流向光耦 LED，从而下拉光耦中晶体管的电流。当电流超过 TNy279 的使能引脚的阀值电流时，将抑制下一个周期，当下降的电压小于反馈阀值时，会使能一个开关周期，通过调节使能周期的数量，对输出电压进行调节，同样，当通过检测到 R_{16} 上的电流即输出电流大于设定值时，电流通过另一个二极管下拉光耦 LED 中晶体管的电流，达到抑制 TNy279 的下一个周期的目的，当输出电流站于设定电流时，会使能一个开关周期，通过这样的反馈调节机制，能使得输出的电压和电流都处于稳定状态。

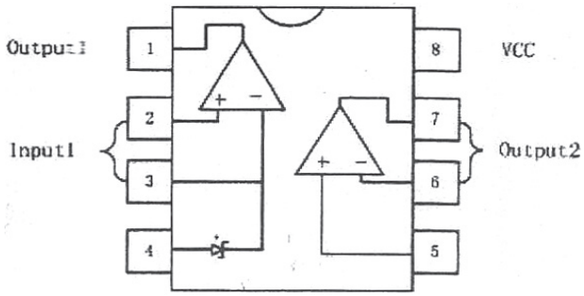

图2

当反馈电路出现故障即在开环故障时，偏置电压超过 D9 与旁路 / 多功能引脚上的电压时，电流流向 BP/M 引脚。当此电流超过关断电流 ISD 时，TNy279 的内部锁存关断电路将被激活，从而保护负载。由于使用了偏置绕组将电流送入 BP/M 引脚，抑制了内部高电压电流源。这样的连接方式将 265Vac 输入时的空载功耗降低到 40mW，有效降低了功耗。

3 电路参数设计

3.1 输入输出参数

输入电压 (AC)：85~265V

频率：50Hz

输出电压：12V

输出电流：1.67A

输出功率：20W

3.2 变压器参数计算

在最低电网电压为 85V 时，最小的直流输入电压 V_{min}，可以通过以下式 (1) 计算：

$$V_{min}=\sqrt{V_{ACmin,PK}^2-\frac{2\times W_{in}}{C}} \quad (1)$$

式中，$V_{ACmin,PK}$ 表示最小输入电压的峰值，W_{in} 是电容器的放电能量，其中：

$$V_{ACmin,PK}=V_{ACmin}\times\sqrt{2} \quad (2)$$

放电能量 W_{in} 等于需要的峰值输出功率 $P_{o,PK}$ 和放电时间 $\frac{1}{2}(T_L-t_C)$ 的乘积：

$$W_{in}=\frac{P_{o,PK}}{\eta}\times\left(\frac{T_L}{2}-t_C\right) \quad (3)$$

式 (3) 中，t_C 为整流二极管的导通时间，假设为 3ms，T_L 为 20ms；η 为转换效率。计算得到的 V_{in} 大约为 88V。在设计变压器时，考虑到开关电源在整个工作范围内，其磁通是不连续的。在最小输入电压时的最大占空比为 D_{max}=0.5。

初级感应电动势 V_R 是通过初级线圈的次级电压的感应值，可以由下式 (4) 计算得出 ：

$$V_R = \frac{D_{max}}{1-D_{max}} \times (V_{min} - V_{DS}) \quad (4)$$

式中的 V_{DS} 可以忽略不计，则 V_R=88V。初级电流的最大峰值 $I_{max,PK}$ 和最大输出功率 P_{omax} 成正比。计算式为 ：

$$I_{max,PK} = \frac{2 \times P_{omax}}{\eta \times V_{min} \times D_{max}} \quad (5)$$

经计算，得到的 $I_{max,PK}$=1.16(A)

初级电感 L_1 的计算。其电感值可以由回扫变压器的能量方程式确定 ：

$$L_1 = \frac{2 \times P_{omax}}{\eta \times I_{max,PK}^2 f} \quad (6)$$

式中，f 为开关频率，大约为 132.kHz，所以，计算所得 L_1=891μH。

在不连续模式下，磁芯的最大磁通密通常受磁芯损耗的限制。为了使磁芯损耗保持在可以接受的范围内，本设计采用 EF25 型磁芯，选择 B_{max}=0.4 特斯拉来计算初级线圈的匝数 N_1 ：

$$N_1 = \frac{L_1 \times I_{max,PK}}{B_{max} \times A_{min}} \quad (7)$$

式中，A_{min} 是磁芯的最小横截面积。对于 EF25，A_{min}=52.5mm^2，计算得到的 N_1=85（匝）。另外，设计计算中可以得出 ：次级匝数 N_2=8（匝），采用两个并联绕组 ；偏置绕组 ：N_3=9（匝），采用两个并联绕组。

3.3 变压器绕组结构

图 3 所示为所设计变压器的初级、次级和偏置绕组的绕制示意图 :初级绕组以引脚 2 作为起始引脚，绕 85 圈（X1 线），在 2 层中从左到右。在第 1 层结束时，继续从右向左绕下一层。在最后一层上，使绕组均匀分布在整个的骨架上。

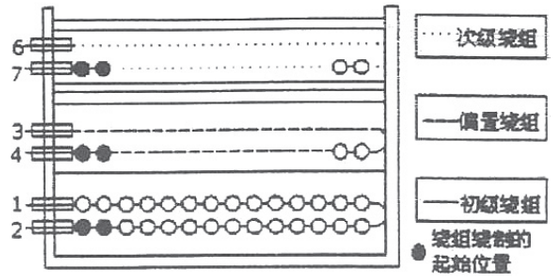

图3

以引脚 1 作为结束引脚，添加 1 层胶带作为绕组绝缘。

偏置绕组以引脚 4 作为起始引脚，绕 9 圈（X2 线）。它沿着与初级绕组相同的旋转方向进行绕制，使绕组均匀分布在整个骨架上，并以引脚 3 作为结束引脚，添加 3 层胶带以作为绝缘。

次级绕组以引脚 7 作为起始引脚，绕 8 圈（X2 线）。应使绕组均匀分布在整个骨架上。其也沿着与初级绕组相同的旋转方向进行绕制。以引脚 6 作为结束引脚，添加 2 层胶带以进行绝缘。

4 小结

文章介绍了所设计的一种基于 TNy279 的大功率 LED 驱动电源电路，分析了它的工作原理和设计方法 ；反馈环节采用恒压恒流双环的设计，保证了输出电压和输出电流的恒定，同时在开环故障情况下能够自动关闭，以保护负载，有效地减少了对 LED 的损害，提高了 LED 光源的使用寿命。同时其转换效率也在 83% 以上，而且能满足国际标准中对谐波含量的要求。经过测试验证，所设计电路能够达到预期的效果。

（参考资料略）