

**LIMA**

羅子強  
Sales Manager  
S.Z.Mobile:137-1457-2551  
MSN:luoziqiang@hotmail.com  
QQ:107521149

利瑪電子(新加坡)有限公司  
Add:深圳市華強北電子科技大廈A座3908室  
Tel:0755-8836 5152 Fax:0755-8836 4656  
E-mail:lima@limaic.com  
Website:www.limaic.com

**SHARP**



## 《开关电源课程设计》

指导教师: 熊春宇

姓名 : 李丽丽

学号 : 200701071235

电话 : 136664664296

# LED 照明驱动开关电源设计

(李丽丽, 大庆师范学院物电学院 07 级电子信息工程专业)

**摘要:** LED 照明驱动设计了恒流输出、空载保护、隔离输出及 EMC 等功能. 系应用于 LED 照明驱动的开关电源电路. 采用 PWM 自动调节实现恒流输出, 稳压管过压锁定实现空载保护, 电磁隔离和光隔离实现隔离输出. 经过多次的运行与检测, 实践证明该电路恒流输出稳定, 发热量低. 本设计体积小, 微调反馈电路可设置作为为 LED 驱动常用的 350mA 或 700mA 恒流输出. 可广泛适用于生活照明, 商用照明.

**关键词:** LED 驱动电源; 发热低恒流; 隔离低成本

**Abstract:** LED lighting design drive the constant-current output, the output and protection, isolation no-load EMC etc. Function. Is applied to the switch power LED lighting driving circuit. Using PWM automatic adjustment output voltage, the constant-current over-voltage protection tube, electromagnetic no-load realize locking and isolation realize isolation output isolation. After many operation and test, the practice has proved that the constant-current circuits, low heat stable output. This design, small size, fine-tuning feedback circuit can be set as the common 350mA LED drive or 700mA constant-current output. Life can be widely used in commercial lighting, lighting.

**Key words:** Leds driving power; Fever is low; Constant flow; Isolation; Low cost

## 0 概述

### 0.1 选题的目的与意义:

全球能源紧张, 提高电器的效率是行之有效的方法. 照明用电占据全球 21% 的总用电量, 如果能提高照明用的的效率, 可以有效缓解能源紧张. 如何提高照明系统的能源利用率, 延长照明系统的寿命, 并且是绿色无污染的? 取代白炽灯, 荧光灯, 节能灯的第四代照明灯具是什么? 业界给出的答案就是 LED 灯照明. LED 照明每 W 流明数可达到 120lm. 远高于白炽灯和日光灯, 此外 LED 灯珠寿命可长达十万小时, 并且绿色无污染. LED 照明具备的这些优点决定了其应用前景是非常广阔的. LED 照明应用上的限制在于 LED 有固定的正向压降, 电流也有上限 (工作电流是影响 LED 寿命的主要因素). 大功率白光 LED 上的正向压降一般为 3-4V, 不能直接使用市电驱动. 因此一个和 LED 灯珠匹配的高效, 环保, 长寿命的电源是必须的, 这正是这次选题的意义与目的所在.

### 0.2 研究现状

开关电源的技术已经非常成熟, 由于 LED 驱动的降压技术大部分采用开关电源. 因此即使是 LED 驱动电源真正进入研究的时间不算长, 却无碍其技术的成熟. LED 驱动要求的技术特点是: 寿命长, 体积小 (特别商用照明和家用照明, 最好可以内嵌到灯头).

众所周知, 绝大部分开关电源都需要一个输出滤波的电解电容, 即使高品质的电解电容, 工作在 100 摄氏度左右, 寿命也只有 1Wh 左右. 毫无疑问, 电解电容正是 LED 灯整体寿命的瓶颈. 而内嵌式驱动板上的电解电容, 由于 LED 的发热以及驱动板本身的发热, 长期在

高温工作，更使电解电容寿命减短。目前已经有集成电路，无需输出电解电容，仅需几个外围就能直接驱动 LED 发光。这使得 LED 照明的长寿命的特点确实得到保障。

另外一点，限制 LED 灯 寿命是工作时的温度，目前台湾某技术机构解决方法为，使 LED 灯珠像一个灯一样可拔插，使 LED 灯成为可维护产品。

除了技术上的创新外，还有组合上的创新，例如加入调光技术（模拟调光，数字调光，Triac 调光）；用三色 LED 组成色光可调制系统；采用频率抖动技术减少 EMI；加入功率因数校正电路等

## 1 系统组成及设计思路

### 1.1 系统性能指标：

- 1、主输出最大输出功率为 14W，辅助输出为 0.5W，总输出小于 15W；
- 2、输出电流为恒定 350mA；
- 3、最大输出电压为 40V；
- 4、满负荷下转换效率大于 85%；
- 5、负载为 350mA 时最大纹波为 5mV；
- 6、因为没有添加功率因数模块，因此 PF 值最低仅为 0.45 左右；
- 7、最少可以接一个 1W 的高亮度 LED，最多可以驱动 12 个 1W 的高亮度 LED（全功率输出时 TNY280 应添加散热片）。

### 1.2 系统组成及设计思路：

#### 1 设计思路：

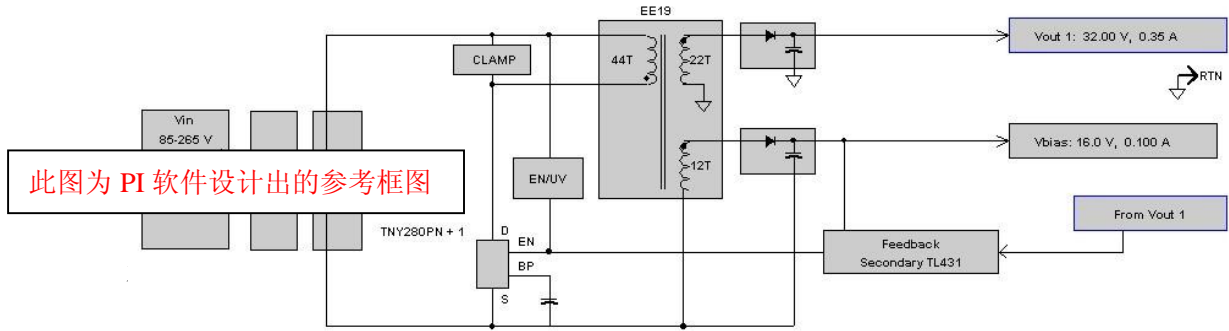
考虑到家庭常用的是  $5 \times 1W$ ，或  $6 \times 1W$ ，商用照明常用的是  $1 \times 1W$  到  $12 \times 1W$ ，本设计采用恒流输出，输出电压随负载大小自动调节的适用广泛的设计。

考虑到国内采用 50HZ、220V 的供电系统，而美国、欧洲、日本居民用电从 110V-240V 不等，再考虑到网压 10% 的波动，系统把输入放宽到从 85V-265V。

本着设计一款符合社会要求的真正节能、省钱、长寿的 LED 驱动电源的思想。在能效转换和产品成本上作出折中的选择，转换效率要求在 75% 以上；元件选择尽可能采用了常见型号，满足要求的情况下，尽可能采用国产的元器件（例如采用常用的 1N4007, 1N4148, PI 公司的 TinySwitch-III 系列，电容采用国产的 BHA, Jwco）。对于批量生产，能有效降低成本，使 LED 照明更容易走进人民生活。

#### 2 系统组成：

系统框图如图示



此图为 PI 软件设计出的参考框图

用了四个 1N4007 作为全波整流，而后经过  $\pi$  型滤波器整流，采用了 PI 公司的 TinySwitch-III 系列中功率容量最大的 TNY280 作为开关控制 IC，采用 EE19 磁芯实现初次级隔离，采用双路输出实现运放的独立供电，采用运放和电压比较器作为反馈控制以实现高精度恒流控制。采用低导通压降的肖特基整流管 ER303 减少二极管发热，滤波电容采用 ESR 可接受的普通电解电容降低电容温升。

## 2 硬件电路的设计

### 2.1 电路设计

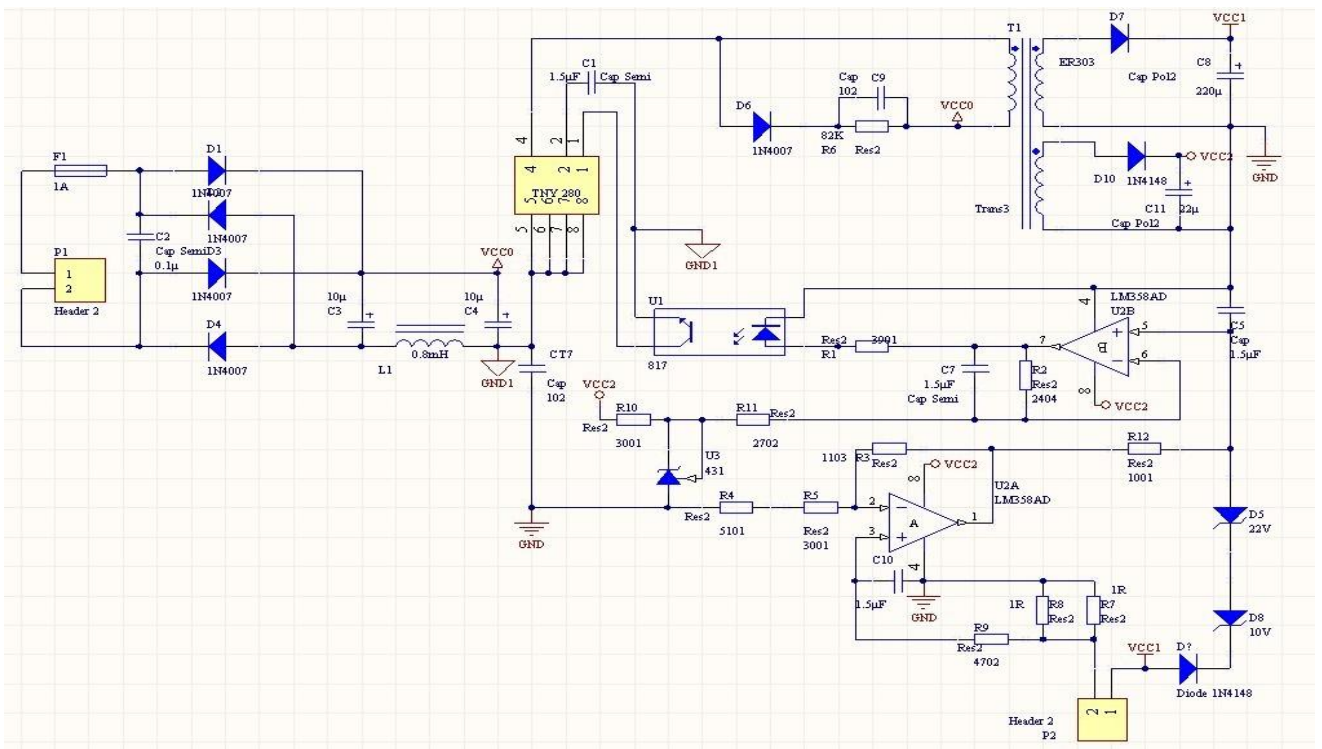


图 2.1

用 PI 公司的软件 PI Expert 7 设计出电路框图如图 2.2。该软件设计出的原理图基本都采用比较极限的参数。因此修改了高频变压器从 EE19 改为 EE20/20/5（磁芯气隙改小）。

开关 IC 也从 TNY275 改为 TNY280。目的是使得整个电路发热量减少，更加稳定，以适应各种恶劣的工作环境。

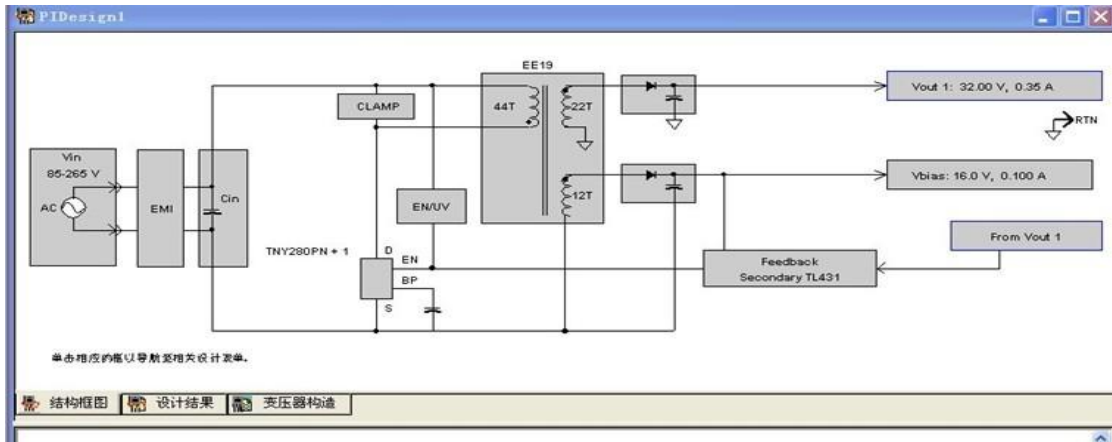


图 2.2

改为仅采用一个  $0.1\mu$  的 X 电容作为差模抑制，把单电容滤波改为  $\pi$  型滤波。此外改动较大的是反馈回路，如果只采用 TL431 作为恒压控制，控制精度较低，且不好实现恒流控制；假设采用三极管 S8550 加 TL431 作为恒流稳压控制，精度不够高，并且电流采样电阻一定要取较大阻值，导致效率下降。因此本设计采用 SOP 封装的双运放 LM358，可实现高精度（变化小于 2%）的恒流控制，稳妥的过压保护。电流取样电阻可改为小至  $0.5\Omega$ （为减小体积，用两个  $1\Omega$  电阻并联）的高精度（误差值为 1%）金属膜电阻。

先看运放 LM358 的 B 部分组成的电压比较器，连接比较器 B 反相端的外围电路，是可控稳压管 TL431 组成的恒压源。TL431 的阳极和 ref 端连接在一起，此时阳极的电压约为 2.5V。因此电压比较器 B 反相端的电压接近于 2.5V。

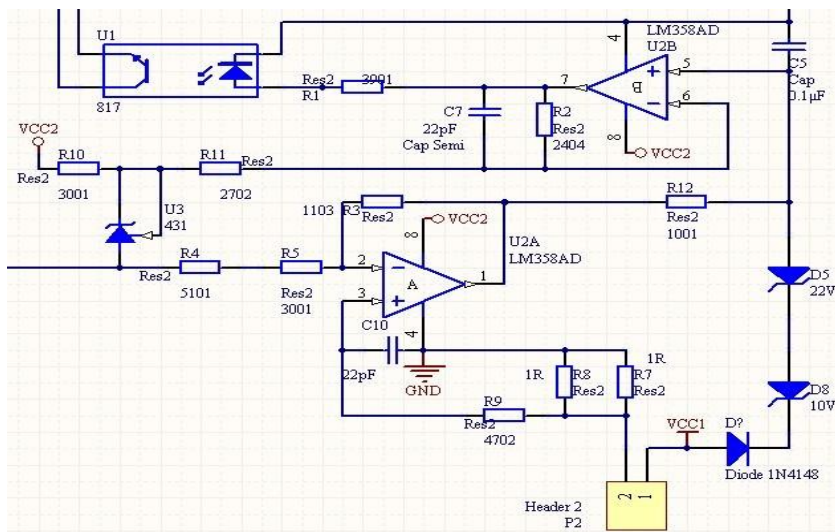


图 2.3

## 1、运放 358 的 A 部分：

通过  $0.5\Omega$ （两个  $1\Omega$  的并联，阻值应尽量减少，以提高效率）的金属膜高精度电阻串接到输出回路作为电流取样电阻，经  $4702$  电阻连接到运放 A 同相端进行放大。应该令运放 A 的输出电压（也就是电压比较器 B 同相端输入电压）在额定输出恒流（ $1W$  LED 灯珠的工作点， $350mA$ ）时刚好等于电压比较器 B 的反相端电压，也就是  $2.5V$ 。

通过电压比较器 B（运放 358 的 B 部分）与稳压管的过压回馈进行电压比较。正常工作时，电压比较器同相端的电压围绕  $2.5V$  波动。

假设某种原因导致输出电流过大，则比较器 B 同相端电压高于反相端，电压比较器输出高电平，光耦内部发光二极管导通，于是光耦的 C 脚将从 TNY280 的 EN/UV 脚引出较大电流，导致 TNY280 内部 MOS 管的 PWM 方波占空比降低，使得输出电压回落，输出电流也就降低了，就这样达到恒流的目的。

同样的，当某种原因导致输出电流降低，比较器反相端电平高于同相端电平，光耦 C 脚引出较小电流，导致 TNY280 内部 MOS 管的 PWM 方波占空比升高，使得输出电压回升，输出电流也就增大了，达到恒流的目的。可见环路为负反馈控制，实现恒流。

## 2、过压保护主要由电压比较器 B 实现：

空载时，输出端电压  $VCC1$  不断上冲，达到两个稳压管的稳压值之和以后。稳压管导通，微电流约为  $0.04mA$ 。该电流在同相端产生约  $5V$  的高电平，电压比较器 B 同相端比反相端电压要高，电压比较器输出高电平。通过光耦令 TNY280 的使能引脚 EN/UV 导出较大电流，控制 TNY280 的脉冲信号减少，所以输出将稳定在  $40V$  上下。不会一直上冲而导致炸机。

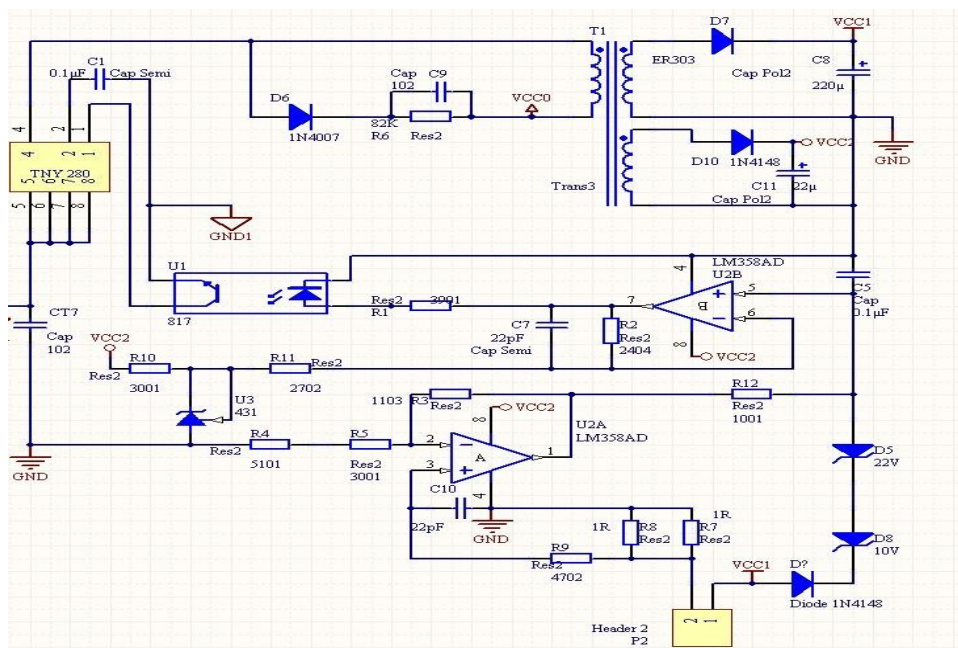


图 2.4

### 3 结论

随着 LED 芯片制造技术的发展，它的亮度会不断提高，价格也会不断下降，这将促使 LED 步入千家万户，成为本世纪的主导光源。在照明工程中推广和普及使用 LED，将为节约我国宝贵的资源，保护我们脆弱的环境发挥出巨大的作用。可以预见，LED 照明将迅速成为人类照明的主要方式。本世纪的夜空必将被 LED 灯照得通彻明亮。

### 参考文献

- [1] 《开关电源设计》第二版 .....Abraham I.Pressman 著 王志强 等译
- [2] 《电子技术基础》第四版 .....康华光 著
- [3] 《电路》第四版 .....邱关源 著
- [4] 《信号与系统考研教案》 .....范世贵 王崇斌编著
- [5] 《EMC 设计工程实务》 .....马永健 编著
- [6] 《Altium designer 完全电路设计》 .....张义和
- [7] 《开关电源中的磁性元器件》 .....赵修科 主编
- [8] 《大学物理之安培环路定理》 .....百度文库
- [9] 《反激式变压器设计》 .....侯本彪
- [10] 《电源反馈设计速成编》 .....来自 电源网
- [11] 《德州仪器系统电源解决方案》 .....TI 公司论坛
- [12] 《SMT 工艺质量控制》 .....贾忠和