



MT7933 – 高效高PF隔离原边反馈 LED恒流驱动芯片

美芯晟科技有限公司
Maxic Technology Corporation

2012年9月



MT7933 竞争优势

➤ 高效率

- ◆ 7*1W过CE, 220V时效率达85%(EE16变压器)

➤ 高精度

- ◆ 具有自有专利的线电压调整补偿 的算法
- ◆ 全电压（85—264V）输入下， 输出电流变化率为+/-1%以内

➤ 高可靠性

- ◆ MT7933 的内部参考电压为近似零温度系数，在90度环境温度下，输出电流变化范围在+/-1%以内，杜绝高温炸机情况发生
- ◆ 具有开短路保护，开路功耗<0.5W, 短路功耗<1W

➤ 高性价比

- ◆ 高PF的PSR控制芯片, 接近低PF控制芯片的价格

➤ 易生产性

- ◆ 输出电流只和芯片内部参考电压，变压器匝数比，外部电流设定电阻值有关
- ◆ 变压器感量变化+/-10%， 输出电流不变化
- ◆ 无其它特殊要求元器件



MT7933设计案例

设计一个5-7×1W CE版球泡灯电源



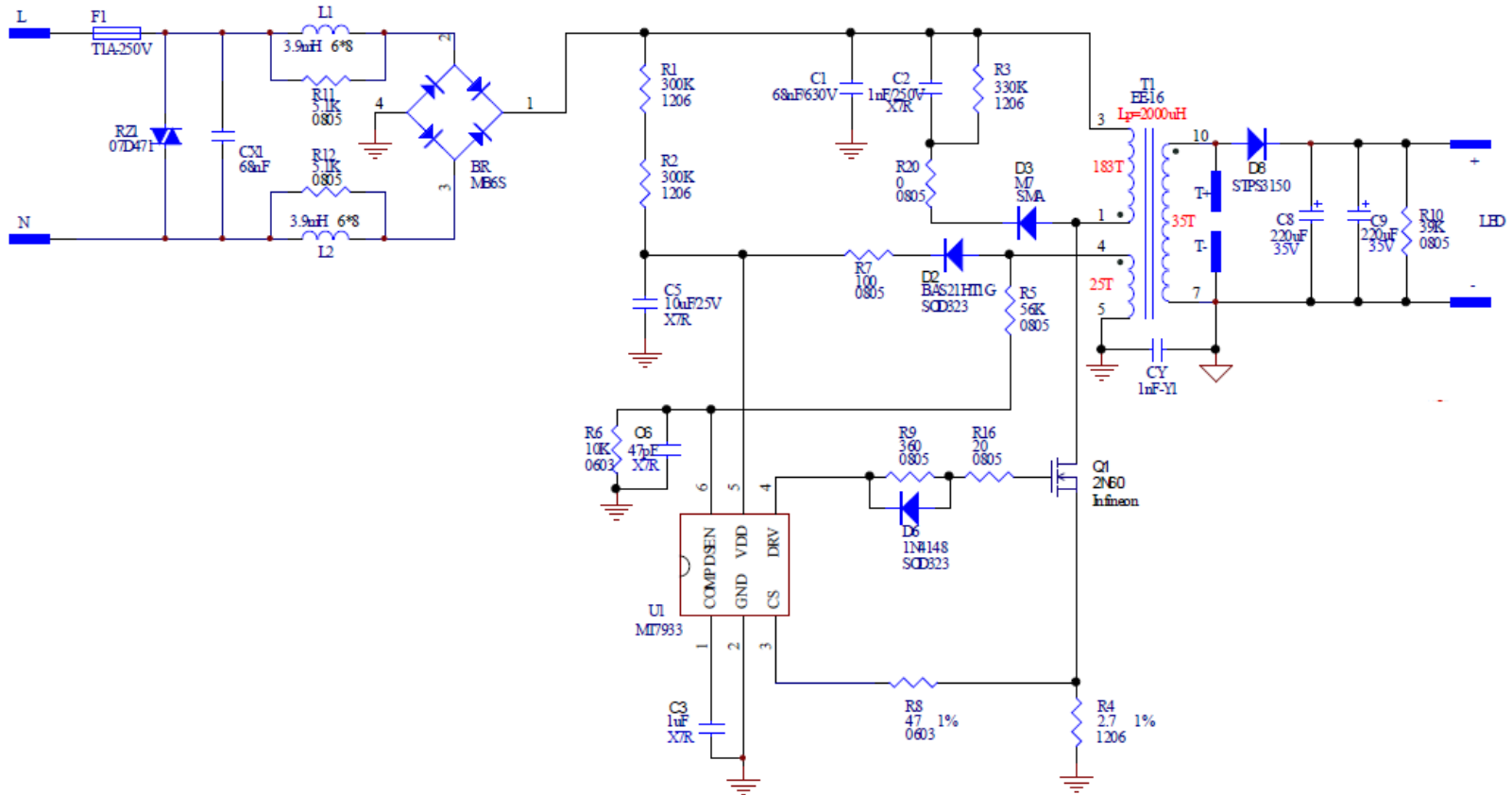
➤ 设计目标

- ◆ 输入电压：85VAC~264VAC；
- ◆ 输入电流：< 0.15A(有效值) @ AC85V、满载7S1P；
- ◆ 功率因数：> 0.90 @ 全范围输入、7S1P；
- ◆ 效率：> 84% @ 220VAC、7S1P；
- ◆ 输出电流：330mA；
- ◆ 线性调整率：< ±1%；
- ◆ 输出电压：12V~24.5V；
- ◆ LED 灯开路：自恢复模式，输出电压 < 35V；
- ◆ LED 灯短路：不断重新启动，平均输入功率 < 1W @ AC220V 输入，自恢复模式；
- ◆ 外观尺寸：50mm X 22mm X 18mm (长*宽*高)，其中18mm 的高度包含了pcb 背面的贴片元件。
- ◆ 要求过CE 传导辐射




原理图设计

根据MT7933的数据手册设计出如下原理图





➤ 变压器计算

- ◆ 为确保高效率，变压器采用三明治绕法 
- ◆ 利用美芯晟提供的 变压器参数计算表 Microsoft Office Excel 97-2003 工作簿，得出如下变压器参数：

磁芯材料：锰锌软磁铁氧体材料，建议为 R2KB 或 3C90 系列“功率材料”；

型号：采用 EE-16 磁芯，骨架为卧式、引脚 5+5；

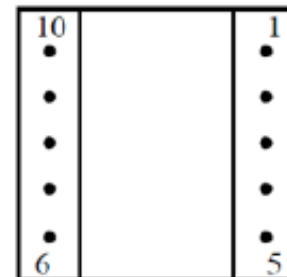
初级电感量： $L_p=2000\mu\text{H}$ ，采用磁芯中间磨气隙的方法，感值范围 1900-2100 μH ；

漏感：尽量小；

绕线参数：见下表， 下表的“引脚号”一列中，同名端子均写在前面

| 名称 | 引脚(始→终) | Wire ϕ (mm) | Turns | Material | 备注 | 绕完后加绝缘胶带 | 备注 |
|------|---------|------------------|-------|----------|----------------------|----------|---------------------------------|
| Lp-1 | 1→3 | 0.20 (内径) | 113 | 普通漆包线 | 38T+38T+37T, 刚好绕 3 层 | 1 层 | 1 脚套铁弗龙套管 |
| La | 5→4 | 0.12 (内径) | 24 | 普通漆包线 | 24T 均匀绕满一层 | 2 层 | 两脚加铁弗龙套管 |
| Ls | T+ → T- | 0.25 (内径) | 35 | 三层绝缘线 | 18T+17T, 绕 2 层 | 2 层 | 10 脚凹槽对应 T+, 8 脚凹槽对应 T-, 从底部出飞线 |
| 屏蔽层 | 4→NA | 0.12 (内径) | 58 | 普通漆包线 | 紧密绕满一层 | 1 层 | 4 脚套铁弗龙套管 |
| Lp-2 | 3→2 | 0.20 (内径) | 70 | 普通漆包线 | 70T, 密绕 2 层 | 2 层 | 2 脚套铁弗龙套管 |

其中的“Ls”绕组，T+到 T-，绕线的起始、终点两个线头分别从 10 脚凹槽和 8 脚凹槽出线，每个外悬线头的长度 25mm（其中包括剥皮浸锡部分的长度为 3mm）。



底视图



➤ 其它参数设计

输出电流计算公式:

$$I_{LED} = 0.90 * \frac{1}{2} * \frac{N_P}{N_S} * \frac{V_{FB}}{R_S}$$

Np: 变压器初级绕组匝数

Ns: 变压器次级绕组匝数

Na: 变压器辅助绕组匝数

Vfb为0.4V定值

Rs为采样电阻, 即R4

例如, 将本方案的参数代入公式, 有:

Np=183T

Ns=35T

Vfb=0.4V

Rs=2.7ohm

结果输出电流为 349mA。

考虑到系统的寄生参数, 实测输出电流与计算的电流值会有轻微的偏差。



➤ PCB 布板设计

PCB 排版中，需要注意的事项有：

- 三个干扰源： MOS 管的漏极、次级整流二极管的正极、Vdd 整流二极管的正极；
- 三个受扰源： MT7933 的DSEN 脚、CS 脚、GND 脚；
- 干扰源的PCB 铺铜面积尽量小，在位置上要尽量远离受扰源；
- GND 铺铜： 在可能的情况下，尽量将初级GND 大面积铺铜；
芯片下，用GND 或者Vdd 进行大面积铺铜；



性能测试—线性调整率、效率、负载调整率

驱动板的输出接1W的LED灯7S1P，变化输入电压，结果如下：

| AC 输入电压 (V) | PFC | 输入功率 (W) | LED 电流 (mA) | LED 电压 (V) | 效率 (%) |
|-------------|-------|----------|-------------|------------|--------|
| 85 | 0.996 | 8.98 | 321 | 23.05 | 82.39 |
| 110 | 0.993 | 8.69 | 319 | 23.04 | 84.58 |
| 140 | 0.988 | 8.55 | 318 | 23.02 | 85.61 |
| 180 | 0.974 | 8.52 | 317 | 23.02 | 85.65 |
| 220 | 0.950 | 8.61 | 318 | 23.02 | 85.02 |
| 264 | 0.913 | 8.77 | 321 | 23.04 | 84.33 |

变化率 = +/-0.6%

交流输入电压为220VAC，负载电压变化时，输出电流结果如下：

| | | | |
|-----------|------------|------------|------------|
| 输出电压 (V) | 23.02 (7S) | 19.72 (6S) | 16.42 (5S) |
| 输出电流 (mA) | 318 | 324 | 331 |



➤ 可靠性指标测试(1)

元器件温升测试

AC85V/265V 输入，输出接 7 颗 1W 的 LED 灯串联，电源板裸露，环境温度为 23.1℃，在常温下工作 1 小时后，测试各主要元件的温度值为：

| | LED 电流 (mA) | 整流桥 BR | 工字电 感 L | 变压器 T1 | 电流检 测电阻 | 吸收电路 二极管 D3 | 芯片 IC MT7933 | 次级二 极管 D8 | 次级滤波 电容 C5 | MOS 管 Q1 |
|------------|----------------|-----------|------------|-----------|------------|----------------|-----------------|--------------|---------------|-------------|
| 1 小时后/85V | 321 | 45.9 | 49.7 | 52.6 | 49.5 | 47.4 | 42.2 | 50.1 | 39.6 | 46.3 |
| 1 小时后/265V | 321 | 39.4 | 35.3 | 59.1 | 43.8 | 47.6 | 42.9 | 51.1 | 40.6 | 48.4 |

高温老化测试

试验条件：AC220V/ AC110V 输入，输出接 7 颗 1W 的 LED 灯串联，电源板放入高温老化试验箱内；

试验过程：在 90℃ 下工作 1 小时；

试验结果：电源板工作正常，LED 灯无闪烁现象，LED 灯的电流如下：

| 试验温度(℃) | 常温下 | 90℃ |
|---------------|-----|-----|
| LED电流(mA)110V | 319 | 316 |
| LED电流(mA)220V | 318 | 315 |



➤ 可靠性指标测试(2)

短路测试

AC220V、AC110V 输入，输出接 7 颗 1W 的 LED 灯串联，在下两种情况下：

- 先让电源板正常工作，然后短路输出端；
- 先短路输出端，再给电源板通电；

测试结果：电源板没有元器件损坏，此时输入平均功率小于 1W；
取消短路状态，电源板可以恢复正常工作。

) 开路测试

AC220V、AC110V 输入，输出接 7 颗 1W 的 LED 灯串联，以下两种情况下：

- 先让电源板正常工作，然后断开输出负载；
- 先让负载开路，再给电源板通电；

测试结果：电源板没有元器件损坏，此时输入平均功率小于 0.5W，输出电压小于 35V；
取消开路状态，电源板可以恢复正常工作。



➤ 其它测试和调试

◆ 启动时间测试

输出接7 颗1W 的LED 灯串联，在以下2 种AC 输入电压的情况下，测试从AC 上电到LED 电流达到额定值所需要的时间，结果如下：

| | | |
|---------------|--------|--------|
| AC 输入电压 (Vac) | 110 | 220 |
| 启动时间 | <900mS | <500mS |

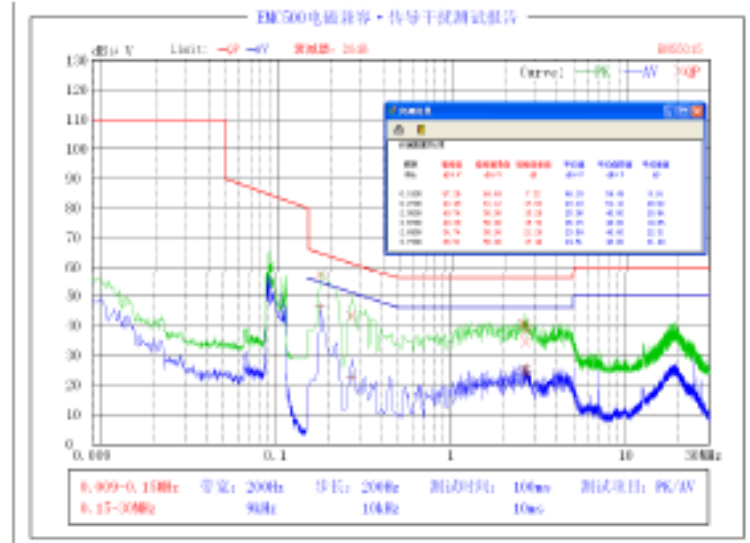
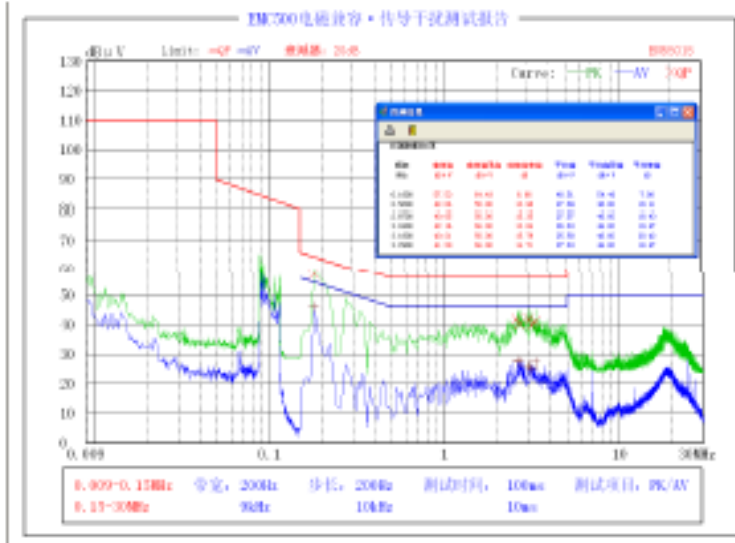
◆ 设定开路电压（输出端）

当DSEN 脚电压达到3.2V 且累计出现四次，芯片判定为开路并进入重启状态；如果需要降低开路输出电压，应增加辅助绕组的匝数或减小电阻R5 的阻值。



EMI 和 EMC 测试结果

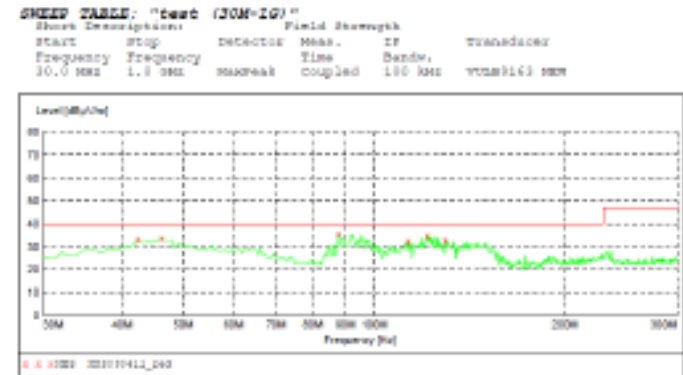
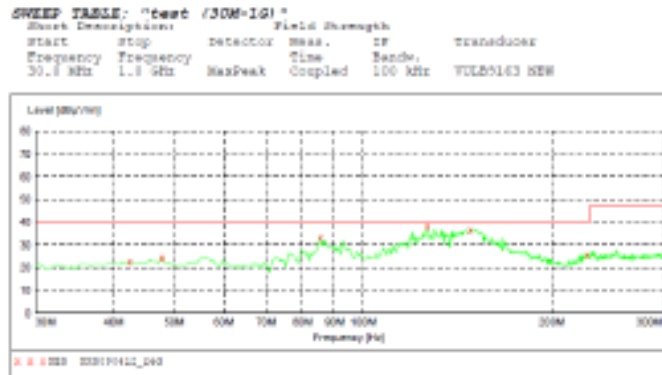
传导:



230V-L

230V-N

辐射:





➤ 整板元器件清单

| 序号 | 位号 | 物料名称 | 物料规格 | 备注 | 安装方式 | 推荐供应商 |
|----|---------|---------|------------------|----------------|------|----------|
| 1 | BR | 贴片整流桥 | MB6S | | | 安森美 |
| 2 | C1 | CBB 电容器 | 630V-68nF | | | 村田电子 |
| 3 | CX1 | X 安规电容器 | 275V-68nF | X2 电容, P=7.5mm | | Carli |
| 4 | C3 | 贴片电容 | 16V-1uF-0803 | X7R | | 村田电子 |
| 5 | C2 | 贴片电容 | 250V-1nF-1206 | X7R | | 村田电子 |
| 6 | C5 | 贴片电容 | 25V-10uF-1206 | X7R | | 村田电子 |
| 7 | C8 | 贴片电容 | 16V-68pF-0603 | X7R | | 村田电子 |
| 8 | C8、C9 | 电解电容 | 35V-220uF | 105℃ | | Rubycon |
| 9 | T1 | 变压器 | EE-16 (5+5) | 参数见变压器规格书 | | TDK |
| 10 | D2 | 贴片二极管 | BAS21HT1G-SOD323 | 250V/200mA | | 安森美 |
| 11 | D3 | 贴片二极管 | M7-SMA | 1000V/1A | | 安森美 |
| 12 | D8 | 开关二极管 | 1N4148-SOD323 | 75V/150mA | | 安森美 |
| 13 | D8 | 肖特基二极管 | STPS3150 | 150V/3A | | 安森美 |
| 14 | R1、R2 | 贴片电阻器 | 300K-1206 | | | 国巨 |
| 15 | R4 | 贴片电阻器 | 2.7Ω-1206-1% | 100ppm/℃ | | 国巨 |
| 16 | R5 | 贴片电阻器 | 56K-0805 | | | 国巨 |
| 17 | R8 | 贴片电阻器 | 10K-0603 | | | 国巨 |
| 18 | R7 | 贴片电阻器 | 100Ω-0805 | | | 国巨 |
| 19 | R8 | 贴片电阻器 | 47Ω-0603 | | | 国巨 |
| 20 | R9 | 贴片电阻器 | 360Ω-0805 | | | 国巨 |
| 21 | R10 | 贴片电阻器 | 39K-0805 | | | 国巨 |
| 22 | R11、R12 | 贴片电阻器 | 5.1K-0805 | | | 国巨 |
| 23 | R3 | 贴片电阻器 | 330K-1206 | | | 国巨 |
| 24 | R16 | 贴片电阻器 | 20Ω-0805 | | | 国巨 |
| 25 | R20 | 贴片电阻器 | 0Ω-0805 | | | 国巨 |
| 26 | F1 | 保险丝 | T1AL-250V 慢熔 | 玻璃管 (加热缩套管) | | 力特 |
| 27 | L1、L2 | 工字电感 | 3.9mH | 见 6 (2) | | TDK |
| 28 | CY | Y 电容 | 1nF 250V M Y1 | | | 法拉 |
| 29 | RZ1 | 压敏电阻 | 07D471 | | | 瞬雷 |
| 30 | Q1 | MOS 管 | D2N60S5 | 600V/2A | | Infineon |
| 31 | IC | 集成电路 | MT7933 | SOT23-6 封装 | | 美芯晟 |

不包含 PCB 板,
PCB 板厚度为 1.0mm

元件数量:
35 个



Thanks!

索取产品详细信息及样片申请，请联系：

深圳市祺宇实业有限公司

深圳市福田区车公庙泰然九路212栋603室

TEL: 0755-82048030 82792783

FAX: 0755-88351416 82046775