



MT7933 - 12S1P - 330mA - 隔离方案

(加厚型 EE16)

CE 版 Rev 1.0 2012-9-19

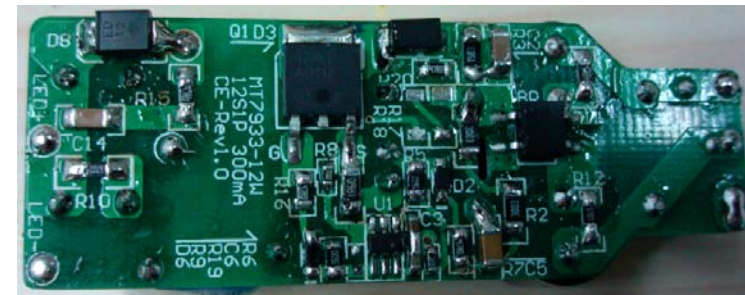
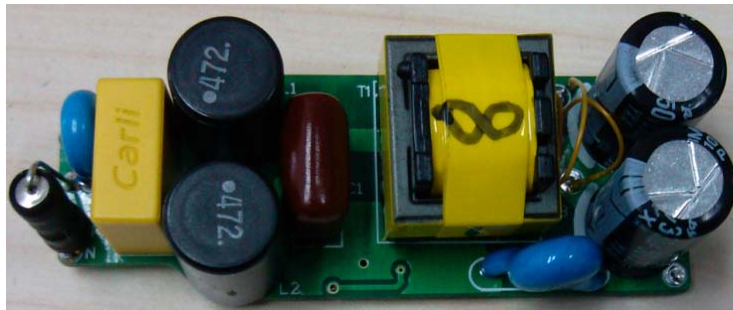
目录:

1. 驱动评估板的指标参数.....	2
2. 驱动评估板原理图.....	3
3. 驱动评估板测试结果.....	4
4. 驱动评估板物料清单.....	8
5. 输出电流计算公式、调整输出电流、设定开路输出电压、接电子负载不能启动等问题....	10
6. 驱动评估板关键器件参数.....	11
7. 驱动评估板 PCB、生产工艺等注意事项.....	13
8. 其他注意事项.....	13

1. 驱动评估板的指标参数

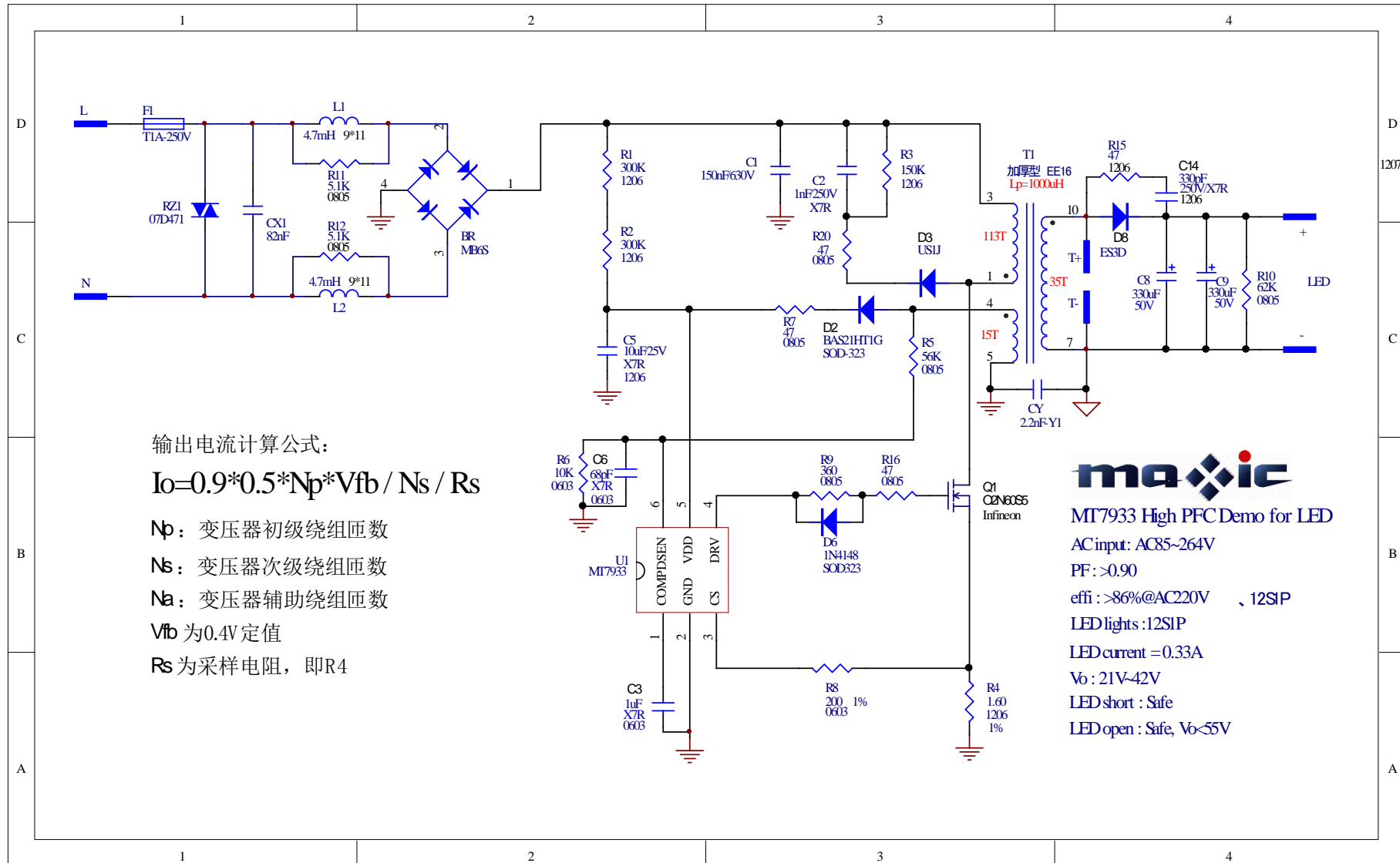
该驱动评估板输入电压适合 AC85V~AC264V，输出恒流 330mA（能驱动 12 颗~8 颗、串联的 1W 的 LED 灯）。

- (1) 输入电压： 85VAC~264VAC；
- (2) 输入电流： < 0.25A(有效值) @ AC85V、满载 12S1P；
- (3) 功率因数： > 0.90 @ 全范围输入、12S1P；
- (4) 效率： > 86% @ 220VAC、12S1P；
- (5) 输出电流： 330mA；
- (6) 线性调整率： < $\pm 2\%$ ；
- (7) 输出电压： 21V~42V；
- (8) LED 灯开路： 不断重新启动，平均输入功率 < 1W @ AC220V 输入，输出电压 < 55V，自恢复模式；
- (9) 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；
- (10) 外观尺寸： 61mm X 22mm X 20mm (长*宽*高)，其中 20mm 的高度包含了 pcb 背面的贴片元件。





2. 驱动评估板原理图



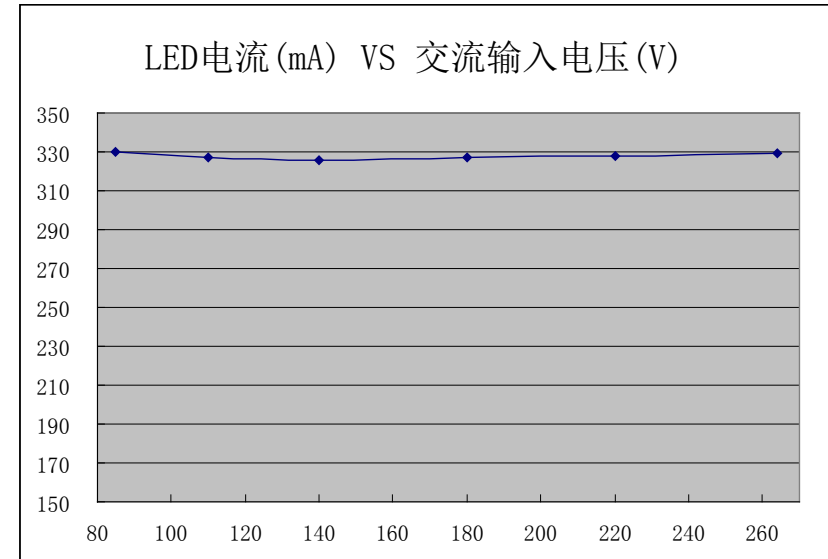


3. 驱动评估板测试结果

(1) 线性调整率、效率、PF

驱动板的输出接 1W 的 LED 灯 12S1P，变化输入电压，结果如下：

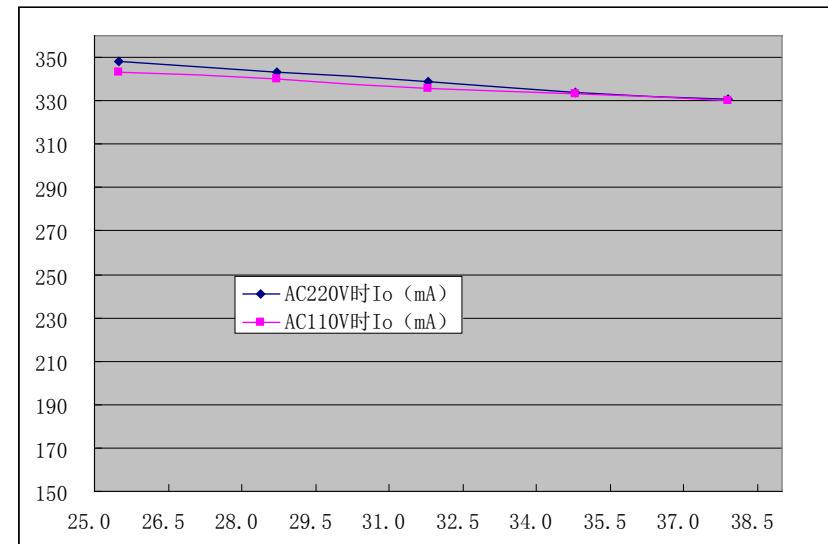
AC 输入电压 (V)	PFC	输入功率 (W)	LED 电流 (mA)	LED 电压 (V)	THD (%)	效率 (%)
85	0.997	16.07	330	41.08	7.6	84.4
110	0.994	15.52	327	41.03	7.6	86.4
140	0.985	15.28	326	41.00	7.9	87.5
180	0.967	15.26	327	40.98	9.9	87.8
220	0.942	15.42	328	40.99	12.8	87.2
264	0.908	15.67	329	41.00	16.3	86.1
		delta	4	max		87.8



(2) 负载调整率

交流输入电压为 110Vac、220Vac，接 1W LED 灯珠 8S1P~12S1P
输出电流结果如下：

输出电压 (V)	25.5	28.7	31.8	34.8	37.9	delta
AC220V 时 I _o (mA)	348	343	339	334	331	17
AC110V 时 I _o (mA)	343	340	336	333	330	13



右图：I_o VS V_o 曲线

**(3) 元器件温升测试**

输出接 13 颗 1W 的 LED 灯 ($V_o=41V$) 串联, 电源板裸露, 环境温度为 23.1℃, 常温下, AC85V、110V、220V、264V 各工作 1 小时, 测试各主要元件的温度值为:

AC 输入 (Vac)	工字电感 4.7mH	变压器磁芯	变压器绕线	输出电解 50V-330uF	MOS 管 02N60S5	吸收二极管 US1J	输出二极管 ES3D	整流桥 MB6S
85	52	64	64	36	73	69	56	68
110	42	57	57	35	53	51	55	60
220	38	66	63	36	47	46	50	42
264	40	75	55	36	49	46	52	40

(4) 高温老化测试

试验条件: AC85、110、220、264V 输入, 输出接 12 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, 各工作 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:

AC 输入(Vac)	85	110	220	264
常温下, I_o (mA)	328	327	326	329
90℃ 下, I_o (mA)	321	321	323	325
delta	-7	-6	-3	-4

(5) 短路测试

AC220V、AC110V 输入, 输出接 12 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。

(6) 开路测试

AC220V、AC110V 输入, 输出接 12 颗 1W 的 LED 灯串联, 以下两种情况下:

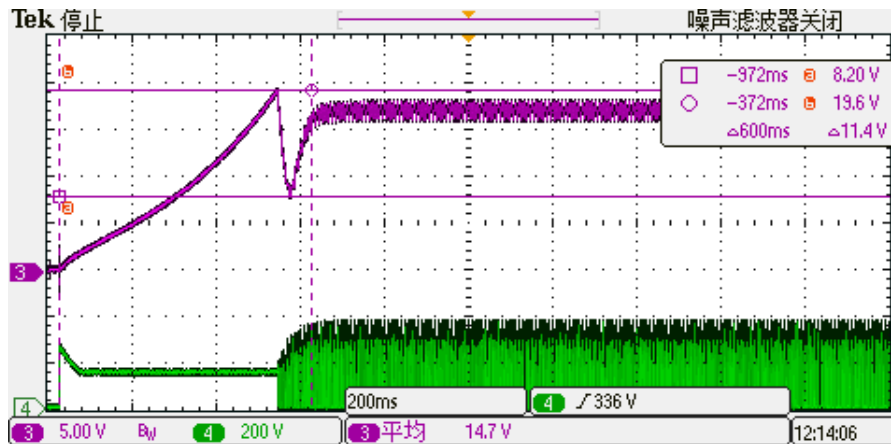
- 先让电源板正常工作, 然后断开输出负载;
- 先让负载开路, 再给电源板通电;

测试结果: 电源板没有元器件损坏, 此时输入平均功率小于 1W, 输出电压小于 55V;

取消开路状态, 电源板可以恢复正常工作。

(7) 启动时间

输出接 12 颗 1W 的 LED 灯串联，在 AC110V 输入的情况下，测试从 AC 上电到 LED 电流达到额定值的 90%所需要的时间，结果为 0.60 秒：



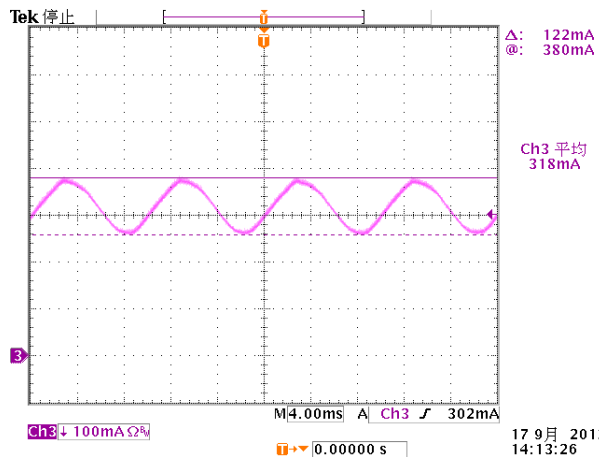
AC110V 输入，启动过程

CH4 为 MOS 管 Drain 端电压

CH3 为芯片 Vdd 脚的电压

(8) 输出电流的纹波

输出接 12 颗 1W 的 LED 灯串联，在 AC220V 输入的情况下，用泰克电流探头（TCP202）测试 LED 上的电流波形， I_o 纹波百分比为 38%。



AC220V 输入，正常工作过程中

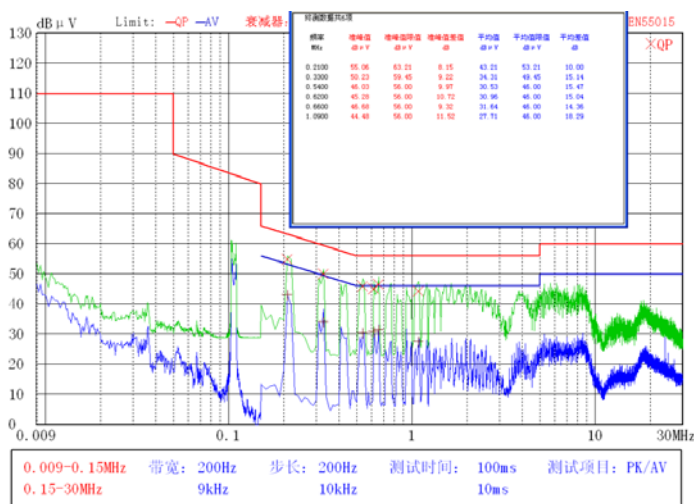
CH3 为 LED 上的电流波形

I_o 平均值为 318mA，峰峰值为 122mA，纹波百分比为 $122/318=38\%$

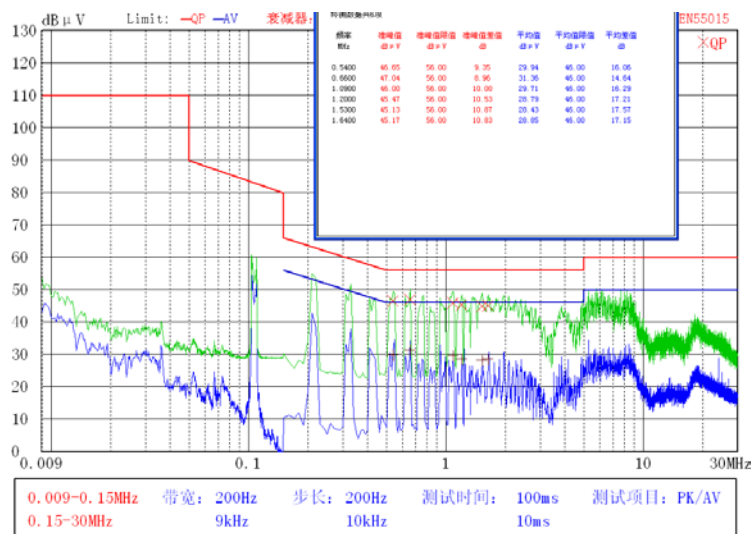
如果希望减小这一纹波，只能增大输出端电解电容的容量。

(9) EMI (CE) 测试-传导和辐射: 本方案可通过 CE 测试, 以 EN55015 照明设备为标准, 能通过传导和辐射测试, 如下:

传导:

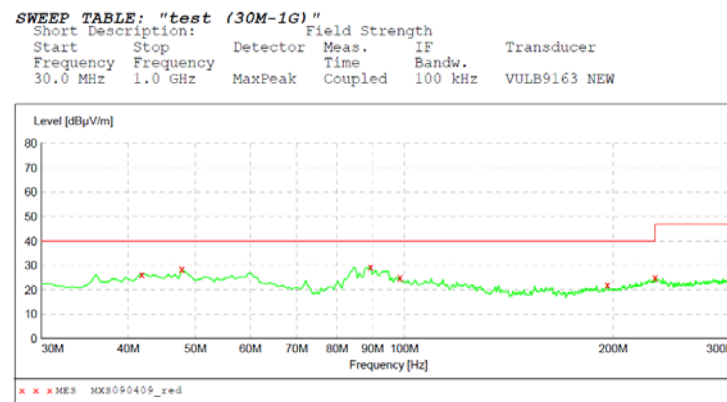
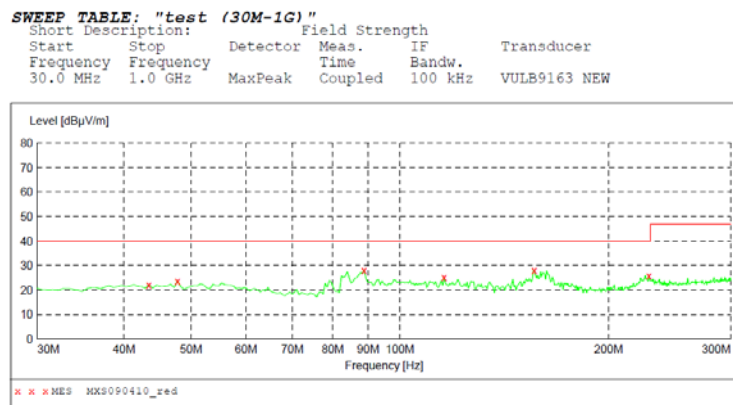


AC220V, 12S1P, L 线



AC220V, 12S1P, N 线

辐射:





4. 驱动评估板物料清单

(物料清单, 第 1 页/总计 2 页)

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-150nF	11.2mm*10.1mm*5.6mm		法拉电子
3	CX1	X 安规电容器	275V-82nF	X2 电容, 脚距 10mm		Carli
4	C3	贴片电容	16V-1uF-0603	X7R		三星电子
5	C2	贴片电容	250V-1nF-1206	X7R		三星电子
6	C5	贴片电容	25V-10uF-1206	X7R		三星电子
7	C6	贴片电容	16V-68pF-0603	X7R		三星电子
8	C14	贴片电容	250V-330pF-1206	X7R		三星电子
9	C8、C9	电解电容	50V-330uF	105°C		上海永铭
10	T1	变压器	加厚型 EE16 (5+5)	$A_e=27\text{mm}^2$		金华达
11	D2	贴片二极管	BAS21HT1G-SOD323	250V/200mA		安森美
12	D3	贴片二极管	US1J-SMA	600V/1A		安森美
13	D6	开关二极管	1N4148-SOD323	75V/150mA		安森美
14	D8	贴片二极管	ES3D	200V/3A		安森美
15	R1、R2	贴片电阻器	300K-1206			国巨
16	R4	贴片电阻器	1.60Ω-1206-1%	100ppm/°C		国巨
17	R5	贴片电阻器	56K-0805-1%			国巨
18	R6	贴片电阻器	10K-0603-1%			国巨
19	R7、R16、R20	贴片电阻器	47Ω-0805			国巨
20	R8	贴片电阻器	200Ω-0603			国巨

不包含 PCB 板,
PCB 板厚度为 1.0mm

元件数量:
37 个



(物料清单, 第 2 页/总计 2 页)

序号	位号	物料名称	物料规格	备注	安装方式	推荐供应商
21	R9	贴片电阻器	360 Ω -0805			国巨
22	R10	贴片电阻器	62K-0805			国巨
23	R11、R12	贴片电阻器	5.1K-0805			国巨
24	R3	贴片电阻器	150K-1206			国巨
25	R15	贴片电阻器	47-1206			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	4.7mH	见 6(3)		深圳博众达
28	CY	Y 电容	2.2nF 250V M Y1			法拉
29	RZ1	压敏电阻	07D471			瞬雷
30	Q1	MOS 管	02N60S5	600V/2A-T0-252		Infineon
31	IC	集成电路	MT7933	SOT23-6 封装		美芯晟

*加厚 EE16 变压器厂家:

深圳市金华达电子有限公司, 电话 0755-28195036,曾建国(13823369459), 传真 0755-29738141,邮箱: xinhuada168@126.com



5. 输出电流计算公式、如何调整输出电流、设定开路电压（输出端）

(1) 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=113T

Ns=35T

Vfb=0.4V

Rs=1.60ohm

结果输出电流为 363mA。

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。

(2) 如何调整输出电流:

方案设计时，按照最大输出电流计算变压器。

减小输出电流的方法：增大采样电阻 R4，并按照(1)中的公式计算 R4 的大小；

增大输出电流的方法：如果计算变压器参数时，Bmax<0.3T，可以稍微减小 R4（直到 Bmax 达到 0.3T 为止）；

否则，不能通过直接减小 R4 的方法提高输出电流，因为变压器存在饱和的风险，要重新计算变压器。

(3) 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。

(4) 接电子负载不能启动的问题

电子负载的正常工作需要建立时间和稳定时间，这将导致电源板启动时的输出电压远高于电子负载的设定值。而接 LED 灯时不会出现这一现象。

●质量好的电子负载（如 Prodigit 公司的 3332A），建立时间、稳定时间需要 10ms、5ms；

●性价比高的电子负载（如 ITech 公司的 IT8512B），建立时间、稳定时间需要 80ms、10ms；

例如：设定电子负载 CV=24.5V，启动瞬间电源板输出电压会远超此设定值，触发开路保护，因此，如果 MT7933 的电源驱动板在接电子负载时若不能正常工作，应接电阻、大电流的二极管串联或者 LED 灯作为负载，或者使用 LED 专用电子负载。

6. 驱动评估板关键器件参数

(1) 与电流精度相关的器件：电阻 R4，该电阻与输出电流直接相关，应选±1%精度、温漂 100ppm/°C、1206 封装的电阻；

(2) 变压器 T 的参数如下：

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：采用加厚型 EE16 磁芯 ($A_e=27\text{mm}^2$)，骨架为卧式、引脚 5+5；

初级电感量： $L_p=1000\mu\text{H}$ ，采用磁芯中间磨气隙的方法，感值范围 900–1100 μH ；

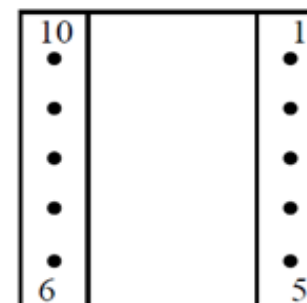
漏感：尽量小；

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	0.25 (内径)	61	普通漆包线	31T+30T，刚好绕 2 层	1 层	1 脚套铁弗龙套管
La	4→5	0.12 (内径)	15	普通漆包线	均匀绕满一层	2 层	
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	5→NA	0.12 (内径)	52	普通漆包线	紧密绕满一层	1 层	NA: 尾部直接剪断埋入胶带
Lp-2	3→2	0.25 (内径)	52	普通漆包线	密绕，接近 2 层	2 层	2 脚套铁弗龙套管

其中的“Ls”绕组，T+ → 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，T+和 T-外悬线头的长度分别为 30mm 和 20mm（其中均包括 3mm 的剥皮浸锡部分的长度）。

抗电强度（初级-次级）：AC3750V / 60S，电流小于 1mA；



底视图

成品浸漆。

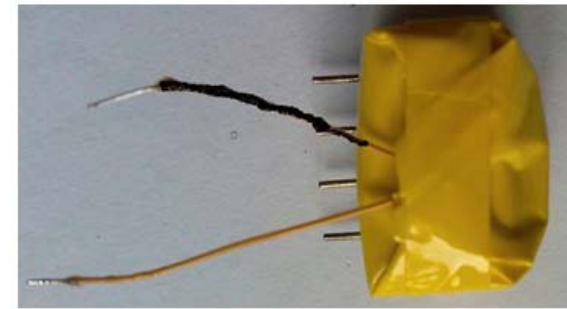
若要整机通过初级-次级 AC3750V 耐压测试，需按照以下方法为变压器包外围胶带。



用 25mm 宽的胶带按照
上图方式包 3 圈
第 1 步



将悬在外面的绝缘胶带按照上图方式
折好（线也被折起来）
第 2 步



用 6mm 宽的铜带绕磁心万向包两圈，
将 Ls 出线头 T-（短的那根）标记黑色
第 3 步

(3) 工字电感如右图

磁芯外径 9mm、内径 4.5mm，高 11mm，使用外径为 $\phi 0.16\text{mm}$ 普通漆包线绕 350 圈左右，感值 $4.7\text{mH} \pm 10\%$ ，直流阻抗不大于 6.5 欧姆，如下图：
下图是该电感的成品、磁芯的照片。





7. PCB、生产工艺等注意事项

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；
- AC 输入端的 EMI 滤波电路中，两个工字电感不能紧靠在一起，它们之间的磁力线会互相干扰，会导致批量生产中 30%-40%板子无法通过传导测试；

8. 其他注意事项

本 Demo 板，仅作芯片功能演示之用；

客户可以根据不同需求，适当调整部分参数，以达到理想的结果；

批量生产前，应当做充分的验证（小批量试产、全面测试）。

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