

MT7930 - 36V - 1500mA - 54W 隔离外置 LED 电源方案

Rev 2.0 2012-5-14

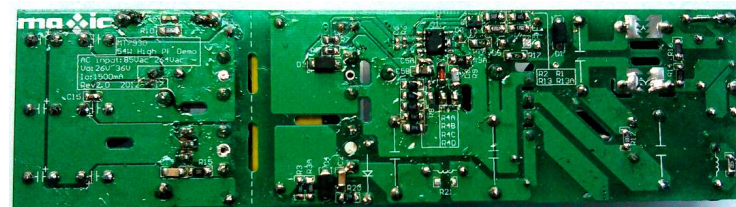
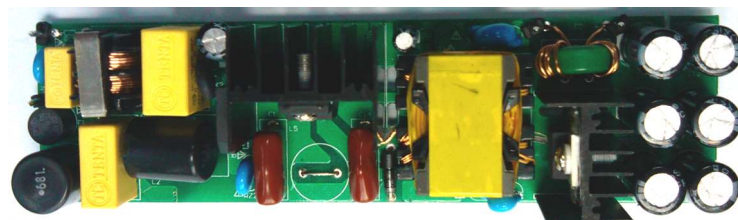
目录:

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.....	12
7. 驱动评估板 PCB 设计要点.....	14
8. 其他注意事项.....	14

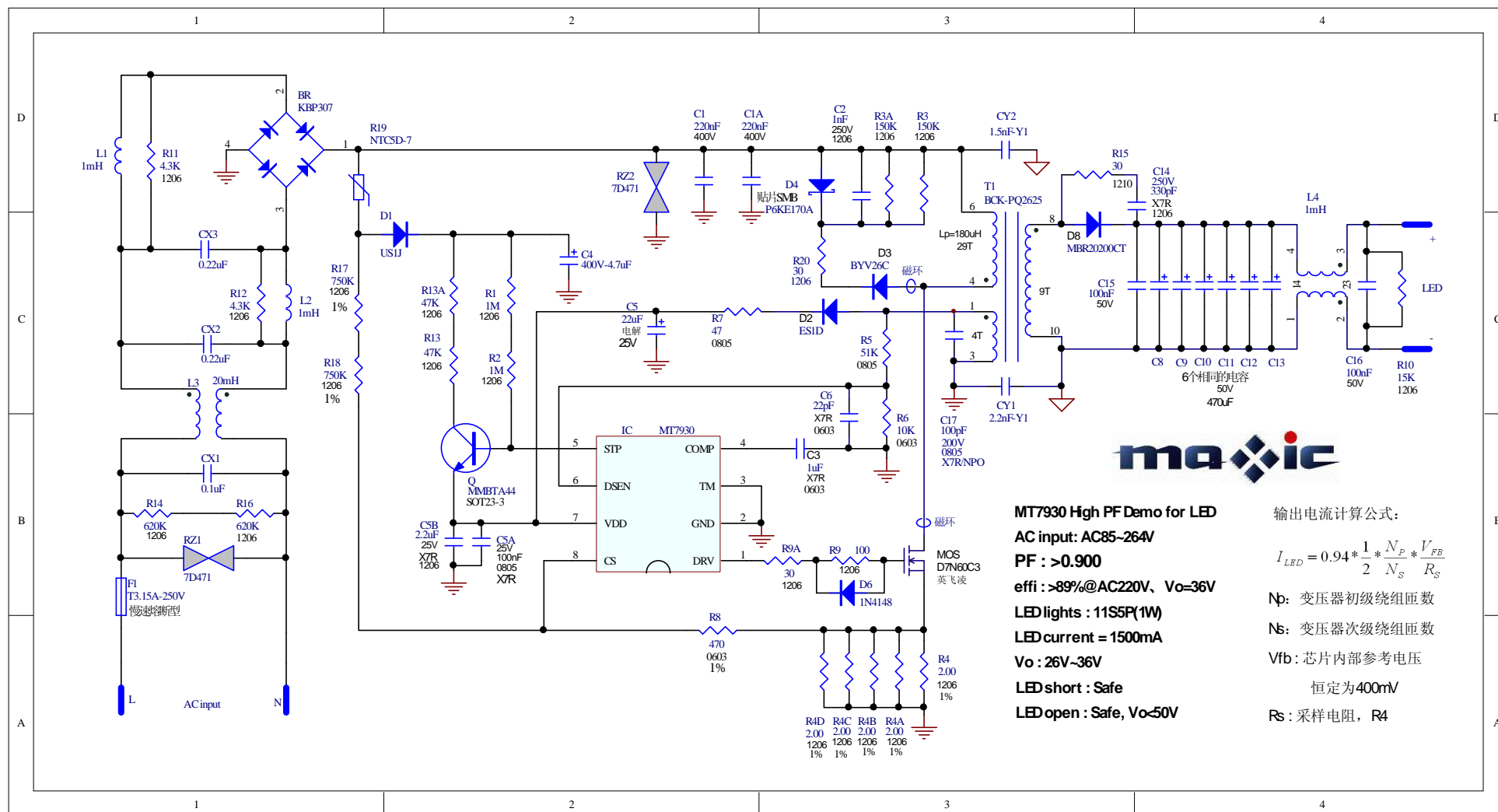
1. 驱动评估板的指标参数

该驱动评估板输入电压适合 AC85V~AC264V，输出恒流 1500mA（能驱动 10 颗串联的 LED 灯）。

- (1) **输入电压:** 85VAC~264VAC;
- (2) **输入电流:** < 0.80A(有效值) @ AC85V、满载;
- (3) **功率因数:** > 0.900 @ 全范围输入、满载;
- (4) **总谐波失真 THD:** < 15% @ 全范围输入、满载;
- (5) **效率:** > 89% @ 220VAC、满载;
- (6) **输出电流:** 1500mA;
- (7) **线性调整率:** $\pm 1\%$;
- (8) **输出电压:** 26V~36V;
- (9) **LED 灯开路:** 自恢复模式，不断重新启动，平均输入功率 < 1W @ AC220V，输出电压 < 50V ；
- (10) **LED 灯短路:** 自恢复模式，不断重新启动，平均输入功率 < 2W @ AC220V;
- (11) **外观尺寸:** 150 mm X 40mm X 30mm (长*宽*高)，其中，30mm 的高度中包含 pcb 厚度和 SMD 元件厚度。



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

驱动板的输出接电子负载 CV=35.8V，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	0.998	62.01	1489	35.51	3.1	85.3
90	0.998	60.80	1490	35.48	2.9	86.9
110	0.996	60.59	1495	35.51	3.5	87.6
140	0.990	59.51	1500	35.47	4.0	89.4
180	0.976	59.31	1503	35.52	5.9	90.0
220	0.954	59.61	1507	35.51	7.5	89.8
240	0.935	59.23	1499	35.48	8.9	89.8
264	0.914	58.60	1484	35.40	9.3	89.6

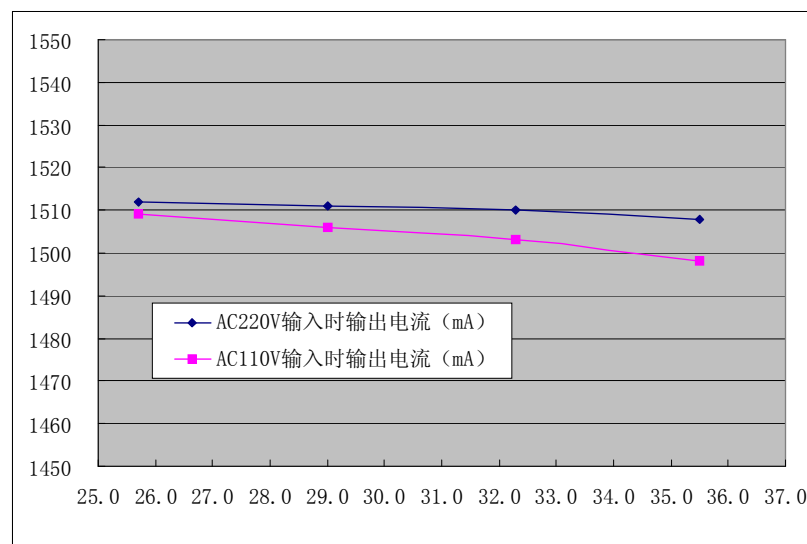
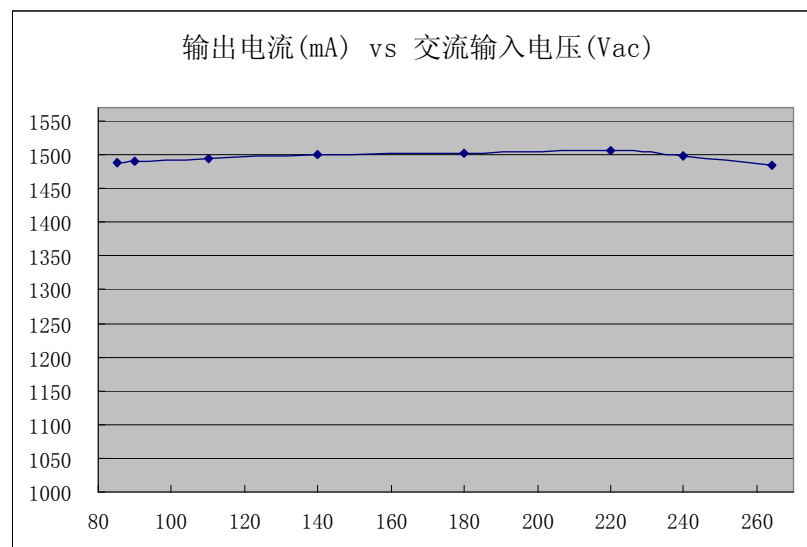
PF 最小 0.914 THD 最大 9.3% 效率最高 90.0%

(2) 负载调整率

交流输入电压为 AC220V、AC110V 时，电源板输出端 LED 灯，变化电子负载的电压，输出电流如下：

输出电压 (V)	35.5	32.3	29.0	25.7
AC220V 输入时输出电流 (mA)	1508	1510	1511	1512
AC110V 输入时输出电流 (mA)	1498	1503	1506	1509

右图所示，输出电流 (mA) vs 输出电压 (V)



(3) 元器件温升测试

输出接 LED 灯 ($V_o=35.5V$)，电源板裸露，环境温度为 $27^{\circ}C$ ，在以下各种 AC 输入电压下各工作 1 小时后，测试各主要元件的温度值为：

	AC 输入端 工字电感	AC 输入端 共模电感	整流桥	变压器 磁芯	变压器 绕线	次级滤波 电容 C8	吸收电路 二极管 D4	MOS 管	次级二极 管 D8	芯片 IC MT7930
AC85V ($^{\circ}C$)	62	65	60	62	61	37	61	64	53	50
AC110V ($^{\circ}C$)	50	52	49	61	59	37	53	58	51	51
AC220V ($^{\circ}C$)	41	45	45	65	60	42	54	54	53	52
AC264V ($^{\circ}C$)	32	32	42	64	59	39	56	51	55	55

(4) 高温老化测试

试验条件：AC220V 输入，输出接 LED 灯 ($V_o=35.5V$)，电源板放入高温老化试验箱内；

试验过程：在 $20^{\circ}C$ 下工作 1 小时，然后在 $50^{\circ}C$ 下工作 1 小时，最后在 $70^{\circ}C$ 下工作 1 小时；

试验结果：电源板工作正常，输出电流如下：

试验温度($^{\circ}C$)	20	50	70
输出电流(mA)	1502	1510	1512

(5) 短路测试

AC220V、AC110V 输入，输出接电子负载 ($CV=35.8V$ 模式)，在以下情况下：

- 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，平均输入功率小于 2W；

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，输出接电子负载 ($CV=35.8V$ 模式)，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，平均输入功率小于 1W，输出电压小于 50V；

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 LED 灯 ($V_o=35.5V$), 在以下 2 种 AC 输入电压的情况下, 测试从 AC 上电到输出电流达到额定值的 90%所需要的时间, 结果如下:

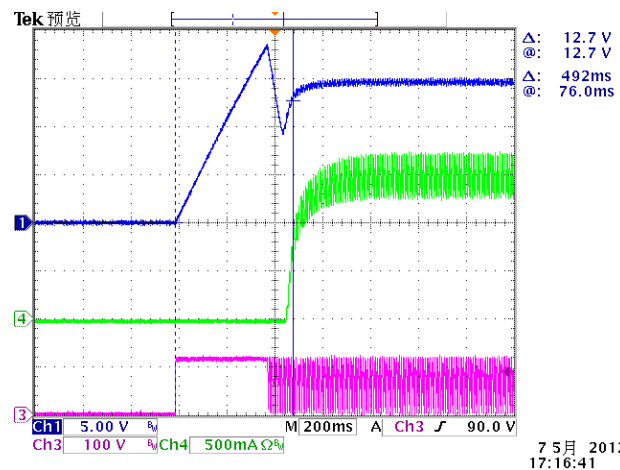
AC 输入电压 (V_{ac})	85	220
启动时间	<0.50S	<0.30S

右图是在 AC85V 输入时测试到的启动波形, 其中:

CH1, 蓝色, 是芯片 Vdd 电压波形;

CH3, 粉红, 是 MOSFET 的 Drain 端电压波形;

CH4, 绿色, 是 LED 上的电流波形。


(8) 开机浪涌输入电流

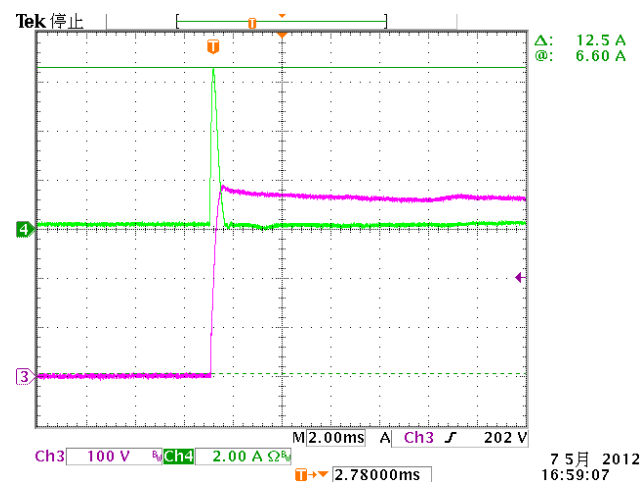
输出接 LED 灯 ($V_o=35.5V$), 在 AC264V 的输入电压下, 测试 90 度上电瞬间 L、N 线上的浪涌输入电流, 结果为:

AC 输入电压 (V_{ac})	265
浪涌输入电流 (A)	< 10

右图是在 AC264V 输入时上电瞬间的浪涌输入电流波形, 其中:

CH3, 粉红, 是整流后高压母线的电压波形;

CH4, 绿色, 是 L/N 线上的电流波形。



(9) 输出电流纹波

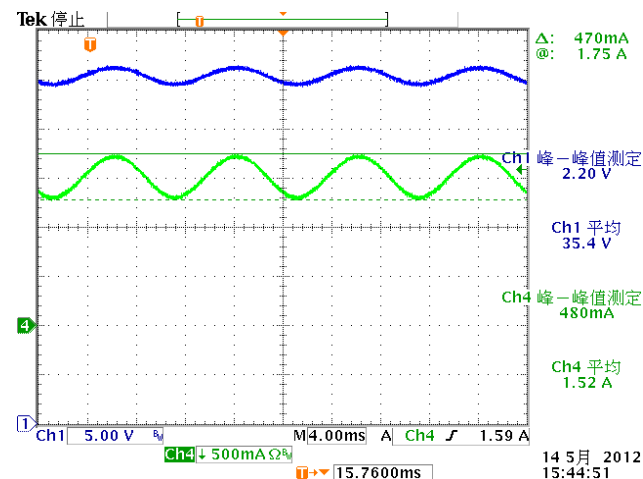
输出接 LED 灯 ($V_o=35.5V$), 在 AC220V 的输入电压下, 测试输出电压和输出电流的波形, 结果为:

右图是测试波形, 其中:

CH1 是输出电压波形, 平均值 35.4V, 峰峰值 2.2V, 占 6.2%;

CH2 是输出电流波形, 平均值为 1.52A, 峰峰值 0.47A, 占 31%。

如果希望减小 I_o 的纹波, 只能加大输出电解电容的容量。



(10) 传导和辐射

本方案可以通过传导和辐射测试, 详细测试结果请联系销售部门。

4. 驱动评估板物料清单

(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		PCB 板	150mm*40mm	1.6mm 的板厚	/	嘉立创
2	RZ1/RZ2	压敏电阻	7D471		立式	瑞侃电子
3	CX1	X2 电容	275VAC-0.1uF		立式	厦门法拉
4	CX2/CX3	X2 电容	275VAC-0.22uF		立式	厦门法拉
5	L1 / L2	工字电感	1mH, 12mm*13mm	参数见后面说明	立/卧式	TDK
6	L3	共模电感器	20mH-UF10.5	参数见后面说明	立式	TDK
7	L4	共模电感器	1mH	参数见后面说明	立式	TDK
8	F1	保险管	T3.15A-250V	圆柱形-慢速熔断型	立式	苏州力特
9	BR	整流桥	KBP307		/	仙童/安森美
10	C1	薄膜电容器	CBB-400V-220nF		立式	厦门法拉
11	C1A	薄膜电容器	CBB-400V-220nF		立式	厦门法拉
12	R19	热敏电阻器	NTC5D-7		/	无锡开元
13	CY1	Y1 电容	2.2nF-AC400V	Y1	/	厦门法拉
14	CY2	Y1 电容	1.5nF-AC400V	Y1	/	厦门法拉
15	T1	变压器	PQ2625	参数见变压器规格书	/	TDK
16	MOS	MOS 管	D7N60C3	T0-220 塑料封装	详见后述	英飞凌
17	D8	二极管	MBR20200CT	加散热器	详见后述	仙童/安森美
18	D3	二极管	BYV26C	正极套一个小磁环	卧式	仙童/安森美
19	C4	铝电解电容器	400V-4.7UF-105°C		立式	上海永铭
20	C5	铝电解电容器	25V-22UF-105°C		卧式	上海永铭
21	C8~C13	铝电解电容器	50V-470UF-105°C	总计 6 个电容	卧式	上海永铭
22	D1	贴片二极管	US1J	SMA 封装	/	仙童/安森美
23	D2	贴片二极管	ES1D	SMA 封装	/	仙童/安森美
24	D6	贴片二极管	1N4148	1206 封装	/	仙童/安森美
25	D4	贴片二极管	P6KE170A	SMB 封装	/	仙童/安森美

驱动评估板物料清单

(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
26	Q	贴片三极管	MMBTA44	SOT23-3 封装	/	仙童/安森美
27	R8	贴片电阻器	0603-470ohm	±1%的精度, 100ppm	/	美隆电子
28	R6	贴片电阻器	0603-10Kohm	±1%的精度	/	美隆电子
29	R7	贴片电阻器	0805-47ohm		/	美隆电子
30	R5	贴片电阻器	0805-51Kohm	±1%的精度	/	美隆电子
31	R4	贴片电阻器	1206-2.00ohm	±1%的精度, 100ppm	/	美隆电子
32	R4A~R4D	贴片电阻器	1206-2.00ohm	±1%的精度, 100ppm	4 个电阻	美隆电子
33	R9A/R20	贴片电阻器	1206-30ohm	±1%的精度	/	美隆电子
34	R9	贴片电阻器	1206-100ohm	±1%的精度	/	美隆电子
35	R11/R12	贴片电阻器	1206-4.3Kohm		/	美隆电子
36	R10	贴片电阻器	1206-15Kohm		/	美隆电子
37	R13/R13A	贴片电阻器	1206-47Kohm		/	美隆电子
38	R3/R3A	贴片电阻器	1206-150Kohm	±1%的精度	/	美隆电子
39	R14/R16	贴片电阻器	1206-620Kohm		/	美隆电子
40	R17/R18	贴片电阻器	1206-750Kohm	±1%的精度, 100ppm	/	美隆电子
41	R1/R2	贴片电阻器	1206-1Mohm		/	美隆电子
42	R15	贴片电阻	1210-30ohm		/	美隆电子
43	C6	贴片电容器	0603-22pF-16V	NPO 或者 X7R	/	三星
44	C3	贴片电容器	0603-1uF-16V	NPO 或者 X7R	/	三星
45	C17	贴片电容器	0805-100pF-250V	NPO 或者 X7R	/	三星
46	C5A/C15/C16	贴片电容器	0805-100nF-50V	NPO 或者 X7R	/	三星
47	C14	贴片电容器	1206-330pF-250V	NPO 或者 X7R	/	三星
48	C2	贴片电容器	1206-1nF-250V	NPO 或者 X7R	/	三星
49	C5B	贴片电容器	1206-2.2uF-25V	NPO 或者 X7R	/	三星
50	IC	集成电路	MT7930	SOP-8 封装	/	美芯晟

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）、接电子负载不能启动等问题

(1) 输出电流计算公式:

输出电流计算公式:

$$I_{LED} = 0.94 * \frac{1}{2} * \frac{N_P}{N_S} * \frac{V_{FB}}{R_S}$$

Np: 变压器初级绕组匝数

Ns: 变压器次级绕组匝数

Vfb: 芯片内部参考电压
恒定为400mV

Rs: 采样电阻, R4||R4A||R4B||R4C

例如, 将本方案的参数代入公式, 有:

Np=29T

Ns=9T

Vfb=0.40V

Rs=0.400ohm

输出电流应该是 1514mA。

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 (R4A、R4B、R4C、R4D), 并按照 (1) 中的公式计算采样电阻的大小;

输出电流向下兼容的范围 (100%, 80%);

增大输出电流的方法: 不能直接减小 R4 (R4A、R4B、R4C、R4D), 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）

DSN 脚的电压达到 3.2V, 芯片判定为开路并进入重启状态;

DSN 脚对 GND 的电阻 R6=10Kohm, 增大 R5, 开路后的输出电压将变高, 反之, 则会降低;

$$R_5 = R_6 * \left(\frac{V_{o_ov} + 0.7}{3.2} * \frac{N_a}{N_s} - 1 \right), \text{ 其中 } V_{o_ov} \text{ 是期望的开路后的输出电压。}$$

(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；

设定该电子负载 CV=16.5V，启动瞬间电源板输出电压会达到 19V；

●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；

设定该电子负载 CV=16.5V，启动瞬间电源板输出电压会达到 24V；

因此，如果 MT7930 的电源驱动板在接电子负载时不能正常启动，可以增大 R5 的阻值（此时的开路输出电压也会被抬高）。

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 (R4A、R4B、R4C)、R17、R18、R8，与输出电流直接相关，应选±1%精度、温漂 100ppm、1206 封装的电阻；
- (2) AC 输入端的工字电感：磁芯外径 12mm，磁芯内径 6mm，磁芯高度 13mm，感量 1.0mH，漆包线外径 0.32mm，匝数 150T，直流铜阻小于 1.0ohm；
- (3) AC 输入端的共模电感：UF10.5，两个绕组，每个绕组电感量 20mH，漆包线外径 0.32mm，匝数 90T，直流铜阻小于 1.8ohm；
- (4) LED 端的共模电感：磁环外径 14mm，内径 9mm，厚度 2.7mm，高度 5.3mm，两个绕组感量 1.0mH（以匝数为准），漆包线外径 0.60mm，匝数 10T；



(2) AC 输入端的工字电感

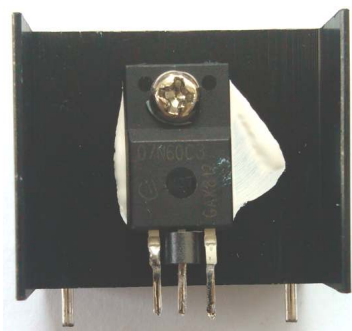


(3) AC 输入端的共模电感



(4) LED 端的共模电感

- (5) MOS 管：需要加散热器，散热器与 MOS 管之间加导热硅脂，并在 Drain 引脚（中间引脚）上串一个小磁环；
- (6) 输出整流二极管：需要加散热器，并在二极管与散热器之间加云母片，散热器与云母片之间加导热硅脂，云母片与二极管之间也要加导热硅脂；散热器的固定螺钉上套一个塑料环（起绝缘作用）；



(5) MOS 管



(6) 输出整流二极管

- (7) 吸收回路的二极管 D3 (BYV26C)：该二极管的正极要套一个小磁环（与 MOS 管 Drain 脚套的磁环相同），以改善 EMI 特性。

(8) 变压器 T1 的参数:

磁芯材料: 锰锌软磁铁氧体材料, 建议为 R2KB、3C90、PC4 及类似系列“功率材料”;

型号: 采用 PQ2625 磁芯, 骨架 6+6 针;

 初级电感量: $L_p=180\mu\text{H}$, 采用磁芯中间磨气隙的方法, 以 $180\mu\text{H}$ 为中心值, 偏差不超过 $\pm 10\%$;

漏感: 尽量小;

绕线参数: 见下表, “引脚”一列, 4 个起始引脚属于同名端;

名称	引脚 (始→终)	Wire \varnothing (mm)	Turns	Material	绕制说明	绕完后加 绝缘胶带	备注
骨架上					绕线前先直接在骨架上加两层胶带	2 层	
Lp-1	4→5	0.37 (外径) *3	20	普通漆包线	3 股线并绕, 绕 2 层	2 层	密绕
La	1→3	0.37 (外径) *3	4	普通漆包线	3 股线并绕, 绕 1 层, 均匀分布	2 层	均绕
Ls	7/9→10/12	0.40 (内径) *4	9	三重绝缘线	4 股线并绕, 绕 2 层	2 层	密绕
shield	3→NC	0.37 (外径) *1	26	普通漆包线	屏蔽绕组, 绕线尾部直接剪断即可	2 层	密绕
Lp-2	5→6	0.37 (外径) *3	9	普通漆包线	3 股线并绕, 绕 1 层	2 层	密绕

外屏蔽铜带: 8mm 宽, 按照右图方式将磁芯粘住, 首尾相连;
并用一根 0.20mm (及以下) 外径的漆包线
将屏蔽铜带与变压器的 3 脚连在一起 (焊接), 如右图;

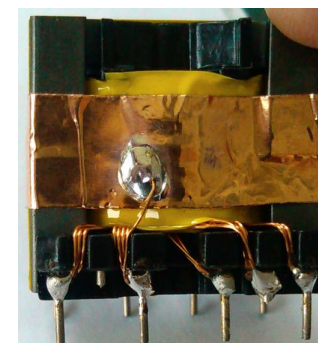
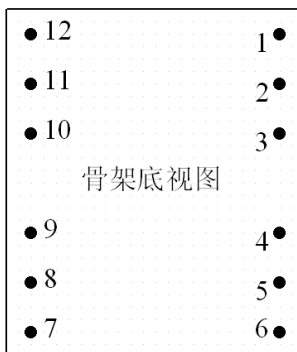
抗电强度 (初级-次级): AC3000V / 60S,

电流小于 1mA;

5 脚绕线后剪短;

成品浸漆。

右图是变压器的引脚号、成品照片。



7. PCB 设计注意事项

PCB 排版中，需要注意的事项有：

- CS 电阻的 GND 与芯片的 GND 应该尽可能的近，地线尽可能的粗；
- 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：MT7930 的 DSN 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；
芯片下面用 GND 或者 Vdd 进行大面积铺铜。
- 传导测试：AC 输入端的两个工字电感不是闭合磁路的电感，如果它们距离很近，所产生的磁力线会互相干扰，导致传导测试不能通过；
因此，这两个工字电感应该尽可能的远，或者一个立式安装、另外一个卧式安装；

8. 其他注意事项

- (1) **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）。
- (2) **效率测试：** 输出电流比较大，负载连接线上的压降不可忽略，应该直接测试电源板输出端的电压；
该方案的输入功率比较大，AC 输入连接线上的功耗不可忽略，应该选择尽量粗的 AC 输入线；
该方案的输出功率比较大，电源板上的元件有一些温升，应该等到电源板工作 30 分钟后（电源板上的元件温度稳定）再测效率。
用 LED 灯测试时的效率会比用电子负载测出的效率高 1 个百分点左右，测试效率时尽量使用 LED 负载。
- (3) **短路试验：** 该方案中，输出电解电容的总容量为 2820uF，如果在电源板正常工作中进行短路试验，可能会出现比较大的火花，有危险；
因此，建议先使用一个 5W-100ohm 左右的水泥电阻给输出端放电，然后短路输出短，再上电测试；
另外，短路时，尽量采用短而粗的短路线；
短路后，AC 功率计上显示的输入功率的瞬时值可能达到 8W，这点没有影响，平均输入功率是小于 2W 的。

详细的产品信息及样品请求，请联系：

美芯晟科技（北京）

北京市海淀区知春路 106 号
中关村皇冠假日酒店写字楼 1006
Tel: 86-10-62662828
Fax: 86-10-62662951

Web: www.maxictech.com

E-mail: sales@maxictech.com

美芯晟科技（深圳）

深圳市福田区财富广场 B 座 25BC
Tel: 86-755-83021778
Fax: 86-755-83021336

美芯晟科技（苏州）

江苏省苏州市苏州工业园区星湖街 328 号
创意产业园 3-B503 单元
邮编: 215021
Tel: 0512-62958262