

基于 EG6599+EG4328
LLC 半桥谐振电源方案说明书
——60V12A 铅酸电池充电器方案

版本变更记录

版本号	日期	描述
V1.0	2019 年 06 月 13 日	基于 EG6599+EG4328 半桥谐振电源方案说明书

目 录

1	方案特性	1
2	应用领域	1
3	效率测试	2
3.1	输入 DC	2
3.1.1	效率曲线	2
3.1.2	最高效率点现场图	2
3.2	输入 AC220V	3
3.2.1	效率曲线	3
3.2.2	最高效率点现场图	3
4	方案图片	4
4.1	PCBA 图	4
5	LLC 半桥谐振拓扑原理说明	4
6	方案原理图及工作原理描述	5
6.1	LLC 频率设置	6
6.2	恒压输出设置	6
6.3	浮充电压设置	6
6.4	输出电流设置	6
6.5	转灯和风扇开启电流设置	6
7	方案 PCB	7
7.1	元器件位图以及走线图	7
7.1.1	底板	7
7.1.2	辅助电源	7
8	方案板元器件列表	8
8.1	BOM 表	8
8.2	关键元器件选型	10
8.2.1	开关 MOS 管	10
8.2.2	变压器	10

60V12A 铅酸电池充电器方案说明书

1 方案特性

- 前级采用高压谐振变换器控制芯片 EG6599
- 后级采用可编程电源管理芯片 EG4328
- 输入电压范围：AC 220±10%
- 恒流输出：12.0A±1A （可定制）
- 恒压输出：DC73.5V±0.2V （可定制）
- 浮充电压：DC68.8V±0.2V（可定制）
- 转灯电流：2A±0.1A （可定制）
- 智能化充电管理，多重定时控制，可以防止电池过充
- 充电智能温度控制，高温充电功率智能下降，更好的保护充电器
- 可定制为锂电池充电器
- 输出短路保护反接保护
- LED 充电指示灯、12V 风扇接口
- PCBA 尺寸：L163.5mm × W105.5mm × H55mm

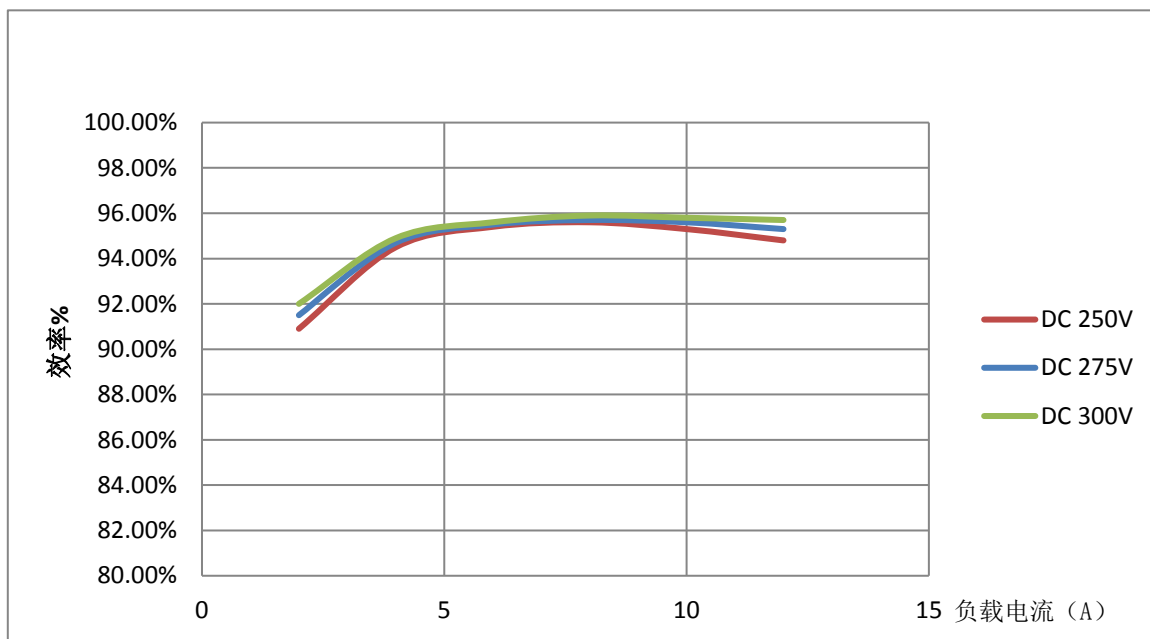
2 应用领域

- 电动三轮车充电器
- 电动四轮车充电器

3 效率测试

3.1 输入 DC

3.1.1 效率曲线



备注：输入 DC 电压接输入电解电容两端。

3.1.2 最高效率点现场图

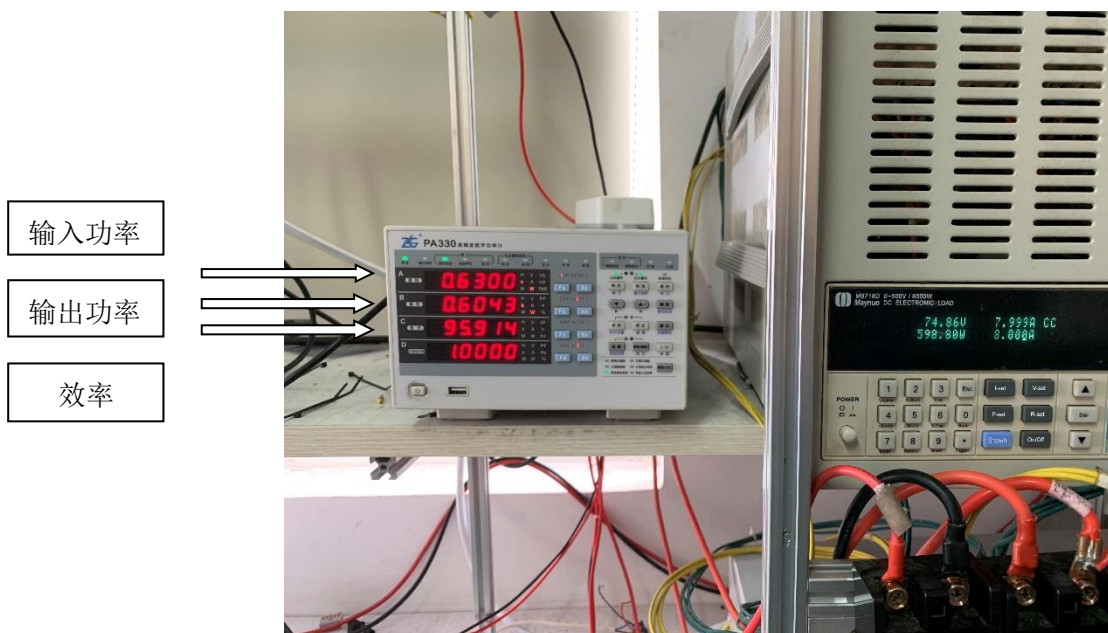
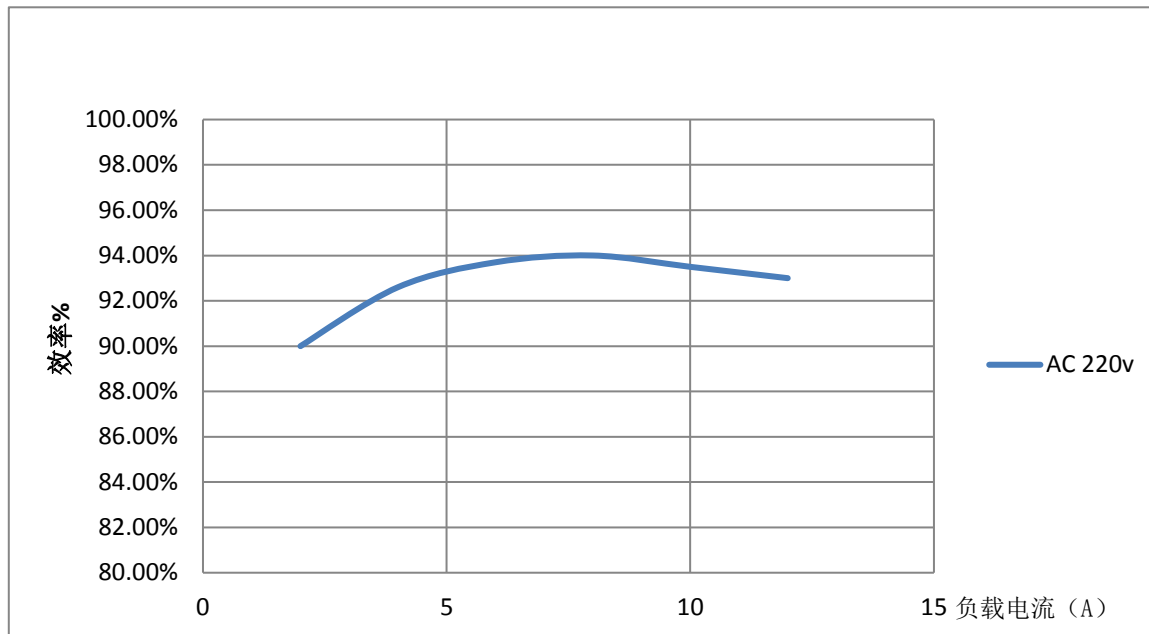


图 3-1 负载 8A 效率现场图

注：效率=输出功率/输入功率。

3.2 输入 AC220V

3.2.1 效率曲线



3.2.2 最高效率点现场图

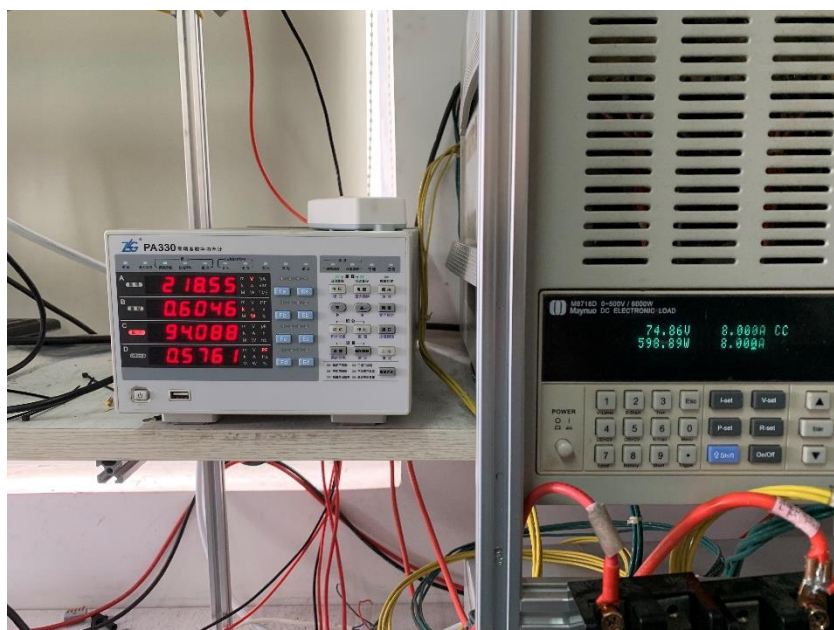


图 3-2 负载 8A 效率现场图

注：AC220V 时，由于输入电压不稳定，测试数据波动，所以取平均值记录。

4 方案图片

4.1 PCBA 图

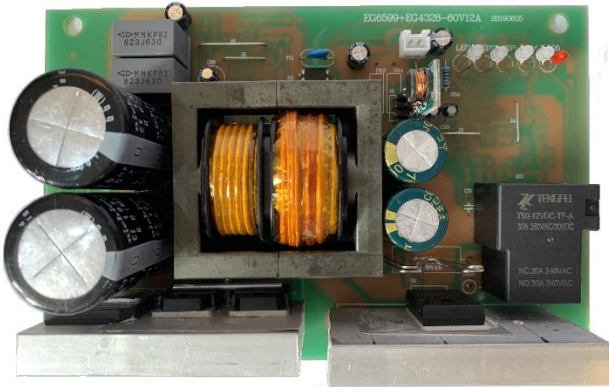


图 4-1 正面图

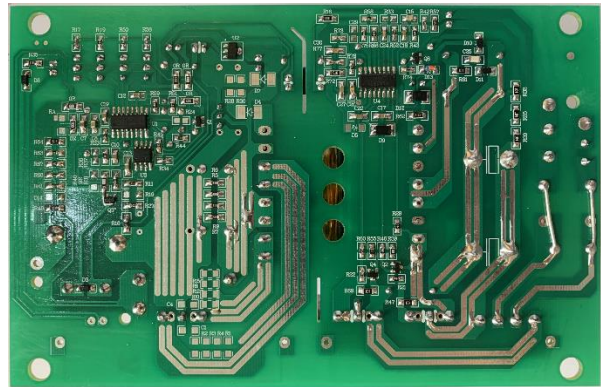


图 4-2 背面图

5 LLC 半桥谐振拓扑原理说明

本方案的拓扑为 LLC 半桥谐振结构。

前级采用 EG6599 LLC 控制芯片，使得前级半桥 MOS 管 Q1 Q2 全程工作在软开关状态，大大降低了 Q1、Q2 的开关损耗，整机具有优良的 EMI 特性。

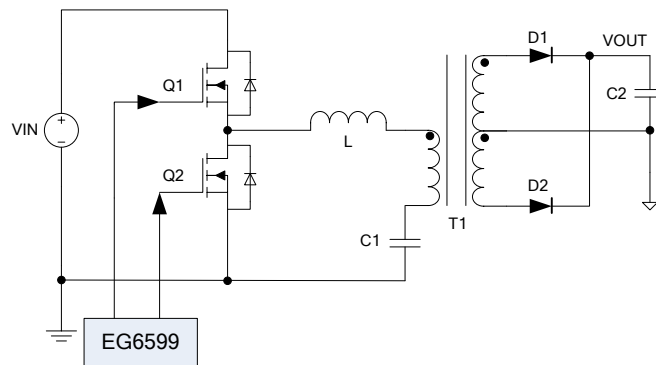


图 5-1. LLC 半桥谐振变换器

6 方案原理图及工作原理描述

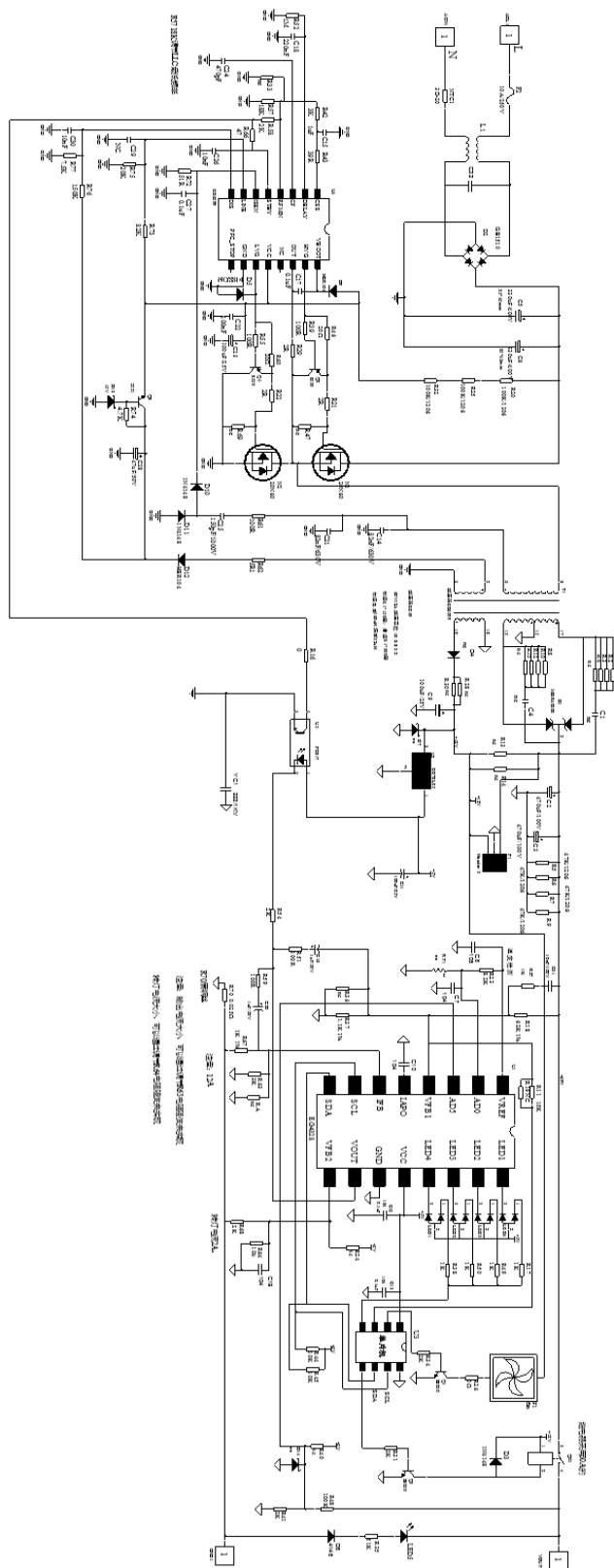


图 6-1. 60V12A LLC 半桥谐振方案应用电路图

6.1 LLC 频率设置

LLC 频率由 EG6599 的 3 脚 CF 电容以及 4 脚外置电阻确定的。如图 6-1 所示，频率：

$$\text{最低频率 } F_{\min} = 1 / (3 * C24 * R57)$$

$$\text{最高频率 } F_{\max} = 1 / (3 * C24 * R57 || (8 * R58 / 3))$$

如图 6-1 所设置参数， $F_{\min} = 1 / (3 * 470\text{pF} * 18\text{k}) = 39.4\text{KHZ}$ ， $F_{\max} = 1 / (3 * C24 * R57 || (8 * R58 / 3)) = 173.2\text{KHZ}$ 。

6.2 恒压输出设置

恒压输出同过分压电阻到 EG4328 的 VFB1 引脚（4 脚）上，而内部误差放大器基准电压为 1.2V。如图 6-1 所示，则输出电压：

$$V_{\text{out}} = (1 + R18 / (R37 // R11)) * 1.2\text{V}$$

如需设置输出电压到 73.8V，可设定 R18 为 62K，R37 为 1.1K，R37 为 15K，最高输出电压

$$V_{\text{out}} = (1 + 62 / (1.1 // 15)) * 1.2\text{V} = 73.8\text{V}。$$

6.3 浮充电压设置

浮充阶段时，MCU 的 3 号脚输出高阻态，R11 相当于悬空，输出电压同过分压电阻到 EG4328 的 VFB1 引脚（4 脚）上，而内部误差放大器基准电压为 1.2V。如图 6-1 所示，则浮充电压：

$$V_{\text{out}} = (1 + R18 / R37) * 1.2\text{V}$$

如需设置输出电压到 68.8V，可设定 R18 为 62K，R37 为 1.1K，输出电压 $V_{\text{out}} = (1 + 62 / 1.1) * 1.2\text{V} = 68.8\text{V}$ 。

6.4 输出电流设置

EG4328 的输出电流由 IFB 引脚上的两个分压电阻进行设定，内部电流误差放大器基准电压为 235mV。如图 6-2 所示，则输出电流：

$$I_{\text{out}} = ((1 + R67 / R63) * 235\text{mV}) / R70$$

如图 6-2 所设置电流参数，R67 为 1K，R63 为 3K，输出电流 $I_{\text{out}} = ((1 + 1 / 3) * 235\text{mV}) / 25\text{m}\Omega = 12.5\text{A}$ 。

6.5 转灯和风扇开启电流设置

风扇开启电流由 EG4328 的 VFB2 引脚上的几个电阻进行设定，内部电压比较器基准电压为 40mV。如图 6-1 所示，转灯和风扇开启电流：

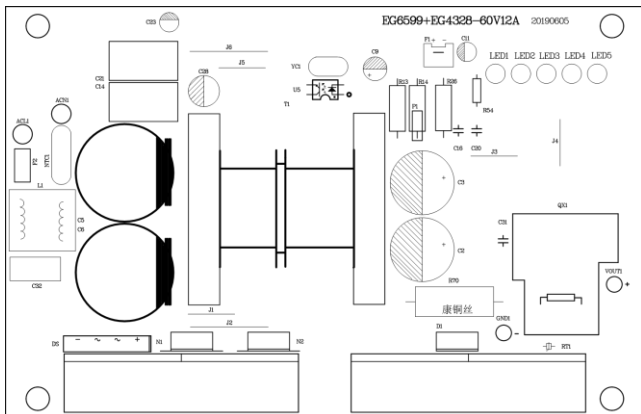
$$I_{\text{fon}} = (1 + R68 / R64) * 40\text{mV} / R70$$

如图 6-1 所设置电流参数，R68 为 2K，R64 为 10K，风扇开启电流 $I_{\text{fon}} = ((1 + 2 / 10) * 40\text{mV}) / 25\text{m}\Omega = 1.92\text{A}$ 。

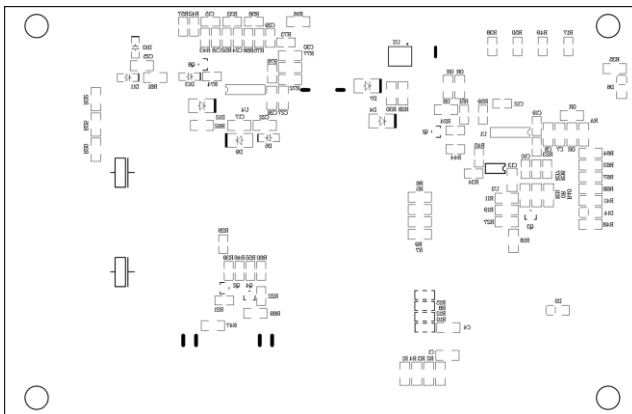
7 方案 PCB

7.1 元器件位图以及走线图

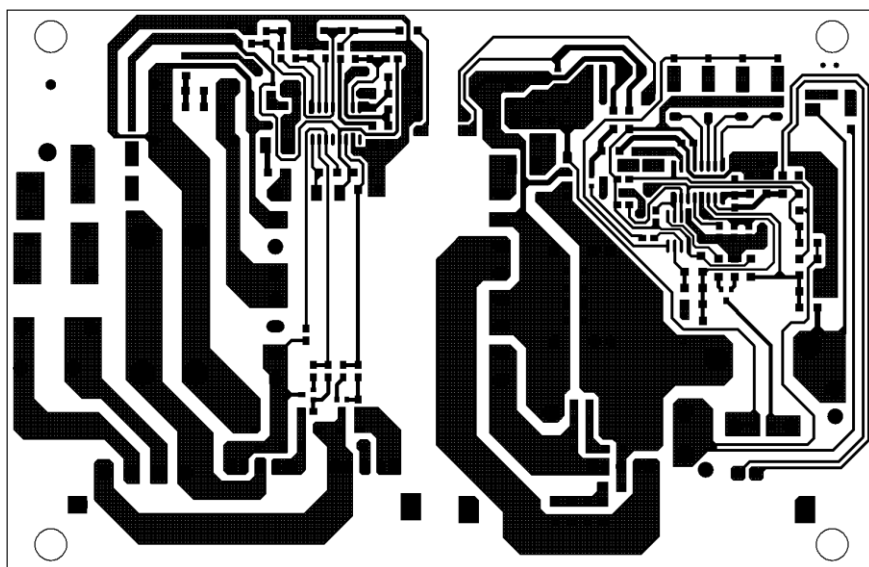
7.1.1 底板



7-1. Top 层位图

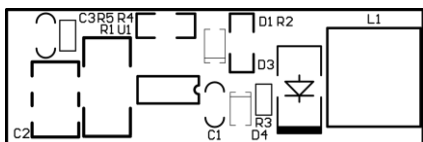


7-2. Bottom 层位图



7-3. Bottom走线图

7.1.2 辅助电源



7-4. Top 层位图



7-5. Top 走线图



7-6. Bottom 走线图

8 方案板元器件列表

8.1 BOM 表

序号	标号	规格参数	封装	数量	描述	供应商
1	R70	25mR 1%		1	康铜丝	
2	R16	0R 5%	SMD1206	1	贴片电阻	
3	R21,R22,R29	2R 5%	SMD0805	3	贴片电阻	
4	R62	5.1R 5%	SMD1206	1	贴片电阻	
5	R46,R60	20R 5%	SMD0805	2	贴片电阻	
6	R43	39R 5%	SMD0805	1	贴片电阻	
7	R66	47R 5%	SMD0805	1	贴片电阻	
8	R72	51R 5%	SMD1206	1	贴片电阻	
9	R39,R51,R55,R59	100R 5%	SMD0805	4	贴片电阻	
10	R61	100R 5%	SMD1206	1	贴片电阻	
11	R67	1K 1%	SMD1206	1	贴片电阻	
12	R17, R27, R38, R49, R50	1K 5%	SMD0805	5	贴片电阻	
13	R37	1.1K 1%	SMD0805	1	贴片电阻	
14	R31, R41, R68	2K 5%	SMD1206	3	贴片电阻	
15	R34, R58	2K 5%	SMD0805	2	贴片电阻	
16	R63	3K 5%	SMD1206	1	贴片电阻	
17	R42	3K 5%	SMD0805	1	贴片电阻	
18	R74	4.7K 5%	SMD0805	1	贴片电阻	
19	R77	7.5K 5%	SMD1206	1	贴片电阻	
20	R23	8.2K 5%	SMD0805	1	贴片电阻	
21	R64	10K 5%	SMD1206	1	贴片电阻	
22	R44, R45	10K 5%	SMD0805	2	贴片电阻	
23	R11	15K 5%	SMD0805	1	贴片电阻	
24	R57	18K 5%	SMD0805	1	贴片电阻	
25	R75	20K 5%	SMD0805	1	贴片电阻	
26	R35	51K 5%	SMD1206	1	贴片电阻	
27	R21, R30	62K 1%	SMD1206	2	贴片电阻	
28	R73	82K 5%	SMD0805	1	贴片电阻	
29	R20,R25,R32,R47,R48,R69	100K 5%	SMD1206	6	贴片电阻	
30	R76	150K 5%	SMD0805	1	贴片电阻	
31	R52	1M 5%	SMD0805	1	贴片电阻	
32	R54	2K 5%		1	插件电阻	
33	RT1	10K		1	插件热敏	
34	C25	150pF/1000V	SMD1206	1	贴片电容	
35	C24	470pF	SMD0805	1	贴片电容	
36	C26,C30	10nF	SMD1206	2	贴片电容	

37	C7,C13,C17,C22,C27	0.1uF	SMD1206	5	贴片电容	
38	C10,C12,C19	0.1uF	SMD0805	3	贴片电容	
39	C8	1uF	SMD1206	1	贴片电容	
40	C15	1uF	SMD0805	1	贴片电容	
41	C9,C11,C23	100uF/25V	插件电解电容	3	插件电解电容	
42	C16,C20	1uF/50V	插件电解电容	2	插件电解电容	
43	C28	10uF/50V	插件电解电容	1	插件电解电容	
44	C2, C3	470uF/100V	插件电解电容	2	插件电解电容	
45	C5, C6	330uF/400V	插件电解电容	2	插件电解电容	
46	C14, C21	82nF/630V	CAP_TH_15mm	2	谐振电容	
47	YC1	102/1KV	CY-7.5mm	1	瓷片电容	
48	D3,D10,D11	1N4148	SOD123	3	贴片二极管	
49	D9,D12	HER104	SMA	2	贴片二极管	
50	Q1, Q3	8050	SOT23	2	贴片三极管	
51	Q2, Q4	8550	SOT23	2	贴片三极管	
52	Q8	5551	SOT23	1	贴片三极管	
53	U1	EG4328	SOP-16	1		屹晶微
54	U2	EG7805	SOT89	1		屹晶微
55	U3	MCU	SOP-8	1		屹晶微
56	U4	EG6599	SOP-16	1		屹晶微
57	U5	PC817	DIP-4	1	光耦	
58	D1	MBR40200	TO247	1	肖特基二极管	
59	D2	GB1510		1	整流桥	
60	N1,N2	CS30N50	TO247	2	MOS 管	
61	F2	10A/250V		1	保险丝	
62	NTC1	3D-20		1	热敏电阻	
63	QX1	T90-12V30A		1	继电器	
64	T1	ER49		1	变压器	
65	F1			1	风扇	
66	P1	EG1187 电源板		1	辅助电源	
67	LED1-4			4	双色灯	
68	LED5			1	红色灯	

8.2 关键元器件选型

8.2.1 开关 MOS 管

N1、N2 这 2 个 MOS 管特性对整机的转换效率有明显影响，要选择导通内阻小，电流余量大的 MOS 管。

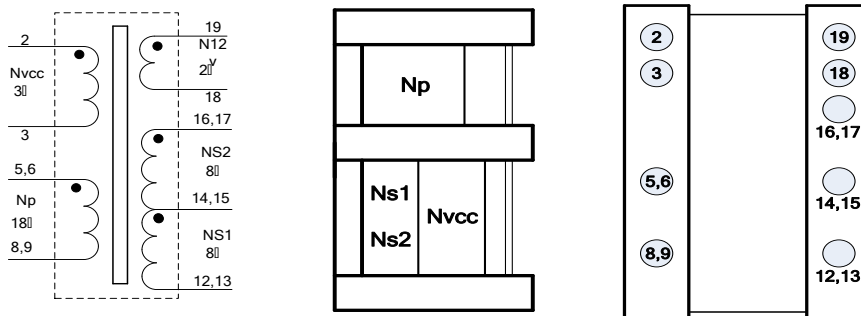
8.2.2 变压器

● 绕线图

Core: EC49

材料: PC40

骨架: ER49 骨架双槽卧式



● 绕线数据

序号	名称	规格	方向	匝/层数	备注
1	Np, 初级绕组	$\phi 0.1\text{mm} \times 150$ 股	8-6	18TS	密绕
2	绝缘胶纸	3M	--	3 层	
3	Ns1, 次级绕组	$\phi 0.1\text{mm} \times 250$ 股	13-15	8TS	密绕
4	绝缘胶纸	3M	--	3 层	
5	Ns2, 次级绕组	$\phi 0.1\text{mm} \times 250$ 股	15-17	8TS	密绕
6	绝缘胶纸	3M	--	3 层	
7	Nvcc, 初级辅助绕组	$\phi 0.7\text{mm}$	3-2	3TS	密绕
8	绝缘胶纸	3M	--	3 层	
9	N12v, 次级辅助绕组	$\phi 0.7\text{mm}$	18-19	2TS	密绕
10	绝缘胶纸	3M	--	3 层	
11	Np: 初级电感量 170uH, 漏感 33uH。				
12	绝缘电压要求:初、次级间的耐压>2.5KV, 线包与磁芯的耐压要求>2.5KV。				

