

EGD1000W_V2 逆变器 Demo 板说明书

基于 EG8025 正弦波逆变器方案



版本变更记录

版本号	日期	描述
V1.0	2019 年 12 月 12 日	初稿

目 录

1. 描述	1
2. 获取 Demo 板	2
2.1 获取方法	2
2.2 用途	2
2.3 技术支持	2
3. EGD1000W_V2 Demo 板图片	3
4. EGD1000W_V2 Demo 板效率曲线图	4
5. EGD1000W_V2 Demo 板的工作原理	5
5.1 结构概述	5
5.2 整机工作原理描述	5
6. EGD1000W_V2 Demo 板整机原理图	7
6.1 EGD1000W_V2 功率板原理图	7
6.2 EGT003_24/48/60V 控制板原理图	9
6.3 EGS005 控制板原理图	10
7. EGD1000W_V2 Demo 板的 PCB	11
7.1 EGD1000W_V2 功率底板元器件位图	11
7.2 EGD1000W_V2 功率底板 PCB 走线图	12
7.3 EGS005 元器件位图	13
7.4 EGS005 PCB 走线图	14
7.5 EGT003_24/48/60V 全桥前级驱动板元器件位图	15
7.6 EGT003_24/48/60V 全桥前级驱动板 PCB 走线图	16
8. 变压器参数	17
8.1 变压器绕制示意图	17
9. 方案板元器件列表	18
9.1 EGD1000W_V2 功率底板 BOM 表	18
9.2 EGT003_24V 控制板 BOM 表	20
9.3 EGS005 控制板 BOM 表	21

1. 描述

EGD1000W_V2 这款逆变器是基于 EG8025 SPWM 专用芯片而设计的 Demo 方案。其额定的输出功率为 1000 瓦，最大输出功率为 1200 瓦，输出电压为 $220V \pm 2\%$ ，输出频率为 $50Hz \pm 0.1Hz$ ，额定输出电流为 4.6 安培。

该逆变器具有以下保护功能：

■ 逆变器保护功能：

- 直流母线电压过压和欠压保护
- 输出过载保护
- 输出过流保护
- PCB 过温保护和 IGBT 过温保护
- 输出短路保护

该逆变器通过串口可设置或读取以下参数：

■ 串口通讯可设置参数：

- 50Hz 纯正弦波固定频率
- 60Hz 纯正弦波固定频率
- 交流输出电压
- 温度保护值
- 额定功率保护值
- 额定电流保护值
- 故障复位

■ 串口通讯可读参数：

- 交流输出电压
- 交流输出频率
- 交流输出功率
- 交流输出电流
- 交流输出 PF 值
- 直流母线电压
- 故障代码

2. 获取 Demo 板

2.1 获取方法

- 在淘宝网上搜索“屹晶微电子”店铺，在店铺里查找“EGD1000W_V2”。
- 直接点击以下链接：
<https://item.taobao.com/item.htm?spm=a230r.1.14.8.614e559eLBfhKi&id=610762221225&ns=1&abbucket=5#detail>

2.2 用途

- 此正弦波逆变器的裸板主要是针对前期少量阶段客户，买裸板后，只要配上风扇、外壳、线束、包装等，就能很快将产品投入市场。

2.3 技术支持

- 从屹晶微公司淘宝样品店或官网上购买的 EGD1000W_V2 逆变器，屹晶微提供完善的技术支持，非正规渠道或盗版的产品一律不提供技术支持。
技术支持电话: 0576-88205536
技术支持 Q Q: 1027081391
公司网址: www.egmicro.com

3. EGD1000W_V2 Demo 板图片

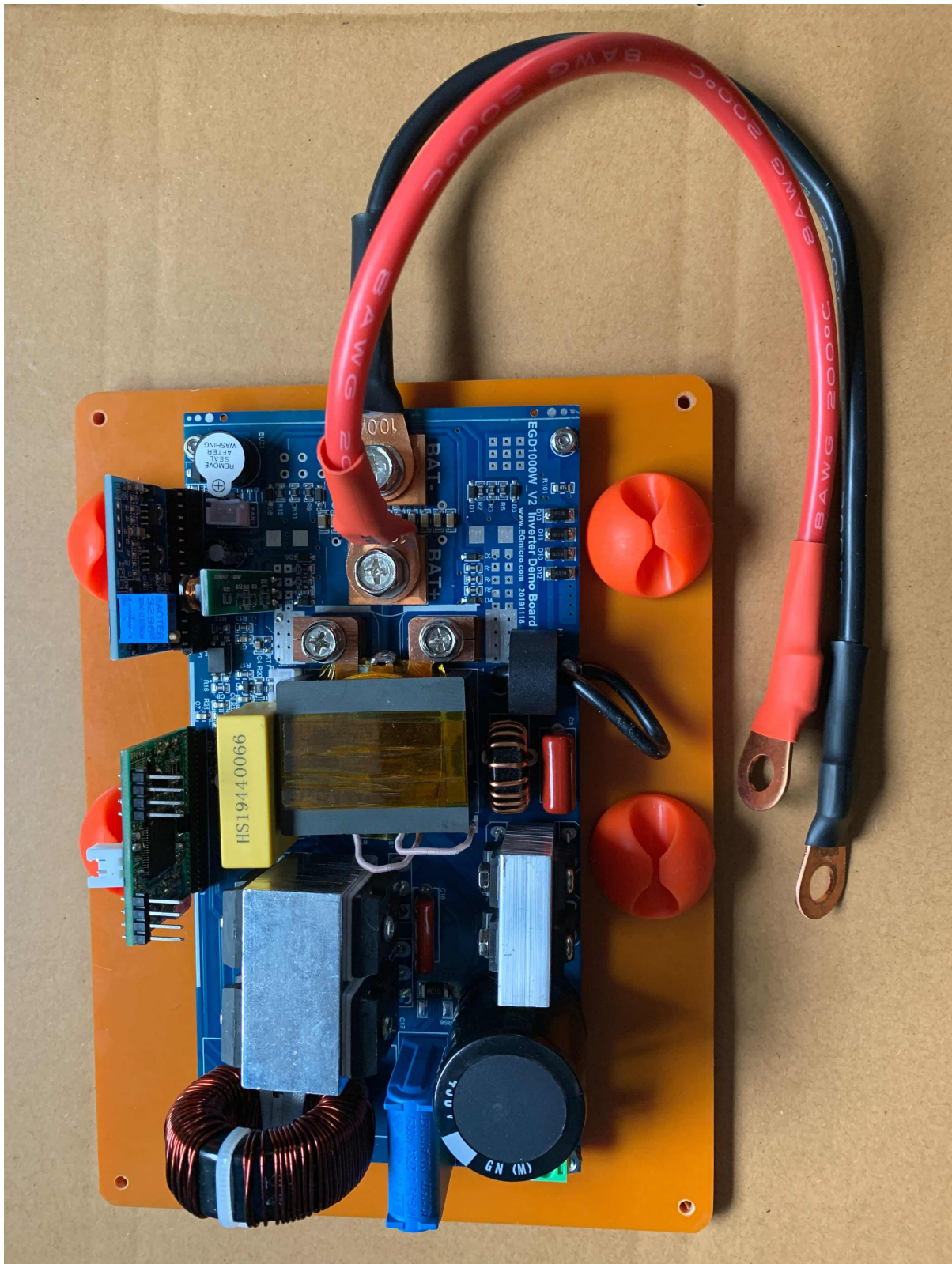


图 3-1. EGD1000W_V2 Demo 板实物图

4. EGD1000W V2 Demo 板效率曲线图

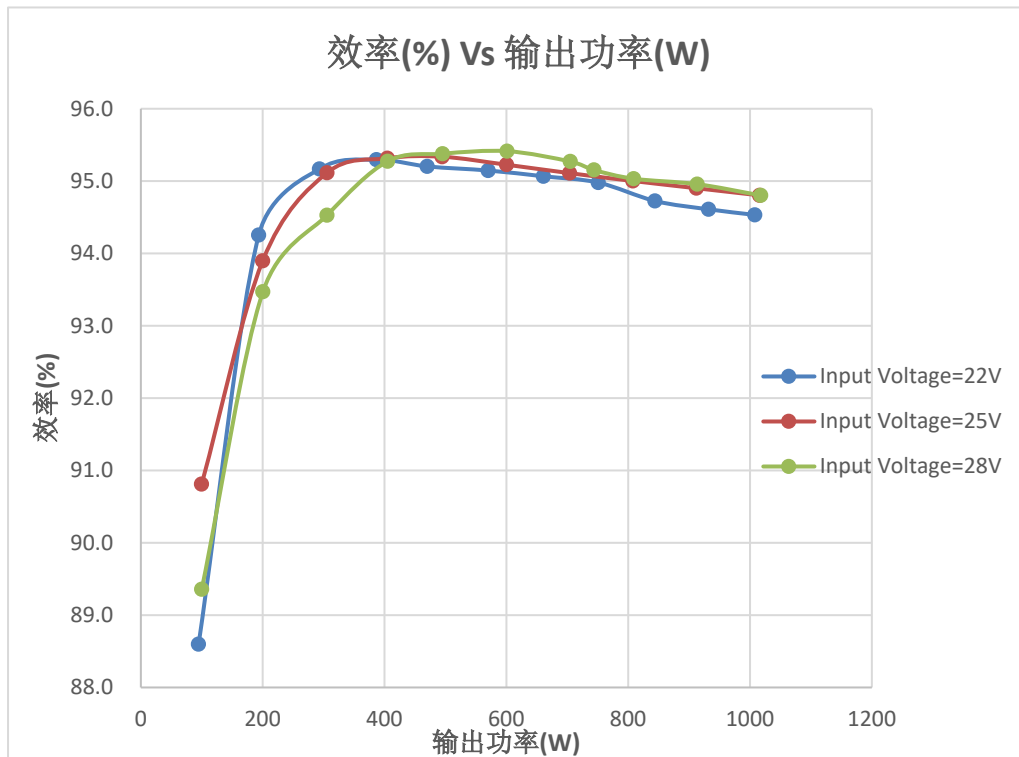


图 4-1. EGD1000W_V2 Demo 板效率曲线图

5. EGD1000W V2 Demo 板的工作原理

5.1 结构概述

该方案为 DC-DC-AC 两级功率变换结构，前级为隔离 DC-DC 升压电路，采用了 EGT003 前级全桥准谐振升压的驱动模块，DC-DC 升压变换结构如图 5-1，将蓄电池直流 24V 或 48V 转换到 310V~400V 高压直流母线电压，后级为 DC-AC 全桥变换器，采用了 EGS005 电流模式的 SPWM 驱动模块，将高压直流母线电压转换到 220VAC 的纯正弦波电压，能实现空载波形失真率小于 1.5%、满载波形失真率小于 3%和高精度输出电压的特性，能满足逆变器行业的波形要求。

5.2 整机工作原理描述

传统的逆变器，由于开关频率主要被开关管的开关损耗限制，开关频率一般都在 30KHz~40KHz 之间，导致所选的功率器件尺寸比较大，很难实现高效率及小体积的变换器。

在 EGD1000W_V2 逆变器中，屹晶微公司采用了专有的软开关技术，该技术是准谐振的软开关全桥电路，具有开关频率高达 70KHz，变换器体积小，功率 MOS 管开关损耗小、效率高，成本低等优点，每个 PWM 周期里都使功率 MOS 管工作在零电流（ZCS）开启和关断模式，大大降低了开关管的发热量，同时也设计为满载 1000W 时无需外加散热片为目的，在逆变器市场上是前所未有的、完全创新的设计。现将结构描述如下：

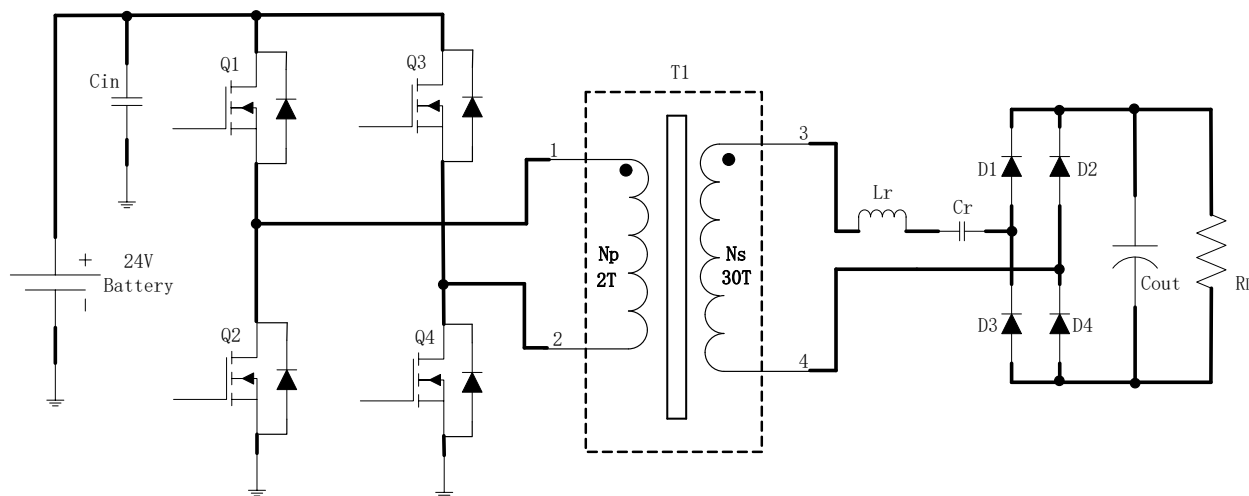


图 5-1. 全桥准谐振原理图

图 5-1 为全桥准谐振 DC/DC 变换器原理图，直流 24V 蓄电池电压通过 C_{in} 滤波电容连接到全桥 MOS 管 Q1 和 Q3 的 D 端， C_{in} 滤波电容采用了多个 MLCC 低 ESR 的电容并联，Q1、Q2 和 Q3、Q4，驱动信号为频率 70KHz、占空比为 50%、上下管死区为 500ns 的 PWM 互补信号，谐振电路器件由 L_r ， C_r 组成串联谐振，调试时调整 PWM 频率使其对应到 L_r ， C_r 谐振点上，目的使其 Q1 和 Q2 能实现 ZCS 开启和关断，输出桥式整流由 D1、D2、D3、D4 组成，经 C_{out} 大电容滤波后得到较平滑的高压直流电压。直流 24V 升压到 360V 左右的高压，主要由变压器的匝比来完成，合理设计变压器的匝比，使变换器工作在开环模式，来实现控制逻辑最简化。

为了更好的理解全桥准谐振电路的工作原理，现将 Q1、Q2 和 Q3、Q4 实现零电流开启和关断的过程描述如下：结合图 5-1 的原理图，谐振电路由 L_r 和 C_r 组成串联谐振，谐振频率根据公式 $f=1/[2\pi\sqrt{(L_rC_r)}]$ ，其中 L_r 是包括变压器的漏感。

图 5-2 为 Q1、Q2 和 Q3、Q4 工作在软开关全桥模式下工作波形，“G1 on Q1”信号为 Q1 MOS 管的门极波形，“G2 on Q2”信号为 Q2 MOS 管的门极波形，“G3 on Q3”信号为 Q3 MOS 管的门极波形，“G4 on Q4”信号为 Q4 MOS 管的门极波形，Q1、Q2 和 Q3、Q4 为频率 70KHz，占空比为 50%，死区为 500ns 的 PWM 互补信号。假设正周期 Q1、Q4 的门极为高电平使其导通，24V 电源将通过 Q1 和 Q4 加在 T1 变压器的 NP 绕组两端，变压器的 NS 两端将产生 $24V \times N$ 倍的电压（ N 为变压器匝比），由变压器的同名端可知，NS 的电压将通过 L_r 、 C_r 、D1 和 D4 提供给负载，当电流流过 L_r 和 C_r 时，谐振电流将按正弦规律变化，此电流对应到变压器的初级电流如图 5-2 所示的“ $I_n(p)$ ”电流波形的正半周，“D2 on Q2”信号为 Q2 MOS 管的漏极波形，从图 2-2 中可以看出 Q1 和 Q2 的开启和关断都工作在零电流模式下。同理负周期 Q3 和 Q2 的门极为高电平使其导通，24V 电源将通过 Q3 和 Q2 加在 T1 变压器的 NP 绕组两端，变压器的 NS 两端将产生 $24V \times N$ 倍的电压（ N 为变压器匝比），由变压器的同名端可知，NS 的电压将通过 L_r 、 C_r 、D2 和 D3 提供给负载，当电流流过 L_r 和 C_r 时，谐振电流将按正弦规律变化，此电流对应到变压器的初级电流如图 2-2 所示的“ $I_n(p)$ ”电流波形的负半周，“D4 on Q4”信号为 Q4 MOS 管的漏极波形，从图 5-2 中可以看出 Q3 和 Q4 的开启和关断都工作在零电流模式下。

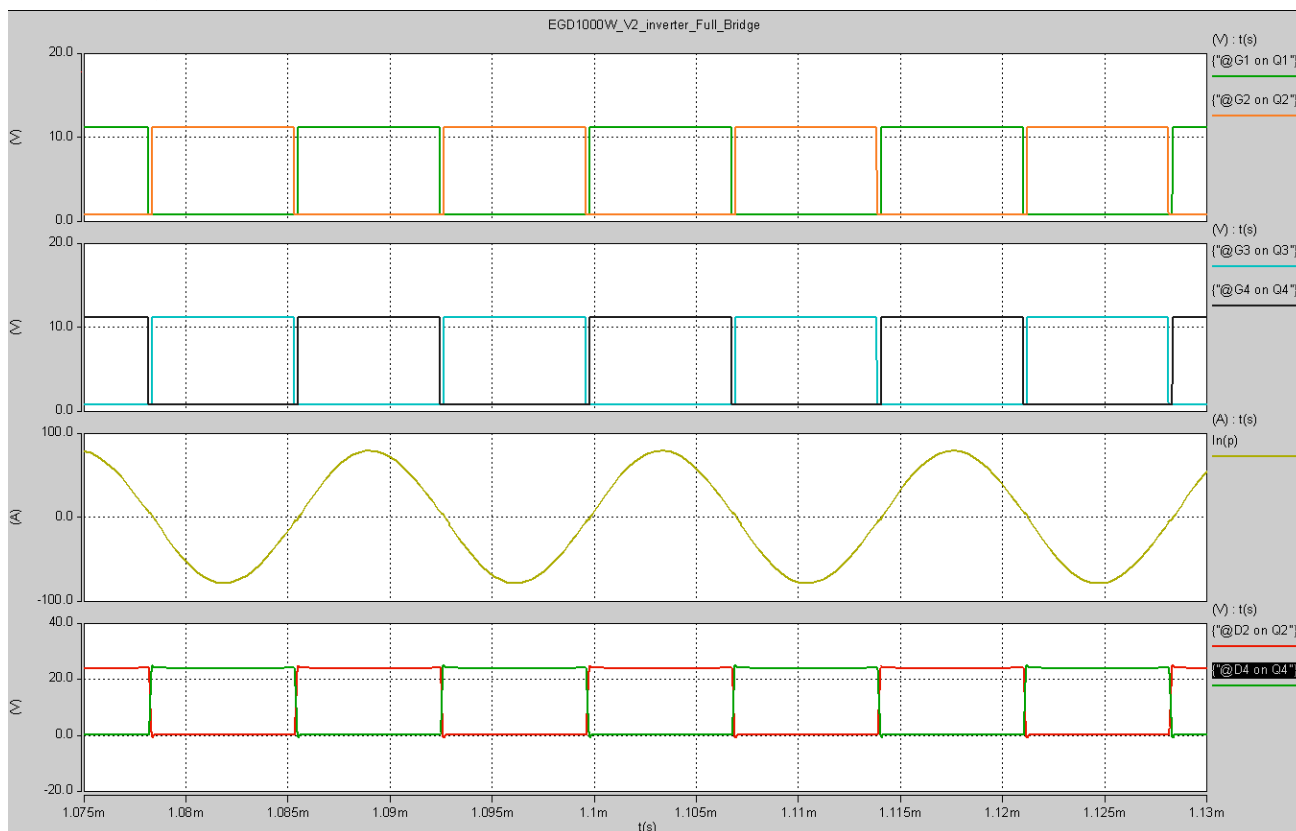


图 5-2. Q1 and Q2, Q3 and Q4 ZCS 谐振时的波形图

传统逆变器的 DC/AC 变换器一般都采用电压模式的 SPWM 控制方式作为主控，开关频率一般都在 20KHz 左右，导致所选的 LC 滤波电感感量比较大，重负载时电感容易饱和。在 EGD1000W_V2 的 Demo 板上，DC/AC 级是采用 EGS005 电流模式的 SPWM 控制方式，该模块采用中间对齐 PWM 调制方式，调制频率为 20KHz，此调制方式的优点是 H 桥上开关管的频率为 20KHz，输出电感和输出电容上的开关频率是 PWM 频率的二倍（40KHz），跟传统逆变器的单极性或双极性调制方式相比，在相同功率下，MOS 管或 IGBT 管上的开关损耗相同，作用在输出电感和电容上的频率是传统的 2 倍，这种调制方式可以降低电感的体积和线径，同时采用了电流模式的 SPWM 控制方式后，能提高带感性及容性负载能力。

6. EGD1000W V2 Demo 板整机原理图

6.1 EGD1000W_V2 功率板原理图

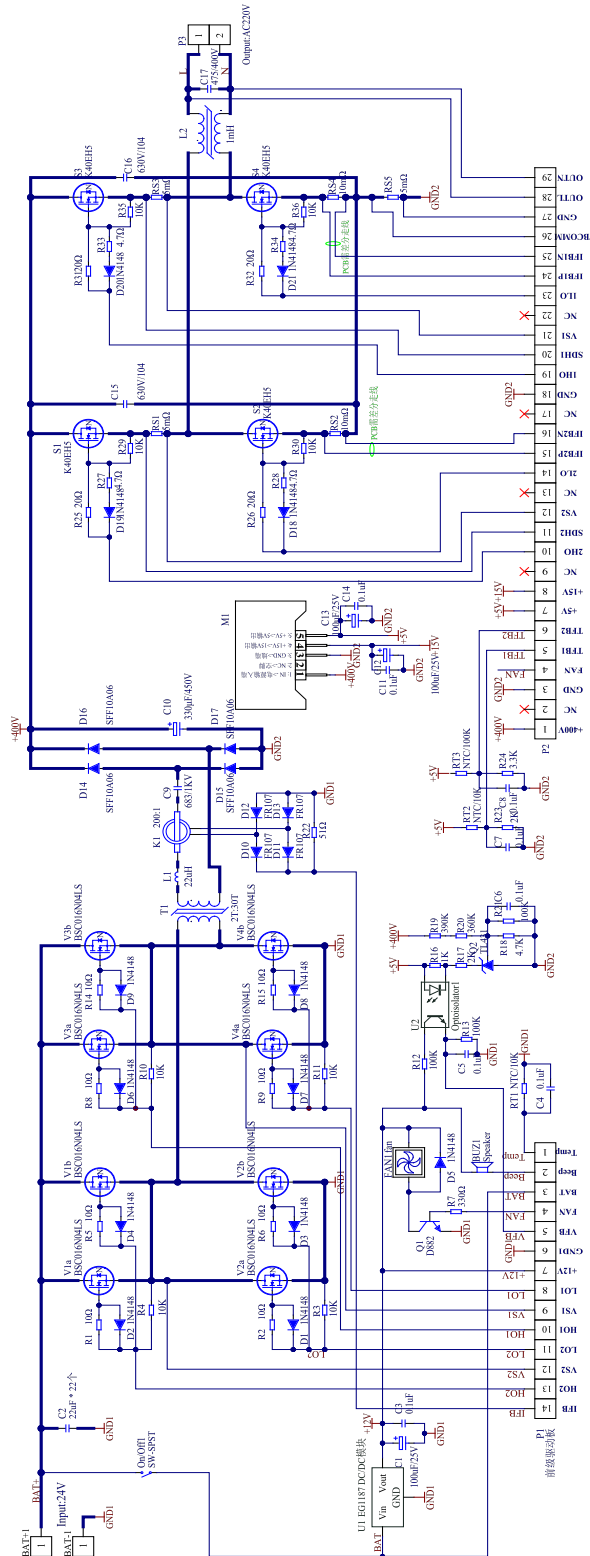


图 3-1. 24V/1000W 功率底板原理图

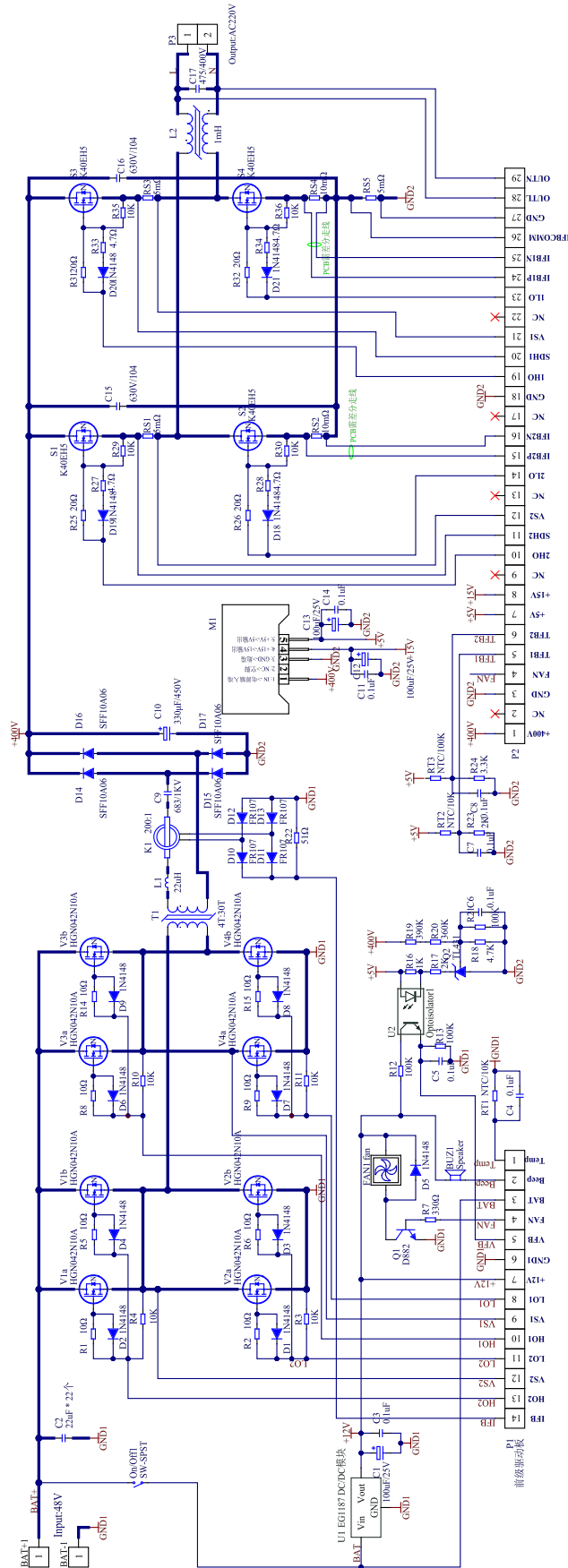


图 3-2. 48V/1000W 功率底板原理图

6.2 EGT003_24/48/60V 控制板原理图

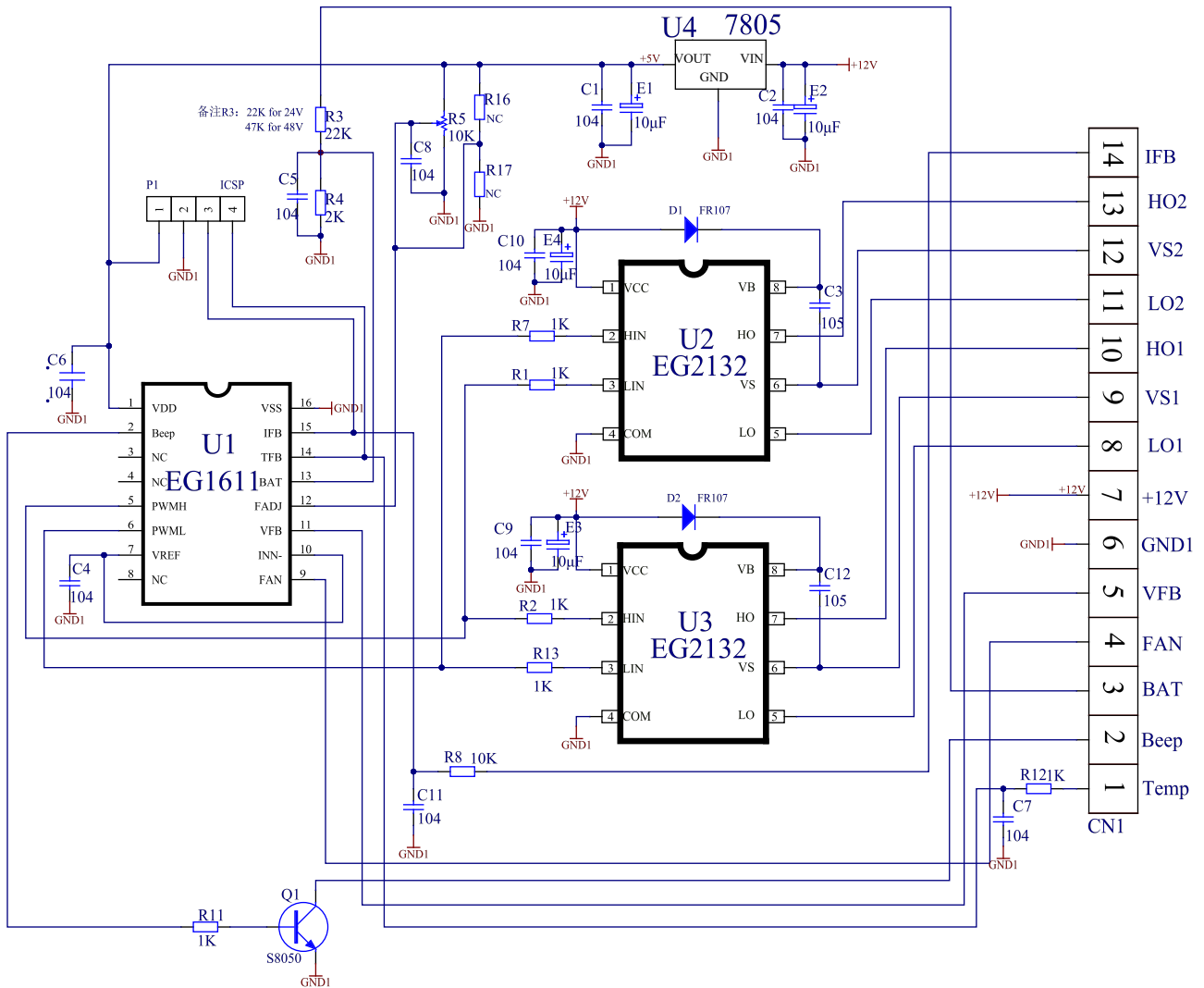


图 3-2. EGT003_24/48/60V 控制板原理图

6.3 EGS005 控制板原理图

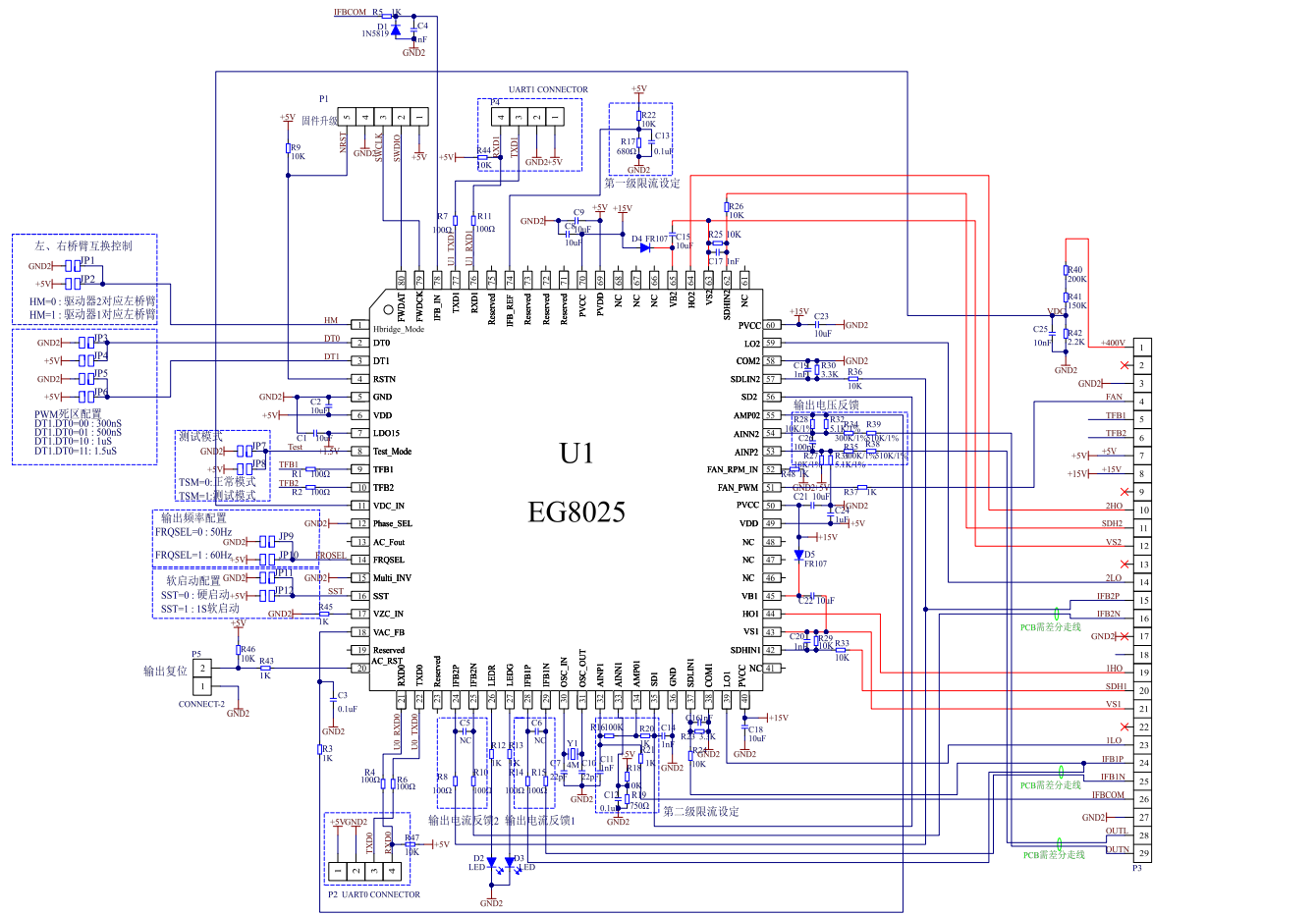


图 3-3. EGS005 控制板原理图

7. EGD1000W_V2 Demo 板的 PCB

7.1 EGD1000W_V2 功率底板元器件位图

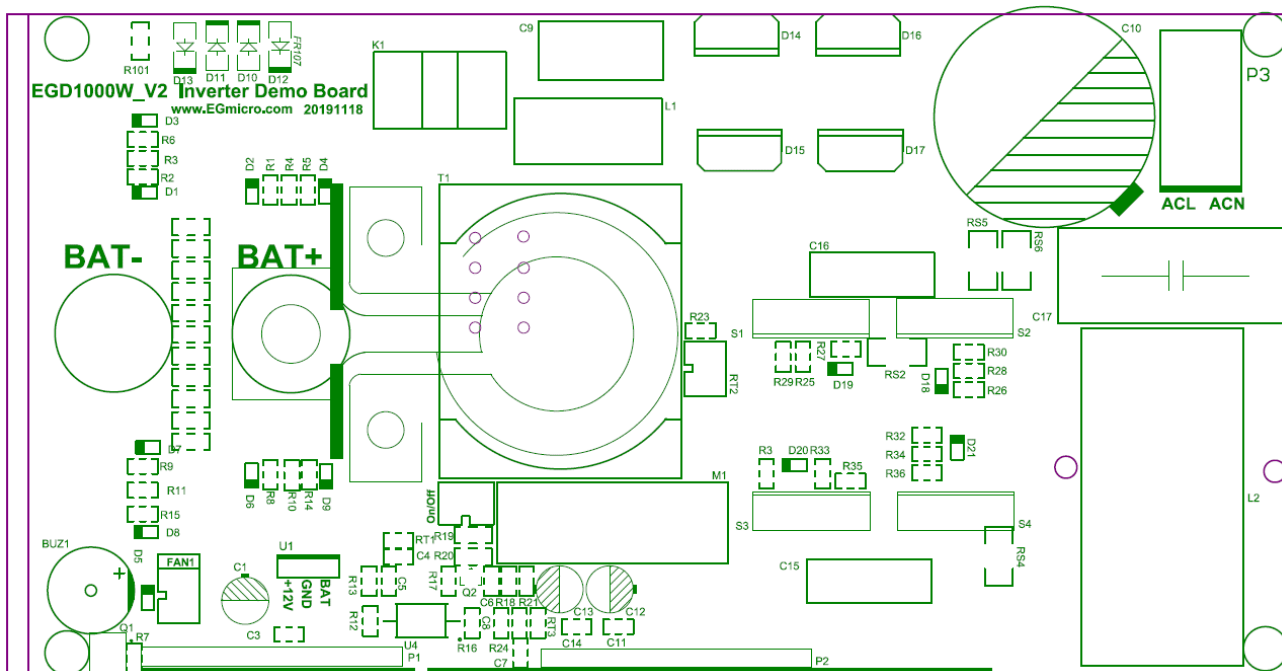


图 7-1a. EGD1000W_V2 功率底板 Top 丝印层

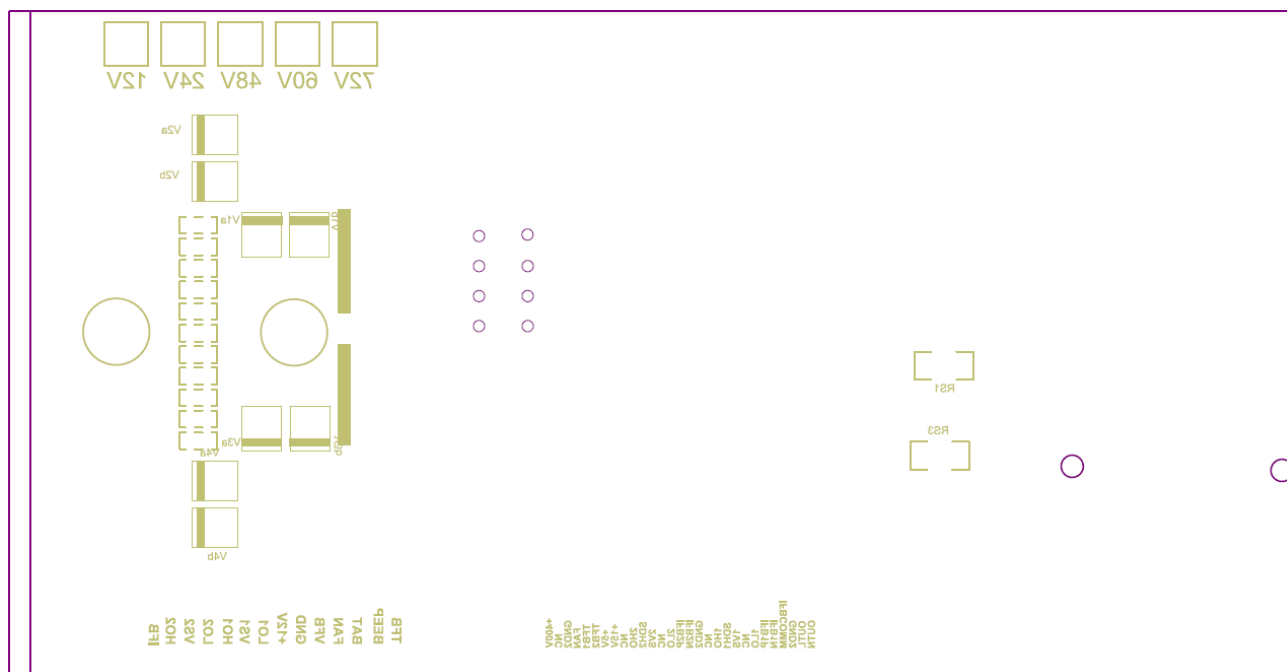


图 7-1b. EGD1000W_V2 功率底板 Bottom 丝印层

7.2 EGD1000W_V2 功率底板 PCB 走线图

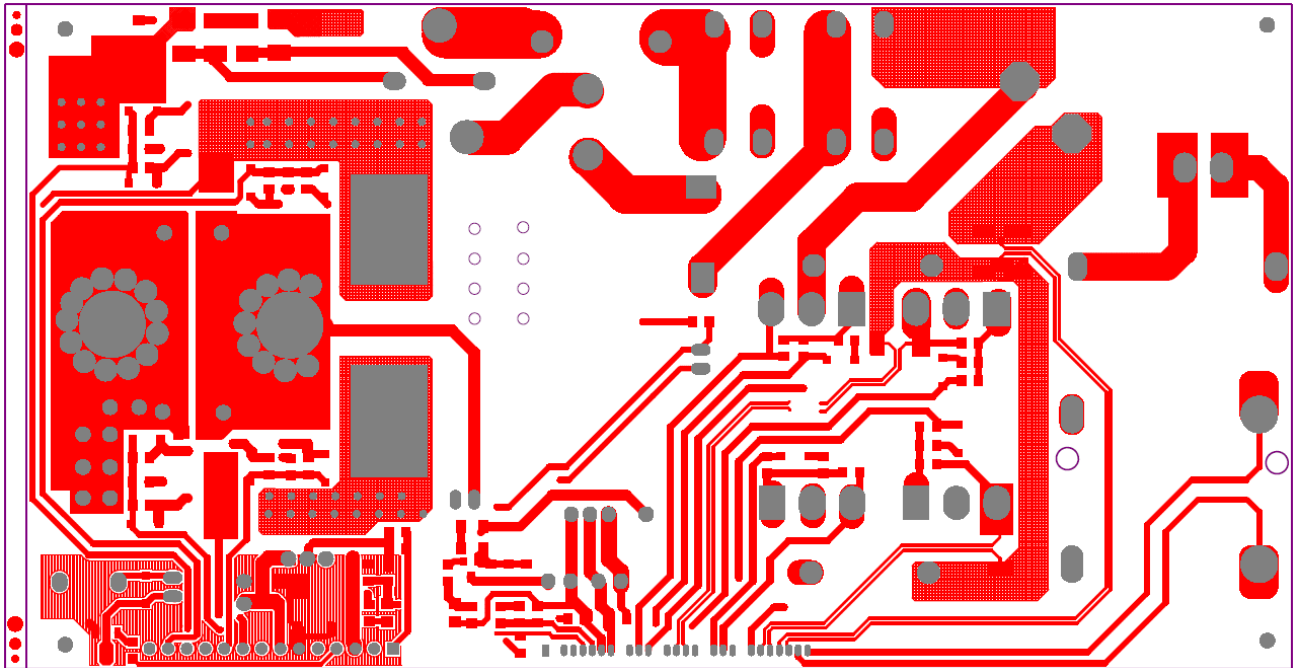


图 7-2a. EGD1000W_V2 功率底板 Top 层走线图

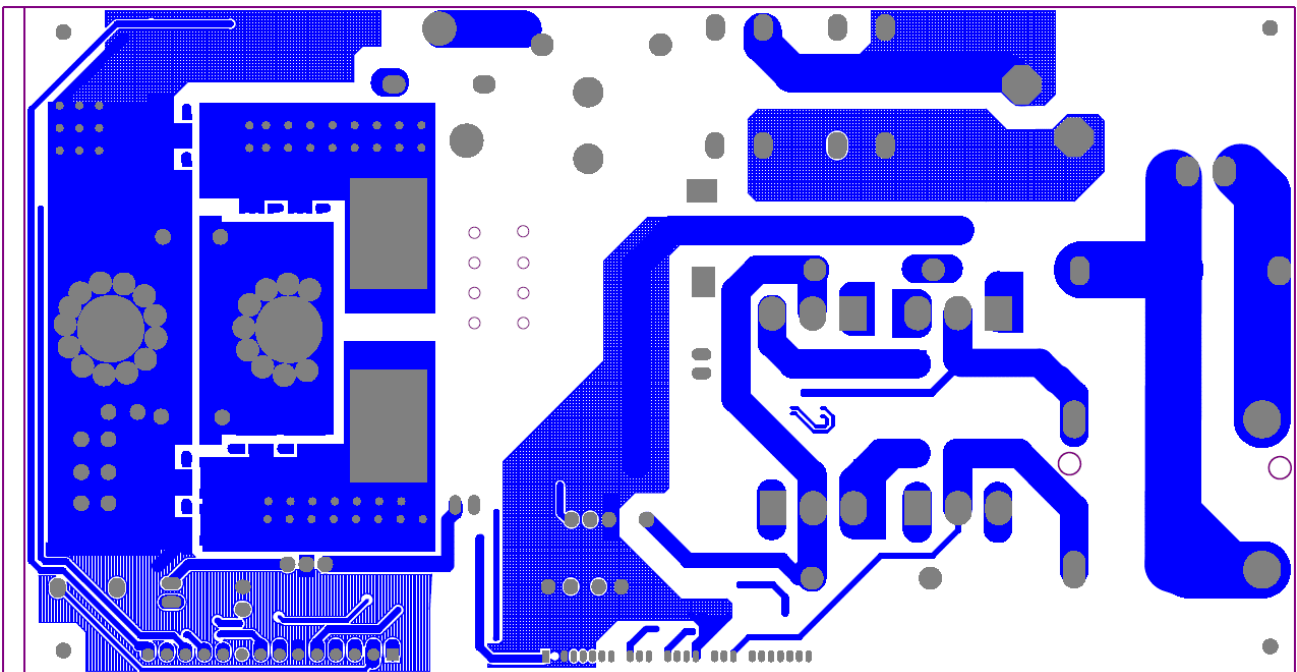


图 7-2b. EGD1000W_V2 功率底板 Bottom 层走线图

7.3 EGS005 元器件位图

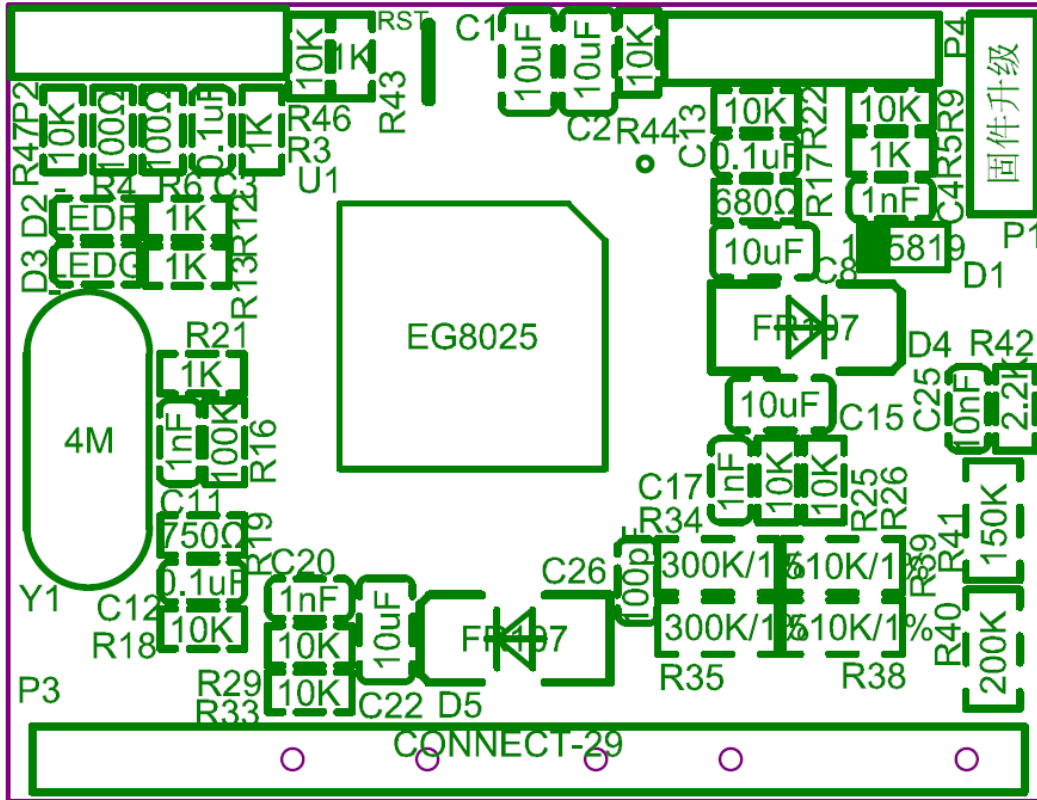


图 7-3a. EGS005 Top 丝印层

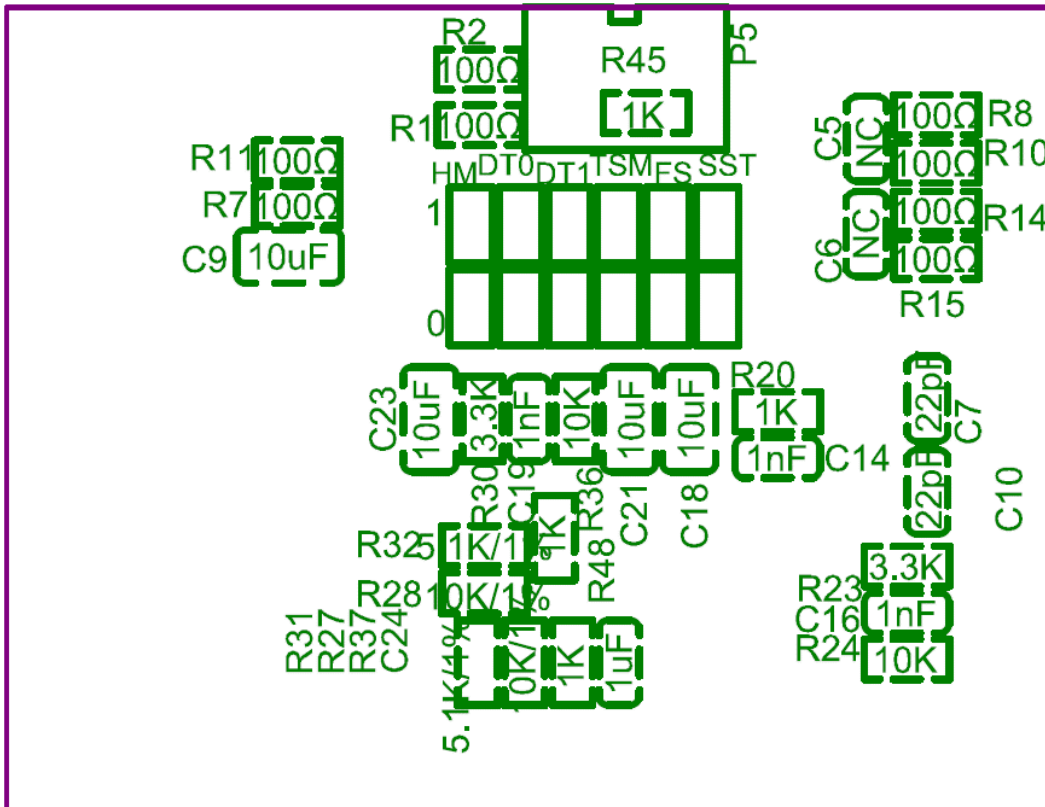


图 7-3b. EGS005 Bottom 丝印层

7.4 EGS005 PCB 走线图

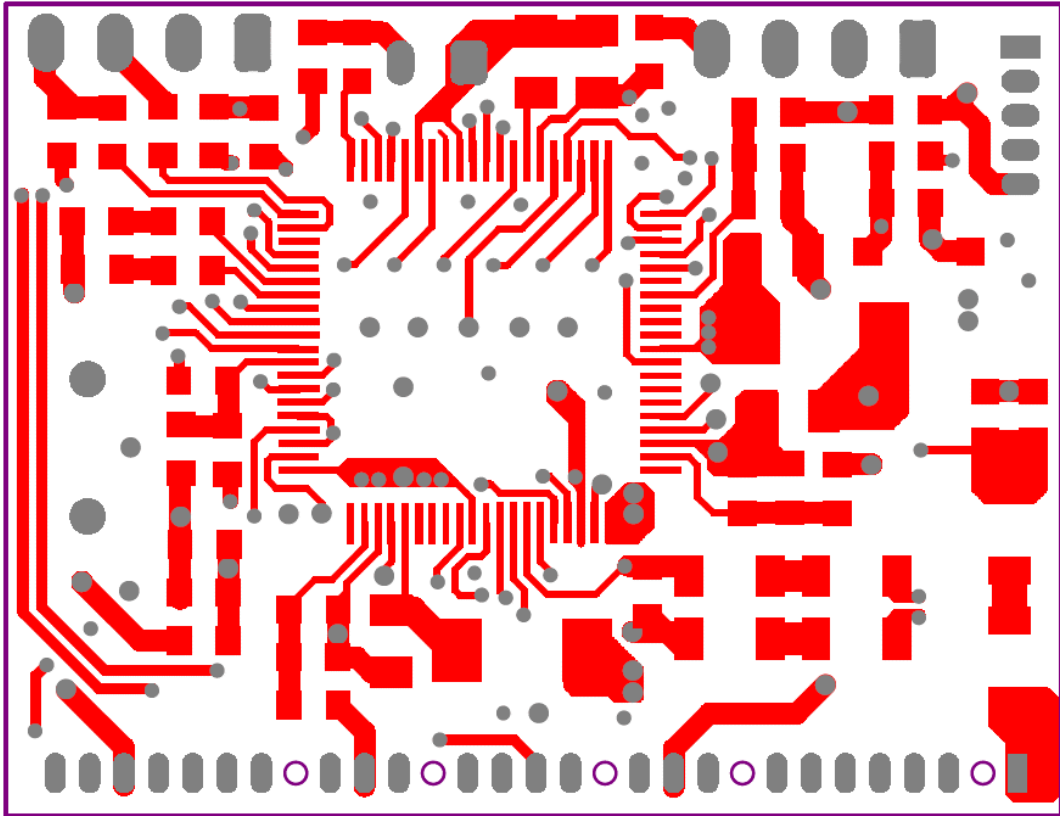


图 7-4a. EGS005 Top 层走线图

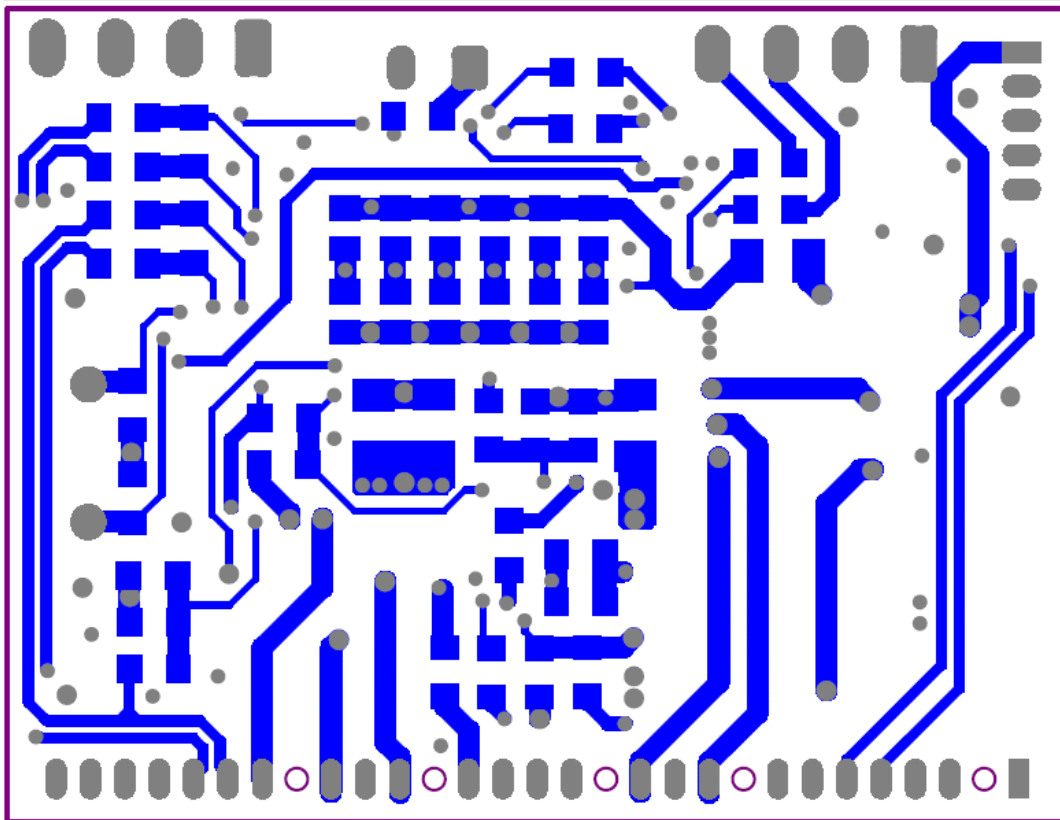


图 7-4b. EGS005 Bottom 层走线图

7.5 EGT003_24/48/60V 全桥前级驱动板元器件位图

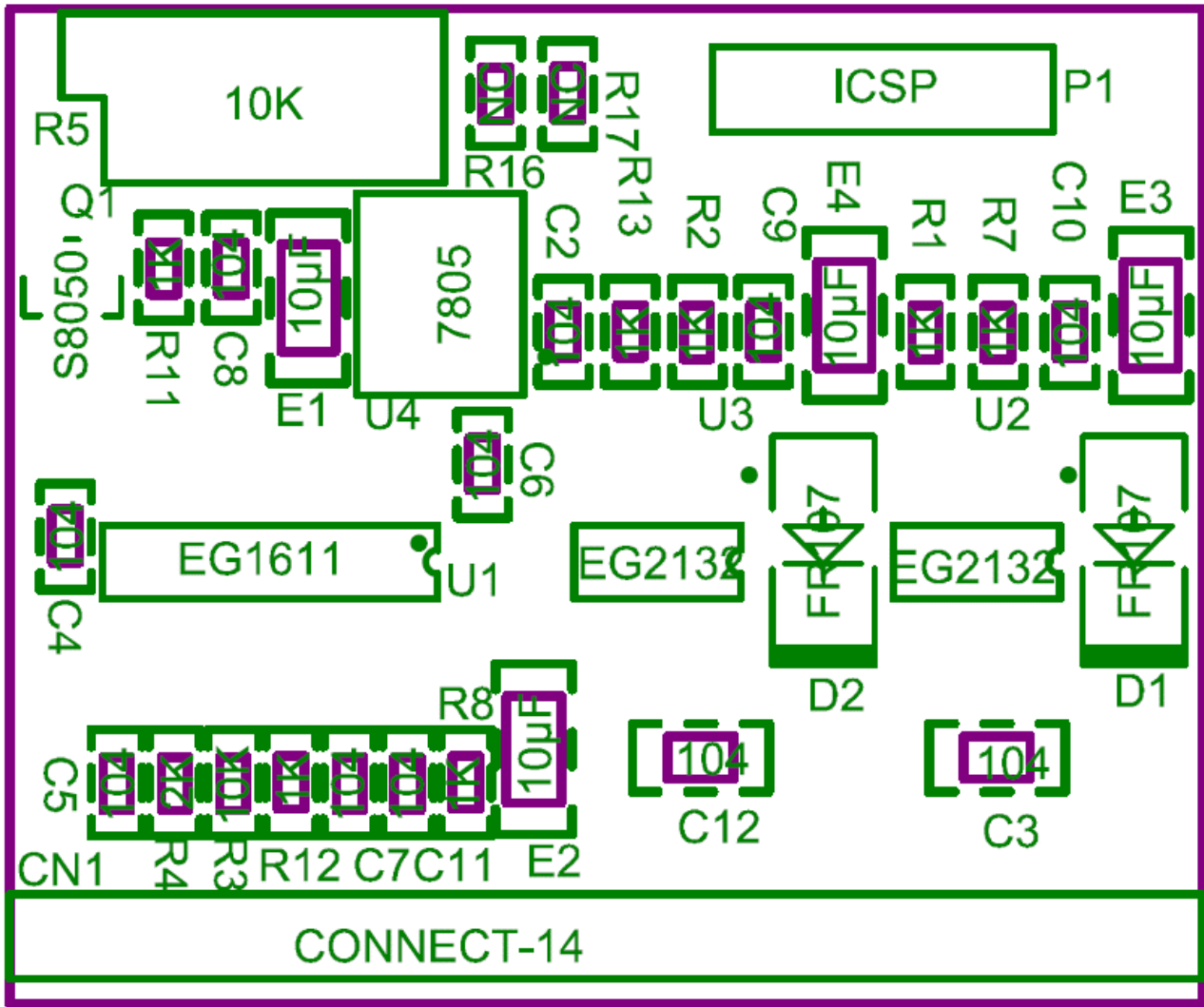


图 7-5. EGT003 Top 丝印层

7.6 EGT003_24/48/60V 全桥前级驱动板 PCB 走线图

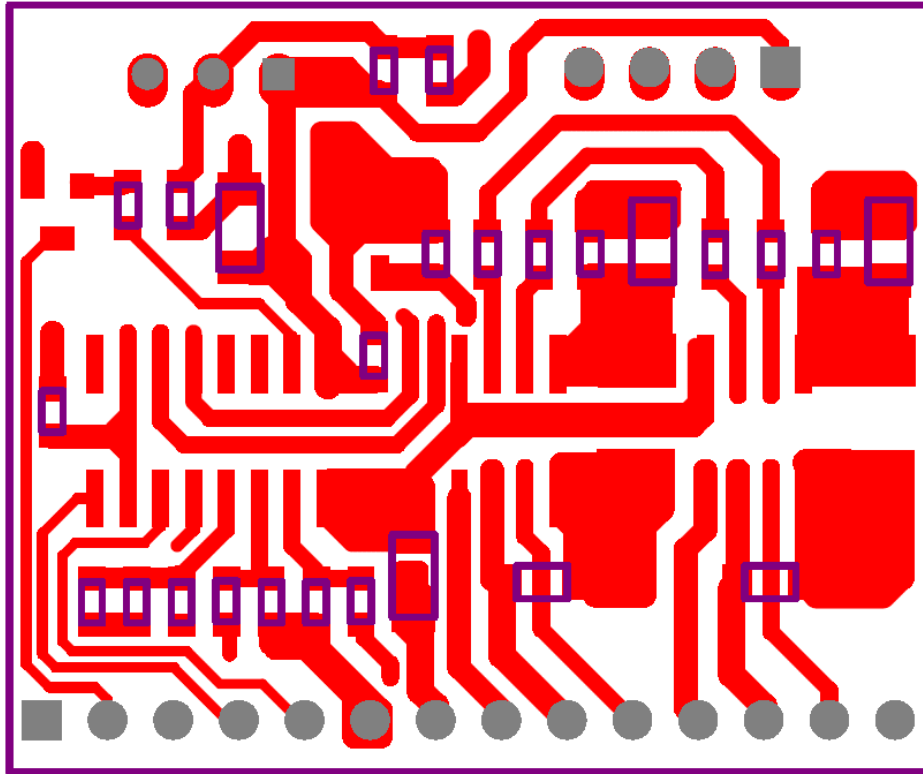


图 7-6a. EGT003_24/48/60V Top 层走线图

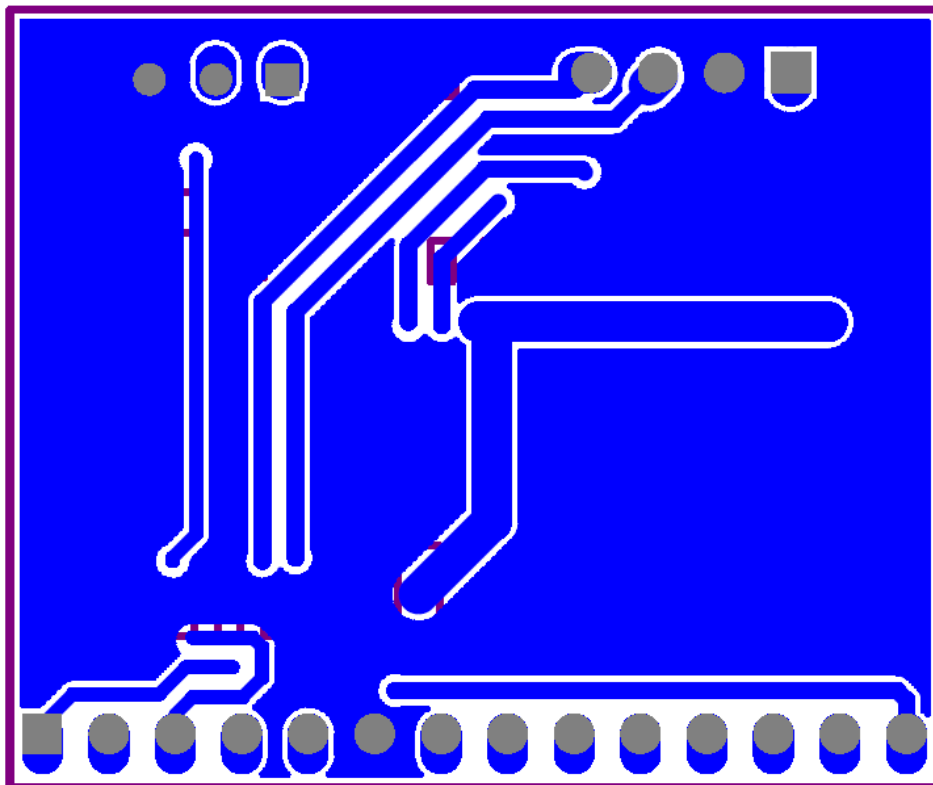


图 7-6b. EGT003_24/48/60V Bottom 层走线图

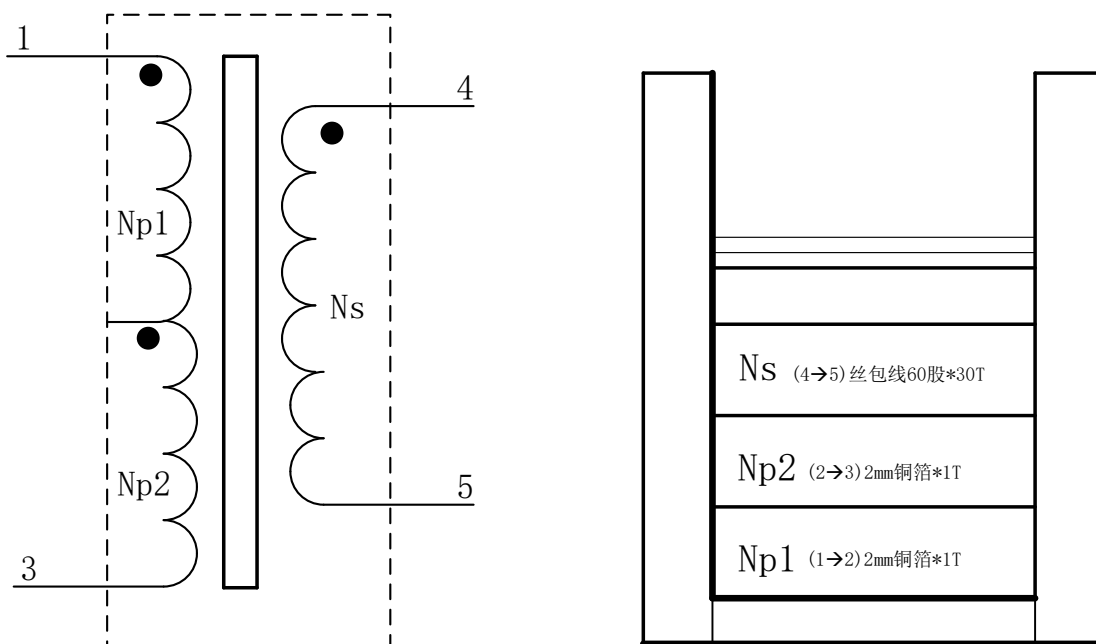
8. 变压器参数

8.1 变压器绕制示意图

磁性: EQ4020

名称:

- 绕线图



- 绕线数据

序号	名称	规格	方向	匝/层数	备注
1	Np1, 第一段主绕组	2mm 铜片	1-2	1TS	密绕
2	绝缘胶纸	3M	--	2 层	--
3	Np2, 第二段主绕组	2mm 铜片	2-3	1TS	密绕
4	绝缘胶纸	3M	--	2 层	--
5	Ns, 输出绕组	丝包线 0.1mm*100 股*30T	4-5	30TS	疏绕
6	绝缘胶纸	3M	--	2 层	--

9. 方案板元器件列表

9.1 EGD1000W_V2 功率底板 BOM 表

序号	标号	规格	封装	数量	描述	供应商
1	P1	EGT003	插件	1	EGT003 前级驱动板	屹晶微电子
2	P2	EGS005	插件	1	EGS005 SPWM 驱动板	屹晶微电子
3	U1	EG1187 辅助电源	插件	1	EG1187 辅助电源 24V To 12V	屹晶微电子
4	M1	EG1185 辅助电源	插件	1	EG1185 辅助电源 400V To 15V	屹晶微电子
5	U4	PC817	SMD	1	光耦	
6	'S1, S2, S3, S4	IKW40N65H5	TO247	4	IGBT 管	
7	'V1a, V1b, V2a, V2b, V3a, V3b, V4a, V4b	BSC016N04LS	TDSON-8	8	贴片 MOS 管	
8	C3, C4, C5, C6, C7, C8, C11, C14	0.1uF	SMD0805	8	贴片电容	
9	C2, C3, C29, C30, C31, C32, C33, C34, C35, C36, C37, C38, C39, C40, C41, C42, C43, C44, C45, C47, C48, C49	22uF/50V	SMD1206	22	贴片电容	
10	C15, C16	104/630V	RAD0.6	2	插件电容	
11	C17	475/400V	RAD1.0	1	插件电容	
12	C9	683/1KV	RAD0.6	1	插件电容	
13	C1, C13	100uF/25V	RB.1/.2	2	插件电容	
14	C12	220uF/25V	RB.1/.2	1	插件电容	
15	C10	330uF/450V	RB.4/.12	1	插件电容	
16	D14, D15, D16, D17	SFF10A06	TO-220AC	4	整流二极管	
17	D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9, D18, D19, D20, D21	1N4148	SOD-123	13	贴片二极管	
18	D10, D11, D12, D13	FR107	DO-214AC	4	贴片二极管	
19	FAN1	XH-2.54-2	插件	2	2.54 间距二脚插座	
20	K1	电流互感器 200:1	插件	1	200:1 电流互感器	
21	L1	22uH	插件	1	电感	
22	T1	EQ4020	插件	1	插件电感	
23	L2	1mH	插件	1	铁硅铝电感	
24	Q1	D882	SOT89	1	贴片三极管	
25	Q2	EG431	SOT23	1	贴片三极管	



26	R27, R28, R33, R34	4.7Ω	SMD0805	4	贴片电阻	
27	R1, R2, R5, R6, R8, R9, R14, R15	10Ω	SMD0805	8	贴片电阻	
28	R25, R26, R31, R32	20Ω	SMD0805	4	贴片电阻	
29	R7	330Ω	SMD0805	1	贴片电阻	
30	R16, R17, R23	2K	SMD0805	3	贴片电阻	
31	R18	4.7K	SMD0805	1	贴片电阻	
32	R24	6.2K	SMD0805	1	贴片电阻	
33	R3, R4, R10, R11, R29, R30, R35, R36	10K	SMD0805	8	贴片电阻	
34	R12, R13, R21	100K	SMD0805	3	贴片电阻	
35	R101	51Ω	SMD1206	1	贴片电阻	
36	R20	360K	SMD1206	1	贴片电阻	
37	R19	390K	SMD1206	1	贴片电阻	
38	RS1, RS2, RS3, RS4, RS5	10mΩ	SMD2512	5	贴片电阻	
39	RT2	10K/NTC/3950	SMD0805	1	贴片 NTC 电阻	
40	RT3	100K/NTC/3950	插件	1	插件热敏电阻	
41	BUZ1	蜂鸣器	BUZ1	1	插件	
42	P3	输出端子	KF412R-5.08-2P	1	输出接线端子	

9.2 EGT003_24V 控制板 BOM 表

序号	标号	规格	封装	数量	描述	供应商
1	U1	EG1611	SOP16	1	推挽控制芯片	屹晶微
2	U2, U3	EG2132	SOP8	2	MOS 驱动芯片	屹晶微
3	U4	EG78L05	SOT-89	1	三端稳压器	屹晶微
4	C1, C2, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11	0.1uF	0603	10	贴片电容	
5	C3, C12	1uF	0805	2	贴片电容	
6	E1, E2, E3, E4	10uF	1206	4	贴片电容	
7	Q1	S8050	SOT-23	1	贴片三极管	
8	R1, R2, R7, R11, R12, R13	1K	0603	6	贴片电阻	
9	R4	2K/1%	0603	1	贴片电阻	
10	R8	10K	0603	2	贴片电阻	
11	R3	22K/1%	0603	1	贴片电阻	
12	R5	10K/3296	DIP	1	插件电位器	

9.3 EGS005 控制板 BOM 表

序号	标号	规格	封装	数量	描述	供应商
1	U1	EG8025	LQFP80	1	80 脚 IC	屹晶微
2	C7, C10	22pF	SMD0603	2	贴片电容	
3	C4, C11, C14, C16, C17, C19, C20	1nF	SMD0603	7	贴片电容	
4	C25	10nF	SMD0603	1	贴片电容	
5	C3, C12, C13	100nF	SMD0603	3	贴片电容	
6	C24	1uF	SMD0603	1	贴片电容	
7	C1, C2, C8, C9, C15, C18, C21, C22, C23	10uF	SMD0805	9	贴片电容	
8	D1	1N5819	SOD-123	1	贴片二极管	
9	D2	LED 红	SMD0603	1	贴片 LED	
10	D3	LED 绿	SMD0603	1	贴片 LED	
11	D4, D5	FR107	SMA	2	贴片二极管	
12	P3	CONNECT-29	HDR1X29	1	29 脚 1.27mm 间距排针	
13	P2	CONNECT-4	HDR1X4	1	4 脚排针	
14	R1, R2, R4, R6, R7, R8, R10, R11, R14, R15	100Ω	SMD0603	10	贴片电阻	
15	R17	360Ω	SMD0603	1	贴片电阻	
16	R19	750Ω	SMD0603	1	贴片电阻	
17	R3, R5, R12, R13, R20, R21, R37, R43	1K	SMD0603	8	贴片电阻	
18	R42	2K	SMD0603	1	贴片电阻	
19	R23, R30	3.3K	SMD0603	2	贴片电阻	
20	R31, R32	5.1K/1%	SMD0603	2	贴片电阻	
21	R9, R18, R22, R24, R25, R26, R29, R33, R36	10K	SMD0603	9	贴片电阻	
22	R27, R28	10K/1%	SMD0603	2	贴片电阻	
23	R16	100K	SMD0603	1	贴片电阻	
24	R40, R41	200K	SMD1206	2	贴片电阻	
25	R34, R35	300K/1%	SMD1206	2	贴片电阻	
26	R38, R39	510K/1%	SMD1206	2	贴片电阻	
27	Y1	4M	HC-49S	1	插件晶振	