

1700V SiC MOSFET 高压反激电源参考设计

用“芯”设计，高效赋能

RD2024-B01 应用文档



作者：三安半导体 高级应用工程师 张建山

文档说明

范围和目的

本应用手册阐述了一种高压单端反激电源方案，该方案使用三安半导体的1700V SiC MOSFET作为主功率开关管，在输出DC24V工况下获得65W的功率输出。针对光伏发电系统、EV汽车充电系统、电机驱动、能源存储等需要用到反激辅助电源的应用场合，所述参考板可以为高压辅助电源设计开发者提供很好的参考价值。

目标受众

使用三安半导体的1700V SiC MOSFET进行高压单端反激辅助电源设计的电源工程师。

重要声明

三安半导体设计的1700V SiC MOSFET单端高压反激电源参考板，仅在本应用手册中提及的典型负载工况下进行了对应的测试。此参考板不是商业化产品，仅作为评估和测试目的，因此没有在可制造性标准、可靠性标准、电磁兼容标准、安全认证标准等做过相关的标准认证测试。

三安半导体设计的评估板仅提供给具有电路经验的技术人员，仅供实验室使用。参考板在典型的负载条件下进行了功能测试，技术人员在对参考板进行测试时须遵守应用手册中系统的测试条件范围，超出范围使用会有系统失效的风险。

客户的技术人员有责任评估此参考板对目标应用场合的适用性，以及本应用手册中所提供的与该应用相关的参考板信息的完整性。

参考板不能被用于危及生命的应用场合，如医疗、军事等生命攸关的应用领域。在此领域中，参考板的故障将可能导致严重的人身伤害。

三安半导体不对因使用该参考板造成的任何伤害负责。对于因使用参考板而引起的任何纠纷和索赔，客户有义务为三安半导体进行辩护并使其免受损害。



目 录

文档说明	1
重要声明	1
目 录	2
1 术语和缩略语	3
2 介绍	4
2.1 高压反激电源应用领域及优势	4
2.2 参考板简介	4
3 参考板概述	5
3.1 参考板功能	5
3.2 1700 V 1 Ω SiC MOSFET 介绍	5
4 参考板说明	6
4.1 参考板照片	6
4.2 参考板主要参数	7
4.3 参考板原理图	8
4.4 参考板 PCB 布局	8
4.5 参考板 BOM 清单	11
4.6 驱动器及驱动拓扑选型	13
4.7 变压器设计及选型	13
5 测试结果	14
5.1 效率曲线	14
5.2 波形	15
5.3 器件热成像温度	16
6 参考资料	17
7 修改记录	17



1 术语和缩略语

本应用手册的术语和缩略语可参阅表1。

表 1 术语和缩略语

序号	术语/缩略语	描述
1	SiC	Silicon Carbide 碳化硅
2	MOSFET	Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor 金属氧化物半导体场效应管
3	Si	Silicon 硅
4	RCD	Resistor Capacitor Diode 电阻电容二极管
5	V_{cc}	Auxilliary Voltage 辅助电压
6	Q_{rr}	Reverse Recovery Charge 反向恢复电荷
7	Q_{gd}	Gate to Drain Charge 栅漏电荷/米勒效应电荷
8	R_{on}	Conduction Resistor 导通电阻
9	V_{ds}	Drain to Source Voltage 漏源极电压
10	PCB	Printed Circuit Board 印刷电路板
11	FR4	Flame-Retardant 4 4 类阻燃等级材料
12	V_{DC}	DC Voltage 直流电压
13	I_{PRI}	Primary Current 原边电流
14	I_{SEC}	Secondary Current 副边电流
15	QR	Quasi-Resonant 准谐振
16	BOM	Bill of Material 物料清单
17	V_{in}	Input Voltage 输入电压
18	PWM	Pulse-Width Modulation 脉冲宽度调制
19	R_{gon}	Gate on Resistor 栅极开启电阻
20	R_{goff}	Gate off Resistor 栅极关断电阻
21	R_{EZ}	EZDrive Resistor EZDrive 电阻
22	C_{EZ}	EZDrive Capacitor EZDrive 电容
23	Z_{EZ}	EZDrive Zener Diode EZDrive 齐纳二极管
24	PRI	Primary 原边
25	SEC	Secondary 副边
26	AUX	Auxilliari 辅助端
27	Ch	Channel 通道
28	V_{gs}	Gate to Source Voltage 栅源极电压



2 介绍

2.1 高压反激电源应用领域及优势

在光伏、储能、电动汽车、工业自动化、电机驱动系统等高压应用领域，系统的可靠性受系统中各元件共同影响。电源系统的运行对其功率元件提出了高可靠性的要求，此外还需要配套的主控芯片、栅极驱动器、传感器、显示器、散热风扇等能够稳定工作，因此需要对应的电源来为这些元件和设备提供电能。配套元件和设备的供电电压等级通常要求不高于24V，功率等级一般在百瓦以内。结合上述应用工况特点，具有结构简单、体积小、成本低等优势的高压反激电源被广泛地选择和使用，反激拓扑很好地实现从高压段到所需低电压的小功率转换。

传统高压辅助电源系统所用到的功率元件为Si MOSFET，受限于Si材料自身限制，基于Si MOSFET的高压辅助电源方案存在体积大、效率低、拓扑复杂等应用劣势。对此，系统引入新型第三代SiC功率器件作为功率开关管。相较于同规格Si MOSFET，SiC MOSFET具有更小的寄生电容和反向恢复电荷，由此使得SiC MOSFET的开关损耗能够得到很大程度的降低；此外，SiC MOSFET具有更高的临界击穿场强和电子饱和漂移速度，由此共同决定了在同规格尺寸下，SiC MOSFET能够获得更高的击穿电压、更低的导通电阻以及更高的开关工作频率；SiC更高的禁带宽度以及导热能力也使得SiC MOSFET其能够工作在更高的温度环境。

在千伏级别高压反激辅助电源的应用场景中，系统对其功率器件的耐压等级提出了更高的要求。采用1700V/1 Ω SiC MOSFET作为功率开关管，系统拓扑得以简化成单管反激结构，所需MOS元件数量减少，有效提高了系统的可靠性；SiC MOSFET的开关频率更高，所需无源元件的体积更小，能够提高系统的功率密度；系统中功率器件的开关损耗和导通损耗都有显著降低，系统效率获得了优化提升；器件损耗产生的热量更少，进一步降低了系统热管理成本。

综上，采用1700V SiC MOSFET高压反激辅助电源方案在所述应用领域工况中具有非常重要的地位以及优异的性能表现。

2.2 参考板简介

1700V SiC MOSFET高压辅助电源是一种采用SiC MOSFET作为功率开关管的高压电源转换器，具有高效率、高功率密度、高可靠性等优点。MOSFET作为功率开关管，通过控制其导通时间的占空比，可以调节输出电压的大小。当原边MOSFET导通时，副边整流管处于断态，原边绕组的电流线性增加，原边电感储能增加；当MOSFET关断后，原边绕组的电流被切断，变压器中的磁场能量通过副边绕组和整流管向输出端释放。结合主控芯片、原边辅助绕组供电设计以及输出反馈回路设计，可以使系统形成闭环控制。

根据产品的应用工况和特点，将该电源转换器设计成对应的参考板形式，可用于快速地评估SiC MOSFET功率器件在对应工况下的开关特性、温升和可靠性，同时可测评器件损耗以及对应的系统效率。在1700V SiC MOSFET高压辅助电源参考板中，板上预留对应的直流输入和直流输出接口，分别用于连接高压直流源和输出负载。参考板预留对应的测试点，可方便使用者利用示波器和探头去测量对应的波形，从而评估SiC MOSFET的开关特性和系统的工作状态。

综上，利用参考板能够让高压反激辅助电源设计开发者或使用者更加快速且全面地评估和获取SiC功率器件在各种目标反激工况下的性能表现，从而缩短开发周期或完成器件对比评估测试。



3 参考板概述

3.1 参考板功能

来自湖南三安半导体自主设计的1700V SiC MOSFET高压反激电源参考板，该参考板主要由母板和功率子板构成，可用于评估SiC MOSFET功率器件在光伏、储能、车载、电驱等高压应用场合下的性能。

系统集结了众多优点：参考板布局紧凑，最大面积为80mm×80mm，较好地提升了系统功率密度；模块化设计，将SiC MOSFET、驱动参数和RCD吸收电路参数做到同一块子板上，在做多颗SiC功率器件的横向测评中能够做到快速更换操作，大量缩短换测时间，同时也能避免焊盘的重复拆焊导致的脱落，从而延长系统的整体使用寿命；基于铝基板的功率回路设计，具有极优的散热能力，即使满载也无需外加散热器；输入电压范围宽，直流母线输入电压范围可达300V~1000V，可以覆盖大部分高压辅助电源的应用场合；驱动电压可调，覆盖从负5V到正20V电压段全系列的SiC MOSFET栅极驱动开关；辅助供电电压 V_{cc} 过压保护功能，当辅助供电超28V，系统自动断电；高压软起功能，系统带有4ms高压软启动时间，减小高压上电瞬间系统承受的电应力冲击；最高频率限制可调，灵活调整系统的最大开关频率；限流和限功率保护点可调，通过系统参数调整功率回路的过流和过功率保护点；过温保护，当系统控制器检测温度超临界值时，系统将进行断电操作，等待温度降至合理值再重新启动。

3.2 1700V 1 Ω SiC MOSFET 介绍

来自湖南三安半导体的1700V 1 Ω SiC MOSFET是高输入电压直流链路系统的一个较好的选择。如图1所示，三安65W SiC MOSFET高压反激电源参考板所用到的SiC MOSFET型号为SMS1701000K。所用功率器件的封装形式为TO-247-3L，该器件具有极低的反向恢复电荷 Q_{rr} 以及 Q_{gd} 电荷，在高频开关动作下的速度更快、开关损耗更小，同时较小的 $R_{DS(on)}$ 也降低了器件的导通损耗，由此进一步提高了系统的工作效率。得益于器件更高的 V_{DS} 耐压，基于该SiC MOSFET器件所设计的系统将具备更宽的工作电压范围，满足辅助电源的高压输入要求。此外，SiC材料自身优异的高温特性以及较低的器件封装热阻，使得该器件能够在更高的温度下正常工作，从而降低了器件的散热要求。简化的拓扑以及更少的散热措施，均能够很好地降低系统的整体成本、提高系统的稳定性。

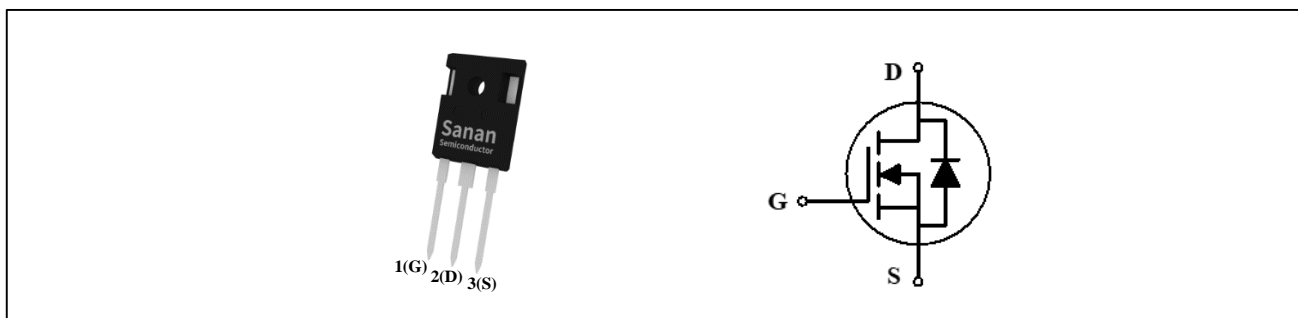


图 1 1700V SiC MOSFET SMS1701000K



4 参考板说明

4.1 参考板照片

参考板由母板和功率子板两部分共同构成。图2和图3展示了母板的物理结构和输入输出端口，母板PCB材料为FR4，面积为80mm×80mm。图4展示了功率子板的物理结构和SiC MOSFET位置，功率子板板材结构为铝基板，面积为40mm×40mm。将TO247封装器件直接转成贴片式散热结构，利用锡膏焊代替导热硅脂，极大降低了散热热阻，结合铝基板的强散热特性，做到了在满载输出下不需要额外增加散热片。参考板整体装配后系统实物如图5所示。

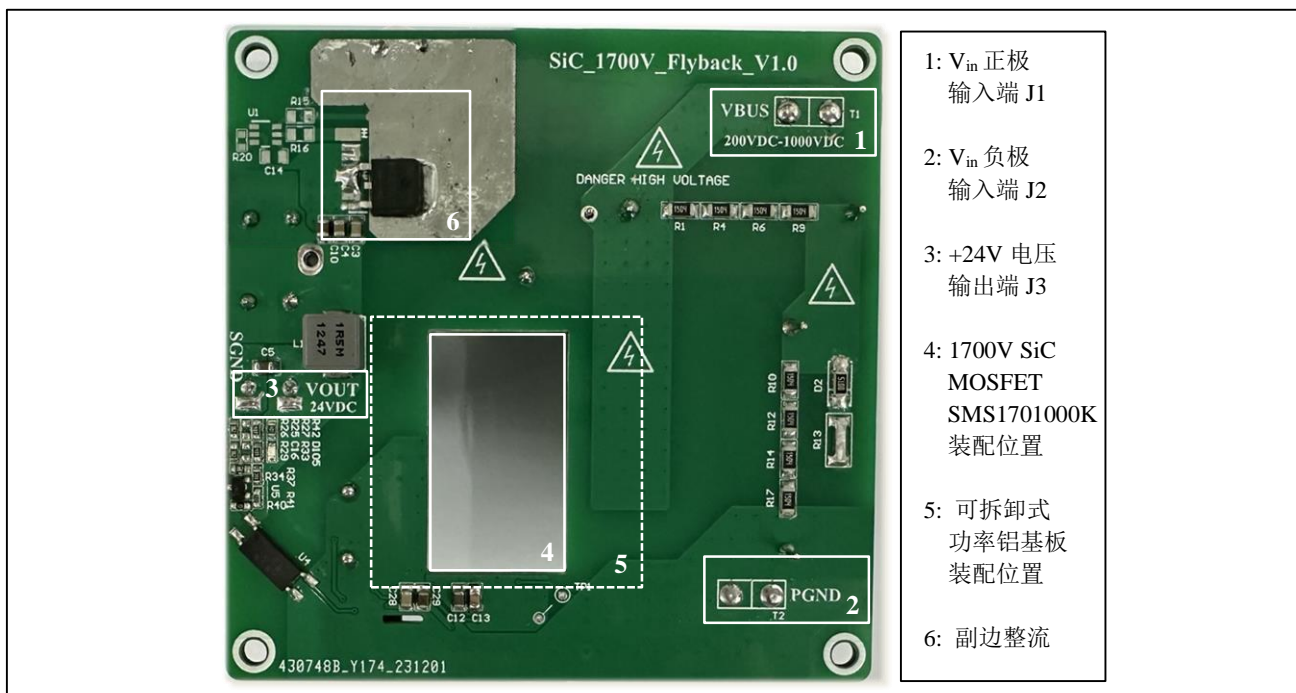


图2 参考板母板顶视图

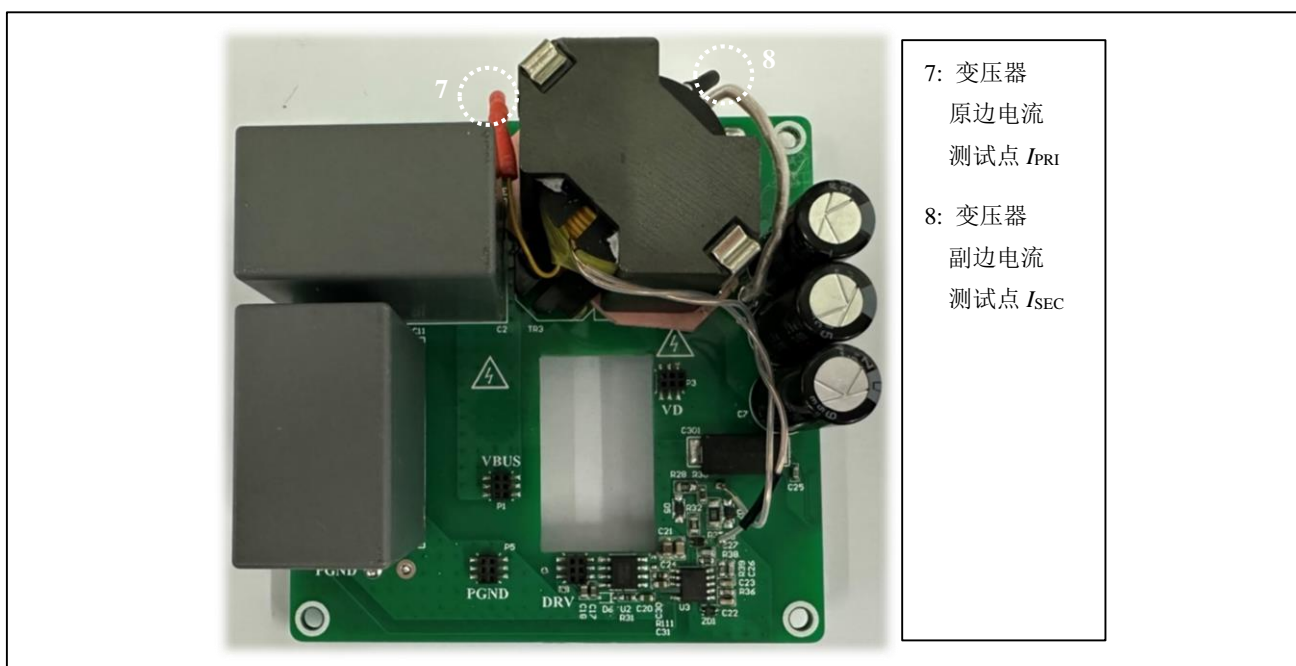


图3 参考板母板底视图



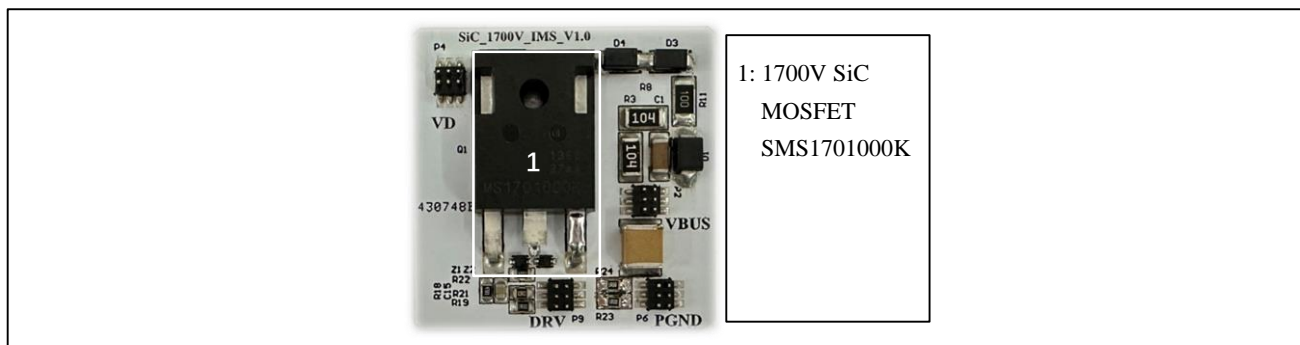


图 4 参考板功率子板顶视图

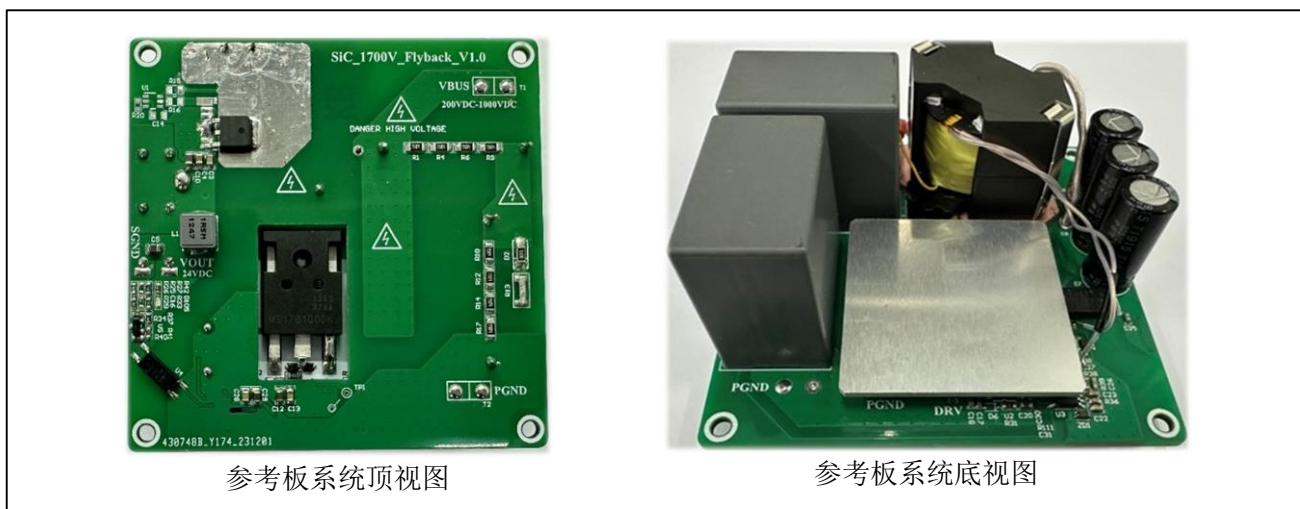


图 5 参考板整体装配系统实物图

4.2 参考板主要参数

参考板由母板和功率子板共同组成测试系统，系统主要参数如表2所示。

表 2 65W 反激电源系统参数设计

参数		数值
输入电压范围		300V _{DC} ~ 1000V _{DC}
输出	额定输出电压	24V _{DC}
	额定输出功率	65W
	额定输出电流	2.7A
满载效率@300V _{DC}		≥91.0%
满载效率@1000V _{DC}		≥86.5%
开关频率		<96kHz, QR mode
冷却方式		自然冷却
拓扑		单端反激



4.3 参考板原理图

图6展示了此参考板的电气原理图。

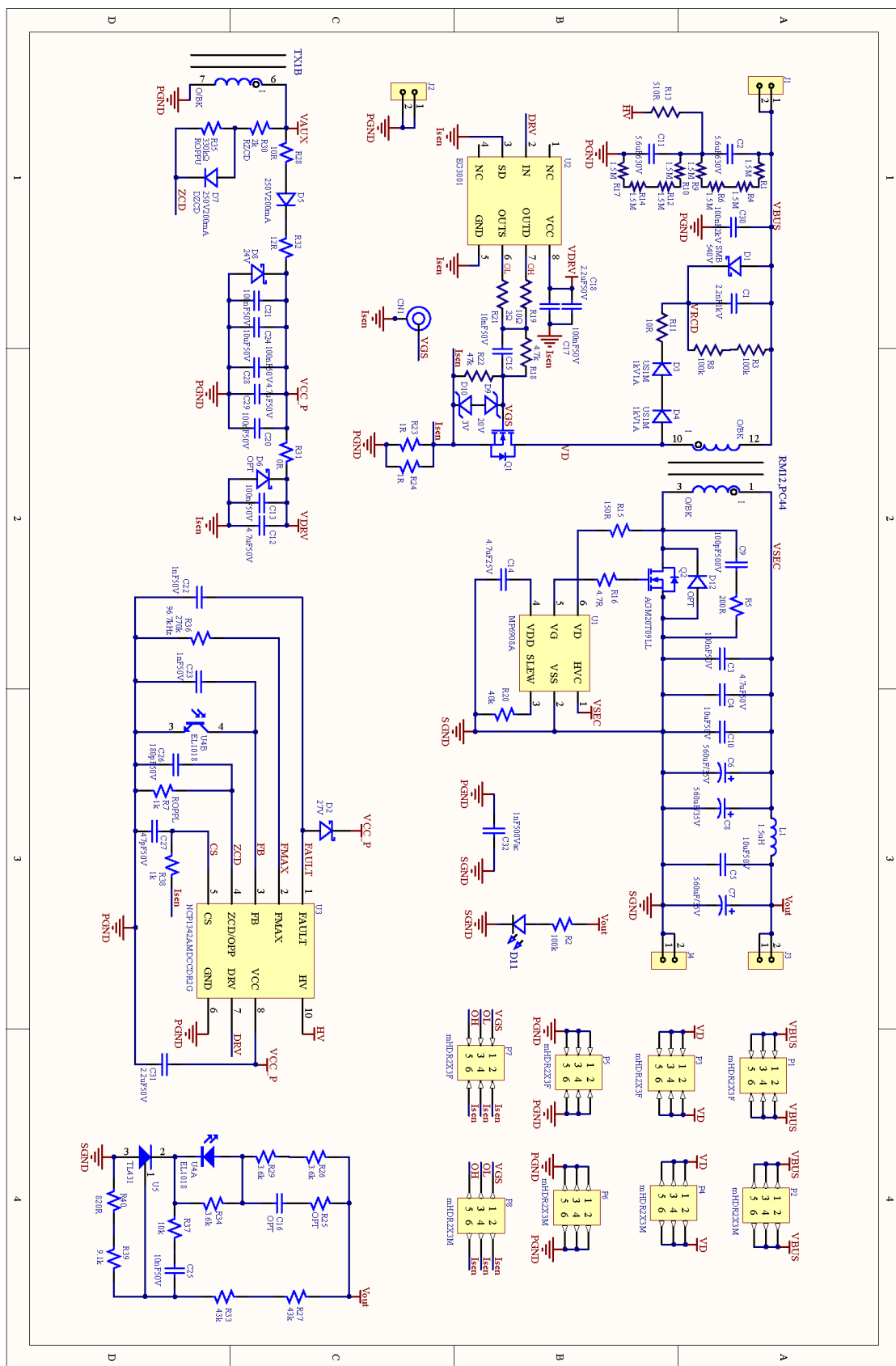


图 6 参考板电气原理图



4.4 参考板 PCB 布局

如下图7和图8为参考板母板顶层和底层的PCB图以及对应的丝印标志。图9为配套的功率子板的PCB图以及对应的丝印标志，功率子板为单层走线铝基板。

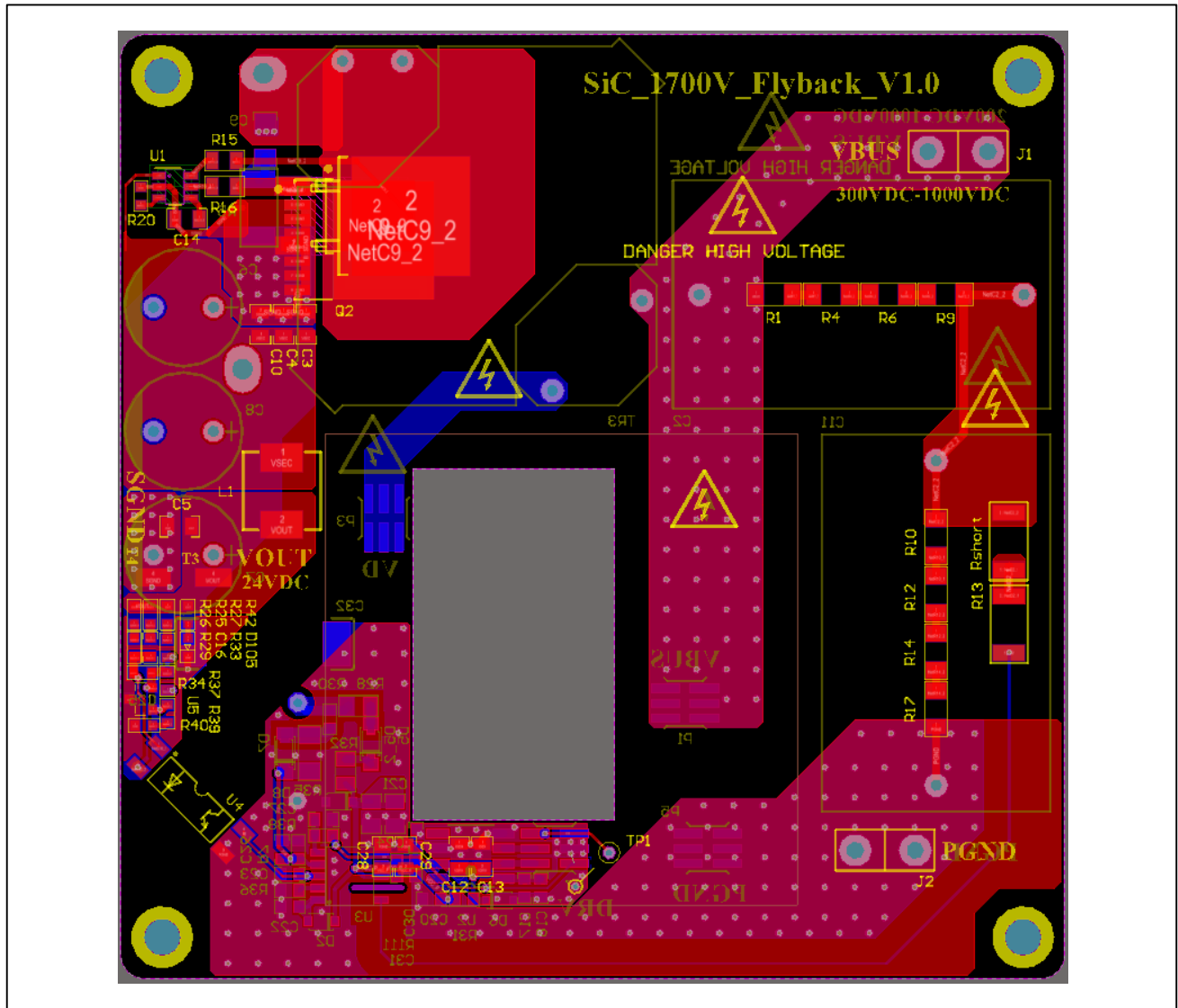


图 7 主板顶层 PCB



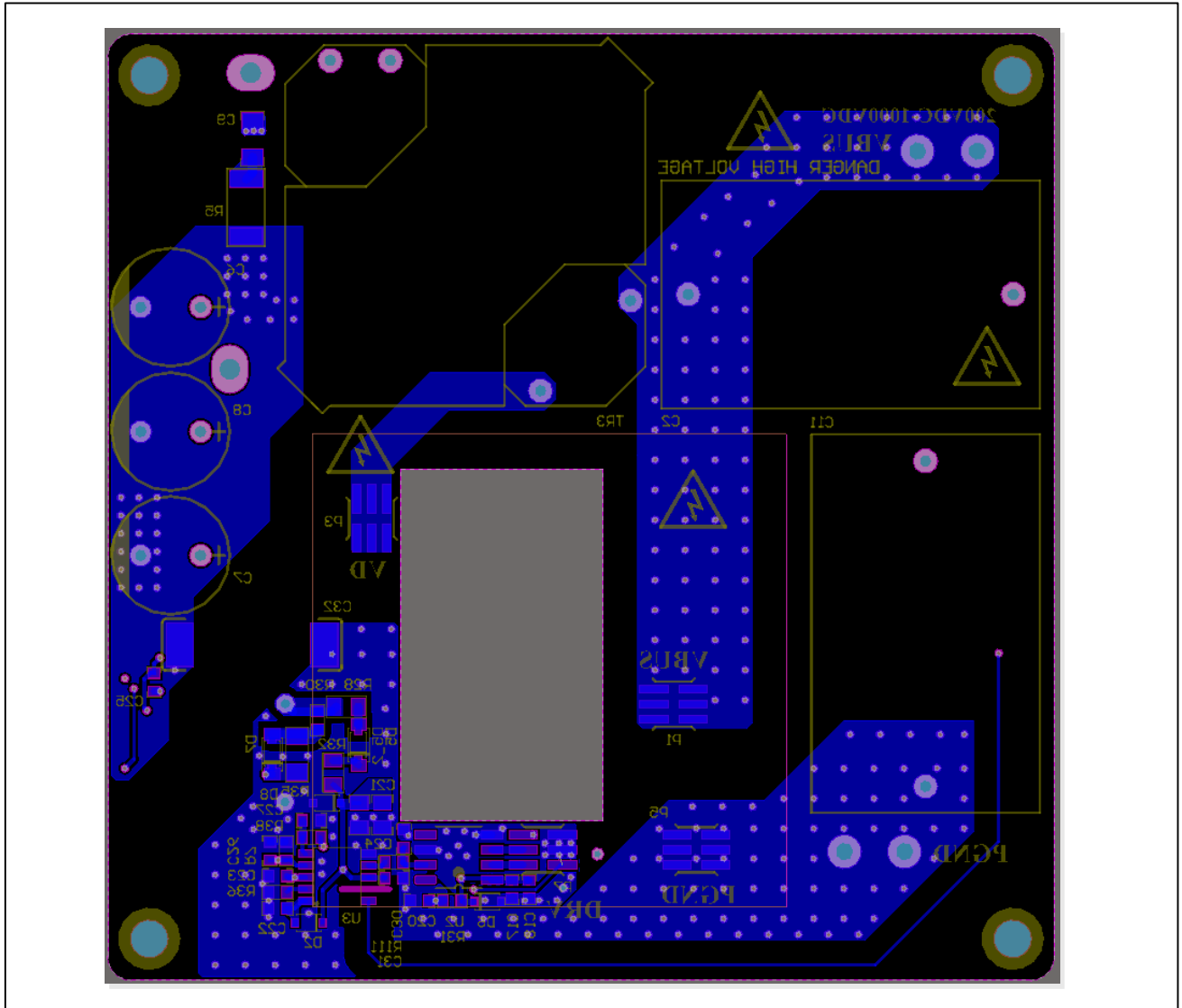


图 8 主板底层 PCB

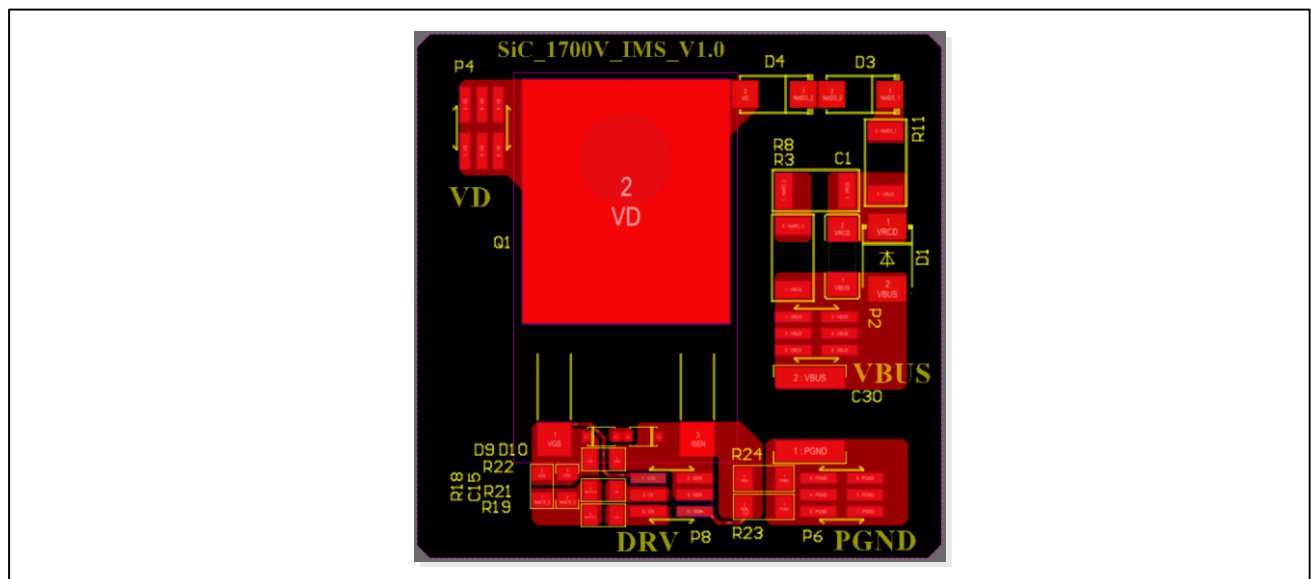


图 9 功率子板 PCB



4.5 参考板 BOM 清单

参考板用到的所有物料清单如表3所示。

表 3 参考板物料清单

Designator	Description	Value/Part Number	Manufacturer	Quantity
C1	Capacitor, 2.2nF \pm 10%, 1kV, SMD1206	2.2nF, 1kV, 1206	Any	1
C2, C11	Capacitor, 5.6uF \pm 10%, 630V, P=27.5mm	5.6uF, 630V, P=27.5mm	Any	2
C3, C13, C21, C28	Capacitor, 100nF \pm 10%, 50V, SMD0805	100nF, 50V, 0805	Any	4
C4, C12, C29	Capacitor, 4.7uF \pm 10%, 50V, SMD0805	4.7uF, 50V, 0805	Any	3
C5, C10, C24	Capacitor, 10uF \pm 10%, 50V, SMD0805	10uF, 50V, 0805	Any	3
C6, C7, C8	Polar Capacitor, 560uF \pm 20%, 35V, D10xL20mm	560uF, 35V, D10xL20mm	Any	3
C9	Capacitor, 100pF \pm 10%, 500V, SMD1206	100pF, 500V, 1206	Any	1
C14	Capacitor, 4.7uF \pm 10%, 50V, SMD0805	4.7uF, 25V, 0805	Any	1
C15	Capacitor, 10nF \pm 10%, 50V, SMD0805	10nF, 50V, 0805	Any	1
C16	Capacitor, OPT	OPT	OPT	1
C17	Capacitor, 100nF \pm 10%, 50V, SMD0603	100nF, 50V, 0603	Any	1
C18	Capacitor, 2.2uF \pm 10%, 50V, SMD0603	2.2uF, 50V, 0603	Any	1
C20	Capacitor, 100nF \pm 10%, 50V, SMD0603	100nF, 50V, 0603	Any	1
C22, C23	Capacitor, 1nF \pm 10%, 50V, SMD0603	1nF, 50V, 0603	Any	2
C25	Capacitor, 10nF \pm 10%, 50V, SMD0603	10nF, 50V, 0603	Any	1
C26	Capacitor, 180pF \pm 10%, 50V, SMD0603	180pF, 50V, 0603	Any	1
C27	Capacitor, 47pF \pm 10%, 50V, SMD0603	47pF, 50V, 0603	Any	1
C30	Capacitor, 100nF \pm 10%, 2kV, SMD2220	100nF, 2kV, 2220	Any	1
C31	Capacitor, 47pF \pm 10%, 50V, SMD0603	2.2uF, 50V, 0805	Any	1
C32	Y1 Capacitor, 1nF \pm 20%, 500Vac, SMD, 6x11.4mm	JA1Y1X1E102M500VAC	Any	1
CN1	BNC Connector	BNC Connector	Any	1
D1	TVS, 540V, Unidirectional, TPSMB series	TPSMB540CA-A	Littelfuse	1
D2	Zener Diode, 27V, \pm 2%, 150mW, SOD323	EDZVT2R27B	ROHM	1
D3, D4	1A/1kV surface mount ultrafast rectifier	US1M	VISHAY	2
D5, D7	High Voltage Switching Diode, 250V200mA, SOD323	NSVBAS21HT1G	onsemi	2
D6	Zener diode, OPT, SOD323	Zener diode, 323	OPT	1
D8	Zener Diode, 24V, \pm 2%, 400mW, SOD323	PDZ24B, 115	Nexperia	1
D9	Zener Diode, 20V, \pm 2%, 400mW, SOD323	PDZ20B, 115	Nexperia	1
D10	Zener Diode, 3V, \pm 2%, 400mW, SOD323	PDZ3.0B, 115	Nexperia	1
D11	LED, SMD0603	LED, 0603	Any	1
D12	30A/200V surface mount schottky rectifier	MBR30200LDT	JUXING	1
J1, J2, J3, J4	Power Connector	Power Connector	Any	4
L1	Inductor, 1.5uH \pm 20%, 10A, SMD, 7.2x6.6mm	CYA0650-1.5UH	SHOU HAN	1
P1, P3, P5, P7	Header_2x3Pin	mHDR2X3F	Any	4
P2, P4, P6, P8	Header_2x3Pin	mHDR2X3M	Any	4
Q1	SiC MOSFET, 1700V1R, TO247	SMS1701000K	Sanan	1
Q2	NMOS, 200V 8.3mR, TOLL-8L	AGM20T09LL	AGM-Semi	1



R1, R4, R6, R9, R10, R12, R14, R17	Resistor, 1.5M, $\pm 1\%$, 250mW, SMD1206	1.5M, 1206	Any	8
R2	Resistor, 100k Ω , $\pm 1\%$, 100mW, SMD0603	100k, 0603	Any	1
R3, R8	Resistor, 100k, $\pm 5\%$, 750mW, SMD2010	100k, 2010	Any	2
R5	Resistor, 200R $\pm 1\%$, 750mW, SMD2010	200R, 2010	Any	1
R7, R38	Resistor, 1k Ω $\pm 1\%$, 100mW, SMD0603	1k, 0603	Any	2
R11	Resistor, 10R $\pm 1\%$, 750mW, SMD2010	10R, 2010	Any	1
R13	Resistor, 510R $\pm 1\%$, 500mW, SMD2010	510R, 2010	Any	1
R15	Resistor, 150R $\pm 1\%$, 125mW, SMD0805	150R, 0805	Any	1
R16	Resistor, 4.7R $\pm 1\%$, 125mW, SMD0805	4.7R, 0805	Any	1
R18	Resistor, 4.7k $\pm 1\%$, 125mW, SMD0805	4.7k, 0805	Any	1
R19, R28	Resistor, 10 Ω $\pm 1\%$, 125mW, SMD0805	10R, 0805	Any	2
R20	Resistor, 40k $\pm 1\%$, 100mW, SMD0603	40k, 0603	Any	1
R21	Resistor, 2 Ω $\pm 1\%$, 125mW, SMD0805	2R, 0805	Any	1
R22	Resistor, 47k $\pm 1\%$, 125mW, SMD0805	47k, 0805	Any	1
R23, R24	Resistor, 1R $\pm 1\%$, 250mW, SMD1206	1R, 1206	Any	2
R25	Resistor, OPT	OPT	OPT	1
R26, R29	Resistor, 3.6k $\pm 1\%$, 100mW, SMD0603	3.6k, 0603	Any	2
R27, R33	Resistor, 43k $\pm 1\%$, 100mW, SMD0603	43k, 0603	Any	2
R30	Resistor, 2k Ω $\pm 1\%$, 100mW, SMD0603	2k, 0603	Any	1
R31	Resistor, 0 Ω $\pm 1\%$, 125mW, SMD0805	0R, 0805	Any	1
R32	Resistor, 12 Ω $\pm 1\%$, 125mW, SMD0805	12R, 0805	Any	1
R34	Resistor, 3.6k $\pm 1\%$, 100mW, RES0603	3.6k, 0603	Any	1
R35	Resistor, 330k Ω $\pm 1\%$, 100mW, SMD0603	330k, 0603	Any	1
R36	Resistor, 270k Ω $\pm 1\%$, 100mW, SMD0603	270k, 0603	Any	1
R37	Resistor, 3.6k $\pm 1\%$, 100mW, SMD0603	10k, 0603	Any	1
R39	Resistor, 9.1k $\pm 1\%$, 100mW, SMD0603	9.1k, 0603	Any	1
R40	Resistor, 820R $\pm 1\%$, 100mW, SMD0603	820R, 0603	Any	1
TX1	Transformer, RM12	RM12, PC44	Any	1
U1	Fast turn-off intelligent rectifier	MP6908A	MPS	1
U2	Single channel driver, source 1A, sink 1.2A	EG3001	EG	1
U3	Quasi-Resonant Flyback Controller	NCP1342AMDCCDR2G	onsemi	1
U4	Long creepage sop phototransistor photocoupler	EL1018	EVERLIGHT	1
U5	Precision adjustable shunt regulator, SOT-23	TL431	Hottech	1



4.6 驱动器及驱动拓扑选型

EG3001为单通道MOS管驱动芯片，具有较强的栅极驱动能力，其中，源出峰值驱动电流达1A，吸入峰值驱动电流达1.2A。该驱动还具有宽电压输入 V_{in} 和宽电压供电 V_{cc} ，最高输入电压和供电电压均能达到30V。驱动的输出结构具有独立的拉电流OUTD端和灌电流OUTS端引脚，可以分别调节MOSFET的开通和关断速度，满足损耗和EMC的要求。结合该驱动芯片，设计使用了EZDrive驱动拓扑如图10所示，其中， R_{gon} 和 R_{goff} 分别用于控制器件的开启和关断速度， R_{EZ} 在器件开通后提供门极驱动供电路径， C_{EZ} 在器件开通过程中储存能量，并在器件关断时维持所需的负压能量， Z_{EZ1} 为门极正电压钳位， Z_{EZ2} 为门极负电压钳位。对EZDrive拓扑参数进行合理取值，即可实现对应的正负值驱动电压输出。

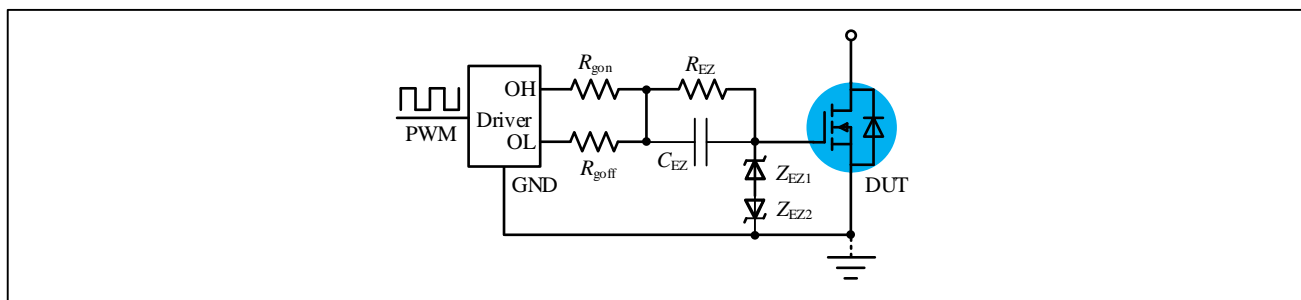


图 10 栅极驱动回路结构设计

4.7 变压器设计及选型

反激变压器采用RM12骨架规格，搭配PC44铁氧体磁芯，采用原副边绕组夹绕形式绕制而成。其中变压器的参数规格如表4所示，对应变压器的电气拓扑如图11所示。

表 4 变压器参数设计

参数	数值
磁芯尺寸	RM12
磁芯材质	PC44
原边电感	1810 μ H (“2脚”到“A端”)
副边电感	18.2 μ H (“B端”到“C端”)
辅助绕组电感	18.8 μ H (“D端”到“E端”)
漏感	<22 μ H (“2脚”到“A端”，其余端子短路)

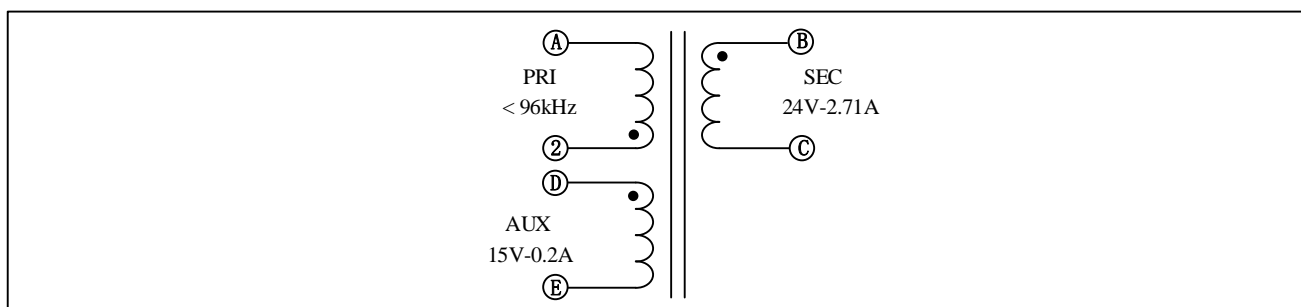


图 11 变压器电气拓扑



5 测试结果

所述参考板分别在不同输入电压和不同输出功率下做了实验测试。在不同输入电压和功率节点分别测试并记录对应的效率和波形，副边为二极管整流输出，记录满载65W输出时器件的温度曲线。

5.1 效率曲线

图12展示了参考板在输入直流电压分别为300V、600V和900V的条件下，不同输出功率对应的效率变化曲线。其中300V下最高效率达91.1%，600V下最高效率达89.9%，900V下最高效率达87.5%。

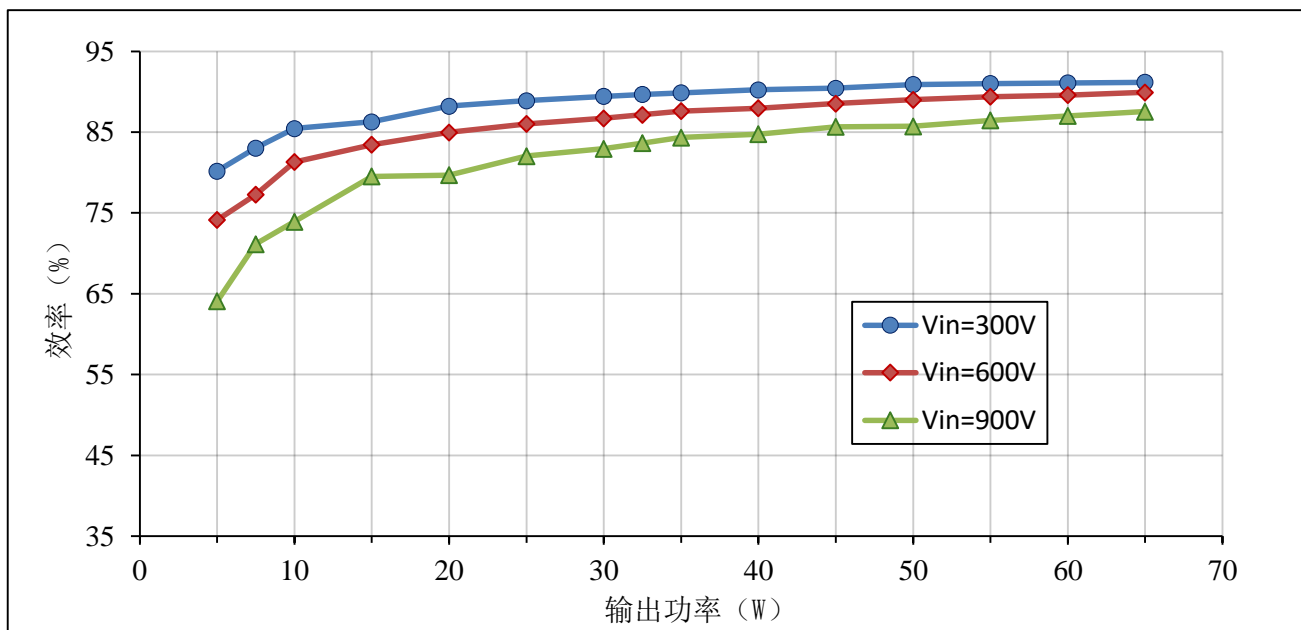


图 12 65W 辅助电源效率-输出功率曲线（输入 300V_{DC}、600V_{DC}、900V_{DC}）

图13所示为满载65W功率输出时，不同直流输入电压对应的系统效率变化情况。在输入电压为300V时系统效率最高达到了91.1%。

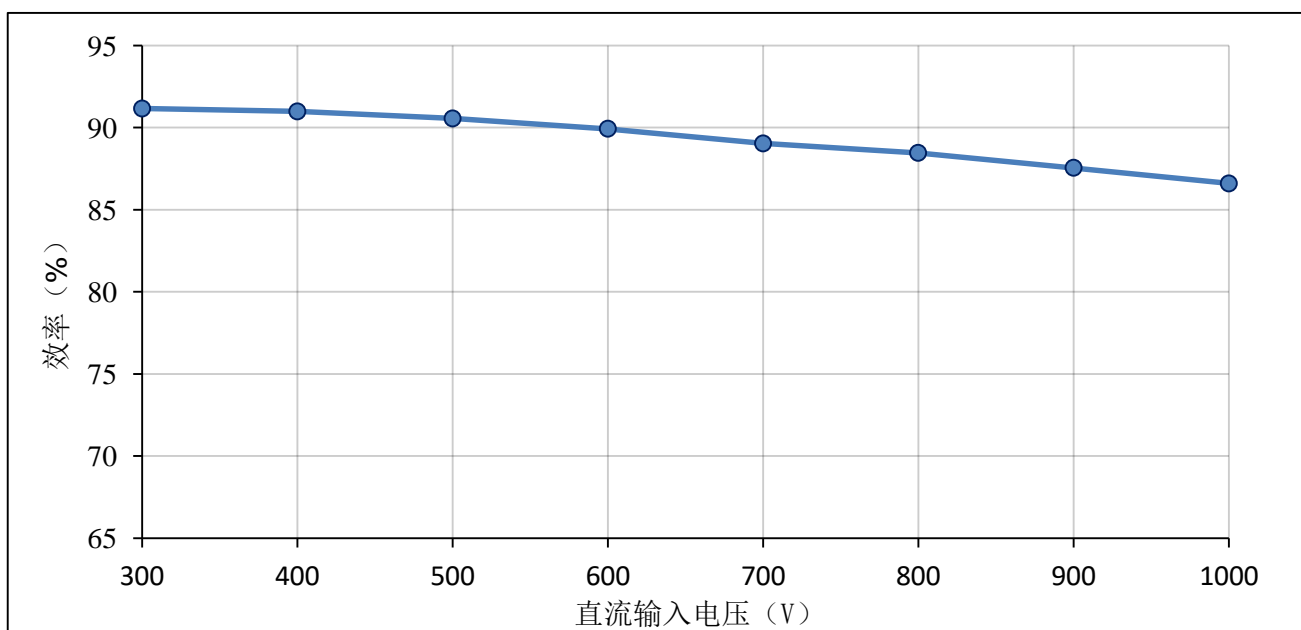
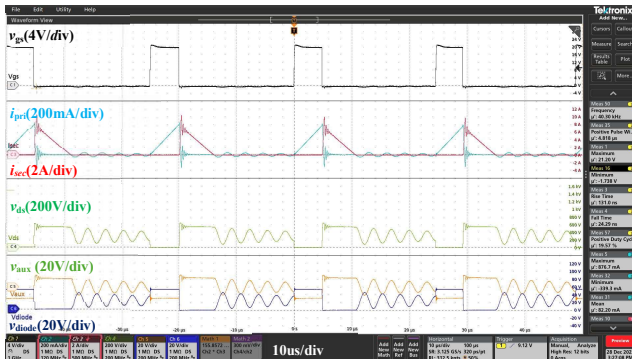
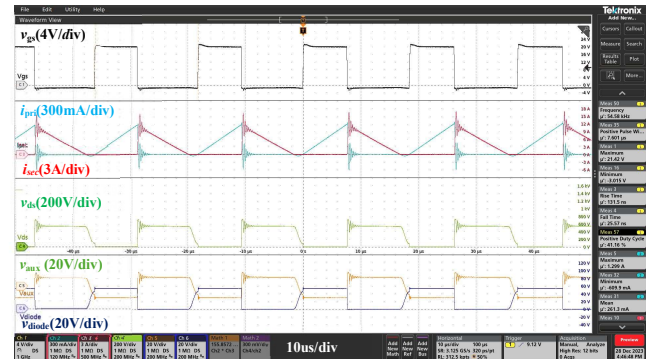
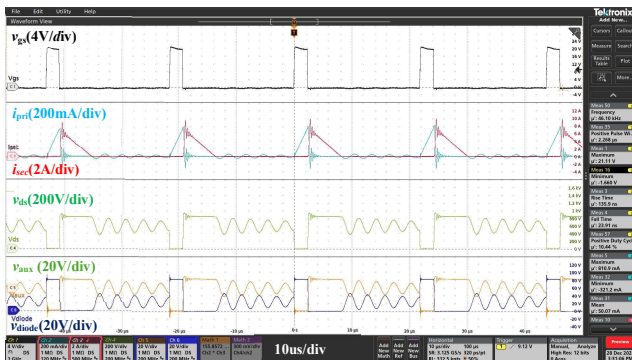
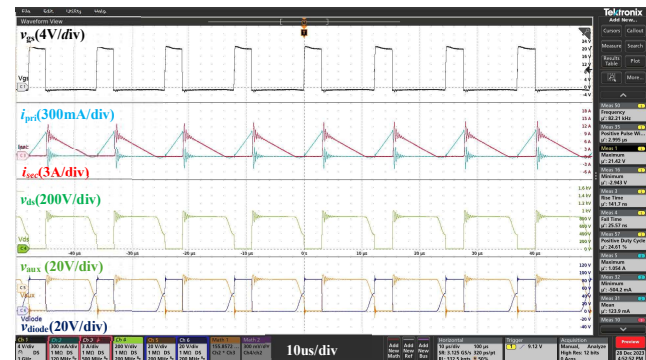
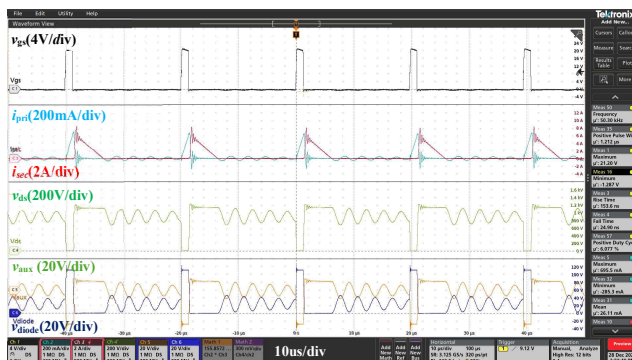
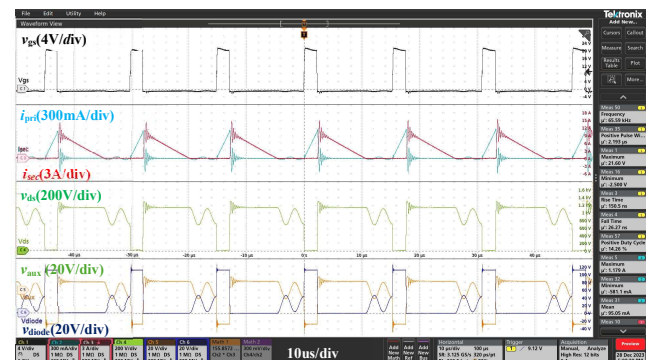
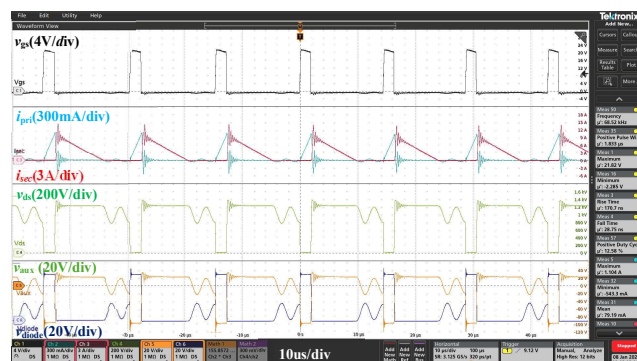


图 13 65W 辅助电源效率-输入电压曲线（不同输入电压，满载输出功率 65W）



5.2 波形

如下图14至图20分别为高压辅助电源系统在20W轻载和65W满载下的工作波形。其中Ch1（棕色）为SiC MOSFET的 V_{gs} 电压，Ch2（浅蓝色）为变压器原边电流，Ch3（红色）为变压器副边电流，Ch4（绿色）为SiC MOSFET的 V_{ds} 电压，Ch5（橙色）为辅助绕组电压，Ch6（深蓝色）为整流二极管电压。

图14 输入300V_{DC}, $P_{out}=20W$ 工作波形图15 输入300V_{DC}, $P_{out}=65W$ 工作波形图16 输入600V_{DC}, $P_{out}=20W$ 工作波形图17 输入600V_{DC}, $P_{out}=65W$ 工作波形图18 输入900V_{DC}, $P_{out}=20W$ 工作波形图19 输入900V_{DC}, $P_{out}=65W$ 工作波形图20 输入1000V_{DC}, $P_{out}=65W$ 工作波形

5.3 器件热成像温度

图21为系统在不同直流输入电压下SiC MOSFET的温度变化曲线，测试环境温度为22.4℃，器件无外加散热片进行辅助散热。

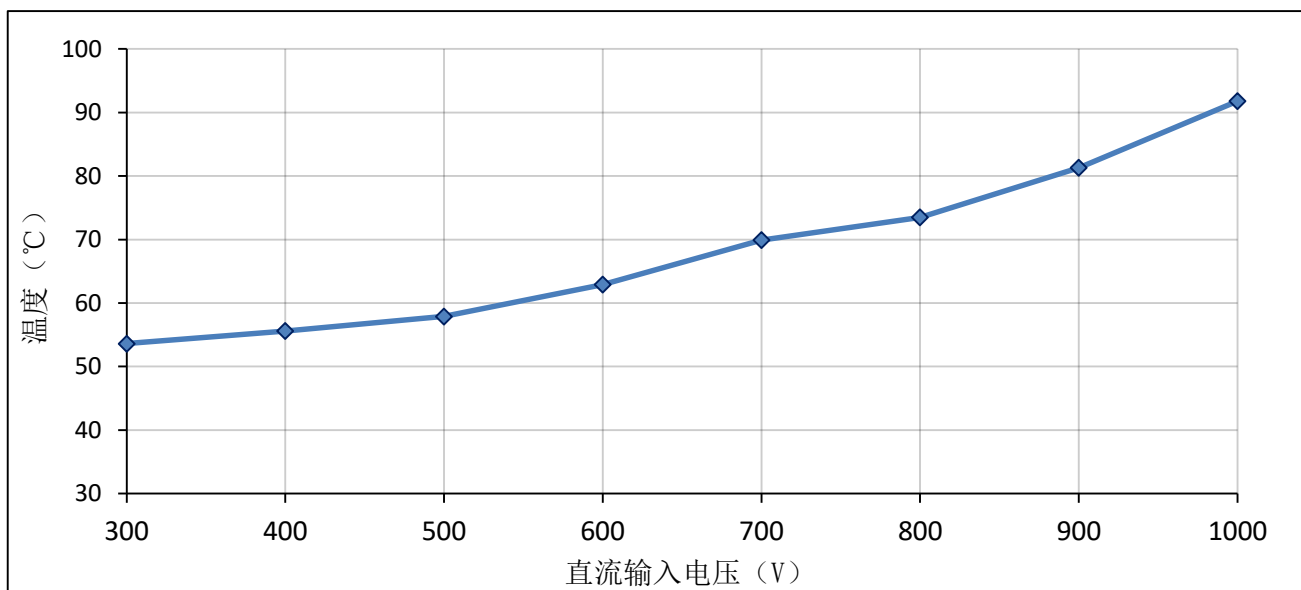


图 21 满载 65W 下不同直流输入电压对应的功率器件温度曲线

图22所示为直流高压输入条件下，满载输出65W对应的器件温度热成像，环境温度为22.4℃。当输入900V_{DC}时,器件温度最高为81.3℃，将输入电压提升至1000V_{DC}，待系统温升稳定后SiC功率器件实测温度仍不高于92℃。

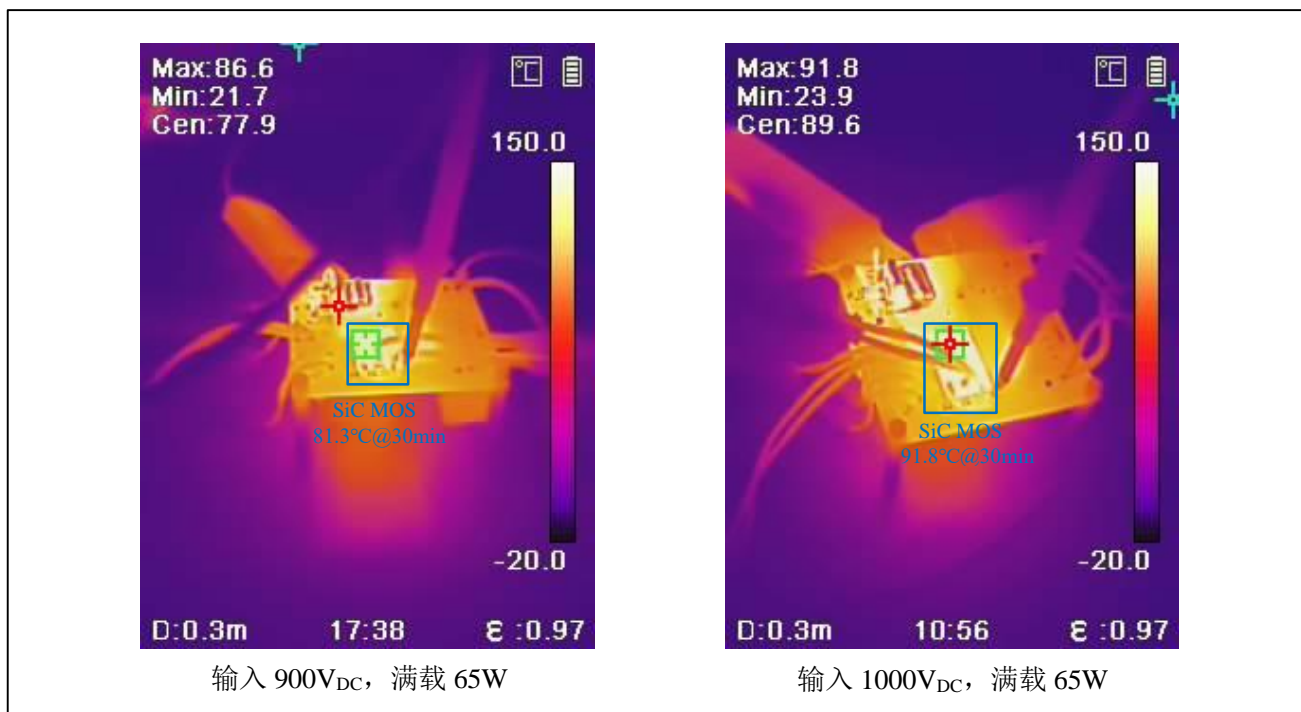


图 22 直流高压输入下满载 65W 时 SiC 器件热成像



6 参考资料

[1] SMS1701000K datasheet, 1700V SiC MOSFET.

[2] NCP1342 datasheet, Quasi-Resonant Flyback Controller.

[3] EG3001 datasheet, Single Channel MOSFET Driver.

[4] 三安1700V 1Ω SiC MOSFET的高压辅源应用，三安半导体，应用手册AN2024-B01.

7 修改记录

编 制	张建安		校 核	许亚坡	
审 核	姚晨		批 准	Tony Chiang	
版本号	更改人	更改日期	更改说明		变更编号
A.1	张建安	2024-10-28	初版创建		

