

目 录

一、概述	3
二、产品主要规格	3
三、引用标准及规范	3
四、环境条件	4
五、电气特性	4
六、安规及环保特性	5
七、可靠性	6
八、典型应用电路	7
九、效率曲线	8
十、热性能	8
十一、机械特性	10
十二、包装、运输、贮存	12
十三、注意事项	12

一、概述

该电源是 DC-DC 模块电源, 200-800Vdc 输入, 48Vdc 输出, 输出功率 2500W; 全砖封装和引脚, 铝基板结构。具有输出过压保护、输出过流保护、遥控、均流、过温保护等功能。



二、产品主要规格

型号	输入电压范围 (Vdc)	输出电压 (Vdc)	输出电流 (A)	输出纹波 (mVp-p)	典型效率 (%)
HAF2500S330Q-C	200-800	48	52.1	500	92.5

三、引用标准及规范

QC/T 413-2002	汽车电气设备基本技术条件
QC/T 895-2011	电动汽车用传导式车载充电机
GB/T 2423.1-2008	电工电子产品环境试验 第2部分: 试验方法 试验A: 低温
GB/T 2423.2-2008	电工电子产品环境试验 第2部分: 试验方法 试验B: 高温
GB/T 17626.2-2006	电磁兼容 试验和测量技术静电放电抗扰度试验
GB/T 17626.3-2006	电磁兼容 试验和测量技术射频电磁场辐射抗扰度试验
GB/T 17626.4-2008	电磁兼容 试验和测量技术电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
GB/T 17626.5-2008	电磁兼容 试验和测量技术浪涌(冲击)抗扰度试验
GB 9254-2008	信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法
GB/T 18384.3-2001	电动汽车 安全要求 第3部分: 人员触电防护
GB/T 17619	机动车电子电器组件的电磁辐射抗扰性限值和测量方法
GB/T 18488.1-2006	电动汽车用驱动电机系统 第1部分: 技术条件
GB/T 24347-2009	电动汽车 DC/DC 变换器
GB/T 19826-2005	电力工程直流电源设备通用技术条件及安全要求
GB 4208-2008	外壳防护等级 (IP 代码)
GB/T 18655-2010	测量、船和内燃机 无线电骚扰特性用于保护车载接收机的限值和测量方法
Q/FT B102-2005	车辆产品零部件可追溯性标识规定
GB/T 2423.3-1993	电工电子产品基本环境试验规程—试验 Ca: 恒定湿热试验方法;
GB/T 2423.4-1993	电工电子产品基本环境试验规程—试验 Db: 交变湿热试验方法
GB/T 2423.5-1995	电工电子产品环境试验, 第2部分: 试验方法/试验 Ea 和导则: 冲击
GB/T 2423.6-1995	电工电子产品环境试验, 第2部分: 试验方法/试验 Ea 和导则: 碰撞
GB/T 2423.8-1995	电工电子产品环境试验, 第2部分: 试验方法/试验 Ed: 自由跌落
GB/T 2423.10-1995	电工电子产品环境试验, 第2部分: 试验方法/试验 Fc 和导则: 振动(正弦)
GB/T 2423.11-1997	电工电子产品环境试验, 第2部分: 试验方法/试验 Fd: 宽频带随机振动——一般要求
GB/T 2423.22-2002	电工电子产品环境试验, 第2部分: 试验 N: 温度变化

四、环境条件

项目	技术指标	单位	备注
工作环境温度	-40—+85	℃	
工作铝基板温度	-40—+100	℃	参照图（7）安全工作曲线
储存温度	-55—+125	℃	
相对湿度	5—95	%	无冷凝
储存湿度	5—95	%	无冷凝
插针焊接温度	≤260	℃	波峰焊接，时间小于 10s
	≤425	℃	烙铁焊接，时间小于 5s
大气压力	54—106	kPa	
海拔高度	≤5000	m	
散热方式	传导散热		外加散热器风冷或自冷
MTBF	≥1×10 ⁶	H	Telcordia Ta=25℃, Tc=45℃, 额定输入，满载输出

五、电气特性

1、输入特性							
序号	项目	技术指标			单位	备注	
		最小值	典型值	最大值			
1.1	输入工作电压范围	200	-	800	Vdc	瞬态电压 820Vdc 模块不损坏	
1.2	额定输入电压	-	540	-	Vdc		
1.3	最大输入电流	-	-	12	A	Vin=200Vdc, 输出满载	
1.4	空载输入功耗	-	1	1.5	W	Vin=540Vdc, 输出空载	
1.5	待机输入电流	-	1	1.5	mA	Vin=540Vdc, DELAY 为关断状态	
1.6	DELAY	开启电平	-0.3	-	0.8	Vdc	低电平或悬空时，机子工作；高电平时，机子停止工作。信号地为 GND（原地网络）
		关断电平	3.5	-	15	Vdc	
1.7	ON/OFF	开启电平	-	-	-	Vdc	悬空时，机子正常工作；高电平时，机子停止工作。该脚不能为低电平，信号地为 AGND（副边地网络）
		关断电平	3.5	-	15	Vdc	
1.8	BC+外接电容	10	-	-	μF	耐压≥1KV 聚丙烯电容	
1.9	输入外接电容	1	-	-	μF	耐压≥1KV 聚脂电容	
2、输出特性							
序号	项目	技术指标			单位	备注	
		最小值	典型值	最大值			
2.1	输出电压范围	47.04	48	48.96	Vdc	全输入电压，5%-100%载，全温度范围	
2.2	输出电压整定值范围	47.52	48	48.48	Vdc	Vin=540Vdc, 输出半载, Ta=25℃	
2.3	电压调整率	-	-	±0.5	%	输出半载，输出电压测试点为模块输出针脚	
2.4	负载调整率	-	-	±0.8	%	≥5%载，输出电压测试点为模块输出针脚	
2.5	稳压精度	-	-	±1.5	%	≥5%载，输出电压测试点为模块输出针脚	
2.6	效率	50%负载	94	94.5	-	%	Vin=540Vdc, Ta=25℃, 参见图（2）
		100%负载	92	92.5	-	%	
2.7	输出暗电流	-	-	0.4	mA	模块不上电，输出外加电压为 14Vdc。	
2.8	输出电流	0	-	41.7	A	额定输出电流，Vin=200Vdc, 参见图（6）	

		0	-	52.1	A	额定输出电流, $V_{in} \geq 250V_{dc}$, 参见图(6)	
2.9	输出过流保护	-	-	63	A	恒流方式, $V_o < 10V$ 时不允许长期恒流工作。实际使用时, 通过调节 ITRIM 脚电压来限制模块输出限流点大小	
2.10	输出短路保护	-	-	-	A	打嗝方式, 由外部电路控制 ON/OFF 实现短路打嗝; 工作时间 5s 内为 ON/OFF 开启状态, 非工作时间 15s 内为 ON/OFF 关断状态	
	打嗝周期	20	-	-	S		
	工作时间	-	-	5	S		
2.11	输出过压保护	53	17	60	Vdc	恒压及限功方式	
2.12	均流度精度	-	-	± 10	%	$\geq 10\%$ 载	
2.13	输出纹波及噪音	-	-	500	mVp-p	$\geq 10\%$ 载, 实际使用时需要外加滤波电容来满足实际输出纹波需求	
2.14	输出外接电容	2000	-	-	μF	耐压 $\geq 25V$, 高低温特性好	
2.15	输出容性负载	-	-	8000	μF		
2.16	DELAY 开机延时时间	-	0.8	1	S	DELAY 开机到输出电压上升至 10% 的时间	
2.17	输出电压上升时间	-	60	100	ms	输出电压从 10% 上升到 90% 的时间	
2.18	开关机输出电压过冲幅度	-	-	± 5	%		
2.19	瞬态响应	过冲幅度	-	-	± 5	%	$di/dt=1A/\mu s$, $T_a=25^\circ C$, 25%-50%-25%, 50%-75%-50% 额定负载阶跃变化
		恢复时间	-	-	1	ms	
		过冲幅度	-	-	-	%	$di/dt=1A/\mu s$, $T_a=25^\circ C$, 0%-100%-0% 额定负载阶跃变化, 过冲幅度不作要求, 能恢复即可
		恢复时间	-	-	5	ms	

3、其它特性

序号	项目	技术指标			单位	备注	
		最小值	典型值	最大值			
3.1	过温保护	过温关断	100	110	120	$^\circ C$	热敏电阻附近的铝板温度, 可自动恢复。铝基板要加导热硅脂, 贴在散热器上。参照图(4)、图(5)、图(7)
		过温恢复	90	100	110	$^\circ C$	
		过温回差	5	10	-	$^\circ C$	
3.2	温度系数	-	-	± 0.02	$\%/^\circ C$		
3.3	原边辅助供电 VCC	电压	12	-	14	V	由外部电路提供, 与 GND 共地
		电流	0.15	-	-	A	
3.4	副边辅助供电 VDD	电压	12	-	14	V	由外部电路提供, 与输出 AGND 共地
		电流	0.7	-	-	A	
3.5	重量	-	420	-	g	单模块重量	

六、安规及环保特性

1、安规特性

1.1、安规标准		
认证	安规标准	检测实验室
UL	UL 60950-1 C22.2 NO. 60950-1	<input checked="" type="checkbox"/> 第三方认证 <input type="checkbox"/> 本公司 EMC 实验室测试
CE	EN 60950-1	<input type="checkbox"/> 第三方认证 <input type="checkbox"/> 本公司 EMC 实验室测试
CB	IEC 60950-1	<input checked="" type="checkbox"/> 第三方认证

		<input type="checkbox"/> 本公司EMC实验室测试
TUV	EN 60950-1	<input checked="" type="checkbox"/> 第三方认证 <input type="checkbox"/> 本公司EMC实验室测试
CQC/CCC	GB 4943.1	<input type="checkbox"/> 第三方认证 <input type="checkbox"/> 本公司EMC实验室测试
CSA	C22.2 NO. 60950-1	<input type="checkbox"/> 第三方认证 <input type="checkbox"/> 本公司EMC实验室测试

1.2、安规特性

项目		技术指标	单位	备注
抗电强度	输入对输出	3500	Vdc	测试条件: 2mA /1min, 无火花, 无击穿
	输入对基板	3500	Vdc	
	输出对基板	500	Vdc	
绝缘电阻	输入对输出	≥100	MΩ	在正常大气压力下, 相对湿度为90%, 测试电压: 500Vdc
	输入对基板	≥100	MΩ	
	输出对基板	≥100	MΩ	

2、环保特性

产品符合 RoHS 要求

项目	产品要求	备注
RoHS5	-	符合RoHS材料+铅焊接
RoHS6	√	符合RoHS材料+无铅焊接
无RoHS	-	
其它要求	-	

七、可靠性

1、可靠性要求

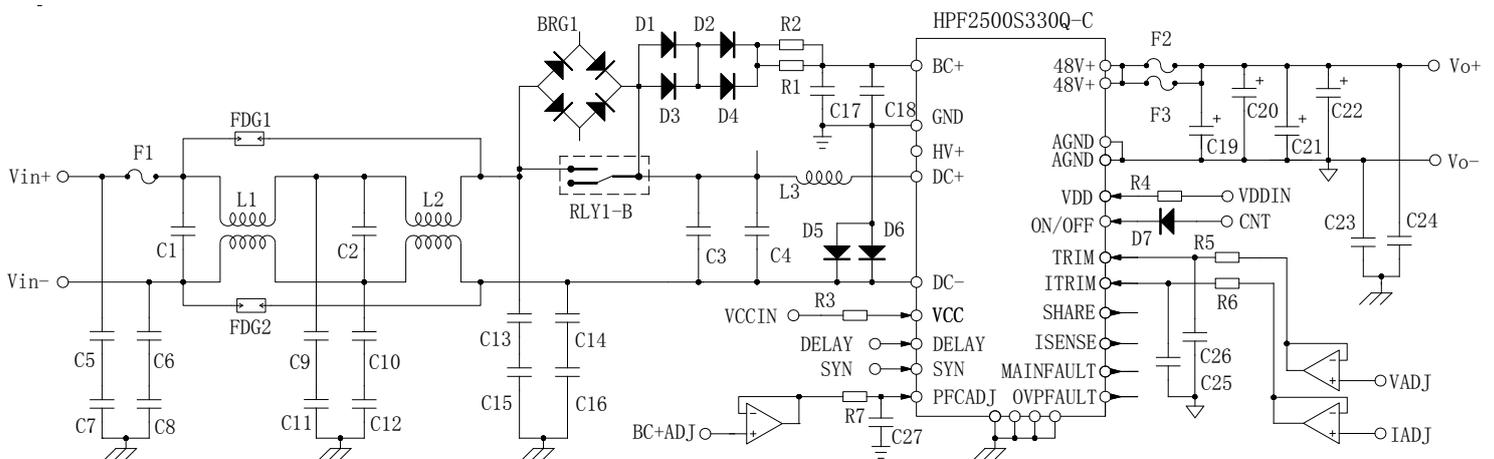
项目	数值	单位	条件	备注
MTBF	≥1,000,000	H	Telcordia Ta=25℃, Tc=45℃, 额定输入, 满载输出	可靠性预计报告

2、可靠性测试

试验项目	正样阶段	小批量阶段	原因
2.1、高加速寿命试验 (HALT)			
高温步进应力试验	√	/	<input type="checkbox"/> 新系列原型产品 <input checked="" type="checkbox"/> 具高可靠性要求的重要产品 <input checked="" type="checkbox"/> 在复杂环境中应用 <input type="checkbox"/> 客户要求
低温步进应力试验	√	/	
快速热循环试验	/	/	
振动步进应力试验	√	/	
综合应力试验	√	/	
工作温度应力试验	√	/	
2.2、符合可靠性定量要求试验			
符合可靠性定量要求试验	/	√	<input checked="" type="checkbox"/> 需要定量地进行MTBF评估的产品 <input checked="" type="checkbox"/> 具高可靠性要求的重要产品 <input type="checkbox"/> 新系列原型产品 <input type="checkbox"/> 客户要求

			■ 大功率输出
2.3、耐久性试验			
温度冲击测试	/	√	■ 需评估耐久力的产品
高温高湿测试	/	√	□ 新系列原型产品
工作寿命	/	√	■ 具有高可靠性要求的重要产品
			□ 在复杂环境中应用
			□ 客户要求
2.4、其它可靠性试验			
客户要求	/	/	□ 客户要求

八、典型应用电路



图(1) 基本使用电路一

外部元件

C1	104/1KV 聚丙烯电容	F1	25A, 慢熔保险丝
C2、C3、C4	474/1KV 聚丙烯电容	F2、F3	150A, 32VDC, 银丝保险丝
C5、C6、C7、C8	471/2KV 高压陶瓷电容	FDG1	230V±20%, 10KA, 两极
C9、C10、C11、C12	222/2KV 高压陶瓷电容	BRG1	1000V, 25A, 1.1V 整流桥
C13、C14、C15、C16	103/2KV 高压陶瓷电容	L1, L2	6mH 共模电感, 过电流能力大于 15A
C17、C18	505/1.1KV 金属聚丙烯电容	RLY1	12VDC, 17A, 277VAC
C19、C20、C21、C22	1000uF/35V 电解电容	L3	升压电感, 1mH, 饱和电流能力大于 15A
C23、C24	102/2KV 高压陶瓷电容	D1、D2、D3、D4、 D5、D6	S3K, 800V, 3A, 1.2V 二极管
C25、C26、C27	104/25V 滤波电容	D7	BAS21HTIG, 信号开关二极管
R1, R2,	20R/5W	R5、R6、R7	200R/100mW
R3、R4	10R/500mW		

九、效率曲线

输出额定电压，常温下 ($T_a=25^{\circ}\text{C}$) 的效率曲线如下图 (2) 所示：

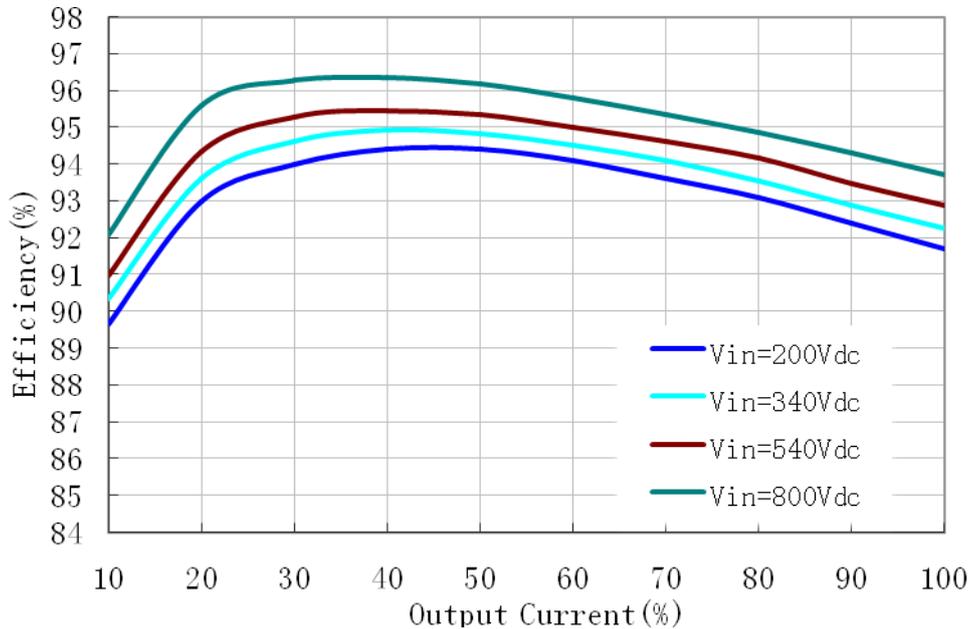


图 (2) 效率曲线

十、热性能

为了提高模块的可靠性，需考虑的热因数包括环境温度、基板温度、气流、功率损耗。发热元件布在模块铝基板上，热量通过导热、对流、辐射的方式传递到周围环境中。外加散热器必须和铝基板紧密接触、导热性良好，不然会引起铝基板局部器件温度过高不能及时保护使功率器件损坏。

变压器、电感的体积较大，其热量不能及时通过铝基板与空气散掉，需要在磁芯顶部加散热片散热，磁芯顶部和散热片之间通过导热片导热。

模块温度测试点的位置如图 (3) 所示，散热方式如图 (4)、图 (5) 所示。要保证正常工作时的基板最高温度不高于 90°C ，不同输入电压及基板温度所对应的输出带载情况见图 (6)、图 (7)。

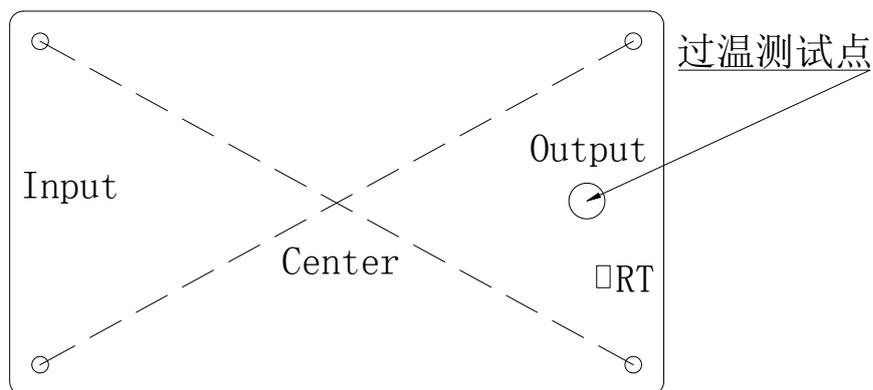


图 (3) 温度测试点

散热方式示意图:

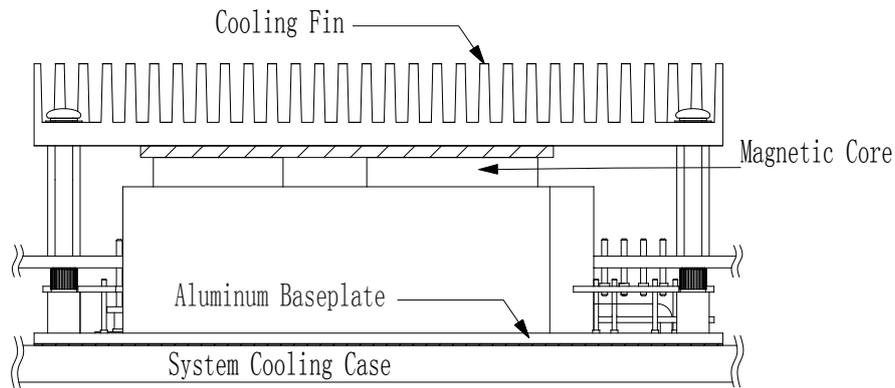


图 (4) 散热方式一

方式一: 散热片通过螺柱固定在模块磁芯顶部, 散热片与磁芯顶部之间加导热片, 变压器、电感的热量通过散热片传到空气中。模块铝基板通过螺柱固定在系统散热外壳上散热, 铝基板与系统散热外壳之间加导热硅脂。

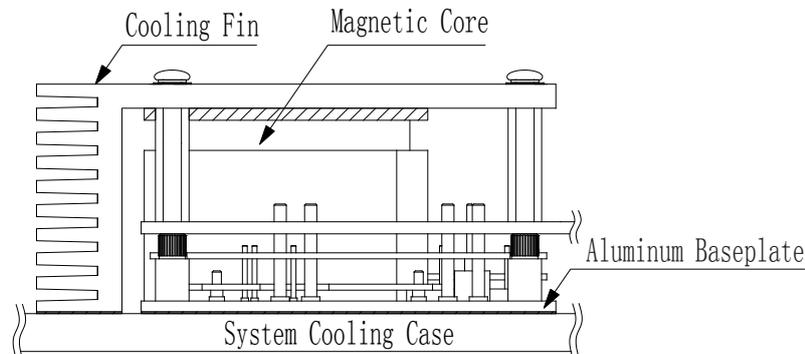


图 (5) 散热方式二

方式二: 磁芯顶部通过导热片加 L 型散热片, 散热片通过螺柱固定在模块磁芯顶部, 变压器、电感的热量通过散热片一部分传到空气中, 一部分传到系统散热外壳上。模块铝基板通过螺柱固定在系统散热外壳上散热, 铝基板与系统散热外壳之间加导热硅脂。

输入电压降额曲线如图(6):

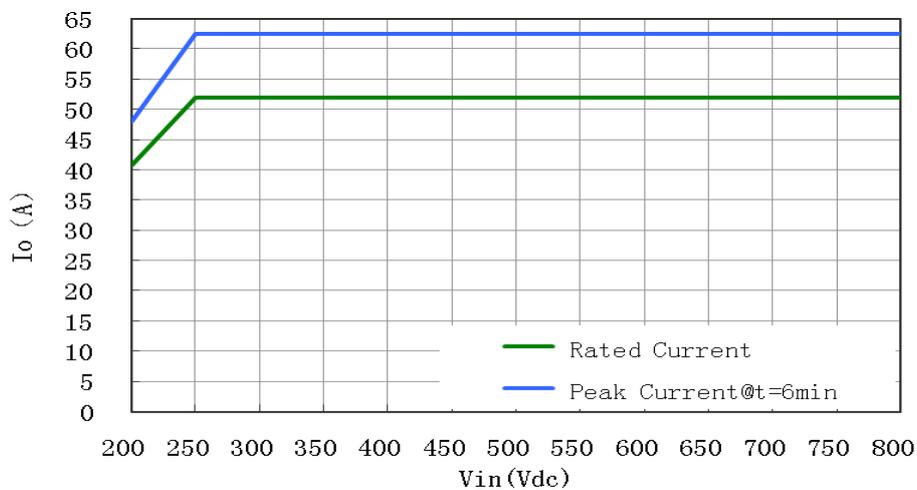


图 (6) 输入电压降额曲线

2、引脚定义

引脚序号	符号	功能
1	DC+	升压电感接入端。模块内部没有升压电感，要外加电感从 HV 引脚接入。升压电感感量选取在 800-1100uH 之间，过电流能力应大于 15Arms。正常工作时电感不能出现饱和现象。
2	HV+	输入高压采样针脚
3	SYN	升压电路开关频率同步信号输入输出控制端。该脚输出信号脉宽为 0.8uS，信号幅值为 5.1V；外部同步控制时，注入信号的频率应 $\geq 55\text{kHz}$ ，信号脉宽应 $\geq 1.2\text{uS}$ ，信号幅值应在 4.5~10V 之间。不用该功能时此端悬空。
4	DELAY	原副边启机时序控制端。DELAY 置高时电源处于待机状态，DELAY 置低或悬空时电源原边升压电路开始工作，延时 0.8s 后电源副边 LLC 开始工作，48V+开始输出。
5	PFCADJ	升压电路输出电压调节端。不需要调节时，此端与原边 GND 之间接阻值 47K 的电阻。
6	VCCN	原边辅助供电输入端。电压要求范围为 12—14V，典型值为 13V。
7	DC-	输入负端
8	GND	升压电路输出负端。
9	+BC	升压电路输出正端。模块内部升压电路输出端没有电容，必须要外加。
10、11	AGND	输出电压负端。
12、13	48V+	输出电压正端。
14	SHARE	均流母线电压输出端，此端电压 0—7.8V 对应输出电流为 0—52.1A 成线性。
15	ON/OFF	次级遥控开关控制端。ON/OFF 至高时电源处于待机状态，ON/OFF 悬空时，48V+开始输出。实际使用时，该脚不能接低电平，控制信号通过一个二极管再接该脚。
16	ISENSE	输出电流信号检测端，此端电压 0—7.8V 对应输出电流为 0—52.1A 成线性。实际使用时该脚信需外接 RC 滤波电路($R \geq 10\text{K}$, $C=100\text{nF}$)，纹波噪声不作要求。
17	ITRIM	输出恒流调节端。输出恒流点可通过 ITRIM 调节，ITRIM 电压范围为 0-4V 对应输出电流为 0-52.1A 成线性。
18	VDD	次级辅助供电输入端。电压要求范围为 12—14V，典型值为 13V。
19	TRIM	输出电压微调端。输出电压可通过 VTRIM 调节，不需要输出电压调节时，此端接 2.5V 基准电压。基准的地走线要接到模块的 9/10 脚上，且走线尽量短。
20	MAIN FAULT	主故障信号输出端。输出电流大于 5A 时该脚为高电平，输出电流小于 5A 时该脚为低电平；模块停止输出时该脚为低电平。实际使用时该脚需外接 RC 滤波电路，纹波噪声不作要求。

十二、包装、运输、贮存

1、包装

包装箱上有产品名称、型号、厂家标识、厂家质量部门的检验合格证、制造日期等；包装箱内有附件清单。

2、运输

适应于车、船、飞机运输，运输中应该遮蓬、防晒、文明装卸。

3、贮存

产品未使用时应存放在包装箱内，仓库环境温度为 $-55-+125^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $5\%-95\%$ ，仓库内不允许有有害气体，易燃，易爆的产品及有腐蚀性的化学物品，并且无强烈的机械振动，冲击和强磁场作用，包装箱应垫离地至少 20cm 高，距离墙壁、热源、窗口或空气入口至少 50cm，在本规定条件下的贮存期一般为 2 年，超过 2 年后应重新进行检验。

十三、注意事项

- 此模块输入端添加 25A 的慢速熔断型保险丝或其它过流保护装置。
- 模块铝基板须可靠连接到保护地。