



#### 可选功能:

- 是否喷涂三防漆
- 环保特性

#### 产品特点

- 工业标准全砖封装及引脚  
4.6" × 2.4" × 0.5"
- 高功率密度: 90W/in<sup>3</sup>
- 高效率: 典型值 90%
- 2: 1 输入电压范围
- 低输出纹波噪声
- 遥控遥测功能
- 过温保护自动恢复
- 输出过压保护, 关断锁定
- IOG 集电极开路输出
- 输出电压可调节 (+10%/-40%)
- 输出过压、过流保护
- 基板工作温度范围 (-40℃-100℃)
- 符合 EN60950-1: 2006 标准要求
- 符合欧盟 RoHS 指令 2002/95/EC 的要求

#### 型号命名

FDR - L 500 28 S C - C G5  
 ①      ②      ③      ④      ⑤ ⑥      ⑦      ⑧

序号	功能类型	功能含义定义说明
①	产品系列名	全砖铝基板系列
②	遥控逻辑	L-负逻辑控制
		H或缺省-正逻辑控制
③	额定输出功率	500-额定输出功率为500W
④	额定输出电压	28-额定输出压为28V
⑤	输出路数	S-单路输出
⑥	额定输入电压	C-额定输入电压48V
⑦	器件表面是否喷涂三防漆	C-喷涂三防漆
		缺省-不喷三防漆
⑧	ROHS属性	G5-符合RoHS5
		G-无铅产品, 符合RoHS6

1. 概述

本产品输出电压为 28V<sub>DC</sub>、电流为 18A；工业标准全砖封装和引脚；开架方式。输入电压适应范围宽，效率高，散热性能优良，输入输出隔离电压高，可广泛应用于通信、工业自动化和测试设备等场合。

2. 技术指标（除非另有说明，指标一般在标称输入电压、输出满载和25℃环境温度下测得，外加散热器，输入接100uF/100V电解电容，输出接560uF/50V电解电容和10uF陶瓷电容，要求电解电容温度特性105℃。）

性能参数	测试条件	Min	Typ	Max	Unit
<b>2.1 绝对最大值</b>					
输入电压 (Vi)	非工作状态, 连续输入	0	—	80	Vdc
	瞬态 (100ms)	—	—	100	Vdc
最大输出功率 (Pomax)	在允许工作条件下	—	—	504	W
<b>2.2 输入特性</b>					
标称输入电压 (Vinom)	—	—	48	—	Vdc
输入工作电压范围	—	36	—	76	Vdc
输入欠压保护点范围	Ionom	31	—	34	Vdc
输入欠压恢复点范围	Ionom	33	—	36	Vdc
输入最大电流 (Iimax)	Vimin, Vonom, Ionom	—	—	15.9	A
空载输入电流 (Iio)	Vinom, Io=0A	—	140	200	mA
静态输入电流 (Iiof)	Vinom, 遥控关断输出	—	—	40	mA
空载损耗	Vinom, Io=0A	—	6.7	9.6	W
瞬态冲击电流	Io=Ionom	—	—	0.1	A <sup>2</sup> S
输入纹波电流	Vinom, Ionom	—	100	160	mA
输入滤波电容	V <sub>INMIN</sub> ~V <sub>INMAX</sub>	—	100	—	μF
遥控功能	开启	1mA≤I(on/off)≤5mA(+ON/OFF 与 -ON/OFF 之间)			
	关闭	悬空 (+ON/OFF 与 -ON/OFF 之间)			
<b>2.3 输出特性</b>					
输出电压设定精度 (Vonom)	Vinom, Ionom	27.72	28	28.28	Vdc
标称负载 (Ionom)	—	—	18	—	A
输出电流范围 (Io)	Po≤504W	0	—	18	A
电压调整率 (Vov)	Vimin-Vimax, Ionom	—	—	±0.2	%Vo
负载调整率 (Vol)	0-100%Ionom, Vinom	—	—	±0.5	%Vo

性能参数		测试条件	Min	Typ	Max	Unit
稳压精度		$0\sim 100\%I_o, V_{INMIN}\sim V_{INMAX}$	—	—	$\pm 1$	%Vo
输出电压调节范围 (Voadj)		$I_o\leq I_{onom}, P_o\leq 504W$	-40	—	+10	%Vo
输出过压保护	保护方式	—	锁死, 重新上电恢复			—
	保护点范围	$P_o < P_{omax}$	32.2		42	Vdc
输出过流保护	保护方式	—	恒流自恢复			—
	保护点范围	$V_{inmin}\sim V_{inmax}, T_c$ (基板温度) $= -40\sim 100^\circ C, V_{inom}$	105		150	%Ionom
输出短路保护	保护方式	—	间歇 (Hiccup) 自恢复,			—
	输入电流限值	—	—	—	2.5	A
负载瞬态响应	过冲幅度	$25\%\sim 50\%\sim 25\%I_{onom}$	—	—	1400	mV
	恢复时间	$50\%\sim 75\%\sim 50\%I_{onom}$ 斜率 $0.1A/\mu S, V_{inom}$	—	—	200	$\mu s$
	过冲幅度	$0\%\sim 100\%\sim 0\%I_{onom}$	—	—	14	V
	恢复时间	斜率 $0.1A/\mu S, V_{inom}$	—	—	800	$\mu s$
输出纹波及噪声	有效值 (20MHz)	$V_{inom}, I_{onom}$ , 探头靠测, 输出外加 $560\mu F$ 电解电容和 $10\mu F$ 陶瓷电容, 输入接 $100\mu F/100V$ 电解电容	—	—	80	mV
	峰峰值 (20MHz)		—	—	260	
	峰峰值 (100MHz)		—	—	280	
输出外接电容 (Co)		$V_{INMIN}\sim V_{INMAX}, 0\sim 100\%I_o$	560	—	10000	$\mu F$
开关机过冲幅度		$V_{inom}, I_{onom}$	—	—	$\pm 5$	%Vo
输出延迟时间		$90\%V_{inom}\sim 10\%V_{onom}$	20	—	200	mS
输出上升时间		$10\%V_{onom}\sim 90\%V_{onom}$	—	20	40	mS
AUX端 (辅助供电)		辅助供电电流 $\leq 20mA$	7.6	8	8.4	V <sub>DC</sub>
PC端 (并联运行)		见 4.11 说明	可以			
IOG信号		见 4.9 说明	集电极开路输出			
远端电压采样		见 4.7 说明	可以			
<b>2.4 安全性</b>						
绝缘强度	输入与输出	漏电流 $\leq 1mA, 1min$	1500	—	—	Vdc
	输入与外壳	漏电流 $\leq 1mA, 1min$	1050	—	—	Vdc
	输出与外壳	漏电流 $\leq 1mA, 1min$	500	—	—	Vdc
绝缘电阻 (R <sub>ISO</sub> )		$500V_{DC}$	50	—	—	M $\Omega$
安全认证		符合 EN60950-1: 2006 标准要求				

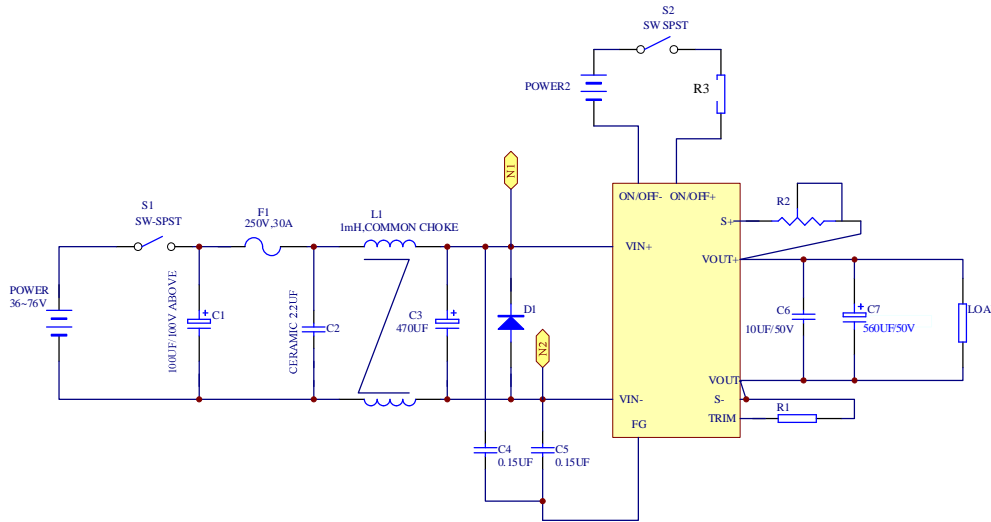
性能参数	测试条件	Min	Typ	Max	Unit
<b>2.5 可靠性</b>					
振动试验（正弦）	频率：10~55Hz 振幅：0.35mm 加速度：50m/s <sup>2</sup> 周期时间：三轴向各 30min	受试后，变换器的机械与电器部件完好无损，外观、额定输出电压和输出纹波及噪声峰峰值符合技术要求			
冲击试验（半正弦）	峰值加速度：300m/s <sup>2</sup> 持续时间：6ms 三个相互垂直方向各连续冲击 6 次	受试后，变换器的机械与电器部件完好无损、变形，外观、额定输出电压和输出纹波及噪声峰峰值符合技术要求			
MTBF 预计	≥2×10 <sup>6</sup> h Bellcore TR-332 (Ta=25°C) ≥1×10 <sup>6</sup> h Bellcore TR-332 (Ta=55°C)				
<b>2.6 环境特性</b>					
相对湿度	(40±2) °C，不结露	—	—	90	%RH
冷却方式	—	传导冷却（强制风冷或加散热器）			
过温保护	保护方式	—			
	温度保护范围	基板温度，测试点见图示			
	恢复回差范围	5	10	15	°C
工作基板温度		-40	—	+100	°C
存储温度范围(Tst)		-40	—	+100	°C
<b>2.7 一般特性</b>					
开关频率	—	—	250	—	kHz
温度系数(Tcoeff)	—	—	—	±0.02	%/°C
效率(η)	Vinom, Ionom	89	90	—	%
重量		—	150	—	g
环保特性	符合欧盟 RoHS 指令 2002/95/EC 的要求				
防硫化特性	涂覆三防漆				

注：1. 低温（-40°C）测试条件为：Vinom, Ionom探头靠测，输出，外加2800μF电解电容和10μF陶瓷电容，输入接330μF/100V电解电容。

3. 高温测试时外加散热器并强制风冷。效率为η>88%。

### 3 基本应用电路及使用注意事项

#### 3.1 典型应用



产品应用基本连接图

3.2 遥控不外加电源时，-ON/OFF直接与输入负短接，+ON/OFF通过电阻R3(30kΩ)接到输入正。

3.3 无电磁兼容要求时，L1, C3,C4,C5可以不用。

3.4 输出无需调节时，+S,-S分别直接连到输出的正，负上；但模块检测时，一定将+S,-S分别连到+V<sub>O</sub>,-V<sub>O</sub>上。否则模块处于过压状态。

3.4.1 输出上调时，电阻R1不接，调节电位器R2可以得到V<sub>O</sub>~+10%V<sub>O</sub>的任意值。

注意：输出功率不大于总功率504W； R<sub>2</sub>≤3kΩ。

3.4.2 输出下调时，电阻R2不接，+S与+V<sub>O</sub>短接，调整电阻R1阻值，可以得到-40%V<sub>O</sub>~V<sub>O</sub>的任意值。

注意：输出电流不大于最大电流(18A)； R<sub>1</sub>≥9.1kΩ。

3.5 -20°C使用时，C1的容量应增加1倍，C7的容量应增加2倍；-40°C使用时，C1的容量应增加3倍，C7的容量应增加5倍,采用多只电容并联使用以减小ESR。

3.6 高温使用时，风道应畅通，并按降额曲线规定要求提供散热条件。

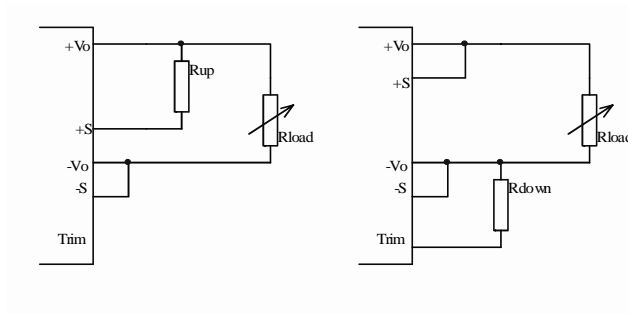
3.7 C6是高频陶瓷电容。

#### 4. 使用及检测说明（需装散热器或强制风冷）

4.1 输入电压不要超出最大输入电压，否则可能造成模块永久损坏；输入电压最大纹波应小于4V，否则输出纹波将超出指标范围；输入电压突变将导致输出电压产生瞬态过程。模块内部无保险，使用时应外接保险30A/250V。电容C3,C6,C7 连线尽量短。D1防止输入电压反接，其耐压应大于100V。

#### 4.2 输出电压调节

#### 4.2.1 外接电阻方式:



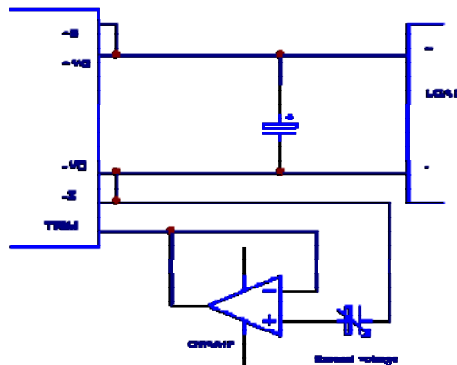
外接电阻调压方式

上调公式:  $R_{up} = V_o (1 + \Delta\%) - 28 \text{ (k}\Omega\text{)}$   $0 \leq \Delta \leq 10$

下调公式:  $R_{down} = 5.92 (1/\Delta\% - 1) \text{ (k}\Omega\text{)}$   $0 < \Delta \leq 40$

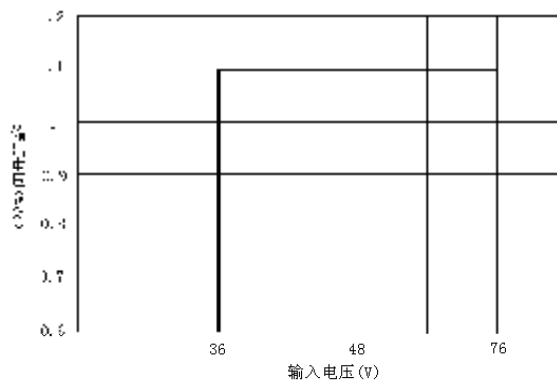
$\Delta(\%)$ : 输出电压相对于标称输出电压的变化率。

#### 4.2.2 外接电源方式: 调整运放的入口电压, 即可实现输出电压的上调和下调。



外接电源调压方式

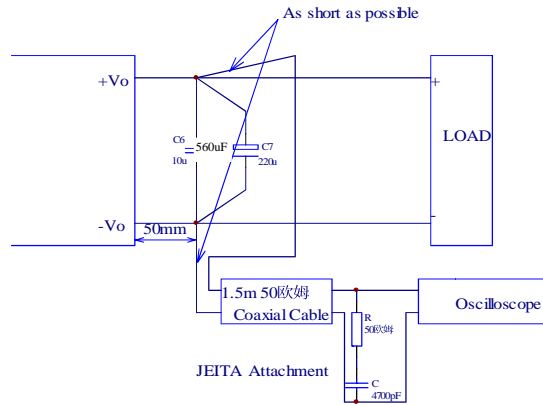
#### 4.2.3 输出电压调节曲线



输入电压与输出电压最大可调值关系曲线

4.2.4 注意： 上调电压如高于过压点时，过压保护电路将动作。

4.3 最大纹波及噪声：按下图接线检测或用示波器探头直接靠测电容两端。输出引线用双绞线，长度小于等于50mm。



输出电压纹波测量方式

#### 4.4 过流保护

模块长期处于过流状态，易造成模块的损坏；当输出短路时，模块处于间歇工作状态，此时输入电流从几毫安到几百毫安之间变化。

#### 4.5 过压保护

保护方式为锁死，过压消除后需重新上电才能恢复输出电压。

检测方法：将+S 与+V<sub>O</sub> 断开(轻载)， +S 与+V<sub>O</sub> 之间串联一只 50k 电位器，调整电位器使输出电压升高到 32.2V~42V， 此时模块将关闭输出电压至到重新上电才能恢复输出。

#### 4.6 过热保护

底板温度 100°C~125°C 过热保护，模块关闭输出，底板温度低于保护点温度 5°C ~15°C 后自动恢复。

#### 4.7 遥测信号 (+S,-S 端子)

用遥测信号时，用双绞线将+S,-S 分别接到负载的正和负上（两股线应绞合，线尽量短，绞合尽量紧）。不用遥测信号时，将+S,-S 分别接到模块的输出正和负上，连线尽量短。

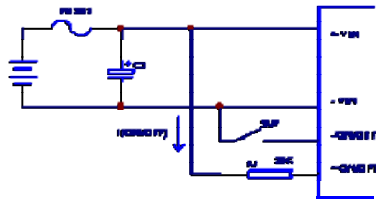
#### 4.8 遥控开关 (+ON/OFF,-ON/OFF 端子)：两种方式。

注意：a: +ON/OFF, -ON/OFF 的连线较长时，应在+ON/OFF 与-ON/OFF 之间近距离接一只 0.1uF 电容。

b: 限流电阻也能接在-ON/OFF 端。

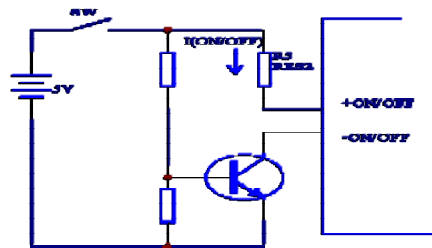
c:  $1\text{mA} \leq I(\text{ON/OFF}) \leq 5\text{mA}$ 。

##### 4.8.1 ON/OFF 控制端接到输入端：+ON/OFF 端与+V<sub>in</sub> 之间电阻 R1=30k Ω



遥控方式一：遥控端子接入输入端子

#### 4.8.2 ON/OFF 接到外部电源



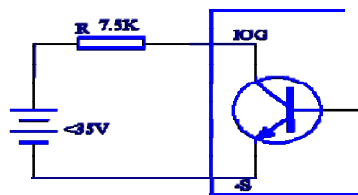
遥控方式二：遥控端子接到外部电源

#### 4.9 IOG 信号 (INVERTER OPERATION GOOD)

监测 IOG 信号即可知道模块的工作是否正常。IOG：模块正常时处于低阻态（不包括输出过压保护后锁死状态）；模块停止工作时或异常时（不包括过流；动态；短路保护）为高阻状态。

模块正常工作时，V304 导通，IOG 低电平；模块输出短路保护时，模块输出处于打嗝状态，V304 也处于打嗝状态，IOG 电平高低间歇变化，模块处于输出过压保护无输出时，V304 关断，IOG 高电平；模块处于过流保护时，V304 仍会导通，IOG 为低电平。

使用条件：IOG 集电极开路输出，外接电压应小于 35V,吸收电流 5mA。

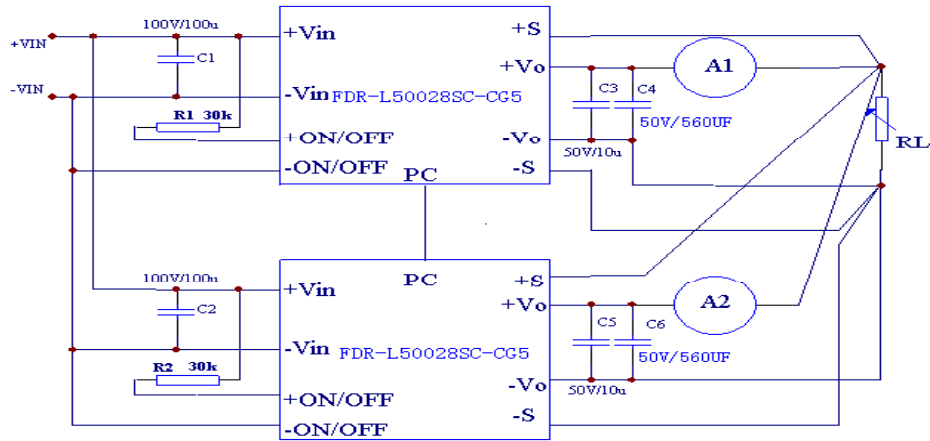


IOG 信号检测 (内部三极管为 V304)

4.10 耐压试验时，应将输入端子 (+Vin,-Vin) 短接，遥控端子(+ON/OFF, -ON/OFF)短接，输出 (+Vout,-Vout) 及信号端子(IOG, Trim, +S, -S)短接。

#### 4.11 并联应用



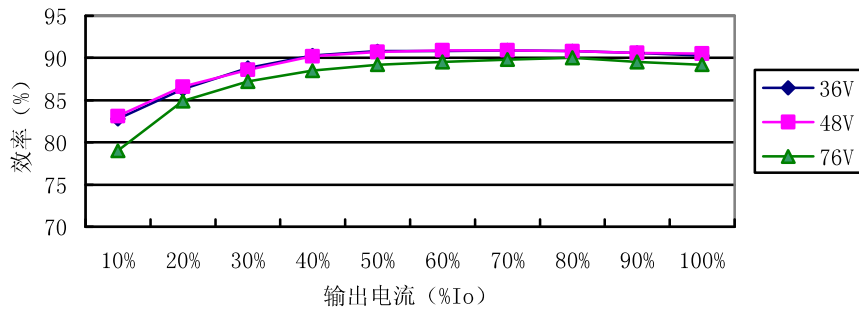


并联使用连接图

注意：每个模块的输出电压应在输出精度范围内，输出功率应小于额定总功率的95%。

### 5 工作曲线 (Ta=25°C)

#### 5.1 效率曲线



负载	20%Io	50%Io	80%Io
效率值 (%) (Vin=48V)	86.4	90.7	90.8

效率曲线

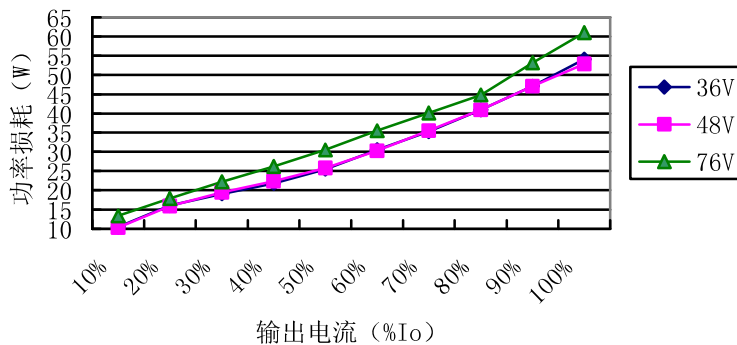
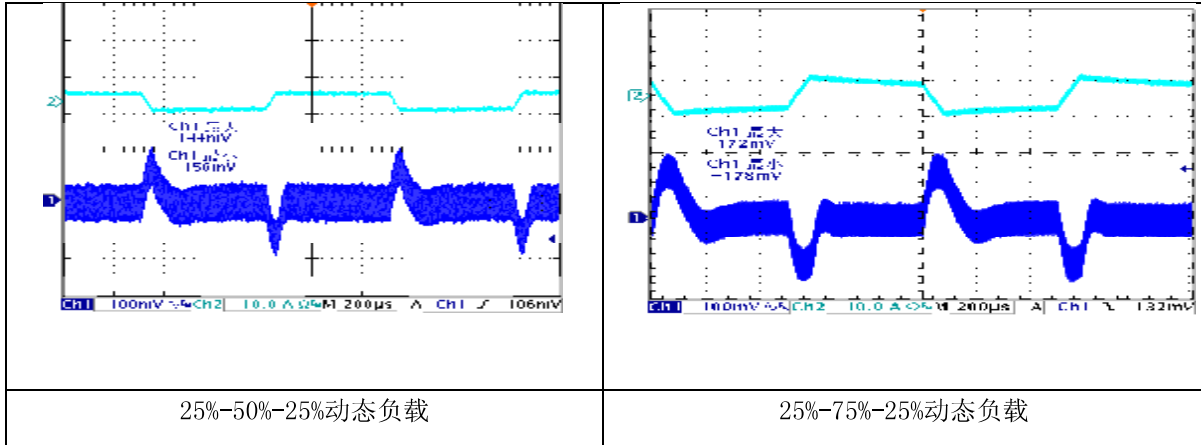


图 10 输出电流与功耗关系曲线

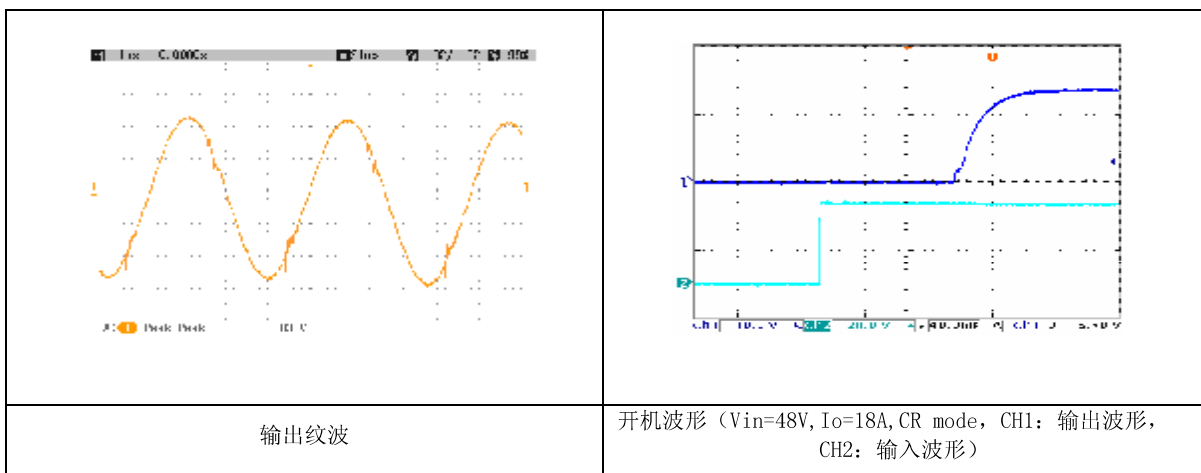
#### 5.2 动态响应

测试条件:  $V_{in}=48V$ , 输入加  $100\mu F$  电解电容, 输出外加  $10\mu F$  钽电容和  $560\mu F$  电解电容



#### 5.3 输出纹波与开机波形

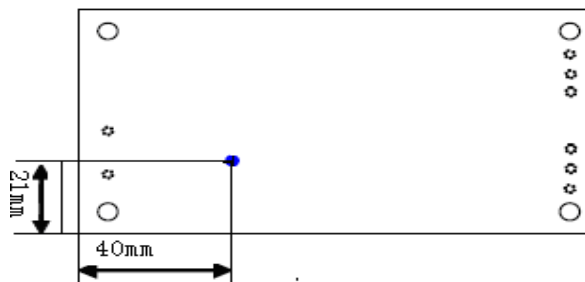
测试条件:  $T_a=25^{\circ}C$ ,  $V_{in}=48V$ ,  $I_o=18A$ , 20MHz 探头靠测, 输出外加  $560\mu F$  电解电容和  $10\mu F$  钽电容, 输入接  $100\mu F/100V$  电解电容



#### 5.4 温度降额曲线

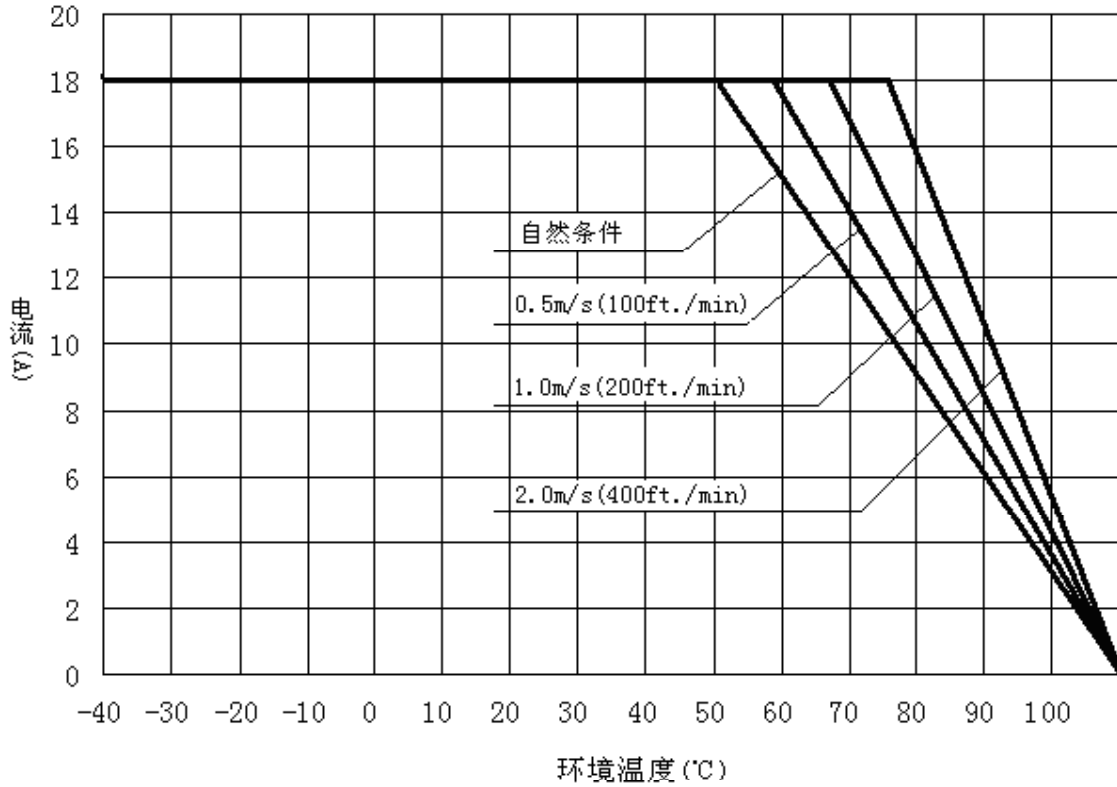
模块可以工作在较为严峻的温度条件下, 但是良好的散热是模块正常工作的必要条件, 可以通过监测下图所示的温度测试点来判断模块的工作温度是否超出了所给定的温度限值。

#### TOP VIEW

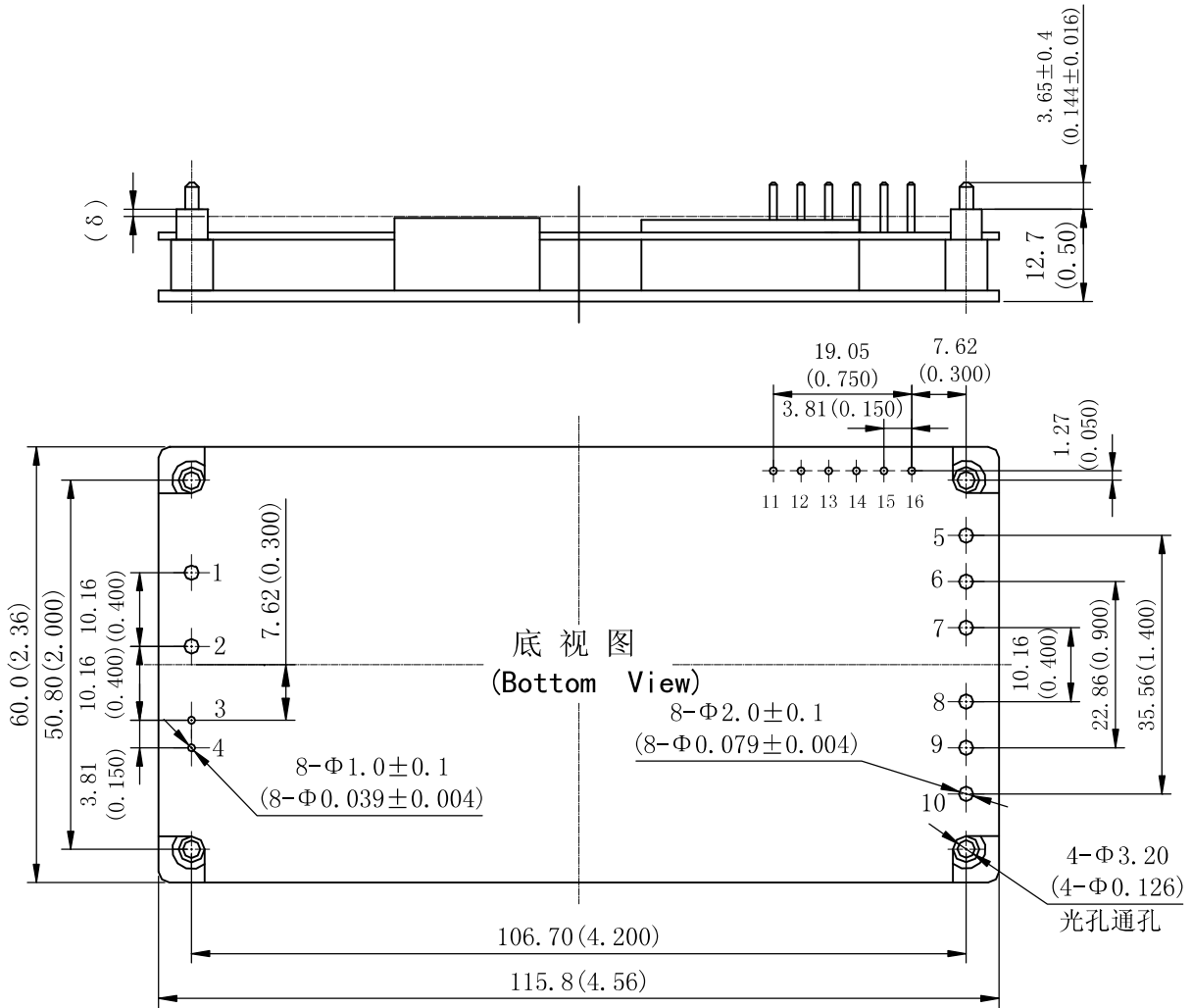


温度测试点示意图 (铝基板外侧俯视图)

下图为模块温度降额曲线，模块须加装散热器（300mm×220mm×43mm）。



## 6 外形尺寸与引脚定义



- (1) .X±0.5 (.XX±0.02) .XX±0.25 (.XXX±0.010)
- (2) 单位: mm (inch)
- (3) δ =0.4mm 为上板最高器件与安装柱顶面间的最小距离。

序号	1	2	3	4	5、6、7	8、9、10	11	12	13	14	15	16
标识	-Vin	+Vin	-ON/OFF	+ON/OFF	-Vout	+Vout	AUX	IOG	PC	TRIM	+S	-S
含义	输入负端	输入正端	遥控负端	遥控正端	输出负端	输出正端	辅助供电端	信号端	并机端	输出调整端	正遥测端	负遥测端