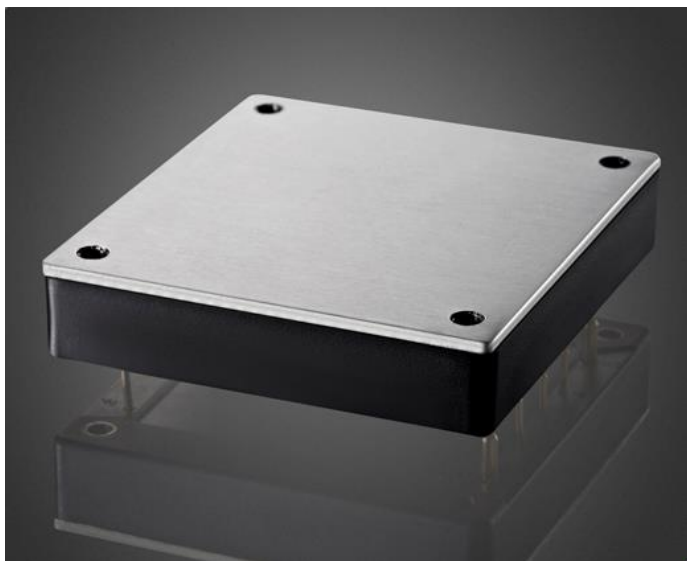


## 概述



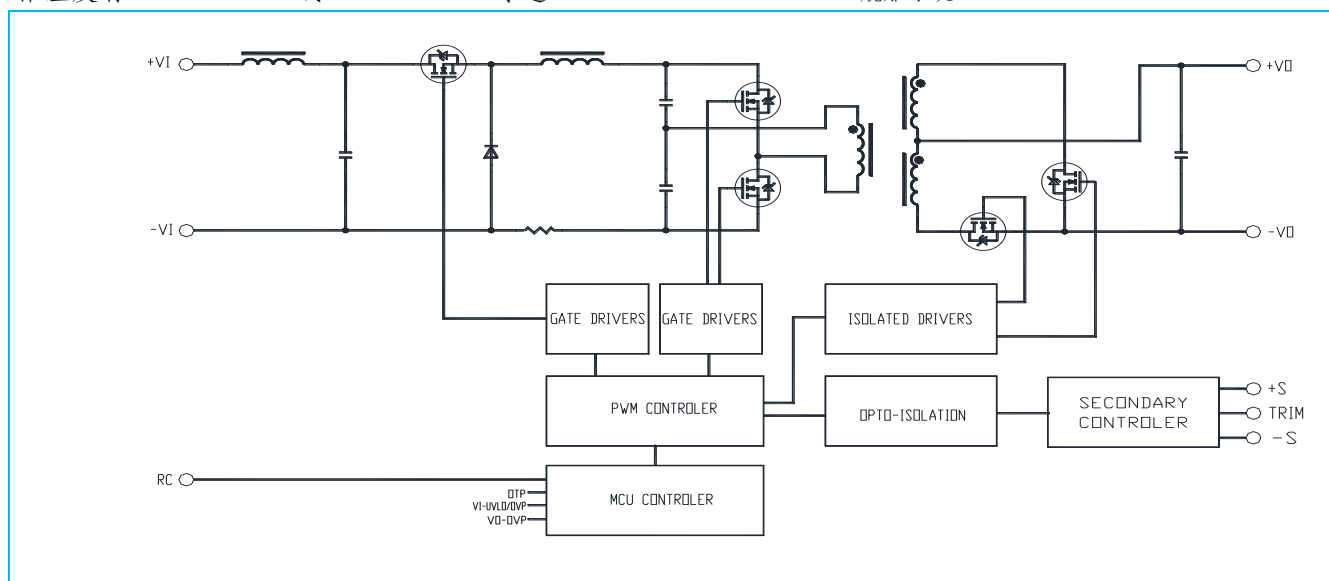
HQ500-300SXXB 系列为宽范围、高可靠、高效率的单路输出隔离 DC/DC 变换器。该系列模块电源输入电压为 200-425VDC，最大输出电流为 60A，最大功率 500W。HQ500-300SXXB 系列模块提供使能控制，有正逻辑或负逻辑控制可选；散热安装方式有通孔或者螺纹孔可选；工作温度有  $-40^{\circ}\text{C} \sim +100^{\circ}\text{C}$  或  $-55^{\circ}\text{C} \sim +100^{\circ}\text{C}$  可选。

## 主要特性

- 500W 隔离输出
- 额定满载效率高达：94%
- 固定开关频率
- 输入过欠压保护
- 输出过压保护、输出过流保护、短路保护
- 过温保护
- 远程禁止/使能控制
- MTBF50 万小时
- 标准 1/2 砖封装：(61.0mm × 57.9mm × 12.7mm)
- 隔离电压 4250VDC

## 应用领域

- 工业控制系统
- 地面通信设备
- 分布式电源系统
- 半导体设备
- 车载系统
- 舰船系统 61+6



模块功能框图



### 产品订购编码

| 系列名    | 输出功率         | - | 额定<br>输入电压 | 输出<br>路数 | 输出电压                      | 产品特征<br>标识 | 控制逻辑           | 外壳工作温度        | 散热器<br>安装方<br>式   | 内部<br>编码 |
|--------|--------------|---|------------|----------|---------------------------|------------|----------------|---------------|-------------------|----------|
| HQ     | 500          | - | 300        | S        | 05                        | B          | P              | I             | L                 | XX       |
| HQ: 半砖 | 500:<br>500W | - | 300:300VDC | S:单路     | 05:5V<br>12:12V<br>24:24V | 产品特<br>征码  | P:正逻辑<br>N:负逻辑 | I: -40℃~+100℃ | T:通孔<br>L:螺纹<br>孔 | XX       |

### 产品选型列表

| 型号               | 输入电压       | 输出电<br>压 | 输出电流 |       | 空载额定<br>输入电流 | 纹波与噪声<br>(峰峰值) | 额定效率<br>(%) | 容性负载            |
|------------------|------------|----------|------|-------|--------------|----------------|-------------|-----------------|
|                  |            |          | 最小   | 最大    |              |                |             |                 |
| HQ500-300S05B□□□ | 200-425VDC | 5.00V    | 0mA  | 60A   | 15mA         | 100mV          | 90.0        | (1000-20000) μF |
| HQ500-300S06B□□□ | 200-425VDC | 6.00V    | 0mA  | 60A   | 15mA         | 100mV          | 90.0        | 0-20000μF       |
| HQ500-300S12B□□□ | 200-425VDC | 12.00V   | 0mA  | 41.7A | 15mA         | 100mV          | 91.2        | 0-12000μF       |
| HQ500-300S15B□□□ | 200-425VDC | 15.00V   | 0mA  | 33.3A | 15mA         | 100mV          | 92.0        | 0-10000μF       |
| HQ500-300S24B□□□ | 200-425VDC | 24.00V   | 0mA  | 20.8A | 15mA         | 200mV          | 92.2        | 0-6800μF        |
| HQ500-300S28B□□□ | 200-425VDC | 28.00V   | 0mA  | 17.8A | 15mA         | 200mV          | 93.0        | 0-4000μF        |
| HQ500-300S36B□□□ | 200-425VDC | 36.00V   | 0mA  | 13.9A | 15mA         | 300mV          | 94.0        | 0-4700μF        |
| HQ500-300S48B□□□ | 200-425VDC | 48.00V   | 0mA  | 10.4A | 15mA         | 400mV          | 94.0        | 0-3300μF        |



### HQ500-300SXXB 系列规格

| 项目            | 最小值  | 典型值 | 最大值  | 单位  | 备注                              |
|---------------|------|-----|------|-----|---------------------------------|
| <b>极限参数</b>   |      |     |      |     |                                 |
| 持续输入非工作电压     | -0.7 |     | 600  | Vdc | 持续通电，产品关机状态                     |
| 持续输入工作电压      |      |     | 425  | Vdc | 持续通电                            |
| 瞬间输入电压        |      |     | 450  | Vdc | 瞬间 <1s                          |
| 禁止/使能引脚 电压    | 0    |     | 75   | Vdc | 相对输入负作参考。                       |
| 禁止/使能引脚 电流    | 0    |     | 1    | mA  | 相对输入负作参考                        |
| 输出调节引脚电压      | 0    |     | 5    | Vdc | 相对-S 引脚作参考                      |
| 工作温度 (I 档)    | -40  |     | +100 | °C  | 基板                              |
| 工作环境温度 (I 档)  | -40  |     | +85  | °C  |                                 |
| 存储温度 (I 档)    | -55  |     | +125 | °C  |                                 |
| 针脚焊接温度        |      |     | 260  | °C  | 波峰焊接，时间小于 10s                   |
|               |      |     | 425  | °C  | 手工焊接，时间小于 5s                    |
| <b>输入特性</b>   |      |     |      |     |                                 |
| 输入电压范围        | 200  | 300 | 425  | Vdc |                                 |
| 输入欠压保护        | 165  | 175 | 185  | Vdc |                                 |
| 输入欠压恢复        | 175  | 185 | 195  | Vdc |                                 |
| 输入过压保护        | 445  | 460 | 475  | Vdc |                                 |
| 输入过压恢复        | 430  | 445 | 460  | Vdc |                                 |
| 最大输入电流        |      |     | 3    | A   | 低压输入，满载输出                       |
| 空载输入电流        |      | 15  | 30   | mA  | 额定输入电压，输出空载                     |
| 静态输入电流        |      | 5   | 10   | mA  | 额定输入电压，使能禁止输出                   |
| 推荐输入保险丝       |      | 5   |      | A   | 慢速熔断                            |
| 推荐外部输入电容      | 22   | 100 |      | μF  | 典型应用为 1μF CBB 与 100μF 电解电容组合使用。 |
| 输入反射电流纹波(峰峰值) |      | 100 | 200  | mA  | 输入接 12μH 和 100μF 电容             |

**HQ500-300SXXB 系列规格**

| 项目           | 最小值               | 典型值  | 最大值 | 单位      | 备注                                               |
|--------------|-------------------|------|-----|---------|--------------------------------------------------|
| 一般特性         |                   |      |     |         |                                                  |
| 开关频率         |                   | 250  |     | KHz     |                                                  |
| 开机延时时间       |                   | 500  | 800 | ms      | 输入电压上升至欠压恢复点到输出电压上升至 10%                         |
| 输出电压上升时间     |                   | 50   | 100 | ms      | 输出电压从 10%上升至 90%                                 |
| 使能开机电压       |                   |      |     |         |                                                  |
| 正逻辑          | 2.4               |      | 75  | V       | 高电平或悬空不接                                         |
| 负逻辑          | 0                 |      | 0.8 | V       | 低电平或接地                                           |
| 使能关机电压       |                   |      |     |         |                                                  |
| 正逻辑          | 0                 |      | 0.8 | V       | 低电平或接地                                           |
| 负逻辑          | 2.4               |      | 75  | V       | 高电平或悬空不接                                         |
| 使能引脚电流       |                   |      | 1   | mA      |                                                  |
| 过温保护         | 100               | 110  | 120 | ℃       | 基板温度                                             |
| 过温恢复         | 90                | 100  | 110 | ℃       | 基板温度                                             |
| 平均无故障时间 MTBF |                   | 500  |     | K hours | T <sub>c</sub> =25℃, 80%Io,  根据 MIL-HDBK-217F 计算 |
| 重量           |                   |      | 115 | g       |                                                  |
| 尺寸           | 61.0×57.9×12.7    |      |     | mm      |                                                  |
| 外壳材料         | 铝基板加塑料外壳          |      |     |         |                                                  |
| 安规特性         |                   |      |     |         |                                                  |
| 绝缘性能         |                   |      |     |         |                                                  |
| 隔离电压:        |                   |      |     |         | 测试条件: 10mA, 60s; 无击穿、无飞弧                         |
| 输入-输出        |                   | 4250 |     | Vdc     |                                                  |
| 输入-外壳        |                   | 3535 |     | Vdc     |                                                  |
| 输出-外壳        |                   | 1500 |     | Vdc     |                                                  |
| 绝缘电阻         |                   |      |     |         |                                                  |
| 输入-输出        | 100               |      |     | MΩ      | 直流 500V                                          |
| 输入-基板        | 100               |      |     | MΩ      | 直流 500V                                          |
| 输出-基板        | 100               |      |     | MΩ      | 直流 500V                                          |
| 绝缘电容         |                   |      |     |         |                                                  |
| 输入-输出        |                   | 1000 |     | pF      |                                                  |
| 输入-基板        |                   |      |     | pF      |                                                  |
| 输出-基板        |                   |      |     | pF      |                                                  |
| 安规标准         | 符合 IEC/EN60950 要求 |      |     |         |                                                  |



## EMC 特性

|         |                                                |  |              |
|---------|------------------------------------------------|--|--------------|
| 电磁兼容    |                                                |  |              |
| 传导发射    | EN55032 Class B/GJB151A-97 CE102               |  | 需加外部滤波器      |
| 辐射发射    | EN55032 Class B/ GJB151A-97 RE102              |  | 需加外部滤波器+腔体屏蔽 |
| 传导敏感度   | GJB151A-97 CS101/CS114                         |  |              |
| 电场辐射敏感度 | GJB151A-97 RS103                               |  |              |
| 静电放电敏感度 | 接触放电 $\geq 2\text{kV}$ ，空气放电 $\geq 4\text{kV}$ |  |              |

## 其他特性

|      |                                                                                 |  |                             |
|------|---------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------|
| 扫频振动 | (20-2000-20)Hz 20g 每轴向 4 次 每次 4min                                              |  | GJB548B-2005 方法 2007 条件 A   |
| 冲击   | 半正弦波 $1000\text{m/s}^2$ 6ms 每轴向 3 次，共 18 次。                                     |  | GJB360B-2009 方法 213 条件 C    |
| 稳态湿热 | $40^\circ\text{C}$ ，95%，240h                                                    |  | GJB360B-2009 方法 103 等级 A    |
| 高温贮存 | 最高贮存温度；保温 48h                                                                   |  | GJB150.3A-2009              |
| 高温工作 | 最高工作温度；输入低压、标压、高压各 8h                                                           |  |                             |
| 低温贮存 | 最低贮存温度，保温 48h                                                                   |  | GJB150.4A-2009              |
| 低温工作 | 最低工作温度；输入低压、标压、高压各 8h                                                           |  |                             |
| 温度循环 | $-55^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ ；保持时间：30min；循环次数：10 次；高低温切换时间小于 1min |  | GJB548B-2005 方法 1010.1 条件 B |
| 稳态寿命 | 标称输入电压，最高工作温度，1000h                                                             |  | GJB548B-2005 方法 1005.1      |
| 盐雾   | NaCl: $5 \pm 1\%$ ；PH:6.5~7.2 ( $(35 \pm 2)^\circ\text{C}$ )；96h                |  | GJB360B-2009 方法 101 条件 A    |

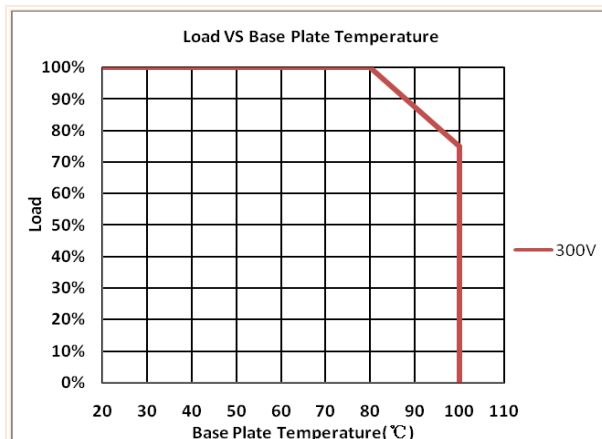
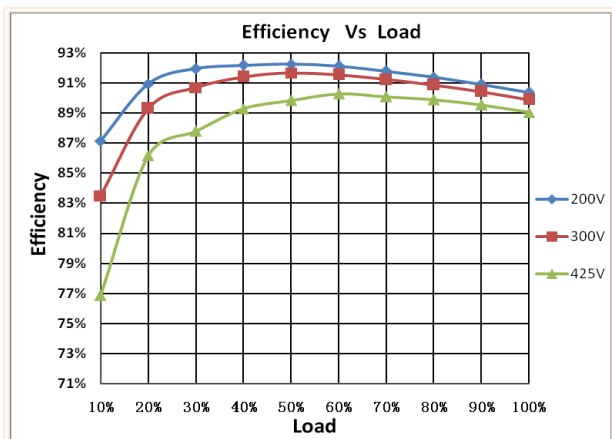
注：除非特别说明，所有规格均在  $25^\circ\text{C}$  环境温度、额定输入、满载输出条件下测得。



### HQ500-300S05B 电气特性

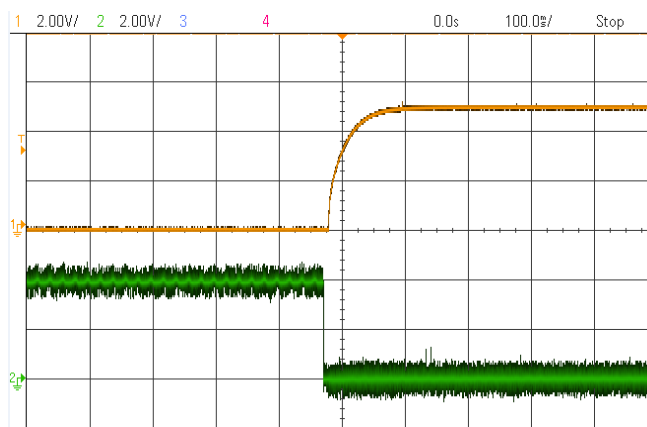
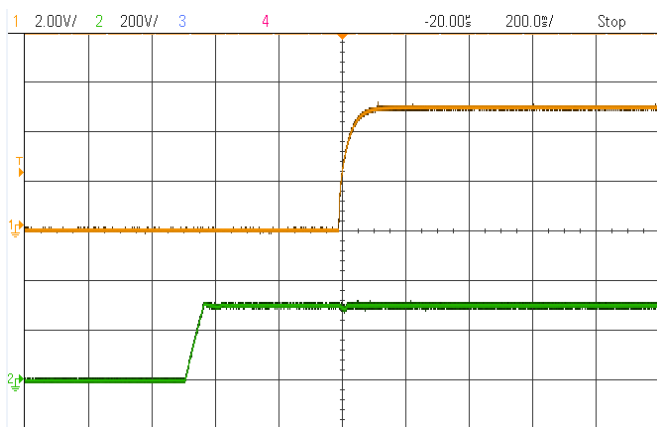
| 项目           | 最小值   | 典型值  | 最大值   | 单位              | 备注                                                           |
|--------------|-------|------|-------|-----------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>输出特性</b>  |       |      |       |                 |                                                              |
| 输出电压设定值      | 4.95  | 5.00 | 5.05  | V <sub>dc</sub> | 额定输入电压，输出半载                                                  |
| 电压调整率        | -0.2  |      | +0.2  | %               | 全输入电压，输出满载                                                   |
| 负载调整率        | -0.5  |      | +0.5  | %               | 额定输入电压，全负载                                                   |
| 温度系数         | -0.02 |      | +0.02 | %/°C            | 额定输入电压，输出满载，全温度                                              |
| 输出电压范围       | 4.88  | 5.00 | 5.12  | V <sub>dc</sub> | 全输入电压，全负载，全温度                                                |
| 额定输出电流       |       |      | 60    | A               |                                                              |
| 输出纹波与噪声(峰峰值) |       | 50   | 100   | mV              | 20MHz 带宽，参考纹波测试方法<br>外接典型输出电容                                |
| 最大容性负载       | 0     |      | 20000 | μF              | 输出满载，阻性负载                                                    |
| 输出外接容性负载     | 1000  | 2200 |       | μF              | 固态电解电容                                                       |
| 负载动态跳变       |       |      |       |                 |                                                              |
| 电压变化值        |       | ±3   | ±5    | %V <sub>O</sub> | 负载跳变：50%~75%~50% 额定负载，额定输出电压，di/dt=2.5A/μs.<br>输出外接电容：2200μF |
| 恢复时间         |       | 300  | 500   | μs              |                                                              |
| 输出电压调节范围     | -20   |      | +10   | %V <sub>O</sub> | TRIM 端调节                                                     |
| 远端补偿电压       |       |      | 10    | %V <sub>O</sub> |                                                              |
| 输出过压保护       | 115   |      | 150   | %V <sub>O</sub> | 打嗝保护，包过冲部分                                                   |
| 输出过流保护       | 110   |      | 130   | %I <sub>O</sub> | 先恒流，后打嗝                                                      |
| <b>效率</b>    |       |      |       |                 |                                                              |
| 半载效率         | 89.5  | 91.5 |       | %               | 额定输入，参考效率曲线                                                  |
| 满载效率         | 88.0  | 90.0 |       | %               | 额定输入，参考效率曲线                                                  |

## HQ500-300S05B 典型曲线和波形



效率曲线

温度降额曲线



启动波形(额定输入, 满载)

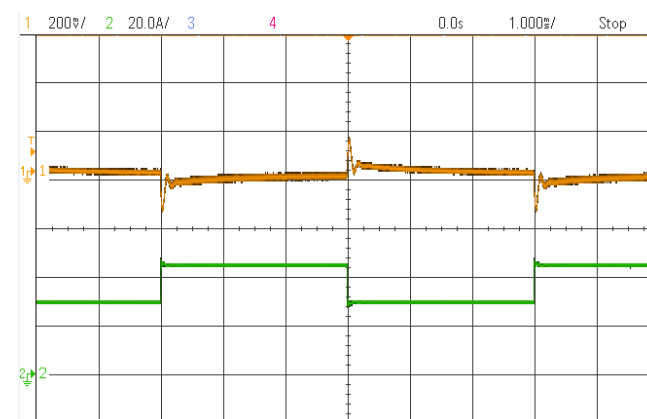
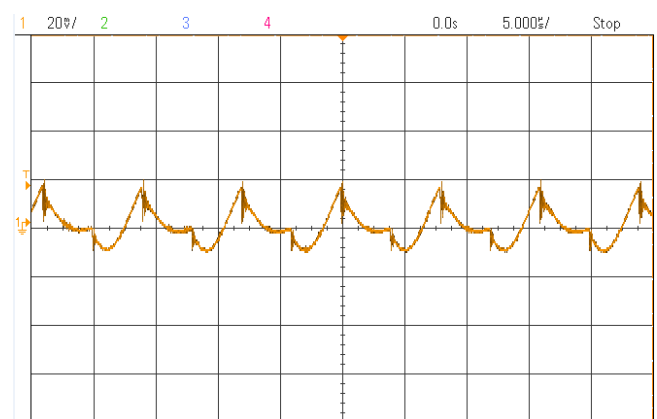
CH1:输出电压

CH2:输入电压

使能起机波形 (负逻辑)

CH1: 输出电压

CH2: 使能引脚电压



输出电压纹波波形(额定输入,满载)

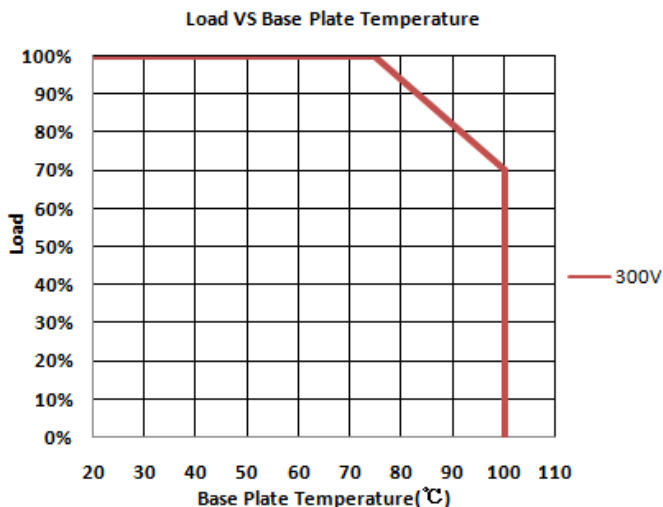
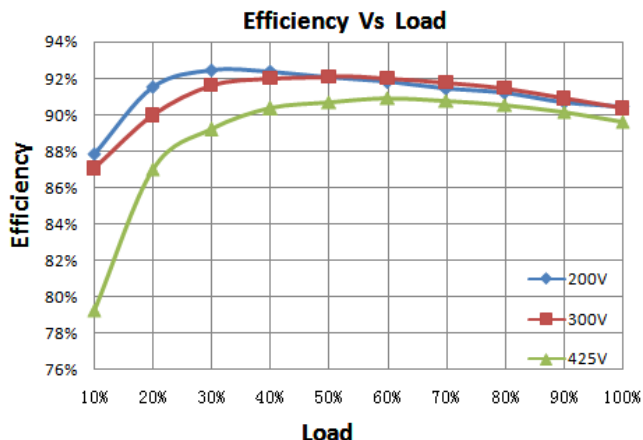
输出电压动态波形 (额定输入, 50%~75%~50% Iout)



### HQ500-300S06B 电气特性

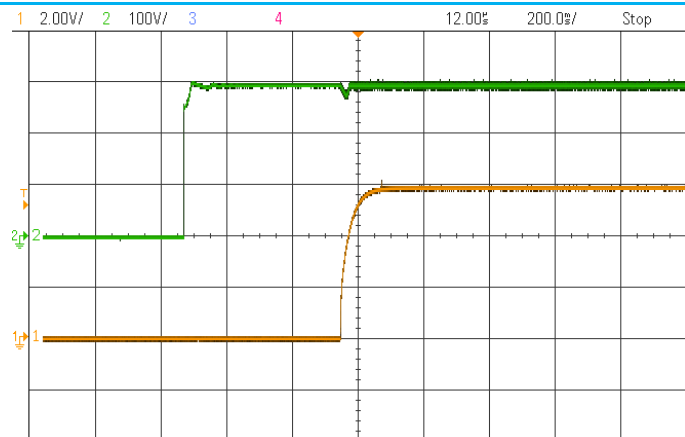
| 项目           | 最小值   | 典型值  | 最大值   | 单位              | 备注                                                           |
|--------------|-------|------|-------|-----------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>输出特性</b>  |       |      |       |                 |                                                              |
| 输出电压设定值      | 5.94  | 6.00 | 6.06  | V <sub>dc</sub> | 额定输入电压，输出半载                                                  |
| 电压调整率        | -0.2  |      | +0.2  | %               | 全输入电压，输出满载                                                   |
| 负载调整率        | -0.5  |      | +0.5  | %               | 额定输入电压，全负载                                                   |
| 温度系数         | -0.02 |      | +0.02 | %/°C            | 额定输入电压，输出满载，全温度                                              |
| 输出电压范围       | 5.85  | 6.00 | 6.15  | V <sub>dc</sub> | 全输入电压，全负载，全温度                                                |
| 额定输出电流       |       |      | 60    | A               |                                                              |
| 输出纹波与噪声(峰峰值) |       | 50   | 100   | mV              | 20MHz 带宽，参考纹波测试方法<br>外接典型输出电容                                |
| 最大容性负载       | 0     |      | 20000 | μF              | 输出满载，阻性负载                                                    |
| 输出外接容性负载     |       | 2200 |       | μF              | 固态电解电容                                                       |
| 负载动态跳变       |       |      |       |                 |                                                              |
| 电压变化值        |       | ±3   | ±5    | %V <sub>O</sub> | 负载跳变：50%~75%~50% 额定负载，额定输出电压，di/dt=2.5A/μs.<br>输出外接电容：2200μF |
| 恢复时间         |       | 150  | 500   | μs              |                                                              |
| 输出电压调节范围     | -20   |      | +10   | %V <sub>O</sub> | TRIM 端调节                                                     |
| 远端补偿电压       |       |      | 10    | %V <sub>O</sub> |                                                              |
| 输出过压保护       | 115   |      | 150   | %V <sub>O</sub> | 打嗝保护，包过冲部分                                                   |
| 输出过流保护       | 105   |      | 130   | %I <sub>O</sub> | 先恒流，后打嗝                                                      |
| <b>效率</b>    |       |      |       |                 |                                                              |
| 半载效率         | 89.5  | 91.5 |       | %               | 额定输入，参考效率曲线                                                  |
| 满载效率         | 88.0  | 90.0 |       | %               | 额定输入，参考效率曲线                                                  |

## HQ500-300S06B 典型曲线和波形

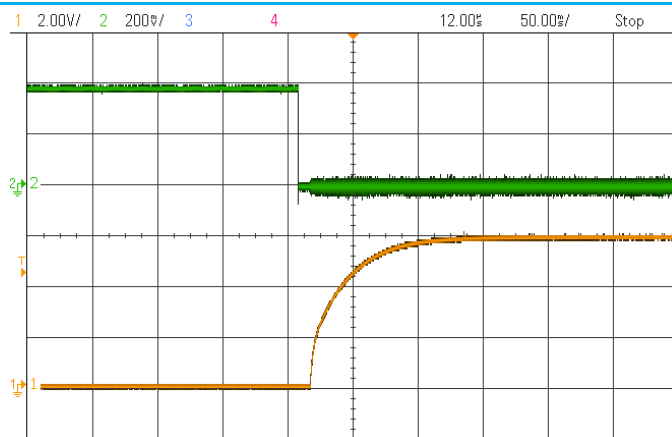


效率曲线

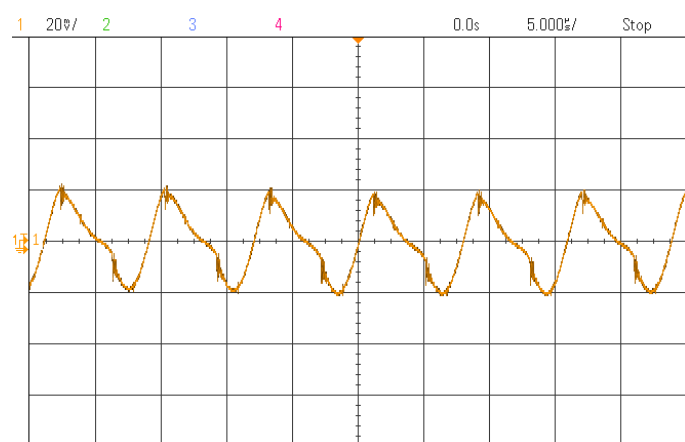
温度降额曲线



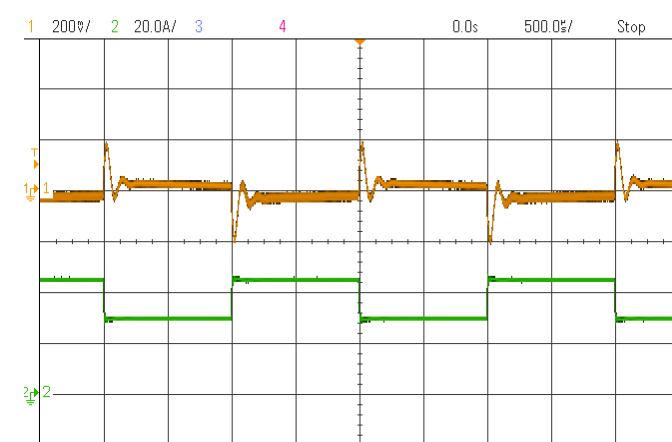
启动波形(额定输入, 满载)  
CH1:输出电压 CH2:输入电压



使能起机波形 (负逻辑)  
CH1: 输出电压 CH2: 使能引脚电压



输出电压纹波波形(额定输入,满载)



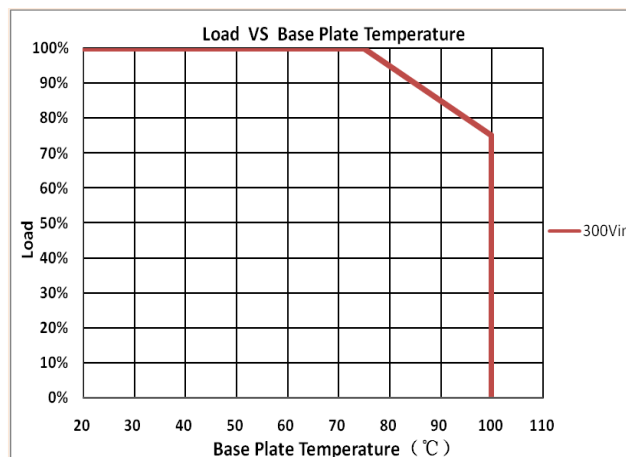
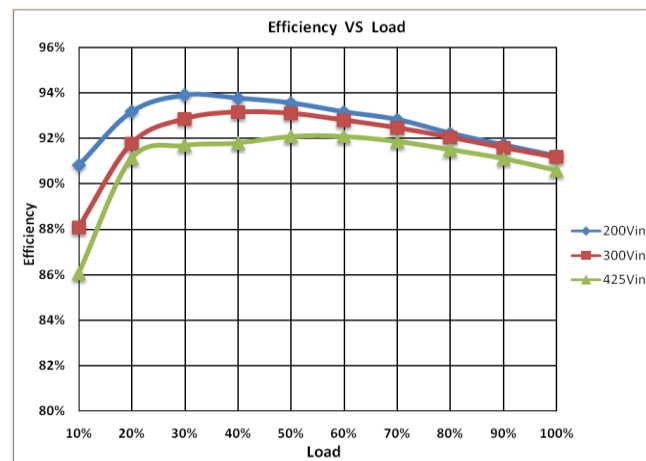
输出电压动态波形 (额定输入, 50%~75%~50% Iout)



### HQ500-300S12B 电气特性

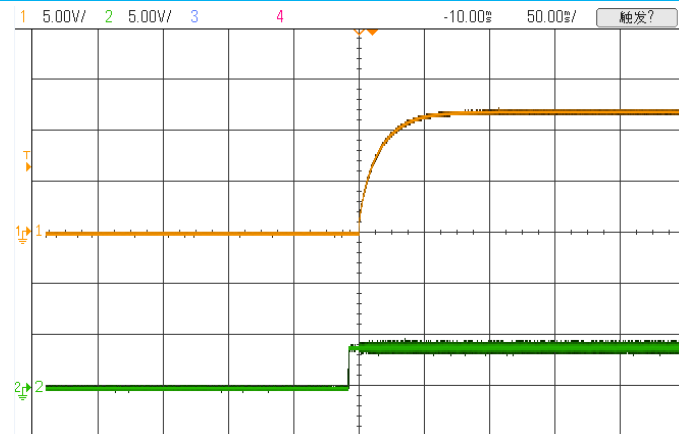
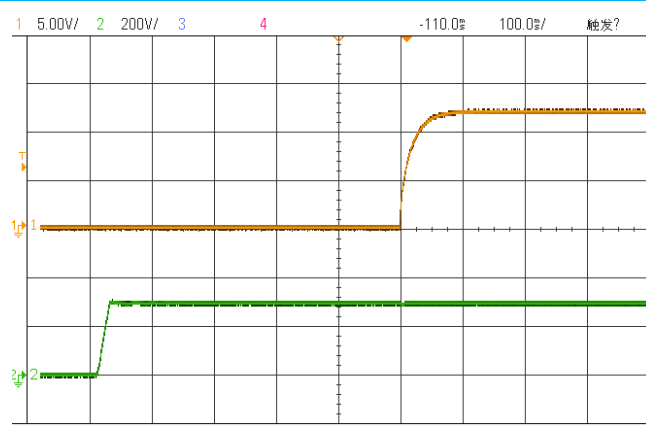
| 项目           | 最小值   | 典型值   | 最大值   | 单位   | 备注                                                               |
|--------------|-------|-------|-------|------|------------------------------------------------------------------|
| <b>输出特性</b>  |       |       |       |      |                                                                  |
| 输出电压设定值      | 11.88 | 12.00 | 12.12 | Vdc  | 额定输入电压，输出半载                                                      |
| 电压调整率        | -0.2  |       | +0.2  | %    | 全输入电压，输出满载                                                       |
| 负载调整率        | -0.5  |       | +0.5  | %    | 额定输入电压，全负载                                                       |
| 温度系数         | -0.02 |       | +0.02 | %/°C | 额定输入电压，输出满载，全温度                                                  |
| 输出电压范围       | 11.70 | 12.00 | 12.30 | Vdc  | 全输入电压，全负载，全温度                                                    |
| 额定输出电流       |       |       | 41.7  | A    |                                                                  |
| 输出纹波与噪声(峰峰值) |       | 100   | 200   | mV   | 20MHz 带宽，参考纹波测试方法<br>外接典型输出电容                                    |
| 最大容性负载       | 0     |       | 12000 | μF   | 输出满载，阻性负载                                                        |
| 输出外接容性负载     |       | 2000  |       | μF   | 固态电解电容 (1000μF/16V×2)                                            |
| 负载动态跳变       |       |       |       |      |                                                                  |
| 电压变化值        |       | ±2    | ±4    | %Vo  | 负载跳变：50%~75%~50% 额定负载，额定输出电压，di/dt=2.5A/μs.<br>输出外接固态电解电容：2000μF |
| 恢复时间         |       | 300   | 500   | μs   |                                                                  |
| 输出电压调节范围     | -20   |       | +10   | %Vo  | TRIM 端调节                                                         |
| 远端补偿电压       |       |       | 10    | %Vo  |                                                                  |
| 输出过压保护       | 115   |       | 140   | %Vo  | 打嗝保护，包过冲部分                                                       |
| 输出过流保护       | 105   |       | 125   | % Io | 先恒流，后打嗝                                                          |
| <b>效率</b>    |       |       |       |      |                                                                  |
| 半载效率         | 91.0  | 93.0  |       | %    | 额定输入，参考效率曲线                                                      |
| 满载效率         | 89.2  | 91.2  |       | %    | 额定输入，参考效率曲线                                                      |

## HQ500-300S12B 典型曲线和波形



效率曲线

温度降额曲线



启动波形(额定输入,满载)

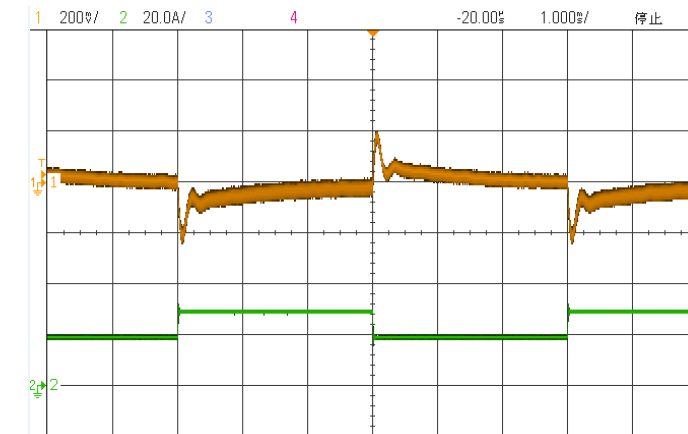
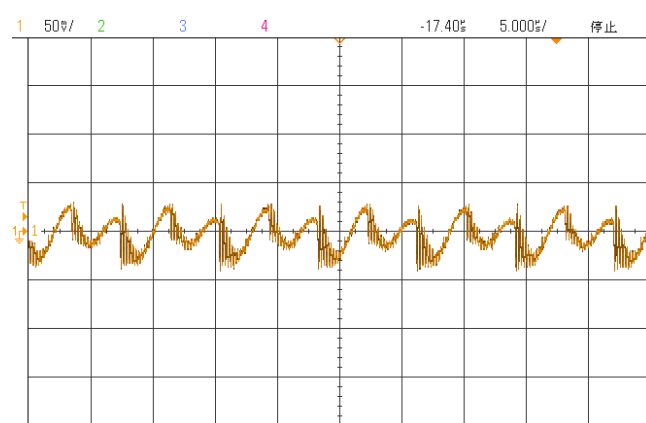
CH1:输出电压

CH2:输入电压

使能起机波形 (正逻辑)

CH1: 输出电压

CH2: 使能引脚电压



输出电压纹波波形(额定输入,满载)

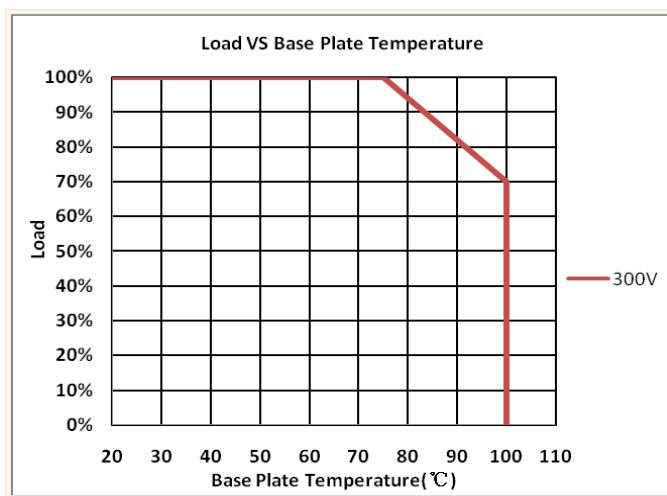
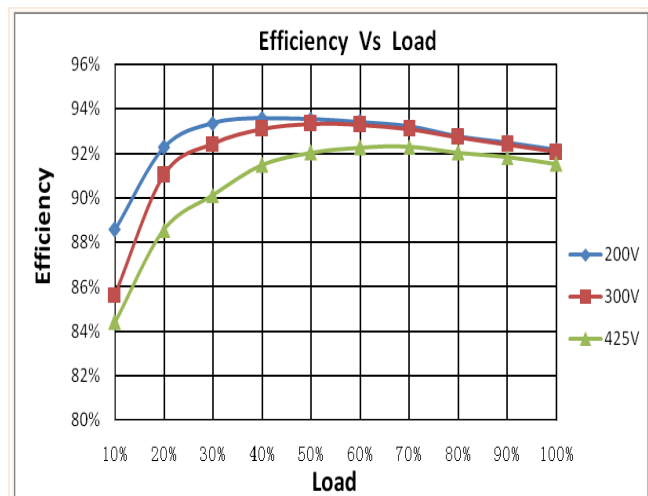
输出电压动态波形 (额定输入, 75%~50%~75% Io)



### HQ500-300S15B 电气特性

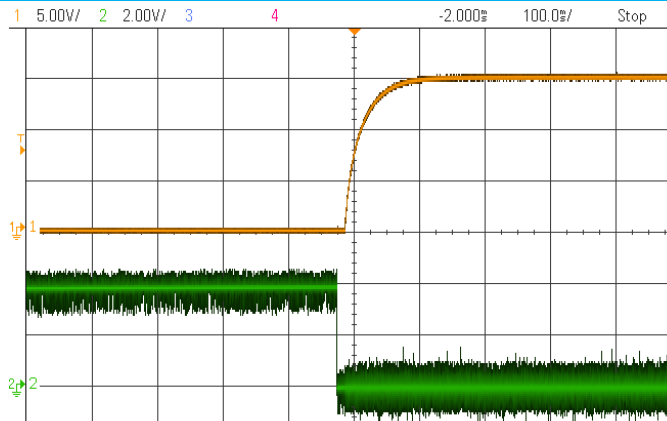
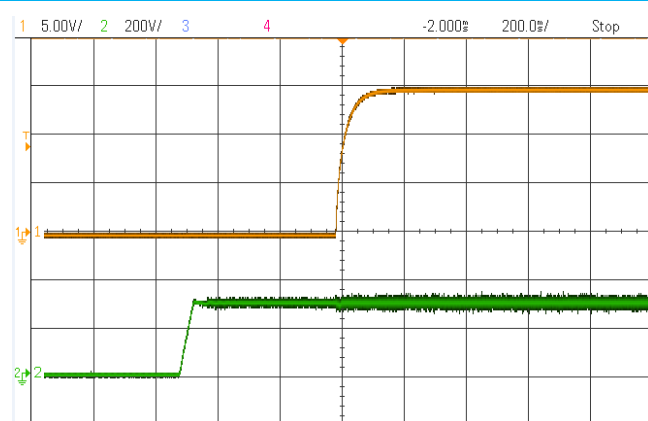
| 项目           | 最小值   | 典型值   | 最大值   | 单位   | 备注                                                               |
|--------------|-------|-------|-------|------|------------------------------------------------------------------|
| <b>输出特性</b>  |       |       |       |      |                                                                  |
| 输出电压设定值      | 14.85 | 15.00 | 15.15 | Vdc  | 额定输入电压，输出半载                                                      |
| 电压调整率        | -0.2  |       | +0.2  | %    | 全输入电压，输出满载                                                       |
| 负载调整率        | -0.5  |       | +0.5  | %    | 额定输入电压，全负载                                                       |
| 温度系数         | -0.02 |       | +0.02 | %/°C | 额定输入电压，输出满载，全温度                                                  |
| 输出电压范围       | 14.63 | 15.00 | 15.37 | Vdc  | 全输入电压，全负载，全温度                                                    |
| 额定输出电流       |       |       | 33.3  | A    |                                                                  |
| 输出纹波与噪声(峰峰值) |       | 100   | 200   | mV   | 20MHz 带宽，参考纹波测试方法<br>外接典型输出电容                                    |
| 最大容性负载       | 0     |       | 10000 | μF   | 输出满载，阻性负载                                                        |
| 输出外接容性负载     |       | 1500  |       | μF   | 固态电解电容                                                           |
| 负载动态跳变       |       |       |       |      |                                                                  |
| 电压变化值        |       | ±3    | ±4    | %Vo  | 负载跳变：50%~25%~50% 额定负载，额定输出电压，di/dt=2.5A/μs.<br>输出外接固态电解电容：1500μF |
| 恢复时间         |       | 300   | 500   | μs   |                                                                  |
| 输出电压调节范围     | -20   |       | +10   | %Vo  | TRIM 端调节                                                         |
| 远端补偿电压       |       |       | 10    | %Vo  |                                                                  |
| 输出过压保护       | 113   |       | 140   | %Vo  | 打嗝保护，包过冲部分                                                       |
| 输出过流保护       | 105   |       | 130   | % Io | 先恒流，后打嗝                                                          |
| <b>效率</b>    |       |       |       |      |                                                                  |
| 半载效率         | 91.0  | 93.0  |       | %    | 额定输入，参考效率曲线                                                      |
| 满载效率         | 90.0  | 92.0  |       | %    | 额定输入，参考效率曲线                                                      |

## HQ500-300S15B 典型曲线和波形



效率曲线

温度降额曲线

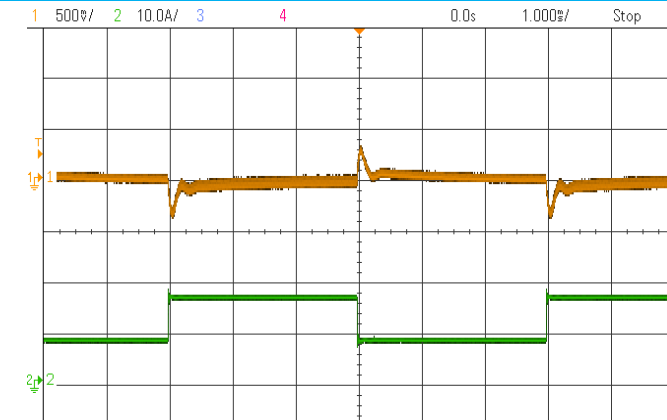
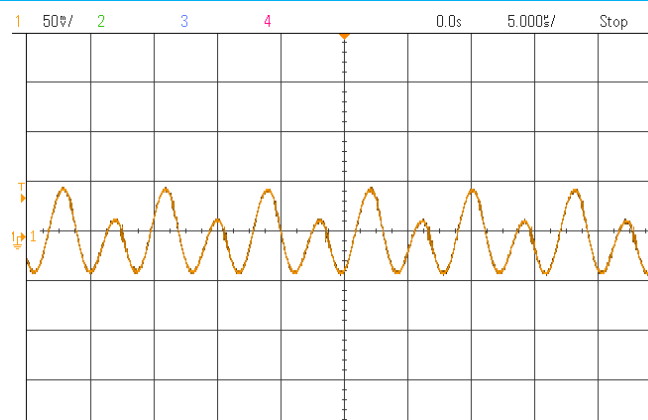


启动波形(额定输入,满载)

CH1:输出电压 CH2:输入电压

使能起机波形 (负逻辑)

CH1: 输出电压 CH2: 使能引脚电压



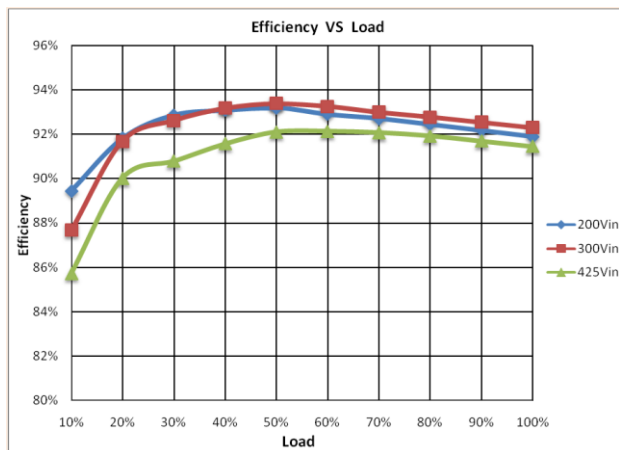
输出电压纹波波形(额定输入,满载)

输出电压动态波形 (额定输入, 25%~50%~25% Io)

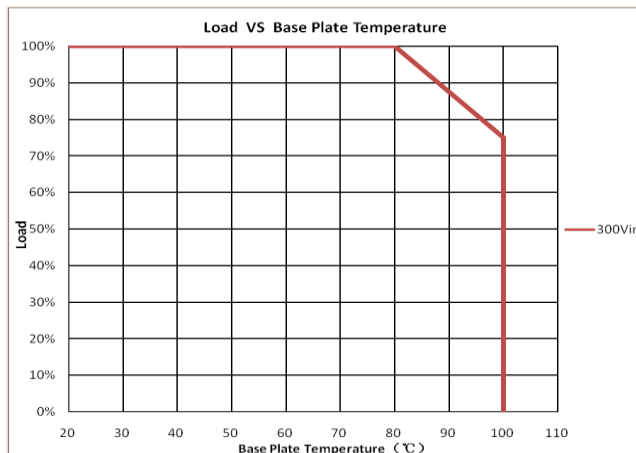
**HQ500-300S24B 电气特性**

| 项目           | 最小值   | 典型值   | 最大值   | 单位               | 备注                                                                                       |
|--------------|-------|-------|-------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>输出特性</b>  |       |       |       |                  |                                                                                          |
| 输出电压设定值      | 23.76 | 24.00 | 24.24 | V <sub>dc</sub>  | 额定输入电压, 输出半载                                                                             |
| 电压调整率        | -0.2  |       | +0.2  | %                | 全输入电压, 输出满载                                                                              |
| 负载调整率        | -0.5  |       | +0.5  | %                | 额定输入电压, 全负载                                                                              |
| 温度系数         | -0.02 |       | +0.02 | %/°C             | 额定输入电压, 输出满载, 全温度                                                                        |
| 输出电压范围       | 23.40 | 24.00 | 24.60 | V <sub>dc</sub>  | 全输入电压, 全负载, 全温度                                                                          |
| 额定输出电流       |       |       | 20.8  | A                |                                                                                          |
| 输出纹波与噪声(峰峰值) |       | 200   | 350   | mV               | 20MHz 带宽, 参考纹波测试方法<br>外接典型输出电容                                                           |
| 最大容性负载       | 0     |       | 6800  | μF               | 输出满载, 阻性负载                                                                               |
| 输出外接容性负载     |       | 1500  |       | μF               | 330μF 固体电容+1200μF 电解电容                                                                   |
| 负载动态跳变       |       |       |       |                  |                                                                                          |
| 电压变化值        |       | ±3    | ±5    | %V <sub>o</sub>  | 负载跳变: 50%~25%~50% 额定负载,<br>额定输出电压, di/dt=2.5A/μs. 输出外接<br>电容: 330μF 固体电容+1200μF 电解电<br>容 |
| 恢复时间         |       | 300   | 500   | μs               |                                                                                          |
| 输出电压调节范围     | -20   |       | +10   | %V <sub>o</sub>  | TRIM 端调节                                                                                 |
| 远端补偿电压       |       |       | 10    | %V <sub>o</sub>  |                                                                                          |
| 输出过压保护       | 115   |       | 140   | %V <sub>o</sub>  | 打嗝保护, 包过冲部分                                                                              |
| 输出过流保护       | 110   |       | 130   | % I <sub>o</sub> | 先恒流, 后打嗝                                                                                 |
| <b>效率</b>    |       |       |       |                  |                                                                                          |
| 半载效率         | 91.3  | 93.3  |       | %                | 额定输入, 参考效率曲线                                                                             |
| 满载效率         | 90.2  | 92.2  |       | %                | 额定输入, 参考效率曲线                                                                             |

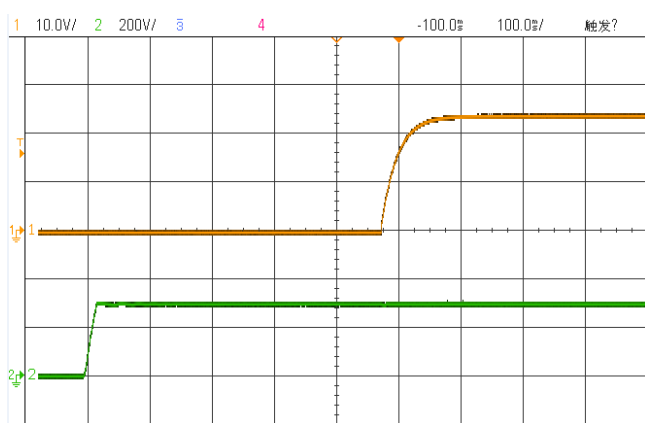
## HQ500-300S24B 典型曲线和波形



效率曲线

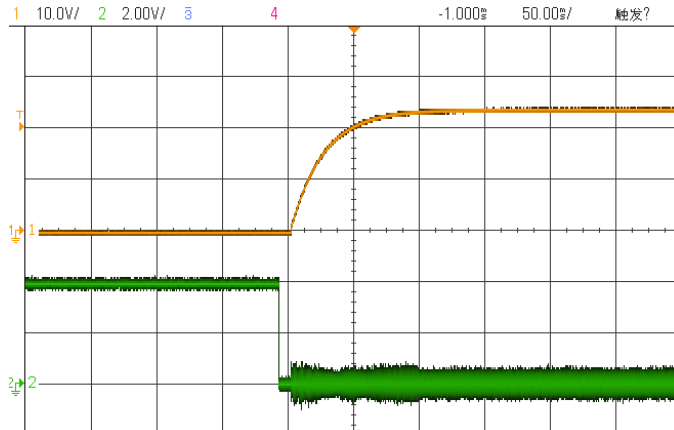


温度降额曲线



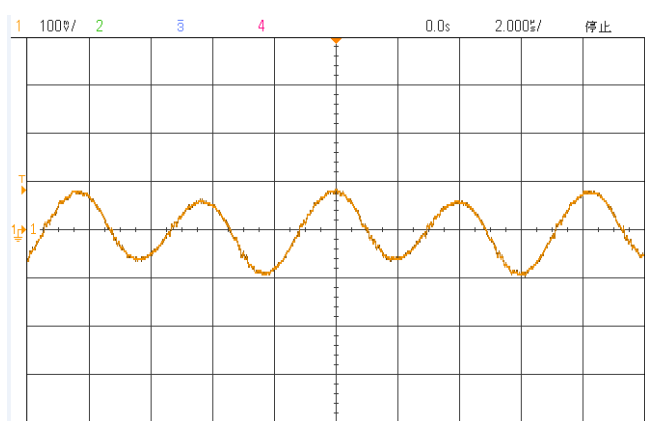
启动波形(额定输入, 满载)

CH1:输出电压 CH2:输入电压

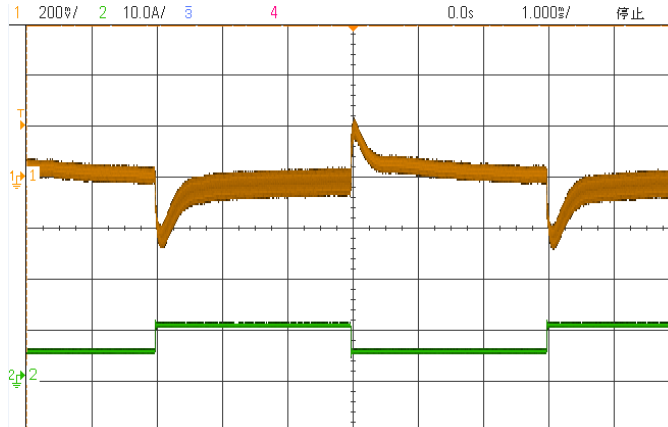


使能起机波形 (负逻辑)

CH1: 输出电压 CH2: 使能引脚电压



输出纹波电压波形(额定输入, 满载)



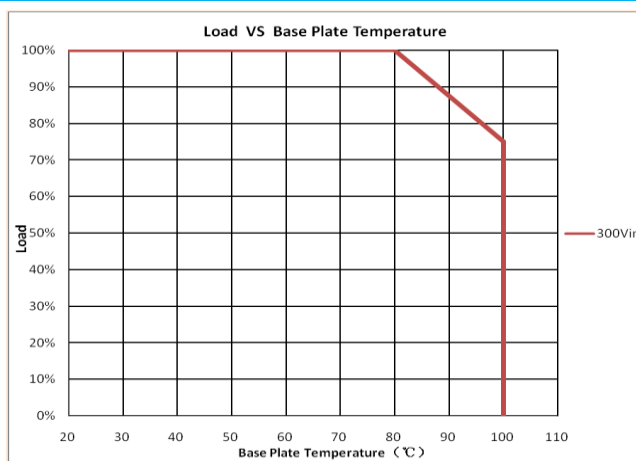
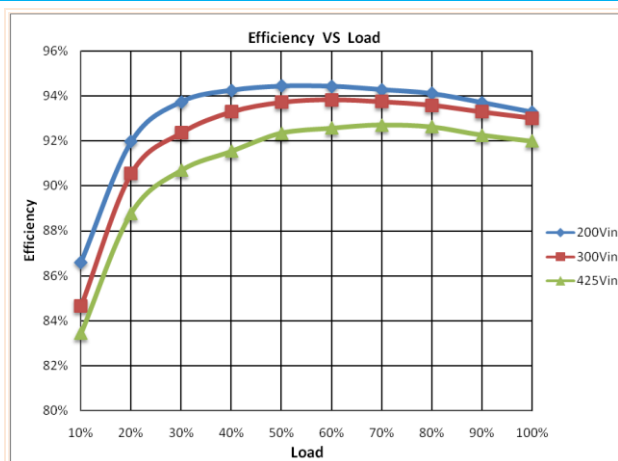
输出电压动态波形 (额定输入, 25%~50%~25% Io)



### HQ500-300S28B 电气特性

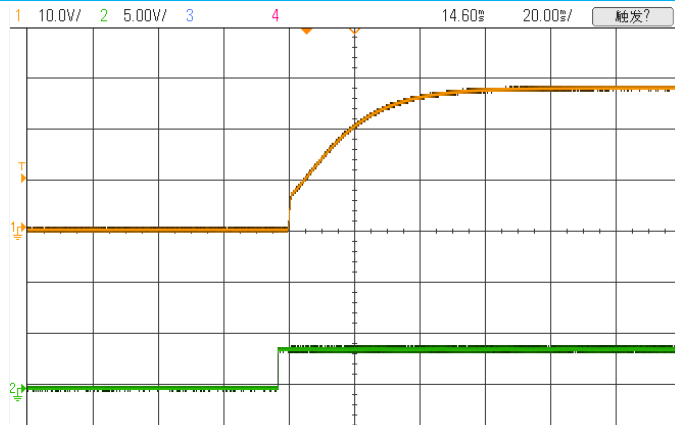
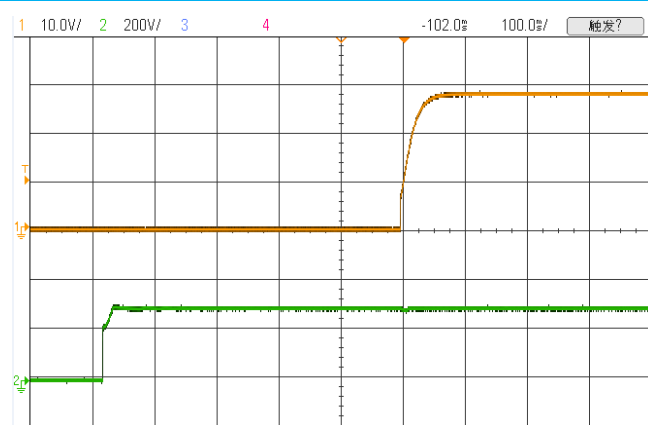
| 项目           | 最小值   | 典型值   | 最大值   | 单位   | 备注                                               |
|--------------|-------|-------|-------|------|--------------------------------------------------|
| <b>输出特性</b>  |       |       |       |      |                                                  |
| 输出电压设定值      | 27.72 | 28.00 | 28.28 | Vdc  | 额定输入电压，输出半载                                      |
| 电压调整率        | -0.2  |       | +0.2  | %    | 全输入电压，输出满载                                       |
| 负载调整率        | -0.5  |       | +0.5  | %    | 额定输入电压，全负载                                       |
| 温度系数         | -0.02 |       | +0.02 | %/°C | 额定输入电压，输出满载，全温度                                  |
| 输出电压范围       | 27.30 | 28.00 | 28.70 | Vdc  | 全输入电压，全负载，全温度                                    |
| 额定输出电流       |       |       | 17.8  | A    |                                                  |
| 输出纹波与噪声(峰峰值) |       | 200   | 350   | mV   | 20MHz 带宽，参考纹波测试方法；<br>外接典型输出电容                   |
| 最大容性负载       | 0     |       | 4000  | μF   | 输出满载，阻性负载                                        |
| 输出外接容性负载     |       | 820   |       | μF   | 工作温度低于-25°C，外接电容典型<br>值增加一倍（温度特性好、低 ESR<br>电解电容） |
| 负载动态跳变       |       |       |       |      |                                                  |
| 电压变化值        |       | ±2    | ±5    | %Vo  | 负载跳变：50%~75%~50% 额定负<br>载，额定输出电压，di/dt=2.5A/μs.  |
| 恢复时间         |       | 200   | 400   | μs   | 输出外接低 ESR 电解电容：820μF                             |
| 输出电压调节范围     | -20   |       | +10   | %Vo  | TRIM 端调节                                         |
| 远端补偿电压       |       |       | 10    | %Vo  |                                                  |
| 输出过压保护       | 113   |       | 135   | %Vo  | 打嗝保护，包过冲部分                                       |
| 输出过流保护       | 110   |       | 130   | % Io | 先恒流，后打嗝                                          |
| <b>效率</b>    |       |       |       |      |                                                  |
| 半载效率         | 92.0  | 94.0  |       | %    | 额定输入，参考效率曲线                                      |
| 满载效率         | 91.0  | 93.0  |       | %    | 额定输入，参考效率曲线                                      |

## HQ500-300S28B 典型曲线和波形



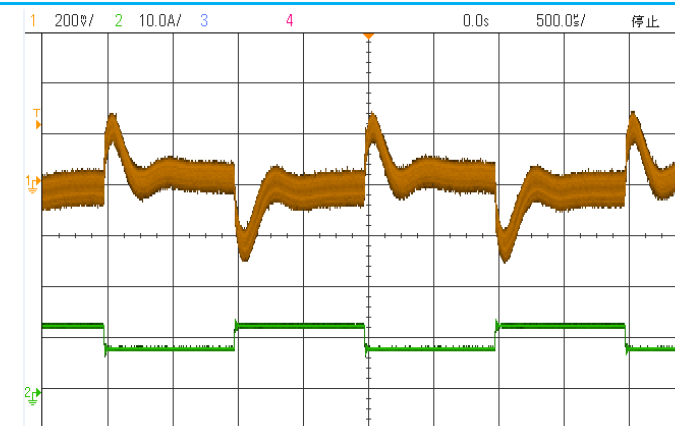
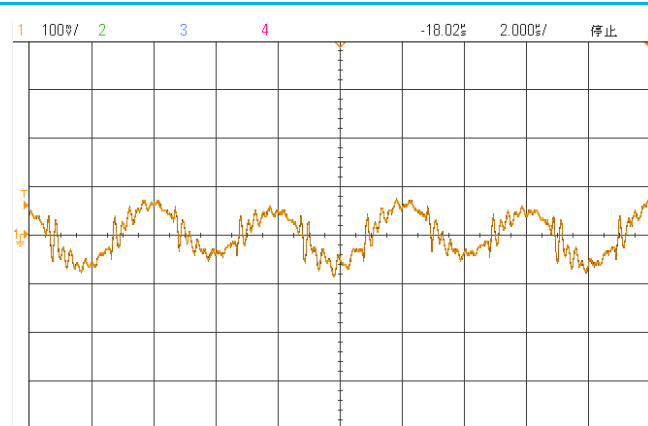
效率曲线

温度降额曲线



启动波形(额定输入, 满载)  
CH1:输出电压 CH2:输入电压

使能起机波形(正逻辑)  
CH1: 输出电压 CH2: 使能引脚电压



输出纹波电压波形(额定输入, 满载)

输出电压动态波形(额定输入, 75%~50%~75% Io)



### HQ500-300S36B 电气特性

| 项目           | 最小值   | 典型值   | 最大值   | 单位   | 备注                                                          |
|--------------|-------|-------|-------|------|-------------------------------------------------------------|
| <b>输出特性</b>  |       |       |       |      |                                                             |
| 输出电压设定值      | 35.64 | 36.00 | 36.36 | Vdc  | 额定输入电压，输出半载                                                 |
| 电压调整率        | -0.2  |       | +0.2  | %    | 全输入电压，输出满载                                                  |
| 负载调整率        | -0.5  |       | +0.5  | %    | 额定输入电压，全负载                                                  |
| 温度系数         | -0.02 |       | +0.02 | %/°C | 额定输入电压，输出满载，全温度                                             |
| 输出电压范围       | 35.10 | 36.00 | 36.90 | Vdc  | 全输入电压，全负载，全温度                                               |
| 额定输出电流       |       |       | 13.9  | A    |                                                             |
| 输出纹波与噪声(峰峰值) |       | 300   | 400   | mV   | 20MHz 带宽，参考纹波测试方法<br>外接典型输出电容                               |
| 最大容性负载       | 0     |       | 4700  | μF   | 输出满载，阻性负载                                                   |
| 输出外接容性负载     |       | 560   |       | μF   |                                                             |
| 负载动态跳变       |       |       |       |      |                                                             |
| 电压变化值        |       | ±3    | ±5    | %Vo  | 负载跳变：50%~75%~50% 额定负载，额定输出电压，di/dt=2.5A/μs.<br>输出外接电容：560μF |
| 恢复时间         |       | 300   | 500   | μs   |                                                             |
| 输出电压调节范围     | -20   |       | +10   | %Vo  | TRIM 端调节                                                    |
| 远端补偿电压       |       |       | 10    | %Vo  |                                                             |
| 输出过压保护       | 115   |       | 140   | %Vo  | 打嗝保护，包过冲部分                                                  |
| 输出过流保护       | 110   |       | 130   | % Io | 先恒流，后打嗝                                                     |
| <b>效率</b>    |       |       |       |      |                                                             |
| 半载效率         | 92    | 94    |       | %    | 额定输入，参考效率曲线                                                 |
| 满载效率         | 92    | 94    |       | %    | 额定输入，参考效率曲线                                                 |



HQ500-300S36B 典型曲线和波形

|                                     |                                       |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| TBD                                 | TBD                                   |
| 效率曲线                                | 温度降额曲线                                |
| TBD                                 | TBD                                   |
| 启动波形(额定输入, 满载)<br>CH1:输出电压 CH2:输入电压 | 使能起机波形 (正逻辑)<br>CH1: 输出电压 CH2: 使能引脚电压 |
| TBD                                 | TBD                                   |
| 输出纹波电压波形(额定输入, 满载)                  | 输出电压动态波形 (额定输入, 75%~50%~75% Io)       |



### HQ500-300S48B 电气特性

| 项目           | 最小值   | 典型值   | 最大值   | 单位   | 备注                                                          |
|--------------|-------|-------|-------|------|-------------------------------------------------------------|
| 输出特性         |       |       |       |      |                                                             |
| 输出电压设定值      | 47.52 | 48.00 | 48.48 | Vdc  | 额定输入电压，输出半载                                                 |
| 电压调整率        | -0.2  |       | +0.2  | %    | 全输入电压，输出满载                                                  |
| 负载调整率        | -0.5  |       | +0.5  | %    | 额定输入电压，全负载                                                  |
| 温度系数         | -0.02 |       | +0.02 | %/°C | 额定输入电压，输出满载，全温度                                             |
| 输出电压范围       | 46.80 | 48.00 | 49.20 | Vdc  | 全输入电压，全负载，全温度                                               |
| 额定输出电流       |       |       | 10.4  | A    |                                                             |
| 输出纹波与噪声(峰峰值) |       | 400   | 600   | mV   | 20MHz 带宽，参考纹波测试方法<br>外接典型输出电容                               |
| 最大容性负载       | 0     |       | 3300  | μF   | 输出满载，阻性负载                                                   |
| 输出外接容性负载     |       | 470   |       | μF   |                                                             |
| 负载动态跳变       |       |       |       |      |                                                             |
| 电压变化值        |       | ±3    | ±5    | %Vo  | 负载跳变：50%~75%~50% 额定负载，额定输出电压，di/dt=2.5A/μs.<br>输出外接电容：470μF |
| 恢复时间         |       | 300   | 500   | μs   |                                                             |
| 输出电压调节范围     | -20   |       | +10   | %Vo  | TRIM 端调节                                                    |
| 远端补偿电压       |       |       | 10    | %Vo  |                                                             |
| 输出过压保护       | 115   |       | 140   | %Vo  | 打嗝保护，包过冲部分                                                  |
| 输出过流保护       | 110   |       | 130   | %Io  | 先恒流，后打嗝                                                     |
| 效率           |       |       |       |      |                                                             |
| 半载效率         | 92    | 94    |       | %    | 额定输入，参考效率曲线                                                 |
| 满载效率         | 92    | 94    |       | %    | 额定输入，参考效率曲线                                                 |



HQ500-300S48B 典型曲线和波形

|                                     |                                       |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| TBD                                 | TBD                                   |
| 效率曲线                                | 温度降额曲线                                |
| TBD                                 | TBD                                   |
| 启动波形(额定输入, 满载)<br>CH1:输出电压 CH2:输入电压 | 使能起机波形 (正逻辑)<br>CH1: 输出电压 CH2: 使能引脚电压 |
| TBD                                 | TBD                                   |
| 输出纹波电压波形(额定输入, 满载)                  | 输出电压动态波形 (额定输入, 75%~50%~75% Io)       |

## EMI 性能

下图为模块典型的使用接法。在该系列模块外部加入 EMI 滤波器，传导限值能够符合 CISPR/EN55032 标准，满足 Class B 等级要求。单相交流输入电压 176~264AC，经 EMI 滤波器滤波整流后给模块供电，模块最大输出功率为 500W。

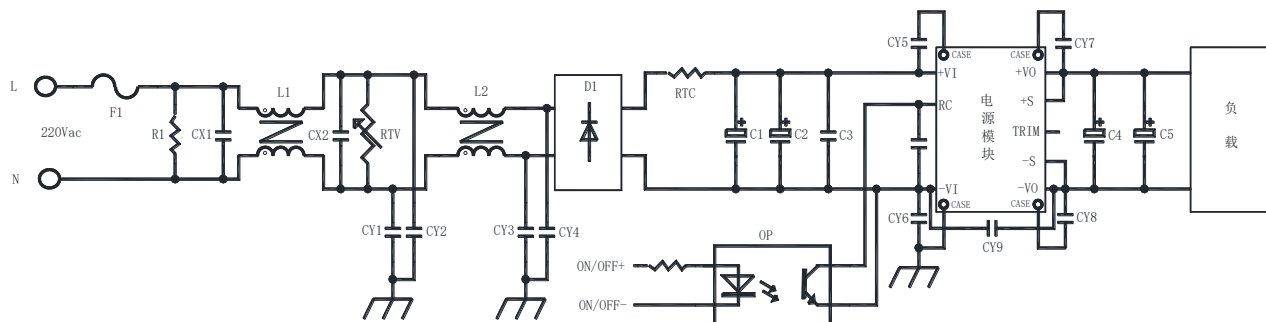


图 1 典型应用线路图

表 1. 元件参数

| 位号    | 规格                        | 位号      | 规格                        | 位号      | 规格                 |
|-------|---------------------------|---------|---------------------------|---------|--------------------|
| L1    | 共模感 6mH                   | C3      | 1 $\mu$ F/450 VDC, CBB 电容 | CY7、CY8 | 68nF /250VAC, Y 2  |
| L2    | 共模感 6mH                   | C4      | 见表 2                      | CY9     | 4.7nF /250VAC, Y 2 |
| R1    | 300K $\Omega$             | C5      | 见表 2                      | RTV     | 450V               |
| CX1   | 1 $\mu$ F/250VAC, X2      | CY1、CY2 | 2.2nF /250VAC, Y 2        | RTC     | 10 $\Omega$        |
| CX2   | 1 $\mu$ F /250VAC, X2     | CY3、CY4 | 2.2nF /250VAC, Y 2        | F1      | 5A, 250VAC         |
| C1、C2 | 470 $\mu$ F /450VDC, 电解电容 | CY5、CY6 | 4.7nF /250VAC, Y 2        | D1      | 10A, 250VAC        |

表 2. 元件参数

| 位号 | 规格                |                                  |                                  |                                 |                   |                   |
|----|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|
|    | HQ500-300S05<br>B | HQ500-300S12B                    | HQ500-300S24B                    | HQ500-300S28<br>B               | HQ500-300S36<br>B | HQ500-300S48<br>B |
| C4 |                   | 1000 $\mu$ F<br>/16VDC, 固态<br>电容 | 330 $\mu$ F /35VDC,<br>固态电容      | 560 $\mu$ F<br>/50VDC, 电解<br>电容 |                   |                   |
| C5 |                   | 1000 $\mu$ F<br>/16VDC, 固态<br>电容 | 1200 $\mu$ F<br>/50VDC, 电解电<br>容 | 220 $\mu$ F<br>/50VDC, 固态<br>电容 |                   |                   |

传导测试结果如下图，包含准峰值和平均值。

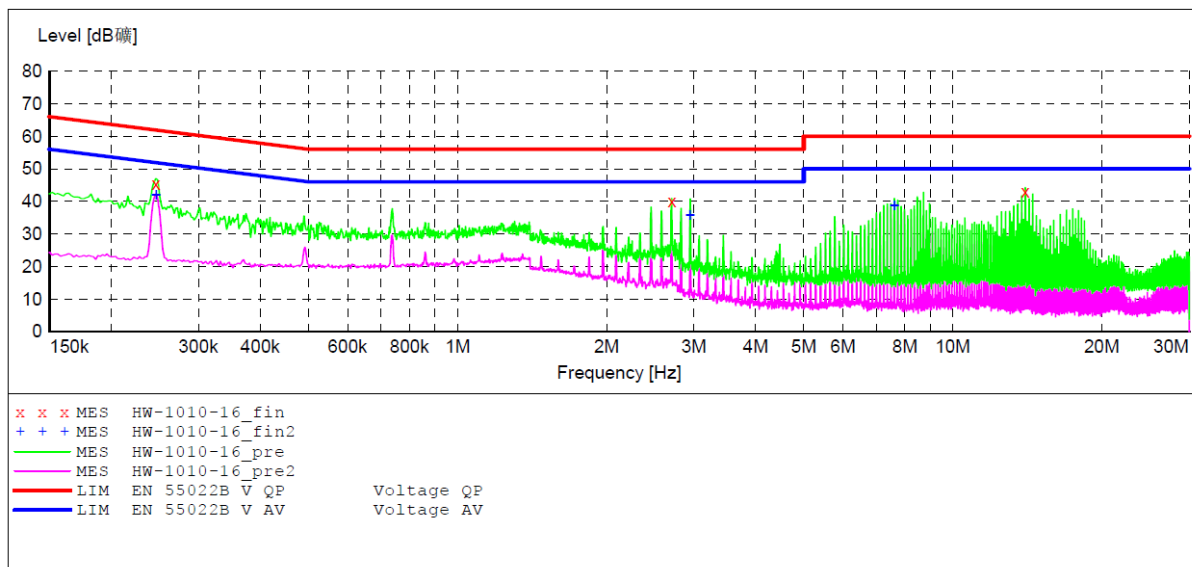


图 2 HQ500-300S28B 模块传导测试结果

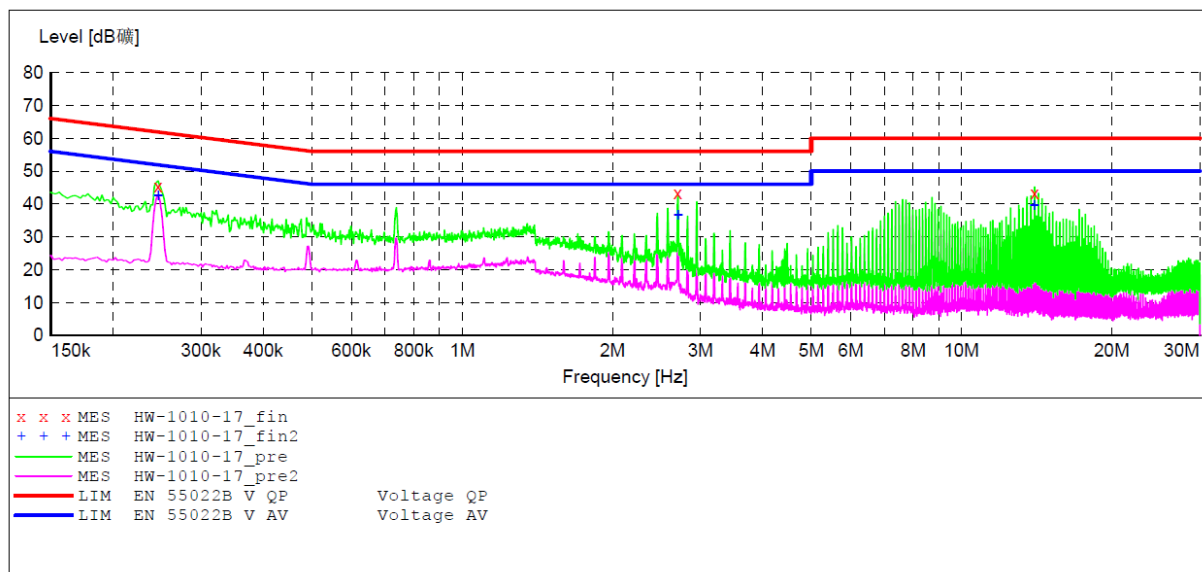
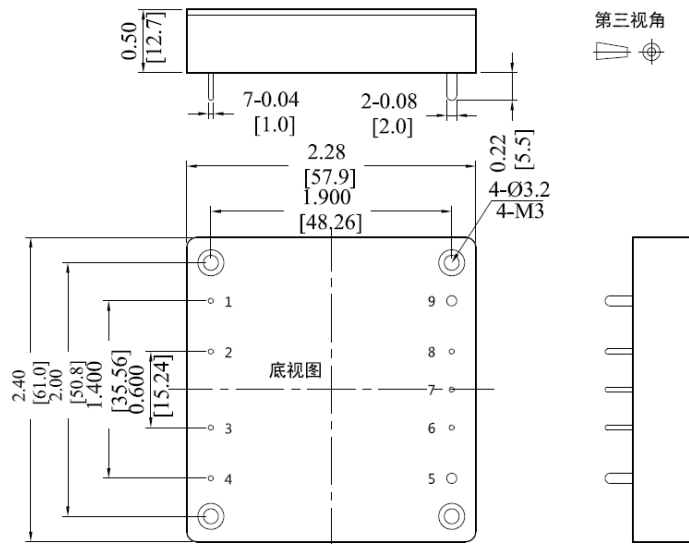


图 3 HQ500-300S28B 模块传导测试结果

## 外形尺寸及引脚定义



差：英寸: X.XX=±0.02, X.XXX=±0.010, 毫米: X.X=±0.5, X.XX=±0.25。

2、Pin5、Pin9 为 Φ2.0 的圆柱 Pin 针，作用应力应不大于 9.8N。

3、Pin1、Pin2、Pin3、Pin4、Pin6、Pin7、Pin8 为 Φ1.0 的圆柱 Pin 针，作用应力应不大于 4.9N。

4、材质：Pin 针材质为红铜 C1100，表面镀金 3~5μm；底板材质为铝板；盒盖材质为塑料。

5、安装方式：模块安装通过 M3 或者 Φ3 的螺丝，每个螺丝施加的扭矩不超过 0.7Nm；模块与散热器之间推荐使用导热硅脂或导热垫片。

6、引脚功能说明如下：

| 序号 | 符号   | 功能定义  | 功能说明                         |
|----|------|-------|------------------------------|
| 1  | -VI  | 输入负   | 模块输入负端。                      |
| 2  | NC   | 空     |                              |
| 3  | RC   | 禁止/使能 | 远程控制端，控制模块工作/停止。即禁止/使能控制引脚。  |
| 4  | +VI  | 输入正   | 模块输入正端。                      |
| 5  | +VO  | 输出正   | 直流输出正端。                      |
| 6  | +S   | 输出正补偿 | 输出远端补偿，可弥补输出线路上的压降           |
| 7  | TRIM | 输出调节  | 输出电压调节，通过在+S或-S间外接电阻，可调节输出电压 |
| 8  | -S   | 输出负补偿 | 输出远端补偿，可弥补输出线路上的压降           |
| 9  | -VO  | 输出负   | 直流输出负端。                      |

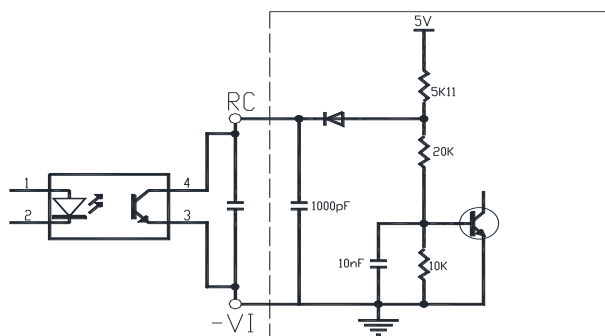
## 应用说明

## 典型应用接法

参考 EMI 滤波器电路图中模块应用接法。

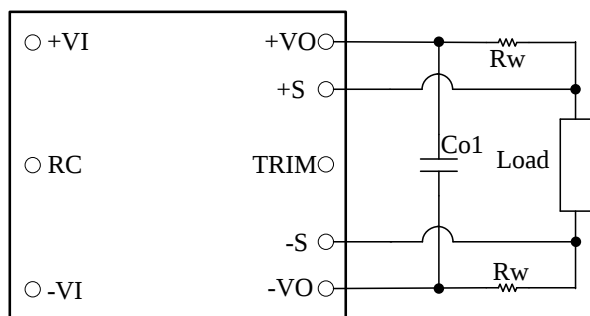
## 遥控功能

模块电源遥控引脚 (Remote Control) 或者叫做禁止/使能引脚供用户对电源输出进行控制。控制采用高低电平控制方式, 一般有两种控制逻辑, 正逻辑或者负逻辑控制方式。



图示为模块遥控引脚连接简图, 引脚输出采用串二极管方式, 可以多个模块直接并联进行控制。为减少外部 PCB 走线干扰, 建议用户使用时在 RC 引脚与输入负之间增加 100~1000PF 的高频滤波电容。

## 远端补偿功能



远端补偿功能可以弥补输出线路上的压降。模块补偿功能不超过 10%, 也就是:

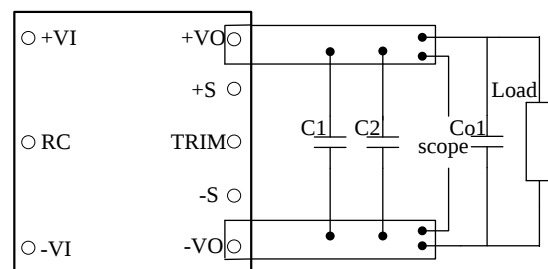
$$[(+VO)-(-VO)] - [(+S)-(-S)] \leq 10\% \times V_{O,SET}$$

如果远端补偿功能不使用, 需要将+S 引脚和+VO, -S 引脚和-VO 直接在模块输出端附近短接。

## 注意:

- 电源模块补偿后电压不能超出模块最大输出电压;
- +S、-S 与输出电压的极性保持一致, 否则电源模块可能会损坏;
- 模块的最大输出功率不变, 如果输出电压增大, 输出电流应相应减小;
- $R_w$  为导线直流阻抗;
- $V_{O,SET}$  为输出电压设定值。

## 输出纹波



纹波测量一般在额定输入和输出情况下测量, 并外接输出电容典型值, 在模块输出 3-5cm 左右的附近接测量。电容采用 10 $\mu$ F 的钽电容并联 0.1 $\mu$ F 的陶瓷电容, 示波器带宽设置为 20MHz。

## 输入过欠压保护

电源模块具有输入过欠压保护功能, 当输入电压低于欠压保护点, 电源关闭输出电压; 当输入电压回到欠压恢复点时, 电源重新启动工作。当输入电压超过过压保护点时, 电源关闭输出电压; 当输入电压回到过压恢复点时, 电源重新启动工作。具体参数, 请参考输入特性部分。

### 输出过流及短路保护

模块输出电流超过过流保护电流或者模块输出处于短路状态时，模块进入过流保护，保护方式采用先恒流后打嗝保护方式（即当过流发生时，先进入输出恒流模式；直至输出电压跌落到一定值时，模块开始关机进入打嗝模式）。当外部过流或者短路条件消失，模块自动恢复正常工作。

### 输出过压保护

当模块输出电压超过过压保护设定值之后，模块进入过压保护，保护方式为打嗝保护。当外部过压条件消失之后，模块自动恢复正常工作。

### 过温保护

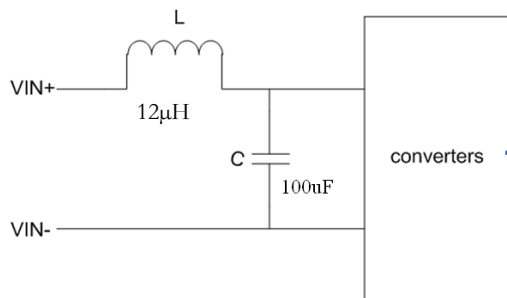
模块基板上装有过温保护检测元件，防止模块因工作温度过高而损坏。当基板温度超过设定的过温保护点时，模块输出关闭。当模块基板温度低于设置的回滞温度之后，模块重新工作。

### 输入保险丝

电源模块没有内置输入保险丝，应用时推荐在模块输入端非接地线上安装一颗慢速熔断型保险丝。

### 输入滤波器与电容：

电源模块在前端接入 LC 滤波器，降低纹波电流对直流母线的干扰，L 推荐值为 12μH，C 推荐值为 100μF。



### 输出电压调节

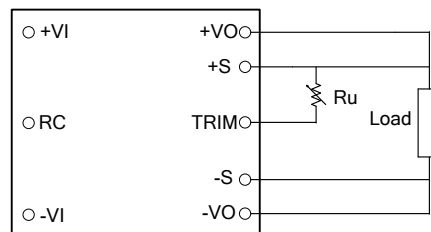
模块 TRIM 引脚提供输出电压调节功能。输出电压调节范围最大为 -20%~+10%。电阻加在 TRIM 端与 +S 端之间，输出电压增大；电阻加在 TRIM 端与 -S 端之间，输出电压减小。调整过程中，调整电阻尽可能的靠近电源模块的端子；不需要此功能时，TRIM 悬空。

输出上调：在模块 TRIM 和 +S 之间外接电阻，可以实现输出电压上调。

输出上调计算公式如下：

$$R_{TRIM - UP} = \left[ \frac{V_{O,SET} \times (100 + \Delta)}{2.5 \times \Delta} - \frac{100}{\Delta} - 2 \right] K\Omega$$

输出上调连接方式如下：

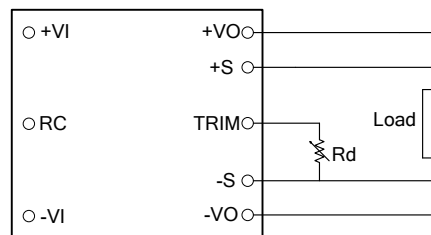


输出下调：在模块 TRIM 和 -S 之间外接电阻，可以实现输出电压下调。

输出下调计算公式如下：

$$R_{TRIM - DOWN} = \left[ \frac{100}{\Delta} - 2 \right] K\Omega$$

输出下调连接方式如下：



“ $V_{O,SET}$ ”为 TRIM 悬空时输出电压设定值， $V_{DESIRED}$  为调整后的输出电压，“ $\Delta$ ”为输出电压的变化率\*100，如：把 28.0V 输出上调为 30.8V，即  $\Delta = (30.8 - 28.0) / 28.0 \times 100 = 10$ ；把 28.0V 输出下调为 25.2V，即  $\Delta = (28.0 - 25.2) / 28.0 \times 100 = 10$ 。

例如输出电压 28.0V 上调 10%，即  $\Delta = 10$ ，此时输出电压为 30.8V，将  $\Delta = 10$  代入上调电阻计算公式中有：



$$R_{TRIM-UP} = \left[ \frac{28 \times (100 + 10)}{2.5 \times 10} - \frac{100}{10} - 2 \right] = 111.2 (\text{K}\Omega)$$

下调 10%，即  $\Delta = 10$ ，此时输出电压为 25.2V，将  $\Delta = 10$  代入上调电阻计算公式中有：

$$R_{TRIM-DOWN} = \left[ \frac{100}{\Delta} - 2 \right] = 8 (\text{K}\Omega)$$

注意：

$$\Delta = \left| \frac{V_{DESIRED} - V_{O,SET}}{V_{O,SET}} \right| \times 100$$

- $V_{DESIRED}$ ：输出调整后的输出电压；
- 模块最大额定功率不变，如果输出电压增大，输出电流应相应减小；
- 模块最大输出电流不变，如果输出电压减小，最大输出电流不变；
- 工作状态调节输出电压时，请缓慢调整相应的电阻阻值；如需快速调整电阻阻值，请务必关机操作。

## 包装

采用本公司全砖用吸塑托盘独立包装，能够有效防止搬运、运输过程中产品碰撞造成损伤。包装示意图如下图1所示。

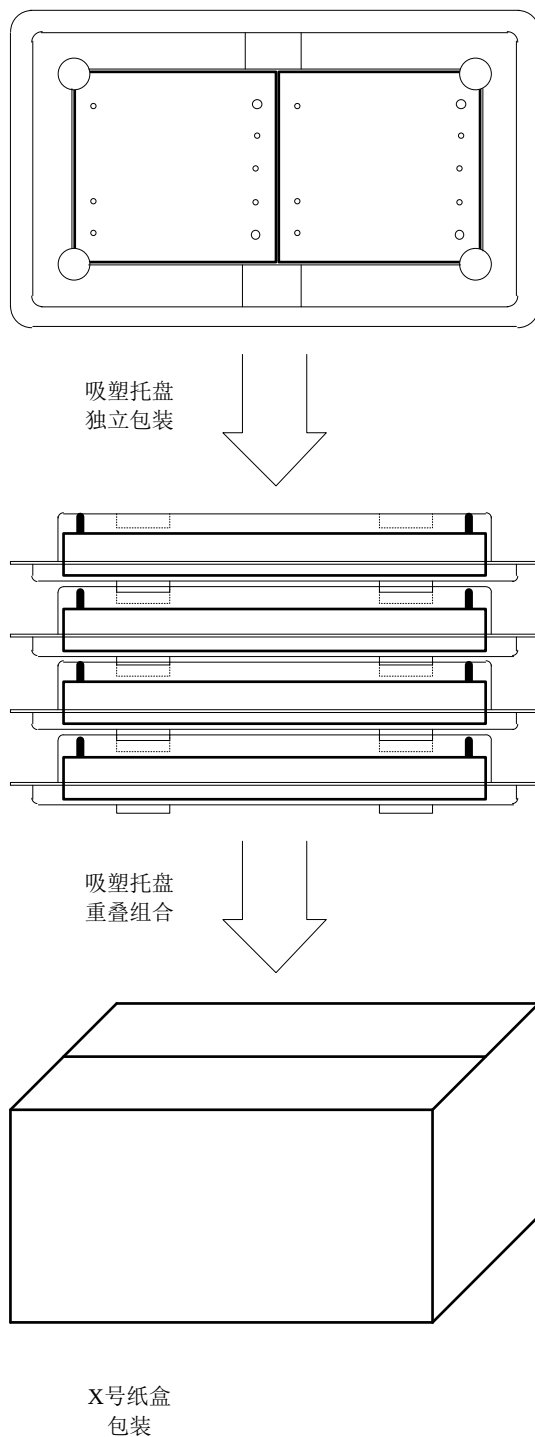


图 4: 包装示意图



## 引用标准/设计规范

| 序号 | 编号            | 名称                      | 备注 |
|----|---------------|-------------------------|----|
| 1  | SJ20668-1998  | 微电路模块总规范                |    |
| 2  | GJB150A-2009  | 军用装备实验室环境试验方法           |    |
| 3  | GJB548B-2005  | 微电子器件试验方法和程序            |    |
| 4  | GJB 360B-2009 | 电子及电气元件试验方法             |    |
| 5  | GJB151B-2013  | 军用设备和分系统电磁发射和敏感度要求      |    |
| 6  | Q/HW01-2019   | 开关电源微电路模块 DC/DC 变换器通用规范 |    |
| 7  | Q/HW-QD-02    | 试验大纲                    |    |



### 用户须知

使用产品前请注意警告和注意事项部分，不正确的操作可能导致电源模块永久性损坏或引起火灾，使用产品前请确认已阅读警告和注意事项。

### 警告

- ✧ 产品通电时，请保持手部和脸部远离产品，避免受到意外伤害。
- ✧ 请不要改造、分解产品，否则可能会引起触电。若用户加工或改造，后果我司概不负责。
- ✧ 产品内部有高压和高温的地方，若触摸后可能引起触电或烧伤的可能，请不要触摸内部元器件。
- ✧ 产品通电时，请不要触摸产品外壳，避免烧伤的可能。

### 注意事项

- ✧ 确认产品输入/输出终端和信号终端按照产品说明书连接无误；接线时，请切断输入电源。
- ✧ 此电源模块输入端添加适当的慢速熔断型保险丝或其他过流保护装置。
- ✧ 产品的电路图以及参数仅供参考，完成电路设计之前请认真核实电路图及参数的有效性。
- ✧ 请在技术参数范围内使用电源；若超出范围使用，可能会引起产品永久性损坏。
- ✧ 必须考虑产品使用时输出端可能存在电击危险，确认终端产品用户不会接触到产品；终端设备制造商必须设计相应保护方案，确保操作时不会因为工程人员或工具因意外碰触电源端子而导致危险。
- ✧ 我司拥有对此产品说明的最终解释权；未经许可，不能以任何方式进行复制或转载。

### 存放要求

- ✧ 产品未使用应放在包装箱里，仓库的环境温度  $(-10\sim+40)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 80%，干燥、通风、无腐蚀性气体。
- ✧ 包装箱距离地面应超过 20cm,距离墙壁，热源，通风口，窗口至少 50cm。
- ✧ 本规定条件下，储存期为 2 年，超过 2 年后应重新检验。

### 其他

- ✧ 本规格书最终解释权归本公司所有。