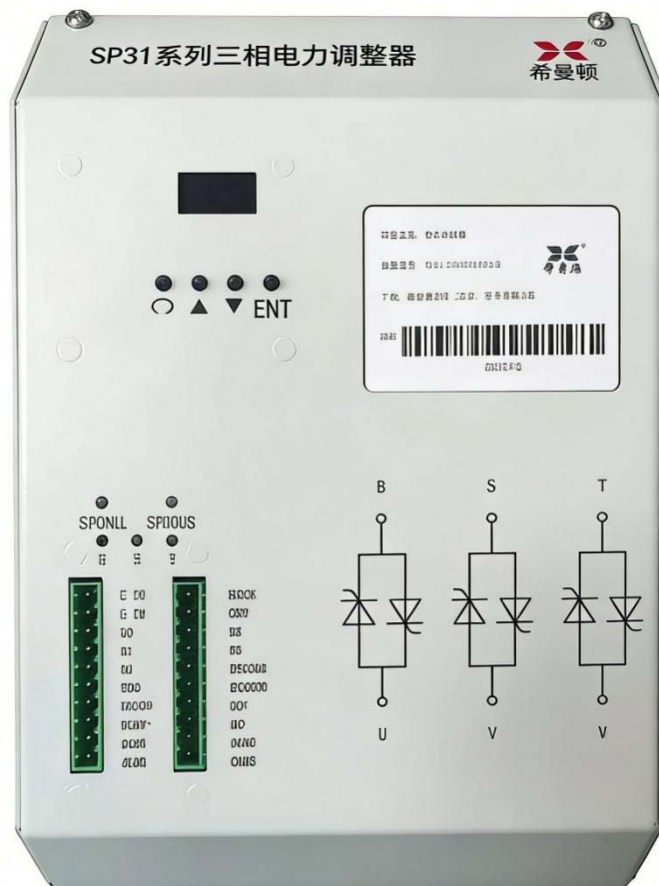


SP31 可控硅电力调整器使用手册

V1.0



斯坦恩贝格（北京）电子有限公司

前 言

感谢您选用斯坦恩贝格（北京）电子有限公司生产的“希曼顿”品牌的电力调整器！

SP3I 系列电力调整器是继希曼顿 PAC03I、SP3C 系列的新一代全功能、高性能三相电力调整器。

产品采用全新模块化设计，强、弱电分离，有效保护操作人员安全。产品内核为 32 位 MCU，24 位 AD 采样，输入信号的轻微变化皆被感知，输出采用中断控制，全新算法提高输出的线性度与实时性，提高系统的稳定性，节省 MCU 资源，使 MCU 资源更多应用于控制策略。

控制策略包括开环控制、调压型控制（恒流控制、恒压控制、恒功率控制）、调功型控制，应用方向包括电阻丝、硅碳棒、钨丝、变压器、盐浴炉等不同负载类型，满足绝大部分电加热工作场景。

SP3I 外部接线端子采用 5.08mm 插接端子组，可在维护时直接拔出；SP3I 的面板、托盘均采用下翻门式结构，仅需拧松每种结构上部的两条螺栓（共 4 条），即可到达可控硅、快熔层，节省维护时间。

目 录

前 言.....	1
一、 注意事项.....	3
二、 产品基本参数.....	4
三、 产品快速安装.....	5
四、 外部 IO 接口.....	6
1、 外部 IO 接口组成.....	6
2、 外部 IO 接口定义.....	6
3、 外部 IO 接口接线.....	6
五、 显示部分.....	7
六、 拨码开关设定.....	8
1、 SW1 拨码开关组.....	9
2、 SW2 拨码开关组.....	9
七、 通讯协议.....	9
1、 通讯连接.....	9
2、 通讯参数.....	10
八、 产品外形.....	16
1、 SP3I 60、80、120、150A 外形及安装尺寸.....	16
2、 SP3I 230、280A 外形及安装尺寸.....	16
3、 SP3I 600A 外形及安装尺寸.....	17
4、 SP3I-1000A 外形及安装尺寸.....	17

一、注意事项

1、斯坦恩贝格（北京）电子有限公司（下称本公司）为 SP3I 系列三相电力调整器（下称本产品）的生产厂商，本产品所涉及所有知识产权均归属于本公司所有；

2、本产品应当竖直安装在一个固定状态良好的背板上，确保整体稳定，避免震动，所有安装螺栓须安装紧固；

3、本产品所使用的固态继电器、可控硅属于功率器件，适宜的环境温度及良好的通风散热条件对于产品的稳定工作及使用寿命有良好的正向作用；

4、本产品含散热器，并在多数使用场景下需加装风机达到强制风冷作用。为保证散热器的良好工作，在无粉尘的环境中，自然散热，推荐 2 年做一次散热器清洁工作，强制风冷，推荐 1 年做一次散热器清洁工作；若有粉尘环境中，自然散热 1 年做一次散热器清洁工作，强制风冷半年做一次散热器清洁工作；如发现本产品出现超温报警，可再缩短散热器清洁保养周期；

5、本产品应当严格按照加热器功率选型，产品的可控功率容量应当大于控制的加热器加热功率，以确保产品可正常使用；

6、本产品的应用场景中如有隔离变压器，推荐控制变压器一次侧，如需控制变压器二次侧，须与销售及技术确认后，方可订货；

7、当本产品在运行状态时，不要随意打开设备面板，以免触电！

8、长期停用的设备如需启用，请设置最小功率进行烘炉，将炉体内的潮湿空气排干后再正常运行，否则有短路的风险！

二、产品基本参数

序号	参数	性能	备注
1	控制电压	110-450V AC	
2	工作频率	随工频电源频率自适应	
3	手动输入	10K/2W 电位器	
4	自动控制信号及阻抗	4-20mA: 75 Ω 0-10V、0-5V: 7.5K Ω	
5	风机电源	220V 50HZ	其他要求须声明
6	输出分辨率	调压: 0.1ms 调功: 20ms	
7	输出电压	输入电压的 98%	
8	报警输出	缺相、断线、超温、三相不平衡、可控硅损坏等	硬件有 2 个接口，RS485 可全部上传
9	通讯接口	RS485	
10	通讯协议	Modbus RTU	
11	适用负载类型	阻性、感性、硅碳棒	
12	负载接法	内外三角形、星形	
13	缓启动、缓关断	0-120 秒可设定	RS485 设定
14	过流保护	可通过 RS485 设定，过流保护取值最大为 SP3I 标称电流，其他取值最大为系统允许值	
15	过压保护		
16	超温保护		
17	缺相保护		
18	安装环境	避免高温高湿多尘环境，空气流通良好，壁挂式安装	
19	高度湿度	海拔高度大于 1000 米，须降额使用，订货时须声明，环境相对湿度 ≤90% 无结露	
20	环境温度	存储温度: -10~55℃，工作时环境温度: -10~35℃，如环境温度高于 35℃ 时，须降额使用。	
21	运输及安装注意	轻拿轻放，避免跌落	

三、产品快速安装

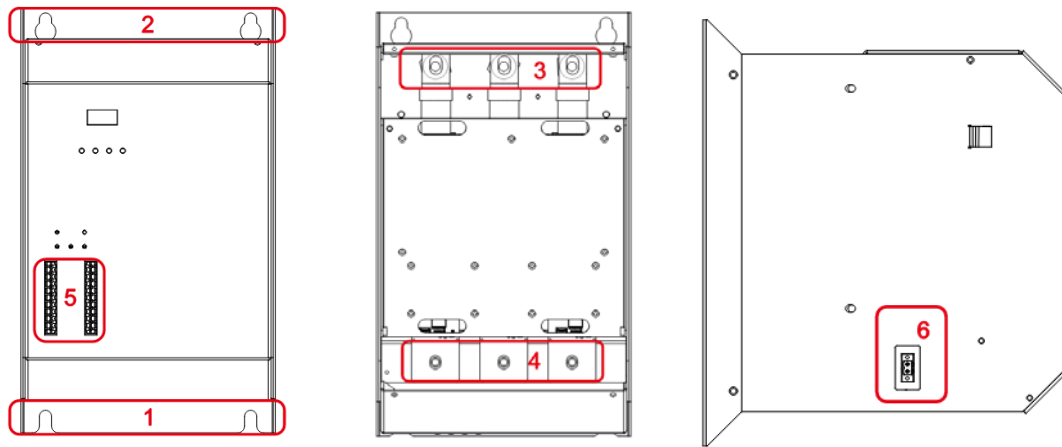


图 1、2、3 安装指示图

安装步骤：

1、按照产品说明书中第七章所对应的型号尺寸在机柜背板上开孔，安装 SP3I 下部固定螺栓（不要拧紧），将 SP3I 图 1 中红框标号 1 的位置卡入螺栓，再安装上部螺栓（SP3I 图 1 中标号 2 的位置）。拧紧螺栓。或者参考安装步骤 2；

2、按照说明书中第七章所对应的型号尺寸在机柜背板上开孔，安装 SP3I 上部固定螺栓（不要拧紧）将 SP3I 图 1 中红框标号 2 的位置套入螺栓，再安装下部螺栓（SP3I 图 1 中标号 1 的位置）拧紧螺栓。

3、打开面板（面板固定螺栓在 SP3I 电力调整器正面上方，2 条 M4*10 螺栓），向下拉面板最大到 180° 位置，可看到图 2 中 3 的位置，接供电电源；图 2 中 4 的位置，接负载。接完供电、负载线束后，将面板推回原来位置，并将面板固定螺栓拧回。

4、面板左下角是 SP3I 的外部 IO 接口，（图 1 标号 5 的位置）接口定义可查第三章第 2 节：外部 IO 接口定义，第三节：IO 接口接线，接线完毕后可检查线束是否有松动。

5、左侧挡板处标号 6 的位置是强制风冷风机电源接线处。接线前请核对订购产品时选购的产品风机类型及供电电压是否与到货产品风机电源接口处黄色标所标注的电源电压、类型一致，再进行接线。入有不一致的情况，请先于供货商确认无误后，再进行接线。接线完成后请给风机通电，确认风机工作正常后再进行设备上电工作。

四、外部 IO 接口

1、外部 IO 接口组成

外部 IO 接口是 SP3I 电力调整器执行自动、手动控制，向外接发数据的关键接口，其组成部分有：信号输入输出、供电输入、内部控制信号、RS485 通讯、及报警输出等部分构成。

2、外部 IO 接口定义

序号	IO 类型	功能注释	端子颜色
1	C IN	4-20mA 输入（不区分正负）	橘色
2	C IN	4-20mA 输入（不区分正负）	
3	V0	标准电压参考（3.3V）	
4	R1	内部接线输入	
5	R2	内部接线输出	
6	GND	地	
7	F24+	24V 供电输入正	
8	F24-	24V 供电输入负	
9	ALM1	报警输出 1	
10	ALM1	报警输出 1	
11	USER	调功调压切换（默认调压）	黑色
12	GND	地	
13	R3	内部接线电流限制（保留）	
14	RS	内部接线待机（与 GND 短接待机）	
15	RS485A	RS485 通讯	
16	RS485B	RS485 通讯	
17	A0+	4-20mA 输出正	
18	A0-	4-20mA 输出负	
19	ALM2	报警输出 2	
20	ALM2	报警输出 2	

3、外部 IO 接口接线

3.1	自动控制状态接线	3.2	自动控制带限幅接线
-----	----------	-----	-----------

3.3	手动控制状态接线	3.4	自动与手动状态切换接线
3.5	自动、手动、限幅切换接线	3.6	待机、运行切换

五、显示部分

SP3I 面板显示部分分为 2 组，分别是 OLED 显示屏及面板 LED 信号显示。

1、SP3I OLED 面板显示

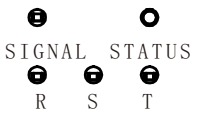
按键	作用
	循环键，参数群返回键
	上翻键，数值参数设定增加键
	下翻键，数值参数设定减小键
	选定参数确定键，设定参数确认键

1.1 面板显示内容

序号	显示内容	功能	备注
----	------	----	----

1	[Real Time SP3I] ~CURRA ~CURR B ~CURR C	显示实时三相电流值	
2	~VOLT OUT ~VOLT IN	显示实时三相输出电压值	黑色光标处
3	~VOLT OUT ~VOLT IN	显示实时三相输入电压值	黑色光标处

2、SP3I LED 信号显示

	标记	功能
	SIGNAL	输入信号指示，绿色，随输入信号增加而增亮
	STATUS	状态指示灯，指示信号内容见 2.1 内容
	R S T	R、S、T 三相输入状态指示灯

2.1 SP3I LED STATUS 指示灯信号指示

序号	状态灯颜色	指示内容	备注
1	绿色常亮	工作正常	
2	红色常亮	过流	
3	黄色闪烁	待机或首次启动	
4	红绿交替闪烁	散热器超温	
5	黄绿交替闪烁	上电时三相电源缺相	

2.2 SIGNAL 输入指示灯

序号	状态灯	指示内容	备注
1	蓝色灯亮	有信号输入	输入信号无极性要求
2	蓝色灯灭	无信号输入	温控仪表或 PLC 故障

2.3 R、S、T 相位指示灯

序号	状态灯	指示内容	备注
1	绿色灯亮	该相供电正常	
2	绿色灯灭	该相供电异常	检查该相上部快熔或供电

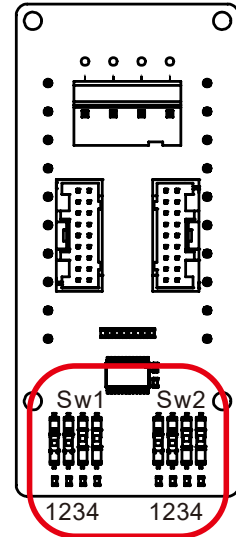
六、拨码开关设定

SP3I 的拨码开关位于 SP3I 接口板内部，图 4 红框处。拨码开关分为 2 组，分别为 SW1 及 SW2。

1、SW1 拨码开关组

SW1 拨码开关是功能拨码开关，是 SP3I 执行功能的内部调节开关。开关默认位置为 OFF 状态，当用户用到相关功能时，可将 SW1-1 改为 ON 状态，激活此组拨码开关。具体功能如下：

序号	拨码开关	功能定义	注释
1	SW1-1	SW1 总开关	ON: 2、3、4 位有效
2	SW1-2	调功调压	ON: 调功 OFF: 调压
3	SW1-3	三相四线开关	ON: 三相四线 OFF: 三线
4	SW1-4	保留	



SW1-3 设定时需要重新启动 SP3I 设备。

2、SW2 拨码开关组

SW2 拨码开关是 SP3I 的地址拨码开关，当 SW2 开关全部为 OFF 状态时，地址是 1；当 SW2 全部为 ON 状态时，地址为 16。具体地址如下：

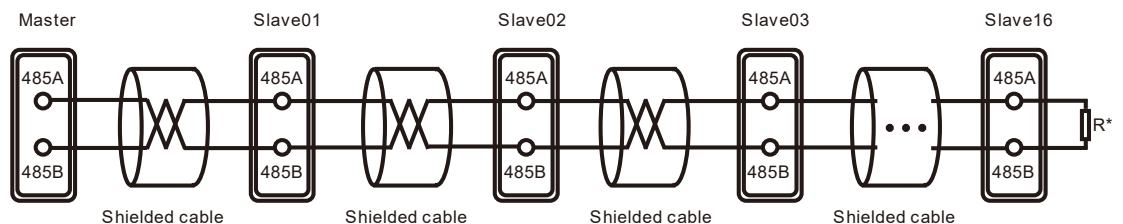
SW2-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
SW2-2	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
SW2-3	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
SW2-4	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
地址	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

七、通讯协议

SP3I 支持标准 Modbus 协议与上位机通讯（需选择 RS485 通讯选项），可与 PID 调节器、PLC、工业级触摸屏 HMI 等支持 Modbus RTU 的设备组成通讯网络，实现集中控制。

1、通讯连接

SP3I 调整器与主机之间 RS485 接线如下：



*电阻 R 为终端电阻，当一个通讯网络中连接多台 SP3I 调整器时，如果有必要，需要再最后一台设备的通讯端口之间并联终端电阻 R(1/2W 120Ω)。

2、通讯参数

SP3I 通讯参数包括设备地址、波特率、校验位等参数。

数据地址	参数名称	参数描述	默认值	属性
132	ADDR	设备地址	1	T
133	BOUD	波特率	4	T
134	PARITY	校验方式	2	T

设备地址从 1-16 可从硬件接口设定，具体参考第五章第 2 节 SW2 设定。ADDR 可作只读操作；若设备数量超过 16 台，订货时请与我公司技术部联系。

波特率设定从 1200-115200，对应代码为：1: 1200；2: 2400；3: 4800；4: 9600；5: 19200；6: 38400；7: 57600；8: 115200。

校验方式：0: ODD;1: EVEN;2: NO。

SP3I 的数据位：8，停止位：1。

a) Modbus 参数组

地址	参数名称	参数描述	默认值	属性
1	Load_Vol	负载电压	0.0	R
2	Output_Pwr	输出功率	0.0	R
3	U_Curr	U 相电流	0.0	R
4	V_Curr	V 相电流	0.0	R
5	W_Curr	W 相电流	0.0	R
6	U_Vol	U 相电压	0.0	R
7	V_Vol	V 相电压	0.0	R
8	W_Vol	W 相电压	0.0	R
.....	保留			R
10	In_R_Vol	R 相电压	0.0	R
11	In_S_Vol	S 相电压	0.0	R
12	In_T_Vol	T 相电压	0.0	R
13	In_RS_Vol	RS 线电压	0.0	R
14	In_ST_Vol	ST 线电压	0.0	R
15	In_RT_Vol	RT 线电压	0.0	R
.....	保留			R
24	Output_Per	输出百分比	0.0	R

25	Input_Vol	输入电源电压	0.0	R
26	Input_Frq	输入电源频率	0.0	R
.....	保留			
33	Input_Per	输入百分比	0.0	R
34	Anal_Input_Per	模拟量输入百分比	0.0	R
35	P_Input_Per	数字输入百分比	0.0	R
36	In_Operation_Mod	输入类型	0.0	R
.....				
45	Run_Status	运行状态	0	R
46	Transis_Otp	超温报警	0.0	R
47	Transis_Fault	可控硅损坏报警	0.0	R
48	Load_Ocp	超流报警	0.0	R
49	Load_Open	负载开路报警	0.0	R
50	Load_Balance	负载不平衡报警	0.0	R
51	Phase_Loss	缺相报警	0.0	R
.....	保留			
60	Nomi_Input_Vol_Max	平均额定电压	0.0	R
61	Nomi_Input_Curr_Max	平均额定电流	0.0	R

注：

地址：36In_Operation_Mod 是地址 92 Input_Type 的只读地址。

地址：67 Input_Vol_Max 和地址：68 Input_Curr_Max 是地址：150Load_Curr_max 和地址：151Load_Vol_Max 的只读地址。

地址	参数名称	参数描述	默认值	属性
71	Transis_Fault_EN	可控硅损坏监测使能	0	RW
72	Load_Ocp_En	负载超流监测使能	0	RW
73	Load_Open_En	负载开路监测使能	0	RW
74	Load_Bal_En	负载平衡监测使能	0	RW
75	Phase_Loss_En	缺相监测使能	0	RW

注：

地址：71Transis_Fault_EN 是地址 72-75 的总开关。默认值是 0，关闭，打开时置 1。

地址	参数名称	参数描述	默认值	属性
82	Transis_Fault_Per	可控硅失效判断阈值	0	T
83	Load_Ocp_Per	负载超流报警阈值	220	T
84	Load_Bal_Mod	负载不平衡判断模式	0	T
85	Load_Bal_Per	负载平衡阈值	0	T

注：

地址：82Transis_Fault_Per 可控硅损坏判断阈值是 SP3I 监控可控硅是否失效的一种监测方法，默认值是 0，当地址 71：

Transis_Fault_EN 置 1 时有效。监测值 0 最为灵敏，监测值 1000 时等同于关闭。用户可根据现场具体情况进行调节。

地址：83 Load_Ocp_Per 负载超流阈值是 SP3I 超流报警时事件触发的条件，默认值是 220A，用户可根据现场使用环境进行调节，最大不应超过地址：150Load_Curr_Max 额定电流值。

地址：84Load_Bal_Mod 负载不平衡判断模式默认值：0 电压模式，可选 1：电流模式。

地址：85Load_Bal_Per 负载不平衡阈值，默认值是 0，最大值是 1000，如不平衡度为 15%报警，则设定值是 150。

地址	参数名称	参数描述	默认值	属性
89	Input_Per_Stup	起控点	0	T

此地址默认值是 0，为系统默认起控点，若增加数值，系统起控值将增大，数值增加 10，相当于 PID 调节器增加 1%的输出起控。请根据现场的实际条件谨慎设置。

地址	参数名称	参数描述	默认值	属性
92	Input_Type	输入类型切换	1	RW
93	Input_Per_Set	数字输入百分比设定	0.0	RW
94	Input_Per_Slope	数字斜率	100.0	RW
95	Ramp_Up_Time	缓启动时间	25	RW
96	Ramp_Down_Time	缓关断时间	25	RW

地址：92Input_Type 输入类型切换，默认值 1:模拟量；2: Modbus 选择默认值，SP3I 的输入跟随上位 PID 调节器或 PLC 等模拟量输出进行调节；选择 2 Modbus 时 SP3I 的输出值跟随 Modbus 给定的值送入地址 93 Input_Per_Set。

地址：93Input_Per_Set 当地址 92 设定为 2: Modbus 时，可通过本地址设置 SP3I 的输出值。

地址：94Input_Per_Slope 数字斜率。即某些要求输出信号不能大幅变化的场合，需对信号进行减小处理的一种方法。如输出需要减小到 50%，可将 Input_Per_Slope 的值设定为 500，则输入信号 $*500/1000=$ 输出信号，即上位仪表的最大值的 50%作为输出依据，SP3I 的输出即为 50%。

地址：95Ramp_Up_time 和 96Ramp_Down_time 是对缓启动和缓关断的调节，默认时间是 25 秒，如果有些工艺要求启动或关断时间需延长或缩短，可调节此参数，若无此类要求，我公司建议使用 25 秒的缓启动、缓关断时间。

地址	参数名称	参数描述	默认值	属性
105	Feedback_Mode	反馈模式	0	T
106	Pid_Kp	P	90.0	RW
107	Pid_Ki	I	15.000	RW
108	Pid_Kd	D	350.000	RW

地址：105Feedback_Mod，反馈模式，默认值：0，无反馈，可选 1: 电流反馈，2: 电压反馈，3: 功率反馈。反馈模式可检测反馈值以实现恒流、恒压、恒功率模式。

地址：106Pid_Kp，参数 P 的值，取值范围 0-10000；

地址：107Pid_Ki，参数 I 的值，取值范围 0-65000；

地址：107Pid_Kd，参数D的值，取值范围0-65000。

地址	参数名称	参数描述	默认值	属性
118	Clamp_Mode	限幅模式	0	T
119	Clamp_Setpoint	限幅设定值	0.0	RW
120	Clamp_Hys_Per	限幅差值设定	5.0	RW

地址：118Clamp_Mode，限幅模式，是对监测数据的最大值进行限制。默认值为0，无监测；可设定：1，电流监测；2，电压监测。

地址：119Clamp_Setpoint 限幅设定值，无论限幅模式选择电流或电压，限幅设定值会按照设定的值进行限制。默认值最小为0，最大值与实际电流、电压相同。

地址：120Clamp_Hys_Per 限幅差值设定。此参数是为避免电网因素造成的限幅值抖动引起的数值不稳定时，所增加的误差带。默认值是5，即设定值的±0.5%。举例：地址118设定值是2：电压，地址119设定值是100，地址120设定值是5时，当电压超过100.5时，限幅模式开启，电压恒定在100V，当电压低于99.5V时，电压限幅模式取消，SP3I的输出跟随输入信号的大小变化，若地址118设定值不变的情况下，SP3I输出最大不超过100V。

地址	参数名称	参数描述	默认值	属性
126	Running_En	运行使能	0	RW

地址：126Running_En 运行使能。当SP3I处于待机状态时，运行使能数值为0，当SP3I处于运行状态下时，运行使能数值为1。当需要强制停机时，可通过RS485将运行使能值0，强制停机。

地址	参数名称	参数描述	默认值	属性
149	Conf_Type	负载接线配置	1	T
150	Load_Curr_Max	额定电流	230.0	RW
151	Load_Vol_Max	额定电压	400.0	RW

地址：149Conf_Type 负载接线配置，主要是对 Y 形接法的两种状态进行配置，默认值是 1：三相三线接法；可选 2：三相四线接法。

地址：150Load_Curr_Max 额定电流，是对工作最大电流进行配置，默认值是 2300，即 230A，用户可根据现场实际负载对参数进行修改。修改后工作电流将不大于此设定值。

地址：151Load_Vol_Max 额定电压，是对工作最高电压进行配置，默认值是 4000，即 400V，用户可根据现场实际负载对参数进行修改。修改后工作电压将不大于此设定值。

地址	参数名称	参数描述	默认值	属性
161	Sys_Con_Mod	调功、调压转换	1	RW
162	Cyc_Con_Mod	PWM/CYC 转换	1	T

地址：161Sys_Con_Mod:默认值：1，调压，SP3I 处于调压工作方式；可选设定值：2，调功模式。

地址：162Cyc_Con_Mod:默认值：1CYC 周波调功，SP3I 处于 CYC 调功工作模式下，可选设定值：2，PWM 脉宽调功。

地址	参数名称	参数描述	默认值	属性
168	Userin_Type	USER 端子功能	2	RW
169	Sw_User_En	SW1 开关	1	RW
170	Sw_Addr_en	SW2 开关	1	RW

地址：168Userin_Type:默认值：1 调压模式，可选设定值 2：调功模式，设定值 3：输入类型，设定值 4：限幅模式。

地址：169Sw_User_En:SW1 开关，默认值：1，开启，可选默认值：0，关闭。开启或关闭 SW1 开关。SW1 开关参考第五章第 1 节。

地址：170Sw_Addr_En:SW2 开关，默认值：1，开启，可选默认值：0，关闭。开启或关闭 SW2 开关，SW2 开关参考第五章第 2 节。

地址	参数名称	参数描述	默认值	属性
177	Relay1_F	ALM1 功能选择	1	RW
178	Relay2_F	ALM2 功能选择	2	RW

地址：177 Relay1_F 及 178 Relay1_F ALM 功能选择，三种事件输出方式，1，运行状态；2，独立事件输出；3，二进制事件输出。

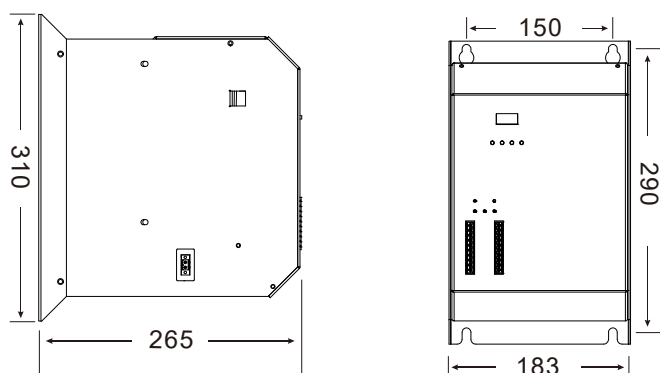
地址	参数名称	参数描述	默认值	属性
182	Relay_Ev1	ALM 功能选择 1	1	RW
183	Relay_Ev2	ALM 功能选择 2	2	RW
184	Relay_Ev2	ALM 功能选择 3	3	

地址：182、183、184 Relay_Ev 当地址 177、178 均选择 3 时，可通过 SP3I 面板的 ALM1、ALM2 来设定事件输出。设定事件输出内容为：

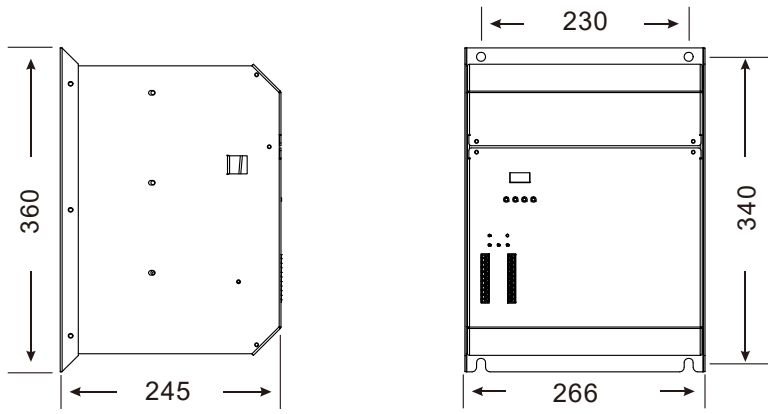
- 1、SP3I 主板故障；2、负载短路；3、负载开路；4、负载不平衡；5、缺相。

八、产品外形

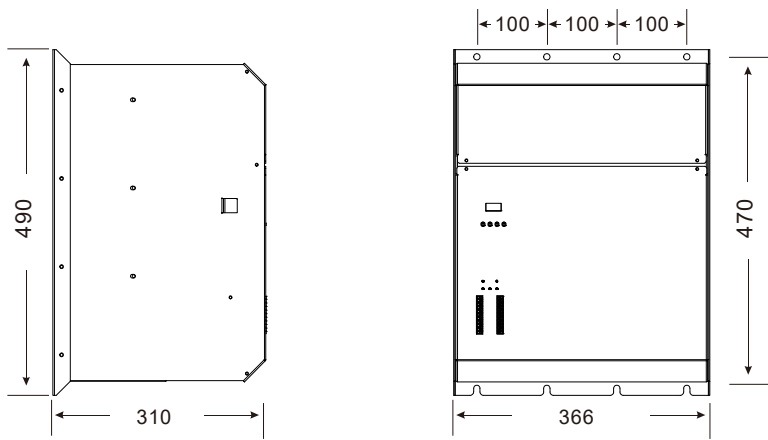
1、SP3I 60、80、120、150A 外形及安装尺寸



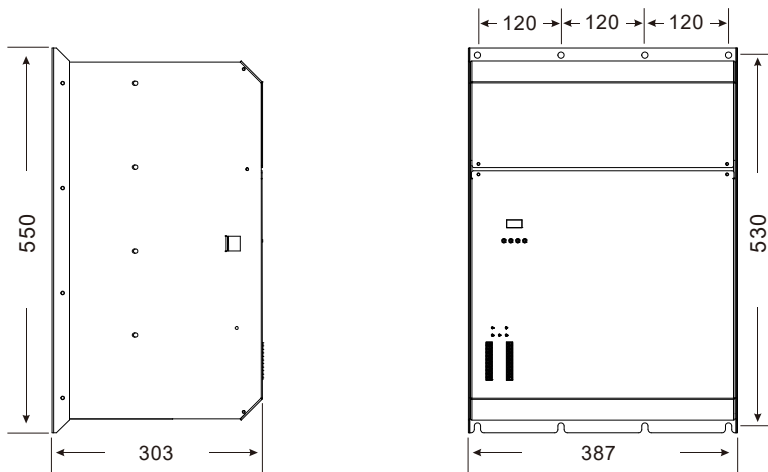
2、SP3I 230、280A 外形及安装尺寸



3、SP3I 600A 外形及安装尺寸



4、SP3I-1000A 外形及安装尺寸



斯坦恩贝格（北京）电子有限公司

Starnberg (Beijing) Electronics Co., Ltd

地址：北京市昌平区天通苑新中苑二区43号楼1门303

传真：010-62639513

热线400-6982680

投诉电话：13801088095

电邮：sales@starnberg-e.cn

电话：010-62633858 62639795 62637078

网址：<http://www.starnberg-e.cn>

德国公司地址：Am Brunnen 19, 85551 Kirchheim b. Munich. Germany

Tel: +49 (0) 89-9045204