

SP3C 系列可控硅功率调整器



SP3C series Thyristor Power Regulator

产品手册

Product Manual



斯坦恩贝格(北京)电子有限公司
Starnberg (Beijing) Electronics Co., Ltd



公 司 简 介

斯坦恩贝格（北京）电子有限公司——前身北京希曼顿自动化研究所，是国内最早从事固态继电器研发生产的厂家之一，其生产的希曼顿牌固态继电器及电力调整器，在工业热处理行业有着 20 余年的成功应用经验，是国内工业热处理行业著名的品牌之一。

公司历经风雨，几经变革，从最初的“先锋电子”，到北京希曼顿自动化研究所，在顺应时代潮流的同时，始终坚持“质量第一，用户至上”的宗旨挖掘用户需求，不断研发新型产品。从固态继电器，到周波控制器，再到一体化电力调整器，不断研发符合实际工况的产品，满足用户新的需求。在这一时期，希曼顿产品已经批量出口到日本、韩国、新加坡、印度、巴基斯坦、俄罗斯、南非、巴西、加拿大、美国、德国等国家，深受各界用户的好评。

时光的指针指向 2011 年，这一年，希曼顿与德国合资，斥资 500 万人民币成立斯坦恩贝格（北京）电子有限公司，从传统的家族企业转变成国际化的、能为用户提供高品质产品的工业企业，为希曼顿产品走向世界迈出坚实的一步。公司引进吸收德国先进的管理经验及工艺水平，在保证现有产品品质的前提下，进一步修改生产工艺，提高产品出厂标准，先后制定《单相交流固态继电器企业标准》（Q/PG STB 001—2011）《电力调整器》（Q/PG STB 002—2011）两项企业标准，并在质量技术监督局备案，使产品达到内外兼备的技术前提。同年，斯坦恩贝格（北京）电子有限公司通过 ISO9001:2008 企业认证，对公司的管理系统化，功能化，固态继电器类全线产品通过欧盟 CE 认证，为产品国际化发展提供了充分的条件。

在 2012 年，斯坦恩贝格（北京）电子有限公司成功申请到独立进出口权，针对新能源等新兴领域引进国外先进的设备与技术，并分批派公司员工到欧洲学习，将最新的设备与技术转化成本地服务，拉近厂商与用户之间的距离。目前公司与德国 Stein、Nanotec 等精密机械厂家已签订商业、技术合作协议，为用户产品提供现代化智能解决方案。

2013 年，在公司专业的研发队伍和高素质的管理团队带领下，新一代多功能电力调整器系列产品陆续研发上市，敬请期待。

“专业的态度，过硬的产品，完善的服务”是我们对用户的承诺。我们坚信，在不久的将来，一个崭新的斯坦恩贝格将展现在您的面前，愿我们一起携手，共同走向世界！

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”品牌的可控硅功率调整器！

SP3C 控制板是运用数字电路触发可控硅实现调功、调压一体化。调压采用移相控制方式，调功有定周期调功和变周期调功两种方式。该控制板带有同步电路、自动辨别相位、缺相保护、上电缓起动、缓关断、散热器超温检测、电流限制、过流保护、串行工作状态指示等功能。SP3C 控制板的特点：十位 A/D，输出线性化程度高，输出起控点低。

SP3C 系列可控硅功率调整器由 SP3C 控制板、SP3C 专用散热器、风机、外壳等组成。核心部分使用 SP3C 控制板；散热系统采用高效散热器、低噪音风机。整机电流容量从 20A 到 600A 有多个等级。

该可控硅功率调整器可与带 0~5V、0~10V 或 4~20mA 等的智能 PID 调节器或 PLC 配套使用，也可独立使用手动功能。SP3C 系列可控硅功率调整器的负载类型可以是三相阻性负载、感性负载及变压器负载；负载方式可以是星形中心接地负载、星形中心不接地负载、三角形负载。SP3C 系列可控硅功率调整器可广泛应用于工业电炉的加热控制、冶金、化工、纺织机械等领域。

● PAC03I 电力调整器设计于 2001 年，10 余年来不断改进升级，至今已是一款经过多年现场考验的经典产品。SP3C 系列可控硅功率调整器是基于 PAC03I 电力调整器的又一次改进。2013 年来又进行了全新升级，其中包括控制器的升级、散热单元的优化、新外观的设计等近 6 项的升级或改进，大大提高了产品的性能和可靠性。

使用注意事项!!!

1. 请勿在电力调整器的各端子部施加超出额定的电压、电流。否则易导致电力调整器的故障及烧损。
2. 请勿在端子的螺钉有松动的状态下使用。否则可能会因端子的异常发热导致烧损。
3. 请勿妨碍电力调整器本体、散热器周围的空气对流。否则由于本体的异常发热可能会导致输出元件的短路故障、烧损。

安全注意事项!!!



请在安装、使用产品前仔细阅读本《产品手册》，并按相关规定正确操作进行安装、调试、使用。以免人为因素影响产品的使用。



谨防触电

接线、布线时，请在切断电源的状态下操作。防止导致触电。



当心爆炸

请注意，勿使短路电流流入电力调整器的负载端。防止损坏电力调整器。



谨防触电

请注意，通电前务必安装端子盖，然后再使用电力调整器。防止勿触碰导致触电。



小心烫伤

通电中及切断电源后，请勿立即触碰电力调整器的本体及散热器。由于在电力调整器工作过程中，电力调整器的本体及散热器处于高温状态，勿触碰易导致烫伤。



谨防触电

切断电源后，请勿立即触碰电力调整器的负载端。由于电力调整器内部由于内部储能器件未彻底释放完电荷，勿触碰导致触电。

目 录

1. 产品型号定义规则.....	3 -
2. 选型规则.....	3 -
3. SP3C 系列可控硅功率调整器选型表.....	4 -
4. 外型及安装尺寸.....	5 -
5. 主要技术指标.....	5 -
6. LED 状态显示与 SW1 工作方式开关.....	6 -
6.1. 指示灯定义.....	6 -
6.2. SW1 拨码开关定义.....	6 -
7. 各种接线的应用及初步调试.....	7 -
7.1. 整机完整接线图.....	7 -
7.2. 常用的功能接线方式.....	7 -
7.2.1 最简自动控制接线图.....	7 -
7.2.2 限幅功能的自动控制接线图.....	8 -
7.2.3 手动控制接线图.....	8 -
7.2.4 手动与限幅功能的手动控制接线图.....	8 -
7.2.5 限流功能接线图.....	9 -
7.2.6 手动及自动组合接线图.....	9 -
7.2.7 报警输出功能.....	9 -
7.3. 调试常用方法和注意事项.....	10 -
7.3.1 初步调试.....	10 -
7.3.2 正式调试.....	10 -
7.3.3 注意事项.....	10 -
8. 选件的接线、调试与使用注意事项.....	11 -
8.1. 过流报警功能选件接线调试说明及有关的功能说明.....	11 -
8.1.1 通过选件（过流报警功能）实现电流限制功能.....	11 -
8.1.2 通过选件实现电流过载保护功能.....	12 -
8.1.3 调功方式时过载报警值的标定.....	12 -

8.1.4	过流报警的复位.....	- 12 -
8.1.5	使用选件（过流报警）中的几个常见注意事项.....	- 12 -
8.2	电流环光隔离远程状态接口 XDR-R 有关的功能说明.....	- 13 -
8.3	U1 调功/调压一体化选件有关的功能说明.....	- 13 -
8.3.1	调压调功的工作原理简介.....	- 13 -
8.3.2	调压调功的输出波形如下图（图 13）.....	- 14 -
8.3.3	调功调压一体化的主要应用方向.....	- 15 -
9.	SP3C 系列可控硅功率调整器的几个辅助功能说明.....	- 16 -
10.	调试中的问题及故障排除.....	- 16 -
11.	不同负载特性及其控制策略.....	- 18 -
11.1	负载特性.....	- 18 -
11.2	针对不同负载的不同控制策略.....	- 18 -
12.	外型及安装尺寸（单位 mm）.....	- 20 -

1. 产品型号定义规则

型号	SP3C	—	□	□	□	□□□	—	□	□	□
调整器系列	调整器系列									
供电电源标准	B:220V AC ±10% C:380V AC ±10% D:440V AC ±10%									
控制板电源频率	L:50Hz ±5% H:60Hz ±5%									
信号输入类型	4:4-20mA 5:0-5V 6:0-10V									
负载电流	标称电流值									
电流限制及保护 可选项	C:电流限制及过流保护 N:无									
有无状态发送 可选项	Y:状态发送 (XDR 接收器) N:无									
接地方式	0:中心不接地 1:中心接地									

2. 选型规则

SP3C 系列可控硅功率调整器选型规则			
负载类型	分类	材质	选型规则
纯阻负载	恒阻负载	合金	● 镍铬 ● 铁铬 ● 铁铬铝
	变阻负载	纯金属	● 钨 W ● 钼 Mo ● 白金 Pt ● MoSi2 ● 硅钼棒
		硅碳棒	● SIC
感性负载	变压器负载		调整器标称值 ≥ 负载实际电流 *1.2
	电机负载		
选型公式			
星型接法	负载实际电流 = (负载总功率/3) / (线电压/1.732)		
三角接法	负载实际电流 = (负载总功率/3) / 线电压		

3. SP3C 系列可控硅功率调整器选型表

SP3C 系列可控硅功率调整器选型表			
系列	代码功能		
SP3C	基本功能：调功调压一体化； 调节分辨率：0.2°（调压），20mS（调功）； 缓起动、关断时间：0.2~120 秒可调； 报警输出：常开 5A/250VAC, 5A/30VDC； 基本报警：散热器超温，电源缺相，过流报警； 环境温湿度：0~40℃，90%RH 最大。		
供电电源 标准	B	220V AC ±10%	
	C	380V AC ±10%	
	D	440V AC ±10%	
控制板电源频 率	L	50Hz ±5%	
	H	60Hz ±5%	
信号输入类型	4	4-20mA，输入阻抗 120 Ω；	
	5	0-5V，输入阻抗 10K Ω；	
	6	0-10V，输入阻抗 10K Ω；	
标称电流值	代码	最大电流容	散热方式
	020	20A	自然散热
	050	50A	风冷
	075	75A	风冷
	120	120A	风冷
	150	150A	风冷
	180	180A	风冷
	230	230A	风冷
	280	280A	风冷
	360	360A	风冷
450	450A	风冷	
电流限制及过流保护	C	电流限制及过流保护功能	
	N	无	
状态选件	Y	状态发送（XDR 接收器）	
	N	无	
负载连接方式	1	中心接地	
	0	中心不接地	
※注：供电电源标准即为客户供电系统的线电压；			

4. 外型及安装尺寸

SP3C 系列可控硅功率调整器尺寸表						
系列	电流	外形尺寸	安装孔距	安装螺丝	尺寸图	冷却方式
SP3C	20A	212*144*144	182*80	M5	见图 A	自然冷却
SP3C	50A	265*149*219	235*88	M6	见图 B	风冷
SP3C	75A					风冷
SP3C	120A	374*204*242	334*88	M8	见图 C	风冷
SP3C	150A					风冷
SP3C	180A					风冷
SP3C	230A	441*274*270	397*120	M10	见图 D	风冷
SP3C	280A					风冷
SP3C	360A	555*366*302	495*100	M10	见图 E	风冷
SP3C	450A					风冷

5. 主要技术指标

输入	供电电源标准	供电系统的线电压。
	手动给定信号	10K 2W 可调电位器或 0-5V DC 信号。
	自动控制信号	4-20mA, 输入阻抗 120 Ω; 0-10V, 输入阻抗 10K; 0-5V, 输入阻抗 10K。
	风机电源	220VAC 50HZ
输出	分辨率	调相 0.2°, 调功 20ms。
	输出电压	输入电压的 0-95%。
	报警输出	继电器报警输出 A2 端子和 A2 端子, 报警接点容量: 5A/240VAC, 5A/30VDC。
	适合负载类型	三相 380VAC 50HZ 纯阻/感性负载 (60HZ 和其它电源等级需声明)
	适合负载接法	星型中心不接地或外三角形(订货需声明类型); 星型中心接地(订货需声明类型)。
保护	缓启动、缓关断	缓起时间由内部电位器 P3 设定 (0.2-120 秒) 缓关断时间与缓启动时间一致, 在负载为感性时, 推荐使用此功能。
	缺相保护	上电时, 如电源缺相或块熔断, 会产生此保护, 调功器禁止输出并报警, 直到电源恢复正常时, 禁止自动解除。(如设置成强制缺相运行方式时此保护被取消)。

	超温保护	当散热器温度高于 80℃ 时，调功器禁止输出并报警。
	负载过流保护	当负载电流超过设定的保护电流值时，调功器禁止输出并报警。
使用环境	安装环境	壁挂式垂直安装、通风良好、不受日光直射或热辐射、无腐蚀性、无可燃性。
	高度湿度	高温高湿以及海拔大于 1000 米，应降额使用，环境相对湿度：* 90%。
	温度	-10℃ ~ +55℃

6. LED 状态显示与 SW1 工作方式开关

6.1. 指示灯定义

STATE	三色状态指示	状态 1	绿色	正常运行。
		状态 2	红色	过流。
		状态 3	红绿交替闪烁	散热器超温。
		状态 4	黄绿交替闪烁	仅上电时三相电源缺相。
		状态 5	红灯闪烁	运行中三相电源缺相。
		状态 6	黄色闪烁	待机或者首次启动。
IN	绿色输入指示	状态 1	绿色亮	控制信号大于 0% 时。
		状态 2	绿色灭	无控制信号。
LR、LS、LT	红色相位检测	状态 1	红色亮	对应电源相正常。
		状态 2	红色灭	对应电源相缺相。

6.2. SW1 拨码开关定义

拨码开关	ON	OFF
SW1-1	缺相运行	缺相停机(默认)
SW1-2	过流保护	过流设定
SW1-3	用户 A (PWM 调功方式)	用户 B (CYC 调功方式)

7. 各种接线的应用及初步调试

7.1. 整机完整接线图

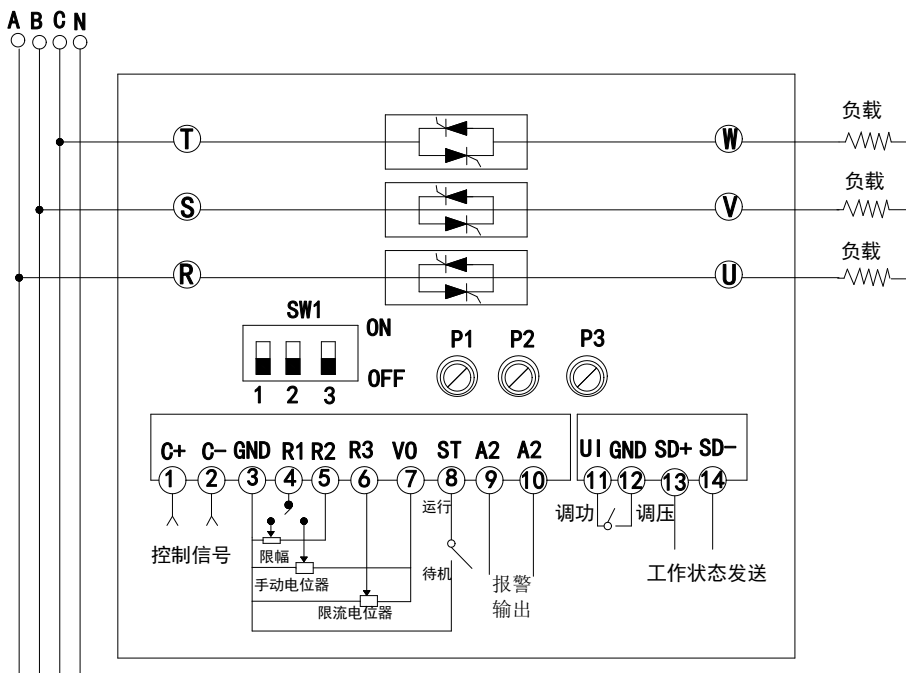


图 2 整机完整接线图

7.2. 常用的功能接线方式

7.2.1 最简自动控制接线图

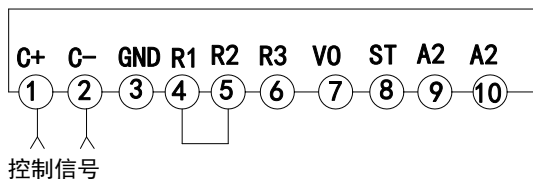


图 3: 最简自动控制接线图

说明:

- 1) 自动控制时, 若不带限幅功能 R1、R2 必须短路;
- 2) 输入信号 0-5V、0-10V 及 4-20mA 均接 C+、C-, 但只能接其中一种。

7.2.2 限幅功能的自动控制接线图

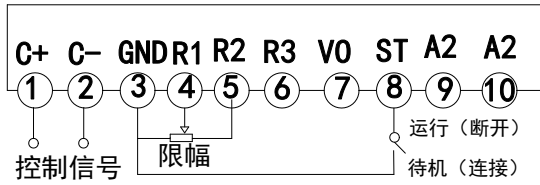


图 4：限幅功能的自动控制接线图

说明：

- 1) 限幅工作时，图中限幅功能可限制输出的平均功率；
- 2) 输入信号 0-5V、0-10V 及 4-20mA 均接 C+、C-，但只能接其中一种。

7.2.3 手动控制接线图

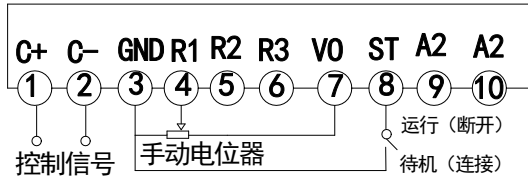


图 5：手动控制接线图

说明：此时调整器的输出只受手动电位器控制，与控制信号无关（此时 C+、C- 不接信号）。

7.2.4 手动与限幅功能的手动控制接线图

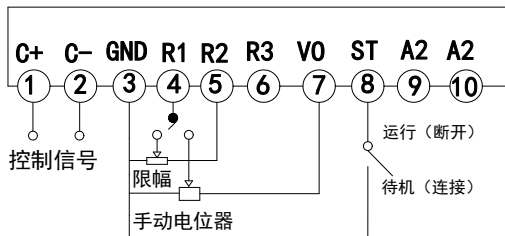


图 6：手动与限幅功能的自动控制接线图

说明：

- 1) 该图是图 4、5 组合接线方式；
- 2) 当单刀单掷开关与手动电位器相连时为手动控制；
- 3) 当单刀单掷开关与限幅电位器相连为有限幅功能的手动控制；

4) 运行与待机可用于负载的起控与关断，能有效利用缓启动（断开为运行，闭合为待机）。

7.2.5 限流功能接线图

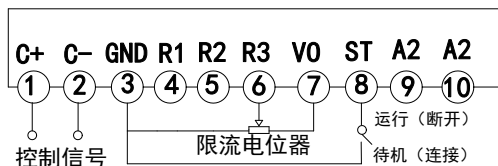


图 7：限流功能接线图

说明：

- 1) 限流工作模式下，必须接入选件过流报警功能后，才能实现此功能。
- 2) 限流时，若负载调节需要更平滑，须使用多圈电位器。

7.2.6 手动及自动组合接线图

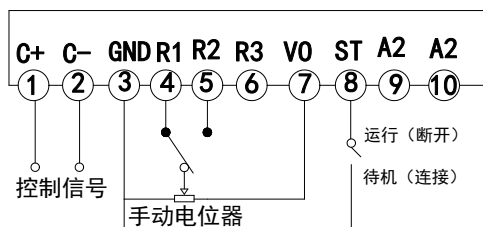


图 8：手动及自动组合接线图

说明：

用手动电位器控制时，仅需要把图中单刀双掷开关拨向手动电位器中心轴即可，此时电力调整器的输出只受手动电位器控制，与控制信号无关。

7.2.7 报警输出功能

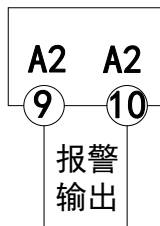


图 9：报警输出功能接线图

说明:

- 1) 此端子出为常开状态, 当设备发生故障时, 输出干触点;
- 2) 报警输出为超温报警、过流报警、电源缺相报警。

7.3. 调试常用方法和注意事项

7.3.1 初步调试

为正式调试运行可靠, 顺利地进行, 应先接 100~200W 灯泡或电炉丝等作为假负载进行初步调试。负载电压变化应连续、均匀、平稳, 不应出现突跳、抖动或变化趋势与输入信号不成线性关系等现象。可按最简接线图(图 3)接线, 进行自动或手动调试。

1) 自动调试:

按图 3 的自动控制接线, 将控制信号的输出接到 C+、C-端, R1、R2 短路, 输入变化信号逐步增大时, 绿色输入灯亮度和负载电压应随输入增大而增大。负载电压、电流应均匀变化且三相平衡。

2) 手动调整:

按图 5 接线, 外接 10K Ω 手动电位器。电位器的两个固定端分别接 V0、GND 端, 滑动端接 R1 端。调整手动电位器, 负载电压调整范围为 0~100%。此时, 负载电压、电流应均匀变化且三相平衡。

3) 缓起动、缓关断时间

调整控制板内的 P3 电位器, 缓启、缓停时间 0.2~120 秒可设定。如改变设定需重新上电。

7.3.2 正式调试

假负载调试通过后, 再接实际负载调试。对于变压器负载, 变压器的二次侧不能空载及开路, 必须加实际负载。

可按初调的方法调试, 若发现异常, 需停机检查。负载的最大电压取决于新电炉的炉膛内的干燥程度、负载特性、炉温高低、负载电流大小等情况限制。变压器若功率余量不足易产生磁饱和, 所以负载最大电压也应受限制。

7.3.3 注意事项

- 1) 调功器调试时, 上电前首先应确认接线正确, 主回路无短路、开路绝缘不良等现象, 确保接线无虚接、松动等现象;
- 2) 检查调功器安装位置是否合适, 机柜通风是否良好等, 电源电压、相位是否符合要求;

- 3) 调功器调试时, 应接入负载, 否则测量得到的输出端电压值没有任何意义;
- 4) 对于变压器负载应使用缓起缓停的功能进行上电和断电操作, 尽量避免直接断电。

8. 选件的接线、调试与使用注意事项

8.1. 过流报警功能选件接线调试说明及有关的功能说明

选件中的三相电流变换器, 其两路的 0~5A AC 电流信号, 转换成一路 0~5V DC 输出。即选项中的“C”选项功能的外接装置。通过外加选件可使调功器实现电流限制和过载保护功能。

8.1.1 通过选件（过流报警功能）实现电流限制功能

参照图 7, 调试步骤如下:

- 1) 先将限流电位器调至最小, R3 与 GND 间电压约为 0V。
- 2) 通过外接手动电位器或手动调节控制器输出信号, 把控制信号输出调至最大, 这时负载电流依然是零;
- 3) 缓慢增大限流电位器, 同时观察负载电流, 负载电流应缓慢增大;
- 4) 当负载电流增大到负载允许的最大电流时, 停止调节限流电位器并保持限流电位器的位置不动, 此时无论负载变化或电源电压变化还是控制信号增大, 负载上的电流值始终不会超过这一设定的电流值。但负载的电流如未达到这一设定的电流值时, 负载电流仍按控制信号的给定大小变化。此功能适合硅碳棒、白金、石墨、冷态阻抗较高的硅钼棒等变阻负载。
- 5) 限流特性如图 10 所示。限流有效区间 40%~100% 图 10 中①所示电流限制值是最大电流的 60%; 图 10 中②所示电流限制值是最大电流的 40%。

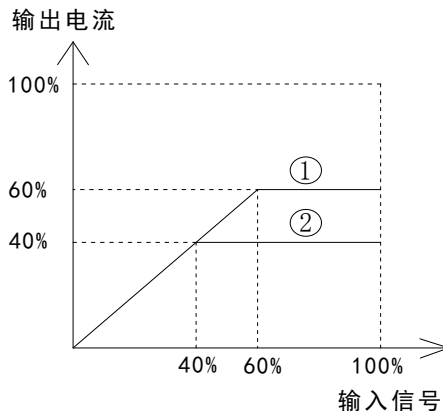


图 10

6) 在选型表中带“C”表示带限流及过流功能，通过外接配件实现；是通过借助客户系统中显示三相电流的互感器的其中两路的次级 5A 变换成 0-5VDC。此互感器通常为初级 1 匝，次级为 5A AC，如遇到初级非 1 匝情况时，选件变换出来的 0-5VDC 会有较大偏差，从而影响限流和过载报警的效果。这时参见图 11，首先将负载电流增大到额定最大，通过调整选件上的满度电位器，使选件上的输出到 SP3C 系列可控硅功率调整器控制板上的直流电压为 5V，从而保证转换对应关系准确。类似的情况如互感器选择不当等均可按此法重新标定。

8.1.2 通过选件实现电流过载保护功能

如图 11 接好后，开始正式运行时，如下进行过载保护电流值设定和运行选取过流报警值为最大负载电流的 1.5~2.5 倍。按选取好的过载报警值的 1/2 进行标定，具体步骤如下：

- 1) 设 SW1-2 为 OFF；
- 2) 手动调节控制信号，使负载电流达到过流报警值的 1/2（若负载电流达不到，检查是否限流值过低）；
- 3) 缓慢调整控制板内 P2 电位器，使状态灯由绿变成黄色，标定完成；
- 4) 过流保护：设 SW1-2 为 ON；次时状态灯又由黄变成绿色。运行中，负载电流大于过流报警值时，过流报警动作：调节输出急停、报警输出接点吸合、STATE 状态指示灯为红色（正常运行中应调整 SW1-2 为过流保护状态，否则不能实现过流保护功能）。

例如：若最大负载电流为 100A，过流报警值选 150A，则按过流报警值的 1/2 即：75A 标定（即过流设定时，标定为 75A 进行设定，直到黄色灯亮）。

注意：一般地说，过流保护不能完全确保负载短路造成的设备损坏，不能代替快速熔断器。

8.1.3 调功方式时过载报警值的标定

调功方式的过流报警值必须在调压方式下进行标定。标定方法见 6.1。标定后，再转到调功方式。

8.1.4 过流报警的复位

过流报警保护时，状态灯变成红色，继电器动作吸合、输出停止。需检查原因排除故障后重新启动。复位方法：

- 1) 断电后重新上电运行；
- 2) 闭合启停开关，置停机状态，黄灯闪烁；断开启停开关，系统运行，绿灯亮。

8.1.5 使用选件（过流报警）中的几个常见注意事项

- 1) 若仅使用手动功能，则可把限流电位器当作手动使用，而把手动电位器调至最大；

2) 通过选件实现的过流保护是一种电子式的保护装置, 并不能完全代替块熔和空开接触器的功能。

8.2 电流环光隔离远程状态接口 XDR-R 有关的功能说明

SP3C 系列可控硅功率调整器有多种报警功能, 但主板上只有一个综合报警的常开接点输出, 如需细化工作状态和具体的报警源, 可通过外接 XDR-R 可快速直观的定位故障类型。XDR-R 将调整器五种工作状态: 过流、电源、超温、运行、缺相, 转换成继电器接点信号输出。当调整器出现任何故障时, 此报警对应的位吸合, 可快速直观的定位故障类型。XDR-R 使可控硅功率调整器与 PLC 有了接口, 可设计出更为实用、简单可靠的系统。

- 1) 接点容量: 1A/250V 数量: 5 组 类型: 常开;
- 2) SP3C 系列可控硅功率调整器和 XDR-R 之间的传输线距离不超过 50 米。

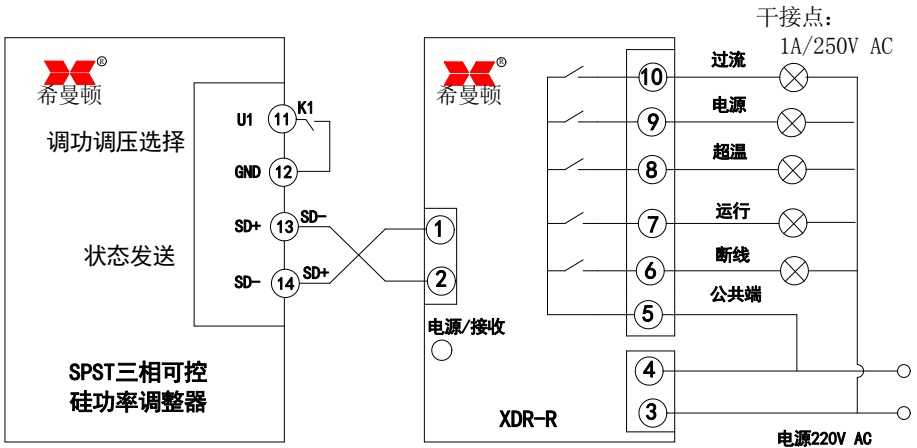


图 12: XDR-R 选件和 U1 选件接线图

8.3 U1 调功/调压一体化选件有关的功能说明调压调功的工作原理简介

所谓调压又称移相控制, 是指通过控制晶闸管的导通角的大小, 把电源的正弦波切除一部分保留一部分, 波形保留部分的就是负载上通过的电流、电压的波形。改变保留波形的大小从而改变负载上所获得的功率大小, 从而实现调节功率的目的。其优点是对系统冲击小, 控制精度高。

所谓调功又称过零导通, 其中较常用的有两种: 一种称为 PWM 占空比过零方式; 一种称为 CYC 周波过零方式, 又称变周期过零。所谓 PWM 方式是指在一固定的是时间周期内, 通过控制负载上电流导通和截止的时间比, 来改变负载上的功率; CYC 方式, 是在 PWM 的基础上将输出的波形尽可能的均匀分布在一时间段内, 避免集中导通、关断给电源带来的冲击。这两种方式均为电源零点导通, 零点截止, 输出为完整正弦波形。以输出周期 2 秒, 负载此时需

要 50%功率为例：PWM 方式下，负载上的电压电流均连续导通 1 秒，连续关断 1 秒，此时负载上在这 2 秒周期内获得的功率就是 50%；再说 CYC 方式，同样负载此时需要 50%功率，CYC 方式下负载获得的电源波形是导通一个正弦波，截止一个正弦波，这样负载也同样获得了 50%的功率。

对于 PWM 和 CYC 方式来说，PWM 应用简单，设备造价低。但多台使用时容易出现导通时间重叠，造成用电出现波峰波谷，给供电带来较重负荷。CYC 方式，可在一定程度上避免 PWM 的弊端，降低对电网的污染。

注释：当 K1 断开时为调功方式，闭合时为调压方式。

8.3.2 调压调功的输出波形如下图（图 13）

调压方式具有负载电流冲击小，适合变压器控制，但不可避免带来电源污染，降低功率因数。过零调功方式无法限制电流，不适合变压器负载，冷态冲击将影响加热管的寿命。SP3C 系列可控硅功率调整器的 U1 用户功能提供了两者结合的输出。

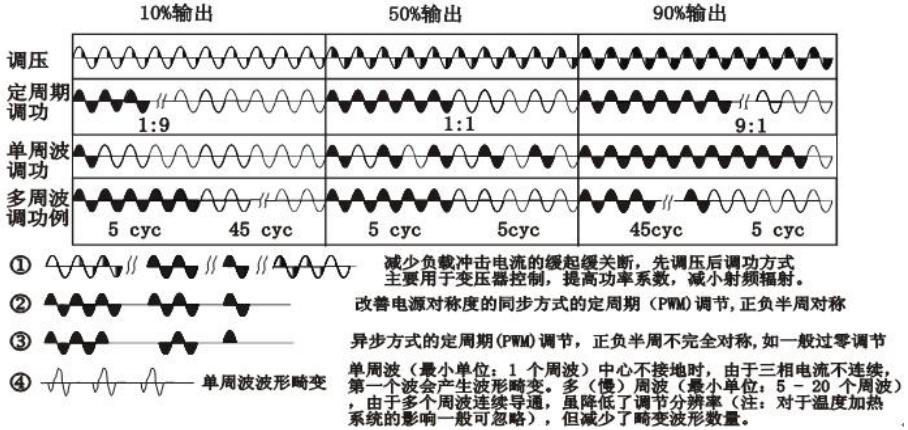


图 13 调压 调功的负载电压电流波形对比

8.3.3 调功调压一体化的主要应用方向

在一些特殊负载应用时，如硅碳棒，低温时阻抗较小，温度超过 700-800℃后阻抗提高，如开始用调功对电源冲击大，也会使硅碳棒使用寿命大大缩短，所以开始阶段使用调压控制，温度达到后转换为调功，使电源功率因数提高，减小调压所带来的谐波干扰。调功适用的负载：恒阻性负载。调压适应的负载：恒阻性负载、感性负载，如变阻负载，如：硅碳棒、硅钼棒、钼丝、石墨等。

9. SP3C 系列可控硅功率调整器的几个辅助功能说明

9.1 缓启动、缓关断功能

如图 16 带有缓启动，从图中波形的对比可以看出有缓启动时负载电流上升平滑，能有效降低冲击电流。缓关断时同样使负载上的电流平滑下降，降低冲击。尤其负载为感性时，缓启动、缓关断能有效的抑制过渡过程产生的冲击电流、和反向电动势的产生，从而保护电路免受伤害。

9.2 线性化矫正

如图 17，通过线性化矫正使负载上电压有效值与输入信号呈线性对应的关系。使 PID 的调整过程简单化，减小控制曲线的振荡的发生。

9.3 输出功率的线性限幅

图 4 中所示限幅电位器的作用是限制输出功率的平均值，并不能限制输出电压的峰值。用户在使用此功能时应特别注意，此功能可用于系统带有限幅功能的情况，或系统能够承受的峰值范围内。控制特性曲线如图 18。

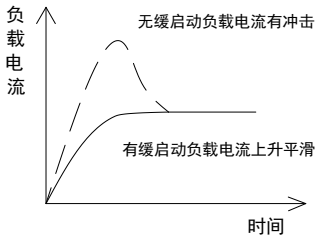


图 16

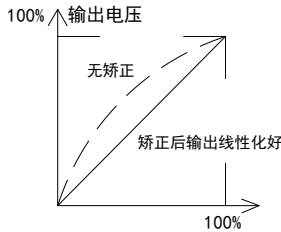


图 17

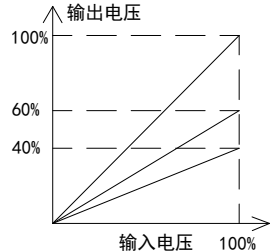


图 18

10 调试中的问题及故障排除

当用户系统出现故障时，首先检查是否接线错误，之后再判断故障的部位，应将仪表、调压器和负载的问题分开处理。

◆ 负载无输出, 或负载电压加不上去:

- 1) 检查电源: 控制板、负载电源是否正常, 块熔是否烧断;
- 2) 检查负载: 负载是否开路或接线有问题;
- 3) 检查控制板状态灯: 绿色, 运行状态; 黄色闪烁, 停机状态(无输出); 红色, 过流报警(无输出); 红色闪烁, 电源缺相(无输出); 红、绿闪烁, 散热器超温报警(无输出); 黄色常亮, 控制板故障; 不亮, 未供电或控制板故障;

- 4) 检查控制板输入指示灯：绿色，亮度应随输入信号变化；
- 5) 检查控制板P1 电位器的位置：顺时针调整，输出电压增加；
- 6) 检查控制板R1、R2 短路片：自动控制时，R1、R2 短路片应接好；
- 7) 检查输入信号：范围，4~20mA。输入信号 $> 5.6\text{mA}$ ，应有输出。极性是否接反；
- 8) 检查控制板R2 端：R2 输出1~5V（随输入信号4~20mA 变化）；
- 9) 检查控制板ST 端：ST、GND 端短路，停机状态（无输出），状态灯黄色闪烁；
- 10) 检查电流限制电位器：是否限流值调得太低。

◆ 负载电压不正常：

- 1) 检查电源：控制板、负载电源是否正常。控制板电源应与负载电源同相位；
- 2) 检查负载：是否空载、轻载运行。变压器负载：二次侧不能空载，必须带全载；
- 3) 手动检查：若手动控制正常，初步判断调压器没有问题。否则，接假负载继续检查；
- 4) 自动检查：控制输入变化4~20mA 时，R2 端的电压变化范围应为0~5V；
- 5) 输出电压只能调到负载电源的一半：调压器的晶闸管模块损坏一支；
- 6) 检查阻容吸收器是否接触不良或损坏。

◆ 负载电压始终为最大且不受控：

输出始终为最大，无论是手动还是自动都不可调，可能原因：

- 1) 可能负载开路或未接负载；
- 2) 调压器的晶闸管模块击穿损坏。晶闸管模块输出端的电阻一般大于 $500\text{K}\Omega$ 。

◆ 开始运行正常，一段时间后，输出始终为最大。无论是手动还是自动都不可调。关机后、再开机，又能正常运行。可能原因：

- 1) 环境温度过高；
- 2) 负载长期过流；
- 3) 负载瞬时过流造成晶闸管模块热击穿。

◆ 接假负载按最简接线调试：

若故障部位不易判断，可采用假负载调试法，假负载一般为三只相同规格100~200W 的灯泡。

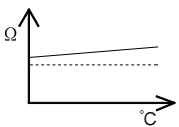
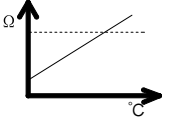
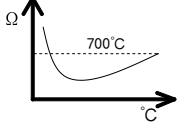
1) 手动调节正常：初步判断调压器正常，需检查负载电源电压、保险丝，判断是否接触不良、断线、短路、绝缘下降、放电打火等问题；

2) 手动调节正常，自动不正常：若控制输入4~20mA 电流不正常，需进一步检查仪表；否则，需检查P1 电位器是否将电压限幅调得太低，R1、R2 短路片是否接好；

3) 手动、自动调节都正常：判断调压器没有问题。

11 不同负载特性及其控制策略

11.1 负载特性

负载	分类	类型	最高温度	电阻-温度特性	适用的调节方式
纯阻冷热阻变化小	合金	<ul style="list-style-type: none"> ● 镍铬 ● 铁铬 ● 铁铝钴 	1100℃ (空气) 1200℃ (空气) 1330℃ (空气)		<ul style="list-style-type: none"> ● 普通调压方式: PAC03 基本型 ● 过零 SSR 方式 ● ZAC10 周波过零 ● 调压调功一体化
变阻负载冷热阻变化大	纯金属	<ul style="list-style-type: none"> ● 钨 W ● 钼 Mo ● 白金 Pt ● MoSi2 硅钼棒 	2400℃ (真空) 1800℃ (真空) 1400℃ (真空) 1700℃ (空气)		<ul style="list-style-type: none"> ● 缓起动 >10S 或更长 ● 最大电流限制 ● 一般配变压器 ● 带多组输出限幅 PID 调节器 ● 跟随仪表设定值的线性限幅
	硅碳棒	<ul style="list-style-type: none"> ● SIC 	1600℃ (空气)		<ul style="list-style-type: none"> ● 缓起动 > 10S 或更长 ● 取消变压器, 但需带最大电流限制 ● 带输出限幅控制器 ● 先调压, 700℃后调功

11.2 针对不同负载的不同控制策略

◆ 变压器控制:

- 1) 变压器的设计容量不足时, 应重新设计变压器, 或加负载最大电流限制功能。
- 2) 有运行过程瞬间断电后又上电等情况时, 应采用上电缓启动, 逐步顺磁和缓关断逐步衰减磁场。

3) 变压器为感性负载, 窄脉冲触发不可靠, 所以应采用脉宽可变直流触发技术能提供负载电流到达晶闸管擎柱电流的足够时间, 可确保可靠触发。

◆ 纯金属类:

如硅钼、钼丝、钨、白金、石墨等负载冷态电阻小所以低、中温段应需限压和限流; 随着温度增高, 电阻按线性增大, 在高温段反而需增加负载电压。SP3C 调压器的电流限制功能, 是专门为这类负载设计的。此外, 带有多组PID和调节输出限幅的仪表, 也可控制负载电流。

◆ 硅炭棒:

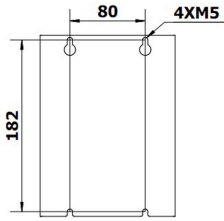
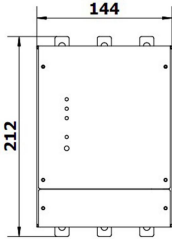
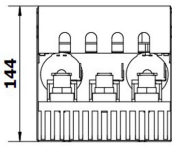
一般采用缓启动 > 1 分钟或更长和电流限制, 避开在700℃附近负阻的冲击电流(新棒更

明显)。

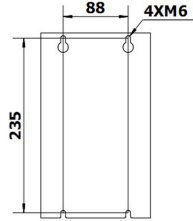
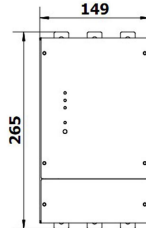
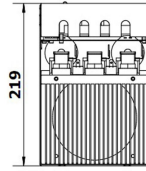
◆ 恒阻（泛指冷热阻变化小的负载）：

控制策略较简单，可采用过零调功方式，克服调压方式功率因数低、污染电网的缺点。周期过零（占空比控制），一般采用大功率SSR实现。周波过零调功，负载电流以全正弦波为单位均匀分布，多台设备运行时，总动力电流相对均衡（避免了周期过零方式电流集中），改善炉温均匀性，避免了电流表撞针，重要的是：提高了电源利用率和避免电力设备增容，节电效果十分明显。SP3C是调功调压一体化设计，既可调压也能调功（周期和周波过零两种方式），可满足不同的控制策略。

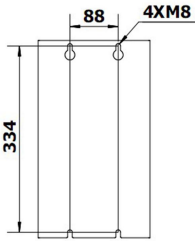
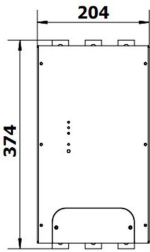
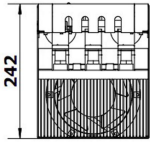
12 外型及安装尺寸 (单位 mm)



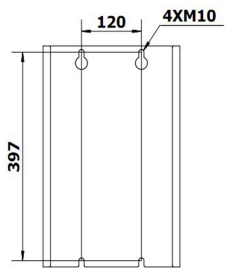
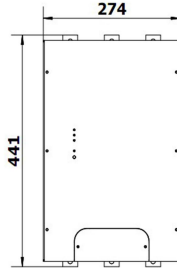
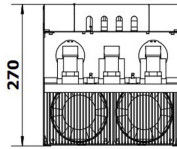
图A



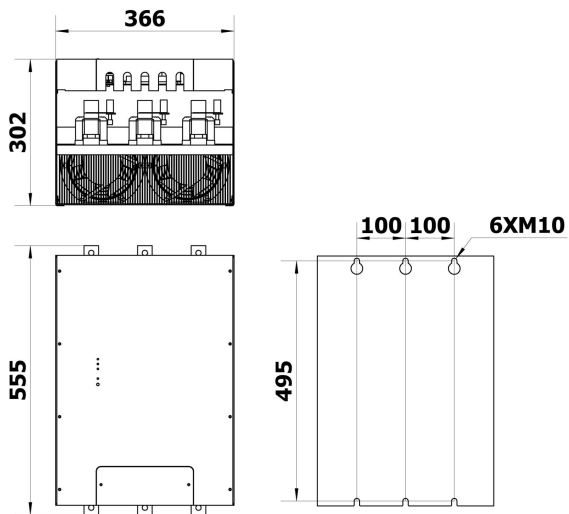
图B



图C



图D



图E

对“希曼顿”品牌的声明

前身希曼顿自动化研究所，现与德国合资更名为斯坦恩贝格（北京）电子有限公司，希曼顿唯一合法生产厂家。

首先，感谢广大用户长期使用“希曼顿”产品，多年以来对这个品牌的信任和支持。希曼顿在国内能在今天激烈的市场竞争中一直处于领先的态势，这是广大用户和我们的共同努力的结果。我们保证：在今后，希曼顿将继续为广大用户提供更好的产品和服务，同时，也希望得到广大用户一如既往的信任和支持。

我公司在此郑重向广大用户声明：

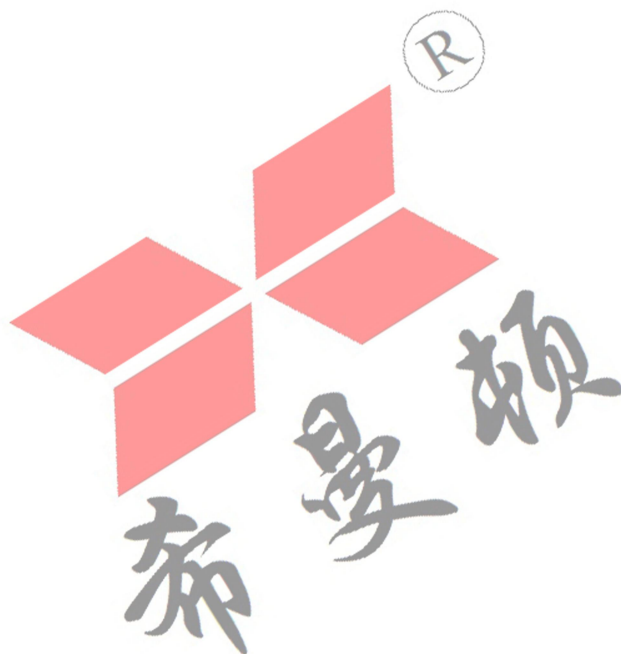
希曼顿产品品牌是上个世纪 80 年代创建于北京中关村。我公司在研发和生产的基础上，销售希曼顿品牌的固态继电器、电力调整器和相关配套产品。希曼顿品牌至今已有 30 年的历史，其间，希曼顿从无到有，从小到大，从弱到强，早已成为国内知名品牌。但随着希曼顿的成长，市场上也陆续出现了假冒、仿冒的“希曼顿”产品。假冒、仿冒不仅损害了我公司多年在市场上树立的良好产品形象，及我公司的合法权利，同时更是损害了广大用户的切身利益。

为此，我公司为保证广大用户和我们的共有权利，为今后用户不再受到假冒“希曼顿”产品的蒙骗和坑害，在 2011 年与德国合资，更名成立斯坦恩贝格（北京）电子有限公司（以下简称本公司）。只有本公司生产的产品才能冠以“希曼顿”的品名。未经我公司及公司律师的书面认可，以任何商业形式使用该商标及商标图案的行为，均属违法行为，我公司将根据《中华人民共和国商标法》第三十七条之规定，对仿制、假冒我公司产品的单位及个人将通过行政或民事诉讼的方式维护本公司商标使用的正当权利，特此声明！

- 希曼顿固态继电器
- 德国 Nanotec 电机
- Novus 系列产品
- 希曼顿电力调整器
- 德国 Stein 传送系统
- 新型电力调整器

版权所有，侵权必究！

如有改动，恕不另行通知！



斯坦恩贝格（北京）电子有限公司

Starnberg (Beijing) Electronics Co.,Ltd

地址：北京市朝阳区安立路 60 号润枫德尚 A 座 505

热线：400-6982680 投诉电话：18911326229

电话：010-62633858 62639795 62637078

德国公司地址：Am Brunnen 19, 85551 Kirchheim b. Munich. Germany Tel: +49 (0)89-9045204

传真：010-62639513

电邮：sales@starnberg-e.cn

网址：<http://www.starnberg-e.cn>