
PAC60A 列智能型 SCR 调功器

说明书

昆山泰铂特温控科技有限公司

地址：江苏省昆山市花桥镇云桥路 359 号悦城 A-702 室
邮编：215332 邮箱：TBTKEJI@163.com
电话：0512-5012 8743

PAC60A 系列智能型 SCR 调功器

PAC60A 系列 SCR 调功器是大功率可控硅模块应用技术的新产品。它集三相调压/调功方式为一体, 具有自动判别相位、上电缓启动、缓关断、散热器超温、恒流控制、电流限制和过流保护等功能, 适用于电阻性负载和感性负载。

一. 产品特点

本公司自主研发生产的 PAC60A 系列 SCR 调功器是集合我公司多年电加热控制经验, 是专为电炉设备而设计的: 其调功、调压方式、负载中心接地、不接地, 恒流控制、电流限制、都由客户任意设置的一款产品, 从而达到了真正的智能化。

其调压(移相导通)调功(过零导通)、恒流控制等功能的转换只需要按一下拨码开关即可实现, 非常简单, 其调功功能是具有绿色、环保、节能的周波式调功方式, 同时避免电流表指针来回摆动。

此调功/调压的功能转换, 主要是多台运行时, 移相导通对电网有干扰, 使功率因数下降, 因此, 必须转换成节能环保的调功模式。

恒流功能只有在调压方式时存在, 电流限制、过流保护在调压或周波调功时存在。

其散热风冷单元采用特殊设计的插片式散热器, 比普通铝型材散热器散热效率提高了 30%, 更利于模块的散热, 从而极大的提高了模块的使用寿命。同时, 还具有模块超温报警功能, 便于及时了解模块的工作状态。本产品结构合理, 保护功能完善, 规格齐全, 有 30A 至 400A 的电流容量机型可供用户选择。该产品可广泛适用于工业热处理、电热加工、材料制造、航天航空、冶金、有色、医药、电子、食品机械、注塑机械、喷涂机械、真空镀膜机等各种设备上。

二. 技术规格

1	负载控制元件	可控硅 (SCR) 模块
2	负载电源	三相 380V AC $\pm 10\%$ 50HZ
3	电流容量	25A, 50A, 60A, 80A, 90A, 115A, 140A, 160A, 190A, 250A, 320A, 400A, 600A AC
4	控制板电源与功耗	电源: 380V AC $\pm 10\%$ 50HZ, 要求与负载电源同相位 功耗: 5W 最大
5	风扇电源 (根据型号配备)	需接线: 六线端子排的 5 和 6 端子 电压: 220V AC 50/60Hz, 20W/只. 电流: 0.5 A 以下
6	控制输入	4~20mA 或者 0-10V DC 输入, 接收阻抗 100 Ω
7	LED 状态显示灯	输入指示 LED 灯 (1 支): 红色 三色状态 LED 灯 (1 支): 绿色, 运行 (有输出) 黄色闪烁, 停机 (无输出) 红色, 过流 红绿闪烁, 散热器超温报警 (无输出)
8	控制方式	调相控制: 连续调压 调功控制: 阻性周波调功 PWM 过零调功

9	调节输出分辨率	调相 0.2° , 调功 20ms
10	移相范围	0~175° , 星型负载 (中心点接地) 0~150° , 三角型负载或星型负载 (中心点不接地)
11	驱动输出	配单硅反并联式可控硅模块可变宽度脉冲: 8° ~120° 电压: 5V 电流: 100mA 最大
12	手动方式	外接 10KΩ 电位器调整
13	缓启动时间	调相控制时, P3 电位器调整。调整范围: 0.2~120 秒
14	缓关断时间	调相控制时, 10 秒固定
15	电压限制	板内 P1 电位器或外接 10KΩ 电位器调整。 调整范围: 0~100%
16	散热器超温保护	80℃ 温度开关, 常闭接点 , 动作时间: < 20ms
17	报警输出	当散热器超温、电流过流时动作 规格: 1 个常开接点, 1A 250V AC 纯阻 输出端子: CN2-1、CN2-2
18	急停	报警动作时, 控制输出急停 动作时间: < 20ms 解除: 报警解除后, 进入待机状态或重新上电解除
19	风扇控制	风机接 40℃ 常开温度开关, 当散热器温度低于 40℃ 时 风机不转动, 保证风机寿命。 风机电源为 220V。
20	启动/停止开关 (外接开关)	R1 端: CN1-3 端子, RS 端: CN1-8 端子 R1 - RS 端: 无电压接点输入 短路: 缓关断, 开路: 缓启动
21	调功/调压/恒流切 换 (SW1 拨码开关)	SW1-1=ON SW1-2=ON 时, 调压+限流。 SW1-1=ON SW1-2=OFF 时, 恒流+限流。 SW1-1=OFF SW1-2=ON 时, 周波调功+限流。 SW1-1=OFF SW1-2=OFF 是, PWM 调功 (无限流功能)。
22	恒流控制+限流	电流限制: 板内 P4 电位器或外接限流电位器调整。 调整范围: 20%~100%, 取消电流限制: 将 P4 电位器调 至最大或取消外部限流电位器。 恒流控制: SW1-1 = ON, SW1-2 = OFF 恒流控制时, 无法接假负载调试 (因为负载电流太小)。 这时, 只能开环调试 (SW1-1 = ON, SW1-2 = ON
23	过流报警	板内 P2 电位器调整。 调整范围: 100%~150%。 过流设定: 板内 P2 电位器调整。 过流报警: 过流时报警动作, 三色灯呈红色。 动作时间: < 20ms。

23	工作环境 和存储温度	温度范围：0~+40℃ 湿度范围：90% RH 最大，无结露 海拔高度：2000m 以下 存储温度：-10~+60℃ 其它要求：通风良好，不受日光直射或热辐射，无腐蚀性、可燃性气体
24	安装形式和要求	壁挂式，垂直安装，通风良好
25	绝缘电阻 介电强度	绝缘电阻：模块输出端与外壳，500VDC 20MΩ 最小 控制板电源端与外壳，500VDC 20MΩ 最小 控制输入端与外壳，500VDC 20MΩ 最小 控制板输入端与电源端，500VDC 20MΩ 最小 介电强度：模块输出端与外壳之间，2000VAC 1 分钟 控制电源端与外壳之间，2000VAC 1 分钟

三． 安装及使用须知

- 使用前请认真阅读本说明书，严格按照要求接线使用。
- 本电压调整器是壁挂式，垂直安装在通风良好，不受日光直射或热辐射，无腐蚀性、无可燃性的环境中。
- 负载应无短路、局部放电打火等现象，要求绝缘良好。
- 特别指出：**变压器负载不能空载或轻载运行。**
- 散热器超温保护后，如要运行，需排除故障后，再送电运行。

四． 订货说明

- SCR 调功器电流容量选择参考
- 一般纯阻负载：调功器电流容量应大于负载最大电流。
- 硅碳棒负载：当取消变压器时，硅碳棒应串联，使之能够承受电源电压的 70%~80% 以上。硅碳棒在 700~800℃ 存在负阻区，调功器电流容量应大于负载最大电流的 **1.7 倍**。
- 电热管负载：电热管易受潮、局部短路和放电打火等，SCR 调功器电流容量应大于负载最大电流的 **1.7 倍**。
- 变压器负载：应带电流限制功能，电流容量应大于负载最大电流的 **2~2.5 倍**。
- 特殊负载应加大电流容量，订货时声明。
-

五. 产品选型表及外形尺寸

项 目	代 码	说 明	
1.型号	PAC60A	恒流、限流、过流保护、三相调功/调压、缓启动、缓关断、手动/自动控制、过热保护、输出限幅等	
2.散热单元	B30C	长：210mm 宽：127mm 厚：212mm	自然散热 25A/相 max
	B125C	长：270mm 宽：127mm 厚：212mm	单风机 80A/相 max
	B170C	长：290mm 宽：172mm 厚：243mm	单风机 140A/相 max
	B210C	长：285mm 宽：246mm 厚：243mm	双风机 200A/相 max
	B240C	长：285mm 宽：246mm 厚：243mm	双风机 200A/相 max
	B300C	长：360mm 宽：246mm 厚：243mm	双风机 250A/相 max
	B350C	长：460mm 宽：244mm 厚：283mm	双风机 350A/相 max
3.SCR单元	MKKT55A	三只 45A/相 Max	适用：B30C/B125C
	MKKT70A	三只 60A/相 Max	适用：B125C/B170C
	MKKT90A	三只 80A/相 Max	适用：B125C/B170C
	MKKT110A	三只 100A/相 Max	适用：B125C/B170C
	MKKT160A	三只 140A/相 Max	适用：B170C/B210C
	MKKT180A	三只 150A/相 Max	适用：B170C/B210C
	MTC250A	三只 180A/相 Max	适用：B240C/B300C
	MTC300A	三只 250A/相 Max	适用：B240C/B300C
	MTC500A	三只 320A/相 Max	适用：B350C
	MTC600A	三只 460A/相 Max	适用：B350C
4.电流限制和过流报警	N	无	
	C	带电流限制和过流报警功能	
5.控制信号	A	4-20mA DC 输入阻抗100欧姆	
	V	0-10V DC	
6.熔断器	F	含快速熔断器	
	N	无	

定货例：PAC60A-B240C-MTC250A-CAN，含义如下：

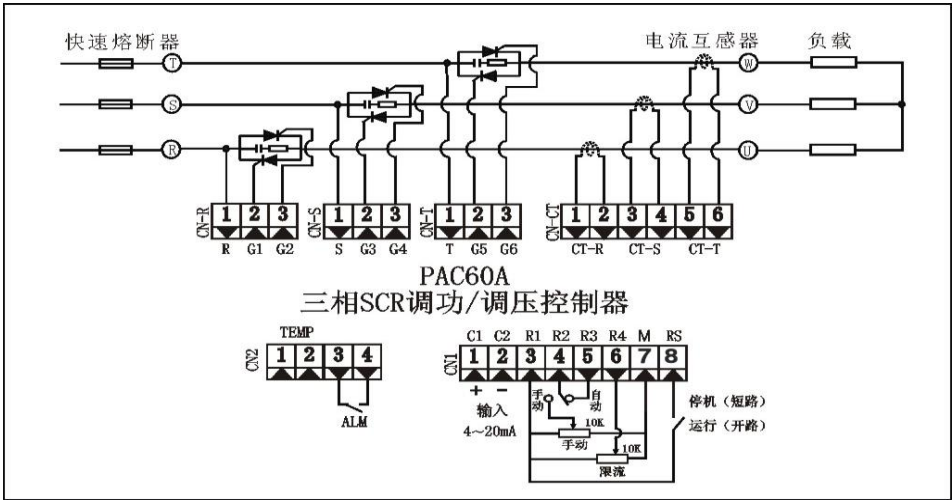
PAC60A 三相 SCR 调功器，4~20mA 输入，最大电流 180A（纯阻负载最大电流 180A；硅碳棒负载、电热管负载最大电流 110A；变压器负载最大电流 80A），电流限制、过流报警无快速熔断器。

六. 装箱清单表

PAC60A 整机一台，10K 电位器一只，说明书 1 份。

七. 电路示意图及输出波形图

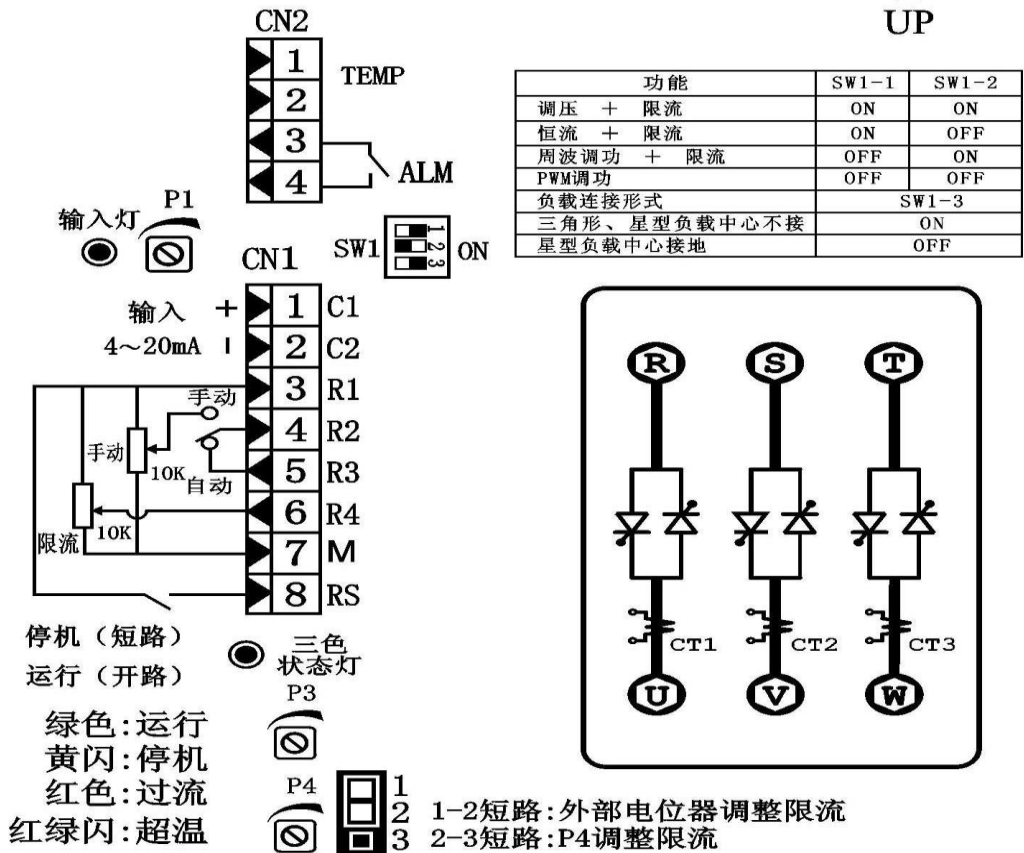
电路示意图:



控制板面板图:

PAC60A-SERIES
三相SCR调功/调压控制器

P1: 输出限幅
P3: 软启动时间
P4: 电流限制



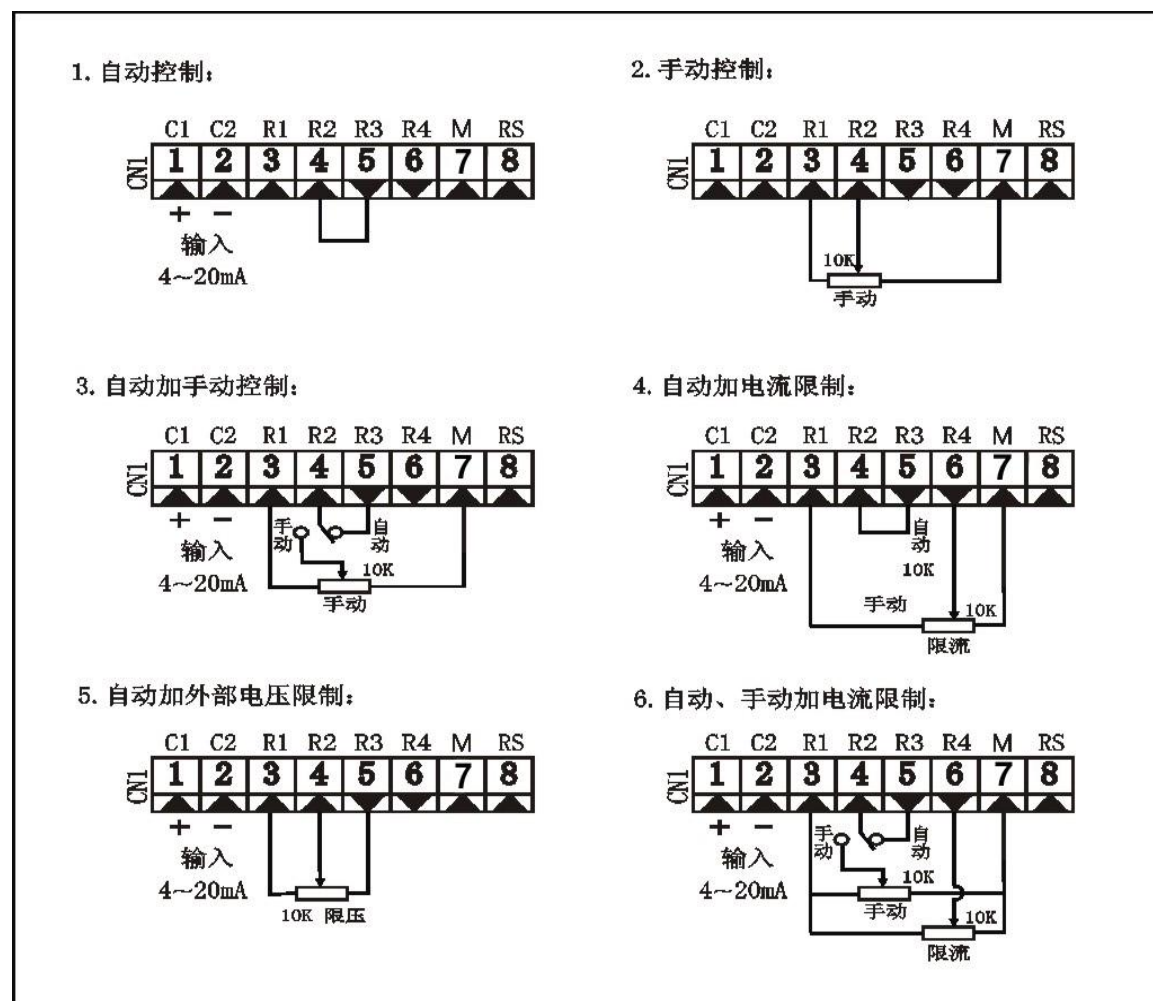
KunShan TAIBOTE Technology co.,LTD

SW1 拨码开关设置输出波形：

	20%输出	50%输出	80%输出	SW1设置
移相调压				SW1: 1-ON
周波调功				SW1: 1-OFF; 2-ON
PWM调功				SW1: 1-OFF; 2-OFF

八．控制板常用接线组合

用户可根据实际使用需要，选择接线方式。下图列出了常见的接线组合，供设计时参考。



九. 接假负载调试

为调试可靠、顺利进行，一般先接假负载(如：100~200W 灯泡、电炉等)。负载电压变化应连续、均匀、平稳，并与输入信号成线性关系，各相电压之间应平衡。**对于变压器负载，应将变压器一次侧断开后，再接假负载。**可按最简接线图接线，进行自动或手动调试。

在接假负载调试的时候，不能恒流控制（负载太小），一定要开环方式进行调试。调试好后，再接实际负载，并改成恒流控制方式，即可。

- 自动调试：将仪表 4~20mA 的输出信号接到 CN1 的 C1、C2 端，R2、R3 短路，输入变化信号逐步增大时，负载电压应随输入增加。
- 手动调整：外接 10K Ω 手动电位器。电位器的两个固定端分别接 M、R1 端，滑动端接 R2 端。调整手动电位器，负载电压调整范围为 0~100%。此时，负载电压应均匀变化。
- 上电缓启动时间：调整控制板上的 P3 电位器，启动时间 0.2~120 秒用户可设。

十. 接实际负载调试

假负载调试通过后，再接实际负载。对于变压器负载，**变压器二次侧的负载不能开路，不能空载和半载，必须加实际负载。**

加电前，需保证负载没有短路、接触不良等现象，绝缘强度应满足要求，负载的连接形式应与调压器型号相符；保证调压器安装与接线应符合要求，机柜通风良好等；控制板电源电压符合要求。

加电后，逐步增加控制输入信号或调整手动电位器，使负载电压从小到大逐步增加。若发现异常，需停机检查。

负载最大电压取决于负载特性，烘炉情况，炉温高低，负载电流大小等情况。若变压器设计不合理，发生磁饱和时，电压也加不上去。

十一. 电流限制

按 PAC60A 的接线图接线，并参照接线组合图（上图）的组合方式 4 或 6，接实际负载调试：

- 先将 10K Ω 限流电位器调至不限流位置，R3 与 GND 间电压约为 5V。
- 手动(或自动)给定负载电流最大值后，调限流电位器到电流刚开始下降位置，即可。

注：调压、及周波调功时有此功能，PWM 过零调功时无电流限制功能。

电流限制的调试方式：

1. 调压时限流方式：SW1-1=ON, SW1-2=ON.
J1: 1-2 短路，外部限流电位器设定最大电流值
2-3 短路，板上 P 4 电位器设定最大电流值
2. 恒流控制时的限流方式：SW1-1=ON, SW1-2=OFF
注意：恒流控制时，无法接假负载调试（因为负载电流太小）。这时，只能开环调试（SW1-1 = ON, SW1-2 = ON）。

限流方法 1：

- J1: 1-2 短路, 外部限流电位器设定最大电流值
- 2-3 短路, 板上 P 4 电位器设定最大电流值

限流方法 2：

板上 P 1 电位器设定

限流方法 3：

外接输出限幅电位器

3. 周波调功时限流方式: SW1-1=OFF, SW1-2=ON.

- J1: 1-2 短路, 外部限流电位器设定最大电流值
- 2-3 短路, 板上 P 4 电位器设定最大电流值

十二. 过流报警

按 PAC60A 的接线图(上图)接线, 并参照接线组合图的组合方式 3, 接实际负载调试:

- 过流报警值的标定方法

一般, 选取过流报警值为最大负载电流的 1.3 倍。**按过流报警值的 1/2 进行标定。**

1. 手动调节负载电流, 达到过流报警值的 1/2 (若负载电流达不到, 可调限流电位器)。
2. 调整控制板内 P2 电位器, 使状态灯由绿变成黄色, 标定完成。

例如: 若最大负载电流为 100A, 过流报警值选 130A, 则按过流报警值的 1/2 即: 65A 标定。

- 过流报警

1. 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、状态指示灯为红色。
例如: 若最大负载电流为 100A, 过流报警值选 130A, 按 65A 标定。运行过程中, 负载电流大于 130A 时, 过流报警动作。

- 调功方式时过流报警值的标定

调功方式的过流报警值必须在调压方式下进行标定。标定后, 再转到调功方式。

- 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再启动。复位方法: 1) 断电后重新上电运行 或 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。

- 注意事项

由于实际负载冷热阻变化、负载老化、变压器负载、上电浪涌电流、瞬间电流异常等因素, 过流保护动作灵敏度过高容易造成误动作。进一步可微调 P2, 反时针调整灵敏度高, 动作提前; 顺时针调整灵敏度低, 旋到极限位置时为保护被取消。

十三. 调试中的问题及故障排除

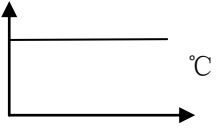
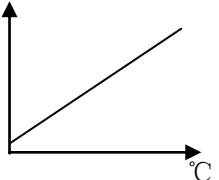
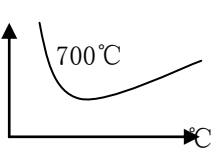
当用户系统出现故障时, 首应判断故障的部位, 应将仪表、调压器和负载的问题分开处理。

- 负载无输出

1. 检查电源: 控制板、负载电源是否正常, 快熔是否烧断。
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、绿闪烁, 散热器超温报警(无输出); 不亮, 未供电或控制板故障。
4. 检查控制板输入指示灯: 红色为正常, 不亮为无输入信号。

-
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 R2、R3 短路片：自动控制时，R2、R3 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 0~5V（随输入信号 4~20mA 变化）。
 9. 检查控制板 RS 端：RS、GND 端短路，停机状态（无输出）。
- 负载电压不正常
 1. 检查电源：控制板、负载电源是否正常。
 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臂。
 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 100~200W 的灯泡。
 1. 手动调节正常：初步判断调压器正常，怀疑负载有问题。需检查负载电源电压、保险丝和接触不良、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，R2、R3 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。

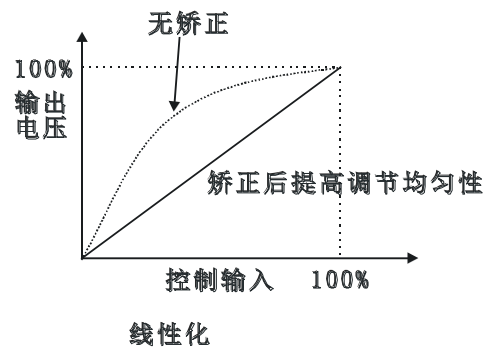
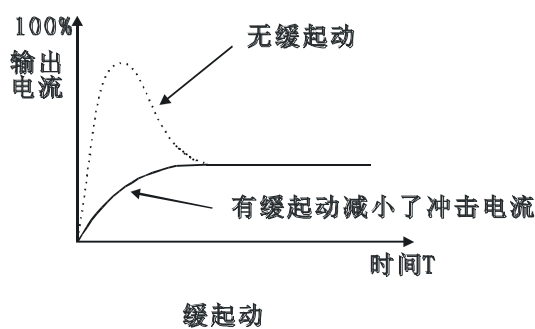
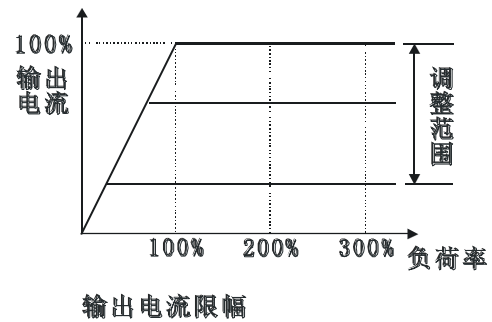
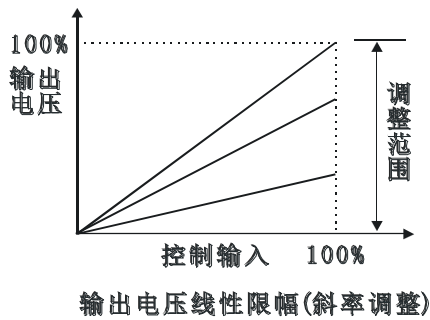
十四. 加热器特性

负 载	分 类	类 型	最高温度	电阻-温度特性	适用的调节方式
恒 阻 冷热阻 变化小	合 金	镍铬 铁铬 铁铝钴	1100℃ (空气) 1200℃ (空气) 1330℃ (空气)		普通调压方式: PAC60A 基本型 PWM 过零方式 周波过零 调压/调功一体化
变 阻 冷热阻 变化大	纯金属	钨 W 钼 Mo 白金 Pt MoSi2 硅钼棒	2400℃ (真空) 1800℃ (真空) 1400℃ (真空) 1700℃ (空气)		缓启动 >10S 或更长 电流限制 一般配变压器 带多组输出限幅 PID 调节器
	硅碳棒	SIC	1600℃ (空气)		缓启动 > 10S 或更长 取消变压器时, 需限制最大电流 带输出限幅控制器 先调压, 800℃后调功

十五. 不同负载的控制策略

- 1. 变压器控制:** a) 变压器的设计容量不足, 造成当电流增加到一定程度时变压器铁芯饱和, 导致电流剧增、波形畸变、损坏器件。需重新设计变压器, 或加负载最大电流限制功能。
b) 运行过程瞬间断电后又上电等, 造成上电时的磁通极性与剩磁极性 (固有剩磁和瞬间断电正在衰减的磁场) 的“撞车”, 产生危害性冲击电压、电流。所以电感负载尤其是变压器, 应采用上电缓启动, 逐步顺磁和缓关断逐步衰减磁场。
c) 变压器为感性负载, 窄脉冲触发不可靠。脉宽可变直流触发技术, 能提供负载电流到达晶闸管擎驻电流的足够时间, 确保可靠触发。**注: 变压器负载不能空载调试、运行。**
- 2. 纯金属类:** 硅钼、钼丝、钨、白金、石墨等负载冷态电阻小, 低、中温段需限压和限流; 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。PAC60A 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。例如: 日本 Shimadzu (岛通) 的 MAC50、MAC3、MAC6A, MAP6 等可设计低、中、高温区的调节输出限制。
- 3. 硅碳棒:** 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)。
- 4. 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**。PAC60A 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。

十六. PAC60A 控制器的基本特性图示



十七. 调功、调压一体化功能

调压方式具有负载电流冲击小、适合变压器控制等特点，但不可避免产生电源污染和降低电网功率因数。过零调功方式避免了调压方式的不足，但无法限制电流，负载冲击电流较大。PAC60A 的调功、调压功能提供了两者优点的结合，可根据负载情况方便地切换这两种工作方式。

内部拨码开关设置：

1. SW1-1=ON SW1-2=ON 时，调压+限流
2. SW1-1=ON SW1-2=OFF 时，恒流+限流。
3. SW1-1=OFF SW1-2=ON 时，周波调功+限流。
4. SW1-1=OFF SW1-2=OFF 是，PWM 调功（无限流功能）

按照所需功能对应 SW1 拨码开关位置：

功能	SW1-1	SW1-2
调压 + 限流	ON	ON
恒流 + 限流	ON	OFF
周波调功 + 限流	OFF	ON
PWM 调功	OFF	OFF

负载连接形式对应 SW1 拨码开关位置：

功能	SW1-3
三角形负载	ON
星形负载（中点无零线）	
星形负载（中点接零线）	OFF

序 列	时 间	事 件	备 注
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			