



# TAC60i 系列高精度三相电力调整器

## 说明书

北京南岸普力自动化科技有限公司

2024 版

# TAC60i 系列高精度三相调功/调压电力调整器说明书

TAC60i 是大功率晶闸管模块应用技术的新产品。它集三相调压/调功方式为一体，采用有源触发方式、锁相环同步电路、带自动判别相位、电源缺相保护、上电缓启动、缓关断、散热器超温、电流限制、过流保护、串行工作状态指示等功能，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 TAC60i 系列高精度三相调功/调压一体化电力调整器，是一种高性能的控温设备。

电力调整器的 TAC60i 控制板具有国际先进的六路独立触发功能，采用直流宽脉冲有源触发技术、输入和输出光电隔离、六路触发脉冲相互隔离。是目前世界上最安全、可靠、稳定的触发方式。适合各种三相电加热的大功率晶闸管驱动及三相全控，半控桥式整流触发。其采用的德国西门康模块，体积小、容量大、可靠性高、过载能力超强，有效地提高了设备的运行可靠性。其散热风冷单元采用特殊设计的插片式散热器及大功率风机，比普通铝型材散热器散热效率提高一倍以上，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。本产品还装配有快速熔断器保护组件和用于电压调整的电流反馈线圈，监测每相电流，具有电流限制，过流报警等功能。

本产品结构合理，保护功能完善，规格齐全，有 150A 至 500A 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、航空航天、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	光隔离触发型单向晶闸管反并联模块 (调相型大电流固态继电器)
2	负载电源	三相 380V AC ±10% 50HZ
3	电流容量	50, 80, 100, 150, 200, 260, 300, 400, 500, 600, 800, 1500A AC
4	控制板电源与功耗	电源： 380V AC ±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)	电压： 220V AC 电流： 0.5 A 以下
6	控制输入	4~20mA DC 输入， 接收阻抗 100Ω 0~10V DC 输入， 输入电阻 >100KΩ

7	LED 状态显示灯	输入指示 LED 灯(1 支): 绿色, 输入线性亮度指示 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) 黄绿闪烁, 三相电源未供电 黄色, 控制板故障 三相电源相位检测 LED 灯(3 支): 红色, 相电压正常
8	控制方式	调相控制: 连续调压 调功控制: 阻性过零调功, 感性调功
9	调节输出分辨率	调相 $0.2^\circ$ , 调功 20ms
10	移相范围	$0 \sim 175^\circ$ , 星型负载(中心点接地) $0 \sim 145^\circ$ , 三角型负载或星型负载(中心点不接地)
11	驱动输出	配调相型固态继电器, 可变宽度脉冲: $8^\circ \sim 120^\circ$ 电压: 8V 电流: 20mA 最大
12	手动方式	外接 $10K\Omega$ 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 $10K\Omega$ 电位器调整。 调整范围: 0~100%
16	电流限制	板内 P4 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
17	散热器超温保护	75°C 温度开关, 常闭接点 动作时间: < 20ms
18	过电流报警	板内 P2 电位器调整或外接 $10K\Omega$ 电位器调整 调整范围: 100%~150% 过流设定: 板内 P2 电位器调整或外接 $10K\Omega$ 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
19	报警输出	当电源缺相、散热器超温, 负载过流时动作 规格: 1 个常开接点, 1A 250V AC 纯阻 输出端子: CN3-1、CN3-2
20	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

21	启动/停止开关 (外接开关)	RS 端: CN2-6 端子, GND 端: CN2-7 端子 RS - GND 端: 无电压接点输入 短路: 缓关断, 开路: 缓启动
22	调功/调压切换 (SW1-1 拨码开关)	SW1-1=ON, 调压 (出厂设置) SW1-1=OFF, 调功
23	三相电源相位检测	三个红色 LED 灯指示, 自动判别相位 红灯亮: 相电压正常; 红灯灭: 相电压异常
24	工作环境 和存储温度	温度范围: 0~+40°C 湿度范围: 90% RH 最大, 无结露 海拔高度: 2000m 以下 存储温度: -10~+60°C 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
25	安装形式和要求	壁挂式, 垂直安装, 通风良好
26	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。
- 在使用过程中若发生过流现象, 应首先检查负载有无短路等故障。
- 过流保护: 一般地说, **过流保护不能完全避免负载短路造成的设备损坏**, 不能代替快速熔断器。
- 负载短路保护: 用户需配快速熔断器作为短路保护, 一般按额定负载电流的 1.5 倍选择。

#### 四. 装箱清单表

TAC60i 整机一台，10K 电位器 1 只，说明书 1 份。

#### 五. 选型单

项目	型号代码	规 格				
高精度 三相电力 调整器	TAC60i	基本功能：移相调压，锁相环同步，宽脉冲触发， 调节分辨率：0.2°（调压），20ms（调功） 缓启动时间：0.2~120 秒可调 缓停时间：10 秒 报警输出：常开 1A 250V AC 基本报警：散热器超温，电源缺相 常闭 1A 250V AC 过流报警 电源电压：380V AC±10% 50HZ 环境温湿度：0~40℃，90%RH 最大				
控制输入	4-	4~20 mA DC, 接收电阻：100Ω				
	6-	0~10 V DC, 输入电阻：450KΩ				
三相负载连接形式	Y0-	Y0：星型中心点接零				
	TR-	Δ：三角型；或 Y：星型中心点不接零				
电流容量 (一般纯阻负载，阻值恒定) 外形尺寸 mm	20-	20A	203 长×143 宽×113 厚			
	21-	21A	203 长×111 宽×143 厚			
	50-	50A AC	227 长×158 宽×185 厚			
	80-	80A AC	227 长×158 宽×185 厚			
	100-	100A AC	360 长×230 宽×220 厚			
	150-	150A AC	360 长×230 宽×220 厚			
	200-	200A AC	360 长×230 宽×220 厚			
	260-	260A AC	350 长×255 宽×236 厚			
	300-	300A AC	425 长×254 宽×250 厚			
	400-	400A AC	475 长×325 宽×260 厚			
	500-	500A AC	475 长×325 宽×260 厚			
	600-	600A AC	505 长×485 宽×260 厚			
	800-	800A AC	458 长×500 宽×324 厚			
	1500-	1500A AC	540 长×584 宽×339 厚			
过流报警	C	过流报警和限流功能（选配）				
	N	无				
限流电位器	N	内置 P4 电位器调整				
	L	外接 10KΩ 电位器调整				
调功	00	调压				
	01	调压 + 阻性调功				
	02	调压 + 感性调功				
快速熔断器	0	无				
	1	有				
负载特性	R	阻性负载				
	L	感性负载				
数字通迅 (RS485)	5	有				
	空白	无				

## 六. 订货说明

### 1. 电力调整器电流容量选择参考

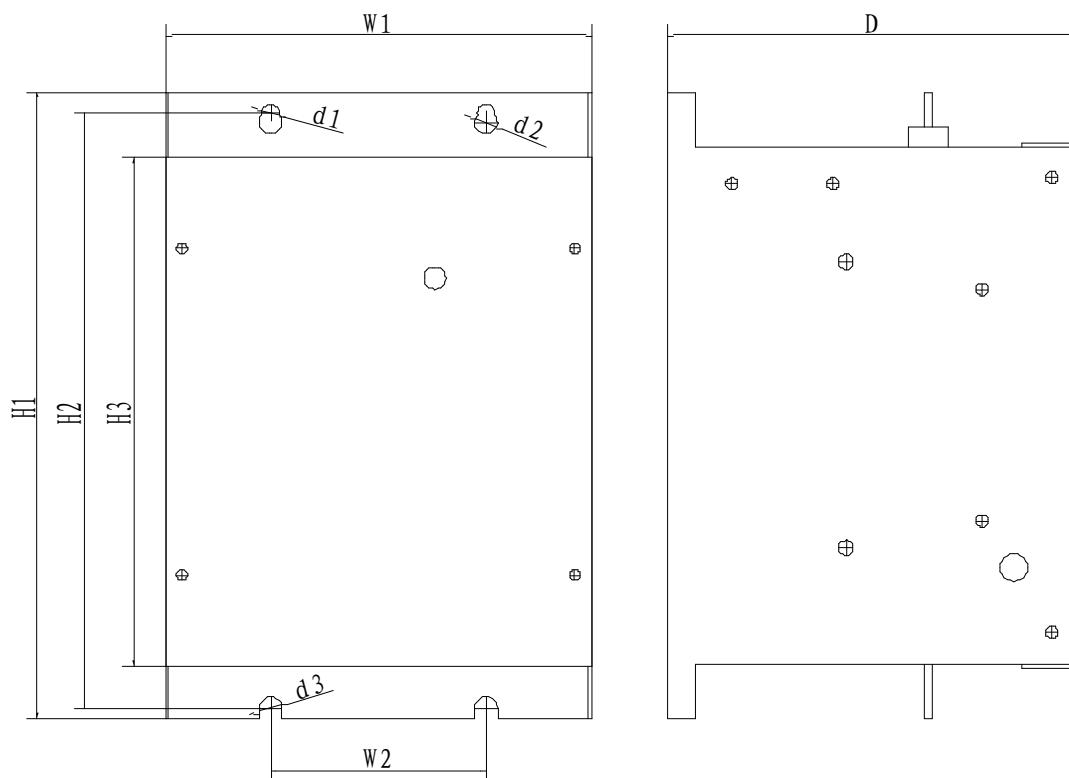
- 一般纯阻负载：电力调整器电流容量应大于负载最大电流。
- 硅碳棒负载：当取消变压器时，硅碳棒应串联，使之能够承受电源电压的 70%~80% 以上。硅碳棒在 700~800°C 存在负阻区，电力调整器电流容量应大于负载最大电流的 1.7 倍。
- 电热管负载：电热管易受潮、局部短路和放电打火等，电力调整器电流容量应大于负载最大电流的 1.7 倍。
- 变压器负载：应带电流限制功能，电流容量应大于负载最大电流的 2~2.5 倍。
- 特殊负载应加大电流容量，订货时声明。

### 2. 定货例：TAC60i4-TR-300-CN001R，含义如下：

TAC60i 高精度三相电力调整器（移相调压，散热器超温、电源缺相、过流报警，控制板为 380V 电源供电），4~20mA 输入，星型中心点不接地或三角型，纯阻负载，最大电流 300A，带内置电位器限流功能和快速熔断选件功能。（纯阻负载最大电流 300A；硅碳棒负载、电热管负载最大电流 175A；变压器负载最大电流 120A）

## 七. 安装尺寸图、电器原理图框图及输出波形

### 安装尺寸（壁挂式垂直通风安装）

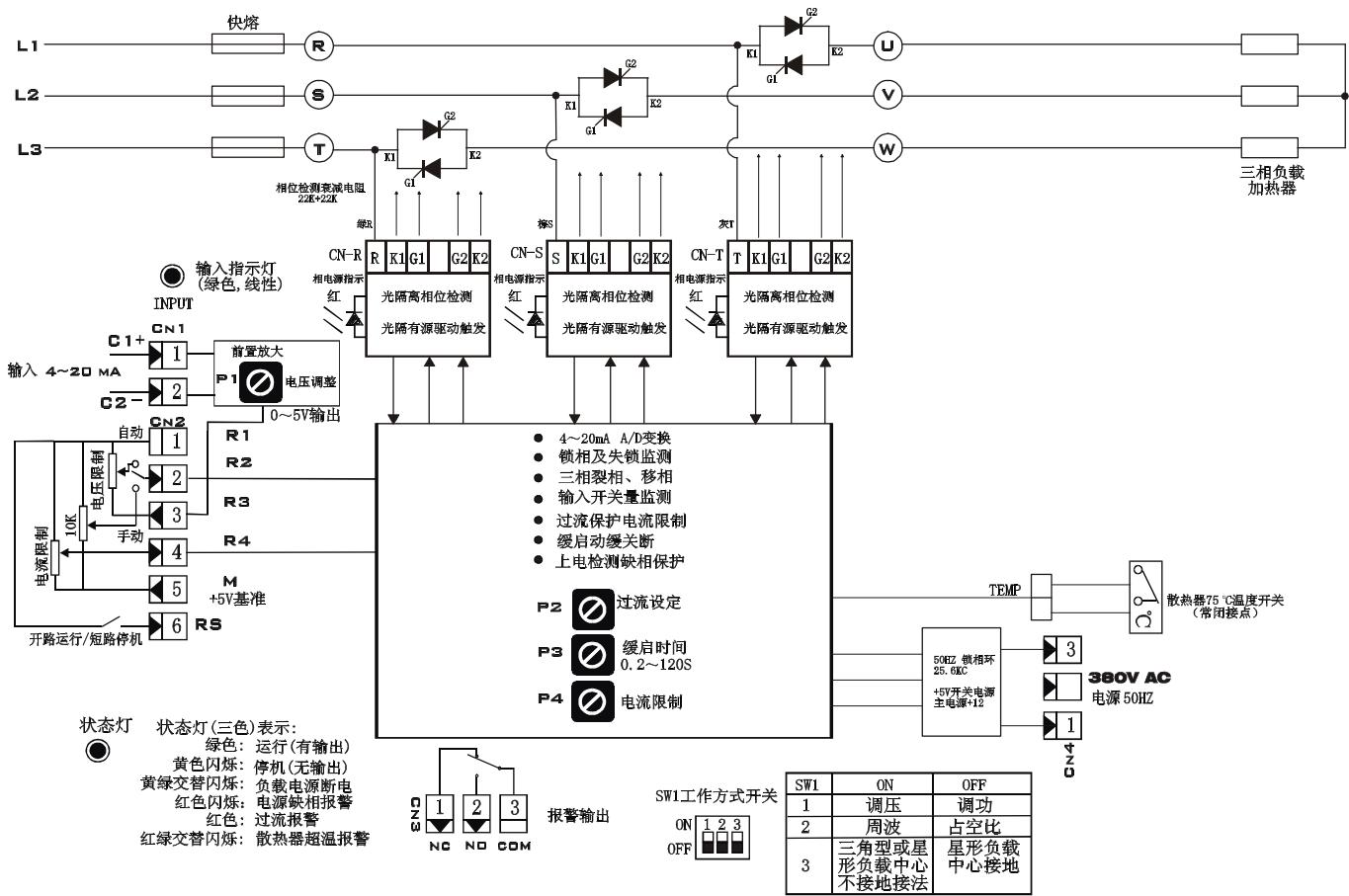


## 安装尺寸表

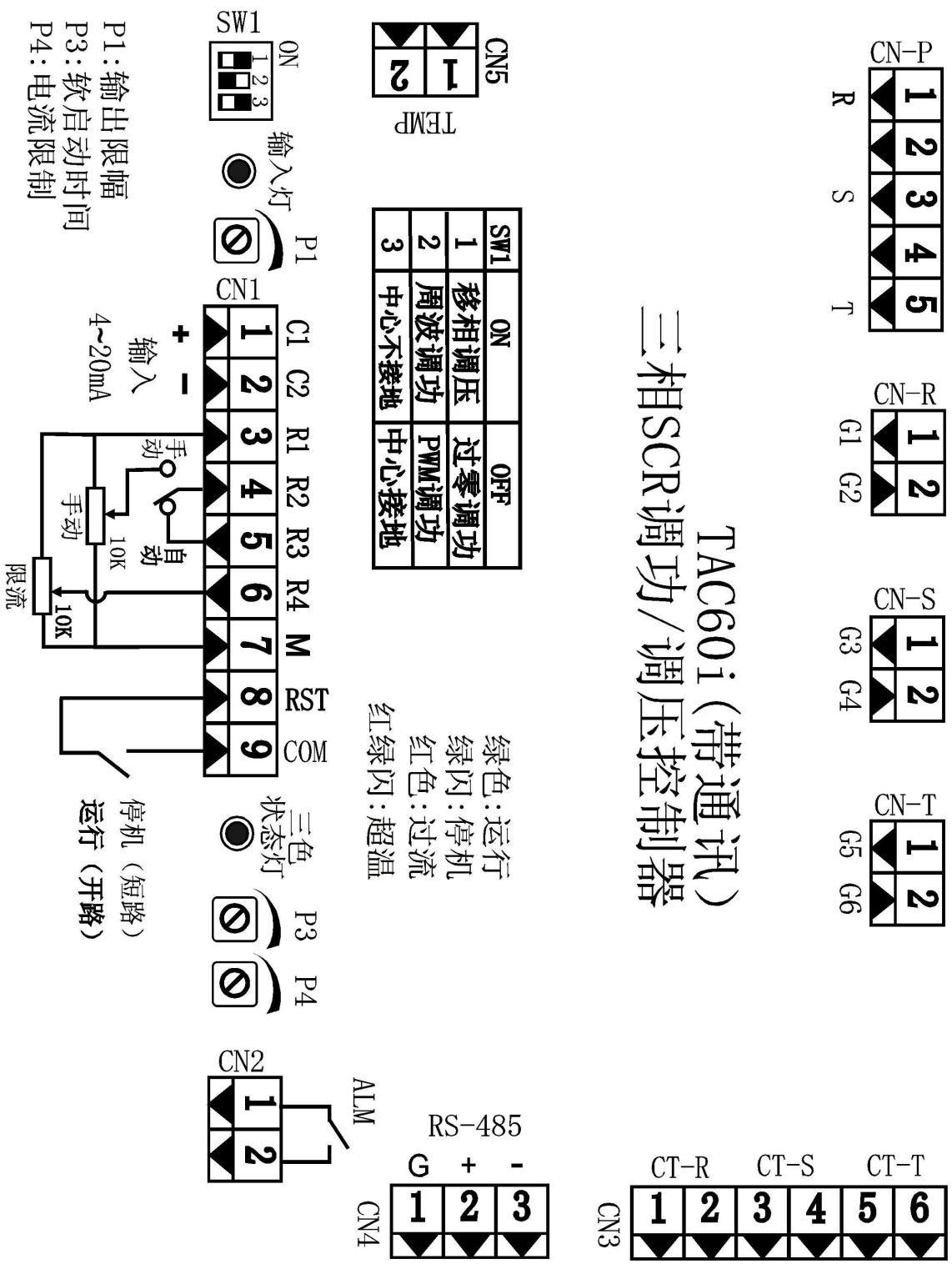
安装尺寸 (mm)	20A	21A
H1	202.5	202.5
H2	189.3	191.2
H3	172.5	172.5
W1	143	111.2
W2	113	60
D	112.3	143
d1	0	0
d2	8.5	8.5
d3	8.5	8.5

安装尺寸 (mm)	50A	80A	100A	150A	200A	260A	300A	400A	500A	600A	800A	1500A
H1	227	227	360	360	360	350	425	475	475	505	458	540
H2	212	212	339	339	339	338.5	407	454	454	489.5	437.5	515
H3	185	185	310	310	310	304	380	430	430	455	344	400
W1	158	158	230	230	230	255	255	325	325	485	500	584
W2	80	80	170	170	170	170	200	263	263	411	324	292
D	185	185	220	220	220	236	250	260	260	260	324	339
d1	0	0	0	0	0	0	6	7	7	0	0	0
d2	8.5	8.5	11	11	11	11	8	13	13	9	13	13
d3	8.5	8.5	7.5	7.5	7.5	11	10	7.5	7.5	9	13	13

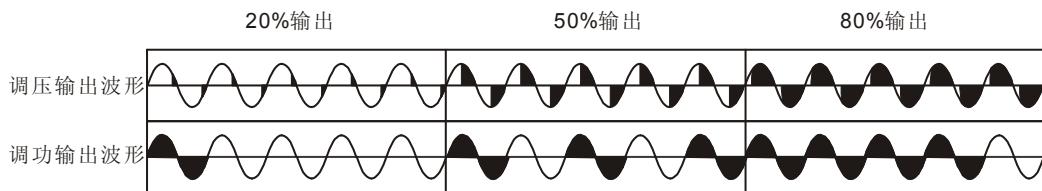
TAC60i电原理框图



## TAC60i (带通讯) 三相SCR调功/调压控制器

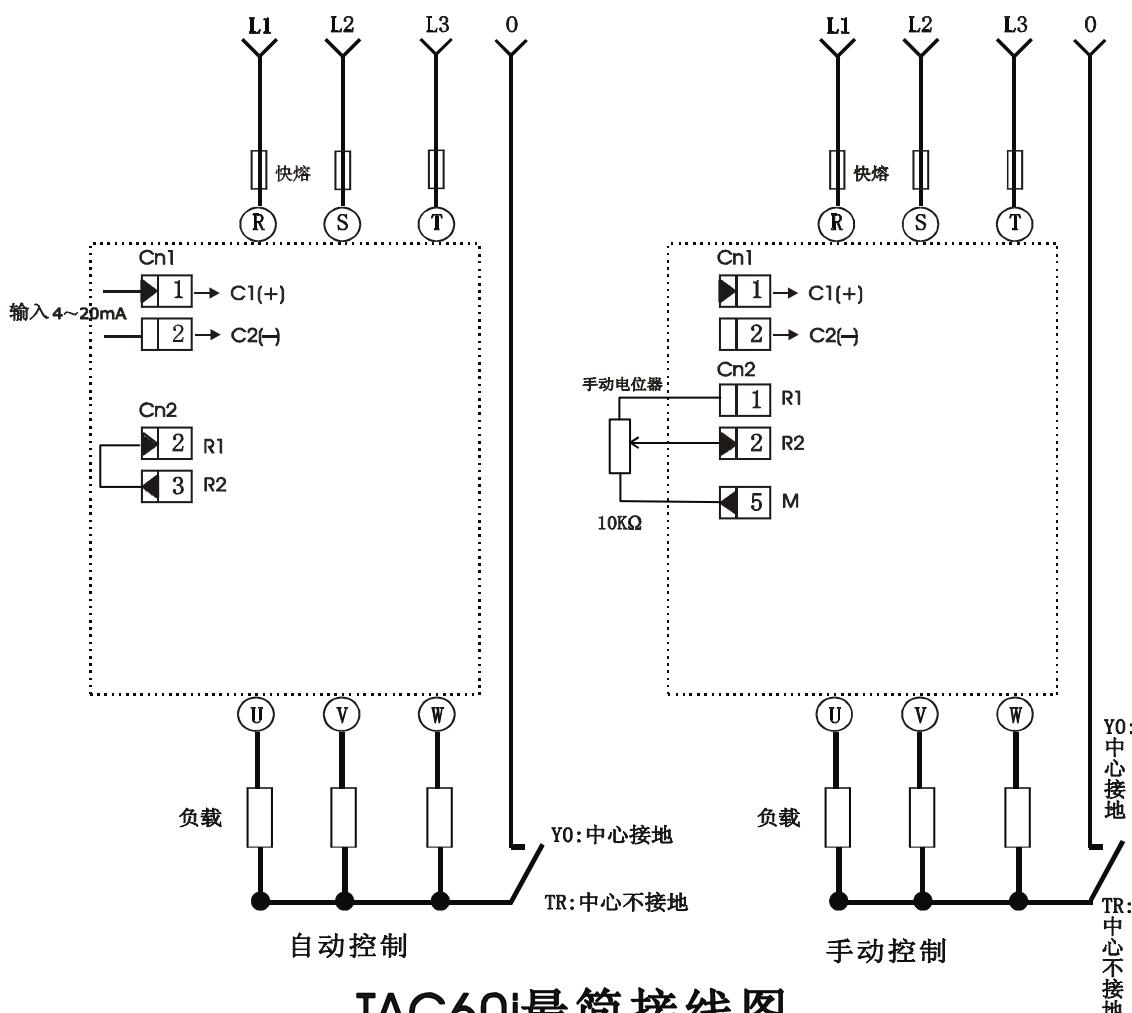


## 触发方式及输出波形



## 八. 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(见下图)接线，进行自动或手动调试。注意电源电压的要求以及负载是否中心接地。



- 自动调试：将仪表 4~20mA 的输出信号接到 C1、C2 端，R2、R3 短路，按上图的自动控制接线。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加。
- 手动调整：外接 10KΩ 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，按上图的手动控制接线。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。

## 九. 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。

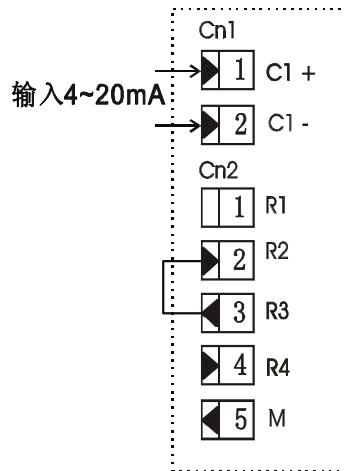
加电前，需保证负载没有短路、接触不良等现象，绝缘强度应满足要求，负载的连接形式应与调压器型号相符；保证调压器安装与接线应符合要求，机柜通风良好等；控制板电源电压符合要求。

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。

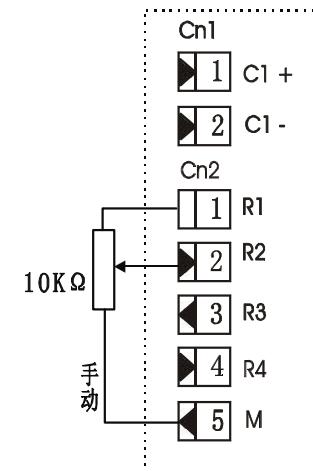
负载最大电压取决于负载特性，烘炉情况，炉温高低，负载电流大小等情况。若变压器设计不合理，发生磁饱和时，电压也加不上去。

## 十. 控制板常见接线组合

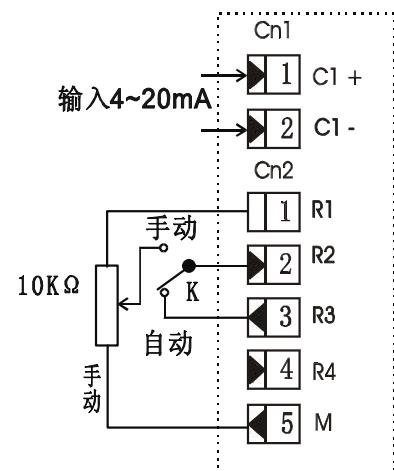
用户可根据实际使用需要，选择接线方式。下图列出了常见的接线组合，供设计时参考。



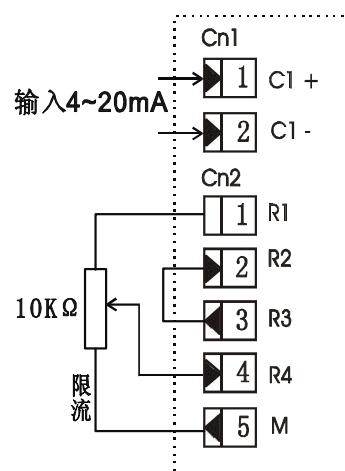
1: 自动控制



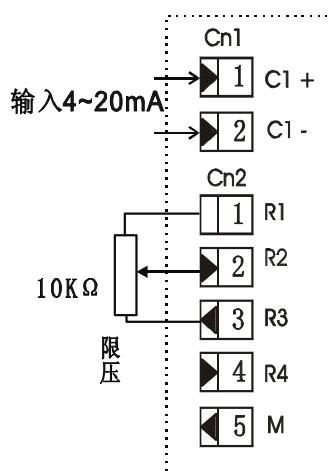
2: 手动控制



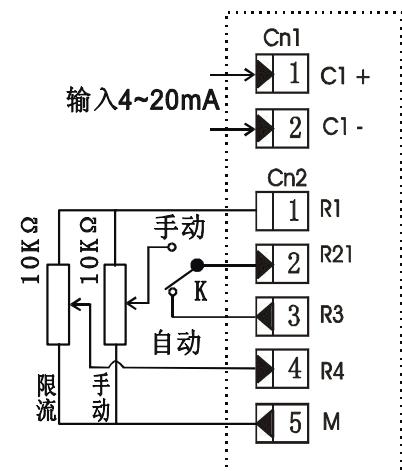
3: 自动+手动控制



4: 自动+电流限制控制



5: 自动+外部电压限制控制



6: 自动+手动+电流限制控制

## 接线组合示意图

## 十一. 电流限制

按 TAC60i 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  $10K\Omega$  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。
- 调功方式时，最大电流限制功能被取消。

注：过零调功时无电流限制功能。

## 十二. 过流报警

按 TAC60i 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

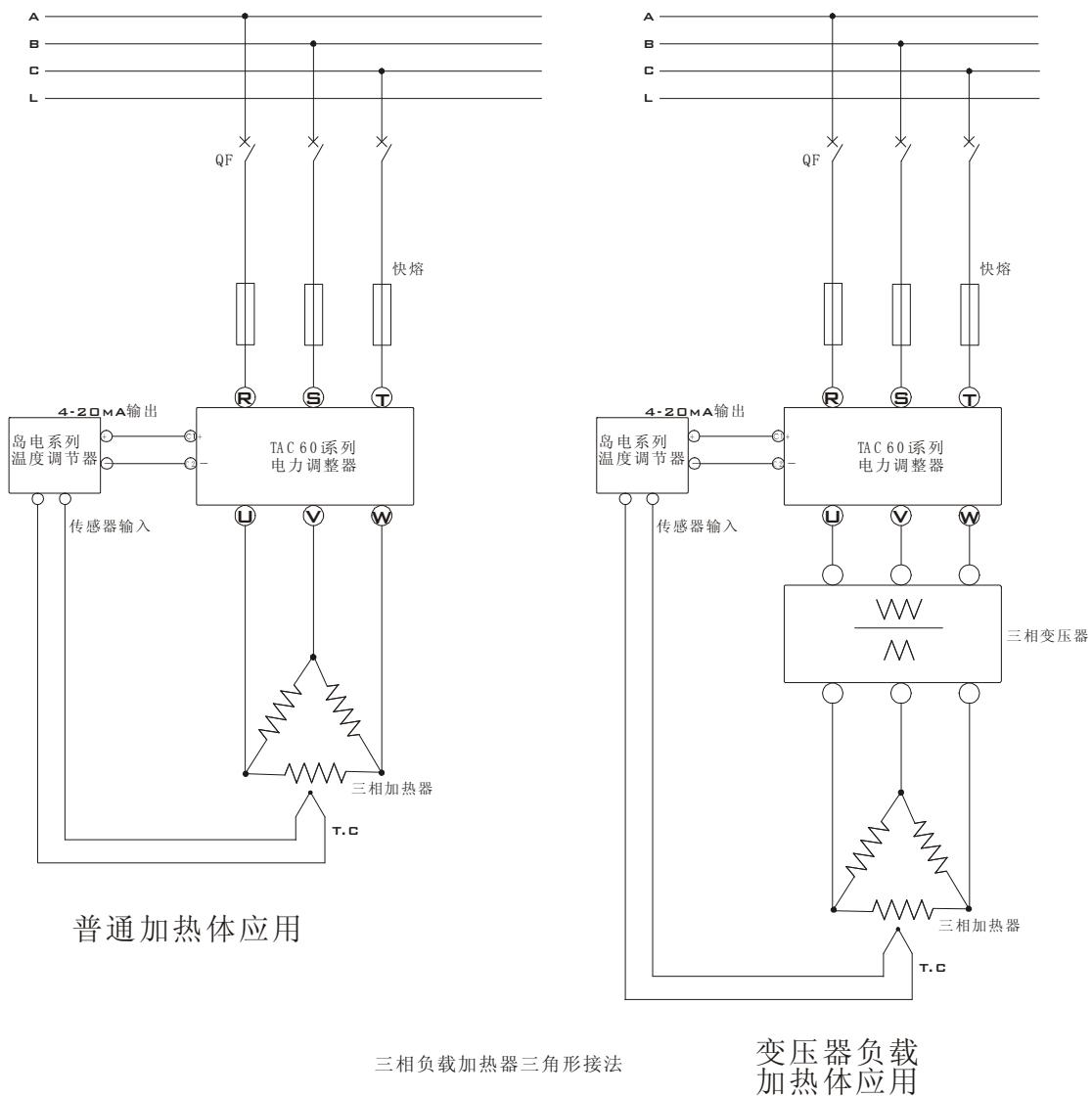
调功方式的过流报警值必须在调压方式下进行标定。标定后，再转到调功方式。
- 过流报警的复位

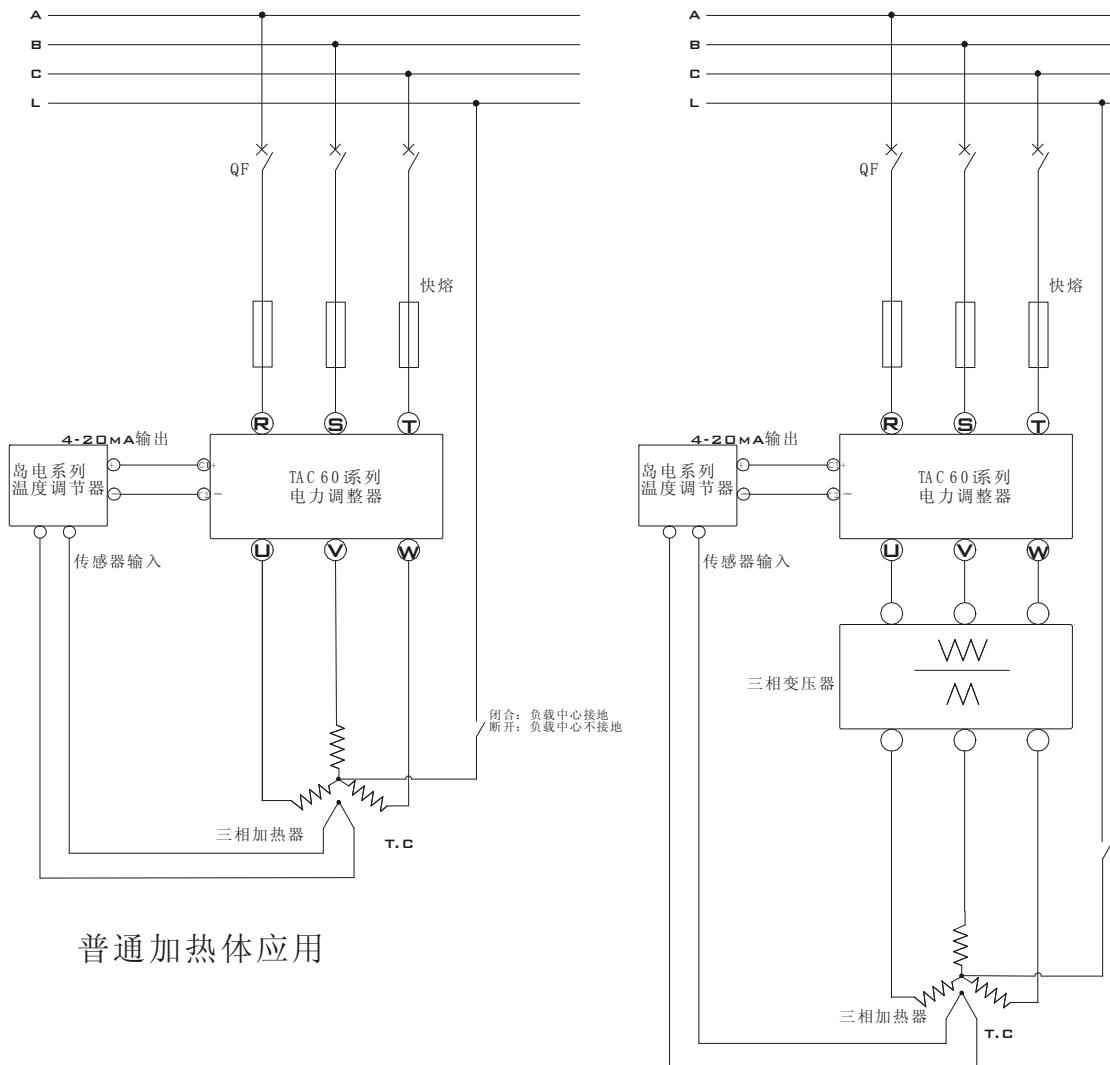
过流报警保护时，状态灯变成红色，继电器动作吸合、输出停止。需检查原因排除故障后再启动。复位方法：1) 断电后重新上电运行 或 2) 闭合启停开关，置停机状态，黄灯闪烁；断开启停开关，系统运行，绿灯亮。
- 注意事项

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. 应用实例

TAC60i 可应用于普通纯金属类加热体、硅碳棒加热体、变压器负载加热体，具体应用如下图：





## 十四. 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. 6mA，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)，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 500KΩ。

- 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：

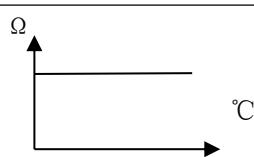
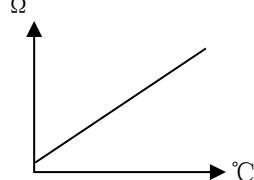
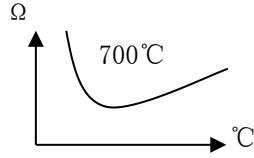
1. 环境温度过高。
2. 负载长期过流。
3. 负载瞬时过流造成晶闸管模块热击穿。

- 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，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。

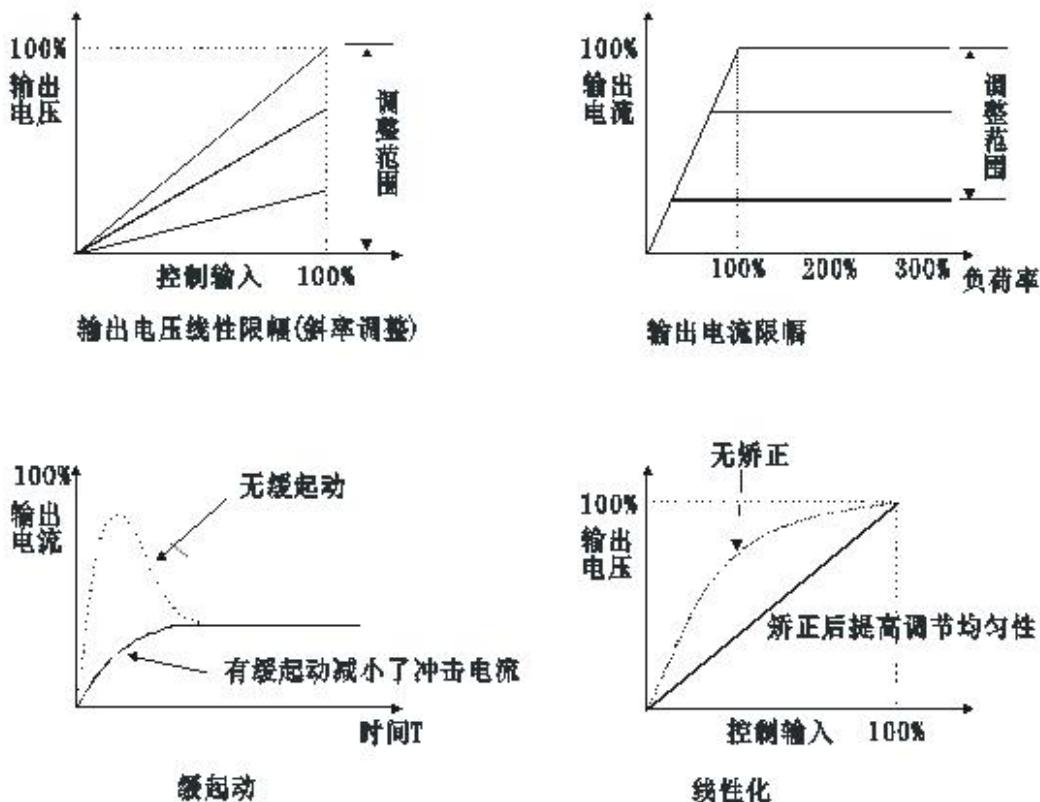
## 十五. 加热器特性

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	1100°C (空气)		普通调压方式: TAC60i 基本型 PWM 过零方式 周波过零 调压/调功一体化
		铁铬	1200°C (空气)		
		铁铝钴	1330°C (空气)		
变阻 冷热阻 变化大	纯金属	钨 W	2400°C (真空)		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
		钼 Mo	1800°C (真空)		
		白金 Pt	1400°C (真空)		
		MoSi2	1700°C (空气)		
		硅钼棒	1600°C (空气)		
	硅碳棒	SIC	1600°C (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°C后调功	

## 十六. 不同负载的控制策略

- 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住电流的足够时间, 确保可靠触发。**注: 变压器负载不能空载调试、运行。**
- 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。TAC60i 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 Shimaden (岛电) 的 FP23、SR23、FP21、SR253、FP93 等可设计低、中、高温区的调节输出限制。
- 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°C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扩容, 节电效果十分明显。** TAC60i 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。

## 十七. TAC60i 控制器的基本特性图示



## 十八. 调功、调压一体化功能 (选件)

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。TAC60i 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：** SW1-1=ON 时，调压。SW1-1=OFF 时，调功。

拨码开关 SW1

位	ON	OFF
1	调压	调功
2	CYC(调功时)	PWM(调功时)
3	负载中心不接地或三角形	负载中心接地

- CYC：变周期过零调功，最小分辨率为单个周波，也叫周波调功。
- PWM：定周期过零调功，正、负半周对称。

**北京南岸普力自动化科技有限公司**

电话：010-62558932 82612319 82610306

传真：010-62613784

地址：北京市海淀区苏州街 33 号 1504 室

邮编：100080

网址：[www.narpuli.cn](http://www.narpuli.cn)

E-mail：[npl@narpuli.cn](mailto:npl@narpuli.cn)