

# TAC16P 系列单相调功/调压电力调整器说明书 (2004 年 5 月)

TAC16P 是大功率固态电力模块应用技术的新产品。它集单相调压/调功方式为一体，采用锁相环同步电路、带上电缓启动、缓关断、散热器超温、电流限制、过流保护，适用于电阻性负载和感性负载。

## 一. 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<br>(调相型大电流固态继电器)                                                                     |
| 2  | 负载电源             | 220V, 380V AC $\pm 10\%$ 50HZ                                                                         |
| 3  | 电流容量             | 30, 50, 80, 105, 195, 255A AC                                                                         |
| 4  | 控制板电源与功耗         | 电源: 220V, 380 AC $\pm 10\%$ 50HZ, 要求与负载电源同相位<br>功耗: 5W 最大                                             |
| 5  | 风扇电源<br>(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 120 $\Omega$<br>0~10V DC 输入, 输入电阻 >450K $\Omega$                                   |
| 7  | LED 状态显示灯        | 输入指示 LED 灯: 绿色, 输入线性亮度指示<br>三色状态 LED 灯: 绿色, 运行 (有输出)<br>黄色闪烁, 停机 (无输出)<br>红色, 过流报警<br>红绿交替闪烁, 散热器超温报警 |
| 8  | 控制方式             | 调相控制: 连续调压<br>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°, 调功 20ms                                                                                      |
| 10 | 移相范围             | 0~175°                                                                                                |
| 11 | 驱动输出             | 配调相型固态继电器<br>电压: 12V 可变宽度脉冲 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<br>调整范围: 0~100%                                                       |
| 16 | 电流限制(选件)         | 内置互感器或外配 TCT1 电流变换器<br>调整范围: 20%~100% (外接 10K $\Omega$ 电位器调整)<br>取消电流限制: CT 输入端悬空或将外接电位器调至最大          |
| 17 | 散热器超温保护          | 75℃ 温度开关, 常闭接点 动作时间: < 20ms                                                                           |

|    |                       |                                                                                                                                                                                     |
|----|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 18 | 过电流报警<br>(选件)         | 内置互感器或外配 TCT1 电流变换器, P2 电位器调整<br>调整范围: 100%~150%<br>过流设定: SW1-1 = OFF, 板内 P2 电位器调整<br>过流报警: SW1-1 = ON, 过流时报警动作<br>动作时间: < 20ms                                                     |
| 19 | 急停                    | 报警动作时, 控制输出急停<br>动作时间: < 20ms<br>解除: 报警解除后, 重新上电或进入停机状态解除                                                                                                                           |
| 20 | 启动/停止开关<br>(外接开关)     | RS 端: CN2-6 端子, GND 端: CN2-7 端子<br>RS - GND 端: 无电压接点输入<br>短路: 缓关断, 开路: 缓启动                                                                                                          |
| 21 | 调功/调压切换<br>(选件, 外接开关) | USER(U1) 端: CN2-8 端子, GND 端: CN2-7 端子<br>USER(U1) - GND 端: 无电压接点输入<br>短路: 调压(出厂设置), 开路: 调功                                                                                          |
| 22 | 工作环境<br>和存储温度         | 温度范围: 0~+40℃<br>湿度范围: 90% RH 最大, 无结露<br>海拔高度: 2000 m 以下<br>存储温度: -10~+60℃<br>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                                                                     |
| 23 | 安装形式和要求               | 壁挂式, 垂直安装, 通风良好                                                                                                                                                                     |
| 24 | 绝缘电阻<br>介电强度          | 绝缘电阻: 模块输出端与外壳, 500VDC 20MΩ 最小<br>控制板电源端与外壳, 500VDC 20MΩ 最小<br>控制输入端与外壳, 500VDC 20MΩ 最小<br>控制板输入端与电源端, 500VDC 20MΩ 最小<br>介电强度: 模块输出端与外壳之间, 2000VAC 1 分钟<br>控制电源端与外壳之间, 2000VAC 1 分钟 |

## 二. 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调试。**
- 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。



### 三. 装箱清单表

TAC16P 整机一台, 10K 电位器两只, 说明书 1 份。

### 四. 选型单

| 项目                                 | 型号代码   | 规格                                                                                                                                              |                   |
|------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 单相电力调整器                            | TAC16P | 基本功能: 移相调压, 锁相环同步, 变宽脉冲触发<br>调节分辨率: 0.2° (调压), 20ms (调功)<br>缓启动时间: 0.2~120 秒可调<br>缓停时间: 10 秒<br>报警输出: 常开接点 1A 250V AC<br>环境温湿度: 0~40℃, 90%RH 最大 |                   |
| 控制输入                               | 4~     | 4~20 mA DC, 接收电阻: 120 Ω                                                                                                                         |                   |
|                                    | 6~     | 0~10 V DC, 输入电阻: 450K Ω                                                                                                                         |                   |
| 控制板电源                              | 22~    | 220V AC ±10% 50HZ                                                                                                                               |                   |
|                                    | 38~    | 380V AC ±10% 50HZ                                                                                                                               |                   |
| 电流容量/外形尺寸 mm<br><br>(一般纯阻负载, 阻值恒定) | 030~   | 30A                                                                                                                                             | 220 长× 94 宽×167 厚 |
|                                    | 050~   | 50A                                                                                                                                             | 220 长× 94 宽×167 厚 |
|                                    | 080~   | 80A                                                                                                                                             | 245 长×110 宽×203 厚 |
|                                    | 105~   | 105A                                                                                                                                            | 245 长×110 宽×203 厚 |
|                                    | 195~   | 195A                                                                                                                                            | 376 长×132 宽×265 厚 |
|                                    | 255~   | 255A                                                                                                                                            | 376 长×132 宽×265 厚 |
| 电流限制和过流报警<br>(选件)                  | N      | 无                                                                                                                                               |                   |
|                                    | C      | 带电流限制功能和过流报警                                                                                                                                    |                   |
| 调功方式<br>(选件)                       | 00     | 无                                                                                                                                               |                   |
|                                    | 01     | 阻性调功                                                                                                                                            |                   |
|                                    | 04     | 感性调功                                                                                                                                            |                   |

### 五. 订货说明

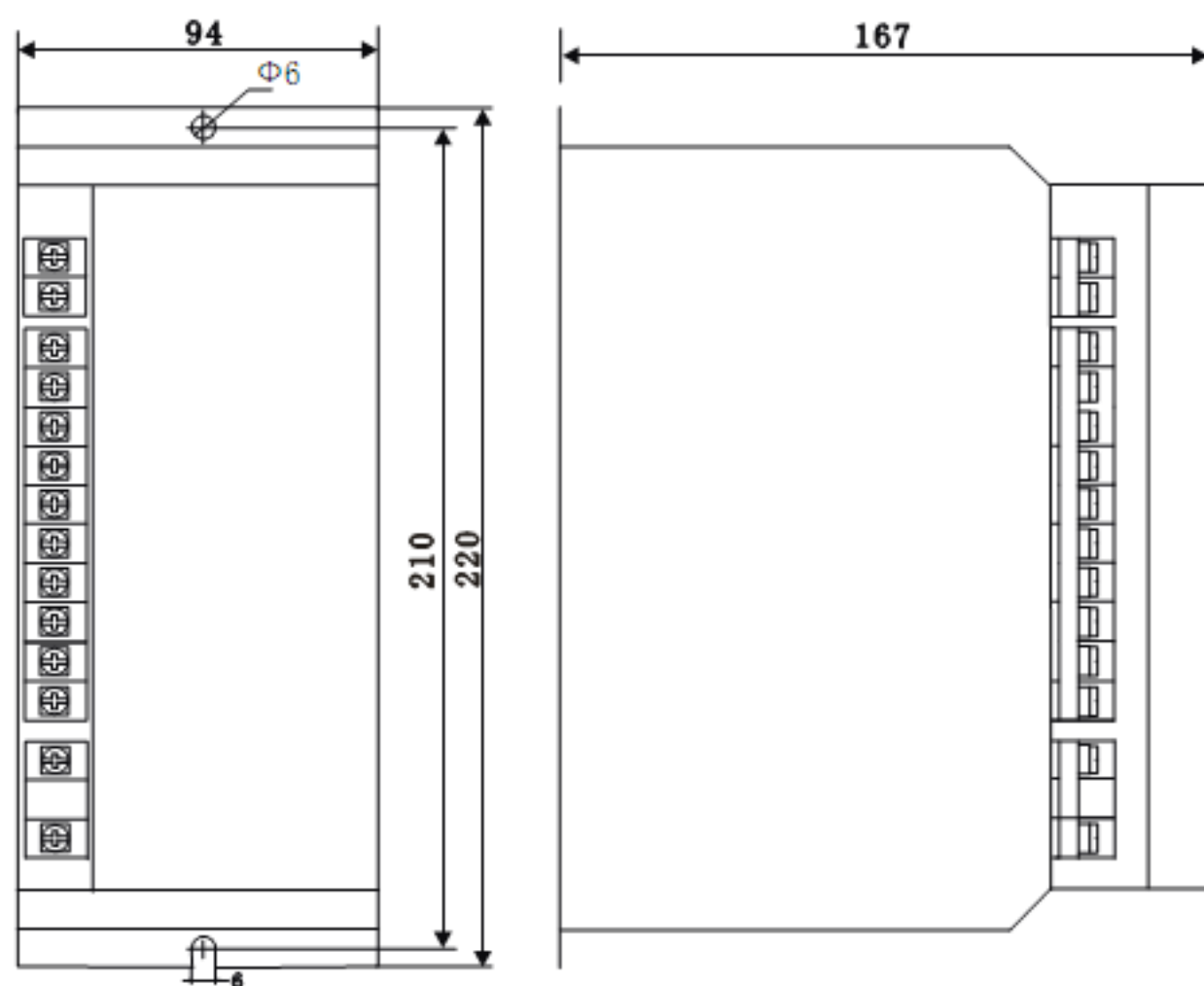
#### 1. 电力调整器电流容量选择参考

- 一般纯阻负载: 所选电力调整器的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, 所选电力调整器的电流容量应大于负载电流 1.7 倍。
- 电热管负载: 易受潮、局部短路和放电打火等, 所选电力调整器的电流容量应大于负载电流 1.7 倍。
- 变压器负载: 应带电流限制功能, 所选电力调整器的电流容量应大于负载电流 2~2.5 倍。
- 特殊负载应加大电流容量, 订货时声明。

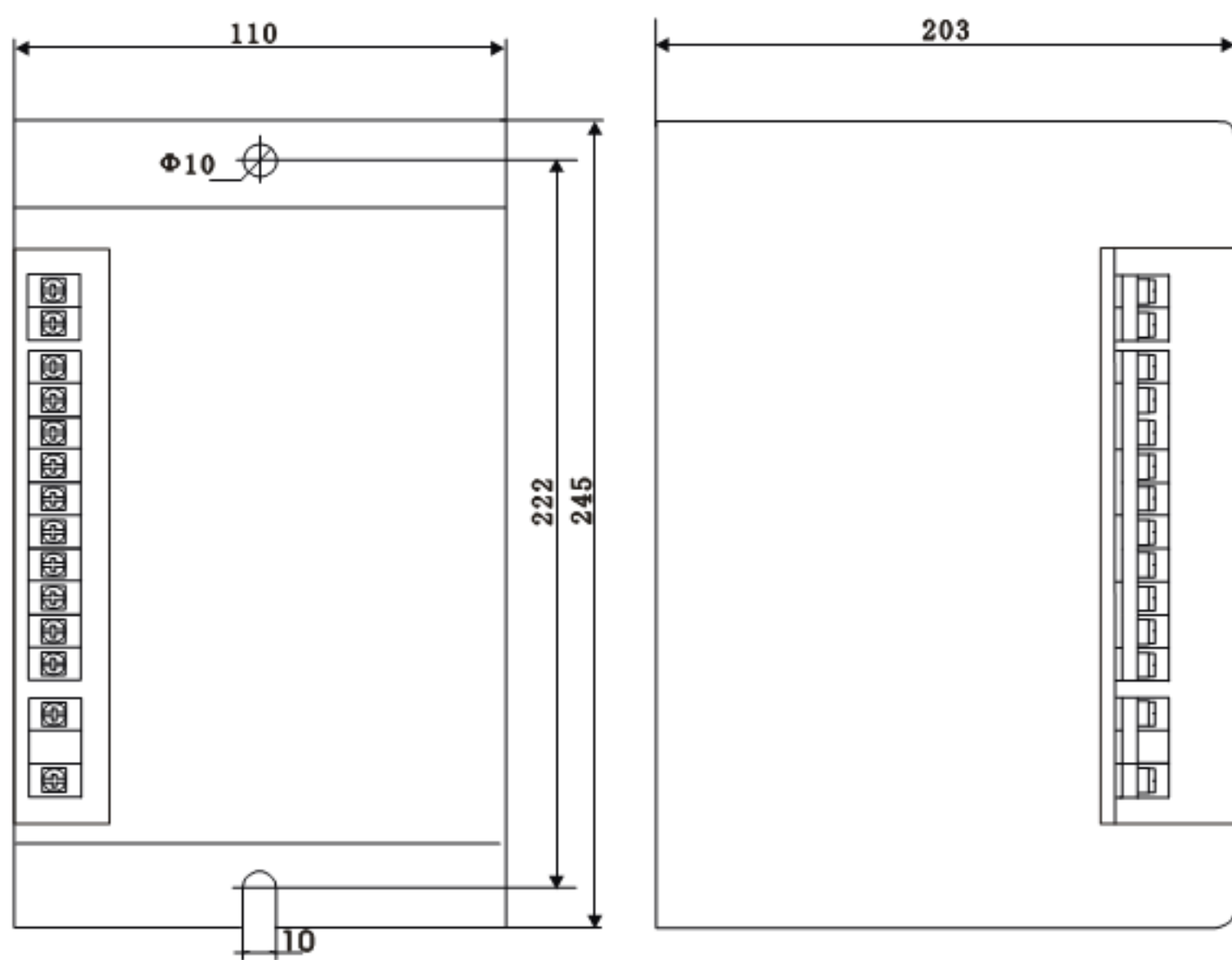
#### 2. 定货例: TAC16P4-22-080-N00, 含义如下:

TAC16P 单相电力调整器, 4~20mA 控制信号输入, 控制板电源为 220V, 电流容量 80A(纯阻负载最大电流 80A; 硅碳棒负载、电热管负载最大电流 48A; 变压器负载最大电流 32A)。

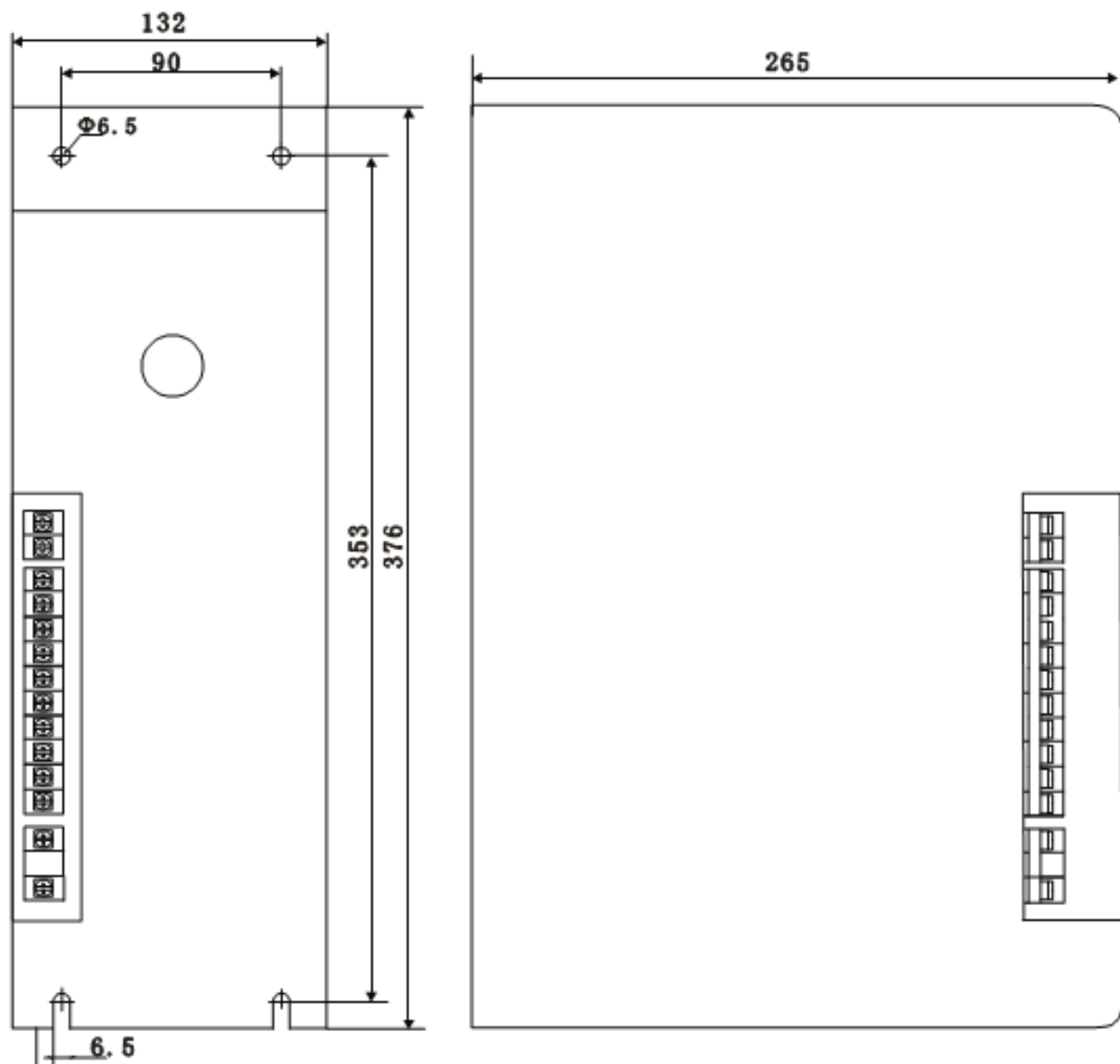
## 六. 安装尺寸图和电器原理图框图



30A 50A外形尺寸

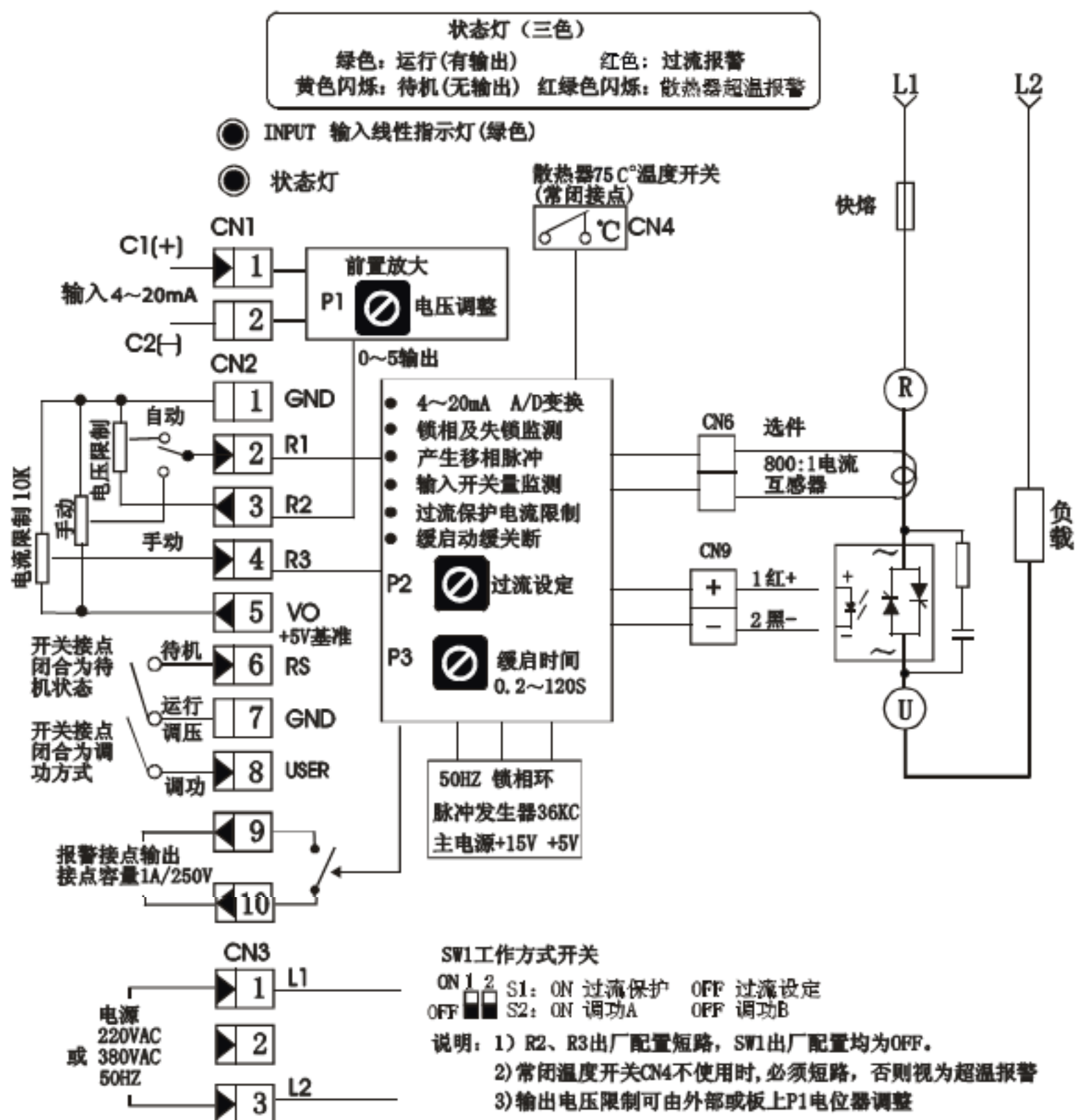


80A 105A外形尺寸

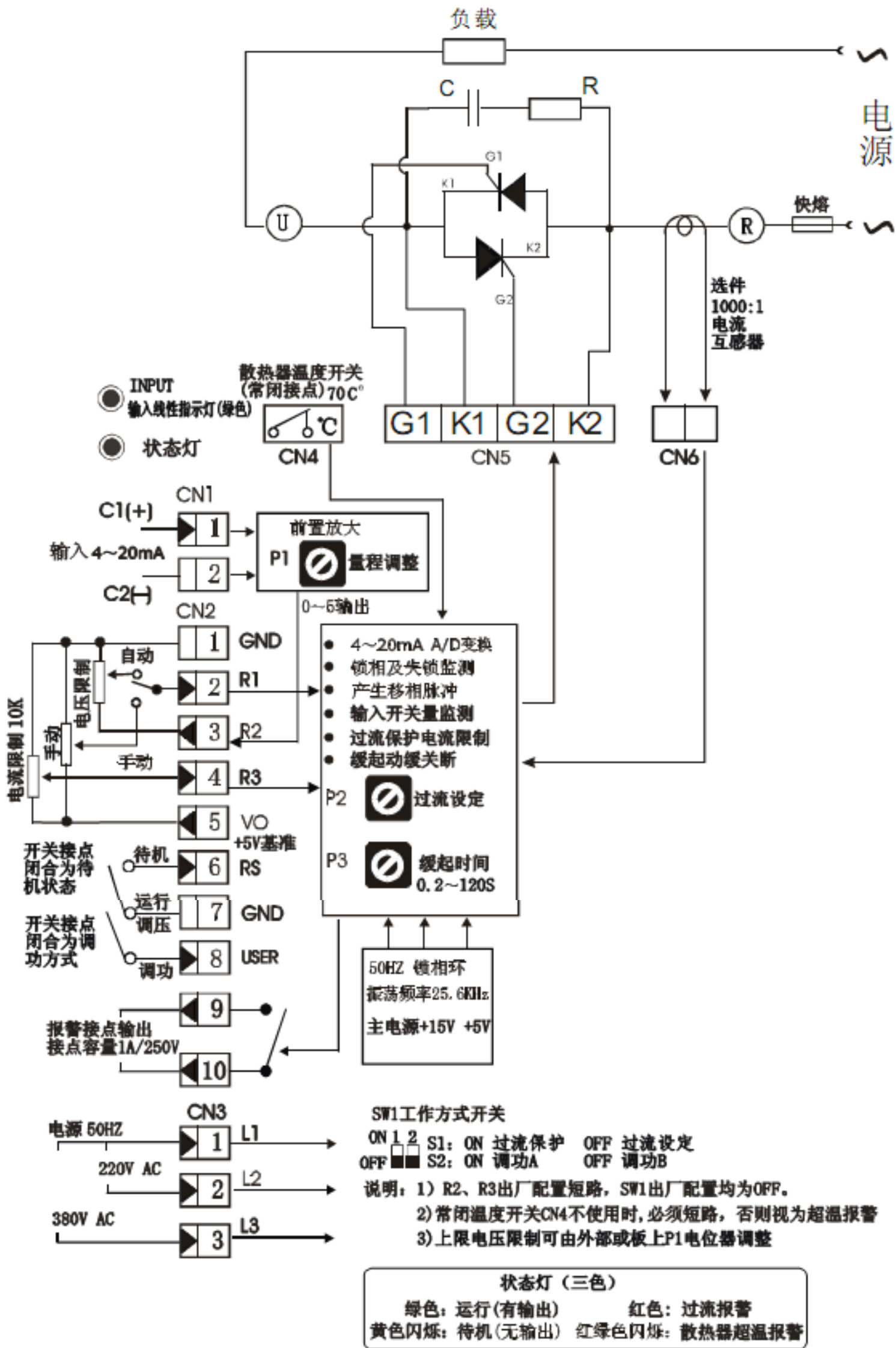


195A 255A外形尺寸

### TAC16P电原理框图(接移相型固态继电器)



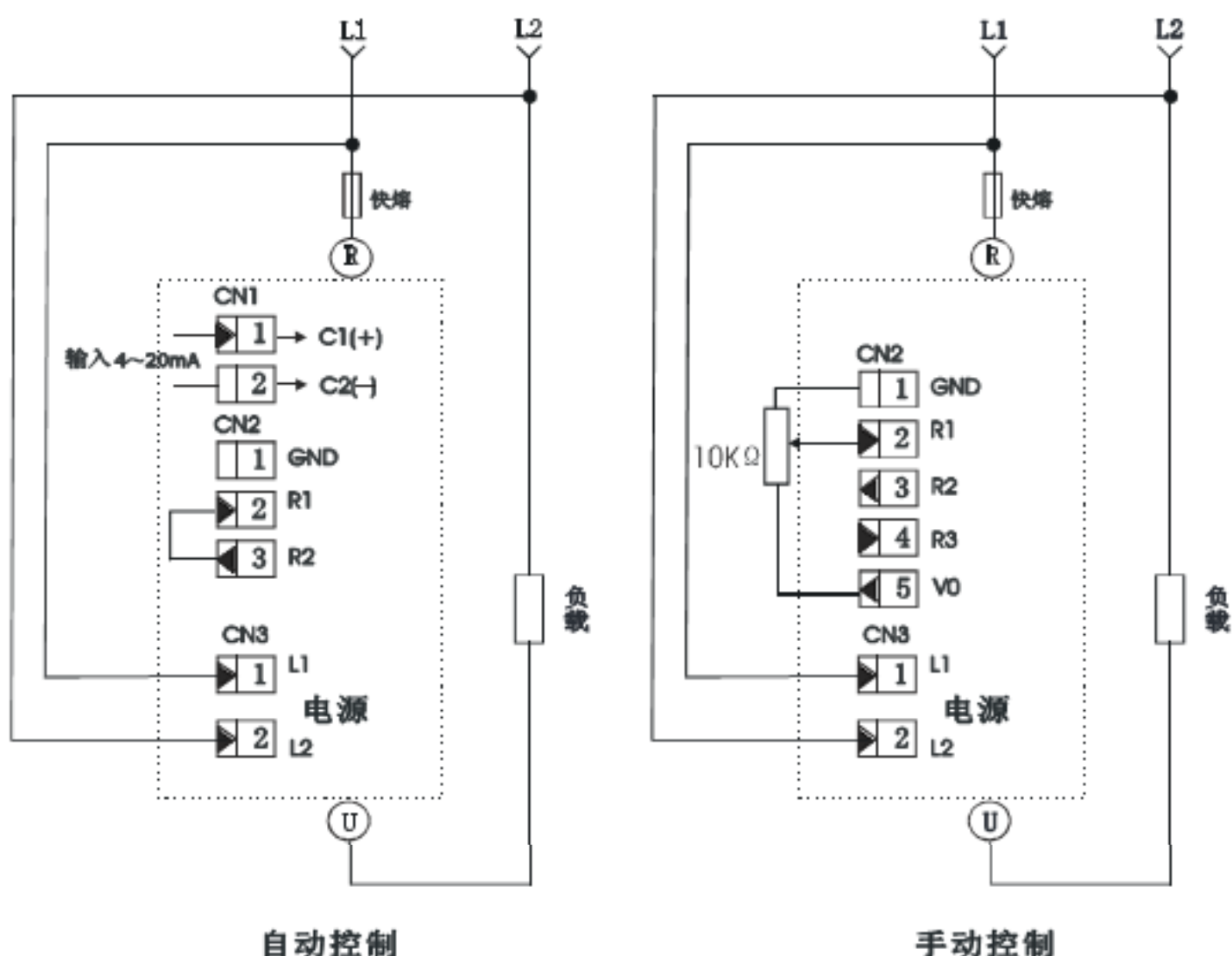
TAC16P-T电原理框图(接可控硅)





## 七．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，变化趋势与输入信号成线性关系，不应出现突跳、抖动等现象。可按最简接线图（见下图）接线，进行自动或手动调试。**注意负载电源应与调压器控制板电源同相位。**



## TAC16P最简接线图

- 自动调试：将仪表 4~20mA 的输出信号接到 C1、C2 端，R1、R2 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 10K $\Omega$  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，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。

**注：空载调试所测得的输出电压无效。**

## 八．接实际负载调试

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开路，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；保证调压器安



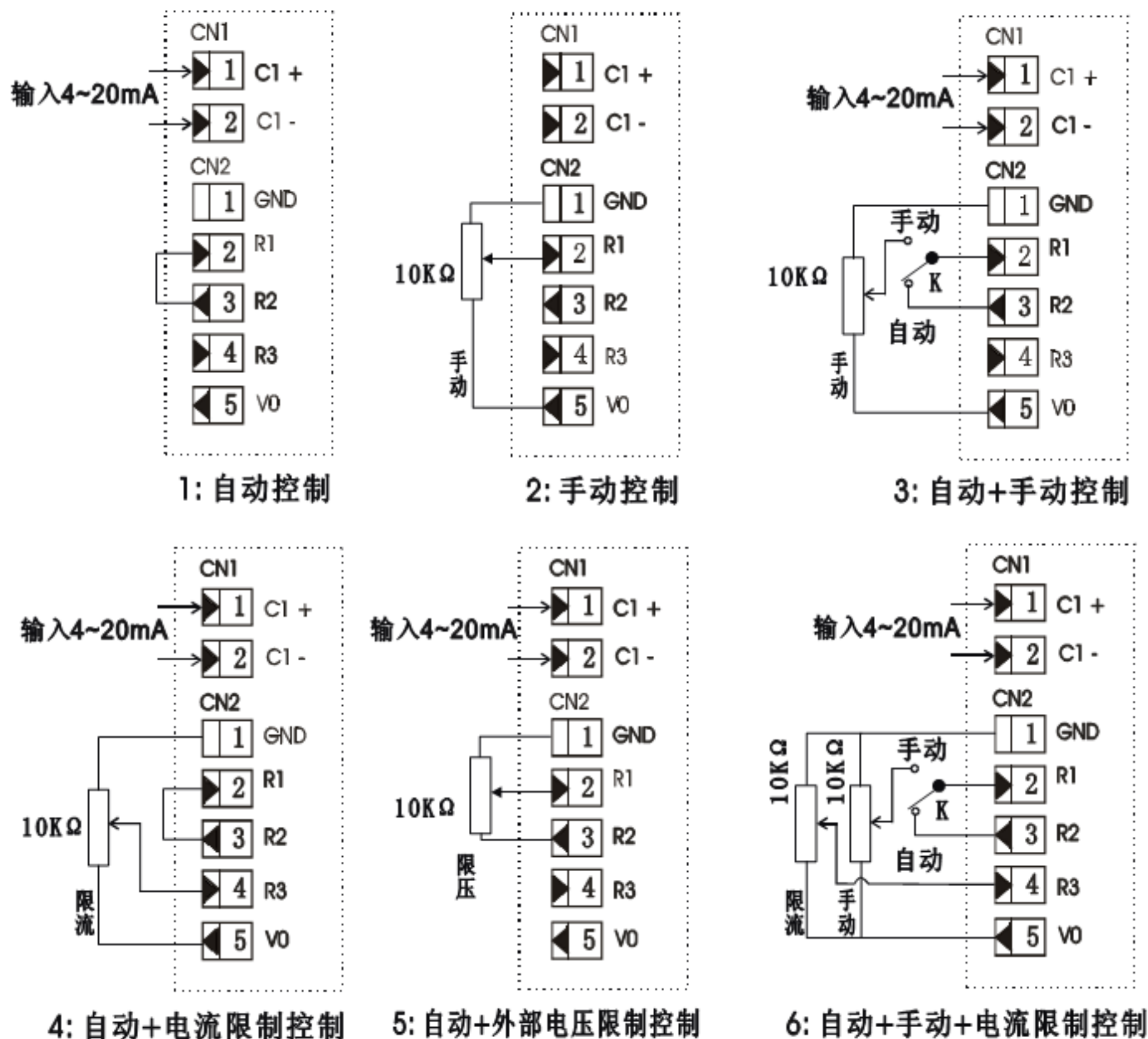
装与接线应符合要求，机柜通风是否良好等；控制板电源电压应与负载电压同相位，电压应符合要求。

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。

负载的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。

## 九. 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。



## 接线组合示意图

## 十. 电流限制（选件）

参照接线组合示意图（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。
- 手动给定负载电流值后，调限流电位器到负载电流值刚开始下降，电流限制即调好。
- 调功方式时，最大电流限制功能被取消。

## 十一. 过流报警（选件）

参照接线组合示意图（上图），接实际负载调试：

- DIP 功能开关 SW1-1 的设置  
SW1-1：ON，过流报警方式  
SW1-1：OFF，标定过流报警值
- 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. 设 SW1-1 为 OFF。
  2. 手动调节负载电流，达到过流报警值的 1/2。
  3. 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，而按过流报警值的 1/2 即：65A 标定。
- 过流报警
  1. 设 SW1-1 为 ON
  2. 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。SW1-1 为 ON，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。需检查过流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（或置 SW1-1 为 OFF 时）保护被取消。  
因为过流保护并不能取代快速熔断器的作用，所以用户应自行外配快速熔断器，容量应为负载最大电流的 1.5 倍左右。

**注：过零调功时无电流限制功能。**



## 十二. 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、绿闪烁,散热器超温报警(无输出);黄色常亮,控制板故障;不亮,控制板未供电或有故障。
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半。
6. 检查阻容吸收器是否接触不良或损坏。

### ● 负载电压为最大不受控

输出始终为最大,无论是手动还是自动都不可调,可能原因:

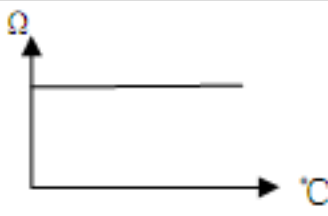
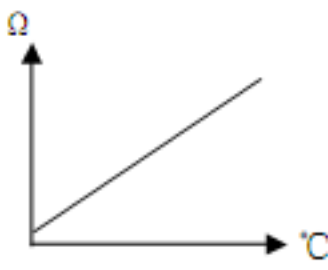
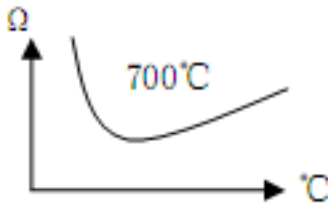
1. 可能负载开路或未接负载
  2. 调压器的晶闸管模块击穿损坏。晶闸管模块输出端的电阻一般大于 500K $\Omega$ 。
- ### ● 开始运行正常,一段时间后,输出始终为最大。无论是手动还是自动都不可调。关机后、再开机,又可正常运行。可能原因:
1. 环境温度过高。
  2. 负载长期过流。
  3. 负载瞬时过流造成晶闸管模块热击穿。

### ● 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。

### 十三. 加热器特性

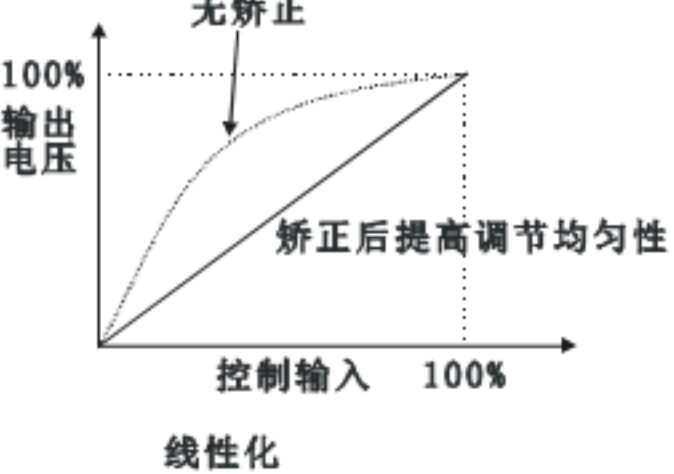
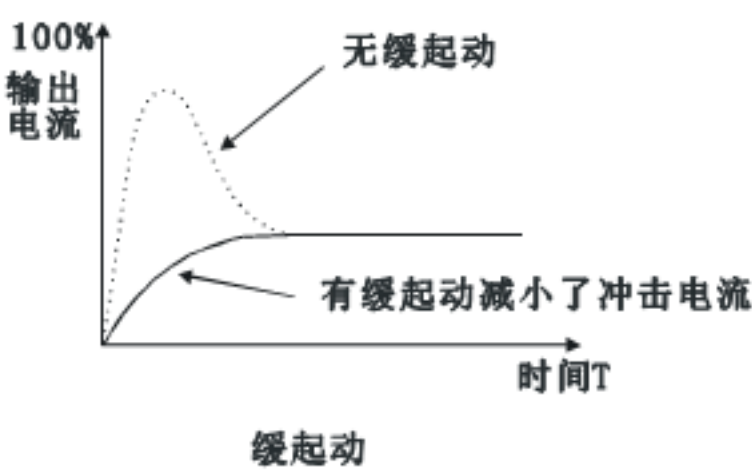
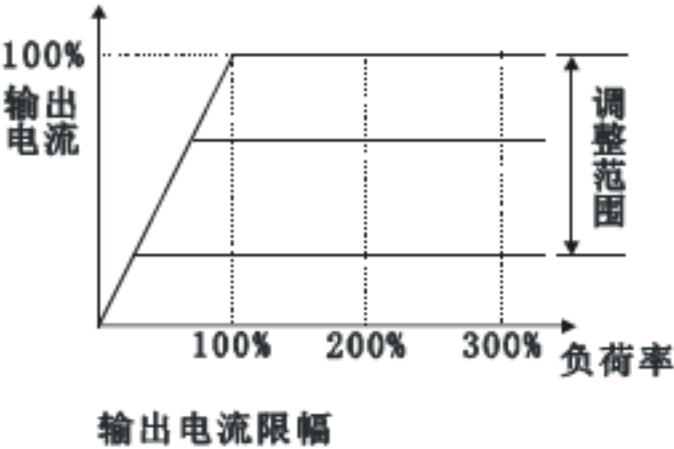
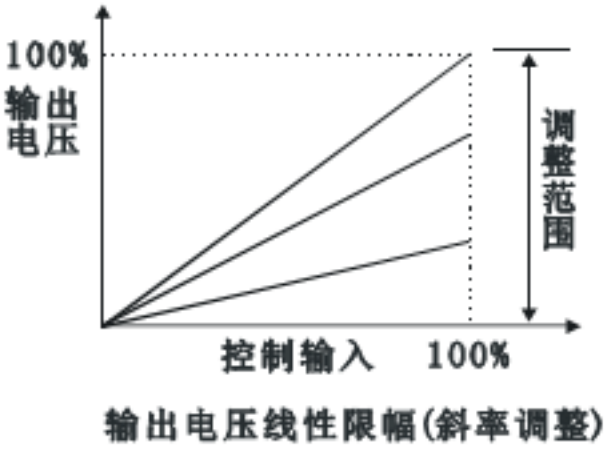
| 负载               | 分类  | 类型                                   | 最高温度                                                 | 电阻-温度特性                                                                            | 适用的调节方式                                                      |
|------------------|-----|--------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 恒阻<br>冷热阻<br>变化小 | 合金  | 镍铬<br>铁铬<br>铁铝钴                      | 1100℃ (空气)<br>1200℃ (空气)<br>1330℃ (空气)               |  | 普通调压方式: TAC16P 基本型<br>PWM 过零方式<br>周波过零<br>调压/调功一体化           |
| 变阻<br>冷热阻<br>变化大 | 纯金属 | 钨 W<br>钼 Mo<br>白金 Pt<br>MoSi2<br>硅钼棒 | 2400℃ (真空)<br>1800℃ (真空)<br>1400℃ (真空)<br>1700℃ (空气) |  | 缓启动 >10S 或更长<br>电流限制<br>一般配变压器<br>带多组输出限幅 PID 调节器            |
|                  | 硅碳棒 | SIC                                  | 1600℃<br>(空气)                                        |  | 缓启动 > 10S 或更长<br>取消变压器时, 需限制最大电流<br>带输出限幅控制器<br>先调压, 800℃后调功 |

### 十四. 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) 运行过程瞬断断电后又上电等, 造成上电时的磁通极性与剩磁极性 (固有剩磁和瞬断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。**
- 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。TAC16P 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: Shimaden (日本岛电) 的 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℃ 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。**TAC16P 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。



十五 .TAC16P 控制器的基本特性图示



十六 .调功、调压一体化技术 (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。TAC16P 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。

USER (U1) 外部开关设置：短路时，为调压；开路时，为调功。

| 调功<br>方式 | 拨码开关 SW1-2 |       |
|----------|------------|-------|
|          | ON         | OFF   |
| 阻性调功     | CYC        | PWM   |
| 感性调功     | 软慢 CYC     | 软 PWM |

- 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。
- 软慢 CYC：带缓启/缓关过渡的 CYC 调功，最小分辨率为 15 个周波。
- 软 PWM：带缓启/缓关过渡的定周期调功。