

# 单相电力调整器

## PAC16P 系列

### 操作手册（第二版）

首先感谢您使用本公司的产品！在您使用之前请仔细阅读本说明书，如有疑问敬请电话垂询。

#### 操作手册目录

1. 概述	1
2. 主要技术指标及主要功能简介	1
3. 装箱清单	2
4. 选型表	2
5. 安装及使用须知	3
6. 接线说明	3
6.1 常用的五种接线方式	3
6.2 整机接线图	4
7. 接假负载调试	4
8. 接实际负载调试	4
9. 电流限制（选件）	4
10. 过流报警功能（选件）	5
11. 恒流功能（选件）	5
12. 调功/调压一体化功能（选件）	6
13. 常见故障及解决方法	6
14. 线性化调节输出示意图及缓起动的意义	7
15. 加热器特性	7
16. 控制板端子位置布置图及部分功能设置说明	8
17. 尺寸及安装孔距图	9

## **1.使用注意事项**

1. 请不要用手触及电力调整器内部，以防触电。
2. 请不要堵塞散热器上方，不要让杂物进入散热器内部。否则可能影响机器使用寿命。
3. 在切断电源后一段时间内。电力调整器的散热器，铜排等有可能处于高温状态，故请不要触摸，以免烫伤。
4. 检修设备必须切断电源。

## 1. 概述

PAC16P电力调整器市场应用10余年，2014年进行了全新的设计，其中包括软件的升级、散热单元的优化，新外观的设计等升级和改进，大大提高了产品的性能和可靠性。同时，2014版增加了负载恒流功能为硅碳棒、硅钼棒、钼丝这类以往难以控制的负载的功率控制提出了完善解决方案，使长期困扰大多数工程师们的问题得以迎刃而解。

PAC16P电力调整器是运用数字电路触发可控硅实现调压和调功，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。调整器带锁相环同步电路、上电缓启动、缓关断、散热器超温检测、恒流输出、电流、电压限制、过流保护，LED工作状态指示等功能。

适用于电阻性负载、电感性负载、变压器一次侧等。

## 2. 技术规格

1	功率元件	进口单向晶闸管反并联模块
2	负载电源	220V, 380V AC $\pm 10\%$ 50HZ 通用, (60HZ 订货时声明)
3	电流容量	20, 50, 70, 100, 160, 250, 350, 500A
4	控制板电源及功耗	220V, 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	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 $\Omega$ ; (默认输入方式) 0~5V 0~10VDC 输入, 输入电阻 > 450K $\Omega$ (需订货声明)
7	LED 状态显示	输入指示 LED 灯: 绿色, 输入线性亮度指示 三色状态 LED 灯: 绿色, 运行 (有输出) 黄色闪烁: 待机 (无输出) 红色: 过流报警 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; 调功控制: 阻性过零调功;
9	调节输出分辨率	调相 0.2°, 调功 20ms
10	调压移相范围	0~175°
11	驱动输出	触发反并联可控硅模块: 可变宽度脉冲: 8~120° 驱动电流: 150mA
12	手动方式	外接 10K $\Omega$ 电位器调整
13	软起、软停时间	相角控制时, P3 电位器调整。调整范围: 0.2~120 秒
14	电压限制	内部 P1 电位器或外接 10K $\Omega$ 电位器调整。调整范围: 0~100%
15	恒流功能 (选件)	内置电流互感器及反馈电路, 恒流控制精度高于 1%。
16	电流限制 (选件)	内置电流互感器及反馈电路, 外接 10K $\Omega$ 电位器调整。 调整范围: 20%~100%
17	过电流报警 (选件)	内置电流互感器及反馈电路, 过流报警调整范围: 100%~150%
18	散热器超温保护	75°C 温度开关, 常闭接点; 动作时间: < 20ms
19	报警输出	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
20	启动/停止开关	外接开关, 参考图 5; 端子 6、7 短路: 缓关断, 开路: 缓启动
21	调功/调压切换	外接开关 (选件)
22	工作环境要求:	温度范围: -10~40°C; 湿度范围: 90% RH 最大, 无结露; 海拔: 2000m 以下; 通风良好, 不受日光直射或热辐射, 无腐蚀性、可燃性气体
23	存储温度	-10 ~ +50°C
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: 外壳与模块输出端, 控制板电源端, 控制板输入端 500VDC 20M $\Omega$ 最小 介电强度: 模块输出端与外壳, 2000VDC/1 分钟; 控制板电源端与外壳, 2000VDC/1 分钟

### 3. 装箱清单

整机一台，10K电位器（含刻度盘）一套，说明书一份

### 4. 选型表

代码功能	型号代码	代码含义	
1. 系列	PAC16P-	基本功能：移相调压, 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 1A 250V AC 基本报警：散热器超温， 电源电压：380V AC±10% 50HZ 环境温湿度：0~40℃，90%RH 最大 220V AC±10% 50HZ	
2. 控制信号	4-	4-20mA DC	接收阻抗 120Ω
	5-	0-5V DC	输入电阻 > 450KΩ
	6-	0-10V DC	输入电阻 > 450KΩ
	9-	客户指定特殊控制信号	
3. 电流容量	030-	电流小于 30A AC	B100外形（尺寸见图表）
	050-	电流小于 50A AC	B100外形（尺寸见图表）
	070-	电流小于 70A AC	B100外形（尺寸见图表）
	100-	电流小于 100A AC	B100外形（尺寸见图表）
	120-	电流小于 120A AC	B100外形（尺寸见图表）
	160-	电流小于 160A AC	B120外形（尺寸见图表）
	200-	电流小于 200A AC	B150外形（尺寸见图表）
	250-	电流小于 250A AC	B150外形（尺寸见图表）
	350-	电流小于 350A AC	B150外形（尺寸见图表）
	400-	电流小于 400A AC	B300外形（尺寸见图表）
	570-	电流小于 570A AC	B300外形（尺寸见图表）
4. 电流反馈（选件） 选为 C 功能：电流限制和过流报警	N-	无	
	C-	过流报警和电流限制功能	
	H-	恒流功能：针对变阻负载的控制方案	
5. 快速熔断器（选件）	N-	无	
	S-	有（实际电流 1.3~1.5 倍配置）	
6. 调功（选件）	00	无（默认移相调压）	
	01	阻性调功	

#### 订货说明：

##### 4.1. 电力调整器电流容量选择参考

4.1.1 一般恒阻负载：被选的调功器电流容量应大于负载最大电流。

4.1.2 变阻负载：在不使用变压器时，负载应尽量串联以提高阻抗，使负载的最大电压达到电源电压的 70% 以上。硅碳棒在 700~800℃ 存在负阻区，被选调功器电流容量应大于可能出现的最大负载电流。

4.1.3 变压器负载：应带电流限制功能，被选调功器电流容量应大于负载电流 1.5 倍以上。

4.2. 针对特殊负载（如硅碳棒、硅钼棒、钼丝、石墨等负载），为保证负载可靠运行并延长负载使用寿命强烈建议使用恒流功能。

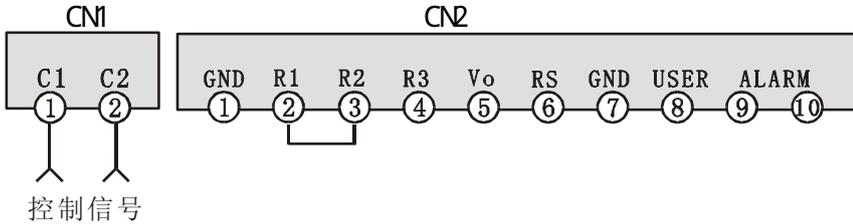
定货例：PAC16P-4-100A-B100-CN00 含义如下

控制信号 4-20mA, 22V/380V/50HZ 通用 最大纯阻工作电流 100A，带过流报警功能，默认移相调压。

## 5. 安装及使用须知

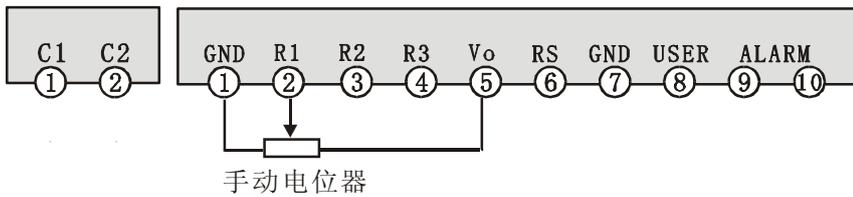
- 使用前请认真阅读本说明书，严格按照要求接线使用。
- 本电压调整器是壁挂式，垂直安装在通风良好，不受日光直射或热辐射，无腐蚀性、无可燃性的环境中。
- 负载应无短路、局部放电打火等现象，绝缘良好。
- 特别指出：**变压器负载不能空载调试。**
- 散热器超温保护后，如要运行，需排除故障后，再送电运行。
- 过流保护：一般地说，**过流保护不能完全避免负载短路造成的设备损坏**，不能代替快速熔断器。
- 负载短路保护：用户需外配快速熔断器作为短路保护，一般按额定负载电流的 1.5 倍选择。

## 6. 各种功能接线图 (图中电位器均为10K/2W)



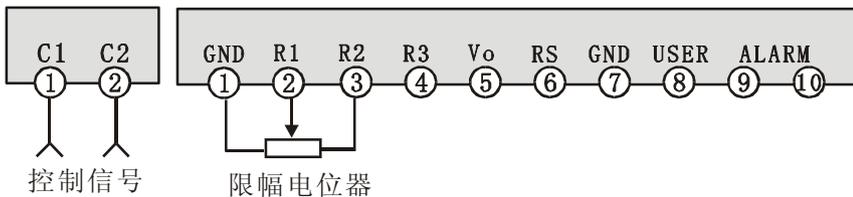
**图1：自动控制接线图**

说明：自动控制不带限幅时，R1、R2 必须短路。



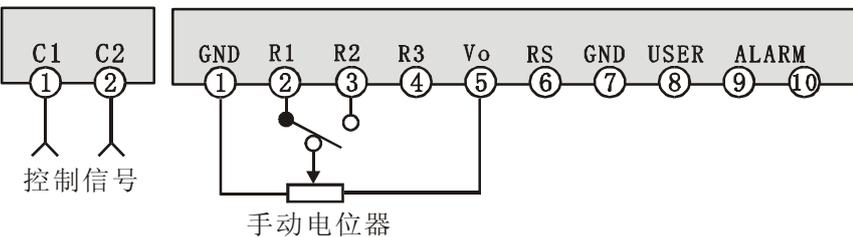
**图2：手动控制接线图**

说明：用手动电位器控制时，此时电力调整器的输出只受手动电位器控制，而与控制信号无关。



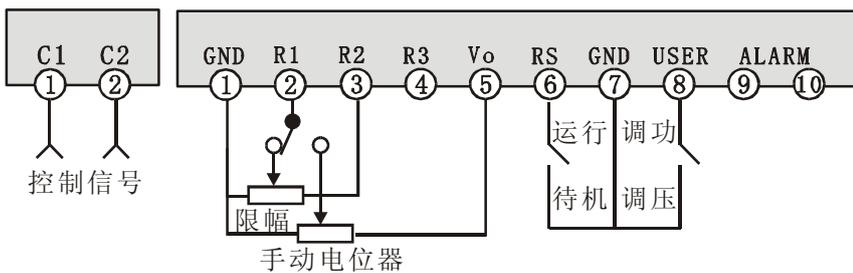
**图3：带限幅功能的自动控制接线图**

说明：1. 普通工作模式时，图中限幅电位器能限制输出的电压。  
2. 恒流工作时，图中限幅功能可以限制输出的电流，详细使用方法参考恒流调试过程。



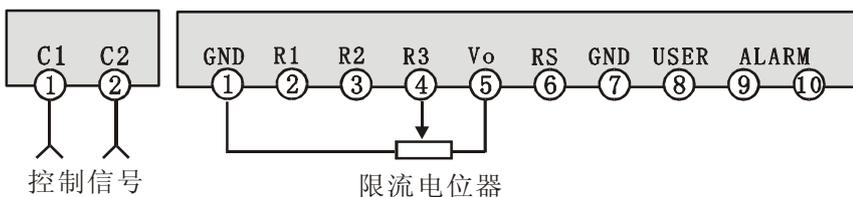
**图4：手动+自动功能的组合接线图**

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抽头即可，此时电力调整器的输出只受手动电位器控制，而与控制信号无关。



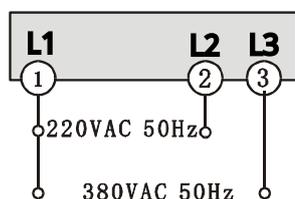
**图5：手动与带限幅功能的自动控制组合接线图**

说明：1. 该图是图 3、4 组合接线方式。  
2. 若带调功功能而要用作调压（选件），须把 USER 与 GND 短路。  
3. RS/GND 开路运行，短路待机（无输出）用于负载的起控和关断，



**图6：限流功能接线图**

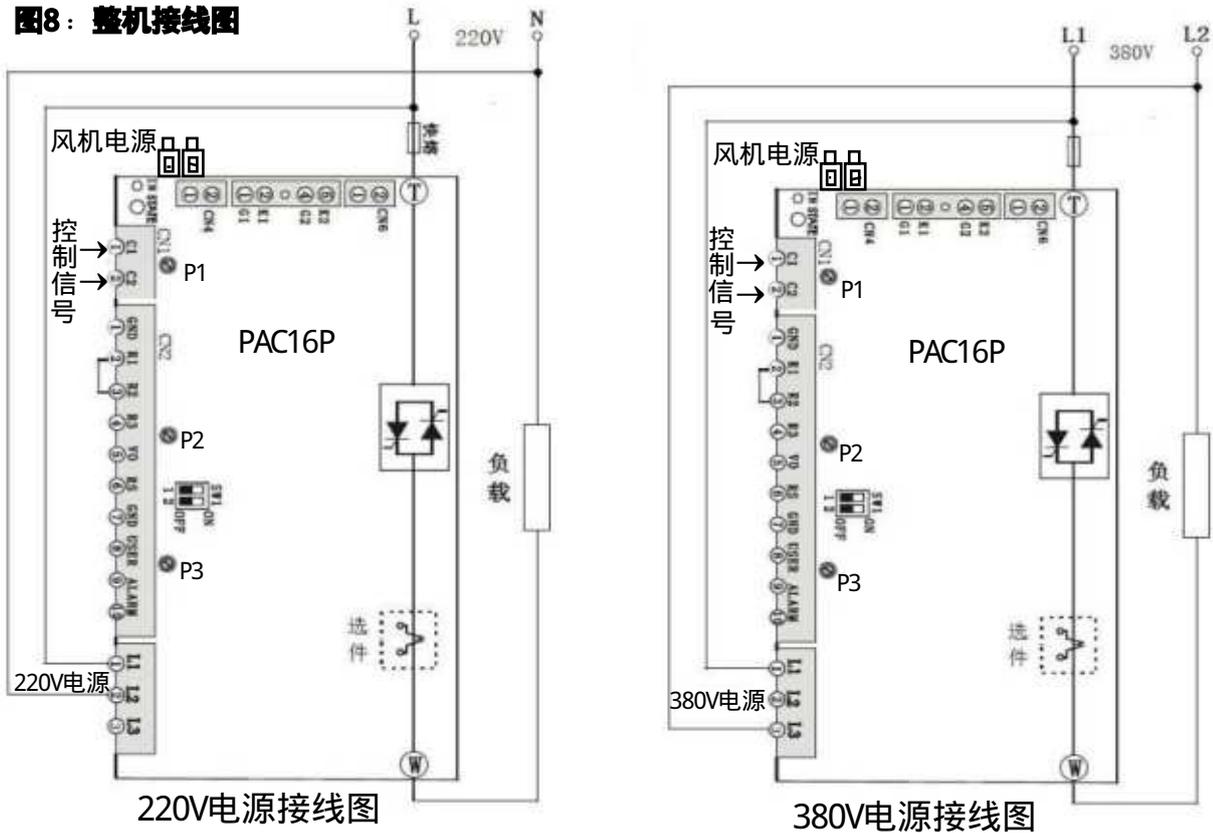
说明：1. 恒流工作下不需要该电位器。  
1. 普通限流时，若负载调节需要更平滑，须使用多圈电位器。  
2. 此图和图 4 组合接线，可实现自动+手动+电流限制控制。



**图7：控制板电源接线图**

说明：1. 是 220V AC 与 380V AC 通用的，电源频率 50Hz。  
2. 控制板的电源必须与负载的电源一致，即同相。

图8：整机接线图



## 7. 接假负载调试

为调试可靠、顺利地进行，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，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1或者图2)接线，进行自动或手动调试。负载电源应与调压器控制板电源同相位。

**7.1. 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。

**7.2. 手动调整：**外接10KΩ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。

**7.3. 上电缓启动时间：**调整控制板内的P3电位器，缓启、缓停时间0.2~120秒用户可设。

注：1. 空载调试所测得的输出电压无效。2. 带恒流功能时，确定拨码开关SW1-2拨向OFF才能接假负载调试。

## 8. 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，需检查负载绝缘强度，有无短路、接触不良等现象。检查调压器安装位置是否合适，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。开始时应逐步增加控制输入信号或缓慢调整手动电位器，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。变压器负载若发生磁饱和，负载最大电压也受限制。

## 9. 电流限制(选件)

9.1. 使用限流功能，需接实际负载调试，参照图6，调试步骤如下：

9.1.1. 先将限流电位器调至最小，R3与GND间电压约为0V。

9.1.2. 手动调节控制信号，把控制信号输出调至最大，这时负载电流始终为零；

9.1.3. 缓慢增大限流电位器，同时观察负载电流，可以发现负载电流缓慢增大；

9.1.4. 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，此时无论负载的阻值是否变化，负载电流都不会超过刚设置好的负载最大允许电流。

9.2. 调功方式时，最大电流限制功能无效。

9.3. 若仅适用手动功能，则可将限流电位器当作手动使用，而把手动电位器调至最大。

9.4. 在选型表中带“C”表示带限流功能，整机内部配备有互感器；

## 10. 过流报警（选件）

10.1. 使用过流保护功能需要先标定过流倍数。

10.2. 过流保护的标定：

10.2.1 辅助功能设定拨码开关 SW1-2 的设置

SW1-1：ON，过流保护功能工作

SW1-1：OFF，标定过流报警值、过流保护功能取消

10.2.2.过流保护的标定过程

一般，选取过流报警值为最大负载电流的 1.5-2.5 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（若负载电流达不到，可调限流电位器）。

(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。

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。

(4) 过流报警：设 SW1-1 为 ON；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。

10.3. 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。

10.4. 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再启动。

复位方法：1) 断电后重新上电运行

2) 或闭合起停开关，置待机状态，黄灯闪烁；断开起停开关，系统运行，绿灯亮。

10.5. 在选型表中带“C”或者“H”都带有过流功能，整机内部配备有互感器；选用控制板外配互感器。

## 11. 恒流功能（选件）

11.1. 恒流调试及使用必需是在接入真实负载的条件下完成；如果要求接灯泡等假负载调试，则需要在普通调压模式下调试。接线方式参考图 1- 图 5，根据需要选择合适的接线方式。

11.2. 控制器带有输出限制功能的调试方法（如岛电仪表），按照图 3 接线，说明具体过程如下：

11.2.1. PAC16P 控制板不上电，先给控制器（如岛电仪表，以下同）上电，控制器调至手动输出状态，并把控制器输出调至 0；

11.2.2. PAC16P 控制板拨码开关 SW1-2 拨向 ON 状态，电力调整器上电；

11.2.3. 手动调节控制器输出，控制器输出从 0% 开始增加，同时观察负载电流（调节时注意参考特殊说明 11.4.1）；当负载电流达到负载允许的最大电流时，停止增加控制器输出；记下当前的输出值 X（调节时注意参考特殊说明 11.4.2）；

11.2.4. 设定控制器的输出上限限制值，使输出上限限制值=X。设定完成。

11.2.5. 将控制器改为自动控制，若使用正常，上限限制值以后都无需变化；使用正常指升温速度及控温精度以及负载电流平滑度在正常范围内。

11.3. 控制器没有输出限制功能的调试方法。按照图 3 或者图 5 接线；调试过程如下：

11.3.1. PAC16P 控制板拨码开关 SW1-2 拨向 ON 状态；将限幅电位器调至最小，给仪表等控制器及电力调整器上电；把仪表等控制器给电力调整器的控制信号调至最大，此时负载电流始终是零。

11.3.2. 手动增大限幅电位器的同时观察负载电流；当负载电流达到最大允许电流（参考 11.4.1）时，停止调节限幅电位器，限幅电位器固定在此位置即可。

### 11.4. 几点特殊说明：

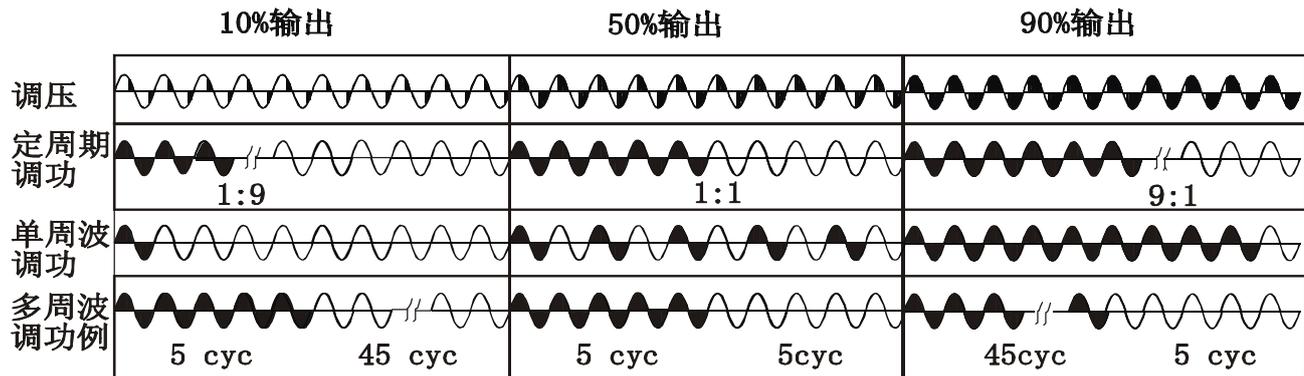
11.4.1. 对于硅钼棒负载或者钼丝，若用指针表头测量负载电流，由于指针表的在非正弦波形下的显示失真，造成指针表在负载冷态时指示的电流和负载上的实际电流有较大的差，根据经验，指针表所指示的负载冷态的电流值一般为高温电流的 40%—60%。

11.4.2. 正常情况下，X 值在 80%—95% 之间；若 X 值过小或者过大，需要按照如下方式调节：在高温下，用直流电压档测量反馈板旁边+5V 点对端子 GND 之间的电压值；调节反馈板上的电位器，使得测量值是 5V。

11.4.3. 恒流功能选件在选型样本中需选“H”，过零调功时无恒流功能。

## 12. 调功调压一体化

### 12.1. 调功调压负载波形图：图9



### 12.2. 调功调压说明：

**注：控制板上的7号端子GND和8号端子USR默认短接，为调压模式，断开为调功。**

(1) 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。其优点冲击小，控制精度高。

(2) 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 方式是指在固定的时间周期内，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段时间内，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。

(3) 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。

## 13. 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。

### 13.1. 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，负载是否有故障。
2. 检查控制板状态灯：参考指示灯状态说明。
3. 检查控制板 P1 电位器的位置：顺时针调整，输出电压增加。
4. 检查控制板 R1、R2 短路片：自动控制时，R1、R2 短路片应接好。
5. 检查输入信号：范围，4~20mA。输入信号 > 5.6mA，极性是否接反。
6. 检查控制板 R2 端：R2 输出 0~5V（随输入信号 4~20mA 变化）。
7. 检查电流限制电位器：是否限流值调得太低。

### 13.2. 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：二次侧一般不能空载，必须带全载。
3. 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。

### 13.3. 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。可在断电后，断开负载用万用表电阻档直接测量模块两端，看是否为直通。

### 13.4. 开始运行正常，一段时间后，输出始终最大。手动或自动都不可调。关机后.再运行，又正常，可能原因是：

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击穿。

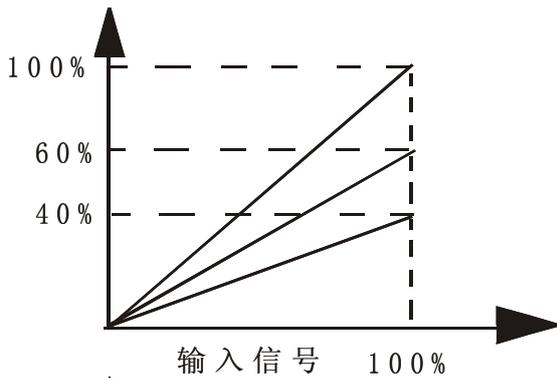
13.5. 接假负载按最简接线调试。

如果故障部位不易判断，可采用假负载调试方法，假负载一般为 100-200W 灯泡。

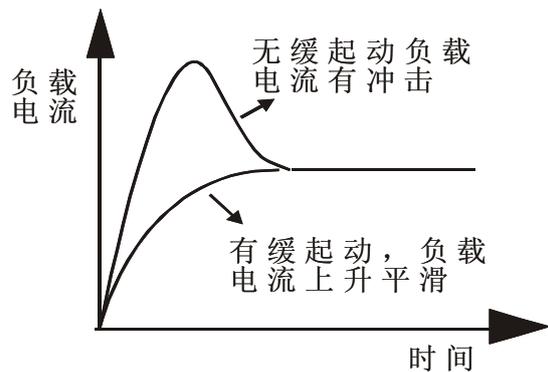
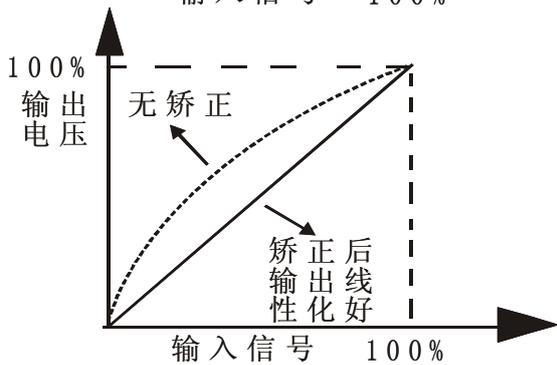
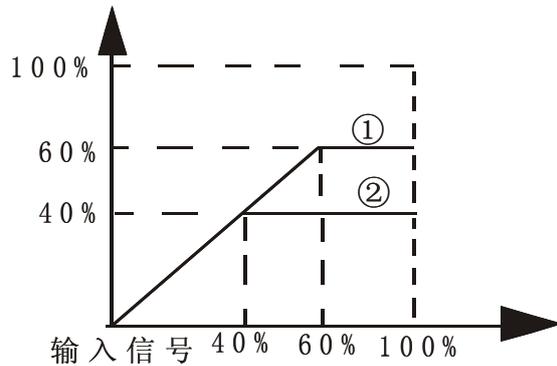
1. 手动调节正常：初步判断调压器正常，怀疑负载有问题。需检查负载电源电压. 保险丝和接触不良. 断线. 短路. 绝缘下降. 放电打火等问题。
2. 手动调节正常，自动不正常：若控制信号 4-20mA 电流不正常，需要进一步检查仪表。否则，需检查 P1 电位器是否将电压限幅调的太低，检查 R1 和 R2 短接片是否接好。
3. 手动. 自动调节都正常：判断调压器没有问题。

14. LQ16P 特殊功能使用效果, 图 10

最大输出电压限制值



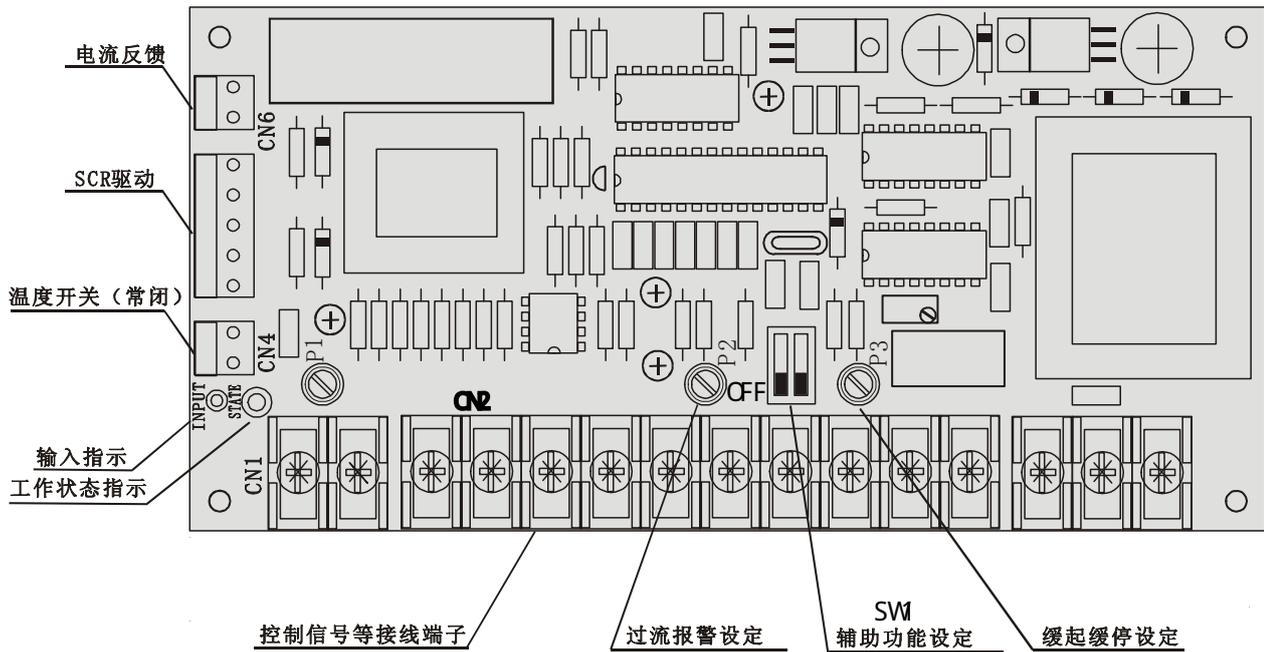
输出电流



15. 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：LQ16P 基本型 PWM过零方式 周波过零 调压/调功一体化
		铁铬 铁铝钴	1200°C(空气) 1330°C(空气)		
变阻 冷热阻 变化大	纯金属	钨 W 钼 Mo 白金 Pt MoSi 2 硅钼棒	2400°C(真空) 1800°C(真空) 1400°C(真空) 1700°C(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°C (空气)	

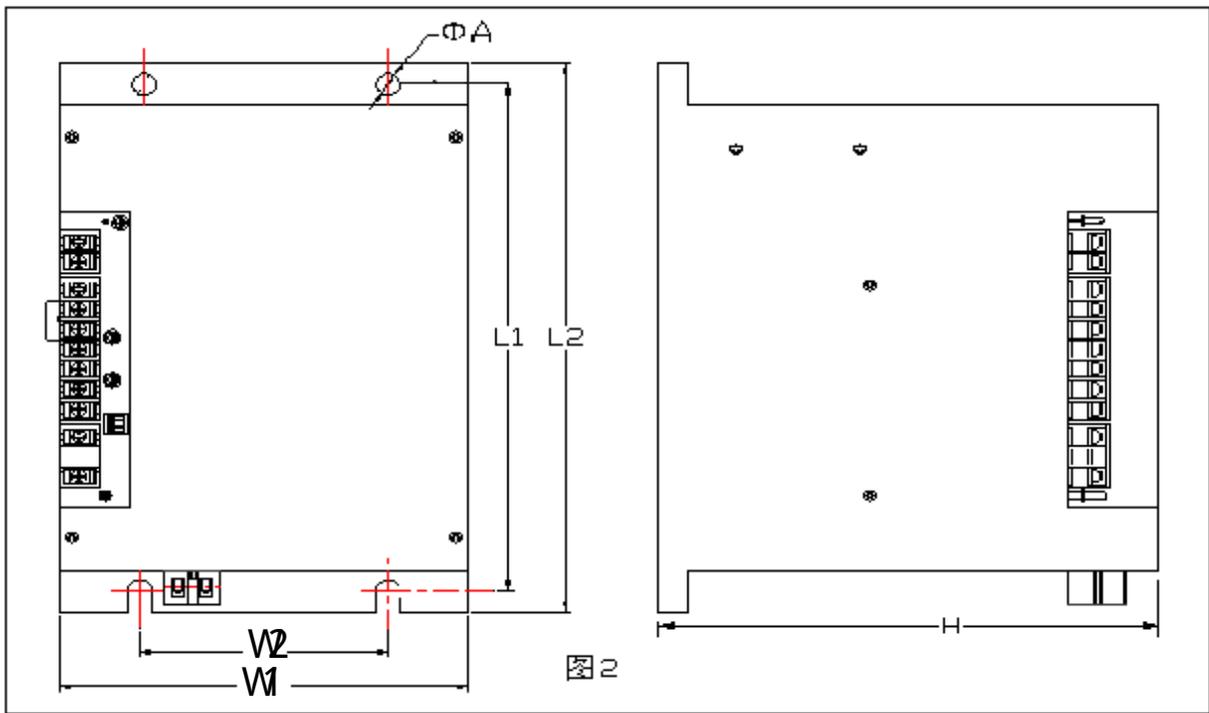
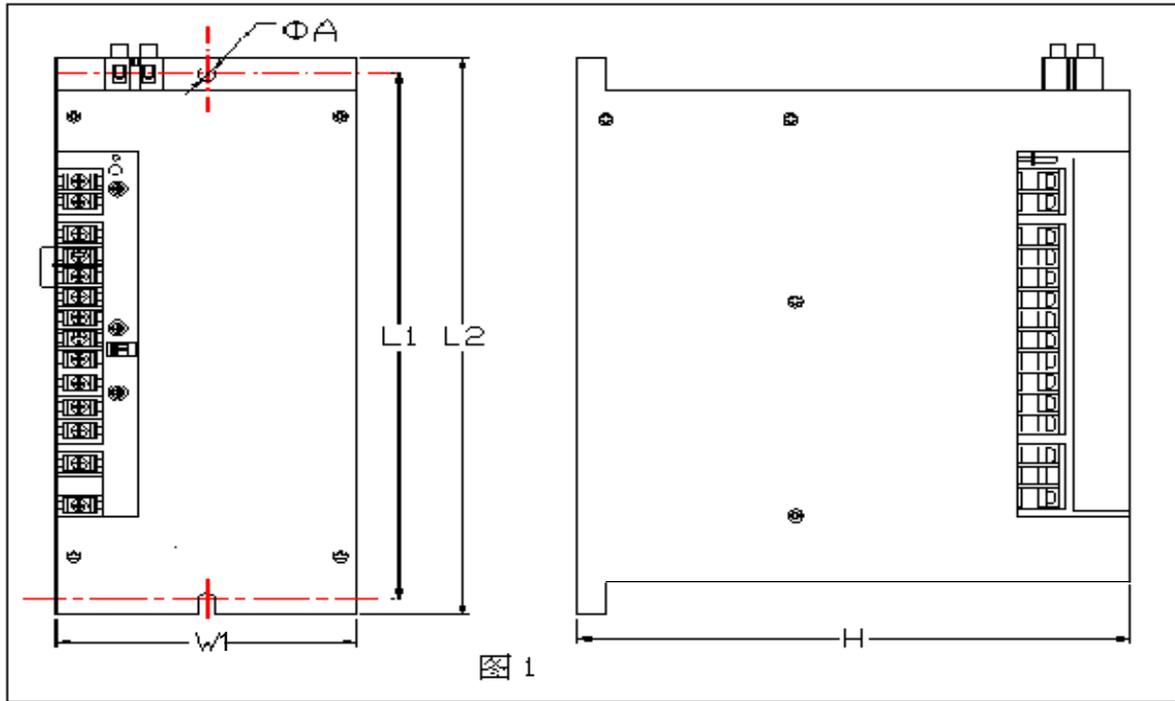
16. 控制板端子位置布置图 **图11**



- 说明：1. 图 13 中拨码开关 SW1-2 有两种含义：在普通工作模式下（不带恒流功能）；SW1-2 拨向 OFF 是 PWM 调功方式，SW1-2 拨向 ON 是周波调功方式。在恒流工作模式下，SW1-2 拨向 ON 是恒流模式，拨向 OFF 是普通调压模式，若带有调功方式则是周波方式调功。
2. 单独使用控制板时，若不配温度检测开关，则必须把 CN4 端子短路。

17. 外形尺寸安装孔距图

图12



尺寸图

表 1

电流容量		L2 ±2mm	W2 ±2mm	H ±2mm	L1 ±2mm	W1 ±2mm
30A	图 1	240mm		165mm	220mm	100mm
50A~120A	图 1	260mm		215mm	240mm	102mm
120A~165A	图 2	285mm	80mm	220mm	265mm	123mm
200A~350A	图 2	320mm	72mm	242mm	300mm	152mm
400A~570A	图 2	425mm	180mm	270mm	405mm	280mm

---

苏州精一科电温控科技有限公司

地址：苏州市昆山市花桥镇徐公桥路2号478室

电话：18862686218

---