

有源电力滤波器

Active Power Filter

使用说明书

目录

> 安全说明	2
安全责任.....	2
正确使用.....	2
产品的残留危险.....	2
运输	3
安装	3
连接	3
操作	3
维护、维修、故障.....	3
> 安全规则	4
重要说明和解释.....	4
预防意外发生的规定.....	5
具备资质的人员.....	5
预期使用.....	5
> 关于当前的操作说明.....	6
有效性	6
操作	6
担保失效.....	6
一、介绍：	7
1.1 综述.....	7
1.2 特性.....	8
1.3 规格型号说明.....	9
二、安装	10
2.1 使用条件.....	10
2.2 技术参数.....	11
2.3 柜体外型图.....	12
2.4 机械安装.....	12
2.5 电气安装.....	13
三、调试	15
3.1 调试前检查.....	15
3.2 运行及操作步骤.....	17
3.2.1 开机步骤.....	17
3.2.2 关机步骤.....	19
3.2.3 报警查询.....	19
四、维护及常见问题	20
4.1 常见问题.....	20
4.2 定期维护和维修.....	20

> 安全说明

在开始安装、操作、维护或检查设备之前，请务必认真地阅读安全说明和本使用说明书。

在开始使用设备之前，必须对本设备，安全信息及所有的警告已经真正了解。

安全责任

有源电力滤波器首次装配、安装和试运行之前，使用有源电力滤波器的工作人员必须认真地阅读以下安全说明和操作说明。

这些操作说明是有源电力滤波器的一部分。

这台设备的操作员有义务无保留的将这些操作说明提供给所有运输、试运行、维护或者使用该设备的人员。

根据产品责任法案，这台设备的制造商有义务在以下几个方面提供相关解释说明和警告：

- ☐ 产品在预计使用范围之外的情况；
- ☐ 残余的产品风险；
- ☐ 操作失误及其可能带来的后果。

必须充分理解下文中给出的信息。它将为产品用户提供各种使用建议，以及如何保护操作人员和设备。

正确使用

有源电力滤波器是一个组件设备，它只能用于对电能质量进行控制和调节。作为一个组件装置，有源电力滤波器是无法单独进行工作的，而且在规定使用规范内使用该装置的时候，必须提供相关的保护，从而将残留风险降低到最小。

有源电力滤波器只能运行在型号铭牌上允许连接的最大负载之内。

有源电力滤波器主电路中需要串联上一个合适的断路装置，可切断对有源电力滤波器的供电。

有源电力滤波器只能在规定的使用范围进行操作，否则可能会对操作人员造成危害（例如电击、燃烧等），并且可能对系统造成危害（例如系统过载等）。

产品的残留危险

即使设备在正确的使用下，也可能出现故障，这时在负载回路中，有源电力滤波器可能无法再对电压、电流进行控制。

如果有源电力滤波器组件出现了损坏，则可能会出现设备停止运行的情况。

运输

有源电力滤波器运输时，要妥善包装，包装质量不低于原包装，保护设备，避免设备因为震动、冲击、淋雨或弄脏而受到损伤。

运输包装不得暴晒、淋雨。应妥善贮存在相对湿度不大于 90%及无腐蚀气体的仓库中。运输温度应在 $-20^{\circ}\text{C}\sim+65^{\circ}\text{C}$ 范围内。

安装

安装过程中，不要让外来物质（如金属屑、螺钉、导线接头等导电物料，不阻燃材料等）掉进有源电力滤波器里面，否则可能会引起电气元件损坏或火灾。

连接

在开始连接之前，必须确保型号标牌上的电压信息与所连电源电压是相互匹配的。

电气连接是通过所需的横截电缆和适当的螺钉在指定点上完成的。

操作

只有当已经确定排除了任何可能对人员和系统造成伤害的危险情况，尤其是在负载区域，才能将有源电力滤波器连接在电源上。

保护设备免受灰尘和湿气的影响，切勿堵塞通风口。

维护、维修、故障



特别注意

在对有源电力滤波器进行维护和维修的过程中，必须将所有外部电压源断开，并要防止其意外重新启动。通过使用适当的测量仪器，对电源的无压状态进行确认。这项工作只能由一个有经验的电工来进行操作。同时必须遵守在本地有效的各种电气法规。



特别注意

有源电力滤波器包含有危险的电压。在对其进行修理的过程中，只能由具备相关资质并且接受过相关培训的人员来进行操作。

**特别注意**

请注意电击危险。即使已经将设备断开电源，电容器中可能仍然包含有危险的高电压。断开电源至少 30 分钟后才能打开设备，使用适当的测量仪器，确认无电后方可进行检修。

**特别注意**

如有两人或多人同时操作和维修时，应相互确认安全后，再进行下一步操作。

**特别注意**

有源滤波器满负荷运行时将产生大量的热量，必须保证有源滤波通风良好。

> 安全规则

重要说明和解释

为了保护操作人员的安全，并且使得设备可以正常地进行工作，必须根据相关的法律法规对设备进行操作和维护，同时遵守本文所列出的各项安全说明。在装配/拆卸设备的时候，以及在试运行、操作和维护的过程中，必须清楚地知道并且严格地遵守这些安全说明。

在目前的使用说明书中，对于很重要的一些说明内容，都通过使用“特别注意”、“注意”和“注释”等形式进行了标注，下面就对这些图标所表示的含义进行解释。

**特别注意**

这个符号说明在进行操作的过程中，必须格外地注意谨慎，以避免对操作人员或设备等造成伤害。

**注意**

这个符号说明在进行操作的过程中，必须格外地注意谨慎，以避免有源电力滤波器或者其中的零部件造成损伤。



注释

这是针对技术要求和额外信息所作的标注，用户在进行操作过程中必须遵循这些标注内容。

预防意外发生的规定

必须严格地遵循所在国家的防意外规定，以及可适用的各项安全法规。



特别注意

在开始使用有源电力滤波器进行任何操作之前，必须遵循以下安全规定：

断开主电源，确认设备未接通电压

固定设备，防止其意外移动

接地并连接短路保护装置

将周围其他带电的零部件遮盖好

具备资质的人员

在对有源电力滤波器进行运输、安装、连接、试运行、维护和操作的过程中，只能由熟悉相关安全法规和安装规范的专家进行操作。所有工作都必须在一位负责专家的监督下完成。

预期使用



特别注意

有源电力滤波器只能在预期使用范围内进行操作，否则可能会对操作人员造成危害（例如，电击、燃烧等），并且可能对系统造成危害（例如，系统过载等）。

在未得到授权的情况下就对有源电力滤波器进行改造或者修正，或者使用了未得到本公司批准的备用零部件，以及将有源电力滤波器用于预期使用范围之外的场合，这些情况都是不被允许的。

对系统负责的人员必须确保以下内容：

安全说明和操作说明是可以随时取得的，并严格遵循其中的相关规定。

遵循操作条件和规范要求，使用了保护性装置。

如果出现了异常电压或者噪音、高温、震动等情况，则必须立刻通知维护人员或者立即使有源电力滤波器停止运行。

这些操作说明包含了使用有源电力滤波器所需的各种信息。针对无资质人员的额外说明信息没有包含在其中，关于在户外使用有源电力滤波器的额外说明信息也没有包含在本文的操作说明中。

只有在用户严格遵循这些操作说明来使用设备的情况下，制造商的担保义务才能生效。

> 关于当前的操作说明

有效性

以下操作说明描述了有源电力滤波器所具有的产品特性，通过有源电力滤波器进行了标注。

这些操作说明对应于有源电力滤波器发布日期的技术状态。这些内容并不是合同中的主题内容，只是提供了相应的技术信息。我们可能在任何时候对这些操作说明中所包含的信息进行修改，尤其是各种技术数据、操作、尺寸和重量等信息。本公司保留在无事先通知的情况下，对当前操作说明的内容进行修改或进行技术变更的权利。本公司并没有持续对这些操作说明进行更新的义务。

操作

这些有关有源电力滤波器操作说明已经明确指出，针对试运行、维护和修理等操作的所有工作都必须由相应的技术专家来完成。

担保失效

我们提供的设备和服务将受限于电气行业的综合情况，以及我们的销售情况。如果您对我们发出的货物有任何投诉，则应该在收到货物的三天之内，连同提货单一起递交给我们。

如果在没有事先通知的情况下，就将不是本公司原装的备用零件或不是由本公司采购的零部件应用在设备维护和修理工作中或将设备自行拆开，则有关本公司及其经销商的所有保修承诺都将失效。

如果需要以电子形式或者机械形式对这些操作说明传阅、复制或者接收，包括摘录其中部分内容，都必须事先得到本公司的明确的书面许可。

一、介绍:

有源电力滤波器已经被证实可以满足简单装配、快速运行和安全操作等方面的要求。

在进行运输、装配、安装、试运行、操作和停用等过程中，必须严格遵守操作说明中所规定的各项安全说明，并且要让操作说明被所有操作人员看到。

如果您有任何疑问或者遗失了操作说明，请立刻与您的设备供应商取得联系。

1.1 综述

有源电力滤波器（Active Power Filter，简称 APF），是采用现代电力电子技术和基于高速 DSP+FPGA 器件的数字信号处理技术制成的新型电力谐波治理专用设备。有源滤波是相对于无源滤波而言，一个是通过主动发出反向谐波(所谓有源)来滤波，另一个是通过被动吸收(所谓无源) 来滤波。有源滤波器的工作原理的基础是“抵消补偿”，在电力三相系统内为了消除谐波电流，滤波器可以计算并以完全相反的方向注入相同的谐波，这样可以完全消除谐波。基于同样的工作原理，有源滤波器可以修正功率因数，产生 3 相正弦形电流波，满足负荷要求。

有源电力滤波器是利用全控电力电子元件满足对电能质量（谐波）有高级别要求的用户需求的装置。APF 装置并联在系统和用户设备之间，其主要功能是在电网供电过程中当负载侧产生谐波时，保证系统侧的电流没有谐波电流，使用户其他关键敏感设备得以在近似不受干扰的电气环境中正常运行，并且不会污染电网。

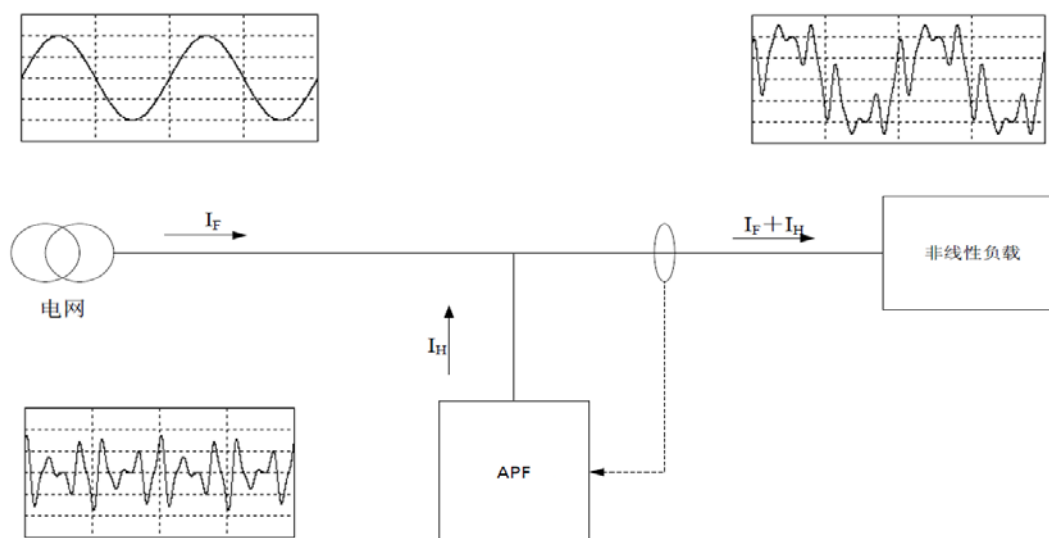


图 1.1 有源电力滤波器运行原理图

如图 1.1 所示，电网上有非线性负载时，负载侧电流包含有与电网频率相同的基波电流 I_F 和频率为基波整数倍的谐波电流 I_H 。APF 与非线性负载并联连接在电网上，产生一个与负载谐波电流 I_H 相同的电流，这样，电网只需要提供基波电流 I_F 。从电网侧看，非线性负载加 APF 只吸收基波电流，等效为一个线性负载，因此，不会在电网上产生谐波压降，从而避免引起电网电压畸变。

有源电力滤波器的电路由主电路、控制电路、保护及取样电路组成。

- 主电路

主电路由主断路器、熔断器、整流桥、IGBT 逆变桥、直流电容、负载电路等组成。

从工频电网输入交流电经整流、LC、RC 滤波后，由 IGBT 逆变器逆变成与谐波电流大小相等，方向相反的电流注入电网。

负载电路部分主要由非线性负载组成。

- 控制电路

控制电路由 PI 调节电路、PWM 电路等电路组成。通过对左桥臂和右桥臂 IGBT 的导通相位角的控制实现对输出功率的无级调节。逆变器的输出频率和导通宽度由主控板进行控制，主控板的驱动脉冲由驱动板进行隔离和放大后作为 IGBT 的驱动控制信号。

- 保护及取样电路

取样电路由系统电压、设备电流、系统电流等取样电路组成。在设备具有直流输出过压、补偿过流、散热器过热等情况下均能切断输出，以保护设备本体及负载。

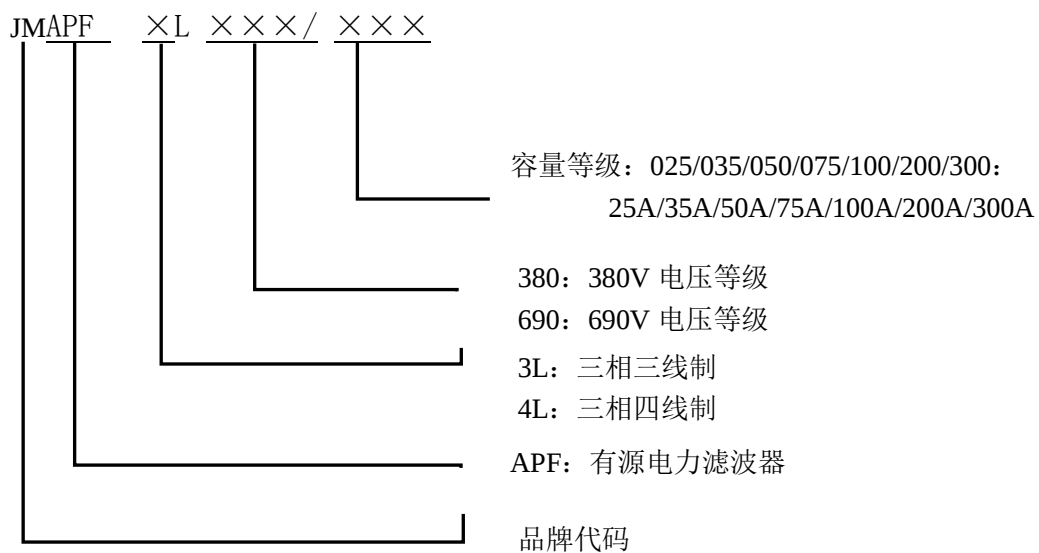
1.2 特性

有源电力滤波器其它主要特性如下：

- 采用柜式一体化设计或模块化设计；
- 内部结构为 3H 桥设计，运行稳定性更高；
- 动态响应及时性：响应时间 $<100\mu s$ ，完全响应时间 $<10ms$ ；
- 整机效率： $\geq 97\%$ （额定功率）；
- 低噪声设计： $\leq 65dB$ ；
- 谐波滤除率： $\geq 95\%$ ；
- 灵活的补偿方式：选定的各次谐波补偿可进行幅值设定；
- 操作使用方便，人性化操作界面；
- 具有过流、过压、过热等保护功能；
- 自动限流功能，输出电流大于额定电流时，电流被限制。

1.3 规格型号说明

产品型号：



例如：JMAPF4L-0.38/300 表示有源电力滤波器的额定谐波补偿电流 300A，三相四线制，额定电压 380V，柜式。

二、安装

安装前应认真阅读说明书，产品铭牌和产品外形尺寸图，了解产品使用条件、产品重量、安装方法等内容，准备好相应的配套设施和工具。

2.1 使用条件

有源电力滤波器为户内安装，并能在下列条件下正常工作：

- 环境温度与湿度

环境温度不超过 40℃，并且 24h 内的平均温度不超过 35℃，最低环境温度不得低于-5℃。

相对湿度：室内温度在+20℃以下时 15%~90%，非凝露即可，在+40℃时不超过 50%

- 空气污染

空气中不得含有导电尘埃、酸、盐、腐蚀性及爆炸性气体。

- 海拔

海拔高度不应超过1000m。

在海拔1000米以上的控制器，冷却效果将在稀薄的空气中变得更糟。有必要降低用到额定电流和海拔高度的关系如图2.1所示。

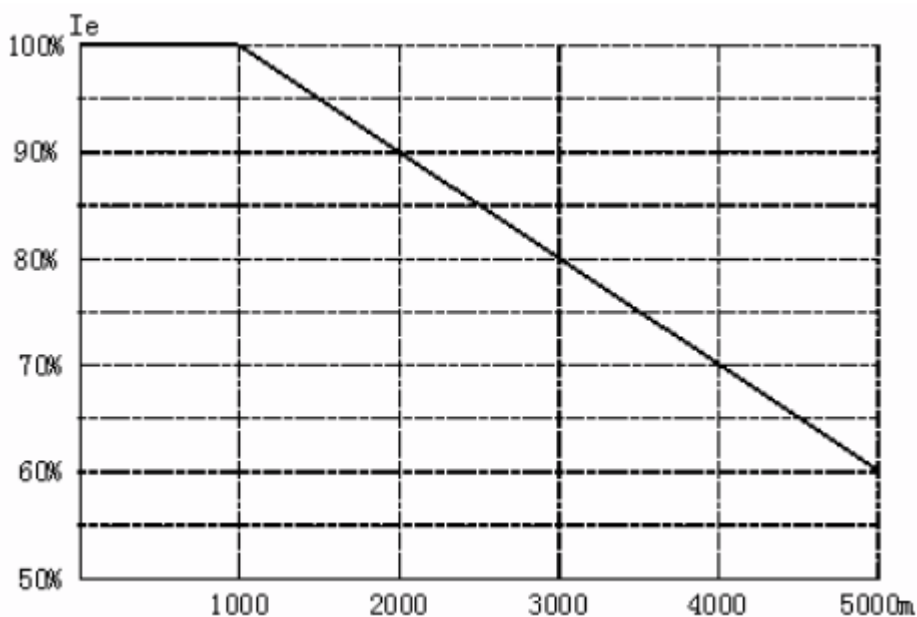


图 2.1 额定电流和海拔高度的关系

2.2 技术参数

主要技术参数				
型号	25A/35A	50A	60A/75A	100A/150A
额定电压	AC380V±15%			
电气接线	三相四线			
额定工作频率	50Hz±5%			
滤波范围	2-50次谐波			
滤波能力	≥95%			
自动限流	是			
自诊断及保护	过热保护			
	负荷过流保护			
	补偿过流保护			
	系统电压保护			
	直流电压保护			
	IGBT 保护			
并联运行	≤6台			
运行温度	-20℃~40℃			
开关频率	10k—20kHz			
响应时间	<100μs			
控制器	DSP+FPGA			
显示方式	触摸屏			
防护等级	IP20			
冷却方式	智能风冷			
噪音	≤65dB (A 声级)			
柜体尺寸	560×460×210		600×460×235	620×500×250
柜体重量	40kg	50kg	55kg	60kg

2.3 柜体外型图

本装置由功率变流器、功率电感、直流侧电容、控制板、显示操作面板、高频滤波电路、电流电压检测电路、机壳等构成。其结构如图所示。



图 2.2 设备整体图

此外形为企业标准机型之一，客户可定制其他机型。

2.4 机械安装

有源电力滤波器安装时，考虑通风散热及操作空间的需要，整套装置背面距离墙面不得小于 1000mm，装置正面离墙面距离不得小于 1000mm，通风量不得小于 10m³/min。

安装搬运过程中，要防止有源电力滤波器受到撞击和震动，做到有效可靠着地。

2.5 电气安装



图 2.4 三相四线制一次电气接线图

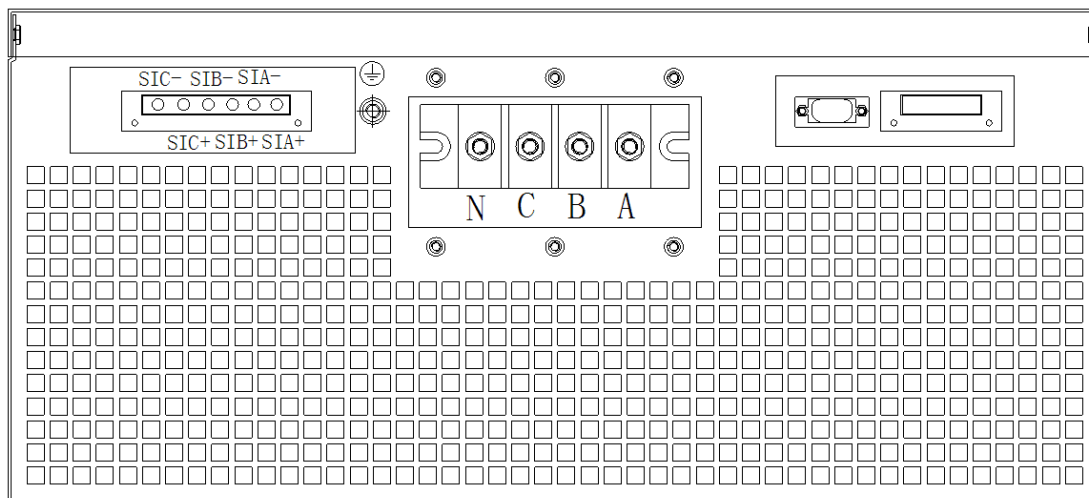


图 2.5 三相四线制一次电气接线示意图

- 在将 CT 接入供电系统前，如果供电系统带电，应将 CT 二次侧用导线短接，防止产生高压危及人身安全和损坏设备。
- CT 的选择：选择不低于 0.5 级的电流互感器即可，并应在参数设置时进行设置。
- CT 的安装位置：应处于本装置电网动力线接入点后方负载一侧。

接线注意事项：

- CT 连接线不得与动力线等靠近或平行走线，不能靠近强磁场设备和器件，防止信号受到干扰。
- CT 连接线应采用双绞线或屏蔽线以提高抗干扰能力。
- 连接好 CT 线后，才能将 TA 上的 S1、S2 端子短接线去掉。
- 中线（N）必须连接，否则影响设备正常运行。

空开及电缆(功率线)选型参考，如下表：

额定电流	25A/35A	50A	60A/75A	100A
功率线缆	A/B/C/PE:10mm ² N:16mm ²	A/B/C/PE:16mm ² N:25mm ²	A/B/C/PE:25mm ² N:35mm ²	A/B/C/PE:35mm ² N:50mm ²
CT 线缆	15m 以下：RVVSP2*2.5；15m-30m：RVVSP2*4；30m 以上：请联系我们			
CT 变比范围	150/5~10000/5	150/5~10000/5		150/5~10000/5
空开额定电流	≥60A	≥120A		≥160A

三、调试



注意

只有受过电气熟练人员指导和培训，能够觉察风险和避免电气危险的人员，并且经过授权的人员才可以进行调试操作。

3.1 调试前检查



特别注意

整个检查过程应确保有源电力滤波器在不供电情况下进行检查，不带电状态用专用带电检测仪表进行检查。

整个检查过程中设置安全规范要求的警示安全标记，并采取各种安全措施防止危险的发生。

主要检查内容：

- 调试前检查零部件紧固螺钉是否均已紧固好，无导线脱落、螺钉螺栓松动等。
- 有源电力滤波器的使用环境需通风良好，不受水、气侵袭，无导电尘埃，无油污气体，无易爆气体。
- 有源电力滤波器主电源进线 A、B、C、N、PE 必须都已连接好。
- 控制电源进线已连接好。
- 其它设计要求和安全技术规范要求的检查。



注意

进行进线侧 A、B、C、N、PE 绝缘测试时，有源电力滤波器功率器件如 IGBT 模块应断开、电容组成的电路应断开。

否则绝缘测试时可能损坏上述零部件。

调试前应完全了解有源电力滤波器上的各种产品安全标识的含义



提示

在开始安装、操作、维护或检查设备之前，请务必认真地阅读安全说明和本使用说明书。

在开始使用设备之前，必须对本设备，安全信息及所有的警告已经真正了解。



特别注意

有源电力滤波器只能在预期使用范围内进行操作，否则可能会对操作人员造成危害（例如，电击、燃烧），并且可能对系统造成危害（例如，系统过载）。

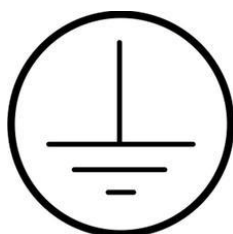


注意安全

危险区域保持清洁。



注意安全
危险区域禁止触摸。



接地端
保证设备接地铜排可靠接地

3.2 运行及操作步骤

3.2.1 开机步骤

1. 检查各线路是否异常，确保系统侧相序与APF设备侧相序一致,A、B、C三相相序正确。
2. 闭合市电与APF间的隔离开关。
3. 点击触摸屏“用户设置”如图3-1所示，进入用户登录，选择账号“用户电气负责人”,密码“123456”，进入“参数设置”界面如图3-2所示,, 根据实际情况设置CT的位置，CT的变比，负载类型，并机系数。

参数设置详述如下：

参数	说 明	出厂设置
CT 位置选择	根据 CT 安装实际位置选择系统侧和负载侧	负载侧
CT 变比	外接电流互感器的额定变比，如 300：5 的电流互感器，其变比为 300。	300
工作模式	选择谐波滤除功能后为允许补偿谐波电流；否则不进行谐波滤除。	谐波模式
并机系数	实际并机台数乘以 10 的数字，如 2 台写 20	10
负载类型	根据实际情况选择负载类型	常规负载



图 3.1“运行状态”界面

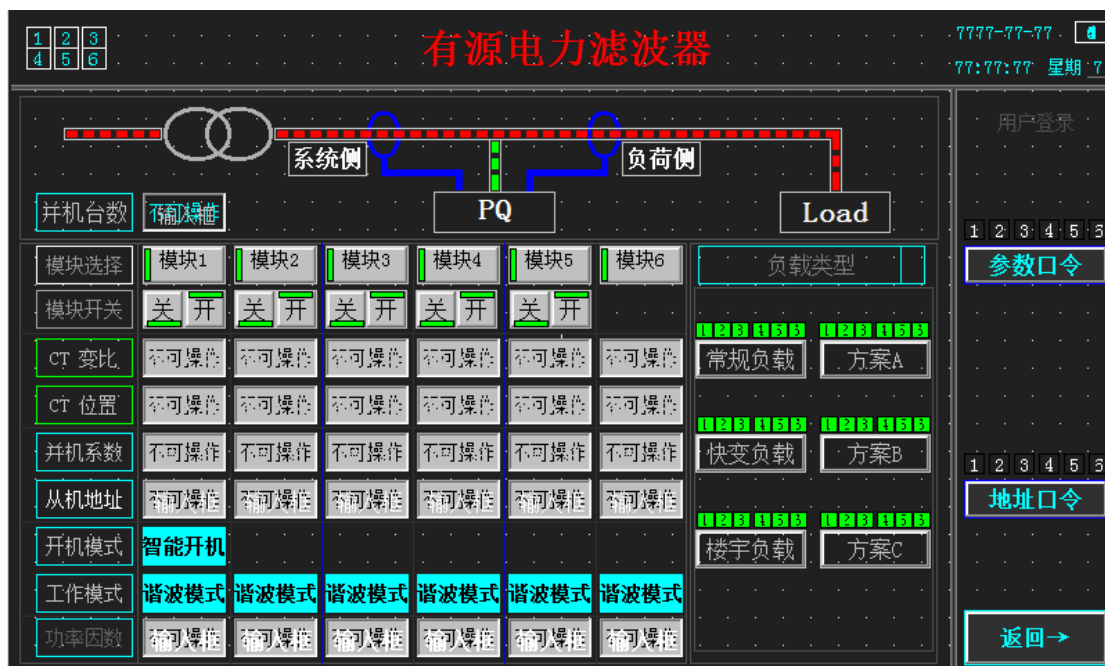


图 3.2 “参数设置”界面

4. 设置完成之后返回进入运行界面，按下“复位”按钮，按下“启动”按钮，设备自动启动。

3.2.2 关机步骤

1. 打开触摸屏按下“停止”按钮，设备自动停止运行。

3.2.3 报警查询

点击触摸屏“报警查询”进入报警界面如图 3-3 所示：

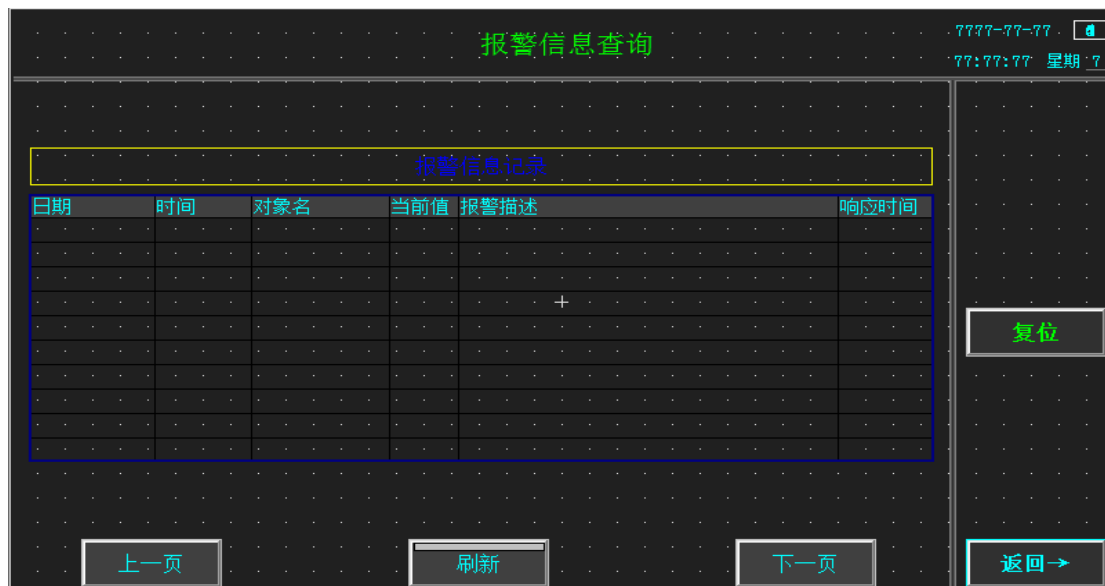


图 3.3 报警界面

四、维护及常见问题



注意

只有受过电气熟练人员指导和培训，能够觉察风险和避免电气危险的人员，并且经过授权的人员才可以进行运行操作。

4.1 常见问题

设备出现故障之后，按“复位”按钮可清除故障报警，然后重新启动设备。若连续多次报此故障或不确定故障类型，请与我公司工程人员及时联系。

4.2 定期维护和维修

日常经查

- 1、检查风扇附近有无异物，有无异常声音,风扇是否正常工作。
- 2、检查运行过程中的温升情况，无异常发热，无异味。
- 3、检查各种断路器、安全开关等操作器件，操作时是否灵活，动作正常。
- 4、检查各种防护罩无破损缺失。
- 5、检查紧固件上的防松标记无错位，无松动。电气连接部位有无腐蚀。

特别注意



在对有源电力滤波器进行维护的过程中，必须将所有外部电压源断开，并要防止其意外重新启动。关机 30 分钟以上，通过使用适当的测量仪器，对电源的无压状态进行确认。这项工作只能由一个有经验的电工来进行操作。同时必须遵守在本地有效的各种电气法规。

有源电力滤波器每三个月至少进行一次常规清扫检查。

对滤波器进行清扫检查，避免灰尘或导电的纤维粉尘进入柜内，降低绝缘等级。

检查接头处有无腐蚀，接触是否牢靠，若发现不良现象应及时处置。

用湿酒精布清扫导电部元件上的灰尘，检查各部件是否松动、腐蚀，并加以处置。

本机在现场调试完成，投入正常运行后。用户切勿再擅自更改触摸屏设置参数或自行更改电路，以免造成人为故障和人身安全。