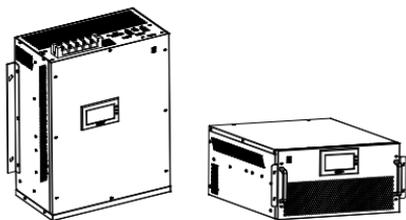


有源电力滤波器(M1)系列 用户手册



30A~150A
模块化
有源电力滤波器

成都久容电力科技有限公司



有源电力滤波器（APF） 用户手册

资料版本 01

修订日期 2021-06-20

版权所有，保留所有权利。

公司致力于APF设备的不断改善，因此所提供的资料如有变更，恕不另行通知



目录

序言.....	1
第一章 安全信息.....	2
1.1 安全定义.....	2
1.2 安装注意事项.....	2
1.3 使用注意事项.....	4
1.4 报废注意事项.....	5
第二章 产品规格简介.....	6
2.1 型号说明.....	6
2.2 技术规格.....	6
2.3 模块外形尺寸.....	8
2.4 模块端口类型及配置.....	10
第三章 安装及配电.....	16
3.1 机械安装.....	16
3.2 电气安装.....	16
第四章 上电操作说明.....	20
4.1 APF 设备的开关机.....	20
4.2 模块 HMI 的显示与操作.....	22
4.3 机柜监控 HMI.....	36
第五章 日常维护.....	37
5.1 安全注意事项.....	37
5.2 日常检查.....	37
5.3 定期检查.....	37

序言

APF系列产品使用最先进的数字信号处理器作为控制器，采用IGBT半导体作为开关器件，并采用业内先进的三电平拓扑，以获得最好的补偿效果。

开箱检查注意事项：

在开箱时，请认真确认：

- (1) 产品是否有破损现象；
- (2) 本机铭牌的额定值是否与您的订货要求一致；
- (3) 本公司在产品的制造及包装出厂方面，已严格检验，若发现有某种遗漏，请速与本公司或供货商联系解决。

第一章 安全信息

1.1 安全定义

	由于没有按要求操作，可能造成死亡或者重伤的场合。
	由于没有按要求操作，可能造成中等程度伤害或轻伤，或造成物质损害的场合。

1.2 安装注意事项

	
	<ul style="list-style-type: none"> • 严禁在APF设备附近放置可燃物，否则有发生火灾的危险； • 严禁将APF设备安装在含有爆炸性气体的环境里，否则有引发爆炸的危险； • 必须由具有专业资格的人进行配线作业，否则有触电的危险； • 确认输入电源处于完全断开的情况下，才能进行配线作业，否则有触电的危险；通电后，除操作面



板外，禁止触摸APF设备的其它部位；

- 必须将APF设备的接地端子可靠接地，接地不良容易导致运行异常，并有触电的危险；
- 应该在断开电源10分钟后进行维护操作，否则有触电的危险；
- 主回路接线用电缆端子的裸露部分，必须做好绝缘处理，避免安全隐患。



- 搬运时，不得通过前面板拉手提拉APF设备，避免人身伤害或物件损坏；
- 不得将螺钉、垫片及金属类的异物掉进APF设备内部，否则有火灾及损坏器件的危险；
- 如果APF设备有损伤或部件不全时，请不要安装运行，否则有火灾及人身伤害的危险；
- 主回路端子与导线鼻子必须牢固连接。



1.3 使用注意事项

(1) 错误安装：

APF 被错误安装应用时（如输出互感器接反），会增加电力系统上的谐波电流，由此可能危及电力系统或其他设备。

(2) 输入电压值超标：

请在 APF 设备额定电压范围内使用。特殊场合下，请使用升压或降压装置。

(3) 雷电冲击保护：

APF 设备内装有雷击过电流保护装置，按照说明书正确接线后，对于感应雷有一定的自我保护能力。

(4) 海拔高度与降额使用：

在海拔高度超过 1000 米的地区，考虑到介电强度的降低和空气冷却效果的减弱，须降额使用。图 1-1 为 APF 输出电流与海拔高度的关系曲线。

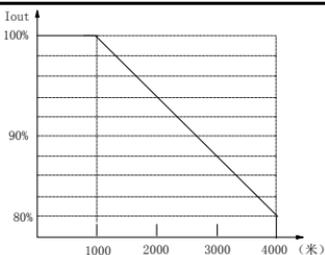


图 1-1 海拔高度与降额使用表格

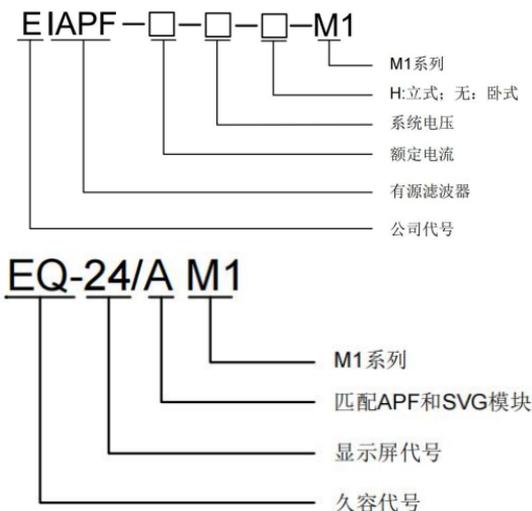
1.4 报废注意事项

在报废 APF 设备时，请注意：主回路的电解电容和印制板上电解电容，焚烧时可能发生爆炸；

塑胶件焚烧时会产生有毒气体，请将其作为工业垃圾进行处理。

第二章 产品规格简介

2.1 型号说明



2.2 技术规格

表 2-1 产品技术规格

项目		项目描述
电气规格	输入线电压	380V ± 15%
	相数	3 相 4 线； 3 相 3 线
	频率	50/60 ± 5Hz（可设置）

项目		项目描述
	补偿电流 (每相)	30A~150A(根据机型)
	补偿谐波阶次	2~50 次 (可设置)
	功率因数校正	-1~+1
	电流限制	额定输出电流
	并联运行	最大可 8 个模块并联
	模块功耗	<2kW
	效率	高达 97.5%
	CT 变比范围	150:5~6000:5
通信接口	干接点	1 个 EPO
	通信	RS485
环境规格	使用场所	室内, 不受阳光直射, 无尘埃, 腐蚀性、可燃性气体, 油雾、水蒸汽、滴水或盐份等
	工作海拔	低于 1000 米, 高于 1000 米时降额使用

项目		项目描述
	存储温度	-20°C ~ +70°C
	工作温度	-10°C ~ +40°C
	湿度	小于 95%RH, 无水珠凝结
	振动	小于 5.9 米/秒 ² (0.6g)
结构	防护等级	IP20
	颜色	7035 灰白/黑色 (可定制)
	尺寸	见下节 (根据机型)
	净重	22kg/38kg/46kg (根据机型)
	冷却方式	智能风冷

2.3 模块外形尺寸

APF 系列产品根据安装方式可分为机架式和壁挂式，二者外形尺寸标注示意如图 2-1、2-2。产品覆盖 30A~150A，按照功率等级的大小有三种不同尺寸机箱，具体外形安装尺寸见表 2-2。

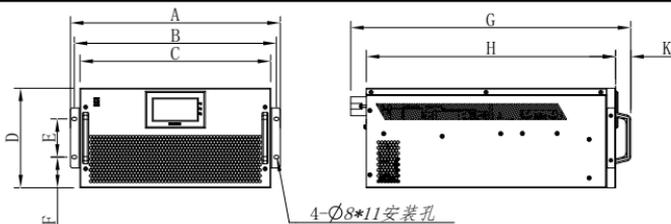


图 2-1 机架式 APF 外形图

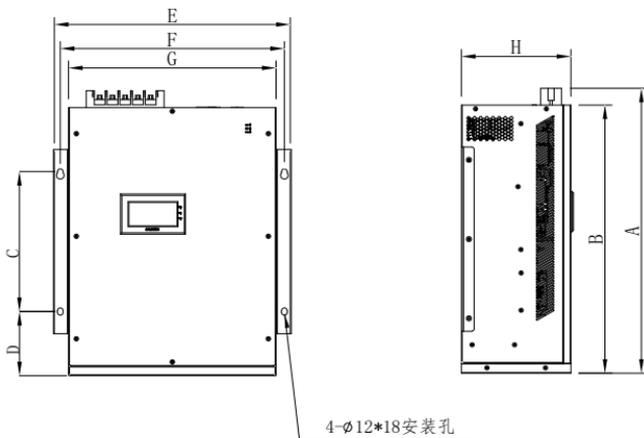


图 2-2 壁挂式 APF 外形图

表 2-2 APF 外形尺寸表

尺寸 (mm)	机架式				壁挂式			
	30A 50A	75A	100A	150A	30A 50A	75A	100A	150A

A	359	399	484	554	521.5	545	611	621
B	341	381	466	536	500	520	575	585
C	315	355	440	510	300	360	300	300
D	200	200	232	250	120.5	85.5	137.5	142.5
E	89	89	89	89	379	419	500	570
F	55.5	55.5	71.5	80.5	350	390	475	545
G	556.5	611.5	646	656	315	355	440	510
H	500	555	575	585	200	200	232	250
K	35	35	35	35				

2.4 模块端口类型及配置

APF 模块配电端口分为功率端口和控制端口，如图 2-3 所示。控制端口按功能可分为外部 CT 互感器输入端口、并机通信端口、监控端口和调试端口。注意：请按照丝印接线。

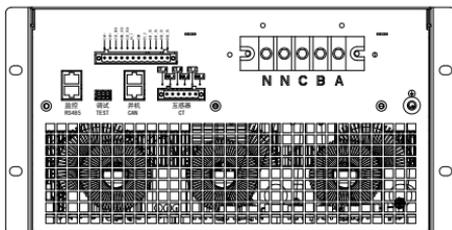


图 2-3 端口配置图

表 2-3 功率端口说明

端子符号	端子功能说明
A	A 相输入端
B	B 相输入端
C	C 相输入端
N	三相四线制中线输入端
PE	安全接地端子（机壳）

信号端口定义如图 2-4 所示，其中调试端口用于维护人员调试；监控接口用于多台并机时连接外部集中监控；并机端口在多台并机时进行机器间的通讯，一般并机应用时可不接此端口；互感器端口用来连接外部互感器输入信号，各端口信号说明见表 2-4。

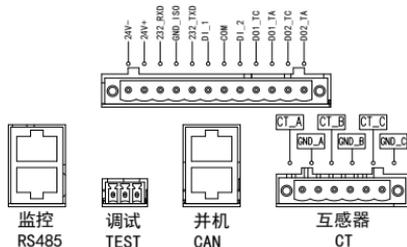




图 2-4 信号端口配置图

表 2-4 CT 及控制端子说明

	端子符号	端子功能说明
互感器	CT_A	接 A 相 CT 的 S1 端
	GND_A	接 A 相 CT 的 S2 端
	CT_B	接 B 相 CT 的 S1 端
	GND_B	接 B 相 CT 的 S2 端
	CT_C	接 C 相 CT 的 S1 端
	GND_C	接 C 相 CT 的 S2 端
监控	RS485+	模块与监控连接用 485 信号 (Pin1)
	RS485-	模块与监控连接用 485 信号 (Pin2)

	RS485+	模块与监控连接用 485 信号 (Pin16)
	RS485-	模块与监控连接用 485 信号 (Pin15)

DI1、DI2 和 D01、D02 分别为两路数字输入、继电器输出接口。DI、D0 接口的端子说明及电气规格见图 2-5 和表 2-5。

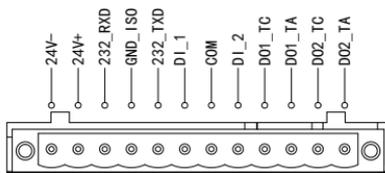


图 2-5 信号端口配置图

表 2-5 CT 及控制端子说明

	端子符号	端子功能说明	电气规格
24V 输出	24V-	24V 负端	24V 输出 , 1Amax
	24V+	24V 正端	
RS232 2	232_RXD	232 接收端	RS232 接口 9600 波特率
	GND_ISO	232 接地端	
	232_TXD	232 发送端	
数字 输入	DI_1	数字输入端口 1	光耦隔离输 入 输入电压: 9~24 Vdc 输入阻抗: 5k Ω
	COM	数字输入公共 端	
	DI_2	数字输入端口 2	
数字 输出	D01_TA	继电器输出 1 中 性端	TA-TC: 常开 触点; 触点容量: 250Vac/2A(c
	D01_TC	继电器输出 1 常 开端	



	D02_TA	继电器输出 2 中性端	os $\phi=1$), 30 Vdc /1A
	D02_TC	继电器输出 2 常开端	

第三章 安装及配电

3.1 机械安装

通用机架式 APF 安装时，通过前两侧挂耳固定在机柜安装立柱上，图 3-1 为 100A 机架式模块安装示意图。壁挂式机型需通过上下边沿固定在坚硬的墙壁或机柜中。此外我司可提供导轨式安装机型，尺寸信息请联系我司工程师。

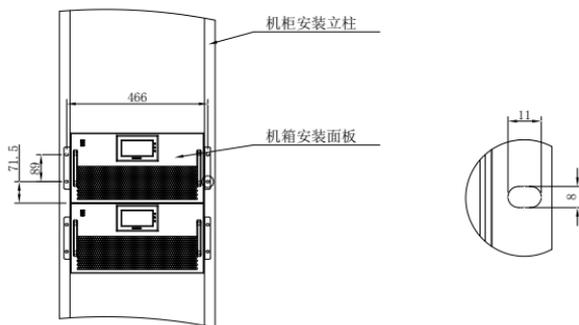


图 3-1 机架式安装方式示意图

3.2 电气安装

APF 模块可单机使用，也可用于并机，最大可并机 8 台。单机安装时需对三相功率线、外部 CT 线缆进行配线。

并机时还需配置并机线，CT 线缆的接线方式也与单机时不同。

3.2.1 单机配电

单机配电时，三相电源线、N 线、PE 线和外部 CT 线连接方式如图 3-2 所示。其中 CT 配线时，CT 的出线端子 S1、S2 分别连接 APF 外部 CT 端子相应相的正端和负端，例如对 A 相 CT 进行配线时，CT 出线端子 S1、S2 分别连接 APF 外部 CT 端子的 CT_A 和 GND_A；并且 CT 的 P1 端面向电源侧，P2 端面向负载侧。

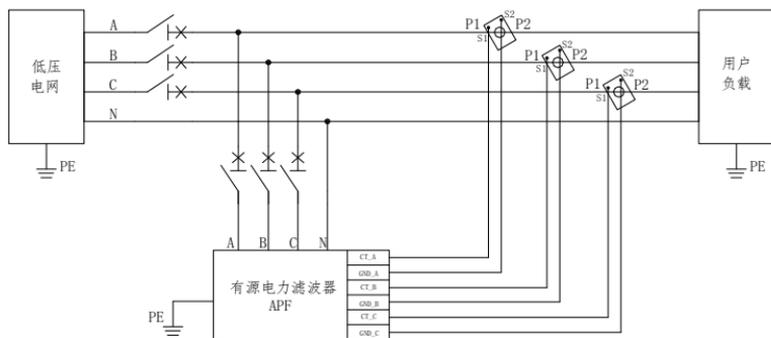


图 3-2 单机配电接线示意图

3.2.2 并机配电

APF 模块所允许的最大并机台数为 8 台。并机配线时，功率线连接与单机时相同；CT 副边线缆推荐使用串联方式连接；当机柜外部有集中监控屏时，每台机 485+ 和 485- 要分别并联起来，接线方式如图 3-3 所示。

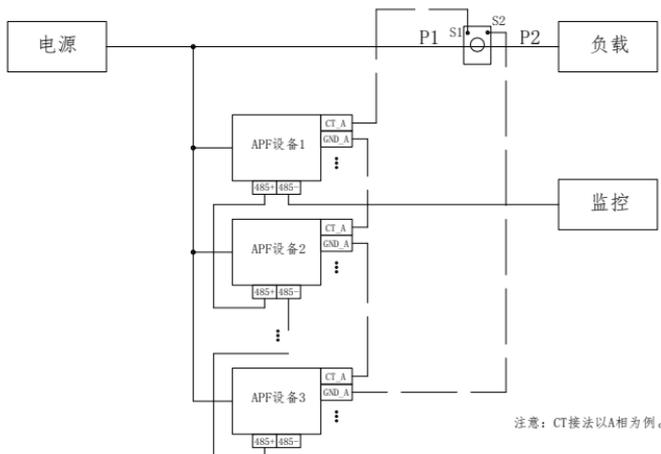


图 3-3 并机时配电与监控接线示意图

3.2.2.1 并机时 CT 的接法

并机时 CT 副边线缆推荐使用串联接法。图 3-5 为并机时 CT 串联接法示意图。

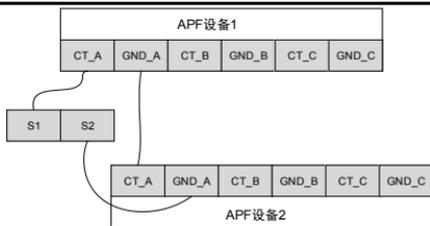


图 3-4 并机时的 CT 串联接法

3.2.2.2 并机时监控与并机的接法

并机连接时，若机柜外部有集中监控屏，大屏与模块之间需用 DB9 特制网线连接，且连接在第一个模块的监控上口。模块与模块之间用普通网线连接，且需遵循“下对下，上对上”的原则，如图 3-5 的 4 并机所示。

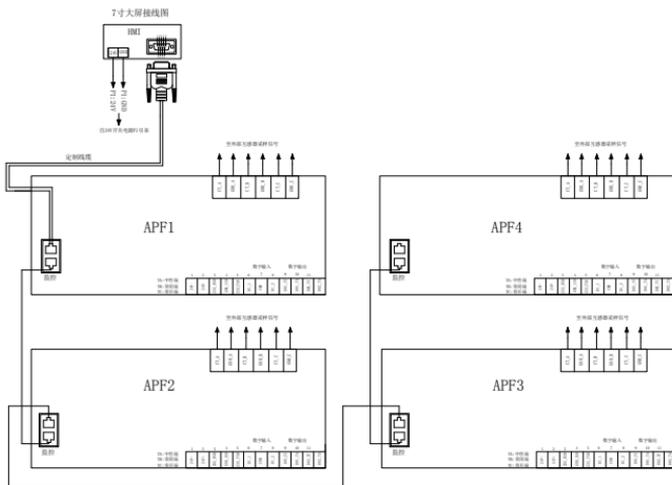


图 3-5 并机时的模块通讯接法

第四章 上电操作说明

本章内容，包含 APF 开关机步骤、LCD 面板的显示与操作。产品的设计原则是让最终用户通过最少的操作来实现 APF 的功能。

4.1 APF 设备的开关机

4.1.1 开机步骤

操作步骤如下：

1) 将 APF 的外壳紧固并连接好功率及信号线缆。

警告:执行 APF 开机步骤时，APF 输出端子可能已带电。如有负载与 APF 输出端子相连接，请向用户确认给负载供电是否安全。如果负载尚未准备好接受供电，务必将负载与 APF 输出端子安全隔离。

2) 闭合市电与 APF 间的开关。

此时，LCD 显示启动屏。前面板左上角从上到下依次为故障（红色）、运行（绿色）、电源（绿色）指示灯。

若 APF 正常上电，则电源指示灯点亮；若 APF 有故障，故障指示灯会显示红色，APF 不能正常开机。

4.1.2 关机步骤

关机方式有两种，一种是直接断开 APF 与市电间的开关，这种方式是完全关机模式，即关机后，系统内是不带电的，可以进行系统的相关维修工作。

另一种方式是利用 LCD 控制面板的设置进行关机，此种关机模式只是关闭系统中功率器件的运行，机器处于待机状态，输出端子带电。

4.1.3 手动/自动运行

APF 上电后，需要通过点击屏幕上的开机键才可以实现开机补偿。开机后，运行指示灯点亮。

通过设置界面的自使能按钮，可实现 APF 上电自动运行。建议模块首次上电调试时，手动运行，调试完毕后，使能自动运行。



4.2 模块 HMI 的显示与操作

APF 模块本体可带 LCD 显示单元, 可选为 4.3 寸 LCD 触摸屏、或者 1.8 寸按键屏, 亦可根据需求定制不带显示屏机型。

4.2.1 触摸屏显示与操作

该屏幕可显示当前电网侧、负载侧的电压、电流、功率等信息, 以及 APF 设备状态, 并可通过屏幕触摸进行参数设置等操作。

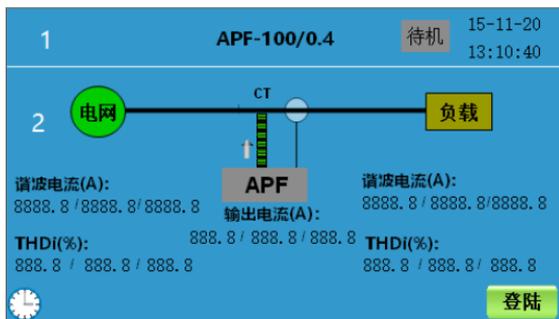


图 4-1 LCD 触摸屏显示主页

典型显示界面如图 4-2 所示, 主要分为 3 个区域:
区域 1 为当前日期及时间;



区域 2 为各页面切换按钮，点击按钮可在各页面间切换；

区域 3 为主要显示和操作区域，可在该区域查看模块实时数据、手动开关机或者改变模块参数。



图 4-2 LCD 触摸屏内部界面示意图

下表详细介绍了每个页面中显示的参数及意义。

注意：只能在待机状态下进行参数固化(先确认关机，再保存参数)！

表 4-1 屏幕显示参数及意义

HMI 页面	参数名称		参数含义	属性
首页	电网	THDI (%)	A/B/C 各相电网电流	只读

HMI 页面	参数名称		参数含义	属性
	电流		总谐波畸变率	
		谐波电流	A/B/C 各相电网谐波 电流值	只读
	负载 电流	THDI (%)	A/B/C 各相负载电流 总谐波畸变率	只读
		谐波电流	A/B/C 各相负载谐波 电流值	只读
	输出电流		APF 输出电流有效值	只读
	登录按钮		输入密码后可登录 查看其他参数	按键
数据		电压	电网电压有效值	只读
		THDu	电网电压总谐波畸 变率	只读
		柱状图	电网电压谐波柱状	按键

HMI 页面	参数名称	参数含义	属性	
	电网 数据		图, 可三相切换	
		电流	电网电流有效值	只读
		THDi	电网电流总谐波畸 变率	只读
		柱状图	电网电流谐波柱状 图, 可三相切换	按键
	负载 数据	电流	负载电流有效值	只读
		THDi	负载电流总谐波畸 变率	只读
		柱状图	负载电流谐波柱状 图, 可三相切换	按键
		输出电流	APF 模块各相输出电 流有效值	只读
		母线电压	APF 模块内部母线电	只读

HMI 页面	参数名称		参数含义	属性
	APF 数据		压	
		接触器状态	APF 模块内部接触器 状态	只读
		系统温度	APF 模块内部 IGBT 最高温度	只读
		版本信息	APF 模块固件版本	只读
设置	第 1 页	CT 变比	设置外部互感器变 比	读写
		并机容量	并机时, 滤波柜的容 量	读写
		Modbus 地 址	并机时, 模块地址	读写
		运行模式	设置是否上电自动 运行	按键

HMI 页面	参数名称		参数含义	属性
	第 2 页	电网过压点	设置APF 电网过压点	读写
		电网欠压点	设置APF 电网欠压点	读写
		电网过频点	设置APF 电网过频点	读写
		电网欠频点	设置APF 电网欠频点	读写
	第 3 页	谐波补偿次数设置	选择需要补偿的谐波次数（奇次）	按键
	第 4 页	谐波补偿次数设置	选择需要补偿的谐波次数（偶次）	按键
		固化参数	设置完毕后，保存参数 注意：只能在待机状态下固化	按键

HMI 页面	参数名称	参数含义	属性
故障	EPO 故障标志	EPO 开关断开	只读
	母线硬件过压	母线电压大于硬件 过压点	只读
	母线运行过压	母线电压大于设定 过压点	只读
	母线运行欠压	母线电压小于设定 欠压点	只读
	功率模块过温	APF 内部 IGBT 温度 过高	只读
	风扇故障	风扇不转	只读
	交流线电压 AB/BC/CA 过压	电网电压高于 APF 最 大输入电压	只读
	交流线电压 AB/BC/CA 欠压	电网电压低于 APF 最 小输入电压	只读

HMI 页面	参数名称	参数含义	属性
	电网过频	电网电压频率高于 APF 最大频率	只读
	电网欠频	电网电压频率低于 APF 最小频率	只读
	电网相序反	电网三相 A/B/C 相序 错误	只读
	电网 A/B/C 相过流	电网电流大于设定 值	只读
	预充母线过压	上电时母线电压高 于最大设定值	只读
	预充母线欠压	上电时母线电压低 于最小设定值	只读
	辅助电源故障	APF 内部 24V 电源故 障	只读

HMI 页面	参数名称	参数含义	属性
	单板连接故障	APF 内部端子接触不良	只读
开关 机	开机	手动开机键，按键后，计数 30 秒，数字到达 30 后开机	按键
	关机	手动关机键，按键后立即关机	按键
	复位	故障复位键	按键

4.2.2 按键屏显示与操作

该屏幕可显示当前电网侧、负载侧的电压、电流、功率等信息，以及 APF 设备状态，并可通过屏幕按键进行参数设置等操作。

按键屏操作界面如图 4-2 所示, 按键“>>”功能为退出或返回上一界面; “↓”为向下翻行或在参数设置页面修改参数值; “↵”为进入或参数修改后确认。

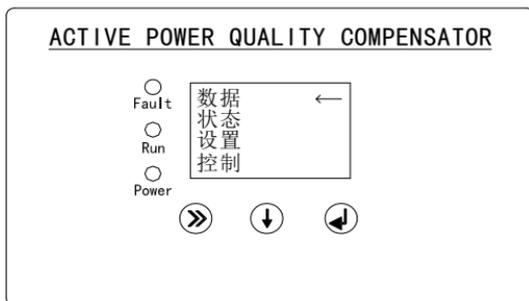


图 4-3 LCD 按键屏操作界面示意图

下表详细介绍了每个页面中显示的参数及意义。

表 4-2 屏幕显示参数及意义

页面	参数名称		参数含义	属性
数据	电网数据	电网电压	A/B/C 各相电网电压有效值	只读
		电网电流	A/B/C 各相电网电流有效值	只读
		电压谐波	A/B/C 各相电网电	只读

页面	参数名称	参数含义	属性
		压 THDu	
	电流谐波	A/B/C 各相电网电 压 THDi	只读
	功率因数	A/B/C 各相电网侧 功率因数	只读
	有功功率	A/B/C 各相电网侧 有功功率	只读
	无功功率	A/B/C 各相电网侧 无功功率	只读
	视在功率	A/B/C 各相电网侧 视在功率	只读
	电网频率	当前电网频率	只读
	电网相序	当前电网相序	只读
负载 数据	电流有效值	A/B/C 各相负载电 流有效值	只读

页面	参数名称	参数含义	属性
	电流谐波	A/B/C 各相负载谐波电流 THDi	只读
	功率因数	A/B/C 各相负载侧功率因数	只读
	有功功率	A/B/C 各相负载侧有功功率	只读
	无功功率	A/B/C 各相负载侧无功功率	只读
	视在功率	A/B/C 各相负载侧视在功率	只读
设备数据	输出电流	模块输出电流	只读
	母线电压	模块内部直流母线电压	只读
	模块温度	模块内部 IGBT 温度	只读

页面	参数名称		参数含义	属性
		主 DSP 版本	主 DSP 软件版本	只读
		辅 DSP 版本	辅 DSP 软件版本	只读
		FPGA 版本	FPGA 软件版本	只读
状态	运行		模块处于运行状态	只读
	待机		模块处于待机状态	只读
	故障		模块处于故障状态, 并显示故障字	只读
设置	CT 变比		根据外部互感器的变比设置	读写
	CT 位置		设置 CT 到电网侧或负载侧	读写
	并机容量		设置并机系统的总容量	读写

页面	参数名称	参数含义	属性
	启动模式	设置手动开机或自动开机	读写
	MODBUS 地址	设置并机时的模块地址	读写
	接线方式	设置三相三线或三相四线	读写
	并机台数	设置并机台数	读写
	电网相序	显示当前电网相序	只读
	允许相序	设置模块运行时允许的相序	读写
	负载 CT 反接适配	设置负载 CT 的方向	读写
	功率因数设置	设置补偿功率因数数值	读写

页面	参数名称	参数含义	属性
	厂家参数	输入厂家密码进入	读写
控制	开机	手动开机	读写
	关机	手动关机	读写
	固化参数	保存已设置的参数	读写
	复位	手动复位故障信息	读写

4.3 机柜监控 HMI

用户机柜使用的监控 HMI 属于选配件，我司可根据客户需求进行定制，详情联系我司工程师。

第五章 日常维护

为保持 APF 设备的长期可靠运行，应进行日常或定期的检测与保养。

5.1 安全注意事项

APF 设备运行时带有强电，安全起见，设备运行时维护人员不可触碰设备的任何带电端子，并确保设备的接地端子可靠接地。由于 APF 设备母线有大量电容，检修保养工作必须在断电 15 分钟以后进行。

5.2 日常检查

运行中和通电状态下不要打开设备，从外部目视检查运行状态有无异常，通常进行下列项目的检查：

- 显示屏数据是否满足要求；
- 显示屏是否显示故障；
- 有无异常声音、异常振动、异常气味；
- 有无过热的迹象和变色等异常现象。

5.3 定期检查

在遵循安全注意事项下，设备从电网断开后进行定期检查，定期检测项目如下表所示。

表 5-1 定期检查项目

类别	检查项目	备注
环境	温度、湿度、是否有金属粉尘、腐蚀性气体	
电气连接	线缆、端子是否有损坏	
	主回路接线、接地线、CT 接线、通信接线等是否可靠连接	
设备散热	风道处是否有堵塞	