

BPE9602 型
发电机机端 PT 监测装置

使用说明书

(SHLQ2.602.2)



上海利乾电力科技有限公司



BPE9602 型 发电机机端 PT 监测装置 使用说明书



上海利乾电力科技有限公司



上海利乾电力科技有限公司
版权所有 保留所有权利

在没有得到本公司正式书面的授权时，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本说明书（包括但不限于软件等）的部分或全部，不得以任何形式（包括但不限于资料、出版物等）进行传播或者谋取利益。

本公司保留对产品更改的权利，如有与装置不同之处，以装置为准，恕不另行通知。

版本号：SHLQ2.602.2 印刷：2023 年 09 月



目 录

一、概述.....	1
二、技术参数.....	2
2.1 额定参数.....	2
2.2 主要技术性能.....	2
2.3 绝缘性能.....	3
2.4 抗电磁干扰性能.....	4
2.5 机械性能.....	4
2.6 环境条件.....	4
三、装置硬件、结构、端子与安装.....	6
3.1 装置面板及菜单结构说明.....	6
3.2 装置端子及硬件说明.....	13
3.3 装置硬件说明.....	15
3.4 装置典型接线.....	18
3.5 装置尺寸与安装.....	20
四、灵敏的 PT 异常判据.....	21
4.1 原理概述.....	21
4.2 PT1 异常判据.....	21
4.3 PT2 异常判据.....	22
4.4 PT3 一次断线判据.....	23
4.5 PT3 异常判据 2.....	23
五、系统参数和定值清单.....	24
5.1 装置设定参数列表.....	24
5.2 电力参数定值.....	24
5.3 保护定值.....	25
5.4 软件压板定值.....	25
5.5 遥信参数.....	25
5.6 出口组态参数.....	26
5.7 网络参数.....	26
六、调试大纲.....	27
6.1 调试注意事项.....	27
6.2 装置通电前检查.....	27
6.3 绝缘检查.....	27
6.4 上电检查.....	27
6.5 采样精度检查.....	27
6.6 开关量输入检查.....	27
6.7 继电器接点校验.....	28
6.8 定值校验.....	28
6.9 保护功能试验项目.....	28
七、装置的运行说明.....	29
7.1 装置正常运行状态.....	29
7.2 安装注意事项.....	29
7.3 装置信息含义及处理建议.....	29
7.4 故障信息示例.....	30
八、储存.....	31



九、订货须知.....	31
附录.....	32
附录 1 信息表及上送测量值.....	32



一、概述

BPE9602 型发电机机端 PT 监测装置（以下简称装置）用于大中型发电机，完成发电机机端 PT 的在线监测装置功能。装置可在二次屏柜或电压互感器端子箱中安装。

提供灵敏的发电机三组机端 PT（其中 PT3 为匝间保护专用 PT）异常判据，为发电机测量计量系统、励磁系统和 DCS 系统提供 PT 异常判别接点，解决励磁调节器在 PT 一次保险慢速熔断时可能励磁误强励的问题，解决传统测量计量系统不带 PT 断线判别问题，解决匝间专用 PT 一次断线可能导致定子匝间保护误动的问题；提供对时、通讯、录波和动作报告（跳闸报告、自检报告、变位报告、操作记录）记录功能。

装置的保护及自动控制功能最大配置如下：

■ 三组机端 PT 异常判别

以上功能在实际应用中可以根据需要灵活的配置，定值界面简洁明了，调试和维护十分方便。

装置主要特点：

- 采用 32 位高性能 ARM 处理器为核心、32 位逻辑处理器和 16 位高速 AD；强弱电彻底分离，具有高度自检功能，保证硬件的高可靠性。
- 友善的大液晶、汉化人机界面，操作方便。图形化、全中文显示，也可以通过 PC 机进行操作。
- 保护及自动控制功能动作过程透明化，信息记录完备，采用连续录波的方式，最长录波时间达 1 秒，提供了完备的事故追忆信息
- 强大的通信功能，信息和报文可上传，录波数据与 COMTRADE 格式兼容；通信接口兼容性、开放性，支持 IEC60870-5-103 通信规约。硬件存储容量大，可存储不少于 512 次 SOE 记录及 32 次故障波形记录。
- 4 套定值可方便的复制整定，供运行方式改变时切换使用。
- 提供基于 WINDOWS 界面的调试和分析软件，大大提高调试维护的效率，可方便地进行事故和录波分析。
- 各保护、控制功能可灵活配置出口，由软件逻辑阵列实现。
- 可提供高速以太网口作为自动化通信的接口，也可提供双 485 通信接口。
- 多种对时方式：通讯对时、分脉冲对时和 IRIG-B 编码对时。
- 整体式结构：装置采用全密封嵌入式 4U 高 19 英寸的 1/3 宽，模件后插结构，其抗震能力、抗电磁干扰能力能全面满足 GB/T 14598 规定的抗电磁干扰性能试验和 GB/T 7261-2000 种规定的各种机械性能试验，3 个装置可并排拼装为一个完整的全宽机箱，具备良好的扩充性。
- 抗干扰性能：软、硬件冗余设计，完善的软、硬件自检，二级看门狗，抗干扰性能强。



二、技术参数

2.1 额定参数

2.1.1 额定直流电压

220V 或 110V，允许偏差-20%~+20%

2.1.2 额定交流数据

a) 交流电压：100 V 或 57.7V

b) 交流电流：5A 或 1A

c) 额定频率：50Hz

2.1.3 功率消耗

a) 直流回路：正常工作时不大于 20W，装置动作时不大于 25W。

b) 交流电压回路：每相不大于 0.5VA

c) 交流电流回路：额定电流为 5A 时每相不大于 1.0VA；额定电流为 1A 时每相不大于 0.5VA。

2.1.4 开关量及 GPS 输入

a) 开关量输入电平为 DC220V 或 DC110V（依订货号而定，参见附录 4）；

b) GPS 输入为 DC24V，需有源输入，GPS 输入也可以采用差分的方式。

2.2 主要技术性能

2.2.1 采样回路精确工作范围及误差

表2-1 采样回路精确工作范围及误差

	测量回路	
	测量范围	精度†
三相电压	0.1V—150V	0.2%
三相电流	0.05In—1.2In	0.5%

† 基准值为额定值。

2.2.2 过载能力

交流电流回路：1.2 倍额定电流，连续工作；

2 倍额定电流，允许 10 秒；

10 倍额定电流，允许 1 秒；

交流电压回路：1.5 倍的额定电压，连续工作。



2.2.3 接点容量

出口信号触点：允许长期通过电流 8A，切断电流 0.3A（DC220V，V/R 1ms）。

2.2.4 各类元件定值误差

电流元件定值误差： $\leq \pm 5\%$

电压元件定值误差： $\leq \pm 5\%$

时间元件： $\leq \pm 50\text{ms}$

2.2.5 测量系统精度

电压(相电压)测量精度： $\leq \pm 0.2\%$ 倍额定值

电流测量精度： $\leq \pm 0.5\%$ 倍额定值

2.2.6 遥信分辨率

1ms

2.3 绝缘性能

2.3.1 绝缘电阻

装置的带电部分和非带电部分及外壳之间，以及电气上无联系的各电路之间用开路电压 500V 的兆欧表测量其绝缘电阻值，正常试验大气条件下绝缘电阻不小于 20M。

2.3.2 介质强度

在正常试验大气条件下，装置能承受频率为 50Hz、电压 2000V 历时 1 分钟的工频耐压试验而无击穿闪络及元件损坏现象。试验过程中任一被试回路施加电压时其余回路等电位互联接地。

2.3.3 冲击电压

在正常试验大气条件下装置的电源输入回路、交流输入回路、直流输入回路、输出触点回路对地以及回路之间能承受 1.2/50 μs 的标准雷电波的短时冲击。电压试验开路试验电压为 5kV。

2.3.4 耐湿热性能

装置应能承受 GB/T 2423.9 规定的恒定湿热试验试验温度 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 93% $\pm 3\%$ 、试验时间为 48h，在试验结束前 2 小时内根据 2.3.1 的要求测量各导电电路对外露非带电金属部分及外壳之间电气上不联系各回路之间的绝缘电阻不小于 1.5M。介质耐压强度不低于 2.3.2 规定的介质强度试验电压幅值的 75%。



2.4 抗电磁干扰性能

2.4.1 脉冲干扰

装置能承受 GB/T 14598.13-1998 规定的干扰试验, 试验电源频率为 100kHz 和 1MHz, 试验电压为共模 2500V、差模 1000V 的衰减振荡波。试验时给被试装置预先施加电源, 按 GB/T14598.13 第 3.1.1 的表所列临界条件叠加干扰试验, 电压装置不误动、不拒动。

2.4.2 快速瞬变干扰

装置能承受 GB/T 14598.10-1996 标准规定的 IV 级 (4kV \pm 10%) 快速瞬变干扰试验。

2.4.3 静电放电

装置能承受 GB/T 14598.14-1998 标准规定的 IV 级(空间放电 15kV、接触放电 8kV) 静电放电试验。

2.4.4 辐射电磁场干扰

装置能承受 GB/T 14598.9-1995 标准规定的严酷等级为 III 级的辐射电磁场干扰试验。

2.4.5 浪涌

通过 GB/T 17626.5 1999 标准规定的浪涌冲击抗扰度 III 级干扰试验(共模 2000V、差模 1000V)。

2.5 机械性能

2.5.1 振动

装置能承受 GB/T 7261-2000 《继电器及装置基本试验方法》中 16.2.3 规定的严酷等级为 1 级的振动响应试验; 装置能承受 GB/T 7261-2000 中 16.2.3 规定的严酷等级为 1 级的振动耐久试验。

2.5.2 冲击

装置能承受 GB/T 7261-2000 中 17.4.1.1 规定的严酷等级为 1 级的冲击响应试验; 装置能承受 GB/T 7261-2000 中 17.5.1 规定的严酷等级为 1 级的冲击耐久试验。

2.5.3 碰撞

装置能承受 GB/T 7261-2000 中 18.4 规定的严酷等级为 1 级的冲击碰撞试验。

2.6 环境条件

a) 环境温度



工作温度： $-25^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$

贮存温度： $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$

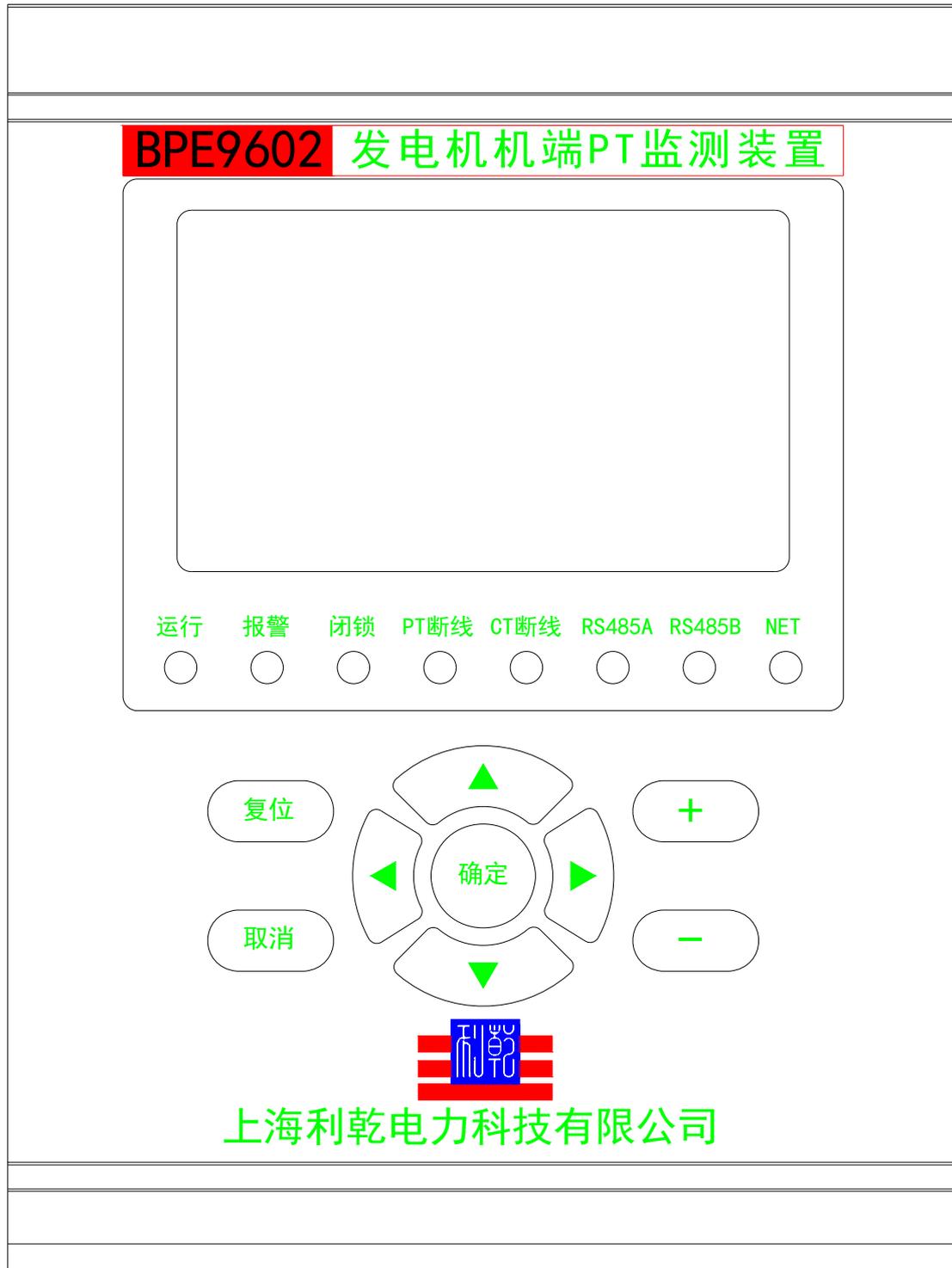
在极限值下不施加激励量, 装置不出现不可逆的变化, 温度恢复后, 装置应能正常工作。

- b) 相对湿度：最湿月的月平均最大相对湿度为 90% 同时该月的月平均最低温度为 25°C ，且表面无凝露，最高温度为 $+40^{\circ}\text{C}$ 时, 平均最大相对湿度不超过 50%
- c) 大气压力：86kPa—106kPa。

三、装置硬件、结构、端子与安装

3.1 装置面板及菜单结构说明

为了便于使用，装置配备了功能强大的、操作灵活的人机接口系统（MMI）。装置的正面面板布置如图所示：



BPE9602 面板图



1) 面板指示灯及液晶:

面板上设置了 8 个 LED 指示灯, 其定义如下:

“运行”灯为绿色, 运行时以每秒钟一次的速率闪烁;

“报警”灯为红色, 装置自检发现异常信息、装置出现所有报警信息时点亮;

“闭锁”灯为红色, 装置闭锁时点亮;

“PT 断线”灯为红色, PT 异常时点亮;

“CT 断线”灯为红色, CT 断线时点亮;

“RS485A”灯位黄色, 当装置的 RS485A 口对外通信收发数据时会点亮;

“RS485B”灯位黄色, 当装置的 RS485A 口对外通信收发数据时会点亮;

“NET”灯位黄色, 当装置的以太网对外通信收发数据时会点亮;

装置配备了 128×64 的中文显示的液晶。此液晶自带背光, 当长时间无键盘操作时, 背光自动熄灭, 液晶关闭。一旦有键盘操作, 背光自动点亮。

2) 面板按键:

面板上有 9 个按键, 分别是“▲”、“▼”、“◀”、“▶”、“+”、“-”、“确认”、“取消”和“复归”。一般情况下, 用“确认”键来实现从某一级菜单进入其下一级菜单或者用来做出肯定的选择, 而用“取消”键来实现从某一级菜单返回其上一级菜单或者用来做出否定的选择; 用“▲”和“▼”键来上下移动箭头光标以选择要进入的子菜单或者移动反显光标以选择需要修改的数据; 用“◀”和“▶”键来左右移动反显光标以选择需要修改的数据中的某一位; 用“+”和“-”键来修改光标所在的行列的数据。“复归”键用来复归面板上的“报警”灯。在主接线图界面下, 按下确认键即进入主菜单界面。

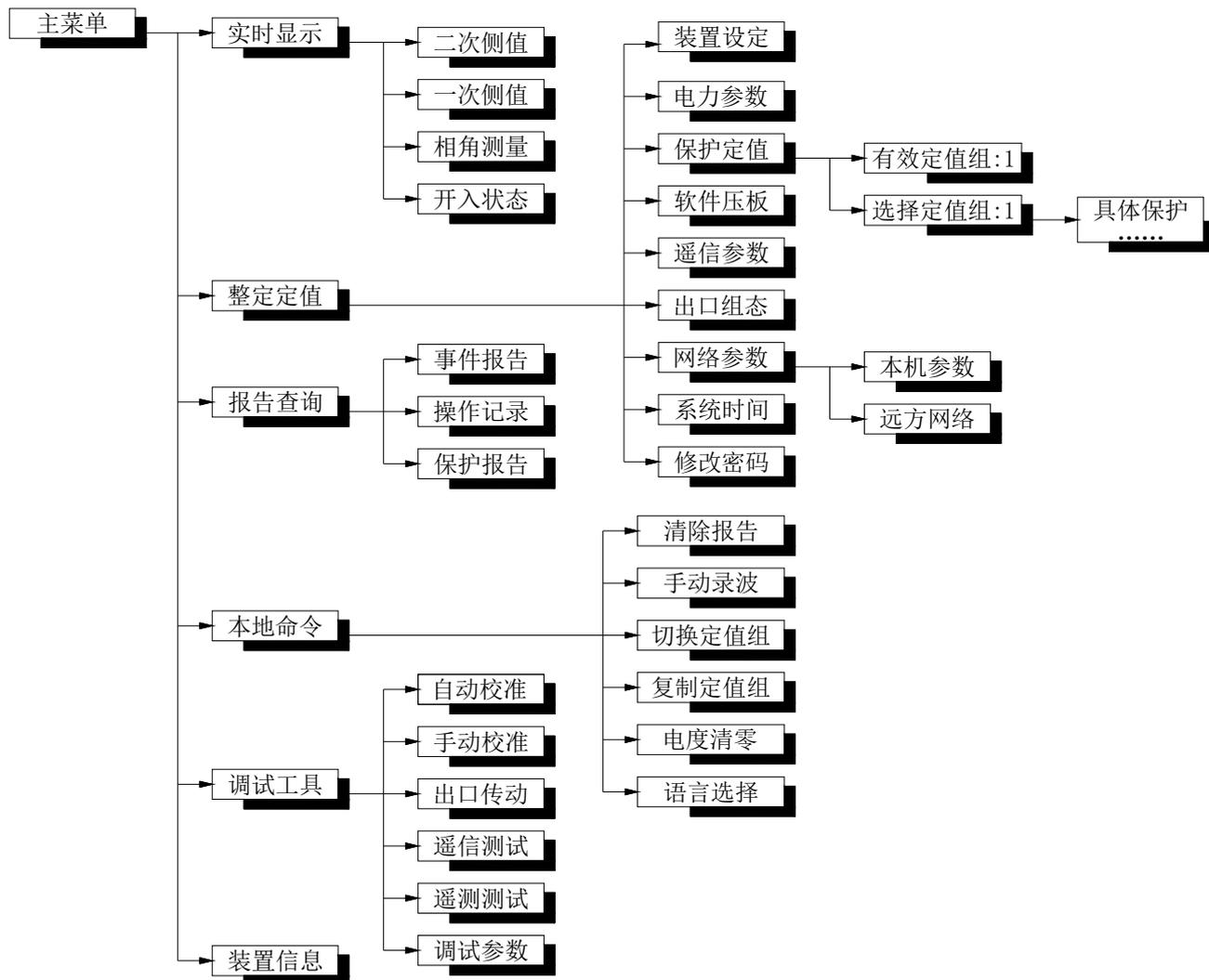
系统具有自动提示保存的功能。在“参数设定”和“试验控制”菜单下, 如果修改了某个参数或者定值, 在按“取消”键返回上一级菜单时, 系统能自动提示“保存所做修改? ”。按“确认”键保存修改, 按“取消”键放弃修改。

系统具有信息提示的功能。在显示大量信息的时候, 需要多屏显示, 在显示过程中, 通过“▼”, “▲”键或者“确认”键可以循环浏览信息。

为了防止误操作, 装置中设置了一组 6 位数的用户密码。在提示输入密码时, 必须输入正确的密码以取得操作权限。在输入密码过程中提示“密码输入错误”时, 可以用“取消”键取消输入密码的操作而返回进入输入密码前的菜单。在提示“密码输入错误”时, 按“确认”键可以继续输入密码, 直到密码正确。出厂时修改“参数设定”、“交流校准”和“手动录波”的密码是“▲ + + ▼ - -”键。

3) 菜单结构

BPE9602 命令菜单采用如下图的树形目录结构：



4) 功能及菜单简介

①. 整定定值

本菜单的设置主要用来显示和修改系统的一些参数。

装置设定：用来设置装置提供的各种通信方式所需要的参数，如装置地址、RS485 的波特率、RS485 的通道号、通讯规约、PT 异常判别硬压板等。

电力参数：主要用来设置发电机输入参数，机端 CT、PT 额定值及其接线方式等，此参数应该与实际的参数相吻合。

保护定值：用来设置各保护定值等。

软件压板：用来设置各保护功能的软压板等。

遥信参数：用来设置开入取反、开入去抖时间等。

开出定义：用来设置各保护功能及遥控分合的出口以及遥控分合脉冲时间等。

网络参数：用来设置本机及远方网络的参数。



系统时间：用来显示时间和就地对时。

修改密码：用来修改装置的密码。

②. 实时显示

本块菜单主要用来显示一些实时刷新的测量量，包括一次侧值、二次侧值、相角测量和开入状态。

(1)、一次侧值：

菜单可以实时地显示机端 PT1 一次三相电压,可以显示相电压 (Ua1、Ub1、Uc1)、线电压 (Uab1、Ubc1、Uca1)、正序电压 (U11)、负序电压 (U21)、零序电压 (3U01)、外接零序电压 (U01)、频率 (F1),机端 PT2 一次三相电压,可以显示相电压 (Ua2、Ub2、Uc2)、线电压 (Uab2、Ubc2、Uca2)、正序电压 (U12)、负序电压 (U22)、零序电压 (3U02)、外接零序电压 (U02)、频率 (F2),机端 PT3 一次三相电压,可以显示相电压 (Ua3、Ub3、Uc3)、线电压 (Uab3、Ubc3、Uca3)、正序电压 (U13)、负序电压 (U23)、零序电压 (3U03)、外接零序电压 (U02)、发电机一次额定电流 (Ie),机端测量 CT 一次电流 (Ia、Ib、Ic)、正序电流 (I1)、负序电流 (I2)、零序电流 (3I0) 等。

(2)、二次侧值：

菜单可以实时地显示机端 PT1 二次三相电压,可以显示相电压 (Ua1、Ub1、Uc1)、线电压 (Uab1、Ubc1、Uca1)、正序电压 (U11)、负序电压 (U21)、零序电压 (3U01)、外接零序电压 (U01)、频率 (F1)、拟合电压差值 (Unh1),机端 PT2 二次三相电压,可以显示相电压 (Ua2、Ub2、Uc2)、线电压 (Uab2、Ubc2、Uca2)、正序电压 (U12)、负序电压 (U22)、零序电压 (3U02)、外接零序电压 (U02)、频率 (F2)、拟合电压差值 (Unh2),机端 PT3 二次三相电压,可以显示相电压 (Ua3、Ub3、Uc3)、线电压 (Uab3、Ubc3、Uca3)、正序电压 (U13)、负序电压 (U23)、零序电压 (3U03)、外接零序电压 (U02)、发电机二次额定电流 (Ie),机端测量 CT 二次电流 (Ia、Ib、Ic)、正序电流 (I1)、负序电流 (I2)、零序电流 (3I0) 等。

(3)、相角测量：

菜单可以实时地显示相电压 (Ua1、Ub1、Uc1、U01、Ua2、Ub2、Uc2、U02、Ua3、Ub3、Uc3、U03)、线电压 (Uab1、Ubc1、Uca1、Uab2、Ubc2、Uca2、Uab3、Ubc3、Uca3)、测量 CT 电流 (Ia、Ib、Ic)、之间的相角值。

(4)、开入状态：

菜单可以实时地显示显示装置所有开入的状态等。

③. 报告查询

此菜单可以查看 512 次完整的事件报告，事件报告主要包括以下内容：

装置自检信息、PT 断线告警、装置告警的过程记录等。

一共可以记录 512 个事件报告，其中第 01 次为最新信息，第 02 次为次新信息，依此类推。



此菜单还可以查看 128 次完整的操作记录，操作记录主要记录各种途径（包括主单元和键盘）对装置的各种操作，如修改定值和系统参数、开出传动等操作。

一共可以记录 128 个操作记录，其中第 01 次为最新记录，第 02 次为次新记录，依此类推。

此菜单还可以查看 32 次完整的故障报告，故障报告主要记录每次 PT 异常时的动作值及动作波形。

一共可以记录 32 个故障报告，其中第 01 次为最新记录，第 02 次为次新记录，依此类推。

④. 本地命令

本地命令主要包含清除报告、手动录波、切换定值组、复制定值组、语言选择。

清除报告：此菜单用于清除事件报告。

手动录波：此菜单可以手动启动录波功能。

切换定值组：此菜单可以切换有效定值组。

复制定值组：此菜单可以将有效定值组的定值复制到其它定值组中。

语言选择：此菜单用于中英文菜单切换。

⑤. 调试工具

调试工具主要包含精度校准(分自动校准、手动校准)、开出传动、遥信测试、遥测测试、调试参数。

开出传动：此菜单用来测试各个信号回路的完备性，也可以用来就地通过键盘操作继电器。

手动校准：装置在出厂前都已经经过严格的测试和校准，所以在现场一般不提倡进行校准工作，包括手动和自动校准。但是如果出现非常情况，如单独更换 CPU 或者交流板件，则可以进行校准工作。手动校准可以对某一个具体的模拟通道进行校准。

自动校准：分为电压自动校准和各侧电流自动校准。要求在电压通道或者各侧电流通道都加上额定的模拟量才能进行校准。

遥信测试：此菜单用于遥信信号的通讯测试。

遥测测试：此菜单用于遥测量的通讯测试。

调试参数：此菜单用于显示和修改一些调试参数。

⑥. 装置信息

用户可以通过查看装置信息获知最真实的程序版本和校验码。这样可以保证装置的统一性和同一性。在装置进行维修或者订购备品备件时，务必提供此项参数。

5) 操作说明

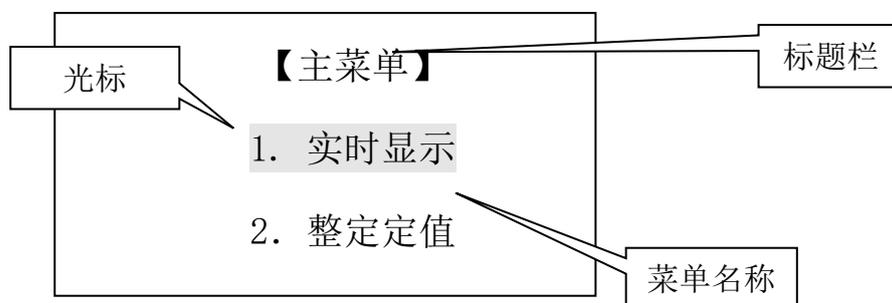
①. 菜单结构、引导路径及其操作总说明

装置上电后，正常运行时液晶屏幕将显示主界面。



在主界面中，按“确认”键可以进入主菜单。

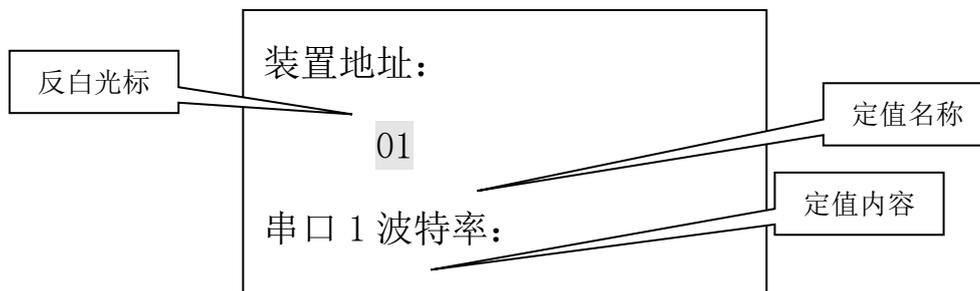
各级菜单的层次关系可以参照“菜单树形目录结构图”。操作时，按“▲”和“▼”键来上下移动光标以选择要进入的子菜单，按“确认”键即可以进入相应的子菜单，按“取消”键可以返回上一级菜单。修改参数或者定值时可以用“▶”和“◀”键来移动左右光标。修改参数时一般都要求先输入密码。



②. 定值或者参数的查看及其修改说明

查看：按“▲”和“▼”键移动光标以选择不同的功能定值，找到相应菜单后可按“确认”键进入。进入后即可看到相应内容。可以用按“▲”和“▼”键实现快速翻页。

修改：在找到相应的菜单和定值内容后，如要修改定值或者参数，则随意按“+”或者“-”键，如果未取得修改当前功能定值的权限，装置会提示输入密码。必须输入正确的密码才能修改显示的定值，权限只在当前功能定值块中有效。在修改定值或者参



数时，系统会动态地进行边界检查，一旦修改后的值超出了范围，系统保持原值不变，定值范围见“定值清单”。修改完定值或参数以后，可以通过选择“保存退出”按“确认”键退出，此时输入密码，输入正确密码以后按“确认”键，系统保存所有参数或者定值以后返回主菜单界面。也可以通过“取消”键返回主菜单，如果曾经修改了参数，系统会自动提示“要保存所作修改”，用“确认”键来确认要保存，如果不保存，按“取消”键返回上一级菜单。



③. 实时显示

实时显示有多屏信息，用“▲”和“▼”键可以循环地翻页。每秒钟更新一次显示的信息。按“取消”键可以返回主菜单界面。

④. 报告查询

进入相应的报告界面，将分别按时间顺序显示遥信变化的信息、记录的事件信息及操作记录信息，用“▲”和“▼”键循环翻页以查看所有的信息。

操作记录： 01/128 2022-10-31 13:23:32.234 手动清除报告
--

⑤. 校准系数

在进行校准系数之前，必须把精密的信号源按照要求连接到装置上，按“确认”键输入正确的密码以后，系统自动校准系数。此项功能主要用于厂内的调试，现场禁止使用此功能。

⑥. 更改密码

更改密码：出厂时的密码是“▲ + + ▼ - -”键。

更改密码时也必须设置 6 个按键密码，“复归”、“取消”和“确认”键不能作为密码元素。如果修改密码成功，新密码立即生效，以后提示输入密码时，必须输入新密码。

⑦. 输入密码

在需要提供操作权限的时候，系统会提示输入密码。以保存系统参数为例：

当确认要保存系统参数时，系统要求输入密码，输入密码以后按“确认”键，如果密码正确，装置自动返回上一级菜单即主菜单；如果密码错误，系统会提示“密码错误”。按“确认”键可以继续输入密码直到 3 次错误的输入密码。当错误输入密码 3 次以后，系统会提示“密码错误次数超限”，此时只能按“确认”或者“取消”键放弃当前的操作。在输入密码的过程中，按“取消”键放弃。

⑧. 操作失败提示

在保存系统参数和定值时，如果系统提示操作失败，则按“确认”键返回上级菜单，查看事件报告，分析失败的原因，并根据事件报告的内容进行下一步的操作。

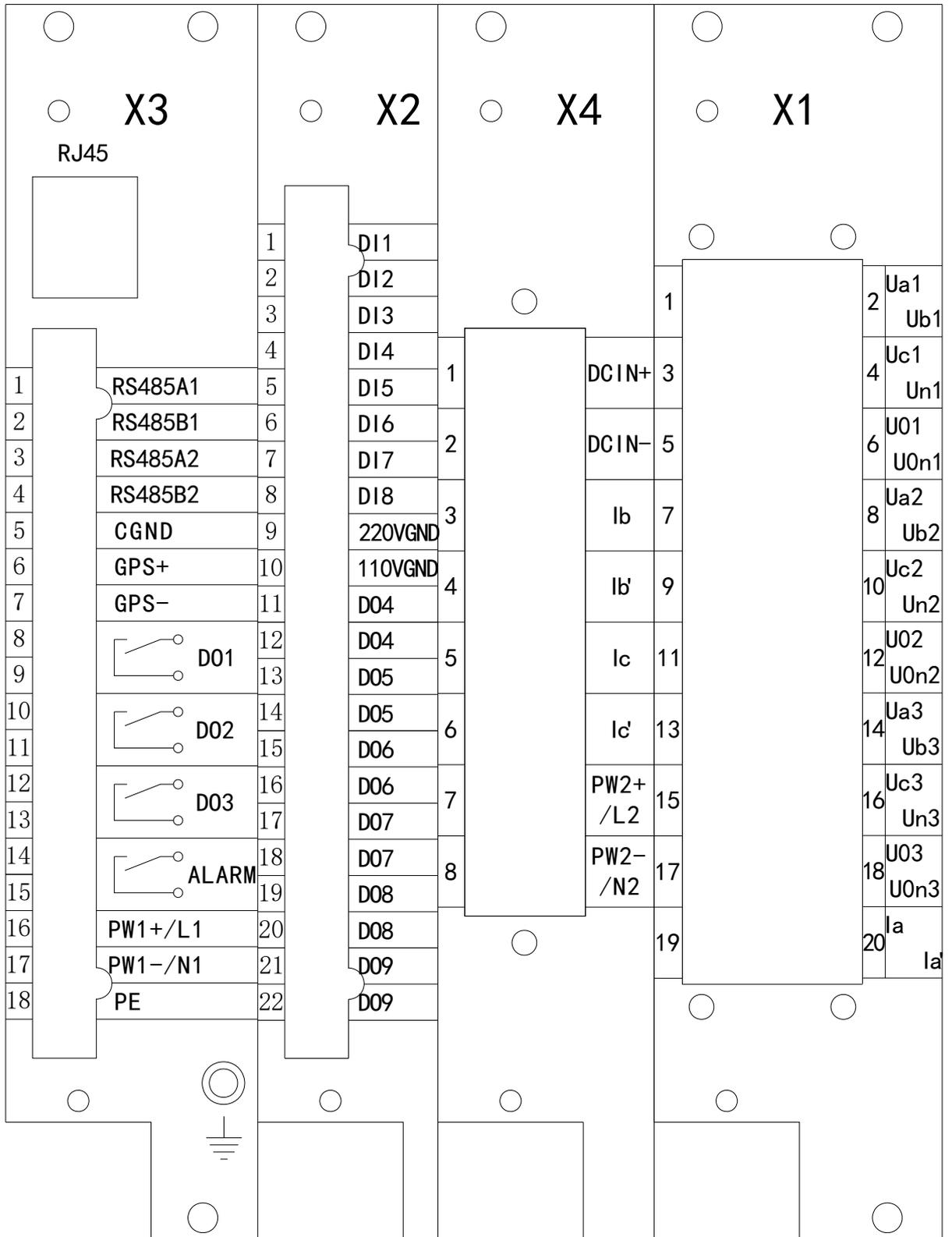
⑨. 开出传动

在“调试工具”菜单中进入“开出传动”菜单用“▲”和“▼”键选择出口回路，在输入了正确的密码后，按“确认”键实现传动，用“取消”键取消对当前出口的传动。确认传动以后，相应的出口继电器会短时动作，然后自动返回。



3.2 装置端子及硬件说明

3.2.1 装置背板端子



装置背板端子图



端子说明:

端子号	端子定义	端子号	端子定义	端子号	端子定义	端子号	端子定义
X1-1	Ua1	X2-1	DI1	X3-1	RS485A1	X4-1	DCIN+
X1-2	Ub1	X2-2	DI2	X3-2	RS485B1	X4-2	DCIN-
X1-3	Uc1	X2-3	DI3	X3-3	RS485A2	X4-3	Ib
X1-4	Un1	X2-4	DI4	X3-4	RS485B2	X4-4	Ib'
X1-5	U01	X2-5	DI5	X3-5	COMGND	X4-5	Ic
X1-6	U0n1	X2-6	DI6	X3-6	GPS+	X4-6	Ic'
X1-7	Ua2	X2-7	DI7	X3-7	GPS-	X4-7	PW2+/L2
X1-8	Ub2	X2-8	DI8	X3-8	CT 断线	X4-8	PW2-/N2
X1-9	Uc2	X2-9	220VGND	X3-9	CT 断线		
X1-10	Un2	X2-10	110VGND	X3-10	装置闭锁		
X1-11	U02	X2-11	PT1 异常 1	X3-11	装置闭锁		
X1-12	U0n2	X2-12	PT1 异常 1	X3-12	失电告警		
X1-13	Ua3	X2-13	PT1 异常 2	X3-13	失电告警		
X1-14	Ub3	X2-14	PT1 异常 2	X3-14	装置报警		
X1-15	Uc3	X2-15	PT2 异常 1	X3-15	装置报警		
X1-16	Un3	X2-16	PT2 异常 1	X3-16	PW1+/L1		
X1-17	U03	X2-17	PT2 异常 2	X3-17	PW1-/N1		
X1-18	U0n3	X2-18	PT2 异常 2	X3-18	PE		
X1-19	Ia	X2-19	PT3 异常 1				
X1-20	Ia'	X2-20	PT3 异常 1				
		X2-21	PT3 异常 2				
		X2-22	PT3 异常 2				

备注:

- (1) Ua1 为发电机机端 PT1 电压输入通道, Ua2 为发电机机端 PT2 电压输入通道, Ua3 为发电机机端 PT3 电压输入通道。
- (2) mI_{ϕ} 为测量 CT 电流输入通道, **Ia 为电流输入端, Ia' 为电流输出端, 接线时请注意电流极性。**
- (3) 数字量输入 1-8, 实现 PT1 异常硬压板、PT2 异常硬压板、PT3 异常硬压板的输入。
- (4) 数字量输出 4-9 均可以自定义, 实现 PT1 异常、PT2 异常、PT3 异常的任意一种输出。



3.3 装置硬件说明

3.3.1 电源板 X3 端子说明

装置主电源采用交直流逆变电源，交、直流 220V 或 110V 输入经抗干扰滤波回路后，利用逆变原理输出本装置需要的三组直流电压，即 5V1、5V2 和 24V，三组电压均不共地，且采用浮地方式，同外壳不相连。其中，+5V1 为装置 CPU 系统的工作电源，+5V2 为通讯系统电源，24V 用于驱动继电器。

电源插件还包括告警信号继电器、电源失电告警信号继电器、PT 断线信号继电器及 CT 断线信号继电器回路。

此外，电源插件背板还布置了通信端口（两路 485 及一路以太网口）及 GPS 信号输入端口。

端子 X3-16~X3-17：装置主电源输入；

端子 X3-14~X3-15：装置故障报警及动作报警继电器信号出口；

端子 X3-12~X3-13：装置电源失电报警继电器信号出口；

端子 X3-10~X3-11：装置闭锁继电器信号出口；

端子 X3-8~X3-9：装置 CT 断线报警继电器信号出口；

端子 X3-1~X3-5：装置两路 RS485 通讯串口；

端子 X3-6~X3-7：装置 GPS 对时接口；

3.3.2 数字量输入/输出板 X2 端子说明

数字量输入/输出板 X2 包括 6 路继电器输出回路、8 路遥信量输入回路，共两个部分。

端子 X2-1~X2-10：8 路遥信量输入，端子 X4-11~X4-22：6 路继电器输出，具体定义见相应的背板图。

遥信状态量经保护及滤波网络降压限流后，通过光耦隔离输出一电平值至 CPU 主板遥信接口芯片上。

3.3.3 交流板 X1 端子说明

交流板 X1 包括电压输入和电流输入两个部分。12 路交流电压（机端三组不同 PT 三相电压和零序电压）、1 路机端测量 A 相电流输入通道；

端子 X1-1~X1-4：发电机第一组 PT 三相电压输入；端子 X1-5~X1-6：发电机第一组 PT 零序电压输入；端子 X1-7~X1-10：发电机第二组 PT 三相电压输入；端子 X1-11~X1-12：发电机第二组 PT 零序电压输入；端子 X1-13~X1-16：发电机第三组 PT 三相电压输入；端子 X1-17~X1-18：发电机第三组 PT 零序电压输入；端子 X1-19~X1-20：发电机机端测量 CT A 相电流输入；

3.3.4 交流板 X4 端子说明

交流板 X4 包括电流输入、1 路直流电流 4~20mA 或直流电压 0~75mV 输入、后备辅助电源输入，共三个部分。

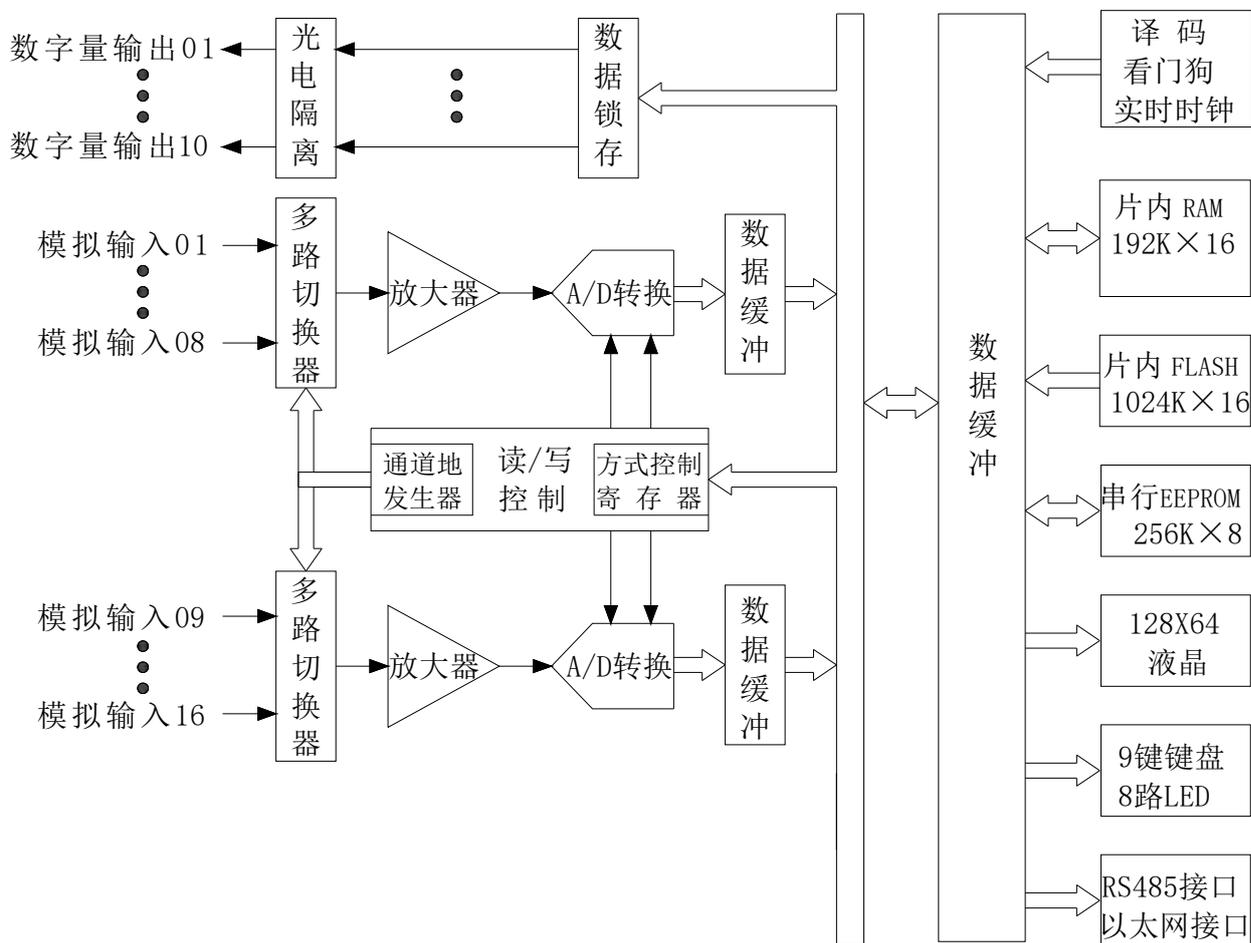
端子 X4-1~X4-2: 直流电流 4~20mA 或直流电压 0~75mV 输入; 端子 X4-3~X4-4: 发电机机端测量 CT B 相电流输入; 端子 X4-5~X4-6: 发电机机端测量 CT C 相电流输入; 端子 X4-7~X4-8: 后备辅助电源输入;

后备辅助电源与主电源同时给装置供电, 当后备辅助电源消失后, 装置发出后备电源异常发生告警信息, 同时电源失电告警信号继电器和告警信号继电器动作; 当主电源消失后, 装置发出主电源异常发生告警信息, 同时电源失电告警信号继电器动作。

3.3.5 CPU 板

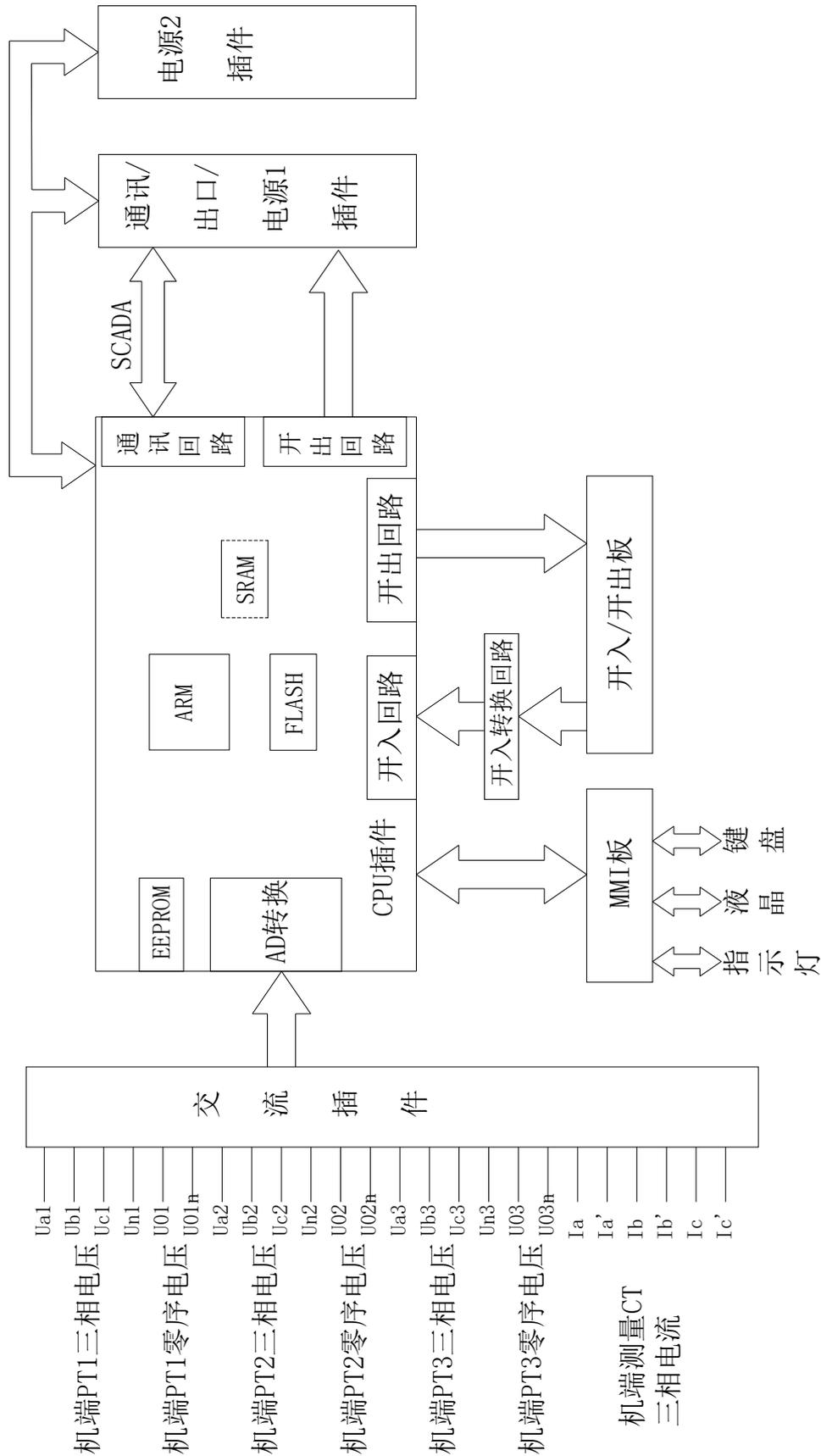
装置 CPU 板为 32 位 ARM 芯片, 片内有 192K x 16 位 RAM 存储器及 1024K x 16 位 FLASH。片外扩展 8K x 8 位串行 EEPROM。CPU 模块原理示意图如下图所示。

装置采用的数据采集系统由高可靠性的 16 位的 A/D 转换器、多路开关及滤波回路组成。所采用的 A/D 转换芯片具有转换速度快、采样偏差小、超小功耗及稳定性好等特点。本装置的采样回路无可调整元件, 也不需要到现场作调整, 具备高度的可靠性。



CPU 模块原理示意图

3.3.6 装置系统联系图



装置系统联系图

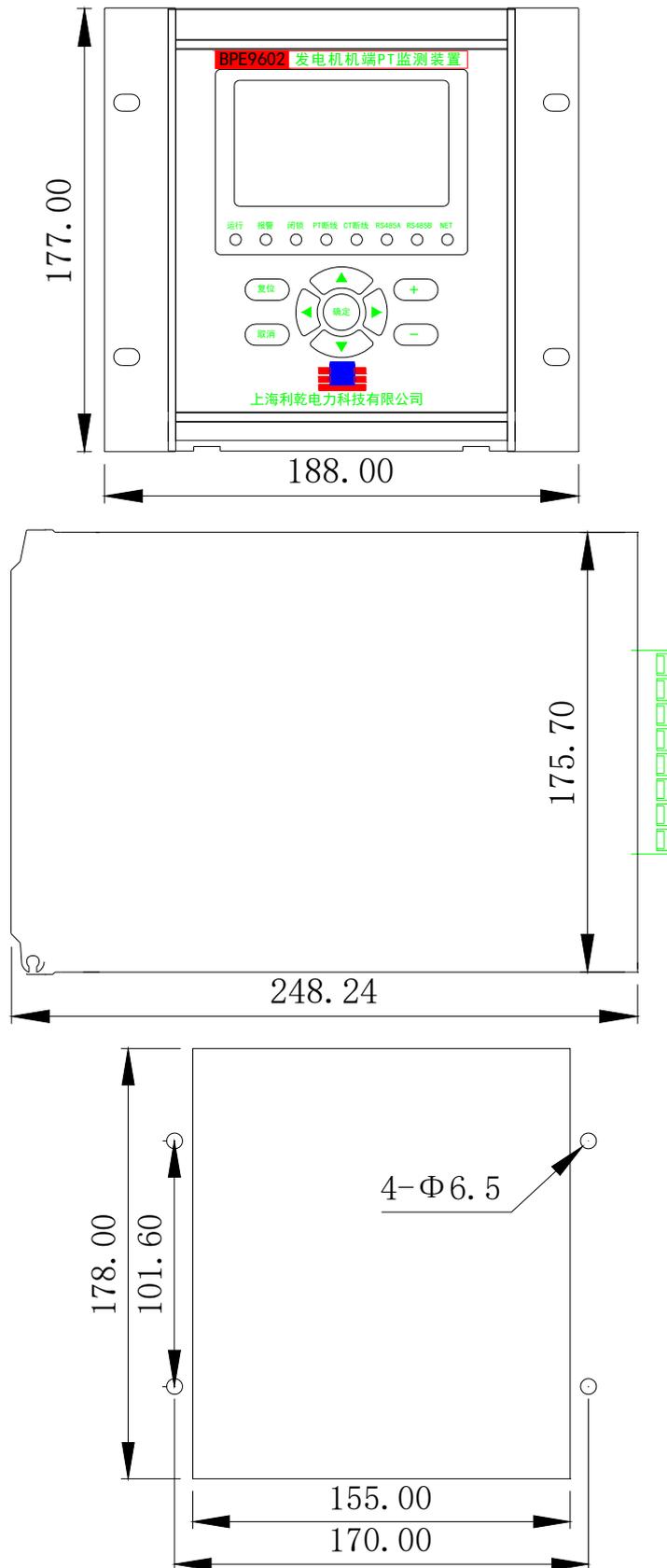


相关说明：

- 1) 装置两路工作电源 110V~220V 交直流通用。
- 2) 机端 PT1、PT2 和 PT3 为发电机机端的三组不同的 PT，保证当其中一组 PT 一次保险熔断时，能准确判断出相应的 PT 异常，装置能正常工作；，机端保护 CT3 为发电机机端的保护 CT。
- 3) D01~D03、ALARM 为信号继电器，用于开出 CT 断线、装置闭锁、装置失电告警、装置告警的信号。
- 4) DI1~DI8 为数字量输入，用于 PT1 异常硬压板、PT2 异常硬压板、PT3 异常硬压板等数字量信号输入。
- 5) D04~D09 为信号继电器，用于开出 PT1 异常、PT2 异常、PT3 异常等信号。



3.5 装置尺寸与安装



外形和开孔尺寸图

四、灵敏的 PT 异常判据

4.1 原理概述

比较机端 PT1 和 PT2 之间的相间电压基波幅值、正序电压、负序电压、中线点零序电压、拟合相电压矢量差是否一致来判断 PT1 或 PT2 异常，为励磁系统提供 PT 异常判别接点，解决励磁调节器在 PT 一次保险慢速熔断时可能励磁误强励的问题。

比较机端 PT1 和 PT3（匝间专用 PT）之间的零序电压、线电压、负序电压来判断 PT3 一次断线，为定子匝间保护提供 PT 一次断线闭锁接点，防止定子匝间保护误动作。

比较机端 PT1 和 PT3（匝间专用 PT）之间的相间电压基波幅值、正序电压、负序电压来判断 PT3 异常，为定子匝间保护提供 PT 异常闭锁接点。

4.2 PT1 异常判据

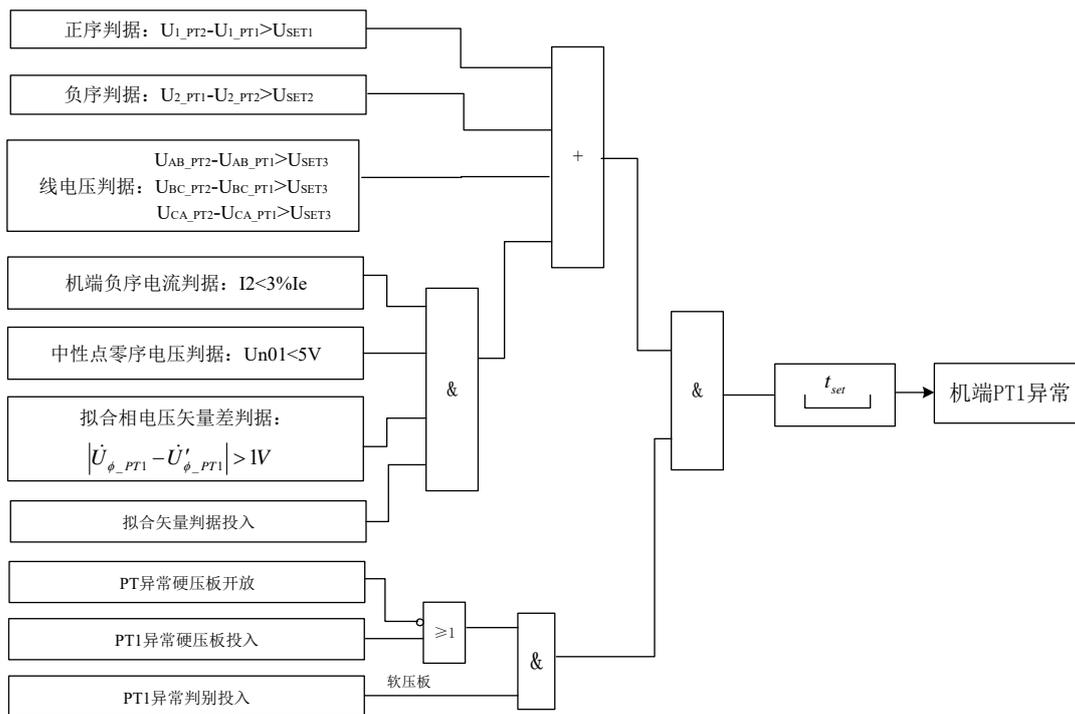


图 4.1 PT1 异常判别逻辑图

上图中， U_{1_PT1} 和 U_{1_PT2} 分别为 PT1 和 PT2 的正序电压， U_{2_PT1} 和 U_{2_PT2} 分别为 PT1 和 PT2 的负序电压， U_{AB_PT1} 、 U_{BC_PT1} 和 U_{CA_PT1} 为 PT1 的三个线电压， U_{AB_PT2} 、 U_{BC_PT2} 和 U_{CA_PT2} 为 PT2 的三个线电压， I_2 为发电机机端负序电流， I_e 为发电机二次额定电流， U_{n01} 为

发电机中性点零序电压基波分量， \dot{U}_{ϕ_PT1} 为三相电压最低相的电压矢量， \dot{U}'_{ϕ_PT1} 为三相电压最低相的拟合电压矢量，由另外两个正常相的电压矢量经过 120 度旋转求得，正常情况下该矢量差接近于 0，发生 PT 慢熔时能灵敏检测，该判据同时利用了异常相的幅值和相位变化，明显提升了 PT 慢熔检测的灵敏度。

满足以上任一条件，同时 PT 异常硬压板处于投入位置，则判为 PT1 异常，经延时 t_{set} 发报警信号。

U_{SET1} 为正序电压差定值，定值范围 0.1~10V，默认值 1V； U_{SET2} 为负序电压差定值，定值范围 0.1~10V，默认值 1V； U_{SET3} 为相间电压差定值，定值范围 0.1~10V，默认值 1V； t_{set} 为报警延时定值，范围 0.1~20s，默认值 10s。

4.3 PT2 异常判据

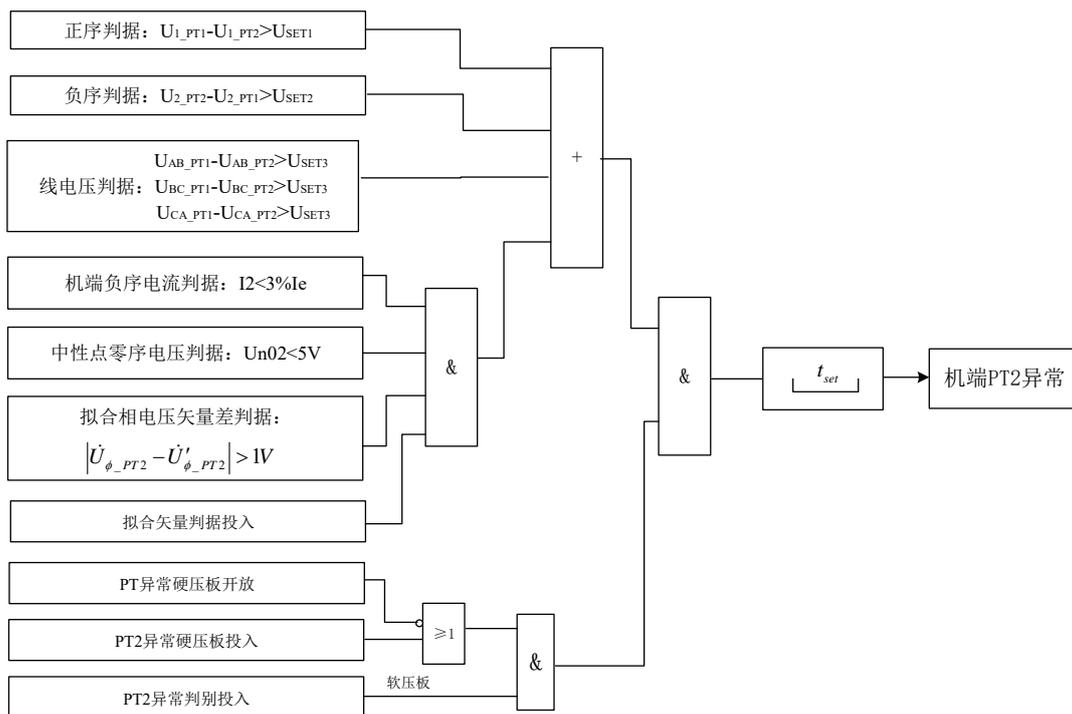


图 4.2 PT2 异常判别逻辑图

上图中， \dot{U}_{ϕ_PT2} 为三相电压最低相的电压矢量， \dot{U}'_{ϕ_PT2} 为三相电压最低相的拟合电压矢量，由另外两个正常相的电压矢量经过 120 度旋转求得，正常情况下该矢量差接近于 0，发生 PT 慢熔时能灵敏检测，该判据同时利用了异常相的幅值和相位变化，明显提升了 PT 慢熔检测的灵敏度。

满足以上任一条件，同时 PT 异常硬压板处于投入位置，则判为 PT2 异常，经延时 t_{set} 发报警信号。

U_{SET1} 为正序电压差定值，定值范围 0.1~10V，默认值 1V； U_{SET2} 为负序电压差定值，定值范围 0.1~10V，默认值 1V； U_{SET3} 为相间电压差定值，定值范围 0.1~10V，默认值 1V； t_{set} 为报警延时定值，范围 0.1~20s，默认值 10s。

4.4 PT3 一次断线判据

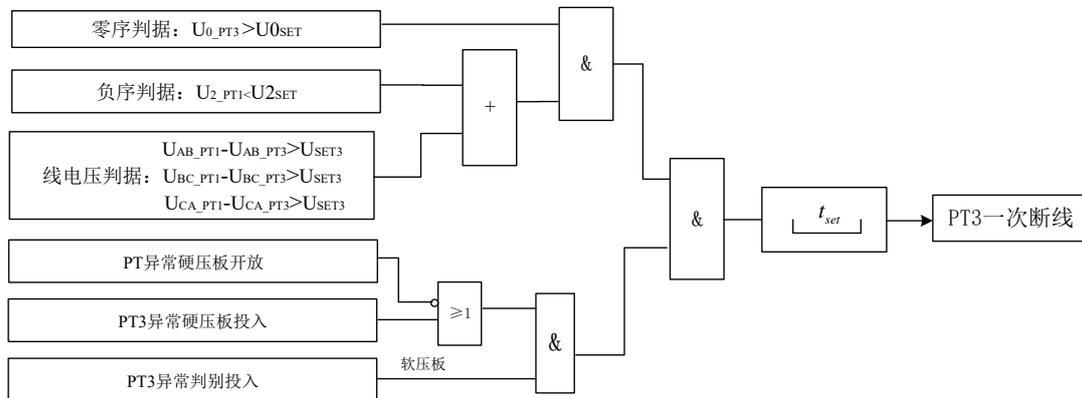


图 4.3 PT3 一次断线判别逻辑图

上图中， U_{0SET} 为纵向零序电压定值，定值范围 1~3V，默认值 1V； U_{2SET} 为负序电压定值，定值范围 0.1~10V，默认值 1V； U_{SET3} 为相间电压差定值，定值范围 0.1~10V，默认值 1V； t_{set} 为延时定值，范围 0.1~20s，默认值 0.1s。

4.5 PT3 异常判据 2

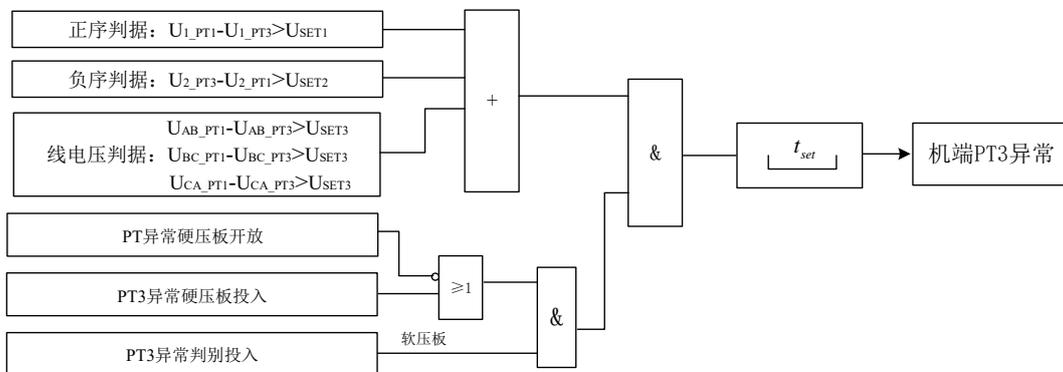


图 4.4 PT3 异常判据 2 逻辑图



上图中, U_{SET1} 为正序电压差定值, 定值范围 0.1~10V, 默认值 1V; U_{SET2} 为负序电压差定值, 定值范围 0.1~10V, 默认值 1V; U_{SET3} 为相间电压差定值, 定值范围 0.1~10V, 默认值 1V; t_{set} 为延时定值, 范围 0.1~20s, 默认值 0.1s。

五、系统参数和定值清单

5.1 装置设定参数列表

序号	定值名称	定值说明
1.	装置地址	1-255
2.	串口 1 波特率	0-2 0:4800 bps 1:9600 bps 2:19200 bps
3.	串口 2 波特率	0-2 0:4800 bps 1:9600 bps 2:19200 bps
4.	串口 1 通道号	0~7
5.	串口 2 通道号	0~7
6.	通讯规约	0:IEC103, 1: Modbus RTU, 2: Modbus TCP
7.	控制权限	0-2 0:本地 1:远方 2:由外部遥信决定
8.	PT 异常判别硬压板	0,1 0:退出 1:投入

5.2 电力参数定值

类别	序号	定值名称	定值范围	默认值	单位	备注
CT	1	机端 CT 一次值	1~60000	25000	A	
	2	机端 CT 二次值	1~5	5	A	
	3	机端 CT 反向	是/否	否		
PT	4	机端 PT1 一次值	0.01~100.00	20.00	kV	
	5	机端 PT1 二次值	0.01~200.00	100.00	V	
	6	PT1 零压一次值	0.01~100.00	20.00	kV	
	7	PT1 零压二次值	0.01~200.00	100.00	V	
	8	机端 PT2 一次值	0.01~100.00	20.00	kV	
	9	机端 PT2 二次值	0.01~200.00	100.00	V	
	10	PT2 零压一次值	0.01~100.00	20.00	kV	
	11	PT2 零压二次值	0.01~200.00	100.00	V	
	12	机端 PT3 一次值	0.01~100.00	20.00	kV	
	13	机端 PT3 二次值	0.01~200.00	100.00	V	
	14	PT3 零压一次值	0.01~100.00	20.00	kV	
	15	PT3 零压二次值	0.01~200.00	100.00	V	
发电机	16	发电机额定功率	0.1~2000.0	600.0	MW	
	17	发电机功率因数	0.001~1.000	0.900		
	18	一次额定电压	0.01~100.00	20.00	kV	



类别	序号	定值名称	定值范围	默认值	单位	备注
	19	PT 接线方式	三相四线/ 三相三线	三相四 线		注 1

5.3 保护定值

功能类型	序号	定值名称	定值范围	默认值	单位	备注
PT1 异常	1.	PT1 异常判别投退	0, 1	0		
	2.	拟合矢量判据投退	0, 1	0		
	3.	相间电压差定值	0.1 - 10.0	5	V	
	4.	正序电压差定值	0.1 - 10.0	5	V	
	5.	负序电压差定值	0.1 - 10.0	5	V	
	6.	PT1 异常判别延时	0.1 - 20.0	10	s	
PT2 异常	7.	PT2 异常判别投退	0, 1	0		
	8.	拟合矢量判据投退	0, 1	0		
	9.	相间电压差定值	0.1 - 10.0	5	V	
	10.	正序电压差定值	0.1 - 10.0	5	V	
	11.	负序电压差定值	0.1 - 10.0	5	V	
	12.	PT2 异常判别延时	0.1 - 20.0	10	s	
PT3 异常	13.	PT3 异常判别投退	0, 1	0		
	14.	相间电压差定值	0.1 - 10.0	5	V	
	15.	纵向零序电压定值	1.00 - 3.00	1	V	
	16.	负序电压定值	0.1 - 10.0	1	V	
	17.	正序电压差定值	0.1 - 10.0	5	V	
	18.	负序电压差定值	0.1 - 10.0	5	V	
	19.	PT3 异常判别延时	0.1 - 20.0	0.1	s	

5.4 软件压板定值

序号	压板名称	压板方式	压板状态默认值
1	PT1 异常软压板	0, 1	0
2	PT2 异常软压板	0, 1	0
3	PT3 异常软压板	0, 1	0

5.5 遥信参数

序号	定值名称	初始值	范围	备注
1	遥信 01 防抖时间	5	0~60000	ms
2	遥信 02 防抖时间	5	0~60000	ms
3	遥信 03 防抖时间	5	0~60000	ms
4	遥信 04 防抖时间	5	0~60000	ms
5	遥信 05 防抖时间	5	0~60000	ms
6	遥信 06 防抖时间	5	0~60000	ms
7	遥信 07 防抖时间	5	0~60000	ms
8	遥信 08 防抖时间	5	0~60000	ms



9	遥信 01-08 取反	00000000	00000000-11111111	
---	-------------	----------	-------------------	--

5.6 出口组态参数

序号	定值名称	初始值	范围	备注
1.	PT1 异常出口	000011	000000-111111	
2.	PT2 异常出口	001100	000000-111111	
3.	PT3 异常出口	110000	000000-111111	

5.7 网络参数

序号	名称	定值范围	备注
本机网络参数			
1.	本机 IP 地址	000.000.000.000~255.255.255.255	
2.	本机子网掩码	000.000.000.000~255.255.255.255	
3.	本机端口号	1~65535	
4.	本机 Mac 地址	00.00.00.00.00.00~ff.ff.ff.ff.ff	
远方网络参数 (A 网)			
1.	远方 IP 地址 1	000.000.000.000~255.255.255.255	
2.	远方 IP 端口号 1	1~65535	
3.	远方 IP 通道号 1	0~7	
4.	
5.	
6.	
7.	远方 IP 地址 8	000.000.000.000~255.255.255.255	
8.	远方 IP 端口号 8	1~65535	
9.	远方 IP 通道号 8	0~7	



六、调试大纲

6.1 调试注意事项

试验前请仔细阅读本试验大纲及有关说明书。

尽量少拔插装置模件，不触摸模件电路及芯片，不带电插拔模件。

使用的电烙铁、示波器必须与屏柜可靠接地。

试验前应检查屏柜及装置在运输中是否有明显的损伤或螺丝松动。特别是 CT 回路的螺丝及连片。不允许有丝毫松动的情况。

校对程序版本号及校验码。

6.2 装置通电前检查

外观及接线检查

主要是检查保护装置的外观有无破损，铭牌参数、标注及接线是否符合图纸设计要求，装置的工艺、端子无松脱。

检查电源插件、交流插件的额定参数，继电器插件的跳闸电流及合闸电流等满足实际系统的要求。

硬件跳线检查

根据整定要求，对硬件进行设置和检查。

6.3 绝缘检查

将装置各端子并联（通信端子可不作绝缘试验），用 500V 摇表按插件分别对地摇绝缘绝缘电阻应大于 20M。

6.4 上电检查

通电初步检验是指装置在上电以后各部分的工作状况是否正常。主要包括装置的通电自检、键盘功能的检验、软件版本和程序校验码的核查以及时钟的整定与校核。按定值单输入各组定值到相应的定值区然后把定值区切换到运行定值区。

6.5 采样精度检查

进入“系统设置”菜单中“测量值”子菜单，在保护屏端子上分别加入额定的电压、电流量，在液晶显示屏上显示的采样值应与实际加入量相等，其误差应小于相关要求。

6.6 开关量输入检查

进入“开入状态”子菜单，在装置的开关量输入端分别施加激励量，检查各输入回



路的导通情况，在液晶显示屏上显示的开入量状态应有相应改变。

6.7 继电器接点校验

继电器接点检测也可通过保护的“开出传动”菜单进行。可操作每一路输出继电器。操作方法见操作菜单说明。对配置有跳闸出口、合闸回路监测应带模拟断路器作一次合闸传动和一次跳闸传动并确认断路器正确动作。

6.8 定值校验

装置的保护功能及动作逻辑已经多次动模考验、型式试验及其它测试。现场调试仅需校验定值即可。

6.9 保护功能试验项目

见《BPE9602 型发电机机端 PT 监测装置测试报告》。



七、装置的运行说明

7.1 装置正常运行状态

装置正常运行时，“运行”灯应有节奏的亮灭，其它指示灯应不亮，

管理 CPU 和保护 CPU 之间通信发生中断、装置自检发现错误时，告警灯亮。PT 断线、CT 断线及其他告警信号出现时告警灯亮。在保护返回时，按下“复归”按钮，复归所有动作指示灯。

7.2 安装注意事项

- a) 保护柜本身必须可靠接地，柜内设有接地铜排，须将其可靠连接到电站的接地网上。
- b) 可能的情况下应采用屏蔽电缆，屏蔽层在开关场与控制室同时接地，各相电流线及其中性线应置于同一电缆内。
- c) 电流互感器二次回路仅在保护柜内接地。

7.3 装置信息含义及处理建议

表 1 异常信息含义

序号	信息	含 义	处 理 建 议	备注
1	装置故障	电源故障	通知厂家处理	
2	存储器自检出错	RAM 芯片损坏	通知厂家处理	
3	定值自检出错	定值区内容被破坏	通知厂家处理	
4	AD 自检出错	采样出现故障	通知厂家处理	
5	出口自检出错	继电器板故障	通知厂家处理	
6	通讯异常	内部 RS422 通信异常	检查 CPU 与 MMI 连线, 检查 MMI 板是否在升级程序。仍无法恢复通知厂家处理	
7	电池异常	装置内部用电池出现异常	通知厂家处理	
8				



表 2 保护报警信息含义

序号	信息	含 义	处 理 建 议	备注
1	GPS 信号丢失	装置没有检测到对时信号	检查 GPS 信号装置是否正常工作；GPS 信号线是否正确连接。	
2	PT 异常	报警元件动作	按运行要求处理	

7.4 故障信息示例

一次完整的保护动作信息包括以下内容

a) 故障报告，记录了保护动作过程的顺序记录，每一条记录（故障简报）包括动作信息、动作时间及其相关电气量的值。以下列举其中的一条记录，实际动作过程中一次完整的故障报告含有多个记录：

2022-10-18 11:47:12.307

PT1 异常动作发生

动作时的电压电流

Uab1=115 V

Ubc1=115 V

Uca1=115 V

Uab2=115 V

Ubc2=115 V

Uca2=115 V

Uab3=115 V

Ubc3=115 V

Uca3=115 V

Ia1 =2.23 A

Ib1 =2.23 A

Ic1 =2.23 A

b) 与 COMTRADE 兼容的故障录波波形。装置最多保存 32 次故障录波数据，每次录波采用连续记录的方式，每个周波记录 16 点，最长可到 20 周波。录波的波形包括保护启动前 2 个周波、保护启动直至动作全过程，同时还包括动作返回后 40ms 的波形。



八、储存

包装好的装置在制造厂及使用单位保存温度为 $-25^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 80%，周围空气不含有酸性、碱性或其他腐蚀性及爆炸性气体，有防潮等措施。

九、订货须知

订货时需注明：

- a) 产品型号、名称及订货数量。
- b) 交流电流、电压及频率额定值。
- c) 直流电压额定值。
- d) 通讯方式。
- e) 特殊的功能要求及特殊要求的备品备件。
- f) 供货地址及时间。



附录

附录 1 信息表及上送测量值

1、上送测量量按顺序分别为有：Ua1, Ub1, Uc1, Uab1, Ubc1, Uca1, Ua2, Ub2, Uc2, Uab2, Ubc2, Uca2, Ua3, Ub3, Uc3, Uab3, Ubc3, Uca3, Ia1, Ib1, Ic1。各个量均带品质描述位，按码值上送，其中，电压 100V 对应码值 1706，电流额定值对应码值 1706，额定功率（对应额定电压和额定电流）对应码值 1706，功率因数 1 对应码值 1706，频率 50Hz 对应码值 1706。

2、信息表：

序号	FUN	INF	描述（2 发生/1 消除）
装置异常信息			
1	152	191	装置故障
2	152	193	存储器自检出错
3	152	222	定值自检出错
4	152	192	内部通讯异常
5	152	177	电池异常
6	152	131	AD 自检异常
7	152	133	出口自检异常
8	152	136	RS422 通信复位
保护告警信息			
1	152	37	PT1 异常
2	152	38	PT2 异常
3	152	39	PT3 异常
4	152	86	GPS 信号丢失



上海利乾电力科技有限公司

版权所有

地 址：上海市黄浦区汉口路 766-1 号 2 楼

电 话：021-51877520

技术中心：南京市江北新区星火路 19 号星智汇花园 6 号楼四楼

电 话：025-83214633

服务热线：13382768633

传 真：025-83604633

<http://www.lqpower.com>

E-mail: shlqpower@126.com