

全电压故障监测及录波装置

MAE 系列

使 用 说 明 书

保定市如高电气设备制造有限公司

目 录

1、概述.....	2
2、适用范围.....	3
3、工作原理.....	3
4、面板指示说明.....	4
5、功能及特点.....	4
5.1 产品功能.....	4
5.2 产品特点.....	6
6、技术指标.....	7
7、操作及说明.....	8
7.1 显示主界面.....	8
7.2 主菜单介绍.....	9
7.3 装置设置.....	9
7.3.1 基本设置.....	10
7.3.2 端口设置.....	10
7.3.3 显示设置.....	11
7.4 定值设定.....	11
7.4.1 电压整定.....	错误！未定义书签。
7.5 装置调试.....	13
7.5.1 传动试验.....	13
7.5.2 输出测试.....	13
7.5.3 通信测试.....	14
7.6 系统查看.....	14
7.6.1 手动录波.....	14
7.6.2 谐波分析.....	15
7.7 事件记录.....	15
7.8 故障波形.....	16
7.9 产品信息.....	17
8、通讯规约.....	17
8.1 通讯点表说明.....	17
8.2 报文格式说明.....	20
9、接口定义及开孔尺寸.....	22
9.1 背后端子接线图.....	22
9.2 开孔尺寸.....	23
10、运输与贮存.....	24
11、保修期限及订货说明.....	24

1、概述

中性点不接地以及经消弧线圈接地或高阻接地方式的电力系统，国内大部分66kV 及以下电网都采用这种接地方式。全电压监测及录波装置是我公司针对电力系统中各类故障研制的一种智能综合型控制器。

该装置可装设在3~35kV变电所各级母线上，通过对电压互感器、电流互感器的二次信号进行采样、分析，快速准确地识别电网各种故障状态，并发出相应的控制、报警、闭锁指令。用以对电网常见的容易引起跳闸事故的电压越限、PT断线、单相接地、铁磁谐振、雷击或操作过电压、系统谐波等故障进行识别和控制处理，同时针对故障波形录制分析，并能对系统正常运行的相电压和线电压进行实时监测。

该产品采用的双核DSP处理器，同时要求具备上电自检功能。内置SD卡，具备高速AD及FPGA采样和功能强大的数字信号处理能力、快速浮点数运算能力以及大数据存储功能，装置采样信号取自于宽频电压传感器，其频宽达到100MHz，具有很好的频率响应特性，能够采集到电网电压的高频分量，利用DSP高速浮点运算实现信号的快速傅里叶分析，以及我公司独创的电压快速算法，快速计算与分析电力系统的电压信号，及时准确地对电网各种故障状态进行分析，并采取相应的动作报警，达到快速保护电力系统的目的。

该装置配备高清7寸触摸屏可实现人机交互界面进行查询和各种定值的设置。控制器同时具有记录装置的运行过程以及故障时刻或手动录波时的系统电压以及电流波形，最多可以记录200条动作记录以及故障波形。波形记录可通过U盘导出到电脑，利用专用软件进行深入分析。控制器还具备有远程通信和掉电数据保护等功能。

该装置可通过国家级检测中心IV级电磁抗干扰型式试验。同时通讯协议可通过国家级通信及规约检验，确保装置与整个监控系统兼容。

控制器设计参照以下标准：

GB/T 50064 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范；

GB/T 14598.9 量度继电器和保护装置；

GB/T 16927.1 高电压试验技术第一部分：一般试验要求；

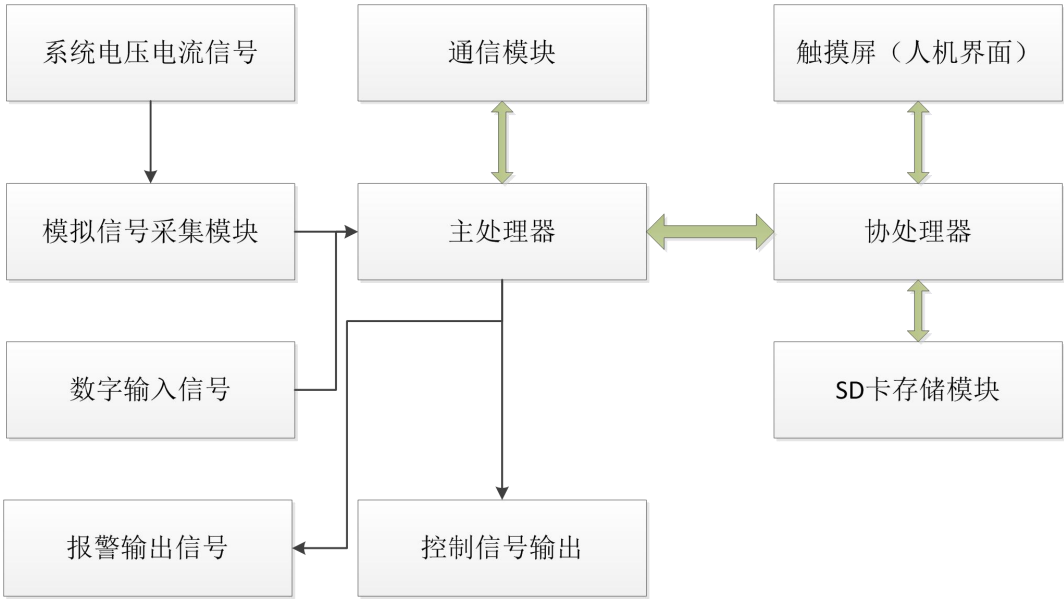
GB/T 7261 继电保护和安全自动装置基本试验方法。

2、适用范围

本装置适用于3KV—66KV各种电压等级，各种出线方式的中性点不接地或中性点经电阻、消弧线圈接地、母线上装有消弧装置（消弧柜）系统，可应用在PT柜、抑制柜、限谐柜、低残压柜、消弧柜及进线柜上，对电力系统常见故障实时监测处理并录波分析。可广泛用于电力系统的变电站、发电厂、水电站及化工、采油、冶金、煤炭、铁路等大型厂矿企业的供电系统。

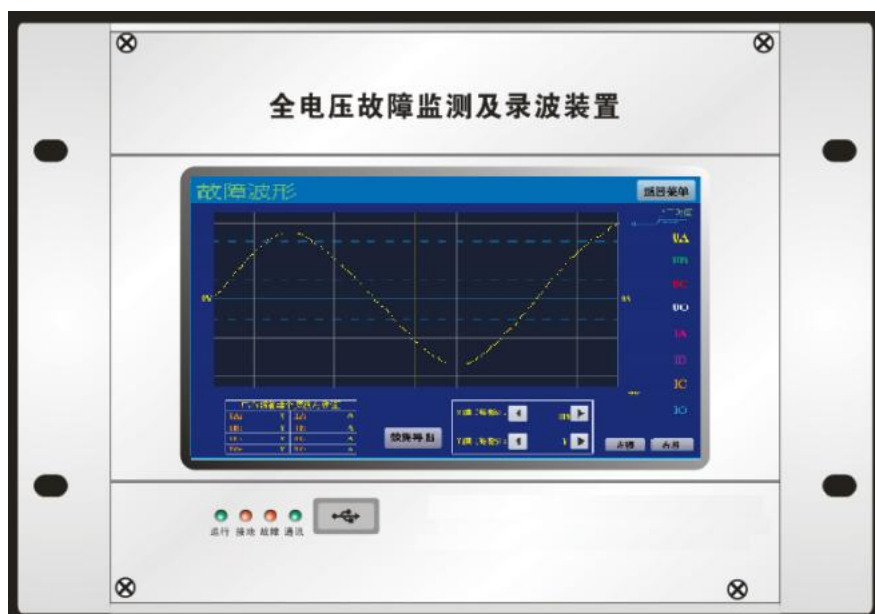
3、工作原理

本装置由电源模块，模拟信号采集模块，数字信号输入模块，继电器信号输出模块，开关量采集模块，主处理器模块，协处理器模块，通信模块，SD卡存储模块等部分组成，如图：



控制器采集系统电压电流信号、外部反馈信号以及其他装置的反馈信号，实时监测电力系统以及装置本身的运行状况，并且实时显示到用户界面上。当系统发生各类故障时，快速分析计算系统的零序电压以及三相电压，来确定故障发生的类型及属性，再根据判定结果做出相应的处理。

4、面板指示说明



信号灯说明：

- 运行：正常运行指示灯，闪烁频率1Hz;
- 接地：当发生接地故障时闪烁;
- 报警：当系统电压出现异常时故障指示;
- 通讯：当收到正确报文并返回报文时闪烁;
- USB接口：用于U盘波形导出或升级程序;

5、功能及特点

5.1 产品功能

① 运行监测功能

实时对电压互感器送来的 A、B、C 三相电压、开口三角电压以及电流互感器二次侧的电流信号进行采集、计算。面板上显示系统运行相电压、线电压及电流的有效值，取代常规的 PT 柜监测仪表。

② 越限报警功能

当系统运行的线电压超过或低于预先设定的限值（默认为超过 80V 或低于 40V）时可及时报警，面板显示故障类型和故障时的电压，并输出接点信号，用户可以用作信号报警或跳闸。

③ PT 断线报警功能

当开口三角电压越限（大约 30V 左右）而且非故障相电压正常时，根据相电压是否低于限值来判断出 PT 断线。一旦系统发生断线故障，面板上显示断线相别和三相电压，并输出接点信号。

④ 接地报警功能

当开口三角电压越限（大约 45V 左右）而且有二相电压接近或超过线电压时，本装置根据故障相对地电压的变化判断是单相弧光接地还是单相金属接地故障，并输出接点信号。

⑤ 消除谐振功能

当开口三角电压越限后，本装置立即进行开口三角电压幅值的运算和傅里叶级数分析，根据开口三角电压的幅值和频率判断出铁磁谐振的类型（1/3、1/2 分频谐振、基频谐振或 3 倍频谐振）。若判断为铁磁谐振故障，系统立即启动微机消谐功能投入相应的阻尼电阻，持续 0.2S 自动切除后若谐振仍然存在则再次投入阻尼电阻。若连续五次（持续 6s）不能消除谐振，则停止微机消谐功能，同时输出报警信号（无源继电器接点）。发生谐振时，显示屏显示发生谐振的频次和时间，同时记录故障时的数据。记录的故障数据包括故障时间、谐振类型、开口三角电压和各相电压。

当谐振故障消失后，显示屏返回到正常电压监测界面。

⑥ 系统谐波监测功能

基于快速傅里叶变换原理，运算结果快速准确。能够实时监测和分析电网中母线及线路的电压的基波及 2~21 次谐波，可对谐波越限给出报警。

⑦ 数据远传功能

本装置配置了 RS485 通讯接口，可按照给定的通讯规约（MODBUS 通讯规约）实现与后台监控系统的数据远传，用户可以在监控中心实时监测系统运行电压电流，调阅故障类型、故障状态及故障时的电气参数。

⑧ IRIG-B 码授时功能

时间的精确和统一是变电站自动化系统的最基本要求。针对现场变电站装有 GPS 授时装置的现场，本装置可以通过 RS485 总线传输 IRIG-B 码进行授时。通过精确的授时，才能具有准确的故障记录及录波数据，对事故的原因、过程进行准确分析。

在没有授时装置的现场，装置内置晶振且有内部温度补偿, 误差可做到 1 分钟每年。

⑨ 事件记录及故障报警功能

无论显示屏界面在哪一级，一旦出现故障立即弹出故障界面，显示故障类型、故障时间、故障参数等，同时系统自动记录 200 次的故障信息并输出报警接点。

⑩ 录波及波形分析功能

针对二次电压和电流设有手动录波和故障录波功能，针对故障进行记录并录波，录波次数可存储 200 次，每次录波长度 20 个周波（400ms）。液晶的波形显示界面可查看波形。同时可以将 U 盘插入到面板上的 USB 接口，导出 CFG 格式的文件。在电脑上通过专业软件分析，可以得到相位角、谐波分量等具体参数。

⑪ 控制一次消谐器投退功能(PTK)

在系统铁磁谐振故障后，微机消谐功能投入阻尼电阻实现二次消谐。同时通过继电器控制一次消谐器投入工作，这样消除铁磁谐振的效果更好。在谐振消除后退出一次消谐器，让 PT 二次绕组中性点直接接地。

5.2 产品特点

- ◆ 模块化设计，结构紧凑，技术先进，双高速DSP核处理器使运算实时性和动作准确性得以保证；
- ◆ 实时监控系統状态，对出现的异常运行状态（电压越限、谐振、接地、PT断线、谐波分量等）做出准确判断，并作出及时动作；
- ◆ 工业标准的RS485通讯接口，可以向上位机传送系统的运行状态；
- ◆ 配备B码校时接口，可让故障记录精确到ms级别；
- ◆ 故障追忆功能，显示最近200次历史运行记录；
- ◆ 故障波形可通过液晶屏显示分析，也可将U盘导出到电脑借助专业软件分析；
- ◆ 具有良好的电磁兼容性，适合在强电磁干扰的复杂环境中应用；
- ◆ 双硬件看门狗电路确保软件运行的可靠性；
- ◆ 中文7寸高清触摸屏液晶显示界面，运行状态清晰，菜单式操作，方便易用；
- ◆ 后期程序升级不用更换插件，可通过插入U盘升级。可方便客户后期增加功能而升级程序；
- ◆ 可通过人机界面模拟开关量输入、继电器输出、发故障报文从而解决了现场

无继电保护测试仪加模拟量的难题；

- ◆ 本常规控制器适用于频率为50HZ的电力系统中。

6、技术指标

- ①工作电源：AC/DC 110-220V， $\pm 10\%$ ；
- ②装置功耗： $< 20W$ ；
- ③母线 PT 二次电压输入范围：额定电压 $\leq$ 交流 150V，峰值电压 $\leq$ 交流 500V；
- ④CT 最大二次电流：额定电流 $\leq$ 交流 10A，峰值电流 $\leq$ 交流 50A；
- ⑤装置动作启动开口电压：交流 1—100V 可调（默认设置交流 15V）；
- ⑥继电器接点允许电流： $\leq 10A / AC250V$ ；
- ⑦故障录波时间长度：400ms；
- ⑧同 RTU 和综自站通信方式：硬节点、RS485、B 码对时；
- ⑨环境温度： $-20^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$ ；
- ⑩环境湿度： $\leq 90\%$ ；
- ⑪海拔高度：小于 2000m，特殊情况下可达 4000m；
- ⑫使用地点不得有腐蚀性气体、蒸汽、导电尘埃，不得有爆炸性气体和破坏绝缘性气体，安装地点具有防风、防雨和防尘设施。

7、操作及说明

7.1 显示主界面



时间显示：当前时间；

橘黄色部分显示系统当前状态，有系统正常、系统失压、系统过压、系统低压、系统接地、谐振故障、PT 断线等故障状态；

信息显示：

Ua: A 相电压，Ub: B 相电压，Uc: C 相电压，U0: PT 开口电压 ；

Uab:AC 相线电压；Ubc:BC 相线电压；Uca:CA 相线电压；

PTK 开关位置指示；

隔离刀闸位置；

复归按钮：点击复归按钮，复归 PTK 开关。

7.2 主菜单介绍

点击对应的图标即可进入要操作的子菜单界面。主菜单共有 8 项，如下图



返回主界面：返回上一层，即主界面；

装置设置：装置基本信息设置；

定值设置：设置/修改设备部分参数。

装置调试：继电器模拟输出、通信报文查看等信息；

装置查看：查看开关量输入状态、手动录波及谐波分析；

系统查看：可实时手动录波，并可以查看谐波分量；

事件记录：记录设备事件；

故障波形：查看事件发生时的信息和波形；

关于产品：产品相关信息介绍，以及软件版本说明信息。

7.3 装置设置

在主菜单下，按“装置设置”按键可进入该子菜单。主要设置内容有站名、设置时间、功能投退、通信参数、录波长度、报警延时、屏幕显示设置等参数；

7.3.1 基本设置



环境设置:设置当前变电站名称,可以用英文和数组结合设置,PTK和消谐功能可根据现场需要进行投退;

时间设置:设置当前的时间,有B码校时的现场可以通过选择B码校时进行授时;

通信设置:设置当前通讯地址和波特率,波特率设置为1200、2400、4800、9600、115200bps;

录波设置:共计录波长度为400ms,前后录波时间可设;

设置完成后选择“保存参数”可保存设置,不需要保存直接选择“返回菜单”。

7.3.2 端口设置



端口设置：设置报警输出延时时间，并选择“延时使能”后才能生效；

设置完成后选择“保存参数”可保存设置，不需要保存直接选择“返回菜单”。

7.3.3 显示设置

基本设置 端口设置 显示设置 返回菜单

背光设置

背光时间：10 分钟 背光亮度：20 背光常亮：☒

报警设置

背光打开：☐ 弹出报警框：☒

修改后请保存参数

参数保存

背光设置：可设置背光灯亮的持续时间、背光灯强度。在选择“背光常亮”情况下背光灯可持续亮；

报警设置：“背光打开”在出现系统故障的情况下背光灯会由灭转亮提示用户，“弹出报警框”在出现系统故障的情况下会弹出报警信息；

设置完成后选择“保存参数”可保存设置，不需要保存直接选择“返回菜单”。

7.4 定值设定

进入“定值设定”菜单后，需要输入密码，该密码为“0000”。

密码输入 返回菜单

请输入密码：0000 确认密码

7.5 装置调试

7.5.1 传动试验



进入传动试验后，绿色部分显示 PTK 开关位置、隔离刀闸等位置；
红色按钮可以进行 PTK 合分闸传动试验，并且倒计时可以延时设置时间；
选择“返回菜单”可返回主菜单。

7.5.2 输出测试



通过每个按钮来模拟报警输出继电器合分；
选择“返回菜单”可返回主菜单。

7.5.3 通信测试

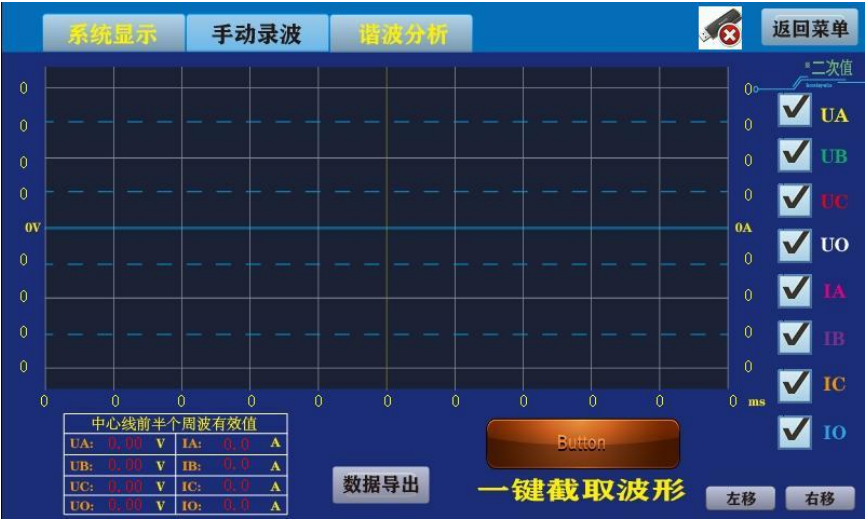


此菜单用于在上位机后台通讯时测试收发报文的显示，有助于方便现场调试通讯；

选择“返回菜单”可返回主菜单。

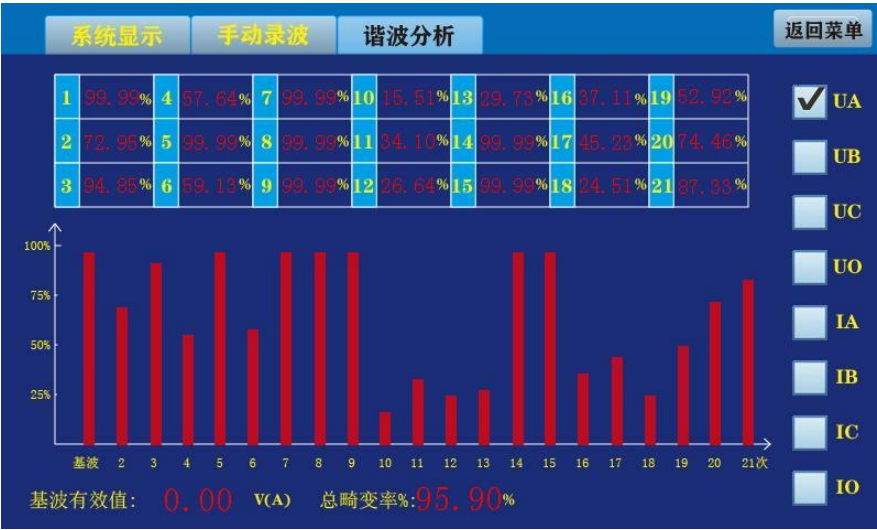
7.6 系统查看

7.6.1 手动录波



可以通过此菜单随时录波截取当前状态，并可以通过U盘导出数据；
选择“返回菜单”可返回主菜单。

7.6.2 谐波分析



此界面可以查看谐波分量的具体数值；

选择“返回菜单”可返回主菜单。

7.7 事件记录



主要记录故障发生的时间、类型、电压电流值、开关变位信息；

选择“返回菜单”可返回主菜单。

7.8 故障波形

故障查询

返回菜单

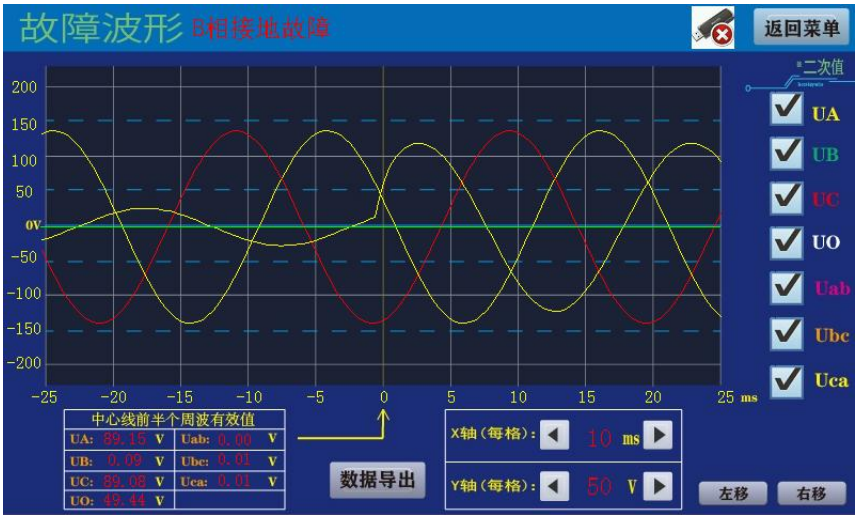
故障类型			
B相接地故障			
故障开始时间	2019-12-02 00:16:57		
故障结束时间	2019-12-02 00:16:58 WED		
故障时A相电压	87.17 V	故障时B相电压	0.14 V
故障时C相电压	87.97 V	故障时开口电压	45.81 V
故障时A相电流	0.0 A	故障时B相电流	0.0 A
故障时C相电流	0.0 A	故障时接地电流	0.0 A

上页

查看波形

第 1 页
共 50 页

下页



二次值

☒ UA
☒ UB
☒ UC
☒ UO
☒ Uab
☒ Ubc
☒ Uca

中心线前半周波有效值

UA: 89.15 V	Uab: 0.00 V
UB: 0.09 V	Ubc: 0.01 V
UC: 89.08 V	Uca: 0.01 V
UO: 45.44 V	

数据导出

X轴(每格): 10 ms
Y轴(每格): 50 V

左移 右移

通过故障信息可以通过查看波形菜单调取当时的波形记录；

通过 X 轴和 Y 轴可以改变显示区域的时间长度和幅值；

通过“左移”和“右移”查看前后波形；

通过右侧电压电流勾选，可以有选择的查看任意通道的波形。

7.9 产品信息



显示产品的软硬件版本信息，以及更新时间信息；

点击“返回菜单”返回主菜单界面。

8、通讯规约

本设备采用 RS-485 总线，波特率默认为 9600BPS（波特率可调），1 位起始位，8 位数据位，无校验位，1 位停止位，共 10 位，下发报文最少间隔时间 100ms。

注：出厂时站址和通讯波特率已设好了，默认站址为 01，波特率为 9600。

CRC 校验权值为 $CRC-16=X16+X15+X5+1$

其中，本装置 Modbus 通信使用了如下三种功能码：

01H：读遥信量；

03H：读遥测量；

06H：设置遥控量。

注：单条报文的长度不超过 256 个字节。

8.1 通讯点表说明

遥信功能码 **01H**，起始地址 **0001H**，状态量共 **32 位**，**4 字节**，占用地址 **0001H**，**0002H**。

遥信点表及说明

地址	位	说明	备注
0001H	1	保留	
	2	保留	
	3	保留	
	4	0 隔离刀处于闸状态 1 隔离刀处于合闸状态	隔离刀闸状态
	5	保留	
	6	保留	
	7	保留	
	8	0 PTK 处于分闸状态 1 PTK 处于合闸状态	PTK 位置状态
	9	0 控制器内部正常工作 1 控制器内部故障	控制器内部工作状态
	10	0 系统未出现 A 相金属接地故障 1 系统出现 A 相金属接地故障	系统是否发生 A 相金属接地故障
	11	0 系统未出现 B 相金属接地故障 1 系统出现 B 相金属接地故障	系统是否发生 B 相金属接地故障
	12	0 系统未出现 C 相金属接地故障 1 系统出现 C 相金属接地故障	系统是否发生 C 相金属接地故障
	13	0 系统未出现 A 相弧光接地故障 1 系统出现 A 相弧光接地故障	系统是否发生 A 相弧光接地故障
	14	0 系统未出现 B 相弧光接地故障 1 系统出现 B 相弧光接地故障	系统是否发生 B 相弧光接地故障
	15	0 系统未出现 C 相弧光接地故障 1 系统出现 C 相弧光接地故障	系统是否发生 C 相弧光接地故障
	16	0 系统未出现失压故障 1 系统出现失压故障	系统是否发生失压故障

0002H	17	0 系统未出现低压故障 1 系统出现低压故障	系统是否发生低压故障
	18	0 系统未出现过压故障 1 系统出现过压故障	系统是否发生过压故障
	19	0 系统未出现 A 相 PT 断线故障 1 系统出现 A 相 PT 断线故障	系统是否发生 A 相 PT 断线故障
	20	0 系统未出现 B 相 PT 断线故障 1 系统出现 B 相 PT 断线故障	系统是否发生 B 相 PT 断线故障
	21	0 系统未出现 C 相 PT 断线故障 1 系统出现 C 相 PT 断线故障	系统是否发生 C 相 PT 断线故障
	22	0 系统未出现三分频谐振故障 1 系统出现三分频谐振故障	系统是否发生三分频谐振故障
	23	0 系统未出现二频谐振故障 1 系统出现二频谐振故障	系统是否发生二频谐振故障
	24	0 系统未出现工频谐振故障 1 系统出现工频谐振故障	系统是否发生工频谐振故障
	25	0 系统未出现三倍频谐振故障 1 系统出现三倍频谐振故障	系统是否发生三倍频谐振故障
	26	保留	
	27	保留	
	28	保留	
	29	保留	
	30	保留	
	31	保留	
	32	保留	

遥测功能码为 03H，数据为无符号 16 位整型。

遥测点表说明

地址	说明	备注
0020H	A 相电压二次测量值	传输值为实际值的 100 倍，单位为 V
0021H	B 相电压二次测量值	
0022H	C 相电压二次测量值	
0023H	PT 开口三角电压二次测量值	
0024H	AB 线电压二次测量值	传输值为实际值的 100 倍，单位为 V
0025H	BC 线电压二次测量值	
0026H	CA 线电压二次测量值	
0027H	保留	

遥控使用功能码为 06H

遥控点表及说明

地址	说明	备注
0040H	0 PTK 分闸	PTK 分合闸操作
	1 PTK 合闸	
0041H	0 无操作	故障复位
	1 故障复位	

8.2 报文格式说明

读状态量（遥信）

使用命令 01H 作为读取状态量的功能码，状态量固定为 32 位，占用地址 0001H，0002H。报文格式如下：

读取状态量（主机下发）

地址+功能码+起始地址+字长度+16 位 CRC 校验码

地址	功能码	起始地址		数据字长度		CRC 校验码	
ADD	01H	00H	01H	00H	02H	CRC 低	CRC 高

读取状态量（装置上传）

地址+功能码+字长度+数据长度+16 位 CRC 校验码

地址	功能码	字节长度	数据	CRC 校验码	
ADD	01H	04H	4 字节数据	CRC 低	CRC 高

读模拟量（遥测）

使用 03 作为遥测的功能码，读取装置的三相相电压及线电压，PT 开口电压。

模拟量读取（主机下发）

地址+功能码+起始地址+字长度+16 位 CRC 校验码

地址	功能码	起始地址		数据字长度		CRC 校验码	
ADD	03H	00H	20H	00H	07H	CRC 低	CRC 高

模拟量读取（装置上传）

地址+功能码+字长度+数据长度+16 位 CRC 校验码

地址	功能码	字节长度	数据	CRC 校验码	
ADD	03H	0EH	14 字节数据	CRC 低	CRC 高

远程控制（遥测）

使用 06 作为遥控的功能码，控制装置故障复位。

遥控操作（主机下发）

地址+功能码+起始地址+字长度+16 位 CRC 校验码

地址	功能码	寄存器地址		寄存器数据		CRC 校验码	
ADD	06H	00H	20H	00H	07H	CRC 低	CRC 高

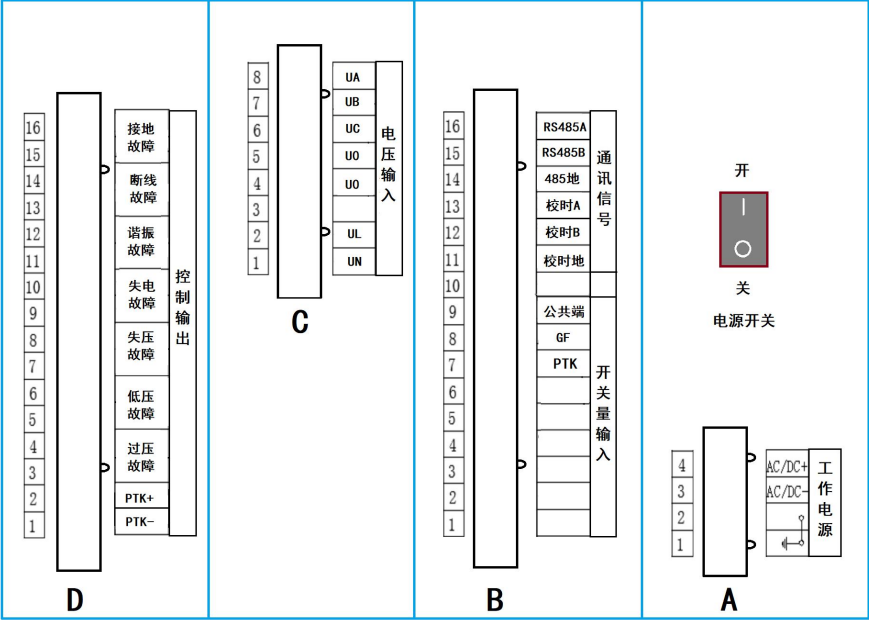
遥控操作（装置上传）

地址+功能码+字长度+数据长度+16 位 CRC 校验码

地址	功能码	字节长度	数据	CRC 校验码	
ADD	06H	02H	2字节数据	CRC 低	CRC 高

9、接口定义及开孔尺寸

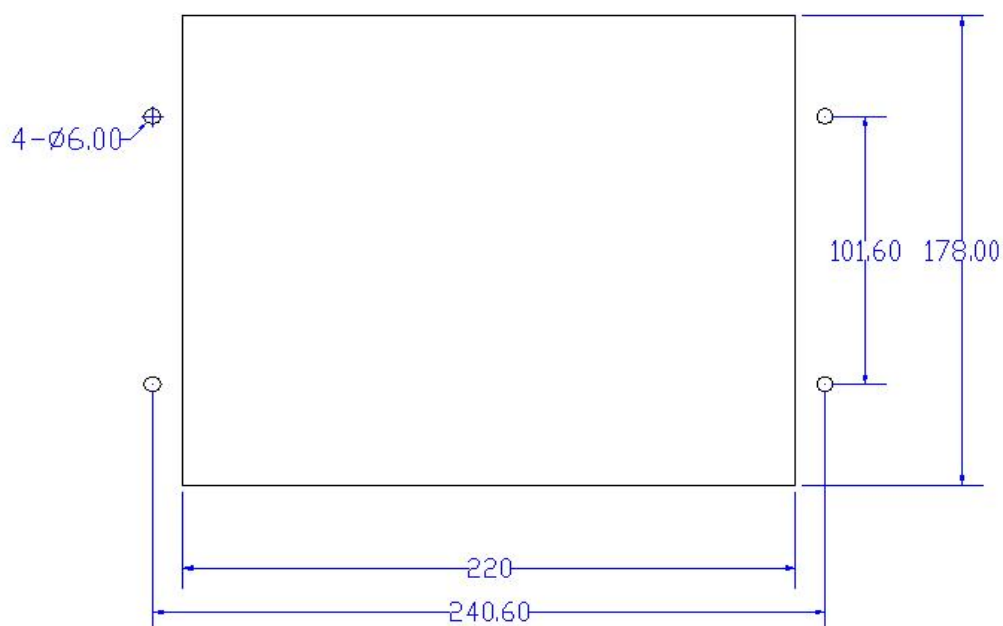
9.1 背后端子接线图



端子序号		定义功能	说明
工作电源输入			
端子 A	A1~A2	电源地	
	A3~A4	工作电源输入	AC/DC 110`220V
开关量及通讯接口			
端子 B	B7	PTK 开关合闸反馈接点输入	
	B8	隔离开关反馈接点输入	
	B9	B7、B8 开关量接点公共端	
	B11~B13	B 码校时输入口	
	B14~B16	RS485 通讯接口	
电压信号输入			
端子 C	C1~C2	PT 开口三角输入端	
	C4~C5	PT 二次三相主绕组中性点输入端	
	C7~C8	PT 二次三相主绕组输入端	
继电器控制输出			
端子 D	D1~D2	控制 PTK 开关分合操作	常开，出现谐振是闭合
	D3~D4	过压报警	常开
	D5~D6	低压报警	常开
	D7~D8	失压报警	常开
	D9~D10	失电报警	常闭
	D11~D12	谐振报警	常开
	D13~D14	断线报警	常开
	D15~D16	接地报警	常开

9.2 开孔尺寸

主控单元采用全封闭 5U 1/3 标准机箱，嵌入式安装于屏(柜)上。插件为后插导轨式，插紧后上下有锁紧螺丝。机箱安装开孔尺寸图如下：



前面板尺寸为 260*180mm，深度 223mm（带接线端子）

10、运输与贮存

本装置运输和拆封不应受到剧烈冲击，应根据 GB/T15464《仪器仪表包装通用技术条件》的规定运输和储存。保存本装置应在原包装内，保存的地方环境温度为 $-20^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不超过 90%，空气中无腐蚀性气体。本装置在仓库里保存，应放在台架上，叠放高度不超过 5 箱，拆箱后，单只包装的叠放高度不超过 3 只。

11、保修期限及订货说明

本装置自发货之日起 18 个月或设备投运之日起 12 个月内（以二者先发生者为准），在用户遵守说明书规定要求进行操作和使用时（除去人为的破坏和操作失误以外造成的损坏）发现有功能、外观缺陷和不符合各项技术指标时，我公司给予免费修理或更换。订货时，请详细写明所需型号及功能要求等相关内容，以便能为您提供更精确之产品。