

# XPE-731

## 线路保护二型(B型)

### 技术说明书

V2.02 版本

- 本说明书和装置可能会有细微改动，请注意合适版本
- 若工程图纸与说明书不符，请以工程图纸为准

## 产 品 特 点

- 火电厂、水电站、变电站综合自动化完整解决方案
- 高性能双 32 位处理器和 DSP 数字信号处理器构成功能强大的可信赖的通用硬件平台
- 16 位保护 AD 转换, 24 位测量 AD 转换
- 先进的嵌入式实时多任务操作系统
- 两个以太网、两个 RS485 多种规约接口, 通信快速可靠
- 测量由硬件 DSP 实现, 独立于保护系统, 内嵌电能表功能
- 厂用电保护具有 4~20mA 输出功能, 代替变送器
- 全封闭, 抗震动, 内置操作回路, 适合上开关柜
- 跳、合闸电流 0.5~5A 自适应, 满足交流操作需要
- 装置具有强大的录波功能, 故障过程可全息再现
- 不依赖于后台系统的打印功能
- 全汉化大液晶宽屏显示
- 整机免调节、免维护、低功耗、长寿命
- 最高标准的四级电磁兼容性能, 不需外接任何抗干扰模件
- 保护出口采用矩阵方式, 方便现场调试

## 安 全 标 准

- GB/T 7261-2000 继电器及装置基本试验方法
- DL/T 478-2001 静态继电保护及安全自动装置通用技术条件
- GB/T 14285-2005 继电保护和安全自动装置技术规程
- GB/T 14598.9-2002 电气继电器 第22-3部分：量度继电器和保护装置的电气骚扰试验辐射电磁场骚扰试验(IEC 60255-22-3: 2000, IDT)
- GB/T 14598.10-1996 电气继电器 第22部分：量度继电器和保护装置的电气干扰试验第4篇 快速瞬变干扰试验(idt IEC 60255-22-4: 1992)
- GB/T 14598.13-1998 量度继电器和保护装置的电气干扰试验 第1部分：1MHz脉冲干扰试验 (eqv IEC 60255-22-1: 1988)
- GB/T 14598.14-1998 量度继电器和保护装置的电气干扰试验 第2部分：静电放电试验(idt IEC 60255-22-2: 1996)
- GB/T 14598.16-2002 电气继电器 第25部分：量度继电器和保护装置的电磁发射试验(IEC 60255-25: 2000, IDT)
- DL/T871-2005 电力系统继电保护产品动模试验
- GB/T 2423.1-2001 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温 (idt IEC 60068-2-1: 1990)
- GB/T 2423.2-2001 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温 (idt IEC 60068-2-2: 1974)
- GB/T 2423.9-2001 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Cb：设备用恒定湿热(idt IEC 60068-2-56: 1988)

# XPE-731 线路保护测控装置

## 1 基本配置

XPE-731 为用于 110KV 以下电压等级的大接地或小接地系统中的线路保护测控装置，也可用于 110KV 及以下电压等级的母联或分段断路器，带两段充电保护。可集中组屏也可在开关柜就地安装。

序号	保护功能	测控及通信功能
1	三段式电压闭锁的方向相间过流保护	分散式故障录波
2	相间反时限过流保护	独立的操作回路
3	手合加速、前/后加速(过流/零序)、充电保护	10 路外部遥信, 装置遥信变位, 事故遥信采集
4	过负荷(告警或跳闸)	正常断路器遥控分合
5	三段式零序方向过流保护	I/U/P/Q/COS $\phi$ /F 遥测及电度量
6	三相一次重合闸(检同期/检无压/不检)	事故分闸及正常分合闸次数统计
7	备投(又进线互投)功能	事件 SOE 记录
8	低周解列(低压、滑差闭锁)	网络软件对时
9	低压解列(滑差闭锁)	10M/100M 以太网通信
10	小电流接地选线	硬件脉冲对时(选配)
11	TV 断线检测及告警	双 XPE485 通信(选配)
12	机卡保护(选配)	扩展 8 路遥信或 2~3 路遥控(选配)

## 2 装置原理

### 2.1 硬件配置及原理框图见附图 XPE-731。

### 2.2 模拟量输入

外部电流及电压经隔离互感器隔离变换后输入，经低通滤波器输入至模数变换器，CPU 采样后对数字进行处理，构成各种保护继电器，并计算各种遥测量。

$I_A$ 、 $I_B$ 、 $I_C$  为相间电流保护用 TA 输入，零序电流保护用自产  $3I_0$  即三相电流之和。 $I_{Ac}$ 、( $I_{Bc}$ )  $I_{Cc}$  为测量 TA 输入，以保证遥测量有足够的精度。 $I_0$  为小电流接地选线输入通道，大接地系统时改为 B 相测量通道  $I_{Bc}$ 。 $U_A$ 、 $U_B$ 、 $U_C$  电压输入在本装置中除作为各种保护的输入电压外，还与  $I_{Ac}$ 、( $I_{Bc}$ )  $I_{Cc}$  一起计算形成 P、Q、COS $\phi$ 、Kwh、Kvarh 等遥测量。 $U_x$  为线路电压输入，用于重合闸检无压、检同期或自投电压判别，可选为相电压或线电压。

### 2.3 软件说明

#### 2.3.1 三段式低压闭锁方向过流保护

本装置设三段定时限过电流保护，各段电流及时间定值可独立整定，分别设置软压板控制每段保护的投退，各段均可经方向元件或低电压元件闭锁，分别由控制字 KG1.0~KG1.5 投退。为了躲开线路避雷器的放电时间，本装置中速断段也设置了可以独立整定的延时时间。

##### 1) 低电压元件

低电压元件在三个线电压 ( $U_{AB}$ 、 $U_{BC}$ 、 $U_{CA}$ ) 中的任意一个低于低电压定值时动作，开放被闭锁保护元件。利用此元件，可以保证装置在电机反充电等非故障情况下不出现误动作。

##### 2) 方向元件

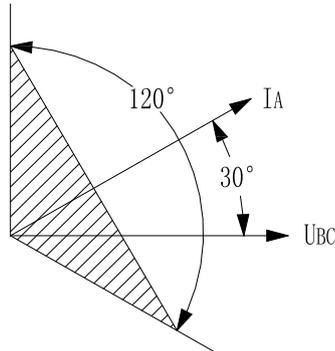
本装置的方向元件采用正序电压极化，采用 90°接线方式，按相起动，各相电流元件仅受下表中所示相应方向元件的控制。为消除近处三相短路时方向元件的死区，方向元件带有记忆功能。

相间方向元件 P	I	U
$P_A$	$I_A$	$U_{BC}$
$P_B$	$I_B$	$U_{CA}$

$P_c$	$I_c$	$U_{AB}$
-------	-------	----------

方向元件的对应关系

本装置取 $-90^\circ < \text{Arg}(U/I) < 30^\circ$ ，边缘稍有模糊，误差 $< \pm 5^\circ$ 。



A相方向元件动作区

在现场条件不具备时，方向动作区由软件保证可以不作校验，但模拟量相序要作校验。

### 2.3.2 相间反时限过流保护

本装置相间电流带有定、反时限保护功能，投入“反时限过流”软压板可选择为反时限方式。当选择反时限方式后，自动退出定时限B、III段过流。

反时限保护元件是动作时限与被保护线路中电流大小自然配合的保护元件，通过平移动作曲线，可以非常方便地实现全线的配合。常见的反时限特性分为三类，即标准反时限、非常反时限、极端反时限，本装置中反时限特性由整定值中反时限指数整定。各反时限特性公式如下：

一般反时限	非常反时限	极端反时限
$t = \frac{0.14t_p}{\left(\frac{I}{I_p}\right)^{0.02} - 1}$	$t = \frac{13.5t_p}{\left(\frac{I}{I_p}\right) - 1}$	$t = \frac{80t_p}{\left(\frac{I}{I_p}\right)^2 - 1}$

其中： $t_p$ 为时间系数，范围是(0.05~1)

$I_p$ 为电流基准值

$I$ 为故障电流

$t$ 为跳闸时间

反时限时间整定值为上面表达式中分子的乘积值，单位是秒，整定范围是(0.005~250)。

### 2.3.3 加速保护

本装置的加速回路包括手合加速及保护加速两种，加速功能设置了独立的投退软压板。

本装置的手合加速回路不需由外部手动合闸把手的触点来起动，此举主要是考虑到目前许多变电站采用综合自动化系统后，已取消了控制屏，在现场不再安装手动操作把手，或仅安装简易的操作把手。本装置的不对应启动重合闸回路也作了同样的考虑。

手合加速回路的启动条件为：

- 1) 断路器在分闸位置(TWJ=1)的时间超过30秒；
- 2) 断路器由分闸变为合闸，加速允许时间扩展3秒。

保护加速分为前加速或重合后加速方式，可由控制字KG2.9选择其中一种加速方式。

本装置设置了两段独立的过流及零流加速段电流定值及相应的的时间定值，加速功能由软压板控制投退。本装置的过流加速段还可选择带低电压闭锁，但所有加速段均不考虑方向闭锁。

### 2.3.4 充电保护

本装置用作充电保护时(如母联或分段开关中)，只需投入过流加速或零序加速压板、整定相应加速电流及时间定值，加速方式由控制字KG2.9选择为后加速方式即可实现该功能。断路器处于分位大于30

秒后该功能投入, 充电保护功能在断路器合上后扩展到 3 秒。

### 2.3.5 三相一次重合闸

重合闸起动方式有两种: 不对应起动和保护起动, 在不对应启动重合闸回路中, 利用 TWJ 触点监视断路器位置。当重合闸不投时可将控制字整定退出, 也可由压板投退。通过整定控制字 KG2.0~KG2.1 选择是检同期, 检无压, 还是不检。检同期、无压用的线路电压可以是额定 100V 或 57.7V, 可通过整定控制字 KG2.2~KG2.4 选择。线路无压固定为额定电压的 30%, 线路有压固定为额定电压的 70%。检无压方式中, 线路抽取电压无压或母线无压均判为无压。

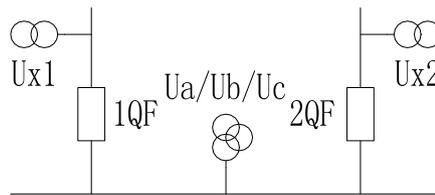
线路在正常运行状态(TWJ=0), 无外部闭锁重合信号, 经 10 秒充电满后允许投入重合闸。充电过程中重合绿灯发闪光, 充电满后发常绿光, 绿灯不亮则表示充电条件不满足或有闭锁重合闸信号。

闭锁重合闸信号有:

①手跳、遥跳、后加速跳、过负荷跳、低周跳、低压跳(立即闭锁); ②外部端子闭锁输入(立即闭锁); ③控制回路断线(延时 10 秒放电); ④“禁合(JH, 由操作回路引入, 可接弹簧未储能或压力低)”开入来(延时 2 秒放电)。

### 2.3.6 备投(双进线互投)功能

单母线接线而有两路电源进线时, 正常运行方式为一路供电, 另一路热备用。此时需要装设备用电源自动投入装置。本装置可选配内置备投功能, 这样可不必配置专用的备自投装置, 为用户节省投资。



线路备投示意图

装置采集母线电压、本线路电流电压及本线路 QF 合闸位置, 并引入另一线路 QF 跳闸位置(DI9, “备投”软压板投入有效)来判别运行方式。当“备投”软压板投入时, 自动退出重合闸功能。DI10 作为闭锁备投开入端子。“重合闸”指示灯变为备投功能指示灯。

备投逻辑(以一侧为例说明, 另一侧相同):

1) 备投跳闸逻辑: 本线路运行, 另一线路备用。装置检测到母线三相有压, 本线路 QF 合位, 另一线路 QF 分位, 延时 10 秒准备好跳闸回路。母线三相失压、本线路无流(0.04 倍 TA 二次额定电流), 延时 Tt 跳本线路 QF。手跳或保护跳闸时输出一对接点闭锁另一线路备投。

2) 备投合闸逻辑: 另一线路运行, 本线路备用。装置检测到母线三相有压, 本线路 QF 分位, 另一线路 QF 合位, 延时 10 秒准备好合闸回路。母线三相失压、另一线路 QF 跳位、本线路有压(可通过控制字 KG2.11 选择投退), 延时 Tch 合本线路 QF。

### 2.3.7 过负荷保护

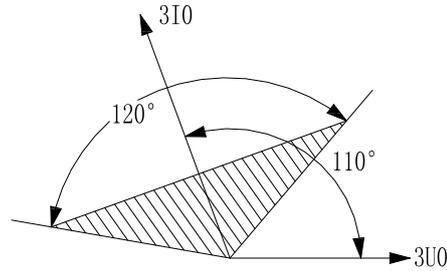
过负荷保护监视三相电流的最大值。保护功能由软压板控制投退。可通过控制字 KG1.11 选择告警或跳闸。

### 2.3.8 三段式零序过流保护

在大接地系统(直接接地或经小电阻接地)中, 接地零序电流相对较大, 故采用直接跳闸方法。装置中设三段零序过电流保护, 每段均可经零序方向元件闭锁, 零序方向元件可通过控制字 KG2.5~KG2.7 投退。

本装置的零序电压  $3U_0$  采用自产值。零序方向元件灵敏角为  $-110^\circ$ , 动作区为  $-170^\circ < \text{Arg}(3U_0/3I_0) = -50^\circ$ 。

零序电流  $3I_0$  一般采用自产值, 也可选配专用外接 TA 方式(订货注明), 软件可通过控制字 KG2.13 进行选择。在外接专用零序 TA 时, 可通过控制字 KG2.12 选择 5A 或 1A。



零序方向元件动作区

在现场条件不具备时，方向动作区由软件保证可以不作校验，但模拟量相序要作校验。

### 2.3.9 低周解列

本装置配有一段低周解列功能，可经低电压闭锁或滑差闭锁。当装置投入运行时频率必须在  $50 \pm 0.5\text{Hz}$  范围内时才投入低周解列保护。当系统发生故障，频率下降过快超过滑差闭锁定值时瞬时闭锁低周保护。另外线路如果不在运行状态，则低周保护自动退出。

低周解列功能只在稳态时起作用。本装置可通过控制字 KG2.10 选择是否经电流闭锁。装置取  $U_{AB}$  计算低电压闭锁值，取正序电压进行频率计算。当此电压  $U_{AB}$  低于闭锁频率计算电压或出现负序电压 ( $U_{2\phi} < 5V$ )，低周解列元件将自动退出。低周保护动作同时闭锁线路重合闸（或备投）。

现场试验条件不具备时，该试验可免做。模拟量正确则精度由软件保证。

### 2.3.10 低电压解列

低电压解列适用于系统间的联络线，当系统电压低于整定电压时，此元件就能自动判定是否解列。

低电压解列功能只在稳态时起作用，断路器必须在合闸位置才会动作。出现负序电压 ( $U_{2\phi} < 5V$ ) 或线电压变化率大于整定值均闭锁低电压解列功能。低电压解列动作同时闭锁线路重合闸（或备投）。

### 2.3.11 小电流接地选线

小电流接地系统(不接地或经消弧线圈接地)发生单相接地故障时，其接地故障点零序电流基本为电容电流，故一般情况下零序电流应由专用零序 TA 取得。为取得接地选线的准确度，本装置内部采用了高精度 TA，额定电流为 1A，小电流接地选线功能经控制字 KG1.13 投退。通过控制字 KG2.14 选择投告警或是投跳闸。告警时间定值固定为 5s，跳闸时间可设置。

### 2.3.12 TV 断线检查

装置具有 TV 断线检查功能，可通过 KG1.9 “TV 断线告警”控制字投退。判据如下：

- 1) 三相电压均小于 8V，某相电流大于 0.1A，判为三相失压。
- 2) 三相电压和大于 8V，最小线电压小于 16V，判为两相 TV 断线。
- 3) 三相电压和大于 8V，最大线电压与最小线电压差大于 16V，判为单相 TV 断线。

满足上述任一条件后延时 9 秒报母线 TV 断线，发出运行异常告警信号，待电压恢复正常后保护也自动恢复正常。如果重合闸选择检同期或检无压方式，则当线路电压小于  $30\%U_N$  而任一相电流大于 0.1A 经 10 秒延时报线路 TV 断线，发出运行异常告警信号，并闭锁自动重合闸，待线路电压恢复正常时保护也自动恢复正常。

## 3 定值清单及说明

序号	定值名称	符号	整定范围	单位	备注
1	控制字一	KG1	0000~FFFF	无	16 进制数，装置自动生成
2	控制字二	KG2	0000~FFFF	无	16 进制数，装置自动生成
3	速断电流	I1	0.02~100.0	A	
4	过流 B 段电流	I2	0.02~100.0	A	
5	过流 III 段电流	I3	0.02~100.0	A	
6	速断时间	T1	0.00~5.00	s	
7	过流 B 段时间	T2	0.10~32.00	s	

序号	定值名称	符号	整定范围	单位	备注
8	过流Ⅲ段时间	T3	0.10~32.00	s	
9	过流反时限基准	If	0.20~100.0	A	
10	过流反时限时间	Tf	0.005~250.0	s	
11	过流反时限指数	Ef	0.02 或 1 或 2	无	
12	过流加速 I 段电流	Ij1	0.20~100.0	A	
13	过流加速 B 段电流	Ij2	0.20~100.0	A	
14	过流加速 I 段时间	Tj1	0.00~3.00	s	
15	过流加速 B 段时间	Tj2	0.00~3.00	s	
16	过流电压闭锁值	Ubs	10.0~120.0	V	线电压
17	零序速断电流	I01	0.02~20.0	A	
18	零序 B 段电流	I02	0.02~20.0	A	
19	零序Ⅲ段电流	I03	0.02~20.0	A	
20	零序速断时间	T01	0.00~5.00	s	
21	零序 B 段时间	T02	0.10~20.00	s	
22	零序Ⅲ段时间	T03	0.10~20.00	s	
23	零序加速 I 段电流	I0j1	0.20~20.0	A	
24	零序加速 B 段电流	I0j2	0.20~20.0	A	
25	零序加速 I 段时间	T0j1	0.00~3.00	s	
26	零序加速 B 段时间	T0j2	0.00~3.00	s	
27	过负荷电流	Igfh	0.20~10.0	A	
28	过负荷告警时间	Tgx	0.1~6000	s	
29	过负荷跳闸时间	Tgt	0.1~6000	s	
30	低周减载频率	Fdz	45.0~49.50	Hz	
31	低周减载时间	Tdz	0.00~20.0	s	
32	低周闭锁电压	Udz	10.0~120.0	V	线电压
33	低周闭锁滑差	df/dt	1.00~10.00	Hz/s	
34	低周闭锁电流	Idz	0.00~10.0	A	
35	低压解列电压	Udy	20.0~100.0	V	线电压
36	低压解列时间	Tdy	0.1~20.0	s	
37	闭锁电压变化率	du/dt	1.0~60.0	V/s	线电压
38	重合检同期定值	$\phi$ tq	10~50	度	
39	重合闸时间	Tch	0.2~32.0	s	
40	备投跳闸时间	Tt	0.1~20.0	s	
41	接地选线电流	Ijd	0.00~1.00	A	
42	接地选线跳闸时间	Tjd	0.02~60.0	s	
43	禁合开入告警时间	Tjh	0.10~20.0	s	储能机构时应大于储能时间
44	测量 TA 变比	Nta	0.001~10.0	无	TA 变比/1000
45	TV 变比	Ntv	0.01~10.0	无	TV 变比/1000

**控制字一(KG1)定义:**

位	置 1 时的含义	置 0 时的含义
D15	TA 二次额定 1A	TA 二次额定 5A
D14	大接地系统	小接地系统
D13	接地选线投入	接地选线退出
D12	控回断线告警退出	控回断线告警投入
D11	过负荷跳闸	过负荷告警
D10	机卡保护投入	机卡保护退出
D9	TV 断线告警退出	TV 断线告警投入
D8	TV 断线闭锁保护	TV 断线不闭锁保护

位	置 1 时的含义	置 0 时的含义
D7	过流反时限带方向	过流反时限无方向
D6	过流加速电压闭锁	过流加速无压闭锁
D5	过流III段电压闭锁	过流III段无压闭锁
D4	过流 B 段电压闭锁	过流 B 段无压闭锁
D3	电流速断电压闭锁	电流速断无压闭锁
D2	过流III段带方向	过流III段无方向
D1	过流 B 段带方向	过流 B 段无方向
D0	电流速断带方向	电流速断无方向

**控制字二(KG2)定义:**

位	置 1 时的含义						置 0 时的含义	
D15	备用						备用	
D14	接地选线投跳闸						接地选线投告警	
D13	零序电流外接						零序电流非外接	
D12	零序 TA 二次额定 5A						零序 TA 二次额定 1A	
D11	备投判线路有压						备投不判线路有压	
D10	低周经电流闭锁						低周不经电流闭锁	
D9	选择前加速方式						选择后加速方式	
D8	开关偷跳重合						开关偷跳不重合	
D7	零序III段带方向						零序III段无方向	
D6	零序 B 段带方向						零序 B 段无方向	
D5	零序速断带方向						零序速断无方向	
D4/D3/D2	线路电压 (U <sub>x</sub> ) 相别 选择	D4	0	D3	0	D2	1	线路电压选 U <sub>A</sub>
			0		1		0	线路电压选 U <sub>B</sub>
			0		1		1	线路电压选 U <sub>C</sub>
			1		0		1	线路电压选 U <sub>AB</sub>
			1		1		0	线路电压选 U <sub>BC</sub>
			1		1		1	线路电压选 U <sub>CA</sub>
D1/D0	重合闸同 期方式选 择	D1	0	D0	0	非同期方式		
			0		1	检同期方式		
			1		0	检无压方式		
			1		1	检同期及无压方式		

**出口控制字定义 (根据具体工程图纸设置):**

位	保护名称	CK1	CK2	CK3	CK4	CK5	CK6	CK7	CK8
D14	接地选线跳闸	1							
D13	闭锁对侧								
D12	手跳输出			1					
D11	重合闸/备投合闸		1						
D10	备投跳闸	1							
D9	低周/低压	1							
D8	过负荷	1							
D7	零序加速 I 段/B 段	1							
D6	零序III段	1							

位	保护名称	CK1	CK2	CK3	CK4	CK5	CK6	CK7	CK8
D5	零序 B 段	1							
D4	零序速断	1							
D3	过流加速 I 段/B 段	1							
D2	过流III段/反时限	1							
D1	过流 B 段	1							
D0	速断	1							
	整定值	47FFH	0800H	1000H	****H	****H	****H	****H	****H

\* (置 1 为投入, 置 0 为退出) 每一出口继电器均有相应的出口控制字, 整定值为 4 位的 16 进制数。

### 软压板清单及说明

压板名称	对应功能	对应指示灯
速断	电流速断保护功能投退	速断
过流 B 段	电流 B 段保护功能投退	过流
过流III段	电流III段保护功能投退	
反时限过流	反时限过流保护功能投退	
过流加速 I 段	过流加速 I 段保护功能投退	过流加速
过流加速 B 段	过流加速 B 段保护功能投退	
零序速断	零序速断保护功能投退	零序速断
零序 B 段	零序 B 段保护功能投退	零序过流
零序III段	零序III段保护功能投退	
零序加速 I 段	零序加速 I 段保护功能投退	零序加速
零序加速 B 段	零序加速 B 段保护功能投退	
过负荷	过负荷保护功能投退	过负荷
低周解列	低周解列功能投退	低周低压
低压解列	低压解列功能投退	
重合投入	重合闸功能投退	重合闸
备投投入	备投功能投退	

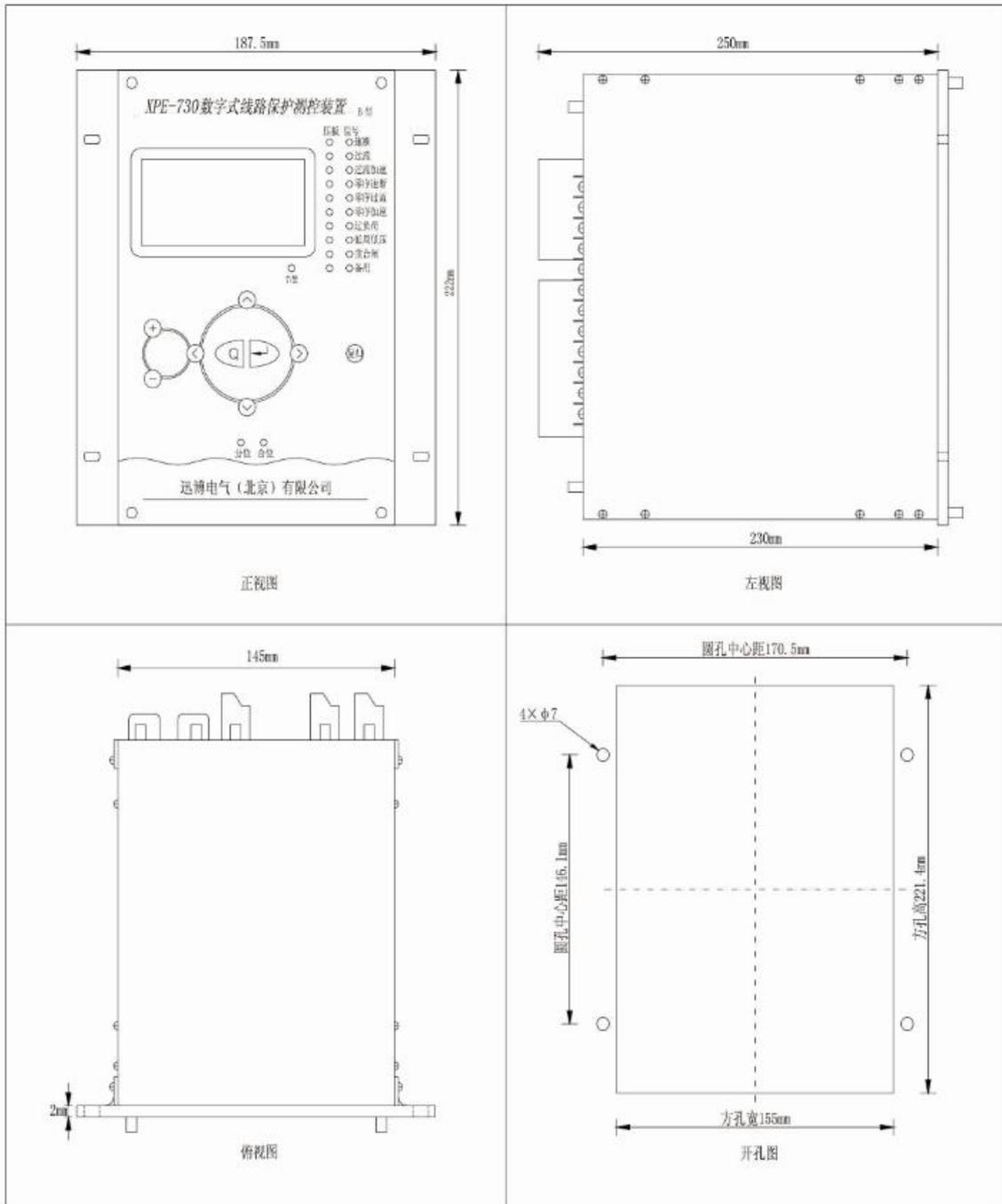


# 附录 1 装置开孔图

## 1.1 XPE-730(B)型 尺寸图

XPE-730(B)型保护测控装置外形尺寸为：222mm(高)×187.5mm(宽)×250mm(深)

开孔尺寸为：221mm(高)×155mm(宽)



## 附录 2

### 常见告警信息及处理方法

序号	告警信息	告警方式	处理方式
1	保护配置错误	装置异常告警，闭锁保护出口	联系厂家处理
2	AD 错误		
3	开出异常		
4	RAM 错误		
5	EPROM 错误		
6	通信网络异常	呼唤信号，不闭锁保护	排除异常自动复归
7	电池异常		
8	TA 断线信号		
9	TA 断线闭锁差动		
10	TV 断线		
11	过负荷		
12	接地选线动作		
13	非电量告警		
14	控制回路断线		
15	禁止合闸开入		
16	禁止跳闸开入		
17	机卡保护动作		
18	闭锁合闸动作		