

# 上海 iPACS-5911C 型 高压输电线路成套保护装置

## 技术与使用说明书

版本：V1.08

江苏金智科技股份有限公司

## 目 录

1 概述.....	1
1.1 应用范围 .....	1
1.2 保护配置 .....	1
1.3 性能特征 .....	1
2 技术参数.....	2
2.1 机械及环境参数 .....	2
2.2 额定电气参数 .....	2
2.3 主要技术指标 .....	2
3 保护工作原理.....	4
3.1 装置告警 .....	4
3.2 手合判据 .....	5
3.3 起动元件 .....	6
3.4 电流差动保护 .....	6
3.5 距离保护 .....	8
3.6 过流保护 .....	13
3.7 不对称相继速动 .....	15
3.8 跳闸逻辑 .....	16
3.10 重合闸逻辑 .....	17
3.11 遥控、遥测、遥信功能 .....	17
3.12 同期功能 .....	18
4 硬件原理说明.....	18
4.1 装置面板布置 .....	18
4.2 结构与安装 .....	19
4.3 装置接线端子 .....	20
4.4 各插件原理说明 .....	21
5 定值内容与整定说明.....	28
5.1 系统定值与整定说明 .....	28
5.2 保护定值与整定说明 .....	29
5.3 压板定值 .....	32
5.4 通讯定值 .....	32
5.5 监控参数 .....	32
5.6 遥信参数 .....	33
5.7 同期参数 .....	34

---

5.8 遥控配置参数 .....	34
5.9 交流精度自动调整 .....	35
5.10 交流精度手动调整 .....	35
5.11 装置初始化 .....	35
6 使用与调试说明 .....	35
6.1 使用说明 .....	35
6.2 调试大纲 .....	39
6.3 装置运行说明 .....	42

# 1 概述

## 1.1 应用范围

iPACS-5911C 为由微机实现的数字式输电线路成套快速保护与测控装置，可用作 110kV 输电线路的主保护及后备保护。

## 1.2 保护配置

iPACS-5911C 以分相电流差动保护和零序电流差动保护作为全线速动的主保护，以完整的三段相间和接地距离保护、四段零序方向过流保护作为后备保护；装置配有三相一次重合闸功能、过负荷告警功能、频率跟踪采样功能以及测控功能；装置还带有跳合闸操作回路以及交流电压切换回路。装置可提供 64 路开关量变位遥信开入，16 路遥控输出。

## 1.3 性能特征

- 分相电流差动和零序电流差动保护作为线路主保护，保证了保护的选择性、快速性和灵敏性。
- 采用 2048kbit/s 速率的光纤通道作为信号传输通道，能自动检测通道时延，实现两侧装置采样同步。
- 在线监测通道运行情况，实时显示通道时延、通信异常时间、误帧数、丢帧数。
- 通道异常或故障时，装置能瞬时闭锁保护，延时报警；通道异常恢复后，装置能自动、快速恢复电流差动保护功能，通道报警自动延时恢复。
- 各侧装置通信采用地址码校验，有效防止通道交叉、环回引起保护误动。
- 保护出口故障的快速保护采用半波积分算法，保证了保护的快速性；距离保护、零序保护等采用傅氏算法，滤波效果好，计算精度高。
- 电流变化量起动元件采用了具有自适应能力的浮动门槛，有很高的灵敏度且不会频繁起动。
- 采用先进可靠的振荡闭锁功能，保证距离保护在系统振荡加区外故障时能可靠闭锁，而在振荡加区内故障时能可靠切除故障。
- 采用一片 ARM+两片高速数字信号处理芯片（DSP）并行工作。ARM 负责装置通信功能，起动 DSP 负责保护总起动，保护 DSP 实现保护的高精度快速运算及全部保护逻辑功能。出口继电器和起动继电器构成与门输出，杜绝了硬件问题可能引起的保护误动，提高了装置的可靠性。
- 起动 DSP 和保护 DSP 之间通过高速同步串口实时交换数据。起动 DSP 通过同步串口得到保护 DSP 用于保护计算的电气量及中间结果，整理数据完成保护录波功能。既明确了功能划分，又保证了录波数据的真实性。
- 装置采用整体面板、全封闭机箱，强弱电严格分开，取消传统背板配线方式，同时在软件设计上采取相应的抗干扰措施，装置的抗干扰能力大大提高，对外的电磁辐射也满足相关标准。
- 完善的事件报文处理，可保存最新 128 次动作报告，16 次故障录波报告。
- COMTRADE 格式的故障录波。
- 友好的人机界面、汉字显示、中文报告打印。
- 灵活的后台通信方式，配有冗余 100M 以太网（可选双绞线、光纤）。
- 支持电力行业标准 DLT/860（IEC61850）系列规约以及 DL/T667-1999（IEC60870-5-103 标准）的通信规约。
- 电路板采用表面贴装技术，减少了电路体积，减少发热，提高了装置可靠性。

## 2 技术参数

### 2.1 机械及环境参数

机箱结构尺寸：483mm×177mm×291mm； 嵌入式安装  
正常工作温度：-5~40℃  
极限工作温度：-10~55℃  
贮存及运输： -25~70℃

### 2.2 额定电气参数

直流电源：220V, 110V 允许偏差：+15%，-20%  
交流电压： $100/\sqrt{3}$ （额定电压  $U_n$ ）  
交流电流：5A, 1A（额定电流  $I_n$ ）  
频率：50Hz  
过载能力：电流回路： 2 倍额定电流，连续工作  
10 倍额定电流，允许 10S  
40 倍额定电流，允许 1S  
电压回路： 1.5 倍额定电压，连续工作  
功耗：交流电流： <0.5VA/相（ $I_n=5A$ ）  
<0.25VA/相（ $I_n=1A$ ）  
交流电压： <0.5VA/相  
直流： 正常时<20W  
跳闸时<35W

### 2.3 主要技术指标

#### 2.3.1 整组动作时间

差动保护全线路跳闸时间：<25ms（差流>1.5 倍差动电流高定值）  
距离保护 I 段：<30ms

#### 2.3.2 起动元件

电流变化量起动元件，整定范围  $0.1I_n\sim 0.5I_n$   
零序过流起动元件，整定范围  $0.1I_n\sim 0.5I_n$

#### 2.3.3 距离保护

整定范围：  $0.01\sim 25\Omega$ （ $I_n=5A$ ）  $0.05\sim 125\Omega$ （ $I_n=1A$ ）  
距离元件定值误差：<5%  
精确工作电压：<0.25V  
最小精确工作电流： $0.1I_n$   
最大精确工作电流： $30I_n$   
I、II、III跳闸时间：0~10s

#### 2.3.4 零序过流保护

整定范围：  $0.1I_n\sim 20I_n$

零序过流元件定值误差:  $< 2.5\%$  或  $\pm 0.01I_n$

I、II、III、IV段跳闸延迟时间:  $0\sim 10s$

### 2.3.5 过负荷告警

整定范围:  $0.1I_n\sim 20I_n$

过负荷元件定值误差:  $< 2.5\%$  或  $\pm 0.01I_n$

过负荷告警出口延迟时间:  $0\sim 10s$

### 2.3.6 暂态超越

快速保护均不大于  $2\%$

### 2.3.7 测距部分

单端电源多相故障时允许误差:  $< \pm 2.5\%$

单相故障有较大过渡电阻时测距误差将增大

### 2.3.8 自动重合闸

检同期元件角度误差:  $< \pm 3^\circ$

### 2.3.9 遥测量精度

U、I  $\leq \pm 0.2\%$

P、Q、S、 $\cos\Phi$   $\leq \pm 0.5\%$

工频频率  $\leq \pm 0.01Hz$

积分电度  $\leq \pm 1\%$

### 2.3.10 遥信开入

遥信开入分辨率:  $\leq 1ms$

信号输入方式: 接点

### 2.3.11 遥控输出

输出方式: 空节点输出

### 2.3.12 电磁兼容

辐射电磁场干扰试验符合 GB/T 14598.9 的规定

快速瞬变干扰试验符合 GB/T 14598.10 的规定

静电放电试验符合 GB/T 14598.14 的规定

脉冲群干扰试验符合 GB/T 14598.13 的规定

射频场感应的传导骚扰抗扰度试验符合 GB/T 17626.6 的规定

工频磁场抗扰度试验符合 GB/T 17626.8 的规定

脉冲磁场抗扰度试验符合 GB/T 17626.9 的规定

### 2.3.13 绝缘试验

绝缘试验符合 GB/T14598.3-93 6.0 的规定

### 2.3.14 输出接点容量

信号接点容量:

允许长期通过电流 8A

切断电流 0.3A (DC220V, V/R 1ms)

其它辅助继电器接点容量:

允许长期通过电流 5A

切断电流 0.2A (DC220V, V/R 1ms)

跳闸出口接点容量:

允许长期通过电流 8A

切断电流 0.3A (DC220V, V/R 1ms), 不带电流保持

### 2.3.15 通讯接口

两个 100M 以太网接口, 可以选择双绞线或光纤方式, 通信规约可选择为电力行业标准 DL/T667-1999(idt IEC60870-5-103)规约或 DL/T860 (IEC61850) 系列规约;

两个 485 串口, 通信规约为电力行业标准 DL/T667-1999(idt IEC60870-5-103)规约;

一个用于 GPS 对时硬件对时接口, 电平标准符合 RS-422 双绞线接口, 支持秒脉冲或 IRIG-B;

一个打印接口, RS-232 方式, 通信速率可整定。

### 2.3.16 光纤接口

光接头采用 FC/PC 型式; 发送器件为 1310nm InGaAsP/InP MQW-FP 激光二极管 (简称 LD); 光接收器件采用 InGaAs 光电二极管 (简称 PIN)。

发送功率: -8dBm~-13dBm (1.3um, 单模光纤)

接收灵敏度: -39dBm

传输距离: <60km

## 3 保护工作原理

### 3.1 装置告警

#### 3.1.1 开关位置异常

线路有电流但跳闸位置继电器 (TWJ) 动作, 经 10 秒延时报 TWJ 异常。

#### 3.1.2 控制回路断线

TWJ 和合闸位置继电器 (HWJ) 均不动作, 经 500ms 延时报控制回路断线。控制回路断线则重合闸放电。

#### 3.1.3 CT 断线

自产零序电流小于 0.75 倍的外接零序电流, 或外接零序电流小于 0.75 倍的自产零序电流, 延时 200ms 发 CT 断线异常信号;

有自产零序电流而无零序电压, 则延时 10 秒发 CT 断线异常信号。

CT 断线闭锁零序过流 IV 段保护, 零序过流 I、II、III 段保护不再经方向闭锁。

CT 断线时，对应断线相相差动及零差动功能退出，自动投入该相 CT 断线差动段保护，断线相差动元件的动作电流必须大于“CT 断线分相差动定值”。

CT 断线闭锁重合闸。

### 3.1.4 母线 PT 断线

三相电压向量和大于 8 伏，保护不起动，延时 1.25 秒发母线 PT 断线异常信号；

正序电压小于 33V 时，当任一相有流或 TWJ 不动作时，延时 1.25 秒发母线 PT 断线异常信号。

母线 PT 断线时：

- 自动退出距离保护、零序方向过流保护；
- 经控制字选择投入 PT 断线相过流和 PT 断线零序过流；
- 可经控制字选择是否闭锁重合闸。

三相电压正常后，经 10 秒延时母线 PT 断线信号复归。

### 3.1.5 线路 PT 断线

重合闸投入，并且采用如下重合方式：

- 检同期；
- 检线路无压母线有压；
- 检母线无压线路有压；
- 检线路无压母线无压

要用到线路电压，此时需检查线路 PT 是否断线。

需要检查线路 PT 是否断线时，TWJ 不动作或线路有流且线路电压小于 30V，经 1.25 秒延时报线路 PT 异常。线路电压正常后，经 10 秒延时线路 PT 断线信号复归。

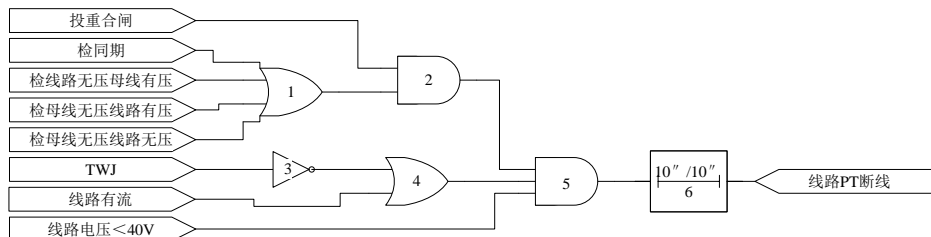


图 3.1.1 线路 PT 断线逻辑框图

如果不需要检查线路 PT 是否断线，线路电压可以不接入本装置

### 3.1.6 零序电流长期起动

外接零序电流和自产零序电流大于“零序起动电流”，经 15 秒延时装置发告警信号“零序电流长期起动”，但不闭锁保护。

### 3.1.7 长期有差流

分相差流大于 0.1 倍  $I_N$ ，经 10 秒延时装置报“长期有差流”告警，并自动抬高长期有差流相的差动动作定值为“CT 断线分相差动定值”。

## 3.2 手合判据

三相无电流，同时 TWJ 动作，则认为线路不在运行，开放准备手合于故障 400ms；



### 3.3 起动元件

起动元件分为总起动元件和保护起动元件。总起动元件用于开放保护跳闸出口继电器的正电源，保护起动元件用于启动故障处理程序。

两个起动元件的起动判据基本相同，包括：电流变化量起动元件、零序过流起动元件、重合闸起动元件。

#### 3.3.1 电流变化量起动

反应工频变化量的起动元件采用浮动门坎，正常运行及系统振荡时变化量的不平衡输出均自动构成自适应式的门坎，浮动门坎始终略高于不平衡输出，在正常运行时由于不平衡分量很小，而装置有很高的灵敏度。

$$\Delta I_{\Phi\Phi\text{MAX}} > 1.25\Delta I_T + \Delta I_{ZD}$$

$\Delta I_{\Phi\Phi\text{MAX}}$  是相间电流的半波积分的最大值；

$\Delta I_{ZD}$  为可整定的固定门坎；

$\Delta I_T$  为浮动门坎，随着变化量的变化而自动调整，取 1.25 倍可保证门坎始终略高于不平衡输出。

该元件动作并展宽 7 秒，去开放出口继电器正电源。

#### 3.3.2 零序过流起动

当外接和自产零序电流均大于整定值，且无交流电流断线时，零序起动元件动作并展宽 7 秒，去开放出口继电器正电源。

#### 3.3.3 差流低压起动

差动电流大于“差动动作电流定值”且任意相或相间电压小于 65% 额定电压，开放出口继电器正电源 7 秒。

#### 3.3.4 重合闸起动

当满足重合闸条件则展宽 10 分钟，在此时间内，若有重合闸动作则开放出口继电器正电源 500ms。

### 3.4 电流差动保护

电流差动保护由分相电流差动速动继电器、分相电流差动继电器和零序电流差动继电器构成。

#### 3.4.1 分相电流差动速动继电器

动作方程：

$$\begin{cases} I_{CD\Phi} > 0.75 \times I_{ZD\Phi} \\ I_{CD\Phi} > I_{CDS\Phi} \end{cases}$$

$$\Phi = A, B, C$$

$I_{CD\Phi}$  为差动电流， $I_{CD\Phi} = |\dot{I}_{M\Phi} + \dot{I}_{N\Phi}|$  即为两侧电流矢量和的幅值；

$I_{ZD\Phi}$  为制动电流； $I_{ZD\Phi} = I_{M\Phi} + I_{N\Phi}$  即为两侧电流幅值和；

$I_{CDS\Phi}$  固定为 4 倍的“差动动作电流定值”。

满足动作方程时，经 3 点确认，保护动作。

### 3.4.2 分相电流差动继电器

动作方程：

$$\begin{cases} I_{CD\Phi} > 0.75 \times I_{ZD\Phi} \\ I_{CD\Phi} > I_{FXCD} \end{cases}$$

$$\Phi = A, B, C$$

$I_{FXCD}$  为“差动动作电流定值”，至少按躲过 1.5 倍的稳态差流不平衡电流整定，发生区内经过渡电阻故障时保证差动保护具有灵敏度的前提下，建议适当抬高定值。

满足动作方程后，经 50ms 延时，保护动作。

### 3.4.3 零序电流差动继电器

动作方程：

$$\begin{cases} I_{CD0} > 0.75 \times I_{ZD0} \\ I_{CD0} > I_{FXCD} \end{cases}$$

$I_{CD0}$  为零序差动电流， $I_{CD0} = |\dot{i}_{M0} + \dot{i}_{N0}|$  即为两侧零序电流矢量和的幅值；

$I_{ZD0}$  为零序制动电流； $I_{ZD0} = I_{M0} + I_{N0}$  即为两侧零序电流幅值和；

$I_{FXCD}$  为“差动动作电流定值”。

零序差动继电器经 100ms 延时动作。

### 3.4.4 差动保护逻辑框图

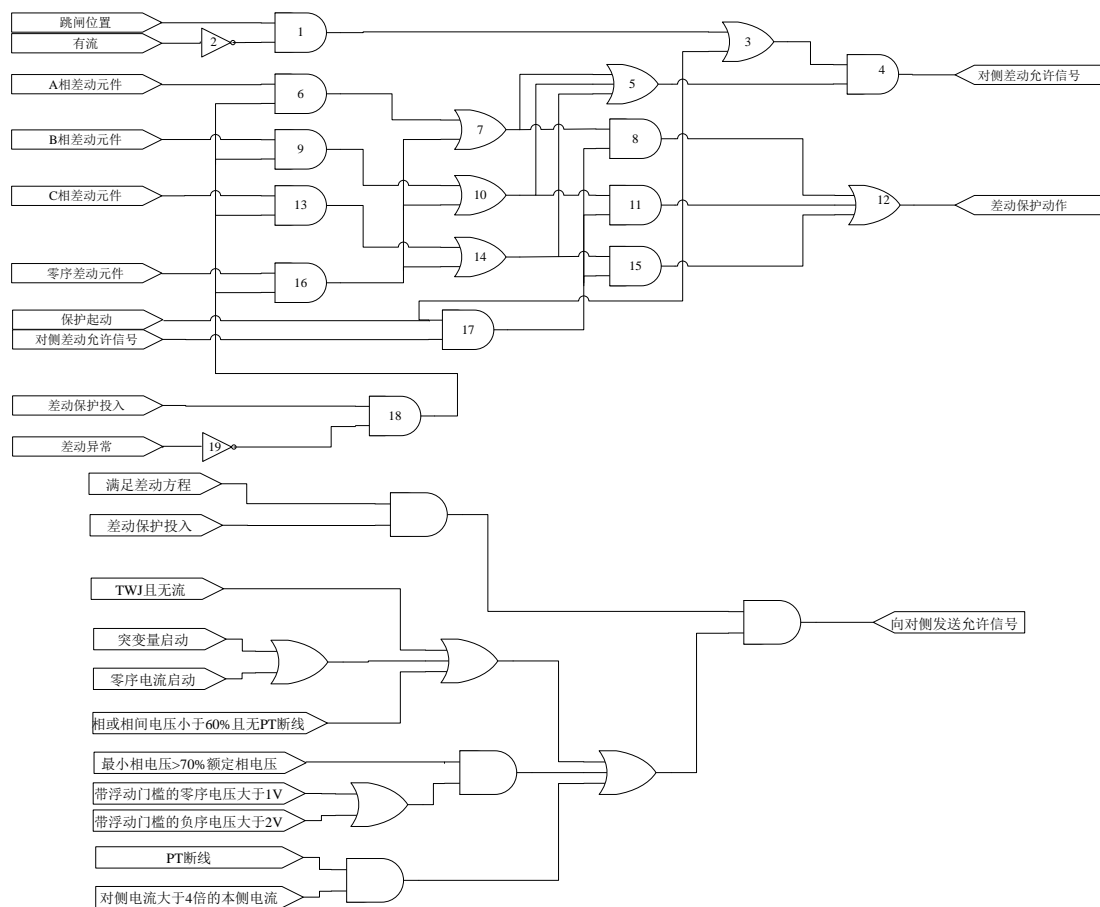


图 3.4.1 差动保护逻辑框图

1. 图中三个相差动元件包括分相电流差动速动元件和分相电流差动元件。
2. 为了防止 CT 断线引起差动保护误动作，不仅要本侧差动元件动作，并且要收到对侧差动允许信号，差动保护才能动作。
3. 向对侧发送差动允许信号，首先要差动压板保护投入，并且满足差动方程，其次要本侧保护起动或在跳开位置。
4. CT 断线时，自动抬高断线相“差动动作电流定值”至“CT 断线差动动作定值”。
5. 重合于故障时，如果一侧有故障电流，一侧无流，存在故障电流侧差动保护动作，切除故障；无流侧差动保护不动作。

### 3.5 距离保护

距离继电器包括四段阶段式相间、接地距离继电器。

当正序电压高于 10%Un 时，距离继电器采用正序电压作为极化电压；当正序电压下降至 10%Un 以下时，距离继电器采用正序电压记忆量作为极化电压。

用于短线路时，距离继电器需要具备更强的测量过渡电阻的能力，为此可以通过设置将 I、II 段阻抗特性向第 I 象限偏移；接地距离继电器由零序电抗继电器把关，可以确保区外接地故障时一定不会超越，区内故障不会拒动。

#### 3.5.1 低压距离继电器

不考虑 PT 断线，实际系统只有两种情况会使得正序电压小于 10%Un：母线或线路出口三相短路，系统振荡且振荡中心在保护安装处附近。

当系统正序电压小于 10%Un 时，可以确认系统发生振荡或在保护安装处附近发生三相短路故障。通过振荡闭锁回路可以防止系统振荡时距离继电器的误测量问题，因此，低压距离继电器的任务是判定故障是否在保护范围，并且只需考虑三相短路。三相短路时，因三个相阻抗和三个相间阻抗性能一样，所以仅测量相阻抗。

$$\text{工作电压: } \dot{U}_{OP\Phi} = \dot{U}_{\Phi} - \dot{I}_{\Phi} \times Z_{ZD}$$

$$\text{极化电压: } \dot{U}_{P\Phi} = -\dot{U}_{1\Phi M}$$

$$\text{其中: } \Phi = A, B, C$$

$\dot{U}_{\Phi}$ 、 $\dot{I}_{\Phi}$  分别为相电压、相电流

$Z_{ZD}$  为整定阻抗

$\dot{U}_{1\Phi M}$  为记忆故障前正序电压

正方向故障时，故障系统图如 3.5.1

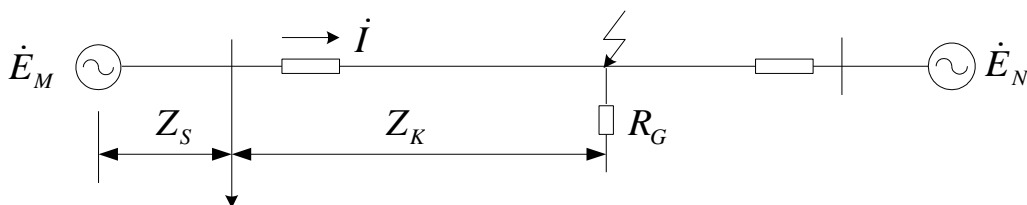


图 3.5.1 正方向故障系统图

$$\dot{U}_{\Phi} = \dot{I}_{\Phi} \times Z_K$$

$$\text{在记忆作用消失前: } \dot{U}_{1\Phi M} = \dot{E}_{M\Phi} \times e^{j\delta}$$

$$\dot{E}_{M\Phi} = (Z_S + Z_K) \times \dot{I}_{\Phi}$$

$$\text{因此, } \dot{U}_{OP\Phi} = (Z_K - Z_{ZD}) \times \dot{I}_{\Phi}$$

$$\dot{U}_{P\Phi} = -(Z_S + Z_K) \times \dot{I}_\Phi e^{j\delta}$$

继电器的比相方程为:  $-90^\circ < \text{Arg} \frac{\dot{U}_{OP\Phi}}{\dot{U}_{P\Phi}} < 90^\circ$

则 
$$-90^\circ < \text{Arg} \frac{Z_K - Z_{ZD}}{-(Z_S + Z_K) e^{j\delta}} < 90^\circ$$

设故障线母线电压与系统电势同相位  $\delta = 0$ , 其暂态动作特性如图 3.5.2;

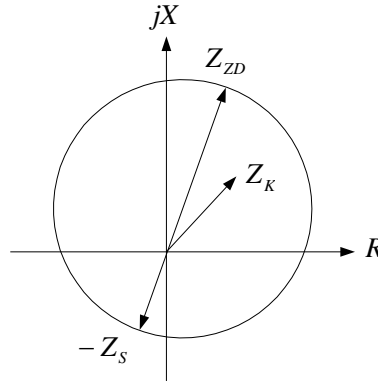


图 3.5.2 正方向故障时动作特性

测量阻抗  $Z_K$  在阻抗复数平面上的动作特性是以  $Z_{ZD}$  至  $-Z_S$  连线为直径的圆, 动作特性包含原点表明正向出口经或不经过渡电阻故障时都能正确动作, 并不表示反方向故障时会误动作; 反方向故障时的动作特性必须以反方向故障为前提导出。当  $\delta$  不为零时, 将是以  $Z_{ZD}$  到  $-Z_S$  连线为弦的圆, 动作特性向第 I 或第 II 象限偏移。

反方向故障时, 故障系统图如 3.5.3

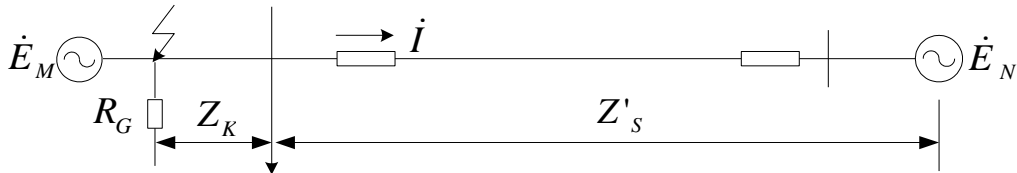


图 3.5.3 反方向故障的计算用图

$$\dot{U}_\Phi = -\dot{I}_\Phi \times Z_K$$

在记忆作用消失前:  $\dot{U}_{1\Phi M} = \dot{E}_{N\Phi} \times e^{j\delta}$

$$\dot{E}_{N\Phi} = -(Z'_S + Z_K) \times \dot{I}_\Phi$$

因此,  $\dot{U}_{OP\Phi} = -(Z_K + Z_{ZD}) \times \dot{I}_\Phi$

$$\dot{U}_{P\Phi} = (Z'_S + Z_K) \times \dot{I}_\Phi e^{j\delta}$$

继电器的比相方程为:

$$-90^\circ < \text{Arg} \frac{\dot{U}_{OP\Phi}}{\dot{U}_{P\Phi}} < 90^\circ$$

则 
$$-90^\circ < \text{Arg} \frac{-(Z_K + Z_{ZD})}{(Z'_S + Z_K) \times e^{j\delta}} < 90^\circ$$

测量阻抗  $-Z_K$  在阻抗复数平面上的动作特性是以  $Z_{ZD}$  与  $Z'_S$  连线为直径的圆, 如图 3.5.4, 当  $-Z_K$  在圆内时动作, 可见, 继电器有明确的方向性, 不可能误判方向。

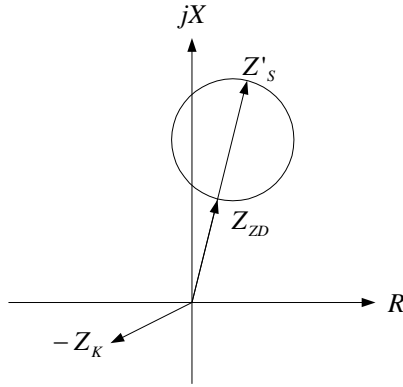


图 3.5.4 反方向故障时的动作特性

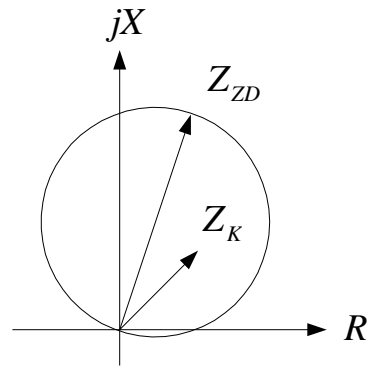


图 3.5.5 三相短路稳态特性

以上的结论是在记忆电压消失以前，即继电器的暂态特性，当记忆电压消失后，正方向故障时：

$$\dot{U}_{1\Phi M} = \dot{I}_{\Phi} \times Z_K$$

$$\dot{U}_{OP} = (Z_K - Z_{ZD}) \times \dot{I}_{\Phi}$$

$$\dot{U}_{P\Phi} = -\dot{I}_{\Phi} \times Z_K$$

继电器的比相方程为：

$$-90^{\circ} < \text{Arg} \frac{Z_K - Z_{ZD}}{-Z_K} < 90^{\circ}$$

反方向故障时：

$$\dot{U}_{1\Phi M} = -\dot{I}_{\Phi} \times Z_K$$

$$\dot{U}_{OP} = (-Z_K - Z_{ZD}) \times \dot{I}_{\Phi}$$

$$\dot{U}_{P\Phi} = -\dot{I}_{\Phi} \times (-Z_K)$$

继电器的比相方程为：

$$-90^{\circ} < \text{Arg} \frac{Z_K + Z_{ZD}}{-Z_K} < 90^{\circ}$$

正方向故障时，测量阻抗  $Z_K$  在阻抗复数平面上的动作特性如图 3.5.5，反方向故障时， $-Z_K$  动作特性也如图 3.5.5。由于动作特性经过原点，因此母线和出口故障时，继电器处于动作边界。

为了保证母线故障，特别是经弧光电阻三相故障时不会误动作，因此，对 I、II 段距离继电器设置了门坎电压，其幅值取最大弧光压降。同时，当 I、II 距离继电器暂态动作后，将继电器的门坎倒置，相当于将特性圆包含原点，以保证继电器动作后能保持到故障切除。为了保证 III 段距离继电器的后备性能，III 段距离元件的门坎电压总是倒置的，其特性包含原点。

### 3.5.2 接地距离继电器

#### 3.5.2.1 III 段接地距离继电器

$$\text{工作电压: } \dot{U}_{OP\Phi} = \dot{U}_{\Phi} - (\dot{I}_{\Phi} + K \times 3\dot{I}_0) \times Z_{ZD}$$

$$\text{极化电压: } \dot{U}_{P\Phi} = -\dot{U}_{1\Phi}$$

$\dot{U}_{P\Phi}$  采用当前正序电压，非记忆量，这是因为接地故障时，正序电压主要由非故障相形成，基本保留了故障前的正序电压相位，因此，III 段接地距离继电器的特性与低压时的暂态特性完全一致，见图 3.5.2、图 3.5.4，继电器有很好的方向性。

#### 3.5.2.2 I、II 段接地距离继电器

●由正序电压极化的方向阻抗继电器：

$$\text{工作电压: } \dot{U}_{OP\Phi} = \dot{U}_{\Phi} - (\dot{I}_{\Phi} + K \times 3\dot{I}_0) \times Z_{ZD}$$

$$\text{极化电压: } \dot{U}_{P\Phi} = -\dot{U}_{1\Phi}$$

### 3.5.3 相间距离继电器

#### 3.5.3.1 III段相间距离继电器

$$\text{工作电压: } \dot{U}_{OP\Phi\Phi} = \dot{U}_{\Phi\Phi} - \dot{I}_{\Phi\Phi} \times Z_{ZD}$$

$$\text{极化电压: } \dot{U}_{P\Phi\Phi} = -\dot{U}_{1\Phi\Phi}$$

继电器的极化电压采用正序电压，不带记忆。因相间故障其正序电压基本保留了故障前电压的相位；故障相的动作特性见图 3.5.2、图 3.5.4，继电器有很好的方向性。

三相短路时，由于极化电压无记忆作用，其动作特性为一过原点的圆，如图 3.5.5。由于正序电压较低时，由低压距离继电器测量，因此，这里既不存在死区也不存在母线故障失去方向性问题。

#### 3.5.3.2 I、II段相间距离继电器

- 由正序电压极化的方向阻抗继电器：

$$\text{工作电压: } \dot{U}_{OP\Phi\Phi} = \dot{U}_{\Phi\Phi} - \dot{I}_{\Phi\Phi} \times Z_{ZD}$$

$$\text{极化电压: } \dot{U}_{P\Phi\Phi} = -\dot{U}_{1\Phi\Phi}$$

- 电抗继电器：

$$\text{工作电压: } \dot{U}_{OP\Phi\Phi} = \dot{U}_{\Phi\Phi} - \dot{I}_{\Phi\Phi} \times Z_{ZD}$$

$$\text{极化电压: } \dot{U}_{P\Phi\Phi} = -\dot{I}_{\Phi\Phi} \times Z_D$$

$Z_D$  为模拟阻抗

$$\text{正方向故障时: } \dot{U}_{OP\Phi\Phi} = \dot{I}_{\Phi\Phi} \times Z_K - \dot{I}_{\Phi\Phi} \times Z_{ZD}$$

$$\text{比相方程为: } -90^\circ < \text{Arg} \frac{Z_K - Z_{ZD}}{-Z_D} < 90^\circ$$

$$90^\circ + \text{Arg} Z_D < \text{Arg}(Z_K - Z_{ZD}) < 270^\circ + \text{Arg} Z_D$$

当  $Z_D$  阻抗角为  $90^\circ$  时，该继电器为与 R 轴平行的电抗继电器特性，实际的  $Z_D$  阻抗角为  $78^\circ$ ，因此，该电抗特性下倾  $12^\circ$ ，使送电端的保护受对侧助增而过渡电阻呈容性时不致超越。

以上方向阻抗与电抗继电器二部分结合，增强了在短线上使用时允许过渡电阻的能力。

### 3.5.4 振荡闭锁

装置的振荡闭锁分三个部分，任意一个元件动作开放保护。

#### 3.5.4.1 起动开放元件

起动元件开放瞬间，若按躲过最大负荷整定的正序过流元件不动作或动作时间尚不到 10ms，则将振荡闭锁开放 160ms。

该元件在正常运行突然发生故障时立即开放 160ms，当系统振荡时，正序过流元件动作，其后再有故障时，该元件已被闭锁，另外当区外故障或操作后 160 ms 再有故障时也被闭锁。

#### 3.5.4.2 不对称故障开放元件

不对称故障时，振荡闭锁回路还可由对称分量元件开放，该元件的动作判据为：

$$|I_0| + |I_2| > m \times |I_1|$$

以上判据成立的依据是：

● 系统振荡或振荡又区外故障时不开放

系统振荡时， $I_0$ 、 $I_2$  接近于零，上式不开放是容易实现的。

振荡同时区外故障时，相间和接地阻抗继电器都会动作，这时上式也不应开放，这种情况考虑的前提是系统振荡中心位于装置的保护范围内。

对短线路，必须在系统角为  $180^\circ$  时继电器才可能动作，这时线路附近电压很低，短路时的故障分量很小，因此，容易取  $m$  值以满足上式不开放。

对长线路，区外故障时，故障点故障前电压较高，有较大的故障分量，因此，上式的不利条件是长线路在电源附近故障时，不过这时线路上零序电流分配系数较低，短路电流小于振荡电流，因此，仍很容易以最不利的系统方式验算  $m$  的取值。

本装置中  $m$  的取值是根据最不利的系统条件下，振荡又区外故障时振荡闭锁不开放为条件验算，并留有相当裕度的。

● 区内不对称故障时振闭开放

当系统正常发生区内不对称相间或接地故障时，将有较大的零序或负序分量，这时上式成立，振荡闭锁开放。

当系统振荡伴随区内故障时，如果短路时刻发生在系统电势角未摆开时，振荡闭锁将立即开放。如果短路时刻发生在系统电势角摆开状态，则振荡闭锁将在系统角逐步减小时开放，也可能由一侧瞬时开放跳闸后另一侧相继速跳。

因此，采用对称分量元件开放振荡闭锁保证了在任何情况下，甚至系统已经发生振荡的情况下，发生区内故障时瞬时开放振荡闭锁以切除故障，振荡或振荡又区外故障时则可靠闭锁保护。

### 3.5.4.3 对称故障开放元件

在起动元件开放 160ms 以后或系统振荡过程中，如发生三相故障，则上述二项开放措施均不能开放振荡闭锁，本装置中另设置了专门的振荡判别元件，即测量振荡中心电压：

$$U_{OS} = U \cos \Phi$$

$U$  为正序电压， $\Phi$  是正序电压和电流之间的夹角。

由图 3.5.8，假定系统联系阻抗的阻抗角为  $90^\circ$ ，则电流向量垂直于  $\dot{E}_M$ 、 $\dot{E}_N$  连线，与振荡中心电压同相。在系统正常运行或系统振荡时， $U \cos \Phi$  恰好反应振荡中心的正序电压；在三相短路时， $U \cos \Phi$  为弧光电阻上的压降，三相短路时过渡电阻是弧光电阻，弧光电阻上压降小于  $5\% U_N$ 。

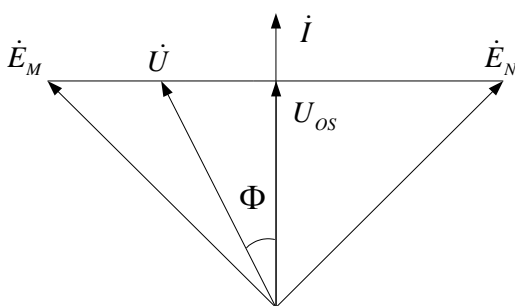


图 3.5.8 系统电压向量图

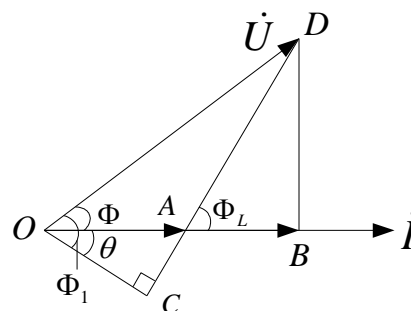


图 3.5.9 短路电流电压向量图

而实际系统线路阻抗角不为  $90^\circ$ ，因而需进行角度补偿，如图 3.5.9 所示。

OD 为测量电压， $U \cos \Phi = OB$ ，因而 OB 反应当线路阻抗角为  $90^\circ$  时弧光电阻压降，实际的弧光压降为 OA，与线路压降 AD 相加得到测量电压  $U$ 。

本装置引入补偿角  $\theta = 90^\circ - \Phi_L$ ，由  $\Phi_1 = \Phi + \theta$ ，上式变为  $U_{OS} = U \cos \Phi_1$ ，三相短路时， $U_{OS} = OC \leq OA$ ，可见  $U \cos \Phi_1$  可反应弧光压降。

本装置采用的动作判据分二部分：

- $-0.03U_N < U_{OS} < 0.08U_N$  延时 150ms 开放

实际系统中，三相短路时故障电阻仅为弧光电阻，弧光电阻上压降的幅值不大于  $5\%U_N$ ，因此，三相短路时，该幅值判据满足，为了保证振荡时不误开放，其延时应保证躲过振荡中心电压在该范围内的最长时间；振荡中心电压为  $0.08U_N$  时，系统角为  $171^\circ$ ，振荡中心电压为  $-0.03U_N$  时，系统角为  $183.5^\circ$ ，按最大振荡周期  $3''$  计，振荡中心在该区间停留时间为 104ms，装置中取延时 150ms 已有足够的裕度。

- $-0.1U_N < U_{OS} < 0.25U_N$  延时 500ms 开放。

该判据作为第一部分的后备，以保证任何三相故障情况下保护不可能拒动。振荡中心电压为  $0.25U_N$  时，系统角为  $151^\circ$ ， $-0.1U_N$  时，系统角为  $191.5^\circ$ ，按最大振荡周期  $3''$  计，振荡中心在该区间停留时间为 337ms，装置中取 500ms 已有足够的裕度。

### 3.4.4 距离保护方框图

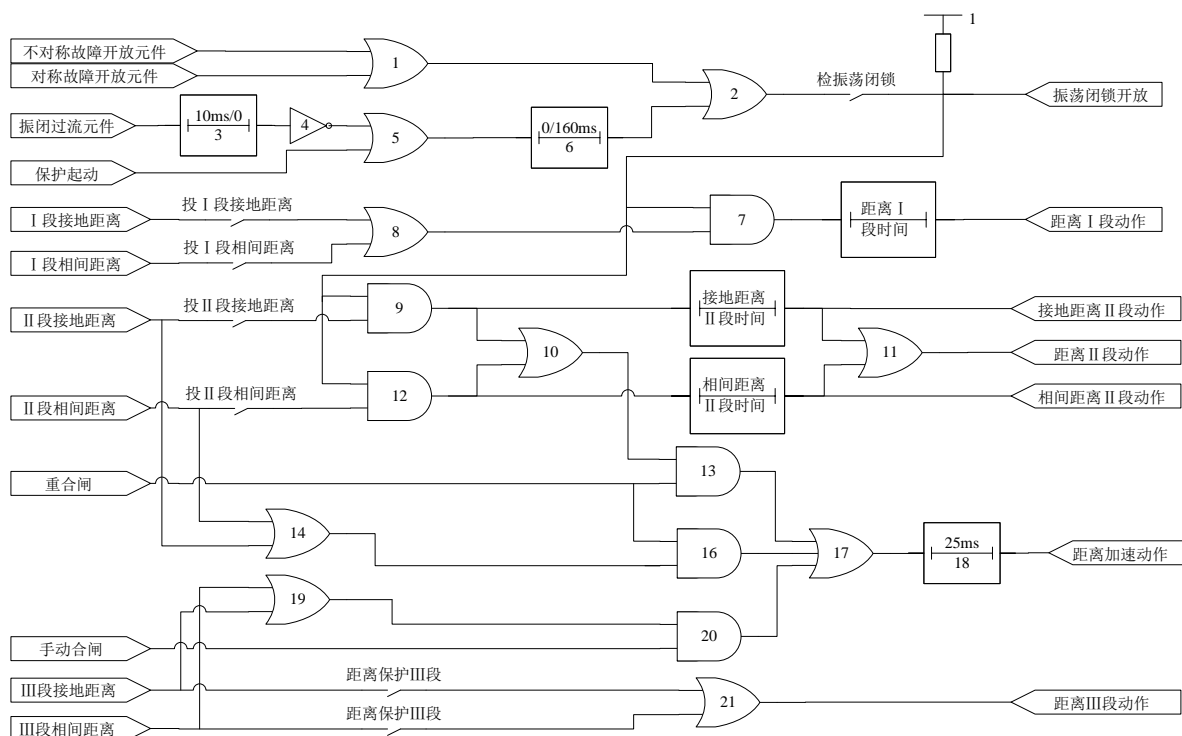


图 3.4.10 距离保护方框图

1. 保护启动时，如果按躲过最大负荷电流整定的振荡闭锁过流元件尚未动作或动作不到 10ms，则开放振荡闭锁 160ms，另外不对称故障开放元件、对称故障开放元件任一元件开放则开放振荡闭锁；用户可选择“投振荡闭锁”去闭锁 I、II 段距离保护，否则距离保护 I、II 段不经振荡闭锁而直接开放；
2. 合闸于故障线路时固定加速不经振荡闭锁的距离 II 段。手合时是加速 III 段距离。

### 3.6 过流保护

零序正方向元件  $F_{0+}$  由零序功率  $P_0$  决定， $P_0$  由  $3U_0$  和  $3I_0 \times Z_D$  的乘积获得 ( $3U_0$ 、 $3I_0$  为自产零序电压电流， $Z_D$  是幅值为 1 相角为  $78^\circ$  的相量)， $P_0 < -1$  伏安 ( $I_N = 5A$ ) 或  $P_0 < -0.2$  伏安 ( $I_N = 1A$ ) 时  $F_{0+}$  动作。其动作区间如图 3.6.1 所示。过流保护的逻辑如图 3.6.2 所示。



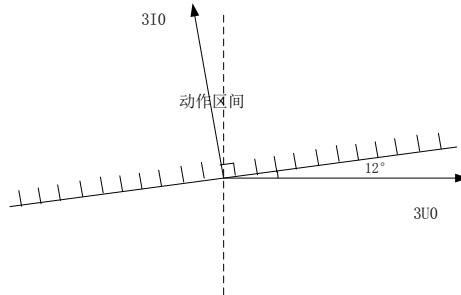


图 3.6.1 零序过流方向元件动作区间

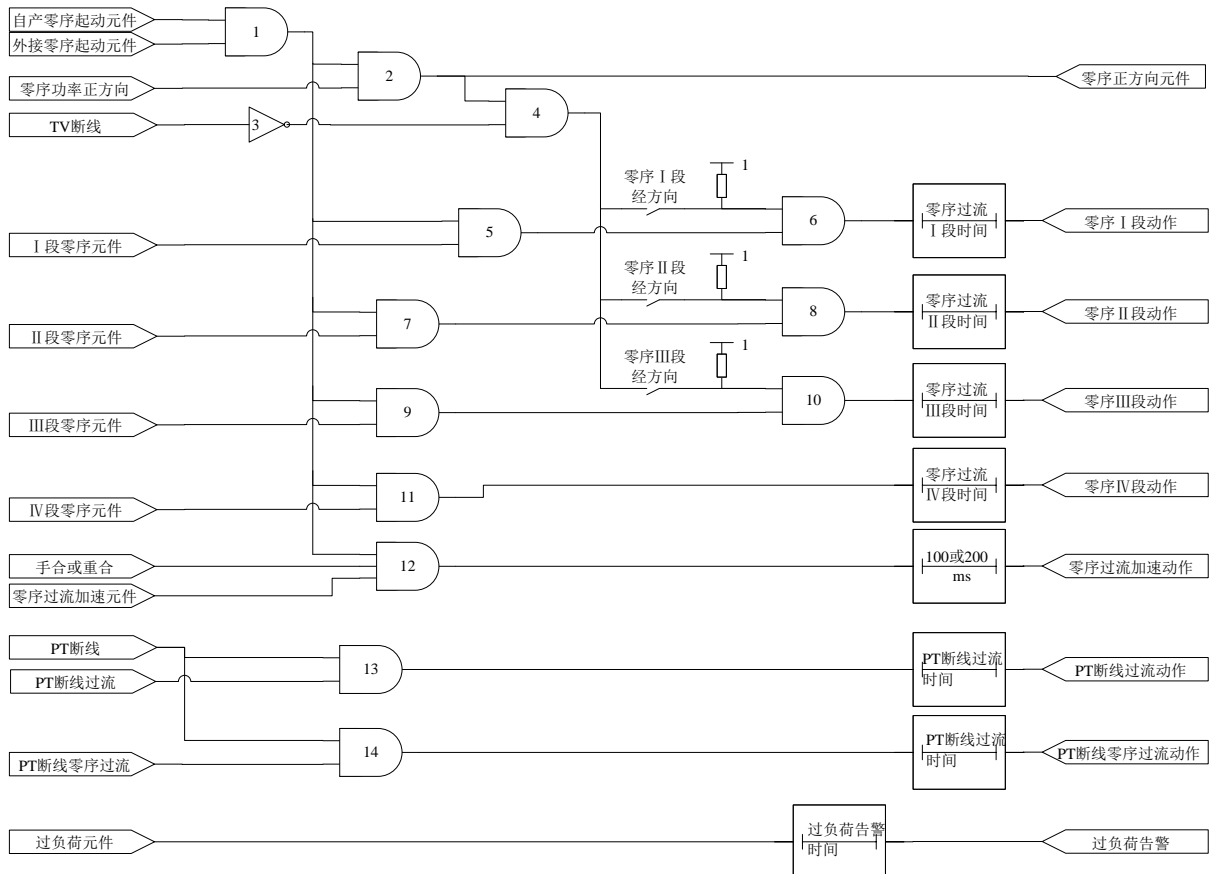


图 3.6.2 过流保护方框图

1. 本装置设置了四个带延时段零序过流保护，I、II、III零序可由用户选择经或不经方向元件控制。在PT断线时，自动退出带方向的零序过流保护。
2. 所有零序电流保护都受起动过流元件控制，因此各零序电流保护定值应大于零序起动电流定值。
3. 当最小相电压小于 $0.8U_n$ 时，零序加速延时为100ms，当最小相电压大于 $0.8U_n$ 时，加速时间延时为200ms，其过流定值用零序过流加速段定值。
4. PT断线相过流保护受距离保护控制，当距离保护退出时，该保护不起作用。PT断线零序过流保护受距离保护、零序方向过流保护功能“或门”控制，当上述保护全部退出时，该保护不起作用。

### 3.7 不对称相继速动

如图 3.7.1 所示，带负荷的线路发生不对称故障，近故障的 N 侧快速跳闸后导致远故障的 M 侧非故障相负荷电流消失。利用上述特征可以加速 M 侧的距离 II 段，实现不对称故障时相继速动。

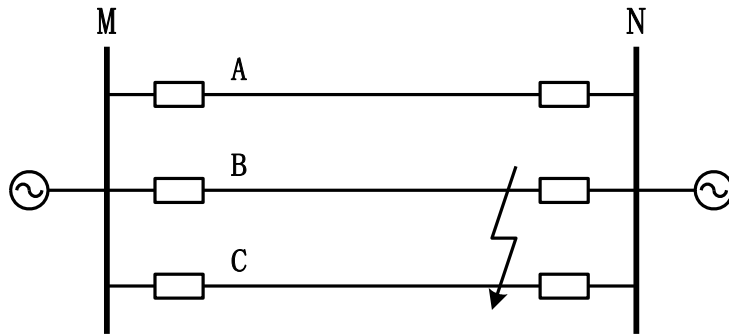


图 3.7.1 不对称故障相继速动保护动作示意图

如图 3.7.2 所示，保护启动后，首先经 20ms 延时确认线路三相均有流，此后，一旦检测到任一相负荷电流消失，II 段距离元件经 30ms 延时，确认线路发生不对称故障，保护动作切除故障。

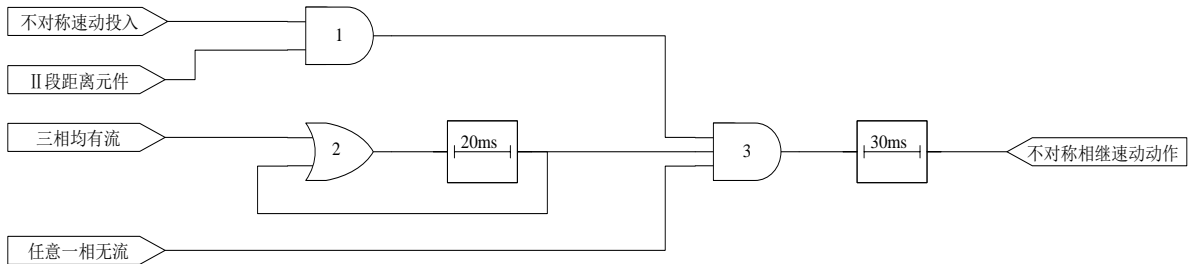


图 3.7.2 不对称故障相继速动保护方框图

### 3.8 跳闸逻辑

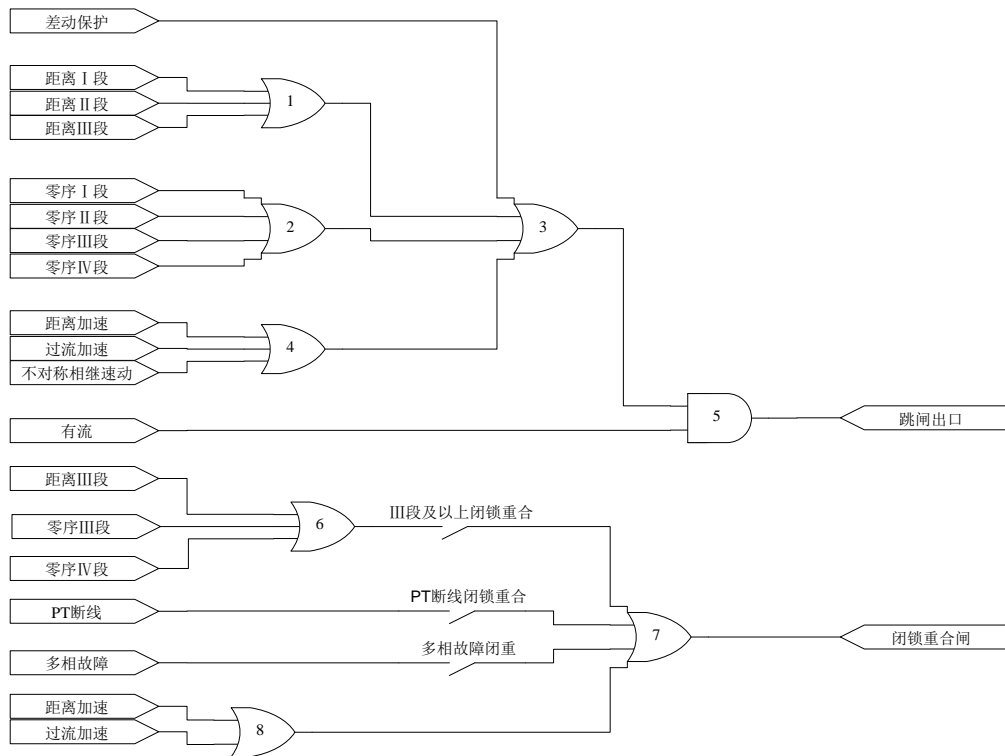


图 3.8.1 跳闸逻辑方框图

1. 采用三相跳闸方式，任何故障跳三相。
2. 严重故障如手合或合闸于故障线路跳闸时闭锁重合闸；
3. PT 断线时跳闸可由用户经控制字“PT 断线闭锁重合”选择是否闭锁重合闸；两相及以上故障跳闸时可由用户经控制字“多相故障闭重”选择是否闭锁重合闸；距离III段、零序III段、零序IV段动作时，可由用户经控制字选择是否闭锁重合闸。

### 3.10 重合闸逻辑

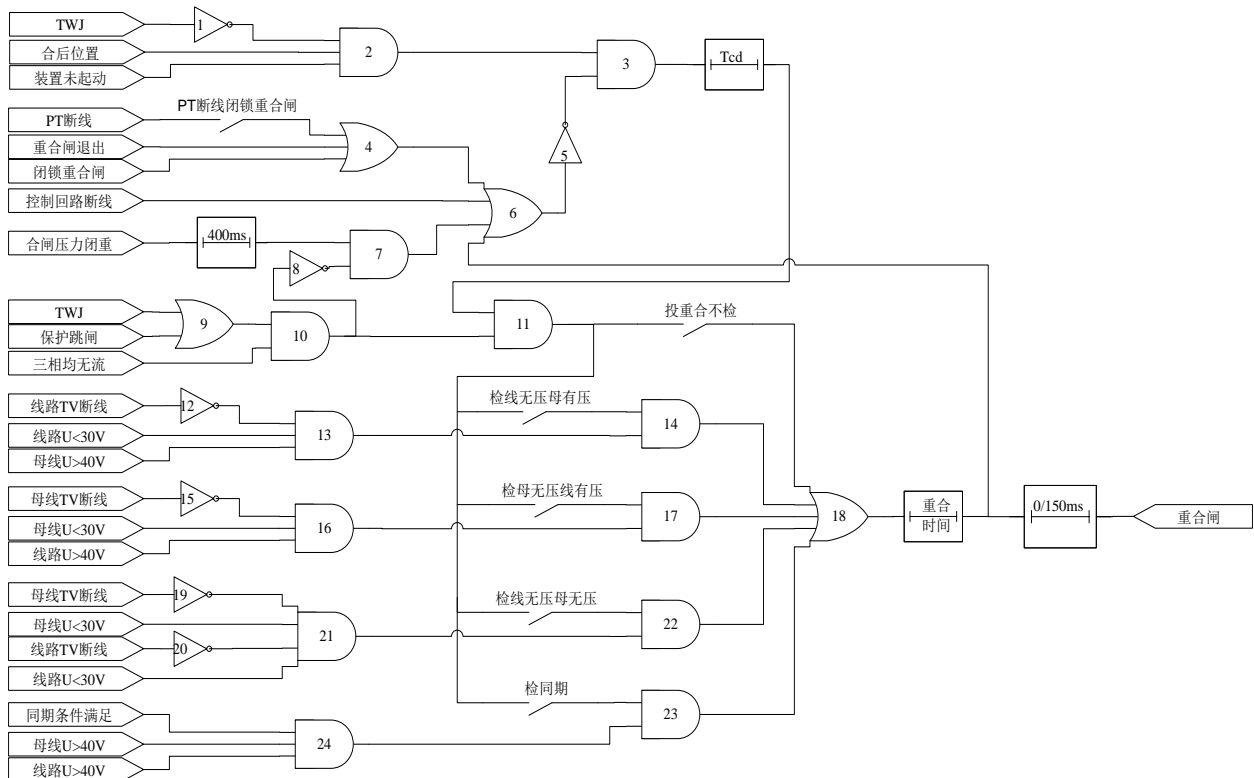


图 3.10.1 重合闸逻辑方框图

1. 本装置重合闸为三相一次重合闸方式。
2. 三相电流全部消失时跳闸固定动作。
3. 重合闸退出指定值中重合闸投入控制字置“0”。
4. 重合闸充电在正常运行时进行，重合闸投入、无 TWJ、无 PT 断线或虽有 PT 断线但控制字“PT 断线闭锁重合闸”置“0”，经 10 秒后充电完成。
5. 重合闸由独立的重合闸起动元件来起动。当保护跳闸后或开关偷跳均可起动重合闸。
6. 重合方式可选用检线路无压母线有压重合闸、检母线无压线路有压重合闸、检线路无压母线无压重合闸、检同期重合闸，也可选用不检而直接重合闸方式。检线路无压母线有压时，检查线路电压小于 30V 且无线路电压断线，同时三相母线电压均大于 40V 时，检线路无压母线有压条件满足，而不管线路电压用的是相电压还是相间电压；检母线无压线路有压时，检查三相母线电压均小于 30V 且无母线 PT 断线，同时线路电压大于 40V 时，检母线无压线路有压条件满足；检线路无压母线无压时，检查三相母线电压均小于 30V 且无母线 PT 断线，同时线路电压小于 30V 且无线路电压断线时，检线路无压母线无压条件满足；检同期时，检查线路电压和三相母线电压均大于 40V 且线路电压和母线电压间的相位在整定范围内时，检同期条件满足。
7. 重合闸条件满足后，经整定的重合闸延时，发重合闸脉冲 150ms。

### 3.11 遥控、遥测、遥信功能

遥控功能：正常遥控跳闸、合闸。

遥测量包括  $U_a$ 、 $U_b$ 、 $U_c$ 、 $U_x$ 、 $U_{ab}$ 、 $U_{bc}$ 、 $U_{ca}$ 、 $U_0$ 、 $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ 、 $I_0$ 、 $F$ 、 $F_x$ 、 $P$ 、 $Q$ 、 $S$ 、 $\cos$ 、 $V_{xm}$ 、 $DifV$ 、 $DifHz$ 、 $I_{am}$ 、 $I_{bm}$ 、 $I_{cm}$ 、 $I_{0m}$  共 25 个模拟量（ $I_a$ 、 $I_b$ 、 $I_c$ 、 $I_0$  是从保护 CT 采集的电流

量,  $I_{am}$ 、 $I_{bm}$ 、 $I_{cm}$ 、 $I_{0m}$  是从测量 CT 采集的电流量)。电流、相电压精度达到 0.2 级, 频率精度  $\leq \pm 0.01\text{Hz}$ , 其余精度达到 0.5 级。

遥信量主要有: 64 路自定义遥信开入, 并有事件顺序记录(SOE)。遥信分辨率小于 2ms。

### 3.12 同期功能

1. 本装置的同期针对第一组接点的遥控或手控合闸。
2. 可以选择不检, 检无压和检同期三种方式。
3. 检同期合闸具有频差闭锁, 压差闭锁, 频差加速度闭锁功能。
4. 实时测量母线和线路的相角差  $\Delta\delta$ , 同时根据频差  $\Delta f$ , 频差加速度  $\frac{d\Delta f}{dt}$  以及开关动作时间

$Tdq$  算出断路器在合闸瞬间的相角差, 确保断路器在合闸瞬间的相角差满足整定值  $\delta_{zd}$ 。其计算公式如下:

$$\left| \Delta\delta - \left( 2\pi\Delta f \cdot Tdq + \pi \frac{d\Delta f}{dt} \cdot T^2 dq \right) \right| < \delta_{zd}$$

在导前角满足该公式时发合闸脉冲, 即可满足整定值要求。

5. 用户启动同期合闸后, 在同期复归时间内, 程序将在每个采样中断中进行同期判别, 直到检同期成功或同期复归时间到。

## 4 硬件原理说明

### 4.1 装置面板布置

图 4.1.1 是装置的正面面板布置图。

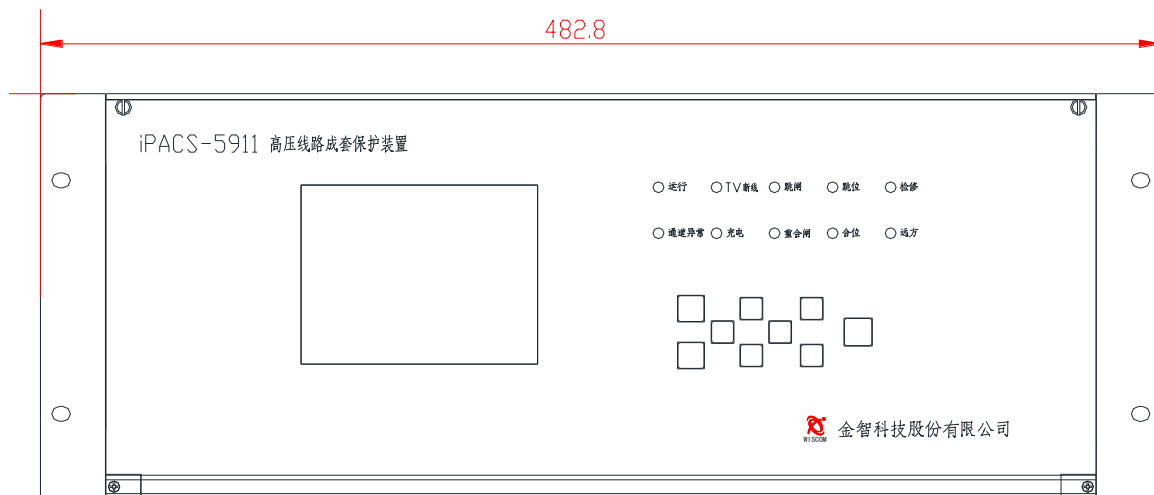


图 4.1.1 面板布置图

图 4.1.2 是装置的背面面板布置图。

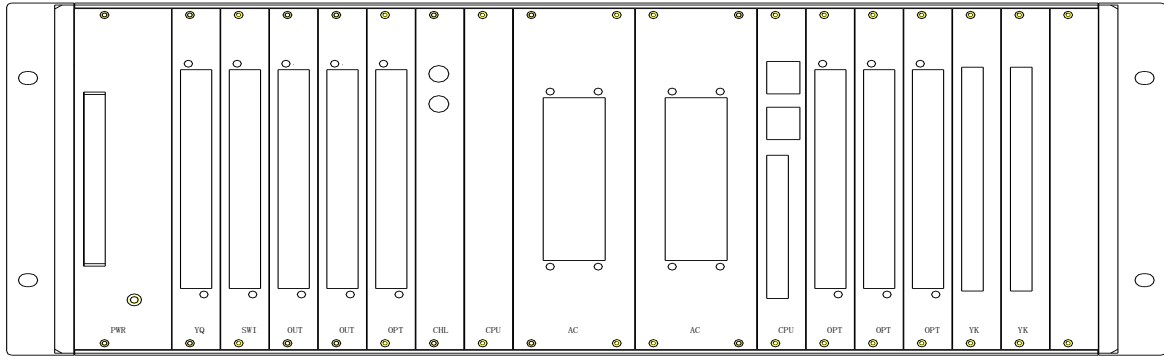
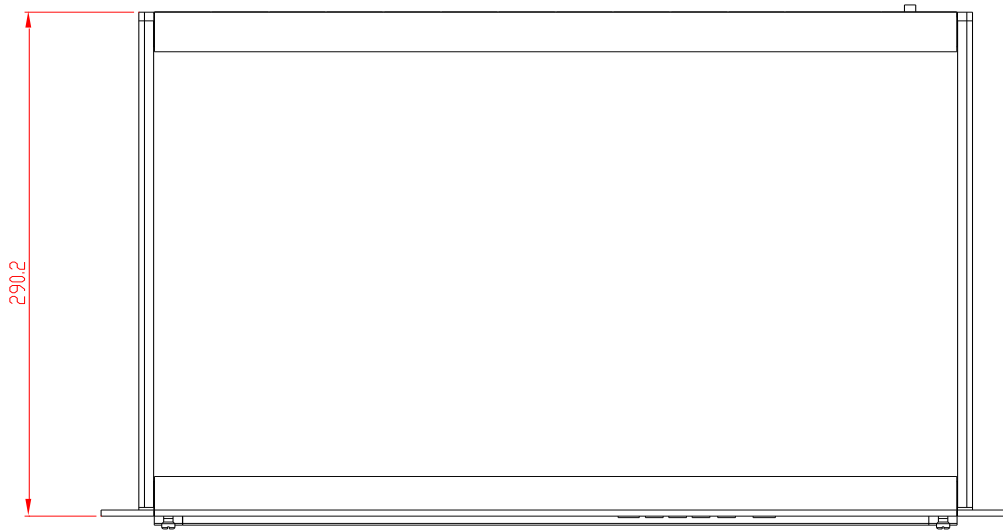


图 4.1.2 端子布置图（背视）

## 4.2 结构与安装

装置采用 4U 标准机箱，用嵌入式安装于屏上。机箱屏面开孔尺寸见图 4.2.1。



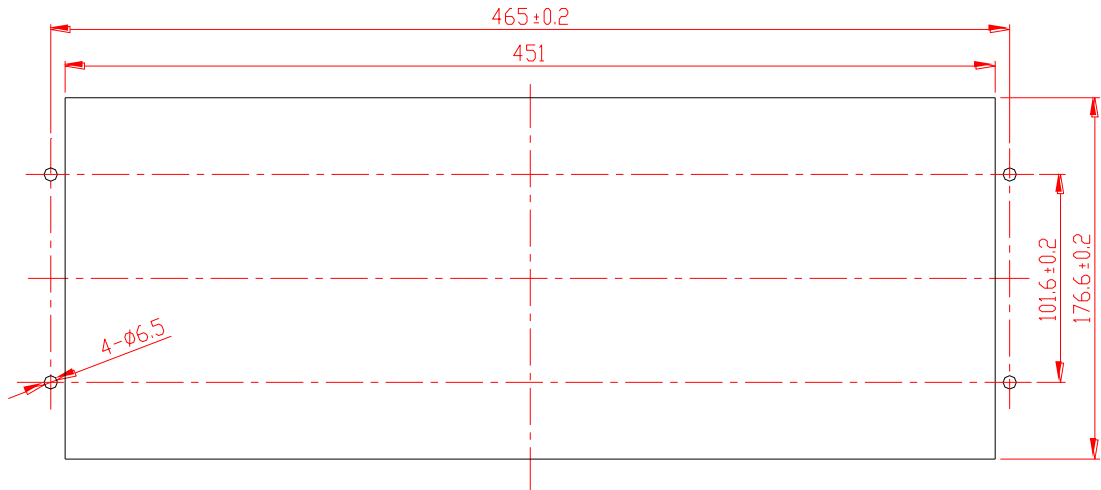


图 4.2.1 机箱结构图及屏面开孔图

### 4.3 装置接线端子

图 4.3.1 为装置的端子定义图。

1	2		3		4		5		6	7	8	9			
DC	YQ		SW1		OUT2		OUT1		OPT (24V)	CHL	CPU	AC			
101 24V光耦+	201	负电源	301	信号公共	401	TDGJ-1	501	FXL-1	601	24V光耦+	○ ○	801	UA	802	UB
102	202	I 母常开	302	控制回路断线	402	TDGJ-1	502	FXL-1	602	备用		803	UC	804	UN
103 24V光耦-	203	I 母常闭	303	TYJ-1	403	TDGJ-2	503	信号公共	603	打印		805	UX	806	UX'
104	204	1YQJ-1	304	HYJ-1	404	TDGJ-2	504	BSJ-1	604	投检修态		807	备用	808	备用
105	205	1YQJ-2	305	TWJ-1	405	TDGJ-3	505	BJJ-1	605	信号复归		809	IA	810	IA'
106	206	1YQJ-3	306	TWJ-1	406	TDGJ-3	506	XHJ-1	606	投距离		811	IB	812	IB'
107	207	1YQJ-4	307	HWJ-1	407		507	XTJ-1	607	投零序		813	IC	814	IC'
108	208	YQJ-1	308	HWJ-1	408		508	运动公共1	608	备用		815	IO	816	IO'
109	209	YQJ-2	309	TWJ-2	409	SGZ-1	509	HJ-1	609	备用					
110	210	YQJ-3	310	TWJ-2	410	SGZ-1	510	TJ-1	610	备用					
111	211	YQJ-4	311	HWJ-2	411	SGZ-2	511	运动公共2	611	投闭锁重合					
112	212	2YQJ-1	312	HWJ-2	912	SGZ-2	512	BSJ-2	612	备用					
113	213	2YQJ-2	313	KKJ-1	913		513	BJJ-2	613	备用					
114	214	2YQJ-3	314	KKJ-1	914		514	FXL-2	614	备用					
115	215	2YQJ-4	315	正电源	915	220V光耦-	515	FXL-2	615	备用					
116 直流电源-	216	II 母常开	316	跳闸线圈	916	重动开入1	516	HJ-2	616	通道试验					
117	217	II 母常闭	317	HWJ-	917	重动开入2	517	HJ-2	617	投差动					
118 直流电源+	218		318	合闸线圈	918	重动开入3	518	GFH-1	618	备用					
119	219	2YQJ-5	319	TWJ-	919	重动开出1-1	519	GFH-1	619	备用					
120 接地端子	220	2YQJ-6	320	保护跳闸	920	重动开出1-1	520	GFH-2	620	备用					
	221	2YQJ-7	321	重合闸	921	重动开出1-2	521	GFH-2	621	KKJ					
	222	YQJ-5	322	手合	922	重动开出1-2	522	HJ-3	622	TYJ					
	223	YQJ-6	323	手跳	923	重动开出2-1	523	HJ-3	623	HYJ					
	224	YQJ-7	324	防跳取消-1	924	重动开出2-1	524	TJ-2	624	TWJ					
	225	1YQJ-5	325	防跳取消-2	925	重动开出2-2	525	TJ-2	625	HWJ1					
	226	1YQJ-6	326	负电源	926	重动开出2-2	526	TJ-3	626	HWJ2					
	227	1YQJ-7	327		927	重动开出3-1	527	TJ-3	627	BUS I					
	228	信号公共	328	跳闸压力低	928	重动开出3-1	528	TJ-4	628	BUS II					
	229	失压	329	合闸压力低	929	重动开出3-2	529	TJ-4	629						
	230	同时动作	330	气压不足	930	重动开出3-2	530		630	24V光耦-					










A				B		C		D		E		F		G		H		
AC				CPU		OPT		OPT		OPT		YK		YK				
A01	IA	A02	IA'	网口1 		C01	远方/就地	D01	遥信25	E01	遥信53	F01		1分	G01		5分	
A03	IB	A04	IB'			网口2 		C02	手合开入	D02	遥信26	E02			遥信54			F02
A05	IC	A06	IC'	打印	B01	打印RXA	C04	解除闭锁	D04	遥信28	E04	遥信56	F04	1合	G04		5合	
A07	I0	A08	I0'			打印TXB	C05	遥信1	D05	遥信29	E05	遥信57	F05		2分			G05
A09		A10				打印地	C06	遥信2	D06	遥信30	E06	遥信58	F06					G06
A11		A12		时钟同步	B04	对时485A	C08	遥信4	D08	遥信32	E08	遥信60	F08	2合	G08		6合	
A13		A14				对时485B	C09	遥信5	D09	遥信33	E09	遥信61	F09		3分			G09
A15		A16				对时地	C10	遥信6	D10	遥信34	E10	遥信62	F10					G10
				串口1	B07	对时485A	C11	遥信7	D11	遥信35	E11	遥信63	F11	3合	G11		7合	
						对时485B	C12	遥信8	D12	遥信36	E12	遥信64	F12		4分			G13
						对时地	C13	遥信9	D13	遥信37			F13					G14
				串口2	B10	对时485A	C14	遥信10	D14	遥信38			F14	4合	G15		8合	
						对时485B	C15	遥信11	D15	遥信39			F15		动作			G16
						对时地	C16	遥信12	D16	遥信40			F16					G17
					B11	对时485B	C17	遥信13	D17	遥信41			F17	动作	G18		动作	
					B12	对时地	C18	遥信14	D18	遥信42			F18		G19			
							C19	遥信15	D19	遥信43			F19	G20				
							C20	遥信16	D20	遥信44			F20					
							C21	遥信17	D21	遥信45								
							C22	遥信18	D22	遥信46								
							C23	遥信19	D23	遥信47								
							C24	遥信20	D24	遥信48								
							C25	遥信21	D25	遥信49								
							C26	遥信22	D26	遥信50								
							C27	遥信23	D27	遥信51								
							C28	遥信24	D28	遥信52								
							C29	电源监视1	D29	电源监视2		电源监视3						
							C30	公共负1	D30	公共负2		公共负3						

图 4. 3. 1 端子定义图（背视）

#### 4. 4 各插件原理说明

组成装置的插件有：电源插件（DC）、交流插件（AC）、CPU 插件（CPU）、单模光纤插件（CHL）、24V 光耦插件（OPT）、遥控插件（YK）、跳闸出口插件（OUT）、操作回路插件（SWI）、电压切换插件（YQ）、显示面板（LCD）。

具体硬件模块图见图 4. 4. 1。



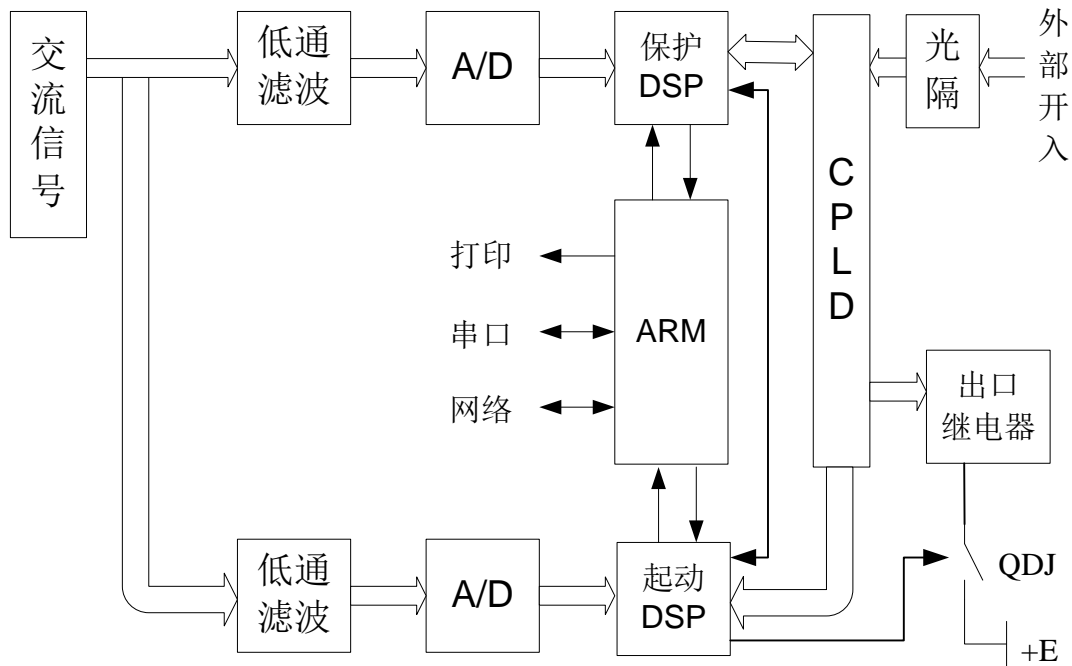


图 4.4.1 硬件模块图

电压、电流信号经 PT、CT 转换成电压小信号，经两路独立的低通滤波、AD 转换，分别提供给启动 DSP 和保护 DSP。保护 DSP 进行保护相关的所有计算、逻辑判别和出口跳闸。启动 DSP 判断保护启动后，只是开放出口正电源，同时完成事件记录、录波等功能。

两片 DSP 之间直接通过高速串口实时进行采样数据交换。交换采样数据主要有两个用途：首先将对方的采样数据和本 DSP 的采样数据进行实时比较，以监视采样回路是否异常；其次，为了达到既简化保护程序，又尽量实现录波数据的可靠性，计划通过高速串口，将保护 DSP 的采样数据传给启动 DSP，由启动 DSP 管理录波数据。

ARM 负责调试、通信、打印、显示等功能。后台调试软件通过网络或串口同 ARM 通信，对两片 DSP 的所有调试命令，包括数据区的读写，程序下载，均通过 ARM 转发完成。

外部开入经光隔、CPLD，按不同的功能经不同的延时，分别提供给保护 DSP 和启动 DSP。ARM 如果需要开入，通过 DSP 得到。+24V 出口电源由启动 DSP 直接控制，除此之外的所有出口继电器全部通过 CPLD 输出。

对于数字化变电站，交流信号直接通过光纤网络口输入到启动 DSP 和保护 DSP，外部开入及出口部分同上。

#### 4.4.1 电源插件(DC)

从装置的背面看，第一个插件为电源插件，如图 4.4.2 所示：

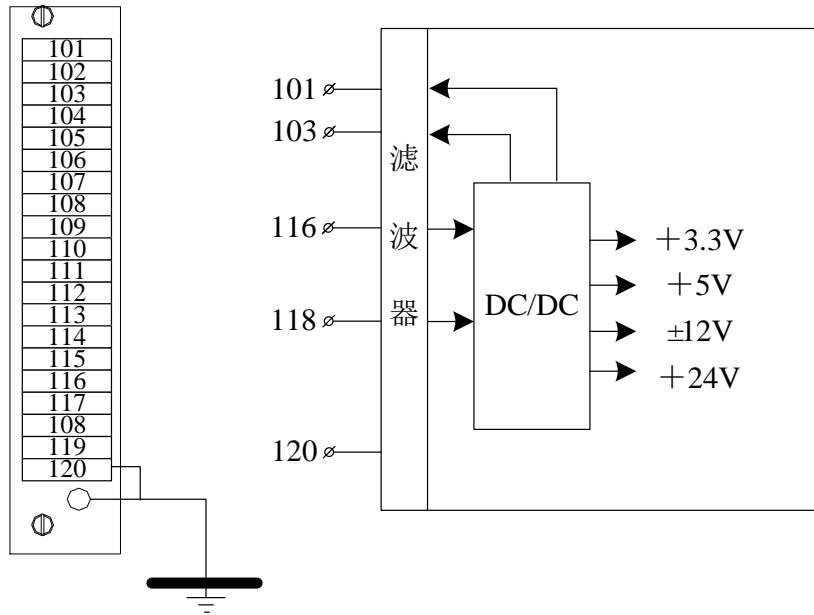


图 4.4.2 电源插件原理及输入接线图

保护装置的电源从 116 端子（直流电源 220V/110V “-” 端）、118 端子（直流电源 220V/110V “+” 端）经抗干扰盒、背板电源开关至内部 DC/DC 转换器，输出 +3.3V、+5V、±12V、+24V（继电器电源）给保护装置其它插件供电；另外经 101、103 端子输出一组 24V 光耦电源，其中 101 为光耦 24V+，103 为光耦 24V-。120 端子为电源地，和端子右下方机壳地连接后接入接地铜牌。

输入电源的额定电压有直流 220V 和 110V 两种，订货时请注明。

#### 4.4.2 交流输入变换插件(AC)

交流输入变换插件（AC）与系统接线图如下：

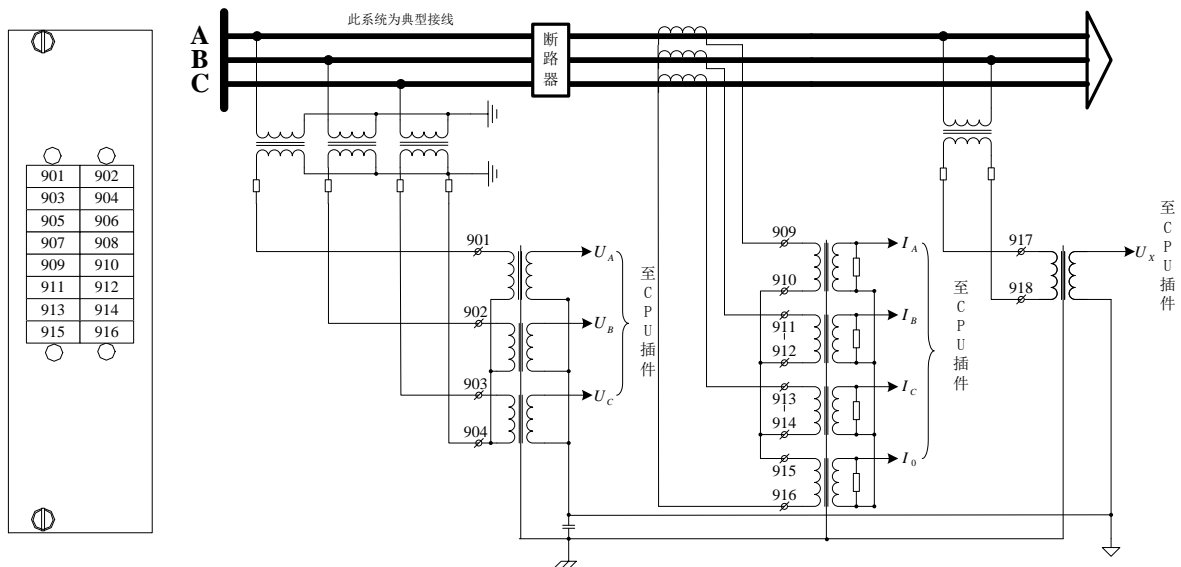


图 4.4.3 交流输入变换插件与系统接线图

$I_A$ 、 $I_B$ 、 $I_C$ 、 $I_0$ ，分别为三相电流和零序电流输入，值得注意的是：虽然保护中零序方向、零序过流元件均采用自产的零序电流计算，但是零序电流起动元件仍由外部的输入零序电流计算，

因此如果零序电流不接，则所有与零序电流相关的保护均不能动作，如纵联零序方向、零序过流等，电流变换器的线性工作范围为  $30 I_N$ 。

$U_A$ 、 $U_B$ 、 $U_C$  为三相电压输入，额定电压为  $100/\sqrt{3}V$ ； $U_X$  为重合闸中检无压、检同期元件用的电压输入，额定电压为  $100V$  或  $100/\sqrt{3}V$ ，当输入电压小于  $30V$  时，检无压条件满足，当输入电压大于  $40V$  时，检同期中有压条件满足；如重合闸不投或不检重合，则该输入电压可以不接。如果重合闸投入且使用检无压或检同期方式（由定值中重合闸方式整定），则装置在正常运行时检查该输入电压是否大于  $40V$ ，若小于  $40V$ ，经  $10$  秒延时报线路 PT 断线告警，BJJ 继电器动作。正常运行时测量  $U_X$  与  $U_A$  之间的相位差，作为重合闸检同期参考角。

交流插件中三相电流和零序电流输入，按额定电流可分为  $1A$ 、 $5A$  两种，订货时请注明，投运前注意检查。

#### 4.4.3 CPU 插件(CPU)

该插件是装置核心部分，包含功能模块图 4.4.1 中低通滤波器、保护和起动 DSP、ARM 和 CPLD。

两个  $400MHz$  核心频率的高速 DSP 以及相应的完全独立的  $16$  位 A/D 转换器、存储器以及 I/O 扩展电路，分别用于装置的起动和保护功能，两部分电路完全冗余配置，确保装置的可靠性。

ARM 完成与监控计算机或 RTU 的连接，设置了两个用于向监控计算机或 RTU 传送报告的  $100M$  以太网接口，可以选择双绞线方式或光纤方式，插件的背板端子及外部接线图如图 4.4.4。

时钟同步端口用于装置的硬对时，其电平接口符合 RS422/485 标准，该接口接收 GPS 对时装置发送的秒脉冲信号或 IRIG-B 对时信号。

打印接口用于连接打印机，电平接口符合 RS-232 标准，打印口的波特率设置必须打印机的波特率设置一致。

B	
CPU	
	网口 <input type="checkbox"/>
	网口 <input type="checkbox"/>
打 印	B01 打印 RXA
	B02 打印 TXB
	B03 打印地
时 钟 同 步	B04 对时 485A
	B05 对时 485B
	B06 对时地
串 口 1	B07 485-1 A
	B08 485-1 B
	B09 485-1地
串 口 2	B10 485-2 A
	B11 485-2 B
	B12 485-2地

图 4.4.4 通信插件背板端子及外部接线图

#### 4.4.4 24V 光耦插件(OPT)



图 4.4.5 光耦插件外部接线图

电源插件输出的光耦 24V 电源，其正端（101 端子）应接至屏上开入公共端，其负端（103 端子）应与本板的 24V 光耦负（630 端子）直接相连；另外光耦 24V 正应与本板的 24V 光耦正（601 端子）相连，以便让保护监视光耦开入电源是否正常。

603 端子是打印输入，用于手动起动打印最新一次动作报告，一般在屏上装设打印按钮。装置通过整定控制字选择自动打印或手动打印，当设定为自动打印时，保护一有动作报告即向打印机输出，当设定为手动打印时，则需按屏上的打印按钮打印。

604 端子是投检修态输入，他的设置是为了防止在保护装置进行试验时，有关报告经 IEC60870-5-103 规约接口向监控系统发送相关信息，而干扰调度系统的正常运行，一般在屏上设置一投检修态压板，在装置检修时，将该压板投上，在此期间进行试验的动作报告不会通过通信口上送，但本地的显示、打印不受影响；运行时应将该压板退出。

605 端子是信号复归输入，用于复归装置的磁保持信号继电器和液晶的报告显示，一般在屏上装设信号复归按钮。信号复归也可以通过通信进行远方复归。

606~614、617 为保护功能投入压板。

615 端子是收相邻线闭锁输入，616 端子是起动通道试验输入，用于双回线手动起动发相邻线闭锁信号通道交换，一般在屏上设置通道试验按钮。

618 端子定义为远跳；主要为其它装置提供通道切除线路对侧开关，如本侧母差保护动作，跳闸信号经远跳，结合“远跳受起动控制”可直接或经对侧起动控制，跳对侧开关。

619，620 端子定义为远传 1，远传 2；只是利用通道提供简单的接点传输功能，典型应用如本侧母差保护动作，跳闸信号经远传 1（2），结合对侧就地判据跳对侧开关。

621~628 端子为操作回路的输入接点，它们仅在不使用本装置的 SWI 插件时才使用；当使用本装置的 SWI 插件时，这几个端子不接。

621 端子为合后位置接点输入，由操作回路提供，用于重合闸充电。

622 端子是跳闸压力输入，由操作回路提供。

623 端子是合闸压力输入，由操作回路提供，经延时后使重合闸放电。

624 端子为跳闸位置继电器接点输入，位置接点的作用是：（1）重合闸用；（2）判别线路是否处于运行状态；（3）PT 三相失压且线路无流时，看开关是否在合闸位置，若是则经 1.25 秒报 PT 断线。

625、626 端子为合闸位置继电器接点输入，由操作回路提供。两者任一开入，则认为开关在合闸状态。

627、628 端子为对应 I 母、II 母位置，仅供显示用。

#### 4.4.5 继电器出口插件 (OUT)

本插件提供输出空接点，如下图所示：

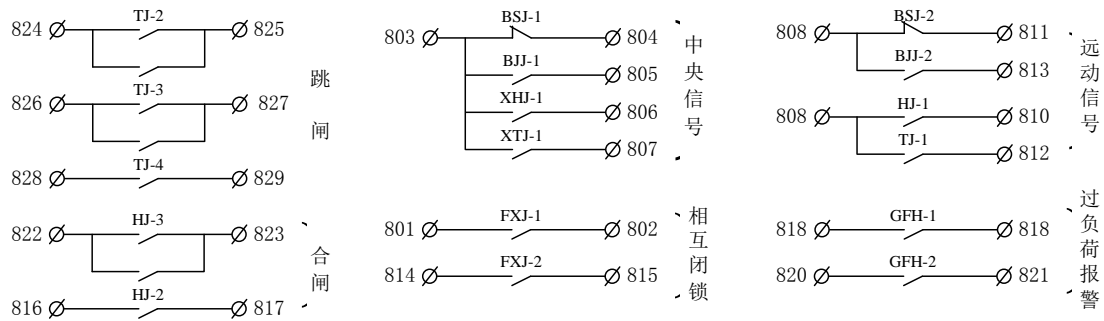


图 4.4.6 OUT 插件接点输出图

BSJ 为装置故障告警继电器，其输出接点 BSJ-1、BSJ-2 均为常闭接点，装置退出运行如装置失电、内部故障时均闭合。

BJJ 为装置异常告警继电器，其输出接点 BJJ-1、BJJ-2 为常开接点，装置异常如 PT 断线、TWJ 异常、CT 断线等，仍有保护在运行时，发告警信号，BJJ 继电器动作，接点闭合。

XTJ、XHJ 分别为跳闸和重合闸信号磁保持继电器，保护跳闸时 XTJ 继电器动作并保持，重合闸时 XHJ 继电器动作并保持，需按信号复归按钮或由通信口发远方信号复归命令才返回。

FXL 为双回线的相互闭锁继电器，其输出接点 FXL-1、FXL-2 均为常开接点。当本线路 III 段距离元件动作时接点闭合。

GFH 为过负荷报警继电器，输出接点 GFH-1、GFH-2 均为常开接点。

TJ、HJ 为跳闸出口接点和重合闸出口接点，均为瞬动接点；用 TJ-2 和 HJ-3 去起动操作回路的跳合线圈，其它供作遥信、故障录波起动、失灵用。如果断路器有两个跳闸线圈，则用 TJ-3 去起动操作回路的第二个跳圈。

#### 4.4.6 操作回路插件 (SWI)

SWI 插件原理及输出接点如下图所示：

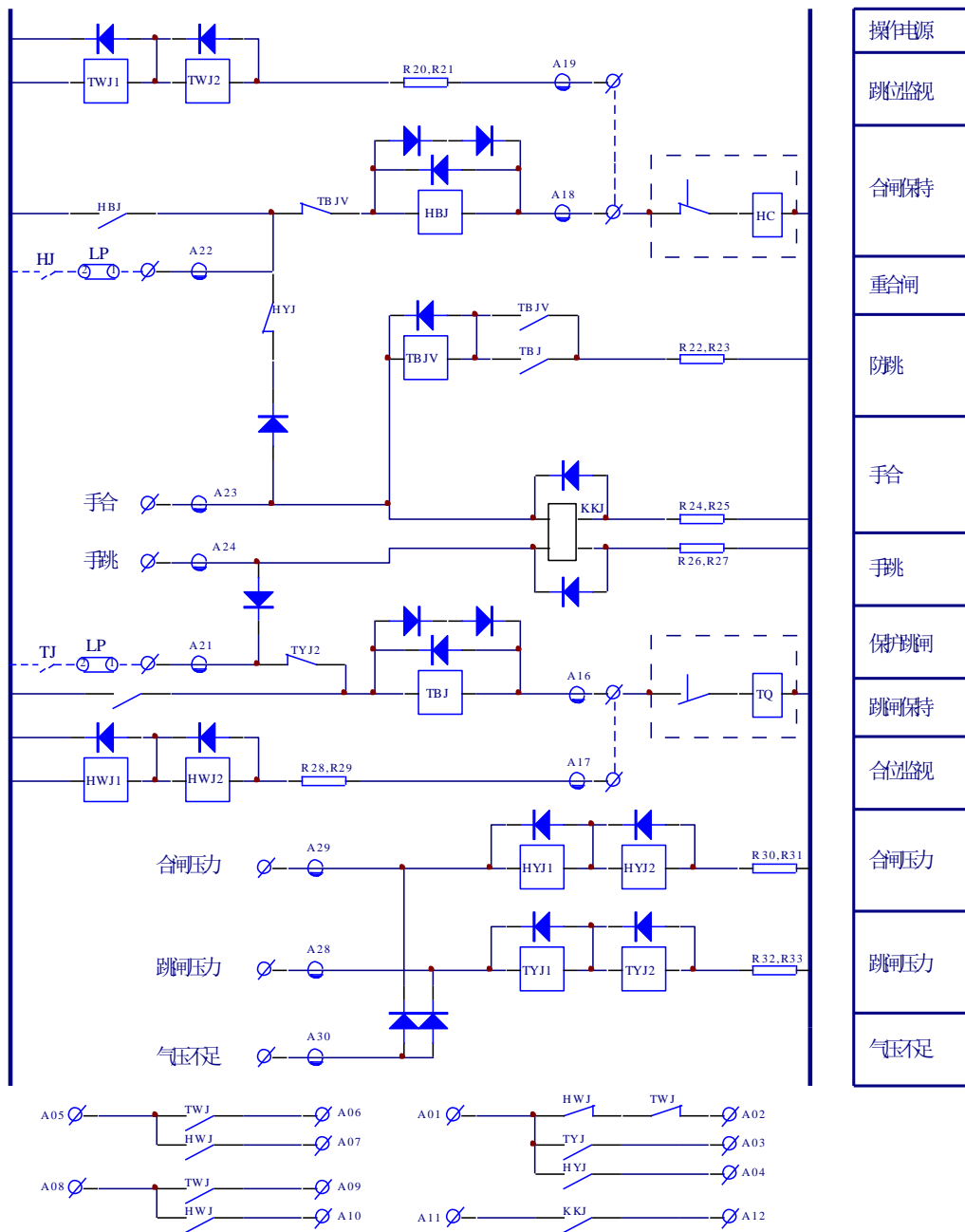


图 4. 4. 7 SWI 插件原理及接点输出图

保护开入部分直接由操作回路引入跳闸位置、合后位置 **KK**、合闸压力 **HYJ** 合跳闸压力 **TYJ** 的弱电信号，其+5V 电源即为保护的电源。图中 **KKJ** 为磁保持继电器，合闸时该继电器动作并磁保持，仅手跳该继电器才复归，保护动作或开关偷跳该继电器不复归，因此其输出接点为合后 **KK** 位置接点。用本装置的操作回路，就不需要从 **KK** 把手取合后 **KK** 位置。也适应了无控制屏的无人值守变电站的要求。

#### 4.4.7 电压切换回路(YQ)

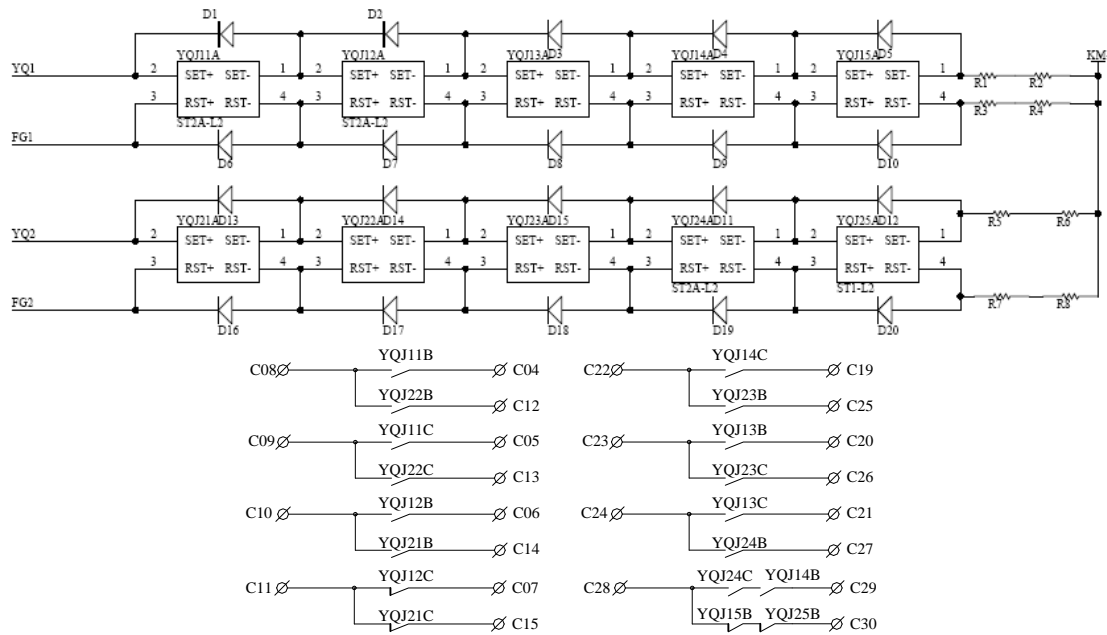


图 4.4.8 电压切换插件原理及接点输出图

所有 YQJ 为磁保持继电器，如现场不需磁保持，订货时请注明。

#### 4.4.8 遥信开入板(YX)

背板 C、D、E 为测控遥信开入板，总共能处理 64 路遥信开入，遥信开入采用 DC 110V。

#### 4.4.9 遥控开出板(YK)

背板 F、G 为测控遥控开出板，可提供 16 组遥控开出，开出接点为无源空接点。

#### 4.4.10 显示面板(LCD)

显示面板提供人机交互，负责显示装置运行信息，并通过按键进行人机交互，装置配置 320\*240 点阵的液晶显示器，实时显示装置的运行状态。

### 5 定值内容与整定说明

装置定值包括系统定值、保护定值、软压板定值和通讯定值。

#### 5.1 系统定值与整定说明

序号	定值名称	定值范围	整定值
1	定值区号	1~32	
2	被保护设备	8 个汉字	
3	CT 一次值	1~9999A	
4	CT 二次值	1 或 5A	
5	PT 一次值	1~150kV	
6	通道类型	专用光纤、复用光纤	

1. 定值区号：保护定值有 32 套可供切换，装置参数不分区，只有一套定值；
2. 被保护设备：可整定被保护设备名称，装置将自动识别，例如“金”，内码 BDF0，整定 48624。

此定值仅用于报文打印。

3. CT 一次值：为一次系统中电流互感器原边的额定电流值；
4. CT 二次值：为一次系统中电流互感器副边的额定电流值；
5. PT 一次值：为一次系统中电压互感器原边的额定电压值；

## 5.2 保护定值与整定说明

### 5.2.1 保护定值

保护的所有定值均按二次值整定，定值范围中  $I_n$  为 1 或 5，分别对应于二次额定电流为 1A 或 5A。

序号	定值名称	定值范围	单位	步长
1	变化量启动电流定值	$0.10 \sim 0.50A \times I_n$	A	0.01
2	零序启动电流定值	$0.10 \sim 0.50A \times I_n$	A	0.01
3	差动动作电流定值	$0.10 \sim 2.00A \times I_n$	A	0.01
4	本侧识别码	0~65535		1
5	对侧识别码	0~65535		1
6	线路正序阻抗定值	$0.01 \sim 655.35\Omega / I_n$	$\Omega$	0.01
7	线路正序灵敏角	$30^\circ \sim 89^\circ$	$^\circ$	1
8	线路零序阻抗定值	$0.01 \sim 655.35\Omega / I_n$	$\Omega$	0.01
9	线路零序灵敏角	$30^\circ \sim 89^\circ$	$^\circ$	1
10	线路总长度	$0.00 \sim 655.35\text{kM}$	kM	0.01
11	接地距离 I 段定值	$0.05 \sim 125.00 / I_n$	$\Omega$	0.01
12	接地距离 I 段时间	$0.00 \sim 10.00\text{S}$	S	0.01
13	接地距离 II 段定值	$0.05 \sim 125.00\Omega / I_n$	$\Omega$	0.01
14	接地距离 II 段时间	$0.01 \sim 10.00\text{S}$	S	0.01
15	接地距离 III 段定值	$0.05 \sim 125.00\Omega / I_n$	$\Omega$	0.01
16	接地距离 III 段时间	$0.01 \sim 10.00\text{S}$	S	0.01
17	相间距离 I 段定值	$0.05 \sim 125.00\Omega / I_n$	$\Omega$	0.01
18	相间距离 I 段时间	$0.00 \sim 10.00\text{S}$	S	0.01
19	相间距离 II 段定值	$0.05 \sim 125.00\Omega / I_n$	$\Omega$	0.01
20	相间距离 II 段时间	$0.01 \sim 10.00\text{S}$	S	0.01
21	相间距离 III 段定值	$0.05 \sim 125.00\Omega / I_n$	$\Omega$	0.01
22	相间距离 III 段时间	$0.01 \sim 10.00\text{S}$	S	0.01
23	零序过流 I 段定值	$0.10 \sim 20.00A \times I_n$	A	0.01
24	零序过流 I 段时间	$0.01 \sim 10.00\text{S}$	S	0.01
25	零序过流 II 段定值	$0.10 \sim 20.00A \times I_n$	A	0.01
26	零序过流 II 段时间	$0.01 \sim 10.00\text{S}$	S	0.01
27	零序过流 III 段定值	$0.10 \sim 20.00A \times I_n$	A	0.01
28	零序过流 III 段时间	$0.01 \sim 10.00\text{S}$	S	0.01
29	零序过流 IV 段定值	$0.10 \sim 20.00A \times I_n$	A	0.01
30	零序过流 IV 段时间	$0.01 \sim 10.00\text{S}$	S	0.01
31	PT 断线相过流定值	$0.10 \sim 20.00A \times I_n$	A	0.01
32	PT 断线零序过流定值	$0.10 \sim 20.00A \times I_n$	A	0.01
33	PT 断线过流时间	$0.10 \sim 10.00\text{S}$	S	0.01
34	重合闸时间	$0.10 \sim 10.00\text{S}$	S	0.01
35	同期合闸角	$0^\circ \sim 90^\circ$	$^\circ$	1
36	静稳破坏电流定值	$0.80 \sim 2.20 \times I_n$	A	0.01



37	CT 变比补偿系数	0.25~1.00		0.01
38	CT 断线差动动作定值	$0.10 \sim 2.00A \times I_n$	A	0.01
39	零序补偿系数	0.00~2.00		0.01
40	零序补偿系数角	0.00~359.00	°	0.01
<b>iPACS-5911C 运行方式控制字 SW(n) 整定 “1” 表示投入, “0” 表示退出</b>				
1	纵联差动保护	0, 1		
2	通信内时钟	0, 1	1: 表示内时钟方式 0: 表示外时钟方式	
3	振荡闭锁元件	0, 1		
4	距离保护 I 段	0, 1		
5	距离保护 II 段	0, 1		
6	距离保护 III 段	0, 1		
7	零序过流 I 段	0, 1		
8	零序过流 II 段	0, 1		
9	零序过流 III 段	0, 1		
10	零序过流 IV 段	0, 1		
11	零序过流 I 段经方向	0, 1		
12	零序过流 II 段经方向	0, 1		
13	零序过流 III 段经方向	0, 1		
14	重合闸检同期	0, 1		
15	重合闸检线无压母有压	0, 1		
16	重合闸检线有压母无压	0, 1		
17	重合闸检线无压母无压	0, 1		
18	III 段及以上闭锁重合闸	0, 1		
19	多相故障闭锁重合闸	0, 1		
20	停用重合闸	0, 1		
21	PT 断线闭锁重合闸	0, 1		
22	不对称相继速动	0, 1		
23	PT 断线过流保护	0, 1		

1. 电流变化量起动值: 按躲过正常负荷电流波动最大值整定, 一般整定为  $0.2I_n$ 。对于负荷变化剧烈的线路(如电气化铁路、轧钢、炼铝等), 可以适当提高定值以免装置频繁起动, 定值范围为  $0.1I_n \sim 0.5I_n$ 。
2. 零序起动电流: 按躲过最大零序不平衡电流整定, 定值范围为  $0.1I_n \sim 0.5I_n$ 。
3. 线路正序阻抗、线路正序灵敏角、线路零序阻抗、线路零序灵敏角: 线路全长的参数(二次值), 用于距离保护与测距计算。
4. 线路总长度: 按实际线路长度整定, 单位为公里, 用于测距计算。
5. 差动动作电流定值: 按不小于 1.5 倍的差动不平衡电流整定; 一般按不小于 0.1 倍额定电流整定, 根据最小运行方式下区内故障短路电流校验其灵敏度。
6. 本侧识别码、对侧识别码: 一条线路各侧保护装置采用不同的纵联码, 以防止通道环回引起保护误动。将本侧识别码和对侧识别码整定为同值, 并且将光纤信号环回后, 可以做保护自环试验。
7. 接地距离 I 段定值: 按全线路阻抗的 0.8~0.85 倍整定, 对于有互感的线路, 应适当减小。
8. 相间距离 I 段定值: 按全线路阻抗的 0.8~0.9 倍整定。
9. 距离 I 段时间: 接地和相间距离 I 段公用一个延时定值。
10. 距离 II、III 段的阻抗和时间定值按段间配合的需要整定, 对本线末端故障有灵敏度。

11. 对于各段距离定值，即使某一元件不投，仍应按整定原则和配合关系整定，如距离Ⅲ段定值 > 距离Ⅱ段定值 > 距离Ⅰ段定值，距离Ⅱ段定值对本线末端故障有灵敏度；
12. 对于各零序过流定值，均应大于零序起动电流定值，且零序过流Ⅱ段定值 > 零序过流Ⅲ段定值；对于起动元件（电流变化量起动和零序电流起动），线路两侧宜按一次电流定值相同折算至二次整定。
13. PT 断线相过流定值：仅在 PT 断线时自动投入。
14. 同期合闸角：检同期合闸方式时母线电压对线路电压的允许角度差。
15. 静稳破坏电流定值：按躲过线路最大负荷电流整定。
16. CT 断线差动定值：按躲过线路最大负荷整定。
17. CT 变比补偿系数：将电流一次额定值大的一侧整定为 1，小的一侧整定为本侧电流一次额定值与对侧电流一次额定值的比值，与两侧的电流二次额定值无关。例如：本侧一次电流互感器变比为 1250/5，对侧变比为 2500/1，则本侧 CT 变比系数整定为 0.5，对侧整定为 1.00。
18. 零序补偿系数：零序补偿系数  $K = \frac{Z_{0L} - Z_{1L}}{3Z_{1L}}$  的幅值，其中  $Z_{0L}$  和  $Z_{1L}$  分别为线路的零序和正序阻抗；
19. 零序补偿系数角：零序补偿系数  $K = \frac{Z_{0L} - Z_{1L}}{3Z_{1L}}$  的角度，其中  $Z_{0L}$  和  $Z_{1L}$  分别为线路的零序和正序阻抗；

### 5.2.3 控制字整定说明

1. “投振荡闭锁”：当所保护的线路不会发生振荡时，该控制字置“0”，否则置“1”。
2. “主时钟方式”：该控制字置“1”，表示光纤通信信号发送时钟采用装置自己的时钟，即“主时钟方式”，或称为“内时钟方式”；该控制字置“0”，表示采用从接收码流提取的时钟作为信号发送时钟，即“从时钟方式”，或称为“外时钟方式”。
3. “重合闸检同期”、“重合闸检线无压母有压”、“重合闸检线有压母无压”、“重合闸检线无压母无压”：为重合闸方式控制字，重合闸不投时，这些控制字无效。  
 “重合闸检同期”：置“1”时投入重合闸检同期方式。当线路电压和三相母线电压均大于 40V 且线路电压和母线电压间的相位在整定范围内时，检同期条件满足。  
 “重合闸检线无压母有压”：置“1”时投入重合闸检线路无压母线有压方式。当线路电压小于 30V 且无线路电压断线，同时三相母线电压均大于 40V 时，检线路无压母线有压条件满足。  
 “重合闸检线有压母无压”：置“1”时投入重合闸检母线无压线路有压方式。当三相母线电压均小于 30V 且无母线 PT 断线，同时线路电压大于 40V 时，检母线无压线路有压条件满足。  
 “重合闸检线无压母无压”：置“1”时投入重合闸检线路无压母线无压方式。当三相母线电压均小于 30V 且无母线 PT 断线，同时线路电压小于 30V 且无线路电压断线时，检线路无压母线无压条件满足。  
 上述控制字可单独使用，也可组合使用，如“检线无压母有压”、“检线无压母无压”同时投入即为“检线路无压方式”；“检母无压线有压”、“检线无压母无压”同时投入即为“检母线无压方式”；三者同时投入即为“检任一无压方式”；当以上四项同时置“0”时，为“非同期重合闸”方式。
4. “PT 断线闭锁重合闸”：为 PT 断线时是否闭锁重合闸控制字。置“1”在 PT 断线时重合闸放电。

5. “多相故障闭重”：为两相及以上故障跳闸时是否闭锁重合闸控制字。置“1”在多相故障跳闸时重合闸放电。

### 5.3 压板定值

装置设有软压板功能，压板可通过定值投退（远方或就地）

序号	定值名称	定值范围	整定值
1	纵差保护投入压板	0, 1	
2	距离保护投入压板	0, 1	
3	零序过流保护投入压板	0, 1	
4	重合闸退出压板	0, 1	

- “纵差保护投入压板”、“距离保护投入压板”、“零序过流保护投入压板”这三个控制字和屏上硬压板为“与”的关系，当需要利用软压板功能时，必须投上硬压板，当不需软压板功能时，必须将这四个控制字整定为“1”。
- “投闭锁重合压板”和屏上硬压板为“或”的关系，“投闭锁重合压板”置“1”时，任何故障闭锁重合闸，一般应置“0”。

### 5.4 通讯定值

该定值用于以太网通讯，当无以太网接口时，该定值可不整定。

序号	定值名称	定值范围	整定值
1	装置地址	0~65535	
2	IP1 子网高位地址	0~255	
3	IP1 子网低位地址	0~255	
4	IP2 子网高位地址	0~255	
5	IP2 子网低位地址	0~255	
6	IP3 子网高位地址	0~255	
7	IP3 子网低位地址	0~255	
8	掩码地址 1 位	0~255	
9	掩码地址 0 位	0~255	
10	打印波特率	0, 1, 2, 3	
11	串口 1 波特率	0, 1, 2, 3	
12	串口 2 波特率	0, 1, 2, 3	
13	波形文件上传	0, 1	

- 装置地址为本装置的通讯地址。
- 打印波特率、串口 1 波特率、串口 2 波特率可整为 0, 1, 2, 3。分别对应波特率为 4800, 9600, 19200, 38400。对于 4 网口配置，串口波特率无需整定。
- 波形文件上传可整为 0, 1。0 为波形文件不上传，1 为波形文件上传。

注意：当无压板投入时（综合软硬压板），所有保护将退出。

### 5.5 监控参数

序号	名称	整定范围	备注
1	母线 TV 一次值		
2	母线 TV 二次值	100.0	
3	零序 TV 一次值		
4	零序 TV 二次值	57.7	

5	线路 CT 一次值		
6	线路 CT 二次值	1/5	
7	电压阈值	0~999	
8	电流阈值	0~999	
9	有功阈值	0~999	
10	无功阈值	0~999	
11	循环上送周期	1~10 秒	
12	接地报警投入	0~1	
13	允许文件下载	0/1	

相关说明：

1. 循环上送周期：装置遥测上送周期
2. “接地报警” 门槛定值为 30V，对应的模拟量输入为 U0。

## 5.6 遥信参数

序号	定值名称	范围	序号	定值名称	范围
1	备用	0~10S	2	远方就地防抖时限	0~10S
3	备用	0~10S	4	备用	0~10S
5	遥信 1 防抖时限	0~10S	6	遥信 2 防抖时限	0~10S
7	遥信 3 防抖时限	0~10S	8	遥信 4 防抖时限	0~10S
9	遥信 5 防抖时限	0~10S	10	遥信 6 防抖时限	0~10S
11	遥信 7 防抖时限	0~10S	12	遥信 8 防抖时限	0~10S
13	遥信 9 防抖时限	0~10S	14	遥信 10 防抖时限	0~10S
15	遥信 11 防抖时限	0~10S	16	遥信 12 防抖时限	0~10S
17	遥信 13 防抖时限	0~10S	18	遥信 14 防抖时限	0~10S
19	遥信 15 防抖时限	0~10S	20	遥信 16 防抖时限	0~10S
21	遥信 17 防抖时限	0~10S	22	遥信 18 防抖时限	0~10S
23	遥信 19 防抖时限	0~10S	24	遥信 20 防抖时限	0~10S
25	遥信 21 防抖时限	0~10S	26	遥信 22 防抖时限	0~10S
27	遥信 23 防抖时限	0~10S	28	遥信 24 防抖时限	0~10S
29	遥信 25 防抖时限	0~10S	30	遥信 26 防抖时限	0~10S
31	遥信 27 防抖时限	0~10S	32	遥信 28 防抖时限	0~10S
33	遥信 29 防抖时限	0~10S	34	遥信 30 防抖时限	0~10S
35	遥信 31 防抖时限	0~10S	36	遥信 32 防抖时限	0~10S
37	遥信 33 防抖时限	0~10S	38	遥信 34 防抖时限	0~10S
39	遥信 35 防抖时限	0~10S	40	遥信 36 防抖时限	0~10S
41	遥信 37 防抖时限	0~10S	42	遥信 38 防抖时限	0~10S
43	遥信 39 防抖时限	0~10S	44	遥信 40 防抖时限	0~10S
45	遥信 41 防抖时限	0~10S	46	遥信 42 防抖时限	0~10S
47	遥信 43 防抖时限	0~10S	48	遥信 44 防抖时限	0~10S
49	遥信 45 防抖时限	0~10S	50	遥信 46 防抖时限	0~10S
51	遥信 47 防抖时限	0~10S	52	遥信 48 防抖时限	0~10S
53	遥信 49 防抖时限	0~10S	54	遥信 50 防抖时限	0~10S
55	遥信 51 防抖时限	0~10S	56	遥信 52 防抖时限	0~10S
57	遥信 53 防抖时限	0~10S	58	遥信 54 防抖时限	0~10S
59	遥信 55 防抖时限	0~10S	60	遥信 56 防抖时限	0~10S
61	遥信 57 防抖时限	0~10S	62	遥信 58 防抖时限	0~10S
63	遥信 59 防抖时限	0~10S	64	遥信 60 防抖时限	0~10S
65	遥信 61 防抖时限	0~10S	66	遥信 62 防抖时限	0~10S

序号	定值名称	范围	序号	定值名称	范围
67	遥信 63 防抖时限	0~10S	68	遥信 64 防抖时限	0~10S

## 5.7 同期参数

序号	名称	整定范围	备注
1	无压模式	1~7	
2	压差闭锁值		
3	频差闭锁值		
4	允许合闸角		
5	开关合闸时间		
6	同期复归时间		
7	线路电压类型	0~5	
8	线路补偿角		
9	同期模式	1~3	
10	频差加速度		

相关说明：

1. 无压模式：=1 线路无压，母线无压，=2 线路有压，母线无压，=3 线路无压，母线有压，=4 母线无压，=5 线路无压，=6 线路无压母线有压或线路有压母线无压，=7 任一侧无压
2. 差压闭锁定值：当参与检同期判别的两个电压的差值大于该定值时，不允许合闸
3. 频差闭锁值：当参与检同期判别的两个电压的频率差值大于该定值时，不允许合闸
4. 频差加速度闭锁：当参与检同期判别的两个电压的频率差值的加速度大于该定值时，不允许合闸
5. 允许合闸角：当参与检同期判别的两个电压的相位角度差值大于该定值时，不允许合闸
6. 开关合闸时间：是指开关接收到合闸脉冲到合上开关的时间。
7. 同期复归时间：判别同期条件的最长时间，在此时间内同期条件不满足按控制失败处理
8. 线路电压类型中“0~5”分别代表所选的线路电压为  $U_a$ ,  $U_b$ ,  $U_c$ ,  $U_{ab}$ ,  $U_{bc}$ ,  $U_{ca}$ 。
9. 线路补偿角：检同期的时候，将母线电压的相角加上该角度后再与线路电压的相角比较，判断同期条件是否满足
10. 同期模式：=1 检同期，=2 检无压，=3 不检方式。

## 5.8 遥控配置参数

序号	名称	整定范围	备注
1	遥控保持时间		
2	遥控 1 合闸位置	1~56	
3	遥控 1 分闸位置	1~56	
4	遥控 2 合闸位置	1~56	
5	遥控 2 分闸位置	1~56	
6	遥控 3 合闸位置	1~56	
7	遥控 3 分闸位置	1~56	
8	遥控 4 合闸位置	1~56	
9	遥控 4 分闸位置	1~56	
10	遥控 5 合闸位置	1~56	
11	遥控 5 分闸位置	1~56	
12	遥控 6 合闸位置	1~56	

13	遥控 6 分闸位置	1~56	
14	遥控 7 合闸位置	1~56	
15	遥控 7 分闸位置	1~56	
16	遥控 8 合闸位置	1~56	
17	遥控 8 分闸位置	1~56	

相关说明：

- 1、遥控保持时间：遥控跳闸、合闸和动作保持时间，通常整定为 **2s** 左右。装置遥控接点在满足下面任一条件复归：**a)**操作对象已发生变位，**b)**遥控保持时间到。
- 2、遥控对象分、合闸配置：用来配置操作对象的遥信采集点。

## 5.9 交流精度自动调整

精度自动调整功能是装置维护时使用的功能。主要包括电压、电流幅值以及功率的调整，这应是每一台装置调试的第一步(出厂时已调试完毕，建议用户不要调整)。

## 5.10 交流精度手动调整

精度手动调整功能是精度自动调整功能的扩充。当在现场更换交流插件时，可将新换上交流插件标签上列出的精度调整参数填入相应的项目中，达到调整精度的目的。

## 5.11 装置初始化

初始化装置参数。

# 6 使用与调试说明

## 6.1 使用说明

### 6.1.1 面板布置图

装置的正面面板布置如图 6.1.1 所示。

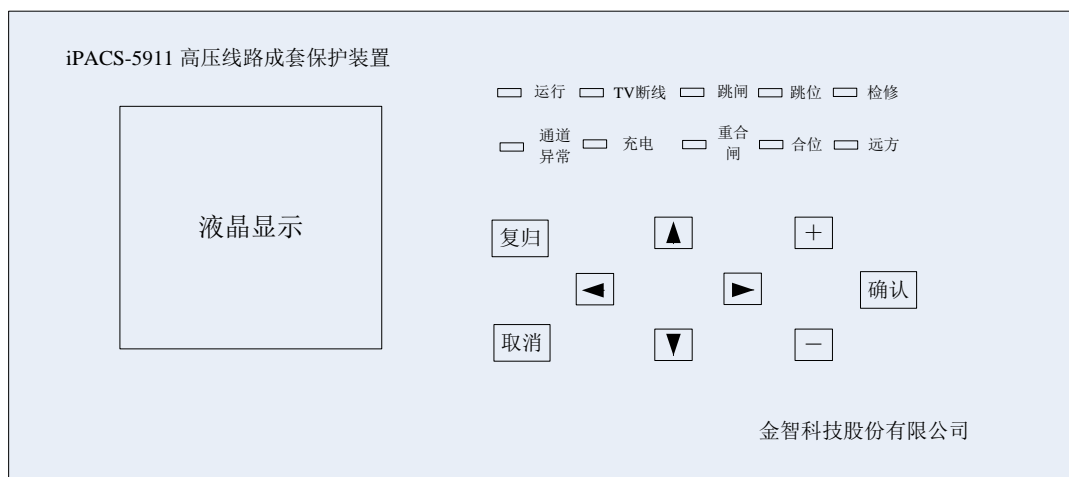


图 6.1.1 装置正面面板布置图

“运行”灯为绿色，装置正常运行时点亮；

“PT 断线”灯为黄色，当发生电压回路断线时点亮；

“通道异常”灯为黄色，当差动保护投入的情况下，光纤通道从正常变为异常时被点亮。

“充电”灯为绿色，当重合充电完成时点亮；

“跳闸”、“重合闸”灯为红色，当保护动作出口点亮，在“信号复归”后熄灭。

“跳位”灯为绿色、“合位”灯为红色，指示当前开关位置；“I母”、“II母”灯为绿色，指示当前母线位置。

## 6.1.2 液晶显示说明

### 6.1.2.1 保护正常运行时液晶显示说明

保护正常运行时，液晶上主要显示模拟信号的幅值、相对 A 相电压的相位以及频率等相关信息，如图 6.1.2 所示。

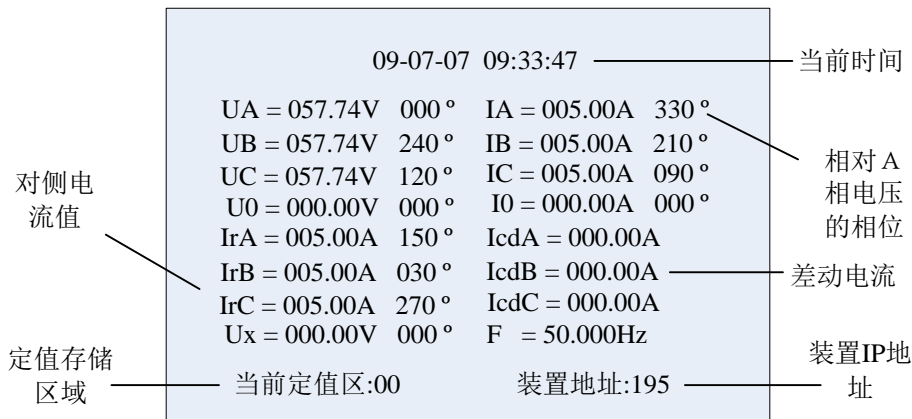


图 6.1.2 保护正常运行时液晶显示

### 6.1.2.2 保护动作时液晶显示说明

本装置能存储 128 次动作报告，16 次故障录波报告，当保护动作时，液晶屏幕自动显示最新一次保护动作报告，当一次动作报告中有多个动作元件时，所有动作元件及测距结果将滚屏显示，格式如图 6.1.3 所示：

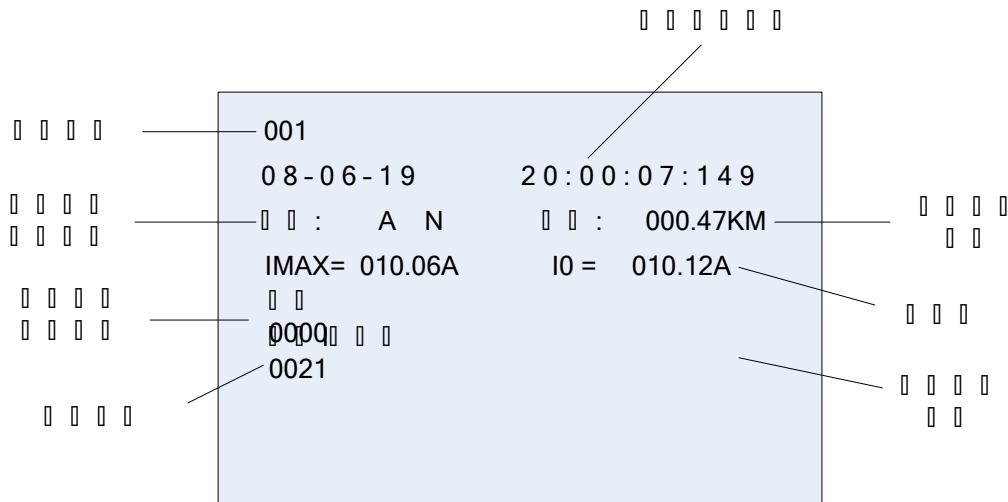


图 6.1.3 保护动作报告

### 6.1.2.3 装置自检报告

本装置能存储 128 次装置自检报告，保护装置运行中，硬件自检出错或系统运行异常将立即显示自检报告，当一次自检报告中有多个出错信息时，所有自检信息将滚屏显示，格式如图 6.1.4 所

示:

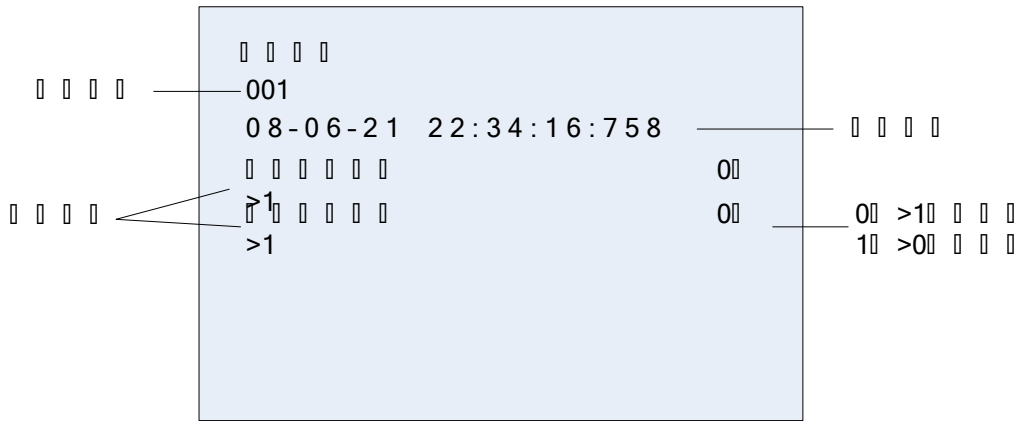


图 6.1.4 装置自检报告

### 6.1.3 命令菜单使用说明

在主画面状态下，按‘确认’键可进入主菜单，通过‘▲’、‘▼’、‘确认’和‘取消’键选择子菜单。命令菜单采用如下的树形目录结构：



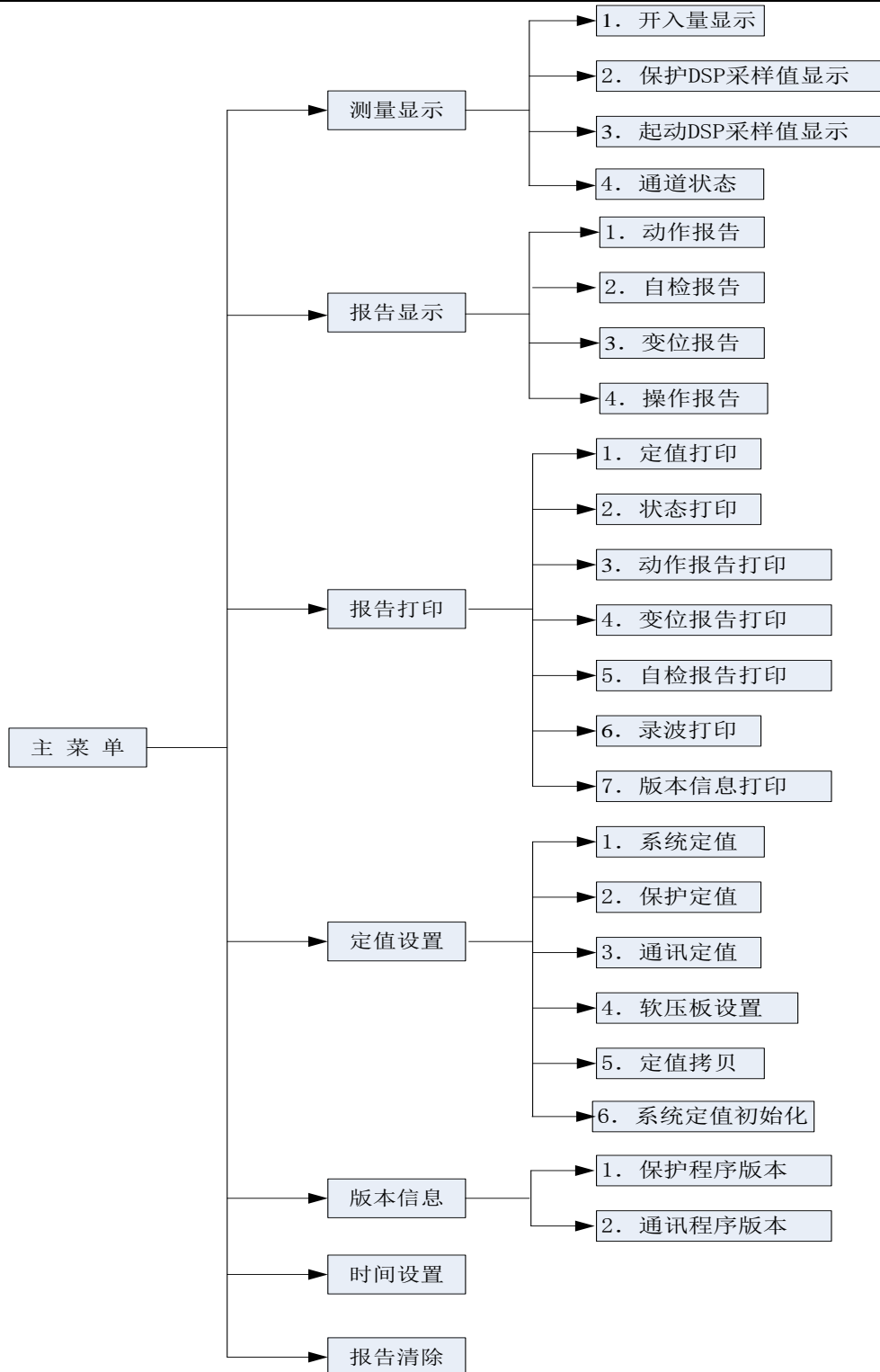


图 6.1.5 菜单结构图

### 6.1.3.1 测值显示

本菜单主要用来显示保护装置电流电压实时采样值和开入量状态，它全面地反映了该保护运行的环境，只要这些量的显示值与实际运行情况一致，保护才能正常运行，本菜单的设置为现场人员的调试与维护提供了极大的方便。对于开入状态，‘1’表示投入或收到接点动作信号，‘0’表示未投入或没收到接点动作信号。

### 6.1.3.2 报告显示

本菜单显示保护动作报告，自检报告，变位报告以及操作报告。由于本保护自带掉电保持，不管断电与否，它能记忆上述报告各 128 次。按键‘▲’和‘▼’用来上下滚动，选择要显示的报告，按键‘确认’显示选择的报告，显示格式同上“液晶显示说明”，首先显示的是最新一次报告，按键‘▲’显示前一个报告，按键‘▼’显示后一个报告，按键‘取消’退出至上一级菜单。

### 6.1.3.3 报告打印

本菜单选择打印定值清单、动作报告、自检报告、变位报告、保护状态、记录波形、程序版本。动作报告记忆最新 128 次，故障录波只记忆最新 16 次。

### 6.1.3.4 定值设置

按键‘▲’、‘▼’用来滚动选择要修改的定值，按键‘◀’、‘▶’用来将光标移到要修改的那一位，‘+’和‘-’用来修改数据，按键‘取消’为不修改返回，按‘确认’键完成定值整定后返回。

整定定值菜单中的“拷贝定值”子菜单，是将“当前区号”内的“保护定值”拷贝到“拷贝区号”内，“拷贝区号”可通过‘+’和‘-’修改。

注：若整定出错，液晶会显示错误信息，需重新整定。另外，“系统频率”、“电流二次额定值”整定后，保护定值必须重新整定，否则装置认为该区定值无效。

### 6.1.3.5 时间设置

显示当前的日期和时间。

按键‘▲’、‘▼’、‘◀’、‘▶’用来选择，‘+’和‘-’用来修改。按键‘取消’为不修改返回，‘确认’为修改后返回。

### 6.1.3.6 版本信息

液晶显示程序版本、校验码以及程序生成时间。

## 6.2 调试大纲

### 6.2.1 注意事项

1. 试验前请仔细阅读本试验大纲及有关说明书。
2. 不要频繁拔插装置模件，不直接接触摸电路，不带电插拔模件。
3. 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。
4. 校对程序校验码及程序形成时间

### 6.2.2 交流回路校验

分别进入“测量显示”菜单中“保护 DSP 采样值显示”和“起动 DSP 采用值显示”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±5%。

### 6.2.3 开入检查

进入“保护状态”菜单中“开入状态”子菜单，在保护屏上分别进行各接点的模拟导通，在液晶显示屏上显示的开入量状态应有相应改变。

## 6.2.4 整组试验

总的原则：做某个保护的试验，其他保护的控制字和软压板都要退出，不影响被测保护的试验。

### 6.2.4.1 距离保护

1. 仅投入“距离保护”软、硬压板；控制字“投 I 段接地距离”、“投 I 段相间距离”置 1；
2. 加正常三相电压超过 10”，使得“PT 断线”灯灭；
3. 加故障电压  $U = 0.95 * I * Z_{ZD1}$ （ $Z_{ZD1}$  为距离 I 段阻抗定值），故障电流 I 确保大于“电流变化量起动值”，且确保  $U < U_n$ ，模拟两相相间、三相正方向瞬时故障，装置跳闸，显示“距离 I 段动作”，动作时间为 10~25ms，动作相为“ABC”；
4. 加故障电压  $U = 0.95 * (1 + K) * I * Z_{ZD1}$ （K 为零序补偿系数），故障电流 I 确保大于“电流变化量起动值”或零序电流大于“零序起动电流”，且确保  $U < U_n$ ，分别模拟单相接地、两相接地正方向瞬时故障，装置面板上相应灯亮，液晶上显示“距离 I 段动作”，动作时间为 10~25ms；
5. 同 1~4 条分别校验 II、III 段及 IV 段距离保护，注意故障时间应大于对应保护段时间定值；
6. 分别模拟单相接地、两相和两相接地，距离保护不动作。三相反方向故障，故障电压  $< 10\%U_n$ ，距离 III 段动作，否则不动作。

### 6.2.4.2 零序保护

1. 仅投入“零序保护 II 段”软、硬压板；控制字“投 II 段零序方向”置 1；
2. 加正常三相电压超过 10”，使得“PT 断线”灯灭；
3. 加故障电流  $1.05 * I_{02ZD}$ （其中  $I_{02ZD}$  为零序过流 I 段定值），降低故障相电压  $U_p < (U_n - 3V)$ ，模拟单相正方向故障，装置跳闸，显示“零序过流 II 段动作”；
4. 加故障电流  $0.95 * I_{02ZD}$ ，降低故障相电压  $U_p < (U_n - 3V)$ ，模拟单相正方向故障，零序过流 II 段保护不动；
5. 加故障电流  $1.2 * I_{02ZD}$ ，降低故障相电压  $U_p < (U_n - 3V)$ ，模拟单相反方向故障，零序过流保护不动；
6. 同 1~6 条校验 III 零序过流保护，注意加故障量的时间应大于保护定值时间；

### 6.2.4.3 不对称相继速动

1. “投距离保护”、“投不对称速动”软、硬压板；控制字“投 II 段相间距离”、“投 II 段接地距离”、“不对称相继速动”置 1；
2. 加三相对称电压(三个相间电压均应大于低周低压闭锁定值)、三相电流(均应大于 0.10IN)模拟正常系统状态，等“PT 断线”灯灭；
3. 模拟两相故障，加故障电压  $U = 0.95 * I * Z_{ZDII}$ （ $Z_{ZDII}$  为距离 II 段阻抗定值），使得故障点在距离 I 段范围外、距离 II 段范围内，故障电流 I 确保大于“电流变化量起动值”，且确保  $U < U_n$ 。
4. 模拟对侧保护装置距离 I 段动作，故障后 50ms 使得健全相电流为零，保护装置跳闸，显示“不对称相继速动动作”。动作时间应固定为 100~120ms，和“相间距离 II 段时间”、“接地距离 II 段时间”无关。

### 6.2.4.4 双回线相继速动

1. “投距离保护”、“投双回线相继速动”软、硬压板；控制字“投 II 段相间距离”、“投 II 段接地距离”、“双回线相继速动”置 1；

2. 加三相对称电压（三个相间电压均应大于低周低压闭锁定值），模拟正常系统状态，等“PT断线”灯灭；
3. 模拟距离III段范围内故障，加故障电压  $U = 0.95 * I * Z_{ZDIII}$ （ $Z_{ZDIII}$  为距离III段阻抗定值），使得故障点在距离II段范围外、距离III段范围内，故障电流 I 确保大于“电流变化量起动作值”，且确保  $U < U_n$ 。
4. 用万用表测量继电器出口插件端子 801—802、814—815 之间是否导通，确认在距离III段范围内“发闭锁相邻线信号”。
5. 模拟两相故障，加故障电压  $U = 0.95 * I * Z_{ZDII}$ （ $Z_{ZDII}$  为距离II段阻抗定值），使得故障点在距离I段范围外、距离II段范围内，故障电流 I 确保大于“电流变化量起动作值”，且确保  $U < U_n$ 。
6. 故障前，手动将“24V 光耦插件”上的 615 端子和 601 端子相连，模拟相邻线保护“发闭锁相邻线信号”。故障后快速断开两者之间的连接，模拟相邻线保护跳闸，收回“发闭锁相邻线信号”。此时本保护装置跳闸，显示“双回线相继速动动作”。动作时间应固定为 100~120ms，和“相间距离II段时间”、“接地距离II段时间”无关。

#### 6.2.4.6 差动保护

1. 测试光纤通道板的发光功率，其范围应该在一8dBm±3dBm；
2. 投入差动保护软压板、硬压板和控制字。用单根尾纤(FC-FC)将被测装置的光发和光收短接，将保护装置的识别码设置成一致，检查保护装置的通道状态是否正常，待通道状态正常后，把掉一侧光纤，检查通道异常灯是否被点亮（硬件测试时使用）；或用两根尾纤将两台被测装置的光发和光收交互连接，将两台装置的识别码交叉设置，检查两台装置的通道状态是否正常，待通道状态正常后，分别在一台装置上加入电流信号，检测对侧装置主界面上的“对侧电流”与“差动电流”是否显示正确（出厂测试时使用）。
3. 在用单根尾纤将保护装置自环的情况下，用继电保护测试仪模拟线路故障。将故障电流设置为  $0.5 * 0.95 * I_{CDQD}$ ，保护装置应正确不动作；将故障电流设置为  $0.5 * 1.05 * I_{CDQD}$ ，保护装置应正确动作，动作报告中显示的动作时间（40~60ms）；将故障电流设置为  $0.5 * 1.05 * I_{CDSB}$ ，保护装置应正确动作，动作报告中显示的动作时间（10~25ms）。（ $I_{CDQD}$  为差动电流启动定值， $I_{CDSB}$  为差动电流速动定值）

#### 6.2.4.7 重合闸

1. 断开“投闭锁重合闸”压板，软压板“投闭锁重合”置0，控制字“投重合闸”置1。
2. 控制字“投重合闸不检”置1；“PT断线闭锁重合”、“III段及以上闭锁重合”、“多相故障闭锁重合”置0；
3. （模拟）断路器到合闸位置。
4. 加正常的三相对称电压模拟正常系统状态，直至“充电”灯亮；
5. 模拟瞬时性故障使得保护跳闸，切除故障后（故障电流消失），重合闸动作，装置显示的合闸时刻和故障切除时刻（保护动作时刻+30ms+模拟断路器动作时间）之差约为“重合闸时间”。
6. “检线路无压母线有压”、“检线路无压母线有压”、“间线路无压母线无压”、“检同期”等重合方式，外部条件参见重合闸逻辑框图。

#### 6.2.5 输出接点检查

1. 关闭装置电源，闭锁接点（803-804、808-811）闭合，装置处于正常运行状态，闭锁接点

- 断开；
2. 当装置 PT 断线时，所有报警接点（803-805、808-813）应闭合；
  3. 断开保护装置的出口跳闸回路，投入距离保护、零序过流/过流保护压板，加故障电压 0V，故障电流 10A，模拟 ABC 三相故障，此时发信接点（801-802、814-815）、跳闸接点（803-807、808-812、824-825、826-827、828-829）应由断开变为闭合；
  4. 断开保护装置的出口跳闸回路，投距离保护、零序过流/过流保护压板，重合闸整定在“不检”方式，等重合闸充电完成后加故障电压 0V，故障电流 10A，模拟 ABC 三相故障，当保护重合闸动作时，合闸接点（803-806、808-810、816-817、822-823）应由断开变为闭合；
  5. 断开保护装置的出口跳闸回路，投入相电流过负荷控制字，加负荷电流大于过负荷定值，模拟线路过负荷，过负荷接点（818-819、820-821）应由断开变为闭合；

## 6.3 装置运行说明

### 6.3.1 装置正常运行状态

装置正常运行时，“运行”灯应亮，“PT 断线”灯应不亮。（模拟）断路器处于合位时“合位”灯亮，“跳位”灯不亮，否则“合位”等不亮，“跳位”灯亮。若采用本装置的电压切换回路，“I 母”、“II 母”两个指示灯应有且只有一个亮。

同时按下“▲”“▼”按钮，复归所有跳闸、重合闸指示灯，并使液晶显示处于正常显示主画面。

### 6.3.2 装置异常信息含义及处理建议

序号	自检出错信息	含 义	处 理 建 议
1	起动 Flash 异常	起动 DSP 对应的 FLASH 内容通不过校验，闭锁保护	通知厂家处理
2	起动定值校验出错	起动 DSP 定值区内容通不过校验，闭锁保护	
3	起动采样异常	起动 DSP 对应的采样回路异常，闭锁保护	
4	起动 CPLD 异常	起动 DSP 对应的 CPLD 逻辑电路异常，闭锁保护	
5	保护 Flash 异常	保护 DSP 对应的 FLASH 内容通不过校验，闭锁保护	
6	保护定值校验出错	保护 DSP 定值区内容通不过校验，闭锁保护	
7	保护采样异常	保护 DSP 对应的采样回路异常，闭锁保护	
8	保护 CPLD 异常	保护 DSP 对应的 CPLD 逻辑电路异常，闭锁保护	
9	出口反校异常	出口三极管损坏，闭锁保护	检查光耦电源
10	开入电源异常	光耦失去正电源，闭锁保护	
11	母线 PT 断线	母线电压回路断线，发告警信号，闭锁部分保护	检查线路电压二次回路接线
12	线路 PT 断线	线路电压回路断线，发告警信号，闭锁部分重合闸功能	
13	CT 断线	电流回路断线，发告警信号，闭锁部分零序过流保护	检查电流二次回路接线
14	控制回路断线	TWJ 和 HWJ 都为 0，重合闸放电	检查开关辅助接点

15	TWJ 异常	TWJ=1 且该相有电流，或三相长期不一致，发告警信号，不闭锁保护	
16	定值逻辑出错	定值超范围或相关定值之间逻辑关系出错，闭锁保护	检查各保护定值是否超范围，距离、零序各段定值之间大小是否符合逻辑
17	零序电流长期起动	零序起动超过 10 秒，发告警信号，不闭锁保护	检查电流二次回路接线
18	通道数据无效	保护装置无法收到对侧装置发送过来的数据	检查光纤通道是否正常
19	通道异常	在差动保护投入的情况下，检测到光纤通道出现异常	检查光纤通道是否正常