



国电南自

Q/GDNZ.J.01.72-2000

PSL601(A)系列 数字式线路保护装置

技术说明书

国电南京自动化股份有限公司

GUODIAN NANJING AUTOMATION CO., LTD

PSL 601(A)型 数字式线路保护装置 技术说明书

编写 王文雄 郑 锐
兰金波 陈 伟

审核 马文龙

批准 郭效军

V3.1

国电南京自动化股份有限公司

2003 年 3 月

*本说明书可能会被修改，请注意最新版本资料

*由国电南自技术部监制

本技术说明书适用于以下版本的保护程序：

PSL 601 纵联保护版本： 3.16

PSL 600 后备保护版本： 3.16

PSL 600 综合重合闸版本： 3.16

装置修改说明：

1. PSL 601 高频保护增加通道时间确认控制字，可选择为 5ms 或 8ms。
2. 距离和零序保护增加一个控制字（KG3），其中 1）增加快速距离投退控制位，2）零序 IV 段在非全相运行时是否加速控制位（零序 IV 段时间定值减去 0.5s），3）零序 IV 段在是否增加一个辅助段，其电流定值和 IV 段相同，无方向，延时比 IV 段时间长 1s。
3. “非全相永跳投入或退出”控制字，改为“非全相再故障永跳或三跳”。
4. “CT 反序”修改为只在装置上电 2 小时之内检查。
5. 增加发停讯控制接点，供录波使用。
6. 电流定值的最小值由 0.1A 改为 0.05A。
7. 零序保护零序 I 段和 II 段的处理：控制字选择为不灵敏段只在非全相运行及合闸 100ms 内投入，选择为灵敏段则只在全相运行时投入，合闸时延时 100ms 后才启动灵敏段的判断。
8. 零序保护增加 3U0 突变量开放零序保护控制字，突变量取 60ms 前的，保证 3I0 启动而不是突变量启动时也能判出 3U0 突变。
9. 闭锁式自动通道试验开始试验 30 秒后自动复归收发讯机，复归信号持续 1 秒。
10. PSL 600 零序功率方向元件电压浮动门坎，该浮动门坎改动后限制其最大值为 8V，固定门坎为 0.5V。
11. 增加输出沟通三跳接点：当重合闸退出、三重方式、充电未满足或装置失电时沟通三跳接点闭合，正常运行时打开沟通三跳接点。
12. 增加合后继开入量输入，解决先给保护电源再给操作电源时，位置启动重合时可能动作的问题。现在位置启动重合逻辑如下：当控制字整定为“合后继可用”时，位置启动重合除满足常规条件外，还需合后继动作。
13. AD 转换硬件改为 AD 加 DSP 模件。

目 次

1 概述.....	1
1.1 保护配置及型号	1
1.2 性能特征.....	1
2 技术参数.....	3
2.1 额定电气参数.....	3
2.2 主要技术性能.....	4
2.3 绝缘性能.....	5
2.4 电磁兼容性能.....	5
2.5 机械性能.....	6
2.6 工作大气条件.....	6
3 保护原理说明.....	7
3.1 保护程序整体结构:	7
3.2 启动元件和整组复归.....	7
3.3 选相元件.....	9
3.4 振荡闭锁的开放元件.....	10
3.5 纵联保护.....	12
3.6 波形比较法快速距离保护.....	24
3.7 距离保护.....	25
3.8 零序电流保护.....	30
3.9 非全相运行.....	32
3.10 合闸于故障线路保护.....	33
3.11 重合闸模件.....	33
3.12 正常运行程序.....	39
3.13 信息记录和分析.....	40
3.14 与变电站自动化系统配合.....	41
3.15 打印及显示信息一览表	42
4 硬件使用说明.....	45

4.1 PSL 601 硬件使用说明.....45

4.2 PSL 601A 硬件使用说明.....58

5 定值清单及整定说明.....65

5.1 PSL 601、601A 保护定值清单.....65

5.2 PSL 601、601A 保护定值整定说明.....68

5.3 压板定值.....76

1 概述

1.1 保护配置及型号

PSL 601 (A) 型数字式超高压线路保护装置以纵联方向作为全线速动主保护，以距离保护和零序方向电流保护作为后备保护。

保护有分相出口，可用作 220kV 及以上电压等级的输电线路的主保护和后备保护。

保护功能由数字式中央处理器 CPU 模件完成，其中一块 CPU 模件(CPU1) 完成纵联保护功能，另外一块 CPU 模件(CPU2) 完成距离保护和零序电流保护功能。

对于单断路器接线的线路，保护装置中还增加了实现重合闸功能的 CPU 模件(CPU3)，可根据需要实现单相重合、三相重合、综合重合闸功能或者退出。

表 1-1: PSL 601 (A) 型数字式超高压线路保护的型号及其功能

型 号	主 要 功 能			备 注
	纵联保护	距离保护和 零序方向电流保护	自动 重合闸	
PSL 601	能量积分方向、阻抗 方向、零序方向	快速距离保护 三段式相间距离保护 三段式接地距离保护 四段式零序电流保护	有	适用于单断路器 (如双母线)
PSL 601A	同上	同上	无	适用于 $\frac{3}{2}$ 接线

1.2 性能特征

- (1) 以能量积分方向为主，以阻抗方向、零序方向为辅的综合性方向元件作为纵联保护。
- (2) 动作速度快，线路近处故障动作时间小于 10ms，线路 70%处故障典型动作时间达到 12ms，线路远处故障小于 25ms。
- (3) 完善可靠的振荡闭锁功能，能快速区分系统振荡与故障，在振荡闭锁期间，系统无论发生不对称性故障还是发生三相故障，保护都能可靠快速地动作。
- (4) 采用电流电压复合选相方法，在复杂故障和弱电源系统故障时也能够正确选相。
- (5) 纵联保护通道接口方式灵活，可以与载波通道（专用或复用）、光纤通道、微波通道等各种通信设备连接，有自适应判断弱电源侧的弱馈保护，通道逻辑如通道检查、位置停

信等都由保护实现，发停信控制采用单接点方式，接点闭合为发信，接点断开为停信。

- (6) 完善的自动重合闸功能，可以实现单重检线路三相有压重合闸方式，专用于大电厂侧，以防止线路发生永久故障，电厂侧重合于故障对电厂机组造成冲击。
- (7) 采用了多 CPU 共享 AD 的高精度模数转换自主专利技术，解决了多 CPU 共享 AD 的难题，提高了装置的模数转换精度，简化了调试和维护的工作量。
- (8) 通过了国家级电磁兼容实验室电磁辐射、瞬变干扰等 10 个项目的抗干扰试验，全部的试验结果证明其电磁兼容性能指标大大高于国家标准。
- (9) 采用了全汉化显示/操作界面和全汉化、图形化、表格化打印输出。
- (10) 采用透明化设计思想，保护内部元件在系统故障时的动作过程可以全息再现，便于分析保护的動作过程。
- (11) 强大的故障录波功能，可以保存 1000 次事件，12 至 48 次故障录波报告（含内部元件动作过程），故障时有重要开关量多次变化时会自动多次启动录波并且记录重要开关量（如发信、收信、跳闸、合闸等）的变化。录波数据可以保存为 COMTRADE 格式。
- (12) 灵活的通信接口方式，配有 RS-232、485 和以太网通信接口。
- (13) 通讯规约支持 IEC60870-5-103 标准。

2 技术参数

2.1 额定电气参数

2.1.1 额定直流电压

220V 或 110V(订货请注明), 允许工作范围: 80%~115%

2.1.2 额定交流数据

- a) 相电压 $100/\sqrt{3}$ (额定电压 U_n)
- b) 线路抽取电压 100 V 或 $100/\sqrt{3}$ V (有重合闸时可用, 软硬件自适应)
- c) 交流电流 5A 或 1A(订货请注明, 额定电流 I_n)
- d) 额定频率 50Hz 或 60Hz(60Hz 时订货请注明)
- e) 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 10 秒
40 倍额定电流, 允许 1 秒

电压回路: 1.2 倍额定电压, 连续工作
1.8 倍额定电压, 允许 10 秒

2.1.3 功率消耗

- a) 直流回路 正常时<40W, 跳闸时<50W
- b) 交流电压回路 <0.5VA/相
- c) 交流电流回路 <0.5VA/相 ($I_n=5A$ 和 $I_n=1A$)

2.1.4 接点容量

跳闸、信号、其他辅助继电器接点容量:

- a) 允许长期通过电流 8A
- b) 切断电流 0.2A (直流 220V, $L/R=7ms$)

2.1.5 状态量电平

- a) 各 CPU 及通信接口模件的输入状态量电平 24V(18V~30V)
- b) GPS 对时脉冲输入电平 24V(18V~30V)
- c) 各 CPU 输出状态量(光耦输出)允许电平 24V(18V~30V)

d) 各 CPU 输出状态量(光耦输出)驱动能力 150mA

2.2 主要技术性能

2.2.1 采样回路精确工作范围

a) 相电压: 0.2 V—70V

b) 线路抽取电压: 0.3 V—120V

c) 电 流: 0.04In—40In

2.2.2 模拟量测量精度

电流、电压: 0.5 级, 相电流和零序电流的最小定值可达 0.05A。

2.2.3 纵联保护

能量积分方向元件

允许式: 最小动作时间 2ms;

闭锁式: 最小动作时间 5ms;

距离方向元件: 最小动作时间 10ms;

零序方向元件: 最小动作时间 10ms, 零序电压采用浮动门坎, 最小动作电压为 0.5V。

2.2.4 整组动作时间

a) 相间和接地距离 I 段 (0.7 倍整定值)动作时间:

不大于 20ms, 典型值不大于 12ms

b) 零序 I 段的动作时间

1.2 倍整定值时测量: 不大于 20ms

c) 纵联保护

全线速动时间不大于 25ms

2.2.5 暂态超越

快速保护均不大于 5%

2.2.6 最小整定阻抗(不包括因装置外部原因造成的误差)

暂态超越不大于 5%的最小整定二次侧阻抗值为 $0.01\ \Omega$ (短路残压大于 0.5V)

2.2.7 测距误差(不包括因装置外部原因造成的误差)

金属性故障时, 不大于 $\pm 2\%$ 。

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，各等级的各回路绝缘电阻不小于 $50\text{M}\Omega$ 。

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（信号输入端子为 500V）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、输出触点回路对地，以及回路之间，能承受 $1.2/50\mu\text{s}$ 的标准雷电波的短时冲击电压试验，开路试验电压 5kV。

2.3.4 耐湿热性能

装置能承受 GB 7261 第 21 章规定的湿热试验。

2.4 电磁兼容性能

2.4.1 静电放电抗干扰度

通过 GB/T 17626.2—1998 标准、静电放电抗干扰 4 级试验。

2.4.2 射频电磁场辐射抗干扰度

通过 GB/T 17626.3—1998 标准、射频电磁场辐射抗干扰度 3 级试验。

2.4.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度

通过 GB/T 17626.4—1998 标准、电快速瞬变脉冲群抗扰度 4 级试验。

2.4.4 浪涌（冲击）抗扰度

通过 GB/T 17626.5 标准、浪涌（冲击）抗扰度 3 级试验。

2.4.5 射频场感应的传导骚扰度

通过 GB/T 17626.6—1998 标准、射频场感应的传导骚扰度 3 级试验。

2.4.6 工频磁场抗扰度

通过 GB/T 17626.8—1998 标准、工频磁场抗扰度 5 级试验

2.4.7 脉冲磁场抗扰度

通过 GB/T 17626.9—1998 标准、脉冲磁场抗扰度 5 级试验。

2.4.8 阻尼振荡磁场抗扰度

通过 GB/T 17626.10—1998 标准、阻尼振荡磁场抗扰度 5 级试验。

2.4.9 振荡波抗扰度

通过 GB/T 17626.12—1998 标准、振荡波抗扰度 4 级试验。

2.4.10 辐射发射限值试验

通过 GB 9254—1998 标准、辐射发射限值 A 类试验。

2.5 机械性能

2.5.1 振动

装置能承受 GB 7261 中 16.3 规定的严酷等级为 I 级的振动能力试验。

2.5.2 冲击

装置能承受 GB 7261 中 17.5 规定的严酷等级为 I 级的冲击能力试验。

2.5.3 碰撞

装置能承受 GB 7261 第 18 章规定的严酷等级为 I 级的碰撞能力试验。

2.6 工作大气条件

2.6.1 环境温度

正常工作温度：0~40℃

极限工作温度：-10~55℃

储存及运输：-25~70℃

2.6.2 正常工作相对湿度

5%~95%。

2.6.3 正常工作大气压力

66kPa~110kPa

3 保护原理说明

3.1 保护程序整体结构：

保护程序整体结构如图 3.1.1 所示。

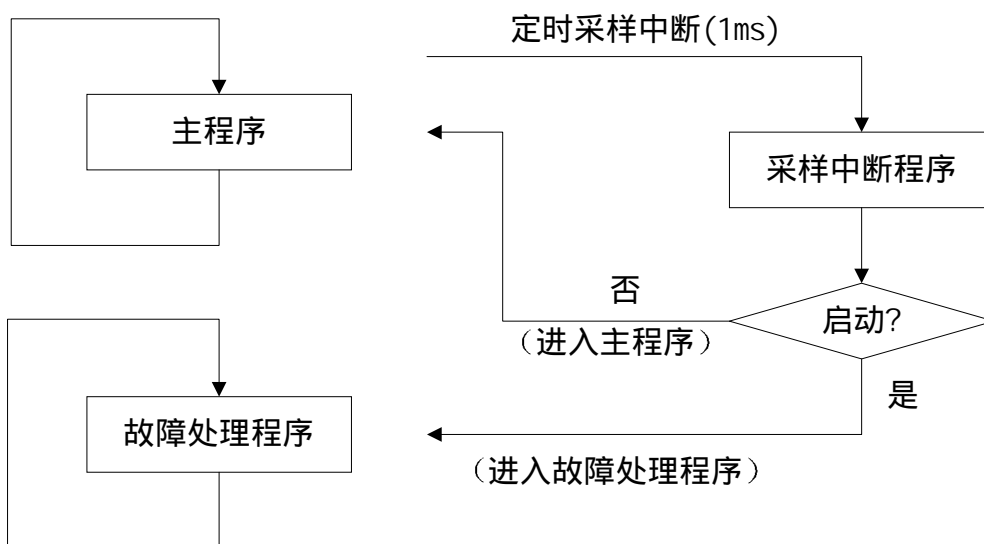


图 3.1.1 保护程序整体结构

所有保护 CPU 程序主要包括主程序、采样中断程序和故障处理程序。正常运行主程序。每隔 1ms 采样间隔定时执行一次采样中断程序，采样中断程序中执行启动元件，如果启动元件没有动作，返回主程序。如果启动元动作，则进入故障处理程序（定时采样中断仍然执行），完成相应保护功能，整组复归时启动元件返回，程序又返回进入正常运行的主程序。

主程序中进行硬件自检、交流电压断线检查、定值校验、开关位置判断、人机对话模件和 CPU 模件运行是否正常相互检查等。硬件自检包括 ROM、RAM、EEPROM、开出光耦等。

采样中断程序中进行模拟量采集和相量计算、开关量的采集、交流电流断线判别、重合闸充电、通道逻辑、合闸加速判断和启动元件计算等。

故障处理程序中进行各种保护的算法计算、跳合闸判断和执行、事件记录、故障录波、保护所有元件的动作过程记录，最后进行故障报告的整理和记录所用定值。

3.2 启动元件和整组复归

3.2.1 启动元件

保护启动元件用于启动故障处理程序及开放保护跳闸出口继电器的负电源。各个保护模件以相电流突变量为主要的启动元件，启动门坎由突变量启动定值加上浮动门坎，在系统振荡时自动抬高突变量启动元件的门坎。零序电流启动元件、静稳破坏检测元件为辅助启动元

件，延时 30ms 动作以确保相电流突变量元件的优先动作。

(1) 相电流突变量启动元件

判据为：

$$\Delta i_{\phi} > I_{00} + 1.25 \Delta I_T$$

其中： ϕ 为 a, b, c 三种相别，T 为 20ms

$\Delta i_{\phi} = | i_{\phi}(t) - 2 * i_{\phi}(t-T) + i_{\phi}(t-2T) |$ ，为相电流突变量

$\Delta I_T = \max(| I_{\phi}(t-T) - 2 * I_{\phi}(t-2T) + I_{\phi}(t-3T) |)$ ，为相电流不平衡量的最大值

当任一相电流突变量连续三次大于启动门坎时，保护启动。

(2) 零序电流辅助启动元件

为了防止远距离故障或经大电阻故障时相电流突变量启动元件灵敏度不够而设置。该元件在零序电流大于启动门坎并持续 30ms 后动作。

(3) 静稳破坏检测元件

为了检测系统正常运行状态下发生静态稳定破坏而引起的系统振荡而设置。该元件判据为：BC 相间阻抗在具有全阻抗特性的阻抗辅助元件内持续 30ms 或者 A 相电流大于 1.2 倍 I_n 持续 30ms，并且 $U1 \cos \phi$ 小于 0.5 倍的额定电压。当该元件动时，保护启动，进入振荡闭锁逻辑。当 PT¹⁾ 断线或者振荡闭锁功能退出时，该检测元件自动退出。

3.2.2 启动继电器的闭锁措施

PSL 601 (A) 数字式高压线路保护 CPU 模件硬件完全相同，其出口回路完全独立。任意一块 CPU 模件故障均不影响其他 CPU 模件的正常动作。当采用三块 CPU 模件时，启动回路可以由 CPU1~CPU3 中两个 CPU 启动才开放保护出口继电器的负电源，即构成“三取二方式”。由于每个 CPU 都有较完善的硬件工况的监视系统，单个硬件器件故障不会引起保护误动，因此启动回路也可以选用“三取一方式”。（当只有两个保护 CPU 模件时，如 PSL 601A 型保护，对应的启动回路为“二取二方式”和“二取一方式”）。两种方式可以通过装置母线上的跳线 JP1 进行选择；出厂时设置为“三取一方式”。

跳线 JP1 接法如下图所示，两个连接片分别接在 1 和 2、4 和 5 上时（即连接片在水平位置都连在左边），启动继电器为“三取一方式”，图中标识了“1/3”；两个连接片分别接在 2 和 3、5 和 6 上时（即连接片在水平位置都连在右边），启动继电器为“三取二方式”，图中标识了“2/3”，当不接连接片时为“三取二方式”。

PT 为电压互感器 TV

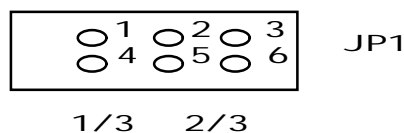


图 3.2.1 母板中跳线 JP1 引脚图（1~6 为增加的示意标号）

3.2.3 整组复归

各保护模件启动后就发出“禁止整组复归”的信号，如果本保护所有的启动元件和故障测量元件都返回，并且持续 5 秒，本保护模件就收回“禁止整组复归”信号。保护收到任一个模件“禁止整组复归”的信号就保持原先的启动状态，直到所有模件都收回“禁止整组复归”信号时才能整组复归。

这样就能保证所有模件均满足整组复归条件时，装置才整组复归。

3.3 选相元件

选相元件是区分故障性质和相别，以满足保护分相跳闸的要求。PSL 601 数字式线路保护的主保护和后备保护采用相同原理的选相元件。为了在特殊系统(例如弱电源)和转换性等复杂故障下能够正确选相并有足够的灵敏度，采用电压电流复合突变量和复合序分量两种选相原理相结合的方法。在故障刚开始时采用快速和高灵敏度的突变量选相方法，以后采用稳态的序分量选相方法，保证在转换性故障时能够正确选相。

两种选相元件的原理如下：

3.3.1 电压电流复合突变量选相元件

$$\text{令 } \Delta U_{\phi\phi} = \left| \Delta U_{\phi\phi} - \Delta I_{\phi\phi} \times Z \right| \quad \phi\phi = ab, bc, ca$$

其中 $\Delta U_{\phi\phi}$ 、 $\Delta I_{\phi\phi}$ 为相间回路电压、电流的突变量； Z 为阻抗系数，其值根据距离保护或者纵联方向保护中的阻抗元件的整定值自动调整。

设 Δ_{\max} 、 Δ_{\min} 分别为 Δ_{ab} 、 Δ_{bc} 、 Δ_{ca} 中的最大值和最小值。

选相方法如下：

- (1) 当 $\Delta_{\min} < 0.25 \Delta_{\max}$ 时判定为单相故障，否则为多相故障。
- (2) 单相故障时，若 $\Delta_{bc} = \Delta_{\min}$ ，判定为 a 相故障；若 $\Delta_{ca} = \Delta_{\min}$ ，判定为 b 相故障；若 $\Delta_{ab} = \Delta_{\min}$ ，判定为 c 相故障。
- (3) 多相故障时，若同时满足 $\Delta_{ab} \geq \Delta U_{ab}$ 、 $\Delta_{bc} \geq \Delta U_{bc}$ 和 $\Delta_{ca} \geq \Delta U_{ca}$ ，判定为区内相间故障；否则为转换性故障（一正一反），采用相电流方向元件选择正向的故障相别。

(4) 判据 $\Delta_{\phi\phi} \geq \Delta U_{\phi\phi}$ ($\phi\phi = ab, bc, ca$) 实际上是三个幅值比较方式的突变量方向继电器。与传统的相电流差突变量选相原理相比, 本方法由于引进了电压突变量以及方向判别, 解决了弱电源系统和间隔时间很短的转换性故障的选相问题。对于一般性的故障, 选相的灵敏度与相电流差突变量选相原理相当。

3.3.2 电压电流序分量选相元件

令 $\theta = \arg\left(\frac{U_0 - (1+3K_Z) \times I_0 \times Z}{U_2 - I_2 \times Z}\right)$, 即 θ 为补偿点零序电压和负序电压的相角差。其中 Z

为阻抗系数, 与突变量选相元件类似; K_Z 为零序补偿系数。

将 θ 的取值分成三个区, 每个区内包含有两种故障。当 $-30^\circ < \theta \leq 90^\circ$ 时为 A 区, 为 A 相接地或 BC 两相接地; 当 $90^\circ < \theta \leq 210^\circ$ 时为 B 区, 为 B 相接地或 CA 两相接地; 当 $210^\circ < \theta \leq 330^\circ$ 时为 C 区, 为 C 相接地或 AB 两相接地。本选相元件就是根据这个特性进行故障相的判别。

为了进一步区分单相接地和两相接地, 依次作如下判别(以 A 区为例):

(1) $|Z_{bc}| > Z_{zd}^{III}$ 时, 判定为 A 相接地; 否则

(2) $I_0 < 0.5I_1$ 或 $I_2 < 0.5I_1$ 时, 判定为 BCG; 否则

(3) B、C 相方向元件都动作时, 判定为 BCG; 否则

(4) B 相方向元件动作时, 判定为 BG; C 相方向元件动作时判定为 CG。

对于 A 相故障, Z_{bc} 为负荷阻抗, 不会进入保护范围内, 因此条件(1)满足时肯定为 A 相接地; 对于转换性故障(正向 BG、反向 CG), 由于 B 相和 C 相电流的流向相反, 测量到的是一个虚假的 I_0 、 I_1 和 I_2 , 可以证明转换性故障时条件(2)不成立, 因此通过条件(3)、(4)进行转换性故障的判别。

对于三相转换性故障(例如 AG 正向、BCG 反向), 上面的方法仍不能正确选相, 因此三相电压低于 15V 时, 通过三个相电流方向元件选择正方向的故障相。

这种选相元件除了在复杂故障时能够正确选相, 另外对于弱电源侧的故障选相有足够的灵敏度。

3.4 振荡闭锁的开放元件

在相电流突变量启动 150ms 内, 距离保护和纵联距离保护短时开放。在突变量启动 150ms

后或者零序电流辅助启动、静稳破坏启动后，保护程序进入振荡闭锁。在振荡闭锁期间，纵联距离和距离 I、II 段要在振荡闭锁开放元件动作后才投入。

振荡闭锁的开放元件要满足以下几点要求：

- a) 系统不振荡时开放；
- b) 系统纯振荡时不开放；
- c) 系统振荡又发生区内故障时能够可靠、快速开放；
- d) 系统振荡又发生区外故障时，在距离保护会误动期间不开放。

对于不可能出现系统振荡的线路，可由控制字退出振荡闭锁的功能，以提高保护的动作速度。本装置的振荡闭锁开放元件采用了阻抗不对称法、序分量法和振荡轨迹半径检测法的三种方法，任何一种动作时就开放纵联距离和距离 I、II 保护。前两种方法只能开放不对称故障，在线路非全相运行时退出；最后一种方法则在全相和非全相运行时都投入。

各种方法原理和判据说明如下：

1) 阻抗不对称法

选相元件选中 A 相，并且 BC 相间的测量阻抗在辅助阻抗范围外时开放 A 相的阻抗 I、II 段。对于 B 相接地距离保护和 C 相接地距离保护以次类推。

在系统振荡时，若两侧电势的功角在 180° 附近时，相间阻抗的辅助段会动作，该元件不会开放接地距离保护；若两侧电势的功角在 0° 附近时，该元件开放接地距离保护，但此时接地距离保护不会误动作。该方法的特点是高阻接地时，保护也能开放，缺点是只能开放单相接地故障。

2) 序分量法

当 $I_0 + I_2 > mI_1$ 时开放距离保护。该方法是根据不对称故障时产生的零序和负序分量来开放保护。 m 为可靠系数，以确保区外故障时保护不会误动。

3) 振荡轨迹半径检测法

系统纯振荡，或振荡时发生经过渡电阻的故障，测量阻抗的变化轨迹为圆。金属性故障时，轨迹圆蜕变为点。阻抗变化率 dz/dt 与轨迹圆的半径有内在的关系。本方法是通过阻抗轨迹的测量来躲过会引起保护误动的振荡以及区外故障，具体方法为在满足以下条件时，开放 BC 相间距离：

$$a) \quad \left| \frac{dZ_{bc}}{dt} \right| < 0.5Z_{\Sigma}$$

$$b) \quad Z_{bc} > 2 \left| \frac{dZ_{bc}}{dt} \right|$$

$$c) \quad Z_{bc} < Z_{zd} - 4 \left| \frac{dZ_{bc}}{dt} \right|$$

其中 Z_{zd} 为距离保护的整定值， Z_{Σ} 为一个不大于系统总阻抗的门坎，在装置内根据保护定值自动确定。对 CA、AB 相间距离和 A、B、C 接地距离以次类推。

条件 a) 使距离保护在系统纯振荡时不误动；条件 b) 使距离保护在振荡中发生反向故障时不误动；条件 c) 使距离保护在振荡中发生区外故障时不误动。可以证明系统振荡周期小于 3 秒时，保护不会误动。为了进一步增加安全性，装置在检测到振荡周期很慢时自动闭锁该元件。

在发生出口故障时，条件 b) 将拒动。为此还设置了一个突变量方向元件，在条件 a) 和 c) 满足但条件 b) 不满足时，若突变量方向元件动作，开放距离保护 100ms。

3.5 纵联保护

3.5.1 能量积分方向元件

当系统中发生故障时，根据叠加原理，系统发生故障后可分解成正常系统和故障分量系统。图 3-5-1 表示线路正方向短路时的故障分量系统。 F 为故障点， P_m 、 P_n 为系统等效无源网络， Δi 、 Δu 为线路故障电流分量和故障电压分量。

由图 3-5-1 知，故障分量系统是一个单激励网络，故障前系统初始值为零，故障时 ($t=0$) 在故障点上突然加上一个假想电源 $-u_F(t)$ 。令

$$S_m(t) = \int_{-\infty}^t \Delta u \Delta i dt$$

显然， $S_m(t)$ 为 $-u_F(t)$ 向 P_m 提供的能量，设 $S_{P_m}(t)$ 为 P_m 在故障后所吸收的能量。考虑到 Δi 的参考方向，有

$$S_m(t) = -S_{P_m}(t)$$

由于 P_m 是初始值为零的无源网络，它只能吸收能量，故有

$$S_{Pm}(t) > 0$$

故 $S_m(t) < 0$

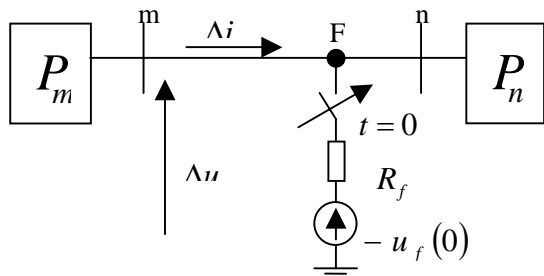


图 3-5-1 正方向故障的故障附加网络

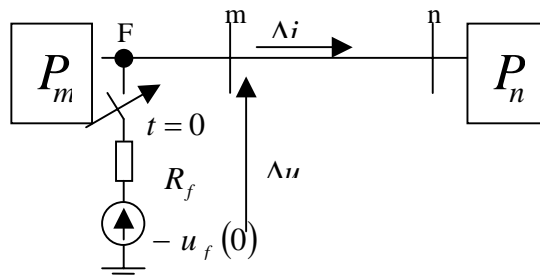


图 3-5-2 反方向故障的故障附加网络

图 3-5-2 为线路反方故障时的故障分量系统。此时，

$$S_m(t) = S_X(t) + S_{Pn}(t)$$

其中 $S_X(t)$ 、 $S_{Pn}(t)$ 分别为从线路和 P_n 系统中所吸收的能量，显然

$$S_m(t) > 0$$

而此时对于线路 n 端(属于正方向故障)，同样存在能量函数 $S_n(t)$ ，并且有

$$S_n(t) = -S_{Pn}(t),$$

故 $S_n(t) < 0$

并且 $S_m(t) > |S_n(t)|$

即反向能量要大于正向能量。

综上所述，能量函数 $S_m(t)$ 有如下性质：

$$S_m(t) \begin{cases} = 0 & \text{无故障} \\ < 0 & \text{正向故障} \\ > 0 & \text{反向故障} \end{cases}$$

能量方向元件是根据故障附加网络的能量来判别故障方向，从理论上解决了传统的故障分量超高速保护不能长期保持正确方向的缺点，保护的快速性与安全性之间的矛盾得到了完美解决。

在上面的理论推导中，只是要求系统满足叠加原理，而对于系统电源和其它各元件的特性没有作任何限制。因此，采用故障能量函数实现方向继电器时，具有以下优越特性：能量函数不受故障暂态过程的影响，因此不需要滤波。换句话说，故障电流、电压中的工频分量、非周期分量以及谐波分量都是能量函数在判别故障方向时有用的信息。这就为实现超高速方向继电器打下了坚实的理论基础。

从故障一开始，能量函数就有明确的方向性，并且在故障持续期间其方向性不会任何改变，因此具有非常高的安全性，使保护的快速性与安全性之间的矛盾得到了完美解决。

对于一些特殊系统的故障，如串补线路故障，中性点经消弧线圈接地系统的接地故障、充电长线路发生反向出口故障或故障切除等，由于受电容的影响，基于工频量的方向继电器难以判别故障方向，但能量函数的方向性不受任何影响。

另外，由于反向故障时反向侧能量大于正向侧的能量，在构成纵联方向保护时线路两侧的灵敏度自然得到配合。

能量函数在故障后一直保持明确的方向性，但其大小一般是按两倍额定频率周期性波动的。在电流过零时数值比较小，保护的灵敏度和信噪比都下降。为此，可以将能量函数进一步积分，构成能量积分函数。即

$$SS(t) = \int_0^t \int_0^t \Delta u \Delta i dt dt$$

反向故障时，由于能量函数 $S(t)$ 始终大于 0，因此将 $S(t)$ 积分后越积越大。也就是说，能量积分函数在反向故障时是单调上升的。同理，在正向故障时是单调下降的（绝对值则单调上升），因此不存在能量函数灵敏度下降的问题。显然，能量函数的其它优点能量积分函数仍然具备。

将 $SS(t)$ 数字化，可得能量积分函数的算法为

$$SS(j) = \frac{T^2}{N^2} \sum_0^j \sum_0^j [\Delta u_{bc}(k) \Delta i_{bc}(k) + \Delta u_{ca}(k) \Delta i_{ca}(k) + \Delta u_{ab}(k) \Delta i_{ab}(k)]$$

$$M(j) = \max[|SS(0)|, |SS(1)|, \dots, |SS(j-1)|]$$

其中 $\Delta u_{\phi\phi}, \Delta i_{\phi\phi}, \phi\phi = ab, bc, ca$ 是三个相间回路故障电压和电流的突变量， N 为每周采样点数， T 为额定周期。

设故障开始的时间为 0， j 就是故障开始后的采样点数，也可以理解为故障已持续的时间。

$SS(j)$ 称为能量积分函数，是测量点检测到的故障能量的累计值。 $M(j)$ 是从故障开始到前一个采样点 $(j-1)$ 之间能量积分函数的最大值。

能量积分函数 $SS(j)$ 具有方向性。正向故障时 $SS(j)<0$ ；反向故障时 $SS(j)>0$ 。并且 $SS(j)$ 还具有以下几个优越的特性：

(1) $SS(j)$ 的方向性不受故障暂态过程的影响，故障工频分量、非周期分量以及谐波分量对于 $SS(j)$ 都是有用的信息，因此不需要滤波，可以实现超高速的方向继电器；

(2) 故障期间， $SS(j)$ 的方向性是始终正确的，并且随着积分时间 j 的增加， $SS(j)$ 的绝对值也单调的上升。因此有 $|SS(j)|>M(j)$ 。

基于能量积分函数的方向继电器的逻辑示意图如图 3-5-3 所示。继电器由正向电压、电流启动元件、反向启动电压、电流元件、方向元件($SS(j)<0$)、噪声检测元件($|SS(j)|>M(j)$)、正向计时元件和反向计时元件等组成，有正、反两个方向的输出结果。

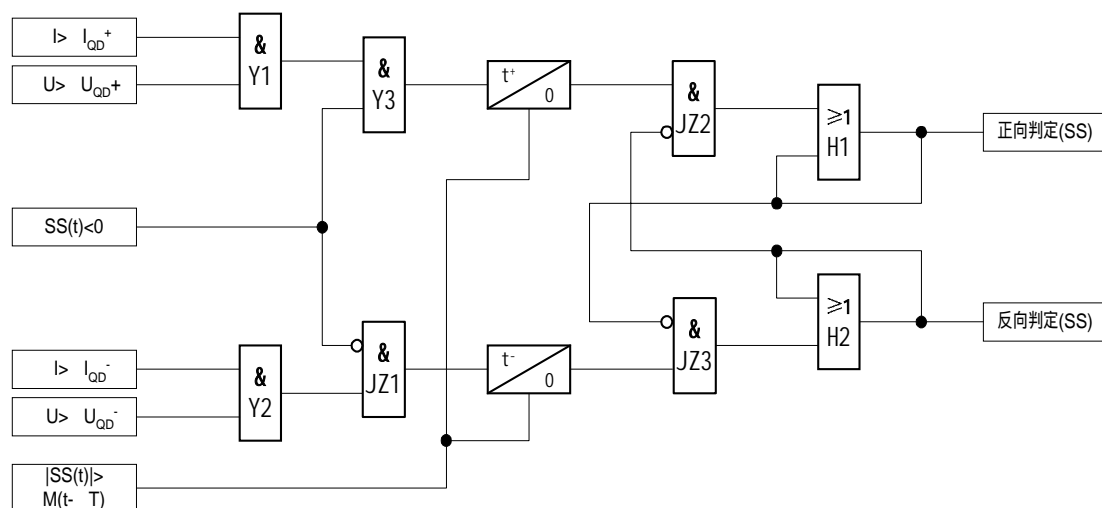


图 3-5-3 能量积分方向继电器的逻辑示意图

反向电流启动元件与装置的相电流差突变量启动元件相同，采用固定门坎和浮动门坎相结合。正向启动电流元件与反向类似，只是将电流固定门坎抬高 1.25 倍，使反向启动元件的灵敏度高于正向。电压启动元件同样如此。

以正方向的判别为例：当 $SS(j)<0$ 并正向电压、电流启动元件动作时，通过正向计时，计时达到积分时间门坎后输出正方向故障的判定结果。正向元件动作后由 H1 将方向固定，并闭锁反向元件的输出，防止继电器由两个输出结果。同样，若反向元件先动作，也将正方向元件闭锁。正向计时元件还要受噪声检测元件的控制，噪声检测元件的判据为 $|SS(j)|>M(j)$ ，该元件动作时，能量积分函数的单调性被破坏，说明测量信号的噪声比较大，计时器停止计

时但不返回，待单调性恢复后再重新计数，以进一步提高继电器的安全性。

积分时间决定了方向继电器的动作速度。积分时间的长短不会影响方向判别的正确性，但采取一定的积分时间可以提高方向判别的冗余度。采用允许式时，积分时间取 2ms；采用专用闭锁式时，由于要有 5ms 的收信确认时间，积分时间取 5ms，在不影响保护整组动作时间的前提下尽量多的利用故障信息。

由于能量方向元件的灵敏度很高，为了减少通道干扰引起保护的误动，在方向保护经通道逻辑配合判定为区内故障时，由阻抗方向元件进行出口把关。若在阻抗元件外，保护延时 30 毫秒出口，在此期间一旦检测到远方有闭锁信号（对于允许方式，则为允许信号消失），则保护返回，这样可以减小由于开关操作等因素产生通道干扰引起的误动。对于一般性的故障，阻抗出口把关不会影响保护的動作速度。

3.5.2 阻抗方向元件

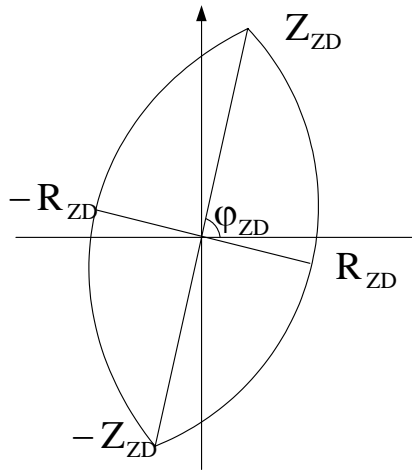


图 3-5-4 阻抗方向元件

阻抗方向元件由高频距离阻抗定值 Z_{ZD} 和 高频距离电阻定值 R_{ZD} 形成的两段圆弧组成。动作判据为

$$|Z - Z_0| < \rho \text{ 且 } |Z + Z_0| < \rho$$

其中 Z_0 、 $-Z_0$ 为两个特性圆的圆心， ρ 为半径，由 Z_{ZD} 和 R_{ZD} 自动确定。

对于长线， $Z_{ZD} > R_{ZD}$ 时

$$\rho = \frac{Z_{ZD}^2 + R_{ZD}^2}{2R_{ZD}}, \quad Z_0 = (\rho - R_{ZD})e^{j(90^\circ + \phi_{ZD})};$$

对于短线， $Z_{ZD} < R_{ZD}$ 时

$$\rho = \frac{Z_{ZD}^2 + R_{ZD}^2}{2Z_{ZD}}, \quad Z_0 = (\rho - Z_{ZD})e^{j(180^\circ + \varphi_{ZD})};$$

3.5.3 零序方向元件

零序方向元件设正、反两个方向元件。反向元件的灵敏度高于正向元件。正向元件的零序电流定值 I_{0ZD}^+ 与反向电流定值 I_{0ZD}^- 之间的关系为

$$I_{0ZD}^+ > I_{0ZD}^-$$

I_{0ZD}^+ = 纵联零序电流定值;

I_{0ZD}^- = 零序电流启动定值。

零序方向元件的电压门坎取为固定门槛加浮动门槛。动作范围:

$$175^\circ \leq \arg \frac{3\dot{U}_0}{3\dot{I}_0} \leq 325^\circ$$

3.5.4 方向元件配置

PSL 601 的能量方向、阻抗方向和零序方向以反方向元件优先, 其中零序方向元件在合闸加速脉冲期间延时 100 毫秒动作, 在非全相运行时退出。

图 3-5-5 为方向元件配置。

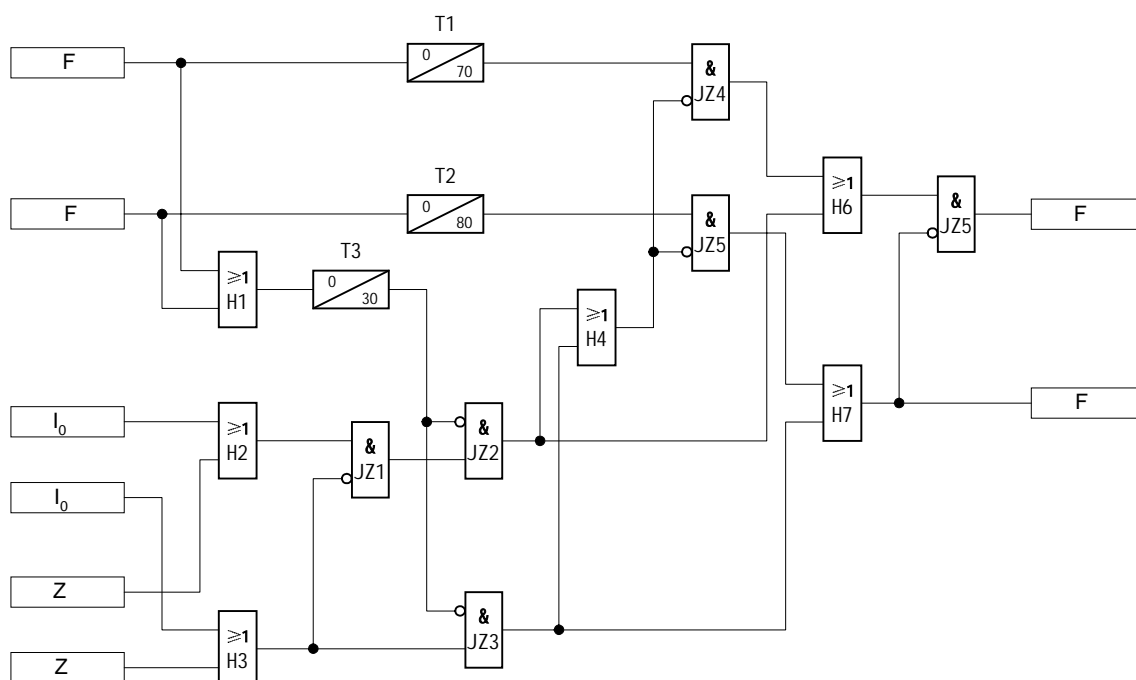


图 3-5-5 PSL 601(A)方向元件配置

3.5.5 通道方式

纵联保护可以与载波通道（专用或复用）、光纤通道、微波通道等各种通信设备连接，包括各种继电保护专用收发信机和复用载波机接口设备。

发、停信控制采用一副接点，不发信即为停信。

当用于专用闭锁式时，通道逻辑完全由保护实现，收发信机的停信和发信完全由保护控制。为了防止通道上的干扰，保护中设置了信号确认时间，分为两级延时，一是保护必须在收到闭锁信号 5ms 后才允许停信，二是保护停信后要连续 5ms 或 8ms（通过控制字可选择，建议光纤通道为 5ms，载波通道为 8ms）收不到闭锁信号才动作出口。当用于允许式时，采用单个允许信号。

为了防止区外故障切除时功率倒向引起保护的误动，在反向元件动作 10ms 后，投入功率倒向延时回路，在反向转正向故障时，近故障侧纵联保护延时 40ms 停信（允许式为发信），此时远故障侧纵联保护按常规逻辑执行。这种功率倒向判断方法的优点是在非全相运行、扰动导致启动等没有功率倒向的情况下发生线路故障时，不会增加纵联保护的动作延时。

保护启动期间，在检测到有“其他保护动作”开入量时，一直停信（允许式为发信）。

在检测到断路器处于三跳位置后，投入“三跳位置”停信回路，以保证充电线路故障时充电侧纵联保护能够动作。为了防止线路合闸时，合闸环流引起保护的误动，一旦检测到有三相合闸，闭锁“三跳位置”停信功能 150ms。“三跳位置”停信分两种情况，保护启动期间一直停信；正常运行期间，在收到闭锁信号后继续停信 160ms，以后就收回停信信号。这样既能保证故障时对侧保护能够动作，又不影响通道的检测。

通道检测的逻辑按四统一的方案，可以手动检测，也可通过控制字投入定时自动检测。

当用于允许式时，由于本线路故障会引起通道的阻塞而导致保护拒动，本保护还具有“解除闭锁”方式。

本保护不考虑单相故障造成通道阻塞的可能，“解除闭锁”式只用于相间故障。并且经控制字选择是否投入“解除闭锁”方式。当本侧为正方向，并且为相间故障时，如果启动前无导频消失信号，启动后的 100ms 内收到导频消失信号且无允许信号时，保护跳闸动作。

3.5.6 弱馈保护

弱馈保护作为线路弱馈端或无电源端的纵联保护，使纵联保护达到全线速动的目的。

弱馈保护的功能，当发生区内故障时，弱馈侧能够快速发出允许对侧动作的信号（并且

保持 120 ms), 使对侧保护快速跳闸, 也就是说, 当用于专用闭锁式时, 弱馈侧能够快速停信; 用于允许式时, 弱馈侧能够快速发出允许信号。当发生弱馈侧反方向故障时, 弱馈侧能够快速发出闭锁对侧动作的信号, 使纵联保护不误动。

弱馈侧的范围定义, 定性的说是线路弱馈端或者无电源端; 定量的说是, 当发生区内故障时, 某一端纵联保护的所有正方向元件灵敏度都不够时, 线路的该端可称为弱馈侧。

弱馈保护具有自适应于系统运行方式改变的能力, 即可能出现弱馈的一端可长期投入此功能, 该端变为强电侧时即使弱馈保护投入, 弱馈保护不会动作 (纵联保护仍然动作正确), 因为投入的弱馈保护是在正反方向元件都不动作时, 才可能发出允许对侧动作的信号。

特别要注意的是, 对于专用闭锁式的弱馈保护, 线路两端只能在其中的一侧投入弱馈功能, 否则在弱电源系统的强电源侧发生反向故障时, 如果线路两端的正反方向元件灵敏度不足时, 弱馈保护会误动。所以, 对于专用闭锁式的弱馈保护, 弱馈保护在线路两端只能投入一侧。

对于弱馈侧, 当发生区内故障时, 用于专用闭锁式时, 弱馈侧可能无法停信, 导致对侧纵联保护拒动, 用于允许式时, 弱馈侧无法发出允许信号, 同样导致保护拒动。下面以专用闭锁式为例, 本装置的弱馈保护具有下面两个功能:

- (1) 当发生区内故障时, 弱馈侧快速停信;
- (2) 弱馈侧可以选择跳闸。

弱馈侧能够启动, 满足下面条件时, 快速停信,

- (1) 收到闭锁信号 5ms;
- (2) 正、反方向元件均不动作, 表明非反方向故障;
- (3) 至少有一相或者相间电压为低电压。

如果还满足下面两个条件, 弱馈侧跳闸,

- (1) 弱馈侧跳闸控制字投入;
- (2) 连续 30ms 收不到对侧的闭锁信号。

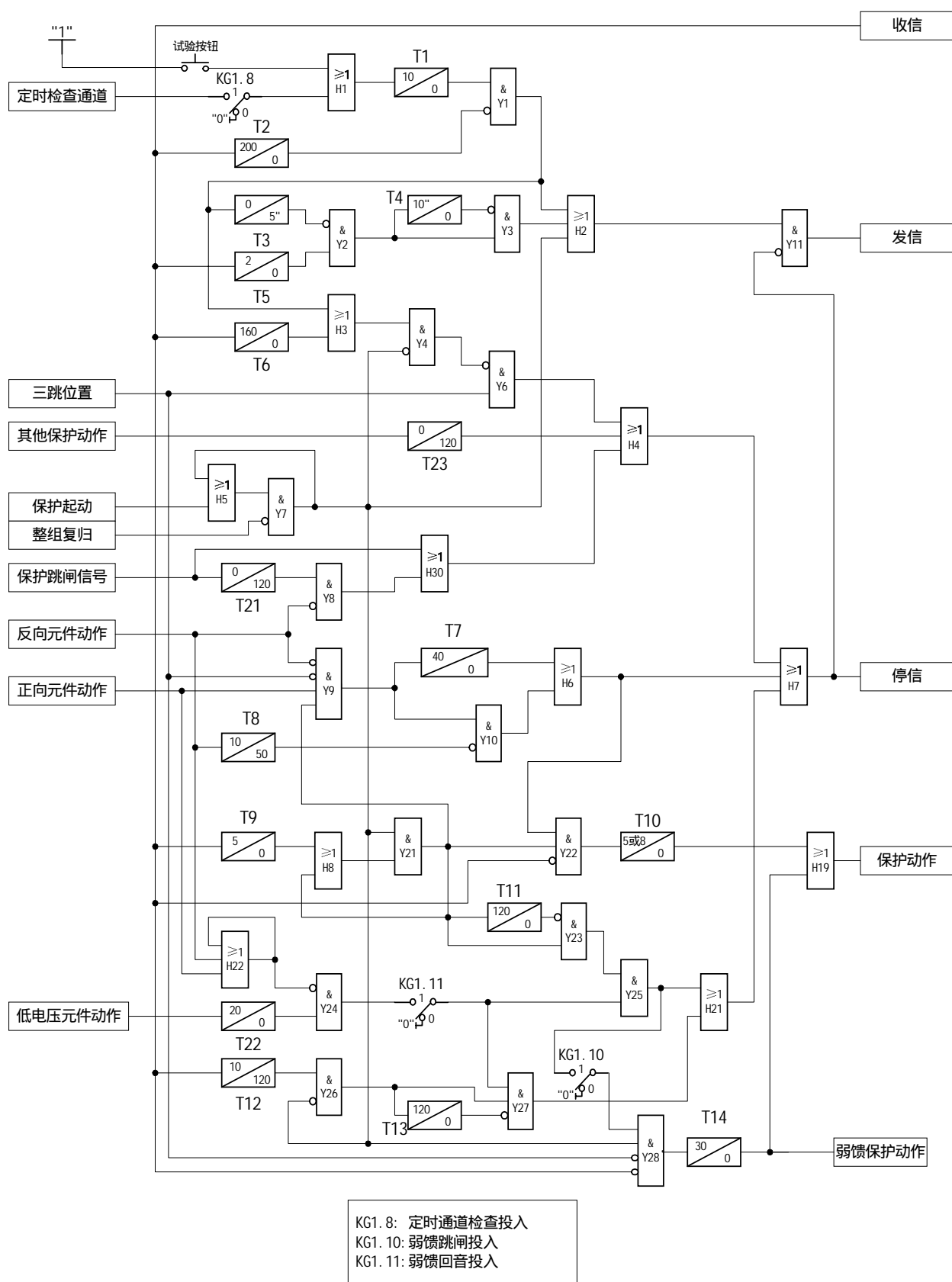
弱馈侧不启动, 满足下面条件时, 快速停信 120ms,

- (1) 收到闭锁信号 10ms;
- (2) 至少有一相或者相间电压为低电压。

3.5.6 纵联保护逻辑

3.5.6.1 高频专用收发信机闭锁式

• 保护原理说明 •



PSL 601 (A) 纵联保护专用闭锁式逻辑

高频专用收发讯机闭锁式逻辑：

1、通道检查逻辑：

通道试验、远方起信逻辑由本装置实现，这样进行通道试验时就把两侧的保护装置、收发信机、通道一起进行检查；与本装置配合时，收发信机内部的远方起信逻辑部分应取消。

有“手动通道检查”开入或定时通道检查定时到时，通过或门 H1 向对侧发送高频信号，本侧收到这一高频信号经 T2 延时 200ms，闭锁与门 Y1，本侧不再发信；同时与门 Y1 输出经时间元件 T3 展宽 5s 闭锁与门 Y2，因此本侧即使收到高频信号也要待 T3 返回后才能启动重新发信，因此本侧仅发信 200ms。

对侧收到高频信号后，通过与门 Y2、Y3、或门 H2 立即发信，发信时间由时间元件 T4 延时确定，即发信时间为 10s；本侧时间元件 T3（5s）返回后，本侧收到对侧发出的高频信号，通过与门 Y2、Y3、或门 H2 再次发信，发信时间同样是 10s；在对侧停信前，通道上有两侧发出的高频信号。

对侧时间元件 T4（10s）动作时，对侧停信；因仍然可以收到本侧发出的高频信号，时间元件 T4 不会返回，故对侧不会再发信，此时本侧仍处于发信状态。

本侧时间元件 T4 动作时，本侧停信，通道检查过程结束。

若通道检查期间，线路发生内部短路故障，则两次正方向元件动作，通过或门 H7 闭锁与门 Y11，停止通道检查，不影响保护动作。

2、正向短路故障停信：

正向短路故障时，起动元件动作，与门 Y7 输出为“1”，为 Y21 动作准备了条件；当收信信号持续 8ms 时，时间元件 T9、或门 H8 动作，从而 Y21 动作且自保；又因正向方向元件动作、反向方向元件不动作且断路器三相处于合闸状态，于是与门 Y9 动作，Y10、H6、H7 动作，保护停信。

3、保护动作停信：

保护动作跳闸信号经或门 H30、H4、H7 使保护停信；即使保护动作快速，因反方向元件不动作且时间元件 T21 延时 120ms 返回，使与门 Y8 输出为 1，保护可以继续停信，以保证对侧保护有可靠的动作跳闸时间。

4、三跳位置停信：

保护启动期间，三跳位置信号通过与门 Y6、H4、H7 使保护一直停信，保证了对侧保护快

速动作跳闸；正常运行期间，收到高频信号后，启动时间元件 T6，延时 160ms，收回三跳位置停信信号。这样既可保护充电线路故障时，充电侧具有 160ms 的跳闸窗口，使该侧的纵联保护能够动作跳闸，同时又不影响通道的检测。

5、其他保护动作停信：

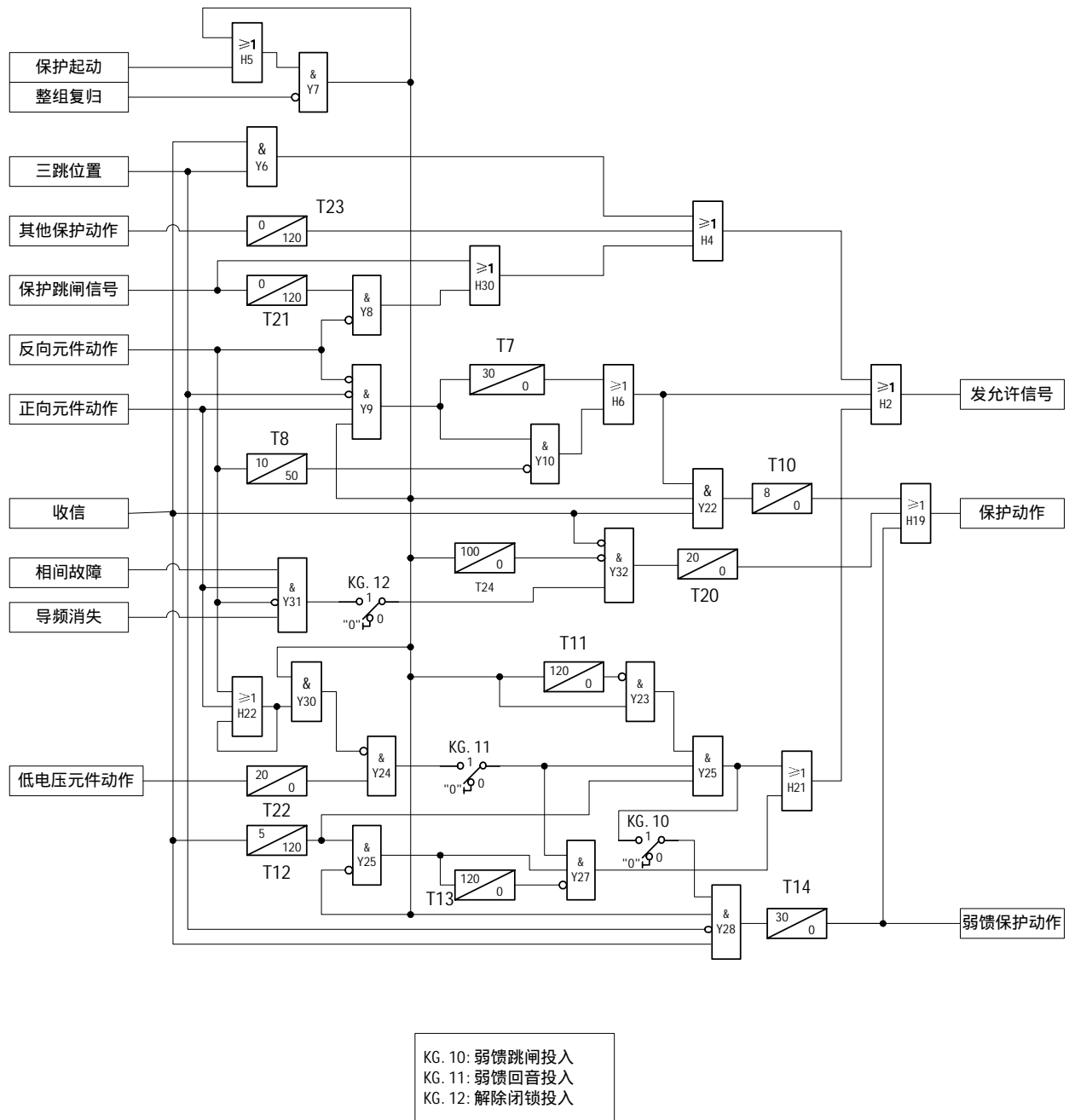
保护动作信号通过时间元件 T23、H4、H7 实现停信；因 T23 元件 120ms 延时返回，故对侧保护可快速跳闸。

6、弱馈保护：

线路弱馈端或无电源端故障，当正反方向元件均不动作、低电压元件（任一相或相间电压降低）动作时，与门 Y24 动作；当启动元件动作，收信时间达 5ms 时，则 Y21、Y23 动作，从而 Y25 动作（KG.11=1，弱馈回音投入），经或门 H21、H7 使保护停信；同时由于时间元件 T11 延时 120ms 闭锁 Y23，因此保护停信 120ms，若 KG.10=1（弱馈侧跳闸投入），连续 30ms 收不到对侧的闭锁信号，则时间元件 T14 输出为 1，保护跳闸。

若启动元件不动作时，Y26 开放，当收到高频信号达 10ms 时，Y26 输出为 1，同样在正反方向元件均不动作且低电压元件动作的情况下，Y27 动作，经 H21、H7 使保护停信 120ms。

3.5.6.3 高频保护允许式



PSL 601 高频保护允许式逻辑

高频保护允许式逻辑框图说明：

1、发信逻辑：

正向短路故障发信、保护动作跳闸发信、三跳位置发信及其他保护动作发信等回路的说明参见闭锁式逻辑框图中相应部分的文字说明。

2、解除闭锁式逻辑：

当本侧正方向、相间故障，且有“导频消失”信号，则与门 Y31 输出为 1，同时在保护启动后经时间元件 T24 延时闭锁的 100ms 内无收信允许信号，从而与门 Y32 输出为“1”，经 T20 延时 20ms 后保护动作。

3.6 波形比较法快速距离保护

对于基于工频量的保护，都要采用某种算法(或滤波器)来滤除故障暂态过程中的非周期分量和谐波分量。数据窗的长度越长，滤波效果越好，但保护的動作速度也越慢。暂态谐波的大小和特性在不同的系统中差异很大，算法的选择要满足实际最严重情况下的测量精度，因此保护的動作速度难以得到较大的提高。本装置设置的快速距离 I 段保护，采用了基于波形识别原理的快速算法，能够通过故障电流的波形实时估计噪声的水平，并据此自动调整动作门坎，大大提高了保护的動作速度。其原理如下：

设 f 为系统额定频率， T_s 为采样周期， $\theta = 2\pi f T_s$ ，故障电流的采样值为

$$i_0, i_1, i_2, \dots, i_k$$

令

$$X = [i_0, i_1, i_2, \dots, i_k]^T$$

$$A = \begin{bmatrix} \cos(0), \sin(0) \\ \cos(\theta), \sin(\theta) \\ \dots\dots\dots \\ \cos(k\theta), \sin(k\theta) \end{bmatrix}$$

$$A^T X = \begin{bmatrix} \sum_{l=0}^k \cos(l\theta) i_l \\ \sum_{l=0}^k \sin(l\theta) i_l \end{bmatrix}$$

$$A^T \cdot A = \begin{bmatrix} \sum_{l=0}^k \cos^2(l\theta), & \frac{1}{2} \sum_{l=0}^k \sin(2l\theta) \\ \frac{1}{2} \sum_{l=0}^k \sin(2l\theta), & \sum_{l=0}^k \sin^2(l\theta) \end{bmatrix}$$

设电流向量为 $\dot{I} = I_c + jI_s$ ，并令 $Y = [I_s, -I_c]^T$ 。则电流相量的快速算法为

$$Y = (A^T \cdot A)^{-1} \cdot A^T X$$

同理可以获得电压的向量 \dot{U} ，因此测量阻抗为

$$Z = \frac{\dot{U}}{\dot{I}}$$

该算法在故障三个采样点(2ms)后就能够计算出故障阻抗,从而构成快速距离保护。但算法的精度与数据窗的长度以及故障后系统暂态谐波的大小有关。在谐波比较小的情况下,很短的数据窗就能精确的测量出故障阻抗;谐波比较大时,则需较长的数据窗才能精确测量出故障阻抗。为了在保证选择性的同时加快区内故障时的动作速度,采用自适应的动作门坎,即

$$Z_{zd} < m(\rho, k) \cdot Z_{zd}^I$$

其中 Z_{zd}^I 是距离 I 段的定值, Z_{zd} 为实际动作门坎, $m(\rho, k)$ 为自适应可靠系数, 且 $m(\rho, k) \leq 1$, 其值由数据窗长度 k 和波形畸变系数 ρ 决定, 对于纯正弦波, $\rho = 1$, 当有谐波时 $\rho < 1$, 并且谐波越大, ρ 越小。可靠系数 m 与 k 和 ρ 成正比关系, 线路长度较短时, 故障谐波比较小, 保护动作速度很快; 长线路故障谐波大, 保护范围末端故障时动作速度较慢, 但出口附近故障时动作速度仍很快。

动模试验表明, 0.7 倍整定值处故障时, 阻抗元件典型动时间约 5ms 左右, 包括启动元件、出口继电器在内的保护整组动作时间约 12ms。应该说, 动作速度是非常快的。

除了波形比较法快速距离, 在距离保护中还具备突变量距离保护, 在线路近处故障, 动作时间 < 10ms。

3.7 距离保护

距离保护设有 Z_{bc} 、 Z_{ca} 、 Z_{ab} 三个相间距离保护和 Z_a 、 Z_b 、 Z_c 三个接地距离保护。除了三段距离外, 还设有辅助阻抗元件, 共有 24 个阻抗继电器。在全相运行时 24 个继电器同时投入; 非全相运行时则只投入健全相的阻抗继电器, 例如 A 相断开时只投入 Z_{bc} 和 Z_b 、 Z_c 回路的各段保护。

3.7.1 接地距离

接地距离由偏移阻抗元件 $Z_{PV\phi}$ 、零序电抗元件 $X_{0\phi}$ 和正序方向元件 $F_{1\phi}$ 组成 ($\phi = a, b, c$)。

阻抗元件采用经傅氏积分的微分方程算法。接地阻抗算法为:

$$U_{\phi} = L_{\phi} d(I_{\phi} + Kx3I_0) / dt + R_{\phi} (I_{\phi} + Kr3I_0), \quad \phi = a, b, c$$

其中: $Kx = (X_0 - X_1) / 3X_1$, $Kr = (R_0 - R_1) / 3R_1$

接地距离偏移阻抗元件 I、II 段动作特性如图 3-7-1 的粗实线所示，并与正序方向元件 F1 和零序电抗继电器 X0 共同组成接地距离 I、II 段动作区。偏移阻抗 III 段动作特性如图 3-7-2 的黑实线所示，并与正序方向元件 F1 共同组成接地距离 III 段动作区。其中，阻抗定值 Z_{ZD} 按段分别整定，而电阻分量定值 R_{ZD} 和灵敏角 Φ_{ZD} 三段公用一个定值。偏移门坎根据 R_{ZD} 和 Z_{ZD} 自动调整。

R 分量的偏移门坎取

$$R' = \min(0.5R_{ZD}, 0.5Z_{ZD}) \quad \text{即取 } 0.5R_{ZD}, 0.5Z_{ZD} \text{ 的较小值。}$$

X 分量的偏移门坎取

$$X' = \min(0.5\Omega, 0.5Z_{ZD}) \quad \text{即取 } 0.5\Omega, 0.5Z_{ZD} \text{ 的较小值。}$$

为了使各段的电阻分量便于配合，本特性电阻侧的边界线的倾角与线路阻抗角相同，这样，在保护各段范围内，具有相同的耐故障电阻能力。

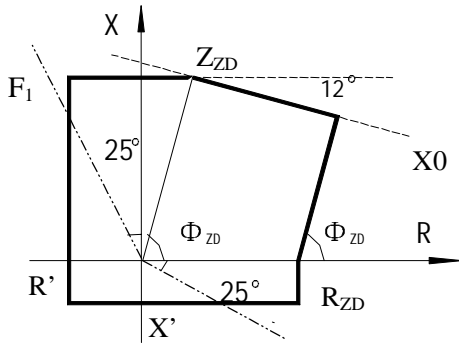


图 3-7-1 阻抗 I、II 段动作特性

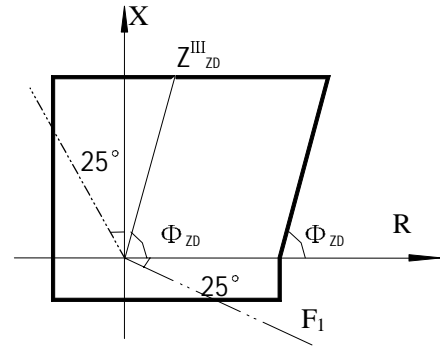


图 3-7-2 阻抗 III 段动作特性

由于 Z_{PY} 不能判别故障方向。因此还设有正序方向元件 F_1 。该元件采用正序电压和回路电流进行比相。以 A 相正序方向元件 F_{1a} 为例，令 $U_1 = 1/3(U_a + a U_b + a^2 U_c)$ ，正序方向元件 F_{1a} 的动作判据为

$$-25^\circ \leq \arg \frac{U_1}{I_A + K3I_0} \leq 115^\circ$$

动作特性如图 3-7-1 和图 3-7-2 中的 F1 虚线所示，虚线以上是正方向动作区。

正序方向元件的特点是引入了健全相的电压，因此在线路出口处发生不对称故障时能保证正确的方向性，但发生三相出口故障时，正序电压为零，不能正确反应故障方向。为此当三相电压都低时采用记忆电压进行比相，并将方向固定。电压恢复后重新用正序电压进行比相。

在两相短路经过渡电阻接地、双端电源线路单相经过渡电阻接地时，接地阻抗继电器会

产生超越。由于零序电抗元件能够防止这种超越，因此接地阻抗还设有零序电抗器 X_0 。 X_0 的动作方程为(以 A 相零序电抗器 X_{0a} 为例)：

$$-90^\circ \leq \arg \frac{U_\phi - Z_{ZD}(I_\phi + K3I_0)}{I_0 e^{j\delta}} \leq 90^\circ$$

X_0 的动作特性如图 3-7-1 的虚线 X_0 所示，虚线以下为零序电抗继电器的动作区。

3.7.2 相间距离

相间距离由偏移阻抗元件 $Z_{PY\phi\phi}$ 和正序方向元件 $F_{1\phi\phi}$ 组成($\phi\phi=bc, ca, ab$)。

相间阻抗算法为：

$$U = L_{\phi\phi} dI_{\phi\phi}/dt + RI_{\phi\phi}, \quad \phi\phi=bc, ca, ab$$

相间偏移阻抗 I、II 段动作特性如图 3-7-1 的粗实线所示，并与正序方向元件 F_1 共同组成相间距离 I、II 段动作区。偏移阻抗 III 段动作特性如图 3-7-2 的粗实线所示，并与正序方向元件 F_1 共同组成相间距离 III 段动作区。相间阻抗偏移特性和接地阻抗偏移特性相似。其中，阻抗定值 Z_{ZD} 按段分别整定，灵敏角 ϕ_{ZD} 三段公用一个定值。相间偏移阻抗 I、II 的电阻分量为 R_{ZD} 的一半，相间偏移阻抗 III 段的电阻分量为 R_{ZD} 。偏移门坎根据 R_{ZD} 和 Z_{ZD} 自动调整。

R 分量的偏移门坎取

$$R' = \min(0.5R_{ZD}^{I,II,III}, 0.5Z_{ZD}) \quad \text{即取 } 0.5R_{ZD}^{I,II,III}, 0.5Z_{ZD} \text{ 的较小值。}$$

X 分量的偏移门坎取

$$X' = \min(0.5\Omega, 0.5Z_{ZD}) \quad \text{即取 } 0.5\Omega, 0.5Z_{ZD} \text{ 的较小值。}$$

相间距离所用正序方向元件 F_1 原理和接地距离所用正序方向元件原理相同。相间距离所用正序方向元件采用正序电压和相间电流进行比相。

本装置设置了六个阻抗回路(Z_{bc} 、 Z_{ca} 、 Z_{ab} 、 Z_a 、 Z_b 、 Z_c)的阻抗辅助元件，阻抗辅助元件具有全阻抗性质的四边形特性，其定值与阻抗 III 段相同，动作特性如图 3-7-3 所示。阻抗辅助元件不作为故障范围的判别，应用于静稳破坏检测、故障选相等元件中。

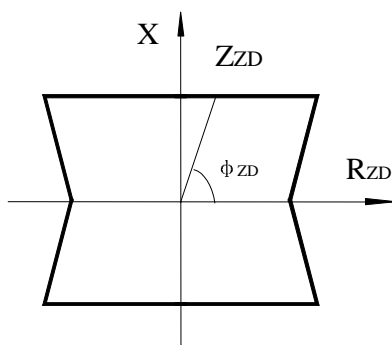


图 3-7-3 阻抗辅助元件

3.7.3 距离保护逻辑

距离保护逻辑方框图见下图：距离保护动作逻辑说明

1、I 段保护区内短路故障时， Z_{Φ}^I 动作后经T2延时（一般整为零）由或门H4、H2至选相元件控制的回路跳闸；跳闸脉冲由跳闸相过流元件自保持，直到跳闸相电流元件返回才收回跳闸脉冲。

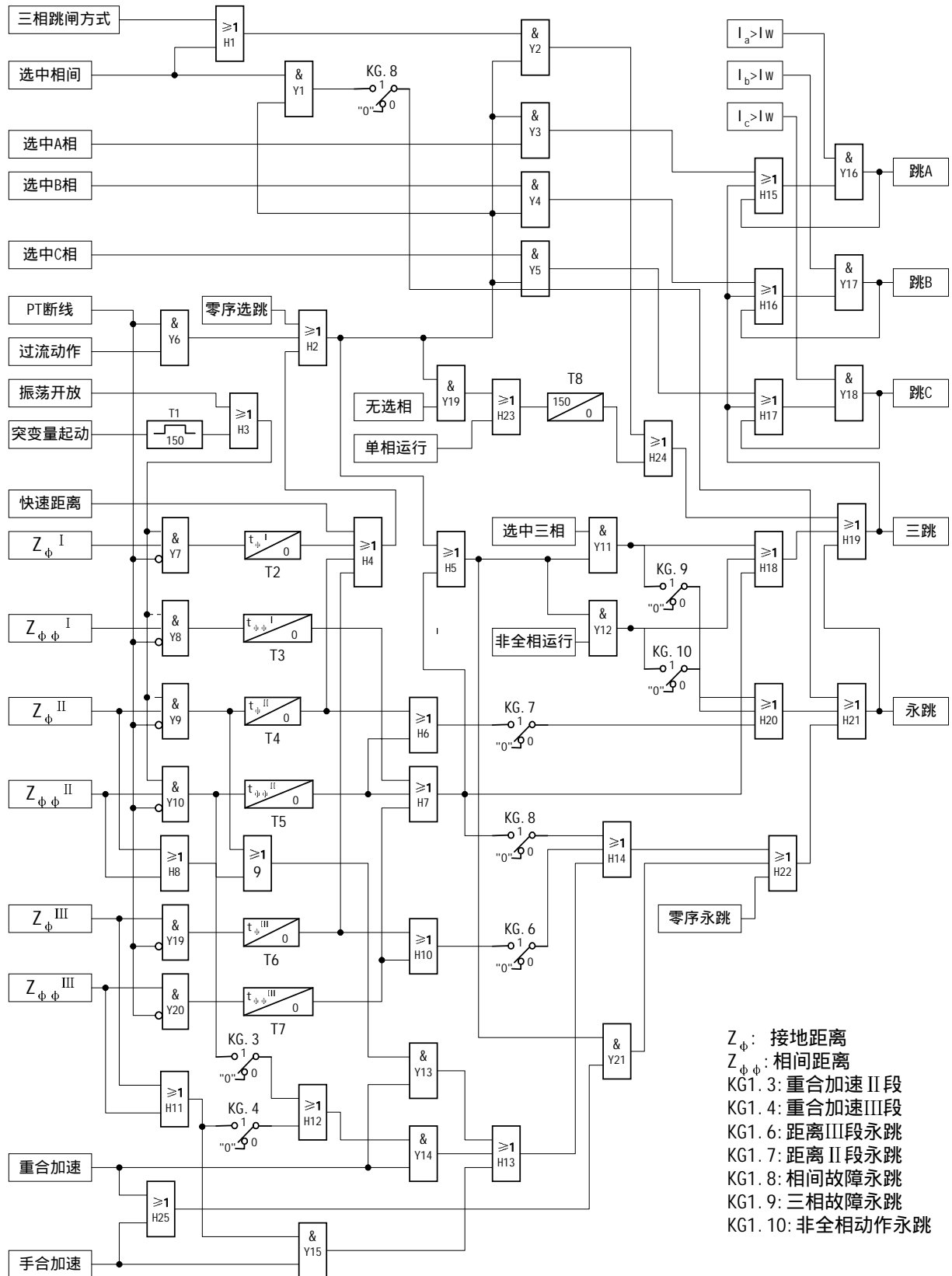
相间故障 $Z_{\Phi\Phi}^I$ 动作后经T3延时（一般整为零）由或门H7、H18、H19进行三相跳闸，当KG1.8=1时（相间故障永跳），保护直接经由或门H14、H22、H21永跳。I段II段距离保护分别经与门Y7、Y8、Y9、Y10由振荡闭锁元件控制，振荡闭锁元件可经由控制字选择退出。

2、当选相元件拒动时，H2的输出经Y19、H23、选相拒动时间延时元件T8（150ms）、H24、H19进行三相跳闸；因故单相运行时，同样经T8延时实现三相跳闸。

3、II段保护区内短路故障时，接地故障和相间故障的动作情况与I段保护区内故障时相同。除动作时限不同外，增加了由KG1.7（距离II段永跳）控制的永跳回路H20、H21。III段保护区内短路故障时，动作情况与II段保护区内故障时相同，但距离III段不受振荡闭锁控制。

4、非全相运行过程中，健全相发生短路故障时，振荡闭锁元件开放，保护区内发生接地或相间短路故障时，H4或H7动作，于是H5的输出经Y12、H18、H19进行三相跳闸；若KG1.10=1（非全相永跳），则经或门H20、H21进行永跳。

5、手合或重合于故障线路，H25的输出经Y21、H22、H21进行永跳。



距离保护逻辑方框图

3.8 零序电流保护

本装置零序保护设有四段、加速段，均可由控制字选择是否带方向元件，还设有控制字投退的一段 PT 断线时投入的零序保护(该段不受压板控制)。设有零序 I 段、零序 II 段和零序总投压板。零序总投压板退出时，零序保护各段都退出。零序 III 及加速段若需单独退出，可将该段的电流定值及时间定值整定到最大值。

零序 IV 段电流定值也作为零序电流启动定值，若需退出零序 IV 段，可将时间定值整定为 100 秒，要将零序 IV 段电流整定的和其他保护模件的零序电流启动定值相同，以便各保护模件有相同的零序电流启动灵敏度。

零序 I 段、零序 II 段可由控制字设定为不灵敏段或者灵敏段。在非全相运行和重合闸时，设定为不灵敏段的 I 段或 II 段自动投入，设定为灵敏段的 I 段或 II 段自动退出。在全相运行时只投入灵敏段的 I 段或 II 段。

零序 III 段在非全相运行时自动退出、零序 IV 段在非全相运行时不退出。

零序电压 $3U_0$ 由保护自动求和完成，即 $3U_0 = U_a + U_b + U_c$ 。零序电压的门坎按浮动计算，再固定增加 0.5V，所以零序电压的门坎最小值为 0.5V。零序方向元件动作范围：

$$175^\circ \leq \arg \frac{3\dot{U}_0}{3\dot{I}_0} \leq 325^\circ$$

其灵敏角在 -110 度，动作区共 150 度

零序各段是否带方向可以由控制字选择投退。

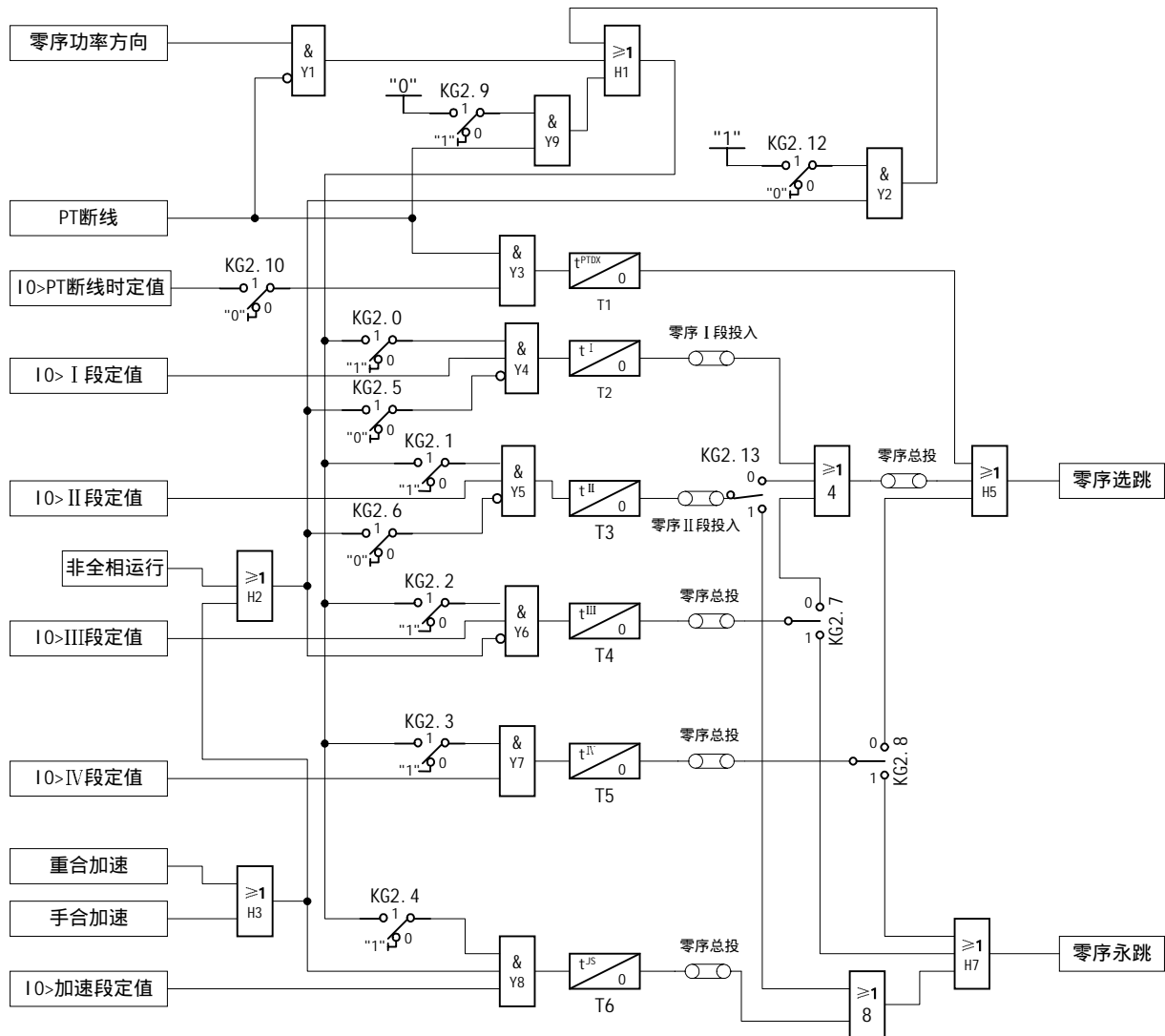
线路 PT 时，在非全相运行和合闸加速期间，自产 $3U_0$ 已不单纯是故障形成，零序功率方向元件退出，按规程规定零序电流保护自动不带方向。

当 PT 断线后，零序电流保护的方向元件将不能正常工作，零序保护是否还带方向由“PT 断线零序方向投退”控制字选择。如果选择 PT 断线时零序方向投入，PT 断线时所有带方向的零序电流段均不能动作，这样可以保证 PT 断线期间反向故障，带方向的零序电流保护不会误动。

零序保护在重合加速脉冲和手合加速脉冲期间投入独立的加速段，零序电流加速段定值及延时可整定。

零序 II、III、IV 段动作是永跳还是选跳可分别由控制字选择。

零序保护逻辑见下图：



注释

KG2.0 : 零序电流 I 段带方向
 KG2.1 : 零序电流 II 段带方向
 KG2.2 : 零序电流 III 段带方向
 KG2.3 : 零序电流 IV 段带方向
 KG2.4 : 零序电流加速段带方向
 KG2.5 : 零序电流 I 段为灵敏段
 KG2.6 : 零序电流 II 段为灵敏段
 KG2.7 : 零序电流 III 段永跳
 KG2.8 : 零序电流 IV 段永跳
 KG2.9 : PT断线时零序功率方向投入
 KG2.10: PT断线时零序PT断线段投入
 KG2.12: 线路PT
 KG2.13: 零序电流 II 段永跳

零序保护逻辑框图

零序保护逻辑框图说明：

- 1、 零序方向过流 II 段、III 段、IV 段可分别通过控制字选择为零序选跳或零序永跳。
- 2、 PT 断线时，零序功率方向经由与门 Y1 被闭锁，若 KG2.9=1（PT 断线时零序功率方向投入），则与门 Y9 输出为 0，或门 H1 无输出，从而零序电流各段被闭锁；当 KG2.9=0 时，与门 Y9 输出为 1，或门 H1 有输出，零序电流各段开放，但不带方向。
- 3、 非全相运行过程中，零序方向电流 I 段（KG2.5=1，为灵敏段）、II 段（KG2.6=1，为灵敏段）、III 段被闭锁，保留零序方向电流 IV，动作时限要求躲过非全相运行周期与加速保护动作时间之和。
- 4、 当采用母线 PT 时（KG2.12=0），非全相运行或合闸加速期间，零序功率方向元件处于动作状态，与门 Y7、Y8 可以开放；当采用线路 PT 时（KG2.12=1）时，在非全相运行或合闸加速期间，零序功率方向元件可能处于制动状态，为保证与门 Y7、Y8 的开放，由与门 Y2 的输出经 H1 提供了 Y7、Y8 的动作条件。
- 5、 手动合闸或自动重合时，零序加速段由与门 Y8 实现；加速延时躲过断路器三相不同时合闸所带来的影响（ t_{js} 取 100ms）。

3.9 非全相运行

3.9.1 单相跳开形成的非全相运行

单相 TWJ 持续动作 50ms 或者单相跳闸反馈开入量动作，并且对应相的无流元件动作则对应相判为跳开相；

测量两个健全相和健全相间的高频方向保护和距离保护；

对健全相求正序电压作为距离方向元件的极化电压；

测量健全相间电流的突变量，作为非全相运行振荡闭锁开放元件；

断开相又有负荷电流，则开放断开相的合闸加速保护 3 秒。

3.9.2 三相断开状态

三相 TWJ 均持续动作 50ms 或者三相相跳闸反馈开入量均动作，并且三相无电流时，置三相断开状态；

三相断开时，闭锁式通道时开放三跳位置停信，允许式通道当收到允许信号时回发允许信号（即三跳回授）。

有电流或三相 TWJ 返回后开放合闸于故障保护 3 秒，恢复全相运行。

3.10 合闸于故障线路保护

重合与手合加速脉冲固定为 3 秒钟。

在重合加速脉冲期间，距离保护可以瞬时加速不经振荡闭锁的带偏移特性的阻抗 II 段或 III 段，偏移特性的电阻分量为距离保护电阻定值的一半，可以根据需要由控制字分别投退。距离 II 段受振荡闭锁控制自动投入经 20ms 延时加速三相跳闸的回路。零序加速段按整定的电流定值和时间定值动作。

在手合加速脉冲期间，距离保护瞬时加速带偏移特性的阻抗 III 段，偏移特性的电阻分量为距离保护电阻定值的一半。零序加速段按整定的电流定值和时间定值动作。

在重合、手合后，距离保护 I 段、II 段和 III 段仍能按各段的时间定值动作。

在手合、重合加速脉冲期间，纵联距离保护根据控制字投入带偏移特性的距离合闸加速保护，该段不经通道配合，因为距离保护可加速距离 II 段或 III 段，所以纵联保护的该加速段可以不投入。带偏移阻抗动作特性和阻抗三段相似，阻抗按纵联距离阻抗定值取，电阻按纵联距离电阻定值的一半取，偏移门坎根据纵联距离 R_{zd} 和纵联距离 Z_{zd} 自动调整。

R 分量的偏移门坎取

$$R' = \min(0.5R_{zd}, 0.5Z_{zd}) \quad \text{即取 } 0.5R_{zd}, 0.5Z_{zd} \text{ 的较小值。}$$

X 分量的偏移门坎取

$$X' = \min(0.5\Omega, 0.5Z_{zd}) \quad \text{即取 } 0.5\Omega, 0.5Z_{zd} \text{ 的较小值。}$$

3.11 重合闸模件

PSL 601 数字式线路保护装置对于单断路器接线的线路，保护装置中还增加了重合闸功能，根据需要可以实现单相重合、三相重合或者综合重合闸功能。本系列保护装置中的重合闸为一次重合闸。重合闸可由本保护跳闸启动或者由断路器位置启动，也可以通过装置端子上的“单跳启动”“三跳启动”由其它保护装置启动。

3.11.1 重合闸方式

本装置的重合闸方式可以由开入量中的“重合闸方式 1”和“重合闸方式 2”选择为单重方式、综重方式、三重方式或重合闸退出，其对应关系如下表：

表 3-11-1 重合闸方式开入量定义

开入量		重合闸方式
重合闸方式 1	重合闸方式 2	
0	0	单重
1	0	综重
0	1	三重
1	1	退出

其中 0=开关量与 24V 断开，1=开关量与 24V 接通

当“重合闸方式 1”和“重合闸方式 2”均不接通 24V 时，重合闸处于单重方式：系统单相故障跳单相，单相重合；多相故障跳三相，不重合。

当仅有“重合闸方式 1”接通 24V 时，重合闸处于综重方式：系统单相故障跳单相，单相重合；多相故障跳三相，三相重合。

当仅有“重合闸方式 2”接通 24V 时，重合闸处于三重方式：系统任意故障跳三相，三相重合。

当“重合闸方式 1”和“重合闸方式 2”均接通 24V 时，重合闸退出。

通过与保护的配合，还可以实现条件三重方式：系统单相故障跳三相，三相重合；多相故障跳三相，不重合；纵联保护和后备保护定值当中的控制字需整定为“相间故障永跳”投入、“三相故障永跳”投入。

3.11.2 启动重合闸

本装置的重合闸可以由以下三种方式启动：

- (1) 保护单跳跳闸启动重合闸（包括本保护单跳和外部引入的单跳启动开入）；
- (2) 保护三跳跳闸启动重合闸（包括本保护三跳和外部引入的三跳启动开入）；
- (3) 断路器位置启动重合闸。

断路器位置启动重合闸的条件为(与门条件)：

- (1) 控制字的第 0 位=1；
- (2) 断路器单相或三相断开(单相或三相跳位继电器动作，与重合闸方式对应)；
- (3) 断路器断开相无电流；
- (4) 不满足单跳启动或三跳启动条件；
- (5) 合后继开入动作(仅当整定为“合后继可用”时)。

重合闸需要引入 STJ 信号到装置的“闭锁重合闸”开入，以闭锁手跳时的跳闸位置启动。

保护单跳启动重合闸的条件为(与门条件)：

- (1) 保护发单相跳闸信号；
- (2) 跳闸相无电流；
- (3) 不满足三相启动条件。

保护三跳启动重合闸的条件为(与门条件)：

- (1) 保护发三相跳闸信号；
- (2) 三相无电流；
- (3) 重合闸处于三重方式或综重方式。

3.11.3 重合闸充放电

本装置重合闸逻辑中设有一软件计数器，模拟的重合闸充电回路。

重合闸放电条件条件为(或门条件)：

- (1) 重合闸处于停用方式；
- (2) “闭锁重合闸”开入量端子与 24V 接通；
- (3) “压力降低”开入量端子与 24V 接通后 200ms 内重合闸仍未启动；
- (4) 重合闸处于单重方式时断路器处于三跳位置；
- (5) 保护发永跳命令；
- (6) 装置发遥控合闸或遥控跳闸命令；
- (7) 重合闸启动后判开关三相处于合闸位置。

重合闸充电条件为(与门条件)：

- (1) 不满足重合闸放电条件；
- (2) 保护未启动；
- (3) 跳位继电器返回。

重合闸充电时间为 20 秒或 12 秒(可选择)，充电过程中装置面板的“重合闸允许”信号灯闪烁，1 秒钟闪烁一次，充电满了以后该信号灯点亮，放电以后该信号灯熄灭。

3.11.4 同期/无压鉴定

本装置重合闸同期/无压鉴定有以下四种方式：

- (1) 检无压；

- (2) 检同期；
- (3) 检无压方式，在有压时自动转检同期；
- (4) 非同期(不检同期也不检无压)。

以上四种方式通过控制字的第 1 位和第 2 位选择，如下表所示：

表 3-11-2 重合闸同期/无压鉴定方式的控制字选择

控制字		同期无压鉴定方式
第 1 位	第 2 位	
0	0	非同期(不检同期也不检无压)
0	1	检同期
1	0	检无压
1	1	检无压，有压时自动转检同期

另外通过选择控制字的第 3 位，还可以实现单重检线路三相有压重合方式，专用于大电厂侧，以防止线路发生永久故障，电厂侧重合于故障对电厂机组造成冲击。

3.11.5 沟通三跳

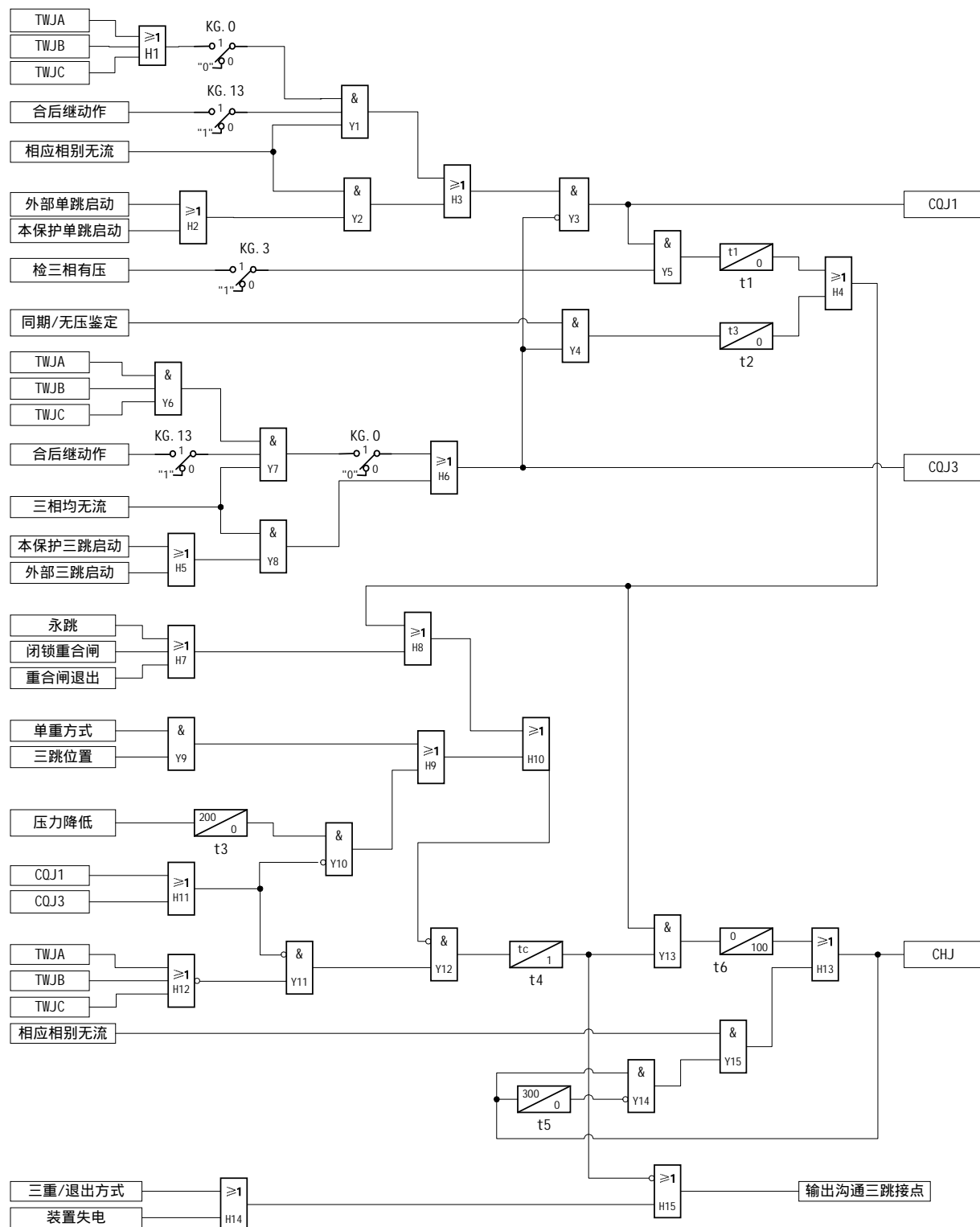
本装置设有沟通三跳逻辑，沟通三跳的条件为(或门条件)：

- (1) 重合闸处于三重方式或停用方式；
- (2) 重合闸充电未充满；
- (3) 重合闸失去电源。

满足沟通三跳条件后，重合闸出口板上的两付沟通三跳接点闭合，和另一保护装置的 BDJ 串接，连到操作箱的三跳回路；同时若本保护发单跳命令则重合闸补发三跳命令。

与其他重合闸的配合，

3.3.6 重合闸逻辑



重合闸逻辑方框图

重合闸逻辑框图说明

1、符号说明

TWJA、TWJB、TWJC 分别为 A、B、C 三相的跳闸位置继电器的接点输入；

CQJ1 为单相启动重合闸，包括保护动作单相跳闸启动和单相位置启动两种情况；

CQJ3 为三相启动重合闸，包括保护动作三相跳闸启动和三相位置启动两种情况；

2、若本保护三跳动作、外部其它保护三跳启动重合闸或开关三相 TWJ 动作则闭锁单相启动重合闸(与门 Y3)。

3、关于“合后继”的说明

在现场调试时，若先给保护装置电源，不给操作回路电源时，分相位置接点 TWJA、TWJB、TWJC 无输入，相当于保护判出开关处于合闸位置（实际上开关处于分闸状态），重合闸开始充电，经过 12S 或 20S（由控制字整定）后充电满；若此时再给操作回路电源，则有位置接点 TWJA、TWJB、TWJC 输入，位置启动重合闸会动作，当满足同期条件时经整定重合延时会重合出口，造成一次非预期的开关合闸。

为了解决这种可能出现的非预期合闸，重合闸定值的控制字中增加了关于合闸后继电器是否可用的整定：当操作箱可以提供合后接点时，可整定为“合后继可用”，此时位置启动重合闸若要动作除需满足常规条件外，还需合后继动作，在此种逻辑下上述情况即不会出现非预期的合闸（因合后继条件不满足）；当操作箱提供不了合后继接点时，需整定为“合后继不可用”。

4、关于“单重检三相有压”的说明

当重合闸定值的控制字整定为“单重检三相有压重合”时，单重启动重合后，检查线路三相电压，若三相电压均大于 $0.75U_n$ ，则经单重延时后重合出口。

5、关于同期/无压鉴定的说明

三相重合时，通过控制字整定可选择非同期、检无压、检同期、检无压有压自动转检同期四种方式。

检无压时，当母线三相电压或线路抽取电压小于无压定值时，则检无压条件满足。

检同期时，需接入一路线路抽取电压用作同期角的判别，其相别可任意选择，可任意接入保护装置三路线路电压输入的任一位置，线路抽压的相别和位置由保护装置自动识别；当线路抽取电压和母线电压均大于 $0.75U_n$ 时，检查线路抽取电压同相应相别的母线电压之间的

相位差，若小于整定的同期角，则检同期条件满足。

6、关于两套重合闸配合的说明

若两台装置重合闸同时投入时，本装置重合闸在检测到线路有流时（对应单重方式为启动重合闸相别，对于三重方式为任意一个相别有流），则认为其它重合闸重合，本装置重合闸返回并放电；与 900 系列保护可直接配合，与 11 系列保护配合需注意（11 系列不支持）。

若使用另一台装置的重合闸，本装置重合闸需退出时（但保护不是三跳方式），应当并且只能退出本装置重合闸出口压板，重合闸方式仍然必须置在相应位置，否则重合闸可能会误沟通三跳。

3.12 正常运行程序

3.12.1 交流电压断线

PT 断线检查分为不对称断线识别和三相失压识别两种。在保护未启动时进行，保护启动后只保持启动前的标志。

不对称断线判据为：

$$(1) \quad |U_a + U_b + U_c| > 8V,$$

$$(2) \quad \begin{cases} U_2 > \frac{U_n}{2} \\ I_2 < \frac{I_n}{4} \text{ 或 } I_2 < \frac{I_1}{4} \end{cases}$$

上述两个判据的任意一个满足，持续 1.25 秒后发 PT 断线信号，并报“PT 断线”事件。

三相失压采用以下判据：

当采用母线 PT 时，三相电压绝对值之和小于 $0.5U_n$ ，认为是 PT 三相失压；

当采用线路 PT 时，三相电压绝对值之和小于 $0.5U_n$ ，开关不在跳位（TWJA、TWJB 和 TWJC 不动作），或者某相电流大于 $0.04I_n$ ，认为是 PT 三相失压。

满足上述条件时，置 PT 三相失压标志，持续 1.25s 发 PT 断线信号和 PT 三相失压事件。

无论是 PT 不对称断线还是 PT 三相失压均视为 PT 断线。

PT 断线时，纵联保护和距离保护退出，并退出静稳破坏启动元件。零序电流保护的方向元件是否退出由控制字决定，不带方向元件的各段零序电流保护可以动作。

在距离保护和零序保护模件中，PT 断线时并且保护启动进入故障处理程序时，将根据控制字投入 PT 断线零序电流保护和 PT 断线相电流保护，其定值和延时可独立整定。

PT 断线后若电压恢复正常 0.5 秒后，装置 PT 断线信号灯自动复归，并报告相应的断线/失压消失事件，所有的保护也随之自动恢复正常。

3.12.2 线路抽取电压断线

当重合闸投入且处于三重或综重方式，如果装置整定为重合闸检同期或检无压，则要用到线路抽取电压，当用作同期电压的那路线路抽取电压低于 8V，且任一相有流或者开关在合位时，满足条件持续 10S 报“线路 PT 断线”。

当重合闸投入且处于单重方式，如果装置整定为单重检三相有压，则要用到线路抽取电压，当开关三相均在合闸位置，且任意一路线路抽取电压低于 8V，持续 10S 报“线路 PT 断线”。

如重合闸不投或者不检同期也不检无压时，线路抽取电压可以不接入本装置，装置也不进行线路抽取电压断线的判别。

当装置判定线路抽取电压断线后，重合闸逻辑中检同期和检无压的逻辑判断不进行特殊处理。

线路 PT 断线后若线路电压恢复正常，装置 PT 断线信号灯自动复归，并报“线路 PT 断线消失”事件。

3.12.3 交流电流异常判别

装置上电 2 小时之内，检查交流电流相序的正确性，判据：

- 1) $3I_2 > 0.25I_n$;
- 2) $3I_2 > 4 \times 3I_1$;
- 3) 持续时间一分钟;

上述判据都满足时，报“CT¹⁾反序”事件，发呼唤，不闭锁保护。

在最大相间电流差大于最大相电流的 50%且最大电流相大于额定电流的 25%时，延时 10 分钟报“负载不对称”。发呼唤，不闭锁保护。

零序电流 $3I_0$ 大于零序电流启动定值，持续 10 秒后报“CT 不平衡”，并且闭锁零序电流启动元件。当零序电流返回 1 秒后，保护也立即恢复正常。

3.13 信息记录和分析

PSL 600 系列数字式线路保护具备故障录波功能。可记录的模拟量为 I_a 、 I_b 、 I_c 、 $3I_0$ 、 U_a 、 U_b 、 U_c 、 $3U_0$ 、 U_{xa} 、 U_{xb} 、 U_{xc} ，具体记录的模拟量取决于装置接入的模拟量。可记录的

CT 为电流互感器 TA

状态量为断路器位置、保护跳闸合闸命令，还可以记录纵联保护的收信输入状态和停发信控制状态。本装置不外接 3U0，3U0 由三相电压相加产生，为方便分析，自产的 3U0 也记录。

为避免因系统扰动使保护频繁启动导致存储不需要的数据，PSL 600 系列数字式线路保护录波数据仅当线路阻抗进入阻抗辅助段内或零序Ⅳ段内时，才存入 FLASH 存储器中(掉电保持)，否则，数据只保存在 RAM 中(掉电不保持)。

可记录的录波报告为 12 至 48 个(根据各次故障的复杂程度而不同，通常为 30 次左右)，记录的事件不少于 1000 条。记录的报告或事件可被 PC 机读取。

除记录系统扰动数据外，PSL 600 还记录状态输入量变位事件、装置告警事件等。

在本装置动作跳闸时，PSL 600 由距离保护给出故障类型和测距结果。

PSL 600 系列数字式线路保护记录动作时的录波、事件、定值和保护详细的动作过程(标志集)，可通过本公司提供的免费调试/分析软件 PSView 读取、分析和保存。PSView 调试/分析软件既可以实时读取保护发送的事件，也可以读取装置中记录的历史信息，并且，在使用时不影响保护的正常运行。

3.14 与变电站自动化系统配合

本装置可用于自动化变电站也可用于非自动化变电站。

可由装置的键盘设置成“硬压板方式”，装置的运行方式由外部压板投退；也可由装置的键盘设置成“软压板方式”，装置的压板可由监控系统遥控投退“软压板”控制。

3.15 打印及显示信息一览表

附表 2-1: PSL 601(A) 数字式线路保护事件信息一览表:

事件名称	事件所带参数	备注(原因等)
高频保护启动		
高频保护整组复归		
高频保护 A 跳出口		
高频保护 B 跳出口		
高频保护 C 跳出口		
高频保护三跳出口		
高频保护永跳出口		
高频保护单跳失败		单跳令发出 250 毫秒后, 电流仍不消失。
高频保护三跳失败		三跳令发出 250 毫秒后, 电流仍不消失。
高频保护永跳失败		永跳 5 秒后, 电流仍不消失。
高频永跳失败返回		
高频过负荷告警		
过负荷告警返回		
高频长期不能复归		阻抗在距离纵联阻抗定值内持续 1 分钟不返回。
高频通道异常		
高频通道异常恢复		
高频 TWJ 异常		三个分相的 TWJ 不一致或有电流且对应相 TWJ 动作, 持续 30 秒
高频 TWJ 异常恢复		
距离零序保护启动		
距离零序保护复归		
相间距离 I 段动作	跳闸回路的阻抗	
相间距离 II 段动作		
相间距离 III 段动作	跳闸回路的阻抗	
接地距离 I 段动作		
接地距离 II 段动作		
接地距离 III 段动作		
距离重合加速动作		
距离手合加速动作		
零序 I 段动作	零序电流	
零序 II 段动作		
零序 III 段动作		
零序 IV 段动作		
零序加速段动作		
PT 断线零序段动作		

(续) 附表 2-1: PSL 601(A) 数字式线路保护事件信息一览表:

事件名称	事件所带参数	备注(原因等)
PT 断线相过流动作	最大相电流	
保护 A 相单跳出口		CPU2 的距离或零序保护动作
保护 B 相单跳出口		
保护 C 相单跳出口		
保护三跳出口		
保护永跳出口		
保护单跳出口失败		单跳令发出 250 毫秒后, 电流仍不消失。
保护三跳出口失败		三跳令发出 250 毫秒后, 电流仍不消失。
保护永跳出口失败		永跳 5 秒后, 电流仍不消失。永跳失败后保护整组复归并闭锁零序辅助启动和静稳破坏检测。
永跳出口失败返回		永跳失败后, 保护检测到电流消失发永跳失败返回事件, 不再闭锁零序辅助启动和静稳破坏检测。
无选相后备跳闸		
单相运行后备跳闸		
距离过负荷告警		距离保护在偏移阻抗Ⅲ段内持续 30 秒不返回
过负荷告警返回		过负荷告警后, 偏移阻抗Ⅲ段返回
故障类型和测距	故障类型和故障点距离	
测距阻抗值	用于测距的回路阻抗值	
跳位继电器异常		TWJ 动作且该相有电流, 持续 30 秒
跳位继异常返回		
保护长期不能复归		距离保护在阻抗辅助段内持续 1 分钟不返回。过负荷或者阻抗Ⅲ段及电阻定值整定得太大。
综重电流启动		
综重电流复归		
综重重合闸启动		
综重重合闸复归		
综重合闸出口		
综重沟通三跳		
综重永跳出口		
综重低气压开入		
综重三跳失败		三跳令发出 250 毫秒后, 电流仍不消失。
综重永跳失败		永跳 5 秒后, 电流仍不消失。
综重永跳失败返回		
综重低气压消失		

附表 2-2: PSL 601(A) 数字式线路保护告警事件信息一览表:

事件名称	装置反应	处理措施	备注
装置上电			
RAM 错误	告警、呼唤、闭锁保护	停机检修	
EPROM 错误	告警、呼唤、闭锁保护	停机检修	
闪存错误	呼唤	停机检修	
EEPROM 错误	告警、呼唤、闭锁保护	停机检修	
开出异常	告警、呼唤、闭锁保护	停机检修	
AD 错误	告警、呼唤、闭锁保护	停机检修	
零漂超限	告警、呼唤、闭锁保护	停机检修	
内部电源偏低	呼唤	停机检修	
定值区无效	告警、呼唤、闭锁保护	切换到有效定值区	无有效定值区则输入正确定值
定值校验错误	告警、呼唤、闭锁保护	重新输入正确定值	
PT 断线	PT 断线灯亮、呼唤	检修 PT 回路	
PT 三相失压	PT 断线灯亮、呼唤	检修 PT 回路	
PT 反序	呼唤	检修 PT 回路	
CT 不平衡	呼唤	检修 CT 回路	
CT 反序	呼唤	检修 CT 回路	
负载不对称	呼唤		

图 4.1.2.1 是装置的正面面板布置图。

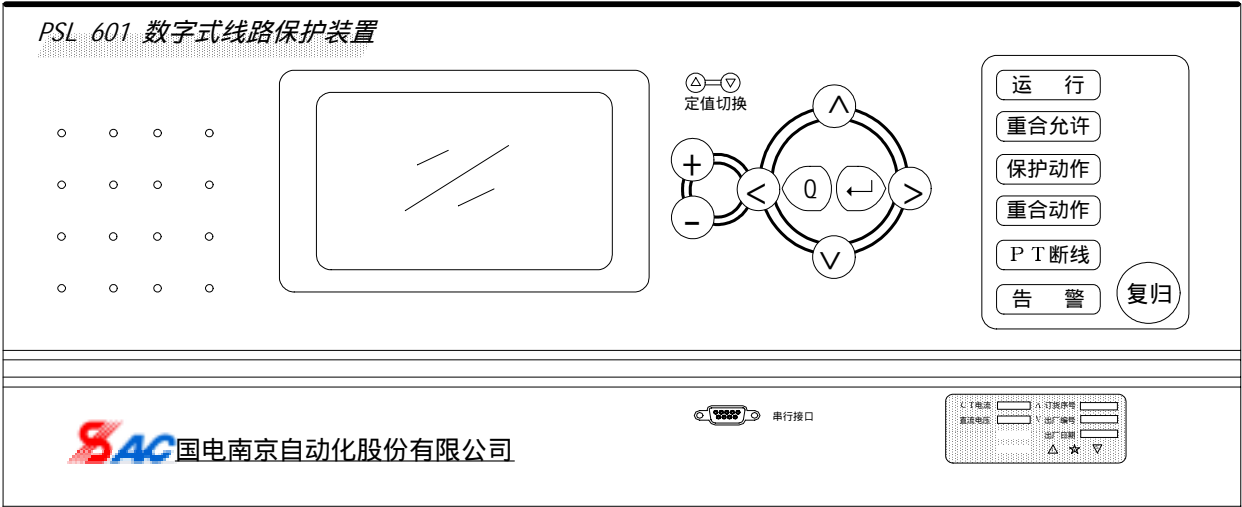


图 4.1.2.1 面板布置图

图 4.1.2.2 是装置的背面面板布置图。

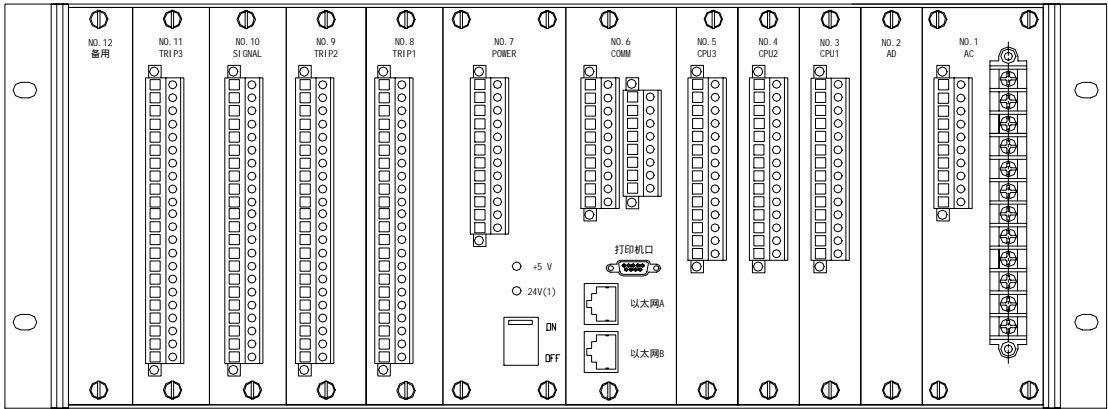
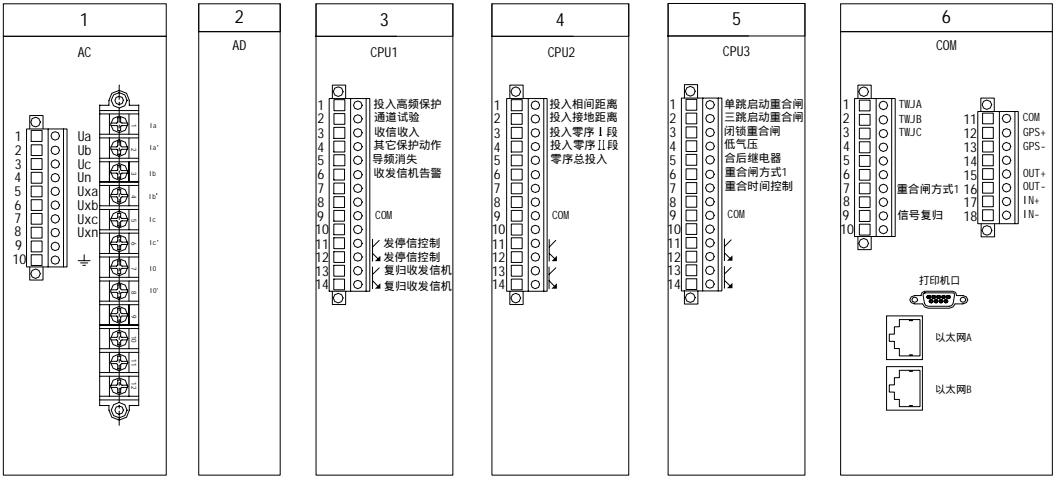


图 4.1.2.2 端子布置图（背视）

4.1.3 装置接线端子

图 4.1.3.1 为端子定义图。



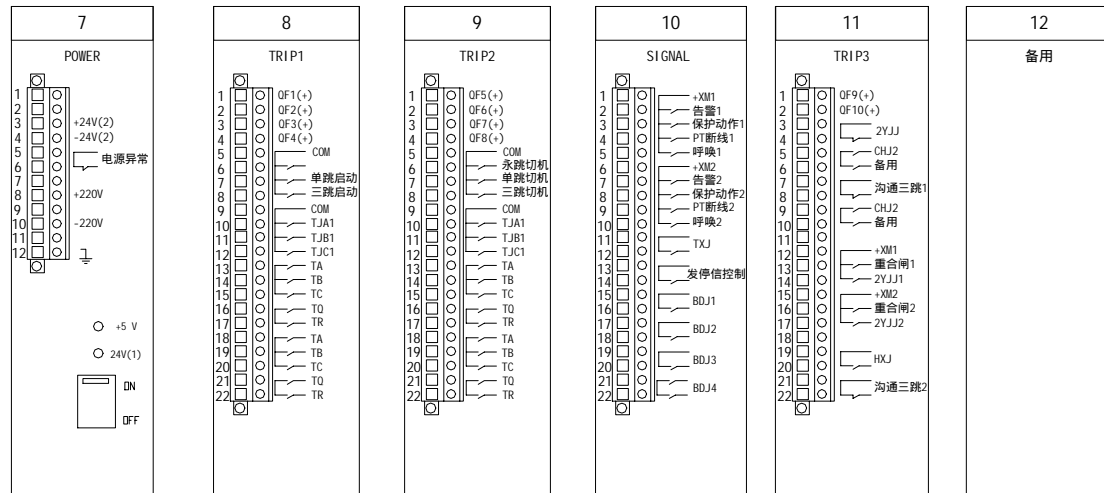
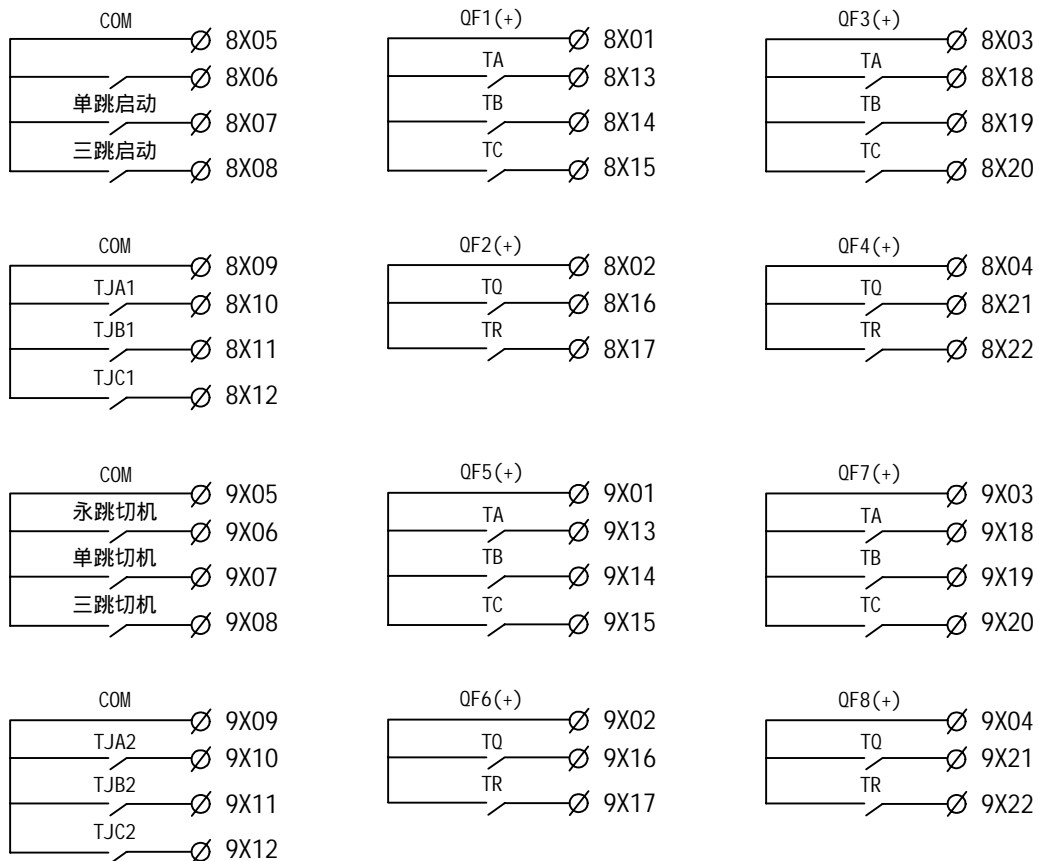


图 4.1.3.1 端子定义图（背视）

4.1.4 输出接点

输出接点如图 4.1.4.1 所示。



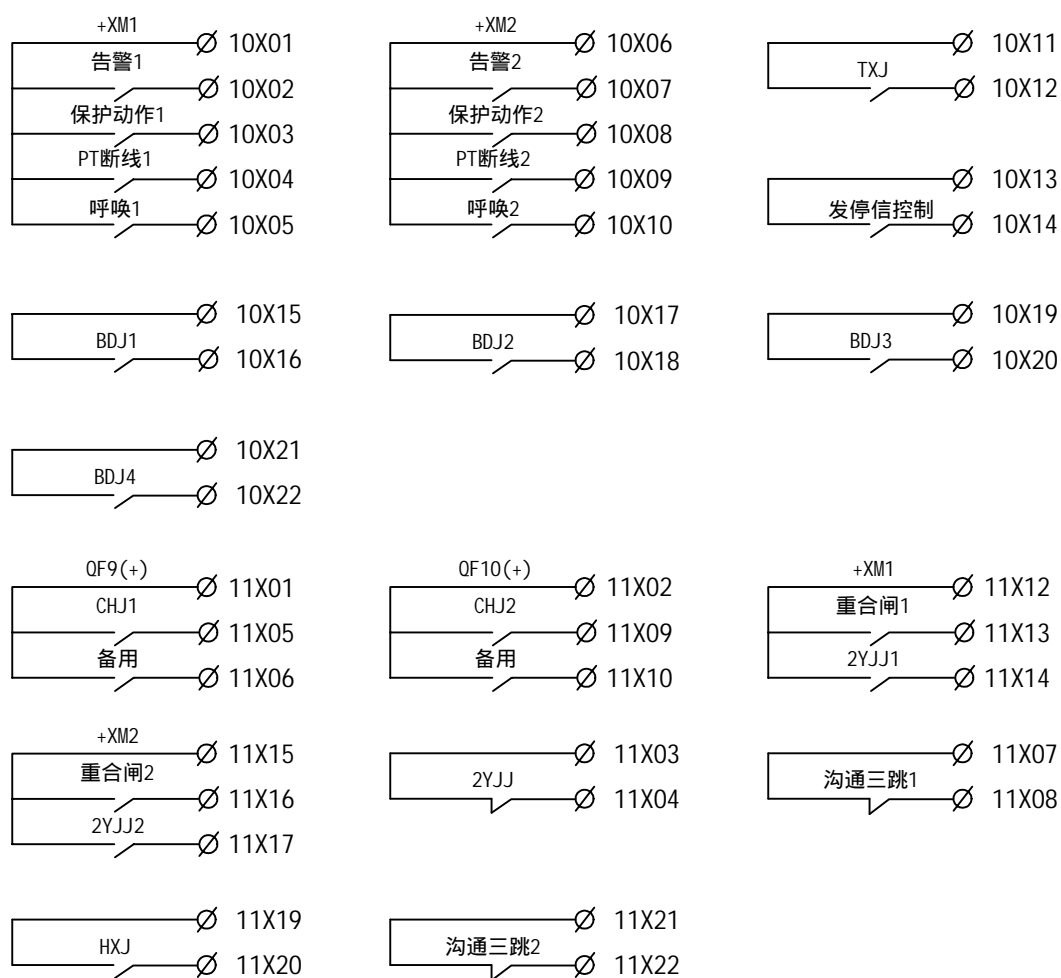


图 4.1.4.1 输出接点图

4.1.5 结构与安装

装置采用 4U 标准机箱,用嵌入式安装于屏上。机箱结构和屏面开孔尺寸分别见图 4.1.5.1、图 4.1.5.2。

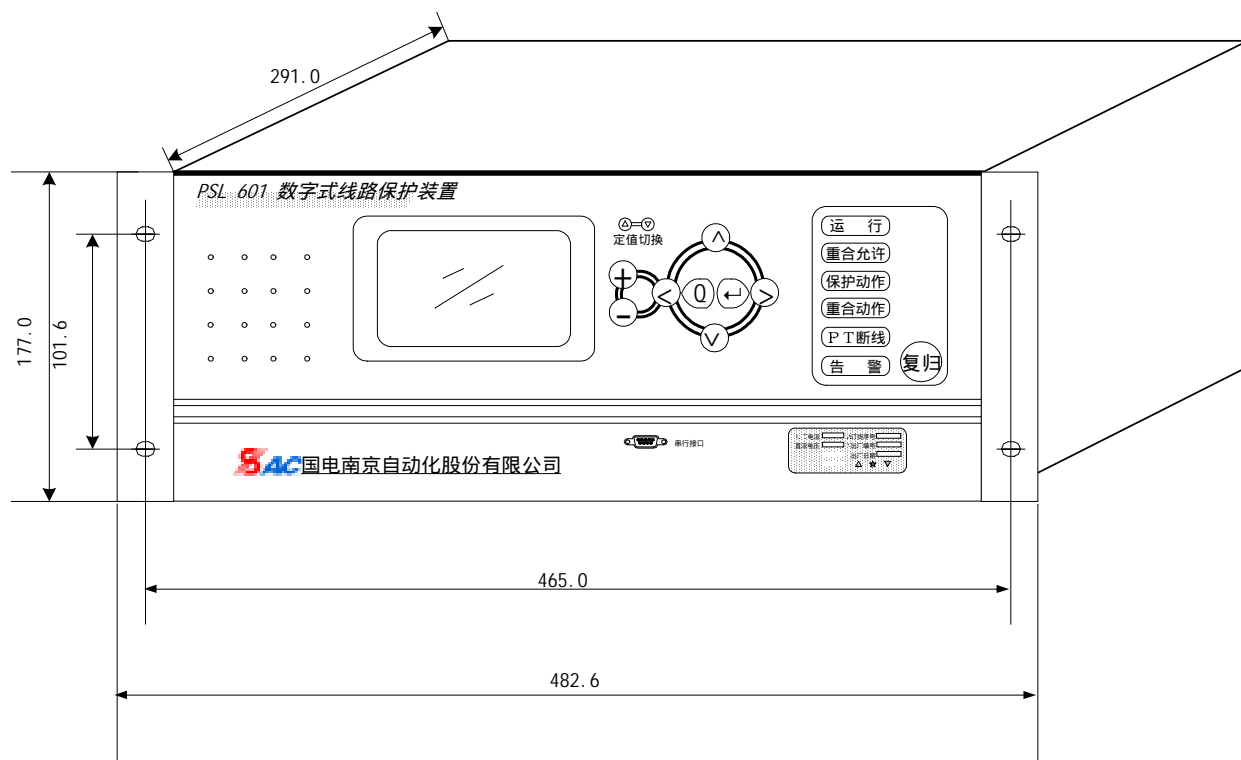


图 4.1.5.1 机箱结构图

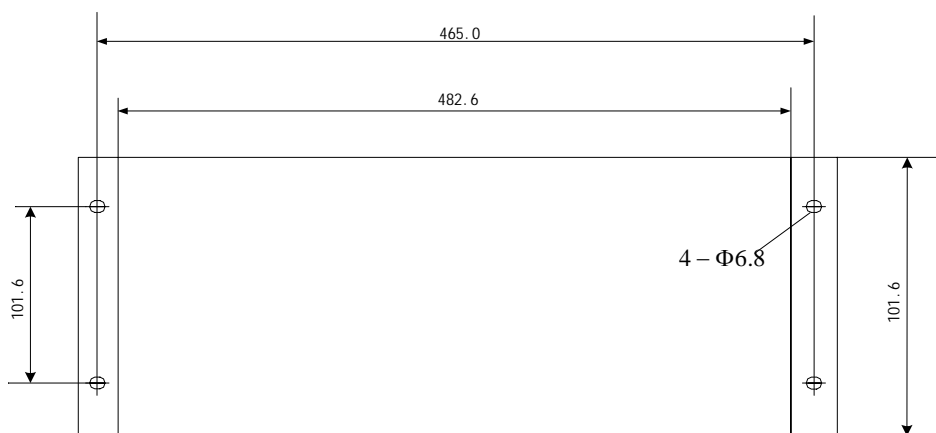


图 4.1.5.2 屏面开孔图

4.1.6 各插件原理说明

组成装置的插件有：交流模件（AC）、AD 模件（AD）、保护模件（CPU1、CPU2、CPU3）、COM 模件（COM）、电源模件（POWER）、跳闸出口模件（TRIP1、TRIP2）、信号模件（SIGNAL）、重合闸出口模件（TRIP3）、人机对话模件（MMI）。

具体硬件模块图见图 4.1.6.1。

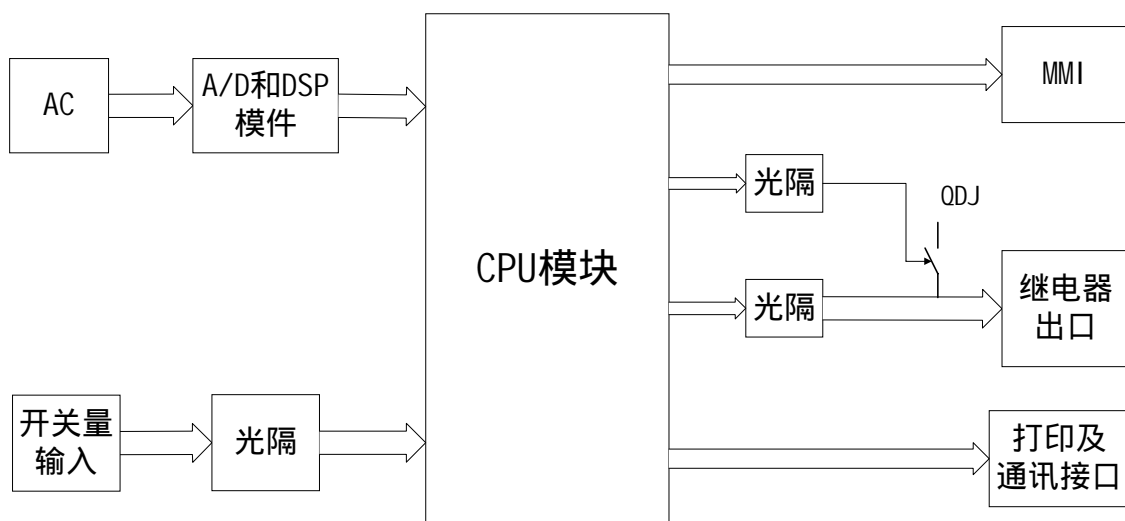


图 4.1.6.1 硬件模块图

4.1.6.1 交流模件（AC）

从装置的背面看，第一个插件为交流模件，如图 4.6.2 所示：

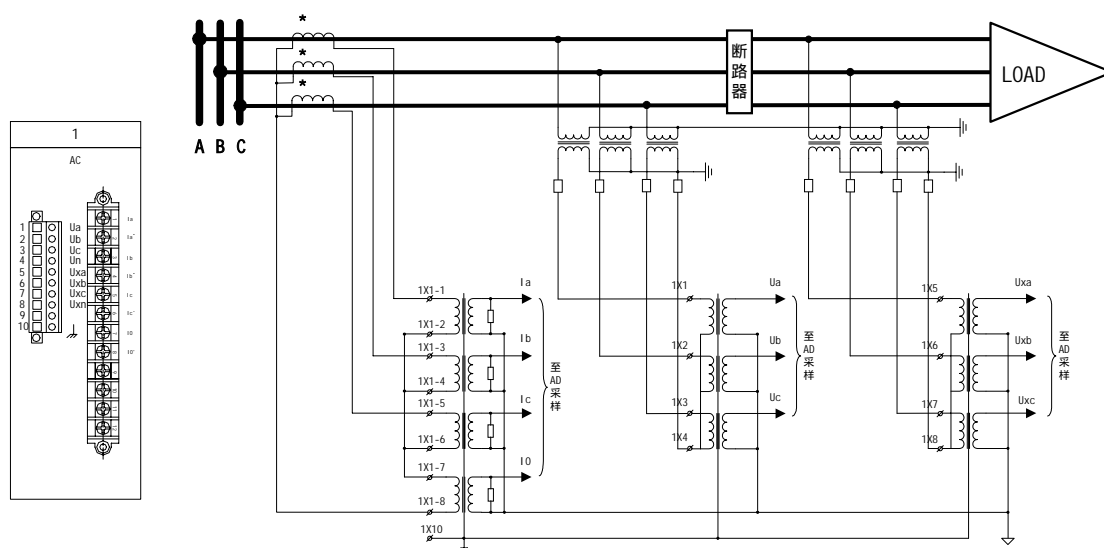


图 4.1.6.2 交流模件与系统接线图

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 $40 I_N$ 。

U_A 、 U_B 、 U_C 为三相电压输入，额定电压为 $100/\sqrt{3}V$ ， $3U_0$ 由装置内部自产。

U_{XA} 、 U_{XB} 、 U_{XC} 为三相线路抽取电压输入，当单重检三相有压时，要接三相，常用方式检无压或检同期只要接一个即可，接在任意一个线路抽取电压输入都可，同期电压的额定值、相别和极性，重合闸能够自适应。

1X10 端子为装置的机壳地，应将该端子接至接地铜排。

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，投运前调试时注意检查。

4.1.6.2 AD 模件 (AD)

本模件通过 AD 采样回路完成模拟量数据转换为数字量数据功能，本模件采用 16 位精度 AD，采样频率为 1K/S，在采样之前的滤波回路可滤除高次谐波以减少对保护的影响。

4.1.6.3 保护模件 (CPU1、CPU2、CPU3)

保护模件完成保护算法处理功能，本模件为国内最先采用 32 位高性能设计，在辅助完善的自检功能，为保护运算提供高可靠、高速度的支持。在硬件上，三块 CPU 模件完全一样；在软件上，功能相互独立，其中 CPU1 完成高频保护功能，CPU2 为后备距离保护，CPU3 为重合闸功能模件。具体开入量接法见电源模件接线示意图。

每个 CPU 模件单独有启动元件，而且启动门坎应该整定成一致。起动后开放出口继电器的负电源。同时保护装置的启动回路可以选择“三取二”功能、也可以取消“三取二”功能，相应地通过选择背板上的跳线来完成，见 3.2.2 节。对于 PSL 600 系列保护装置，我们建议取消“三取二”功能。

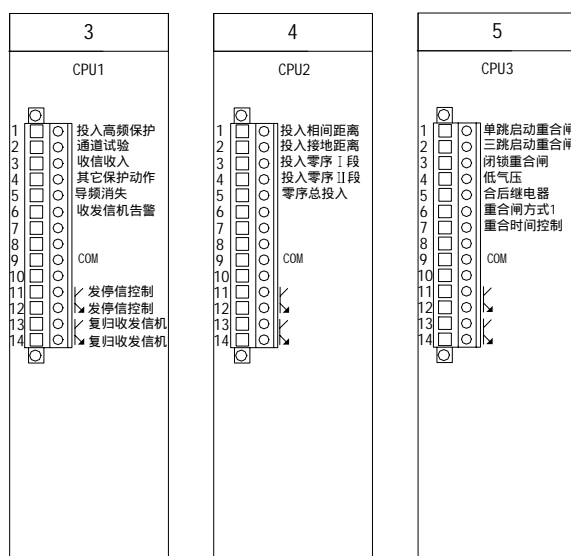


图 4.1.6.3 CPU 模件端子定义及接线图

CPU1 高频保护模件端子定义：

3X01 端子：投入高频保护，接外部硬压板完成高频保护投入控制。

3X02 端子：通道试验，接通道试验按钮启动通道试验功能。

3X03 端子：收信收入，接收发信机信号输出端子。

3X04 端子：其他保护动作，接母差保护动作接点或操作箱的三跳接点。

3X05 端子：导频消失，允许式通道逻辑时，复用载波机的导频、调频信号均没有时输出导频消失信号给保护

3X06 端子：收发信机告警，接收发信机告警信号输出端子。

3X09 端子：COM，开入量公共地。

3X11～3X12 端子：发停信控制，用于启动收发信机发信回路。PS600 系列保护采用单接点控制收发信机方式，

3X13～3X14 端子：复归收发信机，用作装置自动进行通道试验后 30 秒复归收发信机信号。

CPU2 后备距离保护模件端子定义：

4X01 端子：投入相间距离，接外部相间距离硬压板。

4X02 端子：投入接地距离，接外部接地距离硬压板。

4X03 端子：投入零序Ⅰ段，接外部零序Ⅰ段硬压板，必须在“零序总投入”压板投入后才起作用。

4X04 端子：投入零序Ⅱ段，接外部零序Ⅱ段硬压板，必须在“零序总投入”压板投入后才起作用。

4X05 端子：零序总投入，接外部零序总投硬压板，当此压板投入后零序Ⅲ段和零序Ⅳ段功能投入，零序Ⅰ段和零序Ⅱ段还需相应压板投入。

4X09 端子：COM，开入量公共地。

CPU3 重合闸模件端子定义：

5X01 端子：单跳启动重合闸，用于接入其他保护装置的跳闸开入；

5X02 端子：三跳启动重合闸，用于接入其他保护装置的三相跳闸开入；

5X03 端子：闭锁重合闸，此开入有效则重合闸瞬时放电，同时沟通三跳。

5X04 端子：低气压，此开入有效，则 200ms 内若重合闸没有启动则放电；

5X05 端子：合后继开入，注意事项详见重合闸逻辑框图说明部分；

5X06 端子：重合闸方式 1，用于和 6X07 端子重合闸方式 2 配合选择重合方式；

5X07 端子：重合时间控制，用于重合时间长短延时的选择，此开入有效则为短延时。

4.1.6.4 COM 模件 (COM)

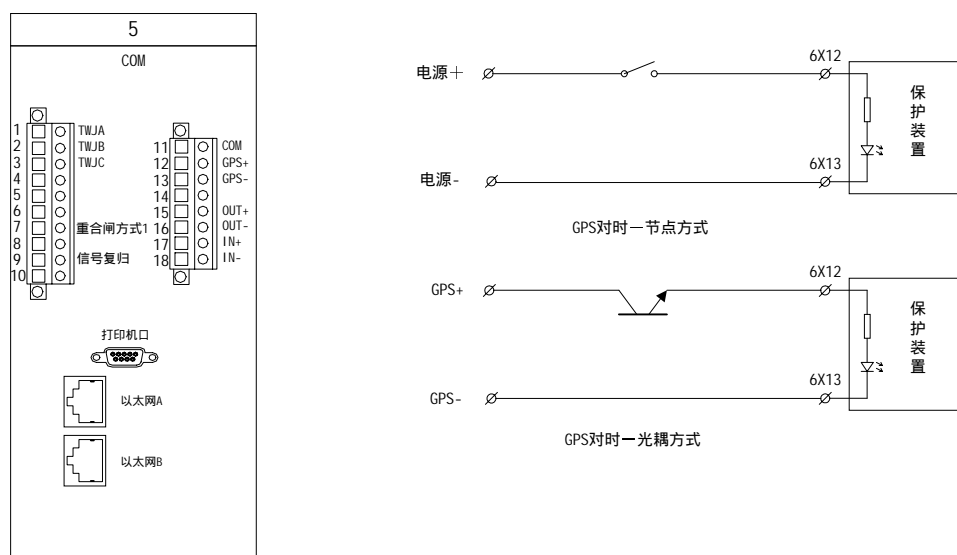


图 4.1.6.4 COM 模件定义及 GPS 对时接线图

COM 模件完成公共的开入量接入、打印和接入监控系统的功能。同时提供一个 RS-485 口，两个以太网口，一个打印口(RS-232)供选择，传输规约为 IEC60870—5—103 和 94 规约两种供用户选择。

COM 模件端子定义：

6X01 端子：TWJA, 输入断路器 A 相位置信号。

6X02 端子：TWJB, 输入断路器 B 相位置信号。

6X03 端子：TWJC, 输入断路器 C 相位置信号。

6X07 端子：重合闸方式 2，重合闸方式选择开入之一，和重合闸模件上的 5X06 端子组合完成重合闸方式选择

端子	定义	单重	三重	综重	停用
5X06	重合闸方式 1	0	0	1	1
6X07	重合闸方式 2	0	1	0	1

6X09 端子：信号复归，用于复归保护动作后自保持的信号。

6X11 端子：COM，开入量公共地。

6X12~6X13 端子：GPS 脉冲对时接入，6X12 为内部光耦的正极性端，6X13 为内部光耦的负极性端。

6X15~6X18 端子：为 RS-485 差分信号线。

以太网口 A，接入监控系统的以太网中，单监控系统的以太网络为双网结构时，接入 A 子网络中；

以太网口 B，单监控系统的以太网络为双网结构时，接入 B 子网络中。

4.1.6.5 电源模块（POWER）

保护装置的电源从 8X08 端子（直流电源+220V/+110V 端）、8X10 端子（直流电源-220V/-110V 端）经滤波器、背板电源开关至内部电源模块，输出+5V、+24V 给保护装置其它插件供电；另外经 8X03、8X04 端子输出一组 24V(2)电源，其中 8X03 端子为+24V(2)，8X04 端子为-24V(2)。另外经 8X05、8X06 端子输出一付电源消失告警常闭输出接点，当电源消失后接点闭合输出信号，正常有电源是接点是打开的。

输入电源的额定电压有 220V 和 110V 两种，订货时请注明，投运调试前请检查所提供电源插件的额定输入电压是否与控制电源电压相同，电源输入连接如图 4.1.6.5（A）。

电源 24V（2）的连接说明：电源插件输出-24V(2)（8X04 端子），经外部连线直接接至 CPU 插件或 COM 模件的 COM 端子；输出 24V(2)（8X03 端子）接至屏上开入公共端子。当开入为空节点方式且为本保护装置提供电源时，开入量的接法如图 4.1.6.5（B）；当开入不是空节点而是 48V 或 220V 高电平量时，开入量必须通过光耦转换再接入如图 4.1.6.5（C）

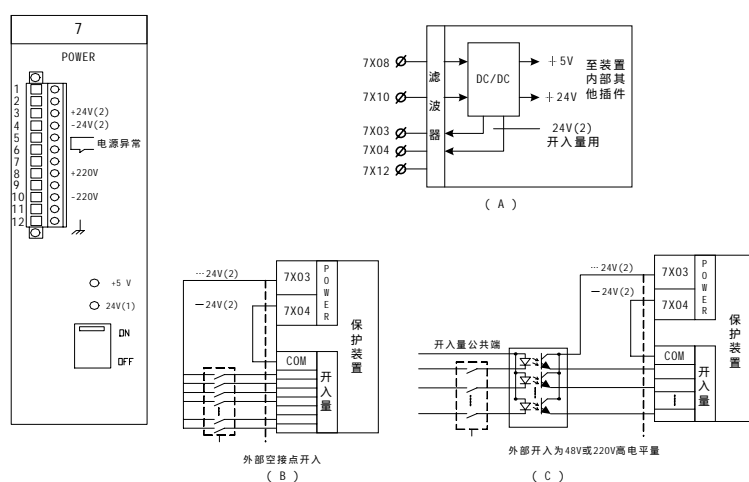


图 4.1.6.5 电源模块原理及输入接线图

4.1.6.6 保护出口模块（TRIP1, TRIP2）

TRIP1、TRIP2 两个模件的硬件完全一致，提供继电器动作空接点，且均为瞬时动作瞬时返回接点，如下图所示：

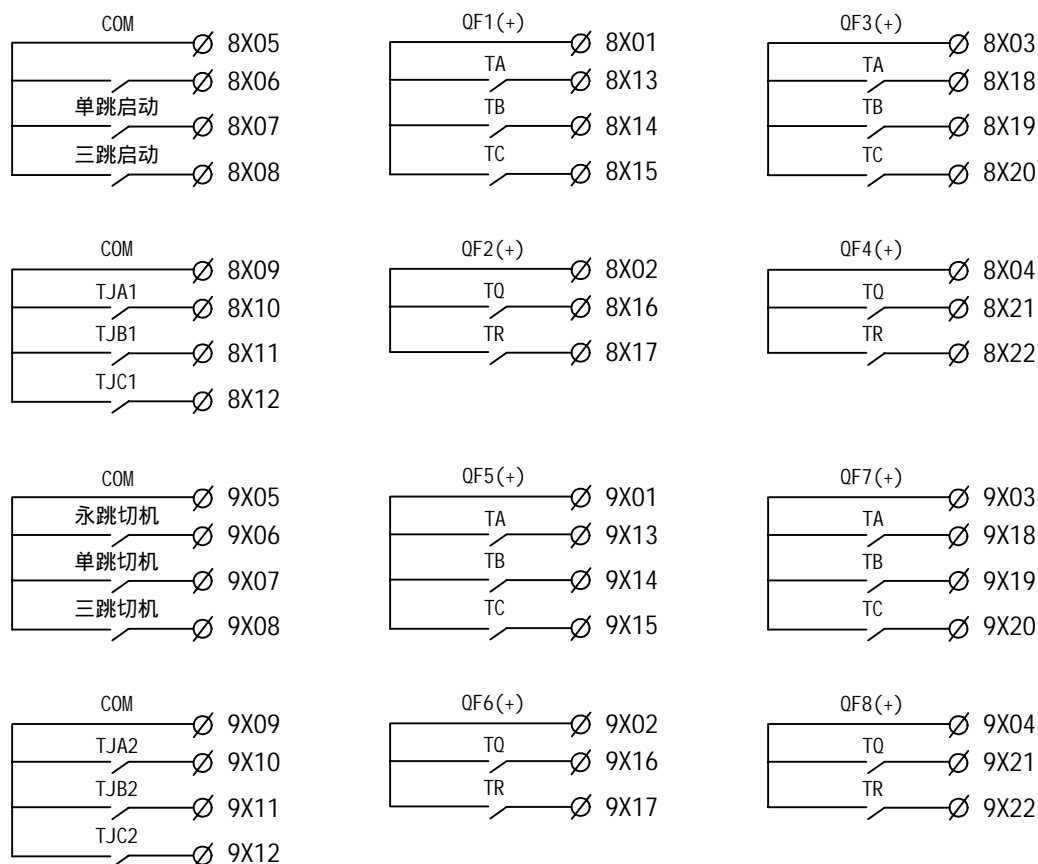


图 4.1.6.6 保护出口模件接点输出图

其中，8X07 单跳启动信号用于单跳启动重合闸信号，为 ABC 三相跳闸信号或门输出，9X07 单跳切机信号也为 ABC 三相跳闸信号或门输出；8X08 三跳启动信号用于三跳启动重合闸信号，为 ABC 三相跳闸信号与门输出，9X08 三跳切机信号也为 ABC 三相跳闸信号或门输出；9X06 永跳切机为保护永跳输出从动接点。

TJA1、TJA2、TA、TJB1、TJB2、TB、TJC1、TJC2、TC 接点分别为保护单相跳闸信号，保护动作返回该继电器也返回，TQ 为保护三跳输出，TR 为保护永跳输出用于输出闭锁重合闸。

4.1.6.7 信号模件 (SIGNAL)

SIGNAL 模件提供保护动作信号给中央控制信号。端子如下图：

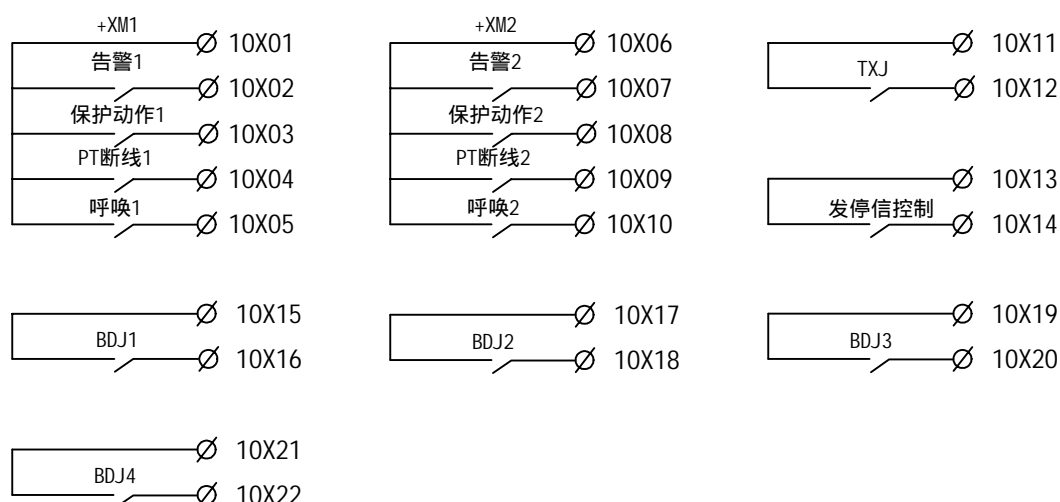


图 4.1.6.7 信号模块接点输出图

其中，端子 10X02 表示的告警 1 信号、10X07 表示的告警 2 信号为装置故障告警输出，为电保持接点，装置掉电才能复归；端子 10X03 表示的保护动作 1 信号（为磁保持接点，通过复归键复归）、10X08 表示的保护动作 2 信号（瞬动瞬返接点）为保护动作出口输出。

端子 10X04 表示的 PT 断线 1 信号、端子 10X09 表示的 PT 断线 2 信号、端子 10X05 表示的呼唤 1 信号、端子 10X10 表示的呼唤 2 信号为瞬时动作瞬时返回信号。

端子 10X11~10X12 表示的 TXJ（保护动作信号）输出为瞬时动作瞬时返回接点。

端子 10X13~10X14 表示的发停信控制接点输出为瞬时动作瞬时返回接点。

端子 10X15~10X16 表示的 BDJ1（保护动作信号 1）输出为瞬时动作瞬时返回接点。

端子 10X17~10X18 表示的 BDJ2（保护动作信号 2）输出为瞬时动作瞬时返回接点。

端子 10X19~10X20 表示的 BDJ3（保护动作信号 3）输出为瞬时动作瞬时返回接点。

端子 10X21~10X22 表示的 BDJ4（保护动作信号 4）输出为瞬时动作瞬时返回接点。

4.1.6.8 重合闸出口模件（TRIP3）

重合闸出口模件输出接点如下图所示：

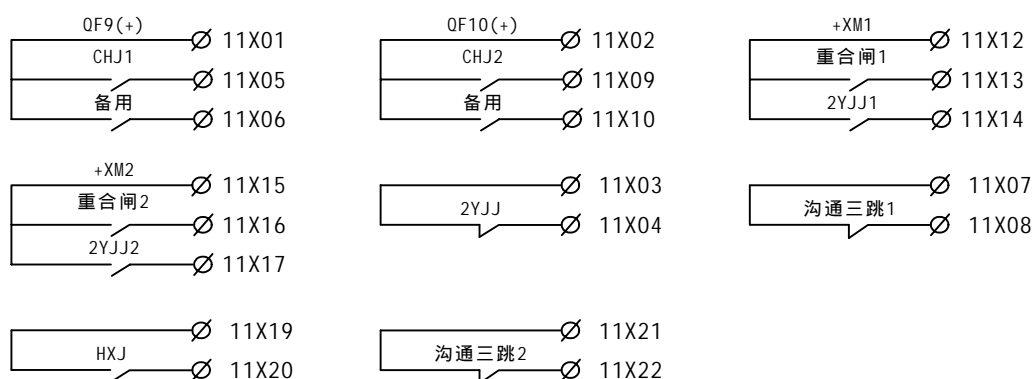


图 4.1.6.8 TRIP3 模件接点输出图

端子 11X05 表示的 CHJ1（重合闸出口 1）信号、端子 11X09 表示的 CHJ2（重合闸出口 2）经闭锁 24V 出口用于接至操作箱。

端子 11X13 表示的重合闸 1 信号(为磁保持接点)、端子 11X16 表示的重合闸 2 信号接至中央控制信号；端子 11X19~11X20 端子表示的 HXJ 为重合闸动作信号接至中央控制信号。

端子 11X14 表示的 2YJJ1 信号、端子 11X17 表示的 2YJJ2 信号为接至中央控制信号，端子 11X03~11X04 表示的 2YJJ 接点也为断路器压力低输出，只是它为常闭接点。

端子 11X07~11X08 表示的沟通三跳 1 信号、11X21~11X22 表示的沟通三跳 2 信号为重合闸沟通三跳输出，均为常闭接点。

4.1.6.9 人机对话模件（MMI）

本模件处理人机对话部分，完成液晶显示、键盘操作和打印功能。由于采用大液晶、全汉化显示使得用户操作变得非常的简单。

4.2 PSL 601A 硬件使用说明

4.2.1 PSL 601A 装置整体结构

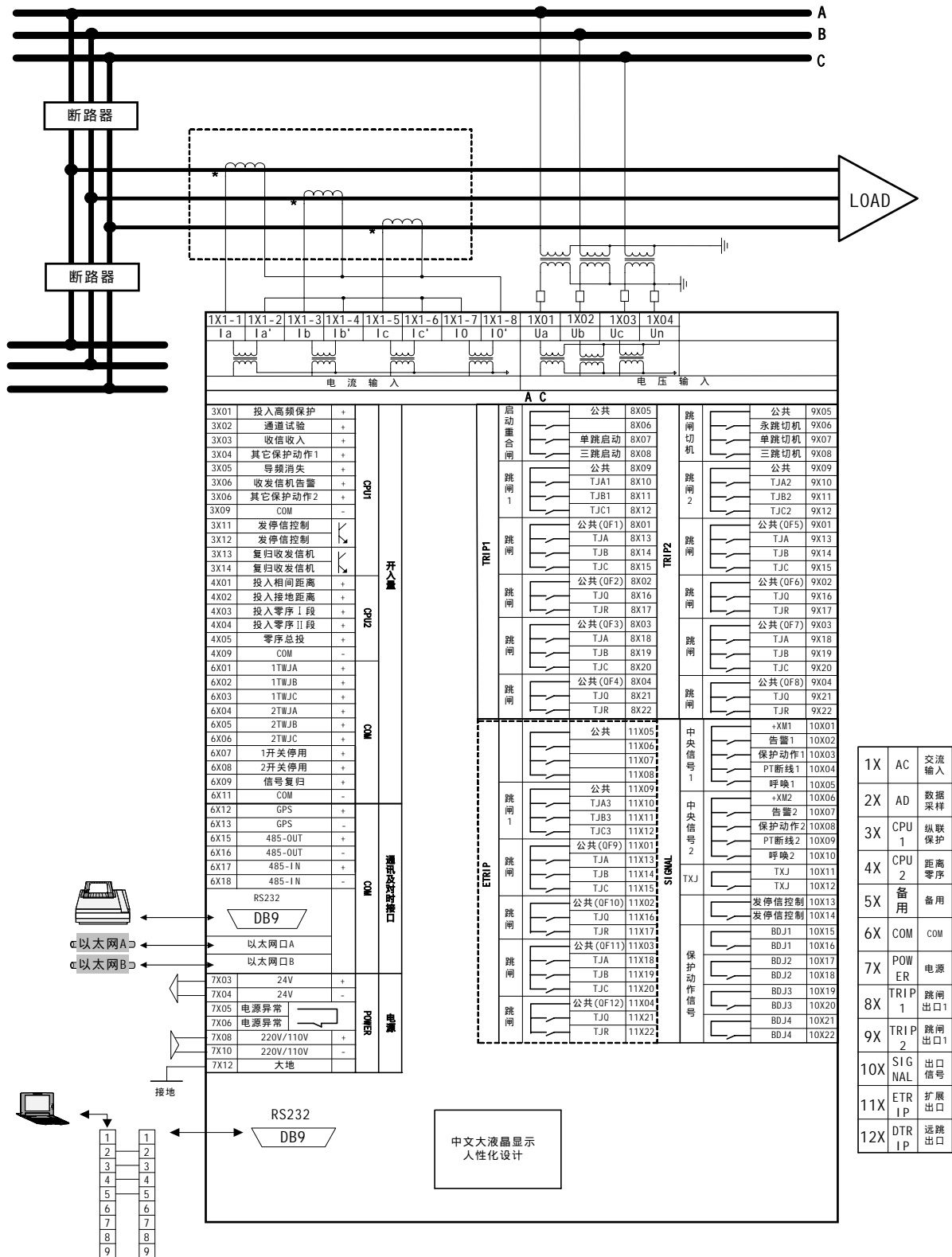


图 4.2.1 PSL 601A 装置整体结构

4.2.2 PSL 601A 装置面板布置

图 4.2.2.1 是装置的正面面板布置图。

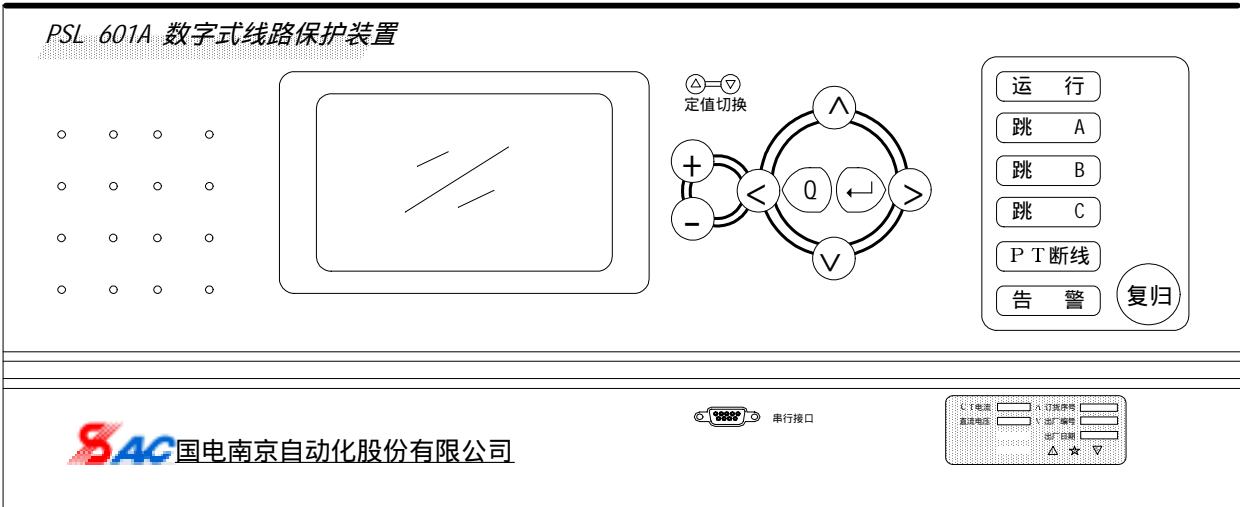


图 4.2.2.1 PSL 601A 面板布置图

图 4.2.2.2 是装置的背面面板布置图。

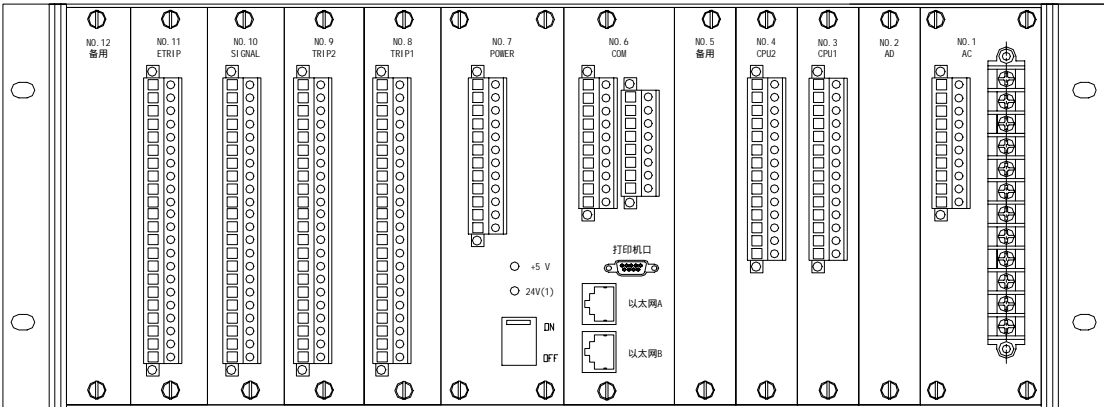
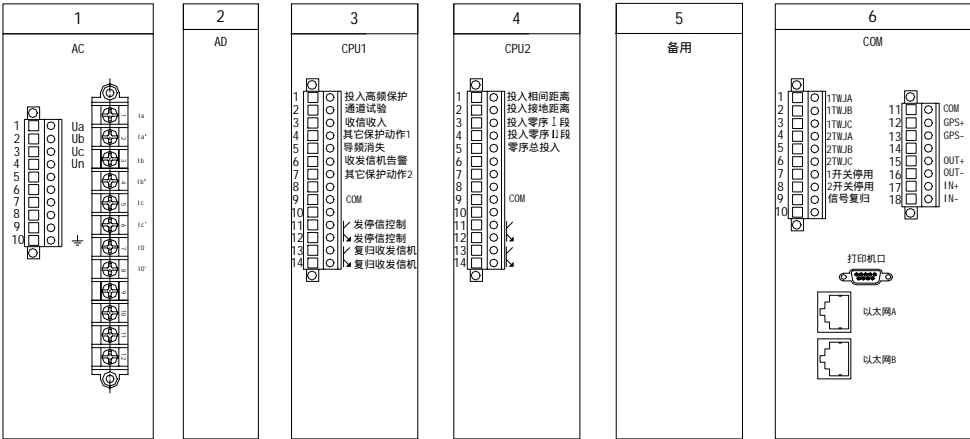


图 4.2.2.2 PSL 601A 端子布置图（背视）

4.2.3 PSL 601A 装置接线端子

图 4.2.3.1 为端子定义图。



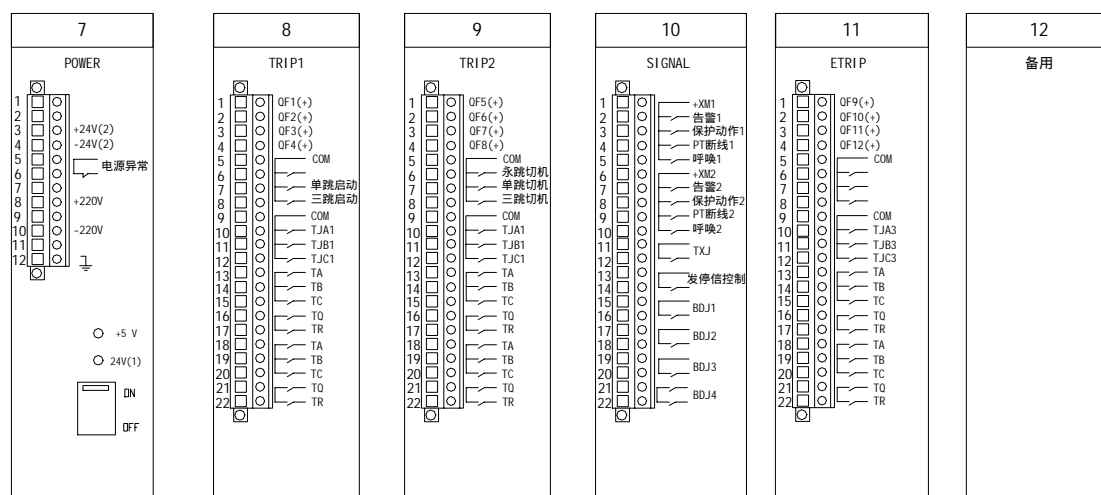
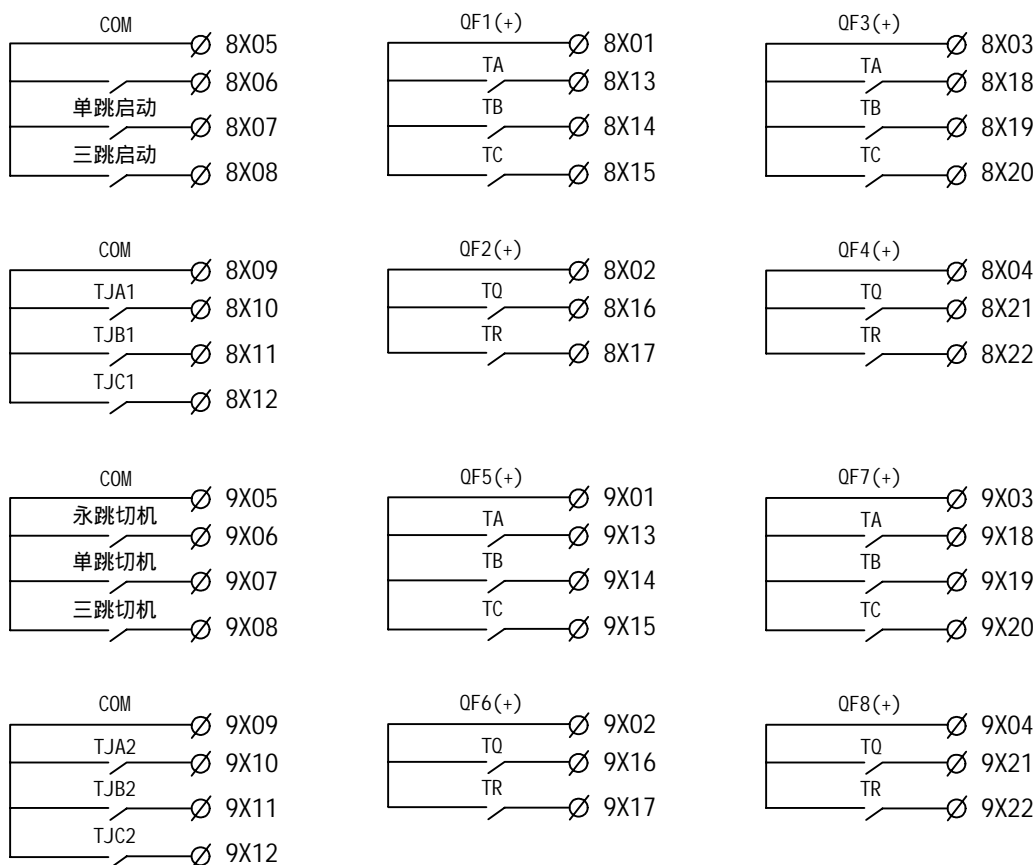


图 4.2.3.1 PSL 601A 端子定义图（背视）

4.2.4 PSL 601A 输出接点

输出接点如图 4.2.4 所示。



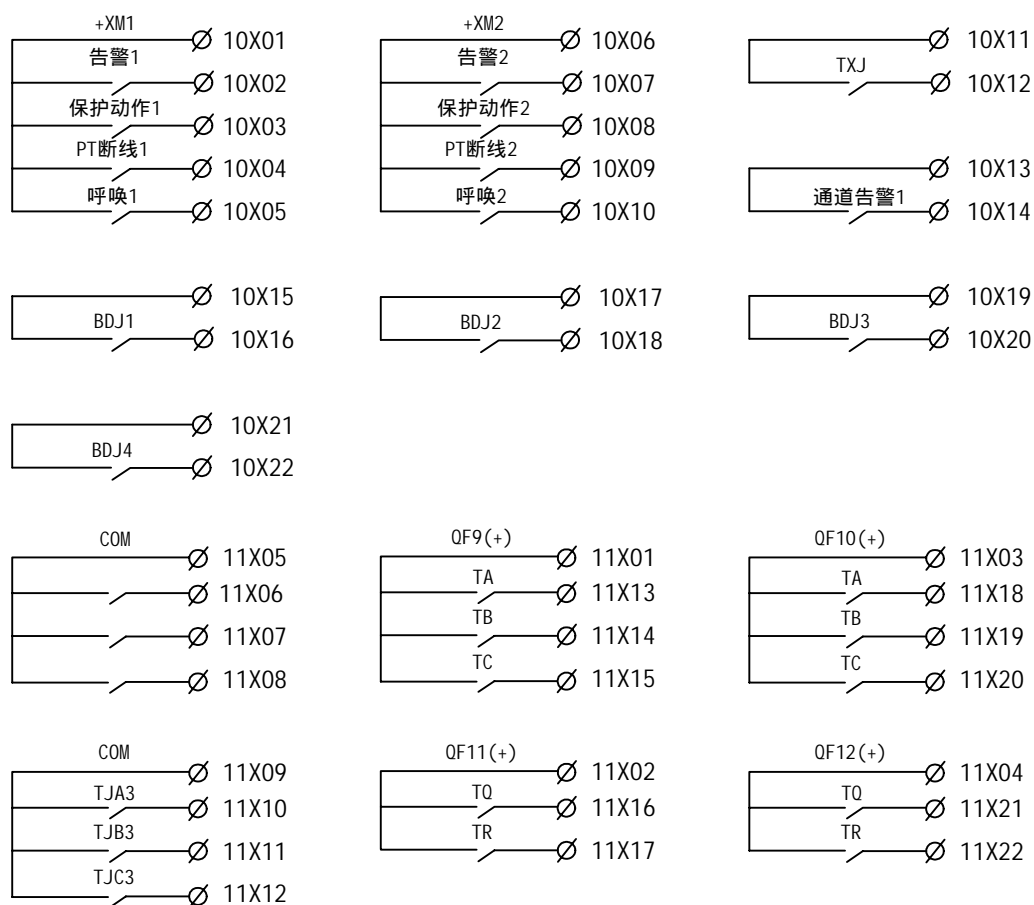


图 4.2.4 PSL 601A 输出接点图

4.2.5 PSL 601A 结构与安装

同 PSL 601 装置

4.2.6 PSL 601A 各插件原理说明

和 PSL 601 保护装置相比，PSL 601A 保护装置不带重合闸模块（CPU3），相应地也没有重合闸出口模块（TRIP3），另外 PSL 601A 应用于 $\frac{3}{2}$ 接线，开入量的定义和 PSL 601 保护装置有所不同。当标准配置出口不够时，可增加一块扩展出口模块（ETRIP），其他同 PSL 601 保护装置。

4.2.6.1 PSL 601A 交流模块（AC）

同 PSL 601 保护装置

4.2.6.2 PSL 601A AD 模块（AD）

同 PSL 601 保护装置

4.2.6.3 PSL 601A 保护模块（CPU1、CPU2）

PSL 601A 应用于 $\frac{3}{2}$ 接线，保护在处理断路器位置时需要两个断路器位置组合结果，除此

之外保护算法和逻辑均同 PSL 601。

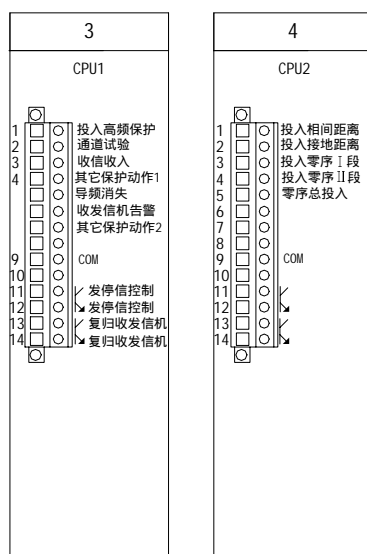


图 4.2.6.1 CPU 模件端子定义及接线图

CPU1 高频保护模件端子定义：

3X01 端子：投入高频保护，接外部硬压板完成高频保护投入控制。

3X02 端子：通道试验，接通道试验按钮启动通道试验功能。

3X03 端子：收信收入，接收发信机信号输出端子。

3X04 端子：其他保护动作 1，接开关 1 的其它保护动作信号。

3X05 端子：导频消失，允许式通道逻辑时，复用载波机的导频、调频信号均没有时输出导频消失信号给保护。

3X06 端子：收发信机告警，接收发信机告警信号输出端子。

3X07 端子：其他保护动作 2，接开关 2 的其它保护动作信号。

3X09 端子：COM，开入量公共地。

3X11～3X12 端子：发停信控制，用于启动收发信机发信回路。PS600 系列保护采用单接点控制收发信机方式。

3X13～3X14 端子：复归收发信机，用作装置自动进行通道试验后 30 秒复归收发信机信号。

CPU2 后备距离保护模件端子定义：

4X01 端子：投入相间距离，接外部相间距离硬压板。

4X02 端子：投入接地距离，接外部接地距离硬压板。

4X03 端子：投入零序 I 段，接外部零序 I 段硬压板，必须在“零序总投入”压板投入后才起作用。

4X04 端子：投入零序 II 段，接外部零序 II 段硬压板，必须在“零序总投入”压板投入后才起作用。

4X05 端子：零序总投入，接外部零序总投硬压板，当此压板投入后零序 III 段和零序 IV 段功能投入，零序 I 段和零序 II 段还需相应压板投入。

4X09 端子：COM，开入量公共地。

4.2.6.4 PSL 601A COM 模件 (COM)

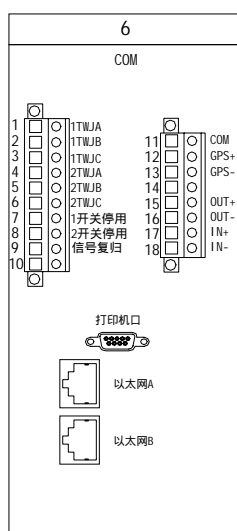


图 4.2.6.2 COM 模件端子定义图

PSL 601A 的 COM 模件区别 PSL 601 在于开入量定义，两个断路器开关的位置以及开关停用信息从端子输入后经背板接入 CPU1、CPU2 模件，完成保护功能。和监控系统的连接和 GPS 对时部分和 PSL 601 保护装置完全相同。

COM 模件端子定义：

6X01 端子：1TWJA, 输入 1 号断路器 A 相位置信号。

6X02 端子：1TWJB, 输入 1 号断路器 B 相位置信号。

6X03 端子：1TWJC, 输入 1 号断路器 C 相位置信号。

6X04 端子：2TWJA, 输入 2 号断路器 A 相位置信号。

6X05 端子：2TWJB, 输入 2 号断路器 B 相位置信号。

6X06 端子：2TWJC, 输入 2 号断路器 C 相位置信号。

6X07 端子：1 开关停用, 1 号断路器处于停用状态时，此开关量被置位。

6X08 端子：2 开关停用, 2 号断路器处于停用状态时，此开关量被置位。

6X09 端子：信号复归，用于复归保护动作后自保持的信号。

6X11 端子：COM，开入量公共地。

4.2.6.5 PSL 601A 电源模件 (POWER)

同 PSL 601 保护装置

4.2.6.6 PSL 601A 保护出口模件 (TRIP1, TRIP2)

同 PSL 601 保护装置

4.2.6.7 PSL 601A 信号模件 (SIGNAL)

同 PSL 601 保护装置

4.2.6.8 PSL 601A 扩展出口模件 (ETRIP)

通常来讲，由 TRIP1、TRIP2 及 SIGNAL 模件输出的接点可以适应大部分的场合，如果上述模件提供的输出接点不够时可以再加入扩展出口模件 (ETRIP)。扩展出口模件的硬件和 TRIP1、TRIP2 完全一致，可提供 4 组出口，用于跳闸或者接入信号。

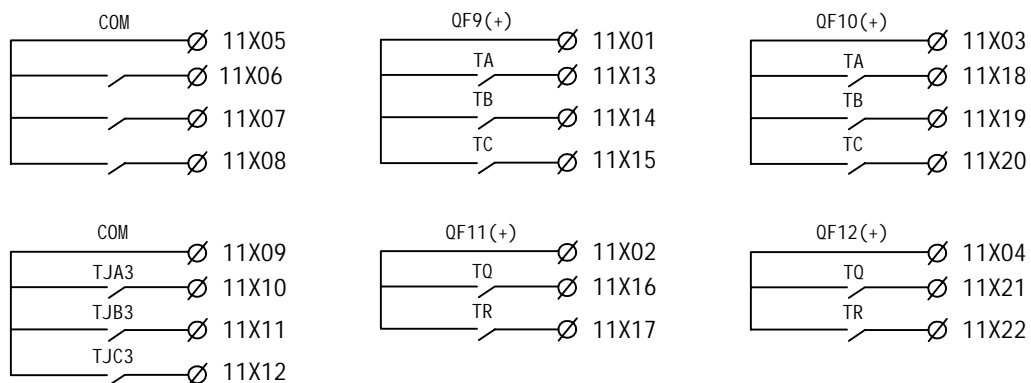


图 4.2.6.3 ETRIP 模件接点输出图

其中，11X07 单跳启动信号用于单跳启动重合闸信号，为 ABC 三相跳闸信号或门输出，11X08 三跳启动信号用于三跳启动重合闸信号，为 ABC 三相跳闸信号与门输出，11X06 永跳切机为保护永跳输出接点。

TJA3、TA、TJB3、TB、TJC3、TC 接点分别为保护单相跳闸信号，保护动作返回该继电器也返回，TQ 为保护三跳输出，TR 为保护永跳输出用于输出闭锁重合闸。

4.2.6.9 人机对话模件 (MMI)

本模件处理人机对话部分，完成液晶显示、键盘操作和打印功能。由于采用大液晶、全汉化显示使得用户操作变得非常的简单。

5 定值清单及整定说明

5.1 PSL 601、601A 保护定值清单

5.1.1 PSL 601、601A 纵联保护定值清单(两者定值内容相同)

序号	定值名称	代号	范围	单位	整定值
1	高频保护控制字 1	KG1	0000~FFFF	无	
2	高频保护控制字 2	KG2	0000~FFFF	无	
3	突变量启动定值	IQD	0.05~200.0	A	
4	零序电流启动定值	I04	0.05~200.0	A	
5	高频零序电流定值	3I0	0.05~100	A	
6	高频距离阻抗定值	ZDZ	0.0~200.0	Ω	
7	高频距离电阻定值	RDZ	0.0~200.0	Ω	
8	线路正序阻抗角	Φ ZD	45.0~90.0	度	
9	零序电阻补偿系数	KR	-4.0~+4.0	无	
10	零序电抗补偿系数	KX	-4.0~+4.0	无	

表 5-1-1-2: PSL 601、601A 纵联保护控制字 1 定义

位号	置 1 时的含义	置 0 时的含义	整定值	
15	电流电压自检投入	电流电压自检退出		
14	CT 额定电流为 1A	CT 额定电流为 5A		
13	闭锁式通道	允许式通道		
12	解除闭锁功能投入	解除闭锁功能退出		
11	弱馈回音投入	弱馈回音退出		
10	弱馈跳闸投入	弱馈跳闸退出		
9	振荡闭锁功能投入	振荡闭锁功能退出		
8	定时通道检查投入	定时通道检查退出		
7	每天九时通道检查	每天十时通道检查		
6	非全相再故障永跳	非全相再故障三跳		
5	三相故障永跳投入	三相故障永跳退出		
4	相间故障永跳投入	相间故障永跳退出		
3	能量方向元件投入	能量方向元件退出		
2	方向元件补偿投入	方向元件补偿退出		
1	通道时间确认 8ms	通道时间确认 5ms		
0	复用载波机方式	专用收发信机方式		

表 5-1-1-3: PSL 601、601A 纵联保护控制字 2 定义

位号	置 1 时的含义	置 0 时的含义	整定值	
15	线路电压互感器	母线电压互感器	000	
14-12	备用	备用		
11-0	备用	备用	0	000

5.1.2 PSL 601、601A 距离保护和零序保护定值清单

表 5-1-2-1: PSL 601、601A 距离保护和零序保护整定值清单(两者定值内容相同)

序号	定值名称	代号	范围	单位	整定值
1	控制字 1	KG1	0000~FFFF	无	
2	控制字 2	KG2	0000~FFFF	无	
3	控制字 3	KG3	0000~FFFF	无	
4	突变量启动定值	IQD	0.05~200.0	A	
5	线路正序阻抗角	ϕ ZD	45.0~90.0	度	
6	距离保护电阻定值	RL	0~200.0	Ω	
7	零序电阻补偿系数	KR	-4.00~4.00	无	
8	零序电抗补偿系数	KX	-4.00~4.00	无	
9	相间距离 I 段阻抗	ZX1	0~200.0	Ω	
10	相间距离 II 段阻抗	ZX2	0~200.0	Ω	
11	相间距离 III 段阻抗	ZX3	0~200.0	Ω	
12	相间距离 I 段时间	TX1	0~0.1	s	
13	相间距离 II 段时间	TX2	0.1~100.0	s	
14	相间距离 III 段时间	TX3	0.1~100.0	s	
15	接地距离 I 段阻抗	ZD1	0~200.0	Ω	
16	接地距离 II 段阻抗	ZD2	0~200.0	Ω	
17	接地距离 III 段阻抗	ZD3	0~200.0	Ω	
18	接地距离 I 段时间	TD1	0~0.1	s	
19	接地距离 II 段时间	TD2	0.1~100.0	s	
20	接地距离 III 段时间	TD3	0.1~100.0	s	
21	零序 I 段电流	IO1	0.05~200.0	A	
22	零序 II 段电流	IO2	0.05~200.0	A	
23	零序 III 段电流	IO3	0.05~200.0	A	
24	零序 IV 段电流	IO4	0.05~200.0	A	
25	零序加速段电流	IOJS	0.05~200.0	A	
26	PT 断线零序段电流	IODX	0.05~200.0	A	
27	零序 I 段时间	TO1	0~100.0	s	
28	零序 II 段时间	TO2	0~100.0	s	
29	零序 III 段时间	TO3	0.1~100.0	s	
30	零序 IV 段时间	TO4	0.1~100.0	s	
31	零序加速段时间	TOJS	0.06~100.0	s	
32	PT 断线零序段时间	TODX	0~100.0	s	
33	PT 断线相过流定值	IDX	0.05~200.0	A	
34	PT 断线相过流时间	TDX	0~100.0	s	
35	测距比例系数	DBL	0.1~500.0	km/ Ω	

表 5-1-2-2: PSL 601、601A 距离保护控制字定义

位号	置 1 时的含义	置 0 时的含义	整定值	
15	电流电压自检投入	电流电压自检退出		
14	CT 额定电流为 1A	CT 额定电流为 5A		
13	备用	备用	0	
12	备用	备用	0	
11	备用	备用	0	
10	非全相再故障永跳	非全相再故障三跳		
9	三相故障永跳投入	三相故障永跳退出		
8	相间故障永跳投入	相间故障永跳退出		
7	距离 II 段永跳投入	距离 II 段永跳退出		
6	距离 III 段永跳投入	距离 III 段永跳退出		
5	距离 III 段偏移投入	距离 III 段偏移退出		
4	重合加速 III 段投入	重合加速 III 段退出		
3	重合加速 II 段投入	重合加速 II 段退出		
2	振荡闭锁功能投入	振荡闭锁功能退出		
1	距离 II、III 段投入	距离 II、III 段退出		
0	距离 I 段投入	距离 I 段退出		

表 5-1-2-3: PSL 601、601A 零序保护控制字定义

位	置 1 时的含义	置 0 时的含义	整定值	
15	备用	备用	0	
14	有 U0 突变才开放 IO	无 U0 突变可开放 IO		
13	零序 II 段永跳投入	零序 II 段永跳退出		
12	线路电压互感器	母线电压互感器		
11	PT 断线相过流投入	PT 断线相过流退出		
10	PT 断线零序段投入	PT 断线零序段退出		
9	PT 断线零序功率方向投	PT 断线零序功率方向退		
8	零序 IV 段永跳投入	零序 IV 段永跳退出		
7	零序 III 段永跳投入	零序 III 段永跳退出		
6	零序 II 段为不灵敏段	零序 II 段为灵敏段		
5	零序 I 段为不灵敏段	零序 I 段为灵敏段		
4	零序加速段带方向	零序加速段不带方向		
3	零序电流 IV 段带方向	零序电流 IV 段不带方向		
2	零序电流 III 段带方向	零序电流 III 段不带方向		
1	零序电流 II 段带方向	零序电流 II 段不带方向		
0	零序电流 I 段带方向	零序电流 I 段不带方向		

表 5-1-2-4: PSL 601、601A 距离零序保护控制字 3 定义

位	置 1 时的含义	置 0 时的含义	整定值	
15	快速距离 I 段投入	快速距离 I 段退出	000	
14-12	备用	备用		
11-4	备用	备用	0000	00
3-2	备用	备用	00	
1	零 IV 非全相加速	零 IV 非全相不加速		
0	零 IV 增加无方向段	零 IV 不加无方向段		

5.1.3 PSL 601 重合闸定值清单

PSL 601 有重合闸功能，PSL 601A 没有重合闸功能。

表 5-1-3-1: 重合闸定值清单

序号	名称	代号	范围	单位	整定值
1	控制字	KG	0~FFFF		
2	突变量启动定值	IQD	0.05~200	A	
3	零序电流启动定值	I04	0.05~200	A	
4	重合闸无压定值	UWY	10~100	V	
5	重合闸同期角度	ϕ TQ	10~180	度	
6	单重长延时	T1L	0~99.99	s	
7	单重短延时	T1S	0~99.99	s	
8	三重长延时	T3L	0~99.99	s	
9	三重短延时	T3S	0~99.99	s	

表 5-1-3-2 重合闸控制字整定说明

位号	置 1 时的含义	置 0 时的含义	整定值	
15	电压电流自检投入	电压电流自检退出		
14	额定电流为 1A	额定电流为 5A		
13	合后继可用	合后继不可用		
12	备用	备用	0	
11~8	备用	备用	0000	0
7~5	备用	备用	000	
4	单重检三相有压	单重不检三相有压		
3	重合充电时间 12 秒	重合充电时间 20 秒		
2	重合闸检同期	重合闸不检同期		
1	重合闸检无压	重合闸不检无压		
0	开关偷跳重合	开关偷跳不重合		

5.2 PSL 601、601A 保护定值整定说明

所有定值的有效数字位数最高为四位，小数点后最多三位有效数字，如 1.234，1234 等。

各种定值的调整级差：阻抗为 0.01Ω ，电流为 $0.01A$ ，电压为 $0.01V$ ，时间为 $0.001s$ 。

5.2.1 PSL 601、601A 纵联保护定值整定说明

PSL 601 和 601A 的纵联保护定值内容相同。

整定说明：

- 第 3 项，突变量启动定值：**保证线路末端故障时有足够的灵敏度。本定值应与其它 CPU 中的突变量启动定值整定相同，使各 CPU 具有相同的启动灵敏度。建议定值：取额定电流的 0.2 倍 (CT 为 1A 时取 0.2A，CT 为 5A 时取 1A)。
- 第 4 项，零序电流启动定值：**按躲过最大零序不平衡电流整定，也作为零序反方向元件

的零序电流门坎。本定值应与其它 CPU 中的零序电流启动定值整定相同，使各 CPU 具有相同的启动灵敏度。

3. **第 5 项，高频零序电流定值：**作为零序正方向元件的零序电流门坎。保证线路末端故障时有足够的灵敏度。
4. **第 6 项，高频距离阻抗定值：**保证线路末端故障时有足够的灵敏度。注意该值为阻抗值不是电抗值。
5. **第 7 项，高频距离电阻定值：**应按可靠躲过本线路可能出现的最大负荷整定，并具有 1.5 倍以上的裕度。

即 $R \leq \text{最大负荷时的最小阻抗值} / 1.5$ ，如果最大负荷电流按额定电流取，

当 $I_n = 5A$ 时， $R_{zd} = 0.9 \cdot U_n / (I_n \cdot 1.5) \approx 7.0$ 欧姆

当 $I_n = 1A$ 时， $R_{zd} = 0.9 \cdot U_n / (I_n \cdot 1.5) \approx 35.0$ 欧姆。

6. **第 8 项，线路正序阻抗角：**线路正序阻抗角按实际线路正序阻抗角整定。
7. **第 9、10 项，零序电阻补偿系数 K_r 、零序电抗补偿系数 K_x 为：**

$$K_x = \frac{X_0 - X_1}{3X_1}, \quad K_r = \frac{R_0 - R_1}{3R_1}$$

其中 R_1 和 X_1 为线路正序电阻和电抗， R_0 和 X_0 为线路零序电阻和电抗。

8. **控制字 1 的第 15 位，电流电压自检投退：**电压电流自检在正常运行时要投入，在作试验时可以临时退出，注意距离方向元件采用正序电压判方向，作试验时也要求加三相电压。
9. **控制字 1 的第 13 位，闭锁式或允许式：**通道根据实际所用的通道设备可选择为允许式或闭锁式。闭锁式“置 1”，允许式“置 0”
10. **控制字 1 的第 12 位，解除闭锁功能：**在允许式通道才有效，是为了防止使用载波通道时，发生某些区内故障可能导致允许信号中断而引起拒动。需要和从复用载波机引来的导频消失开入配合。
11. **控制字 1 的第 11、10 位，弱馈回音和弱馈跳闸：**在弱电源侧或线路无电源的负荷端可以选择投入。运行方式变化，弱电源端变为强电源，弱馈保护能够自适应不需要改变定值退出，即在可能出现弱馈运行方式的线路侧就可以投入。但是通道方式为闭锁式的时候，线路两端不能同时投入弱馈功能。在无电源的负荷端可以选择仅投入弱馈回音功能，向强电侧返回允许跳闸的信号（无闭锁信号或有允许信号），可以不选择弱馈跳闸，只有弱

馈跳闸投入时，弱馈保护才能跳闸。

12. **控制字 1 的第 9 位，振荡闭锁功能：**在所保护的线路不可能发生振荡时，该控制字选择为退出，否则要选择投入。
13. **控制字 1 的第 8 位，定时通道检查：**专用闭锁式才有效，每天自动进行两次通道检查，每次间隔 12 小时。
14. **控制字 1 的第 7 位，每天九时通道检查和每天十时通道检查：**专用闭锁式且定时通道检查投入时才有效，线路两侧的时间要选择不一样，避免同时开始检查导致通道检查不正常，通道检查后 30 秒，保护自动复归收发讯机的收发讯信号继电器。无论手动通道检查还是自动通道检查如果通道检查期间停信时间累计超过 8ms，保护会报出纵联通道异常事件，但是不闭锁纵联保护。
15. **控制字 1 的第 6 位，非全相再故障永跳：**非全相运行期间再故障是否发永跳闭锁重合闸。（永跳是指驱动永跳接点，保护即三跳且闭锁重合闸。）非全相再故障三跳会自动闭锁单相重合闸。
16. **控制字 1 的第 4、5 位，相间故障永跳，三相故障永跳，**分别为两相故障和三相故障闭锁重合闸的投入控制字。
17. **控制字 1 的第 3 位，能量方向元件投入：**能量方向元件正常运行时要投入，测试时可以退出。
18. **控制字 1 的第 2 位，方向元件补偿投入：**是为了在大电源长线路末端故障，母线电压变化很小的情况下，提高方向保护灵敏度而设置的，可根据系统 / 线路阻抗比来确定，当最大运行方式时系统线路阻抗比 $Z_S/Z_L > 0.5$ 时该控制字退出（置 0），否则投入（置 1）。
19. **控制字 1 的第 1 位，通道确认时间 8ms、通道确认时间 5ms：**在用光纤通道时取 5ms，载波通道时选 8ms。
19. **控制字 1 的第 0 位，复用载波机方式、专用收发信机方式：**闭锁式通道该控制位才有效，前者反向时才发信，后者正方向不动就发信。

5.2.2 PSL 601、601A 距离和零序保护定值整定说明

1. **第 4 项，突变量电流启动定值：**保证线路末端故障时有足够的灵敏度。本定值应与其它 CPU 中的突变量启动定值整定相同，使各 CPU 具有相同的启动灵敏度。
2. **第 5 项，线路正序阻抗角：**线路正序阻抗角按实际线路正序阻抗角整定，相间距离和接

地距离共用。

3. **第 6 项，距离保护电阻定值：**该定值决定距离保护四边形特性的右边界，应按可靠躲过本线路可能出现的最大负荷整定，并具有 1.5 倍以上的裕度。

$$\text{即 } R_{zd} \leq \frac{\text{最大负荷的阻抗值}}{1.5}$$

如果最大负荷电流按额定电流考虑， R_{zd} 整定如下：

当 $I_n=5A$ 时， $R_{zd}=0.9 \cdot U_n / (I_n \cdot 1.5) \approx 7.0$ 欧姆

当 $I_n=1A$ 时， $R_{zd}=0.9 \cdot U_n / (I_n \cdot 1.5) \approx 35.0$ 欧姆

建议：实际定值大于以上定值时，按以上推荐定值取；实际定值不大于以上定值时，按实际计算值取。接地距离 I、II、III 段和相间距离 III 段四边形特性的电阻分量等于该定值，相间距离 I、II 段四边形特性的电阻分量等于该定值的一半。

4. **第 7、8 项，零序电阻补偿系数 K_r 、零序电抗补偿系数 K_x ：**

$$K_r = \frac{R_0 - R_1}{3R_1}, \quad K_x = \frac{X_0 - X_1}{3X_1}$$

其中 R_1 和 X_1 为线路正序电阻和电抗， R_0 和 X_0 为线路零序电阻和电抗。

5. **第 9~20 项，距离保护各段阻抗定值、距离保护各段时间定值：**距离保护阻抗定值指该段保护范围的阻抗值（电抗值由保护自动转换）。各定值必须满足下列条件，否则定值合理性自检通不过。距离保护 I 段阻抗 \leq 距离保护 II 段阻抗 \leq 距离保护 III 段阻抗如果距离保护或过流保护某段不投入运行，可将其整定为相邻段定值，而该段的时间定值整定为 100 秒。
6. **第 21~32 项，零序各段电流定值和时间定值：**零序电流各段分别判断，没有大小次序的要求。零序加速段的电流和时间定值可以独立整定。PT 断线零序段电流是 PT 断线时根据控制字投退的零序保护。
7. **第 33、34 项，PT 断线相过流定值和时间定值：**PT 断线时根据控制字投退的电流保护。
8. **第 35 项，测距比例系数：**该定值用于将距离保护测量的电抗值转换成故障点距保护安装处的公里数。本定值的物理意义为二次电抗每欧姆代表的线路公里数，计算公式为：

$$DBL = \frac{L}{X_1} \times \frac{K_{PT}}{K_{CT}}$$

其中 L 为线路总长度, X_1 为线路正序总电抗值 (一次值, 单位为欧姆), K_{PT} 为 PT 变比, K_{CT} 为 CT 变比。本定值乘以距离保护测量的电抗值即得距离故障点的公里数。例如: 某线路全长 30km, 11.4Ω , $K_{CT} = \frac{1200}{5}$, $K_{PT} = \frac{220}{0.1}$, 则 $DBL=24.12$ 。

9. **控制字 1 的第 15 位, 电流电压自检投退:** 保护投运时应投入 (置 1)。
10. **控制字 1 的第 14 位, CT 额定电流为 1A 或 5A:** CT 额定电流根据一次 CT 实际的二次额定电流选取, 应和装置的 CT 参数一致。置 1 为 1A, 置 0 时为 5A。
11. **控制字 1 的第 10 位, 非全相再故障永跳或三跳:** 非全相运行时, 健全相再故障保护跳闸, 如果要求闭锁重合闸则选永跳, 否则选三跳。永跳表示发三跳并且闭锁重合闸。置 1 时永跳, 置 0 时三跳。
12. **控制字 1 的第 8、9 位, 相间故障永跳投退、三相故障永跳投退:** 表示多相故障时是否闭锁重合闸。在条件三重方式, 即单相故障三跳三重, 多相故障三跳不重时必须选择投入。当该控制位退出时, 相应故障只三跳不永跳。置 1 时为永跳投入, 置 0 时为永跳退出即三跳。
13. **控制字 1 的第 7 位, 距离 II 段永跳投退:** 当该控制位投入 (置 1) 时, 相间距离 II 段和接地距离 II 段动作三跳并且闭锁重合闸; 当该控制位退出 (置 0) 时, 相间距离 II 段动作时三跳, 接地距离 II 段动作时选相跳闸。
14. **控制字 1 的第 6 位, 距离 III 段永跳投退:** 当该控制位投入 (置 1) 时, 相间距离 III 段和接地距离 III 段动作三跳并且闭锁重合闸; 当该控制位 (置 0) 退出时, 相间距离 III 段动作时三跳, 接地距离 III 段动作时选相跳闸。
15. **控制字 1 的第 5 位, 距离 III 段偏移投退:** 当该控制位投入 (置 1) 时, 相间距离 III 段和接地距离 III 段的正方向元件自动退出, 按照阻抗的多边形偏移特性动作, 时间按相应 III 段时间定值动作, 该功能给反方向线路或者母线做后备 (不常用)。当该控制位退出 (置 0) 时, 相间距离 III 段和接地距离 III 段为正常的距离 III 段保护。
16. **控制字 1 的第 3、4 位, 重合加速 II 段投退、重合加速 III 段投退:** 重合后, 瞬时加速带偏移特性的 II 段或者带偏移特性的 III 段, 当有可能重合于系统振荡时可以不投该瞬时加速功能, 距离保护内部固有经过振荡闭锁的带方向的 II 段加速功能。置 1 为投入, 置 0 为退出。
17. **控制字 1 的第 2 位, 振荡闭锁功能投退:** 当装置保护的线路不会发生振荡时, 振荡闭

锁功能退出（置 0），否则置 1。

18. **控制字 1 的第 1 位，距离 II、III 段投退：** 距离 II 和 III 段投入时置 1，退出置 0。保护同时还受压板控制，压板退出距离也退出。
19. **控制字 1 的第 0 位，距离 I 段投退：** 距离 I 段投入时置 1，退出置 0。保护同时还受压板控制，压板退出保护也距离退出。
20. **控制字 2 的第 14 位，有 3U0 突变才开放 I0：** 为了防止一次 CT 断线时零序保护误动，可选择当有 3U0 突变时才开放零序电流保护（置 1），3U0 的突变门坎为 2V，如此选择的缺点是高阻接地时有可能 3U0 的突变达不到 2V 而导致零序电流保护拒动。当置 0 时，即使无 3U0 的突变，零序电流保护也可动作。
21. **控制字 2 的第 13 位，零序 II 段永跳投退：** 当该控制位投入（置 1）时，零序 II 段动作时保护三跳并且闭锁重合闸；当该控制位退出（置 0）时，零序 II 段动作时保护选相跳闸。
22. **控制字 2 的第 12 位，线路电压互感器或母线电压互感器：** 当距离、零序保护所用电压取自线路电压互感器时置 1，当距离、零序保护所用电压取自母线电压互感器时置 0。
23. **控制字 2 的第 11 位，PT 断线相过流投退：** PT 断线时相过流保护投入时置 1，PT 断线相过流定值和时间定值同时也要整定，PT 断线时相过流保护退出时置 0，PT 断线相过流定值和时间定值可以设为整定范围内的较大值。PT 断线相过流保护只由该控制位投退，与压板无关。PT 断线时当相电流达到该定值时保护会自动启动，该保护无方向性。
24. **控制字 2 的第 10 位，PT 断线零序段投退：** 该控制位决定 PT 断线时可独立整定的零序电流段的投退，当 PT 断线零序段时投入置 1，PT 断线零序段电流定值和时间定值同时也要整定，PT 断线零序段保护退出时置 0，PT 断线零序段电流定值和时间定值可以设为整定范围内的较大值。PT 断线零序段保护只由该控制位投退，与压板无关。PT 断线时当零序电流达到该定值时保护会自动启动。该保护无方向性。
25. **控制字 2 的第 9 位，PT 断线零序功率方向投退：** 因为 3U0 为装置自产（外接 3U0 易极性接错），当 PT 断线时，3U0 不完全由故障引起，所以此时零序功率方向元件不能保证正确。PT 断线时，如果允许带方向的零序电流保护在发生反向故障且达到零序电流定值时可以动作，则选择 PT 断线零序功率方向退出（置 0），如果此种情况不允许带方向的零序电流保护动作（即要保证选择性），则选择 PT 断线零序功率方向投入（置 1）。
26. **控制字 2 的第 8 位，零序 IV 段永跳投退：** 当该控制位投入（置 1）时，零序 IV 段动作

时保护三跳并且闭锁重合闸；当该控制位退出（置 0）时，零序Ⅳ段动作时保护选相跳闸。

27. **控制字 2 的第 7 位，零序Ⅲ段永跳投退：** 当该控制位投入（置 1）时，零序Ⅲ段动作时保护三跳并且闭锁重合闸；当该控制位退出（置 0）时，零序Ⅲ段动作时保护选相跳闸。
28. **控制字 2 的第 6 位，零序Ⅱ段为不灵敏段或灵敏段：** 当该控制位投入（置 1）时，零序Ⅱ段为不灵敏段，只在非全相运行和合闸加速期间投入；当该控制位退出（置 0）时，零序Ⅱ段为灵敏段，只在全相运行和合闸加速脉冲（持续 3s）返回后投入。
29. **控制字 2 的第 5 位，零序Ⅰ段为不灵敏段或灵敏段：** 当该控制位投入（置 1）时，零序Ⅰ段为不灵敏段，只在非全相运行和合闸加速期间投入；当该控制位退出（置 0）时，零序Ⅰ段为灵敏段，只在全相运行和合闸加速脉冲（持续 3s）返回后投入。
30. **控制字 2 的第 0~4 位，零序Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、和加速段是否带方向：** 当对应控制位投入（置 1）时，对应零序保护带方向；当控制位退出（置 0）时，对应零序保护不带方向。
31. **控制字 3 的第 15 位，快速距离Ⅰ段投退：** 当控制位投入（置 1）时，快速距离Ⅰ段投入；当控制位退出（置 0）时，快速距离Ⅰ段退出。当用于短线时例如距离一段阻抗定值小于 $1/l_n$ 时，可把快速距离Ⅰ段退出（置 0）。
32. **控制字 3 的第 1 位，零Ⅳ非全相加速或不加速：** 零序Ⅳ段在非全相运行时，如果动作时间自动调整为零序Ⅳ段时间定值减去 0.5 秒，则选择零序Ⅳ段非全相加速（置 1）。不加速则零序Ⅳ段在非全相运行时，动作时间仍然为零序Ⅳ段时间定值。
33. **控制字 3 的第 0 位，零Ⅳ增加无方向段：** 零序Ⅳ段保留，再增加零序Ⅳ段的辅助段，其不带方向，该段零序电流定值为零序Ⅳ段电流定值，时间按零序Ⅳ段时间定值加上 1.0 秒动作，增加此段的目的是为了防止零序电压达不到零序方向元件的电压门坎，而导致的零序Ⅳ段拒动。零序方向元件的电压门坎为浮动的，最小为 0.5V。

5.2.3 PSL 601 重合闸定值整定说明

PSL 601A 无重合闸功能。

整定说明：

1. **第 2 项，突变量启动定值：** 保证线路末端故障时有足够的灵敏度。本定值应与其它 CPU 中的突变量启动定值整定相同，使各 CPU 具有相同的启动灵敏度。建议定值：取额定电

流的 0.2 倍 (CT 为 1A 时取 0.2A, CT 为 5A 时取 1A)。

2. **第 3 项, 零序电流启动定值:** 按躲过最大零序不平衡电流整定, 参照零序 IV 段电流定值。本定值应与其它 CPU 中的零序电流启动定值整定相同, 使各 CPU 具有相同的启动灵敏度。
3. **第 4 项, 重合闸无压定值:** 用于三相或综重方式的负荷侧, 在线路故障两侧三跳后, 经线路无电压元件确认电源侧开关已三跳, 才允许重合闸。一般取线路额定电压的 20%~30%。
4. **第 5 项, 重合闸同期角度:** 用于三相或综重方式的电源侧, 在受电侧三相重合闸成功时, 电源侧进行同期电压鉴定。为保证电源侧开关可靠重合成功, 一般取 30~40 度。
5. **第 6 项, 单重长延时:** 常用于本线路高频保护 (或纵联保护) 退出, 重合闸仍使用。此值一般按线路对侧全线有灵敏度的零序保护段的延时再附加一个时间级差来整定, 也可和短延时相同。“重合闸时间控制”压板退出时选长延时。
6. **第 7 项, 单重短延时:** 常用于本线路高频保护 (或纵联保护) 投入。此值一般取系统稳定的最佳重合时间 (0.6S~0.8S)。在采用单重方式时, 单重长延时与单重短延时建议取相同值。“重合闸时间控制”压板投入时选短延时。
7. **第 8 项, 三重长延时:** 用于三相或综重方式, “重合闸时间控制”压板退出时选长延时。
8. **第 9 项, 三重短延时:** 用于三相或综重方式, “重合闸时间控制”压板投入时选短延时。在采用单重方式时, 三重长延时和三重短延时均取 10S 左右。
9. **控制字第 15 位, 电压电流自检:** 重合闸除了检查母线电压, 还会根据重合方式和同期方式检查线路抽取电压, 并在电压断线时发信号。运行时建议投入。
10. **控制字第 13 位, 合后继可用或不可用:** 在现场调试时, 若先给保护装置电源, 不给操作回路电源时, 分相位置接点 TWJA、TWJB、TWJC 无输入, 相当于保护判出开关处于合闸位置 (实际上开关处于分闸状态), 重合闸开始充电, 经过 12S 或 20S (由控制字整定) 后充电满; 若此时再给操作回路电源, 则有位置接点 TWJA、TWJB、TWJC 输入, 当开关偷跳重合时 (由控制字整定), 开关位置会启动重合闸, 当满足同期条件时经整定重合延时后会重合出口, 造成一次非预期的开关合闸。为了解决这种可能出现的非预期合闸, 重合闸定值的控制字中增加了关于合闸后继电器是否可用的整定: 当操作箱可以提供合后接点给重合闸时, 可整定为“合后继可用”, 此时位置启动重合闸若要动作除需满足常规条件外, 还需合后继动作, 在此种逻辑下上述情况即不会出现非预期的合闸 (因合后继条

件不满足)；当操作箱提供不了合后继接点时，需整定为“合后继不可用”。

11. **控制字第 4 位，单重检三相有压：**当整定为“单重检三相有压”时，单重启动重合后，检查线路三相电压，若三相电压均大于 $0.75U_n$ ，则经单重延时后重合出口。当整定为“单重不检三相有压”时，单重启动重合闸不检无压、不检同期。

5.3 压板定值

需要整定的项目：保护投退的压板方式（软压板或硬压板）及其投退（纵联保护投入、相间距离投入、接地距离投入、零序 I 段投入、零序 II 段投入、零序总投、重合闸时间控制），重合闸方式，一个半接线时的 1 开关停用连接片和 2 开关停用连接片，保护的整定值，定值区（0—31），线路的名称（可以用汉字）。装置中保护定值用汉字显示。