
DMP9100 微机高压线路保护装置用户手册

目录

1.概述.....	6
1.1 装置保护功能及适用范围.....	6
1.2 选型说明.....	6
1.3 主要特点.....	6
2.技术条件.....	7
2.1 额定电气参数.....	7
2.2 功率消耗.....	7
2.3 超载能力.....	8
2.4 极限环境条件.....	8
2.5 机械性能.....	8
2.6 绝缘耐压性能.....	8
2.7 输出接点容量.....	9
2.8 电磁兼容性.....	9
2.9 保护功能主要技术指针.....	9
3.保护原理说明.....	10
3.1 保护程序结构说明.....	10
3.2 距离保护的启动和复归.....	11
3.2.1 “负序和零序”启动元件.....	11
3.2.2 相电流突变量启动元件.....	11
3.2.3 过流启动元件(静稳检测元件).....	11
3.3 选相元件.....	11
3.3.1 近处或者短线路 ($\frac{\text{系统阻抗}Z_s}{\text{线路阻抗}Z_L} > 3$) 故障.....	12
3.3.2 故障点较远, 线路较长 ($\frac{\text{系统阻抗}Z_s}{\text{线路阻抗}Z_L} < 3$)	13
3.3.3 故障点很远, 线路很长.....	13
3.4 工频变化量距离继电器.....	13
3.5 三相故障距离保护.....	14
3.5.1 保护启动后 140ms 以内.....	15
3.5.2 保护启动 140ms 以后.....	17
3.6 I, II 段接地距离继电器.....	17
3.7 I, II 段两相故障距离继电器.....	19
3.8 振荡闭锁.....	21
3.8.1 不对称故障开放元件.....	21
3.8.2 对称故障开放元件.....	21
3.9 距离保护动作逻辑.....	23
3.10 不对称相继速动.....	24
3.11 距离三段.....	25

3.12	变压器远后备保护.....	26
3.13	零序方向过流保护和零序反时限过流保护.....	28
3.14	重合闸.....	29
3.15	合闸后加速.....	31
3.16	双回线横联保护.....	32
3.17	PT 断线后紧急状态保护.....	33
3.18	低频解列.....	33
3.19	母线 TV 断线.....	35
3.20	线路 TV 断线.....	35
3.21	TA 断线.....	36
3.22	开关位置异常告警.....	36
3.23	角差异常告警.....	36
3.24	过负荷告警.....	36
3.25	控制回路断线.....	37
4.	硬件原理说明.....	38
4.1	装置硬件组成.....	38
4.2	装置各组件原理说明.....	39
4.2.1	电源模块.....	39
4.2.2	互感器模块.....	40
4.2.3	管理板 MCPU.....	40
4.2.4	保护板 PCPU.....	41
4.2.5	键盘板 KEYB9100.....	41
4.2.6	开入板 INPUT9100.....	41
4.2.7	开出板 OUTPUT9100.....	42
4.2.8	操作板 OPT9100.....	43
4.2.9	电压切换板 SWITCH9100.....	44
4.2.10	通讯板 COM9100.....	45
4.2.11	开入开出板 INOUT9100.....	46
4.2.12	CAN 网卡 CAN9100.....	46
4.2.13	以太网卡 ETH9100.....	46
4.3	结构与安装.....	47
5.	保护整定说明.....	48
5.1	定值清单.....	48
5.1.1	距离保护定值及整定说明.....	48
5.1.2	零序方向过流保护.....	49
5.1.3	低频保护定值.....	50
5.1.4	重合闸以及合闸后加速定值.....	51
5.1.5	断线告警定值.....	51
5.1.6	其它定值.....	52
6	使用说明.....	53
6.1	概述.....	53
6.1.1	彩色液晶屏.....	53
6.1.2	按键组.....	53
6.1.3	LED 指示灯.....	53
6.1.4	PS2 接口.....	54
6.2	基本界面操作说明.....	54
6.2.1	界面操作概述.....	54
6.2.1	开机描述.....	55
6.2.2	主菜单.....	56
6.2.3	实时浏览 实时浏览的菜单结构如下:	57

6.2.4	保护整定	61
6.2.5	事件信息	63
6.2.6	打印操作	66
6.2.7	系统设置	67
6.2.8	版本信息	71
6.2.9	对窗口操作的说明	72
6.3	重要窗口说明	72
6.3.1	事件弹出窗口	72
6.3.2	密码操作窗口	73
6.3.3	模块选择窗口	74
6.3.4	录波浏览窗口	75
6.3.5	液晶参数设置窗口	76
7	调试说明	78
7.1	试验设备及试验接线的基本要求	78
7.2	外观及接线检查	78
7.3	绝缘电阻检测	78
7.3.1	试验前准备工作如下:	78
7.3.2	绝缘电阻检测	78
7.4	通电初步检验	78
7.5	定值整定	79
7.5.1	整定值的整定	79
7.5.2	整定值的失电保护功能检验	79
7.6	开关量输入回路检验	79
7.7	交流采样系统检验	79
7.7.1	零漂检验	79
7.7.2	模拟量输入的幅值特性检验	79
7.7.3	模拟量输入的相位特性检验	79
7.7.4	遥测检查	79
7.8	保护功能及定值检验	80
7.8.1	距离保护检验	80
7.8.2	零序方向过流保护检验	81
7.8.3	交流电压回路断线时保护检验	82
7.8.4	低频减载试验	82
7.8.6	过负荷告警试验	83
7.9	拉合直流电源, 拉合交流 PT 电压试验	83
7.10	整组开关传动试验	83
7.11	带负荷试验	83
8	装置异常情况分析 & 处理	84
8.1	自检故障分析及处理	84
8.2	输入量异常分析及处理	84
8.2.1	交流输入量异常分析及处理	84
8.2.2	开入量异常分析及处理	85
8.3	通信故障分析及处理	85
8.3.1	与上位机的串行通讯不正常	85
8.3.2	与上位机的网络通讯不正常	85
8.4	打印故障分析及处理	86
8.4.1	打印机打印出乱码数据	86
8.4.2	打印机无响应	86
9	运输及检查	86
9.1	运输及储存	86
9.2	开箱检查	86

10.订货须知.....	86
附录 1. 预告信号分析及处理.....	88
附录 2.串口 103 规约.....	89
1. 物理接口和链路层性能.....	89
1.1 通信接口.....	89
1.2 传输速率.....	89
1.3 通讯格式.....	89
1.4 通讯方式.....	89
1.5 超时和重发.....	89
1.6 报文格式.....	89
1.7 控制域定义.....	90
1.8 地址域定义.....	91
2.应用服务数据单元（ASDU）说明.....	91
2.1 类型标示 1（ASDU1）：带时标的报文（监视方向）.....	91
2.2 类型标示 1（ASDU1）：带时标的报文（扩展）（监视方向）.....	92
2.3 类型标示 6（ASDU6）：时间同步.....	92
2.4 类型标示 7（ASDU7）：总召唤启动（控制方向）.....	93
2.5 类型标示 8（ASDU8）：总召唤终止（监视方向）.....	93
2.6 类型标示 10（ASDU10）：响应读一个组的描述或值（监视方向）.....	94
2.7 类型标示 21（ASDU21）：读一个组的描述或值（控制方向）.....	94
2.8 类型标示 42（ASDU42）：遥信状态信息（监视方向）.....	95
2.9 类型标示 42（ASDU42）：遥信状态变化信息（监视方向）.....	96
2.10 类型标示 50（ASDU50）：遥测信息（监视方向）.....	96
2.11 类型标示 51（ASDU51）：突变遥测信息（监视方向）.....	97
2.12 类型标示 64（ASDU64）：控制断路器命令（控制\监视方向）.....	98
3.报文交换过程.....	99
3.1 初始化过程.....	99
3.2 总召过程.....	99
3.3 保护动作事件信息上送.....	100
3.4 带时标的开关量遥信变位（SOE）和遥信状态变化信息上送.....	100
3.5 遥测突变信息上送.....	101
3.6 遥控操作.....	101
4.信息说明.....	102
4.1 遥测信息.....	102
4.2 遥信信息.....	102
4.3 遥控信息.....	103
4.4 事件信息.....	103

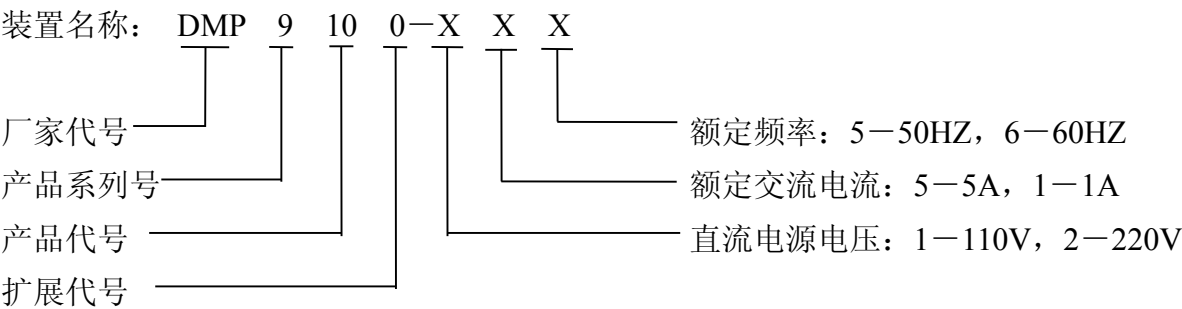
1. 概述

1.1 装置保护功能及适用范围

DMP9100 微机线路保护装置包括工频变化量距离保护、完整的三段相间和接地距离保护、四段零序方向过流保护、零序方向反时限过流保护、变压器远后备保护、不对称相继速动保护、双回线横联保护、低频解列保护、双回线跨线不接地保护、P T 断线后紧急状态保护；配置有三相一次重合闸、合闸后加速、故障测距、过负荷告警、频率跟踪采样等功能；装置还带有跳合闸操作回路和交流电压切换回路。

本装置满足变电站综合自动化系统的要求,可作为 110KV 输电线路的主保护及后备保护。

1.2 选型说明



DMP9100 为基本型,用于无特殊要求的 110KV 高压输电线路。

1.3 主要特点

DMP9100 高压线路保护装置具备如下的性能特点:

- 32 位的高速浮点 DSP 保证了高精度的快速计算,能在每个采样间隔对所有继电器实现实时计算,提高了采样的精度,保证了保护的可靠性和速动性。

-
- 完全相同的两块保护 CPU 板的冗余设计，两块板互相启动，确保任何一块 CPU 板故障时保护不会误动。
 - 两块保护 CPU 板在操作板上有独立的出口继电器，独特的设计确保任何一个继电器损坏时保护不会拒动。
 - 更加完善的软硬件自检体系：管理 CPU 板实时比较两块保护 CPU 板的采集量（包括模拟量和数字量），当采集量不一致时，会发出报警信号，并且闭锁保护，大大提高装置的可靠性。
 - 高分辨率、抗噪声好的交流采样系统：模拟输入回路有零漂抑制、EMI 抑制措施；全差分输入 A/D，能有效抑制二阶交调干扰和共模干扰，确保了采样的高精度。
 - 高精度的硬件测频电路，同步跟踪电网频率变化，自动实现同步采样。
 - 起动元件对各种故障有很高的灵敏度，同时又不会频繁起动。
 - 可靠的振荡闭锁功能，保证距离保护在系统振荡中区外故障时能可靠闭锁而不误动，而在振荡中区内故障时能可靠动作。
 - 距离保护能够可靠切除区内高阻接地故障。
 - 独特的保护逻辑使得一侧电源为弱电源时双回线横联保护仍能可靠动作。
 - 提供复故障保护功能。
 - DMP9100 对系统中造价昂贵的变压器能够起到可靠的远后备保护作用。
 - 与其它厂家产品相比，DMP9100 针对系统中出现的由于农用薄膜导致的跨线不接地故障引入保护功能。
 - 完善的事态分析功能，包括保存最新的 32 次动作报告，10 次故障录波报告，以及对保护投退、装置运行和开入的记录。
 - 就地打印功能可以打印事件记录、定值单、录波记录等信息，同时支持共享打印机配置接口。
 - 通信配置齐全，包括：打印机接口，Modem 或 IAP 下载电缆接口，一个 RS485 接口，两个 RS485/RS232 接口，差分 GPS 脉冲对时接口和异步广播对时接口。可选配置为：Ethernet 接口，支持全双工和半双工的 10/100base-T 双绞线接口，支持多模和单模的 100base-F 光纤接口；两个 CAN 总线接口，符合 CAN2.0B 标准，传输速率为 60Kbps，最大传输距离 1km。
 - 支持多种电力行业通用的标准通信规约 (IEC60870-5-101、IEC60870-5-103、IEC60870-5-104)。
 - 大屏幕彩色液晶使得显示接口更加美观、实用。

2. 技术条件

2.1 额定电气参数

交流电流	5A、1A
交流电压	$100/\sqrt{3}$ V
交流频率	50HZ/60HZ
直流电源电压	220V、110V
直流允许偏差	-20%~+10%

2.2 功率消耗

交流电流回路	IN=5A	每相不大于 1VA
	IN=1A	每相不大于 0.5VA
交流电压回路	U=UN	每相不大于 1VA
直流电源回路	正常工作时不大于 40W	
	保护动作时不大于 50W	

2.3 超载能力

交流电流回路：2 倍额定电流	连续工作
	10 倍额定电流 允许工作 10S
	40 倍额定电流 允许工作 1S
交流电压回路：1.4 倍额定电压	连续工作

2.4 极限环境条件

正常工作温度：	-10℃~+55℃
相对湿度	5%~95%
大气压力	86~106kpa

装置的贮存、运输允许的环境温度为-25℃~+70℃，相对湿度不大于 85%，在不施加任何激励量的条件下，不出现不可逆变化。

2.5 机械性能

振动：能承受 GB/T 7261 规定的严酷等级为 I 级的振动回应和振动耐久能力试验
冲击：能承受 GB/T 7261 规定的严酷等级为 I 级的冲击回应和冲击耐久能力试验
碰撞：能承受 GB/T 7261 规定的严酷等级为 I 级的碰撞试验

2.6 绝缘耐压性能

交流输入对地：不小于 20 兆欧

直流输入对地：不小于 20 兆欧

信号及输出触点对地：不小于 20 兆欧

开入回路对地：不小于 20 兆欧

能承受 2KV/1min 的工频耐压，5KV 的冲击电压

2.7 输出接点容量

跳闸接点容量：允许长期通过电流 8A

信号接点容量：允许长期通过电流 8A

2.8 电磁兼容性

产品能承受 GB/T 17626.10-1998 规定的严酷等级为 V 级的阻尼振荡磁场干扰。

产品能承受 GB/T 14598.14-1998 中规定的严酷等级为 IV 级的静电放电干扰。

产品能承受 GB/T 14598.10-1998 中规定的严酷等级 IV 级的快速瞬变干扰。

产品能承受 GB/T 17626.5 中规定的试验等级为 IV 级的浪涌（冲击）抗扰度试验。

产品能承受 GB/T 17626.8 中规定的试验等级为 V 级的工频磁场干扰。

产品能承受 GB/T 17626.9 中规定的试验等级为 V 级的脉冲磁场干扰。

产品能承受 GB/T 14598.13-1998 规定的严酷等级为 III 级的振荡波干扰。

产品能承受 GB/T 14598.9-1998 中规定的严酷等级为 III 级的射频电磁场辐射干扰。

产品能承受 GB/T 17626.6 中规定的试验等级为 III 级的射频传导干扰。

2.9 保护功能主要技术指针

- 整组动作时间

工频变化量阻抗继电器： $\leq 20\text{ms}$ 。

相间距离 I 段：在 0.7 倍整定阻抗内 $\leq 30\text{ms}$ 。

接地距离 I 段：在 0.7 倍整定阻抗内 $\leq 30\text{ms}$ 。

零序过流 I 段：在 1.2 倍整定值条件下 $\leq 25\text{ms}$ 。

过流速断：在 1.2 倍整定值条件下 $\leq 25\text{ms}$ 。

-
- 距离保护
精确工作电压范围： $(0.01\sim 1.1)U_N$
精确工作电流范围： $0.1I_n\sim 30I_n$
 - 零序(方向) 电流保护
零序方向组件的死区电压：1V
零序方向组件最小动作电流： $0.1I_n$
 - 暂态超越： $< \pm 3\%$
 - 定值误差： $< \pm 2.5\%$
测距误差：在相间故障时 $< \pm 2.5\%$

3. 保护原理说明

3.1 保护程序结构说明

保护程序分为主程序和两级中断程序，程序结构框图如图 3.1.1 所示。

在主程序中主要完成变量的初始化、测量值的计算、向管理 CPU 传送数据、保护板自检、信号继电器出口及返回。

主程序按固定的采样周期（约 0.625ms）响应外部中断进入采样中断程序中，主要完成以下任务：读取 A/D 采样结果、开关量的采集、完成保护逻辑中要用到的所有的量的计算、保护启动判据计算、主要的保护逻辑运算、启动录波。

每 8 个采样中断后触发一次定时中断（中断间隔约为 5ms），在该中断程序中主要完成以下任务：频率跟踪计算、采样频率调整、告警模块的运算、低频保护运算。

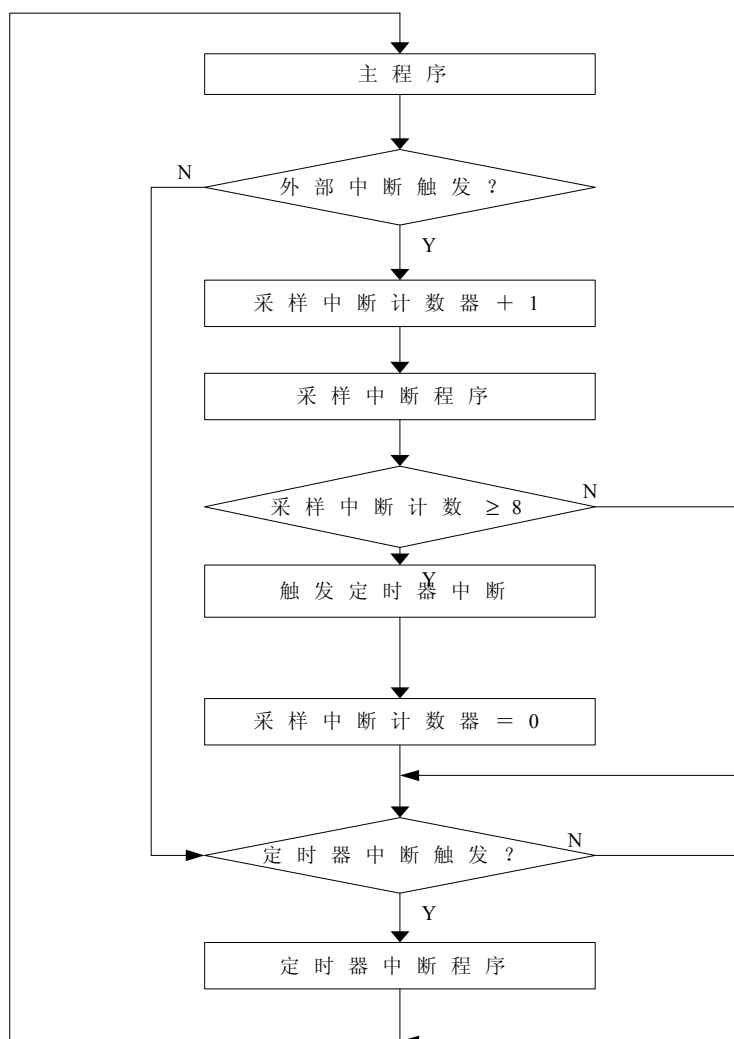


图 3. 1. 1 保护程序结构框图

3. 2 距离保护的启动和复归

本装置的启动组件能灵敏地检测出各种故障，在系统恢复对称、电流和电压基本正常后启动组件能够可靠返回，实现“有故障时保护启动，无故障时保护返回”，使保护的可靠性得到有效提高。本装置的启动组件有以下三个：

3. 2. 1 “负序和零序” 启动元件

$$3I_2 + K3I_0 > I_{set}$$

式中： I_{set} 为固定阈值，应按末端两相短路时最小的负序电流 $3I_{2min}$ 整定，即 $I_{set} = 3I_{2min} / K_I$ (K_I 为灵敏度系数)；零序启动补偿系数 K 的整定原则为使得单相接地故障和

相间故障时的 $3I_2 + K3I_0$ 基本相等，使得这两种情况下启动元件有相同的灵敏性。“负序和零序”启动元件反应不对称故障： $3I_2$ 、 $3I_0$ 和突变量一样同属故障分量，有很高的灵敏性，又能够反应逐渐发展起来的故障。

3.2.2 相电流突变量启动元件

$$\Delta I_A > 0.4 I_{ld}$$

式中： I_{ld} 为过负荷电流定值。

相电流突变量启动元件用突变量 ΔI_A 反应对称故障： ΔI_A 不受负荷电流的影响；仅用来检测三相故障，因此 ΔI_A 的定值可以整定得较大，避免了在负荷波动时频繁启动。

3.2.3 过流启动元件(静稳检测元件)

$$I_A > 1.3 I_{ld}$$

式中： I_{ld} 为过负荷电流。

过流启动元件反应振荡，当系统未检测到不对称和对称故障，但是相电流连续一段时间过负荷，这种情况很可能是失去静稳的先兆，设置振荡标志。

当 $3I_2 + K3I_0$ 启动元件返回，同时正序电压恢复到 85% 额定值以上时，启动元件延时 3S 返回。

注：距离保护的启动和返回计算中使用的是自产零序电流，自产零序电流由保护计算获得，即 $3\dot{I}_0 = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C$ ，用于所有保护逻辑的判断，杜绝因零序电流互感器接线错误而导致的方向误判。

3.3 选相元件

DMP9100 总体思想是先选相后测量，根据选相结果选择相应的阻抗继电器进行测量，因此若选相出错将造成保护拒动，本保护的选相元件至关重要。

DMP9100 采用的稳态量选相逻辑可分为以下三个阶段：

3.3.1 近处或者短线路 ($\frac{\text{系统阻抗 } Z_s}{\text{线路阻抗 } Z_L} > 3$) 故障

如果最小相电压小于 $0.35 U_N$ ，则进入第一阶段选相，此时故障点距离保护安装处较近，或者被保护线路较短，故障相电压下降和电流上升都很明显，采用电流选相与电压选相结合，故障相与健全相对比的方法来选相，能可靠的选出故障相。

对两相复故障和三相复故障的识别特别说明如下：

1) 发生三相复故障，即 TA 附近发生一相正向和另两相反向同时接地故障时，故障情况如下图所示：

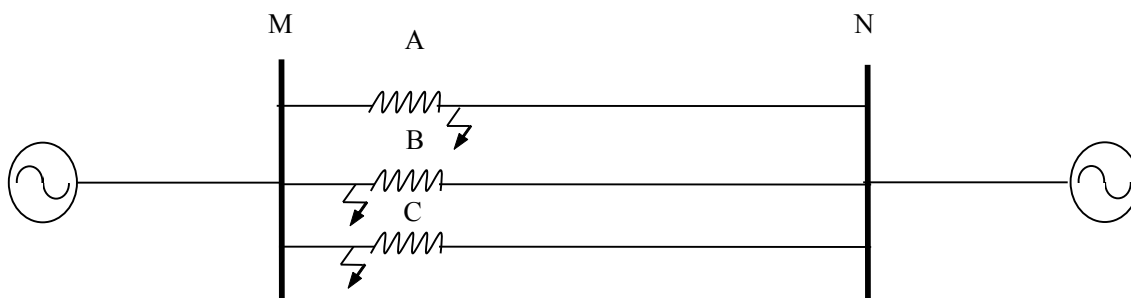


图 3.3.1 三相复故障示意图

此时三相相电压均接近零，与出口处三相故障一致，但是电流相位不同，我们根据这一点，用以下判据区分三相复故障和三相故障：

$$3I_0 > 0.3(I_a + I_b + I_c)$$

式中 $3I_0$ 为自产零序电流

当三相电压均接近零，且满足该判据则选为三相复故障，经 30ms 时延后保护动作出口。

2) 发生两相复故障时，即 TA 附近发生一相正向和另一相反向同时接地故障时，故障情况如图所示(以 A, B 两相为例)

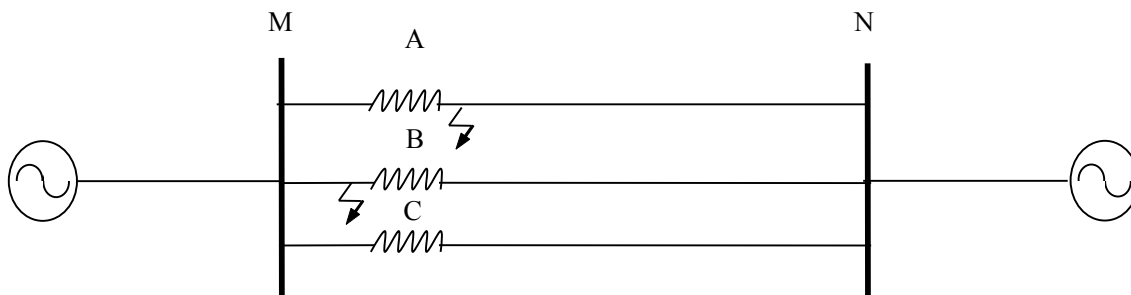


图 3.3.1 两相复故障示意图

此时 A, B 两相相电压都接近零，和 A, B 两相接地故障一致，但是电流相位不同，根据这一点我们用以下判据区分两相复故障和两相接地故障：

$$90^\circ > \arg\left(\frac{\dot{I}_a}{\dot{I}_b / -60^\circ}\right) > -90^\circ$$

当两相电压均接近零，且该两相相电流满足该判据则选为两相复故障，经 30ms 时延后保护动作出口。

3.3.2 故障点较远，线路较长 ($\frac{\text{系统阻抗}Z_s}{\text{线路阻抗}Z_L} < 3$)

如果最小相电压大于 $0.35 U_N$ ，则进入第二阶段选相，在此情况下因为故障点距离保护安装处较远，被保护线路较长，因此无需考虑复故障问题，但故障相电压下降和电流上升不如上一阶段明显。在此阶段仍然采用电流选相与电压选相结合，故障相与健全相对比的方法进行选相，如果选不出来则进入第三阶段选相。

3.3.3 故障点很远，线路很长

如果阶段二未能选出故障相，说明故障点很远，线路很长。我们采用补偿电压和零序阻抗继电器相结合的方法选相，可以确保大约 3 倍的线路阻抗范围内故障时能可靠选出故障相。如果该阶段未能选出，则说明故障点在 3 倍的线路阻抗范围外，不在保护区内。

本装置的选相元件灵敏度高，能自适应于系统运行方式的变化，无需用户整定，使用方便。

3.4 工频变化量距离继电器

在故障初期，即启动组件动作后 40ms 内，投入工频变化量阻抗继电器以迅速切除约 90% 距离 I 段保护范围内的故障，其后采用稳态量保护适应各种复杂的系统故障。

对于接地故障，补偿电压 $\dot{U}'_\phi = \dot{U}_\phi - Z_{\phi 1zd}(\dot{I}_\phi + K3\dot{I}_0)$ ， $Z_{\phi 1zd}$ 为 I 段接地距离保护整定阻抗。

对于相间故障，补偿电压 $\dot{U}'_{\phi\phi} = \dot{U}_{\phi\phi} - Z_{\phi 1zd}\dot{I}_{\phi\phi}$ ， $Z_{\phi 1zd}$ 为 I 段相间距离保护整定阻抗
工频变化量接地距离继电器的判据：

$$|\Delta U'_\phi| > 1.1U''_{\phi|0|} \quad \phi = A, B, C$$

工频变化量相间距离继电器的判据：

$$|\Delta U'_{\phi\phi}| > 1.1U''_{\phi\phi|0|} \quad \phi\phi = AB, BC, CA$$

式中： $U''_{\phi|0|}$ 和 $U''_{\phi\phi|0|}$ 为装置启动前正常状态下的补偿电压，通过记忆实现自适应功能，不受系统参数和负荷电流等因素的影响， $U''_{\phi|0|}$ 约为 57.74V， $U''_{\phi\phi|0|}$ 约为 100V。

$|\Delta U'_\phi|$ 和 $|\Delta U'_{\phi\phi}|$ 为补偿电压工频变化量，采用半波积分算法计算。
该继电器动作特性如下图所示：

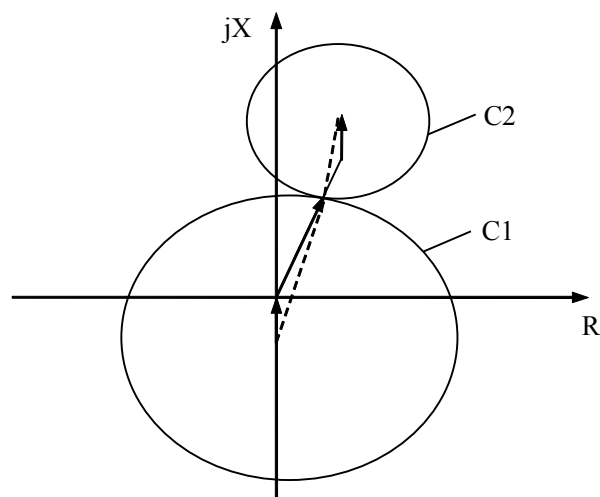


图 3.4.1 工频变化量距离继电器特性图

圆 C1、C2 分别为正、反方向故障时工频变化量阻抗继电器的动作特性。

工频变化量阻抗继电器具有以下优点：

- (1) 从动作判据上看，工频变化量阻抗继电器是反应补偿电压突变量 $\Delta U'_{\phi}$ 的过电压继电器，其启动电压是系统正常运行时的补偿电压 $U'_{\phi|0|}$ ，启动值极高，因此装置安全性很高。
- (2) 具有明确的方向性。
- (3) 在出口短路时，可以获得很大的动作量 $\Delta U''$ ，而且采用的是半波积分算法，因此动作速度极快。
- (4) 补偿电压变化量不反应负荷，因此不受负荷电流的影响。
- (5) 不仅可以保护不对称故障，而且对对称故障也起到保护作用。
- (6) 当过渡电阻不为零时，工频变化量阻抗继电器的附加阻抗为纯阻性的，不易引起超越。

但是其保护范围比较小，在短线路上可能失去保护区，此时可以通过投退控制字退出该保护。

3.5 三相故障距离保护

三相故障距离继电器采用正序电压极化，并分以下两个时期分别处理：

3.5.1 保护启动后 140ms 以内

系统在保护启动后 140ms 不会振荡到使得距离保护误动的地步，因此在保护启动后 140ms 内采用记忆正序电压作为极化量，能可靠区分出口处正向和反向故障。

正向三相故障示意图如下图所示

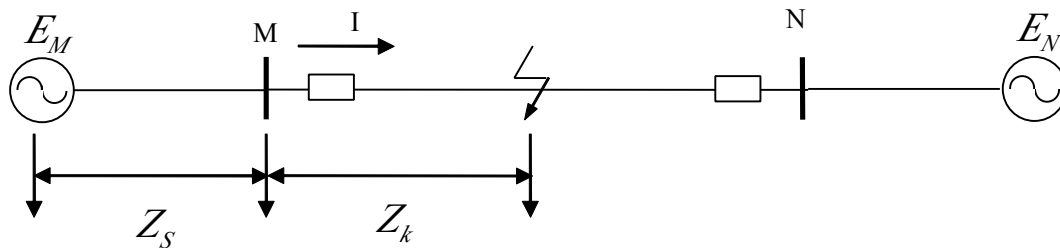


图 3.5.1 正向三相故障系统示意图

工作电压

$$\dot{U}_{op} = Z_k \dot{I}_{ab} - Z_{zd} \dot{I}_{ab}$$

极化电压即为记忆故障前正序电压

$$\dot{U}_{pol} = E_M * e^{j\delta} = (Z_k \dot{I}_{ab} + Z_s \dot{I}_{ab}) e^{j\delta}$$

动作方程如下：

$$90^\circ \leq \arg \frac{\dot{U}_{pol}}{\dot{U}_{op}} = \frac{(Z_k \dot{I}_{ab} + Z_s \dot{I}_{ab}) e^{j\delta}}{Z_k \dot{I}_{ab} - Z_{zd} \dot{I}_{ab}} \leq 270^\circ$$

设故障前保护安装处母线电压与系统电动势之间的夹角 $\delta = 0$ ，则动作方程为：

$$90^\circ \leq \arg \frac{\dot{U}_{pol}}{\dot{U}_{op}} = \frac{Z_k + Z_s}{Z_k - Z_{zd}} \leq 270^\circ$$

Z_s 为保护安装处背后系统等值电抗， Z_{zd} 为相间距离整定阻抗
动作特性如下图所示：

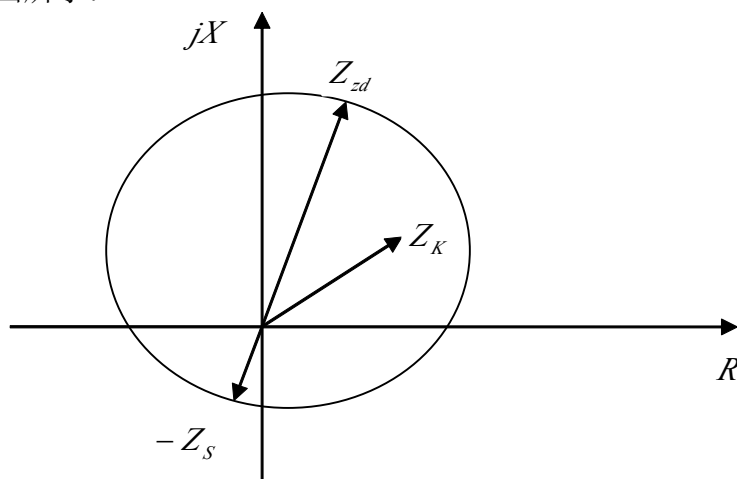


图 3.5.2 正方向三相故障动作特性图

保护的动作为相间距离整定值 Z_{zd} 和 $-Z_s$ 联机为直径的圆，由图可知正向出口或经过渡电阻故障时保护均能正确动作，此动作特性包含原点并不代表反方向故障时保护会误动，反向三相故障示意图如下图所示：



图 3.5.3 反向三相故障系统示意图

工作电压

$$\dot{U}_{op} = -Z_k \dot{I}_{ab} - Z_{zd} \dot{I}_{ab}$$

极化电压即为记忆故障前正序电压

$$\dot{U}_{pol} = E_N^* e^{j\delta} = -(Z_k \dot{I}_{ab} + Z_s \dot{I}_{ab}) e^{j\delta}$$

动作方程如下：

$$90^\circ \leq \arg \frac{\dot{U}_{pol}}{\dot{U}_{op}} = \frac{-(Z_k \dot{I}_{ab} + Z_s \dot{I}_{ab}) e^{j\delta}}{-Z_k \dot{I}_{ab} - Z_{zd} \dot{I}_{ab}} \leq 270^\circ$$

设故障前保护安装处母线电压与系统电动势之间的夹角 $\delta = 0$ ，则动作方程为：

$$90^\circ \leq \arg \frac{\dot{U}_{pol}}{\dot{U}_{op}} = \frac{-Z_k - Z_s}{-Z_k - Z_{zd}} \leq 270^\circ$$

Z_s 为保护安装处到对侧系统的等值电抗， Z_{zd} 为相间距离整定阻抗

动作特性如下图所示：

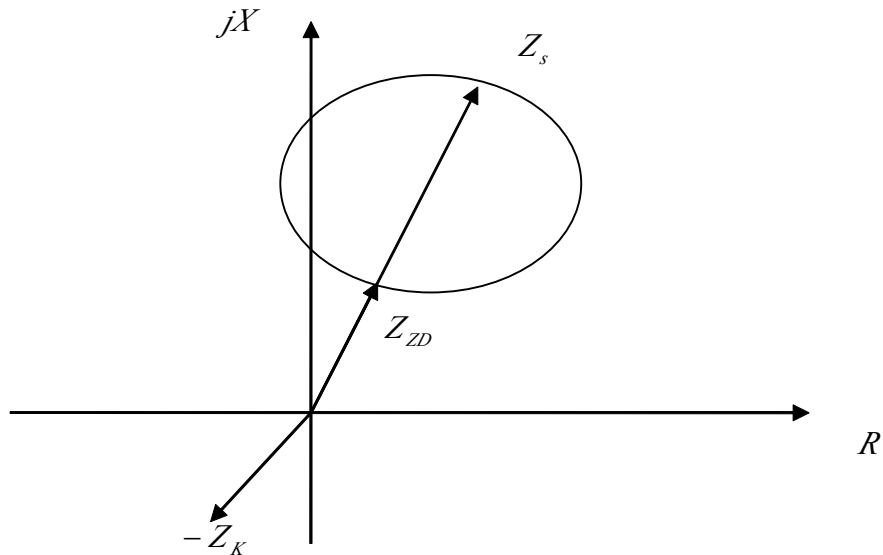


图 3.5.4 反方向三相故障动作特性图

保护的动作为以相间距离整定值 Z_{zd} 和 Z_s 联机为直径的圆，由图可知反向出口时的测量阻抗 $-Z_k$ 不可能落入动作区，因此保护不会误动作。

3.5.2 保护启动 140ms 以后

保护启动 140ms 后根据振荡标志是否置位分别进入不同的处理程序：

- 1) 系统振荡标志置位，则不能再用正序电压极化，改为采用当前残余线电压极化，为了避免出口正向故障时残余电压太低而拒动，增加了一个过原点的小圆动作区，保证保护能正确动作，但因此导致振荡中反向出口故障时保护会失去方向性。动作特性如下图所示：

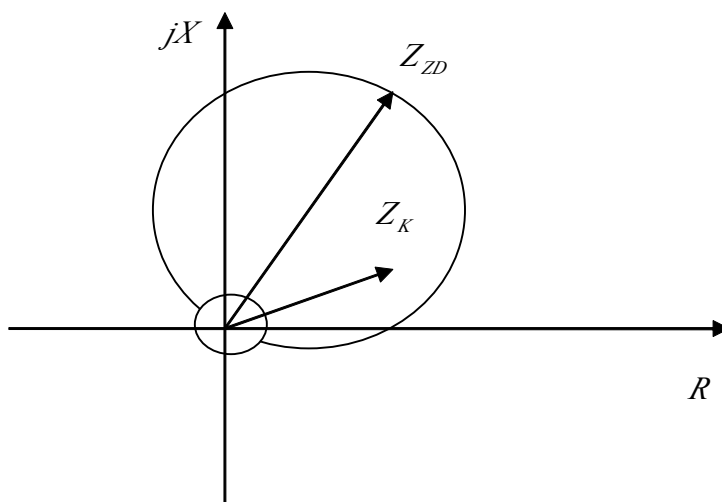


图 3.5.5 保护启动 140ms 后三相故障动作特性图

其中小圆以原点为圆心，以 $0.1 Z_{ZD}$ 为半径。

- 2) 系统振荡标志没有置位，设死区电压为 10V。残余线电压大于 10V 时采用当前残余线电压化，保证当正向故障且残余电压大于 10V 时保护正确动作，反向故障且残余电压大于 10V 时保护正确不动作。当残余线电压小于 10V 时，若在启动 140ms 以内继电器没有动作，则保护不动作，因此背后母线上故障时的残余线电压小于 10V，继电器不会动作；若在启动 140ms 以内继电器已经动作，而残压始终小于 11V，说明正向故障仍然存在，则保持出口直到故障切除，电压恢复正常为止，以保证正向出口故障时保护能持续动作。

3.6 I，II 段接地距离继电器

本装置的接地距离继电器为正序电压极化的圆特性阻抗继电器，由于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，因此具有良好的方向性。

输电线路发生接地故障时不可避免地存在过渡电阻，有时具有较大的数值。由于过渡电阻的存在，使阻抗继电器的测量阻抗中出现附加测量阻抗，破坏了测量阻抗与故障点到保护

安装处线路阻抗的正比关系。由于单相接地时附加测量阻抗的存在，必然引起圆特性接地阻抗继电器保护区的变化。若保护安装在送电侧，附加阻抗 ΔZ_A 呈现容性，引起保护区的伸长，严重时可能引起保护的越级动作，若保护安装在受电侧，附加阻抗 ΔZ_A 呈现感性，引起继电器保护区的缩短，造成继电器拒动。而且随着负荷电流的增大、过渡电阻的增大，保护区的变化也会增大，因此这种单纯的圆特性接地阻抗继电器在短线路上可能无法应用。

为此我们引入零序电抗继电器，该继电器不受保护安装在送电侧还是受电侧的影响，不受过渡电阻大小、负荷电流大小的影响，保护区稳定，但是这种零序电抗继电器没有方向性，也没有选相功能。

我们采用的两段式圆-直线复合特性的接地方向阻抗继电器(以 A 相正向接地故障为例)特性如下图所示。

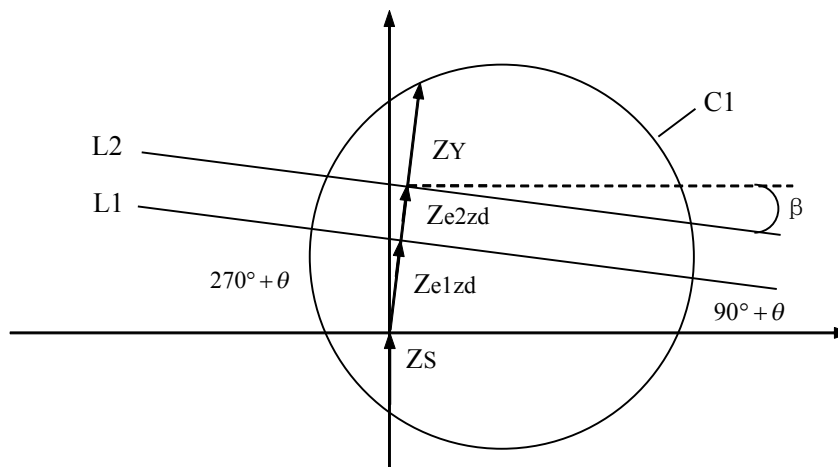


图 3.6.1 正向接地故障时继电器动作特性

动作方程如下：

$$C1: 270^\circ + \theta > \arg \frac{\dot{U}_{1A}}{\dot{U}_A - Z_Y(\dot{I}_A + K3\dot{I}_0)} > 90^\circ + \theta$$

式中， Z_Y ---额定阻抗值，也就是 $Z_Y = \frac{1}{K_Y} \cdot \frac{U_N}{I_N}$ 。

θ ---移相角度，可在 0° 、 15° 、 30° 、 45° 中设定。

为了扩大接地故障时，阻抗圆特性承受过渡电阻的能力，对极化电压进行移相处理(超前方向移相)。可见，计及移相角度 θ 后，动作特性与 $\theta = 0^\circ$ 时相比，顺时针转动 θ 角，直径扩大 $\frac{1}{\cos\theta}$ 倍，随着 θ 的增大，动作特性包含第 I 象限的区域在增大，允许的过渡电阻也愈大，这在较短线路的接地距离保护中是需要的。

直线 L1、直线 L2 为零序电抗继电器，动作方程如下：

$$L1: 360^\circ > \arg \frac{\dot{U}_A - Z_{e1zd}(\dot{I}_A + K3\dot{I}_0)}{\dot{I}_0 \angle -\beta} > 180^\circ$$

$$L2: 360^\circ > \arg \frac{\dot{U}_A - Z_{e2zd}(\dot{I}_A + K3\dot{I}_0)}{\dot{I}_0 \angle -\beta} > 180^\circ$$

Z_{e1zd} 、 Z_{e2zd} 分别为 I、II 段接地距离保护的整定阻抗值。为了防止经 $R_g^{(1)}$ 接地时出现保护区的超越现象，式中 $\dot{I}_0$ 顺时针方向旋转一个角度，也就是阻抗特性顺时针方向旋转一个角度。

圆 C1 和直线 L1 相与构成 I 段接地距离继电器，圆 C1 和直线 L2 相与构成 II 段接地距离继电器，这种距离继电器具有如下特点：

1. 有明确的方向性。正、反向出口单相接地故障时，保护安装处有较高的正序电压，因此正向出口接地故障时继电器可靠动作，反向出口接地故障时继电器可靠不动作，没有电压死区。
2. 保护区稳定。保护区不受负荷电流、过渡电阻的影响，这是由零序电抗继电器保证的。
3. 抗过渡电阻的能力强。这是圆特性采用较大的额定阻抗整定值，以及对动作圆移相的结果。
4. 具有选相功能。正序电压极化阻抗继电器保证接地故障时，非故障相的继电器不会动作，仅是故障相的继电器动作。

3.7 I，II 段两相故障距离继电器

与接地距离继电器相同，两相故障(包括两相短路和两相接地短路故障) 仍然采用以正序电压极化的圆-直线复合特性的方向阻抗继电器。下图为 DMP9100 的两相故障阻抗继电器的动作特性(以 BC 相间故障为例)：

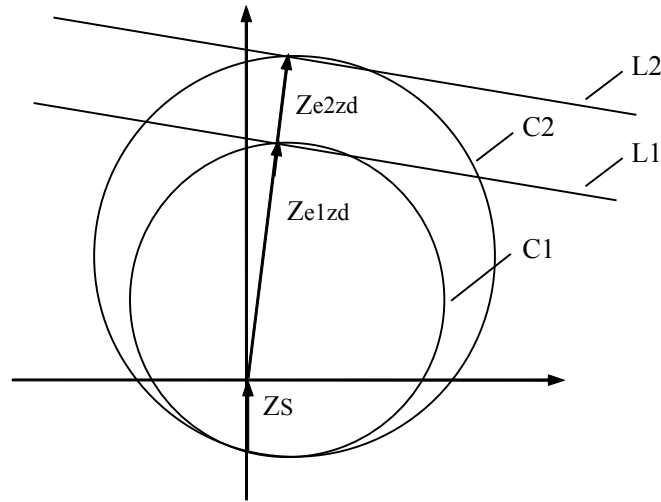


图 3.6.2 正向两相故障时继电器动作特性

其动作方程为：

$$C1: 270^\circ > \arg \frac{\dot{U}_{1BC}}{\dot{U}_{BC} - Z_{p1zd} \dot{I}_{BC}} > 90^\circ$$

$$C2: 270^\circ > \arg \frac{\dot{U}_{1BC}}{\dot{U}_{BC} - Z_{p2zd} \dot{I}_{BC}} > 90^\circ$$

$$L1: 90^\circ > \arg \frac{\dot{U}_{BC} - Z_{p1zd} \dot{I}_{BC}}{\dot{I}_{2A}} > -90^\circ$$

$$L2: 90^\circ > \arg \frac{\dot{U}_{BC} - Z_{p2zd} \dot{I}_{BC}}{\dot{I}_{2A}} > -90^\circ$$

其中： Z_{p1zd} 、 Z_{p2zd} 分别为相间距离保护 I、 II 段的整定阻抗值；
 Z_s 为系统阻抗。

圆 C1 和直线 L1 构成 I 段距离继电器，圆 C2 和直线 L2 构成 II 段距离继电器，这种距离继电器具有如下特点：

1. 有明确的方向性。正向出口接地故障时继电器可靠动作，反向出口接地故障时继电器可靠不动作，没有电压死区。正方向故障时动作特性包含坐标原点，而反方向动作时动作特性则偏离坐标原点，并且没有实际的反向动作区。
2. 保护区稳定。保护区不受负荷电流、过渡电阻的影响。
3. 反应过渡电阻的能力强。保护区内相间短路故障时允许有较大的过渡电阻，对过渡电阻

具有自适应的能力。

4. 具有选相功能。

因此，这种相间方向阻抗继电器可作为于不同长度的高压线路两相故障保护。相间距离定值并与接地距离保护各定值相互独立，可满足双回线系统中对零序互感的考虑。

3.8 振荡闭锁

若启动组件启动时，按躲过最大负荷电流整定的过流元件不动作或者动作尚不到 10ms，则无条件开放距离保护 140ms，也就是说正常运行时发生故障则开放振荡闭锁 140ms。

系统振荡时过流元件先动作，振荡标志置位，然后再发生故障时距离保护已经被闭锁，需要经开放元件开放保护才能动作，接地距离继电器和两相故障距离继电器由不对称故障开放元件开放；三相故障距离继电器由对称故障开放元件开放。

3.8.1 不对称故障开放元件

不对称故障开放元件：

$$|I_2| + |I_0| > K|I_1|$$

K 的取值能确保系统振荡时发生区外不对称故障时该元件可靠不开放。

全相振荡中无不对称故障发生时，无负序合零序电流，该元件不会启动，保证振荡中接地距离继电器合两相故障距离继电器不会误动。

振荡中不对称故障发生在系统电势角尚未摆开时，由于负序和零序分量比较大，该元件立即开放；对称故障发生在系统电势角已经摆开时，该元件不会立即开放，可以避免区外或反向故障时保护误动，待到系统电势角减小时才逐步开放，此时距离继电器已经有明确的方向性和可靠的动作区。因此可以确保振荡中区内不对称故障时保护可靠动作，区外或反向故障时保护可靠不误动。

3.8.2 对称故障开放元件

如图 3.8.1 所示， U_1 为保护安装处正序电压， I_1 为正序电流， Φ 为正序电压和正序电流之间的夹角。假定系统联系阻抗的阻抗角为 90° ，则系统振荡时 $U_1 \cos \Phi$ 为振荡中心的正序电压，是一个周期变化量，其周期为振荡周期。而三相故障时， $U_1 \cos \Phi$ 为弧光电阻上的压降，一般小于 $5\%U_N$ 。

对称故障开放元件：

$$-0.03U_N < U_1 \cos \Phi < 0.08U_N, \text{ 延时 } 150\text{ms 开放。}$$

$$-0.2U_N < U_1 \cos \Phi < 0.2U_N, \text{ 延时 } 500\text{ms 开放。}$$

$U_1 \cos \Phi$ 为 $-0.03U_N$ 时，系统角为 183.5° ， $U_1 \cos \Phi$ 为 $0.08U_N$ 时，系统角为 171° ，假定振荡时 $U_1 \cos \Phi$ 均匀变化，按振荡周期最大 3S 计算，则 $U_1 \cos \Phi$ 在 $(0.03U_N, 0.08U_N)$

区间内停留的时间为 $[(183.5-171)/360]*3\approx 104\text{ms}$ ，因此延时 150ms 开放有足够裕度； $U_1 \cos \Phi$ 为 $-0.02U_N$ 时，系统角为 203° ， $U_1 \cos \Phi$ 为 $0.02U_N$ 时，系统角为 157° ，按振荡周期最大 3S 计算 $U_1 \cos \Phi$ 在 $(-0.02U_N, 0.02U_N)$ 区间内停留的时间为 $[(203-157)/360]*3\approx 383\text{ms}$ ，因此延时 500ms 开放有足够裕度。

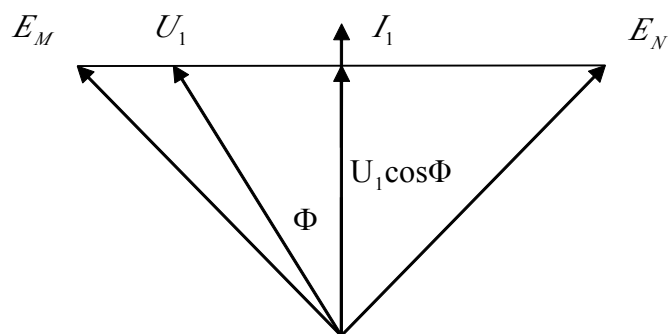
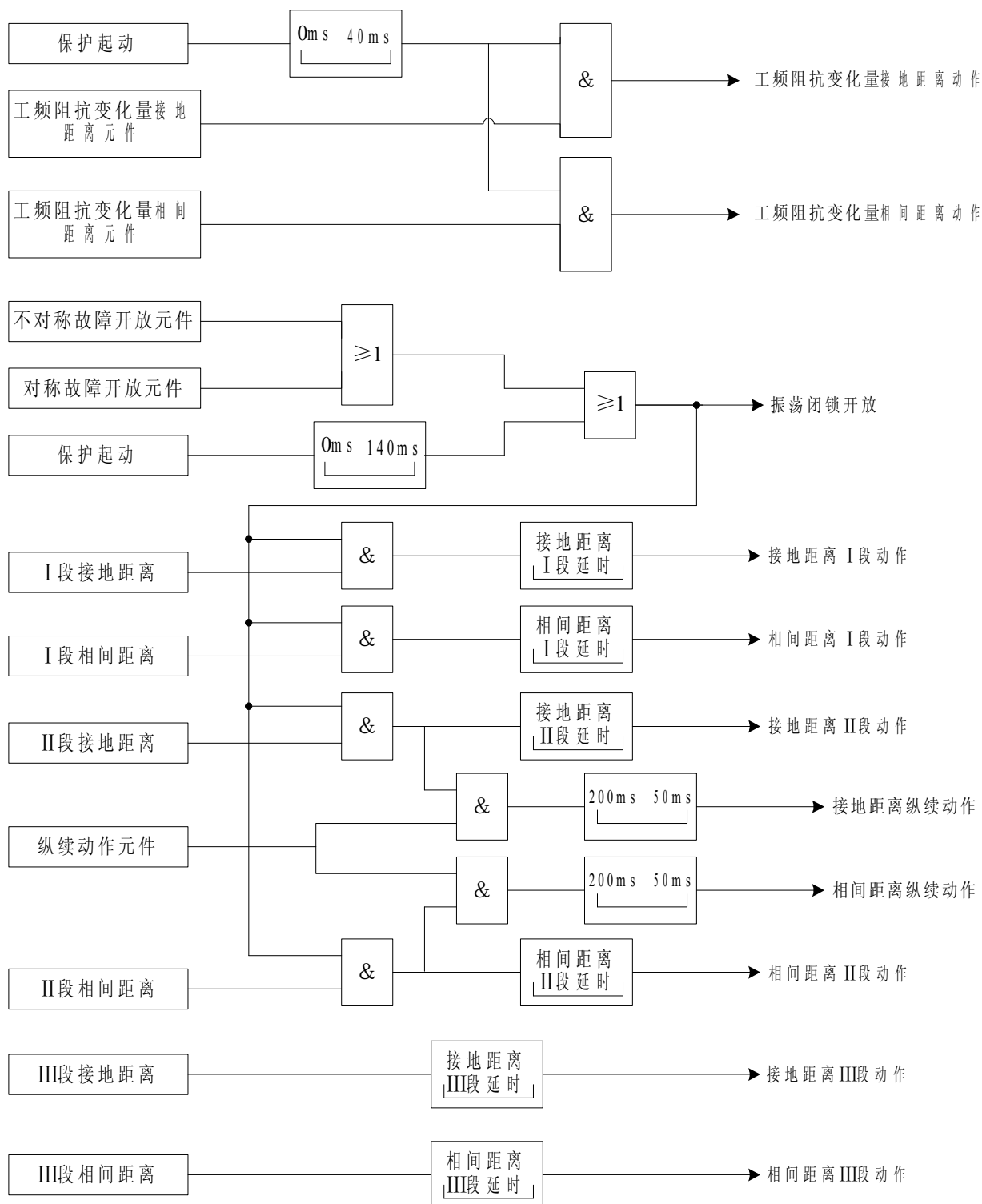


图 3.8.1 系统电压向量图

3.9 距离保护动作逻辑



3.9.1 距离保护逻辑动作框图

3.10 不对称相继速动

不对称相继速动保护利用非故障相在线路一侧保护动作出口后负荷电流的消失，或者零序电流的增大，实现另外一侧保护的相继动作，故障情况如图 3.10.1 所示。N 侧发生 C 相接地故障，N 侧接地距离 I 段动作，三相跳闸后 A、B 两相电流消失。M 侧保护测量到非故障相电流消失，而接地距离 II 段持续动作，则不对称相继速动保护动作，迅速跳开 M 侧线路开关，两相故障时保护动作情况以此类推。

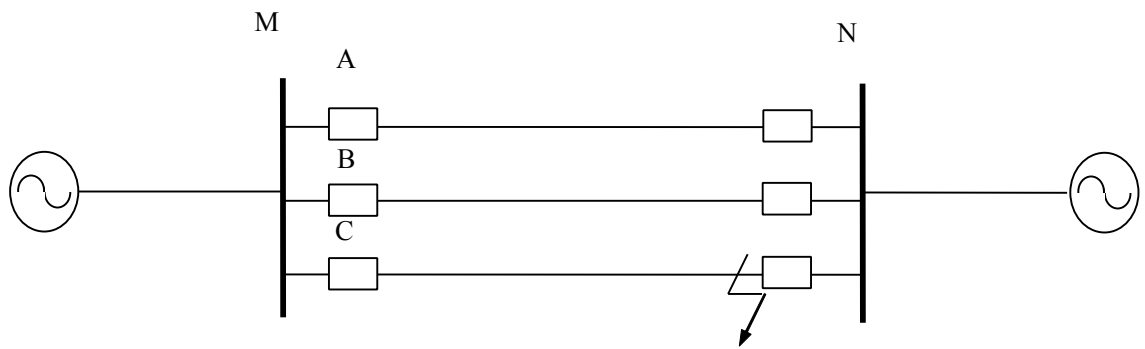


图 3.10.1 不对称相继速动保护动作示意图

当 N 侧保护动作出口后，M 侧保护测量到的零序电流增大，而且零序方向过流 II 段持续动作，也能启动不对称相继速动保护，迅速跳开 M 侧线路开关。

保护逻辑见下图：

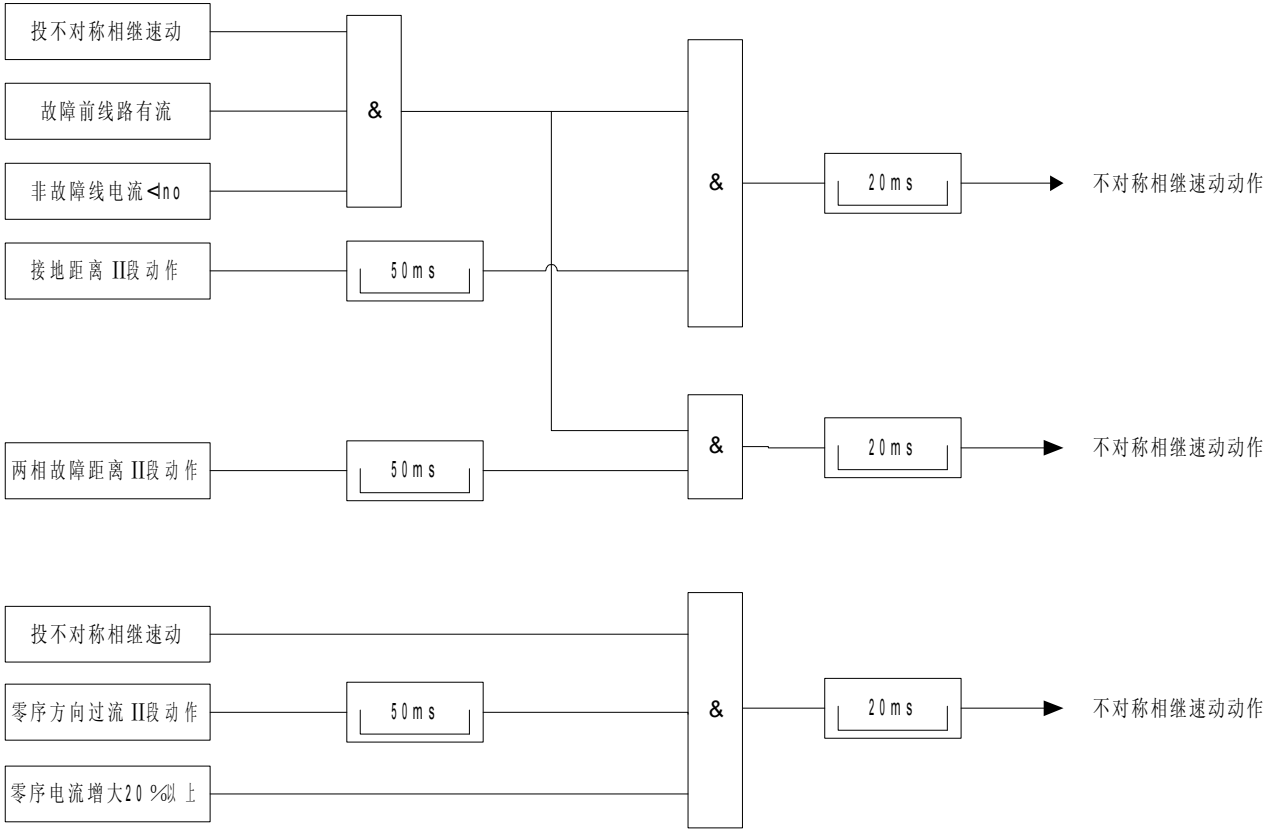


图 3.10.2 不对称相继速动保护逻辑框图

3.11 距离三段

距离三段保护作为本线路的后备保护，需要保证其动作可靠性，同时还要作为相邻线的远后备保护，其阻抗整定值一般延伸到相邻线末端。由于采用本相电压极化的 I 类阻抗继电器，在系统振荡的情况下发生区内故障，保护能可靠动作，而且由于整定时延比较长，可以不考虑系统振荡时的闭锁和开放问题，而且。综合考虑，DMP9100 的距离三段采用带负荷限制的偏移特性阻抗继电器，动作特性如下图。

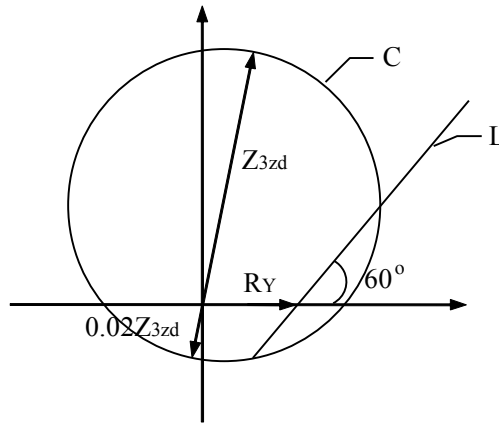


图 3.11.1 距离三段动作特性图

动作判据方程为：

$$C: \left| \arg \frac{\dot{U}_m + 0.02Z_{3zd} \dot{I}_m}{\dot{U}_m - Z_{3zd} \dot{I}_m} \right| > 90^\circ$$

$$L: 240^\circ > \arg \frac{\dot{U}_m - R_Y \dot{I}_m}{\dot{I}_m} > 60^\circ$$

式中， $\dot{U}_m$ ---继电器的测量电压，对相间阻抗继电器 $\dot{U}_m = \dot{U}_{\varphi\varphi}$ ， $\varphi\varphi = AB、BC$ 或 CA ；
对接地阻抗继电器， $\dot{U}_m = \dot{U}_\varphi$ ， $\varphi = A、B$ 或 C 。

$\dot{I}_m$ ---由母线流向被保护线路的测量电流，对相间阻抗继电器 $\dot{I}_m = \dot{I}_{\varphi\varphi}$ ， $\varphi\varphi = AB、BC$ 或 CA ；对接地阻抗继电器， $\dot{I}_m = \dot{I}_\varphi + K3\dot{I}_0$ ， $\varphi = A、B$ 或 C 。

Z_{3zd} ---距离 III 段的整定阻抗值。对相间阻抗继电器 Z_{3zd} 为相间距离 III 段定值 Z_{p3zd} ，
对接地阻抗继电器， Z_{3zd} 为接地距离 III 段定值 Z_{e3zd} 。

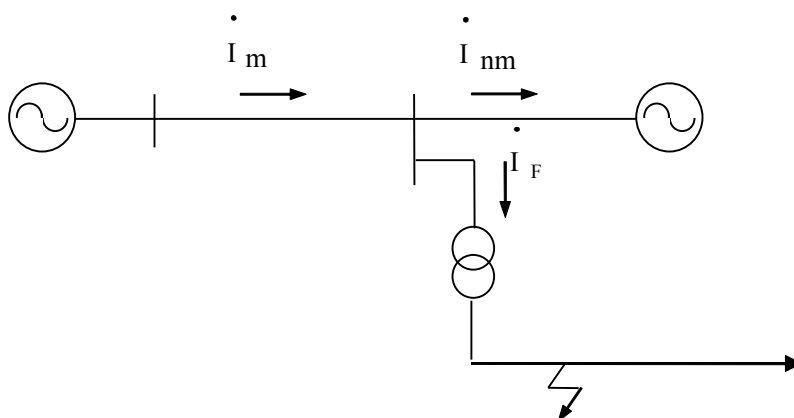
R_Y ---最小负荷电阻。110KV 线路的线路阻抗角大约为 70° ，220KV 线路的线路阻抗角大约为 80° ，所以负荷限制继电器 L 动作区间设置为大于 60° 。

DMP9100 距离 III 段阻抗继电器具有如下特点：

- 1、靠性高。偏移特性阻抗圆包含坐标原点，即当保护出口发生三相短路故障时，即使 I、II 段阻抗继电器没有动作，借助后备段的偏移特性阻抗继电器能可靠切除故障，真正起到后备作用。但是，偏移阻抗特性导致距离三段在出口处故障不具有方向性。
- 2、重负荷时保护不会误动。
- 3、整定值很大，因此其承受过渡电阻能力很强。
- 4、不受振荡影响。这种 I 类阻抗继电器是防振荡的，在纯振荡，或者振荡和故障同时发生的情况下，故障相和非故障相的阻抗继电器均能够正确测量，不会导致误动作。
- 5、接地和相间的 6 个继电器循环测量，不受选相结果影响，可以保证在任何复杂故障时都能够最终切除故障。

3.12 变压器远后备保护

变压器远后备保护能对对侧 Y / Y / Δ 接线变压器中、低压侧故障起远后备作用，不受 Y / Y / Δ 接线相位的影响，躲负荷能力强，因而具有足够的灵敏度。中、低压系统降压变压器的阻抗往往大于线路阻抗，在变压器中、低压侧故障时由于对侧母线上电源的助增作用，使得线路第 III 段距离继电器的灵敏度和动作时间配合困难，往往为了满足速动性的要求，第 III 段距离继电器对变压器低压侧故障的灵敏度不够。变压器低压侧故障后如果变压器保护拒动可能导致变压器长时间带故障工作，可能烧毁变压器，而且降压变压器低压侧故障时常伴随变电站直流电源消失，因此可能导致变电站其它设备的严重烧毁，损失惨重，而本保护作为变压器低压侧故障的远后备保护，意义重大。



3.12.1 变压器低压侧故障示意图

由于 Y / Δ 降压变压器高压侧和低压侧相位存在差异，使得低压侧发生的两相短路故障或者绕组匝间故障，反应到高压侧时，虽然没有零序电流，但应该采用相阻抗继电器，而非

相间阻抗继电器。为解决此问题，本装置变压器远后备保护采用一个负序距离继电器和一个具有负荷限制特性的正向偏移阻抗继电器相配合的原理。

负序距离继电器 C1 用以保护变压器中、低压侧两相短路和绕组匝间短路故障，其动作判据为：

$$|\dot{U}_2 - Z_{p4zd} \dot{I}_2| > |\dot{U}_1 - Z_{p4zd} \dot{I}_1|$$

式中：\$Z_{p4zd}\$ 为变压器远后备保护的整定阻抗，\$Z_{p4zd} = 1.2(Z_L + kZ_T)\$，\$Z_L\$ 和 \$Z_T\$ 分别为线

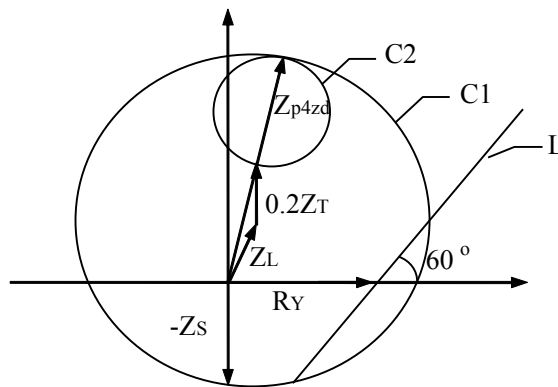
路阻抗和降压变压器阻抗，\$k\$ 为对侧电源的最大助增系数，\$k = \frac{\dot{I}_F}{\dot{I}_M}\$。

具有负荷限制特性的正向偏移阻抗继电器用以保护变压器中、低压侧三相短路故障，其动作判据为：

$$\text{负荷限制继电器 L: } 240^\circ > \arg \frac{\dot{U}_{BC} - R_Y \dot{I}_{BC}}{\dot{I}_{BC}} > 60^\circ$$

式中：\$R_Y\$ 为最小负荷电阻。

$$\text{正向偏移阻抗继电器 C2: } 270^\circ > \arg \frac{\dot{U}_{BC} - (Z_L + 0.2Z_T) \dot{I}_{BC}}{\dot{U}_{BC} - Z_{p4zd} \dot{I}_{BC}} > 90^\circ$$



3.12.2 变压器后备保护动作特性图

变压器远后备保护具有以下优点：

- 1) 负序距离继电器以负序分量为动作量，不受变压器 Y / Y / \$\Delta\$ 接线方式的影响，不反应负荷。
- 2) 正向偏移阻抗继电器附加负荷限制，保证在重负荷情况下保护不会误动。
- 3) 独立的启动组件，该组件比距离保护启动组件更加灵敏，保证变压器低压侧故障时保护能可靠启动。

3.13 零序方向过流保护和零序反时限过流保护

零序方向过流保护和零序反时限过流保护原理简单、快速、灵敏度高，在复杂系统中作为辅助功能不可缺少，本装置配备有四段零序方向过流保护及零序反时限过电流保护。

零序方向过流保护的方向组件，其判据公式：

$$340^{\circ} > \arg \frac{3\dot{U}_0}{3\dot{I}_0} > 160^{\circ}$$

当零序电压低于死区门坎值时，方向组件被闭锁，防止由于 CT 断线而导致的零序方向过流误动。

零序反时限过流保护的動作特性为：

$$t = \frac{80 \cdot T}{\left(\frac{3I_0}{I_{0s}}\right)^2 - 1}$$

式中 I_{0s} 为零序反时限电流启动定值， T 为时间常数定值。作为后备保护，其动作时间最小为 50ms，以保证出口接地故障时动作慢于主保护接地距离和零序过流一段。

零序过流保护逻辑框图如下：

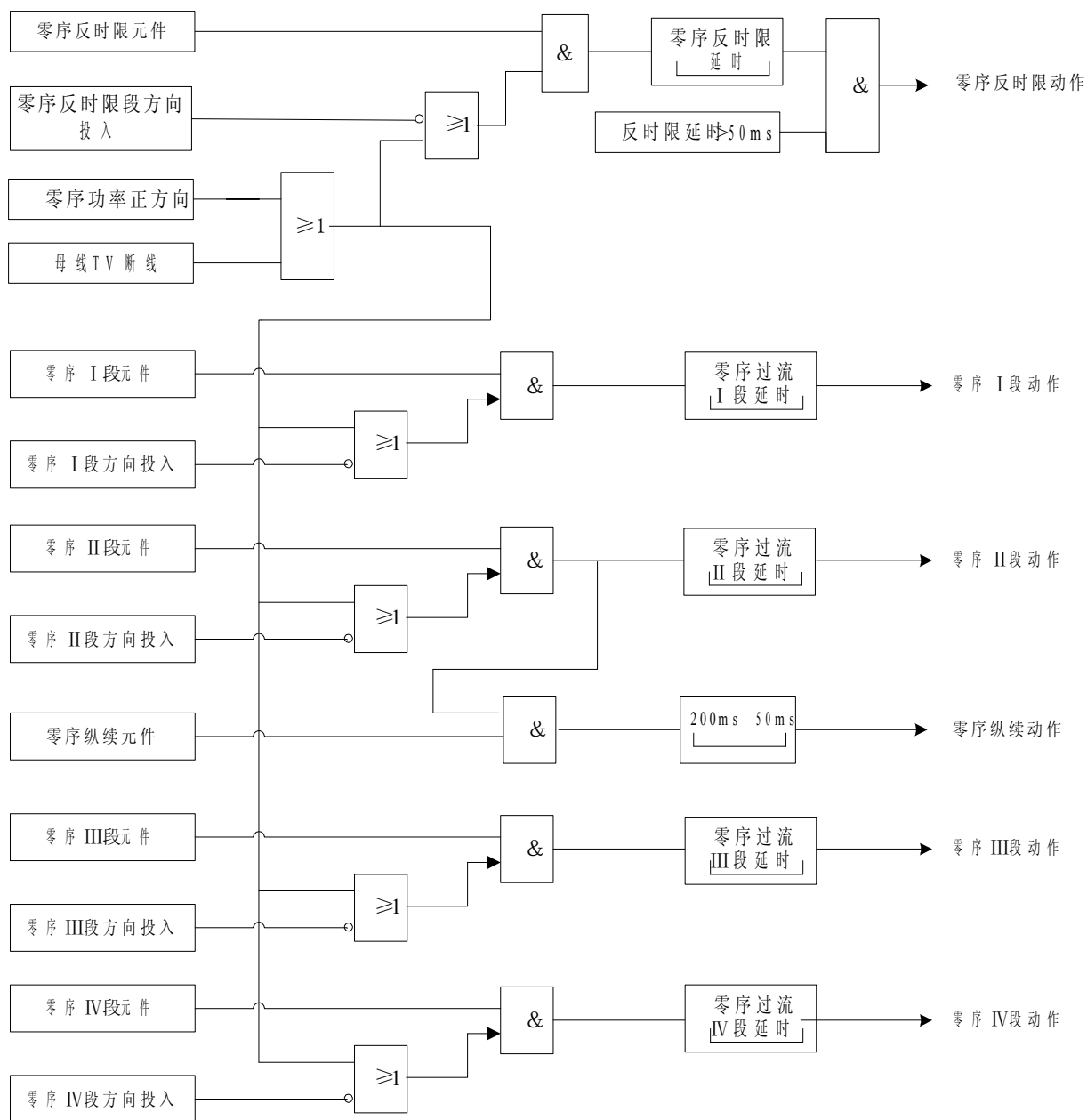


图 3.13.1 零序方向过流保护逻辑框图

3.14 重合闸

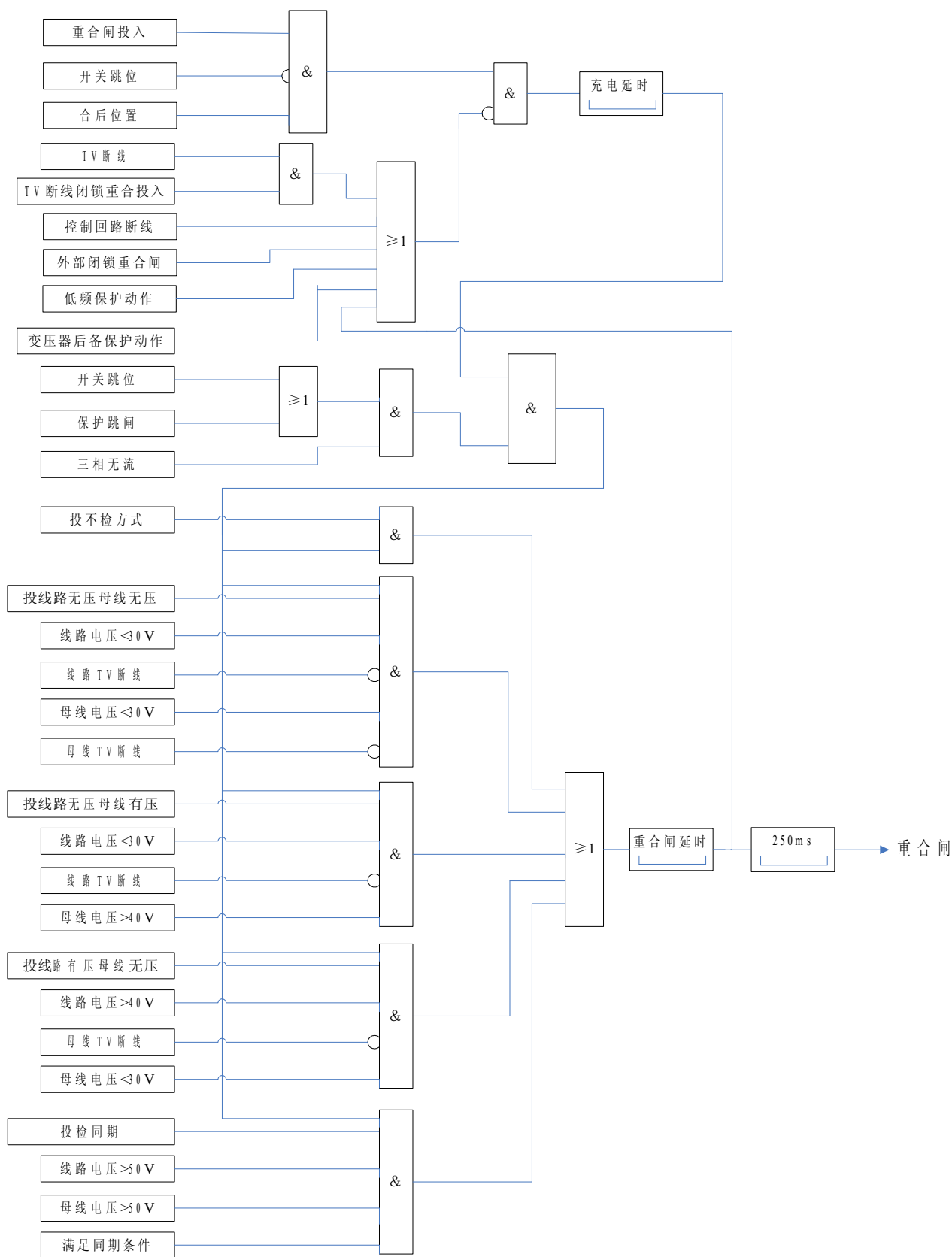


图 3.14.1 重合闸逻辑框图

1) 本装置为三相一次重合闸方式，而且可以引入外部开入闭锁重合闸。

-
- 2) 合闸充电在正常运行时进行，重合闸投入、无跳位、有合后位置、无控制回路断线、无 TV 断线，经 15S 后充电完成。
- 3) 当保护跳闸或者开关偷跳时均能启动重合闸。
- 4) 重合方式可选方式：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、不检而直接重合闸、检同期重合闸。检线路无压母线有压重合闸时，母线线电压 $U_{ab} > 40V$ ，当“检线电压”投入时 $U_x < 30V$ 或当“检线电压”退出时 $U_x > \frac{30}{\sqrt{3}} V$ 时条件满足。检母线无压线路有压重合闸时，母线线电压 $U_{ab} < 30V$ ，当“检线电压”投入时 $U_x > 40V$ 或当“检线电压”退出时 $U_x > \frac{40}{\sqrt{3}} V$ 时条件满足。检线路无压母线无压重合闸时，母线线电压 $U_{ab} < 30V$ ，当“检线电压”投入时 $U_x < 30V$ 或当“检线电压”退出时 $U_x < \frac{30}{\sqrt{3}} V$ 时条件满足。检同期时，当母线线电压均大于 50V，当“检线电压”投入时 $U_x > 50V$ 或当“检线电压”退出时 $U_x > \frac{50}{\sqrt{3}} V$ 时，且 U_x 与对应母线线电压之间的相位差小于整定的同期合闸角时重合闸条件满足。
- 5) 重合闸条件满足后，经整定时延重合，发合闸脉冲 250ms。

3.15 合闸后加速

手合于故障线路或重合于故障线路的情况下，合闸后加速动作，切除故障，且不再重合。手合或者重合后 400ms 内该逻辑启动，同时闭锁距离 I 段和零序过流 I 段。

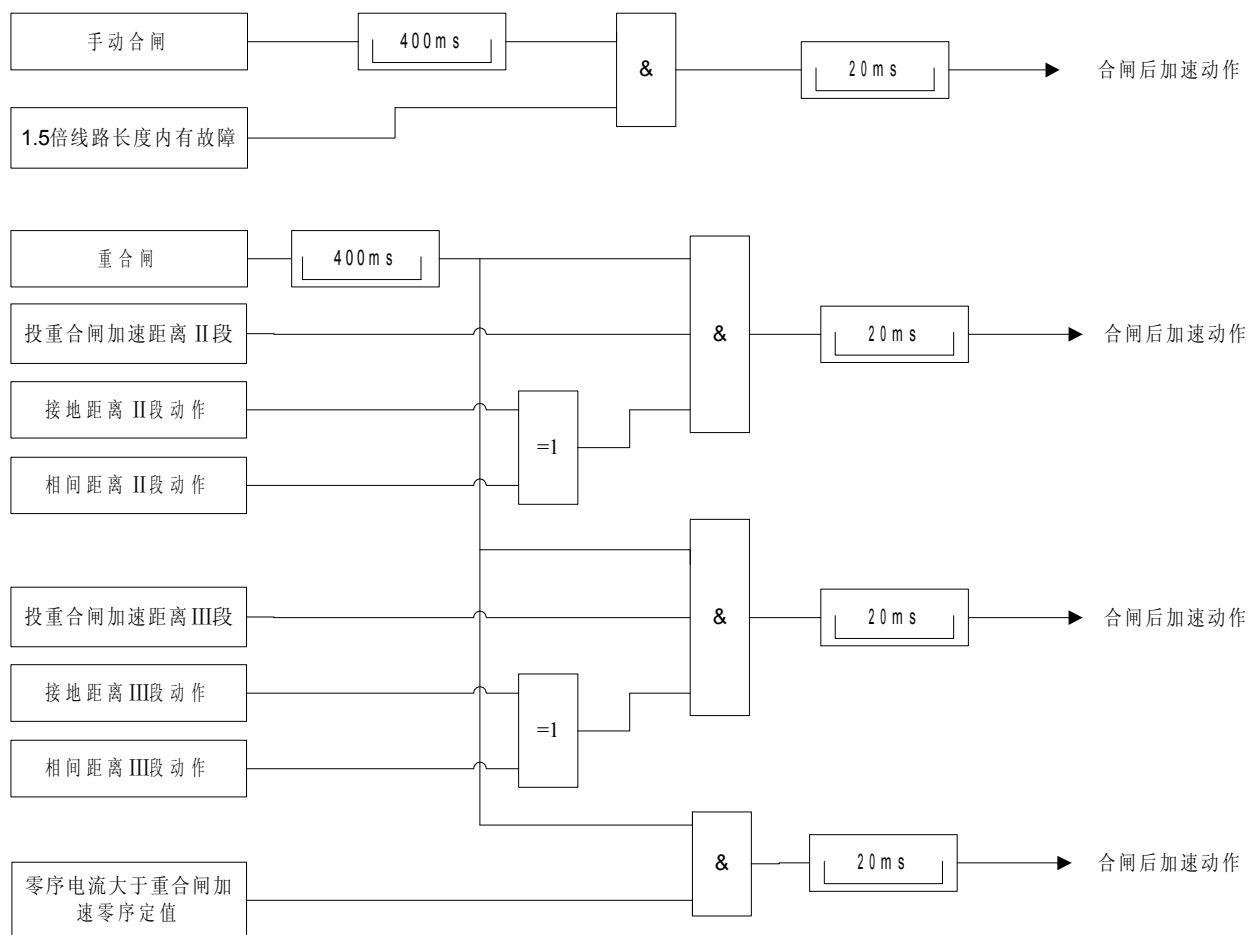


图 3、15、1 合闸后加速逻辑框图

3.16 双回线横联保护

此种保护适用于双回线，当故障发生在 I 段保护范围外、II 段保护范围内时，横联保护能使保护第 II 段纵续动作，快速切除故障。

双回线横联保护原理见下图。

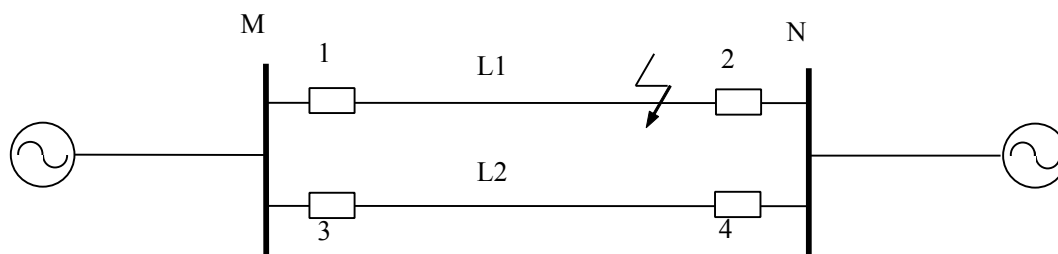


图 3.16.1 双回线横联保护示意图

- 1) M 侧为强电源测：在线路 L1 的末端发生故障时，保护 3 的距离 II 段启动，保护

2 的 I 段距离快速动作以后，保护 3 的距离 II 段返回，从而启动双回线横联保护逻辑向邻线的保护 1 发横联允许信号，保护 1 的双回线横联保护使得 II 段距离继电器经短延时跳闸，切除故障。

- 2) M 侧为弱电源测，保护 1，3 投入“弱电源侧”控制字：在线路 L1 的末端发生故障时，保护 3 的距离 II 段未能启动，保护 2 的 I 段距离快速动作以后，保护 3 测量到的功率方向为反方向，从而启动双回线横联保护逻辑向邻线的保护 1 发横联允许信号，保护 1 的双回线横联保护使得距离 II 段经短延时跳闸，切除故障。

3.17 PT 断线后紧急状态保护

PT 断线后，装置进入紧急状态保护，立即退出所有距离保护、变压器保护、和方向组件，只保留二段式无方向定时限相电流过流保护和四段式无方向性定时限零序电流保护。二段式无方向定时限相电流过流保护逻辑框图如下：

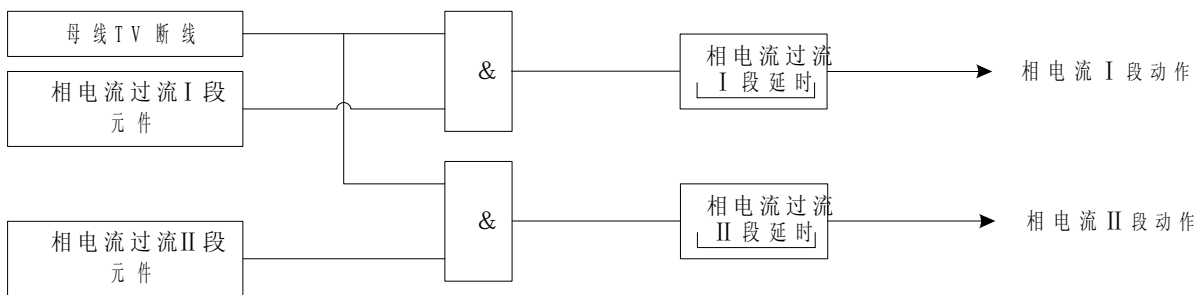


图 3.17.1 定时限相电流过流保护逻辑框图

3.18 低频解列

低频解列保护在系统有功不足导致频率降低至整定值以下时，能可靠动作切除该线路负荷，有利于系统频率的恢复。该保护具有低压闭锁、欠流闭锁和滑差闭锁功能，能确保系统故障时保护可靠闭锁，保护动作逻辑见图 3.18.1。

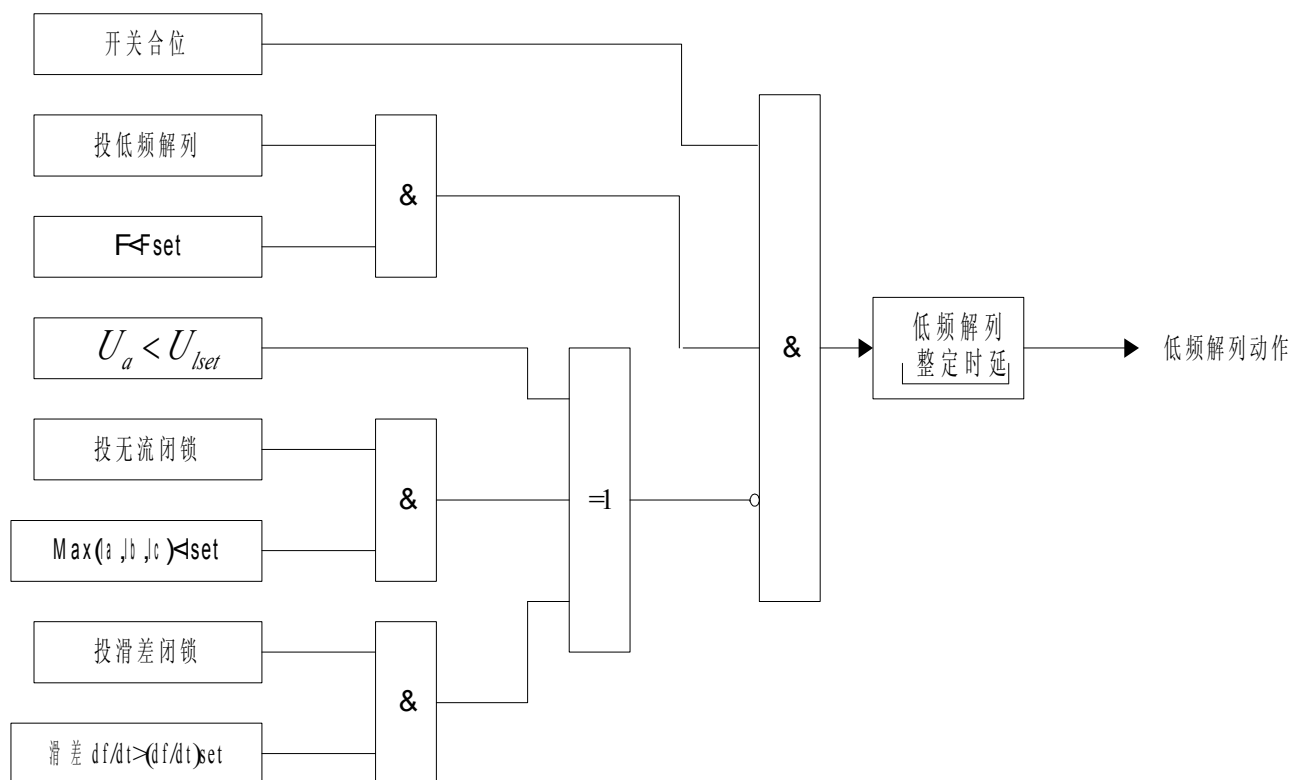


图 3.18.1 低频解列动作逻辑框图

Fset: 频率整定值, Uset: 低电压整定值

Iset: 欠流整定值

(df/dt)set: 滑差整定值, Tset: 时间整定值

投入滑差闭锁控制字，当线路故障时能可靠闭锁低频解列保护，故障切除后，滑差闭锁能可靠解除，具体逻辑见下图：

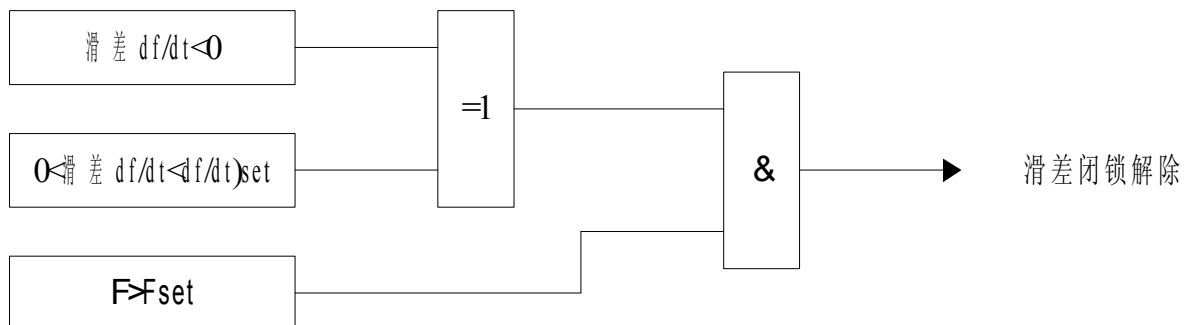


图 3.18.2 滑差闭锁解除逻辑框图

3.19 母线 TV 断线

装置在检测母线 TV 断线时具有告警功能，若启动组件已启动就不进行电压断线的检测。电压恢复正常后延时 1.25S 复归断线信号，恢复正常保护程序。逻辑见下图：

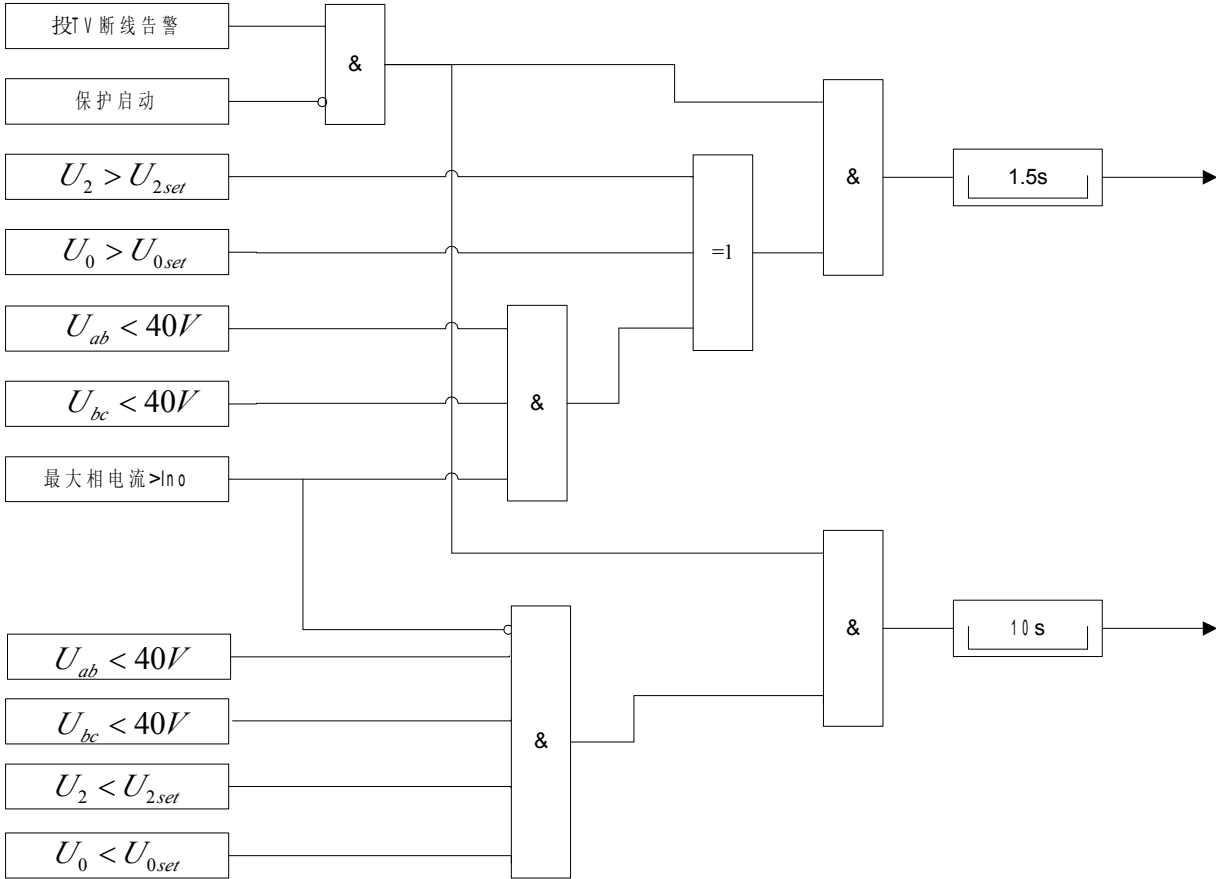


图 3.19.1 TV 断线逻辑框图

U2set: PT 断线检负序电压定值

U0set: PT 断线检零序电压定值

Ino: 无流定值

3.20 线路 TV 断线

若重合闸投入，且重合方式要用到线路电压，如果无“跳”位或线路有流时，线路电压小于 30V，则延时 10S 报“线路 TV 断线”。线路电压正常后延时 10S 信号返回。

若重合闸未投入，或者是重合方式不需用到线路电压，则线路电压可不接入装置，装置也不进行线路 TV 断线判别。

3.21 TA 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 TA 断线信号。

有自产零序电流而无零序电压,则延时 10 秒发 TA 断线信号。

逻辑见下图

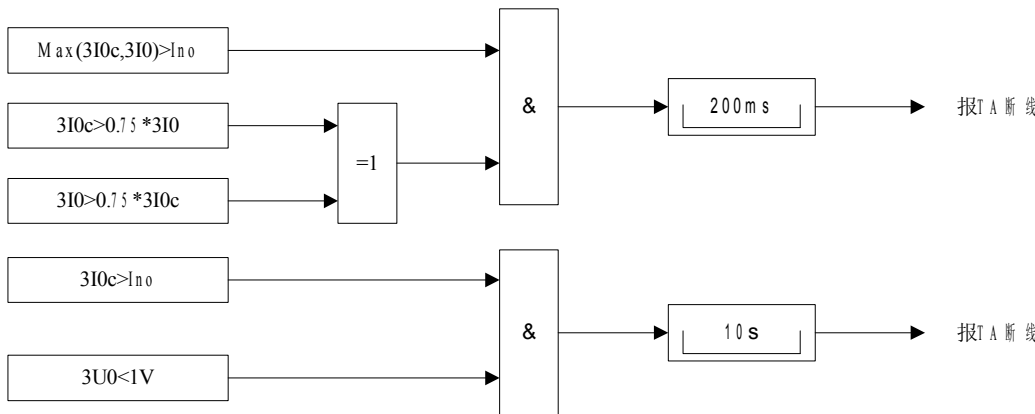


图 3.21.1 TA 断线逻辑框图

$3I_{0c}$: 自产零序电流

$3I_0$: 外接零序电流

I_{no} : 无流定值

3.22 开关位置异常告警

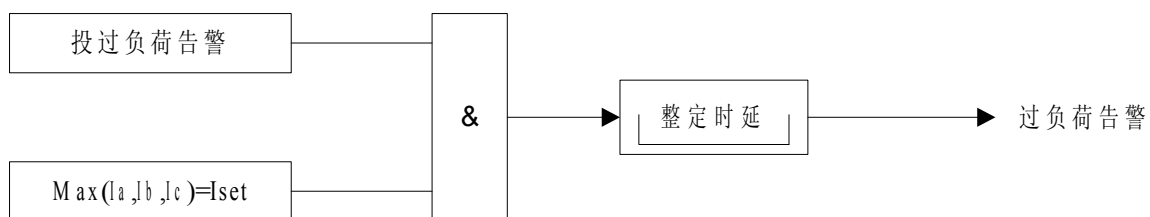
有开关“跳”位,但线路有流,则延时 10S 报“开关位置异常告警”。

3.23 角差异常告警

若重合闸投入,且重合方式为“检同期重合”,若线路和母线线电压均大于 50V,无开关“跳”位或线路有流时,装置检测到线路电压与对应母线电压之间的角度大于 10° ,则延时 1S 报“角差异常告警”。角差恢复正常后,延时 1S 信号复归。

3.24 过负荷告警

过负荷告警逻辑框图如下图所示:



3、24、1 过负荷告警逻辑框图

Iset: 过负荷告警电流定值

3.25 控制回路断线

开关“合”位和“跳”位均采不到，延时 1S 报“控制回路断线”，并且重合闸放电。

4. 硬件原理说明

4.1 装置硬件组成

DMP9100 高压线路保护装置由以下几部分组成：电源 POWER1、POWER2，互感器 PTCT9100，管理板 MCPU9100，保护板 PCPU9100，键盘板 KEYB9100，背板 BBP9100，24V 开入板 INPUT9100，开出板 OUTPUT9100，操作板 OPT9100，电压切换板 SWITCH9100，通讯板 COM9100；可以选配以下组件：开入开出板 INOUT9100，CAN 卡 CAN9100，以太网卡 ETH9100。以下为装置面板图：

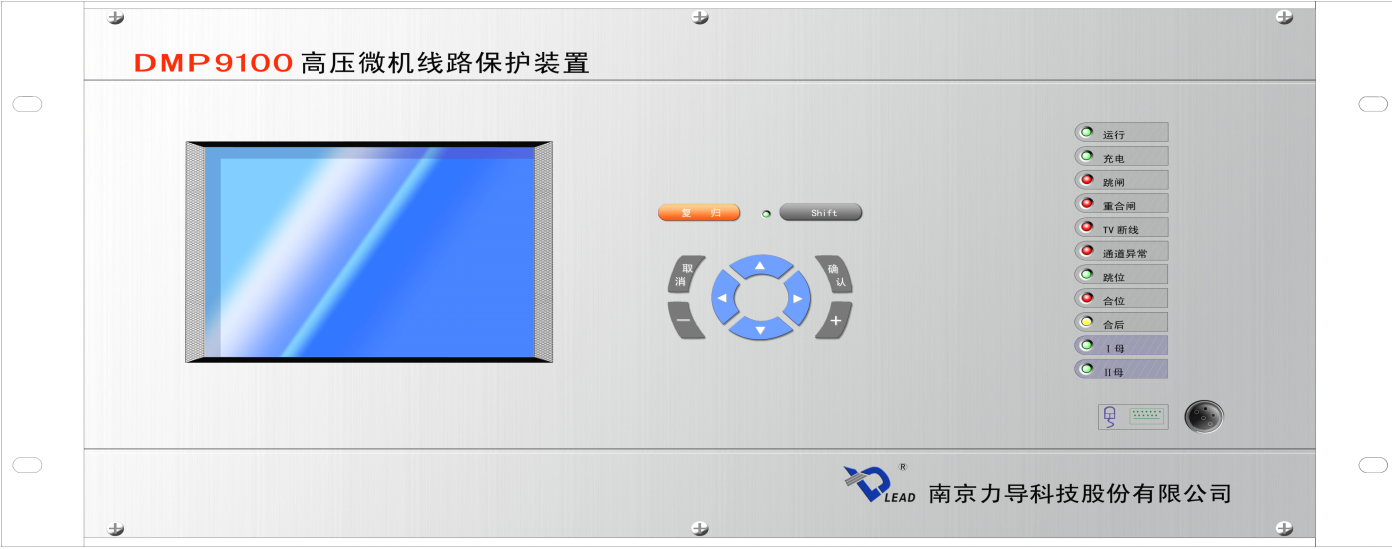


图 4.1.1 装置正面面板布置图

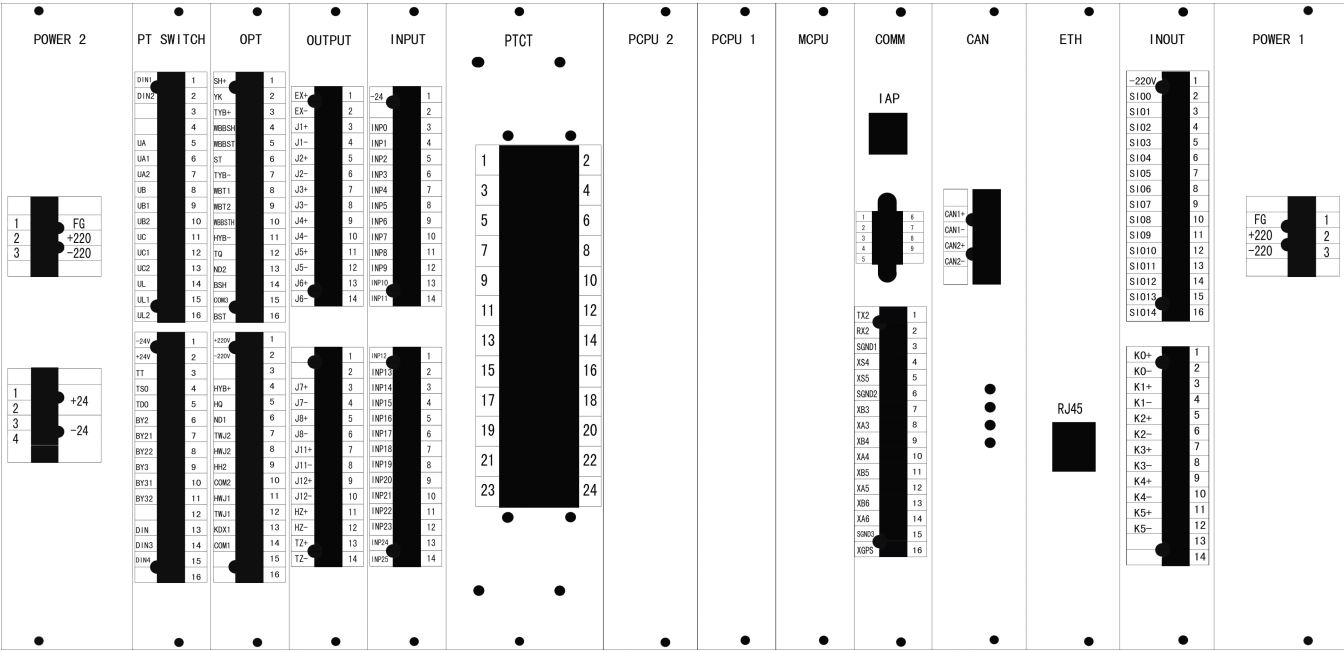


图 4.1.2 装置背板布置图

在整个装置体系中，MCPU 组件负责显示通讯，两块相同的 PCPU 负责采样计算及逻辑判断，共同作用于出口继电器，系统采用可扩充组件的插卡式结构，可扩充不同的通讯组件及测控模块，硬件模块体系结构如下图：

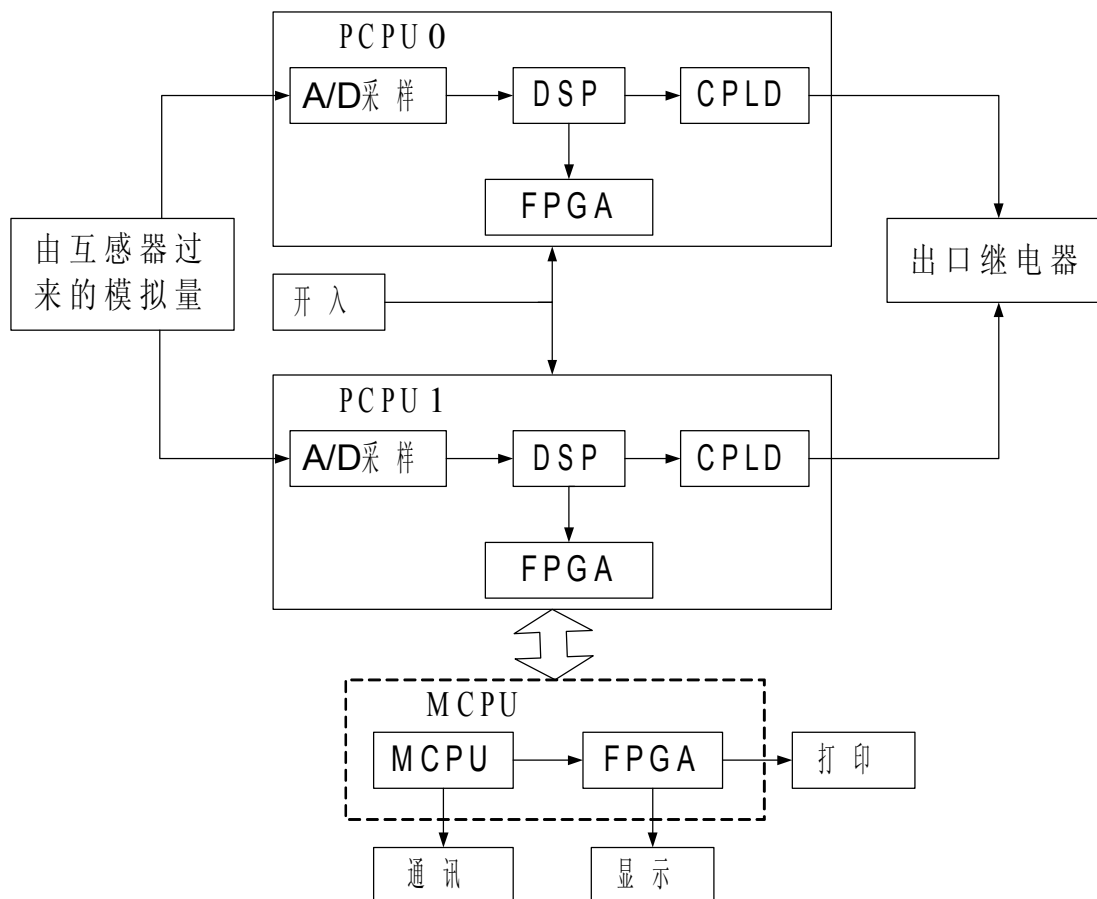


图 4.1.3 硬件模块体系结构

4.2 装置各组件原理说明

以下具体说明装置各组件模块功能及接线:

4.2.1 电源模块

装置有两个电源模块，一个提供装置的工作电源 POWER1，另一个提供外部压板开入电源和继电器电源 POWER2，从装置的背面看，最右边的一块为 POWER1，最左边的一块为 POWER2，两块电源板位置不能互换。

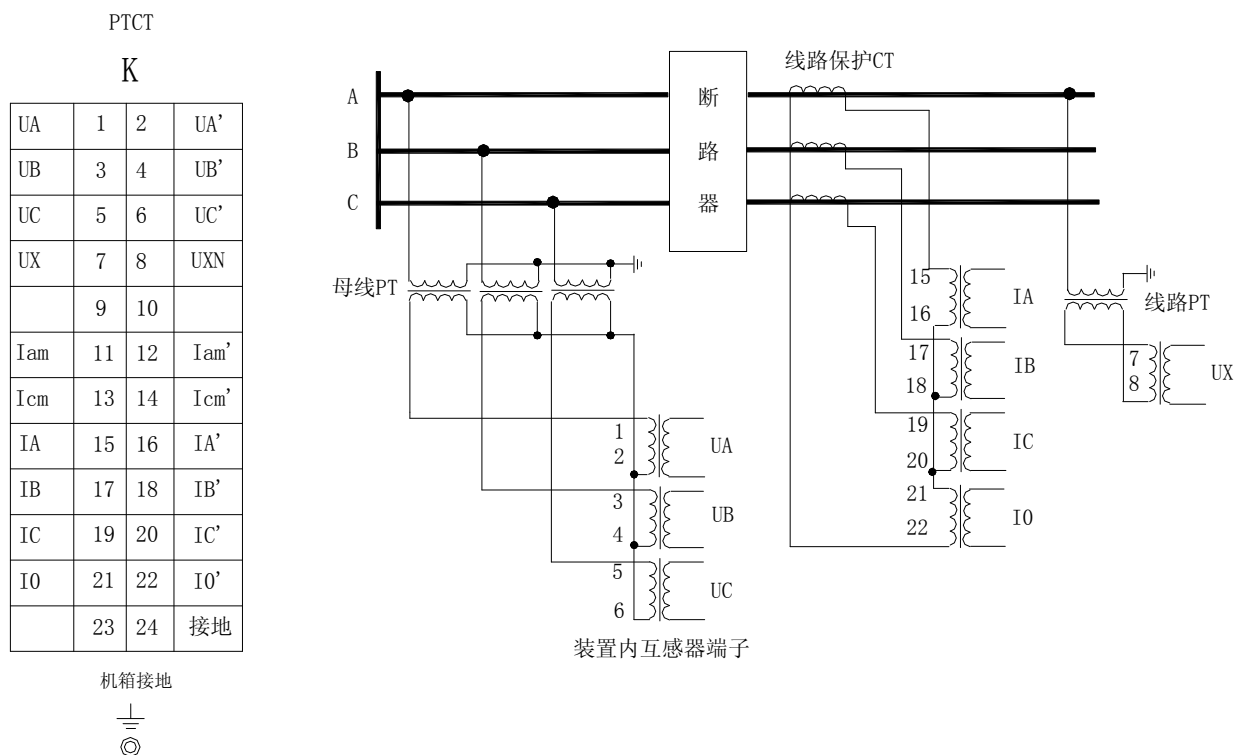
电源从POWER1 端子1、2（直流电源220V/110V+、一端）输入，输出+5V、+3.3V、+30V供装置内部器件工作、从POWER2端子1、2（直流电源220V/110V+、一端）输入，输出+24V给继电器供电，POWER2另外经+24、-24端子输出一组24V开入电源。POWER1和POWER2的FG端子必须良好接地。

4.2.2 互感器模块

装置的互感器模块有 10 组模拟量输入，其中端子 1、2，3、4，5、6 为母线电压 U_A 、 U_B 、 U_C 输入，端子 7、8 为线路电压 U_X 输入；端子 15、16，17、18，19、20 为线路保护 CT 电流 I_A 、 I_B 、 I_C 输入，端子 21、22 为线路零序保护 CT 电流 $3I_0$ 输入，当变电站无零序保护 CT 时，可把端子 16、18、20 并联接到端子 21 作为零序保护 CT 进线，把端子 22 作为线路保护 CT 的公共端；端子 11、12，13、14 为线路测量 CT 的 A、C 相电流。所有端子奇数为进，偶数为出。

互感器端子上有两处接地端子，分别是端子 24 和接地螺钉，要确保良好接地；

U_A 、 U_B 、 U_C 为三相电压输入，额定电压为 57.7V； U_X 为线路电压，可以是相电压，也可以是线电压；保护电流 CT 线性工作范围为 0.1-30IN，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。



图中接线为没有零序保护CT及测量CT时的典型接线，当有零序CT时，零序CT二次侧接端子21，22，同名端与线路CT一致，测量CT接线与保护CT接线方式一致。

4.2.3 管理板 MCPU

管理板 MCPU 作为装置的管理核心，由 80C296SA 和 FPGA 及 CPLD 等构成，负责装置的启动、自检、显示、通讯、打印、数据交换，事件存储。装置上电后，管理板进行自检，自检成功后加载保护板程序，否则禁止保护板运行。

4.2.4 保护板 PCPU

保护板PCPU为装置的运算及控制核心，由32位浮点DSP、16位AD与FPGA等构成，实现所有的保护算法和逻辑功能以及事件记录和录波；装置采样率为每周波32点，在每个采样间隔对所有保护算法实时计算和逻辑判断。

装置有两块相同的保护板组件 PCPU0、PCPU1，两块保护板既可独立工作也可同时工作；当装置只有一块保护板时，出口逻辑由该保护板实现；当装置有两块保护板时，每块保护板的启动回路与另一块保护板的出口回路组成一组动作回路，两组动作回路共同作用于同一出口，只有两块保护板逻辑同时动作才能实现出口，而且任一保护板出口器件损坏均不影响保护出口，具有高可靠性。

4.2.5 键盘板 KEYB9100

键盘板作为人机接口工具，由彩色液晶和10键键盘组成，同时键盘板可提供PS2口外接标准键盘和5线制触摸屏接口。

键盘板上右侧有11个信号灯，分别对应装置的运行工况及操作回路的动作情况：

- A). “运行”灯为绿色表示装置运行正常，其他颜色表示装置有异常情况；
- B). “充电”灯亮表示充电结束；
- C). “跳闸”灯亮反映装置保护动作出口；
- D). “重合闸”灯亮反映装置重合闸动作出口；
- E). “TV断线”灯亮表示装置外部TV断线；
- F). “通道异常”灯亮表示装置与外部通讯有故障；
- G). “跳位”灯亮指示断路器处于跳闸位置；
- H). “合位”灯亮指示断路器处于合闸位置；
- I). “合后”灯亮指示控制把手在合闸后位置；
- J). “1母”灯亮指示被保护线路投在I母上，当无电压切换板时灯不亮；
- K). “2母”灯亮指示被保护线路投在II母上，当无电压切换板时灯不亮。

键盘板中间的一个指示灯亮表示小键盘处于第二功能键，按键可调节液晶亮度和对比度以及选择CPU模块。

4.2.6 开入板 INPUT9100

开入板 INPUT9100 为24V开入，24V电源取自电源板POWER2，具体说明如下：

- A). INP0为跳闸位置继电器接点输入，由操作回路提供，有信号时认为开关在跳闸状态；
- B). INP1为合闸位置继电器接点输入，由操作回路提供，有信号时认为开关在合闸状态；
- C). INP2是外部闭锁重合闸输入，有信号时重合闸不启动；
- D). INP3是横联保护允许信号，双回线时，当故障发生在I段保护范围外、II段保护范

围内时，接收到此信号能使保护第Ⅱ段纵续动作，快速切除故障；

E)．INP4是投检修态输入，运行时应将该压板退出。

F)．INP5～INP17为各保护功能压板；

G)．INP24是打印开入，用于手动起动打印，一般在屏上装设打印按钮；

H)．INP25是信号复归开入，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，也可以通过通信进行远方复归。

I			J		
-24V	1	24V电源—输入	INP12	1	零序二段保护压板
	2		INP13	2	零序三段保护压板
INP0	3	开关“跳”位	INP14	3	零序四段保护压板
INP1	4	开关“合”位	INP15	4	纵续保护压板
INP2	5	外部闭锁重合闸	INP16	5	低周保护压板
INP3	6	横联保护允许信号	INP17	6	重合闸压板
INP4	7	检修状态压板	INP18	7	备用开入1
INP5	8	横联保护压板	INP19	8	备用开入2
INP6	9	变化量距离保护压板	INP20	9	备用开入3
INP7	10	距离一段保护压板	INP21	10	备用开入4
INP8	11	距离二段保护压板	INP22	11	备用开入5
INP9	12	距离三段保护压板	INP23	12	备用开入6
INP10	13	变压器后备保护压板	INP24	13	打印按钮
INP11	14	零序一段保护压板	INP25	14	复归按钮

图4.2.2 开入板端子及定义

4.2.7 开出板 OUTPUT9100

开出板 OUTPUT9100 提供开出空接点，提供装置异常信号、告警信号及出口信号接点，端子定义如下：

G			H		
EX+	1	装置异常信号出口		1	
EX-	2			2	
J1+	3	备用1	J7+	3	合闸出口（也可用于启动录波）
J1-	4		J7-	4	
J2+	5	手合检同期	J8+	5	跳闸出口（也可用于启动录波）
J2-	6		J8-	6	
J3+	7	横联保护发信出口	J11+	7	重合闸出口发信（带自锁回路）
J3-	8		J11-	8	
J4+	9	备用2	J12+	9	跳闸出口发信（带自锁回路）
J4-	10		J12-	10	
J5+	11	过负荷告警出口	HZ+	11	合闸输出
J5-	12		HZ-	12	
J6+	13	预告信号出口	TZ+	13	跳闸输出
J6-	14		TZ-	14	

图 4.2.3 开出板端子定义

- A). EX+、EX-为装置异常信号出口，为常闭接点，装置自检出错或失电时该接点闭合，保护退出。
- B). J6+、J6-为装置预告信号出口，为常开接点，装置异常如TV断线、CT断线时发告警信号，该接点闭合。
- C). J11+、J11-跳闸信号磁保持继电器出口，保护跳闸时继电器动作并保持，接点闭合，需按信号复归按钮或进入菜单进行信号复归操作才能返回。
- D). J11+、J11-重合闸信号磁保持继电器出口，保护跳闸时继电器动作并保持，接点闭合，需按信号复归按钮或进入菜单进行信号复归操作才能返回。
- E). J3+、J3-为横联保护发信出口，为常开信号接点，当双回线横联发信逻辑启动后该接点闭，向相邻线保护发横联允许信号。
- F). J5+、J5-为过负荷报警继电器出口，为常开接点。该接点根据现场需要由用户接入告警回路，也可直接接跳闸回路。
- G). J7+、J7-，J8+、J8-为重合闸出口和跳闸出口接点，均为瞬动接点；可用于启动故障录波或其他相关功能。
- H). HZ、+HZ-，TZ+、TZ-为重合闸和跳闸同步输出常开接点。

4.2.8 操作板 OPT9100

操作板跳闸和重合闸各有两对出口继电器，其启动回路和驱动回路来自两块 PCPU 板，每块 PCPU 提供一对继电器工作电源和另一对继电器驱动回路，确保任一 PCPU 误动不会导致装置出口误动，任一继电器或启动电源损坏不会导致拒动。

E			F		
SH+	1	手动合闸	+220V	1	工作电源+
YK	2	遥控电源+	-220V	2	工作电源-
TYB+	3	跳闸压板+		3	
WBBSH	4	外部闭锁合闸	HYB+	4	合闸压板+
WBBST	5	外部闭锁跳闸	HQ	5	合闸线圈
ST	6	手动跳闸	ND1	6	
TYB-	7	跳闸压板-	TWJ2	7	合位继电器2输出
WBT1	8	外部跳闸1	HWJ2	8	跳位继电器2输出
WBT2	9	外部跳闸2	HH2	9	合后位置
WBBSTH	10	外部闭锁跳合闸	COM2	10	公共端2
HYB-	11	合闸压板-	HWJ1	11	合位继电器输出
TQ	12	跳闸线圈	TWJ1	12	跳位继电器输出
ND2	13		KDX1	13	控制回路断线输出
BSH	14	备用	COM1	14	公共端
COM3	15	备用		15	
BST	16	备用		16	

图 4.2.4 操作板端子定义

操作板具有遥控接点，能实现远方遥控；端子 HWJ1、TWJ1、KDX1、COM1 为一组接

C			PT SWITCH			D		
DIN1	1	一母刀闸常开				IN24-	1	24V电源—
DIN2	2	一母刀闸常闭				IN24+	2	24V电源+
	3					TT	3	公共点0
	4					TS0	4	同时失压公共点
UA	5	A相电压输出				TD0	5	同时动作公共点
UA1	6	一母A相电压				BY2	6	公共点2
UA2	7	二母A相电压				BY21	7	一母投入输出触点
UB	8	B相电压输出				BY22	8	二母投入输出触点
UB1	9	一母B相电压				BY3	9	公共点3
UB2	10	二母B相电压				BY31	10	一母投入输出触点
UC	11	C相电压输出				BY32	11	二母投入输出触点
UC1	12	一母C相电压					12	
UC2	13	二母C相电压				DIN	13	公共端，接—220V
UX	14	备用				DIN3	14	二母刀闸常开
UX1	15	备用				DIN4	15	二母刀闸常闭
UX2	16	备用					16	

图 4.2.6 电压切换板端子定义

4.2.10 通讯板 COM9100

通讯板 COM9100 完成与管理机及打印机的通讯功能，有以下接口：打印机接口，Modem 或 IAP 下载电缆接口，一个 RS485 接口，两个 RS485/RS232 接口，差分 GPS 脉冲对时接口和异步广播对时接口。

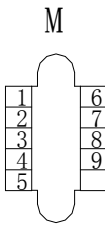
COMM			N		
	IAP编程接口		TX2	1	RS232-2发
			RX2	2	RS232-2收
	打印机口		SGND1	3	RS232-2地
			XS4	4	RS485-2B/RS232-3发
			XS5	5	RS485-2A/RS232-3收
			SGND2	6	RS232-3地
			XB3	7	RS485-3B
			XA3	8	RS485-3A
			XB4	9	RS485-4B
			XA4	10	RS485-4A
			XB5	11	GPS485-B
			XA5	12	GPS485-A
			XB6	13	GPSOUT-485B
			XA6	14	GPSOUT-485A
			SGND3	15	GPSTTL—
			XGPS	16	GPSTTL+

图 4.2.7 通讯板端子定义

4.2.11 开入开出板 INOUT9100

开入开出板实现 220V 开入接入，如：刀闸位置、外部信号输入。并且能实现告警信号，动作信号开出。

4.2.12 CAN 网卡 CAN9100

CAN 网卡为双 CAN 卡，由两组 CAN 控制器和收发器构成，可实现双 CAN2.0 网络通讯。

4.2.13 以太网卡 ETH9100

以太网卡可组成 10M/100M 双绞线网络或 100M 光以太网网络，光纤端子可根据需要选择 SC 型或 ST 型。

装置可组成串口通讯网络，CAN 网络，以太网网络各种不同的组合，用户根据自己的需要在订货时需加以说明。

4.3 结构与安装

装置采用5U 标准机箱，用嵌入式安装于屏上。机箱结构和屏面开孔尺寸如下：

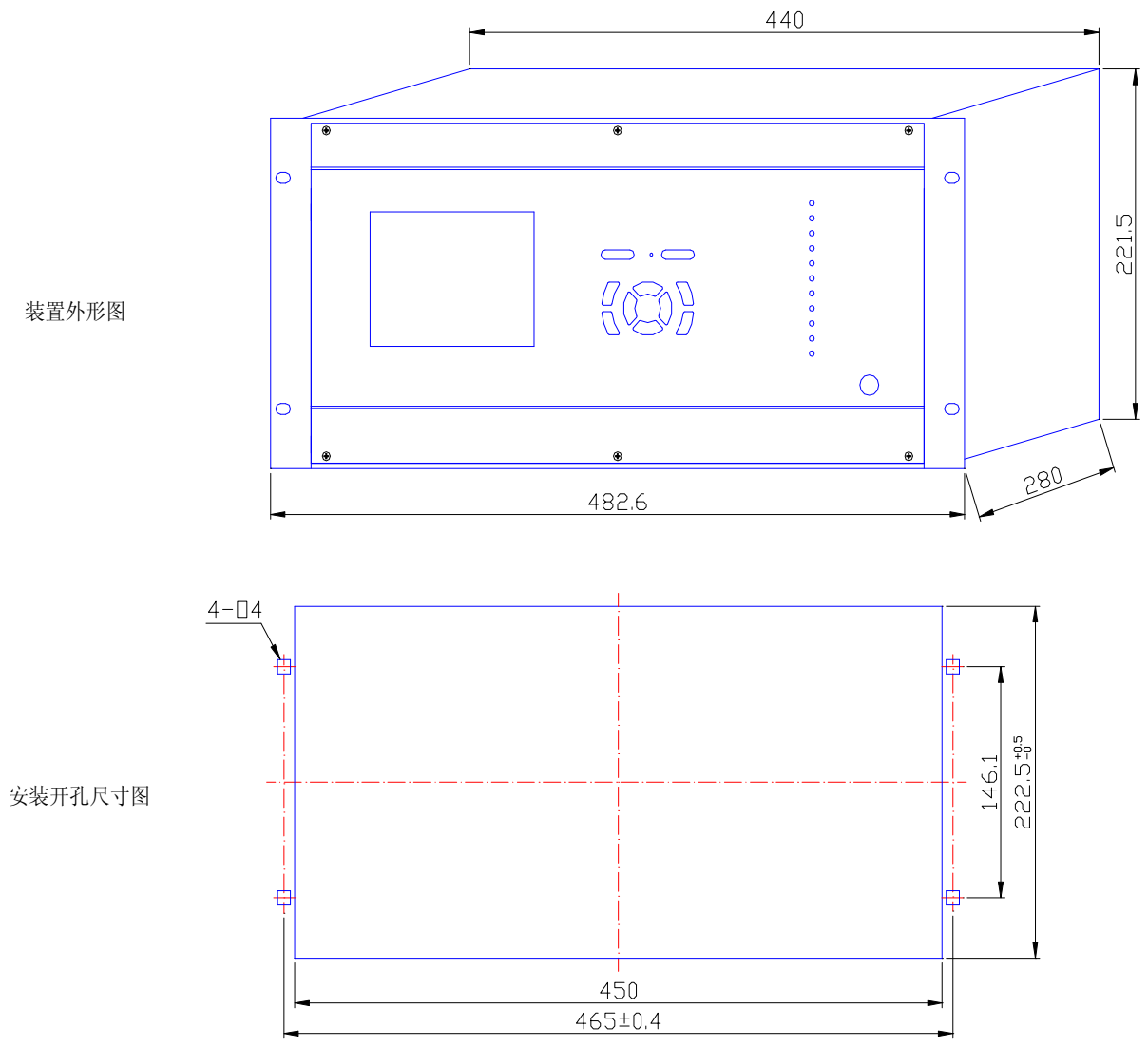


图 4.3 装置外形及开孔尺寸图

5. 保护整定说明

5.1 定值清单

所有保护定值均按二次值整定，定值范围中 I_n 为 1 或 5，对应于额定电流为 1A 或 5A。

5.1.1 距离保护定值及整定说明

序号	名称	定值范围	保护投退	备注
1	特高速距离保护（工频变化量阻抗距离保护）		ON/OFF	
2	接地距离 I 段		ON/OFF	
3	接地距离 I 段定值	$0.05 \sim 25 \Omega / I_n$		
4	接地距离 I 段时延	$0 \sim 200S$		
5	接地距离 II 段		ON/OFF	
6	接地距离 II 段定值	$0.05 \sim 25 \Omega / I_n$		
7	接地距离 II 段时延	$0.01 \sim 200S$		
8	接地距离 III 段		ON/OFF	
9	接地距离 III 段定值	$0.05 \sim 25 \Omega / I_n$		
10	接地距离 III 段时延	$0.01 \sim 200S$		
11	相间距离 I 段		ON/OFF	
12	相间距离 I 段定值	$0.05 \sim 25 \Omega / I_n$		
13	相间距离 I 段时延	$0 \sim 200S$		
14	相间距离 II 段		ON/OFF	
15	相间距离 II 段定值	$0.05 \sim 25 \Omega / I_n$		
16	相间距离 II 段时延	$0.01 \sim 200S$		
17	相间距离 III 段		ON/OFF	
18	相间距离 III 段定值	$0.05 \sim 25 \Omega / I_n$		
19	相间距离 III 段时延	$0.01 \sim 200S$		
20	正序灵敏角	$55^\circ \sim 90^\circ$		
21	零序补偿系数	$0 \sim 1$		
22	线路正序电抗	$0.01 \sim 25 \Omega$		
23	线路正序电阻	$0.01 \sim 25 \Omega$		
24	零序偏移角度	$0 \sim 29^\circ$		
25	接地距离偏移角	$0^\circ, 15^\circ, 30^\circ, 45^\circ$		

26	变压器后备保护		ON/OFF	
27	后备保护电阻	0.05~25 Ω /In		
28	后备保护电抗	0.05~25 Ω /In		
29	负序电流定值			
30	变压器漏抗	0.05~25 Ω /In		
31	变压器后备保护时延	0.01~200S		

整定说明:

- 1、零序偏移角度即零序电抗继电器向顺时针方向的旋转角度，防止经过渡电阻接地时出现超越现象，推荐值 8° 。
- 2、接地偏移角度是为了提高阻抗圆特性承受过渡电阻的能力，对极化电压进行移相处理(超前方向移相)，随着角度 θ 的增大，允许的过渡电阻也愈大，这在短线路的接地距离保护中是需要的，推荐值 $15^\circ \sim 30^\circ$ 。
- 3、变压器后备保护阻抗定值 $Z_{p4zd} = 1.2(Z_L + kZ_T)$ ， Z_L 和 Z_T 分别为线路阻抗和降压变压器阻抗， k 为对侧电源的最大助增系数， $k = \frac{\text{短路电流}}{\text{保护安装处测到的故障电流}}$ ，如为单侧电源则 $k=1$ ；计算出 Z_{p4zd} 后根据灵敏角定值计算后备保护电阻和电抗；负序电流定值是用于区分变压器低压侧相间故障和三相故障，可取变压器低压侧线路末端相间故障时保护安装处测得的最小负序电流。变压器漏抗见变压器额定参数。
- 4、零序补偿系数计算 $K = \frac{Z_0 - Z_1}{3Z_1}$ ， Z_0 为线路零序阻抗， Z_1 为线路正序阻抗。

注：选相模块中用到线路正序电阻和正序电抗，两个定值必须整定。

5.1.2 零序方向过流保护

序号	名称	定值范围	保护投退	备注
1	零序 I 段保护		ON/OFF	
2	零序 I 段方向		ON/OFF	
3	零序过流 I 段定值	0~40A*In		
4	零序过流 I 段时延	0~200S		
5	零序 II 段保护		ON/OFF	
6	零序 II 段方向		ON/OFF	
7	零序过流 II 段定值	0~40A*In		

8	零序过流 II 段时延	0~200S		
9	零序 III 段保护		ON/OFF	
10	零序 III 段方向		ON/OFF	
11	零序过流 III 段定值	0~40A*In		
12	零序过流 III 段时延	0~200S		
13	零序 IV 段保护		ON/OFF	
14	零序 IV 段方向		ON/OFF	
15	零序过流 IV 段定值	0~40A*In		
16	零序过流 IV 段时延	0~200S		
17	零序反时限保护		ON/OFF	
18	零序反时限方向		ON/OFF	
19	反时限启动定值	0~40A*In		
20	反时限时间常数	0~200S		
21	相电流保护 I 段		ON/OFF	
22	相电流保护 I 段定值	0~40A*In		
23	相电流保护 I 段时延	0~200S		
24	相电流保护 II 段		ON/OFF	
25	相电流保护 II 段定值	0~40A*In		
26	相电流保护 II 段时延	0~200S		
27	不对称相继速动		ON/OFF	
28	双回线跨线保护		ON/OFF	

整定说明：

- 1、零序方向过流各段的方向投退可单独整定。
- 2、零序反时限的整定要和相邻线路配合。
- 3、双回线跨线保护用于同杆并架双回线，由用户决定是否投入该保护。

5.1.3 低频保护定值

序号	名称	定值范围	保护投退	备注
1	低频保护		ON/OFF	
2	低频定值	45~50HZ		
3	低频时延	0~200S		
4	低压定值	0~100V		
5	欠流闭锁		ON/OFF	

6	欠流定值	0~40A*In		
7	滑差闭锁		ON/OFF	
8	滑差定值	0.5~20(HZ/S)		

5.1.4 重合闸以及合闸后加速定值

序号	名称	定值范围	保护投退	备注
1	重合闸		ON/OFF	
2	重合闸时延	0.5~200S		
3	PT 断线闭锁重合闸		ON/OFF	
4	重合闸不检		ON/OFF	
5	检母线有压线路无压		ON/OFF	
6	检线路有压母线无压		ON/OFF	
7	检线路无压母线无压		ON/OFF	
8	重合闸检同期		ON/OFF	
9	合闸角	0° ~29°		
10	检 A 相电压		ON/OFF	
11	检 B 相电压		ON/OFF	
12	检 C 相电压		ON/OFF	
13	检线电压		ON/OFF	
14	重合闸加速 II 段距离		ON/OFF	
15	重合闸加速 III 段距离		ON/OFF	
16	重合闸加速零序定值	0~40A*In		

整定说明：

- 1、当线路电压为线电压时将“检线电压”整定为 ON，为相电压整定为 OFF。
- 2、当线路电压为 U_a, U_{ab} 时将“检 A 相电压”整定为 ON，将“检 B 相电压”和“检 C 相电压”整定为 OFF；当线路电压为 U_b, U_{bc} 时将“检 B 相电压”整定为 ON，将“检 A 相电压”和“检 C 相电压”整定为 OFF；当线路电压为 U_c, U_{ca} 时将“检 C 相电压”整定为 ON，将“检 A 相电压”和“检 B 相电压”整定为 OFF。
- 3、如不投重合闸后加速零序可将该整定值设为上限即可。

5.1.5 断线告警定值

序号	名称	定值范围	保护投退	备注
----	----	------	------	----

1	母线 PT 断线告警		ON/OFF	
2	零序电压定值	0~100V		
3	负序电压定值	0~100V		
4	CT 断线告警		ON/OFF	

5.1.6 其它定值

序号	名称	定值范围	保护投退	备注
1	振荡闭锁		ON/OFF	
2	双回线横联保护		ON/OFF	
3	过负荷告警		ON/OFF	
4	过负荷定值	0~40A*In		
5	过负荷时延	0~200S		
6	线路最小负荷电阻	0.05~30 Ω /In		
7	总启动定值	0.1~1A*In		
8	零序电流补偿系数	0~1		
9	额定相电压	0~200V		
10	额定电流	1A, 5A		
11	线路零序电抗	0.01~25 Ω		
12	线路零序电阻	0.01~25 Ω		
13	线路单元阻抗	0.001~25 Ω /KM		
14	无流定值	0.05~40A*In		
15	检弱电源侧故障		ON/OFF	

整定说明：

- 1、在不可能发生振荡的线路，可将“振荡闭锁”设为 OFF。
- 2、总启动定值即启动判据 $3I_2 + K3I_0 > I_{set}$ 中的 I_{set} ，应按保护区末端两相短路时最小的负序电流 $3I_{2min}$ 整定，即 $I_{set} = 3I_{2min} / K_I$ (K_I 为灵敏度系数)；零序电流补偿系数即 K，整定原则为使得单相接地故障和相间故障时的 $3I_2 + K3I_0$ 基本相等，使得这两种情况下启动组件有相同的灵敏性。
- 3、线路单元阻抗=被保护线路正序阻抗/线路长度，用于测距计算。
- 4、无流定值的整定原则为躲开空载时线路上的电容电流，一般设为 0.25A 即可。
- 5、当保护安装侧为弱电源时，将“检弱电源侧故障”设为 ON，否则整定为 OFF。

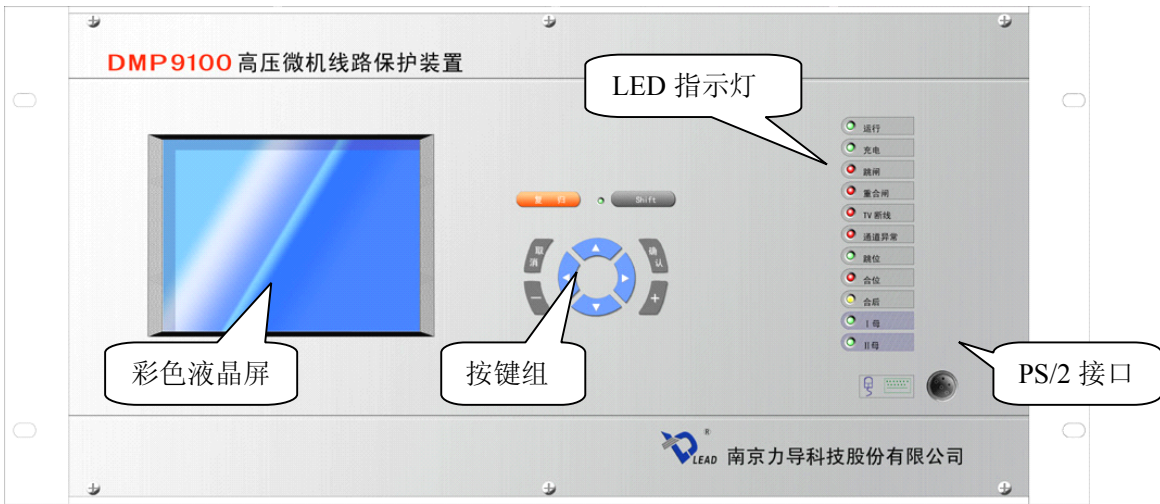
注：过负荷定值牵涉到突变量启动组件和静稳检测组件，必须整定，否则可能导致保护拒动。

6 使用说明

6.1 概述

DMP9100 的人机界面由彩色液晶显示屏、按键组、LED 指示灯组成，具备良好的可操作性，另外配置了一个 PS2 接口，可供用户接入键盘进行人机操作。

前面板



6.1.1 彩色液晶屏

选配的液晶屏为 320X240 像素，可同时显示 20X15 个全角汉字，每个像素均有 4096 种颜色组合，可根据需要随时调整显示的亮度 and 对比度。

6.1.2 按键组

按键组包括上、下、左、右、加、减、确定、取消等 8 个基本功能键，以及切换键(SHIFT)，切换键与基本功能键可组合成扩展功能键，实现更多操作。复归键可在不进入菜单时实现信号复归。

6.1.3 LED 指示灯

DMP9100 的主要运行状态、故障状态、开关位置均通过 LED 指示灯的状态变化进行反映。

LED 指示灯的定义及状态变化说明如下：

LED 定义	状态说明
--------	------

运行	运行正常：绿灯，自检出错：红灯
充电	未充电：不亮灯，充电完毕：亮灯
跳闸	一般情况下：不亮灯，跳闸事件发生：亮灯
重合闸	一般情况下：不亮灯，重合闸事件发生：亮灯
TV 断线	一般情况下：不亮灯，母线 TV 断线事件发生：亮灯
通道异常	一般情况下：不亮灯，通道异常事件发生：亮灯，
跳位	检测到跳位开入：亮灯，其他情况：不亮灯
合位	检测到合位开入：亮灯，其他情况：不亮灯
合后	检测到合后开入：亮灯，其他情况：不亮灯
I 母	PT 切换为 I 母：亮灯，其他情况：不亮灯
II 母	PT 切换为 II 母：亮灯，其他情况：不亮灯

6.1.4 PS2 接口

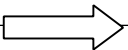
特别设计的 PS2 接口专为调试而用。在调试时可接上 PS2 键盘进行操作，提高调试效率。

6.2 基本界面操作说明

6.2.1 界面操作概述

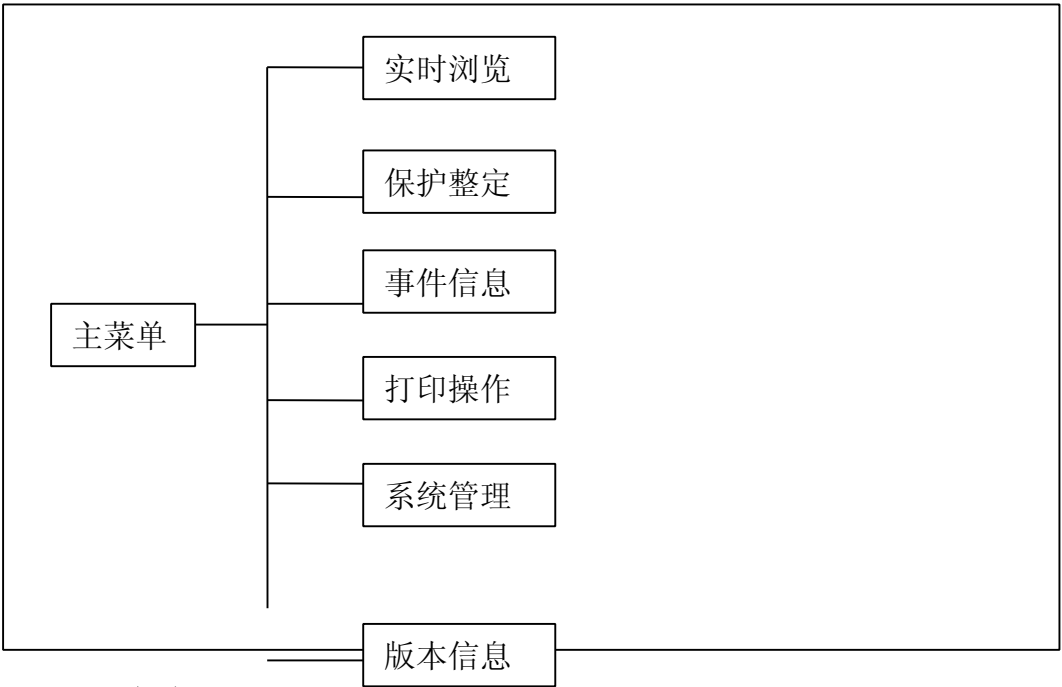
由于选用 320X240 的彩色液晶，单屏的显示容量大大提高，DMP9100 的界面操作也相应的简化，便于操作。

以下列出了对 DMP9100 的界面操作进行说明的过程中可能使用的操作符号，并加以注释。

操作符号	操作步骤	功能
	按“确定”键	进入下一级菜单或确认修改参数
	按“取消”键	退出到上一级菜单
	按“向右”键	在同一级菜单中右移，或光标右移

←	按“向左”键	在同一级菜单中左移，或光标左移
↓	按“向下”键	在同一级菜单中下移
↑	按“向上”键	在同一级菜单中上移
+	按“增加”键	参数设置的数值增大
-	按“减少”键	参数设置的数值减小
SHIFT+	按“SHIFT”键	功能转换键，在此操作符后加以上任意操作符表示在按 SHIFT 键后执行该操作符对应的操作。

DMP9100 的简洁菜单结构如下：



6.2.1 开机描述

DMP9100 装置在上电启动后，系统首先启动自检程序，弹出引导窗口，如下图所示：



窗口下部的信息显示当前自检进程，在自检完成后，引导窗口自动关闭，进入主菜单，如果自检程序检出系统出错，引导窗口将继续存在，并显示自检出错信息，如下图所示：



6.2.2 主菜单

主菜单如下图所示：



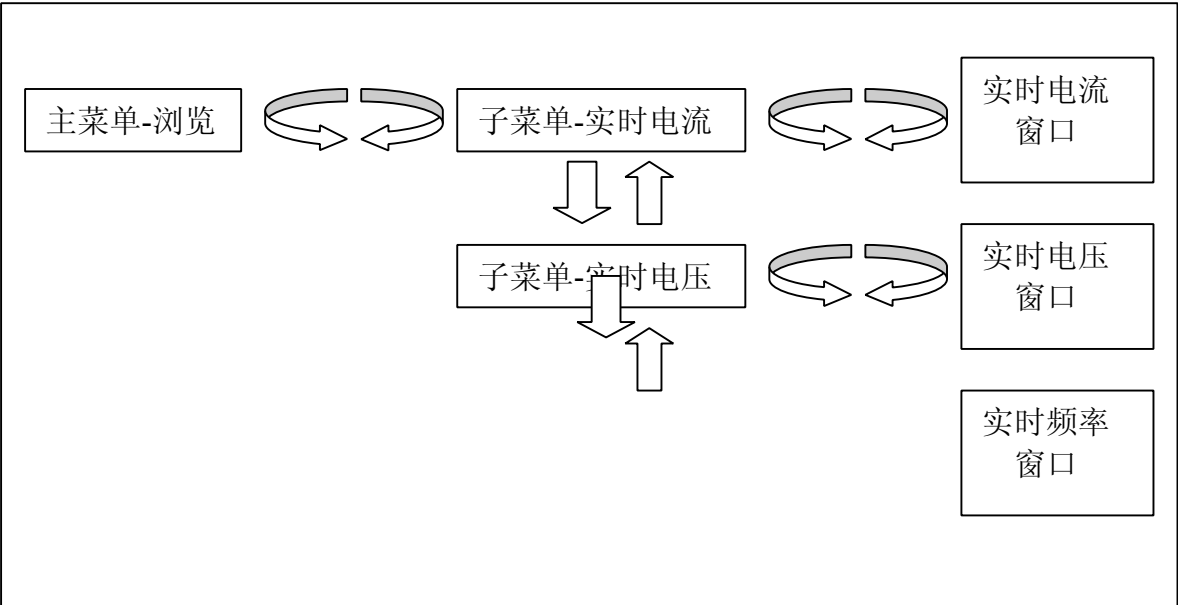
对各菜单项的说明如下：

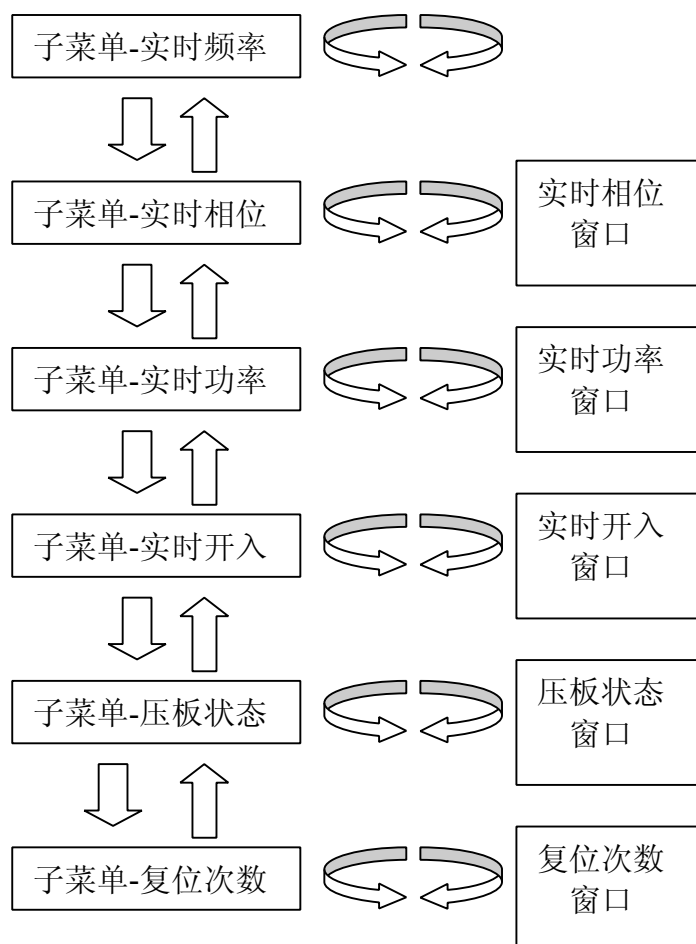
名称	菜单项描述	菜单项操作附加说明
浏览 (实时浏览)	装置中可提供的各种信息的实时值，包括电压、电流、频率、相位、开入、压板、复位次数等实时状态	显示的各种实时值均对应当前浏览 CPU 模块，当前的模块号可从模块设置窗口读取或修改
整定 (保护整定)	浏览或修改各种保护的定值	显示及整定的保护定值均对应当前浏览区号的定值，当前浏览区号可从模块设置窗口读取或修改
打印 (打印操作)	提供定值打印操作，波形打印操作及事件打印操作	
系统 (系统设置)	对各种系统参数进行设置，如通信参数、时间、测量精度等	
版本 (版本信息)	提供装置的软件版本及硬件版本	

以下对各个子菜单项进行说明。

6.2.3 实时浏览

实时浏览的菜单结构如下：





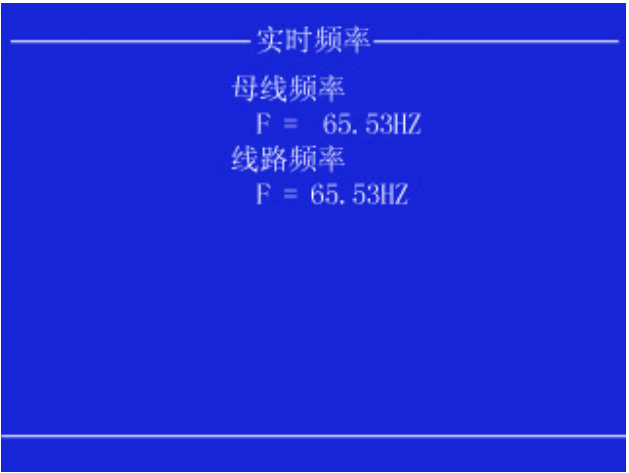
实时电流窗口：显示保护电流 I_a 、 I_b 、 I_c ，测量电流 I_a 、 I_b 、 I_c ，零序电流 $3I_0$ ，负序电流 I_2 的实时值。

实时电流	
保护电流	测量电流
$I_a = 0.00A$	$I_a = 0.00A$
$I_b = 0.00A$	$I_b = 0.00A$
$I_c = 0.00A$	$I_c = 0.00A$
	$3I_0 = 0.00A$
	$I_2 = 0.00A$

实时电压窗口：显示母线电压 U_a 、 U_b 、 U_c ，线路电压 U_L ，零序电压 $3U_0$ ，负序电压 U_2 的实时值。

实时电压	
相电压	
$U_a = 0.00A$	
$U_b = 0.00A$	
$U_c = 0.00A$	
$U_L = 0.00 V$	
$3U_0 = 0.00V$	
$U_2 = 0.00V$	

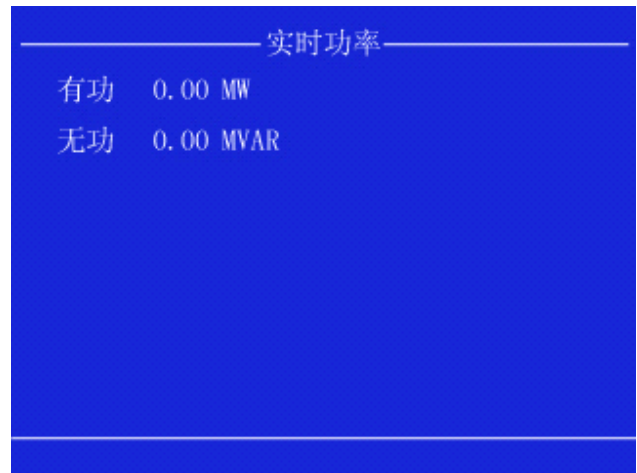
实时频率窗口：显示母线频率 F1，线路频率 F2 的实时值。



实时相位：显示母线电压 Ua、Ub、Uc，线路电压 UL，保护电流 Ia、Ib、Ic，测量电流 Ia、Ib、Ic 的实时相位。相位计算以 Ua 作为基准。



实时功率：显示线路的有功和无功功率。



实时开入：显示 1-47 路开入量的实时状态。

——实时开入——			
开入 1	0	开入 2	0
开入 3	0	开入 4	0
开入 5	0	开入 6	0
开入 7	0	开入 8	0
开入 9	0	开入 10	0
开入 11	0	开入 12	0
开入 13	0	开入 14	0
开入 15	0	开入 16	0
开入 17	0	开入 18	0
开入 19	0	开入 20	0
开入 21	0	开入 22	0
开入 23	0	开入 24	0
开入 25	0	开入 26	0
开入 27	0	开入 28	0

压板状态：显示各个保护功能的压板状态，包括：双回线横联、特高速、距离 I 段、距离 II 段、距离 III 段、变压器后备、零序 I 段、零序 II 段、零序 III 段、零序 IV 段、纵续保护、低频保护、重合闸。

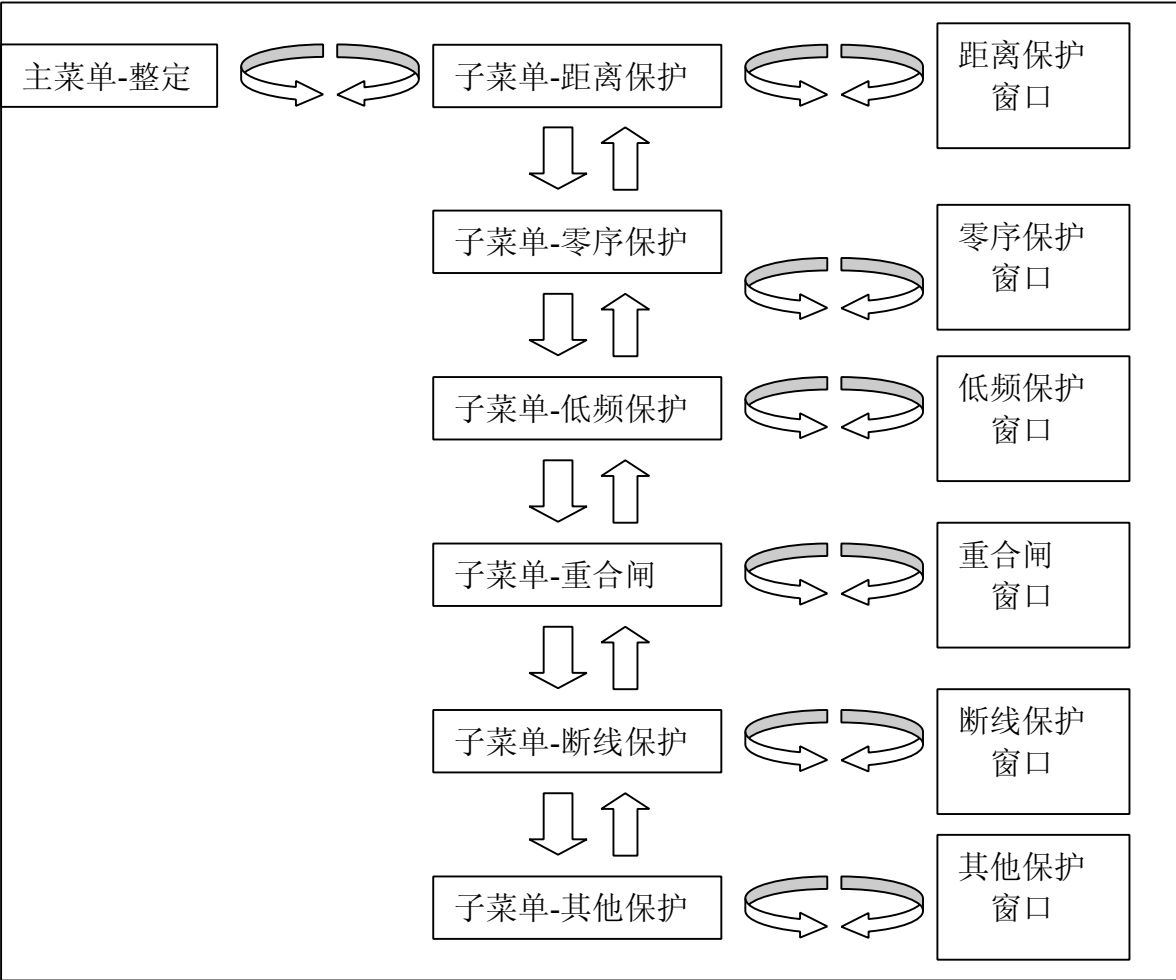
——压板状态——			
横联	0	特高速	0
距离 I 段	0	距离 II 段	0
距离 III 段	0	变压器后备	0
零序 I 段	0	零序 II 段	0
零序 III 段	0	零序 IV 段	0
纵续保护	0	低频保护	0
重合闸	0		

复位次数：显示管理 CPU 模块、保护 CPU1 模块、保护 CPU2 模块的复位次数。

——复位次数——		
MCPU	复位次数	013
PCPU1	复位次数	128
PCPU2	复位次数	007

6.2.4 保护整定

保护整定的菜单结构如下：



距离保护窗口：接地距离Ⅰ段、接地距离Ⅱ段、接地距离Ⅲ段、相间距离Ⅰ段、相间距离Ⅱ段、相间距离Ⅲ段、变压器后备保护等功能模块的有关定值。在输入相应的密码获得修改保护定值的权限后，可修改距离保护的相关定值。

距离保护			
特高速保护	ON		
接地距离Ⅰ段	ON		
接地距离Ⅰ段定值	1.200 Ω	时延	0.00S
接地距离Ⅱ段	ON		
接地距离Ⅱ段定值	1.700 Ω	时延	0.40S
接地距离Ⅲ段	OFF		
接地距离Ⅲ段定值	5.000 Ω	时延	2.60S
零序偏移角度	00°		
接地偏移角度	00°		

零序方向过流保护窗口：显示与零序方向过流保护想关的全部保护整定值，包括零序 I 段、零序 II 段、零序 III 段、零序 IV 段、零序反时限、相电流 I 段、相电流 II 段、不对称相继速动、跨线不接地故障等功能模块的有关定值。在输入相应的密码获得修改保护定值的权限后，可修改零序保护的相关定值。

零序保护			
零序 I 段保护	ON	零序 I 段方向	ON
零序过流 I 段定值	10.00A	时延	0.00S
零序 II 段保护	ON	零序 II 段方向	ON
零序过流 II 段定值	2.50A	时延	0.30S
零序 III 段保护	ON	零序 III 段方向	ON
零序过流 III 段定值	2.00A	时延	0.60S
零序 IV 段保护	ON	零序 IV 段方向	ON
零序过流 IV 段定值	1.50A	时延	0.90S

低频保护窗口：显示与低频保护功能模块关联的全部保护整定值，在输入相应的密码获得修改保护定值的权限后，可修改低频保护的相关定值。

低频保护			
低频解列	ON		
低频定值	49.40Hz	低频延时	1.00S
低压定值	40.00V		
欠流闭锁	OFF	欠流定值	0.01A
滑差闭锁	ON		
滑差定值	8.00Hz/s		

重合闸窗口：显示与重合闸功能模块关联的全部保护整定值，在输入相应的密码获得修改保护定值的权限后，可修改重合闸保护的相关定值。

重合闸			
重合闸	ON	PT 断线闭锁重合闸	OFF
重合闸时间	2.50S	重合闸不检	ON
检母线有压线路无压	OFF		
检线路有压母线无压	OFF		
检母线无压线路无压	OFF		
重合闸检同期	OFF	合闸角	00°
检 A 相电压	OFF	检 B 相电压	OFF
检 C 相电压	OFF	检线电压	OFF
重合闸加速 II 段距离	ON		
重合闸加速 III 段距离	ON		

断线保护窗口：显示与断线保护功能模块关联的全部保护整定值，在输入相应的密码获得修改保护定值的权限后，可修改断线保护的相关定值。

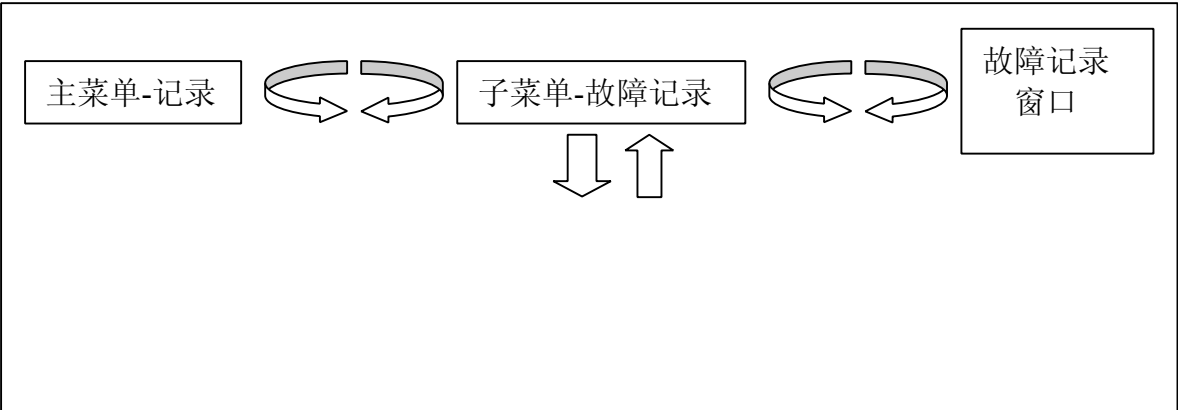
断线保护	
母线 PT 断线告警	OFF
零序电压定值	7.00V
负序电压定值	5.00V
CT 断线告警	OFF

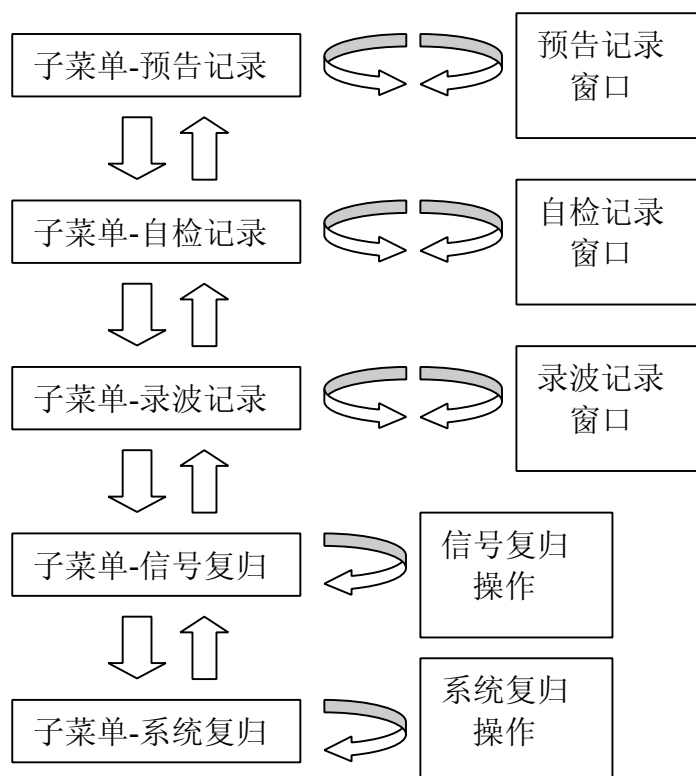
其他保护窗口：显示除前述之外的其它保护功能的保护整定值，包括振荡闭锁、横联保护、过负荷等功能模块的有关定值。在输入相应的密码获得修改保护定值的权限后，可修改其它保护的相关定值。

其他保护	
振荡闭锁	OFF
双回线横联保护	OFF
过负荷告警	ON
过负荷定值	3.50A 时延 3.00S
线路最小负荷电阻	10.00Ω
总启动定值	1.00A

6.2.5 事件信息

事件信息的菜单结构如下：





故障记录：显示已发生的故障事件记录。最多可依次显示 32 条故障事件。显示的信息包括事件序号、事件类型、启动时刻、动作时刻、动作值、故障类型。其中的事件序号为显示的事件记录编号，其中 00 表示此故障事件为最新，01 次之，以此类推。装置的 3 个 CPU 模块分别记录发生的故障记录，可通过设置当前 CPU 模块号分别浏览。

故障记录		
	距离保护 I 段动作	04
启动时刻	2005/11/13 12:29:38:495	
动作时刻	2005/11/14 12:29:39:237	
动作值	Ia= 3.75A	
故障类型	A	

预告记录：显示已发生的预告事件记录。最多可依次显示 32 条预告事件。显示的信息包括事件序号、事件类型、启动时刻、动作时刻、动作值。其中的事件序号为显示的事件记录编号，其中 00 表示此预告事件为最新，01 次之，以此类推。装置的 3 个 CPU 模块分别记录发生的故障记录，可通过设置当前 CPU 模块号分别浏览。

—— 预告记录 ——		
	过负荷告警	02
启动时刻	2005/11/13	
	12:39:38:495	
动作时刻	2005/11/14	
	12:39:39:237	
动作值	I _{max} = 5.05A	

自检记录：显示已发生的自检事件记录，最多可依次显示 32 条自检事件。与故障记录和预告记录不同的是，自检记录只有在当前 CPU 模块号=0 时方可浏览，这是由于自检记录只由 MCPU 模块判断并产生，其余 2 个 PCPU 模块并不产生自检信息。

—— 自检记录 ——		
	保护板匹配出错	02
启动时刻	2005/11/13	
	12:44:38:005	
动作时刻	2005/11/14	
	12:44:39:007	

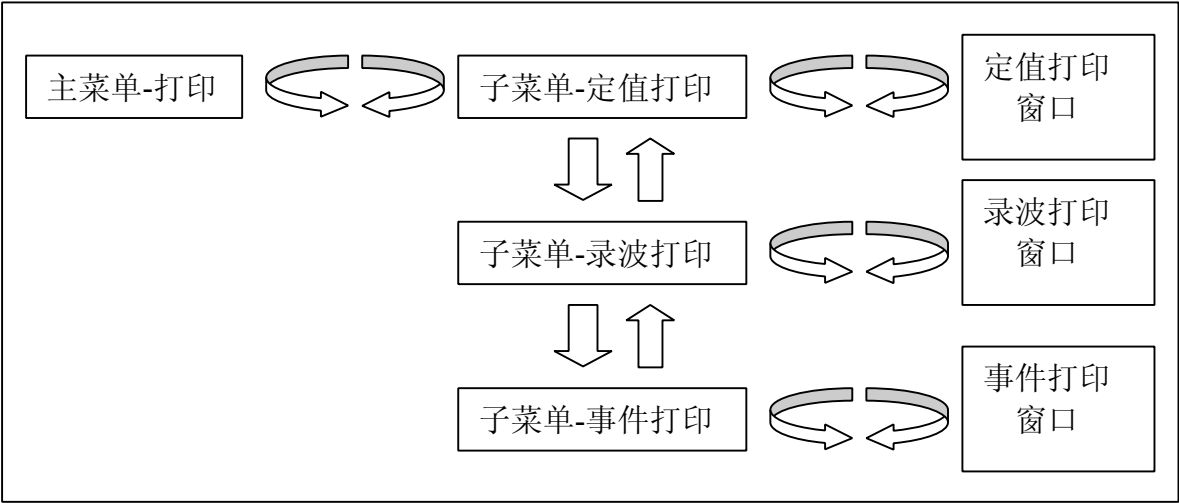
录波记录：显示故障录波信息及波形，具体将在 6.3.4 节中详细说明。

信号复归：与前面板的复归按键功能一致，均可对故障信号进行复归，使该故障信号不再循环显示。

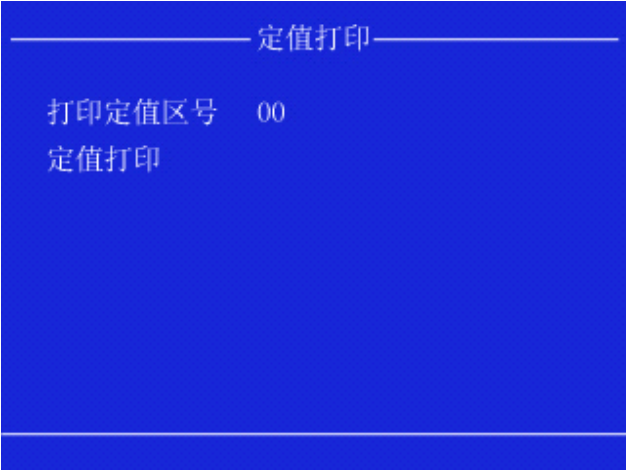
系统复归：对系统进行全局复归，在操作后，故障记录、预告记录、自检记录、录波记录、复位次数等将被清零。

6.2.6 打印操作

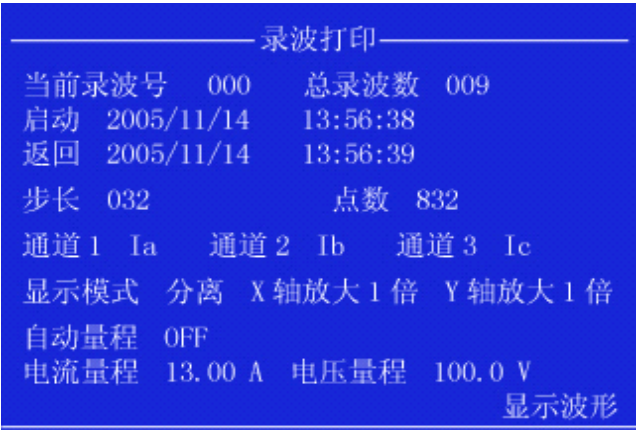
打印操作的菜单结构如下所示：



定值打印：执行打印装置定值操作，每次打印出当前浏览区号的全部定值，包括定值代码、定值名称、定值当前值等信息。



录波打印：执行打印装置故障录波波形操作。故障录波记录选择、通道选择及量程均与波形显示设置窗口一致（详见 6.3.4），只需执行波形显示窗口的“波形打印”选项即可。

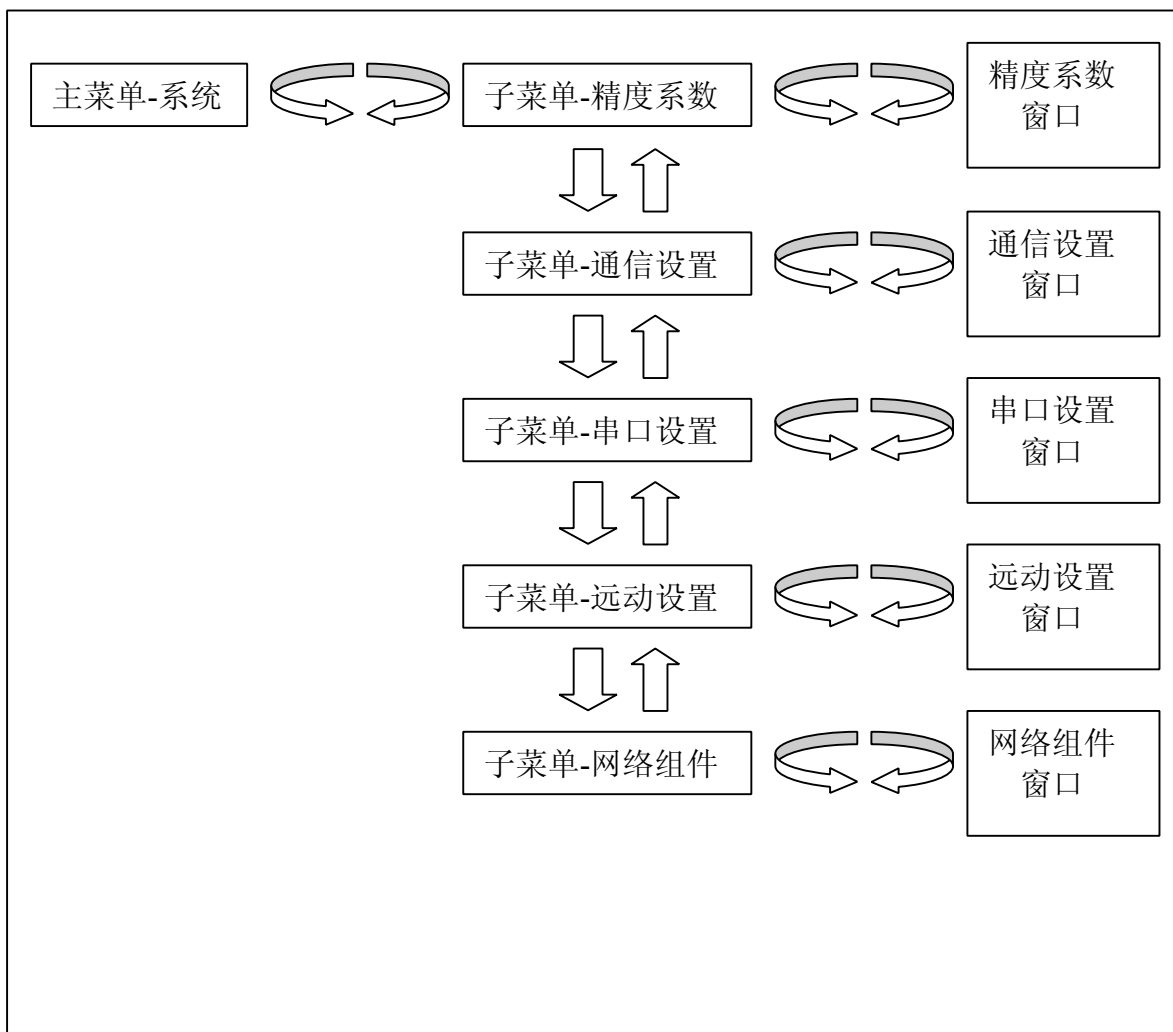


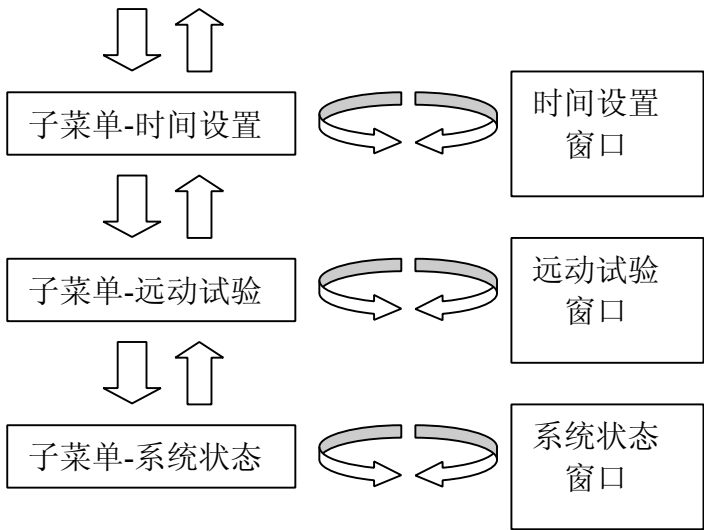
事件打印：可对事件自动打印的投退进行设置，如设置为“ON”，则装置在事件发生后自动打印出事件发生的类型、代码、启动时刻、动作时刻等信息。



6.2.7 系统设置

系统设置的菜单结构如下：





精度系数设置：可对保护电流 Ia、Ib、Ic，测量电流 Ia、Ib、Ic，电压 Ua、Ub、Uc，线路电压 UL，零序电流 3I0 的精度系数进行整定，并可设置 PT 变比及 CT 变比，以及功率计算的补偿系数。

精度系数		
保护电流		
Ia=	A	系数
Ia=	A	系数
Ia=	A	系数
相电压		
Ua=	V	系数
Ua=	V	系数
Ua=	V	系数

通信设置：设置投入运行的通信接口进程的个数，及每个通信进程的应用号、协议名称、协议类型、设备属性、设备端口、绑定应用等。

通信设置	
协议号	02
协议名称	远动规约
协议类型	IEC103
设备属性	串行端口
设备端口	2
绑定应用	
进程数	05

应用号：指定当前设置的通信进程的索引号，以区分多个通信进程。

协议名称：指定当前设置的通信进程的协议分类名称，如远动协议，保护协议。

协议类型：指定当前设置的通信进程的协议类型。

设备属性：指定当前设置的通信进程的通信端口的属性，如网络端口，串行端口。

设备端口：指定当前设置的通信进程的通信端口的序号。

绑定应用：如当前设置的通信进程为链路层协议，则设置其绑定的应用层协议的进程号。

进程数：设置系统调度的通信进程的个数。

串口设置：设置装置的串行端口的波特率及校验位等属性。

串口设置	
端口号	02
波特率	2400
校验位	NONE

远动设置：设置装置在通信网络中的指定通信地址、遥信、遥测及遥脉的信息起始号。

远动设置	
通信地址	01
遥信起始号	009
遥信结束号	022
遥测起始号	010
遥测结束号	019
遥脉起始号	019
遥脉结束号	000

网络组件：设置装置的网络组件属性，包括每个组件的 IP 地址、子网掩码、网关、MAC 地址等，以及每个通道的本地端口、远方端口及对方 IP 地址。

网络组件	
网卡序号	01
子网掩码	255.255.255.0
网关	192.168.0.1
组件地址	192.168.0.243
MAC 地址	187.0.0.0.1.253

时间设置：手动设置装置的当前日期及时钟。

时间设置	
日期	2005-11-14
时钟	16:40:43

远动试验：模拟发出保护动作信号，可方便调试远动功能。

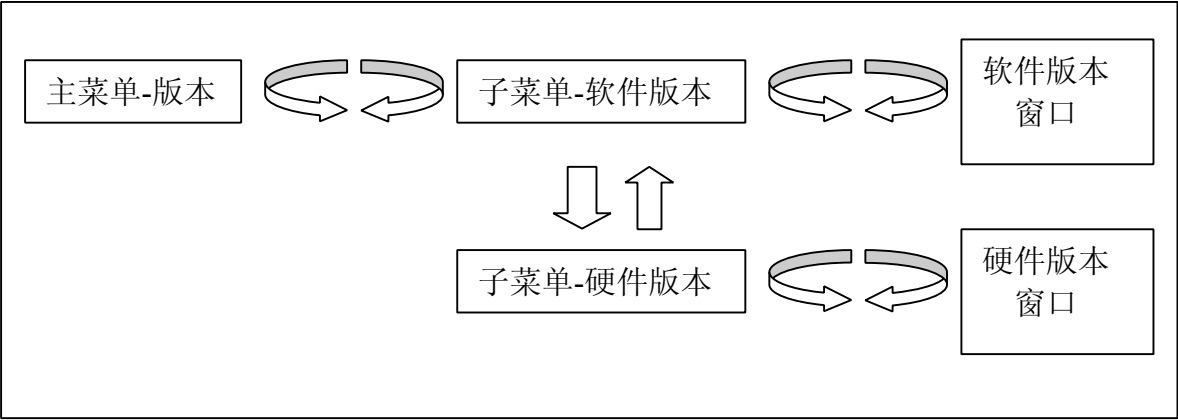
远动试验	
合闸后加速动作	
相间距离 1 段动作	
相间距离 2 段动作	
双回线横联保护动作	
双回线横联保护返回	
相间距离相继速动	
接地距离 1 段动作	
接地距离 2 段动作	
接地距离相继速动	
距离保护动作	
距离保护返回	

系统状态：显示各个 CPU 模块的内部典型状态信号，以及 PCPU 模块的自检状态。

系统状态			
MCPU			
FPGA 配置	1	初始化	0
保护自检	0		
PCPU1			
保护自检 1	1	保护自检 2	0
FPGA 配置	1	DSP 复位	0
保护退出	0		
PCPU2			
保护自检 1	1	保护自检 2	0
FPGA 配置	1	DSP 复位	0
保护退出	0		

6.2.8 版本信息

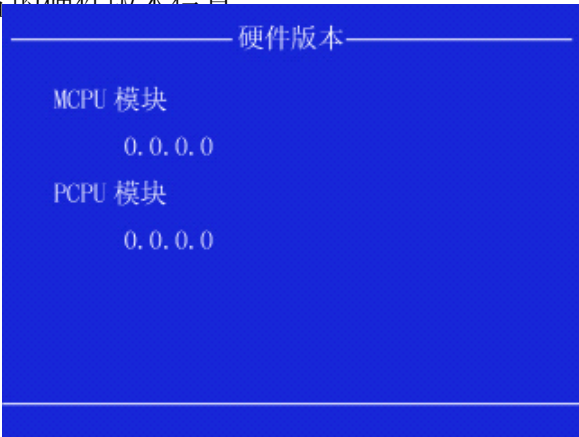
版本信息的菜单结构如下：



软件版本：本装置的软件版本信息。包括引导程序版本、应用程序版本、PCPU 程序版本。

软件版本	
MCPU 引导程序	
0.0.0.0	
MCPU 应用程序	
1.2.11.15	
PCPU 保护程序	
0.0.0.0	

硬件版本：本装置的硬件版本信息



6.2.9 对窗口操作的说明

以上是对 DMP9100 装置大多数窗口的信息说明，这些窗口按照功能的不同可分为浏览窗口和浏览-设置窗口，这两类窗口的操作也因此有所不同。

浏览窗口的操作：浏览窗口的光标位置一直处在窗口的右下角，由于不需对窗口中的选项进行设置，因此窗口的选项没有焦点，如果窗口的右下角显示↓，表示窗口的下页有更多的信息，可以按↓键进行浏览，如果窗口的右上角显示↑，则表示按↑键可浏览上一页信息。

浏览-设置窗口的操作：浏览-设置窗口的光标位于处于焦点的窗口选项上，此时该窗口选项的说明文字处于高亮状态，表示此时可对该窗口选项的数值进行修改，修改时先操作←，→键将光标移动至欲修改的数字位上，操作+，-键修改该位的数值，最后按确定键确认本次修改。

6.3 重要窗口说明

以下是对一些特殊功能窗口的说明。

6.3.1 事件弹出窗口

在发生新事件后，液晶界面将弹出事件窗口，如下图所示：



可以看出，事件弹出窗口的显示信息与事件记录窗口显示的信息类型一致，而右下角的“退出”选项可以退出事件窗口，回到弹出事件前的窗口。如果发生的故障事件或自检事件并未消失，或者返回后没有进行信号复归的情况下，这些事件将在没有操作的情况下循环显示，而如果是预告事件，在返回后就不会再弹出显示了。在循环显示事件时，将按照以下的显示顺序进行显示：编号 00 的故障事件-编号 00 的预告事件-编号 00 的自检事件-编号 01 的故障事件-编号 01 的预告事件-...，其中，故障事件窗口弹出显示的时间最长，预告事件窗口时间最短。

6.3.2 密码操作窗口

出于对装置参数的安全性考虑，DMP9100 嵌入了参数安全机制。DMP9100 的参数被分为 4 类，分别可由运行人员、保护人员、远动人员、厂家人员进行设置。在设置 DMP9100 的保护定值或系统参数之前，均需要输入密码，此时系统根据密码的不同对操作者的权限进行确认。

在进行参数设置时，如果在此之前没有输入密码登录，界面将弹出密码操作窗口，如下图所示：



首先，操作人应在密码栏中输入密码，并按确认键加以确认，此时在密码栏下方将显示提示信息，各种提示信息代表的意义如下表所示：

显示信息	说明
密码错误！	输入密码与四类人员的密码均不符合
运行人员，允许操作	输入密码与运行人员密码一致，且运行人员可以修改该参数

远动人员，允许操作	输入密码与远动人员密码一致，且远动人员可以修改该参数
保护人员，允许操作	输入密码与保护人员密码一致，且保护人员可以修改该参数
厂家人员，允许操作	输入密码与厂家人员密码一致，且厂家人员可以修改该参数
运行人员，权限不足	输入密码与运行人员密码一致，但运行人员无权修改该参数
远动人员，权限不足	输入密码与远动人员密码一致，但远动人员无权修改该参数
保护人员，权限不足	输入密码与保护人员密码一致，但保护人员无权修改该参数
厂家人员，权限不足	输入密码与厂家人员密码一致，但厂家人员无权修改该参数

如果密码正确，操作人可以在“退出”选项按确认离开密码操作窗口，如果密码错误，操作人可以在密码栏中重新输入。

6.3.3 模块选择窗口

模块选择窗口可通过在正常显示窗口上操作 **SHIFT+ “+”**，即先按 SHIFT 键，再按+键进入。
模块选择窗口如下图所示：



模块选择窗口上有 3 个重要的参数：当前 CPU 模块、当前浏览区号、当前运行区号。

当前 CPU 模块：当前浏览的信息所在的 CPU 模块号。其中，当模块号=00 时，显示存储在管理 CPU 模块中的信息，例如自检信息。当模块号=-1 时，显示存储在保护 CPU1 的信息，例如由保护 CPU1 采集的模拟量、开入量信息。当模块号=2 时，显示存储在保护 CPU2 的信息，例如由保护 CPU2 采集的模拟量、开入量信息。

当前浏览区号：当前在保护整定窗口中浏览的保护整定值的所在区号，对保护整定值进行修改时，修改的数值也存储在该区号对应的定值区的相应位置上。

当前运行区号：当前处于激活状态的整定值所在的定值区区号，也就是保护逻辑所依据的整定值所在的整定区号。

6.3.4 录波浏览窗口

录波浏览窗口可分为录波设置窗口和波形显示窗口。

录波设置窗口如下图所示：

录波记录			
当前录波号	000	总录波数	009
启动	2005/11/14	13:56:38	
返回	2005/11/14	13:56:39	
步长	032	点数	832
通道 1	Ia	通道 2	Ib
		通道 3	Ic
显示模式	分离	X 轴放大 1 倍	Y 轴放大 1 倍
自动量程	OFF		
电流量程	13.00 A	电压量程	100.0 V
显示波形			

当前录波号：浏览的录波编号，其中设置为 00 则表示最新的录波。另外，当前录波号设置的范围是 0—（总录波数-1）

总录波数：模块中存储的录波块总数。

启动：选择的录波对应的故障启动时刻。

返回：选择的录波对应的故障返回时刻。

步长：设置浏览波形时左右移动光标每次的移动距离

点数：选择的录波块的总录波点数。

通道 1：显示的第一个波形的通道号。

通道 2：显示的第二个波形的通道号。

通道 3：显示的第三个波形的通道号。

显示模式：可选择同时显示的三个波形的显示模式是分开显示还是重叠显示。

X 轴放大：波形在 X 轴方向的显示放大系数。

Y 轴放大：波形在 Y 轴方向的显示放大系数。

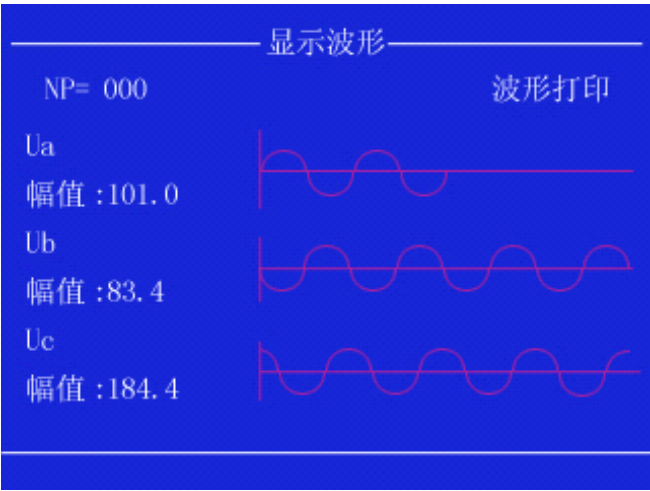
自动量程：设置为“ON”时，软件自动检测显示波形的量程，设置为“OFF”时，则波形的量程通过“电压量程”和“电流量程”选项进行设置。

电压量程：设置电压波形的满屏显示的最大幅值。

电流量程：设置电流波形的满屏显示的最大幅值。

显示波形：按确认键可进入波形显示窗口。

波形显示窗口如下图所示：



瞬时值：光标所在的采样点的采样值。

有效值：光标所在的时刻波形的有效值，取一个采样周期进行计算。

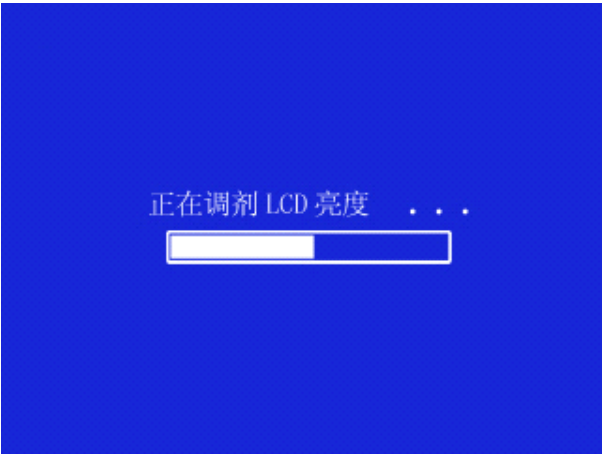
打印操作：按确认键可打印出显示的波形。

6.3.5 液晶参数设置窗口

液晶屏的对比度和亮度参数可通过液晶参数设置窗口进行设置。

液晶参数设置窗口可分为亮度设置窗口和对比度设置窗口。

亮度设置窗口可在任意窗口执行 **SHIFT+“←”** 或 **SHIFT+“→”** 进入，然后按“←”“→”键可调节窗口亮度。结束调节后，等待 4-5 秒系统自动返回原来窗口。



对比度设置窗口可在任意窗口执行 SHIFT+ “↓” 或 SHIFT+ “↑” 进入，然后按 “↑” “↓” 键可调节窗口对比度。结束调节后，等待 4-5 秒系统自动返回原来窗口。



7、调试说明

7.1 试验设备及试验接线的基本要求

- a)为了保证检验质量，应使用继电保护微机型试验装置，其技术性能应符合部颁 DL/T624—1997《继电保护微机型试验装置技术条件》的规定。
- b)试验仪表应经检验合格，其精度应不低于 0.5 级。
- c)试验回路的接线原则，应使加入保护装置的电气量与实际情况相符合。模拟故障的试验回路，应具备对保护装置进行整组试验的条件。
- d)交、直流试验电源质量和接线方式等要求参照部颁《继电保护及电网安全自动装置检验条例》有关规定执行。
- e)试验时如无特殊说明，所加直流电源均为额定值。
- f)为保证检验质量，对所有特性试验中的每一点，应重复试验三次，其中每次试验的数值与整定值的误差应满足规定的要求。

7.2 外观及接线检查

- a)保护装置的硬件配置、标注及接线等应符合图纸要求。
- b)保护装置各插件上的元器件的外观质量、焊接质量应良好，所有芯片应插紧。
- c)保护装置的各插件固定良好，无松动现象，装置外形应端正，无明显损坏及变形现象。
- d)各插件应插、拔灵活，各插件和插座之间定位良好，插入深度合适。
- e)保护装置的端子排连接应可靠，且标号应清晰正确。
- f)切换开关、按钮、键盘等应操作灵活、手感良好。
- g)各部件应清洁良好。

7.3 绝缘电阻检测

7.3.1 试验前准备工作如下：

- a)将保护装置的插件拔出机箱。
- b)将打印机与微机保护装置断开。
- c)保护屏上各连接片置“投入”位置。
- d)断开直流电源、交流电压等回路，并断开保护装置与其他装置的有关连线。
- e)在保护屏端子排内侧分别短接交流电压回路端子、交流电流回路端子、直流电源回路端子、跳闸和合闸回路端子、开关量输入回路端子、远动接口回路端子及信号回路端子。

7.3.2 绝缘电阻检测

采用 1000V 摇表分别测量各组回路间及各组回路对地的绝缘电阻，绝缘电阻均应大于 10 兆欧。（注：在测量某一组回路对地绝缘电阻时，应将其他各组回路都接地。）

7.4 通电初步检验

保护装置通电后，会进行全面自检，自检通过后，面板上的运行灯为“绿色”。检查键盘、

液晶屏工作正常，核对程序版本。通过断、合电源开关的方法，检验在直流失电一段时间的情况下，走时仍准确。

7.5 定值整定

7.5.1 整定值的整定

将定值整定通知单上的整定值输入保护装置，然后打印出定值报告进行核对。

7.5.2 整定值的失电保护功能检验

整定值的失电保护功能可通过断、合逆变电源开关的方法检验，保护装置的整定值在直流电源失电后不会丢失或改变。

7.6 开关量输入回路检验

短接、断开相关输入端子，核对保护装置采集的开关量变位情况是否与实际一致。

7.7 交流采样系统检验

7.7.1 零漂检验

进行本项目检验时要求保护装置不输入交流量。进行三相电流、电压，零序电压、电流及一个线路电压零漂值检验，要求零漂值均在 0.01A (或 0.02V) 以内。

检验零漂时，要求在一分钟内零漂值稳定在规定范围内。

7.7.2 模拟量输入的幅值特性检验

用同时加三相电压和三相电流的方法检验三相电流、电压，零序电压、电流及一个线路电压的采样数据。

调整输入交流电压分别为 UN、30%、5%、1V，电流分别为 5IN、IN、0.2IN、0.1IN，要求保护装置的采样显示值与外部表计测量值的误差应小于 5%。

7.7.3 模拟量输入的相位特性检验

将交流电压和交流电流均加至额定值。当同相别电压和电流的相位分别为 0°、45°、90° 时，保护装置的显示值与外部表计测量值的误差应不大于 3°。

7.7.4 遥测检查

模拟负荷状态，将三相交流电压和两相测量电流均加到额定值，同相别电压电流之间相位为 45°，检查遥测电压、电流和有功无功功率正确

7.8 保护功能及定值检验

7.8.1 距离保护检验

投入对应距离保护连接片，试验时同时检查保护装置跳闸出口、信号出口、遥信出口动作正确。

注：以下关于距离保护检验的描述中是以故障电流、电压分别设定的方式描述的。对于大部分的微机型保护检验装置，可以直接输入短路阻抗，即 $Z_d = mZ_{zd}$ (m 为系数)。建议使用电流不变模型，一般情况下取 $I_d = I_n$ ，但必须确保故障电压在正确的范围内 ($0 \leq U_d \leq U_n$)。

1) 接地距离 I 段保护检验。分别模拟 A 相、B 相、C 相单相接地瞬时故障，故障电流 I 固定 (一般 $I = I_n$)，相角为灵敏角，模拟故障时间为 100~150ms，故障电压为

模拟单相接地故障时 $U = mIZ_{set1} (1+k)$

式中： m ——系数，其值分别为 0.95、1.05 及 0.7；

Z_{set1} ——接地距离 I 段定值。

接地距离 I 段保护在 0.95 倍定值($m=0.95$)时，应可靠动作；在 1.05 倍定值时，应可靠不动作；在 0.7 倍定值时，测量保护的动作时间。

2) 接地距离 II 段保护检验。分别模拟 A 相、B 相、C 相单相接地瞬时故障，故障电流 I 固定 (一般 $I = I_n$)，相角为灵敏角，模拟故障时间为 $T_{set2}+100\sim150ms$ ，故障电压为

模拟单相接地故障时 $U = mIZ_{set2} (1+k)$

式中： m ——系数，其值分别为 0.95、1.05 及 0.7；

Z_{set2} ——接地距离 II 段定值。 T_{set2} ——接地距离 II 段时间定值

接地距离 II 段保护在 0.95 倍定值($m=0.95$)时，应可靠动作；在 1.05 倍定值时，应可靠不动作；在 0.7 倍定值时，测量距离保护的动作时间。

3) 接地距离 III 段保护检验。分别模拟 A 相、B 相、C 相单相接地瞬时故障，故障电流 I 固定 (一般 $I = I_n$)，相角为灵敏角，模拟故障时间为 $T_{set3}+100\sim150ms$ ，故障电压为

模拟单相接地故障时 $U = mIZ_{set3} (1+k)$

式中： m ——系数，其值分别为 0.95、1.05 及 0.7；

Z_{set3} ——距离 III 段定值。 T_{set3} ——接地距离 III 段时间定值

接地距离 III 段保护在 0.95 倍定值($m=0.95$)时，应可靠动作；在 1.05 倍定值时，应可靠不动作；在 0.7 倍定值时，测量距离保护的动作时间。

4) 相间距离 I 段保护检验。分别模拟 AB 相、BC 相、CA 相、三相瞬时故障，故障电流 I 固定 (一般 $I = I_n$)，相角为灵敏角，模拟故障时间为 100~150ms，故障电压为

模拟相间短路故障时： $U = 2mIZ_{setpp1}$ 三相短路故障时： $U = mIZ_{setpp1}$

式中： m ——系数，其值分别为 0.95、1.05 及 0.7；

Z_{setpp1} ——相间距离 I 段定值。

相间距离 I 段保护在 0.95 倍定值($m=0.95$)时，应可靠动作；在 1.05 倍定值时，应可靠不动作；在 0.7 倍定值时，测量保护的动作时间。

5) 相间距离 II 段保护检验。分别模拟 AB 相、BC 相、CA 相、三相瞬时故障，故障电流 I 固定 (一般 $I = I_n$)，相角为灵敏角，模拟故障时间为 $T_{setpp2}+100\sim150ms$ ，故障电压为

模拟相间短路故障时： $U = 2mIZ_{setpp2}$ 三相短路故障时： $U = mIZ_{setpp2}$

式中： m ——系数，其值分别为 0.95、1.05 及 0.7；

Z_{setpp2} ——相间距离 II 段定值。 T_{setpp2} ——相间距离 II 段时间定值

相间距离 II 段保护在 0.95 倍定值($m=0.95$)时，应可靠动作；在 1.05 倍定值时，应可靠不动作；在 0.7 倍定值时，测量距离保护的动作时间。

6) 相间距离 III 段保护检验。分别模拟 AB 相、BC 相、CA 相、三相瞬时故障, 故障电流 I 固定(一般 $I=I_N$), 相角为灵敏角, 模拟故障时间为 $T_{setpp3}+100\sim 150\text{ms}$, 故障电压为

模拟相间短路故障时: $U=2mIZ_{setpp3}$ 三相短路故障时: $U=mIZ_{setpp3}$

式中: m ——系数, 其值分别为 0.95、1.05 及 0.7;

Z_{setpp3} ——相间距离 III 段定值。 T_{setpp3} ——相间距离 III 段时间定值

相间距离 III 段保护在 0.95 倍定值($m=0.95$)时, 应可靠动作; 在 1.05 倍定值时, 应可靠不动作; 在 0.7 倍定值时, 测量距离保护的动作时间。

7) 变压器后备保护检验。分别模拟 AB 相、BC 相、CA 相、三相瞬时故障, 故障电流 I 固定(一般 $I=I_N$), 相角为灵敏角, 模拟故障时间为 $T_{setbhb}+100\sim 150\text{ms}$, 故障电压为

模拟相间短路故障时: $U=2mIZ_{setbhb}$ 三相短路故障时: $U=mIZ_{setbhb}$

式中: m ——系数, 其值分别为 0.95、1.05 及 0.7;

Z_{setbhb} ——主变后备保护定值。 T_{setbhb} ——主变后备保护时间定值

主变后备保护在 0.95 倍定值($m=0.95$)时, 应可靠动作; 在 1.05 倍定值时, 应可靠不动作; 在 0.7 倍定值时, 测量保护的动作时间。(做相间故障时确保负序电流大于定值)

8) 特高速(突变量)距离保护检验。分别模拟 A 相、B 相、C 相单相接地瞬时故障和 AB 相、BC 相、CA 相、三相瞬时故障, 系统阻抗 Z_s 固定(其数值应使模拟故障电压在 $0\sim U_N$ 范围内), 相角为灵敏角, 模拟故障时间为 $100\sim 150\text{ms}$, 故障电压为

模拟单相接地故障时 $U=mIZ_{set1} (1+k)$, 模拟相间短路故障时: $U=2mIZ_{setpp1}$ 三相短路故障时: $U=mIZ_{setpp1}$

式中: m ——系数, 其值分别为 0.7、1.05

保护在 0.7 倍 I 段定值($m=0.7$)时, 应可靠动作; 在 1.05 倍 I 段定值时, 应可靠不动作。

7.8.2 零序方向过流保护检验

投入零序方向过流保护投运连接片。

1) 零序过流 I 段检验。分别模拟 A 相、B 相、C 相单相接地瞬时故障, 模拟故障电压 $U=50\text{V}$, 模拟故障时间 $100\sim 150\text{ms}$, 相角为灵敏角, 模拟故障电流为

$$I=mI_{0set1}$$

式中: m ——系数, 其值分别为 0.95、1.05 及 1.2;

I_{0set1} ——零序过流 I 段定值;

零序过流 I 段保护在 0.95 倍定值($m=0.95$) 时, 应可靠不动作; 在 1.05 倍定值时, 应可靠动作; 在 1.2 倍定值时, 测量动作时间。

2) 零序过流 II 段检验。分别模拟 A 相、B 相、C 相单相接地瞬时故障, 模拟故障电压 $U=50\text{V}$, 模拟故障时间 $T_{set2}+100\sim 150\text{ms}$, 相角为灵敏角, 模拟故障电流为

$$I=mI_{0set2}$$

式中: m ——系数, 其值分别为 0.95、1.05 及 1.2;

I_{0set2} ——零序过流 II 段定值; T_{set2} ——零序过流 II 段时间定值

零序过流 II 段保护在 0.95 倍定值($m=0.95$) 时, 应可靠不动作; 在 1.05 倍定值时, 应可靠动作; 在 1.2 倍定值时, 测量动作时间。

3) 零序过流 III 段检验。分别模拟 A 相、B 相、C 相单相接地瞬时故障, 模拟故障电压 $U=50\text{V}$, 模拟故障时间 $T_{set3}+100\sim 150\text{ms}$, 相角为灵敏角, 模拟故障电流为

$$I=mI_{0set3}$$

式中: m ——系数, 其值分别为 0.95、1.05 及 1.2;

I_{0set3} ——零序过流 III 段定值; T_{set3} ——零序过流 III 段时间定值

零序过流 III 段保护在 0.95 倍定值($m=0.95$) 时, 应可靠不动作; 在 1.05 倍定值时, 应可

靠动作；在 1.2 倍定值时，测量动作时间。

4) 零序过流 IV 段检验。分别模拟 A 相、B 相、C 相单相接地瞬时故障，模拟故障电压 $U=50V$ ，模拟故障时间 $T_{\text{set3}}+100\sim 150\text{ms}$ ，相角为灵敏角，模拟故障电流为

$$I=mI_{0\text{set4}}$$

式中：m——系数，其值分别为 0.95、1.05 及 1.2；

$I_{0\text{set4}}$ ——零序过流 IV 段定值； T_{set4} ——零序过流 IV 段时间定值

零序过流 IV 段保护在 0.95 倍定值($m=0.95$) 时，应可靠不动作；在 1.05 倍定值时，应可靠动作；在 1.2 倍定值时，测量动作时间。

7.8.3 交流电压回路断线时保护检验

模拟故障电压量不加(等于零)，模拟故障时间应大于交流电压回路断线时过电流延时定值。故障电流为

模拟单相(或三相)短路故障时 $I=mITV_{\text{set1}}$

$$I=mITV_{\text{set2}}$$

式中：m——系数，其值分别为 0.95、1.05 及 1.2；

ITV_{set} ——交流电压回路断线时过电流定值；

在交流电压回路断线后，加模拟故障电流，过流保护在 1.05 倍定值时应可靠动作，在 0.95 倍定值时可靠不动作，并在 1.2 倍定值下测量保护动作时间。

7.8.4 低频减载试验

1) 在所有闭锁条件都不满足的情况下，检验低频减载定值，低频保护在 $F=F_{\text{zd}}-0.01\text{Hz}$ 时可可靠动作，在 $F=F_{\text{zd}}+0.01\text{Hz}$ 时可靠不动；

2) 在 $F=F_{\text{zd}}-0.01\text{Hz}$ ，欠流闭锁和低压闭锁条件不满足的情况下，检验滑差闭锁定值，低频保护在 $Df/Dt=(Df/Dt)_{\text{zd}}*0.9$ 时可可靠动作，在 $Df/Dt=(Df/Dt)_{\text{zd}}*1.1$ 时可可靠闭锁；

3) 在 $F=F_{\text{zd}}-0.01\text{Hz}$ ，滑差闭锁和欠流闭锁条件不满足的情况下，检验低压闭锁定值，低频保护在 $U=0.95U_{\text{zd}}$ 时可可靠闭锁，在 $U=1.05U_{\text{zd}}$ 时可可靠动作；

4) 在 $F=F_{\text{zd}}-0.01\text{Hz}$ ，滑差闭锁和低压闭锁条件不满足的情况下，检验欠流闭锁定值，低频保护在 $I=0.95I_{\text{zd}}$ 时可可靠闭锁，在 $I=1.05I_{\text{zd}}$ 时可可靠动作。

5) 在 $F=F_{\text{zd}}-0.02\text{Hz}$ 、 $Df/Dt=(Df/Dt)_{\text{zd}}*0.7$ 、 $U=1.2U_{\text{zd}}$ 、 $I=1.2I_{\text{zd}}$ 时测试低频减载动作时间

注：上述表达试中，F、 Df/Dt 、U、I 分别为试验频率、试验滑差、试验电压（线电压）、试验电流； F_{zd} 、 $(Df/Dt)_{\text{zd}}$ 、 U_{zd} 、 I_{zd} 分别为低频减载定值、滑差闭锁定值、低压闭锁定值和欠流闭锁定值。

7.8.5 重合闸试验

在“合后位置”指示灯和“重合闸充电”指示灯均已点亮的情况下，进行以下试验：

1) 投入“重合闸不检”控制字，模拟故障使断路器跳闸，设置故障切除后状态为“线路有压、母线有压、且 $\Phi=\Phi_{\text{zd}}+1^\circ$ ”，“线路有压、母线有压、且 $\Phi=\Phi_{\text{zd}}-1^\circ$ ”，“线路有压、母线无压”，“线路无压、母线有压”，“线路无压、母线无压”，重合闸均能可靠动作

2) 退出“重合闸不检”控制字，投入“检母线有压、线路无压”控制字，模拟故障使断路器跳闸，设置故障切除后状态为“线路有压、母线有压、且 $\Phi=\Phi_{\text{zd}}+1^\circ$ ”，“线路有压、母线有压、且 $\Phi=\Phi_{\text{zd}}-1^\circ$ ”，“线路有压、母线无压”，“线路无压、母线有压”，“线路无压、母线无压”，只有“线路无压、母线有压”时重合闸可靠动作，其余状态均可靠闭锁

3) 退出“重合闸不检”控制字，投入“检母线无压、线路有压”控制字，模拟故障使断路器跳闸，设置故障切除后状态为“线路有压、母线有压、且 $\Phi=\Phi_{\text{zd}}+1^\circ$ ”，“线路有压、母线

有压、且 $\Phi=\Phi_{zd}-1^\circ$ ”，“线路有压、母线无压”，“线路无压、母线有压”，“线路无压、母线无压”，只有“线路有压、母线无压”时重合闸可靠动作，其余状态均可靠闭锁

4) 退出“重合闸不检”控制字，投入“检母线无压、线路无压”控制字，模拟故障使断路器跳闸，设置故障切除后状态为“线路有压、母线有压、且 $\Phi=\Phi_{zd}+1^\circ$ ”，“线路有压、母线有压、且 $\Phi=\Phi_{zd}-1^\circ$ ”，“线路有压、母线无压”，“线路无压、母线有压”，“线路无压、母线无压”，只有“线路无压、母线无压”时重合闸可靠动作，其余状态均可靠闭锁

5) 退出“重合闸不检”控制字，投入“检同期”控制字，模拟故障使断路器跳闸，设置故障切除后状态为“线路有压、母线有压、且 $\Phi=\Phi_{zd}+1^\circ$ ”，“线路有压、母线有压、且 $\Phi=\Phi_{zd}-1^\circ$ ”，“线路有压、母线无压”，“线路无压、母线有压”，“线路无压、母线无压”，只有“线路有压、母线有压、且 $\Phi=\Phi_{zd}-1^\circ$ ”时重合闸可靠动作，其余状态均可靠闭锁

7.8.6 过负荷告警试验

在 $I=0.95I_{fzd}$ 时，可靠不动作； $I=1.05I_{fzd}$ 时应可靠动作。同时检查预告信号出口回路正确。

上述表达式中： I ：任一相负荷电流， I_{fzd} ：过负荷告警定值

7.9 拉合直流电源，拉合交流 PT 电压试验

1) 在模拟正常带负荷的情况下,拉合装置的直流电源,除了发保护异常故障信号外,不应有任何异常反应。检查保护装置异常接点动作正确。

2) 在模拟正常带负荷的情况下,拉合装置的 PT 电压开关，保护应不误动，PT 断线闭锁动作正确，信号出口正确。

7.10 整组开关传动试验

重合闸置投入位置，模拟相间距离 I 段的区内三相短路故障，传动实际开关两次：故障发生在重合闸装置充电之后，开关应三跳三重；故障发生在重合闸装置充电之前，保护应三跳不重合。试验中保护本身的信号灯、中央信号的光字牌和远方信号均应正确。

7.11 带负荷试验

1) 各相电流、电压采样值检查

2) 电流、电压相位测量及六角图测量：(以 U_a 为参考相量)

3) 遥测电流、电压、有功无功功率正确

8. 装置异常情况分析及处理

8.1 自检故障分析及处理

故障信息	含义	处理建议
“互备 PCPU 组件 ROM 不匹配”	两块 PCPU 板程序不一致。	立即退出保护 通知厂家处理
“定值出错”	PCPU 程序运行时定值被非法修改。	
“AD 出错”	PCPU 板 A/D 基准源或 A/D 损坏。	
“ROM 出错”	PCPU 程序代码被非法修改。	
“保护启动出错”	PCPU 板 24V 启动回路故障。	
“PCPU 定值出错”	两块 PCPU 板定值未整定、不一致或者精度系数未整定。	1、分别进入 PCPU 定值菜单和系数菜单，整定所有定值和系数。 2、若以上处理仍不能消除问题，请与厂家联系。
“保护板匹配出错”	两块 PCPU 板采集的模拟量之间的差异超过设置的门坎值时即发出该信号	1、检查 CPU 板与主板之间的连接是否牢靠，如有松动，则重新紧固。 2、检查两块 PCPU 板的精度系数是否和出厂记录一致，如不一致则应重新整定精度系数。 3、以上处理无效则退出保护，通知厂家处理。

8.2 输入量异常分析及处理

8.2.1 交流输入量异常分析及处理

交流输入量异常即交流输入量和装置显示值之间的幅值偏差超过 $\pm 5\%$ ，相位偏差超过 $\pm 3^\circ$ ，出现这种现象处理如下：

- 1、检查交流组件上的紧固螺钉是否已经松脱，导致交流组件未插到位？如有，请将交流组件插到位，并拧紧螺钉。
- 2、检查交流接线是否正确。

-
- 3、确认交流输入量是否准确。
 - 4、本产品出厂前已经校验过精度，产品出厂时附有调试记录，用户可以对照该记录上的精度系数整定值和装置的实际值，检查是否有出入。如有出入，请按出厂调试记录重新设置精度系数。
 - 5、经以上四条检查均未发现问题，请联系厂家处理。

8.2.2 开入量异常分析及处理

开入量异常即开入实际状态和装置显示不符，处理如下：

- 1、检查开入组件上的紧固螺钉是否已经松脱，导致开入组件未插到位？如有，请将开入组件插到位，并拧紧螺钉。
- 2、检查开入量接线是否正确。
- 3、用万用表检查开入电压是否正常，+24V 开入量的开入有效电平为+24V，+220V 开入量的开入有效电平为+220V，偏差均不应该超过±10%。
- 4、经以上三条检查均未发现问题，请联系厂家处理。

8.3 通信故障分析及处理

8.3.1 与上位机的串行通讯不正常

处理如下：

- 1、检查之间的接线是否正确，有否松动。
- 2、检查通信设置中的协议设置是否正确。
- 3、检查两者的通信参数设置是否一致，例如波特率、校验位等。

8.3.2 与上位机的网络通讯不正常

处理如下：

- 1、检查网络线是否连接牢靠，有否松动。通过交换机进行通讯时，检查交换机是否工作正常。
- 2、检查上位机的网络通讯参数是否与装置相对应，如 IP 地址、对方端口、本地埠等。
- 3、如检查均无问题，请联系厂家人员。

8.4 打印故障分析及处理

8.4.1 打印机打印出乱码数据

分析：打印机有响应说明连接无问题，可能是通讯参数不匹配所致。

处理：1、检查装置串口 1 的通讯参数应为“波特率 19200，校验位 NONE”。

2、如通讯参数无误，请与厂家人员联系。

8.4.2 打印机无响应

分析：打印机无响应可由打印机本身故障，通讯线断线，或通讯板故障导致。

处理：1、检查印表机运行灯是否正常{绿色}；打印机是否缺纸。

2、检查打印机通讯线的收，发，地三根信号线有否断线。

3、如以上无误，请联系厂家人员。

9. 运输及检查

9.1 运输及储存

装置可用汽车、火车、轮船等所有运输工具，但要防雨雪、防震动，保证产品外包装的完整性；

包装好的产品应保存在温度 $-25^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于 80%、周围空气不含酸性、碱性或其它有害气体及无雨雪的场所；

9.2 开箱检查

打开包装后，检查装置外观是否完好无损；检查产品的合格说明书、配套文件、附件等是否与要求一致，是否与装箱单规定的型号、名称、数量等一致。

如有问题，请与制造厂及时联系。

10. 订货须知

1. 注明产品型号，名称，数量；
2. 注明工作电源等级 220V 或 110V；
3. 注明电流互感器额定电流 5A 或 1A；
4. 有无特殊保护功能；

-
5. 装置采用的通讯方式；
 6. 收货地址和时间；
 7. 装置组屏颜色，尺寸及附件要求。

附录 1. 预告信号分析及处理

信息	含义	处理建议
角差异常告警	线路电压和对应的母线电压相位不一致	检查重合闸整定是否正确，检查电压互感器接线是否正确。
控制回路断线	开关为“跳”，“合”位均无	检查开关操作回路。
开关位置异常告警	开关为“跳”位，但线路有流	检查开关“跳”位开入回路。
TV 断线	母线电压互感器二次回路断线	检查母线电压互感器二次回路。
线路 TV 断线	线路电压互感器二次回路断线	检查线路电压互感器二次回路。。
TA 断线	电流互感器二次回路断线	检查电流互感器二次回路。

附录 2. 串口 103 规约

本规范参考了 IEC60870-5-103（继电保护设备信息接口配套标准）传输规约（以下简称 103 规约），采用 103 规约的应用服务数据单元，本规范对 103 规约的通用服务作了具体的规定，采用本规范的主站系统要求实现本规范的全部内容，采用本规范的子站设备可以只实现部份功能。

1. 物理接口和链路层性能

1.1 通信接口

RS485 串口，半双工方式。或 RS232 串口，全双工方式。

1.2 传输速率

1200 ~ 38400bit/s，分级可调。

1.3 通讯格式

异步，1 位起始位，8 位数据位，1 位校验位，1 位停止位。字符和字节传输由低至高。字符间无需线路空闲间隔，两帧之间线路空闲间隔至少 33 位（3 个字节）。

1.4 通讯方式

一主对多从。问答式，不支持主动上送。

1.5 超时和重发

主站将设置一定的重复帧传输超时时间间隔 T_{LD} 。当子站回答时延（从主站发送完一帧报文的最后一个字节计时到接受到子站一帧报文的第一个字节）超过 T_{LD} ，主站认为子站回答超时，重传报文。重传 3 次仍超时，主站将认为子站通讯中断，将向子站发送复位通信单元报文（C_RCU_NA_3）。103 规约原文规定 T_{LD} 为 50ms。现场应用 250ms。

1.6 报文格式

本规约参考了 103 规约中的固定帧长报文和可变帧长报文两种报文格式，前者主要用于传送“召唤、命令、确认、应答”等信息，后者主要用于传送“命令”和“数据”等信息。

1) 固定帧长报文

10 H	启动字符
CODE	控制域
ADDR	地址域
C S	代码和
16 H	结束字符

注：代码和=控制域+地址域（不考虑溢出位，即 256 模和）

2) 可变帧长报文

68 H	————	启动字符 1 (1byte)
Length	————	长度 (1byte)
Length	————	长度 (重复) (1byte)
68 H	————	启动字符 2 (重复) (1byte)
CODE	————	控制域 (1byte)
ADDR	————	地址域 (1byte)
ASDU	————	链路用户数据[(length-2) byte] (ASDU 结构详见第二章)
C S	————	代码和 (1byte)
16 H	————	结束字符 (1byte)

注： (1) 代码和=控制域+地址域+ASDU 代码和 (不考虑溢出位, 即 256 模和)
 (2) ASDU 为“链路用户数据”包, 具体格式将在下文介绍
 (3) Length=ASDU 字节数+2

1.7 控制域定义

1) 控制系统→保护设备 (或间隔单元)

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
备用	启动报文位 PRM	帧计数位 FCB	帧计数有效 位 FCV	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰
	1			功能码			

注： (1) PRM (启动报文位) 表明信息传输方向, PRM=1 由主站至子站; PRM=0 由子站至主站。
 (2) FCB (帧计数位)。FCB = 0 / 1——主站每向从站发送新一轮的“发送/确认”或“请求/响应”传输服务时, 将 FCB 取反。主站为每个从站保存一个 FCB 的拷贝, 若超时未收到应答, 则主站重发, 重发报文的 FCB 保持不变, 重发次数最多不超过 3 次。若重发 3 次后仍未收到预期应答, 则结束本轮传输服务。除了复位通信单元、复位帧计数和复位保护单元之外, 主站对子站传输新一轮的“发送/确认”或“请求/响应”传输服务时, 帧计数位 FCB 要取反, 否则子站会重发上次的报文。
 (3) FCV (帧计数有效位), FCV=0 表明 FCB 的变化无效, FCV=1 表明 FCB 的变化有效。

2) 功能码定义 (主---从方向)

功能码	帧类型	功能描述	FCV 状态
0	发送/确认帧	复位通信单元	0
3	发送/确认帧	传送数据	1
4	发送/无回答帧	传送数据	0
7	复位帧计数位	传送数据	0
9	请求/响应帧	召唤链路状态	0
10	请求/响应帧	召唤 1 级数据	1
11	请求/响应帧	召唤 2 级数据	1

功能码等于 3、4 的报文为可变帧长报文, 其余报文均为固定帧长报文。

3) 保护设备 (或间隔单元) →控制系统

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
备用	启动报文位 PRM	要求访问位 ACD	数据流控制 位 DFC	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰
	0			功能码			

注： (1) ACD (要求访问位)。ACD = 1, 通知主站, 从站有 1 级数据请求传送。
 (2) DFC (数据流控制位)。DFC = 0 表示从站可以接受数据, DFC = 1 表示从站缓冲区已满, 无法接受新数据。

4) 功能码（从---主方向）

功能码	帧类型	功 能
0	确认帧	确认
1	确认帧	链路忙，未收到报文
8	响应帧	以数据包响应请求帧
9	响应帧	从站没有所召唤的数据
11	响应帧	从站以链路状态响应主站请求

功能码等于 8 的报文为可变帧长报文，其余报文均为固定帧长报文。

1.8 地址域定义

地址域为报文发往的目的站地址。此地址于 ADSU 中的“应用服务数据单元公共地址”相同。

2. 应用服务数据单元（ASDU）说明

ASDU 的一般格式为：



本规约引用了《IEC60870-5-103（继电保护设备信息接口配套标准）传输规约》中定义的部分应用服务数据单元（ASDU），并对其中的若干 ASDU 作了扩展。具体内容如下：

2.1 类型标示 1（ASDU1）：带时标的报文（监视方向）

在本协议中，ASDU1 通常用来在监视方向上传输带时标的开关量遥信变位信息（即 SOE）。每 1 帧 ASDU1 只上送 1 个变位信息，多个变位信息将被分为多帧上送。ASDU 格式如下：

类 型 标 识 TYP	01H	ASDU1
VSQ	81H	间隔装置每一帧只送一个状态
传 送 原 因 COT	01H/09H	突发报文/总查询
ASDU 地址	ADDR	装置物理地址
功 能 类 型 FUN	FUN	表征开关量的 FUN 和 INF，详见各保护装置 103 信息表
信 息 序 号 INF	INF	
1 字节双点信息 DPI	0 0 0 0 0 0	DPI 为 2 位数组。值=0/3 为无意义；值=1 为分状态；值=2 为合状态。
4 个字节的二	D7 D0	时 标 ms 2 个字节的二进制毫秒时间（低字节在

进制时间	D15 D8			前)
	IV	备用	时标 min	1 个字节分钟, IV=0 为有效; =1 无效
	SU		时标 h	1 个字节小时, su 为夏时制标志
附 加 信 息 SIN	SIN			1 个字节。仅总查询有效, 否则无意义。

2.2 类型标示 1（ASDU1）：带时标的报文（扩展）（监视方向）

在本协议中，ASDU1（扩展）通常用来在监视方向上传输带时标的保护动作信息。每 1 帧 ASDU1 只上送 1 个保护动作信息，多个信息将被分为多帧上送。ASDU 格式如下：

类 型 标 识 TYP	01H								ASDU1
VSQ	81H								间隔装置每一帧只送一个状态
传 送 原 因 COT	01H/09H								突发报文/总查询
ASDU 地址	ADDR								装置物理地址
功 能 类 型 FUN	FUN								表征开关量的 FUN 和 INF，详见各保护装置 103 信息表
信 息 序 号 INF	INF								
1 字节双点信息 DPI	0	0	0	0	0	0			DPI 为 2 位数组。值=0/3 为无意义；值=1 为分状态；值=2 为合状态。
							DPI		
4 个字节的二进制时间	时标 ms (D0~ D7)								2 个字节的二进制毫秒时间（低字节在前） 0~59999ms
	时标 ms (D8~ D15)								
	IV	备用	时标 min (D5~D0)						1 个字节分钟，IV=0 为有效；=1 无效 0~59min
	SU	备用	备用	时标 h (D4~D0)					1 个字节小时，su 为夏时制标志 0~23h
附 加 信 息 SIN	SIN								1 个字节。仅总查询有效，否则无意义。
扩 展 信 息	保护动作值类型								1 个字节。 取值范围 1~255； 0 表示扩展信息无意义
	保护动作值 L								2 个字节。低字节在前。
	保护动作值 H								

2.3 类型标示 6（ASDU6）：时间同步

在本协议中，ASDU6 通常由主站用来广播校时。ASDU 格式如下：

类 型 标 识 TYP	06H			ASDU6
VSQ	81H			综合信息
传 送 原 因 COT	08H			08H=时间同步
ASDU 地址	FFH			广播方式

功 能 类 型 FUN	FFH				全局功能 GLB （255）
信 息 序 号 INF	00H				时间同步
7 个 8 位位组 时间	时标 ms （D0~ D7）				2 个字节的二进制毫秒时间（低字节在前） 0~59999ms
	时标 ms （D8~ D15）				
	IV	备用	时标 min （D5~D0）		1 个字节分钟，IV=0 为有效；=1 无效 0~59min
	S U	备用	备用	时标 h （D4~D0）	1 个字节小时，su 为夏时制标志 0~23h
	周 （D7~D5）		日 D4~D0		日（“周”未采用，值为 0） 0~31d
	备用		月 （D3~D0）		月 0~12m
	备用	年 （D6~D0）			年 00~99y

2.4 类型标示 7（ASDU7）：总召唤启动（控制方向）

在本协议中，ASDU7 通常用来在控制方向上由主站定时或在初始化时对子站发起总召唤。收到 ASDU7 的子站设备应及时响应总召唤命令，组织相关遥测、遥信状态等信息，以一级数据方式上送主站。ASDU 格式如下：

类 型 标 识 TYP	07H	
VSQ	81H	只有一个综合信息
传 送 原 因 COT	09H	总查询（总召唤）的启动
ASDU 地址	ADDR	测控装置物理地址
功 能 类 型 FUN	FF H	FUN=255 全局功能类型，对所有系统服务一样
信 息 序 号 INF	00 H	INF=0 全局功能类型，对所有系统服务一样
扫 描 序 号 SCN	SCN	1 个字节。子站的总查询应答报文中附加信息 SIN=启动该次总查询的 ASDU7 中的 SCN

2.5 类型标示 8（ASDU8）：总召唤终止（监视方向）

在本协议中，ASDU8 通常用来在监视方向上由子站通知主站总召唤数据上送完毕。ASDU 格式如下：

类 型 标 识 TYP	08H	ASDU8
VSQ	81H	只有一个综合信息
传 送 原 因 COT	0aH	总查询（总召唤）的终止
ASDU 地址	ADDR	测控装置物理地址
功 能 类 型 FUN	FF H	FUN=255 全局功能类型，对所有系统服务一样

信息序号 INF	00 H	INF=0 全局功能类型，对所有系统服务一样
扫描序号 SCN	SCN	1 个字节。值为启动该次总查询的 ASDU7 中的 SCN

2.6 类型标示 10（ASDU10）：响应读一个组的描述或值（监视方向）

在本协议中，ASDU10 用来响应由主站召唤子站的保护定值的类型（INF=240）或值（INF=241）。ASDU 格式如下：

类型标识 TYP	0AH						ASDU10		
VSQ	81H						1 个综合信息		
传送原因 COT	2AH						COT=42，对通用分类读命令的有效数据响应		
ASDU 地址	ADDR						保护装置地址		
功能类型 FUN	FEH						通用分类功能类型 GEN=254		
信息序号 INF	F1H						读全部组的标题，即定值类型或读全部组的值，即定值的值		
返回信息标识符 RII	返回信息标识符 RII						1 个字节的 2 进制数组，为读命令的 RII。		
通用分类数据集数目 NGD	状态位	记数器	低 6 位数目						1 个字节。低 6 位 2 进制数组为数目。 D6 位记数器位=0/1，具有相同 RII 的 ASDU 的一位计数器位。 D7 位状态位=0: 后面未跟具有相同返回标识符 RII 的 ASDU； =1: 后面跟着相同 RII 的 ASDU
			D5	D4	D3	D2	D1	D0	
通用分类标示序号 GIN	GIN_1						2 个字节。第 1 个字节为组的序号。第 2 个字节为该组内的条目标示序号，定值条目号从 1 开始。		
	GIN_2								
描述类别 KOD	描述类别 KOD=01/0AH						1 个字节 2 进制数组。具体含义见 KOD 解释，01 表示定值的值，0AH 表示定值的类型。		
通用分类数据描述 GDD	数据类型						3 字节。第 1 个字节为数据类型（具体解释见规约），定值类型和值都使用 UI 类型=3。第 2 个字节为数据宽度，定值类型宽度=1，定值的值宽度=2。第三个字节为数据个数，此处使用=1。		
	数据宽度								
	数据个数								
通用分类标识数据 GID	通用分类标识数据 GID						GID 的数目=8 位字节*数据宽度*数目。使用位串的除外。二进制表示定值类型和值。		
.....(后续数据集：GIN+KOD+GDD+GID).....									
No.n 数据集	通用分类标示序号 GIN						由通用分类数据集数目 NGD 所决定的通用分类数据 n，每一个数据集都由这 4 部分组成。		
	描述类别 KOD								
	通用分类数据描述 GDD								
	通用分类标识数据 GID								

2.7 类型标示 21（ASDU21）：读一个组的描述或值（控制方向）

本协议使用 ASDU21 读取一个组的描述或值，定值组的描述和值的条目号为对应关系，条目号从 1 开始。

类型标识 TYP	15H	ASDU21
VSQ	81H	1 个综合信息
传送原因 COT	2AH	COT=42, 通用分类读命令
ASDU 地址	ADDR	保护装置地址
功能类型 FUN	FEH	通用分类功能类型 GEN=254
信息序号 INF	F1H	读全部组的标题, 即定值类型 或读全部组的值, 即定值的值
返回信息标识符 RII	返回信息标识符 RII	1 个字节的 2 进制数组。
通用分类标识数 目 NOG	NOG=1	读定值应用时 NOG=1
通用分类标示序 号 GIN	GIN_1	2 个字节。第 1 个字节为组的序号。第 2 个字节为 0。
	GIN_2	
描述类别 KOD	描述类别 KOD=01/0AH	1 个字节 2 进制数组。具体含义见 KOD 解释, 01 表示定值的值, 0AH 表示定值的类型。

2.8 类型标示 42（ASDU42）：遥信状态信息（监视方向）

在本协议中, ASDU42 通常用来由子站在响应总召唤时, 向主站上送全遥信状态。本帧信息元素采用顺序寻址的方式 (SQ=0), 一帧可连续传输多个遥信状态信息。FUN 和 INF 表明了 ASDU 中第一个信息元素的地址, 后续信息元素的地址是从这个地址起顺序加 1 而得到。

遥信地址 (遥信点号) = (FUN-1)*90+(INF-149)。

ASDU 格式如下:

类 型 标 识 TYP	2AH							ASDU42
VSQ	SQ=0 (D7)		信息元素数目 N (D0~D6)					SQ=0: 信息体内为顺序信息元素; N=本 ASDU 中的遥信数目;
传 送 原 因 COT	09H							总召唤
ASDU 地址	ADDR							测控装置物理地址
功 能 类 型 FUN	FUN							发生变位的开关量的 FUN 和 INF
信 息 序 号 INF	INF							
带品质描述 的双点信息 字节 DIQ	I V	N T	S B	B L	0	0	DPI	双点信息 DPI=1 为开, =2 为合。0/3 为无效 BL=0 未闭锁; =1 闭锁; SB=0 未取代; =1 取代 NT=0 当前值; =1 非当前值; IV=0 有效; =1 无效;
… (后续信息体, 1 字节为 1 信息体, 由 DIQ 组成, 其信息地址为前一 DIQ 的地址加 1) …								
附 加 信 息 SIN	SIN							1 个字节。仅总查询有效, 否则无意义。

2.9 类型标示 42（ASDU42）：遥信状态变化信息（监视方向）

在本协议中，ASDU42 通常用来由子站在突发遥信状态变化时，以一级数据向主站上送双点状态变化（遥信变位）信息。本帧信息元素采用单个寻址的方式（SQ=1）。虽然一帧可连续传输多个遥信状态信息，但是每个信息元素的地址由 FUN 和它自身的 INF 决定。本协议扩展了 DIQ 中的 D3 位，定义为事故总信号标志。当其值为 0 时，表示本 ASDU 遥信变位由事故跳闸引起，属事故变位。反之，属非事故变位。

遥信地址（遥信点号） $= (\text{FUN}-1) \times 90 + (\text{INF}-149)$ 。

ASDU 格式如下：

类 型 标 识 TYP	2AH							ASDU42		
VSQ	SQ=1 (D7)		信息元素数目 N (D0~D6)						SQ=1: 信息体内为单个信息元素; N=本 ASDU 中的遥信数目;	
传 送 原 因 COT	01H							突发报文		
ASDU 地址	ADDR							测控装置物理地址		
功 能 类 型 FUN	FUN							发生变位的开关量的 FUN 和 INF		
信 息 序 号 INF	INF									
带品质描述的 双点信息 字节 DIQ	I V	N T	S B	B L	扩 展 E V C	0	DPI	双点信息 DPI=1 为开, =2 为合。0/3 为无效 BL=0 未闭锁; =1 闭锁; SB=0 未取代; =1 取代 NT=0 当前值; =1 非当前值; IV=0 有效; =1 无效; 扩展 EVC=0 事故变位; =1 非事故变位;		
…… (后续信息体, 2 字节为 1 信息体, 由 INF+DIQ 组成)……										
附 加 信 息 SIN	SIN							1 个字节。仅总查询有效, 否则无意义。		

2.10 类型标示 50（ASDU50）：遥测信息（监视方向）

在本协议中，ASDU50 通常用来由子站在响应总召唤时，向主站上送全遥测状态。本帧信息元素采用顺序寻址的方式（SQ=0），一帧可连续传输多个遥测值信息。FUN 和 INF 表明了 ASDU 中第一个信息元素的地址，后续信息元素的地址是从这个地址起顺序加 1 而得到。

遥测地址（遥测点号） $= (\text{FUN}-1) \times 57 + (\text{INF}-92)$ 。

ASDU 格式如下：

类 型 标 识 TYP	32H					ASDU50
VSQ	SQ=0 (D7)	信息元素数目 N (D0~D6)				SQ=0: 信息体内为顺序信息元素; N=本 ASDU 中的遥测数目;
传 送 原 因 COT	09H					总召唤
ASDU 地址	ADDR					测控装置物理地址
功 能 类 型 FUN	FUN					第 1 个遥测量的信息序号
信 息 序 号 INF	INF					
被测值 1 MEA1	测量值 MEA (D3~D7)	0 D2	ER D1	OV D0	每个遥测占 2 个字节, 低 3 位为品质描述, 测量值占从第 4 位至 16 位, 共 13 位。最高位符号位, 0 为正; 1 为负, 补码(原码取反加 1)。 OV=0, 无溢出; =1, 溢出。 ER=0, 测量值有效; =1, 测量值无效。 第 3 位 RES 备用常为 0。	
	测量值 MEA (D8~D15)					
… (后续信息体, 2 字节为 1 信息体, 由 MEA 组成, 其信息地址为前一 MEA 的地址加 1)…						
被测值 N MEA N		0	ER	OV		

普通遥测的 FUN 取值范围 1~5, 当 FUN 取值 6 时, 本 ASDU 包含的是系统远动设置信息, 如下表:

系统设置名称	FUN	INF	注释
遥测起始号	6	92	本站遥测数据在全站遥测数据库中的起始点号
遥信起始号	6	93	本站遥信数据在全站遥信数据库中的起始点号
遥脉起始号	6	94	本站遥脉数据在全站遥脉数据库中的起始点号

2.11 类型标示 51 (ASDU51)：突变遥测信息（监视方向）

在本协议中, ASDU51 通常用来在子站遥测超过门限值时, 以二级数据向主站上送超过门限值的遥测 (遥测突变) 信息。本帧信息元素采用单个寻址的方式 (SQ=1)。虽然一帧可连续传输多个遥测值信息, 但是每个信息元素的地址由 FUN 和它自身的 INF 决定。

遥测地址 (遥测点号) =(FUN-1)*57+(INF-92)。

ASDU 格式如下:

类 型 标 识 TYP	33H		注释
VSQ	SQ=1 (D7)	信息元素数目 N (D0~D6)	SQ=1：信息体内为单个信息元素； N=本 ASDU 中的遥测数目；
传 送 原 因 COT	01H		突发报文
ASDU 地址	ADDR		测控装置物理地址
功 能 类 型 FUN	FUN		功能类型
信 息 序 号 INF	INF (1)		第 1 个遥测量的信息序号

被测值 1 MEA_1	测量值 MEA (D3~D7)	0 D2	ER D1	OV D0	每个遥测占 2 个字节,低 3 位为品质描述,测量值占从第 4 位至 16 位,共 13 位。最高位符号位,0 为正;1 为负,补码(原码取反加 1)。 OV=0, 无溢出;=1, 溢出。 ER=0, 测量值有效;=1, 测量值无效。 第 3 位 RES 备用常为 0。
	测量值 MEA (D8~D15)				
…… (后续信息体, 3 字节为 1 信息体, 由 INF+MEA 组成)……					
信 息 序 号 INF	INF (N)				第 N 个遥测量的信息序号
被测值 MEA_N		0	ER	OV	第 N 个被测值

普通遥测的 FUN 取值范围 1~5，当 FUN 取值 6 时，本 ASDU 包含的是系统远动设置信息，如下表：

系统设置名称	FUN	INF	注释
遥测起始号	6	92	本站站遥测数据在全站遥测数据库中的起始点号
遥信起始号	6	93	本站站遥信数据在全站遥信数据库中的起始点号
遥脉起始号	6	94	本站站遥脉数据在全站遥脉数据库中的起始点号

2.12 类型标示 64（ASDU64）：控制断路器命令（控制\监视方向）

在本协议中，ASDU64 通常用来由主站遥控(选择\执行\撤销)子站，或子站返校主站的遥控命令，其二者区别仅在于链路层控制域不同。控制系统向间隔单元发遥控选择帧（ASDU64）。间隔单元正确接收以后，以遥控选择帧的镜像回送控制系统。系统接收正确后，向间隔单元发执行帧（ASDU64），间隔单元正确接收以后，以执行帧的镜像回送控制系统。如果遥控撤销则控制系统向单元发遥控撤销帧（ASDU64），间隔单元正确接收以后，以撤销帧的镜像回送控制系统，并将接收到的选择帧撤销。遥控选择及执行或遥控撤销都采用 ASDU64，这三者通过 ASDU64 中的断路器控制命令 DCC 字节中 S/E 和 ACT 两标志位的组合来区分。ASDU 格式如下：

类型标识 TYP	40H				ASDU64
VSQ	01H				1 个信息元素
传送原因 COT	12H				远方操作
ASDU 地址	ADDR				测控装置物理地址
功能类型 FUN	FUN=1				测控装置遥控点的 FUN 和 INF
信息序号 INF	INF				
断路器控制命令 DCC (1 个字节)	S/E (D7)	ACT (D6)	QU (D2~D5)	DCS (D0~D1)	命令状态 DCS: 2 位数组, =0/3 为不允许; =1 为分; =2 为合。 限定词 QU: 5 位数组, =0 被寻址的控制功能属性; =4 不闭锁重合闸跳闸命令; 其余略 D6、D7 两位组合决定操作类别 S/E=1, ACT=0 遥控选择。 S/E=0, ACT=0 遥控执行。 S/E=1, ACT=1 遥控撤消。
返回信息标识符	RII				1 字节, 标识用。

3. 报文交换过程

3.1 初始化过程

103 规约是一点对多点的主从问答方式。正常状态下，控制系统（总控单元）依次轮询各个间隔装置的 2 级用户数据，如果间隔单元产生 1 级数据，通过上送的 2 级数据报文控制域中的 ACD 标志位，请求控制系统查询 1 级数据。通常控制系统查询完某个间隔单元的一级数据后，则继续开始对下一个单元的查询。这是正常通讯的一个基本过程。

控制系统在开始新一轮发送/确认服务时，改变下发报文控制域中帧记数位 FCB 的状态。如超时（等待时间 250ms）未收到间隔单元发回的确认帧或响应帧，则不改变 FCB 状态重发原报文，最大重传次数为 3 次。如果重发 3 次后仍收不到应答报文，则首先发复位帧记数位（FCB）复位命令，如果仍收不到应答报文，则复位通讯单元（CU）。复位帧记数位（FCB）复位把 FCB 置 0、发送缓冲区不清零。复位通讯单元（CU）把 FCB 置 0、发送缓冲区清零。

间隔装置上电或复位后，待收到 FCB 或 CU 复位命令后，响应确认。若此时存在突发事件需要上送，则 ACD 位置 1，请求访问 1 级数据；若无 1 级数据存在，则 ACD 位置 0，请求访问 2 级数据。然后是时间同步（对时）和总查询。系统对时采用广播方式。

- 1) 10 5b 01 5c 16 总控要2级数据
- 2) 10 5b 01 5c 16 在250ms内，总控未收到应答报文。不改变FCB状态，重发。
- 3) 10 5b 01 5c 16 不改变FCB状态，再次重发。
- 4) 10 47 01 48 16 超时重发3遍后，发送复位帧记数位（FCB、FCV都为0，功能码为7代表FCB）
- 5) 10 40 01 41 16 复位通讯单元（CU）（FCB、FCV都为0，功能码为0代表CU）
- 6) 10 40 01 41 16 复位通讯单元（CU）
- 7) 10 00 01 01 16 #1装置上电，响应复位通信单元命令，ACD置0请求查询2级数据。
- 8) 68 0f 0f 68 44 ff 06 81 08 ff ff 00 77 d7 12 10 1b 08 02 65 16 总控下发广播对时命令
控制域，发送/无回答帧 ASDU6 FUN INF
广播地址 发送原因 时间同步
广播时间：02 年 08 月 27 日 16 时 18 分 55 159ms
- 9) 68 09 09 68 73 01 07 81 09 01 ff 00 04 16 16 总控启动总查询
- 10) 10 20 01 21 16 #1 装置确认总查询，组织一级数据上送。
(总召过程略，详见下文)
- 11) 10 5a 0f 69 16 查询 1 级数据
- 12) 68 09 09 68 08 01 08 81 0a 01 ff 00 04 a0 16 总查询结束
- 13) 10 7b 01 7c 16 总控要 2 级数据，开始正常循环查询。
.....

3.2 总召过程

- 1) 68 09 09 68 73 01 07 81 09 01 ff 00 04 25 16 总控启动总查询，子站地址为 1
控制域 ASDU7 FUN INF: 全局功能
地址 发送原因: 总查询启动
- 2) 10 20 01 21 16 #1 子站确认总查询，ACD=1 组织一级数据上送。
- 3) 10 5A 01 5B 16 总控召唤 1 级数据
- 4) 68 0E 0E 68 28 01 32 03 09 01 06 5C 00 00 98 00 18 03 7D 16 子站上送远动信息配置，ACD=1
发送原因 信息体 3（遥脉起始号=99，高 13 位取值）
信息体数目=3 信息体 2（遥测起始号=19，高 13 位取值）
ASDU50 遥测 信息体 1（遥信起始号=00，高 13 位取值）
FUN INF: 远动信息配置
- 5) 10 7a 01 7b 16 查询 1 级数据

- 6) 68 16 16 68 28 01 2A 0D 09 01 01 95 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 04 11 16
子站上送全遥信

发送原因: SIN

信息体数目 13

连续 13 个信息体 DIQ, 遥信分位

ASDU42 遥信

FUN INF: 第一个遥信信息体地址=0

7) 10 5a 01 5b 16 查询 1 级数据

8) 68 1A 1A 68 28 01 32 09 09 01 01 5C 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 CB 16
子站上送全遥测

信息体 (9 组) 2 字节一组, 值全 0, 无溢出, 值有效

FUN INF: 第一个遥测信息体地址=0

发送原因: 总召唤

信息体数目 9

ASDU50 遥测

9) 10 7a 01 7b 16 查询 1 级数据

10) 68 09 09 68 08 01 08 81 0A 01 FF 00 04 A0 16 子站确认, 总召唤结束, ACD=0, 已无一级数据

11) 10 5b 01 5c 16 查询 2 级数据

12) 10 09 01 0a 16 子站应答, 无所要求数据

(正常数据查询, 过程略)

3.3 保护动作事件信息上送

- ……（正常二级数据查询，过程略）……

1)	10 5b 01 5c 16	查询2级数据
2)	10 09 01 0a 16	子站应答，无所要求数据
3)	10 7b 01 7c 16	查询2级数据
4)	10 09 01 0a 16	子站应答，无所要求数据

（此时子站发生保护动作事件）

5)	10 5b 01 5b 16	查询2级数据
6)	10 29 01 2a 16	子站应答，无所要求数据，但存在一级数据待上送。ACD=1
7)	10 7a 01 7b 16	主站召唤1级数据
8)	68 11 11 68 08 01 01 81 01 01 B8 01 02 AC E2 12 14 00 00 00 00 FC 16	上送保护事件，ACD=0

ASDU1

地址

传送原因

FUN

INF(合闸后加速动作)

合闸状态

4字节时间：20时01分33705毫秒

SIN，无意义

扩展信息：保护动作值=0

扩展信息：保护动作值类型（0无意义）

9)	10 5b 01 5c 16	查询2级数据
10)	10 09 01 0a 16	子站应答，无所要求数据

……（正常二级数据查询，过程略）……

3.4 带时标的开关量遥信变位 (SOE) 和遥信状态变化信息上送

- (正常二级数据查询, 过程略).....
- 1) 10 5b 01 5c 16 查询2级数据
 - 2) 10 09 01 0a 16 子站应答, 无所要求数据
 - 3) 10 7b 01 7c 16 查询2级数据
 - 4) 10 09 01 0a 16 子站应答, 无所要求数据
(此时子站发生遥信变位事件)
 - 5) 10 5b 01 5b 16 查询2级数据
 - 6) 10 29 01 2a 16 子站应答, 无所要求数据, 但存在一级数据待上送。ACD=1

- 7) 10 7a 01 7b 16 主站召唤1级数据
- 8) 68 0E 0E 68 08 01 01 81 01 01 B8 01 02 AC E2 12 14 00 FC 16 带时标的开关量遥信变位
- ASDU1 地址 传送原因 合闸状态 4字节时间: 20时01分33705毫秒 SIN, 无意义
- INF(合闸后加速动作)
- 9) 10 5b 01 5c 16 查询2级数据
- 10) 10 29 01 2a 16 子站应答, 有1级数据待送
- 11) 10 7a 01 7b 16 查询1级数据
- 13) 68 16 16 68 08 01 2A 83 01 01 01 95 01 97 02 98 01 04 85 16 子站上送遥信变位
- ASDU42 通信 发送原因 信息体 3 INF+DIQ, 遥信分位 信息体 2 INF+DIQ, 遥信合位 信息体 1 INF+DIQ, 遥信分位
- FUN 信息体数目 3, 信息地址不连续
- 12) 10 5b 01 5c 16 查询2级数据
- 13) 10 09 01 0a 16 子站应答, 无所要求数据
- (正常二级数据查询, 过程略).....

3.5 遥测突变信息上送

保护动作信息采用 ASDU51 (超过门限值的遥测报文) 上送。每 1 帧 ASDU51 可上送多个不连续的被测值信息体。

- 1) 10 5b 01 5c 16 查询2级数据
- 2) 10 09 01 0a 16 子站应答, 无所要求数据
- 3) 10 7b 01 7c 16 查询2级数据
- 4) 68 0A 0A 68 08 01 33 81 01 01 01 5E 50 05 73 16
- ASDU51 发送原因 SIN 被测值 MEA=170, 无溢出, 值有效
- FUN INF, 信息地址=2
- 信息体数目1, 信息地址不连续
- 5) 10 5b 01 5c 16 查询2级数据
- 6) 10 09 01 0a 16 子站应答, 无所要求数据

3.6 遥控操作

A) 遥控选择

- 1) 68 0a 0a 68 73 01 40 01 0c 01 01 30 81 00 74 16 总控下发遥控选择命令
- ASDU64 传送原因远方操作 RII DCS=1 遥控分, QU=0, S/E=1, ACT=0 遥控选择
- 遥控点的 FUN 及 INF
- 2) 10 10 01 11 16 装置确认
- 3) 10 5b 01 5c 16 总控继续要2级数据
- 4) 10 29 01 2a 16 装置回答2级数据, ACD置1请求总控查询1级数据
- 5) 10 7a 01 7b 16 总控查询1级数据
- 6) 68 0a 0a 68 08 01 40 01 0c 01 01 30 81 00 09 16 装置以遥控选择帧的镜像回送总控, 只是控制域同遥控选择帧不同, 其余同1) 帧报文一致。
- ASDU64 传送原因远方操作 RII DCS=1 遥控分, QU=0, S/E=1, ACT=0 遥控选择

遥控点的FUN及INF

B)遥控执行

- 1) **68 0a 0a 68 53 01 40 01 0c 01 01 30 01 00 d4 16** 总控下发遥控执行命令
ASDU64
传送原因远方操作
RII
DCS=1遥控分, QU=0 S/E=0, ACT=0遥控执行
遥控点的FUN及INF
- 2) **10 10 01 11 16** 装置确认
- 3) **10 7a 01 7b 16** 总控查询1级数据
- 4) **68 0a 0a 68 08 01 40 01 0c 01 01 30 01 00 89 16** 装置以遥控执行帧的镜像回送总控, 只是控制域同执行帧不同, 其余同1) 帧报文一致。

遥控撤消

- 1) **68 0a 0a 68 53 01 40 01 0c 01 01 30 c1 00 94 16** 总控下发遥控撤消命令
ASDU64
DCS=1遥控分S/E=1, ACT=1遥控撤消
- 2) **10 10 01 11 16** 装置确认
- 3) **10 7a 01 7b 16** 总控查询1级数据
- 4) **68 0a 0a 68 08 01 40 01 0c 01 01 30 c1 00 49 16** 装置以遥控撤消帧的镜像回送总控。
ASDU
DCS=1遥控分
S/E=1, ACT=1遥控撤消

4. 信息说明

4.1 遥测信息

共有 9 个遥测, FUN=1

INF=92~100:

- 92--母线电压 UA
- 93--母线电压 UB
- 94--母线电压 UC
- 95--线路电压 UL
- 96--电流 IA
- 97--电流 IB
- 98--电流 IC
- 99--有功功率 P
- 100--有功功率 Q

4.2 遥信信息

共上传 13 个遥信, FUN=1

INF=149~161

- 149--开关位置
- 150--input1:tw
- 151--input2:hw
- 152--input27:PT1
- 153--input28:PT2
- 154--input29:合后

155--input32:遥控预位
156-- input37
157-- input38
158—input41
159—input42
160—input43
161—input44

4.3 遥控信息

共定义 4 个遥控号
FUN=1
INF=48，线路开关遥控号
INF=49~51，备用。

4.4 事件信息

保护装置类型 FUN=184
事件类型定义：

INF	故障事件：
1	合闸后加速动作
2	相间距离一段动作
3	相间距离二段动作
4	双回线横联保护动作
5	双回线横联保护返回
6	相间距离相继速动
7	接地距离一段动作
8	接地距离二段动作
9	接地距离相继速动
10	距离保护启动
11	距离保护返回
12	特高速距离动作
14	变压器后备动作
15	零序过流一段动作
16	零序过流二段动作
17	零序过流三段动作
18	零序过流四段动作
19	零序距离相继速动
20	零序反时限动作
21	双回线跨线故障
22	相电流一段动作
23	相电流二段动作
24	低频保护动作
25	复故障动作
26	弱电源侧故障
27	内部故障
28	距离保护三段动作
29	双回线横联保护发信

30	双回线横联保护发信返回
31	重合闸动作
	预告事件:
32	故障测距
33	角差异常告警
34	角差异常告警返回
35	控制回路断线告警
36	控制回路断线告警返回
37	线路 PT 断线告警
38	线路 PT 断线告警返回
39	TA 断线告警
40	TA 断线告警返回
41	母线 TV 断线告警
42	母线 TV 断线告警返回
43	过负荷报警
44	过负荷报警返回
45	开关位置出错报警
46	开关位置出错报警返回
	自检事件:
47	PCPU1 保护出错(保护退出)
48	PCPU2 保护出错(保护退出)
49	PCPU1 AD 出错(保护退出)
50	PCPU2 AD 出错(保护退出)
51	PCPU1 EPR 出错(保护退出)
52	PCPU2 EPR 出错(保护退出)
53	PCPU1 定值出错(保护退出)
54	PCPU2 定值出错(保护退出)
55	保护板匹配出错(保护退出)

保护事件动作值类型代码定义（适用扩展的带时标报文）:

代码	内容
1	Ia=
2	Ib=
3	Ic=
4	3I0=
5	Iab=
6	Ibc=
7	Ica=
8	I2=
9	I2+I0=
10	Ua=
11	Ub=
12	Uc=
13	Uab=
14	Ubc=
15	Uca=
16	F=
17	Ux=

18	DIS=
19	I _{max} =
20	I _a =

4.5 定值信息

远方申请定值使用通用分类读服务，组号为 01H。

条目	代码	内容	单位
1	0	特高速保护投退	ON/OFF
2	2	接地距离 I 段投退	ON/OFF
3	4	接地距离 I 段定值	A 小数点后三位
4	6	接地距离 I 段时延	S
5	8	接地距离 II 段投退	ON/OFF
6	10	接地距离 II 段定值	A 小数点后三位
7	12	接地距离 II 段时延	S
8	14	接地距离 III 段投退	ON/OFF
9	16	接地距离 III 段定值	A 小数点后三位
10	18	接地距离 III 段时延	S
11	20	零序阻抗偏移角度	
12	22	接地距离偏移角度	
13	24	相间距离 I 段投退	ON/OFF
14	26	相间距离 I 段定值	A 小数点后三位
15	28	相间距离 I 段时延	S
16	30	相间距离 II 段投退	ON/OFF
17	32	相间距离 II 段定值	A 小数点后三位
18	34	相间距离 II 段时延	S
19	36	相间距离 III 段投退	ON/OFF
20	38	相间距离 III 段定值	A 小数点后三位
21	40	相间距离 III 段时延	S
22	42	变压器远后备保护投退	ON/OFF
23	50	后备保护时延	S
24	58	正序灵敏角	
25	60	零序补偿系数	小数点后三位
26	62	零序 I 段保护投退	ON/OFF
27	64	零序过流 I 段定值	A 小数点后两位
28	66	零序过流 I 段时延	S
29	68	零序 II 段保护投退	ON/OFF
30	70	零序过流 II 段定值	A 小数点后两位
31	72	零序过流 II 段时延	S
32	74	零序 III 段保护投退	ON/OFF
33	76	零序过流 III 段定值	A 小数点后两位
34	78	零序过流 III 段时延	S
35	80	零序 IV 段保护投退	ON/OFF
36	82	零序 IV 段方向保护投退	ON/OFF
37	84	零序过流 IV 段定值	A 小数点后两位
38	86	零序过流 IV 段时延	S
39	88	零序反时限保护投退	ON/OFF
40	90	反时限启动定值	A 小数点后两位
41	92	时间常数	小数点后两位
42	94	相电流保护 I 段投退	ON/OFF

43	96	相电流保护 I 段定值	A 小数点后两位
44	98	相电流保护 I 段时延	S
45	106	不对称相继速断投退	ON/OFF
46	108	双回线跨线保护投退	ON/OFF
47	110	低频解列投退	ON/OFF
48	112	低频定值	F 小数点后两位
49	114	低频时延	S
50	116	低压定值	V 小数点后两位
51	118	欠流闭锁投退	ON/OFF
52	120	欠流定值	A 小数点后两位
53	122	滑差闭锁投退	ON/OFF
54	124	滑差定值	小数点后两位
55	126	重合闸投退	ON/OFF
56	128	PT 断线闭锁重合闸	ON/OFF
57	130	重合闸时间	S
58	132	重合闸不检同期	ON/OFF
59	134	检母线有压线路无压	ON/OFF
60	136	检线路有压母线无压	ON/OFF
61	138	检线路无压母线无压	ON/OFF
62	140	重合闸检同期	ON/OFF
63	142	同期合闸角	
64	144	检 A 相电压	ON/OFF
65	146	检 B 相电压	ON/OFF
66	148	检 C 相电压	ON/OFF
67	150	母线 PT 断线告警投退	ON/OFF
68	152	零序电压定值	V 小数点后两位
69	154	负序电压定值	V 小数点后两位
70	156	CT 断线告警投退	ON/OFF
71	160	双回线横联保护投退	ON/OFF
72	162	过负荷告警投退	ON/OFF
73	164	过负荷定值	A 小数点后两位
74	166	过负荷时延	S
75	184	检线电压	ON/OFF
76	186	零序 I 段方向	ON/OFF
77	190	重合闸加速 II 段距离	ON/OFF
78	192	重合闸加速 III 段距离	ON/OFF
79	194	重合闸加速零序定值	
80	196	检弱电源侧故障	ON/OFF