



PMF710YC 微机变压器保护测控装置

技术及使用说明书

(Ver2.3)

许昌智能继电器股份有限公司

XUCHANG INTELLIGENT RELAY CO., LTD.



PMF710YC

微机变压器保护测控装置

应用范围

适用于66kV及以下电压等级的两圈变压器的差动保护装置。

装置硬件

- ✦ 后插拔方式，强弱电分离；加强型单元机箱按抗强振动、强干扰设计，可分散安装于开关柜上运行。
- ✦ 采用 32 位高性能 SoC 嵌入式微机处理器，大容量的 RAM 和 Flash Memory；数据处理、逻辑运算和信息存储能力强，运行速度快，可靠性高。
- ✦ 高精度 AD 采样，测量精度高。
- ✦ 可保存不少于 80 个最近发生的事件报告及运行报告。
- ✦ 采用图形液晶，中文显示，菜单式操作。

主要特点

- ✦ 实时多任务操作系统，模块化编程；实时性好，可靠性高。
- ✦ 8 套保护定值，定值区切换安全方便。
- ✦ 标准通信规约，方便与微机监控或保护管理机联网通讯。
- ✦ 完整的断路器操作回路，设置断路器遥控功能。
- ✦ 保护与测控一体化，单台装置完成间隔主要功能。
- ✦ PMF710YC 为变压器主保护的綜合保护测控和主变调压控制。

我公司保留对本说明书进行修改的权利；
产品与说明书不符时，请参照实际产品说明。

目录

1 装置简介.....	1
1.1 功能配置	1
1.2 主要特点	1
2 技术指标.....	2
2.1 额定数据	2
2.2 装置功耗	2
2.3 环境条件	2
2.4 抗干扰性能	2
2.5 绝缘性能	3
2.6 机械性能	3
2.7 保护定值整定范围及误差	3
2.8 测量精度	4
2.9 触点容量	4
3 装置硬件.....	4
3.1 机箱结构	4
3.2 主要插件	5
3.2.1 交流插件	5
3.2.2 CPU插件.....	5
3.2.3 信号插件	6
3.2.4 出口插件	6
3.2.5 人机对话界面.....	6
4 保护功能.....	6
4.1 比率差动保护	6
4.2 差动速断保护	9
4.3 差流越限告警	9
4.4 TA断线判别	10
4.5 遥控调压	10
4.6 零序电压保护（自产）	10
4.7 TV断线.....	10
4.8 复合电压	11
4.9 控制回路断线告警.....	11
4.10 弹簧未储能告警	11
4.11 装置故障告警.....	11
4.12 遥信、遥控、遥脉及遥测功能	11
5 辅助功能.....	12
5.1 录波.....	12
5.2 GPS对时	12
5.3 网络通信	12
6 装置使用说明.....	12
6.1 压板整定信息	12
6.2 定值整定信息	12
6.3 动作信息及说明.....	13

6.4 出口配置说明	14
6.5 人机界面操作说明	14
7 投运说明及注意事项	20
8 IEC60870-5-103 规约点表	20
8.1 保护动作故障信号	20
8.2 告警信号	20
8.3 状态信号	21
8.4 控制	21
8.5 遥测	22
8.6 电度	22
8.7 总召唤信息	22
8.8 录波	22
9 贮存及保修	23
9.1 贮存条件	23
9.2 保修时间	23
10 供应成套性	23
10.1 随同产品一起供应的文件	23
10.2 随同产品一起供应的附件	23
11 订货须知	23
12 附图	24
13 定值整定说明	29
13.1 差动保护	29
13.2 复合电压保护	31

1 装置简介

PMF710YC系列微机变压器保护测控装置适用于66kV及以下电压等级的两圈变压器的差动保护装置。

1.1 功能配置

表 1-1: 功能配置

	序号	功能名称	PMF710YC
保 护 功 能	1	比率差动保护（二次谐波涌流识别，TA 断线闭锁）	√
	2	差流速断保护	√
	3	差流越限告警	√
	4	零序电压保护（自产）	√
	5	复合电压（TV 断线闭锁）	√
	6	遥控调压	√
	7	TV 断线告警	√
	8	TA 断线告警	√
	9	弹簧未储能告警	√
	10	控制回路异常告警	√
测 控 功 能	1	12 路遥信开入采集、装置遥信变位、事故遥信	√
	2	正常断路器遥控分合	√
	3	遥控变压器档位	√
	4	Iah, Ibh, Ich, Ial, Ibl, Icl, Iopa, Iopb, Iopc, Irea, Ireb, Irec, Ua, Ub, Uc, Uab, Ubc, Uca, 3U0, f, DC1, DC2 等模拟量的遥测	√
	5	故障录波	√
	6	2 路脉冲输入	√

1.2 主要特点

- 加强型单元机箱按抗强振动、强干扰设计，特别适应于恶劣环境，可分散安装于开关柜上运行。
- 集成电路全部采用工业品或军品，使得装置有很高的稳定性和可靠性。
- 采用 32 位高性能 SoC 嵌入式微机处理器，配置大容量的 RAM 和 Flash Memory；数据运算、逻辑处理和信息存储能力强，可靠性高，运行速度快。
- 采用高精度 A/D 作为数据采集，数据采集每周 24 点，保护测量精度高。
- 采用图形液晶，全中文显示菜单式人机交互；可实时显示各种运行状态及数据，信息详细直观，操作、调试方便。
- 可独立整定 8 套保护定值，定值区切换安全方便。
- 大容量的信息记录：可保存不小于 80 个最近发生的历史报告，可带动作参数，掉电保持，便于事故分析。
- 双 RS485 通信接口，采用 IEC60870-5-103 规约；双以太网口，每个以太网口最多可连接 2 个工程师站（TCP103）和 4 个监控站（IEC60870-5-104）；组网经济、方便，可直接与微机监控或通过通讯管理机联

网通讯。

2 技术指标

2.1 额定数据

a. 额定电源电压： 直流或交流 220V 或直流 110V （订货注明所选规格）

b. 额定交流数据：

交流电压： 100/ $\sqrt{3}$ V, 100V

交流电流： 5A 或 1A(订货注明所选规格)

零序电流： 1A

额定频率： 50Hz

c. 热稳定性：

交流电压回路：长期运行 1.2Un

交流电流回路：长期运行 2In

1s 40In

零序电流回路：长期运行 2A

1s 40A

2.2 装置功耗

a. 交流电压回路： 每相不大于 0.5VA；

b. 交流电流回路： In=5A 时每相不大于 1VA；

In=1A 时每相不大于 0.5VA；

c. 零序电流回路： 不大于 0.5VA；

d. 保护电源回路： 正常工作时，不大于 12W；保护动作时，不大于 15W。

2.3 环境条件

a. 环境温度：

工作： -25℃~+55℃。

储存： -25℃~+70℃，相对湿度不大于 80%，周围空气中不含有酸性、碱性或其它腐蚀性及爆炸性气体的防雨、防雪的室内；在极限值下不施加激励量，装置不出现不可逆转的变化，温度恢复后，装置应能正常工作。

b. 相对湿度：最湿月的月平均最大相对湿度为 90%，同时该月的月平均最低温度为 25℃且表面不凝露。

最高温度为+40℃时，平均最大湿度不超过 50%。

c. 大气压力：80kPa~110kPa（相对海拔高度 2km 以下）。

2.4 抗干扰性能

a. 电磁发射试验：辐射发射限值试验程序按 GB/T 14598.26—2015 中 7.1.2 的规定，辐射发射频率小于 1GHz，不超过 GB/T 14598.26—2015 中表 1 给出的限值；传导发射限值试验程序按 GB/T 14598.26—2015 中 7.1.3 的规定，不超过 GB/T 14598.26—2015 中表 2 给出的限值。

- b. 静电放电试验：满足严酷等级 4 级，空间放电 15kV，接触放电 8kV 的要求。
- c. 辐射电磁场抗扰度试验：按 GB/T14598.26-2015 中 7.2.4 规定的方法进行，满足严酷等级 3 级的要求。
- d. 电快速瞬变/脉冲群抗扰度试验：按 GB/T14598.26-2015 中 7.2.5 规定的方法进行，满足严酷等级 A 级的要求。
- e. 慢速阻尼振荡波抗扰度试验：慢速阻尼振荡波（1MHz 和 100kHz 脉冲群）抗扰度按 GB/T14598.26-2015 中 7.2.6 规定的方法进行。满足严酷等级：3 级的要求（共模 2.5kV，差模为 1kV）。
- f. 浪涌（冲击）抗扰度试验：按 GB/T14598.26-2015 中 7.2.7 规定的方法进行，满足严酷等级 4 级的要求。
- g. 射频场感应的传导骚扰的抗扰度试验：按 GB/T14598.26-2015 中 7.2.8 规定的方法进行，满足严酷等级 3 级的要求。
- h. 工频抗扰度试验：按 GB/T14598.26-2015 中 7.2.9 规定的方法进行，满足严酷等级 A 级的要求。
- i. 工频磁场抗扰度试验：满足严酷等级 5 级，连续磁场 100A/m，短时磁场 1000A/m 的要求。
- j. 脉冲磁场抗扰度试验：能承受 GB/T17626.9-2011 中规定的严酷等级为 5 级的脉冲磁场抗扰度试验。
- k. 阻尼振荡磁场抗扰度试验：能承受 GB/T17626.10-2017 中规定的严酷等级为 5 级的阻尼振荡磁场抗扰度试验。

2.5 绝缘性能

- a. 绝缘电阻：各带电的导电电路分别对地（即外壳或外露的非带电金属零件）之间，交流回路和直流回路之间，交流电流回路和交流电压回路之间，用开路电压为 500V 的测试仪器测试其绝缘电阻值不应小于 100M Ω 。
- b. 介质强度：装置通信回路和 24V 等弱电输入输出端子对地能承受 50Hz、500V（有效值）的交流电压，历时 1min 的检验无击穿或闪络现象；其余各带电的导电电路分别对地（即外壳或外露的非带电金属零件）之间，交流回路和直流回路之间，交流电流回路和交流电压回路之间，能承受 50Hz、2kV（有效值）的交流电压，历时 1min 的检验无击穿或闪络现象。
- c. 冲击电压：装置通信回路和 24V 等弱电输入输出端子对地，能承受 1kV（峰值）的标准雷电波冲击检验；其各带电的导电端子分别对地，交流回路和直流回路之间，交流电流回路和交流电压回路之间，能承受 5kV（峰值）的标准雷电波冲击检验。

2.6 机械性能

- a. 振动响应：装置能承受 GB/T 11287-2000 中 4.2.1 规定的严酷等级为 I 级振动响应检验。
- b. 冲击响应：装置能承受 GB/T 14537-1993 中 4.2.1 规定的严酷等级为 I 级冲击响应检验。
- c. 振动耐久：装置能承受 GB/T 11287-2000 中 4.2.2 规定的严酷等级为 I 级振动耐久检验。
- d. 冲击耐久：装置能承受 GB/T 14537-1993 中 4.2.2 规定的严酷等级为 I 级冲击耐久检验。
- e. 碰撞：装置能承受 GB/T 14537-1993 中 4.3 规定的严酷等级为 I 级碰撞检验。

2.7 保护定值整定范围及误差

- a. 定值整定范围
 - 交流电流： 0.1I_n~12I_n；

零序电流:	0.5A~9A;
交流电压:	10V~160V;
延 时:	0s~100s。

b. 定值误差

电 流:	$< \pm 2.5\%$;
电 压:	$< \pm 2.5\%$;
零序电流:	0.02A~12A 范围不超过 $\pm 0.01A$ 或 $\pm 2.5\%$;
延时误差:	0s~2s (含 2s) 范围内不超过 40ms, 2s~100s 范围内不超过整定值的 $\pm 2\%$ 。

2.8 测量精度

- 各模拟量的测量误差不超过额定值的 $\pm 0.2\%$;
- 功率测量误差不超过额定值的 $\pm 0.5\%$;
- 开关量输入电压 (DC24V), 分辨率不大于 2ms;
- 脉冲量输入电压 (DC24V), 脉冲宽度不小于 25ms;
- 频率测量误差不超过 $\pm 0.02\text{Hz}$ 。

2.9 触点容量

- 在电压不大于 250V, 电流不大于 1A, 时间常数 I/r 为 $5\text{ms} \pm 0.75\text{ms}$ 的直流有感负荷电路中, 触点断开容量为 50W, 长期允许通过电流不大于 5A。
- 在电压不大于 250V, 电流不大于 2A 的交流回路 ($\cos \phi = 0.4 \pm 0.1$) 中触点断开容量为 250VA, 长期允许通过电流不大于 5A。

3 装置硬件

装置采用加强型单元机箱, 按抗强振动、强干扰设计; 确保装置安装于条件恶劣的现场时仍具备高可靠性。不论组屏或分散安装均不需加设交、直流输入抗干扰模块。面板上包括液晶显示器、信号指示灯、操作按键。

3.1 机箱结构

装置的外形尺寸和安装开孔尺寸如下图所示

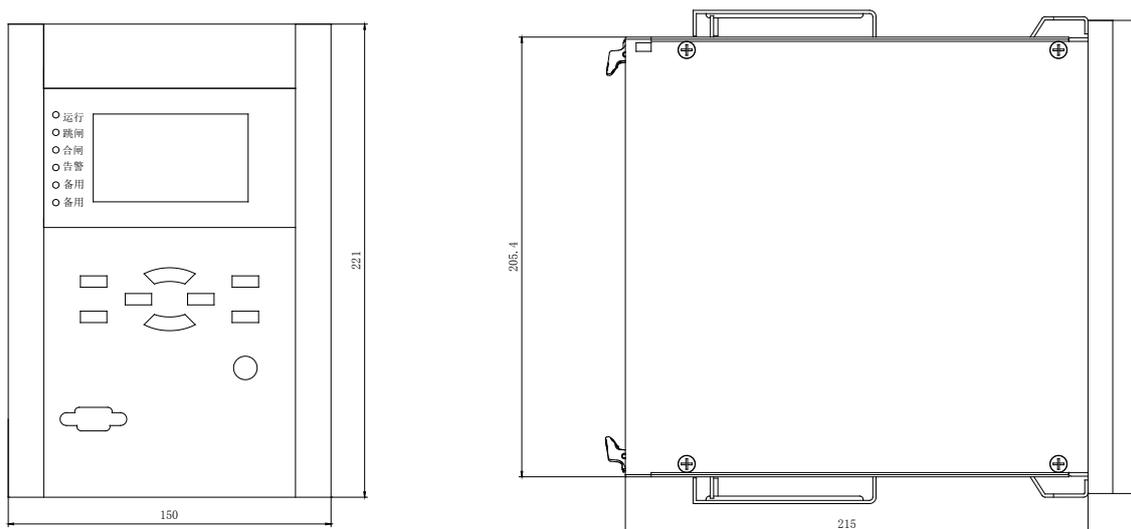


图 3-1 外形尺寸

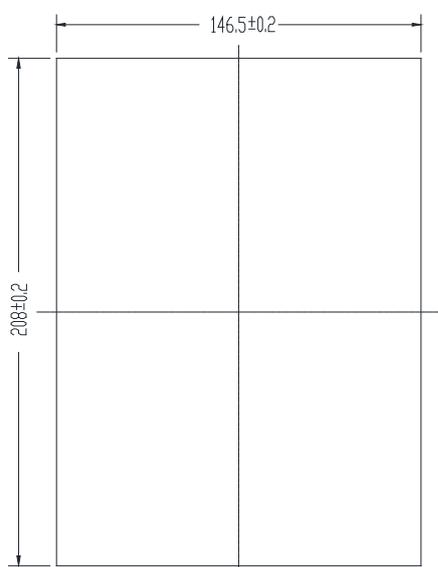


图 3-2 安装开孔尺寸

3.2 主要插件

本保护装置由以下插件构成：交流插件、CPU 插件、信号插件、出口插件以及人机对话界面。

3.2.1 交流插件

交流变换部分包括电流变换器 TA 和电压变换器 TV，用于将系统 TA、TV 的二次侧电流、电压信号转换为弱电信号，供保护插件转换，并起强弱电隔离作用。

本插件包括 6 个电流变换器 TA 和 3 个电压变换器 TV。6 个 TA 分别变换 I_{aH} 、 I_{bH} 、 I_{cH} 、 I_{aL} 、 I_{bL} 、 I_{cL} 六个电流量，3 个 TV 分别为母线 U_a 、 U_b 、 U_c 三个电压量。

3.2.2 CPU 插件

本插件集成开入，通讯，模拟量采样计算等功能，是装置的核心模块。插件采用多层印制板和表面贴装工艺，采取了多种抗干扰措施，大大提高了抗干扰性能。

3.2.3 信号插件

本信号插件包括信号部分、跳合闸回路和备用出口。

信号部分主要包括跳闸信号继电器 (TXJ)、合闸信号继电器 (HXJ)、告警继电器 (GXJ)、电源监视继电器 (SDGJ)。跳合闸部分主要完成跳合闸操作回路及其保持、防跳等功能。主要包括跳闸继电器 (BTJ)、合闸继电器 (BHJ)、遥跳继电器 (YTJ)、遥合继电器 (YHJ)、跳闸保持继电器 (TBJ)、合闸保持继电器 (HBJ)、跳位监视继电器 (TWJ)、合位监视继电器 (HWJ)、储能继电器 (CNJ)。

备用出口部分主要包括 1 个备用出口继电器 (默认配置为复压出口)。

3.2.4 出口插件

出口插件主要包括 9 个备用出口继电器 (具体配置参看端子图)。

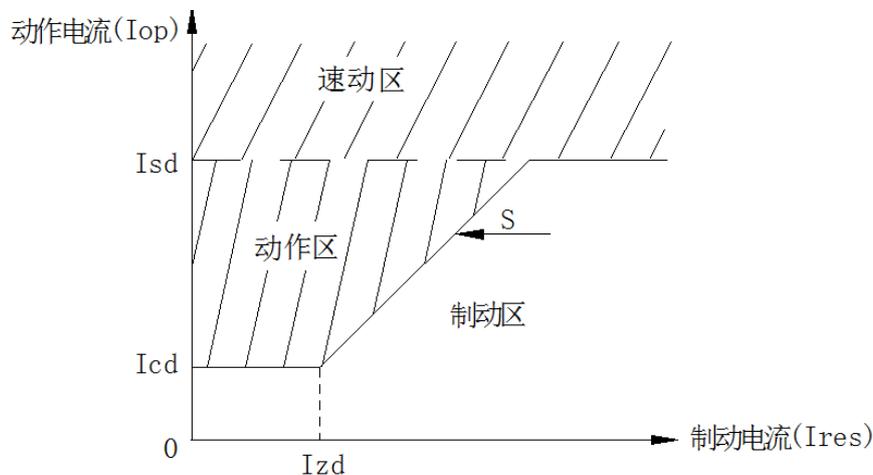
3.2.5 人机对话界面

人机对话界面安装于装置面板上,是装置与外界进行信息交互的主要部件,采用大屏幕液晶显示屏,全中文菜单方式显示(操作),主要功能为:按键操作、液晶显示、信号灯指示。

4 保护功能

4.1 比率差动保护

比率制动式差动保护是变压器的主保护。能反映变压器内部相间短路故障、高压侧单相接地短路及匝间层间短路故障,保护采用二次谐波制动原理,用以躲过变压器空投时励磁涌流造成的保护误动,差动动作时间:不大于 40ms (2 倍动作电流下)。动作特性如图 4-1 所示:



图中动作区要经过励磁涌流判别、TA 断线判别后才出口

图 4-1 比率差动动作特性图

● 差动动作方程如下:

$$I_{op} > I_{cd} \quad (I_{res} \leq I_{zd} \text{ 时})$$

$$I_{op} \geq I_{cd} + S(I_{res} - I_{zd}) \quad (I_{res} > I_{zd} \text{ 时})$$

满足上述两个方程差动元件动作,式中: I_{op} 为差动电流, I_{cd} 为差动最小动作电流整定值, I_{res} 为制动电流, I_{zd} 为最小制动电流整定值, S 为比率制动特性斜率,各侧电流的方向都以指向变压器为正方向。对于两侧差动:

$$I_{op} = |I_1 + k_b I_2|$$

$$I_{res} = |I_1 - k_b I_2| / 2$$

式中： I_1 ， I_2 分别为高压侧、低压侧电流互感器二次侧的电流。 k_b 差动平衡系数。

● 差动用电流互感器采用常规接线（即“ Δ / Y ”接线方式）

a. 保护软件中差动电流的计算

A 相

$$I_{opA} = | I_{1A} + k_b I_{2A} |$$

$$I_{resA} = | I_{1A} - k_b I_{2A} | / 2$$

B 相

$$I_{opB} = | I_{1B} + k_b I_{2B} |$$

$$I_{resB} = | I_{1B} - k_b I_{2B} | / 2$$

C 相

$$I_{opC} = | I_{1C} + k_b I_{2C} |$$

$$I_{resC} = | I_{1C} - k_b I_{2C} | / 2$$

式中： I_{1A} ， I_{1B} ， I_{1C} ， I_{2A} ， I_{2B} ， I_{2C} 分别为高压侧 A，B，C 三相、低压侧 A，B，C 三相电流互感器二次侧的电流。 k_b 为差动平衡系数。

● 差动用电流互感器采用全星形接线（即“ Y / Y ”接线方式）

差动用电流互感器采用全星形接线（即“ Y / Y ”接线方式），变压器正常运行时，低压侧各相电流分别超前于高压侧各相电流 30° ，由保护软件补偿相位和幅值，可按常规计算方法计算差动保护的定值，高压侧 TA 二次仍然按三角形接线 $K_{com} = \sqrt{3}$ 来计算。

a. 保护软件中差动电流的计算

A 相

$$I_{opA} = | (I_{1A} - I_{1B}) + k_b I_{2A} |$$

$$I_{resA} = | (I_{1A} - I_{1B}) - k_b I_{2A} | / 2$$

B 相

$$I_{opB} = | (I_{1B} - I_{1C}) + k_b I_{2B} |$$

$$I_{resB} = | (I_{1B} - I_{1C}) - k_b I_{2B} | / 2$$

C 相

$$I_{opC} = | (I_{1C} - I_{1A}) + k_b I_{2C} |$$

$$I_{resC} = | (I_{1C} - I_{1A}) - k_b I_{2C} | / 2$$

式中： I_{1A} ， I_{1B} ， I_{1C} ， I_{2A} ， I_{2B} ， I_{2C} 分别为高压侧A，B，C三相、低压侧A，B，C三相电流互感器二次侧的电流。 k_b 为差动平衡系数。

● 差动平衡系数的计算

①计算变压器各侧一次电流

$$I_n = S_n / \sqrt{3} U_n$$

式中： S_n —变压器额定容量 (kVA)， U_n —计算侧线电压 (kV)， I_n —计算侧相电流 (A)

②计算各侧流入装置的二次电流

$$i_n = K_{com} \cdot I_n / n_a$$

式中： K_{com} 为变压器TA二次接线系数，三角形接线 $K_{com} = \sqrt{3}$ ，星形接线 $K_{com} = 1$ ； n_a 为TA变比。

③计算平衡系数

差动保护平衡系数可以主变高压侧二次电流为基准，则：

差动平衡系数为： $K_b = i_{nh} / i_{nl}$

式中： i_{nh} —变压器高压侧二次电流； i_{nl} —变压器低压侧二次电流。

● 二次谐波制动

保护利用三相差动电流中的二次谐波分量作为励磁涌流闭锁判据。动作方程如下：

$$I_{op.2} > K_2 \cdot I_{op}$$

式中： $I_{op.2}$ 为A，B，C三相差动电流中最大二次谐波电流， K_2 为二次谐波制动系数， I_{op} 为三相差流中的最大基波电流。该判据闭锁方式为“或”闭锁，同时闭锁三相保护。

逻辑框图如图4-2所示：

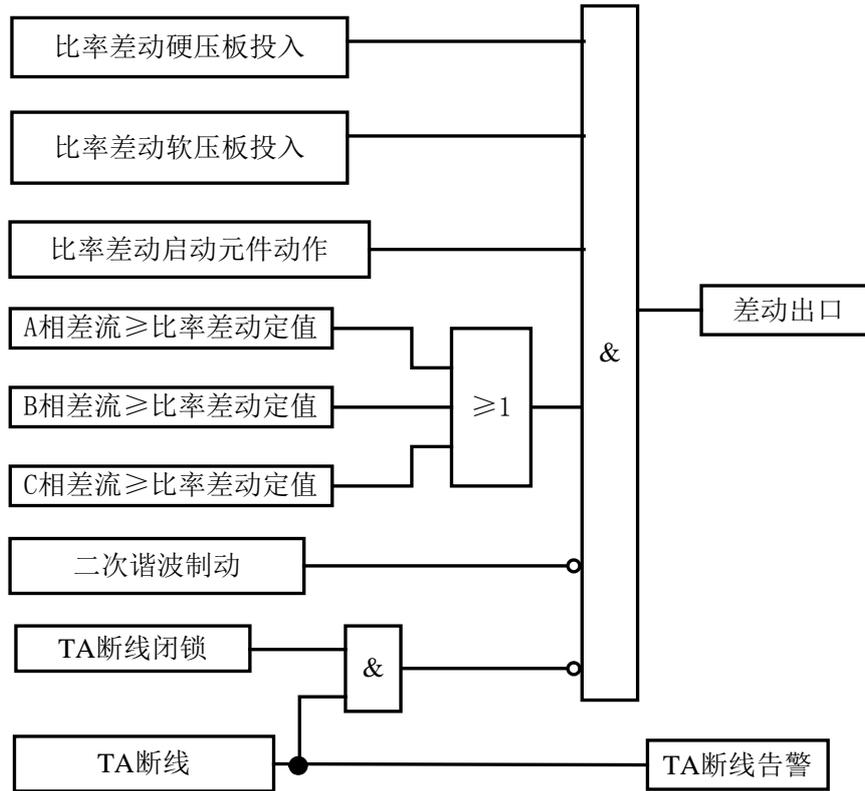


图 4-2 比率差动保护逻辑框图

4.2 差动速断保护

当任一相差动电流大于差动速断整定值时瞬时动作于出口，速断动作时间：不大于 40ms（1.5 倍动作电流下）。逻辑框图如图 4-3 所示：

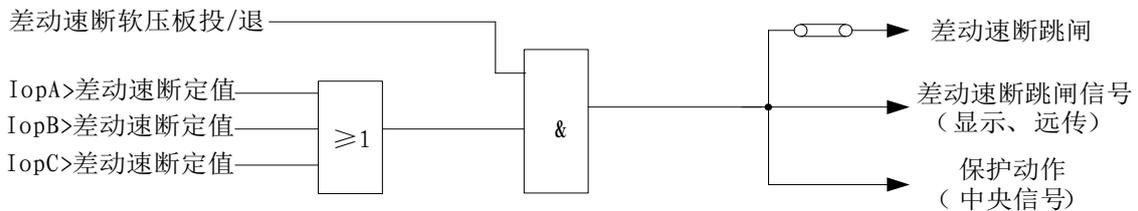


图 4-3 差动速断保护逻辑框图

4.3 差流超限告警

正常情况下监视各相差流，如果任一相差流大于差流越限定值（一般设为最小动作电流的 1/2），经延时启动告警继电器。逻辑框图如图 4-4 所示：

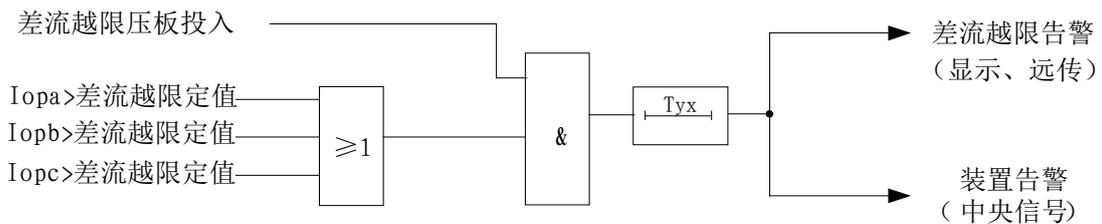


图 4-4 差流超限告警逻辑框图

4.4 TA 断线判别

当三相电流都大于 0.2 倍的额定电流且差动电流大于 0.1 倍的额定电流时，启动 TA 断线判别程序，满足下列条件认为 TA 断线：

- 1) 断线相电流小于 0.04 倍的额定电流；
- 2) 本侧三相电流中至少有一相电流不变；
- 3) 最大相电流小于 1.2 倍的额定电流。

4.5 遥控调压

用作变压器分接头的调节输出，控制有载调压分接头的“升”、“降”、“停”。

档位最高处，执行升压操作，急停出口动作；

档位最低处，执行降压操作，急停出口动作；

升压操作后，开入采集到的档位下降，急停出口动作；

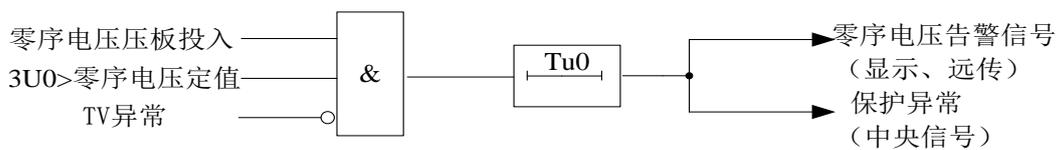
降压操作后，开入采集到的档位上升，急停出口动作；

升压操作后，开入采集到的档位升两档及以上，急停出口动作；

降压操作后，开入采集到的档位降两档及以上，急停出口动作；

4.6 零序电压保护（自产）

配置零序过压保护切除接地故障，自产零压大于定值，经整定延时动作（告警）。逻辑框图如图 4-5 所示：



图中Tu0为零序电压延时

图 4-5 零序电压保护逻辑框图

4.7 TV 断线

- 1) 最大线电压与最小线电压差大于 18V，且 3U0 大于 8V，判为母线 TV 断线；
- 2) 三个线电压均小于 18V，且任一相有流 ($I > 0.04I_n$)；

控制字投入，满足以上任一条件，80ms 后报 TV 断线，并根据控制字闭锁/开放本侧复压功能；不满足以上情况，且线电压均大于 80V，0.5s 后 TV 断线返回。逻辑框图如图 4-6 所示：

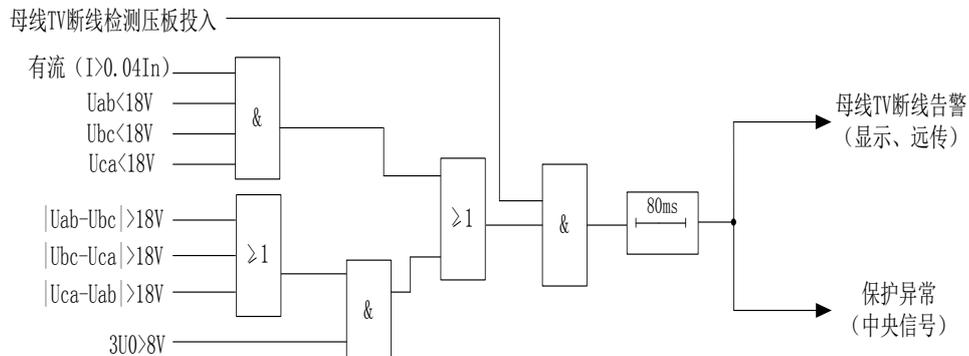


图 4-6 TV 断线逻辑框图

4.8 复合电压

复合电压元件由负序过电压和低电压部分组成。负序电压反映系统的不对称故障，低电压反映系统对称故障。下列两个条件中任何一个条件满足时，复合电压元件动作，复合电压出口继电器动作。跳闸灯亮。

$U_2 > U_{2dz}$ U_{2dz} 为负序电压整定值；

$U < U_L$ U_L 为低电压整定值 (U 为三个线电压中最小的一个)。

可经 TV 断线闭锁，逻辑框图如图 4-7 所示：

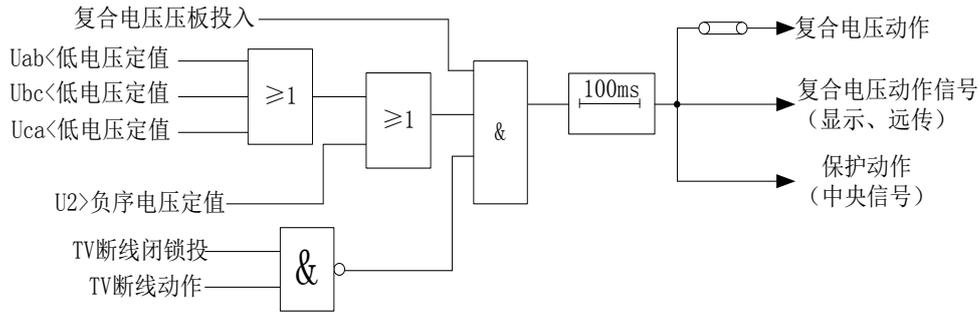


图 4-7 复合电压逻辑框图

4.9 控制回路断线告警

当定值设置中投入控制回路断线压板时，当控制电源正常、断路器位置辅助接点正常时，跳位或合位有且仅有一个开入，否则，经 2s 延时报控制回路断线告警信号。直到位置正确 1s 后告警才返回，才可通过按“复归”键，把告警信号复归掉。控制回路异常逻辑框图如图 4-8 所示：

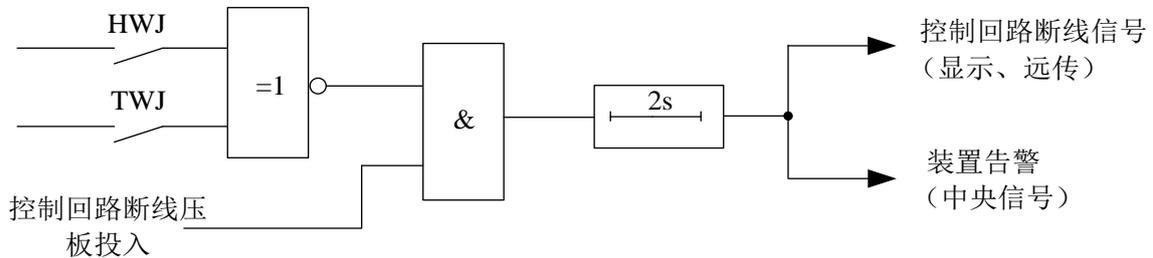


图 4-8 控制回路断线检测逻辑框图

4.10 弹簧未储能告警

当定值设置中投入弹簧未储能压板，装置检测到弹簧未储能开入时，经延时 15s 报弹簧未储能告警，告警继电器动作，直到该开入返回 1s 后弹簧未储能才返回，才可通过按“复归”键，把告警信号复归掉。弹簧未储能有开入时，闭锁遥控合闸。

4.11 装置故障告警

保护装置的硬件发生故障（开出故障、A/D 故障等），装置的 LCD 可以显示故障信息，并驱动装置告警继电器，同时闭锁保护，处理完故障后，重新上电后，就可以把告警灯复归掉。

4.12 遥信、遥控、遥脉及遥测功能

遥测：测量电压，f，温度等；

遥信：各种保护动作信号及断路器位置遥信、开入遥信、档位等；

遥控：远方控制跳/合闸、压板投退、修改定值等；

遥脉：累计电度脉冲；

遥调：调节档位。

5 辅助功能

5.1 录波

装置记录保护跳闸前 2 周波，跳闸后 6 周波（每周波 24 点）的采样数据，保护跳闸后上送变电站自动化主站，或者由独立的故障分析软件，分析故障和装置的跳闸行为。。录波数据包括：各保护电流 Ia1、Ib1、Ic1、Ia2、Ib2、Ic2；跳位开入和各跳闸出口的开出。

工程师站录波通道信息地址设置：模拟量从 1 开始依次加 1；开入、开出量从 17 开始依次加 1。

5.2 GPS 对时

装置通过与变电站自动化主站通信，得到年月日时分秒的信息，并配置一个 GPS 对时开入，连接到站内 GPS 接收器的秒脉冲输出，实现毫秒的对时，对时精度不大于 1ms。

5.3 网络通信

装置具有 RS-485 通信接口，可以直接与微机监控或保护管理机通信，规约采用 DL/T667-1999（IEC-60870-5-103）

6 装置使用说明

6.1 压板整定信息

本保护装置压板单独整定。压板清单见表 6-1。

表 6-1 压板清单

压板类型	压板名称	压板状态
硬压板	差动速断压板	1: 投入/ 0: 退出
软压板	差动速断保护压板	1: 投入/ 0: 退出
	比率差动保护压板	1: 投入/ 0: 退出
	差流越限保护压板	1: 投入/ 0: 退出
	TA 断线保护压板	1: 投入/ 0: 退出
	零序电压保护压板	1: 投入/ 0: 退出
	TV 断线保护压板	1: 投入/ 0: 退出
	复合电压保护压板	1: 投入/ 0: 退出
	控制回路断线	1: 投入/ 0: 退出
弹簧未储能	1: 投入/ 0: 退出	

6.2 定值整定信息

定值整定在菜单“定值”→“定值”中进行。本保护装置可存贮 8 套定值，对应的定值区号为 0~7。整定时，未使用的保护功能应退出压板，使用的保护功能投入压板，并对相关的控制字、电流、电压及时限等定值进行整定。定值清单见表 6-2。

表 6-2 定值清单

定值种类	定值项目（符号）	整定范围及步长
1. 差流速断保护	差流速断定值 (Isd)	2In~12In, 0.01A

2. 比率差动保护	最小动作电流 (Icd)	0.1In~1.5In, 0.01A
	最小制动电流 (Izd)	0.1In~2In, 0.01A
	比率制动系数 (K)	0.3~0.7, 0.01
	谐波制动系数 (K2)	0.1~0.3, 0.01
	差动平衡系数 (Kb)	0.1~4.0, 0.01
	TA 二次接线 (TAJX)	0 (“Δ/Y” 常规接线方式) / 1 (“Y/Y” 全星形接线方式)
	TA 断线闭锁投退 (TABS)	1 (投入) / 0 (退出)
3. 差流越限保护	差流越限定值 (Iyx)	0.05In~1.5In, 0.01A
	差流越限时限 (Tyx)	0.1s~10, 0.01s
4. 零序电压保护	零序电压定值 (U0dz)	10~100, 0.01V
	零序电压时限 (Tu0)	0.2~10, 0.01s
5. 复合电压	低电压定值 (UL)	30~80, 0.01V
	负序电压定值 (U2dz)	2~30, 0.01V
	TV 断线闭锁投退 (TVBS)	1 (投入) / 0 (退出)
6. 遥控调压	滑档测试时间 (Tfd)	2~100, 0.01s
	档位编码方式 (DWBM)	1 (二进制) / 0 (BCD 码)

说明：参数菜单中选择设置

名称	代号	范围	步长	缺省值
IP 地址 1	IP1	255.255.255.255	1	10.100.100.11
IP 地址 2	IP2	255.255.255.255	1	11.100.100.11

6.3 动作信息及说明

保护运行中发生动作或告警时，自动开启液晶背光，动作信息（见表 6-3）显示于 LCD，同时上传到保护管理机或当地监控。如多项保护动作，动作信息将交替显示于 LCD。操作报告不弹出显示，但可在“报告”菜单下查阅。装置面板有“复归”按钮，也可以用通信命令复归；保护动作后如不复归，信息将不停止显示，信息自动存入事件存贮区。运行中可在“报告”菜单下查阅所有动作信息，包括动作时间、动作值。动作信息，掉电保持，在“报告”菜单下，可清除所有事件信息。

表 6-3 保护动作及告警信息

显示内容	动作信息	意义
差动速断跳闸	跳闸，跳闸信号	差动速断保护跳闸
比率差动跳闸	跳闸，跳闸信号	比率差动保护跳闸
差流越限告警	告警信号	差流越限
TA 断线	告警信号	TA 断线告警
TV 断线	告警信号	母线 TV 断线
零序电压告警	告警信号	母线接地或 TV 故障
复合电压跳闸	跳闸，跳闸信号	复合电压保护动作
控制回路异常	告警信号	控制回路故障
弹簧未储能告警	告警信号	弹簧未储能
定值故障	告警信号（保护退出）	定值或软压板整定出错
定值区号故障	告警信号（保护退出）	定值区号出错

开出回路故障	告警信号（保护退出）	装置继电器驱动回路故障
A/D 故障	告警信号（保护退出）	装置数据采集回路故障

6.4 出口配置说明

表 6-4 出口配置说明

保护名称	保护出口代码
比率差动跳闸	0x00000001
差流速断跳闸	0x00000002
差流越限告警	0x00000004
TA 断线告警	0x00000008
调压升继电器	0x00000010
调压降继电器	0x00000020
调压停继电器	0x00000040
弹簧未储能告警	0x00000080
零序电压告警	0x00000100
TV 断线告警	0x00000200
复合电压跳闸	0x00000400
控制回路异常	0x40000000
遥控跳闸	0x20000000
遥控合闸	0x10000000
装置故障	0x80000000

6.5 人机界面操作说明

6.5.1 面板说明

本系列装置采用 128*64 点阵大屏幕液晶图形化显示，全中文显示，界面友好。装置面板包括按键、显示器和信号灯。

6.5.2 装置各键功能如下：

↑：命令菜单选择，显示换行或光标上移

↓：命令菜单选择，显示换行或光标下移

→：光标右移

←：光标左移

＋：数字增加选择

－：数字减小选择

取消：命令退出返回上级菜单或取消操作，正常运行时按此键显示时钟画面，再按一次返回显示模拟量值。

确认：菜单执行及数据确认按键

复归：复归告警及跳闸信号，是指将液晶上显示的告警信息、故障信息、跳闸信号及装置故障信息等从液晶上清除（但该类信息经过复归后仍然保存在“报告”菜单中），同时将“告警”、“跳闸”、“合闸”或者“备用”信息指示灯熄灭；如果此时的“告警”、“过流”、“零序”、“过负荷”等事件仍然没有得到处理，则新的信息重新出现。

6.5.3 面板上共有 6 个信号指示灯，说明如下：

运行：绿灯，装置正常运行时，每秒闪烁 5 次，如果闪烁不正常表示装置处于不正常运行状态。

跳闸：红灯，正常运行时熄灭，系统出现故障时点亮，保持到有复归命令发出，可通过面板出口配置设定。

合闸：红灯，正常运行时熄灭，装置动作于合闸时点亮，保持到有复归命令发出。可通过面板出口配置设定。

告警：红灯，正常运行时熄灭，保护动作或装置发生故障时点亮，保持到有复归命令发出。

备用：红灯，正常运行时熄灭，装置预留。可通过面板出口配置设定。

6.5.4 显示菜单说明

以下为本系列装置人机界面操作说明，具体装置可能稍有不同，但显示及操作方式类似。主菜单采用树型目录结构，如图 6-1 所示：

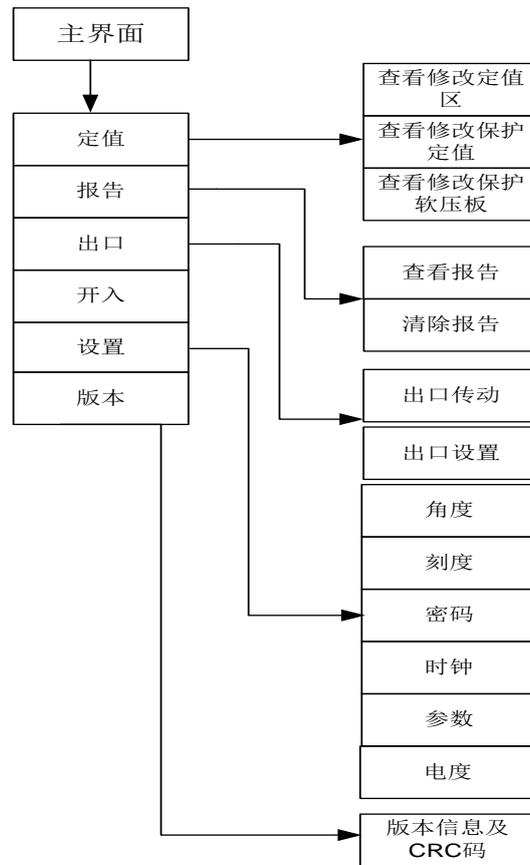


图 6-1 主菜单目录结构图

6.5.5 装置上电后，显示装置型号及公司名称，5s 后退出，如图 6-2 所示：



图 6-2 变压器保护测控装置

6.5.6 然后显示模拟量的采样值，如图 6-3 所示：

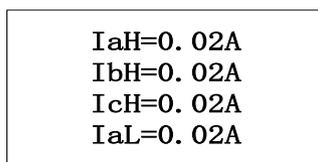


图 6-3 实时参数

按下“取消”键将显示当前时间，如图 6-4 所示：

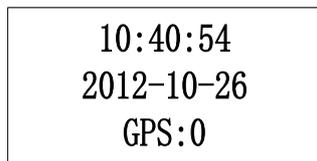


图 6-4 实时时间

6.5.7 按下“确认”键，将进入装置主菜单，如图 6-5 所示：

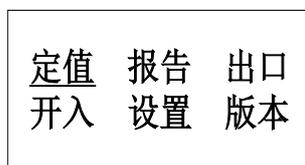


图 6-5 主菜单

此时按“↑”、“↓”、“→”、“←”键移动光标选择要进入的菜单，按“确定”键进入相应菜单，菜单下还有子菜单，进入某些子菜单需要输入密码，出厂设定为“000”。

6.5.8 按“确定”键进入“定值”菜单后，显示如图 6-6 所示，为防止非法操作，进入任何一个子菜单时均要求输入密码，出厂时密码为“000”。

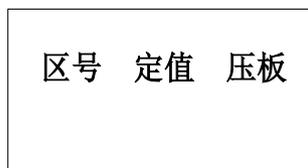


图 6-6 定值子菜单

区号：当光标在区号下时，按“确定”键进入“区号”菜单后，按“+”“-”键切换当前运行定值区，然后按“确认”键切换到相应的定值区。

定值：查看及修改定值。选择“定值”，装置提示密码“000”按“确认”键，装置提示“请输入定值区号”，用“+”“-”键改变定值区号（本装置可存储 8 套定值，对应的定值区号为 0~7）按“确认”键开始显示并进入定值可整定状态。用“↑”、“↓”键，即可查看或选择相关保护的定值，按“+”“-”键可修改相应保护的定值，定值整定后请按“确认”键确认。装置提示请“输入定值区号”直接按“确认”键即可，装置会提示“定值已修改固化”，此时已成功修改装置定值。定值整定时如按“取消”键，则装置会提示“定值未修改”，装置定值仍为修改前的定值。

压板：投退某个保护的软压板，按“确认”键进入压板菜单，按“↑”、“↓”选择保护然后“→”、“←”进行保护压板的投退，按“确认”键固化压板，装置会提示“压板固化成功”。

6.5.9 进入“报告”菜单后，显示如图 6-7 所示：

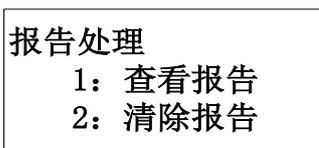


图 6-7 报告子菜单

查看报告：可查看历史报告，报告按发生时间顺序排列，第 1 个报告为最新时间内产生的报告，进入后装置会提示当前共有多少个报告，用户选择好报告序号后按“确认”键，即可查看该报告，如图 6-8 所示：



图 6-8 报告页 1

动作报告显示共分二屏：第一屏显示动作时间和动作类型，第二屏显示动作值。按“↓”键翻下页，“取消”键翻上页。如图 6-9 所示：

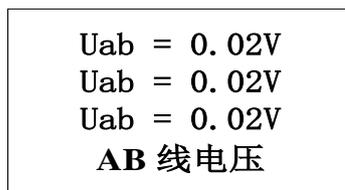


图 6-9 报告页 2

清除报告：清除 FLASH 区保存的历史报告，为防止非法操作，进行该操作前，须先输入密码。

6.5.10 进入“出口”后，显示如图 6-10 所示：

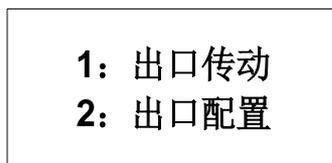


图 6-10 出口子菜单

注意：此菜单为装置调试时用，装置正常运行时，用户不要操作此菜单

a. 出口传动：用于试验装置的继电器输出回路。试验时，按“+”、“-”键选择某路开出通道，按“确认”键执行，如图 6-11 所示：



图 6-11 出口传动

b. 出口配置：用于装置出口的配置。出口在出厂时已经设置完毕，由于此处关系到装置是否正确出口，现场请谨慎修改。出口子菜单选中“出口设置”后，首先提醒是否选择为默认值，选“是”则所有出口设置为

标准配置，选“否”为需要改动装置出口。装置标准配置共有 11 个出口，分别为出口继电器 CK1—CK5、信号继电器 CK6—CK8 和面板信号指示灯 XH1—XH3。

出口设置界面中显示的每个出口对应一个 8 位的 16 进制数，8 位的 16 进制数可转化为一个 32 位的二进制数，此 32 位二进制数的每一位代表一个保护，例如：

表 6-5 保护出口代码

保护名称	保护出口代码
比率差动跳闸	0x00000001
差流速断跳闸	0x00000002
差流越限告警	0x00000004
TA 断线告警	0x00000008
调压升继电器	0x00000010
调压降继电器	0x00000020
调压停继电器	0x00000040
弹簧未储能告警	0x00000080
零序电压告警	0x00000100
TV 断线告警	0x00000200
复合电压跳闸	0x00000400
控制回路异常	0x40000000
遥控跳闸	0x20000000
遥控合闸	0x10000000
装置故障	0x80000000

以上保护如果需要跳闸继电器动作，可将出口配置的“保护继电器 1 配置—保护继电器 5、信号继电器 6 配置”按此设置如表 6-5 所示。

表 6-6 面板信号灯出口代码

保护名称	保护出口代码
比率差动跳闸	0x00000001
差流速断跳闸	0x00000002
差流越限告警	0x00000004
TA 断线告警	0x00000008
调压升继电器	0x00000010
调压降继电器	0x00000020
调压停继电器	0x00000040
弹簧未储能告警	0x00000080
零序电压告警	0x00000100
TV 断线告警	0x00000200
复合电压跳闸	0x00000400
控制回路异常	0x40000000
遥控跳闸	0x20000000
遥控合闸	0x10000000
装置故障	0x80000000

以上保护如果需要面板指示灯动作，可将出口配置的“面板信号 1 配置—面板信号 3 配置”按此配置如表

6-6 所示。

如果某些保护需要驱动一个出口，则此出口应设置为这些保护的代码相加之和。举例说明出口的设置方法，如果比率差动跳闸，差流速断跳闸，TA 断线告警需要驱动保护继电器 1，则保护继电器 1 出口需要整定为：

$$0x00000001+0x00000002+0x00000008=0x0000000b$$

6.5.11 进入“开入”菜单后，会显示装置采集的开入量的状态，“1”表示开入接通，“0”表示开入未接通，如图 6-12 所示：

01-06:	000001
07-12:	000000
13-15:	000

图 6-12 开入状态

6.5.12 进入“设置”菜单后，会显示五个子菜单，如图 6-13 所示：

请选择设置：		
角度	刻度	密码
时钟	参数	电度

图 6-13 设置子菜单

角度：用户可以通过此菜单调整模拟量通道角度。

刻度：用户可以通过此菜单调整模拟量通道刻度。

密码：用户可以通过此菜单设定自己的操作密码，密码出厂设置为“000”。

时钟：用于设置时钟。修改后按“确认”键执行。与后台主站通信时，应由主站对时。

参数：用于设置装置通讯地址，SOE 复归方式及遥测上送周期。

电度：用于设置记录或者清除电度的脉冲数量。

6.5.13 进入“版本”菜单后，显示装置软件版本信息及 CRC 校验码。如图 6-14 所示：

第一行为装置型号简称和软件版本；

第二行 CRC S 为原始 CRC 码；C 为当前实际计算的 CRC 码；

第三行为 CPU1 程序 CRC 码；

第四行为 CPU2 程序 CRC 码；

第五行表示本软件于 ** 年 * 月 * 日完成；

第六行标志此装置为公司产品。

```

PMF710 V2.00
CRC: S C
CPU1:8888 8888
CPU2:6666 6666
Data:12-05-01
XCZN Elec. Co. Ltd

```

图 6-14 装置版本信息

7 投运说明及注意事项

- 检查装置的型号、版本号，各电量参数是否与订货一致。
- 检查装置各插件是否连接可靠，各电缆及背后端子是否连接固定可靠。
- 检查直流电源极性是否正确。
- 严格按定值单整定，未投入的保护项目应设为退出，确认无误。
- 确认定值区号无误。
- 确认各交流通道是否正常、网络通讯是否正常。
- 如果做过试验项目，在投运前请清除所有保护事件记录。

8 IEC60870-5-103 规约点表

8.1 保护动作故障信号

信号	报文类型	INF	FUN	公共地址	保护动作结果
差流速断跳闸	2、70	111	194	1	IaH, IbH, IcH, IaL, IbL, IcL, Iopa, Iopb, Iopc, Irea, Ireb, Irec
比率差动跳闸	2、70	112	194	1	IaH, IbH, IcH, IaL, IbL, IcL, Iopa, Iopb, Iopc, Irea, Ireb, Irec
复合电压跳闸	2、70	113	194	1	Uab, Ubc, Uca, U2

8.2 告警信号

信号	报文类型	INF	FUN	公共地址
定值自检故障	ASDU_1	222	194	1
定值区号故障	ASDU_1	223	194	1
A/D 出错	ASDU_1	224	194	1
出口配置出错	ASDU_1	225	194	1
参数出错	ASDU_1	226	194	1
差流越限告警	ASDU_1	132	194	1
高压侧 TA 断线告警	ASDU_1	133	194	1
低压侧 TA 断线告警	ASDU_1	134	194	1
TV 断线告警	ASDU_1	135	194	1
零序电压告警	ASDU_1	136	194	1
弹簧未储能告警	ASDU_1	137	194	1
控制回路断线	ASDU_1	138	194	1
事故总信号(总动作信号)	ASDU_1	229	194	1
预告总信号(总告警信号)	ASDU_1	228	194	1

8.3 状态信号

信号	报文类型	INF	FUN	公共地址
差动速断保护压板	ASDU_1	186	194	1
比率差动保护压板	ASDU_1	187	194	1
差流越限保护压板	ASDU_1	188	194	1
TA 断线保护压板	ASDU_1	189	194	1
零序电压保护压板	ASDU_1	190	194	1
TV 断线保护压板	ASDU_1	191	194	1
复合电压保护压板	ASDU_1	192	194	1
控制回路断线	ASDU_1	193	194	1
弹簧未储能	ASDU_1	194	194	1
检修压板	ASDU_1	64	194	1
开入 1	ASDU_41	149	1	2
开入 2	ASDU_41	150	1	2
工作位/上隔离	ASDU_41	151	1	2
档位 1	ASDU_41	152	1	2
档位 2	ASDU_41	153	1	2
档位 3	ASDU_41	154	1	2
档位 4	ASDU_41	155	1	2
档位 5	ASDU_41	156	1	2
闭锁调压开入	ASDU_41	157	1	2
差动硬压板	ASDU_41	158	1	2
试验位/下隔离	ASDU_41	159	1	2
断路器合位	ASDU_41	160	1	2
断路器跳位	ASDU_41	161	1	2
远方/就地	ASDU_41	162	1	2
储能闭锁	ASDU_41	163	1	2
手跳开入	ASDU_41	164	1	2

8.4 控制

遥控对象	报文类型	INF	FUN	公共地址
差动速断保护压板	ASDU_20	50	194	1
比率差动保护压板	ASDU_20	51	194	1
差流越限保护压板	ASDU_20	52	194	1
TA 断线保护压板	ASDU_20	53	194	1
零序电压保护压板	ASDU_20	54	194	1
TV 断线保护压板	ASDU_20	55	194	1
复合电压保护压板	ASDU_20	56	194	1
控制回路断线	ASDU_20	57	194	1
弹簧未储能	ASDU_20	58	194	1
定值区切换	ASDU_20	100~107	194	1

断路器	ASDU_64	48	1	2
调压升	ASDU_65	49	1	2
调压降	ASDU_65	49	1	2
调压急停	ASDU_65	49	1	2

档位

对象	报文类型	INF	FUN	公共地址
档位	ASDU_39	76	1	1

8.5 遥测

遥测对象	报文类型	INF	FUN	公共地址
Iah, Ibh, Ich, Ial, Ibl, Icl, Iopa, Iopb, Iopc, Irea, Ireb, Irec, Ua, Ub, Uc, Uab, Ubc, Uca, 3U0, f, DC1, DC2	ASDU_9	148~169	1	1

8.6 电度

遥脉对象	报文类型	INF	FUN	公共地址
正向有功脉冲	ASDU_36	6	1	2
正向无功脉冲	ASDU_36	7	1	2

8.7 总召唤信息

ASDU_1 的 INF（注意：定值区变化在总召唤时不上送）；

ASDU_41 的 INF（注意：ASDU_41 的 INF 在总召唤时改成对应的 ASDU_42 上送）。

8.8 录波

装置记录保护跳闸前 2 周波，跳闸后 6 周波（每周波 24 点）的采样数据，保护跳闸后上送变电站自动化主站，或者由独立的故障分析软件，分析故障和装置的跳闸行为。工程师站录波通道信息地址设置：模拟量从 1 开始依次加 1；开关量从 17 开始依次加 1。

模拟量录波数据

录波模拟量	信 号	通道序号
1	Iah	1
2	Ibh	2
3	Ich	3
4	Ial	4
5	Ibl	5
6	Icl	6

开关量录波数据

PMF710YC

录波开关量	信 号	通道序号
1	断路器合位	17
2	跳闸出口	18
3	合闸出口	19

9 贮存及保修

9.1 贮存条件

产品应保存在环境温度为-25℃~+70℃，相对湿度不大于 80%，周围空气中不含有酸性、碱性或其它腐蚀性、爆炸性气体的防雨、防雪的室内。

9.2 保修时间

在用户完全遵守说明书规定的运输、安装贮存和使用的条件下，产品出厂之日起一年内如发生产品损坏，制造厂负责更新或修理。

10 供应成套性

10.1 随同产品一起供应的文件

- a. 产品合格证或合格证明书一份；
- b. 附有原理接线图的使用说明书一份；
- c. 装箱单一份。

10.2 随同产品一起供应的附件

按产品结构规定的数量供应安装附件。

11 订货须知

订货时应指明

- a. 产品型号、名称、订货数量；
- b. 交流电流、电压及频率额定值；
- c. 电源电压额定值；
- d. 通信接口为双 RS-485 或双以太网；
- e. 双 RS-485 采用通信规约 IEC60870-5-103，双以太网采用 TCP103 和 IEC60870-5-104；
- f. 特殊的功能要求及备品备件；
- g. 供货地址及时间。

12 附图

CPU插件(1X)

101	开入1
102	开入2
103	工作位/上隔离
104	档位1
105	档位2
106	档位3
107	档位4
108	档位5
109	闭锁调压
110	比率差动硬压板
111	试验位/下隔离
112	检修压板
113	开入GND
114	空

所有开入为DC24V

115	GPS
116	有功脉冲
117	无功脉冲
118	脉冲GND
119	232-TXD
120	232-RXD
121	232-RTS
122	232-GND
123	空
124	空
125	485-A1
126	485-B1
127	485-A2
128	485-B2

出口插件(2X)

201	跳高压侧
202	
203	跳低压侧
204	
205	跳高压桥
206	
207	出口13
208	
209	出口14
210	
211	空
212	
213	空
214	

215		调压升
216		
217		
218		调压降
219		
220		
221		调压停
222		
223		
224		出口18
225		
226		
227		空
228		

信号插件(3X)

301	+KM
302	遥控电源
303	保护跳闸
304	手动跳闸
305	跳闸线圈
306	-KM
307	弹簧未储能
308	手动合闸
309	合闸线圈
310	储能闭锁
311	跳闸出口
312	
313	合闸出口
314	

315	跳位监视
316	复压出口
317	
318	信号母线
319	跳闸信号
320	合闸信号
321	告警信号
322	失电告警
323	
324	24V+
325	24V-
326	装置电源+
327	装置电源-
328	屏蔽地

交流插件(4X)

401	402
Ia1	Ia1'
403	404
Ib1	Ib1'
405	406
Ic1	Ic1'
407	408
Ia2	Ia2'
409	410
Ib2	Ib2'
411	412
Ic2	Ic2'
413	414
UA	
415	416
UB	
417	418
UC	UN
419	420
421	422
DC1+	DC1-
423	424
DC2+	DC2-

PMF710YC-2RS485 背部端子图

CPU插件(1X)

101	开入1
102	开入2
103	工作位/上隔离
104	档位1
105	档位2
106	档位3
107	档位4
108	档位5
109	闭锁调压
110	比率差动硬压板
111	试验位/下隔离
112	检修压板
113	开入GND
114	空

出口插件(2X)

201	跳高压侧
202	
203	跳低压侧
204	
205	跳高压桥
206	
207	出口13
208	
209	出口14
210	
211	空
212	
213	空
214	

信号插件(3X)

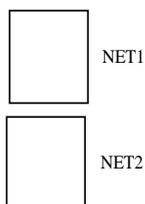
301	+KM
302	遥控电源
303	保护跳闸
304	手动跳闸
305	跳闸线圈
306	-KM
307	弹簧未储能
308	手动合闸
309	合闸线圈
310	储能闭锁
311	跳闸出口
312	
313	合闸出口
314	

交流插件(4X)

401	402
Ia1	Ia1'
403	404
Ib1	Ib1'
405	406
Ic1	Ic1'
407	408
Ia2	Ia2'
409	410
Ib2	Ib2'
411	412
Ic2	Ic2'
413	414
UA	
415	416
UB	
417	418
UC	UN
419	420
421	422
DC1+	DC1-
423	424
DC2+	DC2-

所有开入为DC24V

115	GPS
116	有功脉冲
117	无功脉冲
118	脉冲GND
119	232-TXD
120	232-RXD
121	232-RTS
122	232-GND

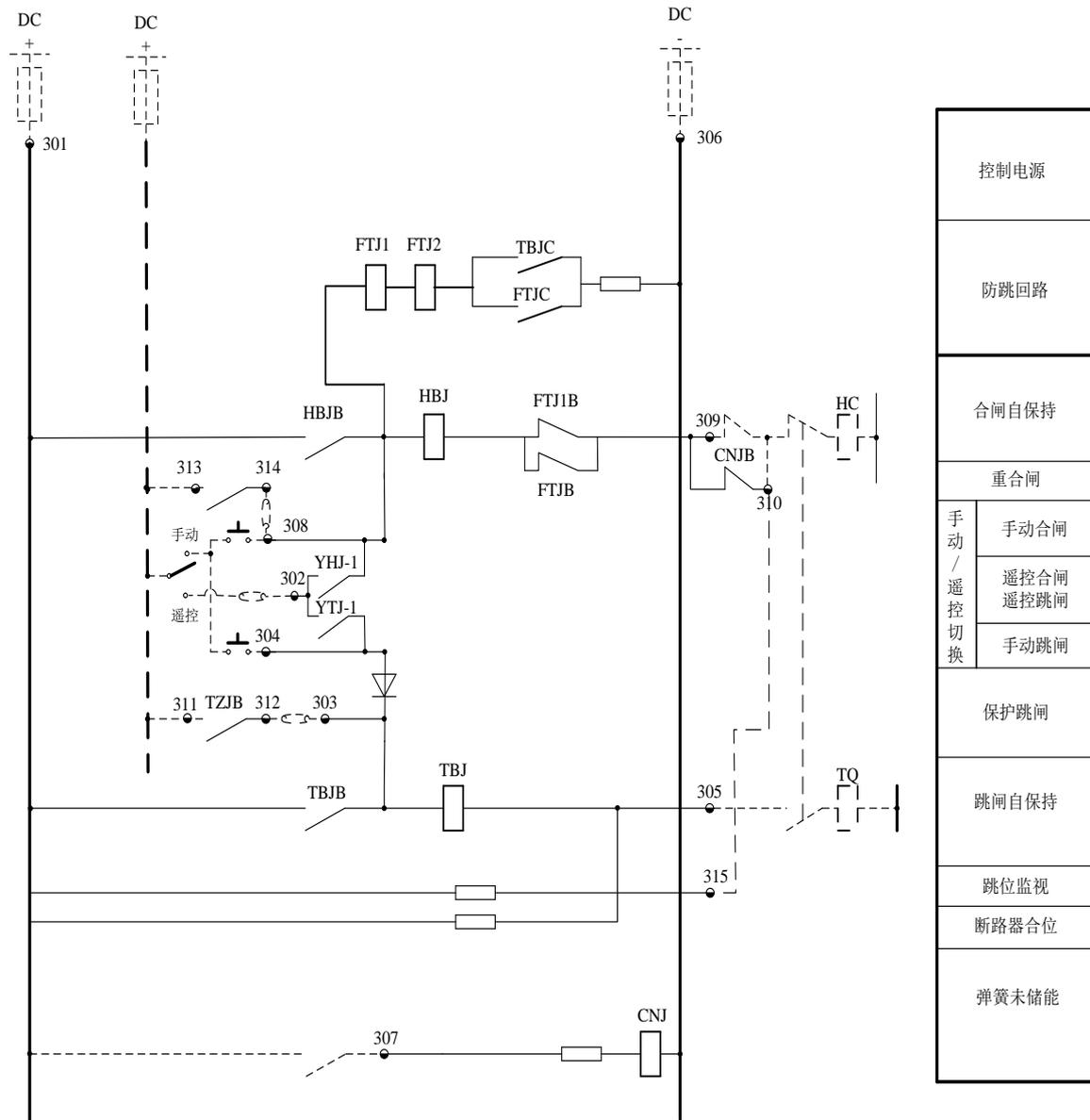


215		调压升
216		
217		调压降
218		
219		调压停
220		
221		出口10
222		
223		出口11
224		
225		出口12
226		
227		空
228		

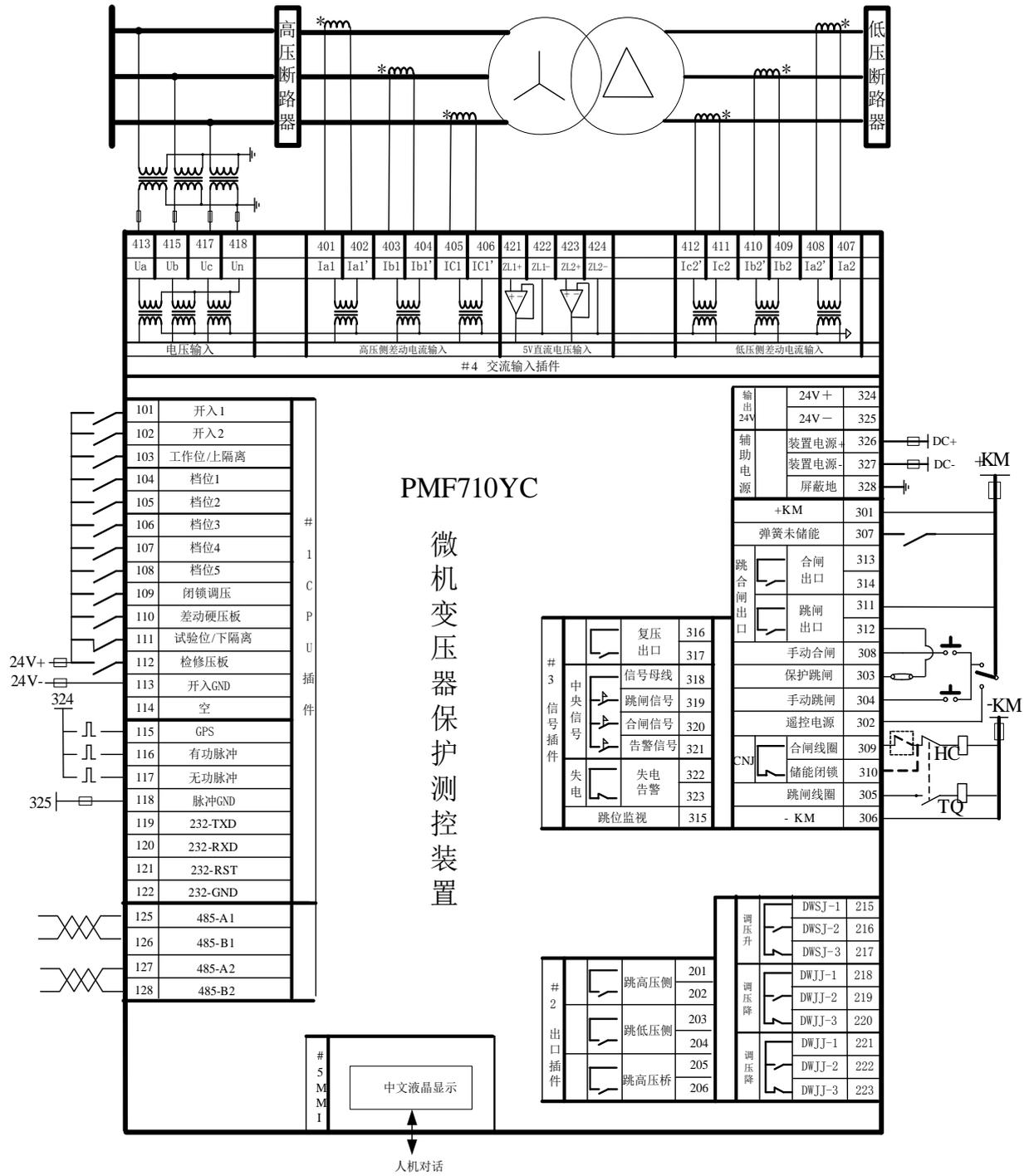
315	跳位监视
316	复压出口
317	
318	信号母线
319	跳闸信号
320	合闸信号
321	告警信号
322	失电告警
323	
324	24V+
325	24V-
326	装置电源+
327	装置电源-
328	屏蔽地

PMF710YC-2NET 背部端子图

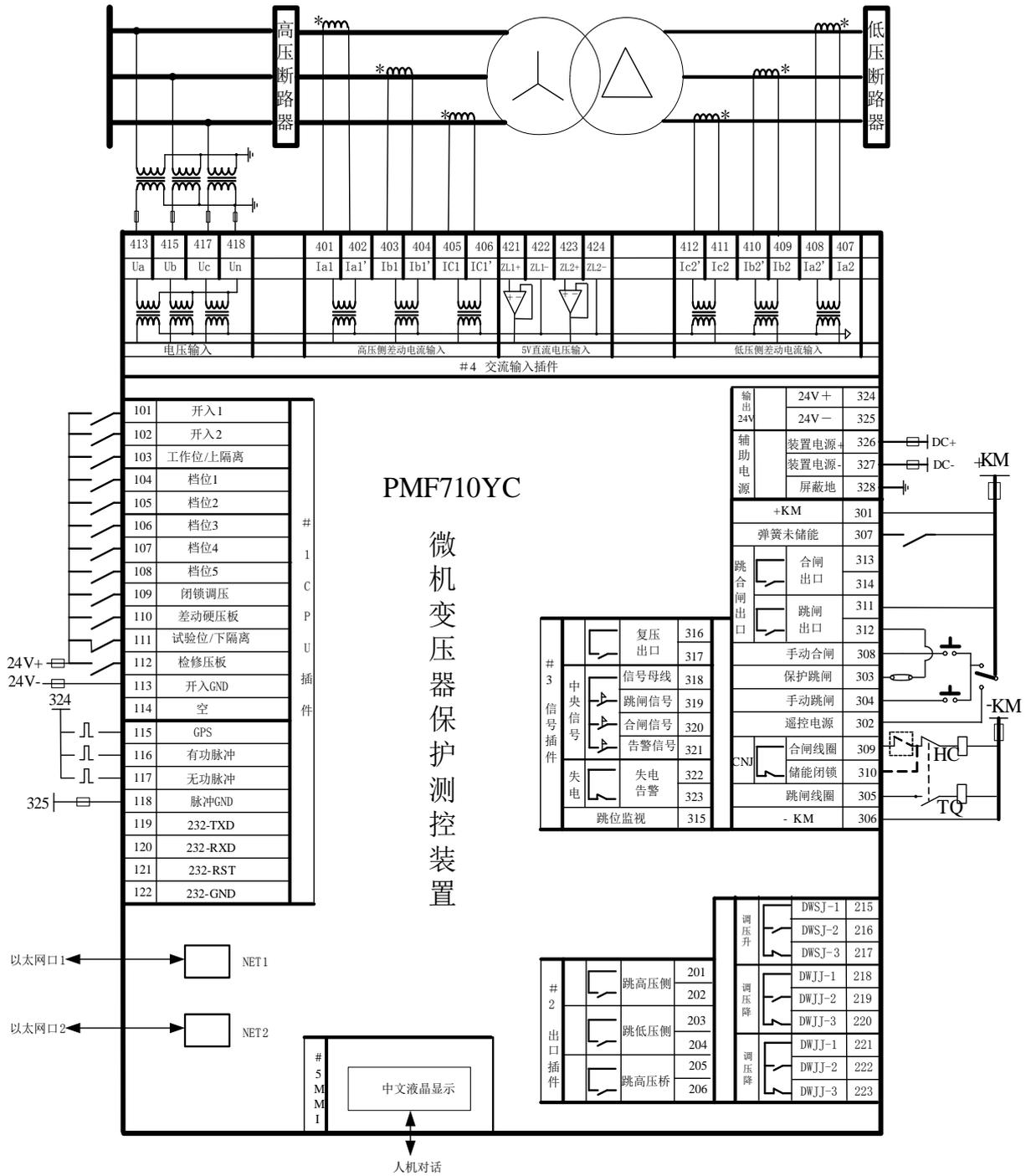
注：备用出口默认配置复压出口；出口 10 默认配置跳高压侧；
出口 11 默认配置跳低压侧；出口 12 默认配置跳高压桥；
出口 15 默认配置跳压升；出口 16 默认配置调压降；
出口 17 默认配置调压停。



PMF710YC 操作回路原理图



PMF710YC-2RS485 接线示意图



PMF710YC-2NET 接线示意图

13 定值整定说明

13.1 差动保护

(1) 平衡系数的计算

项目名称	各侧参数	
	高压侧	低压侧
一次电流	$I_H = \frac{Sn}{\sqrt{3}U_h}$	$I_L = \frac{Sn}{\sqrt{3}U_l}$
二次电流	$I_h = \frac{I_H}{n_{ha}} K_{com}$	$I_l = \frac{I_L}{n_{la}} K_{com}$
平衡系数	$K = \frac{I_h}{I_l}$	

对上述表格的说明:

- 1、Sn 为计算平衡系数的基准容量。对于两圈变压器 Sn 为变压器的容量。
- 2、Uh、Ul 分别为变压器高压侧、低压侧的额定电压。
- 3、nha、nla 分别为高压侧、低压侧的 TA 变比。
- 4、Kcom 为变压器 TA 二次接线系数，三角形接线 Kcom= $\sqrt{3}$ ，星形接线 Kcom=1；na 为 TA 变比。

(2) 最小动作电流 Iop. 0

Iop. 0 为差动保护的最小动作电流，应按躲过变压器额定负载运行时的最大不平衡电流整定，即：

$$I_{op.0} = K_{rel} (2 * f_{i(n)} + \Delta U + \Delta m) I_h$$

式中：Ih 为变压器高压侧的二次电流

Krel 为可靠系数，Krel=1.3~1.5；

fi (n) 为电流互感器在额定电流下的比值误差。fi (n) = ± 0.03 (10P)，fi (n) = ± 0.01 (5P)

ΔU 为变压器分接头调节引起的误差（相对额定电压）；

Δm 为 TA 和 TAA（辅助 TA）变比未完全匹配产生的误差， Δm 一般取 0.05。

一般情况下可取：

$$I_{op.0} = (0.2 \sim 0.5) I_h。$$

(3) 最小制动电流的整定

$$I_{res.0} = (0.8 \sim 1.0) I_h。$$

(4) 比率制动系数 S 的整定

最大不平衡电流的计算

$$I_{unb.max} = (K_{st} K_{aper} f_i + \Delta U + \Delta m) I_{s.max}$$

式中：

Kst 为 TA 的同型系数，Kst=1.0

K_{aper} 为 TA 的非周期系数, $K_{aper}=1.5\sim 2.0$ (5P 或 10P 型 TA) 或 $K_{aper}=1.0$ (TP 型 TA)

f_i 为 TA 的比值误差, $f_i=0.1$;

$I_{s.max}$ 为流过靠近故障侧的 TA 的最大外部短路周期分量电流;

最大制动系数为:

$$S_{res.max} = \frac{K_{rel} I_{unb.max}}{I_{res}}$$

I_{res} 为差动的制动电流, 它与差动保护原理、制动回路的接线方式有关, 对于两圈变压器 $I_{res} = I_{s.max}$ 。

$$\text{比率制动系数: } S = \frac{S_{res.max} - I_{op.0}/I_{res.max}}{1 - I_{res.0}/I_{res.max}}$$

一般取 $K=0.5$ 。

(5) 灵敏度的计算

在系统最小运行方式下, 计算变压器出口金属性短路的最小短路电流 $I_{s.min}$, 同时计算相应的制动电流 I_{res} ; 在动作特性曲线上查出相应的动作电流 I_{op} ; 则灵敏系数 K_{sen} 为:

$$K_{sen} = \frac{I_{op}}{I_{op.0}}$$

要求 $K_{sen} \geq 2.0$ 。

(6) 谐波制动的整定

利用二次谐波来防止励磁涌流误动的差动保护, 二次谐波的比表示差流中的二次谐波分量与基波分量的比值。一般二次谐波制动比可整定为 $15\% \sim 30\%$ 。

(7) 差流速断

为了加速切除变压器严重的内部故障, 常常增设差流速断保护, 其动作电流按照避越励磁涌流来整定, 即:

$$I_{op} = K_{rel} I_{e.max}$$

式中: $I_{e.max}$ 为变压器实际的最大励磁涌流。

K_{rel} 为可靠系数, 可取 $1.15 \sim 1.30$ 。

实际的最大的励磁涌流很难测量, 一般取 $I_{op} = (4 \sim 8) I_{tn}$ 。 I_{tn} 为变压器额定电流。

差流速断保护的灵敏度系数按正常运行方式下保护安装处两相金属性短路计算, 要求 $K_{sen} \geq 1.2$ 。

(8) 差流异常处理

正常情况下监视各相差流, 如果任一相差流大于差流异常定值, 发出差流异常信号。

差动平衡系数的计算:

例: 有一 $35kV/10kV$ 变压器额定容量为 $5000kVA$, 变压器采用 $Y/\Delta-11$ 接线, TA 二次采用 Δ/Y 接线, 高压侧 TA 变比为 $100/5$, 低压侧 TA 变比为 $200/5$ 则:

$$I_{nH} = S_n / \sqrt{3} U_{nH} = 5000 / \sqrt{3} \cdot 35$$

$$I_{nL} = S_n / \sqrt{3} U_{nL} = 5000 / \sqrt{3} 10$$

$$i_{nH} = K_{com} \cdot I_{nH} / n_{aH} = \sqrt{3} I_{nH} / 100 / 5 = \sqrt{3} I_{nH} / 20 = \sqrt{3} * 5000 / \sqrt{3} * 35 * 20$$

$$i_{nL} = K_{com} \cdot I_{nL} / n_{aL} = 1 * I_{nL} / 200 / 5 = I_{nL} / 40 = 5000 / \sqrt{3} * 10 * 40$$

$$K_b = i_{nH} / i_{nL} = 1$$

差动平衡系数不能满足要求时，须外配中间变流器（推荐许继生产的 FL-10 型）。

差动用电流互感器采用全星形接线（即“Y / Y”接线方式），变压器正常运行时，低压侧各相电流分别超前于高压侧各相电流 30°，由保护软件补偿相位和幅值，可按常规计算方法计算差动保护的定值，高压侧 TA 二次仍然按三角形接线 $K_{com} = \sqrt{3}$ 来计算。

因软件内部已经补偿相位和幅值，高压侧 TA 二次仍然按三角形接线 $K_{com} = \sqrt{3}$ 来计算，
 低压侧 TA 二次仍然按星形接线 $K_{com} = 1$ 来计算。

$$I_{nH} = S_n / \sqrt{3} U_{nH} = 5000 / \sqrt{3} 35$$

$$I_{nL} = S_n / \sqrt{3} U_{nL} = 5000 / \sqrt{3} 10$$

$$i_{nH} = K_{com} \cdot I_{nH} / n_{aH} = \sqrt{3} I_{nH} / 100 / 5 = \sqrt{3} I_{nH} / 20 = \sqrt{3} * 5000 / \sqrt{3} * 35 * 20$$

$$i_{nL} = K_{com} \cdot I_{nL} / n_{aL} = 1 * I_{nL} / 200 / 5 = I_{nL} / 40 = 5000 / \sqrt{3} * 10 * 40$$

$$K_b = i_{nH} / i_{nL} = 1$$

13.2 复合电压保护

a、低电压的整定和灵敏度系数校验

躲过电动机自启动时的电压整定：

当低电压继电器由变压器低压侧电压互感器供电时

$$U_{op} = (0.5 \sim 0.6) U_n$$

当低电压继电器由变压器高压侧电压互感器供电时

$$U_{op} = 0.7 U_n$$

灵敏系数校验

低电压继电器的灵敏系数按下式校验：

$$K_{sen} = \frac{U_{op}}{U_{r,max} / N_y}$$

式中：

$U_{r,max}$ 为计算运行方式下，灵敏系数校验点发生金属性相间短路时，保护安装处的最高残压。

U_n 为电压互感器二次额定线电压。

N_y 为电压互感器变比。

要求 $K_{sen} \geq 1.3$ (近后备) 或 $K_{sen} \geq 1.2$ (远后备)。

b、负序电压的整定和灵敏系数校验

负序电压继电器应按躲过正常运行时出现的不平衡电压整定，不平衡电压通过实测确定，当无实测值时，根据现行规程的规定取

$$U_{op.2} = (0.06 \sim 0.08) U_n$$

灵敏系数校验

负序电压继电器的灵敏系数按下式校验：

$$K_{sen} = \frac{U_{k.2.min}}{U_{op.2} N_y}$$

$U_{k.2.min}$ 为后备保护区末端两相金属短路时，保护安装处的最小负序电压。

要求 $K_{sen} \geq 1.3$ (近后备) 或 $K_{sen} \geq 1.2$ (远后备)。



许昌智能继电器股份有限公司
地址：河南省许昌市中原电气谷-许昌智能科技大厦
邮编：461000
订货咨询：0374-3211522
订货传真：0374-3212359
服务热线：400-0374-655
E-mail: znsc@xjpmf.com
网址: www.xjpmf.com