

iPACS-5941D

变压器成套保护装置

技术说明书

版本：V1.00

江苏金智科技股份有限公司

前 言

非常感谢您选用江苏金智科技股份有限公司（简称金智科技，股票代码 002090）生产的 iPACS-5941D 变压器成套保护装置。本手册是该装置说明书，期望它能为您的工作带来帮助。

本说明书仅供设计选型参考，与实际产品可能存在细微差别，因此不建议作为工程设计依据。建议工程设计时向我公司设计人员索取相关设计图纸。

如需相关产品、服务和支持的更多信息，请访问金智科技网站 <http://www.wiscom.com.cn/>。

本公司有权对本说明书的内容进行定期变更，恕不另行通知。变更内容将会补充到新版本的说明书中。

版权所有，请勿翻印、复印

版本：V1.00

目 录

1	概述.....	1
1.1	应用范围.....	1
1.2	性能特征.....	1
1.3	保护配置.....	1
2	装置的技术参数.....	3
2.1	机械及环境参数.....	3
2.2	额定电气参数.....	3
3	保护工作原理.....	6
3.1	装置的起动元件.....	6
3.2	差动保护.....	6
3.3	后备保护.....	10
3.4	装置闭锁与报警.....	17
4	整定值清单与用户选择.....	18
4.1	系统定值及整定说明.....	18
4.2	主保护定值单.....	20
4.3	后备保护定值单.....	20
4.4	跳闸矩阵定值.....	24
4.5	软压板.....	26
4.6	检修软压板.....	27
5	装置硬件说明.....	28
5.1	装置面板布置.....	28
5.2	结构与安装.....	29
5.3	装置接线端子与说明.....	30
5.4	各插件原理说明.....	30
5.5	装置与电子式互感器的连接.....	36
5.6	保护装置与断路器的连接.....	37
附 录:		38
附录一:	iPACS-5941D 与数据集中器 IEC61850-9-1 协议通信扩展报文格式:	38
附录二:	数字化保护装置与 GOOSE 网络通信虚拟开入开出定义:	41

iPACS-5941D

变压器成套保护装置技术说明书

1 概述

1.1 应用范围

iPACS-5941D 系列 220kV 变压器保护适用于 220kV 及以下电压等级的数字化变电站，需要提供双套主保护、双套后备保护的各种接线方式的变压器。

本标准化版本程序仅适用于 220kV 及以下电压等级变压器三卷变，高压侧桥接线时高压侧两组 TA 可独立接入装置，仅低压侧考虑双分支接线，不考虑电抗器保护和 Z 型变保护，装置保护最大配置为**五侧差动、四侧后备保护**，如果有变压器不符合此标准设定情况，则变压器保护程序需按照需求选用本公司其他版本程序或者根据需求进行程序定制。

本装置支持采样数据接收可支持 IEC61850-9-1 协议或 IEC61850-9-2 协议或 IEC60044 协议，可根据现场需要配置相应的硬件插件。开关量输入输出支持 GOOSE 协议。

1.2 性能特征

- 采用傅氏算法，滤波效果好，计算精度高。
- 装置采用整体面板、全封闭机箱，强弱电严格分开，取消传统背板配线方式，同时在软件设计上采取相应的抗干扰措施，装置的抗干扰能力大大提高，对外的电磁辐射也满足相关标准。
- 完善的事件报文处理，可保存最新 128 次动作报告，6 次故障录波报告。
- 与 COMTRADE 兼容的故障录波。
- 友好的人机界面、汉字显示、中文报告打印。
- 灵活的后台通信方式，配有冗余 100M 以太网（可选双绞线、光纤）。
- 支持电力行业标准 DLT/860（IEC61850）系列规约
- 采用高速数字信号处理芯片（DSP）与微处理器并行工作，保证了高精度的快速运算。高性能的硬件保证了装置在每一个采样间隔对所有继电器进行实时计算。
- 电路板采用表面贴装技术，减少了电路体积，减少发热，提高了装置可靠性。

1.3 保护配置

一台 iPACS-5941D 变压器保护包括一台主变所需的全部电量保护，主保护和后备保护共用一组 TA。这些保护包括：

- 比例差动
- 差动速断
- 复合电压闭锁方向过流
- 零序方向过流
- 零序过压
- 间隙零序过流

后备保护可以根据需要灵活配置。

另外还包括以下异常告警功能：

- 过负荷报警
- 起动冷却器
- 过载闭锁有载调压
- 零序电压报警
- 差流异常报警
- TA 异常报警和 TV 异常报警

iPACS-5941D 标准化版本数字化变压器保护配置情况表（* 表示为异常报警功能）：

	保护类型	段数	每段时限数	备注
主保	差动速断	——	——	
	比例差动	——	——	
高压侧 I 侧	过流	2	2	I-II 段可经复合电压闭锁，I 段可经方向闭锁
	零序过流	2	2	I 段可经方向闭锁 用自产零流判别时可经自产零压闭锁
	间隙零序过流	1	3	零序过压使用外接 3U ₀ 电压判别
	零序过压	1	3	
	* 过负荷	1	1	
	* 启动冷却器	1	1	
	* 闭锁有载调压	1	1	
中压侧 II 侧	过流	2	2	I-II 段可经复合电压闭锁，I 段可经方向闭锁
	零序过流	2	2	I 段可经方向闭锁 用自产零流判别时可经自产零压闭锁
	间隙零序过流	1	3	零序过压使用外接 3U ₀ 电压判别
	零序过压	1	3	
	* 过负荷	1	1	
低压侧 III 侧	复压过流	1	2	可经复合电压闭锁
	过流速断保护	1	1	
	自产零序过流保护	1	2	
	外接零序过流保护	1	3	
	* 零序过压	1	1	固定取自产 3U ₀ ，用于告警，固定投入
	* 过负荷	1	1	当存在低压侧 2 时，使用低压 1 和低压 2 侧的和电流进行过负荷判别
低压侧 II 侧	复压过流	1	2	可经复合电压闭锁
	过流速断保护	1	1	
	自产零序过流保护	1	2	
	* 零序过压	1	1	

注：高压侧为内桥接线，两组 TA 电流分别接入装置，差动保护制动电流对两组 TA 单独计算，高压侧后备保护使用两组 TA 和电流进行判别。

2 装置的技术参数

2.1 机械及环境参数

机箱结构尺寸:	261mm×265.9mm×177mm (4U)
环境温度:	
正常工作温度:	0~40℃
极限工作温度:	-10~50℃
贮存及运输:	-25~70℃

2.2 额定电气参数

频 率:	50Hz
直流电源:	220V, 110V, 允许偏差+15% , -20%
交流电压:	57.7V, 100V
交流电流:	1A, 5A
直流功耗:	正常≤ 20W
	跳闸≤ 30W

2.2.1 动作时间

差动速断:	≤ 30 ms (1.5 倍整定值)
比例差动:	≤ 40 ms (2 倍整定值)

注: 动作时间测定为从故障开始时刻起到 ICU 智能单元跳闸接点闭合时刻止, 整个动作时间包括电子式 PT/CT、合并单元、数据集中器、装置本体、ICU 智能单元各个环节的数据处理时间和继电器接点闭合时间。

2.2.2 保护定值整定范围

差动速断:	2I _e ~20I _e
比例制动系数:	0.2~0.75
二次谐波制动系数:	0.05~0.30
TA 报警差流定值:	0.1I _e ~1I _e
后备保护电流定值:	0.5A~100A(I _n =5A)
	0.1A~20A(I _n =1A)
后备保护电压定值:	2V~100V
间隙零序过压电压定值:	10V~220V
	0.1A~30A(I _n =1A)
后备保护零序电压定值:	2V~150V

2.2.3 定值误差

电流定值误差:	不超过 ±5%
电压定值误差:	不超过 ±5%
时间定值误差:	≤ 3%整定值+40ms

谐波制动系数定值误差： 不超过 $\pm 5\%$
制动系数定值误差： 不超过 $\pm 5\%$
方向元件动作范围边界误差： 不超过 $\pm 3^\circ$

2.2.4 通信接口

1、保护通信接口

装置配置一块 CPU 插件和一块扩展插件，CPU 插件提供四路标准以太网光纤接口，扩展插件可提供 6 路通信接口，接口根据现场需求可配置为以太网接口或者串口。目前装置提供两种标准化配置模式，除标准配置 1 和配置 2 外装置可根据用户需求进行接口配置调整和定制。

标准配置 1：设置 10 路 LC 标准光纤以太网接口。每路光纤以太网接口均可以支持 IEC61850-9-1、IEC61850-9-2、GOOSE、IEC1588 协议。装置可以根据系统配置参数使得相应的接口收发所需数据，能为断路器提供专用跳闸通信接口。

标准配置 2：设置 6 路 LC 标准光纤以太网接口和 4 路串口。每路光纤以太网接口均可以支持 IEC61850-9-1、IEC61850-9-2、GOOSE、IEC1588 协议，可以根据系统配置参数使得相应的接口收发所需数据，能为断路器提供专用跳闸通信接口。每路串口可支持接收 IEC-60044 协议采样数据。

2、后台通信接口

四个 10/100M 标准以太网接口（RJ45 电气接口或者 SC 光纤接口可选），一个同步时钟接口，一个打印接口；通信规约采用电力行业标准 DL/T667-1999（IEC60870-5-103）和 IEC-61850。

2.2.5 对时方式

- a、RS-485 接口的同步时钟秒对时；
- b、RS-485 接口的 IRIG-B 码对时；
- c、监控系统报文对时；
- d、IEC-1588 协议对时；

2.2.6 输出接点容量

信号接点容量：

允许长期通过电流 8A

切断电流 0.3A（DC220V，V/R 1ms）

其它辅助继电器接点容量：

允许长期通过电流 5A

切断电流 0.2A（DC220V，V/R 1ms）

2.2.7 电磁兼容

辐射电磁场干扰试验符合：GB/T 14598.9-2002 中规定的 3 级试验标准。

快速瞬变干扰试验符合：GB/T 14598.10-2007 中规定的 A 级试验标准。

静电放电试验符合：GB/T 14598.14-1998 中规定的 4 级试验标准。

脉冲群干扰试验符合：GB/T 14598.13-1998 中规定的 3 级试验标准。

射频场感应的传导骚扰抗扰度试验符合：GB/T 17626.6-1998 中规定的 3 级试验标准。

工频磁场抗扰度试验符合：GB/T 17626.8-1998 中规定的 5 级试验标准。

脉冲磁场抗扰度试验符合：GB/T 17626.9-1998 中规定的 5 级试验标准。

浪涌（冲击）抗扰度试验符合：GB/T 17626.5-1999 中规定的 4 级试验标准。

电压突降、短时中断和电压变化抗扰度符合：GB/T17626.11-1999 中规定的标准。

3 保护工作原理

3.1 装置的起动元件

装置的起动 DSP 设有不同的起动元件，各起动元件动作开放出口正电源。同时保护 DSP 也有独立的起动元件，保护 DSP 只有在相应的起动元件起动后，才进入相应的故障处理程序，这样使得装置具有很高的可靠性。

- **差流起动**

三相差动电流最大值大于差动电流起动整定值时起动。该起动元件用来开放比例差动保护和差动速断保护。

- **相电流起动**

当三相电流最大值大于整定值时起动。该起动元件用来开放相应侧的过流保护。

- **零序电流起动**

当零序电流大于整定值时起动。该起动元件用来开放相应侧的零序过流保护。

- **零序电压起动**

当开口三角零序电压大于整定值时起动。该起动元件用来开放相应侧的零序过压保护。

- **间隙零序电流起动**

当间隙零序电流大于整定值时起动。该起动元件用来开放相应侧的间隙零序过流保护。

3.2 差动保护

差动保护元件包括差动速断元件和比例差动元件，差动元件受“**投差动保护**”软压板和硬压板的控制，当对应的软压板和硬压板均处于投入状态时，差动保护才投入。

差动保护元件仅对变压器装置处于正常运行状态的各侧进行电流平衡转换、差动电流和制动电流的计算以及差动保护元件的逻辑判别，对于处于检修状态或者因异常退出运行状态的变压器的侧，该侧电流电压不参与差动保护元件的计算和判别。变压器对应的侧是否处于运行状态由与该侧对应的检修状态压板（“**投 x 侧检修**”）决定，当检修压板处于退出状态时，表示该侧处于运行状态，当检修压板处于投入状态时，表示该侧处于检修状态，仅仅处于运行状态的变压器各侧参与差动元件的计算和判别。

!!! 注意：对于处于运行中的保护装置，投退“**投 x 侧检修**”压板前必须确保对应的变压器侧已经处于退出运行状态，否则可能导致装置差动保护误动作！

3.2.1 变压器各侧电流平衡处理

- a) TA 接线方法

变压器各侧电流互感器采用星形接线，二次电流直接接入本装置，均以母线侧为极性端。以母线指向变压器为正方向指向。

当高压侧为桥接线时，当桥开关电流TA极性不符合以母线侧为极性端要求时，装置内部设置“**桥开关TA反极性**”系统控制字，以使其满足TA极性要求。

b) 平衡系数的计算

基准侧的选取及非基准侧的平衡系数计算均由软件完成，用户免整定。平衡系数的计算方法如下。

1. 计算变压器各侧一次额定电流：

$$I_{1n} = \frac{S_n}{\sqrt{3}U_{1n}}$$

式中 S_n 为变压器高压额定容量， U_{1n} 为变压器计算侧额定电压（应以变压器铭牌电压为准）。

2. 计算变压器各侧二次额定电流：

$$I_{2n} = \frac{I_{1n}}{n_{LH}}$$

式中 I_{1n} 为变压器计算侧一次额定电流， n_{LH} 为变压器计算侧 TA 变比。

3. 计算变压器各侧平衡系数：

以高压侧为基准，计算变压器中、低压侧平衡系数：

$$K_{phM} = \frac{I_{2nH}}{I_{2nM}} = \frac{U_{1nM}}{U_{1nH}} \cdot \frac{n_{LHM}}{n_{LHH}} \quad K_{phL} = \frac{I_{2nH}}{I_{2nL}} = \frac{U_{1nL}}{U_{1nH}} \cdot \frac{n_{LHL}}{n_{LHH}}$$

将中、低压侧各相电流与相应的平衡系数相乘，即得幅值补偿后的各相电流。

c) 电流相位补偿

变压器各侧电流互感器必须采用星形接线接入装置。电流互感器各侧的极性以母线侧为极性端。变压器各侧TA 二次电流相位由软件调整，装置采用Y → Δ变化调整差流平衡。

对于Y₀/Δ-11 的接线，其Y侧的校正方法如下：

$$\dot{I}'_a = (\dot{I}_a - \dot{I}_c) / \sqrt{3}$$

$$\dot{I}'_b = (\dot{I}_b - \dot{I}_a) / \sqrt{3}$$

$$\dot{I}'_c = (\dot{I}_c - \dot{I}_b) / \sqrt{3}$$

对于Y₀/Δ-11 和Y₀/Y的接线，Y侧的校正方法如下：

$$\dot{I}'_a = (\dot{I}_a - \dot{I}_b) / \sqrt{3}$$

$$\dot{I}'_b = (\dot{I}_b - \dot{I}_c) / \sqrt{3}$$

$$\dot{I}'_c = (\dot{I}_c - \dot{I}_a) / \sqrt{3}$$

！如有其它接线方式，请在定货合同或技术协议中特别说明，需定制特殊程序版本。

！所有差动电流与制动电流的相关计算，都是在电流相位校正和平衡补偿后的基础上进行的。

3.2.2 比例差动保护

比例差动保护的方程如下：

$$\begin{cases} I_d > 0.2I_r + I_{cdqd} & I_r \leq 0.5I_e \\ I_d > K_{b1}[I_r - 0.5I_e] + 0.1I_e + I_{cdqd} & 0.5I_e \leq I_r \leq 6I_e \\ I_d > 0.75[I_r - 6I_e] + K_{b1}[5.5I_e] + 0.1I_e + I_{cdqd} & I_r > 6I_e \\ I_r = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^m |I_i| \\ I_d = \left| \sum_{i=1}^m I_i \right| \end{cases} \quad (3-2-1)$$

$$\begin{cases} I_d > 0.6[I_r - 0.8I_e] + 1.2I_e \\ I_r > 0.8I_e \end{cases} \quad (3-2-2)$$

其中 I_e 为变压器额定电流， $I_{1, \dots, m}$ 分别为变压器各侧电流， I_{cdqd} 为稳态比率差动起动定值， I_d 为差动电流， I_r 为制动电流， k_{bl} 为比例制动系数，固定 $k_{bl} = 0.5$ 。

稳态比率差动保护按相判别，满足以上条件时动作。式 (3-2-1) 所描述的比率差动保护经过 TA 饱和判别，TA 断线判别(可通过控制字选择)，励磁涌流判别后出口。它可以保证灵敏度，同时由于 TA 饱和判据的引入，区外故障引起的 TA 饱和不会造成误动。式 (3-2-2) 所描述的比率差动保护只经过 TA 断线判别(可选择)，励磁涌流判别即可出口。它利用其比率制动特性抗区外故障时 TA 的暂态和稳态饱和，而在区内故障 TA 饱和时能可靠正确动作。

注：本版程序中内部固化 $k_{bl} = 0.5$ 。

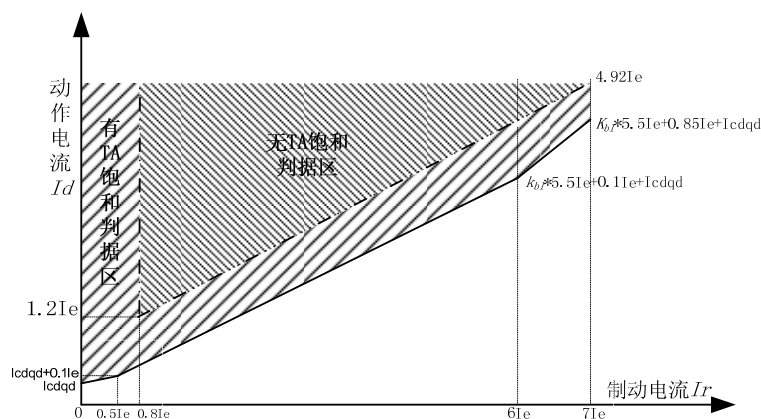


图 3.2.2.1 稳态比率差动保护的动作特性

3.2.3 励磁涌流判别原理

3.2.3.1 二次谐波原理判别励磁涌流

iPACS-5941 系列变压器成套保护装置采用三相差动电流中二次谐波的含量来识别励磁涌流，判别方程如下：

$$I_{2nd} > K_{2xb} * I_{1st} \quad (3-2-3)$$

其中 I_{2nd} 为每相差动电流中的二次谐波， I_{1st} 为对应相的差流基波， K_{2xb} 为二次谐波谐波制动系数整定值。

3.2.3.2 波形识别原理判别励磁涌流

故障时，差流基本上是工频正弦波。而励磁涌流时，有大量的谐波分量存在，波形发生畸变，间断不对称。利用算法识别出这种畸变，即可识别出励磁涌流。

装置设有‘二次谐波制动’控制字供用户选择差动保护涌流闭锁原理。当‘二次谐波制动’控制字整定为‘1’时，装置利用二次谐波原理判别涌流；当‘二次谐波制动’控制字整定为‘0’时，装置利用波形识别原理判别励磁涌流。

3.2.4 TA 饱和的判别方法

为防止在变压器区外故障等状态下 TA 的暂态与稳态饱和所引起的稳态比率差动保护误动作，装置利用二次电流中的二次和三次谐波含量来判别 TA 是否饱和，所用的表达式如下：

$$\begin{cases} I_{2nd} > K_{2xb} * I_{1st} \\ I_{3rd} > 0.2 * I_{1st} \end{cases} \quad (3-2-4)$$

其中 I_{2nd} 、 I_{3rd} 为每相差动电流中的二次、三次谐波， I_{1st} 为对应相的差流基波，为二次谐波谐波制动系数整定值，三次谐波的制动系数固定为 20%。

当与某相差动电流有关的电流满足以上表达式即认为此相差流为 TA 饱和引起，闭锁比率差动保护。

故障发生时，装置利用差动电流和制动电流是否同步增加来判别是区内故障还是区外故障。如判出是区外故障则投入上述 TA 饱和闭锁判据，可以可靠防止 TA 饱和引起的比例差动保护误动作，同时也可以防止区内故障 TA 饱和时比例差动保护的拒动作。

3.2.5 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跳开变压器各侧开关。

3.2.6 差回路的异常情况判别

装置将差回路的异常情况分为两种：未引起比例差动保护进入动作区域和引起比例差动保护进入动作区域，未引起比例差动保护进入动作区域时进行延时的 TA 断线报警，引起比例差动保护进入保护动作区时进行瞬时 TA 断线报警和闭锁判别。

3.2.6.1 延时 TA 断线报警

延时 TA 断线报警在保护采样程序中进行，当满足以下两个条件中的任一条件，且时间超过 10 秒时发出 TA 断线告警信号，不闭锁比率差动保护。

- (1) 任一相差流大于 I_{bj} 整定值；
- (2) $di2 > \alpha + \beta \cdot dimax$ ；

其中： I_{bj} 整定值装置内部固化为 $0.2I_{cdqd}$ (I_{cdqd} ：差动启动电流整定值)

$di2$ 为差流的负序电流

$dimax$ 为三相差流的最大值

α 为固定门槛值

β 为比例系数

3.2.6.2 瞬时 TA 断线报警功能

瞬时 TA 断线报警在故障测量程序中进行，本装置的 TA 断线判别是基于以下假设的：

- 1、TA 断线不是多相同时发生的；
- 2、TA 断线与故障不是同时发生的。

满足下述任一条件不进行 TA 断线判别：

- 1、起动前某侧最大相电流小于 $0.2I_e$ ，则不进行该侧 TA 断线判别；
- 2、起动后最大相电流大于 $1.2I_e$ ；
- 3、起动后任一侧电流比起动前增加；
- 4、任一侧负序相电压大于 6V（在该侧 TV 不断线的情况下）。

只有在比率差动元件动作后，才进入瞬时 TA 断线判别程序，这也防止了瞬时 TA 断线的误闭锁。

某侧电流同时满足下列条件认为是 TA 断线：

- 1、只有一相电流为零；
- 2、其它二相电流与起动前电流相等；

通过整定控制字选择，瞬时 TA 断线判别动作后可只发报警信号或闭锁比例差动保护出口。

3.2.7 比例差动保护的逻辑逻辑

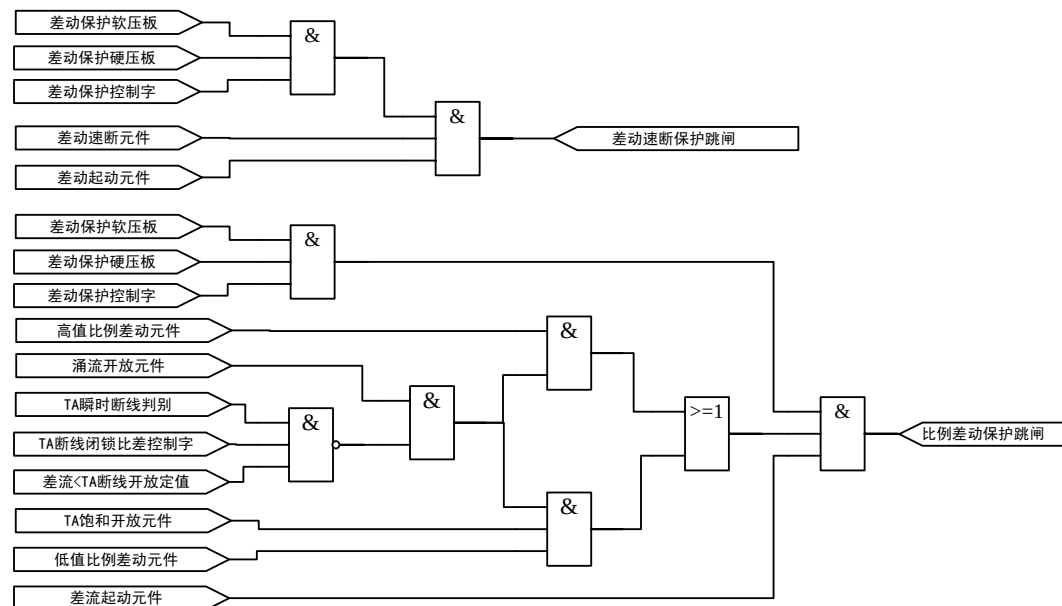


图 3.2.7.1 比例差动保护的逻辑框图

3.3 后备保护

变压器各侧后备保护元件的配置见节 2-保护配置中的配置表。

各侧的后备保护元件受相应的元件投退软压板和硬压板的控制，当对应的软压板和硬压板均处于投入状态时，保护元件才投入，各个元件对应的控制压板见相应保护元件的详细描述。

同时，装置仅对变压器处于正常运行状态的各侧进行后备保护元件的逻辑计算和判别，对于处于检修状态或者因异常退出运行状态的变压器的侧，该侧电流电压不进行后备保护元件的计算和判别。对非运行状态的各侧，不论其对应的“投 x 侧后备保护”和“投 x 侧电压”压板状态如何，装置内部均默认其后备保护退出，电压退出（等同于“投 x 侧后备保护”和“投 x 侧电压”压板处于退出状态）。变压器对应的侧是否处于运行状态由与该侧对应的检修状态压板（“投 x 侧检修”）决定，当压板处于退出状态时，表示该侧处于运行状态，当该检修压板处于投入状态时，表示该侧处于检修状态。

!!! 注意：对于处于运行中的保护装置，投退“投 x 侧检修”压板前必须确保对应的变压器侧已经处于退出运行状态，否则可能导致装置误动作！

后备保护各元件基本原理如下：

3.3.1 复合电压闭锁方向过流

过流保护主要作为变压器相间故障的后备保护，过流元件受投 x 侧后备保护压板的投退控制。通过整定控制字可选择各段过流是否经过复合电压闭锁，是否经过方向闭锁，是否投入。

方向元件：

方向元件采用正序电压极化，并带有记忆，近处三相短路时方向元件无死区。TA 接线方式为零度接线方式，接入装置的 TA 极性的正极性端应在母线侧。装置后备保护设有控制字‘复流 x 段方向指向系统’来控制 x 段复压方向过流保护各段的方向指向，当‘复流 x 段方向指向系统’控制字整定为‘0’时，方向指向变压器，灵敏角为 45° ，当‘复流 x 段方向指向系统’控制字整定为‘1’时，方向指向系统，灵敏角为 225° 。方向元件的动作特性如图 3.3.1.1 所示，阴影区为动作区。同时装置对 x 段复压过流保护设有控制字‘复流 x 段经方向闭锁’来控制 x 段复压过流保护是否经方向闭锁，当‘复流 x 段经方向闭锁’控制字为‘1’时，表示本段过流保护经过方向闭锁，当‘复流 x 段经方向闭锁’控制字为‘0’时，表示 x 段过流保护不经方向闭锁。

注：当装置内某段复压过流保护未设置有对应的‘复流 x 段经方向闭锁’控制字进行整定时，该段复压过流保护不经方向闭锁。

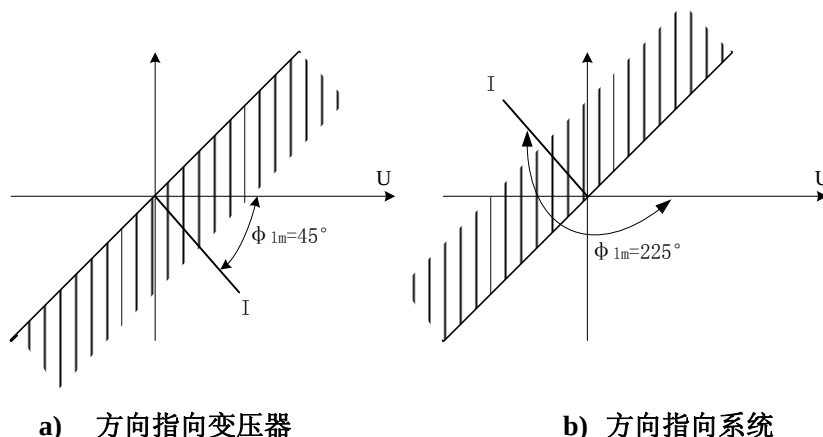


图 3.3.1.1 相间方向元件动作特性

复合电压元件：

复合电压闭锁开放条件是指满足故障时相间电压低或负序电压高。国家电网公司标准化

版本保护程序规定，220kV 和 110kV 侧复压元件默认可经变压器所有投入运行的各侧的复压元件开放，35kV 侧和 10kV 侧复压元件仅仅可根据本侧或本分支复压元件开放。具体各侧的复压动作逻辑为：

1. 220kV 和 110kV 侧后备保护的复压过流保护中复压元件默认经高压侧、中压侧、低压侧和低二侧中投入使用的各侧的复压闭锁开放元件启动，即投入运行的各侧复压元件任意一侧满足即认为高压侧复压过流元件的复压条件满足；
2. 35kV 侧和 10kV 侧复压闭锁仅根据本侧或本分支复压元件动作情况进行开放。

各段复压方向过流保护元件设有对应的‘**过流经复压闭锁**’控制字，当某段复压过流保护对应的‘**过流经复压闭锁**’控制字为‘1’时，表示该段过流保护经过复合电压元件闭锁，当某段复压过流保护对应的‘**过流经复压闭锁**’控制字为‘0’时，表示该段过流保护不经复合电压元件闭锁。

TV 异常对复合电压元件、方向元件的影响：

TV 断线时方向元件和复合电压元件的动作行为为：

1. 当判断出 x 侧 TV 异常报警时，x 侧复压过流方向元件默认为满足条件
2. 当判断出 x 侧 TV 异常报警时，x 侧复合电压元件退出判别，默认为不满足，但 x 侧复压过流元件的复合电压开放由前述的复压过流元件的复压经其他侧复压闭锁开放原则进行开放。
3. 当与变压器 x 侧复压闭锁开放相关各侧中处于运行状态（“投 x 侧电压”压板处于投入状态）的各侧电压均 TV 异常报警时，装置将默认 x 侧的复合电压闭锁方向过流保护变为纯过流保护，不再经复压和方向闭锁；

“投 x 侧电压”压板投退对复合电压闭锁元件以及方向判别元件的影响：

装置对应变压器各侧设置有对应的“投 x 侧电压”压板，正常运行时运行中的各侧对应压板须处于投入状态，未运行的变压器各侧对应压板须处于退出状态。当变压器运行中的 x 侧 TV 检修或旁路代路未切换 TV 时，为保证对应侧复合电压闭锁方向过流保护元件的正确动作，需退出对应的“投 x 侧电压”压板，该压板退出后对 x 侧复压过流保护的功能有如下影响：

- 1) x 侧自身的复合电压元件不再判别，不能启动复压动作开放元件，但是该侧复合电压闭锁（方向）过流保护可经过其它侧复合电压闭锁元件开放；
- 2) x 侧复合电压过流保护自动解除方向元件，默认方向元件始终满足；
- 3) x 侧复合电压动作功能解除，该侧的复压不再判别；

!!! 注：当与某侧复压开放相关的所有侧均处于“投 x 侧电压”压板退出状态时，则该侧的复压闭锁方向过流元件中的复压闭锁条件将默认为满足，复压过流元件自动变为纯过流元件。

复合电压闭锁方向过流逻辑框图

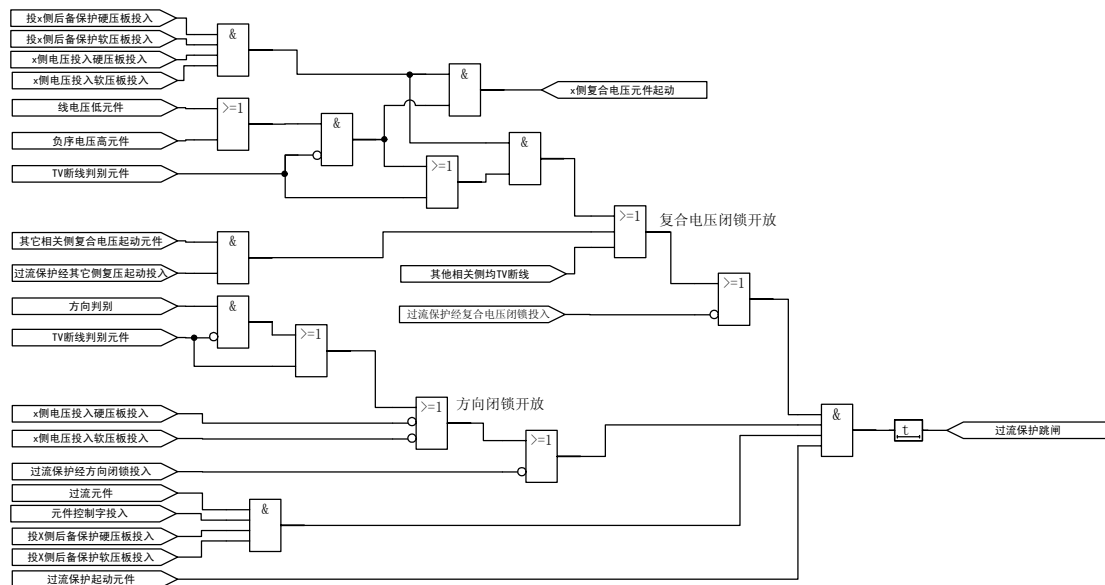


图 3.3.1.2 复合电压闭锁方向过流逻辑框图

3.3.2 零序方向过流保护

零序过流保护，主要作为变压器中性点接地运行时接地故障的后备保护，保护元件受“**投x侧后备保护**”压板的投退控制。

元件通过整定控制字“**零流x段用中性点零流**”控制x段零序过流使用自产零序电流还是外接中性点零流进行零序过流判别，该控制字整定为1时，装置采用外接中性点电流进行零序过流判别，此时零序过流判别固定不经零序电压高开放元件开放，该控制字整定为0时，装置采用自产零序电流进行零序过流判别和零序方向判别，此时零序过流判别可选是否经零压闭锁（自产零序电压高开放元件）开放。

元件通过整定控制字“**零流x段方向投入**”控制x段零序过流保护是否经方向闭锁，通过整定控制字“**零流x段方向指向系统**”控制零序过流保护经方向闭锁时方向元件的指向。另外还设置“**TV断线闭锁零序方向**”控制字，当本侧判别出TV断线报警后，当控制字为“1”时，将默认本侧的零序方向元件为不满足，闭锁投入方向闭锁的零序过流保护，当控制字为“0”时，将默认本侧的零序方向元件为满足，经方向闭锁的零序过流保护自动取消方向元件的闭锁。

当“**零流x段用中性点零流**”控制字整定为0，使用自产零序电流进行零序过流保护判别时，装置可通过整定对应的“**零流x段零压闭锁投入**”决定在使用自产零序电流进行过流判别时是否投入过流经自产零序电压闭锁开放元件动作，“**零流x段零压闭锁投入**”整定为1，表示零序过流保护在使用自产零序电流判别过流时，保护须经自产零序电压高的开放元件开放（零序电压开放装置内部固定门槛为自产 $3U_0 > 5V$ ），“**零流x段零压闭锁投入**”整定为0，表示零序过流元件不经零序电压高的开放元件开放。

方向元件所采用的零序电流和零序电压：

装置判别零序电流方向固定使用自产零序电压和自产零序电流。

方向元件：

装置设有“**零流x段方向指向系统**”控制字来控制零序过流各段的方向指向，当“**零流**

x 段方向指向系统’控制字为‘0’时，方向指向变压器，方向灵敏角为 255° ；当‘**零流 x 段方向指向系统**’控制字为‘1’时，表示方向指向系统，方向灵敏角为 75° 。方向元件的动作特性如图 3.3.2.1 所示。同时装置设有‘**零流 x 段方向投入**’控制字来控制零序过流各段是否经方向闭锁，当‘**零流 x 段方向投入**’控制字为‘1’时，本段零序过流保护经方向闭锁，当‘**零流 x 段方向投入**’控制字为‘0’时，本段零序过流保护不经方向闭锁。

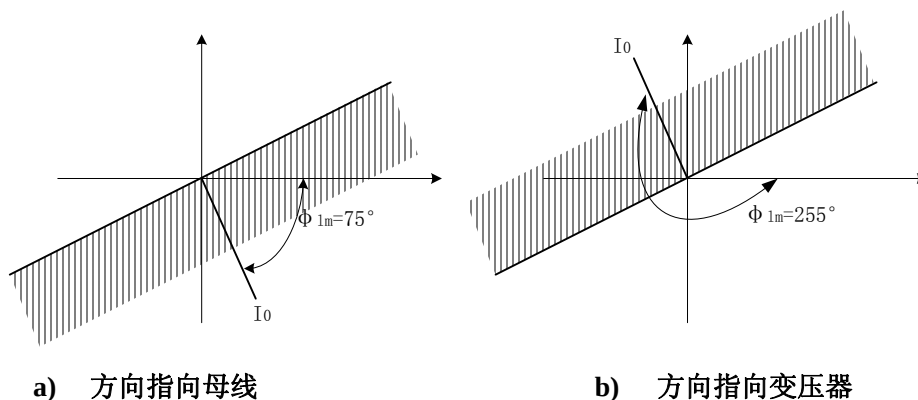


图 3.3.2.1 零序方向元件动作特性

注：当某段零序过流元件在定值中未设置对应的‘**零流 x 段方向指向系统**’和‘**零流 x 段方向投入**’控制字时，表示该段零序过流元件不经方向闭锁。

TV 断线对零序方向过流元件的影响：

当装置判断出某侧 TV 异常时，装置根据“**TV 断线闭锁零序方向**”控制字的投退状态决定零序方向元件的状态，当“**TV 断线闭锁零序方向**”控制字整定为“0”，则 TV 断线报警时默认该侧零序方向元件满足条件，零序方向闭锁零序过流保护就变为纯零序过流保护，当“**TV 断线闭锁零序方向**”控制字整定为“1”，则 TV 断线报警时默认该侧零序方向元件不满足条件，零序方向闭锁零序过流保护闭锁不再动作。

当装置判断出某侧 TV 异常时，默认该侧对应的零序过流元件的经零压闭锁功能自动解除。

“投 x 侧电压”压板投退对零序方向过流元件的影响：

装置对应变压器各侧设置有对应的投 x 侧电压压板，正常运行时运行中的各侧对应压板须处于投入状态，未运行的变压器各侧的对应压板须处于退出状态。当变压器运行中的 x 侧 TV 检修或旁路代路未切换 TV 时，为保证对应侧零序电压闭锁零序方向过流保护元件的正确动作，需退出对应的‘投 x 侧电压’压板，该压板退出后对 x 侧零压闭锁零序方向过流保护的功能有如下影响：

- 1) x 侧零序过流保护自动解除方向元件，默认零序方向元件始终满足；

即当某侧对应的‘投 x 侧电压’退出时，零序方向经零压闭锁元件自动转换为纯零序过流元件。

零序过流保护逻辑框图

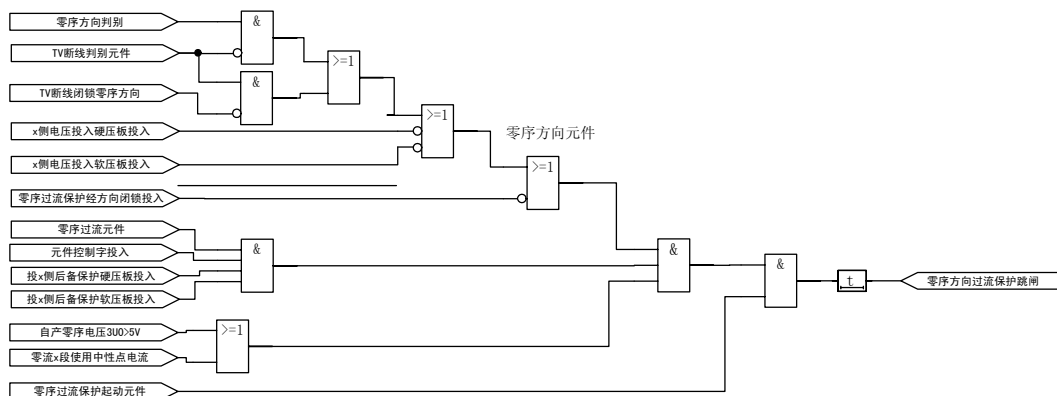


图 3.3.2.2 零序过流保护逻辑框图

3.3.3 间隙零序过流过压保护

装置设有一段三时限间隙零序过流保护和一段三时限零序过压保护，来作为变压器中性点经间隙接地运行时的接地故障后备保护。零序过压和间隙零序过流元件独立启动和动作。间隙零序过流保护受“投x侧后备保护”的投退控制，零序过压保护元件受“投x侧零序过压保护”压板的投退控制。

间隙零序过流元件判别使用专用的间隙零序 TA 电流。

零序过压元件判别使用外接零序电压进行过压判别。

“投x侧电压”压板投退对间隙零序过流过压保护元件的影响：

装置对应变压器各侧设置有对应的投x侧电压压板，正常运行时运行中的各侧对应压板须处于投入状态，未运行的变压器各侧对应压板须处于退出状态。当变压器运行中的x侧TV检修或旁路代路未切换TV时，为保证对应侧零序过压保护元件的正确动作，需退出对应的‘投x侧电压’压板，该压板退出后对x侧的间隙过流和零序过压保护功能有如下影响：

- i) 零序过压保护元件功能自动退出。

TV断线对间隙零序过流和零序过压元件的影响：

当装置判断出某侧TV异常时，该侧零序过压元件和间隙零序过流元件不受影响。

3.3.4 TV断线判别原理

装置对接入装置的各侧电压均设有TV断线判别功能，其判据如下：

- (1)、正序电压小于 30V，且任一相电流大于 0.03In；
- (2)、负序电压大于 8V。

满足上述任一条件，且无保护元件起动，延时 10 秒报该侧TV断线异常，并发出报警信号，待电压恢复正常后延时 1 秒自动恢复正常，解除报警。在TV断线异常报警期间，装置将根据前述相关的既定原则和相应控制字的整定情况确定复压方向过流元件和零序过压元件的动作逻辑变化。当某侧‘投x侧电压’压板退出时，该侧TV断线异常判别功能自动解除。

3.3.5 TA异常判别

装置设有TA异常判别功能，其判据为：当负序电流 I_2 大于 0.06In 后延时 10 秒报该侧

TA 异常，同时发出报警信号，待电流恢复正常后延时 1 秒自动恢复正常。

3.3.6 过负荷报警

本保护反应变压器的负荷情况，监测变压器各侧三相电流。动作判据为：

$$I_{\max} > I_{\text{gfh}}; T > 5\text{S}$$

其中: $I_{\max}$ 为变压器各侧三相电流最大值；

I_{gfh} 为变压器过负荷电流定值，各侧定值固定为 1.1 倍变压器该侧的额定电流，告警延时固定为 5S。元件动作后装置报警灯亮，过负荷报警信号接点和 BJJ 报警信号接点闭合。

各侧过负荷报警元件固定为投入状态。

对于中压侧或者低压侧如果为双分支，则对应的过负荷使用该侧两个分支电流的和电流进行过负荷报警判别。

3.3.7 过负荷启动冷却器元件

本保护反应变压器的负荷情况，监测变压器高压侧三相电流。动作判据为：

$$I_{\max h} > ISF;$$

其中: $I_{\max h}$ 为变压器高压侧三相电流最大值；

ISF 为变压器过负荷启动冷却器元件电流定值，ISF 装置内部固定为 0.65 倍高压侧额定电流，元件动作返回系数为 0.85。元件动作后，装置启动冷却器继电器接点闭合。启动冷却器输出两付常开接点。本元件可通过对应控制字进行投退。

3.3.8 过负荷闭锁调压元件

本保护反应变压器的负荷情况，仅监测变压器高压侧三相电流。动作判据为：

$$I_{\max h} > ITY;$$

其中: $I_{\max h}$ 为变压器高压侧三相电流最大值；

ITY 为变压器过负荷闭锁调压元件电流定值。过载闭锁调压动作后出一付常开接点、一付常闭接点。本元件可通过对应控制字进行投退。

3.3.9 复压动作（解除失灵保护电压闭锁）

装置设有专门一副复压动作接点，用于输出装置复压判别总的动作结果。当变压器任意一侧的复压元件动作后，该副接点即闭合输出，供其他装置进行使用，典型设计中该副接点用于解除失灵保护电压闭锁。

3.3.10 零序过压报警

变压器低压侧（低压侧和低二侧）设置有零序过压报警功能，监测低压侧零序电压状况。动作判据为：

$$3U_0 > 15\text{V} \quad T > 0.2\text{S}$$

其中: $3U_0$ 为对应侧的自产 $3U_0$ ；

元件动作后，装置发出告警信号，点告警灯，闭锁告警信号接点。

本元件固定处于投入状态，不可退出，TV 异常对不影响本告警元件的动作逻辑。

3.3.11 跳闸控制字

装置主保护和各侧后备保护中的各段各时限保护跳闸方式采用跳闸控制字整定方式，即

何保护动作后跳何开关可以按需要自由整定。不同型号的装置，跳闸控制字的各位所表示的功能定义也不同。

iPACS-5941D 标准化版本 跳闸控制字的定义如下：

位	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
功 能	未定义	未定义	未定义	未定义	未定义	跳闸备用二	跳闸备用二	跳闸备用二	跳低二侧分段	跳低压侧分段	跳中压侧母联	跳高压侧母联	跳低二侧开关	跳低压侧开关	跳中压侧开关	跳高压侧开关

整定方法：在保护元件所对应的跳闸矩阵定值中，把该元件动作后所需跳开关位置为‘1’，其它位置为‘0’，则可得到该元件的跳闸方式。

例如：若高压侧后备保护过流 I 段第一时限整定为跳高压侧母联开关，则在其对应的跳闸矩阵控制字的第 4 位填‘1’，其它位填‘0’。这样得到该元件的一个**十六进制**跳闸控制字为：**0010H**。

3.4 装置闭锁与报警

(1) 当检测到装置本身硬件故障时，发出相应的报警报文，装置闭锁信号，BSJ 继电器返回，**运行灯灭，报警灯亮**，报警信号继电器闭合，闭锁整套保护。硬件故障包括：RAM 异常、程序存储器出错、EEPROM 出错、定值无效、光电隔离失电报警、跳闸出口异常等。

(2) 当检测到装置长期起动、TA 断线、TV 断线时，装置发出相应的报警报文，**报警灯亮**，报警信号继电器闭合。

(3) 当装置检测到与某侧 MU 通信异常(连续 4ms 无法正常收到该 MU 发送的数据包)，发出“保护 DSP 采样数据中断”或者“启动 DSP 采样数据中断”报文，同时装置闭锁，**运行灯灭，报警灯亮**，报警信号继电器闭合，对应该 MU 的**SV 采样灯灭**，BSJ 继电器返回，闭锁整套保护，在连续收到正常数据 100ms 后，报警返回，装置解除闭锁状态。

(4) 当装置检测到数据集中器与智能控制单元通信存在异常或者其他采样数据异常状态时，发出“保护 DSP 采样数据异常”或者“启动 DSP 采样数据异常”报文，**报警灯亮**，报警信号继电器闭合，对应该 MU 的**SV 采样灯灭**，同时短时闭锁所有保护元件，在连续收到正常数据 100ms 后，报警返回，装置解除闭锁状态。

(5) 当装置检测到收 GOOSE 网络信号存在异常时，对应不同的开关跳闸命令接受装置的异常状态发出对应的“XX 开关 GOOSE 异常”报文，装置**报警灯亮**，报警信号继电器闭合，**GOOSE 灯灭**。

4 整定值清单与用户选择

装置定值包括系统定值、保护定值、软压板定值和通讯定值。

4.1 系统定值及整定说明

装置需要输入变压器各侧额定电压、各侧 TA 变比和变压器的接线方式，计算出变压器各侧的二次额定电流，实现软件自动调整差动二次电流相位和大小。装置要求各侧 TA 二次额定电流一致。在装置系统参数定值中可整定变压器主保护和各侧后备保护是否投入，以方便使用。输入各侧 TV 变比是为了满足变电站综合自动化的需要。

装置中的变压器接线方式整定值代表含意如下：

0：本侧接线方式为 Y 型，钟点为 0 点

1/11：本侧接线方式为 Δ 型，接线钟点数为整定值所标示。

注：标准化版本程序仅仅适用于 220kV 及以下电压等级三卷变，高压侧可为桥接线，中压侧单分子，低压侧单分支或双分支接线，对未接入装置的各侧，将对应侧的 TA 一次额定值整定为 0，同时对应侧后备保护投入的软硬压板退出。当某侧 TA 一次额定值整定为 0 时，装置将默认该侧电流未接入，该侧电流不再参与差动保护逻辑。

系统参数主要分为通讯参数、装置参数、变压器参数三部分，各个部分具体参数内容如下：

参数用于以太网通讯，当无以太网接口时，该定值可不整定。

表 4.1.1： 通讯参数：

序号	定 值 名 称	定 值 范 围	整 定 值
1.	装置地址	0~65535	
2.	IP1 子网高位地址	0~255	
3.	IP1 子网低位地址	0~255	
4.	IP2 子网高位地址	0~255	
5.	IP2 子网低位地址	0~255	
6.	IP3 子网高位地址	0~255	
7.	IP3 子网低位地址	0~255	
8.	掩码地址 1 位	0~255	
9.	掩码地址 0 位	0~255	
10.	打印波特率	0, 1, 2, 3	

1. 装置地址为本装置的通讯地址。

2. 打印波特率可整为 0, 1, 2, 3。分别对应波特率为 4800, 9600, 19200, 38400。

表 4.1.2： 装置参数：

序号	定 值 名 称	定 值 范 围	整 定 值
1.	定值区号	0-2	
2.	保护设备名称		
3.	自动打印	0,1	
4.	可远方修改定值	0,1	

注：

1. 定值区号：iPACS-5941 系列变压器保护装置共有 3 套定值可供切换，系统参数不分区，只有一套定值；

2. **保护设备名称**: 可整定厂站名称和被保护设备的名称, 装置将自动识别输入的区位码, 例如“金”, 区位码为 BDF0, 则输入 BDF0 后, 装置自动识别为汉字金。此定值仅用于报文打印。
3. 自动打印: 保护动作后需要自动打印动作报告时置为“1”, 否则置为“0”;
4. 可远方修改定值: 允许后台修改装置的定值和区号时置为“1”, 否则置为“0”。软压板不受影响。

表 4.1.3: 变压器参数:

序号	定值名称	定值范围	整定步长	单位
1.	高压侧额定容量	0~3000.0	0.1	MVA
2.	中压侧额定容量	0~3000.0	0.1	MVA
3.	低压侧额定容量	0~3000.0	0.1	MVA
4.	中压侧接线钟点	0/1/11	1	无
5.	低压侧接线钟点	0/1/11	1	无
6.	高压侧额定电压	0~1000.0	0.1	KV
7.	中压侧额定电压	0~1000.0	0.1	KV
8.	低压侧额定电压	0~1000.0	0.1	KV
9.	高压侧 TV 一次值	0~1000.0	0.01	KV
10.	中压侧 TV 一次值	0~1000.0	0.01	KV
11.	低压侧 TV 一次值	0~1000.0	0.01	KV
12.	高压侧 TA 一次值	0~60000	A	A
13.	高压侧 TA 二次值	1/5	A	A
14.	中压侧 TA 一次值	0~60000	A	A
15.	中压侧 TA 二次值	1/5	A	A
16.	低压侧 TA 一次值	0~60000	A	A
17.	低压侧 TA 二次值	1/5	A	A
18.	高压侧零序 TA 一次值	0~60000	A	A
19.	高压侧零序 TA 二次值	1/5	A	A
20.	中压侧零序 TA 一次值	0~60000	A	A
21.	中压侧零序 TA 二次值	1/5	A	A
22.	高压侧间隙零序 TA 一次值	0~60000	A	A
23.	高压侧间隙零序 TA 二次值	1/5	A	A
24.	中压侧间隙零序 TA 一次值	0~60000	A	A
25.	中压侧间隙零序 TA 二次值	1/5	A	A
26.	低压侧零序 TA 一次值	0~60000	A	A
27.	低压侧零序 TA 二次值	1/5	A	A
28.	低压侧有分支	1/0		
29.	桥开关 TA 反极性	1/0		
30.	从 SMV 读取延时	1/0		

注:

1. 低压侧有分支控制字, 用于告知装置是否变压器低压侧存在 2 分支, 如果该参数整定为 0, 这装置自动退出与低二侧相关的所有保护, 差动保护也不考虑低二侧分支电流。
2. **当高压侧桥接线时, 如桥开关电流方向不符合以母线侧为极性端要求时, 装置内部设置“桥开关 TA 反极性”系统控制字, 使其满足装置接入电流的 TA 极性要求。**
!!!! 必须依据现场 TA 极性状态正确设置“桥开关 TA 反极性”控制字以确保保护装置正确运行
3. “从 SMV 读取延时”控制字用于装置与 MU 为点对点连接, 各 MU 不对时情况下,

变压器各侧 SMV 数据报文的固有延时的取得方式,该控制字整定为 0 时,各侧的 SMV 报文固有延时从 CID 配置文件读取,该控制字整定为 1 时,各侧的 SMV 报文固有延时从 SMV 报文自动读取,此情况下 SMV 报文内必须包含有与装置配置匹配的固有延时数据。

4.2 主保护定值单

iPACS-5941D 数字化变压器成套保护装置标准化版本的主保护定值单具体如下:

表 4.2.1: iPACS-5941D 主保护定值单

序号	定值名称	定值范围 (I_e 为额定电流)	整定步长
1.	差动速断电流	$(0.05 \sim 20) I_e$	$0.01 I_e$
2.	差动起动电流	$(0.05 \sim 5) I_e$	$0.01 I_e$
3.	二次谐波制动系数	$0.05 \sim 0.3$	0.01
以下是运行方式控制字整定 ‘1’ 表示投入, ‘0’ 表示退出			
1.	投差动速断	0, 1	
2.	投比例差动	0, 1	
3.	TA 断线闭锁差动	0, 1	
4.	二次谐波制动	0, 1	

注:

- 定值 ‘TA 断线闭锁差动’ 代表含意如下:
0: 代表 TA 断线不闭锁差动保护
1: 代表 TA 断线时差流小于 $1.2 I_e$ 时闭锁差动保护, 差流大于 $1.2 I_e$ 时不闭锁差动保护。
- 定值控制字 ‘二次谐波制动’ 代表含意如下:
0: 装置利用波形识别原理判别励磁涌流;
1: 装置利用二次谐波原理判别涌流;
- 在输入变压器主保护整定值后, 若装置计算的 I_e 与差动回路 TA 二次额定电流值的比值小于 0.4, 则装置认为变压器参数整定不合理, 并报整定值出错。
- 比例差动保护中段比例制动系数装置内部固定为 0.5。
- 差流异常报警门槛, 装置内部固定为 $\max(0.2 I_{cdqd}, 0.15 I_e)$ 。

4.3 后备保护定值单

自产零序电流电压值为 $3I_0$ 和 $3U_0$ 。负序电压整定值和显示值为 U_2 。

表 4.3.1 iPACS-5941 高压侧后备保护定值单

序号	定值名称	定值范围	整定步长
1.	低电压闭锁定值	$2 \sim 100V$	0.01
2.	负序电压闭锁定值	$2 \sim 57.7V$	0.01
3.	复流 I 段定值	$0.1 I_n \sim 20 I_n$	$0.01 I_n$
4.	复流 I 段 1 时限	$0 \sim 20S$	0.01S
5.	复流 I 段 2 时限	$0 \sim 20S$	0.01S
6.	复流 II 段定值	$0.1 I_n \sim 20 I_n$	$0.01 I_n$
7.	复流 II 段 1 时限	$0 \sim 20S$	0.01S
8.	复流 II 段 2 时限	$0 \sim 20S$	0.01S
9.	零流 I 段定值	$0.1 I_n \sim 20 I_n$	$0.01 I_n$

10.	零流 I 段 1 时限	0—20S	0.01S
11.	零流 I 段 2 时限	0—20S	0.01S
12.	零流 II 段定值	0.1 In—20 In	0.01A
13.	零流 II 段 1 时限	0—20S	0.01S
14.	零流 II 段 2 时限	0—20S	0.01S
15.	零序过压定值	10—220V	0.01V
16.	零序过压第 1 时限	0—20S	0.01S
17.	零序过压第 2 时限	0—20S	0.01S
18.	零序过压第 3 时限	0—20S	0.01S
19.	间隙过流定值	0.1 In—20 In	0.01A
20.	间隙零序第 1 时限	0—20S	0.01S
21.	间隙零序第 2 时限	0—20S	0.01S
22.	间隙零序第 3 时限	0—20S	0.01S
23.	闭锁调压定值	0.1 In—5 In	0.01A
以下是运行方式控制字整定 ‘1’ 表示投入, ‘0’ 表示退出			
1.	复流 I 段方向投入	0, 1	
2.	复流 I 段方向指向系统	0, 1	
3.	复流 I 段复压投入	0, 1	
4.	复流 II 段复压投入	0, 1	
5.	投入复流 I 段 1 时限	0, 1	
6.	投入复流 I 段 2 时限	0, 1	
7.	投入复流 II 段 1 时限	0, 1	
8.	投入复流 II 段 2 时限	0, 1	
9.	零流 I 段方向投入	0, 1	
10.	零流 I 段方向指向系统	0, 1	
11.	零流 I 段零压闭锁投入【注】	0, 1	
12.	零流 I 段使用中性点零流	0, 1	
13.	零流 II 段零压闭锁投入【注】	0, 1	
14.	零流 II 段使用中性点零流	0, 1	
15.	TV 断线闭锁零序方向	0, 1	
16.	投入零流 I 段 1 时限	0, 1	
17.	投入零流 I 段 2 时限	0, 1	
18.	投入零流 II 段 1 时限	0, 1	
19.	投入零流 II 段 2 时限	0, 1	
20.	投入零序过压 1 时限	0, 1	
21.	投入零序过压 2 时限	0, 1	
22.	投入零序过压 3 时限	0, 1	
23.	投入间隙零流 1 时限	0, 1	
24.	投入间隙零流 2 时限	0, 1	
25.	投入间隙零流 3 时限	0, 1	
26.	启动通风投入	0, 1	
27.	闭锁调压投入	0, 1	

【注】: 该位只有当选择取自产零流时有效, 如果选择取外接零流, 则零流保护固定不经零压闭锁。

对应本侧相关的过负荷报警和起动风冷和闭锁调压保护配置, 根据天津标准化版本需要装置固定相关定值, 不可外部整定, 默认内部固定定值如下:

序号	内部定值	内部固化值	
----	------	-------	--

1.	过负荷报警定值	1.1 高压侧额定电流	
2.	过负荷延时	5.00S	
3.	起动风冷定值	0.65 倍高压侧额定电流	
4.	起动风冷延时	5.00S	
5.	闭锁调压延时	固定 0.00S	

表 4.3.2 iPACS-5941 中压侧后备保护定值单

序号	定值名称	定值范围	整定步长
1.	低电压闭锁定值	2 ~ 100V	0.01
2.	负序电压闭锁定值	2 ~ 57.7V	0.01
3.	复流 I 段定值	0.1 In—20 In	0.01A
4.	复流 I 段 1 时限	0—20S	0.01S
5.	复流 I 段 2 时限	0—20S	0.01S
6.	复流 II 段定值	0.1 In—20 In	0.01A
7.	复流 II 段 1 时限	0—20S	0.01S
8.	复流 II 段 2 时限	0—20S	0.01S
9.	零流 I 段定值	0.1 In—20 In	0.01A
10.	零流 I 段 1 时限	0—20S	0.01S
11.	零流 I 段 2 时限	0—20S	0.01S
12.	外接零流定值	0.1 In—20 In	0.01A
13.	外接零流 1 时限	0—20S	0.01S
14.	外接零流 2 时限	0—20S	0.01S
15.	零序过压定值	10—220V	0.01V
16.	零序过压第 1 时限	0—20S	0.01S
17.	零序过压第 2 时限	0—20S	0.01S
18.	零序过压第 3 时限	0—20S	0.01S
19.	间隙过流定值	0.1 In—20 In	0.01A
20.	间隙零序第 1 时限	0—20S	0.01S
21.	间隙零序第 2 时限	0—20S	0.01S
22.	间隙零序第 3 时限	0—20S	0.01S
以下是运行方式控制字整定 ‘1’ 表示投入，‘0’ 表示退出			
1.	复流 I 段方向投入	0, 1	
2.	复流 I 段方向指向系统	0, 1	
3.	复流 I 段复压投入	0, 1	
4.	复流 II 段复压投入	0, 1	
5.	投入复流 I 段 1 时限	0, 1	
6.	投入复流 I 段 2 时限	0, 1	
7.	投入复流 II 段 1 时限	0, 1	
8.	投入复流 II 段 2 时限	0, 1	
9.	零流 I 段方向投入	0, 1	
10.	零流 I 段方向指向系统	0, 1	
11.	零流 I 段零压闭锁投入【注】	0, 1	
12.	零流 I 段使用中性点零流	0, 1	
13.	TV 断线闭锁零序方向	0, 1	
14.	投入零流 I 段 1 时限	0, 1	
15.	投入零流 I 段 2 时限	0, 1	
16.	投入外接零流 1 时限	0, 1	
17.	投入外接零流 2 时限	0, 1	

18.	投入零序过压 1 时限	0, 1	
19.	投入零序过压 2 时限	0, 1	
20.	投入零序过压 3 时限	0, 1	
21.	投入间隙零流 1 时限	0, 1	
22.	投入间隙零流 2 时限	0, 1	
23.	投入间隙零流 3 时限	0, 1	

【注】：该位只有当选择取自产零流时有效，如果选择取外接零流，则零流保护固定不经零压闭锁。

对应本侧相关的过负荷报警保护配置，根据天津标准化版本需要装置固定相关定值，不可外部整定，默认内部固定定值如下：

序号	内部定值	内部固化值	
1.	过负荷报警定值	1.1 中压侧额定电流	
2.	过负荷延时	5.00S	

表 4.3.3 iPACS-5941 低压侧后备保护定值单

序号	定值名称	定值范围	整定步长
1.	低电压闭锁定值	2~100	0.01V
2.	负序电压闭锁定值	2~100	0.01V
3.	时限速断定值	0.1~20In	0.01A
4.	时限速断延时	0.1s~20s	0.01S
5.	复流保护定值	0.1~20In	0.01A
6.	复流保护 1 时限	0.1s~20s	0.01S
7.	复流保护 2 时限	0.1s~20s	0.01S
8.	自产零序过流定值	0.1~20In	0.01A
9.	自产零流 1 时限	0.1s~20s	0.01S
10.	自产零流 2 时限	0.1s~20s	0.01S
11.	外接零流定值	0.1~20In	0.01A
12.	外接零流 1 时限	0.1s~20s	0.01S
13.	外接零流 2 时限	0.1s~20s	0.01S
14.	外接零流 3 时限	0.1s~20s	0.01S
以下是运行方式控制字整定 ‘1’ 表示投入，‘0’ 表示退出			
1.	复流保护复压投入	0, 1	
2.	投入时限速断	0, 1	
3.	投入复压过流 1 时限	0, 1	
4.	投入复压过流 2 时限	0, 1	
5.	投入自产零流 1 时限	0, 1	
6.	投入自产零流 2 时限	0, 1	
7.	投入外接零流 1 时限	0, 1	
8.	投入外接零流 2 时限	0, 1	
9.	投入外接零流 3 时限	0, 1	

表 4.3.4 iPACS-5941 低二侧后备保护定值单

序号	定值名称	定值范围	整定步长
----	------	------	------

1.	低电压闭锁定值	2~100	V
2.	负序电压闭锁定值	2~100	V
3.	时限速断定值	0.1~20In	A
4.	时限速断延时	0.1s~20s	s
5.	复流保护定值	0.1~20In	A
6.	复流保护 1 时限	0.1s~20s	s
7.	复流保护 2 时限	0.1s~20s	
8.	自产零序过流定值	0.1~20In	A
9.	自产零流 1 时限	0.1s~20s	s
10.	自产零流 2 时限	0.1s~20s	s
以下是运行方式控制字整定 ‘1’ 表示投入，‘0’ 表示退出			
1.	复流保护复压投入	0, 1	
2.	投入时限速断	0, 1	
3.	投入复压过流 1 时限	0, 1	
4.	投入复压过流 2 时限	0, 1	
5.	投入自产零流 1 时限	0, 1	
6.	投入自产零流 2 时限	0, 1	

低压侧和低二侧均配置有零序电压过压告警功能，零序过压告警固定采用自产 3U₀ 进行判别，告警门槛定值装置内部固定为 15V，告警延时固定为 0.2S。

iPACS-5941 低压侧和低二侧零序过压告警内部保护定值单

序号	定值名称	固化定值
1.	零序过压告警	15V
2.	零序过压告警延时	0.2S

对于变压器低压侧绕组电流（低压侧存在分支时为低压侧和低二侧的和电流，无分支则仅仅为低压侧电流）装置设有固定的过负荷告警功能，告警功能固定投入过负荷告警门槛定值和延时参数均在装置内部固化，具体参数见下表：

iPACS-5941 低压侧过负荷内部保护定值单

序号	定值名称	固化定值
1.	过负荷报警定值	1.1 倍低压侧额定电流
2.	过负荷报警延时	5.00S

注：变压器低压侧存在两分支，低压侧过负荷告警需使用低压侧和低二侧和电流告警时，必须保证低压侧和低二侧 CT 相同（一次额定和二次额定值均相同），过负荷告警才能正确工作。

4.4 跳闸矩阵定值

装置对应每一个保护元件设有一个对应的跳闸矩阵控制字，用于控制该保护元件动作后跳哪些开关，每个跳闸控制字为 16bit，每个 bit 对应控制一路跳闸信号的输出。

iPACS-5941D 数字化变压器保护标准化版本的跳闸控制字定义如下：

具体整定方法见 4.4 节所述。

注意：用户在使用‘跳闸控制字’时一定要结合具体工程图纸中的跳闸输出定义。而‘跳闸备用 X’可作为跳闸出口备用，若某一跳闸出口接点不够用，可将‘跳闸备用 X’定义为其跳闸出口，或者某动作元件动作后需要单独的接点进行闭锁各自投装置，可以配合工程图纸设计灵活使用。

装置各个跳闸矩阵定值表如下：

位	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
功 能	未定义	未定义	未定义	未定义	未定义	跳闸备用 1	跳闸备用 0	跳闸备用 6	跳低二侧分段	跳低电压侧分段	跳中压侧母联	跳高压侧母联	跳低二侧开关	跳低电压侧开关	跳中压侧开关	跳高压侧开关

差动保护跳闸矩阵定值表：

	定值名称	定值范围	整定值
1.	差动保护跳闸矩阵	0000—FFFF	

高压侧后备保护跳闸矩阵定值表：

	定值名称	定值范围	
1.	复流 I 段 1 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
2.	复流 I 段 2 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
3.	复流 II 段 1 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
4.	复流 II 段 2 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
5.	零流 I 段 1 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
6.	零流 I 段 2 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
7.	零流 II 段 1 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
8.	零流 II 段 2 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
9.	零序过压 1 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
10.	零序过压 2 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
11.	零序过压 3 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
12.	间隙零流 1 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
13.	间隙零流 2 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
14.	间隙零流 3 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	

中压侧后备保护跳闸矩阵定值表：

	定值名称	定值范围	整定值
1.	复流 I 段 1 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
2.	复流 I 段 2 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
3.	复流 II 段 1 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
4.	复流 II 段 2 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
5.	零流 I 段 1 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
6.	零流 I 段 2 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
7.	外接零流 1 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
8.	外接零流 2 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
9.	零序过压 1 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
10.	零序过压 2 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
11.	零序过压 3 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
12.	间隙零流 1 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
13.	间隙零流 2 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
14.	间隙零流 3 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	

低压侧后备保护跳闸矩阵定值表：

	定值名称	定值范围	整定值
--	------	------	-----

1.	时限速断跳闸矩阵	0000—FFFF	
2.	复压过流 1 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
3.	复压过流 2 时限跳闸矩阵		
4.	自产零流 1 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
5.	自产零流 2 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
6.	外接零流 1 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
7.	外接零流 2 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
8.	外接零流 3 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	

低二侧后备保护跳闸矩阵定值表：

	定值名称	定值范围	整定值
1.	时限速断跳闸矩阵	0000—FFFF	
2.	复压过流 1 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
3.	复压过流 2 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
4.	自产零流 1 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	
5.	自产零流 2 时限跳闸矩阵	0000—FFFF	

4.5 软压板

装置设有软压板功能，软压板可通过远方或就地投退，软压板与对应的硬压板投退状态按照逻辑与关系控制投退，即对应的软压板与硬压板均处于投入状态时，才表示该压板处于投入状态。

装置设置有以下软压板用于控制装置功能的投退：

序号	定 值 名 称	定 值 范 围	整 定 值
1.	投差动保护	0, 1	
2.	投高压侧后备保护	0, 1	
3.	投高压侧零序过压保护	0, 1	
4.	投高压侧电压	0, 1	
5.	投中压侧后备保护	0, 1	
6.	投中压侧零序过压保护	0, 1	
7.	投中压侧电压	0, 1	
8.	投低压侧后备保护	0, 1	
9.	投低压侧电压	0, 1	
10.	投低二侧后备保护	0, 1	
11.	投低二侧电压	0, 1	
12.	投跳高压侧开关	0, 1	
13.	投跳中压侧开关	0, 1	
14.	投跳低压侧开关	0, 1	
15.	投跳低二侧开关	0, 1	
16.	投跳高压侧母联	0, 1	
17.	投跳中压侧母联	0, 1	
18.	投跳低压侧分段	0, 1	
19.	投跳低二侧分段	0, 1	
20.	投闭合起动风冷	0, 1	
21.	投起动失灵	0, 1	

4.6 检修软压板

当变压器某侧或其对应的 PT、CT 或 MU 及相关通道检修时，装置接收该侧的数据可能异常，造成装置异常闭锁，为保在变压器一侧检修状态下装置能够正常运行，须投入对应的“投 xx 检修”软压板。当某侧“投 xx 检修”软压板处于投入状态后，则装置不再使用该侧数据（后备保护和差动保护均停止使用和判别该侧数据），同时停止检测该侧数据的收发状态是否异常，不再对该侧通道异常进行告警。

序号	定 值 名 称	定 值 范 围	整 定 值	整定说明
1.	投高压侧检修	0, 1		整定为 1 则表示高压侧 MU 检修，包括高压侧电流, 电压, 外接零序电流, 外接零序电压, 间隙零序电流采样在内的采样值数据不再使用，默认采样值为 0。
2.	投中压侧检修	0, 1		整定为 1 则表示中压侧 MU 检修，包括中压侧电流, 电压, 外接零序电流, 外接零序电压, 间隙零序电流在内的采样值数据不再使用，默认采样值为 0。
3.	投低压侧检修	0, 1		整定为 1 则表示低压侧 MU 检修，包括低压侧电流, 电压, 外接零序电流, 外接零序电压, 在内的采样值数据不再使用。
4.	投低二侧检修	0, 1		整定为 1 则表示低二侧 MU 检修，包括低压侧电流, 电压, 外接零序电流, 外接零序电压, 在内的采样值数据不再使用。
5.	投桥开关检修	0, 1		整定为 1 则表示高压侧桥开关 TA 检修，高压侧桥开关电流采样值数据不再使用，默认为 0。

5 装置硬件说明

5.1 装置面板布置

图 5.1.1 是装置的正面面板布置图。

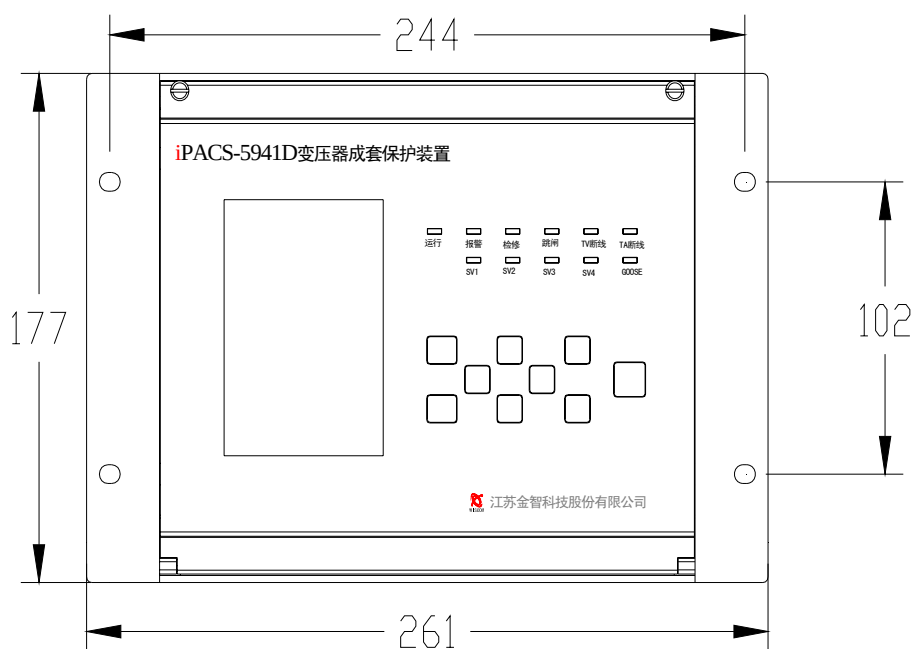


图 5.1.1 面板布置图（正视图）

图 5.1.2 是装置的背面面板布置图。

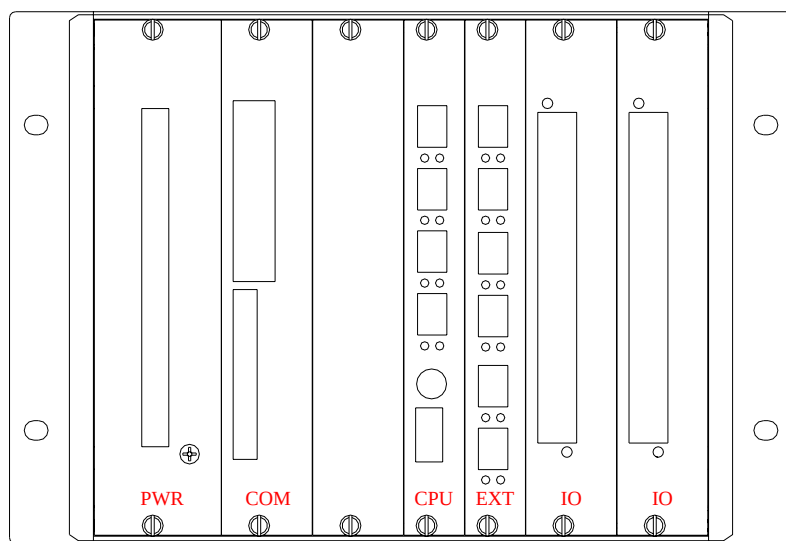


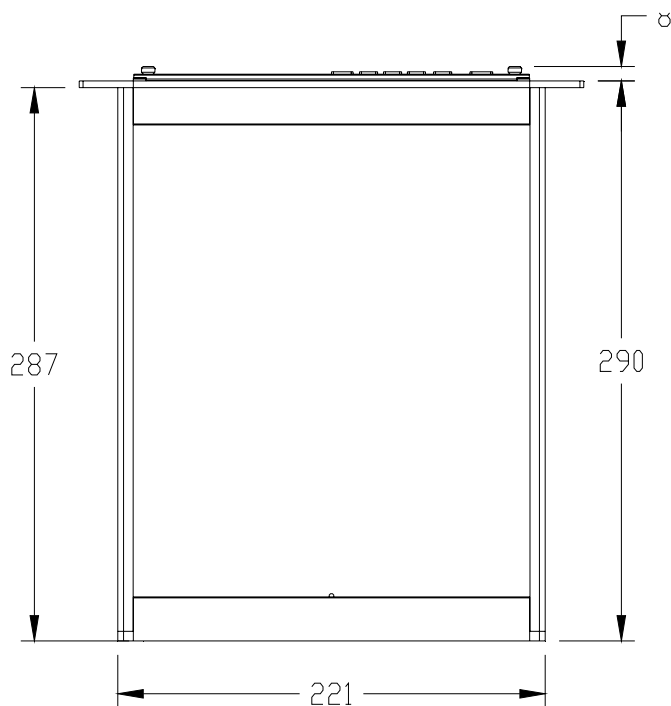
图 5.1.3 端子布置图（背视）

5.2 结构与安装

装置采用 4U 1/2 层机箱，用嵌入式安装于屏上。机箱屏面开孔尺寸见图 5.2.1。



顶视图



侧面开孔图

图 5.2.1 机箱结构图及屏面开孔图

5.3 装置接线端子与说明

iPACS-5941D

()

1	2			3	4	5	6			7		
DC	COM				CP U	EXT	I/O			I/O		
									501			601
									503			603
									505			605
									507			607
									508			608
									509			609
									510			610
									511			611
									512			612
									513			613
									514			614
									515	24V +		615
									516			616
									517			617
									518			618
									519			619
									520			620
									521			621
									522			622
									523			623
									524			624
									525			625
									526			626
									527			627
									528			628
									529			629
							24V -		630	24V -		630
+24V	101	RXD	201									
	102	TXD	202									
-24V	103		203									
		+	204									
		-	205									
			206									
			207									
			208									
			209									
			210									
	116		211									
	117		212									
	118		213									
	119		214									
	120		215									

5.4 各插件原理说明

组成装置的插件有：电源插件（DC）、通信插件（COM）、CPU 插件（CPU）、扩展插件（EXT）、开入开出插件（I/O）、显示面板（LCD）。
具体硬件模块图见图 5.4.1。

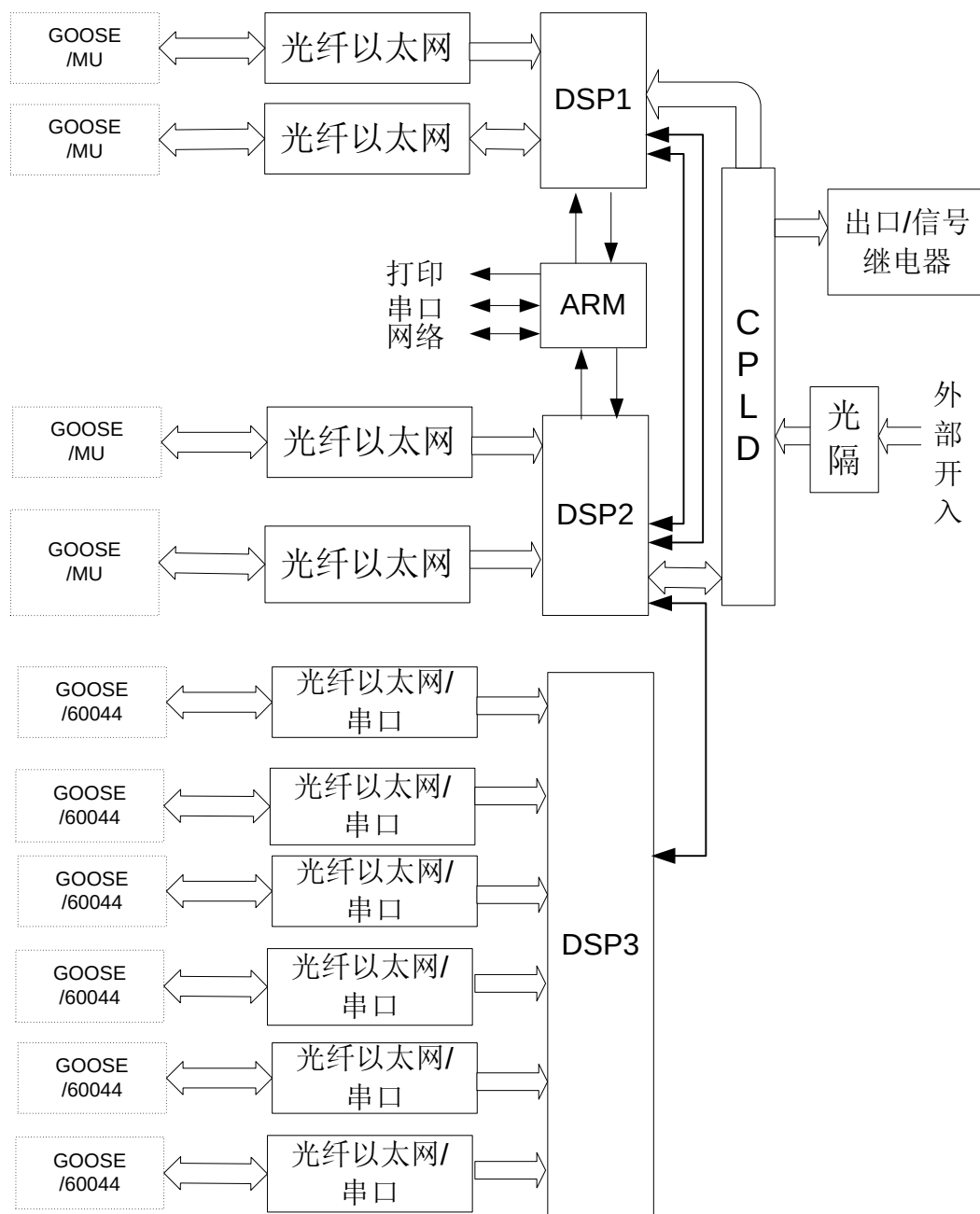


图 5.4.1 硬件模块图

DSP1 和 DSP2 均设置两路光纤以太网收发数据。每路光纤以太网接口均可以支持 IEC61850-9-1、IEC61850-9-2、GOOSE、IEC1588 协议。装置可以根据系统配置参数使得相应的接口收发所需数据。

DSP1 和 DSP2 位于 CPU 插件, DSP1 和 DSP2 之间直接通过 2 路高速串口实时进行所有接收数据的交换。交换采样数据主要有两个用途: 首先将对方的数据和本 DSP 的数据进行综合以获得完整的装置逻辑功能所需数据, 保证每块 DSP 均能获取数据; 其次, DSP 获取全部数据后独立进行数据处理, 将处理计算完毕的数据进行交换并比较, 以防止内部数据接收和处理环节的异常。数据处理完毕后 DSP1 主要保护起动逻辑、录波和人机界面交互, DSP2 主要负责保护逻辑控制和出口跳闸逻辑。保护动作信息经 DSP1 和 DSP2 交互并校验无误后才能跳闸, GOOSE 跳闸命令根据系统配置从相应接口输出。

DSP3 位于通信扩展插件，DSP3 和 DSP2 之间直接通过 1 路高速串口实时进行数据的交换，用于点对点的 GOOSE 命令发送或组网的 GOOSE 跳闸命令发送，如配置串口通信型号扩展板则可用于接收 IEC-60044 协议采样值报文。

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

外部开入经光隔、CPLD，按不同的功能经不同的延时，分别提供给 DSP1 和 DSP2。ARM 的开入通过 DSP 得到。

所有出口继电器和信号继电器全部通过 CPLD 输出。

5.4.1 电源插件 (DC)

从装置的背面看，左起第一个插件为电源插件，如图 5.4.2 所示：

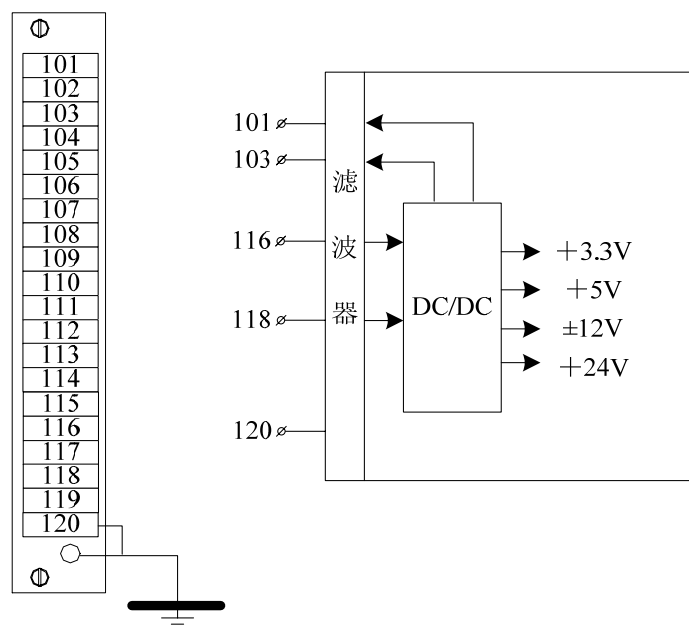


图 5.4.2 电源插件原理及输入接线图

保护装置的电源从 110 端子（直流电源 220V/110V+端）、112 端子（直流电源 220V/110V-端）经抗干扰盒、背板电源开关至内部 DC/DC 转换器，输出 +3.3V、+5V、±12V、+24V（继电器电源）给保护装置其它插件供电；另外经 101、103 端子输出一组 24V 光耦电源，其中 101 为光耦 24V+，103 为光耦 24V-。120 端子为电源地，和端子右下方机壳地连接后接入接地铜牌。

输入电源的额定电压有直流 220V 和 110V 两种，订货时请注明。

5.4.2 CPU 插件 (CPU)

该插件是装置核心部分，包括：2 个 533MHz 核心频率的高速 DSP、一个网络功能强大的 CPU、存储器以及 I/O 扩展电路、4 个独立的光纤以太网接口，分别用于装置的起动和保护功能，两部分电路完全冗余配置，确保装置的可靠性。从上至下为 4 个 LC 标准光纤以太网接口，接口传输和接收数据内容可根据装置配置文件设置，可支持 IEC61850-9-1、

IEC61850-9-2、GOOSE、IEC-1588 等协议。

当使用 IEC61850-9-1 协议时 CPU 插件的各个通道的模拟量数据收发定义和开入量和开出量的通用数据通道定义详见附录一 和附录二。

当使用 IEC61850-9-2 协议时，装置配置文件由 COM 插件通过后台接收并传送至 DSP1 和 DSP2。

5.4.3 扩展插件（EXT）

该扩展插件是 CPU 插件的扩展，包括：1 个 533MHz 核心频率的高速 DSP、4 个可根据用户需求配置为光纤以太网接口或串口的通信接口，接口传输和接收数据内容可根据装置配置文件设置，可支持 IEC61850-9-1、IEC61850-9-2、GOOSE、IEC-60044，IEC-1588 等协议。

5.4.4 通信插件（COM）

通信插件的功能是完成与监控计算机或 RTU 的连接

通信插件设置了两个用于向监控计算机或 RTU 传送报告的 100M 以太网接口，可以选择双绞线方式或光纤方式，插件的背板端子及外部接线图如图 5.4.3。

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

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

2		
COM		
	3	
	4	
	2	
	1	
	201	
	202	
	203	
	204	
	205	
	206	
 485A	207	  
 485B	208	
	209	
 RXA	210	  
 TXB	211	
	212	

图 5.4.3 通信插件背板端子及外部接线图

5.4.5 输入输出插件（I/O）

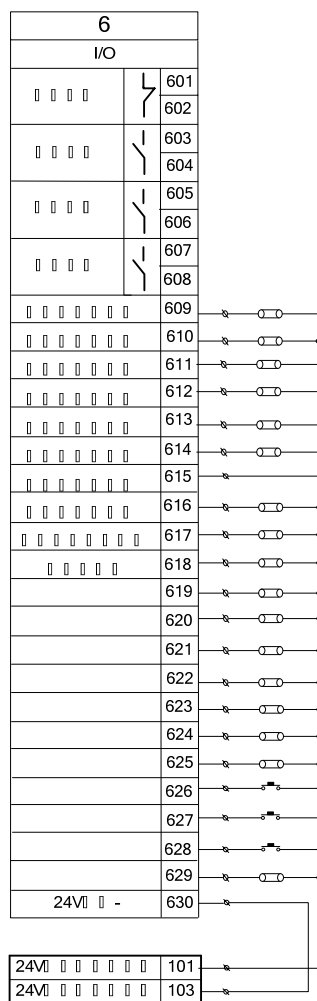


图 5.4.4 I/O 插件 1 外部接线图

电源插件输出的光耦 24V 电源，其正端（101 端子）应接至屏上开入公共端，其负端（103 端子）应与本板的 24V 光耦负（530 端子）直接相连；

609~616 分别为对应开关的跳闸出口允许硬压板开入。当开入为“0”时，装置动作后，对应的开关的跳闸动作报文不会通过 GOOSE 网络下发至 ICU(智能控制单元)，只输出本地信号节点信号。当开入为“1”且对应的软压板也投入时，则装置输出本地节点信号同时通过 GOOSE 报文下发 ICU(智能控制单元)，由 ICU 进行跳闸输出。

617 为启动冷却器的出口允许硬压板。当开入为“0”时，装置动作后，启动冷却器的报文不会通过 GOOSE 网络下发至 ICU(智能控制单元)。当开入为“1”且对应的软压板也投入时，则装置启动冷却器命令通过 GOOSE 报文下发 ICU(智能控制单元)，由 ICU 进行输出。

618 为启动失灵接点闭合的出口允许硬压板。当开入为“0”时，装置动作后，启动失灵报文不会通过 GOOSE 网络下发至 ICU(智能控制单元)。当开入为“1”且对应的软压板也投入时，则装置启动失灵通过 GOOSE 报文下发 ICU(智能控制单元)，由 ICU 进行输出。

5.4.6 输入输出插件（I/O）

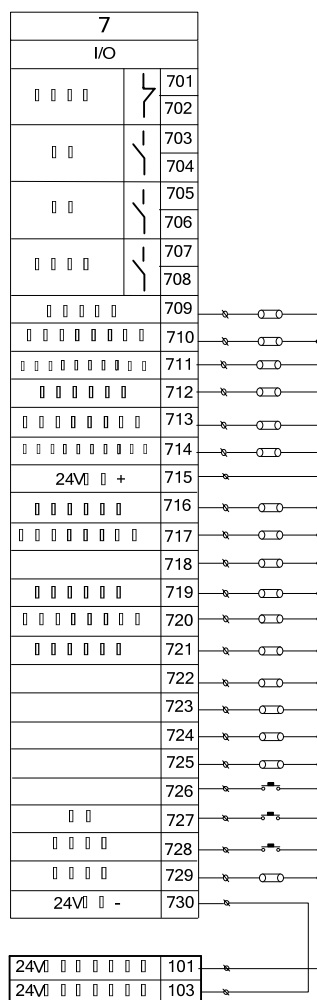


图 5.4.5 I/O 插件 2 外部接线图

电源插件输出的光耦 24V 电源，其正端（101 端子）应接至屏上开入公共端，其负端（103 端子）应与本板的 24V 光耦负（730 端子）直接相连；另外光耦 24V 正应与本板的 24V 光耦正（715 端子）相连，以便让保护监视光耦开入电源是否正常。

709～721 为保护功能投入/退出功能压板。

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

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

729 端子是投检修态输入，他的设置是为了防止在保护装置进行试验时，有关报告经 IEC60870-5-103/ IEC61850 规约接口向监控系统发送相关信息，而干扰调度系统的正常运行，一般在屏上设置一投检修态压板，在装置检修时，将该压板投上，在此期间进行试验的动作报告不会通过通信口上送，但本地的显示、打印不受影响；运行时应将该压板退出。

701~702 为装置故障告警常闭接点，装置退出运行如装置失电、内部故障时均闭合。

703~704 为装置异常告警常开接点，装置异常如 TV 断线、TWJ 异常、CT 断线等，仍有保护在运行时，发告警信号，接点闭合。

707~708 为装置保护动作信号接点，装置保护元件动作并发跳闸令后，接点闭合。

5.4.7 显示面板 (LCD)

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

5.5 装置与电子式互感器的连接

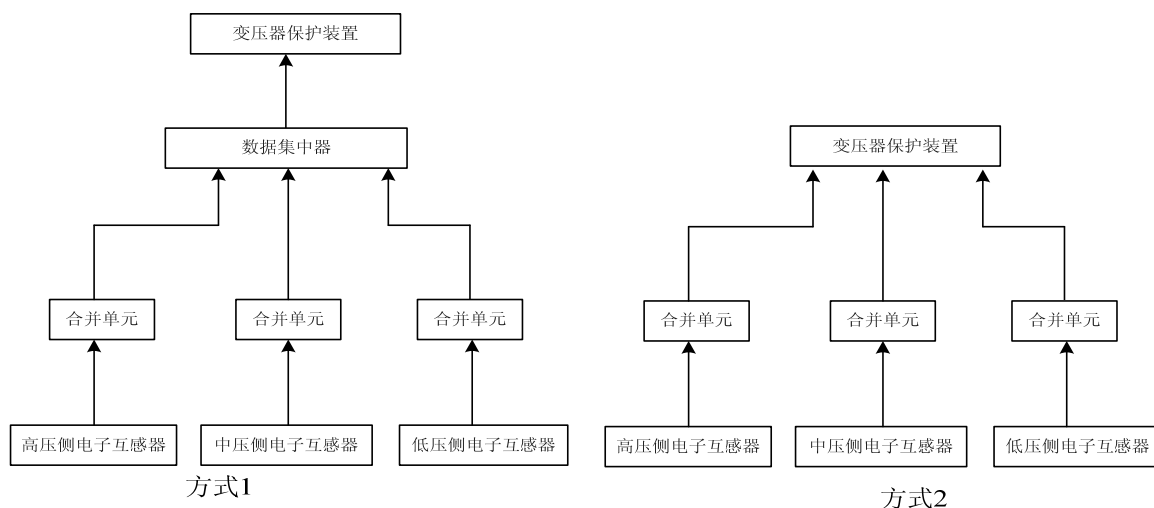


图 5.5.1 变压器保护装置与互感器的连接示意图

变压器高压侧每相配置一个电流电压互感器（ECVT），中性点需要配置 2 个 ECVT 用于采集中性点零序电流和间隙零序电流；高压侧的三相电流、三相电压、中性点零序电流及间隙零序电流共用一个合并单元；合并单元完成对各相电压、电流之间的同步。中压侧的三相电流、三相电压、中性点零序电流及间隙零序电流共用一个合并单元。低压侧的三相电流、三相电压共用一个合并单元。

方式一设置外置数据集中器集中，变压器各侧的合并单元与数据集中器相连，由数据集中器完成对变压器各侧数据的同步。

方式二变压器各侧的合并单元直接接入装置，由装置完成数据接收和同步。

保护装置用的电流、电压是通过数据集中器或合并单元输入，装置经过处理后，构成各种保护继电器。对于差动继电器，装置由软件进行 Y/△变换和各侧平衡系数的调整。

5.6 保护装置与断路器的连接

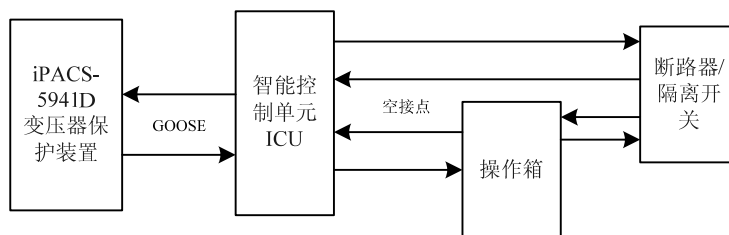


图 5.6.1 保护装置与断路器的连接示意图

保护装置通过 goose 网与智能控制单元(ICU)连接,保护装置的跳闸等命令输出到 ICU, ICU 接收到跳闸命令后起动跳闸继电器,跳闸继电器动作后输出接点给操作箱去跳断路器。ICU 同时采集从断路器/隔离开关、操作箱来的刀闸位置、跳合压力等开入量,而后通过 goose 网传送给保护装置。装置各侧 googse 报文的发送可以配置从哪路光纤以太网接口发出,装置可提供独立的以太网接口用于实现点对点跳闸输出。

附录：

附录一： iPACS-5941D 与数据集中器 IEC61850-9-1 协议通信扩展报文格式：

Header MAC		Destination address (0xFFFFFFFFFFFF)	
		Source address (0x736163000001)	
Priority tagged		TPID (0x8100)	
		TCI (0x8000)	
Ether-type PDU		Ethertype (0x88BA)	
		APPID (0x4000)	
		Length	
		reserved 1	
		reserved 2	
APDU		Tag (0x80)	
		ASDU Length ¹	
		No. of ASDUs (0x05)	
		ASDU1~ASDU5	

ASDU FORMAT

ASDU Header		Length of ASDU (12+channels*2)	
ASDU		LLName (0x02)	
		DataSetName (0x01)	
		LDName (0x00)	
		Channel 1 Data	
		Channel 2 Data	
		Channel 3 Data	
			
		Channel n-2 Data	

		Channel n-1 Data	
		Channel n Data	
		StatusWord #1 ²	
		StatusWord #2 ³	
		Sample Counter	
		Sampling rate	
		Configuration revision no (0x57)	

注 1: ASDU Length 按照 ASN.1 编码, 其中第一个字节的最高位 bit7 为 1, bit0~bit6 为 Length 总字节数减 1, 从第二个字节开始给出长度 n, 高位优先。

例: ASDU Length 编码为: 0x82 0x12 0x34 表示长度 n 字节数为 2, 数据域长度为 0x1234。

注 2: 状态字 1 表示光纤通讯是否正常, 当为置位时表示通讯中断, 从最低位开始每位代表一个通道 (注: 指一个通信接口对应的通道)。

注 3: 状态字 2 表示 FT3 数据是否正常, 当为置位时表示数据异常, 从最低位开始每位代表一个通道 (注: 指一个通信接口对应的通道, 异常指的是通道内传输的任意一个数据通道的数据的异常)。

注 4: 因为可能要传送多个间隔数据 (无法确定间隔数目), 所以无法传送额定值, 因此将 463 对应一次额定保护电流值, 11585 对应一次额定电压值和一次额定测量电流值。

数据 channels 为 48, 具体数据通道对应数据的含义如下表:

5.6.1 iPACS-5941D 与 IEC61850-9-1 协议数据集中器数据通信通道典型数据定义表:

数据通道号	数据含义	备注
Channel 1. Data	高压侧 A 相电流.保护用	
Channel 2. Data	高压侧 B 相电流.保护用	
Channel 3. Data	高压侧 C 相电流.保护用	
Channel 4. Data	高压侧 中性点电流 保护用	
Channel 5. Data		
Channel 6. Data		
Channel 7. Data		
Channel 8. Data	高压侧 A 相电压	
Channel 9. Data	高压侧 B 相电压	
Channel 10. Data	高压侧 C 相电压	
Channel 11. Data	高压侧零序电压 (自产)	
Channel 12. Data	高压侧间隙零流	
Channel 13. Data	中压侧 A 相电流.保护用	
Channel 14. Data	中压侧 B 相电流.保护用	
Channel 15. Data	中压侧 C 相电流.保护用	
Channel 16. Data	中压侧 中性点电流 保护用	
Channel 17. Data		
Channel 18. Data		
Channel 19. Data		

Channel 20. Data	中压侧 A 相电压	
Channel 21. Data	中压侧 B 相电压	
Channel 22. Data	中压侧 C 相电压	
Channel 23. Data	中压侧零序电压（自产）	
Channel 24. Data	中压侧间隙零流	
Channel 25. Data	低压侧 A 相电流.保护用	
Channel 26. Data	低压侧 B 相电流.保护用	
Channel 27. Data	低压侧 C 相电流.保护用	
Channel 28. Data	低压侧 中性点电流 保护用	
Channel 29. Data		
Channel 30. Data		
Channel 31. Data		
Channel 32. Data	低压侧 A 相电压	
Channel 33. Data	低压侧 B 相电压	
Channel 34. Data	低压侧 C 相电压	
Channel 35. Data	低压侧零序电压（自产）	
Channel 36. Data		
Channel 37. Data	低二侧 A 相电流.保护用	
Channel 38. Data	低二侧 B 相电流.保护用	
Channel 39. Data	低二侧 C 相电流.保护用	
Channel 40. Data		
Channel 41. Data		
Channel 42. Data		
Channel 43. Data		
Channel 44. Data	低二侧 A 相电压	
Channel 45. Data	低二侧 B 相电压	
Channel 46. Data	低二侧 C 相电压	
Channel 47. Data		
Channel 48. Data		

附录二：数字化保护装置与 GOOSE 网络通信虚拟开入开出定义：

iPACS591D 装置接收 GOOSE 网络虚拟开入列表：

序号	名称	来自
1	高压侧开关开入	高压侧出口开关 ICU
2	中压侧开关开入	中压侧出口开关 ICU
3	低压侧开关开入	低压侧出口开关 ICU
4	低二侧开关开入	低二侧出口开关 ICU
5	高压侧母联开入	高压侧母联开关 ICU
6	中压侧母联开入	中压侧母联开关 ICU
7	低压侧分段开入	低压侧分段开关 ICU
8	低二侧分段开入	低二侧分段开关 ICU
9	本体 ICU 开入	本体 ICU

注：装置接收 GOOSE 网络上各个 ICU 的开入仅仅用于显示，不参与逻辑

iPACS591D 装置 GOOSE 网络虚拟开出说明：

iPACS591D 装置向 GOOSE 网络发送两种类型的 GOOSE 报文，即起动报文和开关量输出报文，这两种报文具体的开出定义和接收方详见下述。

GOOSE 报文类型：起动报文

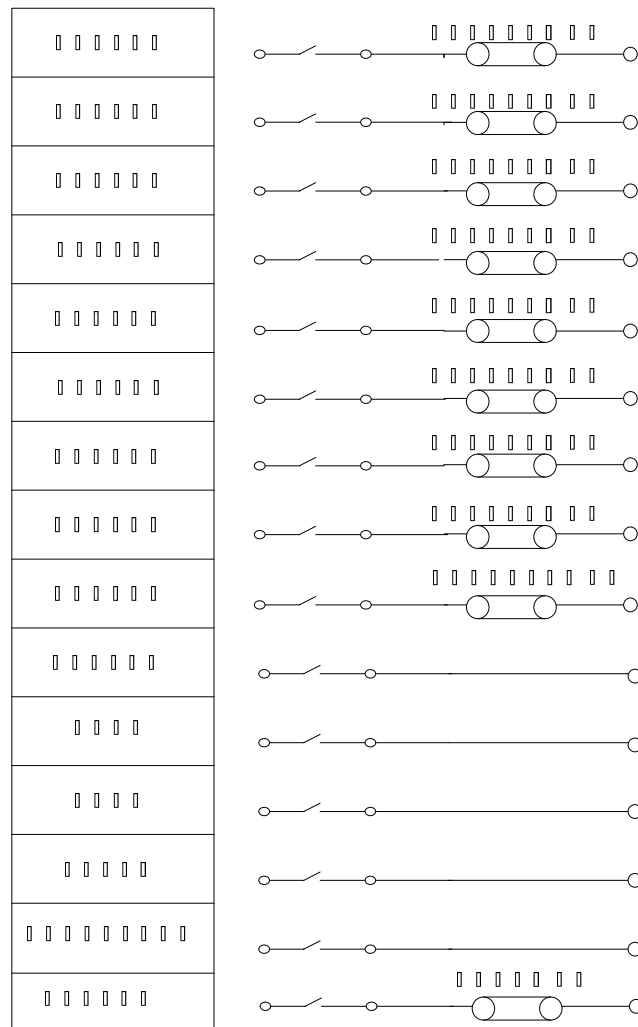
序号	开关量名称	去向
1	装置起动	1、变压器高压侧出口开关 ICU 2、变压器中压侧出口开关 ICU 3、变压器低压侧出口开关 ICU 4、变压器低二侧出口开关 ICU 5、变压器高压侧母联开关 ICU 6、变压器中压侧母联开关 ICU 7、变压器低压侧分段开关 ICU 8、变压器低二侧分段开关 ICU

GOOSE 报文类型：开关量输出报文

序号	开关量名称	去向
1、	跳高压侧开关	1、变压器高压侧出口开关 ICU
2、	跳中压侧开关	1、变压器中压侧出口开关 ICU
3、	跳低压侧开关	1、变压器低压侧出口开关 ICU
4、	跳低二侧开关	1、变压器低二侧出口开关 ICU
5、	跳高压侧母联	1、变压器高压侧母联开关 ICU 2、高压侧备自投（闭锁备投）
6、	跳中压侧母联	1、变压器中压侧母联开关 ICU 2、中压侧备自投（闭锁备投）
7、	跳低压侧分段	1、变压器低压侧分段开关 ICU 2、低压侧备自投（闭锁备投）
8、	跳低二侧分段	1、变压器低二侧分段开关 ICU 2、低二侧备自投（闭锁备投）
9、	起动风冷出口	1、变压器本体 ICU（不须起动报文即可动作）
10、	闭锁调压出口	1、变压器本体 ICU（不须起动报文即可动作）
11、	复压动作	1、母差保护（解除失灵保护的复压闭锁）

12、	保护动作	1、录波器 2、变压器测控装置
13、	过负荷报警	1、录波器 2、变压器测控装置
14、	变压器低压侧零序过压报警	1、录波器 2、变压器测控装置
15、	起动失灵	1、母差保护（起动失灵）

变压器保护跳闸都是作用于 ICU 的“起动失灵闭锁重合闸”接点（ICU 的 909-910）。



图二 虚拟开出连接示意图

!!! 上图中示意压板均设置有对应软压板和硬压板，软压板和硬压板均投入才表示该压板处于投入状态