

709



AM5SE-T2 配电变主后合一 微机保护测控装置

安装使用说明书 V1.1

安科瑞电气股份有限公司

申 明

版权所有，未经本公司之书面许可，此手册中任何段落，章节内容均不得被摘抄、拷贝或以任何形式复制、传播，否则一切后果由违者自负。

本公司保留一切法律权利。

本公司保留对本手册所描述之产品规格进行修改的权利，恕不另行通知。
订货前，请垂询当地代理商以获悉本产品的最新规格。

目 录

第一章 使用说明.....	1
1 装置介绍.....	1
1.1 概述.....	1
1.2 特点.....	1
2 技术参数.....	2
2.1 额定参数.....	2
2.2 主要技术性能.....	3
2.3 正常工作环境条件.....	4
2.4 绝缘性能.....	4
2.5 电磁兼容性能.....	4
3 装置操作说明.....	5
3.1 前面板说明.....	5
3.2 按键说明.....	5
3.3 菜单说明.....	6
4 装置外形尺寸及安装方法.....	16
4.1 外形及开孔尺寸.....	16
4.2 安装方法.....	16
5 装置事件记录清单.....	17
第二章 技术说明.....	21
1 AM5SE-T2 配电变主后合一保护测控装置.....	21
1.1 功能简介.....	21
1.2 保护原理.....	22
1.3 定值表.....	34
1.4 接线方式.....	38
1.5 调试方法.....	40
1.6 二次原理图.....	52
2 维护及其他问题处理.....	56

第一章 使用说明

1 装置介绍

1.1 概述

AM5SE-T2 配电变主后合一微机保护测控装置（以下简称装置）集保护、控制、测量、通讯和监视功能于一体，资源丰富、配置完善、维护方便、性能稳定，适用于 35kV 及以下电压等级电力系统的保护和测控，实现主变保护。应用领域覆盖电力、水利、交通、石油、化工、煤炭、冶金等行业。

装置硬件设计采用可靠性配置，软件配以专门的保护算法，抗干扰性能强，可靠性高，保护实现方式灵活，能与 Acrel-2000Z 电力监控系统配套使用，为电力系统的安全可靠运行提供保障。

1.2 特点

► 高性能的硬件平台

装置采用主频为 168MHz 的处理器，16 位同步采样 A/D，每周波 48 点高速采样、实时并行计算；配置 512K 字节 Flash、（192+4）K 字节 Sram、外置 4M 字节 NorFlash、外置 512K 字节 Sram，硬件资源充足，可靠性高。

► 统一的硬件设计和完善的保护功能

装置硬件包括电源模块、CPU 模块、开入开出模块、控制回路模块、模拟量采集、通讯模块等采用模块化设计，通用性强。在同一硬件平台上针对不同对象进行保护功能设计，实现 35kV 及以下电压等级的电力系统保护，适用于主变（一般容量 2000kVA 以上）设备的保护和自动控制功能。

► 丰富的接口资源

14 路交流电压/电流通，测量三相高侧电流、三相低侧电流、一路零序电流、三相电压、零序电压、有功功率、无功功率、功率因数、频率、有功电能、无功电能。保护电流的测量不仅反映基波，还可以通过逻辑可编程软件增加测量 2~10 次谐波，具有带谐波制动的保护功能。

独立操作回路，可自适应 0.25~5A 开关跳合闸电流；

2 路 4~20mA 直流模拟量变送输出，可通过逻辑可编程软件自定义变送量；

20 路有源开关量输入通道、10 路独立无源开关量输出通道；

2 路 RS485 串行通讯接口，支持 IEC60870-5-103、Modbus-RTU 规约；

2 路以太网接口，支持 TCP IEC60870-5-103、TCP Modbus-RTU 规约；

GPS 对时功能，支持 IRIG-B 对时方式（RS485 接口）；

1 个 UBS 接口，可通过 U 盘升级装置程序，也可导出装置的定值、故障录波数据，方便故障分析；

1 个 RS232 接口，可通过 USB 转 232 数据线升级装置程序，还可上传装置定值、动作事件信息和故障录波数据，方便现场事故分析。

➤ 人性化

装置采用全汉化大屏幕液晶显示，人机界面清晰易懂。

灵活、舒适的按钮设计，菜单式操作简单、便捷。

保护功能的出口可通过跳闸矩阵进行设置，方便用户选择要动作的继电器。

配备计算机界面的调试与分析软件，调试及维护简单方便。

➤ 透明化

实时记录交流量、开入量、开出量和所有保护模块的状态。

装置记录内部各元件动作行为、动作时间和录波数据，共可记录 16 条故障录波，每条录波可触发 12 次录波，每次录波可录故障前 8 个周波、故障后 4 个周波波形，共计 46s。每个采样点录波至少包含 12 个模拟量、10 个开关量波形。

➤ 可靠性设计

装置采用全图形编程技术设计每个保护功能，以提高程序的可靠性及正确性。

软硬件具有持续完善的自检功能，抗干扰性能好，装置通过多项电磁兼容检测认证，电快速瞬变脉冲群、静电放电、浪涌抗干扰性能均达到 IV 级标准。

2 技术参数

2.1 额定参数

2.1.1 工作电源

额定电压：AC/DC 220V 或 AC/DC 110V

范 围：额定电压×（1±20%）

功 耗：≤15 VA

2.1.2 输入激励电压

额 定 值：线电压 AC 100V 或相电压 $100/\sqrt{3}$ V

测量范围：0.1V~120V

准 确 度：±1%

功率损耗：每相功率损耗不大于 0.5VA

过载能力：1.2 倍额定电压，连续工作；

2 倍热过载，允许 10s。

2.1.3 输入激励电流（保护电流）

额定值：AC 5A 或 1A

测量范围：0.04I_n~20I_n

功率损耗：每相功率损耗不大于 0.5VA

过载能力：2 倍额定电流，连续工作；
40 倍额定电流，允许 1s。

2.1.4 输入激励电流（测量电流）

额定值：AC 5A 或 1A

测量范围：0.04I_n~1.2I_n

功率损耗：每相功率损耗不大于 0.5VA

过载能力：1.5 倍额定电流，连续工作；
4 倍额定电流，允许 1s。

2.1.5 频率

额定频率：50Hz 或 60Hz

频率范围：40~70Hz

准确度：±0.1Hz

2.1.6 开关量输入

额定电压：AC/DC 220V 或 AC/DC 110V

电压范围：额定电压×（1±20%）

功率消耗：每通道功率消耗≤1W（DC220V）

2.1.7 开关量输出

机械寿命：≥10000 次

接通容量：≥1000W, L/R = 40ms

导通电流：连续≥5A，短时（200ms）≥30A

断开容量：≥30W, L/R = 40ms

2.2 主要技术性能

电压元件：整定值容许误差应不大于±3%；过压返回系数 0.95，欠压返回系数 1.05；

电流元件：整定值容许误差应不大于±3%；过流返回系数 0.95，欠流返回系数 1.05；

频率元件：整定值容许误差应不大于±0.02 Hz；

比较元件：过量比较元件返回系数为 0.95，欠量比较元件返回系数 1.05；
 反时限元件：反时限动作时间误差为±5%或±40ms；返回系数：0.95；
 时间元件：延时时间 2s 内误差≤40ms；延时时间大于 2s，误差≤（2%）整定值±40ms；
 差动保护：

动作时间：差动速断 <25ms（1.5 倍整定值）
 比例差动 <35ms（2 倍整定值，无涌流制动）
 电流定值误差不大于±3%。
 比率差动制动系数一折段固定 0.5，二折段固定 0.7。

2.3 正常工作环境条件

环境温度：-10℃～+55℃；
 装置的贮存、运输允许的环境温度为-25℃～+70℃；
 相对湿度：5%～95%（产品内部不凝露，不结冰）；
 海拔高度：≤2500m；
 防护等级：IP20。

2.4 绝缘性能

绝缘电阻：>100MΩ, 500Vdc
 介质强度：回路和地之间，独立回路之间：工频耐压 2kV
 冲击电压：±5kV(1.2/50 μs, 0.5J)

2.5 电磁兼容性能

	试验项目	要求
1	辐射发射限值检验	满足 GB/T 14598.26-2015 规定
2	传导发射限值检验	满足 GB/T 14598.26-2015 规定
3	射频电磁场辐射抗扰度	满足 GB/T 14598.26-2015 规定，严酷等级 10V/m
4	静电放电抗扰度	满足 GB/T 14598.26-2015 规定，严酷等级为 IV 级
5	射频场感应传导骚扰抗扰度	满足 GB/T 14598.26-2015 规定，严酷等级骚扰电平 10V
6	电快速瞬变脉冲群抗扰度	满足 GB/T 14598.26-2015 规定，严酷等级为 A 级
7	慢速阻尼振荡波抗扰度	满足 GB/T 14598.26-2015 规定，共模 2.5kV，差模 1kV
8	浪涌抗扰度	满足 GB/T 14598.26-2015 规定，严酷等级为 IV 级
9	交流和直流电压暂降中断影响试验	满足 GB/T 14598.26-2015 规定
10	工频磁场抗扰度	满足 GB/T 14598.26-2015 规定，严酷等级为 IV 级

3 装置操作说明

3.1 前面板说明

装置的人机交互主要在面板上进行，包括四个部分：液晶显示、LED 灯指示、按键和 RS232（DB9）维护口。

液晶显示屏采用 256*160 点阵，可以显示测量电流、电压、功率等电参量实时值，遥信量，事件记录，装置参数，定值参数，时间，装置版本号信息等。

LED 灯用来指示装置的运行状态、保护动作等信息，具体指示内容可根据用户需要进行任意配置，图 3.1 中为出厂默认配置。



图 3.1 AM5SE-T2 前面板

3.2 按键说明

按键包括上、下、左、右、确认键、返回键及功能键，实现人机交互功能。

表 3.2 按键功能说明

按键	主要功能	按键	主要功能
	主菜单		向上移动选项或数字增大
	复归		向下移动选项或数字减小
	返回		向左移动选项或页面前翻
	确认		向右移动选项或页面后翻
	事件记录查看		保留

3.3 菜单说明

装置上电即进入主界面，主界面分四个界面显示：运行界面、遥测界面、遥信界面、DO 配置界面，如图 3.2~3.5 所示。各个界面之间可以通过左右键来切换显示。

AM5SE-T2		
I_IA:	000.00	A
I_IB:	000.00	A
I_IC:	000.00	A
II_IA:	000.00	A
II_IB:	000.00	A
II_IC:	000.00	A
UAB:	000.00	kV
UBC:	000.00	kV
UCA:	000.00	kV
	000.00	Hz

图 3.2 运行界面

遥测	当前值	单位
IdA	000.000	A
IdB	000.000	A
IdC	000.000	A
IrA	000.000	A
IrB	000.000	A
IrC	000.000	A

遥测	当前值	单位
IdA_H2	000.000	A
IdB_H2	000.000	A
IdC_H2	000.000	A
I_IA	000.000	A
I_IB	000.000	A
I_IC	000.000	A

遥测	当前值	单位
II_IA	000.000	A
II_IB	000.000	A
II_IC	000.000	A
I0	000.000	A
3I0	000.000	A
IcA	000.000	A

遥测	当前值	单位
IcB	000.000	A
IcC	000.000	A
UAB	000.000	V
UBC	000.000	V
UCA	000.000	V
U0	000.000	V

遥测	当前值	单位
U2	000.000	V
Fr	000.000	Hz
dF	000.000	Hz/s
P	000.000	kW
Q	000.000	kVar
S	000.000	kVA

遥测	当前值	单位
PF	000.000	
Ep	000.000	kWh
Eq	000.000	kVarh
Es	000.000	kVAh
A0_1	000.000	mA
A0_2	000.000	mA

遥测	当前值	单位
QFcnt	000.000	
IA1_H2	000.000	A
IB1_H2	000.000	A
IC1_H2	000.000	A
IA2_H2	000.000	A
IB2_H2	000.000	A

遥测	当前值	单位
IC2_H2	000.000	A
IA1_H3	000.000	A
IB1_H3	000.000	A
IC1_H3	000.000	A
IA2_H3	000.000	A
IB2_H3	000.000	A

遥测	当前值	单位
IC2_H3	000.000	A
I Ie/IE	000.000	A
II Ie	000.000	A
I Bc	000.000	
II Bc	000.000	
Ig1	000.000	A

遥测	当前值	单位
Ig2	000.000	A
K1	000.000	
K2	000.000	

图 3.3 遥测界面

遥信	状态	遥信	状态	遥信	状态
断路器合位	分	变压器门开	分	合位监视	分
断路器分位	分	温控器故障	分	分位监视	分
运行位置	分	非电量	分	手合监视	分
试验位置	分	信号复归	分		
接地刀闸	分	手动分闸	分		
远方指示	分	手动合闸	分		
弹簧未储能	分	检修状态	分		
轻瓦斯	分	差动保护硬压板	分		
重瓦斯	分	断电检测	分		
压力释放	分	开出自检	分		
高温	分	合后位置	分		
超温	分	手分监视	分		

图 3.4 遥信界面

遥信界面中的遥信量“断路器合位/断路器分位”可选择由断路器辅助触点或操作回路的合位监视/分位监视关联；遥信量“远方指示”，当装置处于远方状态时，开入量“远方指示”显示“合”，当装置处于就地状态时，开入量“远方指示”显示“分”。

DO类型	映射关系	DO类型	映射关系	DO类型	映射关系
遥控合闸	00000 00000 00010 0	零流保护	00001 00000 10000 0	温控器故障跳闸	00001 00000 10000 0
遥控跳闸	00000 00000 00100 0	过负荷跳闸	00001 00000 10000 0	非电量跳闸	00001 00000 10000 0
比率差动保护	00110 00000 10000 0	超温跳闸	00001 00000 10000 0	负序过流跳闸	00001 00000 10000 0
差动速断保护	00110 00000 10000 0	重瓦斯跳闸	00001 00000 10000 0	零序过压跳闸	00001 00000 10000 0
过流一段	00001 00000 10000 0	门误开跳闸	00001 00000 10000 0	自产零流保护	00001 00000 10000 0
过流保护	00001 00000 10000 0	压力释放跳闸	00001 00000 10000 0	事故总信号	00000 00000 00001 0
告警信号	00000 00100 00000 0	过流保护信号	00000 01000 00000 0	零序过压告警	00000 00100 00000 0
保护动作信号	00000 01000 10000 0	零流保护信号	00000 01000 00000 0		
装置失电	00000 00010 00000 0	超温信号	00000 01000 00000 0		
开出测试	11111 11111 11111 1	重瓦斯信号	00000 01000 00000 0		
合闸闭锁	00000 00000 00000 0	高温告警	00000 00100 00000 0		
过流一段信号	00000 01000 00000 0	温控故障告警	00000 00100 00000 0		

图 3.5 DO 配置界面

DO 类型界面中，保护功能与开出量的映射关系如下表中 1-16 位二进制数表示。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

其中，1~10 分别表示无源开出 DO1~DO10；11~16 分别表示经操作回路的保护跳闸、保护合闸、遥控跳闸、遥控合闸、事故总信号、合闸闭锁。序号 1~16 其中一个若为 1 时，表示保护功能配置到该出口；若为 0 时，表示未配置到该出口。

3.3.1 快速导航

装置菜单为多级菜单，在任一幅主界面里按“主菜单”键或者“确认”键即进入主菜单，主菜单分为 8 个子菜单，如图 3.6，由子菜单名称、图标构成。选定任一子菜单后按“确认”键进入菜单，按“返回”键返回上级菜单。图 3.7 为装置的快速导航示意图，可以依据该图迅速查找相关参数。



图 3.6 主菜单

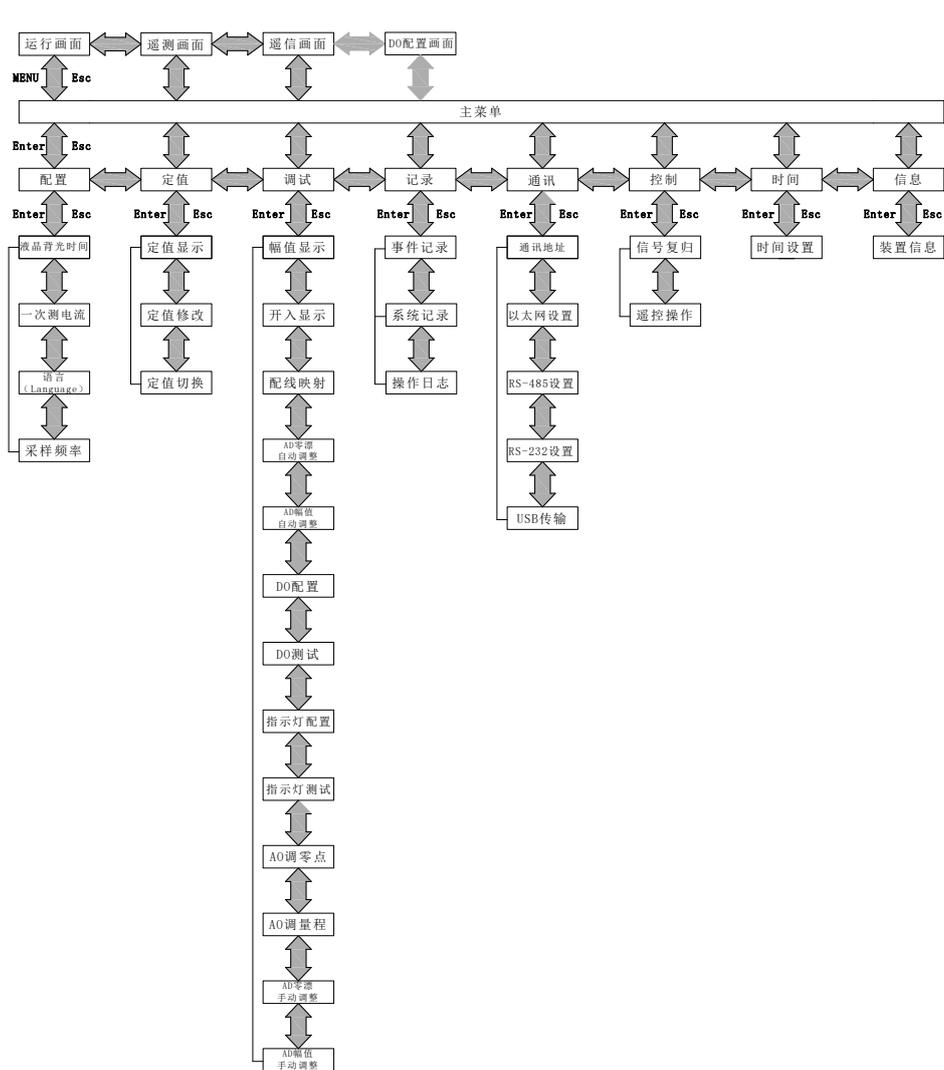


图 3.7 快速导航示意图

3.3.2 配置

“配置”菜单可以设置液晶背光时间，如图 3.8，修改完成后，按“确认”键退出修改，再按“返回”键返回，装置会跳出数据保存界面，如图 3.9，按“确认”键保存修改并返回主菜单，按“返回”键不保存修改且返回主菜单。

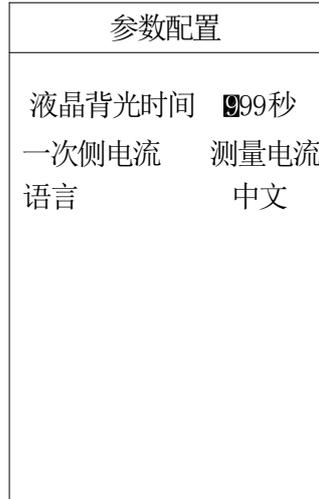


图 3.8 液晶背光时间设置



图 3.9 数据保存提示

3.3.3 定值

“定值”菜单里有定值显示、定值修改、定值切换三个子菜单，如图 3.10。

3.3.3.1 定值显示

“定值显示”菜单中有选择定值区、运行定值区两个子菜单。选择定值区里有四组有效定值，分别为 00、01、02、03 四个区号，选择相应区号，如图 3.11，按“确认”键进入定值显示。所有定值分页显示，按左右键可分页查看，如图 3.12。运行定值区里显示装置当前运行的定值区。

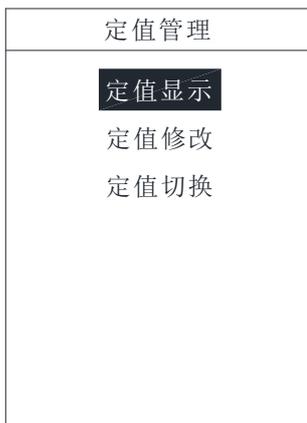


图 3.10 定值菜单



图 3.11 设置选择定值区

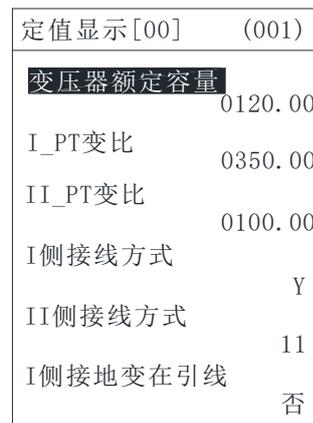


图 3.12 定值显示

3.3.3.2 定值修改

“定值修改”菜单有选择定值区、运行定值区两个子菜单，该菜单初始密码为“0008”。

在选择定值区内设置需修改的定值区号，按“确认”键进入定值修改界面。这里分页显示所有定值信息，可通过上下左右键选择需修改的定值，先按“确认”键，再按上下键设置

修改内容，如图 3.14。修改完成后，按“确认”键确定，再对下一个需修改的定值进行修改，待全部定值修改完成后，再按“返回”键退出，这时若数据有改动，则装置会弹出同图 3.9 所示的数据保存对话框，按“确认”键保存修改并返回定值管理菜单，按“返回”键不保存且返回定值管理菜单。

运行定值区只显示装置当前运行的定值区号，这里不做修改。

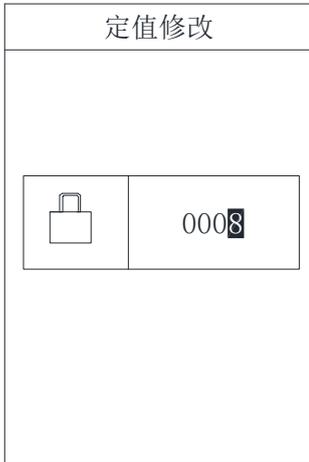


图 3.13 输入密码对话框

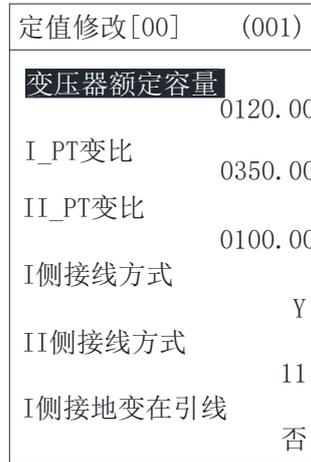


图 3.14 定值修改

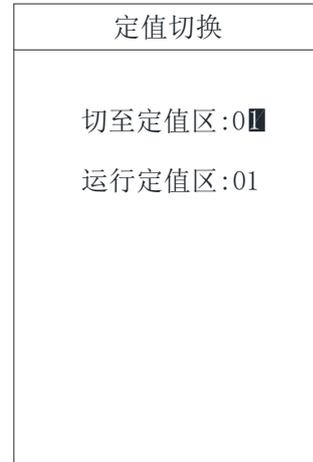


图 3.15 定值切换

3.3.3.3 定值切换

“定值切换”菜单有切至定值区、运行定值区两个子菜单，该菜单初始密码为“0008”。切至定值区内有 00-03 四个有效定值区可供切换，设置好后，按“确认”键确定，再按“返回”键返回主菜单。运行定值区将显示当前运行的定值区号，如图 3.15。

3.3.4 调试

“调试”菜单用于装置出厂前的测试，可对装置进行零漂调整、幅值调整、继电器输出测试、指示灯输出测试、指示灯颜色配置、继电器输出配置。

该菜单功能使用时请与制造商联系。

3.3.5 记录

“记录”菜单中可以查看事件记录、出错记录两类信息。

3.3.5.1 事件记录

“事件记录”菜单可显示事件序号、事件总数、事件代码、事件发生时间、事件名称、动作类型（动作或告警）等信息。如果是保护动作引起的事件记录，还会记录事件发生时刻动作元件动作值和时间，如图 3.16 所示。装置可保存大于 200 条事件记录。

3.3.5.2 系统记录

“系统记录”菜单可显示出错序号、出错总数、出错时间、出错名称、出错码等信息，如图 3.17 所示。装置可保存大于 200 条记录。

事件记录	
事件序号	[003/088] (001)
事件总数	2018-06-10
	13:52:40.0117
	过流二段保护
	[动作]
事件参数	
A相电流	0005.00 A
B相电流	0004.99 A
C相电流	0004.98 A

图 3.16 事件记录画面

出错记录
[003/099]
2018-06-10
13:56:40
软件属性初始化
出错码：0x00000003

图 3.17 出错记录画面

3.3.5.3 操作日志

如图 3.18 所示，“操作日志”菜单记录装置所有的操作行为、设置变更行为等信息。

系统日志	[001/033]
20011223-123456.0123	
Device power on/off	
ON	

图 3.18 日志记录画面

3.3.6 通讯

“通讯”菜单可设置装置通讯地址及通讯方式，如图 3.19。装置通讯地址设置如图 3.20 所示，通讯方式有以太网接口、RS485 接口、RS232 接口、USB 接口共 4 种接口的设置。

如图 3.21、3.22 和表 3.3，可设置两路以太网口（A 网和 B 网）通讯参数。

表 3.3 以太网口通讯参数设置

本地 TCP 端口	按需设置，同一网内可设为相同
本地 TCP 模式	按需设置，同一网内可设为相同

本地 UDP 端口	按需设置，同一网内可设为相同
本地 Mac 地址	同一网内不可重复
本地 IP 地址	同一网内不可重复
远程 IP 地址	即后台机的 IP 地址，同一网内可设为相同
远程 TCP 端口	即后台机的端口，同一网内可设为相同
网关	按需设置，同一网内可设为相同
子网掩码	按需设置，同一网内可设为相同

如图 3.23，可设置两路 RS485 口（com1 和 com2）通讯参数。

如图 3.24，可设置 RS232 口（com3）通讯参数，实现装置程序升级。

如图 3.19，可直接进入“USB 设置”菜单进行装置的程序升级。**该菜单功能使用时请与制造商联系。**

通讯参数可从表 3.4 选择参数进行设置。设置完成后先按“返回”键退出，然后按“确认”键保存后再按“返回”键返回主菜单。

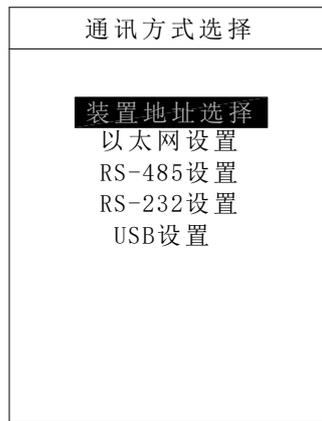


图 3.19 通讯设置界面



图 3.20 装置地址设置界面

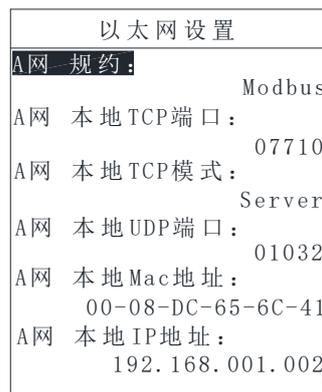
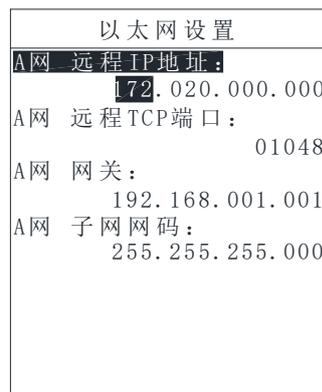


图 3.21 以太网（A网）设置界面



以太网设置		以太网设置	
B网 规约:	Modbus	B网 远程IP地址:	172.021.000.000
B网 本地TCP端口:	07720	B网 远程TCP端口:	01048
B网 本地TCP模式:	Server	B网 网关:	192.168.001.001
B网 本地UDP端口:	01032	B网 子网网码:	255.255.255.000
B网 本地Mac地址:	00-08-DC-65-6C-42		
B网 本地IP地址:	192.168.001.003		

图 3.22 以太网 (B网) 设置界面

RS485设置		RS232设置	
COM1 规约	Modbus	COM3 规约	Modbus
COM1 波特率	19200	COM3 波特率	115200
COM1 数据位	8	COM3 数据位	8
COM1 停止位	1	COM3 停止位	1
COM1 校验方式	无校验	COM3 校验方式	无校验
COM2 规约	Modbus		
COM2 波特率	19200		
COM2 数据位	8		
COM2 停止位	1		
COM2 校验方式	无校验		

图 3.23 RS485 设置界面

图 3.24 RS232 设置界面

表 3.4 通讯参数设置

设置量	参数
装置地址	0~255
波特率	110、300、600、1200、2400、4800、9600、14400、19200、38400、56000、57600、115200、128000、256000
数据位	8、9
停止位	1、1.5、2
校验方式	无校验、偶检验、奇校验
规约选择	Modbus-RTU、IEC103、IEC101、LoopBk
本地 TCP 模式	Server、Client

3.3.7 控制

“控制”菜单用于装置出厂前的测试，可对装置进行遥控分闸、遥控合闸、及信号复归操作。

该菜单功能使用时请与制造商联系。

3.3.8 时间

“时间”菜单用于修改时钟。如图 3.25，时间设置完成后按“确认”键即修改成功，再按“返回”键返回主菜单。

3.3.9 信息

“信息”菜单可显示装置的基本信息包括装置名称、软件版本号、校验码、硬件配置生成时间、软件配置生成时间、保护逻辑图生成时间及逻辑图版本号等，如图 3.26 所示。

装置时间
2023-11-30 14:56:40
2023-11-30 13:56:40

图 3.25 时间设置

装置信息
AM5SE-T2
版本号：1.34
校验码：0x1f37
2023-11-22_10:54:45
硬件配置： 2023-11-24_16:01:11
软件配置： 2023-11-24_16:01:16
逻辑版本：V0330 1.00
2023-11-24_16:09:40

图 3.26 装置信息

4 装置外形尺寸及安装方法

4.1 外形及开孔尺寸

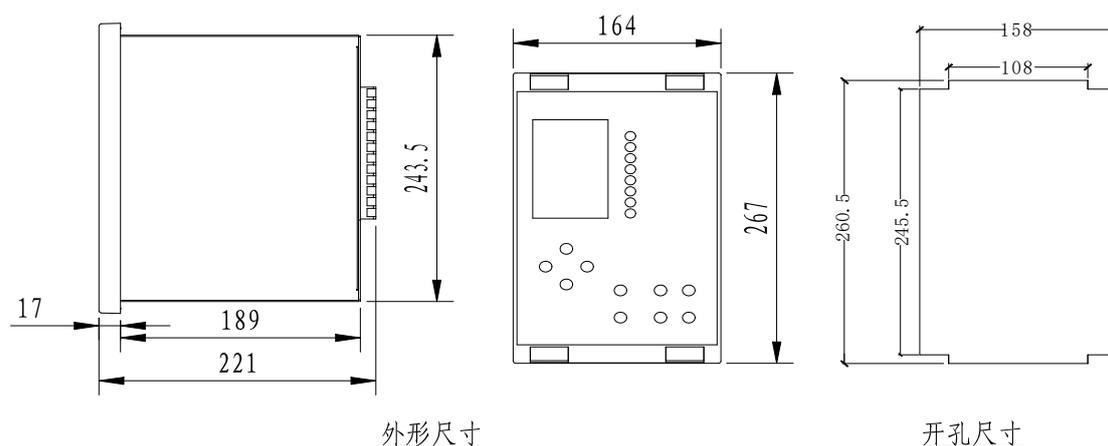


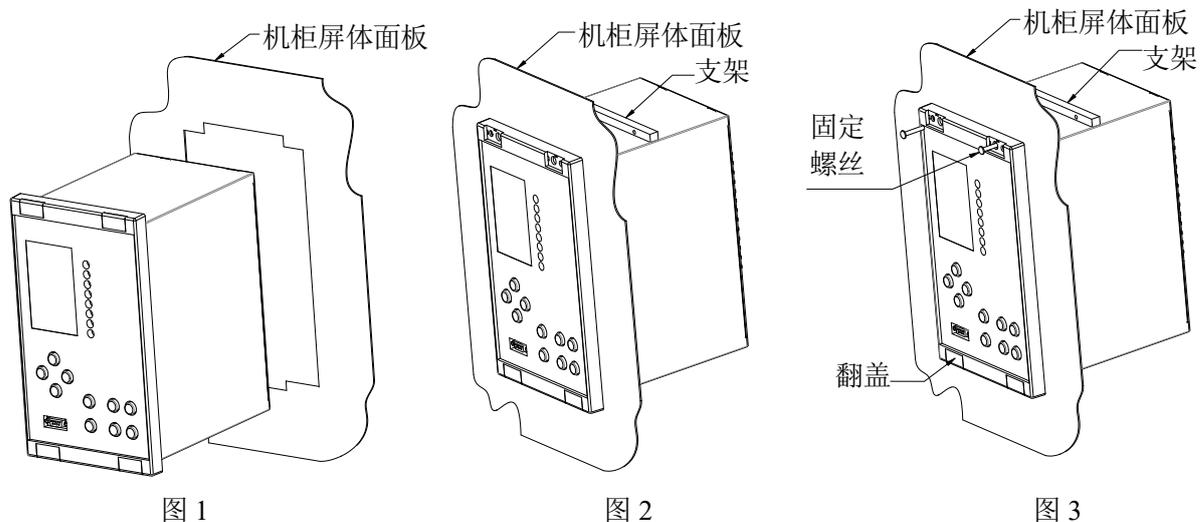
图 4.1 外形及开孔尺寸图

注：1、方孔尺寸为 245.5*158；
2、开孔尺寸以毫米（mm）为单位。

4.2 安装方法

装置采用面板嵌入式安装，首先在屏体面板上按开孔尺寸开孔，如图 1。再将装置按图 2 所示放入开孔中，直到装置面板靠住机柜的面板。将支架放置于机柜面板的内部（上下各

有一个支架），如图 3，旋转 4 个固定螺丝，使装置牢固固定在机柜面板上，最后盖上 4 个翻盖即可。（翻盖上方有小缺口，拆卸时需用一字螺丝刀插入小缺口将翻盖取下。）



5 装置事件记录清单

表 1.1 AM5SE-T2 事件记录

AM5SE-T2 事件记录				
事件代码	事件名称	参数名称	参数值	参数单位
0	过流一段保护	A 相电流	浮点数	A
		B 相电流	浮点数	A
		C 相电流	浮点数	A
1	过流二段保护	A 相电流	浮点数	A
		B 相电流	浮点数	A
		C 相电流	浮点数	A
2	过流三段保护	A 相电流	浮点数	A
		B 相电流	浮点数	A
		C 相电流	浮点数	A
5	A 相反时限过流保护	时间	浮点数	s
		A 相电流	浮点数	A
		B 相电流	浮点数	A
		C 相电流	浮点数	A
6	B 相反时限过流保护	时间	浮点数	s
		A 相电流	浮点数	A
		B 相电流	浮点数	A
		C 相电流	浮点数	A
7	C 相反时限过流保护	时间	浮点数	s
		A 相电流	浮点数	A
		B 相电流	浮点数	A
		C 相电流	浮点数	A
8	I01 过流一段	I01	浮点数	A
9	I01 过流二段	I01	浮点数	A

12	I01 反时限	时间	浮点数	s
		I01	浮点数	A
17	手动合闸	——	——	——
18	手动分闸	——	——	——
19	过负荷跳闸	最大相电流	浮点数	A
20	负序过流一段保护	负序电流	浮点数	A
		最大相电流	浮点数	A
21	负序反时限保护	时间	浮点数	s
		负序电流	浮点数	A
28	零序过电压保护/自产零序过压保护	零序电压	浮点数	V
31	重瓦斯跳闸	——	——	——
32	压力释放跳闸	——	——	——
33	超温跳闸	——	——	——
34	非电量 1 跳闸/计量门 1 跳闸	——	——	——
50	FC 闭锁	A 相电流	浮点数	A
		B 相电流	浮点数	A
		C 相电流	浮点数	A
51	变压器门误开跳闸	——	——	——
52	遥控合闸	——	——	——
53	遥控分闸	——	——	——
77	温控器故障跳闸	——	——	——
78	自产 3I0 保护一段跳闸	A 相电流	浮点数	A
		B 相电流	浮点数	A
		C 相电流	浮点数	A
		3I0	浮点数	A
79	自产 3I0 保护二段跳闸	A 相电流	浮点数	A
		B 相电流	浮点数	A
		C 相电流	浮点数	A
		3I0	浮点数	A
80	过负荷告警	最大相电流	浮点数	A
81	I 母 PT 断线告警 (AM5、AM4-U)	UAB	浮点数	V
		UBC	浮点数	V
		UCA	浮点数	V
		负序电压	浮点数	V
82	控故障告警	——	——	——
83	负序过流二段告警	负序电流	浮点数	A
		最大相电流	浮点数	A
87	I 母零序过压告警 (AM5\AM4-U1)	零序电压	浮点数	V
88	轻瓦斯告警	时间	浮点数	s
89	高温告警	时间	浮点数	s
105	I01 过流二段告警	时间	浮点数	s
		I01	浮点数	A

111	负序过流一段告警	负序电流	浮点数	A
		最大相电流	浮点数	A
112	超温保护告警	时间	浮点数	s
113	重瓦斯保护告警	时间	浮点数	s
114	失压告警	最大线电压	浮点数	V
115	I02 过流一段告警	时间	浮点数	s
		I02	浮点数	A
117	门开告警	时间	浮点数	s
119	非电量 1 告警			s
130	压力释放告警	---	---	---
150	DI1 变位	---	---	---
151	DI2 变位	---	---	---
152	DI3 变位	---	---	---
153	DI4 变位	---	---	---
154	DI5 变位	---	---	---
155	DI6 变位	---	---	---
156	DI7 变位	---	---	---
157	DI8 变位	---	---	---
158	DI9 变位	---	---	---
159	DI10 变位	---	---	---
160	DI11 变位	---	---	---
161	DI12 变位	---	---	---
162	DI13 变位	---	---	---
163	DI14 变位	---	---	---
164	DI15 变位	---	---	---
165	DI16 变位	---	---	---
166	DI17 变位	---	---	---
167	DI18 变位	---	---	---
168	DI19 变位	---	---	---
169	DI20 变位	---	---	---
170	合后位置变位	---	---	---
171	合位监视变位	---	---	---
172	分位监视变位	---	---	---
173	防跳监视变位	---	---	---
174	装置上电	---	---	---
221	事故总信号	---	---	---
241	负序过流二段跳闸	负序电流	浮点数	A
		最大相电流	浮点数	A
242	差动总启动标志	---	---	---
243	差动速断保护	动作时间	浮点数	s
		A 相差流	浮点数	A
		B 相差流	浮点数	A
		C 相差流	浮点数	A

		A相制动	浮点数	A
		B相制动	浮点数	A
		C相制动	浮点数	A
244	比率差动保护	动作时间	浮点数	s
		A相差流	浮点数	A
		B相差流	浮点数	A
		C相差流	浮点数	A
		A相制动	浮点数	A
		B相制动	浮点数	A
		C相制动	浮点数	A
245	差流越限	A相差流	浮点数	A
		B相差流	浮点数	A
		C相差流	浮点数	A
264	差动保护长期启动	A相差流	浮点数	A
		B相差流	浮点数	A
		C相差流	浮点数	A
267	I侧CT断线告警	---	---	---
268	II侧CT断线告警	---	---	---
364	自产3I0保护二段跳闸	A相电流	浮点数	A
		B相电流	浮点数	A
		C相电流	浮点数	A
		3I0	浮点数	A
964	3I0反时限	时间	浮点数	s
		3I0	浮点数	A

第二章 技术说明

1 AM5SE-T2 配电变主后合一保护测控装置

1.1 功能简介

保护功能

- 差动越限告警
- CT 断线告警
- 比率制动差动保护
- 差动速断保护
- 三段式过流保护（可经复合电压闭锁）
- 反时限过流保护（可经复合电压闭锁）
- 两段式零序过流保护
- 零序反时限过流保护
- 两段式自产零序过流保护
- 自产零序反时限过流保护
- 过负荷保护（跳闸/告警）
- 两段式负序过流保护（跳闸/告警）
- 负序反时限过流保护
- 非电量保护
- PT 断线告警
- 控制回路断线告警
- 零序过压保护（跳闸/告警）
- FC 回路配合的过流闭锁功能
- 检修状态闭锁

监控功能

- 两侧相电流，相电流二/三次谐波，差动电流等电参量测量
- 独立操作回路，可适应 0.25A-5A 开关跳合闸电流
- 20 路有源开关量输入
- 10 路无源继电器输出
- 2 路 4-20mA 变送输出
- 断路器分合次数统计

通讯功能

- 2 路 RS485 串行通讯接口，支持 Modbus-RTU、IEC60870-5-103 规约
- 2 路以太网接口，支持 TCP Modbus-RTU 和 TCP IEC60870-5-103 规约

其他功能

- 故障录波功能，保护动作时触发录波，可录故障前 8 周波、故障后 4 周波

● IRIG-B 格式对时

1.2 保护原理

1.2.1 差动保护

装置设有差动保护功能，若三相差动电流最大值大于差动电流启动定值，启动元件动作并展宽 4000ms，保护装置进行故障测量计算程序。首先测量比率制动特性的差动继电器是否动作，若动作，则再经励磁涌流判别元件，以区分是故障还是励磁涌流。比率差动启动后若未励磁涌流判别元件闭锁，则再进入 CT 断线瞬时判据，以区分内部短路故障和 CT 断线。若任一相差动电流大于差动速断电流定值，则不需经过 CT 断线判据和励磁涌流判决直接动作于差动速断继电器。

1.2.1.1 差流计算

对于纵联差动保护，由于变压器两侧电压等级和 CT 变比的不同，计算差流时需要对两侧电流进行折算，本装置各侧电流均折算到高压侧，即以高压侧为基准侧。以 Y0/Δ-11 变压器为例说明差动电流的计算方法。

变压器各侧额定二次电流如下：

$$\text{高压侧额定二次电流: } I_{c_h} = \frac{S}{\sqrt{3} * U_h * n_h}$$

$$\text{低压侧额定二次电流: } I_{c_l} = \frac{S}{\sqrt{3} * U_l * n_l}$$

其中：S 为变压器容量， U_h 、 U_l 为变压器高低压侧铭牌电压， n_h 、 n_l 为变压器高低侧 CT 变比。

变压器纵差各侧平衡系数，和各侧的电压等级及 CT 变比都有关，具体如下：

高压侧平衡系数： $K_h = 1$ ；

$$\text{低压侧平衡系数: } K_l = \frac{I_{c_h}}{I_{c_l}}。$$

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。电流互感器各侧的极性均指向变压器。由于 Y 侧和 Δ 侧的线电流的相位不同，计算纵差差流时，变压器各侧 CT 二次电流相位由软件调整，装置采用由 Y-Δ 变化计算纵差差流。

高压侧平衡电流计算公式如下：

$$\vec{I}_{pha_h} = \frac{(\vec{I}_{a_h} - \vec{I}_{b_h}) * K_h}{\sqrt{3}}; \vec{I}_{phb_h} = \frac{(\vec{I}_{b_h} - \vec{I}_{c_h}) * K_h}{\sqrt{3}}; \vec{I}_{phc_h} = \frac{(\vec{I}_{c_h} - \vec{I}_{a_h}) * K_h}{\sqrt{3}}$$

低压侧平衡电流计算公式如下：

$$\vec{I}_{pha_1} = \vec{I}_{a_1} * K_1; \vec{I}_{phb_1} = \vec{I}_{b_1} * K_1; \vec{I}_{phc_1} = \vec{I}_{c_1} * K_1$$

差动电流计算公式如下：

$$\vec{I}_{da} = \vec{I}_{pha_h} + \vec{I}_{pha_1}; \vec{I}_{db} = \vec{I}_{phb_h} + \vec{I}_{phb_1}; \vec{I}_{dc} = \vec{I}_{phc_h} + \vec{I}_{phc_1}$$

1.2.1.2 差流越限告警

当任一相差动电流大于 0.333*比率差动定值时，装置瞬时发出差流越限告警。

差流越限判据为：

$$\max(I_{da}, I_{db}, I_{dc}) > 0.333 * \text{比率差动定值} * I_{e_h}$$

其中 I_{da} 、 I_{db} 、 I_{dc} 为三相差动电流值， I_{e_h} 为变压器额定电流，比率差动定值为用户设定值。

1.2.1.3 差动保护启动

当任一相差动电流大于差动保护启动值时，装置瞬时启动差动保护。当满足下列任一条件时，差动保护启动：

$$\max(I_{da}, I_{db}, I_{dc}) > 0.6 * \text{比率差动定值} * I_{e_h}$$

差流故障分量采样值 $> 0.6 * \text{比率差动定值} * I_{e_h} * 1.36$ 且差流采样值呈上升趋势；

差流采样值 $> 0.6 * \text{比率差动定值} * I_{e_h} * 1.36$ 。

其中 I_{da} 、 I_{db} 、 I_{dc} 为三相差动电流值， I_{e_h} 为变压器额定电流，比率差动定值为用户设定值。

1.2.1.4 比率差动保护

比率制动差动保护的動作电流是随着制动电流按比例增大，这样既能保证外部短路不误动，又能保证内部短路有较高的灵敏度。装置采用差动电流采样值和差动电流采样值突变量（即故障分量）进行比率差动判别来保证差动保护的准确性。变压器纵联差动各侧电流经软件进行 Y/Δ 调整，即采用全星形接线方式。采用全星形接线方式对减小电流互感器的二次负荷和改善电流互感器的工作性能有很大好处。差动启动 60ms 后，差动速断保护和比率差动保护动作加 25ms 延时，用于排除区外故障。

比率差动保护动作逻辑如下：



图 1.1 比率差动保护动作判据

1) 差动电流采样值比率差动保护特性曲线

装置采用三折线比率差动特性曲线，比率差动动作方程为：

$$\begin{cases} I_d > I_{blcd}, & I_r < 0.8 * I_{e_h} \\ I_d > I_{blcd} + 0.5(I_r - 0.8I_{e_h}), & 0.8 * I_{e_h} < I_r < 3 * I_{e_h} \\ I_d > I_{blcd} + 0.5 * 2.2 * I_{e_h} + 0.7(I_r - 3 * I_{e_h}), & I_r > 3 * I_{e_h} \end{cases}$$

$$I_d = |\vec{I}_h + \vec{I}_l|, I_r = 0.5(|\vec{I}_h| + |\vec{I}_l|), I_{blcd} = K_{blcd} * I_{e_h}$$

其中， I_d 为差动电流， I_h 为高压侧电流， I_l 为低压侧电流， I_{blcd} 为比率差动启动电流，

K_{blcd} 为比率差动系数。动作曲线如图 7.2，斜率 1 为 0.5，斜率 2 为 0.7。

此时比率差动的动作曲线为：

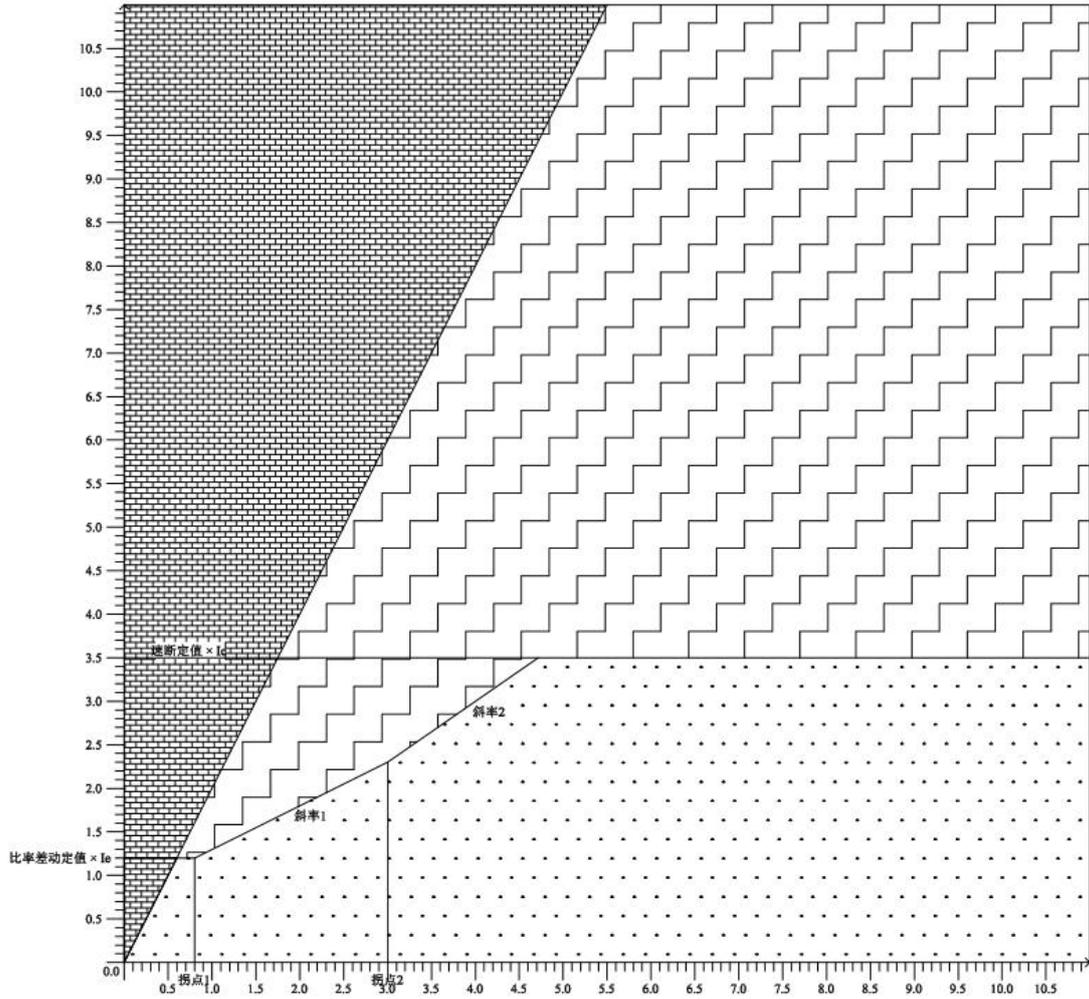


图 1.2 比率制动差动保护曲线一

此图横坐标和纵坐标均为标么值，横坐标为 I_r / I_e ，纵坐标为 I_d / I_e 。

注：非常规状态下（如 CT 断线或“谐波越限且当前非空投态”）动作曲线如曲线二。
装置采用两折线比率差动特性曲线，比率差动动作方程为：

$$\begin{cases} I_d > I_{\text{blcd}}, & I_r < 0.8 * I_{e_h} \\ I_d > I_{\text{blcd}} + 0.7(I_r - 0.8 * I_{e_h}), & I_r > 0.8 * I_{e_h} \end{cases}$$

$$I_d = |\vec{I}_h + \vec{I}_l|, I_r = 0.5(|\vec{I}_h| + |\vec{I}_l|), I_{\text{blcd}} = K_{\text{blcd}} * I_{e_h}$$

其中， I_d 为差动电流， I_h 为高压侧电流， I_l 为低压侧电流， I_{blcd} 为比率差动启动电流，

K_{blcd} 为比率差动系数。动作曲线如图 7.3，斜率为 0.7。

此时比率差动的动作曲线为：

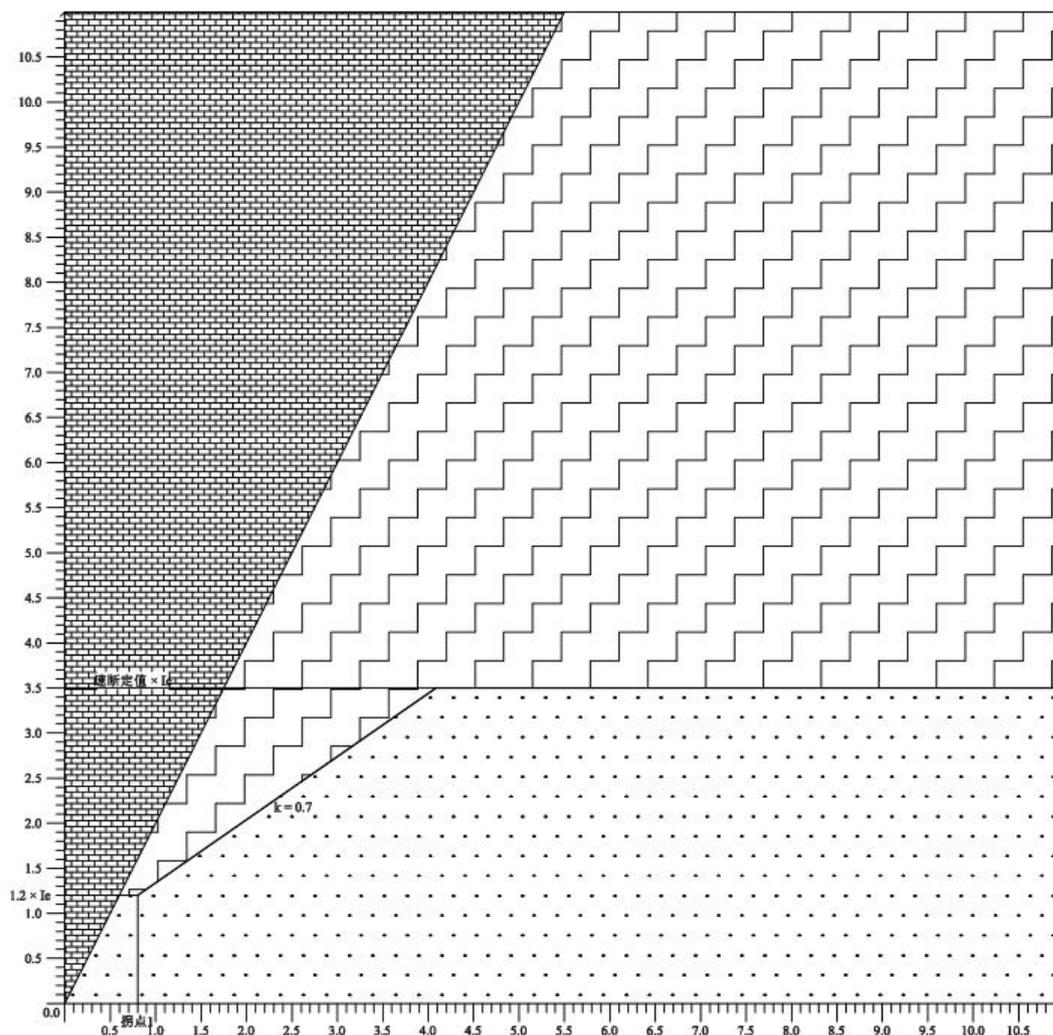


图 1.3 比率制动差动保护曲线二

此图横坐标和纵坐标均为标么值，横坐标为 I_r/I_c ，纵坐标为 I_d/I_c 。

2) 二次/三次谐波闭锁和 CT 断线闭锁比率差动保护

装置的比率制动差动保护设有二次/三次谐波闭锁和 CT 断线闭锁。对于二次/三次谐波闭锁，在差动保护启动后 1 周波后开始判别，若相电流的基波值小于 0.2 倍 I_{e_h} 时或者差动电流的基波值小于 0.2 倍 I_{e_h} 时不进行谐波闭锁判别，当满足下列任一种情形时谐波闭锁差动保护：

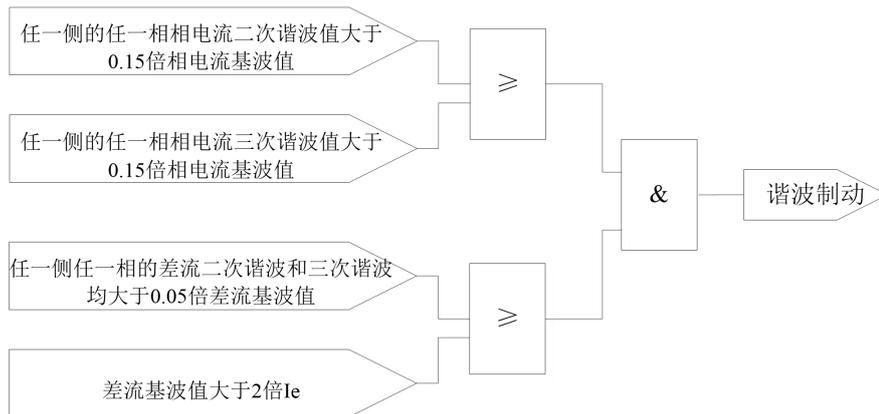


图 1.4 二次/三次谐波制动条件

对于 CT 断线闭锁，当满足下列任一条件时，不进行瞬时 CT 断线判别：

- a) 起动前某侧最大相电流小于 $0.15 I_{e_h}$ ；
- b) 起动后任一側電流比起動前增加。

装置设有 CT 断线闭锁差动保护，当同时满足下列条件时 CT 断线闭锁启动。当电流突升时至少保持 6s 后开启 CT 断线闭锁判据，当三相电流突降时至少保持 6s 后开启 CT 断线闭锁判据。当差流大于 1.2 倍 I_{e_h} 时解除 CT 断线闭锁。CT 断线闭锁返回延时为 10s，CT 断线具体判据如下：

- a) 当任一相差流大于 I_{bj} ，其中 I_{bj} 为 $0.15 * I_{e_h}$ ；
- b) 只有一相電流为零；
- c) 其它二相電流与差动保护启动前電流相等。

1.2.1.5 差动速断保护

装置设有差动速度保护，当差动電流超过差动速断電流定值时，装置跳閘。差动速断保护设有二次/三次谐波闭锁、CT 饱和闭锁和坏点制动。二次/三次谐波闭锁判据同比率差动谐波闭锁判据，同时还利用二次和三次谐波含量来判别 CT 饱和。差动启动 60ms 后，差动速断保护动作加 25ms 延时，用于排除区外故障。

1.2.2 三段式过流保护（可经复合电压闭锁）

本保护反应相间短路故障，作为变压器和相邻元件的后备保护。设有过流一段（瞬时速断）、过流二段、过流三段过流保护。三段保护可独立设置时限，由独立的控制字实现功能投退。

当任一相電流大于定值，经延时，装置跳閘。

为了防止变压器过载引起保护测控装置误动作，可在过流保护中加复合电压闭锁条件，该条件可由相应控制字选择投退。当选择经复合电压闭锁启动过流保护时：当三个线電压中最小的线電压小于低压定值且大于低压阈值或者负序電压大于复合电压负序定值时，开放过

流保护出口，若复合电压闭锁条件退出，则过流保护不需考虑电压条件。保护逻辑见图 1.5。

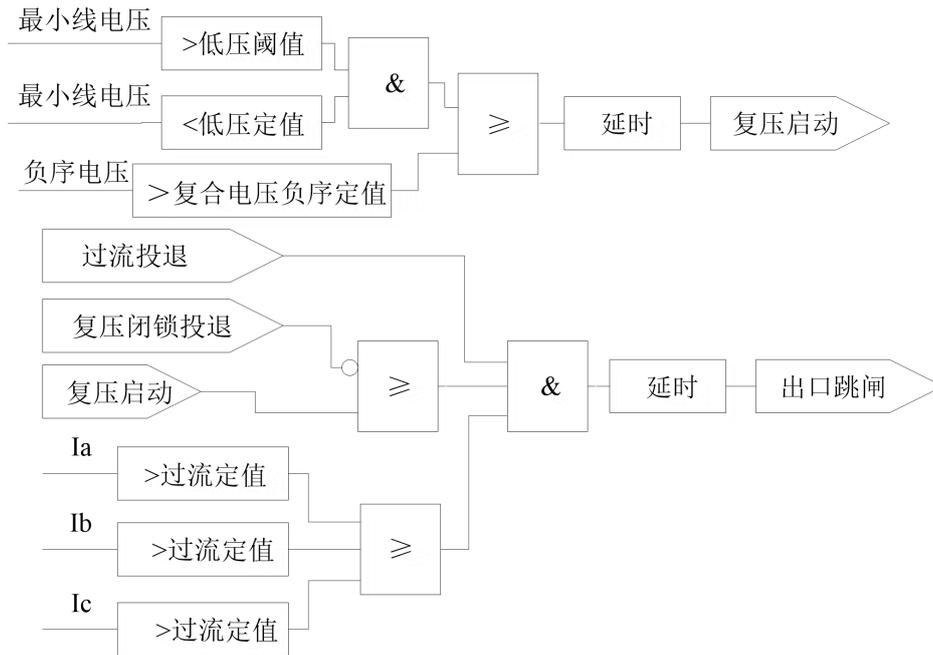


图 1.5 三段式过流保护逻辑

1.2.3 反时限过流保护（可经复合电压闭锁）

本装置共集成了三条特性曲线的反时限保护，用户可根据需要选择任何一种反时限特性曲线。根据国际电工委员会（IEC255-4），装置使用下列三个标准的反时限特性曲线：

$$\text{一般反时限: } t = \frac{0.14K}{(I/I_{df})^{0.02} - 1}$$

$$\text{非常反时限: } t = \frac{13.5K}{(I/I_{df}) - 1}$$

$$\text{极端反时限: } t = \frac{80K}{(I/I_{df})^2 - 1}$$

其中 t 为反时限动作时间， I_{df} 为反时限启动电流， I 为输入电流， K 为时间系数。本装置的反时限特性曲线可以通过定值菜单里的反时限曲线类型来选择（0：一般反时限，1：非常反时限，2：极端反时限）。

反时限保护可选择是否需经复合电压闭锁条件，原理同三段式过流保护。

保护逻辑见图 1.6。

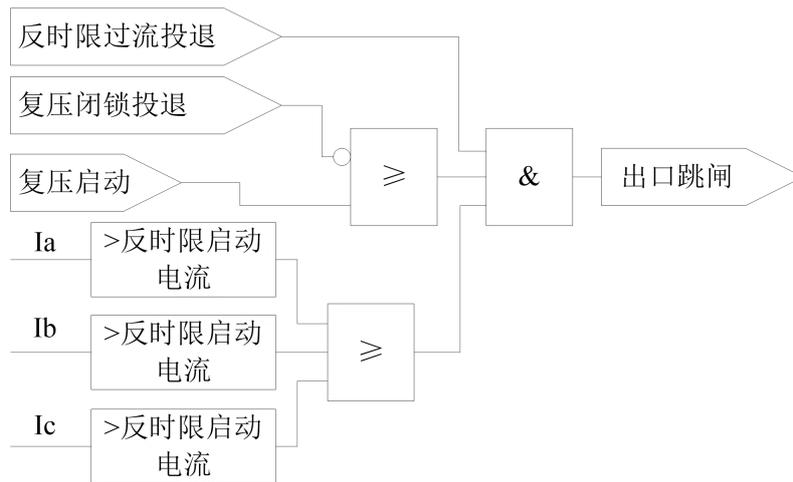


图 1.6 反时限过流保护逻辑

1.2.4 两段式零序 I0 过流/I0 反时限过流保护

当零序电流 I0 大于零序电流定值时，经延时后，装置保护动作。装置中设两段零序 I0 过流保护以及 I0 反时限过流保护，由独立控制字选择投退，可独立设时限，其中，I0 过流二段出口方式可设置为跳闸或者告警。保护逻辑见图 1.7。

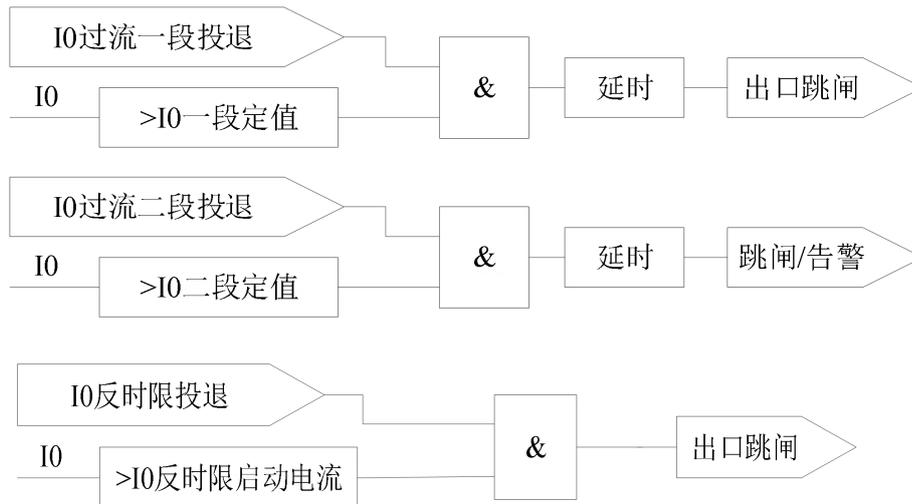


图 1.7 两段式零序 I0 过流/I0 反时限过流保护逻辑

1.2.5 两段式自产零序 3I0 过流保护/3I0 反时限过流保护

本保护可反应变压器接地故障，也可作为母线上其他回路接地保护的后备。装置设有两段式自产零序过流保护，两段保护可独立设置时限，由独立的控制字实现功能投退，其中，自产零序过流二段出口方式可设置为跳闸或者告警。保护逻辑见图 1.8。

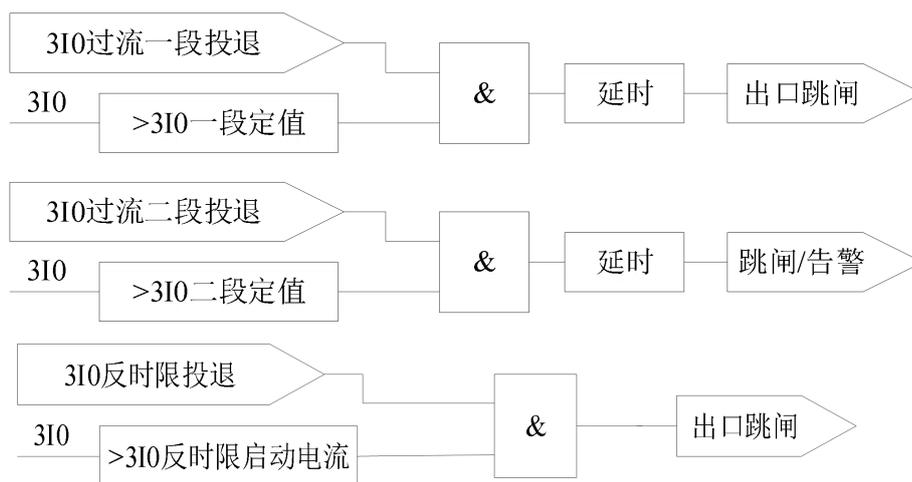


图 1.8 两段式零序 3I0 过流/3I0 反时限过流保护逻辑

1.2.6 过负荷保护

装置有过负荷告警和过负荷跳闸保护，当任一相电流大于过负荷告警定值时，经延时装置发出告警信号；当任一相电流大于过负荷跳闸定值时，装置经延时跳闸。两种保护功能由独立的控制字实现投退。保护逻辑见图 1.9。

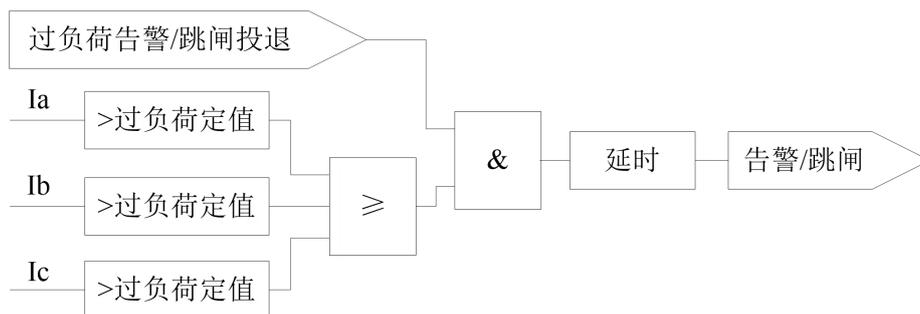


图 1.9 过负荷保护逻辑

1.2.7 两段式负序过流保护

当出现三相电压不平衡、断相、反相、匝间短路时，会产生负序电流。装置设有两段定时限负序过流保护，具有跳闸和告警两种方式，均由独立控制字选择功能投退。

保护逻辑见图 1.10。

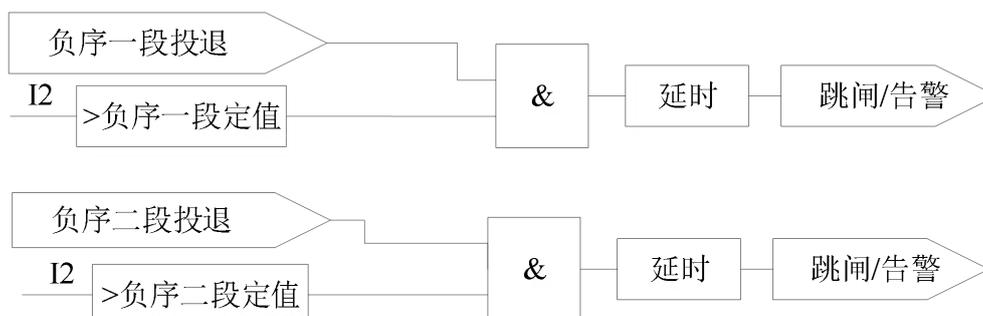


图 1.10 两段式负序过流保护逻辑

1.2.8 负序反时限过流保护

本装置共集成了三条特性曲线的负序反时限保护,用户可根据需要选择任何一种负序反时限特性曲线。根据国际电工委员会(IEC255-4),装置使用下列三个标准的负序反时限特性曲线:

$$\text{一般反时限: } t = \frac{0.14K}{(I_2 / I_{df})^{0.02} - 1}$$

$$\text{非常反时限: } t = \frac{13.5K}{(I_2 / I_{df}) - 1}$$

$$\text{极端反时限: } t = \frac{80K}{(I_2 / I_{df})^2 - 1}$$

其中 t 为反时限动作时间, I_{df} 为反时限启动电流, I_2 为输入电流, K 为时间系数。

负序反时限特性曲线可以通过定值菜单里的负序反时限曲线类型来选择(0: 一般反时限, 1: 非常反时限, 2: 极端反时限)。

保护逻辑见图 1.11。

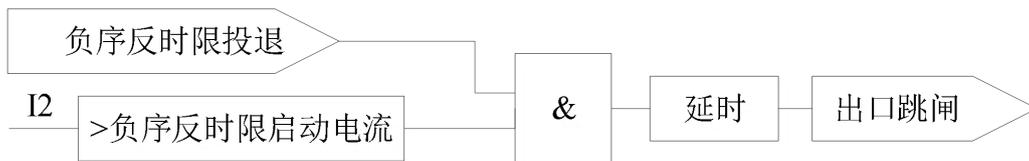


图 1.11 负序反时限过流保护逻辑

1.2.9 非电量保护

装置设有 8 个非电量保护,包括高温告警、超温跳闸、轻瓦斯告警、重瓦斯跳闸保护、压力释放跳闸/告警、变压器门误开跳闸/告警、温控器故障跳闸/告警、非电量跳闸/告警。每个非电量由独立控制字投退,可独立设时限,保护逻辑如图 1.12。

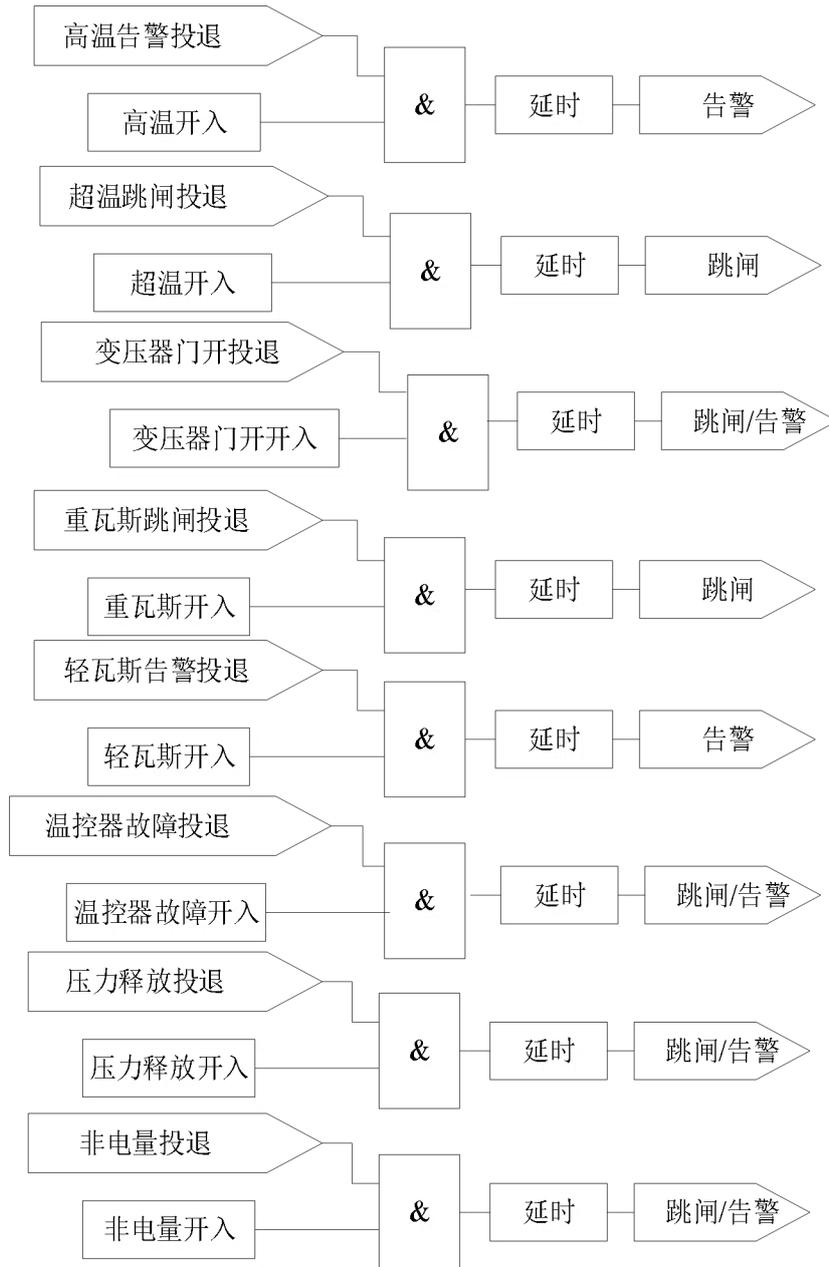


图 1.12 非电量保护逻辑

1.2.10 PT 断线告警

装置采用两种方法识别 PT 断线。

方法一：当负序电压大于 PT 断线负序电压时，经延时,装置发出 PT 断线告警。

方法二：当三相线电压均小于无压定值，且至少有一相电流大于无流定值时，经延时，装置发出 PT 断线告警。

保护逻辑见图 1.13。

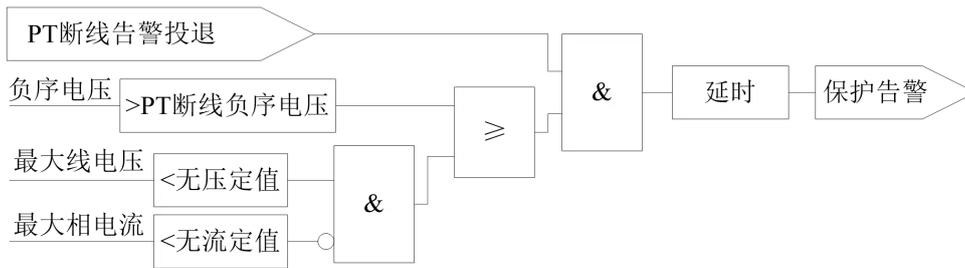


图 1.13 PT 断线告警逻辑

1.2.11 控制回路断线告警

装置判断断路器操作回路的分位监视 TWJ、合位监视 HWJ 状态来识别控制回路是否异常，当分位监视与合位监视同时处于合状态或分状态时，判定为异常状态，装置将发出告警信号。

保护逻辑见图 1.14。

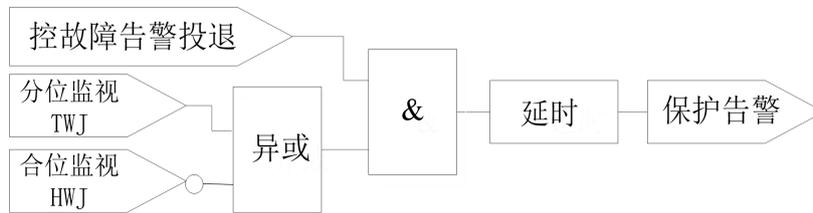


图 1.14 控制回路断线告警逻辑

1.2.12 零序过压保护

装置有零序过压告警和零序过压跳闸保护，当外接零序电压 U_0 大于设定零序电压定值时，经延时，装置发出告警或跳闸。

保护逻辑见图 1.15。

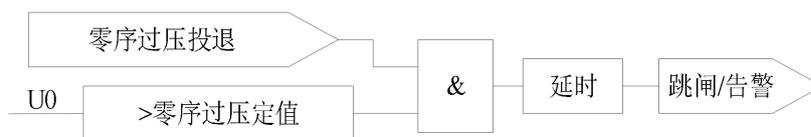


图 1.15 零序过压保护逻辑

1.2.13 FC 回路配合的过流闭锁功能

本装置设置了大电流闭锁保护动作的功能，用于断路器开断容量不足或现场为 FC 回路的情况。当故障电流大于电流闭锁保护定值时，闭锁装置保护出口，以保证熔断器首先熔断。当故障电流小于闭锁保护定值时，经延时开放所有保护出口。保护逻辑见图 1.16。

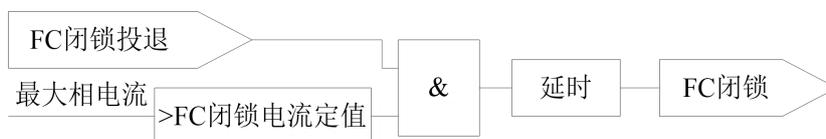


图 1.16 FC 回路配合的过流闭锁功能逻辑

1.2.14 检修状态闭锁

装置设有检修状态闭锁功能，当采到检修状态开入时，可选择投入“检修状态闭锁出口”或者“检修状态闭锁通讯”。若投入“检修状态闭锁出口”，则此时保护跳闸时，仅产生事件记录，装置出口不动作；若投入“检修状态闭锁通讯”，则此时无法通讯，但保护功能可正常使用。保护逻辑如图 1.17。

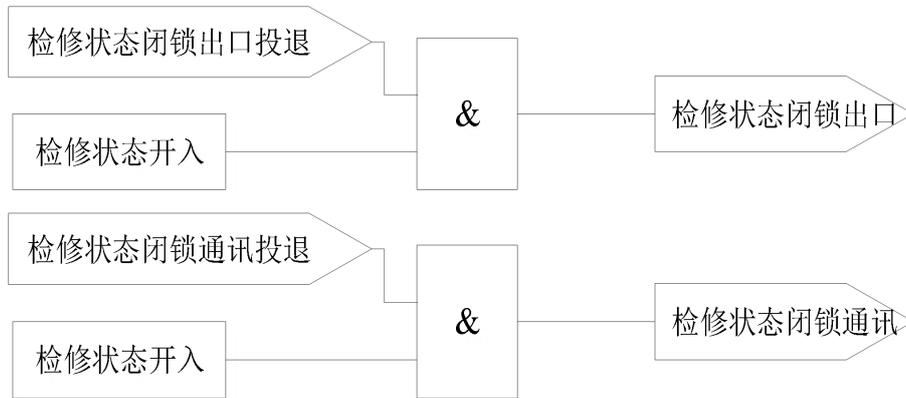


图 1.17 检修状态闭锁逻辑

1.3 定值表

表 1.2 AM5SE-T2 定值表

AM5SE-T2 定值表				
保护名称	定值名称	默认值	范围	备注
	变压器额定容量	120MVA	1~3000.00	MVA
	I_PT 变比	350	0.1~10000	
	II_PT 变比	100	0.1~10000	
	I 侧接线方式	0	0~1	Y; D
	II 侧接线方式	11	1~12	
	I 侧接地变在引线上	0	0~1	否; 是
	II 侧接地变在引线上	0	0~1	否; 是
	I 侧额定电压	35kV	0~1000	kV
	II 侧额定电压	10kV	0~1000	kV
	I 侧 CT 一次值	600A	0~99999	
	I 侧 CT 二次值	5A	0~10000	
	II 侧 CT 一次值	1000A	0~99999	
	II 侧 CT 二次值	5A	0~10000	
	电压接线方式	0	0~1	3PT; 2PT
	电流接线方式	0	0~1	3CT; 2CT
	测量 CT 变比	10	0~10000	外接; 自产

	低压阈值	15V	0~200	复合电压判据
	低电压定值	70V	0~200	
	复合电压负序定值	35V	0~200	
差动速断	差动速断投退	0	0~1	退出；投入
	差动速断定值	$8 * I_e$	$0.05 * I_e \sim 100 * I_e$	$I_e = I_{e_n}$
比率差动	比率差动投退	0	0~1	退出；投入
	比率差断定值	$0.5 * I_e$	$0.05 * I_e \sim 100 * I_e$	$I_e = I_{e_n}$
	差流越限延时	10s	0~999	
	差动长期启动延时	20s	0~999	
	CT 断线闭锁投退	1	0~1	退出；投入
CT 断线告警	CT 断线告警投退	0	0~1	退出；投入
	CT 断线告警延时	0.5s	0~999	
过流一段	过流一段投退	0	0~1	退出；投入
	一段经复压	0	0~1	退出；投入
	过流一段定值	10A	0.04~100	
	过流一段延时	0s	0~60	
过流二段	过流二段投退	0	0~1	退出；投入
	二段经复压	0	0~1	退出；投入
	过流二段定值	7.5A	0.04~100	
	过流二段延时	1s	0~60	
过流三段	过流三段投退	0	0~1	退出；投入
	三段经复压	0	0~1	退出；投入
	过流三段定值	7A	0.04~100	
	过流三段延时	2s	0~60	
反时限过流	反时限过流投退	0	0~1	退出；投入
	反时限经复压	0	0~1	退出；投入
	反时限启动电流	6A	0.04~100	
	反时限时间系数	0.1s	0~100	
	反时限曲线类型	0	0~2	一般；非常；极端
过负荷告警	过负荷告警投退	0	0~1	退出；投入
	过负荷告警定值	6A	0.04~100	
	过负荷告警延时	5s	0~999	
过负荷跳闸	过负荷跳闸投退	0	0~1	退出；投入

	过负荷跳闸定值	7A	0.04~100	
	过负荷跳闸延时	10s	0~60	
10 过流一段	I0 一段投退	0	0~1	退出；投入
	I0 一段定值	10A	0.04~100	
	I0 一段延时	5s	0~60	
10 过流二段	I0 二段投退	0	0~2	退出；告警；跳闸
	I0 二段定值	9A	0.04~100	
	I0 二段延时	10s	0~60	
10 过流反时限	I0 反时限投退	0	0~1	退出；投入
	I0 反时限启动值	6A	0.04~100	
	I0 反时限系数	0.1s	0~100	
	I0 反时限曲线	0	0~2	一般；非常；极端
3I0 过流一段	3I0 一段投退	0	0~1	退出；投入
	3I0 一段定值	10A	0.04~100	
	3I0 一段延时	5s	0~60	
3I0 过流二段	3I0 二段投退	0	0~2	退出；告警；跳闸
	3I0 二段定值	9A	0.04~100	
	3I0 二段延时	5s	0~60	
3I0 过流反时限	3I0 反时限投退	0	0~1	退出；投入
	3I0 反时限启动值	6A	0.04~100	
	3I0 反时限系数	0.1s	0~100	
	3I0 反时限曲线	0	0~2	一般；非常；极端
PT 断线告警	PT 断线告警投退	0	0~1	退出；投入
	PT 断线告警延时	5s	0~999	
	无压定值	15V	0~200	
	无流定值	0.2A	0.04~100	
	PT 断线负序电压	35V	0~200	
控故障告警	控故障告警投退	0	0~1	退出；投入
	控故障告警延时	10s	0~999	
轻瓦斯告警	轻瓦斯告警投退	0	0~1	退出；投入
	轻瓦斯告警延时	1s	0~999	
重瓦斯跳闸	重瓦斯跳闸投退	0	0~1	退出；投入
	重瓦斯跳闸延时	1s	0~60	
压力释放	压力释放投退	0	0~2	退出；告警；跳闸

	压力释放延时	1s	0~999	
高温告警	高温告警投退	0	0~1	退出；投入
	高温告警延时	1s	0~999	
超温跳闸	超温跳闸投退	0	0~1	退出；投入
	超温跳闸延时	1s	0~60	
变压器门误开	变压器门开投退	0	0~2	退出；告警；跳闸
	变压器门开延时	1s	0~999	
温控器故障	温控器故障投退	0	0~2	退出；告警；跳闸
	温控器故障延时	1s	0~999	
非电量保护	非电量投退	0	0~2	退出；告警；跳闸
	非电量延时	1s	0~999	
I2 一段跳闸	I2 一段跳闸投退	0	0~1	退出；投入
	I2 一段跳闸定值	10A	0.04~100	
	I2 一段跳闸延时	2s	0~60	
I2 一段告警	I2 一段告警投退	0	0~1	退出；投入
	I2 一段告警定值	10A	0.04~100	
	I2 一段告警延时	1s	0~60	
I2 二段跳闸	I2 二段跳闸投退	0	0~1	退出；投入
	I2 二段跳闸定值	9A	0.04~100	
	I2 二段跳闸延时	4s	0~60	
I2 二段告警	I2 二段告警投退	0	0~1	退出；投入
	I2 二段告警定值	9A	0.04~100	
	I2 二段告警延时	3s	0~60	
I2 反时限保护	I2 反时限投退	0	0~1	退出；投入
	I0 反时限启动值	6A	0.04~100	
	I0 反时限系数	0.1s	0~100	
	I0 反时限曲线	0	0~2	一般；非常；极端
FC 配合的过流闭锁功能	FC 闭锁投退	0	0~1	退出；投入
	FC 闭锁电流定值	10A	0.04~75	
	FC 闭锁延时	5s	0~60	
	事故总信号投退	0	0~1	退出；投入
	事故总信号延时	0.3s	0.01~60	
	内部延时	0s	0~60	
	断路器位置采集	1	0~1	辅助触点；分合位监

				视
	断路器动作时间	0.3s	0~999	
	弹簧未储能延时	0s	0~999	
	过量返回系数	0.95	0.001~1	
	欠量返回系数	1.05	1~2	
零序过压保护	零序过压投退	0	0~2	退出；告警；跳闸
	零序过压定值	20A	0~200	
	零序过压延时	5s	0~60	
检修状态闭锁	检修闭锁通讯投退	0	0~1	退出；投入
	检修闭锁出口投退	0	0~1	退出；投入

1.4 接线方式

AM5SE-T2 电气接线图如图 1.18 所示，包括交流输入量接线、开入开出接线、控制回路接线、通讯接线和辅助电源接线等。

X1 端子为交流输入量端子，X1.1-X1.6 为高压侧电流（Ia, Ib, Ic），X1.7-X1.12 为低压侧电流（Ia, Ib, Ic），X1.13-X1.14 为零序电流（I0），X1.15-X1.20 为测量电流（IA, IB, IC），X1.21-X1.26 和 X1.28-X1.29 为电压通道（U1, U2, U3, U4）。交流输入回路典型的 2CT、2PT 接线方式如图 1.19 所示。

选择不同的接线方式，需修改装置“定值”菜单的“定值修改”子菜单里的“电压接线方式”设置：2PT——三相三线制；3PT——三相四线制。

X2 端子为通信端子，共有 2 路 RS485 通信端子和一路 IRIG-B 对时输入端子。X2.1、X2.2、X2.3 为第一路通信端子，X2.6、X2.7、X2.8 为第二路通信端子，两路通讯均支持 IEC60870-5-103 和 Modbus-RTU 通讯规约。

X4 端子为辅助电源端子，AC/DC 110V 或 AC/DC220V 通用，X4.3 为辅助电源保护地，必须可靠连接大地。

X5 端子为开关量输入端子，共有 20 路，分为 4 组，每组有一公共端。第一组有 DI1 和 DI2，第二组有 DI3 和 DI4，第三组为 DI5-DI12，第四组为 DI13-DI20。所有开入允许接电压 AC/DC 220V 或 AC/DC110V，同组的开入必须有相同的极性。

开入的电压接入 AC/DC110V 或 AC/DC220V，需要在订货前注明。

X6 端子为开关量输出。端子号 X6.1-X6.20 开关量输出端子，共有 DO1-DO10 十路无源继电器输出接点，其中 DO9、DO10 出厂时为常闭接点，其他 8 路均为常开接点。端子号 X6.21-X6.38 为控制回路端子，具体定义如图 1.18。十组开关量输出的具体定义可以通过装置的“DO 类型 映射关系”界面查看。

其中控制回路中事故总信号的触发条件为：手合不成功、手分不成功、遥控分闸、保护跳闸，若首次合闸通过遥控合闸实现，此时也会触发事故总信号闭合；如不想在遥控操作时触发事故总信号，需将遥控分闸和遥控合闸配置到 X6.1-X6.16 中任意无源继电器输出接点，

然后分别接入 X6.31（手动分闸入口）和 X6.37（手动合闸入口），此时，事故总信号的触发条件为：手合不成功、手分不成功、遥分不成功、遥合不成功、保护跳闸。

X7 端子为直流模拟量输出端子，共有 2 路 4-20mA 模拟量变送输出。X7.1、X7.3 为第一路 4-20mA 输出，默认定义为保护 A 相电流二次值；X7.2、X7.3 为第二路 4-20mA 输出，默认定义为 A 相电压二次值。

XB1、XB2 为以太网通讯端子，支持 TCP IEC60870-5-103、TCP Modbus-RTU 规约。该端子为选配，若需要需在订货前说明。

XU 为 USB 维护口。

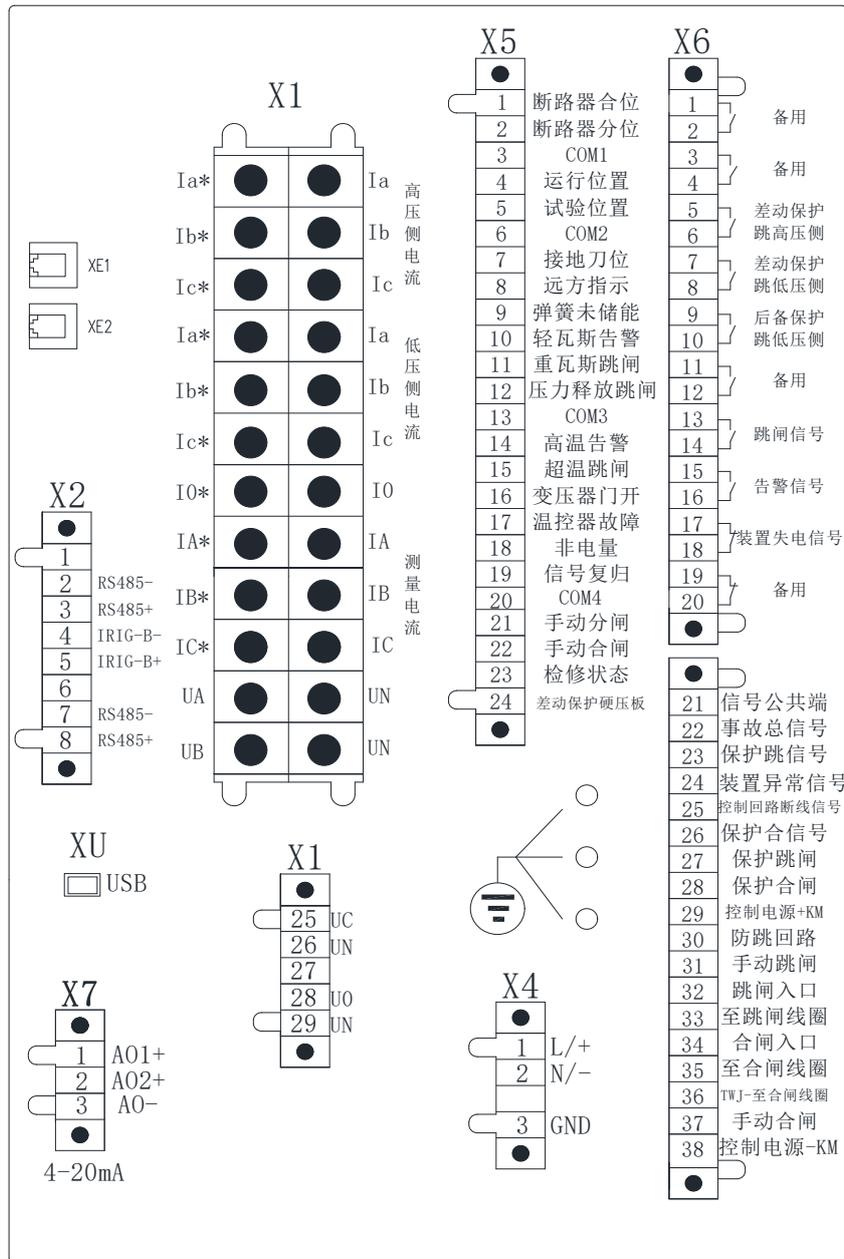


图 1.18 AM5SE-T2 电气接线图

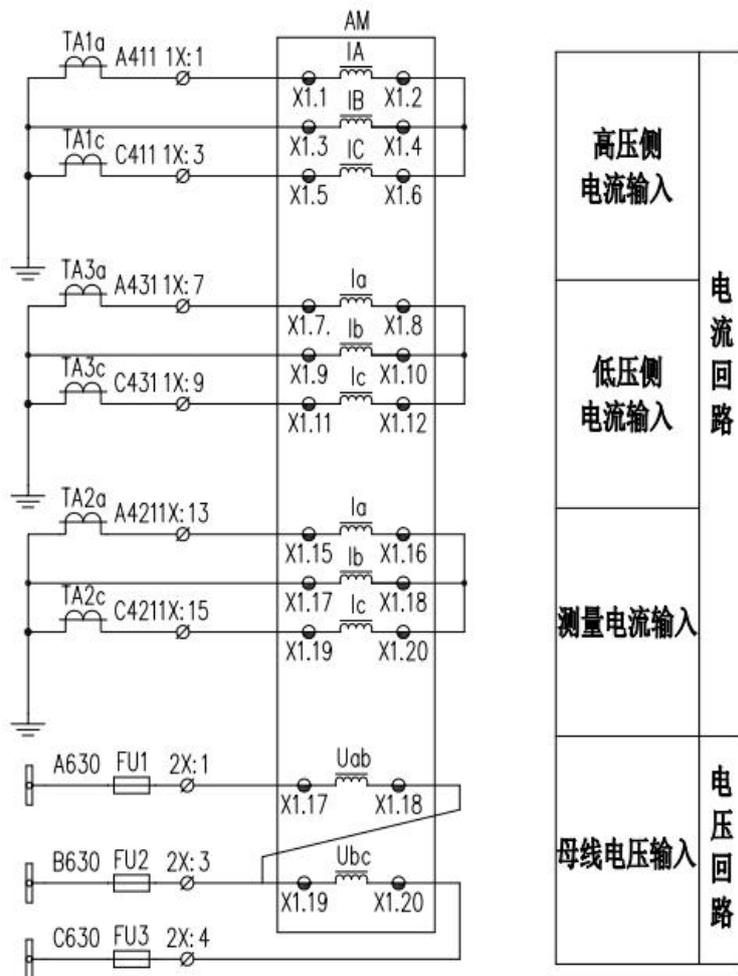


图 1.19 2CT 2PT 接线方法

1.5 调试方法

所有保护功能在调试过程中，当保护跳闸时，装置面板上“保护动作”指示灯点亮，对应继电器和跳闸信号继电器出口，液晶上显示相应事件记录信息；当保护告警时，装置面板上“告警”指示灯亮，告警信号继电器出口，液晶上显示相应事件记录信息。

1.5.1 差动保护

在装置的定值菜单设置“变压器额定容量”为 7.2744MVA（此时 I_e 为 1A）、“I 侧 PT 变比”为 350、“I 侧接线方式”为 Y、“II 侧接线方式”为 0011、“I 侧接地变在引线上”为否、“II 侧接地变在引线上”为否、“I 侧额定电压”为 35kV、“II 侧额定电压”为 10kV、“I 侧 CT 一次值”为 600A、“I 侧 CT 二次值”为 5A，“II 侧 CT 一次值”为 1000A、“II 侧 CT 二次值”为 5A、设置“差动保护软压板”为投入并给差动保护硬压板开入（DI20）加上电压信号，进行下列测试。

1) 比率差动保护边界搜索

在装置的定值菜单设置“比率差动定值”为 1.5，即比率差动启动电流为 1.5 倍 I_e ，也

即 1.5A；设置“差动速断定值”为 3.5，即差动速断启动电流为 3.5 倍 I_e ，也即 3.5A；设置“差动速断投退”为投入、“比率差动投退”为投入、“CT 断线闭锁比率差动”为投入；在继保测试仪上选择“比例制动边界搜索”，设置“TA 极性定义”为内部故障为正极性、“TA 二次电流相位校正”为星侧内转角、“平衡系数设置方式”选择由额定电压、TA 变比计算；被保护设备参数：高压侧“额定容量”为 7.274MVA、额定电压为 35kV、TA 变比 120、接线方式 Y、平衡系数为 1；被保护设备参数：低压侧“额定容量”为 7.274MVA、额定电压为 10kV、TA 变比 200、接线方式 Δ -11、平衡系数为 0.476。制动电流计算公式为“ $(|I_h|+|I_l|)/k$ ， $k=2$ ”；“比例谐波制动试验相选择”为三相；“被测变压器差动保护类型”为变压器差动保护；“谐波制动选择”为高压侧；“差动电流门槛值”为 1.5A、“差动电流速断值”为 3.5A、“拐点 1”为“0.8A,斜率 0.5”、“拐点 2”为“3A,斜率 0.7”、“电流允许量”为相对 3%；“谐波制动系数”为 0.15、起点 (15,1.5)、终点 (15,3.6)、相对允许误差为 3%。给装置的高压侧和低压侧电流端子输入端子 X1.1-X1.12 和继保测试仪上的电流输出端接好线，再把装置上的差动保护跳闸出口（可先将出口配置到 DO1）连到继保测试仪的开入端子；设置制动电流的变化范围为 0.77-8A、步长为 0.1A，根据设置好的参数进行自动边界搜索，比率差动曲线应与原曲线吻合。

2) 比率差动保护动作值、动作时间测试

比率差动保护动作值测试：根据步骤 1) 设置的定值和接线，在继保测试仪上选择“比例制动定点测试”，并设置“差动电流”1.543A，“制动电流”0.829A，谐波制动系数 0.15。单点测试，比率差动应动作；设置“差动电流”1.455A，“制动电流”0.809A，谐波制动系数 0.15。单点测率，比率差动应可靠不动作。

比率差动保护动作时间测试：根据步骤 1) 设置的定值和接线，在继保测试仪上选择“比例制动定点测试”，并设置“差动电流”2.185A，“制动电流”1.823A，谐波制动系数 0.15。单点测试，比率差动动作时间应不大于 35ms。

3) CT 断线闭锁比率差动保护

设置“CT 断线闭锁比率差动”为投入；设置“比率差动定值”为 0.8，即比率差动启动电流为 0.8 倍 I_e ，也即 0.8A；设置“差动速断定值”为 3.5，即差动速断启动电流为 3.5 倍 I_e ，也即 3.5A；改变设置“I 侧接线方式”为 D、“II 侧接线方式”为 0012。在继保测试仪上选择手动测试，I 侧 II 侧都施加电流，I、II 侧相角各相相差 180° （I 侧三相电流分别为 $1A\angle-30^\circ$ 、 $1A\angle-150^\circ$ 、 $1A\angle 90^\circ$ ，II 侧三相电流分别为 $2.1A\angle 150^\circ$ 、 $2.1A\angle 30^\circ$ 、 $2.1A\angle 270^\circ$ ）。输出设置好的电流信号，此时差流为 0A 且装置不动作；再等待至少 6s 后，将 I 侧电流的 I_a 改为 0A，装置产生“I 侧 CT 断线”告警事件，比率差动不动作。再将 II 侧电流 I_a' 、 I_b' 、 I_c' 从 2.1A 开始以步长 0.1A 增加，直到增加 2.6A（此时 I_dA 为 1.239A）时，装置“比率差动保护”动作，期间比率差动保护都被闭锁住。

设置“CT 断线闭锁比率差动”为退出，重复上述其他设置参数；在继保测试仪上选择手动测试，I 侧 II 侧都施加电流，I、II 侧相角各相相差 180° （I 侧三相电流分别为 $1A\angle-30^\circ$ 、

1A \angle -150°、1A \angle 90°，II侧三相电流分别为2.1A \angle 150°、2.1A \angle 30°、2.1A \angle 270°)。输出设置好的电流信号，此时差流为0A且装置不动作；再等待至少6s后，将I侧电流的I_a改为0A，装置产生“比率差动保护”动作。再将II侧电流I_a'、I_b'、I_c'从2.1A开始以步长0.1A下降，直到降低到1.5A（此时I_{dA}为0.715A）时，装置“比率差动保护”返回，期间比率差动保护一直动作。

4) 谐波制动比率差动保护测试

谐波制动比率差动边界搜索：

根据步骤1)的设置和接线，在继保测试仪上选择“谐波制动边界搜索”，并设置启点为“15，1.5”、终点为“15，3.6”、“谐波制动系数”为0.15、“相对允许误差”为3%。设置差动电流的变化范围为1.5-4.5A、步长为0.1A、分辨率为0.001，根据设置好的参数进行自动边界搜索，谐波制动比率差动边界应和原图接近吻合。

谐波制动比率差动定点测试：根据步骤1)的设置和接线，在继保测试仪上选择“谐波制动定点搜索”，并设置“差动电流”2A，当谐波制动系数为0.155时，比率差动不动作；当谐波制动系数为0.145时，比率差动可靠动作。

5) 差动速断保护动作值、动作时间测试

差动速断保护动作值测试：根据步骤1)的设置和接线，在继保测试仪上选择“比例制动定点测试”，并设置“差动电流”3.602A，“制动电流”1.867A，谐波制动系数0.15。单点测试，差动速断保护动作；设置“差动电流”3.389A，“制动电流”1.962A，谐波制动系数0.15。单点测试，差动速断保护应可靠不动作。

差动速断保护动作时间测试：根据步骤1)的设置和接线，在继保测试仪上选择“比例制动定点测试”，并设置“差动电流”3.508A，“制动电流”4.279A，谐波制动系数0.15。单点测试，差动速断动作时间应不大于35ms。

6) 差动保护简易测试方法

在装置的定值菜单设置“差动保护软压板”为投入，并给差动保护硬压板开入（DI20）加上电压信号。此外，装置的定值清单设置如下：

定值名称	定值内容
变压器额定容量	173.205MVA
I侧PT变比	100
I侧接线方式	D
II侧接线方式	12
I侧接地变在引线上	否
II侧接地变在引线上	否
I侧额定电压	1000kV
II侧额定电压	1000kV
I侧CT一次值	500A

I 侧 CT 二次值	5A
II 侧 CT 一次值	500A
II 侧 CT 二次值	5A
差动速断投退	投入
差动速断定值	3.5*Ie
比率差动投退	投入
比率差断定值	1.5*Ie
CT 断线闭锁比率差动	退出

测试结果如下：

比率差动、差动速断动作值检验					
端子号	故障前状态		故障状态		判定
X1.1-X1.2	0.8A	0°	0.8A	0°	不动作
X1.7-X1.8	0.8A	180°	0.8A	50°	
X1.1-X1.2	0.8A	0°	0.8A	0°	比率差动 动作
X1.7-X1.8	0.8A	180°	0.8A	30°	
X1.1-X1.2	2A	0°	2A	0°	不动作
X1.7-X1.8	2A	180°	2A	119°	
X1.1-X1.2	2A	0°	2A	0°	比率差动 动作
X1.7-X1.8	2A	180°	2A	114°	
X1.1-X1.2	4A	0°	4A	0°	不动作
X1.7-X1.8	4A	180°	4A	133°	
X1.1-X1.2	4A	0°	4A	0°	比率差动 动作
X1.7-X1.8	4A	180°	4A	130°	
X1.1-X1.2	4.5A	0°	4.5A	0°	不动作
X1.7-X1.8	4.5A	180°	4.5A	136°	
X1.1-X1.2	4.5A	0°	4.5A	0°	差动速断 动作
X1.7-X1.8	4.5A	180°	4.5A	133°	

比率差动、差动速断动作时间检验					
端子号	故障前状态		故障状态		判定
X1.1-X1.2	0A	0°	1.8A	0°	<40ms
X1.1-X1.2	0A	0°	4.2A	0°	<40ms

谐波制动检验							
端子号	故障前状态			故障状态			判定
X1.1-X1.2	基波	0A	0°	基波	2A	0°	比率差动动作
	2次谐波	0A	0°	2次谐波	0.291A	0°	
X1.1-X1.2	基波	0A	0°	基波	2A	0°	不动作
	2次谐波	0A	0°	2次谐波	0.309A	0°	
X1.1-X1.2	基波	0A	0°	基波	3A	0°	比率差动动作
	2次谐波	0A	0°	2次谐波	0.4365A	0°	
X1.1-X1.2	基波	0A	0°	基波	3A	0°	不动作
	2次谐波	0A	0°	2次谐波	0.4635A	0°	
X1.1-X1.2	基波	0A	0°	基波	4A	0°	差动速断动作
	2次谐波	0A	0°	2次谐波	0.5820A	0°	比率差动动作
X1.1-X1.2	基波	0A	0°	基波	4A	0°	差动速断动作
	2次谐波	0A	0°	2次谐波	0.618A	0°	

7) 某组屏项目案例

以某组屏项目为例，根据该项目的定值清单，在装置的定值菜单设置“变压器额定容量”为1.6MVA、“I侧PT变比”为350、“I侧接线方式”为Y、“II侧接线方式”为0011、“I侧接地变在引线上”为否、“II侧接地变在引线上”为否、“I侧额定电压”为35kV、“II侧额定电压”为10.5kV、“I侧CT一次值”为50A、“I侧CT二次值”为5A，“II侧CT一次值”为400A、“II侧CT二次值”为5A、“电压接线方式”为3PT、“电流接线方式”为3CT、“零序电压来源”为外接、“低压阈值”为15V、“低电压定值”为70V、“复合电压负序定值”为6V、“差动速断投退”为投入、“差动速断定值”为 $8 \cdot I_c$ 、“比率差动投退”为投入、“比率差动定值”为 $0.8 \cdot I_c$ 、“差流越限延时”为6s、“差动保护长期启动延时”为20s、“CT断线闭锁比率差动”为退出，设置“差动保护软压板”为投入，并且合上柜面的差动保护硬压板。

a) 根据现有参数验证差动曲线斜率

首先，本装置采用三折线比率差动特性曲线，需要分别验证两个斜率，即0.5和0.7。

根据定值计算，高侧额定电流为2.639A，即 $I_c = I_{c_h} = 2.639A$ ，验证拐点1（ $0.8 \cdot I_{c_h}$ ）和拐点2（ $3.0 \cdot I_{c_h}$ ）之间斜率为0.5的这一折曲线，固定施加低侧a相电流值为1倍 I_{c_h} 即为2.639A，然后用差动保护调试小工具找到此时施加高侧a相电流为6.577A，该点为比率差动保护的临界点，此时a相差动电流为3.589A，a相制动电流为5.065A；固定施加低侧a相电流值为1.5倍 I_{c_h} 即为3.959A，然后用差动保护调试小工具找到此时施加高侧a相电流

为 11.214A，该点为比率差动保护的临界点，此时 a 相差动电流为 5.063A，a 相制动电流为

$$7.987\text{A}, \text{ 由此可得, } K_1 = \frac{I_{d1} - I_{d2}}{I_{r1} - I_{r2}} = \frac{5.063 - 3.589}{7.987 - 5.065} = \frac{1.474}{2.922} = 0.5。$$

验证拐点 2 ($3.0 \cdot I_{e_h}$) 之后斜率为 0.7 的这一折曲线，固定施加低侧 a 相电流值为 2 倍 I_{e_h} 即为 5.278A，然后用差动保护调试小工具找到此时施加高侧 a 相电流为 14.524A，该点为比率差动保护的临界点，此时 a 相差动电流为 6.841A，a 相制动电流为 10.526A；固定施加低侧 a 相电流值为 3 倍 I_{e_h} 即为 7.917A，然后用差动保护调试小工具找到此时施加高侧 a 相电流为 21.170A，该点为比率差动保护的临界点，此时 a 相差动电流为 10.401A，a 相制

$$\text{动电流为 } 15.612\text{A}, \text{ 由此可得, } K_2 = \frac{I_{d3} - I_{d4}}{I_{r3} - I_{r4}} = \frac{10.401 - 6.841}{15.612 - 10.526} = \frac{3.56}{5.086} = 0.7。$$

b) 根据如下公式，可以计算出能够使得比率差动动作的施加值。

$$I_r < 0.8I_{e_h} \quad I_d > I_{blcd}$$

$$\text{对于 Y 侧: } \begin{cases} I_Y > \frac{\sqrt{3}I_{blcd}}{K_Y} \\ I_\Delta = 0 \end{cases}$$

$$\text{对于 } \Delta \text{ 侧: } \begin{cases} I_\Delta > \frac{I_{blcd}}{K_\Delta} \\ I_Y = 0 \end{cases}$$

$$0.8I_{e_h} \leq I_r < 3I_{e_h} \quad I_d > I_{blcd} + 0.5(I_r - 0.8I_{e_h})$$

$$\text{对于 Y 侧: } \begin{cases} I_\Delta = \frac{1}{K_\Delta} \left(\frac{5}{4}I_r + \frac{1}{2}I_{blcd} - \frac{1}{5}I_{e_h} \right) \\ I_Y = \frac{\sqrt{3}K_\Delta}{K_Y} I_\Delta \end{cases} \quad I_Y \uparrow, I_Y > \frac{\sqrt{3}}{K_Y} \left(\frac{7}{4}I_r + \frac{3}{2}I_{blcd} - \frac{3}{5}I_{e_h} \right)$$

$$\text{对于 } \Delta \text{ 侧: } \begin{cases} I_Y = \frac{\sqrt{3}}{K_Y} \left(\frac{3}{4}I_r - \frac{1}{2}I_{blcd} + \frac{1}{5}I_{e_h} \right) \\ I_\Delta = \frac{K_Y}{\sqrt{3}K_\Delta} I_Y \end{cases} \quad I_\Delta \uparrow, I_\Delta > \frac{1}{K_\Delta} \left(\frac{5}{4}I_r + \frac{1}{2}I_{blcd} - \frac{1}{5}I_{e_h} \right)$$

$$3I_{e_h} \leq I_r \quad I_d > I_{blcd} + 1.1I_{e_h} + 0.7(I_r - 3I_{e_h})$$

$$\text{对于 Y 侧: } \begin{cases} I_{\Delta} = \frac{1}{K_{\Delta}} \left(\frac{27}{20} I_r + \frac{1}{2} I_{\text{blcd}} - \frac{1}{2} I_{e_h} \right) \\ I_Y = \frac{\sqrt{3} K_{\Delta}}{K_Y} I_{\Delta} \end{cases} \quad I_Y \uparrow, I_Y > \frac{\sqrt{3}}{K_Y} \left(\frac{41}{20} I_r + \frac{3}{2} I_{\text{blcd}} - \frac{3}{2} I_{e_h} \right)$$

$$\text{对于 } \Delta \text{ 侧: } \begin{cases} I_Y = \frac{\sqrt{3}}{K_Y} \left(\frac{13}{20} I_r - \frac{1}{2} I_{\text{blcd}} + \frac{1}{2} I_{e_h} \right) \\ I_{\Delta} = \frac{K_Y}{\sqrt{3} K_{\Delta}} I_Y \end{cases} \quad I_{\Delta} \uparrow, I_{\Delta} > \frac{1}{K_{\Delta}} \left(\frac{27}{20} I_r + \frac{1}{2} I_{\text{blcd}} - \frac{1}{2} I_{e_h} \right)$$

如, 根据此项目, 拐点 1 为 $0.8 \cdot I_{e_h}$, 拐点 2 为 $3.0 \cdot I_{e_h}$, 比率差动定值 I_{blcd} 为 $0.8 \cdot I_{e_h}$,

K_Y 为 Y 侧平衡系数, K_{Δ} 为 Δ 侧平衡系数。下列施加值均建议施加单相电流。

➤ 计算第一折曲线能够使得比率差动动作的施加值, 公式如下:

$$\text{此时, } I_r < 0.8 I_{e_h} \quad I_d > I_{\text{blcd}}$$

$$\text{对于 Y 侧: } \begin{cases} I_Y > \frac{\sqrt{3} I_{\text{blcd}}}{K_Y} \\ I_{\Delta} = 0 \end{cases}$$

此时, 可固定 Δ 侧电流 0A, 若 $I_Y > 1.39 I_{e_h}$, 则可使比率差动动作。

$$\text{对于 } \Delta \text{ 侧: } \begin{cases} I_{\Delta} > \frac{I_{\text{blcd}}}{K_{\Delta}} \\ I_Y = 0 \end{cases}$$

此时, 可固定 Y 侧电流 0A, 若 $I_{\Delta} > 0.33 I_{e_h}$, 则可使比率差动动作。

➤ 计算第二折曲线能够使得比率差动动作的施加值, 公式如下:

$$\text{此时, } 0.8 I_{e_h} \leq I_r < 3 I_{e_h} \quad I_d > I_{\text{blcd}} + 0.5(I_r - 0.8 I_{e_h})$$

$$\text{对于 Y 侧: } \begin{cases} I_{\Delta} = \frac{1}{K_{\Delta}} \left(\frac{5}{4} I_r + \frac{1}{2} I_{\text{blcd}} - \frac{1}{5} I_{e_h} \right) \\ I_Y = \frac{\sqrt{3} K_{\Delta}}{K_Y} I_{\Delta} \end{cases}$$

固定 I_{Δ} 电流值, 当 $I_Y > \frac{\sqrt{3}}{K_Y} \left(\frac{7}{4} I_r + \frac{3}{2} I_{\text{blcd}} - \frac{3}{5} I_{e_h} \right)$ 时, 比率差动能动作, 如 $I_r = 2 I_{e_h}$,

则 $I_{\Delta} = 1.125 I_{e_h}$, 当 $I_Y > 7.1 I_{e_h}$ 时, 可使比率差动动作。

$$\text{对于}\Delta\text{侧:} \begin{cases} I_Y = \frac{\sqrt{3}}{K_Y} \left(\frac{3}{4} I_r - \frac{1}{2} I_{\text{blcd}} + \frac{1}{5} I_{e_h} \right) \\ I_\Delta = \frac{K_Y}{\sqrt{3}K_\Delta} I_Y \end{cases}$$

固定 I_Y 电流值, 当 $I_\Delta > \frac{1}{K_\Delta} \left(\frac{5}{4} I_r + \frac{1}{2} I_{\text{blcd}} - \frac{1}{5} I_{e_h} \right)$ 时, 比率差动能动作, 如 $I_r = 2I_{e_h}$,

则 $I_Y = 2.25I_{e_h}$, 当 $I_\Delta > 1.125I_{e_h}$ 时, 可使比率差动动作。

➤ 计算第三折曲线能够使得比率差动动作的施加值, 公式如下:

$$\text{此时, } 3I_{e_h} \leq I_r \quad I_d > I_{\text{blcd}} + 1.1I_{e_h} + 0.7(I_r - 3I_{e_h})$$

$$\text{对于}Y\text{侧:} \begin{cases} I_\Delta = \frac{1}{K_\Delta} \left(\frac{27}{20} I_r + \frac{1}{2} I_{\text{blcd}} - \frac{1}{2} I_{e_h} \right) \\ I_Y = \frac{\sqrt{3}K_\Delta}{K_Y} I_\Delta \end{cases}$$

固定 I_Δ 电流值, 当 $I_Y > \frac{\sqrt{3}}{K_Y} \left(\frac{41}{20} I_r + \frac{3}{2} I_{\text{blcd}} - \frac{3}{2} I_{e_h} \right)$ 时, 比率差动能动作, 如 $I_r = 4I_{e_h}$,

则 $I_\Delta = 2.208I_{e_h}$, 当 $I_Y > 13.683I_{e_h}$ 时, 可使比率差动动作。

$$\text{对于}\Delta\text{侧:} \begin{cases} I_Y = \frac{\sqrt{3}}{K_Y} \left(\frac{13}{20} I_r - \frac{1}{2} I_{\text{blcd}} + \frac{1}{2} I_{e_h} \right) \\ I_\Delta = \frac{K_Y}{\sqrt{3}K_\Delta} I_Y \end{cases}$$

固定 I_Y 电流值, 当 $I_\Delta > \frac{1}{K_\Delta} \left(\frac{27}{20} I_r + \frac{1}{2} I_{\text{blcd}} - \frac{1}{2} I_{e_h} \right)$ 时, 比率差动能动作, 如 $I_r = 4I_{e_h}$,

则 $I_Y = 4.676I_{e_h}$, 当 $I_\Delta > 2.208I_{e_h}$ 时, 可使比率差动动作。

1.5.2 CT 断线告警

在装置的定值菜单设置“变压器额定容量”为 7.2744MVA (此时 I_e 为 1A)、“I 侧 PT 变比”为 350、“I 侧接线方式”为 Y、“二侧接线方式”为 0011、“I 侧接地变在引线上”为否、“II 侧接地变在引线上”为否、“I 侧额定电压”为 35kV、“二侧额定电压”为 10kV、“I 侧 CT 一次值”为 600A、“I 侧 CT 二次值”为 5A,“II 侧 CT 一次值”为 1000A、“II 侧 CT 二次值”为 5A、设置“差动保护软压板”为投入并给差动保护硬压板开入 (DI20) 加上电压信号, 进行下列测试。

设置“CT 断线告警投退”为投入; 设置“比率差动定值”为 0.8, 即比率差动启动电

流为 0.8 倍 I_e ，也即 0.8A；设置“差动速断定值”为 3.5，即差动速断启动电流为 3.5 倍 I_e ，也即 3.5A；改变设置“I 侧接线方式”为 D、“II 侧接线方式”为 0012。在继保测试仪上选择手动测试，I 侧 II 侧都施加电流，I、II 侧相角各相相差 180° （I 侧三相电流分别为 $1A \angle -30^\circ$ 、 $1A \angle -150^\circ$ 、 $1A \angle 90^\circ$ ，II 侧三相电流分别为 $2.1A \angle 150^\circ$ 、 $2.1A \angle 30^\circ$ 、 $2.1A \angle 270^\circ$ ）。输出设置好的电流信号，此时差流为 0A 且装置不动作；再等待至少 6s 后，将 I 侧电流的 I_a 改为 0A，装置产生“I 侧 CT 断线”告警事件。将 II 侧电流的 I_a 改为 0A，装置产生“II 侧 CT 断线”告警事件。

1.5.3 三段式过流保护(可经复合电压闭锁)

过流一段

1) 设置过流一段投退和一段经复压为“投入”，退出其他保护投退，过流一段定值设为 5A，过流一段延时设为 0s，低压阈值设为 8V，低电压定值设为 70V，复合电压负序定值设为 15V。

2) 在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 均施加小于 0.97 倍定值的电流，在交流输入端子 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20 上施加三相电压信号均为 30.74V（2PT 接法），装置应可靠不动作；模拟故障将电流加大至大于 1.03 倍定值，装置应可靠保护动作。

3) 若不需考虑复压闭锁条件，则设一段经复压为“退出”，在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 均施加小于 0.97 倍定值的电流信号，装置应可靠不动作；将电流加大至大于 1.03 倍定值，装置可靠保护动作。

过流二段

1) 设置过流二段投退和二段经复压为“投入”，退出其他保护投退，过流二段定值设为 2A，过流二段延时设为 1s，低压阈值设为 8V，低电压定值设为 70V，复合电压负序定值设为 15V。

2) 在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 均施加小于 0.97 倍定值的电流信号，在交流输入端子 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20 上施加三相电压信号均为 30.74V（2PT 接法），装置经延时可靠不动作；模拟故障将电流加大至大于 1.03 倍定值，装置经延时可靠保护动作，动作时间满足误差要求。

3) 若不需考虑复压闭锁条件，则设二段经复压为“退出”，在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 均施加小于 0.97 倍定值的电流信号，经延时装置可靠不动作；将电流加大至大于 1.03 倍定值，经延时装置可靠保护动作。

过流三段

1) 设置过流三段投退和二段经复压为“投入”，退出其他保护投退，过流三段定值设为 2A，过流三段延时设为 4s，低压阈值设为 8V，低电压定值设为 70V，负序电压闭锁定值设为 15V。

2) 同过流二段。

3) 同过流二段。

1.5.4 反时限过流保护（可经复合电压闭锁）

1) 设置反时限过流投退和反时限经复压为“投入”，退出其他保护投退，反时限启动电流设为 1A，反时限曲线类型、反时限时间系数按表 4.3 设置。

2) 在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 均施加不同过流信号，同时在交流输入端子 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20 上施加三相电压为 30.74V（2PT 接法），装置的保护动作情况如表 4.3。

3) 若不考虑复合电压闭锁，则将反时限经复压设为“退出”，其他操作同上。

表 1.3 反时限动作时间

曲线类型	时间系数	施加信号	装置状态	动作时间误差	理论值
0	0.5	0.9 倍定值	不动作	-----	-----
		2 倍定值	动作	±5%或±40ms	5.015s
		5 倍定值	动作	±5%或±40ms	2.140s
1	0.1	0.9 倍定值	不动作	-----	-----
		2 倍定值	动作	±5%或±40ms	1.350s
		5 倍定值	动作	±5%或±40ms	0.338s
2	0.5	0.9 倍定值	不动作	-----	-----
		2 倍定值	动作	±5%或±40ms	13.333s
		5 倍定值	动作	±5%或±40ms	1.667s

1.5.5 两段式零序 I0 过流保护/I0 反时限过流

I0 过流一段

1) 设置 I0 过流一段投退为“投入”，退出其他保护投退，设定 I0 一段定值为 5A，I0 一段延时为 0s。

2) 在交流输入端子 X1.13-X1.14 施加小于 0.97 倍定值的电流，装置可靠不动作；将电流增大至大于 1.03 倍定值，装置保护动作。

I0 过流二段

1) 设置 I0 过流二段投退为“投入”，退出其他保护投退，设定 I0 二段定值为 4A，I0 二段延时为 4s。

2) 在交流输入端子 X1.13-X1.14 施加小于 0.97 倍定值的电流，装置可靠不动作；将电流增大至大于 1.03 倍定值，经延时装置保护动作。

I0 反时限过流

1) 设置 I0 反时限投退为“投入”，退出其他保护投退，反时限启动电流设为 1A，反时限曲线类型、反时限时间系数按表 1.3 设置。

2) 在交流输入端子 X1.13-X1.14 施加不同过流信号，装置的保护动作情况如表 1.3。

1.5.6 两段式自产零序 3I0 过流保护/3I0 反时限过流

自产零序过流一段

1) 设置 3I0 一段投退为“投入”，退出其他保护投退，设定 3I0 一段定值为 2A，3I0 一

段延时为 2s。

2) 在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 施加小于 0.97 倍定值的电流，装置可靠不动作；将电流增大至大于 1.03 倍定值，经延时装置保护动作。

自产零序过流二段

1) 设置 3I0 二段投退为“跳闸”或“告警”，退出其他保护投退，设定 3I0 二段定值为 4A，3I0 二段延时为 4s。

2) 在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 施加小于 0.97 倍定值的电流，将电流增大至大于 1.03 倍定值，经延时装置保护动作。

自产零序反时限过流

1) 设置 3I0 反时限投退为“投入”，退出其他保护投退，反时限启动电流设为 1A，反时限曲线类型、反时限时间系数按表 1.3 设置。

2) 在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 施加不同过流信号，装置的保护动作情况如表 1.3。

1.5.7 过负荷保护

过负荷告警

1) 设置过负荷告警投退为“投入”，退出其他保护投退。设置过负荷告警定值为 2A，过负荷告警延时为 2s。

2) 在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 施加小于 0.97 倍定值的电流，装置不动作；将电流增大至大于 1.03 倍定值，经延时装置保护告警。

过负荷跳闸

1) 设置过负荷跳闸投退为“投入”，退出其他保护投退。设置过负荷跳闸定值为 3A，过负荷跳闸延时为 2s。

2) 在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 施加小于 0.97 倍定值的电流，装置不动作；将电流增大至大于 1.03 倍定值，经延时装置保护跳闸。

1.5.8 两段式负序过流保护

负序过流一段

1) 设置负序过流一段投退为“投入”，设定负序过流一段定值为 1A，负序过流一段延时为 3s。

2) 在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 施加 4A/5A/5A 电流信号。当电流信号由 4A/5A/5A 变为 3.8A/5A/5A 时，装置可靠不动作；模拟故障，当电流变为 1A/5A/5A 时，装置经延时保护动作。

负序过流二段

1) 设置负序过流二段投退为“投入”，设定负序过流二段定值为 1A，负序过流二段延时为 1s。

2) 在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 施加 4A/5A/5A 电流信号。当电流信号由 4A/5A/5A 变为 3.8A/5A/5A 时，装置可靠不动作；当电流变为 1A/5A/5A 时，装置经延时保护动作。

1.5.9 负序反时限过流保护

1) 设置负序过流反时限投退为“投入”，设定负序反时限启动电流为 1A。

2) 在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 施加 5A/5A/5A 电流信号，反时限曲线类型、反时限时间系数按表 6.3 设置，模拟故障，当三相电流施加不同信号时装置保护动作情况如表 6.3。

表 1.4 负序反时限动作时间

曲线类型	时间系数	施加信号	装置状态	动作时间误差	理论值
一般	0.5	1A/5A/5A	动作	±5%或±40ms	12.29s
		0.1A/5A/5A	动作	±5%或±40ms	7.19s
		0.1A/6A/6A	动作	±5%或±40ms	5.21s
非常	0.1	1A/5A/5A	动作	±5%或±40ms	4.13s
		0.1A/5A/5A	动作	±5%或±40ms	2.20s
		0.1A/6A/6A	动作	±5%或±40ms	1.41s
极端	0.5	1A/5A/5A	动作	±5%或±40ms	52.01s
		0.1A/5A/5A	动作	±5%或±40ms	24.18s
		0.1A/6A/6A	动作	±5%或±40ms	14.04s

1.5.10 非电量保护

1) 设置高温告警投退为“投入”，退出其他保护投退，设定高温告警延时为 4s。

2) 给高温告警对应的开入量施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V），经延时装置保护告警。

超温跳闸、轻瓦斯告警、重瓦斯跳闸、压力释放跳闸/告警、变压器门误开跳闸/告警、温控器故障跳闸/告警、非电量 1 跳闸/告警、非电量 2 跳闸/告警、非电量 3 跳闸/告警等测试方法同上。

1.5.11 PT 断线告警

1) 设置 PT 断线告警投退为“投入”，退出其他保护投退，PT 断线告警延时为 5s。设 PT 断线负序电压为 35V，无压定值为 15V，无流定值为 0.2A。

2) 在交流输入端子 X1.21-X1.22、X1.23-X1.24、X1.25-X1.26 上施加三相电压信号 $U_A=U_B=U_C=57.74V$ ，在端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 上施加三相电流信号 $I_A=I_B=I_C=1A$ 。改变三相电压，使得负序电压由 0V 升至大于 1.03 倍 PT 断线负序电压，经延时装置发出 PT 断线告警；

3) 复归装置，给装置施加三相电流 1A、三相电压 57.74V，改变电压值使得三相线电压降至小于 0.97 倍无压定值时，经延时装置发出 PT 断线告警。

1.5.12 控制回路断线告警

- 1) 设置控故障告警投退为“投入”，退出其他保护投退，设控故障告警延时为 10s。
- 2) 当合位监视和分位监视同时有电压时，经延时装置发出控故障告警；装置复归后，同时断开合位监视和分位监视信号，经延时装置发出控故障告警。

1.5.13 零序过压保护

- 1) 设置零序过电压保护投退为“告警”或者“跳闸”，退出其他保护投退，设定零序过电压定值为 30V，延时设为 5s。
- 2) 在端子 X1.28-X1.29 上施加小于 0.97 倍定值的电压信号，将 U0 变为大于 1.03 倍定值，经延时装置保护动作。

1.5.14 FC 回路配合的电流闭锁功能

- 1) 设置过流二段投退与 FC 闭锁投退为“投入”，设置过流二段定值为 2A，延时为 2S，FC 闭锁定值为 4A，延时为 1S。
- 2) 在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 均施加 5A 电流信号，经延时，装置 FC 闭锁，过流二段不动作，只产生“过流二段保护”事件记录。
- 3) 在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 均施加 3A 电流信号，经延时，装置过流二段保护动作。

1.5.15 检修状态闭锁

- 1) 给检修状态对应的开入量施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V）。
- 2) 设置“检修状态闭锁出口”为“投入”，过流二段投退为“投入”，设置过流二段定值为 2A，延时为 2S。在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 均施加 5A 电流信号，经延时，装置检修状态闭锁，过流二段不动作，只产生“过流二段保护”事件记录。
- 3) 设置“检修状态闭锁通讯”为“投入”，此时进行遥控分合操作，无法执行。

1.6 二次原理图

AM5SE-T2 配电变主后合一测控装置的二次接线图如图 1.20-1.22 所示。

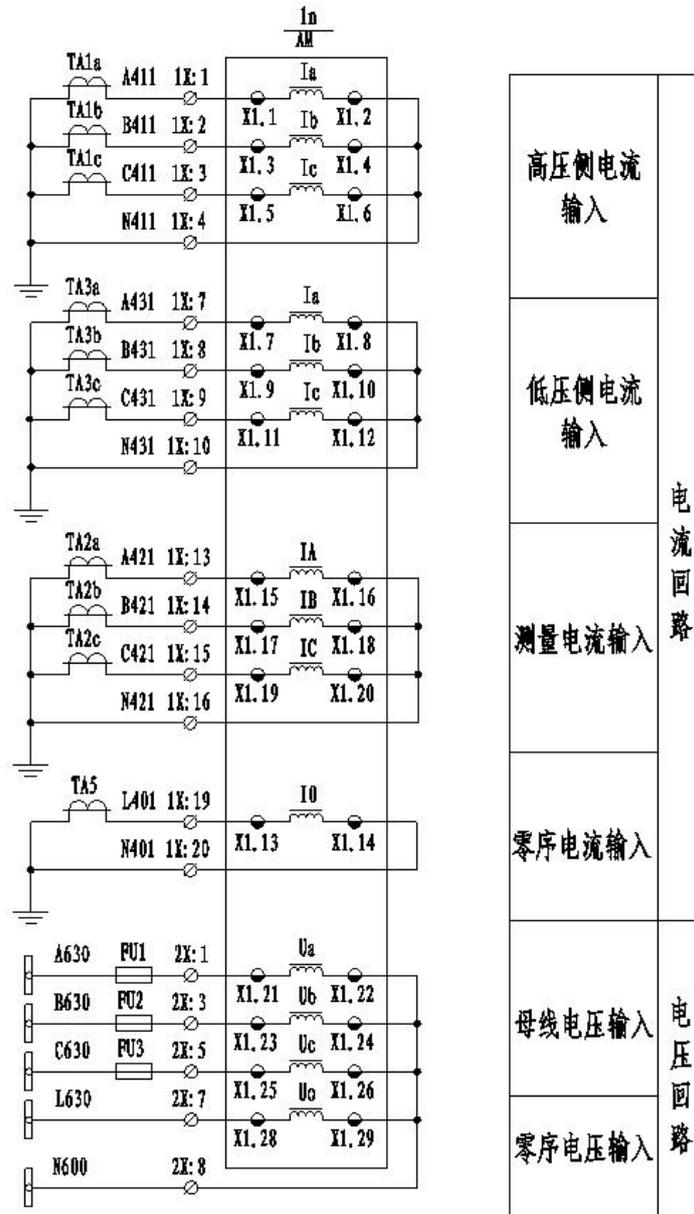


图 1.20 AM5SE-T2 二次原理图 (一)

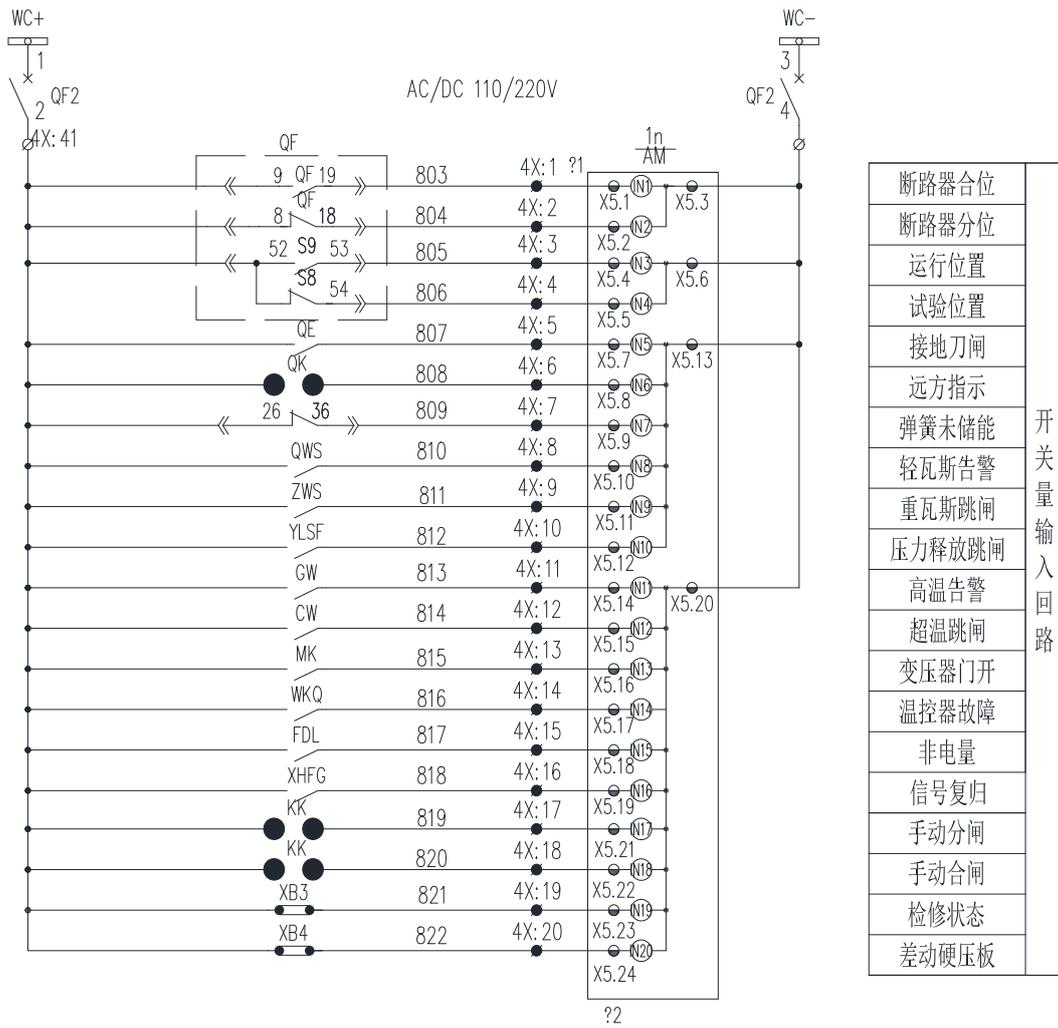


图 1.21 AM5SE-T2 二次原理图（二）

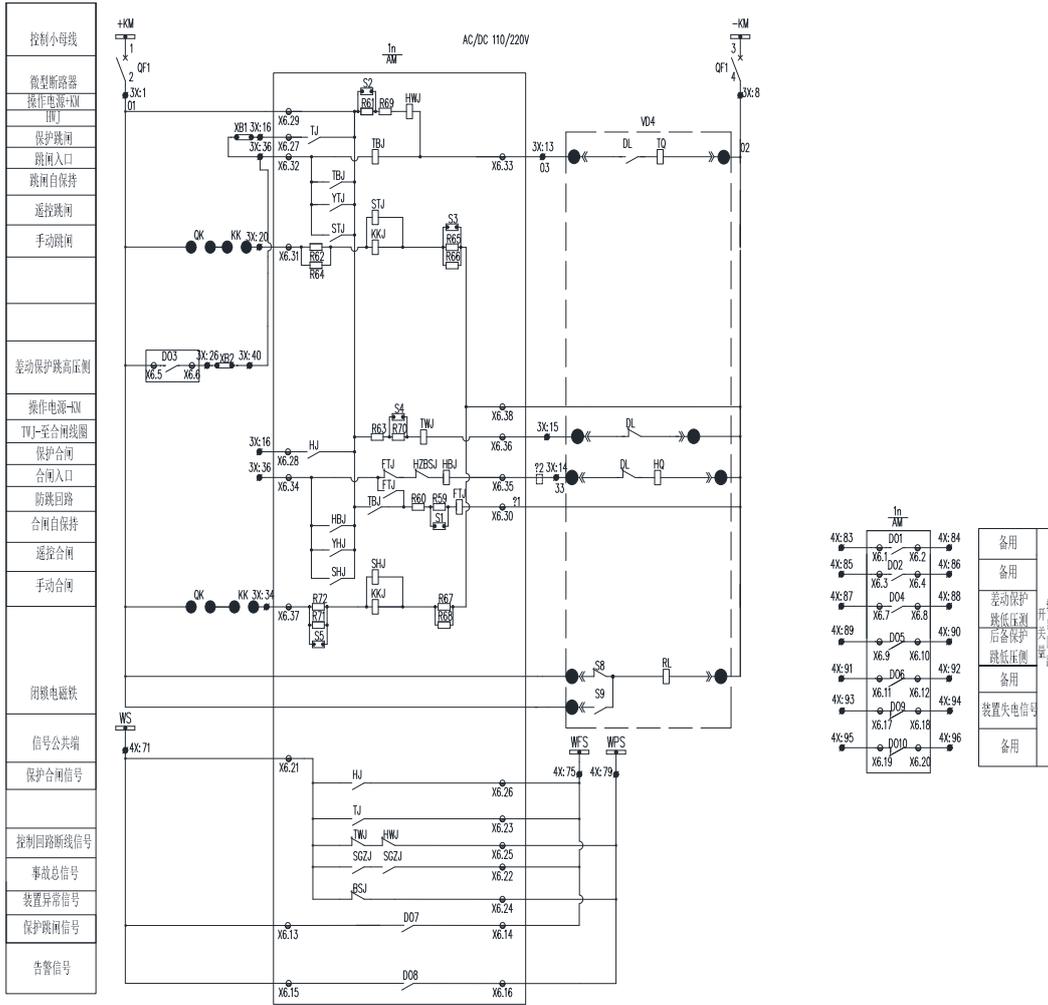


图 1.22 AM5SE-T2 二次原理图（三）

2 维护及其他问题处理

装置为免维护产品，只要安装运行环境满足要求，正常运行期间不需要日常及定期保养维护。但要留意因长期轻微震动引起的螺丝松动情况。

下表是在装置使用过程中可能会遇到的问题及相应处理建议。

表 2.1 问题及相应处理建议

问题	可能原因	处理建议
继电器不跳闸	1、该功能投退未投入 2、条件闭锁 3、出口映射表配置错误	1、在定值表里投入相应保护投退 2、检查是否有闭锁条件满足 3、在调试菜单进行相应出口配置 3、请联系售后人员
与装置背面的RS485口无通讯	1、接线极性接反 2、通讯参数或规约不一致 3、通讯电缆断线 4、装置地址设置错误	1、调换极性接线 2、重新设置通讯参数或规约 3、维修或更换通讯电缆 4、在通讯菜单内设置装置地址
以太网接口无通讯	1、通讯参数或规约不一致 2、通讯电缆断线	1、重新设置通讯参数或规约 2、维修或更换通讯电缆
主界面一次电流显示不正确	配置选项错误	在配置菜单内选择正确的一次电流显示选项
指示灯显示异常或颜色与预期不符	1、装置为初始化状态 2、指示灯颜色配置错误	1、请按一次“RST”按键 2、在调试菜单进行相应指示灯颜色配置 3、请联系售后人员
装置电压显示不正常	电压接线方式设置与实际不符	根据实际电压接线方式进行定值相关设置
遥信无显示	对应遥信没采到信号	测量综保背后端子和公共端之间电压是否正常
一手动合闸就跳闸，断路器合不上	手跳和手合短路	将装置的 X6. 33、X6. 35、X6. 29 所接线去掉，X6. 37 直接和正电源短接，测量 X6. 29 和 X6. 32 通断情况
手动合闸后，断路器合闸线圈一直得电	断路器合闸线圈内没有常闭点	在 X6. 35 和断路器合闸线圈之间串入一组常闭触点
断路器无法进行手分操作	1、TBJ 继电器回路异常 2、STJ 继电器回路异常 3、X6. 38 接线不可靠	1、测试保护跳闸、遥控跳闸是否正常； 2、检查 X6. 38 接线，确认接线无误且可靠； 3、将装置的 X6. 29 所接线去掉，打到手分状态，测量 X6. 29 和 X6. 32 通断情况
断路器无法进行手合操作	1、HBJ 继电器回路异常 2、SHJ 继电器回路异常 3、X6. 38 接线不可靠	1、测试保护合闸、遥控合闸是否正常； 2、检查 X6. 38 接线，确认接线无

		误且可靠； 3、将装置的 X6.29 所接线去掉， 打到手分状态，测量 X6.29 和 X6.34 通断情况
--	--	---

防跳功能测试步骤如下：

- 1、取消综保 X6.30 防跳的接线，短接手动合闸接点，此时断路器合上，此时进行一次手动分闸操作，若断路器经过一系列分合操作后，保持在合闸状态，则代表断路器不带防跳；若断路器经过一系列分合操作后，保持在分闸状态，则代表断路器带防跳。
- 2、待确认断路器没有带防跳后，将综保 X6.30 防跳接至负电源，使用综保防跳。此时短接手动合闸接点，断路器合上，此时进行一次手动分闸操作，断路器经过一系列分合操作后，保持在分闸状态，则代表防跳功能触发；解除手动合闸短接线，等待 10s 后，然后手动合闸，此时可正常合闸，代表防跳闭锁状态解除。

总部：安科瑞电气股份有限公司
地址：上海市嘉定区育绿路 253 号
电话：0086-021-69158161
网址：www.acrel.cn
邮箱：acrelsh@email.acrel.cn
邮编：201801

生产基地：江苏安科瑞电器制造有限公司
地址：江苏省江阴市南闸街道东盟工业园区东盟路 5 号
电话：0086-510-86179966
网址：www.jsacrel.cn
邮箱：jyacrel001@email.acrel.cn
邮编：214405