

AM5SE 系列 微机保护测控装置

安装使用说明书 V1.1

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
1.3 装置选型表.....	3
1.4 装置功能对照表.....	4
2 技术参数.....	5
2.1 额定参数.....	5
2.2 主要技术性能.....	6
2.3 正常工作环境条件.....	7
2.4 绝缘性能.....	7
2.5 电磁兼容性能.....	7
3 装置操作说明.....	8
3.1 前面板说明.....	8
3.2 按键说明.....	8
3.3 菜单说明.....	9
4 装置外形尺寸及安装方法.....	18
4.1 外形及开孔尺寸.....	18
4.2 安装方法.....	18
5 装置事件记录清单.....	19
第二章 技术说明.....	30
1 AM5SE-F 线路保护测控装置.....	30
1.1 功能简介.....	30
1.2 保护原理.....	31
1.3 定值表.....	38
1.4 接线方式.....	42
1.5 调试方法.....	44
1.6 二次原理图.....	49
2 AM5SE-T 配电变压器保护测控装置.....	52
2.1 功能简介.....	52
2.2 保护原理.....	52
2.3 定值表.....	57
2.4 接线方式.....	60
2.5 调试方法.....	61
2.6 二次原理图.....	65
3 AM5SE-M 电动机保护测控装置.....	68
3.1 功能简介.....	68
3.2 保护原理.....	69
3.3 定值表.....	78
3.4 接线方式.....	82
3.5 调试方法.....	84

3.6 二次原理图.....	91
4 AM5SE-B 备自投保护测控装置.....	94
4.1 功能简介.....	94
4.2 保护原理.....	94
4.3 定值表.....	104
4.4 接线方式.....	106
4.5 调试方法.....	108
4.6 二次原理图.....	123
5 AM5SE-C 电容器保护测控装置.....	126
5.1 功能简介.....	126
5.2 保护原理.....	126
5.3 定值表.....	130
5.4 接线方式.....	132
5.5 调试方法.....	135
5.6 二次原理图.....	138
6 AM5SE-MD 电动机差动保护装置.....	142
6.1 功能简介.....	142
6.2 保护原理.....	143
6.3 定值表.....	161
6.4 接线方式.....	166
6.5 调试方法.....	168
6.6 二次原理图.....	182
7 AM5SE-D2 两圈变差动保护装置.....	185
7.1 功能简介.....	185
7.2 保护原理.....	185
7.3 定值表.....	190
7.4 接线方式.....	191
7.5 调试方法.....	193
7.6 二次原理图.....	197
8 AM5SE-TB 主变后备保护测控装置.....	198
8.1 功能简介.....	198
8.2 保护原理.....	198
8.3 定值表.....	206
8.4 接线方式.....	209
8.5 调试方法.....	211
8.6 二次原理图.....	216
9 AM5SE-UB PT 监测并列装置.....	219
9.1 功能简介.....	219
9.2 保护原理.....	219
9.3 定值表.....	224
9.4 接线方式.....	225
9.5 调试方法.....	227
9.6 二次原理图.....	230
10 维护及其他问题处理.....	232

第一章 使用说明

1 装置介绍

1.1 概述

AM5SE 系列微机保护测控装置（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，实现进线、主变、配电变、电动机、电容器、母联、PT 等保护。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，适用于进线、馈线、主变（一般容量 2000kVA 以上）、配电变压器（一般容量 2000kVA 以下）、高压电动机、高压电容器、母联、PT 等设备的保护和自动控制功能。

► 丰富的接口资源

12 路（可扩展到 14 路）交流电压/电流通道，测量三相电流、两路零序电流、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。

1.3 装置选型表

	A	M								
生产企业代号：安科瑞										
产品系列代号：微机保护测控装置										
产品设计序号：测控保护装置 5SE										
装置代号：线路保护测控装置		F								
配电变压器保护测控装置		T								
电动机保护测控装置		M								
电容器保护测控装置		C								
母联保护及备自投装置		B								
PT监测并列装置		UB								
两圈主变差动保护装置		D2								
主变后备保护装置		TB								
电动机差动综合保护装置		MD								
电流输入：1A			1							
电流输入：5A			5							
零序电流输入：1A				1						
零序电流输入：5A				5						
操作电源：110V AC/DC					1					
220V AC/DC					2					
4-20mA输入：不带						0				
带两路						2				
防跳功能：不带防跳							0			
带防跳功能							1			
以太网接口：不带								0		
带一路								1		
带两路								2		

1.4 装置功能对照表

AM5SE 主要功能		-F	-T	-M	-B	-C	-MD	-D2	-TB	-UB
硬 件 资 源	电流采集	8	8	8	8	8	9	6	8	0
	电压采集	4	4	4	6	4	4	0	4	8
	开入量采集	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	继电器输出	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	操作回路	√	√	√	√	√	√		√	
保 护 功 能	三段过流保护	√	√		√				√	
	三段过流带方向闭锁	√			√				√	
	比率制动差动保护						√	√		
	差动速断保护						√	√		
	CT 断线告警						√	√		
	两段过流保护			√		√	√			
	两段 I01 过流	√	√	√		√	√		√	
	两段 I02 过流	√	√							
	反时限过流保护	√	√	√	√	√	√		√	
	I01 反时限过流保护	√	√						√	
	I02 反时限过流保护	√	√							
	两段式间隙零序过流保护								√	
	两段式正序过流保护						√			
	正序反时限保护						√			
	两段式负序过流保护			√			√			
	负序反时限保护			√			√			
	过负荷保护	√	√	√			√		√	
	启动风冷								√	
	调压闭锁								√	
	控制回路断线告警	√	√	√	√	√	√		√	
	低电压保护			√			√			
	低电压告警									√
	失压跳闸	√								
	失压告警	√								
	PT 断线告警	√	√	√	√	√	√		√	√
	三相一次重合闸	√								
	低频减载	√								
	高频保护	√								
	后加速过流	√			√					
	过电压保护	√		√		√	√			√
	堵转保护			√			√			
	欠电压保护					√				

	不平衡电压保护				√		√	√			
	不平衡电流保护						√	√			
	零序过压保护		√				√	√		√	
	零序过压告警				√						√
	正序过压保护							√			
	负序过压保护							√			
	非电量保护			√	√		√	√		√	
	启动时间过长				√			√			
	逆功率保护		√								
	热过载保护				√			√			
	相序保护				√			√			
	电压断相保护				√			√			
	进线备投/母联备投					√					
	FC 闭锁		√	√	√			√		√	
	PT 并列解列										√
	自产零序过流保护									√	
其他功能	通讯	双 RS485 接口	√								
		双以太网接口	■								
	故障录波		√								
	GPS 对时		√								
	4-20mA 输出		■								
	断路器分合次数统计		√								
	测量功能		U、I、P、Q、PF、f、Ep、Eq								
			U、Fr								

注：√表示具备此功能，■表示可选功能，空白表示无此功能。

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：47~63Hz

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 $\pm 0.02\text{ Hz}$ ；

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 $\pm 5\%$ 或 $\pm 40\text{ms}$ ；返回系数：0.95；

时间元件：延时时间 2s 内误差 $\leq 40\text{ms}$ ；延时时间大于 2s，误差 $\leq (2\%)$ 整定值 $\pm 40\text{ms}$ ；

差动保护：

动作时间：差动速断 $< 25\text{ms}$ （1.5 倍整定值）

比例差动 $< 35\text{ms}$ （2 倍整定值，无涌流制动）

电流定值误差不大于 $\pm 3\%$ 。

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： $-10^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$ ；

装置的贮存、运输允许的环境温度为 $-25^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$ ；

相对湿度： $5\% \sim 95\%$ （产品内部不凝露，不结冰）；

海拔高度： $\leq 2500\text{m}$ ；

防护等级：IP20。

2.4 绝缘性能

绝缘电阻： $> 100\text{M}\Omega$, 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： $\pm 5\text{kV}(1.2/50\text{ }\mu\text{s}, 0.5\text{J})$

2.5 电磁兼容性

	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 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 AM5SE 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。

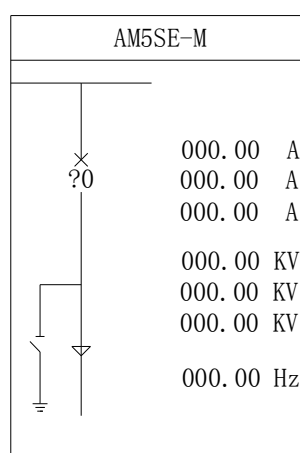


图 3.2 运行界面

遥测	当前值	单位	遥测	当前值	单位	遥测	当前值	单位
Ia	0000.000	A	UCA	0000.000	V	AI_01	0000.000	mA
Ib	0000.000	A	U4	0000.000	V	AI_02	0000.000	mA
Ic	0000.000	A	Fr	0000.000	Hz	Ia_H2	0000.000	A
I1	0000.000	A	P	0000.000	KW	Ib_H2	0000.000	A
I2	0000.000	A	PF	0000.000		Ic_H2	0000.000	A
I01	0000.000	A	U1	0000.000	V			
I02	0000.000	A	U2	0000.000	V			
IA	0000.000	A	Uav	0000.000	V			
IB	0000.000	A	U20	0000.000	V			
IC	0000.000	A	Q	0000.000	KVar			
UAB	0000.000	V	Ep	0000.000	kw*h			
UBC	0000.000	V	Eq	0000.000	kw*h			

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	备用1	分	合位监视	分
断路器分位	分	备用2	分	分位监视	分
运行位置	分	备用3	分		
试验位置	分	信号复归	分		
接地刀闸	分	备用4	分		
远方/就地	分	备用5	分		
弹簧未储能	分	备用6	分		
备用	分	备用7	分		
非电量1	分	断电检测	分		
非电量2	分	开出自检	分		
热复归	分	合后位置	分		
转速低	分	防跳监视	分		

图 3.4 遥信界面

遥信界面中除 AM5SE-B 备自投装置外，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/就地”，当装置处于远方状态时，开入量“远方/就地”显示“合”，当装置处于就地状态时，开入量“远方/就地”显示“分”。

DO类型	映射关系	DO类型	映射关系	DO类型	映射关系
遥控跳闸	00000 00000 00100	电压保护	00100 00000 10000	开出测试	00000 00000 00000
遥控合闸	00000 00000 00010	非电量1跳闸	00000 00000 10000		
启动时过流一段	00000 00000 10000	过热保护	00000 00000 10000		
运行时过流一段	00000 00000 10000	启动超时	00000 00000 10000		
过流保护	00000 00000 10000	告警信号	00000 00010 00000		
零流保护	00000 00000 10000	事故总信号	00000 00000 00001		

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 1-15 位二进制数表示。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
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；11~15 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。序号 1~15 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

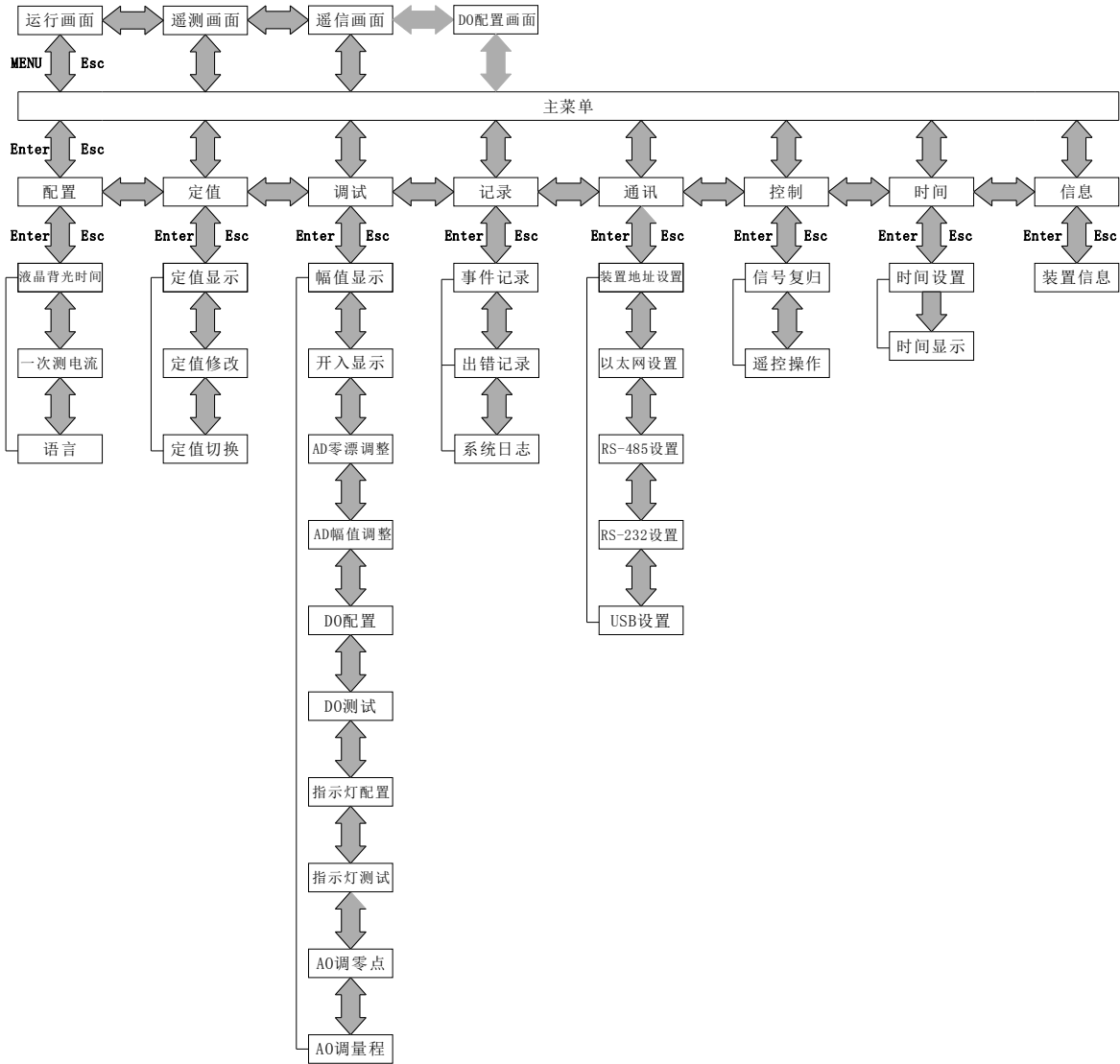


图 3.7 快速导航示意图

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。

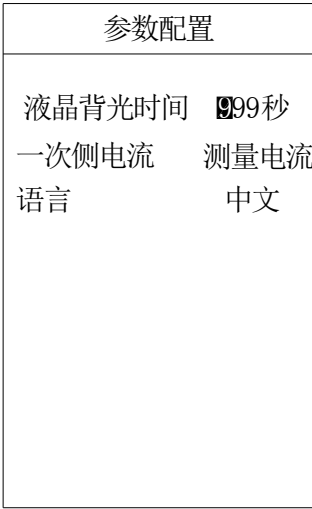


图 3.8 液晶背光时间设置

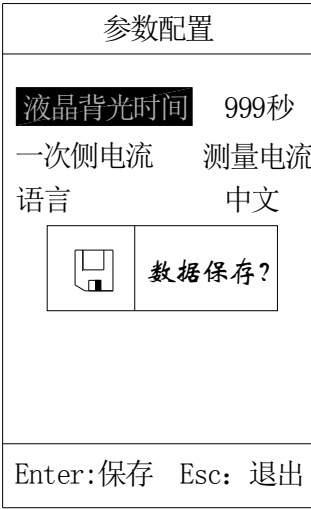


图 3.9 数据保存提示

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。

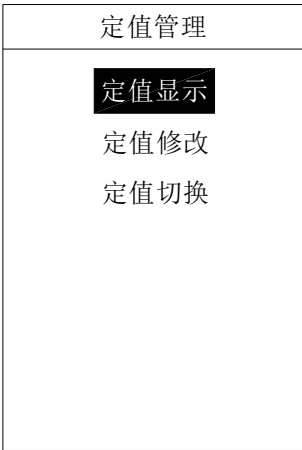


图 3.10 定值菜单

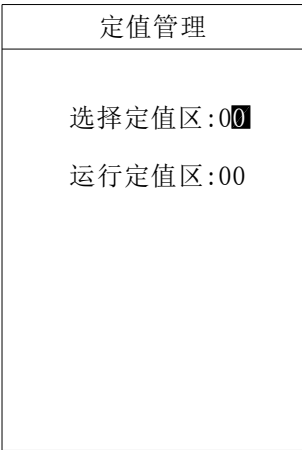


图 3.11 设置选择定值区

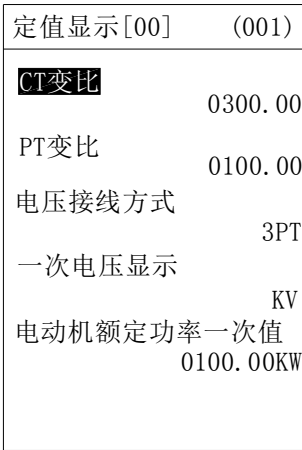


图 3.12 定值显示

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。

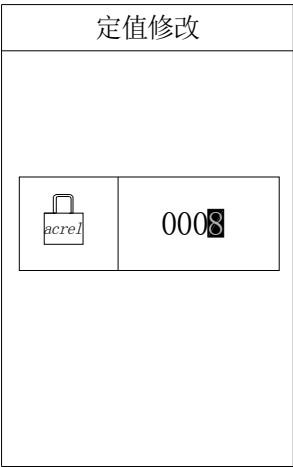


图 3.13 输入密码对话框

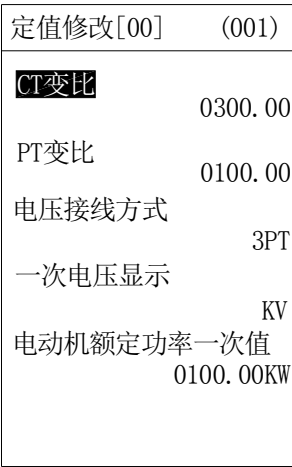


图 3.14 定值修改

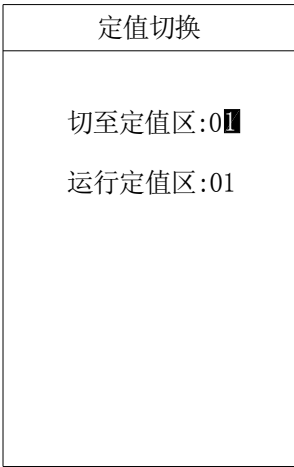


图 3.15 定值切换

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 出错记录

“出错记录”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。

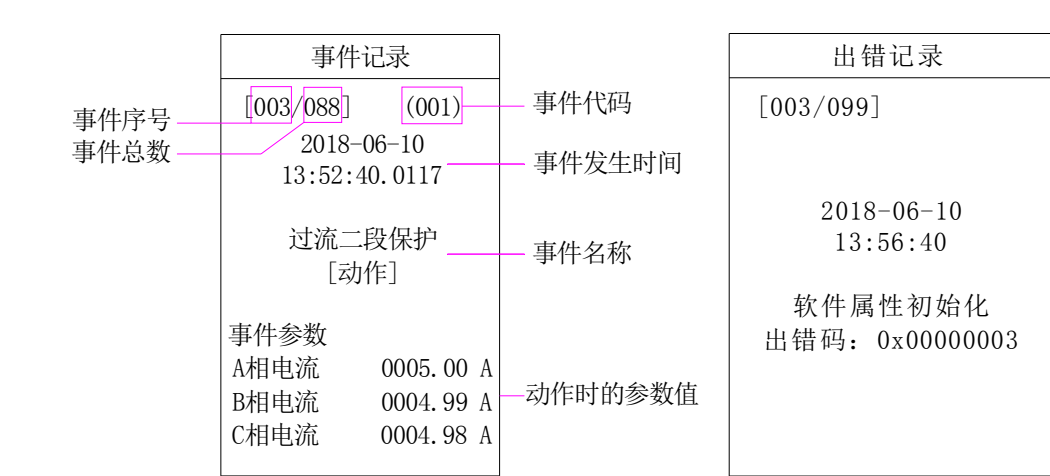


图 3.16 事件记录画面

图 3.17 出错记录画面

3.3.5.3 系统日志

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

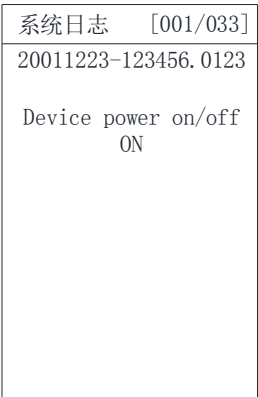


图 3.18 日志记录画面

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。

通讯方式选择

装置地址选择

以太网设置

RS-485设置

RS-232设置

USB设置

图 3.19 通讯设置界面

装置地址设置

装置地址选择: 00001

图 3.20 装置地址设置界面

以太网设置

A网 规约: Modbus

A网 本地TCP端口: 07710

A网 本地TCP模式: Server

A网 本地UDP端口: 01032

A网 本地Mac地址: 41-63-72-65-6C-41

A网 本地IP地址: 192.168.001.002

图 3.21 以太网（A 网）设置界面

以太网设置

A网 远程IP地址: 172.020.000.000

A网 远程TCP端口: 01048

A网 网关: 192.168.001.001

A网 子网网码: 255.255.255.000

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: 41-63-72-65-6C-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
2018-06-10 14:56:40
2018-06-10 13:56:40

图 3.25 时间设置

装置信息
AM5SE-M
版本号：1.00
校验码：0x1f37
硬件配置：
2018-06-10_13:42:34
软件配置：
2018-06-10_13:42:38
逻辑版本：V0022 1.00
2018-06-10_15:50:46

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

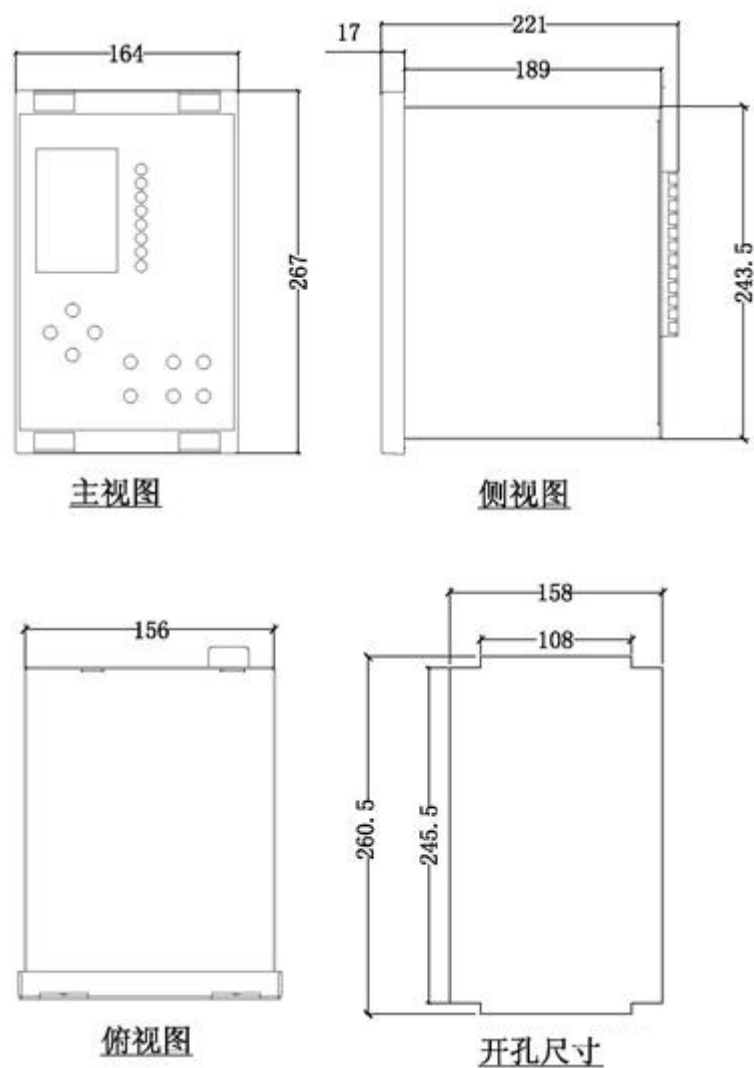


图 4.1 外形及开孔尺寸图

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，首先在屏体面上按开孔尺寸开孔，如图 4.2。再将装置按图 4.3 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 4.4，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。）

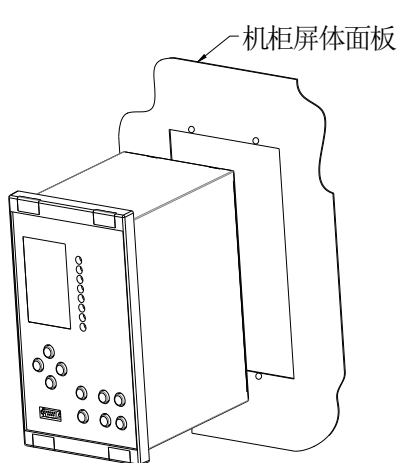


图4.2

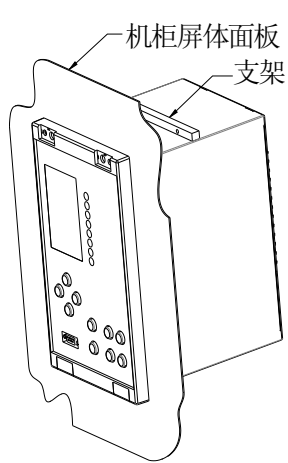


图4.3

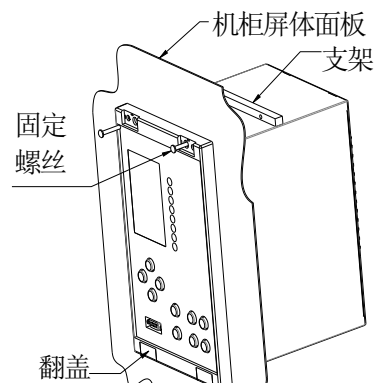


图4.4

5 装置事件记录清单

表 5.1 AM5SE 事件记录表

AM 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
3	启动时过流一段保护	A 相电流	浮点数	A
		B 相电流	浮点数	A
		C 相电流	浮点数	A
4	运行时过流一段保护	A 相电流	浮点数	A
		B 相电流	浮点数	A
		C 相电流	浮点数	A
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
10	I02 过流一段	I02	浮点数	A
11	I02 过流二段	I02	浮点数	A
12	I01 反时限	时间	浮点数	s
		I01	浮点数	A
13	I02 反时限	时间	浮点数	s
		I02	浮点数	A
14	后加速过流保护	A 相电流	浮点数	A
		B 相电流	浮点数	A
		C 相电流	浮点数	A
15	重合闸	——	——	——
16	低频减载	频率	浮点数	Hz
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
22	热过载跳闸	跳闸百分比	浮点数	%
		最大相电流	浮点数	A
		正序电流	浮点数	A
		负序电流	浮点数	A
23	堵转保护	最大相电流	浮点数	A
24	启动时间过长保护	最大相电流	浮点数	A
25	低电压保护	最大线电压	浮点数	V
26	欠电压保护	UAB	浮点数	V
		UBC	浮点数	V
		UCA	浮点数	V
27	过电压保护	UAB	浮点数	V
		UBC	浮点数	V
		UCA	浮点数	V
28	零序过电压保护/自产零序过压保护	零序电压	浮点数	V
29	不平衡电压保护	不平衡 U	浮点数	V
30	不平衡电流保护	不平衡 I	浮点数	A
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	——	——	——
35	非电量 2 跳闸/计量门 2 跳闸	——	——	——
36	分段备投合母联	——	——	——
37	分段备投跳进线 1	——	——	——
38	分段备投跳进线 2	——	——	——
39	2 备 1 跳进线 1	——	——	——
40	2 备 1 合进线 2	——	——	——
41	1 备 2 跳进线 2	——	——	——
42	1 备 2 合进线 1	——	——	——
43	分段复归合进线 1	——	——	——
44	分段复归合进线 2	——	——	——
45	分段复归跳母联	——	——	——
46	2 备 1 复归合进线 1	——	——	——
47	2 备 1 复归跳进线 2	——	——	——
48	1 备 2 复归合进线 2	——	——	——
49	1 备 2 复归跳进线 1	——	——	——
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	——	——	——
54	失压保护	最大线电压	浮点数	V
55	油位低跳闸	——	——	——
56	油位高跳闸	——	——	——
57	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
58	I01 过流三段	I01	浮点数	A
59	I01 后加速过流	时间	浮点数	s
		I01	浮点数	A
60	高温保护跳闸	——	——	——
61	轻瓦斯保护跳闸	——	——	——
62	2 备 1 跳母联	——	——	——
63	2 备 1 复归合母联	——	——	——
64	柴发机备投跳进线 1	——	——	——
65	柴发机备投跳进线 2	——	——	——
66	柴发机备投合母联	——	——	——
67	柴发机备投合柴发机	——	——	——
68	非电量 3 跳闸	——	——	——
69	非电量 4 跳闸	——	——	——
70	备用 1 跳闸	——	——	——

71	备用 2 跳闸	——	——	——
73	备用 3 跳闸	——	——	——
74	隔离柜连跳	——	——	——
75	系统谐振跳闸	——	——	——
76	高频跳闸	频率	浮点数	Hz
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
84	热过载告警	告警百分比	浮点数	%
		最大相电流	浮点数	A
		流	浮点数	A
		负序电流	浮点数	A
85	I 母低电压告警 (AM5\AM4-U1)	最大线电压	浮点数	V
86	I 母过电压告警 (AM5\AM4-U1)	最大线电压	浮点数	V
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
90	非电量 2 告警	——	——	——
91	非电量 3 告警	——	——	——
92	分段充电完成	——	——	——
93	进线 1 充电完成	——	——	——
94	进线 2 充电完成	——	——	——
95	I 母自产零序过压告警 (AM5\AM4-U1)	零序电压	浮点数	V
96	II 母低电压告警 (AM5\AM4-U2)	最大线电压	浮点数	V
97	II 母零序过压告警 (AM5\AM4-U2)	零序电压	浮点数	V
98	II 母 PT 断线告警 (AM5\AM4-U2)	UAB2	浮点数	V
		UBC2	浮点数	V

		UCA2	浮点数	V
		负序电压	浮点数	V
99	II 母过电压告警 (AM5\AM4-U2)	最大线电压	浮点数	V
100	II 母自产零序过压告警 (AM5\AM4-U2)	自产 3U0	浮点数	V
101	电机备投跳进线 1, 2	——	——	——
102	电机备投合电机	——	——	——
103	过流三段告警	A 相电流	浮点数	A
		B 相电流	浮点数	A
		C 相电流	浮点数	A
104	I01 过流一段告警	时间	浮点数	s
		I01	浮点数	A
105	I01 过流二段告警	时间	浮点数	s
		I01	浮点数	A
106	I01 过流三段告警	时间	浮点数	s
		I01	浮点数	A
107	I01 反时限过流告警	时间	浮点数	s
		I01	浮点数	A
108	I01 后加速告警	时间	浮点数	s
		I01	浮点数	A
109	I02 过流告警	时间	浮点数	s
		I02	浮点数	A
110	I02 反时限过流告警	时间	浮点数	s
		I02	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
116	I02 过流二段告警	时间	浮点数	s
		I02	浮点数	A
117	门开告警	时间	浮点数	s
118	进线 PT 断线	——	——	——
119	非电量 1 告警			s
120	非电量 4 告警			s
121	重合闸充电完成	——	——	——
122	备用 1 告警	——	——	——
123	备用 2 告警	——	——	——
124	备用 3 告警	——	——	——
125	市电充电	——	——	——

126	市电备投跳发电机	——	——	——
127	市电备投合进线 1	——	——	——
128	市电备投合进线 2	——	——	——
129	逆功率保护	有功功率	浮点数	kW
		功率因数	浮点数	无
130	压力释放告警	——	——	——
131	发电机备 1 充电	——	——	——
132	发电机备 2 充电	——	——	——
133	柴发机备 1 跳 1QF	——	——	——
134	柴发机备 1 合 4QF	——	——	——
135	柴发机备 2 跳 2QF	——	——	——
136	柴发机备 2 合 4QF	——	——	——
137	温控器故障告警	——	——	——
138	二次过压告警（非电量）	——	——	——
139	不平衡电流 3I0 保护告警	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
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	——	——	——
179	进线 PT 断线	——	——	——
180	3 备 1 充电	——	——	——
181	3 备 2 充电	——	——	——
182	A 相差压跳闸	A 相差压	浮点数	V
183	B 相差压跳闸	B 相差压	浮点数	V
184	C 相差压跳闸	C 相差压	浮点数	V
185	备投再恢复 1#合 3QF	——	——	——
186	均无压恢复充电	——	——	——
187	均无压复 2 跳 4	——	——	——
188	均无压复 2 合 2	——	——	——
189	均无压复 1 跳 4	——	——	——
190	均无压复 1 合 1	——	——	——
191	均无压复 1 合 3	——	——	——
192	远方按钮合闸	——	——	——
193	远方按钮分闸	——	——	——
194	急停分闸	——	——	——
195	2 备 1 合柴发	——	——	——
196	2 备 1 复归跳柴发	——	——	——
197	负控跳闸	——	——	——
198	绝缘监测告警	——	——	——
199	绝缘监测跳闸	——	——	——
200	均无压充电	——	——	——
201	均无压跳 2	——	——	——
202	均无压合 1	——	——	——
203	备用进线备 1 充电	——	——	——
204	备用进线备 2 充电	——	——	——
205	备用进线备 1 跳进线 1	——	——	——
206	备用进线备 1 合备用	——	——	——
207	备用进线备 2 跳进线 2	——	——	——
208	备用进线备 2 合备用	——	——	——
209	均无压跳进线 1, 2	——	——	——
210	均无压合母联	——	——	——
211	均无压合备用进线	——	——	——
212	欠流告警	A 相电流	浮点数	A
		B 相电流	浮点数	A
		C 相电流	浮点数	A
213	电压不平衡开入跳闸	——	——	——
214	分段备投合进线 3	——	——	——
215	分段备投合进线 4	——	——	——
216	进线 1 逆功率	——	——	——
217	2 备 1 退进线 1 手车	——	——	——

218	2 备 1 复归合进线 1 手车	——	——	——
219	低侧网门告警	——	——	——
220	低侧网门跳闸	——	——	——
221	事故总信号	——	——	——
222	电压不平衡跳闸	——	——	——
223	相序保护跳闸	——	——	——
224	断相保护跳闸	——	——	——
225	I 段 PT 投入	——	——	——
226	II 段 PT 投入	——	——	——
227	PT 并列	——	——	——
228	1 号 2 号主供断电警报	——	——	——
229	遥控并列	——	——	——
230	遥控解列	——	——	——
231	母线充电保护	A 相电流	浮点数	A
		B 相电流	浮点数	A
		C 相电流	浮点数	A
232	CT 二次过压跳闸	——	——	——
233	CT 二次过压告警	——	——	——
234	隔离手车连跳动作	——	——	——
235	备投允许	——	——	——
236	允许合闸信号	——	——	——
237	柴发机备投跳母联			
238	备投启动柴发信号			
239	油位高告警			
240	均无压跳母联			
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
246	正序过流一段保护	定值	浮点数	A
		延时	浮点数	s
		正序电流	浮点数	A
247	正序过流二段保护	定值	浮点数	A
		延时	浮点数	s
		正序电流	浮点数	A
248	正序过流反时限保护	曲线类型	整数	一般/非常/极端
		启动电流	浮点数	A
		时间系数	浮点数	s
		动作时间	浮点数	s
		正序电流	浮点数	A
249	长启动保护告警	计时门槛	浮点数	A
		动作时间	浮点数	s
250	电流不平衡告警	定值	浮点数	A
		延时	浮点数	s
		动作值	浮点数	A
		平均电流	浮点数	A
251	电压不平衡告警	定值	浮点数	V
		延时	浮点数	s
		动作值	浮点数	V
		平均线电压	浮点数	V
		UAB	浮点数	V
		UBC	浮点数	V
		UCA	浮点数	V
252	过电压保护告警	定值	浮点数	V
		延时	浮点数	s
		UAB	浮点数	V
		UBC	浮点数	V
		UCA	浮点数	V
		零序电压	浮点数	V
253	零序过压保护告警	定值	浮点数	V
		延时	浮点数	s
		UAB	浮点数	V
		UBC	浮点数	V
		UCA	浮点数	V
		零序电压	浮点数	V
254	正序过压保护告警	定值	浮点数	V
		延时	浮点数	s
		UAB	浮点数	V
		UBC	浮点数	V

		UCA	浮点数	V
		正序电压	浮点数	V
255	正序过压保护跳闸	定值	浮点数	V
		延时	浮点数	s
		UAB	浮点数	V
		UBC	浮点数	V
		UCA	浮点数	V
		正序电压	浮点数	V
256	负序过压保护告警	定值	浮点数	V
		延时	浮点数	s
		UAB	浮点数	V
		UBC	浮点数	V
		UCA	浮点数	V
		负序电压	浮点数	V
257	负序过压保护跳闸	定值	浮点数	V
		延时	浮点数	s
		UAB	浮点数	V
		UBC	浮点数	V
		UCA	浮点数	V
		负序电压	浮点数	V
258	低电压保护告警	定值	浮点数	V
		延时	浮点数	s
		UAB	浮点数	V
		UBC	浮点数	V
		UCA	浮点数	V
		零序电压	浮点数	V
259	相序保护告警	延时	浮点数	s
		UAB	浮点数	V
		UBC	浮点数	V
		UCA	浮点数	V
		零序电压	浮点数	V
		正序电压	浮点数	V
		负序电压	浮点数	V
		平均线电压	浮点数	V
260	首端 CT 断线告警	——	——	——
261	尾端 CT 断线告警	——	——	——
262	I02 后加速过流	时间	浮点数	s
		I02	浮点数	A
263	I02 后加速告警	时间	浮点数	s
		I02	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

265				
266				
267	I 侧 CT 断线告警	——	——	——
268	II 侧 CT 断线告警	——	——	——
269	III侧 CT 断线告警	——	——	——
270	IV侧 CT 断线告警	——	——	——
271	有压有流出口动作	——	——	——
272	预留 (告警事件代码)			
289				
290	启动风冷	A 相电流	浮点数	A
		B 相电流	浮点数	A
		C 相电流	浮点数	A
291	闭锁调压	A 相电流	浮点数	A
		B 相电流	浮点数	A
		C 相电流	浮点数	A
292	间隙零序过流一段跳闸	间隙零序电流	浮点数	A
293	间隙零序过流二段跳闸	间隙零序电流	浮点数	A
294	I 母 PT 投入	——	——	——
295	II 母 PT 投入	——	——	——
296	PT 自动并列	——	——	——
297	遥控并列	——	——	——
298	遥控解列	——	——	——
299	负控预留保护跳闸	时间	浮点数	s
300	负控预留保护告警	时间	浮点数	s
301	PT 自动解列	——	——	——

第二章 技术说明

1 AM5SE-F 线路保护测控装置

1.1 功能简介

保护功能

- 三段式过流保护（可经低电压闭锁、可带方向闭锁）
- 反时限过流保护（可经低电压闭锁）
- 两段式零序 I01 过流/反时限过流保护
- 两段式零序 I02 过流/反时限过流保护
- 重合闸
- 后加速过流保护（可经低电压闭锁）
- 过负荷告警
- 过负荷跳闸
- 失压跳闸
- 失压告警
- 过电压保护
- 零序过压保护
- 逆功率保护
- 频率保护（低频减载/高频保护）
- PT 断线告警
- 控制回路断线告警
- FC 回路配合的过流闭锁功能

监控功能

- 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
- I, U, P, Q, PF, f, Ep, Eq 等电参量测量
- 2 路 4-20mA 变送输出

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 三段式过流保护（可经低电压闭锁、可带方向闭锁）

当任一相电流大于定值，经延时，装置跳闸。

三段过流保护由过流一段（瞬时速断）保护、过流二段、过流三段构成，均由独立控制字选择投退，是否需经低电压闭锁与是否带方向闭锁也可由相应控制字选择。

（1）经低电压闭锁

由于过流保护的動作电流是按躲过最大负荷电流整定的，为了提高过流保护在发生故障时的灵敏度和改善躲过最大负荷电流的条件，需在过流保护中加低电压闭锁条件。当选择经低电压闭锁启动过流保护：当三个线电压中最小的线电压小于低压定值且大于低压阈值时，开放过流保护出口。若低电压闭锁条件退出，则过流保护不需要考虑电压条件。

（2）带方向闭锁

采用 90°接线方式，按相起动。以电流流出母线为正方向。

I_a/U_{bc} , I_b/U_{ca} , I_c/U_{ab} ——相间电流电压对应关系；

装置相间元件动作区域 $Arg(I/U) = -30^\circ \sim 90^\circ$ 。

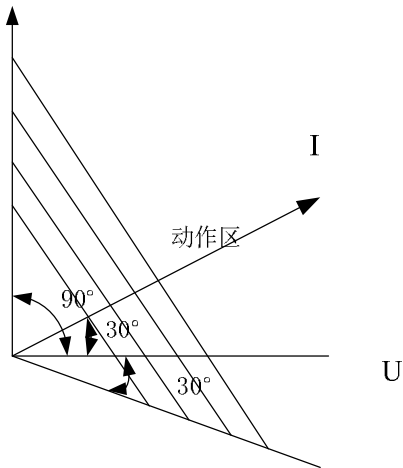
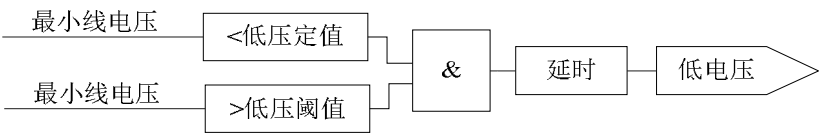


图1.1 相间方向元件动作区示意图

保护逻辑见图 1.2。



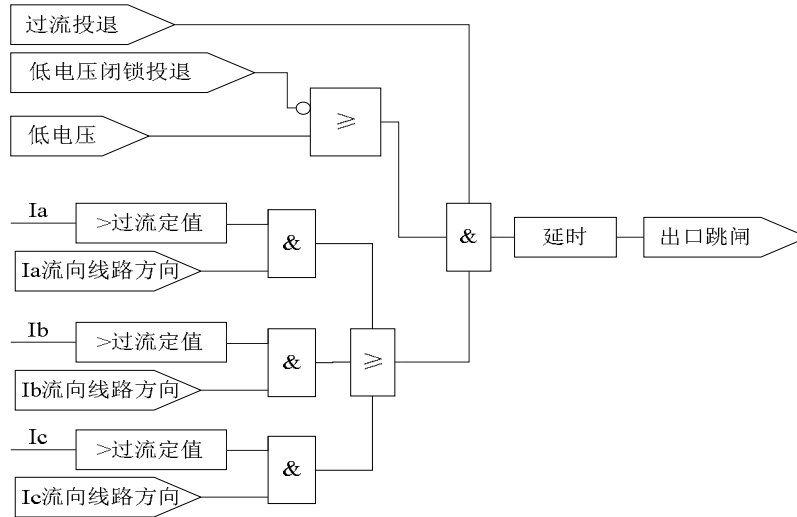


图 1.2 三段式过流保护逻辑

1.2.2 反时限过流保护（可经低电压闭锁）

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低电压闭锁条件，原理同三段式过流保护。

保护逻辑见图 1.3。

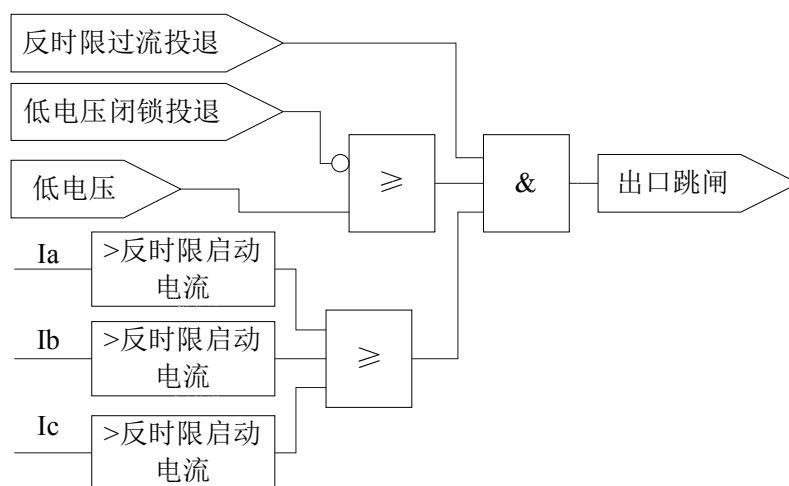


图 1.3 反时限过流保护逻辑

1.2.3 两段式零序 I01 过流/反时限过流保护

采用零序电流互感器获取馈线/进线的零序电流，构成馈线/进线回路的单相接地保护。在某些不接地系统和经小电阻接地系统中，接地零序电流相对较大，采用直接跳闸方式。装置中设两段零序过流保护，由独立控制字选择投退，可独立设时限，保护逻辑见图 1.4。

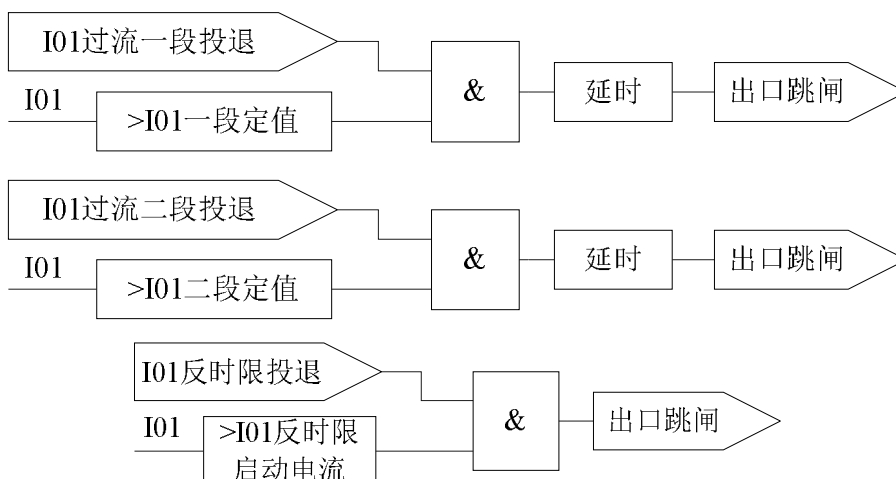


图 1.4 两段式零序 I01 过流/反时限过流保护逻辑

1.2.4 两段式零序 I02 过流/反时限过流保护

原理同两段式零序 I01 过流/反时限过流保护。

1.2.5 重合闸

装置提供三相一次重合闸功能，其启动方式有位置不对应启动和保护启动两种。

重合闸方式有不检、检无压两种。

当重合闸功能投入、断路器在合位且无其他闭锁信号时运行 15 秒后充电。下列信号闭锁重合闸：重合闸已动作、手动跳闸或遥控跳闸、弹簧未储能、闭锁重合闸投入、低频减载动作时、控制回路断线。

重合闸充电完成后，一旦保护跳闸或断路器偷跳，经过重合闸延时，重合闸启动。

重合闸启动后，根据控制字选择检无压或不检。

1)检无压重合闸条件：线路电压 $\leq$ 检无压定值。

2)不检重合闸：不判别线路电压幅值或相角，直接合闸。

1.2.6 后加速过流保护（可经低电压闭锁）

当手动合闸或重合闸动作时，如果遇到故障，为了能快速切除故障，装置设有加速保护。该保护监视开关由分位变为合位后 3 秒钟内的电流，如任一相电流大于定值，经短延时，装置跳闸。3 秒后，后加速保护自动退出。

后加速过流保护可选择是否需经低电压闭锁条件，原理同三段式过流保护。

保护逻辑见图 1.5。

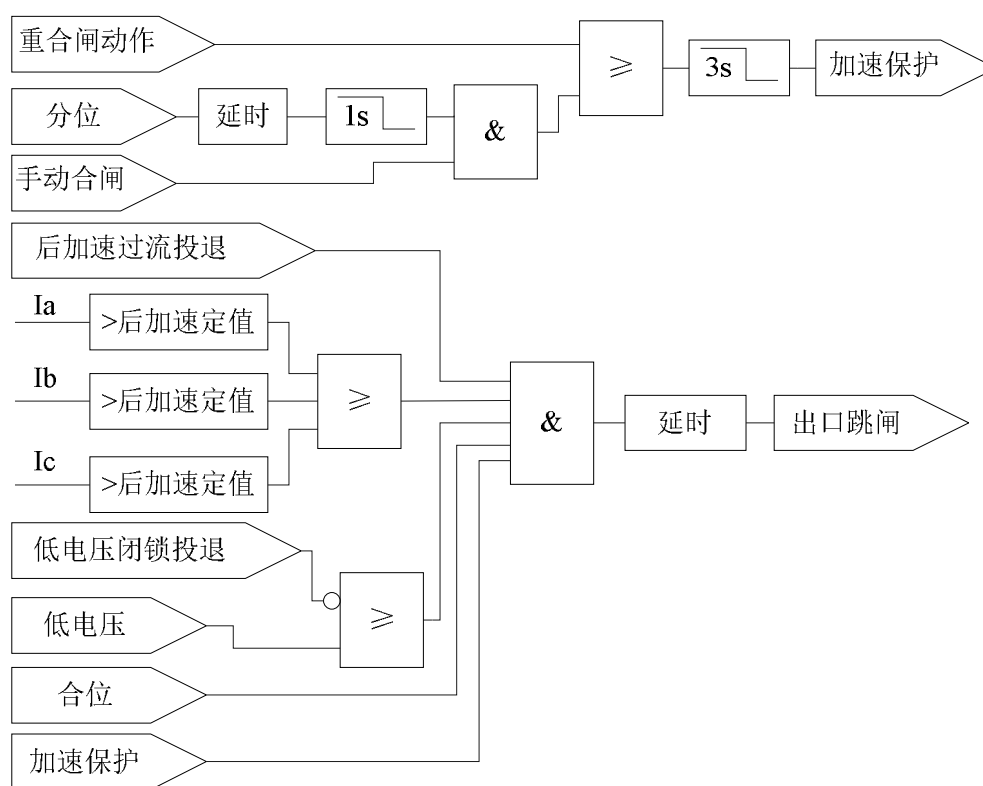


图 1.5 后加速过流保护逻辑

1.2.7 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。

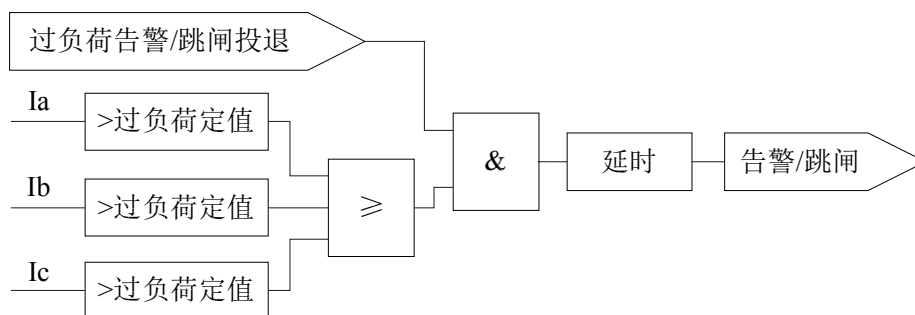


图 1.6 过负荷保护逻辑

1.2.8 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 $3U_2$ 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 1.7。

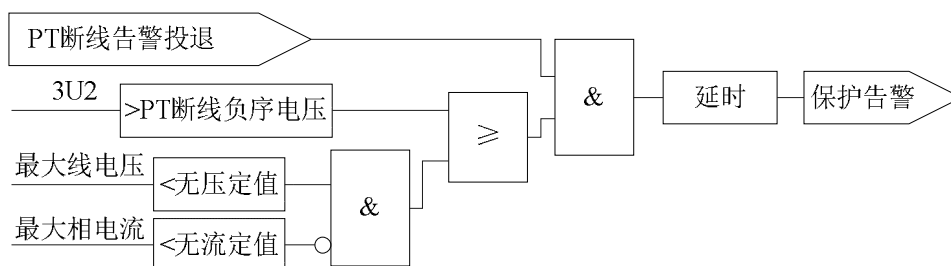


图 1.7 PT 断线告警逻辑

1.2.9 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为异常状态,装置将发出告警信号。

保护逻辑见图 1.8。

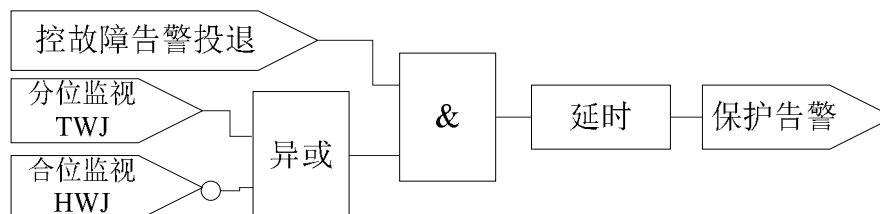


图 1.8 控制回路断线告警逻辑

1.2.10 频率保护

(1) 低频减载

装置通过检测系统频率，根据系统频率的变化按用户设定的频率定值，当系统频率低于定值时，自动切除负荷。为保证装置可靠动作，系统正常时对低频减载功能进行闭锁，当系

统频率下降到一定程度时才解除闭锁。为防止系统发生负荷反馈引起装置误动，采用了低电压、欠电流和滑差闭锁。

低电压闭锁判据为：Ua 低于低电压闭锁定值，同时零序电压 $3U_0$ 低于 8V，或 PT 断线时，闭锁低频减载出口。

滑差闭锁判据为： df/dt 大于滑差闭锁定值时，闭锁低频减载出口。

欠流闭锁判据为：三相电流 I_a 、 I_b 、 I_c 均低于欠流闭锁定值时，闭锁低频减载出口。

(2) 高频保护

装置通过检测系统频率，根据系统频率的变化按用户设定的频率定值，当系统频率高于定值时，自动切除负荷。保护逻辑见图 1.9。

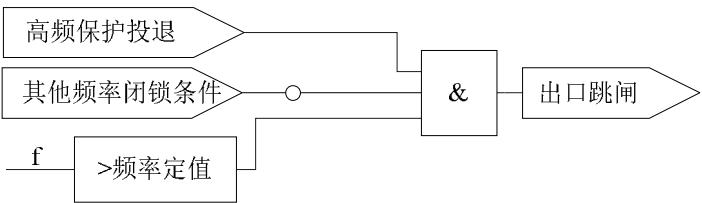


图 1.9 高频保护逻辑

1.2.11 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 1.10。

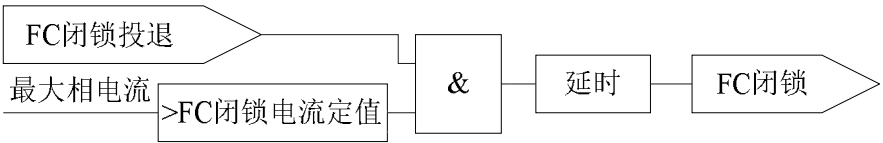


图 1.10 FC 回路配合的过流闭锁功能逻辑

1.2.12 失压跳闸

当三个线电压均小于失压跳闸定值时，经过延时，装置保护跳闸。为防止因 PT 断线使保护误动，设置有 PT 断线闭锁。当发生 PT 断线时，装置将发告警信号并闭锁失压保护。失压保护开放条件：三个线电压有一个大于 1.05 倍低电压定值，且延时 500ms。该条件一旦成立，失压保护有效。

保护逻辑见图 1.11。

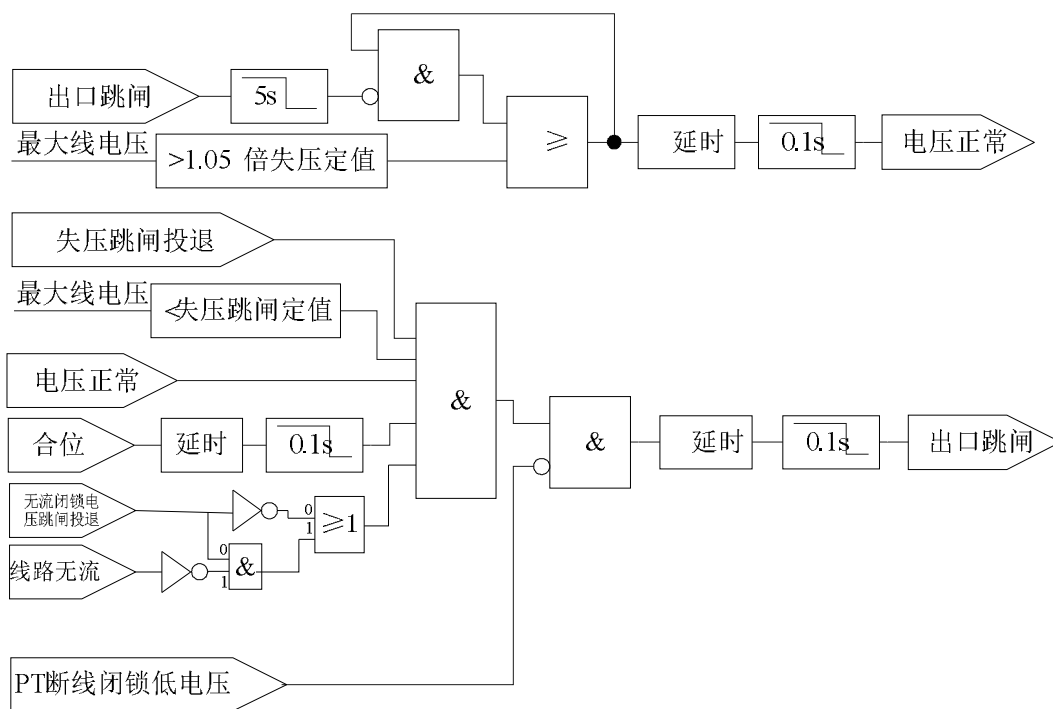


图 1.11 失压跳闸逻辑

1.2.13 逆功率保护

当检测到回路有逆向电流流过且逆向功率值超过设定值时，装置经可设置延时发出逆功率跳闸命令，停止送电。

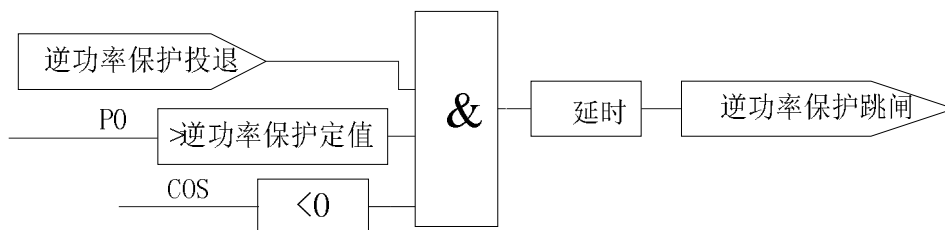


图 1.12 失压跳闸逻辑

1.2.14 过电压保护

装置设有过电压保护，当断路器处于合闸位置且装置检测到最大线电压高于过电压保护定值时，经可设延时装置过电压保护命令，保护动作于跳闸或告警可选。

保护逻辑见图 1.13。

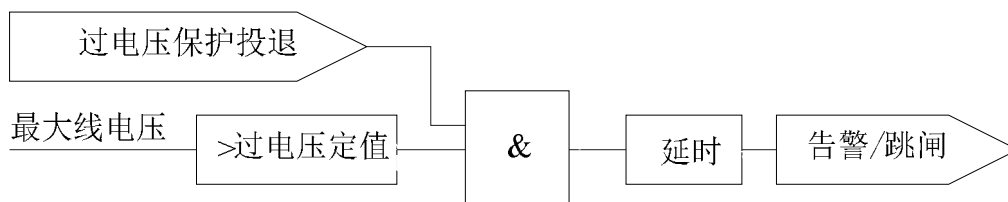


图 1.13 过电压保护逻辑

1.2.15 零序过压保护

装置设有零序过压保护功能，当母线电压为 3PT 接线时，装置通过采集开口三角的电压，若超过零序电压定值，装置保护跳闸。保护逻辑见图 1.14。

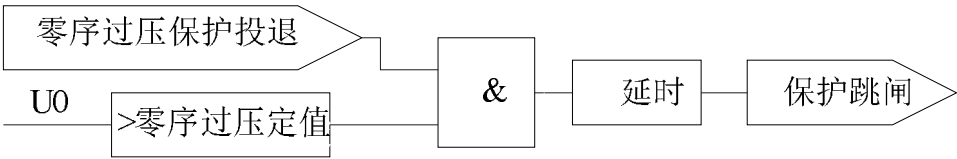


图 1.14 零序过压保护逻辑

1.3 定值表

表 1.1 AM5SE-F 定值表

AM5SE-F 定 值 表				
保护名称	定 值 名 称	默认值	范 围	备 注
	CT 变比	40	0.1~9999	比值
	PT 变比	100	0.1~9999	比值
	一次电压显示	0	0~1	kV;V
	电压接线方式	0	0~1	3PT; 2PT
过流一段	过流一段投退	0	0~1	退出; 投入
	过流一段带方向	0	0~2	不带方向; 指向线路; 指向母线
	过流一段经低压闭锁	0	0~1	退出; 投入
	过流一段定值	10A	0.04~100	
	过流一段延时	0	0~60	
过流二段	过流二段投退	0	0~1	退出; 投入
	过流二段带方向	0	0~2	不带方向; 指向线路; 指向母线
	过流二段经低压闭锁	0	0~1	退出; 投入
	过流二段定值	7.5A	0.04~100	
	过流二段延时	0.2s	0~60	
过流三段	过流三段投退	0	0~1	退出; 投入
	过流三段带方向	0	0~2	不带方向; 指向线路; 指向母线
	过流三段经低压闭锁	0	0~1	退出; 投入
	过流三段定值	7A	0.04~100	
	过流三段延时	0.5s	0~60	
反时限过流	反时限过流投退	0	0~1	退出; 投入

	反时限过流经低压闭锁	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	0.5	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	6.5A	0.04~100	
	过负荷告警延时	1s	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	6A	0.04~100	
	过负荷跳闸延时	5s	0~60	
后加速过流	后加速过流投退	0	0~1	退出；投入
	后加速过流经低压闭锁	0	0~1	退出；投入
	后加速过流定值	6.5A	0.04~100	
	后加速过流延时	0s	0~60	
I01 过流一段	I01 过流一段投退	0	0~1	退出；投入
	I01 一段定值	10A	0.04~100	
	I01 一段延时	5s	0~60	
I01 过流二段	I01 过流二段投退	0	0~1	退出；投入
	I01 二段定值	9A	0.04~100	
	I01 二段延时	10s	0~60	
I02 过流一段	I02 过流一段投退	0	0~1	退出；投入
	I02 一段定值	10A	0.04~100	
	I02 一段延时	5s	0~60	
I02 过流二段	I02 过流二段投退	0	0~1	退出；投入
	I02 二段定值	9A	0.04~100	
	I02 二段延时	10s	0~60	
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	10s	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	
低频减载	低压阈值	15V	0~200	

	低电压定值	70V	0~200	
	低频减载投退	0	0~1	退出；投入
	低压闭锁低频减载投退	0	0~1	退出；投入
	欠流闭锁低频减载投退	0	0~1	退出；投入
	滑差闭锁低频减载投退	0	0~1	退出；投入
	低频减载定值	49Hz	45~60	
	低频减载延时	3s	0~60	
	滑差闭锁值	0.1Hz/s	0.01~100	
	欠流闭锁值	5A	0.04~100	
	低压闭锁值	50V	0~200	
重合闸	重合闸投退	0	0~1	退出；投入
	重合闸延时	5s	0~999	
	重合闸方式	0	0~1	不检；检无压
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	0.04~100	
	FC 闭锁延时	5s	0~60	
I01 反时限过流	I01 反时限投退	0	0~1	退出；投入
	I01 反时限启动电流	6A	0.04~100	
	I01 反时限时间系数	0.5	0~100	
	I01 反时限曲线类型	0	0~2	一般；非常；极端
I02 反时限过流	I02 反时限投退	0	0~1	退出；投入
	I02 反时限启动电流	6A	0.04~100	
	I02 反时限时间系数	0.5	0~100	
	I02 反时限曲线类型	0	0~2	一般；非常；极端
失压跳闸	失压跳闸投退	0	0~1	退出；投入
	无流闭锁失压跳闸投退	0	0~1	退出；投入
	失压跳闸定值	70V	0~200	
	失压跳闸延时	5s	0~60	
失压告警	失压告警投退	0	0~1	退出；投入
	无流闭锁失压告警投退	0	0~1	退出；投入
	失压告警定值	70V	0~200	
	失压告警延时	5s	0~999	
零序过压保护	零序过压保护投退	0	0~1	退出；投入
	零序过压定值	20V	0~200	

	零序过压保护延时	5s	0~60	
过电压保护	过电压保护投退	0	0~2	退出；告警；跳闸
	过电压保护定值	110V	0~200	
	过电压告警延时	5s	0~999	
	过电压跳闸延时	5s	0~60	
逆功率保护	逆功率保护投退	0	0~1	退出；投入
	逆功率保护定值	0	0~10000000000	
	逆功率保护延时	0	0~99	
高频保护	高频保护投退	0	0~1	退出；投入
	高频保护定值	50Hz	45~60	
	高频保护延时	5s	0~999	
	TT	0	0~9999	
	重合闸充电延时	15s	0.1~60	
	保护重合返回延时	30s	0~999	
	不对应重合投退	1	0~1	退出；投入
	事故总信号延时	0.3	0.01~60	
	EMC 闭锁投退	1	0~1	退出；投入
	断路器位置采集	0	0~1	辅助触点；分合位监视

1.4 接线方式

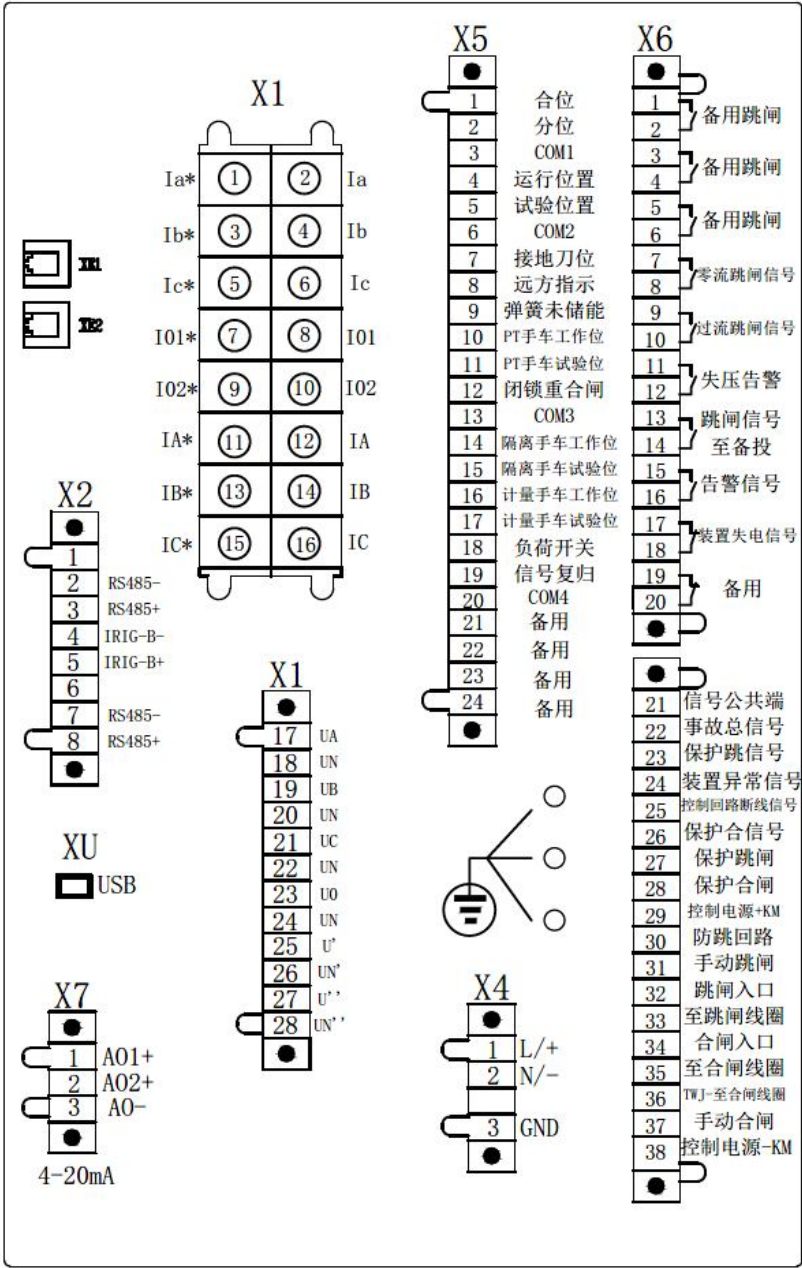


图 1.15 AM5SE-F 电气接线图

AM5SE-F 电气接线图如图 1.15 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，Ia、Ib、Ic 为保护相电流，IA、IB、IC 为测量相电流，I01、I02 为两路零序电流接入。UA、UB、UC 为三路电压接入，U0 为外接零序电压接入。U'、U''为备用输入。交流输入回路典型的 2PT、2CT 接线方式如图 1.16 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 端子为开关量输出和控制回路端子。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 1.15。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。

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，默认定义为保护电流 A 相二次值；X7.2、X7.3 为第二路 4-20mA 输出，默认定义为母线电压 A 相二次值。

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。

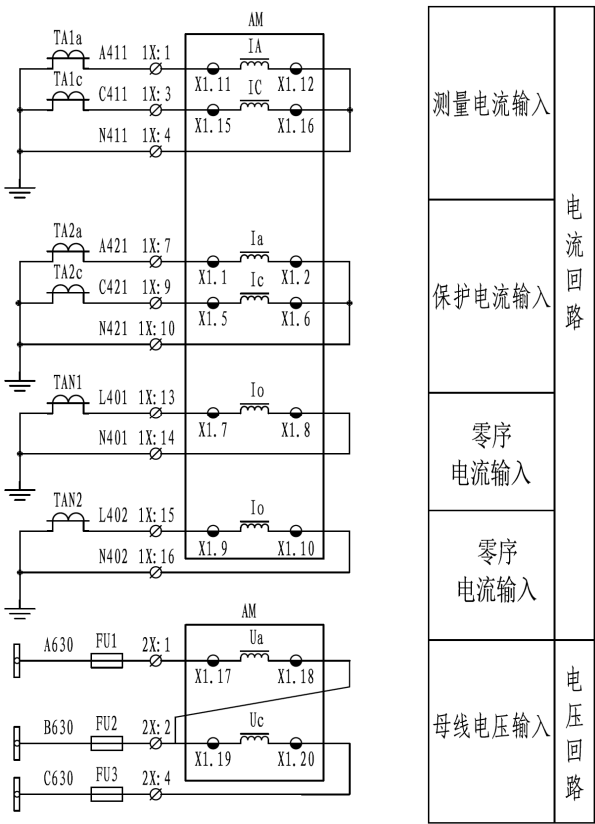


图 1.16 2PT 2CT 接线方法

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 三段式过流保护（可经低电压闭锁）

过流一段

1) 设置过流一段投退和过流一段经低压闭锁投退为“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。

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、X1.21-X1.22 上施加三相电压信号均为 30.74V，装置可靠不动作；模拟故障将电流加大至大于 1.03 倍定值，装置保护动作。

3) 若不考虑低电压闭锁条件，则将过流一段低压闭锁投退设为“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，装置可靠不动作；将电流加大至大于 1.03 倍定值，装置保护动作。

过流二段

1) 设置过流二段投退和过流二段经低压闭锁投退为“投入”，退出其他保护投退，过流二段定值设为 3A，过流二段延时设为 2s，低压阈值设为 8V，低电压定值设为 70V。

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、X1.21-X1.22 上施加三相电压信号均为 30.74V，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。

3) 若不考虑低电压闭锁条件，则设过流二段经低压闭锁为“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过流三段经低压闭锁投退为“投入”，退出其他保护投退，将过流三段定值设为 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。

2) 同过流二段。

3) 同过流二段。

1.5.2 反时限过流保护（可经低电压闭锁）

1) 设置反时限过流投退和反时限过流经低压闭锁投退为“投入”，退出其他保护投退。将反时限启动电流设为 1A，低压阈值设为 8V，低电压定值设为 70V，反时限曲线类型和反时限时间系数按表 1.2 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、X1.21-X1.22 上施加三相电压为 30.74V，装置的保护动作情况如表 1.2。若不考虑低电压闭锁，则将反时限过流经低压闭锁投退设为“退出”，其他操作同上。

表 1.2 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	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
非常	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
极端	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

1.5.3 两段式零序 I01 过流/反时限过流保护

I01 过流一段

1) 设置 I01 过流一段投退为“投入”，退出其他保护投退，设定 I01 一段定值为 5A，I01 一段延时为 0s。

2) 在交流输入端子 X1.7-X1.8 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。

I01 过流二段

1) 设置 I01 过流二段投退为“投入”，退出其他保护投退，设定 I01 二段定值为 4A，I01 二段延时为 4s。

2) 在交流输入端子 X1.7-X1.8 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。

I01 反时限过流

1) 设置 I01 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 1.2 设置。

2) 在交流输入端子 X1.7-X1.8 施加不同过流信号，装置的保护动作情况如表 1.2。

1.5.4 两段式零序 I02 过流/反时限过流保护

I02 过流一段

1) 设置 I02 过流一段投退为“投入”，退出其他保护投退，设定 I02 一段定值为 5A，I02 一段延时为 0s。

2) 在交流输入端子 X1.9-X1.10 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。

I02 过流二段

1) 设置 I02 过流二段投退为“投入”，退出其他保护投退，设定 I02 二段定值为 4A，I02 二段延时为 4s。

2) 在交流输入端子 X1.9-X1.10 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。

I02 反时限过流

1) 设置 I01 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 1.2 设置。

2) 在交流输入端子 X1.9-X1.10 施加不同过流信号，装置的保护动作情况如表 1.2。

1.5.5 重合闸

1) 设置重合闸投退为“投入”，退出其他保护投退。将重合闸延时设置为 2s，重合闸方式设为“0”，表示不检。

2) 先给合位对应的开入量施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V）且弹簧未储能和闭锁重合闸对应的输入端未施加信号，经 15s 延时，重合闸充电完成。

3) 模拟不对应启动重合闸：投入“不对应重合投退”控制字，断开合位的信号，给分位和手跳记录对应的开入量施加信号，经过 2 延时，重合闸启动。

4) 模拟故障跳闸启动重合闸：将过流一段投退设置为“投入”并将过流一段定值设为 5A，过流一段延时设为 0s。施加大于 1.03 倍定值的电流，在过流一段保护跳闸后 5s 内，断开合位信号，给分位对应的开入量施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），经过延时，重合闸启动。

5) 若将重合闸方式设为“1”，表示重合闸需检无压。则在重合闸充电完成后的 3、4 步骤里，还需使最小相电压低于无压定值（15V），才能启动重合闸。

1.5.6 后加速过流保护（可经低电压闭锁）

1) 设置后加速过流投退和后加速过流经低压闭锁投退为“投入”，退出其他保护投退。设置后加速过流定值为 5A，后加速过流延时为 1s。

2) 先给分位对应的开入量施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），然后给手动合闸和合位对应的开入量施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），同时断开分位开入量信号。

3) 在合位施加信号后的 3s 内，在端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 上施加大于 1.03 倍定值的电流信号，在交流输入端子 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20、X1.21-X1.22 上施加三相电压为 30.74V，经延时，装置保护跳闸。

4) 若不考虑低电压闭锁，则将后加速过流经低压闭锁投退设为“退出”，且在步骤 3 中不需考虑电压。

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，经延时装置保护跳闸。

1.5.8 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 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20、X1.21-X1.22 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 $3U_2$ 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。

1.5.9 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) 将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。

1.5.10 频率保护

(1) 低频减载

1) 设置低频减载投退为“投入”，退出其他保护投退，设低频减载定值为 49Hz，低频减载延时定值为 3s。

2) 先给合位对应的开入量施加信号 (AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V)，然后在端子 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20、X1.21-X1.22 上施加电压信号 $U_A=U_B=U_C=57.74V$ ，频率 $f=47Hz$ 时，装置经延时保护跳闸。

3) 若低频减载功能考虑经低电压闭锁，滑差闭锁，或欠流闭锁功能，则

a) 设滑差闭锁低频减载投退为“投入”，滑差闭锁值为 1Hz/s，退出其他闭锁。将频率由 50Hz 按 1.1Hz/s 下降到 40Hz，滑差条件闭锁低频出口，装置不应动作；将频率由 50Hz 按 0.8Hz/s 下降到 40Hz，滑差条件开放低频减载出口，装置可靠动作。

b) 设低压闭锁低频减载投退为“投入”，定低压定值 50V，退出其他闭锁。设定目标激

励量大小为 0.97 倍低压定值和 1.03 倍低压定值，固定电压频率为 46Hz，将电压激励量由额定值下降至 1.03 倍低压定值，装置可靠动作；将电压激励量由额定值下降至 0.97 倍低压定值，装置不应动作。

c) 设欠流闭锁低频减载投退为“投入”，定欠流定值 3A，退出其他闭锁。设定目标激励量大小为 0.97 倍欠流定值和 1.03 倍欠流定值，固定电压频率为 46Hz，将电流激励量由额定值下降至 1.03 倍欠流定值，装置不应动作；将电流激励量由额定值下降至 0.97 倍欠流定值，装置可靠动作。

(2) 高频保护

1) 设置高频保护投退为“投入”，退出其他保护投退，设高频保护定值为 51Hz，高频保护延时为 0.5s。

2) 在端子 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20、X1.21-X1.22 上施加电压信号 $U_A=U_B=U_C=57.74V$ ，频率 $f=51Hz$ 时，装置经延时保护跳闸。

1.5.11 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。

1.5.12 失压跳闸

设置失压跳闸投退为“投入”，退出其他保护投退，设定失压跳闸定值为 70V，失压跳闸延时 5s。给合位对应的开入量施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），在端子 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20、X1.21-X1.22 上施加 57.74V 电压，当三相电压信号由 57.74V 降至小于 0.97 倍定值时，经延时，装置保护跳闸。若投入“无流闭锁电压保护”，则在端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 上施加三相电流信号 $I_A=I_B=I_C=1A$ 。

1.5.13 逆功率保护

设置逆功率保护投退为“投入”，退出其他保护投退，设定逆功率保护定值为 20W，逆功率保护延时为 2s。在交流输入端子 X1.11-X1.12、X1.13-X1.14、X1.15-X1.16 均施加 0.5A 电流信号，在端子 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20、X1.21-X1.22 上施加 50V 电压，调整电压与电流之间的相角为 30° ，此时功率因数小于 0，且三相总功率大于定值时，经延时，装置保护跳闸；若电压与电流之间的相角为 120° ，此时功率因数大于 0，装置保护不动作。

1.5.14 过电压保护

1) 设置过电压保护投退为“投入”，退出其他保护投退，设置过电压保护定值为 120V，

过电压保护延时 4s。

2) 在端子 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20、X1.21-X1.22 上施加 57.74V 电压，改变电压使得三相线电压升至大于 1.03 倍定值时，经延时装置保护动作。

1.5.15 零序过电压保护

1) 设置零序过电压保护投退为“投入”，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 X1.23-X1.24 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。

1.6 二次原理图

AM5SE-F 线路保护测控装置的二次接线图如图 1.17-1.19 所示。

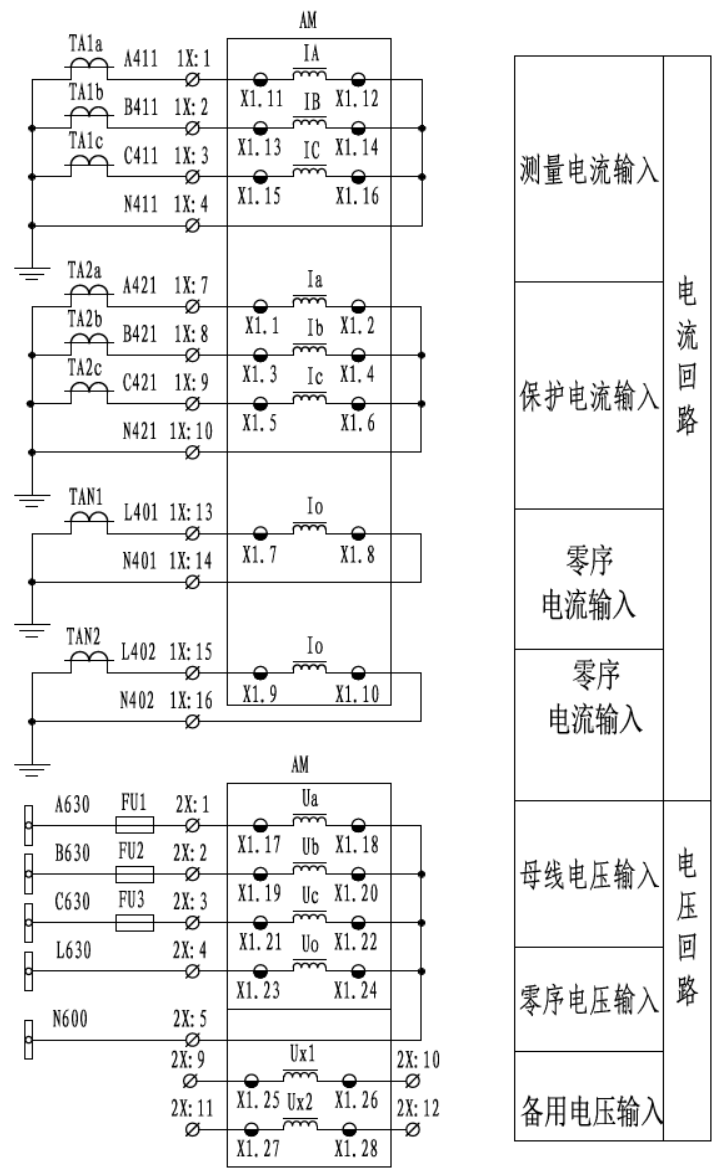


图 1.17 AM5SE-F 二次原理图（一）

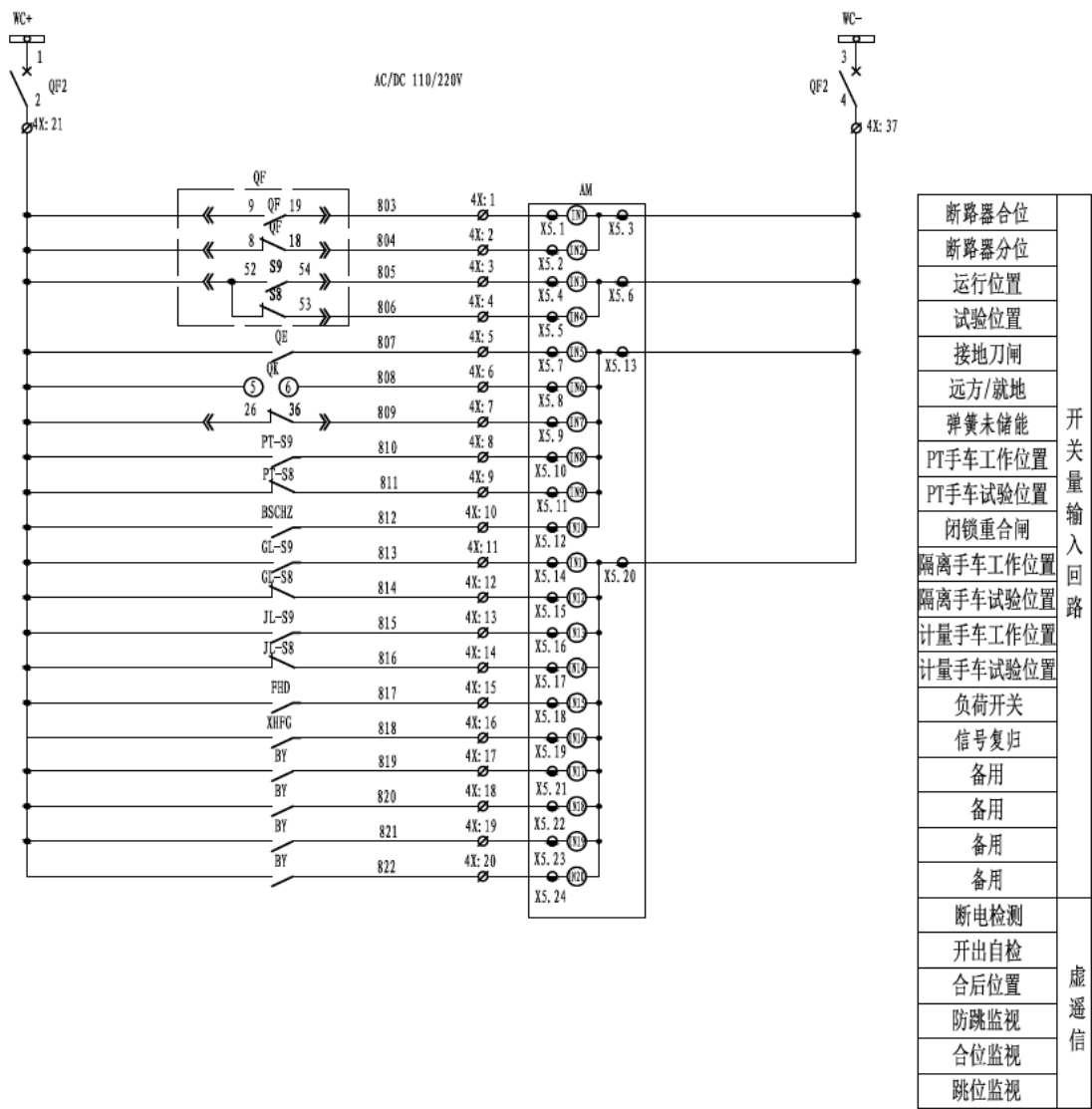


图 1.18 AM5SE-F 二次原理图（二）

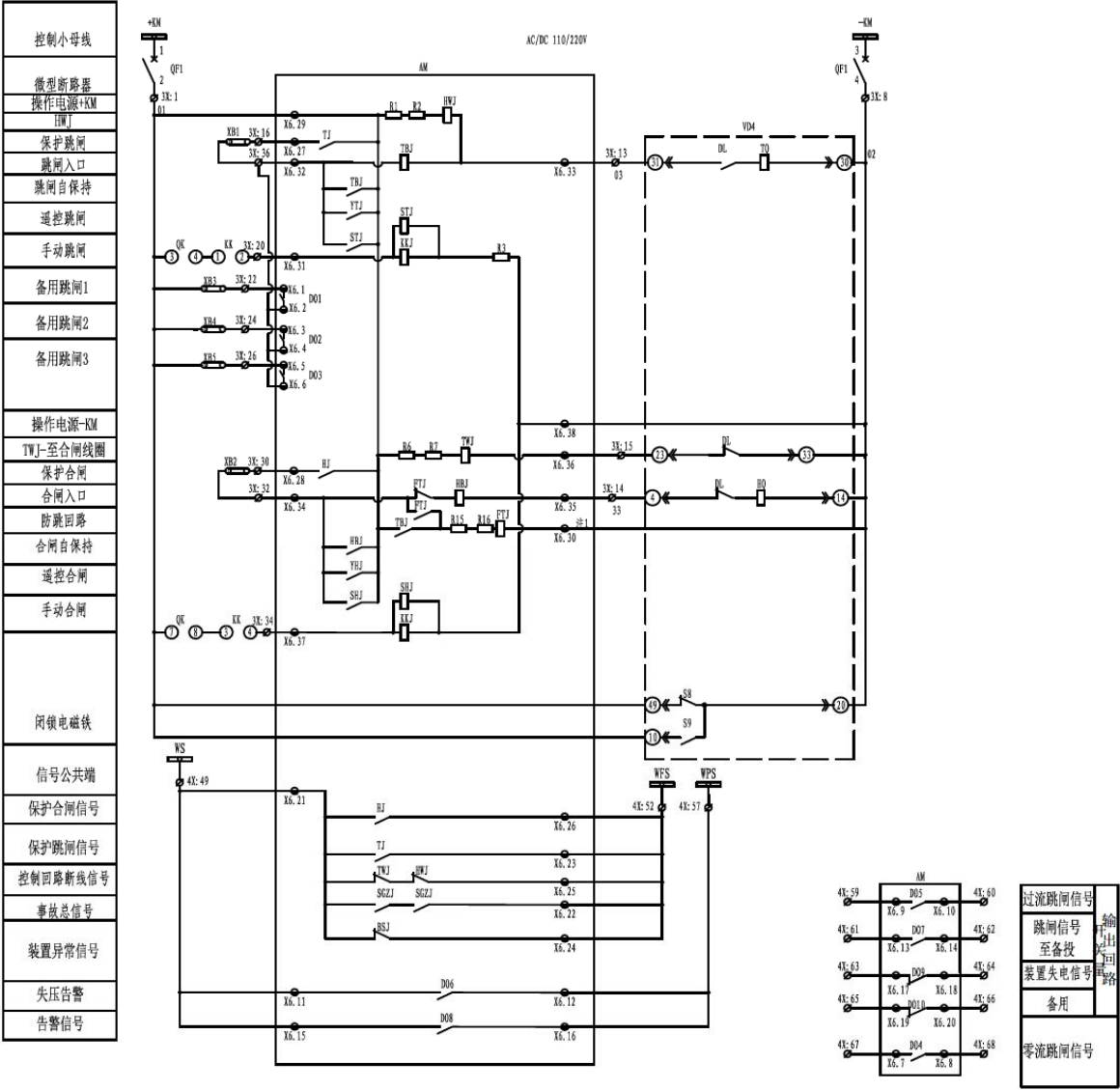


图 1.19 AM5SE-F 二次原理图 (三)

2 AM5SE-T 配电变压器保护测控装置

2.1 功能简介

保护功能

- 三段式过电流保护（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 I01 过流保护
- 两段式零序 I02 过流保护
- 零序反时限过流保护
- 过负荷告警
- 过负荷跳闸
- PT 断线告警
- 控制回路断线告警
- 非电量保护
- FC 回路配合的过流闭锁功能

监控功能

- 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
- I, U, P, Q, PF, f, Ep, Eq 等电参量测量
- 2 路 4-20mA 变送输出

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

2.2 保护原理

2.2.1 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。

当任一相电流大于定值，经延时，装置跳闸。

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：当三个线电压中

最小的线电压小于低压定值且大于低压阈值或者负序电压 $3U_2$ 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 2.1。

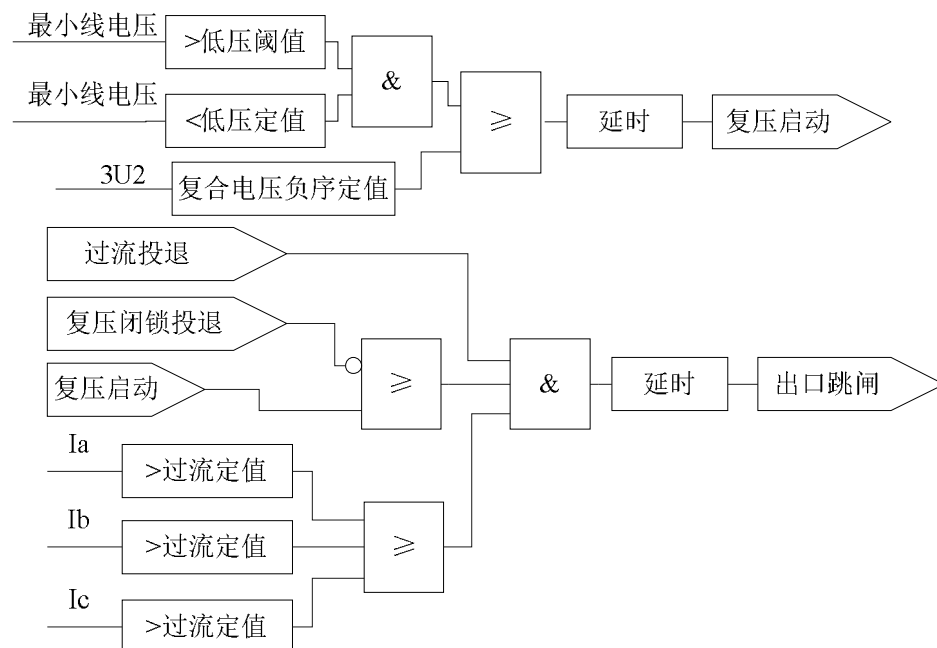


图 2.1 三段式过流保护逻辑

2.2.2 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 2.2。

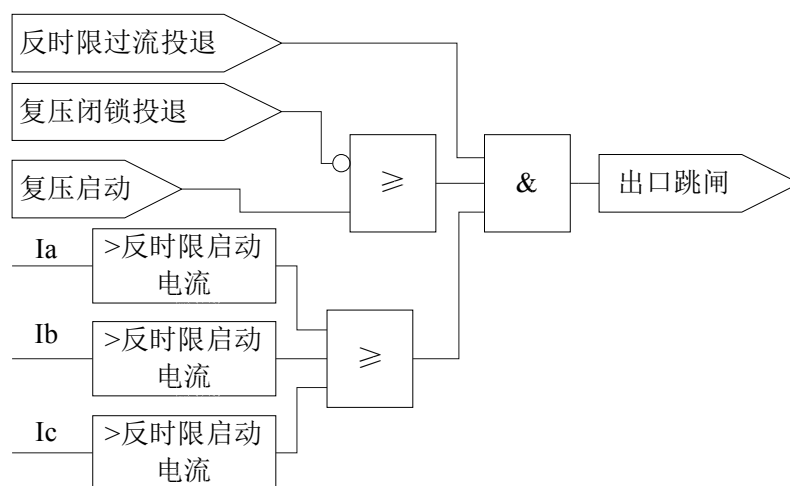


图 2.2 反时限过流保护逻辑

2.2.3 两段式零序 I01 过流保护

当零序电流 I01 大于零序电流定值时，经延时后，装置保护动作。两段保护由独立控制字实现功能投退，可独立设定时限。

保护逻辑见图 2.3。

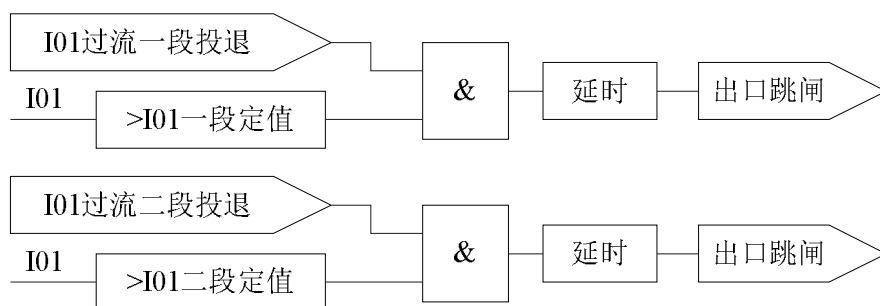


图 2.3 两段式零序 I01 过流保护逻辑

2.2.4 两段式零序 I02 过流保护

当零序电流 I02 大于零序电流定值时，经延时后，装置保护动作。两段保护由独立控制字实现功能投退，可独立设定时限。保护逻辑同零序 I01 过流保护逻辑。

2.2.5 I01 反时限过流保护

装置提供同 2.2.2 所述三条 I01 反时限特性曲线，当零序电流 I01 大于零序反时限启动电流时，装置保护动作。保护逻辑见图 2.4。

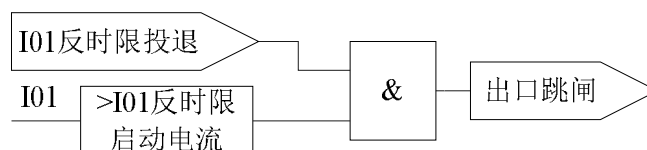


图 2.4 I01 反时限过流保护逻辑

2.2.6 I02 反时限过流保护

装置提供同 2.2.2 所述三条 I02 反时限特性曲线，当零序电流 I02 大于零序反时限启动电流时，装置保护动作。保护逻辑同 I01 反时限过流保护逻辑。

2.2.7 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 2.5。

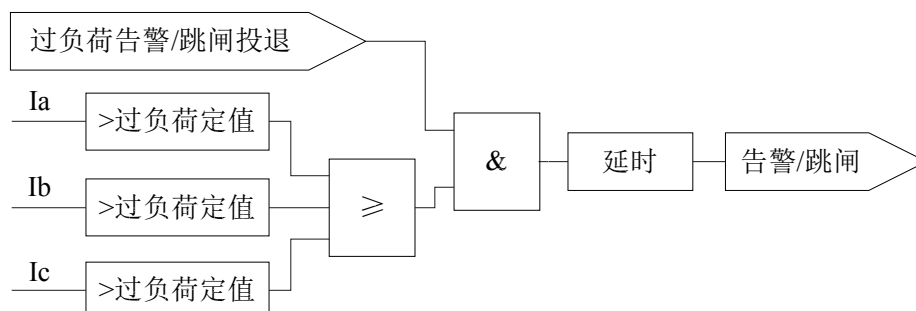


图 2.5 过负荷保护逻辑

2.2.8 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 3U2 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 2.6。

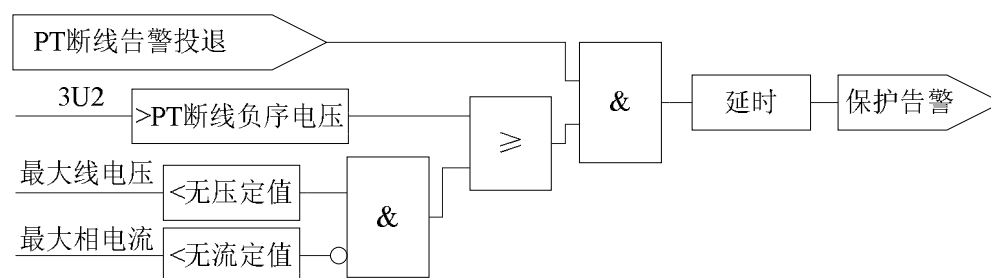


图 2.6 PT 断线告警逻辑

2.2.9 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 2.7。

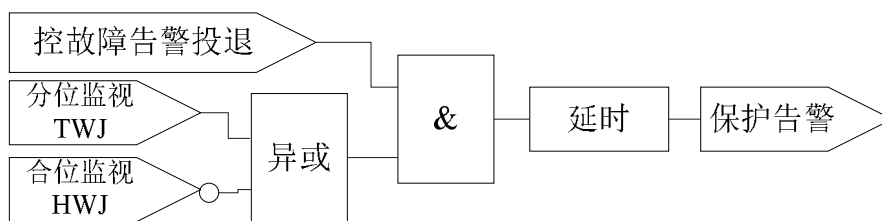


图 2.7 控制回路断线告警逻辑

2.2.10 非电量保护

装置设有 6 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、变压器门误开跳闸。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 2.8。

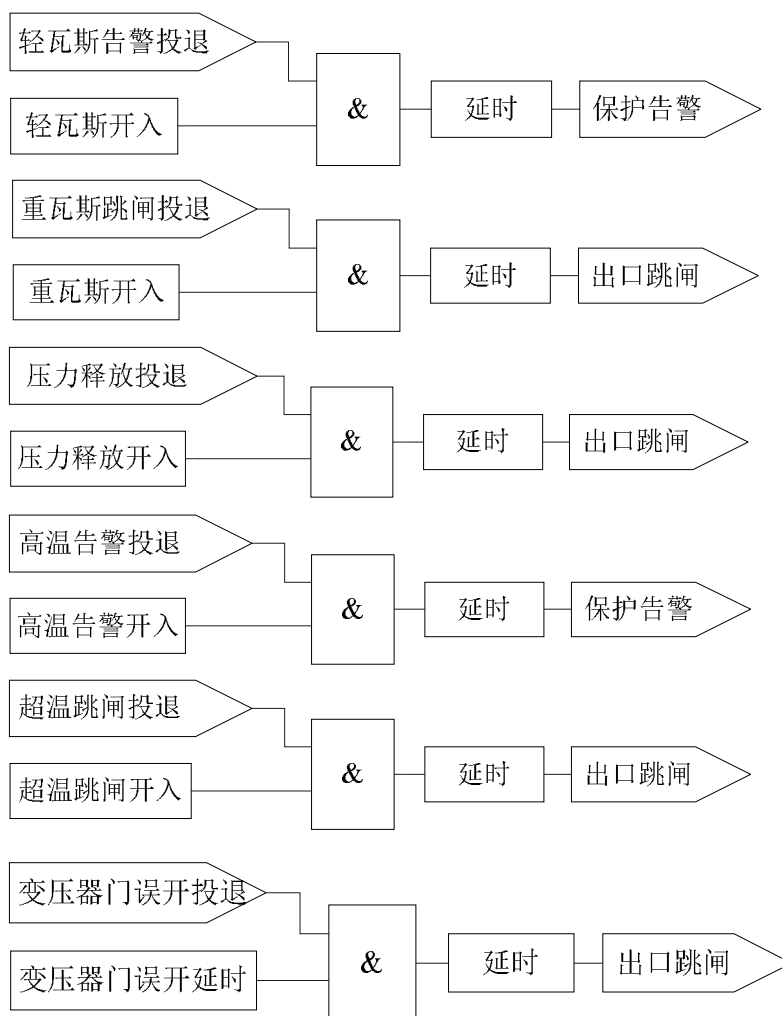


图 2.8 非电量保护逻辑

2.2.11 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，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,保护逻辑如图 2.9。

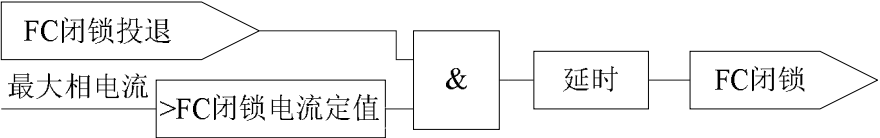


图 2.9 FC 回路配合的过流闭锁功能逻辑

2.3 定值表

表 2.1 AM5SE-T 定值表

AM5SE-T 定 值 表				
保护名称	定 值 名 称	默认值	范 围	备 注
	CT 变比	300	0.1~9999	比值
	PT 变比	100	0.1~9999	比值
	电压接线方式	0	0~1	3PT; 2PT
	一次电压显示	0	0~1	kV;V
过流一段	过流一段投退	0	0~1	退出; 投入
	过流一段经复压闭锁	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
	过流二段经复压闭锁	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
	过流三段经复压闭锁	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
	反时限过流经复压闭锁	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	0.5	0~100	
	反时限过流曲线类型	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	
I01 过流一段	I01 过流一段投退	0	0~1	退出；投入
	I01 一段定值	10A	0.04~100	
	I01 一段延时	5s	0~60	
I01 过流二段	I01 过流二段投退	0	0~1	退出；投入
	I01 二段定值	9A	0.04~100	
	I01 二段延时	10s	0~60	
I01 反时限过流	I01 反时限投退	0	0~1	退出；投入
	I01 反时限启动电流	6A	0.04~100	
	I01 反时限时间系数	0.5	0~100	
	I01 反时限曲线类型	0	0~2	一般；非常；极端
I02 过流一段	I02 过流一段投退	0	0~1	退出；投入
	I02 一段定值	10A	0.04~100	
	I02 一段延时	5s	0~60	
I02 过流二段	I02 过流二段投退	0	0~1	退出；投入
	I02 二段定值	9A	0.04~100	
	I02 二段延时	10s	0~60	
I02 反时限过流	I02 反时限投退	0	0~1	退出；投入
	I02 反时限启动电流	6A	0.04~100	
	I02 反时限时间系数	0.5	0~100	
	I02 反时限曲线类型	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	控故障投退	0	0~1	退出；投入
	控故障告警延时	10s	0~999	
	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	
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	5s	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	5s	0~60	
压力释放跳闸	压力释放跳闸投退	0	0~1	退出；投入
	压力释放跳闸延时	5s	0~60	
高温告警	高温告警投退	0	0~1	退出；投入
	高温告警延时	5s	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	5s	0~60	
变压器门误开跳闸	变压器门误开投退	0	0~1	退出；投入
	变压器门误开延时	5s	0~60	
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	0.04~100	
	FC 闭锁延时	5s	0~60	
	事故总信号延时	0.3	0~60	
	EMC 闭锁投退	1	0~1	退出；投入
	内部延时	0	0~60	
	断路器位置采集	0	0~1	辅助触点；分合位监视

2.4 接线方式

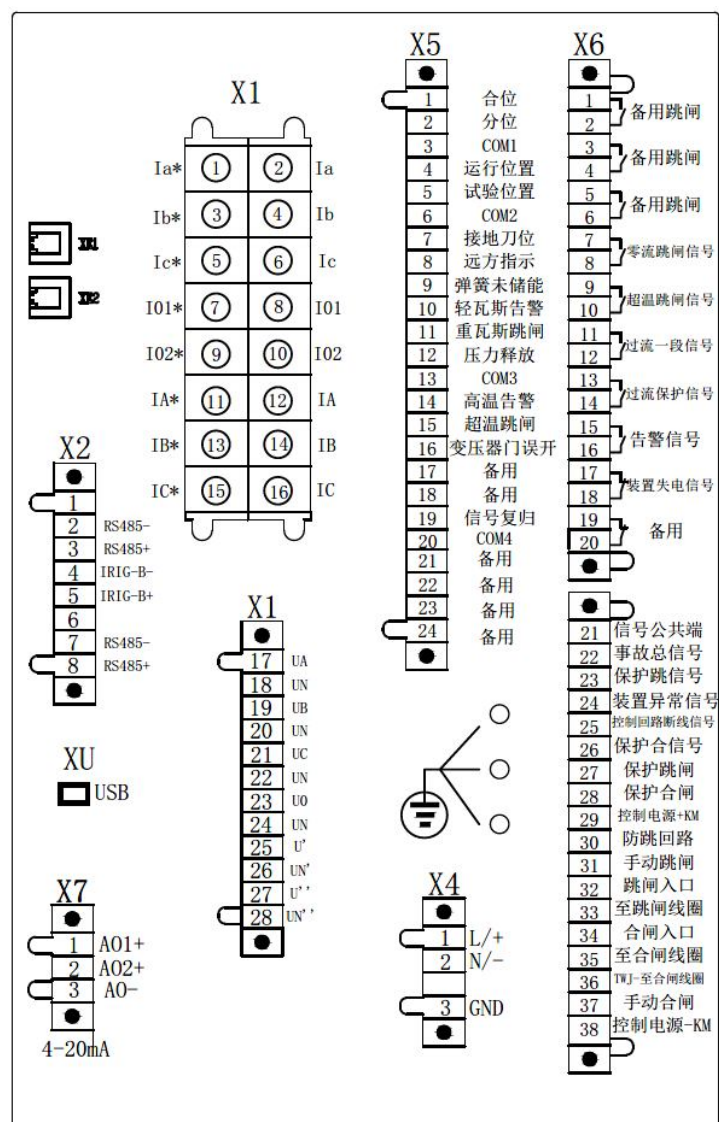


图 2.10 AM5SE-T 电气接线图

AM5SE-T 电气接线图如图 2.10 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，Ia、Ib、Ic 为保护相电流，IA、IB、IC 为测量相电流，I01、I02 为两路零序电流接入。UA、UB、UC 为三路电压接入，U0 为外接零序电压接入。U'、U''为备用输入。交流输入回路典型的 2PT、2CT 接线方式如图 2.11 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 端子为开关量输出和控制回路端子。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 2.11。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。

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，默认定义为保护电流 A 相二次值；X7.2、X7.3 为第二路 4-20mA 输出，默认定义为母线电压 A 相二次值。

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。

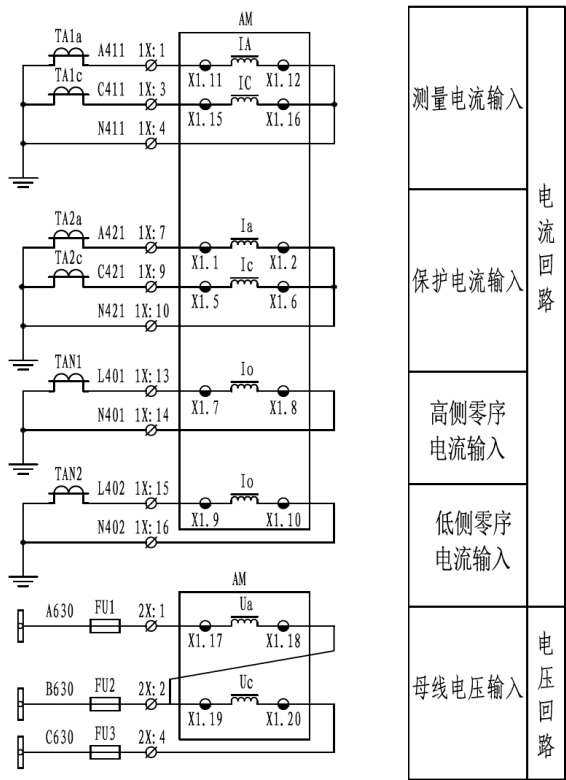


图 2.11 2PT 2CT 接线方法

2.5 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。

2.5.1 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过流一段经复压闭锁为“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、X1.21-X1.22 上施加三相电压信号均为 30.74V，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，则设过流一段经复压闭锁为“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过流二段经复压闭锁为“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、X1.21-X1.22 上施加三相电压信号均为 30.74V，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，则设过流二段经复压闭锁为“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过流三段经复压闭锁为“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。

2.5.2 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过流经复压闭锁为“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 2.2 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、X1.21-X1.22 上施加三相电压为 30.74V，装置的保

护动作情况如表 2.2。

3) 若不考虑复合电压闭锁，则将反时限过流经低电压闭锁投退设为“退出”，其他操作同上。

表 2.2 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	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
非常	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
极端	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

2.5.3 两段式零序 I01 过流保护

I01 过流一段

1) 设置 I01 过流一段投退为“投入”，退出其他保护投退，设定 I01 一段定值为 5A，I01 一段延时为 0s。

2) 在交流输入端子 X1.7-X1.8 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。

I01 过流二段

1) 设置 I01 过流二段投退为“投入”，退出其他保护投退，设定 I01 二段定值为 4A，I01 二段延时为 4s。

2) 在交流输入端子 X1.7-X1.8 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。

2.5.4 两段式零序 I02 过流保护

I02 过流一段

1) 设置 I02 过流一段投退为“投入”，退出其他保护投退，设定 I02 一段定值为 5A，I02 一段延时为 2s。

2) 在交流输入端子 X1.9-X1.10 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。

I02 过流二段

1) 设置 I02 过流二段投退为“投入”，退出其他保护投退，设定 I02 二段定值为 4A，I02 二段延时为 4s。

2) 在交流输入端子 X1.9-X1.10 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。

2.5.5 I01 反时限过流保护

1) 设置 I01 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 2.2 设置。

2) 在交流输入端子 X1.7-X1.8 施加不同过流信号，装置的保护动作情况如表 2.2。

2.2.6 I02 反时限过流保护

1) 设置 I02 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 2.2 设置。

2) 在交流输入端子 X1.9-X1.10 施加不同过流信号，装置的保护动作情况如表 2.2。

2.5.7 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。

2.5.8 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 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20、X1.21-X1.22 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 $3U_2$ 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。

2.5.9 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) 将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。

2.5.10 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 或 DC48V），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、变压器门误开跳闸等测试方法同上。

2.5.11 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。

2.6 二次原理图

AM5SE-T 变压器保护测控装置的二次接线图如图 2.12-14 所示。

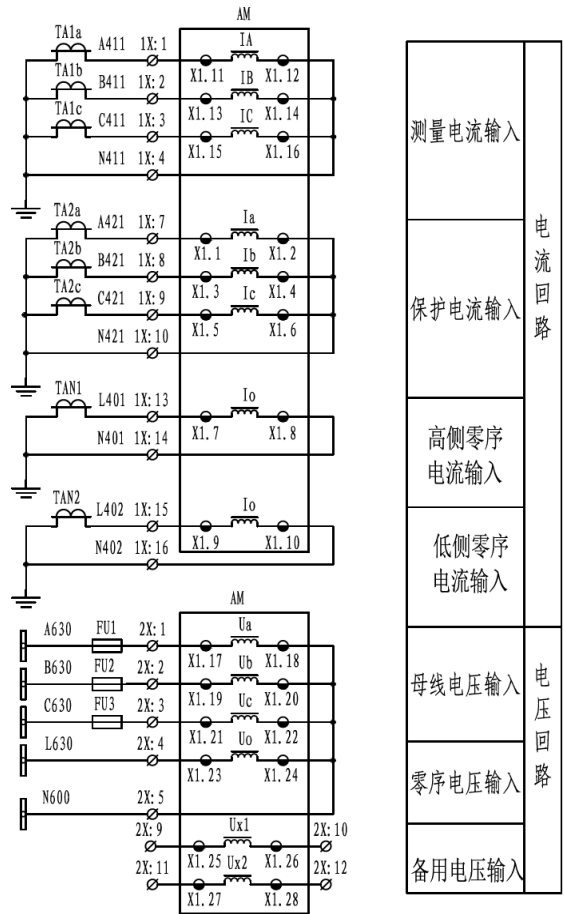


图 2.12 AM5SE-T 二次原理图（一）

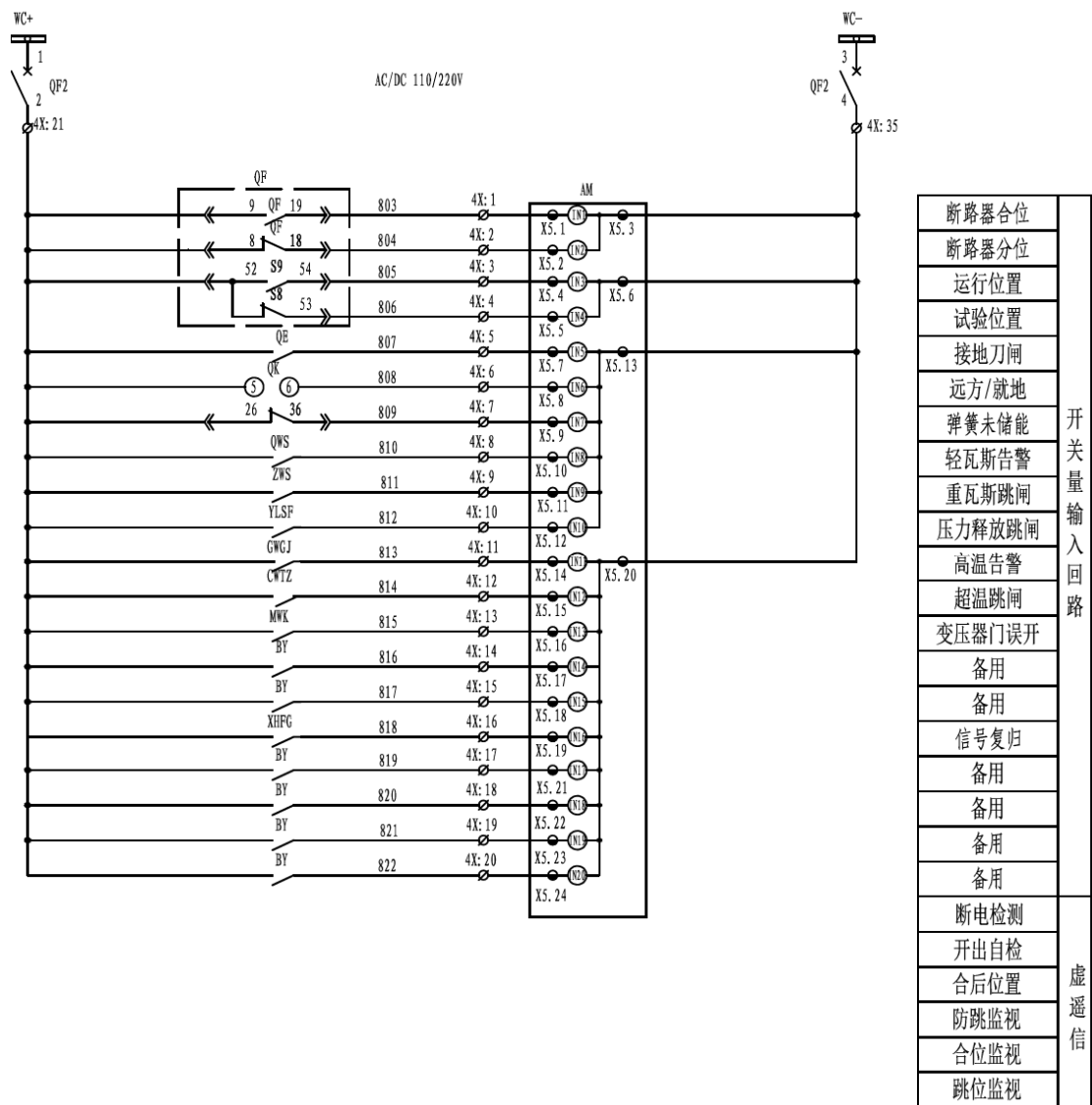
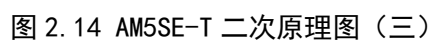


图 2.13 AM5SE-T 二次原理图（二）



3 AM5SE-M 电动机保护测控装置

3.1 功能简介

保护功能

- 过流一段保护（启动中、已运行）
- 过流二段保护
- 反时限过流保护
- 两段式负序过流保护
- 负序反时限过流保护
- 两段式零序过流保护
- 热过载保护
- 过负荷告警
- 过负荷跳闸
- 堵转保护
- 启动时间过长
- 非电量保护
- PT 断线告警
- 控制回路断线告警
- 低电压保护
- 零序过压告警
- FC 回路配合的过流闭锁功能
- 电压不平衡保护
- 相序保护
- 电压断相保护
- 过电压保护

监控功能

- 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
- I, U, P, Q, PF, f, Ep, Eq 等电参量测量
- 2 路 4-20mA 变送输出

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

3.2 保护原理

电动机状态识别

- 电机停用

当最大相电流小于无流定值时，即可判电动机状态为停用。

- 电机启动中

电动机处于停用态；

最大相电流大于二次额定电流值的 1.2 倍。

- 电机已运行

不处于停用状态；

电机由启动中退出。

3.2.1 过流一段保护

异步电动机在启动过程中电流很大，通常能达到 5~8 倍额定电流(Ie)，启动时间能长达几十秒。装置设两个过流一段定值，在启动过程中采用“启动时过流一段定值”，该值按躲过电动机启动电流整定，等电动机启动过程结束后，自动采用“运行时过流一段定值”，该值按电动机自启动电流和区外出口短路时电动机最大反馈电流考虑，取两个电流中的大者。

保护逻辑见图 3.1。

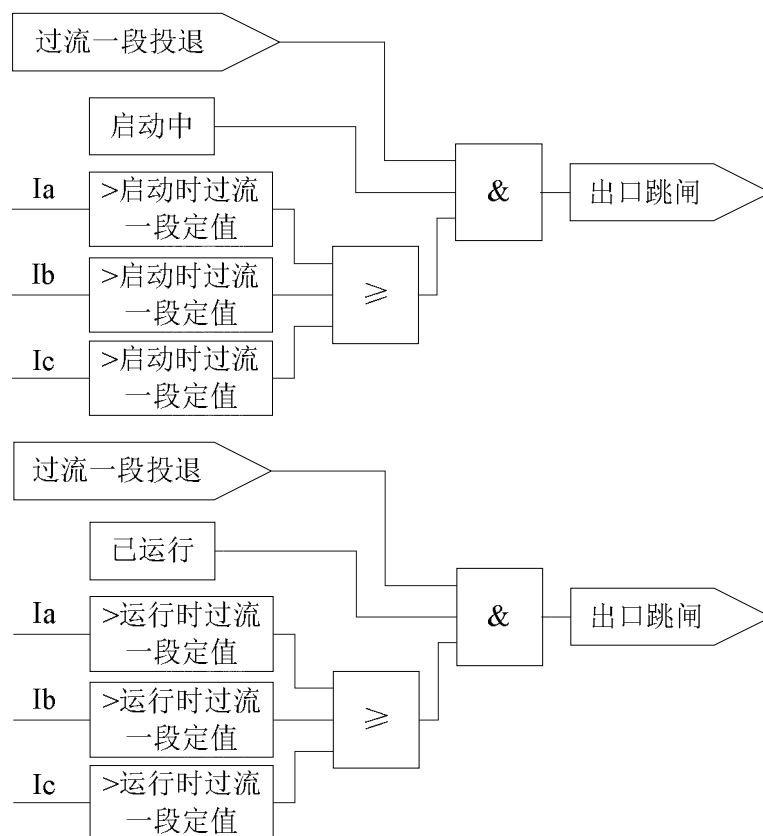


图 3.1 过流一段保护逻辑

3.2.2 过流二段保护

在电动机运行过程中，当三相电流 I_A 、 I_B 、 I_C 有一相大于过流保护的整定值时，经延时出口跳闸，该功能在电动机启动完毕后有效。保护逻辑见图 3.2。

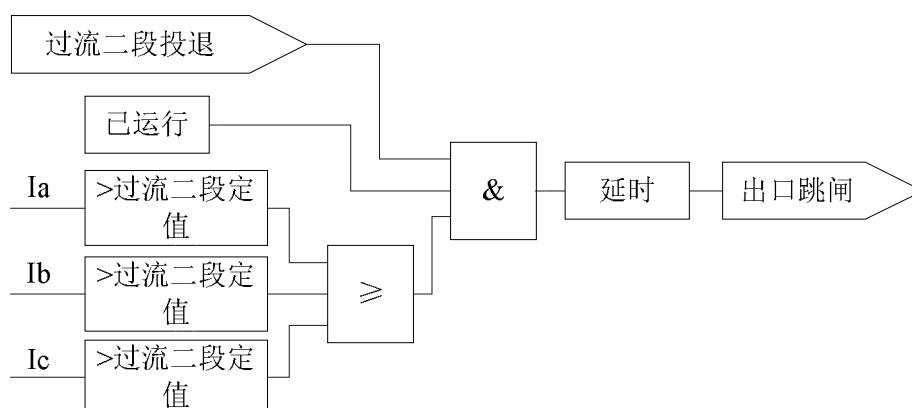


图 3.2 过流二段保护逻辑

3.2.3 反时限过流保护

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）。

该功能在电动机启动完毕后有效，保护逻辑见图 3.3。

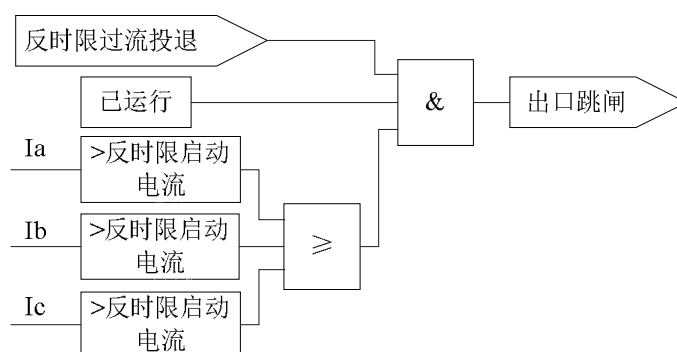


图 3.3 反时限过流保护逻辑

3.2.4 两段式负序过流保护/负序反时限过流保护

当电动机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，均由独立控制字选择功能投退，负序过流一段用于跳闸，负序二段用于告警。

保护逻辑见图 3.4。

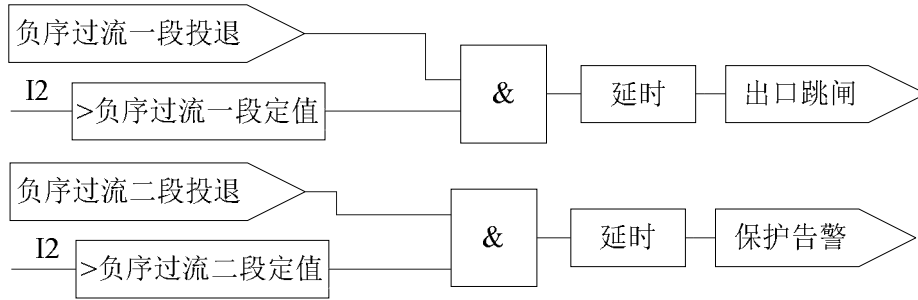


图 3.4 两段式负序过流保护逻辑

装置提供三条负序反时限过流保护特性曲线：

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

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

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

其中 t 为反时限动作时间， I_{df} 为反时限启动电流， I_2 为输入负序电流， K 为时间常数。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 3.5。

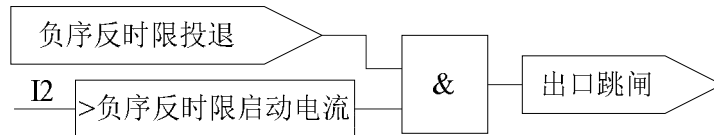


图 3.5 负序反时限过流保护逻辑

3.2.5 两段式零序过流保护

当零序电流大于零序电流定值时，装置经延时保护动作。装置设有两段式零序过流保护，均由独立控制字实现投退，保护逻辑见图 3.6。

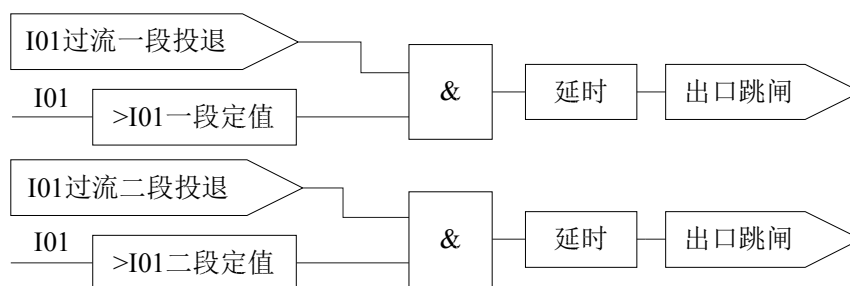


图 3.6 两段式零序过流保护逻辑

3.2.6 热过载保护

电动机过负荷、启动时间过长、堵转等会产生较大的正序电流；而断相、不对称短路、输入电压不对称时会同时产生较大的正序和负序电流，根据电动机定子正序和负序电流引起的发热特征，可对上述故障提供热过载保护。

用正、负序综合测量值 I_{eq} 作为等效电流来模拟电动机的发热效应，即：

$$I_{eq}^2 = K_1 \times I_1^2 + 6I_2^2$$

其中： I_{eq} ：等效电流

I_1 ：正序电流

I_2 ：负序电流

K_1 ：正序电流发热系数，在电机启动过程中 $K_1=0.5$ ，启动完毕 $K_1=1$

根据电动机的发热模型反时限特性，为有效保护电动机，保护的動作时间 t 和等效电流 I_{eq} 的关系有如下两条曲线可供选择：

$$1) \quad t = \frac{\tau}{I_{eq}^2 - I_{\infty}^2}$$

其中： τ ：过热时间常数

I_{∞} ：允许电机长期运行的最大电流值，一般可设为 1.1

$$2) \quad t = \tau \ln \frac{I_{eq}^2 - I_p^2}{I_{eq}^2 - I_{\infty}^2}$$

其中： τ ：过热时间常数

I_{∞} ：允许电机长期运行的最大电流值，一般可设为 1.1

I_p ：过负荷前的负载电流，若过负荷前处于冷态，则 $I_p=0$

选择上述两曲线之一进行计算，当热积累值达到 τ 时，装置发出告警信号或保护跳闸。

保护逻辑见图 3.7。

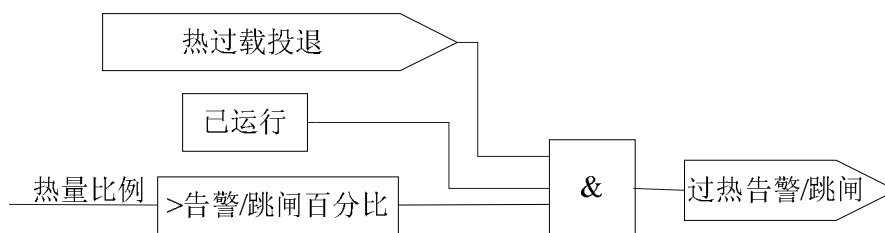


图 3.7 热过载保护逻辑

3.2.7 过负荷保护

电动机运行过程中，出现超过电机正常运行最大电流时的保护。装置设有过负荷告警、过负荷跳闸保护，由独立控制字实现功能投退，保护功能在电机处于运行状态时有效，在启动过程中失效。

当电动机三相电流 I_A 、 I_B 、 I_C 任一相大于过负荷告警定值时，经延时装置发出告警信号；当三相电流 I_A 、 I_B 、 I_C 任一相大于过负荷跳闸定值时，经延时装置保护跳闸。

保护逻辑见图 3.8。

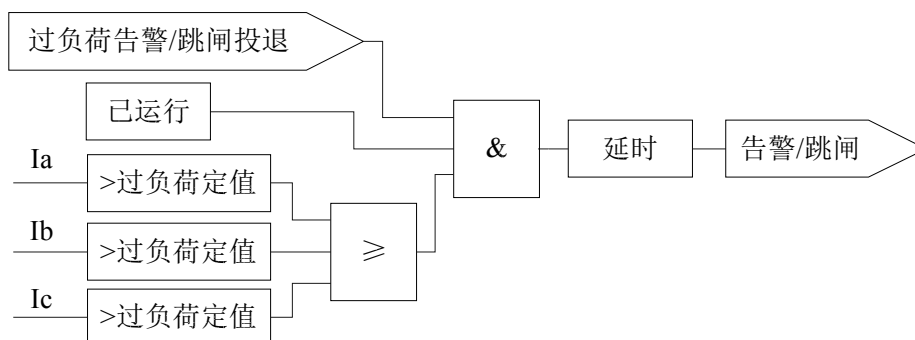


图 3.8 过负荷保护逻辑

3.2.8 堵转保护

电机由于负荷过大或自身机械原因造成电机轴被卡住等故障电流很大的保护。在电动机启动过程中堵转保护闭锁，电机进入运行状态后堵转保护才有效。

当电动机三相电流 I_A 、 I_B 、 I_C 任一相超过堵转电流定值，并有转速低信号输入，达到整定延时时间后保护跳闸。

保护逻辑见图 3.9。

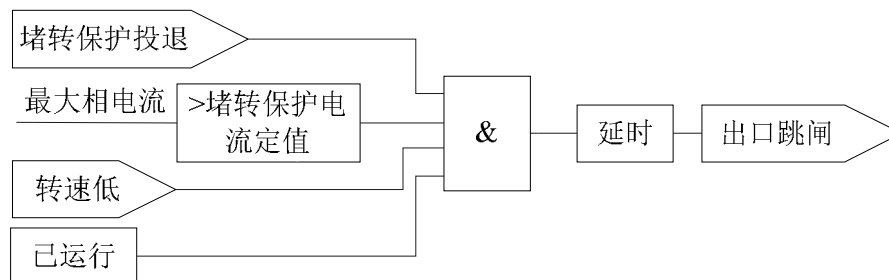


图 3.9 堵转保护逻辑

3.2.9 启动时间过长保护

装置配置启动时间过长保护，根据电动机的发热模型，电动机的动作时间 t 与等效运行电流 I_{eq} 之间的特征曲线如下式所示：

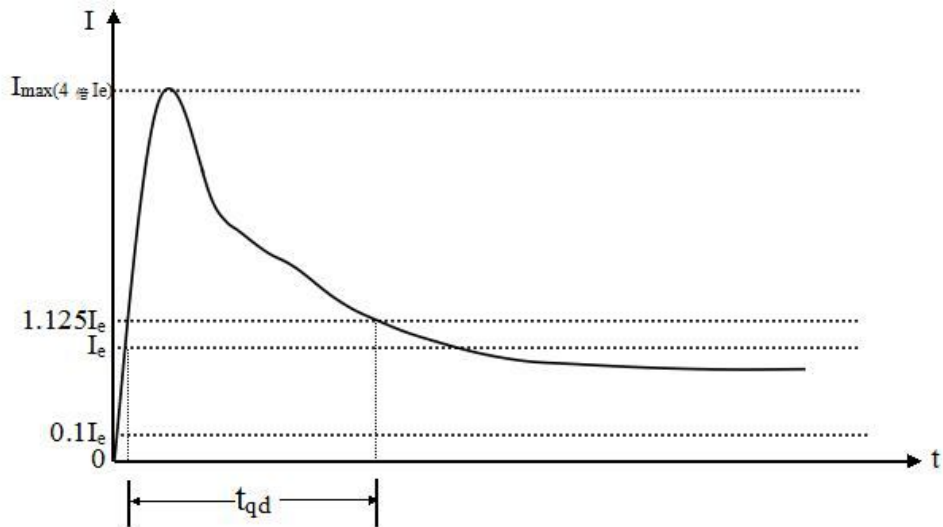


图 3.10 异步电动机启动电流特性图

其动作条件如下：

- 启动时间过长保护控制字投入；
- $I_{\phi} > I_d$ ， I_d 为电流定值，为额定二次电流的 1.125 倍， I_{ϕ} 为最大相电流；
- $T > T_d$ ， T_d 为电动机额定启动时间；
- 电动机处于冷启动态。

延时时间到，液晶显示启动时间过长保护动作。

保护逻辑见图 3.11。

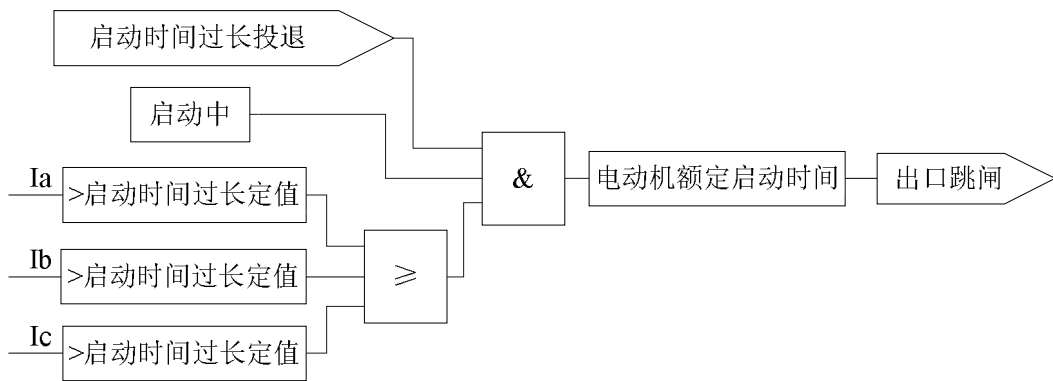


图 3.11 启动时间过长保护逻辑

3.2.10 低电压保护

当三个线电压均小于低压定值时，经过延时，装置保护跳闸。为防止因 PT 断线使保护误动，设置有 PT 断线闭锁。当发生 PT 断线时，装置将发告警信号并闭锁低电压保护。为

防止母线未送电时，低电压保护误动作，装置设有低电压开放条件。低电压保护开放条件：三个线电压有一个大于 1.05 倍低电压定值，且延时 500ms。该条件一旦成立，低电压保护有效。当低电压保护动作后，经过低电压开放条件无效，低电压保护自动返回。

保护逻辑见图 3.12。

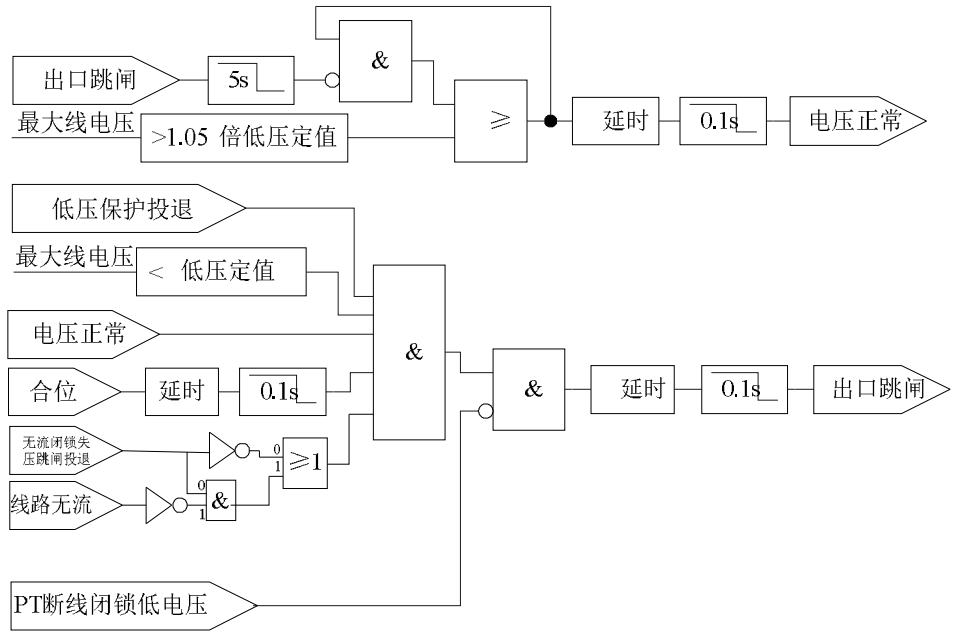


图 3.12 低电压保护逻辑

3.2.11 非电量保护

装置设有 2 个非电量保护，每个非电量由独立控制字投退，可独立设时限，非电量 1 用于跳闸，非电量 2 用于告警。保护逻辑如图 3.13。

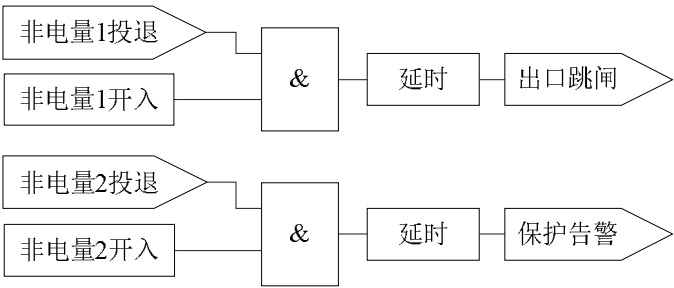


图 3.13 非电量保护逻辑

3.2.12 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 3U₂ 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 3.14。

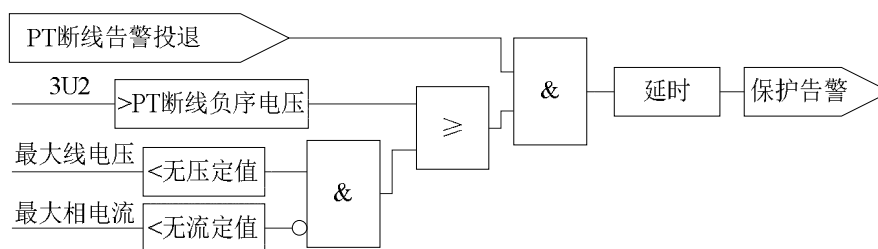


图 3.14 PT 断线告警逻辑

3.2.13 控制回路断线告警

装置通过判断断路器操作回路的合位监视 HWJ、分位监视 TWJ 状态来识别控制回路是否异常，当合位监视与分位监视同时处于分状态时，判定为异常状态，装置将发出告警信号。保护逻辑见图 3.15。

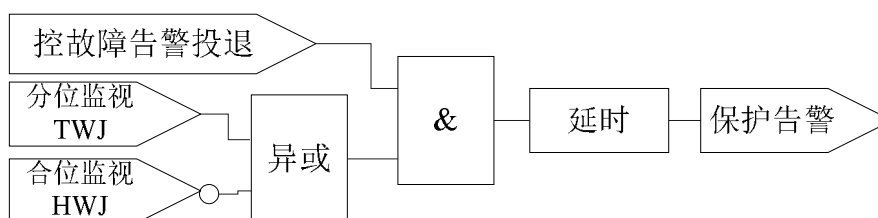


图 3.15 控制回路断线告警逻辑

3.2.14 零序过压告警

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。保护逻辑见图 3.16。

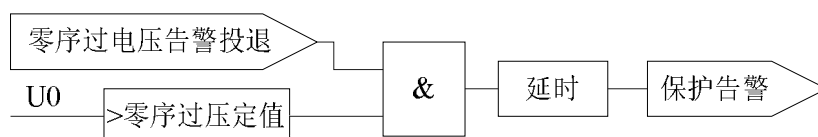


图 3.16 零序过压告警逻辑

3.2.15 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 3.17。

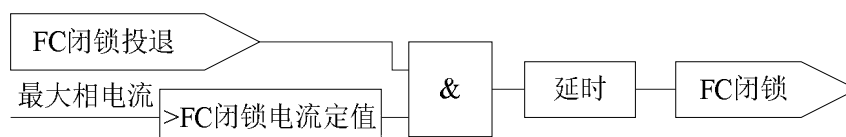


图 3.17 FC 回路配合的过流闭锁功能逻辑

3.2.16 电压不平衡保护

装置配置电压不平衡保护，当电压不平衡度超过电压不平衡度设定值，且当前最大线电压大于电压不平衡启动值，经延时，装置保护跳闸。

电压不平衡度的计算公式为：

$$\text{电压不平衡度} = \frac{\max(|\text{各相线电压} - \text{平均电压}|)}{\text{平均电压}} \times 100\%$$

保护逻辑见图 3.18。

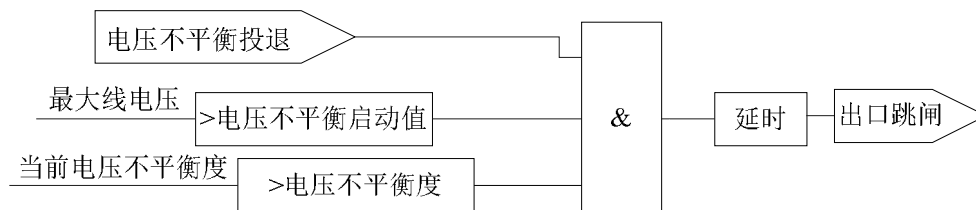


图 3.18 电压不平衡保护逻辑

3.2.17 相序保护

装置配置相序保护功能，装置错相判断依据如下：

最大相间电压小于线电压高定值（默认为 120V）；

最小相间电压大于线电压低定值（默认为 70V）；

负序电压值超过平均电压值的一半；

正序电压值小于平均电压值的 30%；

电动机处于启动中或已运行。

经过设定的延时时间，装置相序保护跳闸。当相序保护跳闸时，装置默认的保护跳闸出口 X6.27-X6.29 闭合，同时相序保护动作信号常闭点 X6.19-X6.20 断开。当相序保护返回后，跳闸出口 X6.27-X6.29 断开，相序保护动作信号 X6.19-X6.20 经可设置时间后闭合。

保护逻辑见图 3.19。

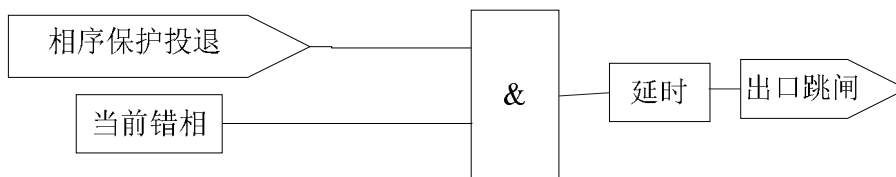


图 3.19 相序保护逻辑

3.2.18 电压断相保护

装置配置电压断相保护，采用两种方法识别电压断相。

方法一：当最小线电压小于断相判据最小电压定值，且最大线电压大于断相判据最大电压定值时，经延时，装置保护跳闸。

方法二：当最大相间电压差值大于断相判据电压差定值，且最大线电压大于断相判据最大电压定值时，经延时，装置保护跳闸。

保护逻辑见图 3.20。

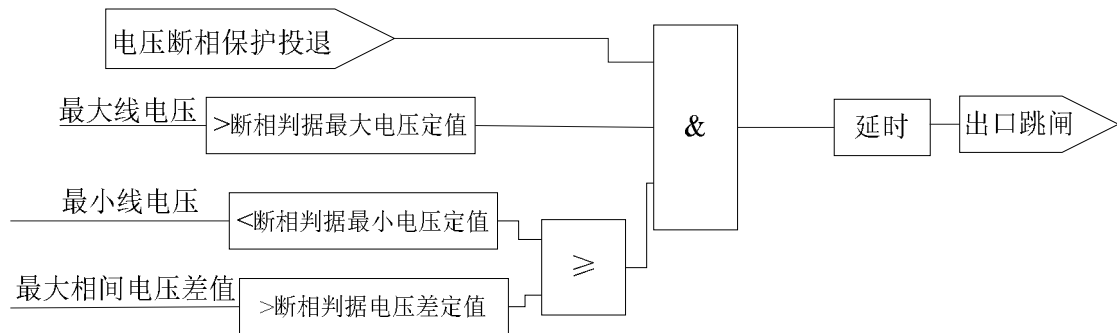


图 3.20 电压断相保护逻辑

3.2.19 过电压保护

当最大线电压大于过压定值时，经延时，装置保护跳闸。保护逻辑见图 3.21。

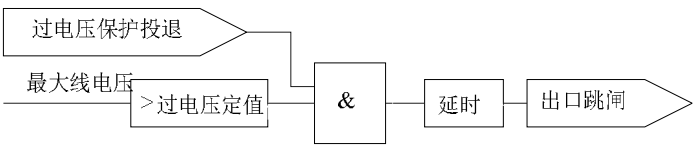


图 3.21 过电压保护逻辑

3.3 定值表

表 3.1 AM5SE-M 定值表

AM5SE-M 定值表				
保护名称	定值名称	默认值	范围	备注
	CT 变比	300	0.1~9999	比值
	PT 变比	100	0.1~9999	比值
	电压接线方式	0	0~1	3PT; 2PT
	一次电压显示	0	0~1	kV; V
	电动机额定功率一次值	100	0~9999	
	电动机额定电流一次值	300	0.04~9999	
	电动机额定启动时间	5	0~9999	电动机状态识别
启动时过流一段	过流一段投退	0	0~1	退出; 投入
	启动时过流一段定值	30A	0.04~100	
	启动时过流一段延时	0s	0~60	
运行时过流一段	运行时过流一段定值	15A	0.04~100	
	运行时过流一段延时	0	0~60	
过流二段	过流二段投退	0	0~1	退出; 投入

	过流二段定值	2A	0.04~100	
	过流二段延时	2s	0~60	
反时限过流	反时限过流投退	0	0~1	退出；投入
	反时限启动电流	6A	0.04~100	
	反时限时间系数	0.5	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	
启动时间过长	启动时间过长投退	0	0~1	退出；投入
	启动时间过长定值	1.125A	0.04~100	
堵转保护	堵转保护投退	0	0~1	退出；投入
	堵转保护电流定值	6.5A	0.04~100	
	堵转保护延时	5s	0~60	
I01 过流一段	I01 过流一段投退	0	0~1	退出；投入
	I01 一段定值	10A	0.04~100	
	I01 一段延时	5s	0~60	
I01 过流二段	I01 过流二段投退	0	0~1	退出；投入
	I01 二段定值	9A	0.04~100	
	I01 二段延时	10s	0~60	
负序过流一段	负序过流一段投退	0	0~1	退出；投入
	负序过流一段定值	10A	0.04~100	
	负序过流一段延时	5s	0~60	
负序过流二段	负序过流二段投退	0	0~1	退出；投入
	负序过流二段定值	9A	0.04~100	
	负序过流二段延时	10s	0~999	
负序反时限保护	负序反时限投退	0	0~1	退出；投入
	负序反时限启动电流	6A	0.04~100	
	负序反时限时间系数	0.5	0~100	
	负序反时限曲线类型	0	0~2	一般；非常；极端
热过载保护	热过载投退	0	0~1	退出；投入

	告警百分比	70	0~100	
	跳闸百分比	100	0~200	
	发热时间常数	15min	0~100	
	散热时间常数	30min	0~300	
	重启动过热闭锁值	50	0~100	
低电压保护	低电压保护投退	0	0~1	退出；投入
	低电压定值	70V	0~200	
	低电压延时	5s	0~60	
零序过电压告警	零序过电压告警投退	0	0~1	退出；投入
	零序过电压告警定值	110V	0~200	
	零序过电压告警延时	10s	0~999	
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	10s	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	
非电量 1 保护	非电量 1 投退	0	0~1	退出；投入
	非电量 1 延时	5s	0~60	
非电量 2 告警	非电量 2 投退	0	0~1	退出；投入
	非电量 2 延时	5s	0~999	
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	0.04~100	
	FC 闭锁延时	5s	0~60	
	无流闭锁低压保护投退	0	0~1	退出；投入
电压不平衡保护	电压不平衡投退	0	0~1	退出；投入
	电压不平衡度	5%	0~100	
	电压不平衡启动值	30V	0~200	
	电压不平衡延时	0.03s	0~100	
相序保护	相序保护投退	0	0~1	退出；投入
	线电压高定值	120V	0~200	
	线电压低定值	70V	0~200	
	正序电压比例	30	0~100	

	负序电压比例	50	0~100	
	相序保护延时	0	0~100	
电压断相保护	电压断相保护投退	0	0~1	退出；投入
	电压断相保护延时	5s	0~60	
	断相判据最大电压定值	30V	0~200	
	断相判据最小电压定值	18V	0~200	
	断相判据电压差定值	18V	0~200	
过电压保护	过电压保护投退	0	0~1	退出；投入
	过电压保护定值	110V	0~200	
	过电压保护延时	5s	0~60	
	事故总信号延时	0.3s	0~60	
	EMC 闭锁投退	0	0~1	退出；投入
	相序信号返回延时	2	0~60	
	断路器位置采集	0	0~1	辅助触点；分合位监视

3.4 接线方式

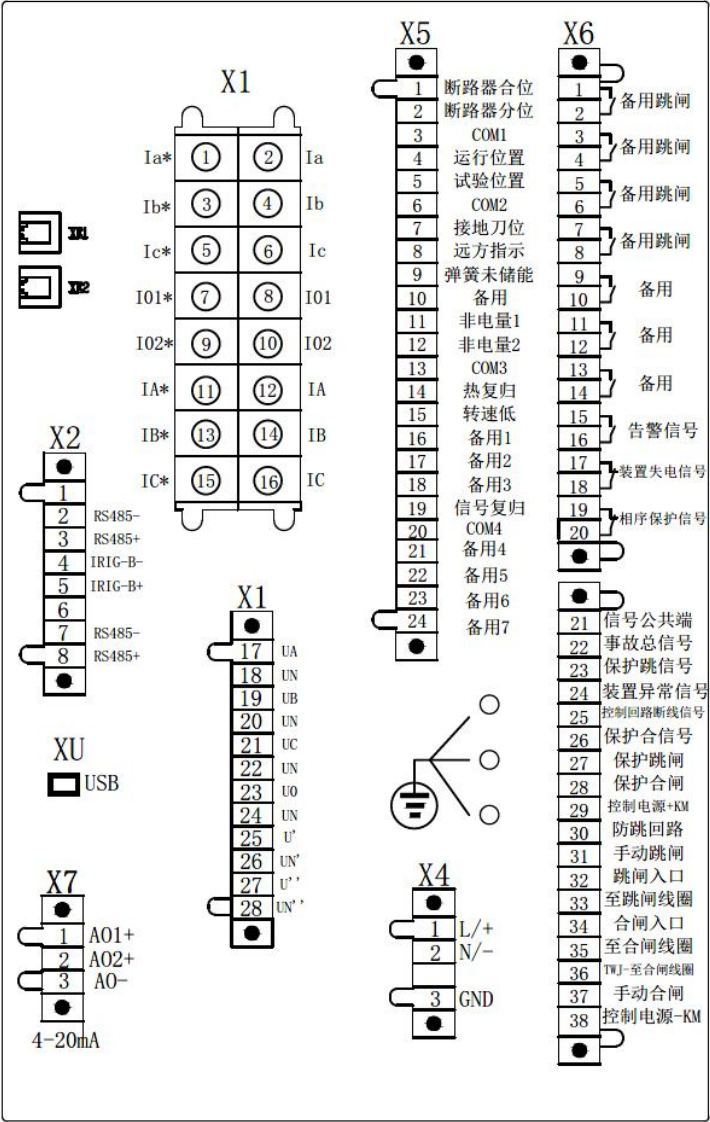


图 3.22 AM5SE-M 电气接线图

AM5SE-M 电气接线图如图 3.22 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，Ia、Ib、Ic 为保护相电流，IA、IB、IC 为测量相电流，I01、I02 为两路零序电流接入。UA、UB、UC 为三路电压接入，U0 为外接零序电压接入。U'、U''为备用输入。交流输入回路典型的 2PT、2CT 接线方式如图 3.23 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 端子为开关量输出和控制回路端子。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 3.22。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。

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，默认定义为测量电流 A 相一次值；X7.2、X7.3 为第二路 4-20mA 输出，默认定义为测量电流 C 相一次值。

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。

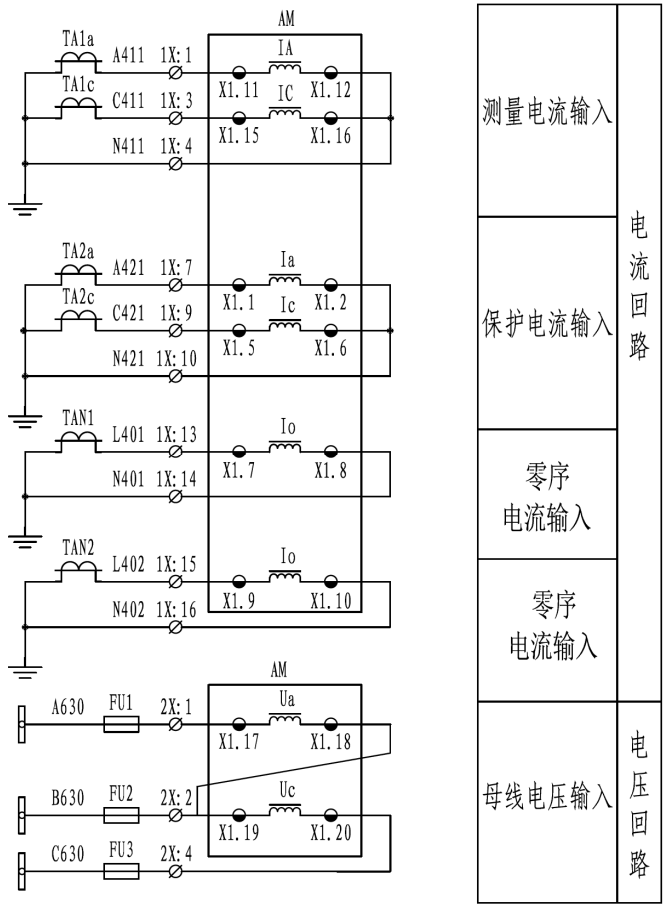


图 3.23 2PT 2CT 接线方法

3.5 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。

本装置监视电动机运行状态进行保护，运行状态分为停用、启动中和已运行三种，识别方法如下：

1) 停用

当最大相电流小于无流定值时，即可判电动机状态为停用。

2) 启动中

电动机处于停用态；

最大相电流大于二次额定电流值的 1.2 倍。

3) 已运行

不处于停用状态；电机由启动中退出。

当电机处于启动中是，面板上启动中指示灯亮；当电机处于已运行时，面板上已运行指示灯亮。

3.5.1 过流一段保护

启动时过流一段

1) 设置过流一段投退为“投入”，退出其他保护投退，设置启动时过流一段定值为 3A，启动时过流一段延时为 0s。

2) 当电动机处于启动中状态时，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，装置可靠不动作；将电流加大至大于 1.03 倍定值，装置保护动作。

运行时过流一段

1) 设置过流一段投退为“投入”，退出其他保护投退，设置运行时过流一段定值为 2A，运行时过流一段延时为 0s。

2) 当电动机处于运行状态时，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，装置不动作；将电流加大至大于 1.03 倍定值，装置保护动作。

3.5.2 过流二段保护

1) 设置过流二段投退为“投入”，退出其他保护投退，设置过流二段定值为 2A，过流二段延时为 5s。

2) 当电动机处于运行状态时，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；将电路增大至大于 1.03 倍定值，装置经延时保护动作。

3.5.3 反时限过流保护

1) 设置反时限过流保护投退为“投入”，退出其他保护投退。将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 3.2 设置。

2) 当电动机处于运行状态时，施加不同过流信号装置保护动作情况如表 3.2。

表 3.2 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	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
非常	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
极端	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

3.5.4 两段式负序过流保护/负序反时限

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，装置经延时跳闸。

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，装置经延时发出告警信号。

负序反时限过流

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 3.3 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 3.3。

表 3.3 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	$\pm 5\%$ 或 $\pm 40\text{ms}$	5.21s
非常	0.1	1A/5A/5A	动作	$\pm 5\%$ 或 $\pm 40\text{ms}$	4.13s
		0.1A/5A/5A	动作	$\pm 5\%$ 或 $\pm 40\text{ms}$	2.20s
		0.1A/6A/6A	动作	$\pm 5\%$ 或 $\pm 40\text{ms}$	1.41s
		0.1A/6A/6A	动作	$\pm 5\%$ 或 $\pm 40\text{ms}$	1.41s
极端	0.5	1A/5A/5A	动作	$\pm 5\%$ 或 $\pm 40\text{ms}$	52.01s
		0.1A/5A/5A	动作	$\pm 5\%$ 或 $\pm 40\text{ms}$	24.18s
		0.1A/6A/6A	动作	$\pm 5\%$ 或 $\pm 40\text{ms}$	14.04s
		0.1A/6A/6A	动作	$\pm 5\%$ 或 $\pm 40\text{ms}$	14.04s

3.5.5 两段式零序过流保护

I01 过流一段

1) 设置 I01 过流一段投退为“投入”，退出其他保护投退，设定 I01 一段定值为 5A，I01 一段延时为 0s。

2) 在交流输入端子 X1.7-X1.8 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。

I01 过流二段

1) 设置 I01 过流二段投退为“投入”，退出其他保护投退，设定 I01 二段定值为 4A，I01 二段延时为 4s。

2) 在交流输入端子 X1.7-X1.8 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，经延时装置保护告警。

3.5.6 热过载保护

热过载告警

1) 设置热过载投退为“投入”，退出其他投退，设置告警百分比值为 70%，发热时间常数为 15min，散热时间常数为 30min。

2) 当电动机处于已运行状态时，在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 施加三相电流信号 5A/5A/5A，当电流由 5A/5A/5A 变为 5A/5A/1A 时，装置发出热过载告警。

热过载跳闸

1) 设置热过载投退为“投入”，退出其他投退，设置跳闸百分比值为 100%，发热时间常数为 15min，散热时间常数为 30min。

2) 当电动机处于已运行状态时，在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 施加三相电流信号 5A/5A/5A，当电流由 5A/5A/5A 变为 5A/5A/1A 时，装置保护跳闸。

3.5.7 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，设定过负荷告警定值为 2A，过负荷告警延时为 2s。

2) 当电动机处于已运行状态时, 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, 设定过负荷跳闸定值为 3A, 过负荷告警延时为 5s。

2) 当电动机处于已运行状态时, 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, 经延时装置保护跳闸。

3.5.8 堵转保护

1) 设置堵转保护投退为“投入”, 退出其他保护投退, 设定堵转保护电流定值 2A, 堵转保护延时 5s。

2) 当电动机处于已运行状态时, 给转速低对应的开入量施加信号 (AC/DC220V 或 DC110V), 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; 当电流增大至大于 1.03 倍定值, 经延时装置保护跳闸。

3.5.9 启动时间过长

1) 设置启动时间过长投退为“投入”, 退出其他保护投退, 设定启动时间过长电流定值为 5A, 额定启动时间为 5s。

2) 给合位对应的开入量施加信号 (AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V) 模拟电动机启动, 再给装置施加大于 1.03 倍定值的电流信号直到电动机进入已运行状态, 装置保护跳闸; 装置复归后, 再次施加大于 1.03 倍定值的电流信号, 在电动机额定启动时间结束前将电流降至小于 0.97 倍定值, 电动机进入已运行状态, 装置可靠不动作。

3.5.10 低电压保护

1) 设置低电压保护投退为“投入”, 退出其他保护投退, 设定低电压保护定值为 70V, 低电压保护延时 5s。

2) 给合位对应的开入量施加信号 (AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V), 在端子 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20、X1.21-X1.22 上施加 57.74V 电压, 当三相电压信号由 57.74V 降至小于 0.97 倍定值时, 经延时, 装置保护跳闸。

3) 若投入“无流闭锁低压保护”控制字, 则还须在端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 上施加三相电流信号 $I_A=I_B=I_C=1A$ 。

3.5.11 非电量保护

非电量 1

1) 设置非电量 1 投退为“投入”, 退出其他保护投退, 设非电量 1 延时为 4s。

2) 给非电量 1 对应的开入量施加信号 (AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V), 经延时装置保护跳闸。

非电量 2 的调试方法同非电量 1 类似, 两路开入量可根据实际需要任意配置。

3.5.12 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 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20、X1.21-X1.22 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 $3U_2$ 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。

3.5.13 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信号同时有电压时, 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。

3.5.14 零序过压告警

1) 设置零序过电压告警投退为“投入”, 退出其他保护投退, 设定零序过压告警定值为 30V, 延时设为 5s。

2) 在端子 X1.23-X1.24 上施加小于 0.97 倍定值的电压信号, 将 U_0 变为大于 1.03 倍定值, 经延时装置发出零序过电压告警。

3.5.15 FC 回路配合的过流闭锁功能

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) 当电动机处于运行状态时, 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) 当电动机处于运行状态时, 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。

3.5.16 电压不平衡保护

1) 设置电压不平衡保护投退为“投入”, 退出其他保护投退, 设置电压不平衡度定值为 5%、电压不平衡保护定值为 30V、电压不平衡保护延时 0s。

2) 在端子 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20、X1.21-X1.22 上施加电压 $U_A=U_B=U_C=57.74V$ ，当电压变为 $U_A=10.74V, U_B=57.74V, U_C=57.74V$ ，经延时装置保护动作。

表 3.4 电压不平衡保护测试

施加信号(3PT 接线)	装置跳闸出口	装置信号出口
$U_A=57.74\angle 0^\circ$, $U_B=57.74\angle -120^\circ$, $U_C=57.74\angle 120^\circ$	无	无
$U_A=66.840\angle 0^\circ$, $U_B=57.74\angle -120^\circ$, $U_C=57.74\angle 120^\circ$	DO-KT (X6.27-X6.29)	事故总动作
$U_A=57.74\angle 0^\circ$, $U_B=66.540\angle -120^\circ$, $U_C=57.74\angle 120^\circ$	DO-KT (X6.27-X6.29)	事故总动作
$U_A=57.74\angle 0^\circ$, $U_B=57.74\angle -120^\circ$, $U_C=66.894\angle 120^\circ$	DO-KT (X6.27-X6.29)	事故总动作
$U_A=63.627\angle 0^\circ$, $U_B=55\angle -120^\circ$, $U_C=55\angle 120^\circ$	DO-KT (X6.27-X6.29)	事故总动作
$U_A=51.379\angle 0^\circ$, $U_B=60\angle -120^\circ$, $U_C=60\angle 120^\circ$	DO-KT (X6.27-X6.29)	事故总动作

3.5.17 相序保护

1) 设置相序保护投退为“投入”，退出其他保护投退，设置线电压高定值为 120V，线电压低定值为 70V，相序保护延时 5s。

2) 在端子 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20、X1.21-X1.22 上按下表施加电压信号，装置的动作情况如下：

表 3.5 相序保护测试

施加信号	装置跳闸出口	装置信号出口
$U_A=57.74\angle 0^\circ, U_B=57.74\angle -120^\circ$, $U_C=57.74\angle 120^\circ$	--	--
3PT 接线，ABC 顺序接线	无	DO10 闭合，事故总不动作
3PT 接线，ACB 顺序接线	DO-KT (X6.27-X6.29)	事故总闭合（保持，按复归后才断开）、DO10 断开（不保持，相序保护返回后延时 2s 才闭合）
3PT 接线，BAC 顺序接线	DO-KT (X6.27-X6.29)	
3PT 接线，CBA 顺序接线	DO-KT (X6.27-X6.29)	
3PT 接线，BCA 顺序接线	无	DO10 闭合，事故总不动作
3PT 接线，CAB 顺序接线	无	
2PT 接线，ABC 顺序接线	无	

2PT 接线, ACB 顺序接线	DO-KT (X6.27-X6.29)	事故总闭合(保持, 按复归后才断开)、DO10 断开(不保持, 相序保护返回后延时 2s 才闭合)
2PT 接线, BAC 顺序接线	DO-KT (X6.27-X6.29)	
2PT 接线, CBA 顺序接线	DO-KT (X6.27-X6.29)	
2PT 接线, BCA 顺序接线	无	DO10 闭合, 事故总不动作
2PT 接线, CAB 顺序接线	无	

3.5.18 电压断相保护

1) 设置电压断相保护投退为“投入”, 退出其他保护投退, 设置断相判据最大电压定值为 30V, 断相判据最小电压定值为 18V, 断相判据电压差定值为 18V, 电压断相保护延时 5s。

2) 在端子 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20、X1.21-X1.22 上按表 3.6 施加电压, 装置经过经过延时可保护动作。

表 3.6 电压断相测试

3PT 接线, UA=57.74,UB=57.74, UC=57.74	无	无
3PT 接线, UA=57.74,UB=57.74, UC=10	DO-KT (X6.27-X6.29)	事故总出口
3PT 接线, UA=57.74,UB=10, UC=10	DO-KT (X6.27-X6.29)	事故总出口
2PT 接线, UA=57.74,UB=57.74, UC=57.74	无	无
2PT 接线, UA=57.74,UB=57.74, UC=10	DO-KT (X6.27-X6.29)	事故总出口
2PT 接线, UA=57.74,UB=10, UC=10	DO-KT (X6.27-X6.29)	事故总出口

3.5.19 过电压保护

1) 设置过电压保护投退为“投入”, 退出其他保护投退, 设置过电压保护定值为 120V, 过电压保护延时 4s。

2) 在端子 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20、X1.21-X1.22 上施加 57.74V 电压, 改变电压使得三相线电压升至大于 1.03 倍定值时, 经延时装置保护动作。

3.6 二次原理图

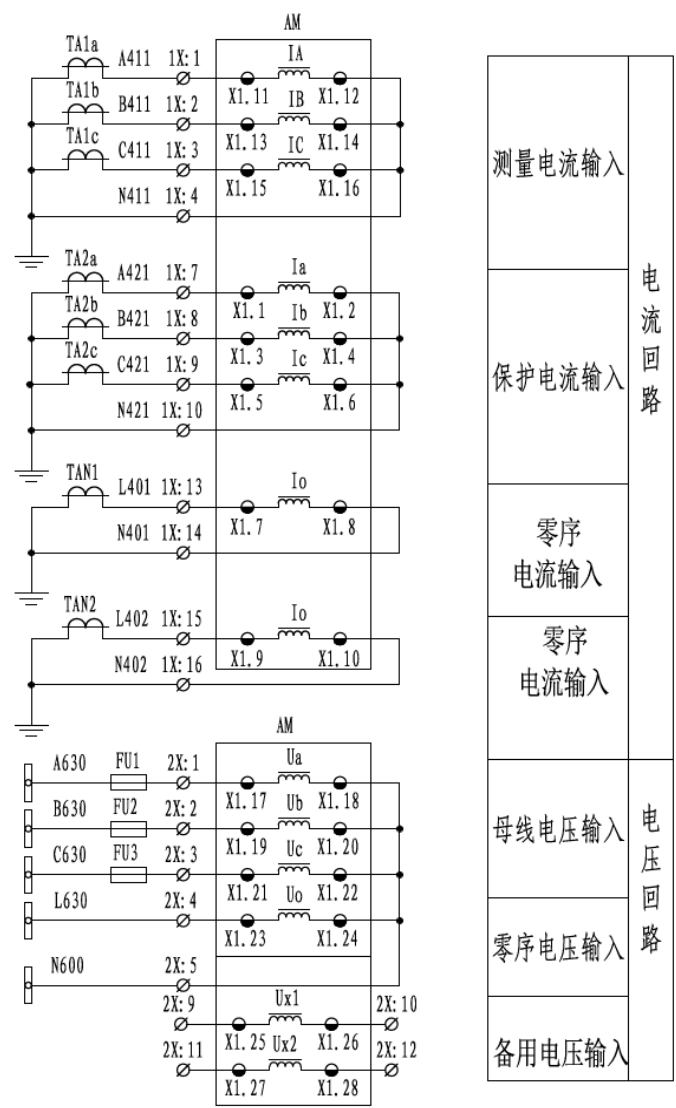


图 3.24 AM5SE-M 二次原理图（一）

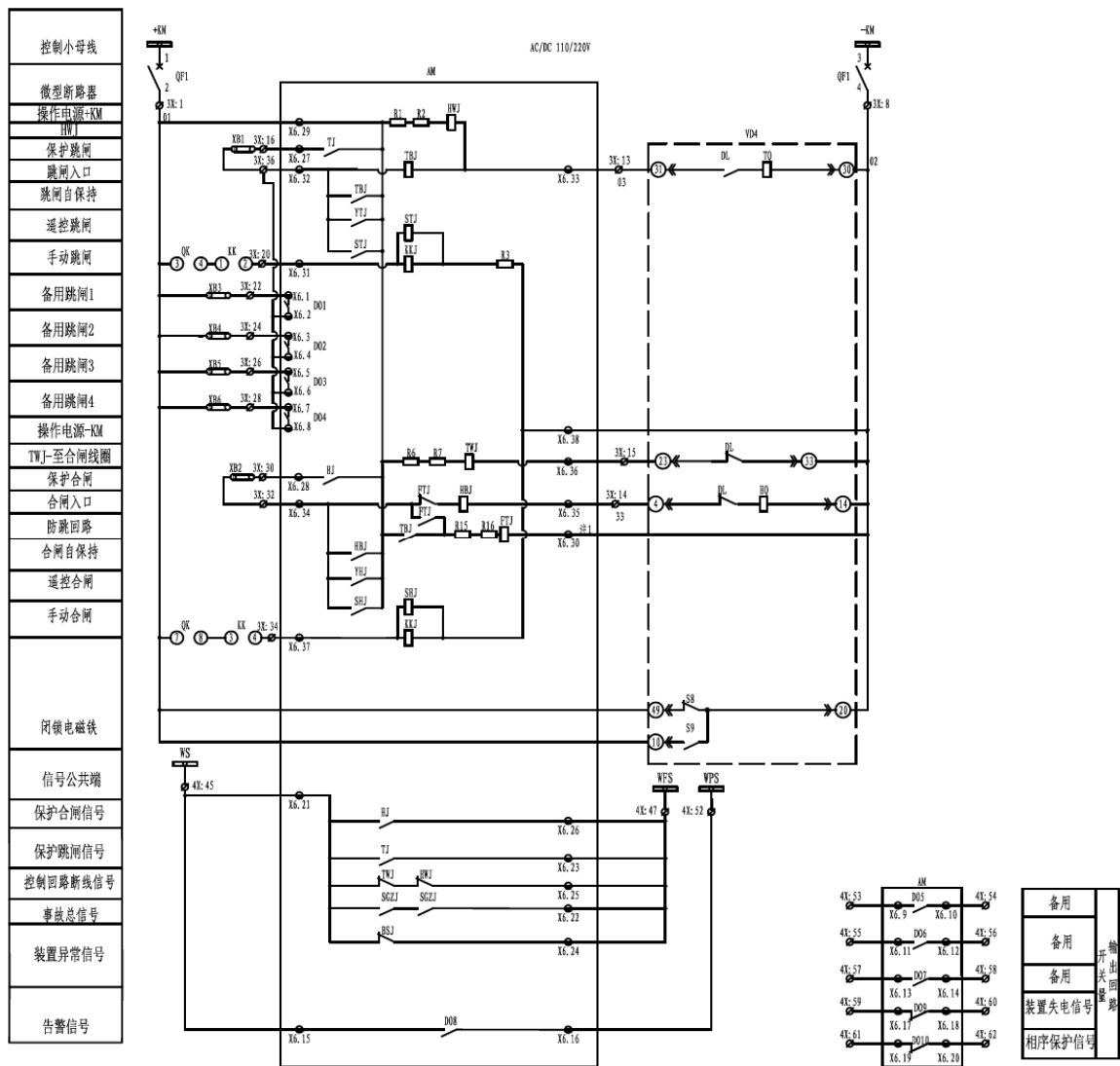


图 3.26 AM5SE-M 二次原理图（三）

4 AM5SE-B 备自投保护测控装置

4.1 功能简介

保护功能

- 三段式过流保护（可经复合电压闭锁、可带方向闭锁）
- 反时限过流保护（可经复合电压闭锁）
- 后加速过流保护（可经复合电压闭锁）
- 备自投功能
- PT 断线告警
- 控制回路断线告警
- 母线充电保护
- 重合闸
- 过负荷联切/告警
- 两段式零序过流保护
- 零序后加速过流保护

监控功能

- 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
- I, U, P, Q, PF, f, Ep, Eq 等电参量测量
- 2 路 4-20mA 变送输出

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

4.2 保护原理

4.2.1 三段式过流保护(可经复合电压闭锁、可带方向闭锁)

当任一相电流大于定值，经延时，装置跳闸。三段过流保护由过流一段（瞬时速断）保护、过流二段、过流三段构成。三段保护可独立设置时限，由独立的控制字实现功能投退。是否需经复压闭锁与是否带方向闭锁也可由相应控制字选择。

（1）经复压闭锁

为了提高保护的灵敏度，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：当三个线电压中最小的线电压小于低压定值且大于低压阈值或者负序电压 $3U_2$ 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。

(2) 带方向闭锁

通过投入方向闭锁元件以满足保护的选择性和灵敏性的要求。装置采用 90° 接线方式，按相起动作。以电流流出母线为正方向。

$$I_a/U_{bc}, I_b/U_{ca}, I_c/U_{ab} \text{ ——相间电流电压对应关系；}$$

装置相间元件动作区域 $Arg(I/U) = -30^\circ \sim 90^\circ$ 。

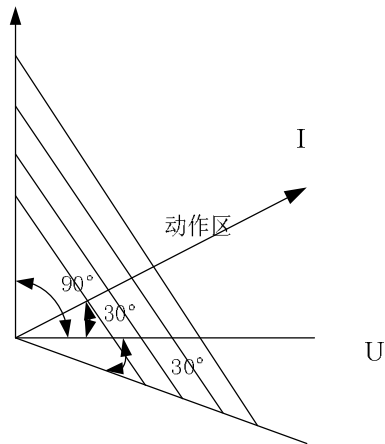


图4.1 相间方向元件动作区示意图

保护逻辑见图 4.2。

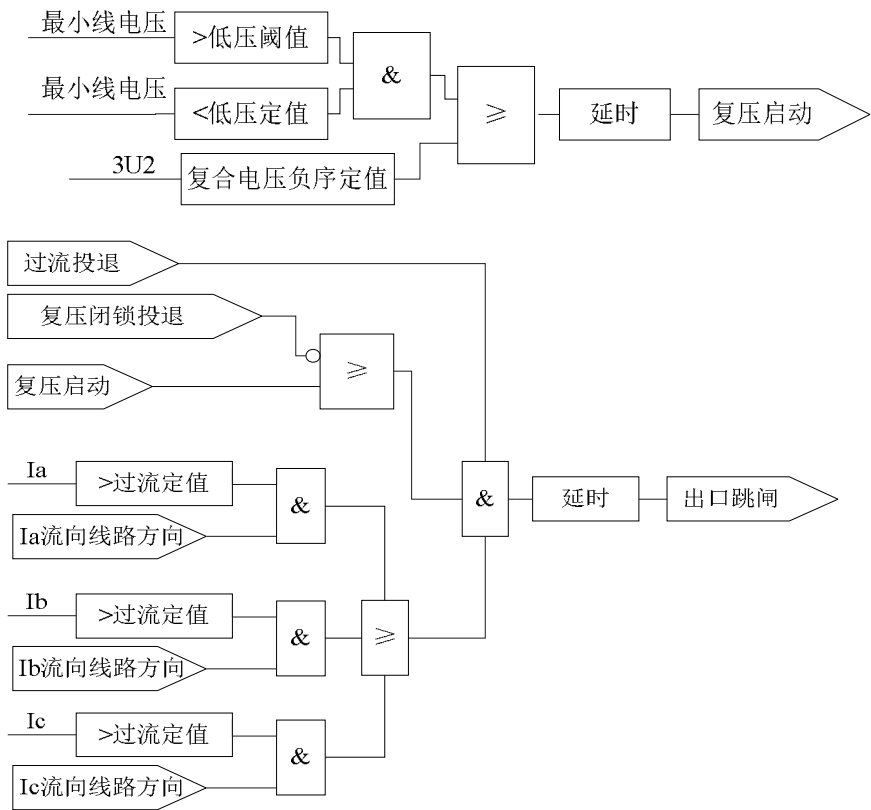


图 4.2 三段式过流保护逻辑

4.2.2 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} 为反时限特性电流定值， 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 4.3。

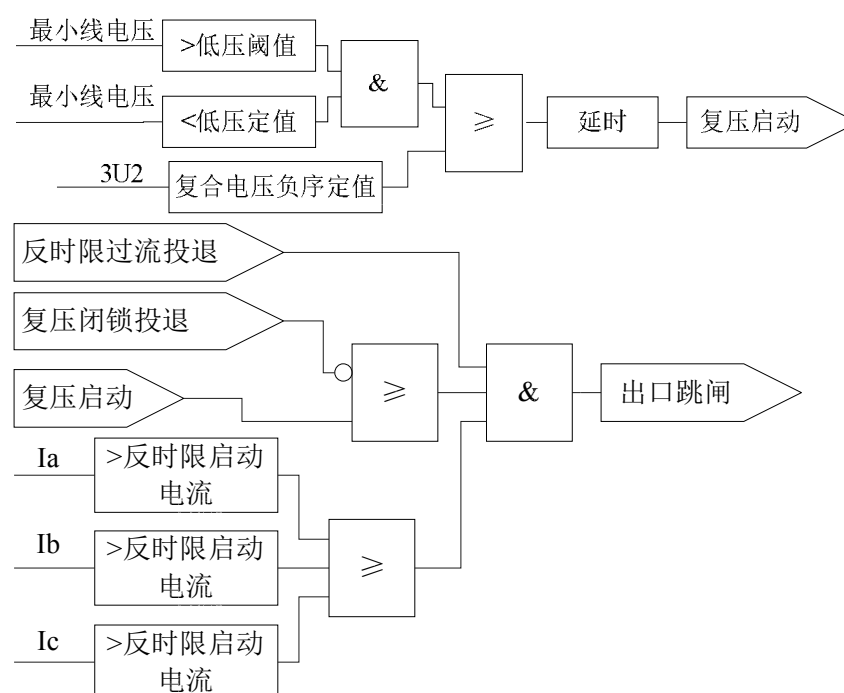


图 4.3 反时限过流保护逻辑

4.2.3 后加速过流保护（可经复压闭锁）

母联开关合上后在整定的后加速有效时间内监视流过母联开关的电流，若任一相电流大于整定值时，经整定的延时跳闸。否则在整定的后加速有效时间后，后加速段自动退出。

后加速过流保护可选择是否需经复压闭锁条件，原理同三段式过流保护。

保护逻辑见图 4.4。

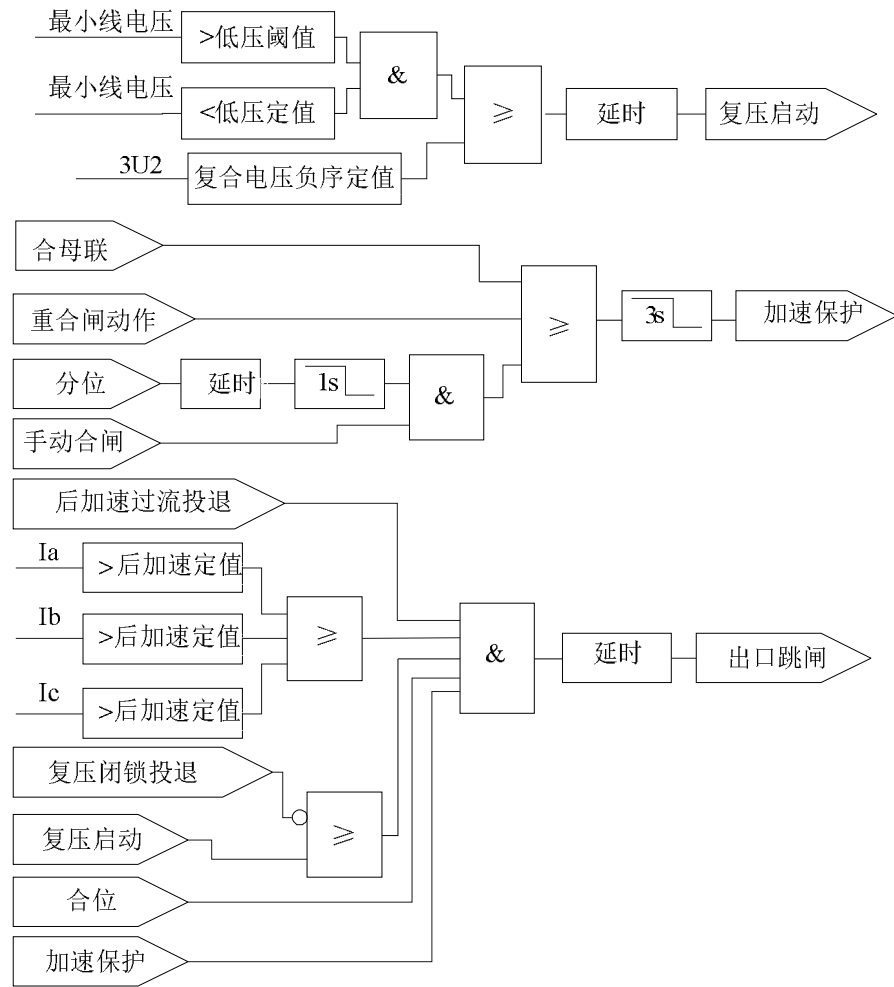


图 4.4 后加速过流保护逻辑

4.2.4 备自投功能

本装置可以实现单母线分段系统（采集进线电压、母线电压共 6 路）、单母线分段系统（采集 4 路母线电压）、单母线分段系统（采集 4 路进线电压）的母联备自投/自复、进线备自投/自复及自适应备自投功能，也可以实现单母线不分段系统（采集 4 路进线电压）的进线备自投自复和进线互投功能。每个功能可通过装置内部的软压板和硬压板投入选择，具体功能描述如下。

4.2.4.1 两进线一母联系统采集进线母线 6 路电压

本功能备自投装置通过采集 2 路进线电压、2 路 I 段母线电压、2 路 II 段母线电压共 6 路电压，实现单母线分段供电系统的母联备自投自复功能、进线备自投自复功能、自适应备自投功能。

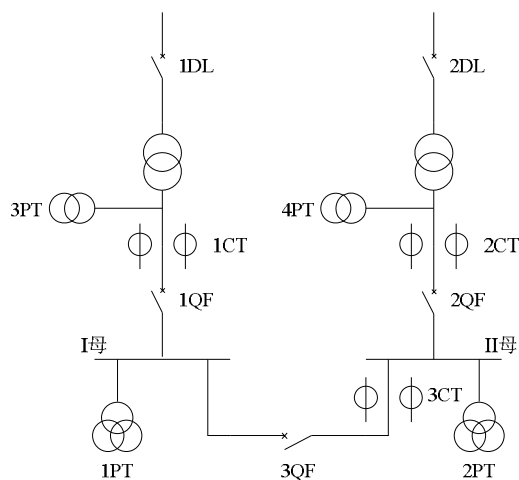


图 4.5.1 两进线一母联系统采集进线母线 6 路电压一次图

母联备自投自复

平时母联断路器 3QF 常分，由两路电源同时供电；

- 1) 若进线 1 和 I 段母线失电，则跳开 I 段断路器 1QF 后，自动合母联断路器 3QF，由 II 段电源供电；当进线 1 和 I 段母线恢复供电时，跳开 3QF，合进线 1 开关 1QF，恢复由两路进线电源单独供电。
- 2) 若进线 2 和 II 段母线失电，则跳开 II 段断路器 2QF 后，自动合母联断路器 3QF，由 I 段电源供电；当进线 2 和 II 段母线恢复供电时，跳开 3QF，合进线 2 开关 2QF，恢复由两路进线电源单独供电。

进线备自投自复

- 1) 平时 1QF、3QF 合闸，2QF 分闸，由 1#进线供两段母线；当进线 1、I 段母线、II 段母线失电时，跳开 1QF，确认跳开后合上 2QF，由 2#进线供两段母线运行；若进线 1、I 段母线、II 段母线恢复供电，则跳开 2QF 后，合上 1QF，恢复由 1#进线供两段母线供电。
- 2) 平时 2QF、3QF 合闸，1QF 分闸，由 2#进线供两段母线；当进线 2、I 段母线、II 段母线失电时，跳开 2QF，确认跳开后合上 1QF，由 1#进线供两段母线运行；若进线 2、I 段母线、II 段母线恢复供电，则跳开 1QF 后，合上 2QF，恢复由 2#进线供两段母线供电。

自适应备自投

装置可在任一初始模式下进行进线 1 备投、进线 2 备投、分段备投。

4.2.4.2 两进线一母联系统采集 4 路母线电压

本功能备自投装置通过采集 2 路 I 段母线电压、2 路 II 段母线电压共 4 路母线电压，实现单母线分段供电系统的母联备自投功能、进线备自投功能、自适应备自投功能。

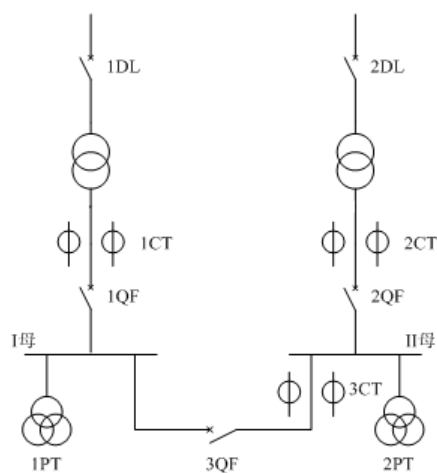


图 4.5.2 两进线一母联系统采集两段母线电压一次图

母联备自投

平时母联断路器 3QF 常分，由两路电源同时供电；

- 1) 若 I 段母线失电，则跳开 I 段断路器 1QF 后，自动合母联断路器 3QF，由 II 段电源供电；
- 2) 若 II 段母线失电，则跳开 II 段断路器 2QF 后，自动合母联断路器 3QF，由 I 段电源供电。

进线备自投

- 1) 平时 1QF、3QF 合闸，2QF 分闸，由 1#进线供两段母线；当 I 段母线、II 段母线失电时，跳开 1QF，确认跳开后合上 2QF，由 2#进线供两段母线运行。
- 2) 平时 2QF、3QF 合闸，1QF 分闸，由 2#进线供两段母线；当 I 段母线、II 段母线失电时，跳开 2QF，确认跳开后合上 1QF，由 1#进线供两段母线运行。

自适应备自投

装置可在任一初始模式下进行进线 1 备投、进线 2 备投、分段备投。

4.2.4.3 两进线一母联系统采集 4 路进线电压

本功能备自投装置通过采集 2 路进线 1 电压、2 路进线 2 电压共 4 路进线电压，实现单母线分段供电系统的母联备自投自复功能、进线备自投自复功能、自适应备自投功能。

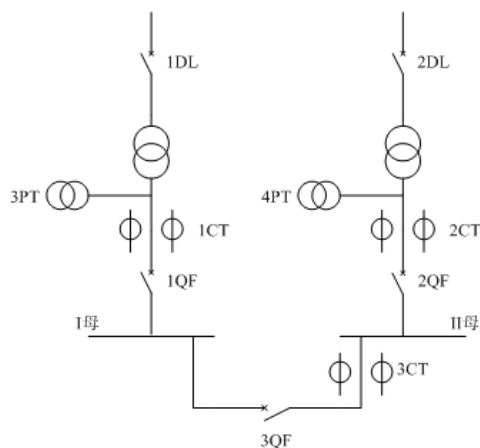


图 4.5.3 两进线一母联系统采集两路进线电压一次图

母联备自投自复

平时母联断路器 3QF 常分，由两路电源同时供电；

- 1) 若进线 1 失电，则跳开 I 段断路器 1QF 后，自动合母联断路器 3QF，由 II 段电源供电；当进线 1 恢复供电时，跳开 3QF，合进线 1 开关 1QF，恢复由两路进线电源单独供电。
- 2) 若进线 2 失电，则跳开 II 段断路器 2QF 后，自动合母联断路器 3QF，由 I 段电源供电；当 II 段母线恢复供电时，跳开 3QF，合进线 2 开关 2QF，恢复由两路进线电源单独供电。

进线备自投自复

- 1) 平时 1QF、3QF 合闸，2QF 分闸，由 1#进线供两段母线；当进线 1 失电时，跳开 1QF，确认跳开后合上 2QF，由 2#进线供两段母线运行；若进线 1 恢复供电，则跳开 2QF 后，合上 1QF，恢复由 1#进线供两段母线供电。
- 2) 平时 2QF、3QF 合闸，1QF 分闸，由 2#进线供两段母线；当进线 2 失电时，跳开 2QF，确认跳开后合上 1QF，由 1#进线供两段母线运行；若进线 2 恢复供电，则跳开 1QF 后，合上 2QF，恢复由 2#进线供两段母线供电。

自适应备自投

装置可在任一初始模式下进行进线 1 备投、进线 2 备投、分段备投。

4.2.4.4 两进线无母联系统采集 4 路进线电压

本功能备自投装置通过采集 2 路进线 1 电压、2 路进线 2 电压共 4 路进线电压，实现单母线不分段供电系统的进线备自投自复功能、进线互投功能。

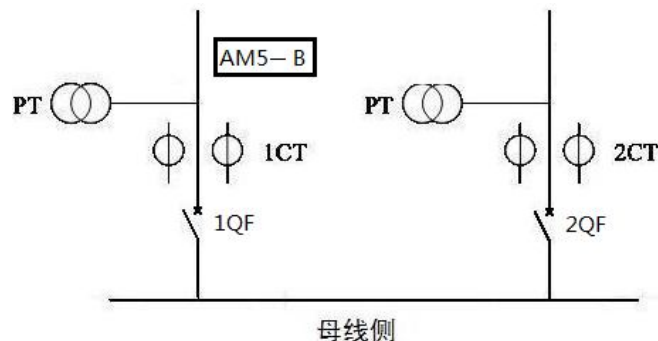


图 4.5.4 两进线无母联系统采集两路进线电压一次图

进线备自投自复

- 1) 平时 1QF 合闸，2QF 分闸，由 1#进线供母线运行；当进线 1 失电时，跳开 1QF，确认跳开 1QF 后合上 2QF，由 2#进线供母线运行；若进线 1 恢复供电，则跳开 2QF 后，合上 1QF，恢复由 1#进线供母线运行。
- 2) 平时 2QF 合闸，1QF 分闸，由 2#进线供母线运行；当进线 2 失电时，跳开 2QF，确认跳开 2QF 后合上 1QF，由 1#进线供母线运行；若进线 2 恢复供电，则跳开 1QF 后，合上 2QF，恢复由 2#进线供母线运行。

进线互投

- 1) 2 备 1: 平时 1QF 合闸，2QF 分闸，由 1#进线供母线运行。
当进线 1 失电时，跳开 1QF，确认跳开 1QF 后合上 2QF，由 2#进线供母线运行；

若进线 1 恢复供电，此时仍由 2#进线供母线运行，只有当进线 2 失电时，才跳开 2QF，合上 1QF，恢复由 1#进线供母线运行。

2) 1 备 2：平时 2QF 合闸，1QF 分闸，由 2#进线供母线运行。

当进线 2 失电时，跳开 2QF，确认跳开 2QF 后合上 1QF，由 1#进线供母线运行；

若进线 2 恢复供电，此时仍由 1#进线供母线运行，只有当进线 1 失电时，才跳开 1QF，合上 2QF，恢复由 2#进线供母线运行。

4.2.5 PT 断线告警

装置可判断 I 段母线 PT 和 II 段母线 PT 断线，两种 PT 断线共用一个控制字。

I 段母线 PT 断线：当 I 段母线无压且进线 1 有电流时，经延时，装置保护告警；

II 段母线 PT 断线：当 II 段母线无压且进线 2 有电流时，经延时，装置保护告警。

装置监测到 PT 断线时，前面板“告警”指示灯亮且装置告警出口闭合。

4.2.6 控制回路断线告警

装置通过判断断路器操作回路的合位监视 HWJ、分位监视 TWJ 状态来识别控制回路是否异常，当合位监视与分位监视同时处于分状态时，判定为异常状态，装置将发出告警信号。保护逻辑见图 4.6。

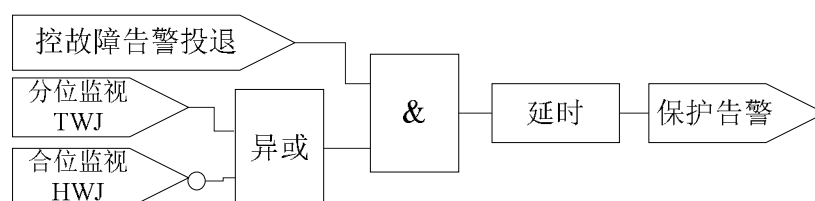


图 4.6 控制回路断线告警逻辑

4.2.7 母线充电保护

装置设置母线充电保护，断路器处于分闸位置 30s 后，当装置检测到断路器由分位变为合位后的有效时间内（默认为 3s），若线路电流超过充电保护电流定值，装置发充电保护跳闸命令跳开断路器。有效时间后，充电保护功能自动退出。保护逻辑见图 4.7。

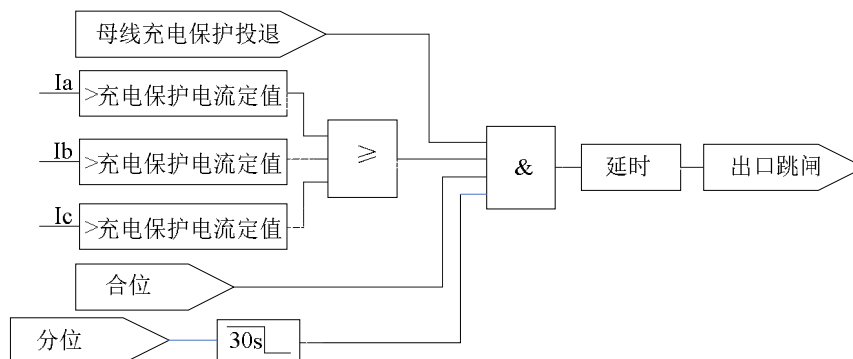


图 4.7 母线充电保护逻辑

4.2.8 重合闸

装置提供三相一次重合闸功能，其启动方式有位置不对应启动和保护启动两种。

重合闸方式有不检、检无压两种。

当重合闸功能投入、断路器在合位且无其他闭锁信号时运行 15 秒后充电。下列信号闭锁重合闸：重合闸已动作、手动跳闸或遥控跳闸、弹簧未储能、闭锁重合闸投入、控制回路断线。

重合闸充电完成后，一旦保护跳闸或断路器偷跳，经过重合闸延时，重合闸启动。

重合闸启动后，根据控制字选择检无压或不检。

1) 检无压重合闸条件：线路电压 $\leq$ 检无压定值。

2) 不检重合闸：不判别线路电压幅值或相角，直接合闸。

4.2.9 过负荷联切/告警

装置有过负荷告警和过负荷联切保护，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联切定值时，装置经延时保护动作。两种保护功能由独立的控制字实现投退。保护逻辑见图 4.8。

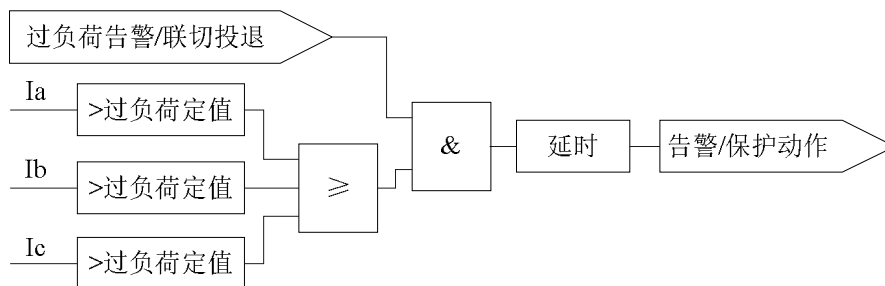


图 4.8 过负荷联切/告警逻辑

4.2.10 两段式零序过流保护

当零序电流大于零序电流定值时，装置经延时保护动作。装置设有两段式零序过流保护，均由独立控制字实现投退。

通过投入方向闭锁元件以满足保护的选择性和灵敏性的要求，是否带方向闭锁也可由相应控制字选择。装置采用 90° 接线方式，按相起动，通过零序电流 I_0 与 $3U_0$ （根据相电压计算得到的零序分量）的相角，以电流流出母线为正方向。

$I_0/3U_0$ —— 电流电压对应关系；

装置相间元件动作区域 $\text{Arg}(I_0/3U_0) = -30^\circ \sim 90^\circ$ 。

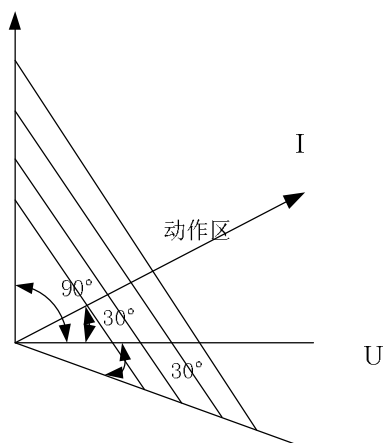


图4.9 相间方向元件动作区示意图

保护逻辑见图 4.10。

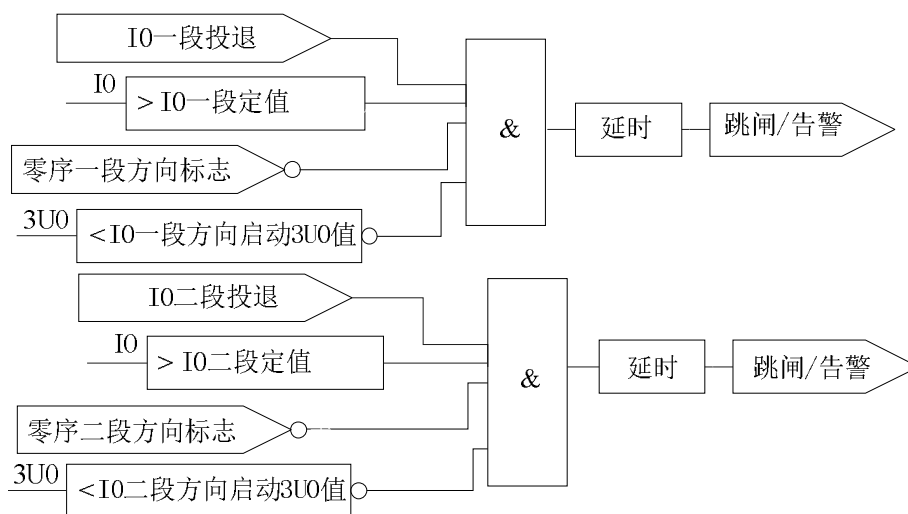


图 4.10 两段式零序过流保护逻辑

4.2.11 零序后加速过流保护

母联开关合上后在整定的后加速有效时间内监视流过母联开关的零序电流，若零序电流大于整定值时，经整定的延时跳闸。否则在整定的后加速有效时间后，后加速段自动退出。保护逻辑见图 4.11。

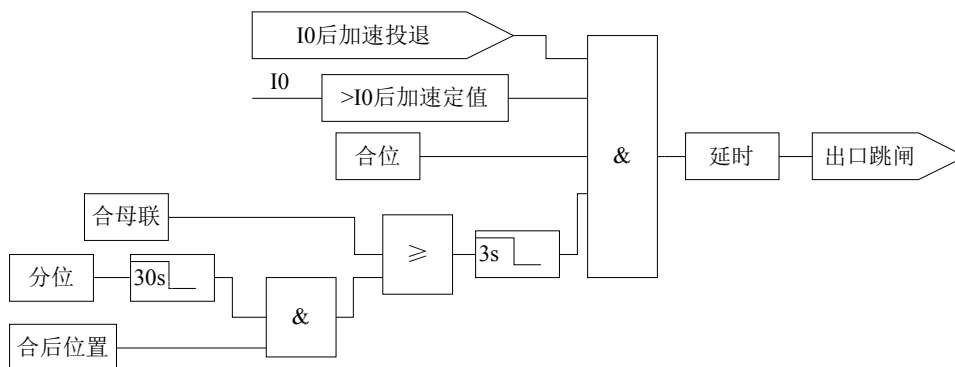


图 4.11 零序后加速过流保护逻辑

4.3 定值表

表 4.1 AM5SE-B 定值表

AM5SE-B 定 值 表				
保护名称	定 值 名 称	默认值	范 围	备 注
	PT 变比	100	0.1~999	比值
	CT 变比	50	0.1~999	比值
	一次图显示方式	0	0~4	方式 0-方式 4
	一次电压显示	0	0~1	KV; V
	电压接线方式	0	0~1	3PT; 2PT
	电流接线方式	0	0~1	3CT; 2CT
	1QF 位置	8	1~16	
	2QF 位置	9	1~16	
进线/母联备投	备投判进线电压控制字	0	0~1	退出; 投入
	备投方式	2	0~2	分段备投; 进线备投; 自适应备投
	进线 1 备投投退	0	0~1	退出; 投入
	进线 2 备投投退	0	0~1	退出; 投入
	4 路进线电压做备投	0	0~1	退出; 投入
	分合指示灯关联	0	0~2	分段柜; 进线 1 柜; 进线 2 柜
	进线 1 电流来源	0	0~2	通道 4; 通道 5; 通道 1
	进线 2 电流来源	1	0~2	通道 4; 通道 5; 通道 1
	零流来源	0	0~3	自产; 外接通道 2; 外接通道 4; 外接通道 5
	进线无压定值	10V	0~200	
	母线无压定值	10V	0~200	
	进线有压定值	20V	0~200	
	母线有压定值	20V	0~200	
	进线 1 无流定值	0.1A	0.04~100	
	进线 2 无流定值	0.1A	0.04~100	
	分段充电延时	15s	0~99	
	进线 1 充电延时	15s	0~99	
	进线 2 充电延时	15s	0~99	
	跳进线 1 延时	2s	0~99	
	跳进线 2 延时	2s	0~99	

	跳母联延时	2s	0~99	
	备投合闸延时	2s	0~99	
	低压阈值	15V	0~200	
	低电压定值	70V	0~200	
	复合电压负序定值	35V	0~200	
	无流定值	0.2A	0~100	
	无压定值	15V	0~200	
过流一段	过流一段投退	0	0~1	退出；投入
	过流一段经复压闭锁	0	0~1	退出；投入
	过流一段带方向	0	0~2	不带方向；指向线路；指向母线
	过流一段定值	6A	0.04~100	
	过流一段延时	1s	0~99	
过流二段	过流二段投退	0	0~1	退出；投入
	过流二段经复压闭锁	0	0~1	退出；投入
	过流二段带方向	0	0~2	不带方向；指向线路；指向母线
	过流二段定值	5A	0.04~100	
	过流二段延时	2s	0~99	
过流三段	过流三段投退	0	0~1	退出；投入
	过流三段经复压闭锁	0	0~1	退出；投入
	过流三段带方向	0	0~2	不带方向；指向线路；指向母线
	过流三段定值	5A	0.04~100	
	过流三段延时	5s	0~99	
后加速过流	后加速过流投退	0	0~1	退出；投入
	后加速过流经复压闭锁	0	0~1	退出；投入
	后加速过流定值	4A	0.04~100	
	后加速过流延时	1s	0~99	
IO 一段	IO 一段投退	0	0~2	退出；告警；跳闸
	IO 一段带方向	0	0~2	不带方向；指向线路；指向母线
	IO 一段定值	5A	0.04~100	
	IO 一段延时	5s	0~99	
	IO 一段方向启动 3U0 值	2V	0~200	
IO 二段	IO 二段投退	0	0~2	退出；告警；跳闸
	IO 二段带方向	0	0~2	不带方向；指向线路；指向母线
	IO 二段定值	5A	0.04~100	

	I0 二段延时	5s	0~99	
	I0 二段方向启动 3U0 值	2V	0~200	
I0 后加速	I0 后加速投退	0	0~1	退出；投入
	I0 后加速定值	5A	0~100	
	I0 后加速延时	5s	0~99	
母线充电保护	母线充电保护投退	0	0~1	退出；投入
	充电保护电流定值	5A	0~100	
	充电保护作用时间	3s	0~60	
	充电保护延时	5s	0~60	
反时限过流	反时限过流投退	0	0~1	退出；投入
	反时限过流经复压闭锁	0	0~1	退出；投入
	反时限启动电流	5A	0.04~100	
	反时限时间系数	0.5	0.1~100	
	反时限曲线类型	0	0~2	一般；非常；极端
重合闸	三相一次重合闸投退	0	0~1	退出；投入
	三相一次重合闸延时	5s	0~99	
	三相一次重合闸方式	0	0~1	不检；检无压
	重合闸充电延时	15s	0~99	
	保护重合返回延时	15s	0~99	
	不对应重合投退	0	0~1	退出；投入
过负荷联切	过负荷联切投退	0	0~1	退出；投入
	过负荷联切定值	5A	0~100	
	过负荷联切定值	5s	0~99	
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	5A	0~100	
	过负荷告警延时	5s	0~99	
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	5s	0~999	
母线 PT 断线告警	母线 PT 断线控制字	0	0~1	退出；投入
	母线 PT 断线告警延时	5s	0~999	
	EMC 闭锁投退	0	0~1	退出；投入
	内部延时	0s	0~60	
	事故总信号延时	0.3s	0~999	

4.4 接线方式

AM5SE-B 电气接线图如图 4.12 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，Ia、Ib、Ic 为保护相电流，IA、IB、IC 为测量相电流，I1、I2 为两路进线电流接入。U1、U2 为两路进线电压输入，Uab、Ubc1 为 I 段母线电压输入，Uab2、Ubc2 为 II 段母线电压输入。

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 端子为开关量输出和控制回路端子。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 3.22。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。

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，默认定义为测量电流 A 相一次值；X7.2、X7.3 为第二路 4-20mA 输出，默认定义为测量电流 C 相一次值。

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。

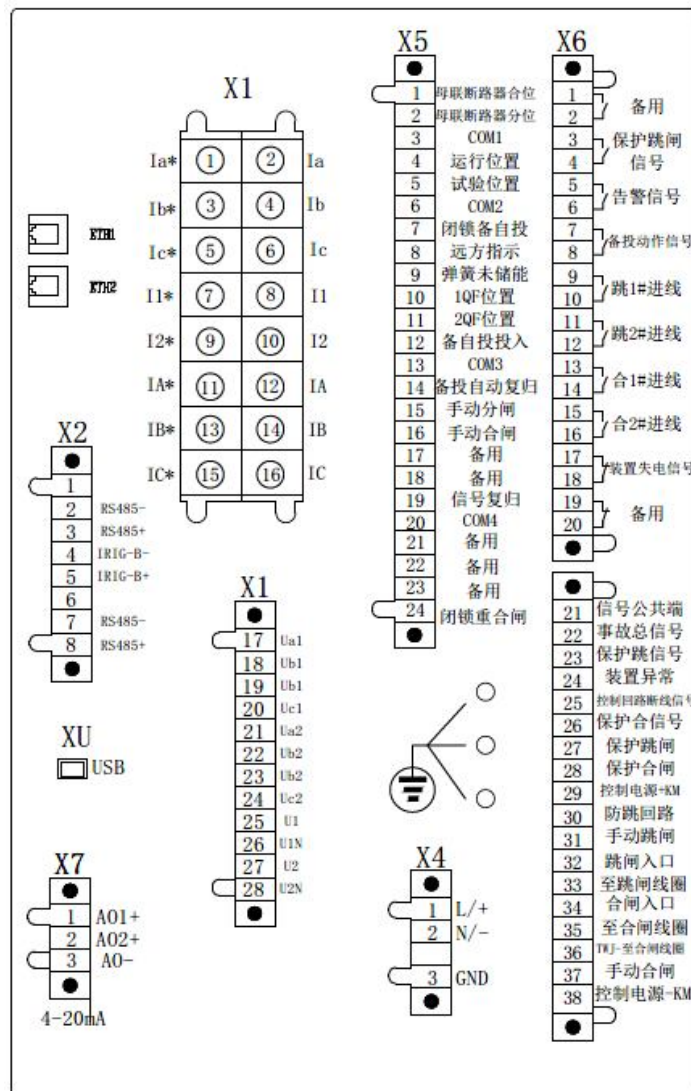


图 4.12 AM5SE-B 电气接线图

4.5 调试方法

4.5.1 三段式过流保护(可经复合电压闭锁、可带方向闭锁)

过流一段

1) 设置过流一段投退和过流一段经复压闭锁为“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，则设过流一段经复压闭锁为“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过流二段经复压闭锁为“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，则设过流二段经复压闭锁为“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过流三段经复压闭锁为“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。

4.5.2 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过流经复压闭锁为“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 4.2 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 4.2。

3) 若不考虑复合电压闭锁，则将反时限过流经低电压闭锁投退设为“退出”，其他操作同上。

表 4.2 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

4.5.3 后加速过流保护

1) 设置后加速过流投退为“投入”，退出其他保护投退。设置后加速过流定值为 5A，后加速过流延时为 1s。

2) 先给分位对应的开入量施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），等待 30s 后，给手动合闸和合位对应的开入量施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），同时断开分位开入量的信号。

3) 在合位施加信号后的 3s 内，在端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 上施加大于 1.03 倍定值的电流信号，经延时装置保护动作。

4.5.4 备自投功能

4.5.4.1 两进线一母联系统采集进线母线 6 路电压（方式 2）

母联备自投自复

设置“备投方式”为分段备投，投入判进线电压控制字。

a) 3 备 1 运行方式（1 主用，3 备用）

1) 充电条件：

设置“备投方式”为分段备投和“备投判进线电压控制字”，给进线 1、进线 2、I 母、II 母施加电压（施加电压大于有压定值），并给 DI2、DI8、DI9、DI10、DI11 施加开入电压信号，等待延时后，备自投充电，装置会弹出“分段充电”事件记录。

2) I 段母线失电：

断开 I 母电压、进线 1 电压和进线 1 电流，等待延时后 DO5 和备投动作信号 DO4 出口，装置弹出“分段备投跳进线 1”事件记录，“保护动作指示灯亮”。

3) 1QF 跳开后合 3QF：

断开 DI8 信号，等待延时后控制回路合闸（X6.28-X6.29）和备投动作信号 DO4 出口且面板指示灯“保护动作”亮，装置弹出“分段备投合母联”事件记录。

4) 进线 1 自恢复充电

给 I 母及进线 1 电压端子施加电压（施加电压大于有压定值），并给 DI1 施加电压信号且断开 DI2 信号，等待延时后，进线 1 充电完成，装置主界面上弹出“进线 1 充电”事件记录。

5) 检进线 1 有压跳 3QF

进线 1 充电完成后，等待延时装置控制回路跳闸（X6.27-X6.29）和备投动作信号 DO4 出口，并产生“分段复归跳母联”事件记录。

6) 恢复进线 1 供电

断开 DI1 信号，合上 DI2 信号，等待延时后，装置 DO7 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“分段复归合进线 1”事件记录。

7) 合上 DI8。（若是实际运行情况下，这一步骤系统自动执行）

b) 3 备 2 运行方式（2 主用，3 备用）

1) 充电条件：

投入“分段备投控制字”和“备投判进线电压控制字”，给进线 1、进线 2、I 母、II 母施加电压（施加电压大于有压定值），并给 DI2、DI8、DI9、DI10、DI11 施加开入电压信号，等待延时后，备自投充电，装置会弹出“分段充电”事件记录。

2) II 段母线失电：

断开 II 母电压、进线 2 电压和进线 2 电流，等待延时后 DO6 和备投动作信号 DO4 出

口，装置弹出“分段备投跳进线 2”事件记录，“保护动作”指示灯亮。

3) 2QF 跳开后合 3QF:

断开 DI9 信号，等待延时后控制回路合闸（X6.28-X6.29）和备投动作信号 DO4 出口且面板指示灯“保护动作”亮，装置弹出“分段备投合母联”事件记录。

4) 进线 2 自恢复充电

给 II 母及进线 2 电压端子施加电压（施加电压大于有压定值），并给 DI1 施加电压信号且断开 DI2 信号，等待延时后，进线 2 充电完成，装置主界面上弹出“进线 2 充电”事件记录。

5) 检进线 2 有压跳 3QF

进线 2 充电完成后，等待延时装置控制回路跳闸（X6.27-X6.29）和备投动作信号 DO4 出口，并产生“分段复归跳母联”事件记录。

6) 恢复进线 2 供电

断开 DI1 信号，合上 DI2 信号，等待延时后，装置 DO8 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“分段复归合进线 2”事件记录。

7) 合上 DI9。（若是实际运行情况中，这一步骤系统自动执行）

进线备自投自复

设置“备投方式”为进线备投，投入判进线电压控制字。

a) 2 备 1 运行方式: (1 主用, 2 备用)

1) 进线 2 充电条件:

投入“备投判进线电压控制字”、“进线 2 备投”和设置“备投方式”为进线备投，给 I 母、II 母线、进线 1、进线 2 电压端子施加电压（施加电压大于有压定值），并给 DI1、DI8、DI10、DI11 施加电压信号，等待延时后，进线 2 充电完成，装置主界面上弹出“进线 2 充电”事件记录。

2) 模拟进线 1 失电:

断开 I 母、II 母电压、进线 1 电压和进线 1 电流，等待延时后 DO5 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“2 备 1 跳进线 1”事件记录。

3) 1QF 跳开后合 2QF:

断开 DI8 信号，等待延时后 DO8 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“2 备 1 合进线 2”事件记录。

4) 进线 1 自恢复充电:

复归装置后给 I 母、II 母、进线 1 电压端子施加电压信号（施加电压大于有压定值），并给 DI9 施加电压信号，等待延时后，进线 1 自恢复充电完成，装置主界面上显示“进线 1 充电”事件记录。

5) 检进线 1 有压跳 2QF:

进线 1 充电完成后，等待延时后 DO6 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“2 备 1 复归跳进线 2”事件记录。

6) 恢复进线 1 供电:

断开 DI9 电压信号，等待延时后 DO7 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“2 备 1 复归合进线 1”事件记录。

7) 合上 DI8。（若是实际运行情况中，这一步骤系统自动执行）

b) 1 备 2 运行方式: (2 主用, 1 备用)

1) 进线 1 充电条件:

投入“备投判进线电压控制字”“进线 1 备投”和设置“备投方式”为进线备投，给 I

母、II 母、进线 1、进线 2 电压端子施加电压（施加电压大于有压定值），并给 DI1、DI9、DI10、DI11 施加电压信号，等待延时后，进线 1 充电完成，装置主界面上弹出“进线 1 充电”事件记录。

2) 模拟进线 2 失电：

断开 I 母、II 母电压、进线 2 电压和进线 2 电流，等待延时后 DO6 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“1 备 2 跳进线 2”事件记录。

3) 2QF 跳开后合 1QF：

断开 DI9 信号，等待延时后 DO7 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“1 备 2 合进线 1”事件记录。

4) 进线 2 自恢复充电：

复归装置后给 I 母、II 母、进线 2 电压端子施加电压信号（施加电压信号大于有压定值），并给 DI8 施加电压信号，等待延时后，进线 2 自恢复充电完成，装置主界面上显示“进线 2 充电”事件记录。

5) 检进线 2 有压跳 1QF：

进线 2 充电完成后，等待延时后 DO5 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“1 备 2 复归跳进线 1”事件记录。

6) 恢复进线 2 供电：

断开 DI8 电压信号，等待延时后 DO8 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“1 备 2 复归合进线 2”事件记录。

7) 合上 DI9。（若是实际运行情况中，这一步骤系统自动执行）

自适应备自投

设置“备投方式”为自适应备投，投入判进线电压控制字。

a) 分段充电

1) I 段母线失电：

给进线 1、进线 2、I 母、II 母**施加电压**（施加电压大于有压定值），并给 DI2、DI8、DI9、DI10 **施加开入电压**信号，等待延时后，装置会弹出“分段充电”事件记录。

断开 I 母电压、进线 1 电压和进线 1 电流，等待延时后 DO5 和备投动作信号 DO4 出口，装置弹出“分段备投跳进线 1”事件记录，“保护动作指示灯亮”。

1QF 跳开后合 3QF：

断开 DI8 信号，等待延时后控制回路合闸（X6.28-X6.29）和备投动作信号 DO4 出口且面板指示灯“保护动作”亮，装置弹出“分段备投合母联”事件记录。

合上 DI1 信号，断开 DI2 信号。（若是实际运行情况中，这一步骤系统自动执行）

2) II 段母线失电：

给进线 1、进线 2、I 母、II 母**施加电压**（施加电压大于有压定值），并给 DI2、DI8、DI9、DI10 **施加开入电压**信号，等待延时后，装置会弹出“分段充电”事件记录。

断开 II 母电压、进线 2 电压和进线 2 电流，等待延时后 DO6 和备投动作信号 DO4 出口，装置弹出“分段备投跳进线 2”事件记录，“保护动作”指示灯亮。

2QF 跳开后合 3QF：

断开 DI9 信号，等待延时后控制回路合闸（X6.28-X6.29）和备投动作信号 DO4 且面板指示灯“保护动作”亮，装置弹出“分段备投合母联”事件记录。

合上 DI1 信号，断开 DI2 信号。（若是实际运行情况中，这一步骤系统自动执行）

b) 进线 1 充电

给进线 1、进线 2、I 母、II 母**施加电压**（施加电压大于有压定值），并给 DI2、DI8、

DI9、DI10 施加开入电压信号，等待延时后，装置会弹出“分段充电”事件记录。

断开 DI2、DI8 信号，给 DI1 施加开入电压信号，此时备自投不动作，且等待充电时候后，装置弹出“进线 1 充电”事件记录。

此后若进线 2 失电，则备自投按下列步骤执行：

1) 模拟进线 2 失电：

断开 I 母、II 母电压、进线 2 电压和进线 2 电流，等待延时后 DO6 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“1 备 2 跳进线 2”事件记录。

2) 2QF 跳开后合 1QF：

断开 DI9 信号，等待延时后 DO7 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“1 备 2 合进线 1”事件记录。

3) 合上 DI8 信号。（若是实际运行情况中，这一步骤系统自动执行）

c) 进线 2 充电

给进线 1、进线 2、I 母、II 母施加电压（施加电压大于有压定值），并给 DI2、DI8、DI9、DI10 施加开入电压信号，等待延时后，装置会弹出“分段充电”事件记录。

断开 DI2、DI9 信号，给 DI1 施加开入电压信号，此时备自投不动作，且等待充电时候后，装置弹出“进线 2 充电”事件记录。

此后若进线 1 失电，则备自投按下列步骤执行：

1) 模拟进线 1 失电：

断开 I 母、II 母电压、进线 1 电压和进线 1 电流，等待延时后 DO5 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“2 备 1 跳进线 1”事件记录。

2) 1QF 跳开后合 2QF：

断开 DI8 信号，等待延时后 DO8 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“2 备 1 合进线 2”事件记录。

3) 合上 DI9 信号。（若是实际运行情况中，这一步骤系统自动执行）

当系统运行方式由调度系统在 a)、b)、c) 3 种模式之间切换时，只要保证进线始终有电，装置都能自适应选择备自投方式并实现备自投功能。

4.5.4.2 两进线一母联系统采集两段母线电压（方式 1）

母联备自投

设置“备投方式”为分段备投，退出判进线电压控制字。

a) 3 备 1 运行方式（1 主用，3 备用）

给 I 母、II 母施加电压（施加电压大于有压定值），并给 DI2、DI8、DI9、DI10 施加开入电压信号，等待延时后，装置会弹出“分段充电”事件记录。

1) I 段母线失电：

断开 I 母电压和进线 1 电流，等待延时后 DO5 和备投动作信号 DO4 出口，装置弹出“分段备投跳进线 1”事件记录，“保护动作指示灯亮”。

2) 1QF 跳开后合 3QF：

断开 DI8 信号，等待延时后控制回路合闸（X6.28-X6.29）和备投动作信号 DO4 出口且面板指示灯“保护动作”亮，装置弹出“分段备投合母联”事件记录。

合上 DI1 信号，断开 DI2 信号。（若是实际运行情况中，这一步骤系统自动执行）

b) 3 备 2 运行方式（2 主用，3 备用）

给 I 母、II 母施加电压（施加电压大于有压定值），并给 DI2、DI8、DI9、DI10 施加开入电压信号，等待延时后，装置会弹出“分段充电”事件记录。

1) II 段母线失电：

断开 II 母电压和进线 2 电流，等待延时后 DO6 和备投动作信号 DO4 出口，装置弹出“分段备投跳进线 2”事件记录，“保护动作”指示灯亮。

2) 2QF 跳开后合 3QF:

断开 DI9 信号，等待延时后控制回路合闸 (X6.28-X6.29) 和备投动作信号 DO4 出口且面板指示灯“保护动作”亮，装置弹出“分段备投合母联”事件记录。

合上 DI1 信号，断开 DI2 信号。(若是实际运行情况中，这一步骤系统自动执行)

进线备自投

设置“备投方式”为进线备投，退出“备投判进线电压”。

a) 2 备 1 运行方式: (1 主用, 2 备用)

1) 进线 2 充电条件:

投入“进线 2 备投”控制字，给 I 母、II 母施加电压 (施加电压大于有压定值)，并给 DI1、DI8、DI10 施加电压信号，等待延时后，进线 2 充电完成，装置主界面上弹出“进线 2 充电”事件记录。

2) 模拟进线 1 失电:

断开 I 母、II 母电压和进线 1 电流，等待延时后 DO5 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“2 备 1 跳进线 1”事件记录。

3) 1QF 跳开后合 2QF:

断开 DI8 信号，等待延时后 DO8 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“2 备 1 合进线 2”事件记录。

4) 合上 DI9。(若是实际运行情况中，这一步骤系统自动执行)

b) 1 备 2 运行方式: (2 主用, 1 备用)

1) 进线 1 充电条件:

投入“进线 1 备投”控制字，给 I 母、II 母端子施加电压 (施加电压大于有压定值)，并给 DI1、DI9、DI10 施加电压信号，等待延时后，进线 1 充电完成，装置主界面上弹出“进线 1 充电”事件记录。

2) 模拟进线 2 失电:

断开 I 母、II 母电压和进线 2 电流，等待延时后 DO6 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“1 备 2 跳进线 2”事件记录。

3) 2QF 跳开后合 1QF:

断开 DI9 信号，等待延时后 DO7 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“1 备 2 合进线 1”事件记录。

4) 合上 DI8。(若是实际运行情况中，这一步骤系统自动执行)

自适应备自投

设置“备投方式”为自适应备投，退出判进线电压控制字。

a) 分段充电

1) I 段母线失电:

给 I 母、II 母施加电压 (施加电压大于有压定值)，并给 DI2、DI8、DI9、DI10 施加电压信号，等待延时后，装置会弹出“分段充电”事件记录。

断开 I 母电压和进线 1 电流，等待延时后 DO5 和备投动作信号 DO4 出口，装置弹出“分段备投跳进线 1”事件记录，“保护动作指示灯亮”。

1QF 跳开后合 3QF:

断开 DI8 信号，等待延时后控制回路合闸 (X6.28-X6.29) 和备投动作信号 DO4 出口且

面板指示灯“保护动作”亮，装置弹出“分段备投合母联”事件记录。

合上 DI1 信号，断开 DI2 信号。（若是实际运行情况中，这一步骤系统自动执行）

1) II 段母线失电：

给 I 母、II 母**施加电压**（施加电压大于有压定值），并给 DI2、DI8、DI9、DI10 **施加开入电压**信号，等待延时后，装置会弹出“分段充电”事件记录。

断开 II 母电压和进线 2 电流，等待延时后 DO6 和备投动作信号 DO4 出口，装置弹出“分段备投跳进线 2”事件记录，“保护动作”指示灯亮。

2QF 跳开后合 3QF：

断开 DI9 信号，等待延时后控制回路合闸（X6.28-X6.29）和备投动作信号 DO4 出口且面板指示灯“保护动作”亮，装置弹出“分段备投合母联”事件记录。

合上 DI1 信号，断开 DI2 信号。（若是实际运行情况中，这一步骤系统自动执行）

b) 进线 1 充电

给 I 母、II 母**施加电压**（施加电压大于有压定值），并给 DI2、DI8、DI9、DI10 **施加开入电压**信号，等待延时后，装置会弹出“分段充电”事件记录。

断开 DI2、DI8 信号，给 DI1 **施加开入电压**信号，此时备自投不动作，且等待充电时候后，装置弹出“进线 1 充电”事件记录。

此后若进线 2 失电，则备自投按下列步骤执行：

1) 模拟进线 2 失电：

断开 I 母、II 母电压和进线 2 电流，等待延时后 DO6 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“1 备 2 跳进线 2”事件记录。

2) 2QF 跳开后合 1QF：

断开 DI9 信号，等待延时后 DO7 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“1 备 2 合进线 1”事件记录。

3) 合上 DI8。（若是实际运行情况中，这一步骤系统自动执行）

c) 进线 2 充电

给 I 母、II 母**施加电压**（施加电压大于有压定值），并给 DI2、DI8、DI9、DI10 **施加开入电压**信号，等待延时后，装置会弹出“分段充电”事件记录。

断开 DI2、DI9 信号，给 DI1 **施加开入电压**信号，此时备自投不动作，且等待充电时候后，装置弹出“进线 2 充电”事件记录。

此后若进线 1 失电，则备自投按下列步骤执行：

1) 模拟进线 1 失电：

断开 I 母、II 母电压和进线 1 电流，等待延时后 DO5 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“2 备 1 跳进线 1”事件记录。

2) 1QF 跳开后合 2QF：

断开 DI8 信号，等待延时后 DO8 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“2 备 1 合进线 2”事件记录。

3) 合上 DI9。（若是实际运行情况中，这一步骤系统自动执行）

当系统运行方式由调度系统在 a)、b)、c) 3 种模式之间切换时，只要保证进线始终有电，装置都能自适应选择备自投方式并实现备自投功能。

4.5.4.3 两进线一母联系统采集两路进线电压（方式 0）

母联备自投自复

设置“备投方式”为**分段备投**，**退出**判进线电压控制字，投入“4 路进线电压做备投”。

a) 3 备 1 运行方式

给装置的 X1.17-X1.20 端子施加进线 1 电压、X1.21-X1.24 端子施加进线 2 电压，并给 DI2、DI8、DI9、DI10、DI11 施加开入电压信号，等待延时后，装置会弹出“分段充电”事件记录。

1) 进线 1 失电：

断开进线 1 电压（X1.17-X1.20）和进线 1 电流，等待延时后 DO5 和备投动作信号 DO4 出口，装置弹出“分段备投跳进线 1”事件记录，“保护动作指示灯亮”。

2) 1QF 跳开后合 3QF：

断开 DI8 信号，等待延时后控制回路合闸（X6.28-X6.29）和备投动作信号 DO4 出口且面板指示灯“保护动作”亮，装置弹出“分段备投合母联”事件记录。

3) 进线 1 自恢复充电

给装置的 X1.17-X1.20 端子施加进线 1 电压，并给 DI1 施加电压信号且断开 DI2 信号，等待延时后，进线 1 充电完成，装置主界面上弹出“进线 1 充电”事件记录。

4) 检进线 1 有压跳 3QF

进线 1 充电完成后，等待延时装置控制回路跳闸（X6.27-X6.29）和备投动作信号 DO4 出口，并产生“分段复归跳母联”事件记录。

5) 恢复进线 1 供电

断开 DI1 信号，合上 DI2 信号，等待延时后，装置 DO7 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“分段复归合进线 1”事件记录。

6) 合上 DI8。（若是实际运行情况下，这一步骤系统自动执行）

b) 3 备 2 运行方式

给装置的 X1.17-X1.20 端子施加进线 1 电压、X1.21-X1.24 端子施加进线 2 电压，并给 DI2、DI8、DI9、DI10、DI11 施加开入电压信号，等待延时后，装置会弹出“分段充电”事件记录。

1) 进线 2 失电：

断开进线 2 电压（X1.21-X1.24）和进线 2 电流，等待延时后 DO6 和备投动作信号 DO4 出口，装置弹出“分段备投跳进线 2”事件记录，“保护动作”指示灯亮。

2) 2QF 跳开后合 3QF：

断开 DI9 信号，等待延时后控制回路合闸（X6.28-X6.29）和备投动作信号 DO4 出口且面板指示灯“保护动作”亮，装置弹出“分段备投合母联”事件记录。

3) 进线 2 自恢复充电

给装置的 X1.21-X1.24 端子施加进线 2 电压，并给 DI1 施加电压信号且断开 DI2 信号，等待延时后，进线 2 充电完成，装置主界面上弹出“进线 2 充电”事件记录。

4) 检进线 2 有压跳 3QF

进线 2 充电完成后，等待延时装置控制回路跳闸（X6.27-X6.29）和备投动作信号 DO4 出口，并产生“分段复归跳母联”事件记录。

5) 恢复进线 2 供电

断开 DI1 信号，合上 DI2 信号，等待延时后，装置 DO8 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“分段复归合进线 2”事件记录。

6) 合上 DI9。（若是实际运行情况下，这一步骤系统自动执行）

进线备自投自复

设置“备投方式”为**进线备投**，退出判进线电压控制字，投入“4 路进线电压做备投”。

a) 2 备 1 运行方式：（1 主用，2 备用）

1) 进线 2 充电条件：

投入“进线 2 备投”控制字，给装置的 X1.17-X1.20 端子施加进线 1 电压、X1.21-X1.24 端子施加进线 2 电压，并给 DI1、DI8、DI10、DI11 施加电压信号，等待延时后，进线 2 充电完成，装置主界面上弹出“进线 2 充电”事件记录。

2) 模拟进线 1 失电：

断开进线 1 电压（X1.17-X1.20）和进线 1 电流，等待延时后 DO5 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“2 备 1 跳进线 1”事件记录。

3) 1QF 跳开后合 2QF：

断开 DI8 信号，等待延时后 DO8 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“2 备 1 合进线 2”事件记录。

4) 进线 1 自恢复充电：

复归装置后给装置的 X1.17-X1.20 端子施加进线 1 电压，并给 DI9 施加电压信号，等待延时后，进线 1 自恢复充电完成，装置主界面上显示“进线 1 充电”事件记录。

5) 检进线 1 有压跳 2QF：

进线 1 充电完成后，等待延时后 DO6 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“2 备 1 复归跳进线 2”事件记录。

6) 恢复进线 1 供电：

断开 DI9 电压信号，等待延时后 DO7 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“2 备 1 复归合进线 1”事件记录。

7) 合上 DI8。（若是实际运行情况中，这一步骤系统自动执行）

b) 1 备 2 运行方式：（2 主用，1 备用）

1) 进线 1 充电条件：

投入“进线 1 备投”控制字，给装置的 X1.17-X1.20 端子施加进线 1 电压、X1.21-X1.24 端子施加进线 2 电压，并给 DI1、DI9、DI10、DI11 施加电压信号，等待延时后，进线 1 充电完成，装置主界面上弹出“进线 1 充电”事件记录。

2) 模拟进线 2 失电：

断开进线 2 电压（X1.21-X1.24）和进线 2 电流，等待延时后 DO6 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“1 备 2 跳进线 2”事件记录。

3) 2QF 跳开后合 1QF：

断开 DI9 信号，等待延时后 DO7 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“1 备 2 合进线 1”事件记录。

4) 进线 2 自恢复充电：

复归装置后给装置的 X1.21-X1.24 端子施加进线 2 电压，并给 DI8 施加电压信号，等待延时后，进线 2 自恢复充电完成，装置主界面上显示“进线 2 充电”事件记录。

5) 检进线 2 有压跳 1QF：

进线 2 充电完成后，等待延时后 DO5 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“1 备 2 复归跳进线 1”事件记录。

6) 恢复进线 2 供电：

断开 DI8 电压信号，等待延时后 DO8 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“1 备 2 复归合进线 2”事件记录。

7) 合上 DI9。（若是实际运行情况中，这一步骤系统自动执行）

自适应备自投

设置“备投方式”为**自适应备投**，退出判进线电压控制字，投入“4 路进线电压做备投”。

a) 分段充电

1) I 段母线失电:

给装置的 X1.17-X1.20 端子施加进线 1 电压、X1.21-X1.24 端子施加进线 2 电压, 并给 DI2、DI8、DI9、DI10 施加开入电压信号, 等待延时后, 装置会弹出“分段充电”事件记录。

断开进线 1 电压 (X1.17-X1.20) 和进线 1 电流, 等待延时后 DO5 和备投动作信号 DO4 出口, 装置弹出“分段备投跳进线 1”事件记录, “保护动作指示灯亮”。

1QF 跳开后合 3QF:

断开 DI8 信号, 等待延时后控制回路合闸 (X6.28-X6.29) 和备投动作信号 DO4 出口且面板指示灯“保护动作”亮, 装置弹出“分段备投合母联”事件记录。

合上 DI1 信号, 断开 DI2 信号。(若是实际运行情况中, 这一步骤系统自动执行)

2) II 段母线失电:

给装置的 X1.17-X1.20 端子施加进线 1 电压、X1.21-X1.24 端子施加进线 2 电压, 并给 DI2、DI8、DI9、DI10 施加开入电压信号, 等待延时后, 装置会弹出“分段充电”事件记录。

断开进线 2 电压 (X1.21-X1.24) 和进线 2 电流, 等待延时后 DO6 和备投动作信号 DO4 出口, 装置弹出“分段备投跳进线 2”事件记录, “保护动作”指示灯亮。

2QF 跳开后合 3QF:

断开 DI9 信号, 等待延时后控制回路合闸 (X6.28-X6.29) 和备投动作信号 DO4 出口且面板指示灯“保护动作”亮, 装置弹出“分段备投合母联”事件记录。

合上 DI1 信号, 断开 DI2 信号。(若是实际运行情况中, 这一步骤系统自动执行)

b) 进线 1 充电

给装置的 X1.17-X1.20 端子施加进线 1 电压、X1.21-X1.24 端子施加进线 2 电压, 并给 DI2、DI8、DI9、DI10 施加开入电压信号, 等待延时后, 装置会弹出“分段充电”事件记录。

断开 DI2、DI8 信号, 给 DI1 施加开入电压信号, 此时备自投不动作, 且等待充电时候后, 装置弹出“进线 1 充电”事件记录。

此后若进线 2 失电, 则备自投按下列步骤执行:

1) 模拟进线 2 失电:

断开进线 2 电压 (X1.21-X1.24) 和进线 2 电流, 等待延时后 DO6 和备投动作信号 DO4 出口, 并产生“1 备 2 跳进线 2”事件记录。

2) 2QF 跳开后合 1QF:

断开 DI9 信号, 等待延时后 DO7 和备投动作信号 DO4 出口, 并产生“1 备 2 合进线 1”事件记录。

3) 合上 DI8。(若是实际运行情况中, 这一步骤系统自动执行)

c) 进线 2 充电

给装置的 X1.17-X1.20 端子施加进线 1 电压、X1.21-X1.24 端子施加进线 2 电压, 并给 DI2、DI8、DI9、DI10 施加开入电压信号, 等待延时后, 装置会弹出“分段充电”事件记录。

断开 DI2、DI9 信号, 给 DI1 施加开入电压信号, 此时备自投不动作, 且等待充电时候后, 装置弹出“进线 2 充电”事件记录。

此后若进线 1 失电, 则备自投按下列步骤执行:

1) 模拟进线 1 失电:

断开进线 1 电压 (X1.17-X1.20) 和进线 1 电流, 等待延时后 DO5 和备投动作信号 DO4 出口, 并产生“2 备 1 跳进线 1”事件记录。

2) 1QF 跳开后合 2QF:

断开 DI8 信号, 等待延时后 DO8 和备投动作信号 DO4 出口, 并产生“2 备 1 合进线 2”事件记录。

3) 合上 DI9。(若是实际运行情况中, 这一步骤系统自动执行)

当系统运行方式由调度系统在 a)、b)、c) 3 种模式之间切换时, 只要保证进线始终有电, 装置都能自适应选择各自投方式并实现各自投功能。

4.5.4.4 两进线无母联系统采集两路进线电压 (方式 4)

进线各自投自复

设置“备投方式”为**进线备投**, 退出判进线电压控制字, 投入“4 路进线电压做备投”。并将装着的 X5.1、X5.3 端子接入电压信号使得 DI1 恒为 1; 将 X5.2 悬空使得 DI2 恒为 0。

a) 2 备 1 运行方式: (1 主用, 2 备用)

1) 进线 2 充电条件:

投入“进线 2 备投”控制字, 给装置的 X1.17-X1.20 端子施加进线 1 电压、X1.21-X1.24 端子施加进线 2 电压, 并给 DI8、DI10、DI11 施加电压信号, 等待延时后, 进线 2 充电完成, 装置主界面上弹出“进线 2 充电”事件记录。

2) 模拟进线 1 失电:

断开进线 1 电压 (X1.17-X1.20) 和进线 1 电流, 等待延时后 DO5 和备投动作信号 DO4 出口, 并产生“2 备 1 跳进线 1”事件记录。

3) 1QF 跳开后合 2QF:

断开 DI8 信号, 等待延时后 DO8 和备投动作信号 DO4 出口, 并产生“2 备 1 合进线 2”事件记录。

4) 进线 1 自恢复充电:

复归装置后给装置的 X1.17-X1.20 端子施加进线 1 电压, 并给 DI9 施加电压信号, 等待延时后, 进线 1 自恢复充电完成, 装置主界面上显示“进线 1 充电”事件记录。

5) 检进线 1 有压跳 2QF:

进线 1 充电完成后, 等待延时后 DO6 和备投动作信号 DO4 出口, 并产生“2 备 1 复归跳进线 2”事件记录。

6) 恢复进线 1 供电:

断开 DI9 电压信号, 等待延时后 DO7 和备投动作信号 DO4 出口, 并产生“2 备 1 复归合进线 1”事件记录。

7) 合上 DI8。(若是实际运行情况中, 这一步骤系统自动执行)

b) 1 备 2 运行方式: (2 主用, 1 备用)

1) 进线 1 充电条件:

投入“进线 1 备投”控制字, 给装置的 X1.17-X1.20 端子施加进线 1 电压、X1.21-X1.24 端子施加进线 2 电压, 并给 DI9、DI10、DI11 施加电压信号, 等待延时后, 进线 1 充电完成, 装置主界面上弹出“进线 1 充电”事件记录。

2) 模拟进线 2 失电:

断开进线 2 电压 (X1.21-X1.24) 和进线 2 电流, 等待延时后 DO6 和备投动作信号 DO4 出口, 并产生“1 备 2 跳进线 2”事件记录。

3) 2QF 跳开后合 1QF:

断开 DI9 信号, 等待延时后 DO7 和备投动作信号 DO4 出口, 并产生“1 备 2 合进线 1”事件记录。

4) 进线 2 自恢复充电:

复归装置后给装置的 X1.21-X1.24 端子施加进线 2 电压, 并给 DI8 施加电压信号, 等待延时后, 进线 2 自恢复充电完成, 装置主界面上显示“进线 2 充电”事件记录。

5) 检进线 2 有压跳 1QF:

进线 2 充电完成后, 等待延时后 DO5 和备投动作信号 DO4 出口, 并产生“1 备 2 复归

跳进线 1”事件记录。

6) 恢复进线 2 供电：

断开 DI8 电压信号，等待延时后 DO8 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“1 备 2 复归合进线 2”事件记录。

7) 合上 DI9。（若是实际运行情况中，这一步骤系统自动执行）

进线互投

设置“备投方式”为**进线备投**，退出判进线电压控制字，投入“4 路进线电压做备投”，并将装置的 X5.1、X5.3 端子接入电压信号使得 DI1 恒为 1；将 X5.2 悬空使得 DI2 恒为 0。

a) 两进线互备，模拟进线 1 先失电。

1) 给装置的 X1.17-X1.20 端子施加进线 1 电压、X1.21-X1.24 端子施加进线 2 电压，并给 DI8、DI10 施加电压信号，等待延时后，进线 2 充电完成，装置主界面上弹出“进线 2 充电”事件记录。

2) 模拟进线 1 失电：

断开进线 1 电压（X1.17-X1.20）和进线 1 电流，等待延时后 DO5 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“2 备 1 跳进线 1”事件记录。

3) 1QF 跳开后合 2QF：

断开 DI8 信号，等待延时后 DO8 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“2 备 1 合进线 2”事件记录。

4) 合上 DI9。

5) 给进线 1 电压（X1.17-X1.20）施加电压模拟进线 1 恢复，此时装置完成“进线 1 充电”但备自投不动作。

6) 断开进线 2 电压（X1.21-X1.24）和进线 2 电流，等待延时后 DO7 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“1 备 2 跳进线 2”事件记录。

7) 2QF 跳开后合 1QF：

断开 DI9 信号，等待延时后 DO6 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“1 备 2 合进线 1”事件记录。

8) 合上 DI8。（若是实际运行情况中，这一步骤系统自动执行）

b) 两进线互备，模拟进线 2 先失电。

1) 给装置的 X1.17-X1.20 端子施加进线 1 电压、X1.21-X1.24 端子施加进线 2 电压，并给 DI9、DI10 施加电压信号，等待延时后，进线 1 充电完成，装置主界面上弹出“进线 1 充电”事件记录。

2) 模拟进线 2 失电：

断开进线 2 电压（X1.21-X1.24）和进线 2 电流，等待延时后 DO7 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“1 备 2 跳进线 2”事件记录。

3) 2QF 跳开后合 1QF：

断开 DI9 信号，等待延时后 DO6 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“1 备 2 合进线 1”事件记录。

4) 合上 DI8。

5) 给进线 2 电压（X1.21-X1.24）施加电压模拟进线 2 恢复，此时装置完成“进线 2 充电”但备自投不动作。

6) 断开进线 1 电压（X1.17-X1.20）和进线 1 电流，等待延时后 DO5 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“2 备 1 跳进线 1”事件记录。

7) 1QF 跳开后合 2QF：

断开 DI8 信号，等待延时后 DO8 和备投动作信号 DO4 出口，并产生“2 备 1 合进线 2”事件记录。

8) 合上 DI9。(若是实际运行情况中，这一步骤系统自动执行)

4.5.5 PT 断线告警

I 段母线 PT 断线

1) 设置母线 PT 断线投退为“投入”，退出其他保护投退。设置 PT 断线告警延时为 5s。设复合电压负序定值为 35V，无压定值为 15V，无流定值为 0.2A。

2) 在交流输入端子 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20 (2PT 接法) 上施加三相电压信号 $U_A=U_B=U_C=57.74V$ ，在端子 X1.7-X1.8 上施加电流信号 5A。改变三相电压，使得负序电压 3U₂ 由 0V 升至大于 1.03 倍复合电压负序定值，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 5A、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。

II 段母线 PT 断线

1) 设置母线 PT 断线投退为“投入”，退出其他保护投退。设置 PT 断线告警延时为 5s。设复合电压负序定值为 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 (2PT 接法) 上施加三相电压信号 $U_A=U_B=U_C=57.74V$ ，在端子 X1.9-X1.10 上施加电流信号 5A。改变三相电压，使得负序电压 3U₂ 由 0V 升至大于 1.03 倍复合电压负序定值，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 5A、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。

4.5.6 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) 将合位监视和分位监视信号同时有电压时，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。

4.5.7 母线充电保护

1) 设置母线充电保护投退为“投入”，母线充电保护作用时间为 3s，充电保护延时为 2s，充电保护电流定值为 5A。

2) 给母联分位开入施加电压信号并保持 30s 以上，再把电压信号由分位开入切换到合位开入端子，同时在切换后的 3s 内给装置施加 6A 保护电流。经 2s 延时，装置发生母线充电保护跳闸命令。

4.5.8 重合闸

1) 设置重合闸投退为“投入”，退出其他保护投退。将重合闸延时设置为 2s，重合闸方式设为“0”，表示不检。

2) 先给合位对应的开入量施加信号 (AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V) 且弹簧未储能和闭锁重合闸对应的输入端未施加信号, 经 15s 延时, 重合闸充电完成。

3) 模拟不对应启动重合闸: 投入“不对应重合投退”控制字, 断开合位的信号, 给分位和手跳记录对应的开入量施加信号, 经过 2 延时, 重合闸启动。

4) 模拟故障跳闸启动重合闸: 将过流一段投退设置为“投入”并将过流一段定值设为 5A, 过流一段延时设为 0s。施加大于 1.03 倍定值的电流, 在过流一段保护跳闸后 5s 内, 断开合位信号, 给分位对应的开入量施加信号 (AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V), 经过延时, 重合闸启动。

5) 若将重合闸方式设为“1”, 表示重合闸需检无压。则在重合闸充电完成后的 3、4 步骤里, 还需使最小相电压低于无压定值 (15V), 才能启动重合闸。

4.5.9 过负荷联切/告警

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。

过负荷联切

1) 设置过负荷联切投退为“投入”, 退出其他保护投退。设置过负荷联切定值为 3A, 过负荷联切延时为 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, 经延时装置保护动作。

4.5.10 两段式零序过流保护

在定值“零流来源”里根据需要选择设置为“自产; 外接通道 2; 外接通道 4; 外接通道 5”。

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) 在所选择通道施加小于 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) 在所选择通道施加小于 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。

4.5.11 零序后加速过流保护

在定值“零流来源”里根据需要设置为“自产；外接通道 2；外接通道 4；外接通道 5”。

1) 设置 I0 后加速投退为“投入”，退出其他保护投退。设置 I0 后加速定值为 5A，I0 后加速延时为 1s。

2) 先给分位对应的开入量施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），等待 30s 后，给手动合闸和合位对应的开入量施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），同时断开分位开入量的信号。

3) 在合位施加信号后的 3s 内，在所选择通道上施加大于 1.03 倍定值的电流信号，经延时装置保护动作。

4.6 二次原理图

AM5SE-B 备自投保护测控装置的二次接线图如图 4.13-4.15 所示。

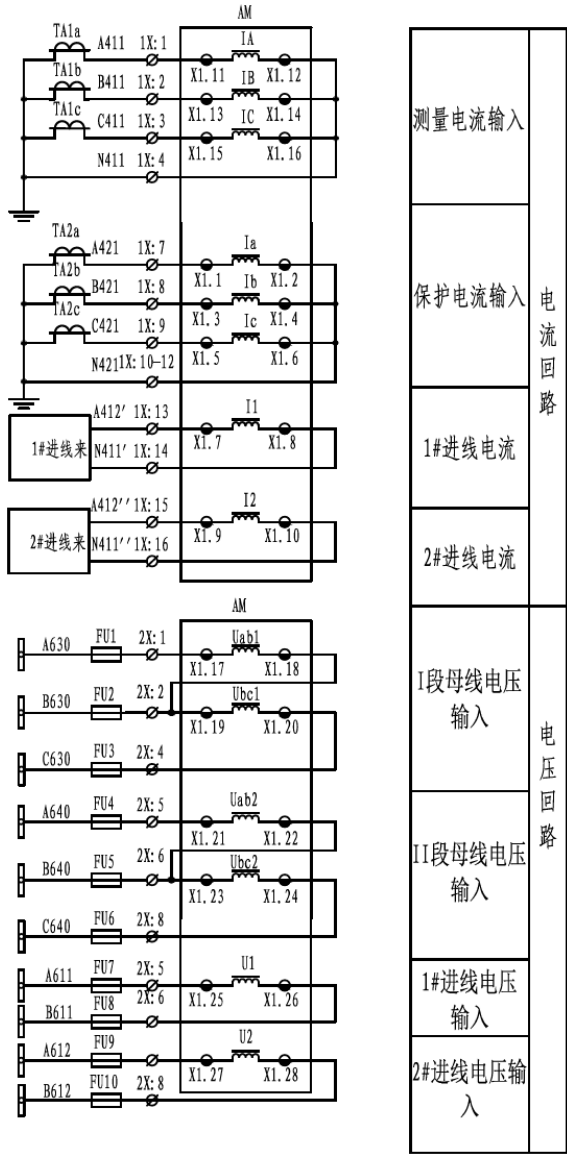


图 4.13 AM5SE-B 备自投二次原理图（一）

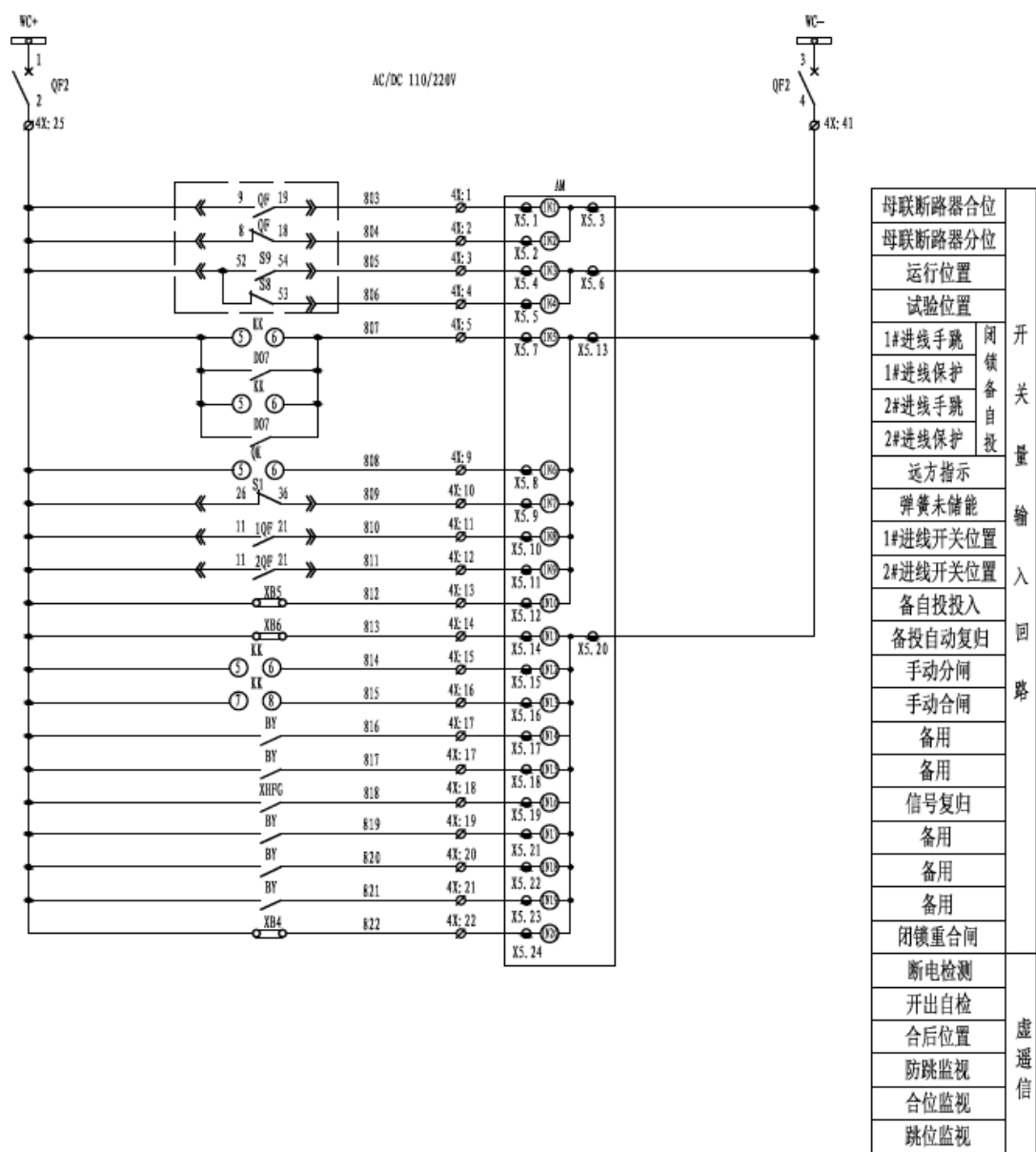
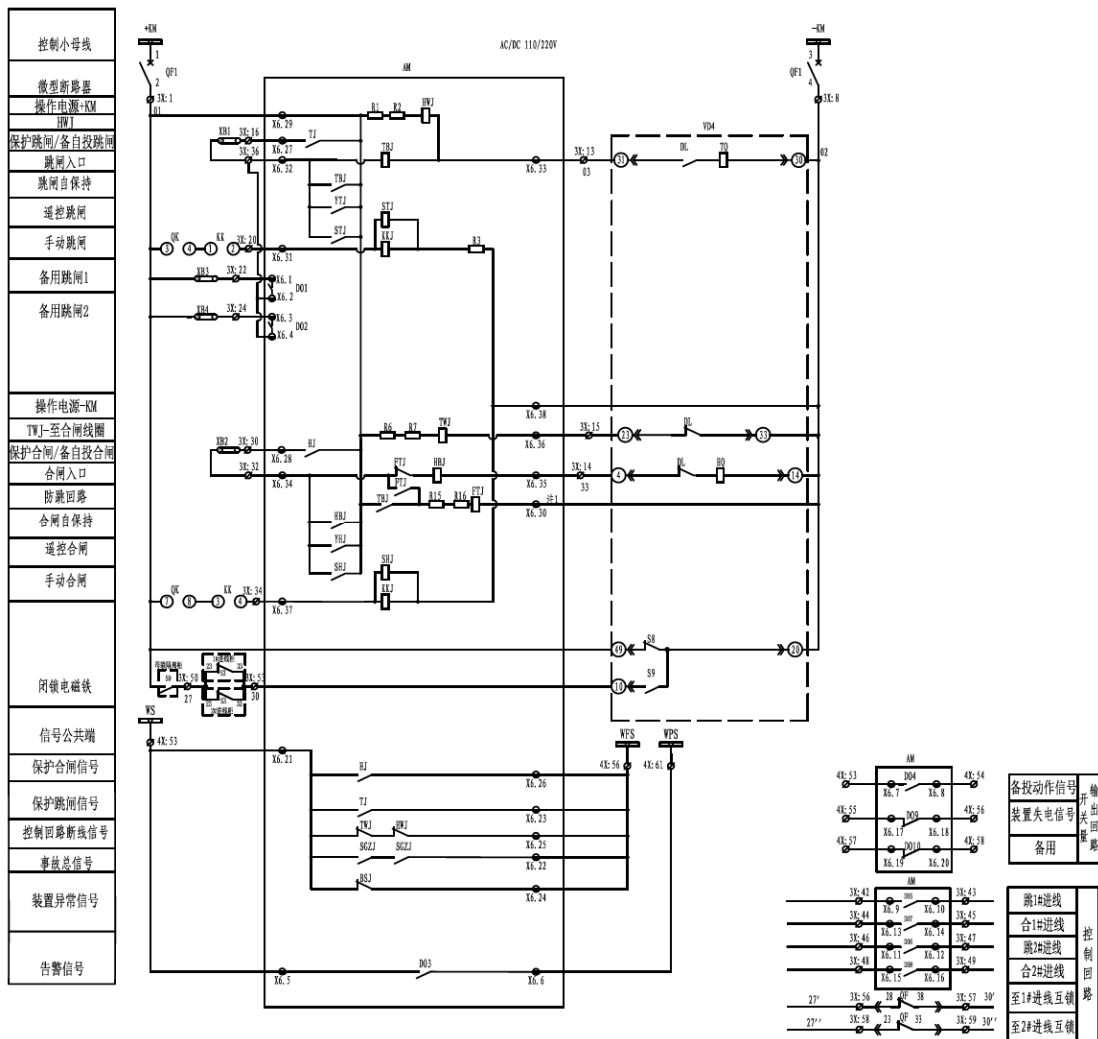


图 4.14 AM5SE-B 备自投二次原理图（二）



5 AM5SE-C 电容器保护测控装置

5.1 功能简介

保护功能

- 两段式定时限过流保护
- 反时限过流保护
- 两段式零序过流保护
- 欠电压保护
- 过电压保护
- 自产零序过电压保护
- 不平衡电压保护
- 不平衡电流保护
- 非电量保护
- PT 断线告警
- 控制回路断线告警

监控功能

- 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
- I, U, P, Q, PF, f, Ep, Eq 等电参量测量
- 2 路 4-20mA 变送输出

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

5.2 保护原理

5.2.1 两段式定时限过流保护

当任一相电流大于定值，经延时，装置跳闸。两段过流保护均可由控制字独立选择投退，可独立设置时限。保护逻辑见图 5.1。

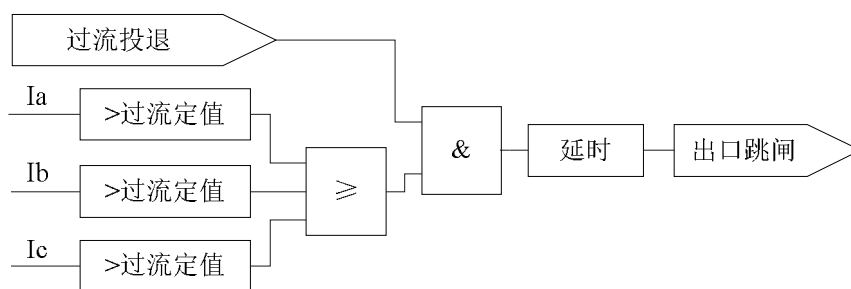


图 5.1 两段式定时限过流保护逻辑

5.2.2 反时限过流保护

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)。

保护逻辑见图 5.2。

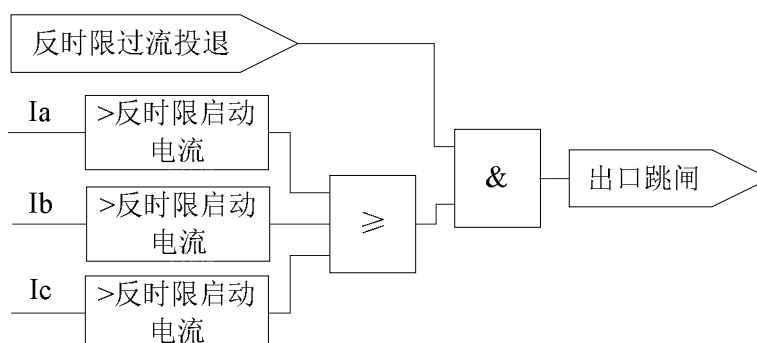


图 5.2 反时限过流保护逻辑

5.2.3 两段式零序过流保护 (接地保护)

当零序电流大于零序电流定值时, 经延时后, 装置跳闸出口。零序电流取自外接 I_0 , 两段零序过流保护由独立控制字实现投退。保护逻辑见图 5.3。

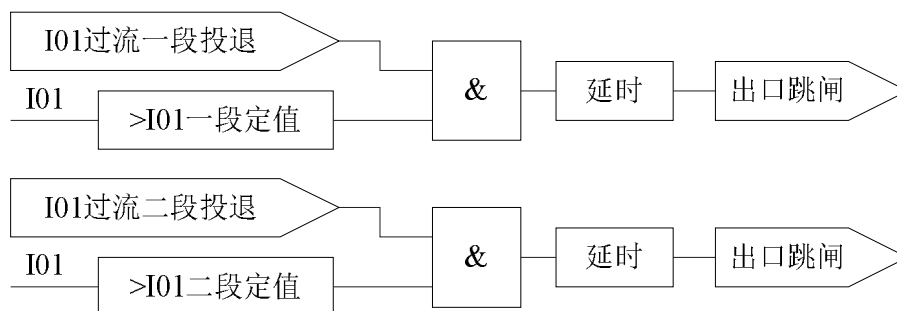


图 5.3 零序过流保护逻辑

5.2.4 欠电压保护

如果母线在失去电源后突然恢复正常时,可能因电容器组未放完电而使电容器承受过电压,为此设置欠电压保护。欠电压保护检测母线电压低于定值后,经时限切除电容器组,待电容放电后,才可投入运行。保护逻辑见图 5.4。

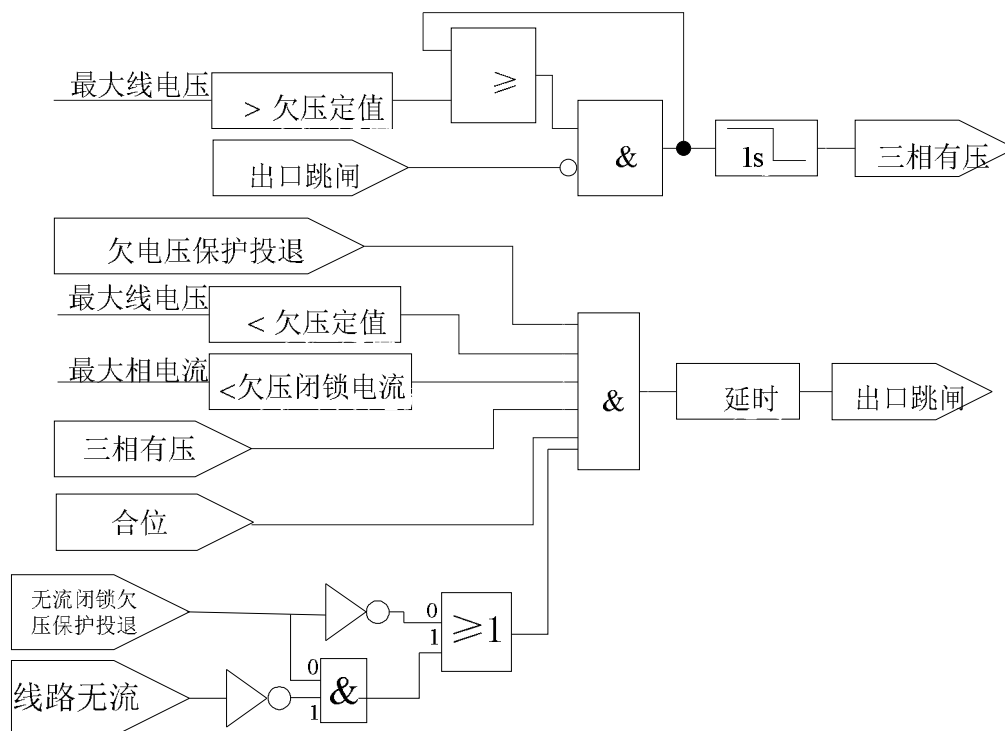


图 5.4 欠电压保护逻辑

5.2.5 过电压保护

为防止电容器组在母线电压升高时发生过电压而损坏,过电压保护带时限切除电容器组。当最大线电压大于过压定值,断路器在合位时,经延时,装置保护跳闸。保护逻辑见图 5.5。

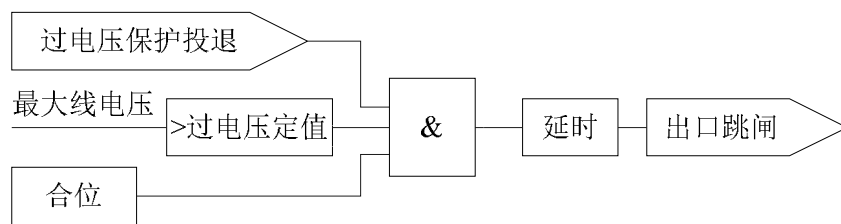


图 5.5 过电压保护逻辑

5.2.6 零序过电压保护

装置设有零序过压保护，零序电压输入可选为外接零序电压或自产零序电压。当零序电压大于设定零序电压定值时，经延时，装置保护跳闸。若选为自产零序电压 $3U_0$ ，则取自三相电压运算。保护逻辑见图 5.6。

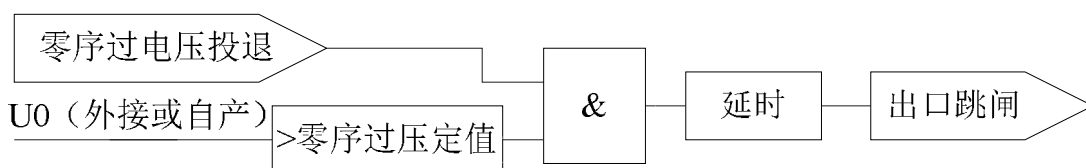


图 5.6 零序过电压保护逻辑

5.2.7 不平衡电压保护

当电容器组内部发生故障时，会产生三相不平衡电压，并可通过放电 PT 的电压测量得到，不平衡电压保护带时限切除电容器组。当不平衡电压大于整定值，断路器在合位时，经延时，装置保护跳闸。当需要此功能时，需将第 4 路电压采集通道设置为“不平衡电压”，保护逻辑见图 5.7。

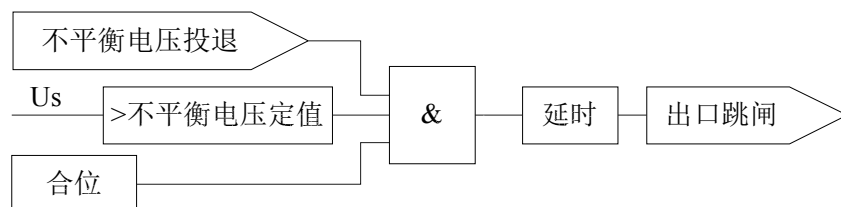


图 5.7 不平衡电压保护逻辑

5.2.8 不平衡电流保护

当电容器组内部故障时，会产生不平衡电流。在电流不平衡时，延时切除电容器组。当不平衡电流大于整定值，断路器在合位时，经延时，装置保护跳闸，保护逻辑见图 5.8。

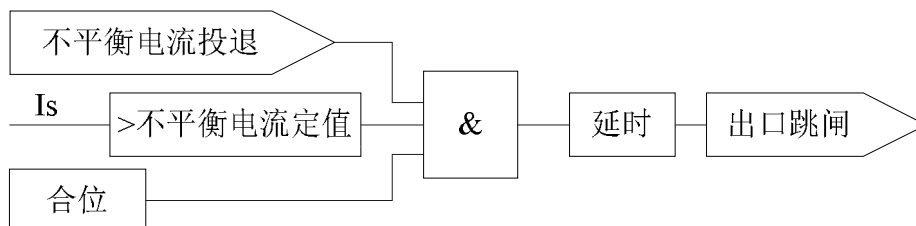


图 5.8 不平衡电流保护逻辑

5.2.9 非电量保护

装置带有 3 个非电量保护，可读入重瓦斯跳闸、轻瓦斯、油温高等非电量保护，非电量 1、2 保护跳闸，非电量 3 保护告警。保护逻辑图如图 5.9。

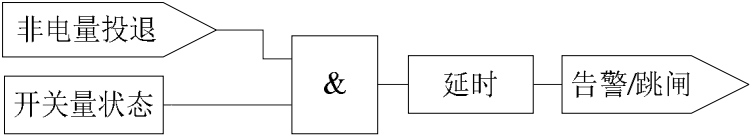


图 5.9 非电量保护逻辑

5.2.10 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 3U₂ 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 5.10。

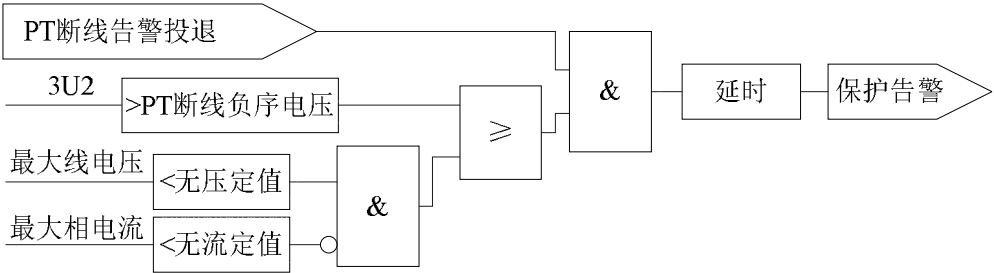


图 5.10 PT 断线告警逻辑

5.2.11 控制回路断线告警

装置通过判断断路器操作回路的合位监视 HWJ、分位监视 TWJ 状态来识别控制回路是否异常，当合位监视与分位监视同时处于分状态时，判定为异常状态，装置将发出告警信号。保护逻辑见图 5.11。

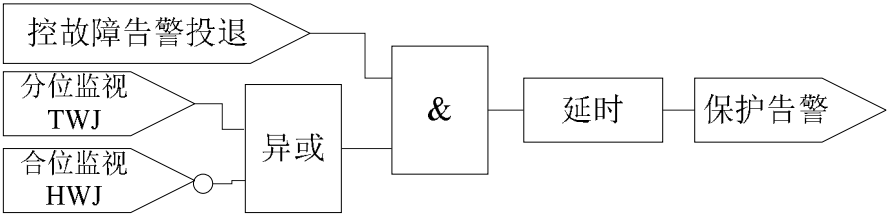


图 5.11 控制回路断线告警逻辑

5.3 定值表

表 5.1 AM5SE-C 定值表

AM5SE-C 定 值 表				
保护名称	定 值 名 称	默认值	范 围	备 注
	CT 变比	300	0.1~9999	
	PT 变比	100	0.1~9999	
	电压接线方式	0	0~1	3PT; 2PT
	一次电压显示	0	0~1	kV; V
过流一段	过流一段投退	0	0~1	退出; 投入
	过流一段定值	30A	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
	过流二段定值	2A	0.04~100	
	过流二段延时	2s	0~60	
反时限过流	反时限过流投退	0	0~1	退出; 投入
	反时限启动电流	6A	0.04~100	
	反时限时间系数	0.5	0~100	
	反时限曲线类型	0	0~2	一般; 非常; 极端
I0 过流一段	I0 过流一段投退	0	0~1	退出; 投入
	I0 一段定值	10A	0.04~100	
	I0 一段延时	5s	0~60	
I0 过流二段	I0 过流二段投退	0	0~1	退出; 投入
	I0 二段定值	9A	0.04~100	
	I0 二段延时	10s	0~60	
欠电压保护	欠电压保护投退	0	0~1	退出; 投入
	无流闭锁欠压保护投退	0	0~1	退出; 投入
	欠电压定值	70V	0~200	
	欠电压延时	5s	0~60	
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	10s	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	

非电量 1 保护	非电量 1 投退	0	0~1	退出；投入
	非电量 1 延时	5s	0~60	
非电量 2 保护	非电量 2 投退	0	0~1	退出；投入
	非电量 2 延时	5s	0~999	
非电量 3 保护	非电量 3 投退	0	0~1	退出；投入
	非电量 3 延时	5s	0~999	
过电压保护	过电压保护投退	0	0~1	退出；投入
	过电压定值	110V	0~200	
	过电压延时	5s	0~60	
零序过压保护	U4 电压类型	0	0~2	外接零序电压；自产零序电压；不平衡电压
	零序过压投退	0	0~1	退出；投入
	零序过压定值	110V	0~200	
	零序过压延时	10s	0~999	
不平衡电压保护	不平衡电压投退	0	0~1	退出；投入
	不平衡电压定值	5V	0~200	
	不平衡电压延时	0.03s	0~100	
不平衡电流保护	不平衡电流投退	0	0~1	退出；投入
	不平衡电流定值	5A	0.04~100	
	不平衡电流延时	5s	0~60	
	事故总信号延时	0.3s	0~60	
	EMC 闭锁投退	1	0~1	退出；投入
	断路器位置采集	0	0~1	辅助触点；分合位监视

5.4 接线方式

AM5SE-C 电气接线图如图 5.12 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，Ia、Ib、Ic 为保护相电流，IA、IB、IC 为测量相电流，Iub、IO 分别接入不平衡电流和零序电流。UA、UB、UC 为三路电压接入，U0 为外接零序电压或不平衡电压接入。U'、U''为备用输入。交流输入回路典型的 2PT、2CT 接线方式如图 5.13 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 端子为开关量输出和控制回路端子。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 5.12。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。

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。

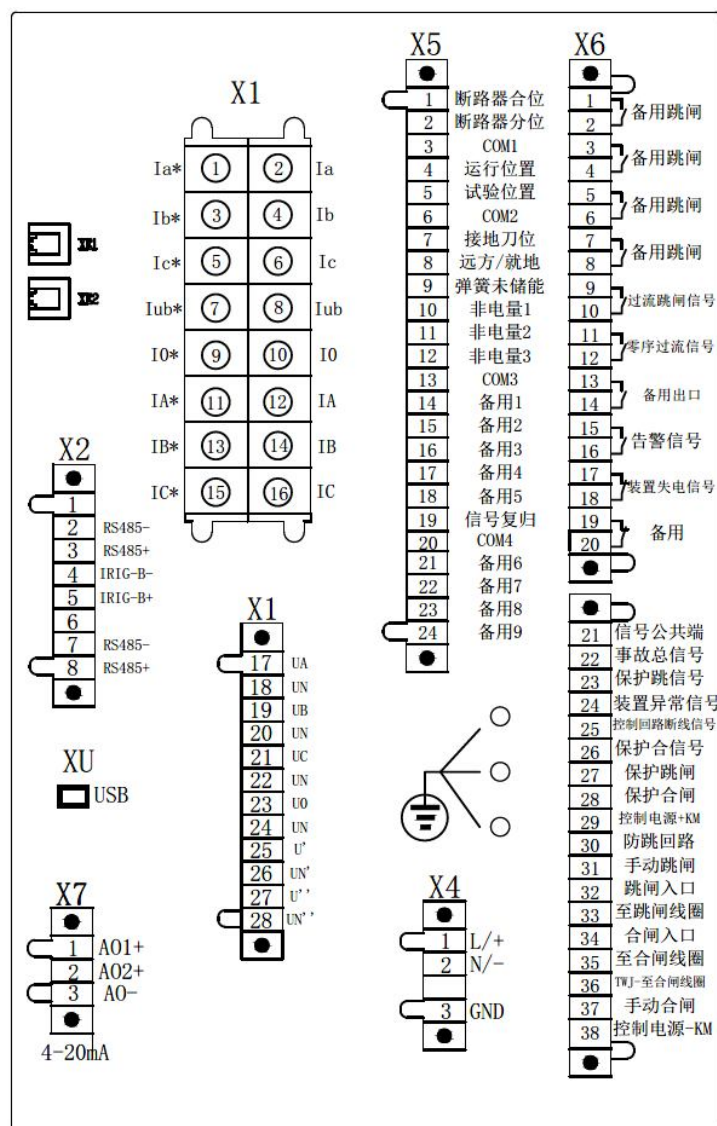


图 5.12 AM5SE-C 电气接线图

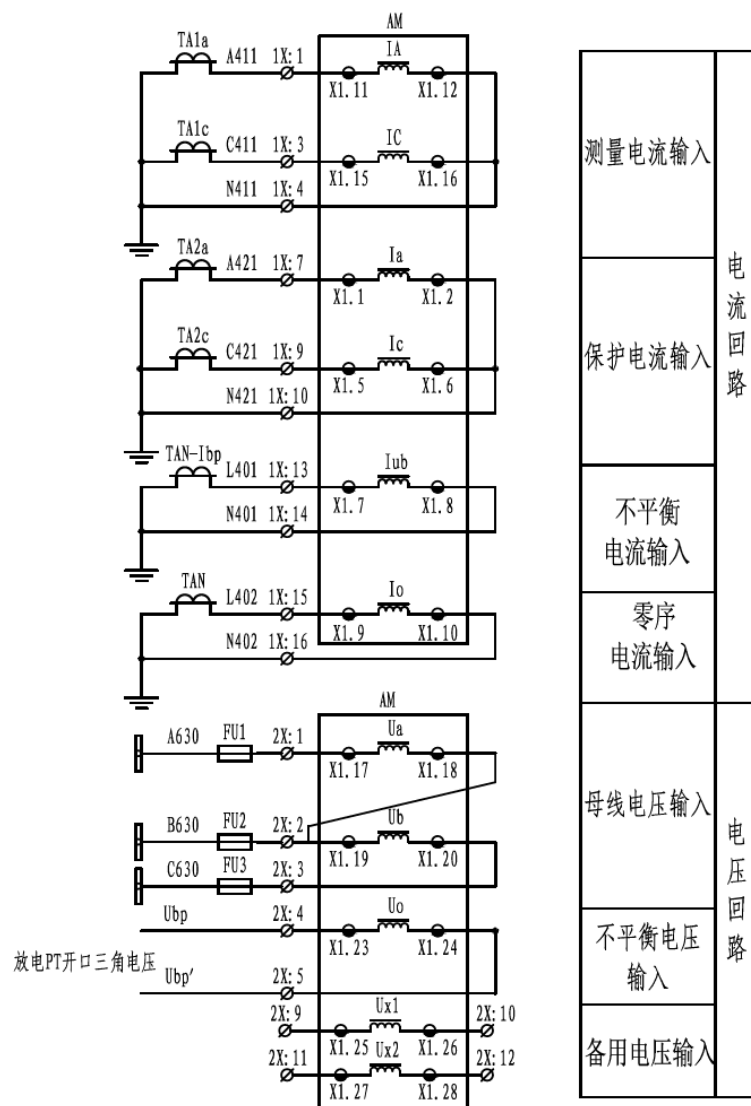


图 5.13 2PT 2CT 接线方法

5.5 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。

5.5.1 两段式过流保护

过流一段

1) 设置过流一段投退为“投入”，退出其他保护投退，将过流一段定值设为 3A，过流一段延时设为 2s。

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，装置经延时可靠不动作；模拟故障，施加大于 1.03 倍定值，经延时装置保护动作。

过流二段

1) 设置过流二段投退为“投入”，退出其他保护投退，将过流二段定值设为 2A，过流

二段延时设为 4s。

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，装置经延时可靠不动作；模拟故障，施加大于 1.03 倍定值，经延时装置保护动作。

5.5.2 反时限过流保护

1) 设置反时限过流投退为“投入”，退出其他保护投退。将反时限启动电流设为 1A，反时限曲线类型和反时限时间系数按表 5.2 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，装置的保护动作情况如表 5.2。

表 5.2 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	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
非常	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
极端	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

5.5.3 两段式零序过流保护

I01 过流一段

1) 设置 I01 过流一段投退为“投入”，退出其他保护投退，设定 I01 一段定值为 5A，I01 一段延时为 0s。

2) 在端子 X1.9-X1.10 上施加小于 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。

I01 过流二段

1) 设置 I01 过流二段投退为“投入”，退出其他保护投退，设定 I01 二段定值为 5A，I01 二段延时为 4s。

2) 在端子 X1.9-X1.10 上施加小于 0.97 倍定值的电流，经延时装置可靠不动作；将电流增大至大于 1.03 倍定值，经延时装置保护动作。

5.5.4 欠电压保护

1) 设置欠电压保护投退为“投入”，退出其他保护投退，设置欠电压定值为 50V，欠电压延时 4s，欠电压闭锁电流为 2A。

2) 给合位对应的开入量施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），在端子 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20、X1.21-X1.22 上施加 57.74V 电压，改变电压使得三相线电压降

至小于 0.97 倍定值，经延时装置保护动作。

3) 若投入“无流闭锁欠压保护”控制字，则还须在端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 上施加 1A 电流。

5.5.5 过电压保护

1) 设置过电压保护投退为“投入”，退出其他保护投退，设置过电压保护定值为 120V，过电压保护延时 4s。

2) 给合位对应的开入量施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），在端子 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20、X1.21-X1.22 上施加 57.74V 电压，改变电压使得三相线电压升至大于 1.03 倍定值时，经延时装置保护动作。

5.5.6 零序过电压保护

1) 设置零序过电压投退为“投入”、U4 电压类型设为“自产零序电压”，退出其他保护投退，设置零序过电压定值为 40V，零序过电压延时为 5s。

2) 在端子 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20、X1.21-X1.22 上施加电压 $U_A=U_B=U_C=57.74V$ ，当电压变为 $U_A=4.74V$ 、 $U_B=57.74V$ 、 $U_C=57.74V$ ，经延时装置保护动作。

3) 设置零序过电压投退为“投入”、电压输入选择为“外接零序电压”，退出其他保护投退，设置零序过电压定值为 40V，零序过电压延时为 5s，当端子 X1.23-X1.24 上施加 40V，经延时装置保护动作。

5.5.7 不平衡电压保护

1) 设置不平衡电压投退为“投入”，U4 电压类型选择设为“不平衡电压”退出其他保护投退，设置不平衡电压定值为 50V，不平衡电压延时设为 5s。

2) 给合位对应的开入量施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），在端子 X1.23-X1.24 上施加小于 0.97 倍定值的电压，将 U_s 变为大于 1.03 倍定值时，经延时装置保护动作。

5.5.8 不平衡电流保护

1) 设置不平衡电流投退为“投入”，退出其他保护投退。设置不平衡电流定值为 5A，不平衡电流延时设为 5s。

2) 给合位对应的开入量施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），在端子 X1.7-X1.8 上施加电流信号 $I_s=4A$ ，将 I_s 变为大于 1.03 倍定值时，经延时装置保护动作。

5.5.9 非电量保护

非电量 1

1) 非电量 1 投退设置为“投入”，退出其他保护投退，设非电量 1 延时为 4s。

2) 给非电量 1 对应的开入量施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），经延

时装置保护跳闸。

非电量 2、3 的调试方法同非电量 1 类似，三路开入量可根据实际需要任意配置。

5.5.10 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 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20、X1.21-X1.22 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 $3U_2$ 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。

5.5.11 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) 将合位监视和分位监视信号同时有电压时，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。

5.6 二次原理图

AM5SE-C 电容器保护测控装置的二次接线图如图 5.14-5.16 所示。

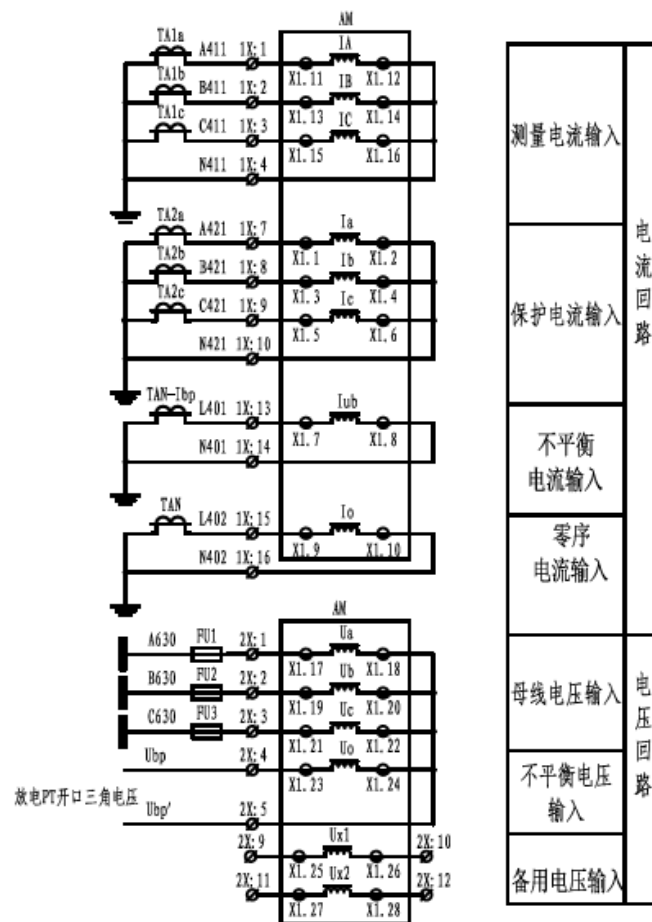


图 5.14 AM5SE-C 二次原理图（一）

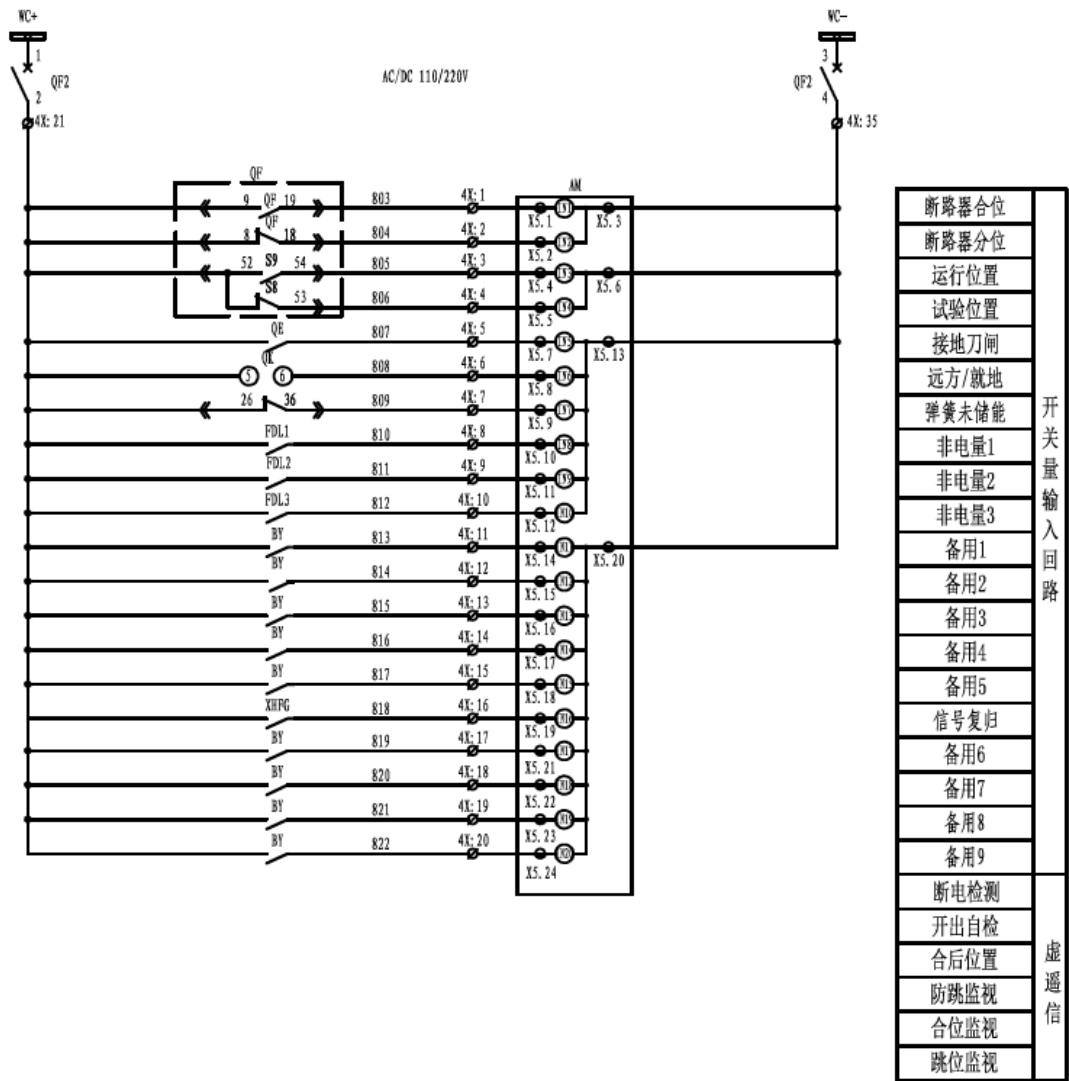
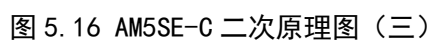


图 5.15 AM5SE-C 二次原理图（二）



6 AM5SE-MD 电动机差动保护装置

6.1 功能简介

保护功能

- 差动越限告警
- CT 断线告警
- 比例差动保护
- 差动速断保护
- 启动中/已运行过流一段保护
- 过流二段保护
- 反时限过流保护
- 自产/外接可选零序过流一段/二段/反时限保护
- 正序过流一段/二段/反时限保护
- 负序过流一段/二段/反时限保护
- 过负荷保护（告警/跳闸）
- 堵转保护
- 过热保护（告警/跳闸）
- 长启动保护（告警/跳闸）
- 电流不平衡保护（告警/跳闸）
- 低电压保护（告警/跳闸）
- 过电压保护（告警/跳闸）
- 自产/外接可选零序过压保护（告警/跳闸）
- 正序过压保护（告警/跳闸）
- 负序过压保护（告警/跳闸）
- 电压不平衡保护（告警/跳闸）
- 相序保护（告警/跳闸）
- 错相保护
- 非电量保护
- PT 断线告警
- 控制回路断线告警
- FC 闭锁

监控功能

- 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
- I, U, P, Q, PF, f, Ep, Eq 等电参量测量

- 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

6.2 保护原理

电动机状态识别

- 电机停用
当最大相电流小于无流定值时，即可判电动机状态为停用。
- 电机启动中
电动机处于停用态；
最大相电流大于二次额定电流值的 1.2 倍。
- 电机已运行
不处于停用状态；
电机由启动中退出。

6.2.1 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。首先测量比例制动特性的差动继电器是否动作，若动作，则再经 CT 饱和判别元件和二次电流中的二次和三次谐波的含量，以区分是否为区外 CT 饱和。比例差动启动后若未被 CT 饱和判据闭锁，则再进入 CT 断线判据，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 断线判据直接动作于差动速断继电器。

6.2.1.1 差动越限告警

当任一相差动电流大于差动越限告警定值时，装置瞬时发出差动电流越限告警。

差动越限判据为：

$$\max(I_{dA}, I_{dB}, I_{dC}) > 0.333 * \text{比例差动定值} * I_e$$

其中 I_{dA} 、 I_{dB} 、 I_{dC} 为三相差动电流值， I_e 为电动机额定二次电流值，比例差动定值为用户设定值。

6.2.1.2 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：

$\max(I_{dA} \text{ 有效值}, I_{dB} \text{ 有效值}, I_{dC} \text{ 有效值}) > 0.6 * \text{比例差动定值} * I_e$
 差流故障分量采样值 $> 0.6 * \text{比例差动定值} * I_e * 1.36$ 且差流采样值呈上升趋势；
 差流采样值 $> 0.6 * \text{比例差动定值} * I_e * 1.36$ 。

其中 I_{dA} 、 I_{dB} 、 I_{dC} 为三相差动电流值， I_e 为电动机额定二次电流值，比例差动定值为用户设定值。

6.2.1.3 比例制动差动保护

比例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。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。装置的比例差动保护动作逻辑如下：

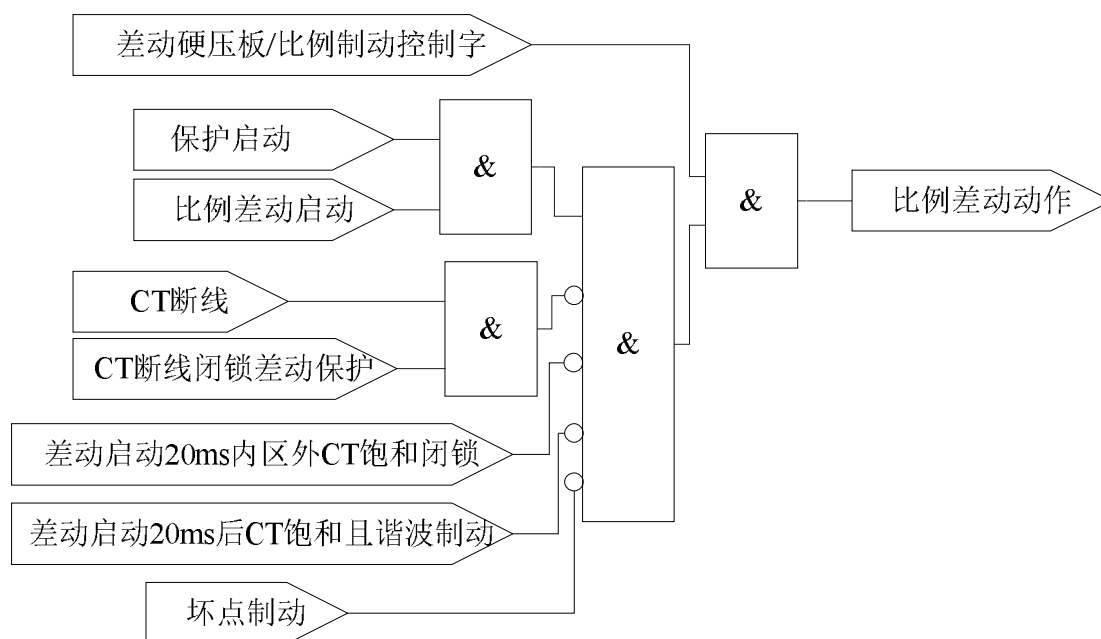


图 6.1 比例制动差动保护动作逻辑

1) 比例差动保护特性曲线

装置采用两折线/三折线比例差动原理，当比例差动启动电流 ≤ 1.2 倍 I_e 且谐波制动时，比例差动动作方程为：

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

$$I_d = |I_1 + k * I_2|, I_r = 0.5(|I_1| + k * |I_2|), I_{blcd} = K_{blcd} * I_e.$$

其中， I_d 为差动电流， I_1 为首端电流， I_2 为尾端电流， k 为尾端平衡系数，默认为尾端 CT/首端 CT； I_{blcd} 为比例差动启动电流， K_{blcd} 为比例差动定值，该值小于 1.2。

动作曲线如图 6.2，斜率为 0.7。

当比例差动启动电流 > 1.2 倍 I_e 且没有发生谐波制动时，比例差动动作方程为：

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

$$I_d = |I_1 + k * I_2|, I_r = 0.5(|I_1| + k * |I_2|), I_{blcd} = K_{blcd} * I_e。$$

其中，比例差动定值 K_{blcd} 大于 1.2。

动作曲线如图 6.3，斜率 1 为 0.5，斜率 2 为 0.7。

2) 二次/三次谐波闭锁和 CT 断线闭锁比例差动保护

装置的比例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 时或者差动电流的基波值小于 0.2 倍 I_e 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：

- a) 相电流的二次谐波值大于 0.15 倍相电流基波值；
- b) 相电流的三次谐波值大于 0.15 倍相电流基波值；
- c) 差动电流的二次谐波值大于 0.15 倍差动电流基波值；
- d) 差动电流的三次谐波值大于 0.15 倍差动电流基波值。

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 ；
- b) 起动后任一侧电流比起动前增加。

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，当三相电压突降时至少保持 6s 后开启 CT 断线闭锁判据。CT 断线闭锁返回延时为 10s，CT 断线具体判据如下：

- a) $\max(\min(I_{1A}, I_{1B}, I_{1C}) \text{ 对应的差流}, \min(I_{2A}, I_{2B}, I_{2C}) \text{ 对应的差流}) > I_{bj}$ ，

当最大差流为首端电流差流时， I_{bj} 为 0.15 I_e ；

当最大差流为尾端电流差流时， I_{bj} 为 0.15 $I_e * k$ ， k 为 CT2/CT1。

- b) 只有一相电流为零；
- c) 其它二相电流与差动保护启动前电流相等。

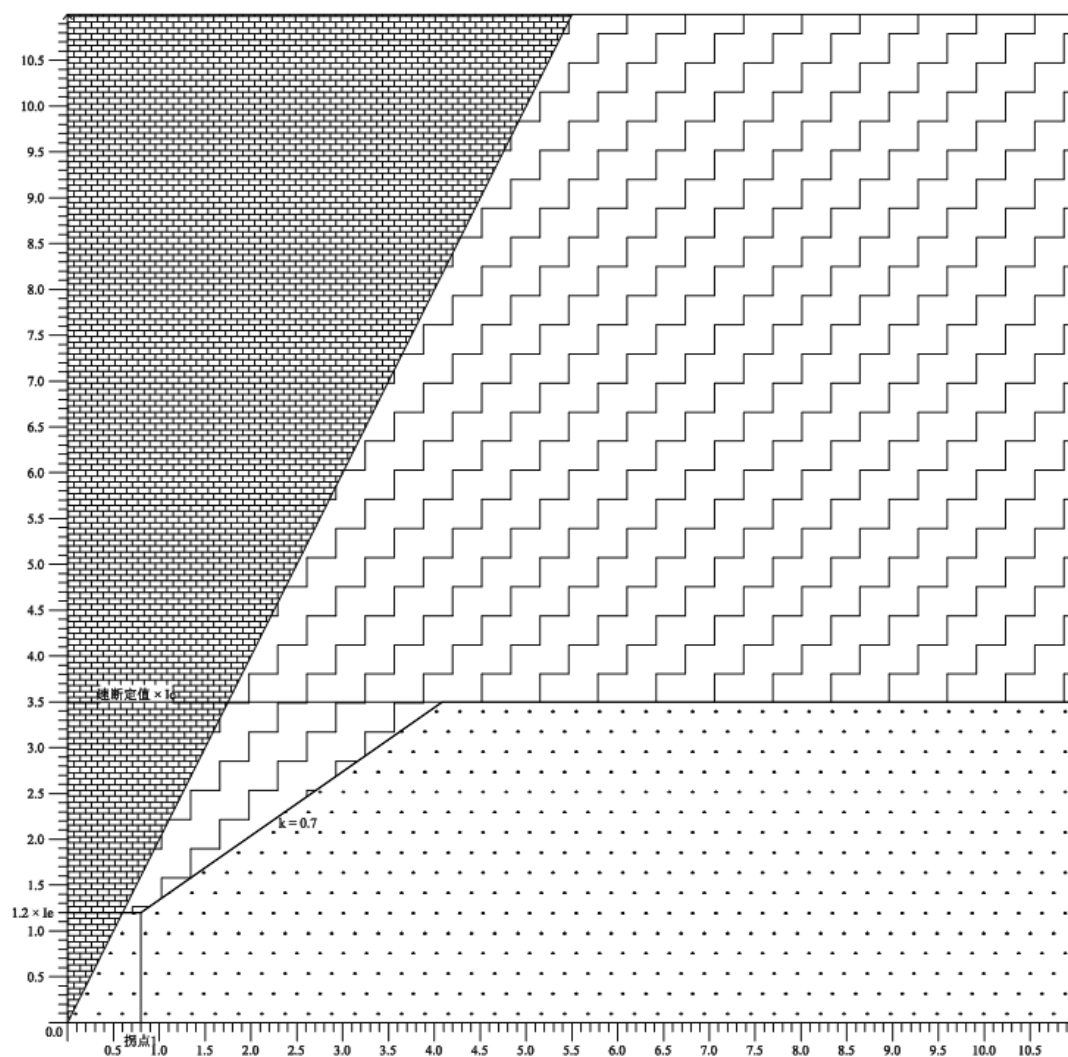


图 6.2 比例制动差动保护曲线一

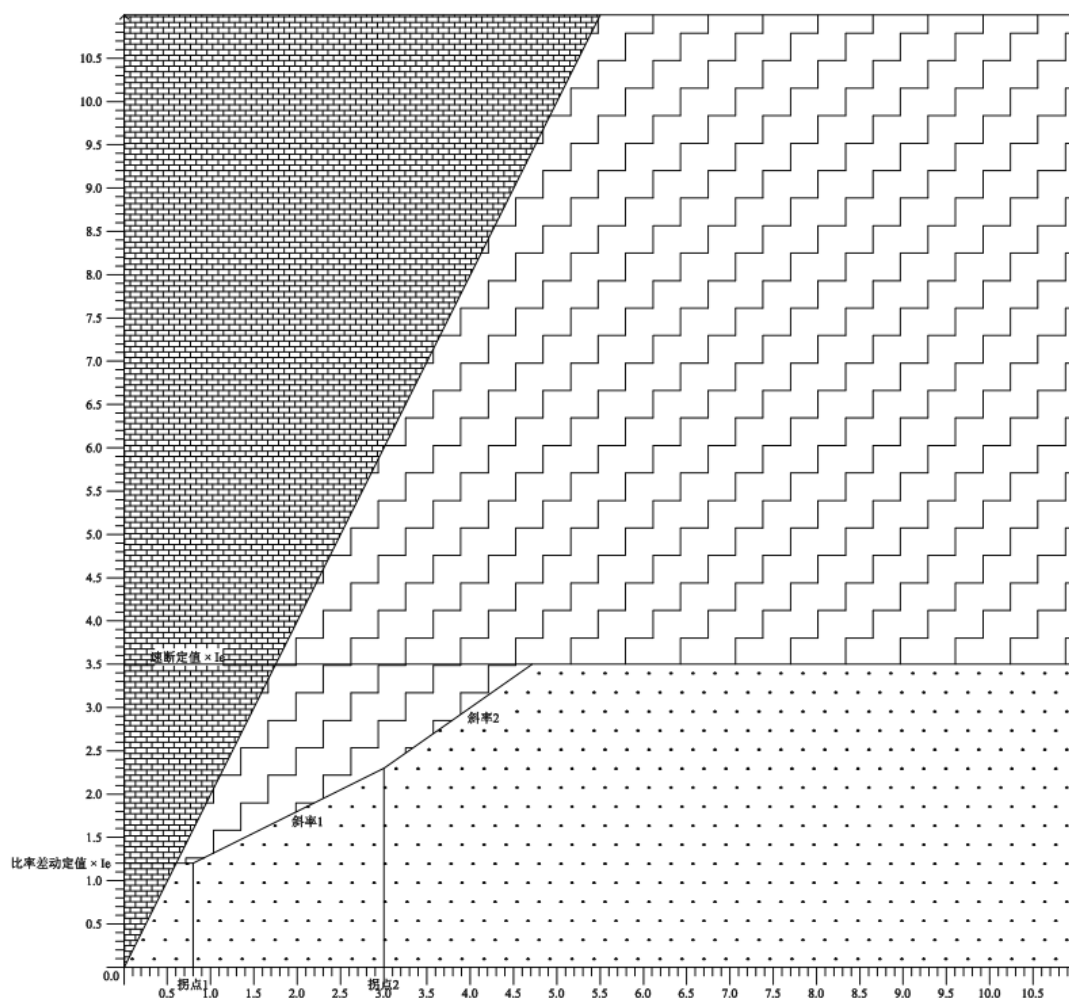


图 6.3 比例制动差动保护曲线二

6.2.1.4 差动速断保护

装置设有差动速度保护，当差动电流超过差动速断电流定值时，装置跳闸。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例差动谐波闭锁判据，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。

6.2.2 过流一段保护

异步电动机在启动过程中电流很大，通常能达到 5~8 倍额定电流(I_e)，启动时间能长达几十秒。装置设两个过流一段定值，在启动过程中采用“启动时过流一段定值”，该值按躲过电动机启动电流整定，等电动机启动过程结束后，自动采用“运行时过流一段定值”，该值按电动机自启动电流和区外出口短路时电动机最大反馈电流考虑，取两个电流中的大者。

保护逻辑见图 6.4。

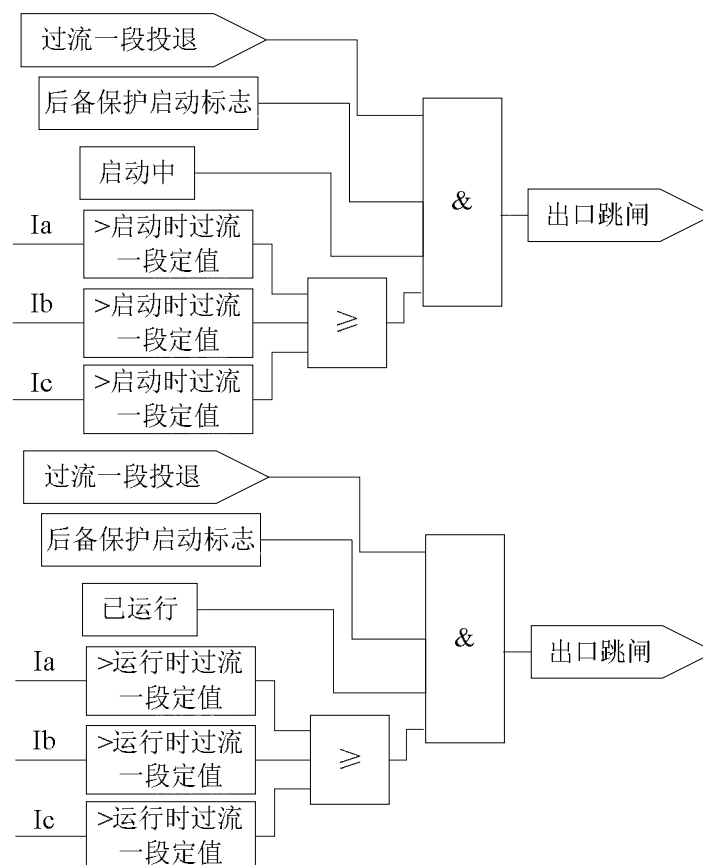


图 6.4 过流一段保护逻辑

6.2.3 过流二段保护

在电动机运行过程中，当三相电流 IA、IB、IC 有一相大于过流保护的整定值时，经延时出口跳闸，该功能在电动机启动完毕后有效。保护逻辑见图 6.5。

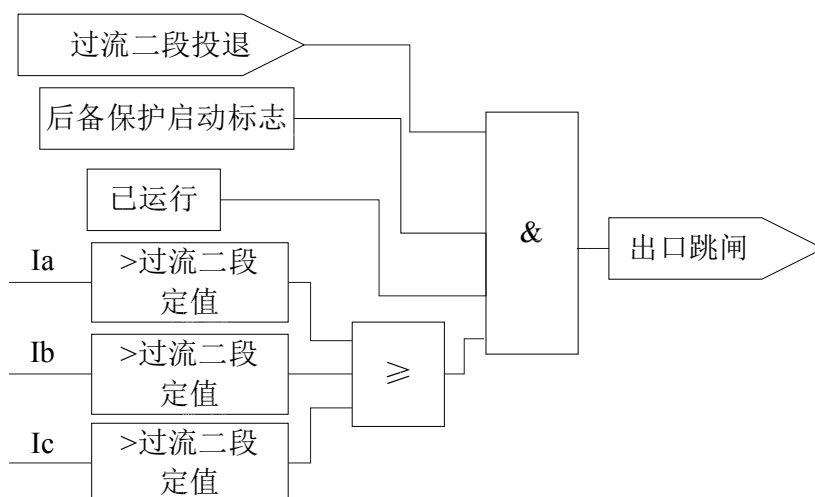
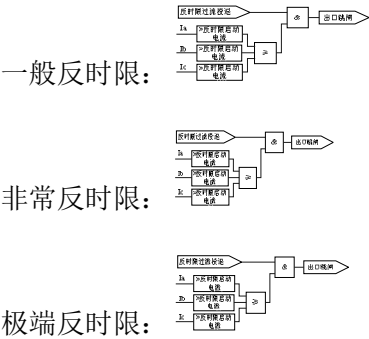


图 6.5 过流二段保护逻辑

6.2.4 反时限过流保护

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：



其中 t 为反时限动作时间， I_{st} 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）。

该功能在电动机启动完毕后有效，保护逻辑见图 6.6。

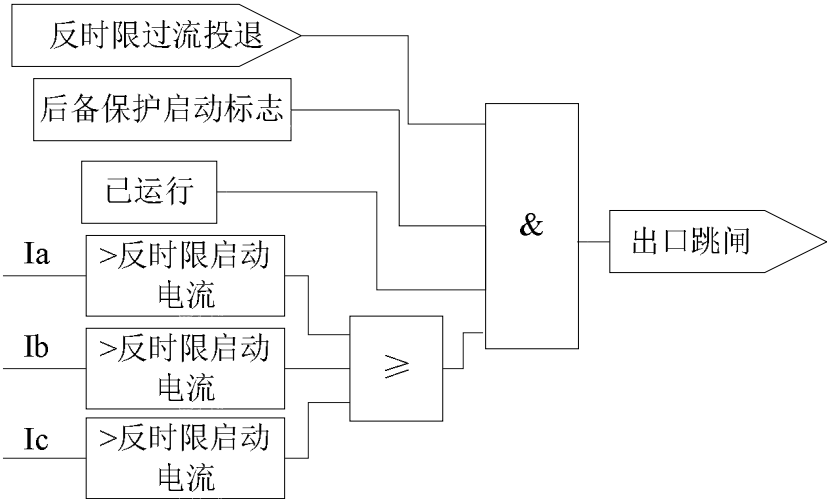


图 6.6 反时限过流保护逻辑

6.2.5 两段式负序过流保护

当电动机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，均由独立控制字选择功能投退。

保护逻辑见图 6.7。

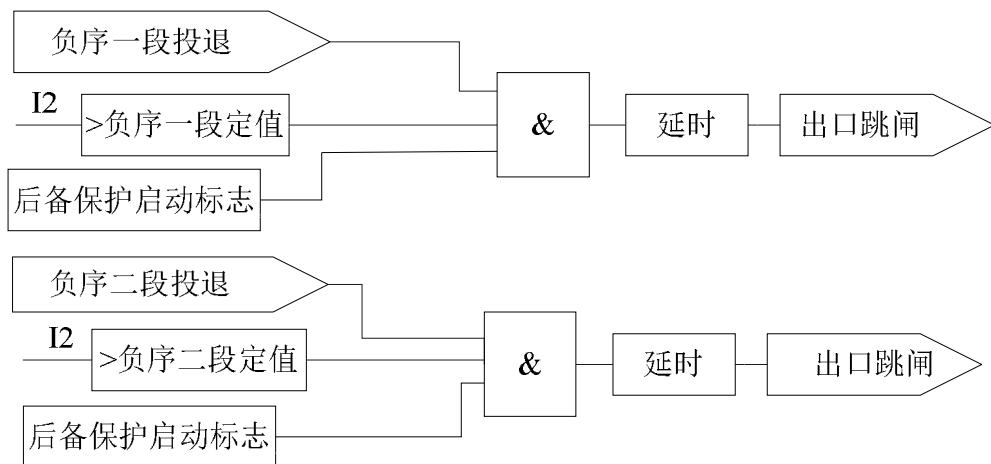
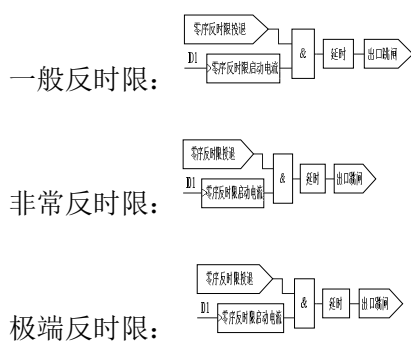


图 6.7 两段式负序过流保护逻辑

6.2.6 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：



其中 t 为反时限动作时间， I_{st} 为反时限启动电流， I_{in} 为输入负序电流， K 为时间常数。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 6.8。

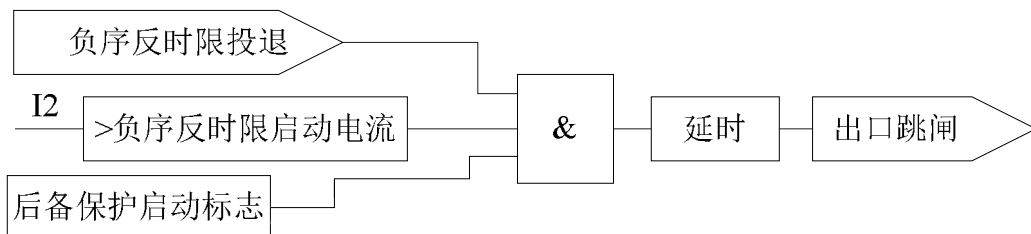


图 6.8 负序反时限过流保护逻辑

6.2.7 两段式零序过流保护

当零序电流大于零序电流定值时，装置经延时保护动作。装置设有两段式零序过流保护，均由独立控制字实现投退，保护逻辑见图 6.9。

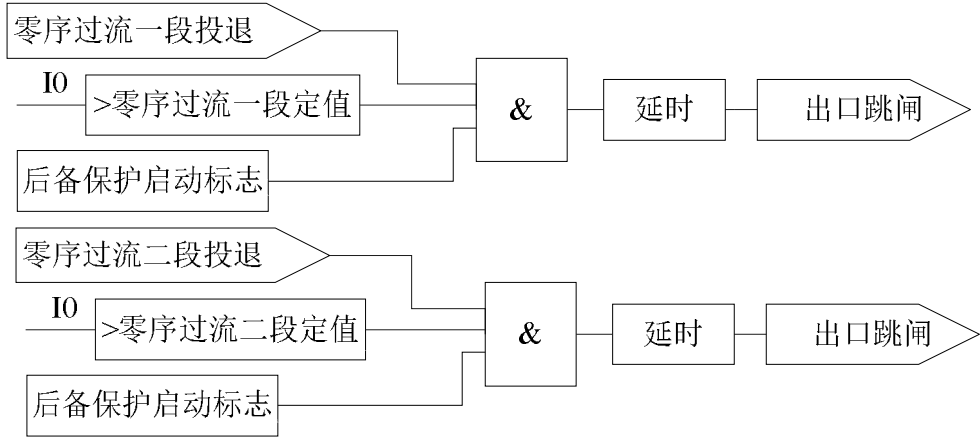
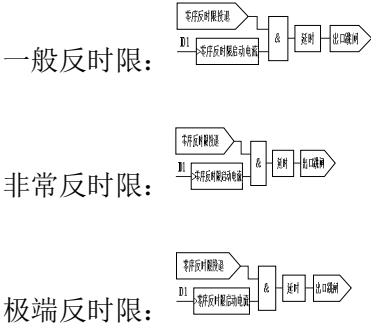


图 6.9 两段式零序过流保护逻辑

6.2.8 零序反时限过流保护

本装置共集成了三条特性曲线的零序反时限保护，用户可根据需要选择任何一种零序反时限特性曲线。根据国际电工委员会（IEC255-4），装置使用下列三个标准的零序反时限特性曲线：



其中 t 为反时限动作时间， I_{st} 为反时限启动电流， I 为输入电流， K 为时间系数。本装置的零序反时限特性曲线可以通过定值菜单里的零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）。

该功能在电动机启动完毕后有效，保护逻辑见图 6.10。

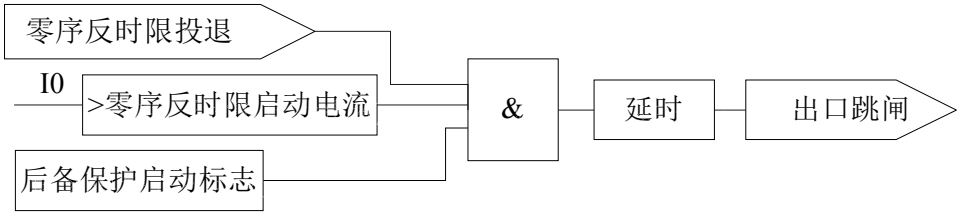


图 6.10 零序反时限过流保护逻辑

6.2.9 两段式正序过流保护

当正序电流大于正序电流定值时，装置经延时保护动作。装置设有两段式正序过流保护，均由独立控制字实现投退，保护逻辑见图 6.11。

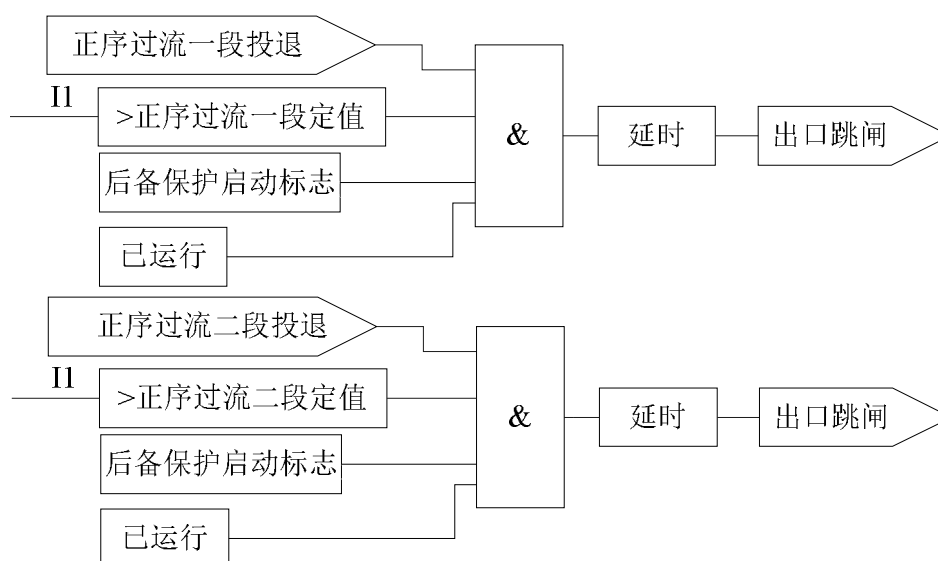


图 6.11 两段式正序过流保护逻辑

6.2.10 正序反时限过流保护

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

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

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

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

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。本装置的正序反时限特性曲线可以通过定值菜单里的正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）。

该功能在电动机启动完毕后有效，保护逻辑见图 6.12。

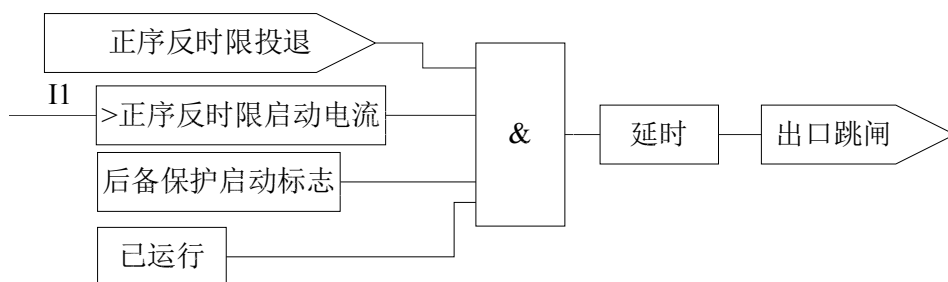


图 6.12 正序反时限过流保护逻辑

6.2.11 过负荷保护

电动机运行过程中，出现超过电机正常运行最大电流时的保护。装置设有过负荷告警、过负荷跳闸保护，由独立控制字实现功能投退，保护功能在电机处于运行状态时有效，在启动过程中失效。

当电动机三相电流 I_A 、 I_B 、 I_C 任一相大于过负荷告警定值时，经延时装置发出告警信号；当三相电流 I_A 、 I_B 、 I_C 任一相大于过负荷跳闸定值时，经延时装置保护跳闸。

保护逻辑见图 6.13。

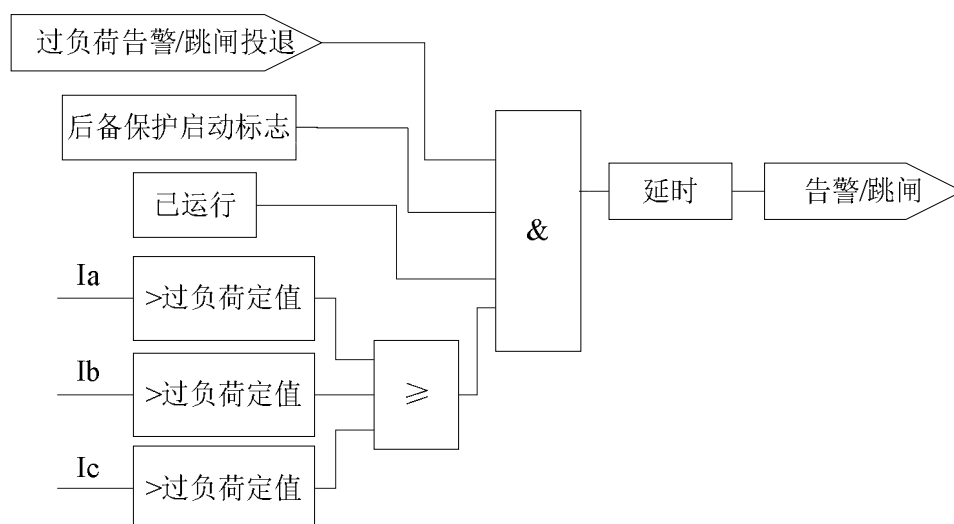


图 6.13 过负荷保护逻辑

6.2.12 堵转保护

电机由于负荷过大或自身机械原因造成电机轴被卡住等故障电流很大的保护。在电动机启动过程中堵转保护闭锁，电机进入运行状态后堵转保护才有效。

当电动机三相电流 I_A 、 I_B 、 I_C 任一相超过堵转电流定值，并有转速低信号输入，达到整定延时时间后保护跳闸。

保护逻辑见图 6.14。

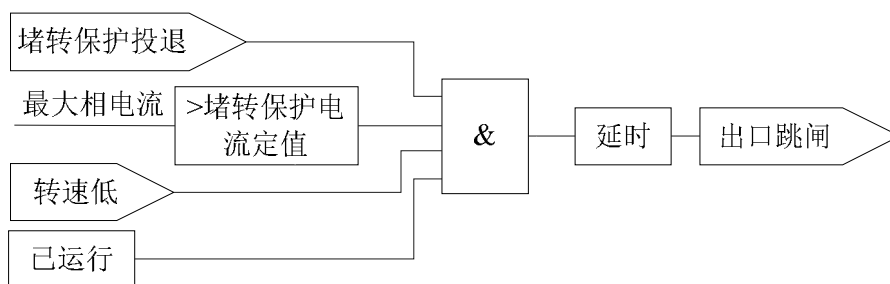


图 6.14 堵转保护逻辑

6.2.13 过热保护

电动机过负荷、启动时间过长、堵转等会产生较大的正序电流；而断相、不对称短路、输入电压不对称时会同时产生较大的正序和负序电流，根据电动机定子正序和负序电流引起的发热特征，可对上述故障提供热过载保护。

用正、负序综合测量值 I_{eq} 作为等效电流来模拟电动机的发热效应，即：

$$I_{eq}^2 = K_1 \times I_1^2 + 6I_2^2$$

其中： I_{eq} ：等效电流

I_1 ：正序电流

I_2 ：负序电流

K_1 ：正序电流发热系数，在电机启动过程中 $K_1=0.5$ ，启动完毕 $K_1=1$

根据电动机的发热模型反时限特性，为有效保护电动机，保护的动作时间 t 和等效电流 I_{eq} 的关系有如下两条曲线可供选择：

$$1) \quad t = \frac{\tau}{I_{eq}^2 - I_{\infty}^2}$$

其中： τ ：过热时间常数

I_{∞} ：允许电机长期运行的最大电流值，一般可设为 1.1

$$2) \quad t = \tau \ln \frac{I_{eq}^2 - I_p^2}{I_{eq}^2 - I_{\infty}^2}$$

其中： τ ：过热时间常数

I_{∞} ：允许电机长期运行的最大电流值，一般可设为 1.1

I_p ：过负荷前的负载电流，若过负荷前处于冷态，则 $I_p=0$

选择上述两曲线之一进行计算，当热积累值达到 τ 时，装置发出告警信号或保护跳闸。

保护逻辑见图 6.15。

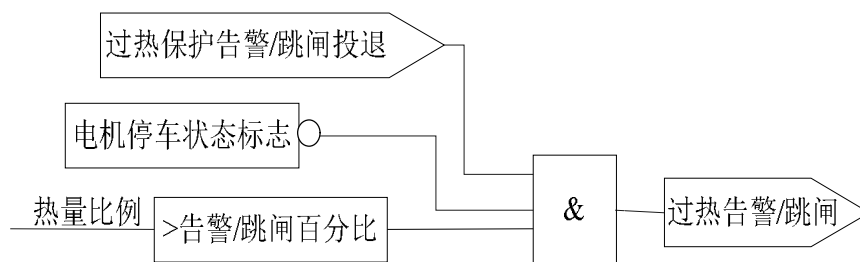


图 6.15 过热保护逻辑

6.2.14 长启动保护

装置配置启动时间过长保护，根据电动机的发热模型，电动机的动作时间 t 与等效运行电流 I_{eq} 之间的特征曲线如下式所示：

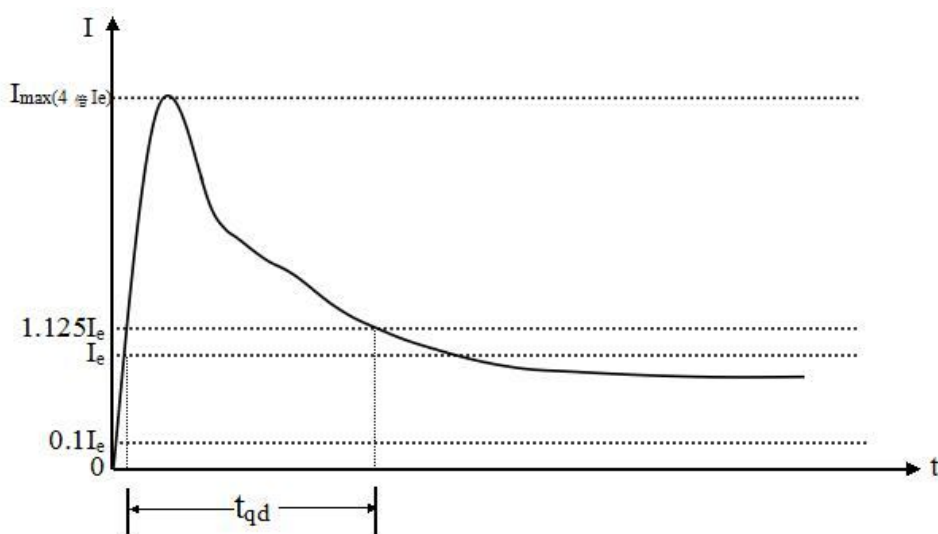


图 6.16 异步电动机启动电流特性图

其动作条件如下：

- 启动时间过长保护控制字投入；
- $I_{\phi} > I_d$ ， I_d 为电流定值，为额定二次电流的 1.125 倍， I_{ϕ} 为最大相电流；
- $T > T_d$ ， T_d 为电动机额定启动时间；
- 电动机处于冷启动态。

延时时间到，液晶显示启动时间过长保护动作。

保护逻辑见图 6.17。

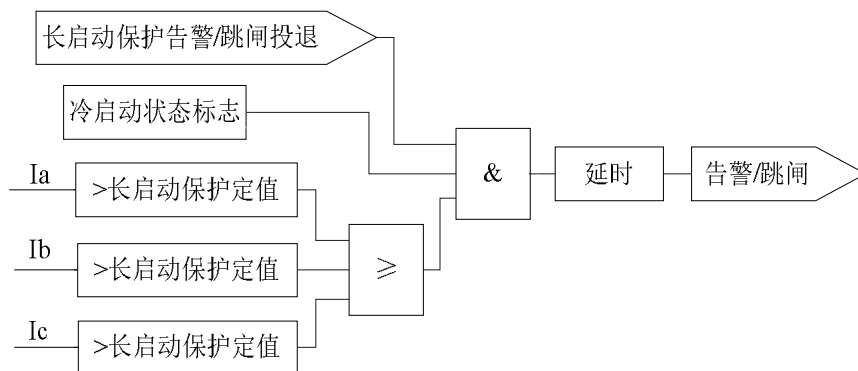


图 6.17 长启动保护逻辑

6.2.15 电流不平衡保护

当不平衡电流大于整定值，电动机处于已运行状态时，经延时，装置保护跳闸或者告警，保护逻辑见图 6.18。

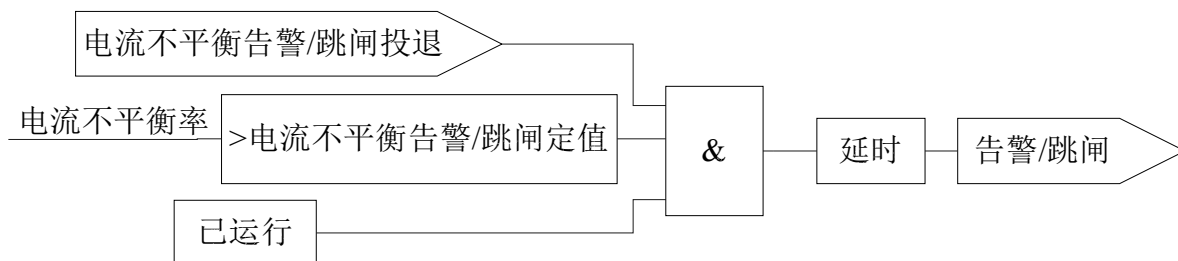


图 6.18 不平衡电流保护逻辑

6.2.16 低电压保护

当三个线电压均小于低压定值时，经过延时，装置保护跳闸。为防止因 PT 断线使保护误动，设置有 PT 断线闭锁。当发生 PT 断线时，装置将发告警信号并闭锁低电压保护。为防止母线未送电时，低电压保护误动作，装置设有低电压开放条件。低电压保护开放条件：三个线电压有一个大于 1.05 倍低电压定值，且延时 500ms。该条件一旦成立，低电压保护有效。当低电压保护动作后，经过低电压开放条件无效，低电压保护自动返回。

保护逻辑见图 6.19。

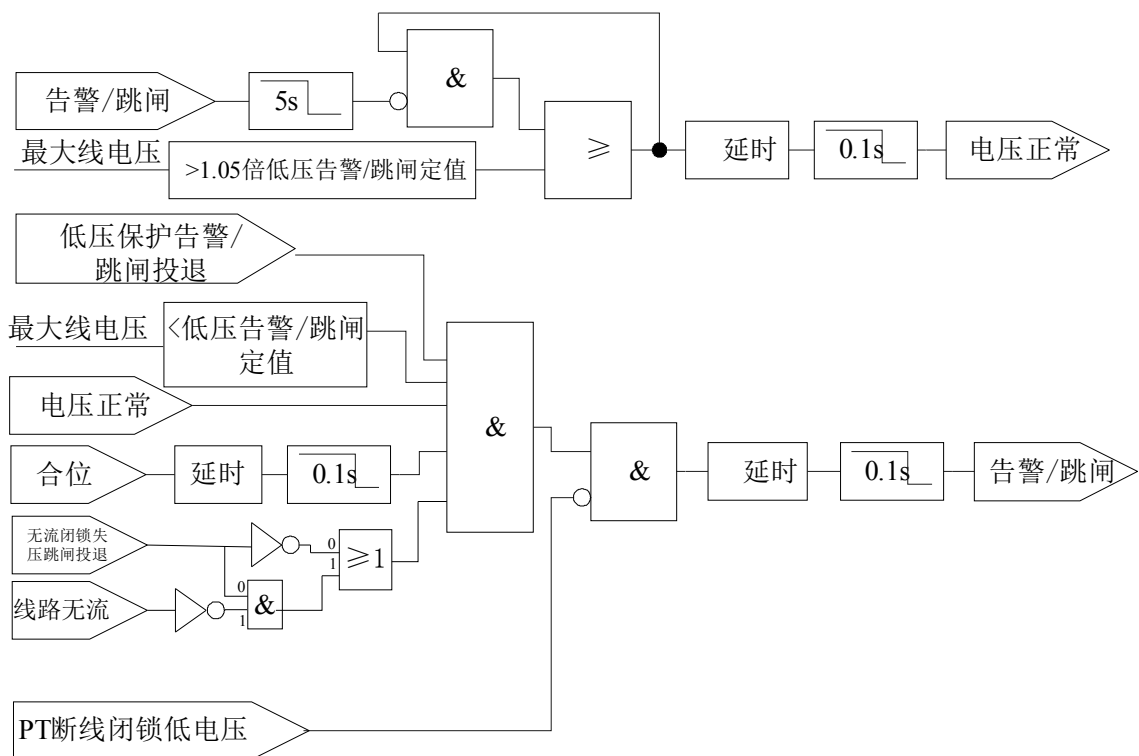


图 6.19 低电压保护逻辑

6.2.17 过电压保护

当最大线电压大于过压定值时，经延时，装置保护跳闸或者告警。保护逻辑见图 6.20。

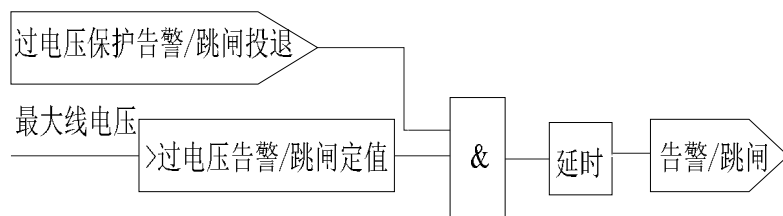


图 6.20 过电压保护逻辑

6.2.18 零序过压保护

当零序电压 U_0 （外接/自产）大于设定零序电压定值时，经延时，装置保护跳闸或者告警。

保护逻辑见图 6.21。

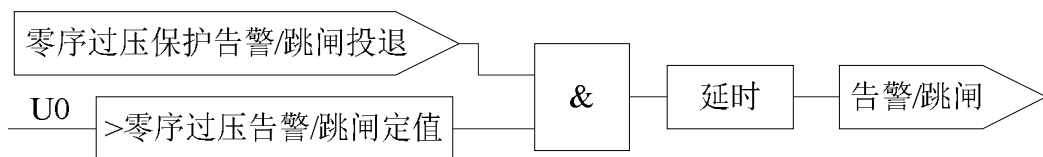


图 6.21 零序过压保护逻辑

6.2.19 正序过压保护

当正序电压 U1 大于设定正序电压定值时，经延时，装置保护跳闸或者告警。
保护逻辑见图 6.22。

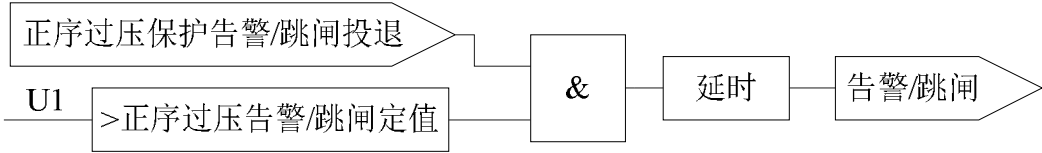


图 6.22 正序过压保护逻辑

6.2.20 负序过压保护

当负序电压 U2 大于设定负序电压定值时，经延时，装置保护跳闸或者告警。
保护逻辑见图 6.23。

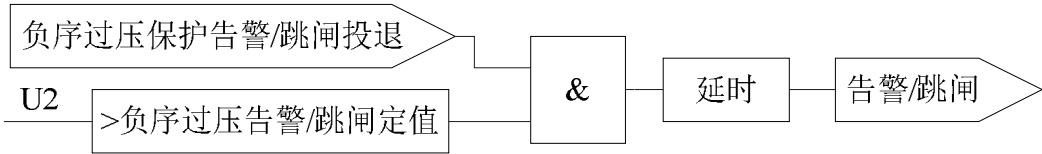


图 6.23 负序过压保护逻辑

6.2.21 电压不平衡保护

装置配置电压不平衡保护，当电压不平衡度超过电压不平衡度设定值，且电动机处于已运行状态时，经延时，装置保护跳闸。

电压不平衡度的计算公式为：

$$\text{电压不平衡度} = \frac{\max(|\text{各相线电压} - \text{平均电压}|)}{\text{平均电压}} \times 100\%$$

保护逻辑见图 6.24。

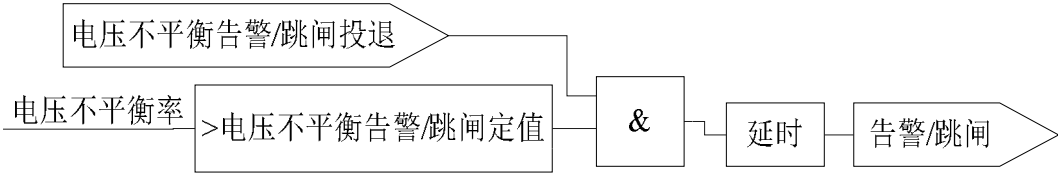


图 6.24 电压不平衡保护逻辑

6.2.22 相序保护

装置配置相序保护功能，装置错相判断依据如下：

- 最大相间电压小于线电压高定值（默认为 120V）；
- 最小相间电压大于线电压低定值（默认为 70V）；
- 负序电压值超过平均电压值的一半；
- 正序电压值小于平均电压值的 30%；

电动机处于启动中或已运行。

经过设定的延时时间，装置相序保护跳闸。当相序保护跳闸时，装置默认的保护跳闸出口 X6.27-X6.29 闭合，同时相序保护动作信号常闭点 X6.19-X6.20 断开。当相序保护返回后，跳闸出口 X6.27-X6.29 断开，相序保护动作信号 X6.19-X6.20 经可设置时间后闭合。

保护逻辑见图 6.25。

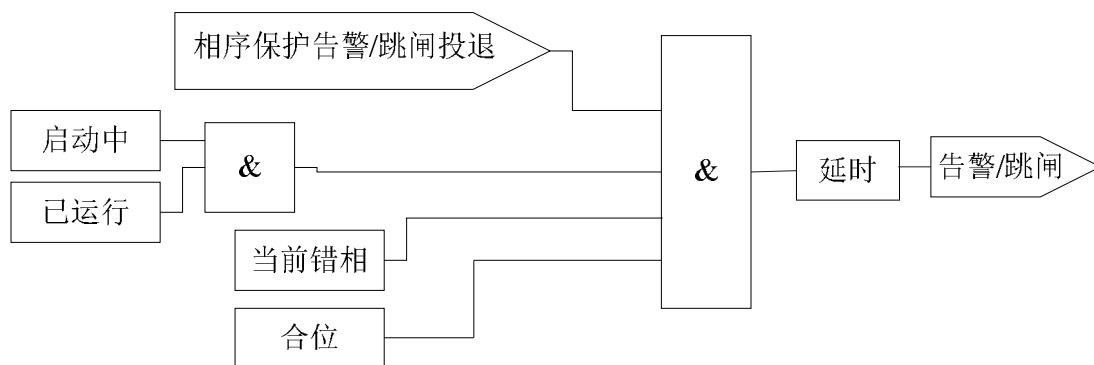


图 6.25 相序保护逻辑

6.2.23 电压断相保护

装置配置电压断相保护，采用两种方法识别电压断相。

方法一：当最小线电压小于断相判据最小电压定值，且最大线电压大于断相判据最大电压定值时，经延时，装置保护跳闸。

方法二：当最大相间电压差值大于断相判据电压差定值，且最大线电压大于断相判据最大电压定值时，经延时，装置保护跳闸。

保护逻辑见图 6.26。

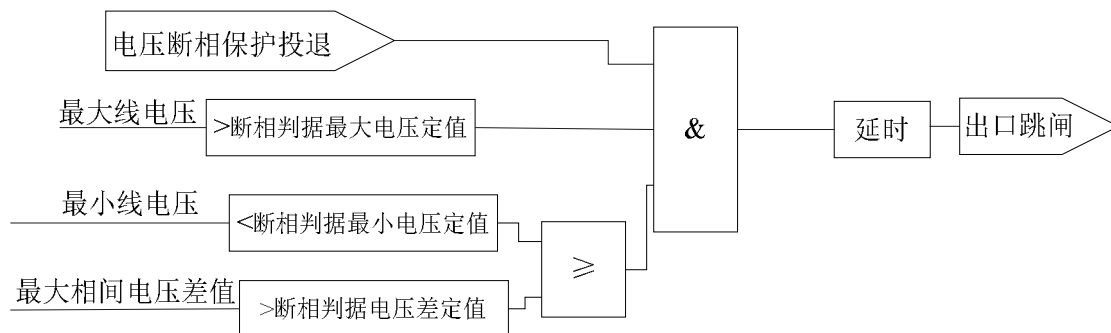


图 6.26 电压断相保护逻辑

6.2.24 非电量保护

装置设有 2 个非电量保护，每个非电量由独立控制字投退，可独立设时限，2 个非电量均为跳闸或者告警可选。保护逻辑如图 6.27。

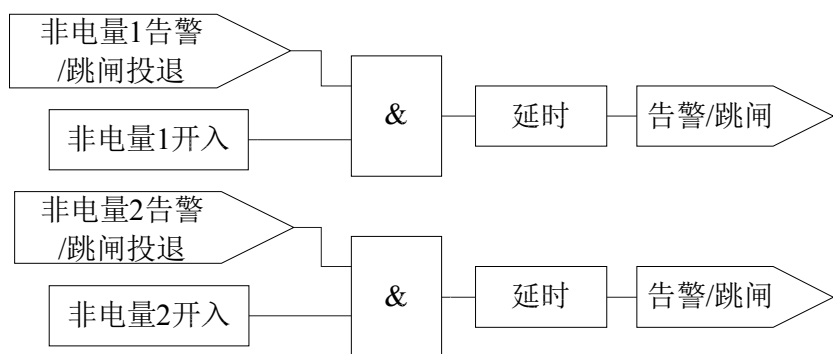


图 6.27 非电量保护逻辑

6.2.25 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 6.28。

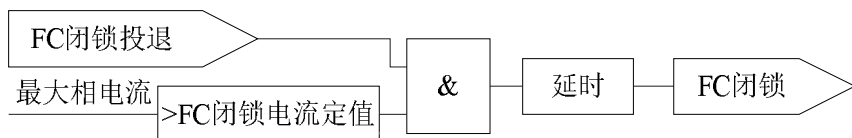


图 6.28 FC 回路配合的过流闭锁功能逻辑

6.2.26 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 $3U_2$ 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 6.29。

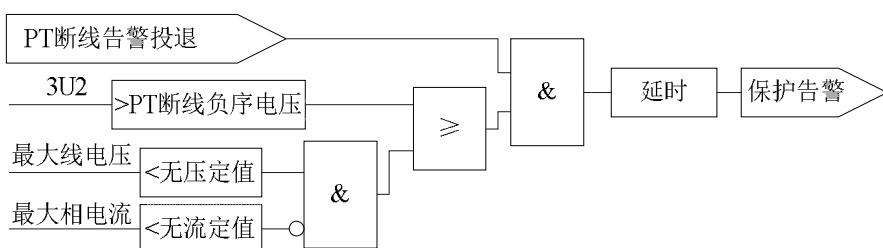


图 6.29 PT 断线告警逻辑

6.2.27 控制回路断线告警

装置通过判断断路器操作回路的合位监视 HWJ、分位监视 TWJ 状态来识别控制回路是否异常，当合位监视与分位监视同时处于分状态或者合状态时，判定为异常状态，装置将发出告警信号。保护逻辑见图 6.30。

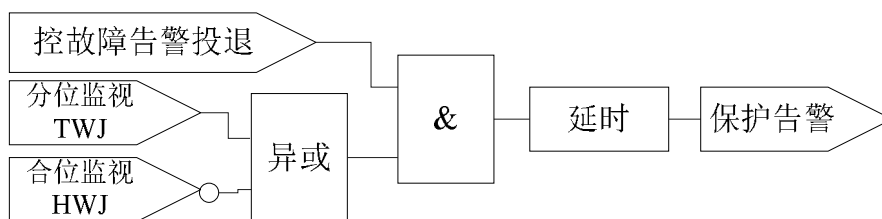


图 6.30 控制回路断线告警逻辑

6.3 定值表

表 6.1 AM5SE-MD 定值表

AM5SE-MD 定值表				
保护名称	定值名称	默认值	范围	备注
	电动机额定二次电流 I_e	1A	0.04~120.00	
	电动机额定启动时间 T_e	5s	0~100000	
	电压接线方式	0	0~1	3PT; 2PT
	PT 额定一次值	110kV	0~100000	
	PT 额定二次值	100V	0~200	
	首端 CT 额定一次值	100A	0~100000	
	首端 CT 额定二次值	5A	1~100	
	尾端 CT 额定一次值	100A	0~100000	
	尾端 CT 额定二次值	5A	1~100	
	零序电流来源	1	0~1	外接; 自产
	零序电压来源	1	0~1	外接; 自产
	无压定值	15V	0~200	
	无流定值	0.2A	0.04~100	
差动速断	差动速断投退	0	0~1	退出; 投入
	差动速断定值	8A	0.05~100	
比率差动	比率差动投退	0	0~1	退出; 投入
	比率差断定值	0.5A	0.05~100	
	差流 2 次谐波制动系数	0.15	0.001~2	
	差流越限延时	10s	0~999	
CT 断线告警	CT 断线闭锁比例差动	0	0~1	退出; 投入
	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	
	后备经突变量闭锁投退	1	0~1	退出; 投入
	自启动判据投退	0	0~1	退出; 投入

启动中过流一段	启动中过流一段投退	0	0~1	退出；投入
	启动中过流一段定值	10A	0.04~100	
	启动中过流一段延时	0s	0~999	
运行中过流一段	运行中过流一段投退	0	0~1	退出；投入
	运行中过流一段定值	10A	0.04~100	
	运行中过流一段延时	0s	0~999	
过流二段	过流二段投退	0	0~1	退出；投入
	过流二段定值	10A	0.04~100	
	过流二段延时	0.1s	0~999	
过流反时限	过流反时限投退	0	0~1	退出；投入
	过流反时限启动电流	1A	0.04~100	
	过流反时限时间系数	0.1s	0~999	
	过流反时限曲线类型	0	0~2	一般；非常；极端
零序过流一段	零序过流一段投退	0	0~1	退出；投入
	零序过流一段定值	10A	0.04~100	
	零序过流一段延时	0.1s	0~999	
零序过流二段	零序过流二段投退	0	0~1	退出；投入
	零序过流二段定值	2A	0.04~100	
	零序过流二段延时	0.5s	0~999	
零序反时限过流	零序反时限投退	0	0~1	退出；投入
	零序反时限启动电流	1A	0.04~100	
	零序反时限时间系数	0.1s	0~999	
	零序反时限曲线类型	0	0~2	一般；非常；极端
正序过流一段	正序过流一段投退	0	0~1	退出；投入
	正序过流一段定值	10A	0.04~100	
	正序过流一段延时	0.1s	0~999	
正序过流二段	正序过流二段投退	0	0~1	退出；投入
	正序过流二段定值	2A	0.04~120	
	正序过流二段延时	0.5s	0~999	
正序反时限过流	正序反时限投退	0	0~1	退出；投入
	正序反时限启动电流	1A	0.04~100	
	正序反时限时间系数	0.1s	0~999	
	正序反时限曲线类型	0	0~2	一般；非常；极端
负序过流一段	负序过流一段投退	0	0~1	退出；投入

	负序过流一段定值	10A	0.04~100	
	负序过流一段延时	0.1s	0~999	
负序过流二段	负序过流二段投退	0	0~1	退出；投入
	负序过流二段定值	2A	0.04~100	
	负序过流二段延时	0.5s	0~999	
负序反时限过流	负序反时限投退	0	0~1	退出；投入
	负序反时限启动电流	1A	0.04~100	
	负序反时限时间系数	0.1s	0~999	
	负序反时限曲线类型	0	0~2	一般；非常；极端
过负荷保护告警	过负荷保护告警投退	0	0~1	退出；投入
	过负荷保护告警定值	10A	0.04~100	
	过负荷保护告警延时	5s	0~999	
过负荷保护跳闸	过负荷保护跳闸投退	0	0~1	退出；投入
	过负荷保护跳闸定值	10A	0.04~100	
	过负荷保护跳闸延时	1s	0~999	
堵转保护	堵转保护投退	0	0~1	退出；投入
	堵转保护电流定值	10A	0.04~100	
	堵转保护延时	1s	0~999	
过热保护	过热时间常数 τ	60s	0~999	
	过热保护告警投退	0	0~1	退出；投入
	过热保护告警定值	70%	0~200	
	过热保护跳闸投退	0	0~1	退出；投入
	过热保护跳闸定值	100%	0~200	
重启过热闭锁	重启过热闭锁投退	0	0~1	退出；投入
	重启过热闭锁定值	80%	0~200	
长启动保护	长启动保护定值	1.125A	0~200	
	长启动保护告警投退	0	0~1	退出；投入
	长启动保护告警时间	0.8s	0~200	
	长启动保护跳闸投退	0	0~1	退出；投入
	长启动保护跳闸时间	1.2s	0~200	
电流不平衡告警	电流不平衡告警投退	0	0~1	退出；投入
	电流不平衡告警定值	15%	0~200	
	电流不平衡告警延时	5s	0~999	
电流不平衡跳闸	电流不平衡跳闸投退	0	0~1	退出；投入

	电流不平衡跳闸定值	30%	0~200	
	电流不平衡延时	1s	0~999	
电压不平告警	电压不平衡告警投退	0	0~1	退出；投入
	电压不平衡告警定值	15%	0~200	
	电压不平衡告警延时	5s	0~999	
电压不平衡跳闸	电压不平衡跳闸投退	0	0~1	退出；投入
	电压不平衡跳闸定值	30%	0~200	
	电压不平衡延时	1s	0~999	
相序保护告警	相序保护告警投退	0	0~1	退出；投入
	相序保护告警延时	0.1s	0~200	
	相序保护告警负压比例	50%	0~200	
	相序保护告警正压比例	30%	0~200	
	相序保护告警电压上限	120V	0~200	
	相序保护告警电压下限	70V	0~200	
相序保护跳闸	相序保护跳闸投退	0	0~1	退出；投入
	相序保护跳闸延时	0.1s	0~200	
	相序保护跳闸负压比例	50%	0~200	
	相序保护跳闸正压比例	30%	0~200	
	相序保护跳闸电压上限	120V	0~200	
	相序保护跳闸电压下限	70V	0~200	
断相保护	断相保护投退	0	0~1	退出；投入
	断相保护延时	0.5s	0~200	
	断相保护最大电压	50V	0~200	
	断相保护最小电压	30V	0~200	
	断相保护电压差值	120V	0~200	
过电压保护告警	过电压保护告警投退	0	0~1	退出；投入
	过电压保护告警定值	40V	0.04~200	
	过电压保护告警延时	5s	0~999	
过电压保护跳闸	过电压保护跳闸投退	0	0~1	退出；投入
	过电压保护跳闸定值	40V	0.04~200	
	过电压保护跳闸延时	0.5s	0~999	
零序过压保护告警	零序过压保护告警投退	0	0~1	退出；投入
	零序过压保护告警定值	40V	0.04~200	
	零序过压保护告警延时	5s	0~100000	

零序过压保护跳闸	零序过压保护跳闸投退	0	0~1	退出；投入
	零序过压保护跳闸定值	40V	0.04~200	
	零序过压保护跳闸延时	0.5s	0~999	
正序过压保护告警	正序过压保护告警投退	0	0~1	退出；投入
	正序过压保护告警定值	40V	0.04~200	
	正序过压保护告警延时	5s	0~999	
正序过压保护跳闸	正序过压保护跳闸投退	0	0~1	退出；投入
	正序过压保护跳闸定值	40V	0.04~200	
	正序过压保护跳闸延时	0.5s	0~999	
负序过压保护告警	负序过压保护告警投退	0	0~1	退出；投入
	负序过压保护告警定值	40V	0.04~200	
	负序过压保护告警延时	5s	0~999	
负序过压保护跳闸	负序过压保护跳闸投退	0	0~1	退出；投入
	负序过压保护跳闸定值	40V	0.04~200	
	负序过压保护跳闸延时	0.5s	0~999	
低电压保护告警	低电压保护告警投退	0	0~1	退出；投入
	低电压保护告警定值	40V	0.04~200	
	低电压保护告警延时	5s	0~999	
低电压保护跳闸	低电压保护跳闸投退	0	0~1	退出；投入
	低电压保护跳闸定值	40V	0.04~200	
	低电压保护跳闸延时	0.5s	0~999	
非电量 1 跳闸	非电量 1 跳闸投退	0	0~1	退出；投入
	非电量 1 跳闸延时	0.1s	0~999	
非电量 1 告警	非电量 1 告警投退	0	0~1	退出；投入
	非电量 1 告警延时	5s	0~999	
非电量 2 跳闸	非电量 2 跳闸投退	0	0~1	退出；投入
	非电量 2 跳闸延时	0.1s	0~999	
非电量 2 告警	非电量 2 告警投退	0	0~1	退出；投入
	非电量 2 告警延时	5s	0~999	
FC 闭锁	FC 闭锁后备投退	0	0~1	退出；投入
	FC 闭锁后备定值	70A	0~100	
	FC 闭锁后备延时	0s	0~999	
PT 断线	无流闭锁低电压投退	0	0~1	退出；投入
	PT 断线闭锁低电压投退	0	0~1	退出；投入

	PT 断线告警投退	0	0~1	退出；投入
	PT 断线负序电压判据	30V	0~200	
	PT 断线告警延时	0.5s	0~999	
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	0.3s	0~999	
	事故总信号延时	0.3s	0~999	
	断路器位置采集	0	0~1	辅助触点；分合位监视
	断路器动作时间	0.3s	0~999	

6.4 接线方式

AM5SE-MD 电气接线图如图 6.31 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 为首端电流（Ia，Ib，Ic），X1.7-X1.12 为尾端电流（Ia，Ib，Ic），IA、IC 为测量相电流，I0 为零序电流。UA、UB、UC 为三路电压接入，U0 为外接零序电压接入。交流输入回路典型的 2PT、2CT 接线方式如图 6.32 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 端子为开关量输出和控制回路端子。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 6.31。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。

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。

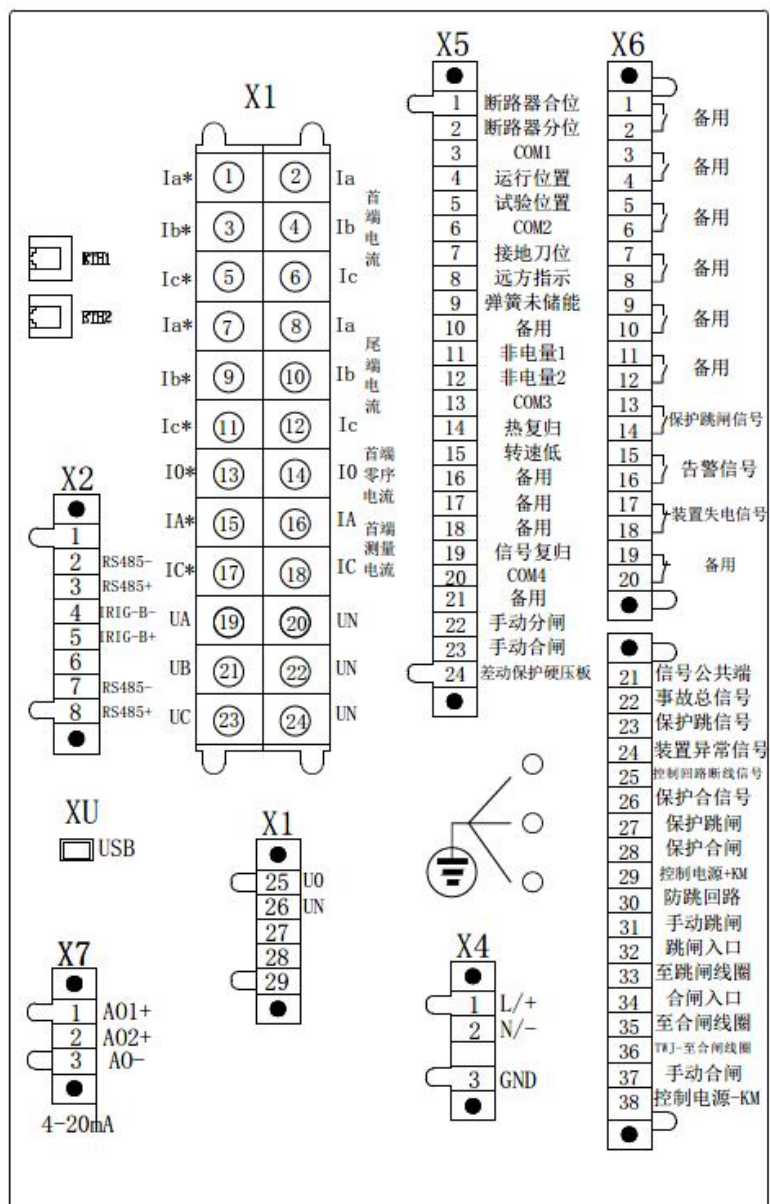


图 6.31 AM5SE-MD 电气接线图

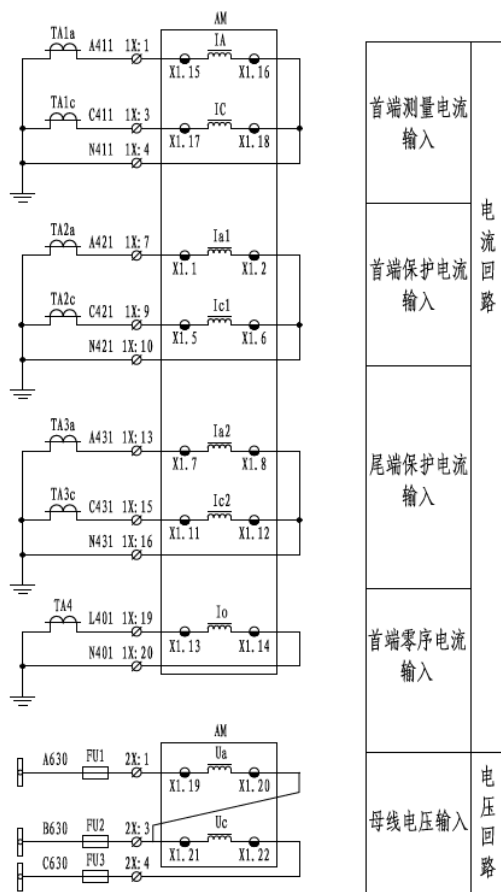


图 6.32 2PT 2CT 接线方法

6.5 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。

6.5.1 差动保护

在装置的定值菜单设置“电动机额定二次电流 I_e ”为 1A、“电动机额定启动时间 T_e ”为 5s、“首端 CT 额定一次值”为 100A、“首端 CT 额定二次值”为 5A、“尾端 CT 一次值”为 100A、“尾端 CT 额定二次值”为 5A、“差动速断投退”为投入、“比例差动投退”为投入、“CT 断线闭锁比率差动”为退出、“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) 比例差动保护边界搜索

在装置的定值菜单设置“比例差动定值”为 1.5，即比例差动启动电流为 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；在继保测试仪上选择“比例制动边界搜索”设置“谐波制动系数”为 0.15、“拐点 1”为“0.8A，斜率 0.5”、“拐点 2”为“3A，斜率 0.7”、“接线方式”为“Y,Y”、“平衡系数”为 1，制动电流计算公式为“ $(|I_h|+|I_l|)/k$, $k=2$ ”，“差动电流门槛值”为 1.5A、“差动电流速断值”为 3.5A。

给装置的首尾端电流输入端子 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连到继保测试仪的开关端子；设置制动电流的变化范围为 0.5-8A、步长为 0.1A，根据设置好的参数进行自动边界搜索，比例差动曲线应与原曲线吻合。

2) 比例差动保护动作值、动作时间测试

比例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，比例差动应动作；设置“差动电流”1.455A，“制动电流”0.809A，谐波制动系数 0.15。单点测试，比例差动应可靠不动作。

比例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”1.5A，“制动电流”0.75A，谐波制动系数 0.15。单点测试，比例差动动作时间应不大于 35ms。

3) CT 断线闭锁比例差动保护

设置“CT 断线闭锁比率差动”为投入；设置“比例差动定值”为 0.8，即比例差动启动电流为 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；在继保测试仪上选择手动测试，首端尾端都施加 1A 电流，首尾端相角各相相差 180°（首端分别为 1A $\angle$ -30°、1A $\angle$ -150°、1A $\angle$ 90°，尾端分别为 1A $\angle$ 150°、1A $\angle$ 30°、1A $\angle$ 270°）。输出设置好的电流信号，装置不动作；再等待至少 6s 后，将首端电流的 I_a 改为 0A，装置产生“首端 CT 断线”告警事件，比例差动不动作。再将尾端 I_a' 从 1A 开始以步长 0.1A 增加，直到增加到 I_{dA} 为 3.5A 时，装置“差动速断保护”动作，期间比例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，首端尾端都施加 1A 电流，首尾端相角各相相差 180°（首端分别为 1A $\angle$ -30°、1A $\angle$ -150°、1A $\angle$ 90°，尾端分别为 1A $\angle$ 150°、1A $\angle$ 30°、1A $\angle$ 270°）。输出设置好的电流信号，装置不动作；再等待至少 6s 后，当将首端电流的 I_a 改为 0A，装置产生“首端 CT 断线”告警事件且产生“比率差动保护”动作。再将首端 I_a 从 1A 开始以步长 0.1A 增加，当 I_a 增加到 2.2A 时（此时差动电流 1.2A），装置“比例差动保护”动作；当 I_a 增加到 4.5A 时（此时 I_{dA} 为 3.5A 时），装置“差动速断保护”动作。

4) 谐波制动比例差动保护测试

谐波制动比例差动边界搜索：

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”，并设置起点为“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%。设置制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，谐波制动比例差动边界应和原图吻合。

谐波制动比例差动定点测试：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，比例差动不动作；

当谐波制动系数为 0.145 时，比例差动可靠动作。

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”1.867 A，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”3.5A，“制动电流”1.75A，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) 差动速断保护、比率差动保护外加电流测试

在装置的定值菜单设置“电动机额定二次电流 I_e ”为 1A、“电动机额定启动时间 T_e ”为 5s、“首端 CT 额定一次值”为 5A、“首端 CT 额定二次值”为 5A、“尾端 CT 一次值”为 5A、“尾端 CT 额定二次值”为 5A、“差动速断投退”为投入、“差动速断定值为” $1 \cdot I_e$ 、“比例差动投退”为投入、“比率差动定值”为 $0.5 \cdot I_e$ 、“CT 断线闭锁比率差动”为投入、“差流 2 次谐波制动系数”为 0.15、“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。给首端施加三相电流 3A，此时差动速断动作、比率差动动作。

7) 差动保护功能简易测试方法

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
电动机额定二次电流 I_e	1A
首端 CT 一次值	500A
首端 CT 二次值	5A
尾端 CT 一次值	500A
尾端 CT 二次值	5A
差动速断投退	投入
差动速断定值	$3.5 \cdot I_e$
比率差动投退	投入
比率差动定值	$1.5 \cdot I_e$
差流 2 次谐波制动系数	0.15
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
	2 次谐波	0A	0°	2 次谐波	0.5820A	0°	动作
X1.1-X1.2	基波	0A	0°	基波	4A	0°	差动速断
	2 次谐波	0A	0°	2 次谐波	0.618A	0°	动作

6.5.2 过流一段保护

启动时过流一段

1) 设置过流一段投退为“投入”，退出其他保护投退，设置启动时过流一段定值为 3A，启动时过流一段延时为 0s。

2) 当电动机处于启动中状态时，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，装置可靠不动作；将电流加大至大于 1.03 倍定值，装置保护动作。

运行时过流一段

1) 设置过流一段投退为“投入”，退出其他保护投退，设置运行时过流一段定值为 2A，运行时过流一段延时为 0s。

2) 当电动机处于运行状态时，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，装置不动作；将电流加大至大于 1.03 倍定值，装置保护动作。

6.5.3 过流二段保护

1) 设置过流二段投退为“投入”，退出其他保护投退，设置过流二段定值为 2A，过流二段延时为 5s。

2) 当电动机处于运行状态时，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；将电路增大至大于 1.03 倍定值，装置经延时保护动作。

6.5.4 反时限过流保护

1) 设置反时限过流保护投退为“投入”，退出其他保护投退。将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 6.2 设置。

2) 当电动机处于运行状态时，施加不同过流信号装置保护动作情况如表 6.2。

表 6.2 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	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

非常	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
极端	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

6.5.5 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。

6.5.6 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 6.3 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

6.5.7 两段式零序过流保护

零序过流一段

1) 设置零序过流一段投退为“投入”，退出其他保护投退，设定零序一段定值为 5A，零序一段延时为 0s。

2) 首先在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 均施加 2A 电流，然后在交流输入端子 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。

零序过流二段

1) 设零序过流二段投退为“投入”，退出其他保护投退，设定零序二段定值为 4A，零序二段延时为 4s。

2) 首先在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 均施加 2A 电流，然后在交流输入端子 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。

6.5.8 零序反时限过流保护

1) 设置零序反时限过流投退为“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 6.2 设置。

2) 首先在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 均施加 2A 电流，然后在交流输入端子 X1.13-X1.14 施加不同过流信号，装置的保护动作情况如表 6.2。

6.5.9 两段式正序过流保护

正序过流一段

1) 设置正序过流一段投退为“投入”，设定正序过流一段定值为 2A，正序过流一段延时为 1s。

2) 当电动机处于已运行状态时，在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 施加 1.5A/2A/2A 电流信号。当电流信号由 1.5A/2A/2A 变为 1A/2A/2A 时，装置可靠不动作；模拟故障，当电流变为 3A/2A/2A 时，装置经延时保护动作。

正序过流二段

1) 设置正序过流二段投退为“投入”，设定正序过流二段定值为 2.5A，正序过流二段延时为 3s。

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

6.5.10 正序反时限过流保护

1) 设置正序过流反时限投退为“投入”，设定正序反时限启动电流为 2A。

2) 当电动机处于已运行状态时, 在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 施加 2A/2A/2A 电流信号, 反时限曲线类型、反时限时间系数按表 6.4 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 6.4。

表 6.4 正序反时限动作时间

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	3A/2A/2A	动作	$\pm 5\%$ 或 $\pm 40\text{ms}$	22.58s
		4A/2A/2A	动作	$\pm 5\%$ 或 $\pm 40\text{ms}$	12.07s
		5A/2A/2A	动作	$\pm 5\%$ 或 $\pm 40\text{ms}$	8.75s
非常	0.1	3A/2A/2A	动作	$\pm 5\%$ 或 $\pm 40\text{ms}$	7.92s
		4A/2A/2A	动作	$\pm 5\%$ 或 $\pm 40\text{ms}$	4.01s
		5A/2A/2A	动作	$\pm 5\%$ 或 $\pm 40\text{ms}$	2.70s
极端	0.5	3A/2A/2A	动作	$\pm 5\%$ 或 $\pm 40\text{ms}$	108.43s
		4A/2A/2A	动作	$\pm 5\%$ 或 $\pm 40\text{ms}$	50.79s
		5A/2A/2A	动作	$\pm 5\%$ 或 $\pm 40\text{ms}$	32.00s

6.5.11 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, 设定过负荷告警定值为 2A, 过负荷告警延时为 2s。

2) 当电动机处于已运行状态时, 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, 设定过负荷跳闸定值为 3A, 过负荷告警延时为 5s。

2) 当电动机处于已运行状态时, 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, 经延时装置保护跳闸。

6.5.12 堵转保护

1) 设置堵转保护投退为“投入”, 退出其他保护投退, 设定堵转保护电流定值 2A, 堵转保护延时 5s。

2) 当电动机处于已运行状态时, 给转速低对应的开入量施加信号 (AC/DC220V 或 DC110V), 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; 当电流增大至大于 1.03 倍定值, 经延时装置保护跳闸。

6.5.13 过热保护

过热保护告警

1) 设置过热保护告警投退为“投入”，退出其他投退，设置告警百分比值为 70%，过热时间常数为 60s。

2) 当电动机处于已运行状态时，在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 施加三相电流信号 5A/5A/5A，当电流由 5A/5A/5A 变为 5A/5A/1A 时，装置发出过热保护告警。

过热保护跳闸

1) 设置过热保护跳闸投退为“投入”，退出其他投退，设置跳闸百分比值为 100%，过热时间常数为 60s。

2) 当电动机处于已运行状态时，在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 施加三相电流信号 5A/5A/5A，当电流由 5A/5A/5A 变为 5A/5A/1A 时，装置保护跳闸。

6.5.14 长启动保护

长启动保护告警

1) 设置长启动保护告警投退为“投入”，退出其他保护投退，设定长启动保护定值为 5A，额定启动时间为 5s。

2) 给装置施加大于 1.03 倍定值的电流信号直到电动机进入已运行状态，装置保护告警；装置复归后，再次施加大于 1.03 倍定值的电流信号，在电动机额定启动时间结束前将电流降至小于 0.97 倍定值，电动机进入已运行状态，装置可靠不动作。

长启动保护跳闸

1) 设置长启动保护跳闸投退为“投入”，退出其他保护投退，设定长启动保护跳闸定值为 5A，额定启动时间为 5s。

2) 给装置施加大于 1.03 倍定值的电流信号直到电动机进入已运行状态，装置保护跳闸；装置复归后，再次施加大于 1.03 倍定值的电流信号，在电动机额定启动时间结束前将电流降至小于 0.97 倍定值，电动机进入已运行状态，装置可靠不动作。

6.5.15 电流不平衡保护

电流不平衡保护告警

1) 设置电流不平衡保护告警投退为“投入”，退出其他保护投退，设置电流不平衡告警定值为 15%，电流不平衡保护告警延时为 5s。

2) 当电动机处于已运行状态时，在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 施加三相电流信号 3A/3A/3A，当电流由 3A/3A/3A 变为 3A/3A/1A 时，装置发出电流不平衡保护告警。

电流不平衡保护跳闸

1) 设置电流不平衡保护跳闸投退为“投入”，退出其他保护投退，设置电流不平衡跳闸定值为 30%，电流不平衡保护告跳闸延时为 1s。

2) 当电动机处于已运行状态时，在交流输入端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 施加三相电流信号 3A/3A/3A，当电流由 3A/3A/3A 变为 3A/3A/1A 时，装置保护跳闸。

6.5.16 低电压保护

低电压保护告警

1) 设置低电压保护告警投退为“投入”，退出其他保护投退，设定低电压保护告警定值为 40V，低电压保护告警延时 5s。

2) 给合位对应的开入量施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），在端子 X1.19-X1.20、X1.21-X1.22、X1.23-X1.24 上施加 57.74V 电压，当三相电压信号由 57.74V 降至小于 0.97 倍定值时，经延时，装置发出低电压保护告警。

3) 若投入“无流闭锁低压保护”控制字，则还须在端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 上施加三相电流信号 $I_A=I_B=I_C=1A$ 。

低电压保护跳闸

1) 设置低电压保护跳闸投退为“投入”，退出其他保护投退，设定低电压保护跳闸定值为 40V，低电压保护跳闸延时 0.5s。

2) 给合位对应的开入量施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），在端子 X1.19-X1.20、X1.21-X1.22、X1.23-X1.24 上施加 57.74V 电压，当三相电压信号由 57.74V 降至小于 0.97 倍定值时，经延时，装置保护跳闸。

3) 若投入“无流闭锁低压保护”控制字，则还须在端子 X1.1-X1.2、X1.3-X1.4、X1.5-X1.6 上施加三相电流信号 $I_A=I_B=I_C=1A$ 。

6.5.17 过电压保护

过电压保护告警

1) 设置过电压保护告警投退为“投入”，退出其他保护投退，设置过电压保护告警定值为 120V，过电压保护告警延时 5s。

2) 在端子 X1.19-X1.20、X1.21-X1.22、X1.23-X1.24 上施加 57.74V 电压，改变电压使得三相线电压升至大于 1.03 倍定值时，经延时装置发出过电压保护告警。

过电压保护跳闸

1) 设置过电压保护跳闸投退为“投入”，退出其他保护投退，设置过电压保护跳闸定值为 120V，过电压保护跳闸延时 0.5s。

2) 在端子 X1.19-X1.20、X1.21-X1.22、X1.23-X1.24 上施加 57.74V 电压，改变电压使得三相线电压升至大于 1.03 倍定值时，经延时装置保护跳闸。

6.5.18 零序过压保护

零序过压保护告警

1) 设置零序过压保护告警投退为“投入”，退出其他保护投退，设定零序过压保护告警定值为 40V，延时设为 5s。

2) 在端子 X1.25-X1.26 上施加小于 0.97 倍定值的电压信号，将 U_0 变为大于 1.03 倍定值，经延时装置发出零序过压保护告警。

零序过压保护跳闸

1) 设置零序过压保护跳闸投退为“投入”，退出其他保护投退，设定零序过压保护跳闸定值为 40V，延时设为 0.5s。

2) 在端子 X1.25-X1.26 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，经延时装置保护跳闸。

6.5.19 正序过压保护

正序过压保护告警

1) 设置正序过压保护告警投退为“投入”，退出其他保护投退，设置正序过压保护告警定值为 110V，正序保护告警延时 5s。

2) 在端子 X1.19-X1.20、X1.21-X1.22、X1.23-X1.24 上施加 57.74V 电压，当电压由 57.74V/57.74V/57.74V 变为 77.74V/57.74V/57.74V 时，经延时装置发出正序过压保护告警。

正序过压保护跳闸

1) 设置正序过压保护跳闸投退为“投入”，退出其他保护投退，设置正序过压保护跳闸定值为 110V，正序过压保护跳闸延时 0.5s。

2) 在端子 X1.19-X1.20、X1.21-X1.22、X1.23-X1.24 上施加 57.74V 电压，当电压由 57.74V/57.74V/57.74V 变为 77.74V/57.74V/57.74V 时，经延时装置保护跳闸。

6.5.20 负序过压保护

负序过压保护告警

1) 设置负序过压保护告警投退为“投入”，退出其他保护投退，设置负序过压保护告警定值为 40V，负序保护告警延时 5s。

2) 在端子 X1.19-X1.20、X1.21-X1.22、X1.23-X1.24 上施加 57.74V 电压，当电压由 57.74V/57.74V/57.74V 变为 7.74V/7.74V/87.74V 时，经延时装置发出负序过压保护告警。

负序过压保护跳闸

1) 设置负序过压保护跳闸投退为“投入”，退出其他保护投退，设置负序过压保护跳闸定值为 40V，负序过压保护跳闸延时 0.5s。

2) 在端子 X1.19-X1.20、X1.21-X1.22、X1.23-X1.24 上施加 57.74V 电压，当电压由 57.74V/57.74V/57.74V 变为 7.74V/7.74V/87.74V 时，经延时装置保护跳闸。

6.5.21 电压不平衡保护

电压不平衡告警

1) 设置电压不平衡告警投退为“投入”，退出其他保护投退，设置电压不平衡告警定值为 15%，电压不平衡告警延时 5s。

2) 在端子 X1.19-X1.20、X1.21-X1.22、X1.23-X1.24 上施加 57.74V 电压，当电压变为 $U_A=10.74V$, $U_B=57.74V$, $U_C=57.74V$ ，经延时装置发出电压不平衡告警。

电压不平衡跳闸

1) 设置电压不平衡跳闸投退为“投入”，退出其他保护投退，设置电压不平衡跳闸定值为 30%，电压不平衡跳闸延时 1s。

2) 在端子 X1.19-X1.20、X1.21-X1.22、X1.23-X1.24 上施加 57.74V 电压，当电压变为 $U_A=10.74V$, $U_B=57.74V$, $U_C=57.74V$ ，经延时装置保护跳闸。

表 6.5 电压不平衡保护测试

接线方式	施加信号(3PT 接线)	装置跳闸出口	装置信号出口
3PT 接线	$U_A=57.74\angle 0^\circ$, $U_B=57.74\angle -120^\circ$, $U_C=57.74\angle 120^\circ$	无	无
	$U_A=10.74\angle 0^\circ$, $U_B=57.74\angle -120^\circ$, $U_C=57.74\angle 120^\circ$	DO-KT (X6.27-X6.29)	事故总信号出口 X6.21-X6.22 闭合，保护跳闸信号 X6.21-X6.23 闭合，保护动作信号 D07 保持。
	$U_A=57.74\angle 0^\circ$, $U_B=10.74\angle -120^\circ$, $U_C=57.74\angle 120^\circ$		
	$U_A=57.74\angle 0^\circ$, $U_B=57.74\angle -120^\circ$, $U_C=10.74\angle 120^\circ$		
2PT 接线	$U_A=57.74\angle 0^\circ$, $U_B=57.74\angle -120^\circ$, $U_C=57.74\angle 120^\circ$	无	无
	$U_A=10.74\angle 0^\circ$, $U_B=57.74\angle -120^\circ$, $U_C=57.74\angle 120^\circ$	DO-KT (X6.27-X6.29)	事故总信号出口 X6.21-X6.22 闭合，保护跳闸信号 X6.21-X6.23 闭合，保护动作信号 D07 保持。
	$U_A=57.74\angle 0^\circ$, $U_B=10.74\angle -120^\circ$, $U_C=57.74\angle 120^\circ$		
	$U_A=57.74\angle 0^\circ$, $U_B=57.74\angle -120^\circ$, $U_C=10.74\angle 120^\circ$		

6.5.22 相序保护

相序保护告警

1) 设置相序保护告警投退为“投入”，退出其他保护投退，设置相序保护告警负压比例为 50%，相序保护告警正压比例为 30%，相序保护告警电压上限为 120V，相序保护告警电压下限为 70V，相序保护告警延时 5s。

2) 当电动机处于启动中/已运行状态时，给合位对应的开入量施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），在端子 X1.19-X1.20、X1.21-X1.22、X1.23-X1.24 上施加 57.74V 电压，按 ACB 顺序接线，经延时装置发出相序保护告警。

相序保护跳闸

1) 设置相序保护跳闸投退为“投入”，退出其他保护投退，设置相序保护跳闸负压比例为 50%，相序保护跳闸正压比例为 30%，相序保护跳闸电压上限为 120V，相序保护跳闸电压下限为 70V，相序保护跳闸延时 1s。

2) 当电动机处于启动中/已运行状态时，给合位对应的开入量施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），在端子 X1.19-X1.20、X1.21-X1.22、X1.23-X1.24 上施加 57.74V 电压，按 ACB 顺序接线，经延时装置保护跳闸。

表 6.6 相序保护测试

接线方式	施加信号	装置跳闸出口	装置信号出口
	UA=57.74∠0° UB=57.74∠-120° UC=57.74∠120°	--	--
3PT 接线	ABC 顺序接线	无	无
	ACB 顺序接线	DO-KT (X6.27-X6.29)	事故总信号出口 X6.21-X6.22 闭合，保护跳闸信号 X6.21-X6.23 闭合，保护动作信号 D07 保持。
	BAC 顺序接线		
	CBA 顺序接线		
	BCA 顺序接线	无	无
	CAB 顺序接线	无	无
2PT 接线	ABC 顺序接线	无	无
	ACB 顺序接线	DO-KT (X6.27-X6.29)	事故总信号出口 X6.21-X6.22 闭合，保护跳闸信号 X6.21-X6.23 闭合，保护动作信号 D07 保持。
	BAC 顺序接线		
	CBA 顺序接线		
	BCA 顺序接线	无	无
	CAB 顺序接线	无	无

6.5.23 电压断相保护

1) 设置电压断相保护投退为“投入”，退出其他保护投退，设置断相保护最大电压为 50V，断相保护最小电压为 30V，断相保护电压差值为 18V，电压断相保护延时 5s。

2) 在端子 X1.19-X1.20、X1.21-X1.22、X1.23-X1.24 上按表 6.7 施加电压，装置经过经过延时可保护动作。

表 6.7 电压断相测试

接线方式	施加信号	装置跳闸出口	装置信号出口
3PT 接线	UA=57.74 UB=57.74 UC=57.74	无	无
	UA=57.74 UB=57.74 UC=10	DO-KT (X6.27-X6.29)	事故总信号出口 X6.21-X6.22 闭合，保护跳闸信号 X6.21-X6.23 闭合，保护动作信号 D07 保持。
	UA=57.74 UB=10 UC=10		

2PT 接线	UA=57.74 UB=57.74 UC=57.74	无	无
	UA=57.74 UB=57.74 UC=10	DO-KT (X6.27-X6.29)	事故总信号出口 X6.21-X6.22 闭合，保护跳闸信号 X6.21-X6.23 闭合，保护动作信号 D07 保持。
	UA=57.74 UB=10 UC=10		

6.5.24 非电量保护

非电量 1 告警

- 1) 设置非电量 1 告警投退为“投入”，退出其他保护投退，设非电量 1 告警延时为 4s。
- 2) 给非电量 1 对应的开入量施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），经延时装置发出非电量 1 告警。

非电量 1 跳闸

- 1) 设置非电量 1 跳闸投退为“投入”，退出其他保护投退，设非电量 1 跳闸延时为 1s。
- 2) 给非电量 1 对应的开入量施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），经延时装置保护跳闸。

非电量 2 的调试方法同非电量 1 类似，两路开入量可根据实际需要任意配置。

6.5.25 FC 回路配合的过流闭锁功能

- 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) 当电动机处于运行状态时，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) 当电动机处于运行状态时，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。

6.5.26 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 X1.19-X1.20、X1.21-X1.22、X1.23-X1.24 上施加三相电压信号 UA=UB=UC=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 IA=IB=IC=1A。改变三相电压，使得负序电压 3U₂ 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。

6.5.27 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信号同时有电压时，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。

6.6 二次原理图

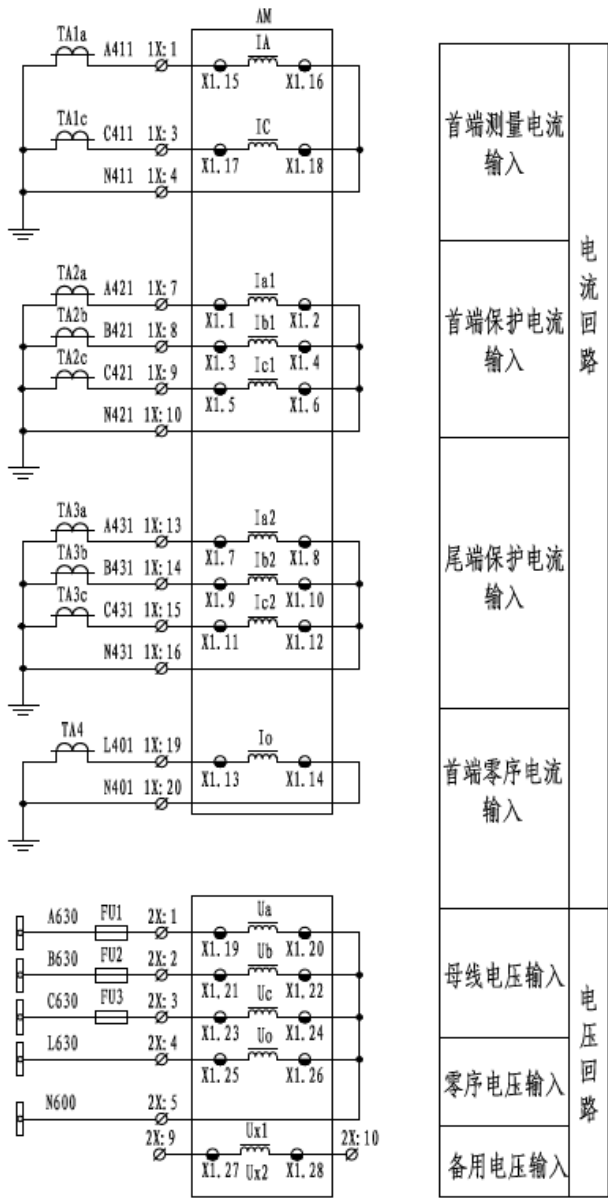
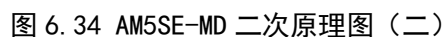


图 6.33 AM5SE-MD 二次原理图（一）



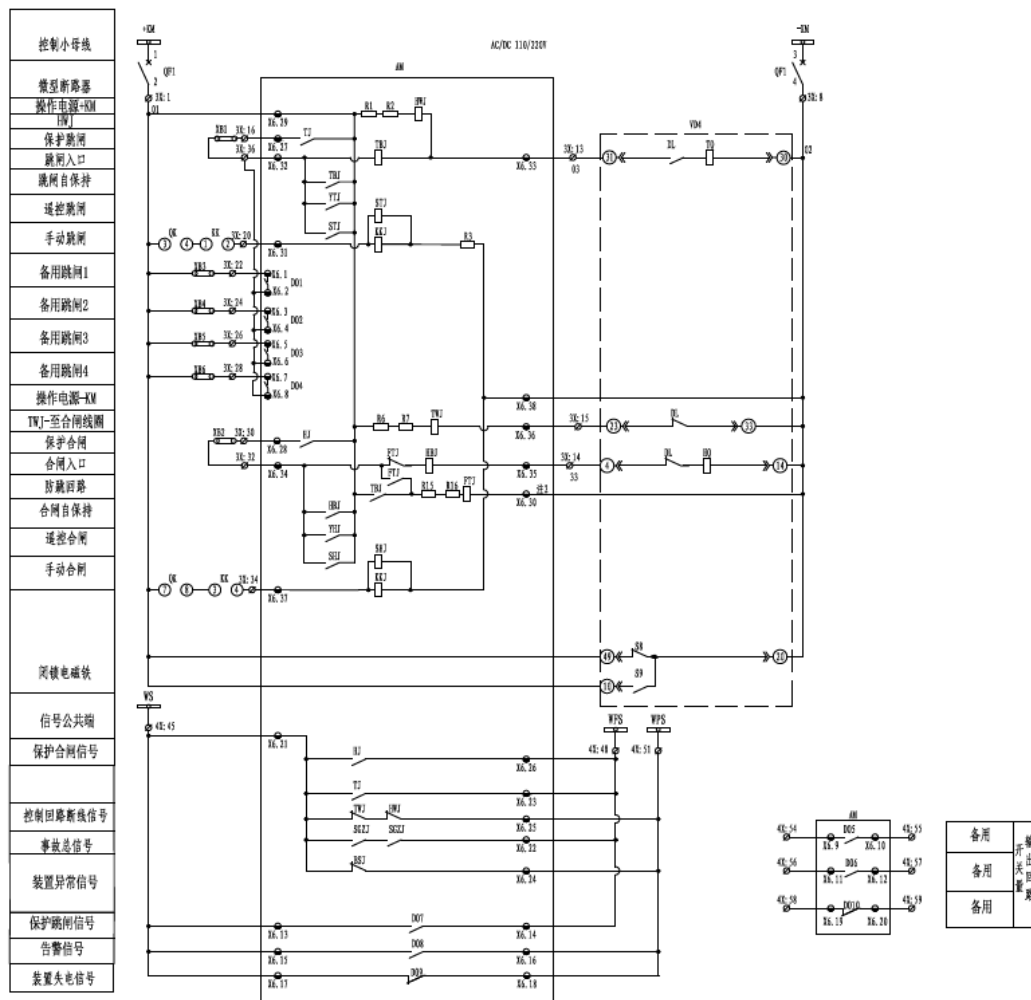


图 6.35 AM5SE-MD 二次原理图（三）

7 AM5SE-D2 两圈变差动保护装置

7.1 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

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
- 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

7.2 保护原理

7.2.1 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。

7.2.1.1 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/△-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：

$$I_{eh} = \frac{S}{\sqrt{3} * U_h * n_h};$$

高压侧额定二次电流：

$$\text{低压侧额定二次电流: } I_{e1} = \frac{S}{\sqrt{3} * U_1 * n_1};$$

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；

低压侧平衡系数：K_l=I_{eh}/I_{el}。

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△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-△变化计算纵差差流。

$$\text{对于 Y 侧: } \dot{I}_{da} = \frac{(\dot{I}_a - \dot{I}_b) * k_i}{\sqrt{3}}; \quad \dot{I}_{db} = \frac{(\dot{I}_b - \dot{I}_c) * k_i}{\sqrt{3}}; \quad \dot{I}_{dc} = \frac{(\dot{I}_c - \dot{I}_a) * k_i}{\sqrt{3}};$$

$$\text{对于 } \Delta \text{ 侧: } \dot{I}_{da} = \dot{I}_a * k_i; \quad \dot{I}_{db} = \dot{I}_b * k_i; \quad \dot{I}_{dc} = \dot{I}_c * k_i。$$

7.2.1.2 差动越限告警

当任一相差动电流大于差动越限告警定值时，装置瞬时发出差动电流越限告警。

差动越限判据为：

$$\max(I_{dA}, I_{dB}, I_{dC}) > 0.333 * \text{比例差动定值} * I_e。$$

其中 I_{dA}、I_{dB}、I_{dC} 为三相差动电流值，I_e 为变压器额定电流，比例差动定值为用户设定值。

7.2.1.3 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，差动保护启动启动：

$$\max(I_{dA} \text{ 有效值}, I_{dB} \text{ 有效值}, I_{dC} \text{ 有效值}) > 0.6 * \text{比例差动定值} * I_e$$

差流故障分量采样值 > 0.6 * 比例差动定值 * I_e * 1.36 且差流采样值呈上升趋势；

差流采样值 > 0.6 * 比例差动定值 * I_e * 1.36。

其中 I_{dA}、I_{dB}、I_{dC} 为三相差动电流值，I_e 为变压器额定电流，比例差动定值为用户设定值。

7.2.1.4 比率差动保护

比例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 / △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 7.1 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

当比例差动启动电流 ≤ 1.2 倍 I_e 且谐波制动时，装置采用两折线比率差动特性曲线，比例差动动作方程为：

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

$$I_d = |I_1 + I_2|, I_r = 0.5 (|I_1| + |I_2|), I_{blcd} = K_{blcd} * I_e。$$

其中， I_d 为差动电流， I_1 为高压侧电流， I_2 为低压侧电流， I_{blcd} 为比例差动启动电流， K_{blcd} 为比例差动定值，该值小于 1.2。动作曲线如图 7.2，斜率为 0.7。

此时比率差动的动作曲线为：

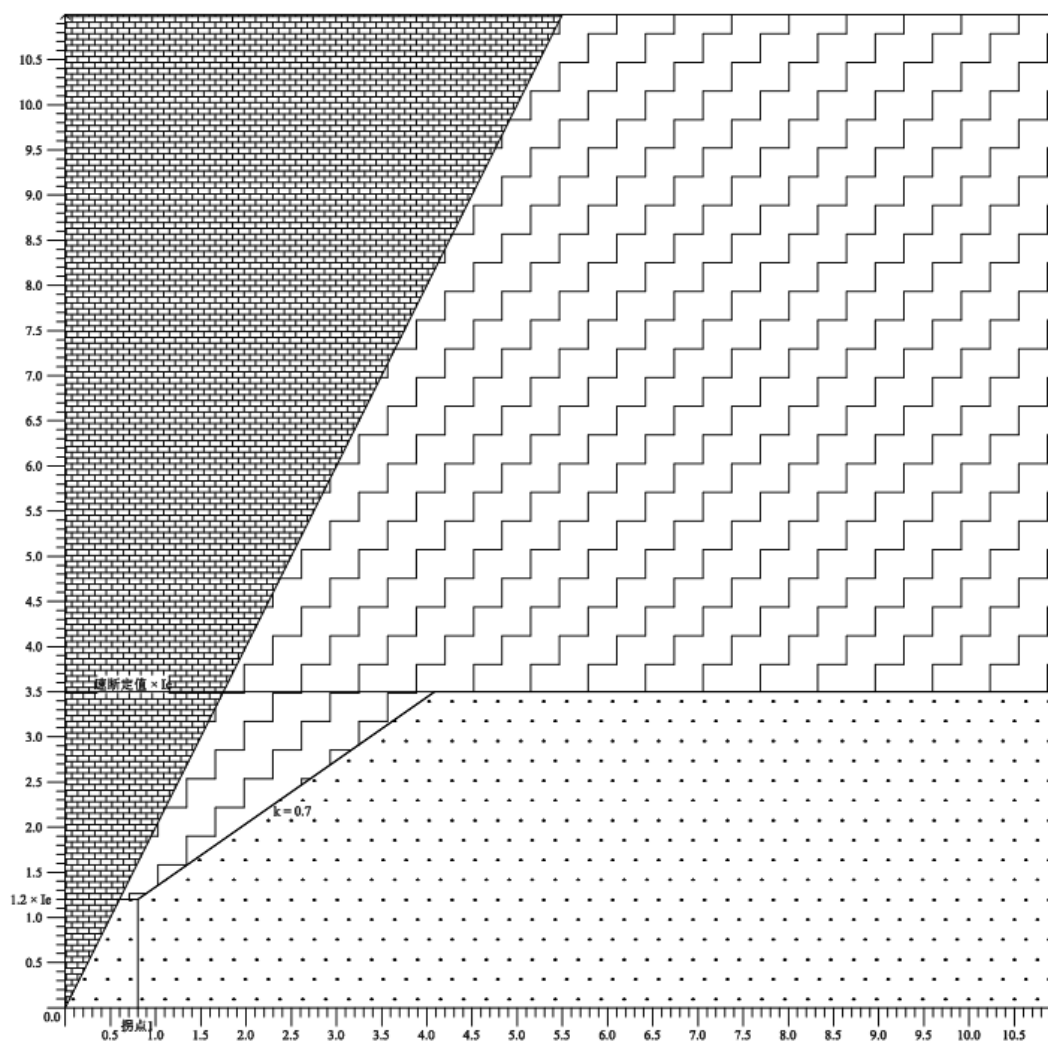


图 7.2 比例制动差动保护曲线一

当比例差动启动电流 > 1.2 倍 I_e 且没有发生谐波制动时，装置采用三折线比率差动特性曲线，比例差动动作方程为：

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

$$I_d = |I_1 + I_2|, I_r = 0.5 (|I_1| + |I_2|), I_{blcd} = K_{blcd} * I_e。$$

其中，比例差动定值 K_{blcd} 大于 1.2。动作曲线如图 7.3，斜率 1 为 0.5，斜率 2 为 0.7。此时比率差动的动作曲线为：

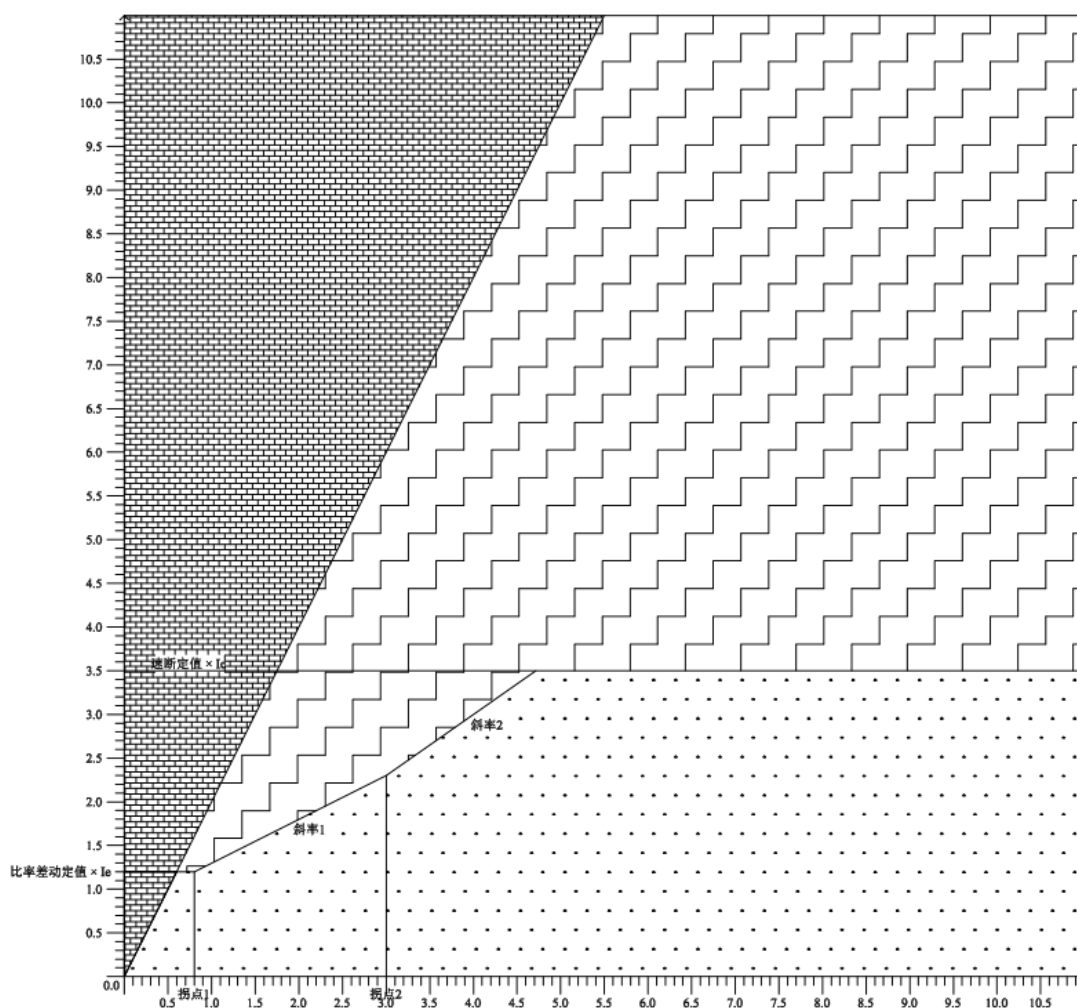


图 7.3 比例制动差动保护曲线二

2) 二次/三次谐波闭锁和 CT 断线闭锁比例差动保护

装置的比例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 时或者差动电流的基波值小于 0.2 倍 I_e 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：

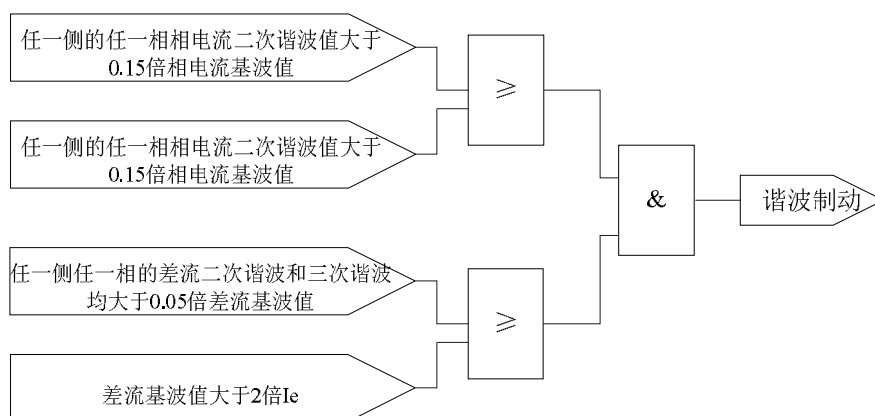


图 7.4 二次/三次谐波制动条件

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 $0.15I_e$ ；
- b) 起动后任一侧电流比起动前增加。

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，当三相电压突降时至少保持 6s 后开启 CT 断线闭锁判据。当差流大于 1.2 倍 I_e 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) $\max(\min(I_{1A}, I_{1B}, I_{1C}) \text{ 对应的差流}, \min(I_{2A}, I_{2B}, I_{2C}) \text{ 对应的差流}) > I_{bj}$ ，

当最大差流为高侧电流差流时， I_{bj} 为 $0.15 \cdot I_e$ ；

当最大差流为底侧电流差流时， I_{bj} 为 $0.15 \cdot I_e \cdot k$ ， k 为 CT_2/CT_1 。

- b) 只有一相电流为零；
- c) 其它二相电流与差动保护启动前电流相等。

7.2.1.5 差动速断保护

装置设有差动速度保护，当差动电流超过差动速断电流定值时，装置跳闸。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例差动谐波闭锁判据，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。

7.2.2 非电量遥信

本装置共有 8 个非电量采集（仅做遥信），可以采集并记录这 8 个非电量状态信息。

7.3 定值表

表 7.1 AM5SE-D2 定值表

AM5SE-D2 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 侧 PT 变比	350	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	0~10000	
	I 侧 CT 二次值	5A	0~100	
	II 侧 CT 一次值	1000A	0~10000	

	II 侧 CT 二次值	5A	0~100	
	电压接线方式	0	0~1	3PT; 2PT
	电流接线方式	0	0~1	3CT; 2CT
	零序电压来源	1	0~1	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	0.05~100	
比例差动	比例差动投退	0	0~1	退出; 投入
	比例差断定值	0.5	0.05~100	
	差流越限延时	10s	0~999	
	差动保护长期启动延时	20s	0~999	
	CT 断线闭锁比例差动	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	
FC 闭锁	FC 闭锁后备投退	0	0~1	退出; 投入
	FC 闭锁后备定值	70A	0~100	
	FC 闭锁后备延时	0s	0~999	
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	0.3s	0~999	
	事故总信号延时	0.3s	0~999	
	断路器位置采集	0	0~1	辅助触点; 分合位监视
	断路器动作时间	0.3s	0~999	

7.4 接线方式

AM5SE-D2 电气接线图如图 7.5 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)。交流输入回路典型的 2CT 接线方式如图 7.6 所示。

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。

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。

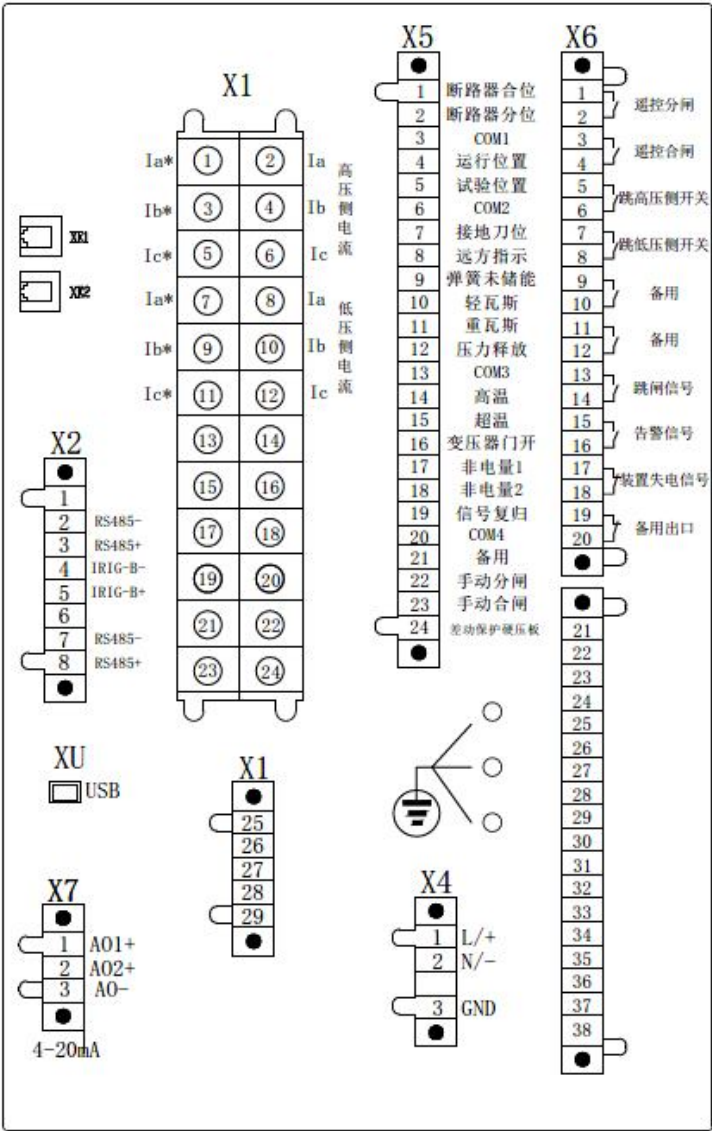


图 7.5 AM5SE-D2 电气接线图

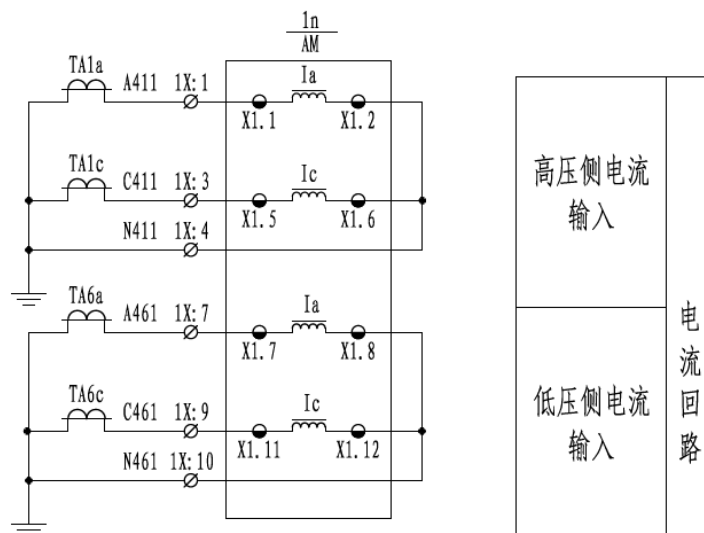


图 7.6 2CT 接线方法

7.5 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。

7.5.1 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、“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。

1) 比例差动保护边界搜索

在装置的定值菜单设置“比例差动定值”为 1.5，即比例差动启动电流为 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”为由额定电压、TA 变比计算、选择“在平衡系数计算中考虑变压器接线系数的影响”；被保护设备参数：高压侧“额定容量”为 7.2744MVA、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 7.2744MVA、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%。给装置的首末端电流输入端子 X1.1-X1.6 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 0.5-8A、步长为 0.1A，根据设置好的参数进行自动边界搜索，比例差动曲线应与原曲线吻合。

2) 比例差动保护动作值、动作时间测试

比例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，比例差动应动作；设置“差动电流”1.455A，“制动电流”0.809A，谐波制动系数 0.15。单点测试，比例差动应可靠不动作。

比例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，比例差动动作时间应不大于 35ms。

3) CT 断线闭锁比例差动保护

设置“CT 断线闭锁比率差动”为投入；设置“比例差动定值”为 0.8，即比例差动启动电流为 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，比例差动不动作。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“比例差动保护”动作，期间比例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 1A 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“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 0.757A）时，装置“比例差动保护”返回，期间比例差动保护一直动作。

4) 谐波制动比例差动保护测试

谐波制动比例差动边界搜索：

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”，并设置起点为“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%。设置制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，谐波制动比例差动边界应和原图接近吻合。

根据步骤 1) 的设置和接线，在 PGDev 中将“内部定值”中“故障分量差动保护控制字”设置为退出；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%。设置制动电流的变化范围为 1.51-3.49A、步长为 0.01A、分辨率为 0.001，根据设置好的参数进行自动边界搜索，谐波制动比例差动边界应和原图吻合。（生产线上这步可不测）

谐波制动比例差动定点测试：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，比例差动不动作；当谐波制动系数为 0.145 时，比例差动可靠动作。

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”1.867 A，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	$3.5 \cdot I_e$

比率差动投退	投入
比率差动定值	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°	
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°	

7.5.2 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、“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。

设置“CT断线告警投退”为投入；设置“比例差动定值”为0.8，即比例差动启动电流为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1A电流，I、II侧相角各相差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。

7.6 二次原理图

AM5SE-D2是和AM5SE-TB配合使用的，故AM5SE-D2二次原理图请参照8.6章节AM5SE-TB二次原理图。

8 AM5SE-TB 主变后备保护测控装置

8.1 功能简介

保护功能

- 三段式过流保护（可经复合电压闭锁、可带方向闭锁）
- 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
- 过负荷保护
- 启动通风保护
- 闭锁有载调压（常闭点）
- 非电量保护
- 两段间隙零序过流保护
- 两段零序过压保护
- 控制回路断线告警
- PT 断线告警
- FC 回路配合的过流闭锁功能
- 自产零序过流保护

监控功能

- 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
- I, U, P, Q, PF, f, Ep, Eq 等电参量测量
- 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

8.2 保护原理

8.2.1 三段式过流保护(可经复合电压闭锁、可带方向闭锁)

本保护可反应外部相间短路引起的过电流，同时作为变压器内部故障的后备保护。设有过流一段、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。是否需经复压闭锁与是否带方向闭锁也可由相应控制字选择。

当任一相电流大于定值，经延时，装置跳闸。

(1) 经复压闭锁

为了提高保护的灵敏度，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：当三个线电压中最小的线电压小于低压定值且大于低压阈值或者负序电压 $3U_2$ 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。

(2) 带方向闭锁

通过投入方向闭锁元件以满足保护的选择性和灵敏性的要求。装置采用 90° 接线方式，按相起动。以电流流出母线为正方向。

$$I_a/U_{bc}, I_b/U_{ca}, I_c/U_{ab} \text{ ——相间电流电压对应关系;}$$

装置相间元件动作区域 $Arg(I/U) = -30^\circ \sim 90^\circ$ 。

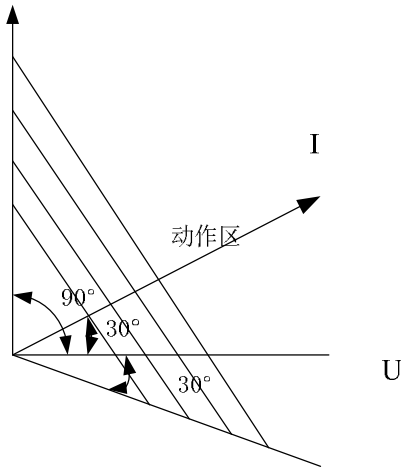
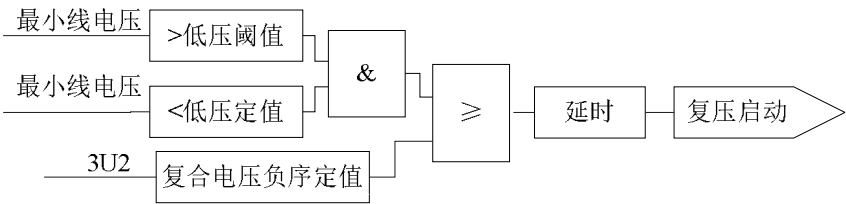


图8.1 相间方向元件动作区示意图

保护逻辑见图 8.2。



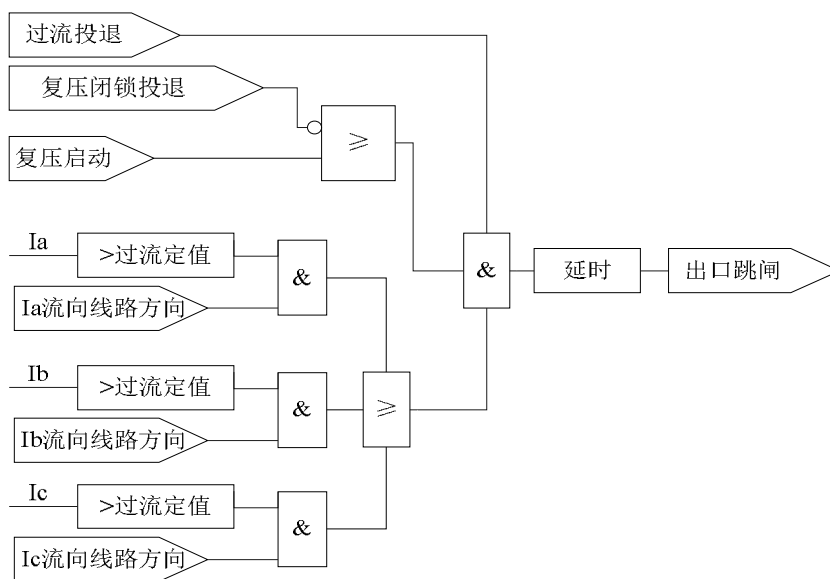


图 8.2 三段式过流保护逻辑

8.2.2 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：

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

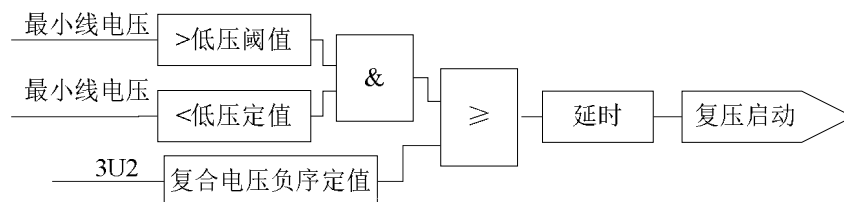
$$\text{非常反时限: } t = \frac{13.5K}{(I/I_{df}) - 1}$$

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

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 8.3。



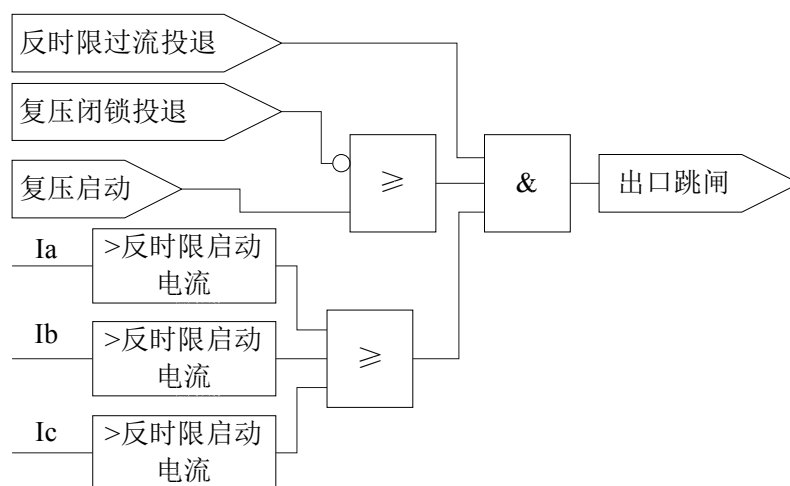


图 8.3 反时限过流保护逻辑

8.2.3 两段式零序过流保护

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故障的后备保护。当零序电流 I_{01} 大于零序电流定值时，经延时后，装置保护动作。两段保护由独立控制字实现功能投退，可独立设定时限。

保护逻辑见图 8.4。

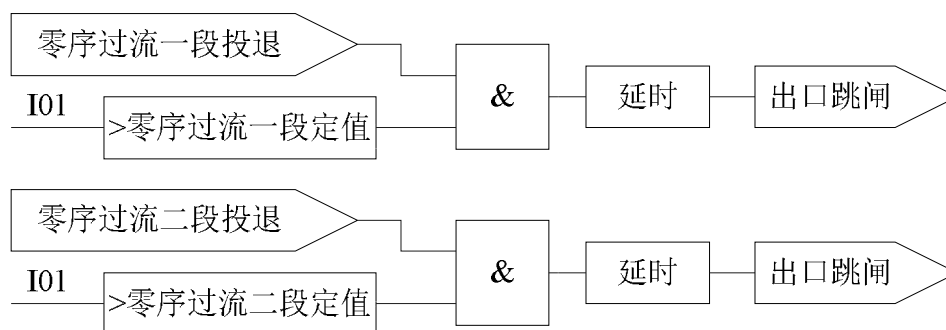


图 8.4 两段式零序过流保护逻辑

8.2.4 零序反时限过流保护

装置提供同 8.2.2 所述三条零序反时限特性曲线，当零序电流 I_{01} 大于零序反时限启动电流时，装置保护动作。保护逻辑见图 8.5。

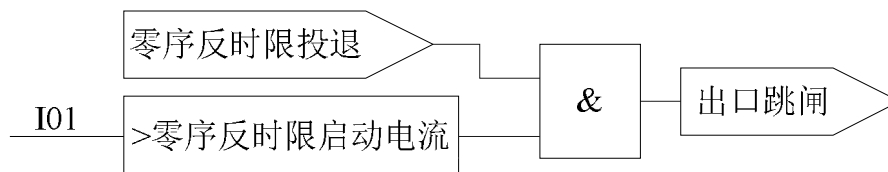


图 8.5 零序反时限过流保护逻辑

8.2.5 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 8.6。

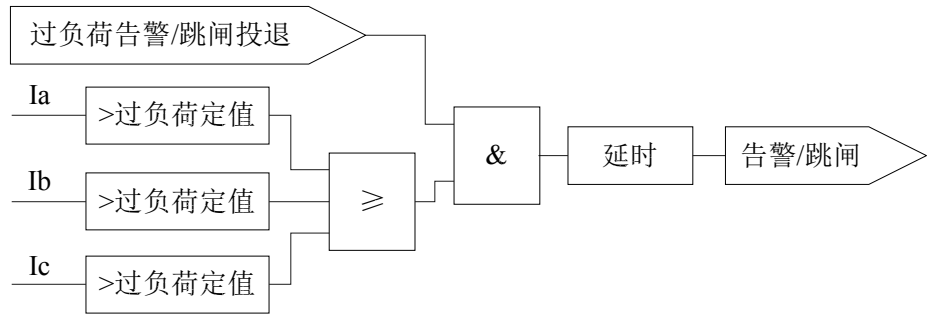


图 8.6 过负荷保护逻辑

8.2.6 启动风冷

装置设有启动通风保护，当任一相电流大于启动风冷定值时，经延时装置启动风冷。启动风冷动作后，可启动变压器的冷却回路，降低变压器油温，使得变压器长期满负荷运行。保护逻辑见图 8.7。

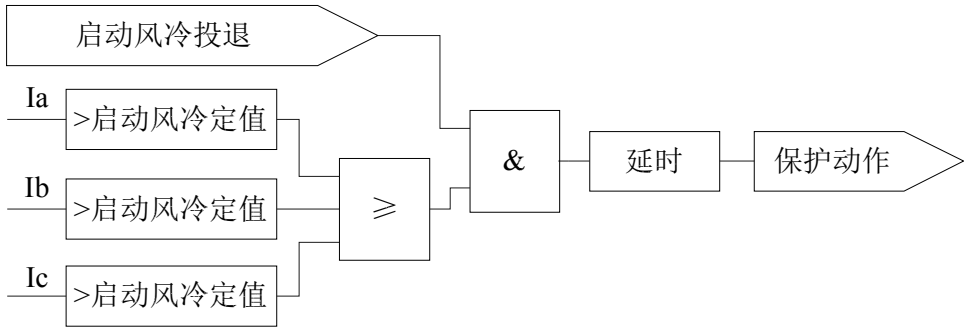


图 8.7 启动风冷保护逻辑

8.2.7 调压闭锁

装置设有调压闭锁保护，当任一相电流大于闭锁调压定值时，经延时装置保护动作。闭锁动作后，出口可闭锁有载调压或备自投等。保护逻辑见图 8.8。

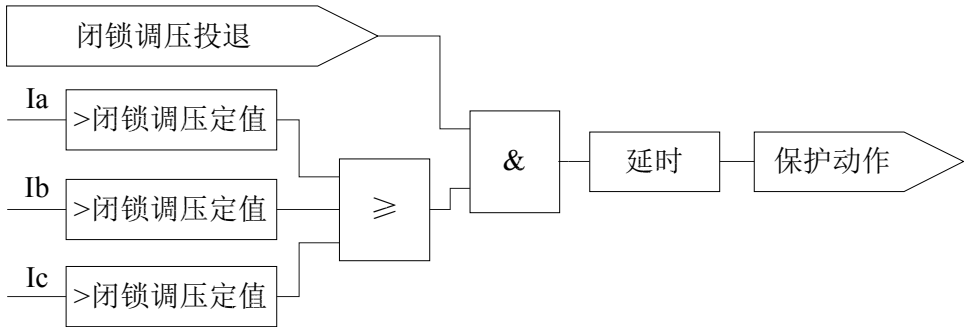


图 8.8 调压闭锁保护逻辑

8.2.8 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、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 8.9。

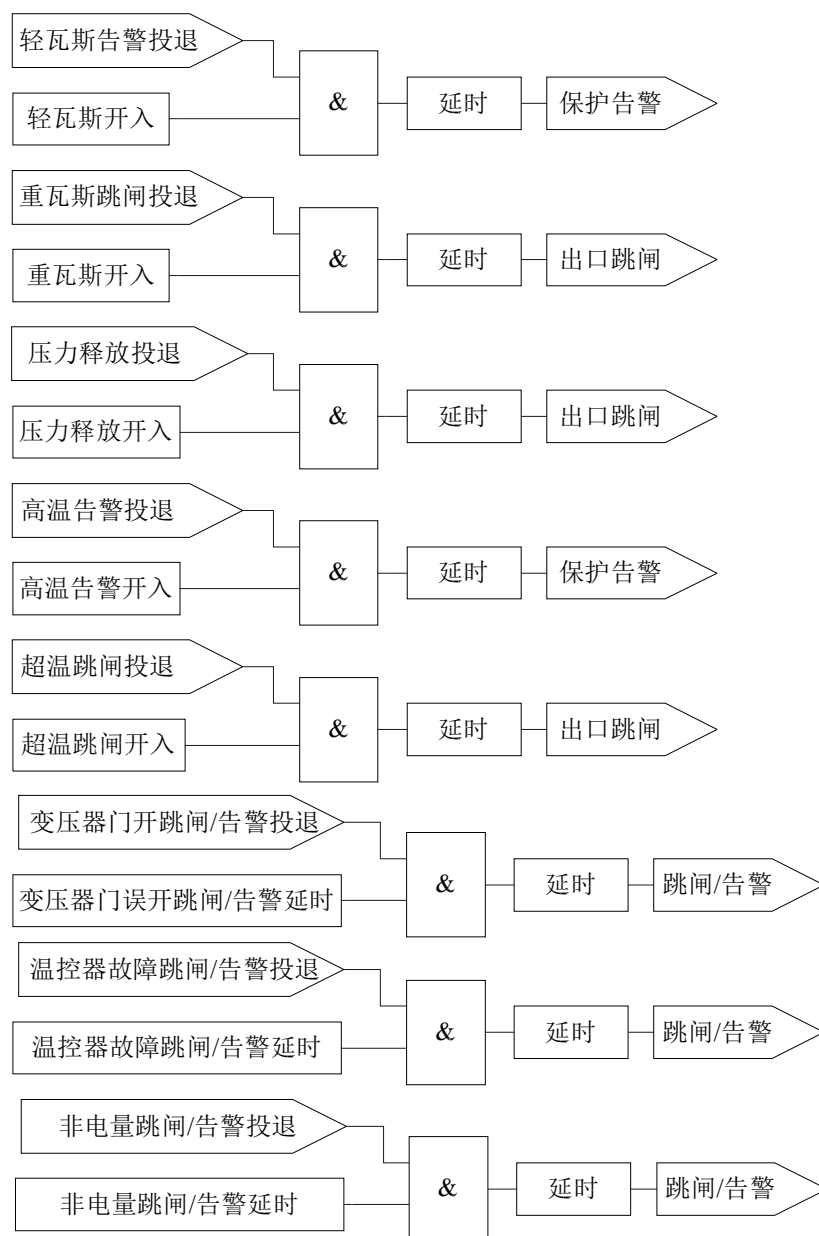


图 8.9 非电量保护逻辑

8.2.9 两段式间隙零序过流保护

本保护可反应变压器接地间隙击穿故障引起的过电流。当间隙零序电流 I_{02} 大于间隙零序电流定值时，经延时后，装置保护动作。两段保护由独立控制字实现功能投退，可独立设定时限。保护逻辑见图 8.10。

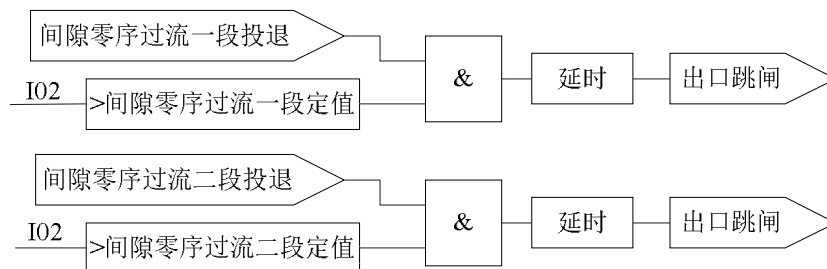


图 8.10 两段式间隙零序过流保护逻辑

8.2.10 两段式零序过压保护

装置设有两段式零序过压保护功能，当零序电压（外接/自产）大于零序电压定值时，装置保护动作。两段保护由独立控制字实现功能投退，可独立设定时限。保护逻辑见图 8.11。

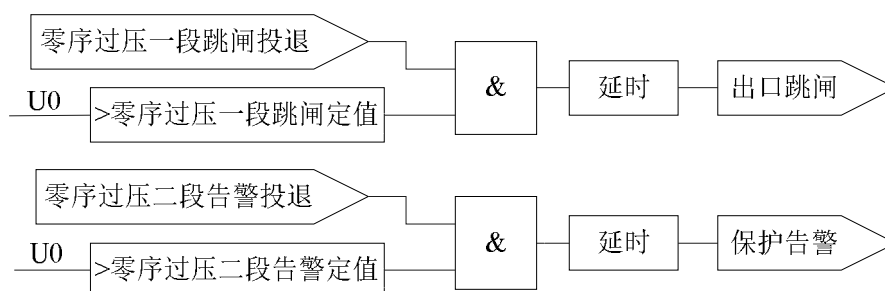


图 8.11 两段式零序过压保护逻辑

8.2.11 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 8.12。

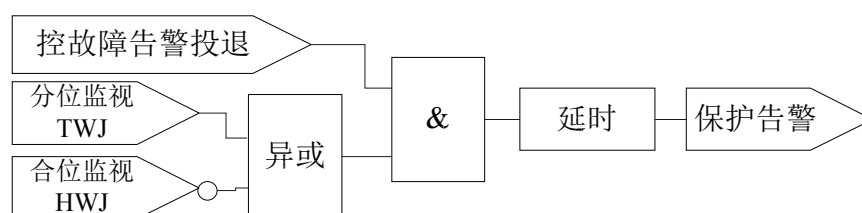


图 8.12 控制回路断线告警逻辑

8.2.12 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 3U2 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 8.13。

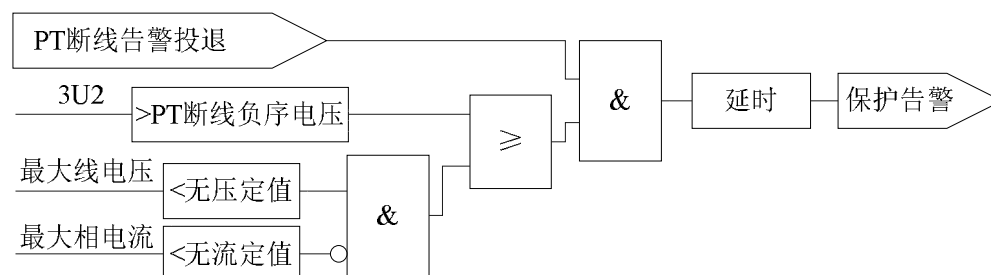


图 8.13 PT 断线告警逻辑

8.2.13 两段式自产零序过流保护

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。装置还可通过投入零序方向闭锁元件来满足保护选择性要求。是否带方向闭锁也可由相应控制字选择。

零序方向元件由自产零序电流和自产零序电压的方向夹角构成，采用 90° 接线方式，以电流指向变压器为正方向（指向线路），指向母线为反方向。

$3I_0/3U_0$ ——电流电压对应关系；

装置相间元件动作区域 $\text{Arg}(3I_0/3U_0) = -90^\circ \sim 30^\circ$ 。

保护逻辑见图 8.14。

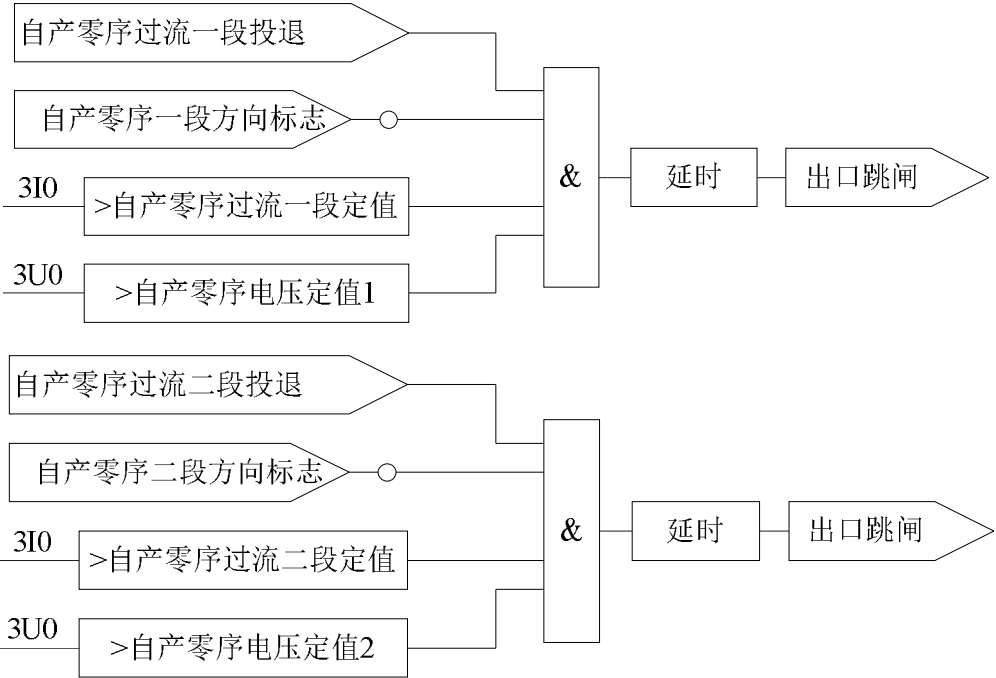


图 8.14 两段式自产零序过流保护逻辑

8.2.14 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 8.15。

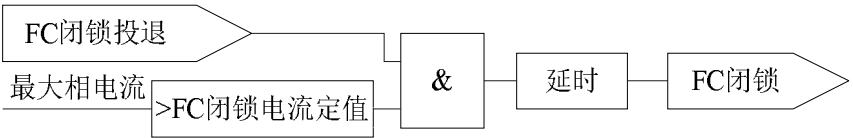


图 8.15 FC 回路配合的过流闭锁功能逻辑

8.3 定值表

表 8.1 AM5SE-TB 定值表

AM5SE-TB 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	
	PT 变比	100	0.1~10000	比值
	CT 变比	50	0.1~10000	比值
	一次电压显示	0	0~1	kV;V
	电压接线方式	0	0~1	3PT; 2PT
	电流接线方式	0	0~1	3CT; 2CT
	零序电压来源	1	0~1	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	
启动风冷	启动风冷投退	0	0~1	退出; 投入
	启动风冷定值	2A	0.04~120	
	启动风冷延时	2s	0~999	
闭锁调压	闭锁调压投退	0	0~1	退出; 投入
	闭锁调压定值	3A	0.04~120	
	闭锁调压延时	2s	0~999	
过流一段	过流一段投退	0	0~1	退出; 投入
	过流一段定值	10A	0.04~120	
	过流一段经复压闭锁	0	0~1	退出; 投入
	过流一段带方向	0	0~2	不带方向; 指向线路; 指向母线
	过流一段延时	0s	0~999	
过流二段	过流二段投退	0	0~1	退出; 投入
	过流二段定值	10A	0.04~120	
	过流二段经复压闭锁	0	0~1	退出; 投入
	过流二段带方向	0	0~2	不带方向; 指向线路; 指向母线
	过流二段延时	0.1s	0~999	
过流三段	过流三段投退	0	0~1	退出; 投入
	过流三段定值	10A	0.04~120	
	过流三段经复压闭锁	0	0~1	退出; 投入

	过流三段带方向	0	0~2	不带方向；指向线路；指向母线
	过流三段延时	0.5s	0~999	
过流反时限	过流反时限投退	0	0~1	退出；投入
	反时限经复压闭锁	0	0~1	退出；投入
	过流反时限启动 I	1A	0.04~120	
	过流反时限时间 T	0.1s	0~999	
	过流反时限曲线	0	0~2	一般；非常；极端
零序过流一段	零序过流一段投退	0	0~1	退出；投入
	零序过流一段定值	10A	0.04~120	
	零序过流一段延时	0.1s	0~999	
零序过流二段	零序过流二段投退	0	0~1	退出；投入
	零序过流二段定值	2A	0.04~120	
	零序过流二段延时	0.5s	0~999	
零序反时限	零序反时限投退	0	0~1	退出；投入
	零序反时限启动 I	1A	0.04~120	
	零序反时限时间 T	0.1s	0~999	
	零序反时限曲线	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	10A	0.04~120	
	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	10A	0.04~120	
	过负荷跳闸延时	1s	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	5s	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	0s	0~999	
压力释放跳闸	压力释放跳闸投退	0	0~1	退出；投入
	压力释放跳闸延时	5s	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	5s	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	0s	0~999	
变压器	变压器门误开跳闸投退	0	0~1	退出；投入

门误开跳闸	变压器门误开跳闸延时	5s	0~999	
变压器 门误开告警	变压器门误开告警投退	0	0~1	退出；投入
	变压器门误开告警延时	5s	0~999	
温控器故障跳闸	温控器故障跳闸投退	0	0~1	退出；投入
	温控器故障跳闸延时	5s	0~999	
温控器故障告警	温控器故障告警投退	0	0~1	退出；投入
	温控器故障告警延时	5s	0~999	
非电量跳闸	非电量跳闸投退	0	0~1	退出；投入
	非电量跳闸延时	0.1s	0~999	
非电量告警	非电量告警投退	0	0~1	退出；投入
	非电量告警延时	1s	0~999	
间隙零序 过流一段	间隙零序过流一段投退	0	0~1	退出；投入
	间隙零序过流一段定值	10A	0.04~120	
	间隙零序过流一段延时	0.1s	0~999	
间隙零序 过流二段	间隙零序过流二段投退	0	0~1	退出；投入
	间隙零序过流二段定值	10A	0.04~120	
	间隙零序过流二段延时	0.1s	0~999	
自产零序 过流一段	自产零序过流一段投退	0	0~1	退出；投入
	自产零序一段带方向	0	0~2	不带方向；指向线路；指向母线
	自产零序过流一段定值	10A	0.04~120	
	自产零序电压定值 1	5V	0~200	
	自产零序过流一段延时	0.1s	0~999	
自产零序 过流二段	自产零序过流二段投退	0	0~1	退出；投入
	自产零序二段带方向	0	0~2	不带方向；指向线路；指向母线
	自产零序过流二段定值	10A	0.04~120	
	自产零序电压定值 2	5V	0~200	
	自产零序过流二段延时	0.1s	0~999	
零序过压 一段跳闸	零序过压一段跳闸投退	0	0~1	退出；投入
	零序过压一段跳闸定值	5V	0~200	
	零序过压一段跳闸延时	5s	0~999	
零序过压 二段告警	零序过压二段告警投退	0	0~1	退出；投入
	零序过压二段告警定值	5V	0~200	
	零序过压二段告警延时	5s	0~999	
PT 断线告警	PT 断线告警投退	0	0~1	退出；投入

	PT 断线负序电压	35V	0~200	
	无压定值	10V	0~200	
	无流定值	0.2A	0.04~100	
	PT 断线告警延时	5s	0~999	
FC 闭锁	FC 闭锁后备投退	0	0~1	退出；投入
	FC 闭锁后备定值	70A	0~120	
	FC 闭锁后备延时	0s	0~999	
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	0.3s	0~999	
	事故总信号延时	0.3s	0~999	
	断路器位置采集	0	0~1	辅助触点；分合位监视
	断路器动作时间	0.3s	0~999	辅助触点；分合位监视

8.4 接线方式

AM5SE-TB 电气接线图如图 8.16 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，Ia、Ib、Ic 为保护相电流，IA、IB、IC 为测量相电流，I01、I02 为两路零序电流接入。UA、UB、UC 为三路电压接入，U0 为外接零序电压接入。U'、U''为备用输入。交流输入回路典型的 2PT、2CT 接线方式如图 8.17 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 端子为开关量输出和控制回路端子。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 8.16。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。

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，默认定义为保护电流 A 相二次值；X7.2、X7.3 为第二路 4-20mA 输出，默认定义为母线电压 A 相二次值。

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。

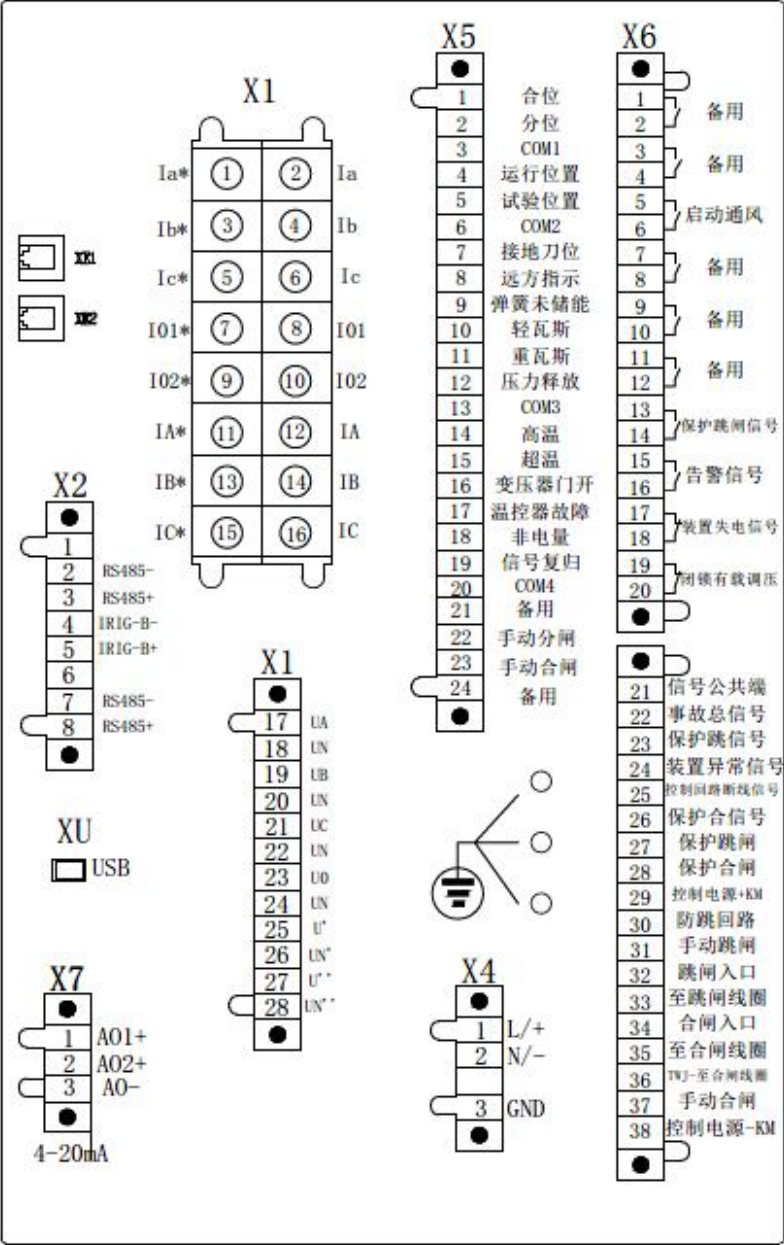


图 8.16 AM5SE-TB 电气接线图

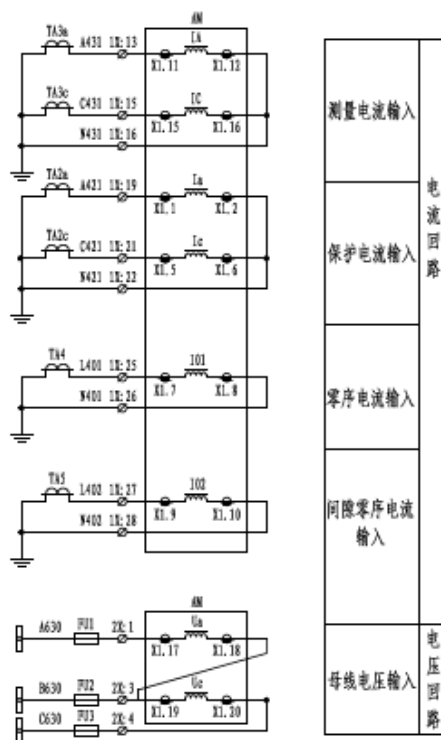


图 8.17 2PT 2CT 接线方法

8.5 调试方法

8.5.1 三段式过流保护(可经复合电压闭锁、可带方向闭锁)

过流一段

1) 设置过流一段投退和过流一段经复压闭锁为“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、X1.21-X1.22 上施加三相电压信号均为 30.74V，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，则设过流一段经复压闭锁为“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过流二段经复压闭锁为“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、X1.21-X1.22 上施加三相电压信号均为 30.74V，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

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，则设过流二段经复压闭锁为“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过流三段经复压闭锁为“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。

8.5.2 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过流经复压闭锁为“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 8.2 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、X1.21-X1.22 上施加三相电压为 30.74V，装置的保护动作情况如表 8.2。

3) 若不考虑复合电压闭锁，则将反时限过流经低电压闭锁投退设为“退出”，其他操作同上。

表 8.2 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	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
非常	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
极端	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

8.5.3 两段式零序过流保护

零序过流一段

1) 设置零序过流一段投退为“投入”，退出其他保护投退，设定零序一段定值为 5A，零序一段延时为 0s。

2) 在交流输入端子 X1.7-X1.8 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。

零序过流二段

1) 设置零序过流二段投退为“投入”，退出其他保护投退，设定零序二段定值为 4A，I01 二段延时为 4s。

2) 在交流输入端子 X1.7-X1.8 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。

8.5.4 零序反时限过流保护

1) 设置零序反时限投退为“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 8.2 设置。

2) 在交流输入端子 X1.7-X1.8 施加不同过流信号，装置的保护动作情况如表 8.2。

8.5.5 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。

8.5.6 启动风冷

1) 设置启动风冷投退为“投入”，退出其他保护投退。设置启动风冷定值为 2A，启动风冷延时为 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，经延时装置保护动作。

8.5.7 调压闭锁

1) 设置闭锁调压投退为“投入”，退出其他保护投退。设置闭锁调压定值为 2A，闭锁调压延时为 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，经延时装置保护动作。

8.5.8 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 或 DC48V），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、变压器门误开跳闸、变压器门误开告警、温控器故障跳闸、温控器故障告警、非电量跳闸、非电量告警测试方法同上。

8.5.9 两段式间隙零序过流保护

间隙零序过流一段

1) 设置间隙零序过流一段投退为“投入”，退出其他保护投退，设定间隙零序一段定值为 5A，间隙零序一段延时为 2s。

2) 在交流输入端子 X1.9-X1.10 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。

间隙零序过流二段

1) 设置间隙零序过流二段投退为“投入”，退出其他保护投退，设定间隙零序二段定值为 4A，间隙零序二段延时为 4s。

2) 在交流输入端子 X1.9-X1.10 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。

8.5.10 两段式零序过压保护

零序过压一段跳闸

1) 设置零序过压一段跳闸投退为“投入”，退出其他保护投退，设定零序过压一段跳闸定值为 40V，延时设为 5s。

2) 在端子 X1.23-X1.24 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，经延时装置保护跳闸。

零序过压二段告警

1) 设置零序过压二段告警投退为“投入”，退出其他保护投退，设定零序过压二段告警定值为 40V，延时设为 0.5s。

2) 在端子 X1.23-X1.24 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，经延时装置发出零序过压二段告警。

8.5.11 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信号同时有电压时，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。

8.5.12 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 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20、X1.21-X1.22 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 $3U_2$ 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。

8.5.13 两段式自产零序过流保护

自产零序过流一段

1) 设置自产零序过流一段投退为“投入”,退出其他保护投退,设定自产零序过流一段定值为 $2A$,自产零序电压定值 1 为 $5V$,自产零序过流一段延时为 $2s$,设定零序电压来源为“自产”。

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,且在端子 $X1.17-X1.18$ 、 $X1.19-X1.20$ 、 $X1.21-X1.22$ 上施加 $77.74V/57.74V/57.74V$ 电压,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) 设置自产零序过流二段投退为“投入”,退出其他保护投退,设定自产零序过流二段定值为 $4A$,自产零序电压定值 2 为 $5V$,自产零序过流二段延时为 $4s$,设定零序电压来源为“自产”。

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,且在在端子 $X1.17-X1.18$ 、 $X1.19-X1.20$ 、 $X1.21-X1.22$ 上施加 $77.74V/57.74V/57.74V$ 电压;将电流增大至大于 1.03 倍定值,经延时装置保护动作。

8.5.14 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。

8.6 二次原理图

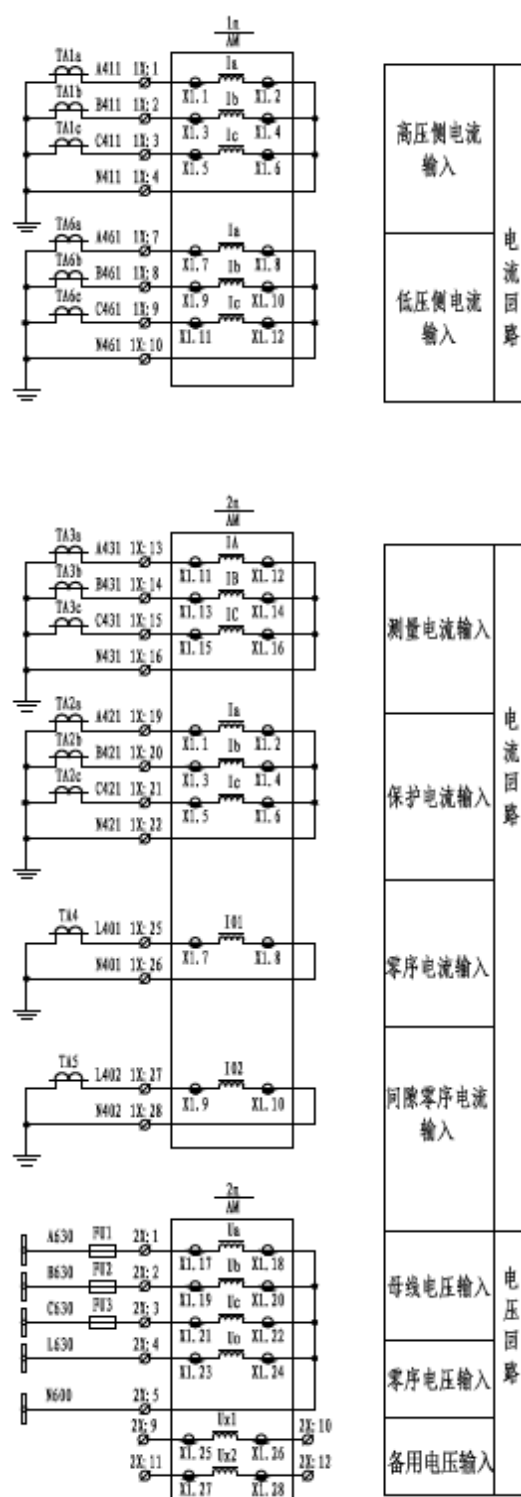


图 8.18 AM5SE-TB 二次原理图（一）

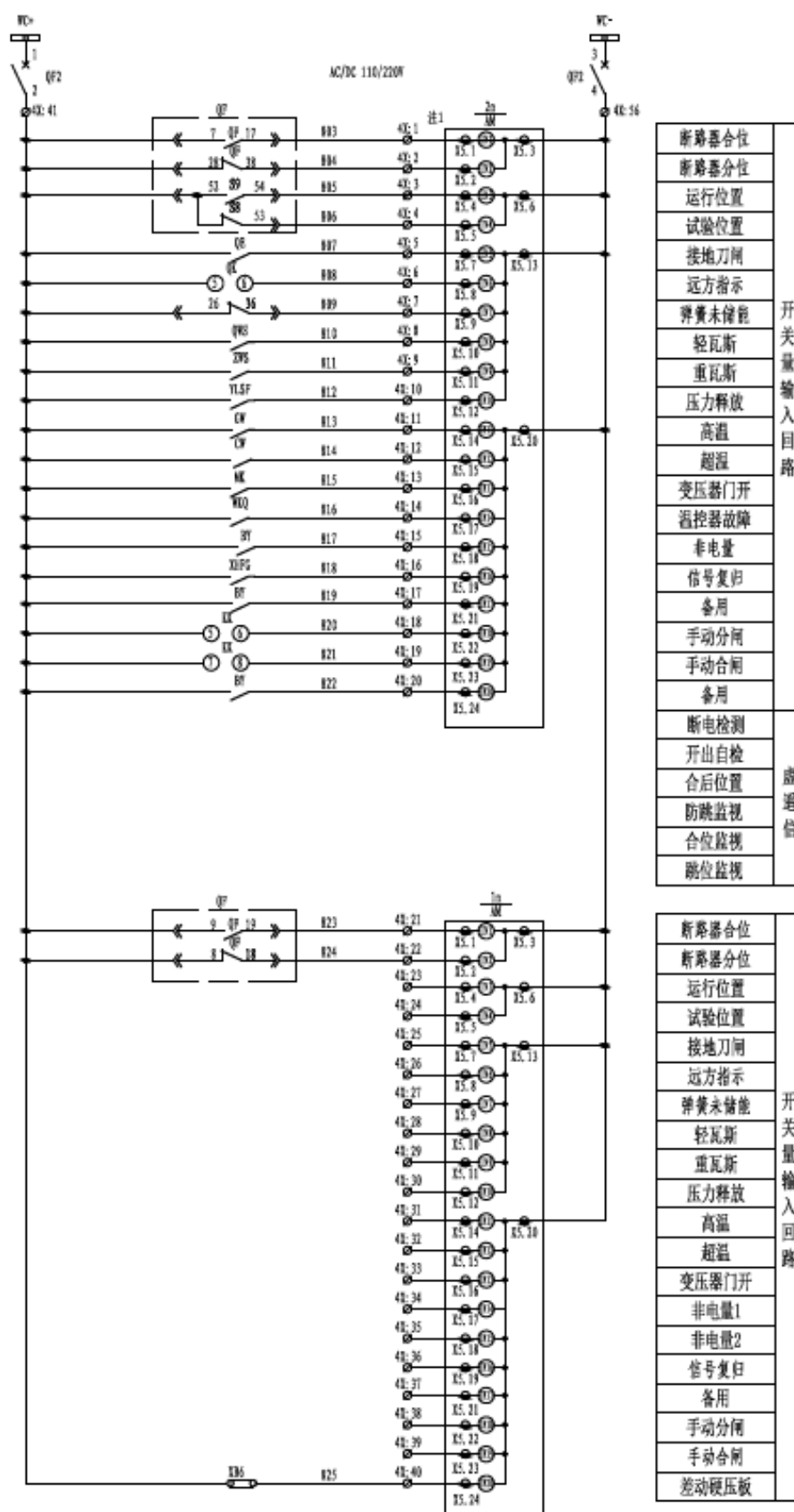


图 8.19 AM5SE-TB 二次原理图（二）

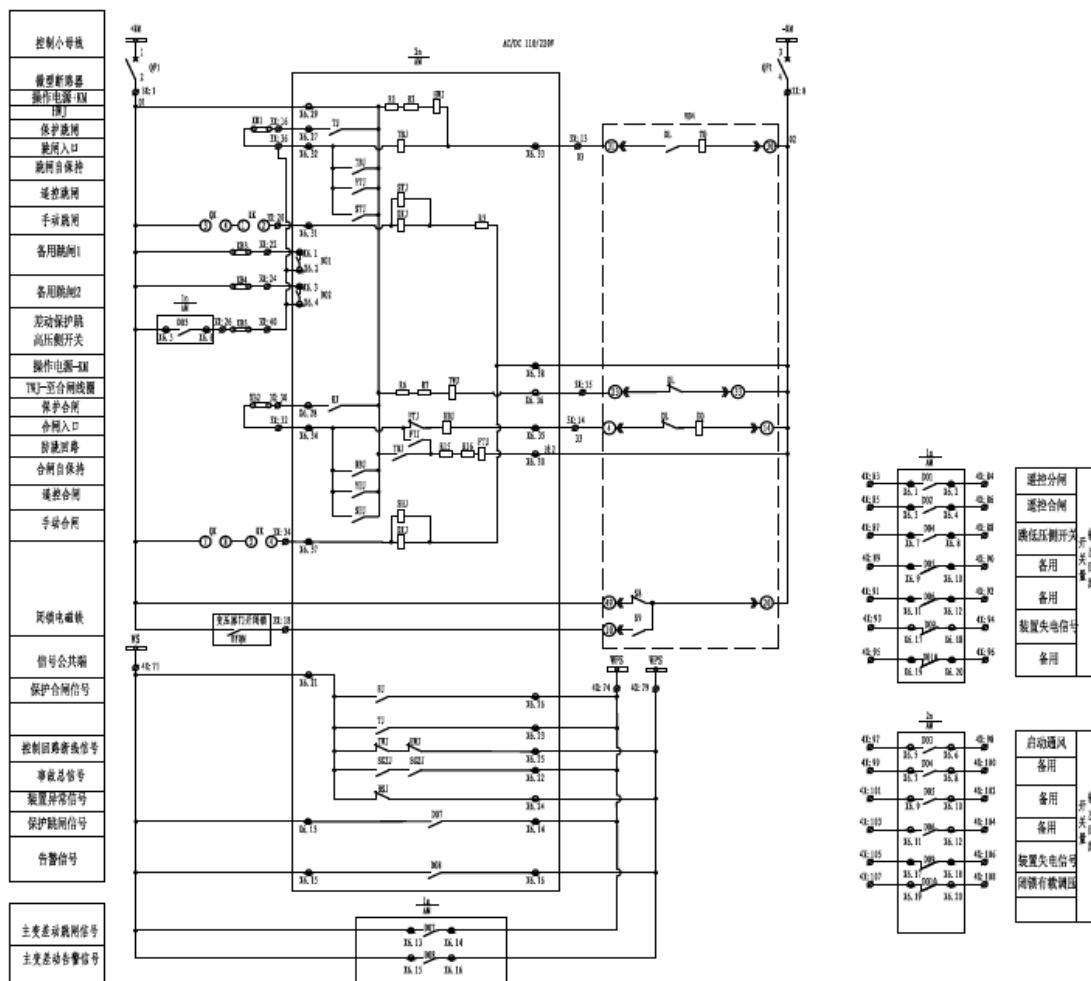


图 8.20 AM5SE-TB 二次原理图 (三)

9 AM5SE-UB PT 监测并列装置

9.1 功能简介

保护功能

- I 母 PT 投入
- II 母 PT 投入
- PT 自动并列解列
- PT 遥控并列解列
- I 母 PT 低电压告警
- I 母 PT 过电压告警
- I 母 PT 零序过压告警
- I 母 PT 断线告警
- II 母 PT 低电压告警
- II 母 PT 过电压告警
- II 母 PT 零序过压告警
- II 母 PT 断线告警

监控功能

- 20 路有源开关量输入
- 3 路无源继电器输出
- 2 路 4-20mA 变送输出

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

9.2 保护原理

9.2.1 I 母 PT 投入

当装置处于 I 母 PT 工作位置时，装置 I 母 PT 投入动作，I 段 PT 电压经过装置送到 I 段小母线。保护逻辑见图 9.1。

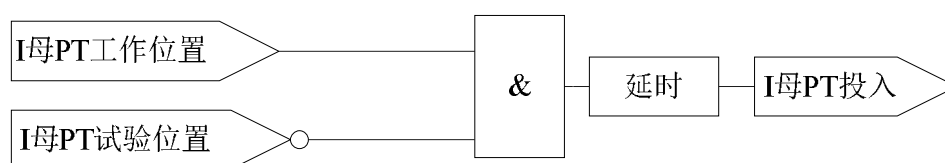


图 9.1 I 母 PT 投入逻辑

9.2.2 II 母 PT 投入

当装置处于 II 母 PT 工作位置时，装置 II 母 PT 投入动作，II 段 PT 电压经过装置送到 II 段小母线。保护逻辑见图 9.2。

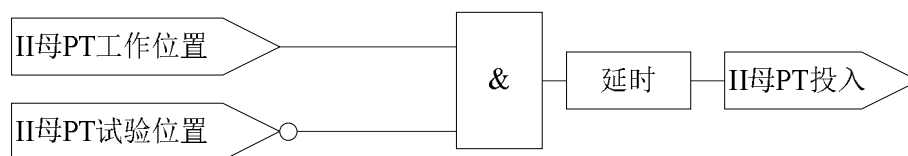


图 9.2 II 母 PT 投入逻辑

9.2.3 PT 自动并列解列

装置有 PT 自动并列解列功能。本装置适用于主接线为单母线分段方式的变电站（所），可作为分段电压互感器的二次侧并列使用。两段母线，每段母线一台 PT，当 I 母 PT 预试时，需要退出运行，而此时 I 母的保护继续运行（考虑到带低压闭锁功能），保护失去电压会发生误动，此时需要用 II 母 PT 维持两段母线上电压，因此需要 PT 并列。

保护逻辑见图 9.3。

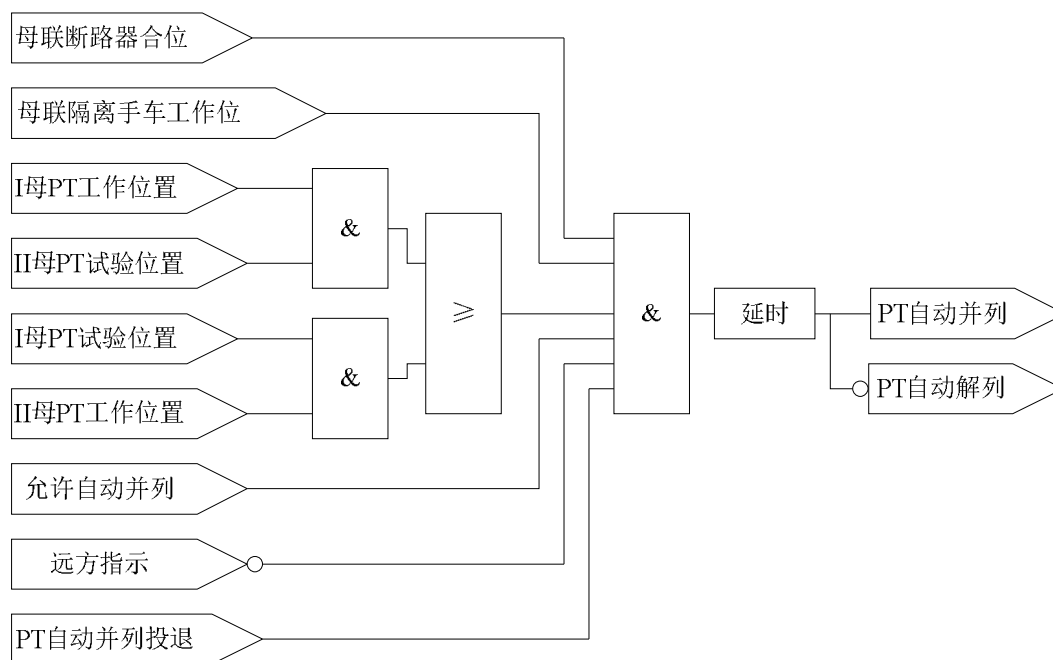


图 9.3 PT 自动并列解列逻辑

9.2.4 PT 遥控并列解列

装置有 PT 遥控并列解列功能，当装置处于远方状态时，可以远程发送遥控命令实现 PT 并列解列功能。保护逻辑见图 9.4。

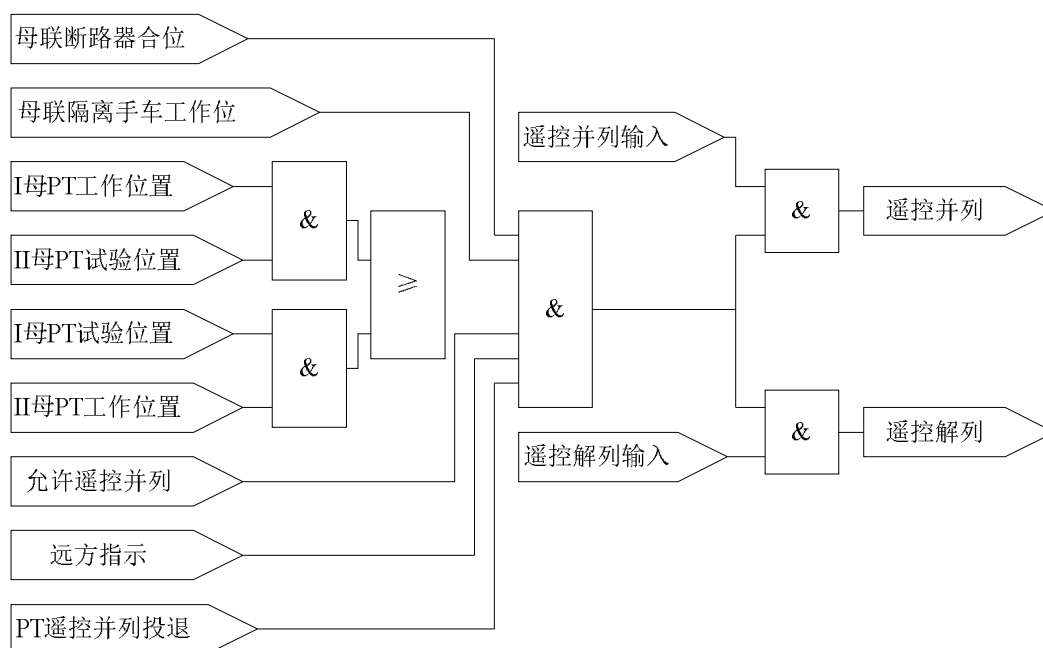


图 9.4 PT 遥控并列解列逻辑

9.2.5 I 母 PT 低电压告警

当 I 段母线的三个线电压都小于 I 母低电压告警定值时，经过延时，装置发出 I 母低电压告警。I 母低电压告警开放条件为：I 段母线的三个线电压有一个大于 I 母低电压告警定值，且延时 500ms。该条件一旦成立，I 母低电压告警有效。引入 PT 断线闭锁信号，当 PT 断线时，自动闭锁 I 母低电压告警。

保护逻辑见图 9.5。

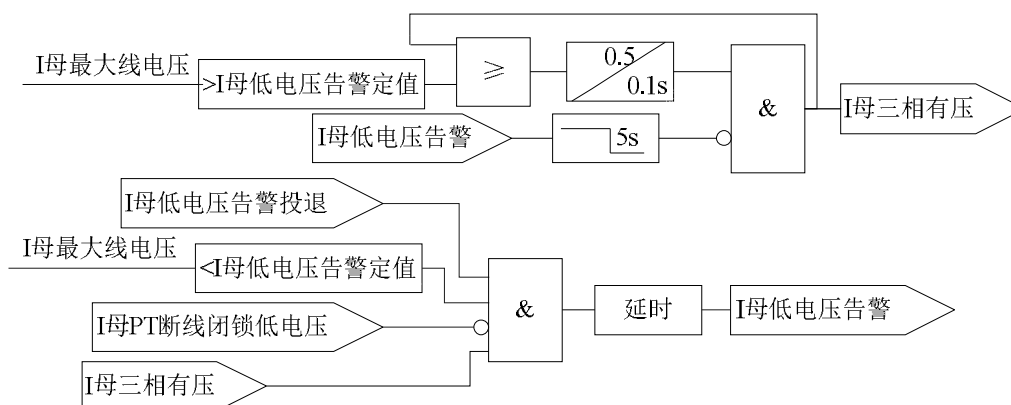


图 9.5 I 母 PT 低电压告警逻辑

9.2.6 I 母 PT 过电压告警

当 I 母三个线电压任一相大于 I 母过电压告警定值时，装置经延时后发出 I 母过电压告警。保护逻辑见图 9.6。

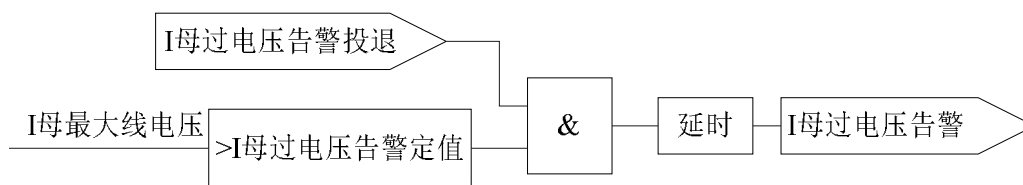


图 9.6 I 母 PT 过电压告警逻辑

9.2.7 I 母 PT 零序过压告警

当 I 母零序电压 U_{01} （外接/自产）大于设定 I 母零序过压告警定值时，经延时，装置发出 I 母零序过压告警。

保护逻辑见图 9.7。

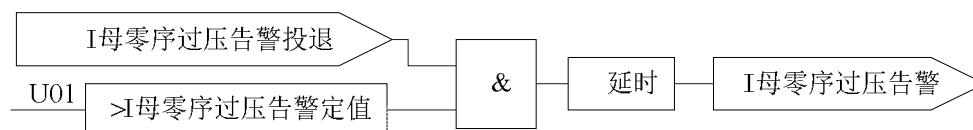


图 9.7 I 母 PT 零序过压告警逻辑

9.2.8 I 母 PT 断线告警

装置采用下列方法识别 I 母 PT 断线。

方法一：当 I 母负序电压 U_2 大于 I 母 PT 断线负序定值，且 I 母最小线电压小于 I 母 PT 断线电压门槛时，判为两相断线，经延时装置发出 I 母 PT 断线告警；

方法二：当 I 母负序电压 U_2 大于 I 母 PT 断线负序定值，且 I 母最大线电压与 I 母最小线电压差大于 I 母 PT 断线电压门槛时，判为单相断线，经延时装置发出 I 母 PT 断线告警。

保护逻辑见图 9.8。

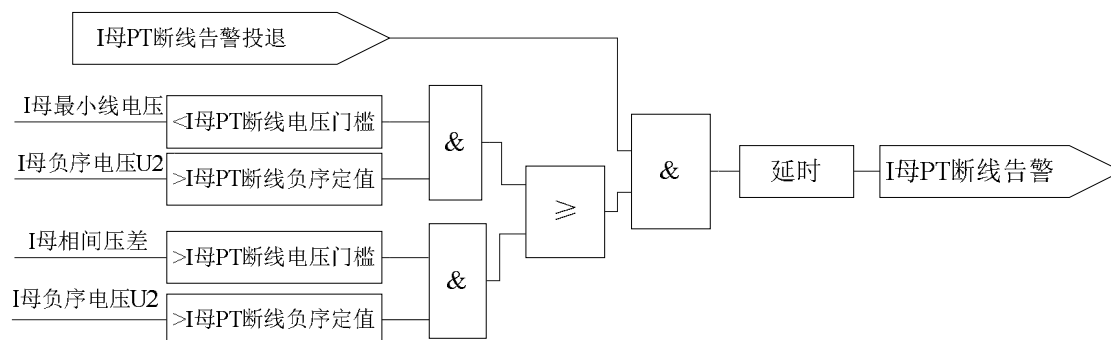


图 9.8 I 母 PT 断线告警逻辑

9.2.9 II 母 PT 低电压告警

当 II 段母线的三个线电压都小于 II 母低电压告警定值时，经过延时，装置发出 II 母低电压告警。II 母低电压告警开放条件为：II 段母线的三个线电压有一个大于 II 母低电压告警定值，且延时 500ms。该条件一旦成立，II 母低电压告警有效。引入 PT 断线闭锁信号，当 PT 断线时，自动闭锁 II 母低电压告警。保护逻辑见图 9.9。

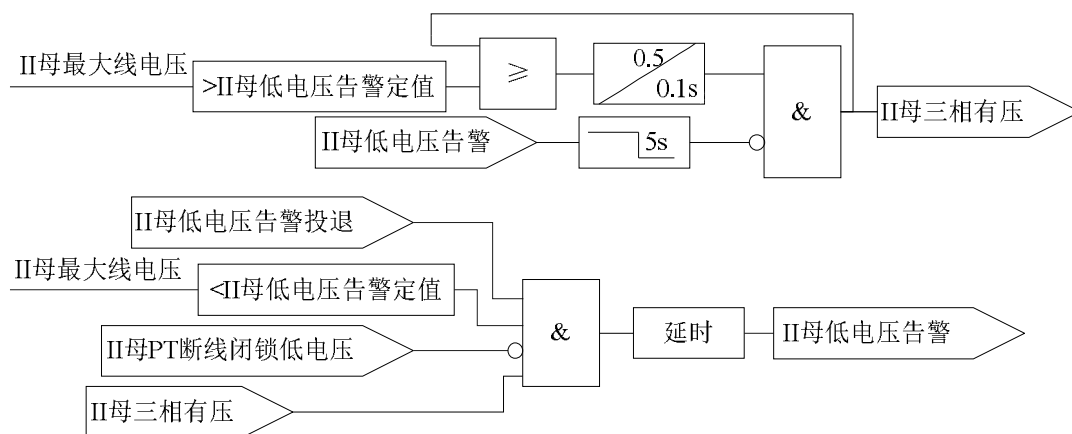


图 9.9 II 母 PT 低电压告警逻辑

9.2.10 II 母 PT 过电压告警

当 II 母三个线电压任一相大于 II 母过电压告警定值时，装置经延时后发出 II 母过电压告警。保护逻辑见图 9.10。

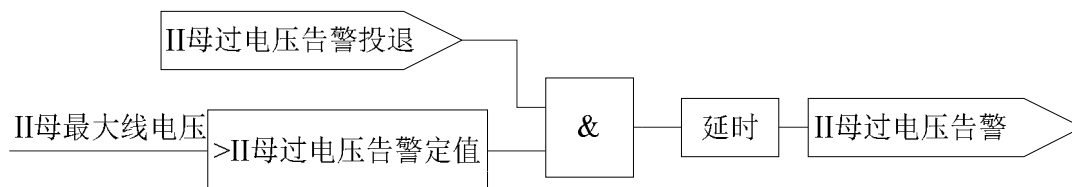


图 9.10 II 母 PT 过电压告警逻辑

9.2.11 II 母 PT 零序过压告警

当 II 母零序电压 U02（外接/自产）大于设定 II 母零序过压告警定值时，经延时，装置发出 II 母零序过压告警。

保护逻辑见图 9.11。

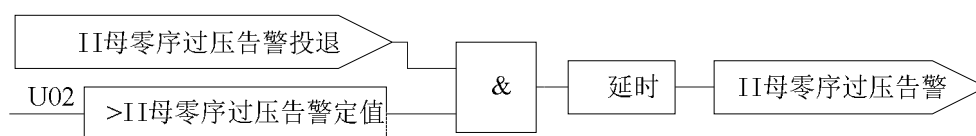


图 9.11 II 母 PT 零序过压告警逻辑

9.2.12 II 母 PT 断线告警

装置采用下列方法识别 II 母 PT 断线。

方法一：当 II 母负序电压 U2 大于 II 母 PT 断线负序定值，且 II 母最小线电压小于 II 母 PT 断线电压门槛时，判为两相断线，经延时装置发出 II 母 PT 断线告警；

方法二：当 II 母负序电压 U2 大于 II 母 PT 断线负序定值，且 II 母最大线电压与 II 母最小线电压差大于 II 母 PT 断线电压门槛时，判为单相断线，经延时装置发出 II 母 PT 断线告警。

保护逻辑见图 9.12。

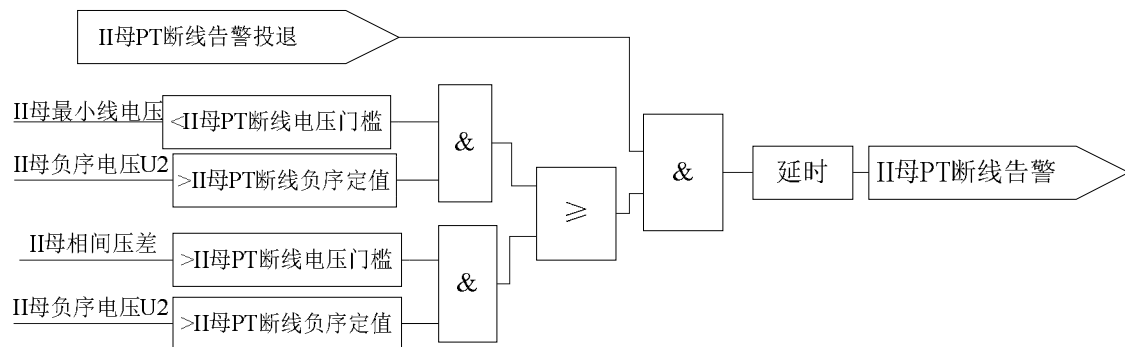


图 9.12 II 母 PT 断线告警逻辑

9.3 定值表

表 9.1 AM5SE-UB 定值表

AM5SE-UB 定 值 表				
保护名称	定 值 名 称	默认值	范 围	备 注
	柜号	0	0~1	I 母 PT 柜；II 母 PT 柜
	PT 变比	100	0.1~10000	
	电压接线方式	0	0~1	3PT；2PT
	零序电压来源	0	0~1	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	
	I 母 PT 投入延时	5s	0~999	
	II 母 PT 投入延时	5s	0~999	
	PT 自动并列投退	0	0~1	退出；投入
	PT 自动并列延时	0s	0~999	
	PT 遥控并列投退	0	0~1	退出；投入
	遥控并列返回延时	5s	0~999	
	遥控解列返回延时	10s	0~999	
I 母低电压告警	I 母低电压告警投退	0	0~1	退出；投入
	I 母低电压告警定值	70V	0~200	
	I 母低电压告警延时	5s	0~999	
I 母过电压告警	I 母过电压告警投退	0	0~1	退出；投入
	I 母过电压告警定值	70V	0~200	
	I 母过电压告警延时	5s	0~999	
I 母 PT 断线告警	I 母 PT 断线告警投退	0	0~1	退出；投入
	I 母 PT 断线电压门槛	16V	0~200	

	I 母 PT 断线负序定值	35V	0~200	
	I 母 PT 断线告警延时	5s	0~999	
I 母零序过压告警	I 母零序过压告警投退	0	0~1	退出；投入
	I 母零序过压告警定值	5V	0~200	
	I 母零序过压告警延时	5s	0~999	
II 母低电压告警	II 母低电压告警投退	0	0~1	退出；投入
	II 母低电压告警定值	70V	0~200	
	II 母低电压告警延时	5s	0~999	
II 母过电压告警	II 母过电压告警投退	0	0~1	退出；投入
	II 母过电压告警定值	70V	0~200	
	II 母过电压告警延时	5s	0~999	
II 母 PT 断线告警	II 母 PT 断线告警投退	0	0~1	退出；投入
	II 母 PT 断线电压门槛	16V	0~200	
	II 母 PT 断线负序定值	35V	0~200	
	II 母 PT 断线告警延时	5s	0~999	
II 母零序过压告警	II 母零序过压告警投退	0	0~1	退出；投入
	II 母零序过压告警定值	5V	0~200	
	II 母零序过压告警延时	5s	0~999	
	继电器脉冲宽度	0.3s	0.1~999	

9.4 接线方式

AM5SE-UB 电气接线图如图 9.13 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，UA1、UB1、UC1 为 I 段三路电压接入，U01 为 I 段外接零序电压接入。UA2、UB2、UC2 为 II 段三路电压接入，U02 为 II 段外接零序电压接入。交流输入回路典型的 2PT 接线方式如图 9.14 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 端子为继电器输出端子，其中 X6.1-X6.32 为两个 PT 电压分别到两段小母线的电压接口端子，X6.33-X6.36 为装置告警输出端子。具体定义如图 9.13。

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，默认定义为保护电流 A 相二次值；X7.2、X7.3 为第二路 4-20mA 输出，默认定义为母线电压 A 相二次值。

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。

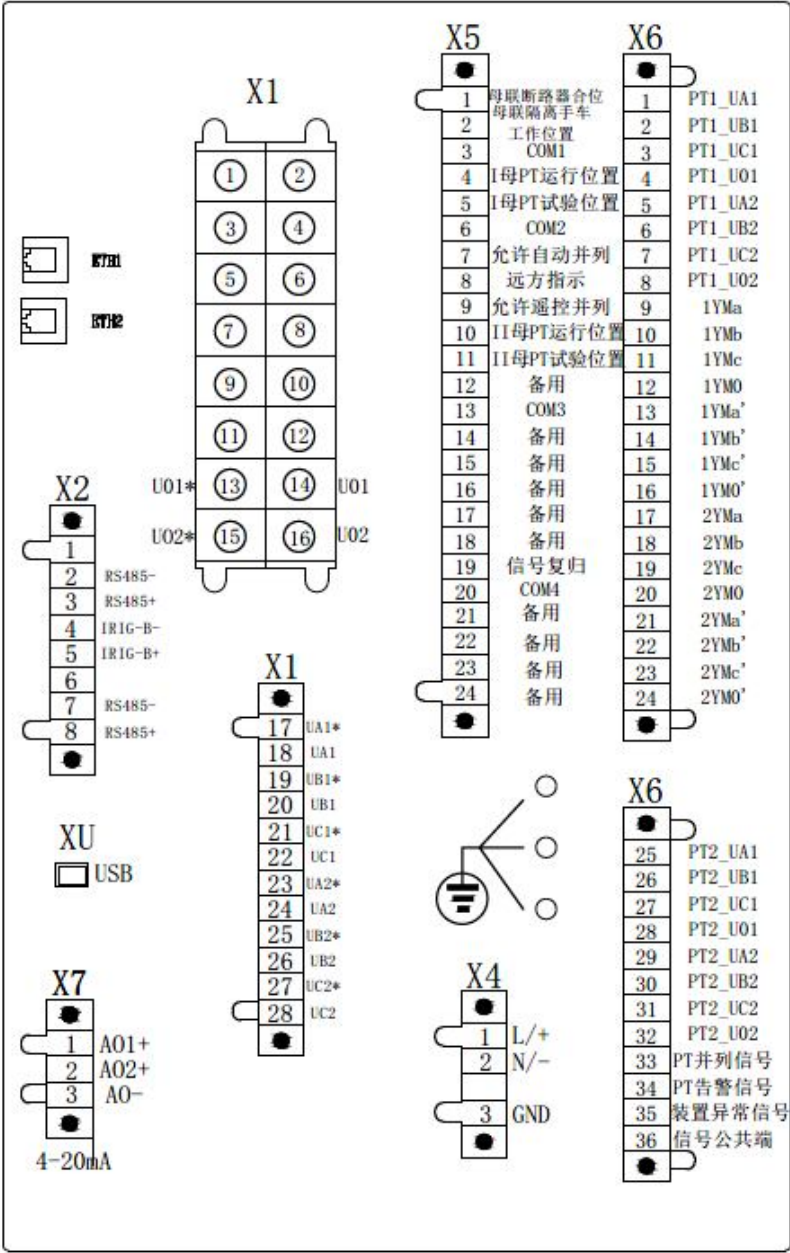


图 9.13 AM5SE-UB 电气接线图

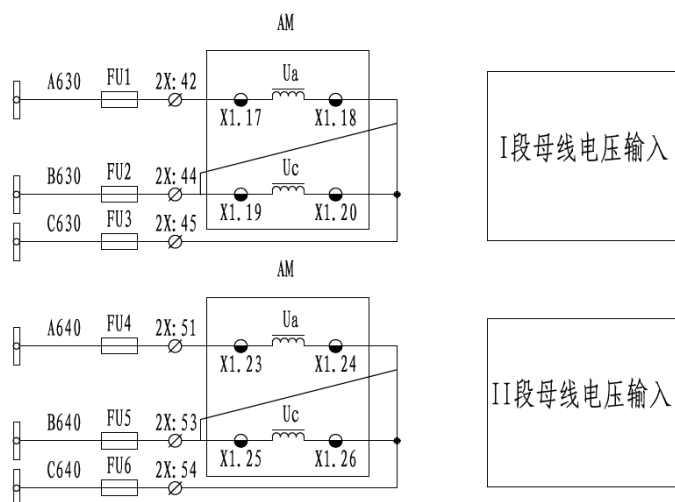


图 9.14 2PT 接线方法

9.5 调试方法

9.5.1 I 母 PT 投入

给开入量“I 母 PT 工作位”施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），经延时装置 I 母 PT 投入动作。

9.5.2 II 母 PT 投入

给开入量“II 母 PT 工作位”施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），经延时装置 II 母 PT 投入动作。

9.5.3 PT 自动并列解列

●1 并 2 并列

1) 设置 PT 自动并列投退为“投入”，退出其他保护投退，设定 PT 自动并列延时为 0s。

2) 给开入量“母联断路器合位”、“母联隔离手车工作位”、“I 母 PT 工作位”、“II 母 PT 试验位”、“允许自动并列”施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），装置 PT 自动并列动作。

●1 并 2 解列

在 1 并 2 并列的基础上，给开入量“II 母 PT 工作位”施加信号，断开“II 母 PT 试验位”，装置 PT 自动解列动作。

●2 并 1 并列

1) 设置 PT 自动并列投退为“投入”，退出其他保护投退，设定 PT 自动并列延时为 0s。

2) 给开入量“母联断路器合位”、“母联隔离手车工作位”、“I 母 PT 试验位”、“II 母 PT 工作位”、“允许自动并列”施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），装置 PT 自动并列动作。

●2 并 1 解列

在 2 并 1 并列的基础上，给开入量“I 母 PT 工作位”施加信号，断开“I 母 PT 试验位”，装置 PT 自动解列动作。

9.5.4 PT 遥控并列解列

●1 并 2 并列

1) 设置 PT 遥控并列投退为“投入”，退出其他保护投退。

2) 给开入量“母联断路器合位”、“母联隔离手车工作位”、“I 母 PT 工作位”、“II 母 PT 试验位”、“允许遥控并列”、“远方指示”施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），通过远程发送遥控合数据帧，装置遥控并列动作。

●1 并 2 解列

在 1 并 2 并列的基础上，通过远程发送遥控分数据帧，装置遥控解列动作。

●2 并 1 并列

1) 设置 PT 遥控并列投退为“投入”，退出其他保护投退。

2) 给开入量“母联断路器合位”、“母联隔离手车工作位”、“I 母 PT 试验位”、“II 母 PT 工作位”、“允许遥控并列”、“远方指示”施加信号（AC/DC 220V 或 AC/DC110V 或 DC48V），通过远程发送遥控合数据帧，装置遥控并列动作。

●2 并 1 解列

在 2 并 1 并列的基础上，通过远程发送遥控分数据帧，装置遥控解列动作。

9.5.5 I 母 PT 低电压告警

1) 设置 I 母低电压告警投退为“投入”，退出其他保护投退，设定 I 母低电压告警定值为 70V，I 母低电压告警延时 5s。

2) 在端子 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20、X1.21-X1.22 上施加 57.74V 电压，当三相电压信号由 57.74V 降低使得线电压小于 0.97 倍定值时，经延时，装置发出 I 母低电压告警。

9.5.6 I 母 PT 过电压告警

1) 设置 I 母过电压告警投退为“投入”，退出其他保护投退，设定 I 母过电压告警定值为 110V，I 母过电压告警延时为 5s。

2) 在端子 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20、X1.21-X1.22 上施加 57.74V 电压，当三相电压信号由 57.74V 升高使得线电压大于 1.03 倍定值时，经延时，装置发出 I 母过电压告警。

9.5.7 I 母 PT 零序过压告警

1) 设置零序电压来源为“外接”，I 母零序过压告警投退为“投入”，退出其他保护投退，设定 I 母零序过压告警定值为 20V，I 母零序过压告警延时设为 5s。

2) 在端子 X1.13-X1.14 上施加电压信号，将零序电压 U_0 由 15V 变为 1.03 倍定值时，经延时，装置发出 I 母零序过压告警。

9.5.8 I 母 PT 断线告警

1) 设置 I 母 PT 断线告警投退为“投入”，退出其他保护投退，I 母 PT 断线电压门槛为 16V，I 母 PT 断线告警延时为 5s。设定 I 母 PT 断线负序定值为 35V。

2) 在端子 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20、X1.21-X1.22 上施加三相电压 57.74V，当三相电压由 57.74V 降至 $U_A=0.74V$, $U_B=57.74V$, $U_C=57.74V$ 时，经延时装置发出 I 母 PT 断线告警。

3) 在端子 X1.17-X1.18、X1.19-X1.20、X1.21-X1.22 上施加三相电压信号 $U_A=U_B=U_C=57.74V$ ，将三相电压改为 $U_A=0.74V$, $U_B=0.74V$, $U_C=57.74V$ ，经延时装置发出 I 母 PT 断线告警。

9.5.9 II 母 PT 低电压告警

1) 设置 II 母低电压告警投退为“投入”，退出其他保护投退，设定 II 母低电压告警定值为 70V，II 母低电压告警延时 5s。

2) 在端子 X1.23-X1.24、X1.25-X1.26、X1.27-X1.28 上施加 57.74V 电压，当三相电压信号由 57.74V 降低使得线电压小于 0.97 倍定值时，经延时，装置发出 II 母低电压告警。

9.5.10 II 母 PT 过电压告警

1) 设置 II 母过电压告警投退为“投入”，退出其他保护投退，设定 II 母过电压告警定值为 110V，II 母过电压告警延时为 5s。

2) 在端子 X1.23-X1.24、X1.25-X1.26、X1.27-X1.28 上施加 57.74V 电压，当三相电压信号由 57.74V 升高使得线电压大于 1.03 倍定值时，经延时，装置发出 II 母过电压告警。

9.5.11 II 母 PT 零序过压告警

1) 设置零序电压来源为“外接”，II 母零序过压告警投退为“投入”，退出其他保护投退，设定 II 母零序过压告警定值为 20V，II 母零序过压告警延时设为 5s。

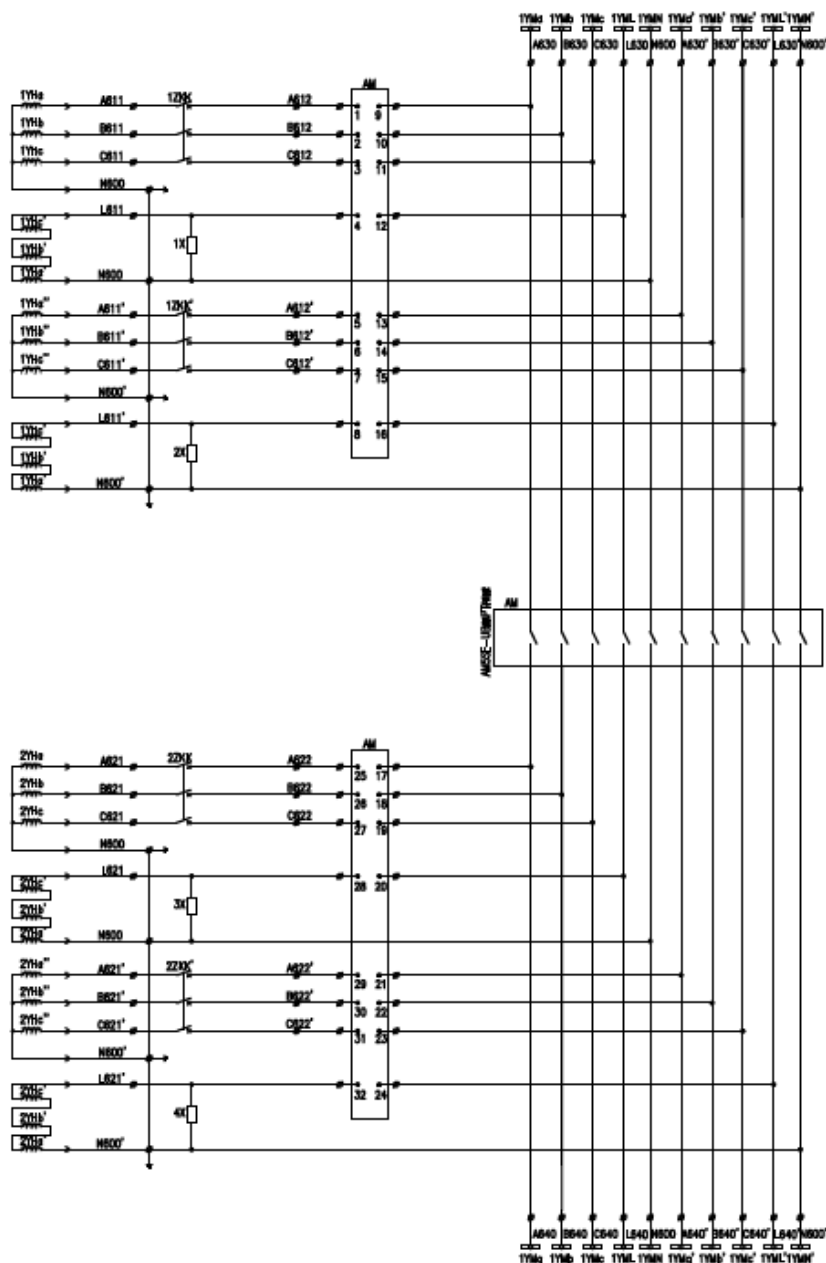
2) 在端子 X1.15-X1.16 上施加电压信号，将零序电压 U_0 由 15V 变为 1.03 倍定值时，经延时，装置发出 II 母零序过压告警。

9.5.12 II 母 PT 断线告警

1) 设置 II 母 PT 断线告警投退为“投入”，退出其他保护投退，II 母 PT 断线电压门槛为 16V，II 母 PT 断线告警延时为 5s。设定 II 母 PT 断线负序定值为 35V。

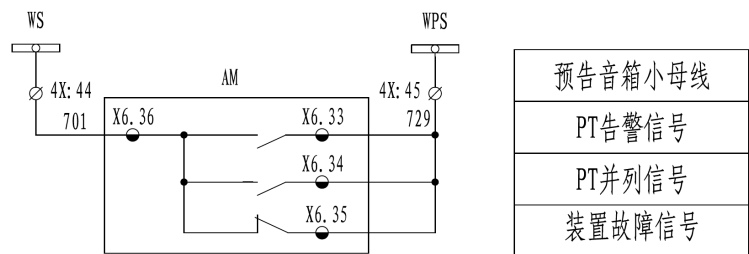
2) 在端子 X1.23-X1.24、X1.25-X1.26、X1.27-X1.28 上施加三相电压 57.74V，当三相电压由 57.74V 降至 $U_A=0.74V$, $U_B=57.74V$, $U_C=57.74V$ 时，经延时装置发出 II 母 PT 断线告警。

3) 在端子 X1.23-X1.24、X1.25-X1.26、X1.27-X1.28 上施加三相电压信号 $U_A=U_B=U_C=57.74V$ ，将三相电压改为 $U_A=0.74V$, $U_B=0.74V$, $U_C=57.74V$ ，经延时装置发出 II 母 PT 断线告警。



1# PT 预告电压回路
电压回路
2# PT 预告电压回路

图 9.17 AM5SE-UB 二次原理图（三）



预告音箱小母线
PT告警信号
PT并列信号
装置故障信号

图 9.18 AM5SE-UB 二次原理图（四）

10 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 10.1 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、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、请联系售后人员

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：(86)021-69158300 69158301 69158302
传真：(86)021-69158303
服务热线：800-820-6632
[网址：www.acrel.cn](http://www.acrel.cn)
邮箱：ACREL001@vip.163.com
邮编：201801

生产基地：江苏安科瑞电器制造有限公司
地址：江阴市南闸街道东盟路 5 号
电话（传真）：(86)0510-86179970
邮编：214405
邮箱：JY-ACREL001@vip.com