



国电南自

DL/T 670-2010

SGB-750

数字式母线保护

(常规站-国网版)

说明书

国电南京自动化股份有限公司
GUODIAN NANJING AUTOMATION CO., LTD

安全声明

为保证安全、正确、高效地使用装置，请务必阅读以下重要信息：

- 1.装置的安装调试应由专业人员进行；
- 2.装置上电使用前请仔细阅读说明书。应遵照国家和电力行业相关规程，并参照说明书对装置进行操作、调整和测试。如有随机材料，相关部分以资料为准；
- 3.装置上电前，应明确连线与正确示图相一致；
- 4.装置应该可靠接地；
- 5.装置施加的额定操作电压应该与铭牌上标记的一致；
- 6.严禁无防护措施触摸电子器件，严禁带电插拔模件；
- 7.接触装置端子，要防止电触击；
- 8.如要拆装装置，必须保证断开所有地外部端子连接，或者切除所有输入激励量。否则，触及装置内部的带电部分，将可能造成人身伤害；
- 9.对装置进行测试时，应使用可靠的测试仪；
- 10.装置的运行参数和保护定值同样重要，应准确设定才能保证装置功能的正常运行；
- 11.改变当前保护定值组将不可避免地要改变装置的运行状况，在改变前应谨慎，并按规程作校验；
- 12.装置操作密码为：99。

版本声明

本说明书适用于常规站 SGB-750 数字式母线保护装置。保护的设计标准引用了国网公司 Q/GDW 328-2009 《1000kV 母线保护装置技术要求》、Q / GDW 1175-2013 《变压器、高压并联电抗器和母线保护及辅助装置标准化设计规范》和 Q / GDW 767-2014 《10kV~110kV 元件保护及辅助装置标准化设计规范》，所有模型符合国网智能站标准（Q/GDW1396-2013 《IEC61850 工程继电保护应用模型》）。

本说明书包含技术内容介绍和现场调试大纲。

产品说明书版本修改记录表

| | | | | |
|----|--------|---------------------------------|-------|---------|
| 10 | | | | |
| 9 | | | | |
| 8 | | | | |
| 7 | | | | |
| 6 | | | | |
| 5 | | | | |
| 4 | | | | |
| 3 | | | | |
| 2 | | | | |
| 1 | V3.00 | 符合六统一要求的常规站 SGB-750 母线保护说明书初始归档 | V3.00 | 2015-02 |
| 序号 | 说明书版本号 | 修 改 摘 要 | 软件版本号 | 修改日期 |

* 技术支持 电话：(025) 69832169、69832173
传真：(025) 69832999 分机号：6160

* 本说明书可能会被修改，请注意核对实际产品与说明书的版本是否相符
* 2015 年 2 月 第 1 版 第 1 次印刷

目 录

| | |
|------------------------------|-----------|
| 1 概述 | 1 |
| 1.1 适用范围 | 1 |
| 1.2 保护功能配置 | 1 |
| 1.3 原理特点 | 2 |
| 1.4 辅助功能及结构特点 | 3 |
| 2 技术数据 | 4 |
| 2.1 额定电气参数 | 4 |
| 2.2 主要技术性能及指标 | 4 |
| 2.3 大气条件 | 5 |
| 2.4 电磁兼容性试验 | 5 |
| 2.5 绝缘和耐湿热性能 | 6 |
| 2.6 机械性能 | 6 |
| 3 硬件说明 | 7 |
| 3.1 硬件结构说明 | 7 |
| 3.2 电流量输入连接 | 7 |
| 4 保护原理 | 9 |
| 4.1 母线差动保护 | 9 |
| 4.2 母联（分段）断路器失灵和死区保护 | 18 |
| 4.3 自动识别充电状态功能 | 21 |
| 4.4 断路器失灵保护 | 21 |
| 4.5 复合电压闭锁与 PT 断线判别功能 | 24 |
| 4.6 双母线运行方式识别功能 | 25 |
| 4.7 母联（分段）充电过流保护 | 27 |
| 4.8 母联（分段）非全相保护 | 27 |
| 5 保护配置说明 | 28 |
| 5.1 母联兼旁路 | 28 |
| 5.2 旁路兼母联 | 29 |
| 5.3 母线兼旁路 | 31 |
| 5.4 双母单分段接线 | 32 |
| 5.5 双母双分段接线 | 32 |
| 6 保护整定说明 | 34 |
| 6.1 电流折算 | 34 |
| 6.2 保护整定项目及原则 | 34 |
| 6.3 整定值清单 | 37 |
| 6.4 HMI 设置 | 41 |
| 附录 1：选配功能裁剪说明 | 43 |
| 附录 2：装置信号灯及异常处理 | 44 |
| 附录 3：装置背板图及接线说明 | 47 |

| | |
|-------------------------|----|
| 附录 4: 装置人机界面及操作说明 | 55 |
| 附录 5: 装置插件插拔操作说明 | 63 |
| 附录 6: 装置调试与运行..... | 68 |

1 概述

我公司针对 10kV-1000kV 电力系统的特点，结合二十多年来在各电压等级母线保护领域内的理论研究成果及成功的现场运行实践经验，提出并采用一整套母线保护新判据，在全新的 EDP 嵌入式系统平台基础上开发研制成 SGB-750 数字式母线保护装置。本装置技术性能优异，抗干扰能力强，功能齐全，界面友好，使用方便。

1.1 适用范围

SGB-750 数字式母线保护装置（常规站）适用于 10kV~1000kV 各电压等级的常规变电站的各种接线方式的母线，支持主接线规模为 24 单元。可作为发电厂、变电站母线的成套保护装置。

1.2 保护功能配置

SGB-750 数字式母线保护装置具有多种保护功能，可根据母线接线要求选择配置：

功能配置表（3/2 断路器接线）

| 序号 | 功能描述 | 段数及时限 | 备注 |
|----|---------------|-------|----|
| 1 | 差动保护 | / | |
| 2 | 失灵经母差跳闸 | / | |
| 3 | CT 断线判别功能 | / | |
| 序号 | 基础型号 | 代码 | |
| 4 | 3/2 断路器接线母线保护 | C | |

功能配置表（220kV 及以上系统双母线接线，含双母双分段接线、双母单分段接线）

| 序号 | 功能描述 | 段数及时限 | 备注 |
|----|--------------------------|-------|------------------|
| 1 | 差动保护 | / | |
| 2 | 失灵保护 | / | |
| 3 | 母联（分段）失灵保护 | / | |
| 4 | CT 断线判别功能 | / | |
| 5 | PT 断线判别功能 | / | |
| 序号 | 基础型号 | 代码 | |
| 6 | 双母线接线母线保护 双母双分段接线母线保护 | A | |
| 7 | 双母单分段接线母线保护 | D | |
| 序号 | 选配功能 | 代码 | |
| 8 | 母联（分段）充电过流保护 | M | 功能同独立的母联（分段）过流保护 |
| 9 | 母联（分段）非全相保护 | P | 功能同线路保护的非全相保护 |
| 10 | 线路失灵解除电压闭锁 | X | |

功能配置表

(10kV~110kV 系统双母线接线含双母双分段接线、单母线接线和单母分段接线，双母单分段接线含单母三分段接线)

| 序号 | 功能描述 | 段数及时限 | 备注 |
|----|---|-------|------------------|
| 1 | 差动保护 | / | |
| 2 | 失灵保护 | / | |
| 3 | 母联（分段）失灵保护 | / | |
| 4 | CT 断线判别功能 | / | |
| 5 | PT 断线判别功能 | / | |
| 序号 | 基础型号 | 代码 | |
| 6 | 双母线接线母线保护 双母双分段接线母线保护 单母线接线母线保护 单母分段接线母线保护 | AL | |
| 7 | 双母单分段接线母线保护 单母三分段接线母线保护 | DL | |
| 序号 | 选配功能 | 代码 | |
| 8 | 母联（分段）充电过流保护 | M | 功能同独立的母联（分段）过流保护 |
| 9 | 线路失灵解除电压闭锁 | X | |

装置型号

| 序号 | 保护平台及代码 | 基础型号 | 装置类型 | 备注 |
|----|---------|------|------|------------------|
| 1 | SGB-750 | C | -G | 国网常规装置，常规采样，常规跳闸 |
| 2 | | A | | |
| 3 | | D | | |
| 4 | | AL | | |
| 5 | | DL | | |

1.3 原理特点

- a. 采用比率制动差动保护原理，分设大差功能及各段母线小差功能，将整个双母线作为被保护组件的大差功能用于判别母线区内故障，仅将每段母线作为被保护组件的小差功能用于选择故障段母线。
- b. 设置两套差动保护：常规的全电流差动保护和新型的电流变化量差动保护。技术成熟，抗过渡电阻的能力强，受故障前系统功角的影响小。
- c. 采用瞬时值差电流算法，保护动作速度快，差动动作时间小于 20 ms。
- d. 采用“差电流变化量启动”和“差电流启动”双启动原理，对系统发生的金属性或非金属故障、短路容量的差异所产生的不同故障特征，均能快速启动，并进入下一级保护判别。本装置的双启动原理的启动灵敏度高，自适应能力强，有效地解决了不同容量的系统在不同负荷条件下发生故障时，多数母线保护启动灵敏度不能完全适应的问题。
- e. 采用新型抗 CT 饱和的“差电流动态追忆法”和“轨迹扫描法”措施，确保母线外部故障 CT 饱和时不

误动，而区内故障或故障由区外转为区内时可靠动作。

- f. 不同电压等级的电力系统具有不同的特点，线路的感抗、容抗、阻抗角不同，非周期分量和谐波分量的时间常数也不同，SGB-750 母线保护装置考虑了 10~1000kV 各电压等级中最严重的情况，采取各种有效措施加以克服，抗御非周期分量和谐波分量的能力强，因而对各电压等级的母线具有最广泛的适应性。
- g. 对于可能导致母线保护装置误动的小概率因素，例如，由于接入母线保护的各单元 CT 的特性不一致，在区外故障切除、不对称冲击负荷、系统解合环、并网、投切负荷等造成的不平衡差电流；CT 断线造成的差电流；区外故障 CT 在 2 个周波以后再饱和造成的差电流等情况，SGB-750 母线保护装置从多方位采取预防为主的有效措施，确保不误动，整套装置的安全性很高。
- h. 能自动适应母线的各种运行方式。例如在双母线上倒闸操作时不需退出保护，能根据隔离开关位置信息的改变，通过软件完成：运行方式的自动识别、各段母线小差保护计算的自动调整及出口跳闸命令的自动切换。
- i. 内含补偿措施，允许母线上各连接单元 CT 的变比不一致，并由用户设定。
- j. 设置独立于差动保护软件的复合电压闭锁功能，可靠防止差动保护的误动。
- k. 设有 CT 断线报警功能：低值报警，高值闭锁差动保护，可靠防止 CT 断线引起差动保护的误动。

1.4 辅助功能及结构特点

- 采用触摸式彩色液晶大屏幕，信息清楚分明，并能显示系统主接线图及实时潮流分布。
- 具有完善的系统硬件及软件在线自动检测功能，能自动报警。
- 具有强大的事件顺序记录和故障录波功能，能与 COMTRADE 兼容。
- 灵活的通信接口方式，配有 RS-485 双串口和三个以太网通信接口，其中以太网可选光口或者电口。通讯规约支持 IEC60870-5-103 标准和 IEC 61850 系列标准。
- 采用整面板、支持后接线式机箱结构型式。
- 强电输入回路与弱电系统在电气上完全分开，针对不同回路分别采用光电耦合、继电器转接、带屏蔽层的变压器等隔离措施。

2 技术数据

2.1 额定电气参数

| 序号 | 名称 | 额定电气参数 | |
|---------------------------|--------------------|---|---------------------------------------|
| 1 | 直流电源 | 220V 或 110V (订货请注明), 允许工作范围: (80%~115%) 额定直流电压, 纹波系数 $\leq 5\%$ | |
| 2 | 交流电压 | $100/\sqrt{3} V$ (额定电压 U_n) | |
| 3 | 交流电流 | 5A 或 1A (额定电流 I_n , 订货请注明) | |
| 4 | 额定频率 | 50Hz | |
| 5 | 过载能力 | 交流电流回路 | 2 倍额定电流, 连续工作; |
| | | | 10 倍额定电流, 允许 10s; |
| | | | 50 倍额定电流, 允许 1s; |
| 交流电压回路 | 1.2 倍额定电压, 连续工作; | | |
| | 1.5 倍额定电压, 允许 30s; | | |
| 直流电源回路 | 80%~115%额定电压 连续工作 | | |
| 6 | 功率消耗 | 直流回路 | 正常时, 单机箱不大于 60W; |
| | | | 跳闸时, 单机箱不大于 80W; |
| | | 交流电压回路 | 不大于 0.5VA/相 (额定电压时) |
| | | 交流电流回路 | 不大于 0.5VA/相 ($I_n=5A$ 时) |
| 不大于 0.5VA/相 ($I_n=1A$ 时) | | | |
| 7 | 状态量电平 | 通信接口模件的输入状态量电平 | 24V |
| | | GPS 对时脉冲输入电平 | 24V |
| | | 开入模件输入状态量电平 | 220V/110V |
| 8 | 输出接点容量 | 交流 | 触点负载电压 220V, 触点负载电流 5A, 触点负载功率 2kVA |
| | | 直流 | 触点负载电压 220V, 触点负载电流 0.5A, 触点负载功率 300W |

2.2 主要技术性能及指标

2.2.1 主要技术指标

| 序号 | 名称 | 主要技术指标 |
|----|------------|--------------------------|
| 1 | 采样回路精确工作范围 | 相电压: 0.2V~200V |
| | | 电流: $0.04I_n \sim 40I_n$ |
| 2 | 整定误差 | 误差: 不超过 $\pm 3\%$ |
| 3 | 温度变差 | 工作环境温度范围内 $< \pm 2\%$ |
| 4 | 差动动作时间 | 1.5 倍动作电流时, $< 20ms$ |

2.2.2 光纤接口参数

(1) 站控层通讯用接口参数 (MMS/选配)

| 序号 | 名称 | 接口参数 |
|----|--------|---------------|
| 1 | 光纤种类 | 多模, 波长 1310nm |
| 2 | 光纤接口 | LC |
| 3 | 光发送功率 | -20~-14dBm |
| 4 | 光接收灵敏度 | -31~-14dBm |
| 5 | 传输距离 | ≤ 1.5km |

2.2.3 通信接口

| 序号 | 名称 | 接口类型 |
|----|------------------------|------------------|
| 1 | 打印机接口 (不可更改) | RS-232 |
| 2 | 三个可同时工作的以太网接口 (或光纤以太网) | RJ-45(或 LC 光纤接口) |
| 3 | 两个可以同时工作的串行通信口 | RS-485 |

2.3 大气条件

| 序号 | 名称 | 环境参数 |
|----|--------------|--|
| 1 | 正常工作大气条件 | 环境温度: -10℃~+55℃ (室内使用); 相对湿度: 5%~95% (产品内部既不凝露, 也不结冰); 大气压力: 66kPa~110kPa; |
| 2 | 正常试验大气条件 | 环境温度: +15℃~+35℃; 相对湿度: 45%~75%; 大气压力: 86kPa~106kPa; |
| 3 | 贮存及运输的极限大气环境 | 装置贮存、运输允许的环境条件为-40℃~+70℃, 相对湿度不大于 85%, 在不施加任何激励量的条件下, 不出现不可逆变化。 |

2.4 电磁兼容性试验

| 序号 | 电磁兼容试验项目 | 试验结果 |
|----|---------------|--|
| 1 | 静电放电抗扰度 | 能承受 GB/T 14598.14 中规定的静电放电抗干扰IV级试验 |
| 2 | 辐射电磁场抗扰度 | 能承受 GB/T 14598.9 中规定的辐射电磁场抗扰度III级试验 |
| 3 | 快速瞬变脉冲群抗扰度 | 能承受 GB/T 14598.10 中规定的快速瞬变抗扰度 A 级试验 |
| 4 | 浪涌 (冲击) 抗扰度 | 满足 GB/T 14598.18 中规定的浪涌 (冲击) 抗扰度试验 |
| 5 | 射频场感应的传导骚扰抗扰度 | 能承受 GB/T 14598.17 中规定的射频场感应的传导骚扰抗扰度III级试验 |
| 6 | 工频磁场抗扰度 | 能承受 GB/T 17626.8 中规定的工频磁场抗扰度 5 级试验 |
| 7 | 脉冲磁场抗扰度试验 | 能承受 GB/T 17626.9 V 级实验 |
| 8 | 1MHz 脉冲群抗扰度 | 满足 GB/T 14598.13 中规定的 1MHz 和 100kHz 脉冲群抗扰度试验 |
| 9 | 电磁发射限值 | 符合 GB/T 14598.16 中规定的电磁发射限制值要求 |
| 10 | 阻尼振荡磁场抗扰度试验 | 能承受 GB/T 17626.10 中规定的 5 级实验 |
| 11 | 工频抗扰度试验 | 能承受 GB/T 14598.19 中规定的 A 级实验 |

2.5 绝缘和耐湿热性能

| 序号 | 绝缘试验项目 | 试验结果 |
|----|--------|--|
| 1 | 绝缘电阻 | 在正常试验大气条件下,装置的外引带电部分(通信接口回路和 24V 状态量输入回路除外)和 外露非带电金属部分及外壳之间,以及电气上无联系的各回路之间,用开路电压为直流 1000V 的兆欧表测量其绝缘电阻值,不小于 50MΩ;通信接口回路对地,用开路电压为直流 500V 的兆欧表测量其绝缘电阻值,不小于 100MΩ。 |
| 2 | 介质强度 | 在正常试验大气条件下,装置能承受频率为 50Hz,电压 2000V(通信回路输入和 24V 状态量输入回路端子为 500V)历时 1min 的工频耐压试验而无击穿闪络及元件损坏现象。试验过程中,任一被试回路施加电压时其余回路等电位互联接地。 |
| 3 | 冲击电压 | 在正常试验大气条件下,装置的直流输入回路、交流输入回路、输出触点等各回路对地,以及电气上无联系的各回路之间,能承受 1.2/50μs 的标准雷电波的标准短时冲击电压试验。当额定绝缘电压大于 60V 时,开路试验电压为 5kV;当额定绝缘电压不大于 60V 时,开路试验电压 1kV。 |
| 4 | 耐湿热性能 | 装置能承受 GB/T 2423.3—2006 规定的恒定湿热试验。试验温度+40℃±2℃、相对湿度(93±3)% ,试验时间为 48h,在试验结束前 2h 内,用开路电压为直流 500V 的兆欧表,测量各外引带电回路部分对外露非带电金属部分及外壳之间、以及电气上无联系的各回路之间的绝缘电阻不小于 1.5MΩ。 |

2.6 机械性能

| 序号 | 名称 | 机械性能 |
|----|--------|--|
| 1 | 机箱结构尺寸 | 482.6mm×265.9mm×326mm |
| 2 | 振 动 | 装置能承受 GB/T 11287—2000 中 3.2.1 规定的严酷等级为 I 级的振动响应能力试验; 3.2.2 规定的严酷等级为 I 级的振动耐久能力试验 |
| 3 | 冲 击 | 装置能承受 GB/T 14537—1993 中 4.2.1 规定的严酷等级为 I 级的冲击响应试验; 4.2.2 规定的严酷等级为 I 级的冲击耐久试验 |
| 4 | 碰 撞 | 装置能承受 GB/T 14537—1993 中 4.3 规定的严酷等级为 I 级的碰撞试验 |

3 硬件说明

3.1 硬件结构说明

保护装置采用统一的硬件平台，其优点在于可以利用相同的硬件结构实现不同的保护功能。即基于该平台开发的保护装置，在交流量、开入量、开出量等外部输入输出，和数据处理、通讯处理方面具有相同的原理，只需少许改变装置输入输出端子定义，就可实现不同的保护功能。

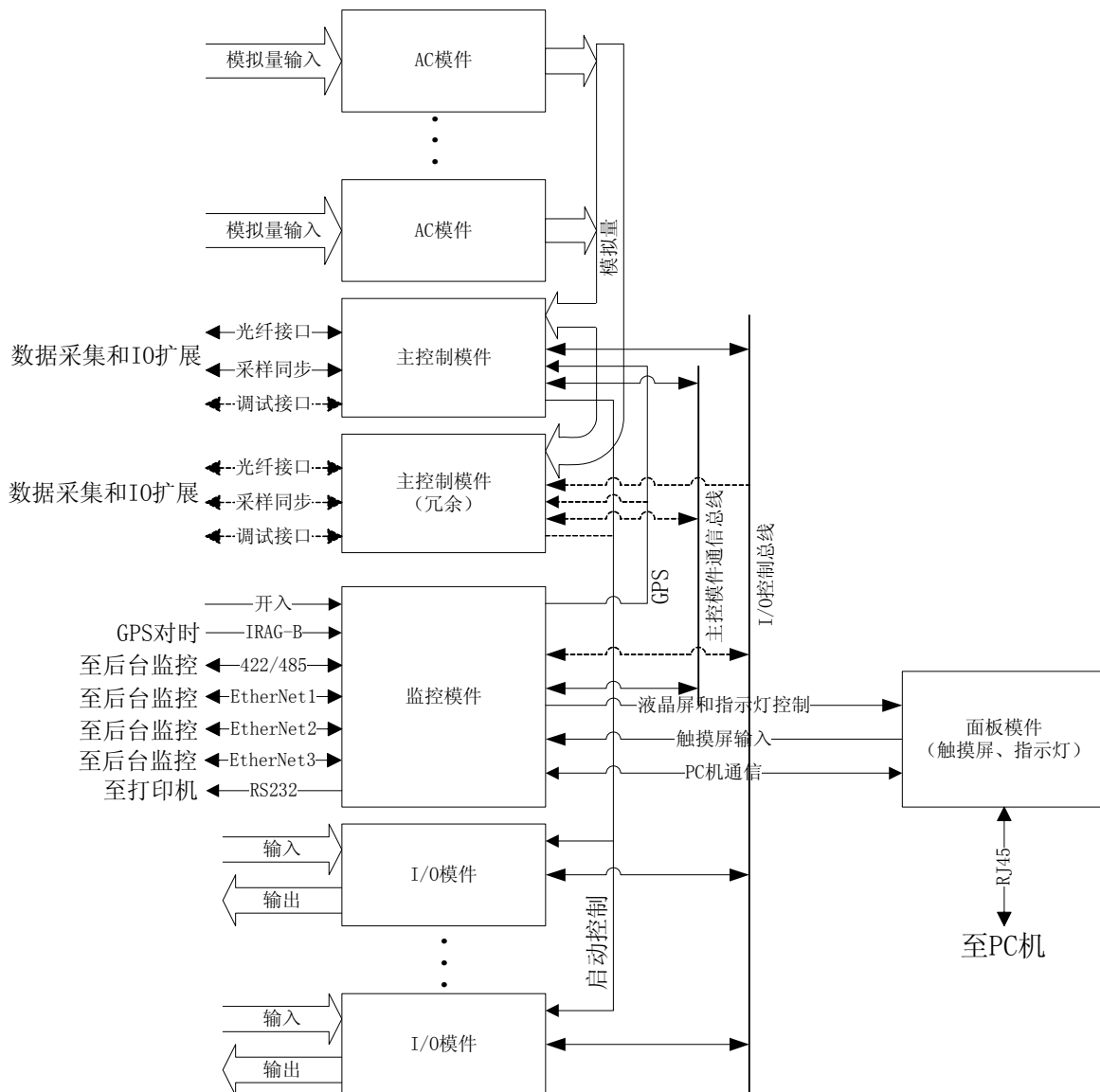


图 3-1 SGB-750 型保护装置硬件配置概略图

3.2 电流量输入连接

本装置为电流型保护，输入的电流由母线各连接单元的电流互感器提供。为保证差动保护接线的正确和分析的方便，各连接单元电流互感器极性标记端按如下统一规定配置：母联（或分段）单元电流互感器一次绕组的极性标记端安装在 I 母线侧（对于双母单分段接线，母联 1、母联 2 极性端在长母线 II 母侧，具体参见 5.4 节），其余连接单元电流互感器一次绕组的极性标记端均安装在母线侧。本装置与电流互感器二次绕组的连接有二种方式，如图 3-2 所示。图 3-2(a)中，从各电流互感器二次绕组非极性标记端引出连

接线送至本装置交流电流输入端，二次绕组的极性标记端则连接在同一点；而在图 3-2(b)中正好相反，从各电流互感器二次绕组极性标记端引出连接线送至本装置交流电流输入端，二次绕组的非极性标记端连接在同一点。

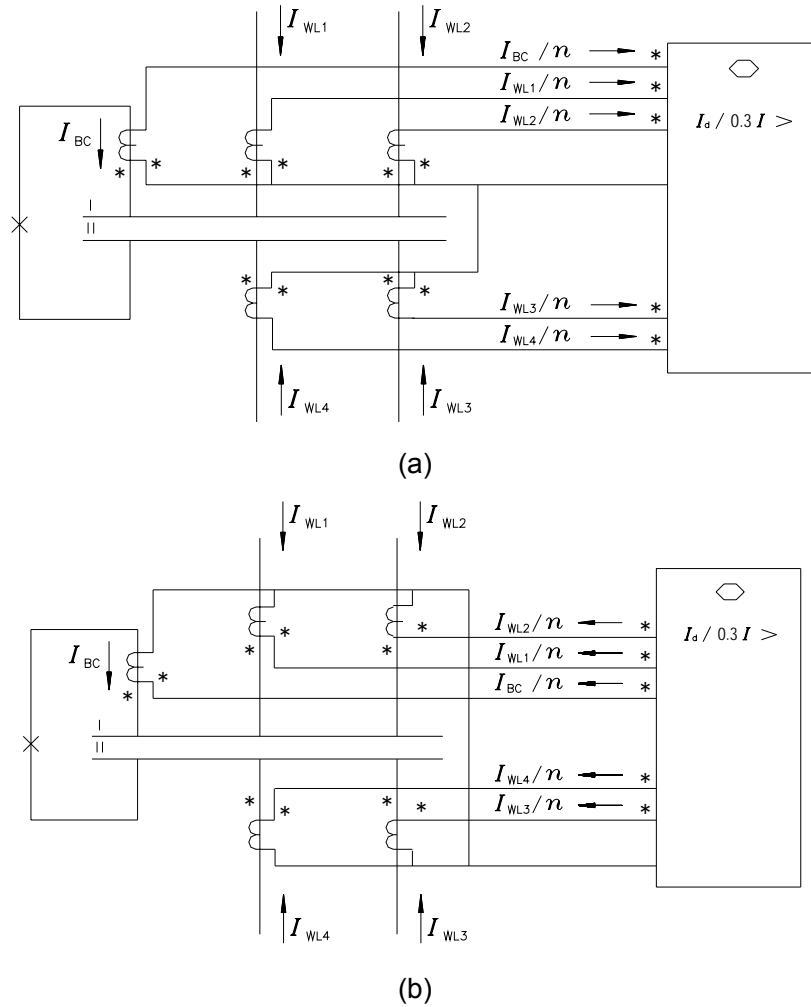


图 3-2 本装置输入电流量的连接示意

图中，二次电流相量 I_{BC}/n 、 I_{WL1}/n 、 I_{WL2}/n 、 I_{WL3}/n 、 I_{WL4}/n 分别与一次电流相量 I_{BC} 、 I_{WL1} 、 I_{WL2} 、 I_{WL3} 、 I_{WL4} 同相。

注：

在本插图上，为清晰表示已合闸的电路，采用断路器功能符号代表断路器符号、并省略隔离开关符号。

4 保护原理

SGB-750 数字式母线保护装置具有如下多种保护功能：母线差动保护、母联断路器失灵和死区保护、自动识别充电状态功能、断路器失灵保护、复合电压闭锁功能、CT 断线闭锁报警功能和运行方式识别功能等。

4.1 母线差动保护

母线差动保护采用分相式电流变化量差动保护和分相式全电流差动保护两种原理，两种差动保护分别经抗 CT 饱和的差流动态追忆法、轨迹扫描法的控制，由于这两种抗 CT 饱和的判据采用多重判别方法，能准确地判别区内区外故障，所以比率制动差动判据作为判据之一，采用较低的制动系数 0.3，不需用户整定。

4.1.1 保护启动判据

本装置针对不同容量的电力系统和不同故障类型的特征，设置了两种启动功能：差电流变化量快速启动；差电流积分慢速启动。快速启动，判别迅速准确；慢速启动，确保动作灵敏度。

4.1.1.1 快速启动的主要判据

$$\Delta I_d \geq I_1 \quad (1)$$

$$\Delta I_d \geq K_1 \Delta I_r \quad (2)$$

式中：

$$\Delta I_d = \left| \sum_{j=1}^N \Delta i_j \right| \quad \text{为差电流变化量，等于各连接单元电流变化量和的绝对值}$$

$$\Delta I_r = \sum_{j=1}^N |\Delta i_j| \quad \text{为制动电流变化量，等于各连接单元电流变化量绝对值之和}$$

I_1 为差电流变化量启动值

K_1 为电流变化量制动系数

4.1.1.2 慢速启动的主要判据

$$I_d \geq I_2 \quad (3)$$

$$I_d \geq K_2 I_r \quad (4)$$

式中：

$$I_d = \left| \sum_{i=1}^N \dot{I}_i \right| \quad \text{为常规差电流，等于各连接单元采样值相量之和的模}$$

$$I_r = \sum_{i=1}^N |\dot{I}_i| \quad \text{为常规制动电流，等于各连接单元采样电流相量模值之和}$$

I_2 为常规差电流启动值

K_2 为常规制动系数启动值

4.1.2 差动保护的子功能

本装置差动保护的子功能有：I 段母线比率小差动保护功能、II 段母线比率小差动保护功能、双母线比率大差动保护功能、差流动态追忆法的抗 CT 饱和功能、轨迹扫描法的抗 CT 饱和功能和 CT 断线闭锁报警功能。此外，与断路器失灵保护共享复合电压闭锁功能（见 4.5 节）。

说明

- 1) 对于双母单分段或单母三分段接线，增加Ⅲ段母线比率小差动保护功能；
- 2) 以下对于双母线比率大差动保护功能中，以双母线为例，若是只有一条母线或三条母线，参照此功能。

4.1.2.1 I 段母线比率小差动保护功能

本功能仅采集 I 段母线上所有连接单元（包括引出线、母联、旁路、分段）的电流，等效于仅在图 4-1 所示连接单元上装设电流互感器，并将二次电流引入保护装置，通过软件计算出 I 段母线的差电流和制动电流。

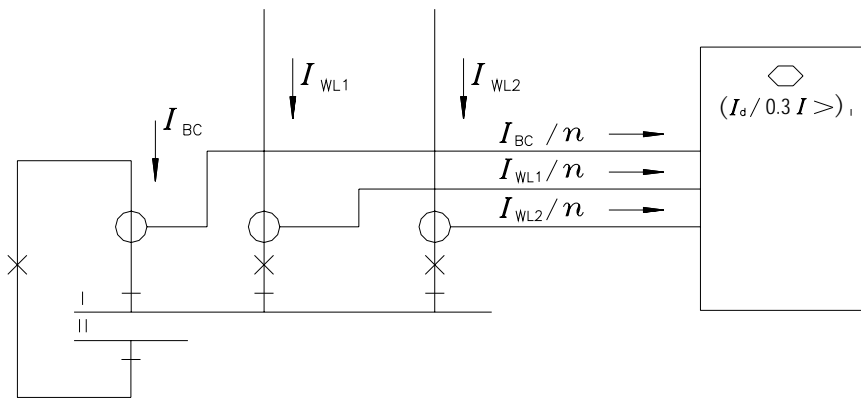


图 4-1 I 段母线比率小差动保护采集电流示意

保护功能的判据为

$$|\sum \dot{I}_I| / \sum |\dot{I}_I| \geq 0.3 \quad (5)$$

式中：

$|\sum \dot{I}_I|$ I 段母线所有连接单元电流相量之和的模，为差电流

$\sum |\dot{I}_I|$ I 段母线所有连接单元电流相量模值之和，为制动电流

图 4-1 所示电流互感器之间的电路，即 I 段母线，为本子功能的保护区。

注：在本章插图中，为清晰表示已合闸的电路，采用断路器功能符号、隔离开关功能符号分别代表断路器符号、隔离开关符号。

4.1.2.2 II 段母线比率小差动保护功能

本功能仅采集 II 段母线上所有连接单元（包括引出线、母联、旁路、分段）的电流，等效于仅在图 4-2 所示连接单元上装设电流互感器，并将二次电流引入保护装置，通过软件计算出 II 段母线的差电流和制动电流。

保护功能的判据为

$$|\sum \dot{I}_{II}| / \sum |\dot{I}_{II}| \geq 0.3 \quad (6)$$

式中：

$|\sum \dot{I}_{II}|$ II 段母线所有连接单元电流相量之和的模，为差电流

$\sum |i_{II}|$ II段母线所有连接单元电流相量模值之和, 为制动电流

图 4-2 所示电流互感器之间的电路, 即 II 段母线, 为本子功能的保护区。

说明

1) 如图 4-2 所示, 母联单元只装设一组电流互感器, 该电流互感器一次绕组安装时, 靠近 I 段母线的是同极性标记端, 靠近 II 段母线的是非同极性标记端。因此, 在 I 段母线比率差动保护的求和 ($\sum i_I$) 计算中, “+” (正方向计入) 母联电流 I_{BC} , 而在 II 段母线比率差动保护的求和 ($\sum i_{II}$) 计算中, “-” (反方向计入) 母联电流 I_{BC} ;

2) 引入分段单元、旁路单元的电流采样计算值作求和 ($\sum i$) 计算时, “+”、“-”的选择同理类推, 详见第 5 章。

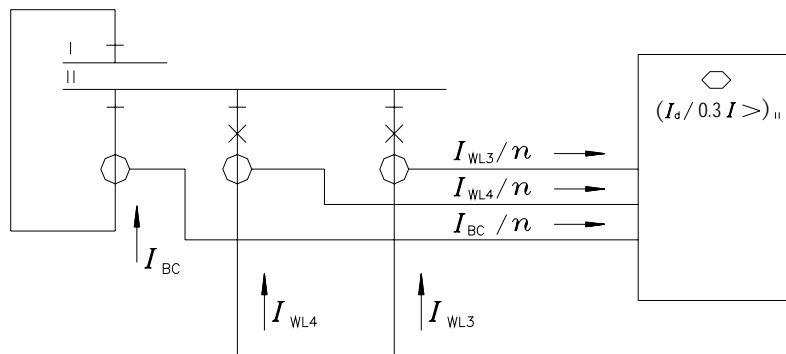


图 4-2 II 段母线比率小差动保护采集电流示意

4.1.2.3 双母线比率大差动保护功能

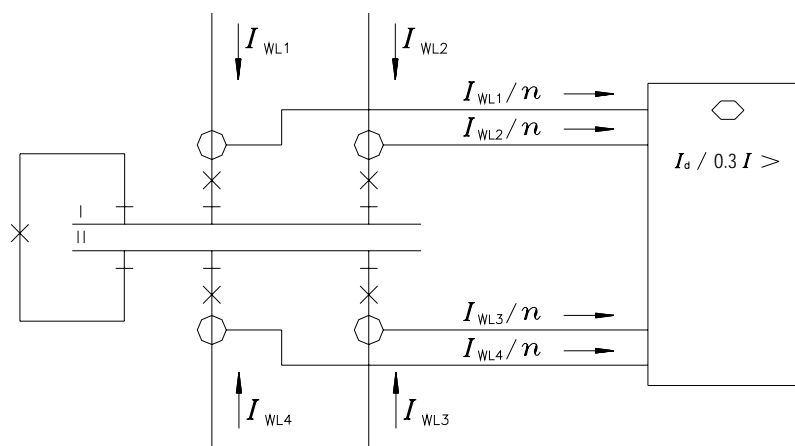


图 4-3 双母线比率大差动保护采集电流示意

本功能采集除了母联外的所有连接单元的电流, 通过软件计算出差电流和制动电流。等效于没有装设母联单元的电流互感器, 如图 4-3 所示, 将 I、II 两段母线及其母联单元看成一个整体, 构成 I、II 双母线共同的比率差动保护功能。图 4-3 所示电流互感器之间的电路, 即 I 母线、II 母线和两段母线间的母联单元为本子功能的保护区。

保护功能的判据为

$$|\sum \dot{I}| / \sum |\dot{I}| \geq 0.3 \quad (7)$$

式(7)中:

$|\sum \dot{I}|$ 大差除了母联单元外的双母线所有连接单元电流相量之和的模, 为差电流

$\sum |\dot{I}|$ 除了母联单元外的双母线所有连接单元电流相量模值之和, 为制动电流

4.1.2.4 比率差动保护的最小动作电流

无论是大差、还是小差, 除了具有比率差动保护功能外, 还要求差流大于一整定值(最小动作电流), 才允许出口跳闸。即

$$|\sum \dot{I}| \geq I_{set} \quad (8)$$

式(8)中:

$|\sum \dot{I}|$ 大差为除了母联单元外的双母线所有连接单元电流之和的模, 小差为 I 或 II 段母线所有连接单元电流之和的模, 即差电流;

I_{set} 为差电流整定值(差动保护启动电流定值), 即最小动作电流。

本装置的大差、小差保护的動作特性曲线如图 4-4 所示, 其中: I_d 为差电流, I_r 为制动电流,

$I_{d \min} = I_{set}$ 。

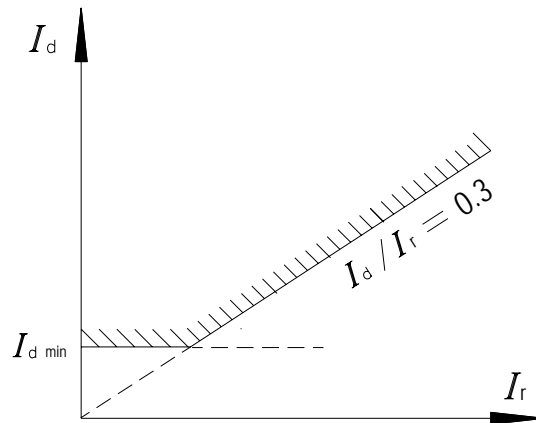


图 4-4 差动保护动作特性

4.1.2.5 “差流动态追忆法”抗 CT 饱和功能

本功能所采集的电流量与比率差动相同, 如图 4-5 所示。

所不同的是利用采集的各连接单元原始电流数据, 取其电流变化量, 计算出差电流变化量 Δid 、制动电流变化量 Δir 和两者之比 $\Delta id / \Delta ir$ 。本功能的特点是, 在快速启动功能启动后, 采用“差流动态追忆法”。

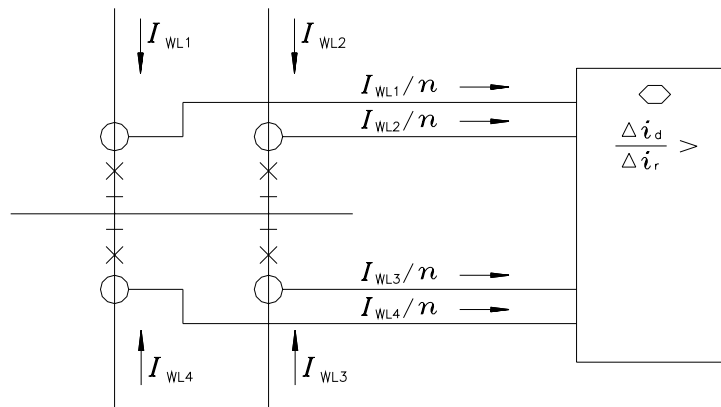


图 4-5 “差流动态追忆法”抗 CT 饱和功能采集电流示意图

对差电流变化量的形成和发展过程进行追忆判别，以确认发生的故障类型，确保区外故障 CT 饱和时母线保护可靠不动，而区内故障则快速动作，不受 CT 饱和的影响。

假设快速启动时刻的采样基准点为 k 点，紧接的采样点为 $k+1$ 、 $k+2$ 、...、 $k+n$ 。计算到 $k+n$ 点的差流突变系数 X_n 的计算公式为

$$X_n = \frac{\sum_{p=K-m}^{k-K+n-2} \Delta I_{dp}}{\sum_{p=K-m}^{k-K+n-2} \Delta I_{rp}} \quad (9)$$

式中：

$$\Delta I_d = \left| \sum_{j=1}^N \Delta i_j \right| \quad \text{为差电流变化量}$$

$$\Delta I_r = \sum_{j=1}^N |\Delta i_j| \quad \text{为制动电流变化量}$$

$$\Delta i = i_k - i_{k-T} \quad \text{突变量为和前一个周波采样点比较的结果}$$

p 参与计算的采样点

k 采样计算点

K 启动时刻点

m 向前追忆计算的间隔

$n = 2, 3, 4, \dots$

而启动点 k 点的差流变化系数 X_1 的计算公式为

$$X_1 = \frac{\Delta I_{dK}}{\Delta I_{rK}} \quad (10)$$

式中：

ΔI_{dK} 启动点 K 点的差电流变化量

ΔI_{rK} 启动点 K 点的制动电流变化量

差电流变化量动态追忆法以差电流变化量产生时刻的短路电流为基准，追忆、分析差电流变化量的形成和发展过程，快速正确判别是区内故障，还是区外故障 CT 饱和。

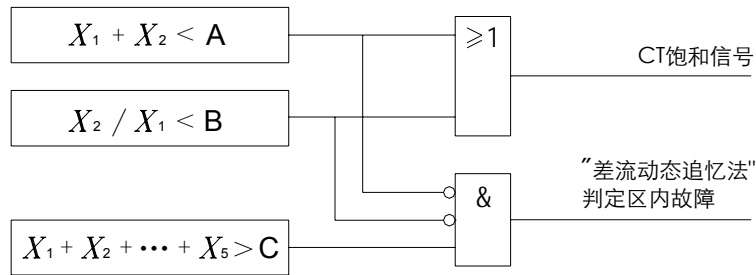


图 4-6 差电流变化量动态追忆法逻辑框图

图 4-6 为差电流变化量动态追忆法逻辑框图。主要由下列三个判据组成：

- 1) 差电流变化量形成判据

$$X_1 + X_2 < A$$

若判据成立则判为区外故障、CT 饱和，反之判为区内故障。

- 2) CT 饱和拐点判据

$$X_2 / X_1 < B$$

若判据成立则判为区外故障、CT 饱和，反之则判为区内故障。

- 3) 区内故障特征连续性判据

$$X_1 + X_2 + \dots + X_5 > C$$

若判据成立则判为区内故障。

判据 1) 和 2) 对差电流工频变化量的形成过程及突变系数 X_1 、 X_2 进行定量分析。当采样计算点 (k 点) 及追忆到前后的几个采样计算点均有足够大的故障电流增量，则判为区内故障，反之判为区外故障、CT 饱和。

判据 3) 检查差电流的连续性特征，作为母线区内故障时保护动作判别的必要条件。

图 4-7 为差电流特征计算数据示意图。

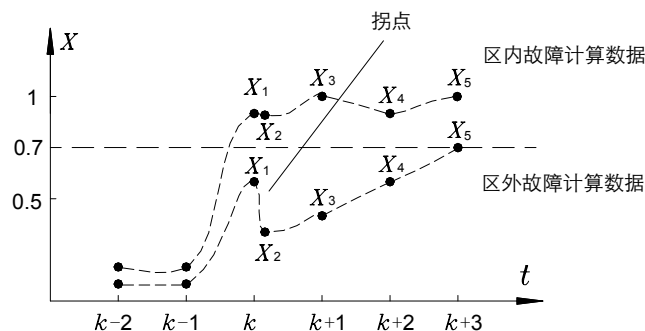


图 4-7 差电流特征计算数据示意图

4.1.2.6 “轨迹扫描法”抗 CT 饱和功能

“轨迹扫描法”是基于差电流如下特征的一种 CT 饱和和新型判别方法：

- 1) 母线发生区外故障而 CT 不饱和时，只有很小的不平衡差电流，不平衡差电流不会大于差电流动作门槛，与制动电流之比也不会超过比率制动系数内部设定值，常规电流比率差动保护不会动作；
- 2) 母线发生区内故障，不论是否有个别连接单元的 CT 饱和，差电流连续而无间断点。同时差电流大于动作门槛，与制动电流之比会超过比率制动系数内部设定值，常规电流比率差动保护动作；

- 3) 母线发生区外故障而导致 CT 严重饱和时, 差电流会大于动作门槛, 同时与制动电流之比也会超过比率制动系数整定值, 常规电流比率差动保护会误动。但由于饱和 CT 存在 2ms 及以上正确传变的时间, 所以差电流波形是不连续而有间断, 由“轨迹扫描法”检测到的“差电流间断”可以用于防止差动保护误动。

“轨迹扫描法”对差电流的变化轨迹不间断地扫描监测, 采用数字方法逐点整形处理, 寻找“差电流间断”, 判断是否区内故障。

本装置判别差电流波形的间断采用差电流制动系数多时刻采样积分法和快速谐波制动计算法。

- 1) 制动系数多时刻采样积分法的主要判据为:

$$K_k = \frac{\left| \sum_{p=k-n}^k I_{dp} \right|}{\sum_{p=k-n}^k |I_{rp}|} \quad \text{或} \quad K_k = \frac{\int I_d}{\int I_r} \quad (11)$$

式(11)中:

K_k 为 k 采样点差电流的制动系数

$I_d = \left| \sum_{i=1}^N \dot{I}_i \right|$ 为常规差电流, 等于各连接单元采样值相量之和的模

$I_r = \sum_{i=1}^N |\dot{I}_i|$ 为常规制动电流, 等于各连接单元采样电流相量模值之和

- 2) 快速谐波制动

本装置采用一种数学解析方法, 能在 5ms 的时间内滤掉直流和基波分量, 快速反映差电流的各次谐波的总水平 D_k 。

设 J_k 表示 k 采样点的差电流间断, D_k 为 k 采样点的谐波分量水平, T 为判别时间区间。则

$$J_k = f(K_k, D_k, T) \quad (12)$$

该式表示 J_k (k 采样点差电流间断) 与 K_k (k 采样点的制动系数)、 D_k (k 采样点谐波分量水平) 和 (T 判别时间区间) 有关, 其主要含义为: 若 k 点满足如下 3 个条件, 则 k 点存在差电流间断 J_k :

- 1) $K_k < K_1$

式中:

K_k 为 k 采样点的差电流制动系数

K_1 为内部设定门槛

- 2) $D_k > D_1$

式中:

D_k 为 k 采样点的谐波分量水平

D_1 为设定门槛

- 3) $k - T < t < k$

式中:

k 为采样点 k 的时刻

T 为判别时间区间

若差电流中检测不到“间断 J_k ”，则判断为发生区内故障，程序转入“出口跳闸判据”；若差电流中检测到“间断 J_k ”，则判断为区外故障 CT 饱和，保护装置将重复上述“差电流轨迹法”扫描监测，直至差电流消失。

4.1.2.7 CT 断线报警闭锁功能

差动保护配有 CT 断线报警闭锁功能，其作用是在正常运行时对大差的各相差电流进行判断，以实时检测出 CT 断线，闭锁差动保护，避免区外故障时差动保护的误动，并提示断线的相别。

图 4-8-1 为 CT 断线闭锁和告警功能示意，由图可知：

- 检测大差差流和小差差流，当任一相差流大于低定值 I_{1set} （CT 断线告警定值）时，本功能延时 5s 发出告警信号，当任一相大差差流大于高定值 I_{2set} （CT 断线闭锁定值）时，本功能闭锁差动保护。
- 当差动保护的制动电流突增（ $I_r >$ 内部参数），或母线电压降低至动作值（ $U <$ 内部参数），表明有故障量产生。

（1）如果此时无 CT 断线闭锁信号，则 CT 断线闭锁功能被停止工作 10 秒，以防母线有故障量的情况下误判 CT 断线而闭锁差动保护，10 秒之后重新进入 CT 断线闭锁功能；

（2）如果此时已有 CT 断线闭锁信号，则 CT 断线闭锁功能仍起作用，还是闭锁母线保护。

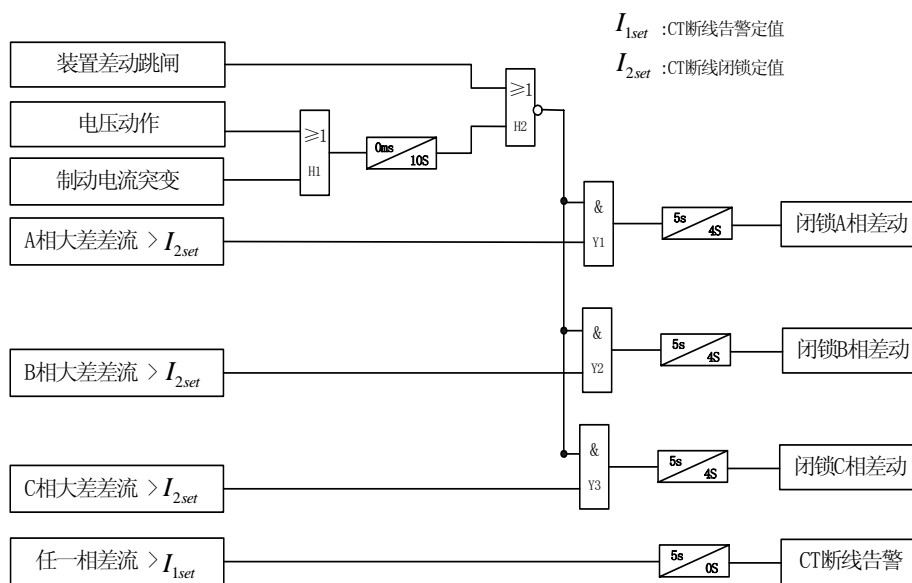


图 4-8-1 CT 断线闭锁报警功能和内部逻辑示意

- CT 断线闭锁差动保护功能为分相闭锁。
- （母联 CT 断线逻辑-方式 1：应用于 220kV 及以上系统）母联（分段）单元电流断线，采用大差平衡，两小差均不平衡的判据，由于母联（分段）断线不会影响保护对区内故障的判别，因此不闭锁差动保护，判断出母联 CT 断线后，走强制互联逻辑，互联状态灯亮。
- （母联 CT 断线逻辑-方式 2：应用于 110kV 及以下系统）母联断线闭锁差动保护功能为分相闭锁，具体逻辑见图 4-8-2，判断出母联 CT 断线后，若断线相判断出发生故障，先跳母联，如果母联发跳令 150ms 后故障依然存在，再跳故障母线，非断线相故障时直接选跳故障母线。

📖 几点说明：

- CT 断线闭锁报警功能闭锁差动保护，软件固定投入。CT 断线特征消失，闭锁功能停止响应后，

延时自动解除对母线差动保护的闭锁，信号灯需手动复归；

- CT断线告警及闭锁定值低于 $0.02I_n$ 时，默认为 $0.02I_n$ 。

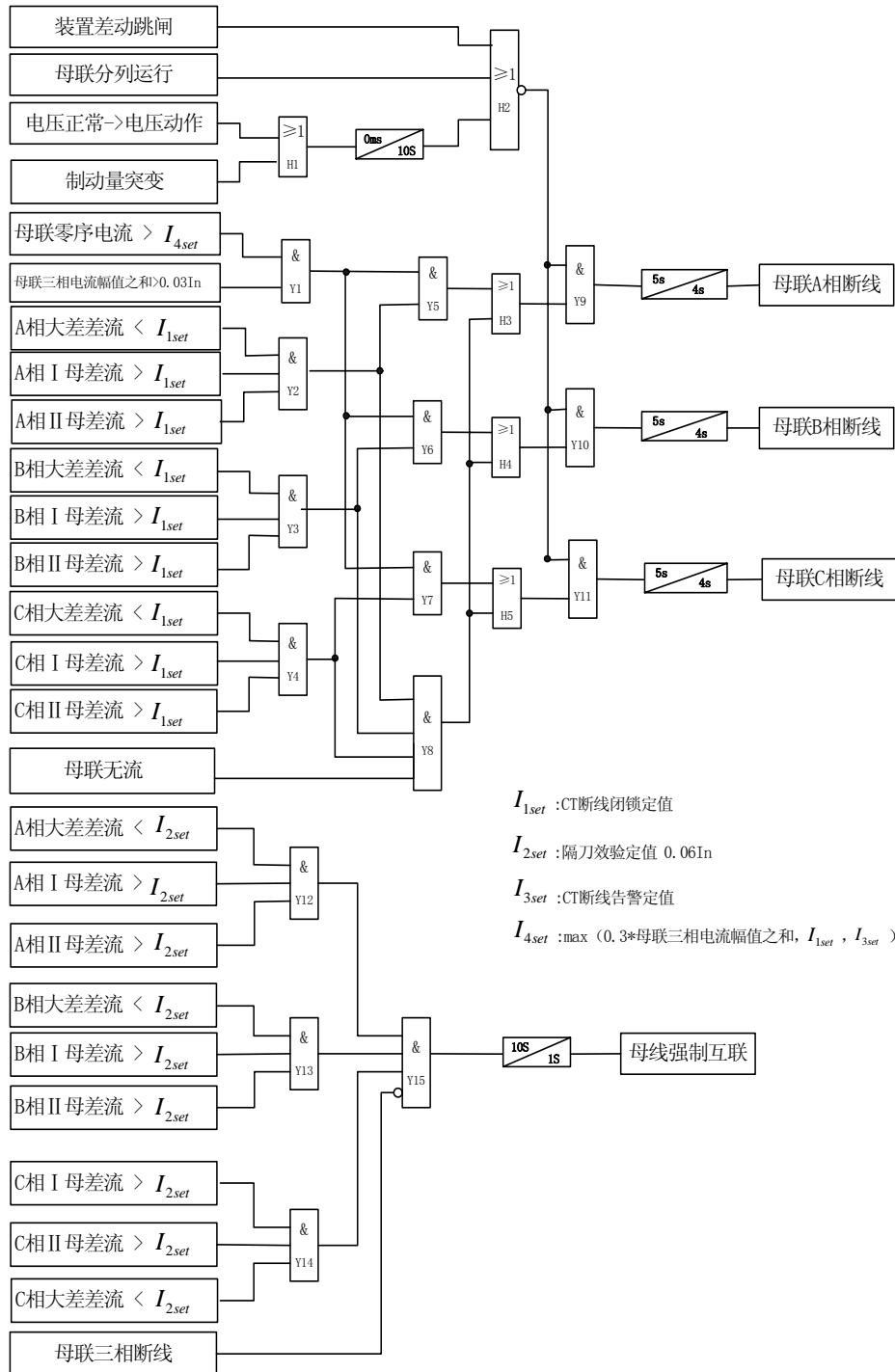


图 4-8-2 母联 CT 断线闭锁功能和强制互联逻辑示意（方式 2-应用于 110kV 及以下系统）

4.1.3 电流差动保护的跳闸逻辑

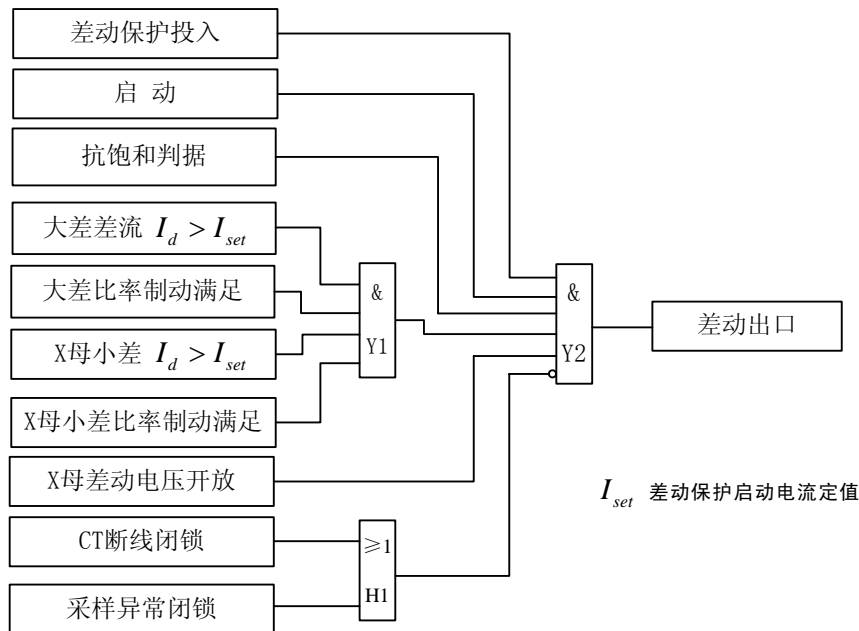


图 4-9 电流差动保护的出口跳闸逻辑框图

图 4-9 为电流差动保护的跳闸逻辑框图，表明若满足下列条件，电流差动保护出口跳闸：

- 差动保护投入指：差动保护硬压板、软压板及差动保护控制字控均投入，功能启用；
- 启动即 4.1.1 节的快速启动和慢速启动判据；
- 抗饱和判据，包括“差流动态追忆法”和“轨迹扫描法”抗 CT 饱和功能，确认发生区内故障而不是区外故障 CT 饱和；
- 大差比率制动保护功能确认发生母线故障；
- 小差比率制动保护功能 I 母或 II 母确认发生某段母线故障；
- 差电流 I_d 大于整定的“差动保护启动电流定值”；
- 相应母线差动电压满足开放条件；
- CT 断线闭锁报警功能确认无 CT 断线；
- 采样异常闭锁，仅用于智能站，常规站中固定不满足；
- 以上判据中，均按 ABC 三相分别判断；
- 差动保护启动电流定值内部最小值为 $0.05I_n$ ，不足 $0.05I_n$ 时默认为 $0.05I_n$ 。

当保护程序判别到某一条母线小差与大差同时动作时，该母线母差动保护动作，切除母联（分段）断路器及当前运行于该母线上的所有连接单元断路器。差动保护动作后，装置发相应的“差动动作”信号，母联（分段）跳闸则“母联保护”灯亮。

4.2 母联（分段）断路器失灵和死区保护

本保护具有两种功能：母联（分段）断路器失灵保护功能和母联（分段）死区保护功能。

4.2.1 母联（分段）断路器失灵保护功能

在双母线或单母分段接线中，母联（分段）断路器失灵保护的作用是，当某一段母线发生故障或充电于故障情况下，保护动作而母联（分段）断路器拒动时，作为后备保护向两段母线上的所有断路器发送跳闸命令，切除故障。

母联（分段）断路器失灵保护逻辑功能如图 4-10 所示，当某段（例如 I 段）母线故障而母差保护动

作或断路器失灵保护动作，或充电（过流）于某段（例如 I 段）故障母线而充电保护动作，向母联（分段）断路器 BC 发出跳闸命令并经整定延时 t （确保母联（分段）断路器可靠跳闸）之后，若母联（分段）单元中故障电流仍然存在，且两段母线差动电压均动作（分段 1 断路器失灵保护电压条件为 I 母差动电压动作；分段 2 断路器失灵保护电压条件为 II 母差动电压动作），则本保护功能响应，向两段母线上所有连接单元的断路器发出跳闸命令。母联（分段）单元的电流监测，采用相电流 $I >$ 判据。

装置同时提供外部启动（充电，过流等）母联（分段）失灵保护的功能，对于双母双分段系统，提供对侧差动启动分段失灵保护功能。

本装置内部的非全相保护跳母联（分段）不启动母联（分段）失灵保护。

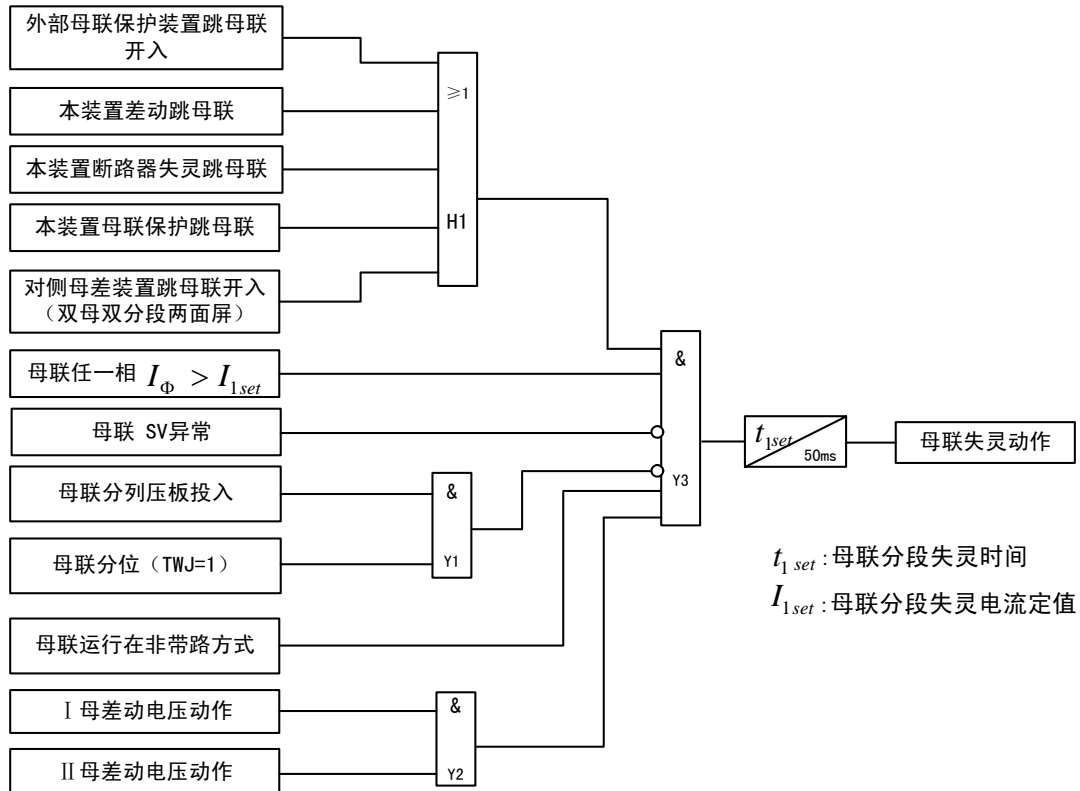


图 4-10 母联（分段）断路器失灵保护功能框图

注：

- 母联失灵电流定值内部最小值为 $0.02I_n$ ，不足 $0.02I_n$ 时默认为 $0.02I_n$ ；
- 母联 SV 异常，仅用于智能站，常规站中固定不满足。

4.2.2 母联（分段）死区保护功能

对于双母线或单母线分段，在母联（分段）单元上只安装一组 CT 情况下，母联（分段）CT 与母联（分段）断路器之间的故障，差动保护存在死区。如图 4-11 所示的 F 点故障，属 I 母小差动保护的区内，不属 II 母小差动保护范围，I 母保护动作并跳开该段母线上所有连接单元（包括母联（分段）单元）的断路器，而 II 母保护不动作。母联（分段）断路器跳闸后，F 点故障继续由 II 母各连接单元提供短路电流而无法切除，形成母差和充电保护的死区。

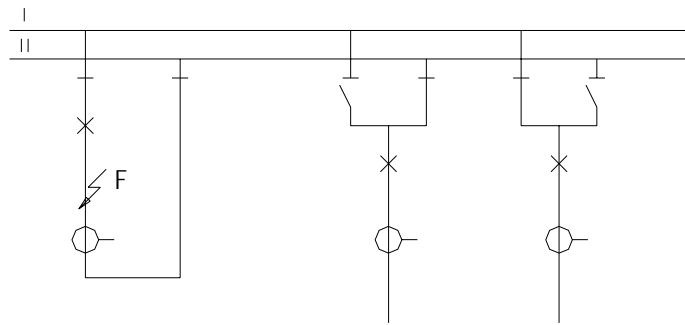


图 4-11 母联死区故障示意

为加快切除上述死区内的故障，本装置配备有母联死区保护功能，如图 4-12。

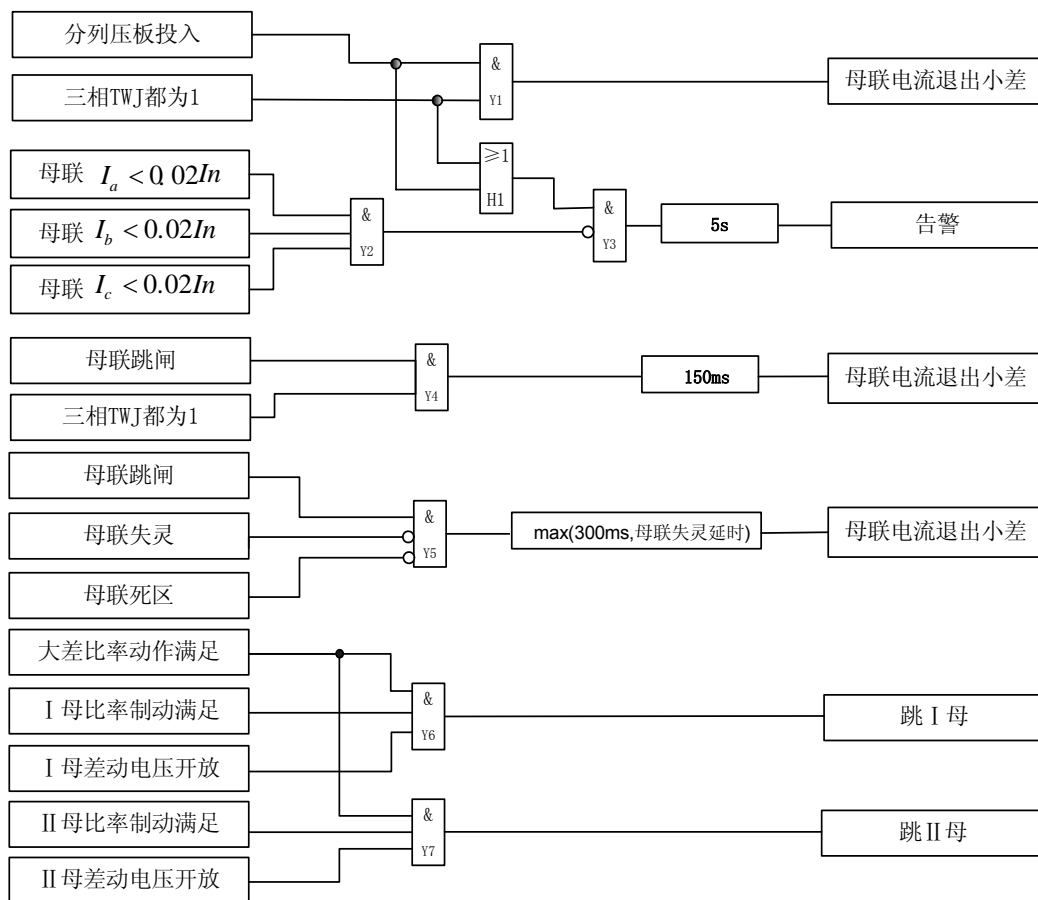


图 4-12 母联死区保护功能框图

由图可知：

- 为可靠起见，装置同时提供分列压板。母线分列运行后投入，并列运行前退出。
- 当母线并列运行发生死区故障时，母线差动动作切除一段母线及母联（此时母联跳闸且三相 TWJ 都为 1），延时 150ms 封母联 CT 电流。由于母联不计入小差，此时另一段母线差动差动动作，可提高切除死区动作速度。而当母线分列运行时（此时母联未跳闸且分列压板为 1，三相 TWJ 都为 1），由于母联电流已不计入小差，此时发生故障，保护直接跳故障母线，避免事故范围扩大。
- 分列压板为 1，同时三相 TWJ 都为 1，判为分列运行。封相应母联 CT，任一为 0，相应母联 CT 接入。

- 为避免 TWJ 位置异常，增加母联跳闸后经延时（ $\max(300\text{ms}, \text{母联失灵延时})$ ）后，此时无论 TWJ 处于什么位置，保护均强退母联电流 1s。
- 注：母联死区保护主要是封母联电流，靠差动保护动作切除故障，因此可视化图中未包含图 4-12。

4.3 自动识别充电状态功能

当充电保护不配置在本装置中时，装置能够自动识别母联（分段）的充电保护，当母联断路器的手合触点由断开变为闭合时，通过追溯一个周波（20ms）前的两段母线电压、母联 CT 电流，判定是否进入充电状态。当检测到至少有一条母线无电压、母联 CT 无电流（ $I_{BC} = 0$ ）、装置自动识别为母联断路器对空母线充电（此时展宽 1S），合于故障则闭锁差动 300ms。具体处理如下图 4-13：

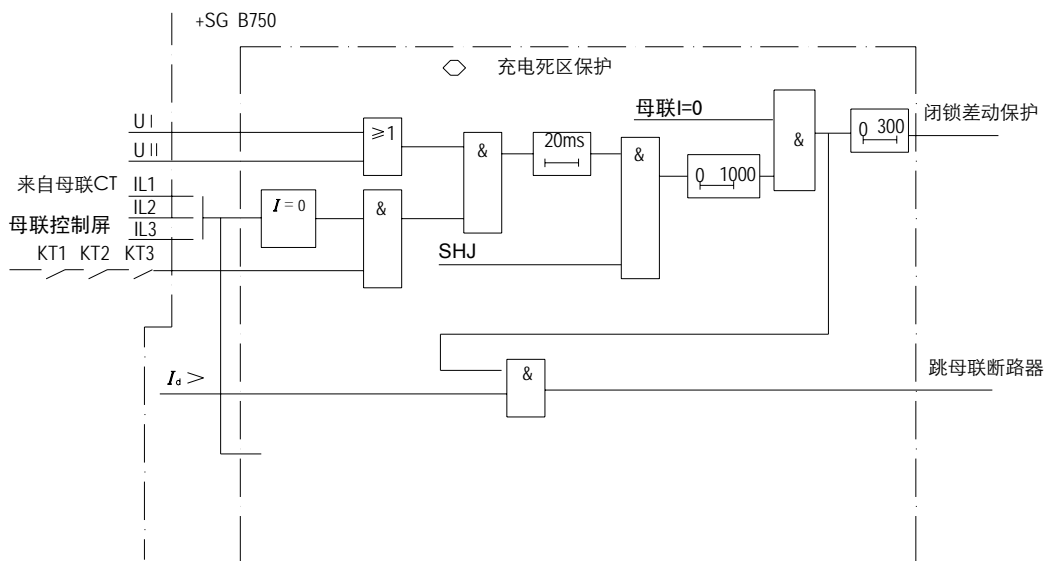


图 4-13 自动识别充电保护逻辑功能图

- 1) 故障发生在被充母线，母联有流差动作，若母联失灵，则启动母联失灵，延时到后切除运行母线。
- 2) 故障发生在死区，充电时母联断路器和 CT 之间故障可能有两种情况：
 - CT 装在电源母线侧，隔离开关合闸立即发生故障，此时充电保护尚未启动，且跳开母联断路器也无法切除故障，只能靠差动保护跳开电源母线的的所有连接单元断路器（母联断路器未合，差流不计及母联电流，该故障被差动保护判断为区内）；
 - CT 装在被充电母线侧，充电时，母联断路器合闸立即发生故障，CT 无电流，跳开母联断路器可切除故障，但由于电源母线段差动保护符合动作条件，会误跳电源母线段上的所有连接单元。为防止这种误动，充电时应闭锁母线差动保护 300ms，不带延时先跳母联断路器（考虑到差流误差，充电死区的大差动作门槛提高为 1.1 倍差动定值）。300ms 后若有故障发展或母联失灵则跳运行母线。
- 3) 故障发生在运行母线

充电启动后，此时母联无流，大差动作，先跳母联，300ms 后跳运行母线。

4.4 断路器失灵保护

本装置配置失灵保护的作用是：当母线所连接的线路单元或变压器单元上发生故障，保护动作而该连接单元断路器拒动时，作为近后备保护向母联（或分段）断路器及同一母线上的所有断路器发送跳闸命令，

切除故障。

4.4.1 逻辑功能图

断路器失灵保护的逻辑功能如图 4-14 及 4-15 所示。

接收连接单元的保护装置提供的失灵开入信息，对于线路单元取支路 n_A 相启动失灵、支路 n_B 相启动失灵、支路 n_C 相启动失灵以及支路 n 三相启动失灵等点，对于主变单元取支路 n 三相启动失灵点，作为启动失灵开入。若经本装置中设置的整定延时后故障相电流仍不消失，失灵开入未返回，如复合电压闭锁功能也判别发生故障且开放出口回路，则判定该连接单元断路器失灵动作。当某连接单元失灵启动时，本功能根据保护装置内部提供的“运行方式字”确定该故障单元所在的母线段及接在此母线上的所有断路器，失灵保护的出口回路向这些断路器发出跳闸命令，有选择地切除故障。

对于双母线或单母线分段接线，断路器失灵保护设二段延时：以较短时限 t_1 跳母联断路器，以较长时限 t_2 跳失灵单元所接母线上的其它断路器。为缩短失灵保护切除故障的时间，也可将 II 段时限设为同一值，同时跳母联（分段）及相邻断路器。

装置检测到“失灵开入”长期误开入（10s），发“运行异常”告警信号，同时闭锁该支路的失灵保护。

说明：本母线保护屏中配置的断路器失灵保护与母线差动保护共用出口跳闸回路，用户无需为断路器失灵保护单独组屏。确有需要时，断路器失灵保护也可单独组屏。

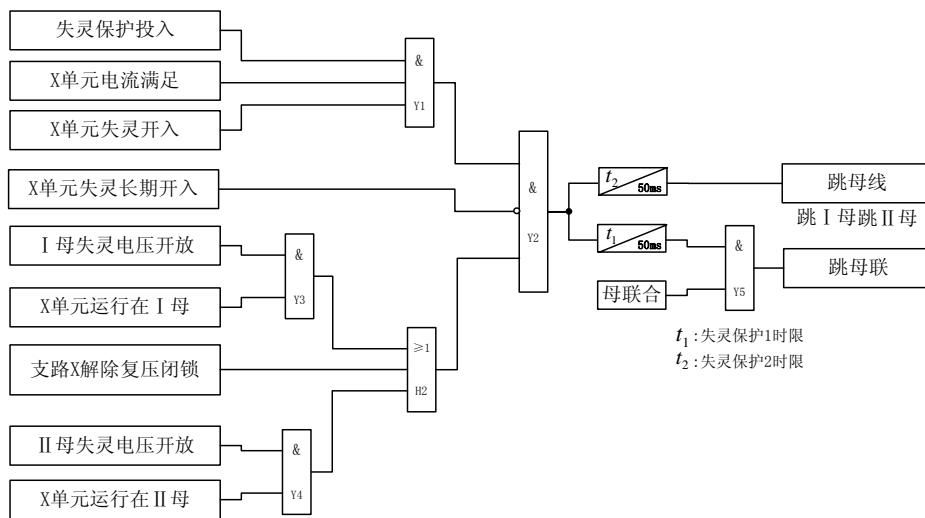


图 4-14 线路单元断路器失灵保护的逻辑功能图

说明：

- 失灵保护投入指：失灵保护硬压板、软压板和失灵保护控制字均投入，功能启动；
- X单元电流满足，有如下条件满足：1、分相启动采用共用内部电流定值（电流门槛为 $0.05I_n$ ），用于有流判别，采用该相有流，零序电流（或负序电流）与门逻辑；2、失灵支路三相失灵开入时，电流零序或负序满足，或者任一相变化量启动且三相电流均大于电流定值 I_{set} （注：应用于 220kV 及以上系统时， $I_{set} =$ 三相失灵相电流定值；应用于 110kV 及以下系统时， $I_{set} = 0.05I_n$ ）；
- 每个线路间隔失灵启动输入设置为 4 个端子，分别为 A 相启动失灵、B 相启动失灵、C 相启动失灵和三相启动失灵，对于 110kV 及以下系统，可只接线路支路三相跳闸启动失灵开入；
- 为防止部分地区长距离输电线路发生远端故障时电压灵敏度不够的情况，需选配线路失灵解除电压闭锁（X），装置单独提供各线路支路共用的“线路支路解除失灵保护电压闭锁开入”，仅在该支路线路失灵解除电压闭锁控制字投入时，共用的“线路支路解除失灵保护电压闭锁开入”有效，对应线路解除复压闭锁，若选配功能（X）未选配，则闭锁线路解复压开入；
- 母联合指：母联 TWJ 和其分列压板不同时为 1 或母联有电流。

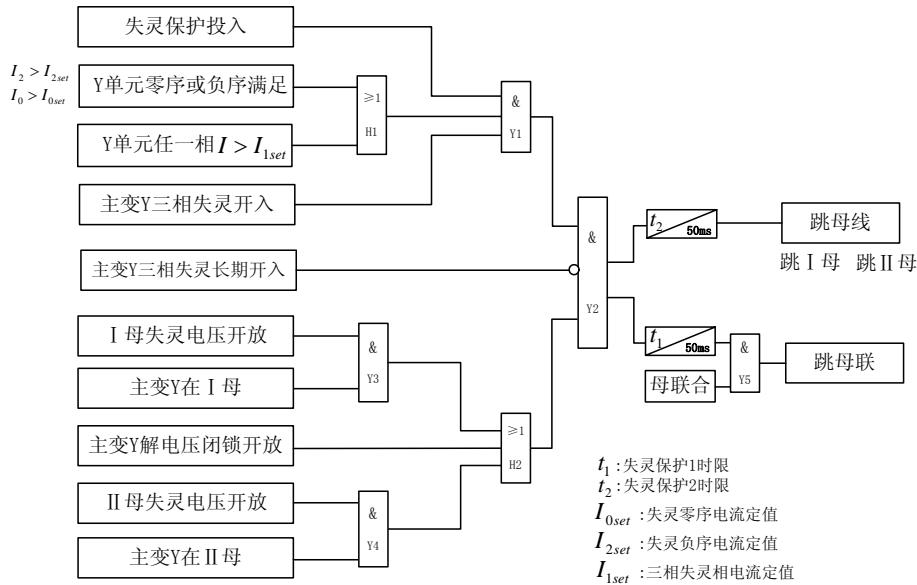


图 4-15 主变单元断路器失灵保护的逻辑功能图

说明:

- 失灵保护投入指，失灵保护软压板和失灵保护控制字，两者同时投入，功能启动；
- 对于变压器支路，采用相电流，零序电流，负序电流或门逻辑；
- 母线保护变压器支路收到变压器保护“变压器支路三相跳闸启动失灵开入”和“变压器支路解除失灵保护电压闭锁”开入；
- 母联合指：母联 TWJ 和其分列压板不同时为 1 或母联有电流。

4.4.2 主变失灵联跳各侧功能

根据继电保护反措和有关规程规定的如下要求：“220kV 及以上电压等级变压器的断路器失灵时，除应跳开失灵断路器相邻的全部断路器外，还应跳开本变压器连接的各侧电源的断路器”。“断路器失灵保护含母线故障变压器断路器失灵保护功能”，特设主变失灵联跳各侧功能。

母差保护动作后，装置启动主变失灵联跳各侧功能，通过对动作母线（如 I 母）上连接各主变进行变压器失灵判别。采用相电流、零序、负序或门逻辑，延时 t_2 后发变压器失灵跳各侧跳闸节点。

保护配置失灵跳各侧功能。即变压器单元失灵启动后，采用相电流，零序，负序或门逻辑，延时 t_2 后发变压器失灵跳各侧跳闸节点，除了跳开相应母线及母联外，跳主变各侧。

4.4.3 3/2 接线边断路器失灵保护

装置内含灵敏的，不需整定的电流元件（有流判断）并带50ms固定延时的边断路器失灵保护功能，每一单元提供2路失灵启动输入。装置检测到“支路X_失灵联跳开入1”或“支路X_失灵联跳开入2”长期误开入（10s），发“运行异常”告警信号，同时闭锁该支路的失灵保护，逻辑功能如图4-16所示。

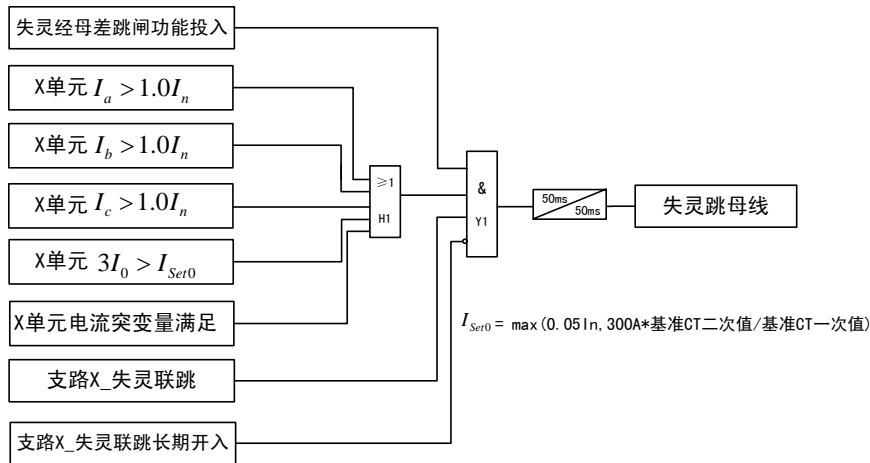


图 4-16 3/2 接线失灵保护逻辑示意图

说明：

- “失灵经母差跳闸功能投入”指：失灵经母差跳闸硬压板、软压板和失灵经母差跳闸控制字均投入，功能启用；
- 突变量条件为：失灵支路有流（电流判断门槛为 $0.05I_n$ ）且突变量大于一门槛，突变量门槛 $|\Delta I_\phi| > \Delta dit + I_{Set1}$ ， ΔI_ϕ 为 X 单元电流变化量， Δdit 为浮动门槛， $I_{Set1} = \max(0.05I_n, 180A * \text{基准 CT 二次值} / \text{基准 CT 一次值})$ ，X 单元任意相突变满足条件后展宽 3s；
- 用于常规站时，“支路 X_失灵联跳”指“支路 X_失灵联跳 1”和“支路 X_失灵联跳 2”同时开入时条件满足。

4.5 复合电压闭锁与 PT 断线判别功能

4.5.1 复合电压闭锁功能

本装置具有复合电压闭锁功能。该功能的特点是：母线电压正常时闭锁差动保护和失灵保护的出口；母线电压异常且某一电压特性量（相电压、负序电压、零序电压）变化达到灵敏定值 U_1 （失灵电压门槛：整定定值）时，开放失灵保护出口回路，达到较高定值 U_2 （差动电压门槛：低电压闭锁定值为 $0.7U_n$ ，零序电压闭锁定值为 $3U_0$ 为 6V，负序电压闭锁定值为 4V）时，开放差动保护出口回路，功能关系如图 4-17 所示。

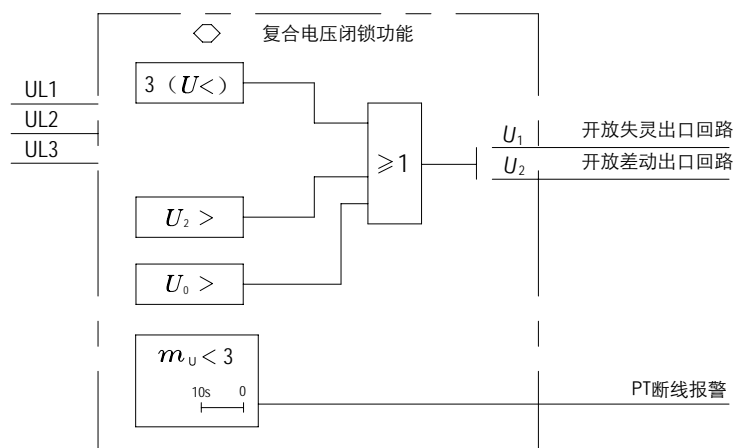


图 4-17 复合电压闭锁功能示意

图 4-17 中的断相故障检测（ $Mu < 3$ ）子功能，用于不间断地检测各段母线的三相电压，当交流电压回路断线时立即响应，延迟 10s 后，发“PT 断线”信号。

对双母线，双母线带分段，单母分段等保护，分别接入各段母线的三相电压量。

双母线运行时，在母联断路器分闸而双母线分列运行状态下，保护的各段母线出口跳闸回路必须经相应段复合电压闭锁功能的控制，母联出口跳闸经其中任一段母线复合电压闭锁控制。双母双分段运行时，分段出口不经复合电压闭锁控制。

对于 3/2 断路器接线的母线系统，其母线保护出口不经复合电压闭锁。

4.5.2 PT 断线判别功能

母线自产零序电压大于8V或三相电压幅值之和 ($|U_a|+|U_b|+|U_c|$) 小于30V，延时10秒报该母线PT断线。母线PT断线时开放对应母线段电压闭锁元件，但不闭锁任何保护。

4.5.3 小接地系统的电压判别和 PT 断线功能

电压判别: 母线电压异常且某一电压特性量 (线电压、负序相电压) 变化达到灵敏定值 U_1 时，开放失灵保护出口回路，达到较高定值 U_2 时，开放差动保护出口回路，功能关系如图4-17所示。

PT断线功能: ($|U_{ab}|+|U_{bc}|+|U_{ca}|$) 小于240V，延时10秒报该母线PT断线。

4.6 双母线运行方式识别功能

4.6.1 运行方式字

双母线运行方式识别功能根据各连接单元隔离开关和母联断路器的分、合闸状态，给出母线的运行方式字，供保护装置各软件功能识别双母线一次接线运行方式的变化。为此，应将运行于双母线的所有连接单元隔离开关的辅助触点接入保护装置，同时接入母联（分段）断路器位置触点。图 4-18 为双母线接线的一种运行方式，表 4-1 为对应的 I 母、II 母运行。

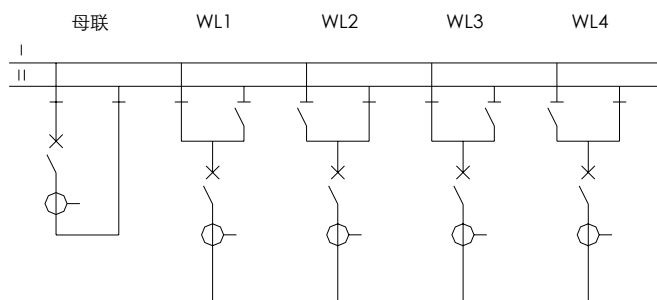


图 4-18 双母线接线的一种运行方式

方式字:

表 4-1 支路运行方式字

| | WL4 | WL3 | WL2 | WL1 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|
| I 母运行方式字 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| II 母运行方式字 | 1 | 0 | 1 | 0 |

表 4-2 母联运行方式字 (G3,G4,G5 用于特殊接线方式)

| | G5 | G4 | G3 | TWJ | G2 | G1 |
|----|----|----|----|-----|----|----|
| 母联 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |

运行方式字反映双母线所有连接单元当前的运行状态，字中的每一位分别对应于每一路连接单元，如果某路连接单元接至母线，则该位为 1，否则该位为 0。保护功能根据某位运行方式字可识别对应连接单

元的运行方式:

- 若 I、II 母运行方式字分别为 1、0, 则接于 I 母
- 若 I、II 母运行方式字分别为 0、1, 则接于 II 母
- 若 I、II 母运行方式字分别为 1、1, 则同时接于 I、II 母(如倒闸操作过程中)
- 若 I、II 母运行方式字分别为 0、0, 则退出运行

4.6.2 运行方式字校核

一次接线正常运行时, 忽略 CT 传变误差和计算误差, 大差电流为零, 若运行方式字正确, 则按运行方式字计算的两小差电流也均为零(差流判断门槛为 $0.04I_n$)。据此, 运行方式字校核的判据为:

- 正常运行时, 大差电流为零, 两小差电流也为零, 则运行方式字正确。
- 正常运行时, 大差电流为零, 两小差电流中有一个不为零, 则运行方式字不正确, 装置发“告警”信号, 并实行运行纠错。
- 运行过程中, 若由于隔离开关辅助触点出错等原因造成小差电流不为零, 保护装置发“告警”信号, 提示运行人员检查隔离开关辅助触点和相关回路, 并在故障时实现纠错。

校核后, 进行纠错:

- 对于无隔离开关合闸信号(I 母、II 母运行方式字均为 0)、有电流(有流判断门槛为 $0.02I_n$)的连接单元, 在正常运行时纠错, 故障时按纠错结果计入相应的小差。
- 对于无隔离开关合闸信号、又无电流的连接单元, 在正常运行时不纠错。故障时也不计入任一个小差, 故障母线跳闸后, 如大差的差电流仍超过定值, 而无隔离开关合闸信号的连接单元有电流(大于有流判断门槛: $0.02I_n$), 则带 0.15s 延时跳闸。
- 对于无隔离开关合闸信号、有电流的连接单元有两个及以上时, 在正常运行时不纠错。故障时也不计入任一个小差, 故障母线跳闸后, 如大差的差电流仍超过定值, 而无隔离开关合闸信号的连接单元有电流(大于有流判断门槛: $0.02I_n$), 则带 0.15s 延时跳闸。

说明:

凡是 CT 变比参数不是“0”的连接单元, 不论有否隔离开关合闸信号, 其电流在母线保护运行时都应计入大差回路(长期不运行连接单元的 CT 变比参数置“0”)。

4.6.3 互联状态

在双母线倒闸操作过程中, 当同一连接单元的 I 母及 II 母隔离开关主触点均闭合时, 双母线处于“并母”方式。此时, I 母、II 母运行方式字对应位均为 1, 母线保护随之自动进入互联状态。

在互联状态下, I、II 两段母线被视为一段母线, 单母线运行方式, 母线保护仅有大差功能, 两小差功能不起作用。此情况下, 无论 I 母或 II 母上发生故障, 大差将动作于切除两段母线上所有连接单元。

互联状态除自动进入外, 还可以通过保护屏上“XX 互联”压板手动进入。无论“自动互联”或“手动互联”启动, 装置均发“互联”信号, 提示运行人员。

倒闸操作完毕后, 一次系统恢复正常双母线运行。母线保护中的 I、II 母运行方式字跟踪适应系统新的状态。采用“手动互联”情况下, 当倒闸操作后应及时退出“XX 互联”压板, 并确认“互联”信号灯熄灭。

在母线保护处于非互联状态下, 如果大差无差流, 而两小差同时有差流, 可能存在某些异常情况。为防止误动或拒动, 此时母线保护功能自动进入强制互联状态, 发出互联信号。如果差流消失, 母线保护功能自动返回正常状态。

在母线保护处于非互联状态下, 为并列运行状态, 如果母联采样异常(如母联 CT 断线), 对于 220kV 及以上系统应用版本中, 为防止误动或拒动, 此时母线保护功能自动进入强制互联状态, 同时发出互联信号, 对于 110kV 及以下系统应用版本中, 按母联 CT 断线逻辑处理, 若发生区内故障, 瞬时跳母联, 如果

母联发跳令 150ms 后故障依然存在，再跳故障母线。如果母联采样异常消失，母线保护功能自动返回正常状态。

4.7 母联（分段）充电过流保护

当工程实际中未采用标准配置独立的母联（分段）充电过流保护装置时，可启用母线保护装置内部集成的充电过流保护（选配功能）。保护装置为每一母联或分段分别配置充电过流保护，软压板，控制字相互独立，母联分段共用定值。该选配功能未选配时，不体现压板，定值及控制字。

充电过流保护采用两段过流和一段零序过流，可用于母线充电保护或需要以跳母联断路器作为后备措施时使用，见图 4-19。

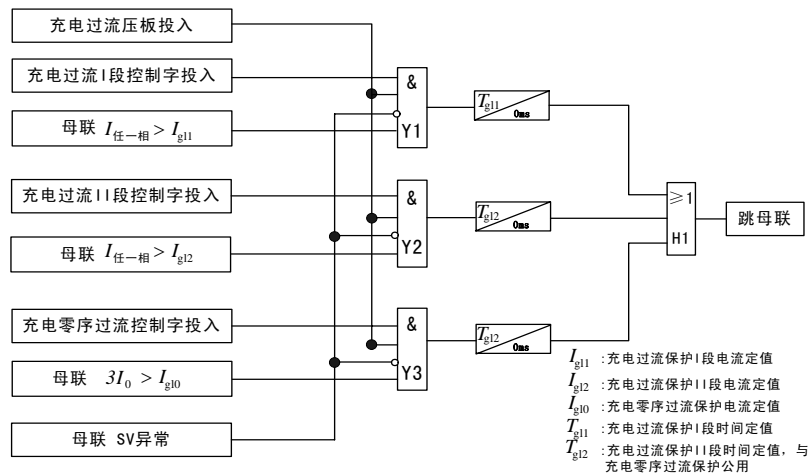


图 4-19 母联（分段）充电过流保护功能图

说明：

- 1、母联 SV 异常，仅用于智能站，常规站固定为不满足。

4.8 母联（分段）非全相保护

选配功能，根据工程具体需求设置。

在母联（分段）断路器某相断开，母联（分段）非全相运行时，可由母联（分段）非全相保护经延时跳开三相。当母联（分段）分相合位分位不一致时（三相合位并，再与三相分位并串联），母联（分段）零序电流大于整定的零序定值或母联（分段）负序电流大于整定的负序定值，经整定的延时跳开母联（分段）开关，见图 4-20。

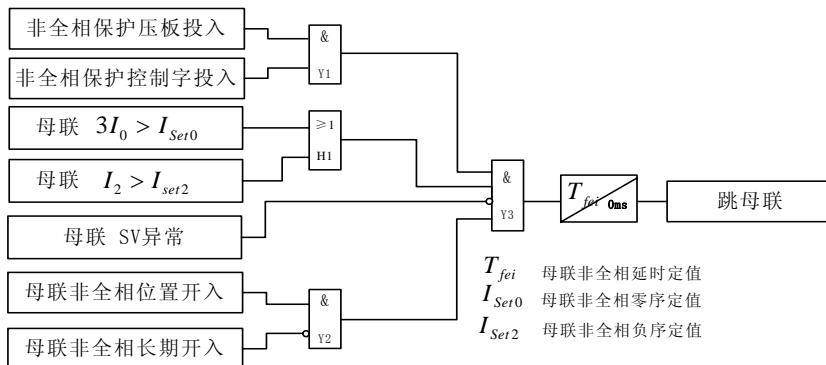


图 4-20 母联（分段）非全相保护功能图

说明：

- 1、母联 SV 异常，仅用于智能站，常规站固定为不满足。

5 保护配置说明

根据被保护母线接线形式，SGB-750 数字式母线保护装置通过不同的保护功能配置和判据调整，可构成适用于 3/2 断路器接线、单母线、单母线分段、双母线、双母线分段等各种母线接线形式。

母线保护一般由一面保护柜组成，双母线双分段接线由两面保护柜组成。

对于各种特殊双母线接线形式，母线保护必须在双母线专用母联、专用旁路保护的基础上，根据不同的运行状态作相应调整。

5.1 母联兼旁路

图 5-1 为母联兼旁路断路器单元接线形式，由母联兼旁路断路器 QF、I 母隔离开关 QS1、II 母隔离开关 QS2 和 V 母（旁母）隔离开关 QS3 组成，

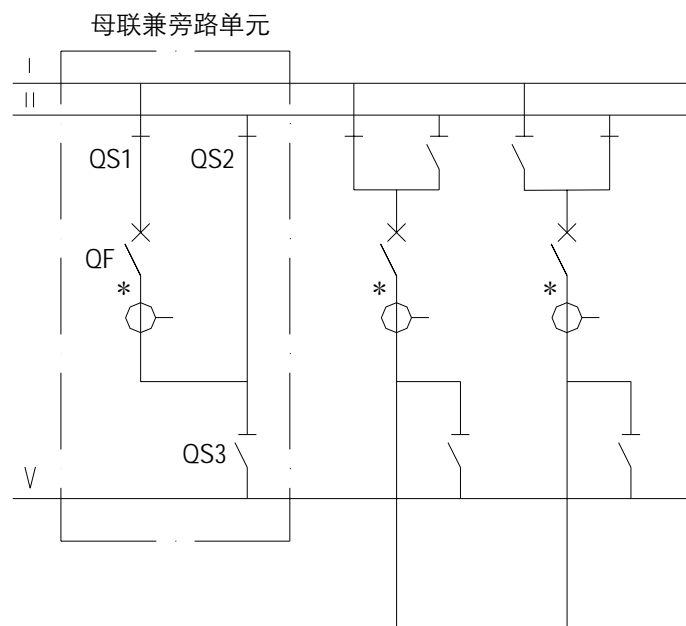
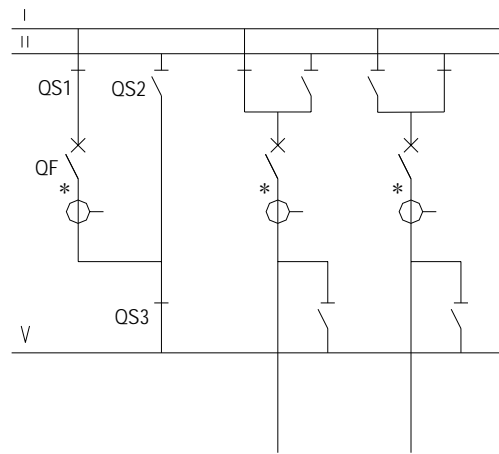


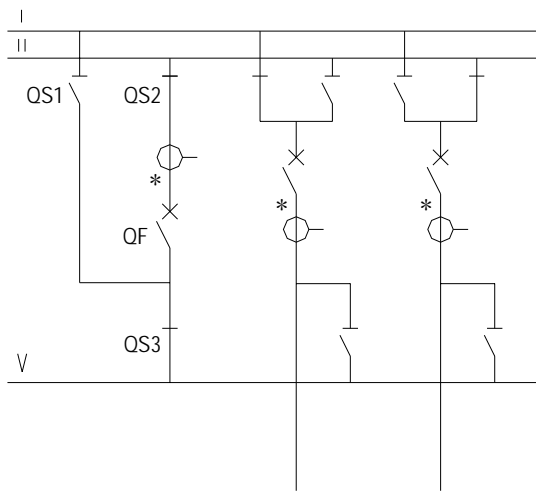
图 5-1 母联兼旁路接线形式

倒闸操作各隔离开关处于不同分、合闸状态，可获得多种运行方式。隔离开关 QS1、QS2、QS3 的与主触点同步位置触点（图中未绘出）应接入保护装置，以便保护装置的双母线方式识别功能正确识别一次接线运行方式，并跟踪倒闸操作，自动调整保护逻辑和差电流的增减：

- 图 5-1 中，QS1、QS2 均闭合，本单元断路器 QF 作为母联断路器运行，它们的辅助动合触点也闭合，母线保护按常规双母线并列运行的保护逻辑判别和出口。
- 图 5-2 (a) 中，QS1 闭合，本单元断路器 QF 作为旁路断路器接于 I 母运行。接入保护装置的仅 QS1 的辅助动合触点闭合，母线保护按双母线分列运行的保护逻辑判别及出口，在 I 母小差及大差判据中“+”（正方向计入）母联电流，II 母小差则不计入母联电流。
- 图 5-2 (b) 中，QS2 闭合，本单元断路器 QF 作为旁路断路器接于 II 母运行。接入保护装置的仅 QS2 的辅助动合触点闭合，母线保护按双母线分列运行的保护逻辑判别及出口，在 II 母小差及大差判据中“-”（反方向计入）母联电流，I 母小差则不计入母联电流。



(a)



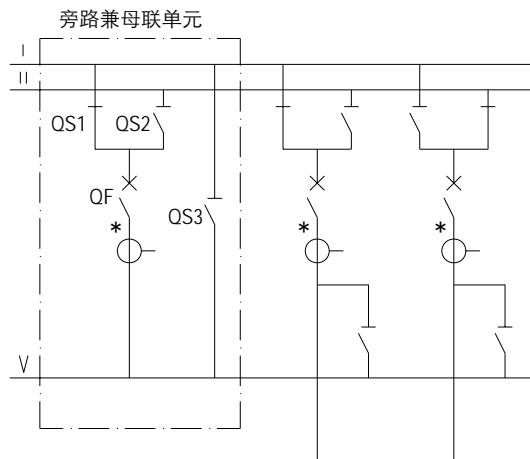
(b)

图 5-2 母联兼旁路接线形式的运行方式

说明：在本章插图中，为清晰表示隔离开关已闭合，采用隔离开关功能符号代表隔离开关符号。

5.2 旁路兼母联

图 5-3 为旁路兼母联断路器单元接线形式，由断路器 QF、I 母隔离开关 QS1、II 母隔离开关 QS2 和旁路跨条上的隔离开关 QS3 组成。



(a)

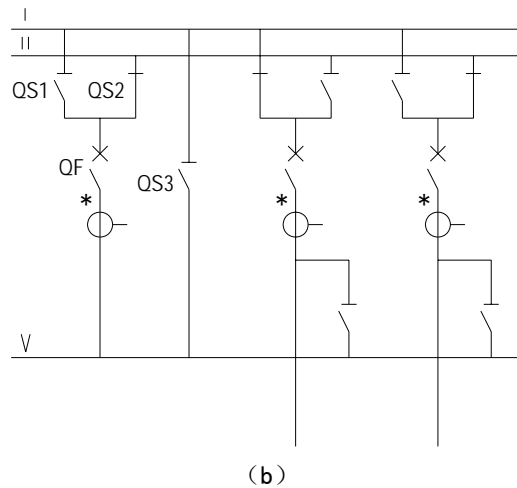
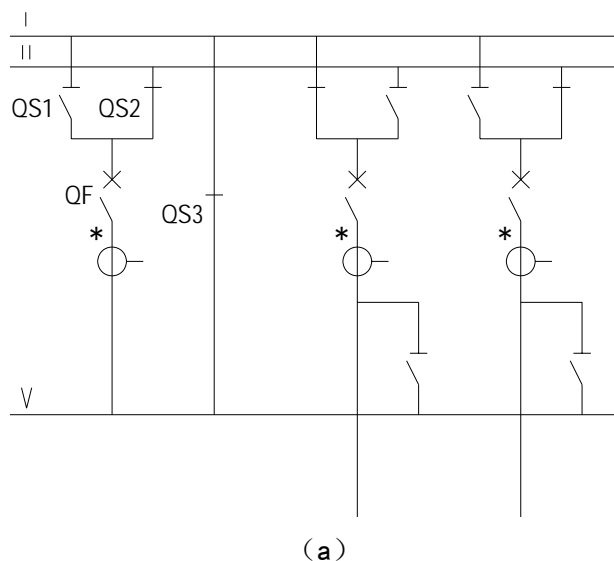


图 5-3 旁路兼母联接线形式

倒闸操作隔离开关于不同分、合闸状态，可获得多种运行方式，如图 5-3、5-4 所示。隔离开关 QS1、QS2、QS3 的与主触点同步位置触点（图中未绘出）应接入保护装置，以便保护装置正确识别一次接线运行方式，并跟踪倒闸操作，自动调整保护逻辑和差电流的增减：

- 图 5-3 (a) 中，仅 QS1 闭合，本单元断路器 QF 作为旁路断路器运行，I 母带旁路母线，母线保护按双母线分列运行的保护逻辑判别和出口。在 I 母小差及大差判据中“+”母联电流，II 母小差则不计入母联电流。
- 图 5-3 (b) 中，仅 QS2 闭合，本单元断路器 QF 作为旁路断路器运行，II 母带旁路母线，，母线保护按双母线分列运行的保护逻辑判别及出口，在 II 母小差及大差判据中“+”母联电流， I 母小差则不计入母联电流。
- 图 5-4 (a) 中，QS3 跨接在旁母与 I 母之间，QS2 与 QS3 均闭合，本单元断路器 QF 作为母联断路器运行，母线保护按常规双母线并列运行的保护逻辑判别及出口，在 I 母小差判据中“-”（反方向计入）母联电流， II 母小差判据中“+”（正方向计入）母联电流。
- 图 5-4 (b) 中，QS3 跨接在旁母与 II 母之间，QS1 与 QS3 均闭合，本单元断路器 QF 作为母联断路器运行，母线保护按常规双母线并列运行的保护逻辑判别及出口，在 I 母小差及大差判据中“+”母联电流， II 母小差判据中“-”母联电流。



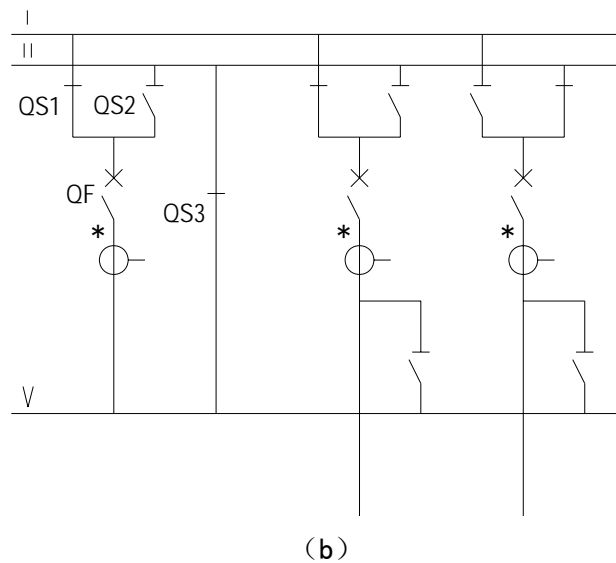


图 5-4 旁路兼母联接线形式的运行方式

5.3 母线兼旁路

图 5-5 为双母线兼旁路母线的接线形式，每路连接单元上，除了常规的双母线隔离开关 QS1、QS2 外，还增加一旁路隔离开关 QS3，连接于该单元与母线之间。倒闸操作各隔离开关于不同分、合闸状态，可获得多种运行方式。隔离开关 QS1、QS2、QS3 的与主触点同步的各一副辅助动合触点（图中未绘出）应接入保护装置，作为正确识别一次接线运行方式的依据，并跟踪倒闸操作，自动调整保护逻辑和差电流的增减：

- 当线路单元 WL1 仅隔离开关 QS3 闭合而跨接至 I 母，其他连接单元隔离开关 QS2 闭合而接于 II 母时，I 母作旁路母线运行，原母联断路器 QF 作旁路断路器运行。此情况下，母线保护按 II 母单母线运行的保护逻辑判别和出口，I 母小差闭锁（退出），II 母小差按常规计算，而大差判据中则不计入线路单元 WL1 的电流且同时“-”母联电流。

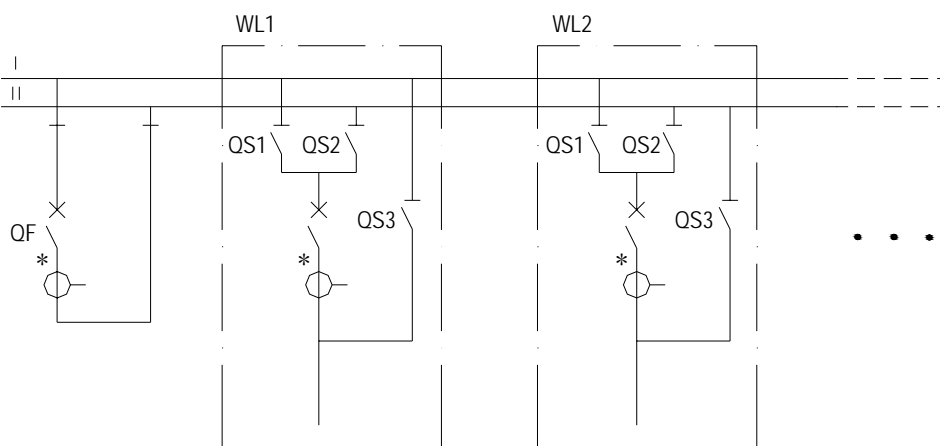


图 5-5 双母线兼旁路母线的接线形式

- 当线路单元 WL2 仅隔离开关 QS3 闭合而跨接至 II 母，其他连接单元隔离开关 QS1 闭合而接于 I 母时，II 母作旁路母线运行，原母联断路器 QF 作旁路断路器运行。此情况下，母线保护按 I 母单母线运行的保护逻辑判别和出口，II 母小差闭锁（退出），I 母小差按常规计算，而大差判据中则不计入线路单元 WL2 的电流且同时“+”母联电流。

5.4 双母单分段接线

图 5-6 为双母线单分段接线形式，各电流互感器极性按下列规定安装：母联 1 的 CT 极性端在 II 母侧；母联 2 的 CT 极性端在 II 母侧；分段的 CT 极性端在 I 母侧；其他所有连接单元的 CT 极性端在母线侧。

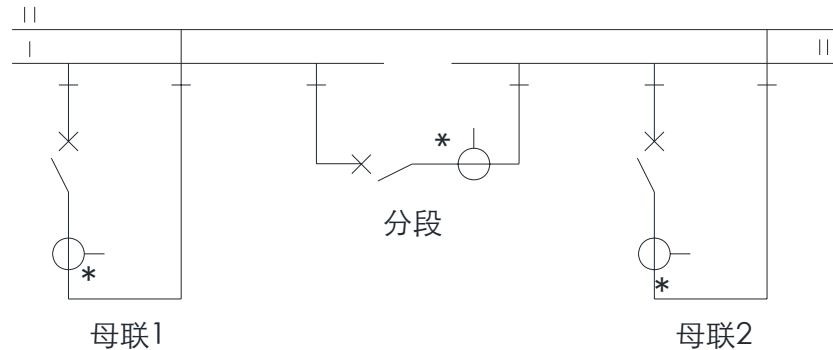


图 5-6 双母线单分段接线形式

用于双母线单分段的整套母线保护中：

1) 设置有 I 母小差、II 母小差、III 母小差和大差，各小差根据运行方式字分别计算，大差则取三段母线的所有连接单元（不包括母联 1、母联 2 和分段）的电流进行计算：

- 在 I 母小差中，“-”母联 1 电流，“+”分段电流
- 在 II 母小差中，“+”母联 1 电流，“+”母联 2 电流
- 在 III 母小差中，“-”母联 2 电流，“-”分段电流

2) 断路器失灵启动后，出口跳闸逻辑为：

- 若 I 母连接单元故障并失灵，则：以 t1 延时跳母联 1 和分段；以 t2 延时跳 I 母所有断路器
- 若 II 母连接单元故障并失灵，则：以 t1 延时跳母联 1 和母联 2；以 t2 延时跳 II 母所有断路器
- 若 III 母连接单元故障并失灵，则：以 t1 延时跳母联 2 和分段；以 t2 延时跳 III 母所有断路器

3) 设置有“母联 1 互联”功能、“母联 2 互联”、“分段互联”功能，在互联状态下的出口动作逻辑参见 4.6.3 的说明。

4) 设置有母联 1、母联 2 和分段三套充电保护。

5.5 双母双分段接线

图 5-7 为双母线双分段接线形式，各电流互感器极性按下列规定安装：母联 1 的 CT 极性端在 I 母侧；母联 2 的 CT 极性端在 III 母侧；分段 1 的 CT 极性端在 I 母侧；分段 2 的 CT 极性端在 II 母侧；其他所有连接单元的 CT 极性端在母线侧。

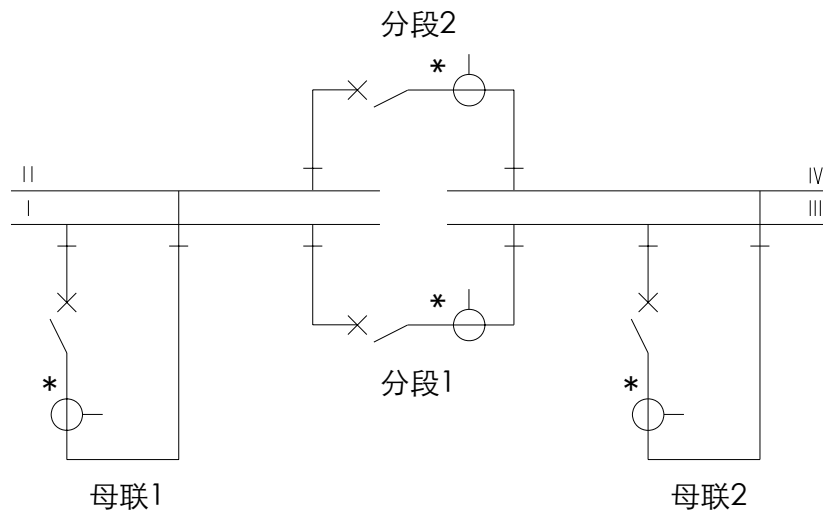


图 5-7 双母线双分段接线形式

用于双母线双分段的整套母线保护的配置特点如下：

1) 由 A、B 两面保护柜构成。A 柜在 I、II 双母线保护基础上，增加分段 1、2 的充电保护，并考虑两分段断路器失灵及死区保护。B 柜在 III、IV 双母线保护基础上，增加分段 1、2 的充电保护，并考虑两分段断路器失灵及死区保护。

2) A 柜设置保护区为 I、II 母的大差 A，B 柜设置保护区为 III、IV 母的大差 B，整个双母线双分段不设置总差动。

3) 设置有 I 母小差、II 母小差、III 母小差、IV 母小差、大差 A 和大差 B，各小差根据运行方式字分别计算，大差则取相关两段母线的的所有连接单元（不包括母联 1 和母联 2）的电流进行计算：

- 在 I 母小差中，“+”母联 1 电流，“+”分段 1 电流
- 在 II 母小差中，“-”母联 1 电流，“+”分段 2 电流
- 在大差 A 中，“+”分段 1 电流，“+”分段 2 电流
- 在 III 母小差中，“+”母联 2 电流，“-”分段 1 电流
- 在 IV 母小差中，“-”母联 2 电流，“-”分段 2 电流
- 在大差 B 中，“-”分段 1 电流，“-”分段 2 电流

注 1：如上各间隔电流算入大差和小差，是基于图 5-7 各母联（分段）CT 的极性，由于保护装置不区分 A 柜和 B 柜，各间隔 CT 极性统一为指向母线为正，若 B 柜的分段 1、分段 2 CT 极性与默认相反，需要外部 CT 改极性。

4) 断路器失灵启动后，出口跳闸逻辑为：

- 若 I 母连接单元故障并失灵，则：以 t1 延时跳母联 1 和分段 1；以 t2 延时跳 I 母所有断路器
- 若 II 母连接单元故障并失灵，则：以 t1 延时跳母联 1 和分段 2；以 t2 延时跳 II 母所有断路器
- 若 III 母连接单元故障并失灵，则：以 t1 延时跳母联 2 和分段 1；以 t2 延时跳 III 母所有断路器
- 若 IV 母连接单元故障并失灵，则：以 t1 延时跳母联 2 和分段 2；以 t2 延时跳 IV 母所有断路器

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/638063101075006107>