

# 智能变电站中低压母线保护设计

陆玉军<sup>1</sup>, 徐勇<sup>2</sup>, 薛军<sup>3</sup>, 蒋莹<sup>3</sup>, 陈颢<sup>1</sup>

(1.江苏方天电力技术有限公司,江苏南京 211102;2.扬州供电公司,江苏扬州 225000;

3.扬州仪征县域检修分公司,江苏仪征 211400)

**摘要:**根据变电站中低压母线实现故障快速切除的需要,提出了采用电流闭锁式的中低压母线保护;通过母线典型故障分析,结合 GOOSE 网络传输闭锁信号的优势,设计了基于 GOOSE 的中低压母线快速保护,给出了详细的设计过程和解决 GOOSE 中断的处理方案;该设计方案在智能变电站中的实际应用验证了其可靠性。

**关键词:**智能变电站;中低压母线保护;闭锁元件;启动元件

**中图分类号:**TM773

**文献标志码:**B

**文章编号:**1009-0665(2014)03-0021-05

变电站内 35 kV/10 kV 母线(以下称中低压母线)长期运行中由于绝缘击穿、主回路触头过热老化、局部放电、小动物进入而出现接地与相间故障,中低压母线常见的短路故障形式有:单相接地、两相短路、三相短路,同一地点的两相接地短路和不同地点不同相别的两点接地故障<sup>[1]</sup>。出现短路故障的设备有:开关(触头故障、真空泡故障)、电流互感器 TA(绝缘击穿)、电压互感器 TV、母排(绝缘击穿接地)、及其他附件。由于出线间隔多、进出线支路 TA 变比差异大,配置常规的母线保护不仅支路多、成本高昂、施工接线复杂,母线故障时导致的 TA 饱和问题也突出,存在保护设计和动作配合的困难。基于上述因素,变电站的中低压母线设计时一般不配置专用保护,而利用主变低后备保护切除母线故障。但后备保护按逐级配合设计、动作时间长达 1~2 s,往往导致故障切除后母线变形、金属部件熔融、有机绝缘碳化燃烧、开关柜内设备损毁严重。用后备保护做母线的保护时不仅损失巨大,而且运行恢复困难。文中讨论了智能变电站中低压母线快速保护设计及相关问题。

## 1 中低压母线保护方案

中低压母线保护按保护原理可分为:电弧光保护、电流差动保护、电流相位比较式母线保护、方向过流比较式母线保护、电流闭锁式母线保护<sup>[2-5]</sup>。

**电弧光保护:**是利用中低压母线短路时会产生电弧并发出弧光、及故障电流增大为特征判据而设计的保护,整个保护由弧光传感器、弧光检测单元和主单元组成,因开关小室多,需要配置的弧光传感器多,无论工程量和投资均较大,国内应用较少。

**电流差动保护:**利用各支路  $\sum I \neq 0$  的原理而设计,在高压保护中普遍应用,而中低压保护中由于需接入支路多、工程施工复杂、电缆用量大、运行维护工

作量大,应用很少。

**电流相位比较式和方向过流比较式保护:**也因为需要接入的支路数多、判别机制易失效、工程实施复杂、运行维护繁琐而得不到应用。

**电流闭锁式母线保护:**利用母线发生短路故障时,主变低压侧检测到故障电流启动、线路间隔检测不到故障电流不会启动;出线保护范围内故障时,主变低压侧检测到故障电流,线路也检测到故障电流启动为特征而设计,即由出线保护装置闭锁元件发出的闭锁信号控制主变低后备保护装置中的启动元件的启动或闭锁实现。其保护逻辑如图 1 所示。

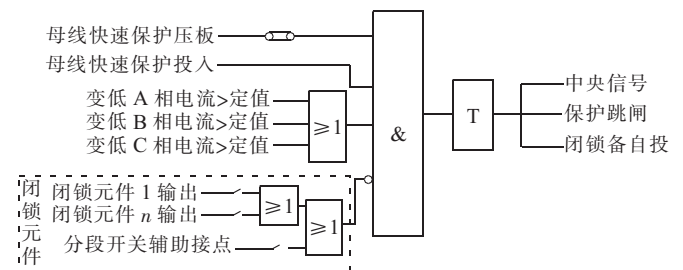


图 1 电流闭锁式母线保护逻辑

该保护的的优势是:在回路上改动小,不需改变 CT/PT 回路,只需实现闭锁接点在保护间传输。在保护功能配置实现上,甚至可以做到不增加装置即可在低后备保护实现母线保护功能。智能变电站中用 GOOSE(通用面向变电站事件对象)传输闭锁信号还可省去保护间的信号传输电缆,进一步降低了实现成本,具有原理简单、容易实现的特点<sup>[6,7]</sup>。

## 2 中低压母线故障分析

以“2 台主变+单母线分段”典型变电站接线(如图 2 所示)为例,根据分段投退的运方,开展母线区内、出线区内、保护死区范围内典型故障分析,在发生故障时保护动作行为如下。

(1) 分段 3DL 分位、1DL 合位、2DL 合位,1 号、2

号主变分别带负荷运行时:

*d1* 点故障,1号变低后备保护检测到故障电流启动,由1号变低后备保护动作切除母线故障;

*d2* 点故障,2号变低后备保护检测到故障电流启动,由2号变低后备保护动作切除母线故障;

*d3* 点故障,分段保护和2号变低后备保护均检测到故障电流,属于分段死区故障,由2号变低后备保护动作切除母线故障;

*d4* 点故障,1号变低后备保护检测到故障电流,由1号变低后备保护动作切除母线故障;

*d5* 点故障,II段母线出线保护和2号变低后备保护检测到故障电流,属出线保护区内故障,由出线保护动作切除故障;

*d6* 点故障,1号变低后备保护检测到故障电流,但低侧开关动作后无法切除故障,属变低死区故障,需跳高侧开关才能切除;

*d7* 点故障,1号变低后备保护检测到故障电流,但低侧开关动作后无法切除故障,属变低死区故障,需跳高侧开关才能切除。

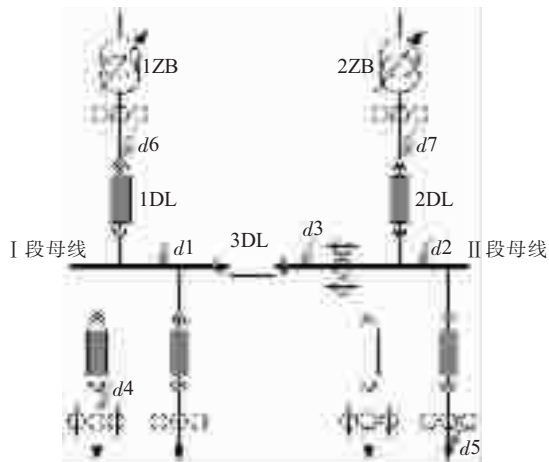


图2 中低压母线故障

(2) 当分段 3DL 合位、1DL 合位、2DL 分位,1号变带全站负荷运行时:

*d2* 点故障,分段保护和1号变低后备保护均检测到故障电流,1号低后备不能动作,需由分段保护动作切除;

*d3* 点故障,1号变低后备保护检测到故障电流,分段保护检测不到故障,由1号变低后备动作切除。其他故障动作方式同1)。

(3) 当分段 3DL 合位、1DL 分位、2DL 合位,2号变带全站负荷运行时:

*d1* 点故障,分段保护和2号变低后备保护均检测到故障电流,2号变低后备不能动作,需由分段保护动作切除;

*d3* 点故障,分段保护和2号变低后备保护均检测到故障电流,分段保护动作无法切除,属分段死区故

障,由2号变低后备保护动作切除。

*d4* 点故障,分段保护和2号变低后备保护均检测到故障电流,由分段保护动作切除。

根据上述故障分析,可总结中低压母线区内故障与区外故障的特点有:

(1) 发生母线区内、或出线区内故障时,主变低后备保护均可检测到故障电流,可设计以低后备为启动元件的保护。为保证区内故障动作、区外故障闭锁,需以线路/分段间隔的启动信号作闭锁条件;

(2) 母线带分段运行时,分段以外的母线发生故障时,需要分段保护动作切除;

(3) 故障发生在分段死区、主变低侧死区内时,通过分段保护动作或低后备保护动作跳低侧开关可能无法切除,该故障不同于其他类型故障;

(4) 故障发生对应于保护所动作开关,无论线路开关、分段开关、低侧后备开关均存在动作失灵的问题,需考虑开关失灵的保护处理;

(5) 当有多个电源进线同时存在时,需要考虑将多个电源隔离,需同时切除电源进线开关。

### 3 基于 GOOSE 的母线保护分析

基于 GOOSE 的母线保护如图3所示:由闭锁元件所在的保护、启动元件所在的保护、传输闭锁信号的 GOOSE 网络组成。

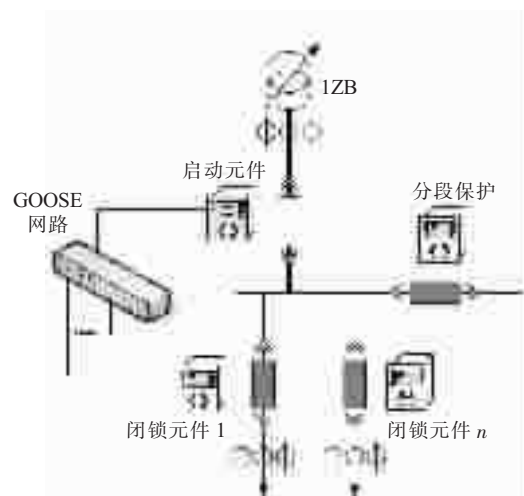


图3 基于 GOOSE 的母线保护

根据保护实现的可靠性、选择性、速动性、灵敏性的特性要求,由于闭锁元件与启动元件不在一个装置内,这3个部分均会对保护的动作为产生影响,甚至闭锁信号的正确传输对启动元件产生决定性影响,决定了母线快速保护的动作为。

#### 3.1 闭锁信号传输的要求

与电缆传输信号不同,以通信网络传输信号时主要存在传输延迟、通信异常导致的传输信号错误、报文丢失等问题。

(1) GOOSE 信号传输延迟:主要有发送设备的延迟、以太网传输的延迟、和接收设备处理的延迟,保护设备发送 GOOSE 报文和接收处理报文均可满足 $<4\text{ ms}$ 的要求,而网络传输的延迟,经模拟网络风暴的测试其延迟时间 $<2\text{ ms}$ ,因此,GOOSE 传输闭锁信号的总延迟 $<10\text{ ms}$ ,完全可以满足保护速动性的要求。

(2) GOOSE 信号传输错误丢失:由于 GOOSE 报文是链路层单向多播传输报文,通信报文会由于链路干扰、转发设备异常、接收装置异常丢失。但 GOOSE 报文有严格的校验和重发机制,一般错误或丢失、通信中断反应到接收设备侧均是收不到报文,因此 GOOSE 通信最大的问题是通信中断。引起通信中断的原因主要有通信介质断开、通信转发设备故障或断电、发送设备故障或断电等原因。因此,影响 GOOSE 传输闭锁信号可靠性的关键因素是实时监测通信、防止通信中断,只要保证装置正常时 GOOSE 通信不中断或 GOOSE 通信中断被快速识别,保护的可靠性就自然得到解决。

### 3.2 闭锁元件的要求

闭锁元件是出线(含电容器、接地变)保护、分段保护中的反应故障过流启动,指示故障位于母线保护范围外的逻辑模块。

对于出线保护而言,闭锁信号反应的是电流速断、零序速断、反时限过流保护的启动信号;而对于电容器保护而言,闭锁信号反应的是电流速断、反时限过流保护的启动信号、接地变反应的是电流速断、反时限过流保护的信号。对分段保护,反应的是电流速断保护的启动信号。而其他保护模块的启动信号不能做闭锁元件。如发生过流故障时,闭锁元件发出动作信号时,最好启动元件同时也会产生过流启动信号,否则闭锁元件的闭锁信号对于闭锁启动元件实际意义不大。

### 3.3 启动元件的要求

能反应母线保护区内区外的全部短路故障,故障点位置的不同,会形成区外故障、区内一般故障、区内死区等不同类型故障。区外故障主要指:出线区域故障、电容器内部故障、接地变内部故障、分段带母线及出线故障;区内一般故障主要指:一般母线故障、母设(PT)故障、站用变故障、出线开关与 CT 间的故障;区内死区故障指:变低死区故障、分段死区故障。

而当上述故障发生时,启动元件跳令发出后开关拒动导致无法切除的故障,有变低开关故障、分段开关故障、出线开关故障。

启动元件在实际故障发生时通过接收闭锁元件的闭锁信号,准确区分出母线区内或区外故障,迅速闭锁和开放母线保护功能,并根据故障发展情况,对区内的死区故障、开关失灵故障做出响应并能够利用跳上一级开关的方式切除全部故障。

## 4 基于 GOOSE 的母线保护设计

### 4.1 闭锁元件的设计

闭锁元件应满足故障电流  $I_{\max} > I_{dz}$  并产生保护启动的条件,而门槛值可根据设计要求作为定值整定,出线保护逻辑如图 4 所示。

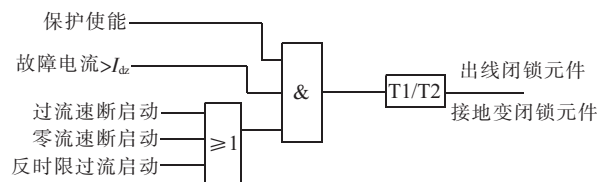


图 4 出线闭锁元件逻辑

闭锁元件输出加一可设定的延时,主要考虑当出线发生 TA 穿越性故障时,出线和母线同时或相继发生故障,为减少停电范围,此时应按出线先动、母线后动的原则完成,待出线故障切除后延时开放母线保护。

### 4.2 启动元件的设计

母线保护需要实现的逻辑功能有:区内故障的快速切除、死区故障的处理、开关失灵故障的处理。因此启动元件是母线保护的核心。

#### 4.2.1 区内故障的快速切除

为防止母线保护在采样异常复归、GOOSE 异常复归、压板投退后立即动作,设充电环节确保避免保护误动的可能。

变低的启动电流按相过流启动,同时加入电压跌落判据,确保是真正的母线故障时动作。快速母线保护设两段控制,可分别用于切除变低、变高(或主变三侧)等开关及闭锁备投功能。区内故障快速动作逻辑如图 5 所示。

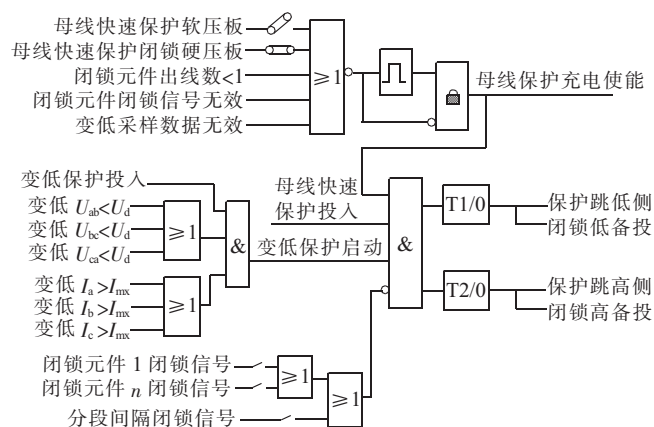


图 5 区内故障快速动作逻辑

#### 4.2.2 变低死区及开关失灵逻辑

当发生变低死区故障或变低开关失灵故障时,在等待 4.2.1 的动作逻辑发出并延时后仍无法切除故障,采用如图 6 所示的逻辑切除故障。如开关是分位,则表明低侧开关跳开后故障仍在判为死区故障,如开关没



有跳开,则判作失灵故障。两者均启动跳高侧(或主变三侧)开关。

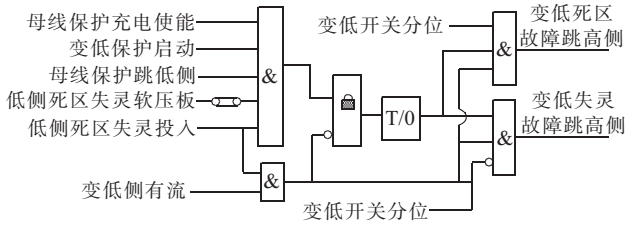


图 6 变低死区开关失灵动作逻辑

### 4.2.3 分段死区及开关失灵逻辑

分段死区故障或开关失灵故障时,因故障续存期间一直满足分段闭锁条件,无法执行 4.2.1 的动作逻辑,需要以分段是否有流及分段动作后的延时条件判别,如果此时分段开关跳开仍有流则判为死区故障,如分段未跳开仍有流则判作开关失灵故障,这 2 个故障均跳变低侧开关。分段死区开关失灵动作逻辑如图 7 所示。

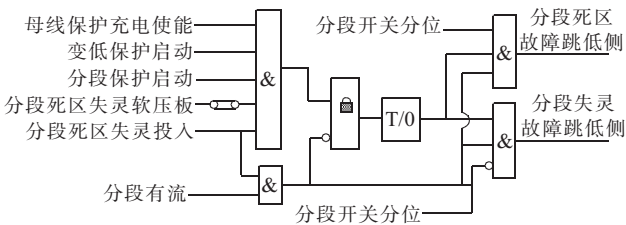


图 7 分段死区开关失灵动作逻辑

## 4.3 保护的整定

母线速动保护的定值整定包括:启动元件的动作值,闭锁元件的动作值,及启动元件与闭锁元件间的时间配合<sup>[5]</sup>。

### 4.3.1 启动元件的整定

启动元件按下式整定:

$$I_{act} = K_r \frac{K_M}{K_{ret}} I_{dm} \quad (1)$$

其中: $K_r$ 为可靠系数,一般取 1.25~1.5; $K_M$ 为自启动系数,一般取 1.0; $K_{ret}$ 为返回系数,一般取 0.9~0.95; $I_{dm}$ 为最大负荷电流。启动元件的动作值按躲过最大负荷电流设计,对主变而言,最大负荷电流即为额定电流,对于 110 kV 变压器小容量的可能经常满载运行,不同容量主变的启动元件动作值如表 1 所示。

分析以上数据,母线保护的启动动作值取值应不低于 6000 A。

### 4.3.2 闭锁元件的整定

母线保护启动元件在外部故障时不误动,完全依靠闭锁元件能正确发出闭锁信号,而闭锁元件发闭锁信号时,启动元件最好也达到启动值。

为防止线路 TA 断线引起误启动信号,即闭锁元件的电流判别条件必须躲过线路最大负荷电流。一般

表 1 不同主变容量的启动元件定值

| 额定容量 / (MV·A) | 额定 电流 /A | 可靠 系数 | 返回 系数 | 动作值 /A |
|---------------|----------|-------|-------|--------|
| 20            | 1100     | 1.5   | 0.95  | 1737   |
| 31.5          | 1732     | 1.5   | 0.95  | 2735   |
| 40            | 2199     | 1.5   | 0.95  | 3472   |
| 50            | 2749     | 1.5   | 0.95  | 4341   |
| 63            | 3464     | 1.5   | 0.95  | 5469   |

出线按额定电流 600 A 计,考虑可靠系数、母线保护启动等因素,闭锁元件的电流门槛值应不低于 1000 A。

### 4.3.3 启动与闭锁元件的时序配合

根据闭锁元件实现闭锁的条件看,闭锁信号有效后经通信传输传递到母线保护启动元件时,存在有明显的延迟时间  $T_D$ ,延迟时间由以下部分组成:

$$T_D = T_s + T_c + T_r \quad (2)$$

其中: $T_s$ 为发送设备的发送延迟; $T_c$ 为通信链路传输的延迟; $T_r$ 为接收设备的接收延迟。从 GOOSE 的机制可看出  $T_s$ 的时间可长达 4 ms, $T_c$ 为通信链路及交换机的总延迟时间,一般不超过 2 ms,而  $T_r$ 一般不超过 2 ms,上述延迟时间总计在 10 ms 内。启动元件的动作延时  $T_D$ 还需考虑与主变差动保护的配合、躲开线路故障的暂态过程,因此,为防止保护误动、确保动作可靠,启动元件速动模块延迟时间内部设定应不小于 100 ms。

## 5 影响母线保护的可靠性因素及解决措施

闭锁式母线保护需启动元件与闭锁元件配合完成的分散式保护,影响母线保护速动的可靠性有以下几个主要因素:闭锁信号的可靠性、故障穿越时的保护可靠性、出线有联络线时的可靠性。

### 5.1 GOOSE 闭锁信号的可靠性

GOOSE 报文是以太网链路层多播 MAC 通信报文,由 GOOSE 数据集管理的对象数据通过 GOOSE 控制块控制发送节奏,当发送侧在信号发生变位后,保证能在最快(4 ms)的时间内将变化后的值传输出来(如图 8 所示)。

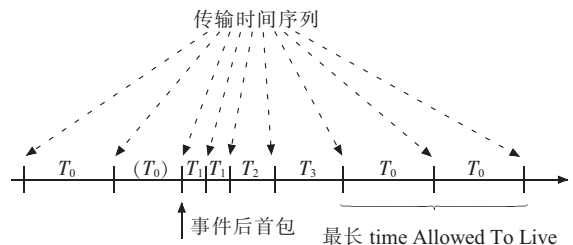


图 8 GOOSE 报文发送机制

由于 GOOSE 报文是单向发送的,接受侧在规定的允许存活时间 timeAllowToLive 内没有收到 GOOSE 报文,则接收方判相应的 GOOSE 报文通信断

链,当未发生信号变位期间,识别通信断链的最大延迟时间可达 $2 \times T_0$ ,若 $T_0=5\text{ s}$ ,则判GOOSE闭锁信号异常的延迟将长达10 s以上,如上图,这无法满足在发生GOOSE通信断链后10 s内发生出线间隔故障出线保护启动闭锁母线保护的要求,此情况下母线保护的启动元件可能误启动而致误动。

为避免上述异常出现,设计了一种母线保护启动元件过流启动时的GOOSE握手方案:在母线保护启动元件过流启动后,由启动元件发送“握手”信号报文给闭锁元件,闭锁元件收到后立即发送回答报文,启动元件根据在规定的延迟时间内是否收到闭锁元件的“握手”信号判别闭锁元件的GOOSE通信有无断链,如未收到回答报文则认为对应的闭锁元件GOOSE通信中断,立即闭锁母线保护,并等待GOOSE通信正常后再次开放启动元件。该方法充分利用了GOOSE通信的特点,又不明显增加GOOSE通信流量,具有实际可操作性。

## 5.2 故障穿越时的可靠性

故障穿越指在母线保护范围的CT附近发生的转移性故障,即母线区外故障转区内故障,或区内故障转区外故障的形式。故障穿越时闭锁元件与启动元件均可能动作,其动作顺序关系到母线保护的可靠性。

当发生母线区外故障转区内故障时,对于出线分段间隔的转移故障,已发出闭锁信号的出线保护、分段保护会返回闭锁信号,此时要求母线保护在闭锁元件的闭锁返回后能母线保护能快速实现启动元件出口;对于主变低侧区外故障转区内故障时主变差动保护会动作,即使差动保护未动作,母线保护仍能正常启动不会闭锁。

当发生母线区内故障转区外故障时,如故障发生在线路/分段侧,在启动元件动作前闭锁元件的闭锁信号会闭锁母线保护,增加母线保护动作时间;如故障发生在主变低侧,则主变差动保护会动作,对母线保护的動作影响也不大。

## 5.3 出线有联络线的可靠性

当出线作为电源联络线使用时,如发生线路侧保护动作范围内(母线区外)故障时,出线保护会启动而发出闭锁信号,如发生母线区内故障时,出线保护仍会检测到故障电流而启动,如允许出线保护发出闭锁信号,则可能误闭锁母线快速保护。因此,对于联络线的保护应采取投入方向过流判别条件的措施,当方向指向区外时出线保护发闭锁信号,方向指向区内时不发闭锁信号。或由闭锁元件发送方向判别GOOSE信号给启动元件,由启动元件根据是否是电源联络线判别是否需要方向闭锁。

当发生母线区内故障时,母线保护启动元件动作

时,应在切除主变低侧的同时,发令切除联络线,否则将无法彻底切除母线故障。

## 6 工程应用

该设计的中低压母线保护于2013年11月在扬州仪征供电公司110 kV仪征智能浦西变电站内进行了安装、试验调试和试运行应用。

浦西变有110 kV/10 kV两个电压等级,1台2号主变,10 kV I段出线通过分段由2号变供电,为本站配置10 kV II段母线保护1台,闭锁元件为II段12个出线(电容器)间隔、分段间隔,启动元件位于母线保护内,利用站控层网络的GOOSE服务获得了闭锁元件的闭锁信号,大大减少了改造的工作量。

母线保护通过9-2从2号主变低压侧合并单元获取采样数据、低侧和分段开关位置等信号从过程层GOOSE网获取,出口跳闸也经过过程层GOOSE网络实现,现场通过出线间隔的程序升级构建了完整的10 kV II段母线的快速保护和死区保护,实现了全站的速度保护。

配置母线速动、低侧死区失灵、分段死区失灵软压板,可灵活投退相关的保护功能。考虑线路检修或间隔退出运行等工况,设置识别线路检修的硬压板,母线保护根据压板状态自动判别相应的间隔是否需作为闭锁元件,符合实际需要,简便可行。

## 7 结束语

针对变电站中低压母线保护缺少配置、事故损失严重的问题,利用智能变电站保护网络化通信的优势和支持GOOSE通信的能力,给出了智能变电站中低压母线快速保护的设计方案,该方案降低了保护配置的成本,减少了工程施工量,解决了闭锁信号可靠性的问题。

### 参考文献:

- [1] 金雄飞. 微机型中低压母线保护研究[D]. 南京: 河海大学硕士学位论文, 2004.
- [2] 刘宏波. 微机型母线保护的研究[D]. 杭州: 浙江大学硕士学位论文, 2008.
- [3] 刘艳芬. 中低压电网母线保护的研究和应用[D]. 北京: 华北电力大学工程硕士专业学位论文, 2009.
- [4] 王风光, 张祖丽, 张 艳. 分布式母线保护在智能变电站中的应用[J]. 江苏电机工程, 2012, 31(2): 37-43.
- [5] 王惠蕾. 变电站10 kV母线保护方案研究[D]. 广州: 华南理工大学工程硕士专业学位论文, 2010.
- [6] 陈杰明. 基于GOOSE的10 kV简易母线保护研究和应用[J]. 电力系统自动化, 2011, 35(4): 96-99.
- [7] 余南华, 代仕勇, 梁晓兵. 一种网络化10 kV母线快速保护系统的试验分析[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(20): 168-171.

- [5] 傅 闯, 饶 宏, 黎小林, 等. 直流融冰装置的研制与应用[J]. 电力系统自动化, 2009, 33(11): 53-56, 107.
- [6] 谢 彬, 洪文国, 熊志荣, 等. 500 kV 复兴变电站固定式直流融冰兼 SVC 试点工程的设计[J]. 电网技术, 2009, 33(18): 182-185.
- [7] 范瑞祥, 孙 旻, 贺之渊, 等. 江西电网移动式直流融冰装置设计及其系统试验[J]. 电力系统自动化, 2009, 33(15): 67-70.
- [8] 申屠刚, 程极盛, 江道灼, 等. 500 kV 直流融冰兼动态无功补偿系统研发与工程试点[J]. 电力系统自动化, 2009, 33(23): 75-80.
- [9] 许树楷, 黎小林, 饶 宏, 等. 南方电网 500 kW 直流融冰装置样机的研制和试验[J]. 南方电网技术, 2008, 2(4): 32-36.
- [10] 孙 栩, 王明新. 交直流输电线路大容量固定式直流融冰装置的设计方案[J]. 电力自动化设备, 2010, 30(12): 102-105.
- [11] 陆佳政, 李 波, 张红先, 等. 新型交直流融冰装置在湖南电网

的应用[J]. 南方电网技术, 2009, 3(4): 77-79.

- [12] 马晓红, 赵立进, 李 巍, 等. 直流融冰技术在贵州电网的应用[J]. 南方电网技术, 2009, 3(5): 107-110.

#### 作者简介:

- 吴林平(1980), 男, 安徽桐城人, 高级工程师, 从事直流输电及直流融冰技术与开发工作;
- 田 杰(1969), 男, 四川秀山人, 教授级高级工程师, 从事直流输电及柔性输电技术与开发工作;
- 李长伟(1983), 男, 河南荥阳人, 工程师, 从事直流融冰及无功补偿技术与开发工作;
- 吴 俊(1979), 男, 江苏东台人, 工程师, 从事柔性输电电气设计工作;
- 李 敏(1982), 女, 湖南娄底人, 工程师, 从事过电压及绝缘配合研究工作。

## Application of Large-capacity DC Deicing System in 500 kV Kangding Substation

WU Linping, TIAN Jie, LI Changwei, WU Jun, LI Min

(Nanjing NARI-Relays Electric Co. Ltd., Nanjing 211100, China)

**Abstract:** A new DC deicer system with 12-pulse mode and 5000 A rated current is developed. According to the parameters of AC transmission lines, some of its important aspects of PCS-9590 are introduced, including deicing solution, main circuit design, overvoltage and insulation coordination, control and protection system. Field application shows that the proposed DC deicer is an effective solution for the ice-clad problem of AC lines.

**Key words:** DC deicer; DC deicing system; main circuit design; zero-power test

(上接第 25 页)

#### 作者简介:

- 陆玉军(1972), 男, 江苏句容人, 高级工程师, 从事变电站综合自动化系统的开发及工程应用工作;
- 徐 勇(1970), 男, 江苏仪征人, 高级工程师, 从事电力系统二次技术管理工作及应用研究工作;

- 薛 军(1980), 男, 江苏仪征人, 工程师, 从事电力系统二次技术管理工作;
- 蒋 莹(1970), 女, 江苏兴化人, 工程师, 从事变电二次检修维护和管理管理工作;
- 陈 颢(1987), 男, 湖北钟祥人, 工程师, 从事变电站综合自动化系统的开发及工程应用工作。

## Design and Analysis of Middle-low Voltage Busbar Protection in Smart Substation

LU Yujun<sup>1</sup>, XU Yong<sup>2</sup>, XUE Jun<sup>3</sup>, JIANG Ying<sup>3</sup>, CHEN Hao<sup>1</sup>

(1. Jiangsu Frontier Electrical Power Technology Co. Ltd., Nanjing 211102, China; 2. Yangzhou Power Supply Company, Yangzhou 22500, China; 3. Yangzhou Yizheng County Maintenance Filiale, Yizheng 211400, China)

**Abstract:** For satisfying the demand of fast clearing fault on Middle-low Busbar, an over-current block protection approach for is proposed. The typical short circuit faults on middle-low voltage busbar are analyzed. With the advantage of GOOSE networks in the substation, a novel-type middle-low voltage busbar protection is designed. The details of the process of protection design and handling communication interrupt are presented. The effectiveness and reliability of the proposed approach are validated by practical application in a smart substation.

**Key words:** smart substation; middle-low voltage busbar protection; block component; startup component

# 欢迎投稿 欢迎订阅