

## 一种母线综合后备保护装置

陈晓彬<sup>1</sup>, 孙旭<sup>1</sup>, 戴光武<sup>2</sup>, 谈浩<sup>2</sup>, 代家强<sup>2</sup>, 赵青春<sup>2</sup>

(1. 广东电网有限责任公司揭阳供电局, 广东 揭阳 522000;

2. 南京南瑞继保电气有限公司, 江苏 南京 211102)

**摘要:**针对110 kV 环网运行方式,分析了传统保护配置方案存在的问题,并提出了一种母线综合后备保护装置。利用主变远后备保护动作跳母联的信号,提出了全新的110 kV 线路综合后备保护,并将其与断路器失灵保护集成于一体,形成了完整的解决方案。该装置能够有效防止110 kV 线路发生故障时因单重化线路保护装置拒动或者断路器失灵导致主变后备保护无选择性越级跳本侧断路器的问題,缩小停电范围,提高供电可靠性。仿真和试验结果表明了理论分析的正确性以及策略的有效性。

**关键词:**环网;线路保护拒动;断路器失灵;综合后备保护

**中图分类号:** TM77

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2096-3203(2019)01-0152-05

### 0 引言

为满足社会经济的快速发展需求,我国电网规模逐渐增大、电压等级不断升高,电网的安全稳定运行及供电可靠性要求越来越高。地区110 kV 电网接线一般采取闭环设计、开环运行的方式,普遍存在多级串供的现象,供电可靠性不高。针对经济发达、供电负荷较重且220 kV 电源点严重不足的地区,从经济性和可靠性的角度,通常采用220 kV 变电站110 kV 两段母线经母联并列运行、110 kV 线路双回线也并列运行的环网运行方式<sup>[1-4]</sup>。

由于110 kV 系统保护单重化配置且一般不配置断路器失灵保护,特别是南网地区110 kV 母线保护装置中无断路器失灵保护功能。当110 kV 线路发生故障,而相应的保护装置因装置故障、原理失配、定值整定错误等原因拒动或者即使保护装置正确动作但断路器失灵时,将可能造成220 kV 变电站的所有主变后备保护无选择性越级跳闸<sup>[5-10]</sup>,从而可能导致多站失压,扩大停电范围,严重威胁电网的安全稳定运行。

针对此种情况,文献[11-12]提出通过调整保护定值整定原则的方案减少故障的影响。调整保护整定方案的优点在于保持了双回线供电变电站的供电可靠性,缺点是保护方案较复杂,需修改的定值较多,且对于对侧为负荷站的情况不适用。文献[13]提出通过改变电网运行方式消除外挂母联的措施,优点在于简单可靠、易于实现,缺点是降低了双回线供电变电站的供电可靠性。文中研究一种母线综合后备保护装置,利用主变远后备保护动

作跳母联的信号,提出全新的110 kV 线路综合后备保护,并将断路器失灵保护与各110 kV 线路综合后备保护集成于一体,解决了110 kV 环网运行时因单重化线路保护装置拒动或者断路器失灵导致主变后备保护无选择性越级跳闸的问题。

### 1 典型事故分析

近年来,现场已发生多起110 kV 线路故障导致主变后备越级跳闸的事故,其典型事故分析如下:某地区电网的典型接线方式如图1所示,220 kV 变电站A作为主供变电站给变电站B和C供电,变电站A的110 kV 侧为单母分段接线方式,I母和II母通过分段断路器CB3并列运行,且110 kV 双回线AC I线和AC II线也在变电站C通过断路器CB9并列运行。

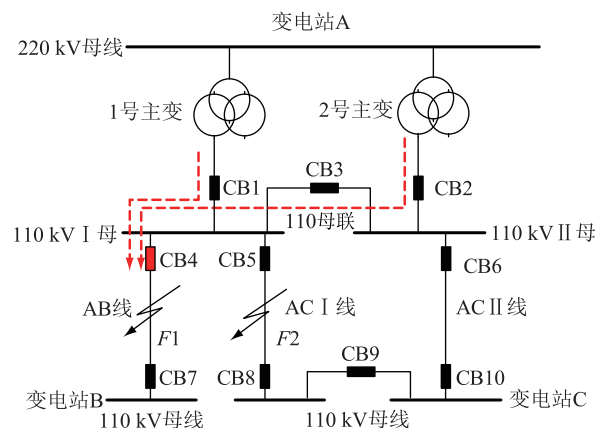


图1 110 kV 线路双回线环网运行示意

Fig.1 Schematic diagram of the ring network of 110 kV lines

当110 kV 线路AB线发生区内故障,以下情况将造成线路保护装置拒动:(1)原理失配<sup>[14-15]</sup>,如

线路距离保护退出(如误整定)情况下的不接地故障或转换性故障(接地转三相故障),线路零序过流无法反应故障或延时不够;(2)高阻接地<sup>[16-19]</sup>,高阻接地距离保护可能无法动作,零序电压很小误判电流互感器(CT)断线闭锁零序启动元件或者闭锁零序过流保护;(3)定值整定错误;(4)装置硬件故障。

主变后备保护一般提供三段相过流、三段零序过流<sup>[20]</sup>。I、II段带方向(指向系统或主变),每段3个动作时限(1时限跳母联,2时限跳本侧,3时限跳各侧)。III段不带方向,2个动作时限(1时限跳母联,2时限跳各侧),时限级差一般为0.3 s。

当变电站A的AB出线发生F1点区内故障,但该线的线路保护装置因故拒动:1号主变中压侧后备保护动作,1时限跳分段断路器CB3,2时限跳开CB1主供断路器,I母失压。2号主变中压侧后备保护动作行为分两种情况:(1)变电站C为非负荷站,其带有电源,则由AC II线CB8对应远后备保护动作,II母与故障隔离;(2)变电站C为负荷站,则2号主变中压侧的后备保护动作,1时限跳分段断路器CB3,CB3跳开后,2号主变通过并列运行的AC I线和AC II线继续向故障点提供故障电流(相当于通过并列运行线路形成了一个站外母联),其具体流向如图2所示。而AC I线及AC II线线路保护装置的故障元件此时才开始计时,在线路保护远后备动作之前,2号主变中压侧后备保护2时限动作跳CB2主供断路器,从而造成变电站A 110 kV系统失压,负荷站C也整站失电,损失巨大。

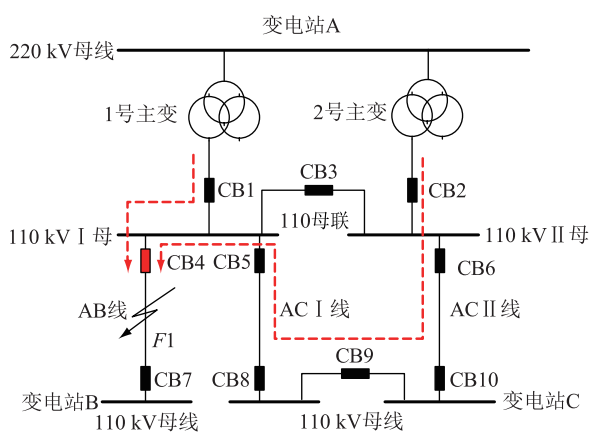


图2 环网故障电流流向示意图

Fig.2 Schematic diagram of current flow in the ring network

## 2 母线综合后备保护装置解决方案

从以上典型事故分析可以看出,要实现110 kV系统环网运行、提高供电可靠性的需求,需要解决2

个问题:

(1) 110 kV线路发生故障,因110 kV线路保护拒动引起的主变后备保护无选择性越级跳本断路器;

(2) 110 kV线路发生故障,因断路器失灵引起的主变后备保护无选择性越级跳本断路器。

针对单重化配置的110 kV线路保护因装置故障、原理失配、定值整定错误等原因拒动,可以参照220 kV系统,通过保护双重化配置的方式来提高可靠性,但将导致110 kV线路保护装置数量翻倍,加上配套的设备,增加变电站二次系统的投入,不符合解决问题的经济性,且改变了传统110 kV变电站单重化配置的模式和运维习惯,增加运维人员的工作量,同时并不能解决断路器失灵的问题,因此基本不具备可实施性。

目前国内主流继电保护厂商暂没有合适的产品能提供整体解决方案。为此,文中提出一种母线综合后备保护装置,即为存在环网并列运行的母线配置一套母线综合后备保护装置,为每条110 kV出线间隔设计综合后备保护元件,同时将断路器失灵保护集成于一体,从而满足110 kV系统环网运行的需求,提高供电可靠性。

### 2.1 110 kV线路综合后备保护

为解决单重化110 kV线路保护装置拒动问题,在母线综合后备保护装置中为每条110 kV线路间隔配置一种综合后备保护,保护逻辑如图3所示。

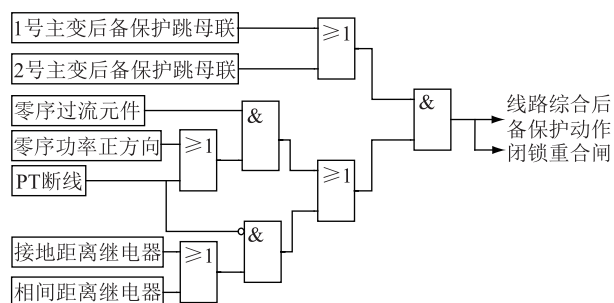


图3 线路综合后备保护逻辑

Fig.3 Logic diagram of line comprehensive backup protection

(1) 母线综合后备保护装置设置硬开入接点采集110 kV侧1号主变后备保护跳母联以及2号主变后备保护跳母联的动作接点信号;

(2) 每个间隔设置以零序方向过流元件和方向距离元件结合的正方向故障判据,其中零序方向过流元件的零序过流定值参照传统110 kV线路保护的零序过流末段整定,方向距离继电器按照传统110 kV线路距离III段整定,确保故障的灵敏度。当

电压互感器 (PT) 断线时,退出方向距离元件,零序方向过流元件退出方向、保留纯零序过流元件;

(3) 当任一主变后备保护跳母联接点动作时,若线路间隔的正方向故障判据满足,则该间隔的综合后备保护元件瞬时动作跳开相应断路器,同时通过硬回路闭锁常规线路保护的重合闸功能。

可见,线路间隔的综合后备保护为远后备保护,通过主变后备保护动作信号启动,实现了综合后备保护与其他相邻元件的免配合,只需要按照灵敏度的原则来整定即可,在保证可靠性的前提下简化整定原则。

## 2.2 断路器失灵保护

断路器失灵的问题通过在母线综合后备保护装置中配置断路器失灵保护解决,其原理同常规母线保护装置中的断路器失灵保护的差别在于,本装置中断路器失灵保护除了由各连接间隔保护装置提供的保护三相跳闸接点启动外,还可以由保护装置内部线路综合后备保护跳闸启动。失灵保护检测到某间隔跳闸接点动作或该间隔综合后备保护动作时,若该间隔的任一相电流大于失灵相电流定值、或零序电流大于零序电流定值、或负序电流大于负序电流定值,且失灵保护电压闭锁元件开放,则失灵保护经延时后动作,1 时限跳母联(或分段)断路器,2 时限跳失灵断路器所在母线的全部连接支路。失灵保护动作的时间需要可靠躲过断路器的动作时间,无需与主变后备保护动作时限配合。

## 2.3 保护装置实现方案

基于上述原理,该装置可借用母线保护装置的硬件及实现方法,保留母线保护的断路器失灵保护功能并进行优化,同时集成每个 110 kV 线路间隔综合后备保护。接口方面,其仅在开入上额外设置了 2 个主变跳母联的信号,模拟量、开出等完全一致。该方案所需装置数量少、回路简单,无需复杂现场配置,集成的线路间隔综合后备保护以及断路器失灵保护功能完全独立,概念清晰,改造扩建方便。

## 2.4 保护装置适用范围

母线综合后备保护装置主要应用于存在环网运行的 220 kV 变电站的 110 kV 侧(供电侧),文中仅从 110 kV 的角度进行了分析,但是随着配网自动化的可靠性要求的提高,若 110 kV 负荷变的 10 kV 侧也需要环网运行,则本装置的原理同样适用。

## 3 实时数字仿真试验

为了考核环网运行时因线路保护装置拒动或者断路器失灵情况下母线综合后备保护装置的动

作为,搭建了如图 1 所示的实时数字仿真试验系统。

仿真系统包括 A、B、C 3 个变电站,220 kV 变电站 A 为区域电网主供变电站,其 110 kV 侧为单母分段接线方式,2 个主变各挂一段母线、正常运行时分段合环运行,220 kV 母线独立等值电源,110 kV 对侧 B、C 变电站考虑分别带有独立等值电源或者为纯负荷站 2 种情况,各线路全长 100 km。线路参数见表 1。变压器容量为 333/333/100 MV·A;电压比为 220/110/10 kV;短路电抗高中、高低和中低分别为 0.18,0.62,0.40;绕组连接方式为 YN/a0/d11。

表 1 仿真系统线路参数表  
Table 1 Eigenvalue and principle components contribution rates

| 序分量 | 电阻/ $(\Omega \cdot \text{km}^{-1})$ | 电抗/ $(\Omega \cdot \text{km}^{-1})$ | 电容/ $(\text{M}\Omega \cdot \text{km})$ |
|-----|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| 正序  | 0.026 9                             | 0.289 8                             | 0.244 85                               |
| 零序  | 0.135 1                             | 0.783 1                             | 0.345 99                               |

仿真试验时主要模拟非并列运行的单回线 AB 线 F1 点以及并列运行的双回线之一 AC I 线 F2 点故障(AC II 线和 AC I 线性质类似),其中故障距离可以灵活控制,故障类型包含单相接地、两相短路接地、两相相间短路、三相相间短路故障,相关试验结果如下:

(1) 线路保护装置拒动。分别模拟 AB 线、AC I 线区内故障,同时 A 站相应线路保护装置拒动,参照现场配置原则,若 B、C 站非终端负荷站,则均配置线路保护,不考虑线路两侧保护同时拒动;若 B、C 站为终端负荷站,则不配置线路保护。以 AB 线首端发生 A 相接地故障时为例,故障支路的仿真波形如图 4 所示,各类型动作结果汇总如表 2 所示。

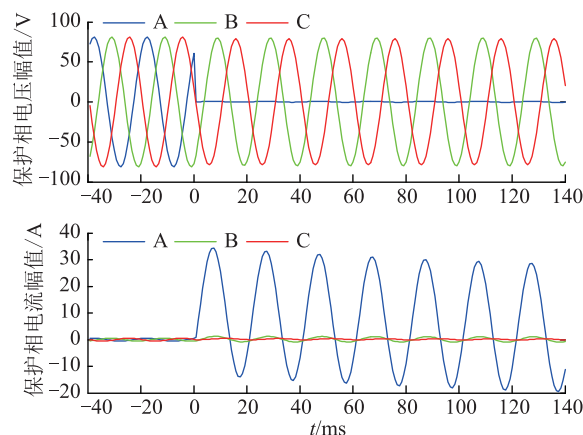


图 4 AB 线首端 AN 故障时仿真波形

Fig.4 Simulation waveform of AB line's AN fault by first end

需要说明的是,当 C 站为负荷站不配置线路保

表2 线路保护拒动时保护动作结果

Table 2 Operations of line protection failure

| 故障点 | 试验配置         | 动作结果   |
|-----|--------------|--|
| F1  | B站AB线配置保护    | B站AB线线路保护跳开CB7, A站主变后备保护跳开母联CB3、AB线综合后备保护跳开CB4, 故障隔离     |
|     | B站AB线未配置保护   | A站主变后备保护跳开母联CB3、AB线综合后备保护跳开CB4, 故障隔离                     |
| F2  | C站AC I线配置保护  | C站AC I线线路保护跳开CB8, A站主变后备保护跳开母联CB3、AC I线综合后备保护跳开CB5, 故障隔离 |
|     | C站AC I线未配置保护 | A站AC II线线路保护跳开CB6、主变后备保护跳开母联CB3、AC I线综合后备保护跳开CB5, 故障隔离   |

时,若F2点故障,对于并列运行的双回线线路保护均能正确识别故障,不考虑两条线路保护同时拒动的情况,因此AC II线线路保护将动作跳开CB6,即使两条线路保护同时拒动,AC II线综合后备保护也能动作跳开CB6,从而隔离故障。

可见,配置了母线综合后备保护后,当线路发生故障而线路保护装置拒动时,母线综合后备保护能快速隔离故障。

(2) 断路器失灵。分别模拟AB线、AC I线区内故障,A站相应的线路保护能正确动作,但断路器失灵。以AC I线中点发生BC相间短路时为例,故障支路的仿真波形如图5所示,各类型动作结果汇总如表3所示。

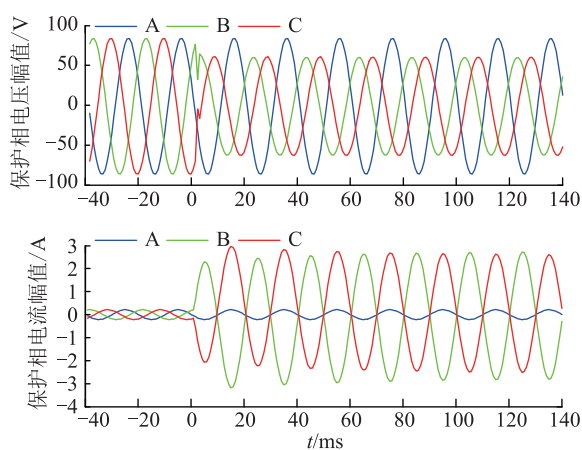


图5 AC I线中点BC故障时仿真波形

Fig.5 Simulation waveform of AC I line's BC fault by midpoint

可见,配置了母线综合后备保护后,当线路发生故障而断路器失灵时,母线综合后备保护也能快速隔离故障。

表3 断路器失灵时保护动作结果

Table 3 Operations of breaker failure

| 故障点 | 试验配置               | 动作结果  |
|-----|--------------------|---|
| F1  | B站AB线配置保护、CB4失灵    | B站AB线线路保护跳开CB7, A站断路器失灵保护动作跳开CB3、CB1、CB5,故障隔离   |
|     | B站AB线未配置保护、CB4失灵   | A站断路器失灵保护动作跳开CB3、CB1、CB5,故障隔离                   |
| F2  | C站AC I线配置保护、CB5失灵  | C站AC I线线路保护跳开CB8, A站断路器失灵保护动作跳开CB3、CB1、CB4,故障隔离 |
|     | C站AC I线未配置保护、CB5失灵 | A站AC II线线路保护跳开CB6、断路器失灵保护动作跳开CB3、CB1、CB4,故障隔离   |

## 4 结语

文中针对110 kV环网运行方式,研究并提出了一种母线综合后备保护装置。利用主变远后备保护动作跳母联的信号,提出了全新的110 kV线路综合后备保护,借助母线保护装置的硬件,将断路器失灵保护与各110 kV线路综合后备保护集成于一体,接口简单、原理可靠。结果表明该方案的实施能够有效防止110 kV环网运行方式下110 kV线路发生故障,因单重化线路保护装置拒动或者断路器失灵导致主变后备保护无选择性越级跳本侧断路器从而可能导致多站失压的问题,缩小停电范围,提高供电可靠性。该方案所需装置数量少、回路简单、改造、扩建以及运维管理方便、经济效益显著,已在国内某地区电网中投入实际运用,具有良好的推广和使用价值。

本文得到广东电网有限责任公司科技项目(035200KK52160008)资助,谨此致谢!

## 参考文献:

- [1] 董红, 马冠雄, 翟世涛. 广州220 kV电网典型网架结构选择初步探讨[J]. 广东电力, 2016, 29(8): 7-10.  
DONG Hong, MA GuanXiong, ZHAI Shitao. Discussion on selection for typical grid structure of Guangzhou 220 kV power grid[J]. Guangdong Electric Power, 2016, 29(8): 7-10.
- [2] 程一鸣, 赵志辉, 王天华, 等. 城市110 kV高压配电网接线方式研究[J]. 电网技术, 2008, 32(S2): 45-48.  
CHENG Yiming, ZHAO Zhihui, WANG Tianhua, et al. Research on connection mode of civil 110 kV distribution network[J]. Power System Technology, 2008, 32(S2): 45-48.
- [3] 刘柏私, 谢开贵, 张红云, 等. 高压配电网典型接线方式的可靠性分析[J]. 电网技术, 2005, 29(14): 45-48.  
LIU Bosi, XIE Kaigui, ZHANG Hongyun, et al. Reliability analysis of typical connection modes in HV distribution network[J]. Power System Technology, 2005, 29(14): 45-48.
- [4] 姚莉娜, 张军利, 刘华, 等. 城市中压配电网典型接线方式

- 分析[J]. 电力自动化设备, 2006, 27(7): 26-29.  
YAO Lina, ZHANG Junli, LIU Hua, et al. Analysis of typical connection modes of urban middle voltage distribution network [J]. Electric Power Automation Equipment, 2006, 27(7): 26-29.
- [5] 舒逸石, 王薇, 韩光. 一起主变低压侧线路故障引起越级跳闸故障分析[J]. 华中电力, 2012, 25(1): 33-35.  
SHU Yishi, WANG Wei, HAN Guang. Analyzing a main transformer low voltage side line fault causing override trip accident [J]. Central China Electric Power, 2012, 25(1): 33-35.
- [6] 李敏霞, 袁文嘉, 席小娟, 等. 一起主变零序保护越级跳闸事故分析与处理[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(22): 156-159.  
LI Minxia, YUAN Wenjia, XI Xiaojuan, et al. Analysis and countermeasure of leapfrog trip in main transformer zero-sequence protection[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(22): 156-159.
- [7] 童克诚, 潘晨亮. 二起线路复杂故障引起越级跳闸事故分析[J]. 科技创新导报, 2015, 12(6): 71-72.  
TONG Kecheng, PAN Chenliang. Analysis of two override trip accidents caused by the line complex fault [J]. Science and Technology Innovation Herald, 2015, 12(6): 71-72.
- [8] 周文, 毛志强, 毛志芳, 等. 一起线路接地故障引起机组主变保护误动的事故分析[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(12): 149-152.  
ZHOU Wen, MAO Zhiqiang, MAO Zhifang, et al. Analysis of the main transformer differential protection maloperation of generator units caused by single-phase ground fault[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(12): 149-152.
- [9] 李立军, 朱林, 王剑. 110 kV 双回线与其他线路在部分同塔情况下的跳闸分析[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(9): 80-83.  
LI Lijun, ZHU Lin, WANG Jian. Trip-out analysis of 110 kV double-circuit transmission lines and other lines partly on same tower[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(9): 80-83.
- [10] 范黎敏. 一起 110 kV 并行双回线保护误动浅析[J]. 浙江电力, 2001(1): 48-57.  
FAN Limin. Analysis on the protection misoperation of a parallel double circuit line [J]. Zhejiang Electric Power, 2001(1): 48-57.
- [11] 朱景富. 双回线并列运行方式对系统及保护定值的要求[J]. 继电器, 2007, 35(10): 64-65.  
ZHU Jingfu. Condition of system and protection setting coordination by adopting double power lines parallel operation [J]. Relay, 2007, 35(10): 64-65.
- [12] 张振, 李黄强, 蒋蓉, 等. 含双回线路并列运行的 110 kV 电网继电保护整定计算方案探讨[J]. 湖北电力, 2015, 39(4): 47-51.  
ZHANG Zhen, LI Huangqiang, JIANG Rong, et al. Discussion on relay setting calculation scheme for 110 kV power grid including double transmission lines parallel operation [J]. Hubei Electric Power, 2015, 39(4): 47-51.
- [13] 程钢, 宋汉蓉, 叶涛, 等. 110 kV 线路拒动故障分析及解决措施[J]. 水电能源科学, 2012, 30(11): 162-166.  
CHENG Gang, SONG Hanrong, YE Tao, et al. Refuse operation fault analysis of 110 kV lines and its disposal measures [J]. Water Resources and Power, 30(11): 162-166.
- [14] 于雪雪, 杨文辉, 周红. 一种改进的电网故障诊断解析模型研究[J]. 电工电气, 2017(11): 10-13.  
YU Xuexue, YANG Wenhui, ZHOU Hong. An improved analytical model for fault diagnosis in power grid [J]. Electrotechnics Electric, 2017(11): 10-13.
- [15] 付文竹. 线路转换性故障造成的保护拒动原因分析与改进[J]. 电工技术, 2009(11): 57.  
FU Wenzhu. Analysis and improvement of protective action resistance caused by channels switching malfunction [J]. Electric Engineering, 2009(11): 57.
- [16] 索南加乐, 王增超, 张健康, 等. 基于参数识别的高阻接地距离保护算法[J]. 中国电机工程学报, 2011, 31(31): 173-178.  
SUONAN Jiale, WANG Zengchao, ZHANG Jiankang, et al. A novel distance protection algorithm for high resistance grounding faults based on parameter identification [J]. Proceedings of the CSEE, 2011, 31(31): 173-178.
- [17] 魏曜, 张尧, 张勇刚, 等. 一起高阻接地故障时线路差动保护拒动的分析及其改进研究[J]. 电力系统保护与控制, 2014, 42(2): 127-131.  
WEI Yao, ZHANG Yao, ZHANG Yonggang, et al. An analysis and improvement of refusal-operation of line differential protection in high resistance grounding fault [J]. Power System Protection and Control, 2014, 42(2): 127-131.
- [18] 李子龙, 刘涛, 黄胜强, 等. 基于泄放能量函数的配电网线路故障定位方法研究[J]. 智慧电力, 2017, 45(7): 106-111.  
LI Zilong, LIU Tao, HUANG Shengqiang, et al. Research on fault location method of distribution network based on bleeder energy function [J]. Smart Power, 2017, 45(7): 106-111.
- [19] 叶远波, 谢民, 王同文, 等. 用于非同步采样故障电流的极性比较式快速母线保护[J]. 智慧电力, 2018, 46(4): 87-92.  
YE Yuanbo, XIE Min, WANG Tongwen, et al. Polarity comparison fast bus protection for non-synchronous sampling fault current [J]. Smart Power, 2018, 46(4): 87-92.
- [20] 张保会, 尹项根. 电力系统继电保护[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.  
ZHANG Baohui, YIN Xianggen. Power system protective relaying [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2005.

## 作者简介:



陈晓彬

陈晓彬(1979),男,硕士,高级工程师,从事继电保护检修管理工作(E-mail:71006124@qq.com);

孙旭(1991),男,学士,助理工程师,从事继电保护检修管理工作;

戴光武(1984),男,硕士,高级工程师,从事电力系统继电保护装置的研究和开发工作。

(下转第 162 页)

## Diagnosis and analysis of 1 000 MW turbine generator rotor winding inter turn short-circuit fault

YANG Yulei

(China Datang Corporation Science and Technology Research Institute Co.,Ltd.  
East China Electric Power Test & Research Institute, Hefei 230088, China)

**Abstract:** The inter-turn short-circuit fault of the generator rotor winding is seriously threatening the safe and stable operation of the electrical main equipment of the power plant due to the frequent occurrence, the difficulty of fault diagnosis and the serious consequences of the fault. Therefore, how to diagnose the fault of large turbo generator rotor winding inter-turn short circuit becomes one of the most difficult problems to be solved in power industry. In this paper, the causes of short-circuit faults in the rotor turn, the classification of faults and the analysis and diagnosis methods of faults are first introduced. Then, based on the case of short-circuit faults occurring in the rotor windings of the 1 000 MW turbine generators that have just been put into production. The diagnosis method and process of the inter-turn short circuit fault of the rotor are explained. According to the results of the electrical test and the on-site inspection, it is determined that the insufficient copper wire grinding at the corner of the rotor coil is the main cause of short-circuit faults between the rotor turns.

**Keywords:** rotor; inter-turn short circuit; repetitive surge oscilloscope; probe coil waveform test

(编辑 方晶)

(上接第 156 页)

## A comprehensive backup protection device for busbar

CHEN Xiaobin<sup>1</sup>, SUN Xu<sup>1</sup>, DAI Guangwu<sup>2</sup>, TAN Hao<sup>2</sup>, DAI Jiaqiang<sup>2</sup>, ZHAO Qingchun<sup>2</sup>

(1. Jieyang Power Supply Bureau of Guangdong Power Grid Corporation, Jieyang 522000, China;

2. NR Electric Co., Ltd., Nanjing 211102, China)

**Abstract:** Aiming at the operation mode of 110 kV ring network, this paper analyzes the problems existing in the traditional protection configuration scheme, and advances a comprehensive backup protection device for busbar. The comprehensive backup protection of 110 kV line is proposed by using the bus connection breaker's trip signal of the transformer's far backup protection, and integrated with the failure protection of the circuit breaker to form a complete solution. When 110 kV line occurs faults, the device can effectively prevent the transformer backup protection's no selective overstep tripping by current breaker because of the rejection of the single line protection device or the failure of the circuit breaker, reducing the power outage range and improving the reliability of the power supply. Results of simulation and prototype experiment verify the effectiveness of the proposed theory and control strategy.

**Keywords:** ring network; line protection failure; breaker failure; comprehensive backup protection

(编辑 方晶)