

500 kV 同塔自适应重合闸线路保护配置及 GPS 试验验证

黄巍, 陆榛, 黄见虹

(福建电力调度通信中心, 福建 福州 350003)

摘要: 探讨了利用双套电流差动保护配置及回路接线的调整实现 500 kV 同塔线路保护及按相重合闸, 并通过 RTDS 系统仿真和现场 GPS 同步故障回放实现了双端同时跨线故障校验, 验证了保护逻辑和回路接线的正确性, 使福建第一条 500 kV 同塔线路自适应重合闸成功投入运行。

关键词: 同塔线路; 继电保护; 重合闸; 配置; GPS 试验

Configuration of relays adaptive reclosing and GPS testing for 500kV common-tower double circuit transmission lines

HUANG Wei, LU Zhen, HUANG Jian-hong

(Fujian Province Power Dispatch & Communication Centre, Fuzhou 350003, China)

Abstract: This paper utilizes the configuration of current differential relays and loop wiring adjustment to realize the protection and reclosing of 500 kV common-tower double circuit transmission lines. It employs the RTDS simulation and synchronous fault playback in field to achieve the examination of two-end cross line fault on the same time, and verify the correctness of relays logic and loop wiring to make adaptive reclosing for the first 500 kV common-tower double circuit transmission lines to run in Fujian power network.

Key words: line on same tower; relay protection; reclosing; configuration; GPS test

中图分类号: TM77 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2008)21-0069-04

0 引言

随着 500 kV 电网线路走廊的征用日益困难, 大量 500 kV 线路采用同塔双回架设, 如 500 kV 福州变-可门电厂、东台-江阴电厂全线基本同塔架设, 电厂按 6*600 MW 规模建设, 电厂启备变直接接在 500 kV 母线上, 500 kV 线路原配置南瑞继保 RCS931 电流差动保护和三菱电机 MCDH2 电流差动保护, 若按常规保护功能配置, 则线路投入运行存在以下问题:

1) 当发生同杆近区跨线故障时, 采用选相元件和测量元件不同的 MCDH2 距离 I 段保护一般来说总有一侧的双回线保护都认为是多相故障而三跳, 造成双回线均三跳不重, 同一断面超出系统稳定导则许可的完全 N-1 水平。

2) 当发生同杆跨线故障时, 若双回线保护分别选跳了本线的故障相, 在传统单重方式下, 双回线将在同一时刻发重合令。如是永久性跨线故障, 双回线将同时重合于本线的单相永久故障。从系统

的角度看, 相当于重合于多相故障, 对系统造成严重冲击, 甚至造成系统失稳。对于电厂而言相当于重合于相间故障, 对机组轴系造成严重冲击, 甚至造成机组轴系机械寿命裕度一次完全耗尽的严重后果。

3) 在保护重合闸后, 若发生相邻线永久故障, 将造成本线距离后加速元件由于超范围而误动切除双回线。

4) 双回线路同时跳闸, 均将使电厂机组失去启动电源。

1 线路保护和重合闸的配置方案

为解决同杆并架双回线跨线故障和后加速保护的正确选相选线并快速跳闸的问题, 解决传统重合闸应用于同塔双回线路可能重合于多相永久故障及严重故障, 从而对系统和电厂造成严重冲击甚至失稳的问题, 提出以下线路保护和重合闸配置调整方案。

1) 线路保护配置: 线路保护按双电流差动保

护、后备为完整的三段式距离保护和零序反时限保护。分相电流差动保护具备一系列优点，对外部故障有绝对选择性，不反应负荷，不受系统振荡影响，有天然的选相能力，非全相运行时仍有良好的性能。线路保护具体型号如下：RCS931E(南瑞继保)+MCDH2(三菱电机)。

2) 保护跳闸型式：快速保护单相故障跳单相；同杆并架线路发生跨线故障时，仅跳开被保护线路的故障相；两相故障仅选跳故障相；三相故障保护三跳。

3) 后加速型式：由电流差动保护作为后加速的主保护，原在重合闸后投入零序和距离 II、III 段不带时限跳闸，为解决相邻同杆线故障且一回线为单瞬故障另一回线为单永故障时后加速保护越级造成两回线均三跳问题，要求该后加速保护带 120~150 ms 时限及采用只加速跳闸相方式。

4) 重合闸配置及重合闸模式：重合闸按开关配置，型号：RCS921C。

① 两侧重合时，采取先重合超前相，重合成功后再重合下一相方式。若六回导线有两回异名相在运行，即可允许重合，同时只有一相在重合（允许两线同名相同时重合），以避免重合于相间及三相永久故障，不采用双回线准三相运行方式。

② 为提高线路在故障后恢复供电的能力，同时要避免传统自动重合闸重合于跨线永久故障以及重合于出口故障给系统带来的严重冲击，采用 RCS931 线路保护的故障识别技术来避免重合于严重永久故障或跨线永久故障。故障性质判别以实现瞬时故障重合及非严重故障重合。

5) 保护通讯连接方式

RCS931E 的 A 通道采用光纤专用通道与对侧交换电流数据及开关量信息，开关量信息包括本侧保护的开关及跳闸信息，为自适应重合闸提供判别依据，RCS931E 的 B 通道用来和邻线交换本线开关及重合闸信息，为自适应重合闸提供信息，把双回六相线路作为一个整体考虑，实现按相顺序无严重故障重合能可靠避免双回线同时重合于单相永久故障给系统造成较大冲击的情况。

6) 在 RCS931E 保护退出运行的情况下，MCDH2 线路保护、RCS921C 断路器保护由运行人员通过压板变动改变光耦输入来调整 MCD 保护跳闸后加速模式和 RCS921C 重合闸方式恢复为经典状态。在 RCS931E 保护装置异常的情况下，装置自动输出一副触点到 MCDH2 线路保护、RCS921C 断路器保护的光耦输入来调整 MCD 保护跳闸后加速模式和 RCS921C 重合闸方式恢复为传统状态。

2 需要进行的设备、回路及功能调整

1) MCDH2 保护需要进行的逻辑调整，见图 1。

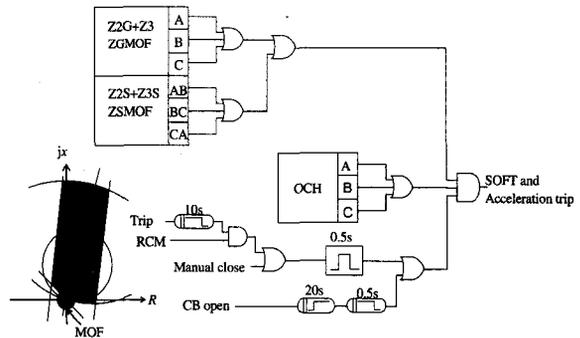


图 1 MCDH2 后加速逻辑调整图

Fig.1 MCDH2 back acceleration logic adjustment diagram

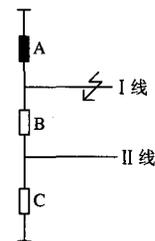


图 2 系统接线故障图

Fig.2 System connection fault diagram

① 原 MCDH2 保护后加速保护采用在任一开关手合、任一开关保护发出合闸命令、开关辅助触点判断线路两个开关断开后第一个开关合闸后均开放 500 ms 后加速功能，存在问题如图 2 所示，A 开关检修，用 B 开关对 I 线送电或线路故障保护跳闸又重合于永久故障时，且故障点在出口，由于后加速保护动作区包含原点，则造成运行的 II 线路后加速保护动作跳闸。

解决方法如图 1 所示：手合触点不接入线路保护（依靠 CB open 实现手合加速功能），开关保护重合闸出口触点 RCM 与本保护保持 10 s 的跳闸信号构成“与”门来确保只加速跳闸的线路保护。

② 鉴于 MCDH2 距离 I 段的选相与测量元件分开，为避免距离 I 段保护在跨线出口故障时误选相而三跳，在差动保护投运时距离 I 段保护带小时延。

③ 差动保护原两相以上故障三跳并闭锁重合闸改为两相故障跳两相不闭锁重合闸，三相故障三跳闭锁重合闸。将差动保护和距离保护两相以上故障闭重的开入量设置改为三相故障闭重。

2) 需要增加的触点连线及设备回路调整。

① RCS931E 与 RCS921C 之间除原有的 TA、TB、TC、BC 触点联系外，补充充分相合闸命令 HA、HB、HC。

② RCS921C 与操作箱之间的连线增加分相合

闸命令, 即由原来的 TA、TB、TC、CH, 改为 TA、TB、TC、HA、HB、HC。

③ 断路器保护 RCS921C 要提供重合闸加速触点给三菱保护, 触点展宽 400 ms。

④ 操作箱向机构输出分相合闸命令。

⑤ 由于 RCS931E 保护在本方案中承当重要作用, 为避免 RCS931E 保护故障同时发生线路故障造成保护跳合闸行为异常, 将 RCS931E 保护的 BSJ 触点(装置故障异常触点)串入 RCS921C 保护和 MCDH2 的自适应的开关回路, 在 931 保护故障时自动将 RCS921C 保护重合闸和 MCDH2 保护的跳闸模式改投传统方式。

⑥ 公共回路部分。

同杆双回线路保护的自适应重合闸要求按相顺序重合, 这样不仅要求保护装置及操作回路能输出分相的合闸触点, 断路器的控制回路也必须能够执行分相重合命令。本工程 500 kV 断路器采用弹操机构形式, 操作箱中跳位继电器接在断路器合闸回路, 受到三相弹簧储能延时继电器 K8 动作断开三相合闸回路的影响, 当一相重合后三相跳位继电器同时失电, 造成正常两相 TWJ 失去正常监视, 另外两相跳位继电器的触点至 RCS931E 保护、RCS921C 保护不能正确指示, 引起保护装置报 PT 断线等异常信号, 后将弹簧储能延时继电器 K8 的三对触点短接的方法加以解决。

福州变侧均为线线串, 将另一回线的跳闸输入和同杆双回线的跳闸输入分别接入(原并接输入), 以实现另一回线保护跳闸时, 由 RCS921C 实现常规的重合闸功能; 而同杆双回线故障时, 实现分相自

适应重合闸。

3 RTDS 动模试验及现场 GPS 同步测试情况

1) RTDS 动模试验模型

经详细研究各元件设备技术参数, 在 RTDS 上建立了福州一可门电厂 500 kV 同杆双回线路模型, 如图 3 所示, 进行了同名相跨线短路、异名相跨线短路等区内复杂性双回线故障仿真。根据 RTDS 对各种跨线故障的仿真波形, 利用四端的 GPS 对时功能, 将仿真结果应用于现场 500 kV 福门线路保护装置试验。

2) 线路两侧测试同步性及两侧故障一致性问题

常规的继电保护和重合闸试验在单侧单独进行, 自适应重合闸状态下由于要在线路的两侧同时进行各种故障的模拟, 必须保证两侧试验装置的同步性和故障类型的一致性, 为了解决同步问题采用 GPS 技术, 利用 DOBLE 带有的对时功能, 在试验室进行了两套同类型同软件版本的 DOBLE F6150A 和 F2252 微机继保测试仪电压电流输出同步检测, 证实两套测试仪的输出时间误差满足现场试验要求。对于故障类型的一致性, 根据保护整定值, 编辑两侧测试仪的所输出的电压和电流, 使两侧线路保护在故障时感受的基本是同一故障点。针对本次的试验项目, 事先利用 RTDS 仿真对同杆双回线各种故障模拟, 生成 COMTRETTE 波形, 在现场调试中利用继保测试仪的故障暂态回放功能, 模拟常规测试模块无法实现的故障。并根据 RTDS 仿真波形及试验项目, 编辑测试仪所用的各种故障类型的宏。

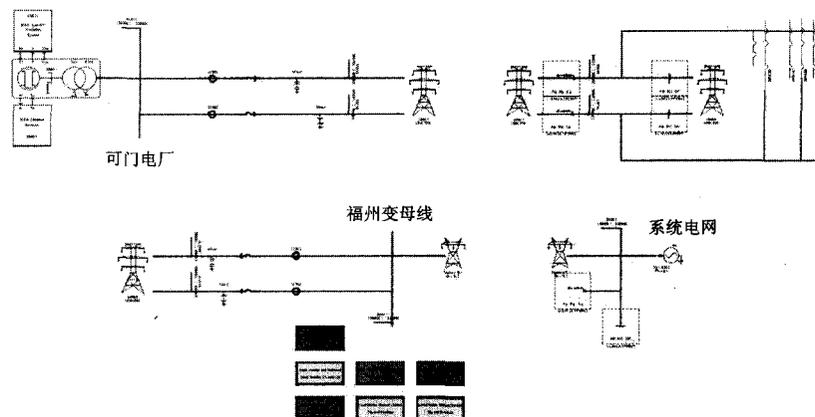


图 3 同杆双回线路 RTDS 仿真模型示意图

Fig.3 Common-tower double circuit transmission lines RTDS simulation model

3) 主要测试项目及相关波形

采用微机继电保护测试装置(带 GPS 对时功能)

在线路两侧同时对两回线线路保护装置加载故障交流电压电流信号进行试验, 测试保护装置带开关整

组动作情况和重合闸逻辑。全面检验 RCS931E、MCDH2 以及断路器保护 RCS921C 之间自适应重合闸

功能及二次回路的正确性。线路两侧的典型跨线故障的保护跳闸录波图如图 4、图 5 所示。

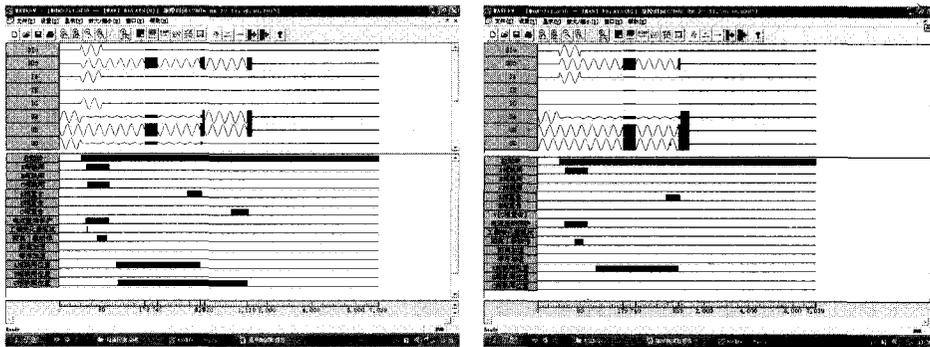


图 4 IAGIIAC 跨线故障的福州侧两套 931 保护跳闸录波图

Fig.4 IAGIIAC cross line fault of two sets 931 trip wave drawing in Fuzhou side

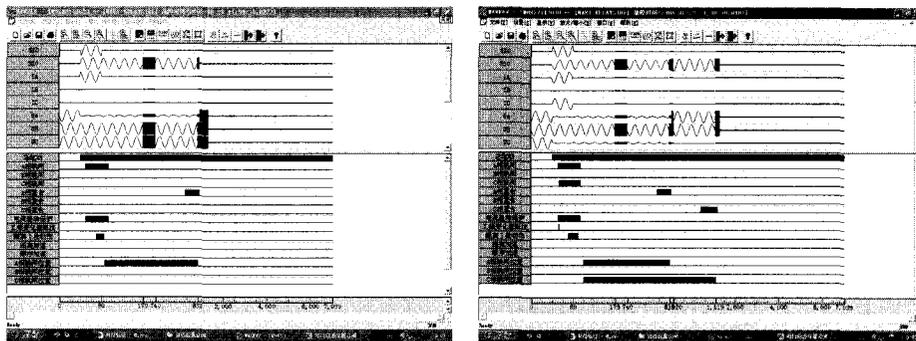


图 5 IAGIIAC 跨线故障的可门侧两套 931 保护跳闸录波图

Fig.5 IAGIIAC cross line fault of two sets 931 trip wave drawing in Kemen side

现场测试认为经过联合调试，本技术方案能够满足现场运行要求，有关保护可投入跳闸运行。

参考文献

[1] RCS931E 型超高压线路成套保护装置技术说明书[Z].
 [2] RCS921C 型断路器失灵保护及自动重合闸装置技术说明书[Z].
 [3] Instruction Manual of MCDH2 PCM Current Differential Relay Scheme (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION)[Z].
 [4] 郑玉平,张哲,程道,等.同杆双回线的继电保护及重合闸[A].第二十八届中国电网调度运行会议论文集[C].

2003.

收稿日期: 2008-07-28

作者简介:

黄 巍 (1969-), 男, 高工, 硕士, 现从事电力系统整定计算和运行管理工作; E-mail:huang_wei@fi.sgcc.com.cn

陆 榛 (1974-), 男, 高工, 现从事电力系统继电保护运行管理工作;

黄见虹 (1974-), 男, 高工, 现从事电力系统继电保护运行管理和整定及计算工作。

《继电器》杂志更名为《电力系统保护与控制》

根据新闻出版总署文件(新出报刊[2008]647号)——关于同意《继电器》更名的批复,同意《继电器》更名为《电力系统保护与控制》,新编国内统一连续出版物号:CN41-1401/TM,办刊宗旨及业务范围调整为:关注科学发展,理论联系实际,面向应用,为科研生产一线服务,主要刊发涉及电力系统保护与控制专业领域的新技术、新成果及运行经验、技术改进、科学管理、技术规程、国外先进技术等方面的论文。

欢迎从事电力科研、设计及设备研制企事业单位的专业技术人员,全国所有高校相关专业的师生,发电厂、变电站所、输配电系统及供电企业的专业技术人员,从事电力生产、建设及经营管理部门的相关人员积极投稿,继续关注和支持本刊的建设和发展,共同将《电力系统保护与控制》杂志办得越来越好!