

砚山 500 kV 固定串补控制保护装置 RTDS 动态性能试验 与系统短路试验研究

王奇¹, 王海军¹, 李妍红²

(1. 中国南方电网超高压输电公司检修试验中心, 广东 广州 510663; 2. 广东电网广州供电局变电二部, 广东 广州 510180)

摘要: 介绍了砚山 500 kV 固定串补的一次设备结构及其控制保护系统, 对文山-大新交流输电系统进行了 RTDS 建模, 并搭建了基于 RTDS 和控制保护系统屏柜的闭环仿真试验环境。按照试验方案进行了基于上述仿真环境的串补控制保护功能的动态性能试验, 通过仿真的故障录波证实了控制保护功能的正确性。按照设计的系统短路试验方案在串补投运前进行了单相瞬时短路试验, 通过将系统单相瞬时短路试验结果与 RTDS 仿真试验结果进行对比, 不但考核了砚山串补设备及其控制保护功能的正确性, 也证明了 RTDS 试验结果的可靠性。同时也为串补 RTDS 仿真试验和系统短路试验提供有益的参考。

关键词: 固定串补; 控制保护; RTDS; 动态性能试验; 短路试验

Research on system single phase fault experiment and dynamic performance experiment of Yanshan 500 kV FSC control and protection equipment based on RTDS

WANG Qi¹, WANG Hai-jun¹, LI Yan-hong²

(1. Maintenance and Test Center of EHV Power Transmission Company, China Southern Power Grid, Guangzhou 510663, China;
2. Second Dept of Power Transforming, Guangzhou Power Supply Bureau, Guangdong Power Grid Corporation, Guangzhou 510180, China)

Abstract: This paper introduces Yanshan 500 kV fixed series compensation (FSC) and its control and protection system, establishes Wenshan-Daxin AC transmission system RTDS model and a closed-loop simulation test environment based on RTDS and the control and protection system. Finally, the dynamic performance tests are carried out with the above simulation environment. The TFR has confirmed the correctness of the control and protection system. Then, the single phase fault experiment has been taken before Yanshan FSC put into operation, the paper compares the simulation result and the system short-circuit result, which not only confirms the correctness of Yanshan FSC equipment and its control and protection function, but also proves the reliability of RTDS simulation result. At the same time, this paper provides a useful reference for the RTDS simulation and system short-circuit experiment.

Key words: fixed series compensation(FSC); control and protection; RTDS; dynamic performance experiment; fault experiment

中图分类号: TM774 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)10-0118-07

0 引言

交流输电系统的串联电容补偿技术(简称串补)是将电力电容器串联于交流输电线路中, 补偿交流输电线路的电气距离, 从而达到增加系统输送能力、提高系统稳定性、调节潮流分布、降低网损、节约投资等目的^[1-2]。随着南方电网西电东送规模的进一步扩大, 为提高这些输电通道的输送能力和全网的安全稳定水平及抑制系统低频振荡, 南方电网公司目前正在进行西电东送网络完善工程, 重要内容之一就是西电东送交流线路上加装串补装置^[3]。其

中, 砚山500 kV串补站是南方电网公司西电东送网络完善工程中的一个重要的串补站, 该工程的建设目的主要是进一步提高文山-大新500 kV线路的输送能力, 提高电网的综合利用效率、安全稳定水平和供电可靠性, 降低电网单位输电功率投资和输电损耗, 优化南方电网的技术经济指标。

当交流系统或串补设备发生故障时, 串补保护系统应能及时、准确响应, 以保障串补设备的安全, 所以在串补站投产之前对其进行保护功能和动态性能试验^[4-6]是一个重要环节。根据砚山串补的实际情况, 试验对文山-大新线分段串补中的一个分段进行

了详细的模拟, 另一分段进行简化模拟。并对该分段串补保护系统的功能及动态特性进行测试。试验对串补的本身控制与保护功能及动态性能进行测试, 还对串补保护与线路保护之间的联动功能进行了测试。

1 砚山 500 kV 固定串补及其 RTDS 建模

1.1 砚山 500 kV 固定串补结构

串补分为可控串补 (Thyristor Controlled Series Compensation, TCSC) 和固定串补 (Fixed Series Compensation, FSC)^[7-8]。可控串补能够实现对补偿阻抗的连续调节, 抑制系统低频功率振荡及优化系统潮流分布, 降低次同步振荡 (SSR)、进一步提高系统的暂态稳定水平。FSC 主要为了提高输电线路的输电能力, 投资较低且有丰富的运行经验。由于文山-大新线路增装串补装置主要目的是为了提高该线路的输电能力, 综合需求和投资因素, 所以采用 FSC 形式。砚山串补采用了在电力系统得到广泛应用的带并联间隙的 MOV 保护, 具有串补再次接入时间快、减少 MOV 容量及提供后备保护等优势, 相对而言更有利于提高系统暂态稳定水平。其砚山 500 kV 固定串补装置 RTDS 串补模型如图 1 所示。

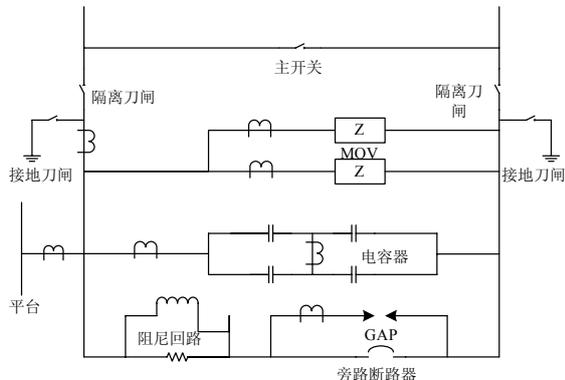


图 1 砚山 500 kV FSC RTDS 模型

Fig.1 RTDS model of Yanshan 500 kV FSC

FSC RTDS 模型^[9]完全再现文山一大新串补其中一个分段的实际结构, 一次回路部分包含有电容器组、MOV、间隙、旁路开关、阻尼回路、平台、隔离开关、接地刀闸以及主旁路刀闸等。另一分段串补采用 RTDS 现有的 FSC 模型简单模拟。其中串联电容器组采用 H 桥型保护, MOV 用于限制电容器的过电压, 火花间隙 (GAP) 和旁路断路器 (BPS) 用于保护 MOV 和电容器。保护需要采集电流有: 线路电流、串联电容器电流、电容器组不平衡电流、MOV 电流、GAP 电流、平台闪络电流。需要指出的是, 在实际工程中, MOV 通常采用双分支保护, 这

样就需要分别采集 MOV1 和 MOV2 电流。共 7 路电流通道。图 1 中各元件的配合关系及其工作原理如下:

(1) MOV 是串联补偿电容器的主保护。串补所在电路上出现较大故障电流时, 串联补偿电容器上将出现较高的过电压, MOV 可利用其自身电压-电流的强非线性特性将电容器电压限制在设计值以下, 从而确保电容器的安全运行。

(2) 火花间隙是 MOV 和串联补偿电容器的后备保护, 当 MOV 分担的电流超过其启动电流整定值或 MOV 吸收的能量超过其启动能耗时, 控制系统会触发间隙, 旁路掉 MOV 及串联补偿电容器。

(3) 旁路断路器是系统检修和调度的必要装置, 串补站控制系统在触发火花间隙的同时命令旁路断路器合闸, 为间隙灭弧及去游离提供必要条件。

(4) 阻尼装置可限制电容器放电电流, 防止串联补偿电容器、间隙、旁路断路器在放电过程中被损坏。

1.2 砚山 500 kV FSC 控制保护系统功能

串补装置控制保护系统^[10]主要是进行串补装置的主要电气量和运行状态的测量、操作和运行状态的控制、主设备的监控保护, 包括完整的控制、保护、监视、测量和信号设备。串补控制保护系统采用双重化原则配置, 两套系统完全独立、互为冗余, 每套系统均可以独立启动、运行和退出。控制保护系统其中一套因故障退出, 另一套系统仍能保证串补装置的正常投入、运行和退出。保护系统构成见图 2。砚山串补保护有以下几种:

(1) 电容器保护。电容器保护包括电容器过负荷保护、电容器过负荷告警、电容器不平衡保护和电容器不平衡告警。

(2) MOV 保护。MOV 保护包括 MOV 过电流保护、MOV 高能量保护、MOV 高温保护和 MOV 不平衡保护。

(3) GAP 保护。GAP 保护包括 GAP 自触发保护、GAP 拒触发保护和 GAP 延迟触发保护。

(4) 辅助保护。辅助保护有平台闪络保护、断路器合闸失灵保护、断路器分闸失灵保护、断路器三相不一致保护、刀闸三相不一致保护和线路电流监视告警。

(5) 与线路以及其他外部系统相关的保护。此类保护有线路联动串补保护、SSR 保护、SSR 告警、电厂 SSR 联动串补保护。

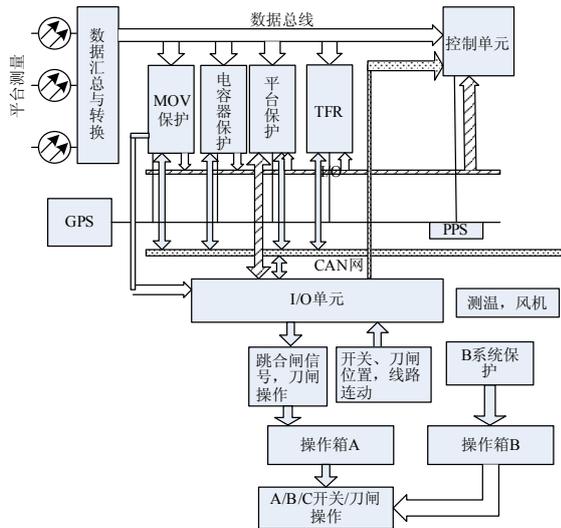


图2 保护系统构成逻辑框图

Fig.2 Logic diagram of protection system structure

1.3 文山-大新交流系统 RTDS 建模

RTDS搭建的砚山串补系统仿真测试模型是以文山-大新500 kV线路为原型的双端等值网络,如图3示。等值系统仅保留文山-大新线间的实际线路及文大线间的互阻抗支路,模拟2010年丰大运行方式。通过调整各等值电源的运行参数,可保证两个母线的短路水平跟实际系统或系统设计的短路水平相一致,串补线路的潮流与实际系统或系统设计基本一致。

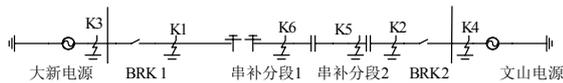


图3 文山-大新交流系统RTDS模型

Fig.3 RTDS model of Wenshan-Daxin AC system

线路保护根据具体情况可以选择通过RTDS软件模拟或是接入实际线路保护装置,其中软件模拟可在RTDS上实现电流差动保护,动作值和动作时间都可以根据实际需要进行整定。本次试验采用接入实际线路的保护装置,以考核线路保护与串补保护之间的配合,但线路保护装置只发信号给RTDS,不与RTDS形成闭环系统。

1.4 RTDS 闭环仿真环境搭建

交流系统采用RTDS 实时数字仿真装置进行模拟,控制保护系统采用串补控制保护柜。RTDS 经过功率放大器向串补控制保护屏柜提供必要的模拟电压量、电流量和数字量输出,串补控制保护系统需向RTDS提供旁路、重投等信号,构成一个闭环测

试系统^[11],如图4所示。

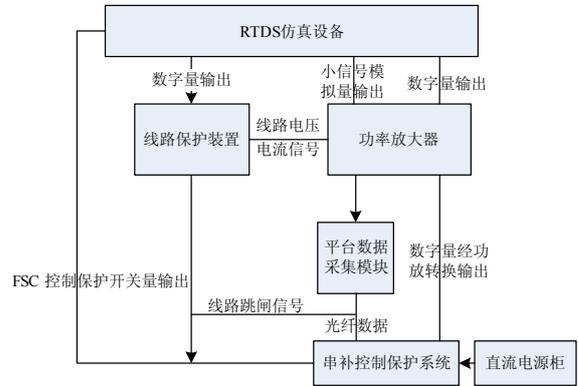


图4 RTDS 闭环测试系统

Fig.4 RTDS based closed-loop test system

2 砚山 500 kV FSC 动态性能试验

动态性能试验主要有如下几个方面的测试:

- (1) 瞬时性单相故障;
 - (2) 永久性单相故障;
 - (3) 三瞬故障;
 - (4) 组合故障;
 - (5) 线路开关拒动故障。
- 本次试验共设置6个故障点,故障位置根据试验项目内容进行选择,以对保护性能进行全面考核,故障点设置如图3所示。试验开始前确认投入除SSR保护外的全部保护,试验分别在串补双分段运行模式和单分段运行模式下进行。

2.1 瞬时性单相故障

本试验故障选取包括区内远端、区内反向和区内三类故障,并分别在MOV单相、三相自动重投两种模式下进行试验,故障时间均取100 ms。在单相自动重投模式下,分别在K1点、K2点(区内反向)、K5点(区内),K3点(区外)加单瞬故障,故障时间100 ms;在三相自动重投模式下,在K6点(区内)、K4点(区外)加单瞬故障,故障时间100 ms。

双分段运行时,试验结果为:区外故障无保护动作;区内远端和区内反向故障,线路保护动作、联跳串补,经606 ms延时串补自动重投,经976 ms延时线路重投成功,保护动作正确;区内故障,MOV过流保护动作,启动暂时闭锁,之后线路保护动作,经约606 ms串补自动重投,经约976 ms延时线路重投成功,保护动作正确。

单分段运行时,试验结果为:区外故障无保护动作;区内远端和区内反向故障,线路保护动作、联跳串补,经606 ms延时串补自动重投,经976 ms延时线路重投成功,保护动作正确;区内故障,MOV过流保护动作,启动暂时闭锁,之后线路保护动作,经约606 ms串补自动重投,经约976 ms延时线路重投成功,保护动作正确。

图 5 是串补双分段运行时, 单相自动重投模式下, 在 K5 点 (区内) 加单瞬故障时的 RTDS 的故障录波, 其中 I_{CAP_C} 为 C 相电容器支路电流, I_{MOV_C} 为 C 相 MOV 支路电流, I_{GAP_C} 为 C 相 GAP 电流, I_{LINE_C} 为 C 相线路电流, 以下同。

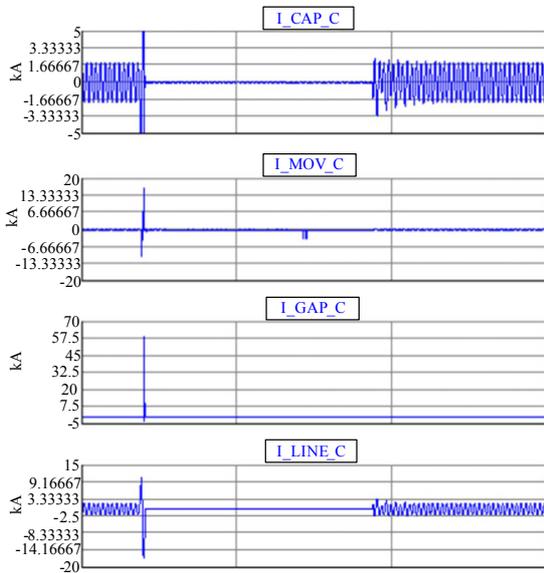


图5 瞬时性单相故障时RTDS故障录波

Fig.5 RTDS TFR of single phase transient fault

2.2 永久性单相故障

本次试验故障选取包括区内远端、区内反向、区内和区外四类故障, 并分别在 MOV 单相、三相自动重投两种模式下进行试验, 故障点选取如图 3 所示。在单相自动重投模式下, 分别在 K1 点 (区内远端) 加 A 相单永故障、K2 点 (区内反向) 加 B 相单永故障、K5 点 (区内) 加 C 相单永故障; 在三相自动重投模式下, 在 K6 点 (区内) 加 A 相单永故障。

双分段运行时, 试验结果为:

(1) 区内远端及区内反向故障, 线路发故障相跳闸信号, 线路保护联跳串补, 串补发 GAP 触发信号, 发旁路断路器合闸信号, 经 606 ms 延时串补故障相重投, 经约 976 ms 延时线路重合于故障, 启动永久闭锁。

(2) K5 点 (区内) C 相单永故障, MOV 设为单相自动重投模式, 串补 C 相 MOV 过流保护动作, 发 C 相 GAP 触发信号, 发旁路断路器 C 相合闸命令, 线路保护联跳串补 C 相, 经 606 ms 延时串补 C 相重投, 经约 976 ms 延时线路重合于故障, C 相 MOV 过流保护动作, 线路三跳, 联跳串补, 启动永久闭锁。

(3) K6 点 (区内) A 相单永故障, MOV 设为三

相自动重投模式, 线路设为三跳模式, 串补 A 相 MOV 过流保护动作, 发 GAP 触发信号, 发旁路断路器三相合闸命令, 线路保护联跳串补三相, 经 606 ms 延时串补三相重投, 经约 976 ms 延时线路重合于故障, A 相 MOV 过流保护动作, 线路三跳, 联跳串补, 启动永久闭锁。

单分段运行时, 试验结果为:

(1) 区内远端及区内反向故障, 线路发故障相跳闸信号, 线路保护联跳串补, 串补发 GAP 触发信号, 发旁路断路器合闸信号, 经 606 ms 延时串补故障相重投, 经约 976 ms 延时线路重合于故障, 启动永久闭锁。

(2) K5 点 (区内) C 相单永故障, MOV 设为单相自动重投模式, 串补 C 相 MOV 过流保护动作, 发 C 相 GAP 触发信号, 发旁路断路器 C 相合闸命令, 线路保护联跳串补 C 相, 经 606 ms 延时串补 C 相重投, 经约 976 ms 延时线路重合于故障, C 相 MOV 过流保护动作, 线路三跳, 联跳串补, 启动永久闭锁。

(3) K6 点 (区内) A 相单永故障, MOV 设为三相自动重投模式, 线路设为三跳模式, 串补 A 相 MOV 过流保护动作, 发 GAP 触发信号, 发旁路断路器三相合闸命令, 线路保护联跳串补三相, 经 606 ms 延时串补三相重投, 经约 976 ms 延时线路重合于故障, A 相 MOV 过流保护动作, 线路三跳, 联跳串补, 启动永久闭锁。

图 6 是双分段运行时, 单相自动重投模式下, 在 K5 点 (区内) 加单永故障时的 RTDS 的故障录波。

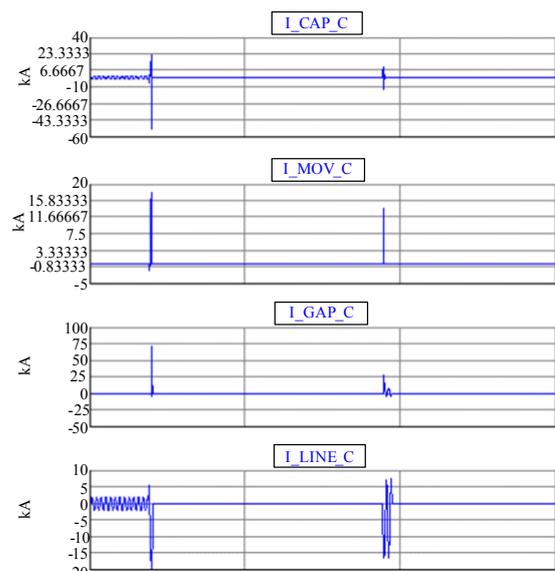


图6 永久性单相故障RTDS故障录波

Fig.6 RTDS TFR of single phase permanent fault

2.3 瞬时性三相故障

本次试验故障选取包括区内远端、区内反向、区内和区外四类故障，故障时间均为100 ms。MOV设置为三相自动重投，故障点选取如图3所示。分别在在K4点（区外）加单瞬故障（故障时间100 ms），间隔50 ms后K5点（区内）加单瞬故障（故障时间100 ms）、在K4点（区外）加三瞬故障（故障时间100 ms），间隔50 ms后K5点（区内）加三瞬故障（故障时间100 ms）。

双分段运行时，试验结果为：

(1) 区外三瞬故障，串补无保护动作。

(2) 区内远端及区内反向三瞬故障，线路保护联跳串补三相，串补发GAP触发信号，发旁路断路器三相合闸命令，启动永久闭锁。

(3) K5点（区内）故障，三相MOV过流保护动作，串补发GAP触发信号，发旁路断路器三相合闸命令，启动永久闭锁，线路保护联跳串补三相。

单分段运行时，试验结果为：

(1) 区外三瞬故障，串补无保护动作。

(2) 区内远端及区内反向三瞬故障，线路保护联跳串补三相，串补发GAP触发信号，发旁路断路器三相合闸命令，启动永久闭锁。

(3) K5点（区内）故障，三相MOV过流保护动作，串补发GAP触发信号，发旁路断路器三相合闸命令，启动永久闭锁，线路保护联跳串补三相。

图7是双分段运行时，三相自动重投模式下，在K5点（区内）加三瞬故障时的RTDS的故障录波。

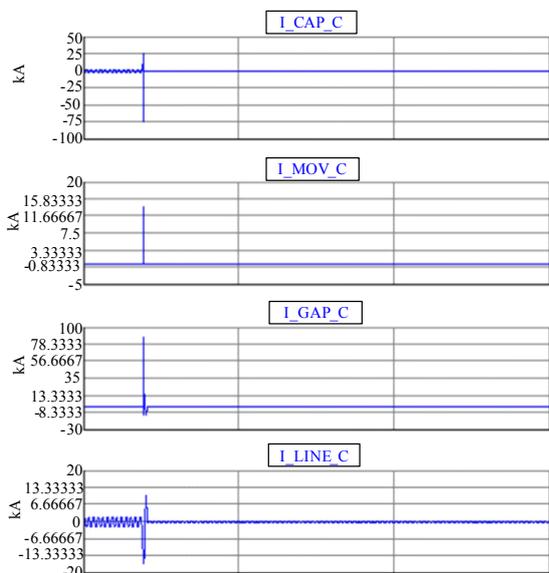


图7 三瞬故障时RTDS故障录波

Fig.7 RTDS TFR of three-phase transient fault

2.4 组合故障

本次试验故障选取包括区内单瞬故障和区外单瞬故障组合、区内三瞬故障和区外三瞬故障组合两

类故障，每个故障时间均为100 ms。MOV设置为单相自动重投，故障点选取如图3所示。分别在在K4点（区外）加单瞬故障（故障时间100 ms），间隔50 ms后K5点（区内）加单瞬故障（故障时间100 ms）、在K4点（区外）加三瞬故障（故障时间100 ms），间隔50 ms后K5点（区内）加三瞬故障（故障时间100 ms）。

双分段运行时，试验结果为：

(1) 在K3点（区外）加100 ms单瞬故障，间隔50 ms后K5点（区内）加100 ms单瞬故障。A相过流保护动作，启动暂时闭锁。13 ms后线路保护联动A相串补保护动作，600 ms后串补重投，970 ms后线路重投。

(2) 在K3点（区外）加100 ms三瞬故障，间隔50 ms后K5点（区内）加三瞬故障。三相过流保护动作，启动永久闭锁，13 ms后线路保护联动三相串补保护动作。

单分段运行时，试验结果为：

(1) 在K3点（区外）加100 ms单瞬故障，间隔50 ms后K5点（区内）加100 ms单瞬故障。A相过流保护动作，启动暂时闭锁。13 ms后线路保护联动A相串补保护动作，600 ms后串补重投，970 ms后线路重投。

(2) 在K3点（区外）加100 ms三瞬故障，间隔50 ms后K5点（区内）加100 ms三瞬故障。三相过流保护动作，启动永久闭锁。13 ms后线路保护联动三相串补保护动作。

图8是双分段运行时，单相自动重投模式下，在K3和K5点加三瞬组合故障时RTDS的故障录波。

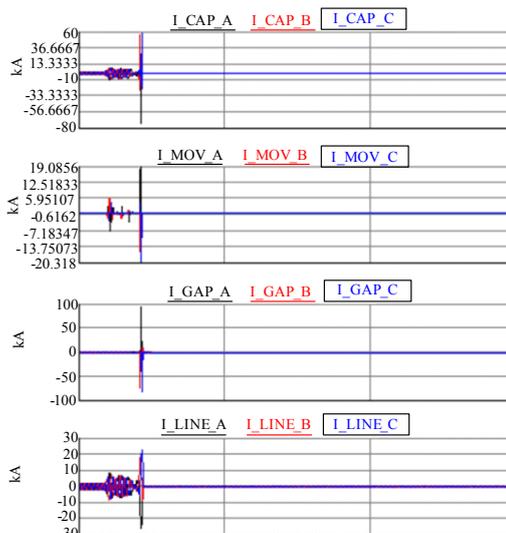


图8 组合三瞬故障时RTDS故障录波

Fig.8 RTDS TFR of three-phase transient fault

2.5 线路开关拒动

本次试验MOV设置为单相自动重投, 串补双分段和单分段运行时, 在K5点(区内)加A相单瞬故障, 线路A相开关拒动, 故障时间350 ms, 串补旁路断路器A相开关合闸失灵, 同时线路A相开关拒动。

串补双分段运行时, 试验结果是: K5点(区内)加A相单瞬故障, 线路A相开关拒动, 故障时间350 ms, 串补旁路断路器A相开关合闸失灵, 同时线路A相开关拒动。A相MOV过流保护动作, 启动暂时闭锁, 串补发GAP触发信号, 发旁路断路器A相合闸命令。A相MOV过流保护动作11 ms后线路保护A相联跳串补, 线路A相开关拒动, 经150 ms延时, 线路保护发B/C相联跳串补信号, 同时启动永久闭锁; A相MOV过流保护动作200 ms后旁路断路器合闸失灵保护动作, 发联跳线路命令, 发联退另一分段串补命令。旁路断路器B/C相合位返回2 s后三相不一致保护动作。

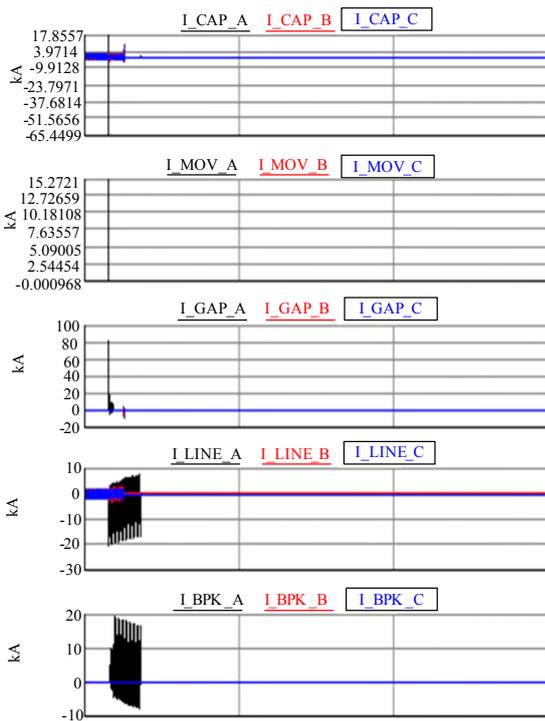


图9 线路开关拒动时RTDS故障录波

Fig.9 RTDS TFR of line switch refuse motion

串补单分段运行时, 试验结果是: K5点(区内)加A相单瞬故障, 线路A相开关拒动, 故障时间350 ms, 串补旁路断路器A相开关合闸失灵, 同时线路A相开关拒动。A相MOV过流保护动作, 启动暂时闭锁, 串补发GAP触发信号, 发旁路断路器A

相合闸命令。A相MOV过流保护动作11 ms后线路保护A相联跳串补, 线路A相开关拒动, 经150 ms延时, 线路保护发B/C相联跳串补信号, 同时启动永久闭锁; A相MOV过流保护动作200 ms后旁路断路器合闸失灵保护动作, 发联跳线路命令, 发联退另一分段串补命令。旁路断路器B/C相合位返回2 s后三相不一致保护动作。

图9是双分段运行时, 单相自动重投模式下, K5点(区内)加A相单瞬故障, 线路A相开关拒动, 故障时间350 ms, 串补旁路断路器A相开关合闸失灵, 同时线路A相开关拒动时RTDS的故障录波。

3 系统单相瞬时短路试验

3.1 试验方案

系统短路试验是检验固定串补MOV性能的最重要、最直接的试验, 通过对串补所在线路进行区内人工瞬时接地, 来检验MOV和GAP本身性能及相关保护动作情况。为了和RTDS仿真试验结果做对比, 仍取C相作为区内单相短路相, 短路时间小于100 ms。短路点选取在距离串补站出站母线约300 m处C相进行。

3.2 试验结果

在进行短路试验前, 串补双分段运行, 并投入除SSR保护外的全部保护, 设置MOV为单相自动重投模式。在串补三相均投入运行后, 进行单相瞬时短路试验, C相故障录波如图10所示。

从图10可以看出, C相MOV过流保护动作, 同时发C相GAP触发命令, 发串补暂时旁路命令, 经约29 ms后, 线路联动C相串补保护动作, C相线路退出运行, 经676 ms延时后, 串补重投成功, 经1008 ms延时, 线路重投成功。对比图5瞬时性单相故障时RTDS故障录波, 可以看出系统短路试验MOV动作及其相关保护、线路联动串补保护、重投串补等与RTDS仿真试验结果完全一致, 在动作时间方面也只有很小的误差。

4 结论

通过本文对砚山500 kV固定串补结构及串补的控制保护系统的介绍, 并进行了砚山500 kV固定串补RTDS闭环仿真试验环境的搭建, 并进行了各种故障下的动态性能仿真试验; 随后, 进行了现场单相短路试验, 对比系统单相瞬时短路仿真试验和现场短路试验进行分析, 可知仿真试验结果与系统短路试验结果基本一致, 这说明了仿真试验结果具有很高的可靠性, 通过这两种类型的试验, 也检验了串

补设备及其控制保护功能的正确性与可靠性。这将为今后RTDS试验和系统短路试验提供技术参考。

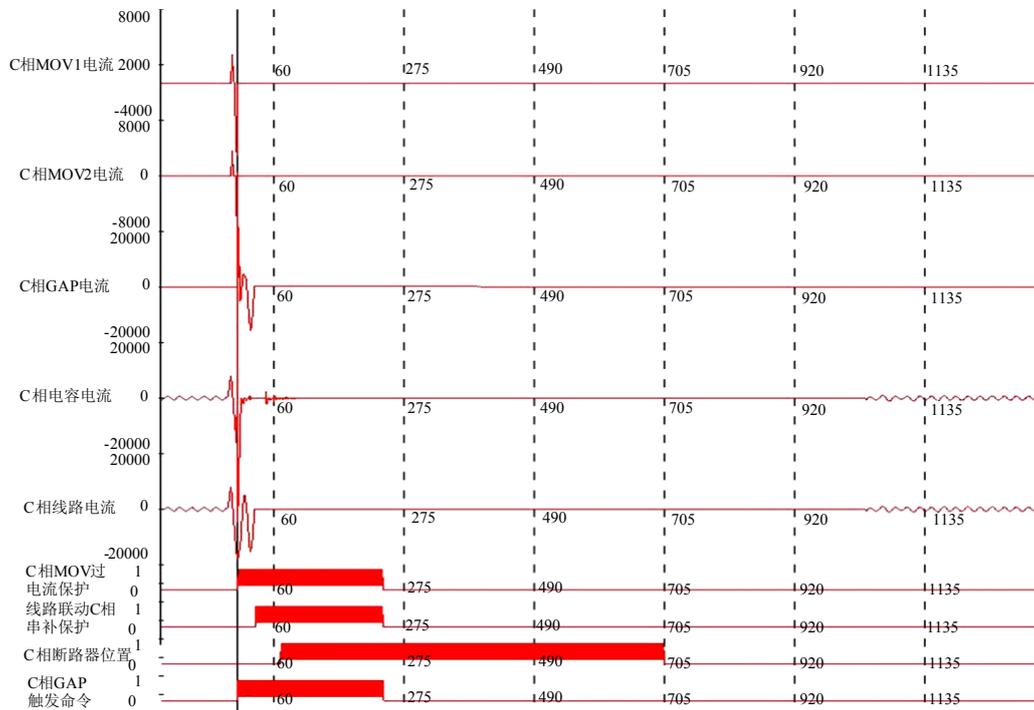


图10 单相瞬时短路时故障录波

Fig.10 TFR of single phase transient fault

参考文献

[1] Hingoranl N G. Power electrics in electric utilities: role of power electrics in future power system[J]. Proceedings of the IEEE, 1988, 76 (4) : 481-482.

[2] Keri A J F, Ware B J, Chamia M, et al. Improving transmission system performance using controlled series capacitors[C]. //CIGRE Session. Paris(France): 1992.

[3] 蔡汉生, 胡玉峰, 史丹, 等. 500 kV文山一大新串补工程过电压研究报告[R]. 广州: 中国南方电网技术研究中心, 2009.

[4] 徐桂芝, 李甲飞, 武守远. 成碧线220 kV可控串补系统的控制策略和系统试验[J]. 电力系统自动化, 2008, 32 (20) : 93-96.

XU Gui-zhi, LI Jia-fei, WU Shou-yuan. Control strategy and system test of Cheng-Bi 220 kV thyristor controlled series compensation[J]. Automation of Electric Power Systems, 2008, 32 (20) : 93-96.

[5] 武守远, 周孝信, 李亚健, 等. 可控串补控制器的物理模型设计与基本特性试验[J]. 电网技术, 1998, 22 (6) : 21-25.

WU Shou-yuan, ZHOU Xiao-xin, LI Ya-jian, et al. Design and experiment of the controller for analog model of thyristor controlled series compensation[J]. Power System Technology, 1998, 22 (6) : 21-25.

[6] 武守远, 周孝信, 李亚健, 等. 可控串补用于暂态稳定控制的模拟试验研究[J]. 电网技术, 2000, 4 (3) : 3-8.

WU Shou-yuan, ZHOU Xiao-xin, LI Ya-jian, et al. Analog test on system dynamic control of TCSC[J]. Power System Technology, 2000, 4 (3) : 3-8.

[7] CIGRE Working Group 14.18. Thyristor controlled series compensation[R]. 1997.

[8] GB/T6115.2-2002/IEC 60143-2: 1994 电力系统用串联电容器 (第2部分), 串联电容器组用保护设备[S].

[9] 张慧媛, 姜建国, 冯宇. 可控串补装置的动态建模及数字仿真研究[J]. 中国电机工程学报, 2003, 23 (5): 14-18.

ZHANG Hui-xian, JIANG Jian-guo, FENG Yu. Research on dynamic modeling and digital simulation of TCSC[J]. Proceedings of the CSEE, 2003, 23 (5) : 14-18.

[10] 荆平, 武守远, 邱宇峰, 等. 220 kV成碧可控串补装置的保护配置[J]. 电网技术, 2005, 29 (21) : 5-9.

JING Ping, WU Shou-yuan, QIU Yu-feng, et al. Protection configuration for thyristor controlled series compensation device in 220 kV power transmission line from Cheng County to Bikou[J]. Power Sytem Technology, 2005, 29 (21) : 5-9.

(下转第144页 continued on page 144)

短路时，由于故障点 K 在母线差动保护范围内，M 侧母线差动保护动作跳开 M 母线的的所有开关。但是线路故障依然存在，且故障点 K 在 MN 线路差动保护范围外。若不采取措施，N 侧差动保护无法动作，只能依靠其后备保护动作切除故障。



图 6 开关与 CT 间短路示意图
Fig.6 Short-circuit between switch and CT

为弥补上述不足，采取如下的措施：将 M 侧母线保护动作、失灵保护动作触点接在差动保护的“远跳”输入端子上。当该端子有输入时，立即向对侧发远跳命令。对侧装置收到远跳命令后，依据“远跳受就地控制”整定控制字的整定，决定是否经启动元件启动发跳闸命令，快速切除故障。

8 线路一侧开关在跳位，而另一侧开关合闸充电的问题

如图 7，当 M 侧开关合闸向 MN 线路充电时，线路发生故障(如 K 点)。由于 N 侧三相开关在跳位，N 侧启动元件不启动，造成 M 侧差动保护不能动作。

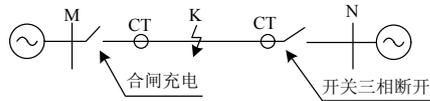


图 7 线路一侧开关合闸充电示意图
Fig.7 One side switch of transmission line switch on

采取的措施：当 N 侧三相 TWJ=1，同时差动元件也动作，N 侧差动保护向对侧发“差动动作”允许信号，让对侧差动保护快速动作，切除故障。

9 结束语

输电线路光纤电流差动保护是近年来广泛应用的保护，同其他类型的线路纵联保护有共性又有其特殊性。文章就输电线路光纤电流差动保护的这八个特殊问题进行了探讨，有针对性地提出了解决方法，确保了光纤差动保护能可靠、稳定运行。

参考文献：

[1] 许西平, 王鹏. 光纤通道应用于继电保护中的若干问题探讨[J]. 继电器, 2007, 35(4): 75-78, 86.
XU Xi-ping, WANG Peng. Discussion on the application of fiber channel in relay protection[J]. Relay, 2007, 35(4): 75-78, 86.

[2] 贺家李, 李永丽, 李斌, 等. 电力系统继电保护原理与实用技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2009.
HE Jia-li, LI Yong-li, LI Bin, et al. Principle and application of electric power system relay protection[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2009.

收稿日期: 2009-06-08; 修回日期: 2009-07-29
作者简介:

夏建矿 (1975-), 男, 工程师, 主要从事继电保护维护及管理工作。E-mail:xjk_gw1@163.com

(上接第 124 页 continued from page 124)

[11] 胡玉峰, 陈德树, 尹项根, 等. 天平串补线路继电保护数字仿真平台的开发[J]. 电力系统自动化, 2006, 30(4): 87-92.
HU Yu-feng, CHEN De-shu, YIN Xiang-gen, et al. Design of a digital relay simulation platform of the Tian-Ping series compensated line[J]. Automation of

Electric Power Systems, 2006, 30(4): 87-92.

收稿日期: 2009-06-16
作者简介:

王奇 (1983-), 男, 工学博士, 工程师, 从事电力系统电压稳定与控制、直流及串补控制保护方面工作。E-mail:wangqi@ehv.csg.cn

(上接第 140 页 continued from page 140)

LIU Zhi-chao. Analysis of magnetic inrush current of three-phase transformer and differential protection scheme[J]. Automation and Electric Power Systems, 2006, 30(10): 58-60.

作者简介:

王立大 (1978-), 男, 硕士研究生, 工程师, 从事电力系统继电保护研究及调试工作; E-mail: daliw_2001@163.com

收稿日期: 2009-06-26; 修回日期: 2009-08-16

段周朝 (1977-), 男, 工程师, 从事电力系统继电保护研究及调试工作。