

## 500 kV 丰进线复用载波机接口改造

匡仁钦

(赣能股份有限公司江西丰城二期发电厂, 江西 丰城 331100)

**摘要:** 通过对一起 500 kV 线路重合闸不成功事例进行分析, 发现其保护回路及保护与载波机接口命令配置存在问题, 保护接口设备传输分相式线路保护命令和直跳命令时, 优先传输直跳命令, 两种命令不能同时传输。针对其发生的原因提出并实施了改进和预防的措施, 增加了一套保护接口设备单独传输直跳命令, 改造后经测试保护动作正确, 取得较好的效果, 为在其他电厂出现类似故障时提供借鉴和参考。

**关键词:** 电力载波; 运行线路; 保护; 重合闸; 接口; 改造

### Transformation of interface with multiplex power line carrier in Fengcheng-Jinxian 500 kV transmission line

KUANG Ren-qin

(Fengcheng Phase II Power Plant of Ganneng Co., Ltd, Fengcheng 331100, China)

**Abstract:** By analyzing an unsuccessfully reclosing of 500 kV power line, this paper finds configuration problems on the protection circuit and power line carrier-computer interface command. When protective interface equipment transports phase line protection command and direct tripping command, it gives priority to a direct tripping command, so two kinds of commands can not be transmitted simultaneously. On the reasons for its occurrence, it proposes and implements improvements and preventive measures, and adds a protective interface equipment to transmit direct tripping command separately. After retrofit and test, the protect action is right, and the result is better, which provides a reference for other power plants when encounters a similar situation.

**Key words:** power line carrier; line operation; protection; reclose; interface; transformation

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2010)19-0223-03

## 0 引言

随着我国电力建设的快速发展, 电网容量和电压等级也随之增长, 目前国内已经形成了以 500 kV 超高压线路为主干的电力传输网络, 相应的线路保护也日趋成熟。500 kV 线路一般采用高频保护和光纤分相电流差动作为两套主保护。高频保护是将线路两端的电流相位(或功率方向)转化为高频信号, 然后利用输电线路本身构成一高频电流通道的, 将此信号送至对端, 以比较两端电流相位(或功率方向)的一种保护装置<sup>[1]</sup>。高频保护与载波机的正确配合才能保证保护动作正确<sup>[2]</sup>。

## 1 概述

500 kV 进贤变-丰城二期发电厂 I、II 回线路为同杆架设, 采用 3/2 断路器接线方式, 线路配置两套主保护分别为纵联差动保护 RCS-931AM 和纵联

距离保护 CSC-101C。每条线路目前各开设一路电力线载波通道, 每个载波通道均传输话音信号并分别复用传送三个快速命令(A、B、C 分相命令)以及一个慢速命令(直跳命令 D)。在这两条电路上的 500 kV 载波机及结合滤波器采用瑞士 ABB 公司生产的 ETL581 型电力线复用载波机, 每台载波机均配置 1 块 NSD550 保护接口设备。通道配置如图 1 所示。

用于同杆并架方式时, 纵联距离保护 CSC-101C 设置为允许式, 在这种方式下, 要求每侧都只接收对侧传来的命令信号。保护与通信设备间的接口方法为: 通信设备接入保护的跳 A 允许、跳 B 允许、跳 C 允许、三跳允许触点, 保护接入通信设备的跳 A 收信、跳 B 收信、跳 C 收信、三跳收信和解除闭锁信号触点。其他保护停信和跳闸位置停信等功能由保护完成。装置与载波机的接口示意图见图 2。

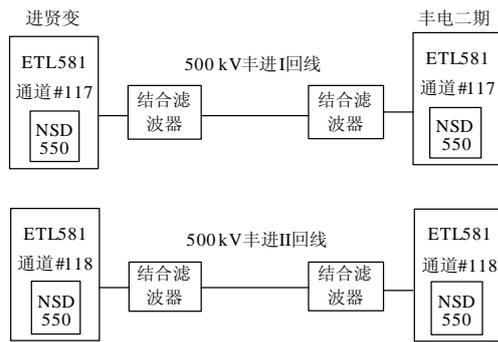


图 1 丰进线载波通道配置图

Fig.1 Configuration of carrier channel for Fengcheng-Jinxian 500 kV transmission line

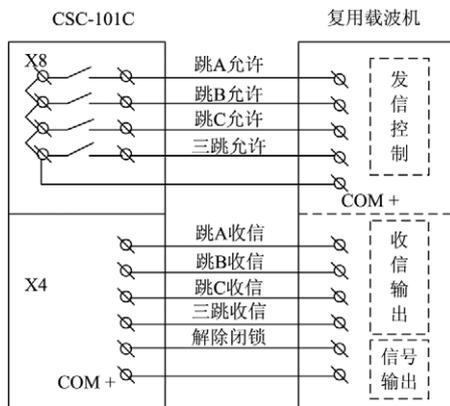


图 2 改造前线路保护装置与载波机接口示意图

Fig.2 Diagram of line protector and power line carrier interface before transformation

## 2 发生过程

1月27日22:10, 丰进 II 线丰 5022、丰 5023 开关因丰进 II 线 B 相故障跳闸, 查丰进 II 回纵联差动保护 RCS-931AM 差动保护动作, 丰进 II 回过电压及远跳保护 RCS-125A 未动作; 丰进 II 回纵联距离保护 CSC-101C 19MS 纵联阻抗发信, 未收到对侧允许信号, 保护未出口, 丰进 II 回过电压及远跳保护 CSC-125A 二取一经判别出口, 进贤变侧重合闸成功。丰 5023 断路器保护收到 RCS-931AM 跳 B 相令, 跟跳 B 相, 启动重合闸, 又收到丰进 II 回过电压及远跳保护 CSC-125A 三跳令闭锁重合闸三跳出口。丰 5022 断路器保护收到丰进 II 回过电压及远跳保护 CSC-125A 三跳令三跳出口。本次保护动作异常有: 丰进 II 回纵联距离保护 CSC-101C 起动纵联阻抗发信, 未收到对侧允许信号, 原因查明为当载波机收到非单相允许命令均执行远跳令。

1月28日, 丰进 I 线丰 5011、丰 5012 开关因丰进 I 线 C 相故障跳闸。本次保护动作异常与 1月

27 日丰进 II 线跳闸现象相同。

1月28日10:12 丰进 II 线 B 相故障跳闸, 因丰进 II 回过电压及远跳保护 CSC-125A 远跳保护退出运行, 收到进贤侧远跳令但未出口, 丰 5023、5022 开关重合闸成功。

2月1日、2日网调联系和对侧进贤侧针对丰进 I 回、丰进 II 回载波机通道联调, 两侧分别发 A、B、C、D 命令和 A+B、B+C、C+A、A+B+C 命令实测接收的是什么命令。试验结果当任一侧载波机发非单命令时, 另一侧接收到的均为 D 命令, 发单命令时对侧接收正确。通过以上试验可以看出, 载波机在单独传送 A、B、C、D 命令时均能够正确传送命令, 但是当有两个以上命令需要传送时, 载波机将只传送 D 命令, 通过查证 ABB 载波机的动作逻辑表, 也与以上试验结果一致。这也是线路发生故障时 CSC-125A 保护收信动作, 而 CSC-101C 收不到允许信号不动作的直接原因。

为及时恢复线路送电, 当时采取了如下临时措施:

(1) 对保护与载波机的接口回路作修改, 将载波机 D 命令接入 CSC-101C 保护三跳收、发信回路, 将 500 kV 丰进 I、II 回线 CSC-125A 保护退出运行, 断路器保护失灵动作时不能启动远跳。

(2) 将载波机 D 命令收信展宽取消。现场 D 命令收信展宽由 100 ms 改为 0 ms, 原 A、B、C 命令收信展宽为 0 ms, 载波机命令方式为 3+1 方式, A、B、C 命令为编码命令, D 命令为非编码命令, 改后实测收信展宽 A、B、C 命令十多个毫秒, D 命令零毫秒。咨询 ABB 厂家后将配置内 NSD550 的命令收信中 D 命令由“安全性”改为“可靠性”, 由“T02”改为“T01”。改后实测 D 命令收信展宽 6 ms。

## 3 原因分析

针对 500 kV 丰进 I、II 回线投运后暴露出来的“线路单相故障, 丰城侧三相跳闸”问题, 经现场核实, 发现其保护回路及保护与载波机接口命令配置施工设计存在如下问题:

施工设计将 500 kV 进贤变 RCS-931A 单跳触点接至 CSC-101C 保护之“其他保护停信”。

施工设计将线路两侧载波机的 A、B、C 命令接 CSC-101 线路保护分相命令, D 命令接 CSC-125 远跳及过电压保护。其直接后果为: 当线路发生单相故障时, RCS-931A 单相跳闸导致 CSC-101C 发三跳命令, 而载波机 (ETL581) 使用“3+1”工作模式, 传送两个及以上命令时, 则发 D 命令, 丰城侧 CSC-125A 收信直接三跳。

NSD550 保护接口设备对命令的传输是按照特定的逻辑表进行的。在传输分相式线路保护命令和直跳命令时, 优先传输直跳命令, 即不能同时传输这两种命令。针对目前此段线路出现的保护信号传输的问题, 以及保护专业“同时传输分相式线路保护命令和直跳命令”这一要求<sup>[3]</sup>, 需对以上的载波通道进行改造。

#### 4 实施方案

针对以上的#117#118 载波通道, 如需通过载波机同时传输分相式线路保护命令和直跳命令, 可采用以下解决办法:

在目前投运的#117#118 载波通道的 ETL581 型载波机里, 增加 1 套 NSD570A 保护接口设备。该 NSD570A 利用 ETL581 的上音频频带(2 160~3 600 Hz) 传输命令, 实际带宽为 1 200 Hz, 具有独立的监频信号, 双命令传输时间约 9.5 ms(不含载波机时间, 如含, 约增加 2~3 ms)。通过软件设置, 将载波机中的此音频频带设置为“不可切除”, 由于此音频频带与 NSD550 (400~2 000 Hz) 分开, 同时在传输 NSD550 上的命令时不切除音频频带内的 NSD570A 上的命令, 所以两者的命令可以同时发送与接收。可以满足“同时传输分相式线路保护命令和直跳命令”这一要求。NSD570A 的接口信号是音频信号, 通过 ETL581 的音频端口连接。

需要进行以下工作:

- 1) 4 台载波机内各增加一块 NSD570A 保护接口设备;
- 2) 软件设置;
- 3) 增加相应线缆联接;
- 4) 保护装置与载波机接口示意图参见图 3。

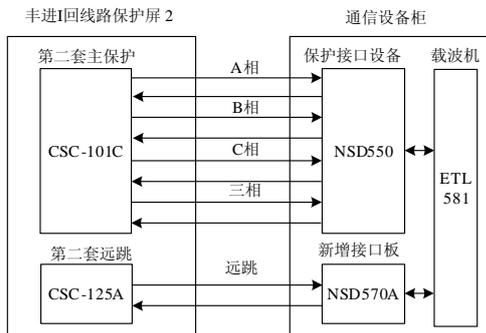


图 3 改造后线路保护装置与载波机接口示意图

Fig.3 Diagram of line protector and power line carrier interface after transformation

#### 5 实施效果

6 月 5 日完成丰进 I 线载波保护改造、丰进 I

线载波保护传动试验工作, 丰进 I 线载波保护加装一套载波接口装置 NSD570A, 改造工作完成后将载波机所有通道测试一遍, 包括 ETL581 和 NSD570A。测试项目包括: 通道命令传输时间, 通道命令展宽<sup>[4]</sup>。现载波保护共有 A、B、C、D、远跳五个命令, D 命令原为远跳命令改为三跳命令, 加装的 NSD570A 传输远跳命令, 传动试验中两侧分别单独模拟 A、B、C、D、远跳命令检查载波机接收正常, 并在相应保护装置检查命令开入正确, 对侧模拟 A+B+远跳命令时, 我载波机接收并转发 D+远跳命令, 完全符合载波机工作逻辑。传动试验过程中 NSD570A 经常会发 Receive 和 Local 告警, 厂家人员称是因模拟开出传动时保护动作命令时间过长 ( $\geq 700$  ms) 所致, 该告警不会出口(Relay 灯不亮)。丰进 I 线 CSC-101C 全套保护、CSC-125A 过压及远跳保护恢复正常运行; 6 月 7 日完成丰进 II 线载波保护改造、丰进 II 线载波保护传动试验工作。

#### 6 结束语

微机保护经过十多年的发展和改进, 在硬件上经历了多次更新换代, 在软件技术上也日臻完善, 保护程序的逻辑更加严密。对于保护误动或拒动, 软件方面出错的概率比较小, 一般是参数设置错误, 原因查找相对简单。而硬件损坏和硬件配置不完善导致的故障往往现象比较复杂, 查找也更麻烦, 这就要求现场技术人员在分析和查找故障时, 综合考虑, 不断提高理论分析能力和实际操作经验。在施工及运行维护中, 要特别注意施工调试技术的完善及专业间的技术交流, 力争把隐患发现和消灭在设备调试或试运行阶段, 最大限度减少正常运行时设备故障的概率, 保证电力系统的安全稳定运行。

#### 参考文献

- [1] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 2002.  
WANG Wei-jian. Electric equipment relay protection theory and application[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2002.
- [2] 朱声石. 高压电网继电保护原理与技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 1995.  
ZHU Sheng-shi. The principle and technology of protection relay about high voltage power system[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1995.
- [3] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护规定汇编[M]. 北京: 中国电力出版社, 2000: 171-204.

(下转第 234 页 continued on page 234)

### 3 备投方案探讨

为方便开关传动、检修和调整运行方式等工作，可设五种备投方式的软压板和硬压板进行投退备投方式；为避免手跳失压时备投误动可引入开关的合后继电器位置开入，同时为了不增加闭锁回路，母差保护动作后启动各开关的手跳继电器跳闸，闭锁相关自投方式；为了防止母差保护拒动，造成多条线路的跳闸，145 需要配置自投（手合）后加速，兼作充电保护；同时为防止母线 PT 断线误判失压造成备投误动，可引入母线抽取电压或进线电流作为辅助启动条件，防止备投误动。根据以上条件我们可得出备投的充放电条件如下。

备投装置的充电条件

a) 工作母线有压；

b) 开关位置满足相应的运行方式；备投装置的放电条件；

c) 备投装置退出运行：对应备投方式的控制字退出、硬（或软）压板退出；

d) 对应开关的合后继电器为 0：手跳或母差保护动作闭锁备投；

e) 运行方式变化：备用开关或其他相关开关变位；

f) 断路器拒跳或位置异常；

g) 对应方式备投动作。

当所有充电条件满足同时所有放电条件不满足时经延时备投充电，任一放电条件满足备投放电。备投充电后若满足备投动作条件则备投启动：经跳闸延时跳工作电源，确认跳开后经合闸延时合上备用开关。亦可采用无压跳和自投分开的方式，自投靠开关位置和电压条件启动，可靠地保证故障隔离后再将备用电源投入<sup>[3]</sup>。

### 4 结语

链式接线是为提高单电源供电变电站可靠性的一种新型接线方式，其供电可靠性高，运行方式多，调度灵活、运行维护方便必将在电网中得到推广和应用。本文探讨的备投方案可以智能识别并自动适应一次接线的运行方式，能够很大程度地提高链式接线的可靠性，发挥链式接线的优点，并且运行操作方便、实用性强，在链式接线变电站中具有很大的应用和参考价值。

### 参考文献

- [1] 李曼岭, 黄芳. 备用电源自动投入装置在电网中的多元化应用[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37 (18): 147-150.  
LI Man-ling, HUANG Fang. Diversified applications of reserved auto-switch-on device in power grid[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37 (18): 147-150.
- [2] 许继电气装置产品开发部. WBT-851R9 技术使用说明书[S].  
XJ Electric Device Production Development. WBT-851R9 technology and operation instruction[S].
- [3] GB/T 14285-2006 继电保护和安全自动装置技术规程[S].  
GB/T 14285-2006 technical code for relaying protection and security automatic equipment[S].

收稿日期：2009-10-15； 修回日期：2009-12-10

#### 作者简介：

许云龙（1978-），男，工程师，本科，主要从事继电保护研究与开发；E-mail: xuyunlong@xjgc.com

孟乐（1985-），男，助工，本科，主要从事继电保护研究与开发；

李国斌（1977-），男，工程师，本科，主要从事继电保护研究与开发。

（上接第 225 页 continued from page 225）

State Electric Power Dispatching Center of China. Compilation of power system relay protection regulation[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2000: 171-204.

- [4] GB14285-2006 中华人民共和国国家标准. 继电保护和安全自动装置技术规程[S]. 北京：中国国家标准化管理委员会，2006.

GB 14285-2006 National standard, PRC. Technical code

for relaying protection and security automatic equipment[S]. Beijing: Standard Committee of PRC, 2006.

收稿日期：2009-10-21； 修回日期：2009-11-23

#### 作者简介：

匡仁钦（1975-），男，工程师，现从事电力系统运行工作。E-mail: kuangrenqing@fdeq.net