

# 三侧光纤纵差保护在 T 接线路上的应用

汤向华<sup>1</sup>, 施雄杰<sup>1</sup>, 袁松<sup>2</sup>

(1. 江苏海门市供电公司, 江苏 海门 226100; 2. 南通供电公司, 江苏 南通 226000)

**摘要:** 针对带有小电源的“T”型接线, 作为主电源侧的快速保护定值将会伸入其中的另外一侧造成保护不配的情况, 提出了采用三侧光纤纵差保护来解决“T”型接线保护配合的思路, 并以 RCS-943T 三侧光纤纵差保护在海门供电公司应用情况为例, 对三侧光纤纵差保护的動作原理、光纤接入方式进行分析, 指出了三侧光纤纵差保护在联调试验、运行维护等方面应注意的问题。

**关键词:** 三侧光纤纵差保护; “T”接线; 应用

## Application of three sides' fibers longitudinal differential protection in T-connected lines

TANG Xiang-hua<sup>1</sup>, SHI Xiong-jie<sup>1</sup>, YUAN Song<sup>2</sup>

(1. Haimen Power Supply Company, Haimen 226100, China; 2. Nantong Power Supply Company, Nantong 226000, China)

**Abstract:** The T-connected lines with small power source would enter the other of main power source side as fast protection definite value of main power source, and result in no coordinate of protection. The paper is based on the case of the application of RCS-943T three sides' fibers longitudinal differential protection in Haimen Power Supply Company, and proposes the method that using the three sides' fibers longitudinal differential protection solves the problem of protection coordinate of T-connected lines, and then analyses the movement principle of three sides' fibers longitudinal differential protection and the optical access method; and brings out the question about the three sides' fibers longitudinal differential protection in united test and operation maintenance.

**Key words:** three sides' fibers longitudinal differential protection; T-connected lines; application

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2008)03-0064-04

## 0 引言

线路光纤纵差保护, 由于其原理简单、动作快速可靠、抗干扰能力强、可以与通信组成复用通道等优点, 在 110 kV 及以上的线路保护中得到了广泛应用<sup>[1]</sup>。一般我们所讲的光纤纵差保护, 是指线路两侧纵差, 对于带有小电源的“T”接线路, 我们是否同样可以采用光纤纵差来实现呢? 三侧光纤纵差保护在现场又是如何调试的? 现就以 RCS-943T 三侧光纤纵差保护为例谈谈三侧光纤纵差保护在“T”接线路上的应用。

## 1 三侧光纤纵差保护方案的提出

如图 1 所示系统: 海门变为 220 kV 变电所, 110 kV 海东线是东郊变、秀山变的主电源, 东郊变、秀山变为带有小电源的 110 kV 变电所, 面对这样一条 110 kV 线路, 如果采用常规的微机线路保护, 由于切除故障的时间不能做到全线 0 s, 可能会使小系

统失稳, 同时由于在重合闸方式上不灵活, 使系统方式恢复不及时, 如何做到当 110 kV 线路有故障时, 及时快速给予切除, 保持系统稳定, 我们提出了采用南自院的 RCS-943T 保护, 实现了三侧纵差的想法。

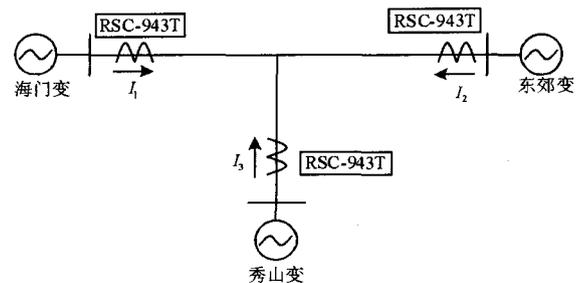


图 1 “T”接线路一次图

Fig.1 T-connected lines

## 2 三侧光纤纵差保护动作原理

纵联差动保护是一种较为理想的保护装置, 曾被誉有绝对选择性的保护<sup>[2]</sup>。三侧差动与两侧差动在原理上是一样的, 其电流差动继电器由三部分组成: 变化量相差动继电器、稳态相差动继电器和零序差动继电器, 其中:

(1) 变化量相差动作方程

$$\Delta I_{cd\phi} > \Delta 0.75 I_{rp} \quad (1)$$

$$\Delta I_{cd\phi} > I_{qdh} \quad (2)$$

其中:  $\Delta I_{cd\phi}$  为工频变化量差动电流,  $\Delta I_{cd\phi} = |\Delta I_1 + \Delta I_2 + \Delta I_3|$  为三侧电流矢量和的幅值;  $\Delta I_{rp}$  为工频变化量制动电流,  $\Delta I_{rp} = |\Delta I_1| + |\Delta I_2| + |\Delta I_3|$  为三侧电流矢量幅值的和;  $I_{qdh}$  为 3 倍“差动电流起动值”(整定值)和 4 倍实测电容电流的大值; 实测电容电流由正常运行时的差流获得。

(2) 稳态相差动作方程

$$I_{cd\phi} > I_{cdq} \quad (3)$$

$$I_{cd\phi} > 0.4 I_{rp} \quad I_r < 5 I_N \quad (4)$$

$$I_{cd\phi} > 0.75 I_{rp} \quad I_r > 5 I_N \quad (5)$$

其中:  $I_{cd\phi}$  为工频变化量差动电流,  $I_{cd\phi} = |I_1 + I_2 + I_3|$  为三侧电流矢量和的幅值;  $I_{rp}$  为工频变化量制动电流,  $\Delta I_{rp} = |\Delta I_1| + |\Delta I_2| + |\Delta I_3|$  为三侧电流矢量幅值的和;  $I_{cdq}$  为“差动电流起动值”(整定值)和 1.5 倍实测电容电流的大值。

(3) 零序差动动作方程

$$I_{cd0} > 0.75 I_{r0} \quad (6)$$

$$I_{cd0} > I_{qd0} \quad (7)$$

其中:  $I_{cd0}$  零序差动电流,  $I_{cd0} = |I_{10} + I_{20} + I_{30}|$  为三侧零序电流矢量和的幅值;  $I_{r0}$  零序制动电流,  $I_{r0} = |I_{10}| + |I_{20}| + |I_{30}|$  为三侧零序电流矢量幅值的和;  $I_{qd0}$  为零序电流起动值, 零序差动继电器经 100 ms 延时动作。

### 3 三侧光纤纵差保护光纤接入方式

一般保护用光纤均采用与通信合用的复用光纤通道, 对于 RCS-943T 保护而言, 由于每侧的保护均需与另外两侧进行交换数据, 故每侧都有 A、B 两路光纤通道, 如图 2 所示, 海门变的通道 A 与秀山变的通道 A 进行连接; 秀山变的通道 B 与东郊变的通道 B 连接; 海门变的通道 B 与东郊变的通道 A 连接。

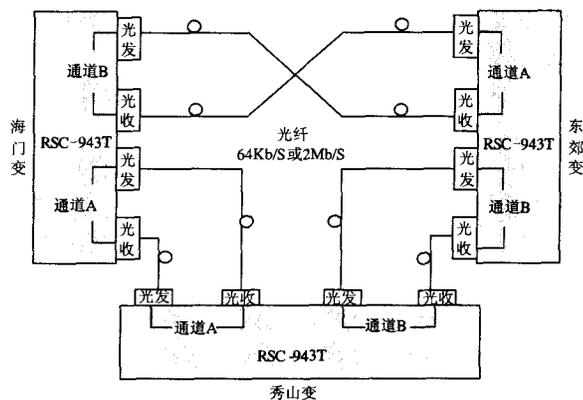


图 2 光缆接入图

Fig.2 Optical fiber access scheme

现场光纤接入时, 对于长线路可以将三侧光纤在一次的 T 接点处通过光纤接线盒来完成, 对于短线路可以通过其中一侧进行跳纤来实现。如海门变与秀山变之间的光纤通道, 就是通过海门变至东郊变的光缆在东郊变跳纤后再经过东郊至秀山变的光缆来实现的<sup>[3]</sup>。

### 4 整定计算中的注意事项

定值上应注意长距离输电线路的电容电流对差动保护的影响, 由于电容电流的存在, 必然导致线路正常运行时有差流存在, 影响到故障时暂态过程中计算出的电流相量精度, 从而直接影响到保护的可靠性和灵敏度。因此差动电流起动值要躲过本“线路总长”的电容电流。这“线路总长”应包括“T”接部分, 总的电容电流就必须将“T”接部分也计算在内。

对于“远跳受本侧控制”软压板的投退, 系统侧的保护, 在区内故障时, 电流变化量、零序过流、负序过流三个启动量, 至少有一个肯定会动作, 为了防止系统侧保护误动, 应将此软压板投入。而对于负荷侧或小电源侧的保护, 发生区内故障时, 电流起动元件可能不动作, 从防止拒动考虑, 特别是带小电源系统, 进线故障, 为防止失稳, 应尽快将故障切除, 故而应将此软压板退出。

### 5 三侧联调试验注意事项

一套完整的保护, 投入运行前须进行符合实际的联调试验, 对于三侧光纤纵差保护而言, 联调试验重点应放在两个方面:

(1) 一次升流试验。三侧光纤纵差保护原理上有点类似于主变差动保护, 三侧电流互感器的极性正确与否对保护能否正确十分关键<sup>[4]</sup>。在现场,

可以通过一次升流的方法,来直接检验三侧电流互感器的极性。

(2) 模拟各种可能的运行方式及故障模式。这里有 2 个注意点:

1) “通道 A 自环试验”、“通道 B 自环试验”的软压板:当进行通道自环试验时,这两个控制字均置“1”,正常运行时该控制字均置“0”。

2) 在模拟故障时,三侧是无法同时把握好故障电流的大小和相位的,联调方案在进行一次通流试验的基础上可以选择在线路一侧模拟单相故障、相间故障,观察三侧断路器的动作情况。强调的是在一侧加故障量时,另两侧的辅助电压起动元件必须启动,才能开放出口继电器跳闸(按照装置要求,在模拟发生区内故障时,弱电源侧收到对侧的差动保护允许信号,需判别差动继电器动作相关相、线电压,若小于 60% 额定电压,则辅助电压起动元件动作,开放出口继电器正电源。当本侧收到对侧的远跳信号且定值中“远跳受本侧控制”置“0”时,才开放出口继电器正电源,允许跳闸)。

## 6 三侧联调试验方案

三侧联调方案应能模拟到可能出现的各种运行方式,确保装置在各种方式下,均能可靠动作。

(1) 三侧差动均投入(正常运行方式),海门变侧、秀山变侧、东郊变侧分别加故障量(区内外),观察三侧差动的动作情况,这里又分为 3 种情况:

1) 三侧断路器运行;

2) 东郊变侧、秀山变侧断路器分别热备用,另两侧运行;

3) 海门变侧断路器运行,东郊变、秀山变侧热备用(模拟充电状态)。

(2) 东郊变侧:模拟断路器检修,通道 A、B 差动停用,海门变通道 B、秀山变通道 B 差动停用,海门变侧、秀山变侧分别加故障量(区内外),观察另两侧差动的动作情况;同样方法模拟秀山变侧断路器检修时,另两侧保护动作情况。

做上述试验时需注意的是,在一侧加故障量时,另两侧需同时将相(线)电压降到 30(60) V。

(3) 需模拟三侧开关均在合位,本侧模拟故障,另两侧三相电压维持正常额定电压,确保差动保护不动作。

装置带负荷后,需在每侧观察差流的大小,一般差流应控制在 200 mA,若大于 200 mA,应及时查明原因。

## 7 运行维护及操作要求

三侧光纤保护在运行上有着其固有的特点:

(1) 主从机的切换:由于光纤通道采用的是如图 2 所示环路连接,具有两路通道,一路通道异常时,不影响差动保护的正确动作。RCS-943T 型装置以其中一侧为主机,作为参考端,另两侧分别为从机一、从机二,作为同步端。主从机由装置自动形成。运行过程中,若主机与任一从机之间通道发生故障,装置自动切换主从机,如主机与从机一之间的通道发生故障,主机自动切换为从机一,从机一切换为从机二,原来的从机二切换为主机,此时形成从机一与从机二之间通道异常的状态,通道异常灯亮,主机的通道异常灯不亮,主机的差动保护不退出,线路故障时,主机发内部跳闸信号使两个从机跳闸。故在“T”接线路路上,任意两个装置之间通道异常,差动保护不会退出。

(2) 三侧、两侧差动保护的转换:“T”接线路路上,三侧保护均运行时,使用三侧差动的方式,此时每侧的保护装置均用三侧的电流进行差动计算,实现全线速动。一侧断路器跳开,处于冷、热备用状态时,这侧保护不需要退出,三侧保护可以正常运行。平时一般采用三侧差动的方式,只有当一侧线路的断路器、保护需要检修,采用双端线路运行方式时,才需要通过投退相应的压板,使保护切换成两侧差动方式,此时保护装置用两侧的电流进行差动计算,对另外一侧保护进行调试不会影响其他两侧在运行的保护装置。需两侧运行时,在有关差动保护的软压板和定值控制字均投入的情况下,仅需改变屏上硬压板的投退状态就能适应两侧运行方式。屏上的“投通道 A 差动保护”、“投通道 B 差动保护”压板,在线路三侧运行时,两个压板均投入;两侧运行时,仅需投入一组对应的压板,如秀山变海东线断路器需要检修时(见图 2),只要将秀山变海东线差动保护“投通道 A(海门变)差动保护”、“投通道 B(东郊变)差动保护”均停用,东郊变侧“投通道 A(海门变)差动保护”启用、“投通道 B(秀山变)差动保护”停用,海门变侧“投通道 A(秀山变)差动保护”停用,“投通道 B(东郊变)差动保护”启用即可。另两侧断路器、保护需要检修时,保护投退雷同。

## 8 结束语

三侧光纤纵联差动保护作为线路主保护的一种,既不受系统运行方式变化的影响,又达到了快速可靠切除故障的目的<sup>[5]</sup>。应用于“T”接线路或

有多个小电源的线路上,其优越性十分明显,同样三侧光纤纵差保护模式也适合于 220 kV “T” 接线路,特别是对“T”接改造的老线路是一种较佳的保护配置模式<sup>[6]</sup>。这里需注意的是,对于方式调整时,出现的繁琐保护投退,务必要引起运行人员的高度重视,并应在现场运行规程中给予重点说明。

### 参考文献

- [1] 林榕,赵春雷.线路保护采用光接口技术的探讨[J].电力自动化设备,2005,25(11): 91-93.  
LIN Rong,ZHAO Chun-lei. Discussion on Optical Fiber Interface Technology in Line Protection[J]. Electric power Automation Equipment,2005,25 (11):91-93.
- [2] 王立新,王彦良,陈晓红.地方小电厂并网的变压器和线路保护及安全自动装置配置方案探讨[J].继电器,2007,35(21): 67-70.  
WANG Li-xin, WANG Yan-liang,CHEN Xiao-hong. Study on Interconnection Protection and Automation Device Schemes of Dispersed Generations[J].Relay , 2007,35 (21): 67-70.
- [3] 罗晓宇,王秀梅.数字式纵联差动保护算法同步策略探讨[J].电力自动化设备,2006,26(7): 90-94.  
LUO Xiao-yu, WANG Xiu-mei. Discussion on Synchronization Strategy for Digital Longitudinal Current Differential Protection [J]. Electric power Automation Equipment, 2006,26(7): 90-94.
- [4] 南京南瑞继保电气有限公司. RCS-943T型高压输电线路成套保护装置技术和使用说明书[Z].  
NARI-RELAYS ELECTRIC CO.LTD. The RCS-943T High-tension Transmission Line Series of Protection Device in the Technical and Applicable Manual[Z].
- [5] 王鹃,丁网林,杨启,等.光纤纵差保护在南京地铁工程中的应用[J].江苏电机工程,2005,24(5): 31-32.  
WANG Juan,DING Wang-lin,YANG Qi,et al. Application of the Optical Longitudinal Differential Protection on Nanjing Subway Project[J].Jingsu Electrical Engineering, 2005,24(5): 31-32.
- [6] 吴奕,魏鸣琪,潘晓明.220kV “T” 线路三侧高频保护的试验[J].江苏电机工程,2004,23(6):61-63.  
WU Yi,WEI Ming-qi,PANG Xiao-ming.Introduction of Experiment of 220kV “T”Connected Line Three Point High-frequency Protection [J].Jingsu Electrical Engineering, 2004,23(6):61-63.

收稿日期: 2007-02-09

作者简介:

汤向华(1978-),男,助理工程师,从事电网调度运行、继保整定工作;E-mail:hmtxh@jsepc.com.cn

施雄杰(1966-),男,高级工程师,从事电网调度运行管理工作;

袁松(1974-),男,工程师,从事电网继保整定工作。

(上接第 47 页 continued from page 47)

- ZHOU Zhao-mao,SHAO Yuan. Discussion of Distribution Automation System[J].Electric Power Automation Equipment, 1997, (4): 7-10.
- [2] 张慎明,黄海峰.基于 IEC 61970 标准的电网调度自动化系统体系结构[J].电力系统自动化,2002,26(10): 45-47.  
ZHANG Shen-ming,HUANG Hai-feng.Architecture of Power Dispatching Automation System Based on IEC 61970 Standard[J].Automation of Electric Power Systems, 2002,26(10):45-47.
- [3] 何峻,罗建. IEC 61968 标准的原理及其应用分析[J].重庆大学学报,2006,29(5): 36-39.  
HE Jun,LUO Jian.Principle and Analysis of IEC 61968[J].Journal of Chongqing University(Natural Science Edition),2006,29(5): 36-39.
- [4] 王晓波,樊纪元.电力调度中心统一数据平台的设计[J].2006,30(22): 89-91.  
WANG Xiao-bo,FAN Ji-yuan.Construction of Common Data Platform in the Power Dispatcher Center[J].Automation of Electric Power Systems,2006,30(22): 89-91.
- [5] IEC 61968-1, Application Integration at Electric Utilities System Interfaces for Distribution Management Part1 Interface Architecture and General Requirements[S].
- [6] IEC 61968-2, Application Integration at Electric Utilities System Interfaces for Distribution Management Part2 Glossary[S].
- [7] IEC 61968-3, Application Integration at Electric Utilities System Interfaces for Distribution Management Part3 Interface for Network Operations[S].
- [8] 潘毅,周京阳,吴杏平等.基于电力系统公共信息模型的互操作试验[J].电网技术,2003,27(10): 31-35.  
PAN Yi,ZHOU Jing-yang,WU Xing-ping,et al. Interoperability Test Based on Common Information Model[J].Power System Technology,2003,27(10):31-35.

收稿日期: 2007-05-21;

修回日期: 2007-06-14

作者简介:

顾建伟(1976-),男,硕士研究生,从事电力系统自动化及电力信息系统研究与建设;E-mail:gu\_jianwei@126.com

苏毅方(1974-),男,工程师,从事电力自动化系统管理与建设;

周浩(1964-),男,教授,从事电力系统自动化研究及教学工作。