

文章编号:1672-058X(2011)05-0554-03

# 一起差动保护非计划性跳闸事故的分析及防范措施

晏 离

(广东深圳市供电局,广东 深圳 518020)

**摘 要:**结合保护动作数据,对某次 110 kV 线路非计划性跳闸事故的原因及保护的原理等方面进行了详细地分析,总结了经验教训,指出了线路保护装置“对侧后备保护动作”的动作条件,并有针对性地提出了防止光纤差动保护造成类似误动的措施,有助于提高电网的安全可靠运行。

**关键词:**差动保护;误动分析;防范措施

**中图分类号:**TN721

**文献标志码:**A

电流差动保护具有选相能力,动作速度快,不受系统振荡、线路串补电容、平行互感、系统非全相运行方式的影响,最适合作为高、中压电网中的短距离线路的全线速动主保护。光纤作为继电保护的通道介质,具有容量大又不怕超高压与雷电电磁干扰、对电场绝缘、频带宽和衰耗低、通道与输电线路有无故障无关等优点。这一系列的优点使得利用光纤通道构成的电流差动保护得到了广泛的应用。但近期发生的一起光纤差动保护非计划性跳闸事故,值得相关人员重视。现对这起典型事故原因进行了详细的分析,有针对性地提出了相应的反事故措施。

## 1 事故概况

2010 年 6 月 3 日,某供电局 110 kV 甲乙线(图 1)甲站按计划停电更换开关辅助接点。按照计划,继保人员需试验传动开关 A 以测试更换后的辅助开关接点返回时间是否满足要求。

试验传动时,甲站开关 A 处于冷备用状态,乙站开关 B 处于运行状态,甲乙线处于空充状态。在甲乙线开关 A 按计划停电并更换辅助开关后,继保人员计划用距离保护传动开关,以测试开关辅助接点返回时间。在将电流线加在 A 相、N 相上后,调节电流进行试验,当故障电流加到 2.35 A 时,距离保护 III 段与差动保护动作切开两侧开关,造成乙站侧开关 B 非计划性跳闸。



图 1 甲乙线运行示意图

## 2 保护动作情况分析

110 kV 甲乙线两端保护均为 2.02 版本的南瑞继保 RCS-943A 线路保护装置。RCS-943A 包括以分相电流差动和零序电流差动为主体的快速主保护,由三段相间和接地距离保护、四段零序方向过流保护构成全套后备保护。对本次差动保护误动作分析如下:保护动作时电压正常,即  $U_a = U_b = U_c = 57.735 \text{ V}$ ;动作电流  $I_a = 2.35 \text{ A}$ ,相位关系为  $U_a$  超前  $I_a$  约  $128^\circ$ ,由定值知零序补偿系数  $K = 0.13$ ,距离 II 定值  $18.20 \Omega$ ,距离 III 段定值  $72.73 \Omega$ ,正序灵敏角  $80.00^\circ$ 。按接地距离计算公式,此时保护安装处的测量阻抗为:

$$Z_m = \frac{U_a}{(I_a + K \times 3I_0)} = \frac{U_a}{(1 + K)} \times I_a = \frac{57.735}{(1.13 \times 2.35)} = 21.74 \Omega$$

其阻抗角即为电压  $U_a$  超前电流  $I_a$  的相位,即  $128^\circ$ 。而以方向圆动作特性计算,其在  $128^\circ$  方向上的临界动作阻抗为  $48.67 \Omega > 21.74 \Omega$ ,由此可以判断此时测量阻抗落入距离 III 段动作区域内,造成接地距离保护 III 段动作。

### 3 试验前的预测分析

RCS-943A 线路保护装置的数据和逻辑处理分别在两块硬件相同的 CPU 板和管理板上进行。每块板包含一个微处理器和两个高速数字信号处理器。管理板主要完成保护的逻辑及跳闸出口功能,同时完成事件记录及打印、后台通讯等。另外,管理板还具有完整的故障录波功能。CPU 板内设总启动元件,启动后开放出口继电器的正电源。为提高保护的可靠性,均采用总启动元件闭锁跳闸出口正电源动作方法,CPU 板和管理板的硬件框图如图 2 所示。

其中,总启动元件的主体由反应相间工频变化量的过流继电器实现,同时又配以反应全电流的零序过流继电器和负序过流继电器互相补充。反应工频变化量的启动元件采用浮动门坎,正常运行及系统振荡时变化量的不平衡输出均自动构成自适应式的门坎,浮动门坎始终略高于不平衡输出,在正常运行时由于不平衡分量很小,而装置有很高的灵敏度。差动保护起动的条件有 3 种。

(1) 工频变化量启动。当相间电流变化量大于整定值,该元件动作并展宽 7 s,去开放出口继电器正电源。

(2) 零序过流元件启动。当外接和自产零序电流均大于整定值,且无 TA 断线时,零序启动元件动作并展宽 7 s,去开放出口继电器正电源。

(3) 负序过流元件启动。当负序电流大于整定值时,经 40 ms 延时,负序启动元件动作并展宽 7 s,去开放出口继电器正电源。

继保人员试验前曾对传动试验结果进行预测分析,得出的结论是使用距离 III 段等后备保护传动不会影响对侧开关。因为在试验过程中,在甲站侧加故障电流,虽会导致两侧差动保护中产生大于差动保护高定值的差流,满足差动继电器动作的条件,但由于 110 kV 甲乙线线路空充,实际线路中仅有电容电流通过且无突变,在乙站侧,CPU 板不满足启动条件,不会开放出口继电器正电源,因此乙站侧差动保护不会向甲站侧差动保护发送允许命令,两侧差动保护均不会动作,只有甲站侧保护的 III 段动作。

### 4 保护误动分析

试验时,一次设备状态与试验前预想一致,试验也使用距离 III 段传动。从表 1 中可以看出,开始加量调节电流的 1 s 多时间内,保护动作的情况与分析相符,两侧保护均未动作,但在 110 kV 乙站侧接地距离 III 段动作(1 038 ms)之后 34 ms,光纤电流差动保护动作将对侧空充开关切除,导致乙站侧甲乙线开关 B 非计划性跳闸。

查清保护误动原因,运行单位技术人员经过认真检查分析及深入探讨后,终于得出原因:即当本侧其他保护动作,本侧保护就会启动对侧保护,此时若对侧保护有差流,对侧差动保护就会动作,并向本侧发允许命令。即 CPU 板的启动条件还有一种“对侧后备保护动作”,即当对侧后备保护动作,本侧启动元件动作并展宽 7 s,去开放出口继电器正电源。本次误动作正是因为满足了这个条件,距离 III 段动作后,才使两侧的差动保护动作跳开乙站侧开关 B。

在探讨中还发现,在上述逻辑中,若只退出本侧差动保护压板,并不能避免对侧开关的跳闸事故,必须同时退出两侧保护的差动保护压板或拔掉光纤,通过“通道异常”闭锁两侧差动保护,避免对侧开关跳闸。不过此功能与保护版本有关,对 2.02 版本的 RCS-943 保护装置,需拔掉光纤才能闭锁两侧差动,而 3.0 以上版本的只通过单侧的差动保护压板投退便可控制两侧差动保护的投退。

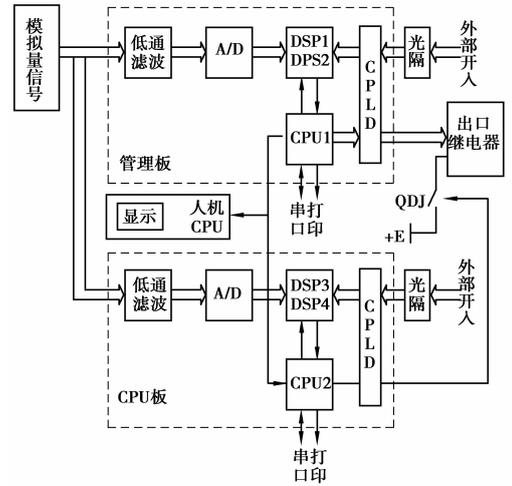


图 2 CPU 板和管理板的硬件框图

## 5 反事故措施

电流差动保护误动的后果非常严重,通常会导致线路两端开关跳闸,因此必须加强电流差动保护的运行维护和管理,以保证动作的灵敏性、可靠性。以防止此类事故重复发生,应从管理和技术两方面采取措施:

(1) 建议南瑞继保厂家在以后的 RCS-943 说明书中增加相关内容,并检查说明书中是否还有其他主要功能未予介绍。各厂家在编制技术说明书和使用说明书时,应将关键注意事项纳入,以提示设计单位和运行单位关注。

(2) 对于 3.0 以下版本的 RCS-943A 保护,若要闭锁本侧差动保护只能采取拔掉光纤的方式,不仅繁琐更会影响到保护的空充逻辑,延长空充线路切除故障的时间,使 FC 型光纤接头容易损坏,且损坏后不易察觉,增加了工作风险。建议将 RCS-943 保护升级至 3.0 版本,简化维护人员操作,降低维护风险。

(3) 加强继电保护人员的技术培训力度,加深对保护原理的认识,降低人为风险,并进一步加强对二次设备的技术管理工作,从制度上保证二次设备的运行维护水平。

(4) 不断完善继电保护作业表单及继电保护作业指导书,增加“其他保护动作起动对侧保护”的内容,在进行相关作业时,增加该项安全措施,从作业流程上杜绝此类事故的再次发生。

## 6 结束语

针对该起非计划性跳闸事故,分析了误动原因,提出了防范措施,希望能引起继电保护工作人员的重视,对保障光纤差动保护装置安全运行有所帮助。日常工作中只有深入了解保护特性,熟悉保护基本原理,深入分析各类保护中存在的不足之处,及时采取有效的措施,才能做好相应保护设备的维护工作,进一步保障电力设备的安全稳定运行。

### 参考文献:

- [1] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护典型事故分析[M]. 北京:中国电力出版社,2003
- [2] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护实用技术问答[M]. 北京:中国电力出版社,1999
- [3] 王梅义. 电网继电保护应用[M]. 北京:中国电力出版社,1999
- [4] 贺家李. 电力系统继电保护原理(增订版)[M]. 北京:中国电力出版社,2004
- [5] 吴必信. 电力系统继电保护[M]. 北京:中国电力出版社,2000
- [6] 熊云,张琳,李晓勇,张琦. 核事故应急救援训练[J]. 四川兵工学报,2011,32(1):135-136

## Analysis of an Unscheduled Trip Accident of Differential Protection and Its Countermeasures

YAN Li

(Shenzhen City Power Supply Bureau, Guangdong Shenzhen 518020, China)

**Abstract:** This paper makes detailed analysis on the reason and protection principle of an unscheduled trip accident of a certain 110 kV line by combining protection action data, summarizes the experience and lessons, points out acting condition for offside standby protection action for line protection equipment, and pertinently proposes measures for preventing similar misaction caused by optical fiber differential protection, which is helpful to improving safe operation of power network.

**Key words:** differential protection; misaction analysis; prevention measure

责任编辑:代小红

校对:田静