

110 kV 线路接地距离III段整定原则的探讨

魏莉¹, 郑涛², 雷玉莲¹, 张育生²

(1. 固原供电局, 宁夏 固原 756000; 2. 华北电力大学, 北京 102206)

摘要: 通过一起 110 kV 线路接地距离 III 段保护在线路末端变压器 35 kV 侧母线故障时越级误动事件的分析, 提出接地距离 III 段保护定值及时限在整定上的改进措施。使 110 kV 线路接地距离 III 段保护定值和时限与相间距离 III 段保护的定值及时限按照相同原则整定。既可以提高远后备灵敏度, 同时加强了远后备对相邻电力设备安全性的保障。

关键词: 接地距离 III 段; 越级误动; 整定原则; 灵敏度; 可靠性

Research of setting method of ground distance zone-III protection for 110 kV transmission line

WEI Li¹, ZHENG Tao², LEI Yu-lian¹, ZHANG Yu-sheng¹

(1. Guyuan Power Supply Bureau, Guyuan 756000, China; 2. North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

Abstract: Based on analysis of mal-operation of ground distance zone-III protection for 110kV transmission line which is caused by fault phase-to-phase occurred on 35kV busbar of transformer. An improved setting method for ground distance zone-III protection is introduced in this paper. In order to improve the sensitivity and reliability of far back-up protection, setting values and operating time adopted in ground distance zone-III protection should be equal to those in phase-to-phase distance zone-III protection.

This project is supported by National Natural Science Foundation of China(No.50607006).

Key words: ground distance zone-III; mal-operation; setting method; sensitivity; reliability

中图分类号: TM77 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2008)19-0063-04

0 引言

3~110kV 电网整定规程没有明确列出 110 kV 线路接地距离保护的整定原则, 整定人员通常参照 220 kV 及以上电网输电线路接地距离保护整定原则作出整定。因 220 kV 和 110 kV 线路末端变压器其它侧分别连接着不同电压等级的中、低压系统, 如 220 kV 变压器中压侧一般是 110 kV 中性点直接接地系统, 而 110 kV 变压器中压侧一般则为 35 kV 小电流接地系统。因而 110 kV 线路完全参照 220 kV 线路接地距离保护的原则整定, 存在一定的不适用性, 主要表现在接地距离 III 段保护动作时间的整定配合方面。即, 作为发生接地故障时的保护, 接地距离保护 III 段的动作时间是按照与零序电流 III 段相同原则整定? 还是应该按照与相间距离 III 段保护的配合来整定?

本文通过对一起 110 kV 线路接地距离 III 段保护, 在线路末端变压器 35 kV 侧母线故障时越级误动事件的分析, 明确指出接地距离 III 段保护定值及

时限在整定上的改进办法: 使 110 kV 线路接地距离 III 段与相间距离 III 段保护的定值及时限按照相同原则整定。这么做既能提高远后备的灵敏度, 同时加强了远后备对相邻电力设备安全性的保障。

1 110 kV 线路接地距离 III 段保护动作分析

1.1 故障简述

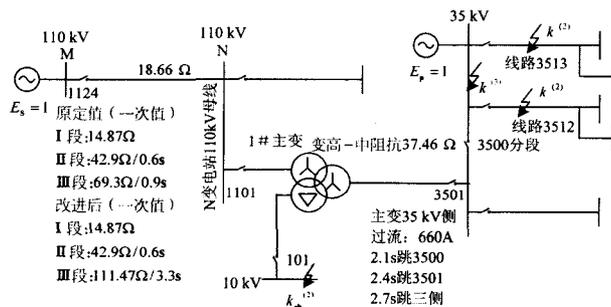


图 1 系统一次接线简图 (接地距离保护定值变更前后的比较)
Fig.1 Schematic diagram of system primary connection (comparison between changed setting values and unchanged setting values of ground distance protection)

某年6月5日, 18时16分35秒937ms, M变电站1124线路接地距离III段保护动作, 1124断路器跳闸, 1s后重合成功, 线路恢复正常运行。图1为系统一次接线简图。

1.2 保护动作原因分析

线路保护型号为RCS-941A(南瑞), 接地距离保护二次整定值 $Z_{0.set}$ 分别为: I段4.06 Ω /0s, II段11.7 Ω /0.6s, III段18.9 Ω /0.9s; CT变比300/1, PT变比1100/1。图2为保护录波图。

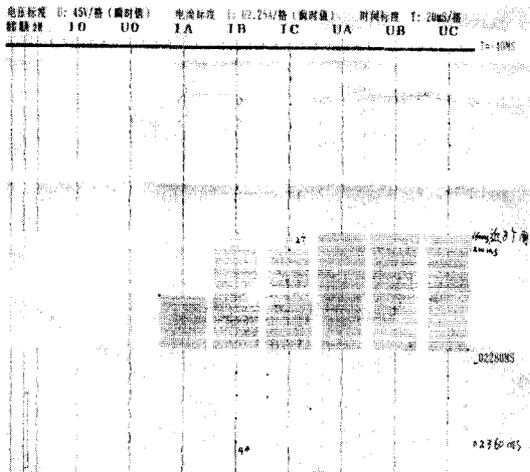


图2 线路保护录波报告

Fig.2 The record of line protection

1) 保护测量阻抗(以A相为例)为:

$$Z_{cl.A} = \frac{U_A}{I_A} = \frac{44.55V}{2.864A} = 15.56 \Omega$$

$$I_A = \frac{9mm \times 2.25A / 5mm}{\sqrt{2}} = 2.864 A$$

$$U_A = \frac{7mm \times 45V / 5mm}{\sqrt{2}} = 44.55 V$$

2) 从保护安装处到故障点(N站35kV母线)的短路阻抗二次值为:

$$Z_{dl} = (18.66 + 37.46) \times \frac{300/1}{1100} = 15.31 \Omega$$

3) 通道录波采样数据显示零序电流为0。

4) 保护测距159.5km, 超出线路全长; YS-8A录波器测距44.37km, 为线路全长公里数。

判断发生线路区外故障, 线路工区查线证实1124MN全线路未发现故障放电痕迹。经了解, 当时, N变电站所在地发生雷雨天气, N站35kV线路

3512、3513几乎同时遭受雷击先后跳闸—重合—再次跳闸。

分析认为, 35kV线路遭受雷击, 感应雷电由线路被击中点迅速窜入N变电站35kV母线, 母线发生弧光短路, 从波形图可以看出, 故障由BC相间歇性弧光短路逐渐转换为ABC三相故障。由于35kV母线一般不设专用母线保护, 其故障主要依靠主变35kV复压闭锁过流保护(二次定值: 5.5A/2.4s, CT变比600/5)延时切除。在1#主变35kV侧过流保护2.4s延时时间之内, 上一级电源侧1124MN线路接地距离保护的测量阻抗进入了接地阻抗III段动作特性圆内, 该保护不经闭锁延时0.9s出口跳闸。

此次误动的定值属于二类定值, 见表1。

1.3 保护动作评价

“选择性”是继电保护“四性”基本要求之一, 非选择性动作是不期望的, 应竭力避免。按照保护逐级有选择性动作要求, N站35kV母线故障, 首先应由该站1#主变35kV侧复压过流后备保护延时2.4s切除, M站1124线路接地距离III段保护0.9s先动作, 属于非选择性动作, 为区外故障越级误动作。

但是, 因为这次越级误动, 及时切断故障电流, 消除了对N站主变压器安全的威胁。同时, 提醒整定人员对变压器35kV、10kV后备保护的配置方案, 对110kV线路接地距离III段保护定值、时限的整定配合原则的改进深入思考。

2 防范与改进

这起保护越级动作提示我们, 为保证选择性, 接地距离III段保护的延时应当与相间距离III段的延时一样, 按照相间故障的切除时间来逐级配合。

经过缜密考虑, 决定提高接地距离III段保护的動作延时。在此之前, 首先必须降低变电站中、低压侧母线相间故障的切除时间。只有从这两个方面同时加强和改进, 才能改善各级后备保护性能, 提高灵敏度, 缩短动作时间, 并保证各级保护的选择性。

2.1 缩短变电站35kV母线故障切除时间

《变压器运规》规定: 变压器中、低压侧近区故障切除时间不大于2s。这是变压器制造标准, 国标GB1094.5-1985规定, 热稳定校验的短路持续时间取2s, 是只能计算不能试验的校验。油浸式变压器的绕组铜导线允许短路电流的密度为94.31A/mm, 这个标准必须依靠变压器后备保护的切除时间来保证。国标规定的110kV及以上电压等级变压器的动稳定时间为0.25s。可见缩短35kV母线短

路故障的切除时间,对保证主设备的安全,提高供电可靠性,具有重要意义。

《反措》要求,为提高变压器低压侧母线故障切除的可靠性,宜在低压侧设置取自不同回路的两套电流保护。这一要求在局部电网尚无条件的实现。

经过计算校核,发现为数不少的 110 kV 变压器中压侧后备保护不符合上述要求。短路电流超出变压器热稳定要求,且 35 kV 侧切除时间大于 2 s。对于变压器、母线等主设备的安全性很不利。

经论证,决定在变压器中压侧投入限时速断保护,用于短延时切除 35 kV 母线严重故障。针对较早的变压器保护装置(如许继日立部分 SBH-111、四方 CST-231B),缺少相应保护段及延时出口回路,不能实现中压侧限时速断保护增设需要的,应仍然采用由线路电源侧接地距离保护 III 段,以较短延时越级非选择切除的策略方案(定值参见表 1,为二类定值),突出保护灵敏性,适当牺牲部分选择性。

具体措施:在 110 kV 变压器 35 kV 侧增投限时电流速断保护(可视具体条件计算确定是否带复压闭锁),定值按照最小运行方式下 35 kV 母线发生两相故障有 ≥ 1.2 倍灵敏度整定,延时与本侧出线速断(0 s)或延时速断(0.2 s)配合,取 0.5 s 跳分段,0.8 s 跳本侧,1.1 s 跳三侧。确保快速切除 35 kV 母线故障,确保 35 kV 母线、变压器绕组安全。

变压器 10 kV 侧后备保护的切除时间通常能够控制在 ≤ 2 s 内,故 10 kV 侧可视短路电流水平高低确定是否增设限时速断保护。

2.2 110 kV 线路接地距离 III 段保护整定原则的改进

2.2.1 修改线路接地 III 段整定原则的理论依据

“对 Y/d 接线变压器一侧的相间电压在另一侧对应的是相电压,所以线路距离保护若要对 Y/d 接线的变压器低压侧两相短路起后备作用,应该用接地距离而不是相间距离继电器进行测量。”“从原理上讲,接地阻抗 III 段保护对末端变压器低压侧故障实现有灵敏度相比更容易。”

以 A 相为例,接地距离采用的测量原理是

$$Z_A = \frac{U_A}{I_A} \text{ 或者 } Z_A = \frac{U_A}{I_A + K3I_0}, \text{ 在相邻线路末端故障}$$

障时,上一级线路所在电源侧母线上的零序电压都比较低,零序元件有死区,为了提高 III 段保护作为相邻线路末端故障的远后备动作可靠性,接地 III 段保护一般都不受零序元件的闭锁。这就使得接地距离 III 段在 10 kV、35 kV 中性点非直接接地系统中发

生相间短路时,可能发生因测量阻抗进入整定阻抗范围而动作。

在图 1 所示系统的变压器 10 kV 侧发生 ab 相间故障,则变压器高、低压侧电流、电压相量关系如图 3 所示。

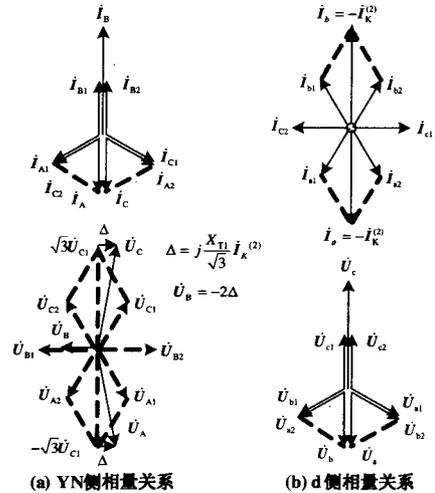


图 3 YNd11 连接组别变压器在 d 侧 ab 相短路时两侧电压、电流相量关系

Fig.3 The phasor relation between two side voltage and current with ab phase fault at d side of YNd11 jointing transformer

高压侧 B 相(滞后相)电流最大,数值上为故障相电流的 $\frac{2}{\sqrt{3}}$ 倍,A、C 两相电流大小相等、方向相同,在数值上为故障相电流的 $\frac{1}{\sqrt{3}}$ 倍,方向与 B 相相反;计及变压器内部电抗压降后,高压侧 B 相电压最低,其它两相电压较高;高压侧相间电压一般较高,特别是 A、C 相间电压最高^[5]。故以

$$Z_{AB} = \frac{U_{AB}}{I_A - I_B}, Z_{BC} = \frac{U_{BC}}{I_B - I_C}$$

原理测量的 AB、BC 相间阻抗元件,与采用 $Z_B = \frac{U_B}{I_B + K3I_0}$ 原理测量的 B

相接地阻抗元件相比,后者测量阻抗值更小,能够更加准确、灵敏地反映 Y/d 变压器后故障的特点。

而在小电流接地系统,发生相间故障,反映到高压侧的零序不平衡电流很小(见图 2),几乎为零,所以

$$Z_B = \frac{U_B}{I_B + K3I_0} \text{ 中的 } K \cdot 3I_0 \text{ 可忽略不计,该式变}$$

为 $Z_B = \frac{U_B}{I_B}$, 更能够说明:接地距离 III 段作为变压器

低压侧远后备保护,性能要比相间距离 III 段作为变压器低压侧远后备保护性能优越。

所以,应当采用接地距离 III 段保护做 Y/d 变压器中、低压侧相间短路的远后备保护。

具体办法:使 110 kV 线路接地距离Ⅲ段保护与相间距离Ⅲ段的定值及时限按照相同原则整定,并使前者侧重保证相邻变压器低压侧有灵敏度,后者侧重躲线路事故过负荷并保证相邻线路远后备灵敏度。

2.2.2 几种方案所取整定值的分类比较

表 1 列举了收集到的国内 110 kV 线路几类不同定值设定方案的比较表,为便于说明,分一、二、三类。

表 1 110 kV 线路几类不同整定值设定方案的比较

Tab.1 Comparison of several different designs of setting value for 110 kv transmission line

定值类型	相间距离保护	接地距离保护	零序电流保护	
改进前	一类	I 段: 4.31Ω	I 段: 4.06Ω	I 段: 7.6A
		II 段: 13.3Ω/0.6s	II 段: 11.7Ω/0.6s	II/III 段: 3.3A/0.6s
		III 段: 30.4Ω/3.3s	III 段: 18.9Ω/3.3s	IV 段: 1A/0.9s
	二类	I 段: 4.31Ω	I 段: 4.06Ω	I 段: 7.6A
		II 段: 13.3Ω/0.6s	II 段: 11.7Ω/0.6s	II/III 段: 3.3A/0.6s
		III 段: 30.4Ω/3.3s	III 段: 18.9Ω/0.9s	IV 段: 1A/0.9s
改进后	三类	I 段: 4.31Ω	I 段: 4.06Ω	I 段: 7.6A
		II 段: 13.3Ω/0.6s	II 段: 11.7Ω/0.6s	II/III 段: 3.3A/0.6s
		III 段: 30.4Ω/3.3s	III 段: 30.4Ω/3.3s	IV 段: 1A/0.9s

可以看出各类定值及时限设定的区别:

一类:接地距离Ⅲ段动作时间与相间距离Ⅲ段动作时间相同。

二类:接地距离Ⅲ段动作时间与零序电流Ⅲ段动作时间相同。

三类:接地距离Ⅲ段与相间距离Ⅲ段的整定值、动作时间皆取相同。此为改进后更为合理的定值设定方式。

3 结束语

电网最基层从事继电保护整定计算工作的人员,在现有继电保护配置的基础上,应从细微处着眼,以求得改善电网各基础环节保护的灵敏性,尽可能缩短切除时间,并保证可靠性和选择性。

一类定值,将原本用来反映线路接地保护的接地距离Ⅲ段动作时限整定得与相间距离Ⅲ段相同,而不取与零序电流保护时限相同。说明对接地距离保护性能认识清楚。

二类定值,接地距离Ⅲ段保护的動作时限与零序电流保护末段时限相同,则应校核其保护范围是否伸出线末变压器 35 kV 侧母线,若保护范围虽然伸出但动作时间大于变压器 35 kV 侧故障切除时间,则不会发生越级误动作的危险。

第三类定值,综合考虑了前两类的不利因素,摒弃其不足。认为,与其只将接地距离Ⅲ段与相间距离Ⅲ段动作时间取相同,不如使接地距离Ⅲ段的保护范围也伸长,将线路末端变压器中、低压侧母线的故障都纳入其保护范围,既弥补了相间距离Ⅲ段在 Y/d 接线的变压器低压侧短路时灵敏度实际可能不足带来的担忧,同时提高了远后备灵敏度,加强了远后备对相邻电力设备安全性的保障。应用在电网结构薄弱环节,可提高风险防范能力。

参考文献

- [1] 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, 2005.
- [2] 电力系统继电保护规定汇编(第二版)[Z].
- [3] 国家电网公司十八项电网重大反事故措施(试行)继电保护专业重点要求[S].
- [4] 南瑞继保、北京四方等厂家继电保护装置技术说明书[Z].
- [5] 江苏省电力公司. 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, 2006.

收稿日期: 2008-05-19; 修回日期: 2008-07-22

作者简介:

魏莉(1971-),女,工程师,长期从事电力系统继电保护整定计算及故障分析; E-mail:gygdweili@tom.com

郑涛(1975-),男,博士,副教授,从事继电保护教学和科研工作;

雷玉莲(1969-),女,助理工程师,长期从事电力系统继电保护调试工作。

(上接第 62 页 continued from page 62)

参考文献

- [1] 樊俊,等.同步发电机半导体励磁原理及应用[M].北京:水利电力出版社,1981.
FAN Jun, et al. Synchronous Generator Semi-conductor Excitation Principle and Application[M]. Beijing: Hydraulic and Electric Power Press, 1981.
- [2] GB/T 7409-1997, 同步电机励磁系统[S].
GB/T 7409-1997, Synchronous Electrical Excitation System[S].
- [3] DL/T 650-1998, 大型汽轮发电机自并励静止励磁系统

技术条件[S].

DL/T 650-1998, Large Vapor Round Tatic Self and Shunt Excitation System Technique Condition[S].

收稿日期: 2007-12-11

作者简介:

田勇(1973-),男,本科,工程师,研究方向为调度自动化;

丁世勇(1974-),男,本科,工程师,研究方向为调度自动化. E-mail:sgdingshy@126.com