

线路零序电流差动保护调试方法分析

吴玉鹏, 张乐安, 邱立伟, 冒杰

(中核核电运行管理有限公司, 浙江 嘉兴 314300)

〔摘要〕介绍了零序电流差动保护原理, 分析 PCS-931GM(M) 超高压线路保护装置零序电流比率制动差动保护判据, 探讨了零序电流差动保护的调试方法和保护联调步骤, 为现场调试人员提供了一定的参考。

〔关键词〕超高压线路保护; 零序电流差动保护; 单体调试; 保护联调

0 引言

近年来, 随着通信技术的发展, 作为线路主保护之一的光纤电流差动保护得到了越来越广泛的应用。光纤电流差动保护原理简单、灵敏度高, 具有不受系统振荡、线路串补电容、平行互感、系统非全相运行、单侧电源运行方式等影响的特点, 动作速度快、选择性好, 能可靠反映线路上各种类型故障, 并且具备天然的选相能力, 可准确分辨区内、区外故障, 具有其他纵联保护不可比拟的优势。

光纤电流差动保护包括分相电流差动保护和零序电流差动保护。在保护验收和日常预防性维修时, 需对光纤电流差动保护进行调试, 而其中零序电流差动保护是调试项目中难度系数最高的部分。本文以南瑞继保电气有限公司生产的 PCS-931GM(M) 超高压线路成套保护装置为例, 介绍零序电流差动保护的单体调试方法和保护联调的步骤。

1 零序电流差动保护原理

对电流差动保护而言, 负荷电流是穿越性电流, 是制动电流, 不产生动作电流; 经高电阻接地后, 其短路电流很小, 因此动作电流很小。在重负荷情况下, 线路内部发生经高阻接地故障, 制动电流很大, 但动作电流不大, 此种情况下的稳态量差动保护灵敏度可能不足, 会导致保护拒动。

对零序差动保护而言, 其不反应负荷电流, 所以无负荷电流产生的制动作用, 受过渡电阻影响较小。此种情况下的零序差动保护灵敏度较高, 通过

低比率制动系数的稳态差动元件选相和零序电流差动元件构成零序差动保护, 经 40 ms 延时动作。其动作方程为

$$\left. \begin{aligned} I_{CD0} &> 0.75 \times I_{R0} \\ I_{CD0} &> I_L \\ I_{CD\Phi} &> 0.15 \times I_{R\Phi} \\ I_{CD\Phi} &> I_L \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

式中: $\Phi=A, B, C$; I_{CD0} 为零序差动电流, $I_{CD0}=|i_{M0}+i_{N0}|$ 为两侧零序电流矢量幅值的幅值; I_{R0} 为零序制动电流, $I_{R0}=|i_{M0}-i_{N0}|$ 为两侧零序电流矢量差的幅值; $I_{CD\Phi}$ 为相电流差动电流, $I_{CD\Phi}=|i_{M\Phi}+i_{N\Phi}|$ 为两侧相电流矢量幅值的幅值; $I_{R\Phi}$ 为相制动电流, $I_{R\Phi}=|i_{M\Phi}-i_{N\Phi}|$ 即为两侧相电流矢量差的幅值; 无论是否投入电容电流补偿, I_L 均为“差动电流定值”(整定值)和 1.25 倍实测电容电流的较大值。

在探讨零序电流差动保护调试方法前, 有必要先介绍稳态相电流差动继电器的动作方程。

(1) 稳态 I 段相电流差动保护, 其动作方程为

$$\left. \begin{aligned} I_{CD\Phi} &> 0.6 \times I_{R\Phi} \\ I_{CD\Phi} &> I_H \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

式中: $\Phi=A, B, C$; 当投入电容电流补偿时, I_H 为 1.5 倍“差动电流定值”(整定值)和 4 倍实测电容电流的较大值; 当不投入电容电流补偿时, I_H 为 1.5 倍“差动电流定值”(整定值)、4 倍实测电容电流和 $1.5 U_N/X_{C1}$ 的较大值 (U_N 为二次侧额定相电压, X_{C1} 为线路正序容抗定值)。

(2) 稳态 II 段相电流差动保护经 25 ms 延时动作, 其动作方程为

$$\left. \begin{array}{l} I_{CD\Phi} > 0.6I_{R\Phi} \\ I_{CD\Phi} > I_M \end{array} \right\} \quad (3)$$

式中: $\Phi=A, B, C$; 当投入电容电流补偿时, I_M 为“差动电流定值”(整定值)和 1.5 倍实测电容电流的较大值; 当不投入电容电流补偿时, I_M 为“差动电流定值”(整定值)、1.5 倍实测电容电流和 $1.25 U_N/X_{C1}$ 的较大值。

2 保护单体调试方法和步骤分析

2.1 零序电流差动保护的调试方法

校验零序电流差动保护, 即模拟高阻接地故障, 让电气量满足零序电流差动保护的動作判据, 又不能使稳态相电流差动保护动作。不同保护动作情况下的動作门槛值如表 1 所示。

若采用“差动电流定值”作为動作门槛值, 零序电流差动和稳态 II 段相差动保护動作区域完全重叠, 将无法区分保护動作情况; 若增大测试电流, 稳态 I 段相差动保护也会動作, 更无法区分保护動作情况。PCS-931GM(M) 超高压线路成套保护装置无法通过修改运行方式控制字或修改定值来闭锁稳态相电流差动保护。经推敲, 在调试过程中可通过继保测试仪加入电容电流, 使得“1.25 倍实测电容电流”成为零序电流差动的動作门槛值, 则电容电流 I_C 应满足: $1.25 I_C > I_{ZD}$ (差动电流), 即 $I_C > 0.8 I_{ZD}$ 。

以某 500 kV 开关站某条线路为例, 其主保护采用 PCS-931GM(M) 超高压线路成套保护装置。差动电流定值 $I_{ZD}=0.42$ A, 线路正序容抗定值 $X_{C1}=1\ 872\ \Omega$, 电容电流补偿不投入。据定值可知: $1.5 U_N/X_{C1}=0.046$, $1.25 U_N/X_{C1}=0.039$ 。由于 $1.5 U_N/X_{C1}$, $1.25 U_N/X_{C1}$ 值较小, 均小于“差动电流定值”, I_H , I_M 的取值与这 2 个数值无关。根据电容电流关系式: $1.25 I_C > I_{ZD}$, $I_C > 0.336$ A, 则 4 倍实测电容电流必然大于 1.5 倍“差动电流定值”, 1.5 倍实测电容电流也必然大于“差动电流

定值”。所以, 此时稳态 I 段相差动動作门槛值为“4 倍实测电容电流”, 稳态 II 段相差动動作门槛值为“1.5 倍实测电容电流”, 均大于零序电流差动動作门槛“1.25 倍实测电容电流”, 这就成功避免零序电流差动保护動作时稳态 I, II 段相差动保护動作。

2.2 零序电流差动保护的调试步骤

(1) 将保护用尾纤短接, “本侧识别码”和“对侧识别码”整定为相同, 构成自发自收方式; 断路器跳闸位置不接入。

(2) 模拟故障前状态。加三相额定电压和三相对称容性电流 (电流超前电压 90°), 以保证零序差动保护试验时稳态相电流差动保护不动作, 持续 15 s, 避开手合故障。因为这是自环模式, 测试仪所加电流是装置测量电流的 0.5 倍, 即测试仪加入电容电流 $0.5 I_C$ 。

(3) 模拟故障时状态。加任一故障相电流 I_K , 其余两相电流为 0, 以同时满足启动条件和选相条件, 持续 100 ms。故障电流应满足: $I_K=0.5 \times m \times I_C \times 1.25$ 。 $m=0.95$ 时, 差动不动作; $m=1.05$ 时, 差动保护选相動作, 動作时间约 50 ms。从動作时间可判别为零序电流差动保护動作。

3 纵联保护功能联调

保护功能联调前, 首先检查光纤头的清洁度。将保护使用的光纤通道可靠连接, 保护装置参数设置恢复正常。通道调试完成后, 确保装置上“纵联通道异常灯”未亮, “纵联通道异常”未出现告警。

3.1 模拟线路空充或空载时故障

差动保护压板投入, 模拟一侧开关合位, 另一侧开关分位。开关合位侧模拟线路发生高阻接地故障, 开关分位侧保护将通过“跳位起动”方式, 向开关合位侧发“差动允许”信号。开关合位侧零序电流差动保护動作出口, 开关分位侧保护不动作。

3.2 模拟弱馈功能

差动保护压板投入, 模拟两侧开关均在合闸位

表 1 不同保护動作情况下的動作门槛值

	稳态 I 段相差 I_H (选较大值)	稳态 II 段相差 I_M (选较大值)	零序差动 I_L (选较大值)
不投入电容电流补偿	(1) 1.5 倍“差动电流定值”; (2) 4 倍实测电容电流; (3) $1.5 U_N/X_{C1}$	(1) “差动电流定值”; (2) 1.5 倍实测电容电流; (3) $1.25 U_N/X_{C1}$	(1) “差动电流定值”; (2) 1.25 倍实测电容电流
投入电容电流补偿	(1) 1.5 倍“差动电流定值”; (2) 4 倍实测电容电流	(1) “差动电流定值”; (2) 1.5 倍实测电容电流	(1) “差动电流定值”; (2) 1.25 倍实测电容电流

接地电流监测在高压电缆在线监测中的应用

杨宇峰, 孙满法, 尤灵伟

(杭州交联电气工程有限公司, 浙江 杭州 310011)

〔摘要〕介绍了接地电流在线监测系统在高压电缆在线监测中的应用方法和应用情况, 分析了高压电缆接地电流在线监测系统的研究和应用对高压电缆有着安全、可靠、经济运行的的重要作用, 提出了接地电流在线监测装置开发的新思路。

〔关键词〕高压电缆; 接地电流; 在线监测

0 前言

交联聚乙烯电缆因其性能优良、施工工艺简单、安装方便、载流量大、耐热性能好等特点, 取代了传统的油纸绝缘电缆, 在配电网、输电线路中有着广泛的应用。2005年后, 全国电网再未投运过新的充油电缆线路, 交联聚乙烯电缆已构成城市供电和主网架的重要环节。相比架空线路, 因交联聚乙烯电缆敷设的隐蔽性, 其运行性能状况及缺陷等现象难以被直观发现。为全面动态把握电缆运行状况和缺陷, 国内外专家已对电缆在线监测研究了20多年, 并研发了多种电缆在线监测系统。

交联聚乙烯电力电缆在正常环境中的使用寿命

置。一侧模拟弱馈(弱电源侧), 加三相正序电压34 V(小于65% U_n , 大于PT断线告警电压33 V); 另一侧模拟线路发生高阻接地故障, 弱馈侧保护通过“低电压”启动元件向另一侧发“差动允许”信号。两侧零序电流差动保护均动作出口。

4 结束语

通过分析PCS-931GM(M)超高压线路保护装置零序电流比率制动差动保护判据, 探讨零序电流差动保护的单体调试方法以及保护联调的步骤, 为现场调试人员提供了参考依据。

参考文献:

1 DL/T995—2006, 继电保护和电网安全自动化装置检验

为20~30年, 然而由于电缆一般都敷设在电缆沟中或直埋于地下, 敷设环境及使用状态会极大地影响电缆寿命。一旦地下电缆发生故障, 将带来很大损失。高压电力电缆在线监测系统可随时对电缆绝缘的老化状态进行监视, 对电力电缆的可靠运行、减少停电次数、实现状态检修等方面有着十分重要的意义。

1 电缆的劣化机理及在线监测方法

电缆绝缘材料的劣化主要有热劣化、电气劣化及化学性劣化等几种类型。

(1) 热劣化主要是指电缆在承载负荷电流时,

规程[S]. 北京: 中国电力出版社, 2006.

2 夏建矿. 关于输电线路光纤电流差动保护的若干问题讨论[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(10): 141-144.

收稿日期: 2015-02-11; 修回日期: 2015-04-15。

作者简介:

吴玉鹏(1985-), 男, 工程师, 主要从事核电厂继电保护检修工作, email: wuyup@cnnp.com.cn。

张乐安(1986-), 男, 工程师, 主要从事核电厂继电保护检修工作。

邱立伟(1983-), 男, 工程师, 主要从事核电厂继电保护检修工作。

冒杰(1982-), 男, 工程师, 主要从事核电厂继电保护检修工作。