

开闭所超短进出线电流保护的改进

董张卓¹, 段新²

(1. 西安石油大学电子工程学院, 陕西 西安 710065; 2. 中国石油长庆油田公司, 陕西 西安 710021)

摘要: 现代城市电网的短路容量变大, 负荷密集区开闭所进线和出线往往采用电缆, 电气距离较短, 常规三段式电流保护无法保证选择性和灵敏性。提出速断延时闭锁保护原理, 当线路出现故障时, 由下级保护瞬时发出闭锁信号, 闭锁上级速断保护。保证了上下级速断保护的选择性, 解决了开闭所进出线保护的配合问题。实现了以上原理的装置, 并应用到实际工程中, 应用表明, 原理正确, 能有效解决超短线路电流速断保护的选择性。

关键词: 开闭所; 超短线保护; 定值整定; 闭锁; 保护选择性

Improvement of current protection method for ultra short incoming line and feeder on switching station

DONG Zhang-zhuo¹, DUAN Xin²

(1. Xi'an Shiyou University, Xi'an 710065, China; 2. PetroChina Changqing Oilfield Company, Xi'an 710021, China)

Abstract: The modern urban power networks have large short-circuit capacity, and the cables are used for incoming line and feeder on load dense district's switching station, so electric distance is very short. In general, three-stage current protection can not ensure selectivity and sensitivity. The principle of instantaneous current protection delay time interlock is developed, when line is fault, the instantaneous current protection relay is interlocked by lower protection relay, which can ensure the protection's selectivity. The issue of protection in switching station incoming lines and feeders is solved. The device has been developed and applied in practice, the principle is correct and the issue that the ultra short lines instantaneous protection has not selectivity is solved.

Key words: switching station; ultra short line protection; protecting setting; interlock; protection selectivity

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2010)06-0080-04

0 引言

随着电力负荷的增加, 为了解决高压变电站中压配电出线开关柜数量不足、出线走廊受限的问题, 在配电系统中建设了大量的开闭所^[1]。开闭所进、出线保护定值需要和上级变电站出线保护定值配合整定。

现代城市电网的短路容量变大, 在负荷密度较大的区域, 变电站到开闭所的线路, 及开闭所出线大量采用电缆, 线路长度较短。因此, 电力系统在最大运行方式和最小运行方式下, 变电站出线的最小短路电流和开闭所出线末端的最大短路电流相差1倍以上, 根据常规三段式电流保护的整定方法, 保护失去灵敏性^[2-4]。

文中, 首先对开闭所的一次系统构成和运行方式进行总结, 在此基础上, 对开闭所进、出线为超

短线时, 进、出线保护及变电站的出线保护的整定方式进行了分析。针对出现的问题, 提出一种速断延时闭锁保护原理, 给出了超短线保护整定的原则和方法。最后给出了一个保护整定实例, 实际运行表明, 提出的方法简单有效。

1 开闭所的特征和运行方式

为了加强电网联络, 提高供电可靠性, 开闭所一般建设在负荷中心区和两座高压变电所之间。开闭所一般采用单母线或单母线分段接线, 一路或两路电源进线。如是两路电源进线, 电源来自不同变电站或者同一变电站的不同母线段。每段母线接入3~5回出线, 开闭所正常运行时, 分段母联开关处于分断状态, 当一回进线发生故障或失压时, 分段开关自动或手动闭合, 恢复供电。图1为一个典型的开闭所主接线, 母线采用单母分段, 两回进线, 六回出线。

开闭所的进、出线及联络开关多采用环网柜, 环网柜一般采用断路器和隔离开关组合, 柜内配置

基金项目: 陕西省教育厅 2007 年度科学技术研究计划 (07JK080)

有测量和保护电流互感器等, 能满足综合自动化系统及计量要求。

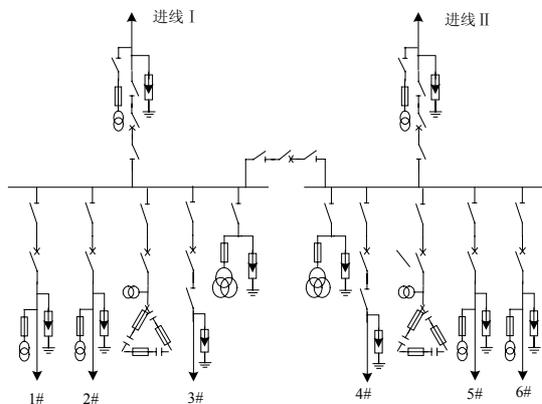


图 1 典型的开闭所主接线

Fig.1 Main electrical connection of a typical switching station

新建开闭所一般配置有微机式的综合自动化系统。进、出线保护装置一般采用三段式的电流保护。母联配有各自投。出线故障时, 由出线开关切除故障, 母线故障时, 由进线开关切除故障, 进线故障时, 由上级变电站出线开关切除故障。

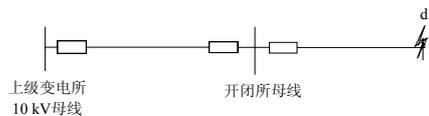
2 开闭所进、出线保护整定

上级变电站的出线, 一般采用延时速断作为出线的主保护, 定时限过电流保护为后备保护。

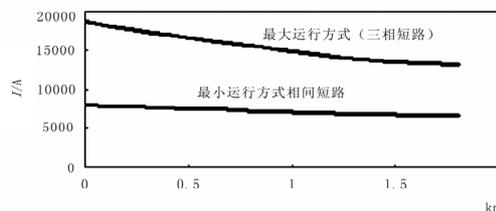
假设开闭所的进出线配有三段式的电流保护。常规三段式电流保护, 一段为速断, 二段为延时速断, 三段为过负荷^[5]。速断保护本级线路的 60%~70%, 延时速断保护全段线路, 过电流保护为后备保护。速断电流定值按照线路末端最大短路电流乘以可靠系数整定, 用线路末段最小相间短路电流来校验保护灵敏度。延时速断保护按照和下级线路的速断定值配合整定, 用动作时限保证选择性。过电流保护按照躲过线路的最大负荷电流整定, 用时限保证选择性。

城市配电网中, 负荷密度大区域的开闭所, 多采用电缆进、出线, 线路长度短。开闭所进、出线的短路电流, 最小运行方式时, 线路末端的最大短路电流和最大运行方式时, 线路首端最大短路电流相差 1 倍以上, 无法按照常规速断保护和延时速断保护整定方法进行整定。

图 2 (a) 为一个典型开闭所的进、出线接线示意图, 图 2 (b) 为从变电站出口到开闭所出线末端的电流特性曲线。变电站到开闭所线路长度为 1.05 km, 开闭所最长出线为 0.75 km, 从变电站出线到开闭所出线的末端, 最大短路电流和最小短路电流的倍数为 1.73~2.06。最大运行方式的末端短路电流和最小运行方式的首端短路电流相差 2 倍左右。



(a) 线路示意图



(b) 线路短路电流曲线

图 2 短路电流特性曲线

Fig.2 Curve of short circuit current property

由此可见, 变电站和开闭所的进、出线保护, 按照常规的保护整定方式, 用电流定值实现速断、延时速断的整定, 保护失去灵敏性。速断和延时速断按照减小定值整定, 才能保证灵敏性, 靠时差配合保证选择性。

如果开闭所的出线仅投速断, 进线投延时速断, 并设动作时限为 0.3 s, 则变电站的延时速断时限应为 0.6 s。假设变电站的切除故障时限为 0.6 s, 延时速断和过流保护的时限配合, 变电站的延时速断时限只能为 0.3 s。变电站的延时速断和开闭所延时速断动作时限无法配合, 因此靠时差无法实现变电站和开闭所延时速断的配合。

因为上级变电站出线主保护范围为开闭所的进线, 开闭所进线开关的主保护范围为母线, 假设, 撤离开闭所进线的保护, 仅出线设置速断保护和过电流保护, 可以和变电站实现保护的配合。

此方案, 开闭所出线发生故障时, 出线速断和过电流启动, 变电站的延时速断和过电流同时启动, 一旦速断拒动, 过电流将引起变电站出线的跳闸。开闭所的事故越级到上级变电站。

线路故障和母线故障的停电范围一致。一般开闭所的母线设有各自投, 当进线失压时, 动作跳开进线开关, 投入母线联络开关。如果不是母线故障, 恢复供电。

为了解决开闭所出线保护不越级跳闸的问题, 通过对微机式保护进行改造的方式实现保护的配合。提出带闭锁的速断延时保护原理。

3 速断延时闭锁保护原理

为了保证速断保护的选择性, 采取下级保护闭锁上一级保护的方式实现选择性。在下级保护装置中加入速断动作出口信号继电器, 上级保护装置中引入下级速断保护动作信号。

速断延时闭锁保护的逻辑为进行适当的延时，检测有下级保护给出的闭锁信号，闭锁保护。即用出线保护速断动作信号闭锁进线速断保护，保证进线开关的动作用的选择性。

10 kV 微机式保护，其保护出口时间一般为 30~40 ms。延时时间级差取值为 50 ms，即下级速断 0s 延时动作发出闭锁信号，闭锁上级保护，上级保护延时 50 ms 检查到闭锁信号，闭锁速断保护。

图 3 为速断延时闭锁的示意图。当(2)线路发生故障时，保护装置 2、保护装置 1 速断保护均启动，装置 2 在 0 ms 时速断发出跳闸和跳闸闭锁信号，保护装置 1 在 50 ms 内，接收到速断闭锁信号，闭锁保护装置 1 速断保护。

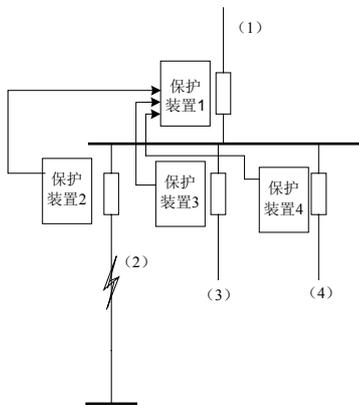


图 3 速断延时闭锁示意图

Fig.3 Diagram of instantaneous overcurrent protection delay time interlock

4 开闭所进线出线保护整定

整定方法 1：出线保护投速断和定时限过流保护。进线保护投速断延时闭锁和定时限过流保护。

进线速断延时闭锁保护按照出线末端最小短路电流进行整定，闭锁时延为 50 ms，过电流整定按照常规过电流整定方式进行整定。动作时限为 0.6 s。

出线保护整定方式为：速断电流定值，按照线路末端最小短路电流的除 1.3 整定，保证速断延时的灵敏性为 1.3，保护线路全段，发出闭锁时延为 0 s。过电流整定按照常规过电流整定方式进行整定，动作时限为 0.3 s。

整定方法 2：进线投速断延时闭锁和过电流保护，按照出线末端最小短路电流进行整定，闭锁时延为 50 ms，过电流整定按照常规整定方式进行整定，动作时限为 0.3 s。

出线仅设速断延时闭锁，按照线路末端最小短路电流的除 1.3 整定，保证速断延时闭锁保护的灵敏性为 1.3，保护线路全段，发出闭锁时延为 0 s。

方案 1 中，如果母线故障，进线速断延时闭锁

拒动，过电流保护时延 0.6 s，如果上级变电站的过电流保护时延是 0.6 s，过电流保护失去选择性。此种情况是小概率事件。

方案 2 如果出线开关拒动时，由进线切除故障，停电范围大。出线较多，故障概率较大。

方案 1 和方案 2，主保护能保证正确的选择性。方案 1 如主保护拒动时，后备保护作用，停电范围不受影响。因此，选择保护整定方案 1 为整定方案。

5 整定实例

图 4 所示开闭所，单母分段接线，两回进线来自上级变电站 10 kV 的两段母线，I 段母线有 7 回出线，II 段母线 6 回出线。进线长度 0.55 km，出线最短 0.28 km、最长 1.037 km。

取基准容量 $S_b=100$ MVA，基准电流 $I_b=5 560$ A，基准电压 $U_b=10.38$ kV，系统的 10 kV 母线短路阻抗为：大运行方式 $0.002 5+j0.297 5$ ，小运行方式 $0.004 7+j0.613 5$ 。

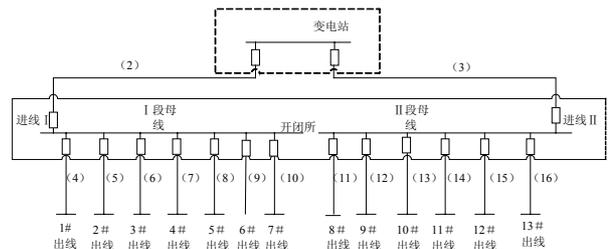


图 4 接线示意图

Fig.4 Diagram of main electrical connection

最大运行方式，I 段母线的短路电流为：三相短路 16 431.09 A，相间 14 229.3 A；最大阻抗出线（3# 线）末端短路电流为：三相短路 9 985.0 A，相间 8 647.0 A；最小运行方式，I 段母线的短路电流为：三相 8 511.0 A，相间 7 370.5 A。最大阻抗出线（3# 线）末端三相短路 6 771.0 A，相间 5 863.7 A。3# 出线最大负荷电流 30 A，进线最大负荷电流 350 A。

以 3 号出线为例进行整定：

(1) 3 号出线保护

速断保护电流定值：

$$I_{dz}=I_{dmax2}/K_{lm}=5 863/1.3=4471 \text{ A}$$

其中： I_{dmax2} 为出线末端最小运行方式相间短路电流； K_{lm} 为保护灵敏度系数，取 1.3。

过电流保护定值：

$$I_{dz} = \frac{K_{zq} K_k}{K_{fh}} I_{fmax} =$$

$$1.6 \times 1.3 \times 30 / 0.85 \text{ A} = 73 \text{ A}$$

动作时限 t_1 取 0.3 s

其中: K_{zq} 为负荷自启动系数, 取 1.6; K_k 为可靠性系数, 取 1.3; K_{fh} 为保护返回系数, 取 0.85。

(2) 进线速断延时闭锁保护定值

$I'_{dz}=4471$ A, 闭锁时延取 50 ms

过流定值:

$$I_{dz} = \frac{K_{zq} K_k}{K_{fh}} I_{fmax} =$$

$$1.2 \times 1.3 \times 350 / 0.85 = 642 \text{ A}$$

动作时限 t_2 取 0.6 s。

6 结语

按照提出的开闭所速断延时闭锁原理, 进行开闭所进、出线电流保护整定, 有效地解决了开闭所进、出线保护的选择性问题, 保证了保护可靠的动作。在设备厂家配合下实现了以上原理的装置, 并应用到实际工程中, 应用表明, 方法是有效的。

参考文献

- [1] 张大立. 城市中压配电网接线与开闭所的配置[J]. 电网技术, 2007, 31(7): 83-86.
ZHANG Da-li. Connection Modes and Switching Station Configuration of Urban Medium Voltage Distribution Network[J]. Power System Technology, 2007, 31(7): 83-86.
- [2] 岳地松. 10 kV 线路保护的整定[J]. 农村电气化,

- 2007(11): 19-20.
YUE Di-song. 10 kV Line Protection Setting[J]. Rural Electrification, 2007(11): 19-20.
- [3] 徐富琪. 电网短线保护的有关问题[J]. 华中电力, 1988 (2): 46-52.
XU Fu-qi. The Problems of Short Line Protection in Power Network[J]. Central China Electric Power, 1988 (2): 46-52.
- [4] 苑画舫. 带重要用户的 10 kV 配网保护整定[J]. 农村电气化, 2003(4): 34-35.
YUAN Hua-fang. 10 kV Power Distribution Network Protection Setting with Important Customers[J]. Rural Electrification, 2003(4): 34-35.
- [5] 贺家李, 宋从矩. 电力系统继电保护原理(第三版)[M]. 北京: 中国电力出版社, 1994.
HE Jia-li, SONG Cong-ju. Principles of Power System Relay Protection, Third Edition[M]. Beijing: China Electric Power Press, 1994.

收稿日期: 2009-04-06; 修回日期: 2009-06-29

作者简介:

董张卓(1962-), 男, 高级工程师, 博士, 主要研究方向为电力系统自动化和电力系统分析; E-mail: dongzxxa@qq.com

段新(1973-), 男, 工程师, 学士, 主要从事企业供电系统运行技术管理工作。

(上接第 79 页 continued from page 79)

- TAN Jia-kui, HUANG Shan. Comparison between Two Improved Fourier Algorithms[J]. Guangdong Electric Power, 2008, 21 (4): 15-19.
- [8] 陈德树. 计算机继电保护原理与技术[M]. 北京: 水利电力出版社, 1992.
CHEN De-shu. Principle and Application of Computer Relay Protection[M]. Beijing: Hydraulic and Electric Power Press, 1992.
- [9] 熊岗, 陈陈. 一种能滤除衰减直流分量的交流采样新算法[J]. 电力系统自动化, 1997, 21 (2): 24-26.
XIONG Gang, CHEN Chen. A Novel Alternating Current Sampling Algorithm for Filtering Decaying Direct Current Component[J]. Automation of Electric Power Systems, 1997, 21 (2): 24-26.
- [10] 李斌, 李永丽, 贺家李. 一种提取基波分量的高精度快速滤波算法[J]. 电力系统自动化, 2006, 30 (10): 39-43.
LI Bin, LI Yong-li, HE Jia-li. Accurate and Fast Filtering Algorithm for Fundamental Component[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30 (10): 39-43.
- [11] 吴小培, 李晓辉, 孔敏, 等. 基于独立分量分析的谐波估计和消除[J]. 电工技术学报, 2003, 18(4): 56-60.
WU Xiao-pei, LI Xiao-hui, KONG Min, et al. Harmonic Estimation and Removal Based on Independent Component Analysis[J]. Transactions of China Electro technical Society, 2003, 18 (4): 56-60.
- [12] 朱桂英, 龚乐年. 傅氏算法在微机保护应用中的探讨[J]. 电力系统及其自动化学报, 2005, 17 (4): 41-43.
ZHU Gui-ying, GONG Le-nian. Discussion on Application of Fourier Algorithm in Microcomputer Protection[J]. Automation of Electric Power Systems, 2005, 17 (4): 41-43.
- [13] dSPACE GmbH. dSPACE Release New Features and Migration (for release 3.5) [Z]. 2003.
- [14] dSPACE GmbH. Real-Time Interface (RTI and RTI-MP) Implementation Guide (for release 3.5) [Z]. 2003.
- [15] dSPACE GmbH. Modular System based on Ds1005 Installation and Configuration Guide(for Release 3.5)[Z]. 2003.

收稿日期: 2009-04-07; 修回日期: 2009-05-12

作者简介:

陈奎(1973-), 男, 博士, 副教授, 主要研究方向为电力系统继电保护和煤矿供电安全及保护。E-mail: jdbh2001@163.com