

线路断路器失灵保护几个问题的探讨

宋友文

(广东省电力物资总公司, 广东 广州 510630)

摘要: 对启动常规的线路断路器失灵保护的相电流元件存在为保证在线路末端故障时有足够的灵敏度而不能躲负荷电流的问题, 提出整定值随正常负荷电流变化、并在母联断开前后使用不同定值的方案, 针对在 500kV 线路上由于断路器分闸时间过长, 而失灵保护瞬动闭锁重合闸, 从而不能发挥重合闸的功能的问题, 探讨了瞬动不闭锁重合闸的方案、针对线路断路器失灵保护使用一套电压闭锁的定值, 而在线路末端和首端分别发生故障时灵敏度相差太大, 甚至不能使用电压闭锁元件的问题, 进行了分析, 并提出了不同保护单元启动失灵保护使用不同定值、母联断开前后使用不同定值的方案。

关键词: 断路器; 失灵; 保护

Research on several questions of line circuit breaker failure protection

SONG You-wen

(Guangdong Electric Power Material General Company, Guangzhou 510630, China)

Abstract: This paper analyzes several questions about line circuit breaker failure protection and gives corresponding solutions. phase current elements can not avoid load current in order to assure sufficient sensitivities at the terminals when the routine line circuit breaker failure protection was started. The measures have been suggested that setting values changed as natural load current changed and different values were used before bus gangs switched off. Because the breaker opened too long and the failure protection instantaneously locked the recloser in the line of 500 kV, the recloser did not give the rein. This paper discusses the scheme of instantaneous unlock recloser, and uses a series of setting values to resolve line breaker failure protection. when the malfunction happened at the beginning and terminal, the sensitivities differed greatly, and it did not use voltage locking element. This paper gives the measure that different setting values were used in the different protection cell when failure protection was started, different setting values were used before and after bus gang switched off.

Key words: circuit breaker; failure; protection

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2008)23-0088-04

0 引言

目前, 高压电网中相间距离保护最后一段对本线路的灵敏度平均在 2 左右^[1], 而相邻线故障时的助增系数多在 2 以上, 所以绝大部分保护只能对相邻线路近端故障起后备作用; 接地保护的情况略好于相间保护, 但相邻线故障时, 其故障电流分支系数也小, 所以也有相当一部分线路, 尤其是短线路的接地保护, 不能对相邻线路或变压器故障起后备作用。所以装设线路断路器失灵保护是十分必要的。但是线路断路器失灵保护误动将使同一母线上相邻的各断路器全部跳开, 从而扩大事故停电面, 造成严重损失。本文分析了启动常规的线路断路器失灵保护的相电流元件存在躲负荷电流而不能保证在线路末端故障时有足够的灵敏度的问题; 线路断路器

由于分闸时间过长, 而失灵保护的瞬动闭锁重合闸, 从而不能发挥重合闸的功能的问题; 线路断路器失灵保护使用一套电压闭锁的定值而在线路末端和首端分别发生故障时灵敏度相差太大, 甚至不能使用电压闭锁元件的问题; 并提出了相应的解决方案。

1 线路断路器失灵保护存在的问题

线路断路器失灵保护由电压闭锁元件、保护动作与电流判别构成的启动回路、时间元件及跳闸出口回路组成。加装电流判别元件^[2]就是为了防止保护出口触点卡住不返回, 或者误碰、误通电等情况时造成断路器失灵保护误启动, 而规程^[3]中要求判别元件的动作时间和返回时间均不应大于 20 ms 是为了防止故障切除后失灵保护来不及返回而使停电范围扩大。

启动常规的断路器失灵保护都是采用能够快速复归的相电流元件作为断路器未断开的判别元件^[1,2]，但在实际整定过程中，由于要考虑系统运行方式以及母联开关跳开后线路末端故障时相电流元件仍应有足够的灵敏度（整定规程规定灵敏系数大于1.3），因此，其定值很难躲过正常运行的负荷电流，这就导致在线路正常运行时，电流判别元件一直处于动作状态，因而，并没有起到防止误动的把关作用。事实上，失灵保护在没有加装复合电压闭锁前，系统中会有传动保护时因忘记断开启动失灵的连线（开关失灵电流判别元件处于动作状态）等原因而造成失灵保护误动作的情况。如果正常运行时，失灵保护相电流判别元件不动作，则完全可以避免这些误动。

在中性点直接接地的电网中，接地故障占故障总次数的绝大多数，一般在90%以上^[4]，而且多为瞬时性故障，所以在220 kV及以上等级的线路上装有单重、三重、综合重合闸。在线路发生短路故障，线路保护将出口动作以切除故障，然而由于断路器分闸本身需要一定时限，在断路器分闸过程中，由于失灵保护的瞬时跟踪，会在断路器分闸过程中出口，这样，对于使用单重、三重、综合重合闸的断路器来说，将会导致重合闸闭锁^[5]。这样本是瞬时性故障，由于断路器分闸时间过长而又闭锁了重合闸，从而扩大了停电时间和停电范围。

在查阅到的装置说明书^[6-8]中失灵保护均采用同一套电压定值。实际上，不同的单元，接线方式不同，电压启动值也不同，有的单元具有较高的电压灵敏度，有的则具有较低的电压灵敏度，有的单元甚至要退出复合电压闭锁^[9]。在同一线路末端与首端保护安装出口处分别发生故障时电压量不同，例如发生不对称故障时母线PT所感受到的零序电压、负序电压前者要比后者低，而发生对称故障时相电压或线电压前者要比后者高。另外母联断开后相电压会更低，零序和负序电压也会降低。

2 问题分析及改进方案

2.1 问题分析

2.1.1 针对相电流定值整定的问题分析

仔细分析发现，相电流定值的整定受三个方面的影响：系统运行方式、母联开关跳开后线路末端故障时相电流元件仍应有足够的灵敏度、正常运行的负荷电流。

没有专门的信息来通知线路断路器失灵保护系统运行方式的改变，但系统方式改变后相应的正

常时的负荷电流会有变化，所以在失灵保护未启动时，可以利用失灵保护用的CT（因为失灵保护用的CT正常整定值比负荷电流大不了很多，所以可以满足精度要求）对负荷电流进行跟踪，及时调整相电流定值。

线路上发生故障，在图1中K1点处发生故障，而母联未断开时2DL未断开，这时通过失灵保护CT的短路电流肯定大于正常时的负荷电流。当线路断路器失灵保护跳开2DL后，由于另一母线上的电源不能再通过1DL对K1点供电，所以短路电流会减少，甚至低于正常负荷电流的值。针对这一情况，在失灵保护发出跳母联开关命令并经一延迟时间（躲过母联断路器跳闸时间），降低相电流的定值，而以躲母联跳开后网络的负荷电流和保证在线路末端故障时相电流元件仍应有足够的灵敏度来整定。

如果在采用正常时随负荷电流及时调整相电流定值和未断开母联时，相电流的整定值仍然不能满足在线路末端故障时有足够的灵敏度（整定规程规定为1.3），则可以用电流突变量启动元件对3个相电流元件从逻辑上进行闭锁^[1]，具体逻辑见图2。图中相电流元件包括A、B、C三相的相电流元件。这样，系统正常运行时，由于电流突变量启动元件不动作，开关失灵电流判别元件不会动作；当系统发生故障时，电流突变量启动元件动作后展宽一个时间（大于后备保护的时间，如：7 s）开放电流判别回路。电流突变量启动元件（由正序和负序电流组成）应能保证在本线路末端发生各种故障时有足够的灵敏度，能可靠启动。在开关断开后由相电流元件保证其不会动作，从而提高了系统正常运行时线路断路。

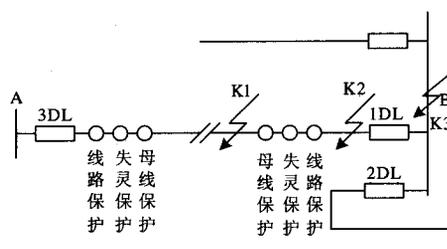


图1 线路断路器失灵保护主接线图

Fig.1 Main wiring graph of line breaker failure protection

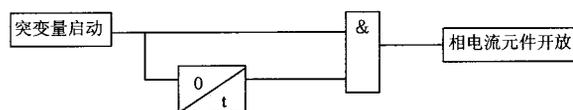


图2 电流突变量启动元件对相电流元件闭锁逻辑图

Fig.2 Logic diagram of current sudden-change starting element to phase current element blocking

2.1.2 针对线路断路器失灵保护瞬跳闭锁重合闸的问题分析

线路断路器失灵保护一般是瞬跳本断路器，经一小延时断开母联，再经一小延时断开联于本母线上的所有有源支路，或是经一小延时断开母联和联于本母线上的所有有源支路。瞬跳本断路器对防止由于保护误动情况下失灵保护的延时出口被启动，导致跳母联和整个母线和解决部分保护、控制回路失灵，最大限度的缩小故障范围有利。而重合闸对切除线路上瞬时性故障快速恢复供电有利^[5]。线路断路器失灵保护延时发出的跳闸命令说明系统已经承受了短路电流的冲击，不宜再次重合断路器。基于此，可将每个断路器的失灵保护瞬时跟跳出口和延时跳闸出口压板分开，具体逻辑见图3。



图3 线路断路器失灵保护延时发跳闸命令闭锁重合闸逻辑图

Fig.3 Logic diagram for line breaker failure protection to delay trip recloser locking

这样分相操作的断路器采用分相启动分相瞬跳跟跳出口直接接于断路器的跳闸回路，不闭锁重合闸。延时跳闸出口接于断路器的手跳回路，闭锁重合闸。

2.1.3 针对不同保护单元动作及母联断开前后电压闭锁元件灵敏度不同的问题分析

220 kV及以上等级的线路上通常配有双重的全线速动的主保护、三段接地和三段相间距离保护、三段或四段零序电流保护。接地和相间距离保护以及零序电流保护的一段通常保护范围只有70%~80%^[10]，所以在后备一段保护的范围内发生故障比在线路对末端发生故障时母线上PT所感受到的相电压、线电压要低，而零序电压或负序电压要高。在线路上发生故障时，如图1的K1处发生金属性故障，故障时的序网络分别如图4。

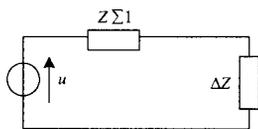


图4 故障时的序网络图

Fig.4 the series network chart in faults state

在图4中， U 是正序网络的等效电源， $Z_{\Sigma 1}$ 表示正序网络阻抗， ΔZ 是负序阻抗和零序阻抗的组合，

单相接地故障时为负序阻抗和零序阻抗的串联，相间接地故障时为负序阻抗和零序阻抗的并联，相间故障时仅为负序阻抗，三相短路时为零。假定断开母联前，两母线所带线路及线路容量一样，则在不考虑对端断路器同时失灵的情况下，母联断开后， U 将下降为原来的一半。由序网络可见，网络为线性网络，其他参数不变的情况下，负序电压和零序电压（如果存在的话）也将变为原来的一半，相电压也变为原来的一半。以相电压元件闭锁的失灵保护的电压闭锁元件将更加灵敏，而以零序电压或负序电压作为闭锁元件的灵敏度将会降低，甚至在跳母联后线路断路器失灵保护返回，而不能将故障切除。

2.2 改进方案

根据以上的分析，提出下述改进方案：

若按线路对末端故障时母线上的闭锁电压（相电压、负序电压和零序电压）能满足灵敏度的要求可直接按此整定，同时校核在母联断开后负序电压和零序电压作为闭锁元件能否满足灵敏度的要求；若后者不能满足要求，则需在发出跳母联开命令并经一延迟时间（躲过母联断路器跳闸时间和一定裕度），将负序电压和零序电压定值降为在母联断开后线路对末端故障时母线上的负序电压和零序电压来整定。若是前者不满足灵敏度要求，宜将线路后备保护一段发出的跳闸信息时闭锁电压按线路后备保护一段保护范围末端（如出线70~80%处）发生故障时整定；对由远方跳闸或非全相启动的失灵保护可不加电压闭锁元件；对线路主保护及除一段外的其他后备保护，可按电流突变量启动并延一段时间（大于后备保护的时间，如：7s）开放闭锁回路，且闭锁判据采用如式(1)。

$$\int_{t_1-\Delta t}^{t_1} |\Delta u| dt < u_{set} \quad (1)$$

式(1)中， t_1 为判别时刻， Δu 为相电压、负序电压或零序电压现时刻的数据减去正常运行时的电压值， Δt 为判断所需的时间间隔， u_{set} 为设定值，若原来在线路对末端故障时母线上的闭锁电压灵敏度越低， Δt 相对而言需长些， u_{set} 相对而言要小些。

3 结束语

线路断路器失灵保护拒动或误动都将带来严重的后果，本文针对线路断路器失灵保护存在的问题提出了相应的解决方案，能有效地提高线路发生短路故障时线路断路器失灵保护动作的可靠性，降低线路正常运行时在保护误动时线路断路器失灵保护的误动性。

参考文献

- [1] 续建国.断路器失灵保护有关问题的探讨[J].继电器, 2003, 31(11): 61-62.
XU Jian-guo Study on Some Problems of Breaker Failure Protection[J].Relay,2003, 31(11): 61-62.
- [2] 丁书文.断路器失灵保护若干问题分析[J].电力系统自动化,2006, 30 (3): 89-91.
DING Shu-wen. Analysis on Some Problems of Breaker Failure Protection[J]. Automation of Electric Power Systems,2006, 30(3):89-91.
- [3] GB/T 14285—2006,继电保护和安全自动装置技术规程 [S].
GB/T 14285—2006Technical code for Relaying Protection and Security Automatic Equipment[S].
- [4] 王梅义.高压电网继电保护运行与设计[M].北京: 中国电力出版社, 1995.
WANG Mei-yi.High Voltage Power Network Relay Protection Operation and Design[M]. Beijing: China Electric Power Press 1995.
- [5] 内桥接线方式中断路器失灵保护的探讨[J].贵州电力技术,2003, 10: 4-5.
Analysis of Internal-Bridge Connected Breaker Failure Protection[J]. Guizhou Electric Power Technology, 2003, 10: 4-5.
- [6] CSC-150 数字式母线保护装置说明书.北京四方继电保护自动化股份有限公司.2006.04: 27
CSC-150 Digital Bus Protection instruction Beijing sifang automation Co., Ltd. 2006.04: 27
- [7] SG B750 系列数字式母线保护装置技术说明书.V1.0 国电南京自动化股份有限公司.2004, 6: 14.
SG B750 series Digital Bus Protection technical specification instruction V1.0.Guodian nanjing automation Co., Ltd. 2004, 6: 14.
- [8] RCS-915AB 微机母线保护装置技术说明书.南瑞继电电气有限公司,2004, 6: 17.
RCS-915AB type Micro-computer Bus Protector technical specification.Nanjing Nari-Relays Electric Co., Ltd., 2004, 6: 17.
- [9] 鲁文军.WSL-100微机型断路器失灵保护装置的研制[J]. 电力系统自动化,2004, 28(12): 95-97.
LU Wen-jun.WSL-100 type Micro-computer Breaker Failure Protection's Development[J].Automation of Electric Power Systems,2004, 28 (12): 95-97.
- [10] 王梅义.高压电网继电保护运行与设计[M].北京: 中国电力出版社.
WANG Mei-yi. High Voltage Power Network Relay Protection Operation and Design[M]. Beijing: China Electric Power Press.

收稿日期: 2008-09-01; 修回日期: 2008-10-13

作者简介:

宋友文(1980-), 男, 本科, 助理工程师, 从事电力设备管理工作。 E-mail: onkw2000@yahoo.com.cn

(上接第 80 页 continued from page 80)

- XIE Yue-jiang. Programming of PC/104-CAN Driver under VxWorks[J]. Microcontrollers & Embedded Systems,2003 (7): 25-27.
- [7] Wind River. VxWorks 网络程序员指南[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.

收稿日期: 2008-06-30; 修回日期: 2008-09-05

作者简介:

陈连玉(1971-), 男, 硕士, 讲师, 主要研究方向是嵌入式系统、随动控制。E-mail: chenly4254@sina.com

李会榜(1965-), 男, 工程师, 主要从事电力系统运行调度工作;

侯元文(1973-), 男, 工程师, 从事电力系统继电保护管理和整定计算工作。

(上接第 87 页 continued from page 87)

- Instruction of PST1200 Series Digital Transformer Protection Equipment[Z]. State Grid Nanjing Automation.
- [3] 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.
Jiangsu Electric Power Corporation. Principle and Application of Electric Power System Relay Protection[M].Beijing:China Electric Power Press.

收稿日期: 2008-04-30; 修回日期: 2008-05-23

作者简介:

刘志远(1970-), 男, 高级工程师, 从事继电保护管理工作; E-mail: liuzhiyuang@nx.sgcc.com.cn

李玉芳(1969-), 女, 高级工程师, 从事继电保护管理工作。