

110 kV 系统优化后备保护的研究

牛 静¹, 何进进²

(1. 贵州电网有限责任公司电力调度控制中心, 贵州 贵阳 550002;

2. 贵阳市建筑设计院有限公司, 贵州 贵阳 550002)

摘要: 继电保护的配置、选型与整定, 应遵循“强化主保护、简化后备保护”的原则。随着电网建设加快, 地区电网的规模日益扩大, 现有的线路保护配置和整定原则难以适应目前工程建设的速度和运行方式的变化, 还带来定值管理和执行难的问题。本文提出了110 kV线路保护简化配置和整定方案, 充分考虑保护配置情况、系统的运行要求和设备的安全需求, 通过强化主保护即配置双重化光纤电流差动保护, 从而达到简化后备保护的目即取消保护装置交流电压回路, 取消距离保护功能、方向元件, 以不带方向的两段或三段式零序过流保护和相间过流保护构成线路后备保护, 有效地减轻了工作量并精简二次回路, 提高整定计算的工作效率, 对运行方式的安排也提高了灵活性。

关键词: 后备保护; 简化; 整定计算

文章编号: 2096-4633(2018)01-0048-04 **中图分类号:** TM77 **文献标志码:** B

电力系统继电保护一直遵循主保护加后备保护的配置模式。后备保护是主保护或断路器拒动时, 用来切除故障的保护。

在电网规模和供电范围越来越大的情况下, 电网运行方式调整频繁, 当电网运行方式发生改变时, 需要对后备保护定值进行校核调整, 现行后备保护配合方案对运行方式调整适应能力较弱, 很大程度上制约着电网方式的调整。后备保护配合实行严格逐级配合, 因此对电网变化的适应能力很弱, 往往一个基建枢纽工程的投产, 会影响周边很大范围内的后备保护定值的调整, 使整定计算工作量大大增加^[1]。

针对这一长期困扰电力系统的保证供电可靠性与保证电网安全运行之间的矛盾, 有必要研究一套完整的、新的快速后备保护体系, 使其既能满足供电可靠性要求, 又能满足电网安全运行要求。本文提出了一种新的后备保护方案, 改进传统的保护配置模式, 提高电网的安全可靠水平。

1 简化后备保护配置和整定计算的必要性和可行性^[2]

1.1 必要性

随着电网建设加快, 地区电网的规模日益扩大, 现有的线路保护配置和整定原则难以适应目前工程建设的速度和运行方式的变化, 给电网继电保护带

来了几个明显问题:

(1) 后备保护定值性能差。由于后备保护的定值受运行方式影响巨大, 严格按照规程进行整定配合, 一方面会导致失配保护的数量巨大, 造成了大量后备保护处于无选择性运行状态, 很大程度上丧失了后备保护整定配合计算的意义; 另一方面, 能够配合的保护定值又面临着动作时间很长的问题。

(2) 定值调整范围大, 执行跟不上定值变化。电网结构变化后要重新计算取得新定值, 形成定值单。定值单经审核下发后必须在一定的现场条件下才能执行, 由于后备保护定值调整范围很大, 经常会出现同一批下发的定值单有些在几天内执行, 而另一些在几个月后才执行的情况。更为严重的是, 由于工程建设频率的加快, 使得上一批的定值调整还未完成, 新的定值单又已下发, 这不但给定值管理带来了极大的困难, 运行上也存在很大的风险, 计算中能够配合的保护, 在实际运行中却处于失配状态。

(3) 整定和管理人员不堪重负。由于后备保护配合实行严格的逐级配合原则, 因此对电网变化的适应能力弱, 往往一个基建枢纽工程的投产, 会影响周边很大范围内的后备保护定值的调整。随着电网规模的不断发展扩大, 复杂的电网、复杂的整定原则令整定计算十分困难, 后备保护间的配合越来越难以实现。既要保证后备保护的灵敏度, 又要使保护范围不超过相邻线路的后备保护范围, 在两者的矛

盾中不停地权衡取舍。整定计算工作花去绝大部分的时间和人力在不断调整、校核后备保护定值。

1.2 可行性

目前几乎所有主网线路均实现了微机保护装置的双重化配置,两套主保护同时拒动的情况极少发生,而且目前主保护的投运率也很高,因此后备保护的作用更多的体现在特殊情况下两套主保护退出的情况下,通过降低后备距离保护的时间来确保快速地切除故障,以及在目前高阻接地故障时依靠零序保护来切除故障。

所以对于后备保护可以进行适当的简化,由于保护计算人员从繁重的后备保护整定工作中解脱出来,投入更多精力在掌握保护装置的原理和试验方面,还在一定程度上强化了更为重要的运行管理工作,对保护的正常运行和正确动作方面有一定的促进作用,简化后的运行效果可能会更好。

2 110 kV 系统后备保护简化配置和整定方案

2.1 110 kV 线路保护的一般配置

地区电网 110 kV 线路一般配置一套完整、独立的阶段式保护,包括三段相间和接地距离保护、两段 TV 断线过流保护和四段零序方向过流保护,采用远后备方式。

2.2 110 kV 简化保护配置

(1)为保证全线速动主保护的可靠性,保护装置配置了光纤电流差动保护。

(2)取消距离保护功能和方向零序过流保护中的方向判别功能,改为不带方向的两段或三段式零序过流保护和相间过流保护构成线路后备保护,并单独配置 CPU 模块完成该后备保护功能。后备保护在整定配合时,可以选择与下一级线路后备保护或本站主变后备保护的最大时限来配合。

(3)单独配置 CPU 模块,针对辐射性终端线路可配置非同期的三相一次重合闸及重合闸后加速,部分装置取消了电压回路,简化保护装置结构。

2.3 110 kV 简化保护弱馈侧启动方式

针对线路两侧一端为大电源端,一侧为弱电源端(或者无电源端,终端)的情况,在线路上发生三相故障时弱电电源侧可能由于无法启动,造成保护拒动。为解决这一问题,纵联保护一般在弱电源端投入弱馈保护,弱馈保护增加了辅助电压启动元件

来保证线路故障时可靠启动。但优化保护后由于取消了电压元件,对于光纤电流差动保护中弱馈侧如何启动的问题需单独研究。

(1)弱电源侧差动保护的启动一般需满足以下条件:

(a)投入弱馈功能;

(b)收到对侧信号;

(c)至少有一相或相间电压低于 50% U_n (此百分比,不同的保护装置会略有不同)。

(2)优化保护后由于取消了电压回路,两侧的差动保护可采取以下措施:

(a)强电源侧保护通过控制字选择“差动保护不受对侧启动元件闭锁”功能,则强电侧保护可不受对侧启动元件闭锁,能快速跳闸;

(b)由于无电压量,弱电源侧可以根据对侧(强电源侧)的开关位置及差动动作来进行跟跳把本侧开关跳开。

2.4 简化整定方案^[3-4]

2.4.1 零序电流保护的整定方案

零序电流保护是简单而有效的接地保护方式,其灵敏度高,受过渡电阻的影响较小,结构与工作原理简单,因此优化后备保护后仍然保留其作为接地故障的后备保护。但是,零序电流受变压器接地方式、运行方式及分支系数影响较大,特别是平行线间的零序互感,会引起零序方向电流保护的保护区伸长、甚至反方向误动等。

(1)取消零序 I 段^[5-6]。目前地区电网 110 kV 线路参数的实测率很低,增加了零序保护计算的不确定因素。零序 I 段保护是瞬时动作的,这些不确定因素可能会导致零序 I 段的误动。为了防止误动,可采用增大可靠系数的办法,但如果可靠系数取得过高,零序 I 段在出口故障也无灵敏度,对全线无保护范围。特别是配置了双光差保护的线路,由于纵联保护对于区内各种类型的故障均能正确反映,因此取消零序 I 段保护对系统保护的整体性能没有影响。而且杜绝了因零序参数误差过大引起的零序 I 段误动,特殊运行方式下不需考虑零序 I 段越级的风险,基建项目投运过程中,减少了大量改定值的压力。

(2)提高零序 II、III 段保护的灵敏度。零序电流 II 段、III 段的定值一般按对本线路末端接地故障有不小于规定的灵敏度整定,同时与相邻线路零序

电流Ⅱ段、Ⅲ段进行配合,并与上一级变压器中压侧零序保护配合。动作时间按与相邻线路相间电流Ⅰ段或Ⅱ段配合关系整定,同时考虑上级定值限额。分支系数 K_f 的选择应通过常见各种运行方式的比较,选取其最大值。动作时间则按与相邻线路零序电流Ⅱ段或Ⅲ段的配合关系整定。110 kV 零序电流保护对本线路末端接地故障的灵敏系数应满足如下要求:

- ①20 km 以下线路,不小于 1.5;
- ②20 km - 50 km 线路,不小于 1.4;
- ③50 km 以上线路,不小于 1.3。

取消了零序Ⅰ段后,通过将零序Ⅱ、Ⅲ段的灵敏度在灵敏度要求的基础上适当提高,并校核其应躲过线末变压器其他侧故障最大不平衡电流,能尽量减少运行方式变化时定值的更改。甚至还可以只保留一个取较高灵敏度的灵敏度段以达到更优化保护的目的。

终端线路零序电流保全线有灵敏度段的时间若为了有利于多级串供线路逐级配合时,取 0 s,当所供变压器故障时线路保护的无选择性动作由重合闸来补救。

(3)优化零序Ⅳ段的计算^[7]。零序Ⅳ段为高阻接地段,即要求在高阻接地故障发生时仍然有灵敏度,按一次值不大于 300 A 整定。采取不完全配合的方法对零序Ⅳ段的计算进行了优化,所谓不完全配合是指需要配合的上下级保护在动作时间上能配合,但保护范围无法配合。也就是如果零序Ⅲ段大于 300 A,零序Ⅳ段电流定值直接取 300 A,时间与相邻线路的零序Ⅳ段配;如果零序Ⅲ段不大于 300 A,零序Ⅳ段的电流定值可以和零序Ⅲ段一致,也可以取实际计算的值比零序Ⅲ段小即可,时间与相邻线路的零序Ⅳ段配,这种计算方法节省了大量的零序Ⅳ段电流定值的配合计算时间。

2.4.2 相间电流保护的整定方案^[8-10]

相间电流保护是简单而有效的相间故障保护方式,其灵敏度高,当线路配置有全线速动保护时,相间电流保护作为终端线路的后备保护简单有效^[11-13]。

(1)取消电流Ⅰ段。相间电流保护一般为三段式,优化保护后将相间电流Ⅰ段取消,由于电流Ⅰ段受运行方式变化影响较大且为瞬时动作,保护范围不稳定,取消后,不用考虑越级问题,也不会影响电

网的保护性能。

(2)提高电流Ⅱ段保护的灵敏度。相间电流Ⅱ段定值一般按对本线路末端故障有不小于规定的灵敏度且躲变压器中低压侧整定,同时校核与上一级变压器中压侧相间电流保护的是否配合,动作时间按与相邻线路相间电流Ⅰ段或Ⅱ段配合关系整定,同时考虑上级定值限额。取消了电流Ⅰ段后,通过将电流Ⅱ段的灵敏度在灵敏度要求的基础上适当提高,能尽量减少运行方式变化时定值的更改。

(3)优化电流Ⅲ段的计算。电流Ⅲ段为相间电流保护的最末段,定值按躲最大负荷电流整定。我们也采取不完全配合的方法优化电流Ⅲ段的计算,动作时间按与相邻线路相间电流Ⅲ段或本线路所供变压器后备保护配合关系整定,保证上下级保护在动作时间上能配合,不考虑保护范围的配合^[14-16]。

2.4.3 自动重合闸的整定方案

(1)重合闸方式:由于取消了电压回路,对于单侧电源线路选用非同期重合闸方式。

(2)重合闸时间:对于优化保护来说,因为线路装设了纵联保护,此时线路发生故障时两侧保护基本上同时发出跳闸命令,因此不必考虑对侧动作时间因素,其重合闸时间整定同单侧电源线路,一般取大于 0.5 s。

3 结论

通过强化主保护即配置双重化光纤电流差动保护,从而达到优化后备保护的目的,即取消保护装置交流电压回路,取消距离保护功能、方向元件,以不带方向的两段或三段式零序过流保护和相间过流保护或配置反时限电流保护构成线路后备保护;配置非同期方式三相一次重合闸;同时修正和优化后备保护的整定原则以满足无方向阶段电流保护。选择了 110 kV 单辐射线路或直馈线路进行试点,有效地减轻继电保护维护的工作难度和工作量并精简二次回路,提高保护整定计算的工作效率,对运行方式的安排也提高了灵活性。

参考文献:

- [1] 董永德. 湖北电网继电保护改进与发展[J]. 湖北电力, 2002, 26(4): 40-42.
DONG Yongde. Modification and development of relay protection in hubei power system[J]. Hubei electric power, 2002, 26(4): 40-42.

- [2] 崔家佩等. 电力系统继电保护与安全自动装置整定计算[M]. 北京:水利电力出版社,1993.
- [3] 吕继绍. 国家能源局. 电力系统继电保护设计技术规范:DL/T-5506-2015[S]. 北京:中国计划出版社. 2015.
- [4] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫局、中华人民共和国国家标准管理委员会. 继电保护和安全自动装置技术规程:GB/T-14285-2006[S]. 北京:中国标准出版社,2006:8.
- [5] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 电网继电保护装置运行整定规程:DL/T 559-2007 220~750 kV[S]. 北京:中国电力出版社,2007:8.
- [6] 王梅义. 高压电网继电保护运行技术[M]. 北京:电力工业出版社,1981.
- [7] 毛锦庆,屠黎明,邹卫华,聂娟红. 从加强主保护简化后备保护论变压器微机型继电保护装置[J]. 电力系统自动化,2005,29(18):1-6.
MAO Jinqing, TU Liming, ZOU Weihua, et al. Discussion on the digital transformer protection from the standpoint of strengthening main protection and simplifying backup protection[J]. Automation of Electric Power Systems,2005,29(18):1-6.
- [8] 常风然,张洪. 继电保护双重化配置的探讨[J]. 华北电力技术,2005(7):42-45.
CHANG Fengran, ZHANG Hong. Research on double configuration of relay protection[J]. North China Electric Power,2005(7):42-45.
- [9] 熊小伏,周家启,赵霞,杨运国. 快速后备保护研究. 电力系统自动化[J],2003,27(11):45-47.
XIONG Xiaofu, ZHOU Jiaqi, ZHAO Xia, YANG Yunguo. Research on fast operating back up protection[J]. Automation of Electric Power Systems,2003,27(11):45-47.
- [10] 张宇辉. 电力系统微型计算机继电保护[M]. 北京:中国电力出版社,2000.
- [11] 王梅义. 吴竟昌,蒙定中. 大电网技术[M]. 北京:水利电力出版社,1991.
- [12] 陈德树. 张哲,尹项根. 微机继电保护[M]. 北京:中国电力出版社,2000.
- [13] 朱声石. 高压电网继电保护原理与技术[M]. 北京:水利电力出版社,1983.
- [14] 汪萍. 220 kV 线路保护整定计算的简化实践[J]. 华东电力,2004,32(9):60-62.
WANG Ping. Optimization of the 220 kV line protection calculation[J]. East China power,2004,32(9):60-62.
- [15] 李生虎. 线路距离Ⅲ段保护动作裕度的节点功率控制算法[J]. 电力系统自动化,2006,30(16):27-31,80.
LI Shenghu. Power injection control to operation margin of zone 3 impedance relay on transmission lines[J]. Automation of Electric Power Systems,2006,30(16):27-31,80.
- [16] 蔡燕春,张少凡,杨咏梅,等. 20kV 环网继电保护整定与运行分析[J]. 广东电力,2016,29(2):64-69. CAI Yanchun, ZHANG Shaofan, YANG Yongmei, et al. Analysis on relay protection setting and operation of 20 kV loop network[J]. Guangdong Electric Power,2016,29(2):64-69.

收稿日期:2017-11-27

作者简介:



牛 静(1984),女,硕士,工程师。主要从事电力系统继电保护相关工作。

(本文责任编辑:范 斌)

Research on optimizing backup protection of 110 kV system

NIU Jing¹, HE JinJin²

(1. Electric Power Dispatching and Control Center of Guizhou Power Grid Co., Ltd., Guiyang 550002 Guizhou, China;

2. Guiyang Architectural Design Institute Co. Ltd., Guiyang 550002 Guizhou, China)

Abstract: Configuration, selection and setting of the relay protection should follow the principle of enhancing primary protection and simplifying back-up protection. With speed up power grid construction, increasing the scale of district power grid, the existing line protection configuration and setting principle is difficult to adapt to the current engineering construction speed and the change of operation mode, the difficulty of setting value management and execution. In this paper, the simplified configuration and setting scheme of 110 kV line protection are put forward, and the protection configuration, operating requirements of the system and the safety requirements of the equipment are fully considered, through strengthen the main protection configuration dual optical fiber current differential protection, so as to achieve the purpose of simplify backup protection is cancelled, the AC voltage circuit to cancel the distance protection function, direction element, with two or three without direction and zero sequence over current protection and over current protection circuit backup protection, effectively reduce the workload and reduce the secondary loop, improve the work efficiency of setting calculation, arrangements for operation mode also improves flexibility.

Key words: back-up protection; simplifying; setting calculation