

变压器限时速断保护的加装和整定分析

王义平, 向辉, 张明昭

(湖北省电力公司荆门供电公司, 湖北 荆门 448000)

摘要: 阐述了110 kV变压器中低压侧加装限时速断保护的必要性, 并以实例进行保护定值整定分析, 提出了加装限时速断保护后出线保护定值整定优化原则, 对地区电网变压器保护的配置和整定有很强的参考价值。

关键词: 变压器; 限时速断; 加装; 整定分析

Installation and setting analysis of time-limited quick-break protection for transformer

WANG Yi-ping, XIANG Hui, ZHANG Ming-zhao

(Jingmen Power Supply Company, Hubei Electric Power Company, Jingmen 448000, China)

Abstract: This paper elaborates the necessity to install time-limited quick-break protection in low-pressure side of the 110 kV transformer, illustrates the setting analysis of protection setting value, and provides the optimal principle. It is a reference for the configuration and setting of transformer protection in local electric network.

Key words: transformer; limiting time quick-acting relay; addition; setting analysis

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)09-0126-03

0 引言

电力变压器是电力网的核心设备之一, 它对电力系统的安全稳定运行有着重大的作用和影响。在实际运行中, 由于变压器出口短路故障的冲击, 往往会造成变压器内部匝间故障而引起事故扩大。2008年4月, 某110 kV变电站35 kV侧母线故障, #1主变中压侧后备保护延时2 s切除故障, #1主变承受冲击电流后转换为主变内部匝间故障, 最终主变差动保护和瓦斯保护动作跳开#1变。事故后, 该变压器内部严重损坏, 不得不返厂维修, 事故的扩大造成严重的损失。如何才能避免类似事故再次发生, 减少故障带来的损失? 从保护配置角度, 建议加装变压器中低压侧限时速断保护, 并合理进行定值整定。

1 某110 kV变电站主变保护配置及原定值情况介绍

该110 kV变电站的基本情况: 两台主变, 容量分别为31.5 MVA和20 MVA。主变后备保护配置南京恒星DPT系列保护, 该保护为三段过流保护, 可经本侧复合电压闭锁。

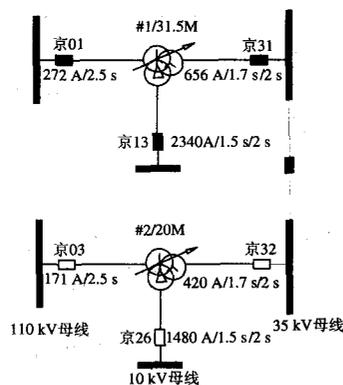


图1 110 kV变电站一次接线图

Fig.1 Line connection graphics of 110kV substation

正常运行方式: #1主变运行, #2主变热备用, 京31开关和京13开关分别供35 kV母线和10 kV母线。

主变后备保护定值情况:

#1主变高后备272 A/2.5 s跳#1主变三侧开关, 中后备656 A/1.7 s跳35 kV分段开关, 2 s跳#1主变35 kV侧开关, 低后备2340 A/1.5 s跳10 kV分段开关, 2 s跳#1主变10 kV侧开关;

#2主变高后备171 A/2.5 s跳#2主变三侧开关, 中后备420 A/1.7 s跳35 kV分段开关, 2 s跳#2主

变 35 kV 侧开关, 低后备 2 340 A/1.5 s 跳 10 kV 分段开关, 2 s 跳#2 主变 10 kV 侧开关;

高后备过电流保护的整定原则是与负荷侧过电流保护定值配合同躲过本台变最大额定电流整定, 经本侧复合电压闭锁; 中后备过电流保护的电流定值按躲过本台主变额定负荷电流整定, 时间与 35 kV 出线保护最长动作时间配合, 经本侧复合电压闭锁; 低后备过电流保护的电流定值按躲过本台主变额定负荷电流整定, 时间与 10 kV 出线保护最长动作时间配合, 经本侧复合电压闭锁。

在该变电站中, 主变中后备过流保护跳分段开关时间为 1.7 s, 跳本侧开关时间为 2 s, 时间配合级差分别为 0.2 s 和 0.3 s, 考虑到保护配置均为南京恒星的微机保护, 时间级差可以缩短到 0.2~0.3 s。

2 存在的问题及解决方案

该变电站中低压侧母线均没有配置专门的母线保护, 在母线上发生故障时必须由变压器中低压侧后备保护动作切除故障, 受整定配合的影响, 直到延时 2 s 左右才能切除故障。主变高压侧后备保护作为保护变压器安全的最后一级跳闸保护, 同时兼作其他侧母线及出线故障的后备保护, 一般整定的时间都 ≥ 2.5 s。在中低压侧母线上发生故障或出线故障而出线开关拒动时, 都需要后备保护在 2 s 左右切除故障。在变压器近距离差动范围外发生故障, 变压器都会承受近 2 s 左右的短路电流, 这样往往会导致部分变压器内部损坏, 造成更大的损失。

《国家电网公司十八项电网重大反事故措施》继电保护专业重点实施要求中对中低压侧母线无专门母线保护这个问题的解决办法是: 在变压器的低压侧设置取自不同电流回路的两套电流保护。但这样只能解决可靠性, 不能实现保护的速动性, 而且现场从 CT 绕组配置到保护装置选型都无法满足要求。最简单最有效的措施就是在中低压侧加装限时速断保护, 其电流元件按该侧母线相间故障有 1.3~1.5 的灵敏度整定, 同时与出线限时速断配合, 动作时间与出线速断保护配合, 一般取 0.3~0.6 s 跳分段开关, 0.6~1 s 跳变压器本侧开关。如果不能实现两个时限出口, 可以整定为 0.6 s 跳变压器本侧开关。

3 加装限时速断保护后定值整定分析

长期以来, 由于变压器中低压侧限时速断保护不好整定, 特别是不好与下一级配合整定, 很多设计院在设计中都不配置限时速断保护, 仅仅配置复合电压过流保护。在如今微机保护逐步取代常规电

磁型保护后, 主变后备保护都是多段过流, 在满足复压过流的前提下可以很简单的实现限时速断功能。限时速断保护本身功能比较简单, 能否作为母线的快速保护并且保证保护性能, 主要需要解决的问题是如何整定计算。下面就以文章前面所提到的 110 kV 变电站为例从限时速断的整定、出线保护构成和整定及上下级配合等问题进行详细分析。

该变电站 35 kV 母线三相短路最大电流为 5 632 A, 两相短路最小电流 1 577 A; 10 kV 母线三相短路最大电流 12 470 A, 两相短路最小电流 3 841 A; 35 kV 出线速断电流原定值最大值 4 000 A, 过流最大值 420 A/1.5 s。

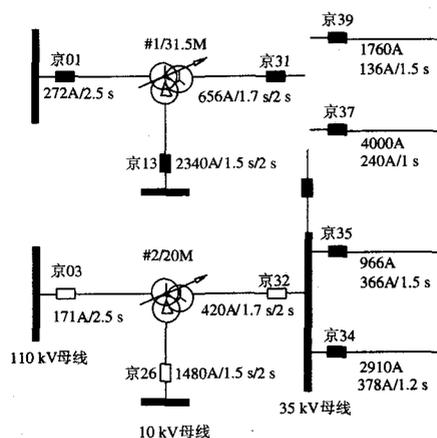


图 2 110 kV 变电站保护定值配合图

Fig.2 Protection setting coordination chart of 110kV substation

3.1 变压器中低压侧限时速断保护的整定计算

根据主变后备保护配置情况, 三段式过流已经用两段, 剩下一段用作限时速断, 延时 0.6 s 出口跳本侧开关。

中压侧限时速断电流按母线故障有 1.3 的灵敏度整定:

$$I_{dzm} \leq \frac{I_{dmin}}{K_{lm}} = \frac{1577}{1.3} = 1213 \text{ A}, \text{ 出线速断保}$$

护限制值 1 100 A。

如果 35 kV 出线保护速断保护定值不调整, 与出线速断保护配合整定(最大值为 4 000 A):

$$I_{dzm} \geq K_k \times I_{sd} = 1.1 \times 4000 = 4400 \text{ A}$$

很显然, 不调整 35 kV 出线速断保护定值, 中压侧限时速断按配合值整定时不能满足母线故障灵敏度, 所以必须对 35 kV 出线速断保护提出限制值, 将失配点下移或者优化出线保护整定原则。

低压侧限时速断电流按母线故障有 1.3 的灵敏度整定:

$$I_{dzl} = \frac{I_{dmin}}{K_{lm}} = \frac{3841}{1.3} = 2955 \text{ A}, \text{ 出线速断保护}$$

限制值 2 686 A。

3.2 中低压侧出线保护的优化整定计算

3.2.1 35 kV 线路保护定值整定优化

对于 35 kV 线路保护原定值, 对全线有灵敏度的过流保护时间均大于 1 s, 而速断保护对本线路末端故障是没有灵敏度, 在大多情况下保护范围非常小。在线路远端发生故障时, 保护 1 s 之后才切除故障, 容易使变电站内主变压器长期承受短路电流而带来安全隐患。当然造成过流时间长的原因是上下级配合的影响, 但是作为 35 kV 线路的主保护, 可以考虑充分利用微机保护的优势, 出线启动三段电流保护。

过流 I 段作为主保护实现瞬时电流闭锁电压速断功能, 其整定原则根据具体情况参考整定规程进行整定。为使保护范围增大, 应尽可能使电流元件和电压元件在正常运行下, 其保护范围相同来整定。

过流 II 段作为主变限时速断配合段实现短延时电流速断保护, 电流值按照主变中压侧速断限制值来整定, 保护延时取 0~0.3 s。这一段保护的加用, 是加用变压器中压侧限时速断保护后发挥优势效果的关键所在。特别是对于运行方式变化较大的站所, 速断限制值在大方式保护范围可能延伸到线路末端, 要求下一级出线保护还与之配合。加延时 0.3 s 可以与主变中压侧限时速断 0.6 s 配合, 防止过流 I 段的电压元件在线路末端故障时不能有效开放, 而导致在线路末端故障时主变限时速断保护越级跳闸。如果电流值能躲过本线路末端最大三相短路电流, 延时可以取 0 s。

过流 III 段作为主保护又兼作后备保护, 整定值应躲过最大负荷电流和负荷自启动电流, 同时与相邻元件保护配合。灵敏度按本线路末端最小短路电流校核, 要求灵敏度 ≥ 1.5, 对相邻元件后备灵敏度要求 ≥ 1.2。

3.2.2 10 kV 线路保护定值整定优化

10 kV 线路保护一般配置电流速断和过电流保护, 对线路末端故障有足够灵敏度的过电流保护一般时间整定为 0.5 s, 能够满足快速切除故障的要求。加装主变低压侧限时速断保护后, 必须校核速断定值是否满足 10 kV 出线限制值要求, 不能满足要求的一律按限制值整定, 出现非选择性动作时靠重合闸来纠正, 下一级有开关站的可以考虑电流速

断保护延时 0.2 s 出口。

本文省略各出线保护具体计算过程, 图 3 是举例的 110 kV 变电站整定优化后的定值配合图(以 35 kV 出线为例):

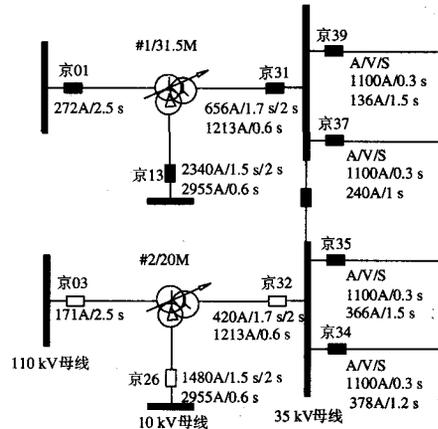


图 3 优化后 110 kV 变电站保护定值配合图

Fig.3 Protection setting coordination chart of 110 kV substation after optimization

其中 35 kV 出线电流 I 段整定根据电网结构和负荷实际情况按上述原则整定, 这里不详细计算。

4 结论

随着电网规模和短路容量的不断增大, 电网和电气设备的安全性、稳定性尤为重要, 因此, 主变压器加装限时速断保护的必要性越来越强烈。按上述原则进行整定变压器中低压侧限时速断保护, 已经在本地区很多变电站加用, 从近几年发生的故障统计来看, 母线上发生短路故障还是有一定几率, 限时速断保护在关键时候均发挥了作用, 在 1 s 以内将故障切除, 减小了故障电流对变压器的冲击, 大大提高了电网尤其是变压器运行的安全性和可靠性。

变压器限时速断保护的加装简单, 如果是微机保护很容易实现, 直接启用; 如果是电磁型保护, 需要现场加装若干继电器。文献[2]中对速断保护提出按额定电流进行整定, 对于低压线路额定电流不容易掌握, 现场实际变化较大, 如果选择裕度过大, 灵敏度通常难以保证。本文介绍了变压器限时速断保护的定值整定原则, 特别指出了加用限时速断保护后出线保护定值必须相应调整和优化, 并给出了建议性的整定原则, 这些措施值得地区电网变压器保护配置和定值整定借鉴。

(下转第 134 页 continued on page 134)

得低压配电系统的监控和保护更加灵活,可实现传统低压供配电系统难以实现的功能(如负荷优先级自动排队、自动合闸、多次自动重合闸、系统联动、准确限制用电负荷等),同时,该系统也为后台管理提供了数据基础,可通过后台对系统的有功、无功的用电量,电压、电流等各种运行数据进行管理,进而实现通过局域网或英特网进行远程监控、远程管理的目的^[11]。

基于 CC-Link / LT 总线技术的低压配电系统为提高低压供配电系统的可控性、可靠性和快速响应提供了可借鉴的解决方案。随着社会的发展,对低压配电系统的供电质量要求不断提高,因此基于 CC-Link / LT 总线技术的低压配电监控系统必将有着广泛的应用前景。

参考文献

[1] 袁季修.电力系统安全稳定控制[M].北京:中国电力出版社,1996.1-6.
YUAN Ji-xiu. Power System Security and Stability Control.[M] Beijing: China Electric Power Press,1996.1-6.

[2] 韩广辉.基金会现场总线(FF)中的资源块[J].测控技术, 2000,10 (1) :31-33.
HAN Guang-hui. Fieldbus Foundation (FF) in the Block of Resources[J]. Monitoring and Control Technology, 2000,10 (1) :31-33.

[3] 张峰.电力负荷管理技术[M].北京:中国电力出版社,2005.44-46.
ZHANG Feng. Electric Load Management Technology[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2005.44-46.

[4] CC-Link 协会日本: <http://www.cc-link.org>[EB/OL].
CC-Link Association Japan: <http://www.cc-link.org>[EB/OL].

[5] CC-Link 协会.开放式现场总线 CC-Link 技术说明[J].CC-Link 中国通讯, 2005, 9.
Open CC-Link Fieldbus Technology Specification[J]. CC-Link Communications China, 2005,9.

[6] 三菱自动化(上海)有限公司网 [EB/OL].

<http://www.mitsubishielectric-automation.cn>.
Mitsubishi Automation (Shanghai) Co., Ltd.[EB/OL].
<http://www.mitsubishielectric-automation.cn>

[7] FX_{2N}-16CCL CC-Link 系统主站模块 FX_{2N}-16CCL CC-Link 接口模块用户手册[Z].上海:三菱电机自动化(上海)有限公司, 2006.
FX2N-16CCL CC-Link System. the Main Station Modules FX2N-16CCL CC-Link Interface Module User Manuals[J]. Shanghai: Mitsubishi Electric Automation (Shanghai) Co., Ltd, 2006.

[8] 张琳.工业自动化系统现场总线技术的现状与展望 [EB/OL]. <http://www.cameta.org.cn>
ZHANG Lin. Industrial Automation Systems Fieldbus Technology Status and Prospects.[EB/OL].
<http://www.cameta.org.cn>, Fieldbus Column.

[9] FX_{3U}.FX_{3UC} 系列微型可编程控制器编程手册[Z].上海:三菱电机自动化(上海)有限公司,2006.
FX3UC Mini-series PLC Programming Manuals[Z]. Shanghai: Mitsubishi Electric Automation (Shanghai) Co., Ltd, 2006.

[10] 赵文光,等.低压配电监控系统的设计[M]. 电气应用(现电工技术杂志),2003,(6):47-49.
ZHAO Wen-guang, et al .Low-voltage Power Distribution Monitoring and Control System Design[M]. Electrical Applications,2003,(6):47-49.

[11] 阳宪惠.现场总线技术及其应用[M].北京:清华大学出版社出版社, 2004: 411-412.
YANG Xian-hui. Fieldbus Technology and Its Applications[M]. Beijing: Tsinghua University Press ,2004.411-412.

收稿日期: 2008-12-03; 修回日期: 2009-03-09
作者简介:

张迎辉(1960-),男,硕士,副教授,主要研究方向为电力系统自动化; E-mail:yhzhang@oa.szpt.net
邓松(1973-),男,工程师,主要研究方向为电力系统自动化;
陈素芳(1965-),女,硕士,高级工程师,主要研究方向为电力系统调度自动化及智能控制。

(上接第 128 页 continued from page 128)

参考文献

[1] DL/T 684-1999,大型发电机变压器继电保护整定计算导则[S].
DL/T 684-1999,Guide of Calculating Settings of Relay Protection for Large Generator and Transformer[S].

[2] 王强.从产生火烧连营事故谈电网继电保护原理的问题[J].继电器,2008,36(8):98-104.
WANG Qiang.Discussion on the Protection Principle from a Burnt Down Incident[J].Relay,2008,36(8):98-104.

[3] GB/T 14285-2006,继电保护和安全自动装置技术规程[S].

GB/T 14285-2006,Technical Code for Relaying Protection and Security Automatic Equipment[S].

收稿日期: 2008-06-10; 修回日期: 2008-08-11
作者简介:

王义平(1978-),男,工程师,从事继电保护整定计算和电网运行管理工作; E-mail: wingms@163.com
向辉(1981-),男,本科,助理工程师,从事电力系统及自动化工作;
张明昭(1981-),男,本科,助理工程师,从事电力系统通信及自动化工作。