

光学电流互感器在电力系统应用中 出现的问题及处理方法

张宇娇¹,程 炯²

(1. 三峡大学 电气信息学院,湖北 宜昌 443002;

2. 国家电网公司宜昌超高压管理处,湖北 宜昌 443005)

摘要: 由于光学电流互感器 OCT(Optical Current Transducer)出现扰动而使交流滤波器差动保护跳闸事件,对 OCT 在电力系统现场运行中使用出现的问题进行了研究,结合换流站 OCT 数据采集原理分析了事故发生时的设备故障原因,从而得出 3 种解决方案,即修改接口板、信号传送板;提高定值,躲过导致故障的尖脉冲;以及通过修改软件,在软件中判断过滤掉尖脉冲。并根据实践找到各种方法的可行性,最终提出可靠的处理方案。

关键词: 光学电流互感器; 交流滤波器; 开关; 跳闸

中图分类号: TM 452+.93

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2006)07-0101-03

光学电流互感器 OCT(Optical Current Transducer)与传统电流互感器相比,具有绝缘性能优良、无暂态磁饱和问题、动态测量范围大、频率相应宽、抗电磁干扰强、安全性能好、体积小、重量轻、易与数字设备接口等优点^[1]。

江陵换流站直流系统及交流滤波器中就大量采用了 OCT 技术。但由于使用经验不足,导致在试运行期间发生多起交流滤波器保护动作跳闸事件,本文以江陵换流站交流滤波器保护动作为例介绍 OCT 在应用中出现的问题及处理方法。

1 事故情况简介

具体情况如下:

- a. 2004 年 2 月 9 日 63 号交流滤波器母线差动保护动作跳闸;
- b. 2004 年 2 月 12 日 62 号交流滤波器母线差动保护动作跳闸;
- c. 2004 年 2 月 13 日 5622 交流滤波器差动保护动作跳闸;
- d. 2004 年 2 月 13 日 5632 交流滤波器差动保护动作跳闸;
- e. 2004 年 2 月 19 日 5611 交流滤波器差动保护动作跳闸。

在以上 5 次保护动作频繁跳闸过程中,一次设备没有出现任何异常现象,设备制造商 ABB 公司负责人解释:跳闸均是由交流滤波器 OCT 测量回路出现异常引起。

2 案例描述

2.1 交流滤波器母线差动保护动作原因分析及处理

- a. 2 月 9 日 63 号交流滤波器母线差动保护动

作跳闸情况分析。

01:02 5632 ACF 跳闸,5252、5253 开关跳闸,5622 ACF 自动投运,直流系统 300 MW 运行正常。事件记录显示屏显示如下信号:

01:02:57 956 F1B AC FILTER PROTECTION Z1 BUS DIFFERENTIAL TRIP PHASE A(交流滤波器母线差动保护启动跳闸,动作相为 A 相);

01:02:57 991 A1 AC YARD BREAKER WA.W1.Q2 OPENED(跳开 5252 开关);

01:02:57 992 A1 AC YARD BREAKER WA.W1.Q3 OPENED(跳开 5253 开关)。

从故障录波图上可以看到,A 相差动电流和电流 I_DIFF_L1 的有效值持续越限(当时差动电流越限整定值的变化为 100~103 A)时间达 22 ms(差流动作延时定值是 15 ms)。因此,该保护的软件功能正常实现。事后,ABB 技术人员检查一次设备,认为一次设备没有问题,问题出在 OCT 测量采集信号的准确性上,采取的处理措施是将滤波器母线差动保护的動作延时定值由 15 ms 改为 25 ms,以求可更大程度地躲过由于测量不准确而引起的保护误动。

b. 2 月 12 日 62 号交流滤波器母线差动保护动作跳闸情况分析。

05:04 5611、5612 ACF 跳闸,5221、5222 开关跳闸,5631、5632 ACF 自动投运,直流系统 450 MW 运行正常。事件记录显示屏显示如下信号:

05:04:52 987 F2A AC FILTER PROTECTION Z2 BUS DIFFERENTIAL TRIP PHASE A(交流滤波器母线差动保护启动跳闸,动作相为 A 相);

05:04:54 021 A2 AC YARD BREAKER WA.W4.Q2 OPENED(跳开 5222 开关);

05:04:54 022 A2 AC YARD BREAKER WA.W4.Q1 OPENED(跳开 5221 开关)。

从故障录波图上可以看到,A 相差动电流和电流 I_DIFF_L1 的有效值持续越限(当时差动电流越限整定值的变化为 100~103 A)时间达 38 ms(差流动作延时定值是 25 ms)。因此,该保护的软件功能正常实现。事后,ABB 技术人员检查一次设备,认为一次设备没有问题,问题仍然出在 OCT 的测量采集信号的准确性上,采取的处理措施是将滤波器母线差动保护的動作延时定值由 25 ms 又改为 15 ms;同时差动电流越限值 RES_DIFF_REF 的動作初始值由 100 A 改为 500 A,以求可以更大程度地躲过由于测量不准确而引起的保护误动。

2.2 交流滤波器差动保护动作跳闸情况分析

2 月 19 日 19:47 5611ACF 跳闸,5631ACF 自动投运,直流系统 450 MW 运行正常。事件记录显示屏显示如下信号:

19:47:59 126 F2A AC FILTER PROTECTION Z2.Z11 DIFFERENTIAL CURRENT TRIP PHASE C (5611 交流滤波器差动保护动作跳闸,动作相为 C 相);

19:47:59 164 F2A AC FILTER BREAKER WA.Z2.Q1 OPENED(跳开 5631 开关)。

从故障录波图上可以看到,C 相差动电流 I_DIFF_L1 的有效值持续越限值为 112~193 A(当时差动电流越限整定值为 100 A),时间达 252 ms(差流动作延时定值是 250 ms)。因此,该保护的软件功能正确实现。事后,ABB 技术人员检查一次设备,得出同样结论,当时并未采取任何措施。

3 案例分析

首先,分析在一次设备均正常的情况下为何会产生差动电流来启动跳闸。察看电流互感器取量,发现 ABB 的故障录波软件中没有采集滤波器 OCT 的电流,而其他的电流均保持稳定没有突变量,于是怀疑是 OCT 的测量回路出现异常。于是,ABB 技术人员在 2 月 20 日对 AFP1/2/3 软件进行了重载,新软件增加了对滤波器 OCT 的滤波采集,当启动故障录波时会采集 OCT 的电流(Z1-T1/T2/T3/T4,Z2-T1/T2/T3,Z3-T1/T2/T3/T4)。

更新软件后通过测试发现:在正常运行时 OCT 采集的电流会在某一时刻产生一尖脉冲,有时该尖脉冲的值很大,瞬时值达到几千安培。观察到当该组滤波器未投运时,有时也可产生一瞬时值达到几千安培的尖脉冲,持续时间很短,约为 1~2 ms。

下面分析差动保护取量回路中对采集到的差动电流值是如何计算的,参见图 1。

保护采集到的电流是交流电流,其瞬时值由 OCT 采样后经过电路板直接转换为数字量,该值通过软件计算得到电流的有效值或平均值。图中的每个采样周期时间为 50 ms,20 个采样周期就是 1 s。

若正常运行时 OCT 采集的电流会在某一时刻产生一尖脉冲,有时该尖脉冲的值会很大(比如达到几千安培),则 20 个采样周期取平均值后仍会大

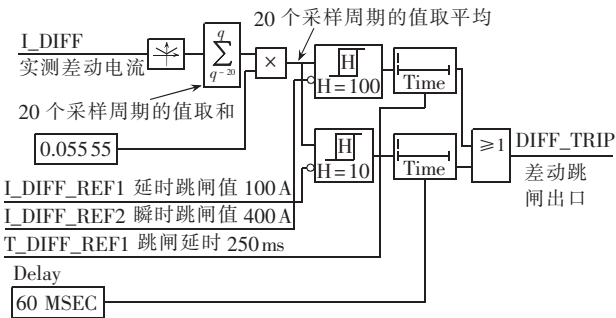


图 1 原交流滤波器差动保护软件逻辑图

Fig.1 The original software logic of AC filter differential protection

于跳闸定值(100 A),此时虽然尖脉冲已经消失,但保护仍然会启动跳闸,实际上这种情况属于保护误动作^[2-3]。

4 解决办法

为避免上述情况有以下 3 种方案:

a. 修改所有的传输过程中的接口板、信号传送板,提高整个信号传输回路的稳定性,避免出现瞬时尖脉冲的情况;

b. 提高定值,直至能够躲掉该尖脉冲;

c. 通过修改软件,在软件中判断过滤该尖脉冲。

对于方案 a,ABB 技术人员在处理交流滤波器跳闸的情况,已经更换了传输回路中的接口板或信号板,仍然无法避免交流滤波器保护误跳闸的情况,如果要想进一步优化,就需要更改电路板的设计,在目前这种情况下,要想短时间内实现是不现实的。

方案 b 是一个典型的治标不治本的方案,定值太高会降低保护的灵敏度,有可能真的发生故障了保护也不能动作。

因此,比较可行的方案是修改软件逻辑,新的软件必须要能够在正常运行时过滤掉测量回路中产生的尖脉冲,同时在真正出现故障时也能够准确快速地切除故障^[4-7]。

4 月 8 日,ABB 技术人员重载 AFP1/2/3 主机软件,新软件逻辑如图 2 所示。

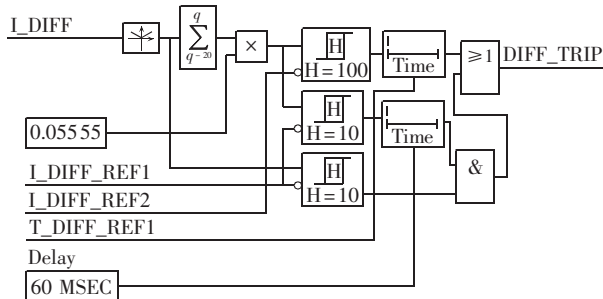


图 2 修改后的交流滤波器差动保护软件逻辑图

Fig.2 The improved software logic of AC filter differential protection

从图中可以看出:新软件增加了一个瞬时值的判断条件,当差动电流 I_DIFF 20 个周期内的平均值大于延时跳闸值 100 A 时,还需要在延时 60 ms 后,

判别该时刻的差动电流 I_{DIFF} 瞬时值也同时大于 100 A 才能动作出口。这样就几乎可以完全避免瞬时出现尖脉冲而造成保护误动作^[8-10]。

参考文献:

[1] 尚秋峰,王仁洲,杨以涵. 光学电流互感器及其在电力系统中的应用[J]. 华北电力大学学报,2001,28(2):14-18.
SHANG Qiu-feng,WANG Ren-zhou,YANG Yi-han. Application of optical current transducer in electric power system[J]. Journal of North China Electric Power University,2001,28(2):14-18.

[2] 易本顺,刘延冰,阮芳. 光学电流传感器现场运行性能分析[J]. 中国电机工程学报,1997,17(2):138-140.
YI Ben-shun,LIU Yan-bing,RUAN Fang. Analysis of capabilities of optical current transducer in locale running[J]. Proceedings of the CSEE,1997,17(2):138-140.

[3] 易本顺. 光电式互感器的研究和发展及其在电力系统中的应用[J]. 武汉大学学报,2002,27(1):57-62.
YI Ben-shun. Research and development of optical current transducer and its application in power system[J]. Wuhan University Journal,2002,27(1):57-62.

[4] 王政平,康崇,张雪原,等. 光学电流互感器的问题与解决对策[J]. 传感器技术,2005,24(5):5-7.
WANG Zheng-ping,KANG Chong,ZHANG Xue-yuan,et al. Problems and strategies of optical current transducer[J]. Journal of Transducer Technology,2005,24(5):5-7.

[5] 焦斌亮,郑绳植. 用于电力系统的光学电流互感器技术进展[J]. 应用光学,2004,25(6):47-53.
JIAO Bin-liang,ZHENG Sheng-xuan. Progress in optical current transducer technique for power systems[J]. Journal of Applied

Optics,2004,25(6):47-53.

[6] 刘青,王增平,徐岩,等. 光学电流互感器对继电保护系统的影响研究[J]. 电网技术,2005,29(1):11-14.
LIU Qing,WANG Zeng-ping,XU Yan,et al. Research on the influence of optical current transducer on protective relaying system[J]. Power System Technology,2005,29(1):11-14.

[7] 尚秋峰,杨以涵,高桦. 一种高准确度有源光学电流互感器的研制与校验[J]. 电工技术学报,2005,20(3):105-110.
SHANG Qiu-feng,YANG Yi-han,GAO Hua. Development and calibration of an active optical current transformer with high accuracy [J]. Transactions of China Electrotechnical Society,2005,20(3):105-110.

[8] YOSHIDA Y,KAWAZOE S,IBUKI K,et al. New fault locating system for air-insulated substation using optical current detector [J]. IEEE Trans on Power Delivery,1992,7(4):1805-1812.

[9] AIKAWA E,UEDA A,WATANABE M,et al. Development of new concept optical zero-sequence current/voltage transducers for distribution network [J]. IEEE Trans on Power Delivery,1991,6(1):414-420.

[10] INOUE N,TSUNEKAGE T,SAKAI S. Fault section detection system for 275 kV Xlpe-insulated cables with optical sensing technique [J]. IEEE Trans on Power Delivery,1995,10(3):1148-1155.

(责任编辑:柏英武)

作者简介:

张宇娇(1979-),女,江苏丹阳人,硕士,研究方向为电力系统测试技术及仪器(E-mail:jiao_zyj@163.com);
程 炯(1976-),男,浙江杭州人,工程师,研究方向为直流输电。

Issues and solutions of optical current transducer used in power system

ZHANG Yu-jiao¹,CHENG Jiong²

(1. Three Gorge University,Yichang 443002,China;2. Yichang Extra-HVDC Operation Administrator Company of State Grid Corporation,Yichang 443005,China)

Abstract: Because of disturbances of the OCT(Optical Current Transducer),the AC filter differential protection tripped improperly. Issues of the OCT application in power systems are researched,and the failure cause is analyzed combined with the OCT data acquisition principle in a converter station. Three solutions are achieved;the improvement of interface board and signal transmission board;the modification of settings to avoid the spike pulse leading to fault;the software enhancement to filter the spike pulse. Their feasibilities are discussed and a reliable scheme is presented.

Key words: optical current transducer; AC filter; breaker; trip

中英文摘要编写要求

摘要是科技文章的重要组成部分,是以提供文献内容梗概为目的,不加评论和解释,简明、确切地记述文献重要内容的短文。摘要应具有独立性和自明性,并拥有与文献同等量的主要信息,即不阅读全文,就能获得必要的信息。根据文摘编写规则国家标准 GB 6647-86 及《科技书刊标准化 18 讲》向作者介绍论文摘要的编写要求。

a. 应按照摘要编写的 4 个要素(论文的目的、方法、结果、结论)进行编写。目的:研究、研制、调查等的前提、目的、所涉及的主题范围。方法:所用的原理、理论、条件、对象、材料、工艺、结构、手段、装备、程序等。结果:实验、研究的结果、数据,被确定的关系,观察得到的效果、性能等。结论:结果的分析、研究、比较、应用,提出的问题等。

b. 摘要编写应内容充实,中文摘要应不少于 200 字,英文摘要应在 150 个词左右。

c. 摘要应尽可能取消或减少课题研究的背景信息;出现的数据应是最重要、最关键的数据;缩略语、略称、代号,除了相邻专业的读者也能清楚理解以外,在首次出现时必须写出中、英文全称;不得简单重复题名中已有的信息;除了实在无法变通以外,一般不列数学公式,不出现插图、表格;不用引文,除非该文献证实或否定了他人已出版的著作。

d. 摘要编写应采用第三人称。建议采用“对……进行了研究”、“报告了……现状”、“进行了……调查”等记述方法标明一次文献的性质和文献主题,不必使用“本文”、“作者”等作为主语。