

两种电流二次回路校核方法对比分析

周 斌

(贵州电网有限责任公司凯里供电局, 贵州 凯里, 556000)

摘 要:介绍了电流互感器在电力系统中的作用,分析了电流互感器二次回路不能开路的原因以及开路可能导致的后果,枚举电流互感器二次回路错误接线的几种情况及对不同错误接线方式下的危害做了分析,进一步证明电流互感器二次回路正确性在保障继电保护、安自、测量计量等装置正常工作及电网安全所发挥的重要作用,由此引出了电流互感器二次回路校核的两种方法:解线校核法、短接校核法。重点对两种校核方法的实施过程、原理进行了分析,从工作效率、作业风险两个层面对两种校核方法进行了对比分析,得出解线校核法具有工作效率低、作业风险高等缺点,而短接校核法具有工作效率高、作业风险低等优点。很显然,两者相比,电流互感器二次回路短接校核法更优,值得在电力系统内推广应用。

关键词:电流二次回路;解线校核法;短接校核法;极性测试

文章编号:2096-4633(2018)07-0082-05 **中图分类号:**TM452 **文献标志码:**B

电力系统的一次电压很高,电流很大,且运行的额定参数千差万别,用以对一次系统进行测量、控制的仪器仪表及保护装置无法直接接入一次系统,一次系统的大电流需要使用电流互感器进行隔离,使二次的继电保护、自动装置和测量仪表能够安全准确地获取电气一次回路电流信息^[1]。电流互感器是一个特殊型式变换器,它的二次电流正比于一次电流。因其二次回路的负载阻抗很小,一般仅几个欧姆,故二次工作电压也很低,当二次回路阻抗大时二次工作电压 $U = IZ$ 也变大,当二次回路开路时, U 将上升到危险的幅值,它不但影响电流传变的准确度,而且可能损坏二次回路的绝缘,烧毁电流互感器铁芯^[2-4]。所以电压互感器的二次回路不能开路。

电流二次回路校核工作是保证电流互感器二次回路不开路的重要举措,是电力工程新建、改扩建工程验收工作中极其重要的一环,也是不可或缺的一环,它关系到继电保护及安自装置能否正常运行、能否可靠动作,关系到后台监控数据是否正确、功率是否平衡以及电量计量的正确性^[5]。解线校核法通过解开 CT 端子接线盒处二次线进行校核,该方法存在耗时长、操作不方便、二次线可能恢复错等缺点;短接校核法无需解开电流二次线,只需在极性测试工作时利用短接电流二次绕组再通过查看指针式万用表中是否有电流的方式来实现校核,改进后的方法耗时短、易操作、无恢复二次线错误的风险。

1 电流二次接线可能存在的错误及风险分析

本文所述电流二次回路校核即是指电流互感器本体端子接线盒至间隔端子箱之间的电流二次回路的校核,以某 220 kV 线路间隔为例,电流互感器二次共有 8 个绕组,每个绕组 2 个抽头(s1 和 s2),单相共有 16 颗二次线,三相共有 48 颗二次线,电流互感器本体端子接线盒至间隔端子箱电流回路连接图如图 1 所示。

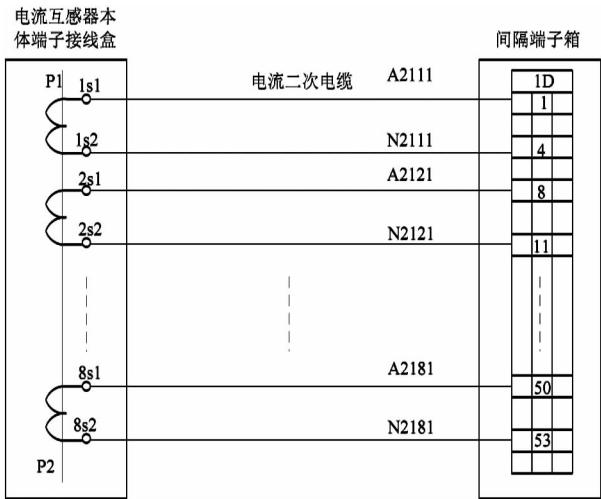


图 1 电流互感器本体端子接线盒至间隔端子箱
电流回路连接示意图

Fig. 1 Schematic diagram for current circuit connection between terminal box and interval terminal box of current transformer

正确接线为:1s1 对接 A2111、1s2 对接 N2111,2s1 对接 A2121、2s2 对接 N2121……,8s1 对接 A2181、8s2 对接 N2181。

在新建、改扩建工程中,由于设计图纸错误或施工接线人员业务能力不足(识图错误、二次号头套错等)等原因,可能造成电流二次线接线错误,具体有如下几种可能性^[6],见图2所示。

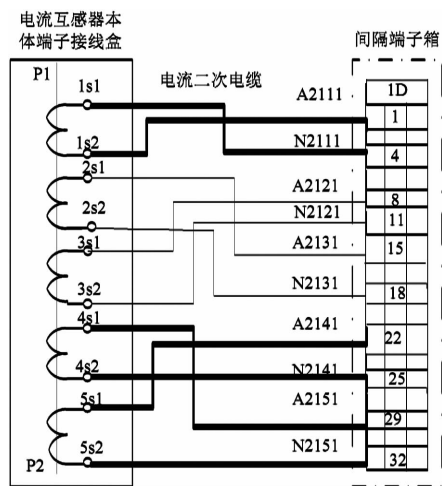


图2 电流二次线错误接线情况

Fig. 2 Error connection of the secondary circuit

(1)绕组内二次线接错,见图2中1s绕组,1s1接至N2111、1s2接至A2111。电流二次极性接反,线路光纤差动、主变差动、母线差动正常运行时存在差流,可能导致差动保护误动作,带方向的线路后备保护、主变后备保护区内故障时拒动、区外故障时误动。

(2)绕组外二次线接错,见图2中2s和3s绕组,2s1接至A2131、2s2接至N2131;3s1接至A2121、3s2接至N2121。绕组使用错误,可能导致主变差动、母线差动保护范围不交叉,存在死区;绕组级别错误,可能导致CT饱和,保护装置不能正常反应故障时电流,导致保护拒动;绕组级别错误,可能导致测量、计量不准确。当2s和3s绕组变比不一样时,会导致差动保护正常运行时存在差流、计量测量错误。

(3)绕组外二次线接错,见图2中4s和5s绕组。分析同2),此外,由于这种寄生回路的存在,导致当4s绕组发生绕组内故障时,可能会造成其他保护误动,扩大停电范围。

大多数情况下,电流互感器二次存在3个抽头,即每个绕组有s1、s2、s3三个抽头,如此,电流互感器二次接线错误的可能性远远不止上述三条,但是穷举错误接线对本文论述无实质上的帮助,故在此

不一一列举。

2 方法一:解线法进行电流二次回路校核

2.1 方法过程描述

此方法需要三人配合,一人位于电流互感器本体端子接线盒处负责解开及紧固电流二次线、一人负责扶稳楼梯(220 kV间隔电流互感器接线盒在远处)、一人在间隔端子箱处负责打开电流端子连接片及用万用表通断档进行电流二次线校核工作。具体过程为:

(1)甲在每相电流互感器本体端子箱处将各绕组的其中一个抽头上的二次线解开(如果有三个抽头,则需将任意两个抽头上的二次线解开);

(2)乙将间隔端子箱中电流连接片划开,同时将电流尾端短接片取掉,确保每一组来自CT接线盒的电流二次线与外部接线断开、与接地点断开^[7];

(3)甲用短接线在电流互感器本体端子接线盒处分别将每颗二次线对地短接,乙用万用表通断档分别将对应二次线对地进行测试;

(4)甲将解开的电流互感器本体端子箱处的电流二次线恢复,乙对恢复情况进行核查;

(5)丙全程负责扶稳楼梯,保证高处作业人员的安全。

2.2 方法原理分析

解线法校核电流互感器二次回路方法原理简单、明了,在此不赘述。需要说明的是,如果由于质量问题导致的某电缆内缆芯之间短路或是人为剥电缆过程中造成的电缆缆芯之间短路的情况,该方法无法检测出,故电流二次回路校核工作不能代替电缆绝缘工作^[8-10]。

3 方法二:短接法进行电流二次回路校核

3.1 方法过程描述

短接法校核法将电流二次回路校核工作融合在极性测试工作中开展,此方法需要四人配合,一人位于电流互感器本体端子接线盒处负责短接各绕组二次线、一人负责扶稳楼梯(220 kV间隔电流互感器接线盒在远处)、一人位于间隔端子箱处负责核对电流二次线及检查极性是否正确、一人负责用干电池对电流互感器一次进行脉冲施压。具体过程为:

(1)甲将间隔端子箱中电流连接片划开,同时将电流尾端短接片取掉,确保每一组来自CT

接线盒的电流二次线与外部接线断开、与接地点断开；

(2)乙用干电池对 CT 一次侧进行脉冲式施压,与此同时,甲用指针式电流表对 CT 二次进行测试,确保电流互感器极性满足要求;

(3)在甲确认某相某绕组电流互感器极性正确后,丙在电流互感器本体端子箱处将该绕组用短接线短接,此时乙再次对 CT 一次侧进行脉冲式施压,甲通过观察指针式电流表中表笔未发生偏转来判断所核对二次线正确;该方法对存在三个及以上二次绕组抽头的电流互感器同样适用^[11]。

(4)丙全程负责扶稳楼梯,保证高处作业人员的安全。

3.2 方法原理分析

电流互感器极性测试原理图如图 3 所示,P1 为电流互感器一次绕组极性端、s1 为电流互感器二次绕组极性端,当一次电流从 P1 端流进,二次电流从 s1 端流出时,为减极性^[15];当一次电流从 P1 端流进,二次电流从 s2 端流出时,为加极性。体现在此方法中,则是:电池正极靠近 P1 端,即一次电流从 P1 端流进,当指针式电流表如图 3 中接线时(指针表正极接 s1、负极接 s2),若电流表正偏则为减极性,若电流表反偏则为加极性。

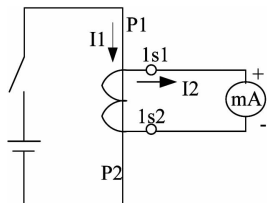


图 3 电流互感器极性测试原理图

Fig. 3 Principle diagram of polarity test of current transformer

(1)绕组内二次线接错,见图 2 中 1s 绕组。1s1

接至 N2111、1s2 接至 A2111,二次线接反,用指针式电流表在 A2111 和 N2111 之间测试时,指针表反偏,极性错误;将二次线接法改成当 1s1 接至 A2111、1s2 接至 N2111,极性测试结果为正偏,极性正确。当用短接线将 1s1 和 1s2 短接时,此时指针式电流表中没有电流流过,说明电流二次线接线正确。

(2)绕组外二次线接错,见图 2 中 2s 和 3s 绕组,2s1 接至 A2131、2s2 接至 N2131,3s1 接至 A2121、3s2 接至 N2121,用指针式电流表在 A2121 和 N2121 之间测试时,指针表正偏,极性正确;而当用短接线将 2s1 和 2s2 短接时,此时指针式电流表中仍有电流流过,说明电流二次线接线错误,进一步测试其他绕组可将电流二次线恢复正确。

(3)绕组外二次线接错,见图 2 中 4s 和 5s 绕组,4s1 接至 A2151、4s2 接至 N2141,5s1 接至 A2141、5s2 接至 N2151,用指针式万用表在 A2141 和 N2141 之间测试时,由于未形成通路,故指针式电流表未发生偏转,说明电流二次线接线错误,进一步测试其他绕组可将电流二次线恢复正确。

2 两种电流二次线校核方法对比分析

2.1 工作效率

从表 1 可以看出,对单相 CT 进行二次线校核工作共耗时 8 min,单个间隔共有 A、B、C 三相,共计 24 min。连同极性测试工作一起计算,则单个间隔二次线校核及极性测试工作共计需要 30 min。从表 1 还能看出,整个二次线校核工作中,拆线、恢复二次线及核实工序占了 6 min(单相 CT),占到整个工作时长的 75%。不难看出,通过解线方法来进行二次线校核工作,由于解线、恢复二次线所需时间较长,使得该方法工作效率极其低下。

表 1 两种方法工作效率对比

Tab. 1 Comparison of the efficiency for the two methods

方法一:解线校核法	流程	拆线	二次线校核	恢复及核实	极性测试
	时间/min	3	2	3	2
方法二:短接校核法	流程	二次线校核及极性测试			
	时间/min	3			

备注:表中数据以单相 CT 为例。

短接校核法将二次线校核和极性测试工作一同开展,对于单相 CT,两项工作耗时约为 3 min,三相 CT 耗时为 9 min,耗时仅为解线法的 30%,大大地提高了工作效率。两种电流二次线校核方法所耗时

长对比图见图 4。

在多数情况下,电流互感器二次回路每个绕组会有三个抽头,则解线法校核电流二次线及极性测试工作单个间隔需要 60 min,短接法校核电流二次

线及极性测试工作单个间隔仅需 18 min。在新站验收,特别是多间隔验收工作中,短接法的优势极大的体现出来。

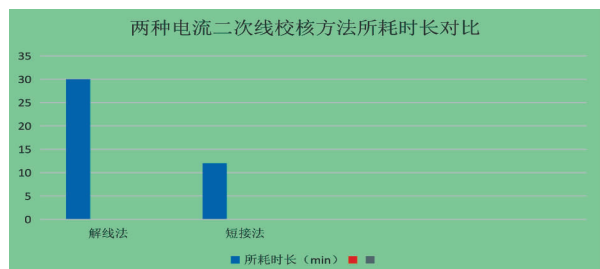


图4 两种电流二次线校核方法所耗时长对比

Fig. 4 Time consuming comparison of two kinds of secondary circuit checking methods

解线校核法在电流二次线恢复过程中存在二次线恢复错误(例如将 A2111 接到 2s1 上,将 A2121 接到 1s1 上等)的可能,在二次线核实过程中亦不能保证会完全发现(与工作人员的细心程度及电缆芯号头是否正确息息相关)。电流二次线恢复错误风险分析见本文第一节所述,电流二次线接错可能会影响保护动作行为的正确性、测量及计量的准确性,严重影响电网安全运行。此外,解线校核法需在高处进行二次线解开及恢复工作,由于受工作条件影响,可能造成人员跌落受伤、甚至危及生命,作业风险高^[12-15]。

短接校核法由于无需进行电流二次线解开及恢复工作,故无二次线恢复错误的可能性,亦不存在高处进行二次线解开及恢复工作时由于受工作条件影响而带来的高风险,因此风险低^[16-17]。

3 结论

通过以上分析,可以得出如下结论:

解线校核法需要将电流互感器一半的线解开来校核,该方法存在耗时长、操作不方便、二次线易恢复错、风险高等缺点。短接校核法不需要将电流二次线解开,直接在极性测试过程中通过短接每个电流绕组头和尾,再通过查看指针式电流表中表笔不发生偏转的方式实现了电流二次回路的校核工作,新方法耗时短、易操作、风险低。短接校核法已在我局新建及改、扩建工作中进行大力推广及应用。

参考文献:

[1] 叶远波,孙月琴,黄太贵,等. 继电保护相关二次回路的在线状态检测技术[J]. 电力系统自动化,2014,38(23):108-113.

YE Yuanbo, SUN Yueqin, HUANG Taigui, et al. On-line state detection of relay protection relevant secondary circuits [J]. Automation of Electric Power Systems, 2014, 38(23): 108-113.

[2] 刘思远. 换流站 10 kV 电差动保护分析研究[J]. 电力大数据, 2017, 20(SI): 127-130.

LIU Siyuan. Research and analysis of 10 kV differential protection in converter station [J]. Power Systems and Big Data, 2017, 20(SI): 127-130.

[3] 陈丽艳,何奔腾,钱国明,等. 基于二次电流下降的电流互感器饱和判别方法[J]. 电力系统自动化, 2008, 32(14): 59-63.

CHEN Liyan, HE Benteng, Qian Guoming, et al. Detection method for current transformer saturation based on the dropping of the secondary current [J]. Automation of Electric Power Systems, 2008, 32(14): 59-63.

[4] 郭自刚,税少洪,徐婷婷,等. 电流互感器二次回路短路导致差动保护动作机理分析[J]. 电力系统自动化, 2013, 37(02): 130-133.

GUO Zigang, SHUI Shaohong, Xu Tingting, et al. Mechanism analysis on differential protection action caused by short-circuit fault of current transformer secondary circuit [J]. Automation of Electric Power Systems, 2013, 37(02): 130-133.

[5] 高磊,卜强生,袁宇波,等. 基于二次回路比对的智能变电站调试及安全措施[J]. 电力系统自动化, 2015, 39(20): 130-134.

GAO Lei, BU Johnson, Yuan Yubo, et al. Smart substation commissioning and safety measures based on secondary circuit comparison [J]. Automation of Electric Power Systems, 2015, 39(20): 130-134.

[6] 庄洪波,欧阳帆. 电流电压二次回路现场试验方法技巧探讨[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(21): 141-143.

ZHUANG Hongbo, OUYANG Fan. Investigation of on-site testing techniques and inspecting methods for PT and CT secondary circuits [J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(21): 141-143.

[7] 张佳敏,袁宇波,卜强生,等. 非接触式 TA 二次回路多点接地检测方法[J]. 电力自动化设备, 2014, 34(10): 128-132+149.

ZHANG Jiamin, YUAN Yubo, BU Qiangsheng, et al. Contactless detection of multi-point grounding in CT secondary circuit [J]. Electric Power Automation Equipment, 2014, 34(10): 128-132+149.

[8] 邱涛,王攀峰,张克元,等. 一起二次回路两点接地引起母线保护误动的事故分析[J]. 电力系统保护与控制, 2008, 36(24): 110-112.

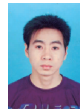
QIU Tao, Wang Panfeng, Zhang Keyuan, et al. Analysis of two groundings in secondary circuit arising maloperation of busbar protection [J]. Power System Protection and Control, 2008, 36(24): 110-112.

[9] 胡庆春. 电流互感器二次侧开路故障分析[J]. 电力大数据, 2017, 20(11): 6-7+5.

- Hu Qingchun. Fault analysis of secondary side opening circuit of current transformer[J]. Power Systems and Big Data, 2017, 20(11):6-7+5.
- [10] 房博一,王贵山,曾智翔,等. 一起直流滤波器电流互感器故障分析及处理[J]. 电力大数据,2017,20(SI):1-4.
FANG Boyi, WANG Guishan, et al. Analysis and treatment of a shunt fault of DC filter current transformer[J]. Power Systems and Big Data, 2017, 20(SI):1-4.
- [11] 王洪彬,曾星星,赵红,等. 继电保护电流测量回路极性检测方法[J]. 电子科技大学学报,2016,45(05):772-777.
WANG Hongbin, ZENG Xingxing, ZHAO Hong, et al. Polarity Detection Method of Current Measurement Circuit in Relay Protection[J]. Journal of University of Electronic Science and Technology of China, 2016, 45(05):772-777.
- [12] CHAOZHU MA, YINGQUAN PENG, WEIMIN MENG, et al. Numerical study on short-circuit current of single layer organic solar cells with Schottky contacts[J]. Science China(technological sciences), 2010, 53(04):1023-1027.
- [13] JIANGUO LU, YANYAN LUO, WENHUA LI, SHENG ZHAO. Study on reliability for automatic transfer switching equipment [C]//. Proceedings of the 26th International Conference on Electrical Contacts and the 4th International Conference on Reliability of Electrical Products & Electrical Contacts. Beijing, China; 2012: 471-474.
- [14] CHENG Xian, DUAN Xionggying, LIAO Minfu, et al. The Voltage Distribution Characteristics of a Hybrid Circuit Breaker During High Current Interruption[J]. Plasma Science and Technology, 2013, 15(08).
- [15] 张会文,张帅辉. 一起 500 kV 主变差动保护误动分析[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(11):137-139.
ZHANG Huiwen, ZHANG Shuaihui. Analysis of a 500 kV main transformer differential protection malfunction[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(11):137-139.
- [16] 胡庆春. 电流互感器二次侧开路故障分析[J]. 电力大数据 2017, 20(11):6-7.
HU Qingchun. Fault analysis of secondary side opening circuit of current transformer[J]. Power Systems and Big Data, 2017, 20(11):6-7.
- [17] 王达,杨朋威,张平,等. 感应电条件下的电流互感器误差测试方法分析[J]. 内蒙古电力技术, 2017, 35(02):75-78.
WANG Da, YANG Pengwei, ZHANG Ping, et al. Analysis of current transformer error test method under induced electricity [J]. Inner Mongolia Electric Power, 2017, 35(02):75-78.

收稿日期:2018-01-23

作者简介:



周斌(1987),男,本科,工程师,主要从事继电保护工作。

(本文责任编辑:范斌)

Comparison and analysis of the two checking methods for the secondary circuit current

ZHOU Bin

(Kaili Power Supply Bureau of Guizhou Power Grid Co., Ltd., Kaili 556000 Guizhou, China)

Abstract: This paper introduces the effects of current transformer in power system, analyzes the causes why current transformer secondary circuit can't open and the possible consequences when it opens. Several cases of incorrect wiring of the secondary circuit of a current transformer are enumerated, and the harm of different error connection modes are analyzed, it is further proved that the correctness of the two circuit of current transformer plays an important role in ensuring normal operation and power grid safety of relay protection, safety automatic devices and measuring devices. And it leads to the two methods of the secondary circuit check of current transformer, such as disconnect checking method and short circuit checking method. The implementation process and principles of the two checking methods are mainly analyzed, From the two aspects of work efficiency and operational risk, two checking methods are compared and analyzed, It is concluded that the disconnect checking method has the shortcomings of low work efficiency and high operational risk, while the shortcut checking method has the advantages of high work efficiency and low operational risk. Obviously, compared with the two, the short circuit checking method is better than disconnect checking method, and it is worth popularizing and applying in all power system.

Key words: secondary circuit; disconnect checking method; short circuit checking method; polarity test