

浅析变压器比率制动试验的重要性

Analysis on the Importance of Ratio Braking Test of Transformer

王嘉俊¹ 张秀玲²

Jiajun Wang¹ Xiuling Zhang²

1. 太原南瑞（山西敬天合创云能源有限公司） 中国·山西 太原 030006

2. 国网山西送变电工程有限公司 中国·山西 太原 030006

1. Taiyuan Nari (Shanxi Jingtian Hechuangyun Energy Co., Ltd.), Taiyuan, Shanxi, 030006, China

2. State Grid Shanxi Power Transmission & Transformation Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030006, China

摘要：随着微机继电保护在电力系统的普及，差动保护作为线路、变压器和母线的主保护以其灵敏度高、动作快，发挥着越来越重要地作用。差动保护主要的测试项目是稳态比率制动。在不同的保护对象中，测试变压器比率制动相当麻烦。原因有三：第一，保护厂家不同，差动保护公式是不一样的，有的还需要计算平衡系数；第二，要根据变压器容量和接线组别，计算各侧额定电流和确定相位关系；第三，考虑到相位校正、零流抵消等因数，试验接线比较复杂。综合上述原因，继电保护人员往往不得要领，既浪费时间和精力，测试结果也不准确。

Abstract: With the popularization of microcomputer relay protection in power system, differential protection, as the main protection of line, transformer and bus, is playing more and more important role because of its high sensitivity and fast action. The main test item of differential protection is steady-state ratio braking. In the different protection object, the test transformer ratio brake is very troublesome. There are three reasons: first, according to the transformer capacity and wiring group, to calculate the rated current and determine the phase relationship; second, different protection manufacturers, differential protection formula is not the same, some also need to calculate the balance factor; thirdly, considering the factors such as phase correction and zero current offset, the test wiring is more complex. Combined with the above reasons, the relay protection personnel often do not get the point, both a waste of time and energy, the test results are not accurate.

关键词：继电保护；平衡系数；比率制动

Keywords: relay protection; balance factor; ratio brake

DOI: 10.12346/peti.v3i3.6330

1 引言

从系统角度来说，做比率制动试验，可以进一步确认 PT、CT 到保护屏端子排这一段回路的正确性，这对变压器、母线和线路保护设备都已成为整组传动的重要测试项目。

2 调试变压器稳态比率制动的重要性

在继电保护调试队伍中，有一种现象：调试变压器比率制动相当麻烦，保护设备由厂家等非专业人士进行调试，这种现象是不对的。

第一，基建调试单位是最后一道关卡，如果厂家保护设备在投运和运行中出现问题，难脱干系。

第二，发生过中国国内某个厂家提供的交流插件，内部小 CT 相序配置错误，进而影响变压器发电的后果；另外还出现过装置有 Y/Δ-1 的设置，无此校正功能的现象。这两个问题都可以通过比率制动测试来发现 and 解决。

第三，大家都知道，现场外围 PT、CT 通过点极性和加压、加流的办法，来验证它们的极性和套别的正确性，并且系统投运后，还需做相量，进一步确认 PT、CT 到保护屏端子排这一段回路的正确性。但是厂家^[1]内部交流变送器极

【作者简介】王嘉俊（1996-），男，中国山西太原人，本科，助理工程师，从事工作技术管理研究。

性和相序的确认,是无法通过上述方法来确认的,最直接、可靠的解决办法就是做比率制动来验证这一环节。

3 介绍调试变压器稳态比率制动的方法

不同厂家,差动保护的公式不同,而且计算方式也不一样^[2]。南自公司计算方式是以高压侧为基准,中低压侧通过平衡系数折算到高压侧来计算差流;南瑞公司的计算方式采用标么值计算差流。不管计算过程如何不一样,但保护原理都是一样的,通过采集变压器各侧实际电流,经过相位校正和平衡系数计算,归结为统一的折算单位,再计算差动和制动电流,确定差动保护是否动作。所以,针对各个厂家提供的装置,调试比率制动的总体思路是一致的:运用逆向算法,先确定制动电流,通过差动公式,计算理论差动动作电流。然后采用二元一次方程,求解两侧折算值(南瑞称为标么值)。接下来,通过相位校正和平衡系数,计算两侧实际电流值。采用微机测试仪手动调试菜单,固定一侧电流,调节另一侧电流,装置差动出口动作后,记录实际动作值,根据实际差动动作电流和制动电流,计算制动系数,描绘比率制动曲线,验证交流变送器极性和相序的正确性。具体步骤如下(以南瑞和南自公司 220kV 主变装置为例):

收集现场变压器容量、接线组别和各侧差动 CT 变比等技术参数,计算各侧二次额定电流^[3]。

在微保装置上,针对不同厂家,做好差动定值方面设置。需要注意的有四点:

- ①装置内部变压器接线组别设置要与现场吻合。
- ②注意检查功能硬压板和装置软压板是否投入。

在设置上,TA 断线后要求开放差动,否则在调试过程中,出现 CT 断线会闭锁差动保护,影响调试结果。

③差动动作电流定值应为变压器二次额定电流的 0.3~0.7 倍,设置时不要超出这个范围。

测试比率制动:首先在保护屏 CT 端子排内侧,接好试验线。对于三卷变,一般做高对中、高对低,中对低。测试高对中、高对低时,一般固定高压侧电流,依据理论计算的中、低侧动作电流,将其提高 0.2A。在博电手动测试菜单里,设置好电流参数,注意两侧角度互为 180°,补偿电流角度与高压侧同相。手动调节电流步长设为 0.01A 即可。准备工作就绪后,逐步调节中、低侧电流值,快要达到理论计算值时,调节速度要缓慢进行,直到差动保护出口动作为止。记录中、低侧动作电流值。测试中对低时,固定中压侧电流,调试方法相同。依据调试结果,运用差动和制动公式,计算差动电流、制动电流和曲线斜率,并填写补偿电流值。

南瑞、南自差动调试记录:

第一,南瑞差动保护模块测试:

$I_{eh}=0.378$ 、 $I_{em}=0.787$ 、 $I_{el}=1.575$ 。

制动拐点: 0.5 I_e 、6 I_e 。比率系数: 0.2、0.5、0.75。

①高压侧对中压侧:

测试仪 A 相加高压侧 A 相,测试仪 N 相加高压侧 B 相。

测试仪 B 相加中压侧 A 相,测试仪 N 相加中压侧 B 相测试仪 A 相与 B 相互为 180°。

②高压侧对低压侧:

测试仪 A 相加高压侧 A 相,测试仪 N 相加高压侧 B 相。测试仪 B 相加低压侧 A 相,测试仪 N 相加低压侧 N 相测试仪 A 相与 B 相互为 180°。

③中压侧对低压侧:

测试仪 A 相加中压侧 A 相,测试仪 N 相加中压侧 B 相。测试仪 B 相加低压侧 A 相,测试仪 N 相加低压侧 N 相测试仪 A 相与 B 相互为 180°。

第二,南自差动保护模块测试:

高压侧 CT 变比:1250/1、中压侧 CT 变比:1200/1、低压侧 CT 变比为 6000/1。

高压侧一次电压:220KV、中压侧一次电压:115KV、低压侧一次电压:10.5KV。

$I_{eh}=0.378A$ 、 $I_{em}=0.787A$ 、 $I_{el}=1.575A$ 。

高压侧平衡系数:0.577、中压侧平衡系数:0.288、低压侧平衡系数:0.229。

$$1/1.732=0.577$$

$$115 \times 1200/220 \times 1250/1.732=2.88$$

$$10.5 \times 6000/220 \times 1200=0.299$$

高压侧、中压侧加三相电流,各相电流幅值相同、角度互为 120°,低压侧加单相电流。

制动拐点: 0.378、1.134。比率系数: 0.5、0.7。

①高压侧对中压侧:(单位:安)。

测试仪 A 相加高压侧 A 相,测试仪 B 相加中压侧 A 相。测试仪 A 相与 B 相,测试角度互为 180°。

②高压侧对低压侧:

测试仪 A 相加高压侧 A 相,测试仪 B 相加低压侧 A 相,测试仪 C 相加低压侧 C 相为补偿电流。测试时测试仪 A 相与 C 相同角度,测试仪 A 相与 B 相互为 180°。

③中压侧对低压侧:

测试仪 A 相加中压侧 A 相,测试仪 B 相加低压侧 A 相,测试仪 C 相加低压侧 C 相为补偿电流。测试时测试仪 A 相与 C 相同角度,测试仪 A 相与 B 相互为 180°。

4 结语

综上所述,差动保护作为线路、变压器和母线的主保护以其灵敏度高、动作快,发挥着越来越重要地作用。

参考文献

- [1] 李华,周密,李锡芝.关于大机组继电保护配置若干问题的讨论[J].电力设备,2004(7):41-45.
- [2] 凌云.变频变压器及其在电力系统中的应用[D].湘潭:湖南科技大学,2016.
- [3] 葛宝明,王祥珩,苏鹏声,等.电力变压器的励磁涌流判据及其发展方向[J].电力系统自动化,2003(22):1-5+30.