

空载变压器差动保护的检查

程旭

(焦作电业局电力调度中心,河南 焦作 454000)

摘要:介绍了采用有载调压变压器并列运行,通过调整其分接头产生环流来解决新建变电站空载主变压器保护的带负荷校验保护接线正确性的方法。

关键词:带负荷校验; 环流; 有载调压变压器; 继电保护

中图分类号: TM77 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2005)16-0017-02

0 引言

新建变电站在主变试运时,带负荷检查保护是一个重要内容,但往往遇到负荷组织不足的情况,有时甚至是空载试运。被试主变压器没有负荷电流,而空载电流又很小(一般小于额定电流的2%),达不到检查差动保护的电流允许值,这给检查变压器差动保护校验带来了困难。

为此,我们通过分析,摸索了一套用于并列变压器环流来实现空载变压器试运带负荷检查保护的方法,即使并列运行的两台变压器的产生环流代替负荷电流来检查变压器的差动保护。此方法在于村变的试运中得到了应用,现介绍如下。

1 适用条件

1) 变电站具有两台以上均具备有载调压能力的主变压器。

2) 变压器符合并列运行的条件

①各主变压器一次侧、二次侧额定电压大小相等。

②各主变压器连接组别应相同。

③各变压器短路阻抗的标么值应相等。

2 参数分析

通过调整并列运行主变压器有载调压分接头产生环流,要对调整的幅度和环流大小做到心中有数,避免盲目操作造成主变过负荷。因此,在实施之前,要进行电流计算。

以我局的于村变数据来说明。

于村变是新投运的110 kV变电站,该站有两个电压等级110 kV和10.5 kV。两台主变型号皆为SFZ9-40000/110,额定电压110 kV ± 8 × 1.25% / 10.5 kV,连接组号Y/Δ-11。

各分接头如表1。

表1 高压分接头

Tab. 1 HV tap

分接/(%)	电压/V	电流/A	分接连接	分接位置	变比
10.00	121 000	191	X1 - Y1 - Z1	1	11.52
8.75	119 625	193	X2 - Y2 - Z2	2	11.39
7.50	118 250	195	X3 - Y3 - Z3	3	11.26
6.25	116 875	198	X4 - Y4 - Z4	4	11.13
5.00	115 500	200	X5 - Y5 - Z5	5	11
3.75	114 125	203	X6 - Y6 - Z6	6	10.87
2.50	112 750	205	X7 - Y7 - Z7	7	10.74
1.25	111 375	208	X8 - Y8 - Z8	8	10.61
			X9 - Y9 - Z9	9a	
额定	110 000	210	Xk - Yk - Zk	9b	10.48
			X1 - Y1 - Z1	9c	
-1.25	108 625	213	X2 - Y2 - Z2	10	10.35
-2.50	107 250	215	X3 - Y3 - Z3	11	10.21
-3.75	105 875	218	X4 - Y4 - Z4	12	10.08
-5.00	104 500	221	X5 - Y5 - Z5	13	9.95
-6.25	103 125	224	X6 - Y6 - Z6	14	9.82
-7.50	101 750	227	X7 - Y7 - Z7	15	9.69
-8.75	100 375	230	X8 - Y8 - Z8	16	9.56
-10.00	99 000	233	X9 - Y9 - Z9	17	9.43

#1、#2 主变空载实验和短路实验数据:

由变压器的空载实验和短路实验的数据可以看出:

(1) 不同分接头下的阻抗电压值差别不大。因此,在计算时忽略阻抗电压变化,不会带来很大的误差。为了计算简便,可假设分接头变化时,阻抗电压恒为额定值。

(2) #1、#2 主变的实验数据相差不大,可近似认为#1、#2 主变参数相同,在计算时取相同的阻抗电压值和额定电流值。

(3) 变压器的激磁阻抗值很大,因此激磁电流很小,为了便于计算,可以忽略激磁电流。由以上的分析可知:#1、#2 主变阻抗电压(短路阻抗)相同、连接组号相同、变比不同。

有了这个结论,可以使计算大大简化。

假设#1、#2主变的变比 $k_I < k_{II}$ ，将一次侧各物理量折算到二次侧，忽略激磁电流，可得到并联运行时的简化电路。这时，由于 $k_I < k_{II}$ ，在二次侧的电压值 $(U_1/k_I) > (U_2/k_{II})$ 。这时，变压器内部就有环流存在，其大小为：

$$I_c = \frac{u_1}{k_I} - \frac{u_2}{k_{II}} / (Z_{kI} + Z_{kII})$$

式中： Z_{kI} 、 Z_{kII} 为已经折算到二次侧的变压器短路阻抗。

变压器的二次侧有环流存在，一次侧也应感应出环流，其大小分别为： I_c/k_I 、 I_c/k_{II} ，由于两台变压器的变比不同，两变压器一次侧的环流大小也不同。

环流大小：

$$I_c = \frac{u_1 \left(\frac{1}{k_I} - \frac{1}{k_{II}} \right)}{u_1(\%) \left(\frac{Z_1}{k_I^2} + \frac{Z_2}{k_{II}^2} \right)}$$

式中： Z_1 、 Z_2 为一次侧阻抗， $u_1(\%)$ 为阻抗电压标么值。

所以，当变压器一次侧电压 U_1 一定时，空载环流的大小正比于变比倒数的差值，反比于两变压器折算到二次侧的短路阻抗之和。

由实验数据和上述公式，可以计算出不同变比下的二次环流，如表2所示。

表2 不同分接头下的环流(10 kV侧电流)

Tab.2 Circle current with different taps			
分接头差	环流/A	分接头差	环流/A
0	0.00	9	763.39
1	85.31	10	846.98
2	170.59	11	930.17
3	255.79	12	1 012.88
4	340.89	13	1 095.08
5	425.85	14	1 176.71
6	510.62	15	1 257.71
7	595.16	16	1 338.02
8	679.44		

3 带负荷检查保护

3.1 电气一次运行方式

于村变主变试运行时运行方式如下：

两台主变并列运行，110 kV侧母线并列运行，10kV侧母线并列运行。

如图1所示。#1主变分接开关调整为9档，#2分接头开关根据主变环流的大小从9档向1档调整。

3.2 继电保护带电流检查保护

于村变的主变保护是许继四方公司的微机主变保护，在其保护装置上及后台机上均可显示各相电流大小，并且其主变高低压侧的电流互感器的差动保护二次接线均为“Y”型接线。

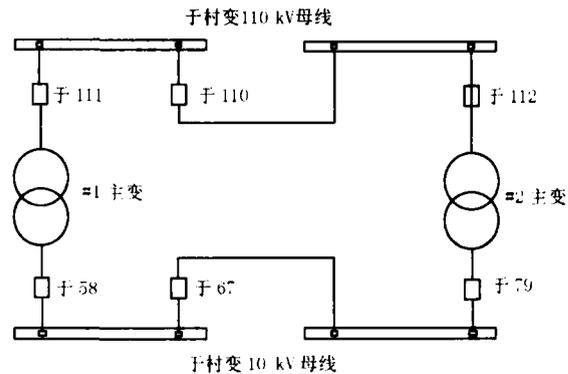


图1 试运行时运行方式

Fig.1 Trial operation mode

3.3 实验结果

根据电流值时，调度命令#2主变由9档逐档向1档调整，当调至3档时，#1主变保护低压侧显示电流为0.9 A。这时，停止调档，保护人员开始测试保护的接线的正确性。

主变低压侧的电流互感器的变比为3 000/5 A，故此时主变的环流(10 kV)为：

$$I = 0.9 \times (3\ 000/5) = 540(A)$$

经继电保护人员检查发现主变压器低压侧B相电流互感器的二次侧短路，具体原因系固定螺丝压伤绝缘致芯线接地。

4 讨论

采用有载调压主变压器并列运行，通过调整其分接头产生环流来解决新建变电站空载主变继电保护的带负荷校验保护的接线正确性，在理论上是成立的，在实践中也是可行的。根据这一思想，我们对双回路铁路线路的线路保护的带负荷校验保护也作了尝试，不同的是向牵引变供电的变电站须具备两台220 kV有载调压主变，在运行方式上采取110 kV母线分裂运行，220 kV母线及牵引变110 kV母线并列运行，调整220 kV主变分接头使其主变通过被试线路构成环流。

此种方法的原理适用于无载调压变压器差动保护的检查，所不同的是需要停电调节变压器的分接头，操作上较为复杂。

收稿日期：2004-11-20； 修回日期：2004-12-28

作者简介：

程 旭(1971-)，男，本科，工程师，从事继电保护管理工作。E-mail: I_SEE@21cn.com

(下转第25页 continued on page 25)

了以往的线路互感参数只能在停电状态下逐一地进行测量的情况,大大提高了测量的准确度和效率,因此本文所提出的基于积分方程的互感线路参数带电测量方法对于提高电力系统继电保护整定的精确性,减少供电损失,提高电力系统供电可靠性和安全运行水平无疑具有十分积极的意义。

参考文献:

- [1] 何仰赞,等. 电力系统分析[M]. 武汉:华中理工大学出版社,1992.
HE Yang-zan, et al. Electric Power System Analysis[M]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology Press, 1992.
- [2] 沈其瑜. 架空线路参数计算方法探讨[J]. 四川电力技术, 1995, 18(4): 52-56.
SHEN Qi-yu. Discussion on Calculation Method of Overhead Line Parameter [J]. Sichuan Power Technology, 1995, 18(4): 52-56.
- [3] CHEN Yun-ping, WANG Xu-ru, HAN Bao-liang. The Principles and Computer-based Realization of Zero-sequence Parameter Measurement of Transmission Line with Mutual Inductance [A]. International Power Engineering Conference. Singapore: 1995.
- [4] 胡志坚,张承学,陈允平. 基于 GPS 的线路参数带电测量方法[J]. 电网技术, 1999, 23(9): 4-7.
HU Zhi-jian, ZHANG Cheng-xue, CHEN Yun-ping. A New Method of Parameters Live Line Measurement of Transmission Lines Based on GPS Technology [J]. Power System Technology, 1999, 23(9): 4-7.
- [5] 胡志坚. 基于 GPS 的线路参数带电测量研究及实现(硕士学位论文)[D]. 武汉: 武汉大学, 1999.
HU Zhi-jian. The Study and Realization of Live Line Measurement to Parameters of Transmission Lines with Mutual Inductance Based on GPS, Thesis [D]. Wuhan: Wuhan University, 1999.

收稿日期: 2004-11-29; 修回日期: 2005-01-12

作者简介:

胡宁(1977-),女,硕士,从事电力系统继电保护管理工作; E-mail: hn8253583@sina.com

郑昱(1975-),男,硕士,从事电力系统生产技术管理工作;

胡志坚(1969-),男,博士,副教授,从事电力系统稳定控制、自动化方面的研究工作。

Study of live line measurement of parameters of transmission lines with mutual inductance based on integral equations

HU Ning¹, ZHENG Gang¹, HU Zhi-jian²

(1. Yueyang Electric Power Bureau, Yueyang 414000, China;

2. School of Electrical Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: The conventional methods of measuring transmission lines parameters were briefly reviewed and a new integral equation method of live line measurement of transmission lines' mutual inductance parameters was proposed. The new method turned the volt-ampere characteristic equation of transmission lines into an integral form, then used least square method to solve the equations and got the zero-sequence parameters. The principle and corresponding mathematical models of the new method were explained. Moreover, digital simulation results with the new methods were shown and the software algorithms was deduced. Finally, an experiment was introduced and the comparison between the incremental method and the integral equation method was given. Experiment results showed that the new method is accurate and believable. Compared with incremental approach, the new method can suppress the high-frequency parts and this method seldom need an extra power.

Key words: power system; mutual inductance; live line measurement; integral equations; GPS

(上接第 18 页 continued from page 18)

Differential protection test of no-load transformer

CHENG Xu

(Dispatch Center of Jiaozuo Electric Power Bureau, Jiaozuo 454000, China)

Abstract: The paper presented a method to ensure the connection correctness of load test protection in newly built no-load transformer. The method employed the circular current caused by tap control of parallel operated load-ratio voltage transformer to solve the above problems.

Key words: load test; circular-current; load-ratio voltage transformer; relay protection