

文章编号:1671-251X(2012)06-0058-04

吕斌,倪赛赛,张捷尚,等.一种应用启动负荷录波波形分析保护极性的新方法[J].工矿自动化,2012(6):58-61.

一种应用启动负荷录波波形分析保护极性的新方法

吕斌¹, 倪赛赛¹, 张捷尚², 王万里², 高宝龙³

(1. 甘肃电力科学研究院, 甘肃 兰州 730050; 2. 宁夏大唐国际大坝发电有限责任公司, 宁夏 银川 750001; 3. 兰州超高压输变电公司白银修试工区, 甘肃 白银 730900)

摘要:针对新建电厂不能及时向常规测试仪器提供足够的负荷而造成保护极性正确性无法确定的问题,提出了一种应用启动负荷录波波形分析保护极性的新方法。该方法利用录波波形的时间关系推导电气变量之间的角度关系,即将电压、电流峰值录波标定的时间差换算为相位角,从而判断保护极性的正确性。试验结果表明,该方法简单、实用。

关键词:火力发电厂;启动负荷;小负荷;保护极性;录波波形;时间差;相位角

中图分类号:TD611.5

文献标识码:A

网络出版时间:2012-05-28 16:06

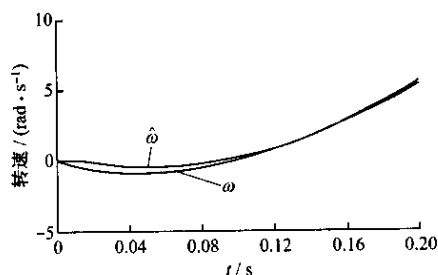
网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20120528.1606.017.html>

收稿日期:2012-04-12

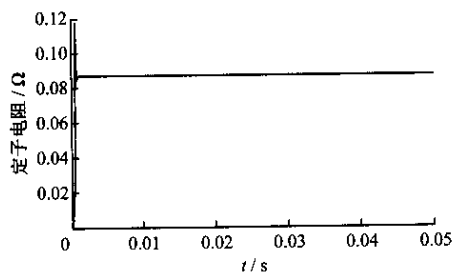
作者简介:吕斌(1963-),男,山东烟台人,高级工程师,现主要从事继电保护调试及整定技术工作。E-mail:dkylb@163.com

电动机带负载(10 N·m)启动时的仿真结果如

图5所示,图中 ω 为实际转速, $\hat{\omega}$ 为辨识转速。



(a) 电动机启动阶段的实际转速与辨识转速波形



(b) 定子电阻的辨识波形

图5 电动机带载启动时的仿真结果

从仿真结果可看出,在采用理想的电动机模型进行仿真时,构建的感应电动机无速度传感器直接转矩控制系统能够很好地同时辨识电动机转速和定子电阻,有效消除电动机定子电阻发生变化对电动

机转速辨识带来的影响。

4 结语

介绍了一种改进的基于MARS理论的感应电动机无速度传感器控制方法,采用该方法设计的感应电动机无速度传感器直接转矩控制系统不仅能对电动机转速进行辨识,同时也能对电动机的定子电阻进行辨识,从而提高了系统的低速辨识性能,增强了系统的抗干扰性。

参考文献:

- [1] 任巨庸,谷善茂.基于双PWM调节的PMSM无传感器低速控制技术[J].工矿自动化,2011(7):57-60.
- [2] 杨耕,陈伯时.交流感应电动机无速度传感器的高动态性能控制方法综述[J].电气传动,2001,31(3):1-8, 22.
- [3] 王耀南,王辉,邱四海,等.基于递归模糊神经网络的感应电机无速度传感器矢量控制[J].中国电机工程学报,2004,24(5):84-89.
- [4] 肖建,蒋林.感应电机无速度传感器模糊控制仿真研究[J].系统仿真学报,2010(9):2115-2119.
- [5] 黄志武,桂卫华,年晓红,等.基于自适应观测器的无速度传感器感应电机控制[J].控制理论与应用,2007(6):913-918.

A New Method of Applying Waveform Record of Starting Load to Analyze Protection Polarity

LÜ Bin¹, NI Sai-sai¹, ZHANG Jie-shang², WANG Wan-li², GAO Bao-long³

(1. Gansu Electric Power Science Research Institute, Lanzhou 730050, China. 2. Ningxia Datang International Daba Power Generation Co., Ltd., Yinchuan 750001, China. 3. Baiyin Repair District of Lanzhou Extra-high Voltage Power Transmission and Transformation Company, Baiyin 730900, China)

Abstract: In view of problem that correctness of protection polarity cannot be determined since new power plant cannot provide enough load to general test instrument, the paper proposed a new method of applying waveform record of starting load to analyze protection polarity. The method uses time relation of waveform record to deduce angle relation of electric variables, namely converting time difference calibrated by waveform record of peak of voltage and current to phase angle, so as to judge correctness of protection polarity. The test result showed that the method is simple and practical.

Key words: thermal power plant, starting load, light load, protection polarity, waveform record, time difference, phase angle

0 引言

大型火力发电厂为了节省下网电量,充分利用机组的发电负荷,通常采用将启备变接在电厂升压站母线上。在新建电厂中往往遇到电网经由线路、母线、启备变倒送电后,调度要求带负荷检查线路保护、母线保护、电能计量等极性是否正确的情况^[1-7]。因新建电厂不能及时提供足够的负荷以满足常规仪器测试的需要,而无法确定保护极性的正确性,使保护不能完全投入,从而影响电网的安全稳定运行。

本文以新建国电电力酒泉热电厂调试工程为例,提出了一种应用启动负荷录波波形分析保护极性的新方法,有效解决了小负荷条件下常规仪器无法测试保护极性的难题。

1 电厂主接线

国电电力酒泉热电厂为 2×330 MW新建工程,330 kV升压站设计主接线为2个完整串和1个非完整串,2个完整串接线采用3/2接线方式,线路侧为330 kV双回线送出至750 kV酒泉变电站,电源侧为1、2号发电机变压器组。启备变高压侧采用非完整串特殊接线方式,通过2把刀闸可以分别跨接在330 kV I母线上或II母线上,低压侧接至1、2号机组厂用6 kV备用电源分支开关,采用单母线接线方式。

330 kV升压站首次受电方式:330 kV茅泉II线路送电正常,合3312开关对II母线充电,检查II母线PT,并与线路PT核相,合3310、3311开关

对I母线充电,检查I母线PT,并与II母线PT核相;合3312隔刀及3300开关对启备变充电。启备变送电正常后,分别合6104A、6104B、6204A、6204B开关对厂用6 kV 1A、1B、2A、2B段母线充电,检查PT相序并核相。图1为330 kV升压站的受电示意图。

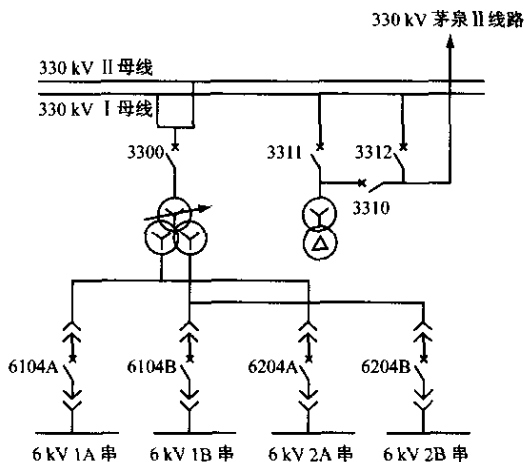


图1 330 kV升压站的受电示意图

2 方法原理

本文提出的方法主要是利用录波波形的时间关系推导电气量之间的角度关系,判断保护极性正确性。式(1)、式(2)将电压、电流(峰值)录波标定的时间差换算为相位角,式(3)将电压、电流最大值换算为有效值,从而确定电压与电流的相量关系。

$$t|_{ms} = \frac{1}{f} = \frac{1}{50} = 20 \quad (1)$$

1个周波为 360° ,则时间与角度的关系为

$$\theta |_{(c^{\circ}), ms^{-1}} = \frac{\varphi}{T} = \frac{360}{20} = 18 \quad (2)$$

交流电压、电流有效值与最大值关系:

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}, \quad I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \quad (3)$$

式中: U_m 、 I_m 分别为交流电压、电流最大值。

图2中, 电流滞后电压 3.069 ms, 故滞后相位角 $\theta = 18 \times 3.069 = 55.242^\circ$, 电压、电流有效值分别为 $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ 、 $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ 。

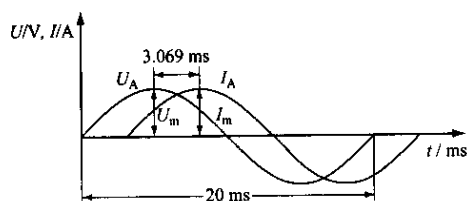


图2 电压、电流相位角关系

3 保护极性测试分析

在 750 kV 酒泉变电站和电厂侧同时启动 2 台风机进行录波试验。试验结果表明, 启动负荷波形清晰, 完全可以确定保护极性相位关系是否正确。

3.1 电厂启动负荷

330 kV 茅泉 II 线路、升压站 I、II 母线、启备变及厂用 6 kV 母线受电正常后, 调度要求电厂提供负荷检查线路保护、母线保护、电能计量等极性是否正确, 但由于电厂处在基建阶段可供利用的厂用负荷小于相位测试仪要求的基本负荷, 从而无法判断保护极性是否正确。通过统计, 电厂具备启动的锅炉风机负荷如表 1 所示。

表1 锅炉风机负荷统计

名称	功率/kW	电压/V	电流/A	数量/台	启动电流/A
引风机	2 900	6 000	330	2	1 300~2 310
送风机	950	6 000	105	2	420~735
一次风机	1 500	6 000	165	2	661.6~1 157.8

经分析, 若每次分别启动 2 台引风机、送风机、一次风机, 按 4~7 倍额定启动电流估算, 约有 50 A 电流在 7~20 s 启动时间内使 330 kV 线路电流发生变化。用灵敏的电量分析仪记录启动过程中的电压、电流波形, 便可以从录波波形中分析保护极性是否正确, 从而解决在小负荷条件下保护极性测试的难题。

3.2 试验录波与数据分析

以下以线路保护极性检查为例进行说明(采用

WFLC-VI 型便携式电量分析仪记录启动过程中的电压、电流波形)。图 3 为空载电流录波波形。从图 3 可看出, 电压波形正常, 电流波形畸变, 无法确定相位关系。

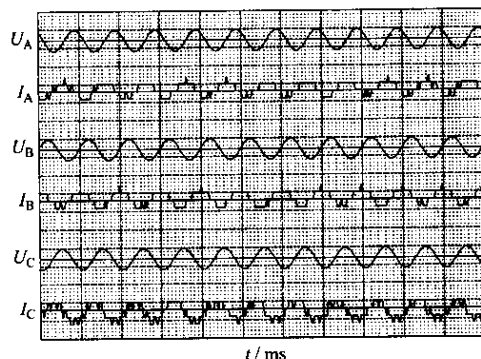


图3 空载电流录波波形

图 4 为酒泉变电站侧线路保护最大启动负荷录波波形, 从图 4 可得出如表 2、表 3 所示的电压、电流及相位测试数据, 表 4、表 5 为表 2、表 3 相应的换算结果。其中 φ_1 为峰值电压、电流波形相差时间。

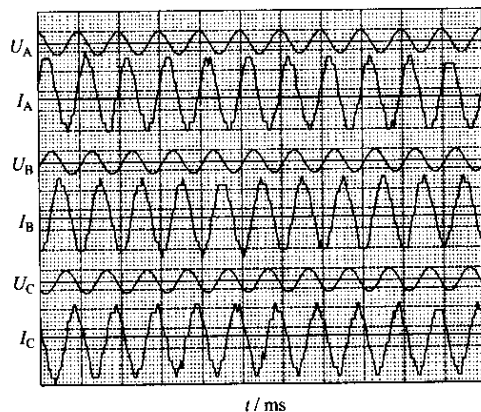


图4 酒泉变电站侧线路保护最大启动负荷录波波形

表2 酒泉变电站侧线路保护峰值电压、电流及两者波形相差时间

相别	U_m /kV	I_m /A	φ_1 /ms
A	286.41	6.77	4.201
B	287.76	50.06	4.448
C	287.66	40.69	4.695

表3 酒泉变电站侧线路保护相电压、相电流波形相差时间

$t_{U_{AB}}/\text{ms}$	6.672	$t_{I_{AB}}/\text{ms}$	6.919
$t_{U_{BC}}/\text{ms}$	6.919	$t_{I_{BC}}/\text{ms}$	6.919
$t_{U_{CA}}/\text{ms}$	6.425	$t_{I_{CA}}/\text{ms}$	6.425

图 5 为电厂升压站侧线路保护录波波形, 从图 5 可得出如表 6、表 7 所示的电压、电流及相位测试数据, 表 8、表 9 为表 6、表 7 相应的换算结果。

表4 表2的换算结果

相别	U/kV	I/A	$\varphi/(^{\circ})$
A	202.52	42.99	75.62
B	203.48	35.40	80.06
C	203.41	28.77	84.51

表5 表3的换算结果

$\varphi_{U_{AB}}/(^{\circ})$	120.10	$\varphi_{I_{AB}}/(^{\circ})$	124.54
$\varphi_{U_{BC}}/(^{\circ})$	124.54	$\varphi_{I_{BC}}/(^{\circ})$	124.54
$\varphi_{U_{CA}}/(^{\circ})$	115.65	$\varphi_{I_{CA}}/(^{\circ})$	115.65

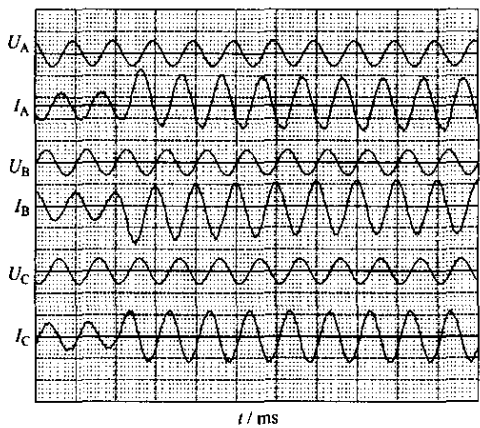


图5 电厂升压站侧线路保护录波波形

表6 电厂升压站侧线路保护峰值电压、电流及两者波形相差时间

相别	U_m/kV	I_m/A	φ/ms
A	289.66	84.64	5.931
B	290.04	45.57	5.931
C	288.40	58.59	4.943

表7 电厂升压站侧线路保护相电压、相电流波形相差时间

$t_{U_{AB}}/\text{ms}$	6.919	$t_{I_{AB}}/(\text{ms})$	6.920
$t_{U_{BC}}/\text{ms}$	6.178	$t_{I_{BC}}/(\text{ms})$	6.920
$t_{U_{CA}}/\text{ms}$	6.919	$t_{I_{CA}}/(\text{ms})$	6.549

表8 表6的换算结果

相别	U/kV	I/A	$\varphi/(^{\circ})$
A	204.82	59.85	-106.76
B	205.09	32.22	-106.76
C	203.93	41.43	-88.97

3.3 保护极性检查

从表5和表9可看出,线路保护电流是从750 kV酒泉变电站指向电厂,线路两端电流相位相反,故线路保护极性正确。线路保护相量关系如

表9 表7的换算结果

$\varphi_{U_{AB}}/(^{\circ})$	124.54	$\varphi_{I_{AB}}/(^{\circ})$	124.56
$\varphi_{U_{BC}}/(^{\circ})$	111.20	$\varphi_{I_{BC}}/(^{\circ})$	124.56
$\varphi_{U_{CA}}/(^{\circ})$	124.54	$\varphi_{I_{CA}}/(^{\circ})$	117.88

图6所示,电压、电流为A、B、C三相平均值,以750 kV酒泉变电站电压为基准,酒泉变电站电压则与电流为 $U_A、U_B、U_C、I_A、I_B、I_C$,电厂升压站电压电流为 $U_a、U_b、U_c、I_a、I_b、I_c$ 。从图6可看出,线路两侧电压和电流相位关系具有对称性,同时满足差动保护要求。

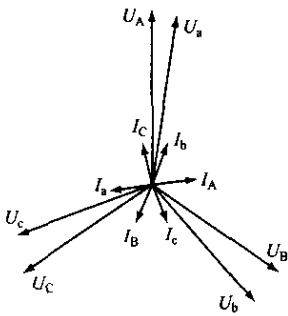


图6 线路保护相量关系

4 结语

以电厂启动负荷录波波形检查保护极性的方法可以在小负荷条件下进行测试,从而解决了在小负荷条件下保护极性测试的难题。该技术不仅可应用于线路保护、母线保护、测量、计量回路极性的检查,同样可以检查启备变差动保护等极性的正确性,在调试现场有较好的应用价值。

参考文献:

[1] 陈吴,张建国. 变电站新投运间隔母线保护极性校验方法[J]. 贵州电力技术,2009(2):62-63.
[2] 欧阳本凯,宋述宏. 变压器无负荷时的差动保护极性测试[J]. 电工技术,2010(3):12-13.
[3] 詹必川,彭庆芝. 利用并联变压器环流进行保护极性试验[J]. 湖北电力,1997(21):1-2.
[4] 孟恒信. 电力系统微机保护测试技术[M]. 北京:中国电力出版社,2009.
[5] 王梅义. 高电压电网继电保护技术[M]. 北京:中国电力出版社,1988.
[6] 贺家李,宋从矩. 电力系统继电保护原理[M]. 北京:中国电力出版社,2002.
[7] 王维俭. 发电机变压器继电保护应用[M]. 北京:中国电力出版社,2005.