

# 关于差动保护二次谐波制动比测试过程的探讨

陈 易, 金 军

(浙江嘉兴发电厂设备部, 浙江 嘉兴 314201)

**摘要:** 差动保护在发电机、变压器的保护中占有重要地位, 这里针对在现场测试二次谐波制动比存在的一些问题, 提出应注意的事项, 并作为对 JCD-11 差动保护说明书中调试方法的借鉴。

**关键词:** 差动保护; 二次谐波; 制动比; 电流表

**中图分类号:** TM772      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1003-4897(2000)11-0058-02

## 1 引言

嘉兴发电厂 #1, #2 机系 300MW 国产引进型汽轮发电机组, 发电机与主变压器采用单元机组接线, JCD-11 型差动保护主要用于发变组、主变压器、高压厂用变压器以及启备变的保护中, 在发变组、主变压器以及厂用变压器中由于不存在空载合闸的客观条件(因为发变组升压过程都是零起升压过程), 但是在切除外部短路故障时, 依然会使差动保护发生误动, 所以二次谐波制动比的测试在各种差动保护中都不可忽视。但在差动保护二次谐波制动比的测试过程中, 由于所使用的仪表不当, 或者计算公式有误, 会导致二次谐波制动比的测试错误, 因此在测试二次谐波制动比的过程中, 必须正确理解二次谐波制动比的含义以及正确使用合适的表计。

## 2 二次谐波制动比的测试原因

对于变压器的差动保护在第一次投运时, 为了保证变压器在空载合闸或者切除外部故障时不误动, 必须做变压器的合闸冲击试验, 而且应进行 5~7 次, 有条件的应记录励磁涌流和合闸方的电源波形, 因为空载合闸时, 变压器会产生很大的励磁涌流, 涌流的大小可达到额定电流的 6~8 倍, 该涌流流过差动保护的差动线圈而使差动保护误动, 为此差动保护设置二次谐波制动, 因此二次谐波制动比的测试在差动保护是否会在励磁涌流的作用下误动也就显得至关重要了。

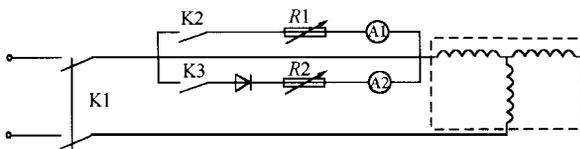


图 1

## 3 二次谐波制动比的测试原理

二次谐波制动比的测试一般采用单相半波整流电路来进行, 其测试电路如图 1。单相半波整流后的波形如图 2。

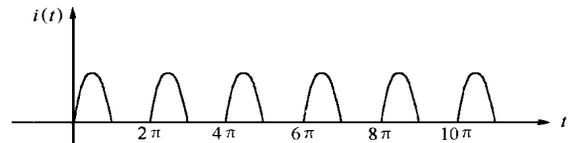


图 2

由此波形可看出该函数为一周期为 2 的周期函数, 可利用傅立叶级数进行分解, 其结果如下:

$$i(t) = I_m/2 + I_m/2 \sin t - 2I_m/3 \cos 2t - 2I_m/15 \cos 4t + \dots$$

由此可见其中包含有:

$$\text{直流分量: } I_0 = I_m/2$$

$$\text{基波分量: } I_1 = I_m/2 \sqrt{2}$$

$$\text{二次谐波分量: } I_2 = 2I_m/3 \sqrt{2}$$

$$\text{四次谐波分量: } I_4 = 2I_m/15 \sqrt{2}$$

$I_m$  为半波正弦电流的幅值。

二次谐波制动比的测试正是利用单相半波整流电路中产生的二次谐波分量进行制动, 从而达到对二次谐波制动的测试目的。

## 4 二次谐波制动比的测试过程

合上直流电源电压, 合上 K1、K3 开关, 调节滑线电阻 R2, 增加电流到装置整定值, 装置 Z 回路应不动作, 出口灯不亮, 将电流增加到额定值, Z 回路也不动。合上开关 K1、K2 (K3 断开), 调节滑线电阻 R1, 增加电流到 Z 动作, 再合上 K3, 调节滑线电阻 R2, 使 Z 返回, 读取 A1、A2 读数。

## 5 测试过程中使用仪表的选择问题

由以上分析可知,要正确测量二次谐波制动比,关键在于怎样测出二次谐波的大小,当然能够直接测出其二次谐波的大小是最理想的,但是在实际工作中所使用的表计大都不能直接对二次谐波进行测量,因为表计的使用受其频率的限制,一般的电流表的频率都限制在 50~60Hz 之间,因此我们只能采用间接测量的方法,图中的 A1 为交流电流表,A2 电流表的选择是正确测量二次谐波制动比的关键,如果 A2 采用的是磁电式直流电流表,其读数即为直流分量  $I_0$ ,其交流分量  $I_1, I_2$  只会使线圈发热,不会产生指示。如果 A2 采用的是电动式或电磁式交流电流表,则电流表 A2 的读数为各次交流谐波电流有效值的平方和,其中的直流分量不能在表计中反应出来。

## 6 谐波制动系数比的确定

基于以上对测试过程中使用仪表的选择分析,如果 A2 是磁电式直流电流表,则有:

$$I_1/I_0 = 1/2\sqrt{2} = 1.11$$

$$I_2/I_0 = \sqrt{2}/3 = 0.472$$

所以二次谐波制动比:

$$K = 0.472 I_0 / (1.11 I_0 + I_1)$$

如果 A2 是电动式或电磁式交流电流表,则有:

$$I =$$

$$\sqrt{(I_m/2/\sqrt{2})^2 + (\sqrt{2}I_m/3)^2 + (\sqrt{2}I_m/15)^2 + \dots}$$

$$I_1 = I_m/2/\sqrt{2} = 0.71 I$$

$$I_2 = I_m/3/\sqrt{2} = 0.3 I$$

所以二次谐波制动比:

$$K = 0.3 I / (0.71 I + I_1)$$

## 7 另一种测试二次谐波制动比的方法

由于三相变压器在空载合闸产生的二次谐波在三相中各不一样,其中必有一相最大,因此二次谐波制动采用其中最大一相闭锁三相出口,而测试二次谐波制动比是分相进行的,在同一相中不容易既加基波又加二次谐波,而分相加入却是比较容易的,因此测试其中一相二次谐波制动比时,不妨在其他两相中的一相中加入基波电流,在本相中加入二次谐波电流,其二次谐波电流与基波电流的比即为二次谐波制动比,这种方法比较直观,但存在的问题是如

何测量其二次谐波电流的大小,一般采用整流系电流表,由于这种电流表受波形、温度等的影响较大,所以精度不高,一般不高于 1.0 级,使得测试二次谐波制动比的准确度受到限制,虽然这种方法在测量二次谐波制动比中显得非常直观,易于理解,但其二次谐波电流的大小仍然值得探讨。

## 8 误差分析

(1) 当利用如下计算公式:

$$K = 0.3 I / (0.71 I + I_1) \quad \text{A2 应采用交流电流表}$$

$$I =$$

$$\sqrt{(I_m/2/\sqrt{2})^2 + (\sqrt{2}I_m/3)^2 + (\sqrt{2}I_m/15)^2 + \dots + (I_m/)^2}$$

$$I_{\text{实际}} =$$

$$\sqrt{(I_m/2/\sqrt{2})^2 + (\sqrt{2}I_m/3)^2 + (\sqrt{2}I_m/15)^2 + \dots}$$

$$K = 0.3 I / (0.71 I + I_1/I)$$

K 偏大

如果 A2 采用的是直流电流表时:

$$I =$$

$$\sqrt{(I_m/2/\sqrt{2})^2 + (\sqrt{2}I_m/3)^2 + (\sqrt{2}I_m/15)^2 + \dots}$$

$$I_{\text{实际}} = I_m/$$

$$K = 0.3 I / (0.71 I + I_1/I)$$

K 偏小

(2) 当利用如下计算公式:

$$K = 0.472 I_0 / (1.11 I_0 + I_1) \quad \text{A2 应采用直流}$$

电流表,然而 A2 采用的却是交直流两用的电流表时:

$$I_0 =$$

$$\sqrt{(I_m/2/\sqrt{2})^2 + (\sqrt{2}I_m/3)^2 + (\sqrt{2}I_m/15)^2 + \dots + (I_m/)^2}$$

$$I_{0\text{实际}} = I_0/$$

$$K = 0.472 / (1.11 + I_1/I_0)$$

K 偏大

如果 A2 采用的是交流电流表时:

$$I_0 =$$

$$\sqrt{(I_m/2/\sqrt{2})^2 + (\sqrt{2}I_m/3)^2 + (\sqrt{2}I_m/15)^2 + \dots}$$

$$I_{0\text{实际}} = I_m/$$

$$K = 0.472 / (1.11 + I_1/I_0)$$

K 偏大

由以上分析可知,测试二次谐波制动比时,如果选择错误的电流表都会引起二次谐波制动比的偏差,严重影响差动保护躲励磁涌流的(下转第 62 页)

(10) 软件 VQC 模块或 VQC 装置故障。

### 5.2 VQC 与远方调度(监控中心)的关系

对于无人值班站,远方调度(监控中心)应能掌握 VQC 的当前运行状况,并能对 VQC 功能进行投入或退出的遥控操作。

### 5.3 VQC 人机界面

VQC 的人机界面应能显示其运行状况和闭锁情况,并能在线灵活设定有关参数。

(1) 运行点实时显示区:以坐标形式实时显示当前所选主变的运行点所处区域,并且标出当前的  $U$ 、 $\cos \phi$ (或  $U$ 、 $Q$ ) 的上限及下限,以及当前  $U$ 、 $\cos \phi$ (或  $U$ 、 $Q$ ) 的实时值。

(2) 面向用户的参数设置窗口:用户根据实际情况能方便地修改有关参数、闭锁条件。

(3) 详细的 VQC 动作记录:完善的登录信息,有

利于了解 VQC 的运行情况,便于故障分析和 VQC 动作记录的统计。

## 6 结论

(1) 应根据实际情况,选用不同的 VQC 实现方式。对于新建的综合自动化变电站,宜用变电站自动化系统网络 VQC 装置或变电站后台监控计算机软件 VQC;对于老变电站建议用自带输入/输出系统的独立 VQC 装置。

(2) 控制策略、闭锁问题、人机界面、整定原则等,是技术难点、是关键,选择具体设备时应着重考虑,整定计算时需认真推敲。

收稿日期: 2000-05-08

作者简介: 沈曙明(1964-),男,硕士,从事、分管自动化、继电保护方面的工作。

### Discussion and implementation of voltage - reactive control in substation

SHEN Shu - ming

(Jiaying Electric Power Bureau of Zhejiang, Jiaying 314000, China)

**Abstract:** Based on the debugging and operation of voltage - reactive control system (VQC) in substation of Jiaying power network of Zhejiang Province, China in recent years, an analysis and investigation is implemented in its regulation principle, measure and implementation way. Some issues are discussed such as the VQC's block, relationship with the remote dispatching center and man - machine interface etc.

**Keywords:** substation; voltage reactive (VQ); automatic control

(上接第 59 页) 能力,因此,在测试过程中不能不注意选择正确的电流表以及正确的计算公式。

## 9 结论

由于在 JCD-11 型差动保护说明书中没有指出所使用电流表的特性,势必使人产生误解,从而导致错误的测量,这里强调在进行 JCD-11 型差动保护二

次谐波制动比的测试过程中,要正确选用合适的电流表以及正确的计算公式,同时对二次谐波制动比的含义进行探讨,加深对其制动比的理解。

收稿日期: 2000-04-05

作者简介: 陈易(1970-),男,大专,助工,从事继电保护整定研究工作;金军(1966-),男,大学本科,工程师,从事继电保护整定、电气检修管理工作。

### Discussion of the testing process on the second harmonic restraint ratio of differential protection

CHEN Yi, JIN Jun

(Jiaying Power Plant of Zhejiang, Jiaying 314201, China)

**Abstract:** The differential protection has been playing a very important role in power generator and transformer protections. In this paper, some precautions are proposed in terms of some problems appeared in testing the second harmonic restraint ratio on site. It is also a supplementary to debugging section in the manual on JCD - 11 differential protection.

**Keywords:** differential protection; the second harmonics; restraint ratio; ammeter