

失磁保护在发电机出现逆功率时的动作分析

赵民¹, 叶绍仪¹, 侯佳才¹, 申爱兵²

(1. 鹤岗发电有限责任公司, 黑龙江 鹤岗 154109; 2. 沈阳电力高等专科学校, 辽宁 沈阳 110036)

摘要: 叙述了发电机 $U_L - P$ 失磁保护以及阻抗失磁保护的基本原理, 并分析了发电机出现逆功率时失磁保护动作情况。同时结合失磁保护各种跳闸方案, 论述 $U_L - P$ 原理失磁保护在发电机出现逆功率时应解决的问题。

关键词: 失磁保护; 发电机逆功率; 静稳阻抗

中图分类号: TM307 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2003)11-0030-02

1 前言

在 100 MW 以上机组一般都装设失磁保护, 目前失磁保护的构成原理大致有两种, 一种是 $U_L - P$ 原理失磁保护, 另一种是阻抗圆原理失磁保护。发电机出现失磁时, 将造成系统电压下降, 也可能造成系统其它发电机过电流, 同时发电机失磁后也可能造成发电机自身转子局部过热和剧烈振动。因此失磁保护在发电机各种运行工况下的正确动作对于发电机的安全运行以及系统的安全稳定都有重要意义。

2 $U_L - P$ 原理失磁保护基本原理

$U_L - P$ 元件是以发电机的静稳极限为动作边界。判定静稳边界由有功功率 P 与空载电势 E_L 决定, 虽然在派克标么值系统, 励磁电压基值取空载励磁电压, 有 $U_e = E_0$, 但如果发电机失磁或低励时, U_L 很可能迅速下降到对应静稳极限的整定值以下, 然而 E_0 的衰减比较慢, $U_L - P$ 元件动作并不代表发电机已达到静稳极限, 这种保护超前动作, 是 $U_L - P$ 元件的最大优点, 但当系统振荡, 有功功率及励磁电压都要发生波动, 有可能进入动作区。

汽轮发电机 $U_L - P$ 元件动作特性如图 1 所示, 在 $U_L - P$ 坐标平面上的动作特性通过坐标原点, 近似为一条直线。

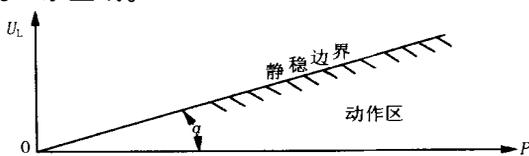


图 1 $U_L - P$ 元件动作特性图

Fig. 1 Operating characteristics of $U_L - P$ element

$U_L - P$ 元件的动作判据为: $U_L \geq KP$ (1)

式(1)中 U_L 为转子电压; P 为发电机送出的有功功率; K 为斜率。

$$K = \arctg K = \arctg(X_d U_{L0} / S_N) \quad (2)$$

式(2)中: X_d 为以发电机额定值为基准值的标么值, $X_d = X_d + X_s$; X_s 为与发电机联系的系统电抗, 标么值; U_{L0} 为发电机空载励磁电压, V; S_N 为发电机额定视在功率, MVA。

3 阻抗圆失磁保护基本原理

阻抗圆失磁保护一般由静稳阻抗圆和失步阻抗圆两种方式, 下面仅从物理概念做出静稳阻抗圆, 失步阻抗圆不论述。系统联系电抗为 X_s , 发电机同步电抗为 X_d , 由于发电机尚处于静态稳定的边界, 所以发电机还没有失去同步, 由机端向发电机观测到的参数应是以 jX_s 、 $-jX_d$ 两点为直径作圆, 如图 2。

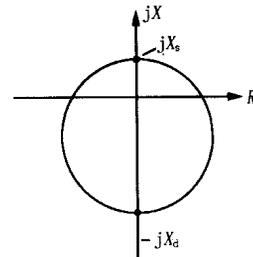


图 2 发电机静稳阻抗圆

Fig. 2 Impedance circle of the generator at the static stability state

系统外部经过电阻发生不对称短路、系统振荡以及 TV 电压回路断线时, 阻抗圆失磁保护都有可能误动作。

4 失磁保护出口构成方案

由于 $U_L - P$ 原理失磁保护、阻抗圆失磁保护都

有各自的缺陷,因此目前发电机失磁保护构成方案都是由以上两种原理的保护加以其它条件共同构成的。现以微机式发变组保护中的失磁保护普遍应用的失磁保护方案为例,框图如图3所示。

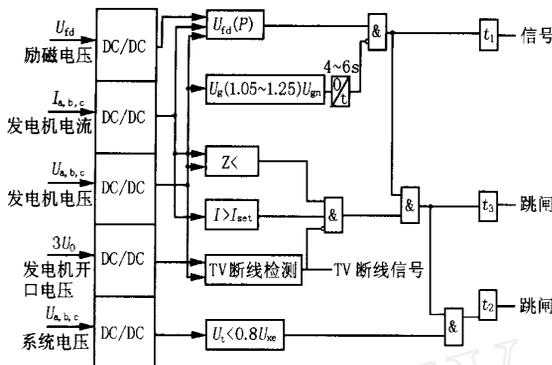


图3 失磁保护构成方案

Fig.3 Constitution scheme of field loss protection

$U_L - P$ 判据、静稳阻抗判据均检测静稳边界,可预测发电机是否因失磁而失去稳定。失磁信号由变励磁电压判据经延时 t_1 产生。发生低励失磁故障,使 $U_L - P$ 判据、静稳阻抗判据同时满足,若此时系统电压低于定值经较短延时 t_2 发出跳闸指令。对于多机系统单台机发低励失磁,不能使系统电压降低时,经较长时限 t_3 跳闸。

由上述论述可知,为了使失磁保护能够在各种工况下都能正确动作, $U_L - P$ 判据、静稳阻抗判据都要应用到各种典型失磁保护构成方案中,因此 $U_L - P$ 判据、静稳阻抗判据失磁保护能否在发电机各种运行工况下都能正确动作,对整套失磁保护的正确动作都是至关重要的。

5 发电机逆功率下失磁保护动作情况分析

讨论这个问题,仍将失磁保护分阻抗圆、 $U_L - P$ 两种原理的保护来进行。对于阻抗圆原理的失磁保护,从前述已经可以看出,若发电机处于电动机状态下失磁,发电机的阻抗参数可以进入动作区,不会影响失磁保护的動作。

下面重点论述 $U_L - P$ 原理的失磁保护在发电机处于电动机运行工况下的动作情况,前述 $U_L - P$ 判据原理失磁保护的動作特性如图1,可以看出整个动作区是在第一象限,也就是说只有发电机处于发电状态下的失磁,失磁保护才能动作,同时 $U_L - P$ 判据原理的失磁保护的動作区整定也是以发电机处于发电状态下给出的。发电机运行工况除了发电机电状态外,还有可能出现逆功率即电动机运行状态,

发电机处于电动机运行状态,同时发电机又失磁了,上面论述的 $U_L - P$ 判据原理的失磁保护在这种发电机运行工况下将不能动作。而发电机出现这种特殊运行工况时,要求失磁保护动作。首先,发电机在电动机状态下失磁,发电机相当于一个纯粹的异步电动机(功率为发电机自身功率的5%左右),虽然从系统吸收的有功、无功都不多,但对系统、对发电机本身已经没有任何好处,应尽快予以切除;其次,如果失磁保护不动作,对于事故分析、事故处理也不利。由于失磁保护不动作,在事故分析中很容易错过发电机励磁系统的缺陷,而着重对发电机逆功率原因进行分析,容易延误事故处理。因此 $U_L - P$ 判据原理的失磁保护应该在原理上进行改进,以适应发电机这种特殊工况下对失磁保护的要求。具体改进方法如下: $U_L - P$ 判据原理失磁保护的整个动作区延伸到第一、二象限,如图4所示。

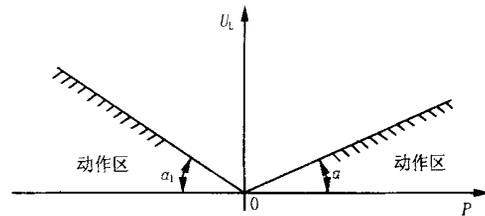


图4 包括发电机逆功率后 $U_L - P$ 元件動作特性图

Fig.4 Operating characteristics of $U_L - P$ element after reverse - power starts

对于失磁保护第一象限的整定原则如前所述相同,对于失磁保护第二象限的整定,考虑发电机在电动机状态下失磁,发电机相当于一个纯粹的功率为5%左右发电机自身功率的异步电动机, $U_L - P$ 元件的動作判据为:

$$U_L < K_1 P \quad (3)$$

式(3)中 U_L 为转子电压; P 为发电机送出的有功功率; K_1 为斜率。

$$\alpha = \arctg K_1 = \arctg (X_d U_{L0} / (5\% S_N)) = \arctg 20 (X_d U_{L0} / S_N) \quad (4)$$

式(4)中 X_d 为以发电机额定值为基准值的标么值, $X_d = X_d + X_s$; X_s 为与发电机联系的系统电抗,标么值; U_{L0} 为发电机空载励磁电压, V; S_N 为发电机额定视在功率, MVA。

6 结论

通过上述讨论,可以得出以下结论:首先阻抗圆原理的失磁保护在发电机处于逆功率运行状态下失磁,可以正确动作;其次,传统 $U_L - P$ (下转第35页)

线路,比幅和比相法虽然也可以区分出故障线路,但是这两种方法受出线方式和线路长度的影响,容易误判。在经消弧线圈接地系统中,可以通过比幅、五次谐波分量法、零序功率法(利用有功分量)来区分故障线路和非故障线路。在这几种方法中,零序功率法的灵敏度最高,同时对中性点不接地系统和消弧线圈接地系统有效,是一个较好的用于小接地系统单相故障选线的方法。

(2) 以上的试验结论在现实中和理论上都是符合的,这从另一个方面来说,利用 RTDS 仿真小接地系统是可行、可信的。

参考文献:

[1] 肖白,等.小电流接地系统单相接地故障选线方法综述

[J].继电器,1998,26(4):16-20.

[2] 张树文,等.小电流接地系统单相接地保护原理和技术综述[J].电力情报,1994,(2):1-4.

[3] 杨汉生,等.基于零序功率的小电流选线方法[J].继电器,2002,30(11):30-32.

收稿日期:2003-01-24

作者简介:

庄良文(1979-),男,助工,现从事电力系统数字仿真研究以及高压直流系统研究工作;

黄立滨(1974-),男,硕士,现从事电力系统数字仿真研究以及高压直流系统研究工作;

柳山(1973-),男,助工,现从事电力系统变电站调度运行工作。

Analysis of fault line selection method of non - solid earthed power system based on RTDS

ZHUANG Liang-wen¹, HUANG Li-bin¹, LIU Shan², WANG Xue-qiang¹, TIAN Ying³

(1. National Center for Quality Supervision and Test of Relays and Protection Equipments, Xuchang 461000, China;

2. Thermoelectricity plant Zhuhai cellulose fibers Co., Ltd, Zhuhai 519075, China;

3. Xuchang Relay Research Institute, Xuchang 461000, China)

Abstract: Single - phase grounding fault occurs frequently in non - solid earthed power system. There are many ways for the fault line selection. In this paper, a non - solid earthed power system based on RTDS is built, and typical faults on its transmission line are simulated to testify the efficiency of each selection method. By that, the most efficient one could be gained.

Key words: non - solid earthed power system; fault line selection; RTDS

(上接第 31 页)

原理的失磁保护在发电机处于逆功率运行状态下失磁,将拒动,通过原理改进,可以实现正确动作。

收稿日期:2002-12-23; 修回日期:2003-04-01

作者简介:

赵民(1972-),男,工程师,从事继电保护的运行、管理工作。

Operation analysis of field - loss protection when reverse - power starts in the generator

ZHAO Min¹, YIE Shao-yi¹, HOU Jia-cai¹, SHEN Ai-bing²

(1. Hegang Power Generating Co., Ltd, Hegang 154109, China; 2. Shenyang Electric Power college, Shenyang 110036, China)

Abstract: This paper presents the basic principles of $U_L - P$ type and impedance - type field - loss protection, and analyzes the operation of field - loss protection when the reverse - power starts in the generator. According to all kinds of tripping schemes of the $U_L - P$ type field - loss protection, this paper discusses the problems should be resolved on the field - loss protection when the reverse - power starts in the generator.

Key words: field-loss protection; reverse - power in the generator; static stability impedance