

# 发电机和大型异步电动机纵差保护的几个问题

王维俭 陈永亭 清华大学电机系(100084) 黄生春 许昌继电器研究所

【摘要】发电机纵差保护的整定计算中,不适当地将不平衡电流,混淆了和制动特性斜率  $m$ ,结果造成定值过大,影响了机内短路的灵敏度。

大型异步电动机自启动过程中,由于纵差保护两侧互感器的暂态特性不一致,程较长,使纵差保护多次误动,亟待采取技术措施解决。

【关键词】 发电机 异步电动机 纵差保护

## 1 发电机纵差保护整定计算方法的商榷

发电机常采用比例制动原理的纵差保护,如图1所示,差动线圈匝数  $W_d$ ,制动线圈匝数  $W_{res}$ ,且有  $W_{res} = 0.5W_d$ ,则有

$$\text{差动电流 } i_d = (I_1 - I_2)/n_a, \quad n_a \text{ 为互感器变比}$$

$$\text{制动电流 } i_{res} = 0.5(I_1 + I_2)/n_a.$$

差动继电器的制动特性如图2中的折线ABC所示。图中,纵坐标为差动电流  $i_d$ ,横坐标为制动电流  $i_{res}$ 。

为了正确进行整定计算,首先应了解纵差保护在正常负荷状态下的不平衡电流  $i_{unb.0}$  和外部暂态短路条件下的最大不平衡电流  $i_{unb.max}$ ,它们分别为:

保护级电流互感器在额定一次电流和额定二次负荷下,二次电流误差小于3%。

在外部最大暂态短路条件下有

$$i_{unb.max} = K_{ap} K_{st} f_a J_{K.max}^{(3)} / n_a \quad (1)$$

式中  $K_{ap}$ ——非周分量系数,约取1.5~2.0;

$K_{st}$ ——互感器同型系数,取0.5;

$f_a$ ——互感器幅值误差,取0.10;

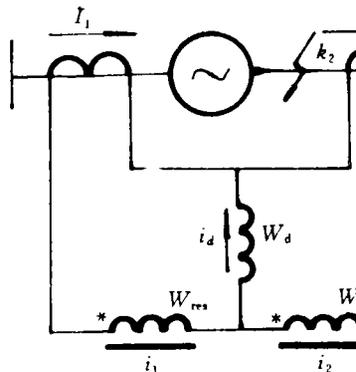


图1 比例制动差动继电器二次回路

$i_{unb.o} \approx 0.03$  (或在额定负荷下实测)

一般可选取  $i_{op.o} \approx 0.10 \sim 0.15$ , 没有科学依据的增大  $i_{op.o}$ , 将影响发电机内部短路的灵敏度, 因为发电机内部短路(靠近中性点经过渡电阻相间短路)时, 机端或中性点侧三相电流可能不大。

(2) 确定拐点  $B$

$B$  点横坐标  $i_{res.B} \leq I_{gn}/n_a$  (3)

式中  $I_{gn}$ ——发电机额定电流。

(3) 按最大外部短路时保护不误动为条件, 确定  $C$  点。设  $C$  点有继电器的动作电流

$i_{op.max}, i_{res.max} \geq K_{rel} i_{unb.max}$

式中  $K_{rel} = 1.3 \sim 1.5$ , 可靠系数。

由式 4 和式 1, 可得最大制动系数  $K_{res.max}$

$K_{res.max} = I_{op.max}/i_{res.max} \geq K_{rel} K_m K_{sp} f_a$

式中  $i_{res.max} = I_{K.max}^{(3)}/n_a$

以式 5 的  $K_{res.max}$  确保最大外部短路时继电器不误动, 计算值  $K_{res.max} \approx 0.1$  到互感器的饱和或暂态特性畸变, 为安全计, 宜适当提高制动系数值, 图 2 中, 实  $\geq 0.30$ 。

对于图 2 中的制动特性, 在  $B$  点附近的制动系数较小(或谓虚直线  $\overline{OD}$  与  $ABC$  相交)的问题是不必担心的, 因为如上所述, 在  $i_{res} \leq I_{gn}/n_a$  时,  $i_{op.o} > i_{unb.o}$ 。在最大外部短路时, 已有足够大的制动系数确保不发生误动; 那么在外短路电路电流时是不可能发生误动的, 注意到不平衡电流的实际曲线  $OED$  就清楚了。

按上述原则整定的比例制动特性纵差保护, 完全不必作常规的机端二相短

顺便指出: 比例制动特性的  $C$  点, 整定的是最大外部短路条件下所必需的点和  $B$  点确定后, 直线  $\overline{BC}$  的斜率  $m$  随之确定, 请注意式 5 决定是最大制动系数斜率  $m$ ; 作为比例制动特性  $\overline{BC}$  段, 其斜率  $m$  是常数, 但制动系数  $K_{res}$  却随外部(下)的大小而变, 最重要的是确定最大外部短路电流下的最大制动系数  $K_{res.max}$  流附近(图 2 的  $B$  点)要求有  $K_{res.max}$  的制动系数, 从理论上说是错误的, 在实用

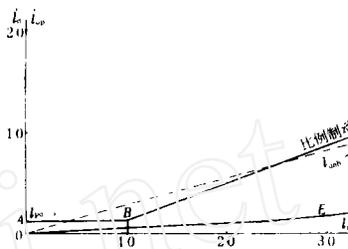


图 2 比例制动特性纵差保

动过程的实测工作,查明了国内某些发电厂厂用电动机自启动过程中纵差保护误

图 3 记录了一次自启动过程中的二次电流(互感器变比 800/5A),A 相机端二次电流十分接近(一次电流当然相同),但是已在差动回路出现不平衡暂态电流。流作分析计算如表 1(对每一工频周期作准稳态的谐波分析)

整流型比例制动式纵差保护的動作电流已调到最大 2.5A(额定电流的 60.数也已调至最大,但保护仍在自启动过程中误动。

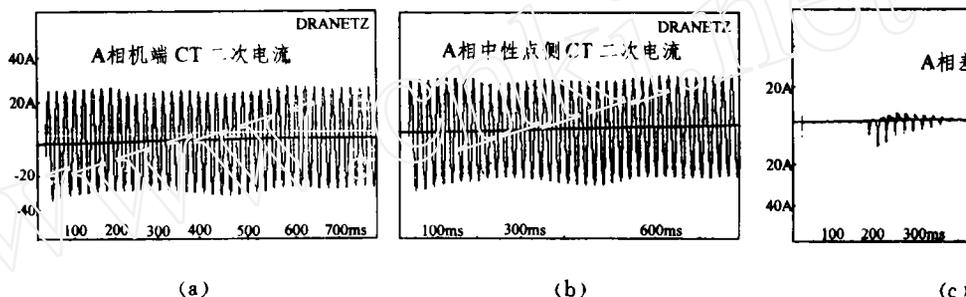


图 3 电动机自启动过程实测二次电流

另一次自启动过程中的纵差保护 A、C 相不平衡差动电流更大,如图 4 所示,在自启动过程中误动作。

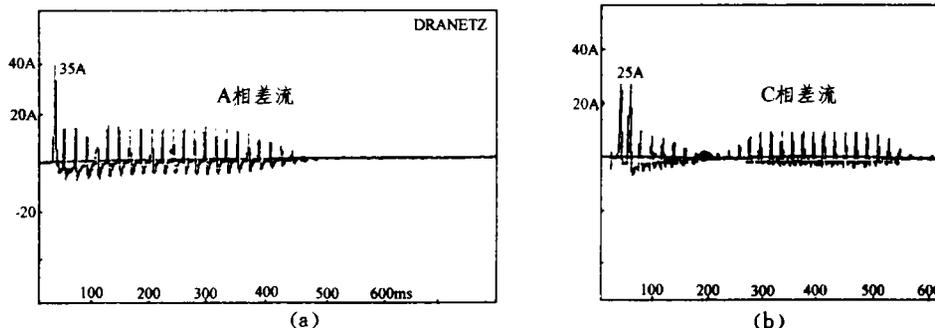


图 4 电动机另一次自启动中纵差保护差动电流

准稳态分析结果如表 2

表 2

图号	周期序数	总有有效值 $I(A)$	基波有效值 $I_1(A)$	$I_2/I_1$
4(a)	1	12.5	9.2	59.6%
4(a)	2	4.4	2.7	89.9%

