

# 、d / dt 原理失步预测保护实现方法探讨

蔡武卫

(云南省漫湾发电厂, 云南 云县 675805)

关键词: 失步预测保护; 实现方法; 探讨; 转速变换器

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1003-4897(2002)04-0064-02

## 1 前言

同步发电机受扰动后的失步预测保护, 有多种方案, 直接的方法是检测功角及其变化  $d\delta/dt$ , 文献[1]给出基于  $d\delta/dt$  的稳定边界:

$$\delta = \pm \sqrt{2} N [(\cos \delta - \cos \delta_M) + (\sin \delta - \sin \delta_M)]^{1/2} \quad (1)$$

由于  $d\delta/dt$  难以测量, 限制了该方案在工程实际中的应用。随着技术发展和加工工艺的提高, 机组转速变换器(齿盘测速装置)正逐步用于机组转速测量和控制, 同时, 该装置的推广使用也使直接测量  $d\delta/dt$  的成为可能。

## 2 功角直接测量原理

### 2.1 功角直接测量的可行性

如图 1 凸极同步电机向量图所示, 转子磁场  $\phi_0$  与气隙合成磁场  $\phi$  间的角  $\delta_i$ , 称内功率角; 定子空载电势  $E_0$  与机端电压  $U$  间的角  $\delta$ , 称功率角, 不计定子绕组电阻及电枢反应漏磁的影响,  $\delta_i = \delta$ , 因此, 内功率角  $\delta_i$ 、功率角  $\delta$  统称功角, 用  $\delta$  表示, 由此,  $\phi$  超前机端电压  $U$   $90^\circ$ 。

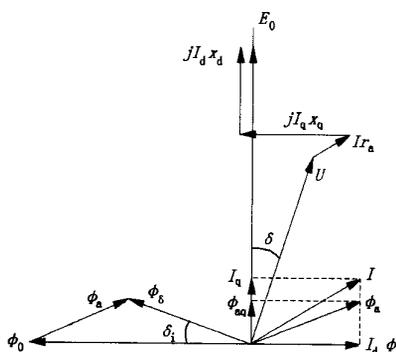


图 1 凸极同步电机向量图

处,  $U$  由负变正过零,  $\phi$  为负的最大值处,  $U$  由正变负过零。  $U$  的过零点, 代表了  $\phi$  的位置, 只要定位转子磁极位置, 即可测出  $U$  为零点和极值点时的  $\phi$ 。

### 2.2 功角测量原理

发电机转速变换器是  $N$  齿的脉冲变换器, 齿数  $N$  (一般在  $1 \sim 200$  范围内) 由用户根据需要确定, 发电机转动一周, 产生  $N$  个矩形方波, 可由矩形方波确定转子的位置。

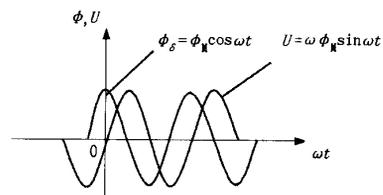


图 2  $\phi$  与  $U$  波形图

由图 1:

$$E_0 = U + I r_a + j I_q x_q + j I_d x_d \quad (2)$$

当机组空载运行时, 电流  $I = 0$ , 机端电压  $U$  即空载电势  $E_0$ , 转子磁场即气隙磁场。根据前述机端电压与气隙合成磁场的关系,  $U$  (任意一相) 由负变正过零时, 对应转子磁极方向。测量其与转速变换器产生方波前沿时差的最小值  $t_0$ , 测量出机端电压  $U$  (任意一相) 半个周期时间  $T_0$ , 由  $\delta = 180^\circ (t_0 / T_0)$  得出的角度(电角度), 表示转速变换器的齿与转子磁极的安装位置的角偏差, 该角度作为定值自动整定、保存; 机组并网运行时, 测出转速变换器产生方波前沿与  $U$  (任意一相) 由负变正过零时差  $t$  及半波时间  $T$ , 经过  $\delta$  角补偿, 可得功角值:

$$\delta = 180^\circ (t / T) - \delta$$

## 3 $d\delta/dt$ 测量方法实现

### 3.1 $d\delta/dt$ 测量

用  $\omega(t)$  代表转子旋转角速度函数,  $\phi_0(t)$  反应

图 2 绘出  $\phi$  与  $U$  的波形图,  $\phi$  为正的最大值

磁通的旋转角速度函数,功角  $\delta$  表示为:

$$\dot{\delta}(t) = \int_0^t \dot{\delta}(t) dt - \int_0^t \dot{\delta}_0(t) dt$$

则得:

$$d\delta/dt = \dot{\delta}(t) - \dot{\delta}_0(t)$$

因此,用机组转速变换器的转子转速测量值与系统频率测量值,经过运算可得。

### 3.2 测量方法实现

某厂机组转子磁极对数是 24,转子额定旋转速度 125 r/min,装设有齿数为 24 的机组转速变换器。以此为例,图 3 给出此条件下  $\dot{\delta}$  值测量原理框图。

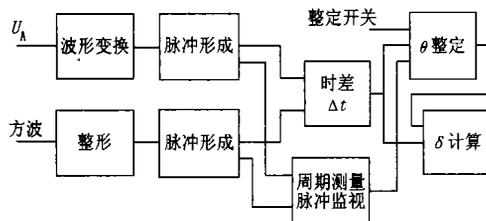


图 3 测量原理框图

$U_A$  取自机端电压 A 相,方波来自转速变换器;波形变换电路将正弦波变成方波;脉冲形成电路在方波的上升沿发出正脉冲,下降沿发出负脉冲;时差测量只比较正脉冲的时差;周期测量、脉冲监视用于

测量机端电压半波周期,监视前面各部份是否正常;整定开关用于装置投产时  $\dot{\delta}$  值整定。

### 3.3 失步预测

测出  $\dot{\delta}$ 、d / dt 的值后,由(1)式计算出  $\delta$ ,并与 d / dt 比较。若  $\dot{\delta} > 0$ ,d / dt >  $\dot{\delta}$ 、 $\dot{\delta} < 0$ ,d / dt <  $\dot{\delta}$ ,机组将失步;若  $\dot{\delta} > 0$ ,d / dt <  $\dot{\delta}$ 、 $\dot{\delta} < 0$ ,d / dt >  $\dot{\delta}$ ,机组震荡后稳定。

## 4 结论

本文探讨了利用机组转速变换器(齿盘测速)直接测量功角  $\delta$  及 d / dt 值,用于实现基于功角原理的失步预测保护的方法。给出静稳极限角  $\delta_0$  的值,该装置也可同时实现文献[2]的功角特性的同步发电机失磁静稳判据。

### 参考文献:

- [1] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用[M]. 北京: 中国电力出版社,1996,1.
- [2] 郑太一. 功角特性的同步发电机失磁静稳判据[J]. 电力自动化设备,1999,19(4).

收稿日期: 2001-06-07

作者简介: 蔡武卫(1968-),男,工程师,从事水电厂自动控制、继电保护及技术监督管理。

## Discussion on realization method of out-of-step prediction protection based on $\dot{\delta}$ 、d / dt principle

CAI Wu-wei

(Manwan Power Plant, Yunxian 675805, China)

**Key words:** out-of-step forecasting protection; realization method; discussion; rotation rate transformation machine

(上接第 49 页)

## The automation system of the power substation based on the application of Web technology

ZHUAN Xiang-tao, ZHENG Gui-lin, LIU Rui-yu

(The college of electrical engineering of Wuhan University, Wuhan 430072, China)

**Abstract:** This article compares the advantages and disadvantages between the field-bus and fast Ethernet technologies. The difficulties of application of the fast Ethernet in the real-time supervision and controlling system, and their solution are analyzed and then it introduces the feasibility of Web technology applied in the power substation automation system and the method of the application. The importance of the Web technology is also advanced.

**Keywords:** Web technology; power substation; automation; communication