

广东大亚湾核电站机组的失步保护

张华贵

(广东省电力设计研究院, 广东 广州 510600)

摘要: 介绍了大亚湾核电站机组的失步保护,它是提高核电机组安全稳定运行所必需的。

关键词: 核电站; 机组; 失步保护

中图分类号: TM772

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2000)06-0038-02

1 引言

大亚湾核电站把广东 500kV 电力系统和香港九龙 400kV 电力系统联网运行,从而提高了核电运行的效益。核电站出线除装设线路继电保护和重合闸外,还装设了机组失步保护。

2 核电机组装设失步保护的必要性

广东 500kV 电力系统主要是单回路 500kV 环网,香港九龙电力系统主要是双回路网络,联网构成除供电可靠外,系统稳定也是较好的。由于超高压线路装设了双重化的主保护,线路故障能快速切除,从而保证了系统的暂态稳定。但进一步从安全考虑,当两套主保护由于某种原因而均失效,要由线路后备保护带时限切除故障时,则不能保证系统的暂态稳定。此时,大亚湾核电机组会失步。为了保证核电机组的安全和系统的稳定,必需对核电机组装设失步保护,把核电机组跳闸。

3 核电机组的失步保护

大亚湾核电站 2 台 90 万 kW 机组,均装设了失步保护。有关单位共同选用了 ABB 公司的机组失步保护, GX104 型机组失步保护,它是静态型保护,主要由 ZPT408-1 失步继电器及 RGX-101 脉冲计数器组成。

3.1 ZPT408-1 失步继电器

当系统失去暂态稳定时,核电机组失步是三相不对称的,因此可用一个失步继电器,接在核电机组出口的二次相间电压和二次相电流差回路上,例如 U_{BC} 和 $I_B - I_C$ 。

系统阻抗图如图 1 所示,继电器在阻抗平面上的综合阻抗特性如图 2 所示。图中,失步继电器由三个阻抗元件组成。

(1) 透镜型阻抗特性,它把 R - X 阻抗平面分

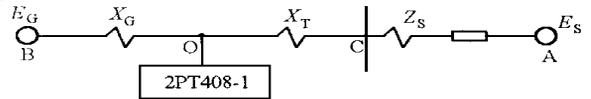


图 1 系统阻抗图

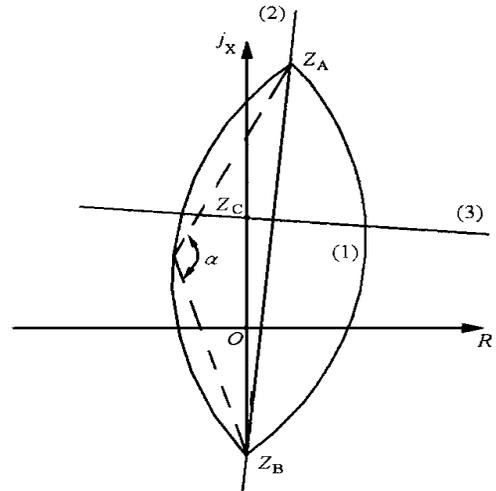


图 2 ZPT408-1 阻抗特性

为透镜内、外两部分。透镜内角为 α 。

(2) 阻挡型阻抗特性,它把透镜分为左、右两部分。

(3) 电抗型阻抗特性,它把透镜分为上、下两部分。

失步振荡阻抗轨迹跨越透镜可能是从右至左或从左至右,这视机组转速相对于系统转速是快或慢了而定,见图 3 所示。若机组 B 比系统 A 快,则失步振荡轨迹是从右至左,若机组 B 比系统 A 慢,则从左至右。

核电机组对 ZPT408-1 失步继电器的整定为动作模式 A,即动作判据为,失步振荡阻抗轨迹跨越透镜时,经左、右两半部分的时间各等于或大于 25ms。

3.2 RGX-101 脉冲计数器

电抗型特性把透镜分为上、下两部分,可使

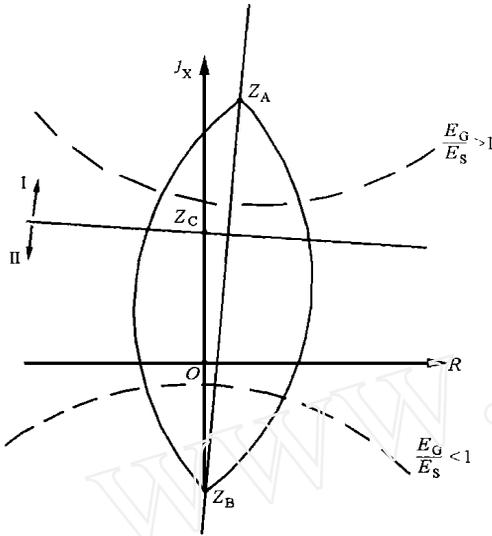


图3 振荡阻抗轨迹

ZPT408-1 失步继电器有两个输出,分别接至 RGX101 脉冲计数器和。计数器 和 可分别整定失步振荡轨迹重复跨越透镜的次数才出口跳闸。厂家指出,如失步振荡轨迹交叉跨越电抗特性的上部 and 下部时,则由 出口跳闸。

3.3 失步保护的動作

失步继电器装在核电机组与升压变压器之间。其透镜特性也可整定为圆特性,视能否躲过最小负荷阻抗而定。电抗元件的阻抗可按机组升压变压器阻抗整定,取电抗特性与透镜的长轴垂直而阻挡特性则与透镜的长轴重叠。

核电机组投入运行后,当线路由线路主保护快速切除故障时,系统能保持暂态稳定,失步保护不动作。即使系统在暂态过程中有些摇摆,但失步保护的感受阻抗没有跨越透镜,失步保护是不会动作的。当线路两套主保护均失效而由后备保护带时限切除线路故障时,核电机组失步,失步保护才会动作使机组跳闸。为了核电机组的慎重跳闸,脉冲计数器整定为 2 次,即失步振荡轨迹重复跨越透镜 2 次时才使机组跳闸。

3.4 失步继电器最大可检测的失步频率 f_{smax}

根据失步继电器的动作判据,失步振荡轨迹全

跨越透镜左、右两半部分各等于 25ms 时,即共 50ms,可以推导出透镜整定内角 与最大检测的失步频率的关系式为

$$= 180^\circ (1 - 0.05f_{smax})$$

当整定内角 $= 90^\circ$ 时(圆特性),则 $f_{smax} = 10$ 周/s。

整定内角 $= 135^\circ$ 时(透镜特性),则 $f_{smax} = 5$ 周/s。

只要系统的实际失步频率 $f < f_{smax}$,便可检测出来。在校验透镜特性躲过最小负荷阻抗时,则整定 $= 90^\circ$ 比 135° 为好,因为 $= 90^\circ$ 时的 f_{smax} 较大。

4 结语

如上所述,广东大亚湾核电机组装设失步保护是必需的。当系统失去暂态稳定而导致核电机组失步时使核电机组跳闸,确保核电机组的安全和系统的稳定运行。

附录

ZPT408-1 机组失步继电器最大检测的失步频率 f_{smax} ,ZPT408-1 最大检测机组失步角速率 ω_{smax} 为

$$\frac{2^\circ - 1}{T_{set}} = 360^\circ f_{smax}$$

即
$$f_{smax} = \frac{2^\circ - 1}{360^\circ T_{set}} \quad (1)$$

式中, α_1 : 振荡阻抗轨迹与透镜特性交点两侧电源夹角。

α_2 : 振荡阻抗轨迹与透镜特性另一交点两侧电源夹角。

T_{set} : 时间整定值,0.05s。

因为 ZPT408-1 失步继电器透镜特性的整定内角 $= \alpha_1$ (2)

而 $\alpha_2 = 360^\circ - \alpha_1$ (3)

把 T_{set} 和(2)、(3)式代入(1)式

则得
$$= 180^\circ (1 - 0.05f_{smax})$$

收稿日期: 1999-11-25

作者简介: 张华贵(1933-),男,高工,主要从事电力系统继电保护的设计工作。

Out of step protection for power unit in Guangdong Daya Bay nuclear power station

ZHANG Hua-gui

(Guangdong Power Design Institute, Guangzhou 510600, China)

Abstract: The out of step protection for the power unit in Daya Bay nuclear power station is presented in this paper. The protection is very important and essential for the nuclear power unit to operate safely and stably.

Keywords: nuclear power station; power unit; out-of-step protection