

# 发电机并网时无功异常升高的原因分析及处理

席小军, 连亚丽

(青海桥头铝电有限公司, 青海 西宁 810100)

**摘要:** 通过对发电机并网时无功异常升高原因的分析, 发现电压差过大是引起发电机并网时无功升高的重要原因, 进一步分析, 发现在自动准同期装置检验上存在盲目的 10% 误区和 SID-2V 自动准同期装置在定值设置上存在的不合理, 建议对自动准同期装置定值中电压差值的计算一定要考虑变压器变比与电压互感器变比之间的实际误差, 以保证发电机的正常并网, 避免发电机受到过大电动力的冲击。

**关键词:** 并网瞬间; 无功升高; 原因分析; 电压差过大

## Analysis and processing of generator incorporates when the idle work exceptionally elevates

XI Xiao-jun, LIAN Ya-li

(Qinghai Qiaotou Aluminium & Power Company, Xining 810100, China)

**Abstract:** With reason analysis to the incorporated generator when the reactive power exceptionally elevates, this paper discovers that larger voltage difference is causes of the reactive power's ascension when the incorporation. By further analyzing, it is found in the automatic quasi-synchronous device checkout, there is 10% erroneous zone and the SID-2V device exists unreasonable setting value. It suggests the voltage interpolation computation needs certainly consider the error between transformer ratio and the current transformer ratio to ensure the generator incorporation accurate and avert the generator not to impact by largest electromotive force.

**Key words:** generator incorporation instantaneous; reactive power exceptionally elevates; reason analysis; larger voltage difference

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)20-0123-02

## 0 引言

桥二厂#3、#4、#5 机组经主变升压后连接于 330 kV 双母线上, 通过母线上连接的两条 330 kV 线路与系统相连。2006 年 3 月, #3 机组在利用自动准同期装置进行并列时, 在发电机并入系统的瞬间, 无功直接上升至 70 Mvar 左右。11 月#4 机组在并网时出现同样的异常现象, 对此我们进行深入分析。

## 1 原因分析

### 1.1 负荷变化引起

起初我们怀疑是由于负荷变化, 网络结构改变所致。以前桥二厂#3、#4、#5 机组经主变升压接入 330 kV I、II 母, 由 330 kV 两条出线直供黄家寨变电所与系统相连。从 2005 年 10 月开始, 由于 15 万吨电解铝项目的上马, 将一条 330 kV 线路从中间截开, 线路先进铝厂变电所, 通过接同一母线的黄家寨变电所线路引入黄家寨变电所与系统相连, 二厂另一条 330 kV 线路保持原状。铝厂的负荷主

要为电解槽, 该负荷对于无功的需求量很大, 是否由于网络结构的变化和无功负荷的增加, 造成发电机并入系统瞬间无功升高呢? 经向运行人员了解, 发现无功只是在并网瞬间很高, 并入系统后, 通过运行人员的操作, 发电机无功可以降至 10~20 Mvar 运行, 不像负荷引起。2007 年 3 月观察同在 330 kV 母线上连接的#5 发电机在并入系统瞬间发电机无功在 15 Mvar 左右(#5 机同期装置是 WX—98 型), 并未出现无功升高至 70 Mvar 的现象, 据此断定问题在准同期装置上。

### 1.2 自动准同期装置引起

本厂#3、#4 机所采用的是深圳的 SID-2V 型微机自动准同期装置, 在对 SID-2V 型自动准同期装置做了全面定检后发现, 装置的频差 0.17 Hz, 导前时间 100 ms, 与定值通知单定值一致, 定值单中无压差定值, 装置的压差通过电位器平衡自行调整。检验装置的压差  $\Delta U = -2\% \sim 8\%$  (注: 以系统电压 100 V 为基准, 发电机电压范围为 98~108 V 之间)。粗看, 似乎装置的各项整定值都符合要求, 但仔细对各项

参数进行折算, 我们发现压差值极不合适。

### 1.2.1 各设备的铭牌参数

330 kV 母线 PT: 型号: TYD330/ $\sqrt{3}$ -0.005GH

变比:  $330/\sqrt{3}/0.1/\sqrt{3}/0.1$  kV

#3、#4 主变: 型号: SFP8-150000/330

额定电压比: 363/13.8 kV

发电机: 型号: QFS-125-2

发电机定子额定电压: 13.8 kV

发电机 PT: 型号: 3XJDZJ-15

变比:  $13.8\sqrt{3}/0.1/\sqrt{3}/0.1$  kV

330 kV 母线正常时运行电压: 343 kV

### 1.2.2 计算

假设#3 机需并入系统: 330 kV 母线的二次电压:

$$U_{XII} = 343/330/\sqrt{3}/0.1/\sqrt{3} = 103.94 \text{ V}$$

发电机的二次电压最低应调整至:

$$U_{GI} = 103.94 - 2\% \times 100 = 101.94 \text{ V}$$

此时发电机的一次电压为:

$$U_{GI} = 101.94 \times 13.8\sqrt{3}/0.1/\sqrt{3} = 14.07 \text{ kV}$$

折算至 330 kV 为:

$$U_{XI} = 14.07 \times 363/13.8 = 370.10 \text{ kV}$$

此时一次电压差:

$$\Delta U_I = 370.10 - 343 = 27.10 \text{ kV},$$

由此可见, 当发电机并入系统的瞬间, 发电机电压比系统电压高出 27.10 kV, 压差过大是造成机组在并机瞬间无功升高的主要原因。

## 2 整改

根据 330 kV 系统的运行电压和各设备参数, 重新核对定值, 将压差值整定为 -10%~ -4.5% 之间。

即发电机并机时的最低电压为:

$$(103.94 - 10\% \times 100) \times 13.8/0.1 \times 363/13.8 = 341.00 \text{ kV},$$

一次差压仅有 2 kV;

发电机并机时的最高电压为:

$$(103.94 - 4.5\% \times 100) \times 13.8/0.1 \times 363/13.8 = 360.97 \text{ kV},$$

一次差压为 17.96 kV, 也远小于 27 kV 的压差值。根据此定值对自动准同期装置的压差重新进行调整。

## 3 验证

### 3.1 假同期试验

拉开母线侧刀闸, 短接刀闸辅助触点, 将系统电压引入同期装置, 利用假同期试验, 对发电机并入系统时的压差值进行验证。当发电机频率满足要

求, 发电机低限合闸脉冲发出时, 发电机定子电压 13.0 kV, 发电机高限合闸脉冲发出时发电机定子电压 13.72 kV, 与所设定值一致。

### 3.2 并机时的验证

拆除刀闸辅助触点短接线, 合上母线侧刀闸, 观察发电机并入系统的情况, 发电机电压升至 13.1 kV 时, 自动准同期发合闸脉冲, #3 机并入系统, 并机瞬间无功功率 14 Mvar, 并机时的录波图如图 1。

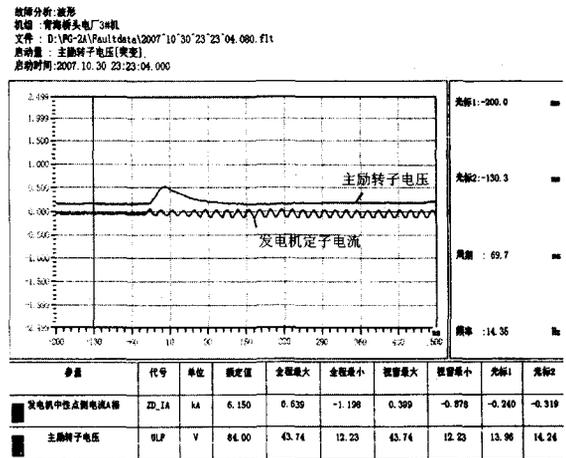


图 1 #3 机并机时录波图

Fig.1 The graph of #3 generator incorporation instantaneous with #4 machine comparison:

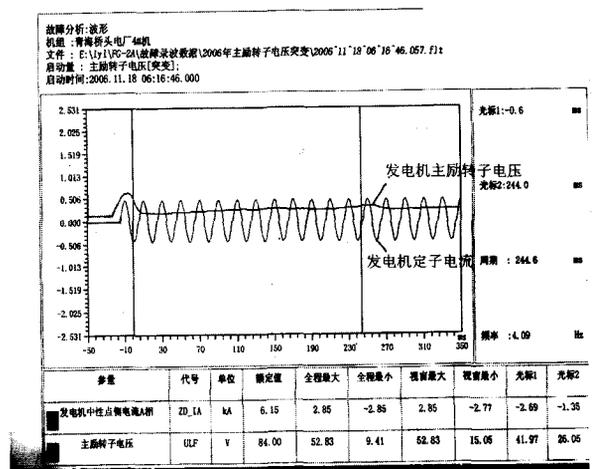


图 2 #4 机并机时录波图

Fig.2 The graph of #4 generator incorporation instantaneous

发现在并机瞬间主励转子电压和发电机定子电流明显下降, 说明并机时的电动力矩减少, 保证发电机绕组运行的稳定。

(下转第 129 页 continued on page 129)

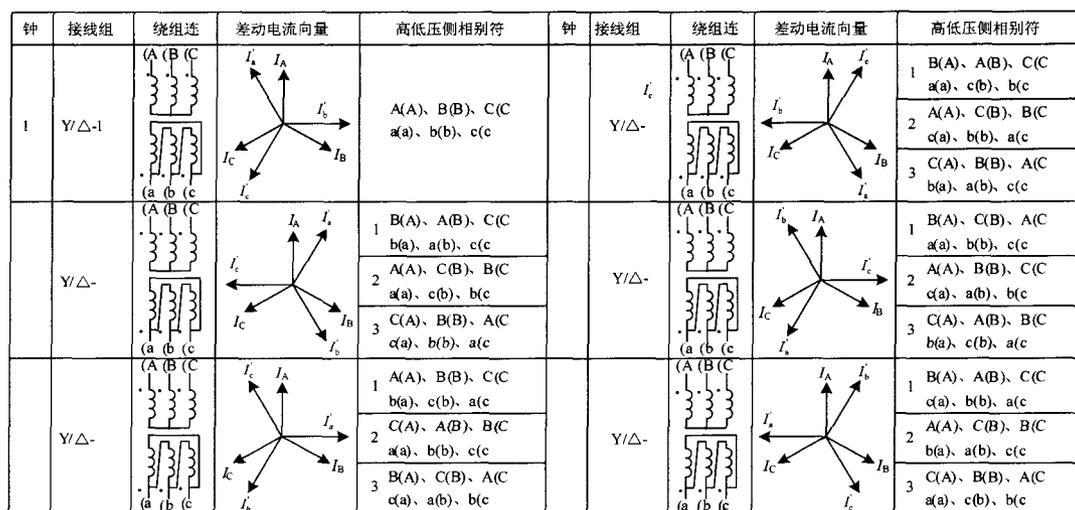


图6 一次接线引起 Y/Δ-11 变压器差动保护电流相位变化图

Fig.6 Change diagram of current phase of transformer Y/Δ-11 differential protection caused by primary wiring

## 6 结论

影响主变差动保护的原因是多方面的,虽然很多保护装置厂家都提供了适用于多种接线组别的变压器接线控制字,但在差动保护投运前的带负荷相量测试工作中,由于不了解一次接线情况,会造成误判断,本文针对这种情况,并对各种一次接线引起变压器接线组别变化进行相应的相量分析,希望可以为现场分析提供参考,快速判断故障。

## 参考文献

- [1] 肖开进,鲁庭瑞. 电力系统继电保护原理与实用技术[M].

北京:中国电力出版社,2006.

- [2] 毛锦庆. 电力系统继电保护实用技术问答[M]. 北京:中国电力出版社,1999.  
[3] 马永翔,王世荣. 电力系统继电保护[M]. 北京:中国林业出版社;北京大学出版社,2006.

收稿日期:2008-11-07; 修回日期:2008-12-05

## 作者简介:

陈昕(1972-),男,本科,工程师,主要从事电力系统及其自动化安装、调试工作;E-mail:nxchenxing@163.com

刘江涛(1982-),男,本科,主要从事电力系统及其自动化安装、调试工作。

(上接第124页 continued from page 124)

## 4 结论

1) 目前 SID-2V 自动准同期装置在定值清单中,只有频差和导前时间,对于压差并未在定值中给出,压差值的整定值,随调试人员的实际工作经验和技术水平所决定,有些人误认为只要压差满足  $-10\% \sim +10\%$  即可,往往忽视对于一次压差的计算。自动准同期装置压差定值缺少技术把关。今后应将压差定值经论证和实际计算,经保护部门以文件形式下发定值通知单,以保证压差定值的正确性和权威性。

2) 准同期装置压差定值的设定必须考虑到变压器变比与 PT 变比不一致所造成的误差。在系统中 PT 变比一般为标准变比,变压器的分接头是根据系统的无功容量和系统的电压中枢点电压要求来调整的,只有考虑了两者之间变比的误差,才能使

压差值设定的更为合理。

3) 加强对自动准同期装置的定检,对于 SID-2V 装置来讲,压差值的设定依靠可调电位器实现,在长期运行后,电位器的状态会发生变化,做好自动准同期装置的定期检验,可以及时发现该现象,保证自动准同期装置的可靠。

## 参考文献

- [1] Kennedy J,Eberhart R C. Particle Swarm Optimization[A]. in: Proceedings of IEEE International Conference on Neutral Networks[C]. Perth(Australia):1995.1942-1948.

收稿日期:2008-11-03; 修回日期:2008-12-19

## 作者简介:

席小军(1975-),男,注册安全工程师,从事发电厂电气运行工作;E-mail:xixiaojun96@163.com

连亚丽(1975-),女,高级技师,从事继电保护检修工作。