

# 西门子 SPPA-T3000 紧急跳闸系统故障与处理

曾海波

(国电汉川发电有限公司, 湖北 汉川 431614)

**摘要:** 国电汉川发电有限公司三期 2×1 000 MW 超超临界机组汽轮机控制系统采用西门子 SPPA-T3000 型数字电液调节系统。结合实际应用, 对 ETS(紧急跳闸系统)出现的故障进行分析, 并提出解决方法和防范措施, 以供同类型系统参考。

**关键词:** SPPA-T3000; ETS; 故障分析; 防范措施

**中图分类号:** TK37

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1007-1881(2015)10-0037-03

## Faults of SIEMENS SPPA-T3000 ETS System and the Treatment

ZENG Haibo

(Guodian Hanchuan Power Generation Co., Ltd., Hanchuan Hubei 431614, China)

**Abstract:** Siemens SPPA-T3000 digital electro-hydraulic control system is adopted in steam turbine control system of phase-III 2×1 000 MW ultra-supercritical units in Guodian Hanchuan Power Generation Co., Ltd., Combining with the practical application, this paper analyzes faults occurred in ETS(Emergency Trip System) and presents the solution and preventive measures to provide reference for systems of the same type.

**Key words:** SPPA-T3000; ETS; fault analysis; preventive measure

## 0 引言

国电汉川发电有限公司(汉川电厂)三期扩建工程为 2×1 000 MW 超超临界机组, 5 号机组于 2012 年 12 月 22 日通过 168 h 试运行并进入商业运行, 6 号机组目前处于基建期, 计划于 2016 年底投入商业运行。汽轮机为上海汽轮机厂设计制造, 控制系统 DCS(分散控制系统)部分为北京国电智深的 EDPF-NT+控制系统, DEH(数字电液调节系统)部分为德国 SIEMENS 的 SPPA-T3000 控制系统。结合 5 号机组实际生产运行中 ETS(紧急跳闸系统)出现的某次故障进行分析, 提出解决方法和防范措施。

## 1 T3000 系统结构

SPPA-T3000 控制系统是一个全集成的、结构完整、功能完善、面向整个电站生产过程的控制系統, 同时也提供了汽轮发电机组跳闸保护功能。汉川电厂的 T3000 控制系统配置 2 对冗余的处理器 417H 和 1 对冗余 FM458, 417H 和 FM458 分别配置 ET200M 和 ADDFEM 接口模块。ETS 系统和 DEH 系统为一体化设计, 采用故障

安全型模块, 双路冗余模式, 确保保护系统可靠动作。ETS 系统包括 3 个部分: OPS(超速保护系统)、EPS(电子保护系统)、TTS(汽轮机遮断系统)。由 ETS 系统控制的阀门有 2 个高压主汽门、2 个中压主汽门、2 个高压调门、2 个中压调门、1 个补汽阀、2 个高排逆止门和 1 个高排通风阀。除高排通风阀外, 每个阀门设置 2 个常带电跳闸电磁阀, 任一个电磁阀失电动作, 相应阀门关闭。高排通风阀设置 2 个电磁阀, 任一电磁阀带电高排通风阀关闭。

## 2 ETS 系统简介

汉川电厂 2×1 000 MW 超超临界机组的 ETS 系统位于 50CJJ11 控制柜内, ETS 系统的故障安全型模块包括地址为 CA008, DA008, CA012 和 DA012 的 SM326 DI 24×DC 24V 故障安全型数字输入模块以及地址为 CA009, DA009, CA0010, DA010, CA011 和 DA011 的 SM 326 F-DO 10×DC 24 V/2 A PP 故障安全型数字输出模块。本文主要分析 CA011 和 DA011 故障安全型数字输出模块故障, CA011 和 DA011 为 1 对冗余的故障安全型模块, 接线方式如图 1 所示, 2 个数字量模块

并联后控制执行器，每个过程信号需要1个由2个数字量模块冗余控制的执行器。负载电压电源连接到数字量模块的端子2L+/2M和3L+/3M。

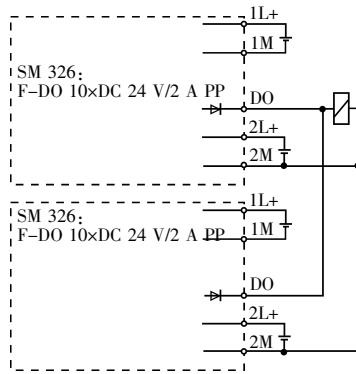


图1 故障安全型模块在应用中的接线方案

CA011和DA011模块的输出包括CH0高排通风阀电磁阀1, CH1高排通风阀电磁阀2, CH2高排逆止门2电磁阀1, CH3高排逆止门2电磁阀2, CH4汽机跳闸1, CH5汽机跳闸2和CH7汽机跳闸3。其中3组汽机跳闸信号由继电器扩展后送2组至50CJJ12柜、3组至锅炉MFT(主燃料跳闸)保护柜、1组至发变组E屏。

### 3 ETS系统故障分析及处理

#### 3.1 故障过程

2014年6月9日17:02, 机组负荷850 MW, 运行值班员发现DEH系统ASD报警窗口出现汽机跳闸2报警, 热工人员发现ETS系统的故障安全型数字输出模块中有2块互为冗余的模块(地址为CA011和DA011)出现异常。其中CA011模块所有的通道输出正常指示绿灯均熄灭, SF-LED灯亮起, SAFE-LED灯熄灭; DA011模块第五通道输出故障指示红灯亮起, SF-LED灯闪烁, SAFE-LED灯正常亮。DCS侧锅炉MFT逻辑中3组汽机跳闸信号中1组动作。

2014年6月13日19:57, 热工人员发现DA011模块所有的通道输出正常指示绿灯均熄灭, SF-LED灯亮起, SAFE-LED灯正常亮(模块正常运行时, 所有的通道输出正常指示绿灯应亮起, SF-LED灯应熄灭, SAFE-LED灯应亮起)。DCS侧锅炉MFT逻辑中3组汽机跳闸信号全部动作。

由于在第一次CA011模块故障和DA011通道故障后采取了有效措施, 当第二次DA011模块故障时, 锅炉MFT未动作, 机组平稳运行。

#### 3.2 故障分析

由于ETS系统采用冗余设计, 因此CA011模块故障和DA011第五通道故障不会导致汽机跳闸信号输出, 而DCS系统中锅炉MFT接收三取二汽机跳闸信号逻辑中仅1个通道动作, 也不会发出“汽机跳闸”信号去触发锅炉MFT, 但是此时ETS系统的安全性已经大大降低。如果相冗余的DA011模块出现相同的故障, 就会送“汽机跳闸”信号到DCS系统中, 引起锅炉MFT、开高排通风阀、关冷再逆止门电磁阀、送发变组E屏切厂用电及回跳汽机。

当第一次CA011模块故障后, 根据模块本身的故障及时咨询厂家, 判断CA011模块有可能已损坏, 需要更换。但机组正在运行, 更换模块存在很大的风险, 因此建议机组运行中暂时不更换, 保持现有状态。

热工维护人员结合德国西门子公司提供的《自动化系统S7-300 ET200M分布式I/O设备故障安全信号模块硬件安装和操作手册》进行故障分析。根据LED灯的显示进行诊断, 分析认为第一次模块故障时, CA011模块SF-LED灯亮起, SAFE-LED灯熄灭, 表示模块有故障; DA011模块SF-LED灯闪烁, SAFE-LED灯正常亮, 表示通道或者模块有故障, 并请求消除钝化(F-I/O检测到故障时会将相应的通道或所有通道设置为安全状态, 即钝化其通道), 显然是因DA011模块第五通道故障导致。由于故障安全型模块具有通道选择性钝化功能(发生通道故障时, 使用此钝化方法可以仅钝化相关的通道), 检测到模块故障时, 故障安全信号模块受影响通道组的所有通道都将被钝化。

根据在虚拟服务器中查询到故障模块的诊断消息为输出到L+发生短路或输出驱动器有故障, 依据《硬件安装和操作手册》中的要求需要在发生故障后的100 h内消除过载或者短路。故障安全数字量输出模块在通道上检测到对L+短路或传输不同信号的通道之间短路时, 故障诊断会中断, 以报告和钝化故障通道(包括包含此通道的区域中的其它所有通道)。任何短路若持续时间较

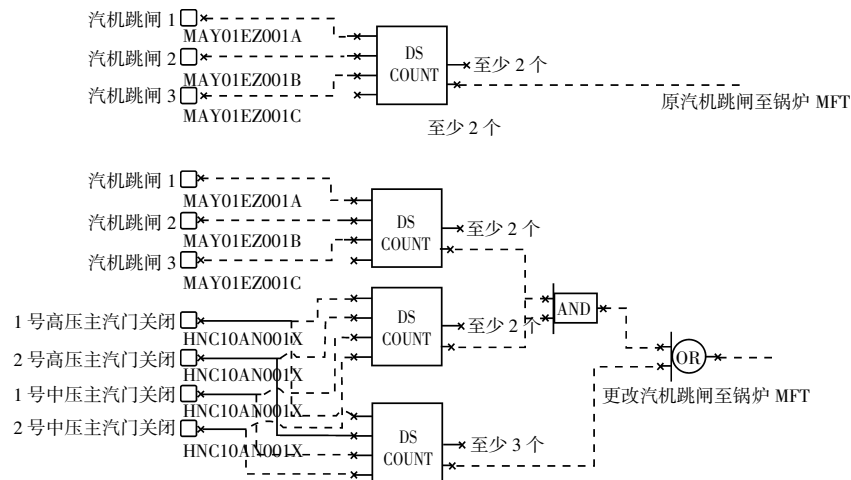


图 2 汽机跳闸至锅炉 MFT 修改前后逻辑比较

长，都将导致模块发生整体故障。

根据以上故障信息，热工人员推断在第一次 CA011 模块故障和 DA011 通道故障后的 100 h 内，DA011 模块所有通道都被钝化，进而汽机跳闸信号动作，锅炉 MFT。

### 3.3 故障处理

第一次故障后暂时采取了以下措施：

(1)修改汽机跳闸送锅炉 MET 的逻辑，将 DEH 系统送至 DCS 系统的高中压主汽门关闭信号作为汽机跳闸的判断条件，即 3 组 ETS 送出的汽机跳闸信号与至少任意 2 个主汽门关闭信号动作发锅炉 MFT 或者至少任意 3 个主汽门关闭信号动作发锅炉 MFT，逻辑修改前后如图 2 所示。

(2)暂时退出“汽机遮断”送发变组 E 屏“热工保护”(切厂用电及回跳汽机)。

(3)运行人员关闭高排通风阀前手动门，防止高排通风阀失电打开，做好冷再抽汽逆止门电磁阀失电的事故预案。

由于处理时间及时，方法得当，第二次模块故障时，机组安全稳定运行，成功避免了由于设备质量导致的热工保护误动作跳机。

2014 年 10 月，机组调停。西门子服务人员对

CA011 模块进行更换，复位后模块状态正常。为了检验更换模块的可靠性，未恢复采取的安全措施，而 CA011 模块经过西门子工厂检测后，确定为模块本身故障。

## 4 结语

汉川电厂 5 号机组运行以来，部分问题已暴露并得到解决，有些问题已提前采取优化措施进行预控，热工维护人员对机组出现的问题进行总结，寻求更优的解决方案，同时制定相关应急处理预案，为机组安全稳定运行提供了保障。

收稿日期：2015-06-13

作者简介：曾海波(1990)，男，工程师，从事火力发电厂热工控制工作。

(本文编辑：徐 晗)

欢迎来稿 欢迎订阅