

# 水电站调速器控制系统参数丢失优化措施

涂希 王新 吴周军

雅砻江流域水电开发有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i7.5623

**[摘要]** 调速器控制系统是水电站水轮发电机组的重要控制系统,担负水轮发电机组频率调节、功率调节及机组工况调整等重要控制功能。本文分析某大型水电站调速器控制系统调节器控制参数丢失原因,提出调速器控制系统参数丢失的优化措施。该优化措施能够有效防止调速器控制系统单套调节器在有水状态下参数丢失后控制参数无法写入,双套调节器参数丢失后控制系统无序控制导致机组出现超速、甩负荷和溜负荷等异常工况,为水轮发电机组安全稳定运行提供重要保障。

**[关键词]** 调速器; 参数丢失; 优化措施

中图分类号: TV 文献标识码: A

## Optimization Measures For Parameter Loss In Governor Control System Of Hydropower Station

Xi Tu Xin Wang Zhoujun Wu

YALONG RIVER HYDROPOWER DEVELOPMENT COMPANY,LTD

**[Abstract]** The governor control system is an important control system for the hydro turbine generator unit in hydropower stations, responsible for important control functions such as frequency regulation, power regulation, and adjustment of unit conditions. This paper analyzes the reasons for the loss of control parameters in the governor control system of a large hydropower station and proposes optimization measures for the loss of parameters in the governor control system. These optimization measures can effectively prevent the governor control system from losing control parameters after a single set of regulators loses parameters under water conditions, and prevent the control system from disorderly control after the loss of parameters in the dual set of regulators, which can lead to abnormal conditions such as overspeed, load rejection, and load slipping of the unit. They provide important protection for the safe and stable operation of the hydro turbine generator unit.

**[Key words]** Governor; Parameter Loss; Optimization Measures

## 引言

某水电站位于四川省凉山州西昌市与盐源县交界的雅砻江上,该水电站地下厂房右岸安装了4台600MW混流式水轮发电机组,总装机容量2400MW,年平均发电量为111亿kW·h,2012年首台机组发电,2013年竣工。该水电站采用某公司的SAFR-2000H型微机调速器控制系统。

## 1 概述

水轮机调速器控制系统是水电站水轮发电机组的重要控制系统,是水轮发电机组的频率调节器、功率调节器、机组工况控制器。SAFR-2000H型微机调速器控制系统采用贝加莱公司2005型PCC控制器作为双机冗余调节器,ZEN可编程继电器保证调节器的无扰切换,主配压阀采用GE公司FC20000,采用伺服比例阀进行电液转换。PCC调节器配置:PS465作为PCC的电源模块,CP340作为控制系统的核心控制和通讯管理模块,IP161作为调速器的智

能I/O集成模块,数字量输入模块DI476作为调速器开关量输入模块,数字量输出模块DO479作为调速器开关量输出模块。

调速器控制系统采用大功率闭环控制模式(开度模式),控制系统主程序及相关参数存储于CP340控制模块的CF卡中,控制参数丢失将导致调速器控制系统无法准确进行水轮机组的功率、频率调节,无法根据故障快速进行机组工况调整,导致功率、频率、机组状态调节混乱,严重情况将导致机组超速、甩负荷、溜负荷等异常工况。

## 2 故障描述

### 2.1 故障情况描述

2015.09.27电厂监控系统CCS上发“#1机调速器A套PCC故障报警、A套导叶采样故障报警、A套总故障报警、A套功率采样故障报警、A套功率给定采样故障”报警信号,#1机调速器调节器A套切B套运行,切换过程中功率稳定。

运行人员现场检查信息窗画面内“A套功率给定、功率反馈、导叶给定、导叶反馈、空载开度、运行水头, 导叶控制参数、空载参数、发电参数”显示为0, B套对应参数显示正常。设置窗内“调速器A套调节器功率定位参数”显示为0。

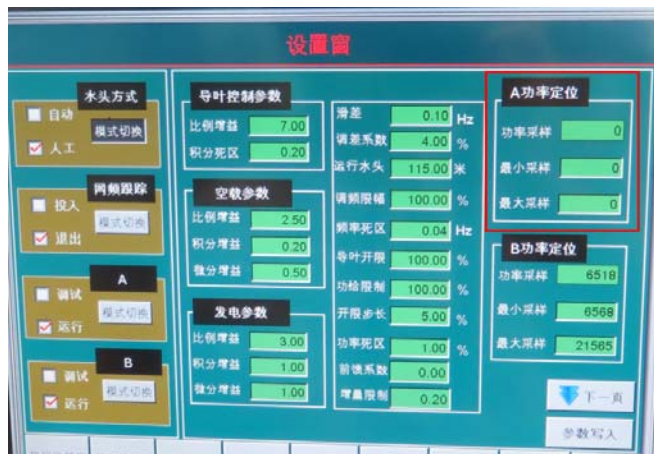


图1 #1调速器设置窗A、B套定位参数

## 2. 2现场检查及处理

故障发生后检查调速器控制系统A套调节器PCC各模块外表和接线无烧焦痕迹, CP340模块上CFOK指示灯熄灭, 通过红外点温枪对PCC各模块表面进行测温, CP340模块表面温度在27~33°C范围, 在正常运行温度范围内。现场测量A套PCC电源模块输入电压为23.5V, 电压正常, 测量A套CP340电池电压为3.13V, 电池电压正常, 主备电源电压正常。

检修人员在#1机调速器B套PCC主用情况下, 通过触摸屏重新写入A套参数。导叶控制参数、空载参数、发电参数通过触摸屏设置窗写入成功。功率给定定位、导叶反馈定位、水头反馈定位参数由于需要在调速器满足静止条件才可以写入, 写入不成功, 调速器控制系统参数在单套调节器运行的发电态下未全部恢复。



图2 A套PCC故障使用的CF卡与新CF卡对比图

更换A套调节器CF卡并重新载入控制程序, 通过触摸屏写入A套调节器控制参数, 写入成功后A套调节器全部故障报警消失, CFOK指示灯点亮。

通过现场检查及处理情况可排除CP340模块损坏、模块温度过高、系统电压偏低或CP340模块失电导致CF卡内参数丢失等可能因素。

## 3 故障原因分析

CF卡是存储调速器控制系统主程序及控制参数的物理存储器, 控制系统主程序存储于CF卡的只读存储器 (ROM), 控制参数存储于CF卡的随机存储器 (RAM) 中。CF卡断开与CP340模块的连接, CF卡断电将导致存储于随机存储器 (RAM) 中的控制参数丢失, 但存储于只读存储器 (ROM) 中的控制程序仍保留。CF卡重新插入CP340模块则可以读取CF卡中的调速器控制系统主程序, 但控制参数则由于CF卡断电丢失。

通过图1故障信息表时间间隔可知, A套调节器PCC故障报出及复归时间间隔为28秒, 该时间与调节器CP340模块重启时间相同, A套调节器PCC故障报警表明故障时CP340模块发生重启。由于采样故障报警需要CP340模块加载控制系统主程序后经判断逻辑报出故障, 表明模块重启后, 检测到控制参数丢失, 控制系统主程序输出功率、导叶、功率给定采样故障报警并报总故障。

根据以上现象表明故障发生时CF卡与CP340模块连接松动, 控制参数丢失, CP340模块未能读取到控制系统主程序, CP340模块重启。重启后CF卡与CP340模块连接正常, 控制系统主程序经逻辑判断功率、开度、功率给定采样故障及总报警。通过更换CF卡后CP340模块CF OK指示灯点亮情况说明CF卡连接管脚已损坏。

## 4 处理措施及建议

### 4. 1 优化控制参数写入条件

将调速器无水试验参数写入条件由“密码输入正确情况且机组无水条件”改为“在密码输入正确情况下”。修改写入条件将防止机组在不具备停机条件情况时, 出现调速器控制系统一套调节器控制参数丢失, 冗余调节器长时间单套运行的异常工况, 也避免了必须停机写入部分参数的硬性条件。

调速器控制系统调节器参数丢失后控制系统自动切换至冗余调节器控制, 通过人工切换调速器控制盘柜主用控制器把手, 将冗余调节器设为主用调节器, 本套调节器必须参数写入成功并确认参数正确后才进行故障复归, 避免水轮发电机组出现参数写入错误而异常调节的情况。

### 4. 2 优化切手动控制逻辑

开度模式下将导叶采样故障, 功率模式下将导叶采样、功率采样故障引入调节器总故障中, 两套调节器总故障时调速器控制系统切手动控制, 水轮发电机组保持当前开度。

该优化措施将防止双套调节器参数丢失的极端工况下, 调速器控制系统无序控制, 出现溜负荷、过负荷、机组超速等异常故障。

### 4. 3 加强检修维护及检查

机组检修期间, 检查CF卡连接是否牢靠, CF OK指示灯是否点亮, 对CF卡管脚进行检查。运行期间定期检查CF OK指示灯是否常亮。

### 4. 4 建议

#### 4. 4. 1 增加调节器参数丢失判断逻辑

增加调节器控制参数丢失故障点, 判断逻辑: “控制参数都

为零或都相同时”。在参数丢失故障发生时,能够第一时间找到故障原因。

#### 4.4.2 调节器参数固化

通过将控制参数直接写入调速器控制系统控制程序的方式固化调节器参数,不再使用CF卡随机存储器(RAM)存储控制参数,保证参数不再丢失。该方式的优势:CF卡松动或调节器主/备用电源都失电时,控制参数仍能保持,重新上电或更换CF卡后可以迅速恢复参数,但在机组运行过程中仍需单套调节器运行。劣势:非机组检修期间,需要进行参数修改必须进行程序修改,该调节器必须停运,在调速器试验、因电网需求而进行的参数修改时将较为繁琐,人为原因参数写入错误将不易发现并修改。参数固化可根据电厂自身情况进行选择。

### 5 结语

通过分析调速器控制系统调节器参数丢失原因,提出调节器参数丢失的优化处理措施,避免大型水轮发电机组因参数丢失非计划停运或强迫停运,防止调速器控制系统因参数丢失导致故障扩大化影响电网稳定性,为保证电网稳定、可靠提供有力

保障。调速器控制系统参数丢失故障出现概率较小,相关参考分析不多,本文将为大型水电站水轮发电机组调速器控制系统检修维护提供相关参考。

#### [参考文献]

[1]魏守平.水轮机调节[M].武汉:华中科技大学出版社,2009.

[2]浩洋,魏守平,吴应文等.双PID水轮机调速器的研究[J].水电能源科学,2002,20(2):70-72.

[3]王亚华,周胜伟,刘细辉.大型水电站调速器控制系统智能化现状及改造规划[J].大电机技术,2021,(8):246-250.

#### 作者简介:

涂希(1988-),男,汉族,江西宜春人,本科,工程师、经济师,从事水电站、光伏电站控制检修维护及智能化建设探索。

王新(1992-),男,汉族,河南人,本科,工程师,从事水电站运行管理与设备安全。

吴周军(1991-),男,汉族,浙江人,本科,工程师,从事大型水电站水轮发电机检修维护及智能化建设探索。