

Exploration and application of frequency signal source optimization of electric cabinet terminal of governor system in large hydropower plant

Hui Liu

Huaneng Lancang River Hydropower Co., Ltd. Toba Hydropower Plant, Kunming, Yunnan, 650051, China

Abstract

As the core equipment of the hydropower station of the governor system of large hydropower power plant, the stability and accuracy of the frequency signal source is of great significance to the safe operation of the power station. This paper deeply analyzes the current yellow water plant governor system electrical cabinet terminal frequency signal source configuration and the existing problems, proposed the use of “three choose” judgment logic to optimize the frequency signal source, and for other related problems gives the effective solution, aims to enhance the reliability and safety of the governor system.

Keywords

large hydropower plant; governor system; electrical cabinet; terminal frequency signal source; three alternative judgment logic

大型水电厂调速器系统电气柜机端频率信号源优化探索与应用

刘辉

华能澜沧江水电股份有限公司托巴水电厂，中国·云南昆明 650051

摘要

大型水电厂的调速器系统，作为水力发电站运转体系中的关键支柱，其电气柜机端频率信号源所具备的稳定性与精确性，对于保障电站安全、平稳运行而言，具有重大意义。本文深入剖析了当下黄登水电厂调速器系统电气柜机端频率信号源的配置状况及现存问题，提出运用“三选二”判断逻辑来优化频率信号源的方案，并针对其他相关问题给出了有效的解决办法，旨在增强电站调速器系统的可靠性与安全性。

关键词

大型水电厂；调速器系统；电气柜；机端频率信号源；三选二判断逻辑

1 引言

大型水电厂作为水力发电领域的关键枢纽站点，在复杂庞大的电力系统中担当着“稳定器”的核心角色，其调速器系统的运行可靠性，直接决定着电站整体的安全性与稳定性。调速器电气柜机端频率信号源作为该系统控制架构中的核心组件，宛如神经系统的信号传导中枢，在实时监测、精准反馈以及动态调控机组运行状态与转速等关键参数方面，发挥着不可替代的关键作用。

本文聚焦于当前黄登水电厂调速器系统电气柜机端频率信号源的配置现状，通过深入剖析其技术架构与运行逻辑，精准识别其中潜藏的问题与不足。在此基础上，以创新

性的思维与严谨的技术手段，积极探索并设计出一套针对性强、可行性高的优化方案，并致力于将这一方案转化为实际工程应用，为提升黄登水电厂调速器系统的整体性能与可靠性提供有力支撑。

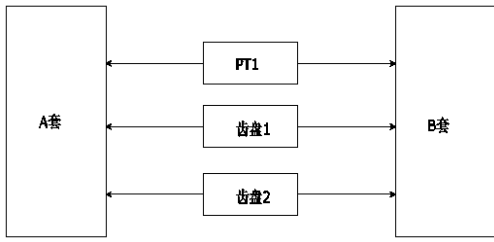
2 黄登水电厂调速器系统电气柜机端频率信号源现状分析

黄登水电厂调速器系统电气柜机端频率信号源的配置涵盖三路频率信号，分别是 PT 测频、齿盘 1 测频、齿盘 2 测频。这三路频率信号经过信号转换器处理后一分为二，分别接入 A、B 套 PCC 控制器，以实现主备切换。然而，在实际运作过程中，当三个信号源均无故障但存在较大偏差时，系统难以准确判断哪一路信号是精准的，从而无法进行正常切换，这无疑存在一定的安全隐患，亟待采取有效措施加以改进。

黄登电站调速器系统电气柜机端频率信号源由一路 PT、两路齿盘（齿盘 1、齿盘 2）组成。三路频率信号源均

【作者简介】刘辉（1989-），男，中国湖北麻城人，本科，工程师，从事电气工程及其自动化研究。

经信号转换器处理后一分为二，分别接入 A、B 套 PCC 控制器，其配置原理图如下：



图一：三路频率送至 A、B 套 PCC 控制器

当前黄登电站机组调速器电气柜 A、B 套 PCC 机频切换逻辑如下：

机组空载运行时，一旦 PT 测频出现故障，调速器机频则使用齿盘 1 频率；当 PT 测频与齿盘 1 同时发生故障时，调速器机频采用齿盘 2 频率。

机组发电运行时，若 PT 测频故障，调速器机频使用齿盘 1 频率；当 PT 测频和齿盘 1 同时故障时，调速器机频使用齿盘 2 频率；当 PT 测频、齿盘 1 以及齿盘 2 均故障时，调速器机频使用 PT 网频。

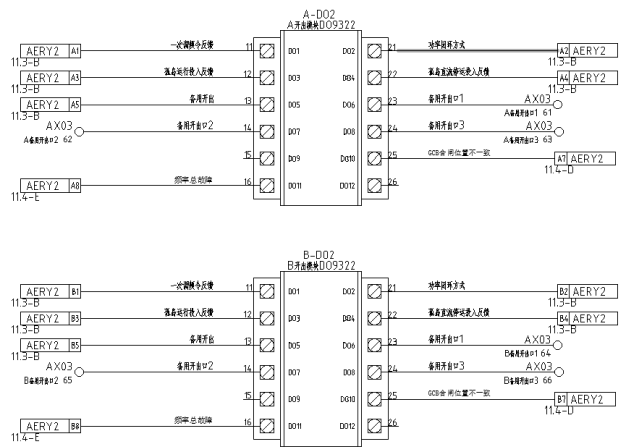
当前调速器电气柜机端频率虽然将三路频率信号作为主备使用能够在一定程度上降低安全风险，但是在三个信号源均未报故障且存在较大偏差时，无法判断当前所使用的频率是否为偏差较大的数据来源，偏差较大时也不能进行切换；由于无法确切判断谁是准确的，所以不能选取正常的数据来源进行使用。由此可见，存在较大的安全隐患。

3 频率信号源优化方案

针对当前存在的问题，本文提出了频率使用“三选二”判断逻辑，即对三个信号源进行两两对比，判断其中三个信号源的数值偏差是否处于合理范围，剔除采样异常的信号，并采取相应的控制策略。这种逻辑能够有效解决外部信号干扰导致误判等问题，显著增强了可靠性。具体而言，对于机端频率二次回路配置不合理的情况，可以采用更为优化的二次回路设计，提升系统的稳定性和精度；对于调速器机频切换逻辑不符合整改要求的问题，依据实际需求进行整改，保证切换逻辑符合相关标准和规范。当频率使用“三选二”判断逻辑时，三个信号源通过两两比较，在出现信号偏差时，能够精准判断出故障的信号源，有效解决外部信号干扰和误判等问题，大大提高了信号源的可靠性。同时对频率信号源程序进行修改。

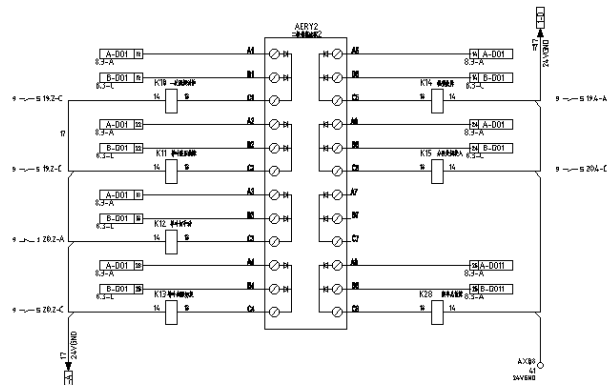
3.1 新增“频率总故障报警”开关量送至监控。

①频率总故障报警通过 A、B 套 PCC 控制器开出模块 DO9322 的 DO5 通道 13 号端子开出，回路接线见图二。



图二：PCC 控制器开出频率总故障报警信号

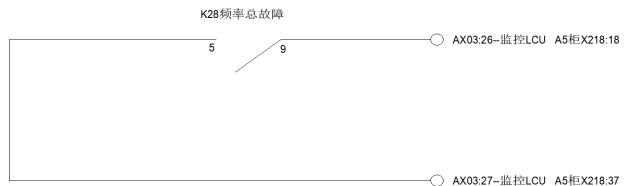
② A 套频率总故障报警经 DO2/11 通道 16 号端子开出后至二极管集成板 AERY2 的 8 通道的 A8，B 套频率总故障报警经 DO2/11 通道 16 号端子开出后至二极管集成板 AERY2 的 8 通道的 B8，经 8 通道输出至（频率总故障）继电器 K28，回路接线见图三。



图二：频率总故障报警处理

③在调速器电气控制柜与监控 LCU 之间铺设一根 $2 \times 1.5\text{mm}$ 的 RVVP 电缆（电缆号 1TSQDGPLZGZ），通过该电缆将新增频率总故障信号传送到监控系统。

④频率总故障报警信号通过频率总故障继电器 K28 的 5、9 节点传送到监控系统 LCUA5 柜 X218:18、X218:37（公共端），如图四所示。



图四：频率总故障上送监控

3.2 电柜 PCC 程序及触摸屏优化

①按照上述提出方案的功能要求对 A、B 套 PCC 程序进行修改，具体的程序修改内容依据现场 PCC 通道配置情

况予以确定。

②将电柜触摸屏报警窗原“PT1 测频故障”“齿盘1 测频故障”“齿盘2 测频故障”的定义分别修改为“PT 机频反馈故障”“齿盘1 反馈故障”“齿盘2 频率反馈故障”，并对相关定义描述进行同步修改，取消原频率超差故障（PT 机频与齿盘频率超差）。

③在电柜触摸屏报警窗新增“PT 机频偏差故障”“齿盘1 频率偏差故障”“齿盘2 频率偏差故障”“频率总故障”信号，A、B套均进行相同配置，并将上述故障信号点引入事件表中以便于查询。

3.3 实践验证过程

①三路信号采样正常，三路信号均发送 50Hz。

②PT 机频主用，齿盘1 和齿盘2 为备用，三路信号采样正常，发送PT 机频率 $50 \pm 0.6\text{Hz}$ ，另外两路信号 50Hz（齿盘1、齿盘2），延时 0.5s，齿盘1 主用，触摸屏报“A 套 PT 机频偏差故障”。

③三路信号采样正常，发送齿盘1 频率 $50 \pm 0.6\text{Hz}$ ，另外两路信号 50Hz（齿盘1、齿盘2），延时 0.5s，PT 机频主用，触摸屏报“A 套齿盘1 偏差故障”。

④三路信号采样正常，齿盘1 信号频率 $50 \pm 0.6\text{Hz}$ ，另外两路信号 50Hz（PT、齿盘2），延时 0.5s，PT 机频主用，触摸屏报“A 套齿盘偏差故障”。

⑤三路信号采样正常，且两两之间偏差均大于 0.5Hz，触摸屏报频率总故障，A/B 套 PCC 控制器主从切换，监控报“频率总故障”。

⑥解除 PT 机频发频回路，延时 1s，齿盘1 主用，触摸屏报“A 套 PT 机频反馈故障”。继续解除齿盘1 发频回路，延时 1s，齿盘2 主用，触摸屏报“A 套齿盘1 反馈故障”。继续解除齿盘2 信号发频回路，监控报“频率总故障”告警，

触摸屏报“A 套齿盘2 反馈故障”“频率总故障”，A/B 套 PCC 控制器主从切换。

黄登电站机组调速器机端频率“三选二”切实可行，此次改造达到了设计预期功能，提高了信号源的可靠性。

4 其他相关问题的解决方案

除了频率信号源的问题之外，为防止单一元件故障导致双套 PCC 故障报警，将 PT 测速、齿盘测速传感器进行独立配置，一对一分别上送 A、B 套，不使用信号分配器，消除因共用的信号分配器故障导致 A、B 套 PCC 同时报故障的问题，从而提升信号源的可靠性。

5 结论

经过对黄登水电厂调速器系统电气柜机端频率信号源展开全方位、深层次的剖析与系统性优化探索，本文创新性提出采用“三选二”判断逻辑对频率信号源进行优化的实施方案，并精心组织开展了严谨的实施与验证工作。同时，针对该系统存在的其他关联性问题，也提出了切实可行的解决策略。这些针对性举措的落地实施，显著提升其可靠性与安全性，为电站实现长期、安全、稳定地运行提供可靠保障。

参考文献

- [1] 刘彦阳. 二滩水电站水轮机调速器改造分析[J]. 水电与新能源, 2021, 35(10): 18-21.
- [2] 向巧凤. 岩滩水电站1号机调速器电气部分改造浅析[J]. 红水河, 2022, 41(4): 87-90.
- [3] 金融界. 水轮机调速器的基础组成及功能[EB/OL].
- [4] 李辉, 范进喜, 许丹丹. 冗余技术在水轮机调速器导叶开度测量中的应用[J]. 水力发电, 2013, 39(9): 56-58.
- [5] 余纪伟, 田显斌, 蔡卫江. 三选二冗余测量技术在水电机组调速系统中的应用研究[J]. 自动化信息, 2012(3): 34-36.