

# 上汽超超临界机组 DEH 调试中难点的分析与研究

张天亮<sup>\*</sup>, 倪传龙, 苏国军

国家电投集团协鑫滨海发电有限公司, 江苏 盐城 224500

**摘要** : 本文主要针对上汽超超临界机组 DEH 调试中的难点进行分析。文章针对超超临界机组的特点和 DEH 系统的功能, 对调试过程中可能遇到的问题进行梳理, 通过分析相关文献的综述和实际案例, 总结调试过程中可能出现的难点, 并提出相应的解决方法。利用实际调试案例的验证, 验证所提出的解决方法的可行性。研究结果表明, 在上汽超超临界机组 DEH 调试中, 可能存在的难点包括系统稳定性问题、控制参数调整困难等。针对这些问题, 可采取逐步调试、参数优化等方法进行解决。本研究为上汽超超临界机组 DEH 调试提供参考, 有助于提高工作人员的调试效率。

**关键词** : 上汽超超临界机组; DEH 调试; 难点分析; 解决方法

## Analysis and Research on Difficulties in DEH Debugging of SAIC Ultra Supercritical Units

Zhang Tianliang<sup>\*</sup>, Ni chuanlong, Su Guojun

State Power Investment Group Xiexin Binhai Power Generation Co. Ltd. Yancheng, Jiangsu 224500

**Abstract** : This article mainly analyzes the difficulties in DEH debugging of SAIC's ultra supercritical units. The article focuses on the characteristics of ultra supercritical units and the functions of the DEH system, sorts out the problems that may be encountered during the debugging process, summarizes the difficulties that may arise during the debugging process through the analysis of relevant literature reviews and practical cases, and proposes corresponding solutions. Verify the feasibility of the proposed solution using actual debugging cases. The research results indicate that there may be difficulties in DEH debugging of SAIC's ultra supercritical units, including system stability issues and difficulty in adjusting control parameters. To address these issues, methods such as step-by-step debugging and parameter optimization can be adopted. This study provides reference for the DEH debugging of SAIC's ultra supercritical unit, which helps to improve the debugging efficiency of the staff.

**Key words** : SAIC ultra supercritical unit; DEH debugging; difficulty analysis; solution

## 一、前言

超超临界机组是一种高效、环保的发电设备, 其具有发电效率高、排放水平低等特征, DEH (Digital Electro-Hydraulic Control System) 调试的成功率直接影响到机组的运行稳定性。因此, 对于 DEH 调试中的难点进行深入的分析与研究, 是提高上汽超超临界机组运行效率的关键。DEH 调试是指对超超临界机组中的数字电液控制系统进行调试。该系统主要负责控制机组的燃烧过程、蒸汽循环、发电功率等关键参数。DEH 调试主要目标是使机组在各种工况下都能实现最佳的发电效率, 合理控制其排放水平。目前, DEH 调试中存在各种难点, 超超临界机组具有较强的复杂性, 使得 DEH 调试需要高度专业化的技术人员和设备支持; DEH 系统的参数设置和调整对机组运行稳定性影响较大, 需要工作人员进行精细调试; DEH 系统与其他系统之间的交互过于复杂, 要求其进行全面的系统测试。只有克服这些困难, 才能实现机组的高效运行。本文将对 DEH 调试中的难点进行深入探讨, 希

望能为相关研究和工程实践提供一定的参考和借鉴<sup>[1]</sup>。

## 二、DEH 技术的基本原理

DEH 技术是一种用于控制发电机的设备, 通过调整转速、负荷、主蒸汽压力来保持发电机的稳定运行。DEH 技术主要包括 TAB 回路、转速/负荷控制回路、主蒸汽压力控制回路。TAB 回路是 DEH 技术中最基本的控制回路, TAB 代表“蒸汽调节器”“调速器”“负荷调节器”, 通过控制截面阀门的开来调整蒸汽供应量, 从而控制转速和负荷。当负荷增加时, TAB 回路会自动打开截面阀门, 增加蒸汽供应, 从而满足负荷需求; 相反, 当负荷减少时, TAB 回路适当减少蒸汽供应。转速/负荷控制回路通过监测转速和负荷信号, 将转速和负荷、设定值进行比较, 科学调整 TAB 回路来实现稳定的转速和负荷控制 (如图 1 所示)。当转速偏离设定值时, 转速/负荷控制回路会发出相应的信号, 科学调整 TAB 回路中的截面阀门开度, 使转速和负荷保持在

\* 作者简介: 第一作者: 张天亮 (1986.03.10) 性别, 男, 民族: 汉, 籍贯: 吉林省伊通县, 学历: 本科, 职称: 电力工程技术工程师

设定范围内。

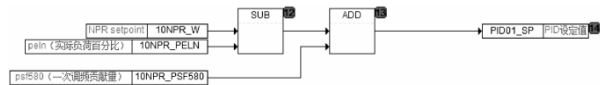
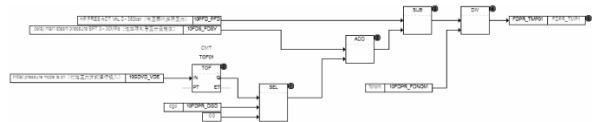


图1 转速/负荷控制器的设定值

主蒸汽压力控制回路通过监测主蒸汽压力信号，和设定值进行比较，控制TAB回路中的截面阀门开度。主蒸汽压力高于设定值时，回路会适当减小截面阀门开度，有效降低蒸汽供应量；主蒸汽压力低于设定值时，回路会增加截面阀门开度，从而增加蒸汽供应量<sup>[2]</sup>。限压模式是主蒸汽压力控制回路中的一种常见模式。当锅炉的主蒸汽压力超过了设定值时，限压模式会自动调整阀门的开度，以减少蒸汽流量，从而降低压力。具体来说，限压模式通过测量锅炉出口的主蒸汽压力，并与设定值进行比较。如果实际压力高于设定值，控制系统就会发送信号给阀门，要求其关闭或部分关闭，从而限制蒸汽流量。当压力下降到设定值以下时，阀门会重新打开，保持压力稳定。初压模式是另一种常见的主蒸汽压力控制回路模式。在锅炉启动或负荷突然增加时，蒸汽压力会急剧上升。为了避免压力超过设定值，初压模式会自动调整阀门的开度。与限压模式类似，初压模式也通过测量锅炉出口的主蒸汽压力，并将其与设定值进行比较。当实际压力高于设定值时，控制系统会发送信号给阀门，要求其关闭，进一步减少蒸汽流量，降低压力。一旦压力回到设定值以下，阀门会重新打开，从而保持稳定的主蒸汽压力（如图2所示）。



>图2 主蒸汽压力控制逻辑

### 三、上汽超超临界机组 DEH 调试中的难点

#### （一）系统稳定性问题

DEH 是机组控制系统中的重要组成部分，主要负责调节机组的负荷、温度、压力等参数，确保机组运行稳定。然而，在调试过程中，发现 DEH 对于负荷、温度变化反应速度较慢，无法及时调整机组的工作状态，给机组稳定性带来严重的风险。同时，系统对于噪声和干扰信号的抗干扰能力较弱，运行中机组时常受到外界各种噪声影响，而 DEH 对于这些信号的抗干扰能力较弱，容易导致系统的输出信号出现误差。并且，DEH 稳定性受到机组内部的各种参数的影响，如机组内部温度、压力等参数，均会对 DEH 的控制效果产生影响，进而影响机组的稳定性。工作人员在调试中要综合考虑上述因素，提高 DEH 的稳定性<sup>[3]</sup>。

#### （二）控制参数调整困难

在上汽超超临界机组调试过程中，DEH 调整控制参数成为重要的难点，超超临界机组运行参数过于复杂，需要精确的控制才能实现高效稳定的发电。而 DEH 作为控制系统的核心，负责调整机组的电气机械参数，其控制参数调整直接影响到机组的运行效果。然而，由于超超临界机组的特殊性，其运行参数存在很大

的波动性，给 DEH 控制参数调整带来严峻的挑战。同时，DEH 调试难点与控制参数的相互影响有直接关联。在调试过程中，工程师要根据机组的实际运行情况，科学优化各控制参数，但由于控制参数之间存在相互影响的复杂关系，一旦对某个参数进行调整，就会引起其他参数的变化，导致整个系统的稳定性受到影响。工程师要在不同参数之间进行权衡，从而实现机组的高效运行。加上超超临界机组的特殊性，其运行参数需要精确到小数点后几位才能满足要求，而想要实现这样的精确调整，需要提前进行大量的试验操作，耗费大量时间和人力资源。且由于调整参数的过程涉及机组的运行安全，一旦出现错误或失误，可能会给机组带来不可预料的风险<sup>[4]</sup>。

#### （三）与其他系统之间的协调和交互

在上汽超超临界机组发电过程中，锅炉是产生蒸汽的关键设备，而 DEH 系统负责监控锅炉的运行状态，DEH 系统要与锅炉系统紧密合作，确保蒸汽供应的稳定性。在调试过程中，需要准确校准 DEH 系统的控制参数，确保与锅炉系统的协调运行。DEH 系统与汽轮机系统之间的交互也是调试过程中的关键问题。汽轮机是发电机组的核心部件，DEH 系统则负责监测汽轮机的运行状态。在调试过程中，要确保 DEH 系统能够准确地获取汽轮机的运行数据，并根据需要进行合理调整。还要与汽轮机系统的保护装置进行交互，确保在发生故障情况时能够及时采取措施。另外，DEH 系统与电气系统进行协调和交互。在发电过程中，电气系统负责将发电机的输出电能送入电网中，积极与电气系统紧密合作，确保发电机组的输出电能符合要求，并与电网进行稳定的连接。在调试过程中，需要对 DEH 系统的电气参数进行准确调整，才能确保与电气系统的协调和交互运行<sup>[5]</sup>。

### 四、上汽超超临界机组 DEH 调试中的优化措施

#### （一）逐步调试

逐步调试是指在 DEH（数字电子调节器）系统调试过程中，按照标准步骤，逐步优化系统性能。第一，逐步检查调试。在 DEH 系统调试过程中，逐步检查各个控制参数的设定值是否正确，如检查控制回路比例、积分、微分系数是否合理，检查设定值是否与实际值相符。避免因设定值错误而导致的系统性能不稳定的问题；第二，逐步调整参数。在 DEH 系统调试过程中，如果发现系统性能不稳定的问题，工作人员逐步调整参数，进一步优化系统性能。逐步调整控制回路的比例、积分、微分系数，从而达到最佳控制效果；逐步调整输出限幅器的上下限值，保证系统输出在安全范围内；通过逐步调整参数，使得 DEH 系统具有较强的稳定性；第三，逐步验证效果。在 DEH 系统调试过程中，调试人员要逐步验证所做的调整是否有效，通过对系统的实时监测，评估系统性能的改善情况。只有通过逐步验证效果，才能确保 DEH 系统达到预期的调节要求<sup>[6]</sup>。

#### （二）参数优化

上汽超超临界机组的调试工作是确保发电设备正常运行和高效运转的关键环节，而 DEH 调试是保证机组稳定性的重要部分。

在 DEH 调试过程中, 参数优化是提高调节系统性能的关键措施。

(1) 合理调整比例增益。比例增益是指 DEH 系统根据测量信号与设定值之间的差距进行控制时所使用的放大倍数, 合适的比例增益能提高系统的响应速度, 但如果响应速度过快会引起系统振荡; 过小则会导致系统响应迟缓。因此, 在 DEH 调试中, 要通过试验操作, 逐步调整比例增益, 找到最合适的数值, 才能确保系统的稳定性。(2) 优化积分时间。积分时间是指 DEH 系统根据测量信号与设定值之间的持续偏差进行控制时所用的时间常数, 是保证系统对于持续偏差的准确补偿, 但如果该数值超过标准值, 会导致系统响应出现过度补偿, 过小则会导致系统产生无法及时补偿问题。针对该种情况, 工作人员在 DEH 调试中要通过实际操作, 逐步优化积分时间, 找到最合适的数值, 确保系统的准确性;(3) 调整微分时间。微分时间是 DEH 系统根据测量信号变化率进行控制时所用的时间常数, 良好的微分时间有利于系统科学调整信号的变化, 但如果其时间不满足标准值, 容易出现系统响应迟缓或者系统振荡。在 DEH 调试中, 工作人员要通过实际操作, 合理调整微分时间, 明确数值的合理性, 确保系统的响应速度满足行业标准<sup>[7]</sup>。

### (三) 明确 DEH 调试流程和方法

上汽超超临界机组是一种高效的发电设备, 其 DEH 调试是确保机组稳定运行的重要环节。为了提高 DEH 调试效率, 工作人员要明确 DEH 调试流程和方法<sup>[8]</sup>。一方面, 明确调试流程。DEH

调试流程包括前期准备、调试过程、调试结果评估三个阶段。在前期准备阶段, 工作人员应仔细阅读调试手册和相关技术文档, 了解 DEH 系统的基本原理, 掌握各部件的安装方式; 在调试过程中, 按照系统结构和工作原理逐步进行, 确保每个部件和子系统都能正常工作; 在调试结果评估阶段, 记录调试过程中出现的问题, 为后续调试提供参考依据<sup>[9]</sup>。另一方面, 采用合适的调试方法。DEH 调试涉及多个部件和子系统的协调工作, 工作人员要采用系统化的调试方法, 严格遵循自下而上原则, 依次调试各部件, 确保每个部件都能正常工作。在调试过程中, 采用逐步替换法、逐步开启法等方法, 逐步排除故障, 找出问题所在<sup>[10]</sup>。同时, 还要充分利用现代化的调试工具, 如模拟仿真系统、数据采集系统等, 提高设备调试的准确性。

## 五、总结

综上所述, 上汽超超临界机组 (DEH) 是一种高效的发电设备, 但在调试过程中面临各种困难。通过对上汽超超临界机组 DEH 调试中的难点进行分析与研究, 发现 DEH 系统调试需要深入理解系统原理和工作流程, 调试过程中要注意多种因素对 DEH 系统性能的影响, 合理的调试方案和有效的沟通协调是成功完成 DEH 调试的关键。希望本文研究结果对于解决上汽超超临界机组 DEH 调试中的难点问题有所帮助, 提高机组运行的稳定性。

## 参考文献:

- [1] 梅雪松, 孙阳. DEH 调试中的问题与解决路径 [J]. 科学与财富, 2021, 13(10):387.
- [2] 李达. 上汽超超临界机组 DEH 调试中难点的分析与研究 [J]. 工业控制计算机, 2021, 34(10):56-58, 61.
- [3] 彭飞, 朱海涛. 泰山二期 1、2 号机组 DEH 升级改造调试分析 [J]. 仪器仪表用户, 2023, 30(6):30-36.
- [4] 李效雷. 谈电厂汽轮机数字电液调节系统 (DEH) 的调试 [J]. 建筑工程技术与设计, 2020(29):3079.
- [5] 吴枫, 李鹏宇. 泰山二期汽机调门双 LVDT 改造的安装与调试 [J]. 仪器仪表用户, 2022, 29(1):61-64.
- [6] 张豪. 燃气-蒸汽联合循环机组 DEH 控制系统的建模与仿真研究 [D]. 山西: 山西大学, 2022.
- [7] 张新胜, 宋佳辉, 丁宁, 等. 660MW 机组甩负荷试验转速二次飞升原因分析及处理 [J]. 浙江电力, 2021, 40(7):96-102.
- [8] 孙波, 曾晨, 武申, 等. 西门子超 (超) 临界汽轮机 DEH 控制系统优化 [J]. 浙江电力, 2020, 39(9):77-80.
- [9] 苏伟凯. 超超临界二次再热机组 DEH 调试案例分析 [J]. 国网技术学院学报, 2019, 22(3):47-49, 57.
- [10] 王栋. 汽轮机控制的相关问题及优化措施 [J]. 自动化应用, 2023, 64(6):121-122, 133.