

火电厂集控运行技术的应用与优化对策思考分析

Application and Optimization Countermeasures of Centralized Control Operation Technology in Thermal Power Plant

赫辉

Hui He

黄冈大别山发电有限责任公司 中国·湖北 麻城 438300

Huanggang Dabieshan Power Generation Co., Ltd., Macheng, Hubei, 438300, China

摘要: 为了保障电厂工作效率基础上,降低生产成本创造更大的经济效益,论文在火电厂引入集控技术,实现电厂运行系统高效整合,优化重组“全厂集控”系统,设计“一主三辅”的集控思路;实现了DSC(锅炉汽组集散控制)、DEH(汽轮机液压控制)、辅助车间集控、电力系统保护、保护信息管理、辅助车间集控、视频监控等系统子功能;实现了火电厂各系统的集中控制;实现了可靠性母管制运行,极大地提升了生产经济效益,减少人力成本投入,降低事故发生率缩减故障处理耗时,为类似火电厂的集控运行技术优化改造设计,提供良好的参考价值。

Abstract: In order to ensure the efficiency of power plant work and reduce production costs to create greater economic benefits, the paper introduces centralized control technology in thermal power plants to achieve efficient integration of power plant operation systems, optimize and restructure the “whole plant centralized control” system, and design a centralized control concept of “one main and three auxiliary”; implemented sub functions such as DSC (boiler steam group distributed control), DEH (turbine electromechanical hydraulic control), auxiliary workshop centralized control, power system protection, protection information management, auxiliary workshop centralized control, video monitoring, etc; realized centralized control of various systems in thermal power plants; realized reliable master control operation, greatly improved production economic efficiency, reduced labor cost investment, reduced accident occurrence rate, reduced fault handling time, and provided good reference value for the optimization and transformation design of centralized control operation technology similar to thermal power plants.

关键词: 火电厂; 集控技术; 工况寻优

Keywords: thermal power plant; centralized control technology; working condition optimization

DOI: 10.12346/etr.v5i2.7679

1 引言

随着社会发展进程的不断加快,各类复杂设备用于火电厂生产中,给火电厂带来尤为严峻的设备管理问题。但是设备运行的分散性,以及设备现场操控人员较多,再加上较大的巡查场所范围,增大了火电厂的设备管理工作难度^[1]。往往需要耗费大量人力,同时负责同时空供电工作,在交叉环节系统设备无法做到完全同步调节,一定程度上存在设备管理滞后的问题,不仅影响火电厂的设备生产效率,也带来

极大的安全隐患。为了解决上述问题,论文尝试结合工作实际,在火电厂引入集控运行技术,就是对集中控制各运行设备。与传统火电厂的电炉独立运行控制相较,集控运行技术可以全天候监控设备,无需专门安排巡检员定时值班,即可对机组设备的生产运行情况实时掌控^[2]。旨在通过集控技术改造,为火电厂单位创造更大的经济效益,提升人才梯队的职业素养,为企业未来长效可持续发展提供技术保障,也希望本次提出火电厂集控运行技术优化思路,能够为类似项目提供实践指导。

【作者简介】赫辉(1984-),男,中国山西朔州人,本科,工程师,从事新能源发展及储能发电研究。

2 火电厂集控系统需求

2.1 火电厂分散控制系统现状

以火电厂现行控制系统的现状，提出“一主三辅”的集控运行设想，可以将全厂的集控、工业电视与调度电话等系统成功联结，成功构建监视、调度、操作功能一体化的集中控制系统。结合本厂目前分散控制各系统现状，包括锅炉、汽机、除氧热网 DCS 系统，电气与化水控制系统，输煤控制系统，脱硫回收系统以及电除尘气力输灰系统等^[3]。为了自动化全面控制这些子系统，引入集控运行技术设计集控自动化系统，需要满足大规模电网运营所需，尽可能减缓工作人员的工作调度负担，集控自动化系统平台可以集中于电网调度，对电网负荷及时预测，提升各设备运行效率，自动化监控各设备运行状况，集控自动化系统独立于调度自动化系统，有益于两系统各自独立高效运行。

2.2 集控系统设计思路

与火电厂目前的设备控制现状相结合，增设中央集控式设计专用电气系统监控总控制设备，三组设备控制单元分别控制分台、热网、视频监控台，五位技术人员负责在主控室内操作系统集控操作。上文所提的“一主三辅”集控设计思路中，“一主”指的是火电厂的机、点、炉中央集控室，主机能够集中控制火电厂的所有设备，三辅则各自代表化水、输煤、脱硫回收三个集控室。

此次设计火电厂集控系统包括 DEH、DCS、电力系统保护、设备调度管理、信息管理保护、视频监控、辅助车间控制、火灾预警等子系统^[4]。优化设计电除尘、输灰系统，在脱硫系统内合并操控；优化设计除氧 DCS 与热网系统，在机组 DCS 总系统内合并控制。总的来说，需要完成以下几项优化设计改造内容：

第一，机组 DEH 改造，计划可以实现 1#、2# 两机组 DCS、DEH 系统之间的正常通讯；第二，电除尘、输灰系统能够远程改造，在脱硫系统集控室内合并控制，设计一个中控操作站，进行本次优化设计时，需要在脱硫集控室内并入输灰操作系统，利用传输转换器将系统与环网相连接；第三，视频监控改造，是为了保证本次集控系统的正常运行，

同时也要优化改造视频监控系统，全厂集控管理远程控制，如图 1 所示。

3 火电厂自动化集控系统设计

3.1 DEH 系统优化改造

根据火电厂设备控制系统现状，引入 DEH 系统改造方案，重组 DEH 控制系统，与 MACS-DCS 系统合并配置，匹配 DEH 测速专用的一次调频及伺服模块，构建优化 DEH 控制系统。此系统可以充分发挥计算机集控高效整理多方数据源的优势，通过软件控制各回路，不仅拓展了保安系统功能的基础上，还实现了机组升负荷、发电控制、功率、抽汽压力间控制自动化。同时还实现了同样条件下，可以有效控制负荷限制与快速减负荷^[5]。电子控制柜、软件系统、液压伺服系统构成 DEH 系统，目前基本已经实现标准化生产，所以本次优化设计，决定采用磁组发讯器，取代原本系统的脉冲泵组件，从而大范围测量转速。更换原本的原油动机为可以承载 14MPa 工作油压力的伺服油缸，将原本的同步器更换为 DDV 电液转换器，对伺服油缸达到直接驱动作用，在油缸安装 LVDT 位移反馈元件，即可构成电液随动系统，配备系统独立供油油源。

3.2 锅炉汽机除氧热网 DCS 系统

安排一位技术人员在值班操作室，通过 ECS-100 专用网络负责实时监控锅炉汽机 DCS 系统主控柜运行状况。锅炉对于火电厂来说，水位控制至关重要，原锅炉水位控制主要由现场视频监控系统与电接点水位计定时采集数据信息，反馈信号给控制人员。但是本次运用集控技术优化改造后，通过集控系统远程监控锅炉水位这一重要参数，可以有效避免人为干扰及误差，整合 DCS 系统设计 Jivacript 语言，在对比 3 个水位信号时，全部信号均为合理正常，这时取 3 个信号的中间值；如果 1 个信号无效，则取两个信号的中间值；如果 2 个信号无效，则取唯一有效的信号^[6]。在完成三个测点故障判断后，操作人员可以对设备远程实地监控，并将监控结果及时反馈给相关技术人员，以便在发现问题的第一时间及时处理。

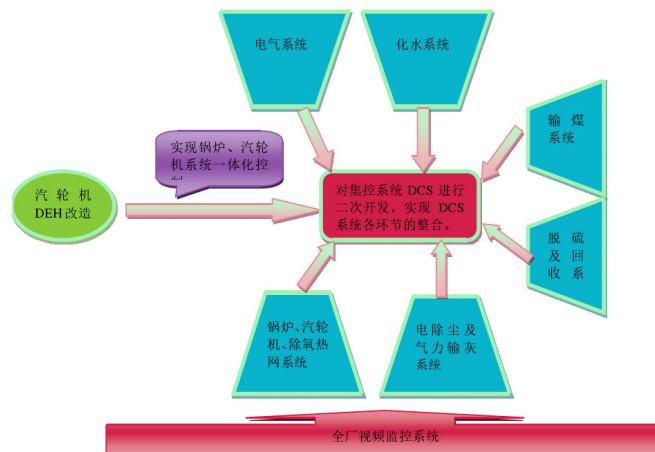


图 1 集控运行技术优化设计思路

3.3 电除尘远程控制系统整合

火电厂的电除尘系统作为开展环保工作中的关键设备，在绿色、环保节能的大环境下，电除尘集控已成必然，因此整合至本次火电厂集控系统中（见图 2）。作为电除尘在降压振打工作状态下的电压波形，如果二次电压到达最大值，这时就会成功触动脉冲振打装置开启工作状态，振打原本静电吸附于极板的灰尘，并收集至灰斗内利用高压风，通过管道向灰仓输送。

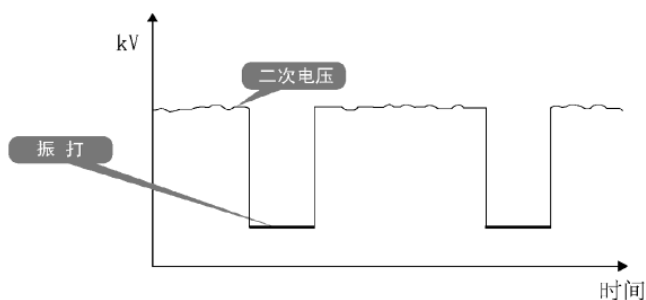


图 2 电除尘降压振打时的电压波形

在电除尘 DCS 整合集控系统后，应当拥有良好的人机交互显示功能，可以图文并茂地分析并显示设备的运行状况，以及除尘器本体 U/I 曲线、二次电压均值动态变化柱形图，方便技术人员更精准地分析电控设备除尘器的运行问题。还要具备菜单式操作及设备自诊断功能，根据大量设备运行现场存储波形图，能够在除尘器电场产生活化网络时，保证拥有高精度的分辨率，全域检测范围内依然可以成功发现二次电流波形产生的微小畸变。考虑到高压整流设备的特殊运行性状态，如火花率在 100 次 / 分以上，电压在 50V 以上，这就要求控制器拥有强力的抗干扰能力。采用独特数字锁相技术，保证主控系统的信号同步精准度，可以正常运行控制功能，提高火电厂设备运行的抗干扰功能^[7]。除此之外，还可以通过干节点方式，实现 WFB 型设备的启停操控，向 DCS 系统实时反馈设备的运行状态。系统控制单元则能迅速响应设备保护功能，如短路过流保护，变压器偏励磁保护以及变压器油温超限保护等。此外还设计了系统降压振打功能，配备一定接口连接 PLC 系统振打联动接口，即可实现

两者配合的降压振打操作^[8]。表 1 为本次电除尘 DCS 控制系统设备购置情况。

3.4 上位机系统改造

在本次火电厂集控系统优化改造中，上位机系统同样重要，利用计算机网络技术，组成电除尘电控设备为一个工业控制网络，依据集中管理分散控制原则，实现系统集散控制，包含工业控制计算机、网络通讯介质、系统软件等重要组成。上下位机系统通过 RS485 通讯连接，经电除尘上位机优化运行高低压控制柜体，还可实时监控各运行参数，修改定值，实时显示画面，实现故障预警与打印功能。

3.5 视频监控改造

结合火电厂的现行监控系统现状，主要包括 6 个机炉控制室视频监控点与 15 个电气控制室监控点，总体来看数量不多且比较分散，均经分屏器与电视机了解，以及利用分支器接入主控室的硬盘录像机。另外在化水控制室共计包括 10 个监控点，输煤控制室则包括 22 个监控点，保卫监控点共计 8 个，这些相对分散的监控点无法实现彼此访问，统一维护管理自然不可实现。对集控技术优化改造，试图实现综合化、集中化、智能化、自动化视频监控，结合火电厂的实际情况灵活增设监控点与摄像机数目，实现火电厂整个区域内的视频监控互联互通^[9]。

此次视频监控优化改造实现功能如下：①视频监控图像实时点播，可以对视频监控的录像内容进行全程点播，如某设备的操作路径指定缩放、抓拍、录像等功能；②远程控制，可以对火电厂的所有设备突破时空局限，经技术人员手动或集控系统自动发布控制指令后，系统可以实时响应，保障高级别用户可以优先响应；③存储备份，对于视频及音频新存储方面，此平台支持保存 15 天以上数据及图像信息；④历史回放，能够根据用户后续使用情况，实时调用监控图像进行回放与缩放；⑤实时预警，可以接收设备警报信号，还可联动报警，对设备提示预警信息实时记录；⑥良好的人机交互，此次视频监控系统界面支持 C/S、B/S，有着直观简洁的人机交互界面，具有特殊视频画面处理功能，并及时做出故障及预警提示。

表 1 电除尘 DCS 远程控制单元设备购置

序号	名称	型号	单位	数量
1	Wfb 主控单元盒	含有主控板 / 操作单元 / 显示单元	套	9
2	信号板	0.5A/7.2kV	套	9
3	触发板	TC1/TC2/TC3	套	9
4	控制变压器	HH54P DC24V (带座)	套	36
5	按钮、指示灯、警报器等元件	HH54P AC220V (带座)	套	9
6	继电器	包含柜体加工、端子、保险、堵头、衬板、线缆及改造其所	套	9
7	其他	需相关器件	套	9

4 火电厂集控系统实现

4.1 DEH 系统控制配置

一般来说, DEH 系统的核心组件是微处理器 DPU, 由于 DEH 控制系统是完整且独立运行的, 含有操作控制、彩屏显示及打印等多功能。操作台的键盘和液晶屏, 主要用来监控机器和停止发动机器的动作指令完成情况, 从而进行设备运行系统自我诊断的重要媒介, 也可以通过该媒介对设备操控动作指令中, 获取反映的各种信息及全部控制程序的动作。

在通讯网络层配置了主控单元与各节点实时数据通讯网络, 大多采用双绞线、多膜光纤传输介质, 实现各站连接系统网配备专用网络卡口, 操作人员就可以利用控制系统实现设备全过程监控。在工程技术站设计选用 Windows 10 操作系统, 辅助 MACS-DCS 专业组态软件, 拥有全面功能且便捷操作的优点^[10]。设计 MACD-DCS 包括现场电源、诸多 I/O 电源模块与主控单元。其中主控单元能够无忧瞬时切换操作指令, 握手信号即可唤醒设备功能, 使用 RAM 作为备用电源避免主控单元受电池更换影响设备运行。主控制器间通过双口 RAM 实现数据同步关联, 最大化保障系统保护及控制功能, 避免发生冗余扰动、丢失及延迟现象, 确保切换冗余处理器具备数据非易失性^[11]。

4.2 DEH 控制功能实现

本次对 DEH 控制系统安装测点, 充分考虑了设备的运行环境与统一性问题, 在组织块执行中, 作为 STEP7 编程软件的用户系统操作程序接口, 主要经操作系统调用, 负责对驱动程序的循环、中断指令的执行, 与怎样成功启动 PLC, 并且可以处理相应的错误程序。组织块还决定了不同程序的具体执行顺序, 能够决定哪一个控制程序的实施优先级 OB1。

在功能块执行中, 作为自动化控制操作用户的自己编程块, 能够实现“无存储区”逻辑编程, 在系统局域数据内存存储临时 FC 变量, 结束系统 FC 程序功能执行后, 即丢失相关数据。当然在功能块中也同样设计具备存储功能的程序块, 即背景数据块。该存储器可以保存 FB 相关参数与功能程序运行中的静态变量, 并对每次调用程序功能中, 都需要分配调用背景数据块方便电力仪表参数传输^[12]。

在系统功能块的执行过程中, 作为 STEP7 编程软件用户根据实际管理操作已经完成编程的功能块, 经 CPU 功能程序满足系统集成, 可以达到不占用系统程序运行空间的优势存储块, 将该程序块安装于 CPU 中。

监控组态软件设计选用 Win CC 这个人机界面集成监控

管理功能技术实现, 该组态软件能够满足丰富多样化的系统操作工具图形库与指示向导, 可以达到较好的人机交互性能。本次监控设计界面要达到准确数据、合理布局、清晰可视的动态工艺流程与模拟检测图, 可以显示相应的温度、流量、压力等电力仪表参数相应画面, 以及实时转换为历史曲线和瞬间曲线图, 只需操作者点击鼠标即可自动化切换各监控界面。

5 结语

总之, 将集控技术用于火电厂可以有效提升生产质量与工作效率, 本次与火电厂目前的设备控制现状相结合, 增设中央集控式设计专用电气系统监控总控制设备, 提出“一主三辅”集控设计思路, 实现了 DSC 与 DEH 系统的高效整合, 可靠性母管制运行, 极大地提升了生产经济效益, 减少人力成本投入, 降低事故发生率缩减故障处理耗时。

参考文献

- [1] 杨义晖. 火电厂 300MW 机组集控运行存在问题及对策分析[J]. 2021.
- [2] 蒋建宝, 王文宗. 关于火电厂集控运行技术的剖析[J]. 科技创新与应用, 2016(20):1.
- [3] 臧旭东, 杨元琴, 奚邱炎, 等. 基于三维可视化技术的火电厂设备数据管理应用与研究[J]. 中国设备工程, 2021(21):16-17.
- [4] 刘武斌. 火力发电厂热工自动化技术应用分析及优化创新[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2021(1):2.
- [5] 高川. 探析发电机组集控运行技术在火力发电厂中的应用[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2021(5):2.
- [6] 邢争营. 探究火电厂中发电机组集控运行技术的改善措施[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2021(7):2.
- [7] 胡正. 探析火电厂中发电机组集控运行技术的改善措施[J]. 技术与市场, 2021, 28(4):2.
- [8] 刘海龙. 火电厂中 660MW 发电机组集控运行技术的改善措施[J]. 中国科技期刊数据库 工业 A, 2022(5):4.
- [9] 胡楠, 王治博. 火电厂集控运行节能降耗技术措施探析[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2022(9):3.
- [10] 桑博成. 火电厂集控运行节能降耗技术研究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2022(6):4.
- [11] 侯永胜. 火力发电厂集控运行主要技术探究[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2021(1):2.
- [12] 韩立洲. 火电厂集控运行的危险点预控对策[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2021(3):2.