

火电厂热工自动化 DCS 控制系统的运用分析

卢国栋

辽宁大唐国际新能源有限公司锦州热电分公司, 辽宁 锦州 121017

DOI: 10.61369/SSSD.2025080014

摘 要 : 在电力工业的发展环节, 需要重视火电厂的热工自动化, 有效保障电厂的平稳运行, 切实提高运行安全性与高效性, 而在电厂热工自动化的核心是分布式控制系统, 通过建设与完善该系统, 能够有效保障电厂运行效率, 并节省电厂运行产生的能耗, 加快电力行业的快速发展。本文从火电厂热工自动化 DCS 系统角度出发, 论述了火电厂热工自动化 DCS 控制系统的组成, 并提出具体的控制系统应用策略, 旨在确保火电厂运行稳定性, 有效降低故障的发生率, 为后续自动化 DCS 控制系统的灵活应用打下基础。

关 键 词 : 火电厂; 热工自动化; DCS 控制系统

Analysis on the Application of Thermal Automation DCS Control System in Thermal Power Plants

Lu Guodong

Liaoning Datang International New Energy Co., Ltd. Jinzhou Thermal Power Branch, Jinzhou, Liaoning 121017

Abstract : In the development process of the power industry, attention should be paid to the thermal automation of thermal power plants to effectively ensure the stable operation of power plants and practically improve the operational safety and efficiency. The core of thermal automation in power plants is the distributed control system (DCS). By constructing and improving this system, the operational efficiency of power plants can be effectively guaranteed, the energy consumption generated during operation can be saved, and the rapid development of the power industry can be accelerated. Starting from the perspective of the thermal automation DCS system in thermal power plants, this paper discusses the composition of the thermal automation DCS control system in thermal power plants and puts forward specific application strategies for the control system, aiming to ensure the operational stability of thermal power plants, effectively reduce the incidence of faults, and lay a foundation for the flexible application of the automated DCS control system in the future.

Keywords : thermal power plant; thermal automation; DCS control system

引言

在分布式控制系统的应用过程中, 火电厂需要重视计算机控制作用的发挥, 通过使用多种监测设备, 控制各类工业设备, 促进全面管理生产的开展。其中, DCS 控制系统内, 可以综合使用各种先进工具, 发挥综合优势, 保障系统的安全性。火电厂的技术人员可以重视 DCS 控制系统作用的发挥, 有效控制热力设备的运行, 降低安全问题的发生概率。同时, 该系统的应用可以促进各种生产设备的优化与升级, 进而提升火电厂发展的稳定性。

一、火电厂热工自动化 DCS 控制系统

(一) 硬件系统

第一, 分散控制器。在火电厂热工自动化 DCS 控制系统内, 分散控制器是其运算的核心, 通常借助冗余设计保障出现故障时, 能够实现无缝衔接。控制器具有良好的抗干扰能力, 可以适应火电厂的强电磁环境, 同时, 拥有快速运算能力, 可以进行多种控制算法, 如模糊控制、预测控制等, 并根据热工过程特性选择合适的算法。^[1] 例如, 面对超临界火电机组可以采取西门子冗

余控制器提高运算周期, 从而满足蒸汽温度控制的实时要求。第二, I/O 模块。其负责连接现场设备与控制器, 将模拟信号转换为数字信号, 如 0-10V 的电压信号、开关量信号等。其中, 根据火电厂的现场模型, I/O 模块能够划分为本安型、隔爆型, 同时拥有热插拔功能, 有助于进行故障模块的更换。^[2] 第三, 传感器与执行器。在控制系统中, 其扮演着手脚的角色。传感器通常包括温度传感器、压力传感器以及流量传感器等。具体涉及热电偶、热电阻、电容式压力变送器以及电磁流量计等。而执行器通常包括电动调节阀、变频器以及电磁阀。其中, 电动调节器主要用于蒸汽

流量的测量，而变频器能够控制风机与泵的转速，电磁阀可以快速切断燃料与蒸汽的通路。^[3] 第四，工业网络设备。具体包括交换机、光纤收发器等，其能够负责各层级之间的数据传输。火电厂 DCS 网络采取冗余的以太网架构，核心交换机采用双机热备，而通信介质则优先选择光纤，表现出良好的抗电磁干扰能力，能够有效保障数据传输的可靠性与实时性。

（二）软件系统

第一，系统软件。包括操作系统（如实时操作系统 RTX、嵌入式 Linux，保障控制任务的实时调度）、通信协议栈（支持 TCP/IP、Modbus 等工业协议，实现不同设备间的兼容通信）、驱动程序（适配各类 I/O 模块、传感器与执行器）。第二，控制软件。是 DCS 控制系统的“大脑”，包含控制逻辑组态工具与控制算法库。工程师通过组态工具搭建热工过程控制逻辑，例如锅炉水位三冲量控制逻辑（结合水位、给水流量、蒸汽流量信号）、汽轮机频液电液控制（DEH）逻辑。算法库提供 PID、Smith 预估、自适应控制等成熟算法，支持工程师根据工况优化参数。^[4] 第三，监控软件。运行于操作站与工程师站，提供人机交互功能。主要包括实时监控界面（以工艺流程图形式展示设备状态与参数，如锅炉系统流程图中，阀门图标颜色表示开关状态，数值显示实时蒸汽压力）、趋势分析工具（记录关键参数历史变化曲线，如过去 24 小时蒸汽温度趋势，便于运行人员分析工况波动原因）、报警管理系统（当参数超出阈值或设备故障时，发出声光报警并记录报警信息，如“锅炉水位低 I 值报警”，同时提示应急处理建议）。^[5] 第四，数据管理软件：包含历史数据服务器与数据库，负责存储热工过程的实时数据与操作记录（存储周期通常为 1-3 年），支持数据查询、报表生成与数据导出，为火电厂生产优化、故障分析与运维管理提供数据支撑。

二、火电厂热工自动化 DCS 控制系统的实践运用策略

（一）现场总线布置

在 DCS 控制系统内，现场总线是其核心，通常负责联系传感器与执行器，布置的合理性直接影响到信息采集准确性与稳定性。火电厂现场环境容易出现高温、强电磁干扰等问题，现场总线的布置需要遵循抗干扰、易维护等原则。

1. 总线类型选择：适配设备特性与环境需求

火电厂的热工系统设备具有多样性，可以结合设备功能、信号类型以及安装环境适配现场总线的类型。第一，Profibus-DP 总线。其通常适用于开关量信号以及高速模拟量信号传输，传输的速率能够达到 12 Mbps，并具有一定的传输距离，能够有效抗电磁干扰，其通常适用于锅炉辅机、汽轮机辅机的控制。^[6] 第二，Foundation Fieldbus（FF）总线。其可以支持双向通信，并进行设备的自诊断，可以适配于高精度模拟量信号的传输，具体涉及压力、温度传感器等，同时有助于进行传感器、控制器的参数交互，可以有效进行关键参数的收集，具体涉及锅炉的炉膛温度与蒸汽压力等。第三，Modbus-RTU 总线。其具有协议简单，兼容

性强的特征，可以进行低速小批量的信号传输，输出距离能够达到 1000 米，其成本较低，能够适用于各种辅助系统，控制循环水系统与除灰系统。^[7] 第四，工业以太网（EtherNet/IP）：传输速率高（100Mbps/1000Mbps）、支持多设备接入，适用于需要大量数据交互的设备（如智能阀门定位器、在线分析仪表），可实现设备状态实时监控与远程调试，适合用于超临界、超超临界机组的核心设备控制。

2. 布线设计：强化抗干扰与安全性

火电厂现场存在高压设备（如发电机、变压器）产生的强电磁辐射，以及动力电缆（如 380V/6kV 电缆）产生的电磁干扰，现场总线布线需通过合理设计减少干扰影响：

第一，电缆选型。优先选择屏蔽双绞线或屏蔽电缆，屏蔽层采用铜网 + 铝箔双层屏蔽（抗电磁干扰能力优于单层屏蔽），电缆绝缘层选择耐温、耐油材质（如氟塑料绝缘层，耐温范围 -60℃ 至 200℃，适应锅炉附近高温环境）。^[8] 第二，敷设路径规划。遵循“远离强干扰源”原则，现场总线电缆与高压电缆（10kV 及以上）平行敷设时，间距需大于 1m；与动力电缆（380V）平行敷设时，间距需大于 0.5m；避免与高压电缆、动力电缆共管敷设或交叉穿越（若必须交叉，需采用垂直交叉，减少干扰耦合）。第三，接地设计。现场总线屏蔽层采用单点接地（仅在控制柜端接地，接地电阻小于 4Ω），避免多点接地产生接地环流，干扰信号传输；同时，现场总线电缆的屏蔽层需与动力电缆屏蔽层分开接地，防止动力系统干扰传导至总线系统。^[9] 第四，防护措施。在粉尘较多区域（如输煤系统、除灰系统），总线电缆需穿镀锌钢管保护，钢管连接处采用螺纹密封，防止粉尘进入腐蚀电缆；在潮湿区域（如脱硫系统、循环水系统），电缆接头需采用防水接头，控制柜内安装除湿装置（如除湿机、加热板），避免电缆受潮短路。

（二）网络通信技术

在 DCS 系统应用阶段，需要利用网络通信技术衔接各项技术。利用网络通信技术的过程中，可以利用通信管理层接收 DCS 系统下达的控制指令等，并且向目标装置发送接收的指令。通信管理层还负责接收电气设备运行数据，向 DCS 系统及时反馈。利用以太网连接通信管理层和 DCS 系统等，在收集数据的过程中要融合网络流量控制技术，构建流量模型，可以实时监测局域网运行，同时需要配置时间触发器，使整体运行效率得以提升。

火电厂 DCS 控制系统的网络架构采用“分层冗余”设计，分为过程控制网（连接控制器与 I/O 模块）与监控网（连接控制器与操作站、工程师站），两层网络均采用双网冗余（A 网与 B 网）：第一，过程控制网：采用工业以太网架构，核心交换机采用双机热备（如华为 S5720 工业交换机，支持 VRRP 虚拟路由冗余协议），当主交换机故障时，备用交换机在 100ms 内切换；控制器与 I/O 模块均采用双网卡，分别接入 A 网与 B 网，实现数据双路径传输；过程控制网的传输速率设为 1000Mbps，满足控制器与 I/O 模块间高速数据交互（如实时控制指令、参数采集数据）的需求。^[10] 第二，监控网。同样采用双网冗余架构，操作站、工程师站、历史数据服务器均配置双网卡，分别接入 A 网与 B 网；监控

网与过程控制网之间通过防火墙隔离，防止监控层操作对过程控制层产生干扰；监控网的传输速率设为 1000Mbps，保障操作站实时获取各控制器的运行数据（如每秒刷新一次工艺流程图数据），避免监控界面卡顿。

（三）自动化控制

在 DCS 控制运行的过程中，控制软件发挥了至关重要的作用，其负责全方位监控火电厂生产，避免安全生产问题的出现。其中，技术人员可以灵活使用控制软件，监控火电厂的重要参数，具体包括生产过程的压力与温度，有效避免安全问题的出现。另外，控制系统可以把握各种设备，有效开展自动化控制，确保整体性生产活动的可控性。通过将 DCS 作为核心，完善智能燃油控制系统，并交由某一控制单元直接控制底层装置层，进行

实时的数据采集和交换，通过实现整个燃油流程数据的实时在线监控，可以促进智能化控制的实现，有效把握整体的燃油流程。

三、结束语

综上所述，在火电厂的运行过程中，DCS 控制系统的灵活应用，能够确保火电厂生产运行的稳定，有效避免安全问题的出现。基于此，火电厂的技术人员需要重视相关技术的研发，并持续性优化 DCS 系统，切实提高其使用性能，不断提高其智能化水平，高效的完成生产任务。具体来讲，可以重视现场总线布置的优化、加强网络通信技术的使用，从而为火电厂提供大量的电力资源，切实提高日常运行效率。

参考文献

- [1] 辛丽梅. 火电厂热工自动化 DCS 控制系统的运用分析 [J]. 科技视界, 2024, 14(33):65-68.
- [2] 黄宏宁. 火电厂热控自动化控制设备的调试及安装应用 [J]. 模具制造, 2024, 24(07):222-224.DOI: 10.13596/j.cnki.44-1542/th.2024.07.072.
- [3] 蔚焱. 火电厂热控仪表故障类型及检修分析 [J]. 电气技术与经济, 2024, (02): 172-174+178.
- [4] 任涛. 火电厂热控仪表故障类型及检修方案分析 [J]. 机电工程技术, 2023, 52(07):191-193+210.
- [5] 李海丽. 火电厂热控仪表故障类型及检修要点 [J]. 化学工程与装备, 2022, (07):228-230.DOI: 10.19566/j.cnki.cn35-1285/tq.2022.07.030.
- [6] 辛金明. 火电厂热控系统网络安全建设探讨 [J]. 中国设备工程, 2022, (01):246-247.
- [7] 冯海波. 电厂单元机组热控系统的分散控制系统改造设计 [J]. 河南科技, 2021, 40(34):37-39.
- [8] 刘艳美. 火电厂热控仪表故障类型及检修要点 [J]. 中国高新科技, 2021, (15):43-44.
- [9] 杨栋. 火电厂 DCS 热控自动化控制设备的安装与调试研究 [J]. 光源与照明, 2021, (03):86-87.
- [10] 苏国军. 火电厂 DCS 热控自动化安装调试分析 [J]. 现代工业经济和信息化, 2021, 11(02):88-89.DOI: 10.16525/j.cnki.14-1362/n.2021.02.36.