

火电厂热控自动化控制设备优化策略研究

王 帆

贵州西电电力股份有限公司黔北发电厂 贵州毕节 551800

摘 要: 随着当前工业化与城市化进程的交织, 社会用电需求呈现爆发式增长的趋势, 火电厂是电力供应的主力军, 其发电效率与运行稳定性面临着一定挑战。热控自动化控制设备作为火电机组的核心控制系统, 通过实时监测蒸汽温度、压力、流量等参数, 能准确调控燃烧效率与发电流程, 会影响机组产能与能源利用率, 更构成电力系统安全稳定运行的主要防线。

关键词: 火电厂; 热控自动化; 控制设备; 优化

现阶段, 热控自动化控制设备的安装调试面临技术与环境的双重考验, 从技术角度来看, 设备包含传感检测、智能控制、数据传输等多领域技术, 其复杂的系统架构与不同组件的协同需求, 对安装精度、调试流程提出严苛标准。另外, 火电厂高温高压、强电磁干扰的作业环境、燃烧过程中强耦合、非线性的动态工况, 很容易引发设备信号失真、控制延迟等问题。再加上电力行业对安全生产与连续运行的严格规范, 让热控自动化控制设备安装调试的技术优化与质量把控, 成为提升火电厂运行效率、保障电力稳定供应的核心。

1. 火电厂热控自动化控制设备运行技术原理

火电厂热控自动化控制设备凭借智能化、集成化的架构, 建立起覆盖热能生产全生命周期的智能调控体系。该系统利用分布式传感器网络, 以毫秒级响应速度实时捕捉炉膛温度、蒸汽压力、机组转速等核心参数, 通过高速通信网络将海量数据传输到中央控制系统。基于深度学习算法与热力学模型, 系统对生产数据进行动态分析, 并参照预设工艺标准与能效目标, 对燃烧系统、汽轮机、锅炉等重要设备实施闭环精准调控, 以此来提升燃料燃烧效率与蒸汽转换效率。在宏观调度领域, 设备接入电网负荷预测系统, 与能源管理平台协同制定动态运行策略, 通过多目标优化算法, 系统应该综合考虑发电效率、碳排放指标和运营成本, 智能调节机组出力, 实现电力供给与电网需求的合理匹配, 达成经济运行与绿色减排的效益。各设备单元依据工业以太网建立互联互通的信息环境, 形成数据共享与协同控制制度, 确保锅炉、汽轮机、发电机等组件在复杂工况下实现高效联动, 进一步推动火电厂整体运行效率向新高度发展。

2. 热控系统自动化功能优势

热控系统经先进自动化技术升级与系统性架构优化, 根据卓越的信息化顶层设计能力, 建立高度集成的智能化管控体系。该体系融合设备全生命周期管理、实时状态监测、智能预警诊断、自适应调控功能等, 利用大数据分析人工智能算法, 有助于实现生产流程的动态优化, 提升电能生产效率与质量。通过风险预判模型与主动防控策略, 有效识别潜在安全隐患, 尽可能将事故风险降到最低, 为设备稳定运行提供技术支持。而在系统架构设计方面, DCS 控制系统充分彰显资源整合优势与规划前瞻性, 上位系统与总控计算机协同, 搭建数据采集、存储、处理一体化平台, 并利用先进组态软件实现控制参数的灵活配置与智能调整, 通过可视化监控界面实时呈现系统运行趋势, 异常情况触发分级响应制度^[1]。而下位系统则以 PLC 控制为核心, 建立与现场设备的稳定通讯网络, 确保底层数据的准确采集与指令高效执行。凭借强大的行业资源整合能力, 系统能打破上、下位数据壁垒, 建立覆盖整个生产流程的动态监控闭环, 实现从数据感知、智能决策到准确执行的链条贯通, 展现出在信息化架构创新与资源协同管理方面的领先水平。

3. 火电厂热控系统的现状

3.1 热控系统的组成与功能

火电厂热控系统是电力生产的中枢神经系统, 是集设备集群与智能调控于一体的复杂工程体系。其由锅炉、汽轮机、冷却系统、配套控制单元构成, 锅炉是能量转换的起点, 通过优化燃烧技术将燃料化学能高效转化为热能, 生成高温高压蒸汽, 汽轮机承接蒸汽动能, 经过多级能量转换驱动发电机输出电能, 冷却系统则通过精密的循环散热制度, 将设

备温度严格控制在安全阈值内，来保障机组连续稳定运行，如下图。该系统根据分布式传感器网络与智能控制算法，建立全流程、全时段的监测调控体系，通过毫秒级实时采集锅炉温度、压力、流量等重要参数，再结合热力学模型与动态仿真技术，实现对燃烧效率、蒸汽参数的合理调控。面对电网负荷波动、燃料品质变化等复杂工况，热控系统可以自动触发自适应调节制度，在保障发电效率的同时，有效降低能耗与污染物排放，为火电厂的安全高效运行筑牢技术防线。



图1 汽轮机

3.2 当前热控自动化设备的应用现状

在能源技术革命的推动下，热控自动化设备已经成为火电厂数字化转型的支撑，并渗透在生产监控、参数调节与故障预警等环节。高精度传感器与智能控制系统的广泛应用，有助于提升设备运行状态感知的实时性与准确性，能让系统响应速度与稳定性实现量级提升^[2]。然而，行业发展仍然面临结构性矛盾与技术瓶颈，部分火电厂受制于设备服役年限长、技术升级资金短缺，导致硬件老化、性能衰减，严重制约系统整体效能。设备之间通信协议不兼容、接口标准碎片化，造成系统集成难度大、协同效率低，阻碍自动化技术的有效应用。尽管部分头部企业已经率先探索大数据分析、人工智能等先进技术的热控领域中的应用，但受限于技术研发能力不足与专业人才匮乏，行业整体智能化水平仍然处于初级阶段，急需通过产学研协同创新与产业生态整合实现突破^[3]。

4. 火电厂热控自动化控制设备优化策略

4.1 关键技术的创新与应用

在能源行业智能化转型的时代背景下，关键技术的创新已经成为火电厂热控系统升级的引擎。传感器技术、数据处理技术与智能控制算法的融合，正推动热控系统从传统的自动化向智能化、智慧化发展，彻底重塑其技术架构与运行模式。高精度传感器的优化升级，建立覆盖锅炉、汽轮机等

设备的全域感知网络，能实现对温度、压力、流量等参数的亚秒级动态监测。这种高密度、高精度的数据采集，为生产决策提供实时、可靠的数据支持，更让系统能准确捕捉运行过程中的变化。而大数据与机器学习技术的应用，赋予热控系统强大的分析决策能力，通过对大量历史运行数据的挖掘与分析，系统能识别设备运行模式与潜在规律，并建立动态优化模型^[4]。另外，基于深度学习的预测性维护算法，能提前预判设备故障风险，实现从被动维修到主动维护的转变，强化学习策略则根据电网负荷波动、能源市场价格变化等动态因素，智能调整机组运行参数，在确保供电稳定性的基础上，进一步提升能源利用效率与经济效益。

4.2 优化设备配置

在能源产业智能化转型的战略推动下，设备配置优化与系统集成创新能实现火电厂热控自动化升级。科学的设备配置体系应立足火电厂实际生产需求，结合热力学运行规律与设备性能参数，通过科学选型、合理布局与参数适配，建立各组件间功能互补、协同高效的运行架构，从源头上规避因配置失当导致的系统内耗与效率衰减。在系统集成方面，利用工业互联网技术框架，通过统一通信协议与标准化接口，将热控设备、传感网络、智能控制系统融合在一起，打造数据共享、功能联动的一体化环境。对此搭建的集中控制平台，利用可视化技术实现生产数据的实时汇聚与呈现，操作人员也通过单屏界面完成系统状态监测、参数动态调节、应急事件处置，在一定程度上提升生产管理的响应速度与决策科学性。不仅如此，系统设计还积极贯彻模块化与开放性原则，预留标准化扩展接口与柔性软件架构，确保在新技术迭代或生产工艺变更时，能快速实现设备升级与系统功能拓展，有效化解技术更新带来的兼容性矛盾^[5]。而设备配置优化与系统集成的协同推进，有助于实现火电厂热控系统的资源高效整合与智能协同运行，更在提升发电效率、降低能耗水平的前提下，为火电厂向绿色化、智能化方向的可持续发展奠定技术基础。

4.3 控制设备的质量和操作环境

实际上，火电厂建设是能源工程领域的复杂系统，其全生命周期包含规划设计、设备安装、系统调试等环节，高温高压的施工环境与精密复杂的技术要求，对工程安全管控与质量保障提出一定挑战。在该背景下，要加大设备投入力度，深化热控自动化技术应用，来突破建设瓶颈、保障项目

顺利推进。热控自动化控制设备凭借其智能化监测与标准化调控特性，在火电厂建设中建立安全屏障，通过对锅炉燃烧参数、汽轮机运行状态等指标的实时监测与数据采集，实现建设流程各环节的有效衔接，避免因信息传递延迟或操作偏差导致的安全风险，如下图。另外，利用内置的智能算法与故障诊断模型，能快速识别施工过程中的潜在隐患，自动触发分级预警响应制度并启动应急预案，形成从风险识别、预警处置到应急防护的闭环管理，并保障人员安全与设备的稳定运行^[6]。尤其是热控自动化设备对运行环境的敏感性构成其应用的制约因素，温湿度波动、电磁干扰等环境变量都会影响设备信号传输与数据处理的准确性，从而影响系统运行效率。因此，在设备安装与调试阶段，应严格执行技术规范，并建立恒温恒湿环境、加装电磁屏蔽装置等措施，为设备稳定运行创造条件。



图2 火电厂锅炉燃烧

5. 结束语

总之，火电厂热控自动化控制设备的优化，能破解能源生产效率与安全困局。利用传感器技术创新、设备配置的标准化设计和系统集成的融合，能进一步提升火电厂运行的稳定性与经济性，更加速火电产业从传统自动化向智慧化、低碳化转型。这一系统性的优化策略，是火电企业提升核心竞争力的必然选择，更为能源行业的绿色可持续发展提供相应的技术支持。

参考文献：

- [1] 渠国防. 火电厂热控自动化系统优化与性能提升研究[J]. 电力设备管理, 2025,(02):114-116.
- [2] 王志霞, 吴彤珊. 基于化工设备自动化控制的制药工艺优化策略研究[J]. 流程工业, 2024,(12):64-66+68.
- [3] 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.
- [4] 李军. 火电厂热控自动化控制设备的安装调试研究[J]. 现代制造技术与装备, 2023,59(12):190-192.
- [5] 胡冲. 火电厂热控自动化控制设备的调试与安装[J]. 电脑乐园, 2022,7(08):232-234.
- [6] 王铸城. 火电厂热控自动化控制设备的科学调试与合理安装分析[J]. 技术与市场, 2021,28(07):138-139. DOI:10.3969.2021.07.054

作者简介：王帆（1988—），男，汉族，云南开远人，工程师，本科毕业，从事火电基建项目前期和火电厂热控自动化方面的工作。