

# 火电厂集控运行技术研究

唐永基

宁夏京能宁东发电有限责任公司 宁夏 银川 750411

**摘要:** 随着电力需求攀升,火电地位凸显。本文聚焦火电厂集控运行技术展开研究。首先概述集控运行技术的内涵与发展历程,接着深入剖析其关键技术,涵盖自动化控制、远程监控、数据采集与分析、故障诊断与预警以及智能优化控制等方面。随后指出该技术面临控制模式落后、管理方式与技术手段欠缺、外部环境影晌等问题。最后针对这些问题提出改进对策,包括应用新技术、建立专业管理系统、改善外部环境以及加强人员培训等,旨在推动火电厂集控运行技术的优化升级,提升火电厂运行效率与安全性。

**关键词:** 火电厂;集控运行技术;关键技术;问题;改进对策

**引言:** 在能源需求持续增长、电力行业竞争加剧的背景下,火电厂作为重要的电力供应主体,其运行效率与稳定性至关重要。火电厂集控运行技术作为保障电厂高效、安全运行的核心手段,融合了多种先进技术,实现对发电过程的集中控制与智能化管理。随着科技的不断进步,集控运行技术持续发展,为火电厂带来了更高的自动化水平和更精准的控制能力。然而,在实际应用中,该技术仍面临诸多挑战与问题。深入研究火电厂集控运行技术,探索有效的改进策略,对于提升火电厂综合效益、推动电力行业可持续发展具有深远意义。

## 1 火电厂集控运行技术概述

### 1.1 集控运行技术的内涵

集控运行技术是现代化火电厂的核心控制系统,通过分布式控制系统(DCS)实现机组高度自动化管理。该技术以计算机技术、自动化控制技术和网络通信技术为基础,对火电厂的锅炉、汽轮机、发电机等关键设备进行集中监控与协调控制,实现生产过程的实时监测、数据采集、故障诊断与优化调整。其核心在于打破传统分散控制模式,将分散的单元机组整合为统一管理单元,通过DCS系统实现设备状态可视化、操作指令精准化、运行参数最优化,从而提升火电厂运行效率、降低能耗并保障安全生产。

### 1.2 集控运行技术的发展历程

火电厂集控运行技术经历了从分散控制到综合自动化的演进。20世纪50年代前,火电厂采用机、炉、电独立分散控制,依赖人工操作与基地式仪表;60年代起,随着机组容量扩大,集中控制概念逐步形成,如淮南电厂1966年扩建工程首次采用炉、机、电集中控制模式;80年代中后期,DCS系统引入国内,望亭电厂1984年30万千瓦机组试点成功,推动单元机组集中控制普及;21世纪后,

信息化、数字化技术深度融合,华东院等设计单位在宿迁电厂等项目中集成智能控制模块,实现机组自启停、实时能效分析、转机智能诊断等功能,标志着火电厂集控运行技术向智能化、少人化方向迈进<sup>[1]</sup>。

## 2 火电厂集控运行技术的关键技术

### 2.1 自动化控制技术

自动化控制技术是火电厂集控运行的核心,通过分布式控制系统(DCS)实现机组运行参数的实时监测与精准调控。该技术以计算机技术为基础,集成传感器、执行器等硬件设备,对锅炉燃烧、汽轮机调速、发电机输出等关键环节进行闭环控制。其核心优势在于通过多变量协同控制策略,动态调整燃料供给、风量配比、汽温压力等参数,确保机组在变负荷工况下维持最佳运行效率。例如,在负荷波动时,系统可自动调整锅炉燃烧强度与汽轮机进汽量,避免参数超限引发的设备损耗。此外,自动化控制技术还涵盖设备启停顺序控制、异常工况连锁保护等功能,通过预设逻辑程序实现设备操作的标准化,降低人为误操作风险。随着技术演进,现代DCS系统已融合智能算法,具备自学习与自适应能力,可基于历史数据优化控制策略,进一步提升机组运行的经济性与安全性。

### 2.2 远程监控技术

远程监控技术是火电厂集控运行的重要支撑,通过通信网络将分散的设备状态、运行参数实时传输至集中控制中心,实现跨区域、全流程的远程监视与调控。该技术以工业以太网、5G通信或光纤专网为传输载体,结合边缘计算设备对数据进行预处理,确保关键信息低延迟、高可靠性传输。其核心功能包括设备状态可视化、运行参数实时采集、异常报警与远程诊断等。通过远程监控,操作人员可在控制中心实时掌握锅炉、汽轮机、发

电机等设备的温度、压力、振动等关键指标，及时发现潜在故障隐患。同时，系统支持远程参数调整与设备启停操作，减少现场巡检频次，降低人工干预风险。此外，远程监控技术可与移动终端结合，实现手机APP或网页端的实时访问，方便管理人员随时随地掌握机组运行状态，为生产调度与决策提供数据支持，显著提升火电厂集控运行的灵活性与管理效率。

### 2.3 数据采集与分析技术

数据采集与分析技术是火电厂集控运行智能化的基础，通过高精度传感器与高速通信网络，实现对机组运行参数的实时、全量采集。该技术覆盖温度、压力、流量、振动、电气量等数百类关键指标，采样频率可达毫秒级，确保数据完整性与时效性。采集的数据经边缘计算设备预处理后，传输至集控系统数据库，形成覆盖设备全生命周期的“数据资产”。分析环节则融合大数据处理、机器学习与人工智能算法，对海量数据进行深度挖掘：一方面，通过时序分析、相关性分析等手段，识别参数异常波动模式，提前预警设备故障；另一方面，构建能效评估模型，量化分析燃烧效率、汽轮机热耗等指标，优化运行参数以降低煤耗。此外，数据驱动的根本因分析功能可快速定位故障源头，辅助制定维修策略。该技术通过“采集-存储-分析-应用”闭环，为火电厂集控运行提供决策支持，推动从经验驱动向数据驱动的转型。

### 2.4 故障诊断与预警技术

故障诊断与预警技术是火电厂集控运行安全保障的核心环节，通过实时监测设备状态参数并分析其变化趋势，提前识别潜在故障风险，实现从“事后维修”到“事前预防”的转变。该技术融合多源数据融合、模式识别与智能算法，构建分层诊断体系：底层通过振动、温度、压力等传感器采集设备运行数据，中层利用时频分析、小波变换等方法提取故障特征，顶层基于机器学习模型（如支持向量机、神经网络）对故障类型与严重程度进行分类预测。例如，针对汽轮机转子振动异常，系统可结合历史数据与实时波形，判断是否为不平衡、不对中或轴承磨损等故障，并评估其发展速度。预警功能则通过设定动态阈值与趋势预警算法，在参数偏离正常范围或恶化趋势显现时，自动触发报警并推送维修建议。该技术显著缩短故障发现周期，降低非计划停机风险，为火电厂集控运行提供可靠的安全屏障。

### 2.5 智能优化控制技术

智能优化控制技术是火电厂集控运行效率提升的关键，通过融合先进算法与实时数据，实现机组运行参数的动态优化与自主调控。该技术以模型预测控制（MPC）、强

化学学习等智能算法为核心，构建多目标优化模型，兼顾发电效率、环保排放与设备寿命等约束条件。例如，在锅炉燃烧优化中，系统可基于煤质变化、负荷需求等动态因素，实时调整风煤比、燃烧器配风等参数，使燃烧效率最大化且氮氧化物排放达标；在汽轮机调速环节，通过强化学习算法自适应优化阀门开度，降低节流损失，提升机组响应速度。此外，智能优化控制技术支持全局协调控制，可统筹锅炉、汽轮机、发电机等子系统运行，避免局部优化导致的整体效能下降。该技术通过“感知-决策-执行”闭环，推动火电厂集控运行向自主化、精细化方向发展，显著提升能源利用效率与运行经济性<sup>[2]</sup>。

## 3 火电厂集控运行技术面临的问题

### 3.1 控制模式落后

当前部分火电厂集控运行仍采用传统集中控制模式，系统结构固化，难以适应机组复杂工况的动态调整需求。例如，早期DCS系统功能单一，对多变量耦合控制能力不足，在处理锅炉燃烧优化、汽轮机调速等复杂过程时，需依赖人工经验干预，导致控制精度低、响应滞后。此外，传统控制模式缺乏自适应与自学习能力，面对煤质变化、设备老化等干扰因素时，无法自动修正控制参数，易引发机组运行波动，甚至造成非计划停机，严重影响火电厂的安全性与经济性。

### 3.2 缺乏先进的管理方式

火电厂集控运行管理仍以事后维护为主，缺乏全生命周期的主动管理策略。例如，设备状态监测依赖定期巡检与离线试验，难以实时捕捉早期故障征兆，导致故障发展至严重阶段才发现，维修成本高且影响生产连续性。同时，运行数据分散存储于不同系统，缺乏统一的数据治理平台，导致数据孤岛现象严重，管理人员无法基于全局数据优化运行策略。

### 3.3 缺乏先进的技术手段

现有集控运行技术手段难以满足火电厂智能化升级需求。例如，数据采集与分析技术仍以基础统计为主，缺乏深度学习、数字孪生等先进算法支持，无法从海量运行数据中挖掘潜在规律，限制了故障预测与优化决策的准确性。远程监控技术受限于网络带宽与安全性，难以实现高实时性的跨区域协同控制。

### 3.4 外部环境影响

火电厂集控运行受外部环境因素制约显著。例如，极端天气（如高温、严寒、强风）可能导致设备散热效率下降、冷却系统故障或输电线路覆冰，直接影响机组运行稳定性。煤质波动是另一大挑战，不同批次煤炭的热值、灰分、硫分差异大，若集控系统未能及时调整燃烧

参数,易引发锅炉结焦、受热面磨损等问题,增加非计划停机风险。此外,环保政策趋严对集控运行提出更高要求,如氮氧化物、二氧化硫排放限值收紧,需集控系统快速响应调整脱硝、脱硫设备运行参数,否则可能面临环保处罚与生产限制<sup>[3]</sup>。

#### 4 火电厂集控运行技术改进对策

##### 4.1 应用新技术

火电厂集控运行需紧跟技术发展趋势,引入前沿科技提升系统效能。在自动化控制层面,可升级采用智能算法优化的分布式控制系统(DCS),如融合神经网络与模糊控制的混合算法,增强对锅炉燃烧、汽轮机调速等非线性过程的自适应能力,实现更精准参数调节。同时,部署工业互联网平台,通过边缘计算设备实时采集设备振动、温度等高频数据,结合5G通信技术实现低延迟传输,为集控系统提供毫秒级响应支持。在数据分析领域,应用机器学习构建设备健康评估模型,通过分析历史运行数据与实时状态,预测关键部件剩余寿命,指导预防性维护

##### 4.2 建立专业的管理系统

构建专业化管理系统是提升集控运行效率的核心。需整合设备管理、运行监控、绩效评估等模块,建立覆盖全流程的数字化管理平台。例如,开发设备全生命周期管理系统,记录设备从采购、安装到报废的全过程数据,结合状态监测结果动态生成维护计划,避免过度维修或漏检。同时,建立运行优化决策支持系统,集成经济性分析模型与环保排放约束条件,为操作人员提供实时优化建议,如调整燃烧风量、优化汽温控制等,实现能效与环保的双重提升。此外,完善绩效考核体系,将集控运行关键指标(如供电煤耗、非计划停机次数)与团队绩效挂钩,通过量化评分激励人员主动优化运行。

##### 4.3 改进外部环境

火电厂集控运行需协同优化外部条件以减少干扰。针对煤质波动问题,可与煤炭供应商建立质量协同机制,明确热值、灰分等关键指标波动范围,并配备在线煤质分析仪实时监测入厂煤品质,为集控系统调整燃烧参数提供依据。为应对极端天气,需加强设备防护设计,如为户外电气设备加装防水防尘罩,优化冷却系统布局以提升散热效率,同时制定极端天气应急预案,如提前储备

燃料、启动备用冷却水源等,保障运行连续性。此外,密切关注环保政策变化,提前布局脱硝、脱硫等环保设备升级,确保排放指标持续达标,避免因政策收紧导致的限产风险。通过主动适应外部环境变化,降低外部因素对集控运行的制约。

##### 4.4 加强人员培训

提升集控运行人员技能是技术改进的关键支撑。需制定分层分类的培训体系,针对不同岗位(如操作员、技术员、管理员)设计差异化课程。内容涵盖集控系统原理、设备故障机理、应急处理流程等基础知识,以及大数据分析、智能控制算法等前沿技术。培训方式可采用“线上学习+线下实操”结合模式,线上通过虚拟仿真平台模拟集控操作场景,线下在真实设备上开展故障排除演练,强化理论与实践结合。同时,建立“师徒制”传承机制,由资深员工指导新员工熟悉系统逻辑与操作技巧,加速技能沉淀。此外,鼓励人员参与行业技术交流与认证考试,拓宽视野并提升专业认可度<sup>[4]</sup>。

#### 结束语

火电厂集控运行技术作为现代电力工业的核心支撑,通过自动化控制、远程监控、数据智能分析、故障精准预警及优化控制等技术的深度融合,实现了机组运行的高效化、安全化与智能化。这些技术不仅提升了火电厂的能源利用效率与环保水平,更推动了传统能源行业向数字化、自主化方向转型。未来,随着人工智能、物联网等技术的持续突破,集控运行技术将进一步突破边界,实现更精准的参数调控、更主动的故障防御与更灵活的负荷响应,为构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系提供坚实保障,助力全球能源结构优化与可持续发展目标实现。

#### 参考文献

- [1]王涛.关于火电厂集控运行节能降耗技术的研究[J].数字化用户,2024(35):137-138.
- [2]田立智.火力发电厂集控运行节能降耗技术措施分析[J].科学与信息化,2023(21):153-155.
- [3]王文兆.火电厂集控运行的节能降耗措施分析[J].能源与节能,2023(10):77-79.
- [4]李遇双.火电厂集控运行节能降耗技术措施分析[J].工程研究与实用,2023,4(18):125-128.