

## 电力技术

## 火电厂集控经济运行优化实践研究

张靖

国能神皖马鞍山发电有限责任公司

DOI : 10. 32629/j pm. v7i 5. 8904

**[摘要]** 火电厂作为电力系统的核心供电单元，是保障能源安全稳定供应的关键环节，集控运行系统作为火电厂的“中枢神经”，其运行效能直接决定机组能耗指标、发电经济性及供电稳定性。本文立足火电厂运行值班一线工作实际，聚焦火电厂发电领域，以集控运行节能降耗、提升机组经济运行水平为核心目标，结合火电厂集控室值班监控、参数调节、设备巡检、故障处理、负荷调度等实际应用场景，探究集控经济运行存在的突出痛点及优化路径，解决一线值班过程中参数调控精度不足、能耗偏高、设备协同性欠缺、运维效率偏低等实际问题。通过优化运行参数、完善设备运维、优化负荷调度、强化值班管理等实操措施，结合某火电厂集控运行一线实践验证优化成效。研究结果显示，优化后的集控经济运行方案可使机组供电煤耗降低 $3.2\text{g}/(\text{kW}\cdot\text{h})$ 以上，厂用电率下降 $0.35$ 个百分点，机组发电综合效率提升 $2.1\%$ ，显著降低发电成本，同时提升值班运维效率与机组运行稳定性。研究成果贴合燃煤火电厂运行值班一线实际情况，对同类型机组集控运行实践具有较强的参考与应用价值，为火电厂集控经济运行优化提供实操指引，推动火电厂发电行业向节能化、高效化方向高质量发展。

**[关键词]** 火电厂；集控运行；经济运行；节能降耗；值班一线；运行优化

### Practical Research on Optimizing Economic Operation of Centralized Control Systems in Thermal Power Plants

Zhang Jing

Guoneng Shenwan Ma 'anshan Power Generation Co., Ltd.

**[Abstract]** As the core power supply unit of the electricity system, thermal power plants play a pivotal role in ensuring secure and stable energy supply. The centralized control system serves as their "central nervous system," with its operational efficiency directly determining unit energy consumption metrics, power generation economics, and supply stability. Based on frontline operational practices in thermal power plants, this study focuses on power generation operations, aiming to enhance energy conservation, reduce consumption, and improve economic operation efficiency. Through analyzing practical scenarios—including monitoring, parameter adjustment, equipment inspection, fault handling, and load scheduling—this research identifies key challenges in optimized centralized control operations and proposes improvement strategies to address issues such as insufficient parameter precision, high energy consumption, poor equipment coordination, and low maintenance efficiency. Practical measures—including parameter optimization, enhanced equipment maintenance, improved load scheduling, and strengthened duty management—are implemented, with effectiveness validated through real-world applications at a thermal power plant. Results demonstrate that the optimized control strategy reduces coal consumption per unit by over  $3.2\text{ g}/(\text{kWh})$ , lowers plant electricity consumption rate by  $0.35$  percentage points, increases overall power generation efficiency by  $2.1\%$ , significantly reduces operating costs, while improving both operational efficiency and equipment stability. The research findings align closely with the practical realities of operational shifts in coal-fired power plants, offering significant reference and application value for centralized control practices across similar units. They provide actionable guidance for optimizing cost-effective centralized control operations in thermal power plants and drive the power generation industry toward high-quality development characterized by energy efficiency and operational excellence.

[Key words] Thermal power plant; Centralized control operation; Economic operation; Energy conservation and consumption reduction; Frontline operators; Operation optimization

## 引言

随着“双碳”目标的推进与电力市场改革的不断深化，火电厂面临着新能源替代加速、环保标准趋严、发电成本管控趋紧的多重挑战，提升集控运行经济性成为火电厂提质增效、实现低碳可持续发展的重要途径<sup>[1]</sup>。集控运行是火电厂生产运营的核心环节，涵盖机组启停、参数调控、负荷分配、设备监控、故障处置等全流程，直接对接运行值班一线工作，其运行状态与优化程度直接影响机组能耗、发电效率及供电可靠性。

当前，火电厂集控运行一线仍存在诸多制约经济运行的问题：一是运行参数调控过度依赖值班人员的实操经验，调控精度不足，如主汽压力、温度、炉膛负压等核心参数波动较大，导致机组运行偏离最优工况，进而造成能耗偏高；二是设备运维缺乏针对性，值班巡检存在形式化现象，核心辅机设备的潜在隐患未能及时发现，导致设备故障率居高不下，影响机组运行的连续性；三是负荷调度方式不合理，未结合电网负荷需求与机组运行特性进行动态调整，致使机组低负荷运行时能耗大幅上升；四是值班人员操作规范性不足，节能意识薄弱，部分操作未严格遵循经济运行标准，进一步加剧了能耗负担<sup>[2]</sup>。

## 1 火电厂集控经济运行现状及一线值班核心需求

火电厂集控运行是将锅炉、汽机、电气等核心系统进行集中管控，通过集控室值班人员 24 小时实时监控与操作，实现机组安全稳定运行的核心模式，广泛应用于各类燃煤火电厂、燃气火电厂的生产运行环节，核心应用场景包括集控室参数监控、现场设备巡检、机组启停操作、负荷调整、故障应急处置等值班一线工作<sup>[3]</sup>。目前，我国大型火电厂集控运行已基本实现自动化管控，但中小型机组及老旧电厂的自动化水平相对偏低，一线运行仍存在粗放式管控现象。

结合火电厂运行值班一线实际工作，集控经济运行的核心需求主要体现在四个方面：一是精准调控需求，值班人员需通过优化核心运行参数，使机组维持在最优运行工况，降低能耗，这就要求参数调控摆脱经验依赖，实现科学化、精准化；二是设备可靠需求，通过规范值班巡检、强化设备维护，及时排查设备隐患，降低设备故障率，保障机组连续稳定运行，避免因停机造成的经济损失；三是负荷适配需求，结合电网负荷调度指令，动态调整机组负荷，优化负荷分配，避免机组低负荷低效运行，提升负荷响应效率；四是规范操作需求，强化值班人员操作规范性，树立节能理念，将经济运行要求融入每一项值班操作，从一线操作层面降低能耗<sup>[4]</sup>。

此外，随着智慧电厂建设的不断推进，一线值班对集控系统的智能化水平要求持续提升，需通过技术赋能，减轻值班人员劳动强度，提升参数调控与设备监控的精准度，为集控经济运行优化提供支撑。

## 2 火电厂集控经济运行优化实践措施(立足值班一线)

### 2.1 优化核心运行参数，实现精准调控

立足集控室值班监控实际工作，以“精准调控、节能降耗”为核心目标，优化机组核心运行参数，摒弃传统依赖值班人员经验的调控模式，结合机组运行特性与值班实操需求，制定标准化参数调控方案。针对锅炉系统，优化主汽压力、主汽温度、炉膛负压、过量空气系数等关键参数，结合燃煤煤质特性，动态调整风煤配比，避免出现燃烧不充分或过量送风的情况，提升锅炉燃烧效率，例如在机组 70%~100% 负荷区间，将过量空气系数控制在 1.2-1.3 之间，可有效降低排烟热损失<sup>[2]</sup>；针对汽机系统，优化真空度、给水温度、凝结水回收率等参数，加强汽机密封维护，减少汽耗损失，将机组真空度维持在 -95kPa (表压) 以上，提升汽机发电效率；针对电气系统，结合电网调度指令，优化发电机功率因数，控制在 0.95 左右，减少无功损耗，提升电能输送效率<sup>[5]</sup>。

同时，在集控室值班过程中，建立参数波动预警机制，值班人员实时监控参数变化，当参数偏离最优区间时，及时调整操作，避免参数波动过大导致能耗增加，同时做好参数调整记录，积累实操经验，持续优化调控方案，贴合一线值班实操需求。

### 2.2 强化设备运维管控，保障连续运行

结合值班一线巡检、设备消缺实际工作，完善设备运维管控体系，提升设备可靠性，降低设备故障率，为集控经济运行提供保障。一是规范值班巡检流程，实行“分区巡检、责任到人”的管理制度，明确巡检路线、巡检频次与巡检重点，值班人员按照巡检标准，对锅炉、汽机、水泵、风机等核心辅机设备进行全面检查，重点排查设备振动、温度、异响等异常情况，确保巡检无死角、隐患无遗漏，及时发现并处置设备隐患，建立巡检台账，实现隐患闭环管理<sup>[1]</sup>；二是优化设备维护周期，结合设备运行状态与值班实操经验，动态调整维护周期，对高频故障设备、关键辅机设备，缩短维护周期，加强重点维护，避免设备故障导致机组停机；三是加强设备节能改造，针对老旧辅机设备，逐步推进节能升级，如将传统风机、水泵替换为变频调速设备，通过集控值班人员精准调控转速，适配机组运行负荷，降低辅机能耗，提升设备运行经济性<sup>[3]</sup>。

### 2.3 优化负荷调度策略，提升运行效率

立足值班一线负荷调整实际，结合电网负荷调度指令与机组运行特性，优化负荷调度策略，避免机组长期处于 50% 额定负荷以下的低效运行状态，提升负荷响应效率与经济运行水平。一是建立负荷动态调整机制，值班人员实时接收电网负荷指令，结合机组当前运行状态、能耗水平，动态调整机组负荷，优先保障高效机组满负荷运行，合理分配负荷，避免机组长期

处于低负荷运行状态,降低低负荷能耗,同时减少因粉管漏粉、燃烧不稳等问题造成的负荷波动,提升机组运行连续性<sup>[4]</sup>;二是优化机组启停操作,结合电网负荷峰谷变化,合理安排机组启停时间,避免高峰时段启停机组,减少启停能耗,同时规范启停操作流程,由值班人员严格按照标准化操作执行,缩短启停时间,降低启停过程中的能耗损失<sup>[5]</sup>;三是推行负荷联动管控,结合燃煤煤质变化,动态调整负荷分配与运行参数,实现“煤质匹配+负荷适配”的协同优化,提升机组运行经济性,例如在掺烧低热值燃料时,适当调整负荷与风煤配比,确保燃烧效率<sup>[3]</sup>。

#### 2.4 强化值班管理,规范操作行为

立足值班一线管理实际,强化值班人员管理与操作规范,将经济运行理念融入值班全过程,提升一线操作的节能性。一是加强值班人员培训,定期开展集控经济运行、参数调控、设备巡检等实操培训,结合案例讲解节能操作技巧,提升值班人员的专业能力与节能意识,同时推行“传帮带”模式,由经验丰富的值班人员带动新员工,规范操作行为,积累实操经验<sup>[1]</sup>;二是建立标准化操作流程,明确集控运行各项操作的规范与要求,如参数调整、设备操作、故障处置等,值班人员严格按照流程操作,避免因操作失误导致能耗增加或设备故障;三是建立绩效考核机制,将节能指标、设备可靠性、操作规范性等纳入值班人员绩效考核,激励值班人员主动落实节能措施,提升集控经济运行水平<sup>[4]</sup>。

#### 2.5 赋能智能技术,提升值班效率

结合智慧电厂建设,融入智能技术,优化集控值班模式,减轻值班人员劳动强度,提升集控经济运行的精准度与效率。在集控室搭建智能监控平台,整合机组运行数据、设备状态数据,通过大数据分析,实时推送参数优化建议、设备隐患预警,辅助值班人员精准调控、及时处置隐患<sup>[4]</sup>;采用智能巡检机器人替代部分人工巡检,重点对高温、高压等危险区域进行巡检,提升巡检效率与质量,减少人工巡检的疏漏,同时将巡检数据实时传输至集控室,便于值班人员实时掌握设备状态<sup>[5]</sup>;搭建远程集控辅助系统,实现机组运行的远程监控与应急操作,提升值班运维的灵活性与高效性,助力集控经济运行优化<sup>[5]</sup>。

### 3 实践应用与效果验证

将本文提出的集控经济运行优化措施,应用于某330MW燃煤电厂集控运行值班一线,结合该电厂集控室值班监控、现场巡检、参数调整、负荷调度等实际应用场景,开展为期6个月的实践验证,覆盖2台机组,全程由一线值班人员落实各项优化措施,记录机组运行数据与能耗指标,验证优化效果。

实践结果表明,优化后的集控经济运行方案贴合值班一线实操需求,应用效果显著:机组核心运行参数波动幅度缩小60%以上,参数调控精准度显著提升,锅炉燃烧效率提升3.8%,汽

机真空度稳定在-95.5kPa(表压)以上;设备隐患排查效率由63%提升至94%,设备故障率明显下降,四管泄漏、风机及磨煤机油站漏油、油枪故障、粉管漏粉等典型故障次数大幅减少,机组连续稳定运行时间延长40%;供电煤耗从原来的328g/(kW·h)降至324.8g/(kW·h),降低3.2g/(kW·h),厂用电率从6.5%降至6.15%,下降0.35个百分点;机组经济运行效率提升2.1%,结合当前煤价每月减少发电成本约69万元,同时值班人员操作规范性显著提升,节能意识明显增强<sup>[3]</sup>。

实践过程中发现,部分值班人员对智能监控平台的操作熟练度不足,参数调控的精细化水平仍有提升空间,后续需加强值班人员智能设备操作培训,进一步优化参数调控方案,结合一线值班实操经验,持续完善集控经济运行优化体系,提升优化效果。

### 结论

本文立足火电厂运行值班一线实际工作,聚焦火电厂发电行业,以集控运行节能降耗、提升机组经济运行效率为核心,结合集控室值班监控、设备巡检、参数调整、负荷调度等实际应用场景,探究了火电厂集控经济运行的现状、痛点及优化实践措施。研究表明,通过优化核心运行参数、强化设备运维管控、优化负荷调度策略、规范值班操作行为、赋能智能技术等实操措施,可有效解决一线值班中参数调控不精准、能耗偏高、设备协同性不足等问题,显著提升机组经济运行效率,降低发电成本与能耗,保障机组连续稳定运行。

优化后的集控经济运行方案贴合火电厂值班一线实际,可操作性强,以运行优化与管理提升为主,辅以小型节能改造,投入低、易落地,研究成果可直接应用于各类火电厂集控运行实践,为火电厂集控经济运行优化提供实操参考。后续可结合值班一线实际需求,进一步探索人工智能、数字孪生等技术与集控运行的深度融合,优化智能监控与参数调控体系,持续提升集控经济运行水平,推动火电厂发电行业向节能化、高效化、智能化方向高质量发展。

### [参考文献]

- [1]王军. 330MW火电机组集控运行优化与节能降耗研究[J]. 电力工程技术, 2021,40(2):136-141.
- [2]李建刚. 330MW燃煤机组锅炉经济运行参数优化实践[J]. 电站系统工程, 2022,38(3):67-70.
- [3]张志强. 330MW机组设备可靠性提升及故障治理措施[J]. 中国设备工程, 2022(10):122-124.
- [4]刘艳. 智慧集控模式下330MW火电机组经济运行研究[J]. 电力科学与工程, 2021,37(6):56-61.
- [5]陈明. 330MW机组远程集控运行技术应用[J]. 热力发电, 2022,51(4):112-117.