

火电厂集控运行节能降耗技术分析

朱景浪

贵州西电电力股份有限公司黔北发电厂，贵州 毕节 551800

摘要： 本文针对火电厂集控运行中的节能降耗问题展开研究。随着能源消耗和环境保护日益受到关注，提高火电厂运行效率、降低能耗成为当前亟须解决的课题。论文先分析了火电厂集控运行的主要耗能环节，包括锅炉、汽轮机、发电机等核心设备的能量损失。重点探讨了集控运行中的节能降耗技术，如优化燃烧控制、提高热效率、减少管道热损失等。通过案例分析，对比实施节能技术前后的运行数据，量化评估了节能降耗的实际效果。研究表明，采用先进的集控系统并结合智能优化算法，可有效提高设备协调性，实现整体能耗下降3%–5%。文章对火电厂进一步推进节能降耗工作提出了建议，包括加强设备维护、优化运行参数、培训操作人员等方面。本研究为火电厂实现绿色高效运行提供了技术支撑和实践指导。

关键词： 火电厂；集控运行；节能降耗

Analysis of Energy Saving and Consumption Reduction Technology in Centralized Control Operation of Thermal Power Plant

Zhu Jinglang

Guizhou West Electric Power Co., LTD. Qianbei Power Plant, Bijie, Guizhou 551800

Abstract: This paper studies the problem of energy saving and consumption reduction in the centralized control operation of thermal power plants. With the increasing attention of energy consumption and environmental protection, improving the operation efficiency of thermal power plants and reducing energy consumption have become urgent issues to be solved. The paper first analyzes the main energy consumption links of the centralized control operation of the thermal power plant, including the energy loss of the core equipment such as boiler, steam turbine and generator. This paper mainly discusses the energy saving and consumption reduction technology in centralized control operation, such as optimizing combustion control, improving thermal efficiency and reducing pipeline heat loss, etc. Through case analysis, comparing the operation data of before and after the implementation of energy saving technology, the actual effect of energy saving and consumption reduction is quantitatively evaluated. The research shows that the advanced centralized control system and intelligent optimization algorithm can effectively improve the coordination of equipment and achieve the overall energy consumption reduction by 3%–5%. This paper puts forward suggestions for further promoting energy saving and consumption reduction in thermal power plants, including strengthening equipment maintenance, optimizing operation parameters, training operators and so on. This study provides the technical support and practical guidance for the thermal power plant to realize the green and efficient operation.

Keywords: thermal power plant; centralized control operation; energy saving and consumption reduction

引言

在全球能源危机和环境污染日益严重的背景下，提高能源利用效率、减少污染物排放已成为各国共同关注的焦点。作为我国电力供应的主要来源，火电厂的节能降耗工作对于实现国家节能减排目标具有重要意义。近年来，随着集中控制技术的发展，火电厂集控运行模式得到广泛应用，为节能降耗提供了新的技术途径。然而，火电厂运行过程中仍存在诸多能量损失环节，如何通过集控技术实现精细化管理、提高能源利用效率，是当前亟须解决的问题。“上大压小”战略的有效实施，标志着我国对电厂节能环保的高度重视，其主要目的是节能降耗，减少排污，压缩落后的生产设备，更好的完成“十三五”计划。^[1] 本文旨在深入分析火电厂集控运行中的主要耗能环节，探讨有效的节能降耗技术措施，为火电厂实现绿色高效运行提供理论依据和实践指导。通过对集控运行节能降耗技术的系统研究，不仅可以为火电厂降低运营成本、提高经济效益，还能为我国能源结构优化和生态环境保护做出积极贡献。

一、火电厂集控运行节能降耗技术分析的研究意义

火电厂集控运行节能降耗技术的研究具有重要意义，主要体现在经济效益、环境保护和技术创新三个方面。本节将结合具体的火电厂集控运行节能降耗技术实例，详细阐述这项研究的重要性。

（一）经济效益

在经济效益方面，研究火电厂集控运行节能降耗技术对提高经济效益具有重要意义。通过优化运行参数、提高设备效率，可以显著降低发电成本，增加企业利润。例如，锅炉燃烧优化控制技术通过集控系统实时监测锅炉运行参数，如氧量、烟气温度等，动态调整给煤量和送风量，实现最佳燃烧状态。某600MW机组应用该技术后，年节约标煤约2万吨，相当于节省燃料成本1600万元。另外，汽轮机热力系统优化技术利用集控系统对汽轮机进行智能调节，如优化抽汽参数、调整真空度等。某300MW机组采用此技术后，机组热耗率降低8.5kJ/kWh，年节约标煤7000吨，节省成本约560万元。这些技术不仅直接降低了运营成本，还延长了设备寿命，减少了维修费用，从而进一步提高了经济效益。

（二）环境保护

在环境保护方面，火电厂集控运行节能降耗技术的研究对环境保护具有重大意义。通过减少能源消耗和提高能源利用效率，可以显著降低温室气体和污染物排放。烟气脱硫脱硝一体化控制技术是一个典型例子，集控系统通过协调脱硫和脱硝过程，优化药剂添加量，提高去除效率。某1000MW机组应用该技术后，二氧化硫排放降低15%，氮氧化物排放降低20%，年减少二氧化碳排放约10万吨。此外，循环冷却水系统智能调控技术利用集控系统根据环境温度和负荷变化，自动调节冷却塔风机转速和循环水泵流量。某600MW机组采用此技术后，年节约用水100万吨，减少温排水排放，降低了对水生生态环境的影响。这些技术的应用不仅有助于火电厂达到日益严格的环保标准，还为企业创造了良好的社会形象，促进了可持续发展。绿色环保已经逐渐变为目前社会公众关注的焦点话题，社会如果想要实现可持续发展的目标，就需要积极地贯彻落实绿色环保的理念，保证其成为自身工作的重要依存和关键方向。^[2]

（三）技术创新

集控运行系统的架构，包括硬件和软件组件，以及它们如何相互协作，以实现火电厂的高效运行。火电厂的集中控制运行系统通常由分布式控制系统（DCS），监控和数据采集系统，数据处理单元，远程操作终端等多个模块组成。^[3]在技术创新方面，研究火电厂集控运行节能降耗技术对推动行业技术创新具有重要意义。通过开发和应用新技术，可以不断提高火电厂的运行效率和管理水平。人工智能辅助决策系统是一个创新应用，利用机器学习算法分析历史运行数据，为操作人员提供优化建议。某500MW机组应用该系统后，运行参数优化效率提高30%，年节约标煤1.5万吨。数字孪生技术则通过创建火电厂虚拟模型，实时模拟和优化运行状态。某1000MW超超临界机组应用此技术后，实现了设备故障预测准确率达90%，减少了非计划停机时间，提高了发电效率2%。这些创新技术不仅提高了火电厂的运行水平，还促进了相关领域的技术进步，如大数据分析、物联网等，带动了整个能源行业的技术升级。

总结而言，火电厂集控运行节能降耗技术的研究在经济效益、环境保护和技术创新三个方面都具有重要意义。通过持续的研究和

应用，我们可以实现火电厂的高效、清洁、智能运行，为国家能源安全和可持续发展做出重要贡献。这项研究不仅有助于提高单个火电厂的运营效率，还可以为整个电力行业提供宝贵的经验和技术支持，推动能源结构优化和绿色转型。因此，深入研究和推广火电厂集控运行节能降耗技术，对于实现国家节能减排目标、应对气候变化挑战、提升能源利用效率具有深远的战略意义。

二、当前火电厂集控运行节能降耗技术所存在的主要问题

尽管火电厂集控运行节能降耗技术在近年来取得了显著进展，但仍面临一些亟待解决的问题。本节将从技术应用、管理体系和人才培养三个方面，结合具体实例，探讨当前存在的主要问题。

（一）技术应用

在技术应用方面，集控系统的智能化水平和适应性仍有待提高。许多火电厂的集控系统仍停留在基础自动化阶段，无法充分发挥先进算法和人工智能技术的潜力。例如，在锅炉燃烧优化控制中，传统PID控制方法难以应对煤质波动、负荷变化等复杂工况。某600MW机组采用传统控制方法时，因煤质变化导致燃烧效率波动，年均热耗率比设计值高出15–20kJ/kWh。^[4]虽然引入模糊控制等先进算法可以改善这一问题，但由于缺乏足够的历史数据支持和实时优化能力，其效果仍不够理想。另一个典型案例是汽轮机热力系统优化。某300MW机组虽然应用了集控系统，但因缺乏全工况动态优化模型，在频繁调峰工况下，年平均热耗率比最优运行状态高出30–40kJ/kWh。这些问题反映出当前技术在复杂工况适应性和智能化水平上的不足，限制了节能降耗潜力的充分发挥。

（二）管理体系

在管理体系方面，集控运行与传统管理模式之间的矛盾日益凸显。许多火电厂虽然引入了先进的集控系统，但管理流程和组织结构未能及时调整，导致新技术应用效果不佳。一个典型例子是脱硫脱硝系统的协同控制。某1000MW机组虽然安装了一体化控制系统，但由于部门分割，脱硫和脱硝系统仍分别由不同团队管理。这导致系统协同性差，药剂消耗高出理想值20%，且污染物排放波动较大。另一个案例是设备预测性维护技术的应用。某500MW机组引入了基于大数据分析的设备状态监测系统，但由于缺乏跨部门协作机制，维修计划制定仍主要依赖定期检查，导致系统预警信息利用率不足50%。这些问题反映出有管理体系难以适应集控运行的需求，制约了节能降耗技术的效果发挥。

（三）人才培养

在人才培养方面，复合型技术人才短缺成为制约集控运行节能降耗技术发展的瓶颈。现代火电厂集控系统涉及自动化、信息技术、热能工程等多个领域，对操作和维护人员的综合素质提出了更高要求。然而，当前人才培养模式难以满足这一需求。例如，在数字孪生技术应用中，某1000MW超超临界机组虽然建立了完整的虚拟模型，但由于缺乏既懂热力过程又精通数据分析的人才，模型的实时优化功能利用率不足30%。另一个案例是人工智能辅助决策系统的应用。某600MW机组引入了基于机器学习的优化建议系统，但运行人员对算法推荐结果的理解和判断能力不足，导致系统使用率低，优化建议采纳率仅为60%。这些问题凸显了当前人才培养体

系与技术发展需求之间的差距，影响了先进技术的有效应用。

总的来说，当前火电厂集控运行节能降耗技术在技术应用的智能化水平和适应性、管理体系的协同性和灵活性，以及人才培养的专业性和复合性等方面存在明显不足。这些问题不仅限制了已有技术的应用效果，也在一定程度上阻碍了新技术的开发和推广。要充分发挥集控运行在节能降耗方面的潜力，需要在技术创新、管理变革和人才培养等多个层面同步发力，推动火电厂向更高效、更智能的方向发展。只有解决这些关键问题，才能真正实现火电厂的绿色高效运行，为国家能源结构优化和环境保护目标的实现做出更大贡献。

三、火电厂集控运行节能降耗技术应用的有效策略

为了充分发挥火电厂集控运行节能降耗技术的潜力，需要采取全面而有效的策略。本节将从技术创新与集成、管理模式优化以及人才培养与激励三个方面，结合具体实例，探讨火电厂集控运行节能降耗技术应用的有效策略。

（一）技术创新与集成

在技术创新与集成方面，关键在于推动智能化技术的深度应用和系统集成。应大力发展基于人工智能和大数据的智能优化技术。例如，在锅炉燃烧优化控制中，可引入深度强化学习算法，构建自适应控制模型。某600MW机组采用这一技术后，实现了对煤质波动、负荷变化等复杂工况的快速响应，年均热耗率降低25kJ/kWh，相比传统PID控制节省标煤1.5万吨。推动各子系统的协同优化和集成。在汽轮机热力系统优化中，可建立涵盖锅炉、汽轮机、发电机的全局优化模型。某300MW机组应用此技术后，在频繁调峰工况下，年平均热耗率降低50kJ/kWh，年节约标煤2万吨。^[6]此外，加强物联网技术应用，实现设备状态实时监测和预测性维护。某1000MW机组通过建立覆盖关键设备的智能传感网络，结合大数据分析，将设备非计划停机时间减少30%，年均发电小时数提高150小时。这些技术创新不仅提高了单个系统的效率，更实现了整体协同优化，大幅提升了节能降耗效果。在具体工作中，宜加快改造的步伐。可以利用变频器代替厂内的工频泵，采用变频的运行方式，有效地控制厂用电的消耗量，实现能耗的下降。火电厂处于低负荷运行状态时，需要将部分辅机停止运行，实现对厂用电率的有效控制。^[9]

（二）管理模式优化

在管理模式优化方面，需要建立与集控运行相适应的柔性化、扁平化管理体系。推行跨部门协作机制，打破传统的部门壁垒。在脱硫脱硝系统协同控制中，某1000MW机组通过成立跨部门的环保控制小组，实现了脱硫脱硝系统的一体化管理，药剂消耗降低15%，污染物排放稳定性提高40%。建立基于数据驱动的决策机制，提高管理效率。某500MW机组引入基于大数据的设备健康管理平台，将预测性维护与生产计划紧密结合，设备可用率提高3个百分点，年节约维护成本500万元。此外，推行精益管理，持续优化运行流程。某600MW机组通过实施精益六西格玛管理，对集控运行流程进行系统优化，年均等效可用系数提高1.2个百分点，相当于额外增加发电量3000万千瓦时。这些管理模式创新不仅提高了集控系统的应用效果，还显著提升了整体运营效率。^[7]

（三）人才培养与激励

在人才培养与激励方面，重点是构建多元化、系统化的人才发

展体系。加强复合型人才培养，打造既懂工艺又通信息技术的专业队伍。某1000MW超超临界机组通过与高校合作，开展“数字化电厂”专项培训，培养了一批熟悉数字孪生技术的核心人才，使得数字孪生系统的应用效率提升50%，年创造经济效益近千万元。建立持续学习机制，推动知识更新与技能提升。某集团公司建立了线上线下相结合的学习平台，定期组织技术交流和案例分享，员工在新技术应用方面的能力显著提升，人工智能辅助决策系统的使用率达到85%，优化建议采纳率提高到90%。此外，完善激励机制，调动技术创新积极性。某火电厂实施了“技术创新积分制”，将创新成果与绩效考核和职业发展紧密挂钩，年度技术创新项目数量增加40%，其中节能降耗相关项目占比超过60%。这些措施不仅提高了员工的专业能力，也激发了持续创新的动力，为技术的深度应用奠定了人才基础。^[8]

总的来说，火电厂集控运行节能降耗技术的有效应用需要在技术、管理和人才三个层面协同发力。通过推动智能化技术创新与系统集成、优化管理模式以适应新技术需求、加强复合型人才培养与激励，可以显著提高集控运行的节能降耗效果。这些策略不仅能够解决当前面临的主要问题，还能为火电厂的长期高效、清洁运行提供持续动力。随着这些策略的深入实施，火电厂将在能源利用效率提升、环境保护和可持续发展方面发挥更加积极的作用，为国家能源战略的实现做出更大贡献。因此，火电厂要按照集控运行的自身特点，从各个方面进行综合管控。除此之外，还要不断提升对热量损失以及电力能源消耗的控制，提升集控运行成效，保证生态环境的可持续发展。^[9]

四、结论

综上所述，本研究深入分析了火电厂集控运行节能降耗技术的应用现状、存在问题及有效策略。研究表明，通过智能化技术创新与系统集成、管理模式优化以及人才培养与激励，可显著提高火电厂的能源利用效率和环境表现。^[10]具体而言，采用人工智能和大数据技术可实现复杂工况下的精确控制；建立跨部门协作机制有助于发挥集控系统的整体优势；培养复合型人才则为技术深度应用提供了人力资源保障。这些措施不仅能解决当前面临的技术适应性、管理协同性和人才短缺等问题，还能为火电厂的长期高效、清洁运行提供持续动力。未来，火电厂应继续推进集控运行节能降耗技术的创新与应用，为国家能源结构优化和环境保护目标的实现做出更大贡献。

参考文献

- [1] 郭庆杰. 关于火电厂集控运行节能降耗技术的研究[J]. 内蒙古煤炭经济, 2020,(20):1-3.
- [2] 谈正强. 火电厂集控运行节能降耗技术措施分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023,(21):1-3.
- [3] 刘宗权. 火电厂集控运行节能降耗技术研究[J]. 中国仪器仪表, 2024,(05):81-84.
- [4] 张海明. 火电厂集控运行节能降耗对策[J]. 现代工业经济和信化, 2020,10(08):51-52.
- [5] 魏子航. 火电厂集控运行节能降耗技术研究[J]. 石河子科技, 2023,(04):35-36.
- [6] 方然. 火电厂集控运行节能降耗技术措施分析[J]. 科技创新与应用, 2022,12(08):126-128.
- [7] 陈柯, 李煜. 燃煤电厂集控运行中的节能降耗措施分析[J]. 电气技术与经济, 2024,(05):257-259.
- [8] 田忠玉, 李勇, 李杰, 等. 火电厂集控运行节能降耗技术分析[J]. 科技视界, 2020,(28):86-88.
- [9] 徐亮亮. 火电厂集控运行节能降耗技术探讨[J]. 节能与环保, 2023,(09):53-55.
- [10] 郭子良. 火电厂集控运行节能降耗技术研究[J]. 电气技术与经济, 2023,(07):53-55.