

火电厂集控运行能效提升瓶颈及应对措施

陈彩峰

华电新疆五彩湾北一发电有限公司，新疆昌吉，831700；

摘要：文章旨在通过对火电厂集控运行能效提升关键因素和主要瓶颈进行分析，有针对性地提出技术和管理优化途径。通过系统分析机组负荷波动，设备老化以及燃料品质的改变等因素，综合考虑集控系统数据使用现状以及设备协同控制水平，提出了建设精细化运行参数优化体系，普及智能化监测和数据分析技术等改进措施，并对提高设备状态管理和预测维护能力进行了展望。研究表明：技术优化和管理保障措施协同落实可有效提高运行效率、减少能耗偏差、实现能效不断提高。结论表明：建立一套科学的能效评估及改进机制，是确保火电厂安全平稳运行，达到节能减排目的的重要手段，并可为能源管理提供强有力的决策依据。

关键词：火电厂；集控运行；能效提升；智能监测；运行优化

DOI：10.69979/3060-8767.26.05.003

火电厂在我国能源结构中占据着重要地位，火电厂运行效率的高低直接影响着能源消耗，经济效益和环境影响。在能源紧张，“双碳”目标不断实现的背景下，提高火电厂集控运行能效成为业界研究的中心课题。集控运行模式以集中监控和调度的方式来提高机组的运行协调性以及响应速度，然而在实际应用过程中仍然面临着负荷波动，设备老化以及燃料品质不同等诸多因素影响而造成能效水平波动。鉴于此，系统地分析了集控运行能效提高的主要影响因素，找出了提高的瓶颈所在，探讨了技术优化路径和管理保障措施，对实现火电厂的安全高效运行具有重要意义、绿色运行意义重大，对促进传统火电走向智能化，精细化管理提供了理论支撑与实践借鉴。

1 火电厂集控运行中提高能效的主要因素

1.1 机组负荷波动影响能效水平

机组负荷水平的高低，是决定火电厂能效高低的最主要因素。在电网调峰需求日益加强的大环境下，机组运行状况表现为频繁启停和深度调峰同时进行，且负荷波动范围显著加大。机组在偏离额定工况下工作时，锅炉燃烧稳定性，汽轮机热效率和辅机工作状态等都会发生不同程度地偏离，造成总体能量转换效率降低^[1]。同时负荷的急剧变化也会导致主蒸汽参数的波动，燃料和空气配比的不平衡及设备响应的滞后性，使煤耗及厂用电率升高。经常进行负荷调整，不仅会加剧设备热应力及机械磨损，而且会影响系统运行稳定性和调控精度。

1.2 设备老化和运行状态的偏离

火电机组关键设备在长时期运行工况下难免存在

不同程度老化问题，例如锅炉受热面发生结垢，汽轮机通流部件发生磨损，辅机效率降低，这些因素都会使机组的运行参数与设计工况产生偏差，从而降低机组的总体能效水平。设备老化也会导致热力系统阻力的增大，换热效率的降低和能量转换过程中损耗的不断扩大，从而使机组在同等负荷情况下耗用更多的燃油^[2]。另外一些设备因检修周期不尽合理或者状态监测手段不完善等原因，很难对运行状态进行及时、准确的评价，致使潜在的性能退化问题无法被有效辨识和应对。

1.3 因燃料品质改变而引起的运行适应性

火电机组的运行效率很大程度上会受到燃料品质波动的影响。由于煤源结构的调整，运输条件的改变以及市场因素的作用，入炉煤的发热量，挥发分、灰分和含水量往往表现出明显的不同，从而造成锅炉燃烧稳定性和热效率的波动。在燃料低位发热量减小或者灰分增大的情况下，锅炉燃烧工况容易偏离最佳运行区间进而导致排烟温度的提高，未完全燃烧损失的增大和辅机能耗的增加。同时燃料的粒度分布和可磨性的改变都会对制粉系统的工作稳定性产生影响，加大磨煤机的负荷和设备的磨损程度。燃料品质不断波动给集控系统的参数设定与运行调整带来了更高的要求，如果没有针对性的调节策略容易导致机组热效率降低，运行经济性下降。因此加强燃料品质监测和燃烧参数的动态优化对于增强机组的运行适应性和整体能效水平至关重要。

2 目前火电厂集控运行中提高能效所遇到的重大瓶颈问题

2.1 集控系统对数据的利用缺乏深度

热电厂集控运行期间,海量的运行数据是由DCS系统及各种监测装置进行实时采集并保存的,然而实际工作中对数据的利用深度还明显不够。一些电厂在运行管理方面更多地停留在基础监视、简单参数记录等水平上,对于大量历史数据缺少系统化分析和全面挖掘,使得数据对于运行优化、能效提升等方面的价值没有得到充分展现^[3]。各系统间数据整合有限、信息共享和关联分析能力弱,很难形成一套完善的运行状态评价体系。另外一些数据质量管理和标准化处理机制还不够健全,在数据准确性、完整性和可比性等方面也有一定的差距,这些都进一步限制了数据驱动决策工作的高效开展。这表明集控系统虽然数据资源丰富,但是在数据深度分析、综合利用和辅助决策等方面还有明显的改进空间,这对于火电厂运行能效优化构成了一定的限制。

2.2 运行人员对经验的依赖性强

火电厂集控运行期间,一些运行调控仍然更多地依赖于运行人员个人经验和长期运行习惯,对于数据化,标准化的决策依赖比较缺乏。机组负荷波动,燃料品质改变或者设备运行状态偏离等情况下的操作调整通常都是根据经验判断来修正参数,当然这也可以从某种程度上保证机组的安全平稳运行,但是在复杂的运行条件下容易造成调节精度的欠缺,从而影响到机组的整体能效水平^[4]。同时不同运行人员的专业背景,经验积累和判断方式等也有所不同,这可能会导致操作策略不统一,给运行管理带来更多的不确定性。随着机组规模的不断扩大和运行工况的日益复杂,仅依靠经验运行方式很难发挥集控系统数据优势并不利于运行参数精细化优化。所以减少对经验的依赖程度,加强以数据分析和标准化流程为核心的操作决策已经成为火电厂集控操作能效提高的一个重要发展方向。

2.3 设备的协同控制水平待提高

火电厂的集控运行涵盖了锅炉,汽轮机,发电机以及辅机系统的众多子系统,这些子系统的运行状况呈现出高度耦合的特点。但在实际应用中,系统间协同控制水平尚有欠缺,致使整体能效的提高受到了一定制约。一方面有些控制策略还主要停留在单设备或者单系统的优化上,缺少在全流程能量平衡基础上的全面协调控制,易导致局部运行参数优化与整体效率不能同步增长^[5]。另一方面不同设备间信息传递和响应协调程度受到限制,当负荷变化或者工况波动时,相关设备调节会出现滞后或者偏差,进而增大能耗,影响运行的稳定性。另外部分老旧控制系统逻辑设计及数据交互受限,很难

适应复杂运行条件下动态协同控制的要求。因此增强设备间协同控制能力和构建以系统整体效率为导向的协调优化机制已经成为火电厂集控运行能效提升的一个重要发展方向。

3 火电厂提高集控运行能效技术优化途径研究

3.1 构建精细化的运行参数优化体系

火电厂集控运行能效要想提高,关键运行参数要想得到细化和优化。通过对锅炉燃烧、汽轮机热力系统和辅机设备关键环节运行参数进行系统梳理,构建了涵盖负荷变化,燃料特性和环境条件在内的多因素参数优化模型,为运行状态动态调整提供帮助。通过集控系统平台中历史运行数据和实时监测数据的综合分析,可以确定出各种工况的最优运行范围,进而实现风煤配比,主蒸汽参数以及循环水系统的运行模式等参数优化。同时通过建立标准化参数管理机制实现关键指标分级控制和动态校核,降低了人为经验判断造成的偏差,从而提高了机组运行稳定性和能源利用效率。建立精细化运行参数体系有利于促进火电机组从经验型运行转向数据驱动型运行方式,并为机组能效水平不断提高提供技术支持。

3.2 促进了智能化监测和数据分析技术的应用

将智能化监测和数据分析技术引入火电厂集控运行中,有利于提高运行管理精细化水平和能效优化能力。在在线监测系统和工业互联网平台的支持下,可以实现锅炉,汽轮机以及辅机设备等关键运行参数实时获取和动态分析,并通过多维度的数据关联发掘运行状态的变化规律,从而及时发现可能存在的能效偏差和异常工况。同时采用大数据分析和机器学习技术建立能效分析模型并深度处理历史运行数据,能够为负荷调节,燃烧优化和设备协同控制等提供科学依据。智能化监测系统也可以实现对运行趋势的预测和异常预警,降低人为经验判断造成的不确定性,增强了集控系统在复杂工况下的适应能力。通过不断完善数据平台和分析算法可以逐渐形成基于数据驱动的运行优化方式,进而促进火电厂总体能效水平稳步提高。

3.3 增强设备的状态管理和预测维护能力

设备状态管理水平的高低,直接关系到火电厂集控运行稳定性和能效表现。通过设备全生命周期管理体系的建设,不断对关键设备的运行参数进行监控和状态评估可以及时发现可能存在的故障隐患,减少设备非计划停机的风险。鉴于此,本文引入数据分析和状态诊断技

术来全面分析机组关键设备的振动、温度、压力和电气参数的信息,从而达到动态评价设备健康状态目的。同时以历史运行数据和故障案例数据库为支撑,构建预测维护模型来提前辨识和预警设备劣化趋势,以合理安排检修周期和维护策略。通过促进状态检修和预测维护相融合的管理模式既可以降低设备突发故障的发生率,又可以促进设备运行可靠性和协同控制水平的提高,对火电厂集控运行能效的不断提高提供了重要的技术支撑。

4 提高火电厂集控运行能效等方面提出了一些管理和保障措施

4.1 健全集控运行的标准化管理体系

健全集控运行标准化管理体系,是提高火电厂总体能效的根本保证。通过制定统一规范的操作规程及参数标准可以有效地降低机组运行时的随意性及对经验的依赖程度,保证各设备以最优工况协同工作。同时要建立动态调整机制,针对机组负荷波动,燃料品质和设备状态等因素的变化,适时对运行标准进行修改,使标准化管理和实际运行高度适配。另外标准化体系还需要覆盖设备巡检,运行监控,异常处理以及能效考核,从而形成闭环管理模式来增强决策科学性和实施规范性。通过系统化,精细化标准化管理能够为智能化控制以及数据驱动优化等工作提供扎实支持,进而有效促进火电厂集控运行能效不断提高。

4.2 加强运行人员专业能力的培养

火电厂集控运行能效水平主要取决于运行人员专业能力和决策水平。随着机组自动化,智能化水平的提高,要求运行人员既要熟练掌握设备的传统操作技能,又要具有数据分析,系统优化与故障诊断的综合能力。通过系统化培训与职业能力认证可以促进操作人员快速应对机组负荷调节,燃料管理与设备状态异常情况。同时建立岗位轮换和经验分享机制有利于累积跨机组运行经验并降低对个体经验依赖的限制。强化运行人员专业能力建设能够在确保安全平稳运行的同时,达到优化机组能效和降低运行成本的目的,从而为火电厂集控运行持续有效开展提供了扎实的人才支撑。

4.3 构建持续能效评估和改进机制

建立持续能效评估和改进机制,对火电厂集控运行优化起着至关重要的影响。通过建立科学能效指标体系可以实现机组运行效率,燃料利用率和设备状态等各方面量化评估。以此为基础,将数据采集和分析技术相结

合,形成了动态监测和周期性评价相结合的闭环管理模式,对运行过程中出现的能效偏差进行及时辨识和预警。同时要引入以历史数据为基础、智能算法为核心的改进策略来促进运行参数优化和设备协同控制不断调整。制度化的评估机制既能推动运行管理的规范化,又能为节能改造提供可靠的决策依据,使能效水平不断得到提高和优化,同时确保机组的安全平稳运行。

5 结论

提高火电厂集控运行能效,需要考虑机组负荷波动、设备老化、燃料品质改变等多因素影响。现阶段集控系统的数据利用不充分,对运行经验依赖性强以及设备协同控制水平受限等问题已成为制约其发展的瓶颈。通过建立精细化的运行参数优化体系,普及智能化监测和数据分析技术,加强设备的状态管理和预测维护能力等措施可以有效地提高运行效率。同时健全标准化管理体系,提高运行人员的专业能力以及建立持续的能效评估和改进机制等都会对能效优化起到制度化的支持。总体上看技术手段和管理措施协同作用,可以实现火电厂集控运行效率的不断提高,同时确保机组的安全平稳运行,从而为节能减排和经济运行奠定坚实的基础。

参考文献

- [1] 龚艺,罗鑫,滕杰,等. 基于数据驱动的燃烧优化控制方法在火电厂集控运行中的应用[J]. 自动化应用, 2026, 67(03): 57-60.
- [2] 魏民. 基于智能化技术的火电厂集控运行监控系统研究[J]. 电力设备管理, 2026, (01): 120-122.
- [3] 刘强. 火电厂集控运行中汽轮机轴系振动监测系统故障诊断方法研究[J]. 仪器仪表用户, 2026, 33(01): 83-85+89.
- [4] 王业慧. 节能优化算法下的火电厂集控运行能耗动态调控研究[J]. 自动化应用, 2026, 67(01): 69-71+75.
- [5] 江宗浩. 火电厂集控运行中蒸汽轮机振动异常智能诊断与抑制策略研究[J]. 智能建筑与智慧城市, 2025, (S2): 569-571.

作者简介: 陈彩峰, 性别: 男; 民族: 汉; 出生年月: 1992.07; 籍贯(具体到市): 甘肃省平凉市; 现任职务: 集控机组长; 学历: 本科; 研究方向: 集控运行。