

# 火力发电厂集控运行节能降耗技术措施探析

裴浩宁

国能民权热电有限公司 河南 商丘 476000

**摘要：**火力发电厂集控运行能耗受设备、运行调控、系统协同及人员管理等多因素影响。节能需从多方面入手：优化锅炉、汽轮机、发电机及辅机系统运行；协同调控蒸汽、凝结水与给水、循环水系统；实施集控运行精细化管理，包括构建运行参数精细化监控体系、规范操作并加强人员培训、建立健全设备全生命周期维护体系，强化检修质量管控等，以提升能源利用效率，实现节能降耗。

**关键词：**火力发电厂；集控运行；节能降耗；技术措施

引言：在能源需求持续增长与节能减排要求日益严格的背景下，火力发电厂作为能源生产的重要力量，降低能耗、提升效率迫在眉睫。集控运行作为火力发电厂的核心管理模式，其能耗水平受设备性能、运行调控、系统协同、人员操作与管理等多方面因素影响。深入剖析这些因素，并从核心设备运行优化、热力系统协同调控以及集控运行精细化管理等方面采取针对性节能技术措施，对火力发电厂实现节能降耗、提升经济效益与竞争力意义重大。

## 1 火力发电厂集控运行能耗影响因素分析

在火力发电厂的集控运行过程中，能耗水平受到多方面因素的综合影响，深入剖析这些因素对于降低能耗、提升发电效率与经济效益具有重要意义。（1）从设备层面来看，核心设备的性能是决定能源转化效益的关键。锅炉作为燃料燃烧并释放热能的关键装置，其燃烧效率至关重要。若燃烧不充分，不仅会造成燃料的浪费，还会产生大量未燃尽的碳颗粒，降低能源利用效率。汽轮机的通流效率同样不容忽视，它直接影响蒸汽做功的能力，通流不畅会导致蒸汽能量损失，进而增加能耗。发电机的转换效率则决定了将机械能转化为电能的效率，高效的发电机能够减少能量在转换过程中的损耗。此外，辅机设备如风机、水泵等的运行效率也不容小觑，它们为锅炉、汽轮机等核心设备提供必要的辅助支持，若运行效率低下，会显著增加厂用电的消耗，从而拉高整体能耗。（2）在运行调控层面，精确的参数设置是降低能耗的重要保障。锅炉的风煤配比需要精准控制，合适的比例才能保证燃料充分燃烧，若风量过大或过小，都会影响燃烧效果，增加能耗。汽温汽压的控制也至关重要，偏离最优工况会导致蒸汽做功能力下降，增加能量损失。汽轮机的负荷调节和真空度控制同样需要精细操作，不合理的负荷分配和真空度变化都会影响

汽轮机的运行效率，进而增加能耗。（3）从系统协同层面来看，热力系统的疏水回收和凝结水精处理效果直接影响水资源的循环利用和热能的回收效率。各子系统间的负荷分配合理性也至关重要，合理的分配能够确保整个发电系统在最优状态下运行，避免出现局部过载或低效运行的情况，从而提升整体能源利用效率。（4）运行人员的操作水平和管理制度的完善程度也会对能耗产生影响。熟练的操作人员能够严格按照规范进行操作，确保设备在最佳状态下运行；完善的管理制度则能够保障设备的定期维护和检修，提高设备的可靠性和运行效率，间接降低能耗指标<sup>[1]</sup>。

## 2 核心设备运行优化节能技术措施

### 2.1 锅炉系统运行优化

锅炉作为火力发电厂能源转化的核心设备，其运行效率的高低直接关乎整个发电过程的节能降耗成效。在集控运行模式下，对锅炉系统进行全面优化是提升能源利用效率的关键举措。（1）燃烧优化是重中之重。通过精准调整风煤配比，使进入锅炉的空气量与煤粉量达到最佳比例，为煤粉的充分燃烧创造条件。同时，引入先进的低氮燃烧器与空气分级燃烧技术，不仅能有效降低氮氧化物的排放，还能进一步减少化学不完全燃烧损失和机械不完全燃烧损失，让煤炭中的化学能更充分地转化为热能。（2）加强锅炉受热面的吹灰管理也不容忽视。根据不同受热面的污染程度，制定差异化的吹灰周期。对于易积灰、结渣的部位，适当增加吹灰频次，避免因积灰、结渣导致受热面传热效率大幅下降，确保热量能够高效传递。（3）精准控制锅炉的关键运行参数至关重要。将锅炉汽包水位、蒸汽温度和压力严格控制在设计最优区间，尤其是把过热蒸汽温度精准控制在额定值 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 范围内，可显著减少因参数波动造成的能量损失，有效提升整个热力循环的效率，从而实现锅炉系统

的节能降耗与高效运行。

## 2.2 汽轮机系统运行优化

汽轮机作为火力发电厂的核心动力设备,其运行状态对发电效率有着决定性影响。在集控运行模式下,从提升通流效率和维持高真空度两方面入手实施优化策略,是实现汽轮机系统节能降耗的关键路径。(1)通流效率的优化是首要任务。定期对汽轮机通流部分进行细致检查与深度清理至关重要。在长期运行过程中,叶片容易因蒸汽中的杂质而结垢、腐蚀,这会显著增加通流阻力,造成通流损失。通过精准检测和及时清理,可有效恢复叶片的光洁度和气动性能,确保蒸汽能够顺畅通过,提升通流效率。同时,优化汽轮机调门运行方式,采用先进的顺序阀控制替代传统的节流阀控制,能大幅降低节流损失,使蒸汽的能量得到更充分的利用。(2)真空度的维持也不容忽视。强化凝汽器运行管理,依据实际工况合理调整循环水泵的运行台数与转速,精确控制循环水流量与水温,确保凝汽器真空度稳定维持在最佳水平,通常不低于92kPa。此外,及时清理凝汽器铜管内的污垢,可显著提升换热效率,减少冷源损失,进一步提高汽轮机的运行经济性<sup>[2]</sup>。

## 2.3 发电机及辅机系统优化

在火力发电厂集控运行中,发电机及辅机系统的优化是提升能源利用效率、实现节能降耗的关键环节。(1)发电机的节能优化,核心在于降低损耗、提升转换效率。集控运行时,需严格把控发电机的功率因数,将其精准控制在0.85-0.95这一合理区间。若功率因数过低,会使励磁电流增大,导致励磁损耗显著上升,影响发电机运行的经济性。同时,要强化发电机冷却系统的管理,无论是空冷还是氢冷系统,都要确保其稳定、高效运行。通过实时监测与精准调控,将定子、转子的温度维持在允许范围内,防止因温度异常升高而加速绝缘老化,保障发电机能够高效地将机械能转换为电能。(2)辅机系统方面,对于风机、水泵等大功率辅机,积极引入先进的变频调速技术。依据实际负荷需求,动态调整设备转速,替代传统的挡板、阀门节流调节方式,可有效降低辅机电耗30%-50%。此外,深入分析不同工况下的负荷特性,科学优化辅机的运行台数组合,使辅机设备的出力与实际负荷相匹配,减少因设备出力过剩而造成的无效能耗,提升辅机系统的整体运行效能。

## 3 热力系统协同调控节能技术措施

### 3.1 蒸汽系统节能调控

蒸汽系统的协同调控是火力发电厂节能降耗的关键。其核心在于最大程度减少蒸汽损耗,提升梯级利用

效率。(1)在集控运行模式下,强化主蒸汽、再热蒸汽管道的保温管理十分关键。采用高效保温材料并优化保温结构,能显著降低管道散热损失,减少蒸汽输送中的能量衰减。同时,严格控制汽轮机各级抽汽的参数与流量,依据设备实际运行需求精准调节,保证给水加热器、除氧器等设备满负荷运行,提升回热循环效率,让蒸汽热量得到更充分利用。(2)要合理运用相关系统与设备。在机组启停或低负荷运行阶段,可借用炉水泵,将炉水回收至热力系统,避免热水直接排至凝汽器造成能量浪费。同时,加强疏水系统管理,确保疏水及时、顺畅地回收至凝汽器或除氧器,有效减少工质损失,进一步提升蒸汽系统的节能效果,助力火力发电厂实现节能降耗目标<sup>[3]</sup>。

### 3.2 凝结水与给水系统优化

凝结水与给水系统的节能优化是火力发电厂提升能源利用效率、降低运行成本的重要环节,其核心在于有效减少输送过程中的能量损耗,并确保系统水质符合高标准要求。(1)在集控运行过程中,对凝结水泵和给水泵的运行方式进行深度优化是关键。通过采用液力耦合器或变频调速控制技术,依据实际给水流量需求精准调整泵的转速,避免泵在低效率区间运行,从而显著降低泵组电耗。同时,强化凝结水精处理系统的运行管理,严格监控各项水质指标,确保出水水质达标,防止因水质不佳导致受热面结垢,进而提升传热效率,减少热损失。(2)合理调整给水加热器的端差也至关重要。将端差严格控制在2-3℃的范围内,可有效避免因端差过大而造成的能量损失,确保抽汽热量得到充分利用,进一步提升整个凝结水与给水系统的节能效果。

### 3.3 循环水系统运行调控

循环水系统的节能调控是火力发电厂实现高效、经济运行的重要一环,其关键在于精准平衡冷却效果与能耗成本之间的关系。(1)在集控运行模式下,需紧密结合环境温度和机组负荷的变化情况,对循环水泵的运行台数与转速进行动态调整。夏季环境温度高、机组负荷大时,开启全部循环水泵并使其满速运行,确保凝汽器有足够的冷却水量,维持良好的真空状态;冬季环境温度低、机组负荷小时,则减少运行台数或降低转速,在满足凝汽器冷却需求的前提下,有效降低电耗。(2)加强循环水冷却塔的维护管理也不容忽视。定期清理填料与收水器,去除表面的污垢和杂物,提升冷却塔的冷却效率。此外,合理控制循环水的浓缩倍率,通常维持在3-5倍,既能减少补水量和排污量,降低水资源的消耗,又能节省水处理成本,实现循环水系统的节能优化。

## 4 集控运行精细化管理节能措施

### 4.1 运行参数精细化监控

在火力发电厂的运行管理中,构建完善的运行参数精细化监控体系是提升能源利用效率、保障机组安全稳定运行的关键举措。(1)借助先进的DCS(分散控制系统),对锅炉、汽轮机、辅机等核心设备的关键运行参数进行实时、精准采集。这些参数涵盖燃烧效率、真空度、厂用电率等,它们是反映设备运行状态和能源利用水平的重要指标。为确保设备始终处于安全、高效的运行区间,需科学设置参数偏离预警值。一旦某个参数超出预设范围,系统将立即发出警报,提醒运行人员及时关注。(2)运行人员依据监控数据,迅速、准确地调整操作策略,使各设备始终运行在最优工况,避免因参数异常导致的能耗增加和设备损坏。此外,定期对运行参数进行全面、深入的统计分析,精准识别能耗偏高的薄弱环节,并针对性地制定优化方案,持续推动发电厂运行效率的提升。

### 4.2 操作规范化与人员培训

在火力发电厂集控运行体系里,操作规范化与人员培训是保障节能降耗目标实现的重要支撑。(1)制定一套科学、严谨且标准化的集控运行操作规程至关重要。该规程需详细明确不同负荷工况下的操作流程与参数控制标准,从机组启动、运行到停机的每一个环节,都给出精确的操作指引和参数范围。如此,可有效避免因操作人员随意操作、不规范操作而引发的能耗增加问题,确保机组始终在高效、经济的状态下运行。(2)加强运行人员的专业培训也不容忽视。通过系统培训,提升运行人员对设备特性、运行规律的深入掌握程度,使其能够精准判断设备运行状态,及时调整操作策略。此外,定期开展节能操作技能竞赛,激发运行人员的竞争意识和节能积极性,强化其节能意识,促使他们主动参与到节能优化工作中,为发电厂的节能降耗贡献力量<sup>[4]</sup>。

### 4.3 设备维护与检修管理

在火力发电厂运营中,完善的设备维护与检修管理

是保障节能降耗目标达成的重要环节。(1)要建立健全设备全生命周期维护体系,依据设备运行的实际状况、历史故障数据等,科学制定预防性检修计划。通过提前干预,有效避免设备突发故障引发的非计划停机,防止机组低效运行造成的能源浪费。例如,定期对锅炉受热面进行细致检查与深度清理,防止积灰结渣影响传热效率;对汽轮机叶片开展检测与维护,确保其气动性能良好;对辅机轴承做好润滑保养,降低摩擦损耗。(2)强化设备检修质量管控,严格遵循检修工艺标准,确保检修后设备性能恢复至设计要求,杜绝因检修不当导致的能耗上升。此外,建立设备能耗台账,对主要设备的能耗指标进行定期考核,将节能责任明确到具体部门和个人,形成全员参与节能的良好氛围。

### 结束语

综上所述,火力发电厂集控运行节能降耗是一个涉及多方面的系统性工程。从深入剖析能耗影响因素,到对核心设备、热力系统进行针对性优化,再到实施集控运行精细化管理,每一步都紧密相连、不可或缺。通过精准的设备调控、精细的参数监控、规范的操作培训以及完善的设备维护检修等措施,可有效降低发电能耗,提升能源利用效率与发电经济效益。未来,火力发电厂需持续探索创新节能技术与管理模式,不断优化集控运行体系,以适应能源市场的发展需求,实现绿色、高效、可持续发展,为我国能源结构的优化和“双碳”目标的达成贡献力量。

### 参考文献

- [1]曾学文.火电厂集控运行节能降耗措施研究[J].科技与创新,2022,(02):4-6+10.
- [2]吕正梁,王广龙,冯利平,等.火电厂集控运行节能降耗对策[J].内蒙古煤炭经济,2021,(15):132-133.
- [3]徐国烽.电厂集控运行的节能降耗措施分析[J].集成电路应用,2021,38(07):160-161.
- [4]张良宇,郭轩.火电厂集控运行中的节能降耗措施分析[J].工程管理与技术探讨,2022,4(15).