

# Analysis of technical measures for energy saving and consumption reduction in centralized control operation of thermal power plant

Zongfu Zhang

Liaoning Datang International Huludao Thermal Power Co., Ltd., Huludao, Liaoning, 125000, China

## Abstract

As the thermal power industry transitions toward efficient operations and energy conservation, centralized control has emerged as a critical operational model for large-scale, complex power plants. This paper begins by defining the operational framework of centralized control systems, identifying key characteristics of thermal power plant operations under such environments, and highlighting energy efficiency as a pivotal optimization strategy. Drawing from practical experiences across multiple power plants in combustion systems, thermal systems, auxiliary equipment, and operational management, the study analyzes five actionable technical measures and explores their implementation pathways and technical requirements within centralized control frameworks.

## Keywords

thermal power plant; centralized control operation; energy saving and consumption reduction; important value; technical measures

## 火力发电厂集控运行节能降耗技术措施分析

张宗福

辽宁大唐国际葫芦岛热电有限责任公司, 中国·辽宁 葫芦岛 125000

## 摘要

在火力发电行业向高效运行与节能降耗转型的进程中, 集中控制运行模式逐渐成为装机规模大、系统复杂的典型火力发电厂重要运行方式。基于此, 本文结合实践首先从集控运行的范畴入手, 界定火力发电厂在集中控制环境下运行的基本特征, 并指出节能降耗作为运行优化的重要突破口。随后结合众多火力发电厂在燃烧系统、热力系统、辅助设备系统以及运行管理方面的实践经验, 深入剖析五项具体可操作性技术措施, 探讨其在集中控制运行中的应用路径及技术要求。

## 关键词

火力发电厂; 集控运行; 节能降耗; 重要价值; 技术措施

## 1 引言

能源是国家经济发展的重要基础, 火力发电作为中国主要的发电方式之一, 在满足电力需求的同时, 也面临着能源消耗高、环境污染严重等问题。同时随着全球能源危机的日益加剧和环境保护要求的不断提高, 火力发电厂作为能源消耗和污染物排放的大户, 由此可见其节能降耗工作显得尤为重要。在这种情况下火力发电厂在日常经营与发展中应积极响应国家的节能减排号召, 将绿色、环保、节能作为主要发展方向, 并且要结合自身运行特点, 合理引进和运用节能降耗技术措施, 从而降低能耗、控制污染<sup>[1]</sup>。有鉴于此, 下文通过对相关文献、资料查阅以及结合工作实践背景下针对火力发电厂集控运行节能降耗技术措施展开分析, 以供

参考。

## 2 火力发电厂集控运行节能降耗重要价值

在以煤炭为主燃料的发电构架中, 火力发电厂在电网供应体系中占据主导地位, 且其机组规模、系统环节及辅助设备种类繁多, 运行条件复杂。采用集中控制运行模式后, 通过统一监控锅炉、汽轮机、发电机及辅助系统的关键运行参数, 可显著提升运行响应速度与调节精度。在此基础上, 开展节能降耗技术措施能够从燃料消耗、热力循环效率、辅机电耗、工质损失等多个维度同步推进, 从而降低单位电量的燃料量、减少辅助用电比例、缩小系统热损失。中国在“十二五”“十三五”期间, 火电供电煤耗由约 370g 标准煤/kWh 下降至约 333g 标准煤/kWh。集控运行使运行人员能够在控制室内获取实时数据、开展横向对比、快速干预设备异常, 从而为节能降耗技术实施提供数据支撑与操作保障。与此同时, 通过减少机组停机、降低辅机空载运行比例、

【作者简介】张宗福(1989-), 男, 蒙古族, 中国辽宁葫芦岛人, 本科, 工程师, 从事集控运行研究。

提高热力系统循环利用率等手段,可有效提升经济运行水平。强调集控运行环境下节能降耗的专业意义,即通过“运行参数→即时调节→能耗下降”这一流程,形成技术闭环与运行闭环,从而为中国能源事业的可持续发展做出更大的贡献。

### 3 火力发电厂集控运行节能降耗技术措施分析

#### 3.1 燃烧系统优化控制

针对火力发电厂集控运行燃烧系统的节能降耗应以多参数协同控制为核心。首先,火力发电厂须将炉膛一次风、二次风、煤粉流量、烟气含氧率、炉膛温度等关键参数纳入实时监测,通过集控系统建立燃烧调整曲线库。运行中依据煤种特性开展不同负荷下的一、二次风配比试验,采集残余碳率、飞灰可燃物、烟气 $O_2$ 、炉膛温度分布等数据,形成多变量映射曲线并输入数据库,实现燃烧参数自适应调整。其次,应构建燃烧效率监测与报警机制。通过设定残余碳、可燃飞灰含量及烟气 $CO$ 浓度上限阈值,以及 $O_2$ 含量偏差范围,当含氧率偏低且可燃物含量升高时,系统自动报警提示燃烧不充分,运行人员依据趋势图调整一次风与二次风比例,维持合理空气燃料比,提高燃尽率<sup>[2]</sup>。再次,应针对煤质波动建立掺烧动态响应机制。运行前对入炉煤热值、灰分、挥发分进行化验,与数据库中燃烧特性曲线比对,根据系统推荐掺配比例(如A煤与B煤2:8、3:7等)及对应风煤比,调整燃烧策略,使炉膛热场稳定。再者,应定期开展炉膛燃烧特性试验,覆盖不同负荷及空气余量条件,验证燃烧优化边界,并将结果回输至集控数据库,供运行实时调用,实现经验参数闭环应用。最后,火力发电厂还需建立燃烧状态动态校正机制,通过将实时燃料流量、风量及烟气含氧率与历史最优曲线对比,当 $O_2$ 偏高或残碳超时,系统提示进行风量或煤粉流量微调,确保燃烧充分、减少能耗。另外,上述各环节还应形成数据采集、效率监测、煤质适应、试验验证与动态校正的连续优化链条,如此一来实现燃烧系统在集控条件下的稳定高效运行。

#### 3.2 热力循环系统效率提升

在火力发电厂集控运行中,热力循环系统效率提升可从以下几方面细化实践。首先,应优化蒸汽参数设计与调控。对于锅炉-汽轮机-凝汽器循环,应通过提升主蒸汽及再热蒸汽温度与压力,从而提升循环平均吸热温度。研究表明,当火力发电厂主蒸汽初温提高 $10^{\circ}C$ 可使机组热耗下降约0.25%~0.3%。在实际操作中,可对现役机组的主蒸汽超临界参数进行周期性校验,确保温度-压力达到设计规范,同时结合抽汽回热系统优化设计,减少低温段水的外部加热比重,从而提高循环效率。其次,实施分级抽汽回热技术。依据相关专利与资料所描述方法,通过将抽汽至第一级、第II级回热加热器的蒸汽分流( $\alpha A$ 、 $\alpha B$ ),并设计对应水泵和加热器逻辑,可减小抽汽后对锅炉及冷凝器负荷的影响,

从而减少平均换热温差,提高热力循环效率。在实际项目中,可对抽汽流量系数设置监测点,依据流量系数变化调整抽汽比例,并在给水加热器段配合提升换热器面积或优化流道结构。第三,应强化给水预热与凝结水回用管理。循环系统中凝结水泵、给水泵、回热器以及辅助泵的效率及运行状态直接影响系统热效率。相关分析指出,若凝结水温度提高或循环水冷却系统真空度改善,可显著提升机组效率<sup>[3]</sup>。在实践中,应设定凝结水温度、给水温度及回热器出口温度关键测点,定期清灰、除垢、检测水侧换热传热系数,并对循环水系统水泵流量、动力消耗进行优化匹配,使给水进入锅炉前的温度最大化且稳定。第四,应减少系统热损失及蒸汽泄漏。针对热力循环中,管道保温、疏水回收、汽轮机轴封系统漏汽、汽机叶片末级湿度等损失均可成为效率损耗点。结合文献研究与实践来看,通过建立高效疏水回收系统,将疏水热量回用至系统,可减少补水量并提升整个循环效率。在现场操作中,应对汽轮机末级汽湿度、冷凝器真空度、疏水回收管路温度进行监测,定期检查汽机轴封泄漏情况,维护保养时核查保温层状态、热损失大的弯头或支管保温完整性,并针对发现的热损失节点进行隔热改造或补偿回热。

#### 3.3 降低厂用电率及辅机优化运行

在火力发电厂集控系统中,为降低厂用电率并优化辅机运行,应重点实施高压变频调速、启停优化及实时监控三项措施。首先,在送风机、引风机、循环水泵、磨煤机等大功率辅机中推广高压变频技术,将定速运行改为变频调速运行,通过集控系统实时采集机组负荷信号,自动调整转速,实现功率与系统流量、压力需求匹配。辅机功率与转速呈立方关系,调速控制能显著降低无效能耗。应在集控界面中设定最低运行频率阈值,并由DCS系统根据负荷变化自动控制频率,实现动态节能。结合研究与实践可知,火力发电厂中风机和水泵二者轴功率均与转速构成立方关系,这意味着通过变频调速能够大大降低它们能源消耗。对此可采取集控系统中对设备最小运行频率阈值进行设定,同时再集成变频器与PLC或DCS接口,从而让集控平台能够对负荷变化信号实时接收,随后据此自动调整频率。其次,火力发电厂还需合理组织辅机启停与负荷分配,简单而言发电机组处于备机或者是减负状态下经由集控系统研判采取备用辅机关闭或者低功率运行模式切换,从而防止出现大型辅机空载或低负荷运行等“大马拉小车”的能耗浪费现象。其典型措施包括:建立辅机分组架构,将送风、引风、循环水泵等按照系统耦合关系进行编组,在机组低负荷期间先停用一个或两个组,其他组以变频低转速模式维持最低服务流量,同时在集控界面中设定辅机最低运行值,防止低于该值而继续运行。再次,应在集中控制平台中接入辅机负荷状态监控模块,对每台辅机的功率、转速、电流、启动次数、空载时间等运行参数实施实时采集与趋势分析。运行控制中心每班应汇总机组厂用电率指标,对偏高机组或偏高值班段发出警示,并结

合数据分析定位节能潜力点<sup>[4]</sup>。例如,通过监测辅机电流曲线可识别风机或泵体是否出现长期低负荷运行、频繁启停或空载等待情形;通过启动次数统计可发现是否过度启停造成附加损耗;通过运行时间与负荷比例比对可检验是否存在超出机组热负荷需求的大余量运行。基于上述监测结果,应制定辅机能耗日检制度,明确每日辅机运行指标、能耗异常触发机制及整改流程。

### 3.4 运行管理制度与持续优化机制

作为一名火力发电厂集控节能降耗工程师,针对运行管理制度与持续优化机制,结合火力发电厂集控运行节能降耗技术措施实践,以下内容按专业学术语言加以细化。首先,应构建基于集中监控平台的指标体系与奖惩机制,将机组煤耗、热效率、厂用电率、辅机能耗等纳入统一监控界面,明确月度、季度、年度考核目标,操作人员需在集控系统中按班次汇总能耗指标并生成图表报表,分析各项运行参数(如锅炉蒸汽参数、汽轮机进汽温度、给水温度、空气漏风率)与能耗指标之间的相关性,从而通过趋势曲线及偏差分析识别节能潜力。其次,运行管理部门应制定节能降耗专项行动方案,明确责任人、时间节点、预期效益,并将其纳入运行任务书。例如,对辅机系统实施变频改造、对锅炉受热面定期清理、给水预热强化、排风系统的空气漏风检测与修复,在集控室实时反馈实施效果,运行人员依据反馈结果及时调整攻关方案<sup>[5]</sup>。再次,应设立节能分析会机制,按日或周召开能耗日分析会,由运行、检修、燃料、热力等部门参会,集中研判当日/当周机组关键运行参数与能耗指标的偏差,确定下一步改进措施,并形成会后行动事项清单,跟踪落实情况。然后,应于集中控制运行模式下,以运行控制室为中心,强化“运行—分析—改进”闭环体制,操作人员在集控

系统中不仅监控实时数据,还需开展数据回溯分析、异常值挖掘、运行模式优化建议,并由管理层按考核结果开展奖惩。最后,应组织定期培训与经验分享,将运行、检修、燃料、热力等部门纳入协作机制,形成跨部门节能小组,定期开展节能技术攻关、经验交流及案例复盘,从而在运行管理制度框架内不断优化运行策略与组织机制。

## 4 结语

综上所述,火力发电厂集控运行节能降耗作为一项长期而艰巨的任务。对此在中国火力发电厂集中控制运行环境中,通过完善燃烧系统控制、强化热力循环效率、促进辅机系统优化、严控工质损失并建立运行管理闭环机制,可有效推动节能降耗实践的深入落实。上文中提出的四项技术与措施在中国火力发电厂运行中具有一定的适用性与可操作性,运行控制团队应结合厂内具体装置、煤质特征、负荷模式及历史数据开展定制化实施。未来,随着运行环境、政策要求及技术水平的不断演变,集中控制运行节能降耗的路径也应实现动态调整与持续优化。

## 参考文献

- [1] 刘旺,焦文帝,刘旭.火力发电厂集控运行节能降耗技术措施分析[J].Mechanical & Electronic Control Engineering, 2024, 6(6).
- [2] 苏星宇,郭晗.火力发电厂集控运行节能降耗技术措施分析[J].工程学研究与应用, 2024, 5(13):127-129.
- [3] 张彬.燃煤电厂集控运行中的节能降耗措施分析[C]//2024年(第二届)全国智能发电技术大会论文集.2024.
- [4] 张浩.火电厂集控运行节能降耗技术措施研究[J].中国科技期刊数据库工业A, 2024(003):000.
- [5] 强强,孙梓智,姚顺森.火力发电厂集控运行节能降耗技术措施分析[J].水利电力技术与应用, 2024, 6(11):148-150.