

火力发电厂热动系统节能优化措施

荣 帅

江西赣能股份有限公司丰城电厂 江西 宜春 331100

摘 要: 本文聚焦火力发电厂热动系统节能优化, 阐述其核心原则为“减损耗、提效率、稳运行”。从核心设备看, 锅炉通过燃烧调整、受热面优化等节能; 汽轮机从通流、密封等方面优化; 发电机在励磁、运行负荷分配上节能。系统运行调控方面, 负荷分配、运行参数、变工况运行优化可提升能源利用率。换热系统与管道中, 换热设备、管道系统、冷凝水回收利用的优化能减少能量损耗。通过多方面措施, 实现热动系统节能降耗, 推动火力发电厂可持续发展。

关键词: 火力发电厂; 热动系统; 节能优化措施

引言: 火力发电厂作为能源消耗大户, 其热动系统的节能优化对于提高能源利用效率、降低运营成本以及减少对环境的影响至关重要。热动系统涵盖锅炉、汽轮机、发电机等核心设备, 以及换热系统、管道系统等关键环节, 各部分相互关联、相互影响。在能源需求持续增长、环保要求日益严格的背景下, 对火力发电厂热动系统进行全面、深入的节能优化研究, 探索科学有效的节能措施, 不仅是电力企业提升自身竞争力的内在需求, 更是实现能源可持续发展的必然要求。本文将围绕热动系统节能优化的核心原则, 从核心设备、系统运行调控、换热系统与管道等方面, 详细阐述一系列节能优化措施。

1 热动系统节能优化的核心原则

火力发电厂热动系统的节能优化工作极具复杂性与关键性, 必须严格遵循“减损耗、提效率、稳运行”的核心原则开展。(1) 从理论根基来讲, 能量守恒定律是热动系统节能优化的根本依据。在热动系统运行期间, 能量按照既定规律进行转换、传输与利用。我们需聚焦系统内能量流转的完整流程, 对每个环节展开深入且精细的分析, 精准定位各类能量损耗的具体位置。在能量转换环节, 设备老化会使部件性能下降, 技术落后则无法充分挖掘能量转换潜力, 进而导致转换效率低下, 造成能量损失; 在能量传输环节, 管道保温性能不佳, 热量会通过管壁向外界环境散失, 布局不合理则会增加能量传输的路径和阻力, 导致能量大量散失。(2) 明确损耗环节后, 优化方案的选择至关重要。要优先选用技术成熟、改造难度适中且节能效益显著的方案。技术成熟表明该方案历经实践检验, 具备高可靠性与稳定性, 能有效降低实施风险; 改造难度适中可确保在现有技术条件、人力物力资源下顺利推进, 避免因改造难度过大而延误工程进度、增加成本投入; 节能效益显著是方案的核心价值所在, 只有能带来明显节能效果, 才具备实际

应用与推广的意义。(3) 优化过程中要始终兼顾系统运行的稳定性与安全性。不能因过度追求节能效果而影响设备正常运行和生产的连续性, 否则可能引发设备故障、生产中断等严重问题, 造成更大损失。需确保节能措施具备可行性与长效性, 通过科学合理的规划与严谨细致的实施, 实现能耗降低与运行稳定的协同提升, 为火力发电厂的可持续发展筑牢坚实基础^[1]。

2 核心设备节能优化措施

2.1 锅炉设备节能优化

锅炉在火力发电厂热动系统中承担着热能产生的关键任务, 其节能优化工作至关重要, 核心在于降低燃料燃烧损耗与热量散失。(1) 在燃烧调整方面, 需精准把控燃料与空气的配比。依据燃料的特性以及锅炉的运行工况, 通过先进的燃烧控制系统, 动态调整送风量, 使燃料能够充分燃烧, 最大程度减少未完全燃烧损失。同时, 合理降低过量空气系数, 避免过多的冷空气进入炉膛, 从而有效降低排烟热损失, 提升燃烧效率。(2) 对于锅炉受热面, 要加强维护与优化工作。制定科学合理的清灰、除渣计划, 定期对受热面进行清理, 防止积灰、结渣现象影响换热效率。积极采用新型高效受热面材料, 这些材料具有更好的传热性能, 能够增强受热面的吸热能力, 减少锅炉本体的散热损失。(3) 优化锅炉给水处理工艺也不容忽视。严格控制给水硬度, 通过有效的水处理手段降低水中杂质含量, 减少锅炉结垢的可能性, 确保受热面传热顺畅, 进而降低锅炉的整体能耗, 实现节能目标^[2]。

2.2 汽轮机设备节能优化

汽轮机在热动系统中是将热能转化为机械能的关键设备, 其节能优化意义重大, 核心在于降低内部能量损耗与泄漏损失。(1) 在通流部分优化上, 需对叶片造型和通道设计进行改进。借助先进的流体力学分析与数值

模拟技术,精准设计叶片的型线,使其与蒸汽流动特性高度匹配,减少蒸汽在通流过程中因与叶片表面摩擦而产生的摩擦损耗。同时,优化通道的几何形状,消除局部的涡流区域,降低涡流损耗,从而提升蒸汽的做功效率,让更多的热能转化为机械能。(2)密封性能优化也至关重要。采用新型高效密封结构,如刷式密封等,增强对蒸汽的密封效果,有效减少轴端泄漏和级间泄漏。这能避免大量蒸汽在未充分做功的情况下逸出,防止蒸汽能量的无谓浪费。(3)优化汽轮机的启停和运行调整。依据汽轮机的特性曲线,合理控制进汽参数,如压力和温度,确保汽轮机始终在最佳工况下运行,降低变工况运行带来的额外能量损耗,在延长设备使用寿命的同时,进一步提升节能效果。

2.3 发电机设备节能优化

发电机在火力发电厂热动系统中承担着将机械能转化为电能的关键任务,其节能优化对于提升整体能源利用效率意义重大,核心在于降低发电过程中的能量损耗。(1)励磁系统是发电机运行的关键环节,优化励磁系统至关重要。采用高效励磁装置,这类装置具备更先进的控制技术和更高的能量转换效率,能够显著减少励磁过程中的能量损耗,提升励磁效率,为发电机的稳定运行提供更有力的支持。(2)定子和转子的维护工作也不容忽视。定期清理绕组积尘,防止灰尘堆积影响散热,导致绕组温度升高而增加能量损耗。同时,仔细检查绕组绝缘性能,及时发现并处理绝缘老化、破损等问题,避免因绝缘故障引发漏电等现象,进一步降低能量损耗。(3)合理优化发电机的运行负荷分配。依据发电机的性能曲线,确保发电机在额定负荷附近稳定运行,避免长时间低负荷运行导致效率下降,从而降低发电机自身的能耗,提高电能转化效率,实现节能目标。

3 系统运行调控节能优化措施

3.1 负荷分配优化

在火力发电厂热动系统运行中,负荷分配优化对于提升能源利用效率、降低能耗起着至关重要的作用。由于热动系统内各机组在设计结构、制造工艺以及运行年限等方面存在差异,导致其运行特性与效率曲线各不相同。为此,需借助专业的数据分析工具和模型,深入剖析各机组的运行特性,依据精确绘制的效率曲线,对机组间的负荷分配展开科学且细致的优化。(1)精准的负荷分配能够避免部分机组长期在低负荷、低效率的工况下运行,确保每台机组都在最佳效率区间稳定工作,实现能源的高效转化。同时,结合电厂实际的发电负荷需求,构建动态调整机制,依据不同时段、不同工况下负

荷的实时变化,及时、合理地调整各机组的出力。(2)这样既能减少因负荷分配不均衡引发的能量浪费,又能降低机组的启停频率。要知道,频繁启停机组不仅会消耗大量能量,还会加速设备磨损,通过优化负荷分配减少启停次数,可进一步降低启停能耗,提升热动系统整体运行效率^[3]。

3.2 运行参数优化

在火力发电厂热动系统运行过程中,对关键运行参数(温度、压力、流量)展开优化调控,是实现节能增效的关键举措,必须保证各参数始终处于最佳设定范围。(1)针对锅炉出口蒸汽参数,在充分考量设备安全与性能边界的前提下,适当提高蒸汽压力和温度意义重大。较高的蒸汽压力和温度能够大幅提升蒸汽的做功能力,让蒸汽在后续进入汽轮机等设备时,可以更充分地释放蕴含的能量,有效减少在传输以及做功环节因能量转换不充分而造成的损耗。(2)汽轮机进汽和排汽参数的优化同样关键。精准合理地控制排汽压力,能够显著降低汽轮机末级的能量损失,进而提高汽轮机的内效率,使汽轮机在运行过程中能够更高效地将热能转化为机械能。(3)给水温度和凝结水温度的优化也不容小觑。通过科学调整相关设备和运行方式,提升回热系统效率,能让低温热量得到更充分的回收与利用,减少低温热量损失,实现系统能量的合理分配与高效利用,提升热动系统整体运行经济性与节能效果。

3.3 变工况运行优化

火力发电厂常面临负荷波动较大的状况,优化热动系统变工况运行策略对减少能量损耗意义重大。(1)当系统负荷出现变化时,需迅速且精准地动态调整锅炉燃烧负荷、汽轮机进汽量等关键参数。若参数调整滞后,会导致热动系统效率大幅下降,造成不必要的能量浪费。因此,要建立高效的参数调整机制,确保参数能及时跟随负荷变化。(2)采用变压运行模式是提升变工况运行效率的有效手段。依据负荷的实时变动,合理调整汽轮机进汽压力,让汽轮机在变负荷工况下依然能维持较高的运行效率,降低能量损耗。(3)还需优化辅助设备的运行状态。根据主设备负荷的变化,科学调整辅助设备的出力,避免辅助设备在低负荷时仍保持高功率运行,造成能源的无效消耗,实现辅助设备能耗与主设备负荷的精准匹配,提升系统整体节能效果^[4]。

4 换热系统与管道节能优化措施

4.1 换热设备节能优化

在火力发电厂热动系统里,换热器(如省煤器、空气预热器、冷凝器等)作为热量回收与利用的关键设备,

其节能优化工作极为重要,核心在于提高换热效率、降低换热损失。(1)定期开展换热器的清洗与维护工作十分必要。在长期运行过程中,换热管内外易积累大量积垢和杂物,若不及时清理,会导致换热管堵塞,使换热热阻增大,进而造成换热效率显著下降。(2)优化换热器的结构设计是提升换热性能的重要途径。采用高效换热元件,像波纹管、波纹管等,这些元件能够增大换热面积,增强流体在换热过程中的湍流程度,有效提升传热系数。(3)合理控制换热器的进出口参数也至关重要。精确优化换热介质的流量和流速,防止出现流量不足使换热不充分,或流速过快导致流体在换热器内停留时间过短的情况,确保热量能够得到充分回收和高效利用,实现节能目标。

4.2 管道系统节能优化

在热动系统中,管道系统承担着热量传输的关键任务,其节能优化对于提升整体能源利用效率至关重要,核心在于降低散热损失与阻力损失。(1)为减少散热损失,需强化管道的保温防护措施。选用导热系数低、保温性能卓越的高效保温材料,依据管道内介质的温度、流量等参数,精准优化保温层厚度,确保管道表面温度与环境温度差值处于合理范围,避免因管道表面散热造成大量热量无谓损失。(2)合理设计管道布局也是节能的关键。在满足工艺要求的前提下,尽可能缩短管道长度,减少不必要的弯头、阀门数量。弯头和阀门会增加介质流动的局部阻力,导致能量损耗增大,优化布局可有效降低管道阻力,减少介质在流动过程中的能量消耗。(3)要定期对管道系统进行密封性检查,运用先进的检测技术,及时发现并修复管道泄漏点,防止介质泄漏造成能量浪费,保障管道系统始终处于高效、稳定的运行状态。

4.3 冷凝水回收利用优化

热动系统运行过程中,冷凝水蕴含大量余热,合理回收利用这部分冷凝水,对减少热量损失与水资源消耗意义重大。(1)要优化冷凝水回收系统。采用密闭式回收方式,相较于开放式回收,能最大程度避免冷凝水与空气直接接触,防止热量因对流和辐射而散失,同时降

低水质被污染的风险,保证回收冷凝水的品质。(2)应将回收的冷凝水优先用于锅炉给水。这不仅能减少锅炉的补水量,降低水处理成本,还可充分利用冷凝水的余热来提升锅炉给水温度。锅炉给水温度升高后,锅炉加热所需消耗的燃料量会相应减少,进而降低能源消耗。(3)优化冷凝水泵的运行调控也十分关键。根据冷凝水的实际产量,动态调整水泵的出力,避免水泵长期处于高负荷或低效率运行状态,减少水泵自身的能耗,提高整个冷凝水回收利用系统的经济性,实现热动系统节能降耗的目标^[5]。

结束语

火力发电厂热动系统的节能优化是一项长期且系统的工程,涉及多个设备和环节,需要综合运用多种技术手段和管理方法。通过遵循“减损耗、提效率、稳运行”的核心原则,对核心设备、系统运行调控以及换热系统与管道等方面实施全面且细致的节能优化措施,能够有效降低热动系统的能源消耗,提高能源利用效率,减少污染物排放,实现火力发电厂的经济效益与环境效益的双赢。在未来的发展中,随着技术的不断进步和创新,热动系统节能优化将迎来更多的机遇和挑战。电力企业应持续关注行业动态,积极引入新技术、新方法,不断完善节能优化体系,为推动火力发电行业的绿色、可持续发展做出更大贡献。

参考文献

- [1]胡德东.火力发电厂发电机组集控运行技术研析[J].电力设备管理,2025(22):80-82.
- [2]王硕.火力发电厂集控运行节能降耗技术措施探析[J].电力设备管理,2025(21):240-242.
- [3]张余辉.火力发电厂生产现状及降耗优化措施分析[J].中国设备工程,2025(23):89-91.
- [4]杨文凯.火力发电厂热控自动化控制设备的调试和安装[J].造纸装备及材料,2023(06):42-44.
- [5]贾彦伏.火力发电厂的热力系统节能措施优化[J].电子技术(上海),2021,50(08):254-255.