

汽轮机抽汽供热系统的节能潜力挖掘与降耗措施研究

闫卫宾

国能亿利能源有限责任公司电厂 内蒙古 鄂尔多斯 014300

摘要: 汽轮机抽汽供热系统在能源利用中地位关键。本文深入剖析系统核心构成与工作原理,挖掘抽汽参数匹配、负荷调节、组件效率及热量损失等环节节能潜力。分析抽汽参数、负荷波动、组件老化等因素对能耗的影响。提出抽汽参数优化、负荷动态调节、组件维护升级、热量损失控制回收及运行调控优化等降耗措施。通过全面研究,为提升系统能源利用效率、降低能源消耗提供有效策略,助力供热行业可持续发展。

关键词: 汽轮机抽汽供热系统; 节能潜力; 能耗影响因素; 降耗措施

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,汽轮机抽汽供热系统作为重要的能源利用方式,其节能降耗意义重大。该系统通过汽轮机抽汽实现供热,兼具发电与供热功能,能有效提高能源综合利用率。然而,实际运行中存在抽汽参数不合理、负荷波动大、组件效率低、热量损失多等问题,导致能源浪费。深入研究系统节能潜力挖掘与降耗措施,对优化系统运行、降低运营成本、减少环境污染具有迫切的现实需求。

1 汽轮机抽汽供热系统核心构成与工作原理

1.1 汽轮机抽汽供热系统核心组件

汽轮机抽汽供热系统核心组件围绕抽汽、供热、调控三大核心功能搭建,各组件协同运行保障系统稳定输出。汽轮机作为核心动力组件,承担蒸汽做功与抽汽供给双重作用,通过内部转子转动将蒸汽热能转化为机械能,同时依据供热需求从不同压力级抽取蒸汽^[1]。抽汽调节组件负责控制抽汽量与抽汽压力,精准调节蒸汽抽取速度与流量,适配不同工况下的供热需求,避免抽汽波动影响系统运行。换热组件是供热传递的关键,将抽取的蒸汽热量传递给供热管网中的循环水,完成热能转换后将冷却后的凝结水回收利用。凝结水回收组件用于收集换热后的凝结水,经过过滤、除氧处理后输送至锅炉重新加热,形成蒸汽循环。调控监测组件实时捕捉系统各环节运行状态,反馈抽汽压力、温度、流量等关键参数,为系统调节提供数据支撑。

1.2 汽轮机抽汽供热系统工作流程

汽轮机抽汽供热系统工作流程遵循蒸汽循环与热量传递的核心逻辑,整体流程紧凑且衔接顺畅。锅炉产生的高温高压蒸汽首先进入汽轮机,推动汽轮机转子转动做功,带动发电机发电或驱动其他机械运行。在蒸汽做功过程中,根据供热需求,从汽轮机合适压力级抽取部分蒸汽,抽汽经调节组件调控后输送至换热组件。进入

换热组件的抽汽与供热管网中的循环水进行热交换,释放热量后的蒸汽冷凝为凝结水,流入凝结水回收组件进行处理。处理后的凝结水重新输送回锅炉,再次加热生成高温高压蒸汽,完成蒸汽循环。同时,换热后的循环水温度升高,通过供热管网输送至用户端,满足采暖、生产等供热需求,换热降温后的循环水回流至换热组件,形成供热循环。

1.3 汽轮机抽汽供热系统核心运行特性

汽轮机抽汽供热系统核心运行特性体现在联动性、适配性与节能性三个方面。联动性表现为各组件、各流程紧密关联,蒸汽做功与抽汽供热相互影响,某一环节运行状态变化会直接传导至整个系统,需保障各部分协同联动。适配性体现为系统可根据供热负荷与工况变化,灵活调节抽汽参数与抽汽量,既能满足不同用户的供热需求,又能兼顾汽轮机做功效率,实现供热与发电的协同调节。节能性是系统核心特性之一,通过凝结水回收循环利用,减少水资源与热能浪费,降低锅炉补水与加热能耗。系统运行过程中需维持抽汽压力、温度的稳定,避免参数波动导致能耗增加或供热质量下降,同时具备较强的工况适应性,可在不同负荷下稳定运行。

2 汽轮机抽汽供热系统节能潜力挖掘核心环节

2.1 抽汽参数与供热需求的匹配性潜力挖掘

抽汽参数与供热需求的匹配性是挖掘系统节能潜力的基础,参数偏差会导致能源浪费或供热不足。需结合供热负荷的动态变化,优化抽汽压力与温度的设定值,避免抽汽参数过高造成的热能损耗,同时杜绝参数过低无法满足供热需求而引发的额外能耗。通过精准监测供热端的实际需求,动态调整抽汽参数,使抽汽能量充分适配供热负荷,减少多余热能的排放与损耗,实现抽汽能量的高效利用,进一步释放系统节能空间。

2.2 系统运行负荷调节的节能潜力挖掘

系统运行负荷调节直接影响节能效果,合理的负荷调节可有效降低能源消耗^[2]。系统运行过程中,供热负荷会随季节、时段发生波动,需优化负荷调节策略,避免负荷突变带来的能耗增加。采用平缓的负荷调节方式,根据负荷变化趋势提前调整系统运行状态,使汽轮机与各辅助组件运行负荷始终处于合理区间,减少无效做功。优化负荷分配模式,协调汽轮机做功与抽汽供热的负荷比例,确保两者高效协同,在满足供热需求的前提下,最大限度降低汽轮机的能源消耗,挖掘负荷调节环节的节能潜力。

2.3 核心组件运行效率的节能潜力挖掘

核心组件运行效率是决定系统整体能效的关键,组件效率提升可直接带动系统节能。针对汽轮机,优化内部通流结构,减少蒸汽在流通过程中的损耗,提升蒸汽热能向机械能的转换效率。定期对锅炉进行维护保养,清理受热面结垢,提升锅炉吸热效率,减少燃料消耗。优化抽汽阀、加热器等组件的运行状态,减少组件自身的能量损耗,确保各核心组件均处于高效运行状态。通过提升组件运行效率,降低各环节的能量损耗,实现系统整体节能水平的提升。

2.4 系统热量损失环节的节能潜力挖掘

系统热量损失是能源浪费的主要途径,管控热量损失可有效挖掘节能潜力。管道系统的散热损失是主要热量损失来源,需加强管道保温防护,优化保温材料性能,减少蒸汽与凝结水在输送过程中的热量散失。优化加热器、凝汽器的运行工艺,减少换热过程中的热量损失,提升换热效率,充分回收利用可用余热。加强系统密封防护,杜绝蒸汽泄漏造成的热量损失,同时优化除氧器运行,减少热能消耗。通过全面管控各热量损失环节,降低无效能量损耗,进一步挖掘系统节能潜力,提升系统能源利用效率。

3 汽轮机抽汽供热系统能耗影响因素分析

3.1 抽汽参数对系统能耗的影响

抽汽参数是影响系统能耗的关键因素,抽汽压力与温度的不合理设定会直接增加能源消耗。抽汽压力过高时,蒸汽在供热环节无法充分释放热能,多余热能会随凝结水流失,导致能源浪费且增加后续处理能耗。抽汽压力过低则无法满足供热负荷需求,需额外消耗能源提升蒸汽参数,间接增加系统整体能耗。抽汽温度偏离合理范围同样会影响能耗,温度过高会加剧管道散热损失,温度过低则会降低换热效率,迫使系统增加蒸汽供应量以弥补热量不足,进一步提升能耗水平。

3.2 运行负荷波动对系统能耗的影响

运行负荷波动会破坏系统运行的稳定性,进而影响能耗水平。供热负荷随季节更替、时段变化出现起伏,负荷突变会导致系统运行参数失衡,汽轮机与辅助组件需频繁调整运行状态,增加无效做功^[3]。负荷长期处于偏低区间时,系统设备无法达到额定运行效率,单位供热能耗会显著上升;负荷长期偏高则会导致组件超负荷运行,加剧能量损耗,同时缩短组件运行寿命,间接增加维护与能耗成本。负荷波动幅度越大,系统能耗控制难度越高,能源浪费现象越突出。

3.3 核心组件磨损与老化对能耗的影响

核心组件长期运行会出现磨损与老化现象,直接降低运行效率并增加能耗。汽轮机叶片磨损会破坏通流结构,导致蒸汽泄漏与能量损耗,降低热能向机械能的转换效率,需消耗更多燃料维持运行参数。锅炉受热面老化会降低吸热能力,燃料燃烧产生的热能无法充分被蒸汽吸收,部分热能直接排放造成浪费。抽汽阀磨损会影响调节精度,导致抽汽参数不稳定,加剧能耗波动。加热器、凝汽器等组件老化会降低换热效率,余热回收不充分,进一步提升系统整体能耗。

3.4 热量传输与回收环节对能耗的影响

热量传输与回收环节的效率不足会造成大量热能损失,直接推高系统能耗。管道保温性能下降会导致蒸汽在输送过程中散热严重,尤其在低温环境下,热量损失更为明显,需额外产生蒸汽弥补损失。管道密封不严会出现蒸汽泄漏,不仅浪费热能,还会迫使系统增加蒸汽产量,提升能耗。加热器换热效率不足会导致抽汽余热无法充分回收,凝结水温度偏低,锅炉需消耗更多能源加热给水。凝汽器冷却效果不佳会影响工质循环效率,增加汽轮机排汽损失,间接提升系统能耗。

3.5 运行调控方式对系统能耗的影响

运行调控方式的合理性直接决定系统能耗控制效果,不科学的调控会加剧能源浪费。调控策略滞后会导致系统无法及时适应负荷变化,出现参数失衡,增加无效能耗。调控精度不足会使抽汽参数、负荷分配偏离最优区间,无法实现能源高效利用。缺乏系统性的调控规划,仅关注单一组件运行状态,忽视各组件协同效应,会导致系统整体运行效率下降。合理的运行调控可实现各环节参数精准匹配,优化能量分配,减少无效损耗,反之则会显著提升系统能耗。

4 汽轮机抽汽供热系统降耗具体措施

4.1 抽汽参数优化与调控措施

抽汽参数优化与调控是实现系统降耗的关键举措,需依托精准的参数监测技术,实时捕捉供热负荷与抽汽

参数的变化规律,打破传统固定参数运行模式的局限。结合不同时段、不同工况下供热需求的细微差异,科学优化抽汽压力与温度的基准值,精准把控参数调整幅度,避免抽汽参数偏高造成的热能无效浪费,杜绝参数偏低无法满足供热需求而引发的额外能源消耗。引入高精度调控技术与智能监测设备,提升抽汽阀的调节灵敏度与精度,实现抽汽参数随供热负荷的动态自适应调整,让抽汽能量充分适配实际供热需求,最大化发挥抽汽热能的利用价值,从源头遏制能源损耗,实现系统能耗的精准管控。

4.2 系统负荷动态调节降耗措施

针对运行负荷波动带来的能耗增加,需制定科学的负荷动态调节措施,实现负荷平稳过渡与合理分配。建立负荷预测机制,结合季节变化、时段差异,提前预判负荷波动趋势,提前调整系统运行状态,避免负荷突变导致的无效做功^[4]。优化负荷调节节奏,采用渐进式调节方式,使汽轮机与各辅助组件逐步适配负荷变化,维持设备在额定效率区间运行。协调汽轮机做功与抽汽供热的负荷分配,在满足供热需求的前提下,优化能量分配比例,降低整体能耗。

4.3 核心组件维护与升级降耗措施

核心组件的良好运行状态是系统降耗的基础,需建立完善的组件维护与升级体系,从日常养护与技术升级两方面提升组件运行效率。定期对汽轮机进行全面检修与养护,清理叶片表面的积灰、结垢与杂物,修复叶片磨损部位,优化内部通流结构,减少蒸汽在流通过程中的泄漏与损耗,提升蒸汽热能向机械能的转换效率。加强锅炉日常维护,定期清理受热面结垢,检查受热面完好性,提升锅炉吸热能力,减少燃料燃烧后的热能浪费。对运行年限较长、老化严重、效率偏低的抽汽阀、加热器、凝汽器等组件进行升级替换,选用高效节能型组件,降低组件自身能量损耗。建立组件运行实时监测体系,及时发现组件运行异常并快速处理,确保各核心组件长期处于高效稳定的运行状态。

4.4 热量损失控制与回收降耗措施

强化热量损失控制与余热回收,可有效降低系统无效能耗。升级管道保温设施,选用高性能保温材料,完善保温结构,减少蒸汽与凝结水在输送过程中的散热损

失。加强管道密封检修,及时排查并处理泄漏点,杜绝蒸汽泄漏造成的热能浪费。优化加热器、凝汽器的运行工艺,提升换热效率,充分回收抽汽余热与排汽余热,用于提升锅炉给水温度,减少锅炉加热能耗。优化余热回收流程,实现余热的分级利用,最大化挖掘余热回收的降耗潜力。

4.5 系统运行调控优化降耗措施

优化系统运行调控方式,可实现各环节协同降耗,提升整体节能效果。完善调控体系,摒弃滞后的调控策略,建立实时响应机制,及时适配负荷与参数变化,避免参数失衡引发的能耗增加。提升调控精度,采用智能化调控技术,实现抽汽参数、负荷分配的精准控制,确保系统运行在最优区间。制定系统性调控规划,兼顾各组件协同运行,优化整体运行逻辑,减少单一组件低效运行带来的能耗浪费^[5]。定期优化调控方案,结合系统运行数据,调整调控参数,持续提升调控的科学性与降耗效果。

结束语

汽轮机抽汽供热系统节能潜力挖掘与降耗措施研究,对提升能源利用效率意义深远。通过对系统多方面分析,明确了节能潜力挖掘方向与能耗影响因素。所提出的抽汽参数优化、负荷动态调节等降耗措施,从技术、管理等多层面入手,为系统节能降耗提供了可行方案。实施这些措施,可有效降低系统能耗,减少资源浪费,推动汽轮机抽汽供热系统向高效、节能方向发展,实现能源的合理利用与可持续发展。

参考文献

- [1]潘广强,隋鑫,刘建军,等.汽轮机抽汽辅助调频技术在智能供热系统中的应用研究[J].电力设备管理,2024(11):243-245.
- [2]单洪基.典型燃煤电站供热抽汽系统优化改造及性能分析[J].自动化应用,2024,65(18):15-18.
- [3]方亚雄,陈辉,吴影.新型燃煤电厂热电联产系统节能优化分析[J].节能,2025,44(1):14-17.
- [4]李晓波,俎海东.基于汽轮机本体热力系统优化与节能[J].热力发电,2023,50(10):78-86.
- [5]刘晨.锅炉汽轮机节能及运行管理探讨[J].现代工业经济和信息化,2023,13(11):99-101.