

发电厂汽轮机节能改造新技术的应用

王志超

国家电投阜新发电有限责任公司 辽宁 阜新 123000

摘要: 发电厂汽轮机节能改造对于提升能源利用效率、降低运营成本意义重大。本文首先指出发电厂汽轮机运行存在通流部分效率低、汽封泄漏严重、控制系统落后、余热利用不足等能耗问题。接着介绍汽轮机节能改造新技术,包括通流部分、汽封、控制系统优化及余热利用技术,并阐述其原理与应用效果。随后强调汽轮机节能改造新技术应用的关键要点,涵盖改造方案制定、设备选型、施工管理以及调试与验收等方面,以保障改造工作顺利推进,实现汽轮机节能增效目标。

关键词: 发电厂; 汽轮机; 节能改造; 新技术应用

引言

在能源需求持续增长与节能减排要求日益严格的当下,发电厂汽轮机作为能源转换的关键设备,其运行能耗问题备受关注。当前汽轮机运行存在通流部分效率低、汽封泄漏严重、控制系统落后、余热利用不足等能耗问题。为提升汽轮机运行效率、降低能耗,一系列节能改造新技术应运而生。本文将深入探讨这些新技术及其应用,并阐述汽轮机节能改造新技术应用在改造方案制定、设备选型等方面的关键要点。

1 当前汽轮机运行中存在的能耗问题

(1) 通流部分效率低。汽轮机通流部分包含喷嘴、动叶等部件,其效率对整体效率影响重大。长期运行过程中,通流部分因磨损、腐蚀等因素,流道出现变形,导致蒸汽流动损失增加,效率降低。同时,原设计通流部分可能存在不合理情况,如叶片型线、级间匹配等方面存在问题,影响通流效率。(2) 汽封泄漏严重。汽封作为防止蒸汽泄漏的关键部件,在实际运行中容易发生磨损、老化现象,导致汽封间隙增大,蒸汽泄漏量增多。高中压缸轴端汽封和隔板汽封泄漏的蒸汽,不仅降低汽轮机效率,造成能源浪费,还可能对安全运行产生不利影响,引发轴向推力增大、振动加剧等问题。(3) 控制系统落后。部分发电厂汽轮机控制系统采用传统模拟控制技术,存在控制精度低、响应速度慢、自动化程度不高等问题。在汽轮机运行过程中,不能根据负荷变化及时调整参数,无法实现最优工况运行,进而降低效率^[1]。(4) 余热利用不足。汽轮机运行过程中会产生大量余热,如排汽余热、冷却水余热等。但许多发电厂对余热利用不充分,多数余热直接排放到环境中,造成能源浪费。若能对余热进行有效回收利用,用于供热、制冷、发电等方面,可显著提高能源利用效率,降低发电成本。

2 汽轮机节能改造新技术

2.1 通流部分改造技术

通流部分改造技术着重对汽轮机的喷嘴、动叶等核心部件开展重新设计与更换工作,其原理在于优化流道形状,改善蒸汽在通流部分的流动特性,降低蒸汽流动时的能量损耗,进而提升通流部分整体效率。同时,运用先进的叶片制造工艺与优质材料,增强叶片强度和耐磨性能,有效延长叶片使用寿命,减少因叶片损坏引发的停机维修次数。从实际应用效果来讲,通流部分改造后汽轮机通流效率提升显著,通常能提高3%—5%。这一提升带来多方面积极效应,在能源利用上,可降低发电煤耗,提高能源利用效率,减少煤炭等一次能源消耗,缓解能源供应压力;在汽轮机运行方面,能提高汽轮机出力,使其运行中输出更多功率,增加发电量以满足日益增长的用电需求。对于发电厂而言,降低发电煤耗可直接削减运营成本,提高发电量能提升发电效益,增强其在能源市场的竞争力。从宏观能源利用角度,此技术有助于提高整个电力行业能源利用效率,减少能源在生产、传输和使用过程中的浪费,对实现节能减排目标有积极推动作用,能促进能源朝着可持续利用与发展的方向稳步迈进,保障能源供应的安全与稳定。

2.2 汽封改造技术

汽封改造技术作为汽轮机节能改造的关键技术之一,其技术原理是采用蜂窝汽封、刷式汽封等新型汽封结构与材料。蜂窝汽封依靠蜂窝状结构形成大量小汽室,蒸汽进入后产生涡流,使流动阻力增大,从而减少蒸汽泄漏;刷式汽封则利用密集刷丝与转子间的微小间隙阻止蒸汽泄漏,具有密封效果好、适应性强等优势,可满足不同工况下的密封需求。在应用效果方面,汽封改造成效十分显著,改造后能有效降低汽轮机汽封泄漏量,提

升汽轮机效率,其中高中压缸的轴端汽封和隔板汽封改造后,蒸汽泄漏量通常可降低50%—70%,既减少了能源浪费,又提高了能源利用效率^[2]。而且,汽封改造对汽轮机运行安全性有积极影响,能改善轴向推力和振动情况,让轴向推力处于合理范围,避免因推力过大损坏汽轮机部件,同时改善振动可降低设备故障风险,延长汽轮机使用寿命,减少运行维护成本,保障汽轮机稳定高效运行,为发电厂带来更好的经济效益和社会效益。

2.3 控制系统优化技术

控制系统优化技术的核心在于将传统模拟控制系统升级为数字电液控制系统(DEH)或分散控制系统(DCS)。升级后的系统运用先进的控制算法与软件,实现了对汽轮机的精确控制与自动化运行。它能实时监测汽轮机的压力、温度、转速等关键运行参数,依据负荷变化自动调整进汽量、转速等参数,确保汽轮机始终处于最优工况,有效提升了能源利用效率。优化后的控制系统优势显著,汽轮机的控制精度大幅跃升,能够精准遵循设定值运行;响应速度明显加快,可迅速响应负荷变化,更好地适应不同工况,进而提高了汽轮机的运行效率。此外,数字控制系统具备远程监控功能,运行人员可在控制室实时掌握汽轮机运行状态,无需现场巡查;强大的故障诊断功能可及时发现运行问题,快速定位故障部位并分析原因,便于及时处理,减少了非计划停机时间。这不仅保障了汽轮机的稳定运行,降低了运行维护成本,提高了发电厂的经济效益,对推动整个电力行业向自动化、智能化方向发展也具有深远意义。

2.4 余热利用技术

排汽余热利用常用低真空供热技术,该技术把汽轮机排汽直接引入热网加热器,让排汽与采暖供水热交换,加热后的水用于供暖实现热电联产,充分利用原本可能浪费的排汽余热。冷却水余热利用方面,热泵技术是主流。热泵从低温冷却水中吸收热量,经压缩等流程提升温度,提取的余热冬季用于供热满足建筑物采暖需求,夏季驱动制冷设备制冷。从应用效果看,余热利用技术实现能源梯级利用,大幅提高能源利用效率。低真空供热技术可替代部分锅炉供热,减少煤炭消耗,降低煤炭燃烧产生的污染物排放,对环境保护有益。通过减少对传统锅炉供热的依赖,在能源供应结构上做出优化调整,从源头上控制污染物的产生。热泵技术使冷却水余热不再闲置,充分挖掘其能源潜力,降低供热或制冷能耗,减少能源成本支出。该技术通过高效回收和利用冷却水中的低品位热能,将其转化为可用的高品位热能,提高了能源的整体利用水平^[3]。余热利用技术从多个方面为汽轮机

运行的经济性与环保性提供坚实保障,在提升能源利用效率的同时,降低运行成本和对环境的影响,推动汽轮机运行向更加高效、环保的方向发展。

3 汽轮机节能改造新技术应用的关键要点

3.1 改造方案的制定

(1) 全面评估汽轮机现状。制定汽轮机节能改造方案前,需对汽轮机开展全面评估。涵盖运行状况,了解其在不同工况下的运行参数和稳定性;查看设备老化程度,明确各部件的磨损、腐蚀等情况;分析能耗情况,掌握能源消耗的关键环节与数据。通过热力性能试验,获取汽轮机热效率、功率等热力参数;进行振动分析,判断设备振动是否在合理范围;实施金属监督,了解金属部件的组织结构和性能变化。借助这些手段获取详细数据,为改造方案制定提供坚实依据。(2) 确定改造目标和指标。依据评估结果以及企业的节能要求,明确汽轮机节能改造的目标和指标。目标可从提升汽轮机整体性能、降低能源消耗等方面设定,指标则需具体量化,如提高通流效率的具体数值、降低汽封泄漏量的程度、降低发电煤耗的幅度等。清晰明确的改造目标和指标,能为改造方案的制定指明方向,确保改造工作具有针对性,进而保障改造效果达到预期。(3) 选择合适的改造技术。结合汽轮机的实际情况和改造目标,挑选适宜的节能改造新技术。要综合考虑多方面因素,包括技术的先进性,确保能提升汽轮机性能;技术的可靠性,保障改造后设备稳定运行;技术的经济性,保证具有良好的投资回报率,使改造投入与产出达到合理平衡,满足汽轮机运行要求。

3.2 设备选型

在优质设备选择上,设备质量直接关乎改造能否成功,所以要挑选信誉良好且具备完善质量保证体系的设备供应商。对于所选用设备,像新型喷嘴、动叶、汽封这类关键部件,其设计与制造过程必须严格依照相关标准与规范执行。这些设备须具备较高的性能指标以及可靠性,在汽轮机长期运行过程中能够保持稳定状态,最大程度减少故障发生的可能性。如此一来,才能有效提升汽轮机的节能效果,提高其运行效率,降低能源消耗,为企业节省运营成本。在设备兼容性方面,改造设备必须与原汽轮机设备实现良好匹配。若兼容性存在问题,会引发一系列不良后果,如安装时出现困难、运行过程中不稳定、整体效率降低等。因此,在设备选型过程中,要与供应商进行充分且深入的沟通^[4]。详细了解设备的技术参数、接口尺寸、安装要求等关键信息,依据这些信息提前规划好改造方案。确保改造设备能够顺利安装,并且

与原设备协同工作,避免因设备不匹配而导致的改造延误或改造后无法正常运行等情况,保障整个汽轮机节能改造工作能够顺利推进,实现预期的改造目标。

3.3 施工管理

一是制定详细的施工计划。改造施工开展前,要依据改造任务和现场实际情况,精心规划施工步骤,明确各阶段施工时间节点,合理安排施工人员分工。通过科学编排施工进度,保障改造工作按预定时间完成。同时,针对施工过程中可能出现的设备故障、恶劣天气等突发情况,制定切实可行的应急预案,确保在意外发生时能迅速响应、有效处理,降低对施工进度的影响。二是加强施工质量控制。施工期间,必须严格遵循相关标准和规范操作。建立完善的质量管理体系,对施工全过程进行严密监控,从材料进场检验到每一道工序的施工,都做到有据可查、有责可究。对于关键工序和重要部位,如改造设备的安装调试,要进行重点检查和严格验收,保证设备安装精准无误、运行稳定可靠,杜绝因质量问题影响改造效果。三是确保施工安全。汽轮机节能改造施工存在高温、高压、高速等危险因素,安全是重中之重。要制定完善的安全管理制度和操作规程,对所有施工人员进行全面的安全培训,增强其安全意识和自我保护能力。在施工现场设置醒目的安全警示标志,配备齐全必要的安全防护设备,为施工人员创造安全的作业环境,保障施工过程零事故。

3.4 调试与验收

首先要开展全面调试工作,涵盖汽轮机启动、停机以及负荷调整等操作。启动调试时,密切关注汽轮机从静止到正常运转的各阶段状态,查看有无异常振动、噪声等情况;停机调试则着重观察减速停转过程是否平稳。负荷调整调试中,逐步改变负荷,监测不同负荷下汽轮

机的转速、压力、温度等参数^[5]。通过调试全面检查改造设备运行状况,依据实际情况精准调整运行参数,让汽轮机达到最佳工况。调试过程中详细记录各项数据,为后续运行维护提供参考。调试合格后,要严格按照相关验收标准进行验收,内容涉及改造设备质量是否达标、性能指标是否符合预期、运行稳定性是否良好等。只有所有验收项目均合格,汽轮机方可正式投入运行。同时,建立完整的改造档案,记录改造方案、设备选型、施工情况、调试数据等信息,为今后设备管理和维护提供有力依据。

结语

综上所述,发电厂汽轮机节能改造新技术的应用意义重大,不仅能提升能源利用效率、降低发电成本,还对节能减排和电力行业可持续发展有着积极推动作用。在应用过程中,需着重把握改造方案制定、设备选型、施工管理以及调试与验收等关键点。严格遵循这些要点,可保障改造工作顺利推进,实现预期目标,让汽轮机以更高效、稳定、环保的状态运行,为发电厂创造更大效益,助力能源领域高质量发展。

参考文献:

- [1]梁云鹏.智能化节能技术在发电厂汽轮机中的应用研究[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(4):119-122.
- [2]黄文祥.发电厂汽轮机及其辅机设备节能技术研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(8):157-160.
- [3]郭亮.发电厂汽轮机及其辅机设备节能技术要点探究[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(2):178-181.
- [4]魏久程.火电厂汽轮机真空改造技术应用[J].产品可靠性报告,2025(10):182-183.
- [5]董小龙.火力发电厂脱硫超低排放改造技术[J].中国科技期刊数据库工业A,2025(6):013-016.