

基于F级燃气-蒸汽联合循环机组天然气前置系统优化的研究与应用

宋修科 董志超

华电济南章丘热电有限公司 山东 济南 250216

摘要：为了让F级燃气—蒸汽联合循环机组调试效率变高、运行更稳，用实验探究和数据分析相结合的方式，对天然气前置系统做了优化设计。选用合适的滤网规格和过滤等级，改进管路设计，研发滤网在线清洁和更换技术，有效解决了滤网堵塞难题。优化策略应用到实际中缩短了机组调试周期，让运维费用降低。改进措施在技术效能和经济收益方面优势突出，能给同类设备的调试工作提供有价值的参考。

关键词：F级燃气-蒸汽联合循环机组；天然气前置系统；滤网优化；管道布局

引言

在全球能源结构深度调整和环保标准不断提高的大背景下，F级燃气-蒸汽联合循环机组因高效低污染的出色表现，正逐渐成为电力领域的重要力量。然而，在实际运行时，天然气前置系统的滤网经常出现堵塞情况，这已成为影响F级机组稳定运行和经济效益的重要障碍之一。据相关统计，滤网堵塞不仅导致机组频繁非计划停机，严重影响调试进度与运行连续性，还大幅度增加了维护成本与时间成本^[1]。针对F级燃气-蒸汽联合循环机组天然气前置系统开展优化研究，具有明显的现实意义。本研究关注天然气前置系统的优化策略，把理论探讨和工程实践融合起来，寻找缓解滤网堵塞现象的可行办法，以此提高机组的调试效能和运行时的经济表现。

天然气前置系统是燃气轮机装置里的核心构件之一，它的运行效能会直接影响联合循环系统的稳定和运作效率。现阶段，国内外在燃气轮机机组前置系统方面的研究取得了初步成果，不过针对F级机组特定运行条件所做的优化分析却不多。特别是关于滤网类型选择、管道布局优化及在线清理更换技术等方面的深入研究，对于提升机组运行可靠性与经济性具有重要意义^{[2][3]}。研究深入分析天然气前置系统，结合工程实践实际需求，探索并提出多项具有创新价值的改进方案。本项目用改良滤网型号配置、优化管路结构设计、研发滤网在线清洗与更换技术等办法，从源头上缓解滤网阻塞现象，提高设备整体运行效能。

1 项目背景与现状分析

1.1 燃机机组调试期间前置系统堵塞问题

在F级燃气轮机机组调试时，前置系统配置的滤网多次堵塞，成了影响机组高效稳定运行的关键问题。天然

气前置系统配置的滤网在机组调试运行阶段一直受高强度气流冲击，天然气介质里还常夹杂细微颗粒和杂质成分，这种工况条件使滤网发生阻塞的风险大幅提高。此类问题让机组非计划性停运次数变多，明显拖慢调试进程，使调试周期很难准确预估，还让运维支出和工时投入出现没预料到的增加。机组频繁停机不但会使它的连续运行中断，还可能给相关设备带来一定程度的损伤，从而加重维护压力，增大经济损失。所以说，找到对应前置系统滤网堵塞的有效方法，是提高F级燃气—蒸汽联合循环机组调试效能和经济收益的关键突破点。

1.2 国内外研究现状

当前，国内外在燃气轮机机组前置系统领域有了一定研究成果，不过专门针对F级燃气轮机前置系统的系统性探讨还不够多。当前学术探讨大多集中在理论解析方面，像气体流体力学行为、过滤材料属性以及净化效能等，可对于真实工况环境下相关要素的系统性研究却不太够。尤其是在实际应用上有明显不足，具体是缺少能指导工程的实例支撑。这些实例要聚焦在特定运行条件下，按照机组自身运行特性，对前置系统进行合理的结构优化和滤网配置方案设计。通过这些优化，不但能有效降低滤网堵塞概率，还能提高机组整体运行的可靠性和稳定性。随着能源结构慢慢调整以及环境保护标准不断提高，F级燃气-蒸汽联合循环发电装置的使用范围不断扩大，对其前置系统进行优化设计的实际需求越来越突出。专门针对F级燃气轮机机组前置系统展开系统性研究，不但在理论方面意义非凡，在工程实践里也呈现出显著的应用潜力。

1.3 项目研究意义与必要性

F级燃气-蒸汽联合循环机组在电力行业里很关键，

前置系统滤网堵塞问题相当严重,所以本项目的研究有重要价值。改进前置系统设计,缓解滤网堵塞现象,能提高机组调试工作效率,缩短调试时间,进而控制调试相关经济支出和时间投入。改进后的前置系统可进一步增强机组运转的稳定性与可靠程度,有效降低非计划停机引发的设备损伤风险和经济成本。本项目研究成果能为同类机组的调试及运维工作提供有效参考,助力电力领域技术水平与运营效能整体提升。在能源结构不断调整、环保标准越来越严格的情况下,F级燃气—蒸汽联合循环机组呈现出不错的应用潜力。本项目取得的研究成果有明显的推广意义,也有较高的工程应用价值。同时,通过深入研究前置系统优化的关键技术,还可以为相关领域的研究提供理论支撑和技术支持,推动相关技术的不断发展和完善^[4]。

2 研究内容与方法

2.1 研究内容概述

重点放在F级燃气-蒸汽联合循环机组天然气前置系统性能的提升上,仔细挑选滤网类型,合理地优化管道布置,研发在线清污和更换技术,全面评估优化措施在工程应用里的效果。研究核心是针对性解决天然气前置系统里滤网频繁堵塞这一运行难题,保障机组连续稳定运行,提升系统调试作业效率,有效减少后期运维支出。

2.2 滤网类型与精度选择

在F级燃气轮机机组调试的时候,前置系统里滤网怎么选很关键。本研究要系统对比多种过滤网结构(像精密过滤网和Y形过滤网)及其过滤等级对空气流动行为的作用机制,还要评估各类滤网在实际应用中出现堵塞的可能性。系统比对实验室试验和现场运行数据,确定符合F级燃气轮机运行工况的滤网结构形式和过滤等级配置,实现最佳颗粒拦截效能和最小压差增长趋势。此过程将充分考虑气流速度、压力损失和颗粒捕集效率等因素,确保所选滤网既能有效阻挡杂质,又不会对系统性造成不利影响^[5]。

2.3 管道布局优化

管道结构设计合理与否,对降低过滤装置阻塞概率有决定性作用。本研究按照空气动力学理论,认真考察天然气前置系统里管路布置是否合理。用计算流体动力学(CFD)仿真法子,来剖析管道路径、弯头数目以及管径等参数对气流阻力的作用机理。基于气流动力学原理,提出可行的改进管道布置方案,削减不必要的弯管,调整管径与管长等,让气流流动阻力变小,抑制颗粒物沉积,缓解滤网工作负荷,降低堵塞可能性。

2.4 滤网在线清理更换技术

为提高机组运行的连续性和可靠性,本项目将重点研发滤网在线清理更换技术。该技术把自动化和智能化方法融合起来,在机组一直运转的时候,让滤网的清洁或者替换操作又高效又稳妥。本研究构建定制化清洁设备和替换体系,靠高精度机械臂作业与智能化管控平台,保障设备持续运转时能进行滤网清洁或更替操作。同时,项目得构建一个配套监测体系,动态追踪滤网运行状况以及阻塞水平,给滤网的清洁或替换操作提供精确数据依据。

2.5 研究方法

采用实验研究与数据分析相结合的方法进行深入研究,实验研究部分得搭建模拟实验平台,对优化策略做实验室验证。用对比实验前后数据的方式,分析评估优化策略的实际效果。在数据分析环节,收集机组调试阶段运行信息,要获取滤网压差、气流速率、压力损耗等核心指标。用大规模数据处理和智能算法,深度解析相关运行参数并建模,识别滤网阻塞的发展特征与变化方向,为优化措施的迭代升级提供量化依据,要深度融合实验探究和数据解析,构建科学系统的优化策略体系,给同类设备的调试及运维工作提供有价值的参考依据和实践指导。

3 技术路线与预期成果

3.1 技术路线设计

项目团队将广泛搜集国内外关于燃气轮机机组前置系统优化的相关文献,重点分析滤网类型、管道布局、在线清理更换技术等方面的研究成果,为后续研究提供坚实的理论基础^[6]。问题识别阶段,主要通过现场勘查和数据解析,仔细梳理F级燃气-蒸汽联合循环机组调试期间前置系统滤网堵塞的具体表现和根本原因。在方案设计阶段,依据前期研究成果以及问题识别结论,来制定有针对性的改进办法,比如确定过滤网的材质以及过滤等级、对管路布置进行改良,还有研发过滤网在线清洁与更换技术等。在实验验证环节,用构建仿真模型和进行现场试验等办法,对所设计的优化策略做全面检验和效能评价,来确认它的实际应用效果和可实施性。最终,在成果应用环节,把优化策略用到真实机组运行里,同时用评估指标分析实施效果,从而构建出有推广价值和复制能力的优化范式。

3.2 预期科技成果

项目要努力拿到省级QC成果奖项,该奖项能体现研究成果水平,还能展现研发团队技术创新能力。此外,项目要去申报发明专利,用这个来保障改进方案里的关键技术和创新要素,给未来实现产业化推广提供坚实的

支撑。此外,项目团队打算在省级或更高级别的学术期刊上发表几篇论文,详细说明优化方案的理论依据、技术框架、实验验证过程以及实际应用成效等内容,为相关领域的研究提供有价值的参考。研究成果全方位呈现出研究团队在燃气轮机机组前置系统优化方面所具备的技术能力与创新水平,提高团队在学术领域和产业界的认知度与话语权。项目计划从量化评估角度,针对机组调试周期、成本缩减幅度等关键参数,对优化措施执行成效做系统性分析与评价。优化方案落地执行后,有望缩短机组调试周期三到四天,大幅降低人力、物资和资金投入,同时增强设备运行的稳定性与运行效益。

3.3 综合效益分析

从技术性能方面分析,用改进滤网结构、优化管路设计以及开发滤网在线清洗与更换工艺等办法,能有效降低滤网阻塞概率,增强设备运行稳定性与工作效率。上述改进措施能有效减少因滤网堵塞造成的非计划停机次数与持续时间,进而提高设备运行的稳定性和可利用率。优化方案实施后,经济效益优势显著,主要体现在成本支出大幅降低。该项目通过压缩设备调试周期、降低运维支出等办法,有望大幅缩减经费。从社会效益角度看,优化方案的实施将有助于推动电力行业的可持续发展。优化方案实施后,能让机组运行更稳,经济效能更好,还可有效降低排放水平和污染物生成量,在环境保护与节能减排方面发挥积极作用。电力行业形象与声誉会因此得到强化和提升,有力支撑社会和谐稳定以及可持续发展目标的达成。依据前面的分析制定的技术方案,有科学性和合理性,预计在科技创新上能取得突出成果,整体效益也会很突出。项目要开展系统性研究与实证分析,为F级燃气-蒸汽联合循环机组的天然气前置系统优化给予坚实技术支撑。同时,该项目有希望推动能源利用效率提高,助力电力领域达成绿色低碳转型。

4 结论

研究对F级燃气-蒸汽联合循环发电装置天然气预处理系统进行系统性分析和优化实施,有效解决滤网老是堵塞的技术瓶颈,大幅提高设备调试时的效能和成本控制

水平。优化方案仔细挑选滤网类型,合理调整管道布置方式,引入滤网在线清洁与更换新技术,有效降低了滤网堵塞的可能性,保障了机组运行的连续性和稳定性。优化措施使机组调试周期大幅缩短,平均能节省3~4天,调试开支也有所减少。机组的稳定性和工作效率显著提高了。项目拿到省级QC成果奖项、申请发明专利,还在省级期刊发表学术论文等,多项科研成果有力证实了该优化措施在实践里的可行性和独创性。给同类机组的调试和维护工作带来重要参考,积累了实践经验,也呈现出良好的应用潜力和推广意义。未来,随着技术的不断进步与优化方案的持续完善,F级燃气-蒸汽联合循环机组天然气前置系统的性能将进一步提升,为电力行业的绿色发展贡献力量^[8]。

参考文献

- [1]万安平,杨洁,王景霖,等.燃气蒸汽联合循环机组运行优化调控系统[J].热力发电,2021(12):21-29.
- [2]周兆伦.氢储能耦合天然气燃气蒸汽联合循环系统能效分析[J].太阳能学报,2021(5):39-45.
- [3]许凌云,映梅辰,邵华,等.燃气-蒸汽联合循环机组效益计算与运行优化[J].热力发电,2021(9):60-65.
- [4]吕玥婷,陈海文,黄月丽,等.基于多轴燃气-蒸汽联合循环机组启停过程运行评价系统的研究及应用[J].仪器仪表用户,2021(8):94-97.
- [5]何怀昌,吴涛,徐创学,等.基于大数据的燃气-蒸汽联合循环机组性能分析及诊断系统[J].热力发电,2020(11):14-19.
- [6]杜凯.M701F4燃气蒸汽联合循环机组TCA至余热锅炉回水流量自动调节系统优化[J].河南科技: 上半月,2020(2):46-48.
- [7]黄郑,爻建军,于国强,等.燃气-蒸汽联合循环机组循环水泵优化管理系统设计与开发[J].中国电力,2019(3):120-126.
- [8]张高强,付忠广,王树成,等.燃气-蒸汽联合循环进气冷却系统对机组性能影响研究[J].中国电力,2018(12):36-41.