

# 火力发电厂汽机辅机现状和优化措施分析

付火平

江西大唐国际抚州发电有限责任公司

DOI:10.32629/etd.v7i1.22212

**[摘要]** 汽机辅机是火电机组必不可少的配套装置,辅机运行平稳程度、能源利用情况能够直接左右整机电发效果与耗能标准,长期持续高负荷运转的辅机容易出现适配度差、能源损耗大、管护方式陈旧、系统联动弱等情况,会拉高发电煤耗,提升故障发生概率,此文整理辅机各类运行弊端,从设备工况、系统布置、日常管护多角度分析根源,配套给出完整优化手段,为电厂降耗提效供给可行技术依据。

**[关键词]** 火力发电厂; 汽机辅机; 运行现状; 能效优化; 设备运维

**中图分类号:** TM621.7 **文献标识码:** A

## Analysis of the Current Status and Optimization Measures for Steam Turbine Auxiliary Equipment in Thermal Power Plants

Huoping Fu

Jiangxi Datang International Fuzhou Power Generation Co., Ltd.

**[Abstract]** Steam turbine auxiliary equipment is an essential supporting component of thermal power generating units. The operational stability and energy utilization efficiency of auxiliary equipment directly affect the overall power generation performance and energy consumption of the unit. Auxiliary equipment operating continuously under high loads over extended periods is prone to problems such as poor adaptability, high energy losses, outdated maintenance practices, and weak system coordination, which can increase coal consumption for power generation and the probability of equipment failures. This paper summarizes various operational deficiencies of auxiliary equipment and analyzes their underlying causes from multiple perspectives, including equipment operating conditions, system configuration, and routine maintenance and management. Corresponding comprehensive optimization measures are proposed to provide feasible technical support for reducing energy consumption and improving efficiency in power plants.

**[Key words]** thermal power plants; steam turbine auxiliary equipment; current operating status; energy efficiency optimization; equipment operation and maintenance

### 引言

火电行业持续推进节能提效工作时,机组主机可挖掘的节能空间已经不断缩小,汽机各类配套设备优化便成为减少能耗的重要途径,泵体、换热、真空装置这类辅机承担机组水循环、冷却稳压等基础功能,多数电厂辅机存在老化、参数失调、调控滞后问题,造成能源浪费,对照现场运行情况整改设备缺陷、实施精细改造,能够有效改善机组运转水平。

### 1 汽机辅机系统概述

汽机辅机是依附于汽轮发电机组运行的辅助设备集群,是区别于汽轮机、发电机等主设备的配套系统,整体承担着机组水汽循环、压力调节、冷却散热、真空维持、热量回收等核心辅助功能,直接支撑发电机组全工况稳定运行。从设备构成来看,核心设备主要包括给水泵、循环水泵、凝结水泵、真空泵、高

低压加热器、各类冷却器等,各类设备相互配合、协同运行,构成完整的汽机辅助运行体系。不同辅机设备各司其职,泵类设备负责机组水汽介质的输送与压力调控,真空设备维持汽机系统真空环境,换热设备实现系统热量回收与温度调控,各系统工况的匹配度直接影响机组整体热效率。

从运行特性来看,汽机辅机具备连续运行、负荷联动、系统耦合的特点,多数设备需跟随主机负荷动态调整运行状态,设备启停、参数波动、工况偏移均会对主机运行稳定性产生连锁影响。相较于主设备,辅机设备数量多、分布广、运维频次高,长期连续运行下易出现性能衰减、工况失衡等问题,也是火电系统能耗损耗、故障停机的主要诱因,其运行状态直接决定机组的能耗水平与安全稳定系数<sup>[1]</sup>。

### 2 火力发电厂汽机辅机运行现状及核心问题

## 2.1 设备性能衰减, 基础运行能效偏低

长期连续服役是造成汽机辅机设备性能衰减的核心原因。各类泵体等转动辅机长期处于高速运转状态, 叶轮、轴承、密封件等核心部件会出现磨损、结垢、腐蚀等老化现象, 直接导致设备运行效率逐年下降。多数老旧机组辅机设备设计参数与当前机组调峰运行工况适配性不足, 设备额定参数偏高, 机组低负荷运行时, 辅机仍保持高参数运行状态, 产生大量无效能耗。同时, 高低压加热器、冷却器等换热类辅机设备长期运行中会出现管壁结垢、换热通道堵塞、管道腐蚀等问题, 大幅降低换热效率, 造成系统热量损耗增加, 机组循环热效率下降。此外, 部分辅机设备零部件老化后会出现密封不严、震动超标、异响、真空泄漏等问题, 不仅加剧设备自身损耗, 还会造成系统介质泄漏、压力波动、真空度异常, 进一步拉低机组整体运行经济性。

## 2.2 运行工况调控不合理, 冗余能耗损耗较大

当前多数火电厂汽机辅机运行调控模式较为固化, 普遍采用固定参数运行方式, 未能根据机组实时负荷、环境温度、系统工况进行动态适配调整, 是造成能耗冗余的主要因素。机组参与电网深度调峰时, 主机负荷大幅波动, 但配套的水泵、真空泵等辅机设备未及时同步调整运行参数, 设备出力与实际工况需求不匹配, 长期处于大出力、低效率的运行区间, 产生大量无效能耗。部分辅机设备存在启停逻辑不合理的问题, 低负荷时段多台水泵并列运行, 设备冗余出力过高, 缺乏精准的单台设备出力调控与设备启停优化机制。同时, 操作人员运行调控经验固化, 依赖传统操作模式, 对变工况下辅机最优运行参数把控不足, 精细化调控能力欠缺, 进一步加剧系统能耗损耗, 长期运行下机组供电煤耗、厂用电率居高不下<sup>[2]</sup>。

## 2.3 系统配置耦合性差, 整体运行匹配度不足

汽机配套设备相关系统存在互相牵制的运行特点, 单台设备工作状态出现偏差, 就容易带动整套辅助系统出现运行失调问题。不少老旧电厂配套设备都经过分段分批改造更新, 各类设备规格、工作参数、控制程序都存在明显区别, 整套系统整合程度偏低, 各类辅机之间、辅机和主机组之间的运行状态适配效果偏弱。其中, 凝结水泵、给水泵与高低压加温装置参数难以匹配, 容易带来水汽管路温压起伏、给水温度波动, 拉低机组循环工作效率; 真空泵组调控与汽机真空系统适配性差, 易出现真空度波动、抽吸冗余损耗等问题。同时, 部分辅机控制智能化水平不高, 各分支系统单独调节缺少协同联动功能, 工况调节存在延时问题, 难以跟上主机组快速调整负荷的工作要求, 既会拉低整套系统运行效率, 也会提升设备出现故障的可能性。

## 2.4 运维管理模式滞后, 设备损耗管控不足

传统故障维修方式依旧被多数火电厂用在汽机配套设备的运维工作里, 完整的提前养护、精细管控体系还没能搭建完成。日常运维工作仅侧重设备故障后的修复工作, 运行参数变化、性能下滑、隐藏隐患很难得到实时监测与提前判断, 微小问题会慢慢发展成设备故障, 加重部件磨损与机组停运带来的损耗。配套设备缺少专属的运行状态评判规则, 老化速度与性能下滑趋势

不能精准判定, 检修时长、检修项目统一按照固定标准落实, 时常出现检修过量或是检修疏漏的问题。现场工作人员对新式辅机、智能调控装置的操作养护水平有限, 运维相关技术更新速度跟不上设备更新节奏, 很难支撑精细化智能运维工作, 辅机整套系统平稳高效运转状态也会受到干扰。

## 3 火力发电厂汽机辅机全方位优化改进措施

### 3.1 实施设备精细化改造, 修复并提升设备性能

设备性能优化是汽机辅机降耗增效的基础, 需针对不同类型辅机的老化缺陷与运行短板, 开展精准化、针对性的改造升级, 修复设备衰减性能, 提升设备工况适配能力。针对给水泵、凝结水泵、循环水泵等转动辅机, 定期开展核心部件检测与维护, 对磨损、腐蚀、老化的叶轮、轴承、密封件进行更换, 修复设备机械性能, 降低设备运行震动与介质泄漏损耗。结合机组实际运行负荷区间, 对出力冗余过大的各类水泵设备进行参数优化与结构改造, 更换适配机组变负荷工况的高效叶轮, 优化设备流道结构, 降低设备高低负荷工况下的运行损耗, 拓宽设备高效运行区间。针对高低压加热器、各类冷却器等换热类辅机, 建立常态化清洗维护机制, 定期清理设备管壁结垢、堵塞杂质, 修复换热管路, 恢复设备换热效率, 减少系统热量损耗与给水温度偏差。针对真空泵组, 定期检测真空严密性, 修复泄漏点, 优化抽吸结构, 降低无效能耗。同时, 对老化严重、性能衰减无法修复的老旧辅机设备, 逐步替换为高效节能型设备, 新型设备依托优化的流体结构与机械设计, 能够更好适配机组调峰运行工况, 从硬件层面提升辅机系统基础运行能效, 降低长期运行能耗<sup>[3]</sup>。

### 3.2 优化动态运行调控策略, 降低系统冗余能耗

结合发电机组各类工况运行特点搭建汽轮机组配套设备动态调节体系, 摒弃以往固定参数运行方式, 让配套设备出力数值和主机负荷、现场环境条件、系统工况形成精准对应, 以此减少各类无能源消耗。首先对机组负荷范围做细分, 区分高负荷、中负荷、低负荷与深度调峰等运行状态, 结合工况数据测算各类水泵、真空泵等汽机辅机在各负荷区间的最佳运行指标, 搭建配套设备工况调节标准数据库。机组负荷产生变动时, 按照实时负荷信息灵活更改配套设备转速、出力、压力、真空度等关键指标, 防止配套设备长期满负荷运转带来能源损耗。其次调整多台配套设备同步运转控制逻辑, 多设备并联工作系统可依照机组负荷调配投运设备数量与单台设备出力, 低负荷阶段缩减设备投运台数, 提高单台设备运转效率, 缓解设备多余投运造成的能耗问题。同步统一现场操作人员调节操作步骤, 依托工况数据开展细致操作教学, 修正依靠过往经验操作产生的偏差, 提升负荷变动阶段配套设备精准调节水平。整套动态调节方案落地后, 配套设备系统可在全部运行工况下维持高效运转, 稳步压低机组厂用电消耗比例, 改善整体发电经济水平。

### 3.3 完善系统集成配置, 强化各设备工况耦合性

针对汽机辅机系统集成度低、工况匹配性不足的问题, 以系统整体最优运行为核心, 开展辅机系统集成优化与联动调控改造, 提升各子系统、各设备间的运行耦合性与适配度。一方面,

统一辅机系统运行参数标准,对差异化的老旧设备参数进行适配调整,优化水汽循环系统、真空系统、换热系统的运行逻辑,消除各子系统独立运行、工况脱节的问题。精准优化水泵与高低压加热器、冷却器的参数配比,精准调控系统给水压力、给水温度、循环水流量、系统真空度等核心指标,实现介质输送、热量交换、真空维持的高效匹配,减少系统工况失衡造成的能耗与设备损耗。另一方面,升级辅机系统联动调控逻辑,搭建主辅机组协同调控体系,让各类汽机辅机设备能够跟随主机组负荷变化同步完成参数调整、工况切换,消除调控滞后性。优化系统保护与联锁逻辑,规避单一设备工况异常引发的系统连锁波动,提升辅机系统整体运行稳定性与协同性。通过系统集成优化,打破设备独立运行壁垒,实现辅机系统整体能效最大化<sup>[4]</sup>。

### 3.4 构建精细化运维体系,延长设备运行周期

彻底革新滞后维修的老旧运维模式,搭建以设备实时工况为核心的精细化预维护体系,从源头管控设备故障损耗,延长设备服役时长,保障辅机系统长期平稳高效运转。全面落地辅机全周期状态监控机制,持续采集水泵、加热器、冷却器、真空泵等设备的温度、震动、转速、压力、流量、能耗、真空度等关键运行数据,通过数据对比分析精准识别设备性能衰退趋势与潜藏故障,提前干预各类隐患,杜绝小问题引发机组停机与额外能耗问题。优化传统固定周期检修模式,依据设备运行工况、使用年限、实际损耗程度制定差异化检修方案,精准划定检修项目与检修周期,彻底规避检修过剩、检修疏漏的问题,提升检修工作的针对性与实用性。同步完善辅机运维规章制度,细化现场巡检、数据登记、隐患排查、设备养护全流程标准,统一规范运维操作流程。针对性开展运维人员专业技能培训,重点强化新型高效辅机、智能调控设备的操作与养护技术学习,全面提升人员精细化管理与故障处置能力,为汽机辅机稳定高效运行提供充足保障。

### 3.5 融入智能调控技术,提升系统优化精准度

依托数字智能技术助力汽机辅机系统升级改造,破除人工调节、经验维保模式的固有短板,提升整套辅机系统运行调节的精准度、运转效率与智能管控水平。在设备监测环节,增设高灵

敏感应采集设备,全面采集各类汽机辅机全工况运行参数,同步实现数据智能解析、故障预判与提前预警,搭建数字化状态监测平台,让设备运维管理工作可视化、精准化。在运行调控环节,接入智能运算程序优化辅机调控逻辑,依托机组历史运行数据、实时负荷、环境工况搭建最优运行模型,可根据负荷与环境条件变化自动适配调整辅机运行参数,替代传统人工经验操作,大幅提升变工况下的设备工况适配效果。配套增设能耗分析功能模块,持续统计各类辅机、各分支系统的能耗数据,精准定位高能耗点位,为设备改造、运行策略调整提供数据支撑。智能技术的落地可全面补齐传统管控模式的不足,推动汽机辅机摆脱粗放运转模式,转向精细化、智能化高效运行,持续挖掘机组节能降耗空间<sup>[5]</sup>。

## 4 结束语

火电机组提质减耗离不开汽机辅机平稳运转,设备性能下滑,调节方式简单,系统联动薄弱,运维手段老旧都会限制机组经济运转,此文梳理辅机运行难点,从设备改良,工况调整,系统整合等方向搭建优化方案,各类精细举措能够优化辅机工作状态,削减多余能耗,减缓设备损耗,提升机组综合效益,为火电低碳运转给出实用技术参考。

## 【参考文献】

- [1]许全革.火力发电厂汽机辅机现状和优化措施分析[J].现代工业工程,2026(2):32-35.
- [2]高诚.火力发电厂汽机辅机现状和优化措施分析[J].电气技术与经济,2022(6):152-154.
- [3]陈宇.火力发电厂汽机辅机现状和优化措施分析[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2023(12):42-45.
- [4]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.
- [5]田亚军.火力发电厂汽机辅机经济运行优化策略分析[J].电气技术与经济,2023(5):218-220.

## 作者简介:

付火平(1988--),男,汉族,江西九江人,本科,中级工程师,研究方向:发电厂汽机设备管理。