

发电厂汽机运行调整中常见的问题及措施研究

王 超

内蒙古华电乌达热电有限公司 内蒙古 乌海 016000

摘要: 本文聚焦发电厂汽机运行调整,首先明确其核心任务为根据电网负荷需求精准调控运行参数,并从参数精准性、操作规范性、响应时效性及经济性四方面提出基本要求。针对运行中常见的参数波动、调速系统异常、振动与异响等问题,从设备劣化、操作失误及环境变化等维度剖析成因。进而提出优化调控策略、加强调速系统维护、强化设备状态监测等系统性解决方案,通过完善监测体系、优化控制算法、构建智能预警平台等措施,实现汽机运行参数稳定、调速系统可靠、设备状态可控,为发电厂安全经济运行提供技术支持。

关键词: 发电厂;汽机运行;运行调整;常见问题;解决措施

引言:发电厂汽轮机作为电力生产的核心设备,其运行调整质量直接影响机组的安全性与经济性。随着电网负荷波动加剧、设备服役周期延长及运行环境复杂化,汽机运行中参数波动、调速系统异常、振动超标等问题频发,不仅威胁机组稳定运行,更制约发电效率提升。因此,系统分析汽机运行调整的核心任务与基本要求,深入剖析常见问题的成因,并从参数调控、调速系统维护、设备状态监测等维度提出针对性解决措施,对提升发电厂运行管理水平、保障电力供应可靠性具有重要现实意义。

1 发电厂汽机运行调整的核心任务与基本要求

发电厂汽轮机运行调整作为保障机组安全经济运行的核心环节,其核心任务在于依据电网实时负荷需求,通过精准调控汽轮机的进汽流量、主蒸汽压力与温度、转子转速等关键热力参数,使汽轮发电机组始终维持在安全边界内、运行状态稳定且经济性最优的工况区间。这一过程需统筹考虑设备特性、系统耦合性及环境适应性等多维度因素,实现动态平衡控制。

其基本要求涵盖四个方面:(1)在参数调控方面,需建立全工况参数控制模型,通过分布式控制系统(DCS)实现主蒸汽参数、轴系振动等关键指标的毫秒级闭环控制,确保各参数波动范围严格控制在设计允许偏差带内,避免因参数超限引发设备应力损伤或系统失稳;(2)操作规范层面,应编制标准化操作卡,明确阀门调节顺序、负荷升降速率等关键操作步骤,并通过仿真培训系统强化运行人员对异常工况的处置能力,最大限度减少人为误操作风险;(3)响应效率层面,需构建参数异常预警体系,集成振动频谱分析、温度场扫描等预测性维护技术,对轴向位移突变、轴承温度异常等早期故障征兆实施分级响应机制,确保故障处理时效性;(4)经济性优化层面,应通过机炉协调控制策略优化、通流部分间隙

调整等手段,降低高压缸排汽损失、提高内效率,同时结合变负荷工况下的滑压运行曲线优化,实现机组能耗与供电标煤耗的持续降低^[1]。

2 发电厂汽机运行调整中常见的问题

2.1 运行参数波动问题

运行参数波动是汽机运行调整中最常见的问题之一,主要表现为汽压、汽温、转速、负荷等关键参数偏离设计值,出现频繁波动或大幅波动的情况。汽压波动主要源于进汽调节阀开度控制不当、锅炉蒸汽供应量不稳定,或汽机排汽压力异常变化,导致汽压过高或过低;汽温波动则多由锅炉燃烧调整不合理、减温水调节异常、受热面结垢等因素引起,过高的汽温会加剧汽机部件磨损,过低的汽温则会降低汽机效率;转速波动主要与调速系统响应不及时、调速器故障、负荷突变等有关,转速波动过大会影响机组供电频率的稳定性;负荷波动则多由电网负荷需求变化、汽机进汽量调控不及时等因素导致,负荷频繁波动会增加汽机设备的磨损,降低运行经济性^[2]。

2.2 调速系统调整异常问题

调速系统是汽机运行调整的核心组成部分,其作用是根据负荷需求调控进汽量,维持机组转速稳定。调速系统调整异常主要表现为调速器响应迟缓、调节阀门卡涩、调速系统振荡等。调速器响应迟缓会导致机组在负荷变化时,进汽量无法及时调整,进而引发转速和负荷波动;调节阀门卡涩多由阀门部件磨损、结垢、润滑不足等因素引起,导致阀门开度无法正常调节,影响进汽量的精准控制;调速系统振荡则表现为转速、进汽量等参数出现周期性波动,严重时会影响机组的稳定运行,甚至导致设备故障。

2.3 汽机振动与异响问题

汽机运行调整过程中,振动与异响是反映设备运行状态的重要信号,也是常见的异常问题。振动异常主要表现为汽机转子、轴承等部件的振动值超过允许范围,其成因主要包括转子不平衡、联轴器对中偏差、轴承磨损、汽流激振等。转子不平衡会导致汽机运行过程中产生周期性振动,长期下去会加剧轴承磨损;联轴器对中偏差会使转子受力不均,引发振动和异响;轴承磨损会导致轴承间隙增大,转动过程中产生异常振动和摩擦异响。若振动与异响问题未能及时处理,会逐步加剧设备磨损,甚至导致转子弯曲、轴承烧毁等严重故障。

3 发电厂汽机运行调整中常见问题的成因分析

3.1 设备自身因素

发电厂汽机运行调整中,设备自身因素是引发运行异常的关键根源。(1)长期服役的汽机设备,其核心部件会因持续的热应力、机械应力及介质腐蚀作用,逐步出现性能劣化现象。例如,调节阀阀座与阀瓣的密封面因高频冲刷导致密封性能下降,直接影响进汽量控制的精确性;轴承滚道及滚动体表面因润滑不良产生疲劳剥落,会引发机组振动幅值超标;转子叶片表面结垢积盐将改变通流部分气动特性,造成级间效率衰减。(2)设备安装环节的质量缺陷同样不容忽视。联轴器对中偏差超过允许值会引发轴系不对中故障,导致轴承载荷分布不均;轴承安装间隙设计不合理可能造成油膜失稳,诱发低频振动;汽缸法兰螺栓紧力不足则可能引发运行中汽缸变形,造成动静部分碰磨。此外,辅助设备健康状态对主机运行调整具有显著影响,减温减压装置调节阀卡涩会导致主蒸汽温度波动,冷却水系统流量异常会改变凝汽器真空,这些均会间接削弱汽机运行参数的控制品质^[3]。

3.2 操作因素

运行人员的操作规范性是影响汽机运行调整效果的关键人为因素。(1)部分运行人员对设备系统特性理解不足,对操作规程的掌握存在薄弱环节,在执行参数调整时易出现违规操作。例如,在增减负荷过程中,进汽阀门开度调节速率超出调速系统动态响应能力,导致主蒸汽压力突升突降;参数设定时未充分考虑机组当前工况,使温度、压力等热力参数偏离设计值,引发通流部分热应力超标;负荷调整幅度超出汽轮机变负荷速率限制,造成轴系扭矩突变,诱发振动异常。(2)运行人员对设备状态监测的敏感性不足亦构成重要风险。在监控过程中,对参数趋势性变化的识别能力欠缺,未能及时发现压力、温度等参数的缓慢漂移;对振动频谱分析、轴向位移监测等预警信号重视不够,导致设备隐患发展

成故障;异常工况处置时,未遵循分级响应原则,应急操作顺序混乱或干预措施不当,如错误调整抽汽量导致加热器水位失控,反而加剧系统扰动,最终影响机组运行稳定性。

3.3 运行环境因素

汽机运行环境的多变性是影响运行调整质量的重要外部因素。(1)环境温度的异常波动会直接改变汽轮机冷源系统的散热效率,当环境温度过高时,冷却塔的冷却能力下降,导致凝汽器真空降低,进而使汽轮机排汽压力升高,做功能力减弱;而环境湿度增大时,润滑油中的水分含量可能超标,破坏油膜的稳定性,加剧轴承的磨损,引发振动异常。(2)电网负荷的频繁大幅变动对汽机调速系统提出更高要求,负荷快速上升时,若进汽量调节滞后,会导致汽轮机转速下降,威胁电网频率稳定;负荷骤降时,蒸汽流量急剧减少,可能引发末级叶片水蚀风险。此外,蒸汽品质的劣化是运行环境中的关键隐患,蒸汽中携带的盐分会在通流部分沉积形成结垢,改变叶片型线,降低级效率;酸性物质则会腐蚀汽缸、阀门等部件,造成密封面泄漏,使主蒸汽参数难以精准控制,最终迫使运行人员频繁调整操作,增加异常工况发生的概率。

4 解决发电厂汽机运行调整中常见问题的措施

4.1 优化运行参数调控策略

为有效解决发电厂汽机运行调整中的参数波动问题,需从调控策略优化层面构建系统性解决方案。(1)应完善全维度参数监测体系,通过分布式控制系统(DCS)集成高精度传感器,对主蒸汽压力、温度、汽轮机转速、发电机负荷等关键参数实施毫秒级连续采集,并设置多级报警阈值,确保参数异常时能第一时间触发预警机制,为运行人员提供精准的调整依据。(2)需优化进汽调节阀门的动态响应特性,采用基于模型预测控制的智能调节算法,结合负荷需求预测结果,实现阀门开度的梯度化精准调控,避免传统PID控制可能引发的超调或欠调现象。同时,建立阀门流量特性在线修正模型,定期通过试验数据更新阀门开度-流量曲线,消除因阀门磨损导致的控制偏差。(3)强化机炉协调控制水平,通过构建锅炉-汽机联合能量管理系统,实现燃料量、给水量与进汽量的三参数联动调整,确保蒸汽参数的稳定性。针对变负荷工况,开发前馈-反馈复合控制策略,提前预调锅炉燃烧率,缩短蒸汽参数响应延迟。(4)针对启停机、深调峰等特殊工况,编制专项参数控制导则,明确各阶段参数允许偏差范围及调整速率限制,通过标准化操作流程保障参数调控质量^[4]。

4.2 加强调速系统维护与调整

为系统解决发电厂汽机调速系统运行异常问题,需从设备维护、性能优化及状态监测三方面构建全流程管控体系。(1)需强化调速系统核心部件的预防性维护,制定周期性检修规程,重点检查调速器滑阀、错油门等精密部件的磨损情况,及时修复或更换表面划伤、间隙超标的零件;针对调节阀门,采用高压水射流清洗技术定期清除阀座、阀瓣上的硬质结垢,恢复阀门线性调节特性,同时对阀杆进行防卡涩处理,确保开度指令与实际位移的精确对应。(2)需实施调速系统动态特性校准工程,通过闭环试验调整调速器比例-积分参数,优化系统响应速度与稳定性平衡点;采用电液伺服阀在线测试仪定期检测阀门流量特性曲线,消除因液压油黏度变化导致的控制偏差;针对变负荷工况,开发自适应调节模块,根据转速偏差自动修正控制参数,提升系统抗干扰能力。(3)需完善润滑系统管理标准,建立润滑油全生命周期监测体系,定期检测油品黏度、酸值及颗粒污染度,严格执行三级过滤制度;采用强制循环润滑方式改善关键摩擦副的供油条件,在调速器轴承处增设温度监测点,实现磨损趋势的早期预警。(4)应构建调速系统智能预警平台,集成振动、位移、压力等多维度传感器数据,通过机器学习算法识别系统振荡、响应迟缓等异常模式,实现故障的精准定位与预判性维护。

4.3 强化设备维护与状态监测

为系统应对汽机振动、异响及部件老化等运行隐患,需构建预防性维护与状态监测相结合的管控体系。(1)应强化关键部件的周期性检查,重点评估转子动平衡状态、联轴器对中精度及轴承游隙参数,对发现的转子质量偏移、联轴器张口偏差等问题,采用高速动平衡试验、激光对中仪等专业技术手段进行校正;针对轴承滚道点蚀、保持架磨损等缺陷,严格执行部件更换标准,确保旋转机械的动态稳定性。(2)需完善设备防腐防垢管理

机制,针对汽缸、隔板等高温部件,采用电化学保护与抗氧化涂层技术延缓金属腐蚀;对受热面、喷嘴等易结垢区域,实施在线化学清洗与定期酸洗相结合的维护策略,并建立结垢速率监测模型,优化清洗周期。(3)应部署多参数状态监测系统,集成振动频谱分析、轴向位移监测、温度场扫描等技术,通过边缘计算节点实时解析设备运行特征参数,对振动幅值超限、温度异常突变等预警信号实施分级响应机制。(4)需制定基于可靠性的检修策略,结合设备劣化趋势分析结果,动态调整大修周期与项目清单,重点开展汽封间隙调整、通流间隙复测等关键工序,确保设备始终处于设计性能状态^[5]。

结束语

发电厂汽机运行调整是一项涉及热力控制、设备维护与状态管理的系统性工程。面对复杂多变的运行工况,需以参数精准调控为基础,以调速系统可靠运行为核心,以设备全生命周期管理为保障,通过技术创新与管理优化双轮驱动,构建覆盖预防、监测、诊断、处置的全流程管控体系。未来,随着智能传感、大数据分析及数字孪生等技术的深度应用,汽机运行调整将向智能化、预测性维护方向迈进,进一步降低非计划停机风险,提升机组运行效能,为发电行业高质量发展注入新动能。

参考文献

- [1]马子程.发电厂中的汽机辅机运行优化分析[J].集成电路应用,2023,(01):222-223.
- [2]刁洪虎,陈臻,钱水兵.电厂锅炉汽机设备运行中的问题及措施分析[J].应用能源技术,2022,(05):26-28.
- [3]王睿.火力发电厂设备运行中的故障及解决措施[J].造纸装备及材料,2023,52(07):72-74.
- [4]刘红军.火力发电厂汽机调峰服务当天启停运行方式优化[J].仪器仪表用户,2023,30(08):84-87.
- [5]马子程.发火力发电厂中的汽机辅机运行优化分析[J].集成电路应用,2023,40(01):222-223.