

Common Fault Diagnosis and Treatment Strategy of Steam Turbine in Thermal Power Plant

Yu Wang

State Power Investment Corporation Fushun Liaodian Operation Management Co., Ltd., Fushun, Liaoning, 113007, China

Abstract

As the core power unit in thermal power plants, the operational stability of steam turbines directly determines the plant's power generation efficiency and safety. Based on practical operational experience, this paper systematically analyzes the root causes of common turbine failures—including vibration anomalies, flow path malfunctions, oil system defects, and seal leaks—while proposing targeted diagnostic methods and practical solutions. The study aims to provide technical references for plant maintenance personnel, enhance turbine operation and maintenance management standards, and ensure the safe and stable operation of power units.

Keywords

Thermal power plant; Steam turbine; Fault diagnosis; Disposal strategy; Operation and maintenance management

火力发电厂汽轮机常见故障诊断与处理策略

王宇

国家电投抚顺辽电运营管理有限公司, 中国·辽宁 抚顺 113007

摘要

汽轮机作为火力发电厂的核心动力装置,其运转稳固性径直抉择电厂的发电效能与安全程度。本文融合电厂实际运转阅历,针对汽轮机运转过程中常见的振动异样、通流部位故障、油系统故障以及密封泄漏等状况,深刻剖析故障产生的本源,提出具备针对性的诊断手段与实用化处置策略,目的是为电厂运维人员供给绝对的技术参照,助力提升汽轮机运维管理水准,保障机组安全稳固运转。

关键词

火力发电厂; 汽轮机; 故障诊断; 处置策略; 运维管理

1 引言

在火力发电体系当中,汽轮机肩负着把蒸汽热能转化成机械能的关键职责,是衔接锅炉与发电机的核心枢纽。随着机组运转时长的延伸,受高温高压工作状况、设备损耗、操作不妥等多种要素作用,汽轮机容易出现各类故障,程度轻的会致使机组降低负荷运转,程度重的会引发停机事故,造成重大经济亏损。目前,部分电厂运维工作当中对故障的诊断大多停留在表面,处置举措缺少针对性。鉴于此,本文结合一线运维实践,深刻剖析汽轮机常见故障的内在成因,总结实用的诊断与处置办法,为电厂高效开展运维工作提供支撑^[1]。

【作者简介】王宇(1983—),男,中国辽宁阜新人,本科,工程师/技师,从事火力发电汽轮机本体部分,包括汽轮机汽缸、转子、轴瓦等常见的问题及机组振动方面的问题研究。

2 汽轮机常见故障诊断基础办法

故障诊断是处置汽轮机问题的前提,一线运位力常用的诊断办法须具备操作简便、针对性强的特征,主要涵盖以下三类:其一为感官诊断办法,运维人员借助看、听、摸等直观形式判断设备状态,例如观察机组运转时的振动情形、听设备运转的声响是否正常、触摸轴承等部位感知温度改变,这种办法无需繁杂设备,能迅速初步判断故障方向;其二为仪器检测办法,借助振动检测仪、油温测试仪、超声波检漏仪等常规装置,对机组关键参数实施精准检测,为故障判断提供可靠根据;其三为历史数据分析对比办法,对比机组正常运转时的参数记录与当前运转数据,结合设备检修历史,排查故障诱因,规避盲目判断^[2]。

3 汽轮机常见故障及具体诊断与处理策略

3.1 振动异常故障

3.1.1 故障成因

于实际运行状态之中,振动异常的成因主要涵盖:转子呈现不平衡状态,此多由转子表面产生积垢现象、叶片发

生磨损或断裂情况、联轴器中心位置出现过大的偏差所引发；轴承出现故障问题，诸如轴承间隙呈现过大或过小情形、巴氏合金产生磨损脱落状况、润滑油膜处于不稳定状态等；动静部分产生摩擦现象，因机组升温降温过程的速度过快、转子出现热变形情况、隔板发生变形问题等因素，造成动静间隙逐渐变小，进而引发摩擦状况；基础或台板存在问题，基础产生不均匀沉降现象、台板螺栓出现松动情况，致使机组安装基准发生偏移，在运行过程中产生振动现象^[3]。

3.1.2 诊断方法

运用“感官判断结合仪器检测辅以历史对比”的组合形式：首先借助听觉感知声音，若机组发出具有周期性特征的“嗡嗡”声响，同时通过触摸轴承座感受到较为明显的振动现象，可初步对振动异常情况作出判断；随后使用振动检测仪对轴承座、转子等关键部位的振动幅值与频率进行检测，将检测结果与机组正常运行状态下的振动参数范围进行对比，从而确定振动超出标准的程度；接着查阅机组近期的检修记录文档，若近期实施过转子检修作业或联轴器调整工作，需优先对转子平衡状态与联轴器中心位置问题进行排查；若振动情况伴随负荷变化呈现明显特征，需重点检查动静部分间隙状况与热变形情况^[4]。

3.1.3 处理策略

针对不同的成因采取相应的处理举措：若为转子不平衡问题，需对转子实施清垢处理操作，对叶片的完整性进行检查，在必要情况下开展转子动平衡试验并进行校正作业；对于轴承故障问题，需拆解轴承以检查巴氏合金的磨损情况，对损坏的轴承进行更换，重新调整轴承间隙，以确保润滑油膜处于稳定状态；若存在动静部分摩擦情况，需立即降低机组负荷，减缓升温或降温过程的速度，待机组温度处于稳定状态后检查动静间隙，对发生变形的隔板、转子进行校正或更换处理；针对基础或台板问题，需紧固台板螺栓，对基础沉降部位实施加固处理操作，重新调整机组的安装基准^[5]。

3.2 通流部分故障

3.2.1 故障成因

叶片发生损伤情况主要由蒸汽携带的杂质产生冲刷作用、叶片出现疲劳磨损现象、启停过程中温度应力过大所致；喷嘴出现堵塞情况多因蒸汽品质未能达到标准要求，水垢、杂质在喷嘴通道内发生沉积现象；隔板发生变形问题则是由于长期处于高温高压环境之中，材料出现热疲劳现象、螺栓紧固力不足，进而导致隔板产生翘曲变形情况^[6]。

3.2.2 诊断方法

从运行参数与设备状态两个维度展开工作：若机组出现出力下降、热效率降低的情况，同时伴随振动加剧现象，需重点对通流部分故障进行排查；通过内窥镜对通流通道内部状况进行观察，直接查看叶片是否存在裂纹、磨损现象，喷嘴是否出现堵塞情况，隔板是否发生变形问题；对机组进出口蒸汽参数进行对比分析，若进口蒸汽压力处于正常状态

但出口压力偏低、流量减小，大概率是通流部分发生堵塞或叶片出现损伤所导致^[7]。

3.2.3 处理策略

践行“清理融合修复结合预防”的处置思路：针对喷嘴堵塞状况，于停机之后对通流部分实施拆解操作，运用高压水冲刷或者化学除垢的形式，对喷嘴通道内部的沉积物开展清理作业，与此同时强化锅炉水质的处理事项，防范杂质侵入汽轮机范畴；针对叶片损伤情形，当损伤程度较轻时，对叶片进行打磨处理以及补焊修复工作，当损伤程度严重时，直接对新叶片进行更换操作，完成更换之后需开展动平衡校验流程；针对隔板变形问题，对发生变形的隔板进行校正工序，重新对隔板螺栓实施紧固操作，对隔板密封间隙进行检查，保障其契合运行规范要求^[8]。

3.3 油系统故障

3.3.1 故障成因

油温处于过高状态，主要是由冷却器出现堵塞现象、冷却水量处于不足情况、润滑油循环产生不畅问题或者轴承摩擦出现加剧状况所引发；油质产生劣化问题，大多是因蒸汽出现泄漏并进入油系统内部、润滑油长时间使用却未及时进行更换操作、油箱密封不够严密导致杂质或者水分浸入造成；油压呈现异常情形，与油泵出现故障问题、油管发生堵塞或者泄漏现象、溢流阀调节存在不当情况相关联。

3.3.2 诊断方法

将油系统参数监测与现场检查工作相融合：借助油温表、油压表对参数变化进行实时监测，当油温超出正常范围、油压出现波动现象或者处于偏低状态时，判定为油系统故障问题；对冷却器进出口水温差进行检查，当温差处于过小状态时，表明冷却器可能发生堵塞情况；提取润滑油样本进行观察，当油色呈现发黑现象、出现沉淀物质或者产生乳化现象时，意味着油质发生劣化问题；在现场对油泵运行声音、油管接头是否存在泄漏情况进行检查，对油泵与管路问题展开排查工作^[9]。

3.3.3 处理策略

对油系统各环节问题进行针对性解决：针对油温过高状况，对冷却器内部的污垢进行清理作业，对冷却水泵运行状况进行检查，保障冷却水量处于充足状态，同时对轴承摩擦状况进行检查，及时对轴承故障问题进行处理；针对油质劣化问题，即刻对合格的润滑油进行更换操作，对油箱与油管路进行清洗作业，对油系统密封状况进行检查，对泄漏部位进行修复操作，防止蒸汽、杂质浸入；针对油压异常情形，对故障油泵进行检修或者更换操作，对堵塞的油管进行清理作业，重新对溢流阀压力进行调节操作，保障油压稳定维持在正常范围之内^[10]。

3.4 密封泄漏故障

3.4.1 故障成因

轴端密封产生泄漏问题，大多是由密封片出现磨损现

象、弹簧发生失效问题、转子振动幅度较大导致密封间隙有所增大而引发；隔板密封产生泄漏问题，与隔板出现变形情况、密封件发生老化损坏问题、安装间隙存在不当情况相关联；除此之外，蒸汽压力产生过大波动现象，也会使密封泄漏问题加剧。

3.4.2 诊断方法

通过现场观察与简单检测工作进行判断：在现场查看轴端、隔板等密封部位是否存在蒸汽泄漏痕迹，当出现白雾现象、听到泄漏声音时，表明存在密封泄漏问题；运用超声波检测仪对泄漏部位进行检测，精确定位泄漏点位置；将机组效率变化情况相结合，当机组效率出现明显下降现象，并且排除其他故障问题之后，可判定为密封泄漏问题所导致。

3.4.3 策略处置

依照泄漏位置和形成原因施行修复办法：针对轴端密封出现泄漏状况，将磨损的密封片和失效的弹簧进行更换操作，对密封间隙开展调整动作，若因转子产生振动而引发问题，则对振动问题同步开展处理事项；就隔板密封发生泄漏情况而言，对隔板的变形现象进行校正工作，把老化的密封件予以更换处理，重新对安装间隙实施调整举措；与此同时，

让蒸汽压力保持稳定状态，防止压力产生波动对密封系统造成冲击影响。

4 汽轮机故障防范手段

故障防范作为降低汽轮机故障发生概率的关键所在，结合一线的运维实践经验，能够从以下三个层面着手开展工作：其一，强化日常的巡检维护工作，制定详尽的巡检规划内容，着重对振动、温度、油压等关键参数进行关注操作，及时察觉设备存在的异常迹象情况；定期对冷却器、过滤器实施清理工作，对密封件、轴承等易损耗部件的状态进行检查操作，做到尽早发现问题、尽早处理问题。其二，对机组的启停操作和运行操作进行规范管理，严格依照操作规程对机组的升温速度和降温速度进行控制，避免因热应力过大而导致设备出现变形现象；合理地调整机组的负荷，防止机组长时间处于不稳定的工况条件下运行作业。其三，加强设备全生命周期的管理工作，建立设备的检修档案资料，对设备的运行情况、检修情况、故障处理情况等信息进行记录操作，依据设备的运行年限和运行状态，制定具有针对性的检修规划方案，定期开展全面的检修工作和保养工作。

表 1 汽轮机故障防范工作内容梳理表

防范层面	核心工作要点	工作目标
强化日常巡检维护	制定巡检规划、关键参数监测、易损部件检查、定期清理维护	尽早发现设备问题，及时处理，降低故障隐患
规范机组启停与运行管理	遵守操作规程、控制升降温速度、合理调整负荷、规避不稳定工况	避免热应力过大导致设备变形，保障机组稳定运行
加强设备全生命周期管理	建立检修档案、记录全维度信息、制定针对性检修规划、定期全面检修保养	实现设备全流程可控，延长设备使用寿命，从源头降低故障发生概率

5 结语

汽轮机的故障诊断工作和处理工作属于火力发电厂运维工作的核心构成内容，其工作质量会对机组运行的稳定性和经济性产生直接影响。本文针对汽轮机常见的振动异常问题、通流部分故障问题、油系统故障问题以及密封泄漏问题等情况，结合实际的运维实践经验，深入地对故障形成原因进行分析工作，提出了契合实际场景的诊断方式和处置策略内容，并且补充了相应的防范手段。在实际的工作过程当中，运维人员需要结合机组具体的运行状况，灵活地运用各类诊断方式，精确地对故障位置进行定位操作，采取具有针对性的处置措施，同时加强日常的防范维护工作，才能够有效地降低故障的发生概率，保障汽轮机安全稳定地运行作业，为火力发电厂的高效发电工作提供有力的支撑保障。

参考文献

[1] 刘家东, 俞昌宸. 汽轮机检修数字化管控平台设计与实现[J]. 科技与创新, 2025, (23): 52-54.
 [2] 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.

[3] 杨凌凌. 火力发电厂汽轮机设备常见故障及检修措施[J]. 价值工程, 2025, 44 (35): 146-148.
 [4] 杨博文. 发电厂锅炉和汽轮机组的协调控制系统分析[J]. 仪器仪表用户, 2025, 32 (11): 145-147+150.
 [5] 宋炬赫, 张海军. 火力发电厂热电厂系统优化调度技术探讨[J]. 科技视界, 2025, 15 (31): 100-103.
 [6] 刘勇刚. 火力发电厂集控运行节能降耗技术措施探析[J]. 灯与照明, 2025, 49(01): 167-169+173.
 [7] 张海. 火力发电厂锅炉和汽轮机组协调控制技术[J]. 电力设备管理, 2024, (24): 81-83.
 [8] 王阳杰. 火力发电厂热动力装置自动检测技术[J]. 自动化应用, 2024, 65(23): 120-122.
 [9] 李传海, 葛云双, 翟观文. 火力发电厂汽轮机设备安装检修技术分析[J]. 清洗世界, 2024, 40(10): 181-183.
 [10] 李宏海. 火力发电厂汽轮机油系统常见故障原因及防控措施[J]. 科技资讯, 2024, 22(18): 201-203.