

火电厂汽轮机检修运行维护措施探讨

周睿达 徐 晶 曹立超

华能大庆热电有限公司 黑龙江大庆 163453

摘 要：汽轮机作为火电厂核心设备，其运行稳定性直接关系到发电效率与供电质量，本文针对火电厂汽轮机检修运行维护展开深度探讨，梳理汽轮机常见故障类型，包括机械故障、参数异常、老化故障等问题。从检修前期筹备、检修过程管控、运行参数标准化、日常巡回检查、定期养护等维度提出系统性应对措施，着力提升汽轮机运行稳定性与可靠性，为火电厂安全生产作业及高效发电提供坚实保障。

关键词：火电厂；汽轮机；检修；运行维护

引言

在火电厂发电系统里，汽轮机处于核心位置，负责将高温高压蒸汽的内能转化为机械能，进而驱动发电机产生电能，汽轮机自身结构繁复，且长期运行在高温、高压、高转速的严苛工况下，其运行状态直接影响火电厂的发电效率、供电稳定性与整体经济效益。深入研究火电厂汽轮机的检修运行维护方案，及时识别并处理潜在隐患，保障汽轮机安全、稳定、高效运转，对火电厂实现可持续发展有着至关重要的作用。

一、汽轮机常见故障分析

（一）机械故障

汽轮机是火电厂发电的重要设施，为确保发电效率必须加强运行管理，减少汽轮机运行故障。随着科技的发展，汽轮机部件更为复杂，火电厂需要针对汽轮机异常振动问题、调速系统故障、各支撑轴承故障以及法兰泄漏故障针对性处理，由此实现正常发电，提升火电厂经济效益。汽轮机机械构造复杂，机械故障在各类故障中占比最高^[1]。转子作为汽轮机核心转动部件，长期处于高转速、高负荷工况下运转，易产生裂纹损伤；转子一旦出现裂纹，汽轮机运行时伴随剧烈振动，对设备稳定性与安全性能造成严重干扰，汽轮机安装环节若存在操作疏漏，像螺栓紧固不到位引发的松动问题，会在设备运行阶段导致部件发生位移、碰撞，进而干扰汽轮机正常运转状态。

（二）参数异常故障

汽轮机智能化水平有限，部分火电厂仍高度依赖人工操作管控，而人工操作难免存在失误，极易引发汽轮机参数异常，若对汽轮机负荷变化控制不当，会导致膨

胀问题；膨胀异常时，汽轮机内部部件间隙会发生改变，进而诱发振动故障，此外若汽轮机蒸汽参数（如压力、温度）调整不合理，不仅会影响汽轮机正常做功、降低发电效率，还可能损坏设备部件，缩短其使用寿命。

（三）老化故障

汽轮机设计寿命较长，部分火电厂的汽轮机已运行多年，随着运行时长增加，汽轮机受疲劳、磨损等因素影响，机械问题会逐步累积，老化故障随之发生，以转子为例，运行超一定年限后，会出现严重磨损与变形；这不仅会导致汽轮机内部产生摩擦、发热，降低设备作业效率，还会破坏其原设计的自重平衡，使运行中频繁伴随异常振动，既消耗大量有用功，又增加能源消耗。

二、汽轮机检修措施

（一）检修前准备工作

汽轮机检修工作开展前，检修人员需全面收集设备运行数据，具体涵盖设备启停前后的振动情况、真空度数值、温度参数、运行效率以及历史保养记录等^[2]，汽轮机自身结构复杂且运行数据量大，检修人员需对收集到的数据进行细致分类与整理，采用科学分析方法从不同维度展开综合考量，借此初步判断设备可能存在的问题，为后续确定具体检修项目提供有力依据，精准的数据收集与分析可让检修工作更具针对性，切实提升检修效率。依据初步确定的检修方案，检修人员需精准推断检修过程中所需替换零件的品类与数量，提前完成备件准备工作，确保检修过程中能及时更换损坏零件，避免因备件短缺导致检修工作中断，汽轮机检修涉及内容多样，针对不同检修内容需配备齐全专用维修器具，保障检修工作顺利推进，满足各项检修任务的实际需求。检修文件包含验收标准、技术方案、作业指导书、质量保

证书等，这类文件是检修工作顺利开展的重要基础，检修人员需在检修前熟悉各类检修文件，明确检修工作的规范要求、操作流程及质量标准，检修过程中需认真做好记录，严格依照文件要求执行各项检修任务，充分发挥检修文件的指导与监督作用，确保检修质量达标。

（二）检修过程控制

火电厂检修作业存在较多安全隐患，汽轮机检修作业同样面临这类风险，检修作业启动前，需对检修人员开展全面安全教育，借助培训授课、案例剖析等途径强化工作人员安全意识。相关管理部门需组建专门安全管控团队，定期对检修现场实施安全排查，同时对工作人员安全操作能力进行考评，将检修流程中的安全职责明确分配至个人，构建严格安全约束机制，要求工作人员严格遵循标准流程操作，杜绝违规操作行为，保障检修人员人身安全，检修作业启动前，需向工作人员详细告知检修作业的规范要求与基础操作准则，使其清晰掌握各项操作的标准内容与关键点^[3]。

检修人员在汽轮机检修流程中需严格依照设计图纸、设备说明书及作业指导文件执行操作，规避因操作不规范引发质量缺陷或安全意外，验收人员需依照既定验收规范对检修成果开展核查，针对未达标的检修条目坚决不予通过，要求实施返修作业直至满足质量标准，通过这类措施保障汽轮机检修质量，为设备后续稳定运行筑牢基础。检修方案确定阶段需同步合理规划检修工期与关键时间节点，工期设定过短可能造成检修工作疏漏，难以彻底解决设备潜藏问题；工期过长则会增加检修投入成本，对火电厂正常发电计划产生干扰，需综合考量人员调配情况、检修任务总量、设备结构复杂程度等因素，制定科学合理的工期方案，确保检修作业在保障质量前提下按期完成，推动汽轮机尽快恢复正常运行状态。

三、汽轮机运行措施

（一）关键运行参数规范

不同型号汽轮机对应不同运行参数标准，某型号凝汽式汽轮机主汽门前蒸汽压力需维持在特定数值区间，温度同样需控制在规定范围之内。蒸汽压力或温度一旦超出允许波动界限，便会对汽轮机部件产生不利作用，像压力超标或温度异常都可能加快部件材料疲劳速度、缩减设备使用年限，汽轮机运行过程中需严格遵循“热力特性曲线”，长期运行状态下电负荷通常不应低于额定负荷的特定比例，防止低负荷运行导致设备效能降低、损耗程度加重，进汽或排汽参数出现异常时，需参照该曲线及时调整负荷数值，保障汽轮机始终在安全高效的

参数区间内运转。

（二）启动与带负荷操作

汽轮机启动划分为冷态启动与热态启动两类，冷态启动对应停机超过特定时长后的设备启动，该过程中需在冲动转子前将真空抽至规定数值，先向轴封输送蒸汽且保证送汽温度符合标准，随后再开展抽真空作业。冷态启动整体耗时较长，大致需要60分钟，期间需分阶段逐步提升转速，并在特定转速水平下保持相应时间，对设备运行状态实施全面检查，确认设备无异常情况后再继续升速操作；热态启动则是停机时长较短情况下的启动，要求主蒸汽温度高于汽缸进汽室特定温度值，冲动转子前需对转子进行连续盘车并维持特定时长，真空同样需保持在对应较高数值^[4]。汽轮机升速流程中需密切监测真空状态与轴承进油温度，确保真空数值不低于规定下限，同时保证轴承进油温度达到标准要求，升速过程中若设备振动幅度超过规定数值，需即刻降低转速进行观察，排查并处理引发振动的原因，汽轮机完成并网操作后，先携带特定初始负荷并保持一段时间，使设备逐步适应运行状态，之后按照规定速率逐步将负荷提升至额定负荷水平，减负荷时的速率需与加负荷速率保持一致，保障设备实现平稳过渡，规避因负荷变化过快对设备造成冲击损伤，机组完成并网且负荷升至特定比例，同时满足蒸汽压力比、温差等多项指标条件后，方可启动补汽投入流程，补汽投入阶段需逐步开启补汽阀，与此同时缓慢关闭旁路阀，整个操作过程需保持平稳状态，避免高压段出现过热现象，保障汽轮机在补汽运行状态下实现安全稳定运转，进一步提升设备运行效能。

（三）停机操作

负荷降至特定程度时需开启疏水阀，将汽轮机内部凝结水排出，负荷降至零值时依次关闭主汽阀、调节汽阀及补汽阀，停机操作完成后需及时测定惰走时间，这一参数可直观反映汽轮机转子机械状态，转速降至零后应立即启动盘车装置，使转子保持持续转动，防止转子因受热不均衡发生弯曲变形，该操作需持续至汽缸内壁温度降至规定数值。汽轮机运行中出现强烈振动、转速超出规定跳闸值却未实现自动跳闸、发生水冲击等紧急状况时，必须即刻执行事故停机操作，此类操作要求动作迅速且判断果断，避免设备遭受更严重损坏，某电厂曾因汽轮机进水后未及时实施停机操作，最终导致叶片断裂，造成重大经济损失，因此出现事故停机触发条件时，运行人员需严格依照应急预案开展操作，快速切断汽轮机进汽通路，采取对应保护措施，最大程度降低事

故造成的损失。

(四) 日常巡检事项

运行人员每小时需记录汽轮机蒸汽压力、温度、负荷、润滑油压力等核心运行参数，将实时数据与规范值细致比对，发现参数异常哪怕细微偏差，即刻启动排查，分析成因并及时落实调整措施，保障运行参数始终处于正常区间，规避参数异常引发的设备故障，通过听、看、测等手段对汽轮机实施全面检查，听是用听针辨识轴承、阀门等关键部位有无异常声响，这类声响常为设备故障早期预警信号；看主要关注油系统漏油、汽封系统漏气、仪表指示准确情况，外观检查可直观发现设备明显问题；测试用红外测温仪检测轴承瓦温等关键部位温度，温度超规定警戒值时需重点关注，提升监测频率、分析升温原因并及时处理。每月需对压力表、温度计等监测汽轮机运行参数的关键仪表做精度校验，仪表准确性直接影响运行人员对设备状态的判断，只有保障仪表数据可靠，才能及时准确掌握汽轮机运行情况，定期校验可及时发现并更换精度超差仪表，确保监测数据真实有效，为汽轮机安全运行提供支撑。

四、汽轮机维护措施

(一) 定期维护与试验

危急遮断器喷油试验每2-4周开展一次，通过试验检查危急遮断器在超速工况下能否正常动作，保障超速保护系统可靠性；主汽门活动试验每日开展一次，防止主汽门因长期不动作出现卡涩，确保紧急情况下主汽门可迅速关闭；电动辅助油泵试验每周开展一次，检验电动辅助油泵性能，保证主油泵故障时该泵能及时启动，为汽轮机提供可靠润滑油供应，保障设备安全运行。每季度对汽轮机滤油器进行清理，滤油器压力降超规定值时及时更换滤芯，保证润滑油清洁度，减少油质污染对设备部件造成的磨损；每年对汽轮机进行揭缸检查，详细检测叶片磨损程度、汽封间隙等关键指标，依据检测结果及时采取修复或更换措施，确保汽轮机内部部件性能，定期对转子进行无损探伤，通过探伤检测转子内部是否存在裂纹等材料缺陷，提前预防材料缺陷引发的重大事故，保障汽轮机长期安全稳定运行。

(二) 易损件的检测和维护

汽轮机运行过程中，叶轮、动力泵等部件均属易损件范畴，这类易损件长期运行期间，受蒸汽冲刷、机械摩擦、振动等多类因素作用，易出现磨损、冲刷痕迹、

振动异常等问题，进而引发设备损坏与故障^[5]。为此需加强易损件运行应用监控，定期开展易损件检查与维护工作，依据易损件实际运行状况合理设定维护周期，及时发现并处理易损件存在的问题，确保易损件始终保持良好运行状态，规避因易损件故障对汽轮机正常运行造成影响。

(三) 停机通风冷却的保养

汽轮机长时间运转会产生大量热量，停机后若未及时通风散热，设备内部温度会持续上升，可能损坏汽轮机操作系统及其他部件，为此停机后需加大汽轮机通风与冷却力度，可采用强制通风方式，利用不同密度压缩气体快速排出设备内积聚的热量，实现快速换气以降低内部温度。随着设备技术发展，可借助先进监测设备对汽轮机温度实施实时监测，依据温度变化及时调整冷却措施，冷却过程中需严格检测与控制冷却速度，根据汽轮机不同工况采取对应冷却方式，必要时增加喷水装置投入，有效将汽轮机运行温度维持在合理范围。

结语

汽轮机作为火电厂核心设备，其稳定运转是火电厂安全生产与高效发电的关键所在，对汽轮机常见故障展开深入分析，采取全面且科学的检修、运行及维护手段，可及时发现并解决设备存在的问题，有效提升汽轮机运行稳定性与可靠性。实际工作中，火电厂需不断强化汽轮机管理工作，提升工作人员专业技能与责任意识，严格落实各项检修运行维护制度，为汽轮机稳定运转提供坚实保障，推动火电厂实现持续健康发展。

参考文献

- [1] 王富朋. 火电厂集控运行节能降耗技术研究[J]. 中国设备工程, 2025.
- [2] 徐岸楠. 火电厂汽轮机运行中的问题及解决措施研究[J]. 中国设备工程, 2025.
- [3] 顾庆磊. 火电厂汽机检修设备问题及解决对策分析[J]. 现代工业经济和信息化, 2025, 15(04): 215-216+222.
- [4] 胡建军, 郭永录, 隋洪波. 汽轮机节能降耗措施分析[J]. 内燃机与配件, 2025, (04): 109-111.
- [5] 章志龙. 火电厂汽轮机运行故障处理技术探究[J]. 中国设备工程, 2025.