

电厂汽机的安装与运行维护措施研究

唐 果

陕煤电力上高有限公司 江西 宜春 336404

摘要: 电厂汽轮机安装与运行维护质量直接影响机组运行效率与安全稳定性。本文详细阐述汽轮机安装前期规划筹备工作,涵盖安装团队组建与培训、场地规划与环境控制、设备工具准备与检验三大核心模块;深入分析安装过程关键技术要点,包括汽缸安装、转子安装、叶片安装及管道系统处理的技术规范与精度要求;详细探讨运行监测指标设置、故障诊断技术运用及噪声异常判断方法;重点研究定期维护保养计划制定、关键部件维护更换、性能优化路径及备件库存管理策略。通过全方位、多层次的研究,为提升电厂汽轮机安装质量、保障设备长期稳定运行、优化机组性能提供全面技术指导,助力电力行业设备管理水平的持续提升。

关键词: 电厂汽轮机; 安装技术; 运行监测; 维护保养; 性能优化

引言: 在电力行业中,电厂汽轮机作为核心设备,其安装质量与运行维护水平至关重要。汽轮机安装涉及众多环节,从前期的规划筹备,到安装过程的关键技术把控,再到运行中的监测与故障诊断,以及后期的维护保养与性能优化,每个步骤都紧密关联,共同影响着汽轮机的运行效率与安全性。深入研究电厂汽轮机的安装与运行维护措施,有助于提高机组运行的稳定性,降低故障发生率,保障电力供应的可靠性,对电力行业的持续发展具有重要意义。

1 电厂汽轮机安装前期规划与筹备

1.1 安装团队组建与专业培训

安装团队人员构成需结合汽机安装工程规模与技术复杂度。工程师岗位应配置具备汽轮机专业背景且拥有三年以上安装经验的技术人员,技术工人需通过职业技能鉴定并持有相应等级证书,安全员应接受过专业安全管理培训并取得资格证书。各岗位人员数量按安装工序需求合理配置,确保关键环节人员充足^[1]。专业技能培训体系围绕汽机结构认知展开,涵盖本体结构、辅助系统组成及工作原理等内容。安装工艺流程培训包含设备组合、找正定位、间隙调整等关键工序操作要点,着重介绍新型安装工艺的操作规范与注意事项,质量验收标准培训明确各分项工程允许偏差值及检验方法。培训方式采用理论教学与实操训练相结合,集中授课阶段重点讲解技术规范,现场实操环节通过示范操作强化技能掌握,培训周期根据人员基础确定,一般不少于两周。安全意识强化培训通过专题讲座形式开展,内容涉及危险源辨识、防护用品使用及应急处置流程。通过分析典型案例提升风险感知能力,组织消防疏散、伤员急救等模拟演练检验应急响应水平。

1.2 安装场地规划与环境控制

场地空间布局得按工艺流线好好优化。汽机本体就位区得留够吊装空间,主蒸汽管道安装通道宽度得能满足阀门组整体吊装。设备摆放区按功能划分,把电动泵等辅助设备布置在汽机基础附近,减少管路长度。检修平台设置要考虑转子抽装路径,平台标高比汽缸中分面低点,方便作业。环境参数控制标准要结合材料特性来定。碳钢部件安装时,环境湿度得控制好,不锈钢部件湿度要求也不一样,防止应力腐蚀。调节系统管路内部得足够干净,安装区域空气含尘量也得控制。温度波动别太大,避免汽缸法兰螺栓因热应力影响密封。环境控制得采取多级防护。防尘用正压洁净棚配过滤系统;防潮在汽缸基础周边设排水明沟,地面做特殊涂层;防腐对碳钢支架喷漆,仪表管路选合适材质。

1.3 设备与工具准备及检查

汽机设备验收建立三维质量管控机制。外观检查重点关注运输固定件是否拆除,仔细核查汽缸接合面油漆完整性。零部件完整性核对采用清单比对法,对叶轮等旋转部件进行编号追踪管理,确保不遗漏、不混淆。技术参数测试利用激光对中仪验证轴系标高,用超声波探伤检测主螺栓内部缺陷,全方位保障设备安全。安装工具选型匹配工艺精度,起重设备选用合适的液压提升装置,测量仪器配备高精度电子水平仪。配置可调式汽缸猫爪支撑架等定制化专用工具,数量满足多工序并行作业需求。工具维护管理实施全生命周期跟踪,确保工具性能稳定,为安装工作提供可靠支持。

2 电厂汽机安装过程关键技术与质量控制

2.1 汽缸安装技术与精度控制

汽缸组合与吊装方案要结合现场条件优化。水平中

分面组合时,需验证法兰平面度;垂直中分面组合则要确保密封性^[2]。吊装设备选型要考虑安全系数,液压提升装置额定载荷应大于汽缸重量一定倍数。吊点位置通过有限元分析确定,吊装顺序遵循“先下后上”原则,下缸就位后用激光跟踪仪检测空间坐标。汽缸找正以转子轴系为中心。采用拉钢丝法时,要在轴承座架设专用支架,钢丝水平度偏差控制在极小范围内。激光准直法通过反射靶标实现中心对齐,定位误差调整时,横向偏差用猫爪横销修正,纵向偏差通过推力轴承垫片处理,每次调整量不宜过大。水平度与垂直度控制采用精密测量技术。水平度测量用电子水平仪,分辨率高,测量位置选支脚及中分面。垂直度检测结合框式水平仪与激光投线仪,偏差有允许范围。安装过程用可调垫铁微调,螺栓紧固力矩用扭矩扳手分三次递增至设计值。

2.2 转子安装与动平衡调整

转子吊装专用工具要满足强度要求,吊具结构经有限元验证。吊装时在轴颈处包裹保护套,控制起吊高度,用经纬仪监测水平状态。就位保护方案包括设置导向板,控制下降速度,临近位置时用手动葫芦微调。轴向定位基准选推力轴承工作面,定位方法采用定位销与止口配合。径向间隙调整要考虑热膨胀,测量工具选用塞尺与压铅丝法组合,间隙值控制在设计范围内。调整操作先松紧对侧螺栓,控制每次旋转角度,力矩值通过传感器实时监测。动平衡试验采用硬支承平衡机,试验转速为工作转速一定倍数。验收标准遵循相关精度要求,不平衡量允许值按转子质量计算。不合格处理时,加重采用焊接配重块,去重使用电火花加工,修正后重新试验直至合格。

2.3 叶片安装与质量检验

叶片检查标准按材料特性制定。外观缺陷用磁粉探伤与渗透检测,有裂纹且深度超厚度一定比例即判定不合格。尺寸依叶根宽度与高度分类,误差控制在较小范围。重量用电子秤称重分组,偏差不超过平均值一定比例。组装按“先根后缘”顺序,固定用拉筋焊接与锁口片组合。叶根与轮槽间隙有明确范围,接触面积要达标。连接强度用超声波检测,焊缝熔深有要求。质量检验含垂直度、间距与松动度,垂直度用专用量规测,间距用通止规,松动度检查允许位移量有明确上限。

2.4 管道系统安装与密封处理

管道设计要进行流体动力学分析。走向设计应规避袋形弯,合理设置坡度。管径选择遵循经济流速原则,蒸汽管道流速要控制在合适范围。管材选型需考虑介质参数,高温管道选用特定合金钢,低温管道采用碳钢。焊接工

艺要严格执行规范,氩弧焊打底需保证一定厚度。法兰连接选用金属缠绕垫片,螺栓紧固采用对角交叉法,分两次递增至设计力矩。密封性保证措施多样,焊缝要进行全面射线检测,法兰连接面涂抹密封胶^[3]。密封性能检验采用气压试验与氦质谱检漏组合法,气压试验压力为设计压力一定倍数,保压一定时间,压降符合标准为合格;氦质谱检漏灵敏度高,重点检测焊缝与法兰部位。

3 电厂汽机运行监测与故障诊断

3.1 日常运行参数监测与分析

关键运行参数监测点布局要契合汽机构造与运行特性。温度监测点全面覆盖进汽、排汽及各段抽汽处;压力监测点设于主汽门前后、调节级和各段抽汽口等要处;流量监测用标准节流装置布置在主蒸汽管道;振动监测在各轴承座及转子临界转速区域布点。传感器选型要满足量程、精度与环境适应性要求,保障数据采集可靠。运行参数趋势分析依托历史数据库,用移动平均法与指数平滑法预测温度、压力等参数趋势,借控制图分析波动范围。建立参数关联模型,剖析主蒸汽温度与振动幅值耦合关系,识别参数异常变化关联性。数据更新每分钟一次,历史数据存储不少于三年。参数预警机制基于设备运行极限值,温度预警阈值按设计值一定比例设定,压力采用三区段控制法,流量结合效率曲线确定预警值。参数进入黄色预警区启动二级响应,进入红色预警区自动触发保护动作。预警系统具备自学习功能,能依运行工况动态调整阈值,提升预警准确性与及时性,保障汽机安全稳定运行。

3.2 振动监测与故障诊断技术

振动监测设备选型需综合考虑频响特性与安装条件。加速度传感器量程选择应适配实际振动范围,速度传感器则更适用于低频振动场景。安装位置的确定,可通过模态分析找出振动能量集中的关键区域,水平方向测点通常布置在轴承座相关位置,垂直方向测点则位于转子关键部位正上方。安装方式采用磁座吸附与螺栓固定相结合,确保接触刚度达标。振动数据采集采用等时间间隔采样,采样频率需根据分析需求合理设置。频谱分析运用快速傅里叶变换算法,时域分析则关注峰值、有效值等关键指标。通过提取特定特征参数,结合优化的故障诊断模型,构建故障特征向量空间。故障诊断系统基于振动特征库匹配建立。特征库涵盖多种典型故障的频谱模板,匹配算法采用综合模式以提高准确性。诊断结果输出应明确故障类型、严重程度,并提供建议处理措施,同时确保诊断置信度达到较高水平。

3.3 噪声监测与异常判断

噪声监测标准制定依据ISO3741声压级测定规范。监测仪器选用1级精度声级计,动态范围覆盖30-140dB。布点方案在汽机四周距设备1米处设置测点,高度与转子中心线平齐。监测周期设置为每班次两次,每次测量时间不少于30秒。噪声数据分析采用倍频程谱分析方法。建立正常运行噪声的基线模型,识别1kHz、2kHz等特征频段的能量分布规律。当噪声级超过基线值5dB时启动异常分析,结合振动频谱判断是否为气流激振或机械松动。通过声源定位技术确定异常噪声的传播路径。

4 电厂汽机维护保养与性能优化

4.1 定期维护保养计划制定与实施

维护保养周期的设定需综合考量汽机运行特性、所处环境条件及制造厂商技术规范^[4]。结合设备运行时长、启停次数等参数,科学划分日维护、周维护、月维护及年维护等不同周期。不同周期维护保养内容各有侧重,日维护侧重于设备表面清洁与基础参数检查,周维护增加润滑系统油位检查与冷却系统流量监测,月维护涵盖密封系统泄漏检测与关键部件紧固情况复查,年维护则包含全面解体检查与深度保养。每项维护保养工作均需制定详细标准与操作流程,执行过程中严格遵循规程,完成后详细记录维护过程、更换部件信息及设备状态参数,为后续状态评估与维护决策提供可靠依据。

4.2 关键部件维护与更换策略

关键部件寿命评估需深入分析转子、叶片、轴承等部件的磨损机制与影响因素。通过建立基于应力分析、疲劳寿命计算及实际运行数据的寿命评估模型,结合定期无损检测与性能测试结果,精准预测部件剩余寿命。依据寿命评估结果、运行监测数据及实际生产需求,制定关键部件更换时机判断标准。更换过程中严格执行施工工艺规范,重点控制部件安装精度、连接强度及对中情况等关键参数,通过质量检验与试运行验证确保更换后部件性能达标。

4.3 汽机性能优化措施研究

运行参数优化通过调整蒸汽温度、压力及负荷分配等参数,使汽机运行工况接近设计最优值。采用先进控制算法实现参数自动调节,提升热效率与运行稳定性。设备

改造升级聚焦新材料应用与结构优化,如采用抗腐蚀叶片材料、改进密封结构降低泄漏损失。结合新型安装工艺与优化的故障诊断模型,建立包含热效率、振动水平、故障发生率等指标的评估体系,通过对比改造前后运行数据量化评估优化效果。

4.4 备件管理与库存优化策略

备件分类依据对汽机运行的影响程度、采购周期及成本等因素划分为关键、重要与一般三类。关键备件实行重点管控,建立安全库存与应急采购机制^[5]。运用经济订货批量模型与需求预测方法优化库存结构,平衡库存成本与供应保障需求。通过供应商评估体系选择优质合作伙伴,建立长期战略合作关系,实施质量追溯与动态考核,确保备件质量可靠与供应及时。

结束语

电厂汽轮机安装与运行维护是一项系统性、复杂性极强的工程,涵盖前期规划筹备、安装技术实施、运行监测诊断、维护保养优化等多个核心环节,各环节环环相扣、相互影响,共同决定了汽轮机的运行质量与使用寿命。通过科学合理的前期规划、精准规范的技术操作、高效有效的监测诊断以及常态化的定期维护保养,可显著提升汽轮机的安装质量与运行性能,降低故障发生风险,保障电厂安全稳定运行。未来,电力行业应持续关注汽轮机技术发展趋势,不断探索优化安装与维护措施,推动设备管理水平向更高层次迈进,以适应日益增长的电力需求与行业高质量发展要求。

参考文献

- [1]刁洪虎,陈臻,钱水兵.电厂锅炉汽轮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.
- [2]张亚飞.电厂汽轮机热力系统运行的优化[J].电子技术,2022,51(01):158-159.
- [3]丁玉鲁.火电厂锅炉汽轮机保温施工提升设备质量研究[J].电力设备管理,2023(18):84-86.
- [4]刘军,赵伟.汽轮机故障诊断中振动监测技术的应用[J].电力科学与工程,2024,30(2):67-73.
- [5]孙强,吴敏.汽轮机关键部件寿命评估与维护策略[J].中国电力,2024,57(4):156-162.