

# 关于电厂汽轮机检修及维护技术要点分析

代志军

大唐国际发电股份有限公司陡河热电分公司, 中国·河北 唐山 063000

**摘要:** 汽轮机是电厂的关键设备, 其运行状态决定着发电的稳定性和能源的利用效率, 随着机组服役时间的增加和负荷的变化, 检修与维护技术的精细化水平也越来越重要。本文从电厂汽轮机检修与维护的技术价值及实施要点两个方面分析电厂汽轮机检修、维护的技术方法, 以及叶片、汽缸、调节系统等关键部位的维护工艺和维护标准, 希望为电厂运维工作人员带来一些参考。

**关键词:** 汽轮机; 检修及维护; 价值; 技术要点

## Analysis of Key Technical Points in the Maintenance and Overhaul of Power Plant Steam Turbines

Dai Zhijun

Datang International Power Generation Co., Ltd. Douhe Thermal Power Branch, China Hebei Tangshan 063000

**Abstract:** The steam turbine is a key piece of equipment in a power plant, and its operating condition determines the stability of power generation and the efficiency of energy utilisation. As the service time of the unit increases and the load changes, the refinement level of maintenance and repair technology becomes increasingly important. This article analyses the technical methods of power plant steam turbine maintenance and repair from the aspects of technical value and implementation points, as well as maintenance processes and standards for critical components such as blades, cylinders, and control systems, in the hope of providing some reference for power plant operation and maintenance personnel.

**Keywords:** Steam turbine; Inspection and maintenance; Value; Technical key points

## 0 引言

汽轮机检修及维护技术是针对汽轮机组各部件状态检测、缺陷处理和性能改进的技术手段, 包括本体、调节系统、油系统等方面的检修及维护, 这样能够有效发现设备的隐患, 保持机组维持设计性能指标, 对发电系统的连续运行、能源消耗控制具有重要意义。在火力发电不断追求高效低碳的发展趋势下, 工作人员明确检修及维护技术的要点, 对于推动运维工作的科学化、标准化具有现实意义。

## 1 电厂汽轮机检修及维护技术的价值

### 1.1 有助于提升能源利用效率

汽轮机运行效率好坏在于通流部分密封性如何、转子是否平衡等等, 汽轮机检修与维护就是为了调节这些因素, 使之达到更好的能源利用目的。叶片表面洁净、叶型校正可减少气流扰动损失, 利用超声波检查裂纹叶片, 使其具有设计的通流特性, 降低蒸汽流动阻力。叶片清洁要根据积垢类型来进行, 当以盐垢为主时, 要对化学清洗后的残留物进行中和; 对于氧化皮的沉积, 则要配合机械打磨的

方法, 不可将叶片表面涂层刮伤。汽缸结合面的密封通过垫片配合和螺栓连接进行检修和维护, 避免蒸汽泄漏造成能量损失, 通过汽封间隙测量调整, 减少漏汽量, 全方位提升能源利用效率。

### 1.2 有助于延长设备服役周期

汽轮机各部件材质在高温高压环境下容易发生老化损耗, 检修及维护技术就是针对以上老化损耗采取有效的防护措施以达到延长设备使用年限的目的。对于转子(如图1)的检修而言, 对主轴表面进行抛光以及进行裂纹检测可以减缓疲劳损伤的积累, 在进行抛光时应根据材质硬度选择合适的研磨剂粒度, 并且不可磨得过分, 以免影响到轴颈精度; 对叶轮与叶片连接部位进行紧固性检查可避免振动引起的机械磨损, 并应用红外测温技术对设备局部过热区进行监测, 对材料劣化过程进行预控。对于轴承系统, 则要对油质、轴承间隙进行调整, 使轴颈转动达到良好的润滑状态, 工作人员通过分析油品添加剂损失情况及时补充油料, 以减少金属间的摩擦损耗, 从而延长轴瓦的使用

寿命。

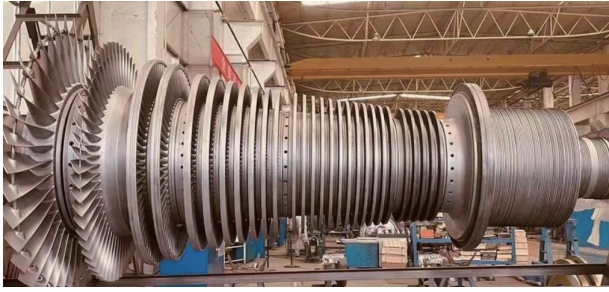


图1 汽轮机转子

### 1.3 有助于保障运行稳定安全

安全运行是电厂生产的重要任务，检修与维护技术通过多项检测手段对安全保障进行设置。叶片超声波检测采用A型脉冲反射式探伤仪进行检测，工作人员按照相关标准对叶身和叶根进行全面检测，探伤前对探头进行校准并进行信号反馈，确定裂纹、夹杂物等缺陷，若检测出缺陷，则根据受力特征对叶片进行修复，避免简单的处理造成安全事故<sup>[1]</sup>。转子动平衡采用硬支承平衡机进行检测，在平衡前要清理转子表面的杂质，排除外界因素，避免转动部件偏心，减少振动造成的设备损坏事故。危急遮断器、轴向位移保护等各部件均需定期校验，能够在出现各种突发情况后立即切断能源，油系统的滤油器清理、油质检验，可防止杂质进入润滑回路造成轴瓦烧毁。

### 1.4 有助于优化运营成本结构

加强检修、维护也能减少故障停机和能耗损失，实现成本控制的目的，工作人员定期对凝汽器管道进行清理和严密性试验，避免因换热效果下降增加煤耗，清理时间结合机组运行周期，避开用电高峰期，减少停机损失、间接降低燃料采购成本。备件预更换根据运行数据编制备件计划，备件台账跟踪使用年限，减少突发故障时的紧急采购费用、减轻停机损失，检修工艺改进过程中，工作人员采用小间隙汽封减少漏汽概率，不需要额外改造设备。设备状态监测设备由“定期修”变为“状态修”，随振动频谱改变检修、维护次数，根据设备要求减少检修次数，减少人工物料消耗，缩减检修维护成本。

## 2 电厂汽轮机检修及维护技术的要点

### 2.1 叶片检修与状态监测

叶片（如图2）作为能量转换的重点部件，其检修及维护需兼顾缺陷检测与性能维护，检修前需依据叶片材质特性选择适配的清理方法，合金钢叶片采用机械打磨去除表面积垢，打磨过程需控制力度防止叶片型线改变，钛合金叶片则选用化学清洗防止材质损伤，清洗液要选用与钛

材兼容的配方以防止腐蚀<sup>[2]</sup>。超声波检验是缺陷检测的关键环节，工作人员则应基于行业标准选用合适频率的直探头与斜探头，探头移动要维持匀速平稳，耦合剂采用机油或甘油，确保声波传导结果精准，进而对叶根过渡区、叶片顶部等应力集中部位做出扫查，扫查路径要覆盖全部核心区域，经过对比试块波形判定缺陷性质和尺寸。



图2 汽轮机叶片

叶片振动特性的维护需要进行固有频率测试，测试前应将叶片悬挂在空中，避免支撑点影响频率数据，可采用激振法测量不同工况下的振动，如果与设计值较大，可以在叶片顶部钻孔或者安装配重来进行调频。安装间隙的测量由塞尺进行，测量时塞尺需与测量面完全贴合，以免误差的产生，叶顶与汽缸间隙、动静叶片径向间隙需要按照规定进行控制。回装过程中需检查叶片锁片的紧固状态，锁片安装方向要符合设计要求，采用力矩扳手确认锁紧螺栓预紧力达标，防止运行中发生叶片松动。检修记录应具体标注叶片编号、检测数据及处理措施，这样才能为后续跟踪维护带来依据。

### 2.2 汽缸与隔板维护工艺

汽缸维护的重点是保证结合面的严密性以及结构的完整性，在拆卸之前需要先对螺栓进行加热升温，并且使用远红外加热器使温度逐渐升高，且加热区域要包含螺栓的有效长度，避免温度突变引起螺栓的变形，在加热的过程中应用测温仪器测温，保证每个螺栓的温度是一样的。吊大盖时，要使用专用吊具，吊具的安装位置要严格按照设备图纸上面的要求进行安装，起吊的速度要稳定，并且要控制好设备的水平偏差，在起吊到一定高度之后，还需要停下来，让工作人员去检查吊具的受力情况，如果没有问题再进行下一步的起吊操作。

结合面清理使用钢丝刷除去旧垫片残余部分，钢丝刷的硬度要适合汽缸的材料，不能硬划伤结合面，对于凹陷部分，则使用刮刀进行修刮，而且修刮时需要保证修刮的方向是相同的，修刮后的表面要符合粗糙度的要求，通



涂抹一层薄薄的红丹粉，但要注意涂覆面积不可以超过接触面积，并且要使接触点分布均匀，在装配时采用将轮毂加热的方法进行过盈配合，具体可通过合适的方式将温度控制适中，既不能太高也不能太低。

动平衡采用硬支承平衡机，试验前要校准平衡机，刚性转子低速平衡，转速需合适，现场平衡检测在机组运行工况下进行，工作人员采用振动传感器采集轴承座振动信号，传感器位置需要准确，采样频率应该合理，转速变化时的振动幅值要得到控制。

### 2.6 凝汽器维护与真空保障

凝汽器（如图5）维护直接影响机组热效率，其中的管板和铜管连接部位采用胀管工艺，胀管前要检查管板孔和铜管的尺寸，确保配合间隙合适，胀管过程分步骤开展，继而防止一次胀管过度导致铜管损伤，胀接后进行水压试验，试验压力需符合要求，确保保压时间足够，观察管板和铜管结合处有无渗漏，发现渗漏需重新胀接。铜管清理采用机械法或化学法，机械法借助胶球清洗装置，胶球材质需柔软且有一定弹性，防止划伤铜管内壁，化学法在结垢严重时采用合适的清洗剂，清洗剂浓度要根据垢样分析来确定，清洗时间要依据结垢厚度调整，清洗后用清水冲洗至中性，防止残留药剂腐蚀铜管<sup>[5]</sup>。



图5 汽轮机凝汽器

真空严密性试验需要关闭抽气器，进行真空严密性试验前必须控制机组负荷，记录一定时间内真空下降值，记录间隔一定要均匀，严密性要符合行业标准。抽气器喷嘴应定期检查，选择合适工具测量喷嘴规格，出口压力低时应及时更换，新喷嘴安装后要调整喷射角度，保证抽气能力。水封系统内管道清洗干净，吹扫管道，管道通畅，水位控制在设计高度范围内，不能进入凝汽器，水位要定期检查。热交换器管程与壳程分别进行压力试验，试验压力要求合格，不要出现泄漏，在试验后还要排除水分。

### 3 结语

总而言之，汽轮机作为电厂能量转换的重点枢纽，其检修及维护技术精细化水平与发电系统的平稳运行情况息息相关，从叶片探伤到凝汽器真空保障、从调节系统校准到油质管控，每一项技术要点的落实都为设备可靠运行带来支撑。在能源利用效能持续提升的背景下，检修及维护技术需连续融合精准检测与优化工艺，经由全流程管控促进设备性能和运营效益的协同提高，为电力生产安全平稳创建坚实基础。

#### 参考文献：

[1] 艾郑, 孙力. 电厂汽轮机检修及维护技术要点研究[J]. 电工技术, 2025(3):225-227,230.

[2] 李凤明. 热电厂汽轮机检修运行维护探讨[J]. 中国设备工程, 2025(1):177-179.

[3] 潘明飞. 火电厂汽轮机辅机检修问题与处理[J]. 工程研究与实用, 2024,5(20).

[4] 李振英. 关于机组启动时汽轮机偏心率过大影响机组启动的分析[J]. 水利电力技术与应用, 2024,6(12).

[5] 王少华. 火电厂汽轮机组本体检修策略探究[J]. 户外装备, 2023(7):490-492.