

# Analysis of Steam Turbine Operation Management Countermeasures in Thermal Power Plant

Qing Fu

Huaneng Beijing Co-generation Co., Ltd., Beijing, 100023, China

## Abstract

Electric power is an important guarantee for China's social life and production, and thermal power generation is the main source of electric power production in China. As an important energy supply infrastructure, steam turbine is one of its core equipment, which directly affects the efficiency and reliability of power production. Therefore, in the operation and management work of the thermal power plant, ensuring that the steam turbine is in a normal and good state is the key content of the work. Based on this, this paper first analyzes the problems in the operation of thermal power turbine, including load fluctuation, equipment wear, component failure and environmental impact, and then focus on the different operation management countermeasures, such as maintenance plan, monitoring system, operation optimization and technology upgrading, to improve the efficiency and reliability of steam turbine.

## Keywords

thermal power plant; steam turbine; operation management

# 火力发电厂汽轮机运行管理对策分析

付庆

华能北京热电有限责任公司, 中国 · 北京 100023

## 摘 要

电力是中国社会生活生产的重要保障, 而火力发电是中国电力生产的主要来源。火力发电厂作为重要的能源供应基础设施, 汽轮机是其核心设备之一, 直接影响电力生产的效率和可靠性。因此, 在火电厂的运行管理工作中, 确保汽轮机处于正常、良好的状态下是工作的关键内容。基于此, 论文首先分析了火力发电厂汽轮机运行中可能面临的问题, 包括负荷波动、设备磨损、部件故障和环境影响等因素等, 然后重点探讨了不同的运行管理对策, 如维护计划、监测系统、操作优化和技术升级等, 以提高汽轮机的效率和可靠性。

## 关键词

火力发电厂; 汽轮机; 运行管理

## 1 引言

火力发电厂在满足不断增长的电力需求中发挥着至关重要的作用。其中, 汽轮机扮演着转化燃料能源为电能的关键角色。因此, 汽轮机的运行管理对于确保电力生产的效率、可靠性和经济性至关重要。火力发电厂汽轮机在运行过程中面临着多种挑战和问题。为了克服这些问题, 火力发电厂需要制定有效的运行管理对策。这些对策可以涵盖维护计划、监测系统、操作优化、技术升级和培训等各个方面。通过精心设计和实施这些对策, 火力发电厂能够提高汽轮机的效率, 延长设备寿命, 减少不必要的停机时间, 并降低维修成本, 从而提高电力生产的竞争力。本论文旨在深入研究火力发电厂汽轮机的运行管理对策, 分析它们的优势和限制, 并

提供有针对性的建议, 以帮助火力发电厂管理者更好地应对现实挑战, 提高其能源供应的可持续性。

## 2 火力发电厂汽轮机运行问题分析

### 2.1 负荷波动的影响

火力发电厂通常需要适应电力负荷的波动, 这可能由于消费峰值、季节性变化或不稳定的可再生能源供应引起。负荷波动对汽轮机运行产生了直接和间接的影响。直接方面, 频繁的负荷调整可能导致汽轮机的快速启停, 这对设备造成冲击和热应力, 加速磨损, 降低寿命。此外, 不适当的负荷调整也可能导致效率下降和燃料浪费。间接方面, 负荷波动还可能影响汽轮机的稳定性, 引发振动和共振问题。这些振动问题不仅增加了机械应力, 还可能导致部件的疲劳破坏。因此, 有效的负荷管理策略和控制系统对于减轻这一问题至关重要<sup>[1]</sup>。火力发电厂汽轮机如图 1 所示。

【作者简介】付庆(1992-), 男, 中国北京人, 本科, 工程师, 从事火力发电厂集控运行研究。



图1 火力发电厂汽轮机

## 2.2 设备磨损和寿命

汽轮机的可靠运行对于确保火力发电厂的电力生产至关重要。然而，在高温、高压和高速运行的极端环境下，汽轮机的各种部件会经受严重的磨损和损坏。这些问题直接威胁设备的寿命和可靠性，同时也增加了运营成本。因此，磨损和寿命问题的有效管理至关重要，以确保汽轮机的长期可靠运行。在汽轮机的高温高压工作环境下，腐蚀是一个常见的问题。腐蚀会导致叶片和其他金属部件表面的疲劳和腐蚀损害，最终降低了它们的性能。针对这一问题，维护计划应包括定期检查和清理受腐蚀影响的部件，以防止腐蚀蔓延。机械疲劳是另一个潜在问题，特别是在频繁启停的情况下。汽轮机的叶片和转子在旋转时会承受不断的机械应力，这可能导致裂纹和疲劳破坏。为减轻机械疲劳，需要定期检查叶片和转子，以检测裂纹和其他潜在问题，并采取适当的维修措施。

## 2.3 部件故障和维修

汽轮机的各个部件都是其顺利运行的关键组成部分，包括叶片、轴承、密封、发电机、涡轮等。部件故障不仅会导致停机时间，还可能引发更广泛的损害。这些故障通常是由于材料老化、设计缺陷、不适当的操作或负荷波动引起的。有效的维修策略至关重要，以确保部件的及时检修和更换，从而减少停机时间和降低维修成本。此外，预防性维护和定期检查也可以帮助提前发现潜在问题，减轻损害。

## 2.4 环境因素和法规遵从

火力发电厂汽轮机的运行还受到环境因素和法规的影响。环境因素包括气候条件、大气质量和水资源可用性，这些因素可以影响冷却系统、燃料供应和废热排放。与此同时，各种国际、国家和地区性法规要求火力发电厂在减少污染和温室气体排放方面承担更多的责任。为满足这些法规，火力发电厂可能需要投资于环保技术和措施，这可能增加运营成本。因此，环境因素和法规遵从不仅对汽轮机的运行管理提出了挑战，还对经济可行性产生了影响。

## 3 运行管理对策

为了应对火力发电厂汽轮机运行中的各种挑战，采取有效的运行管理对策至关重要。这些对策涵盖了多个方面，包括维护计划、监测系统、操作优化、技术升级和人员培训。

### 3.1 维护计划

#### 3.1.1 预防性维护

预防性维护是一项关键的策略，旨在减少设备磨损、延长寿命和提高可靠性。这种维护方法基于定期检查和维修设备，以预防潜在的问题。预防性维护的主要目标包括：定期检查设备，以识别和更正可能导致故障的问题。替换磨损严重的部件，以减少停机时间和降低维修成本。清洗和校准传感器和控制系统，以确保准确的数据和操作。实施定期润滑和冷却系统维护，以防止磨损和过热。预防性维护需要制定详细的维护计划，根据设备的工作条件和历史性能来制定。这种策略有助于减少意外故障，提高设备可靠性，同时也延长了设备的寿命。

#### 3.1.2 定期维护

除了预防性维护，定期维护也是维护计划的关键组成部分。定期维护是计划性的，通常在设备的规定维护间隔内执行。这种维护涵盖了更广泛的设备检查和维修，以确保其长期可靠运行。定期维护的主要目标包括：更换耗材部件，如密封圈、滤芯和轴承。清理设备，包括内部和外部的清洗，以去除尘埃和污垢。进行性能测试和校准，以确保设备按照设计规格运行。检查润滑系统，以确保适当的润滑和冷却。定期维护通常需要在停机期间执行，因此需要仔细计划，以最小化停机时间。这种维护策略有助于保持设备的高效性能，延长寿命，同时减少了突发故障的风险。

### 3.2 监测系统

#### 3.2.1 数据采集和分析

监测系统是一种关键工具，用于实时监测汽轮机的运行情况。这些系统通过各种传感器和仪表收集大量的数据，包括温度、压力、振动和油液质量等。数据采集的关键目标是提供有关设备性能的实时信息以及对可能的问题进行早期检测。数据分析是监测系统的关键组成部分，利用先进的数据分析技术来识别潜在问题。数据分析可以用于：监测设备的性能趋势，以便提前发现问题。检测异常情况，如高温、高压或振动超过阈值。分析油液样本，以检测金属颗粒和其他污染物，指示设备磨损程度。比较设备的实际性能与设计规格，以识别效率降低的迹象。数据采集和分析系统有助于提前预警潜在问题，从而减少停机时间和维修成本。这种系统还提供了决策支持，帮助管理者制定更好的维护计划和操作策略<sup>[2]</sup>。

#### 3.2.2 故障预警系统

故障预警系统是监测系统的重要组成部分，用于识别潜在的故障和问题，以便及早采取措施。这些系统结合了实时数据采集和高级算法，以自动检测异常情况并触发警报。

故障预警系统的功能包括：检测异常情况，如温度升高、振动异常或压力波动。自动分析数据，以识别潜在的问题，如叶片失效或轴承问题。发出警报，通知操作人员或维护团队采取适当的措施。记录和存储数据，以便进行后续分析和跟踪。故障预警系统的快速响应可以帮助防止严重故障和设备破坏，从而降低维修成本和停机时间。

### 3.3 操作优化

#### 3.3.1 负荷调整策略

操作优化是提高火力发电厂汽轮机效率的关键因素之一。负荷调整策略旨在最大程度地提高汽轮机的效率，同时确保电力供应与需求平衡。关键的负荷调整策略包括：确保在负荷从低到高或从高到低的过渡过程中，汽轮机保持稳定，减少热应力和机械冲击。将负荷分配到不同的汽轮机，以确保最佳效率和燃料利用。优化燃料供应，以确保燃烧效率最大化，同时降低排放。操作优化需要密切监测汽轮机性能，并根据负荷需求和环境条件进行适时的调整。这有助于提高电力生产的效率，降低成本，并减少对环境的不良影响。

#### 3.3.2 燃料效率改进

燃料效率改进是另一个关键的操作优化方面。它旨在最大程度地提高燃料的能量转化为电能的效率，以减少燃料消耗和碳排放。一些关键的策略包括：采用先进的燃烧技术，以提高燃料的完全燃烧和热效率。利用余热来预热水或空气，以减少燃料的消耗。安装节能设备，如变频驱动器、高效的泵和风扇，以减少电力消耗。改进燃料效率不仅有助于节省能源和降低碳排放，还可以显著减少运营成本。这种操作优化策略需要综合考虑汽轮机的性能和燃料特性。

### 3.4 技术升级

#### 3.4.1 先进材料和设计

技术升级是提高汽轮机性能和可靠性的重要手段。其中之一是采用先进材料和设计，以改进汽轮机的寿命、耐热性和效率。先进材料的应用包括高温合金、陶瓷复合材料和涂层技术，以提高叶片和涡轮部件的耐高温性能。这些材料可以帮助减轻高温下的腐蚀和磨损问题，延长设备寿命。改进设计包括提高叶片和涡轮的气动效率，减小气流损失以及优化冷却系统，以提高热效率。这些设计改进有助于提高汽

轮机的性能，同时减少燃料消耗<sup>[1]</sup>。

#### 3.4.2 环保技术

环保技术是应对环境法规和减少排放的关键。这些技术包括：通过石膏湿法脱硫或脱硫剂吸收，减少硫氧化物排放。通过控制燃烧过程，减少氮氧化物排放。使用SCR（选择性催化还原）技术，减少氮氧化物排放。通过静电过滤、袋式过滤或湿法除尘，减少颗粒物排放。这些环保技术有助于确保火力发电厂满足环保法规，减少对大气和水体的不良影响。它们还可以提高设备的可靠性，减少停机时间。

### 3.5 人员培训和发展

人员培训和发展是确保火力发电厂汽轮机有效运行的关键要素。合格的操作员和维护人员对于设备性能和至关重要。培训计划应包括：设备操作培训，以确保操作员熟悉汽轮机的正常运行和应对突发情况的能力。维护技能培训，以确保维护团队能够进行定期维护和故障排除。安全培训，以确保所有工作人员在安全操作和应对紧急情况方面具备必要的知识和技能。除了培训，员工发展也很重要，包括继续教育、技能提升和职业发展机会。这有助于维护高素质的工作团队，提高火力发电厂汽轮机的运行管理质量。

## 4 结语

综上所述，火力发电厂汽轮机的运行管理对策是一个综合性的挑战，需要在多个领域采取综合性的措施。通过维护计划、监测系统、操作优化、技术升级和人员培训的有效结合，火力发电厂可以提高电力生产的效率、可靠性和环保性，降低成本，同时满足未来能源需求。在一个不断演变的能源产业环境中，火力发电厂管理者需要不断更新和改进这些对策，以适应新的挑战 and 机会。只有如此，才能确保持续提供可靠的电力供应，同时维护环境的可持续性。

### 参考文献

- [1] 徐天明.火力发电厂汽轮机运行管理及优化策略分析[J].中国科技期刊数据库工业A,2023(4):4.
- [2] 崔志勇.火力发电厂运行管理现状及对策分析[J].科技创新导报,2021,18(31):3.
- [3] 王汀.火力发电厂汽轮机运行存在的节能问题和应对对策研究[J].轻松学电脑,2021(6):1.