

# Operation management and optimization suggestions of steam turbine in thermal power plant

Pengfei Guan

Shaanxi Deyuan Fugu Energy Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719000, China

## Abstract

In recent years, the continuous advancement of urban modernization process has increased the demand for power resources in all walks of life. At present, thermal power generation is still the most important power generation mode in China. Steam turbine is the most core kind of equipment in the thermal power generation system, which is related to the safety and economy of the whole thermal power generation system. However, the structure of steam turbine equipment is more complex, and all kinds of components also belong to high precision components. If the operation and maintenance personnel do not do a good job in the operation management of the turbine, it will increase the failure risk in the operation of the turbine and affect the operation stability of the turbine. Based on this, this paper focuses on specific cases, analyzes the operation management and optimization suggestions of steam turbine in thermal power plant in detail, aiming to improve the operation performance of steam turbine, ensure the operation stability of thermal power plant, for reference.

## Keywords

thermal power generation; steam turbine; operation and management

# 火力发电厂汽轮机运行管理与优化建议

关鹏飞

陕西德源府谷能源有限公司, 中国·陕西 榆林 719000

## 摘 要

近几年来, 城市现代化进程的不断推进, 加大了各行各业对电力资源的需求。目前, 火力发电依然是我国最主要的发电模式。汽轮机是火力发电系统中最核心的一类设备, 关系着整个火力发电系统运行的安全性与经济性。但是, 汽轮机设备的结构比较复杂, 其各类构件也属于高精密构件。如果运行维护人员没有做好汽轮机的运行管理工作, 将会增大汽轮机运行过程中的故障风险, 影响汽轮机的运行稳定性。基于此, 本文重点结合具体案例, 对火力发电厂汽轮机的运行管理与优化建议进行了详细的分析, 旨在提高汽轮机的运行性能, 保障火力发电厂的运行稳定性, 以供参考。

## 关键词

火力发电; 汽轮机; 运行管理

## 1 引言

哈汽研制出了一种 660MW 超超临界间接空冷反动式汽轮机。这一汽轮机在火力发电系统中的应用关系着电网的调峰处理。但是, 这一汽轮机的容量非常大, 运行安全管理与运行成本控制难度也相对较大。只有加强汽轮机的运行管理与优化, 才能够更好地适应电网的调峰处理, 提高火力发电厂的电力资源生产能力和供应能力。

## 2 660MW 超超临界间接空冷反动式汽轮机的简述

660MW 超超临界间接空冷反动式汽轮机由哈尔滨汽轮

机厂有限责任公司研制, 一次中间再热, 单轴、三缸、两排汽, 带有 1100mm 钢制末级动叶片。汽轮机由一个单流高压缸、一个双流中压缸和一个双流低压缸组成, 各汽缸串联布置, 这样设置的通流形式既能提高各缸的效率, 又能有效缩短机组轴向尺寸、控制末级叶片长度和减小转子轴向推力。汽轮机技术规范要求见表 1。

## 3 火力发电厂汽轮机运行管理策略

### 3.1 确保凝汽器始终处于真空状态

对汽轮机组的构造原理进行分析, 发现凝汽器是最核心的构成要素。火力发电厂要想加强汽轮机的运行管理, 提高汽轮机的运行性能, 就必须对各类设备的运行参数进行严格的控制, 使凝汽器始终处于真空状态, 以免汽轮机运行过程中产生的能耗过大, 对火力发电厂的经济效益提高产生影响<sup>[1]</sup>。首先, 工作人员需要对凝汽器进行全面的检查与维修,

【作者简介】关鹏飞 (1997-), 男, 中国河南安阳人, 本科, 助理工程师, 从事火电厂集控运行研究。

确保凝汽器的密封性良好。其次，对火力发电系统中的所有设备进行定期检查。对汽轮机组内的各设备进行全面而细致的检查，如果发现某一设备或配件存在损伤，或者运行状态不理想，那么就要在第一时间进行处理<sup>[2]</sup>。在这一过程中，需要将工作人员检查维修过程中产生的所有数据与信息进行如实的记录，为后期的设备检修与保养提供参考。其次，加强凝汽器和循环泵的检查维修和养护，确保凝汽器和循环

泵的使用性能良好，能够通过彼此之间的配合与协调获得相对理想的冷却温度，维持汽轮机的高效运行。最后，为了延长凝汽器的使用寿命，使其长时间处于真空状态，需要在凝汽器运行一段时间后进行水垢问题的处理和设备内部杂质的清理，并对进入设备内部的水质质量进行严格的把控。只有这样，才能够将凝汽器的换热性能充分发挥出来。

表 1：汽轮机技术规范要求

汽轮机型式	超超临界，一次再热，单轴、三缸两排汽、直接空冷机组
额定功率 MW	660
最大计算功率 MW	726.272
工作转速 r/min	3000
旋转方向（从汽轮机向发电机看）	顺时针
调节控制系统型式	DEH
最大允许系统周波摆动 HZ	47.5~51.5
空负荷时额定转速波动 r/min	±1
噪音水平 dB (A)	<80（距设备外壳 1m 测量）
各轴承处最大垂直振动(双振幅) mm	<0.075
通流级数	59
高压部分级数	17
中压部分级数	2×16
低压部分级数	2×5
末级动叶片长度 mm	1100
盘车转速 r/min	2.55
汽轮机总长 mm（包括罩壳）	~27300
汽轮机最大宽度 mm（包括罩壳）	~14800
汽轮机本体重量 t	~1000
汽轮机中心距运行层高度 mm	1070

### 3.2 保证给水温度的稳步提高

汽轮机内部的给水温度越高，火力发电系统运行过程中产生的燃料消耗就越低。因为在水进入锅炉设备中后，产生的蒸汽就会被高温高压环境所吸收，锅炉内的燃料消耗量也会随之减少。这样一来，不仅增强了火力发电系统的运行性能，还提高了整个汽轮机组的运行效率。所以，运行管理人员需要对汽轮机的给水温度予以实时的关注，并随时根据情况进行调整。虽然给水温度越高，产生的能量消耗就越少，但是在控制给水温度方面也不能忽略汽轮机的运行要求与运行性能。如果给水温度过高，将有可能降低汽轮机的使用寿命，缩短汽轮机的使用寿命。而且，给水温度的持续提高，还有可能产生大量的抽气量，进一步降低汽轮机组的输出功率，影响整个火力发电系统的运行质量<sup>[3]</sup>。所以，运行管理人员必须对汽轮机的给水温度进行合理的控制，使其在允许范围内稳步提高。同时，还要结合汽轮机的运行状态，采取

差异化的运行管理措施。例如，当汽轮机处于启动或停运状态时，要严格按照相关规范进行操作。如果汽轮机处于工作状态，则需要对高压加热器、低压加热器的水温稳定性进行严格控制，并排除加热器的渗透隐患。

### 3.3 加强各检修阶段的问题处理

针对汽轮机的检查与维修，主要包含三个阶段，即检修前、检修中和检修后。首先，在检修前，运行管理人员需要做好充分的准备工作，对汽轮机的工作时长、使用寿命以及以往运行中出现过的故障问题、处理措施等相关资料进行整理，从数据层面为后期汽轮机的检查与维修工作开展提供支持。同时，在正式开始汽轮机检查与维修之前，还需要对火力发电系统的运行流程进行研究，确保制定出的汽轮机设备检修方案与火力发电系统的运行特征相契合。在这一过程中，还要对汽轮机在未来一段时间内的运行性能进行评估，提前预测其可能出现的故障隐患，并提前做好零部件的准

备,确保在后期汽轮机出现故障时能够在第一时间进行零件更换<sup>[4]</sup>。其次,在检查过程中,运行管理人员需要优先使用先进、高效的设备缩短检修时间,确保在规定时间内完成所有的检查维修工作,为火力发电系统的稳定运行提供保证。与此同时,还要安排专门的工作人员负责整个汽轮机设备检查维修过程的监督与管理,加强检查维修现场的统筹与安排。最后,在汽轮机设备检查与维修工作结束后,需要先对设备进行试运行,观察故障问题是否得到了彻底的解决,并对各种故障隐患风险进行排查,确保汽轮机能够正常运行,不会对后续发电系统运行产生影响。

## 4 火力发电厂的汽轮机的运行优化要点

### 4.1 加强汽轮机最佳运行方法的确定

针对汽轮机的最佳运行方法的确定主要有两种,即单因素轮换确定法和多因素联合调整确定法。首先,第一种方法能够通过汽轮机运行影响因素的分类与划定,将汽轮机的运行功率输出曲线绘制出来,为汽轮机最佳运行方式的确定提供支持。第二种方法是直接将汽轮机的运行影响因素视为一个有机的整体,借助最新元器件和设备相联合的方式将汽轮机的最佳运行状态确定下来<sup>[5]</sup>。第一种方法的应用具有较强的简单性与实用性,能够保证汽轮机运行优化策略的实用性。第二种方法的应用能够将汽轮机辅助技术、集成技术和数字技术等作为辅助,借助科技手段提高汽轮机的运行性能。运行管理人员需要根据实际情况选择合适的方法,或者将两种方法综合在一起,加强汽轮机运行状态的优化。

### 4.2 加强汽轮机定压与滑压运行参数的确定

首先,对汽轮机定压与滑压参数的设置、测定与选择。将不同运行状态下,汽轮机的运行参数进行对比分析,整理出汽轮机运行管理方案,为汽轮机运行性能的提升提供支持。其次,对负荷转折点上的定滑定运行方式进行选择。最后,在定滑定运行模式下,对各负荷点在主蒸汽压力与相应高压主汽调门的开度进行确定。

### 4.3 加强给水泵运行方式的优化

给水泵的运行状态关系着整个汽轮机组的运行状态。必须对汽轮机组的给水泵运行方式进行优化。首先,对给水泵进行优化选择,以汽轮机组的最大功率和单台给水泵功率的比较为基础,对给水泵进行最大功率输出试验,并在此基础上对给水泵的运行强度、运行负荷和运行过程进行确定,为汽轮机的安全稳定运行提供支持。其次,结合汽轮机的低负荷运行状态特征,对给水泵进行低负荷试验,进而将单台给水泵的运行状态确定下来,使给水泵的经济运行范围明确。再次,通过多次试验明确不同负荷运行状态下,汽轮机给水泵的运行能耗与运行效率,并绘制给水泵能耗变化曲线和给水泵运行功率变化趋势,将给水泵的最佳运行参数与运行方式确定下来<sup>[6]</sup>。最后,将传统的锅炉给水调节方式升

级为变动转速给水调节方式,提高水泵运行效率。这样,运行管理人员就不需要通过阀门来调节给水流量,保证了水泵的自动化运行。即便是汽轮机组处于低负荷运行状态,也不会产生严重的节流损失。水泵机组的节能效果与经济效果会更好。

### 4.4 优化汽轮机循环水泵的匹配方式

首先,在设计阶段,对汽轮机水循环体系进行科学合理的选择,对循环水泵的运行性能与运行方式进行科学合理的选择,确保循环水泵能够对流量和温度进行合理的控制,能够满足汽轮机的运行要求。其次,加强叶片角度、循环泵功率的调整和优化,提高循环水泵对水量、水温的控制,降低循环水泵的运行功耗。

### 4.5 加强汽轮机运行背压的确定

背压是汽轮机运行中的一个重要参数,又被叫作排汽压力。哪怕是汽轮机背压发生细微变化,汽轮机的运行性能也会发生明显的变化。针对汽轮机运行背压的确定需要注意以下几方面。首先,对汽轮机的运行负荷、水循环系统、温度、流量等进行优化和监测,确保背压稳定,汽轮机的出力能力不会受到影响。其次,根据汽轮机的运行负荷变化,对汽轮机的精处理水质变化情况进行分析和研究,并在此基础上对水循环流量与温度进行控制,对冷凝器背压值进行调整,为汽轮机的稳定运行提供保证。

## 5 结语

综上所述,汽轮机对于火力发电系统的运行安全性与经济性有着直接的影响,必须对汽轮机的运行管理与优化予以高度的重视。运行管理人员在日常工作中需要确保凝汽器始终处于真空状态、给水温度稳步提高,并对各检修阶段出现的问题进行及时有效的处理。为了进一步提高汽轮机的运行性能,需要对汽轮机的最佳运行方式、定压与滑压运行参数、给水泵运行方式、循环水泵的匹配方式、运行背压参数等进行合理的确定与优化。

### 参考文献

- [1] 马腾飞.浅谈火力发电厂汽轮机运行管理与优化[J].新型工业化,2021,11(4):166-168.
- [2] 徐磊.火力发电厂汽轮机运行管理及优化策略分析[J].电脑爱好者(电子刊),2021(8):1616-1617.
- [3] 刘贞福.火力发电厂汽轮机辅机优化运行的研究[J].环球市场,2019(18):135.
- [4] 薛伟朋.探析火力发电厂锅炉和汽轮机组协调控制策略[J].文渊(小学版),2023(12):262-264.
- [5] 张福帅.火力发电厂汽轮机高压加热器运行管理与优化[J].中国科技投资,2019(33):86.
- [6] 王春雷.电厂汽轮机及其辅机的运行与管理[J].百科论坛电子杂志,2020(9):1906-1907.