

# Thermal Efficiency Improvement and Economic Analysis in Power Plant Steam Turbine Renovation

Xifang Zhang

Hebei Zhuozhou Jingyuan Thermal Power Co., Ltd., Zhuozhou, Hebei, 072750, China

## Abstract

The steam turbine plays a crucial role in the production and power generation processes of power plants. However, due to its complex system structure, various faults can easily occur during actual operation, which is detrimental to improving the plant's production efficiency. Therefore, power plants should conduct targeted analyses based on the operational issues of the steam turbines to develop effective solutions. This ensures the efficient and stable operation of the steam turbines, thereby laying a solid foundation for enhancing the overall efficiency of the power plant. In this context, the focus is on exploring ways to improve the energy efficiency and economic benefits of the power plant units.

## Keywords

running turbine; economy; improvement strategy

# 电厂汽轮机改造中的热效率提升与经济性分析

张喜方

河北涿州京源热电有限责任公司, 中国·河北涿州 072750

## 摘要

汽轮机在电厂的生产、发电等工作中扮演着十分重要的角色,而在实际操作中,由于其较为复杂的系统结构,很容易发生各种故障,这对于提高电厂的生产效益十分不利。因此,电厂应该根据汽轮机的运行问题,对其进行有针对性的分析,从而制定出有针对性的解决办法,这样才能保证汽轮机的高效稳定运行,为提高电厂的综合效益打下坚实的基础。在这一背景下,重点对电厂提高机组的能效和经济效益进行了探讨。

## 关键词

运行汽轮机; 经济性; 提升策略

## 1 引言

汽轮机组的正常工作不仅关系到电网的安全稳定,而且在生产运行中的耗损率也直接关系到公司的利润。要想让锅炉汽轮机达到节能增效的目的,就必须要将企业的具体情况和设备的情况相结合,运用科学的方法和科技,对锅炉汽轮机的结构和操作进行优化,同时,还应该将各种节能技术融入日常的设备管理之中,使其能够一直保持在一个较好的状态,这样才能提高能量的利用率,降低有害气体的排放量,使设备的工作效率得到进一步的提升。

## 2 提升汽轮机经济性与运行效率的重要意义

在电力转换设备的帮助下,电厂能够将各类能源转换成电力,具有极大的经济效益和社会效益。目前我国燃煤电厂技术水平不断提升,新建机组规模不断扩大,超临界机组、

超超临界机组效率已接近世界先进水平。在电厂的生产和操作过程中,有很多相关的设备和设备被用到,特别是汽轮机,它在电厂的正常工作中扮演着非常重要的角色。作为电能循环系统的关键装置,汽轮机的稳定运行关系到整个机组的安全生产。所以,在实际的生产中,应尽可能地提高机组的工作效率和经济效益,以此来促进电厂的迅速发展。

## 3 汽轮机结构形式的工作原理

汽轮机是电厂的核心部件,它的主要功能是实现电能的转化,它的好坏将直接影响到整个机组的生产效率。它的总体结构由两个部分组成,固定部分由汽缸,轴承,隔板,汽封和进汽机构组成。旋转部分由动叶,主轴和联轴器组成。汽轮机的种类很多,按其组织结构特征可分为单级和多级两种。按热力性质划分,可分为背压式、加热型、抽汽式和凝汽式。凝汽式蒸汽透平是目前电厂中最常用的一种形式,它可以在冷却后冷凝成水,从而使其体积大大缩小,而充满空气的空间则会成为一片真空,在这个时候,压力下降,理想焓降升高,设备的热效率就会大大提升。透平机械的工作可

【作者简介】张喜方(1993-),男,中国辽宁东港人,本科,工程师,从事发电厂汽轮机专业技术监督管理研究。

划分为脉冲式和反动式两种，前者是通过动叶汽道来改变喷口内水蒸气的流向，使水蒸气带动动叶旋转，从而实现能量转化。逆作用的原理是，涡轮在工作时，汽道中的水蒸气持续膨胀，对动叶产生反作用，从而带动动叶旋转。逆作用与脉冲作用原理不同，它不仅能使水蒸气流向发生变化，还能使水蒸气在汽道中持续扩张，从而使透平具有更稳定的工作状态和更高的工作效率。

## 4 影响汽轮机运行效率及经济性的因素

### 4.1 汽轮机效率与机组通流性能因素影响

当前，我国存在着一定程度的能源与资源不足的矛盾，需要对传统电厂的发电模式进行进一步的优化与完善，不断发掘出更多的新能源，以达到资源的回收与循环利用，并进一步提升机组的工作效率，减少机组在运行中的能量损失，从而获得较好的经济效益。汽轮机是电厂的一种重要能源转换装置，其工作与运转能够有效地将热能转换为电能，而其转换效率则直接体现机组的运行效率。因为有许多因素都会影响汽轮机的操作工作效率，从有关的资料来看，汽轮机机组在运行中仍有较大的能量浪费。汽轮机动静通流间隙大小，对汽轮机效率有着很大影响，在机组检修过程中，严格控制通流间隙调整工艺方法，按照标准中下限调整通流量，对汽轮机在工作中的能量损失进行有效的控制。

### 4.2 汽轮机主蒸汽温度和压力

电厂的汽轮机在工作时，其蒸汽压力和温度是相应的。一般来讲，在汽轮机的运转中，蒸汽流量与蒸汽压力之间也存在着某种联系，两者之间需要做好参数匹配，维持主蒸汽压力温度在额定工况，机组热耗较小，机组效率较高。所以，在机组运转时，要确保足够的燃料供给，不然将会造成机组的温升和汽压急剧下降，从而使机组的运转效率下降。

### 4.3 汽轮机组出力系数与空气冷凝器

电厂机组在正常运转工况下，出力系数、凝汽器等因素都会在一定程度上影响机组的工作效率。当用电高峰期时，居民的生产和生活用电都会迅速增加，因此，燃煤必须依据用电高峰时的机械数值，对电力资源进行科学分配，从而有效地避免用电资源短缺等问题。凝汽器装置对汽轮机的工作用电状况有很大的影响，若凝汽器不能正常工作，就会导致汽轮机在运行时能量过剩和能量浪费。所以，在电厂的日常操作中，一定要确保凝汽器设备的正常、稳定工作。

### 4.4 汽缸效率和机组通流性能

汽轮机作为一种主要的能源转换装置，主要承担着将能源转换成电能的作用，其中，汽轮机的转换效率直接体现在汽缸的效率上。有许多因素会对汽缸的操作效率产生影响。相关资料表明，目前国内火力发电厂的机组运行效率普遍偏低，反映了机组在使用过程中的能耗问题。缸效率和能量消耗之间存在着密切的联系，在实际操作中，可以通过增加透平气流通面积，提高透平机的工作效率，降低操作时的

能耗。

## 5 电厂汽轮机效率与经济性的提升策略

随着电厂的不断发展，机组在机组中的作用也越来越大，机组具有更高的工作效率、更高的经济性。在电厂生产过程中，利用汽轮机实现电能的转化，可以很好地满足人民群众的用电需求。

### 5.1 优化电厂汽轮机组疏水系统

机组的工作效率受多种因素的影响，要使其工作效率得到有效的提升，就必须对其进行全方位的控制与优化。比如，电厂要对汽轮机机组的疏水工作系统进行整体的优化，确保在正常操作下，疏水系统仍然处于封闭状态，并且要对汽轮机机组的密封试验和质量进行有效的检验，特别是要注意疏水系统内有没有明显的污物等，一旦出现了大量的污垢，就要立即清除，确保汽轮机疏水系统的水温、水位高低等都在规范范围内，这样才能使疏水系统的功能与作用得到最大程度的发挥，确保汽轮机组的安全、稳定地工作。

### 5.2 重视汽轮机轴封系统以及通流部分性能

机组检修时，应着重对机组的两大系统——轴封、通流系统进行检修。检查轴封系统的运行情况，重点检查有没有漏汽，疏水管是否保持畅通。实践表明，对通流进行改造后，机组的工作缸效比有显著的提高，整机的热耗值也有很大的降低，设备的工作稳定度也得到改善，从而延长机组的使用寿命，为公司节省巨额资金。设备通流部件的性能保证应着重注意：要强化对锅炉的最大连续蒸发量，对设备的容量进行控制，使其始终处于恒定状态。汽轮机装置只需要对转子、内缸进行调节，其他基本装置不做改动。在设备维护阶段，要借助特殊的工具，对叶片进行清洗和喷砂。在清洁工作结束后，有关人员要仔细检查叶片有没有被腐蚀，有没有划伤等，对受损严重的零件要进行及时的更换。

### 5.3 电厂汽轮机组启停控制

在常规运行方式下，汽轮机主要采用中、低压组合启动，其中包括锅炉点火、暖管冲动、转子升速暖机、并联接负载等；汽轮机的停炉不是一下子就结束的，经过一段时间后，机组各个部分的工作都会逐步停转，蒸汽流量也会逐步减少，直到全部停转，最后主阀门关闭（各个部件的温度都会慢慢下降）。首先，根据转子的耗损率、寿命、受热变形、膨胀差异等因素，准确地计算出转子的温升及变化率，以降低其误差。第二，由于进入汽缸的温变率与装置的放热系数有关，所以要把它控制在一个比较平稳的范围内，这样的话，能源损耗就会很小，具有很大的可行性。第三，对机组温度、膨胀差、振动等进行非超限监测，使机组在工作状态下能够及时地检测到参数的异常变化。第四，盘车暖机与正温差启动时，应达到最优的温控配合。第五，在确保设备安全性的情况下，应尽量减少启动次数，以减少电力和燃料消耗，并从全局观点出发，优化机组的工作流程。第六，在最优阶

段,运行人员可以把正常的参数关闭方式转换成滑参量的关闭方式,确保各个部分都能在停机时得到有效的冷却,从而提高后期的设备维修效率。

#### 5.4 提升电厂汽轮机组运行真空度

从机组运行的角度来看,汽轮机在工作状态下的能量损失是衡量其是否能够正常工作的一个关键因素,所以,必须充分保障汽轮机系统的工作性能和工作的稳定性,从而最大限度地降低汽轮机组在运行时的能量损失,从而提升汽轮机的工作效率。要提高汽轮机的真空度,首先要从三个方面着手:一是要对循环冷却水进口温度进行控制,加大循环水量,从而减少汽轮机在运行时的能量损失。第二,对凝汽器换热管束进行定期清洗,以确保其更好的换热特性,确保机组稳定运行。第三,必须对真空系统进行有效的保护,以避免泄漏。

#### 5.5 回热加热器优化

从已有的机组运行经验来看,锅炉加热器普遍存在着一些问题,为了提高机组的效益,需要加强对其进行优化设计,以增强机组的市场竞争力,推动机组的可持续发展。首先,针对机组的不同等级、不同类型的抽汽工况,其原因在于,抽汽回机组所做的功与空气压力成正比,因此,通过对各个阶段抽汽品质的优化,可以提高机组的出力效率。其次,为了确保机组的经济利益,必须综合考虑回热加热器的抽汽压损变化方向及上下两端差,以确保机组在正常的情况下工作。

#### 5.6 给水泵的能量损失和优化改进方式

给水泵是火电机组中最重要的机组之一,它存在着以

下几个方面的问题:一是由于工作效率低而造成的流量过剩,二是由于扬程储备造成的损耗,三是由于配置了更大参数的给水泵。因此,为增加经济效益,需要对其进行改造和优化。根据给水泵的流量、扬程特性曲线、流量特性曲线、效率特性曲线等,对各种工况下的给水泵进行优化设计。另外,可通过对给水泵驱动方式进行改造,由电机驱动的改为蒸汽轮机驱动,或者将电泵液力耦合器取消,使用变频器方式进行驱动,节省厂用电,获得更高的机组效率。

## 6 结语

随着社会对电能的需求不断增加,对电厂的运行效率提出了更高的要求。而电厂的机组,其工作效率与经济性,对机组的生产效率及综合效益有较大的影响。提高机组的能效与经济性,既能提升机组运行效率,又能满足社会用电需求,又能推动发电企业的进步与发展,推动整个电力工业的发展。为此,本文就如何提升电厂的效率和经济效益展开了深入的研究,并在对其进行分析的基础上,给出改善其效率和经济效益的措施,为其他电厂提供了一些参考,以推动其正常的经营和发展。

### 参考文献

- [1] 孙东强.电厂汽轮机运行的节能降耗策略探析[J].皮革制作与环保科技,2021,2(12):172-173.
- [2] 王松.电厂汽轮机的节能降耗措施分析[J].电子技术,2022,51(3):184-185.
- [3] 辛志广.功热式汽轮机在电厂的应用研究[J].电站系统工程,2022,38(2):52-54.