

# 电厂汽轮机损耗及运行优化措施

马海涛<sup>1</sup> 徐成成<sup>2</sup> 马祎涵<sup>3</sup>

1. 身份证号码: 1502031981\*\*\*\*4055

2. 身份证号码: 2203811988\*\*\*\*2441

3. 身份证号码: 2208211998\*\*\*\*7223

**摘要:** 随着国民经济的持续快速发展,我国人民对电力的需求日益增加。在这样的形势下,要想满足人民日益增长的用电需求,则需要不断完善我国的发电效能。而当前,发电厂汽轮机的能耗问题一直困扰着发电厂的供电效率,同时也加速了资源枯竭,对生态环境也产生了巨大影响。因此,为确保发电厂汽轮机在运行过程中实现节能降耗,特开展本次分析,提供一些优化措施,希望为电厂今后的运行提供一些借鉴和参考。

**关键词:** 电力需求;汽轮机;节能降耗;优化措施

## 引言:

当前,国家正在积极建设节约资源、优化生态环境友好型社会。作为电厂的主要发电设备,汽轮机的动叶片、汽缸、蒸汽压力和机械温度的变化将直接影响汽轮机的运行效率。依照汽轮机的热力学原理,蒸汽参数值越高,则汽轮机的热力循环效率会更高。现代大型汽轮机的蒸汽压力已达到24.5~26MPa,新蒸汽温度和再热温度则达到了535~757℃,但汽轮机械使用的热效率仅为40%。可见,汽轮机的热效率较低,这在一定程度上增加了汽轮机运行的能量损耗。因此,根据汽轮机运行的特点,需要采取若干改进措施来提高汽轮机的运行效率。

## 一、电厂运行汽轮机的能耗问题

### 1. 汽轮机启停的能耗

汽轮机的启停能耗多少取决于汽轮机汽缸温度水平高低及机组在启动和停止过程中顺利程度有关。若锅炉点火前投入汽轮机轴封及抽真空系统,由于机组高、中、低压缸均处于真空状态,轴封向汽缸内漏汽及各段抽汽、疏水门均处于开启状态,使汽轮机缸温逐步下降,导致机组暖机延长,另外由于机组冲转参数过低或者真空选择不当,也会导致机组暖机不充分延长机组启动时间,其次机组启动过程中操作与操作之间和人与人之间默契衔接程度好与坏也决定机组启动时间,启动时间延长均能导致机组启动的能耗增加。汽轮机停机过程中能耗增加的原因有一定负荷对应一定煤量和给水流量,所以说降负荷过程中及时停止磨煤机、给水泵,及时调整风机出力能够大大降低机组在降负荷至停机过程中的能耗。

### 2. 汽缸运行效率

汽缸将汽轮机循环系统与空气隔开,形成密闭的汽室,保证蒸汽在汽轮机内完成能量转换。因此,汽缸的密封性如何则会直接关系到能量转换和发电效率。汽缸的受力环境非常复杂,不仅受汽缸内外压力差异的影响,还会受到各部件的重量和冷热管条件下作用在汽缸上的力的影响。汽缸主要由合金和锻钢制成。汽缸在制造过程中受到焊接或锻造的影响。汽缸本身的结构具有一定的残余应力,在压力和各种载荷作用下,汽缸会发生变形。其次,由于汽轮机受电力负荷的影响,汽轮机的转向负荷发生剧烈变化时,会导致汽缸发生热变形。另外,维修人员在维修过程中如果没有完全按照维修技术要求进行维修,会导致内缸、汽缸隔膜、隔膜套的膨胀间隙不符合结构要求。汽轮机涡轮启动后,汽缸内部膨胀,导致汽缸损坏。由于汽轮机发生了变形和泄漏,影响了汽缸塞的性能,使汽轮机的性能效率不能满足结构参数的要求和标准,从而增加了汽轮机的损耗。

### 3. 冷凝器真空降低

冷凝器是汽轮机的重要辅助设备,是电热循环的重要组成部分。冷凝器在汽轮机排汽口聚集成高真空环境,引起蒸汽压力膨胀,增加了蒸汽的有效焓,因此,提升汽轮机的热效率,并集成汽轮机的低压缸,排出的蒸汽冷凝成水,送入锅炉水循环系统,减少锅炉内蒸汽的损失。冷凝器是由外壳、管板、中间板等组件构成。管板将冷凝器壳体分为蒸汽冷凝区和冷却进出水循环室;中间板负责放置管束定位。如果汽轮机排汽口真空度下降,蒸汽的有效焓就会降低,汽轮机的热效率也会随之下降。

汽轮机要满足正常运行的要求,就必须增加主蒸汽流量。若主蒸汽流量过大,则会增加汽轮机叶片的运行负荷。冷凝器真空值下降的主要原因是。第一,冷水循环时产生热量交换,若热量交换不足,则会导致蒸汽温度不能吸收供水容器内的冷水,导致冷凝水温度过高,影响到抽汽器的运动效率,从而增加了汽轮机的负荷,使蒸汽的排汽压力增加。二是冷凝器的密封效果不好。冷凝管的连接部分没有与管道、涡轮排气室等紧密连接,造成泄漏,影响涡轮排气口的真空度。三是冷凝器管路堵塞。冷凝汽管是凝汽器的一个组成部分。如果凝汽器管封闭,换热面积会减少,导致冷凝水温度升高,汽轮机排气压力会相应增加。冷凝水管堵塞是由于循环水中污染物过多,造成了管道堵塞。

#### 4. 汽轮机密封水系统的能耗

在汽轮机汽动给水泵轴端的最终密封过程中,主要通过间隙控制泄漏来完成密封操作。这种密封设计件在正常运行条件下可以满足密封要求,但如果突然停止给水泵,会引起密封水回水不畅通,导致水进入小油箱等问题。这将对蒸汽动力给水泵的安全性带来重大影响,造成能量损耗。

## 二、电厂汽轮机损耗及运行优化措施

### 1. 提高汽缸的密封性能

汽缸作为汽轮机的重要部件,它是形成汽轮机做功单元的基础。因此,汽缸轴端密封的性能和汽轮机的内部结构能直接关系到汽缸内部蒸汽的内部做功。目前,受汽缸研发和制造工艺技术的影响,部分汽缸的实际成本与设计数值之间存在差距。与国外发达国家相比,仍有提升空间。因此,生产汽轮机的企业需要进一步提高汽轮机汽缸的生产水平,应用先进的生产工艺或生产技术,提高汽缸的密封性。当前,电力研究院目前正在研究的新型高性能汽轮机密封脂MFZ是采用纳米材料生产技术制造的新一代高性能汽缸密封脂。这种新型密封脂具有耐腐蚀、耐高温、抗老化、密封性好,能承受蒸汽压32MPa、耐温685℃,高温高压条件满足超临界机组要求,汽缸连接面平整度和间隙适合热力发电厂20~600MW机组。其次,要提高汽缸的维护保养水平。汽缸在日常运行过程中,受主客观因素的影响,容易发生泄漏。因此,有必要对汽缸进行日常保养及维护。检修时必须严格遵守操作规程,以免损坏零件,导致零组件连接松散,而影响使用效能。

### 2. 改善机组的通流性能

汽轮机的同流部分是汽轮机机体工作的主要通道,

主要由主汽阀、调速汽阀、导管、动叶片、排汽缸和进汽管等组成。汽轮机叶片高速旋转时,必须严格控制动叶片与定叶片之间的间隙,以减少蒸汽损失。汽轮机的流动间隙关系到汽轮机的效率和安全性。因此,为保证汽轮机的安全、高效运行,需要定期测量汽轮机的流隙,避免流隙过大,并保证汽缸、隔膜、动叶片与进汽管之间的间隙,确保蒸汽入口满足蒸汽流量要求。

### 3. 优化汽轮机的出力系数

由于我国地区经济的不平衡,各地区用电量存在季节和区域性的差异,造成了夏冬季的用电高峰期,在春秋季节呈现低谷期。因此,要及时调整汽轮机的运行参数则显得很重要,以免造成较低的汽轮机负荷运行,增加汽轮机的损耗。发电厂可以根据居民用电规律来适当调整蒸汽装置的运行参数。在用电高峰期,进一步提高汽轮机运行效率,提高蒸汽加热值,满足机组性能负荷要求。在用电低谷期时,可以降低压力和蒸汽温度,减少蒸汽热损失,避免汽轮机低负荷和高参数运行。

### 4. 进一步优化冷凝器

冷凝器是保证汽轮机正常运行的必要前提。在机组的日常运行中,要有效进行改进工作,可应用冷凝器的真空抽气系统来进行优化和改善。在理想条件下,内部改进应在真空环境中进行。这对提高机组性能和提高加热回路的效率有很大帮助。冷凝器的改进主要有几个因素:改变冷却水温度、提高真空密闭性、降低热负荷、排汽管道增加前置冷却器和利用排汽余热替代生水加热器。在这个过程中要特别注意日常检查,即仔细检查真空系统与主阀的连接,发现问题及时解决,保证冷凝器能一直维持正常工作状态。

### 5. 锅炉烟气回收利用

通常锅炉设计排烟温度均在120~140℃左右,这些高温烟气排入大气中不仅造成了环境污染及视觉污染和能源的浪费,我国在锅炉高温烟气利用上面做了很多工作,一般分为几大类,第一为金属低低温省煤器,第二种为氟塑料省煤器,还有一种恒壁温换热器。通过各企业应用来看,金属材质的换热器体积庞大且考虑的耐磨及耐腐蚀性较差,投入运行后经查发生换热器泄漏的情况。而氟塑料换热器虽然整体质量轻,但造价较高,同时热阻较金属材质换热器差,恒壁温换热器近几年兴起,其耐腐蚀、耐磨性能较好,同时运行和维护成本低。目前锅炉烟气回收后工质用途一般有两个方面,一个是提高凝结水温度用,另一个是提高对外供热温度用等,所以说可以根据各企业不同特点及用途选择合理的

回收途径。

### 三、结语

总之，在目前的电厂发展过程中，考虑到汽轮机的优化和改进的重要性，对提高电厂的经济效益有很大的帮助。因此，在汽轮机的升级换代过程中，相关部门则要了解汽轮机日常运行中的能源消耗问题，以便采取具体措施确保汽轮机运动状态，以提高汽轮机的性能效率，并促进发电厂的长期稳健发展，为我国的电能供应作出贡献。

### 参考文献：

[1]张静谧.电厂汽轮机运行中的节能降耗工作探究

[J].科学与信息化, 2020, 13. (11): 89-92

[2]梁柯.电厂汽轮机运行中节能降耗问题的思考[J].科技创新与应用, 2019, 35. (11): 45-49

[3]汽轮机运行的节能降耗措施研究[J].柴宝军.内燃机与配件.2020 (03): 19-25

[2]电厂汽轮机运行优化方法浅析[J].严少锋.中国设备工程.2019 (18): 120-129

[3]论汽轮机运行的节能降耗措施[J].林广耀.科技创新.2019 (22): 39-47

[4]火电厂汽轮机运行节能降耗措施的优化[J].王洪沾.中国高新科技.2019 (11): 50-58