

# 火力发电厂汽机辅机运行优化研究

诸 平

国能江苏电力工程技术有限公司 江苏 镇江 212001

**摘 要：**汽机辅机运行对于火力发电厂的生产运行至关重要，本文从燃料管理、设备管理、运行优化等方面对汽机辅机运行进行了研究和分析，提出了优化策略和建议。研究表明，科学管理燃料、精细管理设备、优化运行参数等措施可以有效地提高汽机辅机运行效率和经济性，为火力发电厂的稳定生产提供保障。

**关键词：**火力发电厂；汽机辅机；运行优化；研究

## 1 火力发电厂汽机辅机运行原理

火力发电厂汽机辅机系统主要由抽气设备、凝气设备、冷却设备等组成，在蒸汽能量向机械能的转化过程中，发挥着重要作用。具体运行原理如下：（1）抽气设备：抽气设备主要包括喷射泵、容积式真空泵等，用于将蒸汽能量转化为机械能，提高机组的热能效率。其中，喷射泵是抽气设备中最常用的设备之一，它通过将蒸汽喷入水中，将蒸汽的压力能转化为速度能，再将速度能转化为压力能，从而完成抽气过程。（2）凝气设备：凝气设备主要包括抽真空泵、冷却器等，用于将蒸汽中的水分和气体分离，提高机组的热能效率和经济性。其中，抽真空泵是凝气设备中最常用的设备之一，它通过将蒸汽抽入真空泵中，将蒸汽中的水分和气体分离，从而达到凝气的目的<sup>[1]</sup>。（3）冷却设备：冷却设备主要包括凝结水管道、冷却器等，用于将蒸汽冷却，提高机组的热能效率。其中，凝结水管道是冷却设备中最重要的组成部分，它将蒸汽冷却后输送到冷却器中，冷却器再将冷却水输送回凝结水管道中，从而完成冷却过程。

## 2 火力发电厂汽机设备安全运行的重要意义

2.1 保障电力生产安全：汽机设备是火力发电厂的核心设备之一，如果汽机设备出现故障或者运行不稳定，就会影响电力生产的安全性和可靠性。因此，保障汽机设备安全运行对于电力生产至关重要。

2.2 提高火力发电厂的运作效率：汽机设备在火力发电厂中处于非常关键的地位，如果汽机设备运行不稳定，就会导致机组超负荷运作，从而影响火力发电厂的运作效率。因此，确保汽机设备安全运行是提高火力发电厂运作效率的关键。

2.3 满足环保要求：火力发电厂在生产过程中会产生大量的废气和废水，如果不对这些废气和废水进行处理，就会对环境造成污染，影响人们的生活质量。因此，确保汽机设备安全运行也是满足环保要求的重要措

施之一。

2.4 节约能源：汽机设备在运行过程中需要消耗大量的能源，如果汽机设备运行不稳定，就会导致能源浪费，增加火力发电厂的能源消耗成本。因此，确保汽机设备安全运行也是节约能源的重要手段之一<sup>[2]</sup>。

## 3 火力发电厂汽轮机辅机类型

### 3.1 抽气设备

抽气设备主要包括射流式抽气机和容积式真空泵，用于在启动汽轮机时抽出加热器、凝汽器等处的空气，以便及时创造出所需真空值。（1）射流式抽气机：射流式抽气机是利用喷嘴喷出的高速气流，在喷嘴出口处产生负压来抽出气体的设备。其优点是结构简单、运行可靠、维护方便，但抽气效率较低。（2）容积式真空泵：容积式真空泵是利用滑阀在液体中的运动来改变工作腔容积，从而使液体发生相应变化来吸入和排出气体的设备。其优点是抽气效率高、噪音小、操作方便，但需要使用较多的真空液体。这两种抽气设备在火力发电厂中应用广泛，可根据实际情况选择合适的设备。

### 3.2 凝汽设备

凝汽设备主要包括凝汽器、真空泵、加热器和冷却器等，是火力发电厂中重要的辅机设备之一。以下是凝汽设备的工作原理和结构的简介：

3.2.1 凝汽器的工作原理：凝汽器的主要作用是将汽轮机排出的蒸汽凝结成水，并将凝结水输送至凝汽器管束内，最终排入大气中。凝汽器内部由一系列管束组成，管束外部通常包裹有铜管或不锈钢管，以保证良好的传热效果<sup>[3]</sup>。当蒸汽进入凝汽器时，其热量会被铜管或不锈钢管所吸收，导致蒸汽温度降低。在蒸汽流经管束时，会将其热量传递给管束内的冷水，使其温度升高，从而形成热交换过程。最终，凝结水将被排入凝汽器的低压端，并通过管束外部的排水系统排出。

3.2.2 凝汽器的结构：凝汽器通常由本体、铜管或不

锈钢管、排水系统等组成。其中，本体是凝汽器的主要组成部分，包括底座、侧墙和顶盖等。铜管或不锈钢管是用于传热的主要材料，通常采用铜管或不锈钢管。排水系统则用于将凝结水排出凝汽器。

3.2.3 真空泵的工作原理：真空泵是用于产生真空的设备，其作用是将蒸汽侧的压力降低到一定值以下，以满足生产工艺的需要。真空泵通常由旋膜式真空泵和滑阀式真空泵等组成。其中，旋膜式真空泵是利用旋转的叶轮与气缸之间的相对运动来使气体发生涡流运动，从而实现吸入和排出气体的目的；滑阀式真空泵则是利用滑阀在油液中的滑动来改变工作腔容积，从而使油液发生相应变化来吸入和排出气体。

3.2.4 加热器的工作原理：加热器的主要作用是将蒸汽加热，以满足生产工艺的需要。加热器通常由喷嘴、管子和散热片等组成。其中，喷嘴是用于喷射蒸汽的部件，通常采用不锈钢喷嘴；管子则是用于传热的主要材料，通常采用铜管或不锈钢管；散热片则是用于散热的部件，通常采用铜散热片。

3.2.5 冷却器的工作原理：冷却器的主要作用是将凝结水冷却，以满足生产工艺的需要。冷却器通常由蛇形管、管板和风扇等组成。其中，蛇形管是用于传热的主要材料，通常采用铜管或不锈钢管；管板则是用于固定蛇形管的部件；风扇则是用于散热的部件。凝汽设备的结构和工作原理较为复杂，它们是火力发电厂中不可或缺的重要设备，对于保障电力生产安全、提高火力发电厂的运作效率、满足环保要求、节约能源等方面都有着非常重要的作用。在实际生产过程中，应定期对凝汽设备进行检查和维护，确保其正常运行<sup>[4]</sup>。

### 3.3 冷却设备

冷却设备是火力发电厂中重要的辅机设备之一，主要用于冷却汽轮机排出的蒸汽。以下是常见的冷却设备及其工作原理：

3.3.1 水冷式冷却塔：水冷式冷却塔是使用最广泛的冷却设备之一，其原理是利用循环水流将热量带走。冷却塔内部一般有填料、布水装置和支架等组成，填料可以增加水与空气的接触面积，从而提高冷却效果。布水装置则通过喷头等方式将水均匀地分布在整个冷却塔内部。支架则将冷却塔安装在基础上，以确保其稳定性和承载能力。

3.3.2 风冷式冷却塔：风冷式冷却塔是一种较为新型的冷却设备，其原理是利用自然风将热量带走。风冷式冷却塔内部一般没有填料和布水装置，而是通过将风机安装在冷却塔顶部，使空气通过塔顶的喷嘴吹过填料，

从而实现与空气的热交换。风冷式冷却塔具有结构简单、维护方便、占地面积小等优点，但对空气质量要求较高。

3.3.3 蒸发冷却器：蒸发冷却器是一种利用盐水或海水作为冷却剂的冷却设备，其原理是通过吸收热量来蒸发盐水或海水，从而将热量带走。蒸发冷却器内部一般包括盐水罐、管道和散热器等组成，散热器通过将水注入盐水罐中，使其蒸发并带走热量。蒸发冷却器具有节能、环保、效率高等优点，但需要消耗一定的盐水或海水，成本较高。

## 4 火力发电汽机辅机的相关优化策略分析

### 4.1 对汽机辅机水泵设备的优化

汽机辅机水泵设备是火力发电厂中重要的辅机设备之一，其性能参数直接影响着机组的运行效率和安全性。以下是对汽机辅机水泵设备优化的一些建议：第一，选用高效节能水泵：在保证供水压力和流量的前提下，选用效率更高的水泵，可以降低能耗，减少运行成本。可以考虑使用变频水泵、双速水泵等高效节能水泵<sup>[5]</sup>。第二，优化水泵运行方式：可以采用变频调速技术，根据实际负荷需要调整水泵转速，以达到节能的目的。同时，可以采用气液联合供水等方式，在保证供水压力的同时，减少水泵运行时间，进一步降低能耗。第三，叶轮角度和平衡校验：对水泵叶轮进行合理的角度和平衡校验，可以提高水泵的效率，减少汽蚀现象的发生，延长水泵使用寿命。第四，轴封改进：采用先进的轴封技术，如磁浮轴封、迷宫密封等，可以减少漏水和漏气现象，提高水泵的密封性能，进一步提高机组的运行效率。第五，设备润滑管理：加强设备润滑管理，定期检查润滑情况，确保设备运行良好，可以延长水泵的使用寿命，降低维修成本。第六，加强设备状态监测：通过在线监测、红外测温等方式，可以及时发现设备故障，提前进行维修和保养，避免故障扩大化，进一步提高设备运行效率。

### 4.2 给水泵拖动模式的优化

给水泵的拖动模式可以采用电动机或汽轮机两种方式。电动机多采用交流电动机，其转速是固定的；而汽轮机则采用蒸汽作为动力，通过喷嘴或隔板来调节蒸汽的流量和压力，从而驱动给水泵运转。以下是对给水泵拖动模式优化的一些建议：（1）优选电动机作为给水泵的拖动方式：电动机的拖动方式具有结构简单、维护方便、运行可靠等优点，因此可以优先选择电动机作为给水泵的拖动方式。（2）采用变频调速技术：在给水泵运行过程中，通过采用变频调速技术，可以根据实际负荷需要调整电动机的转速，从而实现节能的目的。（3）优化给水泵的

运行方式：可以通过优化给水泵的运行方式，如采用气液联合供水等方式，在保证供水压力的同时，减少电动机的运行时间，进一步降低能耗。（4）改进轴封技术：在给水泵的轴封部分，可以采用先进的轴封技术，如磁浮轴封、迷宫密封等，以减少漏水和漏气现象，提高设备的密封性能，从而提高机组的运行效率。（5）加强设备维护管理：加强设备维护管理，定期检查和保养设备，可以及时发现设备故障，并进行维修和保养，从而延长设备的使用寿命，降低维修成本<sup>[1]</sup>。

#### 4.3 灵活开展构件的降温工作

4.3.1 水冷法：对于一些小型的构件，如小型的风机叶片、小型的泵壳等，可以采用水冷法进行降温。将这些构件浸泡在水中，通过水的蒸发来带走热量，从而达到降温的目的。

4.3.2 自然通风法：对于一些大型的构件，如大型的泵壳、大型的风机叶片等，可以利用自然通风的方法进行降温。利用自然通风的方式，可以将空气流动带走热量，从而达到降温的目的。

4.3.3 水喷雾冷却法：对于一些大型且需要快速降温的构件，如大型的水轮机叶片等，可以采用水喷雾冷却法进行降温。将水通过喷嘴喷射到构件表面，利用水滴与空气的接触面积来带走热量，从而达到降温的目的。

4.3.4 空气流动冷却法：对于一些大型且需要快速降温的构件，如大型的空气预热器等，可以采用空气流动冷却法进行降温。将冷空气通过吹拂装置输送到需要降温的构件表面，利用空气流动来带走热量，从而达到降温的目的。

#### 4.4 优化汽机设备的热力设定内容

汽机设备的热力设定是指通过调整汽机的进汽量、蒸汽温度、再热蒸汽温度等参数，来满足生产工艺的需求，从而保证生产过程的安全、高效、稳定运行。优化汽机设备的热力设定应从以下几个方面进行考虑：进汽量的优化：根据生产工艺的需求，合理地调整汽机的进汽量，以满足蒸汽的流量和压力要求。通过对进汽量的优化，可以减少汽机运行时的能耗，提高生产效率。蒸汽温度的优化：汽机在运行时，蒸汽温度是一个重要的参数。通过对蒸汽温度的优化，可以根据生产工艺的要求，调整蒸汽的温度，以满足生产过程的需求。同时，

也可以减少蒸汽的热损失，提高热效率。再热蒸汽温度的优化：再热蒸汽是指在汽机运行过程中，被加热后再次使用的蒸汽。通过对再热蒸汽温度的优化，可以减少能源的浪费，提高生产效率<sup>[4]</sup>。

#### 4.5 科学管理汽机运行所需燃料

根据机组负荷，合理地确定投运临机少煤、部分预储备及后备煤量。对未竣工的机组，要保证在投运后的最初几小时内有一定数量的煤量储备。在机组启动、停运及正常运行中，加强对煤质的监督，发现煤质较差或有堆闷现象时，及时反映，采取措施。汽机运行中，加强对煤粉细度的监督，控制在合格范围内。在配、辅机人员缺少或司炉工违章作业时，汽机司机要根据运行规程，及时采取措施，避免事故的发生。严格执行规程，加强设备巡检，提高设备可靠性，保证机组长周期安全运行。认真执行交接班制度，搞好与检修、运行人员的协调配合。加强运行分析，坚持日分析、周小结、月度总结的运行分析制度，及时发现异常和缺陷，提出处理意见并认真组织实施。

#### 结束语

本文的研究表明，对汽机辅机运行进行优化可以提高火力发电厂的运行效率和经济性，降低发电厂的能耗和运行成本。因此，在实际应用中，应根据具体情况，合理地选择优化措施，并认真执行，以实现汽机辅机的高效、安全、经济运行。

#### 参考文献

- [1]刘娇, 张梁, 李鹏飞. 电厂汽轮机辅机的设计及运行优化[J]. 科技风, 2019(23):149.
- [2]蒋开颜. 论火力发电厂汽机辅机经济运行优化策略[J]. 通讯世界, 2019, 26(03):307-308.
- [3]王伟. 元宝山电厂600MW褐煤汽机燃烧器低氮改造及垂直浓淡煤粉燃烧技术研究与应用[J]. 节能技术, 2019, v.37;No.216(04):95-99.
- [4]王卫良, 王玉召, 吕俊复, 等. 大型燃煤电站汽机能效评价与节能分析[J]. 中国电力, 2020, 053(004):177-185.
- [5]刁洪虎, 赵钦, 陈显. 节能降耗技术在电厂汽机运行中的应用研究[J]. 科技风, 2020(20).