

# 汽轮机背压机组的技术原理及性能分析

郑帅

中化泉州石化有限公司，福建 泉州 362000

**摘 要：** 汽轮机背压机组作为一种重要的热力发电设备，以其高效、稳定的特点在电力工业中占据着举足轻重的地位。伴随着我国能源结构的调整和电力工业的快速发展，对汽轮机背压机组的技术原理及性能分析提出了更高的要求。本文将从汽轮机背压机组的技术原理入手，对其工作流程、能量转换过程进行详细解析，并对汽轮机背压机组的性能进行分析，探讨影响性能的因素及提高性能的措施，期望为我国电力工业的发展提供一定的理论支持。

**关 键 词：** 汽轮机背压机组；技术原理；性能分析

## Technical Principle and Performance Analysis of Steam Turbine back Pressure Unit

Zheng Shuai

Sinochem Quanzhou Petrochemical Co., LTD. Quanzhou, Fujian 362000

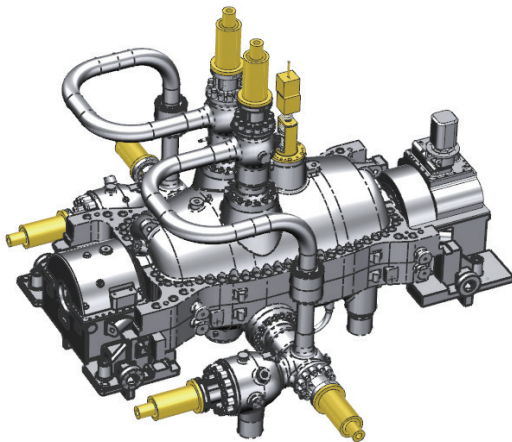
**Abstract：** As an important thermal power generation equipment, the steam turbine back pressure unit plays a pivotal role in the electric power industry with its high efficiency and stability. With the adjustment of China's energy structure and the rapid development of electric power industry, higher requirements are put forward for the technical principle and performance analysis of steam turbine back pressure unit. This paper will start from the technical principle of the steam turbine back pressure unit, the working process and energy conversion process are analyzed in detail, and the performance of the steam turbine back pressure unit is analyzed, the factors affecting the performance and the measures to improve the performance, expected to provide certain theoretical support for the development of China's electric power industry.

**Keywords：** steam turbine backpressure unit; technical principle; performance analysis

## 引言

由于我国工业的快速发展，能源消耗问题日益突出，提高能源利用效率、降低能源成本成为各行业共同关注的话题。汽轮机背压机组作为一种高效、节能的能源转换设备在我国电力、化工、冶金等行业得到了广泛的应用。它不仅能实现能量的高效转换，还能有效降低企业的运营成本，提高经济效益。所以深入研究汽轮机背压机组的技术原理及性能特点，对于推动我国能源事业的发展具有重要的现实意义。

## 一、汽轮机背压机组的技术原理



图一 背压机组技术原理

### （一）工作流程

汽轮机背压机组的工作流程主要包括蒸汽的输入、膨胀做功、排汽以及能量的回收利用。当高温高压的蒸汽进入汽轮机，蒸汽在汽轮机内部经过多次膨胀，推动叶轮旋转，从而实现能量的转换。在膨胀过程中蒸汽的压力和温度逐渐降低，直至达到一定的压力和温度，此时蒸汽进入下一级设备进行进一步处理。经过多次膨胀后蒸汽的压力和温度已降至较低水平，此时蒸汽进入背压机组，推动背压机组中的叶轮旋转，继续实现能量转换。最终蒸汽在背压机组内部完成膨胀做功过程，以较低的压力和温度排出。

### （二）能量转换过程

汽轮机背压机组的能量转换过程主要包括以下几个环节：第一蒸汽在锅炉中通过燃料的燃烧释放热量，将水加热成高温高压的蒸汽。这一过程中燃料的化学能转换为蒸汽的热能。第二高温高压的蒸汽进入汽轮机的蒸汽室，通过喷嘴的高速喷射，将热能转换为叶

作者简介：郑帅（1993.05-），男，锡伯族，辽宁义县，本科，助理工程师，研究方向：汽轮机背压机组技术分析。

轮的机械能。叶轮的旋转带动轴旋转，将机械能传递给发电机或其他机械设备。在这个过程中蒸汽的压力和温度逐渐降低，它的热能不断被转化为机械能。第三在汽轮机背压机组中蒸汽在叶轮中膨胀的过程中，部分热能通过减压阀排放到大气或用于其他用途。这部分热能虽然不能直接转换为机械能，但可以用于其他工艺过程，比如供暖、烘干等，从而实现能量的充分利用。

## 二、汽轮机背压机组的性能分析

### （一）效率分析

汽轮机背压机组的效率分析涉及到多个方面，第一汽轮机背压机组通过将低压蒸汽的热能转换为机械能，从而实现热能的利用，在这个过程中蒸汽的焓降决定了机组的功率输出。由于背压机组的排汽压力等于或稍高于大气压力，所以排汽损失相对较小，使得机组的热效率较高。第二背压机组的循环效率受到蒸汽参数、机组结构、运行条件等因素的影响。在设计和运行过程中需要合理选择蒸汽参数和机组结构，以实现高效的能量转换。第三提高机组的自动化水平和运行管理水平，降低各种损失，也是提高背压机组效率的重要途径<sup>[1]</sup>。

### （二）稳定性分析

汽轮机背压机组的稳定性主要表现在以下几个方面：第一在负荷变化时背压机组能够保持稳定的运行状态，由于背压机组的排汽压力与下一级设备的入口压力相等，当负荷变化时汽轮机内部的压力波动较小，这将有利于保持稳定的运行状态。第二背压机组具有较强的抗干扰能力，在电力系统或生产过程中可能会出现电压波动、负荷突变等情况，背压机组能够适应这些变化，保持稳定的运行。第三背压机组具有良好的热力学性能，在汽轮机内部，蒸汽的膨胀、冷却、凝结等过程均遵循热力学定律，使得背压机组在运行过程中能够保持较高的热力学稳定性。

### （三）可靠性分析

汽轮机背压机组的可靠性分析是衡量机组运行过程中可能出现故障的概率及其对整个发电系统的影响，具体来说背压机组在运行过程中可能会出现各种故障，比如叶片磨损、轴承故障、密封损坏等，这些故障不仅会影响机组的正常运行，还可能导致发电系统停机，造成巨大的经济损失。基于此背压机组的可靠性分析至关重要，它的可靠性分析涉及到机组的结构设计、材料选择、制造工艺、运行维护等多个方面。第一在结构设计方面，需要保证机组的各个部件具有足够的强度、刚度和稳定性，以抵御各种载荷和应力。第二在材料选择方面，需要选用具有良好耐磨、耐腐蚀性能的材料。第三在制造工艺方面，需要保证机组的加工精度和表面质量。第四在运行维护方面，需要定期对机组进行检查、维护和保养，以确保其正常运行。

## 三、影响性能的因素

### （一）运行参数

汽轮机背压机组的运行参数主要包括进汽压力、进汽温度、

排汽压力、排汽温度等，这些参数直接影响汽轮机的热效率和出力。当进汽压力和温度较高时汽轮机的热效率相应提高，出力增大。而当排汽压力和温度较高时汽轮机的热效率降低，出力减小。除此运行参数还会受到负荷、转速等因素的影响，这些因素相互关联，共同决定汽轮机背压机组的性能。

### （二）设备维护

设备维护是保证汽轮机背压机组正常运行的关键，具体来说汽轮机背压机组运行过程中设备部件会受到磨损、腐蚀、疲劳等因素的影响，导致性能下降。为确保机组性能稳定，就需定期进行设备检查、维修和更换。设备维护包括日常巡检、定期检测、故障处理等方面，基于此必须做好设备维护，如此一来才能确保机组长时间稳定运行，提高性能<sup>[2]</sup>。

## 四、提高汽轮机背压机组性能的措施

### （一）优化蒸汽参数控制

1. 对于汽轮机背压机组而言，其主要的工作内容就是对蒸汽参数进行控制。对于汽轮机背压机组而言，它的蒸汽参数与效率之间存在着一定的联系，而对于汽轮机背压机组而言，其蒸汽参数的控制与效率之间也存在着一定的联系。在实际运行过程中如果蒸汽参数出现异常情况，那么就会导致汽轮机背压机组出现故障，进而导致机组性能下降。在实际运行过程中为了提高汽轮机背压机组的运行效率，就必须要对其蒸汽参数进行合理控制，进而提高其机组的整体性能<sup>[3]</sup>。基于此在实际运行过程中，就必须要保证汽轮机背压机组的蒸汽参数能够符合相应的标准。

2. 对于汽轮机背压机组而言，它的效率与蒸汽压力之间存在着一定的关系。基于此在实际运行过程中必须要对蒸汽参数进行优化控制，这样才能确保其机组的整体性能得到有效提高。对于汽轮机背压机组而言，其内部的热力系统中包含了很多阀门与部件，而这些阀门与部件都具有较强的独立性与复杂性。在实际应用过程中通常情况下都是采用流量控制法、温度控制法等对其进行有效控制。所以为了确保机组的运行性能得到有效提高，就必须要对这些阀门与部件进行优化控制，进而实现对蒸汽参数的控制<sup>[4]</sup>。

### （二）合理调整负荷分配

1. 为了提高汽轮机背压机组的效率，就需要对机组负荷进行合理分配。在汽轮机中每个叶片都有其固定的运行参数，所以汽轮机的负荷也与其对应的叶片运行参数相符合。对汽轮机叶片进行调节后，可以保证汽轮机在不同工况下负荷达到要求。基于该点而言在调节过程中需要先对汽轮机进行冷态实验，然后根据实验结果和实际情况，确定是否需要汽轮机进行变工况调整，在确定需要进行变工况调节后就要对其进行具体的调节操作<sup>[5]</sup>。

2. 在机组运行过程中为了提高背压机组的效率，就必须要根据不同的负荷情况，合理分配机组负荷。对于存在背压机组的电厂，如果某台汽轮机的负荷不能满足工作要求，就要将另外一台汽轮机负荷调整到满足工作要求的位置。而汽轮机在工作过程中负荷变化较大，所以需要通过调节汽轮机叶片来保证机组效

率<sup>[6]</sup>。在实际运行过程中由于蒸汽参数的不同，部分机组在不同工况下存在一定的负荷差，这就会使得将部分机组负荷分配到其他机组上。但如果操作人员不能根据实际情况合理调整负荷分配，就会导致机组效率降低，基于此需要结合实际情况进行科学合理的操作。

### （三）加强设备维护管理

1. 汽轮机背压机组的正常运行是保证机组性能的关键，所以加强对设备的维护管理是非常必要的。要想提高汽轮机背压机组的性能，就要加强设备维护管理，提高设备的维护管理水平，从而保证汽轮机背压机组的安全稳定运行<sup>[7]</sup>。从设备运行维护管理方面看要注意以下几点：第一在使用设备前要对其进行全面检查，根据检查结果确定是否需要维修。第二在使用过程中，要根据不同的情况进行定期保养。第三在使用过程中要进行定期检修，对汽轮机背压机组进行定期检修时应该按照设备使用说明书上规定的内容进行操作，同时还要保证检修质量<sup>[8]</sup>。

2. 汽轮机背压机组的正常运行和维护是保证机组性能的重要手段，为了保证机组安全稳定运行，就需要对设备进行管理和维护。在保证设备正常运行的基础上根据运行中出现的问题，及时发现、处理问题，保证设备正常运行。基于该点而言在处理过程中要做到及时发现问题，快速解决问题，不能拖延。由于汽轮机背压机组的技术复杂、结构精密，所以在设备维护过程中要注重细节，比如汽轮机的密封瓦与轴磨损严重，为了减少泄漏现象的发生，应该及时更换密封瓦。在维修时要保证设备的精度和强

度，防止因维修不当而导致设备损坏等。除此要对设备进行定期检查和维护工作，保持其良好的性能<sup>[9]</sup>。

### （四）采用先进的控制系统

在传统的控制系统中汽轮机背压机组的运行效率较低，这是由于控制系统与汽轮机背压机组运行不相匹配所造成的。为了能够有效提高汽轮机背压机组的运行效率，就必须要对汽轮机背压机组的控制系统进行改进，采用先进的控制系统能够有效提高汽轮机背压机组的运行效率，使其在较大的负荷范围内能够安全运行。先进的控制系统可以使其在较大负荷范围内能够安全运行，这是因为控制系统能够及时对负荷进行调整，并将负荷合理分配给各个汽轮机，使其在较大负荷范围内可以安全运行<sup>[10]</sup>。

## 五、总结

汽轮机背压机组作为一种高效、节能的能源转换设备，在我国工业领域具有广泛的应用前景。本文对汽轮机背压机组的技术原理、性能分析以及影响性能的因素进行深入研究，可以为我们更好地应用和维护这种设备提供理论依据。在实际生产中通过优化蒸汽参数控制、合理调整负荷分配和加强设备维护管理，可以有效提高汽轮机背压机组的性能，为企业创造更大的经济效益。同时伴随着科技的不断进步，相信汽轮机背压机组的性能和稳定性将会得到进一步提升，进一步为我国能源事业的发展作出更大的贡献。

## 参考文献

- [1] 王林, 杨博, 高景辉, 等. 抽汽背压式给水泵汽轮机系统电功率超限原因分析与对策 [J]. 热力发电, 2022(008):051.
- [2] 王学栋, 宋昂, 赵玉柱, 等. 汽轮机供热抽汽母管带多台背压机时的性能试验和分析计算方法. CN202010120974.9[2024-10-13].
- [3] 唐健, 陈赛科, 孙博, 等. 配背压式汽轮机联合循环机组性能试验研究 [J]. 热力透平, 2023, 52(3):199-203.
- [4] 揭其良, 于湛铭, 姚远, 等. 一种超临界双抽背压机组汽轮机排汽压力控制方法: CN202211340576.3 [P]. CN115929426A[2024-10-13].
- [5] 王婷, 张成财, 张杨. 激光加工技术在汽轮机叶片制造中的应用分析 [J]. 中国设备工程, 2023(4):98-100.
- [6] 王广. 高压调门油动机的数字孪生体建模及性能分析 [D]. 河北: 燕山大学, 2021.
- [7] 潘东煦. 汽轮机低压转子材料力学性能及其相变塑性的研究 [D]. 上海: 上海交通大学, 2011.
- [8] 高照. 汽轮机末级叶片水蚀机理及数值模拟 [D]. 华北电力大学, 2020.
- [9] 李嘉伟. 汽轮机转子枞树型轮槽切削工艺及刀具研究 [D]. 上海应用技术大学, 2019.
- [10] 盛晟. 汽轮机叶片在线检测关键技术研究 [D]. 甘肃: 兰州理工大学, 2013.