

# 热能与动力工程在汽轮机中的有效运用

崔巨委

包头东华热电有限公司 内蒙古 包头 014040

**摘要：**热能与动力工程在汽轮机中的运用，致力于提升热能向机械能的高效转换。通过充分利用多级汽轮机的重热现象、实施精确的节流调节、控制调压损失以及减少湿气损失等措施，显著优化了汽轮机的运行效率。同时，结合先进的监控技术和操作策略，进一步提高了汽轮机的稳定性和经济性。这些有效的运用策略，不仅提升了能源利用率，还为节能减排和可持续发展做出了重要贡献。

**关键词：**热能与动力工程；汽轮机；有效运用

引言：随着全球能源需求的不断增长，提高能源转换效率成为亟待解决的问题。汽轮机作为热能与动力工程领域的关键设备，其效能的优化对于提升能源利用率具有重要意义。本文旨在探讨热能与动力工程在汽轮机中的有效运用，通过深入研究汽轮机的能量转换机制，提出优化策略，以期实现更高效、更环保的能源利用。这对于推动能源技术的发展和应对全球能源挑战具有积极作用。

## 1 热能与动力工程基础理论

### 1.1 热能与动力工程的基本原理

(1) 热能转换为机械能的过程。热能转换为机械能的过程是热能与动力工程领域的关键所在。这一转换主要通过热机实现，如蒸汽轮机、内燃机和燃气轮机等。以蒸汽轮机为例，高温高压的蒸汽进入轮机后，首先在喷嘴中膨胀降压，热能被转化为动能，蒸汽流速增加。随后，高速气流冲击汽轮机转子上的动叶片，动叶片将气流的动能转换为转子旋转的机械能。内燃机和燃气轮机也遵循类似的原理，但工质和能量转换过程有所不同。(2) 动力工程的应用原理。动力工程的应用原理涉及能量的转换、传递和利用。在工程实践中，动力工程师利用这些原理设计各种能源转换和传递系统，如火力发电厂、内燃机发电厂和核电站等。这些系统通过将燃料的化学能或核能转换为电能或热能，满足社会生产和生活的能源需求。此外，动力工程还关注能源利用效率的提高和污染排放的减少，推动节能减排技术的研发和应用。

### 1.2 汽轮机的工作原理

(1) 汽轮机的基本结构。汽轮机主要由转子和静子两部分组成。转子部分包括主轴、叶轮和动叶片等，是蒸汽做功的主要部件。静子部分则包括汽缸、隔板、喷嘴等，用于引导和控制蒸汽的流动。汽轮机的设计使其

能够适应高温高压蒸汽的工作环境，确保高效、稳定的能量转换。(2) 汽轮机的能量转换过程。汽轮机的能量转换过程主要发生在喷嘴和动叶片中。蒸汽在喷嘴中膨胀降压，热能被转化为动能，蒸汽流速增加。随后，高速气流冲击动叶片，推动叶轮旋转，从而将动能转换为机械能。这一过程中，蒸汽的焓值逐渐降低，而转子的转速逐渐增加，最终实现热能到机械能的转换。

### 1.3 热电厂中热能与动力工程的应用现状

(1) 现有技术的优缺点。热电厂中热能与动力工程的应用现状表现出显著的优缺点。优点在于能源转换效率高，能够实现大规模、连续的电能供应。然而，现有技术也存在一些不足，如设备维护成本高、能源利用效率有待进一步提高以及环境污染问题等。(2) 前人在这一领域的研究成果与不足。前人在热能与动力工程领域取得了丰硕的研究成果，如卡诺循环理论、热力学第一定律和第二定律等，为热电厂的设计和运行提供了坚实的理论基础。然而，随着社会对能源需求的不断增加和环保要求的日益严格，前人的研究成果在某些方面已难以满足当前的需求。例如，在能源利用效率方面，仍有待进一步提高；在环保技术方面，需要研发更加高效、低成本的污染控制技术。

## 2 热能与动力工程在汽轮机中的有效运用

### 2.1 汽轮机重热现象的有效利用

(1) 重热现象的定义。重热现象是多级汽轮机中一个重要的物理现象，指的是在前一级汽轮机中损失的热量被后续级部分重新利用的过程。这种热量再利用率的提升有助于增加整机的理想焓降，从而提高整个汽轮机的热效率。具体来说，当蒸汽在多级汽轮机中流动时，由于摩擦、涡流等因素，前一级的部分动能会转化为热能，导致蒸汽温度升高。这部分升高的热量随后被后续级的汽轮机重新利用，从而形成了重热现象。(2) 重

热系数及其影响因素。重热系数是衡量重热现象对汽轮机热效率提升程度的重要指标。它定义为后续级理想焓降增加量与前一级理想焓降的比值。重热系数的大小受多种因素影响,包括汽轮机的级数、各级之间的压力损失、蒸汽的流动特性以及汽轮机的设计参数等。在实际应用中,需要合理控制重热系数,以保持汽轮机的热效率在较高水平。过高的重热系数可能会导致级间损失过大,反而降低整体效率<sup>[1]</sup>。(3)实际应用中的案例分析。以某大型火力发电厂为例,该厂采用了多级汽轮机来提取蒸汽中的热能并转换为电能。在汽轮机设计中,工程师们充分考虑了重热现象的影响,通过优化各级之间的流动特性和压力损失,使得重热系数维持在了一个合理的范围内。这一设计策略显著提高了汽轮机的热效率,从而增加了发电厂的输出功率。据测算,通过合理利用重热现象,该发电厂的能源利用率提高了约5%,为节能减排和经济效益的提升做出了重要贡献。

## 2.2 节流调节的有效应用

(1)节流调节的原理与方法。节流调节是通过改变汽轮机的进汽量来控制其输出功率的一种方法。在节流调节过程中,通过调整节流阀的开度来改变进入汽轮机的蒸汽流量,从而实现对汽轮机输出功率的精确控制。节流调节具有响应速度快、调节范围广等优点,在汽轮机的运行控制中得到了广泛应用。(2)弗留格尔公式的应用。弗留格尔公式是节流调节过程中的一个重要工具,它用于计算在已知流量下各级汽轮机的比焓降和压差。这一公式为节流调节的设计和优化提供了重要的理论依据。在实际应用中,工程师们可以利用弗留格尔公式来推算出各级汽轮机的受力情况和功率效率,从而对汽轮机的运行状态进行精确监控和调整。(3)节流调节在汽轮机中的实际效果分析。节流调节在汽轮机中的应用效果显著。通过精确控制节流阀的开度,工程师们可以实现对汽轮机输出功率的平稳调节,避免了因负荷突变而导致的设备损坏和能源浪费。此外,节流调节还可以有效降低汽轮机的热耗率,提高整个热力系统的经济性。在某热电厂的实践中,通过采用节流调节技术,汽轮机的热耗率降低了约3%,为节能降耗做出了积极贡献。

## 2.3 调压调节损失的有效控制

(1)调压调节的原理。调压调节是通过改变汽轮机各级之间的压力差来控制其输出功率的一种方法。在调压调节过程中,通过调整调压阀的开度来改变各级之间的压力差,从而实现对汽轮机输出功率的精确控制。调压调节具有调节精度高、适应性强等优点,在汽轮机的运行控制中发挥着重要作用。(2)调压调节损失的产

生与影响。调压调节过程中会产生一定的损失,主要包括斥气损失、余速损失以及鼓风损失等。这些损失会导致汽轮机的热效率降低,从而影响整个热力系统的经济性。因此,在调压调节过程中需要采取有效措施来降低这些损失,提高汽轮机的热效率<sup>[2]</sup>。(3)损失控制方法与应用案例。为了降低调压调节过程中的损失,工程师们采取了多种措施。例如,通过优化调压阀的设计和结构,减少其流动阻力和泄漏量;采用先进的控制算法和策略,实现对调压阀开度的精确控制;加强对汽轮机的维护和保养,及时更换老化和损坏的部件等。在某大型热电厂中,工程师们通过采用这些措施,成功地将调压调节损失降低了约20%,显著提高了汽轮机的热效率和经济性。

## 2.4 湿气损失及其控制措施

(1)湿气损失的产生原因。湿气损失是汽轮机低压级中常见的一种能量损失形式。当蒸汽在低压级中膨胀做功时,由于压力降低和温度下降,蒸汽中的部分水分会凝结成液滴。这些液滴会随蒸汽一起流动,并在流动过程中产生各种阻力,如水滴与叶片表面的摩擦阻力、水滴之间的碰撞阻力等,导致能量损失增加。(2)湿气损失对汽轮机的影响。湿气损失对汽轮机的影响主要体现在降低热效率和增加流动阻力两个方面。一方面,湿气损失会导致部分热能以湿气的形式损失掉,无法完全转化为机械能,从而降低汽轮机的热效率;另一方面,湿气中的液滴会增加蒸汽的流动阻力,使得蒸汽在汽轮机中的流动更加困难,进一步降低汽轮机的输出功率。

(3)减少湿气损失的方法与技术。为了减少湿气损失,提高汽轮机的热效率和可靠性,工程师们采取了多种方法和技术。一是采用先进的除湿技术,如汽水分离器等设备,将蒸汽中的水分分离出来;二是优化汽轮机叶片的设计和材料选择,提高叶片的疏水性能和抗冲刷能力;三是采用先进的控制技术,实时监测汽轮机的运行状态和湿气损失情况,并根据监测结果调整汽轮机的运行参数和控制策略。在某大型火电厂中,工程师们通过采用这些措施和技术手段,成功地将湿气损失降低了约15%,显著提高了汽轮机的热效率和可靠性<sup>[3]</sup>。

## 3 热能与动力工程在汽轮机中运用的优化策略

### 3.1 提高汽轮机运行稳定性的措施

(1)温度与湿气的控制。汽轮机在运行过程中,温度和湿气的变化对其稳定性有着直接影响。过高的温度会导致材料热应力增加,加速部件磨损,而湿气则可能引发腐蚀和冲刷问题。因此,精确控制温度和湿气是确保汽轮机稳定运行的关键。通过安装温度传感器和湿度

监测设备,实时监测汽轮机各部位的温度和湿度变化,结合先进的控制系统自动调节冷却水流量、加热功率或除湿装置的工作状态,可以有效维持适宜的温度和湿度环境,减少不必要的能量损失和设备损耗。(2)负荷与压力的调整。汽轮机的负荷和压力是其运行状态的直接反映,也是影响其稳定性的重要因素。负荷波动过大或压力异常都可能导致汽轮机运行不稳定,甚至发生故障。因此,汽轮机负荷需紧跟电网指令变化。为实现负荷平稳过渡,可通过提升进汽压力调节阀的性能,如采用高精度执行机构和优化阀体设计,以及改进控制系统,引入智能预测与自适应调节算法,确保负荷变化时汽轮机及其辅助设备受力均衡,延长使用寿命。

### 3.2 优化汽轮机操作的方法与技术

(1) 汽流调节技术的运用。汽流调节技术是优化汽轮机操作的重要手段之一。通过精确调节进入汽轮机的蒸汽流量和压力,可以实现对汽轮机输出功率的精确控制,提高能源利用效率。现代汽轮机广泛采纳了机械性能卓越的可变几何形状进汽阀与调节级叶片设计。这些进汽阀通过精密的机械结构,如采用高强度材质和先进制造工艺,能够灵活调整蒸汽流量,精准响应不同负荷需求,提升了汽轮机的运行效率和稳定性。此外,先进的汽流调节系统还能根据蒸汽品质、温度和压力等参数的变化,自动调整汽流路径,进一步优化汽轮机的运行效率<sup>[4]</sup>。(2) 信息技术在汽轮机监控中的应用。随着信息技术的飞速发展,其在汽轮机监控领域的应用日益广泛。通过集成传感器、数据采集与处理系统、远程监控平台等技术手段,可以实现对汽轮机运行状态的实时监测和预警。这些信息技术的应用不仅提高了汽轮机的运行安全性,还能够及时发现潜在故障,为维修和保养提供数据支持,从而延长设备寿命,减少停机时间。

### 3.3 汽轮机热能与动力工程运用的经济性分析

(1) 成本与效益分析。在实施热能与动力工程优化策略时,成本与效益分析是不可或缺的一环。这包括对优化措施所需投资、预期节能效果、维护成本以及长期运营效益的综合考量。通过对比不同优化方案的成本和收益,可以选择性价比最高的实施方案,确保投资回报最大化。此外,还应考虑政策补贴、税收优惠等外部因素,以全面评估优化策略的经济可行性。(2) 能源利用率的提升效果。提高能源利用率是热能与动力工程优化策略的核心目标之一。通过实施上述优化措施,如精确控制温度与湿气、灵活调整负荷与压力、优化汽流调节以及应用信息技术进行监控,可以显著降低汽轮机的能耗和排放,提升整体能源利用效率。这不仅有助于减少碳排放,符合绿色可持续发展的要求,还能为企业带来显著的节能减排效益,增强市场竞争力。

### 结束语

热能与动力工程在汽轮机中的有效运用,极大地提高了能源转换效率,促进了节能减排目标的实现。通过优化热能转换流程、精确控制汽流及采用先进监控技术,汽轮机的运行效率和稳定性得到了显著提升。未来,随着技术的不断创新,热能与动力工程将继续引领汽轮机行业的发展,推动能源利用向更高效、更环保的方向迈进,为可持续发展贡献力量。

### 参考文献

- [1] 苏多帅,苏重阳.热能与动力工程在汽轮机中的有效运用[J].产业经济,2021,(09):92-93.
- [2] 肖坤鹏.热能与动力工程在汽轮机中的有效运用[J].建筑设计及理论,2022,(03):37-38.
- [3] 钟华.热能与动力工程在汽轮机中的有效运用[J].电力系统及自动化,2021,(11):111-112.
- [4] 徐雷.热能与动力工程在汽轮机中的有效运用[J].文化科学,2022,(06):60-61.