

电厂汽机运行效率提升策略

孙唯亮

国能九江发电有限公司，江西省九江市，332004；

摘要：电厂汽机作为电力行业的关键设备，其运行效率直接关联到能源转换效率与节能减排成效。随着能源需求的持续增长和环保标准的日益严格，提升电厂汽机运行效率已成为当前研究的核心议题。汽机运行效率受汽机设计、热力系统效率及运行操作等多重因素影响。汽机设计中，叶片形状、材料与布局，以及转子与静子间隙的设计，均对蒸汽流动和能量转换过程产生显著影响。热力系统的效率则与蒸汽发生系统、给水系统及凝结水系统的性能紧密相关。此外，运行参数设置、操作人员技能水平及智能化技术的应用也是关键因素。为提升电厂汽机运行效率，需采取综合热控策略，包括采用先进流体力学理论和计算机仿真技术优化汽机设计，改进热力系统以减少能量损失，设定合理运行参数并加强操作人员培训，以及引入智能化控制系统和新型热控算法。这些措施的实施，将有助于推动电力行业向更加高效、环保的方向发展，实现节能减排目标，促进可持续发展。

关键词：电厂汽机；运行效率；热控策略；节能减排

DOI：10.69979/3041-0673.25.06.025

引言

在电力行业中，电厂汽机的运行效率直接关系到能源转换的效率和节能减排的效果。随着能源需求的不断增长和环保要求的日益严格，提升电厂汽机运行效率已成为当前研究的热点之一。电厂汽机作为发电过程中的关键设备，其运行效率受到多种因素的影响，包括汽机设计、热力系统效率以及运行操作等。这些因素相互作用，共同决定了汽机的整体性能。汽机设计是影响其运行效率的基础因素。叶片的形状、材料与布局，以及转子与静子间隙的设计，都会显著影响蒸汽在汽机内部的流动和能量转换过程。热力系统的效率则直接关系到蒸汽在汽机中的做功能力和热量损失情况。蒸汽发生系统、给水系统以及凝结水系统的性能，都会对汽机的运行效率产生重要影响。此外，运行操作过程中的参数设置、操作人员的技能水平以及智能化技术的应用等，也是影响汽机运行效率的关键因素。因此，针对电厂汽机运行效率提升的研究，需要从多个角度出发，综合考虑各种因素的影响，制定科学合理的热控策略。通过优化汽机设计、改进热力系统、提高运行操作水平以及创新热控技术等措施，可以有效提升电厂汽机的运行效率，实现节能减排的目标，推动电力行业的可持续发展。

1 电厂汽机运行效率影响因素分析

1.1 汽机设计因素

汽机设计因素是决定电厂汽机运行效率的基础。在汽机设计中，叶片的形状、材料与布局起着至关重要的作用。叶片作为汽机内部的关键组件，其形状设计需经过严格的流体力学分析，以确保蒸汽在叶片上的流动最为顺畅，从而减少能量损失。优化的叶片形状可以更有效地将蒸汽的动能转换为机械能，提高汽机的效率。同时，叶片材料的选择也至关重要。高性能的叶片材料不仅具有优异的机械强度和耐热性能，还能在恶劣的工作环境下保持稳定的化学性质，延长叶片的使用寿命，进一步确保汽机的稳定运行。

叶片的布局同样影响汽机的效率。合理的布局可以使得蒸汽在汽机内部的流动更加均匀，避免局部过热或蒸汽流动不畅的情况，从而提高汽机的整体效率。此外，转子与静子间隙的设计也是影响汽机效率的关键因素之一。间隙过大会导致漏气损失增加，使得蒸汽未能充分利用其能量就被排出汽机，从而降低汽机的效率。因此，在汽机设计中，需要精确控制转子与静子间隙，以减少漏气损失，提高汽机的热效率。

汽缸密封性对汽机效率同样具有重要影响。汽缸作为汽机内部的高压容器，其密封性能的好坏直接关系到蒸汽是否能够被有效地利用。密封不良的汽缸会导致蒸汽泄漏，进而降低汽机的热效率和输出功率。因此，在汽机设计中，需要采用高性能的密封材料和先进的密封结构，以确保汽缸的密封性，从而减少蒸汽泄漏，提高汽机的效率^[1]。

1.2 热力系统因素

在电厂汽机的运行过程中，热力系统的效率是影响汽机整体性能的关键因素之一。蒸汽发生系统、给水系统以及凝结水系统等的效率，直接关系到汽机在运行过程中的能量转换效率和热量损失情况。蒸汽发生系统作为热力系统的核心部分，其效率的高低直接决定了汽机能够获得的蒸汽质量和数量。高效的蒸汽发生器能够产生高压、高温的蒸汽，这种高质量的蒸汽在汽机内部做功时，能够更有效地转换为机械能，从而提高汽机的运行效率。

给水系统的效率同样不可忽视。给水系统负责向蒸汽发生器提供稳定、适量的给水，以维持蒸汽发生器的正常运行。如果给水系统存在缺陷或效率不高，将导致给水流量不稳定、水温波动等问题，进而影响蒸汽的质量和数量，最终降低汽机的效率。因此，优化给水系统的设计，提高给水系统的稳定性和效率，对于提升汽机整体性能具有重要意义。

凝结水系统也是热力系统中不可或缺的一环。凝结水系统负责回收汽机排汽凝结后的水分，这些水分经过处理后，可以再次作为给水系统的输入，形成闭式循环。高效的凝结水系统能够减少水分的损失，提高水资源的利用率，同时降低汽机的补水率，从而降低运行成本。此外，凝结水系统的优化还可以减少热量的损失，提高热力系统的整体效率^[2]。

热力系统流程的优化对于减少热量损失和能量转换过程中的不可逆性具有重要作用。通过改进热力系统的流程设计，可以使得蒸汽在系统中的流动更加合理，减少不必要的能量损失。同时，优化流程还可以提高热量的回收利用率，使得更多的热量能够被有效地转换为机械能，从而提高汽机的运行效率。

1.3 运行操作因素

在电厂汽机的运行过程中，运行参数的设置对汽机效率有着直接而显著的影响。蒸汽压力、温度等关键参数的设置，直接决定了汽机内部蒸汽的状态和做功能力。如果蒸汽压力过低或温度过高，将导致蒸汽做功能力下降，汽机效率降低。因此，合理设置蒸汽压力、温度等参数，使汽机在最佳工况下运行，是提高汽机效率的重要手段。

除了运行参数的设置外，操作人员的技能水平也对汽机运行效率产生着重要影响。操作人员的技能水平直

接决定了汽机的操作规范性和准确性。如果操作人员技能水平不高，操作不规范，将导致汽机在运行过程中出现各种问题，如蒸汽泄漏、振动过大等，这些问题都会降低汽机的效率。因此，提高操作人员的技能水平，加强操作规范性培训，是提升汽机运行效率的重要途径。

在实际操作中，操作人员需要根据汽机的实际运行状态和负荷变化，灵活调整运行参数，以确保汽机始终在最佳工况下运行。同时，操作人员还需要定期对汽机进行检查和维护，及时发现并处理潜在问题，避免问题扩大化对汽机效率造成更大影响。此外，随着智能化技术的不断发展，越来越多的电厂开始采用智能化控制系统来监控和调节汽机的运行参数，这不仅可以提高操作的准确性和效率，还可以降低操作人员的劳动强度，提高整体运行效率。

2 电厂汽机运行效率提升的策略分析

2.1 汽机设计改进策略

在电厂汽机运行效率提升的热控策略中，汽机设计的改进占据了举足轻重的地位。这一策略的核心在于采用先进的流体力学理论和计算机仿真技术，对叶片设计进行深度优化。通过精确计算和分析，叶片的形状、材料和布局得以科学规划，从而确保蒸汽在叶片上的流动达到最佳状态，极大地减少了能量损失。

在叶片设计过程中，流体力学的应用至关重要。它能够帮助工程师理解蒸汽在叶片表面的流动特性，从而设计出形状更为合理、转换效率更高的叶片。同时，计算机仿真技术的引入，使得叶片设计可以在虚拟环境中进行多次迭代和优化，大大提高了设计的准确性和效率^[3]。

除了叶片设计外，转子与静子间隙的精确控制也是汽机设计改进的关键一环。这一措施旨在减少漏气损失，确保蒸汽在汽机内部的流动更加顺畅。通过精密的制造工艺和严格的质量控制，转子与静子之间的间隙被精确控制在一定范围内，从而有效避免了蒸汽在间隙中的泄漏，提高了汽机的热效率。

此外，提高汽缸的密封性也是汽机设计改进的重要方向。汽缸作为汽机内部的高压容器，其密封性能的好坏直接关系到蒸汽的利用效率。采用高性能的密封材料和先进的密封结构，可以显著提升汽缸的密封性能，减少蒸汽泄漏，进而降低能量损耗，提高汽机的运行效率。

2.2 热力系统优化策略

热力系统的优化是提升电厂汽机运行效率的又一关键策略。这一策略的实施，旨在通过改进热力系统的各个组成部分，减少能量损失，提高热量利用率，从而全面提升汽机的运行效率。

在热力系统中，蒸汽发生器是核心部件之一。其效率的高低直接决定了汽机能够获得的蒸汽质量和数量。因此，采用高效蒸汽发生器是提高热力系统效率的重要手段。高效蒸汽发生器能够产生高压、高温的蒸汽，这种高质量的蒸汽在汽机内部做功时，能够更有效地转换为机械能，从而提高汽机的运行效率。

除了蒸汽发生器外，给水系统的优化也是热力系统改进的重要一环。给水系统负责向蒸汽发生器提供稳定、适量的给水，以维持其正常运行。通过优化给水泵的选型、控制方式和运行参数，可以减少能耗，提高给水系统的稳定性和效率。这不仅有助于维持蒸汽发生器的正常运行，还能进一步提高蒸汽的质量和数量，从而提升汽机的运行效率。

凝结水系统的优化同样不容忽视。凝结水系统负责回收汽机排汽凝结后的水分，这些水分经过处理后，可以再次作为给水系统的输入，形成闭式循环。通过改进凝结水回收装置的设计，可以提高凝结水的回收率和质量，进一步减少水分的损失和热量的损失。这不仅有助于降低汽机的补水率，还能提高热力系统的整体效率。

2.3 运行操作优化策略

运行操作优化策略是提升电厂汽机运行效率的又一重要途径。这一策略的实施，旨在通过设定合理的运行参数、加强操作人员培训以及实施智能化控制等措施，确保汽机在最佳工况下运行，从而提高其运行效率。

在运行操作过程中，蒸汽压力、温度等关键参数的设置对汽机效率有着直接而显著的影响。因此，设定合理的运行参数是提高汽机效率的重要手段。通过精确计算和模拟分析，可以得出汽机在不同工况下的最佳运行参数范围。在实际操作中，操作人员应根据汽机的实际运行状态和负荷变化，灵活调整这些参数，以确保汽机始终在最佳工况下运行^[4]。

除了运行参数的设置外，操作人员的技能水平也对汽机运行效率产生着重要影响。因此，加强操作人员培训、提高其技能水平与操作规范性也是运行操作优化策略的重要组成部分。通过定期举办培训课程、模拟演练

等活动，可以帮助操作人员掌握更多的专业知识和技能，提高其应对各种突发情况的能力。同时，加强操作规范性培训也有助于确保操作人员在操作过程中严格遵守操作规程和安全标准，避免因操作不当而导致的汽机效率降低。

随着智能化技术的不断发展，实施智能化控制已成为提升电厂汽机运行效率的新趋势。通过引入智能化控制系统，可以实现对汽机运行参数的实时监控和自动调节。这不仅可以大大提高操作的准确性和效率，还能降低操作人员的劳动强度。同时，智能化控制系统还能根据汽机的实际运行状态和负荷变化进行智能决策和优化调整，从而进一步提高汽机的运行效率。

2.4 热控技术创新策略

热控技术创新策略是电厂汽机运行效率提升不可或缺的一环。这一策略的实施旨在通过引入先进热控技术、开发新型热控算法以及推动热控技术的跨界融合等措施，提高热控精度与效率，实现汽机运行状态的实时监测与优化调整，从而进一步提升电厂汽机的运行效率。

在热控技术创新方面，引入智能传感器和大数据分析等先进技术是重要举措之一。智能传感器能够实时监测汽机的各项运行参数，并将数据实时传输至控制系统进行分析和处理。大数据分析技术则可以对这些海量数据进行深度挖掘和分析，发现汽机运行过程中的潜在问题和优化空间。通过结合这两种技术，可以实现对汽机运行状态的实时监测和预警，及时发现问题并采取措施进行优化调整。

除了引入先进技术外，开发新型热控算法也是热控技术创新的重要方向。传统的热控算法往往基于固定的数学模型和控制策略进行设计，难以适应汽机运行过程中的复杂变化和不确定性。而新型热控算法则采用更为灵活和智能的控制策略和方法，能够根据汽机的实际运行状态和负荷变化进行自适应调整和优化。这不仅提高了热控的精度和效率，还增强了汽机运行的稳定性和可靠性。

推动热控技术的跨界融合也是提升电厂汽机运行效率的重要途径之一。通过借鉴其他行业的先进经验和科技成果，可以为电厂汽机的热控技术创新提供新的思路和方法。例如，可以借鉴航空航天领域的热控技术，将其应用于电厂汽机的热控系统中；也可以借鉴智能制造领域的数字化、网络化等技术手段，实现对汽机运行

状态的远程监控和智能管理。这些跨界融合的技术创新将为电厂汽机运行效率的提升注入新的活力^[5]。

3 结论

电厂汽机运行效率的提升是一个复杂而系统的工程，涉及汽机设计、热力系统优化、运行操作改进以及热控技术创新等多个方面。通过采用先进的流体力学理论和计算机仿真技术对汽机设计进行深度优化，可以显著减少能量损失，提高蒸汽的做功能力。同时，热力系统的优化也是提升汽机运行效率的关键，包括采用高效蒸汽发生器、优化给水系统和凝结水系统等措施，都能有效降低能量损耗，提高热量利用率。在运行操作层面，设定合理的运行参数、加强操作人员培训以及实施智能化控制等策略，能够确保汽机在最佳工况下运行，进一步挖掘其效率潜力。此外，热控技术的创新也是不可忽视的一环，引入智能传感器、大数据分析等先进技术，开发新型热控算法，并推动热控技术的跨界融合，都将为电厂汽机运行效率的提升提供有力支持。未来，随着科技的不断进步和智能化技术的广泛应用，电厂汽机运行效率的提升将有更多的可能性和空间。这将有助于推

动电力行业的可持续发展，实现节能减排的目标，为构建绿色低碳的能源体系贡献力量。

参考文献

- [1] 王银平. 发电厂汽机的运行问题与对策分析[J]. 中国高新科技, 2024, (24): 95-97.
- [2] 王广智. 电厂汽机热力系统运行的优化研究[J]. 现代制造技术与装备, 2024, 60(01): 73-75.
- [3] 马子程. 发电厂中的汽机辅机运行优化分析[J]. 集成电路应用, 2023, 40(01): 222-223.
- [4] 刁洪虎, 陈臻, 钱水兵. 电厂锅炉汽机设备运行中的问题及措施分析[J]. 应用能源技术, 2022, (05): 26-28.
- [5] 张亚飞. 电厂汽机热力系统运行的优化[J]. 电子技术, 2022, 51(01): 158-159.

作者简介：孙唯亮，男，出生于1994年11月，汉族，籍贯江西都昌，本科学历，助理工程师，研究方向：火电厂汽轮机运行效率提升策略