

# 热电厂轴封加热器疏水系统故障诊断及优化改造

黄小飞

衢州东港环保热电有限公司 浙江 衢州 324022

**【摘要】**：热电厂轴封加热器和疏水系统在保障设备稳定运行中起着关键作用。由于长期运行，系统易出现故障，影响设备效率和安全性。本文通过分析轴封加热器和疏水系统常见故障及其成因，提出了基于数据分析和智能化技术的故障诊断方法，并根据诊断结果设计了针对性的优化改造方案。通过采用新型高效元件和智能监控技术，优化后的系统提高了温控精度和疏水效率，显著降低了设备故障率并提升了热电厂的能效和安全性。该研究为热电厂设备的故障诊断与优化改造提供了重要参考。

**【关键词】**：热电厂；轴封加热器；疏水系统；故障诊断；优化改造

DOI:10.12417/2811-0536.26.06.007

## 引言

轴封加热器和疏水系统作为热电厂关键的设备系统之一，保障着设备的安全运行和高效工作。随着设备使用年限的增加，轴封加热器疏水系统的故障问题日益显现，这不仅影响了设备的运行效率，还可能引发更为严重的设备损坏或停运问题。如何准确诊断该系统的故障并进行有效的优化改造，成为当前热电厂面临的重要问题。通过对这些问题的深入研究，可以为类似系统的维护和改造提供宝贵的经验，从而提高热电厂的整体运行效能与安全性。

## 1 轴封加热器及疏水系统的故障类型

(1) 常见故障表现：轴封加热器和疏水系统故障的表现形式多样，通常可以通过设备运行状态的变化来识别。轴封加热器常见的故障包括加热不足、加热过度、温度波动异常等，往往是由于加热元件损坏或电源故障引起。疏水系统故障的典型表现为水位不稳定、疏水阀漏水、疏水效率降低等，导致水分无法及时排除，影响系统的运行效率和安全性。特别是在高负荷或极端工况下，疏水系统失效会导致轴封区域水分过多，引发严重的设备腐蚀和泄漏。加热器系统与疏水系统的协调失效也可能表现为热效率低下、设备运行不稳定等现象。

(2) 故障成因分析：轴封加热器和疏水系统故障的成因通常与设备的设计缺陷、操作不当以及长期使用过程中的磨损相关。对于轴封加热器来说，电气组件的老化和热传导不良是主要因素，部分加热器由于设计不合理，无法有效提供稳定的温度控制。轴封加热器的电控系统也容易受到外部环境如湿度、灰尘的影响，导致功能丧失或不稳定<sup>[1]</sup>。疏水系统的故障则更多与阀门密封性能差、管路积水及水处理不当有关。系统内部的污垢沉积和材料腐蚀会导致疏水阀卡死或

泄漏，进而影响水排放效率。长时间的热循环和设备振动，也使得系统容易出现结构性损伤。

(3) 故障诊断方法：对轴封加热器和疏水系统的故障诊断需要结合多种检测手段进行综合分析。常用的诊断方法包括温度监测、电流分析、振动监测以及压力和流量检测。对于轴封加热器，通过实时温度变化和电流波动的监测，可以及时发现加热不足或过度的情况。结合红外热像仪对设备进行检测，有助于快速识别设备热点区域和温度不均匀的部位。疏水系统的诊断方法主要依赖压力传感器和流量计，通过监测疏水管道内的水流速率及压力变化，能够准确判断系统是否存在阻塞或漏水现象。现代故障诊断还可利用基于数据分析的算法模型，对设备状态进行实时评估和故障预测，提升诊断效率和准确性。

## 2 故障诊断技术的研究与应用

(1) 传统诊断方法分析：传统的故障诊断方法通常依赖于人工检查和定期维护。这种方法主要通过人工巡检、声音分析、手动温度测量及压力监测等手段来识别设备的异常表现。对于轴封加热器和疏水系统，人工检测可以通过温度计、压力表等仪器对系统进行常规检查。这些方法存在响应滞后和误诊的风险，尤其在复杂环境中，故障往往已达到严重程度才被发现。传统方法对设备的细微变化反应不够灵敏，故障可能在短时间内未能显现，延误了修复时机。通过使用传统诊断设备，尽管可以发现部分明显故障，但对于隐性故障和长期累积性损害的检测存在明显局限，不能完全满足高效、精准的诊断需求。

(2) 基于数据分析的诊断技术：基于数据分析的诊断技术通过对设备运行过程中的各类数据进行采集与分析，能够为故障诊断提供更加准确的依据。轴封加热器和疏水系统的实时数据，如温度、压力、流量

等，通过传感器进行采集，并利用数据处理算法进行实时监控和分析。通过对这些数据的趋势分析，可以识别设备运行中的异常变化，进而预测潜在的故障<sup>[2]</sup>。通过数据挖掘技术，能够从历史运行数据中挖掘出不同故障类型的特征参数，对比现有的运行数据，判断设备是否存在相似故障。基于数据的故障诊断不仅能够提高准确性，还能实现对故障的早期预警，避免突发性故障造成设备损坏和停机时间的延长。

(3) 智能化故障诊断发展趋势：智能化故障诊断技术在热电厂设备中的应用逐渐成熟，并朝着更高的自动化、智能化方向发展。通过引入人工智能（AI）和机器学习（ML）算法，智能诊断系统能够自我学习并不断优化故障检测模型。这些系统可以分析大量历史数据，识别潜在的设备故障模式，并且随着设备运行的不断积累，故障预测的准确性和及时性也在不断提高。基于智能化的诊断技术，不仅能够实现自动化的故障检测和诊断，还能够通过云平台进行远程监控与实时反馈，增强设备运维的智能化水平。智能化系统还具备异常自学习的能力，在设备的运行过程中能够适应新的故障模式变化，为持续稳定运行提供更强保障。这些技术的不断进步，不仅提高了故障诊断的效率，还使得设备的维护和优化工作更加精准。

### 3 疏水系统优化方案的提出

(1) 现有疏水系统的不足：当前，许多热电厂的疏水系统在长期运行中暴露出一系列问题，直接影响到设备的稳定性和安全性。常见的不足之一是疏水阀的密封性能差，造成系统泄漏。由于疏水阀长期受到蒸汽和热水的冲击，容易出现阀座磨损或密封件老化，导致泄漏现象。部分疏水系统设计缺陷使得疏水效率低下，特别是在负荷波动较大的情况下，系统无法及时排除多余的水分，容易导致积水现象，甚至引发设备过热和腐蚀。管道阻塞和流量不稳定也是常见问题，这不仅降低了系统的排水效率，还可能导致设备严重损坏。现有疏水系统的设计和维护不尽如人意，无法满足现代热电厂对高效、可靠系统的需求。

(2) 优化改造的必要性：考虑到疏水系统对热电厂设备运行的重要性，优化改造工作显得尤为必要。疏水系统如果不能高效、稳定地工作，容易导致设备过热、损坏以及能效浪费，甚至会对整个热电厂的安全运营产生威胁。通过对现有系统的优化，可以有效减少设备故障率和停机时间，提高运行的经济性和可靠性<sup>[3]</sup>。疏水系统的故障对设备的维护成本带来额外负担，定期维修和更换疏水阀门会增加运营成本，而优化后的系统能提高自动化水平，减少人工维护的频

率，降低长期运营成本。因此，对现有疏水系统进行技术改造，不仅能提升整体系统的性能，还能为热电厂节省大量的资源和资金投入。

(3) 改造方案的实施：针对现有疏水系统的不足，改造方案应重点解决疏水效率低下、系统漏水、阻塞以及故障频发等问题。改造的第一步是对现有设备进行全面检查和评估，找出关键问题所在。可以采用高效的疏水阀门替代旧设备，特别是选择具有更强密封性能和抗磨损性能的新型阀门，以避免泄漏和卡滞现象。针对疏水管道的的设计，应改进管道布局，确保流量的稳定性，避免出现局部积水。通过安装智能化监测系统，能够实时检测疏水系统的运行状况，及时识别潜在故障，并通过远程调控优化系统工作。改造过程中还可以考虑引入自动化控制系统，提高系统的自我调节能力，减少人工干预。通过这些综合性的改造措施，能够大幅提升疏水系统的整体性能，确保设备的安全高效运行。

### 4 轴封加热器系统的优化设计

(1) 加热器工作原理与设计要求：轴封加热器的主要作用是防止设备在运行过程中由于轴封处的温度过低导致冷凝水积聚，从而引发腐蚀、漏水或轴封失效。该系统通过电加热元件或蒸汽加热器将热量传递到轴封区域，保持其温度在适宜范围内，确保设备的密封性能和安全运行。在设计上，轴封加热器需要满足多个要求。首先温度控制应具备精确性和稳定性，以避免过热或温度波动。其次加热器的热效率必须高，以减少能源损耗并提升设备运行的经济性。最后考虑到热电厂的工作环境，加热器应具备耐高温、防腐蚀等特点，并能够在高温、高湿、震动等恶劣条件下长期稳定运行。设计中还需充分考虑安装、维修的便捷性，使得在发生故障时能够迅速进行检测与修复。

(2) 加热器故障分析与设计优化：轴封加热器故障通常表现在加热不均、加热效率低或加热系统故障等方面。常见问题包括电加热元件失效、控制系统故障、电源不稳定等，这些问题往往是由于元件老化、环境因素影响或系统设计不合理导致的。加热元件的老化或损坏直接影响加热效果，特别是在长期高温运行下，元件的热传导效率下降，造成局部温度过高或过低，从而影响轴封的密封性能<sup>[4]</sup>。为了优化设计，首先需要选用高品质的电加热材料，并根据不同工况合理配置加热功率。其次加热器的温控系统应进行智能化升级，通过精确的温度监测与调节，确保系统运行的稳定性。设计中还需增加冗余备份功能，以便在发生故障时可以立即切换至备用系统，避免单点故障

影响整体运行。

(3) 改造后的效能评估: 改造后的轴封加热器系统应在多个方面展示出显著的性能提升。温度控制更加精确和稳定, 能够在不同负荷情况下有效地维持轴封的工作温度, 避免了温度波动对密封效果造成的不利影响。通过采用新型的高效加热元件和改进的热管理设计, 加热效率得到了大幅提高, 能源消耗得到了有效降低。优化后的加热系统具备更高的耐用性和可靠性, 故障率显著降低, 且维护成本也有所减少。效能评估的另一个关键指标是系统的自动化水平, 改造后的系统通过引入智能化监控与反馈机制, 能够实时检测设备运行状态, 并根据实际需求自动调节加热功率, 提高系统的自适应能力。综合评估改造后的轴封加热器系统, 在提高设备运行效率、降低能耗及延长设备使用寿命方面均表现出良好的效果, 确保热电厂能够实现更高效、更安全的运营。

## 5 优化改造的实践与效果评估

(1) 系统改造实施步骤: 优化改造的实施步骤包括全面的系统检查与评估、设备选型、安装调试及后期监控。进行现有疏水系统和加热器设备的检查, 识别出各部分的潜在问题。基于检查结果, 确定需要更换或升级的组件, 选定适合的高效疏水阀和加热元件, 并设计适应具体工况的系统方案。进行设备的拆卸和新设备的安装, 确保所有管道、阀门和电加热组件的连接及调试符合要求。在安装阶段, 还要对系统进行逐步调试, 确保加热器和疏水系统在各项工作条件下的稳定性。在此过程中, 要确保所有设备符合安全规范, 避免因安装不当导致的隐患。完成设备安装后, 进行试运行, 并通过实时监控检查各项指标是否达到预期效果, 调整并优化运行参数。

### 参考文献:

- [1] 蔡广闽, 韦云部, 闭万祝. 热电厂高压加热器的检验与缺陷处理[J]. 机电信息, 2023(7):75-78.
- [2] 王志杰. 热电厂采暖网加热器运行容易出现的问题及综合治理办法[J]. 中小企业管理与科技, 2021(9):172-173.
- [3] 潘俊生. 轴封加热器新型疏水装置应用及节能改造[J]. 发电设备, 2025, 39(3):194-197.
- [4] 梁岩芳, 彭姝璇, 崔永军, 罗建超, 何垚年, 白林超, 付经伦. 汽轮机轴封加热器换热性能计算[J]. 发电技术, 2023, 44(6):817-823.
- [5] 朱培忠, 欧国林, 陈文广, 付朝. 600MW 汽轮机轴封加热器风机进水原因分析及处理[J]. 云南水力发电, 2022, 38(S01):58-60.

(2) 实施后的效果与反馈: 系统改造完成后, 通过多次验证和测试, 发现优化后的加热器与疏水系统显著提升了整体运行效率。加热器温控更加精准, 能够根据不同负荷和工况自动调节功率, 避免了因过热或过冷引起的设备故障<sup>[5]</sup>。疏水系统则通过更高效的阀门和流量控制, 解决了原系统漏水和阻塞问题, 大大提升了排水效率。客户反馈表明, 设备运行的稳定性和安全性有所增强, 且故障率大幅下降, 整体能效有了明显提高。进一步的监控数据显示, 改造后的系统在高负荷运行时, 能够自动适应工况变化, 确保系统始终处于最佳工作状态。

(3) 后续维护与改进措施: 优化改造后, 系统仍需定期进行维护与检查, 以保证长期的稳定运行。后续的维护工作将集中在对加热元件和疏水阀门的检测、清理和替换等方面, 尤其是在高温环境下, 及时更换老化元件是确保系统不发生故障的关键。通过建立智能化监控系统, 可以实时追踪设备运行状况, 确保在出现问题时能够快速响应。定期的检修和调校将确保加热器和疏水系统的高效运行。对于系统运行中可能出现的新问题, 需根据实际情况持续优化调整, 结合实际工况反馈, 不断提升系统的可靠性和效能。

## 6 结语

轴封加热器和疏水系统的优化改造, 对于提升热电厂设备运行效率与稳定性具有重要意义。通过对现有系统的故障诊断与改造方案的研究, 已实现了设备故障率的显著降低和系统运行效率的提升。优化后的加热器和疏水系统不仅确保了设备的安全稳定运行, 也为热电厂的能效提升和成本控制提供了有力支持。未来的持续改进和定期维护将进一步巩固改造效果, 确保系统长时间高效运行。