

大数据分析在火电厂汽机检修决策中的应用探索

黄士慧

国家电投集团贵州金元黔西中水发电有限公司 贵州毕节 551500

摘要: 随着火电厂设备规模的不断扩大和运行复杂性的增加,传统的汽机检修决策方法逐渐难以满足高效、精准的需求。大数据分析技术的兴起为火电厂汽机检修决策提供了新的思路和方法,本文探索大数据分析在火电厂汽机检修决策中的应用基础,包括数据来源和大数据分析技术。详细探讨了其在汽机状态监测、故障诊断、检修计划制定以及备件管理等方面的具体应用。通过大数据分析,火电厂可实现更精准的汽机检修决策,提高设备运行可靠性,降低检修成本,为火电厂的安全稳定运行提供有力支持。

关键词: 大数据分析; 火电厂; 汽机检修; 故障诊断

火电厂作为我国能源供应的重要支柱,其设备的安全稳定运行至关重要。汽轮机作为火电厂的核心设备之一,其运行状态直接影响着整个电厂的发电效率和安全性。传统的汽机检修决策主要依赖定期检修和事后检修,存在检修过度或不足的问题,不仅增加了成本,还可能影响设备寿命和发电效率。随着信息技术的飞速发展,大数据分析技术逐渐应用于各个领域。在火电厂汽机检修决策中引入大数据分析,能够充分利用海量的设备运行数据,为检修决策提供科学依据,实现精准检修,提高汽机的运行可靠性和经济性。

1. 大数据分析在火电厂汽机检修决策中的应用基础

1.1 数据来源

1.1.1 实时运行数据

通过在汽机关键部位安装传感器,能够实时采集温度、压力、振动、转速等参数。例如,汽轮机的轴承温度、缸体温度等温度数据可以反映设备的热状态,过高或过低的温度都可能预示着设备存在故障隐患;压力数据如主蒸汽压力、再热蒸汽压力等,对于判断汽机的热力循环是否正常至关重要;振动数据则能直接反映汽机转子的运行平稳性,异常振动可能是转子不平衡、轴承损坏等故障的早期信号。这些实时运行数据为汽机的状态监测和故障诊断提供了第一手资料。

1.1.2 历史检修数据

深入分析历史检修数据,能让清晰地掌握汽机常见故障的类型,比如是转子不平衡、轴承磨损,还是叶片损坏等。同时,还能了解各类故障的发生频率,明确哪些故障是高频

出现、需要重点关注的。此外,通过挖掘故障与运行参数之间的关系,能发现潜在的问题。例如,当汽机在某一特定转速区间运行时,某些部件的故障发生率明显升高,这就提示我们需要对该转速区间进行重点监测。基于历史检修数据,我们可以提前预判零部件的磨损或损坏情况,合理制定检修计划,实现从“事后维修”到“预防性维修”的转变,有效避免故障的发生,减少非计划停机时间。而且,在故障诊断时,历史检修数据能提供宝贵的参考,帮助维修人员快速缩小故障范围,精准定位故障原因,提高维修效率,保障汽机的稳定运行。

1.1.3 环境数据

环境因素宛如隐藏在汽机运行背后的“变量”,对汽机的稳定运行有着不可忽视的作用。环境数据作为衡量外界环境状况的关键信息,主要涵盖环境温度、湿度以及大气压力等方面。当环境温度攀升至 35℃ 以上时,汽机冷却系统的散热效率会明显下滑。以常见的汽轮机为例,高温会使冷却介质与汽机发热部件的温差减小,热传递速率降低,进而导致汽机关键部件温度升高 5 - 10℃。长期处于高温环境,会加速部件的老化磨损,缩短其使用寿命。湿度同样不容小觑,在相对湿度超过 75% 的高湿度环境中,汽机设备的腐蚀进程会加快。金属部件在潮湿空气里易与氧气、水发生反应,形成锈蚀,不仅降低部件机械强度,还可能堵塞管道,影响介质流通。大气压力变化也会影响汽机运行,大气压力降低会使排汽温度升高,降低热效率。所以,在大数据分析中,需将环境数据与运行数据综合考量,精准评估汽机运行

状态^[1]。

1.2 大数据分析技术

1.2.1 数据挖掘技术

在火电厂汽机检修决策的复杂场景中，数据挖掘技术宛如一把精准的钥匙，助力解锁设备运行背后的奥秘。常用的数据挖掘技术有关联规则挖掘、聚类分析和分类算法等，它们各司其职，发挥着重要作用。关联规则挖掘如同一位敏锐的观察者，致力于发现不同运行参数之间隐藏的关联关系。在汽机运行过程中，各参数并非孤立存在，而是相互影响。例如，当汽机某个关键部位的温度参数升高时，与之紧密相关的压力参数可能也会随之发生变化。通过关联规则挖掘，能够深入剖析这些参数之间的内在联系，为运维人员提供全面的设备运行信息，帮助他们提前预判潜在问题。聚类分析则像是一位严谨的分类师，它可以将汽机的运行状态进行科学分类，把相似的运行状态归为一类。如此一来，设备的正常运行状态和异常状态便能清晰区分，便于运维人员及时发现异常，采取针对性措施。

1.2.2 时间序列分析

在汽机运行监测与故障诊断中，时间序列分析发挥着至关重要的作用。汽机的各类运行参数，如振动、温度、压力等，本质上都是随时间不断变化的序列数据。时间序列分析方法犹如一把精准的“手术刀”，能够深入剖析这些参数的变化趋势和周期性规律。以汽机振动数据为例，通过对其时间序列进行细致分析，可以清晰地判断振动是否存在周期性变化。若振动数据呈现出明显的周期性波动，且波动幅度超出正常范围，这很可能暗示着转子不平衡等故障的存在。因为转子不平衡会导致其在旋转过程中产生周期性的离心力，进而引发周期性的振动^[2]。

1.2.3 机器学习算法

在火电厂汽机检修决策这一关键领域，机器学习算法凭借其卓越的学习与预测能力，成为保障设备稳定运行、提升检修效率的得力助手。其中，神经网络、支持向量机和决策树是常用的几种算法。神经网络犹如一个高度复杂的“智能大脑”，它能够深入挖掘大量历史数据中的潜在规律。通过对海量汽机运行数据和故障数据的学习，神经网络可以建立起复杂的非线性模型。这个模型就像一个精准的“故障探测器”，能够敏锐地捕捉到汽机运行过程中的细微异常，从而实现对汽机故障的准确诊断和精准预测，准确率在复杂故

障场景下能达到 85% 以上。支持向量机则擅长在高维空间中寻找最优的分类超平面。在处理小样本、非线性的故障诊断问题时，它展现出了独特的优势。即使数据量有限，支持向量机也能有效地将故障数据与正常数据区分开来，为故障诊断提供可靠的依据^[3]。

2. 大数据分析在火电厂汽机检修决策中的具体应用

2.1 汽机状态监测

在火电厂的运行管理中，汽机状态监测是保障设备安全稳定运行的关键环节。借助大数据分析技术，对汽机的实时运行数据进行全方位、不间断的监测与分析，犹如为汽机安装了“智能哨兵”，能够敏锐捕捉设备的异常状态。首先，需要建立汽机正常运行状态的数据模型。这一模型基于大量历史正常运行数据构建，涵盖了温度、压力、振动、转速等多个关键参数的正常波动范围。例如，汽机正常运行时，轴承振动幅度通常在 0.02 – 0.05mm 之间。将实时采集的数据与该模型进行实时对比，一旦数据超出正常范围，系统会立即自动发出预警信号。以振动数据监测为例，通过运用数据挖掘和机器学习算法，建立振动异常检测模型。该模型经过大量振动数据的学习和训练，能够准确识别正常振动与异常振动的特征。当振动幅度超过设定的阈值（如 0.08mm）时，系统会在 10 秒内及时发出警报，通知运维人员进行检查。此外，为方便运维人员及时、直观地了解设备运行情况，利用数据可视化技术，将汽机的运行状态以图表、曲线等形式展示出来。运维人员通过查看这些可视化图表，能够在短时间内掌握汽机的整体运行态势，实现对汽机状态的实时监控，从而及时采取措施，确保汽机的安全稳定运行^[4]。

2.2 故障诊断

在汽机运维领域，大数据分析为故障诊断带来了革命性的变化，提供了更准确、高效的解决方案。传统故障诊断依赖人工经验，不仅效率低，还容易出现误判，而大数据分析技术则能有效解决这些问题。通过对海量的历史故障数据和实时运行数据进行深度综合分析，借助数据挖掘和机器学习算法，可构建出精准的故障诊断模型。该模型如同一位经验丰富的“智能医生”，能在汽机出现故障时迅速发挥作用。

以神经网络算法为例，它可对汽机的振动信号、温度信号等进行细致的特征提取和分类。研究表明，对于常见故障如转子不平衡、轴承故障、叶片损坏等，神经网络算法的诊断准确率能达到 90% 以上。当汽机出现故障时，系统能

在短短几分钟内快速准确地判断出故障类型和位置，大大缩短了故障排查时间。不仅如此，通过对故障数据进行关联分析，还能深入挖掘故障发生的根本原因。比如，经过对某汽机一段时间的故障数据关联分析发现，有 30% 的振动异常故障是由于轴承润滑不足导致的。基于这一发现，在后续的检修工作中，就可以有针对性地加强对轴承润滑系统的检查和维护，提前消除潜在隐患，降低故障发生率，保障汽机的安全稳定运行，提高电厂的经济效益。

2.3 检修计划制定

在火电厂的设备管理中，传统的定期检修计划如同“一刀切”的做法，缺乏对设备个体差异的考量，往往导致检修资源的浪费。据统计，传统定期检修模式下，约 30% 的检修工作是无效的，不仅耗费了大量的人力、物力和财力，还可能因过度检修对设备造成不必要的损伤。而大数据分析技术的引入，为检修计划的制定带来了精准化变革。它能够依据汽机的实际运行状态和故障预测结果，量身定制个性化的检修计划。通过对设备的历史运行数据、故障数据以及剩余寿命预测结果进行深度剖析，精准确定最佳的检修时间和检修内容。

比如，对于运行状态良好、剩余寿命评估在 5 年以上的设备，可适当将检修周期从传统的 1 年延长至 1.5 - 2 年，减少不必要的停机检修次数。相反，对于通过数据分析发现存在潜在故障风险（如振动异常频率较上月增加 20%）的设备，则及时安排检修，避免故障进一步扩大，造成更大的损失。此外，结合设备的重要性和对发电生产的影响程度，合理安排检修顺序。对于关键设备，如汽轮机的高压转子等，优先安排检修，确保其能在 48 小时内恢复正常运行，将对发电的影响降至最低。通过这种科学合理的检修计划制定方式，可显著提高检修效率，降低检修成本，保障电厂的安全稳定运行。

2.4 备件管理

在火电厂汽机的运维管理中，备件管理是保障设备及时维修、维持正常运行的重要环节。传统的备件管理方式往往依赖经验，难以精准把控备件的需求和库存，容易导致备件短缺或积压，影响检修效率并增加成本。而大数据分析技术的运用，为备件管理带来了科学、高效的解决方案。通过

对设备的历史故障数据和备件更换记录进行深入分析，能够精准预测备件的需求量和更换时间。研究表明，利用大数据分析预测备件需求，准确率可达 85% 以上。例如，对于汽机的轴承备件，通过分析过去三年每月的更换记录，结合设备运行时长、负荷变化等因素，利用时间序列分析方法预测其使用频率。若预测结果显示未来三个月某型号轴承的需求量可能达到 5 个，而当前库存仅剩 2 个，就可以提前制定采购计划，确保备件充足，避免因备件短缺导致检修延误，影响发电效率。同时，根据预测结果合理安排备件库存。对于常用备件，如密封件、螺栓等，保持 1 - 2 个月的用量库存；对于不常用备件，如特殊型号的阀门等，采用按需采购的方式，使库存资金占用降低 30% - 40%，有效减少备件积压，降低库存成本，提高资金使用效率^[5]。

结语

大数据分析技术在火电厂汽机检修决策中的应用具有巨大的潜力和优势。通过充分利用海量的设备运行数据，结合先进的数据分析技术，能够实现汽机的状态监测、故障诊断、检修计划制定和备件管理的科学化和精准化。未来，需要进一步加强数据管理，提高数据质量，培养专业的数据分析人才，不断完善大数据分析技术在火电厂汽机检修决策中的应用体系，推动火电厂设备管理水平的不断提升。

参考文献：

- [1] 顾庆磊. 火电厂汽机检修设备问题及解决对策分析[J]. 现代工业经济和信息化, 2025, 15(04): 215-216+222.
- [2] 周刚, 晋世仲, 刘攀峰, 李志杰. 电厂汽机设备智能巡检中物联网技术的应用与优化[J]. 电力设备管理, 2024, (22): 119-121.
- [3] 高诚. 火力发电厂汽机辅机现状和优化措施分析[J]. 电气技术与经济, 2022, (06): 152-154.
- [4] 肖从付. 火力发电厂汽机常见问题及应对策略[J]. 光源与照明, 2021, (07): 77-78.
- [5] 杨云章. 火力发电厂汽机设备检修施工组织探讨[J]. 智能城市, 2020, 6(11): 247-248.

作者简介：黄士慧，性别：女，出生：1976 年 10 月，民族：汉族，籍贯：贵州黔西；学历：大学专科；职称：助理工程师；研究方向：火电厂汽机检修；