

基于大数据的火电厂能效分析与优化

刘学峰

宁夏英力特化工股份有限公司热电分公司 宁夏 石嘴山 753200

摘要: 随着大数据技术的快速发展,其在火电厂能效分析与优化中的应用日益广泛。本文探讨了大数据技术在火电厂能效管理中的潜力,分析了火电厂能效的重要性与挑战,并提出了基于大数据的能效优化策略。通过构建大数据平台,实现火电厂运行数据的实时采集、处理与分析,为能效优化提供科学依据,推动火电厂向高效、环保、智能的方向发展。

关键词: 大数据技术;火电厂;能效分析;能效优化;智能管理

引言

火电厂作为我国电力供应的主力军,其能效水平直接关系到能源利用效率和环境保护。然而,传统能效管理方式存在数据收集不全、分析不深入等问题,难以满足现代火电厂能效管理的需求。大数据技术的引入,为火电厂能效分析与优化提供了新的思路 and 手段。

1 火电厂能效分析的重要性及挑战

1.1 重要性

火电厂作为国家能源供应的重要组成部分,其能效水平的高低直接关系到国家能源的利用效率与环境保护的成效。通过深入细致的能效分析,能够精准识别火电厂在燃料燃烧、热能转换、电力传输等各个环节中的能效瓶颈,为实施节能降耗措施提供科学依据。这不仅有助于降低火电厂的运营成本,提升经济效益,还能显著减少温室气体排放和其他污染物的产生,对于推动绿色低碳发展、实现可持续发展目标具有举足轻重的作用。

1.2 面临的挑战

火电厂能效分析工作面临重重挑战。首先,数据量庞大且类型多样,包括实时监测数据、历史运行数据、设备参数数据等,传统数据处理手段难以有效应对这种海量异构数据的处理需求。其次,数据质量问题不容忽视,由于采集设备精度、传输误差等因素,数据中可能存在异常值、缺失值,影响分析结果的准确性。再者,火电厂运行过程复杂,涉及多个子系统的交互作用,外界环境条件如气温、湿度等也对能效产生影响,这些因素相互耦合,增加了能效分析的难度与复杂性。

2 大数据技术在火电厂能效管理中的应用

2.1 数据采集与集成

为了实现运行数据的全面覆盖和实时更新,需要构建一个基于大数据技术的火电厂能效管理平台。这一平台应能够实时采集锅炉、汽轮机、发电机等关键设备的

运行数据,包括但不限于温度、压力、流量、能耗等关键指标。这些数据的采集通常依赖于各类传感器和智能仪表的精确测量与传输。除了实时数据的采集外,平台还需集成电厂内已有的信息系统数据,如SIS(厂级监控信息系统)和MIS(管理信息系统)。SIS系统通常包含电厂运行过程中的实时监控数据,如设备状态、工艺参数等;而MIS系统则涵盖了电厂的管理信息,如生产计划、设备维护记录等^[1]。通过将这些系统集成到能效管理平台中,可以形成一个全面、统一的数据源,为后续的数据分析和挖掘提供坚实的基础。在数据采集与集成的过程中,还需要考虑数据的安全性和可靠性。为了确保数据的准确传输和存储,应采用加密技术、数据校验机制以及冗余备份等措施,以防止数据丢失、篡改或泄露。

2.2 数据存储与管理

面对火电厂产生的海量数据,传统的数据存储方式已难以满足高效、可扩展的需求。因此,大数据技术在数据存储与管理方面的应用显得尤为重要。分布式存储架构,如Hadoop HDFS(Hadoop Distributed File System),因其高容错性、高吞吐量和可扩展性等特点,成为火电厂能效管理平台中数据存储的首选方案。HDFS通过将数据分散存储在多个节点上,实现了数据的并行处理和高效访问。同时,它还提供了数据复制和容错机制,确保了数据的可靠性和可用性。在HDFS的基础上,可以进一步利用数据仓库技术,对数据进行分类、整理、归档,形成结构化的数据资源池。这样不仅可以提高数据的查询效率,还能为后续的数据分析和挖掘提供便利。在数据存储与管理的过程中,还需要考虑数据的质量问题。由于数据采集过程中的各种不确定性因素,如设备故障、传输错误等,数据中可能存在异常值、缺失值或重复值。因此,在数据入库前,应进行必

要的数据清洗和预处理工作，以确保数据的准确性和一致性。

2.3 数据处理与分析：挖掘有价值信息

大数据技术的核心在于其强大的数据处理与分析能力。在火电厂能效管理中，利用大数据处理框架（如Spark、Flink等）对采集到的数据进行实时处理和分析，可以及时发现设备运行中的异常状况，挖掘出潜在的节能潜力。数据处理阶段主要包括数据清洗、去重、归一化等预处理步骤。数据清洗是为了去除数据中的噪声和异常值，确保数据的准确性；去重则是为了消除重复记录，避免数据冗余；归一化则是将数据按照一定比例缩放，使其处于同一量级，便于后续的分析 and 比较^[2]。在数据预处理完成后，可以运用数据挖掘和机器学习算法（如聚类分析、关联规则挖掘、回归分析等）从数据中挖掘出有价值的信息和模式。聚类分析可以将数据按照相似性进行分组，帮助识别设备运行的不同模式；关联规则挖掘则可以发现设备参数与能效指标之间的关联关系，为优化运行策略提供依据；回归分析则可以建立设备参数与能效指标之间的数学模型，用于预测和评估能效水平。通过数据处理与分析，火电厂可以更加深入地了解设备运行的实际情况，找出能效提升的瓶颈和关键点。

2.4 特征选择与提取

在数据挖掘和分析的过程中，特征的选择与提取是至关重要的一步。特征是指能够描述数据特性的变量或指标，而特征选择则是从众多特征中筛选出对能效影响最大的特征子集。特征选择技术（如主成分分析PCA、递归特征消除RFE等）可以帮助实现这一目标。PCA是一种常用的降维技术，它可以通过线性变换将原始数据投影到较低维的空间中，同时保留数据的主要信息。通过PCA分析，可以识别出对能效影响最大的几个主成分，作为后续分析的重点。RFE则是一种基于机器学习算法的特征选择方法。它通过递归地训练模型并移除最不重要的特征来筛选出最优特征子集。RFE的优点在于它能够考虑到特征之间的相互作用，以及特征对模型性能的具体贡献。除了PCA和RFE外，还有其他一些特征选择方法，如互信息法、卡方检验等。在实际应用中，可以根据数据的具体情况和分析目标选择合适的特征选择方法。通过特征选择与提取，可以减少数据的维度和复杂度，提高数据分析的效率和准确性。

2.5 能效建模及预测

在完成了数据采集、存储、处理、分析和特征选择后，可以基于提取出的关键特征构建能效预测模型。这些模型能够反映设备参数与能效指标之间的映射关系，

为火电厂未来的能效优化提供指导。常用的能效预测模型包括线性回归、决策树、支持向量机SVM、神经网络等。线性回归模型简单易懂，适用于描述设备参数与能效指标之间的线性关系；决策树模型则可以通过分支结构直观地展示特征变量与能效指标之间的关联关系；SVM模型则适用于处理高维数据和非线性关系；而神经网络模型则具有强大的自学习和自适应能力，能够捕捉到数据中的复杂模式和规律。在构建能效预测模型时，需要根据数据的具体情况和分析目标选择合适的模型类型，并对模型进行训练和验证。通过不断调整模型的参数和结构，可以提高模型的预测精度和泛化能力。利用构建好的能效预测模型，可以对火电厂未来的能效水平进行预测。

3 基于大数据的火电厂能效优化策略

3.1 设备能效优化

设备是火电厂运行的基础，其能效水平直接决定了整个电厂的能效表现。因此，设备能效优化是火电厂能效提升的首要任务。基于大数据技术的设备能效优化策略，首先依赖于对设备运行数据的实时监测与分析。通过安装各类高精度传感器和智能仪表，实时采集设备的运行参数，如温度、压力、振动、能耗等。这些数据被实时传输到大数据平台，经过清洗、整合和预处理后，形成结构化的数据集，为后续的分析提供基础。利用大数据分析和挖掘技术，我们可以从海量数据中挖掘出设备能效低下的原因。例如，通过对比分析不同设备在相同工况下的能耗数据，可以识别出能效较低的设备；通过时间序列分析，可以发现设备能耗的异常波动，进而定位到具体的故障点或能效瓶颈^[3]。基于这些分析结果，我们可以制定针对性的设备改造计划。改造计划可能包括更换高效节能的部件、优化设备结构、调整设备运行策略等。在改造实施前，利用大数据技术对改造效果进行预测和评估，通过模拟仿真等方法，评估改造后的能效提升幅度和经济效益，确保改造效果达到预期目标。

3.2 运行参数优化

火电厂的运行参数众多，如锅炉的燃烧参数、汽轮机的运行参数、发电机的励磁参数等，这些参数的设置直接影响到火电厂的能效水平。基于大数据技术的运行参数优化策略，旨在通过对这些参数的精细调整，实现火电厂整体能效的提升。首先，利用大数据技术对历史运行数据进行深入分析，找出各参数之间的关联关系和最优组合。例如，通过回归分析可以确定锅炉燃烧参数（如氧量、煤粉细度、风量等）与锅炉热效率之间的数学关系，进而确定最优的燃烧参数组合。其次，基于这

些最优参数组合,制定运行参数优化方案。方案可能包括调整锅炉的燃烧控制策略、优化汽轮机的进汽和排汽参数、调整发电机的励磁电流等。在实施优化方案前,利用大数据技术进行模拟仿真,评估优化效果,确保方案的有效性和可行性。最后,将优化方案应用到实际运行中,并通过大数据平台对运行参数进行实时监控和调整。通过不断反馈和调整,实现运行参数的动态优化和协同控制,提高火电厂的整体能效水平。

3.3 燃料管理优化

燃料是火电厂的主要成本来源之一,其管理效率直接影响到火电厂的经济效益和能效水平。基于大数据技术的燃料管理优化策略,旨在通过对燃料采购、存储、使用等环节的精细化管理,提高燃料利用效率,降低燃料成本。首先,利用大数据技术对燃料市场进行实时监测和分析,掌握燃料价格动态和供应情况。基于这些信息,制定合理的燃料采购计划,确保燃料的稳定供应和成本控制。其次,在燃料存储环节,利用大数据技术对燃料库存进行精细化管理。通过实时监测燃料的库存量、质量和存放环境,确保燃料的品质和安全性。同时,利用大数据分析技术优化燃料的存储策略,如合理安排燃料的堆放方式和存储时间,减少燃料的自然损耗和品质下降^[4]。最后,在燃料使用环节,利用大数据技术对燃料进行精细化配比和高效利用。通过实时监测和分析锅炉的燃烧情况,调整燃料的配比和供给量,确保锅炉的高效稳定运行。同时,利用大数据分析技术优化燃料的燃烧策略,如采用先进的燃烧技术和控制策略,提高燃料的燃烧效率和利用率。

3.4 智能调度与优化

火电厂各系统之间的协同优化是提高整体能效的关键。基于大数据技术的智能调度系统,可以实现火电厂各系统之间的协同优化和智能决策。首先,构建基于大数据的智能调度平台,将火电厂的各个系统(如锅炉系

统、汽轮机系统、发电系统、辅助系统等)集成到一个统一的平台中进行管理。通过实时采集和传输各系统的运行数据,形成全面的数据源,为后续的分析和调度提供基础。其次,利用大数据分析和挖掘技术,对各系统的运行数据进行深入分析,找出各系统之间的关联关系和协同优化点。例如,通过关联规则挖掘可以发现锅炉燃烧参数与汽轮机运行参数之间的关联关系,进而制定协同优化策略。最后,基于这些协同优化策略,制定智能调度方案。方案可能包括调整各系统的运行策略、优化各系统之间的能量流动和分配、提高系统的整体能效等。通过智能调度算法(如遗传算法、粒子群算法等)对调度方案进行优化和求解,得到最优的调度结果。将调度结果应用到实际运行中,实现火电厂各系统的协同优化和智能决策,提高整体能效水平。

结语

大数据技术为火电厂能效分析与优化提供了新的思路 and 手段。通过构建大数据平台,实现火电厂运行数据的实时采集、处理与分析,为能效优化提供科学依据。未来,随着大数据技术的不断发展和应用深化,火电厂能效管理水平将得到进一步提升,推动火电厂向高效、环保、智能的方向发展。

参考文献

- [1]刘金伟,刘剑,李德波,等.火电厂效能大数据优化关键技术研究[J].环境工程,2023,41(S2):941-946.
- [2]马文杰,李敬君,程龙,等.大数据技术在火电厂集控运行中的应用[J].现代工业经济和信息化,2024,14(08):87-89.
- [3]刘吉,刘炳舍,张月,等.基于大数据技术的火电厂节能环保多目标负荷优化分配[J].工程热物理学报,2020,41(01):29-38.
- [4]张瑞.大数据背景下的火电厂智慧监盘系统[J].电气时代,2024,(08):36-39.