

基于大数据的风电管理系统研究

文/张佳佳 达林台
三峡新能源康保发电有限公司

借助大数据技术，从数据源、数据集市和数据服务三个层级构建了基于大数据的风电管理系统。为了更好地实现这些核心功能，还从知识库和数据驱动两个角度探讨风电设备故障处理的技术路径。为愈来愈重要的风电产业的发展和提高其管理水平提供了有力的支持和保障。

随着我国能源需求的不断增加，清洁能源成为全社会关注的热点。其中，风能作为一种重要的清洁能源得到了快速发展。我国风电装机容量已经连续多年排名世界第一，到2020年底，全国累计风电装机容量达到了281.5 GW。随之而来的风电管理工作也变得越来越重要，由于风力发电的不稳定性，控制风机在不同的风速下保持稳定运行，对发电设备进行维护和故障排除具有极高的技术要求。

目前，风电管理尚存在一系列问题，如设备故障率高、能效低及配件供应困难等。而基于大数据的风电管理系统应运而生，应用大数据技术改善风电管理存在的问题，成为风电行业的必选项。当今的风电管理工作少不了大数据技术的应用。大数据技术可以解决风电管理的三个主要问题：风能利用率、设备故障率和能耗管理。

首要问题是风能利用率。由于气象条件多元复杂，各项数据都会对风能利用率产生较大的影响。风能是不稳定的，关键因素一般是风速。大数据技术可以收集大量的数据，分析和模拟数据，分析出风电项目所处区域的历史乃至未来风速状况，为风力发电提供有效预测。同时，大数据技术可以监控每台风力发电机的运行状态，实时响应风电机组的升降、停保等运行状态变更，保证风机在最佳工况下运行。

其次，设备故障率高是风电管理工作的另一个

挑战。因为风电机组数量众多，如果人工检测所有机组是否工作正常，不仅费时费力，而且容易因人为因素或疏忽造成安全隐患。大数据技术重点在于避免和减少故障的发生，提高机组的故障诊断、根本原因分析等技术的适时性和有效性。大数据技术可以及时监控风力发电机组的运行状况，通过智能诊断分析预测设备故障，提高整个风电系统的稳定性。

最后是能耗管理。整个风电系统的目标是实现最大化的利润，但能源消耗是一个显著的成本因素。采用大数据技术，通过对风电系统及相关用电设备的数据进行实时采集、传输、分析和评估等方面的全过程管理，及时发现耗能偏高的设备和区域，并针对不同类型的耗能设备及业务使用情况，设置权衡效益和成本合理的优化策略和方案，为风电企业节约成本。

大数据技术不仅提高风电系统的故障处理、预测能力，还协助风电企业进行节能减排、成本控制等管理工作。从现有的风电管理工作中看出，引入大数据技术的划时代意义已经凸显。对于风电企业而言，只有不断吸收新科技，提升管理水平，才能在激烈的市场竞争中立于不败之地。

基于大数据的风电管理系统架构

随着人们对可持续能源的需求不断增长，风能

作为一种可再生能源得到了广泛的应用。同时，大数据技术的快速发展为风电管理带来了新的机遇，大数据风电管理系统的建立极大地提高了风电企业的管理效率和运营水平。基于此，本文搭建了一款基于大数据的风电管理系统，该系统分为数据源、数据集市和数据服务三个层级，具体系统架构如图1所示。

1. 数据源

数据源是大数据风电管理系统的第一层级，主要任务是将各种数据进行整合。在风电生产过程中，数据源包括气象数据，经营管理数据，设备制造商数据，传感器数据，电网数据，DCS、SIS数据，大用户数据，互联网数据和交易市场数据等。经过数据源的整合，实现风电生产过程中的监测、调度和维护等功能。

例如，在气象数据方面，考虑风速、温度、湿度和气压等数据，通过对气象数据的采集和分析，帮助企业进行风能预测和风电机组效益的评估，从而优化风电生产过程。在传感器数据方面，考虑通过传感器采集设备运行数据，包括振动、温度和压力等数据，对传感器数据进行分析，实现对设备状态的实时监测和预测，进而提高设备的运行效率和

维护效果。

2. 数据集市

数据集市是大数据风电管理系统的第二层级，主要负责数据的采集、整合和处理。数据集市包含离线数据集市和实时数据集市两种类型。

离线数据集市是针对历史数据的批量处理，通过对历史数据的分析，找出数据中的异常点和趋势，支持设备状态分析和故障预测等功能，为设备的运维管理提供参考和建议。

实时数据集市是针对实时数据的处理，旨在及时捕捉风电机组的运行状态和故障信号，进行快速响应和及时预警。实时数据集市需要使用高效的数据采集和处理技术，如流式数据处理技术和消息队列等，确保系统具有实时性和高效性。

3. 数据服务

数据服务是大数据风电管理系统的第三层级，主要负责设备状态的监测、设备劣化分析和设备运行监视等服务。数据服务包括自助报表、设备状态在线监测、设备劣化分析、趋势分析、运行方案指导库、设备故障库、设备运行监视、检修方案库、设备采购策略和设备运行监视等功能。

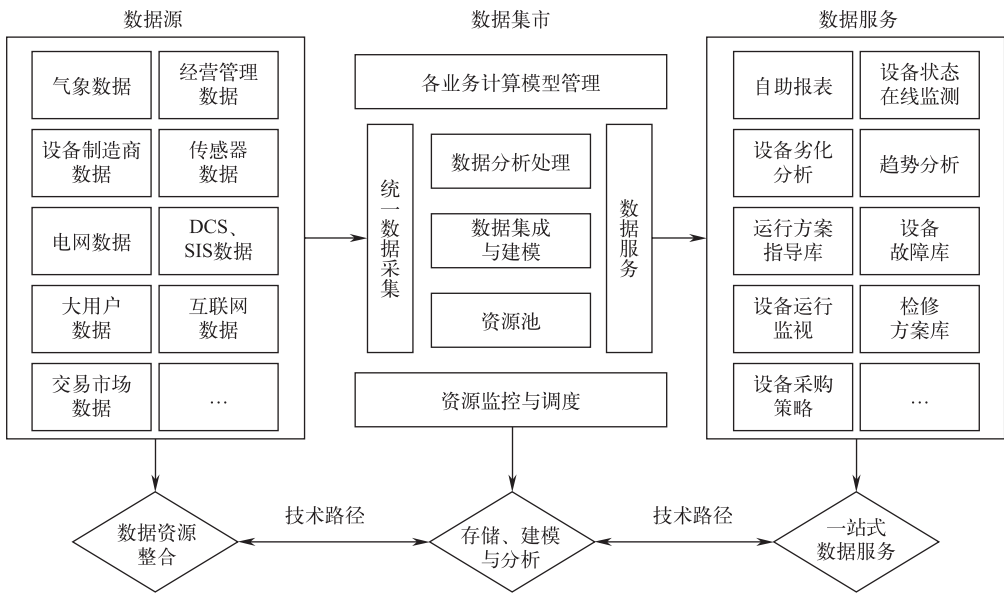


图1 基于大数据的风电管理系统架构

风电设备故障处理的两种实现路径

随着能源消耗的增长，风电已成为最受欢迎的

清洁能源之一。但是，在生产运营过程中，风电机组也会遭遇各种故障，这些故障可能导致不必要的

停机时间和维修成本的增加。如何提高风电机组的可靠性和稳定性已成为风电设备工程师面临的重要问题。为了能够更加有效地提升风电管理效率和运营水平,本文提供了基于知识库和基于数据驱动两种风电设备故障处理路径,二者各具特色,两种技术路线不是孤立的选择,不同的应用场景可以结合两种技术路径选择最合适的方案,达到最优的风电管理效果。

1. 基于知识库的风电设备故障处理流程

基于知识库的风电设备故障处理流程的优势:

①提高风电设备的可靠性与稳定性,当风机发生故障时,快速找到故障源并修复,减少不必要的停机时间,提高设备的运行效率和生产力;②采用了数据处理与分析,在实际工作中,由于监测数据过多且复杂,难以手动分析和处理,诊断故障非常耗时。基于知识库的风电设备故障处理流程采用了自动化的方式,对数据进行预处理、特征提取,提高了故障处理的速度和准确性;③节省成本,传统的故障处理方式需要人力、物力和时间等大量资源。采用基于知识库的风电设备故障处理流程,省去不必要的费用支出,为企业带来经济收益;④不断优化与升级,知识库中的故障信息和解决方案根据实际情况更新和优化。基于知识库的风电设备故障处理流程具有很强的适应性和灵活性。故障处理流程如图2所示。

1) 获取各项监测数据。风机的各项监测数据是诊断故障的基础,包括温度、振动和电压等多方面的数据。这些数据通过传感器实时采集,上传到统一的数据库中。

2) 数据预处理及特征提取。由于监测数据可能存在噪声和冗余,因此需要进行预处理,例如去除异常点、归一化数据等。通过特征提取可以选出有效特征数据,进行故障诊断。

3) 故障预测诊断模型。在这一阶段,通过对有效特征数据的处理,得到风机的故障监测结果。故障监测结果包括风机的状态(正常或异常),以及异常的具体类型,例如转子不平衡、轴承损坏和电气故障等。

4) 故障诊断知识库。一旦出现异常,就进入故障诊断知识库查找。知识库中包含了许多故障及其解决方案,通过此方法快速查找并定位故障的原

因。如果故障监测结果超出知识库范围,仍可通过数据库更新,在未来解决此问题。

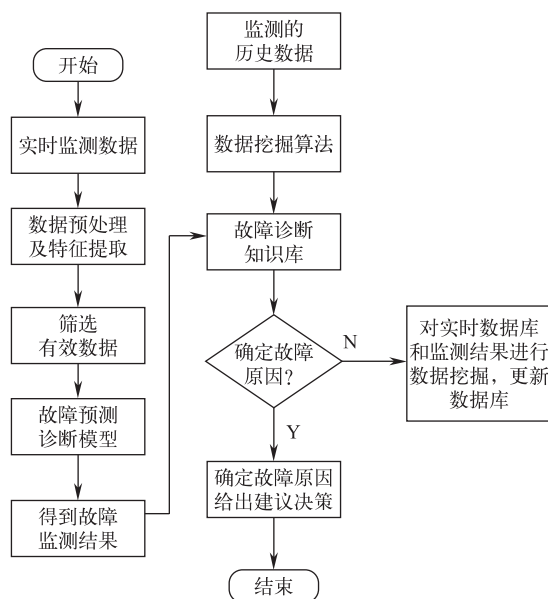


图2 基于知识库的风电设备故障处理流程

2. 基于数据驱动的风电设备故障处理流程

基于数据驱动的风电设备故障处理流程的优势:①提高故障检测和诊断的准确性,通过实时采集大量的监测数据,结合机器学习、智能故障诊断等先进技术进行分析和处理,更加精准地诊断出风电设备的故障原因,减少误判和漏检的情况,提高故障诊断的准确性;②提高故障处理的速度,传统的故障处理方式需要人工对大量数据进行分析和处理,非常耗时。基于数据驱动的风电设备故障处理流程利用机器学习和智能算法,快速诊断出设备故障,输出修复方案,大大缩短了故障处理的时间;③提高风电设备的可靠性和稳定性,通过及时发现和修复设备故障,减少故障对设备的损害,并提高设备的可靠性和稳定性,避免因设备故障而导致的生产效率下降和维修成本增加等问题;④提高设备维护的效率,通过对大量的实时监测数据存储和分析,对设备的运行状态实时监测和评估,及时掌握设备的健康状态,制定更加科学和有效的设备维护策略,提高设备维护的效率;⑤不断优化和升级,通过不断积累和处理大量的监测数据,进一步提高模型的准确性和稳定性,不断拓展和更新故障诊断库,为未来的故障处理提供更为完善和可靠的支撑。具体故障处理流程如图3所示。

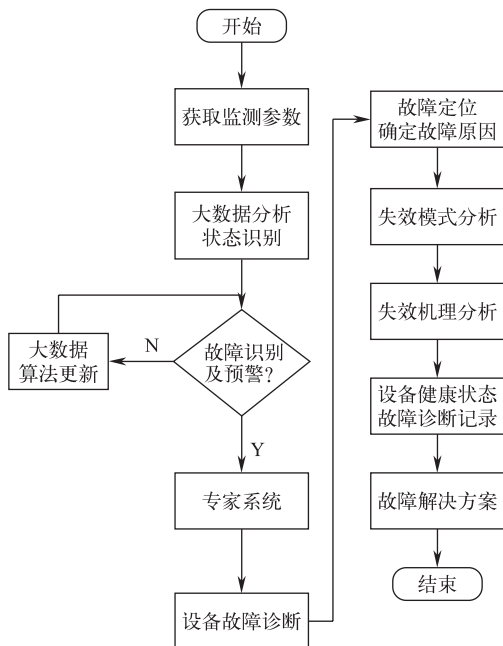


图3 基于数据驱动的风电设备故障处理流程

第一步，获取监测参数。

第二步，大数据分析进行标签识别。在该阶段，大数据平台对监测数据进行处理，通过机器学习算法，对监测数据的特征进行提取，然后通过标签识别进行异常检测。如果监测数据无明显异常，则标记为正常，否则进入下一步。

第三步，进入专家系统进行故障诊断。专家系统根据设备故障诊断库中的信息对故障进行分类，对不同类型的故障进行相应的诊断。专家系统分解成多个子系统，分别聚焦于不同的故障类型。

第四步，对故障进行定位和确定故障原因。根据专家系统的诊断结果，确定故障出现的位置和原因。此外，在该阶段还可以使用状态估计技术，精确地预测设备的剩余寿命和预报可能出现的故障。

第五步，失效模式/失效机理分析。在该阶段，根据故障原因，通过失效模式/失效机理分析的方法，进一步确定故障的本质原因，为解决方案的制定提供依据。

第六步，输出设备健康状态。该阶段主要是进行设备健康状态诊断，输出设备的健康状况和病灶位置，有助于通过维修和更换零部件等方式对设备进行维护。

第七步，完善故障诊断记录和输出解决方案。在该阶段，将专家系统中的故障诊断记录和输出的

解决方案进行完善和记录，以便进行后期的数据挖掘和知识积累，当下次出现相似故障时，快速定位和解决问题。

结束语

本文基于大数据技术，构建了基于大数据的风电管理系统。在系统构建的过程中，将风电管理分为数据源、数据集市和数据服务三个层级，实现对数据的整合、资源监控与调度以及多种功能的支持。此外，为了更好地实现数据服务这一核心功能，还探讨了基于知识库和基于数据驱动两种风电设备故障处理技术路径，分别讨论了它们的优势和应用，为风电管理提供了不同的思路和方法。

结果表明，基于知识库的技术路径，可以将专业知识和经验转化为可执行规则，实现对潜在问题和管理需求的快速响应；而基于数据驱动的技术路径，可以通过算法和数据挖掘等方法消除数据噪声，进行预测和监测，并实现多种预警和反馈机制，从而实现对风电故障的实时管理。EA

(收稿日期：2023-09-21)

参考文献

- [1] 成志伟, 王晓丹, 李雪娇, 等. 基于大数据分析技术的风电机组齿轮箱故障预警[J]. 内燃机与配件, 2023(4): 73-75.
- [2] 吴晓军. 基于大数据的风电齿轮箱状态监测与故障诊断研究[J]. 现代工业经济和信息化, 2022, 12(10): 62-63, 66.
- [3] 岳文彦, 曹彬, 潘文彪, 等. 针对风电设备状态分析的大数据人工智能技术路线研究[C]. 北京: 中国农业机械工业协会风力机械分会. 第九届中国风电后市场交流合作大会论文集, 2022: 45-53.
- [4] 史春城. 基于大数据分析的风电机组健康诊断研究[J]. 现代工业经济和信息化, 2022, 12(4): 99-100, 103.
- [5] 陈玲, 张祎, 徐林, 等. 基于扫描法的海上风电场集电系统拓扑优化[J]. 电气应用, 2022, 41(8): 88-94.
- [6] 刘虹. 交流送出海上风电场无功配置方案[J]. 电气应用, 2022, 41(7): 103-110.