

风力发电智能分析管理平台的研究与设计

张如欣 申秀秀 马艺菡 赵帅帅 卜许文
济宁学院

DOI:10.12238/acair.v2i4.10299

[摘要] “风力发电智能分析管理平台”项目旨在利用工业大数据等为风电厂提供全面管理方案。项目涵盖设备全生命周期、服务流程优化及供应链库存,构建离线数仓、实时数据处理,实现数据集中、快析;设计含设备、服务、能效监控模块,满足多元需求;注重数据分级存储共享,确保质量时效;智能分析技术实时监控设备,预测故障销量,优化服务库存;助力风电服务商转型,构建用户中心服务生态,促进可持续性发展。总之,该项目树立了制造业智能化转型典范,提升了行业整体竞争力。

[关键词] 风力发电; 工业大数据; 平台设计; 数据智能分析

中国分类号: TV 文献标识码: A

Research and Design of a Smart Analytical Management Platform for Wind Power Generation

Ruxin Zhang Xiuxiu Shen Yihan Ma Shuaishuai Zhao Xuwen Bu
Jining University

[Abstract] The project of the "Smart Analytical Management Platform for Wind Power Generation" aims to provide comprehensive management solutions for wind farms by leveraging industrial big data. The project covers equipment lifecycle management, service process optimization, and supply chain inventory management. It builds offline data warehouses and real-time data processing systems to achieve centralized data storage and rapid analysis. The design includes modules for equipment, service, and energy efficiency monitoring to meet diverse needs. It emphasizes hierarchical data storage and sharing to ensure data quality and timeliness. Intelligent analysis technology enables real-time monitoring of equipment, predicts faults and sales volumes, and optimizes service processes and inventory management. This project helps wind power service providers transform, builds a user-centric service ecosystem, and promotes sustainable development. In summary, this project sets an example for the intelligent transformation of the manufacturing industry and enhances the overall competitiveness of the industry.

[Key words] Wind Power Generation; Industrial Big Data; Platform Design; Data Intelligent Analysis

1 概述

风能、太阳能等绿色能源发电对实现低碳经济、节能环保具有重大的意义,但受自然条件的影响,风能往往具有很强的随机性、间歇性和波动性,从而引起风力发电系统输出功率的不规律波动,大规模的风电并网将会对电网产生诸多不利影响^[1]。在此背景下,“风力发电智能分析管理平台”项目利用工业大数据等技术,为风力发电厂提供高效智能的数据运营管理方案。

工业大数据是通过传感器、控制系统、物联网等手段采集的大量数据,这些数据具有多源性、大体量、连续采样和价值密度低等特点。智能分析技术则是指运用机器学习、深度学习等算法,对数据进行挖掘、分析,以提取有价值的信息和知识。两者结合,为风力发电厂的运营管理提供了强有力的支持。

本项目聚焦于四大核心领域,旨在全面提升风力发电厂的

运营效率和服务质量。首先,在设备全生命周期管理上,通过平台统计分析设备数据,实现实时监测与预警,提升管理水平。其次,优化呼叫中心数据分析,改进服务流程,提高响应速度和客户满意度。再者,通过实时监控零部件数据,优化供应链与库存管理,降低库存成本。此外,项目还关注成本运营、员工绩效、用户行为与市场洞察,提供全方位智能化数据运营管理方案。为实现这些目标,项目采用先进数据分析平台,构建用户为中心的服务体系,形成用户主导的服务生态,推动风力发电设备服务商向系统集成、投资运营及能源环境服务转型。

总之,该项目通过深度应用工业大数据技术,为风力发电厂提供全面智能的数据运营管理解决方案,助力制造业向高端化、智能化和绿色化的方向发展。

2 项目范围界定

2.1 功能边界

本项目通过数仓分析提炼有价值信息, 优化服务流程, 增强客户满意度, 为集团决策提供科学依据。同时, 实时监控物联网设备运行数据, 识别能耗异常, 提出优化策略, 提升效率, 降低成本, 助力企业可持续发展。

2.2 数据边界

本项目的数据边界主要包括两方面: 三方在业务流转过程中产生的服务数据, 这些数据将用于计算分析, 以优化服务流程和提高服务效率; 物联网上大型设备的运行数据, 该数据将用于能效分析、故障预测以及零部件销量预测等以支持降低服务成本和提升服务及时性。

3 项目设计

3.1 离线数仓设计

本项目专注设备数据管理与服务优化, 集中存储全国上云设备数据, 简化连接与获取流程。利用机器学习算法智能分析数据, 提升故障预测准确性, 优化能耗, 控制成本。统计全国设备与用户总量, 分析维护情况, 展示地图分布。提供实时跟踪工单进度与工作量功能, 解决监管不足和信息杂乱问题。实时采集设备数据, 监控能效状态, 触发告警机制, 实现降本增效, 降低故障率, 提高设备稳定和可靠性。

3.2 数据库设计

在实时数据库设计方面, 风机实时数据信息包含有风机运行控制信息、风机停机信息、实时风速、实时发电机转速、实时发电量、实时状态码等, 体现一台风机实时运行正常与否, 更具有直观性和实时性; 在历史数据库设计方面, 风机的历史数据是对风场中各台风机运行状态统计分析的核心。风机每天会产生大量的历史信息, 会根据不同的时间段产生。合理且有效地利用数据库的资源是可靠保存历史数据的关键^[2]。

3.3 设备配件销量预测

本项目首先进行收集历史配件使用、风电场运行、天气等影响配件需求的相关数据; 其次进行数据预处理与特征工程, 清洗数据并构造对预测有帮助的特征; 在选择合适的预测模型进行训练并评估和优化模型性能; 最后将训练好的模型部署到生产环境中, 设置监控系统跟踪预测准确性和库存水平, 并在配件库存降至预设阈值时发送预警邮件给采购人员。

3.4 业务场景

3.4.1 数据业务逻辑:

从“客户”端的CRM、ERP系统开始, 通过技术部分的数据库、Kafka等工具, 对结构化、非结构化及移动应用数据进行分类、清洗和索引。流程以水龙头为中心形成数据流, 最终这些数据经过流计算、Storm、Kafka等处理后, 在“价值”部分实现数据分析和展示, 直观展现了企业数据从源头到价值的全过程。

3.4.2 数据分级存储

在数据存储与处理的过程中, 强调数据分级存储原则至关重要。通过改造核心模型并将其融入现有数据仓库, 可以有效减少数据冗余, 提升数据质量。考虑到数据生命周期以及在线数据

对高性能存储的需求, 实施数据迁移策略变得尤为重要。此外, 介绍了基于虚拟层、逻辑层以及分布式数据库等多种存储模式, 旨在实现数据的高效共享和便捷访问, 如图1所示。

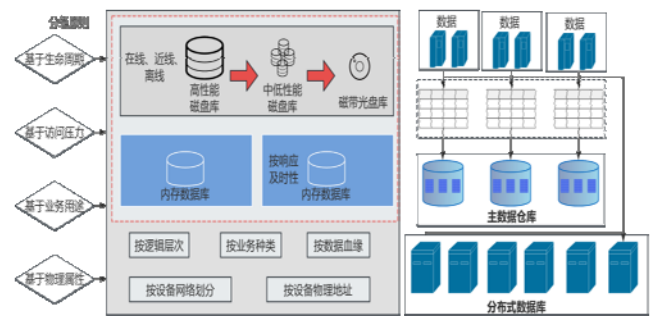


图1 数据分级储存图

3.4.3 实时数据接入处理

工业企业生产现场的数据具有连续性、实时性特点, 需要实时监控、分析和处理。这些数据不仅包括设备状态、控制数据, 还涉及产品质量、能耗等, 对于企业的生产效率和产品质量有着直接的影响。其他行业企业的大数据可能涉及用户行为、市场趋势等, 但数据的实时性要求不如工业企业高^[3]。并且, 工业大数据具有大体量、多源性、连续采样和价值密度低等特点, 而传统的特征提取方法已无法满足复杂工业大数据的实时性要求, 同时工业大数据的处理方法不同于基于互联网的数据流处理方法, 其对精度要求较高^[4]。针对该问题, 提出一种鲁棒的增量在线特征提取方法, 即鲁棒增量主成分分析, 采用滑动窗口动态更新数据, 过滤窗口内的异常数据点; 然后对窗口内数据进行增量主成分分析, 从而满足工业大数据处理的精度及实时性要求^[5]。

4 建设要求

基础设施建设需确保项目选址合理, 交通便利, 且地基稳固, 建设过程中应严格遵守国家相关建筑标准和规范, 保障工程质量的同时, 注重环保和节能, 积极采用先进的节能技术和材料。在设备购置与安装调试阶段, 设备选型需满足项目需求, 具备高效、稳定、易维护等特点^[6], 安装调试过程则需严格按照设备说明书和操作规程执行, 以保证设备性能达到最优状态。此外, 后期运营管理同样重要, 需建立完善的运营管理体系, 涵盖人员培训、设备维护、安全管理等多个方面, 确保项目在投入使用后能持续稳定地发挥作用, 达到预期效益^[7]。同时, 项目时间节点明确也至关重要, 需合理规划各阶段的时间安排, 确保项目按计划进度顺利推进, 并预留一定的时间裕量以应对可能出现的风险和挑战。

5 数据智能分析的核心应用及其效果验证

数据智能分析在本项目中占据重要地位。其流程将风速、风向和气压等元素的历史数据作为输入, 并利用改进的随机森林算法(RF)完成对重要元素的筛选, 从而降低样本空间的维度。同时通过长短期记忆网络进行重要元素与风速之间内在关联关系

的挖掘,实现精准的风速数据预测及订正分析。利用改进的随机森林算法(RF)完成对重要元素的筛选,从而降低样本空间的维度^[8]。同时通过长短期记忆网络进行重要元素与风速之间内在关联关系的挖掘,实现精准的风速数据预测及订正分析。

该分析过程充分利用了机器学习、深度学习等先进技术,深度挖掘数据价值,推动风力发电行业的智能化转型。本文引用了基于RF-LSTM的风机数据智能分析订正模型,如图2所示,该模型集成了影响风速预报订正的各个气象要素,并通过上述步骤实现对风速预测订正结果的分析^[9]。

为全面展示数据智能分析模型效果,项目团队正完善多样化实验数据,验证模型广泛适用性和鲁棒性。将对比不同算法表现,分析预测精度和稳定性,并探讨实际应用挑战及解决方案,以更详尽地解释和分析实验结果。

通过增加实验数据和详细解释实验结果,项目团队旨在更全面地展示基于RF-LSTM的风机数据智能分析订正模型在风力发电领域的应用效果。这一系统的方法不仅显著提高了风速预测的准确性,更为风力发电厂的运营管理提供了强有力的数据支持,进一步推动了行业的技术进步与发展,如图2所示。

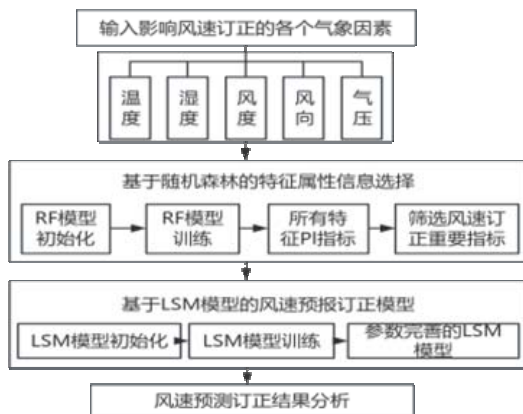


图2 风机数据分析订正模型总体结构

6 结束语

综上,笔者重点阐述了“风力发电智能分析管理平台”项目利用工业大数据为风力发电厂提供全面的数据运营管理方案,关注设备全生命周期管理、服务流程优化等多个领域。项目设

计涵盖设备主题、服务主题、能效监控等功能模块,实现数据集中存储、快速分析和智能应用。通过数据智能分析技术,实时监控设备状态、预测故障和零部件销量,优化服务流程和库存管理。本项目推动了风力发电设备服务商的转型,构建了以用户为中心的服务生态体系,实现了可持续发展,为制造业智能化转型树立了典范,提升了行业整体竞争力。

[参考文献]

- [1]黄雄辉.山区风电厂设备物资数字化运营管理研究[J].中国科技投资,2021,(13):67+72.
- [2]俞文胜,石磊.数据采集与监视控制系统在1.25MW风电场中的设计及应用[J].发电设备,2012,26(02):108-110.
- [3]陈洪军,肖湘萍,贺敏伟.工业企业大数据安全治理与应用技术[J].网络安全技术与应用,2024,(09):122-124.
- [4]孔宪光,章雄,马洪波,等.面向复杂工业大数据的实时特征提取方法[J].西安电子科技大学学报,2016,43(5):70-74+152.
- [5]姜瑞.面向环境性能优化的产品设计知识主动推送方法研究[D].合肥工业大学,2019.
- [6]张先亮.风力发电机组设备选型对比研究[J].电工技术,2017,(5):163-165.
- [7]董惠贞.风力发电企业运营管理中的问题及应对措施[J].中外企业家,2019,(6):1.
- [8]孙世军,朱坤双,韩洪.面向新能源发电的风机数据智能分析订正技术研究[J].电子设计工程,2024,32(12):127-131.
- [9]Song X, Baghoolizadeh M, Alizadeh A, et al. Utilizing machine learning algorithms for prediction of the rheological behavior of ZnO (50%)-MWCNTs(50%)/Ethylene glycol(20%)-water (80%)nano-refrigerant[J].International Communications in Heat and Mass Transfer,2024,156:107634.

作者简介:

- 张如欣(2003--),女,汉族,山东省金乡县人,本科,学生。
 申秀秀(2002--),女,汉族,山东省曹县人,本科,学生。
 马艺菡(2004--),女,汉族,山东省阳信县人,本科,学生。
 赵帅帅(1999--),男,汉族,山东省滕州市人,本科,学生。
 卜许文(2004--),女,汉族,山东省胶州市人,专科,学生。