

风电光伏运维大数据分析与应用研究

李桂朋 王向伟 陈香保 刘毅

华能新能源股份有限公司河北分公司 河北省石家庄市 050000

摘要：随着新能源产业快速发展，风电光伏设备规模持续扩大，传统运维模式已难以适配设备高效运行需求。运维大数据作为智能化运维的核心支撑，其分析与应用成为突破行业瓶颈的关键。本文系统阐述风电光伏运维大数据的基础理论，包括数据来源、采集预处理及质量治理；深入探讨多源数据融合、异常检测、故障预测等关键技术；研究基于大数据的运维优化方法与智能平台构建路径；分析当前应用面临的挑战与未来发展趋势。研究旨在完善风电光伏运维大数据应用体系，推动运维模式从被动维修向主动预警、智能优化转型，为新能源产业高质量发展提供理论支撑。

关键词：风电光伏；运维大数据；故障预测；智能运维；运维优化

引言

在“双碳”目标指引之下，风电和光伏属于清洁能源的关键部分，其装机容量一直在增长，设备运维变得越发关键。传统运维依靠人工经验，存在反应迟缓、效率低、成本高这些缺点，无法达到大规模设备长时间稳定运行的目的。大数据技术出现后，给风电和光伏运维带来了新途径，把设备运行状况、环境检测等方面的数据融合起来，凭借数据分析以及智能算法，可以准确判断设备状态，预先警示故障，并且让运维决策得到科学优化。本文围绕风电光伏运维大数据的基础、技术、应用、挑战与趋势展开全面研究，梳理大数据在运维领域的应用逻辑，为行业智能化运维发展提供思路与参考。

一、风电光伏运维大数据基础

（一）运维大数据来源与特征

风电光伏运维大数据的源头具备全面度、大面积覆盖的特性，大致包含设备运行数据、环境检测数据以及运维管理数据这三类，这些数据彼此充实，形成起完备的运维数据系统。设备运行数据来自设备各个关键部件所安装的传感器及观察系统，用来记载设备运行期间各项参数的变动情况；环境检测数据关注风、光、温湿度等自然环境要素，显示环境给设备运行带来的影响；运维管理数据涉及检修记录、保护方案等内容，蕴含运维全过程的信息。其最主要的特点就是数据量极大，数据形式与种类繁多，按照时间顺序产生并且必要借助专门手段来发掘数据当中蕴含的运维价值。

（二）数据采集与预处理方法

数据采集对于运维大数据应用而言极为关键，应当按照全面性、即时性以及可靠性原则来执行，利用分层采集模式去整合多源数据。采集技术关联传感器、工业物联网、远程观测系统等，从而达成对设备运行参数、环境数据的即时采集及传送，并与运维管理系统相衔接，获取各类管理数据，保障数据采集覆盖全面且具备时效性。预处理是优化数据质量的重要阶段，大致包含数据清洗、融合、变换和约简这四个步骤，其中数据清洗负责去除异常、缺少以及重复的数据；数据融合用来整合来自不同源头的异构数据；数据变换则把数据格式和尺度统起来；而数据约简则是削减数据体积，以此减轻后续分析的压力，给大数据分析赋予优质的数据支持。

二、运维大数据分析关键技术

（一）多源异构数据融合技术

多源异构数据融合技术对于解决风电光伏运维数据割裂的问题十分关键，其主要目的在于把来自不同地方、具有不同格式和类型的各种运维数据有效地结合起来，去除重复的部分并化解矛盾之处，创建起一个统一而完备的数据体系。依靠数据自身的特点以及相关应用的需求，这种技术会采取分层融合的办法，首先做到数据形式上的一致，之后利用特征融合获取各个数据集的关键属性，最后借助决策融合把从大量角度得出的结论加以整理。而在执行融合的时候，还要应对好异构数据相互适应、处理好数据之间的矛盾以及怎样加快速度这些重要事务，凭借数据标准化、特征识别、智能适配等手段，

使得数据融合更为精准、快捷，从而给后续诸如异常监测、故障预估之类的分析活动提供全面的数据保障。

（二）设备状态异常检测算法

设备状态异常检测属于运维大数据分析的关键应用范畴，其目的在于及早察觉设备运行时出现的异常状况，从而预先防止故障发生，维持设备持续稳定运行。此类算法大致可归为三类，即依靠统计模型、机器学习以及深度学习形成起来的，每种算法凭借自身特有的技术原理来达成异常检测的目的。凭借统计模型的算法会剖析数据的统计特性，并且设置恰当的阈值以区分正常与异常；而依靠机器学习的算法要经过对数据实施训练创建起异常判别模型，这样就能更为精确地把握住复杂的异常规律；至于依靠深度学习的算法，则仰仗神经网络之类的形式，自动去探寻数据深层次的属性，进而改善在复杂环境里执行异常检测时的准确度。不过在运用这些算法的时候，一定要统筹兼顾检测的速度和准确性，这样才能符合运维大数据既庞大又随时变动的特点。

（三）基于深度学习的故障预测模型

深度学习的故障预测模型把运维大数据当作核心输入源，凭借深度学习技术突出的特征识别能力，可以预先判断设备故障并精确分析，促使运维模式由消极修理转为积极警报。这个模型融合设备运行情况、以往故障记录等诸多方面的信息，利用神经网络、循环神经网络等深度学习框架，找出数据和设备故障本质上的联系，形成故障预测模型。在模型训练的时候，要通过数据优化、参数调整等手段，加强模型的预测准确度和泛化性能，如此一来就能精确预估故障出现的时间、种类以及严重程度，给运维人员制订有针对性的保养方案提供科学依据，缩减故障带来的经济损失。

三、大数据驱动的运维优化方法

（一）功率预测与发电性能评估

功率预测和发电性能评定属于大数据推动运维优化的关键部分，依靠运维大数据及智能预测算法，可以精确预测风电和光伏发电量，并全方位考量设备发电性能，找出改进之处。把环境监测数据、设备运行数据同时间序列预测算法融合，就能准确预测各个时段、不同环境状况下的发电量，给电力调度、运维方案制订给予支持。发电性能评定关注设备运行效率、能耗、稳定性这些主要指标，通过大数据分析来对比设备设计性能和实际运行性能，找到影响发电性能的主要因素，认清性能下降的规则，进而给出有针对性的性能改善建议，从而加强设备的发电效率和能源利用率。

（二）部件寿命预测与维护决策

部件寿命预测及管理决策依靠运维大数据和寿命预测模型，可以做到对风电光伏设备核心部件寿命精确预测，优化管理方案并缩减运维成本。核心部件寿命预测会综合部件运行情况、磨损状况、环境因素等数据，利用深度学习和寿命评价算法来衡量部件的磨损程度，推算出部件还剩多少可用时间，找出那些易于损坏且风险较高的部件。按照寿命预测的情况，再加上运维成本、设备运行需求等要素，创建起科学的管理决策体系，制订出多种不同又适合各自特点的管理方案，从而克服以往定时定点管理存在的不足，达成按需管理、准确管理的目的，进而延长部件的使用寿命，削减管理费用以及停工造成的损失。

（三）资源调度与运维成本优化

资源调度及运维成本优化重点在于大数据分析，通过综合考量运维资源、设备运行状况、管理计划等诸多方面的数据，达成运维资源的有效调度并精确控制运维成本。资源调度关乎人力、物力、财力等运维资源，还要考虑设备分布情况、故障级别以及管理需求等因素，依靠大数据分析做到资源的动态调配，保证资源恰当地适应运维需求，从而增强资源利用率，防止出现资源闲置现象。运维成本优化需剖析运维全过程中的成本数据，找出成本控制存在的不足之处，再联系设备故障特点、管理安排等相关事宜，改善运维流程及资源分配情况，削减诸如管理材料、人力、停工等各种成本，促使运维成本和运维效果相互协调，进而加强运维工作的经济收益。

四、智能运维平台构建与应用

（一）平台架构设计与技术选型

智能运维平台是运维大数据分析与应用的关键所在，它的架构设计依照分层架构理念，包含数据采集层、数据存储层、数据分析层以及应用服务层这四个核心层级，这些层级相互配合，达成对运维数据全过程的处理及应用。数据采集层承担多源数据的收集与传送任务，数据存储层做到对海量运维数据的安全保存并使其具备高效的查询能力，数据分析层整合各种关键技术，具有数据融合、异常判断、故障预测等分析能力，应用服务层向运维人员供应各类运维应用服务。技术选择应结合平台的功能需求和行业特性，首先采用成熟、高效又可扩展的技术，以保证平台稳定、即时并且可扩展，从而满足大规模风电光伏运维的需求。

（二）实时监控与预警功能实现

智能运维平台具备核心功能即即时观测与警报功能，

依靠数据采集层的即时数据传送能力以及数据分析层的智能算法，可以做到对风电光伏设备运行状况的即时观测并发出故障警报。即时观测功能会随时获取设备运行参数、环境数据等信息，并通过平台达成数据的即时显示与动态更新，如此一来，运维人员就能立即知晓设备的运行情况，快速察觉运行中的异常现象。而警报功能凭借异常检测算法和故障预测模型，针对设备运行期间出现的异常数据执行即时分析，一旦数据偏离正常区间或者预判存在潜在故障时，便会自动启动警报信号，清楚标明警报级别和异常原因，接着及时推送给运维人员，从而为故障处理赢得宝贵的时间。

（三）可视化分析与决策支持

可视化分析与决策支持功能期望把复杂的运维大数据转变成直观、易懂的可视化图表，给运维决策给予精确、高速的支撑。这个功能按照数据分析成果，通过图表、仪表盘等可视化形式，直观表现设备运行情况、故障分布、发电性能、运维成本等关键信息，方便运维人员立即掌握运维工作的要点和存在的问题。而且，平台整合运维知识库和决策模型，依照可视化分析成果，向运维人员给出制订管理方案、处理故障、调配资源等方面的决策意见，帮助运维人员作出科学、恰当的运维决策，优化运维决策的速度和正确率，促使运维工作朝着规范化、智能化方向发展。

五、挑战与趋势分析

（一）数据安全与隐私保护问题

风电光伏运维大数据规模持续增长，数据安全与隐私保护成了限制其应用发展的重大考验。运维大数据包含设备运行关键参数、运维计划等敏感信息，若发生数据泄露、篡改或者丢失等情况，会影响设备安全运行，损害企业核心利益。当下，数据安全存在几个主要问题：数据传送时存在安全风险，数据保存时防护不够，异构数据融合会产生安全问题，而且安全管理体系也不完备。数据共享和隐私保护之间的矛盾变得越发尖锐，如何既保障数据隐私又做到数据共享并挖掘其价值，是行业迫切须要解决的重大课题，得要依靠完善安全技术和管理体系来解决。

（二）边缘计算与云边协同应用

边缘计算和云边协同属于风电光伏运维大数据应用的关键发展趋势，可有效解决传统集中式数据处理模式所具有的高时延、带宽损耗大的问题，加强运维大数据处理的即时性和高效性。边缘计算把数据处理能力下放到设备终端，达成海量运维数据的本地预先处理并做到随时分析，立即察觉设备故障，减轻数据输送的压力并

缩减处理时延。云边协同融合边缘计算和云计算各自的长处，边缘部分承担随时的数据处理及本地决策任务，云端则承担大量数据的储存、深入分析以及整体决策工作，从而做到数据处理和决策的协同配合。这种模式符合风电光伏设备分布广、对运维时效性需求高的特性，促使运维大数据分析朝着高效又实时的方向发展。

（三）人工智能融合与自主运维展望

人工智能同运维工作深度融合，并达成自主运维，这是风电光伏运维大数据应用发展的终点所在。提升电站运行期间调度水平，现阶段电力监管与调度部门在风电光伏电站上的考评越来越严格，在全新的考核标准当中对电站运维管理提出新的要求。在电力生产领域当中，任何应用情景都需要将供电与用电安全作为第一标准。风电光伏供电存在间歇性因此稳定性差，需要结合现阶段系统配置、电站自我调控，当渗透率提升到某一水平以后就会对用电安全造成影响。未来，人工智能技术会深入结合运维大数据，做到异常检测、故障预测、管理决策等流程的全面自动化，极大地缩减人工干预，优化运维效率和质量。

结语

本文系统探究风电光伏运维大数据的分析与应用情况，理清运维大数据的根基、主要分析技术、运维优化方法、智能平台形成以及行业遭遇的难点和发展走向。研究表明，运维大数据可打破传统运维的局限，促使运维模式朝着积极警报、智能优化方向发展，从而加强设备运行的稳定性并改进运维效益。当下该行业仍然存在数据安全、技术结合等方面的难题，不过伴随边缘计算、人工智能等技术不断进步，其应用远景十分可观。未来要不断完善相关技术和管理体系，加大大数据同运维的结合，以支撑新能源产业迈向高质量发展的道路。

参考文献

- [1] 王赛男. 基于备件联储的风电光伏发电运维系统设计[J]. 中国高科技, 2025, (13): 61-63.
- [2] 张家榕. 风电光伏场站设备运维中的风险预控技术研究[J]. 电力设备管理, 2025, (07): 74-76.
- [3] 方亮. 浅谈风电光伏新能源电站高质量运维[J]. 石子科技, 2025, (01): 23-25.
- [4] 薛午霞. 基于大数据的光伏电站运维云平台构建与评价研究[D]. 华北电力大学(北京), 2019.
- [5] 徐小勇, 李敏, 王静, 等. 大数据智能运维平台[J]. 通信电源技术, 2020, 37(02): 51-53.