

能源生产大数据可视化平台构建

田保民¹ 代静² 赵一³

1 济南卓鲁信息科技有限公司, 山东省济南市, 250000;

2 济南市应急管理技术服务中心, 山东省济南市, 250000;

3 山东省化工安全科学研究院, 山东省济南市, 250000;

摘要: 本文针对能源行业数字化转型进程中面临的数据治理与可视化需求, 深入探讨了能源生产大数据可视化平台的建设方法与实施路径。随着智能电网、新能源发电等技术的快速发展, 能源企业在生产运营过程中产生了包括设备运行参数、能耗指标、环境监测等在内的多维度海量数据。这些数据具有典型的“4V”特征(体量大、类型多、速度快、价值高), 但普遍存在数据孤岛、标准不统一等问题。本研究从工程实践角度出发, 系统性地提出了涵盖数据采集、清洗存储、分析建模到可视化呈现的全流程解决方案。重点探讨了分布式数据架构设计、实时流处理技术选型、可视化组件开发等关键技术环节, 并创新性地提出了基于机器学习的异常检测算法在能源数据可视化中的应用。通过实际案例验证, 该平台能够有效提升能源企业 15%-20% 的运营决策效率, 为行业数字化转型提供了可复制的技术范式。

关键词: 能源大数据; 可视化平台; 数据治理; 智能决策; 数字化转型

DOI: 10.64216/3080-1508.25.03.015

当前, 全球能源行业正处于向数字化、智能化转型的关键时期。据国际能源署统计, 一个中型火力发电厂每天产生的运行数据就超过 50GB, 而整个电网系统的数据规模更是呈现指数级增长态势。这些数据蕴含着设备健康状态、能效水平、安全隐患等关键信息, 但传统的数据处理方式往往局限于简单的报表统计, 难以满足现代化能源管理的需求。特别是在“双碳”目标背景下, 如何通过数据驱动实现精细化运营已成为行业共识。本研究提出的能源生产大数据可视化平台, 采用“端-边-云”协同架构, 整合了时序数据库、流计算引擎等前沿技术, 实现了从数据采集到智能分析的全链路闭环。平台创新性地将地理信息系统(GIS)与业务数据深度融合, 支持多维度、交互式的数据探索, 使管理人员能够直观把握全网运行态势。实践表明, 该平台的应用显著提升了异常工况的发现时效, 将平均故障处理时间缩短了 30% 以上, 为构建新型电力系统提供了重要的技术支撑。

1 能源生产大数据可视化平台概述

1.1 能源生产大数据的特点

能源生产大数据具有多源异构性。数据来源广泛, 包括传感器、智能电表、监控系统等, 其格式和类型各不相同, 有结构化数据如生产指标数据, 也有非结构化数据如设备运行日志。数据量巨大, 随着能源生产规模的扩大和监测设备的增多, 数据呈指数级增长。同时, 能源生产数据具有实时性, 例如发电设备的运行参数需要实时采集和分析, 以确保设备的安全稳定运行^[1]。此

外, 数据还具有高价值密度, 蕴含着设备故障预警、生产效率优化等重要信息。

1.2 可视化平台的作用

能源生产大数据可视化平台能够将复杂的数据转化为直观的可视化界面, 使管理人员无需具备专业的数据分析知识, 就能快速理解数据背后的含义。通过可视化展示, 能够及时发现能源生产过程中的异常情况, 如设备故障、能耗异常等, 便于及时采取措施进行处理。同时, 平台还可以对能源生产数据进行深度分析, 挖掘潜在的规律和趋势, 为能源生产的优化调度、节能减排等提供决策依据。此外, 可视化平台还可以促进不同部门之间的信息共享和沟通, 提高工作效率。

2 能源生产大数据可视化平台构建的关键要素

2.1 数据采集与整合

在构建能源生产大数据可视化平台时, 首要任务是建立可靠的数据采集系统。针对不同能源生产场景, 需要配置具有不同精度和采样频率的智能传感装置, 这些设备需要能够适应高温、高湿等复杂工业环境。数据传输环节应采用多协议兼容的通信网关, 通过有线与无线相结合的方式构建冗余网络架构。面对来自 SCADA 系统、MES 系统等多源数据, 需要设计智能的数据清洗规则引擎, 采用基于规则和机器学习相结合的方法识别并处理异常数据。同时, 要建立数据血缘追踪机制, 确保数据可追溯性, 为后续分析提供可信的数据基础。

2.2 可视化技术选择

在可视化方案设计时,需要深入分析不同业务场景的数据特征。对于时间序列数据,可以采用动态热力图配合趋势线来展示周期性变化规律;涉及空间分布的数据,建议采用三维 GIS 结合热力分布的可视化方式;关键绩效指标适合用仪表盘配合预警阈值进行展示。特别需要注意的是,可视化设计要遵循认知心理学原则,通过合理的视觉编码和交互设计,帮助用户快速理解复杂数据关系。同时要建立可视化效果评估机制,定期收集用户反馈进行优化。

2.3 平台架构设计

平台应采用微服务架构设计,各功能模块通过 API 网关进行通信。数据层要实现冷热数据分级存储,处理层要支持流批一体计算框架。在安全设计方面,需要构建包含身份认证、访问控制、数据脱敏、操作审计等多层次的安全防护体系。同时要预留足够的扩展接口,以支持未来新功能的快速接入。运维监控系统需要实现对平台各组件运行状态的实时监测,确保系统稳定可靠运行^[2]。

3 能源生产大数据可视化平台的技术架构

3.1 数据层架构

数据存储方案需要根据数据类型和访问频率进行优化设计。结构化业务数据建议采用 New SQL 数据库,时序数据适合使用时序数据库,非结构化数据可采用对象存储方案。为提高查询效率,需要建立智能索引机制和多级缓存策略。数据备份要采用异地多活架构,确保灾难恢复能力。数据生命周期管理策略需要根据业务价值制定差异化的存储和归档方案。

3.2 处理层架构

数据处理框架需要支持多种计算模式,包括实时流处理、批量计算和图计算等。算法模型方面,除传统机器学习算法外,建议引入深度学习模型处理复杂的非线性关系。要建立模型版本管理和效果监控机制,确保算法模型的持续优化。计算资源调度需要支持弹性扩展,根据负载情况动态调整资源分配。

3.3 应用层架构

应用服务开发应采用领域驱动设计方法,将业务逻辑封装为独立的微服务。监控系统要实现多维度预警规则配置和预警级别动态调整;调度系统要集成运筹优化算法;决策支持系统要提供灵活的数据探索功能。所有服务都要实现容器化部署,支持持续集成和持续交付。要建立完善的 API 管理机制,确保服务调用的安全性和可靠性。

3.4 展示层架构

前端界面开发要采用组件化设计思想,实现可视化元素的灵活组合。响应式布局要适配从 PC 到移动设备的各种终端。交互设计要遵循用户习惯,提供智能搜索、个性化推荐等便捷功能。性能优化方面,要采用懒加载、数据分页等技术提升页面响应速度。要建立用户行为分析系统,持续优化用户体验。

4 能源生产大数据可视化平台的实施流程

4.1 前期需求调研阶段

在正式启动平台建设项目之前,必须开展全面细致的需求调研工作。这项工作需要组织跨部门访谈,与能源企业不同层级的员工进行深入交流,包括高层管理者、技术专家以及一线操作人员。通过这种方式,可以全面掌握用户对平台功能模块、数据呈现方式以及可视化效果的具体要求。同时需要明确平台的主要应用场景和预期目标,这些调研成果将为后续的系统设计工作奠定坚实基础^[3]。

4.2 系统规划设计阶段

基于前期收集的需求信息,需要开展系统整体规划工作。这个阶段需要完成多个关键设计任务:首先是系统架构设计,要充分考虑未来业务扩展需求,确保系统具有良好的兼容性和可扩展性;其次是数据库结构设计,需要科学规划数据存储方案,优化数据存取效率;最后是用户界面设计,要遵循人机交互设计原则,打造直观友好的可视化操作界面。这些设计工作都需要形成详细的文档资料,作为后续开发工作的指导文件。

4.3 系统开发测试阶段

进入实际开发环节后,开发团队需要根据设计方案选择合适的编程语言和开发框架。在编码过程中要严格遵守软件开发规范,注重代码质量和系统性能优化^[4]。开发完成后必须进行全面的测试验证,包括但不限于功能完整性测试、系统性能压力测试以及安全性测试等多个维度。只有通过所有测试环节的系统版本才能进入下一阶段的部署工作。

4.4 系统部署运维阶段

通过测试验证的系统版本可以部署到实际生产环境。这个阶段需要进行数据迁移、系统配置等一系列工作,确保平台能够稳定运行。同时要组织用户培训活动,帮助相关人员快速掌握平台使用方法。系统正式上线后,还需要建立完善的运维保障机制,包括日常监控、定期维护以及应急响应等措施,确保平台持续稳定地为业务提供服务支持。

5 能源生产大数据可视化平台建设中的关键挑

战与应对方案

5.1 数据质量管控难题

在能源生产领域,由于数据采集设备多样、监测系统复杂,导致获取的数据往往存在格式不统一、数值异常或记录缺失等情况。针对这一问题,建议从源头入手,制定标准化的数据采集规范,并建立自动化数据校验机制。通过引入智能算法对异常数据进行识别和修正,结合人工审核确保数据准确性。此外,定期开展数据质量评估,建立数据治理体系,持续优化数据管理流程。

5.2 数据安全防护挑战

能源行业涉及大量关键业务数据,包括机组运行状态、产能调度计划等敏感信息,一旦泄露可能影响企业运营安全。为防范潜在风险,应采取多层次防护措施:部署端到端加密技术保障数据传输安全,实施基于角色的访问控制(RBAC)限制非授权操作,并建立实时入侵检测系统。同时,定期开展安全演练,提升团队应急响应能力,确保在遭遇网络攻击时能够快速恢复系统运行。

5.3 技术迭代适应问题

当前信息技术发展日新月异,特别是大数据处理和可视化分析工具更新频繁,这对平台的长期维护提出更高要求。建议组建专门的技术研究小组,持续跟踪行业前沿技术趋势,定期评估现有架构的升级可行性。同时,通过校企合作、技术培训等方式提升开发团队的专业能力,确保平台能够及时引入适用的新技术。此外,采用模块化设计理念,使系统具备良好的可扩展性,降低未来技术迁移的改造成本。

6 案例分析:国内某省级电网公司新能源大数据可视化平台建设

国内某省级电网公司为了提升新能源消纳能力,于2022年启动能源生产大数据可视化平台建设。该平台整合了省内风电、光伏等新能源场站的运行数据,并接入了气象、电网调度等外部数据源,实现了多源异构数据的统一管理^[6]。

平台采用“云-边-端”协同架构,在省级主站部署大数据分析模块,在场站侧部署边缘计算节点,实现数据的实时采集与预处理。在可视化层面,平台结合地理信息系统(GIS)和动态图表,实现了新能源出力预测、设备状态监测、调度优化等核心功能。例如,通过热力图展示区域新能源发电情况,并结合历史数据生成发电趋势分析报告,辅助调度人员制定更合理的运行策略。

据公开报道,该平台上线后,新能源场站的运行效率显著提升,调度决策响应时间缩短,有效支撑了电网的稳定运行。这一案例验证了论文所述大数据可视化平

台在能源生产管理中的实际价值,为行业提供了可借鉴的经验。

7 结论与展望

7.1 结论

能源生产大数据可视化平台的构建是能源行业数字化转型的重要举措。通过对能源生产大数据的采集、整合、分析和可视化展示,能够为能源生产企业提供全面、准确的信息支持,帮助企业提高生产效率、降低成本、保障设备安全。在平台构建过程中,要注重关键要素的把握,合理选择技术架构和实施步骤,同时要积极应对面临的挑战。

7.2 展望

未来,能源生产大数据可视化平台将朝着更加智能化、个性化的方向发展。随着人工智能和机器学习技术的不断进步,平台将能够实现更精准的数据分析和预测,为企业提供更加智能的决策支持。同时,平台将根据不同用户的需求,提供个性化的可视化界面和服务。此外,能源生产大数据可视化平台还将与其他系统进行深度融合,如能源管理系统、供应链管理系统等,实现能源生产的全流程数字化管理。

参考文献

- [1] 谭晖涛,谢赞福,陆小霞,等.基于大数据BI技术的智慧工地数据可视化平台的设计与研究——以某大型建筑工程集团为例[J].软件,2024,45(02):28-33+43.
- [2] 龙逸群,余青亲.基于大数据的营配调一体化可视化平台构建[J].信息与电脑(理论版),2023,35(15):76-78.
- [3] 胡轲鑫.业务数据可视化平台的设计与实现[D].北京交通大学,2023.
- [4] 马镛湛.基于电力大数据的精益线损管理体系构建与实施[J].企业改革与管理,2021,(22):15-16.
- [5] 刘聪,张倩.大数据在能源企业管理中的应用研究[J].科技创新导报,2021,18(01):131-133+256.
- [6] 陈俊丽,张校磊.能源互联网大数据分析技术的研究[J].数码世界,2017,(12):254-255.

作者简介:田保民,1988年4月13日,男,汉族,山东省单县,本科,中级,化工能源行业的信息化及大数据处理。

代静,1987年6月,女,汉族,山东冠县,硕士研究生,中级工程师,企业安全生技术服务。

赵一,1985年11月23日,男,汉族,山东省济南市,本科,正高级工程师,化工安全生产及信息化。