

# 基于数据仓库的电力企业一体化管控平台建设

黄辉<sup>1</sup>, 郭弘毅<sup>2</sup>, 崔希<sup>2</sup>

(1. 江西赣能股份有限公司, 江西 南昌 330096; 2. 江西江投能源技术研究有限公司, 江西 南昌 330096)

**摘要:**在国家“双碳”目标引领下,数字化、智能化转型已成为能源行业变革的核心驱动力。在电力企业信息系统建设过程中,由于业务系统间缺乏有效整合,导致数据碎片化、信息孤岛等问题日益突出,制约着企业的高效运营与绿色发展。文中提出一种基于数据仓库的电力企业一体化管控系统建设方案,构建从数据采集、标准化处理到分析应用的全流程管理体系,实现企业数据的全面整合与智能应用。该平台采用分布式计算、实时流处理等先进技术,支持多源异构数据的统一管理,确保数据全生命周期的高效运转。在实践应用中,该平台在安全生产管理、能源结构优化、财务管理及能源交易等核心业务环节取得显著成效,实现了从设备运行监控到经营决策优化的全方位提升,有效解决传统模式下的数据割裂问题,为电力企业实现“双碳”目标提供数字化支撑,为能源行业高质量绿色发展提供可复制的实践经验。

**关键词:**电力信息化,管控平台,数据仓库,系统设计

**中图分类号:**TP 315 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-348X(2024)06-0044-05

## 0 引言

当前,电力行业正经历着深刻变革,肩负着保障能源供应安全稳定可靠、推动清洁低碳高效能源体系建设,以及积极响应国家“碳达峰、碳中和”宏伟目标等多重使命。面对行业变革的迫切需求,电力行业的数字化、智能化发展是其必然选择。数字化转型的核心在于利用先进的信息技术和数据分析手段,实现对海量数据的高效处理和智能分析,为企业的业务运营、客户服务和战略决策提供强有力的支持。通过数字化转型,电力企业能够提升运营效率,优化资源配置,增强市场竞争力,更好地适应行业发展的要求<sup>[1-4]</sup>。

在数字化转型的浪潮中,电力行业已取得了一定的进展,企业构建了大量的信息系统以支持生产和运营。在这一过程中内部生产经营数据呈现出爆炸性增长的趋势,企业积累了丰富的数据资产<sup>[5-7]</sup>。然而,这些系统大多服务于特定的业务领域或生产流程,未能形成全面覆盖的信息资源网络,信息系统之间缺乏互通

性,数据仅存在于各自的系统中,呈现出分散、孤立和非整合的特征,数据缺乏统一的标准,管理的复杂性和难度随之增加,这种现象被称为数据孤岛,主要是由于数据标准不统一、数据接口不开放以及数据共享机制不健全,导致不同部门和业务系统之间无法实现高效的数据流通和共享,形成一个个独立且封闭的数据岛屿<sup>[8]</sup>。在信息化时代,数据已成为企业的重要资产和核心竞争力,为了充分利用这些数据资产,提升企业的运营效率和决策水平,企业必须采取切实有效的措施,打破信息孤岛,实现数据的全面整合与共享<sup>[9-10]</sup>。

为此,文中提出了一种基于数据仓库的电力企业一体化管控平台建设方案,旨在通过整合各类分散的业务系统和数据资源,提升企业的决策效率和运营能力,以更好地应对市场和政策的变化。该平台以数据仓库为核心,集中存储来自不同业务部门和生产流程的数据,并通过标准化的接口为各部门提供统一的数据访问入口,解决数据孤立和管理复杂性等问题。该仓库不仅建立了数据的统一标准和格式,还具备强大的数据处理和分析能力,能够支持复杂的实时查询和

收稿日期:2024-10-25

基金项目:江西省重点研发计划项目(20214BBG74004)。

作者简介:黄辉(1974),男,大学本科,工程师,主要从事火力发电和新能源发电研究。

业务报表生成,帮助企业快速挖掘数据价值,识别运营中的趋势和潜在问题<sup>[1]</sup>。该平台方案结合了诸如 Seatunnel 的 ETL 工具、Doris 存储技术、Flink 的实时计算引擎,以及 Elasticsearch 的查询和分析能力,确保从数据采集、入仓到处理和分析的全流程高效运转。通过这样的智能管控系统,电力企业能够实现数据资源的全面整合与高效共享,优化资源配置,提升运营效率,为实现双碳目标提供有力支撑,为能源行业高质量发展提供新的实践路径。

## 1 平台架构设计

基于数据仓库的电力企业一体化管控平台架构如图 1 所示。该平台的核心目标在于整合分散的业务系统和数据资源,通过标准化的数据治理、溯源管理以及高效的数据分析,实现对电力企业全方位的智能化运营支持。整个平台架构由五个主要模块组成:数据统一入库模块、数据标准定义模块、数据溯源模块、数据分析模块以及数据查询模块。这些模块协同工作,构建了一个高度集成的数据管理与分析平台,能够为电力企业的战略决策和业务优化提供坚实的技术支持。



图 1 一体化管控平台架构图

### 1.1 数据统一入库模块

该模块负责数据的采集、清洗、转换、校验和入库管理,是平台数据处理的基础环节。在数据采集方面,针对电力企业多样化的数据源特点,平台采用 Seatunnel 工具实现对结构化数据(如 SQL 数据库)和非结构化数据(如设备运行日志、传感器数据)的统一采集;在数据清洗环节,系统通过配置数据处理机制,使用空值处理、数据去重、异常值识别等方式提升数据质量;格式转换功能则负责将不同来源的数据统一映射为标准格式,建立字段对应关系;系统通过预设

的数据校验规则,对数据的完整性、准确性进行验证,确保入库数据的可靠性;在数据入库管理方面,模块支持实时和批量两种数据接入方式,并提供灵活的存储分区策略,保证数据存储的高效性,入库模块充分考虑可扩展性需求,能够快速适配新增数据源,为企业数据的统一管理提供坚实基础。

### 1.2 数据标准定义模块

数据标准定义模块负责建立企业统一的数据标准体系,确保不同业务系统间数据的一致性和规范性。在基础规范方面,模块统一制定了字段命名规则和数据格式标准,包括字段标识规范、数据类型定义、数值精度等,为数据标准化奠定基础。

业务术语库整合了企业各领域的专业术语,构建了涵盖发电、售电等业务的标准词典,确保各部门在数据使用过程中对业务概念的理解一致。在数据处理规范方面,模块建立了标准化的数据清洗规则和加工配置体系,支持用户根据业务需求自定义数据处理流程,包括数据质量控制标准、清洗规则和转换逻辑等。

数据标准体系为企业数据资产的规范管理提供基础保障,确保数据在全流程中保持高度一致性,为后续的数据分析和决策提供支撑。

### 1.3 数据溯源模块

数据溯源模块通过构建数据关联关系,实现数据的全链路追踪。在数据流向分析环节,系统为数据流动过程中的每个环节建立关联关系,记录数据的来源、转换和流向信息。通过数据记录功能,系统完整保存表与表之间的依赖关系、字段间的映射关系以及数据流转过程中的加工处理记录。

在数据追踪方面,模块提供流向分析功能,支持用户查看数据的上下游关系,了解数据的生成过程和影响范围。同时,通过数据审计功能,对数据流转过程进行全方位监控,快速定位数据问题并评估影响范围;数据统计功能则负责对数据流转和使用情况进行量化分析,为数据治理提供决策依据。

数据溯源模块能帮助企业深入理解数据之间的关联关系,提升数据治理的精确性和效率,为确保数据质量提供有力保障。

### 1.4 数据分析模块

数据分析模块是平台的核心功能,旨在深入挖掘

企业积累的海量数据价值,协助决策者做出更精准的决策。平台集成了 Apache Kafka 软件,其低延迟特性确保关键数据能够快速流动,支持电力系统的实时监控及事件驱动处理,保证数据传输的即时性和可靠性;平台采用 Apache Flink 作为实时计算引擎,处理电力生产与运营中的高吞吐量数据,Flink 支持流式处理和复杂事件处理,能够实时计算关键指标,帮助企业及时检测生产运营中的异常情况,确保迅速响应潜在问题;此外,平台还整合了 TensorFlow 和 PyTorch 等先进的机器学习框架,支持基于数据的复杂预测分析,帮助企业预测电力需求、评估设备性能和优化资源配置,从而实现智能化的运营决策。

### 1.5 数据查询模块

数据查询模块为企业提供了灵活且高效的查询与分析功能,以满足复杂业务场景的需求。平台集成了 Elasticsearch 软件,能够根据具体的业务需求生成不同的数据模型,支撑后续的查询操作。通过这些数据模型,业务应用可以调用模型中的定义和结构,快速准确地定位所需的数据项。数据模型的存储和管理依赖于 Elasticsearch 软件,利用其强大的索引功能实现高效的检索和模型维护;在数据项定位后,平台会在 Doris 中读取相关数据;Doris 作为分布式数据库系统,能够处理大规模的数据查询,确保数据查询的速度和效率。通过这一架构设计,企业不仅能够快速处理结构化和半结构化数据,还能通过数据模型管理实现更高效的业务查询,提升数据访问效率,助力企业在业务优化和决策过程中获得更精准的数据支持。

## 2 平台应用与实践

基于数据仓库的电力企业一体化管控平台核心管理系统,全面整合各子企业的生产、经营及资产信息。通过集中化的数据管理与分析,有效打破传统的信息孤岛,实现数据的统一存储、标准化处理与高效共享;采用先进的数据仓库技术,支持大规模数据的实时采集、处理与存储,并融合多种分析工具和智能算法,为企业提供了全面且精准的分析决策支持;通过整合分散的业务系统,提升数据的可访问性和一致性,优化资源配置,提高运营效率和管理水平。下文从安全生产管理、能源结构优化管理、财务管理、电力

交易与市场运营四个涵盖电力企业运营的核心环节,介绍该平台在提升企业整体运营效率、优化资源配置以及支持决策分析方面的作用。

### 2.1 安全生产管理

企业的安全生产管理是确保生产过程安全、稳定与高效运行的基石。基于数据仓库的一体化管控平台,通过对生产过程中设备运行状态的数据集成分析,形成涵盖设备实时监控、参数异常预警与故障处置的全流程管理框架,构建多层次、全方位的安全监控体系。在此过程中,数据仓库发挥了关键作用,确保了海量设备数据的高效存储与快速访问,还支持复杂的实时分析与历史数据挖掘,为企业的安全生产提供了坚实的技术支撑。

在生产过程监控中,系统采用高频次采样方式,实时采集设备运行参数。依托数据仓库的高吞吐率和低延迟特性,平台能够快速处理和分析海量实时数据,并通过直观的可视化界面进行展示,显著提升了监控系统的响应速度和准确性。监控范围涵盖发电机组等核心生产设备,实时监测温度、压力、功率等关键指标。数据仓库的数据流通能力使得监控网络能够迅速覆盖从现场到调度中心的多级管理部门,确保信息的及时传递与共享。

通过进一步整合历史运行数据,并应用机器学习算法,平台构建了预警模型。数据仓库为预警模型提供全面规范的历史数据支持,使模型在大量数据训练下,能够学习捕捉设备在不同工况下的运行特征,提升预警的准确性和可靠性。结合实时数据的动态分析,系统能够迅速识别运行中的异常情况,提前预警潜在的设备故障风险(见图2)。这种数据驱动的预警机制,依托于数据仓库的强大数据处理能力和智能分析功能,帮助企业在问题发生前,采取有效的预防措施,从而显著降低设备停机的概率,提高生产过程的整体稳定性和安全性。



图2 设备异常预警管理

结合历史处置数据及专家经验,平台建立了标准化的应急响应流程。通过数据仓库,对故障处置过程中的大量历史案例进行存储和分析,系统能够在出现异常时调用相关案例,给运维团队提供有效参考,缩短故障修复时间,提高响应效率。

从实时监控、预警分析到故障处置,各环节相互衔接,数据共享充分,充分发挥了数据仓库在数据整合、存储和分析中的优势,为电力企业的安全生产管理提供了全面的技术支撑,确保了生产过程的连续性和安全性。

## 2.2 能源结构优化管理

随着国家“双碳”战略目标的深入推进,能源结构调整成为电力企业转型发展的关键任务。一体化管控平台以此为导向,构建了涵盖发电全过程的智能化管理体系,实现对能源生产和碳排放的协同管控。

在能源利用方面,平台对火电、水电、风电、光伏等各类型机组的运行指标进行实时监控。系统采集发电效率、设备状态、燃料消耗等关键数据,评估不同能源类型的发电成本和经济性;通过分析机组运行特性,合理安排各类机组的开机方式和负荷分配,推动能源结构向清洁低碳转型,实现可再生能源的高比例消纳;同时,平台建立了新能源消纳分析模型,根据天气预报、历史数据等多维信息,科学预测新能源出力,优化调度运行策略,不断提升新能源利用水平。图3为光伏发电24小时预测图。



图3 光伏发电预测

在碳排放管理方面,平台建立全面的碳排放监测与控制机制。通过在线监测系统实时跟踪机组烟气排放情况,结合燃料消耗、设备运行等数据,核算各机组的碳排放水平,系统深入分析工艺参数与碳排放的关联关系,优化运行参数,从源头降低碳排放强度,推

进能源清洁高效利用。

依托一体化管控平台的分析与优化能力,企业正逐步构建起清洁低碳、安全高效的现代化能源体系。通过数字化手段实现能源结构精准调控,不仅保障了电力供应安全,更为国家双碳战略目标的实现提供了有力支撑。

## 2.3 财务管理

一体化管控平台以数据仓库为核心,整合ERP、OA等业务系统数据,构建起财务管理的数据基础。通过数据标准化处理和多维度建模,实现了财务数据与业务数据的深度融合。

在成本管理领域,平台依托数据仓库强大的数据整合能力,将分散在各业务系统中的成本数据进行统一采集和处理。系统可从物料、能源、人工等不同维度,还原成本构成,实现成本要素的全程追踪。基于统一数据视图,平台能快速识别成本异常并进行多维分析,为管理决策提供支撑。

在财务风险防控方面,平台利用数据仓库的全局视角,实现风险的系统性管控。通过对应收账款、资金流向、交易记录等多源数据的关联分析,系统可及时发现潜在风险并预警,打破了传统财务管理中的信息孤岛,实现了业财数据的一体化管理,为企业经营决策提供全方位的数据支持,推动财务管理向数字化、智能化转型。

## 2.4 电力交易与市场运营

随着全国统一电力市场体系建设的深入推进,电力市场正经历深刻变革。电力中长期、现货市场的建设,为电力企业带来了全新的发展机遇和挑战。在此背景下,数据仓库智能管控系统通过建立统一的数据标准和处理流程,有效支撑了市场化交易决策。

在市场分析方面,系统构建了多维度的数据分析模型。通过对实时市场供需数据的监测,实现对市场的动态跟踪,结合历史电价数据,建立价格预测模型,分析日内、月度等不同周期的价格走势;同时,系统整合气象数据与负荷特性,构建负荷预测模型,提高负荷预测准确率,为参与市场交易提供决策依据。

在交易管理方面,系统支持中长期交易合约的全生命周期管理,实现合同签订、执行、结算的全流程跟踪。针对现货市场交易,系统提供多种交易策略模板,结合实时市场行情,辅助制定合理的报价策略,提升交易效率。图4为电力现货交易事前分析结果图。

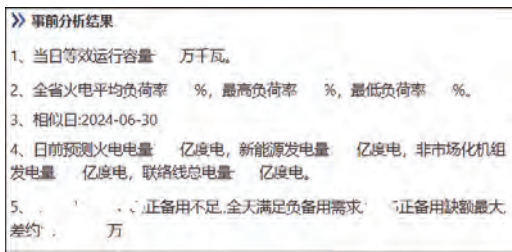


图4 电力现货交易事前分析

### 3 结语

数据仓库和一体化管控平台的建设是企业数字化转型的重要里程碑。它将推动企业从传统的运营模式向数据驱动的模式转变,实现业务流程的智能化。随着人工智能、物联网等技术的进一步融入,平台将进行更深度的数据挖掘和智能分析,为决策提供更强大的支持;平台的开放性将使得企业能更好地整合内外部资源,形成数据生态,进一步提升服务质量和客户体验,推动企业的长期可持续发展,在这个过程中,企业不仅会成为数据的使用者,也能够成为数据的创新者和引领者,从而在数字化转型的浪潮中占据领先地位。

#### 参考文献:

[1] 刘海蛟,谭逾凡.数字化赋能“双碳”战略的现实路径[J].上

海节能,2024(10):1580-1583.

[2] 程思源,韩慧连.新质生产力赋能能源产业发展推动能源结构转型[J].智慧中国,2024(8):84-85.

[3] 杨婷婷,刘震宇,韩亚军,等.数字赋能背景下电力行业碳管理现状及对策研究[J].节能与环保,2024(10):26-32.

[4] 张智刚,康重庆.碳中和目标下构建新型电力系统的挑战与展望[J].中国电机工程学报,2022,42(8):2806-2819.

[5] 张学锋,郭梦婷,何颖,等.数字化转型实践在智能电厂中的探索[J].科技创新与应用,2024,14(25):13-16.

[6] 安凤栓.新型电力系统下煤电机组数字化转型的探索和实践[J].仪器仪表用户,2024,31(6):89-91.

[7] 崔喆,顾玉顺,余佳琳,等.智能电厂建设现状及展望[J].能源与节能,2023(11):33-36+99.

[8] 蒋敏娟.从孤岛到融合:数字技术赋能区域数据协同治理的价值与机理[J/OL].人民论坛·学术前沿,1-10[2024-10-15].  
[https://kns.cnki.net/kcms2/article/abstract?v=th5-mUcNE0OXRwbds6NvwgqTcUiD900va-IPHi62VYbr5kfXL5ml0jWd7KcjPT83aIg4zsaMKCl8UnJIDdcevhdv9VVchNX0aQv1Eh1PIwR6KIAXByw1Gj-sd9ofTYnh72sy1cKnTUkiLOQ6tyQ5CM\\_eorMp6d9qEOVIgM8szvQNa4pBt-jfAAAnOqMhWp9&uniplatform=NZKPT&language=CHS](https://kns.cnki.net/kcms2/article/abstract?v=th5-mUcNE0OXRwbds6NvwgqTcUiD900va-IPHi62VYbr5kfXL5ml0jWd7KcjPT83aIg4zsaMKCl8UnJIDdcevhdv9VVchNX0aQv1Eh1PIwR6KIAXByw1Gj-sd9ofTYnh72sy1cKnTUkiLOQ6tyQ5CM_eorMp6d9qEOVIgM8szvQNa4pBt-jfAAAnOqMhWp9&uniplatform=NZKPT&language=CHS).

[9] 杨美军,万佳,彭丽辉.基于大数据的电力管理与改进分析[J].江西电力,2023,47(6):40-44.

[10] 陈明山.数据要素流通机制创新打破“数据孤岛”、释放数据价值[J].通信世界,2024(6):21-24.

[11] 宋传园.数据仓库的概念与技术分析[J].信息记录材料,2023,24(5):65-67.