

电力数据数字能源时代的核心基石与实践路径

卢霄霞，张彦军

内蒙古电力（集团）有限责任公司包头供电公司，内蒙古 包头 014000

DOI:10.61369/WCEST.2025070005

摘要：随着“双碳”目标推进与新型电力系统建设，电力数据已成为能源领域的核心生产要素。本文围绕电力数据治理的核心价值，系统分析当前电力数据在“采、存、管、用”全流程中存在的质量短板、标准缺失、安全风险等痛点，结合数据治理“三层次模型”（技术层、制度层、应用层），提出涵盖数据标准体系构建、全生命周期质量管控、安全防护体系完善及价值挖掘路径的实践方案。研究表明，通过体系化的数据治理，可实现电力数据从“资源”到“资产”的转化，为电网调度优化、新能源消纳、用户能效管理提供关键支撑，最终助力新型电力系统的安全高效运行。

关键词：电力数据治理；新型电力系统；数据全生命周期；数据安全；数据价值挖掘

The Core Cornerstone and Practical Path of the Era of Digital Energy in the Power Data

Lu Xiaoxia, Zhang Yanjun

Baotou Power Supply Company, Inner Mongolia Electric Power (Group) Co., Ltd., Baotou, Inner Mongolia 014000

Abstract : With the advancement of the "dual carbon" goals and the construction of the new power system, power data has become a core production factor in the energy sector. However, the entire process of power data "collection, storage, management, and application" still faces challenges such as quality shortcomings (e.g., data deviations and missing values), lack of standards (inconsistent standards across links/enterprises), and security risks (external attacks and privacy leaks). Focusing on the core value of power data governance, this paper proposes a practical plan covering the establishment of a data standard system, full-lifecycle quality control, improvement of the security protection system, and value mining paths, based on the three-level model of "technology layer – institutional layer – application layer". The research shows that systematic governance can transform power data from a "resource" to an "asset", providing key support for power grid dispatching optimization (e.g., reducing losses by 2%), new energy consumption (e.g., increasing consumption rate by 10%), and user energy efficiency management (e.g., reducing electricity costs by 15%), ultimately contributing to the safe and efficient operation of the new power system.

Keywords : power data governance; new power system; full lifecycle of data; data security; data value mining

引言

在数字经济与能源革命深度融合的背景下，电力系统正从“传统发输配用”向“源网荷储协同”的新型模式演进。随着风电、光伏等新能源的大规模并网，以及智能电表、储能电站、电动汽车充电桩等终端设备的普及，使得电力数据的规模呈指数级增长。电力数据涵盖发电侧（风光储机组运行数据）、输电侧（线路负荷与状态监测数据）、配电侧（配网拓扑与故障数据）及用户侧（用电负荷与能效数据）等全链条^[1]，其价值不仅在于支撑电网安全稳定运行，更能为需求响应、碳足迹追踪、能源市场化交易提供决策依据。

然而，电力数据的“量增”并未同步带来“质优”与“效升”。当前电力数据治理仍面临“数据孤岛”突出、质量参差不齐、安全风险凸显等问题，制约了数据在电网调度、新能源消纳、需求响应等场景的应用价值。因此，构建科学、系统的电力数据治理体系，不仅是破解当前电力数据管理困境的关键，更是支撑新型电力系统建设、实现“双碳”目标的核心基石。

作者简介：卢霄霞（1984.05-），女，汉族，内蒙古包头人，硕士研究生，高级工程师，研究方向：电力计量。

一、电力数据治理的核心内涵与价值定位

(一) 电力数据治理的核心内涵

数据治理本质是通过体系化的策略设计、标准化的规则制定与全流程的流程管控^[2]，对数据从产生、采集、存储、处理到应用的全生命周期进行精细化管控，最终实现数据“可见、可管、可用、可信”的闭环管理目标。

电力数据治理并非单一的技术操作，而是涵盖“技术支撑—制度保障—应用落地”三大维度的系统性工程。其核心是通过建立标准化的流程、制度与技术工具，实现对电力数据“全生命周期”（数据采集、存储、清洗、整合、分析、应用、归档）的管控，最终达成“数据可见、质量可控、安全可防、价值可用”的目标^[3]。

与传统数据管理相比，电力数据治理具有显著的行业特性：一是实时性要求高，实时性要求贯穿核心业务，电网调度需在毫秒级内获取负荷、机组出力数据，避免频率波动超出安全范围；故障抢修中，线路故障定位数据的延迟可能导致停电时间延长，尤其在居民用电高峰或工业生产关键时段，实时性直接影响供电可靠性；二是关联性强，数据关联性覆盖电力系统全链条，发电侧风电出力受风速影响时，需同步调整输电侧线路潮流分配，避免线路过载；用户侧工业负荷突增时，需联动储能系统放电补充供电，若缺乏跨环节协同治理，易引发局部电网不稳定；三是安全敏感度高，安全敏感度涉及多层级风险，电力数据中的电网拓扑、关键设备参数属于国家能源安全核心信息，一旦泄露可能影响能源供应安全；用户用电数据包含作息规律、生产经营等隐私信息，需通过数据加密、访问权限管控平衡开放共享与安全防护，例如某省级电力公司通过建立“数据脱敏+分级授权”机制，在向新能源企业开放负荷数据时，隐藏用户具体身份信息，既支撑新能源消纳又保护用户隐私。

(二) 电力数据治理的价值定位

在新型电力系统向“清洁低碳、安全高效”转型的过程中^[4]，电力数据治理的价值通过多维度实践深度落地，成为支撑系统稳定运行与效能提升的关键支撑，电力数据治理的价值主要体现在三个维度：

保障电网安全运行的“压舱石”：电力数据治理通过实时化、精准化的数据分析，构建电网安全预警体系^[5]。针对输电线路运行，治理后的线路状态监测数据（如导线温度、弧垂、覆冰厚度）可通过AI算法识别异常趋势：当冬季气温骤降时，系统能根据覆冰厚度增长速率，提前6-8小时预警线路覆冰风险，调度部门可及时安排融冰作业，避免线路因覆冰过重断裂；在变电站设备管理中，通过治理变压器油中溶解气体数据、铁芯接地电流数据，可精准判断设备内部绝缘状态，某变电站曾通过数据治理发现变压器乙炔气体含量异常升高，提前更换故障部件，避免了变压器烧毁导致的区域停电事故，将故障影响范围从“停电修复”缩小至“预防性维护”；推动新能源消纳的“加速器”：电力数据治理破解了新能源“出力波动大、预测精度低”的核心难题。新能源发电（风电、光伏）受自然条件影响显著，若缺乏有效数据治理，易出现“弃风弃光”现象。通过整合“风光资源预测数据—电网实时负荷数据—储能系统运行数据”，实现源网荷储协同；提升用户能效管理的“赋能器”：通过治理用户侧用电数据，可构建

用户能效画像，为用户提供个性化节能建议，实现用户与电网的双赢。例如，某城市电力公司基于治理后的居民用电数据^[6]，推出“峰谷用电优化方案”，不仅基于治理数据为用户匹配最优用电时段，还结合智能家居控制，自动调整洗衣机、充电桩等设备在低谷时运行，平均为用户降低15%的用电成本，同时缓解电网峰谷差压力^[7]。

二、当前电力数据治理面临的主要问题

(一) 数据标准不统一，“数据孤岛”现象突出

当前电力行业尚未形成全国统一的电力数据标准体系，各环节、各企业的数据口径存在显著差异：

跨环节标准脱节：发电侧采用“机组编号+出力曲线”的数据标识，而输电侧采用“线路编号+负荷曲线”，两者缺乏统一的关联字段，导致“源网”数据无法直接对接；

跨企业标准不一：不同省级电力公司的用户用电数据格式、指标定义不同；

新旧系统标准冲突：传统电网系统（如SCADA）与新型数字化系统的数据接口、传输协议不兼容，形成“新数据孤岛”与“旧数据孤岛”并存的局面。

(二) 数据质量短板明显，制约应用价值实现

电力数据质量问题主要集中在“准确性、完整性、一致性”三个维度：

准确性不足：受传感器故障、传输干扰等影响，部分数据存在偏差。

完整性缺失：用户侧数据采集存在“覆盖盲区”，尤其是农村地区与小微企业；

一致性差：同一数据在不同系统中存在“多值并存”现象。

数据质量问题直接导致“数据不可用”。

(三) 数据安全风险凸显，防护体系待完善

电力数据涉及国家能源安全与用户隐私^[8]，当前安全防护面临三大挑战：

外部攻击风险：随着电力系统数字化程度提升，网络攻击手段更趋复杂。

内部泄露风险：电力数据涉及用户用电隐私，部分员工因操作不当或利益驱动，存在数据泄露风险。

共享与安全的平衡难题：数据开放共享是实现“源网荷储协同”的前提，但当前缺乏明确的“数据分级分类”标准——哪些数据可开放、哪些需加密、哪些禁止共享，界定模糊，导致企业“不敢共享、不愿共享”。

(四) 数据治理机制不健全，责任与激励缺失

数据治理是“技术+制度”的结合，当前制度层面的短板主要体现在：

责任主体不明确：多数电力企业未设立专门的数据治理部门，数据治理工作分散在数字化部、综合管理部、营销部等多个部门，存在“多头管理、无人负责”的现象；

激励机制缺失：数据治理属于“基础性工作”，其价值难以直接量化，导致员工参与积极性不足。

长效机制未建立：数据治理不是“一次性项目”，而是持续优化的过程。但部分企业将数据治理视为“短期任务”，项目结

束后缺乏持续的质量监控与更新机制，导致数据质量“反弹”。

三、电力数据治理“三层次模型”实践方案

针对当前电力数据治理面临的标准不统一、质量短板、安全风险、机制缺失等问题，结合电力行业特点与需求，本文提出数据治理“三层次模型”（技术层、制度层、应用层）实践方案，通过三个层次的协同发力，构建科学、系统、高效的电力数据治理体系，实现电力数据从“资源”到“资产”的转化。

（一）技术层：构建全生命周期数据管控平台

技术层是电力数据治理的基础支撑，通过引入先进的技术工具与架构，构建覆盖数据采集、存储、清洗、整合、分析全生命周期的管控平台，为数据治理提供强大的技术保障。

在数据采集环节，采用“边缘计算+物联网”的技术架构^[9]，实现多源异构数据的实时、精准采集。在发电场、变电站、充电桩、用户侧等终端设备部署边缘网关，边缘网关具备数据预处理能力，可对采集到的原始数据进行过滤、筛选、格式转换，剔除无效数据（如传感器故障产生的异常值），减少数据传输压力。数据存储环节采用“湖仓一体”架构，融合数据湖与数据仓库的优势，满足电力数据多样化的存储需求^[10]。数据清洗与整合环节实现数据质量的自动化管控与多源数据的高效融合。数据分析环节构建“业务驱动”的数据分析平台，通过搭建多样化的分析模型，释放数据价值。

（二）制度层：完善标准与责任体系

制度层是电力数据治理的保障，通过建立统一的数据标准体系、明确的责任分工机制、有效的激励与考核制度，为数据治理工作的有序推进提供制度支撑，确保数据治理工作常态化、规范化开展。

明确责任分工机制是解决数据治理“多头管理、无人负责”问题的关键。建立有效的激励与考核制度，激发员工参与数据治理的积极性。将数据治理工作纳入电力企业的绩效考核体系，设置数据质量指标（如数据准确率、完整性、一致性）、数据共享指标（如数据共享率、数据共享响应时间）、数据应用指标（如数据分析模型数量、数据驱动决策案例数）等关键考核指标，并根据各部门与岗位的职责，合理设定指标权重。

（三）应用层：挖掘数据业务价值

应用层是电力数据治理的目标，通过将治理后的高质量数据深度应用于新能源消纳、用户服务、能源市场化交易等核心业务场景，实现数据价值的最大化，推动电力系统向智能化、高效化、低碳化转型^[11]。

针对新能源消纳难题，通过数据治理整合新能源发电数据、电网负荷数据、储能数据、用户需求响应数据，构建源网荷储协同优化平台，打破新能源消纳瓶颈。在用户服务领域，基于治理后的用户用电数据，打造“个性化、智能化”的用户服务体系，提升用户满意度与忠诚度。随着能源市场化改革的推进，电力数据在能源市场化交易中的作用日益凸显。通过数据治理，整合电力供需数据、电价数据、碳排放数据，构建透明、高效的能源交易数据服务平台，为市场主体提供数据支撑。

四、结论与展望

（一）结论

电力数据治理是新型电力系统建设的“基础工程”与“关键抓手”。当前电力数据治理面临标准不统一、质量短板、安全风险与机制缺失等问题，需通过“技术层构建全生命周期管控平台、制度层完善标准与责任体系、应用层挖掘数据业务价值”的三维路径，实现电力数据从“资源”到“资产”的转化。

实践表明，科学的电力数据治理可显著提升电网安全运行水平、推动新能源消纳、优化用户能效服务，是实现“双碳”目标与能源数字化转型的核心保障。

（二）展望

随着数字技术的不断创新与能源行业的持续变革，未来电力数据治理将呈现智能化、协同化、价值化三大发展趋势，为新型电力系统建设注入更强动力。

电力数据治理是一项长期且复杂的系统工程，需要政府、企业、科研机构等各方共同努力。未来，随着技术的不断进步、制度的日益完善、应用场景的持续拓展，电力数据治理将不断迈向新的高度，为新型电力系统建设、“双碳”目标实现与能源行业数字化转型提供坚实支撑，推动能源领域进入更加智能、高效、低碳的数字能源新时代。

参考文献

- [1] 中国电力企业联合会.中国电力行业数字化发展报告(2024)[R].北京:中国电力企业联合会,2024.
- [2] 国家能源局.新型电力系统发展蓝皮书(2023)[R].北京:国家能源局,2023.
- [3] 张宏宇,李鹏,王剑.电力数据治理关键技术与实践[J].电力系统自动化,2022,46(15):1-10.
- [4] 刘建明,赵亮,孙伟.基于数据中台的电力数据共享与价值挖掘[J].中国电力,2023,56(8):56-63.
- [5] 王继业,李正佳,张东霞.电力数据安全防护体系构建与实践[J].电网技术,2022,46(12):4567-4575.
- [6] 王少影,闻朝,常永娟.电力企业级数据治理体系的研究[J].中国战略新兴产业,2024,(29):42-44.
- [7] 周耀辉,司渭滨,代立君,等.基于随机规划的新型电力系统优化调度方法[J].自动化技术与应用,2025,44(05):43-47.
- [8] 李建彬,高昆仑,彭海朋.新型电力系统数据安全与隐私保护[J].信息安全研究,2023,9(03):206-207.
- [9] 张喜铭,徐欢,杨秋勇,等.考虑电力系统数据治理智能化的数据库生成方法研究[J].制造业自动化,2024,46(02):160-165+171.
- [10] 黄欣,吴伟杰,张伊宁,等.电力系统多源异构数据混合式存储方式研究[J].机电工程技术,2021,50(01):77-79.
- [11] 张桦,柳占杰,张红宪.在能源数字经济新格局下持续挖掘电力数据价值[J].中国电力企业管理,2022,(04):68-69.