面向用户侧负荷响应的电力营销数据采集及治理优化策略研究

黄晓韵，林珊珊
国网湖北省电力有限公司武汉供电公司，湖北 武汉 430000
DOI:10.61369/RSTD.2026030005

摘　　要： 随着新型电力系统建设持续推进和电力市场化改革不断深化，用户侧负荷响应成为电网平抑新能源波动、缩减峰谷差、保障供需动态平衡的重要柔性资源。本文基于大数据治理理论与智能用电采集技术，结合当前电力营销数据应用短板，系统梳理用户侧负荷响应场景下数据采集维度单一、传输稳定性不足、异构数据融合困难、治理机制粗放、数据应用脱节等突出问题。依托近年电力行业数字化转型研究成果，从标准化采集体系、全流程数据治理、安全权限管控、场景化数据应用四个维度构建系统化优化方案，提出可落地、可执行的改进策略。研究结果可为供电企业完善营销数据治理体系、提升用户侧负荷响应精准调控能力、推进电力营销精益化转型提供理论参考与实践支撑。

关 键 词： 用户侧负荷响应；电力营销；数据采集；数据治理；智能电网；需求侧管理

Research on Power Marketing Data Collection and Governance Optimization Strategies for User Side Load Response

Huang Xiaoyun, Lin Shanshan
State Grid Hubei Electric Power Co., Ltd. Wuhan Power Supply Company , Wuhan, Hubei 430000

Abstract: With the continuous promotion of new power system construction and the deepening of electricity marketization reform, user side load response has become an important flexible resource for the power grid to stabilize new energy fluctuations, reduce peak valley differences, and ensure dynamic balance between supply and demand. This article is based on the theory of big data governance and intelligent electricity collection technology, combined with the current shortcomings of power marketing data application. It systematically sorts out prominent problems such as single data collection dimension, insufficient transmission stability, difficulty in heterogeneous data fusion, extensive governance mechanism, and disconnection of data application in user side load response scenarios. Based on the research results of digital transformation in the power industry in recent years, a systematic optimization plan is constructed from four dimensions: standardized collection system, full process data governance, security permission control, and scenario based data application, and feasible improvement strategies are proposed. The research results can provide theoretical reference and practical support for power supply enterprises to improve their marketing data governance system, enhance their ability to accurately regulate user side load response, and promote the lean transformation of power marketing.

Keywords: user side load response; electricity marketing; data collection; data governance; smart grid; demand side management

引言

新型电力系统以源网荷储协同互动为核心特征，持续提升用户侧可调资源的市场化利用水平是现阶段电网运维优化的重点方向。用户侧负荷响应依托电价激励、主动邀约、市场化交易等方式引导用户柔性调峰，能够有效缓解新能源消纳压力，降低电网扩容与调峰成本。当前智能电表全覆盖、用电信息采集系统规模化应用使营销数据体量快速增长，但国内多数供电企业仍沿用传统粗放式数据管理模式，存在采集标准不统一、异常数据甄别能力弱、数据孤岛突出、数据与负荷响应业务联动不足等问题。基于此，本文立足电力营销实际业务场景，结合最新行业研究成果，系统分析现存问题，构建全链条优化体系，提出适配用户侧负荷响应的数据采集与治理优化策略。

 | Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

一、用户侧负荷响应与电力营销数据基础理论

（一）用户侧负荷响应的发展特征

用户侧负荷响应是需求侧管理的核心手段，区别于传统刚性电网调度模式，其核心逻辑为通过市场化激励机制引导终端用户主动调整用电时段、改变用电功率，实现电网负荷削峰填谷[1]。在高比例新能源并网背景下，风电、光伏的间歇性与波动性导致电网供需波动加剧，供给侧调峰压力大幅提升。

相较于机组启停、储能调峰等供给侧调节方式，用户侧负荷响应具备调节成本低、响应速度快、资源规模庞大、部署灵活的优势。现阶段负荷响应已从传统人工邀约、季节性错峰模式，升级为常态化、智能化、市场化的动态响应模式，对用电数据的实时性、完整性、精细化程度、准确性提出了更高的硬性要求。

（二）负荷响应场景对数据采集治理的核心要求

1. 实时性要求

动态负荷响应需要根据电网实时供需缺口调整调控策略，要求终端用电数据实现高频采集、低延迟传输，保障电网调度端可实时掌握用户负荷变化状态。

2. 精准性要求

负荷潜力测算、可调资源评估、响应效果核算均依赖精准数据，要求有效剔除噪声数据、异常干扰数据，保证数据分析结果贴合用户真实用电场景。

3. 完整性与系统性要求

需实现用户全时段、全维度数据全覆盖，同时打通营销、调度、计量、运维数据壁垒，实现多源数据融合分析，避免单一数据维度导致的调度偏差。

二、面向负荷响应的电力营销数据采集与治理现存问题

（一）数据采集环节存在的问题

1. 采集标准不统一，维度适配性不足

当前电力用电信息采集体系存在用户分级采集差异问题，工业大用户、一般工商业用户、居民用户的采集频次、采集内容不统一。部分老旧台区仍采用低频采集模式，无法生成精细化时序负荷曲线。同时现有采集体系侧重用电量统计，忽略用户柔性负荷设备运行状态、设备可调上限、用电约束条件等关键隐性数据，无法精准区分刚性基础负荷与柔性可调负荷，导致负荷响应资源摸排精度不足。

2. 传输体系稳定性弱，数据连续性差

目前基层电网台区存在通信模式单一、老旧设备抗干扰能力差的问题。在恶劣天气、用电高峰、信号干扰场景下，易出现数据丢包、传输延迟、时序数据断档等问题。不稳定的传输链路直接造成负荷曲线缺失、时序数据不连续，严重影响动态负荷响应的实时研判精度[2]。

3. 新型负荷数据采集覆盖不全

随着分布式光伏、用户侧储能、电动汽车充电桩等新型分布式能源大规模接入电网，用户用电结构由单向用电转变为发用双向负荷。传统采集系统仅监测用户净用电量，无法单独采集新能源出力、储能充放电功率等数据，导致用户综合可调负荷测算存在较大偏差，难以适配新型电力系统多元负荷响应需求。

（二）数据治理环节存在的问题

1. 异常数据治理模式粗放

传统数据治理多采用固定阈值筛选异常数据，治理逻辑僵化，无法适配不同季节、不同时段、不同用户的负荷波动特征。正常的高峰负荷波动易被误判为异常数据，而小幅、隐性的数据异常难以被识别。同时缺失数据修复方式单一，多采用均值填充简单处理，未结合用户用电时序特征与同类用户参照特征修复，数据还原精度低。

2. 多源异构数据融合难度大

电力营销数据来源渠道分散，智能终端采集数据、用户档案数据、调度业务数据、气象辅助数据格式不统一，结构化、半结构化数据混杂。企业内部各业务系统独立运行，数据接口不互通、标准不统一，形成严重的数据孤岛问题，无法实现多维度数据联动分析，制约负荷精准画像与资源潜力挖掘。

3. 数据治理缺乏分级机制

现有数据治理采用统一化处理标准，未根据负荷响应业务优先级区分核心数据与普通数据。核心调度数据、实时负荷数据与静态档案数据采用相同治理频次与治理标准，造成治理资源浪费，同时核心业务数据的时效性、精准性无法得到重点保障。

（三）数据安全与业务应用存在短板

1. 数据安全管控体系不完善

用户用电负荷数据属于民生用能隐私信息，可直接反映用户生产经营及日常生活的用电特征[3]。当前电力数据采集、传输、存储、共享全流程尚未形成完善的隐私保护管理制度，缺乏专用的数据脱敏、加密防护与全程溯源管控手段。数据安全管控机制存在明显短板，易出现电力数据泄露、数据篡改以及数据违规使用等安全隐患，整体数据安全防护能力无法满足用户侧用电数据的管控要求。

2. 数据与负荷响应业务脱节

电力营销业务普遍存在重数据采集、轻整理分析、弱业务应用的突出问题。海量营销数据仅用于电费结算、台账整理等基础性常规工作，未对用户负荷调节空间、负荷响应参与意愿、用电时序变化规律等核心业务信息进行深度挖掘。数据加工成果无法为负荷响应调度工作提供有效支撑，数据资源转化利用率较低，数据与实际负荷响应业务存在明显脱节现象。

三、面向用户侧负荷响应的数据采集及治理优化策略

（一）构建标准化、精细化的数据采集体系

1. 统一分级采集标准

基于不同类型电力用户的用电负荷特性差异，本文制定了差异化、规范化的高频数据采集标准体系。针对大型工业用户、高耗能商业用户，采用分钟级高频数据采集方案，精准捕捉用户短时负荷波动与动态变化特征；针对普通工商业及居民用户，统一采用每日96点负荷采集模式，实现用户全天候用电负荷的全覆盖、不间断监

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

测。通过统一各配电台区数据采集技术规范，完成老旧采集终端、通信传输设备的迭代升级改造，有效填补传统低频数据采集模式存在的监测盲区，全面提升基础用电数据的采集完整性与精准度。

2. 拓宽多维数据采集维度

基于用户侧柔性负荷响应的业务需求，本文拓展了电力数据多维采集范围。在常规用电负荷、用电量数据采集的基础上，新增柔性可调设备专项数据采集模块，重点采集空调、水泵、暖通设备、充电桩等典型可调负荷设备的运行参数、启停限制条件、最大可调功率、持续调节时长等核心技术参数。同时联动对接气象监测、节假日时序、分时电价政策等外部数据资源，构建涵盖用户设备属性、用电行为、环境条件、政策机制的多维度数据采集框架，为后续精准研判用户负荷调节潜力、搭建负荷响应模型提供全方位的数据支撑。

3. 搭建多链路冗余传输体系

基于电力台区分布广、场景差异大的传输痛点，本文构建了多链路冗余的数据传输架构。摒弃传统单一化通信传输模式，融合光纤专网、电力载波、5G 无线通信三类传输技术形成复合型传输体系。其中城区核心配电台区依托光纤网络，保障海量时序负荷数据的高速、稳定、低延迟传输；偏远郊野台区采用5G 无线通信与电力载波双链路冗余备用模式，系统可根据通信质量自动切换最优传输通道，有效解决数据传输延迟、数据包丢失、通信中断等常见问题，保障时序用电负荷数据的连续性、完整性与有效性。

（二）建立智能化、全流程的数据治理机制

1. 动态化异常数据甄别与清洗

基于不同场景下用电负荷的时序变化特征，本文提出一种动态化异常数据甄别清洗方案。区别于传统固定阈值判定的单一甄别方式，融合时序滤波算法与机器学习异常识别模型，结合季节更替、生产作息、节假日等差异化用电场景，动态优化调整异常数据判定阈值与识别规则。精准区分用电正常波动数据、设备故障数据、传输异常数据，降低异常数据的误判与漏判概率，从源头提升原始采集数据的整体质量，为后续数据分析应用夯实数据基础。

2. 实施业务分级分类治理

根据负荷响应业务需求，将数据划分为核心调度数据、业务分析数据、静态档案数据三个等级。核心实时负荷数据实行实时清洗、实时更新，保障动态调度需求；业务统计数据实行每日批量治理；用户静态档案数据实行月度核查更新，通过分级治理提升治理效率与数据质量。

（三）完善数据安全与权限管控体系

1. 全流程隐私脱敏保护

基于用户侧用电隐私数据的防护需求，本文构建了数据全流程脱敏与加密防护机制。将差分隐私脱敏技术应用于电力数据存储、共享及业务应用各关键环节，在保证整体数据分析精度与统计规律不变的前提下，隐匿用户个体用电隐私信息。同时建立数据传输、数据存储、用户访问三重加密防护架构，实现电力数据全生命周期安全防护，从源头杜绝数据篡改、信息泄露、违规外流等安全问题，筑牢数据安全防线。

2. 精细化分级权限管理

基于最小权限、按需赋权、全程溯源的安全管理准则，本文建立了分层分级的数据权限管控模式。结合电力调度、营销服务、设备运维、综合管理等岗位的业务职责，细化划分各类岗位的数据使用权限边界，明确不同岗位在数据查询、批量下载、业务调用等方面的使用范围。搭建全覆盖的数据操作追溯系统，对所有人员的数据调取、使用、导出等行为进行实时留痕记录，并建立定期核查机制，实现数据使用过程可查、可溯、可追责，有效规范各类数据操作行为[4]。

（四）推动数据治理成果与负荷响应场景深度应用

1. 构建用户负荷精准画像

基于治理完成的多维度高质量电力数据，本文开展用户用电特征挖掘与负荷画像建模研究。通过归集分析不同行业、不同规模用户的长期用电时序数据，提炼各类用户典型用电特征，构建标准化、精细化的用户用电负荷画像模型。精准统计用户基础固定负荷、柔性可调负荷极值、最优负荷响应时段等核心参数，形成用户侧可调度柔性资源台账，实现用户侧负荷资源的精细化、可视化、台账化管理，为精准调度提供支撑。

2. 建立差异化响应激励机制

基于用户负荷调节能力与历史响应履约数据，本文构建了科学化的用户负荷响应信用评价与激励体系。依托用户历史负荷响应执行情况、负荷可调容量、用电适配特性等核心指标，建立量化信用评价标准。根据用户履约质量、配合程度及可调资源规模，实施差异化激励策略，通过分级电价优惠、优先参与调度邀约、信用等级评定等多元化激励手段，有效激发工商业及居民用户参与需求侧负荷响应的主观能动性，提升用户侧柔性资源整体利用率。

四、结语

本文基于新型电力系统用户侧负荷响应的业务需求，立足电力营销数据管理现存短板，系统分析了数据采集标准混乱、传输稳定性不足、智能治理水平偏低、数据应用脱节等行业共性问题。结合现阶段电力数字化技术研究成果，从采集体系升级、智能治理优化、安全权限管控、业务场景应用四个维度，构建了一套适配负荷响应业务的全流程优化体系，提出多项贴合基层实操、可落地实施的改进策略。通过标准化精细化采集、智能化数据治理、分级化安全管控，可有效提升电力营销数据的完整性、精准性与时效性，充分挖掘用户侧柔性负荷资源潜力，实现数据资产与负荷响应业务的深度融合，助力电网供需协同平衡与电力营销精益化发展。后续可进一步研究多元新型负荷接入后的多源数据融合治理技术，持续提升用户侧负荷响应的智能化、精准化调控水平。

参考文献

[1] 李书剑 . 面向居民用户的高精度负荷预测与需求响应策略研究 [D]. 华中科技大学 ,2021.DOI:10.27157/d.cnki.ghzku.2021.001701.

[2] 李新国 , 杨轩 , 程少靖 , 等 . 面向多类型用户负荷的需求响应潜力量化评估 [J]. 智慧电力 ,2024,52(9):56-64.

[3] 张琪雅 , 张晁玮 . 电力营销大客户负荷管理的实时数据采集技术应用 [J]. 标准生活 ,2025,(S1):95-97.

[4] 杜俊 , 段胜荣 . 基于大数据 +AI 体系的数据治理实践 [J]. 金融电子化 ,2019,(7):58-60.

 Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.