

# 用电信息采集大数据在电力需求响应中的应用策略研究

应 翔

浙江大有实业有限公司供配电分公司 浙江 杭州 310009

**摘 要:** 本文聚焦用电信息采集大数据在电力需求响应中的应用。阐述用电信息采集系统及大数据应用、特点,介绍电力需求响应理论。详细探讨应用策略,包括用户画像、策略制定等,以及基于大数据的优化方法,如负荷预测、用户激励等。旨在通过大数据提升电力需求响应效果,促进电力系统稳定、高效运行,为电力行业发展提供有力参考。

**关键词:** 用电信息采集; 大数据; 电力需求响应; 应用策略

## 1 用电信息采集大数据概述

### 1.1 用电信息采集系统介绍

用电信息采集系统是对电力用户的用电信息进行采集、处理和实时监控的系统。它通过多种通信方式,如电力线载波、无线公网、光纤等,将分布在不同区域的各种电表、终端设备与主站系统连接起来。该系统能够定时自动采集用户的用电量、电压、电流、功率因数等电力数据,涵盖了工业、商业、居民等各类用电客户。它的建立,改变以往人工抄表的传统模式,极大地提高数据采集的准确性、及时性和效率,为电力企业的营销管理、电费结算、负荷分析、电力需求侧管理等业务提供了重要的数据支持。

### 1.2 大数据在用电信息采集中的应用

在用电信息采集,大数据技术发挥着关键作用。首先,利用大数据的存储和管理技术,能够高效处理海量的用电数据。这些数据不仅包括传统的电量数据,还涉及到用户用电行为、用电设备状态等多源异构数据<sup>[1]</sup>。通过大数据分析算法,可以从这些复杂的数据中挖掘出有价值的信息。例如,通过分析用户的用电模式,预测用户未来的用电需求,为电力企业合理安排发电计划和电网调度提供依据。在电力故障诊断方面,大数据技术能够快速整合各类设备的运行数据,准确判断故障位置和原因,缩短停电时间,提高供电可靠性。同时,基于大数据的用户画像技术,能够帮助电力企业更好地了解客户需求,提供个性化的电力服务套餐,提升客户满意度。

### 1.3 用电信息采集大数据的特点

用电信息采集大数据具有显著特点。其一,数据体量巨大,随着智能电表的广泛普及和用电信息采集频率的增加,每天产生的数据量呈指数级增长。其二,数据类型多样,包含结构化的电量数据、半结构化的设备参数数据以及非结构化的用户用电行为描述、故障文本记

录等。其三,数据的时效性强,电力系统的实时运行要求用电数据能够及时采集和处理,以便对电力系统的异常情况做出快速响应。其四,数据价值密度低,虽然整体数据量庞大,但有价值的信息往往隐藏在大量的冗余数据之中,需要借助大数据分析技术进行深度挖掘。这些特点决定了用电信息采集大数据的处理和分析需要采用专门的技术和工具,以充分发挥其在电力行业中的价值。

## 2 电力需求响应理论基础

### 2.1 电力需求响应概念

电力需求响应(Power Demand Response, 简称DR),是指电力用户根据电力价格信号或激励措施,改变其传统的电力消费模式,调整用电行为和用电方式的过程。在电力系统中,电力供应与需求需时刻保持平衡。然而,随着经济发展和用电需求的不断变化,尤其是在用电高峰时段,电力供应往往面临巨大压力。电力需求响应正是应对这一挑战的有效手段。当电力市场价格发生波动,例如在高峰时段电价升高,用户为降低用电成本,会主动减少非必要的用电设备使用,或者将部分可调节的用电负荷转移至低谷时段。同样当电力企业发布激励措施,如给予参与需求响应的用户一定的经济补偿时,用户也会积极响应,调整自身用电行为。这种用户侧的主动参与,有助于缓解电力系统的供需矛盾,提高电力资源的利用效率,同时也为电力市场的稳定运行提供了有力支持。

### 2.2 需求响应机制与流程

需求响应机制主要包括价格型需求响应和激励型需求响应两种类型。价格型需求响应通过电价信号引导用户调整用电行为。常见的电价机制有分时电价、实时电价和尖峰电价等。分时电价根据一天中不同时段的用电需求和发电成本,将电价划分为高峰、平段和低谷电价,鼓励用户在低谷时段多用电,高峰时段少用电。实

时电价则根据电力系统实时的供需状况,动态调整电价,使价格更准确地反映电力的稀缺程度,引导用户实时优化用电决策<sup>[2]</sup>。激励型需求响应通过直接的经济激励措施,如补贴、奖励等,鼓励用户参与需求响应项目。电力企业或相关机构会预先与用户签订协议,明确在特定情况下(如系统出现电力短缺),用户需要响应的负荷削减量或用电调整方式,企业则按照约定给予用户相应的经济补偿。需求响应的流程一般包括信息发布、用户响应、负荷调整和效果评估几个阶段。电力企业或市场运营机构首先通过多种渠道,如网站、短信等,向用户发布需求响应信息,包括电价调整信息、激励措施内容以及响应时段等。用户接收到信息后,根据自身的用电情况和经济利益考量,决定是否参与需求响应以及采取何种响应策略,并向电力企业反馈响应信息。在响应时段内,用户按照既定策略调整用电负荷,电力企业实时监测用户的负荷变化情况。响应结束后,对需求响应的效果进行评估,包括负荷削减量、用户参与率、电力系统稳定性改善情况等,为后续的需求响应项目优化提供依据。

### 2.3 需求响应的技术支撑

需求响应的有效实施离不开一系列先进技术的支撑。首先是智能电表与用电信息采集技术。智能电表作为电力系统与用户之间的关键信息交互设备,能够实时、准确地采集用户的用电数据,包括电量、电压、电流等,并通过通信网络将这些数据传输至电力企业的用电信息采集系统。这为电力企业掌握用户用电行为、制定合理的需求响应策略提供了数据基础。通信技术在需求响应中也起着至关重要的作用。可靠的通信网络确保了电力企业与用户之间信息的及时、准确传输。无线通信技术如4G、5G以及电力线载波通信技术,能够实现双向通信,使电力企业能够将需求响应信息快速传达给用户,同时接收用户的响应反馈信息。另外,负荷监测与控制系统是实现需求响应的重要手段。通过在用户侧安装负荷监测装置,电力企业可以实时监测用户各类用电设备的运行状态和负荷情况。结合智能控制系统,电力企业可以根据需求响应目标,远程控制用户部分可调节用电设备的启停和运行参数,实现对用户用电负荷的精准调控。大数据分析预测技术能够对用户用电数据进行深度挖掘和分析,预测用户的用电需求变化趋势,为电力企业制定科学合理的需求响应计划提供决策支持。

## 3 用电信息采集大数据在电力需求响应中的应用策略

### 3.1 用户画像与行为分析

用电信息采集大数据为构建精准的用户画像提供了丰富素材。通过收集用户长期的用电量、用电时间、用

电设备类型等多维度数据,运用数据挖掘与分析技术,可对用户进行细致分类。例如,将工业用户按照生产工艺的用电特性,分为连续生产型、间歇生产型等;居民用户则可依据家庭人口数量、生活习惯,划分为高能耗家庭、节能型家庭等。在此基础上,深入分析不同类型用户的用电行为模式。对于连续生产型工业用户,其用电负荷较为稳定且持续时间长;而高能耗家庭可能在晚间时段,因多种电器同时使用出现用电高峰。精准的用户画像与行为分析,有助于电力企业深入了解不同用户的用电需求与习惯,为后续制定针对性的需求响应策略奠定基础<sup>[3]</sup>。

### 3.2 需求响应策略制定

基于用户画像与行为分析结果,电力企业能够制定更为科学合理的需求响应策略。针对不同类型用户,设计差异化的电价套餐或激励方案。对于对价格敏感的商业用户,可推出分时电价策略,在用电高峰时段大幅提高电价,低谷时段降低电价,引导其合理调整营业时间或优化用电设备使用安排,以降低用电成本。对于参与积极性较高的居民用户,实施激励型需求响应策略,当系统出现电力短缺时,以提供现金补贴、电费折扣等方式,鼓励用户在特定时段减少空调、电热水器等高能耗设备的使用。同时利用大数据分析预测不同用户对各类需求响应策略的响应程度与潜力,动态调整策略参数,确保策略的有效性与可行性,实现电力供需的精准匹配。

### 3.3 实时需求响应调度与优化

用电信息采集大数据的实时性特点,使得实时需求响应调度与优化成为可能。通过智能电表与通信网络,电力企业能够实时获取用户的用电数据,准确掌握系统的实时负荷情况。一旦电力系统出现供需失衡,如负荷快速增长接近供电极限,可依据预先制定的需求响应预案,结合实时大数据分析,迅速筛选出具备响应能力且响应成本较低的用户群体。利用大数据分析技术对需求响应资源进行优化配置,综合考虑用户响应速度、响应量、响应成本等因素,制定最优的负荷调整方案,确保在满足电力系统需求的前提下,实现整体社会成本最小化,保障电力系统的安全稳定运行。

### 3.4 用户参与与激励机制设计

为提高用户参与电力需求响应的积极性,基于用电信息采集大数据设计合理的用户参与与激励机制至关重要。借助大数据分析用户的用电行为偏好与经济诉求,制定个性化的激励措施。同时利用大数据搭建用户反馈平台,及时收集用户对需求响应项目的意见与建议,不断优化激励机制。通过透明化的奖励计算与发放流程,

增强用户对激励机制的信任。另外,依据大数据分析结果,对积极参与且响应效果良好的用户给予额外奖励或优先参与权,形成正向激励循环,吸引更多用户主动参与电力需求响应,提升需求响应项目的整体效果与可持续性。

#### 4 基于大数据的需求响应策略优化方法

##### 4.1 负荷预测优化策略

负荷预测是需求响应策略的重要基础。基于大数据的负荷预测优化策略,通过收集海量的历史用电数据,包括不同用户类型在不同季节、不同时间段的用电信息,以及气象数据、社会经济数据等相关影响因素数据。运用先进的数据挖掘算法,如时间序列分析、神经网络模型等,对这些多源数据进行深度分析与建模。例如,利用长短期记忆网络(LSTM)神经网络,它能够有效捕捉时间序列数据中的长期依赖关系,准确预测未来不同时间段的电力负荷。在预测过程中,不断更新和优化模型参数,纳入最新的用电数据和实时变化的影响因素,如突发的极端天气、重大社会活动等,以提高负荷预测的准确性和时效性。更为精准的负荷预测结果,能让电力企业提前预判电力供需形势,合理安排发电计划,同时为制定需求响应策略提供可靠依据,使需求响应措施在合适的时机、针对合适的用户群体精准实施,避免过度响应或响应不足,从而提升电力系统运行的稳定性和经济性。

##### 4.2 用户响应激励策略

设计合理的用户响应激励策略,是提高用户参与需求响应积极性的关键。借助大数据分析用户的用电行为模式、经济承受能力以及对不同激励方式的敏感程度等信息,实现激励策略的个性化定制。对于工业用户,因其用电量大、生产连续性要求高,可采用基于负荷削减量的阶梯式补贴机制。当工业用户在需求响应时段削减的负荷量达到一定阈值时,给予更高比例的补贴,鼓励其挖掘更大的负荷调节潜力<sup>[4]</sup>。对于居民用户,考虑到其用电行为受生活习惯影响较大,除直接的电费补贴外,还可推出积分奖励制度。居民在参与需求响应后获得相应积分,积分可用于兑换生活用品、购买绿色电力等,增加激励方式的多样性和吸引力。利用大数据建立用户响应效果评估体系,实时跟踪用户参与需求响应的情

况,对积极响应且响应效果好的用户给予额外奖励,如优先享受电力企业提供的优质服务、参与抽奖活动等,形成良好的激励反馈循环,持续提升用户参与需求响应的意愿和效果。

##### 4.3 分布式资源协同策略

随着分布式能源资源(如分布式太阳能、风能发电,以及储能设备等)在电力系统中的广泛应用,基于大数据的分布式资源协同策略成为优化需求响应的重要方向。利用智能算法,对分布式能源的发电计划和储能设备的充放电策略进行优化协调。例如,在光伏发电充足且电价较低的时段,控制储能设备进行充电,将多余电能储存起来;当电力系统进入高峰时段,电价升高且光伏发电量减少时,调度储能设备放电,并结合分布式电源发电,优先满足本地用户的用电需求,减少对主电网的依赖。通过大数据分析不同区域分布式资源的分布特点和用户用电需求的时空差异,实现分布式资源在更大范围内的协同调配,提高分布式能源的利用效率,增强电力系统应对负荷波动的能力,进一步优化需求响应策略,促进电力系统向更加绿色、智能、可靠的方向发展。

#### 结束语

综上所述,用电信息采集大数据为电力需求响应带来了全新机遇与优化路径。通过精准用户画像、合理策略制定、实时调度优化及有效激励机制,提升了电力供需匹配度。未来,应持续深化大数据应用,进一步完善负荷预测模型,强化分布式资源协同,以应对不断变化的电力需求,推动电力系统朝着更绿色、智能、可靠的方向迈进。

#### 参考文献

- [1]李保利.基于用电信息采集系统的台区线损治理研究[J].南方农机,2022,50(24):183.
- [2]金敏,周奇,唐哲.基于泛在物联网技术的采集性能提升技术研究[J].江西电力,2021,43(12):11-13+28.
- [3]吕灵莹.电力营销业务中营销自动化系统应用[J].科技经济导刊,2021,27(16):205+204.
- [4]杨世忠.用电信息采集系统在电力营销中的应用[J].通信电源技术,2022,35(12):119-120.