

利用大数据分析优化新能源充电站的运营效率

马永建¹ 叶仙军² 柏树籽³ 方 瑶⁴

1. 杭州快晴新能源科技有限公司 浙江 杭州 310000

2. 杭州峻烽科技有限公司 浙江 杭州 310000

3. 浙江柏冠电力工程技术有限公司 浙江 杭州 310000

4. 浙江永通科技发展有限公司杭州分公司 浙江 杭州 310000

摘要: 随着新能源汽车保有量的持续增长, 新能源充电站的运营效率成为行业关注焦点。本研究聚焦于利用大数据分析提升充电站运营水平。通过收集充电站设备数据与用户行为数据, 并运用数据采集、预处理、存储管理等大数据技术, 构建充电需求预测、设备故障预测以及成本效益分析模型。基于这些模型, 提出站点布局与资源配置优化、充电价格动态调整、运维管理与服务提升等运营优化策略, 旨在有效提高充电站利用率、降低运营成本、增强用户满意度, 为新能源充电站的高效运营提供理论依据与实践指导。

关键词: 大数据分析; 新能源充电站; 运营效率; 预测模型; 优化策略

1 引言

近年来, 新能源汽车产业蓬勃发展, 新能源充电站作为关键配套设施, 其运营效率的提升至关重要。传统运营模式依赖经验决策, 在面对复杂多变的充电需求、设备运行状况时, 难以实现资源的高效配置与成本的有效控制。大数据技术的兴起为解决这一困境带来新契机。它能够对海量充电站设备数据、用户行为数据等进行深度挖掘与分析, 精准把握充电需求规律, 提前预测设备故障隐患, 还能从成本效益角度为运营决策提供科学依据。通过引入大数据分析优化新能源充电站运营, 不仅能提升站点利用率, 降低运营成本, 还能增强用户体验, 促进新能源汽车行业健康发展, 对缓解能源压力、推动绿色交通意义深远, 故而开展此项研究极具现实价值与紧迫性。

2 大数据技术基础

2.1 大数据分析工具与平台

大数据分析工具与平台是实现新能源充电站数据深度挖掘的关键支撑。Hadoop作为经典的分布式系统基础架构, 拥有高可靠性、高扩展性的特点, 能对海量数据进行分布式存储与处理, 其核心组件HDFS可将大规模数据存储多个节点, MapReduce则负责分布式计算, 完成复杂的数据处理任务。Spark是另一款重要工具, 基于内存计算, 相比Hadoop能更快速地迭代处理数据, 大大提升分析效率, 常用于实时数据分析场景。商业智能平台Tableau也发挥着重要作用, 它具备强大的数据可视化功能, 可将分析结果以直观易懂的图表、图形呈现, 帮助运营人员快速理解数据背后的含义, 做出明智决策^[1]。

2.2 数据采集与预处理方法

数据采集是获取新能源充电站运营数据的第一步, 涵盖多方面来源。从充电站设备端, 利用传感器实时采集充电功率、电压、电流等关键参数, 确保设备运行数据的完整性与准确性; 通过APP或小程序收集用户行为数据, 如充电时间偏好、充电时长、充电频率等。采集到的数据往往存在噪声、缺失值、异常值等问题, 需要进行预处理。针对噪声数据, 采用滤波算法去除干扰; 面对缺失值, 可根据数据特征选择均值填充、回归预测填充等方法; 对于异常值, 通过设定合理阈值进行识别与修正, 保障数据质量, 为后续分析提供可靠基础, 使基于这些数据得出的结论更具可信度与实用性。

2.3 数据存储与管理策略

新能源充电站产生的数据规模庞大且持续增长, 合理的数据存储与管理策略十分必要。在存储方面, 关系型数据库如MySQL适用于存储结构化程度高、数据格式相对固定的用户信息、设备台账等, 能借助其成熟的事务处理与数据一致性保障机制。而对于海量的非结构化与半结构化数据, 如设备日志、用户评论等, NoSQL数据库MongoDB凭借其灵活的数据模型与高扩展性优势得以广泛应用。为确保数据安全, 定期进行数据备份, 并采用加密技术对敏感数据加密。在管理层面, 建立数据生命周期管理机制, 根据数据的时效性、重要性对数据进行分类管理, 及时清理过期无用数据, 优化存储空间, 提升数据查询与调用效率, 支撑大数据分析工作流畅开展。

3 新能源充电站数据收集与整合

3.1 充电站设备数据采集要点

充电站设备数据是运营分析的基础。需重点采集充

电桩的运行状态，包括是否正常充电、待机、故障等，这些信息能直观反映设备工作情况，及时发现故障设备以便快速维修，避免影响用户使用。充电功率和电流、电压数据也至关重要，它们可用于分析充电效率，判断设备是否存在异常能耗，助力优化充电设备性能。同

时，记录设备的累计充电时长和次数，有助于评估设备的使用频率和寿命，为设备维护和更新提供依据。还要采集充电设备的环境数据，如温度、湿度等，因为环境因素对设备稳定性和寿命有显著影响，通过监测环境数据可采取相应防护措施，保障设备稳定运行^[2]。如图1所示：

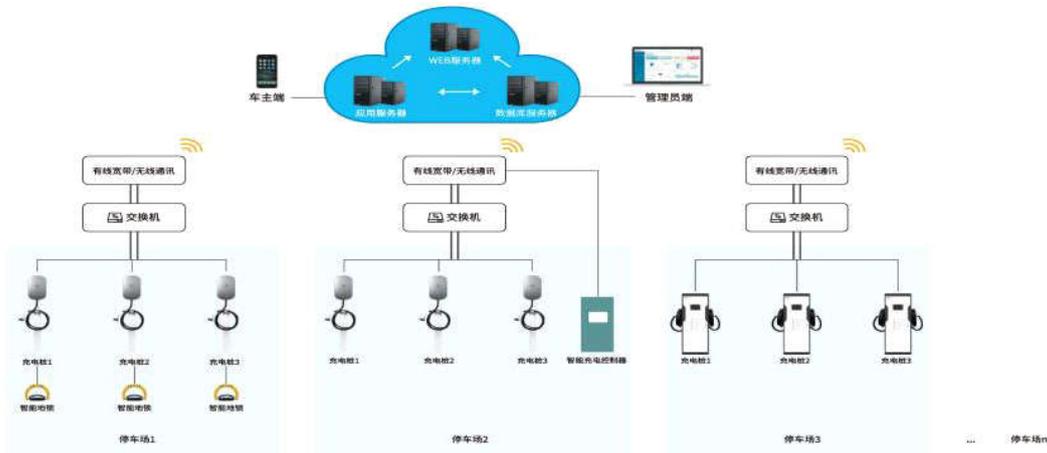


图1 新能源充电站系统架构图

3.2 用户行为数据收集维度

用户行为数据能为运营策略调整提供关键方向。收集用户的充电时间偏好，了解不同时间段的充电需求，比如工作日和周末、白天和夜晚的差异，便于合理安排运维人员和调整电价策略。记录用户的充电时长和充电量，分析用户的充电习惯和需求特点，判断是否存在充电高峰拥堵情况，以便优化充电资源分配。获取用户的支付方式和消费金额，能洞察用户的消费偏好和消费能力，有助于制定更有吸引力的优惠活动。另外，收集用户对充电站的评价和反馈，包括对充电设施、服务质量、环境等方面的意见，能针对性地改进服务，提升用户满意度和忠诚度^[3]。

3.3 多源数据整合与清洗方法

多源数据整合是发挥数据价值的关键。将充电站设备数据与用户行为数据等不同来源的数据进行整合，首先要统一数据格式和编码规则，使不同结构的数据能够相互兼容。通过建立数据映射关系，将不同数据源中相同含义的数据进行关联，确保数据的一致性和完整性。数据清洗则是去除噪声数据和错误数据的必要步骤。对于重复数据，采用查重算法进行识别和删除，避免冗余信息干扰分析。对于缺失数据，根据数据特点和分布规律，选择合适的方法进行填补，如均值填充、回归预测填充等。对于异常数据，通过设定合理的数据阈值进行检测和修正，保证数据质量，为后续基于大数据的分析和决策奠定坚实基础。

4 基于大数据的运营效率分析模型

4.1 充电需求预测模型构建

充电需求预测是优化新能源充电站运营的关键环节。构建该模型时，首先要全面收集影响充电需求的多源数据，包括历史充电记录、不同时段与季节的充电规律、周边区域新能源汽车保有量及增长趋势、天气状况等。利用时间序列分析方法，剖析历史充电数据随时间的变化趋势，捕捉周期性规律，比如工作日与周末、白天与夜间的需求差异。结合机器学习算法，如神经网络，将多维度影响因素作为输入，训练模型以精准预测未来不同时段的需求。通过不断优化模型参数，提高预测的准确性，为充电站合理规划充电资源、提前做好电力调配提供可靠依据，避免因电力供应不足或过剩造成的运营问题。

4.2 设备故障预测模型原理

设备稳定运行是充电站高效运营的基础，设备故障预测模型至关重要。其原理基于对充电设备运行数据的实时监测与分析，如电压、电流、功率等参数。利用数据分析技术提取设备运行的特征指标，当设备运行参数偏离正常范围时，结合设备历史故障数据与故障机理，运用关联规则挖掘算法，找出可能导致故障的关键因素及参数变化模式。例如，通过分析发现当充电设备某部件温度持续异常升高，且电流波动超出一定阈值时，可能预示着即将发生故障。运用机器学习中的决策树算法，对大量历史数据进行学习，构建故障预测模型，提

前预判设备故障风险,以便及时安排维护,减少设备故障带来的运营中断与经济损失^[4]。如图2所示:

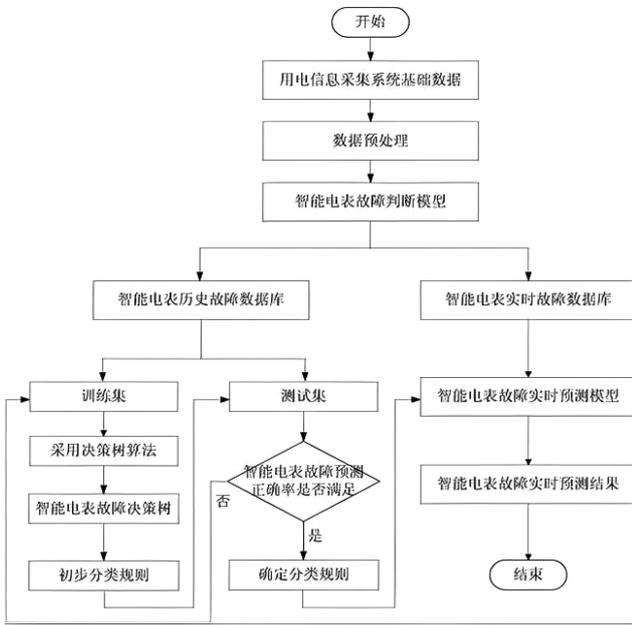


图2 智能电表故障预测流程图

4.3 成本效益分析模型搭建

搭建成本效益分析模型,为新能源充电站运营决策提供量化依据。成本包含建设(场地租赁、设备购置安装)与运营(电力采购、设备维护、人力等)成本;效益主要是依据充电需求预测的充电收入。运用净现值(NPV)、内部收益率(IRR)等财务分析指标,考量成本与效益的时间变化,评估运营方案经济可行性。该模型可对比不同规模、设备配置及运营策略下的成本效益,助于选出最优方案,实现资源高效利用,增强充电站盈利能力与可持续发展能力。

5 大数据驱动运营优化策略

5.1 站点布局与资源配置优化

借助大数据对城市交通流量、新能源汽车保有量分布、用户充电习惯等多维度数据的分析,能够精准识别充电需求的热点区域与潜在增长区域。在热点区域,合理增加充电站的数量与充电设备的投放密度,满足集中且高强度的充电需求;对于潜在增长区域,提前布局充电站,为未来的需求爆发做好准备。同时,根据不同时段的充电需求变化,动态调整充电设备的分配,避免设备闲置或供不应求的情况。例如,在商业区,重点保障夜间及周末的充电资源供给;在通勤路线,着重满足早晚高峰的充电需求,以此提升站点整体的服务能力与资源利用效率^[5]。

5.2 充电价格动态调整策略

运用大数据分析用户对充电价格的敏感度、不同时

段的充电需求弹性以及市场上的电价波动情况。在用电低谷期,适当降低充电价格,吸引更多用户错峰充电,既平衡电网负荷,又能提高充电站在低峰时段的利用率;在用电高峰期或充电需求旺盛时段,适度提高价格,以调节需求,缓解充电压力。此外,根据用户的充电频率、充电时长等消费行为数据,为长期稳定用户提供个性化的价格优惠套餐,增加用户粘性。通过实时动态的价格调整策略,实现充电站收益与用户满意度的双赢。

5.3 运维管理与服务提升措施

基于大数据建立的设备故障预测模型,提前预判充电设备可能出现的故障,制定预防性维护计划,减少设备突发故障带来的损失。同时,利用数据分析设备的使用频率、性能变化等情况,合理安排设备的检修与维护周期,延长设备使用寿命。在服务方面,通过收集用户的反馈数据,优化充电站的配套设施与服务流程。比如,根据用户对休息区环境、充电引导服务的评价,改进休息区设施,加强工作人员培训,提升用户在充电过程中的体验,塑造良好的品牌形象,吸引更多用户选择本充电站。

6 结语

本研究深入剖析大数据分析在优化新能源充电站运营效率中的应用,通过搭建多维度分析模型,提出系列创新策略。在数据收集与整合环节,全面汇聚设备与用户行为数据,为后续分析筑牢根基;构建的需求预测、故障预测及成本效益分析模型,精准洞察运营态势。基于此,实施站点布局优化、动态定价及运维服务升级等策略,显著提升了充电站运营效率与服务质量。展望未来,随着新能源汽车市场的持续扩张,大数据分析在充电站运营领域前景广阔。一方面,可进一步深挖数据价值,拓展应用场景,如探索与智能电网的深度融合;另一方面,不断优化算法,提升预测精度,为运营决策提供更有力的支撑。后续研究将聚焦于新技术引入,以及跨区域、跨平台数据协同,推动新能源充电站运营向智能化、精细化迈进。

参考文献

- [1]张楠,褚诚布.市政新能源充电运营管理平台的功能设计与优化研究[J].数码设计(电子版),2024(1):0028-0030.
- [2]梁延.新能源汽车充电基础设施优化布局与智能调度策略研究[J].汽车维修技师,2025(2):46-47.
- [3]易校石,祁宝川,易正俊.新能源电动汽车充电桩的优化选址[J].公路交通科技,2022,39(7):166-171+180.
- [4]黄实批.新能源汽车中的智能充电控制系统优化[J].集成电路应用,2023,40(7):334-335.
- [5]康丽萍,李海波.计算机大数据在新能源汽车领域中的应用[J].移动信息,2023,45(11):216-218.