

智能化监控系统在充电桩运营管理中的应用效果分析

欧阳拉丁

湖北交投科技发展有限公司 湖北 武汉 430000

【摘要】：新能源汽车保有量持续增长，充电桩运营规模不断扩大，传统人工巡检和分散管理方式难以及时掌握设备运行状态，易出现故障发现滞后、运维效率偏低、资源调度不均等问题。智能化监控系统通过实时采集充电状态、设备参数、故障信息和用电数据，构建设备监测、异常预警、远程处置、数据分析一体化管理模式。系统应用后，故障响应速度明显提升，人工巡检压力降低，充电桩运行稳定性增强，运营数据利用率提高，为充电桩精细化管理和服务质量提升提供技术支撑。

【关键词】：智能化监控系统；充电桩；运营管理；故障预警；远程运维

DOI:10.12417/2705-0998.26.09.076

引言

新能源汽车的快速普及使充电桩成为城市能源服务体系中的重要基础设施。充电需求增长后，充电桩分布范围更广、设备数量更多、运行状态更加复杂，单纯依靠人工巡查和事后维修，容易造成故障处理不及时、设备闲置率升高、用户等待时间延长等问题。智能化监控系统通过传感采集、通信传输、平台管理和数据分析，将分散的充电设备接入统一管理平台，使运营人员能够及时掌握设备状态、电量变化、异常信息和使用寿命。由此，充电桩运营管理从被动维修转向主动预警，从经验判断转向数据决策，为提升设备利用率、降低运维成本、改善用户体验奠定基础。

1 充电桩运营管理的运行需求

1.1 设备数量增长带来的管理压力

充电桩建设规模扩大后，设备分布呈现点多、线长、面广的特征，运营管理需要同时掌握不同区域、不同类型充电桩的运行状态、使用频率、故障信息和负荷变化。传统依靠人工巡查的方式难以及时覆盖全部设备，容易造成异常发现滞后、维修安排不精准、设备利用情况不清晰等问题。智能化监控系统需要承担集中接入、统一识别、动态跟踪和分级管理功能，通过平台化方式记录设备在线率、充电次数、空闲时段、故障类型等数据，使运营管理从分散处理转向集中管控。

1.2 充电服务稳定性的现实要求

充电服务稳定性直接关系到车辆补能效率和运营服务质量，设备断连、充电中断、接口异常、支付失败、功率波动等情况都会影响充电过程的连续性。充电桩运营管理需要对设备运行参数、电流电压变化、通信状态、订单状态和安全告警进行持续监测，减少故障扩大和服务中断时间^[1]。智能化监控系统通过实时预警、异常定位和远程处置机制，将设备故障从事后维修转为过程干预，使平台能够及时识别异常节点，推动运维响应更加精准，保障充电服务保持稳定运行。

1.3 运营数据精细化利用需求

充电桩运营不仅需要关注设备是否可用，还需要分析设备

利用率、峰谷用电变化、用户充电时段、站点负荷水平和运维投入产出情况。缺少数据支撑时，容易出现部分站点排队拥堵、部分设备长期闲置、维护计划缺乏依据等问题。智能化监控系统能够对充电订单、能耗数据、故障记录、站点客流和设备运行效率进行分类汇集，形成可视化分析结果，为设备调度、容量配置、检修计划和运营策略优化提供依据，推动充电桩管理向绿色低碳、集约高效、数字协同方向发展。

2 传统管理模式中的主要短板

2.1 人工巡检效率偏低

人工巡检依赖定期巡查和现场检查，面对数量庞大、分布广泛的充电桩网络，巡检频率和覆盖范围难以保证，导致大量设备在异常发生前无法被发现。人工方式对设备状态的记录不够精确，数据更新滞后，信息孤岛现象严重，使得管理决策缺乏实时依据。同时，人工巡检受限于人员配置、工作时间和现场条件，无法实现全天候、连续监控，运营效率低下，管理成本上升，尤其在设备故障率增加和高峰使用期，难以快速响应，影响充电服务的稳定性和用户满意度。

2.2 故障发现存在滞后

传统管理模式中，设备故障主要依赖用户反馈或定期巡检发现，存在信息滞后和响应延迟问题。故障类型复杂，包括接口异常、通信中断、电流电压异常等，一旦问题未能及时发现，容易扩散引发连锁影响，如充电中断、排队延长、功率不稳等。缺乏实时监控和异常分析手段，使故障定位耗时长，维修计划难以精准安排，运维资源浪费严重^[2]。管理模式被动，无法在故障初期进行干预，导致系统整体可靠性下降，用户体验受损。

2.3 设备调度缺少数据支撑

充电桩资源分布和使用需求高度动态化，传统调度依赖经验和人工统计，无法实时掌握各站点设备负荷、用户排队情况和能耗分布，导致部分设备过度使用而部分设备闲置，效率低下。缺乏数据驱动的调度分析，运维计划难以优化，能源分配与负荷管理不精准。无法结合运行数据进行预测和智能分配，使调度策略缺乏科学依据，影响系统整体利用率和运营效益，

难以满足快速增长的充电需求和高峰时段负荷波动的管理要求。

3 智能化监控系统的应用路径

3.1 实时采集设备运行数据

智能化监控系统通过传感器和通信网络对充电桩的电压、电流、功率、温度、充电状态及通信链路进行连续采集，形成高频、全覆盖的运行数据流。数据采集不仅包括设备本体运行参数，还覆盖用户充电行为、订单状态、站点负荷和能耗分布等信息，为运营管理提供全维度监控基础。系统通过统一数据接口将各类异构信息接入平台，实现标准化处理、分类存储和动态更新，保证数据完整性和实时性。基于实时数据，平台能够分析设备负荷波动、使用频率、异常行为模式，为后续故障预警、远程运维和负荷优化提供精确依据。同时，通过数据可视化和智能报表，运营管理能够及时识别高风险设备或区域，实现从被动记录向主动监控转变，提高管理精度和响应效率。

3.2 建立异常预警处理机制

异常预警机制依托实时采集的数据和规则引擎对设备运行状态进行智能分析，能够在异常初期触发告警。系统针对接口故障、通信中断、电流电压异常、设备过载及安全隐患等多维指标设置阈值和条件逻辑，通过多级告警方式进行分层处理，区分轻微异常与重大故障，实现重点设备优先关注。告警信息能够及时发送至运维管理平台，支持异常定位和原因分析，结合历史数据进行趋势预测，评估潜在风险发展路径^[3]。机制还可与运维策略联动，自动生成巡检计划和处置方案，确保设备异常能够在最短时间内被响应。通过智能化分析和预警触发，运营管理可以提前干预潜在问题，将故障影响降至最低，保证充电服务的连续性和稳定性，同时优化运维资源分配。

3.3 完善远程运维管理流程

远程运维管理通过监控平台对设备进行集中调度、远程诊断、软件升级和故障处置，实现运维活动从现场依赖向数据驱动转型。系统能够根据实时采集的设备数据和预警信息，快速识别故障类型、定位异常节点，并通过远程控制或指导现场操作完成维修或重启操作。远程管理还包括运维任务分配、工作流程追踪、绩效考核和数据归档等功能，实现运维过程的可视化和可追溯性。智能调度模块根据设备使用情况、站点负荷及运维优先级优化巡检路线和任务分配，减少无效作业和人力浪费。远程运维的实施提高了设备恢复速度，缩短停机时间，提升系统整体可靠性，同时通过数字化记录和分析为后续优化策略提供数据支撑，实现充电桩管理的高效、智能和精细化。

4 智能化监控系统的成效呈现

4.1 提升故障响应速度

智能化监控系统投入应用后，充电桩故障处理由被动接收

转向主动识别，平台能够依据电压、电流、温度、通信状态、订单异常等数据变化，快速判断设备是否处于异常运行状态。故障信息生成后，可同步显示设备编号、站点位置、异常类型、发生时间和影响范围，减少人工排查环节中的重复确认。运维流程可根据故障等级自动排序，优先处理影响充电安全和服务连续性的关键问题。对于通信掉线、模块异常、接口失效等情况，平台可先进行远程诊断，区分软件异常、网络异常和硬件损坏，避免盲目派单。故障定位更加精准后，维修人员到场前即可掌握处置重点，缩短停机时间，提高设备恢复效率。

4.2 降低运营维护成本

智能化监控系统通过数据集中管理和远程诊断功能，减少高频次、低效率的人工巡检投入，使运维资源从全面覆盖转向重点处置。平台可依据设备运行时长、故障频次、负荷水平和环境参数，识别高风险设备，形成差异化维护计划，避免固定周期巡检造成的人力浪费^[4]。远程重启、参数校准、程序升级和状态核验等操作可在线完成，降低现场维修次数和交通调度成本。故障工单、维修记录、备件使用和处理结果形成闭环数据，为备件采购、人员排班和站点维护预算提供依据。绿色低碳理念下，精细化运维能够减少无效出行和重复作业，提高设备全生命周期管理水平。

4.3 改善用户充电体验

智能化监控系统能够提升充电服务的连续性和可用性，减少因设备故障、通信中断、支付异常和功率不稳造成的充电失败。平台通过实时掌握设备空闲状态、充电进度和站点负荷情况，提高充电资源匹配效率，降低无效等待和重复寻找设备的概率。设备状态信息更加透明后，充电过程中的异常提示、订单处理和故障反馈更具时效性，用户能够获得更稳定的补能服务。系统还可依据充电高峰、使用频率和故障记录优化站点管理，提升热门区域设备保障能力。数字化服务理念融入运营管理后，充电桩不再只是单一补能终端，而是形成稳定、安全、便捷的能源服务入口。

5 充电桩运营管理的优化策略

5.1 强化平台数据整合能力

平台数据整合应以充电桩全生命周期管理为核心，将设备运行数据、订单交易数据、能耗数据、故障记录、维护工单、站点负荷和用户反馈纳入统一数据体系，避免信息分散造成管理判断失准。数据接入环节需要建立标准化接口和统一编码规则，对不同品牌、不同型号、不同通信协议的充电桩进行兼容处理，保证数据来源清晰、格式一致、更新及时。平台还应加强数据清洗、分类标识和动态校验，过滤重复数据、异常数据和无效数据，提高运营分析结果的准确性。基于数据整合结果，可建设备健康画像、站点运营画像和负荷变化模型，支持故障趋势判断、容量配置优化和高峰时段调度。绿色低碳发展理

念下,数据平台还应联动电网负荷、峰谷电价和能源消耗指标,推动充电桩运营从单点管理转向站网协同管理,提升资源配置效率和能源利用质量。

5.2 细化设备分级管理标准

设备分级管理应根据运行状态、使用频率、故障次数、服务位置、负荷强度和安全风险建立多维评价标准,避免所有设备采用相同维护频率和管理方式。高负荷设备应重点监测功率变化、温度状态、接口磨损和通信稳定性,配置更高频次的数据核验和预防性维护;低利用率设备应重点分析站点位置、充电需求、价格策略和设备可见性,推动资源重新配置和运营策略调整;频繁故障设备应建立专项档案,持续追踪故障类型、维修记录和备件更换情况,判断是否需要技术改造或更新替换^[5]。分级管理还应与智能化监控系统联动,通过平台自动识别设备等级变化,使维护计划能够根据实时运行情况动态调整。精细化分级标准能够减少平均化管理带来的资源浪费,提高重点设备保障能力,增强充电桩运营管理的精准性和可持续性。

5.3 完善运维考核评价机制

运维考核评价机制应从单纯考核维修次数转向考核响应速度、故障修复质量、设备恢复时长、重复故障率、工单闭环

率和用户反馈结果。智能化监控系统可对告警生成、任务派发、现场处理、远程处置、结果核验等环节进行全过程记录,形成可追溯的运维评价数据。考核指标设置需要区分故障等级和设备类型,对安全类故障、服务中断类故障和一般提示类异常采用不同评价标准,避免简单以数量衡量运维水平。评价机制还应结合设备健康状态和站点运营表现,分析运维措施是否真正降低故障发生率、提高在线率和改善充电成功率。对于高频问题,应将考核结果反向用于技术优化、人员培训和备件管理,形成问题识别、责任落实、整改反馈、结果复核的闭环流程。数字化考核能够提升运维管理透明度,推动充电桩运营向规范化、精细化和高效率方向发展。

6 结语

智能化监控系统的实施促进了充电桩运营管理从离散运维向整体智能管控转型,基于实时运行数据的动态分析能力,使异常状态能够被快速识别并响应,有效提升设备稳定性和服务连续性。通过数据驱动的精细化管理策略,设备维护资源得以合理分配,运维效率显著提升。优化后的管理流程和评价机制为充电桩基础设施运营提供了持续改进路径,推动充电网络运营向高效、安全与可持续方向发展。

参考文献:

- [1] 李杏丽,刘东旭,顾冰凌,宁静.基于 NB-IoT 技术的一种新电动汽车充电桩智能系统[J].粘接,2025,52(3):146-149.
- [2] 杨甜甜,何柳,刘予涵,崔耀丹,李法勇.物联网架构下的 STM32 智能充电桩实时监控与管理[J].汽车电器,2025(12):45-47.
- [3] 贾平胜,杨立仁,李慧,靳晓宁,薛德志,余小莉.基于智能监控的新能源充电场站管理系统[J].江苏通信,2025,41(3):88-92.
- [4] 王亮.基于物联网技术的输变电路智能化监控系统设计[J].家电维修,2025(1):74-76.
- [5] 李祥力.发电厂电气自动化与计算机智能化监控系统的设计与实现[J].自动化应用,2025,66(14):274-277.