

# 基于负荷预测的电网用电检查管理研究

牛惠岭 刘 卿

内蒙古电力(集团)有限责任公司乌兰察布供电分公司 内蒙古 乌兰察布 012100

**摘要:** 电网用电检查管理对保障供电安全与稳定意义重大。传统模式依赖人工经验,存在效率低、精度差等问题。本文基于负荷预测技术,构建用电检查管理新模式,遵循动态、精准、高效原则,涵盖预测驱动的检查计划制定、风险评估预警及智能化检查工具应用。通过技术、管理、人员层面实施路径推动落地,并提出数据驱动决策、协同合作及持续改进等优化策略,为提升电网用电检查管理水平提供新思路。

**关键词:** 负荷预测; 电网用电检查; 管理新模式; 协同合作; 持续改进

引言: 随着电网规模扩大与用户需求多元化,传统用电检查管理模式面临诸多挑战。人工巡检与定期抽查依赖经验,难以适应负荷动态变化,数据利用率低、技术适应性不足、资源分配不合理等问题凸显。负荷预测技术能够提前掌握负荷变化趋势,为用电检查管理提供科学依据。将负荷预测引入用电检查领域,构建新模式,可提升检查效率与精度,优化资源配置,对保障电网安全稳定运行具有重要现实意义。

## 1 负荷预测技术基础

### 1.1 负荷预测方法概述

负荷预测依据预测周期长短可分为短期、中期与长期预测方法。短期负荷预测通常聚焦未来数小时至数天的负荷情况,对电网的实时调度与运行控制意义重大,能为发电计划的动态调整、备用容量的合理配置提供关键依据<sup>[1]</sup>。中期负荷预测一般涵盖数周至数月,主要服务于电网的检修计划安排、燃料采购规划等工作,助力电网在较长时间维度上保持稳定运行。长期负荷预测着眼于数年甚至数十年后的负荷走向,为电网的长期规划、电源布局以及基础设施建设等战略决策提供前瞻性指引。从技术手段划分,负荷预测方法包含统计方法、机器学习方法与混合预测方法。统计方法基于历史数据,运用数学统计模型挖掘负荷变化规律,如时间序列分析法,通过对历史负荷数据的时间序列分析,建立数学模型来预测未来负荷。机器学习方法借助计算机算法从海量数据中自动学习负荷特征与规律,像神经网络算法,能处理复杂的非线性关系,对负荷变化进行精准模拟与预测。混合预测方法则综合统计方法与机器学习方法的优势,将不同方法的预测结果进行融合,进一步提升预测的准确性与可靠性。

### 1.2 负荷预测的关键要素

历史数据收集与处理是预测的基石,需涵盖负荷时

序数据、气象数据、经济指标等多维度信息,通过缺失值填补、异常值修正、数据归一化等预处理步骤,消除噪声干扰,提升数据质量。影响因素分析需识别关键驱动因子,气候因素中温度、湿度对居民用电影响显著,经济指标如GDP增速、工业产值反映产业用电需求,节假日、重大活动等社会事件则引发负荷短期波动,需构建动态影响权重模型。预测模型构建需根据数据特性选择方法,统计模型依赖参数估计,机器学习模型需调整超参数,通过交叉验证、网格搜索等技术优化模型结构,避免过拟合或欠拟合。

### 1.3 负荷预测的精度与可靠性

预测误差源于数据噪声、模型局限性与外部冲击。数据噪声包括测量误差、异常事件干扰,模型局限性体现为线性假设对非线性关系的拟合不足,外部冲击如极端天气、政策调整难以提前量化。提高预测精度需从数据、模型、算法三方面协同优化:数据层面强化多源数据融合,引入社交媒体、物联网等新兴数据源;模型层面采用集成学习、迁移学习等技术提升泛化能力;算法层面开发自适应修正机制,实时反馈预测偏差并动态调整模型参数,形成闭环优化体系。

## 2 电网用电检查管理现状分析

### 2.1 传统用电检查管理模式

#### 2.1.1 检查内容与流程

传统用电检查管理以人工巡检与定期抽查为核心,检查内容聚焦设备状态监测、窃电行为排查与用户用电合规性审核<sup>[2]</sup>。流程上,电力公司按区域划分检查单元,制定年度巡检计划,由检查人员携带专业仪器赴现场开展工作,记录设备运行参数、用户用电数据,对异常情况开具整改通知单并跟踪处理。这种模式依赖人工经验判断,检查周期固定,难以适应负荷动态变化需求。例如,设备过载风险常因负荷突增而未被及时识别,窃电

行为排查依赖现场痕迹比对,对隐蔽性违规手段检测效率低下。此外,数据记录以纸质或局部电子化形式存在,信息共享滞后,跨部门协同处理异常事件的响应速度受限。

### 2.1.2 存在的问题与挑战

传统模式面临多重挑战。数据层面,人工采集存在主观性偏差,历史数据利用率低,难以支撑趋势分析与风险预警;技术层面,检查工具功能单一,对复杂电网结构的适应性不足,如分布式能源接入后,传统检查方法无法有效识别反向供电等新型异常;管理层面,检查资源分配依赖经验决策,重点区域与薄弱环节的覆盖均衡性难以保障,且检查过程缺乏实时监督,结果可追溯性较弱。随着电网规模扩大与用户需求多元化,传统模式在效率、精度与覆盖范围上的局限性日益凸显,亟需向智能化、动态化方向转型。

## 2.2 负荷预测在用电检查中的应用现状

### 2.2.1 现有应用案例的局限性

负荷预测技术虽已逐步引入用电检查领域,但应用深度与广度仍显不足。现有实践多集中于将预测结果作为辅助参考,例如根据短期负荷预测调整巡检路线,优先检查负荷峰值区域的设备;或基于中长期预测制定设备检修周期,避免在负荷高峰期安排计划性停运。然而,这种应用方式存在显著局限性:预测结果与检查策略的联动机制松散,多依赖人工经验手动调整,未形成自动化决策闭环;预测数据维度单一,仅关注负荷量值,忽视波动率、峰谷差等特征指标对设备健康状态的影响,导致风险识别片面化。

### 2.2.2 负荷预测与用电检查结合的难点

负荷预测与用电检查的深度融合面临多重难点。技术层面,负荷预测模型多针对整体电网设计,对局部区域或特定用户类型的适配性不足,检查所需的高分辨率预测数据难以获取;数据层面,用电检查涉及设备参数、用户行为等多源异构数据,与负荷预测所需的气象、经济等外部数据存在语义鸿沟,整合难度大;管理层面,预测部门与检查部门职能分离,数据流通与业务协同机制不完善,预测结果的应用价值常因部门壁垒而衰减。此外,现有考核体系侧重检查执行率,对预测驱动的检查效率提升缺乏量化评估,进一步制约了技术融合的主动性。

## 3 基于负荷预测的用电检查管理新模式

### 3.1 模式构建原则

用电检查管理新模式的构建,需遵循动态性、精准性与高效性三大核心原则。动态性原则强调依据负荷预

测结果灵活调整检查计划<sup>[3]</sup>。电网负荷受多种因素影响,呈现出动态变化特征,通过实时获取负荷预测数据,能够及时掌握负荷变化趋势,进而动态规划检查工作,确保检查工作与实际负荷情况紧密契合。精准性原则要求针对高风险区域和时段强化检查力度。借助负荷预测技术,可精准识别负荷异常波动区域以及用电高峰时段,将这些区域和时段确定为高风险范畴,集中资源开展重点检查,有效提升检查的针对性和有效性。高效性原则注重优化资源配置,减少无效检查。依据负荷预测信息,合理分配检查人员、设备等资源,避免资源浪费,使每一项检查工作都能发挥最大价值,切实提高用电检查整体效率。

### 3.2 新模式的具体内容

负荷预测驱动的检查计划制定以数据为决策核心。系统每日接收超短期负荷预测结果,结合设备实时运行数据,通过机器学习算法计算各区域设备过载概率,按风险等级生成检查任务清单。对风险值超过阈值的区域,自动触发加急检查流程,缩短任务分配与执行间隔;对低风险区域,则延长检查周期,实现资源弹性调配。风险评估与预警机制融合多源数据构建预警网络。将负荷预测结果与气象数据、用户用电行为模式、设备历史故障记录等关联分析,利用贝叶斯网络或随机森林模型计算用电风险概率。当某区域负荷预测值持续接近设备容量上限,且历史数据显示该时段故障率高发时,系统自动生成红色预警,推送至检查人员移动终端,并同步启动备用电源调度预案。智能化检查工具与手段依托技术赋能提升检查效能。开发集成负荷预测模块的智能电表,可实时监测用户侧负荷曲线,通过边缘计算识别异常用电模式,如窃电行为或设备故障导致的负荷突变。结合无人机巡检与红外热成像技术,对高负荷线路进行非接触式检测,快速定位过热隐患。所有检查数据自动上传至云端平台,通过数字孪生技术还原电网运行场景,为决策提供可视化支撑。

### 3.3 新模式的实施路径

技术层面需突破负荷预测与用电检查系统的数据壁垒。构建统一数据中台,实现负荷预测系统、设备管理系统、用户信息系统的互通。研发适用于局部电网的高精度预测模型,结合深度学习与物理约束方法,提升对分布式能源、电动汽车充电负荷等新型负荷的预测能力。同时,开发检查任务智能分配算法,根据预测结果动态优化人员与设备调度。管理层面应重构用电检查制度与流程。制定基于风险等级的检查标准,明确不同风险区域对应的检查频次、工具与验收标准。建立预测

结果应用考核机制,将负荷预测准确率与检查效率提升指标纳入部门绩效评估。完善跨部门协作流程,确保预测部门、检查部门与调度部门在风险预警、资源调配等环节的信息同步与行动协同。人员层面要推动检查队伍能力升级。开展负荷预测技术、数据分析工具与智能设备操作培训,提升检查人员对预测结果解读与风险研判能力。建立“技术专家+一线检查员”的协同机制,由数据科学家提供模型支持,检查员反馈现场实际需求,形成技术迭代闭环。鼓励检查人员参与预测模型优化,将现场经验转化为算法改进的实践智慧。

#### 4 新模式下的用电检查管理优化策略

##### 4.1 数据驱动的决策支持

新模式下用电检查管理需以数据为决策基石。构建覆盖负荷预测、设备状态、用户行为等多维度的数据仓库,通过数据清洗、转换与集成技术,消除多源数据的语义差异与格式冲突,形成结构化、标准化的数据资产。例如,将气象部门提供的温度、湿度数据与电网历史负荷数据关联,挖掘气候因素对用电模式的量化影响;整合用户缴费记录、投诉信息等非结构化数据,完善用户信用画像,为差异化检查策略提供依据<sup>[4]</sup>。数据分析技术是决策支持的核心引擎。运用机器学习算法对历史检查数据与负荷预测结果进行关联分析,识别影响设备故障的关键因素,构建故障预测模型。当某区域负荷预测值持续偏离历史均值,且设备运行参数接近阈值时,系统自动生成检查建议,辅助管理人员制定针对性方案。同时,通过可视化技术将复杂数据转化为直观图表,如负荷热力图、风险趋势曲线等,帮助决策者快速捕捉关键信息,提升决策效率与准确性。

##### 4.2 协同合作机制的建立

用电检查管理涉及多领域知识,需打破部门壁垒构建协同网络。与气象部门建立数据共享机制,实时获取极端天气预警信息,结合负荷预测结果评估电网承压能力,提前调整检查资源部署。例如,台风预警发布后,系统自动标记沿海高风险区域,增加杆塔巡检频次,防范倒杆断线事故。与经济部门合作获取区域产业规划数据,预测用电需求增长趋势,为电网扩容与设备升级提供前瞻性指导。电网内部协同是保障新模式高效运行的关键。建立跨部门的预测-检查联动机制,将负荷预测团队、设备运维部门与检查人员纳入统一平台,实现信息

实时流通。预测部门发现某区域负荷突增风险后,直接推送任务至检查人员移动终端,同步通知运维部门准备备用设备,形成“预测-预警-处置”闭环。通过定期召开跨部门协调会,复盘检查过程中暴露的数据延迟、职责模糊等问题,持续优化协同流程。

##### 4.3 持续改进与反馈机制

新模式的效能提升依赖闭环优化体系。制定量化评估指标体系,从检查覆盖率、故障发现率、资源利用率等维度定期评估模式运行效果。通过对比预测结果与实际负荷偏差,分析模型适应性;通过统计检查任务完成时效,评估流程合理性。将评估结果以可视化报告形式呈现,为管理层提供改进方向。建立双向反馈通道确保优化措施落地。一线检查人员可通过移动终端实时上报数据质量问题、模型误判案例等现场反馈,技术团队据此调整预测算法参数或完善数据清洗规则。管理层根据评估报告制定改进计划,如优化检查路线算法、升级智能检测设备等,并将执行情况纳入部门绩效考核,形成“评估-反馈-改进”的良性循环,推动用电检查管理向智能化、精细化方向持续演进。

#### 结束语

基于负荷预测的电网用电检查管理新模式,通过融合负荷预测技术与智能化管理手段,实现了检查计划的动态调整、风险的精准预警以及资源的优化配置。数据驱动的决策支持、协同合作机制的建立以及持续改进与反馈机制,共同构成了新模式运行的保障体系。该模式有效提升了用电检查管理的效率与质量,增强了电网应对负荷变化的能力。后续需进一步深化技术融合,完善管理机制,推动用电检查管理向更高水平的智能化、精细化方向发展。

#### 参考文献

- [1]鲍晓炜.基于负荷预测的电网用电检查管理研究[J].技术与市场,2024,31(7):73-76.
- [2]刘晶.负荷预测技术下的电网用电检查管理系统设计研究[J].电气技术与经济,2025(11):277-279.
- [3]王欢欢.智能化用电检查技术在电力系统中的应用研究[J].电力设备管理,2026(1):99-101.
- [4]王元甫,武伊娴.基于智能技术的国网用电检查管理系统[J].电气技术与经济,2025(8):279-281.