

来使用,把UWB定位与监测点位进行绑定,构建塔机力矩实时仪表、风速剖面曲线、模板位移趋势与危险区域热区的多视角大屏,并把事件时间线、处置闭环与指标回溯展示给施工技术、监理与安全管理三类角色。结合项目布点与作业节律,系统把阈值、权重与告警策略按楼层与时段进行动态迭代,同时把设备证书、链路加密与访问控制纳入运维侧的基线配置,以在高差大、工序交叉与临时支撑参与受力的语境下维持稳定的预警输出^[4]。

4 高层住宅结构施工安全风险防控机制的效果评估

4.1 防控机制的实践应用

鉴于南京市雨花台区30层剪力墙住宅项目存在高差大与工序交叉等制约,本研究把智能预警技术嵌入施工组织,建立由预警触发、应急响应、措施整改与效果跟踪构成的闭环防控机制,并在项目全周期开展应用。

在预警触发环节,系统把4个维度指标经集成模型映射为分级处置,规则引擎生成任务单与控制边界,告警并行推送至施工单位项目经理部、监理驻场机构与建设单位项目代表;应急响应由施工单位现场总指挥统筹,安全管理部下达停吊停泵,设备组联动塔机联锁与泵压卸载,工长完成人员撤离,监理签发暂停令,建设单位协调外部支援。

措施整改环节由施工技术负责人联合结构工程师开展成因分析与方案设计,围绕模板支撑加密、外脚手架连墙件补强与泵送节奏调整提出措施,安全管理部把方案拆解为作业票与清单,设备组完成维保校准,监理审查合规性后出具

实施意见,建设单位对涉及变更的资源与资金进行确认。

效果跟踪环节把关键指标在连续2至3个监测窗口内复核,系统输出恢复趋势与退出建议,监理复验并签署意见,施工单位提交复工申请,建设单位组织三方会商形成闭环纪要;机制同步设定响应时限与角色SLA,确认不超过1min、控制不超过5min、报审不超过30min,并把处置记录与监测曲线写入风险台账以供阈值校准与权重迭代^[5]。

4.2 防控效果的量化评估

鉴于南京市雨花台区30层剪力墙住宅项目在2025年4至8月形成连续可观测数据,本研究把量化评估建立在统一统计口径之上,按基线期与应用期划分时段,对系统告警与监理签发、塔机黑匣子和泵送日志开展逐条核对,以降低标签偏差。预警准确率定义为告警与事件一致性的占比,事故发生率以5min监测窗口为统计单位并按有效窗口归一化,隐患整改完成率以规则引擎生成任务单的闭环占比表征,同时在台风预警日与夜间浇筑进行分层,以控制环境与工序强干扰。表1对比表明,三项指标在应用期均呈提升或下降的明显变化,分别对应风险识别正确性增强、事件端发生频度降低以及处置端闭环效率提高。由此推导,权重迭代与阈值迁移把14层及以上楼层的外脚手架与塔机吊装场景置于更高敏感等级,使提前干预成为可能;SLA约束与任务单闭环追踪把停吊、减载、延迟拆模与加固复核固化为规则后,跨角色协同被显著加速。为排除作业量波动干扰,本研究引入工时标准化与楼层分带复核,结论在各分层下保持稳定,同时对异常高风与集中浇筑时段开展敏感性分析,指标变化方向未出现逆转,误报抑制比呈下降趋势。

表1 雨花台区30层剪力墙住宅项目防控机制实施前后效果对比表

指标	统计口径	实施前	实施后	变化幅度
风险预警准确率	告警与事件一致性占比,经人工复核	75%	92%	+17.0个百分点
事故发生率	以5min监测窗口为单位并按有效窗口归一化	1.2%	0.3%	-0.9个百分点
隐患整改完成率	规则引擎任务单闭环占比	80%	98%	+18.0个百分点

5 结语

现场4个月连续运行表明,只要把风险识别锚定于工序与时段,把预警指标嵌入多源异步数据流,并通过规则引擎将模型输出映射为停吊、减载、加固等具体动作,高层住宅施工安全即可从“事后整改”转为“事前干预”。研究形成的四维指标库、集成模型与闭环处置流程,已随项目楼层升高与台风过境完成两轮权重自迭代,验证了其环境鲁棒性与场景可迁移性。未来将在装配式高层、超高层及城市更新项目中进一步验证模型跨结构体系适用性,并探索数字孪生驱动的反向优化,实现安全、质量与进度的多目标动态平衡。

参考文献

- [1] 周传均.基于计算机视觉的建筑施工危险前兆信息识别研究[J].智能城市,2025,(11):157-160.
- [2] 回硕,孙莉萍,于全月,杨铭扬.建筑施工高处坠落事故成因及人工智能安全防控技术研究进展[J].工业安全与环保,
- [3] 曾大林,肖方正,姜志超,张海洋.数据驱动下建筑施工安全隐患关联分析与预警策略[J].中国安全科学学报,2025,35(05):56-63.
- [4] 马超.高层建筑消防安全管理系统设计[J].今日消防,2025,10(04):80-82.
- [5] 姚鹏.基于物联网多源数据融合的施工机械潜在碰撞风险预警[J].物联网技术,2025,15(13):53-55.

Research on Smart Planning of Distribution Projects and Lean Management of Materials under the Goal of Improving the Efficiency of Power System

Junhe Yang Chunyu Zhou

Changchun Shuangyang District Power Supply Company of Jilin Provincial Electric Power Company, Changchun, Jilin, 130600, China

Abstract

Under the goal of improving the efficiency of the power system, distribution projects need to achieve systematic optimization of planning mode and material management method. This research focuses on the two main lines of smart planning and lean management, builds a smart planning implementation framework including data-driven demand forecasting, grid-based layout and multi-scenario adaptability strategies, designs a lean management system for materials covering the entire process of demand planning, procurement storage, and on-site distribution, deeply analyzes the collaborative mechanism of planning and material management, proposes an integrated management platform concept, and clarifies the implementation path from the aspects of organization, personnel, and digital foundation, in order to provide support for improving the efficiency and resource utilization level of distribution project construction.

Keywords

Distribution Project; Smart Planning; Lean Management; Collaborative Mechanism

电力系统提质增效目标下配电工程智慧规划与物资精益化管理研究

杨竣贺 周春羽

国网吉林省电力有限公司长春市双阳区供电公司, 中国·吉林 长春 130600

摘要

在电力系统提质增效目标下, 配电工程需实现规划模式与物资管理方式的系统性优化。本研究围绕智慧规划与精益化管理两条主线, 构建包含数据驱动需求预测、网格化布局与多场景适应性策略的智慧规划实施框架, 设计覆盖需求计划、采购仓储、现场配送全过程的物资精益化管理体系, 深入分析规划与物资管理的协同机制, 提出一体化管理平台构想, 并从组织、人才、数字化基础等方面明确实施路径, 以期提升配电工程建设效率与资源利用水平提供支撑。

关键词

配电工程; 智慧规划; 精益化管理; 协同机制

1 引言

随着经济社会的快速发展, 人们在生活水平不断提升的同时, 对电力资源也提出了更高的要求。在“双碳”目标与新型电力系统建设的双重驱动下, 电力系统提质增效已成为行业发展的核心命题。配电工程作为连接主网与用户的关键环节, 其规划建设与物资管理水平直接决定了系统运行效率与投资效益。面对日益复杂的负荷需求与精细化运营要求, 传统管理模式难以兼顾前瞻性与经济性。在此背景下,

探索以数据为驱动的配电工程智慧规划, 并构建全过程精益化物资管理体系, 成为实现资源高效配置、保障电力系统提质增效目标的现实路径。

2 配电工程智慧规划的理论基础与实施框架

2.1 智慧规划的内涵与特征

智慧规划是将数字化、网络化与智能化技术融入配电工程规划全过程的新型范式, 其演进体现为从经验驱动向数据驱动、从静态蓝图向动态迭代的转变。传统规划依赖设计人员经验与局部统计数据, 成果长期沿用, 调整周期长、响应速度慢; 智慧规划则以系统思维为引领, 依托高精度电网模型与实时运行数据, 实现方案与电网实际状态的精准映

【作者简介】杨竣贺(1993—), 男, 中国辽宁鞍山人, 本科, 初级电力工程师。

射 [1]。二者区别体现在三个维度：决策依据上，智慧规划建立在全样本数据分析与仿真推演之上；规划形态上，具备持续感知、动态优化与滚动调整能力；价值取向上，更注重全生命周期效益最优与系统整体效能的协同提升。

2.2 配电工程智慧规划的核心要素

配电工程智慧规划的核心要素体现为数据驱动、空间优化与场景适应三者的有机统一。作为智慧规划起点的数据驱动的需求精准预测，依托多元数据融合与算法模型，实现对负荷增长趋势、分布式电源接入、电动汽车充电需求等关键变量的精细化研判，显著提升预测准确度与响应灵敏度。网格化布局与差异化配置作为智慧规划的空间实现路径，通过将供电区域划分成若干相对独立的网格单元，依据各网格的功能定位、负荷特性与发展潜力，制定差异化的网架结构与设备选型方案，既避免了传统规划中“一刀切”的粗放模式，又为后续建设与运维提供了清晰边界 [2]。多场景适应性规划策略作为智慧规划应对不确定性的关键手段，针对政策调整、技术变革、用户行为变化等外部扰动，构建多套备选方案并进行仿真比选，使规划成果具备较强的前瞻性与韧性。上述核心要素相互支撑、层层递进，共同构成智慧规划区别于传统规划的本质特征。

2.3 智慧规划的技术支撑体系

智慧规划的技术支撑体系涵盖三个相互关联的层面。地理信息系统与数字孪生技术构建起电网规划的数字底座，实现物理电网与虚拟模型的双向映射与实时交互，为规划方案的仿真验证提供可视化平台。大数据分析辅助决策机制整合多源异构数据，通过机器学习与模式识别方法提取规划关键参数，形成具有自学习能力的辅助决策工具。规划方案动态评估与迭代优化贯穿规划全过程，建立涵盖技术经济、供电可靠性、运行效率等多维度的评估指标体系，依托仿真推演实现方案的持续修正与滚动更新。上述技术相互协同，共同构成智慧规划从数据采集、分析决策到方案优化的完整技术闭环 [3]。

3 配电物资精益化管理的关键环节与模式构建

3.1 精益化管理理论在物资管理中的应用

精益思想所蕴含的核心原则聚焦于消除浪费、推动持续改进以及实现价值流优化。在物资管理范畴内，这一理念具体展现为以精准契合供需关系为根本目标，通过对物资流通过程中冗余环节、过量库存、等待时间等各类非增值活动的识别与剔除，进而实现资源投入与产出效益之间的最优配置。当前配电物资管理所面临的问题与挑战呈现出较为显著的特征：一方面，由于需求预测的准确性不足，致使计划安排与施工进度脱节，物资积压与短缺并存；另一方面，鉴于物资种类丰富多样且标准难以统一，在采购、仓储、配送各环节之间，信息壁垒较为突出，整体运作效率提升面临较大困难 [4]。此外，传统管理模式在物资全生命周期的统筹

管控方面存在缺失，余料回收利用机制也不够健全，这些因素进一步加剧了资源浪费。将精益化管理理论系统性地引入配电物资管理工作，有助于重构业务流程、优化资源配置，从而为提质增效目标的达成提供有力保障。

3.2 全过程精益化管理体系设计

以物资流为主线的全过程精益化管理体系，全面覆盖了从需求产生到余料处置的完整链条。在需求计划与定额管理环节，需依据工程设计方案及施工进度编制精准的需求计划，同时建立标准定额体系，从源头控制物资数量与规格的匹配程度。在采购策略与供应商协同方面，推行分类采购策略，针对关键物资实施战略合作模式，对通用物资采用框架协议形式，并建立供应商协同机制，实现信息共享与联合库存管理。在仓储布局优化与库存控制方面，采用区域集中储备与项目现场分库相结合的模式，运用库存分类管理方法，设定合理的安全库存与补货阈值，有效降低库存占用水平 [5]。在现场物资配送与余料回收环节，积极推行准时制配送方式，建立余料回收鉴定与再利用机制，对不可用余料实施规范处置，最终形成物资管理的闭环运行模式。上述各环节相互衔接、协同运作，共同构成全过程精益化管理体系的基本架构。

3.3 物资管理数字化平台建设

作为实现精益化管理的技术载体，物资管理数字化平台的核心在于打通信息壁垒、提升资源配置效率。物资全生命周期信息贯通以统一的数据模型为基础，将需求提报、采购执行、仓储出入库、现场使用、余料回收等各环节数据进行串联集成，形成从源头到终端的完整信息链路，从而消除部门之间的信息孤岛。库存状态实时监控与预警功能依托物联网感知技术，对库存物资的数量、存放位置、存储时长等关键参数进行动态跟踪，并设置多级预警阈值，当库存情况偏离合理区间时自动触发提醒机制，为库存调拨与补货决策提供及时有效的依据。基于大数据的供需匹配优化，运用数据分析算法，深入挖掘历史物资消耗规律与工程进度的关联特征，对未来物资需求进行预测推演，指导采购计划及库存策略的动态调整。通过上述各项功能的有机集成，数字化平台为物资精益化管理提供了全过程、透明化、智能化的运行支撑体系 [6]。

4 智慧规划与精益化管理的协同机制

4.1 规划与物资管理的逻辑关联

规划与物资管理之间存在双向传导、互为约束的内在逻辑关联。这种关联一方面体现为规划准确性对物资需求的传导影响，即配电工程规划成果直接决定物资需求的数量、规格及时间分布，规划方案中的网架结构、设备选型、建设时序等关键要素构成了物资需求计划的根本依据。规划方案的不确定性或频繁变更，会将影响传导至物资管理环节，导致需求预测出现偏差、采购计划失准、库存结构失衡等问题，