

AI技术在新能源现场施工管理的实际运用

刘敏

国家电投集团贵州金元威宁能源股份有限公司, 贵州 贵阳 550003

DOI:10.61369/EPTSM.2025110015

摘 要 : 随着全球能源需求的不断增长以及环境问题的日益突出, 新能源的开发与利用已成为应对全球气候变化、保障能源安全的有效路径, 受到了各国的高度重视。太阳能、风能等新能源因其清洁、可再生被广泛应用于发电领域, 技术更新迭代, 其在推动能源结构转型的同时, 也面临着发电不稳定、并网难度大、运维成本高等严峻挑战。在这一背景下, 人工智能技术 (AI) 应运而生, 为新能源现场施工管理提供了智能化解决方案。研究介绍了 AI 技术的概念、分类, 分析了新能源施工管理的特点, 探究了 AI 技术在新能源施工管理中的实践应用, 以期为新能源产业的智能化发展提供参考。

关 键 词 : 新能源现场施工管理; AI 技术; 智能化管理

Practical Application of AI Technology in On-Site Construction Management of New Energy Projects

Liu Min

State Power Investment Corporation Guizhou Jinyuan Weining Energy Co., Ltd. Guiyang, Guizhou 550003

Abstract : With the continuous growth of global energy demand and increasingly prominent environmental issues, the development and utilization of new energy have become an effective approach to addressing global climate change and ensuring energy security, receiving high attention from various countries. Solar, wind, and other renewable energy sources are widely applied in power generation due to their clean and renewable characteristics. While technological advancements drive energy structure transformation, these sources also face challenges such as unstable power generation, difficulties in grid integration, and high operation and maintenance costs. In this context, artificial intelligence (AI) technology has emerged, providing intelligent solutions for on-site construction management in new energy projects. This study introduces the concept and classification of AI technology, analyzes the characteristics of new energy construction management, and explores practical applications of AI technology in this field, aiming to provide references for the intelligent development of the new energy industry.

Keywords : on-site construction management of new energy; AI technology; intelligent management

作为能源领域的热门话题, 新能源不仅能够减少环境污染, 而且在促进能源利用率提升、缓解能源供需矛盾方面发挥着重要的作用^[1]。当前, 我国新能源产业已进入规模扩张期, 风电、光伏、储能等项目建设规模持续扩大, 传统管理模式已难以满足行业升级需求。目前新能源现场施工存在地理分布偏远、多专业交叉作业、环境干扰因素多等问题, 传统依赖人工巡检、经验决策的管理模式, 存在数据滞后、响应缓慢、风险预判不足等局限, 导致资源利用效率低、安全质量隐患突出^[2]。AI 技术的出现, 为新能源现场施工管理提供了技术支持, 其作为强大的工具, 能够通过数据挖掘、机器学习、深度学习等方法, 对海量数据进行高效处理、分析。在新能源现场施工管理中, AI 技术的应用可实现对施工进度、安全风险、设备状态的实时监测与智能预警。在此背景下, 探索 AI 技术在新能源现场施工管理中的应用, 对于推动新能源产业转型发展具有重要的实践意义。

一、AI 技术相关概述

(一) AI 技术的概念

AI 即人工智能, 是指通过计算机系统模拟人类智能活动的技术科学, 原理是让机器具备感知、学习、推理、决策和语言理解

等能力, 打破以往传统机器仅执行固定程序的局限。AI 技术核心在于算法与数据的深度结合, 通过不断迭代优化模型, 使系统在特定任务中实现自主进化^[3]。目前, AI 技术已被广泛应用于图像识别、自然语言处理、智能控制等领域, 为各大行业发展提供了高效、智能化解决方案, 驱动了产业数字化转型。

作者简介: 刘敏 (1987.05-), 男, 重庆合川人, 大专, 工程师, 研究方向: 新能源建设与发展。

（二）AI技术的分类

1. 机器学习技术

机器学习技术作为 AI 技术的重要分支，其核心在于利用数据训练算法模型，使系统能够从经验中自动学习并改进性能，其流程如图 1 所示。该技术主要分为监督学习、无监督学习与强化学习三大类。监督学习依赖于标注数据集，通过对输入与输出关系的学习，实现对未知数据的预测；无监督学习则无需标注数据，侧重于挖掘数据内部的结构或分布规律；强化学习通过智能体与环境的交互，基于奖励机制优化决策策略。在新能源建设管理中，机器学习技术可以用于发电量预测、设备故障诊断及能源调度优化等场景，有利于提升管理效率，降低运营成本。

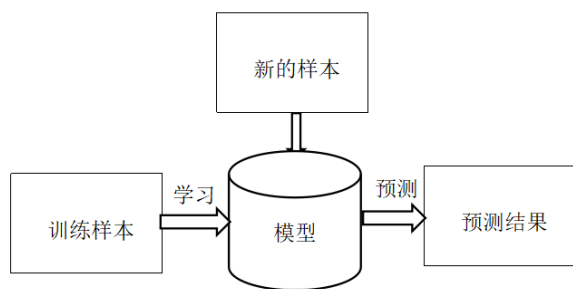


图1 机器学习流程图

2. 深度学习

深度学习作为机器学习的延伸，通过构建多层神经网络模拟人脑信息处理机制，能够自动提取数据中的抽象特征，在图像识别、语音分析与复杂模式预测方面表现突出。其优势在于对非线性、高维度数据的强大建模能力，适用于风电场气象预测、光伏组件缺陷检测等复杂场景。借助深度学习，可实现对新能源设备运行状态的精细化感知与早期故障预警，提升系统自主决策水平，为智能运维提供技术支持。

3. 自然语言处理

自然语言处理技术使计算机具备理解、生成人类语言的能力，可应用于新能源领域中的智能客服、运维日志分析与报告自动生成等场景。通过解析海量文本数据，提取关键信息，辅助管理人员快速决策，提升沟通效率与服务智能化水平^[4]。结合知识图谱技术，还可构建新能源运维知识库，实现故障案例的语义检索与推理判断，增强系统交互性与实用性。

4. 智能决策

智能决策是 AI 技术在新能源建设管理中的重要应用方向，通过整合多源数据与算法模型，能够解决复杂场景的决策问题。如公式 $D^* = \arg \max_D F(D; X, \theta)$ ，其中 D 表示决策变量， X 代表输入的数据， θ 为模型参数， $F(D; X, \theta)$ 为决策目标函数。在新能源领域，发电设备的运行状态、气象条件的变化以及电力需求的波动等因素相互交织，传统的人工决策方式往往难以应对如此复杂的动态环境。而智能决策技术能够基于实时数据和历史经验，快速生成最优策略，提升决策的准确性与及时性。

二、新能源现场施工管理的特点

（一）布局分散

新能源项目通常分布广泛，尤其在风能、太阳能等资源富集的偏远地区，地理跨度大、环境复杂，导致建设与运维管理难度

增加。分散布局使得信息采集、设备监控与故障响应依赖高效的远程通信与自动化系统，传统管理模式难以实现全面覆盖。

（二）技术密集

新能源现场施工涉及大量高新技术的集成应用，包括智能传感、大数据分析与自动化控制等，对技术协同与系统兼容性要求较高。设备更新迭代速度快，运维人员需具备跨学科知识储备与持续学习能力^[5]。不仅如此，项目建设周期长、投资规模大，技术选型直接影响长期运行效率与维护成本，需在规划阶段充分评估技术成熟度与可扩展性，保障系统稳定性与经济性。

（三）流程复杂

新能源现场施工涉及场地平整、基础施工到设备安装、调试的全流程，各环节环环相扣，且需配合项目审批、环境评估、电网接入等外部流程。施工过程中需协调多方单位，工序衔接紧密，任意环节延误均可能影响整体进度。同时，受自然条件制约明显，如风电吊装需避开大风天气，光伏铺设依赖光照周期，施工计划动态调整频繁。

（四）风险因素多

新能源现场施工面临自然环境、技术故障、政策调整等多重风险，尤其是在极端天气下可能影响施工进度与设备安全，技术兼容性问题容易导致系统效率下降，而补贴政策变动则直接影响项目经济性。此外，供应链不稳定、并网审批延迟等问题也增加了项目的不确定性。

三、AI技术在新能源现场施工管理中的实践应用

（一）AI巡检与云边协同技术的应用

机器视觉、激光 SLAM 导航与云边协同技术构建的智能巡检体系，为新能源施工现场质量与设备管控提供全流程解决方案。在光伏电站施工中，搭载机器视觉算法的多旋翼无人机按预设航线巡航，通过图像比对技术精准校验光伏支架水平度、垂直度及组件拼接间隙，单架次可高效覆盖 50 亩作业面，巡检效率较人工提升 6 倍以上。风电场风机基础施工阶段，集成激光 SLAM 导航的轮式巡检机器人自主遍历作业区域，融合红外测温、超声波检测技术实时采集钢筋绑扎密度、混凝土浇筑厚度等数据，边缘计算节点 100 毫秒内完成显性缺陷判定并推送现场管理人员，云端平台则基于海量数据挖掘混凝土裂缝发展趋势、钢筋腐蚀等隐性隐患，生成针对性施工质量风险评估报告^[6]。在输变电工程组塔架线阶段，AI 巡检体系有效识别螺栓紧固缺失、销钉安装错误等典型缺陷，缺陷识别准确率达 92.6%。云边协同架构实现三级联动，使施工质量管理响应时间缩短至分钟级，推动新能源施工现场向智能化、迈进，降低后期运维成本与安全风险。实现精细化管理。通过 AI 算法对施工全过程数据进行动态建模，

（二）深度学习进度算法与 RFID 的融合应用

光伏项目运作过程中，实施于组件与支架等核心物料的 RFID 标签植入技术发挥着关键作用。材料到场情况、仓储状态及安装进度得以实时监控，这些数据同步传输至采用深度学习算法的进度预测模型系统。由此实现了施工进度动态推演功能，并激活

了偏差预警机制。该模型系统整合了历史工程数据集、天气因素、供应链波动等外部变量参数，通过滚动更新方式持续输出未来七日的工序完成概率，其准确度数值维持在89%以上。当预制桩基运输延迟现象达到预设阈值时，系统将自动生成调整方案，并推荐输出最优资源调配路径，辅助管理人员的决策过程，增强关键路径工期的可控性^[7]。在风电场建设场景下，塔筒构件与叶片部件等大型物件的到场情况通过RFID技术实现全程监控。吊装作业进度数据结合BIM三维模型与气象预报信息进行分析处理，施工窗口期预测功能得以实现。据此，施工序列进行动态优化调整，显著降低了窝工现象与设备闲置率。深度学习算法模型持续积累各工序实际耗时记录与资源消耗数据样本，预测精度参数呈现逐步提升态势，自适应调度能力由此形成。在极端天气条件导致施工中断事件发生时，关键路径重新计算功能立即启动，延期影响评估模块同步运行，赶工措施制定工作获得有力支撑^[8]。实例表明，该技术体系的应用不仅提升了项目进度的可视化程度，更实现了从传统经验导向型管理模式向数据驱动型智能决策体系的转变，项目抗风险指标与执行效率参数均获得改善。目前，有项目引入AI技术用于新能源功率预测，其系统结构如图2所示，该系统通过集成气象数据、设备运行数据、电网负荷数据，可实现对未来发电量的预测，帮助项目方合理安排发电计划。

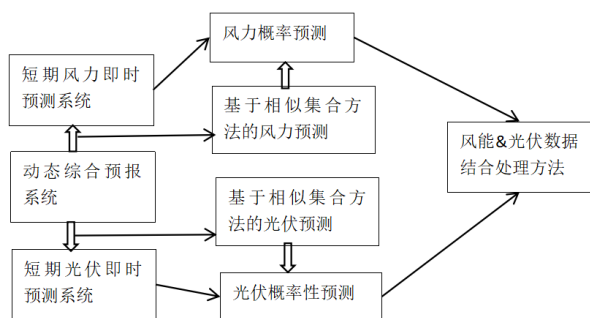


图2 新能源功率预测系统结构示意图

（三）AI视觉识别与智能预警技术的应用

在输变电工程现场，AI视觉识别系统基于高精度图像算法对

作业行为与设备状态进行全天候监测，实时识别未佩戴安全帽、跨越施工围栏等违规行为，并自动触发声光报警与记录归档。同时，系统通过红外热成像与可见光双模识别，对变压器、输电线路接头等关键部位进行温度异常检测，及时发现过热隐患并推送预警信息至运维终端，有效避免设备故障引发的停电事故^[9]。针对高空作业场景，AI视觉系统结合无人机巡检数据与姿态识别算法，实时判断作业人员安全带悬挂状态与移动路径风险，及时纠正不安全行为并生成风险热力图，辅助现场管理人员动态调整监护策略。系统持续学习各类隐患样本，识别准确率随训练数据积累提升，误报率下降。

（四）人脸识别与生物传感技术的协同应用

人员管控方面，采用人脸识别核验技术快速完成施工人员进场签到、离场登记，同时联动特种作业资质数据库，实时核验电工、焊工等人员证件有效性，无证或证件过期人员自动被禁止进入作业区域；作业人员配备集成生物传感技术的智能安全帽，实时监测心率、作业姿态数据，当检测到心率异常、长时间高空悬停等风险状态时，立即向管理人员推送疲劳作业或高空风险预警^[10]。设备管控方面，通过设备物联网技术实时采集起重机、装载机施工机械的运行参数、作业轨迹，结合智能调度算法优化设备作业路线，避免多台设备在吊装区、材料运输通道等关键区域交叉冲突；针对风机吊装等高危作业，荷载匹配算法自动比对设备荷载与吊装重物重量，若出现超载风险立即锁定设备操作权限并发出警报。

四、结束语

AI技术的发展为新能源建设管理带来了新的机遇与挑战，其深度融合推动了行业从经验驱动向数据智能驱动转变。面对复杂多变的能源场景，AI不仅提升了系统效率与决策精度，而且增强了对不确定性风险的预判与应对能力。未来，随着算法的优化提升，AI将在新能源规划、建设智能化等方面发挥更大作用，为环保能源生产、利用提供技术支持。

参考文献

- [1] 朱琼峰, 李家腾, 乔骥, 等. 人工智能技术在新能源功率预测的应用及展望 [J]. 中国电机工程学报, 2023, 43(8): 3027-3047, 中插13.
- [2] 韩富佳, 王晓辉, 乔骥, 等. 基于人工智能技术的新型电力系统负荷预测研究综述 [J]. 中国电机工程学报, 2023, 43(22): 8569-8591, 中插2.
- [3] 任苗苗, 舒晓斌. 人工智能在中国新能源领域中的应用与前景分析 [J]. 储能科学与技术, 2024, 13(10): 3619-3621.
- [4] 白云鹏, 张志艳, 许才, 等. 基于多头注意力机制改进图神经网络的新能源电力系统风险评估 [J]. 电力建设, 2025, 46(1): 147-157.
- [5] 王浩哲, 丁爱飞, 陆继翔, 等. 计及新能源接入的地区电网人工智能无功优化 [J]. 电网与清洁能源, 2023, 39(1): 133-142.
- [6] 陈艺璇, 王嘉阳, 卓映君, 等. 人工智能在电力系统运行模拟加速中的应用综述 [J]. 发电技术, 2025, 46(3): 467-481.
- [7] 赵俊华, 文福拴, 黄建伟, 等. 基于大语言模型的电力系统通用人工智能展望: 理论与应用 [J]. 电力系统自动化, 2024, 48(6): 13-28.
- [8] 朱继忠, 程乐峰. 新型电力系统下的新能源主导多主体优化博弈决策理论及应用 [J]. 电力工程技术, 2025, 44(3): 1-2.
- [9] 廖美英, 胡列豪, 张勇军, 等. 人工智能技术在发电厂智能化建设中的应用与挑战 [J]. 广东电力, 2024, 37(11): 109-119.
- [10] 李根, 刘珊珊. 基于大数据和人工智能的储能系统故障预测与诊断方法研究 [J]. 储能科学与技术, 2024, 13(10): 3653-3655.