

间上报并参与制定调整措施,相关措施需落实到具体工序和作业面,并由进度管理人员同步修订计划参数,防止风险处置与进度管理脱节<sup>[4]</sup>。第四,通过责任追踪与考核机制形成闭环约束,在项目实施过程中建立进度风险责任履行检查制度,将风险台账更新、预控措施执行和问题反馈情况作为检查重点,对跨专业节点实行联合检查和联合签认,检查结果直接纳入月度绩效考核,对因履责不到位导致进度延误的,依据责任清单实施责任追溯和考核扣减,使进度风险预控责任体系在项目全过程中持续发挥约束作用。

#### 4.4 推进进度风险评估工具与标准化流程建设

在国网电力工程施工进度管理中,推进进度风险评估工具与标准化流程建设可从五个层面深化落实。第一,围绕施工组织设计和年度、月度进度计划,同步编制进度风险评估基准,将施工环境条件、资源配置约束、工序衔接复杂度及外部协调因素纳入统一评价框架,结合国网系统内常用的风险分级管控方法,形成适用于输变电、配套土建等不同类型工程的进度风险评分表,使风险识别与进度目标编制在同一工作界面内完成。第二,在施工实施阶段,依据已确定的评分表,对各类进度风险进行概率与影响双维度判断,重点从关键路径作业、关键设备到货、重要分包接口等方面开展量化分析,通过设定固定评分区间和计算规则,形成可重复使用的进度风险等级判定方法,避免因人员经验差异导致评估结果波动。第三,针对关键进度节点控制,应将风险评估工具与节点审批流程进行绑定,在节点启动前组织施工、监理及建设单位开展联合评估,对人员到位、作业条件、外协配合等要素逐项核查,明确风险等级对应的管控要求与处置路径,未完成风险评估及措施确认的节点不得进入实施阶段,以降低节点失控对总体工期的累积影响。第四,在流程建设层面,应将风险评估作为进度计划执行的固定前置条件,嵌入施工调度、节点验收和计划调整等管理环节,要求在关键工序启动前完成风险等级确认和应对措施备案,并将评估结论作为调整施工顺序和资源投入的重要依据,确保风

险预控与进度管控同步运行<sup>[5]</sup>。第五,在流程运行后期,应同步建立风险评估成果的规范化记录与复盘机制,对评估参数、判定依据及处置效果进行全过程留痕,并在阶段性总结中对评估准确度与执行偏差进行回溯分析,逐步修正评分标准与流程设置,使风险评估经验在后续项目中形成可复用的管理规则。

## 5 结语

综上所述,作为工程全寿命周期内以危害辨识为起点、以风险评估为核心,风险预控通过分级管控、预警监测、资源保障与应急处置等举措将项目施工进度中可能影响关键节点与里程碑的风险降至可控范围。对此,上文结合研究及相关工程实践出发,针对基于风险预控下电力工程施工进度管理提出了包括构建风险识别与进度计划联动机制、建立动态调整体系、完善风险责任体系及推进风险评估工具与流程标准化等具体措施,从而在切实提升电力工程施工进度管理水平情况下规避延期风险的出现。上述措施的实施有助于增强施工组织计划的前瞻性和执行力,并形成动态的风险预控闭环。今后,国网电力应当持续聚焦施工进度风险预控体系的优化与迭代,以提升中国电力工程施工管理整体效能和工程交付质量。

## 参考文献

- [1] 马少峰.电气工程施工安全管理中的风险识别与预控策略[J].价值工程, 2024, 43(35):162-164.
- [2] 高程绪,韩朋.电力工程施工中的进度控制与安全管理[J].电脑乐园, 2023(4):0049-0051.
- [3] 姜富贵.电力工程项目施工阶段进度管理优化方法[C]//2025年第四届工程领域数字化转型与新质生产力发展研究学术交流会议论文集.2025.
- [4] 贾剑锋,吕国芳,王宝山.电力工程施工管理中存在的问题及应对办法[J].电站系统工程, 2024, 40(5):77-78.
- [5] 王伟伟,刘芑飞,李林青,等.对我国电力工程建设施工中的进度管理的论述[J].科研, 2022(5).

# Research on the Development Status of New Power System Supported by Generative Artificial Intelligence and China's Strategy

Lin Fang Zhen Zhao

China Academy of Information and Communications Technology, Beijing, 100083, China

## Abstract

This study focuses on how generative AI can drive the development of next-generation power systems. By clarifying the core concepts of these systems and analyzing their current applications in power planning, operational control, and equipment maintenance, we explore their transformative impact across the entire power industry chain—from generation and transmission to end-user applications. The research also examines emerging trends in technological innovation, multi-energy scenario integration, and cross-industry collaboration. Grounded in China's energy transition and power market reforms, the study proposes systematic recommendations: strengthening policy guidance, advancing core technologies, optimizing industrial ecosystems, and cultivating interdisciplinary talent. These insights aim to inform policy decisions for leveraging generative AI in building next-generation power systems, ultimately facilitating a green, low-carbon, safe, and efficient energy transformation.

## Keywords

artificial intelligence; power system; strategy

# 生成式人工智能支撑新型电力系统发展现状及中国策略研究

方琳 赵震

中国信息通信研究院, 中国·北京 100083

## 摘要

本研究聚焦生成式人工智能助力新型电力系统发展。通过梳理新型电力系统内涵,分析其在电力规划、运行控制、设备运维等方面应用现状,探讨其对新型电力系统产业链从发电、输配到用户侧全环节的深度赋能作用,研判未来“人工智能+电力”技术融合创新、多能源场景耦合拓展、跨产业链协同共进的发展趋势。结合中国能源结构转型与电力市场改革实际,提出强化政策引导、攻关核心技术、完善产业生态、培育交叉人才的系统性发展建议,旨在为中国利用生成式人工智能推动新型电力系统建设提供决策参考,助力能源绿色低碳、安全高效转型。

## 关键词

人工智能; 电力系统; 策略

## 1 引言

新型电力系统以确保能源电力安全为基本前提,以满足经济社会发展的电力需求为首要目标,以新型能源体系建设为基本载体,具有清洁低碳、安全可控、灵活高效、智能友好、开放互动等显著特征。与此同时,生成式人工智能作为人工智能领域的新兴技术,正展现出强大的创新能力和应用潜力,为解决复杂系统问题提供了新的思路和方法。将生成式人工智能技术引入新型电力系统发展中,有望为电力系统的规划、运行、控制和管理等各个环节带来变革性的影响,

提升电力系统的智能化水平,增强其应对高比例新能源接入带来的挑战的能力。深入研究生成式人工智能在新型电力系统中的应用现状、影响及发展策略,对于推动中国能源电力行业的高质量发展具有重要的现实意义。

## 2 新型电力系统内涵

新型电力系统是以确保能源电力安全为基本前提,以满足经济社会发展的电力需求为首要目标,以新型能源体系建设为基本载体,具有清洁低碳、安全可控、灵活高效、智能友好、开放互动特征的电力系统。构建新型电力系统是中国实现碳达峰、碳中和目标的关键路径。电力行业作为碳排放的重点领域,通过提升可再生能源在电力供应中的占比,能够有效降低碳排放强度,推动能源生产和消费方式的绿色低碳转型。新型电力系统的建设有助于保障国家能源安全。

【作者简介】方琳(1987-),女,中国陕西西安人,硕士,工程师,从事信息与通信、电力系统人工智能、区块链、物联网、工业互联网研究。

减少对传统化石能源的依赖,降低国际能源市场波动对中国能源供应的影响,同时通过增强电力系统的韧性和灵活性,提高应对各类突发事件的能力。构建新型电力系统能够促进能源产业的升级和创新发展,带动新能源、智能电网、储能等相关产业的技术进步和规模扩张,培育新的经济增长点,推动经济社会的可持续发展<sup>[1]</sup>。

### 3 生成式人工智能技术在新型电力系统发展中的应用现状

#### 3.1 电力系统规划中的应用

在电源规划方面,生成式人工智能可对不同类型电源的建设规模、布局和时序进行优化。通过对历史气象数据、能源资源分布、电力需求预测等多源数据的学习和分析,生成多种电源规划方案,并评估各方案在不同场景下的经济性、可靠性和环境效益<sup>[2]</sup>。例如,利用生成对抗网络(GAN)生成不同的风电、光伏电站建设布局,结合经济模型和可靠性指标筛选出最优方案,提高新能源资源的利用效率,降低电源建设和运行成本。在电网规划中,生成式人工智能能够根据城市发展规划、负荷增长趋势以及分布式能源接入情况,生成智能电网的拓扑结构和升级改造方案。

#### 3.2 电力系统运行控制中的应用

在电力调度方面,生成式人工智能有助于应对新能源发电的波动性和不确定性。通过对实时气象数据、发电功率预测、负荷变化等信息的实时分析,生成式大模型能够快速生成多种调度策略,并预测各策略下电力系统的运行状态,辅助调度人员做出最优决策。例如,基于强化学习的生成式模型可在实时运行中不断调整发电计划和电网运行方式,实现电力的精准调度,保障电力系统的供需平衡和安全稳定运行。在电压和频率控制方面,生成式人工智能可根据电网实时运行数据,生成控制指令,调节无功补偿设备和分布式电源的输出,维持电网电压和频率的稳定。以深度神经网络为核心的生成式模型能够快速识别电网电压和频率的异常变化趋势,提前生成控制策略,防止电压崩溃和频率失稳等事故的发生。

#### 3.3 电力设备运维中的应用

生成式人工智能可用于电力设备的故障预测和诊断。通过对设备运行状态监测数据、历史故障记录等进行学习,生成式模型能够预测设备可能出现的故障类型和时间。例如,利用长短期记忆网络(LSTM)生成设备运行状态的预测模型,当监测数据偏离正常范围时,及时发出故障预警,并通过对比历史故障案例,生成可能的故障原因和维修建议,提高设备运维的效率和准确性,降低设备故障率和维修成本。在设备巡检方面,生成式人工智能可辅助制定智能巡检计划。结合设备的重要性、运行环境和历史故障概率等因素,生成式模型生成最优的巡检路径和时间安排。同时,利用计算机视觉技术和生成式模型对巡检图像进行分析,快速

识别设备的缺陷和异常,如输电线路的断股、绝缘子的破损等,提高巡检的质量和效率。

### 4 生成式人工智能技术对新型电力系统产业链发展的影响

#### 4.1 对发电环节的影响

在新能源发电领域,生成式人工智能技术能够显著提升新能源发电的预测精度,优化发电设备的运行控制。通过对气象数据、地理信息和设备运行数据的深度分析,生成式模型可以更准确地预测风电、光伏发电的出力情况,帮助发电企业合理安排发电计划,减少因发电波动导致的弃风、弃光现象,提高新能源发电的稳定性和可靠性<sup>[3]</sup>。这有利于提升新能源在电力系统中的竞争力,促进新能源发电产业的规模化发展。对于传统火电,生成式人工智能可用于优化机组的运行参数,提高机组的发电效率和灵活性。通过对机组运行数据的实时监测和分析,生成式模型能够生成最优的运行控制策略,实现机组的节能减排,同时增强火电在新型电力系统中与新能源协同运行的能力,推动传统火电向灵活调节电源的转型。

#### 4.2 对输电环节的影响

在输电网络规划方面,生成式人工智能技术能够为输电线路的选址、路径规划和容量配置提供更科学的方案。通过综合考虑地理环境、负荷分布、新能源接入等多方面因素,生成式模型可以生成多种输电网络规划方案,并对各方案的经济性、可靠性和环境影响进行评估,为决策者提供参考,提高输电网络规划的合理性和前瞻性。在输电线路运维方面,生成式人工智能可利用无人机巡检图像和在线监测数据,快速识别输电线路的故障和缺陷,生成维修方案,提高运维效率,降低运维成本。

#### 4.3 对配电环节的影响

在配电网规划中,生成式人工智能能够根据分布式能源接入、负荷增长和用户需求变化等情况,生成智能配电网的规划方案,优化配电网的拓扑结构和设备配置。例如,利用生成式模型分析不同区域的用电特性和分布式电源分布,合理规划配电变压器的容量和位置,提高配电网对分布式能源的接纳能力。在配电运行管理方面,生成式人工智能可实现对分布式电源、储能设备和负荷的实时监测和协同控制。通过生成式模型预测负荷变化和分布式电源出力,优化配电系统的运行方式,实现电能的高效分配和利用,提高配电网的供电可靠性和电能质量。

#### 4.4 对用电环节的影响

生成式人工智能技术可以为用户提供个性化的用电服务。通过对用户用电行为数据的分析,生成式模型能够了解用户的用电习惯和需求,为用户提供节能建议、电价套餐推荐等个性化服务。例如,根据用户的历史用电数据和实时用电情况,生成式模型为用户制定节能用电方案,帮助用户降