

基于生成式人工智能的电力系统应急管理内涵 建设与推进策略研究

金卫健

(南京工程学院管理工程学院,江苏 南京,211167)

摘要:电力系统突发事件应急不当不仅会造成巨额经济损失,还存在引发社会混乱、威胁公众安全等潜在负面影响。生成式人工智能(GAI)引入电力系统应急管理领域,将有效避免此类负面影响,提升电力系统突发事件应急能力。本文深入挖掘了电力系统应急管理的生成逻辑,阐述了 GAI 赋能电力系统应急管理的经济、社会和文化价值,提出了加强对 GAI 的信任和优化应急管理体系是推动 GAI 赋能电力系统应急管理广泛应用的必要路径。

关键词:生成式人工智能、电力系统、突发事件、应急管理

中图分类号:TP18;TM73

电力系统的生产、运输、使用在任一时间、任一环节出现突发事件,整个电力系统的平衡都有可能遭到破坏,危及整个电力系统的安全运行^[1],因而电力系统突发事件应急管理备受各界重视。然而,电力系统突发事件具有潜在隐蔽性、突然爆发性等特点,加上电力部门有时生搬硬套既定应急管理方案,没有根据电力系统突发事件现实情况进行动态调整,因此存在应急预案与实际工作脱节、应急资源储备不合理等现实问题^[2]。

2022 年,ChatGPT 的发布使得生成式人工智能(GAI)引起了人们的大量关注。作为人工智能技术的重要分支,GAI 能够基于算法、模型、规则生成文本、图片、声音、视频、代码等内容^[3],全面超越了传统软件的数据处理和分析能力,在医疗保健、计算机和教育领域得到广泛应用^[4]。因此,借助 GAI 快速的数据处理能力、精准的预测分析能力以及智能决策辅助能力,电力系统应急管理可以突破传统应急管理模式的局限,降低电力系统突发事件造成的各项损失,保障电力系统的安全稳定运行。

一、国内外研究现状

学者们普遍认为 GAI 给行业带来了全新的变

革,研究成果主要涵盖提升工作效率、工作范畴、产业形态等方面。学者们一是认为 GAI 提升了工作效率,如刘玮认为 GAI 嵌入数字政府建设后,大大提升了生产内容可供性与社交可供性,为深化数字政府建设提供了新的机遇^[5],Ilya 等认为 GAI 提升了供应链和运营管理的变革潜力^[6];二是认为 GAI 扩大了工作范畴,如李涛认为 GAI 拓展了图书馆可视化知识服务体系、智慧虚拟空间、智慧化信息建设与管理等领域^[7];三是认为 GAI 孕育了产业新形态,如蒋万胜等认为 GAI 在教育、商业、医疗等领域产生了新的形态,提升了社会生产的智能化和科技化水平^[8]。

现阶段 GAI 伴随的风险也很显著。钊晓东认为 GAI 带来的数据安全风险涵盖了数据输入、运算、存储和输出的全过程,应加强语料库非法获取、恶意算法操控、重要数据泄露、恶意内容生成风险等治理^[9]。叶小源等认为 GAI 对用户数据安全与隐私保护提出了新的挑战,因此需要通过立法保障和技术创新进行风险治理^[10]。谢宜璋认为 GAI 会存在版权侵权责任,但现有版权交易模式难以满足 GAI 生成海量作品版权的需求,提出避风港规则以促进 GAI 的创新发展^[11]。汤贞友等认为 GAI 在数据输入端和输出端均存在版权侵权风险,因此,两

收稿日期:2025-01-02;修回日期:2025-02-19

基金项目:江苏高校哲学社会科学重大项目“穿透性视角下超载型突发事件应急决策研究”(2022SJD014)

作者简介:金卫健,硕士,教授,研究方向为决策科学、应急管理。

E-mail: jinweijian@njit.edu.cn

引文格式:金卫健.基于生成式人工智能的电力系统应急管理内涵建设与推进策略研究[J].南京工程学院学报(社会科学版),2025,25(1):76-81.

端都需要发力防止版权纠纷^[12]。蒲泓宇等、张文祥皆认为 GAI 会带来虚假信息困境,“技术”对“技术”的手段可以用来治理虚假信息,同时从法律层面、舆论控制等方面对 GAI 产生的虚假信息进行治理^[13-14]。

电力系统突发事件具有显著的突发性和一定程度的隐蔽性,很多情况下毫无预兆,如雷击会瞬间打破电力系统的正常运行状态,导致大面积停电^[15],因而电力系统突发事件往往会造成巨额财产损失,产生较大社会影响,甚至会危及社会安全与稳定^[16]。自人工智能大量应用以来,学者们开展了大量的电力系统应急管理相关研究,如基于人工智能的多模态数据融合技术^[17]、基于配电网信息侧与物理侧协同灾后恢复方法^[18]、基于数字孪生的电力系统韧性提升框架^[19]等,这些“人工智能+”的应用为治理电力系统突发事件危机奠定了基础。

由于 GAI 是近两年出现的新技术,现有成果较少关注“GAI+电力系统突发事件应急管理”的研究,尤其对 GAI 赋能电力系统突发事件应急管理的生成逻辑、价值衡量等阐述尚不清晰。因此,本文将挖掘“GAI+电力系统突发事件应急管理”深层次的逻辑关系,提出相应的推进策略,以期为电力系统突发事件应急管理研究做出理论贡献。

二、GAI 赋能电力系统应急管理的生成逻辑

高质量的 GAI 生成内容担负着提升预测分析和智能决策能力的重要使命,也是构建高效电力系统应急管理的首要任务。更具针对性和高效性的 GAI 生成质量需要输入精确的数据源,而数据源应用的关键在于重要的应急场景(图 1)。

(一) 数据源是 GAI 生成电力系统应急管理的关键

数据源是 GAI 开展电力系统应急管理精准预测、智能决策的重要保障。由于传统体制机制的原因,我国电力系统 GAI 有别于其他通用平台采集的行业数据,具有专有性、保密性的特性,存在训练不够、人员失误、数据结构等数据源质量问题,特别是虚假数据、恶意信息等混入数据源,严重影响了 GAI 的生成质量。因此,电力系统应急管理需要重点关注电力系统运行数据、环境数据、应急管理历史数据三个方面,以确保数据源的准确性、完整性和及时性。

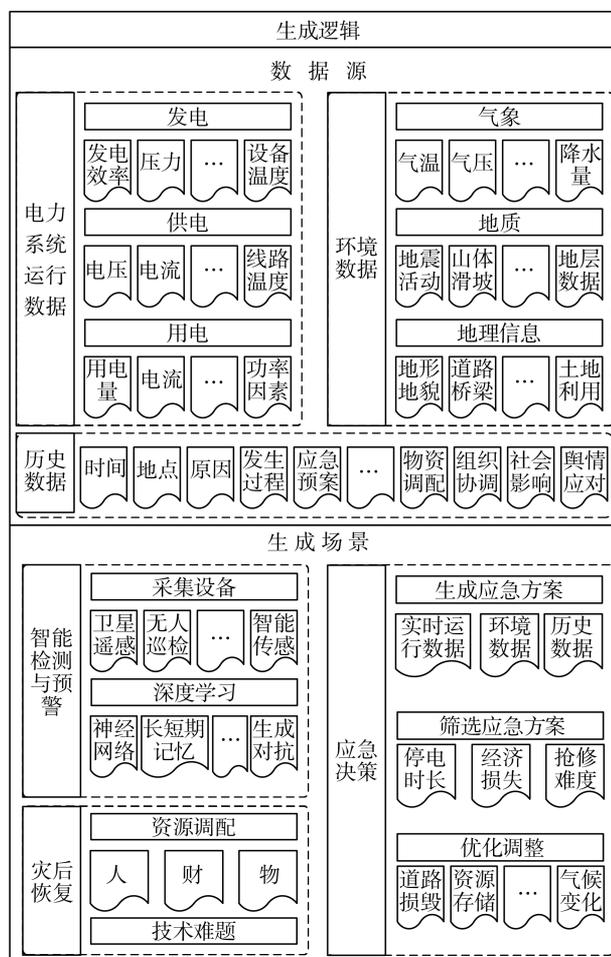


图 1 GAI 赋能电力系统应急管理的生成逻辑图

首先,电力系统运行数据是 GAI 生成电力系统应急管理重要的基础性数据,涵盖发电、供电、用电各环节的关键信息。发电环节为应对新能源出力波动性等突发事件的不稳定冲击,需要采集火力、水力、风力发电等不同类型发电厂的机组输出功率、发电效率、设备温度、压力、转速等参数数据。供电环节为应对突发事件带来的输电停止、不畅等情况,需要采集电压、电流、有功功率、无功功率、相位角等电气量数据,以及线路的温度、弧垂等状态量数据。用电环节为应对海量终端用户不确定用电需求带给电力系统的冲击,需要采集实时用电量、电压、电流、功率因数等数据信息,这些数据也能为负荷预测、需求响应、电费结算等提供数据支撑。同时,其他一些电力运行数据也需要同步采集,比如变电站中的变压器油温、绕组温度、开关状态等电力设备运行数据。

其次,环境数据对开展电力系统应急管理具有不可忽视的影响,主要涵盖气象、地质、地理信息等数据。气象对电力系统运行产生较大的影响,如高温天气会使电力设备散热困难,导致电力设备温度

急剧升高而停摆,进而造成大面积停电突发事件,因此,气象部门需要采集包含气温、气压、湿度、风速、风向、降水量、雷电活动等气象数据。地质情况会对电力系统造成较大的损坏,如地震发生时,强烈的地壳运动可使输电杆塔倒塌、变电站建筑受损、地下电缆断裂,进而造成大面积停电事故,因此,地质部门需要采集包含地震活动监测数据、山体滑坡隐患区域信息、地层沉降情况等地质数据。地理信息是电力系统应急管理的基础性条件,比如在电力系统突发事件中有效利用道路路况、桥梁承载能力等数据,可以规划最优运输路线,确保抢修力量及时抵达现场,缩短停电时间,因此,相关部门需要采集包括地形地貌、土地利用类型、交通道路分布等地理信息数据。

最后,历史数据是指以往发生的各类电力系统应急管理的详细信息,包括事件发生的时间、地点、原因、发展过程、影响范围、采取的应急措施以及最终处置结果等内容,是电力系统应急管理的经验宝库。如在已有的台风导致的电力系统突发事件应急管理中,气象部门详细记录了每次台风来袭时的风力、风向、降雨强度等气象数据,受灾区域电网拓扑结构、线路跳闸情况、变电站停运信息,当时启动的应急预案、投入的抢修队伍与物资、恢复供电时间节点等关键要素,以及组织协调、社会影响、舆情应对等多方面数据资料。

(二)生成场景是GAI生成电力系统应急管理的重要载体

与传统应急管理一样,GAI生成电力系统应急管理的关键场景同样分为灾前、灾中、灾后三个阶段。对于灾前,生成的关键场景主要为智能监测与预警,对于灾中,生成的关键场景主要为决策与处置,对于灾后,生成的关键场景主要为灾后恢复工作。

首先,在电力系统应急管理中,智能监测与预警是至关重要的环节,GAI的有效融入能够实现质的飞跃。卫星遥感、无人巡检机、智能传感器等设备可以全方位、高精度从电力系统突发事件现场采集各类数据。与此同时,GAI能够凭借深度学习等算法,结合历史数据,深度挖掘数据内在关联与规律,实时掌握现场场景及设备运行状态及环境参数并生成预警方案。例如,在台风导致的风电预警中,采集风机功率曲线分析风速风向历史序列、设备运维记录等多源数据,运用深度学习等精准预测风机在未来时段内的故障概率,能够提前察觉潜在故障隐患,一旦监测指标达到预警阈值,GAI可

以即刻生成应急方案并通过各类即时通信手段通知相关人员,确保预警信息及时精准送达相关部门,为应急处置争取宝贵先机。

其次,科学及时的应急决策是控制电力系统突发事件爆发、降低损失的关键。GAI可以生成应急决策,为及时有效处置突发事件提供强有力支撑。一是相关人员通过提示输入突发事件发生地点、事件类型等关键信息,GAI基于实时运行数据、当前环境数据、历史应急案例,快速生成多套针对性应急方案,每套方案可以包括详细规划的电力抢修步骤、人员调配、物资调度、停电范围控制等关键环节。二是GAI还可以依据停电时长、经济损失、抢修难度等多维度评估指标量化打分,筛选出最优方案推荐给决策者。三是GAI还能实时跟踪应急方案,依据现场反馈进行动态调整优化,例如,在救灾过程中面对道路临时坍塌致使救灾时间耽搁、资源调配延迟等状况,GAI可以迅速重新规划路径、重新调配资源,从而确保应急方案执行灵活高效,保障应急管理的科学性与精准性。

最后,电力系统灾后恢复重建工作是一项复杂而艰巨的任务,GAI可以在电力系统灾后重建中发挥重要作用,主要体现在资源调配、技术难题等方面。一是在人、财、物的资源调配方面,电力系统的恢复重建需要大量专业技术人员,GAI可以生成电力工程师、线路工人、设备维修人员需求数量。恢复重建需要大量的资金支持,GAI可以生成包括设备采购、施工、人员等费用。GAI还可以生成精确数量的输电线路杆塔、变压器等电力物资,以及吊车、挖掘机等施工设备情况。二是在技术难题生成方面,在一些电力系统突发事件中,电力设施可能遭受前所未有的破坏,传统的技术修复方法可能无法满足需求。比如,变电站基础遭到严重破坏,需要采用新的地基处理技术和加固方法来确保变电站的安全稳定运行,而利用GAI的增强现实(AR)、仿真建模等前沿技术能够生成参数精确的技术修复方案,确保其顺利修复。

三、GAI赋能电力系统应急管理的价值衡量

党的二十届三中全会明确提出“加快人工智能技术创新及应用步伐,对促进我国经济高质量发展、经济结构转型升级和现代化产业体系建设具有长远战略意义”。毋庸置疑,GAI作为一种前沿技术,必将对未来电力系统应急管理的发展和应

生重要影响,也将对我国经济、社会、文化产生巨大价值。

首先,GAI 能够产生巨大的经济价值。一方面,GAI 通过对海量历史电力数据、实时用电数据以及气象、经济、社会活动等多元信息的深度挖掘,能够提前智能预警电力系统突发事件,显著降低隐性应急成本。另一方面,当电力系统突发事件发生后,GAI 能够收集实时数据,并结合海量历史案例数据进行深度计算,深度剖析数据特征,然后基于突发事件类型、严重程度、周边资源分布以及实时路况等信息,迅速规划出多套应急预案,并对各方案抢修时长、资源需求、成本效益进行精准预估,减少应急成本。

其次,GAI 能够产生巨大的社会价值。GAI 凭借强大的模拟场景构建能力,在维护社会稳定、增强公众安全感与满意度等方面发挥着重要作用。一是当电力系统出现突发状况时,GAI 能够快速模拟出准确且直观的灾害场景,向公众清晰呈现突发事件全貌,避免谣言产生和恐慌情绪蔓延。二是 GAI 生成的应急预案能够贴近公众现实,提前调配应急发电车、移动储能设备等电力资源奔赴医院、居民小区、应急避难场所等关键民生保障点位,维持正常生活秩序。三是 GAI 能够生成实时准确的突发事件进展信息,从而增强公众的向心力与凝聚力,确保社会秩序稳定。

最后,GAI 能够形成卓越的文化价值。一是 GAI 通过生成场景、方案等重塑应急方法,能够激发相关人员探索智能决策、无人机抢修等新型应急模式,创新电力系统应急管理理念。二是 GAI 发布的突发事件实时进展信息能够将电力系统员工面对电力系统突发事件时上下联动、协同作战的精彩瞬间呈现在公众面前,进而谱写精彩的应急案例。把这些案例融入中华优秀传统文化的精神内涵中,将为我国文化传承增添新活力。三是 GAI 赋能的电力系统应急管理能使我国在国际舞台上展示卓越应急成就,彰显中国应急软实力,塑造大国形象。

四、GAI 赋能电力系统应急管理的推进策略

由于受到算力限制、推理模型缺陷等影响,GAI 在落地电力系统应急管理过程中必然产生部分幻觉内容等问题,从而导致电力系统用户失去对 GAI 应用的信任,进而停止 GAI 的进一步迭代。同时,GAI 的高效推理能力也必将改变传统电力系统应

急管理的应对方式,因此,推进 GAI 赋能电力系统应急管理的广泛应用必须摒弃因极少部分推理错误而全盘否定 GAI 的理念,加强对 GAI 的信任,同时根据 GAI 的特点优化电力系统应急管理体系。

(一) 加强对 GAI 的信任是广泛应用 GAI 的推进力

随着 GAI 在电力系统中的应用落地,风险也如约而至。由于电力系统突发事件的复杂性,GAI 应用到电力系统应急管理存在虚假信息输入、幻觉输出等风险,只有给予 GAI 相当的信任,才能更有效地利用 GAI 应对电力系统突发事件。

首先,加强组织对 GAI 的应用信任。这是指在 GAI 赋能下电力企业相关部门、企业与外部供应商以及政府职能部门等主体间的信任关系。一是在电力系统突发事件发生时,电力企业内部可以通过 GAI 相互信任,紧密协同。如电力运维部门将突发事件的精准信息如实传递给后方,技术支持部门应用 GAI 协同并迅速制定科学合理的电力应急方案,运维部门充分信任技术支持部门的 GAI 生成方案,进而研判进行故障修复。二是电力系统物资部门需要根据 GAI 生成方案建立与外部供应商的长期信任,确保按时、按质、按量供应物资,避免因物资短缺延误应急响应。三是加强气象、地质、交通等政府职能部门的信任。电力部门与这些部门可以通过 GAI 加强信任关系,以便在应急时合理开展电力调度、维修等工作,保持应急韧性。

其次,确保用户对 GAI 数据源的信任。这是指用户对各类电力系统应急管理数据源的信任,这是应急管理科学合理、精准高效响应行动的重要前提。在面对电力系统突发事件时,数据源的准确无误无疑是生成高质量应急方案的基石,比如,在突发事件中现场设备如果没有出现故障,就会将电力实时运行数据精确无误地传递到 GAI 系统中,依此形成的应急方案就有可能高效处置突发事件。相反,若设备出现故障,相应数据失真,GAI 可能生成与事实完全不符的应急预案,如果相关人员依此开展应急调度,就有可能造成电力系统突发事件次生灾害。因此,电力系统应急管理要加强输入数据信息的准确性、完整性、及时性,以确保用户对 GAI 的信任。

最后,增强用户对 GAI 输出方案的信任。这是指电力用户对 GAI 生成的电力系统各类方案的信任,这是保障电力系统遭遇突发事件开展高效应急管理核心要素。在面对电力系统突发事件时,无论是源端还是荷端,最重要的工作是依托 GAI 生成

相应的输出方案,给予这种输出方案足够的信任,同时在部分幻觉输出时加以人类智能合理的经验判断,这样才能实施真正科学的应急管理,才能迅速排除突发事件造成的各类电力故障,高效、快速恢复供电,增强公众对电力系统应急管理的满意度。

(二) 优化应急管理体系是深度应用 GAI 的关键

应急管理体系优化是个永久的话题,自最前沿的 GAI 诞生并应用以来,传统应急管理体系逐渐不符合时代发展的要求,只有紧跟 GAI 的发展变化,才有可能更高效开展电力系统应急管理。结合 GAI 生成流程、生成场景和使用特点,本文提出在数据治理、组织架构、应急队伍、应急物资四方面优化应急管理体系。

首先,推进电力系统应急管理的数据治理建设。数据治理是实现应急协同、提升电力系统应急管理效能的关键。由于电力系统应急管理涉及电力企业、政府部门、科研机构、供应商等多元主体,海量数据需要进行交互才能实现高效率的跨系统、跨部门协同。网络防护疏漏,黑客攻击、恶意软件入侵或内部人员违规操作,均有可能导致数据泄露,发生数据安全事件,产生版权问题。因此,电力系统应急管理的数据治理需要建立应急管理全流程数据管理机制,包括数据源、数据清洗、数据应用、数据存储等方面的管理机制,避免数据泄露;建立应急管理数据检查机制,包括电力系统应急管理审查范围、审查方式、审查标准等,避免虚假违规数据传播;建立应急管理版权保护机制,包括电力系统应急管理生成场景、生成预案等方面,从而促进 GAI 在电力系统应急管理方面的著作权保护。

其次,构建更为扁平化的组织架构。传统电力企业组织架构呈层级分明、分工精细的树状结构,在面对 GAI 赋能电力系统应急管理产生的新需求时,更为合理的组织架构必须构建。传统电力企业层级过多致使 GAI 采集的关键信息在上传下达过程中因流程冗长错失应急处置黄金时机。在决策处置方面,GAI 快速生成的应急方案,因需层层审批以及协调多部门意见,难以及时落地执行。因此,改变组织架构,构建更为扁平式的组织结构,已经成为应对新时期 GAI 赋能电力系统应急管理的必然趋势。

再次,建立具有决策权的突发事件应急队伍。随着新型电力系统的迅猛发展,电力系统遭遇了以往没有的突发事件,如风力发电波动性导致的电网不平衡突发事件。GAI 在应对此类事件时可发挥

重要作用,一是日常组建包含运维、技术、调度、管理等多专业人员的虚拟团队,定期进行会议沟通、建立线上协作平台;二是紧急组建应急团队,利用 GAI 提示生成方案,第一时间实现信息实时互通,资源协同调配,赋予团队应急决策执行等方面的自主权,从而快速响应突发事件。

最后,构建更为精准的应急物资储备与配送体系。传统应急物资储备由电力部门根据所辖面积、地形、重点保障用户数量、运力等设置应急物资库房,根据传统的物资储备方式(如 ABC 法)储备一定数量的应急物资和装备,还需要对物资和装备进行定期检验,确保应急物资和装备处于正常可用的状态。由于电力部门通常根据经验预测进行存储,过量存储、品种短缺、物资过期等问题经常产生。因此,考虑物资调配及时率、人力调配合理性、应急资金使用效率等要素,GAI 可以感知物质数量、品种、位置等信息,结合电力系统突发事件的物资需求,明确储备物资和装备的品种和数量,建立智能规划物资配送路径,确保突发事件发生时物资快速精准投送。

参考文献:

- [1] 徐建芳. 四川省邻水县电力系统突发事件应急管理问题与对策研究[D]. 重庆:西南大学, 2023.
- [2] 郑心海. 基于 4R 理论的政府应急管理研究[D]. 桂林:广西师范大学, 2023.
- [3] 中国互联网络信息中心. 生成式人工智能应用发展报告(2024)[R]. 北京:中国互联网络信息中心, 2024.
- [4] Khan Y, Hamed A A. Reinforcement of Explainability of ChatGPT Prompts by Embedding Breast Cancer Self-Screening Rules into AI Responses [C]//2024 IEEE International Conference on Medical Artificial Intelligence (MedAI). New York: IEEE, 2024:392-397.
- [5] 刘玮. ChatGPT 类生成式人工智能嵌入数字政府建设:可供、限制与优化——基于技术可供性视角[J]. 情报理论与实践, 2023, 46(10): 69-76.
- [6] Jackson I, Ivanov D, Dolgui A, et al. Generative artificial intelligence in supply chain and operations management: a capability-based framework for analysis and implementation[J]. International Journal of Production Research, 2024, 62(17): 6120-6145.
- [7] 李涛. 生成式人工智能 Sora 赋能智慧图书馆的探索与法律规制[J]. 图书馆建设, 2024(5): 128-137.
- [8] 蒋万胜,杨倩. 论生成式人工智能对新质生产力形成的催生作用[J]. 陕西师范大学学报(哲学社会科学版), 2024, 53(3): 15-25.
- [9] 斜晓东. 论生成式人工智能的数据安全风险及回应型治理[J]. 东方法学, 2023(5): 106-116.
- [10] 叶小源,王维先. 网络空间治理体系中用户数据安全及隐私保护研究[J]. 中国高校社会科学, 2024(5): 147-155,159.

- [11] 谢宜璋. 生成式人工智能作品训练的版权争议与解决[J]. 中国编辑, 2024(11): 38-46.
- [12] 汤贞友, 谢艺婕. 生成式人工智能数据使用的版权侵权风险及其治理[J]. 中国出版, 2024(21): 56-61.
- [13] 蒲泓宇, 李洪晨, 赵星. 人工智能生成虚假信息的内生安全治理框架[J/OL]. 图书馆论坛(2024-12-19)[2025-01-14]. <https://link.cnki.net/urlid/44.1306.G2.20241219.1509.002>.
- [14] 张文祥. 生成式人工智能虚假信息的舆论生态挑战与治理进阶[J]. 山东大学学报(哲学社会科学版), 2025(1):155-164.
- [15] 荣俊杰, 周明, 元博, 等. 台风天气考虑故障演化的电力系统韧性评估方法[J]. 电网技术, 2024, 48(3): 1114-1131.
- [16] 别朝红, 卞艺衡, 张理寅, 等. 新型电力系统应对极端事件的风险防范与应急管理关键技术[J]. 中国电机工程学报, 2024, 44(18): 7049-7068.
- [17] 蒲天骄, 赵琦, 王新迎. 电力人工智能技术研究框架、应用现状及展望[J/OL]. 电网技术(2024-10-25)[2025-01-14]. <https://link.cnki.net/urlid/11.2410.tm.20241024.1500.002>.
- [18] 董申, 周步祥, 臧天磊, 等. 考虑快速响应应急资源的配电信息物理系统灾后协同恢复方法[J/OL]. 中国电机工程学报, (2024-12-26)[2025-01-14]. <https://doi.org/10.13334/j.0258-8013.pcsee.241688>.
- [19] 徐雪松, 唐加乐, 曾子洋, 等. 极端自然灾害下我国城市电力系统韧性提升框架与发展策略研究[J]. 中国工程科学, 2024, 26(2): 198-209.

Research on the Connotation Construction and Promotion strategy of Emergency Management within Power System based on Generative Artificial Intelligence

JIN Weijian

(School of Management Engineering, Nanjing Institute of Technology, Nanjing 211167, China)

Abstract: The improper management of emergency incidents within power systems can precipitate not only substantial economic losses but also engender a myriad of adverse consequences, such as social unrest and threats to public safety. The integration of Generative Artificial Intelligence (GAI) into the realm of emergency management for power systems will effectively mitigate these detrimental effects while simultaneously augmenting the emergency response capabilities in power systems. This study embarks on a profound exploration of the generative logic underlying emergency management within power systems, elucidating the multifaceted economic, social, and cultural value that GAI contributes to this critical field. It proposes that strengthening trust in GAI and optimizing the emergency management framework are pivotal avenues for its extensive integration in empowering emergency management within power systems.

Key words: Generative Artificial Intelligence; power systems; emergency events; emergency management