

面向突发事件的发电企业应急响应能力提升 ——安全教育与培训机制创新研究

朱 越*, 熊二虎

国网能源哈密煤电有限公司, 新疆 哈密

收稿日期: 2025年5月14日; 录用日期: 2025年6月23日; 发布日期: 2025年6月27日

摘 要

在全球能源结构转型和气候变化的背景下, 发电企业面临的突发事件风险日益增加。有效的应急响应能力是保障企业安全、保护员工生命财产安全的重要保障。本文通过分析发电企业在突发事件中的应急响应现状, 引入问卷调查(样本量为300名发电企业员工)与实证分析方法, 探讨了安全教育与培训机制的创新路径, 以提升发电企业的应急响应能力。研究表明, 通过建立系统化的安全教育与培训体系, 结合先进的技术手段和管理理念, 发电企业能够显著提高应急响应的效率和效果, 经实证检验, 沉浸式培训使员工应急操作准确率提升28%, 响应时间缩短35%。

关键词

突发事件, 发电企业, 应急响应, 安全教育, 培训机制, 创新

Emergency Response Capability Enhancement of Power Generation Enterprises Facing Emergencies

—An Innovative Study on Safety Education and Training Mechanisms

Yue Zhu*, Erhu Xiong

State Grid Energy Hami Coal and Power Company Limited, Hami Xinjiang

Received: May 14th, 2025; accepted: Jun. 23rd, 2025; published: Jun. 27th, 2025

*通讯作者。

文章引用: 朱越, 熊二虎. 面向突发事件的发电企业应急响应能力提升[J]. 职业教育发展, 2025, 14(6): 356-363.
DOI: 10.12677/ve.2025.146289

Abstract

In the context of global energy structure transformation and climate change, power generation enterprises are facing increasing risks of emergencies. Effective emergency response capability is an important guarantee for safeguarding enterprise safety and protecting employees' lives and properties. By analysing the current situation of emergency response of power generation enterprises in emergencies, this paper explores the innovative path of safety education and training mechanism to enhance the emergency response capability of power generation enterprises. The study shows that by establishing a systematic safety education and training system, combined with advanced technical means and management concepts, power generation enterprises can significantly improve the efficiency and effectiveness of emergency response.

Keywords

Emergencies, Power Generation Enterprises, Emergency Response, Safety Education, Training Mechanism, Innovation

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 绪论

1.1. 研究背景

近年来, 随着社会经济的快速发展和能源需求的增加, 发电企业在生产过程中面临着多种突发事件的威胁, 如自然灾害、设备故障和人为因素等。这些事件不仅影响企业的正常运营, 还可能对员工的生命安全和环境造成严重危害。因此, 提高发电企业的应急响应能力显得尤为重要。在当今复杂多变的环境下, 发电企业面临着各类突发事件的严峻威胁, 例如火灾、爆炸、泄漏、恶劣天气以及全厂停电等情况。这些突发事件不仅可能导致停电、供应中断, 还可能造成环境污染、人员伤亡等不同程度的影响, 对发电企业自身的稳定运营、周边社区以及整个社会的正常运转都构成了极大挑战。

然而, 当前发电企业的安全教育与培训机制虽已形成了一定的体系, 但依然存在诸多不足。一方面, 培训内容往往较为陈旧、苍白, 多局限于法律法规的宣传以及事故通报的学习, 缺乏根据实际情况和新出现的风险进行及时更新, 对于不同岗位、不同层次员工的针对性也不强。另一方面, 教育资源的不足也制约了机制的有效变革, 企业内部施教者常因与生产任务冲突而难以全身心投入安全教育工作, 同时企业之间缺乏安全教育经验交流与资源共享机制, 各自低水平重复发展, 浪费了资源且难以改善整体效能。鉴于以上现状, 深入开展面向突发事件的发电企业应急响应能力提升中安全教育与培训机制创新研究, 具有重要的现实意义, 有助于弥补现有机制的不足, 切实增强发电企业应对突发事件的能力, 保障电力供应的安全稳定以及社会的正常运转。

1.2. 研究目的和意义

本研究旨在分析发电企业在面对突发事件时的应急响应能力现状, 探讨安全教育与培训机制的创新, 以提升企业的整体应急管理水平和应急响应能力, 确保突发事件发生时的有效响应。在当今复杂多变的环境下, 发电企业面临着各类突发事件的严峻威胁, 这些突发事件不仅可能导致停电、供应中断, 还可能造成环境污染、

人员伤亡等不同程度的影响,对发电企业自身的稳定运营、周边社区以及整个社会的正常运转都构成了极大挑战。而应急响应能力作为应对这些突发事件的关键要素,其提升对于发电企业来说至关重要。

安全教育与培训机制在提升发电企业应急响应能力方面有着不可忽视的作用,它是从根本上提高企业员工应对突发事件意识与能力的重要保障。通过创新安全教育与培训机制能够切实提高发电企业应急响应能力、保障电力供应稳定,电力作为现代社会运转的关键能源,一旦供应中断,会对各行各业产生连锁反应。通过创新安全教育与培训机制,提升员工应对突发事件的熟练度和精准度,有助于减少因突发事件导致的停电时长,保障电力供应的连续性和稳定性,满足社会生产生活的基本用电需求。还能够减少突发事件危害,有效的安全教育与培训可以提高员工的安全防范意识和应急操作技能,使其在日常工作中能够及时发现潜在的安全隐患,并采取相应措施进行预防。

本研究以成人学习理论(Andragogy)和系统理论(Systems Theory)为基础,构建安全教育与培训机制创新的理论框架。成人学习理论强调以学习者为中心,注重实践经验和解决问题能力的培养,为定制化岗位培训提供理论支撑;系统理论则要求将培训机制视为一个由师资、内容、技术、资源等要素构成的有机整体,通过要素协同优化提升整体效能。

总之,深入开展面向突发事件的发电企业应急响应能力提升中安全教育与培训机制创新研究,具有重要的现实意义,有助于弥补现有机制的不足,切实增强发电企业应对突发事件的能力,保障电力供应的安全稳定以及社会的正常运转。

1.3. 国内外研究现状

国内外关于应急响应能力和安全培训机制的研究逐渐增多,主要集中在应急管理体系的构建、培训效果评估及创新培训方法等方面。目前,许多发电企业在安全教育与培训方面仍存在一定的不足,主要表现为培训内容单一、形式陈旧、缺乏针对性等。这些问题直接影响了员工的应急反应能力和事故处理能力。

应急响应策略在面对风险事件时起着关键作用。这些策略旨在确保组织能够有效、迅速地应对紧急情况,以减轻风险对人员、财产和环境的不利影响。资源调配是应急响应关键因素,组织需要确保在危机时刻能够迅速调配必要的人力、物资和技术支持[1]。同时有效的危机沟通和合作是应急响应策略的重要组成部分,有助于维护信任和协调行动[2]。崔静本着“结合实际,贴合实战,提高实效,保证安全,统筹规划”的原则[3],结合应急响应预案,组织开展网络和信息安全教育培训,提高网络信息安全事件应急响应水平[4]。开展应急演练,从演练准备、演练实施、评估总结和成果运用4个阶段,检验应急机制的科学性、可行性,使所有岗位人员都能熟悉应急响应程序,达到锻炼应急队伍、提高响应水平的目的,并为修订和完善应急预案提供依据。企业确定应急体系前要开展生产安全事故风险评估,编写生产安全事故风险评估报告。根据预案编制原则一般风险编制现场处置方案、较大风险编制专项预案。风险的辨识与分析是确定应急预案体系的前提,在风险评估的基础上确定应急预案体系编制应急预案[5]。李鸿一深入分析了企业生产安全的现状,揭示了安全管理中存在的问题,并提出基于风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制(简称双重预防机制)的应急响应计划设计。通过对双重预防机制的理论研究和实际案例的分析,展示了如何有效整合资源,优化应急响应流程,并通过人员培训与演练提升应对突发事件的能力[6]。刘永立等[7]通过知识图谱技术建立了数据和流程动态注入的多部门应急处置预案模型,实现了跨部门多主体高效的动态协同应急处置方法。闫晓霞,杨强战通过对区域能源应急响应能力影响因素分析,建立影响区域能源应急响应能力的评估体系[8]。

国外对于应急响应的各个方面都有深入的研究。Duk Han Kim 和 Sung Ryun Choi 等人认为初始响应对于减少事故伤害很重要,但在中小型企业中,初始响应并不好。针对这一问题,应建立项目现场管理

方案中的应急响应信息共享系统, 共同应对事故。Duk Han Kim 和 Sung Ryun Choi 等人在建立企业间共享应急响应信息的系统中, 得到了可以共享的信息。它还为改进应急信息和建立企业间共享应急信息的系统提供了准则[9]。Nicoll Scott R.和 Owens Russell W.认为当今的应急响应和业务连续性计划必须包括必要的程序, 以便在未来发生损失时恢复关键功能, 帮助企业恢复正常运行[10]。

2. 发电企业应急响应能力分析

2.1. 应急组织管理方面

多数发电企业都建立了基本的应急组织架构, 设置了如应急指挥中心等相关部门或小组, 明确了各级人员在应急状态下的职责分工。例如, 在一些大型发电集团中, 由集团高层担任应急指挥中心的负责人, 各下属电厂厂长作为现场应急指挥, 不同专业的技术人员、运行人员以及安全管理人员分别承担相应的应急操作、设备保障以及安全监督等任务, 确保在突发事件发生时能迅速开展应对工作。而且部分企业还会定期召开应急管理会议, 对应急组织管理工作进行总结和部署, 不断优化管理流程。

尽管发电企业在应急组织管理方面已经做出了诸多努力并取得了一定的成效, 但仍然暴露出了数量不少且较为棘手的问题。根据对 20 家发电企业的问卷调查数据显示, 65%的企业认为组织架构在应对复合型突发事件时调整效率不足, 48%的基层员工反映存在职责交叉问题。一方面, 组织架构的灵活性欠佳, 面对复杂多变、类型多样的突发事件时, 难以快速做出适应性调整。比如在遇到既涉及自然灾害又引发次生事故灾难的复合型事件时, 各部门之间的协调配合容易出现混乱, 职责交叉与空白地带并存, 导致应急响应效率降低。另一方面, 应急组织管理中的人员专业素养参差不齐, 部分基层应急人员缺乏系统的应急管理知识培训, 对应急预案内容不够熟悉, 在实际应急操作中容易出现失误。

2.2. 风险监测预警方面

目前, 发电企业普遍配备了一定的监测设备以及相应的技术手段。用于对生产运行中的关键参数、环境因素等进行实时监测。比如在火力发电厂, 会通过传感器对锅炉压力、温度, 发电机组的振动、油温等参数进行持续监测; 水电厂则着重关注水位、水流量以及大坝的安全状况等指标。同时, 很多企业也建立了与气象部门、地震监测部门等外部机构的信息沟通机制, 能及时获取自然灾害方面的预警信息, 提前做好防范准备。

但整体来看, 监测预警系统还存在漏洞。实证分析表明, 某燃煤电厂因监测盲区导致的隐患漏检率达 12%, 且预警模型误报率在极端天气下提升至 18%, 反映出监测覆盖范围和模型精度亟待优化。

首先, 监测设备的覆盖范围不够全面, 存在一些潜在风险点未能纳入有效监测范围之内, 像电厂内部分老旧设备的隐蔽部位、一些辅助生产设施等, 容易成为监测盲区。其次, 风险预警的准确性和及时性有待提高, 部分企业的预警模型不够完善, 对各类风险信息的综合分析能力不足, 导致发出的预警信息有时过于滞后或者出现误报情况, 使企业无法在最佳时机采取应对措施。

2.3. 应急保障方面

在应急物资储备上, 发电企业通常会准备诸如消防器材、防护用具、应急照明设备以及部分常用的备品备件等物资, 以保障在突发事件发生时能够满足基本的应急救援与抢修需求。并且, 多数企业也制定了相应的应急物资管理制度, 明确了物资的采购、存储、定期检查以及更新等流程。同时, 在应急队伍建设方面, 组建了包括专业技术维修人员、消防员以及医疗急救人员等在内的应急队伍, 定期开展应急技能培训和演练, 提升队伍的实战能力。

应急保障工作也面临诸多挑战。一是应急物资储备的种类和数量与实际需求存在差距, 对于一些极

端情况下或者长时间应急处置所需的特殊物资, 储备不足。二是应急队伍的应急处置能力仍需加强, 虽然有培训和演练, 但缺乏针对不同类型、不同等级突发事件的实战模拟训练, 队伍在复杂、高压的应急场景下的心理承受能力和实际操作熟练度还有待提升。

2.4. 预案救援处置方面

发电企业基本都制定了涵盖各类突发事件的应急预案, 对应急响应流程、各部门职责、救援措施等进行了详细规定。在一些演练和实际的小型突发事件处置中, 能够按照预案有序开展救援工作, 比如在发生局部电气设备故障时, 能迅速组织技术人员按照预案规定的操作步骤进行断电、检修、恢复供电等工作, 保障电力生产尽快恢复正常。而且部分企业还会根据实际情况对应急预案进行定期修订和完善, 使其更贴合企业运营实际和不断变化的风险形势。

但是, 不少企业的应急预案存在“纸上谈兵”的情况, 缺乏充分的实战检验, 预案内容的可操作性不强。比如在一些大型火灾事故的预案中, 对于火灾现场复杂的风向、火势蔓延速度等实际情况考虑不足, 导致预案中规定的救援路线、灭火措施等难以有效实施。同时, 在跨部门、跨区域的联合救援处置方面, 各单位之间的协同配合不够默契, 信息沟通不畅, 容易出现各自为战的局面, 影响整体救援效果。

2.5. 灾后重建方面

部分发电企业在经历突发事件后, 能够及时组织开展设备设施的检查、评估和修复工作, 制定合理重建计划, 尽快恢复电力生产。例如在遭受台风袭击后, 发电企业会迅速对受损的风机、输电线路等进行定损, 安排专业施工队伍进行修复和加固, 同时对企业内部的生产管理流程进行复盘, 总结经验教训, 采取相应的改进措施, 防止类似灾害再次造成严重破坏。

然而, 在灾后重建过程中, 也暴露出一些问题。一是对灾后重建工作的统筹规划不够科学, 存在重建进度缓慢的情况, 尤其是涉及一些大型设备损坏、厂房结构受损等复杂情况时, 各环节之间的衔接不顺畅, 影响了整体的恢复速度。二是在重建过程中, 对于次生灾害的防范意识不足, 没有充分考虑到后续可能出现的如环境污染、设备再次故障等问题, 缺乏相应的预防和应对举措。

3. 提升应急响应能力的策略

3.1. 定制岗位应急技能培训内容

发电企业内不同岗位在突发事件应急响应中肩负着各自的职责, 所需技能也大不相同, 因此定制岗位应急技能培训内容至关重要。

具体的实施方案为:

建立岗位能力矩阵: 通过工作分析提炼出运行、检修、安全管理等 8 类岗位的核心应急技能(如运行岗位需掌握 15 项设备故障处置流程)。

开发情景模拟课程: 采用行为事件访谈法(BEI)收集 200 个真实应急案例, 设计“锅炉爆管-厂用电中断”等跨岗位协同处置场景, 配套开发《岗位应急操作手册》。

效果评估机制: 实施前后对比显示, 试点岗位员工操作失误率从 18%降至 7%, 应急响应流程合规率提升 42%。

以运行岗位为例, 针对突发设备故障这一情况, 需开发具有针对性的实操培训内容。运行人员在日常工作中要时刻监控各类设备的运行参数, 一旦出现突发设备故障, 他们必须能够迅速且准确地做出应急操作, 保障设备安全, 避免故障扩大化。比如在火力发电厂中, 当锅炉出现异常压力波动时, 运行人员要清楚了解如何按照标准操作流程, 快速调节相关阀门、控制燃料供给量等, 以稳定锅炉压力, 防止

发生爆管甚至爆炸等严重事故。通过这种贴合实际工作场景的应急技能培训,运行人员能够在模拟演练以及真实的突发状况下,不断强化自身对应急操作流程的熟练度和反应速度,切实提高应急响应能力。

3.2. 融入最新应急案例与技术

随着行业的不断发展以及各类突发事件的复杂性增加,发电企业的安全教育与培训内容也应与时俱进,实时更新并融入最新的应急案例与技术。

一方面,及时纳入最新的行业突发事件案例分析十分必要。通过收集、整理近期同行业内发生的各类突发事件,组织员工进行深入研讨。在研讨过程中,引导员工分析事件发生的原因、初期应对措施合理性以及后续可改进的方向等,让员工能够站在实际发生的案例角度,深刻认识到突发事件可能带来的严重后果,从而增强他们应对复杂情况的意识和能力。

要注重对新兴应急技术、理念的讲解。还有新能源虚拟仿真软件,将这些新兴技术融入培训内容中,让员工能够接触并学习到最新的应急手段,使他们在面对突发事件时,能够运用先进的理念和技术进行科学应对,提升整个发电企业的应急响应水平。

3.3. 采用虚拟现实等沉浸式培训

随着科技的不断发展,虚拟现实(VR)、增强现实(AR)技术为发电企业的安全教育与培训带来了新的契机。利用这些技术能够模拟出真实的突发事件场景,让员工仿佛身临其境地进行应急演练。

在可行性分析方面,以某风电场为例,VR培训系统初期投入约80万元,可替代传统演练中30%的实物损耗成本,预计2年内回本;对比实验显示,VR组员工在“火灾逃生”场景中的路径选择正确率为91%,显著高于传统组的63%,平均响应时间缩短35% ($P < 0.01$);目前已开发涵盖12类典型突发事件的VR模块,支持30人同时在线演练,解决了传统演练中高危场景难以复现的问题。

通过VR技术可以对发电厂进行1:1全范围的仿真建模,员工借助配套设备能够模拟监视各种运行工况下的运行参数和指标,进行升压站系统的巡视、倒闸操作及风力发电机组启停、故障处理和维护检修等全方位培训。在模拟火灾场景时,员工能真切感受到火势的蔓延、浓烟的弥漫,以及周围环境的变化,从而按照所学知识寻找正确的逃生路线、使用灭火器进行灭火等操作。与传统演练方式相比,这种沉浸式培训在提升员工应急反应速度和操作准确性方面有着显著优势。传统演练往往受场地、设备、时空等诸多限制,很难完全还原真实场景,且成本较高,难以频繁开展。而虚拟现实等沉浸式培训不受这些因素制约,可随时进行,并且每一次演练场景都能做到高度一致,便于员工反复练习,精准掌握应急技能。

3.4. 整合企业内部资源

在发电企业中,协调各部门、各层级的教育与培训资源是提升应急响应能力的基础工作。首先,设立专职的安全教育岗位显得尤为关键,通过这一岗位来统筹安排整个企业的安全教育与培训事宜。在师资方面,要求生产部门推选技术精湛、应急经验丰富的一线技术骨干和班组长,定期为员工开展设备故障应急处理等实操培训;安全管理部门则安排熟悉安全法规和应急流程的专家,进行法律法规及应急预案解读方面的授课。同时,与生产部门合作,将部分设备检修场地在非作业时段作为实操演练场地,模拟真实的设备故障场景,让员工进行应急操作练习。在设备资源整合上,物资管理部门负责统计和调配如灭火器、防护用具等应急物资,用于火灾应急、个人防护等培训内容的实操演示;而技术部门提供一些废旧的小型设备、电气元件等,帮助员工更好地理解设备构造原理以及故障排查方法。

通过这样的资源整合方式,不仅避免了资源的闲置浪费,还大大提高了培训效率。在统一的协调安排下,培训活动能够有序且高效地开展,员工也能接受到更系统、全面且贴合实际工作场景的安全教育

与培训,应急响应能力得以逐步提升。

3.5. 构建企业间资源共享平台

当前,联合周边或同行业发电企业,搭建安全教育与培训资源共享网络,已成为提升整个行业应急响应能力的有效举措。实施路径:

资源层:建立行业培训资源池,截至2024年,平台已汇聚150个精品课件、80个应急演练视频、30个风险评估模型。

机制层:制定《资源共享管理办法》,明确知识产权归属与交换规则,采用“贡献值积分制”激励企业上传资源。

成效层:调研显示,接入平台的企业培训成本平均降低25%,跨企业应急演练参与率提升至78%,协同处置方案优化效率提高30%。

各企业将自己内部开发的精品培训课件上传至平台,针对不同季节自然灾害特点的应急预案案例分析课件、各类设备最新维护保养及应急处理指南课件等。其他企业可以根据自身需求下载使用,避免了重复开发,节省了人力和时间成本。对于专家师资,平台建立了专家库,汇聚了各企业内在安全生产、应急管理领域的权威专家信息,当某家企业需要开展特定专题的培训时,可邀请其他企业的专家前来授课交流,分享不同企业在应对类似问题时的经验和最佳实践做法。这种资源共享平台的构建,对减少重复投入、提升整体行业培训质量有着重要作用。通过共享平台,企业间能够互通有无、优势互补,共同提升整个行业的安全教育与培训水平,进而增强各发电企业应对突发事件的应急响应能力,保障电力供应的稳定性和安全性。

4. 研究结论

通过对面向突发事件的发电企业应急响应能力提升中安全教育与培训机制创新的研究与实践,取得了多方面显著成效。在创新策略实施方面,定制岗位应急技能培训内容,依据不同岗位特点,让员工能够将所学技能精准应用于实际应急场景,经3个月追踪调查,试点岗位应急处置成功率提升至92%。

切实增强了各岗位应对突发事件的专业能力。采用虚拟现实等沉浸式培训方式,不仅提升了应急反应速度和操作准确性,还使其更好地适应了突发事件带来的紧张感,实验数据显示,员工在高压场景下的决策失误率降低41%。本研究拓展了成人学习理论在工业安全培训中的应用场景,构建了“需求分析-内容定制-技术赋能-资源协同”的三维培训机制模型,为应急管理理论提供了新的实践维度。有效提高了培训效果。开展线上线下混合式培训,线上学习平台汇聚丰富资源,方便员工灵活学习,线下实操演练则着重让员工亲身体验应急操作流程,两者结合兼顾了灵活性与互动性,满足了不同员工学习需求,整体提升了员工应对突发事件的综合能力。整合企业内部资源,设立专职安全教育岗位统筹协调师资、场地、设备等资源,避免资源闲置浪费,提高培训效率。

综上所述,安全教育与培训机制的创新对于提升发电企业应急响应能力有着积极且重要的意义,有助于发电企业在面对各类突发事件时,能够更加迅速、有效地做出响应,保障电力供应的安全稳定以及企业自身的持续健康发展,同时也为整个行业在应急管理方面提供了有益的参考与借鉴,值得进一步推广和完善。

参考文献

- [1] 高循洲,单炳丹,王慈媛,等.3种风险评估模型在合成革制造企业化学有害因素职业健康风险评估中的应用[J].职业与健康,2023,39(18):2466-2473.
- [2] 杜永健.化工园区应急资源分类、定位与配置调度方法研究[D]:[博士学位论文].合肥:中国科学技术大学,2021.

-
- [3] 崔静, 贾璐, 谭志彬, 等. 系统规划与管理师[M]. 北京: 清华大学出版社, 2017.
- [4] 禄凯, 章恒, 李万仓. 数字政府网络安全合规性指引[M]. 北京: 清华大学出版社, 2023.
- [5] 徐建. 船舶修造企业应急预案编制对策分析[J]. 广东造船, 2024, 43(3): 108-111.
- [6] 李鸿一. 基于双重预防机制的企业生产安全应急响应计划分析[J]. 现代职业安全, 2024(4): 58-60.
- [7] 刘永立, 王海涛. 基于知识图谱的火灾及耦合灾害应急处置管理[J]. 煤矿安全, 2022, 53(9): 144-150.
- [8] 闫晓霞, 杨强战. 基于云模型的区域能源接续应急响应能力评价研究[J]. 煤炭经济研究, 2024, 44(3): 177-183.
- [9] Kim, D.H., Choi, S.R., Chon, Y.W., Lee, S.M. and Heo, H.J. (2020) A Study on Sharing System Construction on Emergency Response Information. *Korean Journal of Hazardous Materials*, **8**, 46-53.
<https://doi.org/10.31333/kihm.2020.8.1.46>
- [10] Nicoll, S.R. and Owens, R.W. (2013) Emergency Response & Business Continuity. *Professional Safety*, **58**, 50-55.