

燃气电厂应对自然灾害的几点思考

——以天津某燃气电厂为例

吕家铜

天津陈塘热电有限公司 天津 300385

【摘要】：本文以燃气电厂为研究对象，结合近年来极端天气频发背景下的典型案例，系统分析自然灾害对燃气机组安全稳定运行的影响，剖析当前应急管理体系存在的短板，并提出有针对性的能力建设对策。燃气电厂需通过强化风险防控体系、完善智能监测手段、优化应急资源配置、创新协同机制等措施，全面提升自然灾害应对能力，为能源保供和公共安全提供坚实保障。

【关键词】：燃气电厂；自然灾害；策略；应急

DOI:10.12417/2811-0528.26.11.100

1 自然灾害种类和对燃气电厂正常运行的风险

1.1 自然灾害的定义与分类

自然灾害是指由于自然界发生的异常变化，在一定区域内造成人员伤亡、财产损失、生态环境破坏或社会功能紊乱的事件。这类灾害具有突发性、破坏性、区域性和不可抗拒性等特点，其发生往往与自然规律密切相关，但人类活动可能加剧或减轻其影响程度。

自然灾害，主要分为以下几种：

一是气象灾害。此类灾害多与季节、地理位置相关，易造成较大破坏，但通常呈现出一定的规律性，可以提前预测灾害发生，如台风、雨雪、洪涝、海水倒灌、冰冻、大雾等。

二是地质灾害。此类灾害是随机性的，与地理位置存在相关性，但往往突然发生，破坏性强且难以预测，如地震、山体滑坡、泥石流、地基沉降等。

1.2 自然灾害对燃气电厂正常运行带来的风险

(1) 物理破坏。一是强风破坏发电企业的防护结构和设备，如建（构）筑物发生坍塌；二是洪水淹没发电设备，如变电站、配电室、厂房进水等；三是地震、地基沉降导致管道受损，如燃气管道损坏造成燃气泄漏；四是控制系统瘫痪，如通信中断、数据丢失等。

(2) 运行中断。一是燃料供应受阻，如燃气管线运输中断。二是重要辅机停运，如风机、水泵、油泵停运。三是冷却系统失效，如循环水系统故障、发电机冷却系统故障。

(3) 次生灾害风险。一是火灾爆炸：燃气泄漏遇明火引起火灾爆炸是燃气电厂特有风险；二是人身触电：自然灾害应急处置时，发生违规操作引起触电危险。

2 现有燃气电厂应急管理存在的问题

2.1 自然灾害风险管控体系不完善

一是自然灾害风险动态更新滞后。燃气电厂的自然灾害预警预测多基于政府气象和应急管理部门，缺少本企业的预警预测技术手段，难以在自然灾害发生前迅速作出响应。

二是应急预案制定与演练存在不足。燃气电厂现有应急预案与生产实际结合不紧密，可操作性不强。模拟演练流于形式，实战性差，演练效果不佳。预案场景设置仅聚焦常规风险，缺少极端天气下的响应机制。

三是数字化建模灾害推演应用滞后。燃气电厂已开始推进智慧化电厂建设，数字化、智能化、AI技术、5D网络等科技手段深层次应用，但在应急体系建设，尤其是应对自然灾害等突发事件应急处置缺乏超前意识和创新思维，仅仅停留在固有的、传统的自救模式，因此，厂区三维建模支撑应急推演势在必行。

2.2 应急资源储备存在短板

一是物资配置不合理。燃气电厂储备柴油发电机数量满足应急响应需求，但缺乏燃气泄漏检测机器人，管道抢修依赖人工探测。

二是社会化的储备体系尚未建立。燃气电厂多坐落于城市郊区，依靠企业自有的应急物资储备，缺少社会化的储备体系，一旦遭遇大规模长时间自然灾害，厂内应急物资补充需要依靠外界储备和运输保障。

三是缺少现代化的应急救援装备。现代化应急救援装备应融合物联网、人工智能、大数据、新材料、新能源等前沿技术，具备智能化、模块化、轻量化、高机动性等特点，目前，燃气电厂普遍存在应急救援装备不足，如何尽快提升灾害自身救援效能将是一段时期内燃气电厂必须解决的难题。

2.3 应急协同机制待优化

一是政企联动效果不佳。燃气企业对应急资源调查不充分，只有政府消防部门联系电话和装备清单，未提前了解其他救援资源。日常，与政府部门沟通不畅，未曾参与或组织与地方政府共同开展自然灾害应急演练。

二是企业跨部门应急协同能力有待提升。负责生产运行、设备管理、应急物资维护储备等部门真正熟悉现场情况，第一时间发现情况并启动应急响应，但实践中，上述部门缺乏专门指导和联合演练，而对应急物资的调动主要由安监和综合部门负责，遇到自然灾害时，不同部门间协同不畅，不利于快速响应。

2.4 人员防灾意识和培训宣传不足

一是各级管理人员对自然灾害的防范意识不强，从思想上没有足够重视，存在侥幸心理。

二是对人身安全绝对第一的要求执行不坚决，出现险情没有坚决的撤离值班人员。

三是针对自然灾害的专项培训、宣传不多。电力生产单位，对人身伤害应急处置培训较多，对自然灾害防灾减灾宣传少。

3 提升燃气电厂自然灾害应急能力的对策建议

3.1 构建“空天地一体化”监测预警体系

(1) 政府级监测方面，构建全域覆盖、立体感知、智能分析的灾害监测与预警网络，提升对自然灾害早期发现、精准研判和快速响应能力。

厂区级监测方面，部署无人机巡检系统，实现周界安防监控设备热斑识别植被覆盖度分析。

设备级监测方面，在燃气轮机进气口、排水泵房等关键部位安装超声波液位计、光纤震动传感器等检测设备。

(2) 数字孪生平台应用

三维建模技术：基于 BIM 技术构建厂区数字孪生体，集成：地质灾害风险图层、燃气管网压力分布图及应急资源分布热力图。

智能推演功能：开发洪涝、冰冻、火灾等场景的数字化应急预案，支持：最优抢修路径自动规划、关键设备失效仿真及资源调度效能评估。

(3) 新型防护技术研发

燃气轮机防水改造：采用 IP68 防护等级进气过滤器，加装应急排水泵；采用防爆型应急装备：配置防爆型排水泵和开发燃气泄漏吸附材料。

3.2 强化物资保障：建立“平战结合”储备体系

(1) 物资分级储备标准

物资类别	储备基数	更新周期	部署位置
大功率排水泵	20 台	季度	厂区+区域仓库
卫星通信终端	5 套	年度	应急指挥车+控制室
防爆呼吸器	50 套	半年	生产区+应急仓库

(2) 社会资源协同机制

签订互助协议：与周边化工企业共享移动式燃气压缩机，与物流企业共建应急运输通道。

组建战略储备库：在厂区周边范围内布局前置仓库，储备燃气轮机备用叶片。

(3) 智能仓储管理系统

RFID 动态追踪：实时监控物资位置、状态。AI 需求预测：结合气象数据预测物资消耗。区块链存证：确保应急物资调配过程可追溯。

3.3 完善应急预案：打造“情景-任务-能力”矩阵

(1) 制定完善应急预案

应急预案在燃气电厂应对自然灾害的过程中发挥至关重要作用，是企业保障人员安全、减少经济损失、快速恢复生产关键支撑。

应急预案制定应充分运用科学的方法和手段，对生产流程、设备特性、自然灾害、周边环境深入研究和分析，贴合企业实际情况和应急需求，在自然灾害发生时切实发挥作用，针对不同自然灾害及可能受到的影响，制定专门应对策略和措施，在实际执行中切实可行，具有可操作性。

(2) 动态风险评估模型

构建“五维风险评估矩阵”：

场景库建设：收录近 5 年典型灾害案例（所在地区）

致灾因子 资产脆弱性 → 暴露度	发生概率 →	风险等级
	应急能力 →	

(3) 标准化处置流程, 建立 I、II、III、IV 四级响应机制。

(4) 跨区域联动机制, 参“京津冀电力应急联盟”, 并建立“燃气-电力-交通”应急会商平台。

3.4 加强应急队伍建设: 实施“三位一体”能力提升工程

(1) 专业化人才培养, 分层分类分级培训。

(2) 实战化演练机制, 开展“双盲演练”: 不预设场景, 不预先通知, 引入第三方评估, 聘请专家进行评审。

(3) 心理韧性建设: 建立“心理安全屋”, 畅通灾后心理干预热线, 开展 VR 创伤模拟体验, 设立“应急功勋奖”。

3.5 创新政策供给: 构建“政府-企业-社会”协同治理格局

(1) 法规标准建设: 推动出台《燃气电厂防灾减灾条例》, 制定《燃气设施抗灾设计规范》。

(2) 财税激励政策: 设立防灾专项资金, 实施研发费用加计扣除。

(3) 社会共治模式: 开发“能源应急 APP”, 实时推送灾害预警信息, 提供就近避灾路线导航。

参考文献:

- [1] GB/T 29639-2020 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则[S].
- [2] AQ/T 9009-2015 生产安全事故应急演练评估指南[S].
- [3] DL/T 5174-2020 燃气-蒸汽联合循环电厂设计规范: 明确燃机电厂抗震设防、防洪标准、地质灾害避让要求.
- [4] 国能安全〔2015〕450号燃气电站天然气系统安全管理规定国家能源局: 燃气电厂天然气系统设计、施工、运行安全管理, 含自然灾害下应急切断要求.

4 研究燃气电厂应对自然灾害结论与展望

4.1 研究结论

本研究聚焦燃气电厂应对自然灾害的策略, 通过运用案例分析、文献研究和实地调研, 剖析了企业面临的自然灾害类型、影响及应对措施, 得出以下结论。

燃气电厂面临多种自然灾害的严峻挑战, 对企业的生产运营产生巨大冲击, 在应对自然灾害时, 技术手段是关键支撑, 科学、实用、针对性强的应急预案, 能够在灾害发生时提供明确的行动指南, 保障人员安全, 减少经济损失, 促进生产恢复, 应急响应与救援行动高效实施更是降低灾害损失的重要保障。应对自然灾害需多方面协同合作, 综合运用技术手段、完善应急预案、高效开展应急响应与救援行动, 能有效降低灾害风险, 保障企业安全稳定和能源供应。

4.2 未来展望

随着全球气候变化加剧, 自然灾害发生频率和强度会进一步增加, 燃气电厂面临挑战也将愈发严峻, 应对自然灾害是一个系统复杂工程。未来, 燃气电厂在应对自然灾害方面, 需要技术创新和管理优化双轮驱动, 强化教育培训、应急演练、协同配合、资源共享等多维度发力, 不断提升抗灾救灾能力, 保障能源稳定供应, 为社会发展做出更大贡献。