

员工沉浸式消防情景演练对企业火灾应急处置能力提升效果研究

DOI : 10.32629/jpm.v7i7.8971

邢祎

中国核动力研究设计院

[摘要] 作为一种新兴的企业安全培训载体，员工沉浸式火灾情景演练在实践中普遍存在场景模拟度不足、岗位应急责任界定不清、演练效果评价主观性强等问题。针对以上问题，提出基于典型火灾案例的情景重构策略、基于岗位列表的职责细化方案、多维度指标融合的定量评价体系，实现演练由程序流程到能力训练的转变。构建“情景－责任－评价”三位一体的协同优化框架，为系统性提升企业火灾应急能力提供可操作路径。

[关键词] 员工沉浸式消防情景演练；企业火灾应急处置能力提升；效果

Research on the Effect of Employee Immersive Fire Scenario Drills on Enhancing Enterprises' Fire Emergency Response Capabilities

Xing Yi

China Nuclear Power Research & Design Institute

[Abstract] As an emerging platform for enterprise safety training, employee immersive fire scenario drills often encounter issues in practice, such as insufficient scenario simulation, unclear definition of emergency responsibilities at specific job positions, and highly subjective evaluation of drill effectiveness. To address these challenges, this study proposes a scenario reconstruction strategy based on typical fire case studies, a responsibility refinement scheme grounded in job role lists, and a quantitative evaluation system incorporating multi-dimensional indicators, thereby facilitating the transition of drills from procedural workflows to competency-based training. By constructing a tripartite collaborative optimization framework encompassing "scenario - responsibility - evaluation," this approach provides a practical pathway for systematically enhancing enterprises' fire emergency response capabilities.

[Key words] Employee immersive fire scenario drills; enhancement of corporate fire emergency response capabilities; effectiveness

企业在发生火灾时，其应急处理能力的高低，直接影响着人民群众的生命和财产安全。目前，虽然大部分企业已经开展日常的消防演练，但是普遍存在着演练情景与实际火灾情况严

重脱离、参与人员岗位应急责任边界模糊、演练效果判断缺乏客观依据等问题，导致演练流于形式，难以转化为实战能力储备。沉浸式火灾情景演练因其对火灾现场多感觉刺激和动态压

力环境的高度还原性，是对传统演练模式的重要补充。但是，这一模式在落地实施时，仍然面临着技术标准的缺乏和组织管理的落后。为此，从“情景构建—责任分配—效果评价”三个核心维度对沉浸式演练的运作逻辑展开系统研究，明晰沉浸式演练的失效环节，并据此提出有针对性的改进方向，为企业火灾应急演练系统的完善提供理论参考。

一、员工沉浸式消防情景演练存在的问题

（一）演练场景设计脱离真实火灾工况

目前，企业开展的火灾模拟演习，普遍面临着“场景预设过于规整”和“火场变量”严重不足等问题。演习预案中一般都会提前告知起火地点、起火时间及扩散方向，参与人员根据事先设定好的预案进行撤离，这与现实中的不确定和突发事件有着很大差异。真实火灾条件下，受建筑结构、室内风压和出入口等多种因素的作用，可视范围可能在几分钟之内下降到小于 1m，周围的温度也呈现出明显的不均匀性，部分地区甚至可以达到 200℃，并且由于可燃材料的不同，其有害烟气成分也会发生明显变化^[1]。

（二）岗位应急职责划分模糊不清

在企业火灾演习过程中，各岗位和各部门之间的责任分工存在着不明确的地方，其主要体现在：在方案的文字描述上过于笼统，在执行层面上缺少精确的对应。大部分企业在紧急情况下都把工作人员大致分为灭火行动组、疏散引导组、通信联络组等几种类型，但是没有根据每个员工每天的工作性质、工作区域位置以及值班时间来分配不同的责任。一名 DCS 控制室的工作人员应该首先进行过程应急停机和人员疏散，检修人员在巡视过程中遇到火情，应该采取何种措施进行灭火，或者发出预警并报告，该过程的重要决定因素目前尚无清晰的指导。

（三）演练效果评估缺乏量化标准

现有的企业火灾演习评价结果多为定性表述，很难准确地对参与人员的紧急救援能力及演习计划的合理性做出准确的判断。评价中“人员撤离总体有序”“人员反应迅速”“总体效果显著”等一般性描述，且缺少对现场观测资料进行结构性和定量对比。在人员反应时间方面，缺乏从报警到第一名工作人员到达聚集地点的时间窗口，没有对所有人员全部疏散的时间和各个楼层的平均时间进行全面的统计和分析，不能准确地确定人员的“瓶颈”位置。在消防作业方面，参与人员的灭火器喷射命中率、从取得灭火器到结束喷洒所需时间、消防水带连接作业错误率等重要评价标准都没有被考虑进去，导致工作人员的实践技术水平仅局限在“会用”和“不会用”的

二元判定上，难以区分^[2]。

二、员工沉浸式消防情景演练有效策略

（一）基于真实火灾案例构建高仿真场景

虚拟现实灭火演习是否有效，关键在于虚拟现实情景的模拟是否能够精确再现现实生活中的实际情况和应急行为。这一战略的实现，首先要以业内过去 10 年来公布的具有代表性的火灾事故调查结果作为主要材料，并将公司以往防火巡查中找到的隐患和周围同类企业的事故通报相结合，按照起火点、火源种类、蔓延路径、烟气扩散方向、建筑结构特点等方面对其进行代码归类。在方案研发中，需要借助消防部门的力量，利用 CFD 仿真技术，对典型的典型案例开展烟流和温度场的数值求解，并将热释放率、能见度和烟气层厚度等数据输入到 3D 可视化系统中，实现与实际火蔓延过程中热辐射强度、烟雾浓度和能见度等动态特性的仿真环境^[3]。

在实践方面，将烟雾产生器和热辐射仿真设备安装在演习现场，通过计算机仿真计算，确定各阶段的烟气排放量和热源的出力，使得参与演习的参与者能够感知到随着火势的发展而不断改变的温度梯度和视野障碍。比如，在模拟电器短路引起的初期火灾情景中，在演习开始 60 秒钟的时间里，通过使用低浓度的烟气和设备的故障声光报警，来创造出一个探测的环境，然后 90 秒钟之内，逐渐增加浓烟的浓度，并开启热辐射装置，将工作区域的能见度降低到一到两米之间，并且将其周围的环境温度提升到 40 到 45℃。在情景设计中，还需要充分考虑到不同岗位员工所面对的实际工作情况，在工作现场增加现场火灾现场的火焰和防溅物的仿真，并在控制室的控制台上安装仿真仪器的参数变化接口，为紧急情况下的指挥部提供多个角度的视频连接和通信波段的干扰，保证每个级别的工作人员都能在自己的工作区域中得到有针对性的情景刺激。

（二）依据岗位清单细化应急责任分工

若想体验化的效果有效发挥，每个参与者在现实中所做的工作与他们的真实工作岗位所承担的紧急责任有着精确的对应。如果责任划分过于宽泛或者交叉重叠，那么演习中很容易发生多个人集中在工作地点或者是重要位置没有人值班的情况。制定出岗位紧急职责列表，将其作为战略落地的出发点，企业的安全主管部门与各个车间的负责人、组长一起，在每日的生产岗位定员表的基础上，对发生火灾的情况，逐一进行逐一的梳理。运用工作分解的方法，将消防救援工作的整个过程分成“火情确认”“报警通报”“初期灭火”“人员撤离”“设备关闭”“重要物资转运”“现场警戒”和“外部疏导”等 8

大“功能”，分别按照各自的工作范围和操作权限，对特定的工作人员进行分工。如，中央控制室操作人员在收到火警讯号后 90 秒之内，将防火连接装置转换为自动化，并向当班工程师报告；工地巡查员有责任在火灾发生 60 秒钟之内，利用附近的消防设备进行初步灭火，并在灭火器用完之后，将空瓶子放入规定的回收区；仓库保管员有责任在 3 分钟之内关闭所辖仓库的主电力，并将外面的营救车带到预定的停车地点^[4]。

演习开始前 48 小时，安保主管将所有工作岗位的《紧急责任卡片》用塑料密封的形式贴在显眼的位置，卡片的前面用图表和简单的文字说明了本岗位在三分钟时间里的主要工作，后面会标注相邻岗位责任人姓名及联系方式，便于紧急状态下快速联络。在演习开始之后，评审人员会逐一检查每个岗位的工作人员有没有在指定的时间窗内做好工作，不安排替换工作和多个工作岗位的代理工作，从而迫使每个员工清楚地知道自己所处的岗位和相应的第一个行动。针对由于工作调动或者新员工进入而造成的职务履行方面的差异，在演习之后，主管要根据职责列表进行一对一的回顾解释，并且在下次演习中着重检查这个职位的反应是否正确，直到他完全地理解岗位整个紧急作业过程（如图 1 所示）。



图 1 火灾应急响应流程

（三）引入多维度指标量化评估演练成效

针对演习成效的科学评估，改变以往仅停留在主观感知或“整体良好”的概括描述，需要构建涵盖响应时效、操作规范和协作品质的多维度定量评估指标，实现每次演习输出的结构性数据可横向比较和纵向跟踪。第一个层次是时效类型的指数，它包含消防确认的时间、第一次报警的时间、第一次灭火的时间、第一次灭火的时间、所有人员撤离结束的时间和紧急指挥官到达的时间。第二个层次是标准，评定人员根据事先制订的操作评分表，对灭火器的操作正确性、消防栓连接密封性、防烟面罩的穿戴完整性以及应急关闭阀门操作次序等重要操作进行评判，每个操作都设置达标和不达标两个档次，达标率达到各岗位和各小队的操作合格率。

第三个层次是“协作”，它包含“通信联络成功率”“疏散指令”的明确程度和“战场指挥部”与“作战分队”间的“信息传递时限”等软协调参量，并结合演习期间不同位置的通讯记录和“指挥通道”的录音数据，对“协调”进行了编码和解析。如，将收集到的资料进行综合分析，火灾确定的时间为 28 秒，火灾警报的时间是 52 秒，灭火装置的时间是 73 秒，所有人员疏散结束的时间是六分十五秒，操作规范达标率方面灭火器使用正确率为百分之八十二、防烟面罩佩戴完整率为百分之九十一，通讯联系成功率为百分之八十七。在形成评价资料后，以车间、小队为单位，形成《演练量化评估报告》，除展示此次演习各个层面的成绩外，还提供最近三个演习的纵向比较图，以及与行业内参考值水平的差异（如表 1 所示）。

表 1 演练多维度量化评估核心指标与结果

指标维度	评估指标	本场次数据
时效类	火情确认用时/首次报警用时/首次灭火用时/全员疏散完毕用时	28s/52s/73s/6min15s
规范类	灭火器使用正确率/防烟面罩佩戴完整率	82%/91%
协同类	通讯联络成功率	87%

三、结束语

综上所述，员工沉浸式火灾情景演练在提升企业火灾应急能力方面发挥着不可替代的催化作用，其核心机理是将静态的知识传授转变为动态情境中的条件反射行为训练，缩短应急响应时间，减少决策偏差。未来研究还需要进一步探索虚拟现实技术对不同行业、不同规模企业的适用性差异，探索虚拟现实技术与实体演练场景深度融合的途径，并推动虚拟现实技术纳入企业安全标准化评估体系，由阶段性活动向常态化管理工具转变。

[参考文献]

- [1]庄颖.浅析企业消防安全监督管理问题及优化措施[J].消防界(电子版),2025,11(6):145-147.
- [2]曾凯.浅谈消防设施如何在化工企业更好地发挥作用[J].中国设备工程,2025,(3):256-258.
- [3]蔡正明.化工企业消防安全现状及改进对策研究[J].消防界(电子版),2024,10(23):10-12.
- [4]邢兴.基于风险的经营场所消防安全管理策略研究[J].消防界(电子版),2024,10(23):16-18.