

# 虚拟现实技术在发电企业安全生产中的应用

崔继敏

国家电投集团郑州燃气发电有限公司 河南 郑州 450000

**【摘要】：**目前，虚拟现实技术在安全生产中的应用已得到越来越多企业的认可，尤其是在高风险行业如建筑、矿业、石油化工等领域，VR技术的应用逐渐增多。随着虚拟现实技术的进步和成本降低，相关应用逐步成熟，发电企业开始广泛采用VR技术进行安全管理和培训。尽管应用前景广阔，但也面临一些挑战，包括技术成本、设备投入、虚拟环境的真实度以及员工接受度等问题。发电企业需要综合考虑这些因素，制定适合自身的应用方案。本文结合虚拟现实技术在发电企业安全生产中的应用策略进行分析，以供参考。

**【关键词】：**虚拟现实技术；安全生产；燃机发电企业；事故模拟；设备操作

DOI:10.12417/2705-0998.24.21.017

## 1 虚拟现实技术在安全生产中的应用现状

虚拟现实（VR）技术在安全生产中的应用正日益广泛，为企业提供了创新的安全管理和培训工具。利用VR技术创建真实的工作环境和危险情境，进行安全培训和应急演练。通过模拟可能发生的事故或灾害，员工能够在安全的虚拟环境中掌握应急处理技能和安全操作规程，通过沉浸式的虚拟现实体验，员工可以获得更逼真的培训感受，增强对安全操作的理解和记忆。对员工在虚拟环境中的表现进行评估，识别培训中的薄弱环节，并及时进行针对性的补训。在虚拟现实模拟不同的工作环境，帮助识别潜在的安全风险和隐患。通过虚拟环境的测试，可以提前发现问题，减少实际操作中的风险。通过虚拟现实技术演练应急预案，测试应急响应效果和效率，优化应急处理流程和措施。为员工提供设备操作的虚拟演示和培训，帮助员工熟悉设备操作流程和注意事项，减少因操作不当引发的事故。利用VR技术对设备进行虚拟维护和修理培训，使员工能够在实际操作前掌握设备维护的技能。通过VR技术重现实际发生的安全事故，帮助分析事故原因和过程，为改进安全措施和预防类似事件提供依据。结合虚拟现实和数据分析技术，进行事故数据和安全记录的分析，识别安全管理中的问题和改进方向。通过VR技术提供各种安全情境的体验，提升员工的安全意识和警觉性，使其更加重视日常工作中的安全问题。通过虚拟现实中的互动学习模块，增强员工对安全知识的掌握和应用能力，提高整体安全文化水平。使用虚拟现实技术进行法规和标准的培训，帮助员工理解和遵守相关的安全法规，提高法律法规意识。模拟不同操作标准的执行过程，确保员工能够准确掌握并应用行业标准和最佳实践。

## 2 虚拟现实技术在燃机发电企业的具体应用

### 2.1 事故模拟与应急演练

#### 2.1.1 虚拟现实场景构建

利用三维建模技术创建与燃机发电厂实际环境一致的虚拟模型。这包括发电机组、控制室、变电站、燃料储存区、冷

却系统、管道等各个关键设施。确保虚拟环境中的设备和布局尽可能准确地反映实际设施。通过激光扫描、CAD图纸和现场测量等手段获取实际环境的数据，以保证虚拟模型的准确性和真实感。考虑到设备的细节和操作界面，确保虚拟模型中的控制面板、仪表和操作装置与实际设备相符，便于真实操作模拟。设计直观易用的用户交互界面，使员工能够自然地在虚拟环境中进行操作。包括操作控制的布局、按钮的功能标识等。模拟实际控制面板的功能和操作流程，使员工能够熟悉设备的控制逻辑和操作步骤。在虚拟环境中集成可能的危险源，如燃料泄漏、设备故障、电气短路、高温、压力异常等。通过模拟这些风险源，帮助员工在虚拟环境中识别潜在危险。设置不同的触发条件，使危险源在特定情况下激活。比如，模拟燃料泄漏时，可以设置设备故障或操作失误作为触发条件，以提高模拟的真实性。模拟危险源发生后的环境响应，包括设备的异常状态、报警系统的激活、火灾的蔓延等。让员工能够观察和应对危险源在虚拟环境中的影响。在虚拟环境中提供实时的反馈，帮助员工理解不同操作和反应对危险源的影响。根据实际生产流程设定虚拟场景，包括常见的生产操作步骤和流程，以确保模拟的真实性。重现实际工作环境中的常见场景，如正常运转状态、维护检查状态等，确保员工在不同情境下的操作能力。基于历史事故案例创建虚拟场景，模拟事故发生的过程和条件。通过重现这些案例，帮助员工了解事故发生的原因、过程和后果。在虚拟场景中进行事故分析，识别事故中的关键问题和潜在隐患，为改进安全措施提供依据。

#### 2.1.2 事故模拟过程

模拟燃气管道或储存罐发生泄漏，创建虚拟泄漏源，显示泄漏的具体位置和量，模仿真实泄漏情境中的气体扩散和浓度变化。设置虚拟设备故障引发爆炸的情境，如高压锅炉爆炸、电气设备短路引发的爆炸。模拟爆炸的冲击波、火焰和烟雾效果。模拟电气设备短路或过载引发的火灾情境，展示火焰、烟雾扩散和可能造成的设备损坏。设定不同的触发条件，例如设备故障、操作失误、外部环境变化等，这些条件会引发事故情

境的发生。触发条件可以通过系统设置自动激活,确保触发的事件情境尽可能接近实际情况,包括事故的初期信号和后续影响,使员工能够在虚拟环境中体验真实的事故过程。员工在虚拟环境中接受事故处理的初步指导,如如何关闭泄漏源、扑灭火焰或断开电源。虚拟环境应提供实时操作反馈,帮助员工了解正确的处理步骤。模拟使用应急工具和设备,如灭火器、报警系统、紧急关闭阀门等,训练员工如何正确使用这些工具应对事故。模拟员工在事故发生后如何进行人员疏散,包括找到安全出口、引导同事、使用疏散通道等。确保虚拟环境中设计的疏散路径与实际工作环境一致,训练员工如何正确触发报警系统、通知相关人员和报告事故。模拟报警声和通知系统的激活情况,增强员工对报警流程的熟悉度。评估员工在事故情境中的实时决策能力,包括对事故严重性的判断、应对措施的选择、协作与沟通能力等。记录员工在虚拟环境中的操作行为和决策时间,分析其对事故处理的反应速度和决策质量。记录员工在模拟过程中的所有操作步骤、决策选择和执行时间。包括初步处理、报警、疏散等行为的详细数据。

### 2.1.3 应急演练与效果评估

选择和设定模拟的事故情境(如火灾、泄漏等),确保情境符合实际可能发生的紧急情况。在演练前为员工提供必要的培训和指引,解释演练的目标、流程和评估标准。分配角色和职责,包括指挥员、操作员、疏散人员等,确保每位员工清楚自己的任务和职责。在虚拟环境中进行演练,模拟事故发生后的应急响应过程,观察员工的实时反应和操作。记录员工在应急演练中的所有操作步骤,包括报警、疏散、设备处理等行为。评估员工对事故的反应速度和决策效率,分析是否及时采取了必要的应急措施。观察团队成员之间的沟通和协调情况,评估是否有效地共享信息和资源。评估团队在处理事故中的合作效果,包括任务分配、问题解决和紧急情况处理。识别演练中出现的问题和不足,如反应不及时、操作错误、沟通不畅等。收集参与者的反馈意见,了解他们对演练过程和结果的看法,以获取改进建议。根据评估结果调整和优化应急预案,包括更新应急响应流程、修改操作规范和改进资源配置,定期组织更新后的应急预案演练,确保新流程和措施的有效性。

## 2.2 设备操作与培训

### 2.2.1 虚拟设备操作界面设计

创建与实际设备操作界面高度一致的虚拟界面,确保虚拟界面上的按钮、开关和控制面板与实际设备的操作界面高度一致,包括布局、颜色、大小等方面的一致性。准确模拟设备的仪表盘和指示灯,以便员工在虚拟环境中能够清晰地获取设备状态和反馈信息。在虚拟界面中模拟设备的各项功能和操作步骤,确保员工能够熟悉设备的操作流程和使用方法。提供与实际设备相同的反馈机制,如声音提示、震动反馈等,使员工能

够及时获得操作的效果和结果。设计直观的用户交互方式,包括点击、拖拽、滑动等,使员工能够便捷地操作设备。在界面上提供清晰的指引和提示,引导员工完成各项操作,减少操作失误和困惑,确保虚拟设备操作界面的响应速度与实际设备操作相匹配,使员工能够获得即时的反馈。设计交互动画和反馈效果,增强员工在虚拟环境中的操作体验,提升操作的可感知性。

### 2.2.2 操作流程模拟与训练

在虚拟现实模拟设备的操作流程,通过虚拟现实技术,详细演示设备从启动到运行再到停机的整个操作流程,包括每一步的操作步骤、时间节点以及注意事项。设计交互式的模拟环境,让员工可以亲自操作虚拟设备,包括启动设备、调整参数、监控运行状态等操作。模拟设备可能出现的故障和异常情况,如传感器故障、电路短路等,让员工学会如何识别故障并采取相应的维修措施。提供虚拟环境中的实时故障排除训练,引导员工按照指示书进行故障诊断和修复,培养其解决问题的能力。提供多次的模拟训练机会,让员工可以反复练习设备操作流程和故障排除步骤,从而熟练掌握各项操作技能。在训练过程中及时给予反馈和指导,帮助员工纠正错误,提高操作的准确性和效率。监督员工的模拟训练进度和成绩,及时发现问题并进行针对性辅导和培训。强调在模拟环境中的安全意识培养,确保员工不仅熟练操作设备,也能注意安全风险和预防措施。

### 2.2.3 操作技能提升与评估

在虚拟环境中设计各种操作场景,包括标准操作和突发事件,如设备故障或操作错误,全面测试员工的操作技能和应对能力。设计多样化的测试任务,涵盖设备的主要功能和常见问题,确保测试能够全面评估员工的技能水平。在员工完成操作测试后,系统应立即提供反馈,包括操作正确性、效率和问题解决能力的评估。详细指出操作中的错误或不足,提供具体的改进建议,如调整操作步骤、注意事项或提高对故障的识别能力。记录每位员工的培训进度,包括完成的测试、所用时间和测试成绩等信息,帮助跟踪其技能提升情况。建立员工的技能档案,记录其在各项操作和故障处理中的表现,方便后续分析和评估。

## 2.3 安全风险识别与预防

### 2.3.1 虚拟现实在风险识别中的应用

通过构建与实际发电厂相同的虚拟环境,全面呈现厂区内的设备布局、工作区域和潜在危险源,包括发电机组、控制室、燃料储存区等关键区域。在虚拟环境中集成各种潜在的安全隐患,如设备故障、化学品泄漏、电气故障等。通过这种模拟,员工可以提前识别和了解这些危险源。模拟不同的事故场景,例如高温、压力异常、气体泄漏等,以评估不同条件下的风险

因素。场景的多样性帮助员工全面理解可能出现的安全问题。利用虚拟现实技术实时观察和分析各种风险场景中的动态变化,评估风险的严重性和发展趋势。在虚拟现实中进行风险识别训练,培训员工如何发现潜在的危险源,并进行有效的风险评估。设置特定的任务,让员工在虚拟环境中主动寻找和识别风险,增强其风险感知能力和警觉性。

### 2.3.2 风险预防策略制定与实施

基于虚拟现实中标识的风险数据,制定针对性的风险预防策略。通过分析不同场景下的风险表现,提出有效的预防措施。设计详细的风险预防方案,包括设备检修计划、环境改造建议、安全管理措施等,以减少潜在风险的发生。将制定的风险预防策略应用于实际环境中,例如通过设备升级、环境优化、操作规范等手段减少风险因素。针对识别出的风险和预防措施进行员工培训,确保所有员工了解并能够有效执行相关预防策略。利用虚拟现实技术进行持续的风险监控,定期检查实际环境中

的风险管理效果。通过虚拟环境中的数据监控,发现和纠正实际应用中的问题。定期评估预防策略的效果,分析实际环境中的风险变化,及时调整和优化预防措施。建立有效的反馈机制,通过员工的实际操作反馈和风险事件记录,评估预防措施的有效性,进行必要的调整和改进。根据监控和评估结果不断优化风险预防策略,确保长期有效地降低风险,维护安全生产环境。

## 3 结语

总的来说,虚拟现实技术在安全生产中的应用正不断发展,具有提高安全培训效果、优化风险管理、提升员工安全意识等多方面的优势。未来,随着技术的进一步发展和应用经验的积累,虚拟现实有望在安全生产领域发挥更大的作用。通过虚拟现实技术进行设备操作流程模拟和训练,可以有效提高员工的操作实践能力和紧急情况应对水平,从而在实际工作中保障设备操作的安全性和效率,降低事故风险和维护成本。

## 参考文献:

- [1] 发电企业智慧平台建设核心功能设计研究.陈成.企业管理,2022(S1).
- [2] 发电企业数字化转型的挑战及对策.桂原;王文生;常娟;吴建军.中国电力企业管理,2022(01).
- [3] 基于大数据时代发电企业燃煤库存优化研究.高扬;王辉.长江信息通信,2021(01).
- [4] 大数据在区域发电企业的创新应用实践.唐培全.软件,2021(06).
- [5] 浅谈如何构建发电企业数字中心.张世超;张钟平;王玥.网络安全技术与应用,2021(09).
- [6] 定位技术在发电企业安全方面的应用.屠海彪;朱晓瑾;吴伟喷;江海军.电子技术与软件工程,2020(18).