

浅析虚拟现实技术在油库安全管理中的应用

石浩洋（武警士官学校，浙江 杭州 310000）

摘要：随着石油化工行业的快速发展，油库安全管理显得越发重要。本文针对当前部分油库安全管理中存在的不足，分析虚拟现实技术在隐患排查、消防应急以及人员培训的具体应用，达到改善当前部分油库安全管理水平过低的目的。

关键词：油库安全管理；虚拟现实技术

0 引言

近些年来，随着我国石油化工行业快速发展，油库的数量越来越多，规模也越来越大。油库作为储存原油、成品油的场所，其储存的物质具有易燃、易爆、易挥发的特点，这对油库的安全管理提出较高要求。油库安全事故的发生，会对人员生命财产安全造成极大的威胁，社会影响恶劣。2013年6月，大连某石化公司发生1起储油罐爆炸事故，结果造成2人失踪，2人重伤；2013年11月，青岛某石化企业发生爆炸事故，事故造成62人死亡、136人不同程度受伤，直接经济损失达7.5亿元。油库安全管理是保证油库正常运转作业，提高油库经济效益的基础，但在实际工作中，由于人员能力素质、训练不足、软硬件设施缺乏等原因，使得部分油库的安全管理处于一个较低水平。因此，当前部分油库面临的问题就是如何采取措施来改善安全管理现状，从而预防和降低安全事故的发生。

随着科学技术水平的提高，虚拟现实技术（VR）发展迅速，在让人们获得沉浸感、交互性、多感知性的同时降低了硬件操作使用成本，在越来越多的行业领域中得到应用。如今，虚拟现实技术已经应用于矿山开采、化工生产等消防、触电安全知识体验培训或训练，煤矿安全、电力等行业也已利用虚拟现实技术开发了各种类型和功能的培训系统，并开始应用于实际。例如黑龙江省电力公司等多家电力部门都各自开发了变电站培训系统。但在油库安全管理和培训领域还未成熟、系统地应用此技术。本文浅要分析将虚拟现实技术应用于油库安全管理中，利用其沉浸、互动、多感知、安全、灵活、高效和节约成本等诸多优势来提高油库安全管理工作水平。

1 虚拟现实技术及其特点

1.1 虚拟现实技术

虚拟现实（Virtual Reality，VR）技术，是综合运

用计算机图形学、仿真技术、多媒体技术、人工智能技术、网络技术，模拟人的视觉、听觉、触觉等感觉器官功能，借助计算机等设备产生一个逼真的三维虚拟世界中，使人能够沉浸中，通过语言、手势等方式与之进行实时交互，创建一种适人化的多维信息空间。

1.2 虚拟现实技术特点

虚拟现实技术具有三个突出的特点：

一是沉浸性：沉浸性是虚拟现实技术最主要的特点，指人在计算机产生的三维虚拟环境中的真实感知。当受到虚拟环境刺激时，如听觉、触觉、运动等刺激，心理上沉浸其中感觉像是进入真实世界。二是交互性：交互性是指参与者对虚拟环境中物体的可操作程度和从环境中得到反馈的自然程度（包括实时性）。交互性需借助专用的设备，如VR眼镜、专用手套等。三是多感知性：因目前技术限制，多感知性指虚拟现实除了普通计算机技术所具有的视觉感知，还有运动感知、听觉感知、触觉感知、力觉感知。

2 油库安全管理中存在不足

提升油库安全管理水平，首要分析寻找油库安全管理中的不足之处。通过对过往油库安全管理工作暴露出问题进行分析，大部分油库主要在隐患排查、消防应急能力以及人员能力素质这三方面存在不足。

2.1 隐患排查存在不足

油库安全隐患排查在油库安全管理中有着非常重要的作用，但就目前油库中发生的各类型安全事故来看，油库中的隐患排查仍然存在不足。首先是隐患排查范围相对过窄；由于人员、环境等客观因素，油库安全管理中一般针对常见的、典型的且具代表性的安全隐患以及罐区、收发油平台等重点区域进行排查。但就目前情况来看，油库安全事故往往发生于“小、散、远”等因客观环境而被遮挡进而导致工作人员难以排查到的非重点区域。其次是隐患排查不够严实；

油库管理中查库巡检、安全检查等隐患排查方式主要依靠工作人员的个人经验，而工作人员素质参差不齐往往会导致有些隐患难以被排查发现。同时由于主观因素，工作人员考虑不够完善全面，重视程度不够，对隐患产生的后果估计不足，隐患排查流于形式，发现隐患也不整改。例如某油库工作人员例行巡检过程中疏忽大意，未对离心泵前过滤器法兰进行检查，后在运行过程中此处发生油品渗漏，险些酿成事故。最后是隐患排查不够深入；尽管油库中设置了隐患排查范围，但在特殊环境如自然灾害发生等不可控因素的影响下，原先相适配的排查处置条件会发生变化，难以达到预期效果。

2.2 消防应急能力存在不足

当油库发生火灾事故时，油库安全管理中的消防应急能力就显得格外重要。当前部分油库消防应急能力存在以下不足：

一是消防应急预案存在不足：一些油库的消防应急预案制定不够详细、内容空泛，没有充分考虑特殊时间、特殊环境下的应急规划，只有一个大体的方案，无具体操作实施细则，可操作性不强。二是软硬件结合不够紧密：存在诸如消防硬件设施配备不齐全，操作人员疏于操作，应急责任落实不明确，应急管理各项规定制度只是落实于书面，并且规定较为笼统，不能够真正的有效的起到应急管理作用等问题；三是消防应急演练存在不足：油库消防应急除了应急预案、各类软硬件，还需进行消防应急演练。因应急演练消耗人力、物力、财力，导致部分油库工作人员演练少，每年只进行一至两次消防应急演练，甚至不组织消防应急演练。加之有的消防应急训练模式僵化，无法整合诸多训练要素，很难组织油库中各部门、各区域按照预案进行应急演练，同时消防装备设备老旧损坏不能正常使用等问题更加突显了油库消防应急能力的不足。同时工作人员之间的分工不明确，造成组织指挥混乱，影响协同作业效果。此外，消防应急演练中因客观条件所致，工作人员感受不到火灾的存在，没有沉浸式体验，不能真正领悟到演练的重要性，效果不佳，人员理解不透彻，也就无法真正从中学到技能与配合效果。

2.3 人员能力素质不足

油库工作人员是油库安全管理工作的基础，其能力素质直接决定了油库安全管理工作的成效。油库工作人员能力素质不足主要体现在专业操作能力不

足。目前油库工作人员会经历岗前培训，培训模式为多媒体演示加纸质资料的理论培训为主，结合参观见学为辅，而后经过理论考试获得资格证书后上岗作业的培训模式。这种培训模式过程较为枯燥，同时受油库生产运行状况、现场组织等各种因素的影响，如在参观见学过程中，尽管有专门人员陪同讲解，但也不允许受训人员进入收发油作业区，动手操作正在运行中设施设备。只能参观油库控制室、罐区外围等区域，导致受训人员很难把理论知识与现场的实际操作紧密结合。存在着掌握理论操作规程但实际操作不熟、不会的情况，使培训难以达到理想效果，很难真正在事故发生时做出及时、有效的处理。例如某油库在上级检查过程中，发现部分工作人员未获得相关工作培训经历，进行演练时对罐区自动水炮操作不熟练，导致演练成效不高。此外，一些油库内部工作人员业务工作较重，人员流动性也较大，导致工作人员在安全管理方面整体素质偏低，专业技术水平薄弱，无法有效理解并掌握油库中安全管理规章制度以及消防应急设施设备的操作使用，使得油库安全管理水平降低，各类安全事故发生几率增加，不利于油库正常运行作业。

3 虚拟现实技术在油库安全管理中的应用

3.1 虚拟现实技术在油库隐患排查中应用

随着石油储存技术的发展，油库罐区设施设备越来越先进的同时结构也越来越复杂。利用虚拟现实技术完整系统地建立起油库罐区、收发油作业区、泵棚、消防作业区，以及各项设施设备三维数字仿真油库，将真实条件下人眼看不见、感受不到的环境展示出来。工作人员利用 VR 设备在其中得到沉浸式体验，使得整个油库清晰、完整、分解地呈现在眼前，从而提升工作人员在“小、散、远”等非中心地点的隐患排查能力，减少现实中因缺少训练不熟悉而导致隐患排查不到位。其次，结合大数据技术统计分析过往时间里各类型油库的事故隐患，将隐患出现的原因、区域、特点，结合其在时间上的发生比例以及空间上的分布，通过图表和三维饼图直观地展示出来，使得油库工作人员进一步掌握隐患的发生倾向。最后将虚拟现实技术与安全隐患排查训练融合在一起，真实地展现隐患情景，让工作人员在虚拟现实环境中学习和训练排查各类型安全隐患，掌握有效、快速、安全的隐患排查方法，提升隐患排查效益。例如在学习过程中，可将油库的安全隐患标记出来，工作人员利用 VR 设备可

查阅隐患信息以及正确的处理方法,当工作人员采取正确方法排除隐患后提示隐患排查成功,从而让工作人员了解和熟悉油库常见的安全隐患及隐患消除的正确处理方法。

3.2 虚拟现实技术在油库消防应急中应用

利用虚拟现实技术,建立起包含油库所在地区地形地势、气候交通、油库布局等环境模型,利用模型搭建由火灾类型、火灾规模、设备损失等油库消防灭火现场以及消防人员力量组成、消防设备配备等消防力量状况和涵盖各类信息数据采集的消防指挥系统。在平常应急演练中,工作人员能利用系统的可视化管理功能,查询消防设施设备、火灾类型规模的属性、参数,通过设置不同参数,使各类特征数据呈现动态变化,从视觉、听觉、触觉三个方面获得直观感受,全方位了解火灾等安全事故特质。同时系统融合大量油库典型消防安全事故案例,灵活调整参数,实现不同的应急演练场景,可在虚拟现实环境中进行火灾事故推演,以展示不同的应对措施和救援策略,提升应急演练的效果,实现电子沙盘功能。过电子沙盘提供沉浸式模拟演练,来提升油库工作人员在面对消防任务时现场指挥调度、决策分析、应急反应的意识 and 能力。当火灾发生时,系统利用收集到的灾情数据,把消防应急预案以及参考信息通过全息演示或三维立体展示的方式呈现出来,为应急救援工作提供支援,便于指挥人员整体掌控事态。同时快速调配应急资源、分配救援任务,控制事件进一步恶化,为应急抢险救援赢取宝贵时间。

3.3 虚拟现实技术在人员安全培训中的应用

根据虚拟现实技术的特点,采用模拟仿真的形式对油库工作人员进行安全培训,利用虚拟现实环境下的交互式训练,使参训人员能在逼真的系统环境中训练操作各种设施设备,减少因硬件条件不足导致技能生疏的问题,并且能在系统中体验事故发生时的场景,从视觉、听觉上得的紧张感,获得沉浸式的培训体验,有利于激发参训人员的学习训练兴趣,直接掌握油库安全管理工作要点,从而提高人员的培训质量和培训效率,满足油库安全管理工作实际需要。同时在减少现实硬件材料投入、减少操作危险等方面具有重要意义。例如在油库中阀门与管道连接处的法兰垫片,易老化损坏导致安全事故发生。利用VR设备,参训人员能直观看到法兰垫片的损坏情况,学习到分解结合的动作要领,更易掌握破损法兰垫片的拆卸、更换、

安装的详细操作步骤,减少了对实际硬件训练设备的需求,降低训练成本。此外,虚拟现实技术还可应用于安全培训中的人员考核,提供沉浸式、交互式的考核环境,包含理论知识考核、虚拟操作考核两部分,从而检验参训人员培训效果。在理论考核中,参训人员完成单选、多选、判断等客观题目。在虚拟操作考核中,参训人员在无任何参考或提示的情况下,独立找到并解决问题。待参训人员完成考核或考核时间结束后,系统根据正确的流程进行评判,最终生成考核情况以及考核成绩,从而形成训练考核一体闭合培训模式。

4 结语

利用虚拟现实技术沉浸性、交互性、多感知性的特点,将其应用到油库安全管理工作当中,建立起三维数字仿真油库系统,发挥其效率高、风险小、不受环境空间影响的优点,减小了消防装备器材、油料消耗、场地维护的成本,提升了隐患排查成效以及消防应急反应能力。此外,在油库工作人员培训考核方面,加强了对油库的直观认知性和参训人员的实践操作能力,弥补了常规培训中存在的培训效果形式单一枯燥、不理想等问题,提高了参训人员主动学习技术、提升技能水平的积极性,最终将油库安全管理提升到一个新台阶。

参考文献:

- [1] 刘婉莹.基于VR技术的大型储罐火灾爆炸仿真软件设计[J].中国安全生产科学技术,2019,15(04):167-173.
- [2] 智丽娜.虚拟现实技术在煤矿安全培训中的研究进展[J].计算机时代,2017(09):67-68+71.
- [3] 李洪波,宋丽群.黑龙江省500kV仿真变电站及应用[J].计算机系统应用,2001(02):42-45.
- [4] 胡小强.虚拟现实技术基础与应用[M].北京:北京邮电大学出版社,2009
- [5] 高博.虚拟现实技术在美军实战化训练中的应用及启示[J].国防科技,2014,35(02):94-97.
- [6] 周晓风.基于MAYA和VIRTOOLS的虚拟仓储物流系统的研究与实现[D].上海:上海交通大学,2011.
- [7] 王栋.虚拟仿真技术在石油库和加油站施工作业安全管理环节的应用[J].石油库与加油站,2021,30(04):11-13+5.
- [8] 陶飞.数字孪生及其应用探索[J].计算机集成制造系统,2018,24(01):1-18.