

VR 技术在加氢站安全仿真实训基地的运用探究

张振纲 曾小瑛（广东石油党校，广东 广州 510100）

摘要：本文介绍了当前加氢站安全培训存在的问题，从 VR 技术的特点及在诸多领域应用的优势，借鉴延伸到在加氢站安全培训中使用 VR 技术的可行性进行阐述，探讨了加氢站安全实训中 VR 课程的内容及 VR 课程的使用。加氢站 VR 体验实训能够更好地适应新的技术趋势和工作流程，提供更加真实、准确和实用的体验，从而更好满足企业安全管理的需求。

关键词：加氢站 VR 体验课程；安全实训；安全性增强

随着科技的飞速发展，虚拟现实（VR）技术逐渐渗透到各个领域，其中就包括企业员工安全实训。作为一种全新的教学方式，VR 技术可以为员工提供更加真实、生动的实践体验，帮助员工更好地理解和掌握知识。在能源领域，加氢站作为重要的能源基础设施，其运营和操作对于保障能源安全和促进经济发展具有举足轻重的地位。

1 目前加氢站安全实训方式

课题组于 2023 年 5 月至 10 月期间对加氢站培训内容开展了相关调研，对加氢站设备供应厂家设备 10 名设备运维人员访谈、3 座加氢站站长员工现场访谈，分别对广东石油、浙江石油、上海石油三家公司的加氢站运营管理人和以及 16 家省市公司的 93 名加氢站站长员工开展了在线问卷调查。通过对调查结果讨论分析，整理得出以下结果：

1.1 加氢站安全目前主要实训方式

为了提高加氢站的安全性和运营效率，目前主要采取以下几种培训方式：

①理论培训：通过课堂讲解、教材学习等方式，使员工掌握加氢站的基本知识、安全操作规程、应急处理措施等。

②实操培训：在加氢站现场进行实际操作训练（主要为站里师带徒形式，集中培训时较少进行），包括设备操作、应急演练等，提高员工实际操作能力和应对突发事件的能力。

③在线培训：利用互联网技术，员工可以通过电脑或手机随时随地进行学习，方便快捷。（主要是员工自学，通过网络搜索相关内容）。

④取证培训：由于加氢站属于高压设备，因此上岗前必须取得政府的特种作业操作证培训，这种培训旨在确保员工具备安全操作加氢站所需的基本技能和知识。

1.2 目前加氢站安全实训方式存在的问题

目前加氢站安全培训方式和内容虽然在一定程度上能够提高员工的安全意识和操作技能，但仍然存在一些问题需要改进和完善。

①理论培训和实操培训的结合不够紧密，往往存在理论知识和实际操作脱节的情况。这需要加强理论培训与实践操作的衔接和配合，让员工在实际操作中能够更好地理解和应用理论知识。

②目前的实训方式相对单一，主要以课堂讲解和现场实际操作为主，缺乏多样化的实训手段和方法。这可能导致员工在学习过程中感到枯燥乏味，影响实训效果。

③由于受现场高压、易燃易爆的特性和确保现场正常经营，实操培训多数是以现场讲授或者老师演示为主，缺少实际动手，操作能力提升有限。而建设加氢实操基地由于设备材质要求高导致建设成本高，或者实操工位有限，培训收到一定限制。

总的来说，目前的加氢站安全培训方式在提高员工的安全意识和操作技能方面起到了一定的作用，但仍然存在一些问题需要改进和完善。为了提高培训效果，需要加强理论培训与实践操作的衔接和配合，引入更多的培训手段和方法，增加培训过程中动手实操的课程占比，切实提升员工的操作技能，确保加氢站的安全。

2 VR 在加氢站安全实训方面的运用

2.1 VR 技术介绍

虚拟现实（VR）技术是通过结合计算机图形学、仿真技术、多媒体技术、传感技术等多种技术，模拟真实环境，这种虚拟环境可以与真实世界相互交互，还可以使用户仿佛身临其境，感受到身临其境的沉浸式体验。虚拟现实技术可以应用于许多领域，例如游戏、娱乐、教育、医疗等。此外，VR 技术还可以模

拟各种事故场景，例如火灾、地震、交通事故等。通过在安全环境下进行应急演练，学员可以更好了解事故应对的方法和流程，提高自身的应急处置能力。VR的特点如下：

①沉浸式体验：VR技术通过模拟人的视听感知，使用户仿佛身临其境地置身于虚拟环境中，感受到身临其境的沉浸式体验。

②交互性：VR技术不仅提供沉浸式体验，还具有交互性。用户可以在虚拟环境中与虚拟物体、虚拟角色等进行互动，增强了用户的参与感和体验感。

③高度逼真：VR技术可以创造出高度逼真的虚拟环境，使用户感受到与真实世界几乎无异的视觉、听觉等感官体验。

④跨平台性：VR技术可以在不同的设备上运行，如VR头盔、VR眼镜等，使得用户可以在不同的平台上享受到相同的虚拟现实体验。

2.2 VR仿真技术在加氢站安全实训中的优势

由于加氢站为高压、易燃易爆场所，如果员工操作不当或者设备设施存在故障就有可能出现氢气泄露、火灾爆炸等事故，从而导致人员伤亡、财产损失和环境污染，因此加氢站员工正确操作设备设施、巡视检查设备设施工作状态和应急处置的能力就显得尤为重要。但是培训时在加氢站现场进行实操训练又受到诸多的限制和不便，技能提升不明显，所以结合VR技术安全实训中的诸多优势，使用VR仿真技术进行加氢站安全实训具有高度仿真、沉浸式体验、交互性强、培训效率高和成本低等优势，是一种非常有效的培训手段，能达到安全、高效、可重复、成本低等目的，切实提升员工的安全技能，从根本上提高加氢站的安全运行。具体优势如下：

①高度仿真：通过虚拟现实技术，可以模拟出加氢站的实际情况，包括设备运行状态、操作流程、事故场景等，使员工能够身临其境地进行操作和学习，提高培训效果。

②提供全方位的沉浸式体验：通过虚拟现实（VR）仿真技术，员工可以享受到一种前所未有的沉浸式体验。这种体验不仅局限于视觉或听觉，还涉及触觉等多个方面，确保员工能够全面地理解和掌握操作规程以及应急处置方法。借助这一技术，员工仿佛身临其境地置身于真实的操作环境中，从而更加深入了解和掌握相关知识和技能。这种全方位的沉浸式体验极大提高了员工的工作效率和安全性。

③交互性强：通过使用虚拟现实（VR）仿真技术，可以高度模拟出加氢站的实际操作流程。这种技术创建了一个虚拟环境，员工可以在其中进行操作和训练，实现与实际操作的互动和交互。这不仅使员工能够更好地了解加氢站的实际操作流程，还能够提高他们的操作技能和应急处置能力。员工可以在虚拟环境中进行实际操作，例如开启和关闭设备、调整参数等。这种互动性质使得员工能够更深入地了解操作流程，并在模拟中犯错误并纠正错误，从而提高他们的操作技能。此外，VR仿真技术还可以模拟出事故情况，让员工进行应急处置训练，提高他们的应急处置能力。

④培训效率高：通过使用VR仿真技术进行培训，可以快速模拟出不同的操作场景和事故情况。这种技术可以节省培训时间，提高培训效率。员工可以在短时间内接触到更多的操作场景和事故情况，从而更快掌握操作技能和应急处置能力。此外，VR仿真技术还可以对员工的操作进行记录和评估，方便管理者对员工的培训效果进行跟踪和评估。这可以帮助员工更好了解自己的不足之处，并在实际操作中加以改进，提高工作效率和质量。

⑤培训成本低：使用VR仿真技术进行培训，不需要真实的设备和场地，降低了培训（应该是建设不是培训）成本，也减少了因操作不当而造成的设备损坏和人员伤亡。VR实操时可以不断重复操作练习，不存在设备损坏的现象，也降低了培训运营的成本。

⑥可多人协作：多人可同时在同一个虚拟场景中活动，彼此可以感知对方的距离，可以看到对方的人物模型，并可以进行互动。

⑦安全性：使用虚拟现实（VR）技术进行实训可以有效地避免真实操作中可能出现的危险情况，学员可以在一个虚拟的环境中进行实训，而无需担心实际操作中可能出现的危险。此外，VR技术还可以降低因操作失误而导致的设备损坏和人员伤亡的风险。

3 加氢站安全实训可使用VR技术的范围和模式

3.1 VR仿真技术应用模式

为更好满足数字化转型对企业安全生产提出的更高要求，以VR仿真技术为基础，构建虚实融合网络，提出多模态数据互通及多感知智能行为交互模型，建立了加氢站员工仿真学习资源库，研发VR仿真培训系列课程，可有效解决加氢站员工安全与应急训练中手段单一、场景针对性差、缺乏数据驱动等问题。

基于沉浸式VR仿真技术，研究加氢站岗位技能

虚拟仿真培训模式，梳理及分析场景、角色、岗位、动作、流程等虚拟仿真培训元素，完成具有岗位、角色与任务匹配及具有加氢站员工岗位特征的沉浸式交互模式与动作研发，可实现面向加氢站不同层级岗位的标准化操作、应急处置、事故后果体验的沉浸式虚拟仿真操作。同时以开放式演习方式替代传统表演性演习方式，通过对各类灾害数值模拟，重大事故模拟和人员行为模拟的仿真，在虚拟及半实物仿真融合空间中最大限度模拟真实情况的发生、发展过程，以及人们在灾害环境中可能做出的各种反应，可有效丰富企业培训资源、提升培训效果。

通过对加氢站各级培训对象及岗位进行深入分析，详细梳理培训对象、岗位、课程、级别、时间、掌握程度等多元培训要素，构建基于培训矩阵的加氢站全方位培训体系；融合理论教学、视频、沉浸体验、虚拟操作、互动推演、仿真演练、实操练习及考核等多种形式，构建丰富的VR培训内容及培训课程资源。

3.2 VR 仿真技术应用范围

针对加氢站员工，开展全面的加氢、卸氢等作业安全标准化操作训练。这些训练的内容包括如何正确操作加氢设备、如何安全地进行卸氢操作以及如何应对各种突发情况等。通过标准化操作，员工可以更加熟练地完成各项任务，减少操作失误和事故发生的可能性。为了确保训练的效果和质量，期间还需要采用多种评估方法，包括理论考试、模拟操作评估和实际操作评估等。同时，还建立了完善的反馈机制，及时收集员工的意见和建议，不断改进和优化训练内容和方式。

针对加氢站各级管理及岗位人员，组织了典型事故情景全流程多人协同应急演练。这些演练旨在提高员工在应对突发事件时的协同作战能力，确保在紧

针对加氢站新员工、在岗职工及管理人员，开展关键岗位及高危作业的风险分析及安全技能训练。这些训练旨在提高员工对危险源的识别和防范能力，增强安全意识，确保在工作中能够严格遵守安全操作规程。同时，还开展针对事故初期快速响应的应急处置能力训练和事故状态下急救自救能力训练，以应对可能发生的意外情况。

针对加氢站外来承包商，开展高危作业的风险分析及现场监管训练。这些训练旨在确保承包商在工作中能够严格遵守安全操作规程，提高工作效率，同时保障加氢站的安全运行。此外，还需开展事故状态下急救自救能力训练，以应对可能发生的意外情况。

针对消防应急处置人员，开展加氢站事故消防技能训练与战术训练。

4 VR 课程的使用

在培训过程中，采用多种培训手段相结合的方式，以充分发挥VR课程的优势，提升培训效果。具体而言，根据不同的培训目标和学员需求，将VR课程与面授教学、实操演练等传统培训手段相结合，以提供更加全面、多样化的培训服务。

首先，在面授教学中向学员介绍加氢站的基本概念、原理、操作规范等相关知识，为学员提供必要的基础知识和理论指导。在此过程中，借助多媒体教学资源，通过图片、视频等形式向学员展示加氢站的实际运行情况和操作流程。

其次，在实操演练环节中，将学员带到加氢站现场，让学员在真实环境中进行简单操作实践和现场观摩演示。在此过程中，学员可以初步亲身体验加氢站的各项操作流程，如卸氢、加氢等，从而更好地掌握实际操作技能。同时，安排专业教师进行现场指导，对学员的操作进行及时纠正和点评，以确保学员的操作规范和安全。

最后，将VR课程作为辅助手段，穿插在整个培训过程中。通过虚拟仿真技术，学员可以更加深入地了解加氢站的工艺流程、设备结构和操作规程，并且可以在虚拟环境中进行反复操作和练习，从而更好地掌握相关技能。同时，VR课程还可以提高学员的学习兴趣和参与度，让学员更加积极地参与到学习中来。

总之，在加氢站安全实训过程中，通过将VR课程与传统培训手段相结合的方式，充分发挥各自优势，以提高培训效果。我们相信，只有通过多种培训手段的相互配合，才能够为学员提供更加全面、更加优质的培训体验。

参考文献：

- [1] 申晨晨. 基于VR的石油化工设备智能仿真维修培训系统研究与应用 [D]. 杭州：杭州电子科技大学，2020.
- [2] 董博恺. 典型危险化学品罐区虚拟仿真实训系统设计 [D]. 北京：北京化工大学，2021.
- [3] 李洪伟. 基于虚拟仿真技术的石化安全仿真培训基地建设探索与实践 [J]. 山东化工, 2018, 47(22): 151+153.
- [4] 王刚. 基于Unity3D的L-CNG加气站事故仿真系统开发 [D]. 青岛：青岛科技大学，2022.