

矿山救援多人在线协同 VR 演练系统

马林

国家矿山应急救援淮南队

一、研发创意

在当前煤矿安全形势持续稳定向好的背景下，矿山救援队实战机会减少，如何保持救援队事故灾害处置能力成为重要课题。传统的矿山救援培训演练系统存在场景单一、交互功能不强、无法多人协同参与等痛点。为解决这些问题，国家矿山应急救援淮南队结合 VR 技术，研发了矿山救援多人在线协同 VR 演练系统，旨在通过虚拟现实技术提升救援人员的专业技能、心理素质、指挥调度及团队协作救援能力。

二、成果简介

矿山救援多人在线协同 VR 演练系统，集服务端、指挥端、VR 演练端、观摩端、裁判端于一体，功能完备且实用性强。

在演练方案编辑上，具备高度自由性。快速巷道编辑功能可实现巷道交叉点平滑自然连接，巷道属性编辑涵盖类型、大小、形状、支护形式等至少 7 项内容；配备的井下设备、物品模型库包含掘进机、采煤机、皮带、风门等不少于 40 个模型；常见任务预置体如火区、水淹区、烟雾区、垮塌区、人员遇险遇难区等不少于 20 个，为构建多样演练场景提供有力支持。

VR 演练模块支持 3—12 人同时登录，其中 1 人担任指挥员。任务模块丰富，包含地面接警、选取装备、建立井下基地、灾区侦察、矿图标注、现场标注、医疗急救、灾害处置等关键环节，同时具备实时语音交流及人物行走、弯腰、拾取装备、使用装备等 VR 交互功能，为参与者带来沉浸式演练体验。

智能考核评价功能综合客观与主观评价，自动生成演练日志，并支持视角选择、语音播报、任务列表显示、计时等功能，全面评估演练效果。

后台数据管理严谨有序，信息管理可进行添加、删除、修改、排序等操作；成绩管理具备分数、演练日志、音频资料下载功能，方便数据的整理与分析。

VR 系统软硬件使用教学模块涵盖 VR 设备使用教学，包括 VR 手柄、VR 万向数字跑步机操作指南，以及救援装备操作教学，后者包含多参数测定仪、探险棍、采样器等不少于 12 个子模块，助力使用者快速掌握系统操作与救援装备使用方法，为矿山救援演练与实战提供有力的技术保障与培训支持。

三、技术特点

整个项目实现了编辑演练地形、编辑伤员、部署灾害、部署任务，以及包括灾情汇报、接警处置、下井准备、灾区侦察、矿图标注、现场标注、抢救人员、灾害处置等环节在内的抢险救灾虚拟实操 VR 演练，支持演练过程智能评价和平台教学功能。具体设计如下：

后台数据管理：由基础数据库和评价数据库组成，支持对数据库进行管理。其中，基础数据库包含角色模型数据库、救援装备模型库、设备模型库、特效模型库、任务预制体数据库、弹题数据库、演练任务数据库等内容。评价数据库包含考评管理数据库、演练日志数据库、评分规则数据库、队伍和人员数据库。

矿井灾害应急救援演练方案编辑：按照用户编辑的参数调用“后台数据管理模块”中预设的基础数据库中的内容和模型，生成演练方案。支持以下四大板块内容的编辑：

1. 地形编辑方面。支持编辑演练用的三维井巷地形，并在三维井巷中部署井下设备、设施、通风构筑物及人员。

2. 事故模拟编辑方面，支持灾害部署，支持编辑事故规模、事故地点、事故类型等事故特征，并实时应用到灾害上。

3. 伤员救治方面，支持伤员数量、地点、伤害类型、受伤部位、伤情以及生命体征参数的编辑，通过算法将伤情参数作用到伤员模型上。

4. 任务编辑方面，支持编辑测气、测风、测温、检测顶板以及挂风障、建造密闭、安装局部通风机等常规救援任务的相关参数。

矿井灾害应急救援 VR 演练：本模块调用并解析“矿井灾害应急救援演练方案编辑模块”生成的救援演练方案（简称演练方案），并按演练方案设置的各种参数调用“后台数据管理模块”中基础数据库对演练场景进行初始化。演练场景初始化完毕后，救援人员即可登录系统开展抢险救灾虚拟实操演练。

本演练模块由服务端、VR 端、指挥员端、裁判/观摩演示端四部分组成。服务端架设于服务器 PC 上，为整个演练过程提供一键启动、创建服务进程、演练数据存储转发、网络数据同步以及断电保存与恢复功能。VR 端由数台 VR 万向数字跑步机组成，是救援人员开展抢险救灾演练虚拟实操的主要操作终端，支持 3-12 名救援队员同步操作，支持各终端之间的网络通讯、角色 IK 动作同步、手柄交互、行走位移以及转向定位等，救援队员利用该 VR 终端完成包括灾情汇报、接警处置、下井准备、灾区侦察、矿图标注、现场标注、抢救人员、灾害处置在内的演练环节内的所有演练任务。指挥员端，为指挥员 PC，由小队指挥员使用，具备选择训练试卷、接警出警交互、井下基地选择、救援过程中与小队长对话/发语音指令/节点任务确定以及对小队长请示内容的答复等功能。裁判/观摩演示端，可部署在 LED 大屏或环幕投影系统上，主要由裁判员和观摩人员使用，具备系统语音播报、队员状态信息显示、竞赛过程日志显示、统计信息显示、导航图显示功能，支持 VR 端演练人员的镜头画面实时查看和切换。

智能考核评价模块：演练过程中，将形成操作日志，报送到裁判/观摩演示端。演练

结束后生成演练操作记录，结合“后台数据管理模块”中的评价数据库的评分规则，形成演练评估报告。

VR 系统软硬件使用教学模块：提供本平台的软硬件使用教学功能，包含 VR 行走操作演示、VR 手柄交互操作演示、完成任务的所需的技能使用 VR 交互操作演示、演练中考题答题方法演示。

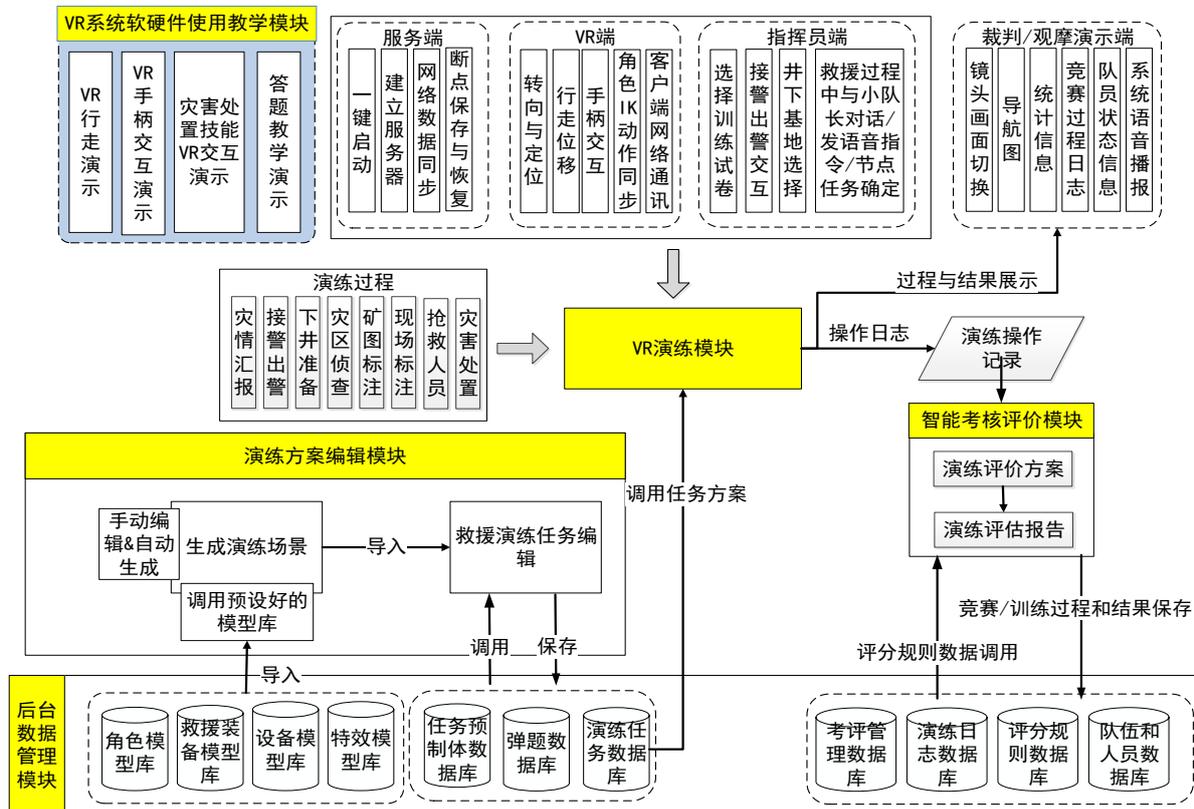


图 1 研究技术流程图

四、实践应用成效

该系统将 VR 技术应用于急救援训练中，可覆盖指挥调度、事故现场指挥、团队/个人操作训练等各类救援训练需求，能有效提升应急救援队伍的综合实战能力。

在专业技能训练方面，利用 VR 技术对救援装备、事故场景、事故处置进行虚拟化仿真，训练人员通过操作虚拟模型、救援装备进行救援方案制定、灾区侦察、抢救遇险遇难人员、灾情处置等专业技能训练。能安全快速地完成各种紧急救援任务模拟训练系统。利用该系统也可进行辅助训练与综合演练，帮助救援人员更直观的学习、掌握救援过程中的注意事项、应急处置方法和要点，同时构建综合演练情景任务，拓展多小队配合，仿真模拟多事故多小队配合的大型演练与测评。

在指挥训练方面，将矿山火灾、瓦斯（煤尘）爆炸、顶板坍塌、水灾等救援场景进行虚拟化仿真，通过调节参数设置模拟事故受灾情况，受训者根据所处场景的情况，自主选择相应的处置方案与流程，有助于锻炼救援人员的决策分析能力与临场应变处置能力，以提高应急指挥人员的指挥调度水平。

该系统在淮南队经过反复测试后投入使用，先后进行了 150 多次演练，覆盖各类煤矿井下事故，参与 1200 多人次，同时在第十二届全国矿山救援技术竞赛中使用该系统进行了 VR 演练竞赛，取得了良好效果，对应急救援工作起到了积极推动作用。

该系统应用于应急救援的综合演练与预案推演。预设煤矿井下不同类型的救援场景，在应急指挥、医疗急救、灾区侦察、灾情处置等方面对个人技能和团队协作作战进行综合演练及评估；同时按照应急预案规定的内容，各救援人员各司其职，完整地执行预案进行救援的全过程。不仅可以训练救援人员对突发事件的反应和临场应变指挥能力，也可以检验应急预案是否合理完善。矿山救援多人在线协同 VR 演练系统对矿山应急救援系统培训、演练起到了重要作用，夯实应急救援基础工作，与应急救援队伍能力建设、素质提升等都是重要基础工作。

五、代表性图片





六、成果联系人

姓名：马林

联系方式：13866305795

地址：安徽省淮南市谢家集区国家矿山应急救援淮南队

