

2020 年度省级虚拟仿真实验教学项目申报表

学 校 名 称	华北水利水电大学
实 验 教 学 项 目 名 称	核辐射事故应急疏散演练 虚拟仿真实验
所 属 课 程 名 称	核安全与社会发展
所 属 专 业 代 码	082901
实 验 教 学 项 目 负 责 人 姓 名	张红涛

河南省教育厅制

二〇二〇年十月

填写说明和要求

1. 以 Word 文档格式，如实填写各项。
2. 表格文本中的中外文名词第一次出现时，要写清全称和缩写，再次出现时可以使用缩写。
3. 所属专业代码，依据《普通高等学校本科专业目录（2020年）》填写 6 位代码。
4. 不宜大范围公开或部分群体不宜观看的内容，请特别说明。
5. 表格各栏目可根据内容进行调整。

1. 实验教学项目教学服务团队情况

1-1 实验教学项目负责人情况					
姓 名	张红涛	性 别	男	出生年月	1977 年 11 月
学 历	研究生	学 位	博士	电 话	0371-69127267
专业技术职务	教授	行政职务	院长	手 机	15238606200
院 系	电力学院			电子邮箱	zht1977@ncwu.edu.cn
地 址	郑州市金水区北环路 36 号			邮 编	450045
<p>教学研究情况：主持的教学研究课题（含课题名称、来源、年限，不超过 5 项）；作为第一署名人在国内外公开发行的刊物上发表的教学研究论文（含题目、刊物名称、时间，不超过 10 项）；获得的教学表彰/奖励（不超过 5 项）。</p> <p>1. 教学研究课题</p> <p>（1）2019 年，虚拟仿真类实验教学资源省际高校共建共享体制与机制的研究，北京交通大学上水平本科教学实验平台开放课题，北京交通大学，主持；</p> <p>（2）2019 年，自动化类交互式创新人才培养模式研究与实践，河南省高等教育教学改革研究与实践项目，河南省教育厅，主持；</p> <p>（3）2019 年，专业授权领域调整背景下原控制工程专业学位教育综合改革方案研究，河南省高等教育教学改革研究与实践项目（研究生教育），河南省教育厅，主持；</p> <p>（4）2016 年，基于“微媒体”的高校学生党建工作的渗透式教育的实践研究，河南省高等学校基层党建创新项目，河南省教育厅，主持；</p> <p>（5）2018 年，新工科背景下电子信息类专业“学践研创”四位一体实践育人改革，华北水利水电大学创新创业就业课题，主持。</p> <p>2. 教学研究论文</p> <p>（1）新工科背景下电子信息类专业“学践研创”四位一体实践育人改革，南方农机，2019.5；</p> <p>（2）“微时代”下高校服务型学生党支部建设路径初探，今日财富，2017.10；</p> <p>（3）“过程控制”课程一体化教学模式探索，科教导刊(下旬)，2016.11；</p>					

(4)《过程控制技术》课程创新教学的探索,中国科教创新导刊,2012.12;

(5)自动化专业毕业设计选题的探讨,中国科教创新导刊,2010.2.

3. 相关教学表彰

(1)2020年,获得2019年度河南省高等教育教学成果奖二等奖;

(2)2016年,获得2016年河南省教育厅学术技术带头人称号;

(3)2014年,获得河南省教育厅青年骨干教师称号;

(4)2015-2017年,连续3年被评为华北水利水电大学优秀共产党员;

(5)2017-2019年,连续3年在华北水利水电大学全员考核中获评优秀。

学术研究情况:近五年来承担的学术研究课题(含课题名称、来源、年限、本人所起作用,不超过5项);在国内外公开发行人物上发表的学术论文(含题目、刊物名称、署名次序与时间,不超过5项);获得的学术研究表彰/奖励(含奖项名称、授予单位、署名次序、时间,不超过5项)。

1. 学术研究课题

(1)基于Micro-CT的单籽粒小麦内部害虫早期检测机理及方法研究,国家自然科学基金,2017-2020,主持;

(2)基于近红外高光谱图像技术的粮粒内部害虫检测方法研究,国家自然科学基金,2012-2014,主持;

(3)小麦硬度的高光谱图像无损检测研究,河南省科技攻关项目,2016-2018,主持;

(4)基于近红外高光谱成像的单籽粒谷物硬度测定研究,华北水利水电大学青年科技创新人才支持计划,2014-2017,主持;

(5)风电场尾流速度时空分布特性与机组协同优化研究,河南省重点研发与推广专项(科技攻关),2020-2021,第2。

2. 发表学术论文

(1)基于Z轴权重的麦粒图像三维重建研究,光学学报(EI收录),第1,2019;

(2)利用机器视觉识别麦粒内米象发育规律与龄期,农业工程学报(EI收录),第1,2020;

(3) Research on the Monitoring Method of Crop Diseases and Pests Based on

Hyperspectral Technology, International Journal of Simulation: Systems, Science and Technology (EI 收录), 第 1, 2016;

(4) 烷基聚葡萄糖苷液滴在黄瓜叶面的润湿状态及动态铺展行为, 农业工程学报 (EI 收录), 第 1, 2017;

(5) 基于差分图像边界距离的粮粒孔洞自动检测, 中国粮油学报 (EI 收录), 第 1, 2015.

3. 获得的学术研究表彰/奖励

(1) 河南省学术技术带头人, 河南省人民政府, 第 1, 2019.

(2) 河南省高层次 (C 类) 人才, 河南省人力资源和社会保障厅, 第 1, 2020.

(3) 河南省科技进步三等奖, 料场智慧化管理与监控系统, 河南省人民政府, 第 5, 2015.

(4) 河南省自然科学优秀学术论文三等奖, 基于差分图像边界距离的粮粒孔洞自动检测, 河南省人力资源和社会保障厅, 第 1, 2018.

(5) 河南省自然科学优秀学术论文三等奖, 基于胚部区域特征的麦粒姿态自动识别, 河南省人力资源和社会保障厅, 第 1, 2015.

1-2 实验教学项目教学服务团队情况

1-2-1 团队主要成员 (含负责人, 5 人以内)

序号	姓名	所在单位	专业技术职务	行政职务	承担任务	备注
1	张红涛	华北水利水电大学	教授	院长	总体负责	
2	田书建	华北水利水电大学	讲师	无	实验平台建设	在线教学
3	宋小勇	华北水利水电大学	副教授	虚拟仿真中心主任	实验方案审核	在线教学
4	张俊伟	华北水利水电大学	讲师	无	仿真实验教学	在线教学
5	刘军	华北水利水电大学	讲师	无	教学体系建设	在线教学

1-2-2 团队其他成员

序号	姓名	所在单位	专业技术职务	行政职务	承担任务	备注
1	李重阳	华北水利水电大学	讲师	无	仿真实验教学	在线教学

2	苏雪	华北水利水电大学	讲师	无	仿真实验教学	在线教学
3	张宝玲	华北水利水电大学	副教授	无	仿真实验教学	在线教学
4	朱戈	华北水利水电大学	讲师	无	平台运行维护	技术支持
5	徐维晖	华北水利水电大学	副教授	无	教学管理与反馈	技术支持
6	朱雪凌	华北水利水电大学	教授	副院长	教学方法指导	
7	崔广伟	河南众诚信息科技股份有限公司	工程师	无	软件开发	技术支持
8	张辉	河南众诚信息科技股份有限公司	工程师	无	软件开发	技术支持
项目团队总人数： <u>13</u> （人） 高校人员数量： <u>11</u> （人） 企业人员数量： <u>2</u> （人）						

- 注：1. 教学服务团队成员所在单位需如实填写，可与负责人不在同一单位。
2. 教学服务团队须有在线教学服务人员和技术支持人员，请在备注中说明。

2. 实验教学项目描述

2-1 名称

核辐射事故应急疏散演练虚拟仿真实验

2-2 实验目的

安全是人类生存和发展的基本要求，是人民安康、社会进步、国家稳定的基石。“安全科学与工程”属于交叉性较强的综合科学学科，它的建立和完善，将为人类社会持续、稳定、健康发展提供安全理论基础、科技支撑和人才保障。而核安全则是“安全科学与工程”学科的重要组成部分。随着我国能源建设，特别是核电建设的大力发展，核安全问题越来越受到国家的重视。为满足我国核电建设和核工业发展，国家和核工业必然需要大量的核安全人才，华北水利水电大学核工程与核技术专业以服务核行业安全环保发展需求为导向，突出核安全特色，构建核安全学科平台，这是形势发展和国家建设的需要。

核安全是核能发展的基石，是总体国家安全的重要组成部分，而核事故应急是指为了控制或者缓解核事故、减轻事故后果而采取的不同于正常秩序和正常工作程序的紧急行动，是确保核安全的最后一道防线。目前，中国在运、在建核电机组总数达到世界第二，仅次于美国。在如此大规模的核电发展的情况下，存在的安全风险也越来越大。核电站等涉核设施在生产运行过程中均有发生核事故的可能，一旦发生核事故，人员的疏散将是一个巨大的问题。因此，开展核事故人员疏散模式的优化研究对提高核电安全性来说具有非常重要的意义。

然而，真实场景的核事故应急疏散演练属于大型的综合性训练活动，存在着涉核场景不易实现、参演人员众多、成本高昂、风险较大等具体困难，高校难以开展真实场景的核事故应急疏散演练教学活动。而核应急疏散演练虚拟仿真教学系统则利用地理信息系统和虚拟现实技术，结合突发公共事件的特点，构建一套完整的虚拟现实三维动态数字化仿真教学与演练平台，不仅具有真实感和交互性，能够带给学员全维度的视觉化体验和模拟感受，而且还解决了真实场景演练存在的较多具体困难。

本项目是《核安全与社会发展》课程实验的重要组成部分。通过开展核辐射事故应急疏散演练虚拟仿真实验，实现了虚拟教学和远程教学，最大限度地提高专业教学质量和教学效果，最终实现提高学生综合素质能力的目的。具体而言，本实验项目的主要目的包括：

- (1) 普及核应急知识，提高学生风险防范意识和核事故应对能力。
- (2) 检验核应急预案的可行性，增强学生核应急疏散方案的制定能力。
- (3) 通过对场景中疏散路径、时间、天气、道路等进行综合演练与分析，进一步加强学生在核应急组织、协调、指挥、决策方面的处置与管理综合能力。

2-3 实验课时

- (1) 实验所属课程所占课时：32 学时
- (2) 该实验项目所占课时：4 学时

2-4 实验原理（简要阐述实验原理，并说明核心要素的仿真度）

核事故对国家的有序发展、人民的生产生活将造成严重的影响。根据国家核安全局的要求，在核设施的设计阶段，必须考虑到核设施可能发生的各种核事故，并在计划中制定相应的核应急计划。根据国际原子能机构（IAEA）制定的国际核事故分级标准（INES），核事故共分为 8 级（如图 1 所示）。其中，0 级为偏差级，在安全上无重要意义；1-3 级属于“事件级”，对外部（场外）环境不会产生核污染；4-7 级为核事故，随着核事故级数的上升，对外部（场外）环境造成的影响也逐渐增大。因此，本虚拟仿真实验以 4-7 级核事故为研究对象（见表 1），针对重大核事故辐射环境开展核应急疏散演练方案的制定、验证和优化实验。

国务院《核电厂核事故应急管理条例》和《国家突发公共事件总体应急预案》的规定，在核设施一旦发生严重核事故时，能迅速采取必要和有效的应急响应行动，保护工作人员、保护公众和保护环境。本项目基于此背景，开发一套“用于模拟核泄漏发生时场区人员和场外周围居民区人员如何应急疏散”的虚拟仿真推演系统，可为核电厂场内外应急决策组织在修订场内场外应急计划、优化应急撤离方案和应急决策提供技术依据。该系统结合核电厂的场内和周围的人口分布、交通基础设施分布和天气条件，可模拟不同撤离情景下应急计划区内人员的撤离

过程，估算撤离时间，分析影响撤离的主要因素，从而验证学生制定的应急撤离方案的合理性，进一步加强学生在核应急组织、协调、指挥、决策方面的处置与管理综合能力。



图 1 国际核事故分级示意图

表 1 国际核事故（事故级）分级标准

事故等级	说明	准则
4 级	没有明显场外风险的事故	非常有限但明显高于正常标准的核物质释放到工厂外，或者反应堆严重受损或者工厂内部人员遭受严重辐射。
5 级	具有场外风险的事故	有限核物质向外释放，需要部分执行应急计划的防护措施
6 级	重大事故	部分核物质向外释放，需要全面执行应急计划的防护措施
7 级	特大事故	大量核物质泄漏到工厂以外，造成巨大健康和环境影响

本实验按照核辐射事故应急疏散演练方案设计、推演过程及分析和方案合理性评判的逻辑顺序进行设计的，采用“虚拟现实”教学方法，以任务为导向，将学生带入“核事故”的场景。通过核应急疏散方案的制定与验证，为学生在仿真演练中形成积极互动，达到传授核应急专业知识、提高事故条件下应对能力、加强学生核应急组织、协调、指挥、决策方面的处置与管理综合能力。软件所设五个环节，约 50 个交互步骤，使学生掌握核辐射事故应急疏散演练的相关知识、方法和方案设计，对核应急人才的培养提供一定帮助。

知识点：共 7 个

- (1) 核事故应急与辐射防护的基础知识。
- (2) 核事故分级与典型核事故。
- (3) 不同撤离情境下撤离时间估算和分析。
- (4) 放射性物质泄漏水平对应急撤离方案设计与实施的影响。
- (5) 多种因素（场址因素、设计因素、环境因素等）对撤离时效的影响。
- (6) 车辆交通疏运和人员集合的影响因素。
- (7) 核应急撤离演练方案的制定、验证与优化。

2-5 实验仪器设备（装置或软件等）

核辐射事故应急疏散演练虚拟仿真实验系统

2-6 实验材料（或预设参数等）

硬件：服务器启动，计算机等终端连接到服务器，网络通畅。

软件：核辐射事故应急疏散演练虚拟仿真实验系统启动。

2-7 实验教学方法（举例说明采用的教学方法的使用目的、实施过程与实施效果）

虚拟仿真实验教学是学科专业与现代信息技术的深度融合及产物，旨在提高学生的实践能力和创新精神，是实验教学发展的方向。为主动适应高素质复合型新工科人才培养目标的变革，基于核辐射事故应急疏散演练存在着的涉核场景不易实现、参演人员众多、成本高昂、风险较大等具体困难的考虑，本项目通过虚拟现实和互联网技术相结合，建立核辐射事故应急疏散演练虚拟仿真实验平台。

本项目坚持以学生为中心的教学理念，注重理论与实践紧密结合、观察与分析全面融合、虚拟与现实相互契合、教师与学生默契配合、内容与目标高度吻合的教学模式改革，采用了“五合一中心”的教学理念与方法。



图2 “五合一中心”教学理念与方法

1) **以学生为中心**：由于核辐射事故应急疏散的综合训练较难在现实场景中开展，本项目的虚拟仿真推演系统结合核电厂的场内和周围的人口分布、交通基础设施分布和天气条件，可模拟不同撤离情景下应急计划区内人员的撤离过程，估算撤离时间，分析影响撤离的主要因素，从而验证学生制定的应急撤离方案的合理性，进一步加强学生在核应急组织、协调、指挥、决策方面的处置与管理综合能力。

2) **理论与实践紧密结合**：核应急演练具有很强的应用背景，仅依靠课堂教学，很难让学生对理论知识进行充分消化和理解。通过设计与理论相关的实验教学，有助于增进学生对理论知识的理解和认知。例如，本项目核辐射事故应急撤离的综合虚拟仿真实验把课程理论与实践紧密结合，可充分调动学生主动学习的积极性，深入掌握相关核应急知识，真正达到综合训练的目的。

3) **观察与分析全面融合**：对于观察能力和分析能力的培养，是实验课程训练的重要内容之一。本实验项目突出了对学生全面观察能力和分析思考能力的训练。例如，在核电厂场区地图以及局部三维场景的基础上，完成应急疏散模拟仿真工作，地图主要包含公安局/消防队/公共车站/集合点/学校/医院/工矿企业/化学试剂库/村庄等以及路网、影响撤离的交通设施等场区周围的所有信息。应

急疏散模拟仿真的工作主要是能够调整各种应急状况，对人员的应急撤离进行分析，从而为应急撤离方案的制定提供数据依据。

4) **虚拟与现实相互契合**：通过核辐射事故应急撤离演练虚拟仿真实验营造一种身临其境的虚拟现实感，可以给学生逼真的核应急指挥、组织、协调和决策体验。

5) **教师与学生默契配合**：实验带课教师在熟练掌握核辐射事故应急撤离演练虚拟仿真实验系统的基础上编写实验指导书，并通过实验准备环节充分调动学生的参与度和学习兴趣。用引导性的讲授代替指令性的叙述，给与学生充分的自主探索空间。兼顾集体讲授与个别指导，及时关注并回答学生的问题。学生在教师指导下，完成实验流程，并撰写实验报告。另外，利用智慧课堂与分组讨论等方式，实现教师与学生的良好互动。

6) **内容与目标高度吻合**：本实验项目目标明确，实验流程清晰，形成了内容与目标的高度统一。

2-8 实验方法与步骤要求（学生交互性操作步骤应不少于 10 步）

(1) 实验方法描述：

- 1) 学生登录“核辐射事故应急疏散演练虚拟仿真实验”项目的管理与实验网站平台（<http://3d-stereovision.com:800/ncwu/nuclear/>），通过“主页”菜单里面的“项目简介视频”和“教学引导视频”进行实验前的强化预习和熟悉软件使用与操作方法。



图 3 网站平台主页

- 2) 学生浏览网站平台资源，了解实验背景、授课教师团队和实验内容，认真学习核应急相关的理论知识，做好实验准备工作。



图 4 实验背景及内容预习

- 3) 学生开始在线实验，首先进行“实验认知”的学习，并完成自主考核，掌握基本的理论知识和实验操作方法。其次根据指导教师预设的演练背景和发布的任务目标创建核应急疏散演练方案。之后，开始方案的仿真推演，演练实验结束后，进行演练方案的合理性评判，并由系统根据任务目标的达成度自动给出实验操作分数。最后，学生按要求提交实验报告。



图 5 演练背景与任务目标

(2) 学生交互性操作步骤说明:

一、方案的管理

登录界面之后，会进入方案管理界面。主要包含两个界面：现有方案列表和新建方案。

1.1 载入现有方案

如图 6 所示，在“方案载入”页面下，显示出已有方案的列表。



图 6 已有方案的列表界面

1.2 新建方案

点击“新建方案”按钮，输入方案名称，即可创建新方案。

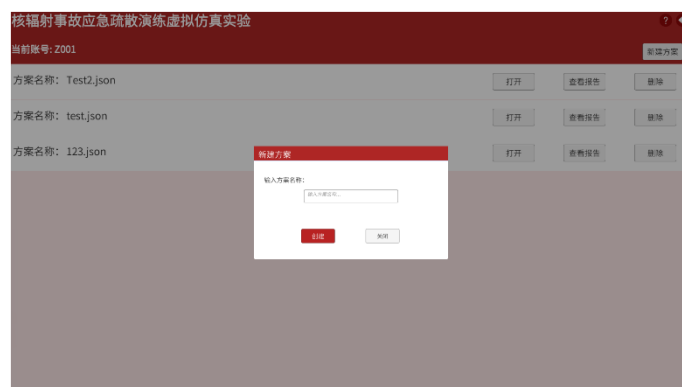


图 7 新建方案界面

二、演练方案设计

演练方案设计共包含四个方面：天气环境设置、场区撤离方案设计、场外撤离方案设计、基础数据设置。



图 8 方案的设计界面

2.1 天气环境设置

可选择天气类型和时间段类型，并可设置天气环境因子。



图 9 天气环境设置

2.2 场区撤离方案设计

场区撤离方案设计主要包括：车场、集合点、统计点和大门的布局与设置，辐射事故等级设置以及厂房内人员的设置。

1) 创建车场、集合点、大门、统计点。如图 10 所示，用鼠标左键，将左侧相应的图标拖至地图上的某个位置即可。



图 10 场区撤离方案设计界面

2) 删除车场、集合点、大门、统计点：将地图上的要删除的图标拖至右下角的“垃圾篓”图标即可删除。

3) 辐射事故等级设置：根据演练背景，在图 10 左侧框选择对应的事故等级。

4) 厂房的设置：在地图上可以一些建筑上标注有“厂房(x)”，这样的建筑即是厂房。鼠标右键点击厂房，会弹出厂房设置对话框，可以设置厂房内男性和女性人数和寻路方式，如图 11 所示。



图 11 厂房的设置

5) 车场设置：将光标移到车场图标上，会显示出该车场的详细信息。在车场图标上点击鼠标右键，会弹出车场设置对话框，可以设置车场的出车速度以及各种车辆的数量。

2.3 场外撤离方案设计

场外撤离方案主要包括：居民区、车场、集合点、统计点、事故点、标注和目标点的布局及设置。

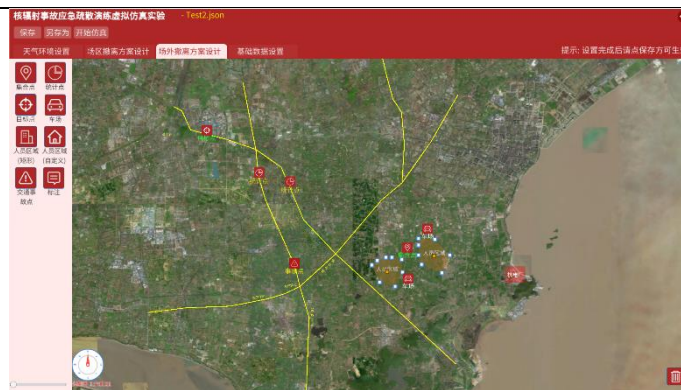


图 12 场外撤离方案设计界面

1) 居民区设置

居民区的添加有 2 个方式，分别为矩形区域和自定义区域。在居民区上点击鼠标右键，会弹出居民区设置对话框，可以设置居民区的名称、各类人员的数量、各类车辆的数量等。

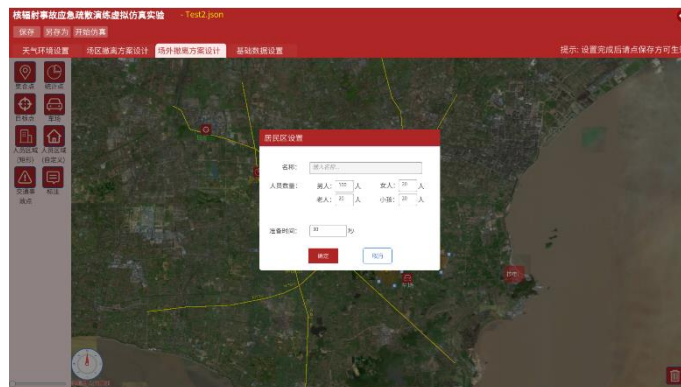


图 13 居民区设置

2) 车场设置

拖拽左侧的“车场”图标至地图上的某个位置，会在地图上产生一个车场的图标。通过鼠标拖拽可调整其位置。右键点击图标，会弹出车场设置对话框。

3) 事故点设置

拖拽左侧的“事故点”图标至地图上的某个位置，会在地图上产生一个事故点的图标。通过鼠标拖拽可调整其位置。右键点击图标，会弹出事故点的设置对话框。

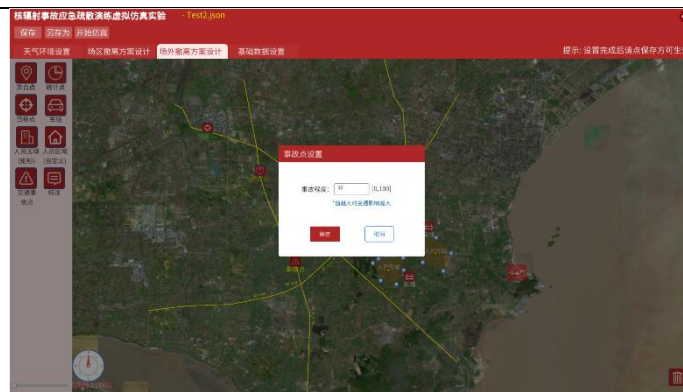


图 14 事故点设置

4) 标注点设置

标注点用于在地图上标注出一些重要的地名、单位名称、设施名称等，如公安局、学校、工矿企业、化学试剂库等。通过鼠标拖拽图标可调整其位置。右键点击图标，会弹出设置对话框，可修改标注点的名称。拖拽图标至右下角的垃圾篓图标上，可删除标注点。

5) 集合点、统计点、目标点设置

集合点、统计点、目标点三者只有位置信息，不需要单独设置。只需将其图标拖至地图相应位置即可。如果要删除只需将图标拖拽至右下角的垃圾篓图标上。

2.4 基础数据设置

基础数据可以设置的内容包括：人员速度数据、各种车辆的速度和容量参数。点击右下角的“恢复默认”按钮，可以将基础数据恢复至默认值。



图 15 基础数据设置界面

整个方案编辑完成后，左上角的“保存”按钮，用来随时保存整个方案的设置。点击“开始仿真”按钮则仿真推演界面。

三、疏散演练虚拟仿真推演过程

3.1 界面分布

整个界面包括场外和场内仿真两部分。场外仿真界面包括居民区、车场、集合点及目标点等实体的实时数据变化，左上角的功能菜单，右上角快进、暂停和返回菜单，以及场内 3D 场景进入菜单。场内仿真界面包括 3D 的形式展现的厂区、人员、车辆等实体的实时状态变化，左上角以二维小地图的形式显示人员和车辆的位置变化，以及右上角以数据的形式显示用时、人员情况等数据。



图 16 虚拟仿真实验界面分布

3.2 仿真推演过程

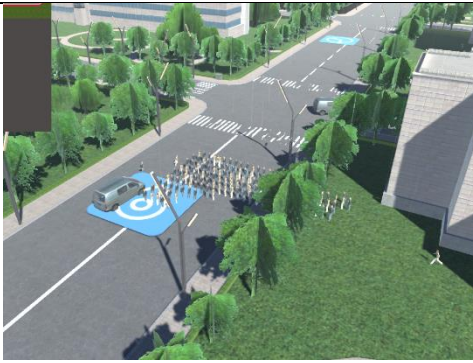
(1) 场内推演



大量人员跑向集合点



车辆驶向集合点



人员在集合点排队集合



人员排队上车

图 17 仿真推演过程



图 18 场内推演的实时数据变化情况

- 1) 各厂房内的人员向根据寻路规则向集合点集合；
- 2) 同时车厂根据各集合点所需车辆情况向集合点发车；
- 3) 人员到达集合点后排队等候，等人员全部到齐后排队上车；
- 4) 车辆上满后驶向厂区大门，从大门离开，未上车的人员排队上下一辆车；
- 5) 等所有人员乘车离开厂区，场内仿真结束。

(2) 场外推演

在场外仿真运行过程中，可切换辐射场是否显示，详察三维场景，并可观察到集合点、车场、居民区、统计点、目标点的实时数据变化情况。

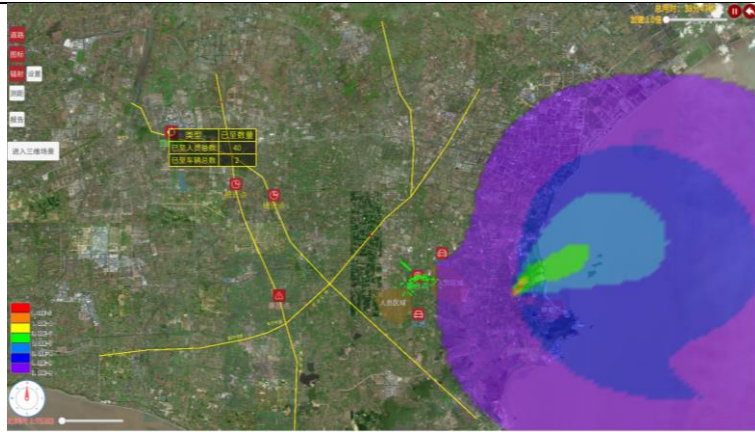


图 19 场外场景界面

四、方案可行性验证及方案优化

实验结束后，生成设计方案的可行性验证简报，并根据任务目标完成情况，由系统自动给出实验操作分数。学生可查看实验过程详细数据，并决定是否优化实验方案，重新实验。实验结束后，按照教师要求，提交实验报告。



图 20 设计方案的可行性验证简报

2-9 实验结果与结论要求

- (3) 是否记录每步实验结果: 是 否
- (4) 实验结果与结论要求: 实验报告 心得体会 其他
- (5) 其他描述:

根据生成的应急疏散仿真结果报告，对制定的应急疏散方案进行分析，判断方案设计的合理性，进一步检验并提高学生的核应急指挥、组织、协调和决策的综合能力。

2-10 考核要求

最终成绩=课前预习（20%）+上机实验操作（50%）+实验报告（30%）

1) 课前预习：利用项目实验平台，做好课前理论学习、实验预习及预习自测，占实验总成绩的 20%。

2) 上机实验操作：根据指导教师下发的任务书，学生制定核应急疏散方案，开始虚拟仿真演练实验，根据任务目标的达成度，由系统自动给出实验操作分数，占实验总成绩的 50%。

3) 实验报告：认真撰写并按时提交实验报告。依据实验报告撰写情况给出实验报告成绩，占实验总成绩的 30%。

4) 以上三个步骤都必须要达到合格及以上，总成绩按照 2: 5: 3 的比例给出。低于 65 分者，需要提交申请，补做实验。

2-11 面向学生要求

(1) 专业与年级要求

应急技术与管理专业高年级学生(熟练掌握);

安全工程专业高年级学生(熟练掌握);

核安全工程专业高年级学生(熟练掌握);

核工程与核技术专业高年级学生(熟练掌握)。

(2) 基本知识和能力要求

熟练掌握核辐射事故应急疏散演练虚拟仿真实验系统的上机操作方法，根据国家核应急管理规定制定合理的核应急疏散方案，达到提高学生的核应急指挥、组织、协调和决策的综合能力的目的。

2-12 实验项目应用及共享情况

- (1) 本校上线时间：2019-12-30
- (2) 已服务过的本校学生人数：300
- (3) 是否纳入到教学计划：是 否
(勾选“是”，请附所属课程教学大纲)
- (4) 是否面向社会提供服务：是 否
- (5) 社会开放时间：2020-01-30，已服务人数：500

3. 实验教学项目相关网络及安全要求描述

3-1 有效链接网址（如没有，填写无）

<http://3d-stereovision.com:800/ncwu/nuclear/>

3-2 网络条件要求

(1) 说明客户端到服务器的带宽要求（需提供测试带宽服务）

1) 基于公有云服务器部署的系统：10M-20M 宽带；

2) 基于局域网服务器部署的系统：10M-50M 宽带。

(2) 说明能够支持的同时在线人数（需提供在线排队提示服务）

500

3-3 用户操作系统要求（如 Windows、Unix、IOS、Android 等）

(1) 计算机操作系统和版本要求

Windows 7 及以上版本

(2) 其他计算终端操作系统和版本要求

无

(3) 支持移动端：是 否

3-4 用户非操作系统软件配置要求（如浏览器、特定软件等）

(1) 需要特定插件 是 否

需支持 WebGL 的 Chrome 内核浏览器，如 Edge, Chrome, 火狐等浏览器

(2) 其他计算终端非操作系统软件配置要求（需说明是否可提供相关软件下载服务）

无

<p>3-5 用户硬件配置要求（如主频、内存、显存、存储容量等）</p> <p>(1) 计算机硬件配置要求</p> <p>(2) 其他计算终端硬件配置要求</p>
<p>3-6 用户特殊外置硬件要求（如可穿戴设备等）</p> <p>(1) 计算机特殊外置硬件要求</p> <p>中央处理器 CPU: 4GHz 及以上; 内存: 4GB 及以上; 硬盘: 40G 以上可用空间; 显卡: 显存 64MB 以上, 分辨率 1280 × 1024 及以上, 1000Mbps 网卡。</p> <p>(2) 其他计算终端特殊外置硬件要求</p> <p>无</p>
<p>3-7 网络安全</p> <p>项目系统是否完成国家信息安全等级保护 <input checked="" type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>否</p> <p>(勾选“是”, 请填写) I 级</p>

4. 实验教学项目技术架构及主要研发技术

指标	内容
<p>系统架构图及简要说明</p>	<p>系统采用浏览器和服务端架构模式（B/S 架构），主要应用部署在云服务器上，客户端通过网络进行访问。</p> <pre> graph TD A[系统建模] --> B[使用Unity3D建模] B --> C[生成交互系统] C --> D[发布成网页 集成到管理平台] C --> E[利用Flash技术 集成到网页] D --> F[校内宽带或无线 访问预约实验] E --> G[通过预约授权后 开放资源] F --> H[校内进行实验] G --> I[校外进行实验] H --> J[成绩写入数据库] I --> K[返回实验成绩] J --> L[成绩管理] K --> L </pre>

实验 教学 项目	开发技术	<input checked="" type="checkbox"/> VR <input type="checkbox"/> AR <input type="checkbox"/> MR <input checked="" type="checkbox"/> 3D 仿真 <input type="checkbox"/> 二维动画 <input type="checkbox"/> HTML5 其他 <u>WebGL 技术</u>
	开发工具	<input checked="" type="checkbox"/> Unity3D <input type="checkbox"/> 3D Studio Max <input type="checkbox"/> Maya <input type="checkbox"/> ZBrush <input type="checkbox"/> SketchUp <input type="checkbox"/> Adobe Flash <input type="checkbox"/> Unreal Development Kit <input type="checkbox"/> Animate CC <input type="checkbox"/> Blender <input checked="" type="checkbox"/> Visual Studio <input type="checkbox"/> 其他 _____
	运行环境	服务器: CPU <u>双核</u> 、内存 <u>4 GB</u> 、磁盘 <u>100 GB</u> 操作系统: <input checked="" type="checkbox"/> Windows Server <input type="checkbox"/> Linux <input type="checkbox"/> 其他 具体版本 <u>Server2008 R2 64 位</u> 数据库: <input type="checkbox"/> Mysql <input type="checkbox"/> SQL Server <input type="checkbox"/> Oracle 其他 <u>客户端浏览器为 IE9、显存 2 GB、GPU 型号 GTX440 以上</u> 备注说明 <u>(需要其他硬件设备或服务器数量多于 1 台时请说明)</u>
	项目品质 (如: 单场景模型总面数、贴图分辨率、每帧渲染次数、动作反馈时间、显示刷新率、分辨率等)	单场景模型总面数: 100 万。 贴图分辨率: 512 × 512。 帧率: 30 帧/每秒 (GTX440), 与客户端机器性能 (显卡) 相关。 动作反馈时间: 500 ms, 与网络性能有关。 显示刷新率: 60 Hz, 与客户端性能相关。 分辨率: 1920 × 1080。

5. 实验教学项目特色

(体现虚拟仿真实验教学项目建设的必要性及先进性、教学方式方法、评价体系及对传统教学的延伸与拓展等方面的特色情况介绍。)

(1) 实验方案设计思路:

1) 虚拟仿真实验教学项目建设的必要性:

“安全科学与工程”属于交叉性较强的综合科学学科，它的建立和完善，将为人类社会持续、稳定、健康发展提供安全理论基础、科技支撑和人才保障。而核安全则是“安全科学与工程”学科的重要组成部分。目前，中国在运、在建核电机组总数达到世界第二，仅次于美国。在如此大规模的核电发展的情况下，存在的安全风险也越来越大。核电站、反应堆等核设施在生产运行过程中均有发生核事故的可能，随着核电从业人员的增加，人员的疏散将是一个巨大的问题。因此，开展核事故人员疏散模式的优化研究对提高核电安全性来说具有非常重要的意义。

然而，真实场景的核事故应急疏散演练属于大型综合性训练活动，存在着涉核现实场景不易实现、参演人员众多、成本高昂、风险较大等具体困难，高校难以实现开展真实场景的核事故应急演练教学活动。而核应急疏散演练虚拟仿真教学系统利用地理信息系统和虚拟现实技术，结合突发公共事件的特点，构成一套完整的虚拟现实三维动态数字化仿真教学与演练平台，不仅具有的真实感和交互性，能够带给学员全维度的视觉化体验和模拟感受，而且还解决了真实场景演练存在的较多具体困难。

2) 实验项目的先进性在于:

(a) 本实验采用**完全自主知识产权**的核辐射事故应急疏散演练虚拟仿真教学系统，可根据教学目标的需求实现软件的持续升级。

(b) “注重实践、因材施教、教研结合”。实验对象可以为高校的安全工程专业、应急技术与管理专业、核安全工程专业和核工程与核技术专业的学生，也可以为核电企业员工和政府官员，涉及面广、利用率高。

(c) 科研与教学相促相长。将科研成果融入实验教学，以科研反哺教学。

该实验项目充分利用信息技术，融合互联网+虚拟仿真的思想，有效地解决了真实场景核事故应急疏散演练存在的涉核现实场景不易实现、参演人员众多、成本高昂、风险较大等具体困难。学生得到了综合利用所学专业知识和解决实际问题的充分训练，提高了核应急处置的综合能力。

(2) 教学方法创新:

本实验项目坚持以学生为中心的教学理念，注重理论与实践紧密结合、观察与分析全面融合、虚拟与现实相互契合、教师与学生默契配合、内容与目标高度吻合的“五合一中心”的教学理念与方法。教师用引导性的讲授代替指令性的叙述，给予学生充分的自主探索空间。兼顾集体讲授与个别指导，及时关注并回答学生的问题。利用智慧课堂与分组讨论等方式，实现教师与学生的良好互动。

(3) 评价体系创新:

在评价体系建设中，不断完善教师队伍考核评价机制和学生成绩考评制度。对教师的评价指标主要包括：教学大纲合理性、教学管理有效性、教学方法先进性、教学效果优良性等。对学生的评价主要根据实验预习成绩、实验任务目标完成度、演练方案的合理性和实验报告的详实度等。并根据教学中发现的问题和学生的反馈进行分析整理，教学相长，不断改进，提高本实验项目的质量。

(4) 对传统教学的延伸与拓展:

在传统的教师讲授、学生跟随的教学方式基础上，本实验项目充分结合多媒体、网络、仿真建模和虚拟现实技术，为核应急演练教学提供一种成本较低并且效果显著的实验教学方式，具有开放性、兼容性、前瞻性和延伸性。由于所基于的核辐射事故应急疏散演练虚拟仿真教学系统功能全面，因此本实验项目具备很好的拓展性，使得该项目的持续建设具备更持久的生命力与更好的创新驱动潜力。

6. 实验教学项目持续建设服务计划

(本实验教学项目今后 5 年继续向高校和社会开放服务计划及预计服务人数)

2020.9-2021.12:

1) 以本校核工程与核技术专业课程实验教学为基础, 扩展面向各高校安全工程专业、核安全工程专业和核工程类专业的相关课程的实验教学, 预计服务人数累计 3000 人。

2) 利用本项目具有完全自主知识产权的优势, 结合《核安全与社会发展》等课程教学大纲, 参考国务院《核电厂核事故应急管理条例》和《国家突发公共事件总体应急预案》的相关规定, 实现软件和实验方案的不断更新与完善, 更好地服务于教学与科研。

2022.01-2023.12:

1) 提升教学和服务能力, 增加实验教学硬件设施的投入, 完善平台的接入和运行能力。针对不同专业和知识水平的学生进行有效的管理, 并提供自动评分和在线辅导功能。

2) 面向全国本科院校开放, 并对国内核电企业开放, 预计服务人数累计 5000 人。

2024.01-2025.12:

1) 面向全国所有高校和国内相关企业及政府核应急部门等开放。

2) 与国内外院校、核电企业和研究机构建立有效的资源共享平台。

2025.01 以后:

1) 国内相关专业的学校和学生能共享本项目团队的建设成果, 为培养学生的综合创新能力服务。

2) 积极承担高校社会服务责任, 以科研项目的形式同企业合作, 进一步完善系统的功能, 形成成熟的产品为社会提供持续的服务。

7. 知识产权

软件著作权登记情况	
软件著作权登记情况	<input checked="" type="checkbox"/> 已登记 <input type="checkbox"/> 未登记
完成软件著作权登记的，需填写以下内容	
软件名称	核辐射事故应急疏散演练虚拟仿真实验教学系统 V1.0
是否与项目名称一致	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
著作权人	华北水利水电大学
权利范围	全部权利
登记号	2020SR0978723

8. 诚信承诺

本人承诺：所申报的实验教学设计具有原创性，项目所属学校对本实验项目内容（包括但不限于实验软件、操作系统、教学视频、教学课件、辅助参考资料、实验操作手册、实验案例、测验试题、实验报告、答疑、网页宣传图片文字等组成本实验项目的一切资源）享有著作权，保证所申报的项目或其任何一部分均不会侵犯任何第三方的合法权益。

本人已认真填写、检查申报材料，保证内容真实、准确、有效。

实验教学项目负责人（签字）：

年 月 日

9. 附件材料清单

1. 政治审查意见（必须提供）

（本校党委须对项目团队成员情况进行审查，并对项目内容的政治导向进行把关，确保项目正确的政治方向、价值取向。须由学校党委盖章。无统一格式要求。）

2. 校外评价意见（可选提供）

（评价意见作为项目有关学术水平、项目质量、应用效果等某一方面的佐证性材料或补充材料，可由项目应用高校或社会应用机构等出具。评价意见须经相关单位盖章，以1份为宜，不得超过2份。无统一格式要求。）

10 申报学校承诺意见

本学校已按照申报要求对申报的虚拟仿真实验教学项目在校内进行公示，并审核实验教学项目的内容符合申报要求和注意事项、符合相关法律法规和教学纪律要求等。经评审评价，现择优申报。

本虚拟仿真实验教学项目如果被认定为“省级虚拟仿真实验教学项目”，学校将严格贯彻《教育部高等教育司关于加强国家虚拟仿真实验教学项目持续服务和管理有关工作的通知》（教高司函〔2018〕56号）的要求，承诺将监督和保障该实验教学项目面向高校和社会开放，并提供教学服务不少于5年，支持和监督教学服务团队对实验教学项目进行持续改进完善和服务。

（其他需要说明的意见。）

主管校领导（签字）：

（学校公章）

年 月 日