

1. 实验教学课程教学服务团队情况

1-1 实验教学课程负责人情况					
姓 名	张蔚	性别	男	出生年月	1979 年 2 月
学 历	研究生	学位	博士	电 话	13815874718
专业技术职务	教授	行政职务	副院长	手 机	13815874718
院 系	港口海岸与近海工程学院			电子邮箱	w.zhang@hhu.edu.cn
地 址	南京市鼓楼区西康路 1 号			邮 编	210098
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）。 获得的教学表彰/奖励： [1]2014 年“河海大学第二十一届教师讲课竞赛”，二等奖。 [2]2014 年“河海大学优秀硕士学位论文指导老师”。 [3]2013 年“国家级精品资源共享课”，排名：7。 [4]2010 年入选江苏省高校“青蓝工程”优秀青年骨干教师。					
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）； [1]“周期性潮波运动对复杂河网分流过程的影响机制”，国家自然科学基金面上项目，(41676078)，2017.01~2020.12，项目负责人； [2]“周期性潮波运动对长江口分流过程的影响机制”，江苏省自然科学基金面上项目(SBK2015021060)，2015.01~2018.12，项目负责人。 [3]“层化潮汐汉口水沙分配过程与机制研究”，国家自然科学基金面上项目，(41376094)，2014.01~2017.12，项目负责人。 [4]“珠江河口水沙动力格局变迁及治理对策研究”，水利部公益性项目，(201301072)，2012.01~2014.12，项目负责人。 [5]“动力格局变异下珠江河口泥沙通量的响应过程及预测”，国家自然科学基金青年项目，(41006046)，2011.01~2013.12，项目负责人。 在国内外公开发行刊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）；					

[1]Cao, Y., Zhang, W., Zhu, Y.L., Ji, X.M., Xu, Y.W., Wu, Y., Hoitink, A.J.F., Impact of trends in river discharge and ocean tides on water level dynamics in the Pearl River Delta, Coastal Engineering, 157,103634, 2020. (SCI 检索) [2]Luo, X., Zhang, W., Chen, S., Feng, X., Ji, X., Xu, Y., Evolution of reversal of the lowest low waters in a tidal river network, Journal of Hydrology, 585, 124701, 2020. (SCI 检索) [3]Chen, J., Zhang, W., Impacts of tidal species on water level variations in Pearl River Delta channel networks, Regional Studies in Marine Science, 35 (2020), 101110, 2020.(SCI 检索) [4]Zhang, W., Feng, H.C., Zhu, Y.L., Zheng, J.H., Hoitink, A.J.F., Subtidal Flow Reversal Associated with Sediment Accretion in a Delta Channel, Water Resources Research, 55, 12, 10781-10795, 2019.(SCI 检索) [5]Xu, Y.W., A.J.F. Hoitink, Zheng, J.H., K. Kastner, Zhang, W., Analytical model captures intratidal variation in salinity in a convergent, well-mixed estuary, Hydrology and Earth System Sciences, 23, 4309-4322, 2019.(SCI 检索) 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] 2018 年“珠江河口水沙动力格局变迁及治理对策研究”，广东省水利学会水利科学技术奖奖励委员会，科学技术奖，二等奖，排名：3。 [2] 2014 年“复杂河网多目标水力调控关键技术与应用”，中国科技部，国家科学技术进步奖，二等奖，排名：9。 [3] 2012 年“复杂水文和地质条件下大型深水海港及航道工程建设的关键技术发展战略研究”，中国港口科技进步奖二等奖，排名：9。 [4] 2011 年“珠江三角洲航道工程对咸潮入侵影响研究”，中国水运建设行业协会，中国水运建设科学技术奖，二等奖，排名：3。 [5] 2010 年“珠江三角洲航道网水沙动力要素长期演变趋势研究”，中国水运建设行业协会，中国水运建设科学技术奖，三等奖，排名：3。						
1-2 实验教学课程教学服务团队情况						
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	张蔚	港口海岸与近海工程学院	教授	副院长	虚拟仿真主持、规划	在线教学服务
2	翟秋	港口海岸与近海工程学院	副教授		虚拟仿真规划	在线教学服务
3	王华坤	港口海岸与近海工程学院	讲师		教学内容制定	在线教学服务
4	欧阳峰	港口海岸与近海工程学院	讲师		教学内容制定	在线教学服务
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	袁德阳	南京恒点信息技术有限公司	工程师	无	服务支持	在线服务
2	顾问	南京恒点信息技术有限公司	UI 设计式	无	效果设计	设计
3	伍志明	南京恒点信息技术有限公司	工程师	无	技术开发	技术支持
4	袁婷	南京恒点信息技术有限公司	3D 模型设计师	无	3D 模型设计	3D 模型设计
课程团队总人数：8（人） 高校人员数量：4（人） 企业人员数量：4（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. 实验教学课程描述

2-1 名称 危化品港口规划与布置虚拟仿真实验
2-2 实验目的 1、实验项目必要性 本项目开发虚拟仿真教学的必要性体现在： （1）危化品港口现场危险性高 危化品港口安全要求高，管理严格，且由于其运营货种的特殊性，一旦发生事故后果不堪设想，其危险性显而易见。因此学生无法进入现场参观学习，无法身临其境体验该货种港口的规划布置和装卸工艺流程。 （2）危化品港口模型实验成本高 一个完整的危化品港口，包括港口水域、码头结构、装卸机械、管道设备、筒仓、港内交通、安全消防设施等，内容复杂、建造所需时间成本和人力成本高，传统实验教学方式仅模型环节就较难实现。 （3）危化品港口突发事件模拟难度大 危化品港口遇到火灾爆炸、装卸臂偏离油轮装卸口、油品泄漏、危化品船舶撞击码头、输油管道爆裂等突发性事故概率较低，但一旦发生类似事故，实验室无法模拟，更不用说事故发生后的应急处理措施。虚拟仿真实验模拟危化品港口突发事件，可有效训练学生的应急处理能力。 综上，对危化品港口规划和安全运营进行虚拟仿真实验，符合“能实不虚”的原则，符合“三高一类”的要求，能使学生对教学中的知识难点的融会贯通，提升学生运用所

学专业知识解决复杂工程问题、科学研究、组织管理的基本能力水平，达到教学大纲要求的教学目的。

2、实验目的

学生通过虚拟仿真实验的三个模块可以掌握以下知识：

环节一：实验认知模块

- (1) LNG 码头施工过程；
- (2) LNG 码头储存设施；
- (3) LNG 船型；
- (4) LNG 码头装卸机械。

环节二：港口规划布置

- (1) 掌握危化品港口总平面布置要求；
- (2) 掌握危化品港口各个设施的名称以及作用；
- (3) 掌握船舶撞击力计算、系缆力计算。

环节三：突发事件处理

- (1) 了解危化品港口可能遇到的突发事件；
- (2) 掌握突发事件处理的方法。

2-3 实验课时

- (1) 实验所属课程所占课时：24 学时
- (2) 该实验课程所占课时：2 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）

1、实验原理

项目围绕“危化品码头设计及事故处理”这一底层原理知识点，建立“基础知识—规划布置—事故处理”完整危化品码头建造运维环路。①基础知识：非专业人士对危化品港口比较陌生，先进行系统的基础知识介绍有助于学生快速上手，激发兴趣。②规划布置：给出所需数据，依托港口工程相关规范对码头的结构型式、吞吐量、存储容量、靠泊等级、管道参数进行设计。以设计好的相关参数为依据，学生参与到危化品码头的规划布置和码头的建造过程中。③事故处理：在上一步建造好的码头上突发系列安全事故，学生参与事故的处理。

项目采用“三模块-三层次”的设计思路：涵盖“基础知识”“规划布置”“事故处理”等三个模块，构思了“认知-设计-运维”递进式的实验层次，将育人元素贯穿始终，注重培养学生思想品德、社会责任、工匠精神、危机意识、职业素养。实验各模块是码头从设计到生产运营中的重要步骤，相互紧密联系、环环相扣，对培养码头设计与管理一体化综合思路具有重要作用，最终实现项目制定的能力和素养培育目标。

2、核心要素的仿真度

(1) 面向真实危化品码头：实验中展现的危化品码头完全是基于真实码头的相关数据搭建而成，各种建筑物之间的距离及设备放置都参考了相关论文及规范，保证码头模型的合理性及准确性。

(2) 基于真实数据的设计仿真：规划布置模块中所使用的设计数据都是依托于已有实际项目的真实数据，数据可靠度有保证，在此基础上的实验设计结果也完全真实，学生在实验中体会到了实际设计的过程。

(3) 基于真实事故处理操作的仿真：实验中各种事故的处理操作都力求可靠真实，参考真实事故处理操作设计而成，学生有了实验中进行操作的经验，在今后的工作岗位上再遇到相关事故就不会惊慌，有利于生命财产安全的保证。

(4) 机械细节动画再现：实验中展现了快速脱缆钩及装卸臂的运动细节，这些机械的工作过程在平时难得一见，不便观察，在实验中展现出来有助于加深学生的危化品码头的认知与理解。

(5) 基于真实靠泊操作的仿真及动画再现：平时的靠泊过程较为缓慢，观察的角度也受限，人们往往难于观察到靠泊的全过程，实验中展现的靠泊过程完全按照真实的靠泊情景设计，而且还增加了橡胶护舷缓冲船舶撞击的动画，让实验者直观地观察到橡胶护舷如何工作。在平常的生产过程中，由于船体的遮挡，靠泊时橡胶护舷是无法看见的。

3、知识点（共 7 个）

(1) 液化天然气（Liquefied Natural Gas，简称 LNG），主要成分是甲烷，被公认是地球上最干净的化石能源。无色、无味、无毒且无腐蚀性，其体积约为同量气态天然气体积的 1/625，液化天然气的质量仅为同体积水的 45% 左右。制造过程是先将气田生产的天然气净化处理，经一连串超低温液化后，利用液化天然气船运送。液化天然气燃烧后对空气污染非常小，而且放出的热量大，所以液化天然气是一种比较先进的能源。

液化天然气是天然气经压缩、冷却至其凝点（-161.5℃）温度后变成液体，通常液化天然气储存在-161.5℃、0.1MPa 左右的低温储存罐内。其主要成分为甲烷，用专用船或油罐车运输，使用时重新气化。20 世纪 70 年代以来，世界液化天然气产量和贸易量迅速增加，2005 年 LNG 国际贸易量达 1888.1 亿立方米，最大出口国是印度尼西亚，出口 314.6 亿立方米；最大进口国是日本 763.2 亿立方米。

(2) 液体散货码头泊位设计通过能力按照《海港总体设计规范》（JTS 165-2013）式 7.8.10-1 计算：

$$P_t = \frac{T_y A_p t_d}{t_z + t_f + t_p + t_h} G$$

式中：

P_t ——泊位设计通过能力 (t/a) ;

T_y ——泊位年可运营天数 (d) ;

A_p ——泊位有效利用率 (%) , 取 55%~70% , 泊位数少时宜取低值 , 泊位数多时宜取高值 ;

t_d ——昼夜小时数 (h) , 取 24h ;

G ——设计船型的实际装卸量 (t) ;

t_z ——装卸一艘船舶所需的净装卸时间 (h) , 可根据同类泊位的营运资料和船舶装卸设备容量综合考虑。无准确资料时, 油船可采用表 7.10.8-1 中的数值, 化工品船应按实际情况对表中数值进行修正, 液化天然气船净卸船时间可取 14~24h ;

t_r ——船舶的装卸辅助作业、技术作业及船舶靠离泊时间之和 (h) , 无统计资料时, 部分单项作业时间可采用表 7.10.8-2 和 7.10.8-3 中的数值, 非外贸船联检时间为 0 ; 原油等需预加热的驳船另加 6~12h 加热时间 ;

t_p ——油船排压舱水时间 (h) , 可根据同类油船泊位的营运资料分析确定 ;

t_h ——候潮、候流或不在夜间进出航道和靠泊、离泊需增加的时间 (h) , 可根据船舶从进港到出港全过程的各个操作环节, 绘制流程图来确定。

(3) 根据《海港总体设计规范》(JTS 165-2013)P72 式 7.10.11-7

$$E_0 = \frac{Q_h K_{BK}}{T_{yk} \gamma \eta_y} t_{dc}$$

式中:

E_0 ——码头库区储罐容量 (m³) ;

Q_h ——年货运量 (t) , 取年通过能力 ;

K_{BK} ——储存不平衡系数, 参考类似码头统计资料确定, 无统计资料时, 可取 1.2~1.4 ;

t_{dc} ——油品平均储存期 (d) , 中转用储罐宜取 6~10d, 仓储用储罐宜取 30~60d, 或根据储存要求确定 ;

T_{yk} ——库区年运营天 (d) , 取 350d ;

γ ——所储油品密度 (t/m³) ;

η_y ——油罐容积利用系数, 取 0.85~0.95。

(4) 根据《港口工程荷载规范》10.4.1 的说明, 船舶靠岸时的撞击力标准值应根据船舶有效撞击能量、橡胶护舷性能曲线和靠船结构的刚度确定。船舶靠岸时的有效撞击能量可按下式计算:

$$E_0 = \frac{\rho}{2} m V_n^2$$

式中:

E_0 ——船舶靠岸时的有效撞击能量 (kJ)；

ρ ——有效动能系数；

v_n ——船舶靠岸法向速度 (m/s)；

m ——船舶质量 (t)；

(5) 根据《港口工程荷载规范》附录 E，作用于船舶上的计算风压力按下式计算：

$$F_{xw} = 73.6 \times 10^{-5} A_{xw} V_x^2 \xi_1 \xi_2$$

$$F_{yw} = 49.0 \times 10^{-5} A_{yw} V_y^2 \xi_1 \xi_2$$

式中：

F_{xw}, F_{yw} ——分别为作用在船舶上的计算风压力的横向和纵向分力 (kN)；

A_{xw}, A_{yw} ——分别为船体水面以上横向和纵向受风面积 (m²)；

v_x, v_y ——分别为设计风速的横向和纵向分量 (m/s)；

ξ_1 ——风压不均匀折减系数，无量纲常数；

ξ_2 ——风压高度变化修正系数，无量纲常数。

(6) 根据《港口工程荷载规范》附录 F 的说明，对水流作用在船舶上的力进行计算。

水流对于船舶作用产生水流横向分力可按下列公式计算：

$$F_{xc} = C_{xc} \frac{\rho}{2} V^2 A_{yc}$$

$$F_{yc} = C_{yc} \frac{\rho}{2} V^2 A_{xc}$$

式中：

F_{xsc}, F_{xmc} ——分别为水流对船首的横向分力和船尾横向分力 (kN)；

C_{xsc}, C_{xmc} ——分别为水流对船首的横向分力系数和船尾横向分力系数；

ρ ——水的密度 (t/m³)；

v ——水流速度 (m/s)；

A_{yc} ——船舶水下垂直水流方向的投影面积 (m²)；

A_{xc} ——船舶水下垂直水流方向的投影面积 (m²)。

(7) 根据《港口工程荷载规范》10.2 的说明，系缆力考虑风和流对船舶共同作用所产生的横向与纵向分力之和。作用于码头上的系缆力按下式计算：

$$N = \frac{K}{n} \left[\frac{\sum F_x}{\sin \alpha \cos \beta} + \frac{\sum F_y}{\cos \alpha \cos \beta} \right]$$

$$N_x = N \sin \alpha \cos \beta$$

$$N_y = N \cos \alpha \cos \beta$$

$$N_z = N \sin \beta$$

式中：

N 、 N_x 、 N_y 、 N_z —— 分别为系缆力标准值及其横向、纵向、竖向分力（kN）；

$\sum F_x$ 、 $\sum F_y$ —— 分别为可能同时出现的风和水流对船舶作用产生的横向分力总和及纵向分力总和（kN）；

n ——计算船舶同时受力的系船柱数目；

k —— 系船柱受力不均匀系数，系船柱数目 $n=2$ 时， $k=1.2$ ， $n>2$ 时， $k=1.3$ ；

α —— 系船缆的水平投影与码头前沿线所形成的夹角；

β —— 系船缆与水平面之间的夹角。

2-5 实验仪器设备（装置或软件等）

利用虚拟仿真实验指定的火狐浏览器、谷歌浏览器进行实验操作

2-6 实验材料（或预设参数等）

港口机械设备：横置橡胶护舷、两鼓一板橡胶护舷、快速脱缆钩、消防炮塔、装卸臂（口径 300mm）、管道、储罐。

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）

实验教学方法包括任务驱动式和交流互动式。其中任务驱动式：本项目旨在让学生掌握危化品港口如何运营等相关知识，每一个模块都有相对应的任务。学生需根据任务导向进行具体的实验操作。互动式：学生根据给定的任务完成每一个模块后，平台最后能够对学生的操作结果进行反馈。

根据以上两种教学方法，学生学习后能够了解危化品港口的一般装卸货种以及货种的特点，了解 LNG 港口的装卸机械、货种存储方式、掌握危化品船舶靠泊装卸的过程。了解危化品港口港内以及周围主要建筑物的布置要求，掌握码头各种设备以及机械在码头的位置，理解危化品港口主要机械设备的工作原理。了解危化品港口常见的集中突发危险事故以及各种事故处理的方法和原则。

本实验采用线上、线下结合的实验教学方法。线上主要采用情景体验、实践操作等体验式教学；线下主要采用案例分析、团队研讨等启发式教学。

1、线上教学方法：

1) 情景体验法

(1) 使用目的

情境体验法的使用目的是要通过再现真实 LNG 港口设计场景，在教学过程中模拟分

析设计资料、计算设计参数等流程，提高学生对港口设计工作真实感受。同时，通过观察地质剖面图以及地形平面图，进而思考合适码头结构选型及港区规划布置。

（2）实施过程

项目完整还原港口工程设计流程中的资料分析、结构选型、参数计算这三大主要模块，学习者可以在线上情境中，体验完整的港口设计路径，在最后的实验报告中可提交所设计港口的平面布置图及三维视图。

（3）实施效果

本方法让学生直观感受到港口的设计流程，主观感受得到了强化，促进学生进入特定的情境之中，犹如身临其境，很自然地加深了学生的内心体验，让学生在乐趣中学习并掌握结果反馈等环节的内容。

2）实践操作法

（1）使用目的

让学生巩固理论知识的同时联系实际，培养学生熟悉港口设计建造的流程以及参与处理事故的流程，通过实际的操作达到“学以致用”的目的。项目全程采用互动式设计，通过码头设备安装及装卸机械操作增加学生的体验感，利用互动实操完善学生的基本认知体系，增加对码头结构及装卸机械的熟悉。

（2）实施过程

如在计算步骤中，学生自己动手计算每一个参数；在存储设施的安装过程中，学生自己动手安装每一个储罐；在装卸设备的安装过程中，学生自己动手安装装卸臂；在橡胶护舷的安装步骤中，学生体会橡胶护舷的安装。在突发事故处理模块中，学生将动手操作装卸臂及快速脱缆钩。每一步操作均有准确实时的动画反馈。

（3）实施效果

线上的实践操作法帮助学生积累港口设计规划及事故处理的基本技能，对港口设计过程及事故处理流程由理性认识转化为感性认识，克服了缺乏实际工程训练的限制，培养了独立思考和动手能力。

2、线下教学方法：

1）案例分析法

（1）使用目的

本虚拟仿真实验项目基于真实工程数据，教师在线下介绍类似的相关工程，带领学生分析相关港口的规划布置，与本虚拟仿真实验互相印证，充分拓展知识面，培养综合思。

（2）实施过程

从其余 LNG 港口工程的相关介绍开始引入，给出他们的工程基本资料，从基本资料

开始分析，这些工程该选择怎样的结构形式，港区应该怎样规划布置，学生在这个过程中充分思考分析，最后与这些实际工程的最终选择方案进行对比，观察是否有出入。最后再回归到本次新仿真实验中来。

（3）实施效果

案例分析法为学生的自主思考学习提供了丰富素材，积累了丰富的工程经验，培养积极思考和逻辑思维能力。

2) 团队研讨法

（1）使用目的

团队研讨是通过各种实际 LNG 港口工程案例呈现，进行不同结构选型及规划布置进行分析讨论，并作出合理的选型及大概布置，对学生综合分析能力具有较高要求，采用团队合作式教学可以提高教学效率和真实体验，加强学生的团队合作意识。

（2）实施过程

学生可以在实验过程中根据需要组成学习研讨团队，在课堂学习中依据教师提出的问题或者实际可能会遇到的问题展开小组讨论，互相交流各自对规划与布置的想法、思路以及方案，并由小组内成员进行总结发言。由于规划布置不仅涉及到基本的规划与布置的内容，还有一些码头装卸机械和设备的内容，所以需要不同方向的授课教师组成专业的教师团队。专业的教师团队可以在课前商讨课堂知识点的讲解深度以及不同知识之间的串联度，使课堂教学更加灵活，更加丰富多彩。

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：

本项目主要采用自主设计法，观察对比法、类比探究法。

首先是**自主设计法**：这种方法是虚拟仿真实验设计之初的理念所确定的，学生在学习完第一模块的基本知识后，进入第二模块的港口规划布置。第二模块中不再像第一模块预先供给学生充足的知识，而是给出一些最基本的操作的提示，学生根据模块的学习任务进行自主设计，自主设计选择对应的码头相关的机械设备布置到正确的位置，布置的过程中操作会受到相应的限制，如果设计有误平台会给出提示，及时对学生的设计选择内容进行反馈。

其次是对**比验证法**：虚拟仿真设置的初衷就是为了服务教学，所以在整个实验过程中知识点紧扣教师队伍课堂所教授的内容。学生在操作之中针对操作结果和实验的反馈与课堂知识进行对比验证，这样不仅保证了虚拟仿真实验项目的严谨性也保证了学生对知识进一步的认识。

最后是**类比探究法**：这种方法主要应用于最后一个模块，突发事件处理模块。这一模块中涉及到一些传统港航专业之外的知识，起到了对现有知识拓展探究的作用。学生

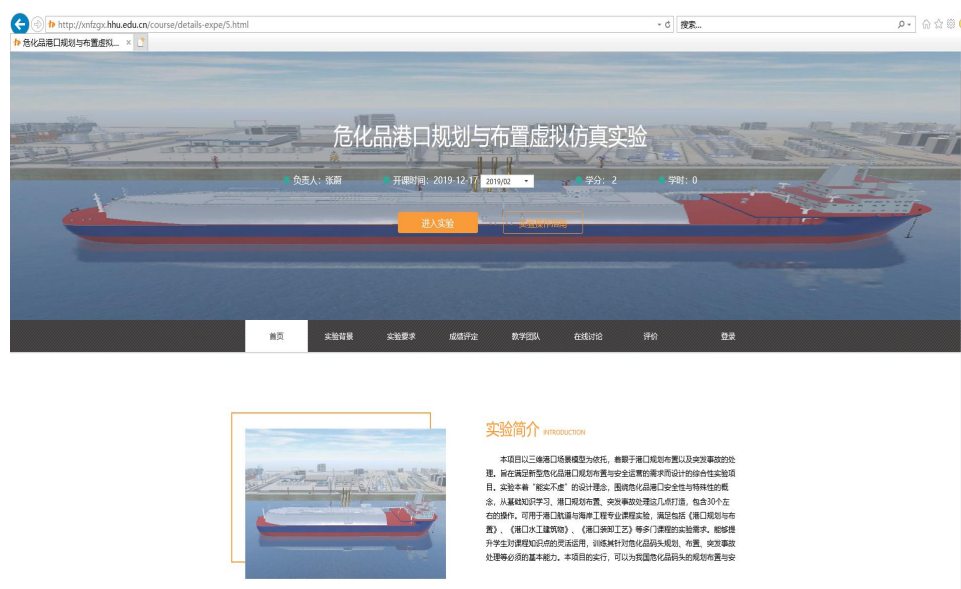
在突发事故处理模块中先观看港口一般事故类型的视频介绍，观看结束后根据观看的内容和平台所给的提示进行突发事故处理，这一过程中需要学生探究整个事故处理过程的逻辑性以及处理的及时性。不仅训练了学生对课外知识探究应用的能力也拓展了学生的专业知识。

2、学生交互性操作步骤说明：

港口规划布置模块与突发事故处理模块包含了不少于 10 步的交互性操作步骤。具体步骤如下：

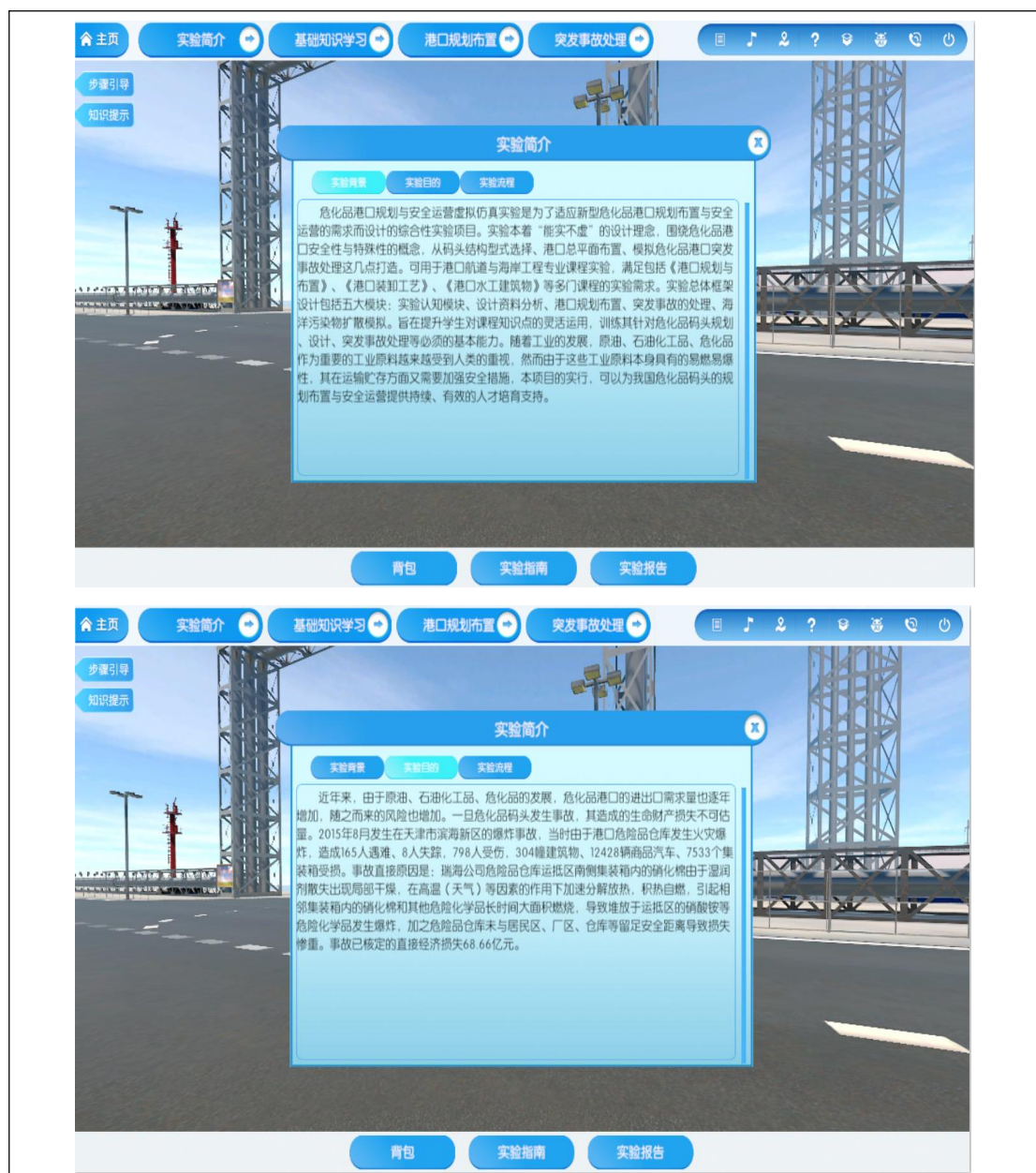
如下图所示，在浏览器中输入本实验项目的网址

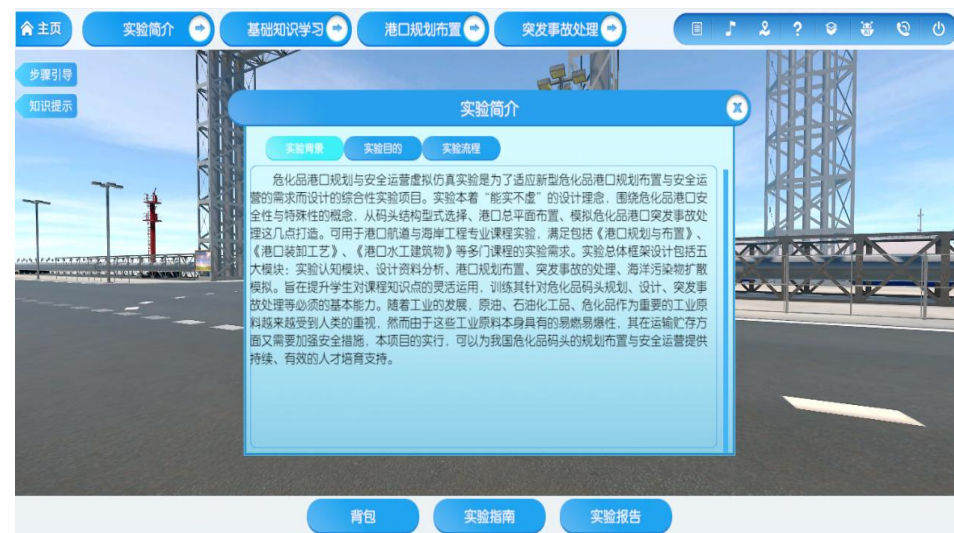
<http://xnfzgx.hhu.edu.cn/course/details-expe/5.html>，点击进入实验，即可远程打开本实验项目，完成所有的实验操作。



实验简介

1、打开实验网址成功登入后首先点击实验简介模块，此模块介绍实验背景、实验目的、实验流程，实验将从基础知识学习、港口规划布置、突发事故处理这三个模块展开。点击下方的实验指南可以查阅整个实验关键步骤操作。





基础知识学习

1、点击基础知识学习后，系统将播放一段简短生动的动画介绍 LNG 港口的相关知识。视频停顿之处会介绍画面中相关设施的知识。



2、完成视频学习后，系统会给出五道选择题用来考察学习效果。做完选择题后，会实时出现正确答案。

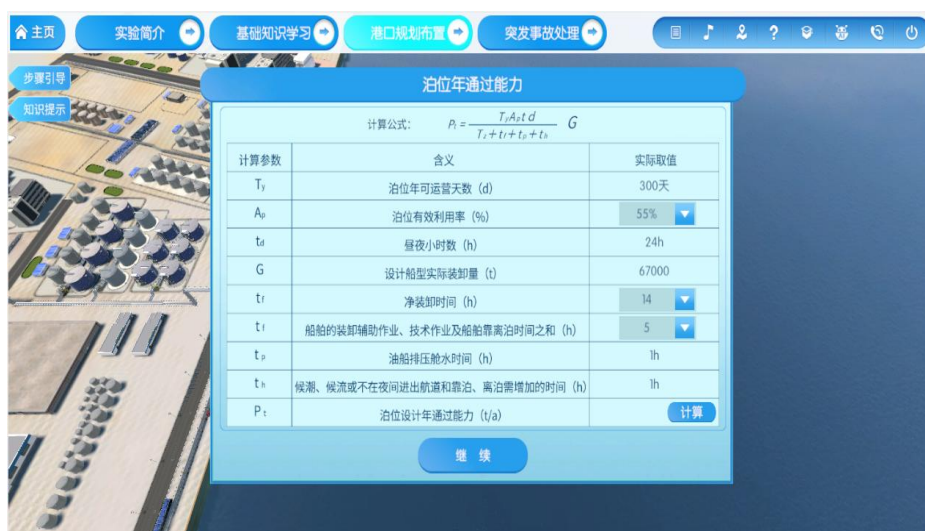


港口规划布置

1、平台会提供港口的地质资料，考察学生分析地质条件的能力。此处在学生进行操作之前需要利用现有的知识对所给资料进行详细的分析。图中给的是港口地址条件，学生根据所学的《港口水工建筑物》中不同类型的码头结构型式适用的地质条件：其中软土地基适宜建设高桩码头将桩基打入持力层；地基承载力条件较好时适宜建设重力式码头。根据平台多给的地质条件可以看出淤泥层较厚地基承载力不好所以适宜建设高桩码头，虽然只是一个简单的选择，但是学生操作结束后就可以得到实验平台的反馈。



2、完成码头结构选型后，将进行具体的设计。具体设计之前平台会给出年设计吞吐量，学生需要验算平台所给出的数据是否满足设计要求。学生需要根据给定的表格进行计算，学生可以调整其中的参数，参数的不同会带来结果的不一样，甚至会不满足设计要求。在调整参数的过程中学生将可以感受到不同的数值对泊位年通过能力的影响，进一步加深对知识的理解。



3、完成年通过能力计算后，实验平台不进行装卸工艺设计，接下来就是更加重要的一环。根据年实际通过能力计算危化品港口所需的储罐容积，实际中储罐的容积直接决定了港口储罐的型号和布置型式。学生填入可变参数数值后平台将会自动给出计算结果。



4、安装码头相关的设施包括橡胶护舷、快速脱缆钩、消防炮塔。操作过程中如果操作不正确平台会给出提示，安装布置的过程中学生可以在实验平台的虚拟三维场景中清楚的看到各种设备在港口的具体位置。

5、以上步骤完成后，码头具备了停靠 LNG 船的基本条件。点击图中高亮显示的拖轮，将为学生展示 LNG 船靠泊的动画模拟过程。这一步虽然交互性不强但是通常学生很难在现场观看危化品船舶整个靠泊的过程。



6、上一步操作实现了 LNG 船舶的靠泊，此步骤需将其系泊稳定靠岸，实现系缆功能。

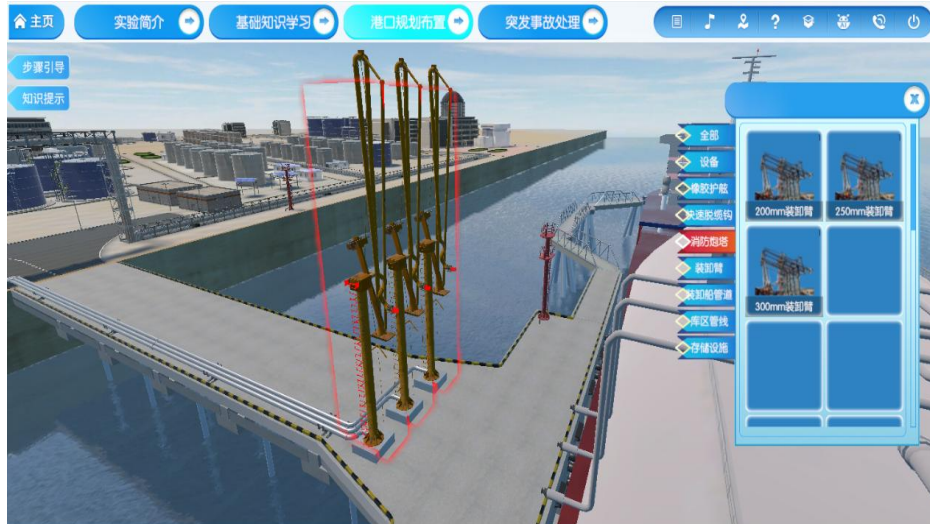


7、码头的受力计算。首先是撞击力部分，根据给定的水流和风速条件进行计算。撞击力计算中形象地展示橡胶护舷压缩变形的动画，让学生感受到撞击力是通过橡胶护舷的变形而得出的。码头受力计算在通常教学中只是简单提及，因为此处计算的复杂性学生一般情况很少接触受力计算。虚拟仿真实验给出了一个很好的解决方案，从船舶靠泊开始然后给出风速和水流条件构成一个完整的体系方便学生体会整个的计算过程。



8、完成风荷载以及水流力的计算，从而完成系缆力的计算。

9、进行装卸过程的模拟，此处只展示装卸臂与船舶上管道对接的操作。装卸臂连接的操作在课堂教学中通常只能以图片或者视频的形式呈现，学生无法进行实际操作，虚拟仿真实验项目打造了一个供学生操作的平台，学生需要点击正确的连接结构装卸臂才能完成连接。



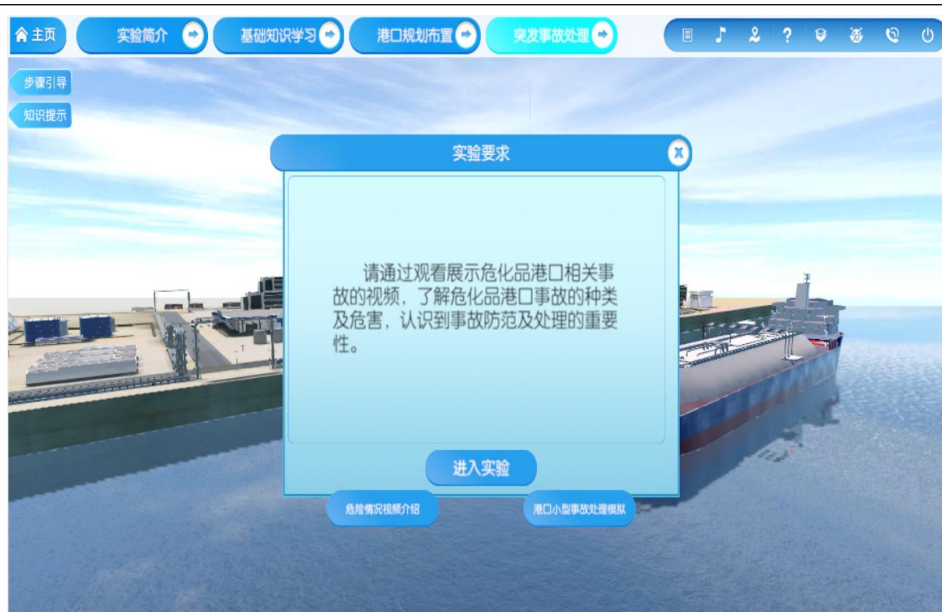
10、继续完成管道、储罐的安装操作。

突发事故处理

1、点击突发事故处理模块, 这个模块包含突发事故知识和突发事故处理实验两个部分内容。



2、点击突发事故基础知识按钮，出现此部分实验介绍。点击进入实验。



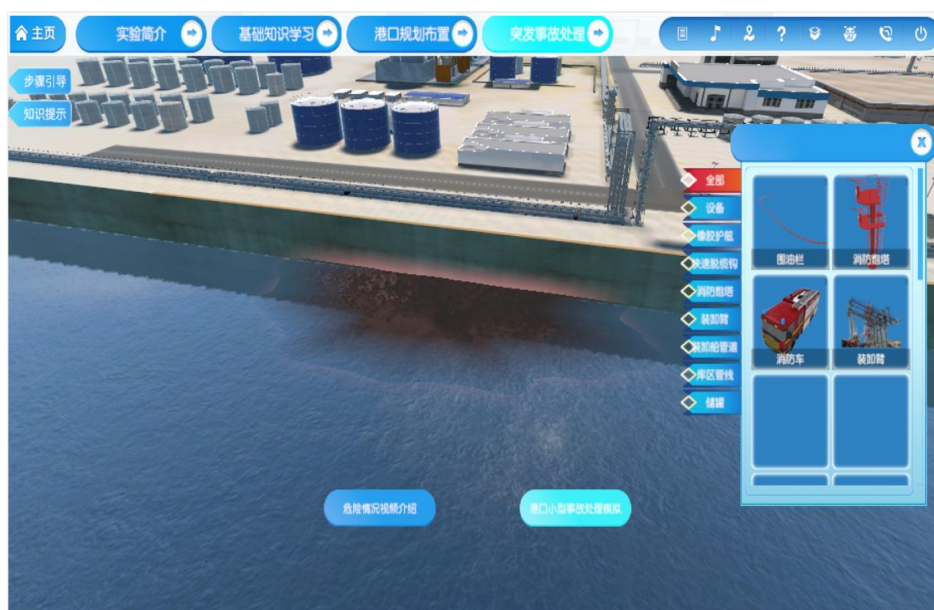
3、首先是观看危险情况视频介绍，视频展示了四种常见的事故。



4、视频学习完成之后，点击学习完成，然后点击港口小型事故处理实验，包含港口水域污染事故和 LNG 轮船装卸口泄露事故两个小实验。

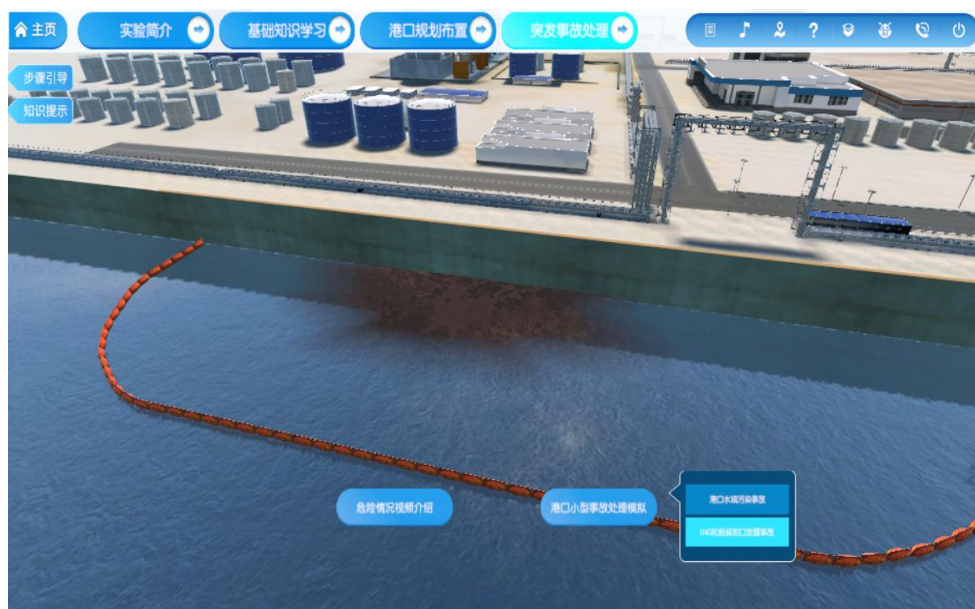


5、首先点击港口水域污染事故按钮，在右侧工具栏中选择围油栏放入污染的海面上，完成实验。



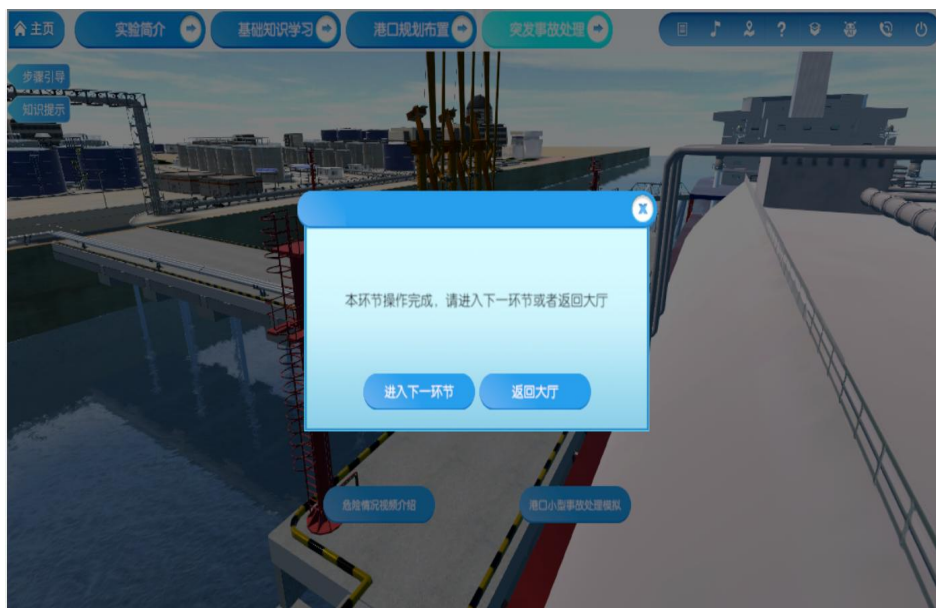


6、然后点击 LNG 轮船装卸口泄露事故按钮，出现了泄露事故，此时屏幕中出现两个高亮的部分，点击选择正确的设备，完成实验。

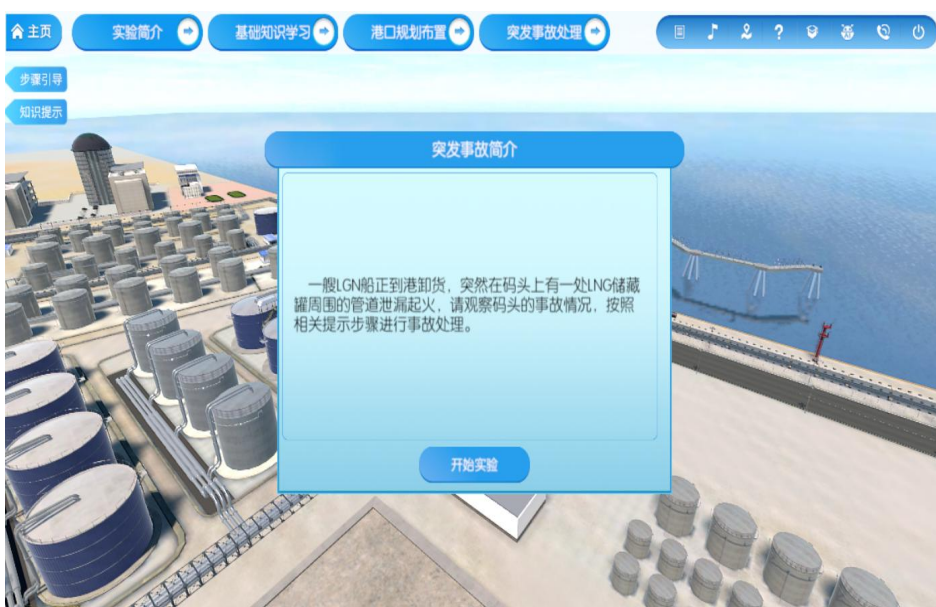




7、上述实验完成后，出现下面的界面，选择进入下一个环节。



8、此时进入突发事故处理实验环节，介绍事故背景，点击开始实验。



9、填入爆炸实验的数据，然后点击观察爆炸。

主页

实验简介

基础知识学习

港口规划布置

突发事故处理

图

音乐

用户

帮助

设置

分享

电源

步骤引导

知识提示



主页

实验简介

基础知识学习

港口规划布置

突发事故处理

图

音乐

用户

帮助

设置

分享

电源

步骤引导

知识提示

爆炸区域观察



爆炸物质量(kg)	13104.00
轻伤半径(m)	162.52
重伤半径(m)	90.74
死亡半径(m)	35.24
安全疏散距离(m)	>162.52

重伤区

死亡区

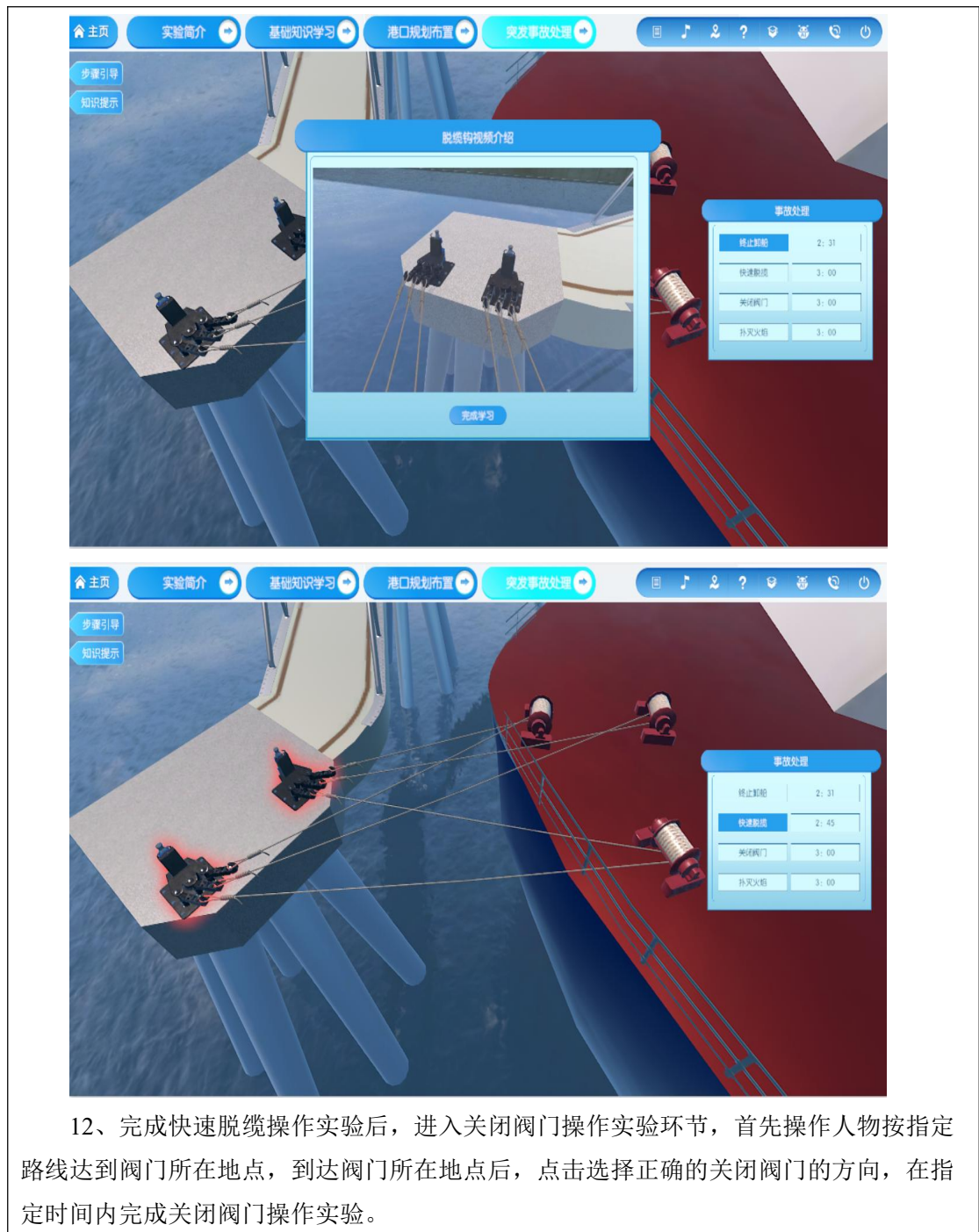
重新预测

开始处理

10、点击开始处理，跳出装卸臂视频介绍，观看后点击学习完成按钮，然后在限定时间内完成终止卸船操作。



11、完成终止卸船操作后，进入快速脱缆操作实验环节，首先跳出一个脱缆钩视频介绍，观看完成后点击完成学习，然后在限定时间内完成脱缆操作。







13、成功关闭阀门后，进入扑灭火焰实验操作环节。选择合适的消防器材，选择完成后，点击确定按钮，出现一辆消防车扑灭火焰。





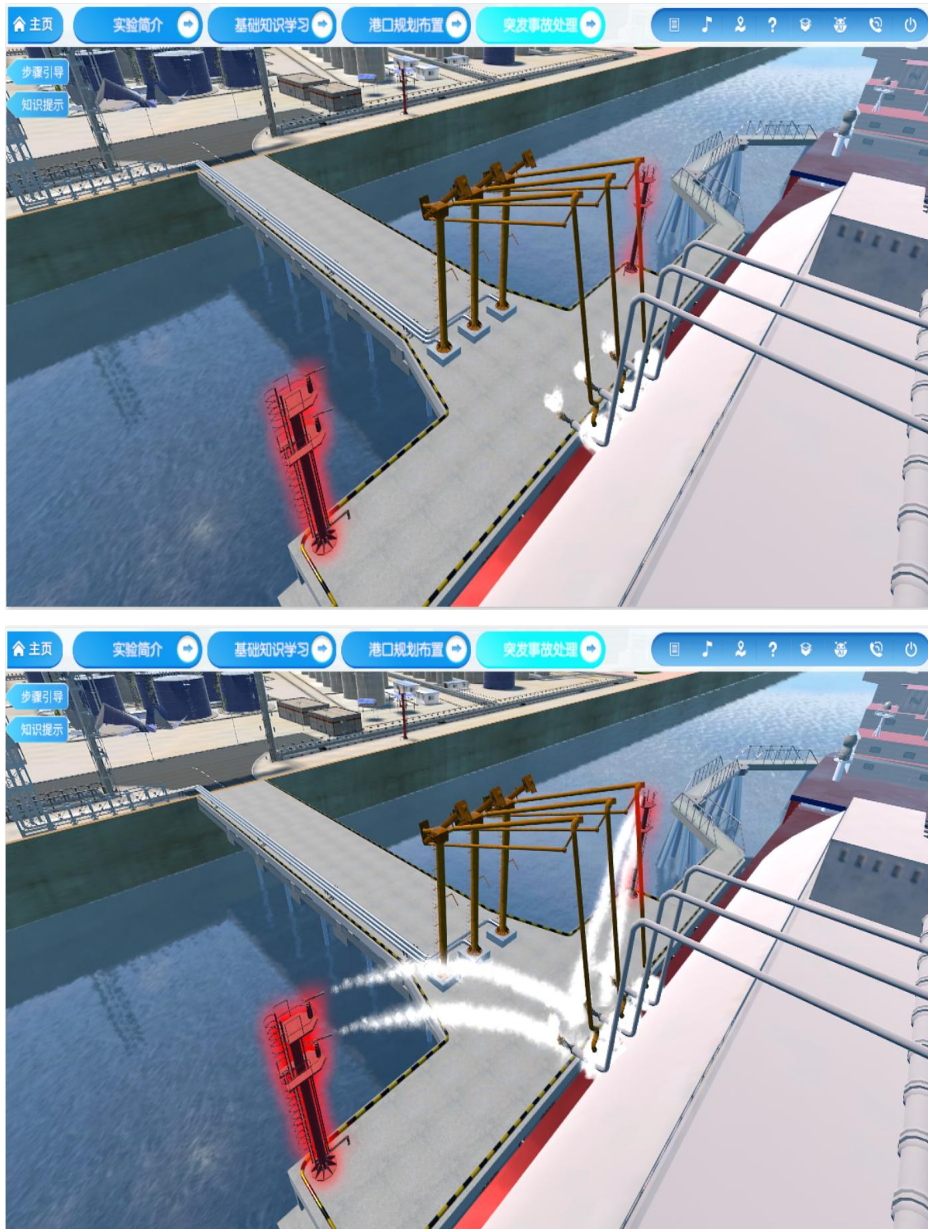
14、成功扑灭火焰后，跳出下图所示提示框，点击确定，填写合适的参数。



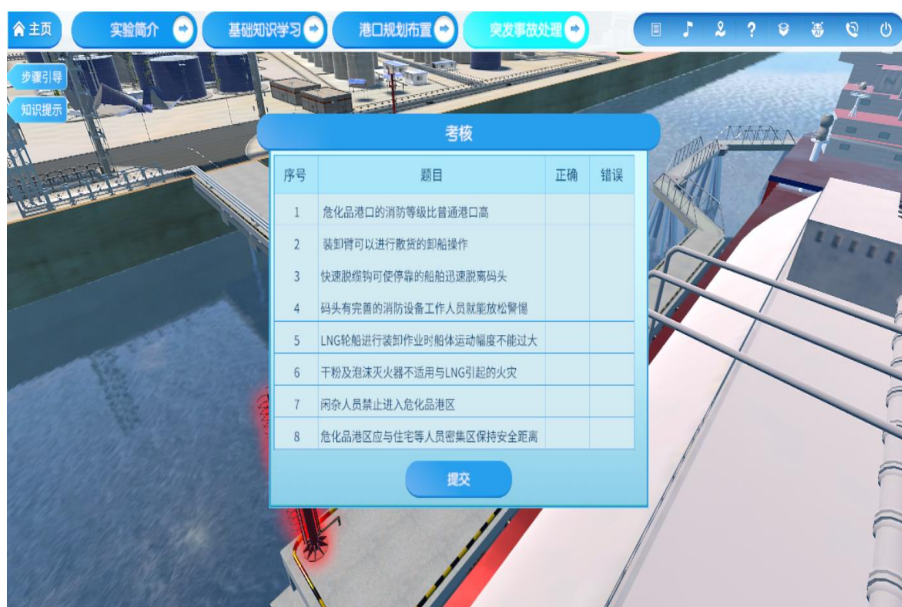


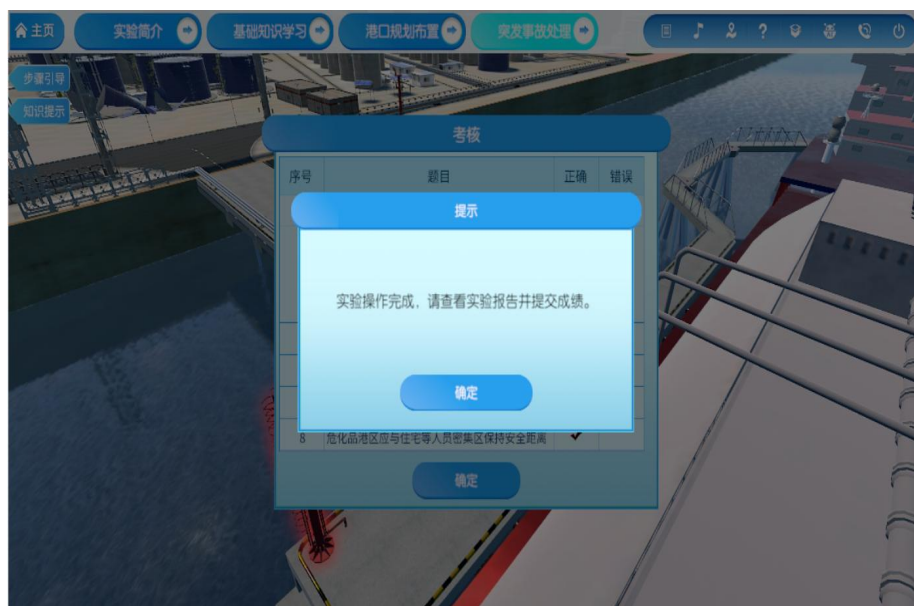
15、填完参数后，船体开始剧烈晃动撞击码头，完成相应的处置措施。





16、完成 LNG 泄露实验后，跳出完成相关知识考核的提示，点击确定按钮，然后完成 8 道考核题并提交，提交后可以查看实验报告。





17、查看实验报告后，提交实验报告。





2-9 实验结果与结论要求

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

河海大学《危化品港口规划与布置虚拟仿真实验》实验报告

姓名: _____ 学号: _____ 班级: _____

基础知识学习						
序号	考核点	考核标准 (按照 20 分计算)	标准答案 /用时	我的答案 /用时	得分	总得分
1	视频完整 播放	看完视频+10 分				
2	认知模块 相关选择题	每题 2 分共 5 道题	1. A			
			2. C			
			3. B			
			4. C			
			5. B			
港口规划布置						
序号	考核点	考核标准 (按照 50 分计算)	标准答案 /用时	我的答案 /用时	得分	总得分

1	阅读平台提示内容掌握有效信息	完成阅读+2 分				
2	码头结构型式选择	选择正确+4 分				
3	计算泊位年通过能力	计算满足要求+8 分 结果错误+4 分				
4	储罐容量计算	完成计算+6 分				
5	橡胶护舷布置	横向橡胶护舷布置正确+2 分 竖向橡胶护舷布置正确+2 分				
6	船舶靠泊过程模拟	按照要求操作+4 分				
7	学习船舶系缆力计算	完成学习+2 分				
8	学习撞击力计算	完成学习+2 分				
9	装卸臂布置	布置正确+3 分				
10	装卸臂连接	在规定时间内完成连接+3 分				
11	库区管线布置	布置正确+2 分				
12	储罐布置	布置正确+4 分				
13	学习操作量	完成第二模块考核+6 分				
突发事件处理模块						
序号	考核点	考核标准 (按照 30 分计算)	标准答案/用时	我的答案/用时	得分	总得分
1	港口水域污染事故处理的道具选择	第一次选择正确+2 分	围油栏			

2	LNG 轮船 装卸口泄 露事故处 理的道具 选择	第一次选择正确+2 分	消防炮塔		
3	爆炸参数 输入	输对一个参数+1 分	80%~90%		
			420~460		
			25000		
			3.9~4.1%		
			55000~ 57000		
			4400~4600		
4	终止卸船	规定时间内完成+2 分	3 分钟		
5	快速脱缆	规定时间内完成+2 分	3 分钟		
6	关闭阀门	规定时间内完成+2 分	3 分钟		
7	灭火器选 择	选择正确+2 分 否则+1 分	干粉灭火器 高压泡沫灭 火器		
8	扑灭火焰	规定时间内完成+2 分	3 分钟		
9	LNG 轮船 泄露情景 模拟	规定时间内完成+2 分	3 分钟		
10	危化品港 口有关判 断题	答对一道+1 分	1. 对 2. 错 3. 对 4. 错 5. 对 6. 错 7. 对 8. 对		

2-10 考核要求

实验具备在线随堂测验功能，在基础知识学习和突发事故处理这两个模块的最后安排了随堂检测题。在学生进行实验时，对操作的结果进行及时反馈，并在实验完成后生成实验报告。

具体考核要求如下：

一、基础知识学习

1、LNG 码头建设过程分析：观看关于 LNG 码头建设过程的视频，了解 LNG 储罐、

装卸机械及船型的基本概念，完整观看得分，不看不得分。分值：10

2、LNG 港口认知分析：5 道选择题，每题 2 分，答对得分，答错或漏答不得分。
分值：10

二、港口规划布置

参考规范

- ①《海港总体设计规范》（JTS-165-2013）
- ②《石油库设计规范》（GB 50074-2002）
- ③《装卸油品码头防火设计规范》（JTJ 237-99）
- ④《液化天然气码头设计规程》（JTJ-304-2003）
- ⑤《石油化工企业设计防火规范》（GB50160-2006）
- ⑥《液化天然气（LNG）生产、储存和装运》（GB/T20368-2012）
- ⑦《石油化工码头装卸工艺设计规范》（JTS 165-8-2007）

港口各设施安全布置要求

各设施安全布置要求一览表

设施名称	相邻的建筑物或设施	规范布置要求
装卸臂	靠泊船舶	学生自主操作对接
液化天然气码头工作平台	接收站储罐	净距不应小于 150m④
储罐	码头前沿线	危化品码头前沿线与陆上储罐的防火间距不应小于 50m①
	码头操作工作平台	液化天然气码头操作平台与储罐的净距不应小于 150m①
库区管线	下方道路	管道跨越车行道路时，路面以上的净空高度不应小于 7.25m①
港区道路	建筑物	最小间隔 6m①
港区道路	地上管线	最小间隔 1m①
消防道路	无	设置环形消防道路无条件时或设置有回车场的尽头式消防道路②
消防道路	无	油罐区和装卸区消防道路的转弯半径不宜小于 12m②
油库（油品码头储存设施）	居住区	最小间隔 100m②
油库（油品码头储存设施）	公共建筑物	最小间隔 100m②
油库（油品码头储存设施）	工矿企业	最小间隔 60m②
	公路	最小间隔 25m②

存设施) 油品码头 消防水泵	厂内主要道路	最小间隔 15m
	厂内次要道路	最小间隔 10m
	需要保护的 对象	不宜小于 35m③
液化天然 气码头消 防设施	需要保护的 对象	设置不少于两台，并且覆盖码头上的装卸工艺设施和停泊设计船型的全船范围④
		设置足够数量的干粉灭火器④

- 1、阅读平台提示内容掌握有效信息。阅读完将可以获得 2 分。
- 2、分析港口地质条件选择正确的码头结构型式，选择正确获得 4 分，选择错误不得分。
- 3、根据设计资料计算泊位年通过能力，计算结果满足要求获得 8 分，如果计算结果不满足设计要求获得 4 分，这里考虑学生操作过程中对知识掌握了一部分结果不满足也可以获得一部分得分。
- 4、根据计算出的实际年通过能力计算储罐容量计算，这里不对计算结果进行对比考核，只要完成计算学生就可获得 6 分。
- 5、橡胶护舷布置横向橡胶护舷布置正确获得 2 分，竖向橡胶护舷布置正确获得 2 分，若布置错误不得分。
- 6、学生按要求点击拖轮，观看船舶靠泊过程模拟，这一步操作不设置考核要求只要完成这一操作步骤获得 4 分。
- 7、根据给定工况完成系缆力计算，完成操作获得 2 分。
- 8、学习撞击力计算的过程和方法，完成操作获得 2 分。
- 9、学生正确布置装卸臂获得 3 分，操作错误不得分。
- 10、学生在规定时间内正确连接装卸臂获得 3 分。
- 11、学生正确布置管线获得 2 分，错误不得分。
- 12、学生完成储罐布置获得 4 分。
- 13、学生完成全部的这一模块的操作获得 6 分。

三、突发事件处理

- 1、港口水域污染事故处理：第一次选择正确的道具（围油栏）得分，选错或不选不得分。分值：2。
- 2、LNG 轮船装卸口泄露事故处理：第一次选择正确的道具（消防炮塔）得分，选错或不选不得分。分值：2。
- 3、LNG 码头爆炸突发事件处理：

(1) 爆炸范围计算：根据表格中所给的范围输入正确的参数计算爆炸半径，一共有 6 个参数，每个参数 1 分，输入正确得分，输错不得分。分值：6。

(2) 终止卸船操作：在规定的时间内（3 分钟）内完成指定操作得分，超时或不做得分。分值：2。

(3) 快速脱缆操作：在规定的时间内（3 分钟）内完成指定操作得分，超时或不做得分。分值：2。

(4) 关闭阀门操作：在规定的时间内（3 分钟）内完成指定操作得分，超时或做错不得分。分值：2。

(5) 灭火器选择：选择了正确的干粉灭火器与高压泡沫灭火器得 2 分，选择错误得 1 分。

4、LNG 轮船泄露情景模拟：在规定的时间内（3 分钟）内完成指定操作得分，超时或不做得分。分值：2。

5、危化品港口有关判断题：8 道判断题，每题 1 分，答对得分，答错或漏答不得分。分值：8。

2-11 面向学生要求

1、专业与年级要求

港口航道与海岸工程大三、大四本科生

2、基本知识和能力要求

(1) 学生在进入平台学习之前应当学习并通过《港口规划与布置》、《港口装卸工艺》、《港口水工建筑物》等主要课程。

(2) 对港口规划与布置有基本的了解，并熟悉一般港口建筑物以及港口机械设备布置的要求和规范。

(3) 已经基本掌握码头结构的型式，并熟悉码头各个构件的作用。

(4) 已经基本掌握码头重要荷载的计算方法以及计算步骤。

2-12 实验课程应用及共享情况

- (1) 本校上线时间：2019 年 12 月
- (2) 已服务过的本校学生人数：130 人
- (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：2019 年 12 月，已服务人数：130 人

3. 实验教学课程相关网络及安全要求描述

3-1 有效链接网址

<http://xnfzgx.hhu.edu.cn/course/details-expe/5.html>

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）

带宽要求：20M 下行对等带宽。

当客户机带宽小于 20M 时，丢包情况严重、网络延时都很高，部分环境延时，可以达到 20ms 以上，丢包率超过 5%。在不同 IP 对本虚拟仿真实验网页打开的测试中，网页打开速度较慢，特别是课件加载卡顿现象也常有发生，访问效果不理想。

- (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）

本虚拟仿真项目的服务器最佳响应并发数为 300。

当用户数量在 300 以下时，各项服务均能在 0.2s 内做出响应，服务器负载处于较低水平，课件加载也很快。当用户数达到 2000，服务响应时间维持在 0.8s 以内，但课件加载速度下降严重。当用户数达到 6000 时，服务响应时间超过 1s，服务器负载也超过了 80%。

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

计算机操作系统为 Windows7、Windows8、Windows10

Deepin15.7（国产 Linux 系统）

- (2) 其他计算终端操作系统和版本要求

计算机操作系统：Windows Server，Linux。

- (3) 支持移动端：☐是 ☒否

(1) 需要特定插件 ☐是 ☒否

插件容量

下载链接

(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

(1) 计算机硬件配置要求

需要使用 PC 机打开实验，配置如下：

Web 端用户硬件要求

处理器: Intel (R) Core (TM) i5

主频: 2.4GHz

内存：8GB

显卡: NVIDIA GeForce GTX GT740 2G

(2) 其他计算终端硬件配置要求

无

(1) 计算机特殊外置硬件要求

无

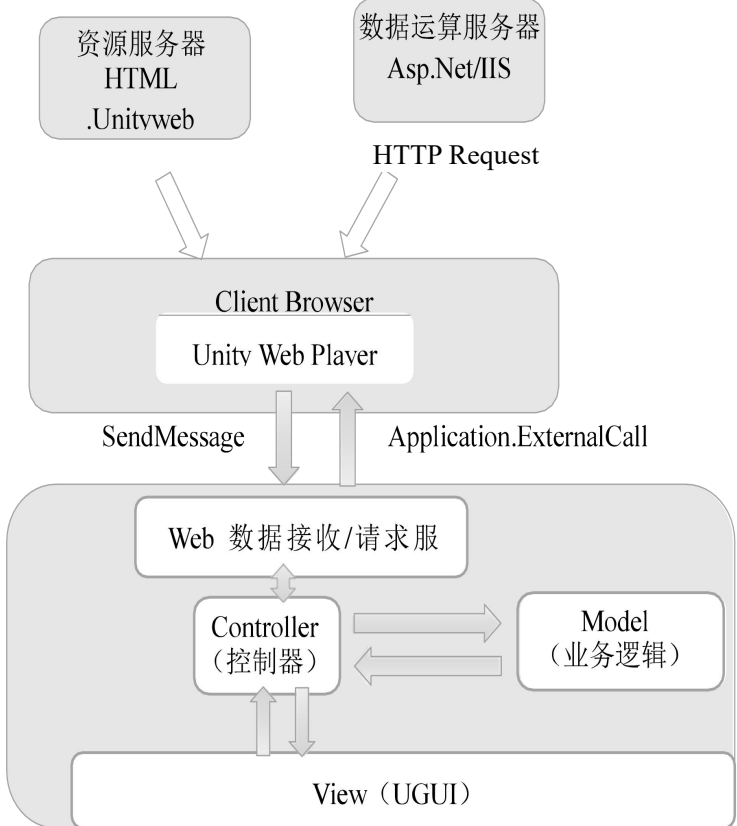
(2) 其他计算终端特殊外置硬件要求

无

(1) 课程系统是否完成国家信息安全等级保护 ☐是 ☐否

(勾选“是”，请填写) 级

4. 实验教学课程技术架构及主要研发技术

指标	内容
系统架构图及简要说明	 The diagram illustrates a three-tier system architecture. At the top, two server boxes represent the 'Resource Server' (containing HTML and .Unityweb) and the 'Data Calculation Server' (containing Asp.Net/IIS). Arrows labeled 'HTTP Request' point from these servers to a 'Client Browser' box. Inside the 'Client Browser' is a 'Unity Web Player'. Below the browser, a large box represents the 'Unity' environment, which is divided into three layers: 'Web Data Reception/Request Service' at the top, 'Controller (Controller)' in the middle, and 'View (UGUI)' at the bottom. The 'Controller' and 'Model (Business Logic)' are connected by bidirectional arrows. The 'View' is connected to the 'Controller' by bidirectional arrows. The 'Unity Web Player' sends 'SendMessage' to the 'Web Data Reception/Request Service' and receives 'Application.ExternalCall' from it. 系统主要分为三个层级，服务器（资源服务器、运算服务器）、前端页面、Unity 底层功能。 资源服务器负责存储管理 unity 打包出来的场景、模型、代码及页面资源；运算服务器采用 ASP.NET+IIS 架构，通 http 协议响应客户端相关运算请求并向客户端更新数据、及返回运算结果；前端页面负责三维渲染三维场景模型及实现与用户的交互操作，同时响应 unity 相关函数调用通过 http 协议向服务器发起相关运算请求，并将服务器返回数据传递给 unity 对应 web 数据接收/请求模块；Unity 底层功能模块，采用 mvc 架构设计，web 数据接收/请求模块负责处理模拟过程中与服务器的数据交互，通 Application.ExternalCall 方法调用页面对应函数，页面向服务器发送对应请求，页面收到服务器数据返回通 SendMessage 方法将数据返回给 unity web 数据接收/请求模块，web 数据接收/请求模块将返回数据传递给控制器（Controller），控制器分发数据至对应的业务逻辑（Model）进行数据处理，并将处理结果返回控制

		器（Controller），控制器（Controller）对应更新用户界面（View）显示，同时（View）负责监听响应用户操作，将操作传递给控制器（Controller）实现对应逻辑操作。
实验教 学课程	开发技术	√VR ☐ AR ☐ MR √3D 仿真 ☐ 二维动画 √HTML5 其他 <u>无</u>
	开发工具	√Unity3D ☐ 3D Studio Max ☐ Maya ☐ ZBrush ☐ SketchUp ☐ Adobe Flash ☐ Unreal Development Kit ☐ Animate CC ☐ Blender √Visual Studio ☐ 其他 <u>无</u>
	运行环境	服务器 CPU <u>16</u> 核、内存 <u>32</u> GB、磁盘 <u>1000</u> GB、 显存 <u>16</u> GB、GPU 型号 <u>NVIDIA GRID K1</u> 操作系统 ☐ Windows Server √Linux ☐ 其他 具体版本_____ 数据库 √Mysql ☐ SQL Server ☐ Oracle 其他 <u>无</u> 备注说明 <u>（需要其他硬件设备或服务器数量多于 1 台</u> <u>时请说明）</u>
	课程品质 （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：40 万三角面 贴图分辨率：512*512 每帧渲染次数：30fps 动作反馈时间：1/90s 显示刷新率：60Hz 分辨率：4K

5. 实验教学课程特色

（体现虚拟仿真实验教学一流课程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：

危化品港口规划与布置，在教学过程中往往不易讲清讲透，主要原因为：（1）现场危险性高，管理严格，学生无法进入现场参观学习，无法身临其境体验该货种港口的规划布置和装卸工艺流程；（2）危化品港口模型实验成本高，一个完整的危化品港口包括诸多设施，内容复杂、建造所需时间成本和人力成本高，传统实验教学方式仅模型环节就较难实现；（3）危化品港口若遇到火灾爆炸、装卸臂偏离油轮装卸口、油品泄漏等突发性事故，实验室无法模拟，学生亦难理解和掌握事故发生后的应急处理措施。

虚拟仿真实验教学的出现解决了上述困难，可以把学生带进虚拟场地进行操作学习，学生的每一个操作步骤都接近真实效果，学习效率将显著提高。因此，针对危化品港口规划与布置进行虚拟仿真实验教学，是非常必要的。

本虚拟仿真实验教学拟设计三个模块，不同的环节经过精心设计，各环节之间互相递进，层层深入，学生在操作完之后能对危化品港口有比较全面的认识。虚拟仿真平台建立了危化品港口整体模型，引导学生完成港口总平面布置并动态展示港口生产运营的全过程，计算船舶撞击力、系缆力。学生与平台进行交互操作时平台实时给出反馈，设置问题进行效果检验，最终生成实验报告，对学生实验的结果进行评分。

2、教学方法创新：

（1）任务驱动式：本项目旨在让学生掌握危化品港口如何运营等相关知识，每一个模块都有相对应的任务。学生需根据任务导向进行具体的实验操作。

（2）互动式：学生根据给定的任务完成每一个模块后，平台最后能够对学生的操作结果进行反馈。

3、评价体系创新：

虚拟平台实验教学项目的评价体系根据三个模块的评判按比例进行加权，得到最终成绩。（1）LNG 港口介绍模块，比例 20%；（2）港口规划布置模块，比例 50%；（3）突发事故处理模块，比例 30%，其中包含 15%的判断题。

4、对传统教学的延伸与拓展：

从危化品港口规划与布置的理论教学，到危化品港口规划布置与事故处理模拟，体现了实验内容的延伸；将知识传授延伸到互动探究式教学，体现了教学方法的拓展；将演示为主的实验教学延伸到模拟操作和自主探究，体现了实验方法的拓展。本项目避免

了参观危化品港口危险性高、事故处理难实现等不利因素，并突破传统教学在时间、空间上的限制，学生可以随时随地进行实验，并亲身体验危化品港口规划、装卸、事故处理等。同时，实验辅以传统教学中的练习题，将相关理论知识进行纵向串联延伸，更贴近实际场景，有助于学生将不同学科知识点进行相互融合、综合应用，在巩固专业技能的同时培养辩证思维，达到培养综合型港口人才的目标。

6. 实验教学课程持续建设服务计划

（本实验教学课程今后 5 年继续向高校和社会开放服务计划及预计服务人数）

1、课程持续建设与服务计划：

本实验教学项目面向港航专业学生，对所有相关高校和社会开放。在后续版本的更新中，平台可根据专业发展以及教学要求的变化调整实验项目架构、打磨提炼知识点，将本虚拟仿真项目真正地面向社会、服务大众。

2、面向高校的教学推广应用计划：

在本校之内继续开展依托此平台的虚拟仿真教学，并在教学过程中检验平台整体的功能，及时针对不合理的地方做出修改，将教学和改善同步进行。总结本校初步推广的经验和方法，借助成功开展的经验和方法将平台向兄弟高校推广，如天津大学、东南大学、大连理工大学、长沙理工大学、重庆交通大学等。

3、面向社会的推广应用计划：

针对社会人员开展免费辅导和技术支持，定期举办虚拟仿真平台学习讨论讲座。并与一些行业内的企业联合，如中交四航院、中交水规院等，将教学与实际生产实践结合。

7. 知识产权

软件著作权登记情况	
软件著作权登记情况	☐ 已登记 ☐ 未登记
完成软件著作权登记的，需填写以下内容	
软件名称	
是否与项目名称一致	☐ 是 ☐ 否
著作权人	
权利范围	
登记号	

8. 诚信承诺

本人承诺：所申报的实验教学设计具有原创性，课程所属学校对本实验课程内容（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，保证所申报的课程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。

实验教学课程负责人（签字）：

年 月 日

9. 附件材料清单

1. 政治审查意见（必须提供）（此项暂时不填）

（本校党委须对课程团队成员情况进行审查，并对课程内容的政治导向进行把关，确保课程正确的政治方向、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（如目前不能提供，可不填写）

（评价意见作为课程有关学术水平、课程质量、应用效果等某一方面的佐证性材料或补充材料，可由课程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。）