

2019 年度国家虚拟仿真实验教学项目申报表

学 校 名 称	河海大学
实 验 教 学 项 目 名 称	滑坡堰塞体稳定测试与 评价虚拟仿真实验
所 属 课 程 名 称	岩土工程测试
所 属 专 业 代 码	081001
实 验 教 学 项 目 负 责 人 姓 名	沈扬、陈亮
有 效 链 接 网 址	http://xnfzgx.hhu.edu.cn/course/evaluate/1.html

教育部高等教育司制

二〇一九年七月

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（2012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	沈扬	性别	男	出生年月	1980.5
学 历	博士研究生	学位	博士	电 话	13611508045
专业技术职务	教授	行政职务	教务处处长	手 机	13611508045
院 系	土木与交通学院土木系			电子邮箱	13611508045@163.com
地 址	江苏省南京市西康路1号			邮 编	210098
<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>现任河海大学教务处处长、岩土工程国家重点学科教授、博士生导师、土木专业负责人、兼任教育部高校土木专业教学指导分委员会委员、江苏省青联副主席、中国土木工程学会土力学与岩土工程分会土力学教学专委会副主委、国际土力学与岩土工程协会 TC217 专委会委员等职。</p> <p>1. 教学表彰/奖励</p> <p>(1) 宝钢教育基金会优秀教师奖特等奖（2018）</p> <p>(2) 江苏省五一劳动奖章（2014）</p> <p>(3) 江苏省青蓝工程优秀教学团队（土木工程专业课程创新教学团队）带头人（2018）</p> <p>(4) 全国高校青年教师教学竞赛一等奖（2014）</p> <p>(5) 江苏省教学成果一等奖，岩土工程本硕博创新人才接力模式的构建与实践（2013，排名3）</p> <p>2. 教学研究课题</p> <p>(1) 国家级新工科研究与实践项目：基于新工科理念的新型土木类专业个性化人才培养模式的探索与实践（2018-2020）</p> <p>(2) 江苏省品牌专业建设一期项目：河海大学土木工程（2015-2018）（中期考核、结题验收均优秀）</p> <p>(3) 江苏省高等教育教改研究立项课题（重点项目）：四驱联动，三层递进的土木类创新型人才培养模式的研究与实践（2018-2019）</p> <p>(4) 江苏省教育信息化研究资助课题（重点资助）：信息化背景下土木类专业高等教育虚拟学习社区构建机制有效性评价研究（2018-2019）</p> <p>(5) 江苏省教育科学“十三五”规划课题（专项重点资助）：土木类“双主”人才培养模式下创新型学生学习共同体的建立（2017-2018）</p> <p>3. 教学研究论文</p> <p>(1) 沈扬，芮笑曦，王璐，服务于土木工程新工科建设的国际学生交流组织平台设计与构建，高等建筑教育，2019，28（10）（录用待刊）</p>					

(2) 沈扬, 沈雪, 陈璐, 基于“双主”特色人才培养模式的土木类本科教学系列蓝皮书研制, 高等建筑教育, 2016, 25 (6): 49-53

(3) 沈扬, 王鑫, 陶明安, 葛冬冬, 局部与整体水压法在水下饱和边坡稳定分析中的应用, 力学与实践, 2015, 37 (3): 321-325

(4) 沈扬, 杜文汉, 邱晨辰, 基于分层总和法进行地基沉降计算的教学方法反思, 高等建筑教育, 2015, 24 (5): 79-82

(5) 沈扬, 葛冬冬, 陶明安, 杜文汉, 土力学原理可视化演示模型实验系统的研究, 力学与实践, 2014, 36 (5): 663-666

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); 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. 学术研究表彰/奖励

(1) 霍英东全国高校青年教师奖一等奖 (2016)

(2) 江苏青年五四奖章 (2016)

(3) 教育部科技进步一等奖 (2014, 排名 4)

2. 代表性学术研究课题

(1) 国家自然科学基金面上项目: 南海岛礁机场营运期吹填钙质砂地基土变形特性研究 (2020 - 2023) (主持)

(2) 国家自然科学基金面上项目: 高速列车荷载引发主应力轴旋转路径下软土动力特性试验与理论建模研究 (2015 - 2018) (主持)

(3) 浙江省重大社会发展项目子题: 大面积超软土地基复式负压快速固结技术开发 (2010-2013) (主持)

(4) 国家自然科学基金面上项目: 动力荷载下桩-网复合地基荷载传递与轨道-路基-垫层-地基共同作用机理研究 (2015-2018) (排 2)

(5) 高等学校学科创新引智计划: 堤坝工程安全与减灾学科创新引智基地 (2013-2017) (国内学术骨干)。

3. 代表性学术论文

(1) Effects of voltage gradients on electro-osmotic characteristics of Taizhou soft clay, International Journal of Electrochemical Science, 2019: 2136-2159, doi: 10.20964/2019.03.06 (SCI) (第一作者)

(2) Features of non-coaxial strain and modelling of accumulated strain under principal stress rotation induced by train loads in soft clay, European Journal of Environmental and Civil Engineering, 2018 (online) (SCI) (第一作者)

(3) Amplitude ratio affects dynamic characteristics of remolded soft clay under train loads, Soils Mechanics and Foundation, 2018, 55 (4): 249-257 (SCI) (第一作者)

(4) Macro-meso effects of gradation and particle morphology on the compressibility characteristics of calcareous sand, Bulletin of Engineering Geology

and the Environment, 2017, 76 (9): 1-9 (SCI) (第一作者)						
(5) An Analytical Solution for Two-dimensional Vacuum Preloading Combined with Electro-osmosis Consolidation Using EKG Electrodes, Plos one, 2017, 12 (8): e0180974 (SCI) (第一作者)						
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	沈扬	河海大学	教授	教务处处长	第一负责人 实验与教学 方案设计	
2	陈亮	河海大学	教授	实验中心主任	第二负责人 教学组织与 方案设计	
3	倪小东	河海大学	副教授	系副主任	实验策划与 资料搜集	在线教学服 务人员
4	张福海	河海大学	副教授	研究室主任	项目模型设 计与转化	
5	石崇	河海大学	教授	研究室主任	项目调研与 仿真设计	技术支持人 员
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	高玉峰	河海大学	教授	院长	教学咨询与 教学设计	
2	袁俊平	河海大学	教授		资料收集	
3	何稼	河海大学	副教授	系副主任	项目教学规 划与总结	
4	张文慧	河海大学	副教授		实验测量设 计教学改进	
5	高明军	河海大学	高级实验师		现场测试 仿真设计	在线教学 服务人员
6	丁国权	河海大学	实验师		实验设计 与持续改进	技术支持 人员
7	胡锦涛	河海大学	实验师		实验持续 改进	在线教学 服务人员
8	顾文	南京恒点信息 技术有限公司	工程师		效果设计	技术支持 人员
9	张石磊	南京恒点信息 技术有限公司	工程师		页面设计	在线教学 服务人员
10	孙力	南京恒点信息 技术有限公司	工程师		软件开发	技术支持 人员
11	郑馨语	南京恒点信息 技术有限公司	工程师		课程策划	在线教学 服务人员
项目团队总人数: <u>16</u> (人) 高校人员数量: <u>12</u> (人) 企业人员数量: <u>4</u> (人)						

2.实验教学项目描述

2-1 名称

滑坡堰塞体稳定测试与评价虚拟仿真实验

2-2 实验目的

堰塞体是一种会阻塞江河、雍水上游的完全或不完全堵水堆积体。随着近年的极端天气频发，由此诱发的滑坡堰塞险情不断出现。如 2019 年 8 月 10 日凌晨，受台风影响，浙江温岭一山体因特大暴雨引发山体滑坡形成堰塞体堵塞河流，然后突发决堤，造成 30 余人伤亡和失联（见图 2.1）。

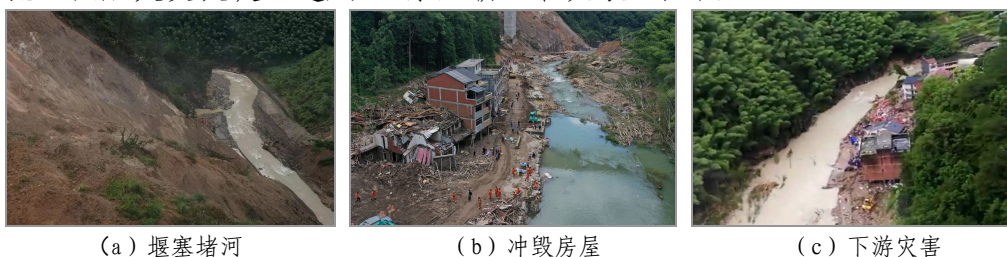


图 2.1 浙江永嘉堰塞体决堤灾害

科学合理的分析堰塞险情并及时处置是落实《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》“提升防灾减灾救灾能力”，“全面提高抵御气象、水旱、地震、地质、海洋等自然灾害综合防范能力”的要求。据此，项目团队前瞻性地设计虚拟仿真实验，详细目的如下：

(1) 重现危险灾害，立足灾害预防，目标转灾为宝

堰塞体是岩土工程中常见的地质灾害，通常由斜坡或边坡上的岩土体因地震、降雨等原因引发山崩、滑坡，截断山谷形成。随着工程理论与技术的提高，基于国民经济发展的需求，是否可以利用堰塞体作为土石坝，是近年来全球的土木工程师一直关注的热点问题，在此方面，我国一直走在世界前列。九寨沟、天山天池等人文风景，红石岩水电站等工程利用都是堰塞体由废转宝的典型（见图 2.2）。



图 2.2 堰塞体开发利用

但是，堰塞体材料在时空分布上存在一定随机性，大多是非稳定的，现场实验测试存在诸多风险，已破坏或处置的堰塞体也无法再现。学生在校内学习和校外实习过程中无法经历堰塞体的形成、变形、裂隙发展与溃决全过程。因此，本项目将堰塞体工程测试分析与室内虚拟仿真操作相结合，通过“互联网+虚拟仿真+灾害预防”，使学生能够借助虚拟仿真手段去体验堰塞体的测试、

分析过程，以便学生在后续的研究与工作中合理处置堰塞险情，减少次生灾害或者对堰塞体进行合理利用。

(2) 突破传统教学，培养卓越的土木工程师人才

为培养优秀的堰塞体及重危滑坡稳定安全评估领域的相关土木工程从业者，需要安排其完成有关实践认知与操作，以对堰塞体的性质和稳定性测试与评估方法有充分了解。然而在以往的教学过程中，由于堰塞体工程环境的危险性和交通不便利性，多以课堂概念传授为主，很难如其他教学内容一样，辅以具有经验的从业者带领观摩、实践现场实体工程，从而使得教学相关培养过程存在如下较大不足：

局限性：传统教学、仅能在特定的室内课堂环境下进行理论学习或通过观看视频进行感官认知，而无法进行实验体验，对满足相关课程的重要实践属性需求具有明显局限。

片面性：课堂平面教学环境下，对堰塞坝安全评估受降雨量、堰塞库水位、堰塞体组成差异等动态变化的参数影响很难表达，仅靠课堂讲解甚至是固定环境的实景观摩，无法实现对现场复杂变化条件下相关工程问题测试和分析的有效理解和合理处置。

主观性：堰塞坝安全评估影响因素众多，如仅从文案教学视角，相关评估结论受相关从业者的主观因素影响较大，易造成受培训的学生所接受信息存在片面性。

本虚拟仿真实验，就是为克服上述传统教学不足，借助虚拟仿真技术，在保证学习者安全，且又具有较为真实环境下，让学习者充分感知不同地质环境、天气条件、时空演变的动态环境对山体滑坡形成堰塞体稳定性的影响，并通过开展相关虚拟仿真实验，引导其对堰塞体稳定性做出较为合理的监测与评价。

(3) 育教融合，立德树人，强化学生社会责任意识和使命意识

为了更好地实现“专业课程”向“课程思政”教育模式的转变，在教学软件中特别设置了知识角模块，模块提供了丰富的滑坡堰塞案例，如舟曲堰塞湖应急救援、永嘉堰塞湖溃决成功抢险等，能够显著提高学生防灾减灾意识，增强当代工程师厚重的使命感。本虚拟仿真实验的教学能够让学生在安全且具有一定感知性的环境下，全面地了解滑坡堰塞体成因、发展历程以及可能造成的重大灾害，在对岩土参数有更加直观的理解的同时，提高学生操作相关现场仪器、量测数据的熟练度，加强突发情况临场处置判断能力，固化学习者的工程责任意识 and 伦理认知，促进学习者形成正确的工程观。

(4) 夯实专业基础，适当拔高，鼓励创新与挑战

通过本虚拟仿真实验，融合土力学、岩石力学、土力学实验、岩土工程测试、测量学、工程地质等的系列专业综合知识，依托新工科对数值建模能力的培养，强化学生对相关岩土工程专业知识的理解；让学生学会对理论、参数、现象关联性的探究，提高对岩土工程特别是堰塞体工程安全问题的分析能力，训练学生对重大工程问题合理处置的能力，深化人才培养的高阶性。

通过本虚拟仿真实验，加强学生的自主学习、自主设计、自主分析能力，

巩固提升学生的创新思维，为终身学习提供平台。

2-3 实验课时

(1) 实验所属课程所占课时：

岩土工程测试（土木工程岩土方向开设），32 学时；

地下工程测试（土木工程地下方向开设），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）

知识点：共 8 类

表 2.1 实验知识点概览

序号	实验原理	真实科研与工程	虚拟仿真设计
1	堰塞体溃决机理	非确定性物性参数以及复杂气候环境条件	针对土木工程专业特殊，抓住关键理论，对岩土变形、岩土强度、岩土渗流这些影响堰塞体溃决的主要理论，融入代码，进行真实仿真。利用大量工程案例与数据，对虚拟仿真场景进行随机生成。
2	堰塞体稳定要素	水流冲刷时岩土体参数及堰塞体规模	深度仿真了上游水位、堰塞体几何尺寸、岩土体强度参数、岩土体渗流参数对堰塞体稳定性的影响。
3	边坡病害现象	出现滑坡、漏洞、管涌、流土、跌窝、裂缝等现象	将变形滑动变形类归类成裂缝、台阶、塌坑进行仿真，对滑坡、溃坝类进行仿真。
4	堰塞体边坡稳定	建立简化物模、依托物性参数开展分析	基于网络速率考虑，利用均质土坡稳定理论进行仿真计算分析，引入大量的不同种类的实际工程数据进行辅助修正。
5	堰塞体渗流与渗流稳定	常用达西定律等理论进行分析、计算。	基于土力学达西定律、有效应力原理以及临界水力梯度，全方位仿真渗流探测仪器、实验过程、数据计算以及绘图分析过程。
6	堰塞体表面变形测试	常用全站仪、水准仪、经纬仪、GPS 等设备。	仿真全站仪、水准仪、GPS 设备，简化操作过程。
7	堰塞体深层水平位移监测	采用测斜仪、水准及全站仪综合测定	全仿真主流测斜仪器、测量过程与计算分析过程。
8	堰塞体安全评价与处置建议	结合国家政策、实际工程情况等进行综合评判。	简化为四个安全等级评判与四种处置建议。

实验基于岩土力学专业知识，选用岩土工程实验中的专业仪器，应用于滑坡形成堰塞体安全性的监测与安全分析中。

实验过程依据《土石坝安全监测技术规范》(SL551—2012)、《堰塞湖风险

等级划分标准》(SL450—009)、《堰塞湖应急处置技术导则》(SL451—009)等要求,利用真实数据与专业理论,对主要实验过程进行仿真。

(1) 堰塞体溃决机理

堰塞体是在一定的地质地貌条件下,由于岸坡的动力地质作用或冰川、火山等活动,在河谷迅速产生诸如崩塌、滑坡、泥石流等灾害,产生的滑坡堆积物、火山喷发物等形成天然堤坝从而具有一定挡水能力的堆积体成为堰塞体。

实验设计通过对堰塞体溃决过程进行时空剖析,通过对变形过程中表现现象的动态展示,加深学习者对于堰塞体溃决过程及危害的理解。

(2) 堰塞体稳定要素

堰塞体并非固定不变,它们也会受冲刷、侵蚀、溶解、崩塌。一旦堰塞体堵塞物被破坏,湖水便漫溢而出,倾泻而下,形成洪灾,极其危险。因此,影响堰塞体稳定性的外因,首先是水力条件(上游水位),其次是自然形成的边坡形态。在一定的外因条件下,影响堆积体自身抵抗渗透变形的因素主要可以归结为抗剪强度、渗透特性。

实验设计通过对影响堰塞体稳定关键内外因进行敏感性分析及展示,针对关键控制性因素,基于学习者主动输入参数(如:上游水位、坡形、强度指标、渗透性),动态展示出该系列参数下的堰塞体安全稳定响应,帮助学习者加深对影响堰塞体稳定关键因素的理解。

(3) 边坡病害现象

堰塞体边坡病害现象通过堰塞体裂纹扩展、滑坡体大小及下游渗透出溢处现象进行展示。实验设计中,通过不同的关键控制性参数输入,后台针对堰塞体安全稳定状况进行分级,针对不同的稳定状况和等级以裂纹扩展程度、滑坡体大小、出溢点现象组合型式进行仿真展示。

(4) 堰塞体边坡稳定

在外因及内因均确定的基础上,堰塞体边坡稳定通过坝体表面变形、深部测斜、渗透流速等监测数据及表现裂纹条数及扩展程度、渗透出溢处颗粒流失程度及坝体滑坡等现象进行综合展示。

(5) 堰塞体渗流与渗流稳定

堰塞体渗流通过布设于坝体内部的测管辅以流速仪进行监控,通过监控可以绘制出各流速孔中的水位面以下,不同深度的渗透流速分布图,并可通过下游出溢处边坡潮湿情况、有无冒泉水、出溢水流浑浊度等现象进行渗透稳定性评估。

(6) 堰塞体表面变形测试

堰塞体表面变形通过布设于坝体表面监控点的竖向及水平位移进行响应,具体表面变形通过位移云图方式进行展示。

(7) 堰塞体深层水平位移测试

堰塞体深层水平位移通过布设于坝体内部的测斜管辅以测斜设备进行监控,按照 0.5m 间隔绘制出随深度的位移变化曲线,依据不同的时间序列,绘制时程变化曲线。

(8) 堰塞体安全评价与处置建议

借鉴土石坝相关规范与规程，针对堰塞体实测的位移情况与渗流数值以及随日期变动的速率，判定是否达到变形与渗流的临界预警数值。根据现有数值与预警数值等级情况，给出预警。同时，通过数据分析，做出堰塞体处置的合理建议。

2-5 实验仪器设备（装置或软件等）

实验包括虚拟仿真硬件设备—计算机，以及虚拟实验仿真软件，软件内包含全仿真的实验设计、互动操作、职能评判等功能。实验专门开发了仿真仪器库，对仪器外形以及操作进行仿真（见图 2.3）。

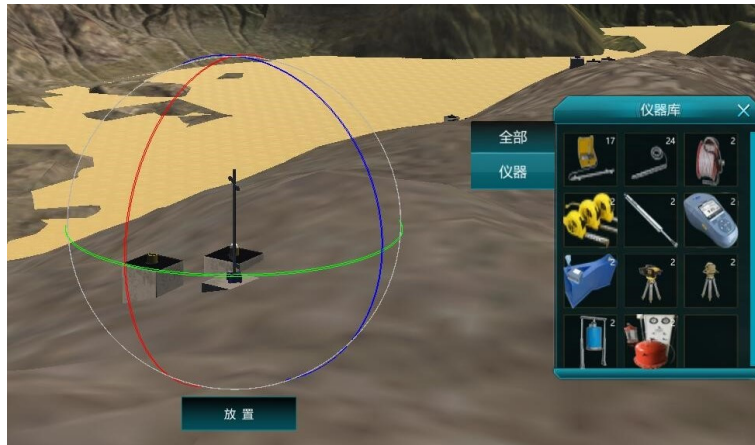


图 2.3 仿真仪器库与测斜仪操作过程示例

全仿真的仪器列表如下：

(1) 堰塞体裂隙病害测量装置

主要用于测量堰塞体上可能存在或出现的裂隙、裂缝病害，测量出病害的几何参数与变化参数。包含裂隙长度（皮卷尺、钢卷尺）、宽度（测缝计、卡尺）测量组件。仪器放相应的裂隙上直接弹出数据并记录。

(2) 堰塞体表面变形自动化测量装置

用于测量堰塞体表面的水平位移与竖向沉降。包含水准仪、全站仪等距离、高度测量组件。

(3) 堰塞体内部变形测量装置

用于测量堰塞体内部水平位移与竖向位移。包含测斜仪等组件。

(4) 渗流测量装置

用于测量堰塞体内部渗透流速，分析渗漏的仪器。

(5) 水位测量装置

用于测量堰塞体上下游以及内部水位。包括水尺、水位计等组件。

(6) 涌水病害测量装置

用于测量堰塞体涌水病害。包含流量计、浊度仪。

2-6 实验材料（或预设参数等）

实验采用后台虚拟的非连续介质岩土体材料材料，基于岩土力学理论进行创建。实验分无预设参数模块与预设参数模块。

(1) 无预设参数模块用于学生实验堰塞体稳定的关键因素，寻找关键参数与参数的关键阈值。



图 2.4 仿真岩土材料无预设参数模块



图 2.5 堰塞体实际工程与环境仿真

(2) 堰塞体实际工程与气象条件仿真

实验预设峡谷堰塞地形，进入实验后，实验环境按照天气序列（包含晴、阴、小雨、大雨）随机生成，堰塞体参数按四类参数随机生成，用于模拟不同的工程实际：

① 堰塞体尺寸

包括堰塞体规模(高度/宽度)，堰塞体上游坡角，堰塞体下游坡角，用于确定堰塞坝的几何尺寸。

② 堰塞体水位

上游水位，下游水位默认为坝底高程，用于估算堰塞体内各点的水位高度。

③ 土体抗剪强度

分为强/中/弱三类参数，用于确定堰塞体介质的抗剪强度，估算稳定性，决定裂隙等病害的产生。

④ 堰塞体渗透系数

分为高渗透/中渗透/低渗透三类，用于估计水位上升快慢，计算渗漏与渗透变形。决定渗漏病害的产生。

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）

根据能实际不虚的原则，基于堰塞体危害大、不可实际重现的背景，实验教学设计如下：

滑坡堰塞体稳定测试与评价虚拟仿真实验课程设计							
教学步骤	预备阶段		实验操作阶段				
	课前预备	师生讨论	场景漫游	堰塞体失稳解析	堰塞体失稳要因	堰塞体场景实验	评价与建议
教学内容	岩土灾害基本概念	知识问答	滑坡堰塞体形成	失稳外因	堰塞体几何参数	病害巡查	堰塞体稳定分析
	滑坡堰塞体危害机理	理论探讨	灾害视频	失稳内因	上游水位	现场测试	堰塞体稳定评价
	岩土工程测试理论	案例解析	灾害动画	失稳前病害表现	堰塞体岩土参数	现场监测	处置建议
教学方法	翻转课堂	情景式教学	虚拟场景				
课时安排	8	2	0.5	0.5	1	1.5	0.5
考核方法	自我测试	教师评分	系统自动评分				
实验要求	掌握岩土灾害基本理论与测试理论		学习堰塞体形成因素	掌握堰塞体失稳原因与表现现象	掌握堰塞体失稳关键参数与临界值	掌握堰塞体稳定测试方法	掌握堰塞体安全分析与评判
注意事项	注意课堂学习与自学相结合	注意启发式和探究式教学	注意在线学习与线上线下讨论结合	注意细节探索	注意多参数正交测试	注意虚实场景对照	注意规范要求
教学难点	堰塞体种类多、机理复杂			堰塞体失稳要因剖析	理论与实际结合的测试分析方法		
软件实现	知识角	论坛	知识角	独立模块			

（1）教学方法及目的

本实验项目主要通过虚拟网络教学与互动实验解决实验开展受场地及安全等因素限制的问题。实验过程中，采用教师主导、学生主体的“双主教学”教师采用理论结合案例的教学方式，运用仿真模拟软件平台进行联系和操作，结合多媒体教学手段，使学生从堰塞体机理解析、知识点学习、敏感因素分析、实验操作等方面进行仿真实训和学习，旨在加深学生对知识点及相关现场仪器掌握，强调培养学生实践能力和综合分析判断能力；利用“翻转课堂”等特色教学方法，设置评教环节，旨在让学生参与到教学设计活动之中，增强学生学习主动性。

（2）实施过程

① 结合案例，增加课堂趣味

课程突出了项目教学法的运用，融入新工科思想，展现国际土力学前沿进展，用实际工程案例为学习者剖析其中的土力学原理。

② 自学自查，提高主观能动性

知识角（见图 2.6（a））是作为实验前的储备知识，预备知识，供学生实验前学习，也可以结合实验项目开展探究。

知识角包含知识点创建功能，能将知识点与实验操作步骤一一关联。另外，学生在实验操作过程中，自由探索出不会操作的步骤，可以点击**知识提示**按钮，查看本步骤的详细知识点，供学生知识提示，短暂学习。软件同时设置自学模块。通过软件学生自学了解实验背景、实验目标，熟悉实验的步骤，并初步对

堰塞体分析、稳定判断等安全相关的知识点进行复习了解。机理分析模块可以反复学习（见图 2.6 (b)）。



图 2.6 知识角与机理分析模块

③ 自主设计，灵活探索

学生可根据实验中出现的不同工况采取不同的量测方案，开展包括岩土体内部渗流、应力、位移等关键安全参数的测量，以及地表位移、表面隐患等危险状况检测，最终得出稳定分析。灵活多变的天气状况使得学生不是一成不变地将实验流程化，而是使得虚拟实验充满探索性（见图 2.7）。



图 2.7 自由探索模块

④ 师生交流互通有无

软件设置实施探讨模块。线上探讨相应知识角不理解的问题，教师可实时反馈、答疑，也可以线下开展研讨。（见图 2.8）



图 2.8 线下师生互动

(3) 实施效果

通过一阶段的学习反馈，学生高效地学习到滑坡堰塞体形成的原因、发展历程与可能造成的重大灾害。多方面的人机交互使学生身临其境，对于堰塞体这一工程难题有了更为直观的了解。学生对于理论知识的理解进一步增强，并在课程取得较好的成绩并给予较高的满意度。学生在自我设计、参与、分析等进阶过程中完成具有创新性、挑战度的虚拟实验测试，提升学习者对相关复杂工程问题的探究、处置能力。在本虚拟实验课程的学习辅助下，我院学子成功获批 5 项国家级创新训练项目、2 篇全国岩石力学与工程优秀毕业设计论文奖，同时指导学生在美国土木工程竞赛挡土墙中获得全美总决赛亚军、中太平洋分区赛冠军的荣誉，极大地锻炼了学生的综合实践能力。

2-8 实验方法与步骤要求

围绕“灾害重现-灾害解析-灾害预防”的理念，基于能实不虚的原则，兼顾对学生的“基础原理、工程实验、实践创新”综合训练，实验方法与过程设计如下：

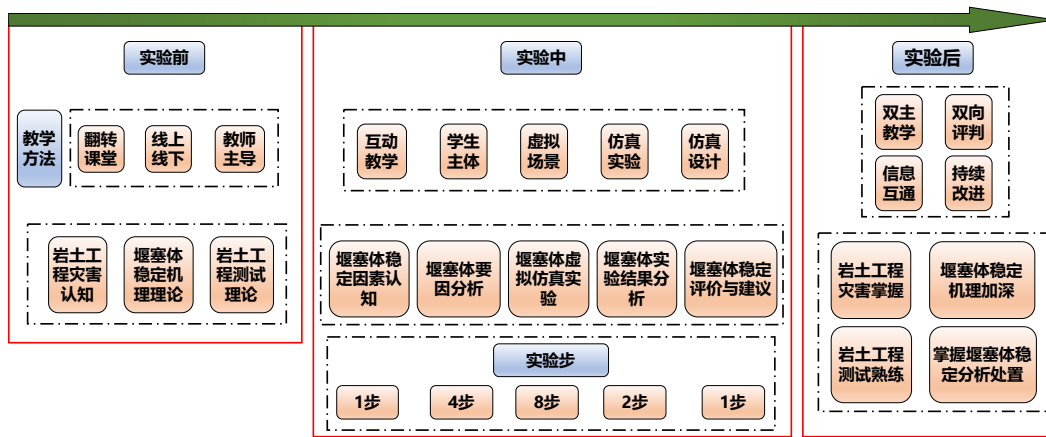


图 2.9 实验教学总流程图

(1) 实验方法描述

实验包含认知模块、堰塞体稳定因素分析实验以及堰塞体稳定性监测虚拟仿真实验等三大实验模块在内的五个软件内容。通过视频、动画、虚拟场景、自由交互的实验方法，自由设置实验方案，全真模拟堰塞体稳定与安全评判必需的测试步骤与分析过程。虚拟仿真实验过程流程图如下：

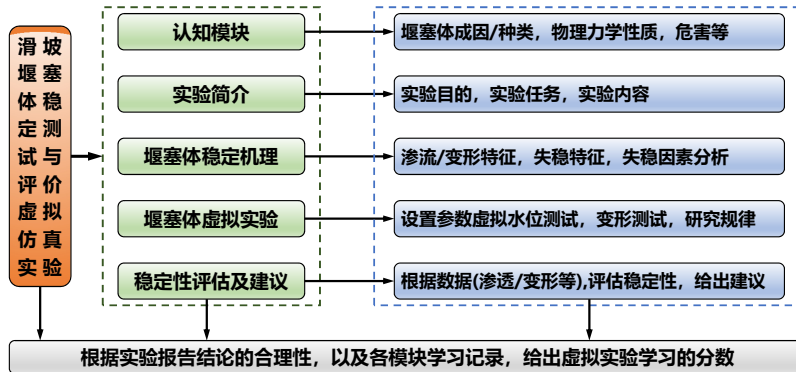


图 2.10 实验过程流程图

(2) 学生交互性操作步骤说明

虚拟实验包括虚拟仿真硬件设备—计算机，以及虚拟实验仿真软件，软件内包含全仿真的实验设计、互动操作、职能评判等功能。虚拟实软件验课程包括认知模块、堰塞体稳定因素分析实验模块以及堰塞体稳定评估三大模块。通过视频、动画、虚拟场景、自由交互等实验方法，自由设置实验方案，全真模拟堰塞体稳定与安全判断必须的测试步骤与分析过程。

实验共包括 16 个交互步骤，整体框图如图 2.11 所示。

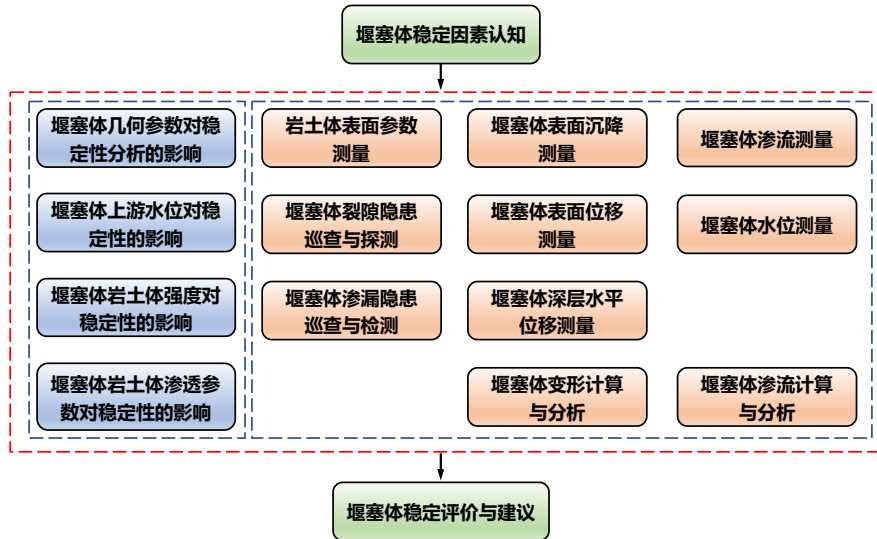


图 2.11 实验布置框图

软件具体操作步骤如下：

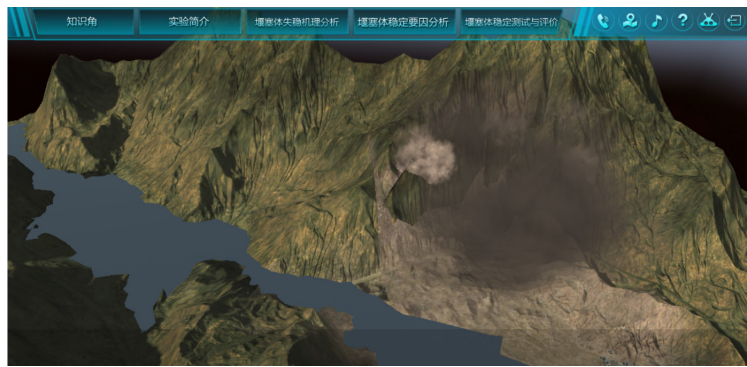
1) 进入虚拟仿真程序，初次使用需先注册账号。账号可由管理方一次性导入并告知密码，也可通过手机 app 等进行注册设置后登录。



进入登录界面，输入账号密码信息，点击**登录**按钮，程序自动从平台下载课件信息，该过程速度与网络带宽、电脑配置有关，需耐心等待 1-2 分钟。



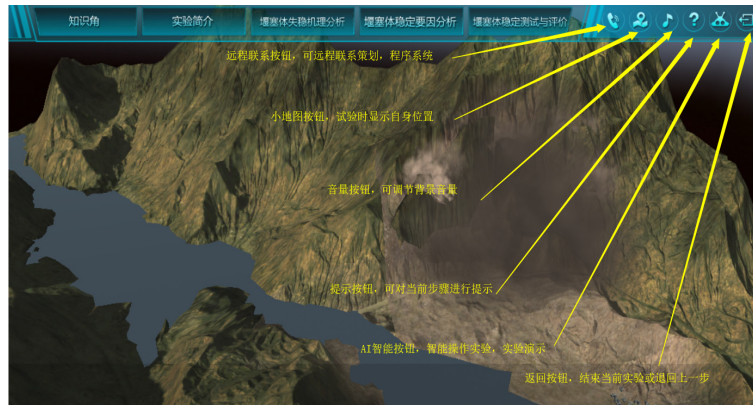
课件下载完毕后，首先会进入“播放滑坡堰塞体动画”。该播放过程自动进行，表明由于地震、降雨等外力作用导致滑坡，堰塞体形成。



2) 动画播放完毕后（可跳过动画过程）进入大厅界面，显示欢迎界面，用户可选择是否需要引导，点击**需要引导**则会出现提示文案（程序不断提醒点击的模块与操作，适用于新手用户熟悉程序）。点击**不需要引导**（适用于对程序有一定了解的用户）则关闭当前页面，停留在大厅界面，等待下一步操作。



3) 为方便软件的操作，在大厅右上侧设置了6个快捷键，其功能如下：

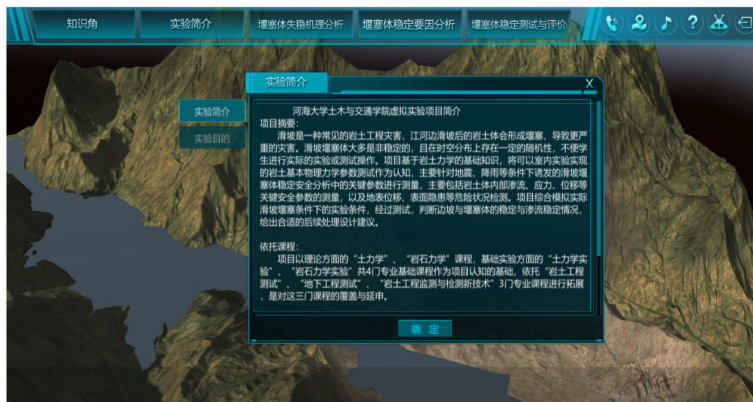


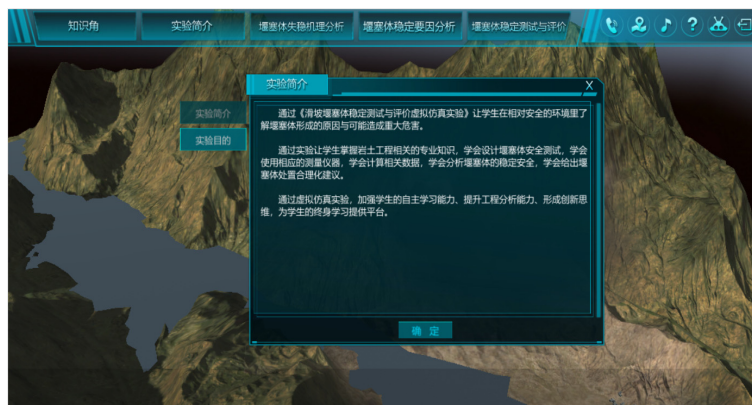
4) 知识角按钮，左键点击**知识角**按钮即可跳转知识点，新闻资讯界面，该界面提供的是与堰塞体相关的一些基本知识，当前新闻咨询(其由后台管理人员不断更新、发布)。



若发现该按钮无法跳转，可检查网页上方是否有被阻止弹出界面(电脑杀毒软件阻止)提示，若有则点击**允许**即可正常显示。

5) 了解实验背景、实验目标，熟悉实验的步骤：点击**实验简介**按钮，弹出实验简介界面，界面包括实验简介按钮，实验目的按钮和确定按钮，用户需根据教学需求，点击相应按钮，对模拟实验进行整体认知，使用户了解实验背景，实验目标，熟悉实验步骤。用户也可以通过知识视角学习相关学科理论知识。





6) 学习堰塞体分析、稳定判断等安全相关的知识点；点击**堰塞体失稳过程解析模块**按钮，进入第一模块学习，进入第一模块后。界面左侧有实验步骤项目栏，学生可根据实验步骤提示完成实验过程。



7) 点击**任务目标**按钮，弹出任务目标界面，了解本模块学习任务与目的，然后点击**关闭**按钮，关闭任务目标界面，之后点击**模拟**按钮可观看滑坡堰塞体失稳解析视频，对堰塞体失稳过程进行详细解析。



8) 点击界面右侧**快速定位**按钮，可以第一视角观测坝体具体特征，用户可通过 A-S-D-W 键或上下左右键（键盘上箭头键）控制视角的向左、后退、向右、前进及视角远近，长按鼠标右键可拖动视角上下左右变动。用户可通过鼠标与对应按键进行操作以进入场景，仔细观察不能阶段堰塞体失稳的现象特征

与发展过程,该过程中,右侧中部方框中会出现现场可能发生的破坏现象图像。



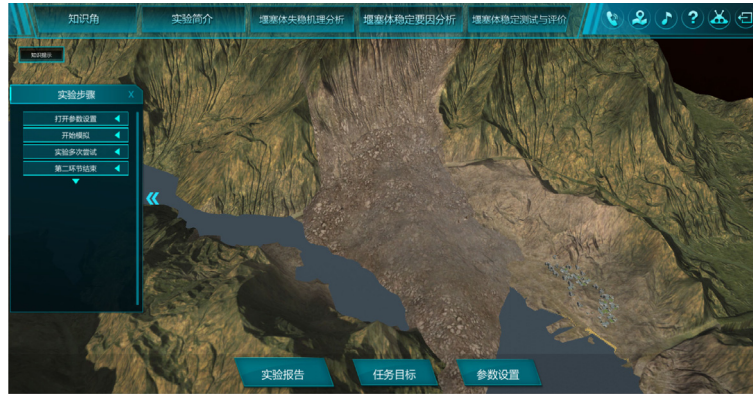
9) 解析视频分 6 个时间段, 用户可拖动进度条跳转视频界面。6 个时间段分别为堰塞体形成, 上游水位上升及其造成的影响, 堰塞体内渗流变化, 堰塞体土壤参数的定性影响, 裂缝出现及扩张, 溃坝特征。如下图为堰塞体出现渗流涌水现象的界面。



10) 观看完视频后, 点击**实验报告**按钮, 自动记录该模块的学习过程, 可看到该环节学习以及成绩记录。



11) 点击**堰塞体稳定要因分析**按钮, 进入第二实验模块, 进入试验后, 界面左侧出现**实验步骤**项目栏, 用户可根据实验步骤提示完成相关实验的操作与练习。



12) 点击**任务目标**按钮，弹出任务目标界面，浏览相关文字说明后，点击关闭，则关闭任务目标界面。



13) 点击**参数设置**按钮，弹出参数调控界面，此时可设置堰塞体基本参数。堰塞体固定坝顶宽度 50m，用户可调整坝体高度、上游坡角、下游坡角，土体强度参数，渗透系数等参数。

注：①上游水位不可大于坝体高度，一旦出现上游水位大于坝体高度值，则提示参数设置错误；②在每一种参数组合下，会计算可能出现的破坏形式。③通过固定其它参数，只改变单一参数，可研究该因素下的破坏临界值；也可改变多个参数，看组合参数的影响。



14) 设定完毕后点击**开始模拟**按钮，则隐藏参数设置界面，显示动画模拟

结果。动画播放时屏幕右侧可显示浸润线变化图的数据图像。



15) 根据系统预测的破坏结果，自动动画播放破坏效果。完毕后点击**实验报告**按钮，可弹出设计参数报告。



16) 参数设置可重复操作，以寻找堰塞体稳定临界值。

17) 点击**堰塞体稳定性测试与评价**按钮，进入第三实验模块，界面左侧有实验步骤项目栏，可根据实验步骤提示开始相关实验。



18) 点击**任务目标**按钮，弹出任务目标界面，点击**关闭**按钮后可关闭任务界面。



19) 点击**仪器库**按钮，界面右侧显示仪器库选项框。



20) 点击**日报-日历**按钮，随机生成天气系统。



如下 21-34 步为虚拟测试实验操作步骤:

21) 点击**仪器库**按钮，可以激活仪器库界面，显示实验所需仪器图片与名称。用户可通过 WASD 键或上下左右键控制视角的前进后退及视角的远近，长按鼠标右键可拖动视角上下左右变动。用户可通过鼠标与对应按键进行操作以进入场景，巡视堰塞体，根据小地图，找到对应测点。

22) 可通过将仪器拖出仪器库置于测点旁，将仪器拖放到正确的孔道上，仪器自动吸附，仪器可 360° 及上下左右旋转，如仪器距离测点较远，则仪器无反应。



23) 点击**放置**按钮即可开始实验

24) 深层位移实验步骤:

将测斜仪从仪器库中拖出，放在对应测孔旁通过调整水平绿色线条调整探头方向，调整正确后点击**放置**按钮即跳出操作及数据显示界面，此时即可开始实验。



25) 在操作界面中，点击**开机**按钮激活实验仪器。



26) 点击记录按钮则记录当前数据，点击上、下、按钮可以调整探头的上升与下降。



27) 点击日报-日历按钮可以选择实验日期，程序规定必须依次每天监测，否则会提示如下图(坝体垮塌)，针对堰塞体的虚拟测试失败。



28) 点击**关闭**按钮，结束当前实验

29) 堰塞体内水位测量，将仪器拖到水位管旁，根据箭头提示点击**仪器**，开始测量，按照实验要求进行测量，点击**关闭**按钮，结束当前实验

30) 渗流测试：将仪器拖到渗流孔旁，自动吸附后即跳出操作及数据显示界面，此时即可开始实验。



屏幕右侧显示当前操作环境的基础数据，探头下降的实时动画。屏幕左侧显示实验步骤与实验原理。

31) 点击**开机**按钮，激活操作平板界面，显示深度与浓度坐标系与上升、下降按钮，点击**上升**、**下降**按钮，控制探头上升与下降。再次点击**开机**按钮，关闭当前操作界面。



32) 探头上升与下降时需点击**归零**按钮；点击**探头开关**按钮，激活探头上升与下降功能；点击**投源开关**按钮，开始投放示踪剂；点击**记录**按钮，记录当前测试时间测试行为中示踪剂浓度与孔深的的数据。

33) 点击**日报-日历**按钮，可挑选实验日期，完成一天实验后可再次在日报中选择下一天再次开展实验。

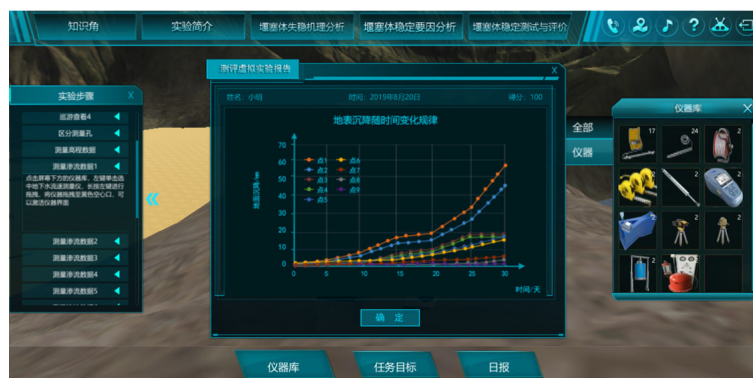
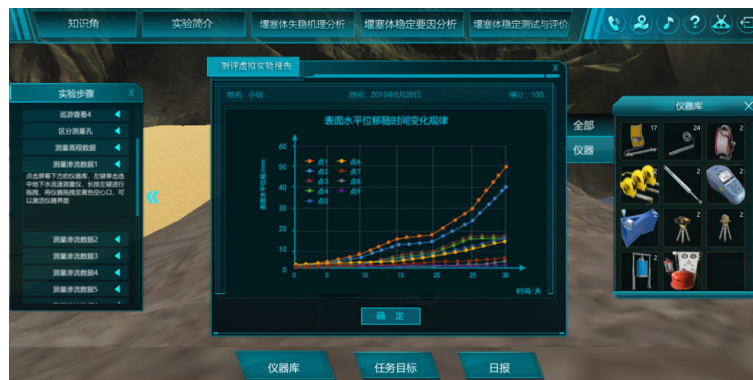
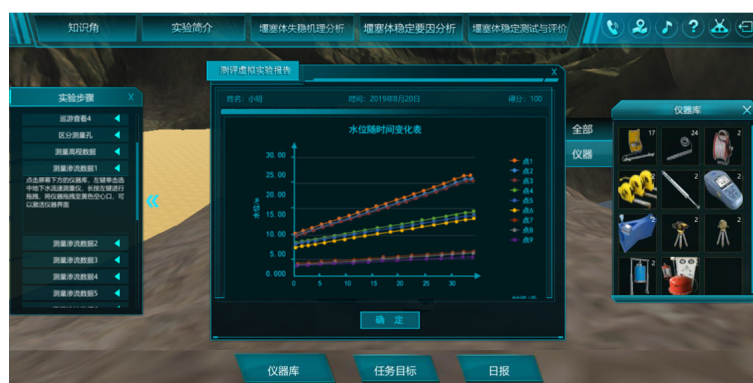


34) 按照实验要求进行实验操作，完成当前实验。


35) 实验结束后，点击日报-结束实验按钮弹出实验报告界面。



36) 根据实验要求填写实验报告总结，最终的实验报告如下：





37) 虚拟实验完毕后，关闭右上方的  退出实验操作系统。

2-9 实验结果与结论要求

是否记录每步实验结果： 是 否

- (1) 记录五个模块的学习结果，用 100 字概括每个模块学习的基本内容
- (2) 记录自主输入的堰塞体规模，坡角，上下游水位情况；
- (3) 记录自主设计的堰塞体测试点设置，测试种类，按照日报测试的数据曲线。

实验结果与结论要求： 实验报告 心得体会 其他

试验结果与结论需包含如下内容：

- (1) 根据第一、第三模块进行堰塞体稳定性初步地质判断；
- (2) 根据渗流、变形测试的数据变化趋势，佐证地质初步判断，得出堰塞体的稳定性结论；

(3) 根据稳定性结论给出堰塞体的处置建议。

其他描述：在线讨论功能等

- (1) 探讨虚拟试验中存在的问题，并反馈给教师，以利于改善效果；
- (2) 探讨堰塞体处置中难以准确判断的问题；
- (3) 探讨相应知识角不理解的问题，教师可实时反馈、答疑。

2-10 考核要求

要求学生掌握堰塞体变形与渗流测试的相关理论与技术，合理使用相关仪器、正确计算与分析相关数据，得到合理结论。

项目针对学生的学习过程、实验过程、数据处理、数据分析、结论等全过程的交互进行自动记录与智能评判。虚拟实验过程中对于天气等自然条件变化因素，要求学生根据渗流、等监测数据变化趋势，佐证地质有着个人初步判断，得出堰塞体的稳定性结论。上述环节要求学生具有创新思维，充分发挥主观能动性，教师会根据学生的思考轨迹进行人为评判，试验较好地完成具有一定挑战度。

将实验预习、实验操作、实验结果、实验报告“四位一体”全面考核和评价学生的的学习成效。具体考核要求、评分细则和比例如表 2.2 所示。

表 2.2 虚拟仿真实验考核要求及评分细则表

考核要求	考核内容	评分细则
实验预习 (20%)	知识点考核 (选择题)	10
	滑动台敏感性分析考核	10
实验操作 (25%)	实验步骤熟练程度	5
	操作方法正确性、规范性	15
	实验现象观察仔细程度	10
实验结果 (10%)	数据分析合理性	10
实验报告 (35%)	实验目的、原理、实验步骤、注意事项、实验数据处理准确性	25
	实验结果分析讨论完备性	10
实验总结	对实验理论、过程以及结果进行总结、分析、探讨，鼓励创新。	10
总分 (100%)	/	100

此外，为进一步提高仿真平台操作便捷及对虚拟场景的再现性，设置学生评价及教师主管反馈接口，对于经过思考，提出具有长期可操作性及合理优化建议的动态评教，给予相应的鼓励性加分。

2-11 面向学生要求

(1) 专业与年级要求

土木工程、水利水电工程、地质工程、隧道工程等相关专业三年级以上学生。

(2) 基本知识和能力要求

要求预先掌握《土力学》、《土力学实验》、《测量学》、《工程地质》等相关

理论知识，学会自我查找资料、学会创新思维，具有一定的专业分析能力。

需要掌握的基础知识包括：

土木工程基本常识、水利工程基本常识、地质工程基本常识、测量学基本常识、不良地质现象的判别及其防治、什么叫堰塞体、堰塞体形成机理、堰塞体次生灾害、堰塞体稳定性常识、土石坝常识、泥石流形成与危害、洪水灾害、地质灾害、防灾与灾害处置。

需要掌握的专业知识包括：

土力学基本知识（如土的基本物理性质、土体变形特性、土的强度特性、土的渗透性质与达西定律、土的渗透变形特性与临界水力梯度、边坡稳定分析方法等）地质工程基本知识（地形地貌、水文条件等基础环境的判别，地基、斜坡等地质条件的稳定性分析等）、测量学基本知识（如全站仪等测量仪器的熟练使用、测量数据误差分析等）。

需要掌握的实验知识包括：

土的颗粒级配、土的含水率实验、土的击实实验、土的压缩实验、土的抗剪强度实验、土的相对密度实验、变形测量、沉降测量。

2-12 实验项目应用及共享情况

（1）本校上线时间：2018年3月

实验项目自2017年下半年开始实施，经过一学期在土木工程（岩土工程方向）专业本科生内进行试用，试用过程中进行了改进。2018年春季学期开始正式使用，已经使用3学期，使用中，根据学生与教师的反馈进行了持续的完善与改良。

（2）已服务过的本校学生人数：170人

包括已经在教学中实际使用的土木工程（岩土方向）、土木工程（地下方向）的本科生。不含试用的其它专业方向的学生。

（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）

“岩土工程测试”教学大纲

一、课程名称：岩土工程测试

Geotechnical Testing

二、学分学时：2.0 学分 / 32 学时

三、使用教材：沈扬，张文慧，《岩土工程测试技术》（第二版），冶金工业出版社，2016

四、课程属性：专业主干课/ 必修

五、教学对象：土木工程专业岩土工程方向本科生（含大禹）

六、开课单位：土木与交通学院岩土工程科学研究所

七、先修课程：理论力学、材料力学、结构力学、土力学、土力学实验、流体力学、钢筋混凝土、工程材料、工程地质等

八、教学目标：（简述本课程支撑哪些毕业要求，使学生掌握哪些知识、能力、素质）

通过系统的理论学习，掌握岩土工程领域中各种常用测试技术的基本概念、基本原理，以及正确使用相关测试仪器设备的方法和合理操作步序，并学会分析试验成果的合理性，培养学生分析和解决实际工程问题的能力，以为将来从事岩土工程及相关领域的勘测、设计、科研等工作服务。具体来说：

1. 本课程重点要求学生掌握在岩土工程以及相关工程和科研领域中，应用广泛而典型的岩土工程测试技术的原理、操作步序以及数据处理和分析方法等方面的专业教育知识和规范标准。（支撑矩阵表毕业要求 4，7）

2. 对已学习之相关土木工程之土力学、土力学实验等专业知识予以巩固与提升。（支撑矩阵表毕业要求 6）

3. 通过让学生在课外查阅相关测试技术的拓展知识，了解岩土工程测试领域的发展现状与趋势，并从一定程度上感受工程实践的学习经历。（支撑矩阵表毕业要求 8，9）

4. 通过课堂讲授，研讨互动以及课后查阅资料进行读书报告撰写等教学环节，培养学生使用试验、力学计算与分析等手段分析土木工程领域实际工程问题的能力、使用土木工程学科专业知识分析勘察、设计方面实际工程问题的能力。（支撑矩阵表毕业要求 11，12）

5. 通过撰写读书报告的考核方式培养学生从事文献检索和信息获取方面的能力。（支撑矩阵表毕业要求 10）

6. 在讲授时针对某一测试技术会设置一实际工程为课堂虚拟测试现场，让学生主动参与到“测试过程”中，选择合适的测试技术及设备解决工程问题，也从中就综合运用专业知识，在岩土工程勘察、设计等方面开展设计和工程实验以及解决实际工程问题方面的能力得到培养提高。（支撑矩阵表毕业要求 13，14，15，17）

7. 课程会涉及到引导学生考虑测试以及相关工程设计过程中的安全、法律及环境等因素，强化提高学生的社会责任与思想道德素质及终身学习与适应发展的职业素质。（支撑矩阵表毕业要求 18，24）

8. 通过引入中外工程技术的对比以及工程实例的分析，也在潜移默化中培养学生的国际视野。（支撑矩阵表毕业要求 23）

九、课程要求：

掌握岩土工程领域中各种常用的测试技术和检测手段的基本概念、基本理论和原理，要求学生学会常用岩土工程测试技术方法，正确使用测试仪器，准备合适的试验样品，按照规范规定的操作步骤，获得合理的试验成果，并学会分析试验成果的合理性。

本课程的具体要求为：

1. 了解岩土工程测试的目的；

2. 了解目前岩土工程领域中各种常用的测试技术和检测手段（以及在不同工程领域应用时的一些标准差异）；
3. 了解各种测试方法的基本原理、适用条件和应用范围；
4. 了解各种测试方法的优缺点和发展趋势；
5. 提高理论素养和分析能力。

十、教学内容：

本课程主要由以下内容组成：

第一讲 土的基本指标测定试验（2学时）

- 知识要点：岩土工程领域目前存在的基本指标测定试验中的最新或非基础的处理方法：如颗粒分析试验的筛分仪法；密度测定中的灌水法、灌砂法；比重测定试验中的浮称法等。
- 重点难点：各种测试方法的差异和适用范围。
- 教学方法：讲授、讨论、案例教学及课后自学相结合。

第二讲 土的抗剪强度和指标测定试验（4学时）

- 知识要点：各类三轴试验的原理、仪器、操作步骤和试验成果整理方法。
- 重点难点：三轴试验的制样特殊要求以及特殊三轴试验（动力三轴、空心圆柱仪、真三轴、现场十字板）等的操作方法，三轴试验中关于强度指标关系的转化与理解。
- 教学方法：讲授、讨论、案例教学及课后自学相结合。

第三讲 土工合成材料力学特性试验：（2学时）

- 知识要点：土工合成材料的基本分类；土工合成材料工程性质指标测定的试验类型分类（物理性能、力学性能和水力性能试验）和基本操作方法。
- 重点难点：各种试验指标的确定方法和测试方法存在的问题及改进思路。
- 教学方法：讲授、讨论、案例教学及课后自学相结合。

第四讲 载荷试验（4学时）

- 知识要点：浅层平板载荷试验、螺旋载荷板试验的目的、原理、操作步骤和数据整理方法，其他类型的一些载荷试验的要点特征。
- 重点难点：载荷试验的操作和数据整理与原理的结合。
- 教学方法：讲授、讨论、案例教学及课后自学相结合。

第五讲 触探试验（4学时）

- 知识要点：静力触探试验、圆锥动力触探试验和标准贯入度试验的实验原理、操作方法、适用条件和测试数据处理方法。
- 重点难点：上述测试方法能够获得的试验参数，数据处理方法和误差分析。
- 教学方法：讲授、讨论、案例教学及课后自学相结合。

第六讲 场地原位常用基本监测技术（8学时）

- 知识要点：主要介绍场地原位监测在工程建设过程中的重要性，工程建设过程中主要涉及的场地原位监测指标。分项内容包括：地表沉降监测、分层沉降监测、孔隙水压力监测、土压力监测、水平位移监测、地下水位监测等方面。
- 重点难点：上述场地原位监测方法的操作步序及数据处理方法。
- 教学方法：讲授、讨论、案例教学及课后自学相结合。

第七讲 原位波速法（4学时）

- 知识要点：钻孔法、面波法的实验原理、操作方法、适用条件和测试数据处理方法以及波速法在实际工程应用中的举例。
- 重点难点：上述测试方法的原理及数据处理方法。
- 教学方法：讲授、讨论、案例教学及课后自学相结合。

第八讲 岩土工程灾害监测与预警-滑坡堰塞体稳定测试与评价虚拟仿真实验（4学时）

- 知识要点：堰塞体形成以及次生灾害的原理，堰塞体稳定的主要影响因素，堰塞体稳定要因与临界状态，堰塞体深层水平位移测量、地下水与渗流测试，堰塞体稳定数据整理、计算，堰塞体稳定分析与评价。
- 重点难点：上述测试方法的原理及数据处理方法。
- 教学方法：讲授、讨论、案例教学及软件操作相结合。

十一、教学参考：

1. 参考教材：

- 袁聚云等编著，岩土体测试技术，中国水利水电出版社，2011.
- 侍倩主编，土工试验与测试技术，化学工业出版社，2005.
- 王保田编著，土工测试技术（第二版），河海大学出版社，2005.

2. 参考著作：

- 林宗元主编，岩土工程试验监测手册，中国建筑工业出版社，2005.
- 常士骝，张苏民，工程地质手册（第四版），中国建筑工业出版社，2007.

3. 网络资源

- 维普中文科技期刊库
- 中国高校学位论文数据库
- 中国优秀博硕士学位论文全文数据库
- 中文期刊全文数据库(CNKI)

十二、考核方式：

1. 实行综合考评，最终成绩组成：

平时成绩（读书报告，占最终成绩的 30%）+考试成绩（开卷考试，占最终成绩的 70%）。

总分为 100 分。

2. 平时成绩要求，以期末提交的读书报告为衡量标准，读书报告具体要求为：

（1）手写或打印 3000 字以上的读书报告，总分 100 分

（2）撰写前要求阅读 10 篇以上的有关土工测试技术或土工测试试验成果分析方面的专业文献资料，并在读书报告中列出（20 分）；

（3）根据所阅读的文献和上课学习的内容，总结一下自己的读书心得和对所读文献中介绍的一类试验方法或测试方法的认识，内容包括：

- ① 希望达到的目的（5 分）；
- ② 测试或试验方法的原理（20 分）；
- ③ 具体的操作方法（20 分）；
- ④ 适用的范围（10 分）；
- ⑤ 和其他能够达到同样测试目的方法相比该方法的优缺点（25 分）。

十三、课程说明：

本课程使用教材为江苏省高等学校重点教材。

大纲编写人：沈扬

《地下工程测试技术》教学大纲

一、课程名称：地下工程测试技术

Principle of Underground Engineering Test

二、学分数：2 学分 / 32 学时

三、使用教材：刘尧军等，《地下工程测试技术》，西南交通大学出版社，2009

四、课程属性：专业主干 / 必修

五、教学对象：土木工程专业本科生（隧道与地下工程方向）

六、开课单位：土木与交通学院隧道与地下工程研究所

七、先修课程：《工程地质》、《土力学》、《基础工程》、《材料力学》、《岩石力学》

八、教学目标：

本课程理论部分主要培养学生掌握地下工程勘察与测试的基本原理与要求，能对实验数据进行整理和分析并对围岩体作出科学合理的评价，合理选用测试与检测手段，为围岩体整治的设计和施工提供理论和技术依据，保证工程质量和安全，提高经济效益。培养目标是使学生了解和掌握地下工程测试技术的基本理论和方法，掌握地下工程动态施工控制理论、施工安全控制方法以及结合理论知识解决地下工程建设中实际问题的能力。具体包括：

(1) 本课程重点要求学生掌握在地下工程科研领域中，应用广泛而典型的测试技术的原理、操作程序以及数据处理和分析方法等方面的专业教育知识。（支撑矩阵表毕业要求 5、6）

(2) 对已学习之相关土木工程之材料力学、岩石力学、土力学实验等专业知识予以巩固与提升。（支撑矩阵表毕业要求 7）

(3) 通过让学生在课外查阅相关测试技术的拓展知识，了解地下工程测试技术的发展情况，并从一定程度上感受工程实践的学习经历。（支撑矩阵表毕业要求 8）

(4) 通过课堂讲授，研讨互动以及课后查阅资料等教学环节，培养学生使用试验、力学计算与分析等手段分析土木工程领域实际工程问题的能力、使用土木工程学科专业知识分析勘察、设计方面实际工程问题的能力。（支撑矩阵表毕业要求 11）

(5) 在讲授时针对某一测试技术会设置一实际工程为课堂虚拟测试现场，让学生主动参与到“测试过程”中，选择合适的测试技术及设备解决工程问题，也从中就综合运用专业知识，在地下工程勘察、设计等方面开展设计和工程实验以及解决实际工程问题方面的能力得到培养提高。（支撑矩阵表毕业要求 8、14）

本课程实验部分通过实验来了解地下工程围岩体的基本性质，熟悉岩土体实验的基本操作方法，掌握岩土体的基本概念以及描述岩土体物理力学性能的基本参数。掌握实验结果的整理及误差分析方法，提高学生的动手能力及分析解决问题的能力。具体包括：

(1) 了解六种试验的基本特点，掌握各种试验的基本原理和方法（支撑矩阵表毕业要求 1、5、6）；

(2) 要求学生在课外查阅相关试验方法的国家规范和行业规程及发展现状，掌握试验要求的基本环境。(支撑矩阵表毕业要求 4、5、6)

(3) 以工程实际应用为背景，结合基本地质及工程设计资料，培养学生理论联系实际，灵活应用所学知识发现、分析和解决地下工程测试中处理实际问题的能力(支撑矩阵表毕业要求 5、6、11、12);

(4) 在达到前三项所述要求基础上，完成一篇试验报告，熟悉试验报告的撰写流程和具体要求，培养科技报告写作能力。(支撑矩阵表毕业要求 11、12)

九、课程要求:

本课程主要采用启发式主题讨论、理论讲解、案例分析等多种教学方式，实行启发式、互动式、研究式教学，并进行整个教学过程的答疑、讨论和作业辅导。重点培养学生对地下工程测试理论、技术的理解和分析能力。本课程要求课前必须阅读教材相关知识和参考文献、上网查阅相关资料、课内主动参与讨论；课后按时完成作业与课程设计。

十、教学内容:

本课程理论部分主要由以下内容组成:

第一章 绪论 (2 学时)

- 知识要点: 地下工程勘察及测试的意义和目的，勘察与测试的基本内容，测试技术的发展历史
- 重点难点: 勘察及测试的意义、基本内容
- 教学方法:
 - 1、本章教学目标为了解和掌握，部分讲授，主要采用启发式教学方式。
 - 2、本章开展课堂讨论。

第二章 试验与测试技术基础知识 (2 学时)

- 知识要点: 测试系统的组成及特点，测试系统的静态传递特性，传感器原理，钢弦传感器的原理、使用和标定，测试系统选择的原则和标定
- 重点难点: 测试系统的选择，测试系统的组成和特点，钢弦传感器的使用和标定
- 教学方法:
 - 1、本章教学目标为掌握，全部讲授，主要采用启发式教学方式。
 - 2、要求学生查阅相关文献。

第三章 电阻应变测量技术 (2 学时)

- 知识要点: 电阻应变片的原理、类型及性能参数，电阻应变片的选用和粘贴，测量电路、温度补偿及应变片布置连接方式，电阻应变式传感器的应用
- 重点难点: 应变片的构造和工作原理，电阻应变片的选用和粘贴，电阻应变式传感器的使用
- 教学方法:
 - 1、本章教学目标为掌握，全部讲授，主要采用启发式教学方式。
 - 2、要求学生查阅相关文献，例如应变片的适用范围等。

第四章 岩石力学性质试验 (2 学时)

- 知识要点: 岩块变形性质测试
- 重点难点: 岩块室内试验测试方法
- 教学方法:

- 1、本章教学目标为了解和掌握，部分讲授与部分自学，主要采用启发式教学方式。
- 2、要求学生查阅相关文献，例如试验机构造和理论，岩土工程其他试验方法等。

第五章 基坑工程施工监测（4学时）

- 知识要点：基坑工程及其施工监测的发展，监测仪器和方法，监测方案设计，监测报表和监测报告
- 重点难点：测点布置原则，监测的周期与频率的确定方法
- 教学方法：
 - 1、本章教学目标为掌握，全部讲授，用启发式教学方式。
 - 2、结合实例，讨论相结合。

第六章 地下洞室围岩和支护系统施工监测（4学时）

- 知识要点：地下洞室施工，地下洞室监测目的与项目，现场量测计划，地下洞室监测类型和方法，量测数据处理与反馈
- 重点难点：量测项目的确定，量测数据的分析理论和方法，信息化施工
- 教学方法：
 - 1、本章教学目标为掌握，全部讲授，用启发式教学方式。
 - 2、开展讨论，例如处理数据量测的注意事项等。

本课程的实验内容包括：土的密度实验、土的相对密实度实验、土的含水率实验、土的固结实验、岩石单轴抗压实验、现场地质雷达测试。

1. 土的密度实验（2学时）

- 知识要点：岩土体密度的定义，室内和现场测试土体密度的方法，密度试验误差控制要求。
- 教学方法：试验前讲授和学生动手试验。

2. 土的相对密实度实验（2学时）

- 知识要点：岩土体相对密实度的定义，最大干密度和最小干密度的测试方法。
- 教学方法：试验前讲授和学生动手试验。

3. 土的含水率实验（2学时）

- 知识要点：岩土体含水率的定义，烘干温度的控制，含水率实验的误差控制要求。
- 教学方法：试验前讲授和学生动手试验。

4. 土的固结实验（2学时）

- 知识要点：土体压缩和固结的定义，压缩系数和固结系数的试验方法，前期固结应力的确定方法，现场压缩曲线的推求，试验时的荷载等级范围及各级荷载作用下土样的压缩稳定标准。
- 教学方法：试验前讲授和学生动手试验。

5. 岩石单轴抗压实验（2学时）

- 知识要点：岩石强度的定义，各种因素对岩石强度的影响，室内测试岩石强度的方法，试验结果处理。
- 教学方法：试验前讲授和学生动手试验。

6. 现场地质雷达测试（2学时）

- 知识要点：地质雷达测试的原理，地质雷达仪器的构造，地质雷达的测试方法，成果的整理和分析。
- 教学方法：试验前讲授和学生动手试验。

7. 滑坡堰塞体稳定测试与评价虚拟仿真实验一（2学时）

- 知识要点：岩土体边坡失稳的机理，边坡稳定安全系数计算，边坡稳定与变形的测试方法，数据的整理和分析。

- 教学方法：试验前讲授和学生动手试验。
8. 滑坡堰塞体稳定测试与评价虚拟仿真实验二（2学时）
- 知识要点：堰塞体形成以及次生灾害的原理，堰塞体稳定的主要影响因素，堰塞体变形与渗流的测试方法，成果的整理和分析。
 - 教学方法：试验前讲授和学生动手试验。

十一、教学参考：

1. 参考教材

- 夏才初等，地下工程测试理论和检测技术，同济大学出版社，2007.
- 李永乐等，岩土工程勘察，黄河水利出版社，2004.
- 王保田，土工测试技术，河海大学出版社，2000.

2. 参考文献

- 靳晓光，地下工程围岩二次应力场的现场测试和检测，岩石力学与工程学报，2002
- 马锁柱，光纤传感技术在地下工程中的应用，铁道工程学报，2006
- 徐祯祥，国外岩土和地下工程测试技术，冶金建筑，中国科学院武汉岩土力学研究所 1981.
- 冯夏庭，深部地下工程岩爆孕育演化过程的原位测试方法，中国科学院武汉岩土力学研究所，2006.

3. 网络资源

- <http://jpkc.tongji.edu.cn/> 同济大学精品课程网
- <http://jpkc.swjtu.edu.cn/ROOT/Default.asp> 西南交通大学精品课程网
- http://www.cctr.net.cn/index_xx.asp?xxid=252&xxmc=%C7%E5%BB%AA%B4%F3%D1%A7 清华大学精品课程网
- <http://www.yantubbs.com/> 岩土在线
- <http://bbs.co188.com/> 网易土木工程论坛
- <http://www.cnki.net/> 中国知网
- <http://www.wanfangdata.com.cn/> 万方数据网
- <http://xuetumu.5d6d.com/> 大学土木工程论坛

十二、考核方式：

考试成绩评定采用平时作业、讨论、期末考试（闭卷）相结合。讨论、提问积极学生适当加分的鼓励政策，充分发挥学生的创新创造能力。总分为 100 分，具体安排为：

平时作业提交与完成情况	10%
上课提问与交流	10%
期末考试（闭卷）	40%
实验报告	40%

十三、课程说明：

无

大纲编写人：倪小东

(4) 是否面向社会提供服务： 是 否

社会开放时间：2018年6月，已服务人数：500

面向重庆大学、郑州大学、西安理工大学、重庆交通大学、西藏农牧学院等高校土木、水利等相关专业本科生、研究生实践能力培养；以及面向南京水利科学研究院、黄河水利科学研究院等社会企业设计单位的员工培训。

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

<http://xnfzgx.hhu.edu.cn/course/evaluate/1.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。

经测试客户机, 带宽在 20M 以上时, 能够有较快的加载速度和较好的交互体验。

本次测试基于主流配置计算机, 模拟学生在校内校外不同的使用环境, 最大限度地还原用户上网学习虚拟仿真实验的需求。

测试一: 物理连接链路测试。测试目的: 测试客户机和虚拟仿真实验项目网站的延迟和丢包情况; 测试方法: 客户机对本次虚拟仿真实验项目网站进行 PING 操作。

测试二: 网络质量测试。测试目的: 测试不同网络环境访问本虚拟仿真实验页面的加载情况。测试方法: 通过 IP 代理, 测试客户机在不同地域环境下打开虚拟仿真实验项目网页的速度。

测试结果:

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%;

当客户机带宽小于 20M 的时候, 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。

基于以上测试结果, 推荐客户机的带宽应大于 20M。

(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相应并发数为 300。我们模拟用户访问虚拟仿真项目网站首页、用户登录和加载课件等操作。经测试, 当用户数量在 300 以下时, 服务器负载处于较低水平, 课件加载也很快, 各项服务均能在 0.2s 内做出响应。当用户数超过 2000, 服务响应时间维持在 0.8s 以内, 但课件加载速度下降, 用户数达到 6000 时, 服务响应时间超过 1s, 服务器负载 80% 左右。

基于以上测试结果我们认为本虚拟仿真项目服务器的最佳响应并发数为 300。同时, 我们同时设计了在线排队功能, 服务器对于超出负载能力的用户申请显示排队等待的服务功能。目前此功能顺利运行, 后期将针对性地拓宽服务带宽以及服务人数, 减少系统响应时间。

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

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

（勾选是请填写）插件名称_____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）

学生需要在 Windows7、Windows8、Windows10 系统环境下，使用以下浏览器打开：

浏览器类型	支持 WebGL	不支持 WebGL
Mozilla Firefox 52 及以上版本	支持	
Google Chrome 57 及以上版本	支持	
Apple Safari 11 及以上版本	支持	
MS Edge 16 及以上版本	支持	
360 浏览器	基于（Chrome）内核，并且开启极速模式、智能开启硬件加速情况下支持存在右键划线问题，属于浏览器自身设置原因，关闭浏览器鼠标手势即可	基于（IE）内核，不支持

浏览器:Google Chrome 下载地址:

<http://dl.hdmoool.com/tools/chrome-x64.exe>

3-5 用户硬件配置要求（如主频、内存、显存、存储容量等）

(1) 计算机硬件配置要求

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

无特殊要求，满足能上网功能即可。

3-6 用户特殊外置硬件要求（如可穿戴设备等）

(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

3-7 网络安全

(1) 项目系统是否完成国家信息安全等级保护 是 否

(勾选“是”，请填写) 二级

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>系统基于 B/S 架构设计的虚拟仿真实验教学平台。采用轻量化的开发语言和模块化设计方案，部署简单、使用方便。系统支持分布式部署方案，可随使用情况动态扩充容量，基于容器化部署还可实现自动扩容，无需人为干预。</p> <p>系统包含实验实训、实验报告、实验指南、数据统计、考试系统、帮助中心、收费系统、安全中心、资源中心、协同服务、学问系统和知识角等功能模块。系统除支持虚拟仿真实验外还可上传视频和其它文档资料，支持系统化课程体系学习。系统可对学生实验、学习数据做详细记录并分析每个学生的学习情况和整体学生知识掌握情况，实验报告系统可对学生提交的实验报告进行自动批阅也可由教师人工批阅或学生相互阅评。</p>

	<p>系统用户可分为教师和学生两种角色。教师可发布实验资源、建设实验课程、设置课程共享信息、可查看发布课程的学习情况、可批阅学生实验报告和考试。学生可报名参与课程，可观看报名课程的视频操作课程的实验资源，可查看个人的学习情况，可评价学习课程、参与课程讨论，可参与实验报告互评等。</p> <p>总而言之，项目相应的开发技术标准和技术路线通用、清晰，项目建设符合省虚拟仿真实验教学共享平台对接要求。</p>	
实验 教学 项目	<p>开发技术</p>	<p><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 checked="" type="checkbox"/>HTML5 其他_____</p>
	<p>开发工具</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/>Unity3D <input checked="" type="checkbox"/>3D Studio Max <input checked="" 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_____</p>
	<p>运行环境</p>	<p>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 <input type="checkbox"/>Windows Server <input checked="" type="checkbox"/>Linux <input type="checkbox"/>其他 具体版本__ 数据库 <input checked="" type="checkbox"/>Mysql <input type="checkbox"/>SQL Server <input type="checkbox"/>Oracle 其他_____</p> <p>备注说明 （需要其他硬件设备或服务器数量多于 1 台时请说明）</p>
	<p>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)</p>	<p>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</p>

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。)

5-1 建设的必要性及先进性

1. 必要性

堰塞体是岩土工程中常见的地质灾害，现场实验测试存在诸多风险，已破坏或处置的堰塞体又无法再现，学生在校内学习和校外实习过程中无法经历堰塞体的形成、变形、裂隙发展与溃决全过程。因此，本项目将堰塞体工程测试分析与室内虚拟仿真操作相结合，通过“互联网+虚拟仿真+灾害预防”，使学生能够借助虚拟仿真手段去体验堰塞体的测试、分析、预测全过程。

河海大学土木专业是编制“土木类国家级虚拟仿真实验教学项目建设指南”岩土工程方向实验的牵头负责单位，且本次申报项目已列入建设指南。建设本虚拟仿真项目是国家关于防灾减灾的要求，也是专业与行业发展的需求。

2. 先进性

(1) 依托优势学科平台构建堰塞体分析与评价相关知识产权体系。河海大学土木学科为国家学科评估 A 类学科，其下的二级学科岩土工程学科是我国最早的国家重点学科。依托“岩土力学与堤坝工程教育部重点实验室”，共建共享的水利工程国家级教学实验示范中心和力学国家级虚拟仿真实验示范中心等河海大学优势学科平台资源，科教融合，在前期准备和建设开发过程中，取得发明专利、软件著作权等多项自主知识产权和多项国家科技进步奖。

(2) 基于虚拟仿真技术开展堰塞体稳定测试与评价虚拟仿真实验。借助虚拟仿真技术，通过较为真实的实地场景还原，综合因素耦合设计，使学生全过程了解堰塞体的介质特点、稳定性控制因素、渗流与变形测试技术，在此基础上形成对堰塞体稳定性的判断，帮助学生全面学习，令学生一条龙熟悉堰塞体的工程分析与安全评估技术，加深岩土工程专业知识的掌握深度，加强了学生在工程实践经验学习的拓展。

(3) 促进土木学科专业交叉融合，培养新工科背景下的学生创新意识和综合素质。本实验对土力学、水力学、测量学等课程的综合应用实现了岩土工程、地质工程及水利工程等学科的交叉融合，培养学生“土木+”、“水利+”等综合素质。能够让学生尽快适应新一轮的科技革命和产业变革以及新经济的蓬勃发展对土建水利类工程师提出的新要求和挑战。

5-2 教学方式方法

本项目借助虚拟实验技术，将晦涩的专业名词定义用学生更易接受的形式（图片、动画等）生动的展现给他们，通过虚拟世界对堰塞体的探索、测试、分析，形成自己对堰塞体稳定性判断结论，加深学生对课程相关知识的理解；此外，本项目可保证 500 人在线开展全过程的虚拟实验操作，能最大程度为学生创造动手参与的机会。同时，设置学生在线讨论模块，供学生以设计者、科研工作者及施工方等不同角色进行研讨。

教学方法采用教师主导、学生主体的“双主式”教学，采用理论结合案例的教学方式，在学生主体的环节教师进行引导与评判，让学生自主学习、自主探索、自主创新，引导学生进行生生互动、研讨、相互评判，同时教师也对于学生的疑问实时反馈、解答，做到师生间的互通有无；在教师引导之余，指导学生进行深入思考、拓展创新，利用教师丰富的经验拓展学生的知识广度与创新深度；设置评教环节，引导学生进行深度思考与科研探讨，引导学生提前进入创新科研思维，参与到设计中来，增强学生学习的自主性。

因此，本项目教学方法多样，学生参与度高，教学效果明显。

5-3 评价体系

本项目将分别从基础知识认知、堰塞体稳定机理与要因分析、堰塞体变形与渗流测试、稳定性评估四个环节对学生实验成绩进行综合评估，评估将依据本项目自动生成的实验报告。实验报告将自动记录学生实验过程的每一个环节，并根据学生的操作评价学生对各类知识点的掌握情况，分别给出上述四个实验环节的成绩（优秀、良好、中等、及格、不及格）和本实验的最终成绩（优秀、良好、中等、及格、不及格）。

实验从学生基础知识掌握、操作能力、计算能力、分析评判能力进行客观的自动评判，同时结合创新思维能力教师主观评判的方法，全面评判与分析学生掌握知识、运用知识与深入思考的能力。

因此，本项目评价体系健全，能较好反映学生对知识点的掌握情况。

5-4 传统教学的延伸与拓展

（1）工程项目零距离

由于滑坡堰塞堵江（河）的不确定性以及极端危险的情况，实际传统的教学中不可能碰到或者让学生参与堰塞体的测量与评判。室内模型实验的尺寸效应决定着模型实验与实际工程有着非常大的差距。然而，滑坡堵江（河）的现象屡见不鲜，学生走向专业工作岗位会不可避免地碰到。虚拟仿真项目无论从环境、尺寸还是现场检测工具均保留了高度的还原性，实现了工程实习课堂化，从培养学生专业能力、科研创新能力地素质与终身教育的目的出发，生动有效地让学生掌握堰塞体稳定测试与安全评判等相关知识。

（2）互动化、自主化混合教学模式

教学过程中采用“双主教学”、翻转课堂等特色教学方式，有效地提高了学生的自主探究性。同时让学生参与到设计活动之中，通过师生间的及时沟通，及时反馈，强调培养学生实践能力和综合分析判断的能力。

（3）知识点全面综合应用

本项目可为土木工程等相关专业学生学习核心课程的教学提供内容丰富的虚拟实验环境，有助于学生理解本专业专业知识内容的同时，结合较多相关基础学科知识和实验操作的应用，提高知识综合性应用能力，实现教学资源集约化，对复合型人才培养起到有益作用，全方位提升土木工程人才竞争力。从而实现传统教学手段有效延伸与有益拓展。

6. 实验教学项目持续建设服务计划

依托于我校土木工程国家 A 类学科和国家一类特色专业相关教学、科研及实验资源，河海大学将努力做好岩土方向国家虚拟仿真实验建设标准牵头制定单位的角色，在今后 5 年内持续向高校和社会开放本实验教学项目的相关服务，同时做好以下深度建设和推广工作。

(1) 持续建设与服务计划

项目拟在当前核心数据开发的基础上，新增堰塞体案例的真实场景，丰富虚拟仿真的多情景环境架构和稳定评估，1 年内新增最新的测量仪器与方法，2 年内新增对堰塞体处置的虚拟设计与施工。3 年内完善滑坡、堰塞的处置、利用等，建成成套的堰塞体周边稳定安全实验、设计综合虚拟仿真实验系统。

计划在 1 年时间内，进一步加强本项目提高型实验交互式参数的开放性功能设计，强化学生自主学习和创新实践能力。在 2 年内实现相应课程的全面教学应用，并推广到多家兄弟高校以及相关的科研、工程单位。

河海大学土木专业是编制“土木类国家级虚拟仿真实验教学项目建设指南”岩土工程方向实验的牵头负责单位，且本次申报项目已列入建设指南。未来将大力推广本虚拟仿真实验的应用，提升项目的服务深度与广度。

(2) 面向高校的教学推广应用计划

全国设置土木工程等相关专业的高校超过 500 余所，覆盖面广。本项目开发团队将改进和补充现有的校内虚拟仿真实验项目综合资源，配合有实验需求的高校，编制实验教学指导书，制定实验教学大纲，以及学生实验成绩考核方法。共同提升土木工程专业学生的关键知识点掌握和综合实践能力。

(3) 面向社会的推广与持续服务计划

进一步与专业软件设计公司合作，持续改进本项目实验步骤的可视化效果和虚拟仿真三维呈现形式。进一步将本项目团队的科研成果融入项目内容开放，加强相关步骤的组织与虚拟控制参数设置的多样性，更真实地模拟仿真“滑坡堰塞体稳定测试与评价”真实环境。

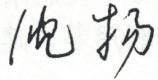
7. 知识产权

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	滑坡堰塞体稳定测试与评价虚拟仿真实验软件 V1.0
是否与项目名称一致	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
著作权人	河海大学
权利范围	全部权利
登记号	2019SR0845119

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）：
2019年8月25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。）

校外评价意见见附件材料（共两份，重庆大学土木工程学院、中国水利教育协会高等教育分会）

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“国家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。

主管校领导（签字）：

（学校公章）

年 月 日

政治审查证明

经审核，由土木与交通学院沈扬、陈亮负责的《滑坡堰塞体稳定测试与评价虚拟仿真实验》项目，项目团队主要成员倪小东、张福海、石崇、高玉峰、袁俊平、何稼、张文慧、高明军、丁国权、胡锦涛林等。以上人员均政治合格、立场坚定、思想健康。

项目内容政治方向和价值取向正确。



河海大学《滑坡堰塞体稳定测试与评价虚拟仿真实验》 使用评价

经河海大学土木工程学科教学团队推荐，我院引进了河海大学《滑坡堰塞体稳定测试与评价虚拟仿真实验》平台，在土木工程专业本科生、研究生的岩土工程相关课程中开展了该虚拟仿真实验的使用。该虚拟仿真实验，借助虚拟仿真和信息技术，使学生学习突破场地和环境的限制，融合岩土力学、工程地质、测量学等课程体系的专业基础知识，通过学习了解堰塞体稳定与溃决机理，基于虚拟实验分析水位、岩土体参数等关键因素对堰塞体稳定的影响，利用仿真场景开展岩土体渗流、变形等关键安全参数的测量，进而掌握堰塞体安全评价方法。该实验操作设计的高还原性、实验设计的高创新性、实验内容的挑战性受到师生的一致好评。

河海大学土木工程专业长期以来高度重视实践课程的改革建设，始终坚持在传承中创新，在创新中突破，取得了丰硕的成果。该虚拟仿真实验将传统理论知识与现代教育技术相结合，多层次的人机互动不仅使学生增加身临其境般的感性认知体验、增强其对理论知识的理解、有效补充了学生相对匮乏的工程经验，同时也充分锻炼了学生处理相关土木类复杂工程问题的分析处理能力。

该虚拟仿真实验的建立是一次土木类现代课程教学改革的成功实践，无论对在校学生还是一线工程人员都有很高的推广应用价值！



河海大学《滑坡堰塞体稳定测试与评价虚拟仿真实验》

项目使用评价

河海大学土木工程学科(专业)是国家 A 类学科和国家特色专业,长期以来高度重视学生实践创新能力的培养,是土木类国家级虚拟仿真实验教学项目建设指南岩土工程方向项目的牵头编制单位和河海大学力学与水工程国家级虚拟实验仿真中心共建专业。受河海大学土木工程专业邀请,本协会在郑州大学、西安理工大学、重庆交通大学、华南农业大学、昆明理工大学、扬州大学、江苏海洋大学、西藏农牧学院、南京水利科学研究所、黄河水利科学研究所等 20 余所水利土建类高校或科研单位推广了该专业团队负责建设的《滑坡堰塞体稳定测试与评价虚拟仿真实验》。

实验借助虚拟仿真和信息技术,使学生能够综合应用岩土力学、地质学、测量学等多学科交叉的专业知识,分析水位、岩土体参数等关键影响因素对堰塞体稳定的影响,并进行室内较难开展、代价较高的渗流、变形等关键参数的测量,进而掌握堰塞体安全评价方法。该实验体现了训练学生应对复杂自然灾害问题的能力和思维的高阶性,实验教学内容、教学形式及发挥学生个性特长的创新性,以及通过操作和分析锻炼学生深度思考、研讨探究的挑战性。获得使用本实验的本科生、研究生和新进设计工程人员的一致好评。

实验符合国家虚拟仿真实验项目申报要求,对推进提升新时代水利土建类人才培养质量有重要作用,学会也将在更大范围、更深层次推广应用本实验。

中国水利教育协会高等教育分会

