

第二批国家级一流本科课程申报书

(虚拟仿真实验教学课程)

课程名称：平洞地质编录与危岩诊断仿真实验

专业类代码：0814

负责人：孙少锐、陈松

联系电话：13951785956、13505198383

申报学校：河海大学

填表日期：2021.5.30

推荐单位：河海大学

中华人民共和国教育部制

二〇二一年四月

填报说明

- 1.专业类代码指《普通高等学校本科专业目录(2020)》中的专业类代码(四位数字)。
- 2.文中○为单选;□可多选。
- 3.团队主要成员一般为近5年内讲授该课程教师。
- 4.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。
- 5.具有防伪标识的申报书及申报材料由推荐单位打印留存备查,国家级评审以网络提交的电子版为准。
- 6.涉密课程或不能公开个人信息的涉密人员不得参与申报。

1.基本情况

实验名称	平洞地质编录与危岩 诊断仿真实验	是否曾被推荐	<input type="radio"/> 是 <input checked="" type="radio"/> 否
实验所属课程(可 填多个)	《生产实习（地质工程专业本科）》、 《工程地质勘察》		
性质	<input type="radio"/> 独立实验课 <input checked="" type="radio"/> 课程实验		
实验对应专业	地质工程		
实验类型	<input type="radio"/> 基础练习型 <input type="radio"/> 综合设计型 <input checked="" type="radio"/> 研究探索型 <input type="radio"/> 其他		
虚拟仿真必要性	<input checked="" type="checkbox"/> 高危或极端环境 <input checked="" type="checkbox"/> 高成本、高消耗 <input type="checkbox"/> 不可逆操作 <input checked="" type="checkbox"/> 大型综合训练		
实验语言	<input checked="" type="checkbox"/> 中文 <input type="checkbox"/> 中文+外文字幕（语种） <input type="checkbox"/> 外文（语种）		
实验已开设期次	共 2 次： 1. 2020 年 04 月，73 人 2. 2020 年 11 月，78 人		
有效链接网址	（要求填写标准 URL 格式的实验入口网页，不允许仅为文件 下载链接） http://xnfzgx.hhu.edu.cn/exp/23.html		

2.教学服务团队情况

2-1 团队主要成员（含负责人，总人数限 5 人以内）								
序号	姓名	出生 年月	单位	职务	职称	手机 号码	电子 邮箱	承担 任务
1	孙少锐	1975.1	地学院	所长	教授	13951785956	ssrfish@hhu.edu.cn	系统设计 与教学
2	陈松	1976.4	地学院	无	讲师	13505198383	chensong@hhu.edu.cn	系统设计 与教学
3	赵燕容	1979.8	地学院	副系主任	副教授	13913948431	zhaoyanrong@hhu.edu.cn	教学及 教学管理
4	蒋甫玉	1981.6	地学院	无	副教授	18936039389	jfy@hhu.edu.cn	教学资源 开发
5	邹丽芳	1982.11	地学院	无	实验员	13913866027	zoulifang@163.com	实验组织 教学保障

2-2 团队其他成员						
序号	姓名	出生年月	单位	职务	职称	承担任务
1	郭 权	1995.2	江苏泽勤创文化科技有限公司	技术部主任	无	技术支持
2	王子岩	1996.6	上海卓越睿新数码科技股份有限公司	无	工程师	技术支持
3	麦 静	1990.5	上海卓越睿新数码科技股份有限公司	无	无	在线教学
4	乐慧琳	1992.8	河海大学地球科学与工程学院	无	讲师	教学辅助

团队总人数：8 人 其中高校人员数量：6 人 企业人员数量：2 人

2-3 团队主要成员教学情况（限 500 字以内）

（近 5 年来承担该实验教学任务情况，以及负责人开展教学研究、学术研究、获得教学奖励的情况）

（1）近五年来承担实验教学任务情况

2020 届地质工程专业本科《生产实习》，孙少锐、陈松等，连云港蓄能电站实习小组；

2021 届地质工程专业本科《工程地质勘察》（慕课），孙少锐、陈松等；

2021 届地质工程专业本科《生产实习》，孙少锐、陈松、赵燕容、蒋甫玉等，连云港蓄能电站实习小组；

（2）教学研究、学术研究及奖励的情况

孙少锐，河海大学第十届优秀主讲教师，2010 年；

孙少锐，国家级大学生创训，岩体结构面基本特征精细识别与试验模拟研究，负责人俞俊平（地质工程 2008 级），2011-2012 年；

孙少锐等，国家自然科学基金项目：基于结构面特征精细识别与模拟的洞室超挖预测理论研究（41002089），2011-2013 年，主持；

孙少锐等，国家自然科学基金项目：含“架空”结构土石混合体力学特性试验及变形破坏机理研究（41672258），2017-2020 年，主持；

孙少锐等，江苏水利科技重点项目：太湖湖西地区厚层砂土型河道岸坡稳定与防护关键技术研究与应用，2017-2020 年，主持；

孙少锐等，裂隙岩体地下洞室超欠挖预测理论及工程应用. 河海大学出版社，2013 年，主编。

孙少锐、陈松等，《工程地质勘察》（慕课），2019 年度校级建设项目。

注：必要的技术支持人员可作为团队主要成员；“承担任务”中除填写任务分工内容外，请说明属于在线教学服务人员还是技术支持人员。

3.实验描述

3-1 实验简介（实验的必要性及实用性，教学设计的合理性，实验系统的先进性）

平洞地质勘探成果是水电、交通行业进行地下厂房、隧道设计与施工的重要基础。作为一类综合性最强、揭露范围最广、评价和认识围岩稳定问题最直观的“重型”勘察手段，平洞地质勘探在各类大型项目中多有应用。但由于此类勘探耗时长、投入大、有一定危险性，组织学生开展现场实习的过程中，面临场地距离远交通不便、进出受限制且工作环境恶劣、地质条件相对单一训练度不满足要求等限制。特别是，平洞中开展地质编录的环境恶劣、对安全施工影响较大，因此，平洞中开展的相关工作上述诸多条件的限制，难以将复杂地质条件下一些重要的环节重复开展。加上工程建设期间，即需要对勘探平洞进行喷护，造成原岩揭露面的遮蔽；工程运行后由于支护遮蔽和运营安全考虑，进一步压缩了平洞地质编录工作的窗口期。虚拟仿真实验为解决这一难题提供了有效的途径，尤其是学生在现场开展生产实习前，可通过该平台，进行实景调查，微观与宏观相结合，将收集和评价复杂地质问题的基本功训练扎实。

3-2 实验教学目标（实验后应该达到的知识、能力水平）

通过参与该虚拟仿真实验，着力打造参与者的如下能力：

（1）掌握组织钻探、物探及原位测试等手段进行资料收集的流程与方法

将真实水电工程中难以长期复现的平洞勘探及相关的探查和测试工作，利用虚拟现实技术，将 3D 模型与地质信息有机结合，让学生身临其境，既可认识平洞勘探的布置、形式、实验内容与成果类型，也可通过自主组织测试、实验，收集平洞揭露的地质信息，将编录、实验、测试工作系统地开展和融合，最终为开展危岩体类型、危害程度等鉴别提供依据。学生可以结合理论学习和现场踏勘，对虚拟仿真实验数据进一步加以分析，形成完整、指导性强的平洞勘探报告。

（2）学习并开展平洞地质编录与洞室围岩分类

通过学习各种关键指标的量测，掌握围岩结构面调查、质量分级的方法，联系课程学习中常见工程地质问题及灾害的促发因素的归类，采用工程类比等方法，将各种量测得到的关键指标进行必要的计算分析，尝试开展危岩体类型及规模的识别，定性地评价岩体的破坏模式。学生可以结合理论学习和现场工作，对此环节虚拟仿真实验数据进一步加以分析，形成完整、针对性强的平洞围岩稳定分析

和地质问题分析专题报告。

(3) 拓展三维地质建模和危岩治理设计能力

不稳定随机楔形体和其它类型危岩体的存在，对平洞中的施工安全会造成不利影响。对危岩不当处置，轻则造成洞室超挖掉块，重则造成人员伤亡。通过本实验，让学生直观认识危岩体的分布形式和加固方式，根据破坏机理分析，尝试提出适合的加固、补强措施。从而加深对支护设计理论知识的认知，提高实践能力。随着三维建模技术的不断发展，制作三维地质模型并结合模型开展分析模拟工作已成为当代地质工作者的先进手段之一，通过该虚拟仿真实验的操作与使用，让学生在安全且具有一定感知性的环境下了解平洞地质勘探和三维地质模型的初步建模流程，能够进一步提高学生计算机应用水平和 BIM 设计素养。

3-3 实验课时

(1) 实验所属课程课时：48（工程地质勘察）+160（生产实习）学时

(2) 该实验所占课时：4 学时（工程地质勘察）+4 学时（生产实习），生产实习专题研究阶段若所选研究内容与本实验专题吻合，可延拓 4 学时；

3-4 实验原理

(1) 实验原理(限 1000 字以内)

实验基于工程地质学、岩体力学的专业知识，从工程实践需要出发，让学生通过选用适合的工程钻探与掘探、原位测试、工程物探用仪器，掌握开展平洞地质编录、危岩诊断分析与治理的技能。实验过程依据《水力发电工程地质勘察规范》(GB 50287)、《岩土工程勘察规范》(GB 50021)、《工程岩体分级标准》(GB/T 50218) 等，利用真实场景与地质信息融合，主要过程进行仿真。

仿真的主要对象及内容如下：

- 1) 钻孔地质编录的方法与地学统计，高仿真；
- 2) 洞室围岩中结构面调查的方法与地学统计，高仿真；
- 3) 平洞展示图的编绘（投影）方法、主要内容，高仿真；
- 4) 围岩完整性探测、鉴别方法的基本原理，低仿真；
- 5) 三维地质建模时钻孔资料的规则化及基于属性的建模流程，低仿真；
- 6) 危岩稳定性计算、类型识别与加固设计，低仿真；

知识点：共 7 个

1) RQD

RQD 值是评价岩体质量的重要指标，指大于 10cm 的岩心累计长度与钻孔进尺之比的百分数。实验通过岩心编录时调用卷尺工具进行量测计算得出 RQD 值。

2) 透水率

透水率由钻孔压水试验得到，指在 1MPa 压力下每米试段长度内的岩体每分钟的压入水量，以 Lu（吕荣）计，是衡量岩体透水性的重要指标。

3) 工程地质岩组划分及围岩分类

工程地质岩组主要是从岩体结构观点出发，以岩性和原生结构面的性质及其分布规律等为标志进行地层划分。划分出的岩组应具有相似的物理力学性质、渗透性质及波速传播特征等。实验设计通过平洞内岩性调查、结构面统计调查，理解岩组的划分过程并付诸实践，综合考虑围岩 RQD 数值等指标进行围岩质量划分，确定不同段落的围岩分类（五级）。

4) 结构面调查与节理（裂隙）密度

平洞内结构面调查是平洞地质编录的重要内容，可用于统计优势结构面和分析不良地质作用，是危岩体分析判别的基础。实验中通过平洞内漫游，观察洞壁结构面分布，并通过罗盘、卷尺、塞尺等工具进行结构面产状等的调查记录。节理密度是结构面调查的一个重要定量成果，指单位长度（或面积）内的节理数，是用来衡量节理发育程度的指标。实验者通过在洞壁一定长度范围内量测统计节理数目，计算节理密度，从而对岩体完整性进行评估。

5) 平洞展示图

平洞展示图能比较客观的记录平洞出露的地质现象，包括节理裂隙和断层延展规律、渗水及塌落等特殊地质现象出露，是平洞地质编录的重要成果图件。实验设计了结构面调查、危岩体诊断、钻孔编录等前期资料收集环节，提供米格纸用于绘制展开图，并作为重要的成果用于最终成绩评定。

6) 三维地质建模

三维地质建模作为一种工程地质勘察成果的后续展示和应用手段，结合了地质解译、空间分析和预测、地学统计以及图形可视化等内容，能够为数值模拟提供基础模型。本实验设计在钻孔编录时引导用户注重钻孔编录资料的规则化和属性化，为后续三维地质建模提供结数据集。

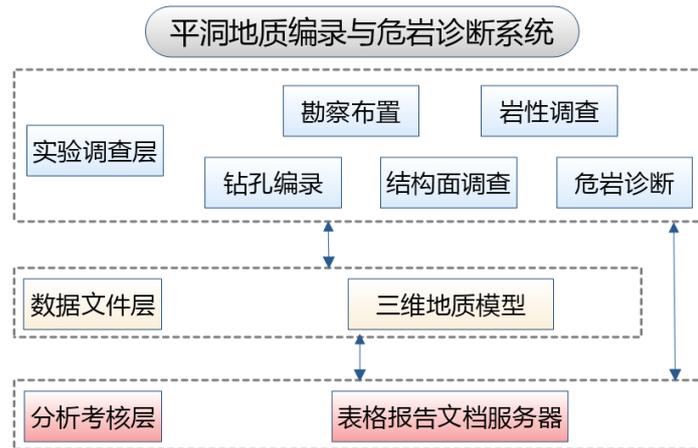
(7) 危岩加固

由于风化、结构面切割、地应力变化等的影响，平洞内易见危岩体，准确识别危岩体类型并选择适当的方法对其进行加固是工程地质勘察施工时的一项重要工作。实验设计在洞室中识别 4 种类型的危岩体，让用户辨识危岩体类型并观摩不同成因的危岩体加固处理方式，从而自主选择危岩体加固的方法和类型。

(2) **核心要素仿真设计**（对系统或对象的仿真模型体现的客观结构、功能及其运动规律的实验场景进行如实描述，限 500 字以内）

实验采用真实工程模型作为场景，虚拟地质条件兼容地质条件复杂性以满足训练度，图表编制流程驱动实验推进。

系统的核心是地质资料数据（数据文件层）+三维地质模型。后者完全按真实的场景进行建模，以便更好地注解工程设计时线路、场址选择等方面的考虑，做到虚实结合。前者设置了随机数，客观反应真实地质条件的离散性。



系统包含教师和学生两种用户角色，学生可报名参与课程，观看引导视频后进行系统学习，完成实验报告并可查看个人学习情况，参与课程讨论并评价学习课程。教师用户可发布教学资源，评阅学生实验报告并打分，同时与学生进行课程交流。系统功能包括实验指南、实验操作、实验报告、数据统计、资源中心、成绩评价等功能模块。系统可对学生实验、学习数据做详细记录并生成统计报表，实验报告系统可将学生提交的实验报告汇总给教师进行人工评阅。

系统运行的特点包括如下几个：

1) 系统基于 B/S 架构设计虚拟仿真实验教学平台，部署成本低、维护方便、

分布性强、开发简单，可以不用安装任何专门的软件就能实现在任何地方进行操作，客户端零维护，系统的扩展非常容易，只要有一台能上网的电脑就能使用。

2) 采用虚拟感知教学法，综合应用三维地质模型、人机交互与虚拟现实技术，增加学生体验感和沉浸感，同时内嵌有岩性调查、结构面调查、平洞编录、钻孔编录等模块，兼顾操作上的随机跳转与秩序，可完成野外教学仿真任务。

3) 软件内置罗盘、探照灯、回弹仪、卷尺等实用小工具，在虚拟场景中协助用户完成真实尺度的地质调查和编录等基本野外勘察工作。

3-5 实验教学过程与实验方法

实验教学过程可划分为如下四个阶段：

(1) 课程准备：学生注册+机房调试，素材准备与生成。素材包括平洞内电磁波反射法探测资料、岩体钻孔采样标本、电站 2#平洞区三维地质建模成果、平洞内岩体质量分级（含随机数）。

(2) 场景预览与导引：视频与讲授结合，介绍实验流程与要求。

(3) 实验过程中的资料收集：学生进入实验场景，按自己规划的流程和选择的区域开展资料收集工作，包括量测、编录。

(4) 成果制作与提交：按系统要求开展并逐步完善各类判读成果、编录图表，并提交。

(5) 评分与反馈：系统客观判别+后台指导老师考核评分，并反馈实验考核成绩和需要改进的地方。

实验教学方法可概括为如下几点：

(1) 采用虚拟感知教学法，综合应用三维模型、人机交互与虚拟现实技术。通过系统内嵌的岩性调查、结构面调查、平洞编录、钻孔编录等功能模块确立学习目标和场景。

(2) 案例教学法伴随整个实验过程，保障实作针对性并便于成果的验证，案例选择勘测长度较大的抽水蓄能电站勘探平洞，以满足同时开展部分试验成果整理的需要。

(3) 兼顾过程的考核方式，实验中设置了部分对实验过程进行响应后获得分数的环节，引导学生从关注结果转移到关注实验过程。

(4) 结合慕课开展课程资源建设，与本实验课程配套的《工程地质勘察》课程是实验相关知识点的一门重要课程，目前该课程已经完成慕课的录制和资源的上线。

3-6 步骤要求（不少于 10 步的学生交互性操作步骤。操作步骤应反映实质性实验交互，系统加载之类的步骤不计入在内）

(1) 学生交互性操作步骤，共 11 步

步骤序号	步骤目标要求	步骤合理用时	目标达成度赋分模型	步骤满分	成绩类型
1	进入系统后概览并熟悉工具使用	5min	点击 50%+覆盖范围 50%	5	√操作成绩 √实验报告 √预习成绩 <input type="checkbox"/> 教师评价报告
2	分场景岩性调查	10min	操作步骤达成	5	
3	平洞内围岩概略分组	10min	成果表格准确	5	
4	结构面量测与调查	20~30min	成果表格准确、翔实	15	
5	自主采样（钻探与测试）	10min	覆盖范围及分区合理性	5	
6	钻孔地质编录	20~30min	成果图表准确、翔实	15	
7	平洞地质编录与展示图绘制	20~30min	成果图表准确、翔实	15	
8	危岩类型划分与诊断	15~20min	判别准确	10	
9	危岩治理措施选择	15~20min	判别准确、措施可行且经济	10	
10	三维地质建模与数值计算	无	模型转换效率与成果情况	5	
11	报告编写与成果提交	无	报告内容完整、依据充分、叙述条理清楚	10	

*步骤 5~8 可随机调整实施，无严格流程限制；步骤 2 和步骤 4 可穿插进行。

(2) 交互性步骤详细说明

1) 系统概览与操作学习

系统加载完成后，首先进入欢迎界面，展示系统背景、实验目标，点击**进入系统**按钮即可开始实验，如图 1 所示。进入系统后首先点击系统右上角的**问号**按钮，弹出系统操作说明，用户仔细阅读后可了解系统操作方法。点击右下角的**工**

工具箱按钮，弹出实验中可使用的工具和响应提示，如图 2 所示。点击工程区背景模块按钮，用户可浏览工程区地质背景，为岩性调查等后续工作做准备，如图 3 所示。



图 1 系统初始界面

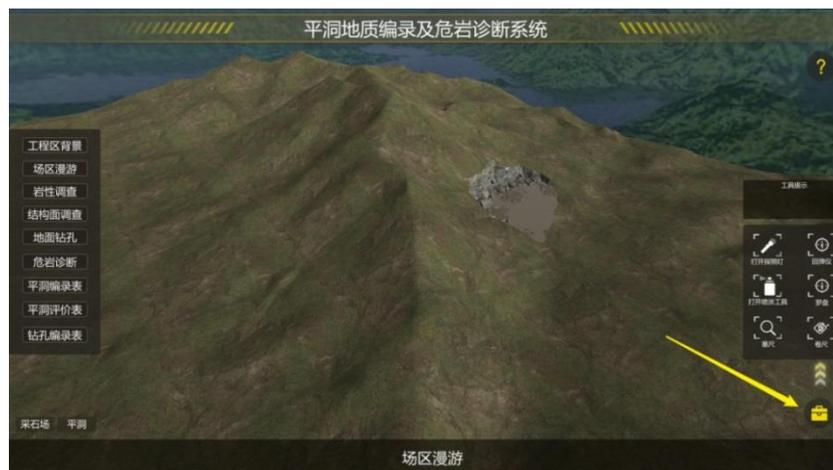


图 2 工具箱界面

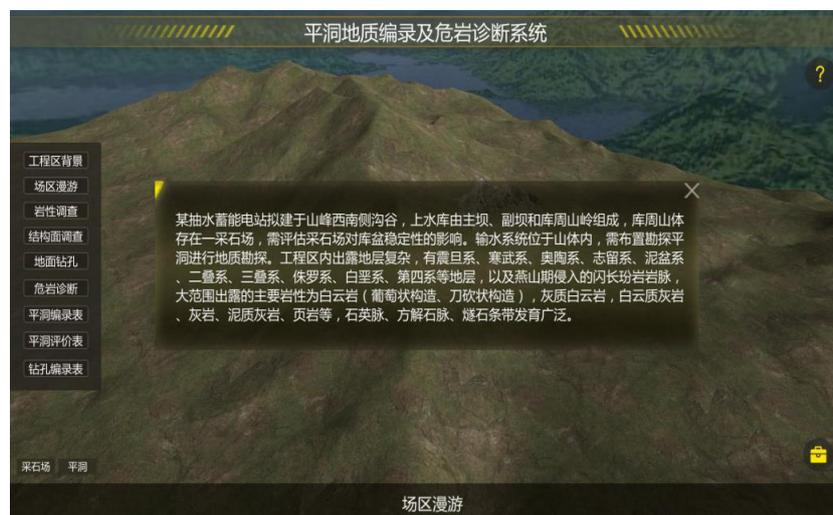


图 3 工程区背景界面

点击**场区漫游**模块按钮，通过 W、A、S、D 键控制视角的前进、向左、后退、向右以及视角远近，长按鼠标右键可拖动视角变动，配合使用键盘鼠标即可以第一人称视角观察场区地形地貌条件，观摩工程实例整体三维地质模型和实例对象的虚拟展示效果。借助 Shift 键的组合，可以加快行进的速度。在平洞内开展编录的过程中，可以借助上、下、左、右按键进行微动。

2) 分场景岩性调查

点击**岩性调查**模块按钮，进入岩性调查模块。该模块分别在采石场和平洞内展示岩石露头 and 生物化石，用户可首先点击系统左下角**采石场**按钮在采石场内漫游并点击蓝色标记，结合工程区背景并观察照片中的典型特征进行岩性判别。下图展示典型的白云岩刀砍纹现象（图 4）并抵近结构面进行量测（图 5）。



图 4 采石场岩性调查界面（白云岩刀砍纹现象）



图 5 采石场岩性调查界面（抵近后进行结构面量测）

3) 平洞内工程地质岩组划分

用户点击左下角**平洞**按钮可移动至平洞内，点击工具箱打开探照灯，在平洞内漫游并点击蓝色标记，可查看三叶虫（图6）、笔石（图7）等化石标本。根据岩性特征、风化特征、完整程度等概略进行工程地质岩组的划分。



图6 平洞内岩性调查界面（三叶虫化石）



图7 平洞内岩性调查界面（笔石化石）

4) 分场景结构面调查

点击**结构面调查**模块按钮，进入结构面调查模块。该模块仅在平洞内进行，主要对四种结构面（断层破碎带、岩脉、裂隙、岩性交界面）进行调查分析。进入平洞，打开探照灯，观察第1处结构面，需记录结构面类型、风化程度、充填物特征、是否有地下水渗出。用户需点击卷尺测量该结构面与洞口的距离以便确定桩号，点击罗盘测量结构面的产状，点击卷尺测量其延展性和间距，点击蓝色标记观察现场实拍照片确定其风化锈染程度、充填物特征及地下水特征，点击塞

尺测量结构面张开度。图展示使用卷尺测量断层破碎带宽度并利用喷涂工具做标记的场景。图 8~10 为其他工具使用的界面。



图 8 喷涂工具和卷尺使用界面



图 9 罗盘使用界面



图 10 插尺使用界面

5) 自主勘查与测试设计及成果整理

点击地面钻孔按钮，进入地面钻孔模块，钻孔编录工作分两部分进行，第一

步（如图 11）需要在平洞中安置钻机，进行钻孔取样，并将取得的岩心放入岩心箱中；第二步（如图 12）需要在采石场完成钻孔编录工作。



图 11 平洞内钻孔界面

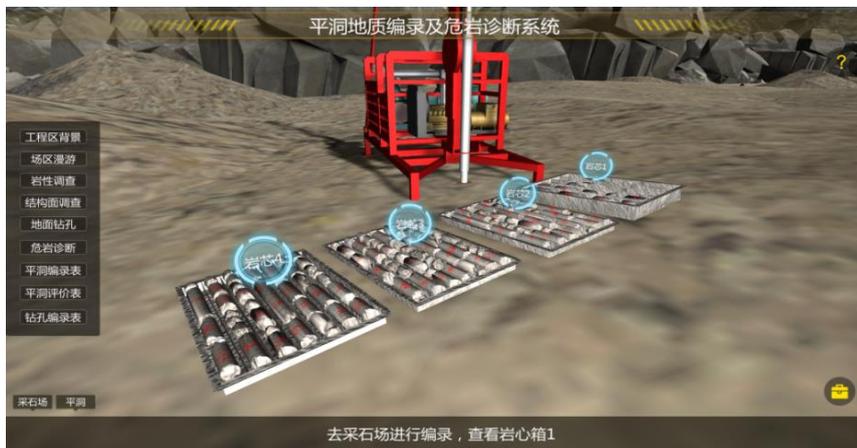


图 12 采石场处岩心编录界面

除了勘察钻孔，还可以在平洞内自主布置原位测试与实验项目。图 13 展示了借助回弹仪测量岩性交界面回弹值的场景。



图 13 回弹仪使用界面

续结构面调查工作。



图 16 平洞评价表及展示图绘制方格纸

8) 危岩类型诊断

点击**危岩诊断**按钮，进入危岩体诊断模块，首先点击 1 号蓝色按钮，根据照片判断危岩体种类，如图 17 所示。

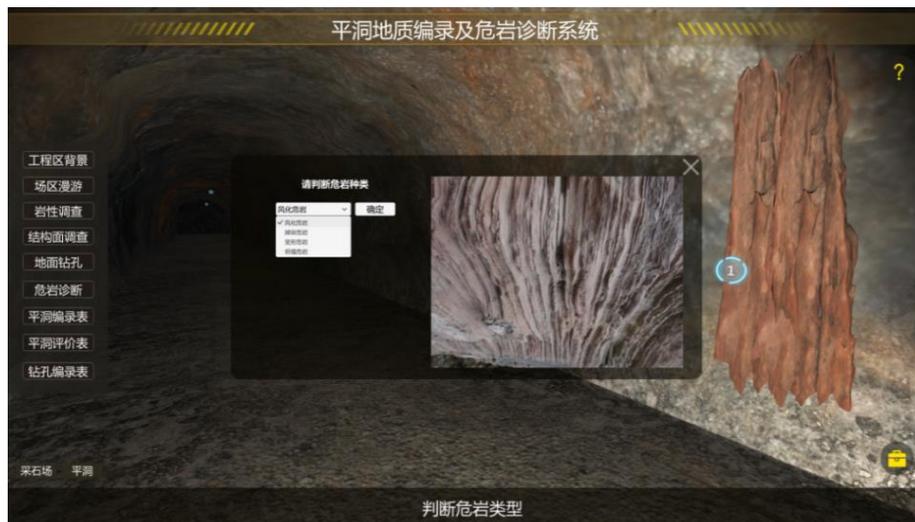


图 17 判断风化危岩类型界面

9) 危岩治理措施选择

危岩类型判断正确后，可点击清理塌方按钮可清除塌方体、或者布置随机锚杆、工字钢支撑等进行治理。塌方清理、工字钢支撑、喷射混凝土治理模拟如图 18~20 所示。对于类型判别错误的危岩体，给与重判提示。



图 18 清理塌方模拟界面



图 19 工字钢支撑模拟界面



图 20 混凝土喷护模拟界面

10) 三维地质建模与数值计算

本环节学时可机动设置，以反映不同层次参与者的基础差异。

资料收集完成后，参与者可按系统推荐的路线，登录三维地质建模、块体稳定分析两个网络平台（见下图 21~22），将收集的资料以属性数据建模的方式制作

地质模型，并借助块体理论进行块体体积估算、赤平投影岩体结构分析、节理网络模拟与随机块体分析、三维块体切割及块体系统渐进失稳分析等。也可按岩石力学中推荐的方法进行开挖松动圈估算等工作。

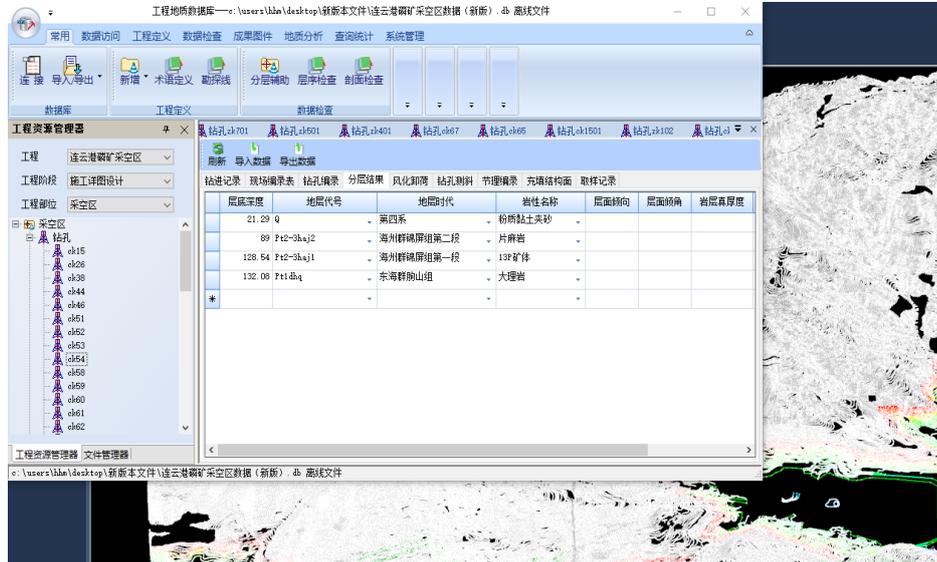


图 21 三维地质建模（属性建模）操作图

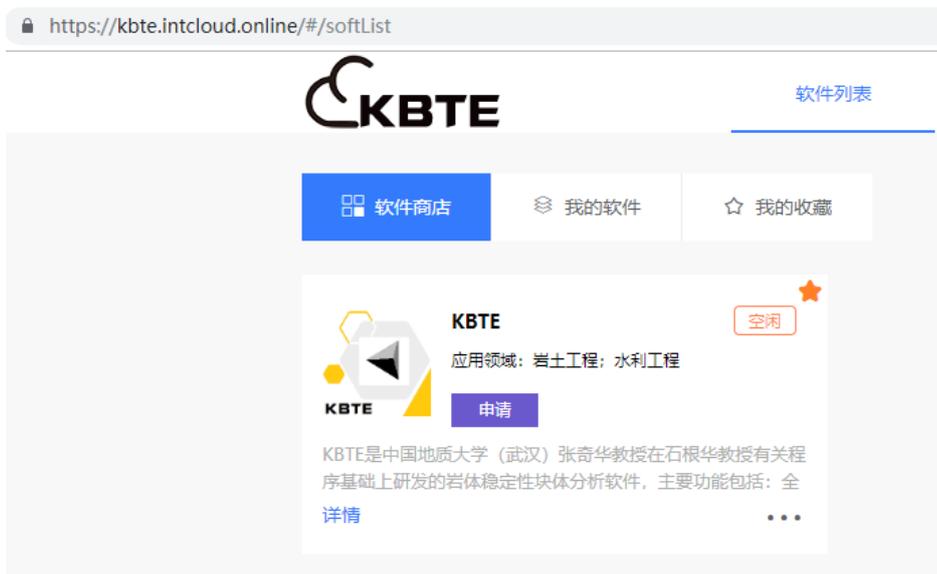


图 22 块体稳定计算分析云平台链接端口图

11) 成果整理及报告编写

上述实验工作完成后，进入报告内容整理和成果提交阶段。需要参与者进一步对实验的成果加以整理分析后，在图 16 界面中，填写实验过程分析及结论，并在完成后点击按钮提交。提交完成后，即可获得实操部分评价分数。

报告中，要求必须要对采集的同类样本的信息开展离散性计算分析，即需要

提供统计数值的变异系数。

变异系数定义为参数统计成果均方差与参数统计得到的平均值的比值。

3-7 实验结果与结论（说明在不同实验条件和操作下可能产生的实验结果与结论）

试验过程中，可获得多个与 7 个知识点相关的成果和结论，其中，必须要涉及的包括：

（1）围岩质量分级与分类

由于实验采用的是开放的形式，仅要求同学在较短的时间内完成 100m 洞段的岩性调查、结构面统计与调查、现场原位测试等，因此，每个参与者应提供 100m 洞段的围岩质量分级，将围岩分类数值表现在平洞展示图或相应的成果报告中。由于不局限其选择的洞段范围，因此，所获得的结论与其初始的洞段选择有关。在实验提供的平洞环境中，靠近洞口及洞尾段为岩体质量较差的洞段。

（2）危岩治理措施选择

试验过程中，由于对危岩体规模、破坏影响程度等认识的不同，在治理措施选择上会呈现不同的结果。这正是该实验重视调查过程同时保证治理措施开放的宗旨的体现。

（3）统计参数的变异系数

包括对隧道内围岩回弹值的统计、节理裂隙线密度数值的统计，得到的变异系数反映了参与者选择洞段条件的复杂、离散情况，可用于验证其围岩分类成果的适用性。

3-8 面向学生要求

（1）专业与年级要求

- 1) 地质工程专业本科四年级；
- 2) 可作为水电、土木专业二年级学生工程地质平台课讲授内容；

采用集中授课模式情况下，需按实验室（机房）管理要求参加相关的考试和考核。

（2）基本知识和能力要求

掌握构造地质学所涉及的结构面产状要素描述基础知识；

掌握岩石类型及年代鉴别的技术方法与流程；
熟悉岩体稳定性力学分析的基本要素和参数取值方法；
掌握工程勘察与地质测绘工作开展的基本能力；
了解平洞勘察目的与主要工作内容；
了解常用洞室围岩分类与加固设计方法；
熟悉工程制图软件（如 AutoCAD）和统计表格软件（如 Excel）的使用；
具备一定的三维地质建模基础或了解相关的数值计算与模拟软件。

3-9 实验应用及共享情况

(1) 本校上线时间：2020 年 4 月 2 日（上传系统日志）

(2) 已服务过的学生人数：本校约 150 人，外校无；（访客不计）

(3) 附所属课程教学计划或授课提纲并填写：

纳入教学计划的专业数：1 个；

具体专业：地质工程专业；

教学周期：第四学年上学期（《工程地质勘察》）、第四学年下学期（《生产实习》）；

学习人数：当届全体学生

(4) 是否面向社会提供服务：是 否

(5) 社会开放时间：暂无

(6) 已服务过的社会学习者人数：0 人

4.实验教学特色

(该虚拟仿真实验教学课程的实验设计、教学方法、评价体系等方面的特色,限800字以内)

(1) 实验方案设计

本实验的特色可概括为如下几点:

- 1) 平洞地质编录是水力发电、交通工程等的一项重要工作;
- 2) 本实验在设计前,团队有在水力发电重大工程中开展平洞编录的资料积累,从而为实验提供了实物基础;
- 3) 该实验所对应的实践环节训练,是本校地质工程专业本科学生在相关领域就业必备的技能之一。
- 4) 结合地质灾害评估开展实验设计,体现人与环境和谐发展的理念。
- 5) “寻宝”总体路径下,开放、探究性的分支,激励同学的探索欲。

(2) 教学方法创新

教学方法方面的创新主要包括如下几点:

- 1) 提供了自由度较大的实验环节,便于同学按个人知识储备,灵活地组织实验过程;
- 2) 配合慕课(《工程地质勘察》在线课程)建设搭建实验平台,将实验基础与课程教学融合;
- 3) 教学资源留有动态更新的接口和升级改善的条件,实验场景的建设具有一定的通行特征,具备了抽水蓄能电站“高库低地下厂房”的空间布置特点,平洞形式不局限于单个工程,从而为后续更新地质条件、加大训练难度提供了条件;
- 4) 遵从作业规范开展案例法教学,所建系统中各类表格的填写,采用了规范推荐的数据调查条目设置。

(3) 评价体系创新

评价体系方面,做到了对传统教学的延伸与拓展,将数字化成果所体现的出勤率、实训强度、成果质量综合作为评价依据。评价体系从保证步骤完整、实验成果完整出发,兼顾必要结论可信,鼓励小组团队合作但又在试验过程中引入随机数避免了成果的雷同。

5.实验教学在线支持与服务

- (1) 教学指导资源：教学指导书 教学视频 电子教材 课程教案
(申报系统上传) 课件 (演示文稿) 其他
- (2) 实验指导资源：实验指导书 操作视频 知识点课件库 习题库
(申报系统上传) 测试卷 考试系统 其他
- (3) 在线教学支持方式：热线电话 实验系统即时通讯工具 论坛
支持与微信群 其他
- (4) 5名提供在线教学服务的团队成员；2名提供在线技术支持的技术人员；
教学团队保证工作日期间提供2小时/日的在线服务

6.实验教学相关网络及安全要求描述

6-1 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)
不低于 10M
- (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)
最大 30 人, 若有超出则提供排队提示



6-2 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 7/8/10
- (2) 其他计算终端操作系统和版本要求
不支持
- (3) 支持移动端：是 否

6-3 用户非操作系统软件配置要求（兼容至少 2 种及以上主流浏览器）

(1) 非操作系统软件要求（支持 2 种及以上主流浏览器）

√谷歌浏览器 IE 浏览器

√360 浏览器 √火狐浏览器

其他

(2) 需要特定插件 是 否

如勾选“是”，请填写：

插件名称：（插件全称）

插件容量： M

下载链接：

(3) 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）

可完成表格数值按公式计算的软件，包括但不限于 WPS Office、MS Office 等；
系统及在线课程平台不提供软件下载服务；

6-4 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

CPU: 2.4GHz

内存: ≥4G

显存: ≥2G

存储容量: 10G 以上

(2) 其他计算终端硬件配置要求

可外放声音的音响设备或头戴式耳机

6-5 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 有

如勾选“有”，请填写其他计算终端特殊外置硬件要求：

6-6 网络安全（实验系统要求完成国家信息安全等级二级认证）

(1) 证书编号：

32011643007-21001

(2) 请附信息系统安全等级保护备案证明



7.实验教学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	<p style="text-align: center;">平洞地质编录与危岩诊断系统</p>
实验教学	<p>开发技术</p> <p><input type="checkbox"/>VR <input type="checkbox"/>AR <input type="checkbox"/>MR</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>3D 仿真</p> <p><input type="checkbox"/>二维动画</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>HTML5</p> <p><input type="checkbox"/>其他</p>

	<p>开发工具</p>	<p> <input checked="" type="checkbox"/> Unity3D <input checked="" 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 </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> Tesla P4 </u> 操作系统 <input checked="" type="checkbox"/> Windows Server <input type="checkbox"/> Linux <input type="checkbox"/> 其他 具体版本：Windows 10 数据库 <input type="checkbox"/> MySQL <input checked="" type="checkbox"/> SQL Server <input type="checkbox"/> Oracle <input type="checkbox"/> 其他 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） 是否支持云渲染： <input type="radio"/>是 <input checked="" type="radio"/>否 </p>
	<p>实验品质（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> 面 数：100 万面 贴图分辨率：1024*1024 帧 率：60 帧（1920*1080） </p>

8.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

日期	描述
第一年	课程资源建设
第二年	实验场景倍增
第三年	实验驱动模型建设
第四年	实验驱动模型建设+课程资源建设
第五年	实验驱动模型建设+课程资源建设

其他描述:

课程资源建设侧重实验用岩心仓库样本建设,增加不同类型的岩体的岩心实验样本,增强样本的三维感知特性;

实验场景建设,侧重增加平洞的数量,形成立体综合勘探,丰富建模数据基础;

实验驱动模型建设,侧重结合实验评价与考核,建设更为完善和细分的指标体系,与增加的知识点相匹配,提高实验的训练程度。

(2) 面向高校、社会的教学推广应用计划

日期	推广高校数	应用人数	推广行业数	应用人数
第一年	1	70	1	70
第二年	1	150	2	150
第三年	3	300	4	300
第四年	3	300	4	300
第五年	3	300	4	300

其他描述:

目前课程重点面向水利水电工程领域为传统的高校率先推进,并逐步考虑辐射到交通、地矿等领域。

暂无面向高校之外的领域进行推广的计划,但非注册人员可以采用游客的模式登录系统并参与各个环节的工作,但无法获得实验考核分数。

9.知识产权

软件著作权登记情况	
以下填写内容须与软件著作权登记一致	
软件名称	平洞地质编录虚拟仿真系统
是否与课程名称一致	<input type="radio"/> 是 <input checked="" type="radio"/> 否
每栏只填写一个著作权人，并勾选该著作权人类型。如勾选“其他”需填写具体内容；如存在多个著作权人，可自行增加著作人填写栏进行填报。	
著作权人	著作权人类型
河海大学	<input checked="" type="radio"/> 课程所属学校 <input type="radio"/> 企业 <input type="radio"/> 课程负责人 <input type="radio"/> 学校团队成员 <input type="radio"/> 企业人员 <input type="radio"/> 其他
权利范围	暂无
软件著作权登记号	暂无
如软件著作权正在申请过程中，尚未获得证书，请填写受理流水号。	
受理流水号	暂无

10.诚信承诺

本团队承诺：申报课程的实验教学设计具有一定的原创性，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课程的一切资源）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。

实验教学课程负责人（签字）：

孙少锐 陈松

2021年6月2日

11.附件材料清单

1.课程团队成员和课程内容政治审查意见（必须提供）

（申报课程高校党委负责对本校课程团队成员以及申报课程的内容进行政审，出具政审意见并加盖党委印章；团队成员涉及多校时，各校党委分别对本校人员出具意见；非高校成员由其所在单位党组织出具意见。团队成员政审意见内容包括政治表现、是否存在违法违纪记录、师德师风、学术不端、五年内是否出现过重大教学事故等问题；课程内容审查包括价值取向是否正确，对于我国政治制度以及党的理论、路线、方针、政策等理解和表述是否准确无误，对于国家主权、领土表述及标注是否准确，等等。）

2.课程内容学术性评价意见（必须提供）

[由学校学术性组织（校教指委或学术委员会等），或相关部门组织的相应学科专业领域专家（不少于3名）组成的学术审查小组，经一定程序评价后出具。须由学术性组织盖章或学术审查小组全部专家签字。无统一格式要求。]

3.校外评价意见（可选提供）

（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。）