

申报编号：2021-207251

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：寒区平原河流水电站虚拟仿真实验

专业类代码：0811

负责人：于奎

联系电话：13845071361

申报学校：黑龙江大学

填表日期：2021-07-10

推荐单位：黑龙江省教育厅

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	寒区平原河流水电站虚拟仿真实验	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)	水力机械、水电站建筑物、水利工程施工		
性质	<input type="radio"/> 独立实验课 <input checked="" type="radio"/> 课程实验		
实验对应专业	水利水电工程		
实验类型	<input type="radio"/> 基础练习型 <input checked="" type="radio"/> 综合设计型 <input type="radio"/> 研究探索型 <input type="radio"/> 其他		
虚拟仿真必要性	“高危或极端环境”“高成本、高消耗” <input type="radio"/> 不可逆操作 <input checked="" type="radio"/> 大型综合训练		
实验语言	<input checked="" type="radio"/> 中文 <input type="radio"/> 中文+外文字幕(语种) <input type="radio"/> 外文(语种)		
实验已开设期次	共 2 次： 1. 2019-03-18 ~ 2019-05-31、212 人 2. 2020-03-30 ~ 2020-05-31、198 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://hdhqdzfz.cloud.vseclass.cn/exp/5.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	于奎	1975-12-10	黑龙江大学	系主任	副教授	13845071361	1995075@hlju.edu.cn	总体规划、主讲
2	姜艳	1966-05-14	黑龙江大学	副院长	教授	13936520959	1987032@hlju.edu.cn	在线教学服务人员、教学

								组织 与程 容建 设
3	史长莹	1964-06-01	黑龙江大学	无	教授	13945108278	2010008 @hlju.edu.cn	在线 教学 服务 人员 、 学 容 内 容 设 计
4	严俊	1984-12-28	中国水利水电科学研究院	无	高级工程师	13263198348	yanjun @iwhr.com	在线 教学 服务 人员 、 拟 真 模 型 设 计
5	孙黎明	1987-06-16	中国水利水电科学研究院	无	高级工程师	13001011630	sunlm @iwhr.com	软 件 技 术 支 持 人 员 、 拟 真 软 件 开 发

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	陈秀维	1976-09-16	黑龙江大学	无	讲师	在线教学服务人员、实验教学
2	陈月鑫	1981-03-06	黑龙江大学	无	讲师	在线教学服务人员、学院软件维护
3	刘莹	1980-01-16	黑龙江大学	无	讲师	在线教学服务人员、实验教学
4	贾青	1971-07-30	黑龙江大学	无	副教授	在线教学服务人员、实验教学
5	王正君	1971-05-09	黑龙江大学	校重点实验室主任	教授	在线教学服务人员、

						实 验 教 学
6	徐 天 宇	1991- 04-29	黑龙江大学	无	讲师	在 线 教 学 服 务 人 员 、 实 验 教 学
7	孟 凡 香	1984- 10-22	黑龙江大学	无	副教授	在 线 教 学 服 务 人 员 、 实 验 教 学
8	伍 致 明	1996- 11-21	南京恒点信息技 术有限公司	无	工程师	技 术 支 持 人 员 、 仿 真 软 件 程 序 设 计 ， 运 行 技 术 支 持
9	项 洁	1996- 10-10	南京恒点信息技 术有限公司	无	工程师	技 术 支 持 人 员 、 仿 真 软 件 场 景 场 景

						设计，运行技术支持
10	朱军	1977-09-16	南京恒点信息技术有限公司	无	工程师	技术支持人员、仿真软件3D模型设计，运行技术支持

团队总人数：15 人 其中高校人员数量：10 人 企业人员数量：5 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）

一、实验教学情况：

本软件自 2019 年运行以来，按教学计划开课，并且对外开放，服务于地方水利。

水电站建筑物、水力机械、水电站厂房结构、水利概论、实习、课程设计等课程中开展了虚拟仿真实验。

二、负责人教学研究

1. 2019，专业认证背景下水工学生学习评价体系的构建与实践，省级，主持；
2. 2018，基于 OBE 理念的水利水电工程专业课程建设与实践，校重点，主持；
3. 2019，《水电站建筑物》课程思政，校重点，主持；
4. 2020，水利水电工程专业获得工程教育认证通过，负责人；
5. 2020，水利水电工程专业获批国家级一流本科专业建设点，负责人。

三、学术研究

1. 2020，尚志市“一河（湖）一策”方案编制，横向课题，99.85 万，负责人；

2. 2019，鄂伦春自治旗环境保护局环境服务项目，横向课题，100万，第二人；

3. 2019，中粮生化（巴彦）有限公司30万吨/年燃料乙醇项目水资源论证，横向课题，26万，第二人。

四、负责人获得教学奖励

1. 教学工作优秀奖7次，校级；

2. 教学工作示范奖3次，校级；

3. 2020，黑龙江大学“线上教学”专项奖一等奖。

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）

一、实验的必要性及实用性

由于水电站建设周期长，工程建成后不可逆，以及正常教学与工程施工之间的时效性等问题，都给学生深入学习水轮机结构、水电站发电与检修过程、厂房的组成与电站的施工等知识带来了难度，根据能实不虚，虚实结合的原则，我们开发了寒区平原河流水电站虚拟仿真实验软件，该实验软件能够满足高阶性、创新性与挑战度的要求。

该实验软件的开发突出了寒区工程特色，在依托工程的灯泡式水轮发电机组基础上，又增加了立轴混流式机组的水电站进行虚拟仿真。软件对工程和实验资源实现了三维全景的虚拟现实，是基于区域地形地貌、水轮机、发电机、水电站厂房和坝体等而开发的，能够模拟出一个可交互的、虚拟的水电站内部设备和厂房的三维空间虚拟工程场景，其中包括所有相应内部结构部件、施工及运行等实际过程的多比例、多视角切换的三维空间虚拟工程场景，将水电站枢纽布置、水电站厂房内部结构、蜗壳和尾水管结构、水轮机结构、水轮发电机组发电过程、机组检修过程等直观的呈现在学生面前，让学生在接近真实水电站运行环境的虚拟现场进行模拟实验，弥补了教学过程中因不具备实际工程场景与资源，很难让学生对比较抽象的水电站相关知识彻底了解的问题，大大调动了学生学习的积极性和主动性，收到事半功倍的学习效果，达到了教学大纲的要求，显著地提高了学生的创新和实践能力。

二、教学设计的合理性

运用了虚拟仿真实验这种教学方法，从课程体系到教学方法上都进行了富有成效的创新与改革，使学生更好的掌握寒区平原河流水电站的设计原理、方法以及运行管理知识。教学方式采用了研究式、问题探究式、任务驱动式、团队合作式、互动式、自助式等。利用了虚拟仿真实验这种新的手段，重新设计了虚拟仿真实验和实际现场实验的组织方式和实验方法，完成了虚实结合的有机统一。改革了实验课程教学方法，建立适合的课程评价体系、多元化的考核方式和及时考评激励。采用灵活的评价系统和丰富的测验、考评模式，极大地提高了学生学习的积极性，培养学生虚实结合的学习方法。

三、实验系统的先进性

寒区平原河流水电站虚拟仿真实验系统突出了地域特色，在传统本科水电站教授内容的基础上进行了知识的延伸与拓展。软件提供了开放性、拓展性、兼容性的教学管理平

台，实现网络共享，使服务的范围得到了拓宽，同时根据大家应用的反馈信息持续改进，以求本实验软件得到进一步的完善。

本实验软件设置的课程知识体系科学，资源配置全面合理，教学模式多样化，有效地提高了教学质量。实验软件技术先进、功能完善，具有结构展示、虚实结合与人机交互等功能，具备水电站枢纽相关过程的三维全景虚拟现实功能、以及专业知识动态链接讲解等功能；具有操作简单、界面友好、三维工程场景生动形象等特点；能够实现不同用户权限管理功能；满足版权保护的要求。

3-2 实验教学目标（实验后应该达到的知识、能力水平）

开设寒区平原河流水电站虚拟仿真实验，旨在贯彻落实《教育部关于全面提高高等教育质量的若干意见》精神和《教育信息化十年发展规划（2011-2020年）》，推动高等学校实验教学改革与创新，全面提高大学生的创新精神和实践能力。寒区平原河流水电站虚拟仿真实验依托虚拟现实、多媒体、人机交互、数据库和网络通讯等技术，通过构建高度仿真的虚拟实验环境和实验对象，实现真实实验不具备或难以完成的实验教学内容，完成教学大纲要求的教学内容，达到要求的教学效果。大学生通过在虚拟环境中开展实验，增加了动手机会，提升了学生的创新和实践能力。

1. 通过水电站枢纽认知实验，使学生了解水电枢纽建筑物的组成、作用及枢纽的布置特点。

2. 通过水轮发电机组认知实验，使学生掌握灯泡式水轮发电机组与混流式水轮发电机组的组成结构及各自的作用，为水轮机选型设计打下基础。

3. 通过水电站厂房认知实验，使学生掌握水电站厂房的组成结构，并能够正确按照施工顺序进行组装实验。

4. 泄洪闸、舌瓣门仿真实验：学生通过设定参数或者推动调节闸门开度的滑块来控制闸门的开度。向左控制舌瓣门，向右控制泄洪闸。舌瓣门工作时，设定水库结冰厚度，模拟流冰期水库排冰情况，使学生了解凌汛期间水电站的排冰模式。

5. 水轮机动态发电，通过模拟水电站管道充水、水轮机开阀门、打开导叶，水流进入水轮机，推动转轮做功，发电机发电、电流从厂房输出到主变压器，经过开关站配送到电网整个过程的模拟实验，使学生了解水电站的运行过程。

6. 水轮机选型设计模拟，通过输入水电站的出力、机组台数、水头、流量等运行参数，应用型谱与模型综合特性曲线对水电站的水轮机选型进行模拟设计。

7. 寒区冬季发电过程模拟：学生通过设定上下游水位、冰层厚度、发电流量、导叶开度、机组转速，模拟结冰期水电站发电过程，使学生掌握寒区冬季结冰期间水电站的发电

运行过程及特点。

3-3 实验课时

(1) 实验所属课程课时：60 学时

(2) 该实验所占课时：4 学时

3-4 实验原理

(1) 实验原理(限 1000 字以内)

随着计算机技术的发展,将虚拟现实技术运用到水电站教学中,开发了寒区平原河流水电站虚拟仿真实验软件,学生在虚拟仿真实验过程中,可深入了解水电站枢纽、水电站厂房的建筑物组成、水轮发电机组设备组成。

通过构建高度仿真的虚拟实验环境和实验对象,实现真实实验不具备或难以完成的教学功能,加强了学生的动手机会,提高了学生创新和实践能力。

实验软件共分为 3 大模块, 7 个子实验环节。

模块①, 水电站枢纽组成认知实验, 分为 3 个子实验环节

I. 水电站枢纽认知

本虚拟仿真软件依托位于松花江上的大顶子山航电枢纽工程,模拟了水电站枢纽的全景,包括坝顶公路、船闸、泄洪闸和河床式水电站四部分。对枢纽的布置特点、工程参数进行认知实验,每个项目完成点返回按钮回到上一级菜单。

II. 水轮发电机组认知

主要是针对水轮发电机的维修拆装和主要部件的认知进行实验操作和学习,包括对两种常见水轮发电机的认知,灯泡式水轮发电机组和混流式水轮发电机组。

灯泡式水轮发电机组的认知:点选包括尾水管、灯泡头、水轮机转轮、发电机定,学习掌握各部件的几何形状、位置、功能作用等。

混流式水轮发电机组的认知:点选包括水轮机的蜗壳、尾水管、导水机构、水轮机转轮、发电机转子、发电机定子,学习掌握各部件的几何形状、位置、功能作用等。

III. 水电站厂房认知

将水电站厂房施工安装分为 9 个组件:底板、尾水管、尾水闸墩、尾水平台、蜗壳外围混凝土、上下游边墙、厂房架构、吊车梁、部分楼板。**学生按照正确的施工顺序选择部**

件组装厂房，给出三次容错机会。

模块②，泄洪闸、舌瓣门仿真实验

包括洪水期间的泄洪过程模拟与流冰期间舌瓣门排冰模拟。

学生通过设定设定参数或者推动调节闸门开度的滑块来控制闸门的开度。向左控制舌瓣门，向右控制泄洪闸。通过设定冰厚，模拟流冰期水库排冰情况。

模块③，水轮机发电过程模拟实验，分为3个子实验环节

I. 水轮机动态发电

动态模拟水电站的发电过程。水电站从静态开始，模拟发电过程，展示水流在水轮机内部的流态。发电机发电、电流从厂房输出到主变压器，经过开关站配送到电网。

II. 水轮机选型

通过输入水电站的出力、机组台数、水头、流量等参数，应用型谱与模型综合特性曲线对水电站的水轮机选型设计进行模拟设计。

III. 寒区冬季发电过程模拟

通过设定上下游水位、冰层厚度、发电流量、导叶开度来、机组转速，模拟结冰期水电站发电过程。

知识点：共5个

1. 水电站枢纽布置
2. 水轮机结构组成
3. 水电站发电过程
4. 水电站厂房结构
5. 流冰期排冰过程模拟

(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）

①根据平原河流水电站真实场景的仿真，其中的贯流式水轮发电机组、混流式水轮发电机组、舌瓣门、厂房等都采用高质量、高精度3D模型还原，将平时难以接触到的水轮机维修等真实场景，体现了虚拟仿真实现的真实性、沉浸性、交互性和动态性。

②基于真实资料的数据仿真，实验中的模型全部来自于大顶子山航电枢纽、新丰江水电站两处电站的全部建设和运行资料，充分实现了真实水电站场景到虚拟仿真的课堂应用。

③基于真实操作的实验交互仿真，课程中设计的水轮机拆装，厂房施工过程，寒区动态发电等过程实验步骤，全部和实际工程应用的步骤一致，体现了实验的高真实性仿真特征。

3-5 实验教学过程与实验方法

一、实验教学过程

登录网址进入寒区平原河流水电站虚拟仿真实验系统网页。

1、账户注册与管理过程

(1) 学生账户，学生按照规定注册账号或者教师统一分配账号，完成后进入实验软件系统。在软件应用过程中能够完成虚拟软件的操作练习、要求的基本知识点学习、模块与知识点两种形式的虚拟仿真实验、实验过程考核、测验和考试。

(2) 教师账户，除了具备学生账户的所有功能外，还有学生账户管理、学生实验学习结果查看、考试模式设置等功能。

(3) 学院账户，除了具备教师账户的所有功能外，还有师资分配、课程管理、教学管理、实验管理等功能。

(4) 所有账户都能实现实验过程的智能操作指导及学生学习的智能评价，能生成并导出 Excel 成绩单。

2、教师课程设置

教师设置上课资源，包括教学大纲、实验教案、教学课件的导入与修订、根据需要导入、修改学习题目、考试题库，随机抽取考试题和考试管理。

3、实验过程

教师按照提前设定的实验内容，指导学生按照教学要求完成相应实验。实验过程可追溯，实验档案开放共享

4、考评过程

学生实验过程中，按照目标达成度赋分模型，给出学生的分步分数与总评分数。

二、实验方法

本项目综合采用了观察法、控制变量法、自主设计法、比较法等实验方法，培养学生探究式的思维方式和解决复杂问题的综合能力。

观察法：帮助学生理解、分析水电站枢纽的布置原则，各组成建筑物的相互位置关系，如何布置能更有效地发挥工程作用。锻炼学生处理复杂问题能力，体现了实验课程的高阶性。

控制变量法：学生根据工程得实际情况，通过控制工程参数，来完成工程运行条件的设定。

自主设计法：学生通过调控上下游水位、冰层的厚度、发电引水流量等，来模拟实际的运行方案。由于实验具有开放性的特点，自主设计法的运用有助于培养学生的创新性、

探索性的设计思维。

比较法：针对不同小组与团队的实验成果，进行对比分析，进一步学习参数变化对工程运行过程的影响，最终获得合理的运行方案。

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 15 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	对底板、尾水管、尾水闸墩、尾水平台、蜗壳外的混凝土、上下游边墙、厂房架构、吊车梁、部分楼板按照正确顺序组装，完成厂房结构组成的认知	15	组装正确，在规定时间内完成，得 16 分； 组装正确，超时量在 10%以内，得 10 分； 组装错误，得 0 分。	16	<p>▫操作成绩</p> <p>▫实验报告</p> <p>▫预习成绩</p> <p>▫教师评价报告</p>
2	正确合理地设置数据，通过模拟流冰期舌瓣门的运行，使学生获得寒区水电站流冰期防冰凌方面的知识和运行管理能力	15	正确设定水库结冰厚度，模拟流冰期水库排冰情况，得 16 分； 结冰厚度设计不合理，但能够模拟流冰现象，得 10 分； 不能模拟流冰现象，得 0 分。	16	<p>▫操作成绩</p> <p>▫实验报告</p> <p>▫预习成绩</p> <p>▫教师评价报告</p>
3	通过工程的实际资料来确定枢纽的合理参数，	10	水位设定合理得 12 分； 水位设定错误得 0 分。	12	<p>▫操作成绩</p> <p>▫实验报告</p> <p>▫预习成绩</p> <p>▫教师评价报告</p>

	使学生获得电站运行管理方面的能力锻炼				
4	根据上下游水位，闸门开度，正确计算下泄流量	15	根据设定的水位，计算出正确的下泄流量，得16分；水位设计不合理，但能够计算出相应的下泄流量，模拟泄洪过程，得10分；不能正确模拟泄洪现象，得0分。	16	<p>▫操作成绩</p> <p>▫实验报告</p> <p>“预习成绩</p> <p>”教师评价报告</p>
5	根据下泄流量合理确定开孔数，闸门的开度	10	根据计算出的下泄流量，确定合理的闸门打开孔数与闸门开度，得10分；闸门打开孔数不合理，但能够确定相应的闸门开度，模拟洪水下泄，得5分；不能正确模拟洪水下泄，得0分。	10	<p>▫操作成绩</p> <p>▫实验报告</p> <p>“预习成绩</p> <p>”教师评价报告</p>
6	通过本过程的实验，使学生能够正确掌握水电站从静态到带负荷的发电运行过程中水流的控制系统的操作顺序	25	阀门、导叶打开顺序正确，22分；顺序错误，0分。	22	<p>▫操作成绩</p> <p>▫实验报告</p> <p>“预习成绩</p> <p>”教师评价报告</p>
7	使学生获得	10	参数、结果正	12	▫操作成绩

	水利水能规划方面的知识和能力锻炼		确，12分； 错误0分。		<p>实验报告</p> <p>“预习成绩</p> <p>“教师评价报告</p>
8	获得利用水轮机型谱为水电站选择合适水轮机型式的能力	10	参数、结果正确，12分； 错误0分。	12	<p>操作成绩</p> <p>实验报告</p> <p>“预习成绩</p> <p>“教师评价报告</p>
9	应用水轮机的模型综合特性曲线正确选择参数，计算水轮机的标称直径，并根据转轮标称直径系列选择合适的直径	10	参数、结果正确，12分； 错误0分。	12	<p>操作成绩</p> <p>实验报告</p> <p>“预习成绩</p> <p>“教师评价报告</p>
10	根据水轮机的型式正确选择效率修正公式，计算出要求工况点的效率值	10	参数、结果正确，12分； 错误0分。	12	<p>操作成绩</p> <p>实验报告</p> <p>“预习成绩</p> <p>“教师评价报告</p>
11	正确确定计算公示中的参数，根据计算值查标准同步转速表，正确选择转速值	10	参数、结果正确，12分； 错误0分。	12	<p>操作成绩</p> <p>实验报告</p> <p>“预习成绩</p> <p>“教师评价报告</p>
12	正确确定参数，应用公式计算水轮机的额定流量	10	参数、结果正确，12分； 错误0分。	12	<p>操作成绩</p> <p>实验报告</p> <p>“预习成绩</p> <p>“教师评价报告</p>
13	能够合理地选择参数，根据电站的	10	参数、结果正确，12分； 错误0分。	12	<p>操作成绩</p> <p>实验报告</p>

	运行范围，正确计算水轮机的吸出高度，为确定水轮机的安装高程做准备				“预习成绩 “教师评价报告
14	根据工程运用实际情况，确定上下游水位，冰层的厚度，作为水电站冬季发电的控制参数	10	参数、结果正确，12分； 错误0分。	12	<p>Ⓟ操作成绩</p> <p>Ⓟ实验报告</p> <p>“预习成绩</p> <p>“教师评价报告</p>
15	根据上下游水位与发电功率，利用模型综合特性曲线，计算发电流量，确定导叶开度	10	参数、结果正确，12分； 错误0分。	12	<p>Ⓟ操作成绩</p> <p>Ⓟ实验报告</p> <p>“预习成绩</p> <p>“教师评价报告</p>

(2) 交互性步骤详细说明

①交互性步骤框图

②**交互性步骤说明**：本虚拟仿真实验的交互性步骤主要在水电站厂房施工过程虚拟仿真操作实验模块和水轮发电机组运行过程动态虚拟仿真实验模块。水电站厂房施工过程虚拟仿真操作实验中要确定厂房组成结构和内部设施；实现自动演示水电站厂房施工的虚拟过程；学生采用交互式按照施工顺序组建厂房；根据学生选择的施工顺序是否合理进行评判和打分，有三次出错机会并报警，学生可以自己点提示，第四次直接进行提示。水轮发电机组运行过程动态模拟实验要求在水轮发电机组三维模型基础上模拟用水能转换为电能的过程，包括水的流经部件和顺序、电流的动态产生和到变压器的输电过程、大小等模拟，对运行过程设置实验内容进行虚拟仿真，水轮机选型过程模拟实验中，学生通过设计参数，与软件中设定的参数对比分析，判定学生的选择与计算是否正确。

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

仿真模拟结果一般可分为三类结果：

1. 所有操作合理，参数选择合适，则结果正确合理，反馈成果报告与成绩。

2. 超时但用时在允许范围内或参数选择不合适但在工程允许范围内，会返回报告与成绩，运行过程中软件会提示或报警。

3. 若部分参数设置不合理，程序会报错和警告，软件停止运行，给出正确提示，本步骤计 0 分。

3-8 面向学生要求

(1) 专业与年级要求

专业：水利水电工程、农业水利工程。 年级：大学三年级。

(2) 基本知识和能力要求

对应的实验内容，学生应具备以下的专业知识：

水力发电的原理和水电站的类型；

水轮机及其选择；

水电站进水和引水建筑物；

水电站压力管道；

水电站厂房设计；

地面厂房结构布置设计。

3-9 实验应用及共享情况

(1) 本校上线时间：2019 年 3 月 18 日（上传系统日志）

(2) 已服务过的学生人数：本校 410 人，外校 120 人

(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：2，具体专业：水利水电工程、农业水利工程，

教学周期：2，学习人数：410

(4) 是否面向社会提供服务：●是 ○否

(5) 社会开放时间：2019 年 3 月 18 日

(6) 已服务过的社会学习者人数：200 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）实验设计合理

本课教学拟以任务驱动式为主，在设置关卡的基础上，引导学生循序渐进的对每一个板块进行练习，并且在评测合格之后才能开启下一模板的练习。学生初期自主设定变量时，拟设置一定的系统提示和讲解，帮助学生能够尽快掌握教学内容。水轮机运行过程，根据不同的输出电量，当前的水库水位，分析计算水轮机的流量，包括下游的水位、水轮机的效率。通过合理的实验设计让学生快速掌握所学课程的内容。

（2）教学方法创新

虚拟仿真教学可以部分或全部替代高危险、高消耗及高成本的实践环节，从而有效缓解现实实践教学资源不足的问题。利用了虚拟仿真实验这种新的手段，重新设计了虚拟仿真实验和实际现场实验的组织方式和实验方法，完成了虚实结合的有机统一。通过水电站仿真实验教学，让学生在高度仿真的场景中安全高效的开展教、学、练、考，不仅可以节省大量时间和费用，避免了操作实际设备可能带来的危险，还能有效提高学生的创新能力及实践能力。

（3）评价体系灵活

学院具有顶级管理权限，在院级管理功能方面，软件实现了所有使用用户的权限设定功能。教师可以控制实验开放、进行学习统计、学习记录检查、实验批改、多人同步答题和考试功能。实验成绩统计、实验教学效果评估等功能。教师可以根据需要导入、修改学习资料、考试题库，随机抽取考试题和考试管理功能。

（4）依据工程教育专业认证要求，在专业人才培养目标、毕业要求、课程矩阵的基础上，按照实验教学环节所要完成的学生应获得知识、能力的教学目标要求，提供实验教学大纲、实验环节教学设计指导手册、实验环节教学过程设计与实施、教与学实施过程的监控与留痕、学生学习效果过程性评价、实验教学目标达成度评估等教学管理与服务功能。

（5）软件便于学院进行教学监控与检查，便于教师的教學管理，学生的学习与实验操作过程留痕。支持学生按照水电站运行的流程进行学习和考核，按照闯关式交互操作设计，同时具备灵活性和专业性。

5. 实验教学在线支持与服务

（1）教学指导资源：p教学指导书p教学视频 p电子教材p课程教案

(申报系统上传) p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

支持与服务群”“其他

(4) 10 名提供在线教学服务的团队成员; 4 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)

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, 我们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)

300

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

仿真软件支持运行在 Windows 10 版本 64 位操作系统环境下系统安装 78 版本以上的 Chrome 浏览器

(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

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）

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：Google Chrome

下载地址：http://dl.hdmoool.com/tools/chrome_x64.exe

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

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

满足能上网功能即可。

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：

11010243893-21001

(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>本系统是基于 B/S 架构设计的虚拟仿真实验教学平台。系统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</p>

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。

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。

实验 教学	开发技术	VR AR MR 3D 仿真 二维动画 HTML5 其他
----------	------	---------------------------------

开发工具	pUnity3Dp3D Studio Max pMaya "ZBrush"SketchUp "AdobeFlash "UnrealDevelopment Kit "Animate CC "Blender"Visual Studio "其他
运行环境	服务器 CPU 16 核、内存 32 GB、磁盘 1000 GB、 显存 16 GB、GPU 型号 NVIDIA GRID K1 操作系统 "Windows Server pLinux "其他 具体版本: Centos7.8 数据库 pMysql"SQL Server "Oracle "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
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)	单场景模型面数: 40 万个; 贴图分辨率: 512px * 512px; 每帧渲染次数: 30calls; 动作反馈时间: 11ms; 显示刷新率: 60FPS; 分辨率: 104ppi * 104ppi 其他:

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	完善解决实验软件运行中的问题
第二年	持续进行教学资源的建设, 软件布置在校内服务器;
第三年	持续进行实验教师队伍建设, 保证软件的教学以及服务于社会的能力
第四年	保持实验课程的开设与软件的稳定运行
第五年	保持实验课程的开设与软件的稳定运行

其他描述：

虚拟仿真实验资源建设保证每日课同时访问人数为 160 人，每年免费累计开放一个月。

(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	300	1	200
第二年	2	600	1	200
第三年	3	900	1	200
第四年	3	900	1	200
第五年	3	900	1	200

其他描述：

前三年每年增加推广一个高校，往后保持至少服务于 3 个高校，能够保证各高校正常开设本实验课。在水利行业中积极进行推广应用，每年在不同企业承担培训任务。

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	寒区平原河流水电站虚拟仿真实验教学系统 V1.0
是否与课程名称一致	<input checked="" type="radio"/> 是 <input 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，可自行增加著作权人填写栏进行填报。	
著作权人	著作权人类型

中国水利水电科学研究院	<input type="radio"/> 课程所属学校 <input checked="" 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
黑龙江大学	<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	100%
软件著作权登记号	2021SR0854819
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	

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）：

年 月 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。）

[取消确认](#)