

2019 年度国家虚拟仿真实验教学项目申报表

学 校 名 称	河 南 大 学
实 验 教 学 项 目 名 称	工程结构低周往复荷载虚拟仿真实验
所 属 课 程 名 称	结构试验
所 属 专 业 代 码	081001
实 验 教 学 项 目 负 责 人 姓 名	岳 建 伟
有 效 链 接 网 址	http://tujian.henu.edu.cn/tjxfz.htm

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	岳建伟	性别	男	出生年月	1971-12-2
学历	研究生	学位	博士	电 话	037123881662
专业技术职务	教授	行政职务	院长	手 机	13683780168
院 系	河南大学土木建筑学院			电子邮箱	yjwchn@126.com
地 址	河南省开封市金明区			邮 编	475004
<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>一、教改项目</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 土木工程全英授课专业建设，河南大学课题，主持，2014-2018年。 2. 《建筑结构抗震设计》MOOC建设，河南大学课题，主持，2014-2015年，2018年12月获批为国家级精品在线开放课程。 3. 木工程“AT-CDIO”人才培养模式的研究与实践，河南大学课题，主持，2010-2013年。 4. 土木工程专业实践教学体系改革与实践，河南大学民生学院教研课题，主持，2013-2015年。 5. 土木建筑虚拟仿真实验中心建设，河南省教育厅，2013-2017。 <p>二、教学研究论文：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 基于MOOC的土木工程毕业设计教学方法和创新能力的探讨，武汉理工大学学报（社会科学版），2016.10 2. 土木工程专业“T-WOD”生产实习模式探索，安阳工学院学报，2015.11 3. 虚拟现实技术提高建筑施工的教学研究，科技资讯，2007.10 4. 虚拟现实技术提高建筑施工的教学，高等教育研究，2010.06 5. 土木工程专业实习模式建立与探索，高等教育研究，2016.08 6. 《建筑结构检测 鉴定与加固》，中国电力出版社，副主编，2011.6 7. 《土木工程事故分析与处理》，中国建筑工业出版社，主编，2016.7 8. 《土木工程材料》，中国建筑工业出版社，参编，2012.10。 <p>三、获得的教学表彰/奖励：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 《基于Excel建筑工程学习设计》获河南省自然科学一等奖，河南省科学技术 					

2011, 第一;

2. 土木工程专业“T-WOD”生产实习模式, 教育厅高校实践育人工作优秀案例, 2014, 第一;

3. 开封市优秀教师 2012 年;

4. 河南大学优秀毕业设计指导教师, 河南省建筑学会, 2016 年;

5. 河南大学教学质量一等奖, 2015 年。

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

一、科研项目

1. 河南省科技发展计划项目, 162300410012, 黄泛区组合桩承载机理和沉降特性研究, 2015/12/31-2017/12/31, 5 万元, 在研, 主持

2. 国家自然科学基金青年项目, 51508163, 竖向和水平向荷载共同作用下斜坡上桩基的承载特性和变形机理研究, 2016/01-2018/12, 20 万元, 在研

3. 河南省基础前沿研究项目, 132300410234, 黄泛区粉土地基中水平承载桩的 p-y 曲线法研究, 2013/02-2015/02, 已结题

4. 河南省重点科技攻关项目: 黄泛区软土地基处理技术研究, 2008-2011, 岳建伟, 已结题, 主持, 经费 8 万元

5. 建设部科技攻关项目: 砼芯水泥土砂浆桩的试验研究及理论分析, 2011-2013, 已结题, 主持

二、学术研究论文

1. 徐安全, 岳建伟, 宋达, 杨光辉. 黄泛区非饱和粉土压缩模量和有效应力参数的探讨, 应用力学学报, 2017, 34 (4) : 672-678

2. Jianwei Yue, Wangzheng Feng. Discussion of calculation method on ultimate bearing capacity of composite piles, Indian Concrete Journal, 2016, 34 (4) : 672-678

3. Jianwei Yue, Wangzheng Feng. Anchorage Performance and Interfacial Mechanics Transfer Characteristics of a Composite Anchor Bolt with Different Surface Shape, Open Journal of Civil Engineering, 2016.

4. 徐安全; 岳建伟; 岳婷婷. 考虑土体损伤的挤土效应计算探讨, 固体力学学报, 2016, 37 (4) : 379-386

5. 陈旭; 岳建伟; 陈艳敏; 徐安全. 组合桩极限承载力计算方法的探讨, 基础工

程,2016,179(2):6-12

三、学术奖励

1. 开封市第十三届自然科学优秀学术成果二等奖,组合桩极限承载力的计算方法探讨,开封市人民政府,第一,2017.9
2. 开封市第十二届自然科学优秀学术成果二等奖,再生混凝土劲性搅拌桩试验与应用技术研究,开封市人民政府,第一,2016.9

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	岳建伟	土木建筑学院	教授	院长	软件开发	
2	张大伟	土木建筑学院	副教授	副院长	软件开发	
3	范孟华	土木建筑学院	副教授		实验教学	
4	王浩	土木建筑学院	副教授		实验教学	
5	贺子奇	土木建筑学院	副教授		实验教学	

1-2-2 团队其它成员

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	鲍鹏	土木建筑学院	教授	主任	实验教学	
2	李社教	土木建筑学院	教授	书记	科研转化	
3	张建伟	土木建筑学院	教授	副院长	软件开发	在线教学服务
4	杜文凤	土木建筑学院	教授		实验教学	
5	贺东青	土木建筑学院	教授		实验教学	
6	蔡基伟	土木建筑学院	教授		实验教学	
7	孔德志	土木建筑学院	教授		实验教学	
8	马少春	土木建筑学院	副教授		实验教学	
9	董正方	土木建筑学院	副教授		实验教学	在线教学服务
10	温森	土木建筑学院	副教授		科研转化	
11	边汉亮	土木建筑学院	副教授		实验教学	
12	赫中营	土木建筑学院	副教授		实验教学	
13	宋晓	土木建筑学院	副教授		科研转化	
14	盛桂林	土木建筑学院	副教授		实验教学	在线教学服务
15	谢丁龙	土木建筑学院	高级实验室		设备维护	

16	孔庆梅	土木建筑学院	副教授		实验教学	在线教学服务
17	范素娟	信息中心	工程师		网络维护	技术支持
18	孔令富	济南科名	工程师		平台开发	技术支持
19	宋玉	济南科名	工程师		平台开发	技术支持
项目团队总人数：24（人） 高校人员数量：22（人） 企业人员数量：2（人）						

注：1.教学服务团队成员所在单位需如实填写，可与负责人不在同一单位。

2.教学服务团队须有在线教学服务人员和技术支持人员，请在备注中说明。

2. 实验教学项目描述

<p>2-1 名称</p> <p>工程结构低周往复荷载虚拟仿真实验教学项目</p>
<p>2-2 实验目的</p> <p>低周往复荷载虚拟仿真实验系统服务土木工程专业，用于替代真实实验成本高、准备时间长、劳动强度大、风险大的项目。通过本实验使学生了解钢框架、梁柱节点、砌体结构、剪力墙、框架结构在地震低周往复荷载作用下受力变形情况，深入认识大型土木工程构件开裂破坏规律，同时使学生了解电液伺服液压加载系统组成、荷载施加操作、实验数据处理等相关专业知</p>
<p>2-3 实验课时</p> <p>(1) 实验所属课程所占课时：36</p> <p>(2) 该实验项目所占课时：4</p>
<p>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）</p> <p>低周往复荷载试验是指对结构或结构构件施加多次往复循环作用的静力试验，使结构或结构构件在正反两个方向重复加载和卸载的过程，用以模拟地震时结构在往复振动中的受力特点和变形特点。这种方法是用静力方法求得结构振动时的效果，因此称为拟静力试验，或伪静力试验。</p> <p>低周往复荷载试验是目前研究结构或结构构件受力及变形性能时应用最广泛的方法之一。它采用一定的荷载控制或位移控制对试件进行低周往复循环加载直至破坏，由此获得结构或结构构件非弹性的荷载—变形特性，因此又称为恢复力特性试验。该方法的加载速率很低，因此由于加载速率而引起的应力、应变的变化速率对于试验结果的影响很小，可以忽略不计。同时该方法为循环加载，也称为周期性加载。</p> <p>进行结构拟静力试验的主要目的，首先是建立结构在地震作用下的恢复力特性，确定结构构件恢复力的计算模型，通过试验所得的滞回曲线和曲线所包</p>

围的面积求得结构的等效阻尼比，衡量结构的耗能能力，同时还可得到骨架曲线，结构的初始刚度及刚度退化等参数。由此可以进一步从强度、变形和能量等三个方面判断和鉴定结构的抗震性能。最后可以通过试验研究结构构件的破坏机制，为改进现行结构抗震设计方法及改进结构设计的构造措施提供依据。

知识点：共 5 个

(1) 半刚接钢框架结构在地震等低周往复荷载作用下弹性变形，对荷载反应敏感，具有抵抗大变形的特征；

(2) 通过梁柱节点低周往复荷载试验可衡量结构的耗能、骨架曲线及刚度退化等参数；

(3) 框架结构侧向刚度小，水平位移较大，易造成严重的非结构性破坏；

(4) 砌体结构耐压不耐拉，整体性较差，易遭受地震破坏，抗震性能很差；

(5) 剪力墙在平面内的抗侧移刚度很大，平面外刚度很小，主要作用是承担竖向荷载、抵抗水平荷载。

2-5 实验仪器设备（装置或软件等）

三通道环幕立体投影系统、配套图形设备系统、计算工作站以及立体头盔等高性能计算和虚拟仿真设备，如图 1~图 4。拥有开发和服务功能的虚拟仿真软件，如：Unity3D、Virtools、VRP、3DMax、ANSYS、ABAQUS、FLASH、Revit 等仿真模拟软件。

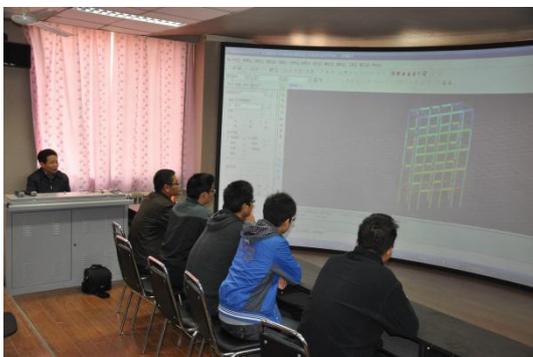


图 1 “实验”三通道环幕投影系统



图 2 “实验”交换机



图 3 三通道环幕投影仪



图 4 “实验”视频教学拍摄系统

2-6 实验材料（或预设参数等）

实验材料及参数：结构类型、系统标定值、反馈值、FPID 参数值，荷载值、位移值、电阻应变值等。

本实验所选用的大型构件及大比例模拟实验加载框架与多通道协调加载试验系统共分六部分：

1、4 通道全数字控制系统一套；

2、电液伺服作动器：1000kN 一台；最大行程：±300mm，安装调整架在水平方向的调整范围为±280mm，垂直方向的调整范围为±185mm，主要配置：

作动筒：1 件/台

万向球铰：2 套/台

消除装置：1 套/台

高压组合密封：1 套/台

1000kN 载荷传感器：1 件/台

磁致伸缩位移传感器(精度 0.05%FS)：1 件/台

电液伺服阀：1 件/台

3、600L/min 油源一套

4、4 通道分油器一台及管路系统一套

5、2000kN 静态垂压千斤顶二台

6、大型构件及大比例模拟实验加载架一套：横梁高度有级可调，可调范围为 5200mm，步距为 100mm；最大净空高度为 6152mm

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）

教学方法：利用多媒体课件、电脑上机操作虚拟仿真教学资源、试验现场讲解等手段，针对学生感受新知、理解新知、形成技能的不同阶段，采用讲授式、实例贯穿式、任务驱动式、现场教学法等多种方法的有机结合，并注重实效。下面以剪力墙低周往复荷载虚拟仿真实验为例进行说明。

使用目的：在工程结构低周往复荷载虚拟仿真实验教学平台上，使得学生有身临其境的感觉，真实性强，虚拟教学可以实现现场实习的教学目的。通过将实验内容和表现形式生动立体化，与学生形成良好的互动模式，以此达到传授学生知识、提高学生能力、拓展学生视野的实验目的。在本实验项目中，需要学生掌握构件与仪表的选择及布置、学会仔细观察构件的破坏形态及裂缝发展过程，了解剪力墙的受力破坏特点，以及抗震性能，结合实验与工程实际，讨论如何合理设计剪力墙。

实施过程：在剪力墙低周往复荷载虚拟仿真实验教学中，首先采用多媒体

课件讲授剪力墙在房屋结构中的重要作用，以及其在地震过程中荷载传递规律；然后以剪力墙在地震荷载中的真实破坏实例为例讲解剪力墙结构房屋的震害规律；再次，将剪力墙虚拟仿真实验操作流程教给学生，让其在虚拟仿真系统中模拟完成剪力墙破坏情况；最后到达河南大学结构实验室教学大厅，对比真实剪力墙低周往复荷载试验（图 5、图 6），总结虚拟仿真与真实试验结果差距，对剪力墙低周往复荷载虚拟仿真实验教学项目提出修改意见，同时要求学生完成学习自测。

实施效果：

（1）仿真度高。创造与实际环境相似度非常高的环境，有利于学生快速学习。依托虚拟仿真、人机交互技术建立起来的虚拟体验系统，可以逼真的模拟土木工程实验操作的流程。高度逼真的体验环境，使得学生能够获得生动直观的感性认识，增进对抽象的原理的理解。

（2）节省时间和成本。比起传统的实物实景教学以及单纯的实物现场实习或体验，虚拟仿真系统能够大大缩短建立实物和获取环境的时间，而且一套虚拟仿真系统可以多人同时、多次使用，实现在更短的时间和更小的成本内培养更高素质人才的目标。

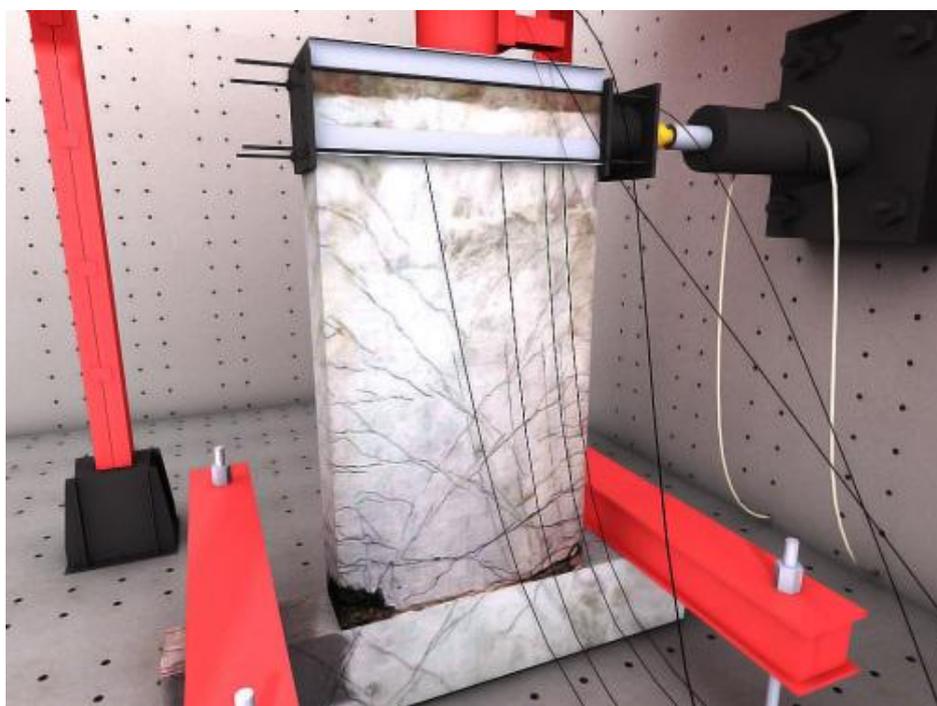


图 5 虚拟仿真实验中剪力墙破坏情况



图6 河南大学结构实验室真实剪力墙试样破坏情况

(3) 增加安全可靠性。虚拟仿真系统使得体验过程不再带来人身伤害和环境危害，也不会浪费任何财力、物力，体验者可以通过虚拟仿真熟练掌握知识原理和操作流程，这种过程还可以无限制的进行重复，强化知识学习过程。

(4) 手段新颖，直观性强，学生学习兴趣高。采用 3D 仿真技术，模拟真实操作环境，实现人机交互操作等，都能在虚拟的三维现实环境下，实现协同模拟操作。该系统采用虚拟现实、3D 动画、人机交互等先进技术，手段新颖，直观性强，能达到良好的教学效果。

我们统计分析了采用虚拟仿真教学的 2014 级与采用手段前的 2013 级学生在剪力墙实验中成绩情况，如图 7 所示，教学效果明显提升。

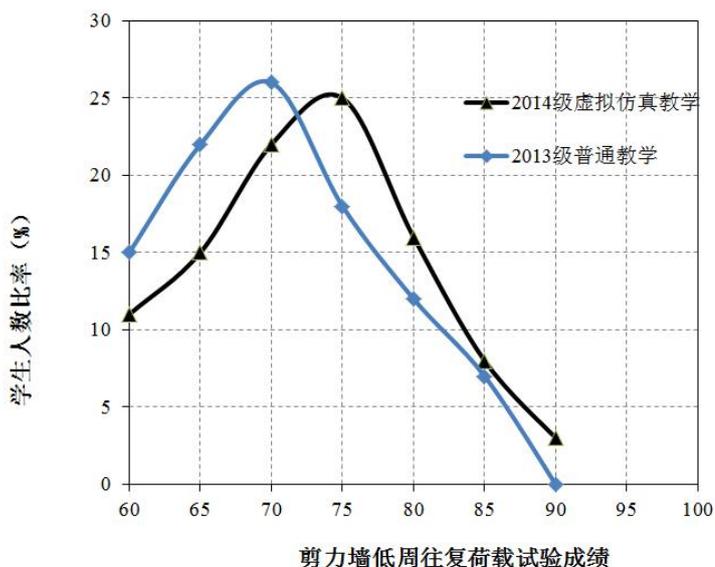


图7 不同教学方法学生实验成绩统计图

2-8 实验方法与步骤要求（学生交互性操作步骤应不少于10步）

(1) 实验方法描述：

学生实验可以观看三维动画的形式展示实验的全过程及注意事项。学生操作虚拟仿真实验过程是置身于虚拟实验室中，可以自由行走，任意观察，并动手操作实验设备，完成实验项目。通过虚拟仿真实验，使学生掌握实验流程及操作要点，然后在真实验中可以更加高效地完成实验。

(2) 学生交互性操作步骤说明：

进入低周往复荷载实验中剪力墙低周往复荷载实验点击“开始实验”详细操作步骤如下：

第一步：开始试验，打开配电柜的门（单击配电柜的门即可）；

第二步：打开电源，点击钥匙开关；

第三步：点击“系统诊断”，在要发送的字符串文本框中输入任何字符，接收到的字符如果相同，则系统通讯正常；

第四步：点击“试验配置”，然后依次点击“新建→通道数→主动加载→静力谱→右键（增加一块，实际增加一个荷载步，改数的时候，双击变黑，改完回车）→安全控制参数（双击该控制方式）→浏览（设置存文件名称）→No”，编制加载制度，可以采用位移加载也可以采用荷载控制的加载；

第五步：点击“试验准备”，然后依次点击“试件安装→系统标定→反馈值数码表→FPID参数调节→荷载控制（或位移控制）”安装试件时要跟安装试件的控制命令对照看，调节指令与反馈值，初步调到相同；

第六步：点击“数据保存”：然后依次点击“存储系统→存储参数→选定

存储通道，数据点间隔→应用→保存”，保存实验数据；

第七步：开启油源，按照顺序开启，按下电源 1 的启动按钮；

第八步：按下油源 1 的高压或卸荷按钮；

第九步：按下总高压或卸荷按钮；

第十步：压力调节，扭压力调节旋钮，到油压显示 10 兆帕；

第十一步：按下冷却的开启按钮；

第十二步：数据采集；

第十三步：实验结果转化依次点击“开始→所有程序→Testboard→需要转换的二进制文件，浏览→转换后文件存储路径，浏览→转换数据”，将实验结果的 2 进制文件，转换为文本文件，实验结束；

第十四步：实验进行最后的关机程序，顺序关闭油源，将油压旋钮逆时针旋转到不能转了，即将油压调到最低；

第十五步：关闭总“高压或卸荷”；

第十六步：关闭油源 1 高压或卸荷；

第十七步：按下油源 1 停止按钮；

第十八步：按下冷却停止按钮；

第十九步 关闭电源（点击钥匙开关），实验结束。

试验结果分析

实验中学生对门式框架施加虚拟破坏荷载（图 8），观察实验过程中剪力墙的变形破坏情况（图 5、图 6），第一批裂缝产生自剪力墙根部的水平裂缝，随着荷载的增大，产生剪切斜裂缝，由于荷载往复，根部裂缝基本呈“X”型剪切裂缝。同时根据虚拟传感器记录的数据，绘制应力位移滞回曲线（图 9），滞回曲线开始呈梭形，随着荷载增大，钢筋滑移，滞回曲线呈反“S”型，在轴压比不大的情况下，滞回曲线较饱满，轴压比越大，滞回曲线越不饱满，收缩越严重。

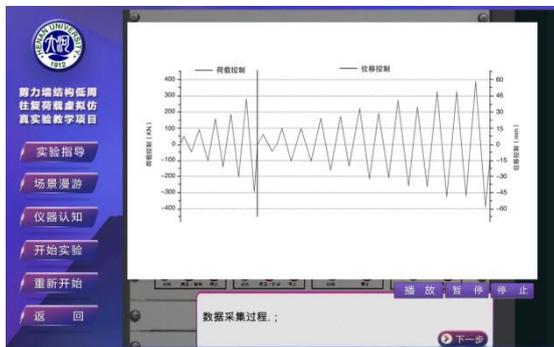


图 8 虚拟荷载施加

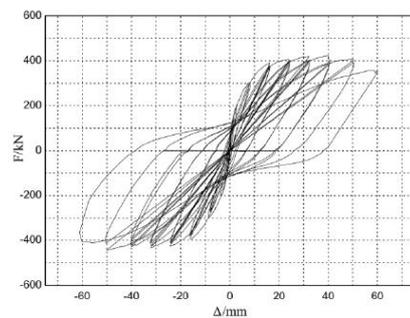


图 9 滞回曲线

重做试验

如果学生没有完全掌握试验内容或对部分内容认识不够清楚，可点击“重做实验”按钮，重新开始试验。

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 其它_____
- (3) 其它描述：学生可以将虚拟仿真实验过程中遇到的问题，通过答疑区提问，老师在看到问题后第一时间回复。

2-10 考核要求

- (1) 经过上述几个模块的学习，对学生进行考核，测试其对剪力墙结构低周往复荷载试验知识的掌握程度。
- (2) 具体方式为：在网站的学习自测模块，学生按照要求答题后，能够在线显示做题错误情况。

2-11 面向学生要求

专业与年级要求

土木工程专业，大学三年级以上学生均可进行虚拟仿真实验学习。

基本知识和能力要求等

本仿真实验教学系统主要是针对《结构试验》课程第五章结构动力试验教学内容开发的虚拟仿真实验，学生开展虚拟仿真实验前需要对《混凝土结构设计原理》、《工程抗震设计》、《钢结构》、《砌体结构》、《高层建筑结构》等课程的相关专业知识有一定了解。

2-12 实验项目应用及共享情况

- (1) 本校上线时间：2015.8
- (2) 已服务过的本校学生人数：1500 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：2015.8 已服务人数：16000 人

3. 实验教学项目相关网络及安全要求描述

<p>3-1 有效链接网址</p> <p>http://tujian.henu.edu.cn/tjxnfhz.htm</p>
<p>3-2 网络条件要求</p> <p>(1) 说明客户端到服务器的带宽要求 (需提供测试带宽服务)</p> <ol style="list-style-type: none">1) 基于公有云服务器部署的系统, 5M-10M 带宽2) 基于局域网服务器部署的系统, 10M-50M 带宽 <p>(2) 说明能够提供的并发响应数量 (需提供在线排队提示服务)</p> <p>支持 100 个学生同时在线并发访问和请求, 如果单个实验被占用, 则提示后面进行在线等待, 等待前面一个预约实验结束后, 进入下一个预约队列。</p>
<p>3-3 用户操作系统要求 (如 Windows、Unix、IOS、Android 等)</p> <p>(1) 计算机操作系统和版本要求: Windows 7 及以上。</p> <p>(2) 其他计算终端操作系统和版本要求: 无</p> <p>(3) 支持移动端: <input type="checkbox"/>是 <input checked="" type="checkbox"/>否</p>
<p>3-4 用户非操作系统软件配置要求 (如浏览器、特定软件等)</p> <p>(1) 需要特定插件 <input type="checkbox"/>是 <input checked="" type="checkbox"/>否</p> <p>插件名称 <u>UnityWebPlayer.exe</u> 插件容量 <u>5.95MB</u></p> <p>下载链接 http://civilsimu.henu.edu.cn/upload/UnityWebPlayer.exe</p> <p>(2) 其它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)</p> <p>建议用火狐浏览器、IE11 浏览器、360 浏览器 (兼容模式) 等, 最佳分辨率 1280*800。</p>
<p>3-5 用户硬件配置要求 (如主频、内存、显存、存储容量等)</p> <p>(1) 计算机硬件配置要求</p> <p>操作系统: Win7/8/10 简体中文版</p> <p>CPU 主频: 2.0GHz 以上</p> <p>显存容量: 2GB, 独立显卡</p> <p>内存容量: 8GB 以上</p> <p>硬盘容量: 1TB</p> <p>显示器分辨率: 1920×1080</p> <p>输入设备: 鼠标、键盘</p> <p>(2) 其它计算终端硬件配置要求: 无</p>
<p>3-6 用户特殊外置硬件要求 (如可穿戴设备等): 无</p>
<p>3-7 网络安全</p> <p>(1) 项目系统是否完成国家信息安全等级保护 <input type="checkbox"/>是 <input checked="" type="checkbox"/>否</p> <p>(勾选“是”, 请填写) 一级</p>

4. 实验教学项目技术架构及主要研发技术

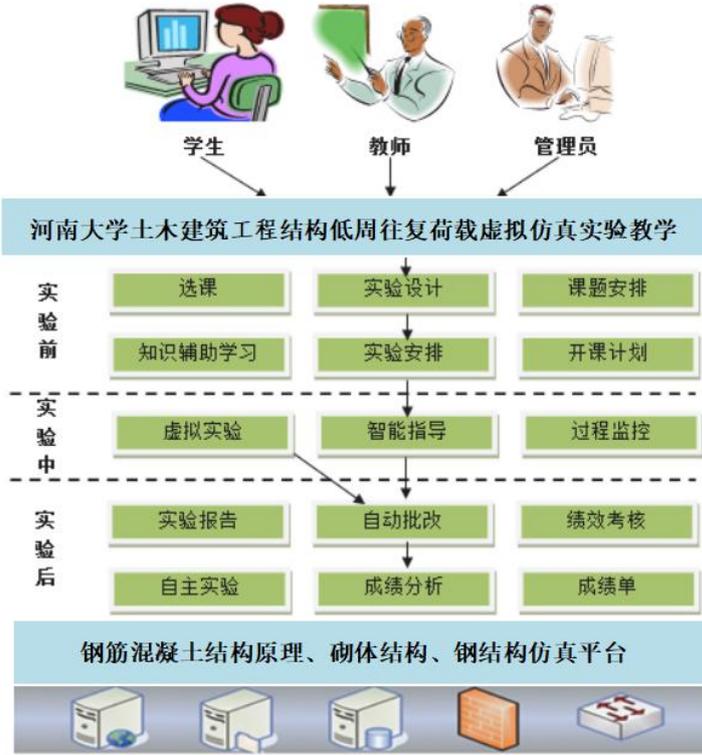
指标	内容
<p>系统架构图及简要说明</p>	<p>工程结构低周往复荷载虚拟仿真项目的开放运行依托于河南大学土木建筑虚拟仿真实验教学管理平台（网址 http://civilsimu.henu.edu.cn）的支撑，二者通过数据接口无缝对接，保证用户能够随时随地的通过浏览器访问该项目，并通过平台提供的面向用户的智能指导、自动批改服务功能，尽可能帮助用户实现自主实验，加强实验项目的开放服务能力，提升开放服务效果。</p> <p>本开放式虚拟仿真实验教学管理平台以计算机仿真技术、多媒体技术和网络技术为依托，采用面向服务的软件架构开发，集实物仿真、创新设计、智能指导、自动批改和教学管理于一体，是具有良好的自主性、交互性和可扩展性的虚拟实验教学平台。</p> <p>总体架构图如下：</p>  <p>河南大学土木建筑工程结构低周往复荷载虚拟仿真实验教学</p> <p>实验前：选课、实验设计、课题安排、知识辅助学习、实验安排、开课计划</p> <p>实验中：虚拟实验、智能指导、过程监控</p> <p>实验后：实验报告、自动批改、绩效考核、自主实验、成绩分析、成绩单</p> <p>钢筋混凝土结构原理、砌体结构、钢结构仿真平台</p>

图 10 系统总体架构图

实验教 学项目	开发技术	<input type="checkbox"/> VR <input type="checkbox"/> AR <input type="checkbox"/> MR <input type="checkbox"/> 3D 仿真 <input type="checkbox"/> 二维动画 <input type="checkbox"/> HTML5 其它_____
	开发工具	<input type="checkbox"/> Unity3D <input type="checkbox"/> 3D Studio Max <input type="checkbox"/> Maya <input type="checkbox"/> ZBrush <input type="checkbox"/> SketchUp <input type="checkbox"/> Adobe Flash <input type="checkbox"/> Unreal Development Kit <input type="checkbox"/> Animate CC <input type="checkbox"/> Blender <input type="checkbox"/> Visual Studio <input type="checkbox"/> 其它_____
	运行环境	服务器 CPU <u> 8 </u> 核、内存 <u> 8 </u> GB、磁盘 <u> 2T </u> GB、 显存 <u> 4 </u> GB、GPU 型号 <u> i7 </u> 操作系统 <input type="checkbox"/> Windows Server <input type="checkbox"/> Linux <input type="checkbox"/> 其它 具体版本_____
	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)	数据库 <input type="checkbox"/> Mysql <input type="checkbox"/> SQL Server <input type="checkbox"/> Oracle 其它_____
		备注说明 <u> (需要其它硬件设备或服务器数量多于 1 台时请说明) </u>
		单场景模型总面数:2万、贴图分辨率:512*512、每帧 渲染次数 3 次、动作反馈时间:5 秒、显示刷新 率:25fbs、分辨率:1280*720

5. 实验教学项目特色

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

(1) 虚拟仿真实验项目建设的必要性及先进性: 工程结构低周往复荷载虚拟仿真实验是针对土木工程专业的结构抗震受荷真实试验教学中存在的工程结构标准试件制作要求高, 施工过程不可逆, 结构抗震试验费用高, 试验环境高危、安全隐患大等问题而研发的虚拟仿真教学系统。鉴于此, 我们将虚拟仿真实验教学与原有实体实践教学相结合, 创建了“以实为本、虚实结合”满足认知实习、专业实验、专业实训、专业实习等要求的综合实践教学体系, 形成了以“仿真实验”拓展“真实实验”的“绿色实践教学”模式。

(2) 实验方案设计思路: 工程结构低周往复荷载虚拟仿真实验的总体目标是改革传统的实验教学方式, 能让教师通过网络对整个实验教学过程进行管理、辅导和监控; 让学生能通过网络“个别地”、“自主地”接受教师的辅导, 完成实验。虚拟实验项目分别设立教师模块和学生模块: 学生模块具有功能完善的虚拟仿真实验教学平台, 供学生完成实验项目学习、实验仿真、实验结果分析及学习自测等内容; 教师可对实验项目进行设置和更新, 对学生留言进行管理。

(3) 教学方法创新: 多媒体课件、电脑上机操作、试验现场讲解等手段, 针对学生感受新知、理解新知、形成技能的不同阶段, 采用讲授式、实例贯穿式、任务驱动式、现场教学法等多种方法的有机结合, 并注重实效。

(4) 评价体系创新: 低周往复荷载虚拟仿真实验设置在线交流, 通过留言板管理, 教师可以回复学生的提问。在线交流可以实现校外用户和学生低周往复荷载虚拟仿真实验的评价。

(5) 传统教学的延伸与拓展: 研究结构抗震性能最广泛的方法之一即为低周往复荷载试验, 通过该实验首先是建立结构在地震作用下的恢复力特性, 确定结构构件恢复力的计算模型, 通过试验所得的滞回曲线和曲线所包围的面积求得结构的等效阻尼比, 衡量结构的耗能能力, 同时还可得到骨架曲线, 结构的初始刚度及刚度退化等参数。由此可以进一步从强度、变形和能量等三个方

面判断和鉴定结构的抗震性能。最后可以通过试验研究结构构件的破坏机制，为改进现行结构抗震设计方法及改进结构设计的构造措施提供依据。工程结构低周往复荷载虚拟仿真教学实验系统，采用三维动画的形式展示实验的全过程及注意事项，形象直观。学生置身于虚拟实验室中，可以自由行走，任意观察，并动手操作实验设备，完成实验项目。通过虚拟仿真实验，使学生掌握实验流程及操作要点，然后在真实实验中可以更加高效地完成实验。

6. 实验教学项目持续建设服务计划

(本实验教学项目今后 5 年继续向高校和社会开放服务计划及预计服务人数)

(1) 持续建设与更新：目前开发的工程结构低周往复荷载虚拟仿真实验主要是对构件及其节点在二维平面上受荷实验，故还需要加强对土木工程其它结构虚拟仿真实验项目的开发，完善土木工程及其相关专业低周往复荷载实验教学体系。2021-2024 年计划建立圬工桥梁、钢筋混凝土梁桥、斜拉桥、悬索桥、钢架桥结构等低周往复荷载虚拟仿真实验。

(2) 面向高校的教学推广应用计划：加强对兄弟院校土木工程专业《结构试验》、《高层建筑结构抗震》、《桥梁工程》及《混凝土结构》等相关课程的调研，针对各个学校的具体情况，进行订单式教学资源开发，完善“低周往复荷载虚拟仿真实验”资源建设。通过走访调研、学术会议、座谈会等形式建立健全校际合作机制，加强软硬件建设，稳步推进校际资源共享，形成共赢的合作模式，2019-2020 年计划在河南省内与 20-30 所院校实现“低周往复荷载虚拟仿真实验项目”资源共享，2021-2024 年计划与国内 40-50 所院校实现“低周往复荷载虚拟仿真实验项目”资源共享。

预计服务人数：8000 人

(3) 面向社会的推广与持续服务计划：加强面向建筑行业的社会服务。通过与行业协会、专业培训机构、建筑行业龙头企业的深层次合作，为更多企业提供相关的服务资源。2019-2020 年计划与河南省土木工程学会、建筑学会、勘察设计协会合作，与省内 10-15 家企业实现“低周往复荷载虚拟仿真实验项目”资源共享。2021-2024 年计划与中国土木工程学会、建筑学会、勘察设计协会合作，与省内外 30-50 家企业实现“低周往复荷载虚拟仿真实验项目”资源共享。

预计服务人数：100000 人

7. 知识产权

软件著作权登记情况	
软件著作权登记情况	<input type="checkbox"/> 已登记 <input checked="" 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	
是否与项目名称一致	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 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，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9月25日

9. 附件材料清单

1. 政治审查意见（必须提供）

河南大学党委对项目团队成员情况进行了审查，经政治审查所有成员均无问题；并对项目内容的政治导向进行了把关，该项目具有正确的政治方向、价值取向。

同意申报。



2. 校外评价意见（可选提供）

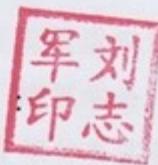
（评价意见作为项目有关学术水平、项目质量、应用效果等某一方面的佐证性材料或补充材料，可由项目应用高校或社会应用机构等出具。评价意见须经相关单位盖章，以1份为宜，不得超过2份。无统一格式要求。）

10 申报学校承诺意见

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

本虚拟仿真实验教学项目如果被认定为“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）



2019年9月23日

附件 1

土木建筑 学院 土木工程 专业

《结构试验》课程实验教学大纲

一、课程基本信息

课程名称	中文	结构试验				课程编号	02800193	
	英文	Structural Test				课程性质	选修课（建筑工程方向）	
课程学时	总学时	36	课程学分	总学分	2	实验项目数	项目总数	6
	理论学时	18		理论学分	1		演示性、验证性	5
	实验学时	18		实验学分	1		综合型、设计性	1
开课学期	第 6 学期		开课单位	本学院		开课实验室	结构实验室	

二、课程教学目标

- 1、熟悉、验证、巩固所学的理论知识，增加感性认识；
- 2、了解加载设备和测量仪器的基本原理和使用方法；
- 3、掌握所学各种建筑结构的试验方法；
- 4、掌握拟定试验方案，完成规定试验内容，并写成实验报告；
- 5、进行科学研究的基本训练，培养分析问题和解决问题的能力；
- 6、培养学生严肃认真实事求是的学风。

三、本课程实验教学主要任务

结构试验是以试验技术为手段，测量能反映结构或构件实际工作性能的有关参数，为判断结构的承载能力和安全储备提供重要根据。通过结构试验课程的学习，使学生掌握经常使用的测试方法的基本原理和测量技术，结合土木工程专业的特点，培养学生的结构检验的试验技能，使之具有从事一般建筑结构的检测能力，为学生进行现场结构检测和科学研究的试验打下良好的基础。

四、本课程实验项目设置

实验项目编号	实验项目名称	实验项目类型	实验学时	每组人数	备注
1	电阻应变片的粘贴技术及防潮技术	演示性	1	8	
2	电阻应变仪测量应变	演示性	1	8	
3	回弹仪检测混凝土强度	验证性	4	8	
4	超声回弹法测定结构或者构件的混凝土强度	验证性	4	8	
5	钢筋混凝土简支梁的破坏试验	综合型	4	8	
6	工程结构低周往复荷载虚拟仿真实验	验证性	4	8	5 选 1

注：实验项目 6 从现有的 5 个工程结构低周往复荷载虚拟仿真实验项目中选取 1 个即可。

五、教材（实验指导书）选用

教材 (实验指导书)	名称	主编	出版社	出版时间	教材层次
主讲教材	《土木工程结构试验与检测》	刘明	高等教育出版社	2008	新世纪土木工程系列教材
参考教材	《建筑结构试验》第四版	易伟健, 张望喜	中国建筑工业出版社	2016	“十二五”规划教材
	《土木工程结构试验》	王天稳	武汉理工大学出版社	2006	“十一五”规划教材
	《土木工程结构试验》	杨艳敏, 刘殿忠	武汉大学出版社	2014	普通高等学校土木工程专业创新系列规划教材

六、考核方式及成绩评定

本课程采取期末考试+实验的方法对学生进行考核，其中，考试占70%，实验占30%。

考题按章节分配：第二章 30%；第三章 15%；第四章 15%；第五章10%；其他章 30%。

考题按题目类型分配：概念理解型50%，以填空，单选，名词解释形式出题，考试原理，方法掌握的程度；论述型30%，以简答题形式出题，测验试验知识掌握能力；设计型20%，测验结构实验设计能力及试验结果处理能力。

附件 2

河 南 大 学

本科课程教学进度计划表

2018—2019 学年度第二学期

学院： 土木建筑学院 教研室（系）： 土木

主讲教师： 马少春 职 称： 副教授

课程名称： 结构试验 课程编号： 02800193

授课专业及年级： 土木工程 总学时： 36 学时

填表日期： 2019 年 2 月 20 日

河南大学本科课程教学进度计划表

2018—2019 学年度第二学期

周次	起止日期	章节内容提要	教学形式及学时分配				教学手段	执行情况	备注
			讲授	实验	实习	其他			
1	2.25~3.01	第 1 章 绪论	2				讲授		
2	3.04~3.08	第 2 章 结构试验设计 2.1	2				讲授		
3	3.11~3.15	第 2 章 结构试验设计 2.2	2				讲授		
4	3.18~3.22	第 3 章 加载设备与试验装置 3.1~3.3	2				讲授		
5	3.25~3.29	第 3 章 加载设备与试验装置 3.4~3.6	2				讲授		
6	4.01~4.04	第 4 章 量测仪器与数据采集系统	2				讲授		
7	4.08~4.12	第 5 章 静力试验 5.1~5.2	2				讲授		
8	4.15~4.19	第 5 章 静力试验 5.3~5.4	2				讲授		
9	4.22~4.26	第 6 章 结构动力试验 6.1~6.4	2				讲授		

周次	起止日期	章节内容提要	教学形式及学时分配				教学手段	执行情况	备注
			讲授	实验	实习	其他			
10	4.29~5.03	第6章 结构动力试验 6.5~6.7	2				讲授		
11	5.06~5.10	第7章 结构检测 7.1~7.2	2				讲授		
12	5.13~5.17	第7章 结构检测 7.3~7.4	2				讲授		
13	5.20~5.24	第8章 地基及桩基础	2				讲授		
14	5.27~5.31	第9章 桥梁结构试验与检测 第10章 路基路面现场检测	2				讲授		
15	6.03~6.07	机房:工程结构低周往复荷载虚拟仿真试验	2				讲授+指导		5选1
16	6.10~6.14	实验室:工程结构低周往复荷载真实试验	2				讲授+指导		
17	6.17~6.21	实验室 课程试验	2				讲授+指导		
18	6.24~6.28	实验室 课程试验	2				讲授+指导		
		共计	36						

注:本表一式填二份,一份学院存档,另一份教研室(系)存档。

教研室(系)主任签字 贺东青
2019年2月28日

院(部)主管领导签字 张广伟
2019年2月28日