

国家级虚拟仿真实验教学中心 申 请 书

水工程水文化虚拟仿真实验教学中心

教育主管部门： 河南省教育厅

学 校 名 称： 华北水利水电大学

学校管理部门电话： 0371-65790258

开放共享访问网址： <http://nc.hnscs.com>

申 报 日 期： 2015.08.26

中华人民共和国教育部高教司制

填 写 说 明

1. 申请书中各项内容用“小四”号仿宋体填写。
2. 表格空间不足的，可以扩展。

1. 基本情况

虚拟仿真实验教学中心名称	水工程水文化虚拟仿真实验教学中心		
实验教学示范中心名称 / 级别 (省级或国家级)	水利实验中心 / 省级实验教学示范中心	批准时间	2009.06

1.1 虚拟仿真实验教学中心的发展历程、建设概况

1.1.1 中心简介

华北水利水电大学是一所具有鲜明办学特色和光荣历史传统的多学科综合性大学,是我国水利和电力工程领域主要的人才培养和科学研究基地之一,属水利部与河南省共建高校。学校高度重视学科建设,以省级重点学科和骨干硕士学位授权点学科为基础,以博士学位授权学科为引领,整合学科优势资源,加强内涵建设,培育了水利工程、地质资源与地质工程、管理科学与工程等一批在国内有较大影响的优势和特色学科。学校拥有 61 个本科专业,3 个博士学位授权一级学科,12 个硕士学位授权一级学科,58 个硕士学位二级学科点、3 个专业学位类别、14 个专业硕士学位领域;2 个部级重点学科,3 个省级一级重点学科,19 个省级二级重点学科,5 个省部级重点实验室;国家级和省级特色专业建设点 17 个,国家级和省级卓越工程师专业教育建设点 8 个,国家级和省级专业综合改革试点 8 个,省级特色专业 11 个,省级教学团队 5 个,省级实验教学示范中心 6 个,省级精品课程 15 门。

学校始终坚持“育人为本,学以致用”的办学理念,“从严治校,从严执教”的“两严”方针,确立了“厚基础、宽专业、强素质、重实践、有创新”的人才培养目标,建立了“平台+模块”的本科教育课程结构体系,深化了“基础、实践、创新”的三位一体人才培养模式,构建了“目标明确、信息全面、评价合理、过程严密”的本科教学质量监控与评价体系,有效保证了人才培养质量,受到社会的广泛赞誉。面向未来,学校以“建设特色鲜明的高水平教学研究型大学”为目标,深挖内涵建设,持续提高办学水平,努力建设水利电力优势突出、工科理科基础雄厚、多学科协调发展的高水平教学研究型大学。伴随着计算机系统硬件的快速发展及软件计算能力和范围的扩大,虚拟仿真技术在不同领域不同行业得到了广泛应用。学校以“厚基础、宽专业、强素质、重实践、有创新”的原则,以原有分散、独立的实验室为基础,突破传统学科专业的界限,对水工程、水文化相关实验教学内容进行有机融合,于 2005 年正式建立了水工程水文化为特色的可视化仿真实验教学中心。

中心以虚拟仿真技术为依托，构建了水工程水文化概念训练、专业基础技能实验、实训实验、研究型实验和工程实践五个层次的实验教学体系资源。与之相适应，成立了水文化记忆虚拟实验室、专业基础技能虚拟实验室、水工程建设全过程实训虚拟实验室、研究型虚拟实验室。

近几年来，实验中心不断发展壮大，形成了结构合理、精干高效的学术团队。中心的骨干成员在各自的研究领域内都获得了突出成果。包括 2008 年《水利工程施工》网络课程河南省教育厅信息技术教育优秀成果奖，2009 年水利水电工程专业被评为国家级特色专业建设点，2011 年华北水利水电学院作为教育部第二批“卓越工程师教育培养计划”获批高校。中心教师在完成好教学工作的同时，还承担大量的科研项目，“钢纤维混凝土特定结构计算理论和关键技术的研究与应用”、“大型矿山排土场安全控制关键技术”国家科技进步二等奖 2 项，“三维可视化仿真与虚拟现实技术的研发应用”、“岩土工程中图形计算力学方法的研究及应用”、“数字图形介质的理论方法研究及工程应用”、“南水北调中线一期工程总干渠安阳河渠道倒虹吸河工模型研究”等 15 项成果获省部级科学进步二等奖，共获得各种科研成果奖励 76 项。发表 SCI、EI 检索论文 120 余篇，出版学术专著和教材 48 部，申请国家专利 128 项，已授权发明专利 27 项，实用新型专利 47 项。

经过多年来的改革与建设，本实验中心于 2011 年被认定为“河南省钢结构可视化仿真工程技术研究中心”，2012 年“河南省院士工作站”“郑州市院士工作站”分别落户我中心，2013 年被确认为河南省首批虚拟仿真实验教学中心。我校水工程水文化虚拟仿真实验教学中心的建设水平整体处于国内高校同类专业中的领先水平，对全国同类专业高校的实验教学改革起到了很好的示范辐射作用。

1.1.2 建设情况

学校深入贯彻落实十八大的创新驱动战略，不断加强内涵建设，持续提高办学水平，努力建设水利电力优势突出、工科理科基础雄厚、多学科协调发展的高水平教学研究型大学。学校以“厚基础、宽专业、强素质、重实践、有创新”的原则，通过虚拟仿真技术，以原有分散、独立的实验室为基础，突破传统学科专业的界限，对水工程、水文化相关实验教学内容进行有机融合，构建了水工程水文化知识普及、专业基础技能实验、实训实验、创新及研究型实验和工程虚拟实践五个层次的实验课程体系资源（详见图 1），其主要组成如下：

1) 专业基础技能实验室

负责进行全校水利、土木、工程类专业基础性实验如土力学、工程材料虚拟实验的教学，

其功能是让学生掌握设备的使用，培养基本的实验技能。

2) 水工程建设全过程实训虚拟实验室

负责进行水利工程规划实训、设计实训、施工技术实训、运营管理实训等专业基础层次的实验教学，并结合毕业实习、生产实习、认识实习、地质实习、测量实习等专业教学环节、针对实际工程建设全过程实时模拟预演，培养学生通过实际工程、发现问题、解决问题能力。

3) 研究型虚拟实验室

该实验室下设洪水预警与防洪调度虚拟实验教学研究、水利工程结构、材料及可靠度虚拟实验教学研究、泄水建筑物体型与虚拟实验教学研究，洪水预警与防洪调度虚拟实验教学研究负责洪水预报、大洪水联合运用与调度等专业层次的实验教学及研究。其中水利工程结构、材料及可靠度虚拟实验研究负责水工结构模型实验、水工建筑物健康诊断及除险加固等专业层次的实验教学及研究；泄水建筑物体型与消能虚拟实验研究负责防洪工程的安全稳定性、河道冲淤对河流工程安全影响等专业层次的实验教学及研究，其功能是按不同的专业要求，提高学生专业实验水平，培养学生的创新能力。

4) 工程实践

实验中心充分利用校内外的优质教学资源为实验教学服务，通过共建形式建立了若干个校内外教学实践基地，结合工程实际，重点培养解决工程实际问题能力。其中包括国家大学生教学实习与社会实践基地三峡基地、汉江水利水电（集团）有限责任公司实践基地、水利部小浪底水利枢纽建设管理局实践基地、西霞院反调节水库湖北丹江口水利枢纽实践基地、河南奥斯派克科技有限公司教学实践基地等。

5) 水文化记忆虚拟实验室

负责对全校学生进行水利工程“文化、水文化和水利文化”的普及和教育，其中包括中国及世界古代及近现代水利史、水系水环境水资源演变、古代水利工程保护与利用、治水与人类文明的关系、水利工程记忆等知识的普及和教育，激发学生学习水利工程的兴趣和积极探索研究水利科技发展的愿望。

为了更好地开展创新活动，还在建立了专业研究型实验室，为开展学生创新研究活动提供平台，同时也将创新能力培养贯穿到实验教学全过程，每个实验室都不断从科研项目中提取可

供本科生开展设计性的实验项目,学生可自主选择实验项目,做到实验教学与科学研究相结合,构建出一套完整的实验教学体系。



图 1 实验课程体系

1.1.3 中心近年来主要成果情况

1) 中心近年的实验教学情况

本中心自成立以来主要服务于水利学院的教学和科研工作,一方面中心面向全校学生开展开放性实验,为他们提供基础实验场地,通过仿真模拟实验,培养学生的创新能力、深化水文化、水工程方面的知识,同时增强学生对水文化、水工程实验的兴趣,提高实验教学质量;另一方面,中心还结合科研、生产项目进行本科生毕业设计指导与指导研究生,这既培养了学生的专业知识、实际动手能力与创新思维,同时也锻炼培养了一批科研教学双肩挑的骨干教师。

中心以虚拟仿真技术为依托,构建了水工程水文化概念训练、专业基础技能实验、实训实验、研究型实验和工程实践五个层次的实验教学体系资源。本中心典型实验及教学情况如下,详细内容查看附件 1,实验教学成果内容查看附件 2。

典型教学实验	实验名称	实验人时数/年
水工结构	1 拱坝虚拟仿真三维设计实训实验	4160
	2 平面钢闸门三维虚拟仿真设计实训实验	4160
	3 岩体塌落仿真	4160
	4 坝后式水电站厂房动态演示模型	5200
	5 调压室实验台—II 型	5200
	6 渗流模型教学实验台	5200
	7 土坝渗流缝隙槽模型实验	5200
	8 水闸缝隙槽渗流实验	5200
	9 水工结构模型实验	520
施工仿真	1 爆破	520
	2 爆破漏斗的形成	520
	3 预裂爆破	520
	4 三峡二期截流工程动画、三峡三期截流工程动画	520
	5 拱坝温度控制演示实验	3120
	7 拱坝施工全过程演示	3120
水电站	1 厂房结构剖析	520
	2 冲击式水轮机组成	520
	3 压力管道的敷设方式	520
水文化	1 中国水文化概论	400
	2 中国水利技术与社会发展	400

2) 中心近年的科研情况

中心教师在完成好教学工作的同时，还承担大量的科研项目，“200m 级碾压混凝土重力坝关键技术”获国家科技进步二等奖，“逻辑产品模型及 CIS2CAD 的自主研发”、“三维可视化仿真与虚拟现实技术的研发应用”、“岩土工程中图形计算力学方法的研究及应用”、“数字图形介质的理论方法研究及工程应用”等共获得省部级二等奖以上 30 余项。发表 SCI、EI 检索论文 120 余篇，出版学术专著和教材 48 部，申请国家专利 128 项，已授权发明专利 27 项。

与虚拟仿真实理论技术有关科技成果

序号	项目名称	奖励名称	等级	获奖时间	获奖人员
1	钢结构工程虚拟现实与可视化仿真成套技术及工程应用	中国钢结构协会	一等	2014	魏群、魏鲁双等
2	中国高等教育资源的区域分布特点和协调发展对策研究	教育部科技进步奖	一等	2010	朱海风（7）
3	结构工程数字数值图形信息融合集成关键技术与应用	河南省科技进步奖	二等	2013	魏群,张国新(外),魏鲁双等
4	水电工程结构数字图形介质仿真技术与应用	水力发电工程学会	二等	2013	魏群,刘有志(外),许琰,魏鲁双等
5	数字图形介质的理论方法研究及工程应用	河南省科技进步奖	二等	2012	魏群（2）
6	“水电工程协同管理信息采集设备与数据智能处理网络平台的研发应用”	水力发电工程学会	二等	2012	魏鲁双等
7	拱坝三维可视化仿真设计系统的研发与工程应用	河南省科技进步奖	二等	2011	魏群、张国新等
8	结构工程可视化仿真方法及其应用	中华优秀出版物奖	电子奖	2010	魏群等
9	200m 级碾压混凝土重力坝关键技术	国家科技进步奖	二等	2010	张国新（5）
10	岩土工程中图形计算力学方法的研究及应用	河南省科技进步奖	二等	2009	魏群等
11	混凝土高坝施工温度控制决策支持系统	水利部大禹水利科学技术奖	二等	2008	魏群（6）
12	三维可视化仿真与虚拟现实技术的研发应用	河南省科技进步奖	二等	2007	魏群、张国新、胡兴旺、魏鲁双等
13	逻辑产品模型及 CIS2CAD 的自主研发	河南省科技进步奖	二等	2006	魏群等
14	河南省高校高层次人才的引进、培养和管理研究	河南省科技进步奖	二等	2007	朱海风等
15	高速公路路基非开挖快速加固技术研究	河南省科技进步奖	二等	2008	孙文怀(6)

1.2 虚拟仿真实验教学中心建设必要性

(1) 开展虚拟仿真实验教学研究，是推进信息技术与高等教育深度融合，贯彻落实国家教育信息化进程相关规划的必然要求

《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》指出，“信息技术对教育发展具有革命性影响，必须予以高度重视”，并把“加快教育信息化进程”单独作为一部分进行了专门的阐述”。教育信息化是改革教育理念和模式的深刻革命，是促进教育公平、提高质量的有效手段，是建设学习型社会的必由之路。

(2) 开展虚拟仿真实验教学研究，是整合教育信息资源，最大限度地共享大学特色学科和优势学科的必然要求

由于高校实验室受经费、场地以及实验设备更新频繁等因素的限制，使得实验条件跟不上技术的发展，不能满足社会和学校教育发展的需求。中心建设就是要最大限度的将优势教学资源实现大家共用，将过去仅能服务于本校特定专业学生的教学实验资源，考虑服务多个专业、多个学校、多个地区。建立一种完善的机制，引导大家选择使用，校外、社会使用后支付相应的费用，补偿产品开发支出和服务支出外，产生合理的利润，形成良性循环，最终产生良好的社会效益和经济效益，使资源共享可持续。

(3) 开展水工程、水文化虚拟仿真实验教学研究，是创新人才培养和教育服务模式的必然要求

通过大范围水文化知识的普及和教育，激发学生学习水利工程的兴趣和积极探索研究水利科技发展的愿望，提高学生的实践能力和创新精神，设置实践教学体系并由课程实验类、课程实习类、课程设计类及毕业设计综合训练类四部分实践性教学环节组成。实践教学环节着重培养学生的验证性实验和创新性实验技能、工程设计能力、工程施工技能、科学研究能力、社会实践能力等。通过校企共建、产学研密切结合，建立了若干个大学生实践基地开展工程实践活动，包括国家大学生教学实习与社会实践基地三峡基地、汉江水利水电（集团）有限责任公司实践基地、水利部小浪底水利枢纽建设管理局实践基地、西霞院反调节水库湖北丹江口水利枢纽实践基地、河南奥斯派克科技有限公司教学实践基地等。

(4) 开展水工程、水文化虚拟仿真实验教学研究，是水电工程的高成本、高消耗以及其不可逆操作性实验教学需求的必然要求。

水电工程的规划、设计、施工和运营管理涉及的范围广、内容多，加上水电工程高成本、高消耗特点，因此，依照常规的实验手段根本不能将一个水电工程的关键技术进行呈现，必须借助于现代化的虚拟仿真技术进行全过程、多视角的立体展现。通过建立虚拟的水工程仿真实验课程，详细记录和呈现水电工程施工中的技术和方法，针对不同层次、不同需求的学生有针对性的开展各种实验课程：专业基础技能实验室负责全校水利土木专业基础性实验如土力学、工程材料虚拟实验教学；水工程建设全过程实训虚拟实验室负责水利工程规划实训、设计实训、施工技术实训、运营管理实训等专业基础层次的实验教学；研究型虚拟实验室下设洪水预警与防洪调度虚拟实验教学研究、水利工程结构、材料及可靠度虚拟实验教学研究、泄水建筑物体型与消能虚拟实验教学研究，洪水预警与防洪调度虚拟实验教学研究负责洪水预报、大洪水联合运用与调度等专业层次的实验教学及研究；水利工程结构、材料及可靠度虚拟实验研究负责水工结构模型实验、水工建筑物健康诊断及除险加固等专业层次的实验教学及研究；泄水建筑物体型与消能虚拟实验研究负责防洪工程的安全稳定性、河道冲淤对河流工程安全影响等专业层次实验教学及研究。

1.3 虚拟仿真实验教学中心特色与创新

特色一：依托虚拟仿真技术和水工程水文化特色专业，构建“五层次”实验教学体系。

60 多年的办学历史积淀形成了学校“重实践”的教学传统。中心在实践教学改革方面不断探索和提高，针对水利学科专业的专业特点，在实践教学中形成了自己的理念，强化工程意识、提高基本技能，注重专业实践、培养创新能力。突破传统水利学科专业的界限，整合实验教学资源，依托虚拟仿真技术，构建了“水工程水文化概念训练、专业基础技能实验、实训实验、研究型实验和工程实践”五个层次的实验教学体系，实验教学中将研究型教学思想贯穿始终，使学生获得创新意识和工程实践能力的培养。

特色二：依托虚拟仿真技术，构建水工程建设全过程分层次、分模块平台，开展绿色实验教学。

中心构建的水工程建设全过程平台，依托虚拟现实、多媒体、人机交互、数据库和网络通讯等技术，构建高度仿真的虚拟实验环境和实验对象，学生在虚拟环境中按照各自专业的特点和课程分类以及个人的兴趣、意愿，选用不同的教学模式，自己搭建实验模块开展实验，身临其境。中心开创了大量综合性、数字化、虚拟化的真实实验不具备或难以完成的教学实验项目。与此同时数字建模、云平台、云技术、网络技术的综合运用，共享虚拟实验和远程控制虚拟实验，提高教学能力，拓展实践领域，丰富教学内容，降低成本和风险，开展绿色实验教学。

特色三：以水工程水文化虚拟仿真实验教学中心为平台，创新开发，反哺教学，持续发展。

依托中心的虚拟仿真实验教学环境，经过多年的教学研究，提出了“数字图形介质理论”，开发了“基于 OGRE 的虚拟仿真系统”、“拱坝三维可视化仿真设计系统”、“钢闸门设计软件”等具有完全自主知识产权的软件系统和引擎。从科研项目和工程实践中凝炼出具有水利特色的创新性实验项目，开发教学实验，如：“大体积混凝土浇筑的温度控制平台系统”、“水电工程全过程施工管理模拟实验平台”、“地质灾变的仿真模拟平台”、“水工建筑物的数值仿真实验平台（边坡失稳、坝肩稳定、基岩抗滑）”等。科研与教学良性循环，保证中心持续发展。

特色四：依托虚拟仿真技术，构建水文化历史数字化平台，传承水文化中国记忆。

中心构建的水文化历史数字化平台分为“水的历史”、“水的文化”、“水的治理”、“水的利用”四个部分，以源远流长的水文化贯穿整个系统，利用 3D 虚拟现实技术将历史的水利工程制作成一套全面、具体、准确、生动的互动演示片，建立三维模型数据库，使他可以永久的展现，以便以后的人们能更好的学习、更好的传承。同时对于加强水利遗产的保护和利用、加强水文化的研究、繁荣和发展水利文学艺术、加强水文化的教育、加强水文化的传播、推进水文化事业，培育水文化产业等方面具有借鉴作用。

2. 虚拟仿真实验教学资源

2.1 实验 教学 情况	实验课程数	面向专业数	实验学生人数/年	实验人时数/年
	94	12	1580/年（校内） 300/年(校外)	63200（校内） 3000（校外）

2.2 虚拟仿真实验教学资源

2.2.1 建设理念

本中心自成立以来主要服务于水利学院、土木与交通工程学院等的专业教学和科研工作，一方面中心面向全校学生开展开放性实验，为他们提供基础实验场地，通过仿真模拟实验，培养学生的创新能力、深化水文化、水工程方面的知识，同时增强学生对水文化、水工程实验的兴趣，提高实验教学质量；另一方面，中心还结合科研、生产项目进行本科生毕业设计指导与研究生，这既培养了学生的专业知识、实际动手能力与创新思维，同时也锻炼培养了一批科研教学双肩挑的骨干教师。

1) 最优化的实验模式

在实验教学设计中积极探索各种类型实验的优势互补，将动画模拟、虚拟仿真、远程实验和实物实验优化组合。一方面中心面向全校学生开展开放性实验，为他们提供基础实验场地，通过仿真模拟实验，培养学生的创新能力、深化水文化、水工程方面的知识，同时增强学生对水文化、水工程实验的兴趣，提高实验教学质量；另一方面，中心还结合科研、生产项目进行本科生毕业设计指导与研究生，这既培养了学生的专业知识、实际动手能力与创新思维，同时也锻炼培养了一批科研教学双肩挑的骨干教师。

2) 流程化的实验管理

注重操作细节，规范实验管理，基于开放式实验教学管理系统完成实验教学的全流程业务功能。通过实验课程管理、实验教学设计、实验教学安排、实验前预习、实验过程指导、实验结果批改、实验成绩分析等，实现对实验教学过程的全流程跟踪。各类教学资源建设也进行流程管理。基于网络的流程化管理有效促进各种类型实验的统一安排、优化组合，提高实验教学工作的效率和规范，为开放共享虚拟仿真实验资源奠定良好基础。

3) 智能化的教学服务

为了减轻实验指导教师的工作量，提高实验教学的质量和效果，在课前预习阶段，采用智能组卷技术对学生进行应知应会测试。在实验过程中，采用人工智能技术，实现虚拟仿真实验的网上实时智能指导，根据实验过程中的问题，阶段性地对学生进行个性化的有效指导。实验结束后，对学生的实验结果和实验报告进行自动化的辅助批改。整个教学过程中，学生随时可以通过智能答疑系统答疑，学生可搜索常见问题、与教师实时互动或者向教师发送邮件。实验管理者和教师可以对实验过程的数据进行详实的统计与分析，通过大数据挖掘，发现教学过程中的问题，改进实验教学。

4) 规范化的资源建设

虚拟仿真实验种类较多，技术较复杂。为了保障实验教学资源的长期积累和共享交流，实现规范化的资源建设就显得非常必要。中心结合水电工程学科的特色情况，在实验教学系统、实验教学资源的开发方面制定了一系列的规范和制度。这些规范和制度的实施，有利于在全国范围内更大规模和更大范围的推广和应用，减少不必要的重复开发和浪费。

2.2.2 课程体系

中心虚拟仿真实验教学平台功能按照平台不同，实现不同的虚拟仿真实验效果。培养学生综合设计和创新能力，创造性地建设与应用高水平软件共享虚拟实验，提高教学能力，拓展实践领域，丰富教学内容，降低成本和风险，开展绿色实验教学。

1) 本中心典型实验及教学情况

典型教学实验	实验名称	实验人时数/年
水工结构	1 拱坝虚拟仿真三维设计实训实验	4160
	2 平面钢闸门三维虚拟仿真设计实训实验	4160
	3 岩体塌落仿真	4160
	4 坝后式水电站厂房动态演示模型	5200
	5 调压室实验台—II型	5200
	6 渗流模型教学实验台	5200
	7 土坝渗流缝隙槽模型实验	5200
	8 水闸缝隙槽渗流实验	5200
	9 水工结构模型实验	520
施工仿真	1 爆破	520
	2 爆破漏斗的形成	520

2) 实验教学平台的内涵组成元素和功能分类

①完善的三维可视化仿真图形基础数据库

水电工程结构体量巨大,结合先进的计算机、图形技术及虚拟现实技术,建立了水电工程结构数字图形介质仿真技术的描述方法,该方法集成 GML,CIS/2 和 IFC 国际标准,并对工程中常用的计算分析与建模过程进行了统一描述,为不同工程之间、不同软件平台之间、同一工程的不同阶段之间的信息交换和比较提供了架构统一的共享器平台。基于该平台系统建立大型的、内容完善和及时更新的可供查询的可视化仿真图形数据库软件。华北水利水电大学三维可视化仿真中心科研团队基于虚拟现实发展的需要,启动了三维可视化系列图形库的基础工程建设,目的是建立方便、快捷、有良好合作界面图形数据库查询和建模系统。方便学生进行实验的模型建立和选择,实现跨平台快速构建不同类型实验项目。基于原有文献的文本数据建立该数据图形库,运用现代计算机手段,将其转换成为图文并茂的,便于操作的,有利于信息交流传播的图形库软件,该图形库系统现已完成的包括常用型材及参数结构、常用三维模型和钢结构连接形式三个部分。现已开发出的三个数据图形库软件在数据查询中有利于快速掌握必要的设计知识,节省以往传统查阅方式所需的大量人力物力,使设计及生产的效率大为提高。三维可视化系列图形库工程的启动和逐步完善将改变我们传统的查询方式,通过安装、运行本软件,为查询产品的详细资料,优化选择和购买方案提供了方便的手段。同时,可运用此类图形库直接调用 3dmax 图形、AutoCAD 图形,并可用参数化的方法增添和修改所需建模图形,这是虚拟现实技术发展中的一个重要基础工程的建设。

②大体积混凝土浇筑的温度控制平台系统

结合承担的实际工程锦屏水电站一级工程的大坝浇筑温度控制技术,可以通过远程的 3G 网络控制来改变混凝土浇筑速度、控制管内水流量大小等各种参数,实现对仿真实验模型的实际控制,学生在实验时自己去探索各种参数之间的关系;了解和掌握大体积混凝土温控措施。

③水电工程施工过程的模拟仿真

结合落脚河水电站施工的全过程的跟踪模拟,把落脚河水利枢纽作为整体系统,综合考虑施工过程中各个单项工程之间的相互影响、相互制约及整体的施工进度、施工强度、流畅程度等关键问题,进行仿真模拟,人机互动将获得更为真实的施工情况,使学生身临其境更加直观

地了解水利工程施工技术、施工工艺、施工措施，从而达到形象直观的教学效果，提高学生的兴趣。同时，学生进行实验时可以针对不同的结构部位，在确保工程建设如期完成并降低工程造价的前提下，选择不同的施工方案、选择不同型号的施工机械及配套计算、进行施工方案的优化比选，可以制订切合实际工程的施工方案、施工进度计划等。学生的模拟实训内容在实验平台上直观形象再现，可以实时验证各施工方案的合理性和高效性，为解决施工中的关键技术问题开辟了新的途径。

④地质灾变的仿真模拟平台

目前，已完成国家 973 项目“大渡河梯级水库群溃决模拟系统测试”和怒江联合调度项目开发。通过模拟不同地质状态下的挡水建筑物、泄水建筑物、堤防工程、隧道工程、渠道、倒虹吸、渡槽等建筑物的模型进行各力学参数的设定，如地质模型的岩体物理特性、岩体风化程度、断层破碎带分布宽度等参数进行调整设置，即首先实现所选地质模型的参数化，当所选模型确定后，对春夏秋冬季节更替进行更替变换，将风、雨（雪）、雷、电等自然影响因素加入到模型中，其中风、雨（雪）的方向、大小、持续时间等都可以进行人为的调整和控制，通过变换这些因素来观察模型在什么状态下发生地质灾害，从而对地质灾害的预警预测进行预报。

⑤水工建筑物的数值仿真实验平台（边坡失稳、坝肩稳定、基岩抗滑）

研究工程岩体在复杂结构形态下的 CAD 图形建模方法和技术问题，充分利用 CAD、3dmax、Maya 等图形环境和强大的功能集合，将 CAD 二次开发的优势和已有的数值方法中的有效计算方法相结合，能迅速将岩体切割、裂隙、节理等各种特征利用 CAD 的实体图形直观地表达，搭建在 CAD 环境下的大型岩土力学通过用程序包及虚拟现实转换器，为三维岩体分析中的复杂几何问题提出有效的解决方法。对块体图形在模拟塌落、失稳滑动、爆破过程等大变形中数值方法和模拟堆石塌落过程实验结果。

⑥世界古代及近现代水利发展演变

灌溉工程：非洲美利斯水库（公元前 2300 年前后）、阿斯旺坝（1902 年）、幼发拉底河和底格里斯河流域的灌溉（公元前 4000 年左右）。排水工程：尼罗河谷的排水工程（公元前 5 世纪中叶）、英国从开始排水（13 世纪），把大量低洼地改变成农田、英国首先使用鼠道式暗渠（1724 年） 法律：美国国会通过了第一个防洪法案（1917 年）、英国制定法律，国家直接干预排水

事业（1531 年），并两次颁布国土排水法案（1918 和 1930）。堤防：尼罗河左岸大堤（公元前 3400 年左右）、美索不达米亚地区堤防（公元前 2000 年左右）。波兰的系统堤防（公元 12 世纪）。防洪工程：密西西比河堤防（1717 年）、莱茵河防洪堤（1919 年）。

⑦水系、水环境、水资源

黄河流域、长江流域、海河流域、淮河流域、珠江流域、松辽流域等水环境水资源演变过程。以黄河浓厚的历史人文和秀丽的自然风光为创作源泉，深入挖掘有关黄河的文史资料和古老民间传说、神话，将黄河人文历史的代表性元素得以重现。在时机成熟的时候考虑借助虚拟仿真手法再造“黄河魂”，从不同的侧面反映黄河的人文和自然神韵。通过动态演绎、实景再现，将黄河的文化内涵和自然山水浓缩成以一场高水准的文化艺术盛宴，向学生和世人推出。

⑧古代水利工程保护与利用

以具有标志性和代表性的工程为研究对象，深入挖掘有关水文化的文史资料和古老民间传说、神话，将厚重水文化的代表性元素得以重现，从不同的角度反映我国博大精深的水文化元典。像郑国渠、都江堰、坎儿井、通惠河、南北运河工程等的保护与利用。

⑨治水与人类文明

水是人类生活的重要资源，人类文明大多起源在大河流域，水文化是人类创造的与水有关的科学、人文等方面的精神与物质的文化财产。水利发展随着历史王朝的兴衰而起伏，我国积淀了厚重的水文化遗产，从某种意义上说，水文化遗产的出现是文明社会的一种表现和重要特征。为了传承创新水文化遗产，及时的挖掘整理和研究文化遗产。

3) 实验教学内容

通过对实验课程内容的调整与整合，将所有实验项目划分为演示型实验、综合型实验及设计创新型实验三类，中心共开设实验项目 94 个。其中演示、验证性实验项目 37 个，综合性实验项目 8 个，设计、创新性实验项目 49 个，分别占实验项目总数的 39.5%、8.5%、52%，综合性、设计创新性实验项目占实验项目总数 60.5%以上。

	实验室	实验平台	实验类型
	水文化记忆虚拟实验室	中国及世界古代及近现代水利史	演示型
		水系水环境水资源演变	演示型
		古代水利工程保护与利用	演示型
		治水与人类文明的关系	演示型
		三峡工程记忆	演示型
		鲍家屯河移马拦河坝工程记忆	演示型
		武都水库记忆	演示型
		古运河（都江堰）的治水思想记忆	演示型
		大禹治水思想记忆	演示型
	专业基础技能虚拟实验室	土颗分实验	演示型
		土液塑限实验	演示型
		土渗透实验	演示型
		土压缩实验	演示型
		土直剪实验	演示型
		相对密实度实验	综合性
		击实实验	综合性
		三轴剪切实验	综合性
		高压固结实验	综合性
		振筛实验	综合性
		土的三轴实验	综合性
		渗透破坏发生发展的室内模拟实验	综合性
		低碳钢拉伸实验	演示型
		金属材料硬度测实验	演示型
		水泥特性实验	演示型
		细骨料实验	演示型
		混凝土拌和物实验	演示型
		建筑砂浆实验	演示型
		水泥胶砂强度实验	演示型
		沥青实验	演示型
		混凝土强度实验	演示型
		混凝土性能实验	演示型
		混凝土耐久性实验	演示型
		土工织物抗拉强度实验	演示型

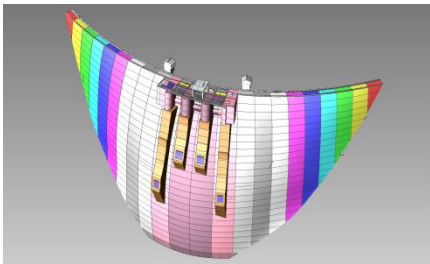
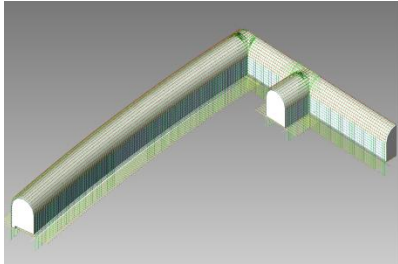
		金属材料实验	演示型
		混凝土拌和物实验	演示型
		混凝土强度及变形实验(1)	演示型
		冲击实验	演示型
		磁滞回线测试	演示型
		超声波探伤实验	演示型
		混凝土强度及变形实验(2)	设计、创新性
		混凝土非破损实验	设计、创新性
		施工方法演示	演示型
		土工合成材料实验	设计、创新性
		重力坝断面应力模型实验	演示型
		土坝渗流实验	演示型
		水闸渗流实验	演示型
		水工水力学实验	演示型
		调压室水力实验	设计、创新性
		水锤实验	设计、创新性
		水工结构模型设计制作及实验	设计、创新性
		翻板门模型实验	设计、创新性
		管涌模型实验	设计、创新性
		大坝安全监测实验	设计、创新性
		水工结构动力实验	设计、创新性
		河道实体模型实验	设计、创新性
		大跨度新型闸门水力学实验	设计、创新性
		平原闸站合建枢纽整流措施水力学实验	设计、创新性
		泥沙起动实验	综合性
		弯道水流实验	设计、创新性
		丁坝水流条件实验	设计、创新性
		高桩码头上部结构受力特性实验	设计、创新性
		板桩码头受力特性实验	设计、创新性
	水工程建设全过程实训虚拟实验室	三维拱坝设计实验	设计、创新性
		平板钢闸门三维设计实验	设计、创新性
		怒江调度预演实验	设计、创新性
		大渡河地质情况仿真实验	设计、创新性
		水能规划	设计、创新性

		地质	设计、创新性
		水文科学	设计、创新性
		水工主体建筑物选型及方案比较	设计、创新性
		地质条件实训	设计、创新性
		不同频率洪水的实时再现	设计、创新性
		边坡失稳	设计、创新性
		坝肩稳定	设计、创新性
		基岩抗滑	设计、创新性
		土石方工程	设计、创新性
		混凝土工程	设计、创新性
		地下建筑工程	设计、创新性
		交叉建筑物	设计、创新性
		大体积混凝土施工温度控制	设计、创新性
		水利枢纽在汛期运行管理虚拟实训	设计、创新性
		水利枢纽正常运行期的运行管理虚拟实训	设计、创新性
		堤坝的抢护技术虚拟实训	设计、创新性
		河流的生态修复虚拟实训	设计、创新性
		水利工程水灾害应急预案虚拟实训	设计、创新性
		极端天气事件虚拟实训	设计、创新性
		防洪工程调度虚拟实训	设计、创新性
	研究型虚拟实验室	水工结构模型实验研究	设计、创新性
		新型筑坝材料及水工材料耐久性研究	设计、创新性
		水工建筑物健康诊断及除险加固技术	设计、创新性
		水工结构可靠度研究	设计、创新性
		洪水预报研究	设计、创新性
		流域性大洪水联合运用与统一调度研究	设计、创新性
		重大工程消除险情隐患与抗洪抢险的预案研究	设计、创新性
		漫溢性洪水灾害仿真	设计、创新性
		洪水期防洪工程的安全稳定性	设计、创新性
		水电开发对河流系统影响及河床反馈调整机理	设计、创新性
		泄流消能建筑物的布置及体型优化	设计、创新性

2.2.3 教学资源典型案例

水工程水文化虚拟仿真实验教学中心典型教学资源案例详见附件 1。

①拱坝虚拟仿真三维设计实训实验

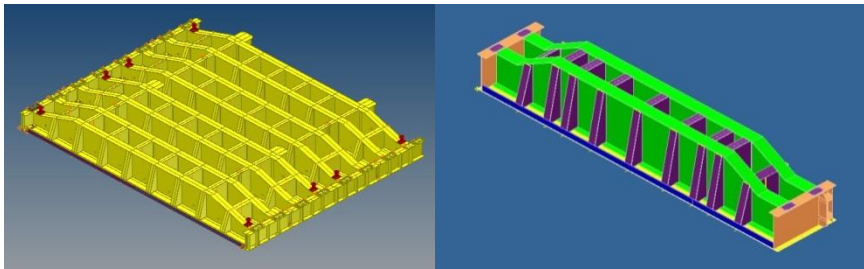
实验内容：	1 进行拱坝主体的虚拟仿真设计实训内容 2 进行廊道及交通系统的虚拟仿真设计实训内容 3 进行廊道配筋的虚拟仿真设计实训内容 4 进行接缝灌浆系统的虚拟仿真设计实训内容 5 进行泄水建筑物的虚拟仿真设计实训内容 6 进行泄水建筑物配筋的虚拟仿真设计实训内容 7 进行拱坝施工详图的虚拟仿真设计实训内容
主要功能：	1 参数化、数字化、可视化拱坝主体模型虚拟仿真设计实训 2 参数化、数字化、可视化廊道及交通系统模型虚拟仿真实训 3 参数化、数字化、可视化廊道配筋模型虚拟仿真设计实训 4 参数化、数字化、可视化接缝灌浆系统模型虚拟仿真设计实训 5 参数化、数字化、可视化泄水建筑物模型虚拟仿真设计实训 6 参数化、数字化、可视化泄水建筑物配筋模型虚拟仿真实训
实验现场：	  

教学简况：

面向专业数	实验学生人数/年	实验人时数/年
8	1040	4160

②平面钢闸门虚拟仿真三维设计实训实验

实验概况：

实验内容：	1 进行平面钢闸门门叶结构的虚拟仿真设计实训内容，包括面板、主梁、次梁、边梁、隔板、滑块底板等 2 进行平面钢闸门门槽埋件的虚拟仿真设计实训内容，包括主轨、反轨、底坎等 3 进行平面钢闸门细部零部件的虚拟仿真设计实训内容，包括吊耳、支撑件等 4 进行平面钢闸门结构计算的虚拟仿真设计实训内容 5 进行平面钢闸门施工详图设计的虚拟仿真设计实训内容
主要功能：	1 参数化、数字化、可视化、智能化平面钢闸门门叶结构模型虚拟仿真设计实训 2 参数化、数字化、可视化、智能化平面钢闸门门槽埋件模型虚拟仿真设计实训 3 参数化、数字化、可视化、智能化平面钢闸门细部零部件模型虚拟仿真设计实训
实验现场：	 

教学简况：

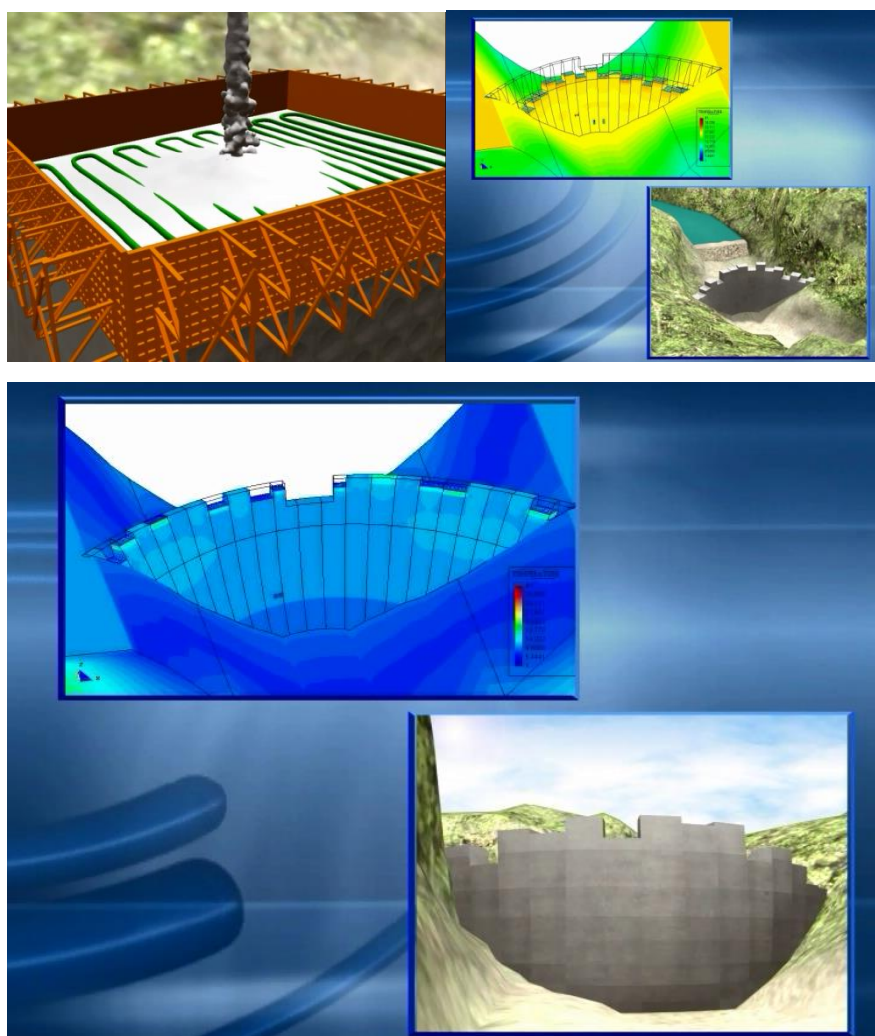
面向专业数	实验学生人数/年	实验人时数/年
8	1040	4160

③拱坝温度控制演示实验

实验概况：

实验内容：	混凝土温度控制系统
主要功能：	周公宅水利枢纽混凝土温度控制系统，学生在该虚拟仿真模型平台上，可以模拟不同温度时混凝土浇筑时应力的实时动态变化情况，可模拟采用不同的施工措施。

实验现场：



教学简况：

面向专业数	实验学生人数/年	实验人时数/年
8	1040	4160

2.3 由科研成果(近五年)转化而来的实验教学内容

水工程水文化虚拟仿真实验教学中心在满足基本的实验教学的基础上,实现了对部分科研成果的转移,主要有:

1) 科研成果拓展内容

中心实验教师利用开发的“OGRE 数字引擎”设计了《丹江口水利枢纽裂缝》15 个典型实验、设计了《三维可视化辅助设计平台系统》3 个典型实验)。

将科研成果转化为实验教学项目,使实验教学内容接近学科前沿。中心在实验教学过程中,将科研项目成果转化为高水平的综合型、研究型实验。同时,把大型、代表性工程中的先进实验技术融入到实验教学中,极大地激发了学生的学习积极性。如:“大体积混凝土施工温度控制实验”、“水工建筑物的数值仿真实验”、实验项目就是基于水工结构学科进行的“十一五”科技支撑计划项目“水库大坝安全信息检测与预测预警技术研究”、水利部公益项目“混凝土高坝安全评估方法研究及技术开发”提炼出来的实验项目。

2) 科研成果改进教学

2009-2014 年承担了国家“十一五”科技支撑计划项目“水库大坝安全信息检测与预测预警技术研究”、水利部公益项目“混凝土高坝安全评估方法研究及技术开发”,并将课题的研究成果转化成了开放式虚拟仿真实验教学管理和共享平台软件。

根据水利专业特点,许多实验装置和实验设备无法直接从市场购置。本中心许多实验装置都来自于教师科研成果的转化。近几年实验中心教师已开发了“OGRE 数字引擎”、“拱坝三维 cad 可视化设计与制图软件系统”、“钢闸门设计软件”等具有完全自主知识产权的软件系统和引擎。获得了相关国家发明专利 27 项,登记软件著作权 12 项。

3) 科研设备教学应用

VRP 仿真平台、quest3D 可编程数字综合实验平台、数字实验板)。

华北水利水电大学水工程水文化虚拟仿真实验教学中心仪器设备价值合计近 1247 万元。拥有多项中原第一、全国领先的实验设备和实验条件,主要的仪器设备有:三通道六投影仪系统;长 10 米高 2.8 米弧度 120 度的金属环形帷幕;ms50 徕卡激光扫描全站仪;md4-1000 无人

机采集系统;手持式三维数据采集设备;高性能图形工作站;千兆交换机;夏普 3D 笔记本(Actius AL3DU), 3D 立体显示器, 头盔显示器 (5DT HMD 800s 3D (stereo), 数字图像校正融合机系列 VIP100(六通道), 3D CaMega 光学三维扫描系统,Z Corporation 的三维成型机,Spectrum Z510 系统, 红外热成像仪, HP 彩色打印机, HP 图形工作站等。我们依据已有工作基础和技术水平, 以该实验室为依托开展了独具特色的工程化、产业化的科研工作, 已经取得了大量成果。

通过这三种形式对成果进行转化, 提高了实验教学的质量, 同时科研成果促进创新, 为教师和学生实验教学及学习过程中提供了很大的便利条件, 所培养的学生在“全国水利设计大赛”中获全国二等奖 1 项, 获得省级教学成果奖二等奖 3 项。其中, 中心教师在完成好教学工作的同时, 还承担大量的科研项目, “200m 级碾压混凝土重力坝关键技术”获国家科技进步二等奖, “逻辑产品模型及 CIS2CAD 的自主研发”、“三维可视化仿真与虚拟现实技术的研发应用”、“岩土工程中图形计算力学方法的研究及应用”、“数字图形介质的理论方法研究及工程应用”等共获得省部级二等奖以上 30 余项。发表 SCI、EI 检索论文 120 余篇, 出版学术专著和教材 48 部, 申请国家专利 128 项, 已授权发明专利 27 项。

2.4 合作企业的概况、参与程度和合作成果

2.4.1 合作企业概况

河南奥斯派克科技有限公司是一家国际领先的虚拟现实 (Virtual Reality 简称 VR) 和三维可视化技术整体解决方案的供应商, 成立于 2005 年, 注册资金 100 万, 办公用房总面积 800m², 仪器设备价值合计近 500 万元。培训场地面积 200 m²。在我省乃至全国钢结构行业标准的制作、成套软件技术的研发、工程节点设计和详图制作、钢结构住宅设计、数值分析、物理模型实验、虚拟现实 (Virtual Reality 简称 VR)、三维可视化技术等方面具有较大的影响和行业辐射能力。具有中原地区最先进的三维虚拟现实系统实验室, 并有一支由海内外著名专家、博导教授、博士和硕士及各有专业所长的专业人员组成的团队, 该公司与国内外多所大学和科研机构 (华北水利水电大学、中国水电科学研究院、清华大学、加拿大 MACRO 地质中心、美国 IIT 理工学院) 具有良好的合作关系。公司现有专、兼职科研人员 30 余人, 形成了由院士顾问团队、科研团队、国际合作团队强强联合的学术梯队。公司 2009 年作为合作单位被认定为“郑州市

钢结构工程技术研究中心”，研究团队被认定为“郑州市科技创新团队”，2011年被认定为“河南省钢结构可视化仿真工程技术研究中心”，2012年“郑州市院士工作站”落户我公司。

主要在研和完成科研项目有“十一五”国家科技重大专项、“十二五”国家科技重大专项、水利部公益项目、水利部“948”项目、水利部重点科技攻关项目、河南省省院项目、河南省对外合作项目、河南省重点科技攻关项目、郑州市重点科技攻关项目等三十余项。

2.4.2 合作思路

以机制创新促进中心的可持续发展，进一步创新虚拟教学资源的共建机制，采用引导性投入，吸引企业投入虚拟仿真教学资源建设，构建基于开放式虚拟仿真实验教学平台的实验教学共建、共享、教学服务和技术支持。满足虚拟仿真实验教学资源大规模的开放要求。完善虚拟教学资源共享机制，支持校际网络课程互选及资源共享，加大辐射区域，为更多学生提供个性化服务，鼓励学生参与到教学资源建设中来，充实现有教学资源。

以“优势互补、深度融合、成本分担、效益共享”的合作思路为指引，建立数字资源共享的补偿手段和市场机制。教师和企业可以根据虚拟仿真中心资源建设的需要，使用共享平台的特色资源定制系统，合作开发的教学资源、研发的系统和软件在中心平台上实现有偿共享，实现社会效益和经济效益的双赢，将合作成果进行大力推广。

1) 共同建设实验室

在人力资源共享、课程资源共享、实验资源共享和科研资源共享等多方面的合作共享机制，在学生培养、科学研究和产业发展等方面开展合作。

2) 共同建设虚拟仿真实验教学平台

河南奥斯派克科技有限公司与华北水利水电大学联合研发具有扩展性、兼容性、前瞻性的管理和共享平台，高效管理计算机实验教学资源，实现校内外实验教学资源的共享，满足计算机虚拟仿真实验教学的需求。

3) 共同开发虚拟仿真实验教学资源

河南奥斯派克科技有限公司提供虚拟仿真开发技术和相应技术支持服务，与教师合作开发了丹江口水利枢纽裂缝统计演示系统、沁河河口村水库虚拟现实演示系统、武都水库虚拟仿真系统、坝陵河大桥三维可视化仿真系统等虚拟仿真教学资源。

2.4.3 合作成果

目前已与我中心合作的企业有河南奥斯派克科技有限公司以计算机技术和网络技术为依托,主要从事虚拟仿真实验教学软件的研发、销售、产品宣传、推广策划和售后服务等市场相关工作,并可为客户提供教学系统整体解决方案),专业从事虚拟现实产品研发和项目制作、虚拟仿真实验室建设、管理信息系统建设、系统集成工程实施等相关服务的股份制高新技术企业),并寻求可持续发展思路与方法,为更好的推广校企合作做准备。

公司通过与中心合作,负责对虚拟仿真实验室进行技术支持,中心负责进行需求型的科学研究与实验。进行多年的合作努力,先后共同承担或完成了国家省部级科研项目 20 余项,工程动画 20 部,虚拟仿真系统 12 套,代表项目包括丹江口水库、河口村水库、武都水库、落脚河电站、坝陵河大桥、矮寨大桥、北盘江大桥等工程的虚拟仿真系统和工程动画;另外,还合作完成了内蒙古华电土右电厂间冷塔工程的近景摄影测量应用、郑州北环快速路工程的无人机数字摄影测量及建模和郑州陇海快速路工程的无人机数字摄影测量等项目。

其中合作完成项目获得省部级奖 9 项:

- 1) “逻辑产品模型及 CIS2CAD 的自主研发”研究成果荣获 2006 年河南省科技进步二等奖(中心主持单位、公司合作单位);
- 2) “三维可视化仿真与虚拟现实技术的研发应用”研究成果荣获 2007 年河南省科技进步二等奖(中心主持单位、公司合作单位);
- 3) “岩土工程中图形计算力学方法的研究及应用”研究成果荣获 2009 年河南省科技进步二等奖(中心主持单位、公司合作单位);
- 4) “拱坝三维可视化仿真软件系统的研发”研究成果荣获 2011 年河南省科技进步二等奖(中心主持单位、公司合作单位);
- 5) “数字图形介质的理论方法研究及工程应用”研究成果荣获 2012 年河南省科技进步二等奖(中心主持单位、公司合作单位);
- 6) “混凝土拱坝协同管理信息采集设备与数据智能处理网络平台的研发应用”获 2012 年中国水力发电科学技术二等奖(中心主持单位、公司合作单位);
- 7) “结构工程数字数值图形信息融合集成关键技术与应用”获 2013 年河南省科技进步二

等奖（中心主持单位、公司合作单位）；

8) “水电工程结构数字图形介质仿真技术与应用”获 2013 年中国水力发电科学技术二等奖（中心主持单位、公司合作单位）；

9) “钢结构工程虚拟现实与可视化仿真成套技术及工程应用”获 2014 年中国钢结构协会科学技术奖一等奖（中心主持单位、公司合作单位）。

2.5 目前教学资源共享的范围和效果

为了促进华北水利水电大学水工程水文化虚拟仿真实验教学中心的可持续发展,进一步创新虚拟教学资源的共建机制,中心采用引导性投入,吸引企业和相关行业学科的业务单位投入虚拟仿真教学资源建设,构建基于开放式虚拟仿真实验教学平台的实验教学共建、共享、教学服务和技术支持,从而满足虚拟仿真实验教学资源大规模的开放要求,实现校内共享、校际共享以及进一步共享。完善虚拟教学资源共享机制,支持校际网络课程互选及资源共享,加大辐射区域,为更多学生提供个性化服务,鼓励学生参与到教学资源建设中来,充实现有教学资源,是我们一直所追求的。到目前为止,据不完全统计,实际学生应用人数已累计超过 2 万人。并且从一些高校应用评价来看,我中心的实验教学系统仿真度较高,达到了使用该系统的高校的教学要求,教师和学生使用起来都较方便。

在以后的发展中,中心将借助第三方建立数字资源共享资源的补偿手段和市场机制,实现合作开发的教学资源、研发的系统软件以及软件在中心平台上实现有偿共享,达到互利的目标。

2.5.1 校内共享

为学生网上学习提供良好的仿真实验平台和资源,为学生提供了登录认证、选课、查看实验指南、知识测验、在线做虚拟实验、实验预约、工位预约等在线教学实验服务。其中网络教学资源包括:实验室资源条件;实验项目介绍;实验教学大纲;实验教学指导;虚拟仿真实验课程;实验教学多媒体课件;电子教案、视频录像等。学生可在网上学习各项实验的原理和操作规程,了解实验室的资源配置、最新实验技术和新实验开设状况,实现了力学实验教学的网络化、数字化。建有完善的实验预约和登记系统,实现了实验室的开放式教学和管理。学生可根据自己的专业、兴趣和时间段选择不同的实验模块进入中心,独自完成实验,也可在教师指

导下完成某些有特殊要求的实验，或设计新实验。中心的每个实验室都配有网络传输系统，并通过校园网与 Internet 网连接，可方便地进行实验数据的异地传输和实验教学的网络化、智能化管理。

自主研发虚拟仿真实验教学课程资源包括：开发了丹江口水利枢纽裂缝统计演示系统、沁河河口村水库虚拟现实演示系统、武都水库虚拟仿真系统、坝陵河大桥三维可视化仿真系统等虚拟仿真实验教学系统。

自 2009 年以来，上述虚拟仿真实验教学课程资源在华北水利水电大学面向全体师生开放。水利学院的水利水电工程、农业水利工程、工程管理、工程造价、水文与水资源工程专业；土木与交通学院土木工程、交通工程、工程力学电子信息工程、信息工程专业等相关基础和专业实验课程进行了长期的虚拟仿真实验教学实践，培养了学生设计能力和创新意识。我中心所有实验室资源得到统一调配，统一管理，大大提高了人员、房屋和设备的利用率。

2.5.2 校际共享

中心自主研发的虚拟仿真教学系统课程系列成果已应用于国内 20 多所高校中，其中包括嵩山少林武术学院、河南经贸职业技术学院、郑州水利职业技术学院，并在我校成人教育开设的成人水利水电工程、水文水资源工程、电气工程及自动化、热能与动力工程、土木工程等 42 个本、专科函授教育专业进行了应用，在册人数达 11700 余名，在河南、贵州、广西、湖南、甘肃、宁夏、陕西、河北、重庆等省内外共设立了函授辅导站 20 余个，有半数函授生在省外函授站学习。

2.5.3 行业共享

通过跟中国科学院大学、中国水利水电科学研究院和贵州师范大学等单位的紧密合作，实现在虚拟仿真领域的前沿知识进行教学的共享和交流，实行博硕士研究生相互交流学习等方式进行知识的交流和共享，效果显著。其中与中国科学院大学合作完成“十二五”项目子课题“水下生产虚拟仿真与培训系统”，与中国水利水电科学研究院合作完成“丹江口水利枢纽虚拟现实仿真系统”，与贵州师范大学合作完成“海量点云数据采集、处理、数值分析及逆向建模成套信息技术的应用研究”项目。与合作单位联合出版了“结构工程虚拟现实可视化仿真方法及其应用”专著获第三届中华优秀出版物（电子出版物）奖。

2.6 进一步实现共享的计划与安排

中心严格按照“整合集聚创新资源、加强协作开放共享、促进产学研用结合的原则”，以工程科学为基础、以信息技术为手段、以多学科交叉为平台、立足基础性、原创性和战略性的发展方针、以满足 21 世纪世界科学技术发展和我国经济建设的重大需求为目标。对照国家级实验示范中心的标准，中心应在实验教材建设等方面加大建设力度，进一步提高整体实验教学水平。站在“创国际一流的高水平学科群”的战略高度，积极扩大对外交流的力度，与国际前沿接轨的同时提出有自身特色的创新性成果。同时将基础设备和科研成果开放化和协作化，使水工程水文化虚拟仿真实验教学中心成为学科建设与研究的基地。

1) 完善共建共享机制

以机制创新促进中心的可持续发展，进一步创新虚拟教学资源的共建机制，采用引导性投入，吸引企业和相关业学科的业务单位投入虚拟仿真教学资源建设，构建基于开放式虚拟仿真实验教学平台的实验教学共建、共享、教学服务和技术支持。满足虚拟仿真实验教学资源大规模的开放要求。完善虚拟教学资源共享机制，支持校际网络课程互选及资源共享，加大辐射区域，为更多学生提供个性化服务，鼓励学生参与到教学资源建设中来，充实现有教学资源。

2) 加强信息化建设，拓展合作范围

提升虚拟仿真实验室信息化建设水平，建立资源共享的网络技术交流平台，进一步与国内高校、科研院所在系统研发和软件制作等方面合作共享，进行教学资源动态管理，实现实验教学环境的数字化、网络化和智能化。

3) 深化校企合作，扩展虚拟仿真实验教学资源

目前已开发 5 门虚拟仿真实验课程，未来 3-5 年，加强与企业的合作，继续开发其他虚拟实验课程。

4) 提升资源建设效益

借助第三方建立数字资源共享资源的补偿手段和市场机制。教师和企业可以根据虚拟仿真中心资源建设的需要，使用共享平台的特色资源定制系统，合作开发的教学资源、研发的系统和软件在中心平台上实现有偿共享，实现社会效益和经济效益的双赢。

3. 虚拟仿真实验教学队伍

3.1 虚拟仿真实验 教学中心 主任	姓名	魏 群	性别	男	年龄	67
	专业技术 职务	二级教授	学位	博士	联系固话	037165790314
	邮箱	1253175984@qq.com			手机号码	18638016555
	主要职责	1、主持制定中心发展规划； 2、负责中心的队伍建设； 3、协调落实中心改革与发展所需各类资源,解决发展过程中的全局性问题； 4、协调实验中心与学校相关职能部门的关系； 5、审批各实验室的年度经费预算。				
	工作经历	魏群，男，汉族，山东诸城人，华北水利水电大学教授，清华大学博士，美国加州伯克莱大学博士后，华北水利水电大学钢结构与工程研究院院长，博士生导师。2004 年起兼任美国伊利诺依理工学院 (IIT) 客座教授，中国水科院兼职教授、博导，清华大学水电工程系客座研究员，曾任中国科学院研究生院工程计算中心副主任，现为中国水利学会水工结构委员会委员，中国钢结构协会专家委员会委员，中国金属结构协会专家委员会委员、河南省钢结构协会秘书长，中国岩石力学与工程学会地下工程分会常务理事。 1995 年在美国加州 Berkeley 大学完成博士后研究，1996 年至 2004 年在北美 Lyco Dowco Consulting Ltd.任资深程序工程师，参与多项北美大型钢结构工程设计，开发大型详图及虚拟现实软件。2005 年作为华北水利水电大学海外高级引进专家，返回祖国服务，1992 年起享受国务院特殊津贴，2006 年被评为第六批河南省优秀专家，近年来在国际和国内学术会议上作专题报告 30 余次，2006 年组建华北水利水电大学虚拟仿真可视化实验室，2009 年被认定为“郑州市科技创新团队”带头人，2010 年任“河南省钢结构可视化仿真工程研究中心”主任，2012 年任河南省“现代数值分析与可视化仿真院士工作站”主任。				

		主要讲授本科生课程：“CAD 二次开发”等；本科生及研究生课程：“高等水工结构”，“水工结构虚拟现实技术”，承担的实践教学环节有：水利水电工程专业毕业设计、毕业实习及生产实习，水利工程仿真实验等。 先后承担或完成了“十一五”国家科技支撑重点项目、“十二五”国家重大科技项目、国家自然科学基金项目、交通部西部重点课题、水利部重点科技攻关项目、河南省重点科技攻关、河南省省院合作等项目 20 余项，主持完成了包括龙滩工程、坝陵河特大钢桁桥梁、北盘江大桥、矮寨大桥、落脚河水电站、周公宅水电站、功果树水电站、鲁地拉水电站、三峡水利枢纽工程、内蒙华电土右电厂间冷塔基础工程、郑州北三环高架桥快速路工程、郑州市陇海路快速路工程等国家重点建设工程科研项目，在钢结构工程、水电工程、桥梁及钢结构工程、旅游景观、考古探索等不同领域取得了显著的成果。
	教研科研主要成果（科研成果限填 5 项）	主要成果: ◆主持完成的“逻辑产品模型及 CIS2CAD 的自主研发”课题进行成果经顾金才院士等国内专家鉴定认为：自主研发了 CAD 三维建模模型和详图系统 CIS2CAD，可直接实现设计、施工、安装等不同阶段工程详图的自动生成。“研发的拥有自主知识产权的大型软件 CIS2CAD 达到了国际领先水平。” ◆主持完成的“水电工程结构数字图形介质仿真技术与应用”课题经张楚汉院士等专家鉴定认为：提出了数字图形介质的概念及构造方法。集成 GML、IFC 与 CIS/2 标准，形成了更具包容性的图形介质构造标准，对工程中常用的计算分析与建模过程进行了统一描述，为不同工程之间的信息交换与比较提供了有章可循的共享器平台。以 AutoCAD、CATIA 或 MicroStation 为操作平台，利用其图形三维特性和图形拓扑运算能力，模拟了复杂岩体的产状、形状及运动形态，并利用单纯形积分可将面积、体积、形心等参数用解析方法求得，显著提高了图形运算的效率。构建了适应建

	模和计算两种模式于一体的图形集成体系，解决了数字图形介质方法的数字线框网格生成与奇异点处理的关键技术，实现了各类数值计算网格生成方法的统一，满足了水电工程数字化的需求。“该成果整体达到了国际先进水平，其中数字图形介质构建以及数字图形模型与数值网格模型融合集成为一体的研究处于国际领先地位。” ◆主持完成的“数字图形介质的理论方法研究及工程应用”课题经王光谦院士、王家耀院士等国内专家鉴定认为：基于 CIS/2 和 IFC 两个 ISO 国际标准，对自然界空间物体的几何属性和非几何属性进行定义，采用统一的 Model-XML 和 Action-XML 的数据格式,构造数字图形介质的模型和拓扑运算方法。提出了骨架模型和模型的存储方法将图形结构简单化，用直线包络线控制图形结构的形状与延伸的位置，将复杂的拓扑计算变为直线与平面的交点计算。将与时间参数相关联的几何信息和材料属性、温度、受力、变形、渗流、安全因素等非几何信息的五维空间信息存储于图形之中，并基于数字图形介质理论提出了结构图形离散化的新方法。“该成果整体达到了国际先进水平，其中三维骨骼网架建模方法处于国际领先地位。” ◆主持完成的“岩土工程中图形计算力学方法的研究及应用”课题经宋振骥院士等国内著名专家鉴定认为：首次采用数据与图形相统一的表达方法模拟岩块复杂变形和运动；利用具有物理、力学参数等属性的 CAD 图形模拟整个岩体，为 CAD 三维图形的切割和布尔运算、切割岩体的排列与数据存贮方法以及 CAD 图形系统在巨大数目块体情形的适用性等问题提供了快速有效的解决方法和途径。“相关成果整体达到了国际先进水平，其中三维数据集成及建模等部分成果处于国际领先地位。” ◆主持完成的“结构工程数字数值图形信息融合集成关键技术与应用”课题经张铁岗院士等国内专家对鉴定认为：提出的工程结构中数字化图形系统与数值计算图形系统的信息融合集成方法，构建了适应建模和计算两
--	--

	种模式于一体的图形体系，实现了数字化图形模型和数值分析模型的集成，为工程结构的设计、施工、运营、维护等全生命周期的信息共享和分析管理奠定了基础。提出了基于数字图形介质方法的数字线框网格生成方法与奇异点处理技术，实现了复杂网格体系的冗余去除；采用三棱柱模型和骨骼网架模型建模方法，实现了地质结构体表面模型的三维重构、数字图形转化和虚拟现实表达；构建了各类数值计算网格生成的统一方法，使集成图形满足工程数字化的要求。“该成果在工程结构数字线框网格生成方法、奇异点处理技术和数值模型计算网格生成等方面达到了国际领先水平。” ◆主持完成的“钢结构工程虚拟现实与可视化仿真成套技术及工程应用”项目经中国钢结构协会组织的专家组鉴定认为：项目将计算机软件技术，数据库信息技术，计算机图形学，虚拟现实与可视化仿真等多个领域技术融合集成，进行了系统研究。原创性提出了数字图形介质的概念、构造方法、描述标准、理论基础及内涵，建立了相应的模拟方法；提出了多维多源数据采集与耦合处理方法；提出了骨骼网架建模方法，开发了利用海量点云数据的逆向建模关键技术；提出了 BIM 技术的实质是结构对象数字图形信息体系的概念，构建开发了系列化、参数化数字图形建模族库。该成果拓展了工程虚拟现实与可视化仿真的基本理论，为虚拟现实与可视化仿真方法在钢结构工程全生命周期的应用奠定了基础。钢结构工程虚拟现实与可视化仿真成套关键技术整体达到了国际先进水平，其中数字图形介质模型方法的研究达到了国际领先水平。 ◆主持完成的“拱坝三维可视化仿真设计系统的研发与工程应用”课题经王光谦、张勇传院士等国内专家鉴定认为：项目针对我国目前水电工程建设发展趋势以及水电工程设计的现状，利用先进的计算机、图形及虚拟现实技术，研究拱坝可视化仿真设计的图形方法，开发出具有自主知识产权的三维可视化仿真设计软件系统；提出了拱坝部件建模和配筋建模的图形数据结构及方法,即拱坝结构网络骨架模型和拱坝结构截面控制点配筋
--	--

		模型, 以及以数字化设计理念 BLM 为基础的拱坝设计方法和基于拱坝三维实体信息模型的图形输出方法。开发了国内第一套基于 CIVIL 3D 平台的拱坝三维可视化仿真设计系统, 有助于实现拱坝设计、分析和施工图输出的整个专业流程智能化。能够缩短设计周期、降低成本; “该项目成果适应我国当前水电工程设计、施工的迫切需要, 在坝工可视化仿真设计关键技术与应用上达到了国际先进水平。”
--	--	---

3.2 教师基本情况		正高	副高	中级	其它	博士	硕士	学士	其它	专职	总人数	平均年龄
	人数	20	11	17	8	31	22	3		38	56	38.5
	占总人数比例	36%	20%	30%	14%	55%	39%	6%		68%		

3.3 中心人员信息表

序号	姓 名	年龄	学位	专业技术职务	承担教学/管理任务	专职/兼职
1	魏 群	67	博士	二级教授	水利工程/中心主任	专职
2	朱海风	59	博士	二级教授	水利学/首席科学家、副主任	专职
3	刘尚蔚	48	博士	教授	水利水电工程/中心常务副主任	专职
4	魏鲁双	37	博士	工程师	软件工程/中心副主任	专职
5	孙文怀	54	博士	教授	水利工程/中心副主任	专职
6	张国新	55	博士	教高	水利工程/中心副主任	兼职
7	王瑞平	52	博士	教授	水利学/中心副主任	专职
8	姜 华	37	博研	工程师	水利水电工程/办公室主任	专职
9	孙 凯	35	硕士	工程师	水利水电工程	专职
10	尹伟波	34	博研	工程师	水利水电工程	专职
11	赵继伟	34	博研	讲师	水利水电工程	专职
12	贾兵强	39	博士	副教授	水利学	专职
13	谭徐明	61	硕士	教高	水利史、灾害与减灾	兼职
14	刘仕平	59	博士	教授	水利水电工程	专职

15	聂相田	53	博士	教授	工程项目管理	专职
16	孙东坡	60	硕士	教授	水利水电工程	专职
17	张 丽	51	博士	教授	水利水电工程	兼职
18	徐存东	43	博士	教授	水利水电工程	兼职
19	彭成山	58	学士	教授	水利水电工程	专职
20	叶晓枫	57	学士	教授	水利水电工程	专职
21	孟闻远	47	博士	教授	水利水电工程	专职
22	黄立新	43	硕士	副教授	水利水电工程	专职
23	张世宝	41	硕士	教授	水利水电工程	专职
24	孙少楠	41	博士	副教授	工程管理	专职
25	高阳秋 晔	25	硕士	工程师	水利水电工程	专职
26	彭 悦	30	硕士	讲师	水利水电工程	专职
27	李超宗	25	硕士	助工	水利水电工程	专职
28	吕明浩	25	硕士	助工	水利水电工程	专职
29	王维洋	23	硕士	助工	水利水电工程	专职
30	李 冰	25	硕士	工程师	水利水电工程	专职
31	张明伟	25	学士	工程师	水利水电工程	专职
32	孙瑜希	28	学士	工程师	水利水电工程	专职
33	孟美丽	38	博士	副教授	水利水电工程	专职
34	郭 磊	35	博士	副教授	水利水电工程	专职
35	韩立炜	34	博士	副教授	水利水电工程	专职
36	白卫峰	33	博士	讲师	水利水电工程	兼职
37	张宏洋	34	硕士	讲师	水利水电工程	专职
38	杨世锋	34	硕士	讲师	水利水电工程	专职
39	张建伟	36	博士	副教授	水利水电工程	专职
40	赵基花	40	硕士	讲师	水工结构	兼职

41	张献才	36	硕士	讲师	水利水电工程	兼职
42	王二平	55	硕士	教授	水力学与河流动力学	兼职
43	严 军	44	博士	教授	水力学与河流动力学	专职
44	张先起	40	博士	副教授	水力学与河流动力学	兼职
45	李志红	47	硕士	高级实验师	水力学与河流动力学	专职
46	宋永嘉	47	博士	教授	水力学	兼职
47	薛 海	41	博士	副教授	水力学	兼职
48	陈 建	36	博士	讲师	水力学	兼职
49	宋永军	41	硕士	讲师	水力学	兼职
50	刘凤莲	40	硕士	副教授	水力学	专职
51	路志强	37	硕士	助教	水力学	专职
52	韩宇平	40	博士	教授	水文水资源	兼职
53	李彦彬	42	博士	教授	水文水资源	兼职
54	王文川	39	博士	副教授	水文水资源	兼职
55	和 吉	42	硕士	副教授	水文水资源	兼职
56	王富强	36	博士	副教授	水文水资源	兼职

3.4 虚拟仿真实验教学队伍实验教学水平和成果

中心主任由魏群教授担任，其具有多年虚拟仿真教学、科研经验，长期工作在教学科研和实验教学与管理第一线，熟悉并且热爱实验教学工作，勇于创新与实践。首席专家朱海风教授近年致力于水文化理论研究和教学实践，获得省部级一等奖、二等奖多项，在《人民日报》、《光明日报》、《求是文稿》等报刊发表论文近百篇，专著及主编丛书 20 余部，形成了水文化研究的教学及研究的特色团队，将水文化和虚拟仿真技术交叉融合，开创了新的教育研究途径。中心常务副主任由华北水利水电大学水利学院刘尚蔚教授担任，其任职以来，独立讲授水利工程测量、水利工程施工、地基处理技术等课程。独立指导毕业设计、课程设计。带领领导学生认识实习、毕业及生产实习。教学态度认真，注重理论联系实际，及时吸收国内外的新成果、新技术，注重对学生能力的培养,为水工结构学科发展做出了很大贡献，为水利水电工程

国家级特色专业建设、水利水电工程专业博士点建设、水利水电工程专业卓越工程师教育培养计划做了许多工作，副主任魏鲁双博士、王瑞平教授等团队成员在虚拟仿真、水工程水文化领域都有着深厚的教学及实践业绩。

3.4.1 队伍结构

本中心实验教学队伍以中青年教师为主，高级职称（正高、副高）和高学历（博士、硕士）为核心骨干，积极引进硕士研究生以上学历的优秀人才。本中心实验教学队伍中现有教师 56 人，其中教授 20 人，副教授 11 人，中级 17 人。中青年教师中已获博士学位 27 人；硕士学位 22 人（在读博士 4 人）。教师队伍中年龄 35 岁以下 15 人，35-45 岁 28 人，45-55 岁 8 人，55 岁以上 5 人。信息技术研发人员 10 人，其中高级工程师 6 人。学科专业教师与信息技术研发队伍职称比例、学位结构和年龄结构均合理。

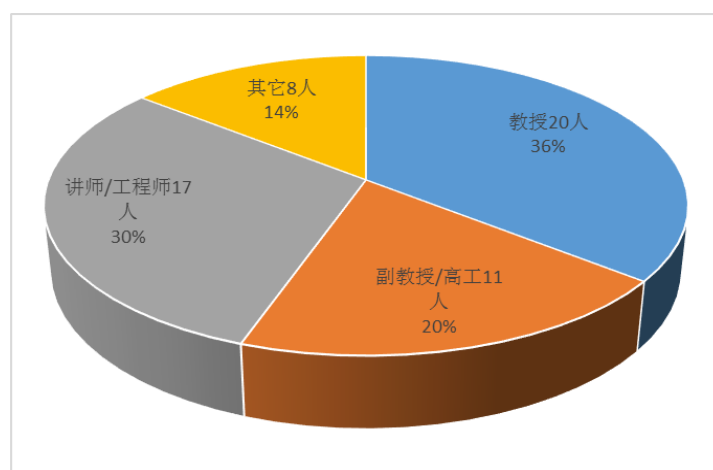


图 3 中心师资队伍职称结构图

为保证实验教学质量的不断提高，中心坚持教学经验丰富、工程实践技能强的教师或者是合作企业的技术人员担任实验与实践教学的指导工作，同时重视和加强实验队伍的补充、进修及培训工作。有计划地选留硕士学位以上学历的优秀毕业生补充实验队伍。通过岗位培训、学历教育、国内外进修及学术交流等形式，更新和拓展实验技术人员知识结构，提高学历层次和业务能力，实现一专多能，适应实验室建设和发展的需要。

3.4.2 教学可科研成果

在开展实验教学的同时，积极开展科学研究，近年来实验中心教师主持省部级教研项目 8 项；获得省部级教改成果二等奖 3 项，优秀教改成果多项；发表教研论文 20 余篇；SCI、EI

论文 120 余篇；出版学术专著和教材 48 部；获国家级科技进步奖 2 项，省部级科技进步二等奖 30 余项；申请国家专利 128 项，已授权发明专利 27 项。中心教师参与多项国家级、省部级基金项目和国家重大工程项目，一方面通过课题研究提高教师学术研究水平，另一方面把科研成果总结提炼成研究创新型实验项目，提高了实验教学水平。

近几年的获得的教学成果获奖情况

项 目 名 称	奖励名称	奖励级别
《三元结构》专业课教学方法研究	河南省教育厅教学成果奖	二等奖
水电站计算机辅助教学软件开发与应用	河南省创新教育教学成果	二等奖
《水电站》CAI 课件	河南省教育厅电教成果评比奖	二等奖
《水利工程施工》网络课程	河南省教育厅 河南省信息技术教育优秀成果奖	优秀奖
《水利工程施工网络课程》	中国水利教育协会	全国水利职工教育优秀研究成果特别奖
人文素质，科学素质教学内容与课程体系改革研究	校教学成果特等奖	特等奖
水利水电专业教学内容与课程体系改革研究	校教学成果特等奖	特等奖

教学改革代表项目：

项 目 名 称	项目来源	起止时间
《水工建筑物》精品课	河南省教委	2004~2006
水利水电专业教学内容与课程体系改革研究	河南省教委	2005~2006
水利水电工程国家级特色专业	教育部、财政部	2009~2013
水电站精品课	河南省教委	2009~2011
水利工程施工网络课程	华北水利水电学院	2007~2010
水利水电工程国家级卓越计划	教育部	2011~2015
《华夏历史文明传承创新研究》	河南省	2013~
《河南水文化遗产传承创新发展研究》	河南省	2013~

教学改革代表论文：

论文（著）题目	期刊名称、卷次	时 间
水利水电专业教学内容与课程体系改革研究	华北水利水电学院学报（社科版）	2005 年 2 月
浅谈职业学校工程测量课教学改革	职业技术教育第 22 卷（总第 296 期）	2001.08
谈水利工程专业教师的育人工作	河南职业技术师范学院学报（职业教育版）增刊	2000 年 8 月
浅析水利水电工程特色专业建设	中国科教创新导刊 总第 586 期	201101
工科院校产学研合作模式的探索与实践	华北水利水电学院学报 27 卷 第 2 期	2011.06
水利水电工程专业双语教学理论与实践	科技情报开发与经济 20 卷 总 252 期	2010
水工模型实验的教研平台建设探讨	科技信息 第一期	2011 年 1 月
施工课教学动画的制作方法探讨	华北水利水电学院（社科版）25 卷第 4 期	2009.04
水电站精品课程建设的实践研究	中国科教创新导刊 35 期	2010
高校专业选修课教学中存在的问题与对策	华北水利水电学院学报（社科版）第 26 卷，第 5 期	2010 年 10 月

中心教师出版专著、教材、发表科研论文、获国家发明专利和知识产权情况详见附件 3、附件 4、附件 5。

4. 管理与共享平台

4.1 校园网络及教学信息化平台

为保证虚拟实验的顺利进行，华北水利水电大学水工程水文化虚拟仿真实验教学中心购置了一大批先进的仪器设备和实验软件，同时还自行研制了光纤光栅传感实验箱等来适应各种层次的实验教学，中心按照实验教学要求，采用实验室综合管理平台，合理配置实验设备，合理分配设备情况，使得实验场地和仪器设备得到了最大限度的利用。校园网覆盖了学校的教学、科研、管理等，使得设备的配置情况最大限度的满足了实验教学的要求。在环境安全方面，中心实验室配备有网络查询一体机等，同时在硬件环境的建设上奉行“安全第一”的原则，为学生做实验提供了良好的环境，实现网络的安全运行、管理和维护。中心合理规划实验教学用房，实行安全目标责任制，并派有专门的实验人员维修保养仪器，保障了实验教学的运行与维护顺利进行。校园门户网站对校内外公布虚拟仿真实验教学信息，在保障网络与信息安全的基础上，提供虚拟仿真实验教学平台链接等相关服务

4.1.1 平台功能

华北水利水电大学水工程水文化虚拟仿真实验教学平台在理论授课和实验室实验之间增加“网上虚拟实验”教学，完善了实践教学环节，有着强大的教学功能。中心建设的虚拟实验教学平台开设了自主实验和创新实验，提升了学生的学习兴趣与实践能力。

水电工程传统实验教学中实验室建设费用高昂，开展过程受时间、空间、人力的限制，导致实验教学目标常常难以实现。面对实验教学所面临的问题，我们增加了虚拟实验教学环节，把具有仿真实验平台以及多种辅助教学功能的虚拟实验教学系统开放给在校学生自由使用，而教师则可以利用系统安排理论基础测试、虚拟实验，监控和辅导学习过程，评价和管理实验成绩。使学生能够随时随地做实验，教师能够灵活自由地安排实验，弥补了网络环境下开展远程实验教学的不足。

中心面向学校的水利学院、土木与交通工程学院共开设实验项目 94 个。学生在课堂上了解了相关理论知识后，先在虚拟实验教学系统中认识元器件，学习仪器的操作，进行仿真实验，再进入现实实验室，实验操作就更自如，更明白，所花费的时间更少。现场实验做完后再回到

虚拟仿真实验教学平台中巩固和复习实验，从而用更低的教学成本达到更好的实践效果。

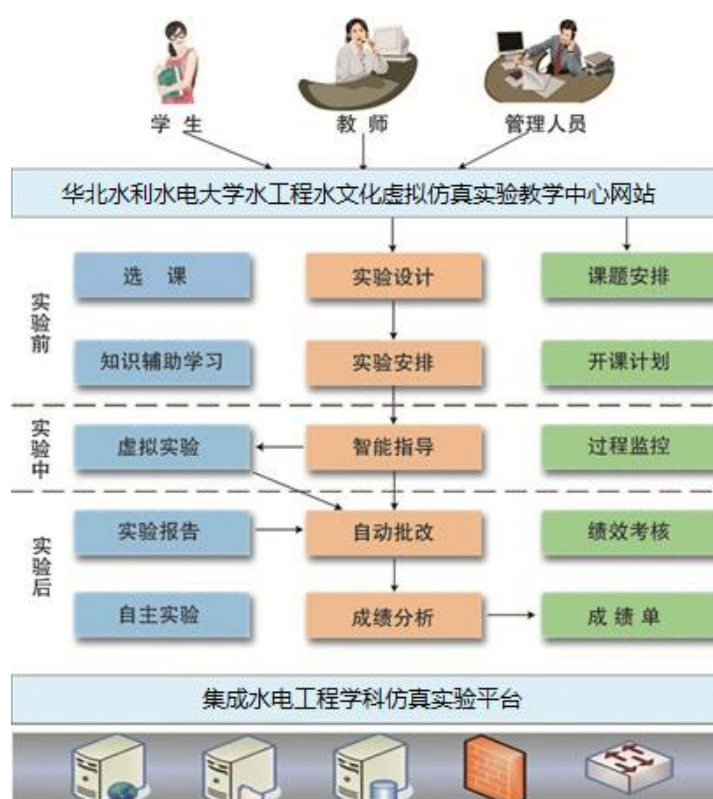


图 4 虚拟实验教学平台功能图

1) 实验教学中心建有自己的网站 (<http://nc.hnscs.com>)

为学生网上学习提供了良好的平台，中心平台结构见图 3。网络教学资源包括：实验室资源条件；实验项目介绍；实验教学大纲；实验教学指导；实验教学多媒体课件；电子教案、视频录像等。学生可在网上学习各项实验的原理和操作规程，了解实验室的资源配置、最新实验技术和新实验开设状况，实现了力学实验教学的网络化、数字化。

2) 建有完善的网上实验预约和登记系统

实现实验室的开放式教学和管理。学生可根据自己的专业、兴趣和时间段选择不同的实验模块进入中心，独自完成实验，也可在教师指导下完成某些有特殊要求的实验，或设计新实验。

3) 各实验室配有网络传输系统

并通过校园网与 Internet 网连接，可方便地进行实验数据的异地传输和实验教学的网络化、智能化管理。

4.1.2 信息化设备

为保证虚拟实验的顺利进行，华北水利水电大学水工程水文化虚拟仿真实验教学中心购置了一大批先进的仪器设备和实验软件，同时还自行研制了光纤光栅传感实验箱等来适应各种层次的实验教学，中心按照实验教学要求，采用实验室综合管理平台，合理配置实验设备，合理分配设备情况，使得实验场地和仪器设备得到了最大限度的利用。校园网覆盖了学校的教学、科研、管理等，使得设备的配置情况最大限度的满足了实验教学的要求。在环境安全方面，中心实验室配备有网络查询一体机等，同时在硬件环境的建设上奉行“安全第一”的原则，为学生做实验提供了良好的环境，实现网络的安全运行、管理和维护。中心合理规划实验教学用房，实行安全目标责任制，并派有专门的实验人员维修保养仪器，保障了实验教学的运行与维护顺利进行。校园门户网站对校内外公布虚拟仿真实验教学信息，在保障网络与信息安全的基础上，提供虚拟仿真实验教学平台链接等相关服务。

学校在电化教学中心与网络中心的基础上，成立了现代教育技术中心，下设三个相关职能部门：网络运维部、网络信息部和多媒体制作部。

网络运维部（NOC）承担学校校园网基础设施的规划、设计、建设、项目实施；校园网日常运行维护、管理，确保线路的畅通，网络设备、相关服务器及其它附属设备的稳定运行；校园网络优化与升级改造；网络机房环境监控；网络用户管理，为校内各单位、校园网用户提供优质的网络接入与服务；建设完备的管理信息库，制订网络运维、安全等相关工作的制度与管理规定。

网络信息部(NIC)承担学校信息化应用系统和校园网基础信息软件系统的规划、设计、建设、项目实施，使学校信息化工作能快速、健康发展；负责校园网中信息应用系统的日常运行、维护与管理，确保信息应用系统的安全、稳定运行，为校园网用户提供全面、优质的信息应用服务；为校内各单位提供信息化应用方面的培训、指导和技术支持；制定学校信息化应用标准、相关规章制度和管理规定等。

华北水利水电大学信息网络中心拥有多台高性能服务器，通过虚拟技术可实现多台服务器的组建，构建多服务器网络系统，满足虚拟仿真实验的应用需求。目前网络基于华北水利水电大学校园网，能够实现多媒体数据的高速传输，实验教学中运行速度能得到完整保证。中心拥

有自己的门户网站，具有信息发布、数据收集、互动交流、成绩评定和成果展示等功能，服务于广大师生。

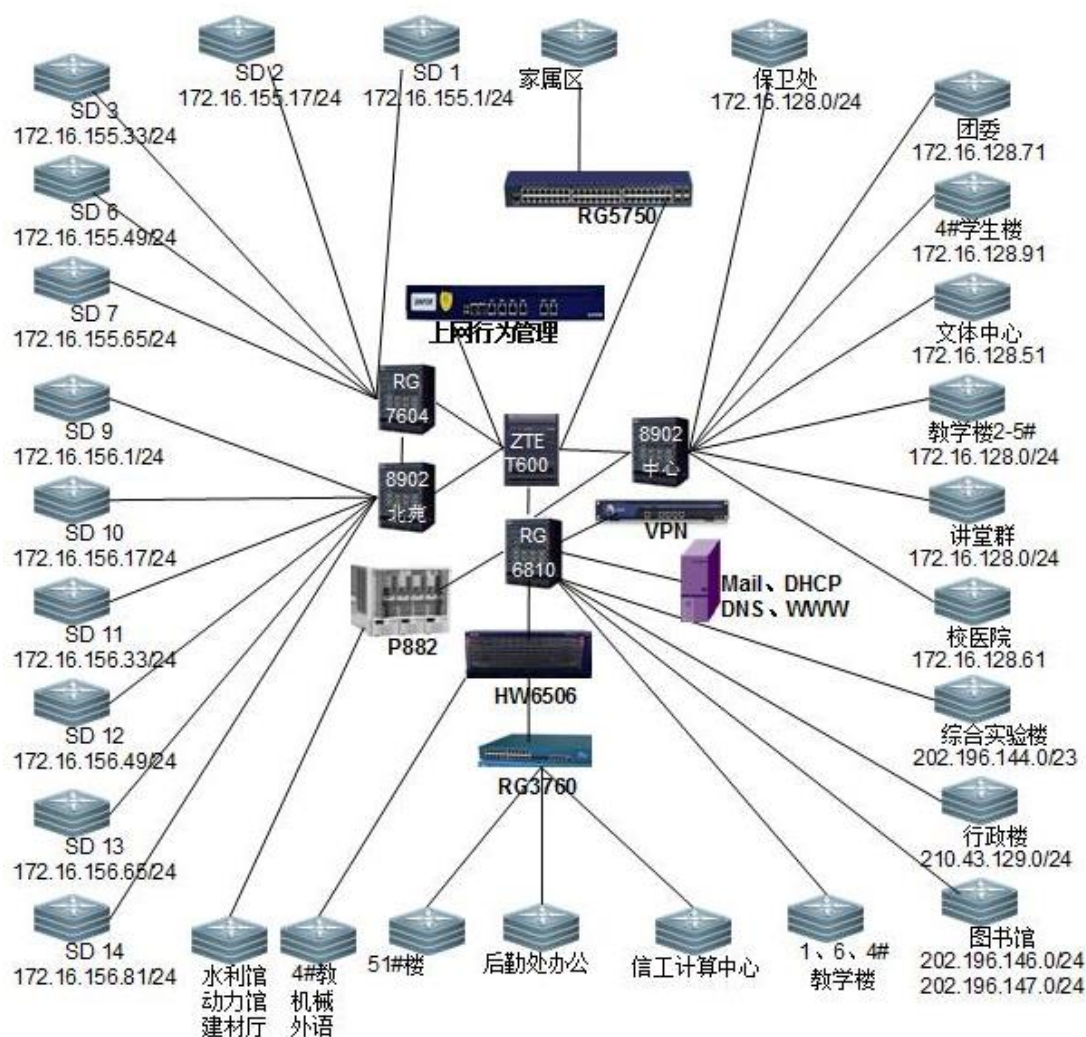


图 5 华北水利水电大学校园网络拓扑图

华北水利水电大学水工程水文化虚拟仿真实验教学中心仪器设备价值合计近 1247 万元。拥有多项中原第一、全国领先的实验设备和实验条件，主要的仪器设备有：三通道六投影仪系统；长 10 米高 2.8 米弧度 120 度的金属环形帷幕；ms50 徕卡激光扫描全站仪；md4-1000 无人机采集系统；手持式三维数据采集设备；高性能图形工作站；千兆交换机；夏普 3D 笔记本（Actius AL3DU），3D 立体显示器，头盔显示器（5DT HMD 800s 3D (stereo)，数字图像校正融合机系列 VIP100(六通道)，3D CaMega 光学三维扫描系统，Z Corporation 的三维成型机，Spectrum Z510 系统，红外热成像仪，HP 彩色打印机，HP 图形工作站等。

4.2 网络管理与安全

华北水利水电大学校园网的覆盖范围包括校本部、龙子湖校区的所有教学楼和办公楼和宿舍楼。另外,无线网络也已经覆盖全部教学楼、图书馆。华北水利水电大学网络覆盖率达到 100%,有线网络与无线网络双重覆盖,完全满足广大师生的科研,学习,生活需求。

学校门户网站下设实验中心菜单链接,同时提供虚拟仿真实验教学平台入口,及时对外公布虚拟仿真实验教学信息,提供相关链接服务。通过链接或入口,广大师生能够快速,便捷的使用实验仿真平台提供的各项服务。

学校设立专项经费,并配有专人负责校园网络的日常管理和维护,有问题及时上报,科学、高效、严谨的管理制度保证了故障处理迅速、维护成本最低。对于大规模网络故障,由网络设计相关专业老师,人员参与维护,能够做到快速排查故障。

水工程水文化虚拟仿真实验教学中心的实验教学管理平台在应用层面上采用了一整套完善的授权体系,通过对角色、用户设置相应的机构权限、操作权限、指标项权限来保证业务操作的安全性,控制不同的登录用户权限,实现系统的安全;在数据层面上充分利用数据库提供的安全机制,在数据库备份、数据库恢复方面支持包括数据库日志备份、事务备份、数据库自动备份、灾难恢复等多种方法;系统层面的安全特性通过系统错误捕获、日志功能实现。

学校网络安全团队将各种有效的网络安全服务应用于华北水利水电大学校园网中,校园网络具有强大的防病毒、防入侵和信息检测与过滤功能。网络安全等功能取得长足发展。

5. 条件保障

5.1 虚拟仿真实验教学中心基础条件

5.1.1 仪器设备配置情况

1) 设备保障

水工程水文化虚拟仿真实验教学中心成立以来，学校多渠道筹措资金，近五年先后投入经费 1000 多万元，用于中心仪器设备的添置和更新。其中，添置了包括无人机采集系统、激光扫描采集设备、高端图形工作站、投影机、投影屏幕及配件、VR 等大型仪器设备在内的仪器设备 100 余台套，此外，购置虚拟仿真的软件产品 QUEST3D、VRP、OGRE 等。

设备列表

仪器、设备名称	主要用途	型号数量	添置方式	原值万元
无人机数据采集系统	 任务 载荷：2000g（最大） 起飞重量：5550g（最大） 机身尺寸：1030mm（对角电机轴距） 飞行时间：<50 分钟/块电池环境温度：-30~40° C（电池除外） 工作湿度： <80% 抗风能力：<12m/s 抗雨能力：暴雨、大雪 飞行半径： 3000m 飞行高度：1000m 工作海拔： 平原型：3000m 高原型：5000m	Md4-1000	国内购置	76 万元

激光扫描全站仪	 ★角度测量精度：绝对编码，连续，四重轴系补偿$\leq 1''$； ★距离测量范围：棱镜，1.5M 至>10000M；免棱镜，1.5M 至 2000M ★距离测量精度：精度 / 测量时间 单次（棱镜）1mm + 1.5ppm / 典型 1.5 秒，单次（任何表面）2mm + 2ppm / 典型 1.5 秒 ★光斑大小：50M 处 8mm$\times$20mm； ★扫描距离：不小于 1000 米；	Ms50	国外引进	49
手持式激光扫描仪	 技术特点： (1) 景深 250mm (2) 扫描区域 380mm$\times$380mm (3) 分辨率 0.500mm (4) 测量速度 550,000 次/秒	Scan 3d	国内购置	30 万元
高端图形工作站	 ★处理器：双 Intel Xeon E5-2620 2 15MB 1333 6C 1 CPU/超频至 2.5G ★芯片组：英特尔® 5520 ★内存：32GB DDR3-1600 (8$\times$4GB) 2 CPU RAM	HP Z820（3 台）	国内购置	19.20 万元

热成像仪	 采用最新一代的非制冷微量热型焦平面探测器（640x480 像素），可以分辨高达 0.03° C 的细微温度变化，生成高质量 16 位全格式的红外图像，图像清晰无噪声，测温精确。60Hz 实时成像，即时展现静态或运动中物体的热分布情况和各种测量数值；通过屈光度可调的高清晰取景器，可以舒适的观看色彩鲜明、清晰的红外热图，读取各种数值。红外热图像数据可以方便的存储于内置的大容量 SD 存储卡上，并可直接在本机上读取分析，或者方便的下载到计算机上，通过 IRBIS 红外热图分析软件作进一步的深入分析及自动生成红外检测报告。	1 台	国外引进	20.0 万元
投影机	 三洋专业工程投影机 Sanyo XP5100C 投影技术：LCD 标称光亮度：5100 流明 对比度：不低于 800:1 最高分辨率：1024×768 投影方式： 正投	三洋（6 台）	国外引进	36.0 万元
投影系统、屏幕及配件	 金属投影屏幕： 玄长 10 米，高 2.8 米，弧度 150 度，可视角度可按客户需要为 90 度~360 度，通道数可为 3、5、7、9 通道	VRP 软件系统（1 套）和 Quest3D 软件系统（1 套）	国内购置	28.0 万元
计算机系统	 高性能图形工作站 四核心 64 位高速处理器；内存：16GB ECC REG；主板：64 位工作站专用主板；硬盘：高速 160G；图形卡：nVidia Quandr FX1400 专业图形卡网卡：千兆以太网卡	VRP（4 台）	国内购置	14.4 万元

音响系统		5.1 声道立体声环绕音响, 包含中置、低音、环绕音箱, 支持 2.1 和 5.1 切换, 支持 3 维定位音源, 配合调音台和无线 Mic, 可实现专业级音响系统	VRP (1 台)	国内购置	4.99 万元
千兆交换机		千兆交换局域网系统 背板带宽:4.8Gbps/堆叠/存储-转发交换方式, 可实现超高速数据传输, 以保证大数据量交换下的图象同步	(1 台)	国内购置	0.4 万元
力反馈方向盘		Logitech Momo 240 度大范围转向、力反馈、带档位和脚踏板	VRP (1 部)	国内购置	0.3 万元
合视数字图像校正融合机系列 VIP100 (六通道)		单像素几何校正: 校正精度为 0.1 像素; 自动色彩平衡; 无痕边缘融合; 广泛适用于各种档次、各种品牌的投影仪	VRP (1 台)	国内购置	30.0 万元
夏普 3D 笔记本 (Actius AL3DU)		CPU : Intel® Pentium® M Processor 750 (1.86GHz) 操作系统: Microsoft® Windows® XP Professional Service Pack 2 with Advanced Security Technologies	夏普 (1 台)	国外引进	6.0 万元
3 D 立体显示器		新型 C 型 3 维显示器是 SeeReal 的荣誉产品。20 英寸 UXGA 的 C-nt 显示器、可以感受到从未有过的纵深感。对角 20 英寸的 TFT 画面 1600×1200, 16.7 万色, 最佳观看距离 65 厘米, 有效观察区域 5 厘米。	SeeReal (1 台)	国外引进	2.0 万元
头盔显示器 5DT HMD 800s 3D (stereo)		5DT Head Mounted Display Series 系列集成了表面光洁、舒适、超轻质量的头戴式设计, 从而给用户提供了质优价廉、高解析度、清晰画面和高质量的声音。	5DT HMD 800s 3D (stereo) (1 台)	国外引进	5.0 万元

3D CaMega 光学三维扫描系统	 将光栅条纹投影到物体表面，由 CCD 摄入条纹和色彩图像；经先进独特的三维图像处理软件对条纹图像进行高速处理，计算出各像素对应点的精确空间坐标(X、Y、Z)和逼真的色彩(R、G、B)数据，生成三维(彩色)型面点云数据，实现对几乎所有可视物体、人体的光学三维(彩色)数字化扫描。	3D CaMega (1 套)	国外引进	25.0 万元
Z Corporation 的三维成型机 Spectrum Z510 系统	 本造型机是一种配套的专业化实体造型解决方案，可制作彩色部件并以此与他人进行交流。除此之外，本造型机还具有快捷、便利和操作简单等特点，使您得以加速设计过程。	Z Corporation510 (1 台)	国外引进	45.0 万元
全站仪	 TPS1200 系列全站仪，被称为测量机器人 (GeoRobt)，高精度测距仪、绝对编码度盘电子经纬仪和大容量计算机技术的结合。具有伺服马达驱动、自动目标识别、锁定跟踪目标、超级搜索等先进功能，是一种能代替人类进行自动搜索、跟踪、识别和精确照准目标，获取测量的角度、距离、三维坐标以及其他地理信息的智能电子全站仪，在高精度的测量工程中具有很广泛的应用。	莱卡 TPS1200	国外引进	25.0 万元

2) 仪器设备更新情况

中心每年均投入一定的经费用于仪器设备的更新改造，近五年来，中心先后更新、升级、仪器设备 60 多台，其中主要进行了计算机硬件配置以及软件升级。

3) 仪器设备利用率

中心承担我校水利专业、土木专业、机械专业、计算机专业的虚拟现实仿真课程以及 CAD 的二次开发课程，年课时数 1580 (校内)、300 (校外)，仪器设备完好率达 97%，大型仪器设

备利用率达 94%。

5.1.2 环境与安全

华北水利水电大学水工程水文化虚拟仿真实验教学中心实验室配备有网络查询一体机、投影仪、虚拟网络多媒体平台、管理系统、空调等，实验室布局合理，采光良好，空气流通，干净卫生，人均面积达 3 平方米，为学生提供了良好的实验环境。

中心在硬件环境的建设上一向奉行“安全第一”的原则。

1) 每个实验室配备有灭火器，具有完备的消防设施。实验室的电线（动力和照明线）、电缆（网线）均采用暗线、暗盒施工，规范有序，并采用防火材料。

2) 实验室安全通道畅通，每个实验室设有烟雾自动报警装置、漏电保护装置、电源警示灯等，并与校安全保卫部门进行联网，有情况立即告警，及时处理。

3) 实验桌椅、墙壁、地面等均为环保材料，能够保证学生的健康安全。中心没有产生“三废”的实验室，噪音等环境指标均符合国家相关要求。

4) 中心广泛开展了安全教育，在制度和责任上环环紧扣，职责明确，设有《实验室安全责任制》和《安全检查规章制度》等。安全管理模式实行两级管理，中心除设有一名总的安全负责人外，各实验室还有专人负责安全，并层层签订安全责任书，多年来，中心无安全责任事故发生。

5) 中心的各个实验室及相关场地都安装了烟感报警器。学校和中心都制定了一系列安全管理制度，并定期对教师、学生及教辅管理人员进行安全培训 and 安全教育，做到了预防为主、消防结合、保障有利。

5.1.3 运行与维护

1) 仪器设备管理制度、措施

华北水利水电大学为改善实验教学环境和条件，制定了“华北水利水电大学教学实验室建设与管理条例”、“华北水利水电大学教学实验室基本信息收集、整理制度”，“华北水利水电大学固定资产管理办法”，“华北水利水电大学仪器设备管理办法”，“华北水利水电大学大型贵重仪器设备管理办法”，“华北水利水电大学仪器设备及服务采购招标工作小组实施细则（试行）”，“华北水利水电大学仪器设备购置及管理办法”，“华北水利水电大学自制设

备管理办法”，“华北水利水电大学固定资产处置管理细则”，“华北水利水电大学仪器设备损坏、丢失赔偿办法”等，使中心的教学管理和实验室开放管理得到有效保障。

华北水利水电大学水工程水文化虚拟仿真实验教学中心为了有效集成实验教学资源，合理规划了实验教学用房，在满足实验教学的前提下，相关实验用房集中配置，最大限度地方便教学实验的开展，提高实验教学效果和实验设备利用率。

中心实行安全目标责任制，中心确定一名安全总责任人，每间实验室均设立安全责任人，负责实验室的消防、安全工作。中心历来重视实验环境与安全的建设，制定有专门的环境与安全管理规章制度，建立了严格的安全防范措施，并定期接受学校有关部门的严格监督、培训和检查考核。中心重视对师生进行安全教育，学生初次进入实验室时，实验教师都按规定先介绍实验室的安全条例和安全实验知识。

中心有专门实验人员维修保养仪器设备，定期检查设备，每月检查一次，每个学期检修保养一次，大型精密仪器实行专人管理和维护。成立专门的设备养护机构，建立专门的仪器设备维护与保养管理条例，所有的仪器设备都有专人负责，一旦发现故障，即时响应，立即与设备厂商联系，及时进行维护、检修、校正。

中心加强仪器设备的维护和维修，集成管理，责任到人，更新及时，专款专用，经费充足。仪器设备维护维修费用由学校部门预算，及时、足额划拨到位，专款专用，保证有故障的仪器、设备能够得到及时维修，确保了仪器设备的正常运转。

2) 维护维修经费保障

学校每年下拨实验中心维持费 40 余万元，用于仪器设备的日常维护和保养，对于大型仪器设备的维修另外申请专门经费。

5.2 虚拟仿真实验教学中心管理体系

5.2.1 中心建制及管理模式

华北水利水电大学负责组织中心的规划与领导选任工作，并提供配套经费；水利学院负责具体的建设、运作、维护以及实验教师和实验技术人员的聘任、考核等。中心根据其功能性质由水文化记忆虚拟实验室、专业基础技能虚拟实验室、水工程建设全过程实训虚拟实验室、研究型虚拟实验室和数个校内外实践教学基地组成。

中心主任负责制定中心整体发展规划、实验队伍建设，协调、落实中心建设、发展所需各类资源。中心常务副主任负责实验教学体系改革与建设、日常管理工作，负责建立各种规章制度并监督实施。中心副主任分工负责实验教学改革和实验教材建设，实验仪器设备管理，申报实验室建设项目，完成阶段性建设目标。

5.2.2 组织保障

为了提高中心的运行效率和人才培养质量，保证中心正常、高效运行，水工程水文化虚拟仿真实验教学中心实行中心主任负责制，同时从学校层面成立中心建设领导小组，为中心建设提供有力的组织保障。同时，中心管理制度、岗位职责制度、实验室管理制度、工作考核制度、安全制度等一系列的制度保障了实验教学中心的良好运行。对设备运行、维护、更新和管理的相关管理规范，为实验教学提供了最优化的资源配置与利用。合理的经费计划来保障实验室的正常运转。

实验中心建制及管理模式实验教学中心为校级实验教学中心，建制相对独立，中心根据其功能性质由水文化记忆虚拟实验室、专业基础技能虚拟实验室、水工程建设全过程实训虚拟实验室、研究型虚拟实验室和若干个校内外实践教学基地组。

本中心下设 4 个实验室，实行室主任负责制，负责管理实验室的具体事务。负责组织本实验室人员完成实验室建设和日常管理工作，负责实验教学的安排和对实验课教学质量的考核。中心实行学校、中心、实验室三级管理，采取主任负责制。中心主任 1 人，常务副主任 1 人、副主任 5 人。实验中心的组织架构及功能如图 5 所示。

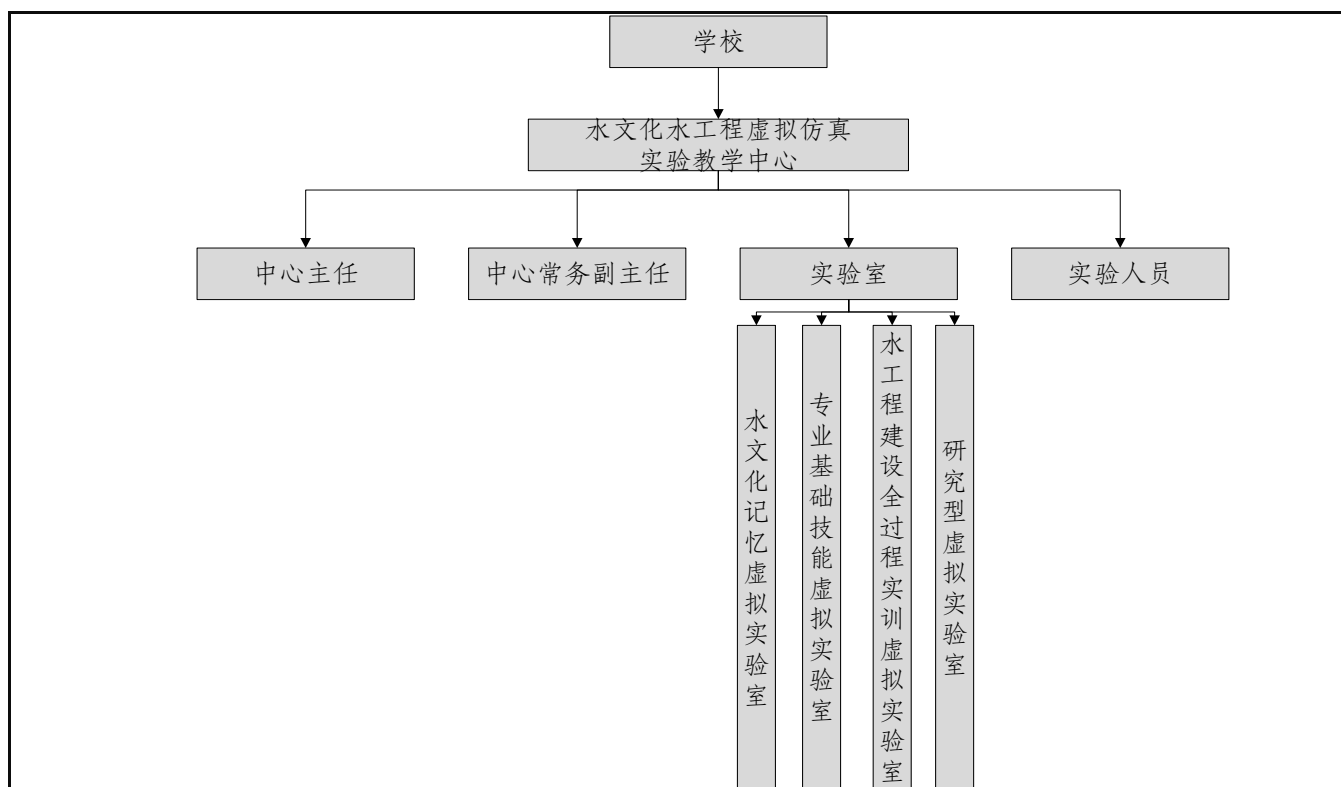


图 5 中心组织架构

5.2.3 制度保障

华北水利水电大学水工程水文化虚拟仿真实验教学中心具有一系列完备的管理制度，实现管理制度化、规范化和科学化，便于人力、仪器设备、实验课程、实验教材、校内外实习实训实践基地等资源的合理、科学和高效利用。中心制定了一系列完备的实验室管理制度，确保了实验教学中心的良好运行。具体如下：

1) 中心管理制度

为了落实学校实验教学管理文件的要求，推动中心的正常运行，出台了《水工程水文化虚拟仿真实验教学中心实验室值班及出勤制度》《水工程水文化虚拟仿真实验教学中心实验室开放管理办法》。

2) 岗位职责制度

为了使中心运作规范化，做到人尽其才，各司其职，中心出台了《水工程水文化虚拟仿真实验教学中心主任、副主任岗位职责》《水工程水文化虚拟仿真实验教学中心实验指导教师职责》《水工程水文化虚拟仿真实验教学中心开放实验室值班教师职责》《水工程水文化虚拟仿真实验教学中心仪表维修维护人员工作职责》《水工程水文化虚拟仿真实验教学中心材料管理

人员岗位职责》等规章制度。

3) 实验室管理制度

为了统筹管理中心实验教学工作，规范实验室管理，中心出台了《水工程水文化虚拟仿真实验教学中心学生实验守则》《水工程水文化虚拟仿真实验教学中心实验台整理标准》《水工程水文化虚拟仿真实验教学中心仪器设备管理细则》《水工程水文化虚拟仿真实验教学中心实验室教学科研用低值易耗品管理办法》《水工程水文化虚拟仿真实验教学中心仪器设备及器材损坏、遗失赔偿试行办法》等规章制度。

4) 工作考核制度

为了激励实验教学人员,中心制定了《资助教学改革研究项目和教材编写的暂行管理规定》。

5) 安全制度

为了保证实验室虚拟仿真系统安全，中心制定了《水工程水文化虚拟仿真实验教学中心实验室安全制度》等规章制度。

6) 管理规范

学校和中心制定的相关管理规范如下，详细内容见附件 6。

- 1) 中心实验室教学科研用低值易耗品管理办法
- 2) 中心实验室安全检查制度
- 3) 中心仪器设备及器材损坏、遗失赔偿试行办法
- 4) 中心实验室安全制度
- 5) 中心学生实验守则
- 6) 中心开放实验室值班教师职责
- 7) 中心实验室开放管理办法
- 8) 中心实验指导教师职责
- 9) 中心实验室值班及出勤制度
- 10) 中心主任、副主任岗位职责
- 11) 华北水利水电大学实验室工作办法
- 12) 华北水利水电大学安全管理办法

- 13) 华北水利水电大学仪器设备管理办法
- 14) 华北水利水电大学大型仪器设备管理办法
- 15) 华北水利水电大学实验室仪器设备维修管理办法
- 16) 华北水利水电大学大中型仪器设备对外有偿使用管理暂行办法
- 17) 华北水利水电大学公共财物被盗遗失经济责任赔偿办法
- 18) 华北水利水电大学仪器设备损坏和丢失事故处理办法

5.3 虚拟仿真实验教学中心经费来源及使用情况

近五年来共投入建设资金 1000 多万元。

中心运行的水电费，房屋维修费由学校负责，同时，学校每年还向中心投入运行经费 100 余万元，主要用于实验中心的日常维护及运行。

配套规划经费 800 万元。

第一期投入 300 万元，已得到河南省教育厅资助 150 万元，学校配套 150 万元，利用此 300 万元建成可视化仿真实验中心第一期已完成；

第二期预计 500 万，计划如下：

(1) 仪器设备费	200 万元
(2) 科研业务费	80 万元
(3) 实验教学材料费	20 万元
(4) 现有设备改装	100 万元
(5) 协作费	30 万元
(6) 合作交流费	70 万元

6. 学校和教育主管部门意见

学校意见	情况属实，同意申报。 负责人签字 (公章) 年 月 日
教育主管 部门意见	情况属实，同意申报。 负责人签字 (公章) 年 月 日